

(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2021-188954

(P2021-188954A)

(43) 公開日 令和3年12月13日(2021.12.13)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
GO1W	1/00	(2006.01)	GO1W	1/00	A	2F073
GO8C	17/00	(2006.01)	GO8C	17/00	Z	5K067
HO4W	84/18	(2009.01)	HO4W	84/18		
HO4W	4/38	(2018.01)	HO4W	4/38		
HO4W	84/06	(2009.01)	HO4W	84/06		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2020-92148 (P2020-92148)
 (22) 出願日 令和2年5月27日 (2020.5.27)

(71) 出願人 306024148
 公立大学法人秋田県立大学
 秋田県秋田市下新城野字街道端西241-438
 (74) 代理人 100097113
 弁理士 堀 城之
 (74) 代理人 100162363
 弁理士 前島 幸彦
 (74) 代理人 100194283
 弁理士 村上 大勇
 (72) 発明者 木口 倫
 秋田県秋田市下新城野字街道端西241-438 公立大学法人秋田県立大学内

最終頁に続く

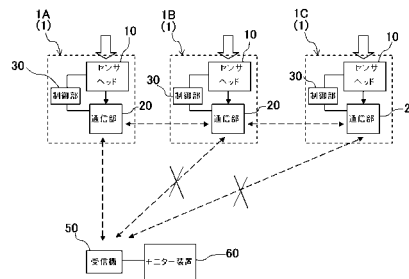
(54) 【発明の名称】 環境センサ

(57) 【要約】

【課題】多数の地点に配された場合において、多数の地点からの測定結果を安定して受信機に送信可能な環境センサを得る。

【解決手段】通信部20は、双方向通信が可能な非商用無線による通信を行う。制御部30は、センサヘッド10から発せられた出力信号を通信部20によって無線通信によって出力させる。通信部20は双方向通信が可能であるため、環境センサ1Bと環境センサ1A間、環境センサ1Cと環境センサ1B間がそれぞれ伝送距離以下の範囲にあれば、これらの間は通信可能である。環境センサ1Aの制御部30は、環境センサ1Bからの出力を自身の通信部20に受信させ、これを自身の測定結果とは別に、通信部20に出力させることができ、受信機50は、このような環境センサ1Bの測定結果を環境センサ1Aを介して受信することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

大気における環境特性を測定する環境センサであって、
前記環境特性を計測して出力信号を発するセンサヘッドと、
離間した場所に設置された受信機、及び他の前記環境センサとの間を近距離無線通信によって双方向通信を行う通信部と、
自身の有する前記センサヘッドの前記出力信号、及び他の前記環境センサから受信した前記出力信号を、前記受信機に対して送信させる制御部と、
を具備することを特徴とする環境センサ。

【請求項 2】

前記センサヘッドは、大気中の微小粒子状物質濃度を測定することを特徴とする請求項 1 に記載の環境センサ。

【請求項 3】

前記通信部の伝送距離は 1 0 0 0 m 以下に設定されたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の環境センサ。

【請求項 4】

前記通信部は、IEEE 802.15.4 に準拠して動作することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の環境センサ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、大気の状態を検知して測定結果を外部に無線通信によって送信する環境センサに関する。

【背景技術】**【0002】**

大気環境の評価において測定する対象として、例えば粉塵に対応した $PM_{2.5}$ (直径 $2.5 \mu m$ 以下の粒子) 濃度がある。この測定は、地上における様々な箇所のみならず、上空においても同様に様々な箇所でも行われる。このためには、このような測定を行うセンサ(環境センサ)を搭載した有人の航空機や無人のドローン(無人飛行体)が用いられる。この場合、特許文献 1 に記載されるように、アクチュエータによって取り込まれた空気中の $PM_{2.5}$ 等を測定する環境センサが用いられる。

【0003】

また、大気環境の評価のためには、この測定結果を一定の範囲にわたる 3 次元分布として得ることが必要な場合もあり、かつこの測定結果を例えば 1 時間以内の短い時間間隔(例えば数秒間隔)で得ることが必要な場合もある。このため、特許文献 2 には、上記のような環境センサを搭載した複数のドローンの隊列を制御して、大気環境の測定を行う技術が記載されている。

【0004】

このように環境センサが用いられるに際しては、複数の環境センサが 3 次元空間上の様々な箇所において測定を行った測定結果が地上の基地局に対して通信によって伝達される必要がある。このためには、通信機能が装備されたセンサが用いられる。

【0005】

非特許文献 1 には、このための無線通信として、携帯電話に使用される携帯データ通信を用いてインターネットと接続されるセンサが記載され、非特許文献 2 には、有線のイーサネット通信を用いてインターネットと接続されるセンサが記載されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】**

【特許文献 1】特開 2019 - 027778 号公報

【特許文献 2】特開 2019 - 196047 号公報

10

20

30

40

50

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】(株)ユニバーサルコンピュータ研究所HP、URL：<http://www.url.co.jp/pdf/PM25.pdf> (2020年5月1日閲覧)

【非特許文献2】神栄株式会社HP、URL：https://www.shinyei.co.jp/stc/products/optical/pm_monitor.html (2020年5月1日閲覧)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

10

非特許文献1に記載のセンサは、携帯電話と同様に、地上における様々な箇所で用いられることを前提としており、非特許文献2に記載のセンサは、地上における1点において固定されて用いられることを前提としている。いずれの場合も、各センサから、地上の基地局に対して測定結果が送信される。

【0009】

特許文献2に記載のように3次元空間中の多数の地点で同時に測定を行う場合においては、全ての測定箇所から地上の基地局に対して測定結果が送信可能であることが要求される。また、この場合においては、この環境センサをドローンに搭載するためには小型軽量、低消費電力であることが要求される。

【0010】

20

この点において、非特許文献2に記載の環境センサにおける通信は有線で行われるため、このようにドローンを用いた測定には使用することが困難であった。これに対して、非特許文献1に記載の環境センサをこの場合に用いることは可能である。しかしながら、この場合には使用された全ての環境センサ(あるいはドローン)がインターネット接続ポイントと接続可能であることが必要となる。しかしながら、このためには、無線通信の伝送距離が十分に長いことが要求され、そのための消費電力も大きくなった。このため、実際には、この環境センサを特許文献2に記載されたような形態で使用した場合において、地上の受信機に対して測定結果を送信できない環境センサが発生するが多かった。

【0011】

30

このため、多数の地点に配された場合において、多数の地点からの測定結果を安定して受信機に送信可能な環境センサが求められた。

【0012】

本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたものであり、上記問題点を解決する発明を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、上記課題を解決すべく、以下に掲げる構成とした。

本発明の環境センサは、大気における環境特性を測定する環境センサであって、前記環境特性を計測して出力信号を発するセンサヘッドと、離間した場所に設置された受信機、及び他の前記環境センサとの間を近距離無線通信によって双方向通信を行う通信部と、自身の有する前記センサヘッドの前記出力信号、及び他の前記環境センサから受信した前記出力信号を、前記受信機に対して送信させる制御部と、を具備することを特徴とする。

40

本発明の環境センサにおいて、前記センサヘッドは、大気中の微小粒子状物質濃度を測定することを特徴とする。

本発明の環境センサにおいて、前記通信部の伝送距離は1000m以下に設定されたことを特徴とする。

本発明の環境センサにおいて、前記通信部は、IEEE802.15.4に準拠して動作することを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

50

本発明は以上のように構成されているので、多数の地点に配された場合において、多数の地点からの測定結果を安定して受信機に送信可能な環境センサを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施の形態に係る環境センサの構成及び3つの環境センサが同時に用いられる際の形態を模式的に示す図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る環境センサが8機のドローンに搭載された場合の通信の状況を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

10

本発明の実施の形態に係る環境センサについて説明する。この環境センサは、自身が存在する箇所における空気のPM_{2.5}の測定を行う。このため、この環境センサにおいては、PM_{2.5}の測定結果を電氣的に出力するセンサヘッドが設けられる。

【0017】

図1は、環境センサ1の構成及び3つの環境センサ1(1A、1B、1C)が同時に用いられる際の形態を模式的に示す図である。ここで、環境センサ1A、1B、1Cはそれぞれ空間的に離間した箇所に存在し、例えばそれぞれが個別のドローンに搭載されている。また、環境センサ1A、1B、1Cは同一の構成を具備する。

【0018】

20

この環境センサ1は、非特許文献2に記載のPMセンサと同様のセンサヘッド10を具備する。このセンサヘッド10は、試料(吸引された大気)に対して搭載されたLEDが発した光を照射し、その散乱光の強度を測定することによって、PM_{2.5}濃度(単位μg/cm³)を認識し、出力信号を電氣的に出力する。センサヘッド10としては、このようにPM_{2.5}濃度の測定値を電氣的に出力することができるものであれば、他の方式のものを用いることもできる。

【0019】

通信部20は、双方向通信が可能な非商用無線による通信を行う。この非商用無線は近距離通信用のものであり、その伝送距離は最大で1000m程度に設定され、使用のための免許や登録を要しないものが特に好ましく用いられる。このため、通信部20の消費電力を小さくすることができ、電源(図1においては図示省略)を含めた場合でもこの環境センサ1あるいはこれを搭載したドローン(無人飛行体)を小型軽量とすることができる。具体的には、通信部20としては、2.4GHz帯で動作しIEEEの802.15.4に準拠した通信モジュール(例えばXbee:登録商標)等を用いることができる。

30

【0020】

制御部30は、センサヘッド10と通信部20を制御するマイクロコンピュータ等であり、センサヘッド10から発せられた出力信号(測定結果)を通信部20によって無線通信によって出力させることができる。

【0021】

図1の構成においては、この出力は、地上の1点に固定された単一の受信機50で受信される。受信機50と接続されたモニター装置60によって、この測定結果(環境センサ1A、1B、1Cによって測定されたPM_{2.5}の値)を認識し、これをディスプレイ等を用いて表示させることができる。

40

【0022】

図1において、通信部20による伝送範囲は前記の伝送距離で制限され、受信機50は、受信機50との間の距離が最も短い環境センサ1Aと直接通信をすることができ、環境センサ1Aの測定結果を認識することができる。また、環境センサ1Bと受信機50間、環境センサ1Cと受信機50間がそれぞれ伝送距離以下の範囲にあれば、スター型のネットワークを構築することができる。一方、環境センサ1B、1Cと受信機50の間の距離が前記の伝送距離を超えている場合、受信機50は、環境センサ1B、1Cから直接この測定結果を受信することができない。

50

【 0 0 2 3 】

ここで、通信部 2 0 は前記のように双方向通信が可能であるため、図 1 に示されるように、環境センサ 1 B と環境センサ 1 A 間、環境センサ 1 C と環境センサ 1 B 間がそれぞれ伝送距離以下の範囲にあれば、これらの間は通信可能である。このため、環境センサ 1 A の制御部 3 0 は、環境センサ 1 B からの出力を自身の通信部 2 0 に受信させ、これを自身の測定結果とは別に、通信部 2 0 に出力させることができ、受信機 5 0 は、前記の環境センサ 1 A の測定結果とは別に、このような環境センサ 1 B の測定結果を環境センサ 1 A を介して受信することができる。

【 0 0 2 4 】

同様に、環境センサ 1 B の制御部 3 0 は、環境センサ 1 C からの出力を自身の通信部 2 0 に受信させ、これを自身の測定結果とは別に、通信部 2 0 に出力させることができ、環境センサ 1 A の通信部 2 0 は、前記の環境センサ 1 B の測定結果とは別に、このような環境センサ 1 C の測定結果を環境センサ 1 B を介して受信することができる。その後、環境センサ 1 A の制御部 3 0 は、これを自身の測定結果、環境センサ 1 B の測定結果とは別に、自身の通信部 2 0 に出力させることができ、受信機 5 0 は、前記の環境センサ 1 A の測定結果、環境センサ 1 B の測定結果とは別に、このような環境センサ 1 C の測定結果を環境センサ 1 B、1 A を介して受信することができる。

【 0 0 2 5 】

このため、双方向通信が可能な通信部 2 0 を用いることによって、環境センサ間でメッシュ型、クラスタツリー型のネットワークを構築することができる。これにより、環境センサ 1 A、1 B、1 C のうちで受信機 5 0 と直接通信ができないものがあったとしても、環境センサ 1 A、1 B、1 C 間でネットワークを形成し、そのうちで受信機 5 0 と通信可能なものがあれば、受信機 5 0 は全ての測定結果を受信することができる。

【 0 0 2 6 】

あるいは、このように環境センサ 1 A、1 B、1 C 間でネットワークを構成し、各環境センサの測定結果を共有させることができれば、環境センサ 1 A、1 B、1 C の各々が直接受信機 5 0 と通信可能である必要はない。このため、通信部 2 0 は、前記のような近距離無線通信が可能であればよい。この際、前記の X b e e のように、免許や登録を要さずに使用でき、かつ低消費電力の通信モジュールを用いることができる。このような環境センサ 1 は、特に特許文献 2 に記載されたようなドローンに搭載するためには好適である。あるいは、環境センサを小型軽量とすることが可能であるため、特許文献 1 に記載されたように、環境センサ以外の機器（例えば自身の位置認識手段等）を同時に搭載することも容易であり、これらの出力も同様に通信部 2 0 を用いて、他のドローンを介して地上の受信機 5 0 に送信することもできる。このような環境センサ以外の機器としては、例えば P M _{2.5} と同時に気象条件（気温、気圧、湿度、風向、風速等）を計測して出力信号を発生する気象計測センサや、GPS 信号等を用いて自身の位置情報を認識する位置認識装置等を用いることができる。

【 0 0 2 7 】

図 2 (a) (b) は、この環境センサ 1 を搭載したドローン D を 8 機飛行させた場合の形態を示す図である。ここでは、8 機のドローン D は 2 × 4 列の隊列を形成しており、その飛行の制御に関わる構成は周知のものと変わるところがないため、その記載は省略されている。ここでは受信機 5 0 は地上の一点に固定されているが、実際には受信機 5 0 が地上で移動する場合もある。

【 0 0 2 8 】

図 2 (a) においては、下段の最も左側に位置するドローン D 1 に搭載された環境センサ 1 のみが受信機 5 0 と通信することができる。ドローン D 2 ~ D 8 に搭載された環境センサ 1 はいずれも受信機 5 0 と直接通信をすることができない。しかしながら、全てのドローンに搭載された環境センサ 1 が通信部 2 0 によって前記のようにネットワークを構築することによって、ドローン D 2 ~ D 8 に搭載された環境センサ 1 の測定結果も、ドローン D 1 に搭載された環境センサ 1 を介して受信機 5 0 に送信することができる。

【 0 0 2 9 】

図 2 (b) においては、図 2 (a) の状態からドローン D 1 ~ D 8 の隊列が受信機 5 0 を基準にして左側に移動した状態が示されている。この場合においては、ドローン D 3 に搭載された環境センサ 1 のみが受信機 5 0 と通信することができる。ドローン D 1、D 2、D 4 ~ D 8 に搭載された環境センサ 1 はいずれも受信機 5 0 と直接通信をすることができないが、前記と同様に、これらの環境センサ 1 の測定結果は、ドローン D 3 に搭載された環境センサを介して受信機 5 0 に送信される。こうした動作は、環境センサ間でメッシュ型、クラスタツリー型のネットワークが構築されるために可能となる。

【 0 0 3 0 】

このため、双方向通信が可能な近距離無線通信をする通信部 2 0 を用いることによって、特許文献 2 に記載されたようなドローンの隊列を制御して、 $PM_{2.5}$ の 3 次元空間分布を容易に測定することができる。この際、各環境センサ 1 がネットワークを構築することによってそれぞれの測定結果を迅速に受信機 5 0 に対して送信することができるため、測定の時間間隔を短く（時間分解能を高く）することができる。また、通信部 2 0 で用いられる無線通信としては、前記のような非商用の近距離無線通信を用いることができるため、この環境センサ 1 あるいはこの測定のための構成全体を安価とすることができる。また、前記のように気象計測センサを上記の環境センサと共に搭載した場合には、 $PM_{2.5}$ と各種の気象条件との相関を容易に認識することができ、上記の位置認識装置を搭載した場合には、 $PM_{2.5}$ の 3 次元空間分布をドローン側からの信号のみによって認識することができる。

10

20

【 0 0 3 1 】

なお、上記の例では、通信部 2 0 においては IEEE 8 0 2 . 1 5 . 4 に準拠した通信モジュールが用いられた。しかしながら、同様に双方向で近距離無線通信が可能であれば、他の形式の通信モジュールを用いることができる。この場合における伝送距離が長いことは不要であり、伝送距離が 1 0 0 0 m 以下のものを用いることができる。このため、通信部 2 0 として消費電力の小さな通信モジュールを用いることができる。なお、ここでいう伝送距離とは、遮蔽物のない大気中における電波到達距離である。

【 0 0 3 2 】

また、上記の例では、環境センサ 1 (センサヘッド 1 0) が微小粒子状物質としての $PM_{2.5}$ の濃度を測定するものとしたが、大気環境の評価のために用いられる他の物理量を測定するためのセンサをセンサヘッド 1 0 として用いることができる。例えば、大気中の微小粒子状物質の評価として、目的に応じて、上記の $PM_{2.5}$ の他に $PM_{1.0}$ や PM_{10} を上記の $PM_{2.5}$ の代わりに、あるいは $PM_{2.5}$ と同時に測定する PM センサを用いてもよい。また、大気中の粉塵 (エアロゾル)、ガス状物質 (CO 、 CO_2 濃度、 NH_3 、 CH_4 、 H_2 、 C_2H_5OH 、 C_3H_8 、 C_4H_{10} 、揮発性有機化合物等)、放射性物質等の濃度等を測定するセンサを用いてもよい。こうした場合においても、上記の構成によってその 3 次元空間分布やその経時変化の測定を特に容易に行うことができるため、上記の構成は有効である。

30

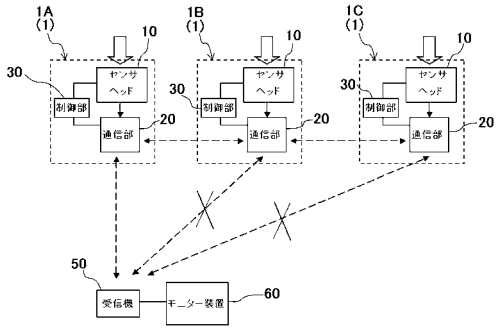
【 符号の説明 】

【 0 0 3 3 】

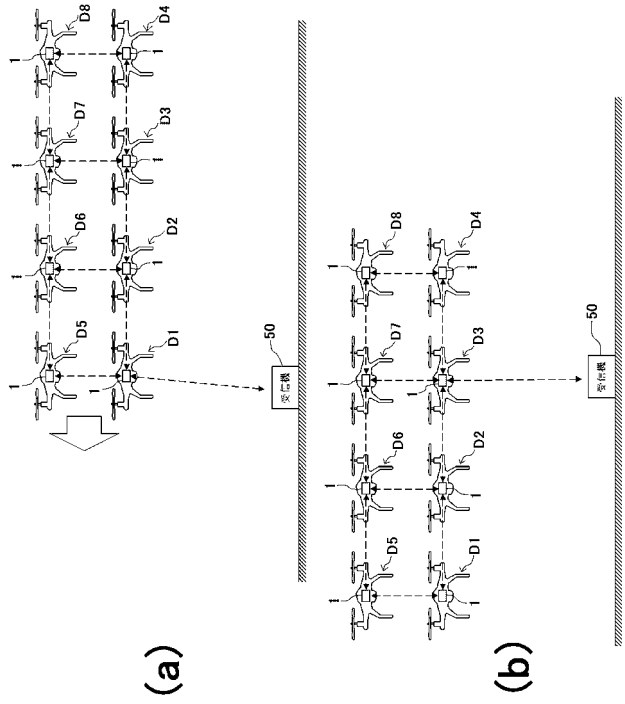
40

- 1、1 A、1 B、1 C 環境センサ
- 1 0 センサヘッド
- 2 0 通信部
- 3 0 制御部
- 5 0 受信機
- 6 0 モニター装置
- D 1 ~ D 8 ドローン (無人飛行体)

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 間所 洋和

秋田県由利本荘市土谷字海老ノ口 8 4 - 4 公立大学法人秋田県立大学内

(72)発明者 千葉 崇

秋田県秋田市下新城中野字街道端西 2 4 1 - 4 3 8 公立大学法人秋田県立大学内

Fターム(参考) 2F073 AA01 AA02 AA16 AA19 AA22 AA31 AA40 AB01 AB04 AB05
BB01 BC02 CC03 CC05 CC12 CD11 DD02 DE06 DE13 EE01
EE11 FF01 FG01 FG02 GG01 GG05
5K067 AA22 AA43 BB27 EE12