

(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2022-114103
(P2022-114103A)
 (43)公開日 令和4年8月5日(2022.8.5)

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 4 B 17/18 (2015.01) H 0 4 B 17/18
H 0 4 B 17/29 (2015.01) H 0 4 B 17/29 3 0 0
B 6 4 C 13/18 (2006.01) B 6 4 C 13/18 G
B 6 4 C 39/02 (2006.01) B 6 4 C 39/02
B 6 4 D 47/08 (2006.01) B 6 4 D 47/08

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 31 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2021-10240(P2021-10240)	(71)出願人	000227205 NECプラットフォームズ株式会社 神奈川県川崎市高津区北見方二丁目6番1号
(22)出願日	令和3年1月26日(2021.1.26)	(74)代理人	100103894 弁理士 家入 健
		(72)発明者	染野 徹 神奈川県川崎市高津区北見方二丁目6番1号 NECプラットフォームズ株式会社内

(54)【発明の名称】無人機、故障診断装置、故障診断方法、及びプログラム

(57)【要約】

【課題】安定した電波環境において受信した電波の受信レベルを用いて、無人機の故障診断を行うことができる無人機を提供すること。

【解決手段】本開示にかかる無人機10は、故障診断装置の位置情報を記憶する記憶部11と、無人機10の高度を測定する高度測定部12と、故障診断装置から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動するように飛行機構を制御する制御部13と、受信レベル測定位置において故障診断装置から発射される電波の受信レベルを測定する測定部14と、受信レベルの測定結果を用いて、無人機に障害が発生しているか否かを判定する障害判定部15と、を備える。

【選択図】図1

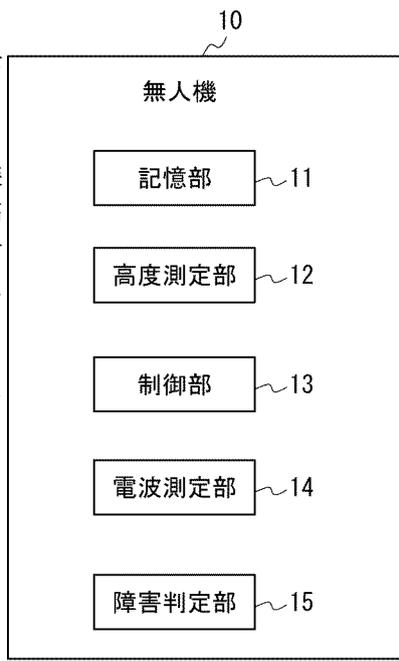


Fig. 1

【特許請求の範囲】

【請求項1】

故障診断装置の位置情報を記憶する記憶部と、
無人機の高度を測定する高度測定部と、
前記故障診断装置から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動するように飛行機構を制御する制御部と、
前記受信レベル測定位置において前記故障診断装置から発射される電波の受信レベルを測定する測定部と、
前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定する障害判定部と、を備える無人機。

10

【請求項2】

前記制御部は、
前記無人機に障害が発生していると判定された場合、着陸動作を行うように前記飛行機構を制御する、請求項1に記載の無人機。

【請求項3】

前記測定部は、
複数の電波のうち、前記故障診断装置の識別情報を含む電波の受信レベルを測定する、請求項1又は2に記載の無人機。

【請求項4】

前記無人機を操作する制御装置と無線通信する通信部をさらに備え、
前記記憶部は、
前記制御装置から、前記通信部を介して受信した前記故障診断装置の位置情報を記憶する、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の無人機。

20

【請求項5】

飛行中に前記無人機の周囲を撮影し、撮影画像を生成する撮影部をさらに備え、
前記測定部は、
前記撮影画像に含まれる地面の材質を特定し、特定した前記材質の反射情報を用いて前記故障診断装置から発射される電波の受信レベルを補正する、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の無人機。

30

【請求項6】

飛行中の無人機が、前記無人機から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動したか否かを判定する位置判定部と、
前記受信レベル測定位置に存在する前記無人機から発射される電波の受信レベルを測定する測定部と、
前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定する障害判定部と、を備える故障診断装置。

【請求項7】

前記障害判定部は、
前記無人機に障害が発生していると判定した場合、前記無人機へ着陸動作を行うよう指示するメッセージを送信する、請求項6に記載の故障診断装置。

40

【請求項8】

前記測定部は、
複数の電波のうち、前記無人機の識別情報を含む電波の受信レベルを測定する、請求項6又は7に記載の故障診断装置。

【請求項9】

無人機の高度を測定し、
故障診断装置から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動するように飛行機構を制御し、
前記受信レベル測定位置において前記故障診断装置から発射される電波の受信レベルを測定し、

50

前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定する、無人機において実行される故障診断方法。

【請求項10】

無人機の高度を測定し、故障診断装置から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動するように飛行機構を制御し、前記受信レベル測定位置において前記故障診断装置から発射される電波の受信レベルを測定し、前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定することをコンピュータに実行させるプログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、無人機、故障診断装置、故障診断方法、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、手軽に飛ばすことが可能であり、遠隔操作可能な無人機が、多くの箇所で使用されている。今後、無人機は、更に多くの利用が見込まれている。一方、無人機の落下事故が発生して問題となっている。落下事故の要因は、例えば、無人機の不具合、障害、もしくは故障等がある。現在、無人機のメンテナンスは、無人機の利用者に任されており、自動車の様に定期的な検査は必要とされない。そのため、故障の診断も無人機の利用者が行う必要があるが、無人機は小型の機体に多くのセンサ等が内蔵され、複雑な構成であるため、個人での故障診断は非常に難しい。

20

【0003】

引用文献1には、無人機と地上設備とが無線通信を行う無人機制御システムの構成が開示されている。引用文献1における無人機制御システムにおいては、無人機及び地上設備のそれぞれが受信した電波の受信レベルと、正常時の電波の受信レベルとの差が所定値以上の場合に、無人機又は地上設備に異常が発生したと判定する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2018-046426号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

飛行中の無人機が発射する電波を受信し、受信した電波の受信レベルを無人機の故障診断に用いる場合、安定した電波環境において電波の受信レベルを測定することが必要である。しかし、引用文献1における飛行中の無人機と、地上設備との間の無線環境は常に変化しており、地上設備および無人機が、安定した電波環境において電波を受信することが困難であるという問題がある。

40

【0006】

本開示の目的は、安定した電波環境において受信した電波の受信レベルを用いて、無人機の故障診断を行うことができる無人機、故障診断装置、制御装置、故障診断方法、及びプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の第1の態様にかかる無人機は、故障診断装置の位置情報を記憶する記憶部と、無人機の高度を測定する高度測定部と、前記故障診断装置から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動するように飛行機構を制御する制御部と、前記受信レベル測定位置において前記故障診断装置から発射される電波の受信レベルを測定す

50

る測定部と、前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定する障害判定部と、を備える。

【0008】

本開示の第2の態様にかかる故障診断装置は、飛行中の無人機が、前記無人機から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動したか否かを判定する位置判定部と、前記受信レベル測定位置に存在する前記無人機から発射される電波の受信レベルを測定する測定部と、前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定する障害判定部と、を備える。

【0009】

本開示の第3の態様にかかる制御装置は、飛行中の無人機が、前記無人機から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動したか否かを判定する位置判定部と、前記受信レベル測定位置に存在する前記無人機から発射される電波の受信レベルを測定する測定部と、前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定する障害判定部と、前記無人機と無線通信を行う通信部と、を備える。

【0010】

本開示の第4の態様にかかる故障診断方法は、無人機の高度を測定し、故障診断装置から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動するように飛行機構を制御し、前記受信レベル測定位置において前記故障診断装置から発射される電波の受信レベルを測定し、前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定する、無人機において実行される。

【0011】

本開示の第5の態様にかかるプログラムは、無人機の高度を測定し、故障診断装置から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動するように飛行機構を制御し、前記受信レベル測定位置において前記故障診断装置から発射される電波の受信レベルを測定し、前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定することをコンピュータに実行させる。

【発明の効果】

【0012】

本開示により、安定した電波環境において受信した電波の受信レベルを用いて、無人機の故障診断を行うことができる無人機、故障診断装置、制御装置、故障診断方法、及びプログラムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施の形態1にかかる無人機の構成図である。

【図2】実施の形態2にかかる通信システムの構成図である。

【図3】実施の形態2にかかる無人航空機の構成図である。

【図4】実施の形態2にかかるコントローラの構成図である。

【図5】実施の形態2にかかる故障診断装置の構成図である。

【図6】実施の形態2にかかる無人航空機における故障診断処理の流れを示す図である。

【図7】実施の形態2にかかる反射波の影響を説明する図である。

【図8】実施の形態2にかかる故障診断装置における故障診断処理の流れを示す図である。

【図9】実施の形態3にかかる通信システムの構成図である。

【図10】実施の形態3にかかる故障診断装置のアンテナ機構を示す図である。

【図11】実施の形態3にかかるコントローラの構成図である。

【図12】実施の形態3にかかる故障診断装置における故障診断処理の流れを示す図である。

【図13】実施の形態3にかかる無人航空機における故障診断処理の流れを示す図である。

【図14】それぞれの実施の形態にかかる各装置の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

(実施の形態1)

以下、図面を参照して本開示の実施の形態について説明する。図1を用いて実施の形態1にかかる無人機10の構成例について説明する。無人機10は、プロセッサがメモリに格納されたプログラムを実行することによって動作するコンピュータ装置であってもよい。例えば、無人機10は、無線通信回線を介して制御装置もしくはコントローラによって遠隔操作される小型飛行装置であってもよい。また、無人機10は、無人航空機と称されてもよい。

【0015】

無人機10は、記憶部11、高度測定部12、制御部13、電波測定部14、及び障害判定部15を有する。高度測定部12、制御部13、電波測定部14、及び障害判定部15等の無人機10の構成要素は、プロセッサがメモリに格納されたプログラムを実行することによって処理が実行されるソフトウェアもしくはモジュールであってもよい。または、無人機10の構成要素は、回路もしくはチップ等のハードウェアであってもよい。また、記憶部11は、無人機10に内蔵される内部メモリであってもよく、無人機10に取り付けられる外部メモリであってもよい。

【0016】

記憶部11は、故障診断装置の位置情報を記憶する。故障診断装置は、無人機10とは異なる装置であり、無人機10に故障が発生しているか否かを診断する装置である。故障診断装置は、例えば、地上に配置されてもよく、ユーザによって持ち運ばれてもよい。

【0017】

故障診断装置が地上に固定されている場合、記憶部11は、故障診断装置の位置情報を予め保持していてもよい。例えば、記憶部11は、無人機10が飛行を開始する前に、無人機10の管理者等から入力された故障診断装置の位置情報を記憶してもよい。位置情報は、例えば、緯度及び経度を示す情報であってもよく、さらに、位置情報には高度情報が含まれてもよい。故障診断装置が地上に固定されている場合、故障診断装置の高度情報は0とされてもよい。または、故障診断装置がユーザによって持ち運ばれている場合、記憶部11は、無線通信回線を介して故障診断装置もしくは故障診断装置の位置情報を管理する制御装置等から受信した故障診断装置の位置情報を記憶してもよい。

【0018】

高度測定部12は、無人機10の高度を測定する。無人機10の高度は、例えば、地面もしくは地表から無人機10までの高さを示す情報である。高度測定部12は、例えば、気圧の変換を用いて高度を測定する高度計、もしくは、GPS(Global Positioning System)であってもよい。もしくは、高度測定部12は、高度計もしくはGPSが組み合わされてもよい。もしくは、高度測定部12は、高度計もしくはGPS以外のセンサ等であってもよい。

【0019】

制御部13は、故障診断装置から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動するように飛行機構を制御する。受信レベル測定位置は、予め定められた位置であり、例えば、緯度、経度、及び高度によって定められてもよい。

【0020】

飛行機構は、無人機10を飛行させるための機構である。飛行機構は、例えば、垂直離着陸を可能とするための回転翼を含んでもよい。回転翼は、ローターもしくはプロペラ等と言い換えられてもよい。飛行機構を制御するとは、例えば、飛行機構である回転翼の回転数を変更させ、移動方向もしくは移動速度等を調整もしくは変化させることであってもよい。また、制御部13は、無人機10が受信レベル測定位置へ到達した場合に、受信レベル測定位置において停止してもよい。受信レベル測定位置において停止するとは、高度を維持した状態において停止することであり、停止飛行(ホバリング)することを意味する。

。

10

20

30

40

50

【0021】

予め定められた受信レベル測定位置は、例えば、故障診断装置を起点として、地面に実質的に垂直方向の線上の特定の高度の位置であってもよい。

【0022】

電波測定部14は、予め定められた受信レベル測定位置において、故障診断装置から発射される電波の受信レベルを測定する。

【0023】

障害判定部15は、受信レベルの測定結果を用いて、無人機10に障害が発生しているか否かを判定する。例えば、障害判定部15は、故障診断装置から発射された電波の受信レベルが、予め定められた範囲外の値である場合、無人機10に障害もしくは故障が発生していると判定する。例えば、障害判定部15は、無人機10に備えられている無線装置もしくは無線回路に障害が発生していると判定してもよい。

10

【0024】

以上説明したように、図1に示される無人機10は、予め定められた受信レベル測定位置へ移動し、受信レベル測定位置において、故障診断装置から発射される電波の受信レベルを測定する。障害判定部15は、予め定められた受信レベル測定位置において測定した電波の受信レベルを用いて、無人機10に障害が発生しているか否かを判定する。

【0025】

この結果、無人機10は、異なるタイミングにおいて電波の受信レベルを測定する場合であっても、予め定められた位置において電波の受信レベルを測定することによって、安定した電波環境において電波の受信レベルを測定することができる。無人機10は、安定した電波環境において電波の受信レベルを測定することによって、受信レベルを用いた障害有無の判定精度を向上させることができる。

20

【0026】

(実施の形態2)

続いて、図2を用いて実施の形態2にかかる通信システムの概略図を説明する。図2は、無人航空機101と、コントローラ111と、故障診断装置121とを示している。コントローラ111は、無人航空機101の動作を制御するために用いられる。図2においては、コントローラ111を保持するユーザが、無人航空機101を遠隔操作することが示されている。故障診断装置121は、発着地点131内に設置されていることが示されている。発着地点131は、無人航空機101の地上における発着地点である。もしくは、故障診断装置121は、発着地点131の外に設置されてもよい。

30

【0027】

無人航空機101は、コントローラ111及び故障診断装置121と無線通信し、コントローラ111は、故障診断装置121と無線通信する。それぞれの装置の間において実行される無線通信は、周波数帯域及び送信出力等が定められた無線設備を用いて行われる。例えば、無線通信には、Bluetooth(登録商標)もしくは無線LAN(Local Area Network)通信等の小電力データ通信システムが用いられてもよい。

【0028】

続いて、図3を用いて実施の形態2にかかる無人航空機101の構成例について説明する。無人航空機101は、アンテナ102、無線通信部103、制御部104、カメラ105、センサ106、GPS部107、飛行機構108、及び記憶部109を有している。無線通信部103及び制御部104は、プロセッサがメモリに格納されたプログラムを実行することによって処理が実行されるソフトウェアもしくはモジュールであってもよい。または、無線通信部103及び制御部104は、回路もしくはチップ等のハードウェアであってもよい。

40

【0029】

制御部104は、図1の高度測定部12、制御部13、電波測定部14、及び障害判定部15に相当する。つまり、制御部104はプロセッサに相当し、制御部104がメモリに格納されたプログラムを実行することによって、高度測定部12、制御部13、電波測定

50

部14、及び障害判定部15に関する処理が実行されてもよい。また、記憶部109は、図1の記憶部11に相当する。

【0030】

無線通信部103は、アンテナ102を介してデータを送信もしくは受信する。無線通信部103は、アンテナ102を介して送信するデータを変調し、もしくは、アンテナ102を介して受信するデータを復調する。また、複数のアンテナ102は、コントローラ111と無線通信するアンテナと、故障診断装置121と無線通信するアンテナとに分けられる。

【0031】

カメラ105は、無人航空機101が飛行中に地面を撮影する。撮影された画像は、地面の材質の判断に用いられる。センサ106は、複数のセンサを含んでもよい。例えば、センサ106は、ジャイロセンサ、加速度センサ、高度センサ、及び温度センサ等のうち少なくとも一つのセンサを含んでもよい。

【0032】

GPS (Global Positioning System) 部107は、GPS衛星と通信することによって、無人航空機101の位置を測定する。無人航空機101の位置は、例えば、緯度、経度、さらに、高度を用いることによって特定されてもよい。

【0033】

飛行機構108は、無人航空機101を飛行させるための機構である。飛行機構は、例えば、垂直離着陸を可能とするための回転翼を含んでもよい。回転翼は、ローターもしくはプロペラ等と言い換えられてもよい。無人航空機101は、複数のプロペラを含んでもよい。

【0034】

続いて、図4を用いて実施の形態2にかかるコントローラ111の構成例について説明する。コントローラ111は、アンテナ112、無線通信部113、制御部114、KEY部115、LCD (Liquid Crystal Display) 部116、GPS部117、及び記憶部118を有している。無線通信部113及び制御部114は、プロセッサがメモリに格納されたプログラムを実行することによって処理が実行されるソフトウェアもしくはモジュールであってもよい。または、無線通信部113及び制御部114は、回路もしくはチップ等のハードウェアであってもよい。

【0035】

無線通信部113は、アンテナ112を介してデータを送信もしくは受信する。無線通信部113は、アンテナ112を介して送信するデータを変調し、もしくは、アンテナ112を介して受信するデータを復調する。また、複数のアンテナ112は、無人航空機101と無線通信するアンテナと、故障診断装置121と無線通信するアンテナとに分けられる。

【0036】

KEY部115は、情報の入力部であり、コントローラ111のユーザは、KEY部115を介して操作情報を入力する。LCD部116は、各種情報を表示する。例えば、LCD部116は、無人航空機101の故障情報を表示する。

【0037】

GPS (Global Positioning System) 部117は、GPS衛星と通信することによって、コントローラ111の位置を測定する。コントローラ111の位置は、例えば、緯度、経度、さらに、高度を用いることに追って特定されてもよい。

【0038】

制御部114は、KEY部115を介して受け取った操作情報を、無線通信部113及びアンテナ112を介して無人航空機101へ送信し、無人航空機101を操作する。また、制御部114は、アンテナ112及び無線通信部113を介して受信した無人航空機101の故障情報をLCD部116へ出力し、LCD部116に故障情報を表示させる。制御部114は、無人航空機101の故障情報を、無人航空機101及び故障診断装置121の少な

10

20

30

40

50

くとも一方から受信してもよい。

【0039】

続いて、図5を用いて実施の形態2にかかる故障診断装置121の構成例について説明する。故障診断装置121は、アンテナ122、無線通信部123、制御部124、及び記憶部125を有している。無線通信部123及び制御部124は、プロセッサがメモリに格納されたプログラムを実行することによって処理が実行されるソフトウェアもしくはモジュールであってもよい。または、無線通信部123及び制御部124は、回路もしくはチップ等のハードウェアであってもよい。

【0040】

無線通信部123は、アンテナ122を介してデータを送信もしくは受信する。無線通信部123は、アンテナ122を介して送信するデータを変調し、もしくは、アンテナ122を介して受信するデータを復調する。また、複数のアンテナ122は、無人航空機101と無線通信するアンテナと、コントローラ111と無線通信するアンテナとに分けられる。

10

【0041】

アンテナ122は、無人航空機101のアンテナ102と対峙するように上向きに設置されてもよい。具体的には、アンテナ122は、地面と実質的に垂直方向に電波が発射されるように故障診断装置121に設置されてもよい。

【0042】

制御部124は、無線通信部123及びアンテナ122を介して受信したデータを用いて無人航空機101の故障診断を行う。

20

【0043】

続いて、図6を用いて実施の形態2にかかる無人航空機101における故障診断処理の流れについて説明する。無人航空機101の記憶部109には、故障診断処理を実行するにあたり、事前情報が記憶されている。事前情報には、故障診断装置121の位置、受信レベル測定位置、故障診断装置121のMAC(Media Access Control)アドレス、正常時の受信レベル範囲、及び、地面の材質に応じた反射情報、が含まれる。

【0044】

故障診断装置121の位置は、緯度及び経度を用いて示されてもよい。受信レベル測定位置は、緯度、経度、及び高度を用いて示されてもよい。受信レベル測定位置の緯度及び経度は、故障診断装置121の位置と同様であってもよい。正常時の受信レベル範囲とは、例えば、無人航空機101に故障が発生していない場合に、無人航空機101が、故障診断装置121から発射された電波を受信する際の受信レベルの範囲である。無人航空機101に故障が発生されていない状態において、事前に、無人航空機101と故障診断装置121との間において実際に電波を発射し、正常時の受信レベルを測定してもよい。正常時の受信レベル範囲は、事前に測定した受信レベルの結果が用いられてもよい。

30

【0045】

地面の材質に応じた反射情報は、例えば図7に示されるように、土、アスファルト、及びコンクリートにおける距離と空間ロスとの関係を示す情報であってもよい。距離は、無人航空機101と、故障診断装置121との間の距離を示す。

40

【0046】

図6に戻り、はじめに、無人航空機101は、予め定められた受信レベル測定位置へ移動する(S101)。受信レベル測定位置は、例えば、故障診断装置121の真上、つまり、故障診断装置121の設置場所の緯度及び経度と、予め定められた高度とによって定められていてもよい。例えば、制御部104は、記憶部109に格納されている受信レベル測定位置へ移動するように飛行機構108を制御する。例えば、制御部104は、プロペラの回転数を調整することによって、受信レベル測定位置までの移動方向、移動速度等を制御してもよい。制御部104は、コントローラ111から、受信レベル測定位置へ移動することを指示する情報を受信した場合に、受信レベル測定位置へ移動してもよい。もしくは、制御部104は、予め定められたタイミングに、自律的に受信レベル測定位置へ移

50

動してもよい。

【0047】

次に、無人航空機101は、受信レベル測定位置へ到達すると、故障診断装置121との間において無線接続する(S102)。無線接続するとは、無人航空機101が、故障診断装置121と通信可能な状態になることであってもよい。例えば、無人航空機101が、故障診断装置121へ接続要求信号を送信し、故障診断装置121から接続要求信号に対する応答信号を受信した場合に、無人航空機101と故障診断装置121との無線接続が完了してもよい。また、無人航空機101は、故障診断装置121との間において、互いの識別情報を交換することによって、通信可能な状態となってもよい。識別情報は、例えば、MACアドレスであってもよい。

10

【0048】

次に、制御部104は、故障診断装置121から発射された電波を受信し、受信レベルを検知する(S103)。

【0049】

ここで、制御部104は、検知した受信レベルを、地面の材質に応じて補正してもよい。例えば、制御部104は、ステップS102において無人航空機101が受信レベル測定位置へ移動した際に、カメラ105を用いて故障診断装置121周辺の地面を撮影する。さらに、制御部104は、撮影した画像を用いて、故障診断装置121周辺の地面の材質を特定する。例えば、記憶部109は、複数種類の地面の材質に関する特徴量に関する情報を事前に記憶しておき、制御部104は、撮影した画像における地面の特徴量と、記憶部109に記憶された特徴量とを比較することによって、地面の材質を特定してもよい。制御部104は、故障診断装置121との間の距離と、特定した地面の材質とを用いて、地面に反射された電波の反射波の影響を推定し、反射波の影響を除外するように、検知した受信レベルを補正する。

20

【0050】

例えば、制御部104は、無人航空機101が発射した電波の送信電力と、特定した地面の材質に関する空間ロスとを用いて、反射波の受信レベルを特定し、受信した電波の受信レベルから、反射波の受信レベルを除外してもよい。

【0051】

次に、制御部104は、検知した受信レベルが、正常時の受信レベル範囲内か否かを判定する(S104)。制御部104は、正常時の受信レベル範囲に関する情報を記憶部109から読み出し、検知した受信レベルと、正常時の受信レベル範囲とを比較する。

30

【0052】

制御部104は、検知した受信レベルが、正常時の受信レベル範囲内である場合、無人航空機101に故障が発生していないと判定し、通常動作を行う(S105)。通常動作は、コントローラ111の指示に従い動作することであってもよい。

【0053】

制御部104は、検知した受信レベルが、正常時の受信レベル範囲外であると判定した場合、無人航空機101に故障が発生していると判定する(S106)。例えば、制御部104は、検知した電波の受信レベルが正常時の受信レベル範囲外であるため、アンテナ102もしくは無線通信部103に故障が発生していると判定してもよい。また、制御部104は、複数のアンテナ102について、アンテナ毎に受信レベルが正常時の受信レベル範囲外であるか否かを判定してもよい。この場合、制御部104は、アンテナ毎に故障の発生有無を判定することができる。

40

【0054】

制御部104は、検知した受信レベルが正常時の受信レベル範囲外であると判定した場合、ステップS103に戻り、再度、故障診断装置121から発射された電波を受信し、受信レベルを検知してもよい。制御部104は、予め定められた回数連続して検知した受信レベルが正常時の受信レベル範囲外であると判定した場合、無人航空機101に故障が発生していると判定してもよい。

50

【0055】

制御部104は、無人航空機101に故障が発生していると判定した場合、無線通信部103及びアンテナ102を介して、コントローラ111へ、無人航空機101に故障が発生したこと通知する(S107)。制御部104は、故障が発生していないアンテナ102を用いて、コントローラ111へ故障の発生を通知してもよい。ただし、無線通信部103及びアンテナ102のいずれかに故障が発生し、コントローラ111と無線通信を行えない場合、ステップS106は実行されなくてもよい。次に、制御部104は、無人航空機101に故障が発生していると判定した場合、無人航空機101を地面に着陸させるように飛行機構108を制御する(S108)。

【0056】

続いて、図8を用いて、実施の形態2にかかる故障診断装置121における故障診断処理の流れについて説明する。図8の処理の流れにおいて、処理を実行する主体が図6とは異なるが、処理内容については図6と同様のステップについては、詳細な説明を省略する。また、記憶部125には、無人航空機101の記憶部109に記憶されている事前情報と同じ情報が記憶されていてもよい。

【0057】

はじめに、故障診断装置121は、無人航空機101が受信レベル測定位置へ移動したことを検出する(S201)。例えば、無線通信部123は、アンテナ122を介して無人航空機101から無線通信の接続要求に関する信号を受信した場合に、無人航空機101が受信レベル測定位置に到達したことを検出してもよい。

【0058】

ステップS202乃至ステップS204並びにステップS206乃至S207は、図6のステップS101乃至S104並びにステップS106乃至S107と同様であるため詳細な説明を省略する。ステップS204において、無線通信部123は、無人航空機101から発射された電波の受信レベルが受信レベル範囲内であると判定した場合、処理を終了する(S205)。

【0059】

ステップS207において、無線通信部123は、コントローラ111へ故障が発生したことを通知した後、無人航空機101へ着陸を行うことを伝えるための指示信号を送信する(S208)。

【0060】

以上説明したように、無人航空機101及び故障診断装置121は、無人航空機101が予め定められた受信レベル測定位置へ到達した際に、互いの装置から発射された電波を受信し、受信レベルを測定する。無人航空機101と故障診断装置121との間の無線通信に用いる周波数が一定である場合、受信レベルが変動する主な要因として、距離の変動が挙げられる。ここで、予め定められた受信レベル測定位置に到達した無人航空機101と、地面に設置されている故障診断装置121との間の距離は、一定である。つまり、無人航空機101及び故障診断装置121は、正常時の受信レベル範囲を測定した環境と類似する環境において、電波を受信することができる。その結果、無人航空機101及び故障診断装置121は、距離の変動を要因とする受信レベルの変動を除外することができるため、正確に故障診断を行うことができる。つまり、無人航空機101及び故障診断装置121は、正常時の受信レベル範囲を測定した環境と比較して、受信レベルの変動の少ない無線通信環境において、無人航空機101の故障診断を行うことができる。

【0061】

さらに、無人航空機101における受信レベルが変動する要因として、無人航空機101が発射した電波が地面に反射したことによる反射波の影響が挙げられる。そのため、無人航空機101は、地面の材質に応じた反射情報を管理しており、受信した電波の受信レベルから、反射波の影響を除外することによって、受信レベルの変動をさらに抑えることができる。

【0062】

さらに、無人航空機101及び故障診断装置121における受信レベルが変動する要因として、他の装置等から発射される電波の影響が挙げられる。そのため、無人航空機101及び故障診断装置121は、受信した電波を復調し、電波の送信元のMACアドレスを特定してもよい。無人航空機101及び故障診断装置121は、互いのMACアドレスを保持しておき、保持しているMACアドレスと異なるMACアドレスの装置から受信した電波の受信レベルを除外してもよい。その結果、無人航空機101及び故障診断装置121は、受信レベルの変動をさらに抑えることができる。

【0063】

(実施の形態3)

続いて、図9を用いて実施の形態3にかかる通信システムの概略図を示す。図9は、無人航空機201と、コントローラ211と、故障診断装置221とを示している。図9においては、コントローラ211と故障診断装置221とが一体として用いられていることを示している。言い換えると、ユーザは、コントローラ211とともに故障診断装置221を持ち運ぶ。故障診断装置221は、コントローラ211の内部に設けられてもよく、コントローラ211の外部に取り付けられてもよい。

10

【0064】

続いて、図10を用いて故障診断装置221におけるアンテナ機構について説明する。故障診断装置221におけるアンテナ機構は、アンテナ301、板状部材302、支持部材303、及び筐体304を有している。板状部材302は、例えば、矩形の形状であってもよい。支持部材303は、例えば、棒状の形状であり、断面が円形状であってもよい。アンテナ301は、板状部材302の表面に取り付けられている。板状部材302は、支持部材303を介して筐体304に取り付けられている。支持部材303は、回転可能に筐体304に取り付けられている。ユーザが故障診断装置221を持ち運ぶことによって、筐体304が傾くことがある。このような場合、支持部材303が回転することによって、板状部材302は、板状部材302の表面が地面に対して実質的に垂直な方向に位置するように姿勢が保たれる。

20

【0065】

アンテナ301は、板状部材302の表面が地面に対して実質的に垂直な方向に位置する際に、地面に垂直な方向であっても、コントローラ211の上方に電波が発射されるように板状部材302の表面に取り付けられる。その結果、ユーザがコントローラ211を持ち運ぶ際に、故障診断装置221が傾いたとしても、故障診断装置221のアンテナから発射される電波は、実質的に地面に垂直方向へ発射される。

30

【0066】

続いて、図11を用いて実施の形態3にかかるコントローラ211の構成例について説明する。図11のコントローラ211は、故障診断装置221を内蔵する構成を示している。図11のコントローラ211は、図4のコントローラ111に、アンテナ212及び無線通信部213が追加された構成となっている。また、コントローラ211は、図4のコントローラ111の制御部114が、制御部214に置き換えられている。アンテナ212及び無線通信部213は、図5の故障診断装置121のアンテナ122及び無線通信部123に相当する。制御部214は、図4のコントローラ111の制御部114と、図5の故障診断装置121の制御部124との両方の動作及び機能を実行する。

40

【0067】

続いて、図12を用いて実施の形態3にかかる、コントローラ211における故障診断処理の流れについて説明する。図12の処理の流れは、図8のステップS201の前に、ステップS301が追加されている。ステップS301以外のステップについては、図8と同様であるため詳細な説明を省略する。

【0068】

実施の形態3においては、故障診断装置221は、ユーザとともに移動する。そのため、ステップS301において、コントローラ211は、故障診断装置221の位置情報を無人航空機201へ送信する。故障診断装置221の位置情報は、コントローラ211の位

50

置情報と同様である。コントローラ 2 1 1 の位置情報は、緯度及び経度を用いて示されてもよい。

【0069】

コントローラ 2 1 1 は、無人航空機 2 0 1 を操作するために、無線通信部 1 1 3 及びアンテナ 1 1 2 を介して、無人航空機 2 0 1 と無線通信を行っている。そのため、制御部 2 1 4 は、GPS 部 1 1 7 からコントローラ 2 1 1 の現在位置を取得して、無線通信部 1 1 3 及びアンテナ 1 1 2 を介して、無人航空機 2 0 1 へコントローラ 2 1 1 の位置情報を送信する。

【0070】

ステップ S 3 0 1 以降の処理は、図 8 と同様であるため詳細な説明を省略する。

10

【0071】

続いて、図 1 3 を用いて実施の形態 3 にかかる、無人航空機 2 0 1 における故障診断処理の流れについて説明する。図 1 3 の処理の流れは、図 6 のステップ 1 0 1 の前に、ステップ S 4 0 1 が追加されている。ステップ S 4 0 1 以外のステップについては、図 6 と同様であるため詳細な説明を省略する。

【0072】

はじめに、無人航空機 2 0 1 は、コントローラ 2 1 1 から故障診断装置 2 2 1 の位置情報を受信する (S 4 0 1)。次に、無人航空機 2 0 1 は、受信レベル測定位置へ移動する (S 1 0 1)。受信レベル測定位置は、故障診断装置 2 2 1 の上方となる。そのため、無人航空機 2 0 1 は、コントローラ 2 1 1 から受信した位置情報が示す方向へ移動し、さらに、受信レベル測定位置として予め定められた高度の位置へ移動する。

20

【0073】

ステップ S 1 0 1 以降の処理の流れは、図 6 と同様であるため詳細な説明を省略する。

【0074】

ここで、故障診断装置 2 2 1 に相当するアンテナ 2 1 2 及び無線通信部 2 1 3 は、地面から離れているため、無人航空機 2 0 1 から発射された電波を直接受信するとともに、地面からの反射波として受信することもある。このような場合、コントローラ 2 1 1 は、無人航空機 2 0 1 と同様にカメラを用いて地面を撮影し、撮影した地面の画像から地面の材質を特定してもよい。さらに、コントローラ 2 1 1 は、無人航空機 2 0 1 と同様に、地面の材質に応じて定まる空間ロスを考慮して、反射波の影響を除外してもよい。

30

【0075】

以上説明したように、実施の形態 3 にかかる通信システムにおいては、故障診断装置 2 2 1 が地面に設置されていない。さらに、故障診断装置 2 2 1 がコントローラ 2 1 1 とともに移動する場合であっても、無人航空機 2 0 1 と故障診断装置 2 2 1 とは、安定した無線環境において無線通信することができる。

【0076】

また、実施の形態 3 においては、故障診断装置 2 2 1 は、コントローラ 2 1 1 もしくは故障診断装置 2 2 1 が傾いた場合であっても電波を実質的に地面と垂直方向へ発射するようなアンテナ機構を有している。ここで、故障診断装置 2 2 1 が、このようなアンテナ機構を有していない場合には、コントローラ 2 1 1 は、ジャイロセンサを用いてコントローラ 2 1 1 の傾きを検知し、検知結果を LCD 部 1 1 6 へ出力してもよい。ユーザは、LCD 部 1 1 6 に出力された傾きの情報に基づいて、コントローラを地面に対して水平方向に保つようにコントローラの傾きを調整する。ここで、故障診断装置 2 2 1 のアンテナ 2 1 2 は、コントローラ 2 1 1 が地面に対して水平な状態において、地面に対して垂直方向へ電波を発射する位置に設置されているとする。

40

【0077】

ユーザが、コントローラを地面に対して水平方向に保つようにコントローラの傾きを調整することによって、アンテナ 2 1 2 から発射される電波は、コントローラ 2 1 1 の実質的に地面と垂直方向へ発射される。また、コントローラ 2 1 1 は、コントローラが地面に対して水平に保たれていることを検知した場合に、アンテナ 2 1 2 から電波を発射してもよ

50

い。コントローラが地面に対して水平に保たれるとは、コントローラの地面に対する傾きが所定値以下の場合を含む。

【0078】

このように、コントローラ211が電波を実質的に地面と垂直方向へ発射するようなアンテナ機構を有していない場合においても、ジャイロセンサを用いることによって実施の形態3と同様の効果を得ることができる。

【0079】

図14は、無人機10、無人航空機101、コントローラ111、故障診断装置121、無人航空機201、コントローラ211等（以下、無人機10等とする）の構成例を示すブロック図である。図14を参照すると、無人機10等は、ネットワークインタフェース1201、プロセッサ1202、及びメモリ1203を含む。ネットワークインタフェース1201は、他の装置と通信するために使用されてもよい。ネットワークインタフェース1201は、例えば、IEEE 802.3 seriesに準拠したネットワークインタフェースカード（NIC）を含んでもよい。IEEEは、Institute of Electrical and Electronics Engineersを表す。

10

【0080】

プロセッサ1202は、メモリ1203からソフトウェア（コンピュータプログラム）を読み出して実行することで、上述の実施形態においてフローチャートを用いて説明された無人機10等の処理を行う。プロセッサ1202は、例えば、マイクロプロセッサ、MPU、又はCPUであってもよい。プロセッサ1202は、複数のプロセッサを含んでもよい。

20

【0081】

メモリ1203は、揮発性メモリ及び不揮発性メモリの組み合わせによって構成される。メモリ1203は、プロセッサ1202から離れて配置されたストレージを含んでもよい。この場合、プロセッサ1202は、図示されていないI/O（Input/Output）インタフェースを介してメモリ1203にアクセスしてもよい。

【0082】

図14の例では、メモリ1203は、ソフトウェアモジュール群を格納するために使用される。プロセッサ1202は、これらのソフトウェアモジュール群をメモリ1203から読み出して実行することで、上述の実施形態において説明された無人機10等の処理を行うことができる。

30

【0083】

図14を用いて説明したように、上述の実施形態における無人機10等が有するプロセッサの各々は、図面を用いて説明されたアルゴリズムをコンピュータに行わせるための命令群を含む1又は複数のプログラムを実行する。

【0084】

上述の例において、プログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体（non-transitory computer readable medium）を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体（tangible storage medium）を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体（例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ）、光磁気記録媒体（例えば光磁気ディスク）、CD-ROM（Read Only Memory）、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ（例えば、マスクROM、PROM（Programmable ROM）、EPROM（Erasable PROM）、フラッシュROM、RAM（Random Access Memory））を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体（transitory computer readable medium）によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

40

【0085】

なお、本開示は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変

50

更することが可能である。

【0086】

上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

(付記1)

故障診断装置の位置情報を記憶する記憶部と、
無人機の高度を測定する高度測定部と、
前記故障診断装置から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動するように飛行機構を制御する制御部と、
前記受信レベル測定位置において前記故障診断装置から発射される電波の受信レベルを測定する測定部と、
前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定する障害判定部と、を備える無人機。

10

(付記2)

前記制御部は、
前記無人機に障害が発生していると判定された場合、着陸動作を行うように前記飛行機構を制御する、付記1に記載の無人機。

(付記3)

前記測定部は、
複数の電波のうち、前記故障診断装置の識別情報を含む電波の受信レベルを測定する、付記1又は2に記載の無人機。

20

(付記4)

前記無人機を操作する制御装置と無線通信する通信部をさらに備え、
前記記憶部は、
前記制御装置から、前記通信部を介して受信した前記故障診断装置の位置情報を記憶する、付記1乃至3のいずれか1項に記載の無人機。

(付記5)

飛行中に前記無人機の周囲を撮影し、撮影画像を生成する撮影部をさらに備え、
前記測定部は、
前記撮影画像に含まれる地面の材質を特定し、特定した前記材質の反射情報を用いて前記故障診断装置から発射される電波の受信レベルを補正する、付記1乃至4のいずれか1項に記載の無人機。

30

(付記6)

飛行中の無人機が、前記無人機から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動したか否かを判定する位置判定部と、
前記受信レベル測定位置に存在する前記無人機から発射される電波の受信レベルを測定する測定部と、
前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定する障害判定部と、を備える故障診断装置。

40

(付記7)

前記障害判定部は、
前記無人機に障害が発生していると判定した場合、前記無人機へ着陸動作を行うよう指示するメッセージを送信する、付記6に記載の故障診断装置。

(付記8)

前記測定部は、
複数の電波のうち、前記無人機の識別情報を含む電波の受信レベルを測定する、付記6又は7に記載の故障診断装置。

(付記9)

飛行中の無人機が、前記無人機から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動したか否かを判定する位置判定部と、

50

前記受信レベル測定位置に存在する前記無人機から発射される電波の受信レベルを測定する測定部と、
 前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定する障害判定部と、
 前記無人機と無線通信を行う通信部と、を備える制御装置。

(付記 10)

前記制御装置の周囲を撮影し、撮影画像を生成する撮影部をさらに備え、
 前記測定部は、
 前記撮影画像に含まれる地面の材質を特定し、特定した前記材質の反射情報を用いて前記無人機から発射される電波の受信レベルを補正する、付記 9 に記載の制御装置。

10

(付記 11)

電波を受信もしくは発射するアンテナと、
 前記制御装置の傾きに対して、前記アンテナの指向性を実質的に地面と垂直方向へ保つように前記アンテナの方向を制御するアンテナ機構と、をさらに備える、付記 9 又は 10 に記載の制御装置。

(付記 12)

無人機の高度を測定し、
 故障診断装置から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動するように飛行機構を制御し、
 前記受信レベル測定位置において前記故障診断装置から発射される電波の受信レベルを測定し、
 前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定する、無人機において実行される故障診断方法。

20

(付記 13)

飛行中の無人機が、前記無人機から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動したか否かを判定し、
 前記受信レベル測定位置に存在する前記無人機から発射される電波の受信レベルを測定し、
 前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定する、故障診断装置において実行される故障診断方法。

30

(付記 14)

無人機の高度を測定し、
 故障診断装置から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動するように飛行機構を制御し、
 前記受信レベル測定位置において前記故障診断装置から発射される電波の受信レベルを測定し、
 前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定することをコンピュータに実行させるプログラム。

(付記 15)

飛行中の無人機が、前記無人機から発射される電波の受信レベル測定位置として予め定められた位置へ移動したか否かを判定し、
 前記受信レベル測定位置に存在する前記無人機から発射される電波の受信レベルを測定し、
 前記受信レベルの測定結果を用いて、前記無人機に障害が発生しているか否かを判定することをコンピュータに実行させるプログラム。

40

【符号の説明】

【0087】

10 無人機

11 記憶部

12 高度測定部

50

1 3	制御部	
1 4	電波測定部	
1 5	障害判定部	
1 0 1	無人航空機	
1 0 2	アンテナ	
1 0 3	無線通信部	
1 0 4	制御部	
1 0 5	カメラ	
1 0 6	センサ	
1 0 7	G P S 部	10
1 0 8	飛行機構	
1 0 9	記憶部	
1 1 1	コントローラ	
1 1 2	アンテナ	
1 1 3	無線通信部	
1 1 4	制御部	
1 1 5	KEY部	
1 1 6	LCD部	
1 1 7	G P S 部	
1 1 8	記憶部	20
1 2 1	故障診断装置	
1 2 2	アンテナ	
1 2 3	無線通信部	
1 2 4	制御部	
1 2 5	記憶部	
1 3 1	発着地点	
2 0 1	無人航空機	
2 1 1	コントローラ	
2 1 2	アンテナ	
2 1 3	無線通信部	30
2 1 4	制御部	
2 2 1	故障診断装置	
3 0 1	アンテナ	
3 0 2	板状部材	
3 0 3	支持部材	
3 0 4	筐体	

40

50

【図1】

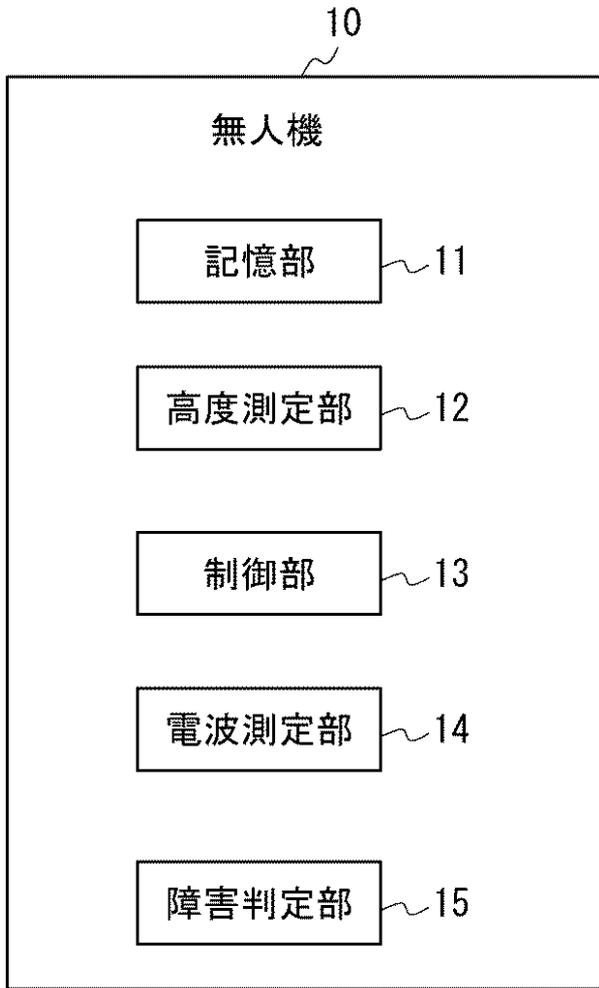


Fig. 1

10

20

30

40

50

【図 2】

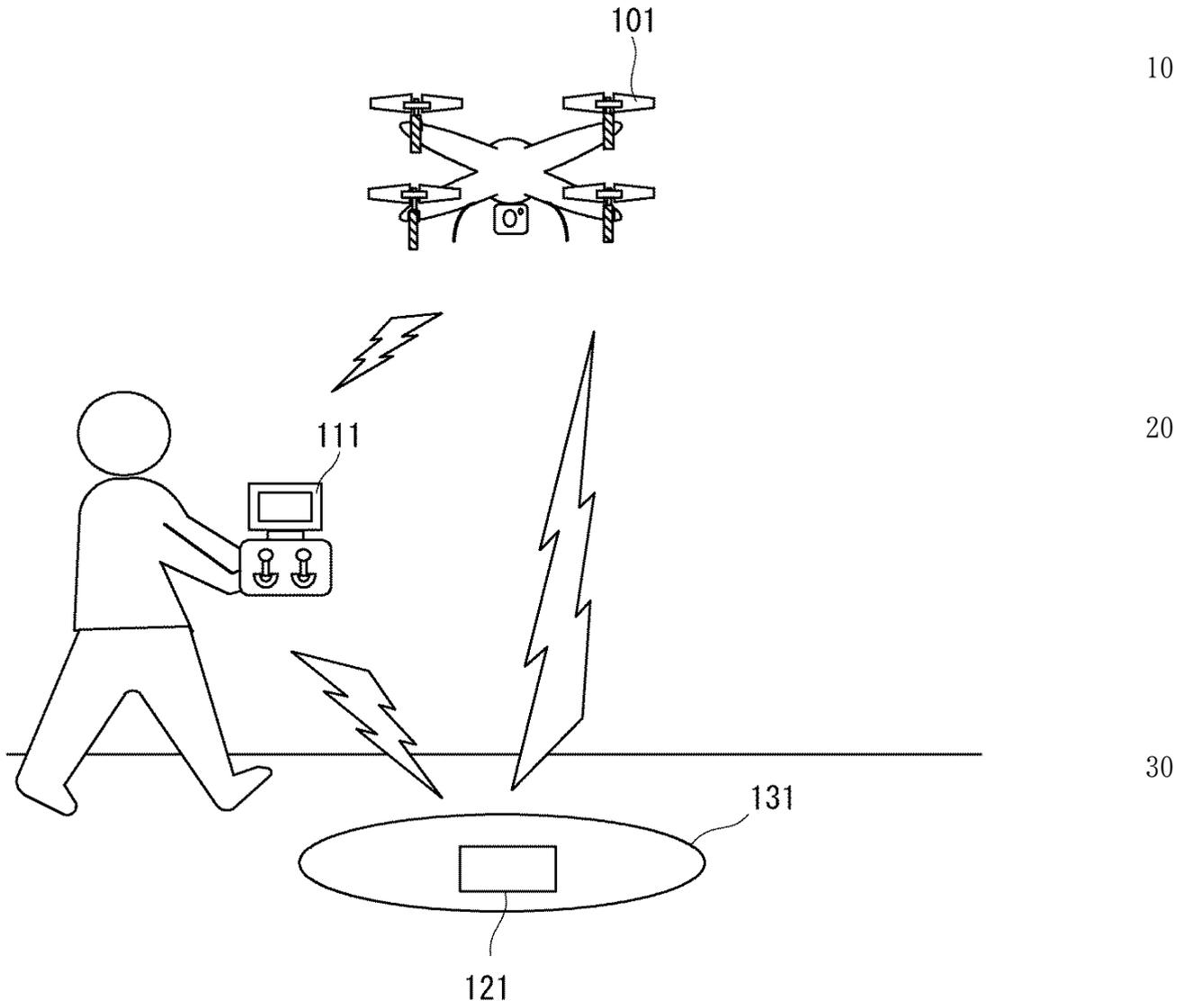


Fig. 2

10

20

30

40

50

【図3】

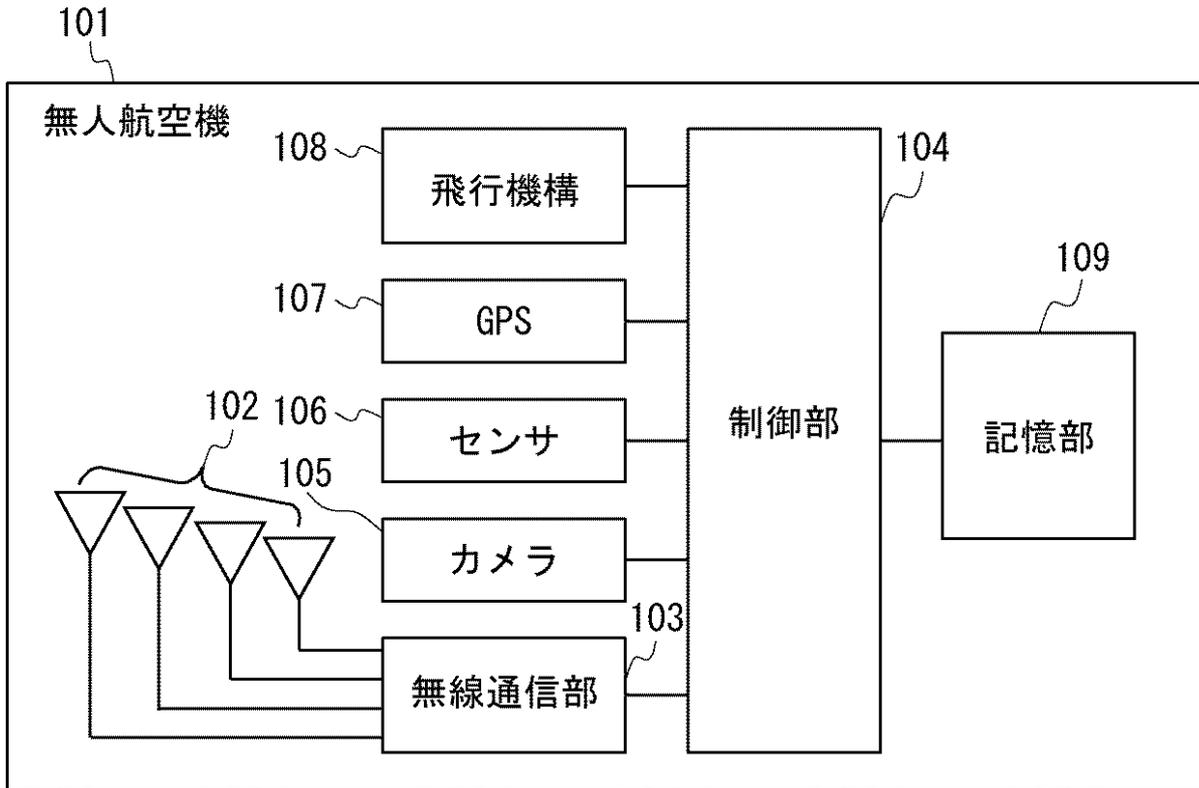


Fig. 3

10

20

30

40

50

【図4】

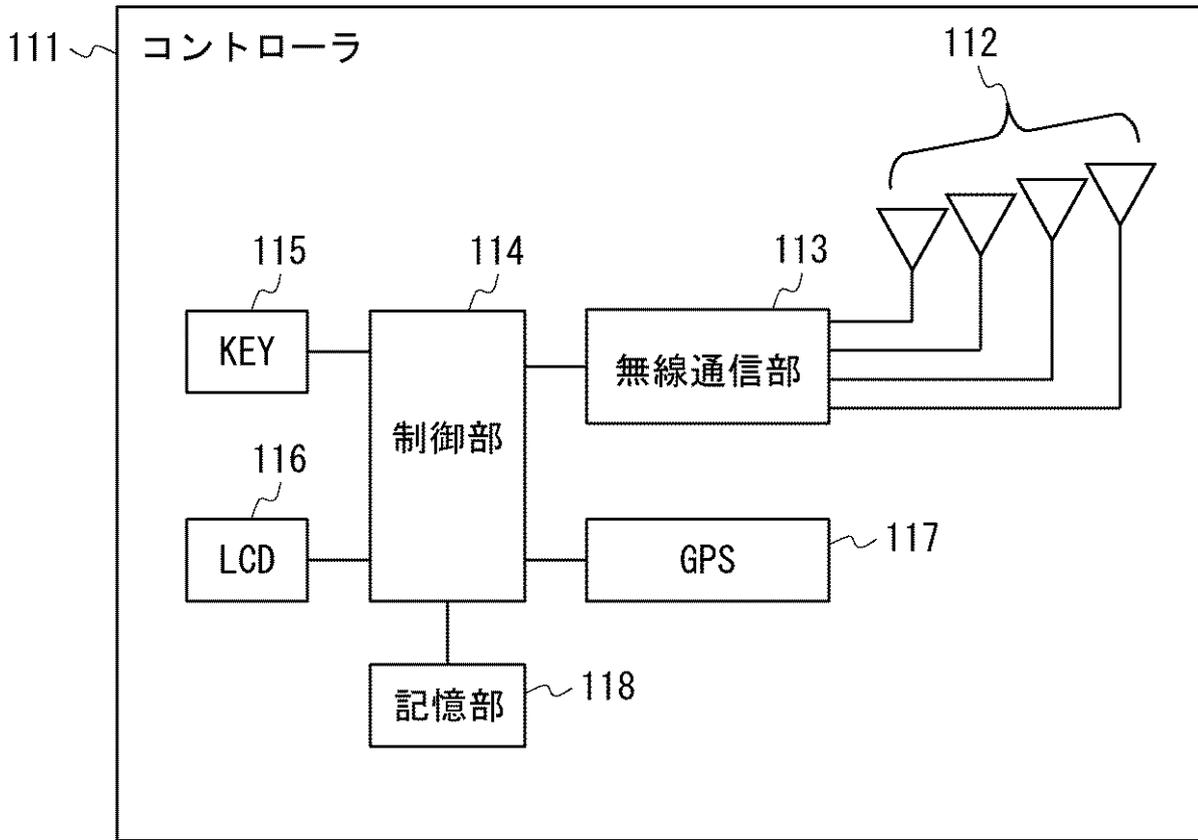


Fig. 4

10

20

30

40

50

【図5】

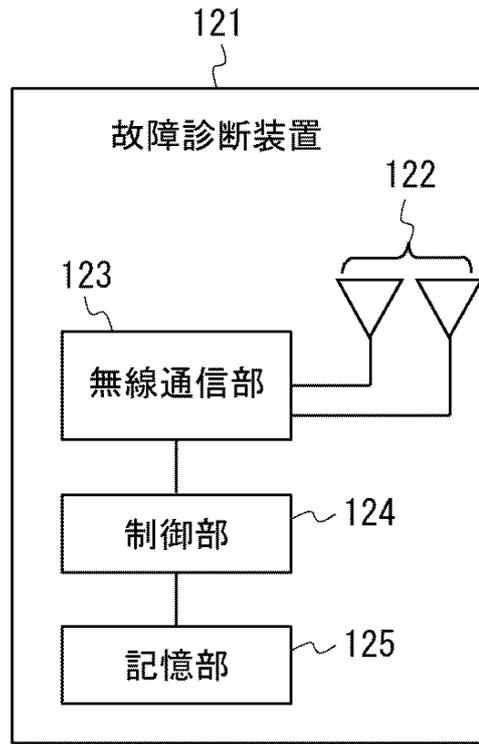


Fig. 5

10

20

30

40

50

【図6】

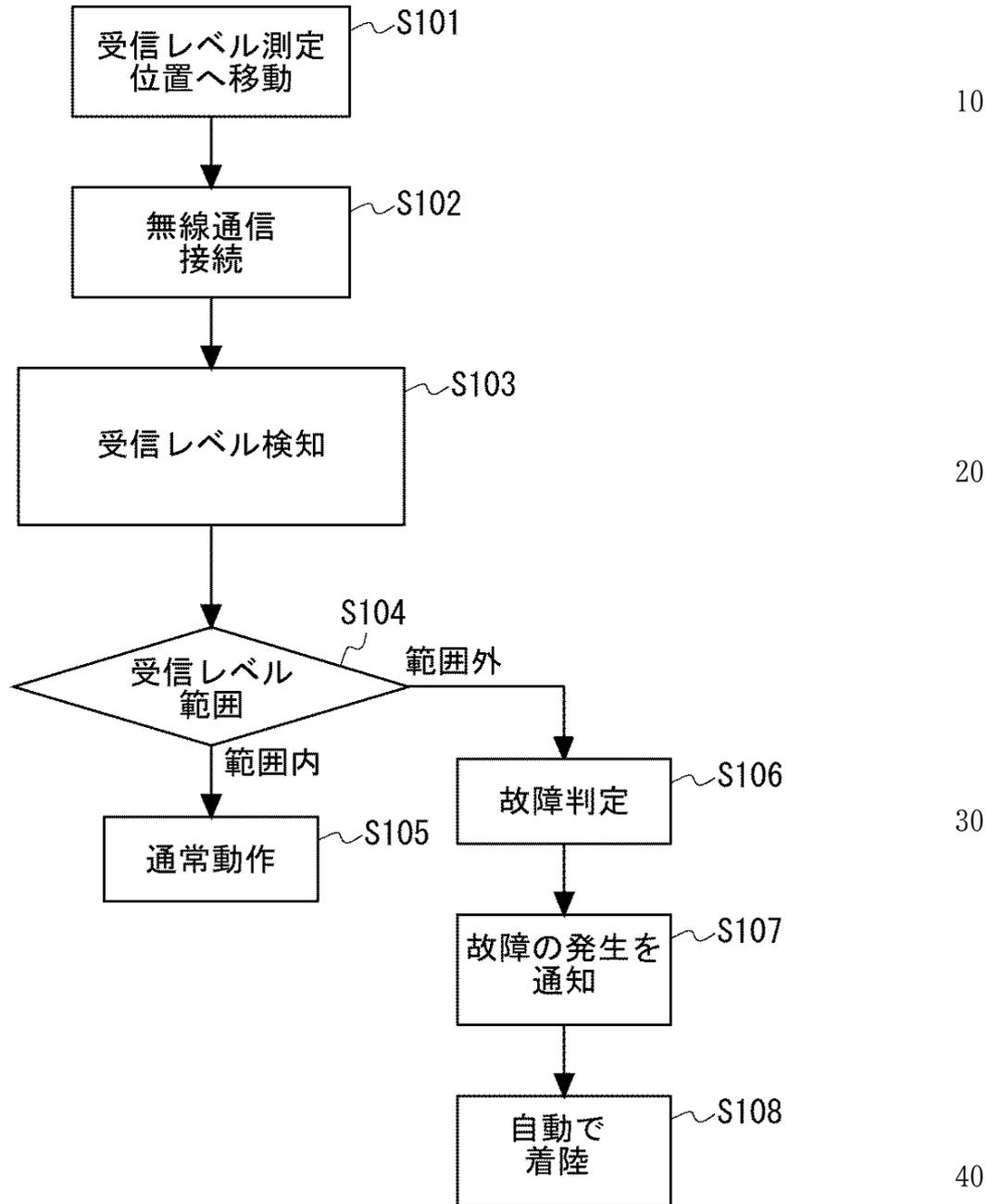


Fig. 6

10

20

30

40

50

【図7】

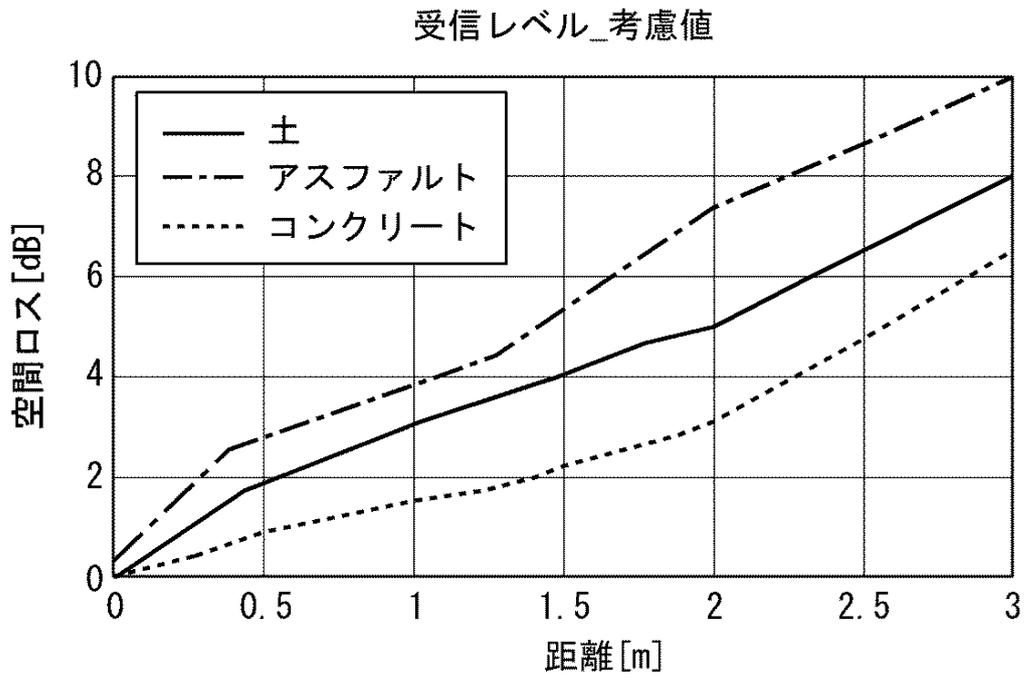


Fig. 7

10

20

30

40

50

【図8】

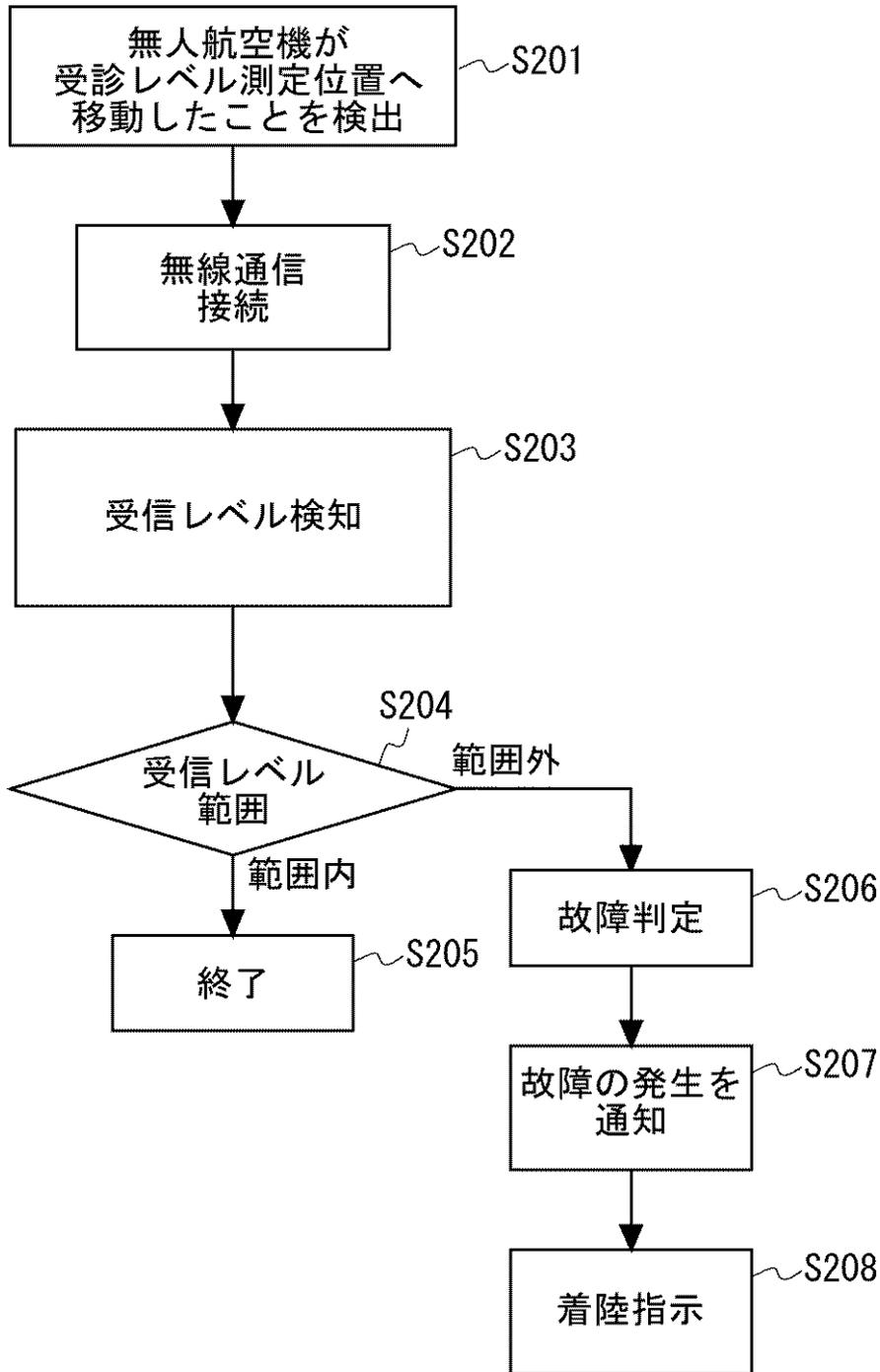


Fig. 8

10

20

30

40

50

【図9】

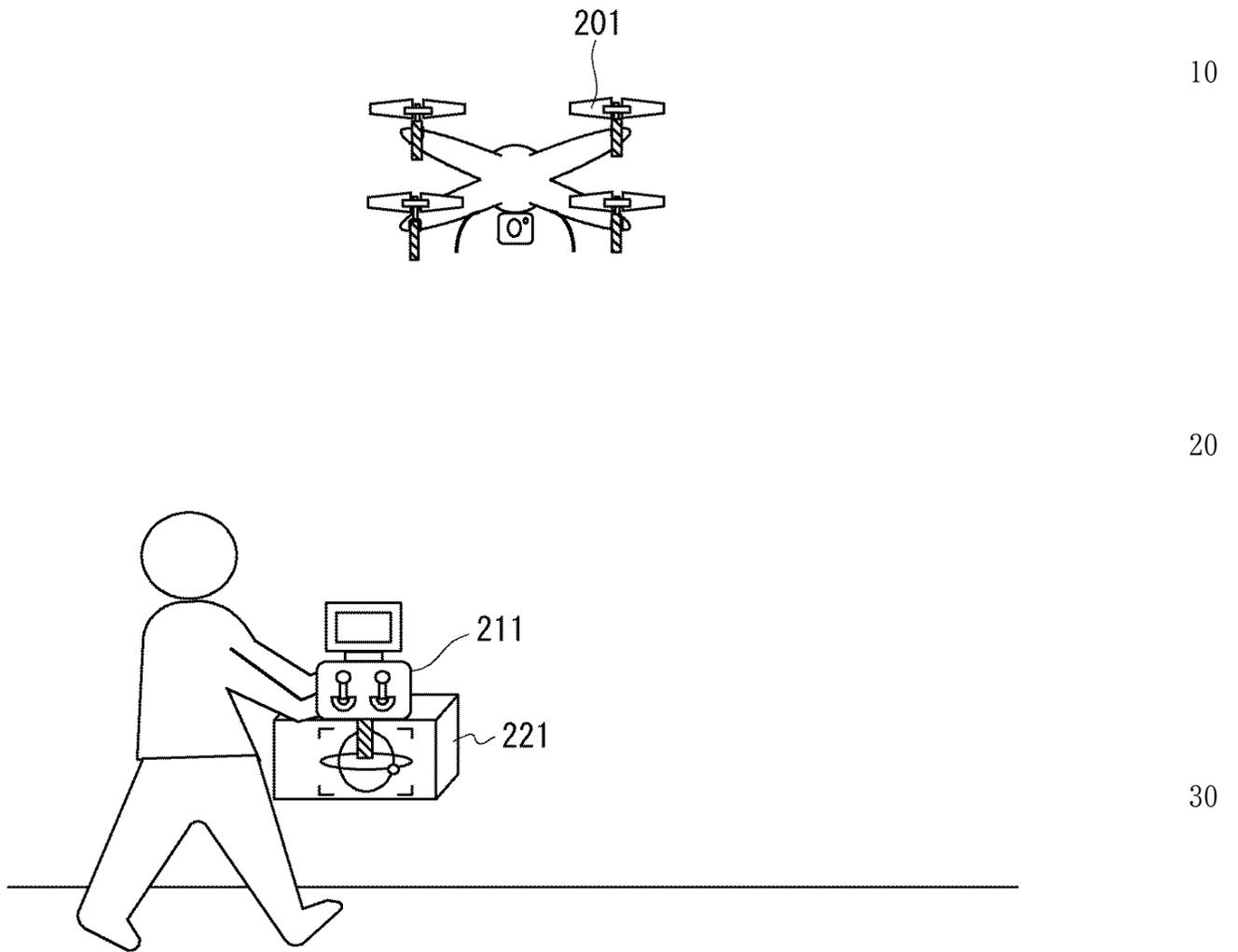


Fig. 9

【図10】

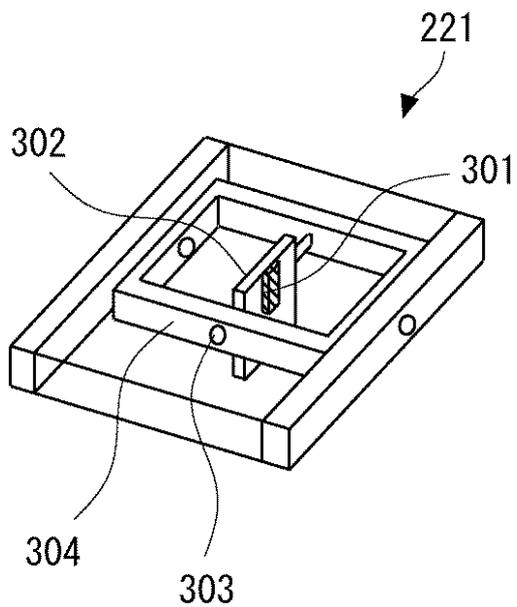


Fig. 10

10

20

30

40

50

【図 11】

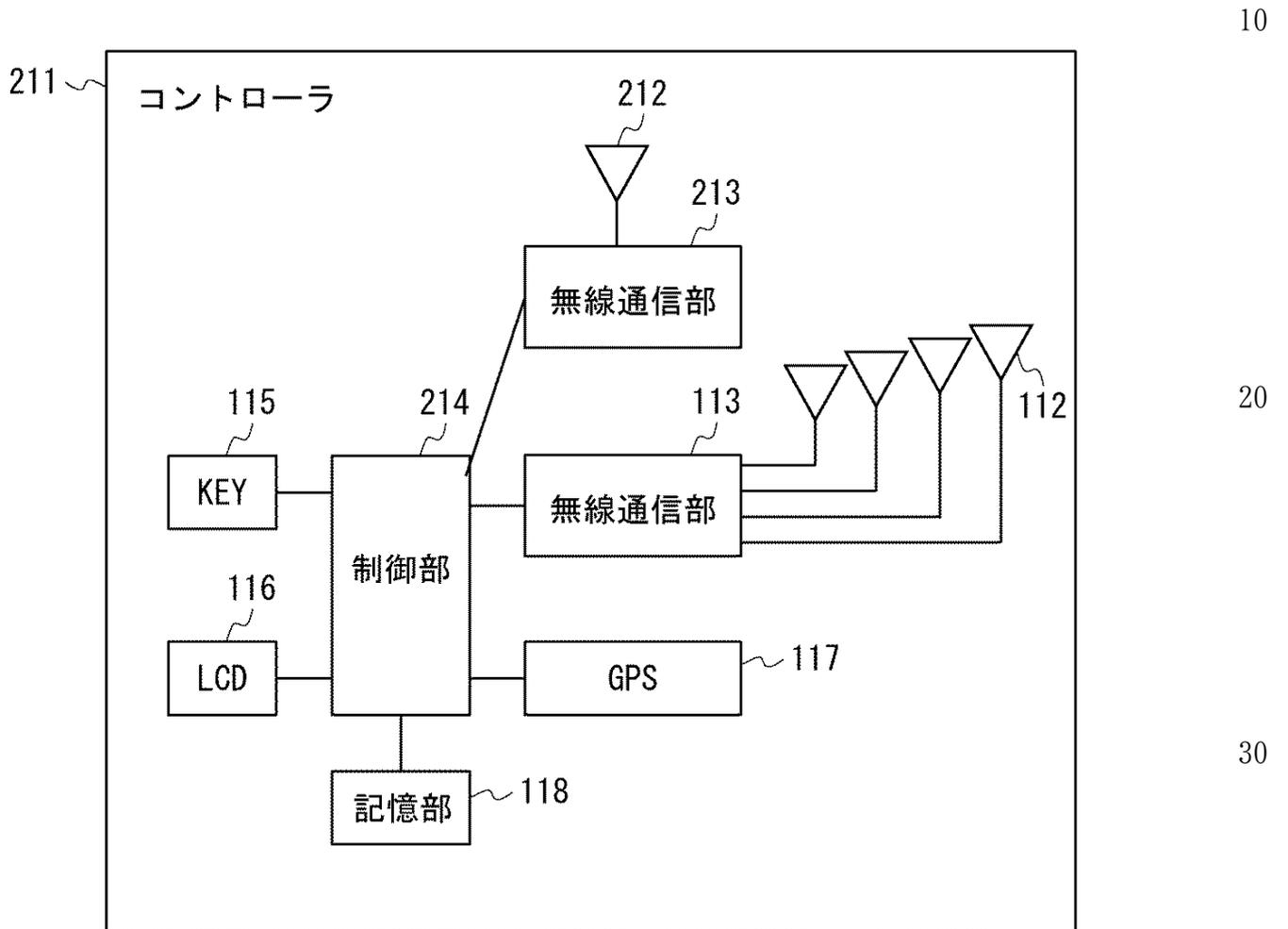


Fig. 11

10

20

30

40

50

【図12】

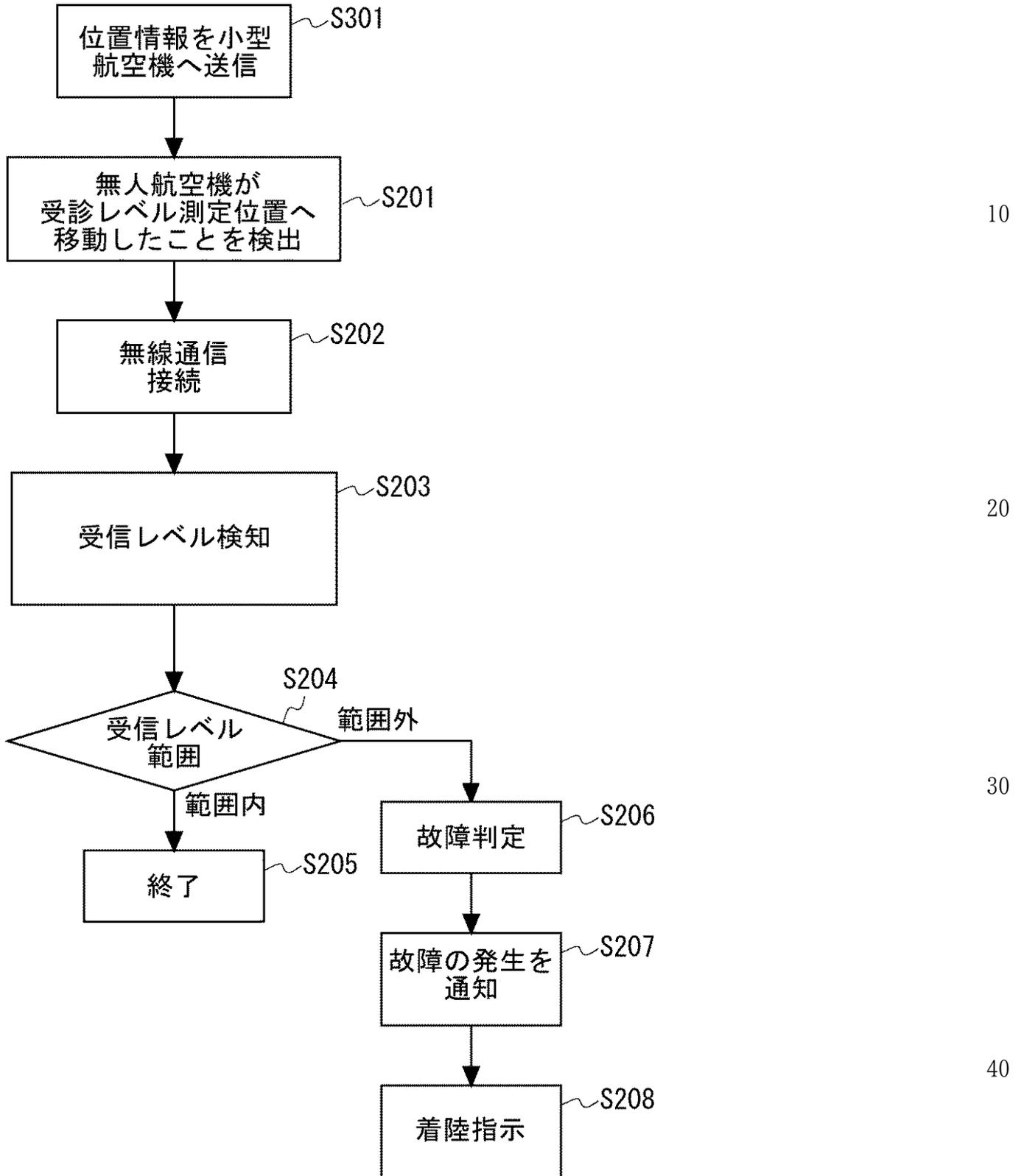


Fig. 12

10

20

30

40

50

【図13】

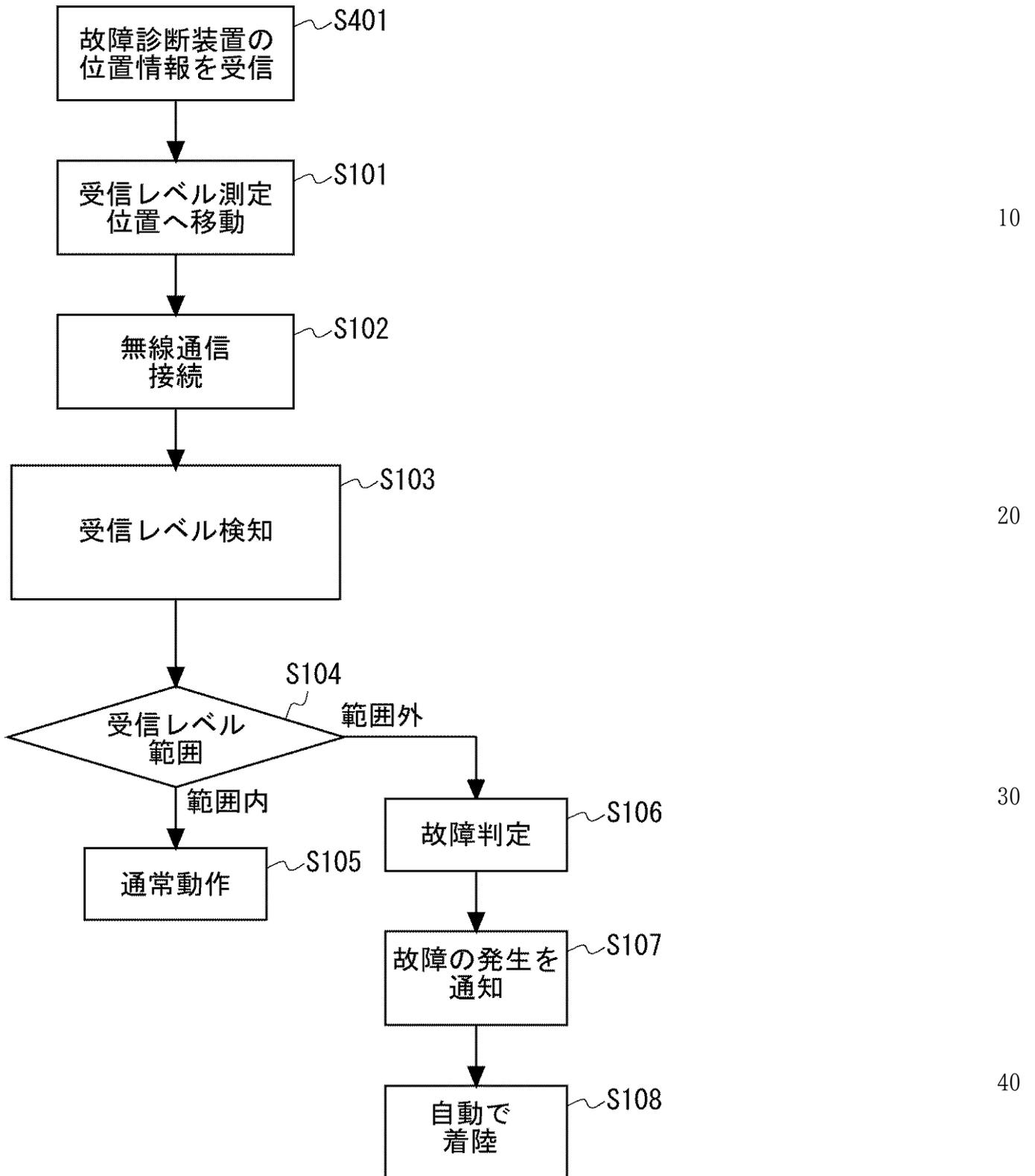


Fig. 13

10

20

30

40

50

【図14】

10, 101, 111, 121, 201, 211

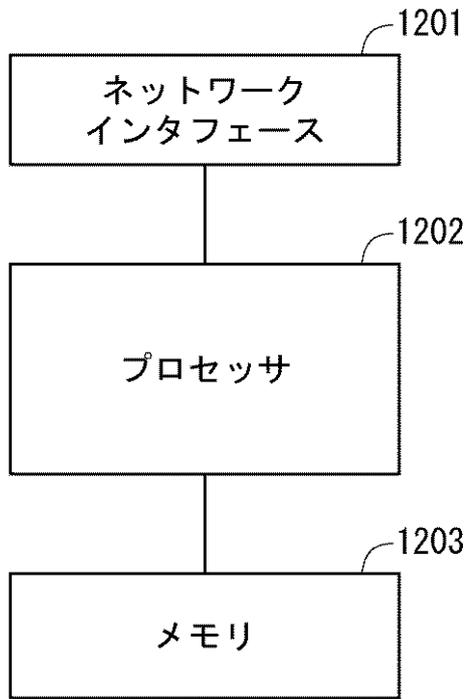


Fig. 14

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
<i>B 6 4 D</i>	<i>45/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 6 4 D</i>	<i>45/00</i>	<i>A</i>	