

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5593486号
(P5593486)

(45) 発行日 平成26年9月24日(2014.9.24)

(24) 登録日 平成26年8月15日(2014.8.15)

(51) Int. Cl.	F I				
G08C 15/00	(2006.01)	G08C 15/00		D	
G08C 17/00	(2006.01)	G08C 17/00		Z	
G08C 15/06	(2006.01)	G08C 15/06		A	
H04Q 9/00	(2006.01)	H04Q 9/00	3 1 1 J		
H04M 11/00	(2006.01)	H04M 11/00	3 0 1		

請求項の数 15 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2012-230461 (P2012-230461)
 (22) 出願日 平成24年10月18日(2012.10.18)
 (65) 公開番号 特開2014-81860 (P2014-81860A)
 (43) 公開日 平成26年5月8日(2014.5.8)
 審査請求日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(出願人による申告)平成24年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「グリーンセンサ・ネットワークシステム技術開発プロジェクト」共同研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

早期審査対象出願

(73) 特許権者 301021533
 独立行政法人産業技術総合研究所
 東京都千代田区霞が関1-3-1
 (73) 特許権者 505036973
 一般財団法人マイクロマシンセンター
 東京都千代田区神田佐久間河岸67
 (74) 代理人 100091546
 弁理士 佐藤 正美
 (72) 発明者 岡田 浩尚
 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
 (72) 発明者 伊藤 寿浩
 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサネットワークシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自立の電源で駆動されると共に、複数種の1又は複数個のセンサが接続され、前記センサからのセンシングデータを無線送信するセンサ端末が、所定のエリア内のそれぞれ設定された位置に配置されることで、前記所定のエリア内に複数個の前記センサ端末が配置されると共に、前記複数個のセンサ端末のそれぞれから無線送信されたセンシングデータを収集する監視センサ装置とを備えるセンサネットワークシステムにおいて、

前記複数個のセンサ端末のそれぞれは、

前記センサ端末に接続されている前記センサのそれぞれ毎に、前記センサ端末の端末識別情報と、前記センサのセンサ種別を識別するセンサ識別情報と、前記センサの最新のセンシングデータとからなる第1の送信信号を間欠的に無線送信すると共に、

前記センサの種別に割り当てられない所定の符号パターンのセンサ識別情報を電源状況情報の識別情報として割り当て、前記センシングデータに代えて前記自立の電源の電源状況情報を含めた、前記第1の送信信号と同一のデータフォーマットの第2の送信信号を間欠的に無線送信する送信手段を有し、

前記監視センサ装置は、

前記所定のエリア内での前記複数個のセンサ端末の位置情報を取得する位置情報取得手段と、

前記複数個のセンサ端末からの前記第1の送信信号に含まれるセンシングデータのそれぞれを、前記端末識別情報と前記センサ識別情報と前記センシングデータの取得時点とを

対応させて時系列データとして蓄積するセンシングデータ蓄積手段と、

前記位置情報取得手段で取得した前記センサ端末の位置情報と、前記センシングデータ蓄積手段で蓄積した前記センサ端末のそれぞれからの前記センサ識別情報に対応付けられているセンシングデータの前記時系列データとに基づいて、前記センサ識別情報で識別されるセンサ種別毎に、前記所定のエリア内における前記センサにより検出される環境要素の時系列変化を視覚化して呈示する見える化手段と、

前記複数個のセンサ端末からの前記電源状況情報のそれぞれを、前記端末識別情報及び前記電源状況情報の取得時点と対応させて、前記センサ端末毎の前記自立電源の電源状況の監視用として蓄積する電源状況情報蓄積手段と、

を備えることを特徴とするセンサネットワークシステム。

10

【請求項2】

前記監視センタ装置は、前記センシングデータの受信時点及び前記電源状況情報の受信時点を、前記センサ端末における前記センシングデータの取得時点及び前記電源状況情報の取得時点と見なして、前記センシングデータ蓄積手段及び前記電源状況情報蓄積手段を実行し、

前記センサ端末からの前記第1の送信信号及び前記第2の送信信号には、前記センシングデータを取得した時点の時刻情報及び前記電源状況情報を取得した時点の時刻情報を含まないことを特徴とする請求項1に記載のセンサネットワークシステム。

【請求項3】

前記センサ端末からの前記第1の送信信号及び前記第2の送信信号には、受信側との同期用の情報は含まず、受信側では、前記センサ端末からの第1の送信信号及び前記第2の送信信号を常時監視して受信を検知することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のセンサネットワークシステム。

20

【請求項4】

前記所定のエリアには、少なくとも3個の中継装置が配置され、

前記中継装置のそれぞれは、

前記センサ識別情報に基づいて前記受信した信号が前記第1の送信信号であると判別したときに、前記受信した信号の電波強度を検出する検出手段と、

前記検出した前記電波強度の情報を、前記センサ端末から受信した前記第1の送信信号に加えた転送情報を生成して、前記監視センタ装置に転送する転送手段を備え、

30

前記監視センタ装置の前記位置情報取得手段は、前記少なくとも3個の中継装置からの前記転送情報のうちの、同一の端末識別情報、同一のセンサ識別情報及び同一のセンシングデータを含む転送情報に含まれる前記電波強度から、前記端末識別情報で特定されるセンサ端末の位置を算出して取得することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載のセンサネットワークシステム。

【請求項5】

前記中継装置のそれぞれは、

前記センサ識別情報に基づいて前記受信した信号が前記第2の送信信号であると判別したときに、前記端末識別情報と対応付けて前記受信した前記第2の送信信号の前記電源状況情報を記憶部に一時記憶する記憶手段を備え、

40

前記転送手段は、前記センサ識別情報に基づいて前記受信した信号が前記第1の送信信号であると判別したときに、前記電波強度の情報に加えて、前記第1の送信信号に含まれる前記端末識別情報に対応付けて前記記憶部に記憶されている前記電源状況情報を、前記第1の送信信号に加えた転送情報を生成して、前記監視センタ装置に転送し、

前記監視センタ装置の電源状況情報蓄積手段は、前記転送情報から前記端末識別情報と前記電源状況情報とを抽出して蓄積する

ことを特徴とする請求項4に記載のセンサネットワークシステム

【請求項6】

前記中継装置のそれぞれは、

前記センサ端末からの前記第1の送信信号の受信時点を検出する手段を備え、

50

前記転送手段は、前記センサ端末からの前記第1の送信信号を受信した受信時点の時刻情報を、前記監視センタ装置に転送する情報にさらに加えるようにし、

前記監視センタ装置は、前記中継装置からの前記転送情報中の前記受信時点の時刻情報を、前記センサ端末における前記センシングデータ又は前記電源状況情報の取得時点の時刻情報と見なして、前記センシングデータ蓄積手段又は電源状況情報蓄積手段を実行することを特徴とする請求項4又は請求項5に記載のセンサネットワークシステム。

【請求項7】

前記所定のエリアには、少なくとも3個の中継装置が配置され、

前記中継装置のそれぞれは、

前記センサ識別情報に基づいて前記受信した信号が前記第1の送信信号であると判別したときに、前記受信した信号の受信時点を検出する検出手段と、

前記検出した前記受信時点の情報を、前記センサ端末から受信した前記第1の送信信号に加えた転送情報を生成して、前記監視センタ装置に転送する転送手段を備え、

前記監視センタ装置の前記位置情報取得手段は、前記中継装置からの前記転送情報中の前記受信時点、前記センサ端末からの前記センシングデータの取得時点と見なして、前記センシングデータ蓄積手段を実行すると共に、前記少なくとも3個の前記中継装置からの前記転送情報のうちの、同一の端末識別情報同一のセンサ識別情報及び同一のセンシングデータを含む転送情報に含まれる前記受信時点の時間差に基づいて、前記端末識別情報で特定される前記センサ端末の位置を算出して取得することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載のセンサネットワークシステム。

【請求項8】

前記中継装置のそれぞれは、

前記センサ識別情報に基づいて前記受信した信号が前記第2の送信信号であると判別したときに、前記端末識別情報と対応付けて前記受信した前記第2の送信信号の前記電源状況情報を記憶部に一時記憶する記憶手段を備え、

前記転送手段は、前記センサ識別情報に基づいて前記受信した信号が前記第1の送信信号であると判別したときに、前記受信時点に加えて、前記第1の送信信号に含まれる前記端末識別情報に対応付けて前記記憶部に記憶されている前記電源状況情報を、前記第1の送信信号に加えた転送情報を生成して、前記監視センタ装置に転送し、

前記監視センタ装置の電源状況情報蓄積手段は、前記転送情報から前記端末識別情報と前記電源状況情報とを抽出して蓄積する

ことを特徴とする請求項7に記載のセンサネットワークシステム。

【請求項9】

前記センサ端末のそれぞれは、乱数発生器を備え、

前記乱数発生器から発生する乱数に基づいて、前記間欠的な無線送信の開始タイミングを決定することを特徴とする請求項1～請求項8のいずれかに記載のセンサネットワークシステム。

【請求項10】

前記センサ端末のそれぞれには、複数種の複数個のセンサが接続され、

前記センサ端末のそれぞれは、前記複数個のセンサのいずれかによるセンシングデータから特定のイベントが発生したか否かを監視する監視手段を備え、

前記監視手段で前記特定のイベントが発生したことを検出したときには、前記間欠的な無線送信のタイミングに関わらず、前記検出した前記イベントの発生時点で、前記イベントの発生を検出した前記センシングデータについての前記第1の送信信号と、前記イベントの発生を検出した前記センシングデータを発生するセンサ種別に関連付けられたセンサ種別のセンサからの前記センシングデータについての前記第1の送信信号を無線送信することを特徴とする請求項1～請求項9のいずれかに記載のセンサネットワークシステム。

【請求項11】

前記センサ端末のそれぞれには、複数種の複数個のセンサが接続され、

前記センサ端末のそれぞれは、前記複数個のセンサのいずれかによるセンシングデータ

10

20

30

40

50

から特定のイベントが発生したか否かを監視する監視手段を備え、

前記監視手段で前記特定のイベントが発生したことを検出したときには、前記検出した前記イベントの発生時点から、前記イベントの発生を検出した前記センシングデータについての前記第 1 の送信信号と、前記イベントの発生を検出した前記センシングデータを発生するセンサ種別に関連付けられたセンサ種別のセンサからの前記センシングデータについての前記第 1 の送信信号についての前記無線送信の間欠的な周期を変更して、前記送信信号を無線送信することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 10 のいずれかに記載のセンサネットワークシステム。

【請求項 12】

前記センサ端末のそれぞれは、前記無線送信の度毎に、同じ送信信号について、第 1 の周波数帯における無線送信と第 2 の周波数帯における無線送信とを行うことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 11 のいずれかに記載のセンサネットワークシステム。

【請求項 13】

前記第 1 の周波数帯における無線送信と前記第 2 の周波数帯における無線送信とを、異なる区間で実行することを特徴とする請求項 12 に記載のセンサネットワークシステム。

【請求項 14】

前記第 1 の周波数帯における無線送信と前記第 2 の周波数帯における無線送信とを、同時に実行することを特徴とする請求項 12 に記載のセンサネットワークシステム。

【請求項 15】

前記センサ端末のそれぞれは、送信する前記センシングデータのデータ値又は前記電源状況情報のデータ値に応じて異なる無線送信周波数を割り当てる変調方式により送信データを変調する変調部を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 14 のいずれかに記載のセンサネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、所定のエリア内に複数個のセンサを設け、その複数個のセンサのセンサ出力を用いて、前記所定のエリア内の位置が異なる各部における環境状況などを監視するためのセンサネットワークシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

監視対象エリアに複数のセンサを配置し、そのエリア内の環境を監視することで、その監視対象エリアにおける省エネを行うようにするシステムは、例えば特許文献 1（特開 2011-259252 号公報）などに開示されている。この特許文献 1 では、複数のセンサを用いて人の在席状況を判定し、人が居ないエリアの空調や照明は自動的にオフにするなどの処理を行うことにより、省エネを実現するようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011-259252 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 では、監視対象エリアの全域を在席状況の判定領域としており、監視対象エリア内の位置が異なる各部を詳細に監視することは行っていない。このため、例えば、コンビニエンスストアやスーパーマーケットのような売り場面積が大きく、且つ、冷蔵/冷凍品売り場、鮮魚/精肉売り場、生鮮野菜売り場、乾物売り場、日用品売り場など、複数の売り場がある場合に、その売り場毎の環境状況を監視することは、特許文献 1 の技術ではできない。

【0005】

10

20

30

40

50

また、監視対象エリア内で、塵埃が多くなり易い場所、塵埃が少ない場所などの分布が詳細に分かれれば、売り場の設定や、商品の陳列場所を工夫するのに役立つが、特許文献1の技術では、それができない。

【0006】

この発明は、上記の問題にかんがみ、監視対象エリア内の全域を一体的に監視するのではなく、監視対象エリア内の位置の違いに応じた詳細な環境変化を監視することができるようにしたセンサネットワークシステムを実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するために、この発明は、

自立の電源で駆動されると共に、複数種の1又は複数個のセンサが接続され、前記センサからのセンシングデータを無線送信するセンサ端末が、所定のエリア内のそれぞれ設定された位置に配置されることで、前記所定のエリア内に複数個の前記センサ端末が配置されると共に、前記複数個のセンサ端末のそれぞれから無線送信されたセンシングデータを収集する監視センタ装置とを備えるセンサネットワークシステムにおいて、

前記複数個のセンサ端末のそれぞれは、

前記センサ端末に接続されている前記センサのそれぞれ毎に、前記センサ端末の端末識別情報と、前記センサのセンサ種別を識別するセンサ識別情報と、前記センサの最新のセンシングデータとからなる第1の送信信号を間欠的に無線送信すると共に、

前記センサの種別に割り当てられない所定の符号パターンのセンサ識別情報を電源状況情報の識別情報として割り当て、前記センシングデータに代えて前記自立の電源の電源状況情報を含めた、前記第1の送信信号と同一のデータフォーマットの第2の送信信号を間欠的に無線送信する送信手段を有し、

前記監視センタ装置は、

前記所定のエリア内での前記複数個のセンサ端末の位置情報を取得する位置情報取得手段と、

前記複数個のセンサ端末からの前記第1の送信信号に含まれるセンシングデータのそれぞれを、前記端末識別情報と前記センサ識別情報と前記センシングデータの取得時点とを対応させて時系列データとして蓄積するセンシングデータ蓄積手段と、

前記位置情報取得手段で取得した前記センサ端末の位置情報と、前記センシングデータ蓄積手段で蓄積した前記センサ端末のそれぞれからの前記センサ識別情報に対応付けられているセンシングデータの前記時系列データとに基づいて、前記センサ識別情報で識別されるセンサ種別毎に、前記所定のエリア内における前記センサにより検出される環境要素の時系列変化を視覚化して呈示する見える化手段と、

前記複数個のセンサ端末からの前記電源状況情報のそれぞれを、前記端末識別情報及び前記電源状況情報の取得時点と対応させて、前記センサ端末毎の前記自立電源の電源状況の監視用として蓄積する電源状況情報蓄積手段と、

を備えることを特徴とするセンサネットワークシステムを提供する。

【0008】

上述の構成のこの発明においては、監視センタ装置では、監視対象の所定のエリアに設置されたセンサ端末のそれぞれの位置を、位置情報取得手段により取得する。そして、センサ端末から送られてくるセンサの出力を、その取得時間の情報に対応させて時系列データとしてセンシングデータ蓄積手段に蓄積する。そして、監視センタ装置の見える化手段は、監視対象の所定のエリア内のセンサ端末の位置情報と、センシングデータ蓄積手段に蓄積されたセンシングデータの時系列データとを用いて、そのエリア内における前記センサにより検出される、例えば温度、塵埃量、照明の照度などの環境要素の時系列変化を視覚化して呈示する。

【0009】

したがって、この発明によれば、所定の監視エリア内の予め定められた複数の位置に設置された複数のセンサ端末により、所定の監視エリア内の位置の違いに応じた、例えば温

10

20

30

40

50

度、塵埃量、証明の照度などの環境変化の監視も可能となる。

【発明の効果】

【0010】

この発明によれば、監視対象エリア内の全域を一体的に監視するのではなく、監視対象エリア内の位置の違いに応じた詳細な環境変化を監視することができるセンサネットワークシステムを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】この発明によるセンサネットワークシステムの実施形態の全体の構成の概要を説明するための図である。

10

【図2】この発明によるセンサネットワークシステムの実施形態を構成するセンサ端末の構成例を示すブロック図である。

【図3】図2の例のセンサ端末の無線送信タイミングを説明するための図である。

【図4】図2の例のセンサ端末における無線送信信号の変調方式を説明するための図である。

【図5】図2の例のセンサ端末における無線送信信号の変調方式及び送信方法を説明するための図である。

【図6】図2の例のセンサ端末の無線送信タイミングの制御処理例のフローチャートを示す図である。

【図7】図2の例のセンサ端末の無線送信タイミングの制御処理例のフローチャートを示す図である。

20

【図8】この発明によるセンサネットワークシステムの実施形態を構成する中継装置の構成例を示すブロック図である。

【図9】図8の例の中継装置の受信機の構成例を示すブロック図である。

【図10】図8の例の中継装置の受信機から中継送信機への転送データのデータフォーマット及び図8の例の中継装置から送出される中継データのデータフォーマットの例を示す図である。

【図11】図9の例の中継装置の受信機の構成例を示すブロック図である。

【図12】図9の例の中継装置の受信機での処理動作を説明するための図である。

【図13】図9の例の中継装置の受信機の復調回路での処理動作を説明するための図である。

30

【図14】図9の例の中継装置の受信機の復調回路での処理動作を説明するための図である。

【図15】この発明によるセンサネットワークシステムの実施形態を構成する監視センタ装置の構成例を示すブロック図である。

【図16】図15の例の監視センタ装置における処理動作の例のフローチャートを示す図である。

【図17】図15の例の監視センタ装置における処理動作の例のフローチャートを示す図である。

【図18】図15の例の監視センタ装置における見える化処理の結果の例を説明するための図である。

40

【図19】図15の例の監視センタ装置における見える化処理の結果の例を説明するための図である。

【図20】図15の例の監視センタ装置における見える化処理の結果の例を説明するための図である。

【図21】この発明によるセンサネットワークシステムの他の実施形態の全体の構成の概要を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、この発明によるセンサネットワークシステムの実施形態を、図を参照しながら説

50

明する。図1は、この実施形態のセンサネットワークシステムの全体の構成の概要を説明するための図である。

【0013】

図1において、この例では四角で囲んで示すエリア1は、この実施形態におけるシステムの監視対象のエリア（以下、監視エリアという）であり、コンビニエンスストアやスーパーやデパートの同一フロアの売り場全体、あるいは工場やオフィス空間などである。監視エリア1は、平面的なエリアではなく、互いに直交する横方向（X方向）、縦方向（Y方向）、高さ方向（Z方向）からなる3次元の空間エリアであり、図1は、高さ方向を省略した図である。なお、監視エリア1の空間形状は、X方向及びY方向で規定されるエリアが、図1の例のような四角形で囲まれるものに限られるものではなく、任意の空間形状で良いことは言うまでもない。

10

【0014】

この監視エリア1内には、複数のセンサ端末 $2_1 \sim 2_n$ と、複数の中継装置 $3_1 \sim 3_m$ が配設される。複数のセンサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれは、例えば、事前に策定される環境監視計画に応じて、監視エリア1内の、予め定められた位置に配設される。監視エリア1内を、その位置の違いに応じて詳細に監視するためには、監視エリア1内には、多数のセンサ端末2を異なる位置に配設する必要がある。そこで、この実施形態では、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ は、例えば1000個（ $n = 1000$ ）が、監視エリア1内に配設可能とされている。しかし、図1では、紙面の都合上、6個（ $n = 6$ ）のセンサ端末 $2_1 \sim 2_6$ が、監視エリア1内に配設されている。

20

【0015】

複数のセンサ端末 $2_1 \sim 2_n$ は、自立電源により駆動するもので、全く同様の構成を有する。そこで、以下の説明において、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれを区別する必要のないときには、便宜上、センサ端末2と記載する。

【0016】

センサ端末2には、検知対象が異なる複数種のセンサが同時に接続可能とされている。センサの検出対象は、当該監視エリア1の空間環境の環境要素、例えば温度、塵埃量、気流、照明の照度、消費電力などとされ、各センサは、その検出対象の検出出力としてのセンシングデータを、センサ端末2に出力する。センサ端末2は、これに接続されているセンサからのセンシングデータを、順時に所定のタイミングで取り込み、当該取り込んだセンシングデータを、そのセンサ種別を示す識別情報（センサID）と共に、無線送信する機能を有する。

30

【0017】

中継装置 $3_1 \sim 3_m$ のそれぞれは、この実施形態では、監視エリア1内において、監視エリア1内に配設された複数のセンサ端末 $2_1 \sim 2_n$ から無線送信信号を受信することができるような位置であって、互いに異なる位置に配設されている。この実施形態では、複数の中継装置 $3_1 \sim 3_m$ のそれぞれは、通信網4を通じて監視センタ装置5に接続されている。通信網4は、既設の電話回線など有線による通信ネットワークでも良いし、無線による通信ネットワークでもよい。また、通信網4は、LAN（Local Area Network）の構成であっても良いし、WAN（Wide Area Network）の構成であっても良い。

40

【0018】

中継装置 $3_1 \sim 3_m$ のそれぞれは、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれからの送信信号を受信し、その受信した送信信号に、後述するような所定の情報を付加した後、通信網4を通じて監視センタ装置5に転送する。なお、複数個の中継装置 $3_1 \sim 3_m$ は同じ構成を備えるものであり、以下の説明において、複数個の中継装置 $3_1 \sim 3_m$ のそれぞれを区別する必要がないときには、便宜上、中継装置3と記述する。

【0019】

中継装置 $3_1 \sim 3_m$ のそれぞれは、複数のセンサ端末 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号を受信して監視センタ装置5に転送するので、監視センタ装置5には、同じセンサ端末からの送信信号が、最大、中継装置 $3_1 \sim 3_m$ の数分だけ送られることになる。なお、中継装置3

50

$1 \sim 3_m$ のそれぞれは、必ずしも監視エリア 1 内に配設された全てのセンサ端末 2 からの無線送信信号を受信することができなくてもよく、後述するように、監視センタ装置 5 に、同じセンサ端末 2 からの送信信号を、中継装置 $3_{1 \sim 3_m}$ のうちの少なくとも 3 個の中継装置から転送することができるように配設されていれば良い。

【 0 0 2 0 】

この実施形態においては、センサ端末 2 は、自立電源の電力消費を低減するために、取り込んだセンシングデータを、間欠的に無線送信する。この場合に、中継装置 3 は、複数個のセンサ端末 2 からのセンシングデータを、确实且つ信頼性良く受信して、監視センタ装置 5 に転送することが肝要である。

【 0 0 2 1 】

そのための方策として、従来は、センサ端末からの送信信号にエラー検出符号の付加、エラー検出時のセンシングデータの再送、送受信間で同期を取る方法、などが一般的に採用されている。しかし、エラー検出時にセンシングデータの再送をするためには、センサ端末 2 が、中継装置 3 からのエラー通知を受け取るための受信部を備える必要があり、その分、消費電力が増加してしまう。また、送信信号にエラー訂正符号を付加する方法では、そのエラー訂正符号の分だけ、送信情報が増加して、送信時間が増加し、それも消費電力の増加に繋がる。また、送受信間で同期を取る方法を採用する場合には、当該同期を取るための構成が特に必要となり、構成が複雑となってしまう。

【 0 0 2 2 】

以上のことに鑑み、この実施形態では、センサ端末 2 と中継装置 3 との間の無線通信は、非同期として、エラー検出符号などの付加は伴わず、また、センサ端末 2 は、中継装置 3 からの信号を受信する機能を備えていない。センサ端末 2 は、センサ端末の識別情報（端末 ID）及びセンサの識別信号（前述のセンサ ID）とセンシングデータとを、非同期で送出する機能を備えるだけの簡単な構成とされている。

【 0 0 2 3 】

一方、中継装置 3 は、センサ端末 2 からの送信信号を常に監視して、センサ端末 2 からの送信信号を受信したと判別したときには、当該送信信号を取り込むことで、非同期で送られてくるセンサ端末からの送信信号を确实に受信して、監視センタ装置 5 に転送するようにしている。

【 0 0 2 4 】

しかし、この場合に、センサ端末 2 と中継装置 3 との間の通信は非同期であると共に、監視エリア 1 内に配設可能なセンサ端末 2 の数が 1 0 0 0 個と言うように多数であることから、それら多数個のセンサ端末 2 からの間欠送信の開始タイミングが重なって、送信信号が衝突して恐れがあることを考慮しなければならない。このような送信信号の衝突が生じると、センサ端末 2 からのセンシングデータを受信できなくなって、監視センタ装置 5 での監視結果についての信頼性が低下することになる。

【 0 0 2 5 】

このことに鑑み、この実施形態では、センサ端末 2 のそれぞれは乱数発生器を備え、その乱数発生器からの乱数値により間欠送信の開始タイミングを決定することで、間欠送信の開始タイミングが、互いに重ならないようにしている。

【 0 0 2 6 】

また、中継装置 3 でセンサ端末 2 からの送信信号を、より确实に受信することができるようにして信頼性を向上させるために、この実施形態では、センサ端末 2 は、同一の情報を、互いに異なる周波数帯域の送信信号として、複数回、時分割で送出するようにする。具体的には、後で詳述するが、この実施形態では、センサ端末 2 は、間欠送信のタイミングでは、3 1 5 M H z 帯で送信情報を送出した後、引き続いて 9 2 0 M H z 帯で、再度、同じ送信情報を送出するようにする。

【 0 0 2 7 】

また、この実施形態では、センサ端末 2 における自立電源の電力消費を、極力抑えることができるような工夫が更に加えられている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

すなわち、後述するように、監視センタ装置 5 では、センサ端末 2 からのセンシングデータを、その取得時点（発生時点）と対応付けて格納して時系列データとして管理するようになる必要があるが、そのために、センサ端末 2 からのセンシングデータには、その取得時点の情報が必要になる。一般的には、センサ端末 2 がセンサから取り込んだ時点の情報を送信信号に含めて、中継装置 3 を通じ、通信網 4 を通じて、監視センタ装置 5 に転送する。しかし、それでは、センサ端末 2 から送信する情報が多くなり、その分だけ、電力消費も大きくなってしまう。

【 0 0 2 9 】

そこで、この実施形態では、センサ端末 2 は、センシングデータの取得時点の情報を含まずに中継装置 3 に送信する。そして、中継装置 3 で、センサ端末 2 の送信信号を受信した時点、当該センサ端末 2 からの送信信号に含まれるセンシングデータの取得時点とし、この受信時点の情報を、センシングデータの情報と共に、監視センタ装置 5 に転送するようにする。

10

【 0 0 3 0 】

なお、監視センタ装置は、自装置がセンサ端末からの送信信号を受信した時刻を、センシングデータの取得時刻の情報として用いるようにしてもよい。

【 0 0 3 1 】

また、この実施形態では、後述するように、監視センタ装置 5 では、監視エリア 1 内におけるセンサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれの配設位置を把握することで、監視エリア 1 内の異なる位置での環境状況を詳細に判定して、当該環境状況を見える化処理するようにする。そのためには、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれの監視エリア 1 内における位置情報が必要となる。しかし、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれの位置情報を送信信号に含めると、上述したように、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれから送信する情報が多くなり、その分だけ、電力消費も大きくなってしまう。

20

【 0 0 3 2 】

そこで、この実施形態では、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれは、監視エリア 1 内の配設位置情報は、送信信号には含めない。その代わりに、中継装置 3 において、監視センタ装置 5 で、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれの監視エリア 1 内の配設位置を算出することができるようにするための情報を付加するようにする。

30

【 0 0 3 3 】

すなわち、この例の場合に、中継装置 $3_1 \sim 3_m$ のそれぞれは、互いに異なる位置に配設されているので、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれからの距離が互いに異なる。中継装置 $3_1 \sim 3_m$ のそれぞれがセンサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれから受信する送信信号の電波強度は、中継装置 $3_1 \sim 3_m$ のそれぞれと、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれとの距離の違いに応じたものとなっている。

【 0 0 3 4 】

この実施形態では、中継装置 3 は、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれからの送信信号を受信したときに、その電波強度を検出する。そして、中継装置 3 は、この電波強度の情報を、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれから受信した受信信号に付加して、監視センタ装置 5 に転送する。

40

【 0 0 3 5 】

この実施形態では、監視センタ装置 5 は、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれの監視エリア 1 内の配設位置を算出することができるようにするための情報として、この電波強度の情報を用いる。すなわち、監視センタ装置 5 は、中継装置 $3_1 \sim 3_m$ のそれぞれから送られてくる電波強度の情報から、中継装置 $3_1 \sim 3_m$ のそれぞれと、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれとの距離を算出する。そして、中継装置 $3_1 \sim 3_m$ の監視エリア 1 内における配設位置を、監視センタ装置 5 に登録しておくことで、監視センタ装置 5 は、それらの中継装置の位置情報と、中継装置 $3_1 \sim 3_m$ のそれぞれと、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれとの距離とから、それぞれのセンサ端末 $2_1 \sim 2_n$ の監視エリア 1 内での位置を検出す

50

るようにする。

【0036】

監視センタ装置5で、センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ の監視エリア1内での位置(高さも含む)を検出することができるためには、中継装置 $3_1 \sim 3_m$ は、少なくとも3個が監視エリア1内に配設されている必要がある。図1の例では、便宜上、監視エリア1内には、3個の中継装置 $3_1 \sim 3_3$ が配置されている場合としている。

【0037】

以上のようにして、この実施形態では、センサ端末2は、送出する送信データ量をできるだけ少なくして、自立電源の低消費電力化を図るようにしている。

【0038】

監視センタ装置5は、以上のようにして、複数個のセンサ端末 $2_1 \sim 2_n$ のそれぞれからのセンシングデータを、中継装置 $3_1 \sim 3_m$ を介して受信し収集する。この場合に、前述したように、監視センタ装置5には、同じセンサ端末2からの同一の情報内容の送信信号が、複数個の中継装置3から送られてくる。監視センタ装置5は、同じセンサ端末2からの同一の情報内容の送信信号を複数個、受信したときには、この実施形態では、電波強度の情報を参照して、もっとも、電波強度の大きいセンシングデータを、蓄積するセンシングデータとして選択する。この場合に、監視センタ装置5は、各センシングデータを、中継装置 $3_1 \sim 3_m$ で付加されたその受信時点を取得時点として、その取得時点の情報と対応付けることにより時系列データとして収集し、蓄積する。

【0039】

監視センタ装置5で蓄積するセンシングデータを選択する方法は、電波強度の大きさに応じた方法とする場合に限定されるわけではなく、例えば、同一の情報内容の送信信号内の任意の1個を蓄積するようにしても、勿論よい。

【0040】

また、監視センタ装置5は、上述したように、複数個の中継装置 $3_1 \sim 3_m$ から送られてくる同じセンサ端末2からの同一の情報内容の送信信号についての電波強度のそれぞれを抽出し、それらと、予め記憶している複数個の中継装置 $3_1 \sim 3_m$ の監視エリア1内の位置情報とを用いて、それぞれのセンサ端末2の監視エリア1内の位置を算出して保持する。

【0041】

そして、蓄積したセンサ端末 $2_1 \sim 2_n$ からの各センサのセンシングデータの時系列データと、当該センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ の監視エリア1内の位置情報とから、監視エリア1内の各センサ端末 $2_1 \sim 2_n$ の位置における、当該センシングデータから判定できる環境情報を見える形の表示情報に変換して、表示画面に表示する。

【0042】

監視センタ装置5のオペレータは、この表示画面の見える化情報を見ることで、監視エリア1内の、当該センシングデータにより知得できる環境情報の時系列変化を把握することができる。したがって、前記オペレータは、その把握結果に応じて、監視エリア1で生じた環境変化に応じた適切な判断をして、適切な指示をすることができる。

【0043】

次に、以上説明したシステムにおけるセンサ端末2、中継装置3及び監視センタ装置5の詳細な構成及び詳細な処理動作について更に説明する。

【0044】

[センサ端末2の説明]

図2は、センサ端末2のハードウェア構成例を示すブロック図である。図2に示すように、センサ端末2は、マイクロコンピュータにより構成されてセンサ端末2の全体を制御するための制御部20と、センサインターフェース21と、センサ信号処理部22と、メモリ23、無線送信部24と、自立電源25と、電圧検出部26とを備える。

【0045】

センサインターフェース21は、この例では、例えば7個のセンサ接続端子 $211, 2$

10

20

30

40

50

12, ..., 217を備える。この7個の接続端子211~217のそれぞれには、それぞれの接続端子毎にセンサ種別が予め定められた7種類のセンサ61, 62, ..., 67を接続可能である。例えば、センサ61は赤外線アレセンサ(温度センサ)、センサ62は塵埃センサ、センサ63は炭酸ガス濃度センサ、センサ64はVOC(Volatile Organic Compounds; 揮発性有機化合物)濃度センサ、センサ65は電流・磁界センサ・・・などとされる。これらのセンサ61~67は、この実施形態では、MEMS(Micro Electro Mechanical System)技術により構成された小型のものとされる。センサ接続端子211~217の全てにセンサを接続する必要はなく、監視したい環境要素に対応したセンサ種別のセンサのみを選択して接続することができる。

【0046】

センサインターフェース21は、センサ信号処理部22を通じて制御部20に接続されている。センサ信号処理部22は、制御部20の制御を受けて、センサ接続端子211~217に接続されているセンサからのセンシングデータを、センサインターフェース21から取得して、制御部20に供給するようにする。

【0047】

制御部20は、センサの種別に応じて定められた適宜のそれぞれのタイミングで各センサのセンシングデータを取り込み、その取り込んだセンシングデータを、センサの種別に応じて定められた周期で間欠的にそれぞれ送信するように制御する。すなわち、この実施形態では、制御部20は、センサの種別に応じたタイミングで外部センサの起動、停止及びセンシングデータの取り込みの制御を行うと共に、センサの種別に応じた間欠周期でのセンシングデータの無線送信の起動、停止及びセンシングデータの一時的な記録・保存を制御する。

【0048】

なお、各センサ毎に、センシングデータの間欠的な無線送信のタイミングと、センシングデータの取り込みタイミングを同期させても良いが、この実施形態では、両タイミングは、非同期で、その繰り返し周期も、それぞれ個別に設定可能としている。

【0049】

そして、この実施形態では、制御部20は、各センサからのセンシングデータを、そのセンサの種類に応じた周期タイミングで取り込んで、後述するセンサ種別毎に予め定められたイベント発生条件の状態となったか否かを監視するようにしている。例えば、制御部20は、赤外線アレセンサ61からのセンシングデータから「温度が急激に変化した」というイベント発生条件を満たす状態になった時点では、当該時点が間欠送信タイミングではなくても、赤外線アレセンサ61からのセンシングデータを、即座に無線送信すると共に、その後の間欠無線送信の間欠周期を短い周期に変更する、などの処理を行う。

【0050】

また、あるセンサのセンシングデータについて、そのイベント発生条件に合致する状態になったときに、当該センサのセンシングデータを即座に無線送信すると共に、その間欠無線送信の周期を変更するだけでなく、関連付けられた他のセンサのセンシングデータについても同様の処理をするようにする。例えば、炭酸ガスセンサ63からのセンシングデータが、「炭酸ガス濃度が所定値を超えた」というイベント発生条件を満たす状態になった時点では、当該炭酸ガスセンサ63からのセンシングデータのみでなく、赤外線アレセンサ61及びVOC濃度センサ64からのセンシングデータを、即座に無線送信すると共に、その後の間欠無線送信の間欠周期を短い周期に変更する、などの処理を行う。

【0051】

制御部20は、以上のようなタイミング制御のために、センサインターフェース21のセンサ接続端子211~217のそれぞれに接続されたセンサのセンシングデータを取り込む指示を、センサ信号処理部22に送って、その取り込まれたセンシングデータを受け取り、メモリ23に一時保持格納する。そして、このメモリ23に格納しているセンシングデータを用いて、センサ種別毎に予め定められたイベント発生条件に合致する状態になったか否かを監視する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

また、制御部 2 0 は、センサの種別毎の間欠無線送信タイミングを管理しており、あるセンサの間欠無線送信を開始するタイミングになると、そのセンサの最新のセンシングデータをメモリ 2 3 から読み出し、そのセンシングデータを、間欠無線送信の開始指示と共に、無線送信部 2 4 に送る。このとき、制御部 2 0 からは、送信しようとしているセンサ種別の情報も、無線送信部 2 4 に送られる。

【 0 0 5 3 】

無線送信部 2 4 は、間欠送信開始タイミング制御部 2 4 1 と、乱数発生器 2 4 2 と、変調部 2 4 3 と、I D 割付部 2 4 4 とを備えている。

【 0 0 5 4 】

間欠送信開始タイミング制御部 2 4 1 は、制御部 2 0 からの間欠送信開始指示を受けて、乱数発生器 2 4 2 からの乱数値に基づいて、送信開始タイミングを決定する。すなわち、ある種別のセンサの間欠送信の周期は、制御部 2 0 では、当該センサ種別に応じた周期とされるが、この実施形態では、多数個のセンサ端末 2 から任意に送信信号が送出されるので、同じ種別のセンサについての間欠送信のタイミングが、異なるセンサ端末 2 で重なってしまうおそれがある。そのような場合には、中継装置 3 では、衝突して重なって受信された情報信号を分離することが困難になる。そこで、この実施形態では、このような複数のセンサ端末 2 からのセンサの送信タイミングが重なって衝突を起こす状態を、乱数発生器 2 4 2 からの乱数値を用いることで、できるだけ回避するようにしている。

【 0 0 5 5 】

図 3 は、ある種別のセンサについての間欠送信の周期及び開始タイミングの制御を説明するための図である。すなわち、この図 3 (A) に示すように、この例のセンサの通常状態における無線送信の間欠周期は T_n とされ、この間欠周期 T_n 毎に、制御部 2 0 から、無線送信部 2 4 に、その送信開始指示が送られる。間欠周期 T_n は、赤外線アレセンサ 6 1 の場合には、例えば数分 ~ 1 0 分程度とされている。

【 0 0 5 6 】

無線送信部 2 4 では、この送信開始指示を受け取ると、間欠送信開始タイミング制御部 2 4 1 は、乱数発生器 2 4 2 の乱数値を参照し、当該送信開始指示を受けた時点からの遅延時間 D_1 , D_2 , D_3 . . . のそれぞれを、この乱数値に基づいて定め、その遅延時間 D_1 , D_2 , D_3 . . . 経過した時点を実際の無線送信開始タイミングとする。この遅延時間 D_1 , D_2 , D_3 . . . のそれぞれは、ゼロまたは、後述する無線送信を完了するまでの送信区間の時間長 T_X の整数倍の時間とされている。なお、送信区間の時間長 T_X は、後述するように、この例では、 $T_X = 2$ ミリ秒とされている。

【 0 0 5 7 】

また、制御部 2 0 は、このセンサ種別に関連するイベントの発生を検知すると、図 3 (B) に示すように、当該イベントの発生時点において、送信開始指示を無線送信部 2 4 に送る。そして、制御部 2 0 は、その後は、図 3 の例では、間欠周期を、通常状態における周期 T_n よりも短い周期 T_e に変更して、送信開始指示を無線送信部 2 4 に送る。

【 0 0 5 8 】

したがって、無線送信部 2 4 では、イベント発生直後に送信信号の送出を行う。そして、イベント発生後においては、無線送信部 2 4 は、制御部 2 0 からの、短い周期 T_e で送信開始指示を受け取る毎に、間欠送信開始タイミング制御部 2 4 1 が、乱数発生器 2 4 2 の乱数値を参照して遅延時間 D_4 , D_5 , D_6 . . . を定めて、無線送信を実行するようにする。他の種別のセンサのセンシングデータの間欠送信についても、その間欠周期の違いはあるが、同様のタイミング制御がなされる。

【 0 0 5 9 】

なお、制御部 2 0 は、イベント発生条件が合致する状態を検出できなくなったときには、送信開始指示のタイミングを、通常状態の間欠周期 T_n に戻す。

【 0 0 6 0 】

以上のように、この実施形態では、センサ端末 2 は、センサ種別毎に所定の間欠周期を

10

20

30

40

50

定めているが、実際の間欠の無線送信タイミングは、乱数値に基づいた送信区間の時間長の整数倍だけ遅延された時点とされ、一定周期のものではなくなる。したがって、もしも、他のセンサ端末2と、制御部20で決められる間欠送信開始の指示タイミングが同一時点になったとしても、実際の無線送信においては、衝突する確率が低くなるという効果がある。

【0061】

また、この実施形態では、センサ種別に対応付けられたイベントが発生したときには、その対応付けられたセンサのセンシングデータが、そのイベント発生時に送出されると共に、当該イベントの発生条件が合致している状態のときには、間欠送信の周期を、通常状態の周期よりも短くしている。したがって、この実施形態では、監視センタ装置5では、

10

【0062】

無線送信部24の変調部243は、この実施形態では、周波数を変化させるFSK(Frequency Shift Keying; 周波数偏移変調)を用いると共に、このFSKで用いる周波数を、例えば100値以上の多値とした多値FSKと、CCK(Complementary Code Keying; 相補型符号変調)とを組み合わせた新規の変調方式を採用している。また、この実施形態のセンサ端末2では、微弱無線規格に適合する無線送信を採用するものであり、また、周波数帯域として、315MHz帯と920MHz帯を使用する。

【0063】

この実施形態の変調部243は、前述した多値FSKとCCKとを組み合わせた新規の変調方式を実現するために、拡散符号決定部2431と、315MHz帯FSK処理部2432と、920MHz帯FSK処理部2433とを備える。

20

【0064】

そして、この実施形態においては、多数のセンサ端末2からの間欠無線送信電波の衝突を避けるために、センサ端末2からの送信データ量を少なくして、間欠的な無線送信における送信区間の時間長を、できるだけ短くしている。そのため、センサ端末2から無線送信する送信データDAは、同期用データやエラー検出又はエラー訂正用のパリティデータは含まず、図4(A)に示すように、端末IDと、センサIDと、センシングデータとからなる必要最小限のデータのみで構成するようにしている。

【0065】

この例では、センサ端末2の数は、1000個を想定しているもので、端末IDは、10ビット、センサ種類は7個を想定しているもので、センサIDは3ビットとされ、センシングデータは、例えば23ビットとされる。したがって、送信データDAは、合計36ビットのデータとされる。なお、センサIDは3ビットとされるので、センサIDが一つ余る。この一つ余ったセンサIDは、この実施形態では、後述するように、センサ端末2の自立電源25の蓄電量(電源状況)を監視センタ装置5に伝達するために用いられる。

30

【0066】

ID割付部244は、自センサ端末の端末IDを記憶していると共に、センサの種別に対応する複数個のセンサIDを記憶している。そして、制御部20から、間欠送信開始指示と共に送られてくるセンサ種別の情報に基づいて、ID割付部244は、自センサ端末の端末IDと共に、そのセンサ種別に対応するセンサIDを読み出して、変調部243に送る。変調部243は、制御部20から送られてくるセンシングデータと、ID割付部244から供給されてくる端末ID及びセンサIDとを合成して、送信データDAを生成し、生成した送信データDAに対して以下に説明するように変調処理を施す。

40

【0067】

[変調部243での変調処理]

この変調部243での変調処理について、図2に加え、図4(B)及び(C)をさらに参照しながら説明する。この実施形態では、36ビットの送信データDAを、18ビット毎のデータに2分割する。そして、18ビット毎のデータについて、以下に説明するようにして、多値FSKとCCKとを組み合わせた変調処理を施す。

50

【 0 0 6 8 】

先ず、変調部 2 4 3 の拡散符号決定部 2 4 3 1 は、図 4 (B) 及び (C) に示すように、1 8 ビットのデータの先頭の 2 ビットから、2 ビットの符号パターンに応じた 4 チップの拡散符号を決定する。

【 0 0 6 9 】

この場合に、拡散符号決定部 2 4 3 1 は、2 ビットのデータの 4 個の符号列パターン [0 0]、[0 1]、[1 0]、[1 1] のそれぞれに対応して、4 チップの拡散符号の符号列パターンを定めて記憶している。この例においては、図 4 (C) に示すように、2 ビットのデータの 4 個の符号列パターン [0 0]、[0 1]、[1 0]、[1 1] のそれぞれと、4 チップの拡散符号の符号列パターン [1 0 0 0]、[0 0 0 1]、[0 0 1 0]、[0 1 0 0] のそれぞれとを、互いに対応付けて記憶している。そして、拡散符号決定部 2 4 3 1 は、先頭の 2 ビットのデータに対応する 4 チップの符号列パターンを拡散符号として決定する。1 8 ビットのデータが、図 4 (B) に示すように、[0 1 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1] の場合であれば、拡散符号決定部 2 4 3 1 は、先頭の 2 ビットのデータ [0 1] に対応する 4 チップの符号列パターン [0 0 0 1] を拡散符号として決定する。

10

【 0 0 7 0 】

次に、変調部 2 4 3 の 3 1 5 M H z 帯 F S K 処理部 2 4 3 2 は、先頭の 2 ビットを除く 1 6 ビットのデータに対して、拡散符号決定部 2 4 3 1 で決定された拡散符号のチップの符号値「0」に対して割り付ける周波数と、チップの符号値「1」に割り付ける周波数とを決定し、その決定した周波数を、拡散符号決定部 2 4 3 1 で決定した拡散符号の 4 チップの符号列パターンに対応して出力する。

20

【 0 0 7 1 】

この実施形態では、図 4 (C) に示すように、3 1 5 M H z 帯 F S K 処理部 2 4 3 2 は、周波数決定部 2 4 3 2 a と、周波数発生部 2 4 3 2 b と、出力アンプ 2 4 3 2 c とを備える。

【 0 0 7 2 】

周波数決定部 2 4 3 2 a は、1 8 ビットのデータの先頭の 2 ビットを除く 1 6 ビットのデータに対して、拡散符号決定部 2 4 3 1 で決定された拡散符号のチップの符号値「0」に対して割り付ける周波数と、チップの符号値「1」に割り付ける周波数とを決定する。この実施形態では、周波数決定部 2 4 3 2 a は、1 8 ビットのデータの先頭の 2 ビットを除く 1 6 ビットのデータの前半の 8 ビットの 2 5 6 通りの符号列パターンに基づいて、拡散符号のチップの符号値「0」を割り付ける周波数を決定し、後半の 8 ビットの符号列パターンに基づいて、拡散符号のチップの符号値「1」を割り付ける周波数を決定する。

30

【 0 0 7 3 】

この実施形態では、周波数決定部 2 4 3 2 a は、周波数が 3 1 0 . 0 M H z ~ 3 2 2 . 8 0 M H z の間において、0 . 0 5 M H z 間隔で、2 5 6 個の異なる周波数を送信周波数として想定する。周波数決定部 2 4 3 2 a は、図 4 (C) に示すように、1 6 ビットのデータの符号列パターンのそれぞれと、その前半の 8 ビットの符号列パターンにより定まる拡散符号のチップの符号値「0」を割り付ける周波数、及び後半の 8 ビットの符号列パターンにより定まる拡散符号のチップの符号値「1」を割り付ける周波数の組みとの対応テーブルを記憶している。この場合、拡散符号のチップの符号値「0」を割り付ける周波数と、拡散符号のチップの符号値「1」を割り付ける周波数とは互いに異なるようにしており、このため、図 4 (C) に示すように、拡散符号のチップの符号値「0」を割り付ける周波数が決まると、その周波数の符号値「0」と組み合わせられる拡散符号のチップの符号値「1」を割り付ける周波数は 2 5 5 通りとなっている。

40

【 0 0 7 4 】

例えば、図 4 (C) の周波数決定部 2 4 3 2 a に示すように、拡散符号のチップの符号値「0」が割り付けられる 1 6 ビットの前半の 8 ビットの符号列パターンが、[0 0 0 0 0 0 0 0] に対しては、3 1 0 . 0 M H z の周波数が割り当てられる。したがって、この

50

チップの符号値「0」と組となるチップの符号値「1」が割り付けられる周波数は、310.00MHzを除く、310.05MHzから0.05MHz間隔で322.80MHzまでに設定される255通りの周波数となる。

【0075】

周波数決定部2432aは、この対応テーブルを用いて、先頭の2ビットを除く16ビットのデータに対応する拡散符号のチップの符号値「0」に割り付ける周波数と、符号値「1」に割り付ける周波数を決定する。例えば、図4(B)に示すように、送信データの先頭の2ビットを除く16ビットのデータが、[0100011010010011]である符号列パターンに対しては、周波数決定部2432aは、拡散符号のチップの値「0」に対応する周波数 $f[0]$ は、 $f[0] = 315.00\text{MHz}$ と決定し、拡散符号のチップの値「1」に対応する周波数 $f[1]$ は、 $f[1] = 317.05\text{MHz}$ と決定する。

10

【0076】

そして、この周波数決定部2432aで決定された周波数 $f[0]$ 及び周波数 $f[1]$ の情報を、周波数発生部2432bに供給する。また、拡散符号決定部2431で決定された拡散符号の4チップの符号列パターンも、周波数発生部2432bに供給する。

【0077】

周波数発生部2432bは、例えばPLL(Phase Lock Loop)からなる可変周波数発振器を備え、拡散符号決定部2431からの拡散符号の4チップの符号列パターンの符号値「0」、「1」に応じて、周波数決定部2432aで決定された対応する周波数を出力する。そして、この周波数発生部2432bから出力された周波数の信号は、出力アンプ2432cを通じて送信アンテナATに供給されて無線送信される。

20

【0078】

36ビットの送信データDAの後半の18ビットのデータについても、変調部243の拡散符号決定部2431及び315MHz帯FSK処理部2432において、全く同様の処理がなされて、その18ビットのデータに応じて定められた周波数の信号に変換されて、出力アンプ2432cを通じて送信アンテナATに供給されて無線送信される。

【0079】

なお、上述の例においては、送信データの先頭の2ビットを拡散符号に割り当てるようにしたが、この2ビットの位置は、送信データの先頭に限らず、任意の位置で良い。また、上述の例では、18ビットの送信データについて説明したが、これは一例であり、送信データのビット数は、これに限られるものではなく、任意のビット数でよいこともない。

30

【0080】

また、拡散符号は送信データ中の2ビットに割り当ててのではなく、送信データ中の3ビット以上に割り当ててもよい。

【0081】

また、上述の例では、多値FSKにおいては、16ビットのデータの前半の8ビットと後半の8ビットのそれぞれを、拡散符号のチップの符号値の[0]及び[1]に割り当てることとして、256通りの周波数を、16ビットのデータに割り当てるようにした。しかし、多値FSKの複数個の周波数を割り当てるデータのビット数は、任意であり、割り当てるデータのビット数に応じて、多値FSKで使用する周波数の数は定まる。

40

【0082】

920MHz帯FSK処理部2433は、315MHz帯FSK処理部2432と、同様の構成を備える。ただし、この920MHz帯FSK処理部2433においては、920MHz帯において出力できる上限の電界強度が小さいため、同時使用可能な周波数チャンネル数は制限され、多値FSKで使用する周波数は少なくする必要がある。

【0083】

このため、この例の920MHz帯FSK処理部2433における多値FSKとCCKとを組み合わせた変調方式においては、送信データ中のCCKに割り当てるビット数を多

50

くすることで、多値 FSK に割り当てるビット数を少なくして、多値 FSK で使用する周波数を少なくする方法を用いる。

【0084】

あるいは、920MHz帯FSK処理部2433における多値FSKとCCKとを組み合わせた変調方式においては、CCKに割り当てるビット数は変えず、その代わりに、送信データを、上述の例のような2分割ではなく、この場合の多値FSKで使用可能な周波数に応じたビット数毎に、更に細かく分割して、その分割数だけ送信を行うようにしても良い。この例の場合には、送信区間が長くならないようにするために、送信ビットレートを上げるようにすると良い。

【0085】

920MHz帯FSK処理部2433は、315MHz帯FSK処理部2432で処理するのと同じ36ビットの送信データDAを、上述のように処理して、920MHz帯の周波数の信号に変換して、送信アンテナATに供給し無線送信する。

【0086】

この実施形態では、センサ端末2は、図5に示すように、間欠送信の開始時点から2ミリ秒の間の送信区間TXに、送信データDAを、315MHz帯と、920MHz帯とで送信する。すなわち、この実施形態では、無線送信部24は、間欠送信の開始時点になると、送信区間TXの前半の1ミリ秒の間は、変調部243の315MHz帯FSK処理部2432で、送信データDAを、前述したように多値FSKとCCKとを組合せた変調方式により変調して得られた周波数信号を無線送信信号として送出する。

【0087】

そして、この1ミリ秒が経過したときには、無線送信部24は、変調部243の920MHz帯FSK処理部2433で、同じ送信データDAを、前述したように多値FSKとCCKとを組合せた変調方式により変調して得られた周波数信号を無線送信信号として送出する。

【0088】

この例の場合、センサ端末2から無線送信される周波数信号は、図5に示すように、315MHz帯と、920MHz帯とにおいて、常に単一の周波数の信号となる。例えば36ビットの送信データDAの前半の18ビットの先頭の2ビットから決定された4チップの拡散符号が[0001]で、後半の18ビットの先頭の2ビットから決定された4チップの拡散符号が[1100]である場合を例にとると、無線送信信号は、図5に示すような周波数遷移をするものとなる。

【0089】

すなわち、変調部243の315MHz帯FSK処理部2432は、送信データDAの前半の18ビットの先頭の2ビットを除く16ビットから、拡散符号のチップの符号値「0」に割り付ける周波数として周波数 f_a を決定し、符号値「1」に対応する周波数として周波数 f_b ($f_a < f_b$)を決定する。そして、変調部243の315MHz帯FSK処理部2432は、送信データDAの前半の18ビットの先頭の2ビットから決定された4チップの拡散符号[0001]に対応して、図5に示すように、周波数 f_a 周波数 f_a 周波数 f_b を無線送信信号として送出する。

【0090】

そして、これに引き続いて、変調部243の315MHz帯FSK処理部2432は、送信データDAの後半の18ビットの先頭の2ビットを除く16ビットから、拡散符号のチップの符号値「0」に割り付ける周波数として周波数 f_c を決定し、符号値「1」に対応する周波数として周波数 f_d ($f_c < f_d$)を決定する。このとき、送信データDAの前半の18ビットの先頭の2ビットを除く16ビットと、送信データDAの後半の18ビットの先頭の2ビットを除く16ビットとが同じである場合には $f_c = f_a$ 及び $f_d = f_b$ であり、異なる場合には、 $f_c < f_a$ 及び $f_d < f_b$ である。

【0091】

そして、変調部243の315MHz帯FSK処理部2432は、送信データDAの後

10

20

30

40

50

半の18ビットの先頭の2ビットから決定された4チップの拡散符号[1100]に対応して、図5に示すように、周波数 f_d 周波数 f_d 周波数 f_c 周波数 f_c を無線送信信号として送出する。

【0092】

そして、変調部243の920MHz帯FSK処理部2433は、同じ36ビットの送信データDAについて無線送信を行うので、送信データDAの前半の18ビットの先頭の2ビットを除く16ビットから、拡散符号のチップの符号値「0」に割り付ける周波数として周波数 f_e を決定し、符号値「1」に対応する周波数として周波数 f_f (f_e f_f)を決定する。そして、変調部243の920MHz帯FSK処理部2433は、送信データDAの前半の18ビットの先頭の2ビットから決定された4チップの拡散符号[00001]に対応して、図5に示すように、周波数 f_e 周波数 f_e 周波数 f_e 周波数 f_f を無線送信信号として送出する。

10

【0093】

これに引き続いて、変調部243の920MHz帯FSK処理部2433は、送信データDAの後半の18ビットの先頭の2ビットを除く16ビットから、拡散符号のチップの符号値「0」に割り付ける周波数として周波数 f_g を決定し、符号値「1」に対応する周波数として周波数 f_h (f_g f_h)を決定する。そして、変調部243の920MHz帯FSK処理部2433は、送信データDAの後半の18ビットの先頭の2ビットから決定された4チップの拡散符号[1100]に対応して、図5に示すように、周波数 f_h 周波数 f_h 周波数 f_g 周波数 f_g を無線送信信号として送出する。

20

【0094】

以上の説明から判るように、変調部243から送出される無線送信信号の周波数は、送信データDAのデータ内容に応じて変わる。したがって、もしも、間欠送信の開始タイミングが、他のセンサ端末2と衝突したとしても、送信データDAのデータ内容が同じでない限り、無線送信信号の周波数が異なるので、受信側では、衝突した複数のセンサ端末2からの送信信号を分離して受信することが可能である。この実施形態では、乱数発生器242からの乱数値を用いて、複数のセンサ端末2からの間欠送信開始タイミングを、できるだけずらすようにしているので、このことと、無線送信信号の周波数が、送信データDAのデータ内容に応じて異なることを組み合わせられることで、受信側で、センサ端末2からの送信信号を、受信することができなくなる確率を、更に、下げることができる。

30

【0095】

また、この実施形態では、315MHz帯と920MHz帯と言うように異なる周波数帯域で、同じ送信データを送出するようにしているので、いずれか一方の周波数帯域での送信信号の受信に失敗したとしても、他方の周波数帯域で受信をすることができる機会があるので、この点でも、センサ端末2からの送信信号を、受信することができなくなる確率を、更に、下げることができる。

【0096】

上述した多値FSKとCCKとを組み合わせた変調方式によれば、低消費電力化が可能であり、特に電力を必要とする無線送信において、低消費電力で、できるだけ遠距離まで通信が可能となる。

40

【0097】

また、この変調方式は、微弱な電波でも判別を行う易い周波数を変化させる項目として用いているため、受信感度を増加させることができる。その一方で、占有チャンネル周波数幅が桁違いに多いという問題はあるが、上述のように、この実施形態は、322MHz以下の周波数を用いて無線通信を行う、微弱無線規格を採用したセンサネットワークシステムである。このシステムで使用する無線センサ端末は、上述のように、送信データ量が少なく、遅くとも数ミリ秒で通信を終了するため、同じ帯域を用いている他の無線センサ端末での電波の衝突が起こり難い。また、微弱無線規格は電波強度のみが規定されており、占有周波数帯には制限がなく、電波法で問題となることも無い。

【0098】

50

〔センサ端末 2 における処理動作の説明〕

次に、以上説明したセンサ端末 2 の制御部 2 0 での、間欠送信開始指示の送出制御の処理動作を、図 6 のフローチャートを参照しながら説明する。

【 0 0 9 9 】

すなわち、制御部 2 0 は、センサ端末 2 に接続されているセンサ毎の間欠送信の周期を監視する（ステップ S 1）。そして、制御部 2 0 は、間欠送信開始指示タイミングとなったセンサがあるか否かを判別する（ステップ S 2）。このステップ S 2 で、間欠送信開始指示タイミングとなったセンサがあると判別したときには、制御部 2 0 は、いずれかのセンサからのセンシングデータの取り込み中であるか否かを判別する（ステップ S 3）。

【 0 1 0 0 】

このステップ S 3 で、いずれかのセンサからのセンシングデータの取り込み中ではないと判別したときには、制御部 2 0 は、間欠送信開始指示を、送信を行わせるセンサの種別の情報と共に、無線送信部 2 4 に伝達する（ステップ S 4）。制御部 2 0 は、ステップ S 4 の次には、処理をステップ S 1 に戻し、このステップ S 1 以降の処理を繰り返す。

【 0 1 0 1 】

また、ステップ S 3 で、いずれかのセンサからのセンシングデータの取り込み中であると判別したときには、制御部 2 0 は、待機して（ステップ S 5）、そのセンサからのセンシングデータの取り込み終了を待つ（ステップ S 6）。そして、ステップ S 6 で、センサからのセンシングデータの取り込み終了を判別したら、制御部 2 0 は、ステップ S 4 に進み、間欠送信開始指示を、送信を行わせるセンサのセンシングデータ及び当該センサの種別の情報と共に、無線送信部 2 4 に伝達する。

【 0 1 0 2 】

ステップ S 2 で、間欠送信開始指示タイミングとなったセンサはないと判別したときには、制御部 2 0 は、イベント発生条件に合致するイベントの発生を検知したか否かを判別する（ステップ S 7）。このステップ S 7 で、イベント発生条件に合致するイベントの発生は検知していないと判別したときには、制御部 2 0 は、処理をステップ S 1 に戻し、このステップ S 1 以降の処理を繰り返す。

【 0 1 0 3 】

また、ステップ S 7 で、イベント発生条件に合致するイベントの発生を検知したと判別したときには、制御部 2 0 は、発生したイベントに関連して登録されている種別のセンサについての送信をするようにするために、間欠送信開始指示を、送信を行わせるセンサのセンシングデータ及び当該センサの種別の情報と共に、無線送信部 2 4 に伝達する（ステップ S 8）。そして、制御部 2 0 は、その送信を行わせたセンサについての間欠送信の周期を、より短い周期に変更する（ステップ S 9）。そして、制御部 2 0 は、処理をステップ S 1 に戻し、このステップ S 1 以降の処理を繰り返す。

【 0 1 0 4 】

次に、無線送信部 2 3 での処理動作について、図 7 のフローチャートを参照して説明する。なお、無線送信部 2 3 が、マイクロプロセッサで構成される場合には、この図 7 のフローチャートの各ステップの処理は、そのマイクロプロセッサがソフトウェア処理として実行する機能に対応する。

【 0 1 0 5 】

無線送信部 2 3 の間欠送信開始タイミング制御部 2 4 1 は、制御部 2 0 から間欠送信開始指示を受信したか否かを判別し（ステップ S 1 1）、受信してはいないと判別したときには、その受信を待ち、受信したと判別したときには、乱数発生器 2 4 2 からの乱数値を参照して、間欠送信開始タイミングを設定する（ステップ S 1 2）。

【 0 1 0 6 】

無線送信部 2 3 の変調部 2 4 3 は、自端末の端末 ID と、制御部 2 0 から通知されたセンサ種別に応じたセンサ ID と、制御部 2 0 から送られてくるセンシングデータとから、図 4 (A) に示した送信データ DA を生成する（ステップ S 1 3）。

【 0 1 0 7 】

そして、変調部 243 は、拡散符号決定部 2431 と 315 MHz FSK 処理部 2432 とにおいて、前述した多値 FSK と CCK とを組み合わせた変調方式による変調処理を行って、ステップ S13 で生成した送信データ DA から無線送信信号の周波数を決定し、ステップ S12 で設定された間欠送信開始タイミング時点から、315 MHz 帯において、無線送信を実行する（ステップ S14）。

【0108】

また、変調部 243 は、拡散符号決定部 2431 と 920 MHz FSK 処理部 2433 とにおいて、前述した多値 FSK と CCK とを組み合わせた変調方式による変調処理を行って、ステップ S13 で生成した送信データ DA から無線送信信号の周波数を決定し、ステップ S13 における 315 MHz 帯での無線送信の終了後（間欠送信開始タイミング時点から 1 ミリ秒経過後）、920 MHz 帯において、無線送信を実行する（ステップ S15）。

10

【0109】

このステップ S15 での 920 MHz 帯における無線送信の終了後、処理はステップ S11 に戻り、このステップ S11 以降の処理が繰り返される。

【0110】

なお、上述の説明では、センサ端末 2 は、間欠送信の開始から初めの 1 ミリ秒の間は 315 MHz 帯の周波数を用いた無線送信を行い、その後の 1 ミリ秒の間に 920 MHz 帯の周波数を用いた無線送信を行ったが、その順序は、逆であっても良い。また、乱数発生器 242 の乱数値に応じて、315 MHz 帯と 920 MHz 帯との無線送信の順序を定めるようにしても良い。例えば乱数値が奇数であるときには、315 MHz 帯で先に無線送信を実行し、乱数値が偶数であるときには、920 MHz 帯で先に無線送信を実行するようにしても良い。

20

【0111】

次に、図 2 の説明に戻るが、センサ端末 2 は、自立電源 25 により駆動される。この自立電源 25 は、電池（バッテリー）や、電流配線の誘導起電力を利用したものを用いても良いが、この実施形態では、蛍光灯などの室内照明光によっても発電可能な太陽電池（ソーラーパネル）を用いている。そして、この自立電源 25 から制御部 20 や無線送信部 24 などの各部に電源電圧を供給している。

【0112】

そして、この実施形態では、センサ端末 2 は、自立電源 25 の蓄電量（電池残量）を検出する電圧検出部 26 を備え、この電圧検出部 26 で、常時、自立電源 25 の蓄電量を監視して、その監視結果の蓄電量の情報を制御部 20 に供給するようにしている。

30

【0113】

この実施形態では、制御部 20 は、この電圧検出部 26 からの自立電源 25 の蓄電量の情報を参照し、自立電源の蓄電量が少なくなったときには、センシングデータの間欠送信の周期を長くするなどの制御を行うようにしている。また、制御部 20 は、適宜のタイミングで、センシングデータに代えて、自立電源 25 の蓄電量の情報を、自立電源 25 の電源状況情報として、監視センタ装置 5 に無線送信する。このときのデータフォーマットは、図 4（A）に示したセンシングデータを送信する送信データ DA と全く同様とされる。ただし、自立電源 25 の電源状況情報を無線送信する場合の送信データ DA のセンサ ID が、前述したように、センサ種別としては使用されていない 3 ビットの符号パターンとされ、中継装置 3 で、センシングデータと区別可能とされている。

40

【0114】

[中継装置 3 の説明]

中継装置 3 は、図 8 に示すように、受信機 30 と、中継送信機 31 とからなる。受信機 30 は、センサ端末 2 からの無線送信信号を受信して復調して、一旦、デジタルデータに戻す。また、受信機 30 は、センサ端末 2 から受信した無線送信信号の電波強度を検出する。そして、受信機 30 は、その検出した電波強度の情報をデジタルデータに変換し、復調したデジタルデータに付加して、中継送信機 31 に転送する。付加された電波強度の情

50

報は、後述するように、監視センタ装置 5 において、センサ端末 2 の監視エリア 1 内における配置位置を算出するために用いられる。

【 0 1 1 5 】

中継送信機 3 1 は、受信機 3 0 からの転送データに、さらに、中継装置の識別情報（中継機 ID）と、受信時刻のデータを付加して、通信網 4 を通じて監視センタ装置 5 に送信する。付加された受信時刻のデータは、監視センタ装置 5 において、センサ端末 2 からの送信データに含まれるセンシングデータの取得時刻のデータとして用いられる。

【 0 1 1 6 】

図 9 に、受信機 3 0 の構成例を示すブロック図を示す。この図 9 に示すように、受信機 3 0 は、3 1 5 M H z 帯受信処理部 3 1 0 と、9 2 0 M H z 帯受信処理部 3 2 0 と、ベースバンド回路からなる中継データ生成部 3 0 1 と、電源状況情報記憶部 3 0 2 とを備える。

【 0 1 1 7 】

3 1 5 M H z 帯受信処理部 3 1 0 は、受信アンテナ 3 1 0 A T で受信した 3 1 5 M H z 帯の周波数信号を受信する受信回路 3 1 1 と、この受信回路 3 1 1 で受信した周波数信号から送信データ D A を復調する復調回路 3 1 2 と、受信回路 3 1 1 で受信した受信信号の電波強度を検出する電波強度検出回路 3 1 3 とを備える。復調回路 3 1 2 で、復調されたデータ D M a は、中継データ生成部 3 0 1 に供給される。また、電波強度検出回路 3 1 3 で検出された電波強度 E a も、中継データ生成部 3 0 1 に供給される。

【 0 1 1 8 】

また、9 2 0 M H z 帯受信処理部 3 2 0 は、受信アンテナ 3 2 0 A T で受信した 9 2 0 M H z 帯の周波数信号を受信する受信回路 3 2 1 と、この受信回路 3 2 1 で受信した周波数信号から送信データ D A を復調する復調回路 3 2 2 と、受信回路 3 2 1 で受信した受信信号の電波強度を検出する電波強度検出回路 3 2 3 とを備える。復調回路 3 2 2 で、復調されたデータ D M b は、中継データ生成部 3 0 1 に供給される。また、電波強度検出回路 3 2 3 で検出された電波強度 E b も、中継データ生成部 3 0 1 に供給される。

【 0 1 1 9 】

中継データ生成部 3 0 1 は、電波強度検出回路 3 1 2 からの電波強度 E a と、電波強度検出回路 3 2 2 からの電波強度 E b とを比較する。そして、復調されたデータ D M a と、復調されたデータ D M b とのうち、電波強度が大きい方を、監視センタ装置 5 に送信する復調データとして選択する。そして、その復調データに、大きい方の電波強度を付加して、中継データを生成し、中継送信機 3 1 に転送する。

【 0 1 2 0 】

また、中継データ生成部 3 0 1 は、復調されたデータ D M a または D M b のセンサ ID が電源状況情報の識別情報であるときには、センシングデータの代わりに、電源状況情報が含まれているので、そのときには、中継送信機 3 1 には転送せずに、受信した電源状況情報を、その受信データの端末 ID に対応付けて、電源状況情報記憶部 3 0 2 に一時記憶する。電源状況情報記憶部 3 0 2 の各端末 ID に対応付けられて記憶されている電源状況情報は、新たな電源状況情報が受信される毎に、その新たな情報に更新される。そして、次に、同じ端末 ID の復調されたデータ D M a または D M b を得たときに、その中継データ中に、電源状況情報記憶部 3 0 2 に記憶されている電源状況情報を含めて、監視センタ装置 5 に送るようにする。

【 0 1 2 1 】

この受信機 3 0 から中継送信機 3 1 に転送するデータのデータフォーマットを、図 1 0 (A) に示す。この図 1 0 (A) において、白抜きで示されている端末 ID、センサ ID 及びセンシングデータは、受信して復調されたデータ D M a または D M b に含まれていたデータである。

【 0 1 2 2 】

そして、影線を付したデータサイズ、フラグ情報、電波強度、電源状況は、中継データ生成部 3 0 1 で付加されたデータである。データサイズは、中継データの全体のデータサ

10

20

30

40

50

イズを示す情報であり、また、フラグ情報は、電波強度の情報と、電源状況情報が付加されていることを示すフラグを含む。

【0123】

次に、315MHz帯受信処理部310及び920MHz帯受信処理部320の、より詳細な構成及び動作について説明する。これら315MHz帯受信処理部310及び920MHz帯受信処理部320の構成及び動作は、取り扱う周波数帯が異なるのと、多値FSKとCCKとの組合せの変調方式における周波数の数や拡散符号等が前述したように異なるのに対応する部分を除き、同様であるので、以下の説明は、315MHz帯受信処理部310の場合を例にとる。

【0124】

図11は、315MHz帯受信処理部310の構成例を示すブロックである。この例では、受信回路311は、ローノイズアンプ331と、バンドパスフィルタ332と、ミキサ回路333と、局部発振器334と、ローパスフィルタ335とを備える。

【0125】

受信アンテナATにて受信された信号は、ローノイズアンプ331を通じてバンドパスフィルタ332に供給されて、受信信号から315MHz帯の信号が抽出される。なお、ローノイズアンプ331からの信号は、電波強度検出回路313にも供給されている。

【0126】

バンドパスフィルタ332からの315MHz帯の信号は、ミキサ回路333に供給される。この例では、局部発振器334からの局部発振周波数は、前述した315MHz帯の256通りの割り当て周波数の最小の周波数である310.00MHzとされている。ミキサ回路333では、バンドパスフィルタ332からの315MHz帯の信号が、局部発振器334からの局部発振周波数の信号と混合されて周波数変換される。そして、ミキサ回路333の出力信号がローパスフィルタ335に供給されて帯域制限され、このローパスフィルタ335から中間周波数信号が取り出される。

【0127】

ローパスフィルタ335から得られる中間周波数信号は、バンドパスフィルタ332からの315MHz帯の信号の周波数と、局部発振器334からの局部発振周波数との差の周波数の信号である。したがって、前述した多値FSKで用いられる315MHz帯の256通りの信号は、0Hz(直流)~12.80MHzの周波数内の256通りの周波数の中間周波数信号に変換されて、ローパスフィルタ335から得られる。このローパスフィルタ335の中間周波数信号は、復調回路312に供給される。

【0128】

復調回路312は、この例ではA/D(Analog-to-Digital)変換器341と、FFT(Fast Fourier Transform)回路342と、相関演算回路343と、データ復元回路344と、拡散符号メモリ345と、相関サーチ制御部346とを備える。

【0129】

A/D変換器341は、ローパスフィルタ335からの中間周波数信号を所定のサンプリング周波数でサンプリングし、そのサンプリング値をデジタル信号に変換する。このA/D変換器341からのデジタル信号は、FFT回路342に供給されて、時間軸データから周波数軸のデータに変換される。

【0130】

この場合に、FFT回路342は、そのFFT処理の1周期においては、サンプリング周波数により定まる時間間隔 t でA/D変換器から到来する256個のデジタル信号を用いてFFT演算を行う。したがって、FFT回路342からは、

周波数 $f_n = 310\text{MHz} + n \times 1/t$ (Hz) (ただし、 $n = 0 \sim 255$)
 毎の強度レベルのデータ(時系列スペクトル)が得られる。この場合、 $1/t$ (Hz) = 0.05MHzとなるように、サンプリング周波数は定められている。

【0131】

したがって、FFT回路342からは、各FFT処理の1周期毎に、周波数が310.

10

20

30

40

50

00MHz～322.80MHzまでの間の0.05MHz間隔の256通りの周波数の信号についての強度レベルが得られる。そして、FFT回路342から各FFT処理の1周期毎に出力される256個の強度レベルのデータのうちの n ($n = 0 \sim 255$)番目の強度レベルのデータは、周波数 f_n の信号の強度レベルのデータとなっており、それぞれいずれの周波数の強度レベルのデータであるかが既知となっている。このFFT回路342からの時系列スペクトルは、相関演算回路343に供給される。

【0132】

この場合に、FFT回路331でのFFT処理の周期は、拡散符号速度の2以上の整数分の1とされる。すなわち、FFT回路342でのFFT処理は、拡散符号の1チップ周期内において、複数回、行われるように構成されている。そして、A/D変換器341におけるサンプリング周波数は、FFT処理の周期に同期すると共に、拡散符号の1チップの周期内において、256個のサンプリング値を、複数回得ることができるよう周波数とされる。また、相関演算回路343における処理クロックも、FFT処理の周期に同期するようにされており、相関演算回路343では、いずれの周波数の受信信号についての強度レベルのデータについても相関演算を行っているかを、常に、把握することができるように構成されている。

10

【0133】

拡散符号メモリ345は、前述した4チップの拡散符号の符号列パターン[1000]、[0001]、[0010]、[0100]を記憶している。相関サーチ制御部346は、拡散符号メモリ345に制御信号を送り、この拡散符号メモリから前述の4種類の拡散符号の符号列パターンを、サイクリックに読み出すように制御する。この拡散符号メモリ345から読み出された拡散符号の符号列パターンは、相関演算回路343に供給される。

20

【0134】

相関演算回路343では、FFT回路342からの周波数 f_n 毎の強度レベルのデータについて、拡散符号メモリ345からの拡散符号との相関演算を行い、その相関結果の相関係数をデータ復元回路344に供給する。データ復元回路344には、相関サーチ制御部346から、拡散符号メモリ345から当該時点で読み出している4チップの拡散符号が、4種類の拡散符号のいずれであるかの拡散符号識別情報Spidが供給される。データ復元回路344は、相関演算回路343からの周波数 f_n 毎の相関演算結果と、相関サーチ制御部346からの拡散符号識別情報Spidとから、センサ端末2から送信されたデータを復元する。

30

【0135】

例えば受信信号が、前述の図4(B)の符号列がその前半の18ビットの符号列である送信データの変調出力信号であった場合を例にとり、相関演算およびデータ復元の処理について、更に説明する。

【0136】

この場合に、相関演算回路343は、FFT回路342からの周波数 f_n 毎の強度レベルのデータについて、予め定めた所定の閾値レベルと比較し、強度レベルが、閾値レベルよりも大きいときには「1」、小さいときには「-1」とし、一方、拡散符号メモリ345から供給される拡散符号のチップの符号値が「0」に対して「-1」を割り当て、チップの符号値「1」に対して「1」を割り当てて、両者を掛け算することにより相関演算を行う。

40

【0137】

図12(A)に示すように、この例の場合の受信信号は、4チップの拡散符号[0001]に応じて、周波数 f_a 周波数 f_a 周波数 f_a 周波数 f_b と変化する周波数信号となる。したがって、FFT回路342の出力としての時系列スペクトルは、周波数 f_a の各区間では、図12(B)に示すように、周波数 f_a の強度レベルが大レベルを示すものとなり、また、周波数 f_b の区間では、図12(C)に示すように、周波数 f_b の強度レベルが大レベルを示すものとなる。

50

【 0 1 3 8 】

前述したように、相関演算回路 3 4 3 では、図 1 3 (A) に示すような 4 チップの拡散符号 [0 0 0 1] の受信信号に応じた周波数 f_a の強度レベルは、図 1 3 (B) に示すように、相関係数を演算するための値 [1 1 1 - 1] に変換され、拡散符号メモリ 3 4 5 から 4 チップの拡散符号 [0 0 0 1] が供給されたときに、拡散符号 [0 0 0 1] の各チップの符号値は、相関係数を演算するための値 [- 1 - 1 - 1 1] とされることから、両者の相関係数は、

$$1 \times (-1) + 1 \times (-1) + 1 \times (-1) + (-1) \times 1 = -4$$

として算出される。すなわち、このときの相関係数は有意な値を示す。

【 0 1 3 9 】

また、相関演算回路 3 4 3 では、4 チップの拡散符号 [0 0 0 1] の受信信号に応じた周波数 f_b の強度レベルは、図 1 3 (C) に示すように、相関係数を演算するための値 [- 1 - 1 - 1 1] に変換され、拡散符号メモリ 3 4 5 から 4 チップの拡散符号 [0 0 0 1] が供給されたときに、両者の相関係数は、

$$(-1) \times (-1) + (-1) \times (-1) + (-1) \times (-1) + 1 \times 1 = 4$$

として算出される。すなわち、このときの相関係数も有意な値を示す。

【 0 1 4 0 】

なお、この例の場合に、周波数 f_a 及び f_b の強度レベルと、拡散符号メモリ 3 4 5 から相関演算回路 3 4 3 に供給される 4 チップの拡散符号が、[0 0 0 1] 以外の符号列であるときの相関係数は、すべて 0 となる。そして、以上のようにして、相関演算回路 3 4 3 で算出された相関係数は、データ復元回路 3 4 4 に供給される。

【 0 1 4 1 】

データ復元回路 3 4 4 は、図 1 4 に示すように、拡散符号の 4 チップの 4 種の符号列パターンのそれぞれの拡散符号識別情報 $S P i d$ と、復元データの 2 ビットのデータとの対応テーブルを備える。また、データ復元回路 3 4 4 は、図 1 4 に示すように、拡散符号のチップの符号値「0」に割り付けられた周波数、及び拡散符号のチップの符号値「1」に割り付けられた周波数の組みと、復元データの先頭の 2 ビットに続く 16 ビットのデータの符号列パターンのそれぞれとの対応テーブルを記憶している。

【 0 1 4 2 】

データ復元回路 3 4 4 は、相関演算回路 3 4 3 からの相関係数が有意な値であるときの相関サーチ制御部 3 4 6 からの拡散符号識別情報 $S P i d$ から、当該相関係数が有意な値であるときの拡散符号の 4 チップの符号列パターンが、4 種の符号列パターンのいずれであるかを認識し、上述した対応テーブルを用いて、その認識した符号列パターンに対応する 2 ビットのデータを、18 ビットの復元データの先頭の 2 ビットと決定する。

【 0 1 4 3 】

また、データ復元回路 3 4 4 では、相関演算回路 3 4 3 からの相関係数の値と、それが有意であることを示す 2 つの周波数から、上述した対応テーブルを用いて、復元データの先頭の 2 ビットに続く 16 ビットのデータの符号列パターンを決定する。上述の例では、相関演算回路 3 4 3 は、周波数 f_a のときの相関係数 - 4 と、周波数 f_b のときの相関係数 4 とから、4 チップの拡散符号の符号値 [0] に対応する周波数は周波数 $f_a = 315.00 \text{ MHz}$ 、符号値 [1] に対応する周波数は周波数 $f_b = 317.15 \text{ MHz}$ であると認識し、これらに対応する 16 ビットの符号列 [0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1] を復元する。

【 0 1 4 4 】

上述したように、復調回路 3 1 2 の FFT 処理の周期は、拡散符号のチップ周期の整数分の 1 とされ、1 チップ当たりについて、複数回の FFT 処理がなされる。したがって、中継装置 3 の受信機 3 0 では、センサ端末 2 から送信されたデータを、その FFT 処理の複数回のうちの少なくとも 1 回において復調して復元することが可能である。このため、上述のように、センサ端末 2 から送信と、中継装置 3 での受信が非同期であっても、センサ端末 2 からの送信データを、中継装置 3 で受信して復元することが可能である。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 5 】

以上のようにして、315MHz帯受信処理部310の復調回路312で、18ビットのデータが復元され、続く18ビットについても同様にして復元されることで、36ビットの送信データDAが復元される。また、920MHz帯受信処理部320の復調回路322においても、ほぼ同様にして、復調回路322で送信データDAが復元される。

【 0 1 4 6 】

そして、前述したように、中継データ生成部301で、315MHz帯受信処理部310で復元されたデータと、920MHz帯受信処理部320で復元されたデータのうち、電波強度の大きい方のデータが選択されて、図10(A)に示すように、電波強度と、電源状況の情報が付加されて、中継送信機31に転送される。

10

【 0 1 4 7 】

そして、中継送信機31では、図10(B)に示すように、受信機30からの転送信号に、当該中継装置3の識別情報である中継機IDと、センサ端末2からの送信信号の当該中継装置3での受信時刻の情報とを付加する。なお、このとき、中継送信機3は、データサイズの情報と、フラグ情報の変更処理も行う。フラグ情報には、中継機IDと受信時刻の情報のフラグが、既に付加されている電波強度情報のフラグと電源状況情報のフラグに加えて、更に追加される。

【 0 1 4 8 】

なお、上述の実施形態では、中継装置3は、315MHz帯の受信情報の復元データと、920MHz帯の受信情報の復元データのいずれか一方を、監視センタ装置5に送るようにしたが、両方を、そのそれぞれの電波強度の情報と共に、監視センタ装置5に送るようにしても良い。また、315MHz帯の受信情報の復元データと、920MHz帯の受信情報の復元データが一致したときのみ監視センタ装置5に送り、違っているときには、監視センタ装置5には送らないようにしても良い。

20

【 0 1 4 9 】

[監視センタ装置5の説明]

図15は、監視センタ装置5のハードウェア構成例を示すブロック図である。この監視センタ装置5は、パーソナルコンピュータを用いた構成とすることができる。すなわち、図15に示すように、監視センタ装置5は、CPU(Central Processing Unit)により構成される制御部501に対して、システムバス500を通じて、通信インターフェース502、ディスプレイインターフェース503、センシングデータ蓄積部504、センサ位置取得部505、中継装置位置記憶部506、見える化情報生成部507、のそれぞれが接続されて構成されている。

30

【 0 1 5 0 】

制御部501は、監視センタ装置5の全体の制御を行う。通信インターフェース502は、通信網4を通じて情報信号のやり取りをするためのものである。ディスプレイインターフェース503には、例えばLCD(Liquid Crystal Display; 液晶ディスプレイ)などからなるディスプレイ508が接続される。ディスプレイインターフェース503は、ディスプレイへの表示データを供給する。

【 0 1 5 1 】

センシングデータ蓄積部504は、中継装置3から通信網4を通じて受信したデータに含まれるセンサのセンシングデータを、センサ端末の端末IDと、センサ種別IDと、受信時刻の情報とに対応付けて、図示を省略するメモリに蓄積する。

40

【 0 1 5 2 】

センサ位置取得部505は、中継装置3から通信網4を通じて受信したデータに含まれるセンサ端末の端末IDに対応する電波強度の情報と、中継装置位置記憶部506に記憶されている各中継装置3の位置情報とから、当該端末IDのセンサ端末の監視エリア1内の位置を算出して、図示を省略するメモリに保持する。

【 0 1 5 3 】

中継装置位置記憶部506は、監視エリア1内に配設された中継装置3の位置情報を、

50

予め登録して記憶する。この場合に、中継装置 3 の位置情報は、緯度、経度に加え、高さの情報が含まれている。

【 0 1 5 4 】

中継装置 3 の位置情報は、例えば中継装置 3 を工事者が設置したときに、その工事者が GPS 測位装置などの位置測位装置を用いて測位して取得し、監視センタ装置 5 に送って、中継装置位置記憶部 5 0 6 に記憶させるようにすることができる。また、中継装置 3 に、GPS 測位装置などの位置測位装置を用意しておき、その位置測位装置で測位した位置情報を、中継装置 3 から通信網 4 を通じて監視センタ装置 5 に送って、中継装置位置記憶部 5 0 6 に記憶させるようにしても良い。

【 0 1 5 5 】

見える化情報生成部 5 0 7 は、センシングデータ蓄積部 5 0 4 に蓄積されたデータに基づいて、センサ種別に応じた監視エリア 1 内の環境要素についての見える化情報を生成し、生成した見える化情報を、ディスプレイインターフェース 5 0 3 を通じて、ディスプレイ 5 0 8 の表示画面に可視化表示するようにする。

【 0 1 5 6 】

なお、この図 1 5 の監視センタ装置 5 のハードウェア構成例において、センシングデータ蓄積部 5 0 4、センサ位置取得部 5 0 5 及び見える化情報生成部 5 0 7 の処理機能は、制御部 5 0 1 が、対応するプログラムを実行することによりソフトウェア処理機能として構成することができる。

【 0 1 5 7 】

以下に、監視センタ装置 5 における処理動作について説明する。以下の説明においては、制御部 5 0 1 が、センシングデータ蓄積部 5 0 4 の処理機能を、ソフトウェア処理機能として構成した場合として説明する。

【 0 1 5 8 】

制御部 5 0 1 は、受信したデータから抽出した端末 ID と受信時刻の情報と電源状況情報とを対応付けて、メモリに蓄積する。

【 0 1 5 9 】

また、制御部 5 0 1 は、中継装置 3 から受信したデータから抽出した端末 ID と、中継器 ID と、センサ ID と、受信時刻の情報と、センシングデータと、電波強度の情報と、対応付けて蓄積する。なお、中継装置 3 が、電源状況を示すセンサ ID を含むセンサ端末からの送信信号も監視センタ装置 5 に送る場合には、監視センタ装置 5 の制御部 5 0 1 は、図 1 6 のフローチャートのステップ S 2 1 ~ ステップ S 2 3 に示すような処理をするものである。

【 0 1 6 0 】

端末 ID と受信時刻と対応付けられて蓄積された電源状況情報は、監視センタ装置 5 で、センサ端末の自立電源の蓄電量の監視に用いられる。

【 0 1 6 1 】

また、端末 ID、中継機 ID、センサ ID 及び受信時刻の情報と対応付けられて蓄積された電波強度の情報は、センサ端末位置取得部 5 0 5 でのセンサ端末の位置の算出処理に用いられる。

【 0 1 6 2 】

図 1 7 に、センサ端末位置取得部 5 0 5 でのセンサ端末の位置の算出処理動作の例を示すフローチャートを示す。この図 1 7 の例の説明も、制御部 5 0 1 が、センサ端末位置取得部 5 0 5 の処理機能を、ソフトウェア処理機能として構成した場合として説明する。

【 0 1 6 3 】

制御部 5 0 1 は、例えば一定周期で、あるいは、適宜のセンサ端末位置の再取得のタイミング時点において、図 1 7 の処理ルーチンを開始させる。ここで、センサ端末位置の再取得のタイミング時点は、例えば管理者等から、監視エリア 1 内でセンサ端末 2 の位置が変更されたことの通知を監視センタ装置 5 で受けたときなどとしても良い。

【 0 1 6 4 】

10

20

30

40

50

そして、制御部 501 は、センシングデータ蓄積部 504 のメモリに格納されているデータから、同じ端末 ID に対応付けられているとともに、ほぼ同一の時刻と見なせる最新の受信時刻に対応して記憶されている、中継機 ID が異なる 3 個の中継装置 3 を特定する (ステップ S31)。次に、制御部 501 は、その判定した 3 個の中継装置 3 からの前記受信時刻の電波強度を抽出する (ステップ S32)。

【0165】

次に、制御部 501 は、ステップ S31 で判定した 3 個の中継装置の位置情報を、それぞれの中継機 ID を用いて、中継装置位置記憶部 506 から取得する (ステップ S33)。そして、制御部 501 は、取得した 3 個の中継装置の位置情報と、3 個の電波強度の情報とから、ステップ S31 で中継装置 3 を特定する際に用いた端末 ID を有するセンサ端末 2 の監視エリア 1 内の位置を算出する (ステップ S34)。すなわち、電波強度は、センサ端末 2 と中継装置 3 との距離に応じたものとなっているので、既知の 3 個の中継装置の位置情報と、距離に対応した電波強度を用いて、いわゆる 3 点測位の方法で、センサ端末 2 の位置を算出する。

10

【0166】

そして、制御部 501 は、算出したセンサ端末の位置情報を、その端末 ID に対応付けて、メモリに格納保持する (ステップ S35)。この場合に、メモリには、同じ端末 ID と共に送られてくるセンサ ID も、対応付けられて記憶される。これにより、同じ端末 ID に接続されているセンサ ID が異なる複数個のセンサは、同じ位置情報を持つ (同じ位置に存在する) ことになるが、センサ ID が同じである複数のセンサのそれぞれについては、異なる位置情報を持つ (異なる位置に存在する) ことが記憶される。以上で、この処理ルーチンは終了である。

20

【0167】

この図 17 の処理ルーチンにより、センサ端末 2 の位置が、監視エリア 1 内で移動されたとしても、監視センサ装置 5 では、自動的にその移動位置を算出して、当該センサ端末 2 の位置を常に把握して保持することができる。

【0168】

見える化情報生成部 507 は、センシングデータ蓄積部 504 のメモリに蓄積されたデータと、センサ端末位置取得部 505 のメモリに記憶された位置情報とを用いることで、見える化情報を生成する。

30

【0169】

図 18 は、見える化情報生成部 507 で生成される見える化情報の例を示す図である。見える化情報の第 1 の例は、特定の位置における特定の種類のセンサのセンシングデータの時系列変化を見える化情報として生成して、ディスプレイに表示するものである。図 18 (A) は、その一例で、赤外線アレセンサ 61 による監視エリア 1 内のユーザにより指定された特定の位置における温度の時系列変化を示している。図 18 (A) の例では、特定の位置は、「場所」 として表示される。

【0170】

この第 1 の例の場合には、見える化情報生成部 507 は、センシングデータ蓄積部 504 のメモリに記憶されているデータから、ユーザにより指定された見える化の環境要素に対応するセンサ種別のセンサについて、指定された位置に対応して受信時刻順に記憶されているセンシングデータを抽出して読み出し、その読み出したデータを用いて、図 18 (A) に示すような時系列表示の表示情報を生成し、ディスプレイ 508 の表示画面に表示する。

40

【0171】

見える化情報の第 2 の例は、監視エリア 1 内に多数配置されている特定の種類のセンサによるセンシングデータを用いて、当該センサで検知される環境要素の監視エリア 1 内の空間分布 (監視エリア 1 内の環境状況) を見える化表示する例である。図 18 (B) は、その一例で、監視エリア 1 内の各所に分散されて複数配置された赤外線アレセンサ 61 のそれぞれからの特定の時点におけるセンシングデータを用いて、当該時点における監

50

視エリア 1 内の各所の温度を見える化処理して、表示した例である。図 18 (B) において黒丸の点は、センサ位置 (そのセンサが接続されているセンサ端末の位置) を示し、黒丸の点を結んだ線は、同一温度とされる位置を結んで示した線 (等温線) である。これにより、監視エリア 1 内における位置の違いに応じた温度環境を詳細に表示して見える化することができる。

【 0 1 7 2 】

この例の場合には、見える化情報生成部 5 0 7 は、センシングデータ蓄積部 5 0 4 のメモリに記憶されているデータから、ユーザにより指定された見える化の環境要素に対応するセンサ種別の全てのセンサについて、指定された時点におけるセンシングデータを抽出して読み出すと共に、それぞれのセンサ接続されているセンサ端末の位置を、センサ端末位置記憶部 5 0 5 のメモリから読み出す。そして、見える化情報生成部 5 0 7 は、監視エリア 1 内を座標空間として、各センサの位置に対応して、センシングデータとしての温度情報を配置し、同一温度の位置を線で結ぶことで、図 18 (B) に示すような見える化情報を生成する。

10

【 0 1 7 3 】

なお、空間分布を表示する時点を、順次に変えて表示するようにすることで、空間分布の時系列変化も表示して見える化することができることは言うまでもない。

【 0 1 7 4 】

見える化情報の第 3 の例は、監視エリア 1 内で監視する環境要素同士の相関を見える化処理して表示する例である。図 18 (C) は一例で、電流・磁界センサ 6 5 のセンシングデータから算出された使用電力 P と、赤外線アレセンサ 6 1 のセンシングデータである温度 T との相関分布を見える化処理して表示した例である。

20

【 0 1 7 5 】

この例の場合には、見える化情報生成部 5 0 7 は、センシングデータ蓄積部 5 0 5 に蓄積されている全ての電流・磁界センサ 6 5 のセンシングデータと、全ての赤外線アレセンサ 6 1 のセンシングデータを抽出して、受信時刻を対応情報として対応付けながら、両者の相関を求め、その結果を相関分布として、図 18 (C) に示すような表示情報を生成して、ディスプレイ 5 0 8 の表示画面に表示する。

【 0 1 7 6 】

なお、見える化処理の第 2 の例の空間分布の他の表示例を図 19 及び図 20 に示す。図 19 は、監視エリア 1 が工場であって、複数の装置が監視エリア 1 内である工場内に配設されている場合において、特定の時点における塵埃センサ 6 2 によるセンシングデータを用いた塵埃濃度の空間分布の示すものである。図 19 に表示されている線は、塵埃濃度が等しい位置を結んだ線であり、細い線は塵埃濃度が低く、線が太くなるほど塵埃濃度が高くなることを示している。

30

【 0 1 7 7 】

この図 19 の塵埃濃度の空間分布も、表示すべき時系列上の時点を変えることで、この塵埃濃度の空間分布が変化する様子を見える化することもできる。その場合には、この図 19 の例の塵埃濃度分布の表示例を観視することにより、設備の大きさ、高さ、その他の要因により、塵埃濃度が時間的、空間的に変動が生じることを容易に把握することができる。

40

【 0 1 7 8 】

また、図 20 は、監視エリア 1 がオフィス空間の場合であって、気流の強度分布を表示した例である。この図 20 の例では、見える化情報生成部 5 0 7 では、監視エリア 1 について、窓や扉の位置を対応付けて表示するようにしている。これにより、より気流の強度分布と環境との関係を把握することができる。

【 0 1 7 9 】

[他の実施形態]

上述の実施形態では、中継装置 3₁ ~ 3_m の各々が、監視センタ装置 5 と通信網 4 を通じて接続されて、中継データを生成して、監視センタ装置 5 に転送するようにした。しか

50

し、図 2 1 に示すように、監視センタ装置 5 と通信網 4 を通じて接続されるのは、複数個の中継装置 3 のうちの特定の 1 個とするように構成しても良い。

【 0 1 8 0 】

図 2 1 の例では、中継装置 3₃ のみが通信網 4 を通じて監視センタ装置 5 と接続されている。そして、この中継装置 3₃ 以外の中継装置 3₁、3₂ は、この中継装置 3₃ と接続されるように構成されている。この場合の中継装置 3₃ と中継装置 3₁、3₂ との接続は、有線であっても良いし、センサ端末 2 と同様に、無線接続であっても良い。

【 0 1 8 1 】

この例の場合には、中継装置 3₃ から通信網 4 を通じて監視センタ装置 5 へ転送されるデータは、図 1 0 (B) に示したデータフォーマットとするが、中継装置 3₃ と中継装置 3₁、3₂ との間におけるデータ転送におけるデータフォーマットは、図 1 0 (A) に示すようなものとされる。ただし、中継装置 3₁、3₂ から中継装置 3₃ に転送されるデータには、中継装置 3₁、3₂ の中継機 ID が含まれる。

10

【 0 1 8 2 】

なお、この図 2 1 の例の場合には、他の中継装置からの情報を受けて、監視センタ装置 5 に情報を転送する中継装置において、上述した監視センタ装置におけるセンサ端末 2 の監視エリア 1 内の位置検出を行って、その検出したセンサ端末 2 の位置情報を、監視センタ装置 5 に通知するようにしても良い。

【 0 1 8 3 】

[実施形態の効果]

20

上述の実施形態のセンサネットワークシステムによれば、監視エリア内に多数のセンサを配置して、その監視エリア内の位置の違いに応じた環境状況を、時系列変化を含めてセンサからのセンシングデータを見える化処理して表示することができるので、監視エリア内の詳細な環境状況の監視をすることができる。

【 0 1 8 4 】

また、上述の実施形態においては、中継装置において、センサ端末からの受信信号について、当該受信信号の受信時点の情報を付加して監視センタ装置に送るようにして、監視センタ装置では、その中継装置で付加された時刻情報を、センサ端末からの送信信号に含まれるセンシングデータの取得時間として取り扱うようにしている。このため、センサ端末からの送信信号には、時刻情報を付加する必要はない。

30

【 0 1 8 5 】

また、上述の実施形態では、中継装置において、センサ端末からの受信信号を受信したときの電波強度を検出し、その検出した電波強度の情報を、センサ端末からの受信信号に付加して監視センタ装置に送るようにして、監視センタ装置で、その電波強度の情報をを用いて、センサ端末の監視エリア内の位置を算出するようにしている。このため、センサ端末からの送信信号には、センサ端末の位置情報を付加する必要はない。

【 0 1 8 6 】

以上のことから、上述の実施形態においては、センシングデータの取得時間の情報やセンサ端末の位置情報を有しないため、センサ端末からの送信データは、必要最小限の識別情報とセンシングデータとからなり、非常に短文となる。このため、監視エリア内の多数のセンサ端末のそれぞれから、所定の間欠周期で送信データを無線送信させるようにした場合であっても、センサ端末からの送信データの無線送信を、前記間欠周期内で分散させることが容易になり、互いに衝突することなく送信データを無線送信することが可能となる。

40

【 0 1 8 7 】

そして、上述の実施形態によれば、センサ端末からの間欠送信の開始タイミングは、予め定められた所定の周期で定まるタイミングから、乱数値に応じて遅延されるようにしているので、複数のセンサ端末の間で、送信開始タイミングが衝突するのをできるだけ回避することができる。

【 0 1 8 8 】

50

また、上述の実施形態においては、センサ端末は、送信データを多値FSKとCCKとを組み合わせた変調方式により変調して無線送信するようにするので、センサ端末からの送信信号は、送信データのデータ内容に応じた周波数となり、もしも、送信開始タイミングが衝突したとしても、送信信号の周波数が同一となることが少ない。このため、受信側では、送信開始タイミングが同一である送信信号をも、分離して復調することができるようになり、送信信号の受信を失敗する確立が少なくなる。

【0189】

さらに、上述の実施形態によれば、センサ端末からの送信信号は、315MHzと920MHzと言うように、分離が容易な互いに異なる周波数帯により、同じデータ内容を重ねて送信するようにするので、受信側では、同じデータを受信できる機会が複数回得られ、より確実に受信することができる。

10

【0190】

[その他の実施形態又は変形例]

上述の実施形態の監視センタ装置5のセンサ端末位置取得部505では、中継装置3で付加されたセンサ端末2からの送信信号を受信したときの電波強度を用いて、各センサ端末2の位置を算出して取得するようにした。しかし、監視センタ装置5のセンサ端末位置取得部505が、センサ端末2の位置を取得する方法は、これに限られるものではない。幾つかの例を挙げる。

【0191】

<センサ端末位置取得部505の他の例のその1>

20

センサ端末位置取得部505の他の例のその1では、中継装置3は、電波強度の情報を付加することなく、センサ端末2からの送信信号は、その受信時刻の情報のみを付加して、監視センタ装置5に転送する。監視センタ装置5では、中継装置で付加されるセンサ端末からの送信信号の受信時点の情報を用いて、各センサ端末の位置を算出して取得する。すなわち、少なくとも3個の中継装置3からの転送信号のうちの、同一のセンサの識別情報を含み、同一のセンシングデータ内容の転送信号に含まれるセンシングデータの受信時点の時間差は、センサ端末2からの送信信号の受信信号の電波強度と同様に、中継装置3と、それぞれセンサ端末2との距離に応じたものとなっている。そこで、監視センタ装置5では、これらの同一のセンサの識別情報を含み、同一のセンシングデータ内容の転送信号に含まれるセンシングデータの受信時点の時間差に基づいて、前記識別情報で特定されるセンサの位置を算出して取得することができる。

30

【0192】

<センサ端末位置取得部505の他の例のその2>

センサ端末位置取得部505の他の例のその2は、中継装置を用いない例である。すなわち、例えば、センサ端末のそれぞれを監視エリアに設置したときに、その設置工事作業者が、そのセンサ端末の位置を、GPS測位手段などを用いて測位して、その測位した位置情報を、センサ端末の端末IDと対応付けて記憶しておき、その記憶した位置情報を、監視センタ装置5に設けた記憶装置に転送して登録するようにする。また、測位した位置情報とセンサ端末の端末IDとの対応情報を、例えば携帯電話網を通じて、監視センタ装置に送って、前記記憶装置に位置登録するようにしても良い。監視センタ装置5のセンサ端末位置取得部505は、その記憶装置に記憶されている各センサ端末の位置情報を、受信信号に含まれる端末IDに基づき取得するようにする。

40

【0193】

このセンサ端末位置取得部505の他の例のその2の場合には、中継装置は不要になるが、この例においては、監視センタ装置は、自装置がセンサ端末からの送信信号を受信した時刻を、センシングデータの取得時刻の情報として用いる。

【0194】

次に、上述の実施形態では、センサ端末は、間欠送信のタイミングにおいては、同じ送信信号内容を、第1の周波数帯(315MHz帯)の送信区間と、第2の周波数帯(920MHz帯)の送信区間とで、時分割で送信するようにした。しかし、複数個の周波数帯

50

を用いて、同じ送信信号内容を送信する方法は、この例に限らない。

【 0 1 9 5 】

例えば、センサ端末のそれぞれは、間欠の無線送信の度毎に、同じ送信信号を、第 1 の周波数帯 (3 1 5 M H z 帯) と、第 2 の周波数帯 (9 2 0 M H z 帯) とのそれぞれに割り付けて、同じ送信区間に同時に無線送信するようにしても良い。この場合、第 1 の周波数帯 (3 1 5 M H z 帯) と、第 2 の周波数帯 (9 2 0 M H z 帯) とは、周波数的に有意に離間しているので、受信側では、容易に周波数分離して受信処理ができる。

【 0 1 9 6 】

また、同じ送信信号内容を、第 1 の周波数帯 (3 1 5 M H z 帯) の送信区間と、第 2 の周波数帯 (9 2 0 M H z 帯) の送信区間とで、時分割で送信するように方法において、第 1 の周波数帯 (3 1 5 M H z 帯) と、第 2 の周波数帯 (9 2 0 M H z 帯) とを、それぞれ更に分割すると共に、第 1 の周波数帯 (3 1 5 M H z 帯) の送信区間及び第 2 の周波数帯 (9 2 0 M H z 帯) の送信区間のそれぞれを、分割した周波数帯の数に応じて更に分割して、その分割した送信区間のそれぞれにおいて、時分割送信するようにしても良い。

10

【 0 1 9 7 】

なお、上述の実施形態では、センサ端末からの無線送信に使用する周波数は、3 1 5 M H z 帯や 9 2 0 M H z 帯としたが、これは一例であり、これらの周波数に限られるものではないことは言うまでもない。

【 0 1 9 8 】

また、上述の実施形態では、センサ端末からの無線送信に使用する周波数は、3 1 5 M H z 帯や 9 2 0 M H z 帯の 2 つの周波数帯としたが、3 個以上の周波数帯を用いて、それらの周波数帯で、センサ端末からの同じ送信信号を重ねて送信するようにしても勿論良い。

20

【 0 1 9 9 】

なお、上述の実施形態では、センサ端末のそれぞれは、受信機能を有していないために、中継装置から受信確認信号を受信することができない構成とされていたが、センサ端末に受信機能を具備させ、中継装置からの受信確認信号を受信しなかったときには、センシングデータを再送させるように構成してもよい。また、センサ端末と中継装置との間の通信は、非同期としたが、例えばセンサ端末から同期用のタイミング信号を送出した後、中継装置にセンシングデータを送信するようにして、同期通信を行うようにしても良い。

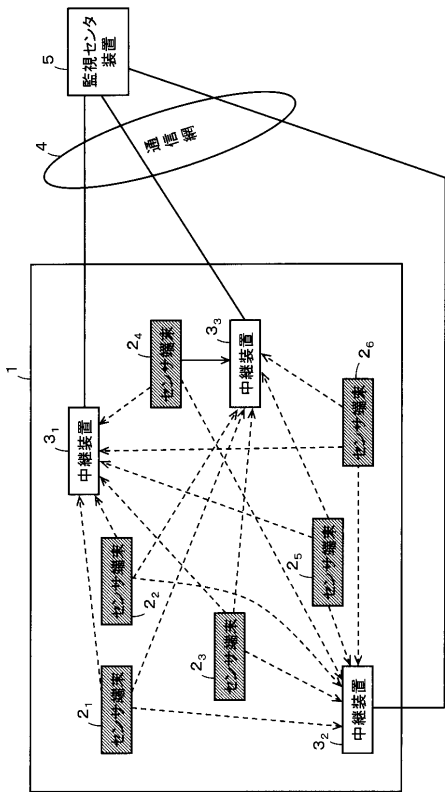
30

【 符号の説明 】

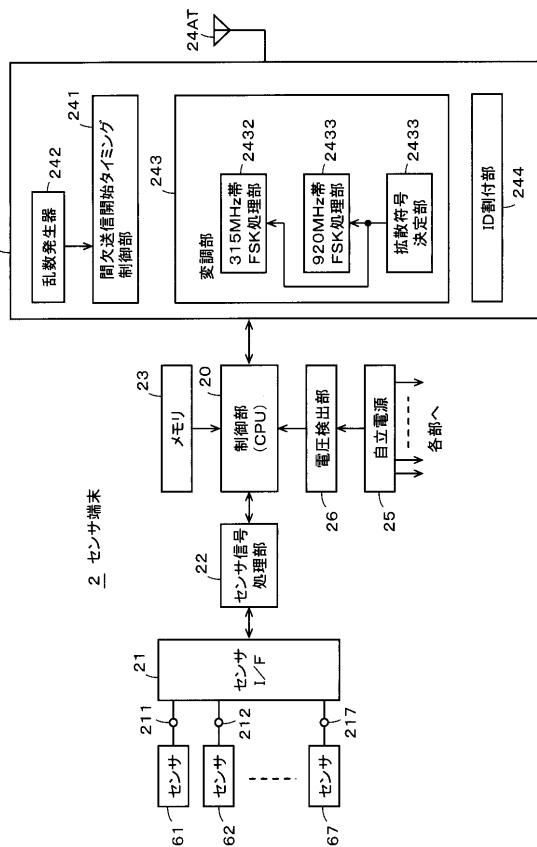
【 0 2 0 0 】

1 ... 監視エリア、2 (2 1 ~ 2 n) ... センサ端末、3 (3 1 ~ 3 m) ... 中継装置、4 ... 通信網、5 ... 監視センタ装置、2 4 ... 無線送信部、2 4 2 ... 乱数発生器、2 4 3 ... 変調部、2 4 4 ... I D 割付部、3 0 ... 受信機、3 0 1 ... 中継データ生成部、3 1 ... 中継送信機、3 1 1 , 3 2 1 ... 受信回路、3 1 2 , 3 2 2 ... 復調回路、3 1 3 , 3 2 3 ... 電波強度検出回路、5 0 4 ... センシングデータ蓄積部、5 0 5 ... センサ端末位置取得部、5 0 6 ... 中継装置位置記憶部、5 0 7 ... 見える化情報生成部

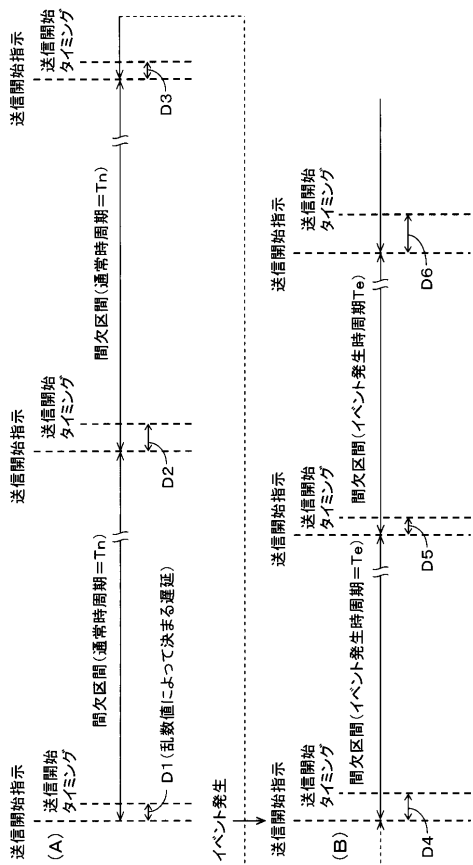
【図1】



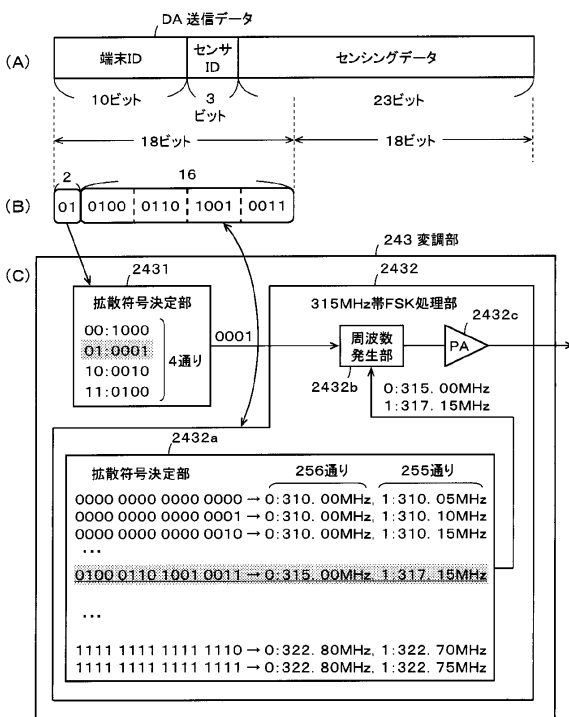
【図2】



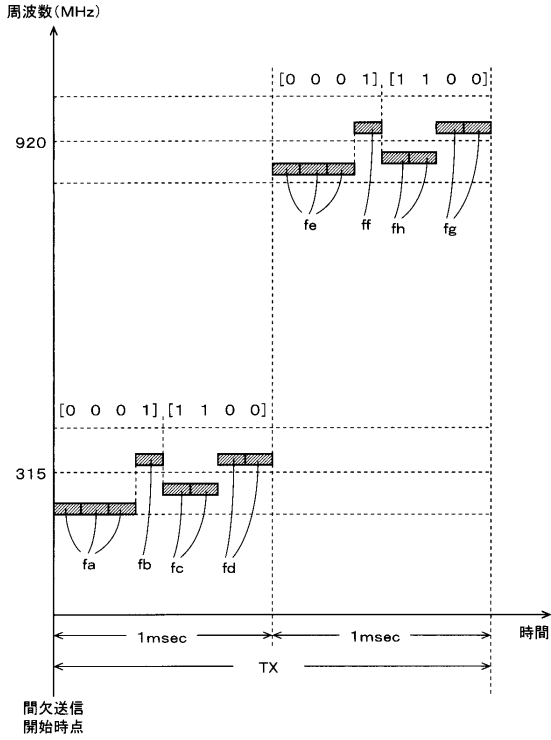
【図3】



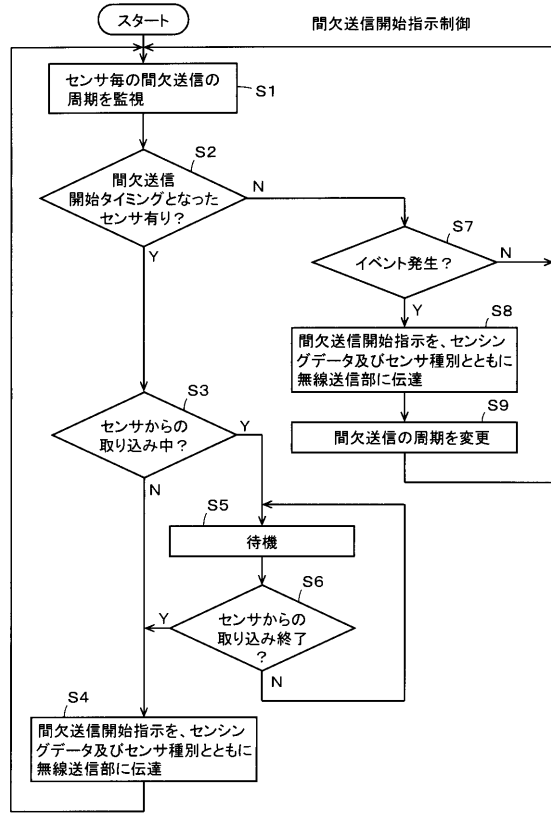
【図4】



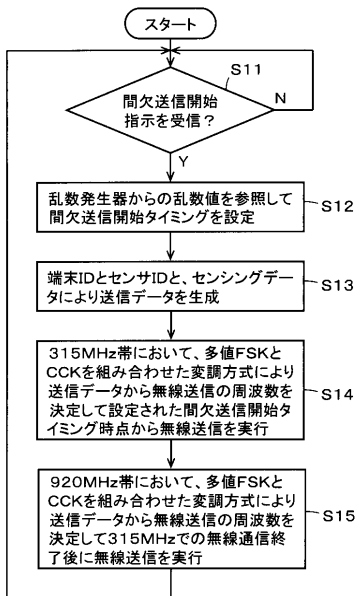
【図5】



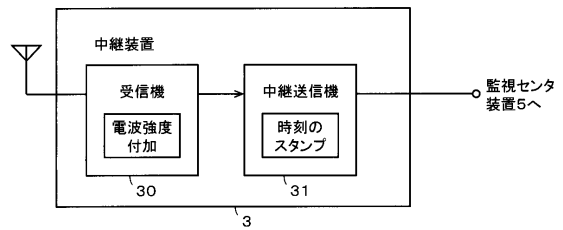
【図6】



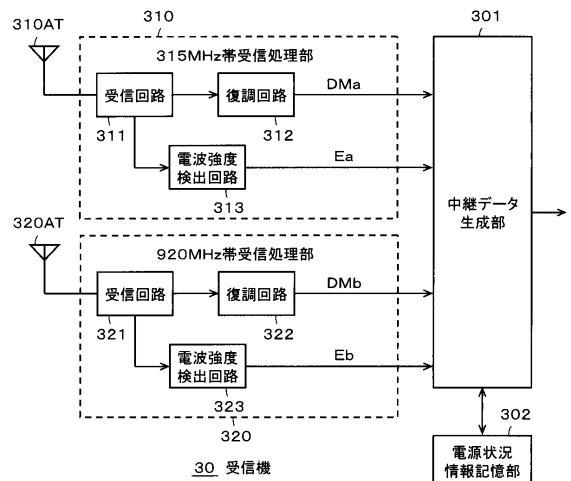
【図7】



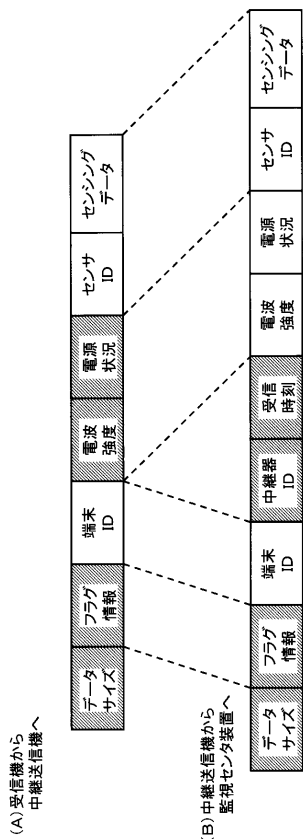
【図8】



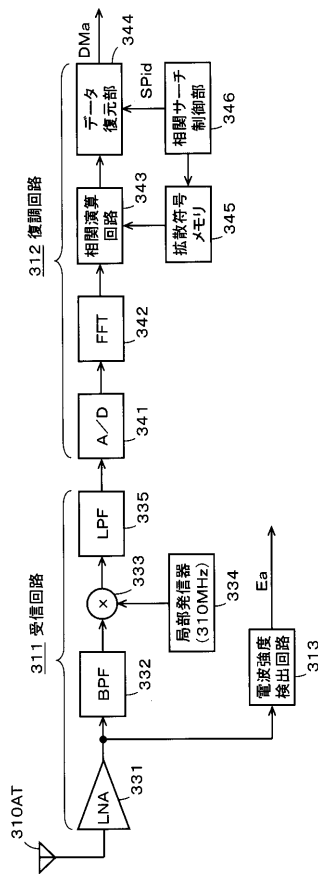
【図9】



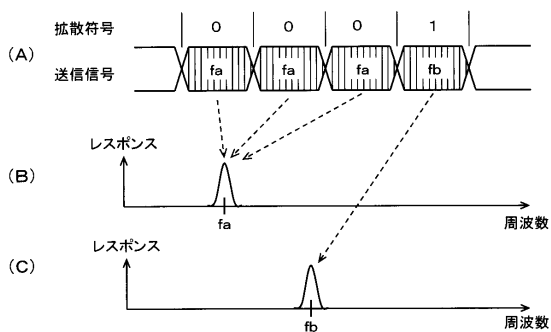
【図 10】



【図 11】



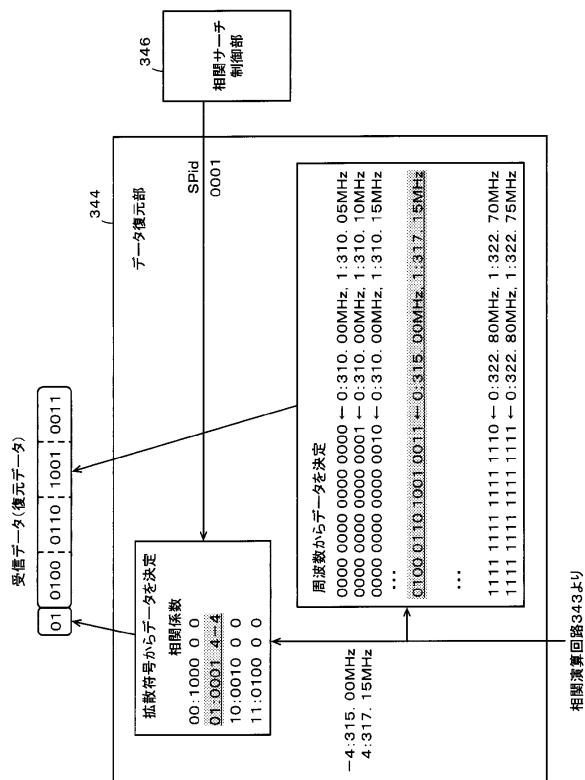
【図 12】



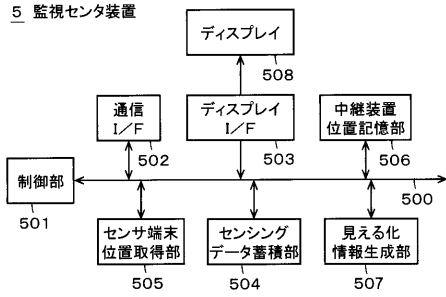
【図 13】

(A) 拡散符号	0	0	0	1
(B) 周波数faの強度レベル	1	1	1	-1
(C) 周波数fbの強度レベル	-1	-1	-1	1

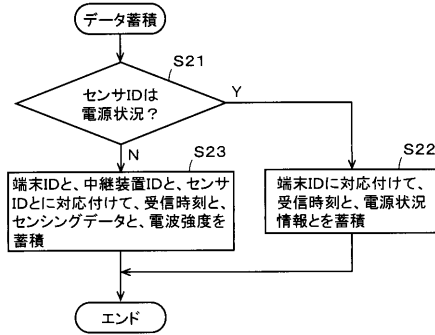
【図 14】



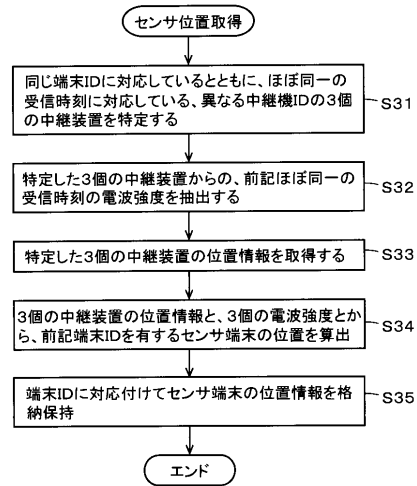
【図15】



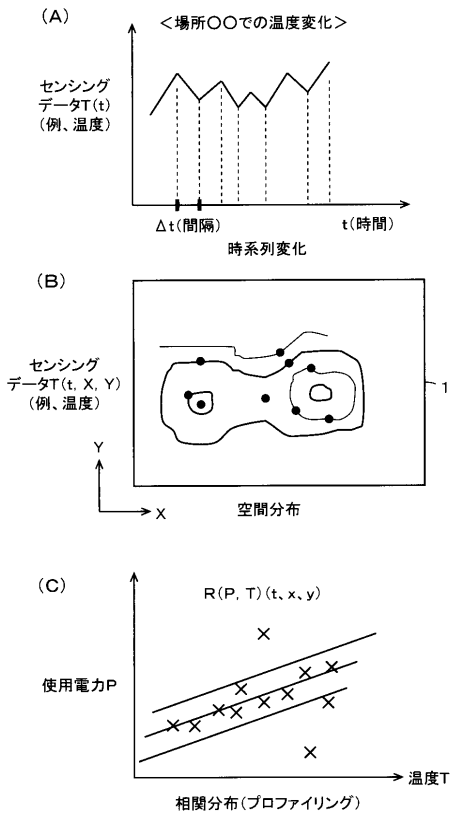
【図16】



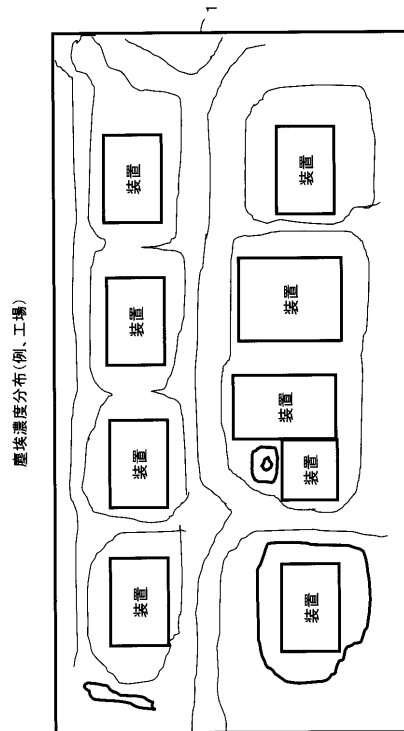
【図17】



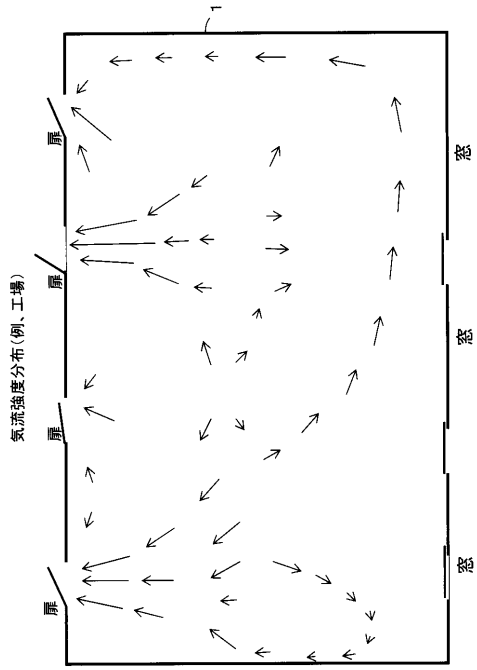
【図18】



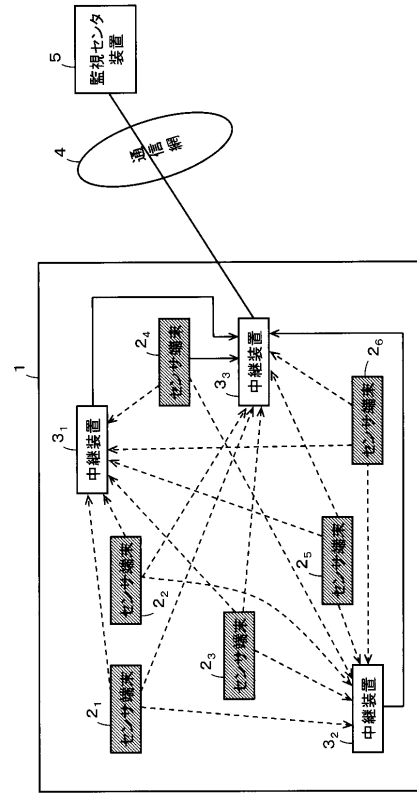
【図19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

- (72)発明者 荒川 雅夫
東京都千代田区神田佐久間河岸67 一般財団法人マイクロマシンセンター内
- (72)発明者 逆水 登志夫
東京都千代田区神田佐久間河岸67 一般財団法人マイクロマシンセンター内

審査官 井上 昌宏

- (56)参考文献 特開2008-075973(JP,A)
特開2011-180946(JP,A)
特開2000-251189(JP,A)
特開2005-147722(JP,A)
特開2004-024487(JP,A)
特開2008-121911(JP,A)
特開2004-258855(JP,A)
特開2006-069414(JP,A)
特開2006-333358(JP,A)
特開2010-124163(JP,A)
特開平10-197638(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08C13/00~25/04
G01K1/00~19/00
G01D9/00~9/42;15/00~15/34
H04L12/28~12/46