

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7126029号
(P7126029)

(45)発行日 令和4年8月25日(2022.8.25)

(24)登録日 令和4年8月17日(2022.8.17)

(51)国際特許分類	F I	
H 0 4 W 36/30 (2009.01)	H 0 4 W 36/30	
H 0 4 W 36/08 (2009.01)	H 0 4 W 36/08	
H 0 4 W 36/36 (2009.01)	H 0 4 W 36/36	
H 0 4 M 11/00 (2006.01)	H 0 4 M 11/00	3 0 1
B 6 4 D 47/06 (2006.01)	B 6 4 D 47/06	

請求項の数 6 (全16頁)

(21)出願番号	特願2021-542579(P2021-542579)	(73)特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(86)(22)出願日	令和2年6月30日(2020.6.30)	(74)代理人	100165179 弁理士 田崎 聡
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/025602	(74)代理人	100126664 弁理士 鈴木 慎吾
(87)国際公開番号	WO2021/039097	(74)代理人	100154852 弁理士 酒井 太一
(87)国際公開日	令和3年3月4日(2021.3.4)	(74)代理人	100194087 弁理士 渡辺 伸一
審査請求日	令和3年10月5日(2021.10.5)	(72)発明者	奥西 晋一 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
(31)優先権主張番号	特願2019-156833(P2019-156833)	審査官	中元 淳二
(32)優先日	令和1年8月29日(2019.8.29)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 制御装置、制御方法、およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

二以上の周波数帯で無線基地局と通信する通信装置を備える飛行体に搭載される制御装置であって、

前記無線基地局との間における通信エラーの発生回数を周波数帯ごとにカウントする通信エラー検知部と、

周波数帯ごとの通信エラーのカウント値が所定値以上となった場合、前記カウント値が前記所定値以上となった周波数帯で前記通信装置が通信する無線基地局を切り換える切換処理部を備え、

前記切換処理部は、前記通信装置が通信する無線基地局を切り換えるタイミングを周波数帯ごとに異ならせる、

制御装置。

【請求項2】

前記切換処理部は、前記無線基地局の切り換えを開始してから第1所定時間が経過するまでの間、前記通信装置に、前記無線基地局を切り換えた周波数帯以外の周波数帯で無線基地局を切り換えさせることを抑制する、

請求項1記載の制御装置。

【請求項3】

前記第1所定時間は、前記通信装置が前記無線基地局を切り換えるための所要時間よりも長い時間である、

請求項 2 記載の制御装置。

【請求項 4】

前記切換処理部は、前記無線基地局の切り換えを完了した後、前記通信装置に、切り換えた後の前記無線基地局から別の前記無線基地局に切り換えさせることを一時的に抑制する、

請求項 1 から 3 のうちいずれか 1 項記載の制御装置。

【請求項 5】

二以上の周波数帯で無線基地局と通信する通信装置を備える飛行体に搭載される制御装置が、

前記無線基地局との間における通信エラーの発生回数を周波数帯ごとにカウントし、
周波数帯ごとの通信エラーのカウント値が所定値以上となった場合、前記カウント値が前記所定値以上となった周波数帯で通信する無線基地局を切り換え、

前記通信装置が通信する無線基地局を切り換えるタイミングを周波数帯ごとに異ならせる、

制御方法。

【請求項 6】

二以上の周波数帯で無線基地局と通信する通信装置を備える飛行体に搭載される制御装置に、

前記無線基地局との間における通信エラーの発生回数を周波数帯ごとにカウントする処理と、

周波数帯ごとの通信エラーのカウント値が所定値以上となった場合、前記カウント値が前記所定値以上となった周波数帯で通信する無線基地局を切り換える処理と、

前記通信装置が通信する無線基地局を切り換えるタイミングを周波数帯ごとに異ならせる処理と、

を実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、制御装置、制御方法、およびプログラムに関する。

本願は、2019年08月29日に、日本に出願された特願2019-156833号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

従来、飛行体が出発地から飛行して目的地に到着するまでの飛行範囲に存在する複数の無線区間のうち、出発地から目的地まで無線通信が繋がる飛行無線区域を選出し、選出した飛行無線区域に位置する無線基地局に対して、飛行体と無線通信を行うための通信帯域を予約して飛行体の飛行制御を行う技術が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】日本国特開2019-21975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、従来の技術では、複数の周波数帯で無線通信を行う場合に、飛行体と通信する無線基地局を切り換える場合の制御について十分に検討されていなかった。

【0005】

本発明は、このような事情を考慮してなされたものであり、冗長性を継続的に維持するための切換制御を行うことができる制御装置、制御方法、およびプログラムを提供することを目的の一つとする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明に係る制御装置、制御方法、およびプログラムは、以下の構成を採用した。

(1)：この発明の一態様に係る制御装置は、二以上の周波数帯で無線基地局と通信する通信装置を備える飛行体に搭載される制御装置であって、前記無線基地局との間における通信エラーの発生回数を周波数帯ごとにカウントする通信エラー検知部と、周波数帯ごとの通信エラーのカウント値が所定値以上となった場合、前記カウント値が前記所定値以上となった周波数帯で前記通信装置が通信する無線基地局を切り換える切換処理部を備え、前記切換処理部は、前記通信装置が通信する無線基地局を切り換えるタイミングを周波数帯ごとに異ならせるものである。

10

【0007】

(2)：上記(1)の態様において、前記切換処理部は、前記無線基地局の切り換えを開始してから第1所定時間が経過するまでの間、前記通信装置に、前記無線基地局を切り換えた周波数帯以外の周波数帯で無線基地局を切り換えさせることを抑制するものである。

【0008】

(3)：上記(2)の態様において、前記第1所定時間は、前記通信装置が前記無線基地局を切り換えるための所要時間よりも長い時間である。

【0009】

(4)：上記(1)～(3)の態様において、前記切換処理部は、前記無線基地局の切り換えを完了した後、前記通信装置に、切り換えた後の前記無線基地局から別の前記無線基地局に切り換えさせることを一時的に抑制するものである。

20

【0010】

(5)：本発明の他の態様に係る制御方法は、二以上の周波数帯で無線基地局と通信する通信装置を備える飛行体に搭載される制御装置が、前記無線基地局との間における通信エラーの発生回数を周波数帯ごとにカウントし、周波数帯ごとの通信エラーのカウント値が所定値以上となった場合、前記カウント値が前記所定値以上となった周波数帯で通信する無線基地局を切り換え、前記通信装置が通信する無線基地局を切り換えるタイミングを周波数帯ごとに異ならせるものである。

【0011】

(6)：本発明の他の態様に係るプログラムは、二以上の周波数帯で無線基地局と通信する通信装置を備える飛行体に搭載される制御装置に、前記無線基地局との間における通信エラーの発生回数を周波数帯ごとにカウントする処理と、周波数帯ごとの通信エラーのカウント値が所定値以上となった場合、前記カウント値が前記所定値以上となった周波数帯で通信する無線基地局を切り換える処理と、前記通信装置が通信する無線基地局を切り換えるタイミングを周波数帯ごとに異ならせる処理と、を実行させるものである。

30

【発明の効果】

【0012】

(1)～(6)によれば、冗長性を継続的に維持するための切換制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0013】

【図1】制御装置150を利用した管制システム1の一例を示す図である。

【図2】管理装置10の構成図である。

【図3】ドローン100の構成図である。

【図4】制御装置150の構成図である。

【図5】ドローン100と通信する無線基地局70が切り換わる場面を示す図である。

【図6】周波数帯ごとの切換フラグの時間経過の一例を示すグラフである。

【図7】制御装置150により実行される処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図8】制御装置150が通信対象の無線基地局70を切り換える場合の動作を説明するための図である。

50

【図 9】制御装置 150 により実行される処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図 10】制御装置 150 が無線基地局 70 との通信に用いる周波数帯を選択する場合の動作を説明するための図である。

【図 11】制御装置 150 が無線基地局 70 との通信に用いる周波数帯を選択する場合の動作を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照し、本発明の制御装置、制御方法、およびプログラムの実施形態について説明する。制御装置は、例えば、ドローン（UAV：Unmanned Aerial Vehicle）などの飛行体に搭載される。以下の説明では飛行体がドローンであるものとするが、飛行体は自動制御されるヘリコプターや航空機であってもかまわない。

10

【0015】

[構成]

図 1 は、制御装置を利用した管制システム 1 の一例を示す図である。管制システム 1 では、一以上のドローン 100 が、無線基地局 70 と通信しながら飛行する。ドローン 100 の飛行に関する大まかな制御は、地上にある管理装置 10 によって行われる。例えば、管理装置 10 は、予め指定された出発地点から到着地点までの経路を生成し、経路の情報（飛行制御のための情報）を、時間の経過と共に逐次、ネットワーク NW および無線基地局 70 を介してドローン 100 に送信する。ネットワーク NW は、WAN（Wide Area Network）や LAN（Local Area Network）、インターネットなどを含む。

20

【0016】

ドローン 100 は、例えば、内部に GNSS（Global Navigation Satellite System）受信機などの位置測位手段を備えており、管理装置 10 から受信した経路の情報に従って飛行するように自律飛行を行う。制御装置は、この自律飛行を制御するものである。ドローン 100 は、飛行に伴って最も通信しやすい無線基地局 70 が変化するので、随時、通信相手の無線基地局 70 を切り替えながら飛行する。管理装置 10 の態様は上記に限らず、操作者が手で操作子（リモートコントローラ）を操作した内容をドローン 100 に送信するものであってもよい。

【0017】

無線基地局 70 とドローン 100 の間の通信は、二以上の周波数帯の電波を用いて行われる。無線基地局 70 とドローン 100 の間の通信は、例えば、比較的 low 周波な第 1 周波数帯 f_1 の電波と、第 1 周波数帯 f_1 よりも high 周波な第 2 周波数帯 f_2 の電波と、第 2 周波数帯 f_2 よりも high 周波な第 3 周波数帯 f_3 の電波とで並行して行われる。例えば、ドローン 100 は、第 1 周波数帯 f_1 の通信で経路の情報を取得し、第 2 周波数帯 f_2 または第 3 周波数帯 f_3 の通信でカメラにより撮像した画像を管理装置 10 に送信する。第 1 周波数帯 f_1 の電波はデータ転送量が比較的小さいが、通信可能範囲が比較的広いので信頼性が高いので、飛行制御のための情報を送受信するのに向いている。一方、第 2 周波数帯 f_2 または第 3 周波数帯 f_3 の電波は、データ転送量が比較的大きいので、画像などの情報を送受信するのに向いている。

30

【0018】

図 2 は、管理装置 10 の構成図である。管理装置 10 は、例えば、通信部 20 と、入力装置 22 と、表示装置 24 とを備える。通信部 20 は、例えば、ネットワーク NW に接続するための、ネットワークカードなどの通信インターフェースである。入力装置 22 は、例えば、キーボードやマウス、タッチパネルなどである。表示装置 24 は、LCD（Liquid Crystal Display）や有機 EL（Electroluminescence）表示装置、プラズマディスプレイなどである。

40

【0019】

また、管理装置 10 は、第 1 通信制御部 32 と、ドローン位置管理部 34 と、経路決定部 36 と、入力受付部 38 と、第 2 通信制御部 40 と、画像管理部 42 と、表示制御部 44 と、第 3 通信制御部 46 と、タスク管理部 48 とを備える。これらの構成要素は、例え

50

ば、CPU (Central Processing Unit) などのハードウェアプロセッサがプログラム (ソフトウェア) を実行することにより実現される。これらの構成要素のうち一部または全部は、LSI (Large Scale Integration) やASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、GPU (Graphics Processing Unit) などのハードウェア (回路部; circuitryを含む) によって実現されてもよいし、ソフトウェアとハードウェアの協働によって実現されてもよい。プログラムは、予めHDD (Hard Disk Drive) やフラッシュメモリなどの記憶装置 (非一過性の記憶媒体を備える記憶装置) に格納されていてもよいし、DVDやCD-ROMなどの着脱可能な記憶媒体 (非一過性の記憶媒体) に格納されており、記憶媒体がドライブ装置に装着されることでインストールされてもよい。

10

【0020】

また、管理装置10は、HDDやフラッシュメモリ、RAM (Random Access Memory) などの記憶装置 (メモリ) に、位置管理テーブル60、タスク管理テーブル62、画像データなどの情報やデータを記憶させている。

【0021】

第1通信制御部32は、無線基地局70とドローン100が第1周波数帯f1の電波で通信することを前提とした通信を制御する。例えば、第1通信制御部32は、第1周波数帯f1の電波で通信するように指示するフラグが設定されたパケットを通信部20に送信させたり、第1周波数帯f1の電波で通信することで取得されたことを示すフラグが設定されたパケットを取得してドローン位置管理部34に渡したりする。後述するようにドローン100は、自機の位置を管理装置10に第1周波数帯f1の電波でアップロードするように設定されているため、第1通信制御部32はドローン100の位置を取得可能である。また、第1通信制御部32は、経路決定部36により決定された経路の情報を、通信部20を用いてドローン100に送信する。

20

【0022】

ドローン位置管理部34は、ドローン100によりアップロードされたドローン100の位置を位置管理テーブル60に登録する。経路決定部36は、位置管理テーブル60およびタスク管理テーブル62に登録された情報、および入力受付部38によって管理装置10の利用者から受け付けられた入力操作の内容に基づいて、ドローン100ごとの経路を決定し、第1通信制御部32および通信部20を介してドローン100に送信する。

30

【0023】

第2通信制御部40は、無線基地局70とドローン100が第2周波数帯f2または第3周波数帯f3の電波で通信することを前提とした通信を制御する。例えば、第2通信制御部40は、第2周波数帯f2または第3周波数帯f3の電波で通信するように指示するフラグが設定されたパケットを通信部20に送信させたり、第2周波数帯f2または第3周波数帯f3の電波で通信することで取得されたことを示すフラグが設定されたパケットを取得して画像管理部42に渡したりする。後述するようにドローン100は、カメラによって撮像した画像を管理装置10に第2周波数帯f2または第3周波数帯f3でアップロードするように設定されているため、第2通信制御部40はドローン100のカメラによって撮像された画像を取得可能である。画像管理部42は、取得した画像を例えばドローン100の識別情報と対応付けて画像データ64に登録する。表示制御部44は、入力受付部38によって管理装置10の利用者から受け付けられた入力操作の内容に基づいて、画像データ64に含まれる所望の画像を表示装置24に表示させる。

40

【0024】

第3通信制御部46は、ネットワークNWを介して外部装置 (各種サーバや端末装置など) との間で行われる通信を制御する。例えば、第3通信制御部46は、ドローン100が行うべきタスクの内容を指定したタスク指定情報を外部装置から取得し、タスク管理部48に渡す。タスクとは、例えば、ある決まった地域 (鉄道沿線や送電線、河川の周辺など) を飛行してカメラによる撮像を行ったり、配達物を運搬したりすることを含む。タスク管理部48は、取得したタスク指定情報をタスク管理テーブル62に登録する。

50

【 0 0 2 5 】

図 3 は、ドローン 1 0 0 の構成図である。ドローン 1 0 0 は、例えば、第 1 通信装置 1 1 0 と、第 2 通信装置 1 1 2 と、第 3 通信装置 1 1 4 と、G N S S 受信機 1 2 0 と、センサ群 1 2 2 と、カメラ 1 3 0 と、バッテリー 1 4 0 と、制御装置 1 5 0 と、回転翼 1 7 0 - 1 ~ 1 7 0 - m (m は自然数) と、モータ 1 7 2 - 1 ~ 1 7 2 - m と、E S C (Electric Speed Controller) 1 7 4 - 1 ~ 1 7 4 - m とを備える。

【 0 0 2 6 】

第 1 通信装置 1 1 0 は、第 1 周波数帯 f_1 の電波で無線基地局 7 0 と通信する。第 2 通信装置 1 1 2 は、第 2 周波数帯 f_2 の電波で無線基地局 7 0 と通信する。第 3 通信装置 1 1 4 は、第 3 周波数帯 f_3 の電波で無線基地局 7 0 と通信する。ドローン 1 0 0 は、更に、他のドローン 1 0 0 と通信する通信装置を備えてもよい。

10

【 0 0 2 7 】

G N S S 受信機 1 2 0 は、G N S S 衛星から受信した信号に基づいて、ドローン 1 0 0 の位置を特定する。G N S S 衛星とは、G P S (Global Positioning System)、G L O N A S、G a l i l e o、B e i D o u、Q Z S S、G a g a n などのシステムを構成する衛星である。

【 0 0 2 8 】

センサ群 1 2 2 は、例えば、角速度センサ、加速度センサ、高度センサ (対地距離センサ)、ジャイロセンサなどを含む。センサ群 1 2 2 のそれぞれのセンサは、検出結果を制御装置 1 5 0 に出力する。

20

【 0 0 2 9 】

カメラ 1 3 0 は、例えば、C C D (Charge Coupled Device) や C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) などの固体撮像素子を利用したカメラである。カメラ 1 3 0 は、例えば、ドローン 1 0 0 が飛行する際に下方または斜め下方を撮像可能な位置に取り付けられている。カメラ 1 3 0 の撮像方向は、通信によって制御可能であってもよい。

【 0 0 3 0 】

バッテリー 1 4 0 は、ドローン 1 0 0 の各部に電力を供給する二次電池である。バッテリー 1 4 0 は、図示しない端子にアダプタおよび商用電源が接続されることで充電される。バッテリー 1 4 0 は、第 1 通信装置 1 1 0 や制御装置 1 5 0 などに動作用の電力を、E S C 1 7 4 - 1 ~ 1 7 4 - m に回転翼駆動用の電力をそれぞれ供給する。

30

【 0 0 3 1 】

制御装置 1 5 0 は、例えば、通信制御部 1 5 2 と、飛行制御部 1 5 4 と、撮像制御部 1 5 6 とを備える。これらの構成要素は、例えば、C P U などのハードウェアプロセッサがプログラム (ソフトウェア) を実行することにより実現される。これらの構成要素のうち一部または全部は、L S I や A S I C、F P G A、G P U などのハードウェア (回路部 ; circuitry を含む) によって実現されてもよいし、ソフトウェアとハードウェアの協働によって実現されてもよい。プログラムは、予め H D D やフラッシュメモリなどの記憶装置 (非一過性の記憶媒体を備える記憶装置) に格納されていてもよいし、D V D や C D - R O M などの着脱可能な記憶媒体 (非一過性の記憶媒体) に格納されており、記憶媒体がドライブ装置に装着されることでインストールされてもよい。

40

【 0 0 3 2 】

通信制御部 1 5 2 は、第 1 通信装置 1 1 0、第 2 通信装置 1 1 2、および第 3 通信装置 1 1 4 のそれぞれを制御する。通信制御部 1 5 2 は、第 1 通信装置 1 1 0 によって得られた経路の情報などを飛行制御部 1 5 4 に渡したり、カメラ 1 3 0 によって撮像された画像を撮像制御部 1 5 6 から取得して第 2 通信装置 1 1 2 または第 3 通信装置 1 1 4 を用いて管理装置 1 0 にアップロードしたりする。

【 0 0 3 3 】

飛行制御部 1 5 4 は、管理装置 1 0 から取得した経路の情報に従ってドローン 1 0 0 が飛行するように、G N S S 受信機 1 2 0 により得られたドローン 1 0 0 の位置、センサ群

50

1 2 2 の検出結果を参照しながら E S C 1 7 4 - 1 ~ 1 7 4 - m を制御する。

【 0 0 3 4 】

撮像制御部 1 5 6 は、通信によって得られた指示、または予め設定された撮像時間帯のスケジュールに従い、カメラ 1 3 0 を動作させる。撮像制御部 1 5 6 は、カメラ 1 3 0 によって撮像された画像を通信制御部 1 5 2 に渡す。

【 0 0 3 5 】

回転翼 1 7 0 - 1 ~ 1 7 0 - m は、所望の数 m だけドローン 1 0 0 に搭載されている。以下、ハイフン以下の符号を省略して説明する。それぞれの回転翼 1 7 0 には、モータ 1 7 2 のロータが連結されている。モータ 1 7 2 は、例えばブラシレスモータである。E S C 1 7 4 は、飛行制御部 1 5 4 からの指示に応じてモータ 1 7 2 に供給する電力を調整する。これによって、回転翼 1 7 0 ごとの回転数が個別に調整され、ドローン 1 0 0 が所望の姿勢で所望の方向に飛行することができる。

10

【 0 0 3 6 】

[飛行時の通信制御]

以下、実施形態の管制システム 1 において実現されるドローン 1 0 0 の飛行時の通信制御について説明する。図 4 は、制御装置 1 5 0 のより詳細な構成図である。通信制御部 1 5 2 は、例えば、システム状態判定部 1 5 2 A と、切換処理部 1 5 2 B とを備える。

【 0 0 3 7 】

システム状態判定部 1 5 2 A は、無線基地局 7 0 との間に通信エラーが発生したか否かを判定する。システム状態判定部 1 5 2 A は、例えば、管理装置 1 0 からの指示が所定時間以上途切れた場合に、無線基地局 7 0 との間に通信エラーが発生したと判定する。システム状態判定部 1 5 2 A は、「通信エラー検知部」の一例である。

20

【 0 0 3 8 】

システム状態判定部 1 5 2 A は、無線基地局 7 0 との間に通信エラーが発生したと判定した場合、通信エラーの発生回数を周波数帯ごとにカウントする。システム状態判定部 1 5 2 A は、例えば、無線基地局 7 0 との間に通信エラーが発生した場合、無線基地局 7 0 との通信に用いていた周波数帯に対応する通信エラーフラグをオフからオンに切り換え、エラーカウント（通信エラーのカウント値）を単位時間が経過するごとに加算する。

【 0 0 3 9 】

切換処理部 1 5 2 B は、周波数帯ごとのエラーカウントが所定値以上となった場合、エラーカウントが所定値以上となった周波数帯で通信装置 1 1 0 , 1 1 2 , 1 1 4 が通信する無線基地局を切り換える。

30

【 0 0 4 0 】

図 5 は、ドローン 1 0 0 と通信する無線基地局 7 0 が切り換わる場面を示す図である。図 5 に示す例のように、無線基地局 7 0 の通信エリアの広さが周波数帯ごとに異なっている。この場合、周波数が低いほど通信エリアが広がるため、第 1 周波数帯 f 1 の通信エリアが第 2 周波数帯 f 2 の通信エリアよりも広く、且つ、第 2 周波数帯 f 2 の通信エリアが第 3 周波数帯 f 3 の通信エリアよりも広い。

【 0 0 4 1 】

図示の例のように、ドローン 1 0 0 が「第 1 無線基地局」の通信エリアから「第 2 無線基地局」の通信エリアに向けて移動する場合、ドローン 1 0 0 の位置が「第 1 無線基地局」の通信エリアから外れて、ドローン 1 0 0 と「第 1 無線基地局」との間の通信が通信エラーを発生するタイミングは周波数帯ごとに異なる。

40

【 0 0 4 2 】

そのため、図 6 に示すように、切換処理部 1 5 2 B は、切換フラグを「 0 」から「 1 」に設定し、ドローン 1 0 0 と通信する無線基地局 7 0 を切り替えるタイミングを周波数帯ごとに異ならせる。切換フラグは、周波数帯 n ごとに設定されており、通信対象の無線基地局 7 0 の切り換えを行うか否かを示している。以下、切換フラグが「 1 」である場合に通信対象の無線基地局 7 0 の切り換えを行い、切換フラグが「 0 」である場合に通信対象の無線基地局 7 0 の切り換えを行わないものとする。

50

【 0 0 4 3 】

同図に示す例では、切換処理部 1 5 2 B は、まず、時刻 t_1 において比較的高周波な第 3 周波数帯 f_3 に対応する切換フラグを「0」から「1」に設定する。次いで、切換処理部 1 5 2 B は、時刻 t_2 において第 3 周波数帯 f_3 よりも低周波な第 2 周波数帯 f_2 に対応する切換フラグを「0」から「1」に設定する。その後、切換処理部 1 5 2 B は、時刻 t_3 において第 2 周波数帯 f_2 よりも低周波な第 1 周波数帯 f_1 に対応する切換フラグを「0」から「1」に設定する。

【 0 0 4 4 】

次に、制御装置 1 5 0 により実行される周波数帯 n ごとのエラーカウン트의算出処理の一例を説明する。図 7 のフローチャートの処理は、例えば、所定の周期で繰り返される。

10

【 0 0 4 5 】

図 7 に示すように、まず、切換処理部 1 5 2 B は、パラメータ n に 1 を設定する（ステップ S 1 0）。パラメータ n は、周波数帯の識別子であり、周波数帯のそれぞれに対して 1 ~ 3 までの値が一つずつ付与されているものである。以下、識別子が n である周波数帯のことを、「周波数帯 n 」と称する場合がある。

【 0 0 4 6 】

次に、切換処理部 1 5 2 B は、周波数帯 n の通信エラーフラグに「0」を設定する（ステップ S 1 2）。通信エラーフラグは、周波数帯 n ごとに設定されており、周波数帯 n を用いた無線基地局 7 0 との通信において、通信エラーが発生したか否かを示している。通信エラーフラグは、周波数帯 n のそれぞれに対して 0 または 1 の値が一つずつ付与されている。以下、通信エラーフラグが「1」である場合に通信エラーが発生し、通信エラーフラグが「0」である場合に通信エラーが発生していないものとする。

20

【 0 0 4 7 】

次に、システム状態判定部 1 5 2 A は、周波数帯 n を用いた無線基地局 7 0 との通信において、通信エラーが発生したか否かを判定する（ステップ S 1 4）。

【 0 0 4 8 】

切換処理部 1 5 2 B は、システム状態判定部 1 5 2 A により、周波数帯 n を用いた無線基地局 7 0 との通信において、通信エラーが発生したと判定された場合、周波数帯 n のエラーカウンートを 1 インクリメントし（ステップ S 1 6）、且つ、周波数帯 n の通信エラーフラグを「1」に設定する（ステップ S 1 8）。

30

【 0 0 4 9 】

次に、切換処理部 1 5 2 B は、周波数帯 n の OK カウン트에「0」を設定する（ステップ S 2 0）。OK カウン트는、周波数帯 n ごとに設定されており、周波数帯 n を用いた無線基地局 7 0 との通信において、通信エラーが復旧してからの経過時間を示している。OK カウン트는、周波数帯 n のそれぞれに対して 0 以上の整数値が一つずつ付与されている。

【 0 0 5 0 】

切換処理部 1 5 2 B は、システム状態判定部 1 5 2 A により、周波数帯 n を用いた無線基地局 7 0 との通信において、通信エラーが発生していないと判定された場合、周波数帯 n の OK カウンートを 1 インクリメントする（ステップ S 2 2）。

【 0 0 5 1 】

次に、切換処理部 1 5 2 B は、周波数帯 n を用いた無線基地局 7 0 との通信において、無線基地局 7 0 の切り換えがあるか否かを判定する（ステップ S 2 4）。切換処理部 1 5 2 B は、例えば、周波数帯 n のエラーカウン트가所定値以上となった場合に、通信エラーフラグが「1」に設定された周波数帯を含まないことを条件に、周波数帯 n を用いた無線基地局 7 0 との通信において、無線基地局 7 0 の切り換えがあると判定する。すなわち、切換処理部 1 5 2 B は、周波数帯 n のエラーカウン트가所定値以上となった場合に、第 1 ~ 第 3 周波数の全ての通信エラーフラグが「0」に設定されている場合には、周波数帯 n を用いた無線基地局 7 0 との通信において、無線基地局 7 0 の切り換えがあると判定する。一方、切換処理部 1 5 2 B は、周波数帯 n のエラーカウン트가所定値以上となった場合であっても、第 1 ~ 第 3 周波数のいずれかの通信エラーフラグが「1」に設定されている

40

50

場合には、周波数帯 n を用いた無線基地局 70 との通信において、無線基地局 70 の切り換えがないと判定する。

【0052】

切換処理部 152B は、周波数帯 n を用いた無線基地局 70 との通信において、無線基地局 70 の切り換えがあると判定した場合、周波数帯 n の切換フラグに「1」を設定する（ステップ S26）。

【0053】

次に、切換処理部 152B は、周波数帯 n の切換後カウントをカウント初期値に設定する（ステップ S28）。切換後カウントは、周波数帯 n ごとに設定されており、無線基地局 70 との通信に用いる周波数帯を周波数帯 n に切り換えてからの経過時間を示している。切換後カウントは、周波数帯 n のそれぞれに対して 0 以上の整数値が一つずつ付与されている。カウント初期値は、周波数帯 n ごとに設定されており、無線基地局 70 との通信に用いる周波数帯が周波数帯 n に切り換わってから、その他の周波数帯を用いて通信対象の無線基地局 70 が切り換わることが許容されるまでの時間に相当している。カウント初期値は、周波数帯 n のそれぞれに対して 1 以上の整数値が一つずつ付与されている。

10

【0054】

次に、切換処理部 152B は、周波数帯 n の切換後カウントが 0 よりも大きいかなかを判定する（ステップ S30）。

【0055】

一方、切換処理部 152B は、周波数帯 n を用いた無線基地局 70 との通信において、無線基地局 70 の切り換えがないと判定した場合、周波数帯 n の切換後カウントが 0 よりも大きいかなかを判定する（ステップ S30）。

20

【0056】

切換処理部 152B は、周波数帯 n の切換後カウントが 0 よりも大きいと判定した場合、周波数帯 n の切換後カウントを 1 デクリメントし（ステップ S32）、周波数帯 n の通信エラーフラグを「1」に設定する（ステップ S34）。

【0057】

一方、切換処理部 152B は、周波数帯 n の切換後カウントが 0 となったと判定した場合、ステップ S32 の処理を経ることなく、その処理をステップ S36 に移行する。

【0058】

次に、切換処理部 152B は、ステップ S36 において、ステップ周波数帯 n の OK カウントが第 1 閾値よりも大きく、且つ、周波数帯 n のエラーカウントが第 2 閾値よりも大きいかなかを判定する。

30

【0059】

切換処理部 152B は、周波数帯 n の OK カウントが第 1 閾値よりも大きく、且つ、周波数帯 n のエラーカウントが第 2 閾値よりも大きいと判定した場合、周波数帯 n のエラーカウントに周波数帯 n の係数を積算する（ステップ S38）。周波数帯 n の係数は、周波数帯 n ごとに設定されており、通信対象の無線基地局 70 の切り換えが完了してから所定時間が経過した時点で、エラーカウントを小さくする補正を行うための係数である。周波数帯 n の係数は、例えば、0 ~ 1 までの数値範囲に含まれる値である。

40

【0060】

次に、切換処理部 152B は、周波数帯 n の切換フラグに「0」を設定する（ステップ S40）。

【0061】

切換処理部 152B は、周波数帯 n の OK カウントが第 1 閾値以下であると判定した場合、または、周波数帯 n のエラーカウントが第 2 閾値以下であると判定した場合には、ステップ S38 ~ ステップ S40 の処理を経ることなく、その処理をステップ S42 に移行する。

【0062】

その後、切換処理部 152B は、ステップ S42 において、パラメータ n が、周波数帯

50

の識別子の最大値である3以上であるか否かを判定する。切換処理部152Bは、パラメータnが3未満であると判定した場合、パラメータnを1インクリメントし(ステップS44)、その処理をステップS12に戻す。そして、切換処理部152Bは、パラメータnが3以上となるまで、ステップS12~ステップS44の処理を繰り返す。一方、切換処理部152Bは、パラメータnが3以上であると判定した場合、本フローチャートの1サイクルの処理を完了させる。

【0063】

なお、本実施形態では、3個の周波数帯を備えた場合を記載しているが、周波数帯の数は3つに限定されるものではない。例えば、k個(k:自然数)の周波数帯を備えた場合は、ステップS42の処理が、パラメータnがk以上であるか否かを判定する処理に変更される。

10

【0064】

次に、図8を参照して、切換処理部152Bが通信対象の無線基地局70を切り換える場合の動作について説明する。図8は、周波数帯ごとの通信エラーフラグ、および、周波数帯ごとのエラーカウン트의時間変化の一例を示している。

【0065】

図8に示す例では、時刻t1において、切換処理部152Bが周波数帯(1)の通信エラーフラグを「0」から「1」に切り替える。この場合、切換処理部152Bは、周波数帯(1)のエラーカウン트의加算を開始する。

【0066】

次に、時刻t2において、切換処理部152Bが周波数帯(2)の通信エラーフラグを「0」から「1」に切り替え、周波数帯(2)のエラーカウン트의加算を開始する。

20

【0067】

次に、時刻t3において、周波数帯(1)のエラーカウン트가所定値となった場合、切換処理部152Bが周波数帯(1)のエラーカウン트의加算を停止する。また、切換処理部152Bは、時刻t3から起算して、切換処理部152Bが無線基地局70を切り換えるための所要時間が経過するまでの間は、周波数帯(1)のエラーカウン트의値を維持する。

【0068】

次に、時刻t4において、時刻t3から起算して、無線基地局70を切り換えるための所要時間が経過した場合、切換処理部152Bが周波数帯(1)の通信エラーフラグを「1」から「0」に切り換える。また、切換処理部152Bが周波数帯(1)のエラーカウンートを補正して小さくする。これにより、切換処理部152Bは、無線基地局70の切り換えを完了した後、通信装置110, 112, 114に、切り換えた後の無線基地局70から別の無線基地局に切り換えさせることを一時的に抑制する。

30

【0069】

この場合、切換処理部152Bは、無線基地局70の切り換えを開始してから第1所定時間が経過するまでの間、通信装置110, 112, 114に、無線基地局70を切り換えた周波数帯以外の周波数帯で無線基地局70を切り換えさせることを抑制する、第1所定時間は、通信装置110, 112, 114が無線基地局70を切り換えるための所要時間よりも長い時間である、この例では、時刻t4において、周波数帯(2)のエラーカウン트가所定値以上であるものの、時刻t3から起算して、第1所定時間が経過していない。そのため、切換処理部152Bは、周波数帯(2)のエラーカウン트의加算を維持し、且つ、周波数帯(2)の通信エラーフラグを「1」に維持する。

40

【0070】

次に、時刻t5において、時刻t3から起算して、無線基地局70を切り換えるための第1所定時間が経過した場合、切換処理部152Bが周波数帯(2)のエラーカウンートの加算を停止する。

【0071】

その後、時刻t6において、時刻t5から起算して、無線基地局70を切り換えるため

50

の所要時間を経過した場合、切換処理部 152B が周波数帯 (2) の通信エラーフラグを「1」から「0」に切り換える。また、切換処理部 152B が周波数帯 (2) のエラーカウンタを補正して小さくする。

【0072】

次に、図9のフローチャートの処理について説明する。図9は、切換処理部 152B が無線基地局 70 との通信に用いる周波数帯を選択する場合の処理の一例を示している。図9のフローチャートの処理は、例えば、所定の周期で繰り返される。

【0073】

図9に示すように、まず、切換処理部 152B は、乱数 x を発生させる (ステップ S50)。乱数 x は、0 ~ ライフ \times 3 の範囲からランダムに選択される値である。

10

【0074】

次に、切換処理部 152B は、パラメータ 1、パラメータ 2、およびパラメータ 3 を算出する (ステップ S52)。パラメータ 1 は、周波数帯 (1) のエラーカウンタの値、および、周波数帯 (1) の通信エラーフラグにライフを積算した値のうち相対的に大きい値である。パラメータ 2 は、周波数帯 (2) のエラーカウンタの値、および、周波数帯 (2) の通信エラーフラグにライフを積算した値のうち相対的に大きい値である。パラメータ 3 は、周波数帯 (3) のエラーカウンタの値、および、周波数帯 (3) の通信エラーフラグにライフを積算した値のうち相対的に大きい値である。切換処理部 152B は、各対応する周波数帯で通信エラーが発生していない場合には、周波数帯のエラーカウンタの値をパラメータ 1、パラメータ 2、およびパラメータ 3 として算出し、各対応する周波数帯で通信エラーが発生している場合には、ライフの値をパラメータ 1、パラメータ 2、およびパラメータ 3 として算出する。

20

【0075】

次に、切換処理部 152B は、乱数 x が「0」~「ライフ - 1」までの範囲にあるか否かを判定する (ステップ S54)。切換処理部 152B は、乱数 x が「0」~「ライフ - 1」まで範囲にあると判定した場合には、無線基地局 70 との通信に用いる周波数帯として、周波数帯 (1) を選択する (ステップ S56)。これによって、本フローチャートの処理が終了する。

【0076】

切換処理部 152B は、乱数 x が「0」~「ライフ - 1」までの範囲にはないと判定した場合には、乱数 x が「ライフ」~「ライフ \times 2 - 2」までの範囲にあるか否かを判定する (ステップ S58)。切換処理部 152B は、乱数 x が「ライフ」~「ライフ \times 2 - 2」までの範囲にあると判定した場合、無線基地局 70 との通信に用いる周波数帯として、周波数帯 (2) を選択する (ステップ S60)。これによって、本フローチャートの処理が終了する。

30

【0077】

切換処理部 152B は、乱数 x が「ライフ」~「ライフ \times 2 - 2」までの範囲にはないと判定した場合、乱数 x が「ライフ \times 2」~「ライフ \times 3 - 3」までの範囲にあるか否かを判定する (ステップ S62)。切換処理部 152B は、乱数 x が「ライフ \times 2」~「ライフ \times 3 - 3」までの範囲にはないと判定した場合、その処理をステップ S50 に戻す。一方、切換処理部 152B は、乱数 x が「ライフ \times 2」~「ライフ \times 3 - 3」までの範囲にあると判定した場合、無線基地局 70 との通信に用いる周波数帯として、周波数帯 (3) を選択する (ステップ S64)。これによって、本フローチャートの処理が終了する。

40

【0078】

次に、図10および図11を参照して、切換処理部 152B が無線基地局 70 との通信に用いる周波数帯を選択する場合の動作について説明する。図10は、周波数帯 n を用いた無線基地局 70 との通信において通信エラーが発生していない場合の動作を説明するための図である。図11は、周波数帯 (1) を用いた無線基地局 70 との通信において通信エラーが発生している場合の動作を説明するための図である。

50

【 0 0 7 9 】

図 1 0 に示す例では、周波数帯 (1)、周波数帯 (2)、および周波数帯 (3) のそれぞれに対してライフが設定されている。ライフは、周波数帯 n ごとに設定された数値範囲の広さを示す値である。ライフは、複数の周波数帯 n に対して共通の値であってもよいし、周波数帯 n ごとに異なる値であってもよい。切換処理部 1 5 2 B は、いずれかの周波数帯 n に設定された数値範囲から、周波数帯 n ごとのエラーカウントにより示される広さを持つ数値範囲を除外した数値範囲と乱数 x とが一致した場合、数値範囲が一致した周波数帯 n を無線基地局 7 0 との通信に用いる周波数帯 n として選択する。すなわち、切換処理部 1 5 2 B は、エラーカウントの値が比較的小さい周波数帯を、エラーカウントの値が比較的大きい周波数帯に比して、無線基地局 7 0 との通信に用いる周波数帯として選択する確率を高めている。

10

【 0 0 8 0 】

図 1 1 に示す例では、切換処理部 1 5 2 B は、通信エラーが発生した周波数帯 (1) 以外の周波数帯 n に設定された数値範囲から、周波数帯 n のエラーカウントにより示される広さを持つ数値範囲を除外した数値範囲と乱数 x とが一致した場合、数値範囲が一致した周波数帯 n を無線基地局 7 0 との通信に用いる周波数帯 n として選択する。すなわち、切換処理部 1 5 2 B は、通信エラーが発生した周波数帯 (1) を、無線基地局 7 0 との通信に用いる周波数帯として選択することを禁止している。

【 0 0 8 1 】

上記説明した実施形態に係る制御装置 1 5 0 によれば、冗長性を継続的に維持するための切換制御を行うことができる。例えば、複数の周波数帯で無線通信を行う場合に、各周波数帯において通信装置 1 1 0 , 1 1 2 , 1 1 4 が通信する無線基地局 7 0 を切り換えるタイミングを共通した場合、ドローン 1 0 0 と無線基地局 7 0 との通信が一時的に途絶する場合がある。したがって、実施形態に係る制御装置 1 5 0 によれば、例えば、無線基地局 7 0 の切り換えを開始してから第 1 所定時間が経過するまでの間、通信装置 1 1 0 , 1 1 2 , 1 1 4 に、無線基地局 7 0 を切り換えた周波数帯以外の周波数帯で無線基地局 7 0 を切り換えさせることを抑制して、通信装置 1 1 0 , 1 1 2 , 1 1 4 が通信する無線基地局 7 0 を切り換えるタイミングを周波数帯ごとに異ならせる。これにより、冗長性を継続的に維持するための切換制御を行うことができる。

20

【 0 0 8 2 】

また、実施形態に係る制御装置 1 5 0 によれば、無線基地局 7 0 の切り換えを完了した後、通信装置 1 1 0 , 1 1 2 , 1 1 4 に、切り換えた後の無線基地局 7 0 から別の無線基地局に切り換えさせることを一時的に抑制するため、無線基地局 7 0 の切り換えを安定して行うことができる。

30

【 0 0 8 3 】

以上、本発明を実施するための形態について実施形態を用いて説明したが、本発明はこうした実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変形及び置換を加えることができる。

【 符号の説明 】

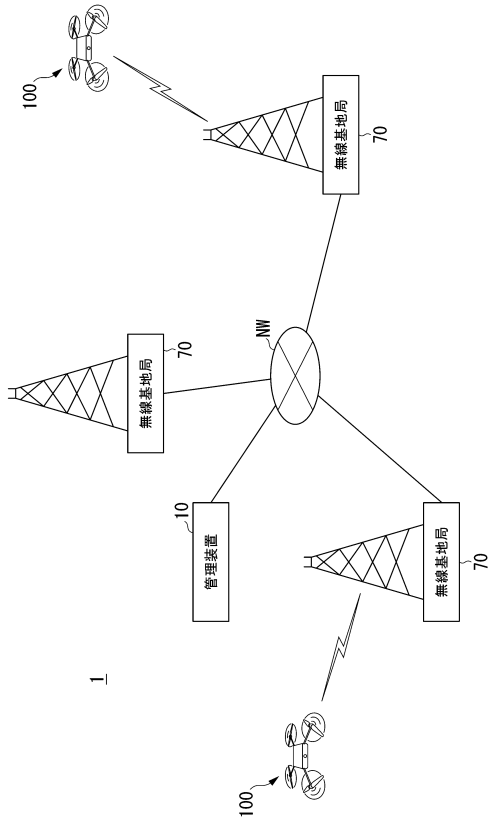
【 0 0 8 4 】

1 ... 管制システム、1 0 ... 管理装置、7 0 ... 無線基地局、1 0 0 ... ドローン、1 1 0 ... 第 1 通信装置、1 1 2 ... 第 2 通信装置、1 1 4 ... 第 3 通信装置、1 2 0 ... G N S S 受信機、1 2 2 ... センサ群、1 3 0 ... カメラ、1 4 0 ... バッテリ、1 5 0 ... 制御装置、1 5 2 ... 通信制御部、1 5 2 A ... システム状態判定部、1 5 2 B ... 切換処理部、1 5 4 ... 飛行制御部、1 5 6 ... 撮像制御部、1 7 0 ... 回転翼、1 7 2 ... モータ、1 7 4 ... E S C。

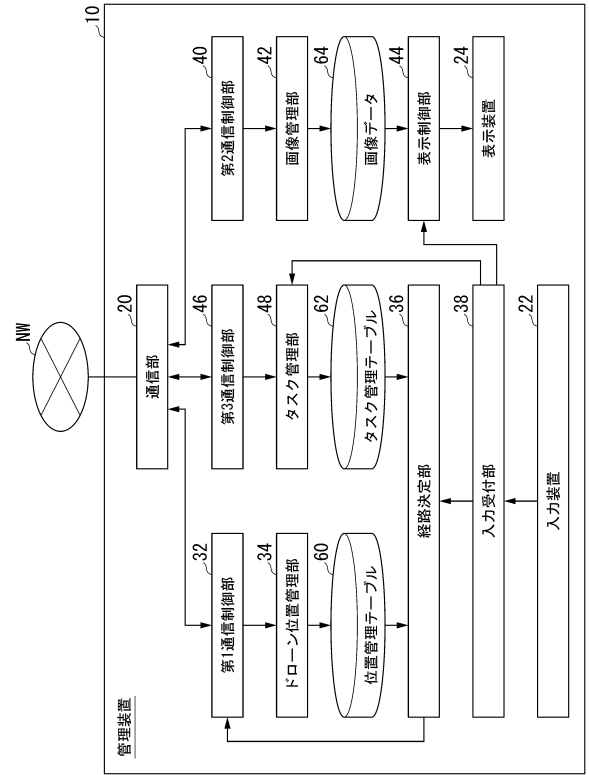
40

【図面】

【図 1】



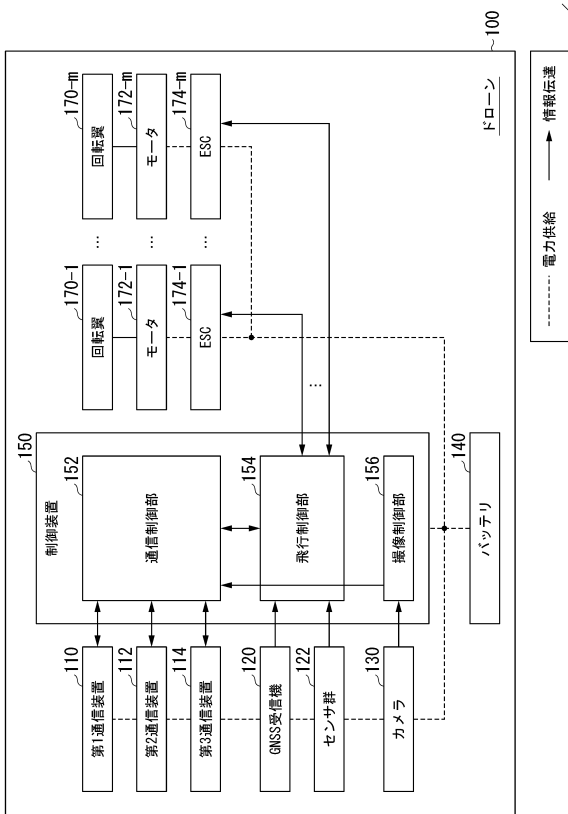
【図 2】



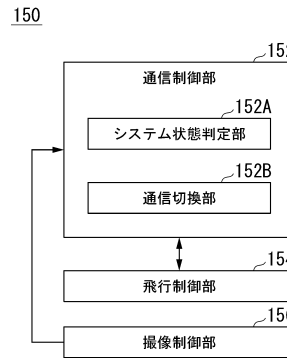
10

20

【図 3】



【図 4】

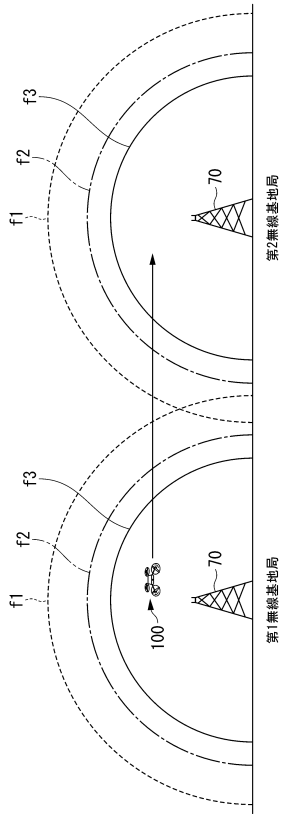


30

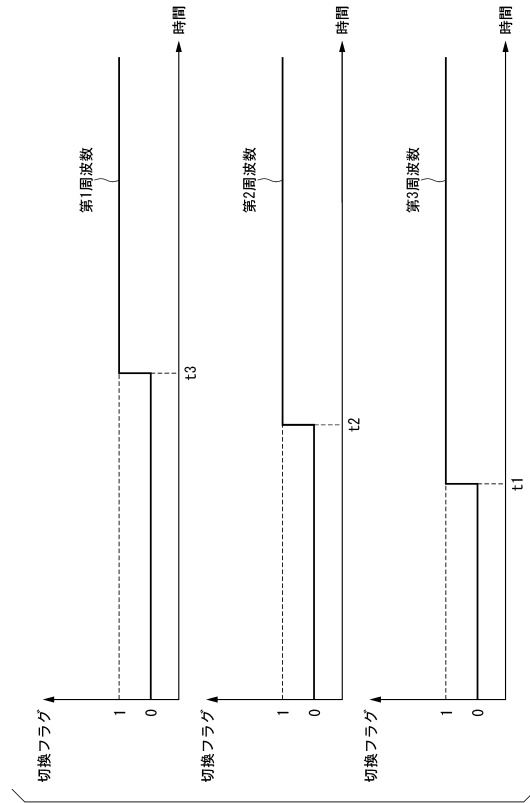
40

50

【図5】



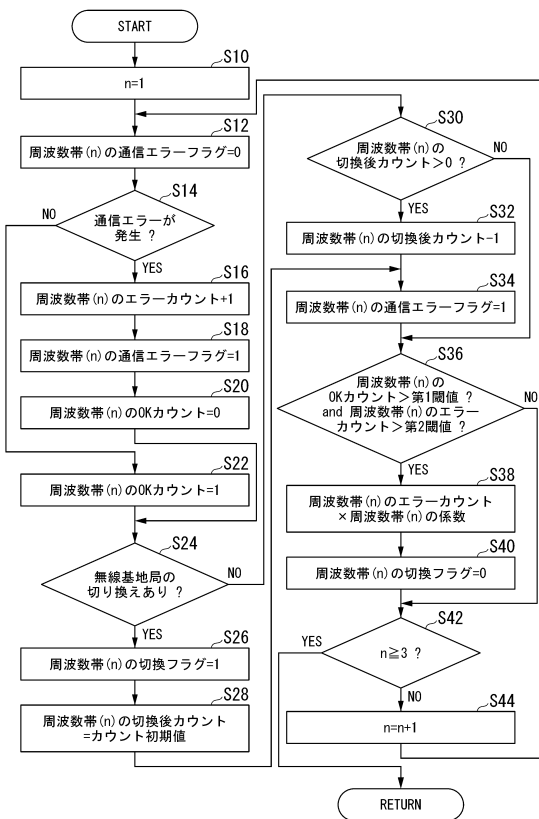
【図6】



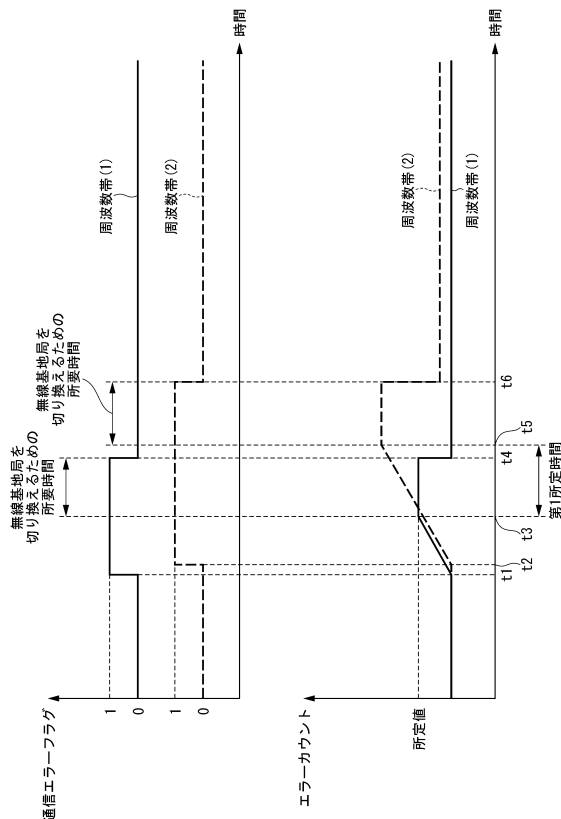
10

20

【図7】



【図8】

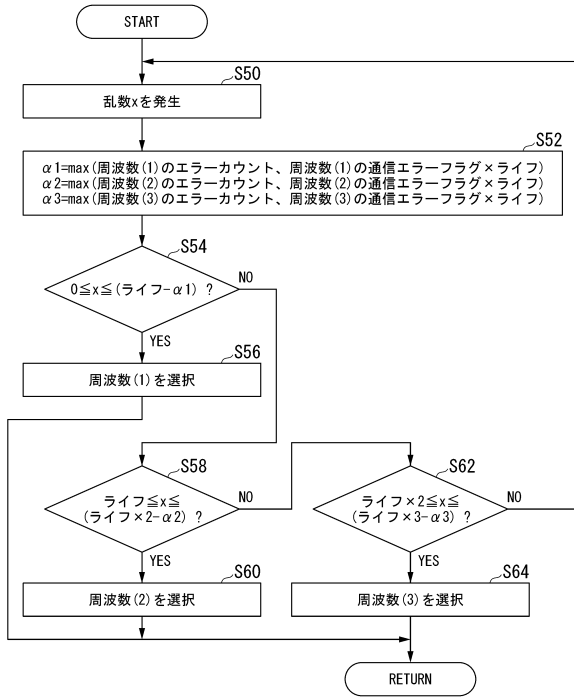


30

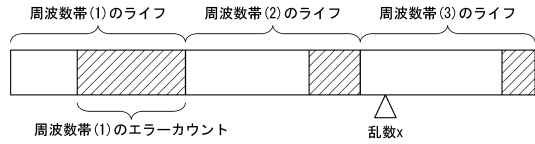
40

50

【図 9】



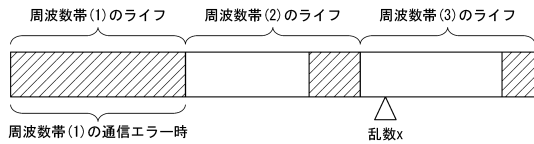
【図 10】



10

20

【図 11】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2017/147818(WO,A1)
国際公開第2016/007295(WO,A1)
特開2004-072459(JP,A)
- (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
- H04B7/24-7/26
 - H04W4/00-99/00
 - B64C13/20
 - H04M11/00