

(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2013-42364

(P2013-42364A)

(43) 公開日 平成25年2月28日(2013.2.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01Q 7/00 (2006.01)	H01Q 7/00	2F056
A61B 5/00 (2006.01)	A61B 5/00	4C038
A61B 5/11 (2006.01)	A61B 5/10	4C117
A61B 5/01 (2006.01)	A61B 5/00	5J021
G01K 1/02 (2006.01)	G01K 1/02	E
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2011-177917 (P2011-177917)
 (22) 出願日 平成23年8月16日 (2011.8.16)

(出願人による申告) 平成23年度、独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業 (CREST) 「安全・安心のためのアニマルウォッチセンサ端末の開発」産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 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
 (74) 代理人 100100077
 弁理士 大場 充
 (74) 代理人 100136010
 弁理士 堀川 美夕紀
 (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
 (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

最終頁に続く

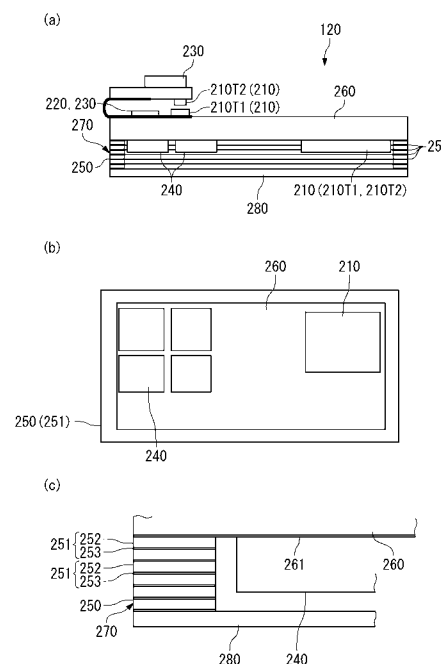
(54) 【発明の名称】 通信機器、鳥インフルエンザ監視システム

(57) 【要約】

【課題】コンパクトでありながらも高性能化を図ることのできる通信機器、鳥インフルエンザ監視システムを提供する。

【解決手段】アンテナ250を、基板260の表面に設けられた導体層261上に、基板260の外周縁部に沿って周方向に連続して口字状に環状をなす絶縁体層252と導体層253とからなる複数層のループアンテナ251が積層され、これら各層のループアンテナ251が並列接続された構成とした。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

回路基板と、
前記回路基板上に実装された電子部品と、
前記回路基板上に設けられ、前記電子部品の外周側を取り囲むように環状に設けられたループアンテナ部と、を備え、

前記ループアンテナ部は、前記回路基板上に、絶縁層と導電体層とを交互に複数組積層し、複数組の前記導電体層が並列接続されていることで形成されていることを特徴とする通信機器。

【請求項 2】

前記ループアンテナ部は、前記回路基板上に実装された前記電子部品の高さよりも高く形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の通信機器。

【請求項 3】

前記ループアンテナ部には、当該ループアンテナ部の内側空間を覆う蓋体が設けられていることを特徴とする請求項 2 に記載の通信機器。

【請求項 4】

温度および加速度の少なくとも一方を検出するセンサ部と、
前記センサ部で検出したデータを送信するため信号を生成する送信制御部と、をさらに備え、
前記ループアンテナ部は、前記送信制御部で生成された前記信号を送信することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の通信機器。

【請求項 5】

鳥インフルエンザ監視システムであって、
管理対象となる鳥に装着され、前記鳥の体温および加速度の少なくとも一方を測定するとともに、前記測定の結果をデータとして無線送信する端末と、
前記端末から送信された前記データに基づき、前記鳥の健康状態に異常が生じているか否かの判定を行う判定装置と、を備え、
前記端末が、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のループアンテナ部を備えた通信機器であることを特徴とする鳥インフルエンザ監視システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、鳥に装着されて、鳥インフルエンザの発生を監視するためのセンサ等に適用される通信機器、および鳥インフルエンザ監視システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

BSE 発生や鳥インフルエンザ流行などを契機に、最近「食の安全」に対する関心が急速に高まっている。このような食用に供する動物の健康管理は、オフラインのバイオ的検査手法が主に開発されてきた。しかしこれらの方法では、検査を迅速に行うことができず、かつ高コストであり、一般に普及させることができないものではなかった。そこで、このような動物の健康管理を、動物にセンサを装着し、無線によりセンサからの情報を収集することで行えないか、という検討が行われつつある。

【0003】

そこで、本発明者らは、加速度・傾斜・温度・血流・血圧・脈拍等、鳥の物理量変化に着目した。これらの物理量測定を行うセンサを管理対象となる鳥に装着し、センサから送信された測定結果のデータに基づいて鳥の行動状態を判定することで、鳥の健康状態を判定するのである（例えば、特許文献 1～4 参照）。

【0004】

ところで、上記したようなセンサにおいては、データを送受信するのに、ループアンテナを用いている。

10

20

30

40

50

アンテナには、大きく分けると、アンテナ自体が電界を発生することで電波を送受信する電界アンテナと、アンテナ自体が磁界を発生することで電波を送受信する磁界アンテナとがある。

上記のように動物にセンサを装着する場合、センサは動物の体表面に固定されるので、磁界アンテナを用いるのが好ましい。これは、動物の体は電解質からなるため、電界アンテナの場合、電界アンテナで発生した電界が動物の体に吸収されてしまい、電波を送信することが出来ないためである。

【 0 0 0 5 】

その点、磁界アンテナであるループアンテナはアンテナ自体で磁界を発生し、発生した磁界は動物の体に吸収されずに通過するため、センサを動物の体に装着した場合でも、電波を良好に送信することができる。

また、ループアンテナはコンパクトであり、動物の体に装着するセンサの小型化に寄与でき、この点からも動物のモニタリングをするためのセンサに用いるのに適している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 8 - 1 5 1 5 5 5 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 8 - 1 5 1 5 6 2 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 8 - 1 5 2 4 3 2 号 公 報

【 特許文献 4 】 特開 2 0 1 0 - 2 1 7 1 2 0 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

ところで、上記したようなループアンテナに高周波を流すと、ループアンテナを構成する導電体において、電流が導電体の表層部に集中し、いわゆる表皮効果の影響が大きくなっていく。電流が導電体の表層部に集中してしまうと、導電体の断面において電流が流れる部分の実質的な断面積が小さくなり、意図するほどの性能向上が得られないのである。

本発明は、このような技術的課題に基づいてなされたもので、コンパクトでありながらも高性能化を図ることのできる通信機器、およびそれを用いた鳥インフルエンザ監視システム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 】

【 0 0 0 8 】

かかる目的のもとになされた本発明の通信機器は、回路基板と、回路基板上に実装された電子部品と、回路基板上に設けられ、電子部品の外周側を取り囲むように環状に設けられたループアンテナ部と、を備え、ループアンテナ部は、回路基板上に、絶縁層と導電体層とを交互に複数層積層し、複数層の導電体層が並列接続されていることで形成されていることを特徴とする。

このようにして複数層に積層した導電体層を並列接続することで、表皮効果が生じたとしてもループアンテナ部全体としては、より大きな電流を流すことができる。

また、電子部品の外周側を取り囲むようにループアンテナ部を設けることで、電子部品を保護するとともに、ループアンテナ部の内方のスペースを有効利用して通信機器のコンパクト化を図ることができる。

このため、ループアンテナ部は、回路基板上に実装された電子部品の高さよりも高く形成するのが好ましい。

さらに、ループアンテナ部には、当該ループアンテナ部の内側空間を覆う蓋体を設けることもできる。

【 0 0 0 9 】

このような通信機器は、いかなる用途、構成にも適用できるが、例えば、温度および加速度の少なくとも一方を検出するセンサ部と、センサ部で検出したデータを送信するため信号を生成する送信制御部と、をさらに備え、ループアンテナ部は、送信制御部で生成さ

10

20

30

40

50

れた信号を送信する構成とすることができる。このような通信機器は、鳥の体温および加速度の少なくとも一方を測定するとともに、測定の結果をデータとして無線送信するセンサとして用いることができる。

【0010】

また、本発明は、管理対象となる鳥に装着され、鳥の体温および加速度の少なくとも一方を測定するとともに、測定の結果をデータとして無線送信する端末と、端末から送信されたデータに基づき、鳥の健康状態に異常が生じているか否かの判定を行う判定装置と、を備え、端末が、請求項1から4のいずれか一項に記載のループアンテナ部を備えた通信機器であることを特徴とする鳥インフルエンザ監視システムとすることもできる。

【発明の効果】

10

【0011】

本発明によれば、複数層に積層した導電体層を並列接続してループアンテナ部を構成することで、表皮効果が生じたとしてもループアンテナ部全体としては、より大きな電流を流すことができ、アンテナ性能を向上させることができる。しかも、電子部品の外周側を取り囲むようにループアンテナ部を設けることで、電子部品を保護するとともに、スペースを有効利用して通信機器のコンパクト化を図ることが可能となる。これにより、通信機器やセンサを、コンパクトでありながらも高性能化を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本実施の形態における鳥インフルエンザ監視システムを概念的に描いた図である。

20

【図2】センサの機能的な構成を示すブロック図である。

【図3】センサの外観を示す図である。

【図4】センサにおける鳥の状態を検出するための処理の流れを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面に示す実施の形態に基づいてこの発明を詳細に説明する。

図1に示すように、鳥インフルエンザ監視システム100は、管理区域110内で管理される鳥に装着される無線センサ端末（端末、通信機器）120、管理区域110内をカバーするように1つ又は複数個設置される中継局130、管理区域110内に設置される全ての中継局130を集中制御する中継局コントローラ140、送受信装置150、制御装置（判定装置）160などから構成される。

30

【0014】

管理区域110は、鳥舎等、鳥を飼育するために設けられたものである。

管理区域110内においては、無線センサ端末120と中継局130との間は無線により通信が行われる。

【0015】

無線センサ端末120は、鳥の姿勢や行動、バイタルサインなどを検出するセンサ群と、検出処理回路、通信回路、電源およびパワーマネジメントデバイスを高密度集積化した、鳥の健康状態をモニタするためのシステムインパッケージである。

40

この無線センサ端末120における測定データ（信号）は無線により送信される。送信された測定データは中継局130によって受信され、さらに、中継局コントローラ140に転送される。

【0016】

中継局130と中継局コントローラ140とは、無線又は有線の各種通信ネットワークを介して接続される。中継局コントローラ140は、管理区域110に設置される中継局130のみならず、他の管理区域112や114の中継局も制御し、これらの中継局で受信された無線センサ端末120のデータを集めて送受信装置150へと転送することもできる。

送受信装置150は、各種通信ネットワークを介して無線センサ端末120の測定デー

50

タを制御装置 160 へと送信する。

【0017】

制御装置 160 は、ハードウェア的にはコンピュータ装置であり、必要な機能を備えたソフトウェアを汎用のコンピュータにインストールすることで実現することができる。このため制御装置 160 の多くの機能は、一般的なコンピュータが備えている、CPU やメモリ、ネットワークアダプタ、モデム等のハードウェアと、ソフトウェアとの協働によって実現されている。

この制御装置 160 は、無線センサ端末 120 から送信された測定データに基づき、鳥インフルエンザの発生の有無を監視している。そして、無線センサ端末 120 から送信された測定データが、鳥インフルエンザの発生を示すものであると判定された場合には、その判定結果、すなわち鳥インフルエンザが発生したことを表す情報を、アラームの出力、印刷物のプリントアウト、予めインプットされた送付先への電子メールの送信等によって出力することもできる。制御装置 160 は管理区域 110 の近辺に設置されていてもよいが、全く離れた遠隔地に設置されていても良い。

【0018】

図 2 および図 3 (a)、(b) に示すように、無線センサ端末 120 は、例えば、所定の物理量を測定するセンサ部 210 と、無線センサ端末 120 として所定の動作を行うように各部をコントロールするための LSI 等から構成される回路からなるセンサ制御部 220 と、センサ制御部 220 の動作に必要な電力を蓄えるバッテリーやコンデンサ等からなる蓄電部 230 と、中継局 130 との間で電波の送受信を行うための通信制御を行うための通信制御部 240 と、アンテナ (ループアンテナ部) 250 とを、薄帯状 (フィルム状)、薄板状の基板 260 上に実装した超小型無線センサ端末である。

このような無線センサ端末 120 は、MEMS 加工技術などを用いることで、数 cm 四方以内の小型なものとすることができる。

【0019】

センサ部 210 は、対象物の加速度を測定する加速度センサ 210A と、対象物の温度 (体温) を検出する温度センサ 210T1、210T2 と、を備えている。ここで、温度センサ 210T1 は、MEMS 温度センサで 1 程度の精度で鳥の体温がある範囲内にあるかないかを判定するために用いられる。温度センサ 210T2 は、例えば半導体温度センサ (サーミスタ) であり、温度センサ 210T1 よりも高精度なものとされ、鳥の体温の検出値として外部に送信される体温データを測定するために用いられる。

なおここで、本実施形態では、二つの温度センサ 210T1、210T2 を備える構成としたが、もちろんこれを一つの温度センサにより構成することも可能である。

【0020】

アンテナ 250 は、基板 260 の表面に設けられた導体層 261 上に、基板 260 の表面の外周縁部に沿って、複数層のループアンテナ 251 が積層された構成となっている。ここで、図 3 (c) に示すように、各層のループアンテナ 251 は、基板 260 の外周縁部に沿って周方向に連続して口字状に環状をなす絶縁体層 252 と導体層 253 とから形成されている。これら各層のループアンテナ 251 は並列接続され、通信制御部 240 の制御によって信号の送受信を行う。

ここで導体層 261、253 には、銅や金等の薄膜を用いることができる。また、絶縁体層 252 は、基板 260 と共通の、例えばガラスエポキシ製の基板材料を用いることができる。具体的には、導体層 261 が表面に形成された基板 260、導体層 253 が表面に形成された絶縁体層 252 とともに、いわゆる電子基板材料を用いることができる。

本実施形態では、このようなループアンテナ 251 は、基板 260 の表面に、例えば 6 層に積層して設けられている。各層のループアンテナ 251 は、電子基板材料をルータ等の切断加工手段によりあらかじめ所定形状に形成しておき、これを積層して基板 260 上に接合すればよい。

【0021】

ループアンテナ 251 を上記のように複数層積層して設けることで、基板 260 の表面

10

20

30

40

50

においては、基板 260 上に実装された各種電子部品の外周部を囲う壁体 270 が形成されたような構成となる。この壁体 270 の高さは、基板 260 上に実装される各種電子部品の高さよりも大きくするのが好ましい。

【0022】

そして、壁体 270 上には、壁体 270 によって囲まれた空間を覆う蓋体 280 を設けるのが好ましい。この蓋体 280 は、いかなる材料で形成しても良いが、壁体 270 と同様、導体層 253 と絶縁体層 252 を有した電子基板材料を用いても良い。このとき、導体層 253 を、ループアンテナ 251 の一層分を形成するように、エッチング等により口字状に形成しておくのが好ましい。

【0023】

ここで、ループアンテナ 251 は、通信制御部 240 の制御により外部と信号通信を行う電波の周波数 f に対し、 $1/2nf$ (n は正の整数) の周長を有するように形成するのが好ましい。

本実施形態の無線センサ端末 120 においては、通信制御部 240 の制御により外部と信号通信を行う電波の周波数 f を、例えば 310 ~ 322 MHz とするのが好ましい。これは、無線センサ端末 120 を鳥に装着した場合、ループアンテナ 251 で発生する磁界の波長が小さすぎると、その磁界によって発生する電界が鳥の体を形成する電解質に吸収されてしまい、電波が外部に伝搬しにくくなるからである。上記範囲の周波数 f の電波を通信に用いることにより、ループアンテナ 251 で発生した磁界によって生じる電界が、鳥の体に吸収されず、電波を良好に伝搬させ、通信性能を向上させることができる。

【0024】

このような無線センサ端末 120 は、センサ制御部 220 により、予め記憶されたコンピュータプログラムに基づいて、以下に示すような動作を自動的に実行する。

図 4 に示すように、無線センサ端末 120 は、センサ制御部 220 に備えた図示しないタイマにより、一定時間毎に温度センサ 210 T1 で鳥の体温を検出し、検出された体温の測定結果は、図示しないメモリ等の送信バッファに記憶させる (ステップ S101)。そして、検出された体温が、予め定められた通常体温範囲 (例えば 30 ~ 42) 外であるか否かを判定し (ステップ S102)、通常体温範囲内であるときには、タイマをリセットし、ステップ S101 からの処理を、タイマにより一定時間毎に繰り返す。

一方、ステップ S102 において、検出された体温が、予め定められた範囲外であるときには、異常が生じているとして、まず、図示しない異常時タイマを起動させる (ステップ S103)。異常時タイマが起動すると、割り込み処理に移行し、温度センサ 210 T2 により鳥の体温を検出し (ステップ S104)、測定結果を図示しないメモリ等の送信バッファに記憶させる (ステップ S105)。

【0025】

通信制御部 240 において、送信フラグが ON となった時点で、送信バッファに記憶させた鳥の体温検出結果を、送信データとして制御装置 160 に送信する (ステップ S106、S107)。

そして、異常時タイマにより、予め定められた設定時間が経過し、タイムアウトとなった時点で、ステップ S101 に戻り、同様の処理を繰り返す (ステップ S108)。

これとともに、送信フラグを OFF とする (ステップ S109)。この送信フラグは、送信イベントの発生を禁止するタイマにおいて、所定時間が経過する毎に、ON となるよう、通信制御部 240 でコントロールされる。

【0026】

一方、加速度センサ 210 A では、鳥がその動作に伴って発生する加速度を継続的に検出している。

そして、検出された加速度に応じて出力される電圧が、予め定めた閾値電圧以上であったときには、センサ制御部 220 のカウンタで、そのカウンタ値を 1 つ加算する。つまり、カウンタでは、閾値電圧を越えた回数をカウントする (ステップ S110 ~ S111)。

。

10

20

30

40

50

そして、閾値電圧を越えた回数のカウント値が、予め定めた設定値以上となったときには、その時点で温度センサ 210 T1 において測定した鳥の体温データ、あるいはサーミスタ等のより精密な温度センサ 210 T2 で測定した鳥の体温データをメモリ等の送信バッファに送信して記憶させる（ステップ S112、S113、S104）。

【0027】

このようにして、まず、鳥の体温が、30～42 といった通常体温範囲内にある正常状態か、その範囲外の異常状態かが判定される。

そして、正常状態のときは、センサ制御部 220 は加速度センサ 210 A が振動することにより発生する電圧が、予め設定した閾値電圧を超えた回数をカウントし、その回数が閾値回数を超えたときに、その時点で温度センサ 210 T1 において測定した鳥の体温データ、あるいはより精密な温度センサ 210 T2 で測定した鳥の体温データを送信する。

一方、異常状態のときは、センサ制御部 220 は温度センサ 210 T1 において測定した鳥の体温データ、あるいはより精密な温度センサ 210 T2 で測定した鳥の体温データを一定間隔（例えば 10 分程度）で送信する。なお、異常状態が発生した場合、無線センサ端末 120 に、LED 等の発光素子やブザーを設けておき、光や音声等を出力することによって、異常が発生している個体（鳥）を容易に認識できるようにすることもできる。

このようなシステムとすることで、鳥インフルエンザの発生を判定するには必要十分な鳥の健康モニタリングを低消費電力で行うことができる。また、検出された鳥の体温が通常対応範囲内にある正常状態が長く続く場合においても、無線センサ端末 120 が正常に動作していることを確認することができる。

【0028】

上述したように、アンテナ 250 を、基板 260 の表面に設けられた導体層 261 上に、基板 260 の外周縁部に沿って周方向に連続して口字状に環状をなす絶縁体層 252 と導体層 253 とからなる複数層のループアンテナ 251 が積層され、これら各層のループアンテナ 251 が並列接続された構成とした。

これにより、それぞれのループアンテナ 251 で表皮効果が生じたとしても、アンテナ 250 全体では電流が流れる実質的な断面積を大きくすることができ、アンテナ性能の高性能化を図ることができる。

しかも、このようなループアンテナ 251 が積層されることによって壁体 270 が形成されており、その内側に各種電子部品を実装できるので、スペースの有効利用を図り、非常にコンパクトな構成とすることができるとともに、この壁体 270 を電子部品のカバーとして機能させることもできる。さらに、壁体 270 上に蓋体 280 を設けることで、カバーとしての機能性はさらに高まる。

【0029】

なお、上記実施の形態では、ループアンテナ 251 を複数層に積層したが、その積層数については何ら限定するものではない。また、蓋体 280 も、必須の構成ではない。

また、基板 260 の導体層 261 自体にループアンテナ 251 を設けることも可能であり、基板 260 が多層基板である場合には、複数層の導体層 261 にループアンテナ 251 を設けてもよい。

また、センサ部 210 の構成も、上記実施形態に示した構成に限らず、適宜他の構成とすることができる。

また、このような構成は、鳥インフルエンザ監視システム 100 に限らず、他の様々な用途に用いることが可能である。

これ以外にも、本発明の主旨を逸脱しない限り、上記実施の形態で挙げた構成を取捨選択したり、他の構成に適宜変更することが可能である。

【符号の説明】

【0030】

100 鳥インフルエンザ監視システム

120 無線センサ端末（端末、通信機器）

130 中継局

10

20

30

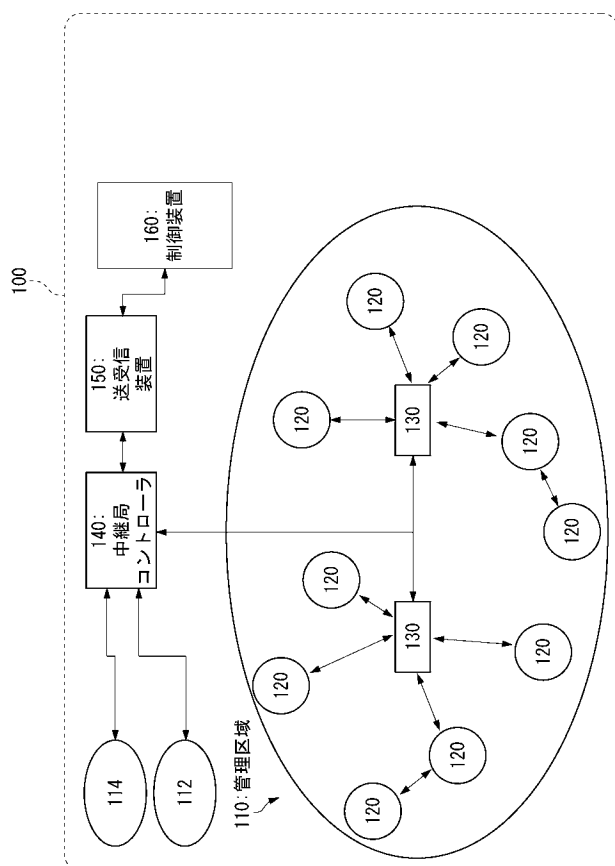
40

50

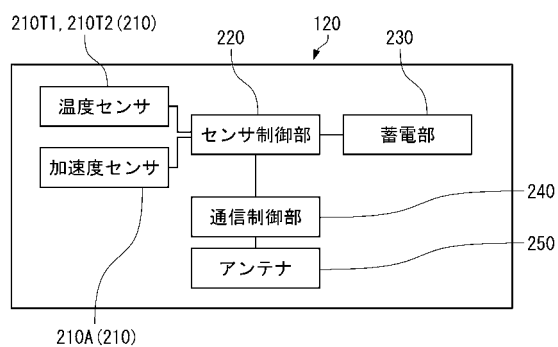
- 140 中継局コントローラ
- 150 送受信装置
- 160 制御装置 (判定装置)
- 210 センサ部
 - 210A 加速度センサ
 - 210T1 温度センサ
 - 210T2 温度センサ
- 220 センサ制御部
- 230 蓄電部
- 240 通信制御部
- 250 アンテナ (ループアンテナ部)
- 251 ループアンテナ
- 252 絶縁体層
- 253 導体層
- 260 基板
- 261 導体層
- 270 壁体
- 280 蓋体

10

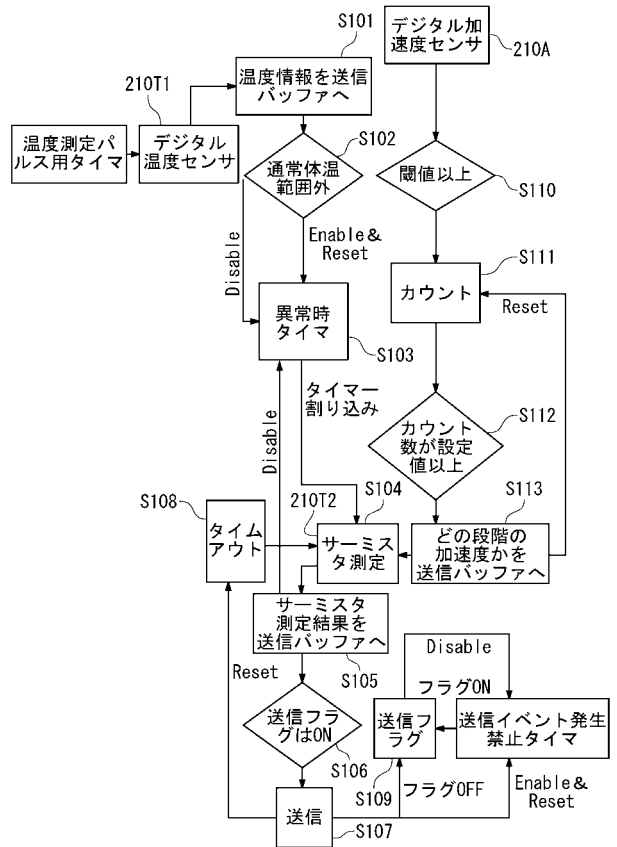
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 1 Q 23/00 (2006.01) H 0 1 Q 23/00

(72)発明者 増田 誉

東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内

Fターム(参考) 2F056 AE01 AE07

4C038 VA20 VB40 VC20

4C117 XA10 XB02 XC11 XC19 XE23 XE30 XE62 XF03 XG20 XH02

XJ05 XJ13 XJ24 XJ46 XJ47 XR02

5J021 AA01 AB04 JA08 JA10

专利名称(译)	通讯设备，禽流感监测系统		
公开(公告)号	JP2013042364A	公开(公告)日	2013-02-28
申请号	JP2011177917	申请日	2011-08-16
申请(专利权)人(译)	先进工业科学和技术研究院		
[标]发明人	伊藤寿浩 冈田浩尚 增田誉		
发明人	伊藤 寿浩 冈田 浩尚 增田 誉		
IPC分类号	H01Q7/00 A61B5/00 A61B5/11 A61B5/01 G01K1/02 H01Q23/00		
FI分类号	H01Q7/00 A61B5/00.102.C A61B5/10.310.A A61B5/00.101.D G01K1/02.E H01Q23/00 A61B5/01 A61B5/11		
F-TERM分类号	2F056/AE01 2F056/AE07 4C038/VA20 4C038/VB40 4C038/VC20 4C117/XA10 4C117/XB02 4C117/XC11 4C117/XC19 4C117/XE23 4C117/XE30 4C117/XE62 4C117/XF03 4C117/XG20 4C117/XH02 4C117/XJ05 4C117/XJ13 4C117/XJ24 4C117/XJ46 4C117/XJ47 4C117/XR02 5J021/AA01 5J021/AB04 5J021/JA08 5J021/JA10		
代理人(译)	大羽隆		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供紧凑但高性能的通信设备和禽流感监测系统。解决方案：提供了一种天线250，其中多个环形天线251，每个环形天线由绝缘体层252和导体形成。在基板260的表面上设置的导电层261和环形天线251上层叠有层253，层253沿着基板260的外周边缘沿圆周方向连续设置，以形成环形方形。各层的连接并联连接。