

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年2月6日(06.02.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/026537 A1

(51) 国際特許分類:

H02J 13/00 (2006.01) **H02J 50/10** (2016.01)
H02G 1/02 (2006.01)

[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/016762

(22) 国際出願日: 2019年4月19日(19.04.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

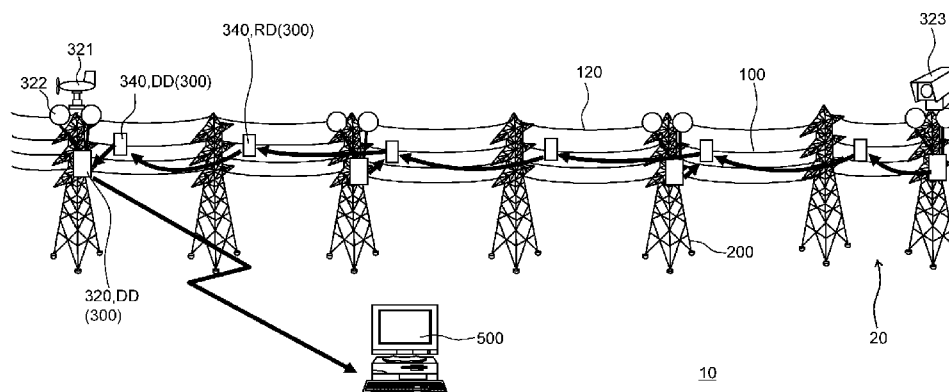
(30) 優先権データ:
特願 2018-142011 2018年7月30日(30.07.2018) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)

(72) 発明者: 三田 雅樹(SANDA Masaki); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 岩間 成美(IWAMA Narumi); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 黒岩 聡(KUROIWA Satoshi); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 酒井 治(SAKAI Osamu); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 下口 剛史(SHIMOGUCHI Takefumi); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住

(54) **Title:** POWER TRANSMISSION FACILITY MONITORING SYSTEM, WIRELESS DEVICE ATTACHED TO ELECTRIC WIRE, AND POWER TRANSMISSION FACILITY MONITORING METHOD

(54) 発明の名称: 送電設備監視システム、電線装着無線装置および送電設備監視方法



(57) **Abstract:** Provided is a power transmission facility monitoring system for transmitting data while aggregating the data using multi-hop wireless communication, said data being obtained from a power transmission facility having a plurality of towers and a wire stretched between the plurality of towers. The power transmission facility monitoring system has: one or a plurality of wireless devices installed on towers, which are installed on any of a plurality of towers and wirelessly

友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 東 栄治 (HIGASHI Eiji); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 小嶋 隆夫(KOJIMA Takao); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 丸山 剛史(MARUYAMA Takeshi); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 福岡 昌浩, 外(FUKUOKA Masahiro et al.); 〒1020072 東京都千代田区飯田橋四丁目6番1号 21東和ビル3階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

transmit and receive data; and one or a plurality of wireless devices attached to electric wires, which are attached to the electric wires, obtain power by electromagnetic induction from magnetic fields produced around the electric wires by the currents flowing through the electric wires, and wirelessly transmit and receive the data using the power. At least one of the wireless devices attached to the electric wires is disposed at a distance within which communication from at least one of the wireless devices installed on the towers is possible and transmits the data to the one of the wireless devices installed on the towers.

(57) 要約: 複数の鉄塔と該複数の鉄塔の間に架線される電線とを有する送電設備から得られるデータをマルチホップ無線通信により集約しながら伝送する送電設備監視システムであって、複数の鉄塔のいずれかに設置され、データを無線で送受信する1つ又は複数の鉄塔設置無線装置と、電線に装着され、電線に流れる電流によって該電線の周囲に生じる磁界からの電磁誘導により電力を取得し、当該電力によってデータを無線で送受信する1つ又は複数の電線装着無線装置と、を有し、電線装着無線装置の少なくとも1つは、鉄塔設置無線装置の少なくとも1つから通信可能な距離で配置され、該鉄塔設置無線装置とデータを伝送する。

明 細 書

発明の名称：

送電設備監視システム、電線装着無線装置および送電設備監視方法

技術分野

[0001] 本開示は、送電設備監視システム、電線装着無線装置および送電設備監視方法に関する。

本出願は、2018年7月30日出願の日本国出願「特願2018-142011」に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 複数の鉄塔と、該複数の鉄塔の間に架線される送配電線（以下、「電線」と略す）と、を有する送電設備から、該送電設備に係るデータを取得し、該データを無線通信により伝送する子機装置（無線装置）を有する送電線保守監視装置（送電設備監視システム）が開示されている（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平7-107634号公報

発明の概要

[0004] 本開示の一態様によれば、

複数の鉄塔と該複数の鉄塔の間に架線される電線とを有する送電設備から得られるデータをマルチホップ無線通信により集約しながら伝送する送電設備監視システムであって、

前記複数の鉄塔のいずれかに設置され、前記データを無線で送受信する1つ又は複数の鉄塔設置無線装置と、

前記電線に装着され、前記電線に流れる電流によって該電線の周囲に生じる磁界からの電磁誘導により電力を取得し、当該電力によって前記データを

無線で送受信する 1 つ又は複数の電線装着無線装置と、
を有し、

前記電線装着無線装置の少なくとも 1 つは、前記鉄塔設置無線装置の少なくとも 1 つから通信可能な距離で配置され、該鉄塔設置無線装置と前記データを伝送する

送電設備監視システムが提供される。

[0005] 本開示の他の態様によれば、

複数の鉄塔と該複数の鉄塔の間に架線される電線とを有する送電設備から得られるデータをマルチホップ無線通信により集約しながら伝送する送電設備監視システムに設けられ、

前記複数の鉄塔のいずれかに設置され、前記データを無線で送受信する 1 つ又は複数の鉄塔設置無線装置とともに用いられ、

前記電線に装着され、前記電線に流れる電流によって該電線の周囲に生じる磁界からの電磁誘導により電力を取得し、当該電力によって前記データを無線で送受信するよう構成され、

前記鉄塔設置無線装置の少なくとも 1 つから通信可能な距離で配置され、該鉄塔設置無線装置と前記データを伝送する
電線装着無線装置が提供される。

[0006] 本開示の更に他の態様によれば、

複数の鉄塔と該複数の鉄塔間に架線される電線とを有する送電設備から得られるデータをマルチホップ無線通信により集約しながら伝送する送電設備監視方法であって、

前記データを無線で送受信する 1 つ又は複数の鉄塔設置無線装置を、前記複数の鉄塔のいずれかに設置することと、前記電線に流れる電流によって該電線の周囲に生じる磁界から電磁誘導により電力を取得し、当該電力によって前記データを無線で送受信する 1 つ又は複数の電線装着無線装置を、前記電線に装着することと、を行う配置工程と、

前記鉄塔設置無線装置および前記電線装着無線装置のうち少なくともいずれ

れかにより、前記送電設備から前記データを取得するデータ取得工程と、
前記鉄塔設置無線装置と前記電線装着無線装置とを用いて、マルチホップ無線通信により前記データを伝送する伝送工程と、
を有し、
前記配置工程では、
前記電線装着無線装置の少なくとも1つを、前記鉄塔設置無線装置の少なくとも1つから通信可能な距離で配置し、
前記伝送工程では、
前記電線装着無線装置と前記鉄塔設置無線装置との間で前記データを伝送する
送電設備監視方法が提供される。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1]本開示の一実施形態に係る送電設備監視システムを示す概略構成図である。
- [図2A]無線装置の配置例を示す概略構成図である。
- [図2B]無線装置の配置例を示す概略構成図である。
- [図2C]無線装置の配置例を示す概略構成図である。
- [図3]本開示の一実施形態に係る送電設備監視方法を示すフローチャートである。
- [図4]本開示の一実施形態の変形例に係る無線装置の動作タイミングを示す図である。

発明を実施するための形態

- [0008] [本開示が解決しようとする課題]

本開示の目的は、無線装置の設置が必要となる様々な環境に応じて、安定的なマルチホップ無線通信を行う送電設備監視システムを構築することができる技術を提供することである。

- [0009] [本開示の効果]

本開示によれば、無線装置の設置が必要となる様々な環境に応じて、安定

的なマルチホップ無線通信を行う送電設備監視システムを構築することができる。

[0010] [本開示の実施形態の説明]

＜発明者等の得た知見＞

まず、発明者等の得た知見について説明する。

[0011] 特許文献１の送電設備監視システムでは、送電設備に係るデータを取得するとともに当該データを伝送する複数の子機装置（以下、無線装置）が設けられていた。特許文献１の構成では、無線装置は鉄塔のみに設置されていた。

[0012] しかしながら、特許文献１の構成では、監視が必要な鉄塔だけに無線装置を設置していたため、無線装置間の間隔が長くなることがあった。このような場合、安定的な無線通信が困難となっていた。

[0013] そこで、従来では、所定の鉄塔を監視する必要がなくても、データの伝送を中継するためだけに、鉄塔に無線装置を設置していた。ここで、鉄塔に設置される無線装置では、必要な電力を得るために、例えば、所定の配電設備を用いて外部の商用電源に接続したり、太陽光発電装置およびバッテリーを設置したりしていた。このような設備が必要となることから、鉄塔に設置される無線装置は、大型化していた。このため、上述のように、所定の鉄塔に対して中継用の無線装置を設置する場合では、当該無線装置の設備が、単なる中継機能に対して必要以上に大掛かりとなり、コストが必要以上に増加していた。その結果、小型または低コストな無線装置の設置が求められる環境などでは、安定的なマルチホップ無線通信を行う送電設備監視システムの構築が困難となっていた。

[0014] したがって、無線装置の設置が必要となる様々な環境に応じて、安定的なマルチホップ無線通信を行う送電設備監視システムを構築することができる技術が望まれていた。

[0015] 本開示は、発明者等が見出した上記知見に基づくものである。

[0016] ＜本開示の実施態様＞

次に、本開示の実施態様を列記して説明する。

[0017] [1] 本開示の一態様に係る送電設備監視システムは、

複数の鉄塔と該複数の鉄塔の間に架線される電線とを有する送電設備から得られるデータをマルチホップ無線通信により集約しながら伝送する送電設備監視システムであって、

前記複数の鉄塔のいずれかに設置され、前記データを無線で送受信する1つ又は複数の鉄塔設置無線装置と、

前記電線に装着され、前記電線に流れる電流によって該電線の周囲に生じる磁界からの電磁誘導により電力を取得し、当該電力によって前記データを無線で送受信する1つ又は複数の電線装着無線装置と、

を有し、

前記電線装着無線装置の少なくとも1つは、前記鉄塔設置無線装置の少なくとも1つから通信可能な距離で配置され、該鉄塔設置無線装置と前記データを伝送する。

この構成によれば、無線装置の設置が必要となる様々な環境に応じて、安定的なマルチホップ無線通信を行う送電設備監視システムを構築することができる。

[0018] [2] 上記[1]に記載の送電設備監視システムにおいて、

前記鉄塔設置無線装置および前記電線装着無線装置のそれぞれは、

前記送電設備から前記データを取得するデータ取得部を有するデータ取得無線装置、

または、前記データ取得部を有さず、前記データの伝送の中継のみを行う中継無線装置、

のうちいずれかである。

この構成によれば、データ取得無線装置間の間隔に関わらず、安定的なマルチホップ無線通信を行うことができる。

[0019] [3] 上記[2]に記載の送電設備監視システムにおいて、

前記中継無線装置は、前記電線装着無線装置のみである。

この構成によれば、中継無線装置を低コストに構成するとともに、中継無線装置を容易に配置することができる。

[0020] [4] 上記 [1] ～ [3] のいずれか 1 つに記載の送電設備監視システムにおいて、

前記鉄塔設置無線装置は、複数設けられ、

前記電線装着無線装置の少なくとも 1 つは、前記複数の鉄塔設置無線装置の間で前記鉄塔設置無線装置の少なくとも 1 つから通信可能な距離に配置される。

この構成によれば、鉄塔設置無線装置間の間隔に関わらず、安定的なマルチホップ無線通信を行うことができる。

[0021] [5] 上記 [1] ～ [4] のいずれか 1 つに記載の送電設備監視システムにおいて、

前記電線装着無線装置は、少なくとも一対設けられ、

前記一対の電線装着無線装置は、互いに通信可能な距離で配置され、前記鉄塔設置無線装置を介さずに前記データを伝送する。

この構成によれば、大掛かりな鉄塔設置無線装置を用いずに、隣り合う一対の電線装着無線装置の分だけ、送電設備監視システムの伝送距離を補間することができる。

[0022] [6] 上記 [1] ～ [5] のいずれか 1 つに記載の送電設備監視システムにおいて、

前記鉄塔設置無線装置は、複数設けられ、

前記電線装着無線装置の少なくとも 1 つは、前記複数の鉄塔設置無線装置同士を数珠つなぎに結んだ鉄塔間通信領域よりも外側に、前記鉄塔間通信領域のうち最も外側の鉄塔設置無線装置から通信可能な距離で配置される。

この構成によれば、鉄塔間通信領域よりも外側に配置された電線装着無線装置の分だけ、送電設備監視システム全体としての伝送距離を長くことができる。

[0023] [7] 上記 [1] ～ [6] のいずれか 1 つに記載の送電設備監視システムに

において、

前記鉄塔設置無線装置および前記電線装着無線装置のそれぞれは、前記鉄塔設置無線装置または前記電線装着無線装置のうちいずれかである他の無線装置と時刻を同期する時刻同期機能を有し、

少なくとも前記鉄塔設置無線装置は、前記時刻同期機能による所定のタイミングに基づいて、前記他の無線装置と前記データを伝送する通常モードと、前記データを伝送した後に前記データの伝送を休止するスリープモードと、に交互に遷移するよう構成される。

この構成によれば、使用可能な電力が有限である鉄塔設置無線装置を省電力化することができる。

[0024] [8] 上記 [7] に記載の送電設備監視システムにおいて、

前記電線装着無線装置は、前記スリープモードに遷移せずに、前記通常モードのみを実行するよう構成される。

この構成によれば、電線装着無線装置のうちの制御部の構成を簡略化することができる。

[0025] [9] 本開示の他の態様に係る電線装着無線装置は、

複数の鉄塔と該複数の鉄塔の間に架線される電線とを有する送電設備から得られるデータをマルチホップ無線通信により集約しながら伝送する送電設備監視システムに設けられ、

前記複数の鉄塔のいずれかに設置され、前記データを無線で送受信する 1 つ又は複数の鉄塔設置無線装置とともに用いられ、

前記電線に装着され、前記電線に流れる電流によって該電線の周囲に生じる磁界からの電磁誘導により電力を取得し、当該電力によって前記データを無線で送受信するよう構成され、

前記鉄塔設置無線装置の少なくとも 1 つから通信可能な距離で配置され、該鉄塔設置無線装置と前記データを伝送する。

この構成によれば、無線装置の設置が必要となる様々な環境に応じて、安定的なマルチホップ無線通信を行う送電設備監視システムを構築することが

できる。

[0026] [10] 本開示の他の態様に係る送電設備監視方法は、

複数の鉄塔と該複数の鉄塔間に架線される電線とを有する送電設備から得られるデータをマルチホップ無線通信により集約しながら伝送する送電設備監視方法であって、

前記データを無線で送受信する1つ又は複数の鉄塔設置無線装置を、前記複数の鉄塔のいずれかに設置することと、前記電線に流れる電流によって該電線の周囲に生じる磁界から電磁誘導により電力を取得し、当該電力によって前記データを無線で送受信する1つ又は複数の電線装着無線装置を、前記電線に装着することと、を行う配置工程と、

前記鉄塔設置無線装置および前記電線装着無線装置のうち少なくともいずれかにより、前記送電設備から前記データを取得するデータ取得工程と、

前記鉄塔設置無線装置と前記電線装着無線装置とを用いて、マルチホップ無線通信により前記データを伝送する伝送工程と、

を有し、

前記配置工程では、

前記電線装着無線装置の少なくとも1つを、前記鉄塔設置無線装置の少なくとも1つから通信可能な距離で配置し、

前記伝送工程では、

前記電線装着無線装置と前記鉄塔設置無線装置との間で前記データを伝送する。

この構成によれば、無線装置の設置が必要となる様々な環境に応じて、安定的なマルチホップ無線通信を行う送電設備監視システムを構築することができる。

[0027] [本開示の実施形態の詳細]

次に、本開示の一実施形態を、以下に図面を参照しつつ説明する。なお、本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含ま

れることが意図される。

[0028] <本開示の一実施形態>

(1) 送電設備監視システム

本開示の一実施形態に係る送電設備監視システム10について説明する。

図1は、本実施形態に係る送電設備監視システムを示す概略構成図である。

[0029] 図1に示すように、本実施形態の送電設備監視システム10は、送電設備20から得られるデータをマルチホップ無線通信により集約しながら伝送するよう構成されている。なお、ここでいう「マルチホップ無線通信」とは、複数の無線装置を用いて、データを順次伝送していく無線通信のことをいい、「バケツリレー方式無線通信」または単に「リレー方式無線通信」と言い換えることができる。また、ここでいう「データ」とは、送電設備20を管理する上で監視することが必要な物理量データおよび画像データなどのうち少なくともいずれかのことを意味する。

[0030] 本実施形態の送電設備監視システム10は、例えば、送電設備20に設置される複数の無線装置（ノード）300と、監視センタ（データ集約装置）500と、を有している。

[0031] （送電設備）

送電設備20は、例えば、複数の鉄塔200と、電線100と、架空地線120と、を有している。複数の鉄塔200は、例えば、所定の間隔で設けられている。電線100は、例えば、複数の鉄塔200の間に架線されている。本実施形態において、電線100は、例えば、いわゆる架空送電線として構成されている。具体的には、電線100は、例えば、鋼心アルミ撚線（ACSR）などである。架空地線120は、鉄塔200の頂部間に架線されている。これにより、電線100を落雷から保護することができる。

[0032] （無線装置）

複数の無線装置300は、例えば、1つ又は複数の鉄塔設置無線装置320と、1つ又は複数の電線装着無線装置340と、を有している。つまり、本実施形態の送電設備監視システム10では、鉄塔設置無線装置320と、

電線装着無線装置 340 とが混在して設けられている。これにより、無線装置 300 の設置が必要となる様々な環境に応じて、安定的なマルチホップ無線通信を行う送電設備監視システム 10 を構築することができる。

[0033] 複数の無線装置 300 のそれぞれは、例えば、通信可能な距離に配置される他の無線装置 300 とデータ等の情報を伝送可能に構成されている。なお、ここでいう「通信可能な距離」とは、情報を伝送することが可能な距離のことを意味している。また、ここでいう「データ等の情報」とは、所定のデータだけでなく、後述の制御信号等も含んでいる。また、ここでいう「データ等の情報を伝送」とは、情報を送信することと、情報を受信することを含んでいる。つまり、マルチホップ無線通信では、データを伝送する方向（以下、「データ伝送方向」ともいう）は所定の一方向となることがあるが、複数の無線装置 300 のそれぞれは、所定の一方向にデータを伝送するよう構成されることに限定されず、双方向にデータ等の情報を伝送可能に構成されていてもよい。

[0034] また、複数の無線装置 300 のそれぞれは、例えば、データ取得無線装置（測定無線装置）DD または中継無線装置 RD のうちいずれか一方である。データ取得無線装置 DD は、例えば、送電設備 20 からデータを取得するデータ取得部（符号不図示）を有している。一方で、中継無線装置 RD は、例えば、データ取得部を有さず、データの伝送の中継のみを行うよう構成されている。これにより、データ取得無線装置 DD 間の間隔が長い場合に、これらの間に中継無線装置 RD を介在させることができる。ここでいう「介在（*interpose*）」とは、データを伝送する経路（以下、「データ伝送経路」ともいう）において、2つの無線装置 300 の間に配置されることを意味する。

[0035] また、複数の無線装置 300 のそれぞれは、例えば、他の無線装置 300 と時刻を同期する時刻同期機能を有している。これにより、複数のデータ取得無線装置 DD でのデータ取得タイミングを揃えたり、複数の無線装置 300 でのデータ伝送タイミングを揃えたりすることができる。

[0036] なお、本実施形態の無線装置 300 によるマルチホップ無線通信に用いられる周波数帯は、例えば、920MHz 帯である。なお、当該周波数帯は一例であって、他の周波数帯が用いられていてもよい。

[0037] (鉄塔設置無線装置)

1つ又は複数の鉄塔設置無線装置 320 は、例えば、複数の鉄塔 200 のいずれかに設置されている。具体的には、1つ又は複数の鉄塔設置無線装置 320 は、例えば、複数の鉄塔 200 に1つの鉄塔に対して1つずつ設置されている。なお、例えば、複数の鉄塔設置無線装置 320 が1つの鉄塔 200 に設置されていてもよいし、或いは、鉄塔設置無線装置 320 が設置されていない少なくとも1つの鉄塔 200 が存在していてもよい。

[0038] 鉄塔設置無線装置 320 は、例えば、電磁誘導以外の方式により電力を取得するよう構成されている。鉄塔設置無線装置 320 は、例えば、外部から取得した電力によって、送電設備 20 からのデータを無線で送受信するよう構成されている。

[0039] 具体的には、鉄塔設置無線装置 320 は、例えば、所定の配電設備を用いて外部の商用電源に接続されている。或いは、鉄塔設置無線装置 320 は、例えば、太陽光発電装置およびバッテリー（蓄電池）を有し、太陽光発電装置によって発電された電力をバッテリーに蓄電し、当該バッテリーから所定の電力を取得するよう構成されている。

[0040] 鉄塔設置無線装置 320 のデメリットとしては、鉄塔設置無線装置 320 は電力を取得するために上述のような設備を有するため、当該鉄塔設置無線装置 320 は、後述の電線装着無線装置 340 に比較して大型となっている。一方で、鉄塔設置無線装置 320 のメリットとしては、鉄塔設置無線装置 320 では、電力を取得するために送電設備 20 の電線 100 が関わらないことから、当該鉄塔設置無線装置 320 の設置時に送電設備 20 を停電させる必要がない。

[0041] ここで、鉄塔設置無線装置 320 は、例えば、上述のように、データ取得無線装置 DD または中継無線装置 RD のうちいずれか一方である。

[0042] データ取得無線装置DDとしての鉄塔設置無線装置320は、データ取得部として、例えば、気象データ取得部321、雷撃電流測定部322、監視カメラ323、振動センサ（不図示）、および騒音計（不図示）等のうち少なくともいずれかを有している。

[0043] 気象データ取得部321は、例えば、気温、湿度、風向、風速、および降水量（積雪量）のうち少なくともいずれかのデータを取得するよう構成されている。

[0044] 雷撃電流測定部322は、例えば、架空地線120に対して落雷があった際に流れる雷撃電流を測定するよう構成されている。

[0045] 監視カメラ323は、例えば、送電設備20およびその周辺の画像データ（静止画像データおよび動画データのうち少なくともいずれか）を取得するよう構成されている。

[0046] 振動センサは、例えば、鉄塔200に対して風が吹き付けられたときなどの、鉄塔200の振動または鉄塔200の傾きを測定するよう構成されている。

[0047] 騒音計は、例えば、送電設備20に風が吹き付けられたときに、電線100または碍子から生じる風音を測定するよう構成されている。

[0048] 一方で、中継無線装置RDとしての鉄塔設置無線装置320は、データ取得部としての気象データ取得部321、雷撃電流測定部322、監視カメラ323、振動センサおよび騒音計等を有さず、データの伝送の中継のみを行うよう構成されている。

[0049] （電線装着無線装置）

1つ又は複数の電線装着無線装置340は、例えば、電線100に装着されている。電線装着無線装置340は、例えば、電線100に流れる電流によって該電線100の周囲に生じる磁界からの電磁誘導により電力を取得するよう構成されている。電線装着無線装置340は、例えば、上述のように発電された電力によってデータを無線で送受信するよう構成されている。

[0050] 具体的には、電線装着無線装置340は、例えば、カレントトランス部（

不図示)を有している。カレントトランス部は、例えば、コア(不図示)と、コイル(不図示)と、を有している。コアは、例えば、電線100の外周を囲むように環状に設けられている。また、コアは、例えば、磁性体からなっている。コイルは、例えば、コアの少なくとも一部に巻回されている。このような構成により、電線100に流れる電流によって該電線100の周囲でコアに生じる磁束の変化に基づいて、電磁誘導によりコイルに誘導電流を生じさせることができる。その結果、電線装着無線装置340は、カレントトランス部から所定の電力を得ることができる。

[0051] 電線装着無線装置340のメリットとしては、電線装着無線装置340は上述のように電線100に装着され、カレントトランス部により電力を取得するため、当該電線装着無線装置340は、上述の鉄塔設置無線装置320に比較して小型となっている。また、電線装着無線装置340は上述のカレントトランス部により電力を取得するため、電線100が通電中であれば、常時、所定の電力を得ることができる。一方で、電線装着無線装置340のデメリットとしては、電線装着無線装置340を電線100に装着するため、送電設備20を停電させる必要がある。

[0052] ここで、電線装着無線装置340も、例えば、上述のように、データ取得無線装置DDまたは中継無線装置RDのうちいずれか一方である。

[0053] データ取得無線装置DDとしての電線装着無線装置340は、データ取得部として、例えば、電流測定部(不図示)、温度センサ(不図示)、振動センサ(不図示)、およびGPS(Global Positioning System)(不図示)等のうち少なくともいずれかを有している。

[0054] 電流測定部は、例えば、電線100に装着される測定用カレントトランス部を有している。測定用カレントトランス部は、例えば、上述の電力を取得するカレントトランス部と同様に構成され、測定用コア(不図示)と、測定用コイル(不図示)と、を有している。このような構成により、電線100に流れる電流によって該電線100の周囲で測定用コアに生じる磁束の変化に基づいて、電磁誘導により測定用コイルに誘起電圧を生じさせることがで

きる。これにより、測定用コイルに生じる誘起電圧を測定することで、電線 100 に流れる電流を求めることができる。なお、電流測定部が有する測定用カレントトランス部は、上述の電力を取得するカレントトランス部と兼ねていてもよい。

[0055] 温度センサは、例えば、電線 100 に装着され、電線 100 の温度を測定するよう構成されている。具体的には、温度センサは、例えば、温度に応じた電圧を出力する熱電対を有している。なお、温度センサは、温度に応じて抵抗が変化するサーミスタを有していてもよい。

[0056] 振動センサは、例えば、電線 100 に対して風が吹き付けられたときなどの、電線 100 の振動を測定するよう構成されている。

[0057] GPS は、例えば、電線 100 に対して風が吹き付けられたときなどの、電線 100 の振動を測定したり、積雪等によって電線 100 が弛んだときなどの、電線 100 の弛度を測定したりするよう構成されている。

[0058] 一方で、中継無線装置 RD としての電線装着無線装置 340 は、データ取得部としての電流測定部、温度センサ、振動センサおよび GPS 等を有さず、データの伝送の中継のみを行うよう構成されている。

[0059] (監視センタ)

監視センタ 500 は、例えば、データ伝送方向の最後段（最も下流側）の無線装置 300 に有線または無線により接続され、集約されたデータを受信し、該データを監視するよう構成されている。なお、監視センタ 500 が接続される最後段の無線装置 300 は、例えば、鉄塔設置無線装置 320 である。

[0060] また、監視センタ 500 は、無線装置 300 に対して所定の制御信号を送信可能に構成されている。監視センタ 500 からの各無線装置 300 への制御信号は、データ伝送方向（データ伝送経路）と真逆の方向で伝送されることとなる。

[0061] また、監視センタ 500 は、例えば、電線 100 へ電力を供給する電力供給源としての電気事業者（不図示）に有線または無線により接続され、集約

されたデータを該電気事業者に送信するよう構成されている。電気事業者は、送電設備監視システム 10 からのデータに基づいて、電線 100 への送電容量を制御することができる。

[0062] (無線装置の配置)

次に、図 2 A～図 2 C を用い、本実施形態の無線装置 300 の配置について説明する。図 2 A～図 2 C は、それぞれ、無線装置の配置例を示す概略構成図である。

[0063] なお、図 2 A～図 2 C における矢印は、マルチホップ無線通信における所定のデータ伝送方向を一例として示している。しかしながら、無線装置 300 間のデータ伝送方向は、これに限られず、図示された方向と逆方向であってもよい。

[0064] 本実施形態の電線装着無線装置 340 の少なくとも 1 つは、例えば、鉄塔設置無線装置 320 の少なくとも 1 つから通信可能な距離で配置され、該鉄塔設置無線装置 320 とデータを伝送するよう構成されている。本実施形態では、電線装着無線装置 340 の通信可能な距離と、鉄塔設置無線装置 320 の通信可能な距離とは、ほぼ等しくなっている。

[0065] また、本実施形態の電線装着無線装置 340 の少なくとも 1 つは、例えば、鉄塔設置無線装置 320 の少なくとも 1 つに通信可能な距離で隣り合うように配置されている。なお、ここでいう「隣り合う (adjacent to)」とは、電線装着無線装置 340 と鉄塔設置無線装置 320 との間に他の無線装置 300 を介在させずに、他の無線装置 300 よりも鉄塔設置無線装置 320 の近くに配置されていることを意味する。電線装着無線装置 340 の少なくとも 1 つが鉄塔設置無線装置 320 の少なくとも 1 つと隣り合っていることで、無線装置 300 1 つ当たりの伝送距離を短くすることができる。

[0066] 具体的な配置としては、鉄塔設置無線装置 320 および電線装着無線装置 340 は、例えば、図 2 A～図 2 C のように配置することができる。

[0067] 図 2 A (のうち左から 2 番目) では、電線装着無線装置 340 の少なくと

も1つは、例えば、複数の鉄塔設置無線装置320の間で鉄塔設置無線装置320の少なくとも1つから通信可能な距離に配置されている。言い換えれば、電線装着無線装置340の少なくとも1つは、例えば、複数の鉄塔設置無線装置320の間で鉄塔設置無線装置320の少なくとも1つに通信可能な距離で介在している。図2Aでは、例えば、鉄塔設置無線装置320と電線装着無線装置340とは、互いに通信可能な距離で、交互に配置されている。

[0068] 図2B（のうち左から2番目および3番目）では、電線装着無線装置340は、例えば、少なくとも一対設けられている。一対の電線装着無線装置340は、例えば、互いに通信可能な距離で配置され、鉄塔設置無線装置320を介さずにデータを伝送するよう構成されている。なお、一対の電線装着無線装置340は、例えば、互いに通信可能な距離で隣り合って配置されている。また、一対の電線装着無線装置340は、上述のように、所定の一方方向にデータを伝送するよう構成されることに限定されず、双方向にデータ等の情報を伝送可能に構成されていてもよい。

[0069] 図2C（のうち左から3番目）では、電線装着無線装置340の少なくとも1つは、例えば、複数の鉄塔設置無線装置320同士を数珠つなぎに結んだ鉄塔間通信領域よりも外側に、鉄塔間通信領域のうち最も外側の鉄塔設置無線装置320から通信可能な距離で配置されている。なお、電線装着無線装置340の少なくとも1つは、例えば、最も外側の鉄塔設置無線装置320に通信可能な距離で隣り合って配置されている。

[0070] なお、図1に示すように、一つの無線装置300に対して複数の無線装置300が接続されていてもよい。

[0071] 図2A～図2Cにおいて、鉄塔設置無線装置320および電線装着無線装置340のそれぞれは、送電設備監視システム10における環境に応じて、上述のデータ取得無線装置DDまたは中継無線装置RDのうちいずれか一方として選択的に構成される。

[0072] データ取得無線装置DDとしての鉄塔設置無線装置320は、例えば、鉄

塔 200 に係る物理量データおよび画像データのうち少なくともいずれかを取得することが求められる所定の鉄塔 200 に設置される。或いは、データ取得無線装置 DD としての鉄塔設置無線装置 320 は、例えば、気象データ取得部 321 などの大掛かりなデータ取得部の設置が求められる環境で、所定の鉄塔 200 に設置される。

[0073] データ取得無線装置 DD としての電線装着無線装置 340 は、例えば、電線 100 に係る物理量データを取得することが求められる環境で、電線 100 に装着される。

[0074] データ取得無線装置 DD 間の間隔が長く、データ取得無線装置 DD 同士での無線通信が困難である場合には、例えば、鉄塔設置無線装置 320 または電線装着無線装置 340 のうちいずれか一方を中継無線装置 RD とし、データ取得無線装置 DD の間に介在させる。この場合、中継無線装置 RD として、鉄塔設置無線装置 320 または電線装着無線装置 340 のうちどちらを用いるかは、例えば、それぞれの無線装置 300 が有するメリットおよびデメリットに応じて適宜選択される。

[0075] 例えば、小型または低コストな中継無線装置 RD を設置することが求められる場合、中継無線装置 RD に必要な電力を自己発電により取得することが求められる場合、または中継無線装置 RD を電波状況がよい場所に設置したい場合などには、中継無線装置 RD を電線装着無線装置 340 とすることができる。

[0076] 一方で、例えば、送電設備 20 を停電させないで中継無線装置 RD を設置することが求められる場合には、中継無線装置 RD を鉄塔設置無線装置 320 とすることができる。

[0077] ただし、例えば、送電設備 20 を停電させることが可能な場合には、中継無線装置 RD を小型の電線装着無線装置 340 のみとすることで、中継無線装置 RD を低コストに構成するとともに、中継無線装置 RD を容易に配置することができる。これにより、中継無線装置 RD の配置に起因した送電設備監視システム 10 全体としてのコストの増加を抑制しつつ、安定的伝送が可

能な送電設備監視システム 10 を容易に構築することが可能となる。

[0078] (2) 送電設備監視方法

次に、図 1 および図 3 を用い、本実施形態の送電設備監視方法について説明する。図 3 は、本実施形態に係る送電設備監視方法を示すフローチャートである。なお、ステップを「S」と略している。

[0079] (S 110 : 配置工程)

まず、図 1 に示すように、送電設備 20 に対して、複数の無線装置 300 を配置する。例えば、鉄塔設置無線装置 320 を複数の鉄塔 200 のいずれかに設置する。また、例えば、電線装着無線装置 340 を電線 100 に装着する。どのような種類の無線装置 300 を配置するかは、上述のように、送電設備監視システム 10 における環境に応じて適宜選択する。

[0080] このとき、本実施形態では、電線装着無線装置 340 の少なくとも 1 つを、鉄塔設置無線装置 320 の少なくとも 1 つから通信可能な距離で配置する。

[0081] 無線装置 300 の配置が完了したら、無線装置 300 の 1 つに対して監視センタ 500 を有線または無線により接続する。

[0082] (S 120 : データ取得工程)

配置工程 S 110 が完了したら、所定のタイミングで、鉄塔設置無線装置 320 および電線装着無線装置 340 のうち少なくともいずれかのデータ取得無線装置 DD により、送電設備 20 からデータを取得する。例えば、複数のデータ取得無線装置 DD において、互いに同じタイミングで、所定のデータを取得する。

[0083] なお、初回のデータを取得するタイミングは、データ取得無線装置 DD に記憶されている情報に基づくものとする。二回目以降にデータを取得するタイミングは、データ取得無線装置 DD に記憶されている情報に基づくだけでなく、監視センタ 500 から送信される制御信号に基づくものであってもよい。

[0084] (S 130 : 伝送工程)

データ取得工程 S 1 2 0 が完了したら、鉄塔設置無線装置 3 2 0 と電線装着無線装置 3 4 0 とを用いて、マルチホップ無線通信によりデータを伝送する。このとき、電線装着無線装置 3 4 0 とこれと隣り合う鉄塔設置無線装置 3 2 0 との間でデータを伝送する。

[0085] データ取得無線装置 D D では、例えば、以下の手順でデータの伝送を行う。具体的には、まず、当該データ取得無線装置 D D よりも前段側（上流側）に前段側無線装置が設けられている場合に、前段側無線装置からデータを受信する。前段側無線装置からデータを受信したら、当該データ取得無線装置 D D が取得したデータと、前段側無線装置から受信したデータと、を集約する。データを集約したら、集約したデータを、当該データ取得無線装置 D D よりも後段側（下流側）に設けられる後段側無線装置に送信する。

[0086] なお、当該データ取得無線装置 D D よりも前段側に前段側無線装置が設けられていない場合（すなわち当該データ取得無線装置 D D が先頭の無線装置 3 0 0 である場合）には、当該データ取得無線装置 D D が取得したデータを後段側無線装置に送信することのみを行う。

[0087] 一方で、中継無線装置 R D では、例えば、以下の手順でデータの伝送を行う。具体的には、まず、前段側無線装置からデータを受信する。前段側無線装置からデータを受信したら、前段側無線装置から受信したデータを、後段側無線装置に送信する。つまり、前段側無線装置から後段側無線装置に向けて、データの伝送を中継することのみを行う。

[0088] 以上の処理のいずれかを、複数の無線装置 3 0 0 のそれぞれにおいて順次繰り返す。

[0089] 集約したデータが最後段の無線装置 3 0 0 まで伝送されたら、該最後段の無線装置 3 0 0 は、例えば、集約したデータを無線または有線で監視センタ 5 0 0 に送信する。監視センタ 5 0 0 は、例えば、電線 1 0 0 へ電力を供給する電力供給源としての電気事業者に向けて、集約したデータを無線または有線で送信する。例えば、電気事業者は、データを受信したら、データに基づいて、電線 1 0 0 への送電容量を制御する。

[0090] (S 1 4 0 : 終了判定)

伝送工程 S 1 3 0 が完了したら、送電設備監視システム 1 0 を終了させるか否かを判定する。なお、当該判定は、例えば、無線装置 3 0 0 に予め設定されている情報に基づいて実施してもよいし、或いは、監視センタ 5 0 0 から送信される制御信号に基づいて実施してもよい。

[0091] 送電設備監視システム 1 0 を終了させないとき (S 1 4 0 で N o)、所定の周期で、データ取得工程 S 1 2 0 および伝送工程 S 1 3 0 を順次繰り返し行う。データ取得工程 S 1 2 0 および伝送工程 S 1 3 0 を順次繰り返し行う周期は、例えば、3 分である。これにより、電線 1 0 0 へ電力を供給する電気事業者は、送電設備監視システム 1 0 から送信されるデータに基づいて、送電設備 2 0 の状況をリアルタイムで把握することができる。送電設備 2 0 の状況をリアルタイムで把握することで、当該リアルタイムでのデータに基づいて、電線 1 0 0 への送電容量を制御することができる。その結果、電線 1 0 0 への効率的な送電を実現することが可能となる。なお、上述の繰り返し周期は、監視センタ 5 0 0 から送信される制御信号により変更してもよい。

[0092] 一方で、送電設備監視システム 1 0 を終了させるとき (S 1 4 0 で Y e s)、各無線装置 3 0 0 と監視センタ 5 0 0 とを停止させる。これにより、本実施形態の送電設備監視システム 1 0 を終了させる。

[0093] (3) 本実施形態に係る効果

本実施形態によれば、以下に示す 1 つ又は複数の効果を奏する。

[0094] (a) 本実施形態の送電設備監視システム 1 0 では、鉄塔設置無線装置 3 2 0 と、電線装着無線装置 3 4 0 とが混在して設けられている。電線装着無線装置 3 4 0 の少なくとも 1 つは、鉄塔設置無線装置 3 2 0 の少なくとも 1 つから通信可能な距離で配置され、該鉄塔設置無線装置 3 2 0 とデータを伝送する。このように、電線装着無線装置 3 4 0 を鉄塔設置無線装置 3 2 0 とともに混在させて用いることで、無線装置 3 0 0 の設置が必要となる様々な環境に応じて、最適な無線装置 3 0 0 を適材適所で選択的に配置することがで

きる。その結果、様々な環境に応じて、安定的なマルチホップ無線通信を行う送電設備監視システム10を構築することが可能となる。

[0095] (b) 鉄塔設置無線装置320と電線装着無線装置340とを混在させることで、送電設備監視システム10内の無線装置300の設置箇所を増やすことができ、無線装置3001つ当たりの伝送距離を短くすることができる。これにより、各無線装置300に必要な消費電力を低減しつつ、送電設備監視システム10全体としての伝送距離を長くすることができる。

[0096] 特に、自己発電が困難な鉄塔設置無線装置320の伝送距離を短くすることで、該鉄塔設置無線装置320の消費電力を低減することができる。これにより、鉄塔設置無線装置320のバッテリー交換に係るメンテナンスの周期を長くすることができる。その結果、送電設備監視システム10の維持管理を容易にすることができる。

[0097] (c) 鉄塔設置無線装置320および電線装着無線装置340のそれぞれは、データ取得無線装置DDまたは中継無線装置RDのうちいずれか一方である。これにより、例えば、データ取得無線装置DD間の間隔が長い場合に、データ取得無線装置DD間に中継無線装置RDを介在させることができる。その結果、データ取得無線装置DD間の間隔に関わらず、安定的なマルチホップ無線通信を行うことができる。

[0098] (d) 例えば、送電設備20を停電させることが可能な場合には、中継無線装置RDを小型の電線装着無線装置340のみとすることで、中継無線装置RDを低コストに構成するとともに、中継無線装置RDを容易に配置することができる。これにより、中継無線装置RDの配置に起因した送電設備監視システム10全体としてのコストの増加を抑制しつつ、安定的伝送が可能な送電設備監視システム10を容易に構築することが可能となる。

[0099] (e) 例えば、電線装着無線装置340の少なくとも1つを、複数の鉄塔設置無線装置320の間で鉄塔設置無線装置320の少なくとも1つから通信可能な距離で配置することができる。これにより、例えば、鉄塔設置無線装置320間の間隔が長く、鉄塔設置無線装置320同士での無線通信が困難

である場合に、中継無線装置 R D として、わざわざ大掛かりな鉄塔設置無線装置 3 2 0 を設置することなく、自己発電可能な小型の電線装着無線装置 3 4 0 を配置することができる。その結果、鉄塔設置無線装置 3 2 0 間の間隔に関わらず、安定的なマルチホップ無線通信を行うことができる。

[0100] (f) 例えば、少なくとも一対の電線装着無線装置 3 4 0 を、互いに通信可能な距離で配置し、鉄塔設置無線装置 3 2 0 を介さずにデータを伝送するよう構成することができる。これにより、鉄塔 2 0 0 での電波状況が悪い環境、または電線 1 0 0 の物理量を多く測定することが求められる環境において、複数の電線装着無線装置 3 4 0 を連続的に配置することができる。

[0101] また、少なくとも一対の電線装着無線装置 3 4 0 を隣り合って配置することで、例えば、大掛かりな鉄塔設置無線装置 3 2 0 を用いずに、隣り合う一対の電線装着無線装置 3 4 0 の分だけ、送電設備監視システム 1 0 の伝送距離を補間することができる。その結果、送電設備監視システム 1 0 の消費電力を低減しつつ、送電設備監視システム 1 0 全体としての伝送距離を長くすることができる。

[0102] (g) 例えば、電線装着無線装置 3 4 0 の少なくとも 1 つを、複数の鉄塔設置無線装置 3 2 0 同士を数珠つなぎに結んだ鉄塔間通信領域よりも外側に、鉄塔間通信領域のうち最も外側の鉄塔設置無線装置 3 2 0 から通信可能な距離で配置することができる。例えば、鉄塔間通信領域よりも外側において、鉄塔 2 0 0 での電波状況が悪くなっている場合、または、鉄塔間通信領域よりも外側において、電線 1 0 0 の物理量を測定することが求められる場合に、電線装着無線装置 3 4 0 を配置することができる。

[0103] また、鉄塔間通信領域よりも外側に電線装着無線装置 3 4 0 の少なくとも 1 つを配置することで、大掛かりな鉄塔設置無線装置 3 2 0 を用いずに、鉄塔間通信領域よりも外側に配置された電線装着無線装置 3 4 0 の分だけ、送電設備監視システム 1 0 全体としての伝送距離を長くことができる。

[0104] (4) 上述の実施形態の変形例

上述の実施形態は、必要に応じて、以下に示す変形例のように変更するこ

とができる。

以下、上述の実施形態と異なる要素についてのみ説明し、上述の実施形態で説明した要素と実質的に同一の要素には、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0105] 以下、本実施形態の変形例に係る送電設備監視システム 10 について説明する。本実施形態の変形例のように、無線装置 300 の処理において、例えば、以下のスリープモードを適用してもよい。

[0106] (無線装置)

鉄塔設置無線装置 320 および電線装着無線装置 340 のそれぞれは、例えば、他の無線装置 300 と時刻を同期する時刻同期機能を有している。

[0107] ここで、本変形例では、少なくとも鉄塔設置無線装置 320 (のうち少なくとも 1 つ) は、例えば、時刻同期機能による所定のタイミングに基づいて、通常モードとスリープモードとに交互に遷移するよう構成されている。ここでいう「通常モード」とは、例えば、他の無線装置 300 とデータを伝送する通常の動作モード(稼動モード)のことを意味する。一方で、ここでいう「スリープモード」とは、データを伝送する前またはデータを伝送した後にデータの伝送を休止するモードのことを意味する。すなわち、「スリープモード」では、電力の消費を抑制することができる。

[0108] これに対し、電線装着無線装置 340 は、例えば、スリープモードに遷移せずに、通常モードのみを実行するよう構成される。つまり、電線装着無線装置 340 は、常時稼動することとなる。

[0109] (送電設備監視方法)

図 4 を用い、本実施形態の変形例に係る送電設備監視方法について説明する。図 4 は、本実施形態の変形例に係る無線装置の動作タイミングを示す図である。

[0110] 図 4 は、所定の周期でデータ取得工程 S120 および伝送工程 S130 を順次繰り返し行う場合を示している。図 4 は、一例として、鉄塔設置無線装置 320 および電線装着無線装置 340 が交互に配置されている場合を示し

ている。また、図4において、一例として、鉄塔設置無線装置320をデータ取得無線装置DDとし、電線装着無線装置340を中継無線装置RDとしている。

[0111] (S120:データ取得工程)

図4に示すように、時刻 t_1 において鉄塔設置無線装置320を起動（ウェイクアップ）させたら、全ての無線装置300において時刻同期機能を用いて時刻を同期させる。時刻を同期させたら、データ取得無線装置DDとしての鉄塔設置無線装置320により、互いに同じタイミングで、送電設備20からデータを取得する（白抜き三角印）。

[0112] (S130:伝送工程)

データ取得工程S120が完了したら、鉄塔設置無線装置320a、電線装着無線装置340b、鉄塔設置無線装置320cおよび電線装着無線装置340d等を用いて、この順でマルチホップ無線通信によりデータを伝送する。

[0113] このとき、各無線装置300は、送電設備20に係るデータの伝送とともに、各鉄塔設置無線装置320が次回起動する時刻 t_3 を示すウェイクアップ信号（ウェイクアップデータ）を伝送する。なお、監視センタ500が各無線装置300に対してウェイクアップ信号を送信してもよい。

[0114] 鉄塔設置無線装置320a、電線装着無線装置340b、鉄塔設置無線装置320cおよび電線装着無線装置340d等によりデータの伝送が完了したら、鉄塔設置無線装置320aおよび鉄塔設置無線装置320cは、通常モードからスリープモードに遷移する（時刻 t_2 ）。

[0115] 一方で、電線装着無線装置340は、スリープモードに遷移せずに、常時稼動状態を維持する。

[0116] 送電設備監視システム10を終了させないとき（S140でNo）、所定の周期 Δt で、データ取得工程S120および伝送工程S130を順次繰り返し行う。

[0117] 具体的には、上述したウェイクアップ信号に基づいて、時刻 t_3 において

、鉄塔設置無線装置 320 を起動（ウェイクアップ）させる。鉄塔設置無線装置 320 を起動させた後には、上述のデータ取得工程 S120 およびデータの伝送を順次行う。データの伝送が完了したら、鉄塔設置無線装置 320 を次の起動時刻までスリープモードに遷移させる。以上の処理を 1 サイクルとして、当該サイクルを繰り返す。

[0118] なお、送電設備監視システム 10 を終了させるときには（S140 で Yes）、最後の伝送工程 S130 においてウェイクアップ信号を伝送しなければよい。なお、電線装着無線装置 340b および電線装着無線装置 340d は、ウェイクアップ信号を受信しなかったときに、停止する。

[0119] （効果）（a）本変形例では、少なくとも鉄塔設置無線装置 320 が所定のタイミングでスリープモードに遷移することで、使用可能な電力が有限である鉄塔設置無線装置 320 を省電力化することができる。これにより、鉄塔設置無線装置 320 のバッテリー交換に係るメンテナンスの周期を長くすることができる。その結果、送電設備監視システム 10 の維持管理を容易にすることができる。

[0120] （b）本変形例では、電線装着無線装置 340 をスリープモードに遷移させずに常時稼働させることで、電線装着無線装置 340 において通常モードとスリープモードとに相互に遷移させるための制御を省くことができる。これにより、電線装着無線装置 340 のうちの制御部の構成を簡略化することができる。

[0121] ＜本開示の他の実施形態＞

以上、本開示の実施形態について具体的に説明したが、本開示は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

[0122] 上述の実施形態では、鉄塔設置無線装置 320 が電磁誘導以外の方式により電力を取得するよう構成されている場合について説明したが、本開示はこの場合に限られない。鉄塔設置無線装置 320 は、架空地線 120 に流れる誘導電流により電力を取得したり、電線 100 に流れる電流によって該電線

100の周囲に生じる磁界からの電磁誘導により電力を直接的または間接的に取得したりするよう構成されていてもよい。

[0123] 上述の実施形態では、電線装着無線装置340の通信可能な距離と、鉄塔設置無線装置320の通信可能な距離とがほぼ等しい場合について説明したが、電線装着無線装置340の通信可能な距離と、鉄塔設置無線装置320の通信可能な距離とは異なってもよい。例えば、自己発電が可能な電線装着無線装置340では、通信に必要な電力を十分に確保することができることから、当該電線装着無線装置340の通信可能な距離を鉄塔設置無線装置320の通信可能な距離よりも長くしてもよい。

[0124] 上述の実施形態の変形例では、一例として、鉄塔設置無線装置320がデータ取得無線装置DDである場合について説明したが、当該変形例においても、鉄塔設置無線装置320の少なくとも1つは、中継無線装置RDであってもよい。鉄塔設置無線装置320が中継無線装置RDである場合であっても、データ取得を行わない点を除いて、鉄塔設置無線装置320がデータ取得無線装置DDである場合と同様に、当該鉄塔設置無線装置320をデータ伝送後にスリープモードに遷移させることができる。

[0125] 上述の実施形態の変形例では、一例として、電線装着無線装置340が中継無線装置RDにより構成されている場合について説明したが、当該変形例においても、電線装着無線装置340の少なくとも1つは、データ取得無線装置DDであってもよい。電線装着無線装置340がデータ取得無線装置DDである場合であっても、データ伝送の前にデータ取得を行う点を除いて、電線装着無線装置340が中継無線装置RDである場合と同様に、当該電線装着無線装置340をスリープモードに遷移させることなく連続的に稼働させることができる。

[0126] 上述の実施形態の変形例では、伝送工程S130において、各無線装置300がウェイクアップ信号を伝送する場合について説明したが、鉄塔設置無線装置320がウェイクアップする周期 Δt を予め設定しておいてもよい。この場合、各無線装置300は、ウェイクアップ信号を伝送しなくてもよい。

。

[0127] 上述の実施形態の変形例では、少なくとも鉄塔設置無線装置 320 がスリープモードに遷移するよう構成されている場合について説明したが、電線装着無線装置 340 も省電力化させたい場合には、電線装着無線装置 340 のうち少なくとも 1 つは、スリープモードに遷移するよう構成されていてもよい。

[0128] <本開示の好ましい態様>

以下、本開示の好ましい態様を付記する。

[0129] (付記 1)

複数の鉄塔と該複数の鉄塔の間に架線される電線とを有する送電設備から得られるデータをマルチホップ無線通信により集約しながら伝送する送電設備監視システムであって、

前記複数の鉄塔のいずれかに設置され、前記データを無線で送受信する 1 つ又は複数の鉄塔設置無線装置と、

前記電線に装着され、前記電線に流れる電流によって該電線の周囲に生じる磁界からの電磁誘導により電力を取得し、当該電力によって前記データを無線で送受信する 1 つ又は複数の電線装着無線装置と、

を有し、

前記電線装着無線装置の少なくとも 1 つは、前記鉄塔設置無線装置の少なくとも 1 つから通信可能な距離で配置され、該鉄塔設置無線装置と前記データを伝送する

送電設備監視システム。

[0130] (付記 2)

前記鉄塔設置無線装置および前記電線装着無線装置のそれぞれは、

前記送電設備から前記データを取得するデータ取得部を有するデータ取得無線装置、

または、前記データ取得部を有さず、前記データの伝送の中継のみを行う中継無線装置、

のうちいずれか一方である

付記 1 に記載の送電設備監視システム。

[0131] (付記 3)

前記中継無線装置は、前記電線装着無線装置のみである

付記 2 に記載の送電設備監視システム。

[0132] (付記 4)

前記データ取得無線装置は、

当該データ取得無線装置よりも前段側に前段側無線装置が設けられる場合に、前記前段側無線装置から前記データを受信する処理と、

当該データ取得無線装置が取得した前記データと、前記前段側無線装置から受信した前記データと、を集約する処理と、

集約した前記データを、当該データ取得無線装置よりも後段側に設けられる後段側無線装置に送信する処理と、

を行い、

前記中継無線装置は、

前記前段側無線装置から前記データを受信する処理と、

前記前段側無線装置から前記後段側無線装置に向けて前記データの伝送を中継する処理と、

を行う

付記 2 又は付記 3 に記載の送電設備監視システム。

[0133] (付記 5)

前記鉄塔設置無線装置は、複数設けられ、

前記電線装着無線装置の少なくとも 1 つは、前記複数の鉄塔設置無線装置の間に前記鉄塔設置無線装置の少なくとも 1 つから通信可能な距離に配置される

付記 1 から付記 4 のいずれか 1 つに記載の送電設備監視システム。

[0134] (付記 6)

前記電線装着無線装置は、少なくとも一対設けられ、

前記一对の電線装着無線装置は、互いに通信可能な距離で配置され、前記鉄塔設置無線装置を介さずに前記データを伝送する

付記 1 から付記 5 のいずれか 1 つに記載の送電設備監視システム。

[0135] (付記 7)

前記鉄塔設置無線装置は、複数設けられ、

前記電線装着無線装置の少なくとも 1 つは、前記複数の鉄塔設置無線装置同士を数珠つなぎに結んだ鉄塔間通信領域よりも外側に、前記鉄塔間通信領域のうち最も外側の鉄塔設置無線装置から通信可能な距離で配置される

付記 1 から付記 6 のいずれか 1 つに記載の送電設備監視システム。

[0136] (付記 8)

前記鉄塔設置無線装置および前記電線装着無線装置のそれぞれは、前記鉄塔設置無線装置または前記電線装着無線装置のうちいずれかである他の無線装置と時刻を同期する時刻同期機能を有し、

少なくとも前記鉄塔設置無線装置は、前記時刻同期機能による所定のタイミングに基づいて、前記他の無線装置と前記データを伝送する通常モードと、前記データを伝送した後に前記データの伝送を休止するスリープモードと、に交互に遷移するよう構成される

付記 1 から付記 7 のいずれか 1 つに記載の送電設備監視システム。

[0137] (付記 9)

前記電線装着無線装置は、前記スリープモードに遷移せずに、前記通常モードのみを実行するよう構成される

付記 8 に記載の送電設備監視システム。

[0138] (付記 10)

複数の鉄塔と該複数の鉄塔の間に架線される電線とを有する送電設備から得られるデータをマルチホップ無線通信により集約しながら伝送する送電設備監視システムに設けられ、

前記複数の鉄塔のいずれかに設置され、前記データを無線で送受信する 1 つ又は複数の鉄塔設置無線装置とともに用いられ、

前記電線に装着され、前記電線に流れる電流によって該電線の周囲に生じる磁界からの電磁誘導により電力を取得し、当該電力によって前記データを無線で送受信するよう構成され、

前記鉄塔設置無線装置の少なくとも 1 つから通信可能な距離で配置され、該鉄塔設置無線装置と前記データを伝送する電線装着無線装置。

[0139] (付記 1 1)

前記データを取得せずに、前記データの伝送の中継のみを行う付記 1 0 に記載の電線装着無線装置。

[0140] (付記 1 2)

複数の鉄塔と該複数の鉄塔間に架線される電線とを有する送電設備から得られるデータをマルチホップ無線通信により集約しながら伝送する送電設備監視方法であって、

前記データを無線で送受信する 1 つ又は複数の鉄塔設置無線装置を、前記複数の鉄塔のいずれかに設置することと、前記電線に流れる電流によって該電線の周囲に生じる磁界から電磁誘導により電力を取得し、当該電力によって前記データを無線で送受信する 1 つ又は複数の電線装着無線装置を、前記電線に装着することと、を行う配置工程と、

前記鉄塔設置無線装置および前記電線装着無線装置のうち少なくともいずれかにより、前記送電設備から前記データを取得するデータ取得工程と、

前記鉄塔設置無線装置と前記電線装着無線装置とを用いて、マルチホップ無線通信により前記データを伝送する伝送工程と、

を有し、

前記配置工程では、

前記電線装着無線装置の少なくとも 1 つを、前記鉄塔設置無線装置の少なくとも 1 つから通信可能な距離で配置し、

前記伝送工程では、

前記電線装着無線装置と前記鉄塔設置無線装置との間で前記データを伝送

する

送電設備監視方法。

符号の説明

- [0141] 1 0 送電設備監視システム
- 2 0 送電設備
- 1 0 0 電線
- 1 2 0 架空地線
- 2 0 0 鉄塔
- 3 0 0 無線装置
- 3 2 0 (3 2 0 a, 3 2 0 c) 鉄塔設置無線装置
- 3 2 1 気象データ取得部
- 3 2 2 雷撃電流測定部
- 3 2 3 監視カメラ
- 3 4 0 (3 4 0 b, 3 4 0 d) 電線装着無線装置
- 5 0 0 監視センタ
- D D データ取得無線装置
- R D 中継無線装置

請求の範囲

- [請求項1] 複数の鉄塔と該複数の鉄塔の間に架線される電線とを有する送電設備から得られるデータをマルチホップ無線通信により集約しながら伝送する送電設備監視システムであって、
- 前記複数の鉄塔のいずれかに設置され、前記データを無線で送受信する1つ又は複数の鉄塔設置無線装置と、
- 前記電線に装着され、前記電線に流れる電流によって該電線の周囲に生じる磁界からの電磁誘導により電力を取得し、当該電力によって前記データを無線で送受信する1つ又は複数の電線装着無線装置と、
- を有し、
- 前記電線装着無線装置の少なくとも1つは、前記鉄塔設置無線装置の少なくとも1つから通信可能な距離で配置され、該鉄塔設置無線装置と前記データを伝送する送電設備監視システム。
- [請求項2] 前記鉄塔設置無線装置および前記電線装着無線装置のそれぞれは、
- 前記送電設備から前記データを取得するデータ取得部を有するデータ取得無線装置、
- または、前記データ取得部を有さず、前記データの伝送の中継のみを行う中継無線装置、
- のうちいずれかである
- 請求項1に記載の送電設備監視システム。
- [請求項3] 前記中継無線装置は、前記電線装着無線装置のみである
- 請求項2に記載の送電設備監視システム。
- [請求項4] 前記鉄塔設置無線装置は、複数設けられ、
- 前記電線装着無線装置の少なくとも1つは、前記複数の鉄塔設置無線装置の間で前記鉄塔設置無線装置の少なくとも1つから通信可能な距離に配置される
- 請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の送電設備監視システム

。

[請求項5]

前記電線装着無線装置は、少なくとも一対設けられ、

前記一対の電線装着無線装置は、互いに通信可能な距離で配置され、前記鉄塔設置無線装置を介さずに前記データを伝送する
請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の送電設備監視システム

。

[請求項6]

前記鉄塔設置無線装置は、複数設けられ、

前記電線装着無線装置の少なくとも1つは、前記複数の鉄塔設置無線装置同士を数珠つなぎに結んだ鉄塔間通信領域よりも外側に、前記鉄塔間通信領域のうち最も外側の鉄塔設置無線装置から通信可能な距離で配置される

請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の送電設備監視システム

。

[請求項7]

前記鉄塔設置無線装置および前記電線装着無線装置のそれぞれは、前記鉄塔設置無線装置または前記電線装着無線装置のうちいずれかである他の無線装置と時刻を同期する時刻同期機能を有し、

少なくとも前記鉄塔設置無線装置は、前記時刻同期機能による所定のタイミングに基づいて、前記他の無線装置と前記データを伝送する通常モードと、前記データを伝送した後に前記データの伝送を休止するスリープモードと、に交互に遷移するよう構成される

請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の送電設備監視システム

。

[請求項8]

前記電線装着無線装置は、前記スリープモードに遷移せずに、前記通常モードのみを実行するよう構成される

請求項7に記載の送電設備監視システム。

[請求項9]

複数の鉄塔と該複数の鉄塔の間に架線される電線とを有する送電設備から得られるデータをマルチホップ無線通信により集約しながら伝送する送電設備監視システムに設けられ、

前記複数の鉄塔のいずれかに設置され、前記データを無線で送受信する1つ又は複数の鉄塔設置無線装置とともに用いられ、

前記電線に装着され、前記電線に流れる電流によって該電線の周囲に生じる磁界からの電磁誘導により電力を取得し、当該電力によって前記データを無線で送受信するよう構成され、

前記鉄塔設置無線装置の少なくとも1つから通信可能な距離で配置され、該鉄塔設置無線装置と前記データを伝送する電線装着無線装置。

[請求項10]

複数の鉄塔と該複数の鉄塔間に架線される電線とを有する送電設備から得られるデータをマルチホップ無線通信により集約しながら伝送する送電設備監視方法であって、

前記データを無線で送受信する1つ又は複数の鉄塔設置無線装置を、前記複数の鉄塔のいずれかに設置することと、前記電線に流れる電流によって該電線の周囲に生じる磁界から電磁誘導により電力を取得し、当該電力によって前記データを無線で送受信する1つ又は複数の電線装着無線装置を、前記電線に装着することと、を行う配置工程と、

前記鉄塔設置無線装置および前記電線装着無線装置のうち少なくともいずれかにより、前記送電設備から前記データを取得するデータ取得工程と、

前記鉄塔設置無線装置と前記電線装着無線装置とを用いて、マルチホップ無線通信により前記データを伝送する伝送工程と、

を有し、

前記配置工程では、

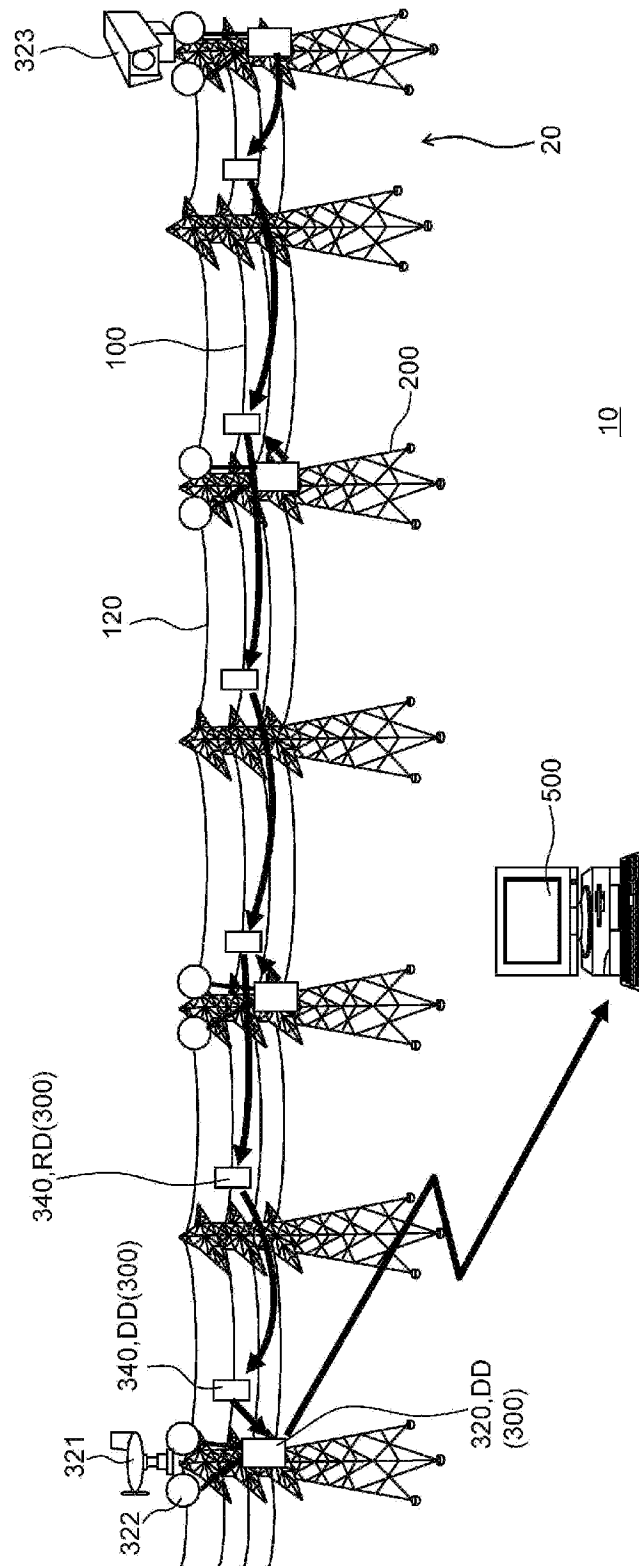
前記電線装着無線装置の少なくとも1つを、前記鉄塔設置無線装置の少なくとも1つから通信可能な距離で配置し、

前記伝送工程では、

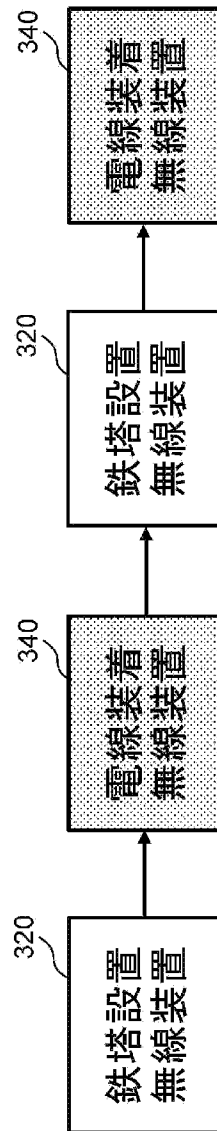
前記電線装着無線装置と前記鉄塔設置無線装置との間で前記データ

を伝送する
送電設備監視方法。

[図1]



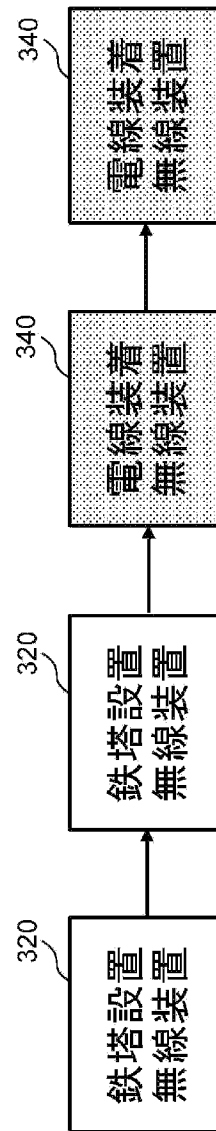
[図2A]



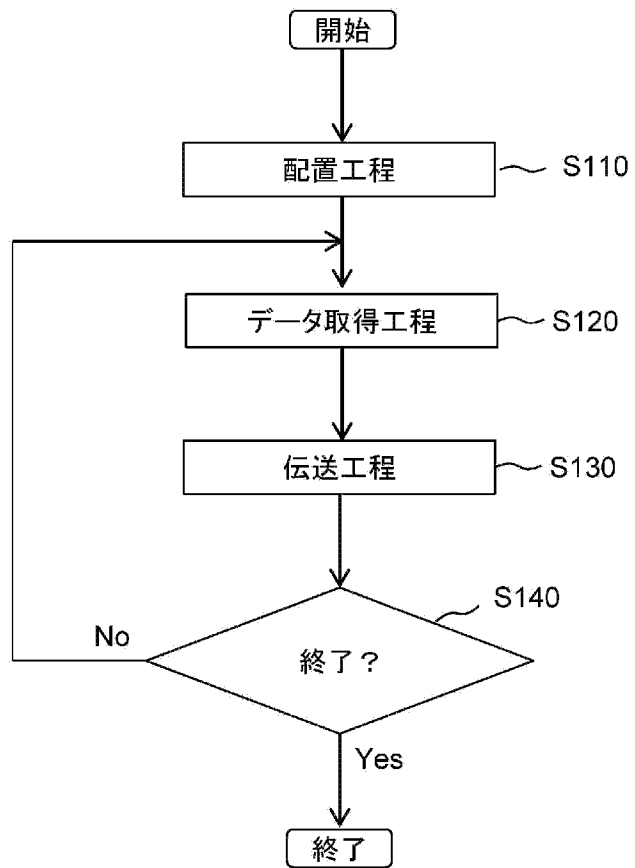
[図2B]



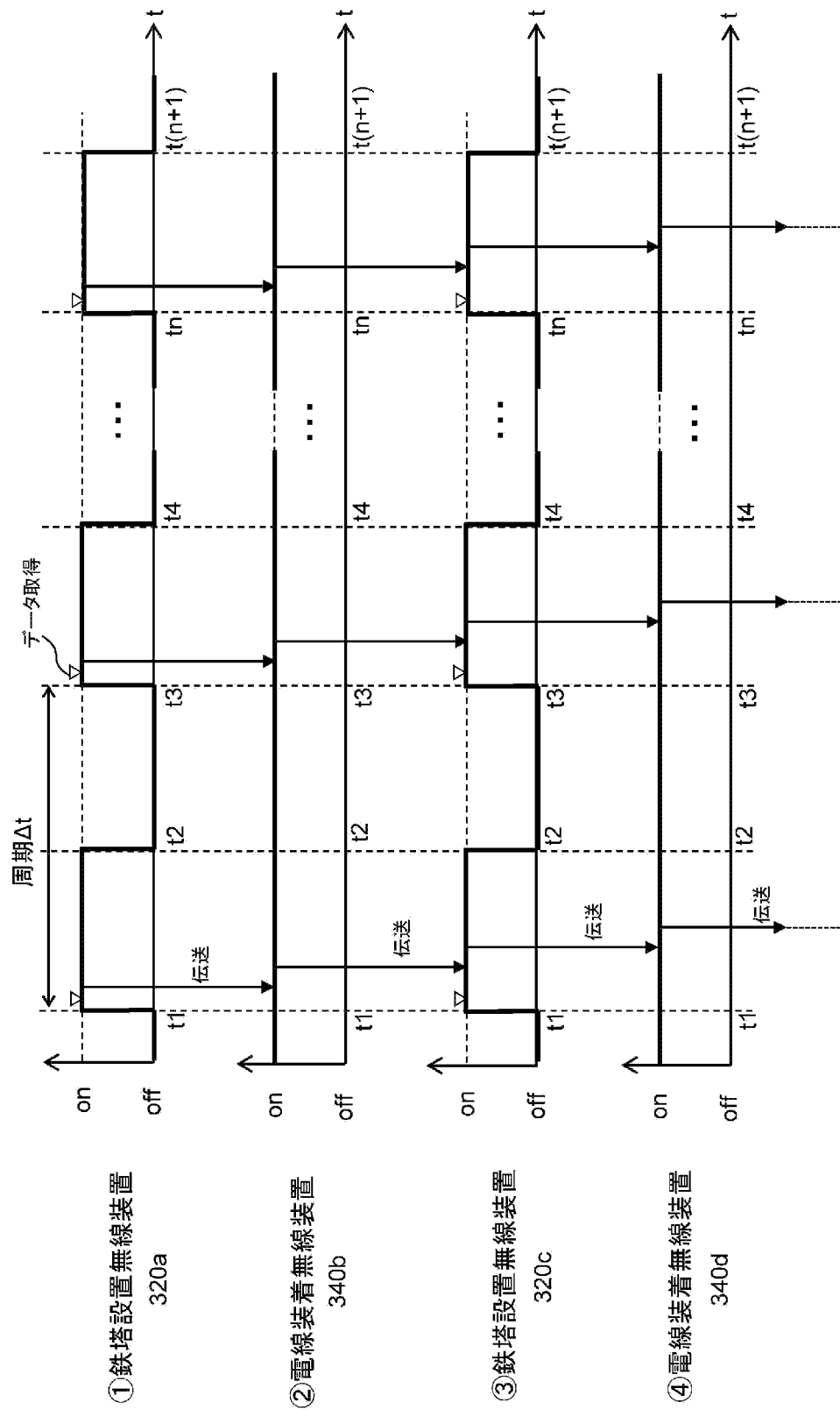
[図2C]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/016762

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02J13/00 (2006.01) i, H02G1/02 (2006.01) i, H02J50/10 (2016.01) i
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H02J13/00, H02G1/02, H02J50/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-529817 A (GANTEL PROPERTIES LIMITED) 13 November 2014, paragraphs [0028]-[0040], fig. 1-5 & US 2014/0314122 A1 paragraphs [0046]-[0058], fig. 1-5 & WO 2013/030796 A2 & CA 2846103 A1 & CN 103959026 A	1-10
Y	JP 2011-122939 A (KAGOSHIMA UNIVERSITY) 23 June 2011, paragraphs [0026]-[0082] (Family: none)	1-10
Y	JP 2013-175865 A (FUTABA CORPORATION) 05 September 2013, paragraphs [0002]-[0004] (Family: none)	7-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	---

Date of the actual completion of the international search
14 June 2019 (14.06.2019)

Date of mailing of the international search report
25 June 2019 (25.06.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02J13/00(2006.01)i, H02G1/02(2006.01)i, H02J50/10(2016.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02J13/00, H02G1/02, H02J50/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2014-529817 A（ガンテル プロパティーズ リミテッド） 2014.11.13, 段落 0028-0040、図1-5 & US 2014/0314122 A1 段落 0046-0058、図1-5 & WO 2013/030796 A2 & CA 2846103 A1 & CN 103959026 A	1-10
Y	JP 2011-122939 A（国立大学法人 鹿児島大学）2011.06.23, 段落 026-0082（ファミリーなし）	1-10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

14.06.2019

国際調査報告の発送日

25.06.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田中 慎太郎

5 T

3244

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2013-175865 A (双葉電子工業株式会社) 2013. 09. 05, 段落 0002-0004 (ファミリーなし)	7-8