

(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2018-122808
(P2018-122808A)

(43) 公開日 平成30年8月9日(2018.8.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 4 C 13/20 (2006.01)	B 6 4 C 13/20	Z 2 C 1 5 0
B 6 4 C 39/02 (2006.01)	B 6 4 C 39/02	
B 6 4 B 1/40 (2006.01)	B 6 4 B 1/40	
B 6 4 B 1/06 (2006.01)	B 6 4 B 1/06	
B 6 4 C 27/08 (2006.01)	B 6 4 C 27/08	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-18574 (P2017-18574)
(22) 出願日 平成29年2月3日 (2017.2.3)

(出願人による申告) 平成28年度、国立研究開発法人科学技術振興機構、研究成果展開事業、マッチングプランナープログラム、企業ニーズ解決試験「魚型バルーンロボットによる空間演出技術の研究」

(71) 出願人 504133110
国立大学法人電気通信大学
東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1
(74) 代理人 110000925
特許業務法人信友国際特許事務所
(72) 発明者 内田 雅文
東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
Fターム(参考) 2C150 BC02 CA02 DA13 DA17 DA18
DE01 DK02 EB01 EF17 EF32
EF37 EG12

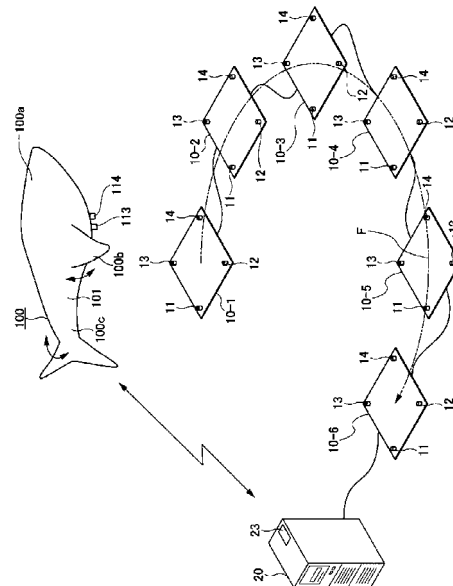
(54) 【発明の名称】 飛行体誘導システム、飛行体誘導方法及び飛行体誘導シート

(57) 【要約】

【課題】 飛行又は浮遊するロボットのような飛行体の飛行ルートや飛行範囲を、手軽に制御できるようにする。

【解決手段】 飛行体100の飛行範囲又は飛行ルートに設置される1枚又は複数枚の飛行体誘導シート10-1~10-6を使って、飛行体100の飛行位置又は飛行ルートを制御する。飛行体誘導シート10-1~10-6には、n個(nは3以上の整数)の受信部11~14が配置され、飛行体100から送信される特定の無線信号を受信する。そして、複数の受信部11~14での受信信号の受信時間差から、飛行体100の座標位置を算出し、その算出した座標位置と飛行計画に基づいて、飛行体100の動きを指示する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線通信部と特定の無線信号を送信する送信部とを有し、飛行又は浮遊する飛行体と、前記飛行体の送信部から送信される無線信号を受信する n 個 (n は 3 以上の整数) の受信部を有し、前記飛行体の飛行範囲又は飛行ルートに設置される 1 枚又は複数枚の飛行体誘導シートと、

前記 1 枚又は複数枚の飛行体誘導シートで得た信号に基づいて前記飛行体の座標位置を取得して、前記飛行体に移動方向の指令を送る制御装置と、を備え、

前記制御装置は、前記 1 枚又は複数枚の飛行体誘導シートに配置された n 個の受信部の受信信号の受信時間差から前記飛行体の座標位置を算出し、算出した座標位置と飛行計画に基づいて、前記飛行体の動きを指示する指令を、前記飛行体の前記無線通信部に送信するようにする

10

飛行体誘導システム。

【請求項 2】

さらに、基準となる座標位置に設置されて、基準用の無線信号を送信する基準用送信装置を備え、

前記基準用送信装置から送信される無線信号を、前記 1 枚又は複数枚の飛行体誘導シートに配置された n 個の受信部で受信したとき、前記制御装置は、受信信号の受信時間差から前記 1 枚又は複数枚の飛行体誘導シートの配置位置である座標位置を算出し、算出した座標位置を、前記飛行体の座標位置を算出する際に利用するようにする

20

請求項 1 に記載の飛行体誘導システム。

【請求項 3】

前記飛行体誘導シートは、複数枚が配置され、

前記制御装置は、前記飛行体が前記飛行体誘導シートの配置状態によって決定される飛行ルートに沿って飛行するように、前記飛行体に指令を送るようにする

請求項 1 又は 2 に記載の飛行体誘導システム。

【請求項 4】

前記飛行体は、床面との距離を計測する測距センサ部を備え、

前記測距センサ部が計測した距離から、前記飛行体の高さを得るようにする

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の飛行体誘導システム。

30

【請求項 5】

飛行又は浮遊する飛行体の飛行範囲又は飛行ルートに設置される 1 枚又は複数枚の飛行体誘導シートを使って、前記飛行体の飛行位置又は飛行ルートを制御する飛行体誘導方法であり、

前記飛行体から送信される特定の無線信号を、前記 1 枚又は複数枚の飛行体誘導シートに配置された n 個 (n は 3 以上の整数) の受信部で受信する受信処理と、

前記受信処理で得たそれぞれの受信部での受信信号の受信時間差から前記飛行体の座標位置を算出する座標位置算出処理と、

前記座標位置算出処理で算出した座標位置と飛行計画に基づいて、前記飛行体の動きを指示する指令を、前記飛行体に送る飛行指示処理とを含む

40

飛行体誘導方法。

【請求項 6】

外部からの指令で飛行位置又は飛行方向の設定が可能な飛行体の飛行ルート又は飛行範囲の近傍に設置される飛行体誘導シートであり、

前記飛行体から送信される特定の信号を受信する n 個 (n は 3 以上の整数) の受信部と

、前記 n 個の受信部を所定の間隔で配置したシート部材とを備え、

前記 n 個の受信部で受信した前記特定の信号を、それぞれ個別に出力するようにした飛行体誘導シート。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、屋内などの比較的狭い範囲で空中を飛行する飛行体を誘導する飛行体誘導システム及び飛行体誘導方法、並びにその飛行体誘導方法に適用される飛行体誘導シートに関する。

【背景技術】**【0002】**

本願の発明者らは、先に、空中を浮遊しながら、外部からの操作指示に応じて移動する飛行体を提案した（特許文献1参照）。この飛行体は、例えば全体を魚の形状で構成され、ヘリウムガスが封入されたバルーンを内蔵して浮遊する。そして、魚の胴体や鰭に相当する箇所をサーボモータによる駆動で往復運動させて、空中を移動できるようにしたものである。

10

【0003】

このような魚型バルーンロボットとして構成された飛行体を用意することで、例えばイベント会場内で、魚の形状をした飛行体が浮遊しながら移動し、イベントの演出効果を高めることができる。また、各種案内や宣伝などを行うこともでき、効果の高い空間演出コンテンツが得られる。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

20

【特許文献1】特開2005-192869号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

先に提案した飛行体は、地上の操作者が所持したコントローラと無線通信を行い、そのコントローラから進行速度や進行方向を指示する構成であった。このように、操作者が操作を行うことが適切な用途もあるが、イベントの種類によっては、飛行体が自動的に決められた位置を飛行するのが好ましい場合もある。

【0006】

しかしながら、上述した魚型バルーンロボットのような比較的簡易な構成の飛行体で、飛行位置を自律的にコントロールすることは容易ではなかった。すなわち、飛行体が自律的に飛行位置をコントロールするためには、例えば飛行体自身が自らの正確な座標位置を判断する高精度な自律航法装置を内蔵する必要がある。そして、自律航法装置が判断した座標位置からどの方向に進むのかを飛行体自身が判断して処理を行わなければならない。しかし、飛行体自身が自らの正確な座標位置を判断する自律航法装置は、構成が非常に複雑になり、飛行体の重量が増加すると共に製作に要するコストも増えてしまい、好ましくない。

30

【0007】

さらに、一般的な自律航法装置は、GPS（Global Positioning System）などの衛星からの信号を利用しているため、屋外での使用が前提であり、屋内で座標位置を測位することはできず、屋内での飛行には適用できないという問題がある。

40

【0008】

本発明は、手軽に飛行体の飛行ルートや飛行範囲などの制御ができる飛行体誘導システム及び飛行体誘導方法、並びにその誘導方法に適用できる飛行体誘導シート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】**【0009】**

本発明の飛行体誘導システムは、無線通信部と特定の無線信号を送信する送信部とを有し、飛行又は浮遊する飛行体と、飛行体の送信部から送信される無線信号を受信するn個（nは3以上の整数）の受信部を有し、飛行体の飛行範囲又は飛行ルートに設置される1

50

枚又は複数枚の飛行体誘導シートと、1枚又は複数枚の飛行体誘導シートで得た信号に基づいて飛行体の座標位置を取得して、飛行体に移動方向の指令を送る制御装置とを備えた飛行体誘導システムである。

ここで、制御装置は、1枚又は複数枚の飛行体誘導シートに配置された n 個の受信部の受信信号の受信時間差から飛行体の座標位置を算出し、算出した座標位置と飛行計画に基づいて、飛行体の動きを指示する指令を、飛行体の無線通信部に送信するようにした。

【0010】

また本発明の飛行体誘導方法は、飛行又は浮遊する飛行体の飛行範囲又は飛行ルートに設置される1枚又は複数枚の飛行体誘導シートを使って、飛行体の飛行位置又は飛行ルートを制御する飛行体誘導方法である。

ここで、飛行体誘導方法は、飛行体から送信される特定の無線信号を、前記1枚又は複数枚の飛行体誘導シートに配置された n 個(n は3以上の整数)の受信部で受信する受信処理と、その受信処理で得たそれぞれの受信部での受信信号の受信時間差から飛行体の座標位置を算出する座標位置算出処理と、座標位置算出処理で算出した座標位置と飛行計画に基づいて、飛行体の動きを指示する指令を、飛行体に送る飛行指示処理とを含む。

【0011】

さらに本発明の飛行体誘導シートは、外部からの指令で飛行位置又は飛行方向の設定が可能な飛行体の飛行ルート又は飛行範囲の近傍に設置される飛行体誘導シートであり、飛行体から送信される特定の信号を受信する n 個(n は3以上の整数)の受信部と、 n 個の受信部を所定の間隔で配置したシート部材とを備え、 n 個の受信部で受信した特定の信号を、それぞれ個別に出力するようにした。

【発明の効果】

【0012】

本発明の飛行体誘導システム及び飛行体誘導方法によると、飛行体の飛行ルート又は飛行範囲に沿って飛行体誘導シートを床面などに配置することで、飛行体誘導シート内の n 個の受信部での特定の信号の受信時間差から、飛行体の座標位置を算出することができる。したがって、飛行体の座標位置が制御装置で簡単に得られるので、制御装置からの指令で、飛行体の飛行位置や飛行ルートなどを適切に設定できるようになる。

また、本発明の飛行体誘導シートによると、飛行体の飛行位置の算出に必要な信号の受信ができ、その受信信号に基づいて、飛行体の飛行ルートや飛行範囲を、飛行体誘導シートの設置位置の近傍に簡単に設定できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の一実施の形態例によるシステム全体の例を示す説明図である。

【図2】本発明の一実施の形態例による各装置の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の一実施の形態例による各シートの座標位置の算出処理状態を示す説明図である。

【図4】本発明の一実施の形態例による飛行体誘導シートの構成例を示す分解斜視図である。

【図5】本発明の一実施の形態例による飛行体誘導シートを組み立てた状態を示す斜視図である。

【図6】本発明の一実施の形態例による各シートの座標位置の算出処理例を示すフローチャートである。

【図7】本発明の一実施の形態例による飛行体の誘導処理例を示すフローチャートである。

【図8】本発明の一実施の形態例による飛行ルートや飛行範囲の設定例を示す説明図である。

【図9】本発明の一実施の形態例による飛行体誘導シートの変形例(多数の透孔を設けた例)を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の一実施の形態例（以下、「本例」と称する）を、添付図面を参照して説明する。

[1 . システム全体の概要]

図 1 は、本例の飛行体誘導システムの全体構成を示す。

飛行体である魚型バルーンロボット 1 0 0 は、ヘリウムガス充填部 1 0 0 a によって、ヘリウムガスが充填されることで、全体が空中に浮遊する。そして、魚型バルーンロボット 1 0 0 は、その左右の鰭 1 0 0 b と胴体後部 1 0 0 c を後述するサーボモータ 1 2 1 , 1 2 2 (図 2 参照) により往復運動を行う。左右の鰭 1 0 0 b の往復運動と、胴体後部 1 0 0 c の往復運動（くねり運動）とを組み合わせることにより、あたかも魚が水中を動く場合と同様に、空中で前進を行うことができる。そして、この組み合わせにより、その前進する方向を上下左右の任意の方向（角度）に設定することができる。この魚型バルーンロボット 1 0 0 には、制御装置 2 0 と通信を行う無線通信部 1 1 3 と、パルス性の超音波信号を送信する送信部 1 1 4 が取り付けられている。なお、魚型バルーンロボット 1 0 0 の詳細構成については図 2 により後述する。

10

【 0 0 1 5 】

ここでは、魚型バルーンロボット 1 0 0 を比較的大きなスペースの屋内で飛行させるものとし、魚型バルーンロボット 1 0 0 が飛行するルートに沿って、屋内の床の上に、複数枚の飛行体誘導シート 1 0 - 1 , 1 0 - 2 , 1 0 - 3 , 1 0 - 4 , 1 0 - 5 , 1 0 - 6 を配置する。図 1 の例では、6 枚の飛行体誘導シート 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 を用意して、それぞれの飛行体誘導シート 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 が曲線状に連続するように配置する。本例の場合には、この飛行体誘導シート 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 の配置状態を示す曲線が、魚型バルーンロボット 1 0 0 が飛行する飛行計画での飛行ルート F に相当する。

20

【 0 0 1 6 】

それぞれの飛行体誘導シート 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 には、4 個の超音波受信部 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 が配置されている。この 4 個の超音波受信部 1 1 ~ 1 4 は、例えば、各飛行体誘導シート 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 の四隅に配置され、飛行体 1 0 0 から送信されるパルス性の超音波信号を受信する。超音波受信部 1 1 ~ 1 4 を四隅に配置するのは一例であり、その他の配置でもよい。具体的には、3 個以上の超音波受信部が一直線に並ばない状態であれば、各飛行体誘導シート 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 に各超音波受信部 1 1 ~ 1 4 を配置する場合の配置位置は、様々な形態としてよい。1 枚の飛行体誘導シート 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 ごとに超音波受信部の配置位置が異なってもよい。但し、それぞれの飛行体誘導シート 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 の超音波受信部 1 1 ~ 1 4 の配置位置の情報は、後述する制御装置 2 0 側が把握する必要がある。

30

各飛行体誘導シート 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 の超音波受信部 1 1 ~ 1 4 は、それぞれ制御装置 2 0 に接続されており、各飛行体誘導シート 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 の超音波受信部 1 1 ~ 1 4 での超音波信号の受信タイミングが、制御装置 2 0 で計測されるようになっている。

制御装置 2 0 は、その計測した各超音波受信部 1 1 ~ 1 4 での受信時間差から、魚型バルーンロボット 1 0 0 の座標位置を算出する。この座標位置を算出する処理の具体例については図 2 により後述する。

40

【 0 0 1 7 】

制御装置 2 0 は、その算出した座標位置から、現在の魚型バルーンロボット 1 0 0 の位置が、飛行ルート F 上のどの位置か、あるいは飛行ルート F からどの程度外れているかを判断する。そして、その判断に基づいて、制御装置 2 0 が備える無線通信部 2 3 (図 2 参照) が、飛行体 1 0 0 の無線通信部 1 1 3 に対して進行方向を指示する指令を送る。

【 0 0 1 8 】

[2 . 各装置の具体的な構成の例]

図 2 は、本例のシステム内の各装置の内部構成例を示す。

魚型バルーンロボット 1 0 0 は、バルーンロボット制御部 1 1 0、鰭駆動部 1 1 1、くねり駆動部 1 1 2、無線通信部 1 1 3、超音波送信部 1 1 4、測距センサ部 1 1 5、及び

50

測温センサ部 116 を備える。

バルーンロボット制御部 110 は、無線通信部 113 経由で受信される外部（制御装置 20）からの指令などに基づいて魚型バルーンロボット 100 の飛行状態を制御する。

鰭駆動部 111 は、鰭用サーボモータ 121 を駆動して、魚型バルーンロボット 100 の鰭 100b（図 1）の往復動作を制御する。くねり駆動部 112 は、くねり用サーボモータ 122 を駆動して、魚型バルーンロボット 100 の胴体後部 100c（図 1 参照）の往復動作を制御する。なお、鰭用サーボモータ 121 やくねり用サーボモータ 122 は、それぞれ複数個備えて、複雑な動きができるようにしてもよい。

【0019】

無線通信部 113 は、上述したように制御装置 20 側の無線通信部 23 と無線通信を行い、制御装置 20 からの指令を受信する。魚型バルーンロボット 100 側の無線通信部 113 と、制御装置 20 側の無線通信部 23 との無線通信としては、例えば ZigBee（登録商標）と称される数百 kHz から数 GHz の周波数帯を使った近距離無線通信技術方式が適用される。無線通信方式として ZigBee 方式を適用するのは一例であり、例えば無線 LAN 規格や Bluetooth（登録商標）規格などのその他の無線通信方式を適用してもよい。

10

【0020】

超音波送信部 114 は、バルーンロボット制御部 110 の制御に基づいて、規定された周波数の超音波信号を無線信号として送信する。ここでは、超音波送信部 114 は、例えば、パルス性の超音波信号を一定周期で送信する。この超音波送信部 114 が送信する超音波信号に、魚型バルーンロボット 100 を識別するための情報を含めてもよいが、特別な情報（変調された情報）を含めないようにしてもよい。

20

【0021】

測距センサ部 115 は、超音波信号の送受信により、魚型バルーンロボット 100 が床面から浮上した高さを計測するセンサである。この場合、測距センサ部 115 が計測に使用する超音波は、超音波送信部 114 が送信する超音波とは異なる周波数とする。なお、測距センサ部 115 として超音波式のセンサを使用するのは一例であり、その他の方式のセンサとしてもよい。また、魚型バルーンロボット 100 が測距センサ部 115 を備える構成としたのは一例であり、測距センサ部 115 を備えない魚型バルーンロボット 100 として構成としてもよい。

30

測距センサ部 115 は、計測した浮上高さの情報をバルーンロボット制御部 110 に供給する。

【0022】

測温センサ部 116 は、鰭用サーボモータ 121 及びくねり用サーボモータ 122 の発熱温度を計測する。測温センサ部 116 が計測した温度の情報は、バルーンロボット制御部 110 に供給される。この測温センサ部 116 を魚型バルーンロボット 100 が備える構成とした点についても一例であり、測温センサ部 116 を備えない魚型バルーンロボット 100 として構成としてもよい。

なお、魚型バルーンロボット 100 は、バッテリー 117 を内蔵し、このバッテリー 117 から供給される電源で、バルーンロボット制御部 110 などの各部を作動させる。バッテリー 117 は、例えば魚型バルーンロボット 100 内の各部を 1 時間程度駆動可能な容量を持つ。

40

【0023】

飛行体誘導シート 10-1 ~ 10-6 に配置された複数の超音波受信部 11 ~ 14 は、魚型バルーンロボット 100 の超音波送信部 114 から送信される超音波信号の受信処理を行う。それぞれの超音波受信部 11 ~ 14 は、超音波送信部 114 から送信される超音波信号の受信レベルを示すアナログ信号を受信信号として出力する。

超音波受信部 11 ~ 14 から出力される受信信号は、制御装置 20 が備えるアナログ/デジタル変換器 24 に供給される。

【0024】

50

制御装置 20 は、コンピュータ装置とその周辺機器により構成され、各飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 6 に配置された超音波受信部 11 ~ 14 から供給される受信信号に基づいた演算処理を行う。すなわち、制御装置 20 のアナログ/デジタル変換器 24 は、供給される受信信号をデジタル信号に変換し、変換したデジタル信号を制御部 21 に供給する。制御部 21 は、この変換されたデジタル信号が供給されるタイミング（受信レベルが変化するタイミング）から、複数の超音波受信部 11 ~ 14 での超音波信号の受信時間差を判断する。

そして、制御部 21 は、判断した受信時間差を使った演算で、魚型バルーンロボット 100 の座標位置を算出する（座標位置算出処理）。魚型バルーンロボット 100 の座標位置の算出原理については後述する。

【0025】

また、制御部 21 に接続された記憶部 22 には、魚型バルーンロボット 100 の飛行ルートなどの情報が記憶される。そして、制御部 21 は、算出した魚型バルーンロボット 100 の座標位置と、記憶部 22 に記憶された飛行ルートと比較することにより、魚型バルーンロボット 100 の進行方向や浮上高さなど指示する指令を生成する。制御部 21 が生成した指令は、無線通信部 23 から魚型バルーンロボット 100 に送信される。

【0026】

また、制御装置 20 には、出力部 25 を介して基準用送信装置 31 が接続される。この基準用送信装置 31 は、飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 6 を設置する際に、各シート 10 - 1 ~ 10 - 6 の設置座標位置の計測用に使用される。基準用送信装置 31 は、制御装置 20 からの制御により、パルス性の超音波信号を送信する。基準用送信装置 31 が送信する超音波信号は、魚型バルーンロボット 100 の超音波送信部 114 が送信するパルス性の超音波信号と同じ周波数の信号である。

【0027】

基準用送信装置 31 から送信される超音波信号は、それぞれの飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 6 に配置された超音波受信部 11 ~ 14 で受信される。そして、超音波受信部 11 ~ 14 が出力した受信信号が、制御装置 20 が備えるアナログ/デジタル変換器 24 に供給され、制御部 21 は、それぞれの超音波受信部 11 ~ 14 での受信時間差から、各飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 6 の設置座標位置を算出する。飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 6 の座標位置の算出原理については後述する。

【0028】

図 3 は、基準用送信装置 31 を使って各飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 6 の設置座標位置を算出する例を示す。

基準用送信装置 31 は、床面からある程度の高さがある箇所に設置され、この基準用送信装置 31 から送信される超音波信号が、全ての飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 6 の超音波受信部 11 ~ 14 で同時に受信される。そして、制御装置 20 は、基準用送信装置 31 が設置された位置を基準座標位置として、その基準座標位置からの距離を算出して、各飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 6 が設置された座標位置が得られる。

【0029】

[3 . 飛行体誘導シートの構成例]

図 4 及び図 5 は、飛行体誘導シート 10 - 1 の構成例を示す。図 4 は分解した状態を示し、図 5 は組み立てた状態を示す。図 4 及び図 5 では、飛行体誘導シート 10 - 1 のみを示すが、その他の飛行体誘導シート 10 - 2 ~ 10 - 6 についても、飛行体誘導シート 10 - 1 と同様の構成である。

【0030】

図 4 に示すように、飛行体誘導シート 10 - 1 は、下シート部材 10 a と上シート部材 10 b の 2 枚で構成され、上シート部材 10 b には、4 隅に透孔 10 c , 10 d , 10 e , 10 f が設けられる。そして、それぞれの透孔 10 c , 10 d , 10 e , 10 f に、超音波受信部 11 ~ 14 が配置される。

超音波受信部 11 は、ベース部 11 a の上に円筒形の突起部 11 b を有する形状になっ

10

20

30

40

50

ており、超音波受信部 11 の突起部 11b が透孔 10c に嵌まった状態に配置される。他の超音波受信部 12, 13, 14 も、同様に各透孔 10d, 10e, 10f に配置される。

なお、図 4 では上シート部材 10b に 4 個の透孔 10c ~ 10f を設け、それぞれの透孔 10c ~ 10f に超音波受信部 11 ~ 14 を配置した例を示すが、上シート部材 10b に 5 個以上の透孔を配置し、状況に応じて超音波受信部 11 ~ 14 を配置する透孔を選択するようにしてもよい。例えば、後述するシートの配置例 (図 8) で説明するように、多数のシートに配置した超音波受信部が一直線に多数並ぶことを極力防ぐために、そのときの複数枚のシートの全体的な配置状況に応じて、5 個以上の透孔の中から選んだ 4 カ所の透孔に、超音波受信部 11 ~ 14 を配置してもよい。あるいは、飛行体誘導シートを床面に設置する際の制約 (既設の物体との干渉を避けるため等) から、5 個以上の透孔を用意して、超音波受信部 11 ~ 14 を配置する透孔を選択できるようにしてもよい。上シート部材 10b に 5 個以上の透孔を配置する場合の具体的な例については後述する (図 9)。

10

【0031】

下シート部材 10a の上面の端部と、上シート部材 10b の下面の端部には、面ファスナ 10g, 10h が貼り付けられ、この面ファスナ 10g, 10h により下シート部材 10a と上シート部材 10b が接合される。なお、面ファスナ 10g, 10h を使って下シート部材 10a と上シート部材 10b とを接合するようにしたのは一例であり、面ファスナの代わりに、接着剤や両面テープなどを使用して接合してもよい。また、図 4 に示す面ファスナ 10g, 10h の配置位置についても一例であり、図 4 に示す例とは異なる位置

20

【0032】

各超音波受信部 11 ~ 14 は、図 4 に示すように、信号ケーブルでコネクタ部 15 と接続される。コネクタ部 15 は、隣接して配置される他の飛行体誘導シート (例えば飛行体誘導シート 10-2) 側又は制御装置 20 側に接続される。また、別の飛行体誘導シートと接続するためのコネクタ部 16 を備え、このコネクタ部 16 が信号ケーブルを介してコネクタ部 15 と接続される。コネクタ部 15, 16 を介して各飛行体誘導シート 10-1 ~ 10-6 を順に接続する構成は一例であり、例えば各超音波受信部 11 ~ 14 に接続された信号線を伸ばして、直接制御装置 20 に接続するようにしてもよい。

【0033】

図 5 に示すように、例えば、飛行体誘導シート 10-1 が組み立てられた状態では、飛行体誘導シート 10-1 の表面の四隅に、等間隔で 4 個の超音波受信部 11 ~ 14 が配置される。既に説明したように、1 枚の飛行体誘導シート 10-1 の四隅に等間隔で超音波受信部 11 ~ 14 を配置するようにしたのは一例であり、その他の配置状態としてもよい。

30

そして、飛行体誘導シート 10-1 から信号ケーブルが伸び、その信号ケーブルの先端にコネクタ部 15, 16 が取り付けられる。このコネクタ部 15, 16 を使って、図 1 に示すように複数枚の飛行体誘導シート 10-1 ~ 10-6 が順に接続される。さらに、図 1 に示すように、端部の飛行体誘導シート (図 1 の例では飛行体誘導シート 10-6) が、制御装置 20 に接続される。飛行体誘導シートは、上述のとおりシート上において配置数や配置関係の決まった複数の超音波受信部を備えるため、一枚の飛行体誘導シートの床上に配置することで複数の超音波受信部を一度に簡便に配置でき、また、一枚の飛行体誘導シートを撤去することで複数の超音波受信部を一度に簡便に撤去することができる。

40

なお、制御装置 20 側では、1 枚のシート上の 4 つの超音波受信部 11 ~ 14 の配置間隔の情報 (後述する x_1, x_2, y_1, y_2 などの情報) を持つようにする。各飛行体誘導シート 10-1 ~ 10-6 の超音波受信部の配置数や配置位置が異なる場合には、それぞれのシート毎の超音波受信部の配置数や配置位置の情報を制御装置 20 が持つ。

【0034】

[4 . 飛行体誘導シートの座標位置の登録処理]

次に、床の上に配置された飛行体誘導シート 10-1 ~ 10-6 の座標位置を登録する

50

処理の流れを、図6のフローチャートを参照して説明する。

まず、飛行体誘導シート10-1~10-6の床上への配置が完了した後、図3に示すように、基準用送信装置31をある程度の高さに固定して、制御装置20からの指令で基準用送信装置31がパルス性の超音波信号を送信する(ステップS11)。

【0035】

ステップS11で送信された超音波信号は、各飛行体誘導シート10-1~10-6に設けられた超音波受信部11~14で受信され、制御装置20の制御部21がその受信信号を収集する(ステップS12)。制御部21は、収集した受信信号の時間差を取得し(ステップS13)、この時間差を使った3次元測位処理により、各飛行体誘導シート10-1~10-6の座標位置を算出する(ステップS14)。ステップS14で算出された各飛行体誘導シート10-1~10-6の座標位置は、制御部21による登録処理で記憶部22に記憶される(ステップS15)。

10

【0036】

ここで、ステップS14での3次元測位処理による座標位置の算出処理の原理について、図3を参照して説明する。

まず、基準用送信装置31から飛行体誘導シート10-1の3個の超音波受信部11, 12, 13までの距離を、それぞれの L, L_1, L_2 とする。この距離 L, L_1, L_2 は、基準用送信装置31が超音波信号を送信してから、各超音波受信部11, 12, 13で受信されるまでの時間差に比例する。したがって、制御装置20では、基準用送信装置31から超音波信号を送信する時刻と、各超音波受信部11, 12, 13で超音波信号を受信した時刻(タイミング)が検出できれば、各超音波受信部11, 12, 13までの距離 L, L_1, L_2 に相当する時間差を判断することができる。

20

【0037】

このように、距離 L, L_1, L_2 が得られると、各超音波受信部11, 12, 13の座標位置が、3次元測位処理で求まる。ここでは図3に示すように、座標位置を床面上の直交2軸(X軸及びY軸)と、その2軸と直交する高さ方向のZ軸との3軸で示す。

まず、図3に示すように、基準用送信装置31の設置位置を、基準となる座標位置(X_0, Y_0, Z_0)とする。ここでは、基準用送信装置31の設置位置を原点位置として、 X_0 と Y_0 をそれぞれ0とした($0, 0, Z_0$)として基準の座標位置を示す。Z軸(高さ)については、飛行体誘導シート10-1~10-6が設置された床面の高さを0とし、基準用送信装置31の設置位置を Z_0 とする。

30

【0038】

飛行体誘導シート10-1の1個の超音波受信部11の座標位置は、座標($X, Y, 0$)として示される。同じ飛行体誘導シート10-1に配置された別の超音波受信部12, 13の座標位置は、超音波受信部11の設置位置から、X軸方向に距離 x_1 及び x_2 、Y軸方向に距離 y_1 及び y_2 だけ離れている。このとき、超音波受信部12は、座標($X+x_1, Y+y_1, 0$)になり、超音波受信部13は、座標($X+x_2, Y+y_2, 0$)になる。

【0039】

このように座標を設定して、座標位置($0, 0, Z_0$)の基準用送信装置31から超音波受信部11, 12, 13までの距離を、それぞれ L, L_1, L_2 としたとき、各距離 L, L_1, L_2 は、次式で示される。ここでは、Z軸方向の距離が0であるため、座標位置 Z_0 の成分は省略して示す。

40

【0040】

【数1】

$$\begin{cases} Y^2 + X^2 = L^2 \\ (y_1 + Y)^2 + (x_1 + X)^2 = L_1^2 \\ (y_2 + Y)^2 + (x_2 + X)^2 = L_2^2 \end{cases}$$

50

【 0 0 4 1 】

なお、この [数 1] 式の各式で、Y 軸方向の座標位置 Z_0 の成分を含めて計算する場合には、左辺に $(+Z_0^2)$ を付加する。例えば、1 行目の距離 L の式は、 $Y^2 + X^2 + Z_0^2 = L^2$ となる。本例では、座標位置 Z_0 を 0 とするため、[数 1] 式に示すように Z 軸についての計算を省略できる。

そして、この [数 1] 式から、超音波受信部 1 1 の座標位置 $(X, Y, 0)$ の X と Y は、次の [数 2] 式の連立方程式の解として算出することができる。

【 0 0 4 2 】

【 数 2 】

$$X = \frac{y_1 y_2^2 - y_1^2 y_2 - x_1^2 y_2 + L_1^2 y_2 - L^2 y_2 + x_2^2 y_1 - L_2^2 y_1 + L^2 y_1}{2 (x_1 y_2 - x_2 y_1)}$$

10

$$Y = \frac{x_1 y_2^2 - x_2 y_1^2 + x_1 x_2^2 - x_1^2 x_2 + L_1^2 x_2 - L^2 x_2 - L_2^2 x_1 + L^2 x_1}{2 (x_1 y_2 - x_2 y_1)}$$

【 0 0 4 3 】

この [数 2] 式の演算で、超音波受信部 1 1 の座標位置 $(X, Y, 0)$ が求まる。超音波受信部 1 1 の座標位置 $(X, Y, 0)$ が求まると、超音波受信部 1 1 から同じ飛行体誘導シート 1 0 - 1 に配置された他の超音波受信部 1 2, 1 3 までの距離 x_1, x_2, y_1, y_2 は既知であるため、各超音波受信部 1 2, 1 3 の座標位置 $(X + x_1, Y + y_1, 0)$ 及び $(X + x_2, Y + y_2, 0)$ も求めることができる。超音波受信部 1 1、1 2、1 3 の座標位置が分かると、これらの超音波受信部 1 1、1 2、1 3 からの距離が既知の超音波受信部 1 4 の座標位置も簡単な演算で求まる。

20

【 0 0 4 4 】

このように、全ての飛行体誘導シート 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 の超音波受信部 1 1 ~ 1 4 で、基準用送信装置 3 1 から送信される超音波信号を受信できれば、それぞれの飛行体誘導シート 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 に設置された超音波受信部 1 1 ~ 1 4 の座標位置を算出することができる。算出した各シートの超音波受信部 1 1 ~ 1 4 の座標位置の情報は、制御装置 2 0 の記憶部 2 2 に登録される。

なお、各飛行体誘導シート 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 の超音波受信部 1 1 ~ 1 4 の座標位置を登録した後は、基準用送信装置 3 1 は制御装置 2 0 から外してもよい。

30

また、基準用送信装置 3 1 からの超音波信号の送信範囲外の一部のシートが設置されている場合には、既に測位を完了したシートの座標位置を利用して、基準用送信装置 3 1 を移動させて、未測位のシートの測位を行う処理を繰り返すようにして、全てのシートの座標位置の測位を行うようにすればよい。

【 0 0 4 5 】

[5 . 飛行体の飛行位置を制御する処理の流れ]

次に、魚型バルーンロボット 1 0 0 を飛行 (浮上) させたときの、その魚型バルーンロボット 1 0 0 の飛行位置を制御する処理の流れを、図 7 のフローチャートを参照して説明する。

40

図 7 のフローチャートにおいて、ステップ S 2 1 ~ S 2 5 は、魚型バルーンロボット 1 0 0 での処理を示し、ステップ S 3 1 ~ S 3 4 は、制御装置 2 0 での処理を示す。

まず、浮上 (飛行) を開始すると、バルーンロボット制御部 1 1 0 は、魚型バルーンロボット 1 0 0 を規定高度以上に浮上させる。例えば、地上から 2 m 以上の高さに浮上させる (ステップ S 2 1)。そして、バルーンロボット制御部 1 1 0 は、超音波送信部 1 1 4 から一定周期でのパルス信号 (超音波信号) の送信を開始する (ステップ S 2 2)。その後、バルーンロボット制御部 1 1 0 は、飛行 (浮上) を継続させるか否かを判断する (ステップ S 2 3)。

【 0 0 4 6 】

ここで、無線通信部 1 1 3 が浮上停止の指令を受信した場合や、バッテリー 1 1 7 の残量

50

低下を検出した場合に、バルーンロボット制御部 110 は、飛行を継続しないと判断し（ステップ S 23 の NO）、魚型バルーンロボット 100 を停止用の高度まで下降させる（ステップ S 25）。

一方、ステップ S 23 で飛行を継続させると判断したとき（ステップ S 23 の YES）、バルーンロボット制御部 110 は、無線通信部 113 が受信した指令に基づいて、上手左右の方向を含む進行方向の動き制御を行う（ステップ S 24）。その後、バルーンロボット制御部 110 は、ステップ S 22 に戻り、次のパルス信号の送信タイミングで超音波送信部 114 からパルス信号を送信する。

【0047】

次に制御装置 20 での処理について説明する。各飛行体誘導シート 10-1 ~ 10-6 の超音波受信部 11 ~ 14 は、魚型バルーンロボット 100 の超音波送信部 114 からステップ S 22 で送信されたパルス信号を受信すると、その受信信号を制御部 21 が収集する（ステップ S 31）。そして、制御部 21 は、各超音波受信部 11 ~ 14 での受信時間差を取得する（ステップ S 32）。

【0048】

次に、制御部 21 は、取得した各飛行体誘導シート 10-1 ~ 10-6 内の 4 つの超音波受信部 11 ~ 14 での受信時間差から、魚型バルーンロボット 100 の座標位置（超音波送信部 114 の位置）を 3 次元測位処理で算出する（ステップ S 33）。このステップ S 33 での算出に使用する 4 つの超音波受信部は、1 枚の飛行体誘導シート 10-1 ~ 10-6 内の 4 つの超音波受信部 11 ~ 14 の受信信号を選ぶようにしても良いが、複数枚の飛行体誘導シート 10-1 ~ 10-6 の超音波受信部 11 ~ 14 から、4 つの受信信号を選ぶようにしてもよい。

このステップ S 33 での 3 次元測位処理は、図 6 のフローチャートのステップ S 14 で行った 3 次元測位処理と同様の処理である。但し、ステップ S 33 における 3 次元測位処理は、座標が既知の複数の超音波受信部 11 ~ 14 での受信状態から、各受信信号の時間差を求めて、送信位置（超音波送信部 114 の位置）を算出する処理である。これに対して、ステップ S 14 での 3 次元測位処理は、超音波送信部 114 の位置（1 点）から超音波パルスを送信して、複数の超音波受信部 11 ~ 14 までの距離を算出する処理であるから、ステップ S 33 の処理はステップ S 14 の処理の逆の演算処理に相当する。

【0049】

既知の座標位置での受信状態から送信位置を演算で求める処理は、逆 GPS 法として知られた技術であり、パルス信号の送信時刻が特定できる場合には、少なくとも 3 つの受信部での受信タイミングから送信位置が求まる。また、パルス信号の送信時刻が不明な場合には、少なくとも 4 つの受信部での受信タイミングから送信位置が求まる。

本例の場合には、飛行体誘導シート 10-1 ~ 10-6 のそれぞれに 4 つの超音波受信部 11 ~ 14 が配置されているため、パルス信号の送信時刻が不明であっても、この 4 つの超音波受信部 11 ~ 14 での受信時間差から、魚型バルーンロボット 100 の座標位置（超音波送信部 114 の位置）を算出することができる。

【0050】

ここで、送信時刻が不明なパルス信号を 4 つの受信部で受信したとき、その受信信号の時間差から送信箇所の座標位置を逆 GPS 法により推定する処理について説明する。

まず、4 つの超音波受信部 11 ~ 14 の内の 1 つの超音波受信部 11 を基準とし、魚型バルーンロボット 100 の超音波送信部 114 から特定の時刻に送信されたパルス信号が、その基準となる超音波受信部 11 で受信されるまでの遅延時間（伝搬時間）を t_1 とする。

そして、基準となる超音波受信部 11 でパルス信号を受信したタイミングから、他の 3 つの超音波受信部 12, 13, 14 でパルス信号を受信したタイミングまでの時間差を

t_{12}, t_{13}, t_{14} とする。

【0051】

このとき、魚型バルーンロボット 100 の超音波送信部 114 の座標位置を $(x_0, y$

10

20

30

40

50

(x_0, y_0, z_0) とし、既知の超音波受信部 11, 12, 13, 14 をそれぞれ (x_1, y_1, z_1) , (x_2, y_2, z_2) , (x_3, y_3, z_3) , (x_4, y_4, z_4) とすると、超音波送信部 114 から超音波受信部 11 までの伝搬時間 τ_1 は、次の [数3] 式の 4 元連立方程式から推定できる。

【0052】

【数3】

$$\sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2 + (z_0 - z_1)^2} = c \tau_1$$

$$\sqrt{(x_0 - x_2)^2 + (y_0 - y_2)^2 + (z_0 - z_2)^2} = c(\tau_1 + \tau_{21})$$

$$\sqrt{(x_0 - x_3)^2 + (y_0 - y_3)^2 + (z_0 - z_3)^2} = c(\tau_1 + \tau_{31})$$

$$\sqrt{(x_0 - x_4)^2 + (y_0 - y_4)^2 + (z_0 - z_4)^2} = c(\tau_1 + \tau_{41})$$

10

【0053】

[数3] 式の 4 元連立方程式を解くことで、魚型バルーンロボット 100 の超音波送信部 114 から基準となる超音波受信部 11 までの伝搬時間 τ_1 が得られ、伝搬時間 τ_1 が得られることで、さらに他の超音波受信部 12, 13, 14 までの伝搬時間 $(\tau_1 + \tau_{21})$, $(\tau_1 + \tau_{31})$, $(\tau_1 + \tau_{41})$ についても得られ、座標位置が既知の各超音波受信部 11, 12, 13, 14 までのこれらの伝搬時間から、送信元である超音波送信部 114 の座標位置 (x_0, y_0, z_0) を推定することができる。

20

【0054】

なお、このように少なくともいずれか 1 枚のシートの 4 つの超音波受信部 11 ~ 14 の受信信号が得られればよいため、制御部 21 では、全ての受信信号を演算処理する必要はない。制御部 21 は、収集した受信信号の中で、受信レベルが最も高い飛行体誘導シートを決めて、その受信レベルが最も高い飛行体誘導シート内の超音波受信部 11 ~ 14 の信号の演算処理を実行して、座標位置を算出するようにしてもよい。

30

【0055】

次に、制御部 21 は、ステップ S33 で算出した魚型バルーンロボット 100 の座標位置と、記憶部 22 に記憶された飛行ルートとを比較して、魚型バルーンロボット 100 の進行方向や進行速度などの飛行状態を指示する指令を生成し、飛行計画に基づいた飛行制御処理を行う (ステップ S34)。このとき、前方への直進、上昇しながらの進行、下降しながらの進行、左前方向への進行、右前方向への進行、停止など、魚型バルーンロボット 100 の鰭用サーボモータ 121 及びくねり用サーボモータ 122 による駆動で可能な各状態の指示を行う。

その後、制御部 21 は、ステップ S31 の受信信号収集処理に戻る。

40

【0056】

[6. 飛行計画の設定例]

次に、図 8 を参照して、制御装置 20 が魚型バルーンロボット 100 の飛行計画を設定する例について説明する。

図 8A に示す例は、6 枚の飛行体誘導シート 10-1 ~ 10-6 の上を順に通過するように飛行ルートを設定する飛行計画の例を示す。

各飛行体誘導シート 10-1 ~ 10-6 には、個別の ID (例えば ID: 1, 2, 3, 4, 5, 6) が付与されており、制御装置 20 は、最初に ID = 1 の飛行体誘導シート 10-1 の上空の領域から、ID = 2 の飛行体誘導シート 10-2 の上空の領域に魚型バルーンロボット (飛行体) 100 を移動させる制御を行う。次に、ID = 2 の飛行体誘導シ

50

ート 10 - 2 の上空の領域から、ID = 3 の飛行体誘導シート 10 - 3 の上空の領域に移動させる制御を行う。

【0057】

このようにして、魚型バルーンロボット 100 を、次々に隣接して配置された飛行体誘導シートに移動させることで、複数枚の飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 6 を並べるだけで、自動的に飛行ルートが決まる。魚型バルーンロボット 100 が終端の飛行体誘導シート 10 - 6 の上空に到達すると、例えば逆のルートで戻るようにする。あるいは、複数枚の飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 6 を環状に配置して、エンドレスで飛行するようにしてもよい。

なお、この飛行ルートを設定する際には、魚型バルーンロボット 100 の浮上高さを可変させる制御を組み合わせるようにしてもよい。例えば、特定位置の飛行体誘導シートに接近したとき、浮上高さを 1 m 高くする等、飛行位置ごとに浮上高さを設定するようにしてもよい。あるいは、飛行ルート内での最低浮上高さと最大浮上高さのみを決めて、魚型バルーンロボット 100 が飛行ルートを進行しながら、最低浮上高さと最大浮上高さの間で、ランダムに浮上高さを指示するようにしてもよい。

【0058】

図 8 B に示す例は、9 枚の飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 9 を床面に等間隔から若干ずらした状態で配置して、その 9 枚の飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 9 で、魚型バルーンロボット 100 が飛行する領域 Fa を決めるようにした例である。すなわち、制御装置 20 は、各飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 9 内の超音波受信部 11 ~ 14 で適正

に受信して座標位置が測位できる範囲を飛行領域 Fa に設定する。
この図 8 B の場合、各飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 9 を等間隔に配置せず、1 枚の飛行体誘導シート毎に若干位置をずらした配置としてある。これは、各飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 9 に配置した超音波受信部 11 ~ 14 が一直線に多数 (3 個以上) 並ぶことで、測位できない受信信号の組み合わせが生じることを防止するための配置である。但し、複数の飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 9 を等間隔に配置した場合でも、1 枚ごとの飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 9 内の 4 つの超音波受信部 11 ~ 14 の受信信号の組み合わせから測位が可能であるため、複数枚の飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 9 の受信部を組み合わせないで演算する場合には、各飛行体誘導シート 10 - 1 ~ 10 - 9 を等間隔に配置してもよい。

このように、制御装置 20 は、その飛行領域 Fa で飛行ルートを設定する飛行計画とする。例えば飛行領域 Fa 内でランダムに飛行位置や高さを設定するなど、様々な飛行ルートの設定を行うことができる。

【0059】

以上説明したように、本例のシステムによると、床面に複数の飛行体誘導シートを配置することで、その飛行体誘導シートに配置した受信部 11 ~ 14 での受信信号に基づいて魚型バルーンロボット 100 の座標位置が取得できる。そして、取得した座標位置に基づいて飛行ルートなどの飛行状態の制御ができ、魚型バルーンロボット 100 が外部からの指令で良好に飛行制御できるようになる。

この場合、図 8 A の例のように、複数枚の飛行体誘導シートの配列から、自動的に飛行ルートを設定することで、制御装置 20 では飛行ルートを入力する処理が不要になる。このため、魚型バルーンロボット 100 の飛行の制御が極めて簡単にできるようになる。

また、図 8 B の例のように、複数枚の飛行体誘導シートの配置状態で飛行範囲を決める場合にも、簡単に飛行範囲が決まり、魚型バルーンロボット 100 の飛行の制御を簡単に行うことができる。

【0060】

[7. 変形例]

なお、上述した実施の形態例で制御装置 20 が魚型バルーンロボット 100 の座標位置を算出する際には、床面に沿った X 軸及び Y 軸と、Z 軸 (高さ) の 3 軸で求めることができる。しかし、高さを示す Z 軸については、各受信部 11 ~ 14 の設置高さが全て同じで

10

20

30

40

50

あるため、検出精度が高くない場合も起こり得る。このため、Z軸に相当する高さの情報は、魚型バルーンロボット100に搭載された測距センサ部115の検出情報に基づいて決定するようにしてもよい。あるいは、Z軸の検出精度を高めるために、飛行体誘導シートを床面以外の場所（例えば壁面）に設置して、受信部ごとにZ軸方向の高さを変えるようにしてもよい。

【0061】

また、上述した実施の形態例では、1枚の飛行体誘導シートに、4つの超音波受信部11~14を配置したが、受信信号から飛行体（魚型バルーンロボット100）の座標位置を算出する場合には、送信信号の送信時刻が分かれば、少なくとも3個の受信部があればよい。したがって、1枚の飛行体誘導シートに3個以上の受信部が配置されてい

10

【0062】

また、飛行体誘導シートの構成の説明時にも簡単に述べたが、上シート部材10bに5個以上の透孔を配置して、その多数の透孔の中から、超音波受信部11~14を配置する透孔を選ぶようにしてもよい。例えば、図9Aに示すように、上シート部材10bとして、マトリクス状に縦横に多数の透孔を配置し、その中から選んだ特定の4つの透孔10c~10fに超音波受信部11~14を配置する。残りの透孔10xについては、超音波受信部を配置しない。この超音波受信部11~14を配置する透孔10c~10fについ

20

あるいは、図9Bに示すように、上シート部材10bとして、ランダムな間隔で多数の透孔を配置し、そのランダムな多数の透孔の中から選んだ特定の4つの透孔10c~10fに超音波受信部11~14を配置して、残りの透孔10xには超音波受信部を配置しないようにする。この上シート部材10bの場合にも、この超音波受信部11~14を配置する透孔10c~10fについては、シート毎にランダムに変化させる。

このようなシート構成とすることで、各シートの複数の超音波受信部11~14が一直線上に3個以上直線状に並ぶことを防ぐことができ、測位できない受信信号の組み合わせが発生しなくなる。

【0063】

また、上述した実施の形態例では、初期処理として、基準用送信装置31を使って各飛行体誘導シートの座標位置を算出する処理を行うようにしたが、飛行体誘導シートの座標位置については、別の方法を行うようにして、飛行体誘導シートの超音波受信部11~14は、飛行体から送信される信号だけを受信するようにしてもよい。

30

【0064】

また、図8の例では、複数枚の飛行体誘導シートを配置した例を示したが、最低で1枚の飛行体誘導シートがあれば、本例の飛行制御は可能である。すなわち、1枚の飛行体誘導シート（例えばシート10-1）に配置した4つの超音波受信部11~14で受信が可能な範囲を飛行体（魚型バルーンロボット100）の飛行範囲に設定することで、その1枚の飛行体誘導シートの設置箇所の近傍が飛行範囲になり、最低限の構成で、適切な飛行

40

体の飛行制御を行うことができる。飛行体誘導シートを何枚設置するかは、飛行ルートや飛行範囲に応じて、適宜選定すればよい。

また、上述した実施の形態例では、飛行体（魚型バルーンロボット100）から超音波信号を送信するようにしたが、飛行体が超音波信号以外の無線信号を送信するようにしてもよい。

【0065】

また、上述した実施の形態例では、飛行体誘導シートに配置した受信部で、飛行体からの信号の受信を行い、その受信信号のデジタル変換などの取り込みを制御装置20側で行い、制御装置20内で座標位置を演算して、演算結果に基づいた飛行状態の制御指令を飛行体に送信するようにした。これに対して、異なる装置がそれぞれの処理を行うように

50

してもよい。例えば、飛行体誘導シートに、アナログ/デジタル変換器を配置して、受信部 11 ~ 14 での受信信号をデジタル化して制御装置 20 に送信するようにしてもよい。あるいは、飛行体誘導シートに、各受信部 11 ~ 14 での受信時間差を演算する機能を搭載させて、制御装置 20 は受信時間差の情報を取得するようにしてもよい。さらに、飛行体誘導シートから制御装置 20 への受信信号の伝送についても、有線の信号線で伝送する代わりに、無線で伝送するようにしてもよい。

【0066】

さらに、上述した実施の形態例では、ヘリウムガスにより浮上する魚型バルーンロボット 100 の飛行を制御する例について説明したが、その他の構成の飛行体の飛行を制御するようにしてもよい。例えば、ドローンと称される浮上用の回転翼を備えた飛行体の飛行や模型飛行機などの飛行体を同様に飛行制御してもよい。あるいは、ヘリウムガス等により浮上する浮上体に、プロペラなどの推進用の部材を配置した飛行船を模した飛行体の飛行制御に適用してもよい。

さらにまた、上述した実施の形態では、1 個の飛行体の制御を行う例について説明したが、制御装置 20 は同時に複数の飛行体の制御を行うようにしてもよい。この場合には、各飛行体から送信される信号の送信周波数や送信タイミングなどを変えることで、制御装置 20 で複数の飛行体を区別して識別できるようになる。あるいは、各飛行体からの送信信号（超音波信号）に飛行体を識別するコードを付加するようにしてもよい。

【符号の説明】

【0067】

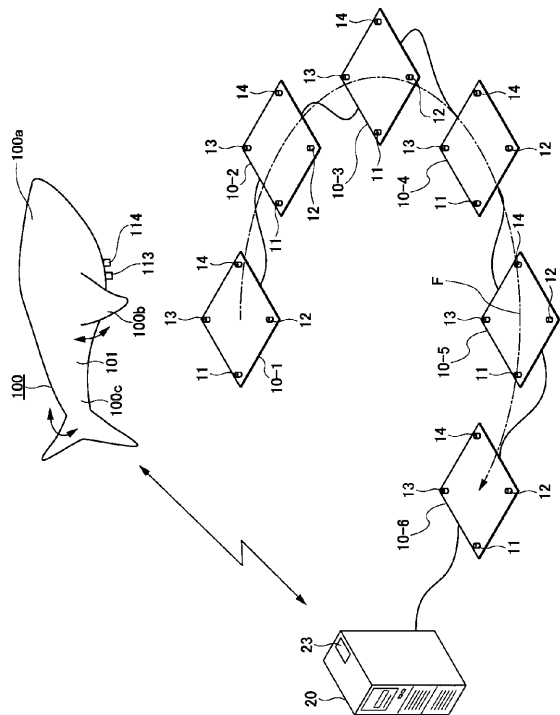
10 - 1 ~ 10 - 9 ... 飛行体誘導シート、10 a ... 下シート部材、10 b , 10 b , 10 b ... 上シート部材、10 c ~ 10 f ... 透孔（超音波受信部が配置される透孔）、10 x ... 透孔（超音波受信部が配置されない透孔）、10 g , 10 h ... 面ファスナ、11 ~ 14 ... 超音波受信部、11 a ... ベース部、11 b ... 突起部、15 , 16 ... コネクタ部、20 ... 制御装置、21 ... 制御部、22 ... 記憶部、23 ... 無線通信部、24 ... アナログ/デジタル変換器（A/D変換器）、25 ... 出力部、31 ... 基準用送信装置、100 ... 魚型バルーンロボット（飛行体）、100 a ... ヘリウムガス充填部、100 b ... 鰭、100 c ... 胴体後部、110 ... バルーンロボット制御部、111 ... 鰭駆動部、112 ... くねり駆動部、113 ... 無線通信部、114 ... 超音波送信部、115 ... 測距センサ部、116 ... 測温センサ部、117 ... バッテリ、121 ... 鰭用サーボモータ、122 ... くねり用サーボモータ

10

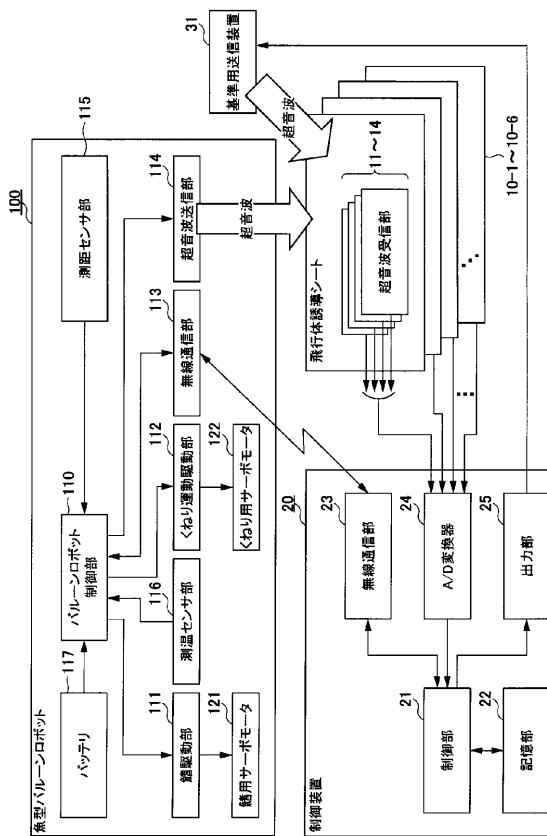
20

30

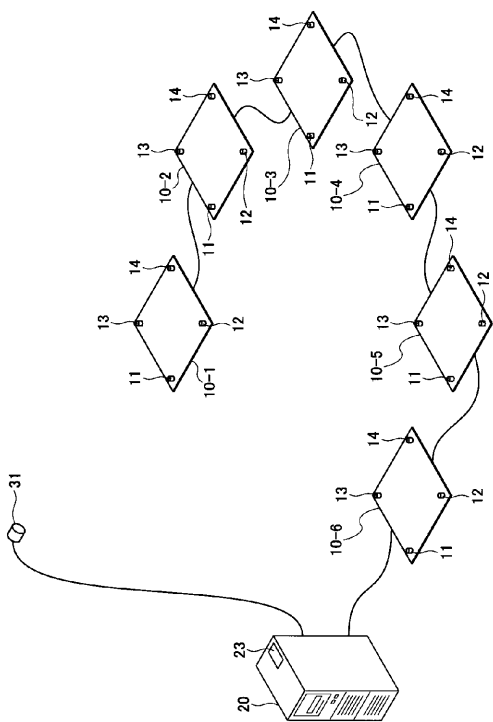
【 図 1 】



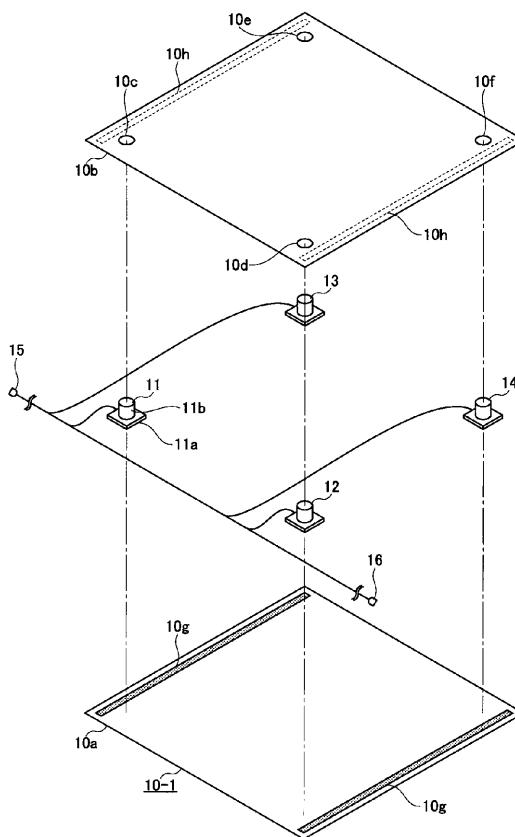
【 図 2 】



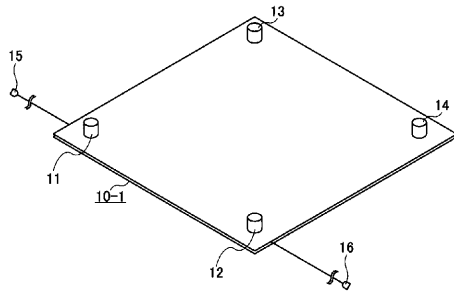
【 図 3 】



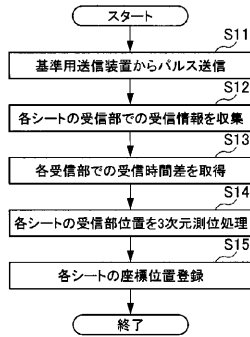
【 図 4 】



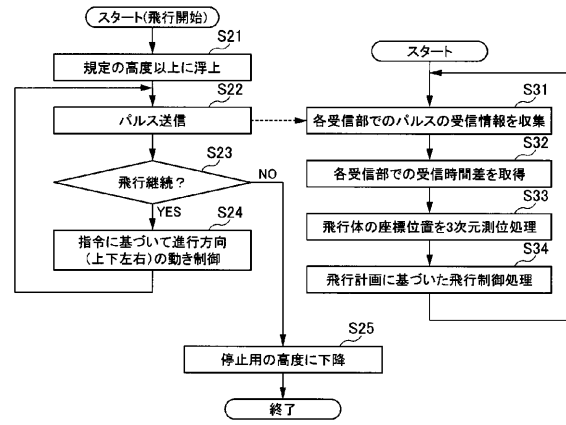
【図5】



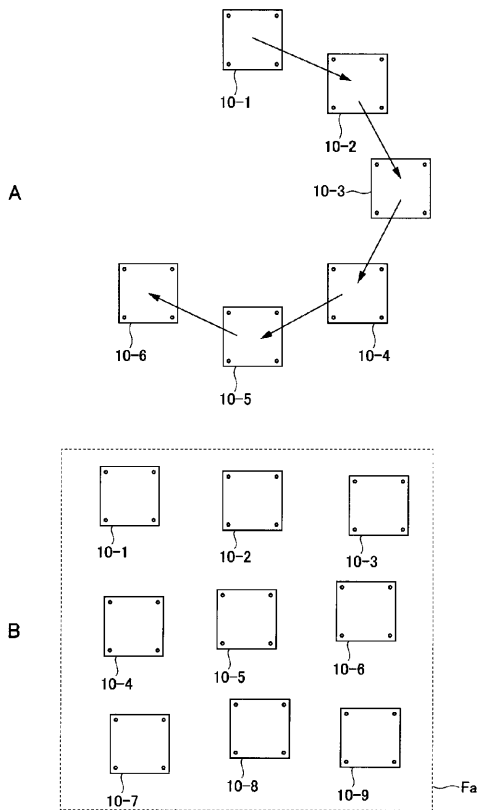
【図6】



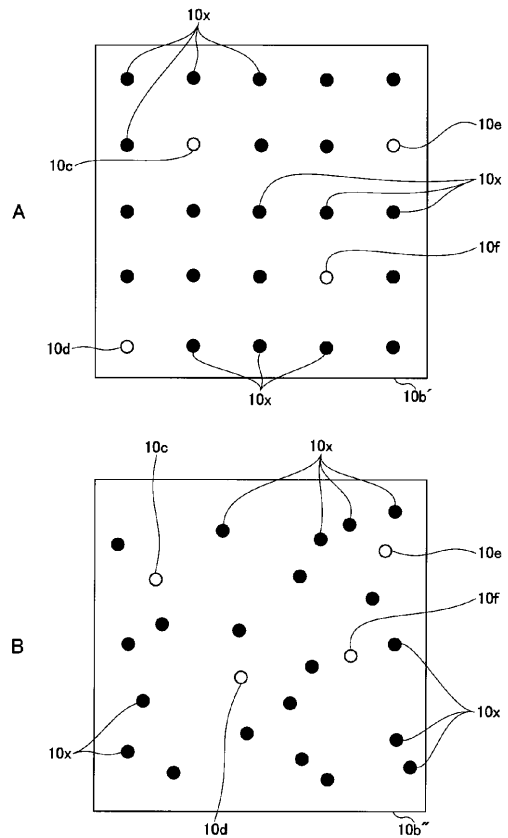
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
A 6 3 H 23/10	(2006.01)	A 6 3 H	23/10	C
A 6 3 H 3/26	(2006.01)	A 6 3 H	3/26	
A 6 3 H 11/00	(2006.01)	A 6 3 H	11/00	Z
A 6 3 H 27/10	(2006.01)	A 6 3 H	27/10	A
A 6 3 H 30/04	(2006.01)	A 6 3 H	30/04	A