

(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2017-92938

(P2017-92938A)

(43) 公開日 平成29年5月25日(2017.5.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO4N 7/18 (2006.01)</b>	HO4N 7/18 D	5C054
<b>HO4N 5/225 (2006.01)</b>	HO4N 7/18 U	5C122
<b>HO4R 3/00 (2006.01)</b>	HO4N 7/18 E	5D018
<b>HO4R 1/40 (2006.01)</b>	HO4N 5/225 C	5D220
	HO4N 5/225 F	
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 26 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2016-137839 (P2016-137839)	(71) 出願人	314012076
(22) 出願日	平成28年7月12日 (2016.7.12)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(62) 分割の表示	特願2015-218726 (P2015-218726) の分割	(74) 代理人	大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 110002000 特許業務法人栄光特許事務所
原出願日	平成27年11月6日 (2015.11.6)	(72) 発明者	松本 宏之 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内
		(72) 発明者	吉國 信太郎 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内
		Fターム(参考)	5C054 CC02 CF06 DA09 EA05 FE12 GA04 GB02 HA18 5C122 DA11 EA47 FA03 FJ01 FJ06 FJ09 FK23 FK41 GD04 HB01 最終頁に続く

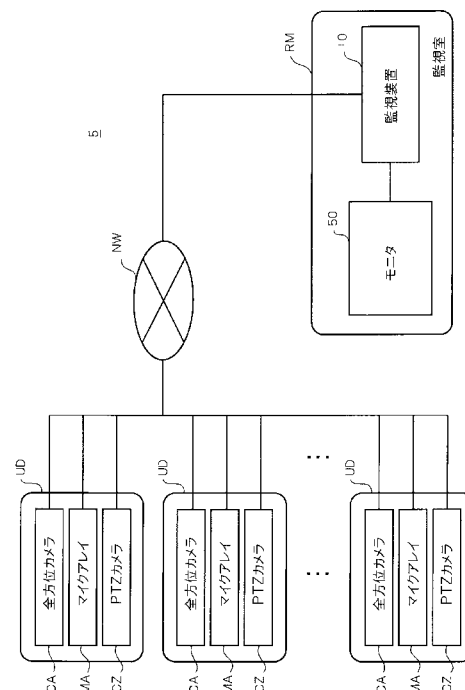
(54) 【発明の名称】 音源検知システム及び音源検知方法

## (57) 【要約】

【課題】 撮像画像から無人飛行体の存在及びその位置を容易に判断する。

【解決手段】 無人飛行体検知システム5では、全方位カメラCAは監視エリア8を撮像する。マイクアレイMAは監視エリアの音声を収音する。監視装置10は、マイクアレイMAにより収音された音声データを用いて、監視エリアに現れる無人飛行体を検知する。監視装置10内の信号処理部は、全方位カメラCAにより撮像された監視エリアの画像データをモニタ50に表示する際、無人飛行体を視覚情報に変換した識別マークを監視エリアの画像データに重畳させる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

撮像エリアを撮像する全方位カメラと、  
前記撮像エリアの音声を収音するマイクアレイと、  
前記全方位カメラにより撮像された前記撮像エリアの撮像画像を表示する表示部と、  
前記マイクアレイにより収音された音声を用いて、前記撮像エリアに現れる所望の無人飛行体を検知する信号処理部と、を備え、  
前記信号処理部は、前記無人飛行体を前記撮像エリアの撮像画像中における視覚情報に変換した第 1 識別情報を、前記撮像エリアの撮像画像に重畳して前記表示部に表示する、無人飛行体検知システム。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の無人飛行体検知システムであって、  
光軸方向を調整可能で、前記撮像エリアを撮像する P T Z カメラ、を更に備え、  
前記信号処理部は、前記無人飛行体の検知方向に前記光軸方向を調整するための指示を前記 P T Z カメラに出力し、  
前記表示部は、前記指示に基づいて前記光軸方向が調整された前記 P T Z カメラにより撮像された撮像画像を表示する、無人飛行体検知システム。

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載の無人飛行体検知システムであって、  
前記表示部は、前記第 1 識別情報が含まれる前記全方位カメラの撮像画像と、前記 P T Z カメラの撮像画像とを対比的に表示する、無人飛行体検知システム。

20

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載の無人飛行体検知システムであって、  
前記信号処理部は、前記撮像エリアの他の音源を少なくとも 1 つ検知し、前記第 1 識別情報とは異なる第 2 識別情報として、前記他の音源を前記撮像エリアの撮像画像中における視覚情報に変換して前記表示部に表示する、無人飛行体検知システム。

**【請求項 5】**

請求項 1 ~ 4 のうちいずれか一項に記載の無人飛行体検知システムであって、  
前記信号処理部は、前記撮像エリアの撮像画像中の画素毎の音圧値を算出し、前記撮像画像中の前記画素毎の音圧値を、前記画素毎の音圧値に応じて複数の異なる色階調で識別可能に、前記撮像エリアの撮像画像に重畳して表示する、無人飛行体検知システム。

30

**【請求項 6】**

無人飛行体検知システムにおける無人飛行体検知方法であって、  
全方位カメラにより、撮像エリアを撮像し、  
マイクアレイにより、前記撮像エリアの音声を収音し、  
前記マイクアレイにより収音された音声を用いて、前記撮像エリアに現れる無人飛行体を検知し、  
前記無人飛行体を前記撮像エリアの撮像画像中における視覚情報に変換して第 1 識別情報を生成し、  
前記第 1 識別情報を、前記撮像エリアの撮像画像に重畳して表示部に表示する、無人飛行体検知方法。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、無人飛行体を検知する無人飛行体検知システム及び無人飛行体検知方法に関する。

50

**【背景技術】****【0002】**

従来、監視領域内に生じる音を方向毎に検知する複数の音検知部を用いて、物体の存在の検知と、物体の飛来方向の検知とが可能な飛来飛行物体監視装置が知られている（例えば特許文献1参照）。この飛来飛行物体監視装置の処理装置は、マイクによる音検知によって飛行物体の飛来及びその飛来方向を検知すると、その飛行物体が飛来した方向に監視カメラを向ける。更に、処理装置は、この監視カメラで撮影された映像を表示装置に表示する。

**【先行技術文献】****【特許文献】**

10

**【0003】**

【特許文献1】特開2006-168421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の構成では、表示装置に表示される画像は、飛行物体を捉えた撮像画像そのものであり、ユーザが表示装置に表示された飛行物体を見ても、この飛行物体がユーザの目的とする無人飛行体であるか否かを容易に判断することはできなかった。例えば、監視カメラで撮像される映像には、ユーザの目的とする無人飛行体以外に様々な飛行物体が映っていることがある。この場合、ユーザの目的とする無人飛行体が存在するか、また存在したとしても周辺の状況からその無人飛行体の位置を容易に把握することは難しかった。

20

**【0005】**

本発明は、上述した従来状況に鑑みて案出され、カメラによる撮像画像を利用して、ユーザの目的とする無人飛行体の存在及びその位置を容易に判断することができる無人飛行体検知システム及び無人飛行体検知方法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】****【0006】**

本発明は、撮像エリアを撮像する全方位カメラと、前記撮像エリアの音声を收音するマイクアレイと、前記全方位カメラにより撮像された前記撮像エリアの撮像画像を表示する表示部と、前記マイクアレイにより收音された音声をを用いて、前記撮像エリアに現れる所望の無人飛行体を検知する信号処理部と、を備え、前記信号処理部は、前記無人飛行体を前記撮像エリアの撮像画像中における視覚情報に変換した第1識別情報を、前記撮像エリアの撮像画像に重畳して前記表示部に表示する、無人飛行体検知システムを提供する。

30

**【0007】**

また、本発明は、無人飛行体検知システムにおける無人飛行体検知方法であって、全方位カメラにより、撮像エリアを撮像し、マイクアレイにより、前記撮像エリアの音声を收音し、前記マイクアレイにより收音された音声をを用いて、前記撮像エリアに現れる無人飛行体を検知し、前記無人飛行体を前記撮像エリアの撮像画像中における視覚情報に変換して第1識別情報を生成し、前記第1識別情報を、前記撮像エリアの撮像画像に重畳して表示部に表示する、無人飛行体検知方法を提供する。

40

**【発明の効果】****【0008】**

本発明によれば、カメラによる撮像画像を利用して、ユーザの目的とする無人飛行体の存在及びその位置を容易に判断することができる。

**【図面の簡単な説明】****【0009】**

【図1】本実施形態の無人飛行体検知システムの概略構成の一例を示す図

【図2】音源検知ユニットの外観の一例を示す図

【図3】マイクアレイの内部構成の一例を詳細に示すブロック図

50

【図 4】全方位カメラの内部構成の一例を詳細に示すブロック図

【図 5】P T Zカメラの内部構成の一例を詳細に示すブロック図

【図 6】監視装置の内部構成の一例を詳細に示すブロック図

【図 7】メモリに登録されている無人飛行体の検知音信号のパターンの一例を示すタイミングチャート

【図 8】周波数分析処理の結果として得られた検知音信号の周波数変化の一例を示すタイミングチャート

【図 9】本実施形態の無人飛行体検知システムにおける無人飛行体の検知動作の一例を示すシーケンス図

【図 10】図 9 の手順 T 1 5 の無人飛行体検知判定手順の詳細の一例を示すフローチャート

【図 11】監視エリア内で指向方向が順に走査され、無人飛行体が検知される様子の一例を示す図

【図 12】無人飛行体が検知されていないときのモニタの表示画面例を示す図

【図 13】無人飛行体が検知されたときのモニタの表示画面例を示す図

【図 14】無人飛行体が検知されかつ P T Z カメラが検知に連動して光軸方向を変更したときのモニタの表示画面の一例を示す図

【図 15】無人飛行体が検知されかつ P T Z カメラが検知に連動して光軸方向を変更したときのモニタの表示画面の他の一例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、適宜図面を参照しながら、本発明に係る無人飛行体検知システム及び無人飛行体検知方法を具体的に開示した実施形態（以下、「本実施形態」という）を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になることを避け、当業者の理解を容易にするためである。なお、添付図面及び以下の説明は、当業者が本開示を十分に理解するために提供されるものであり、これらにより特許請求の範囲に記載の主題を限定することは意図されていない。

【0011】

図 1 は、本実施形態の無人飛行体検知システム 5 の概略構成の一例を示す図である。無人飛行体検知システム 5 は、検知対象としてユーザの目的とする無人飛行体 d n（例えば図 14 参照）を検知する。無人飛行体 d n は、例えば G P S（Global Positioning System）機能を利用して自律的に飛行するドローン、第三者によって無線操縦されるラジコンヘリコプタ等である。このような無人飛行体 d n は、例えばターゲットの空撮、物資の運搬等に利用される。

【0012】

本実施形態では、無人飛行体 d n として、複数のロータ（言い換えると、回転翼）を搭載したマルチコプタ型のドローンを例示する。マルチコプタ型のドローンでは、一般にロータの羽の枚数が 2 枚の場合、特定周波数に対し 2 倍の周波数の高調波、更にはその通倍の周波数の高調波が発生する。同様に、ロータの羽の枚数が 3 枚の場合、特定周波数に対し 3 倍の周波数の高調波、更にはその通倍の周波数の高調波が発生する。ロータの羽の枚数が 4 枚以上の場合も同様である。

【0013】

無人飛行体検知システム 5 は、複数の音源検知ユニット U D と、監視装置 10 と、モニタ 50 とを含む構成である。複数の音源検知ユニット U D は、ネットワーク N W を介して監視装置 10 と相互に接続される。それぞれの音源検知ユニット U D は、マイクアレイ M A、全方位カメラ C A、及び P T Z カメラ C Z を有する。なお、個々の音源検知ユニットを特に区別する必要がある場合を除き、音源検知ユニット U D と称する。同様に、個々のマイクアレイ、全方位カメラ、P T Z カメラを特に区別する必要がある場合を除き、マイクアレイ M A、全方位カメラ C A、P T Z カメラ C Z と称する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 4 】

音源検知ユニットUDでは、マイクアレイMAは、自装置が設置された收音エリアにおける全方位の音を無指向状態で收音する。マイクアレイMAは、中央に所定幅の円筒形状の開口部が形成された筐体15（図2参照）を有する。マイクアレイMAが收音対象とする音は、例えばドローンのような機械的な動作音、人間等が発する音声、その他の音を広く含み、可聴周波数（つまり、20Hz～23kHz）域の音に限らず、可聴周波数より低い低周波音や可聴周波数を超える超音波音が含まれてもよい。

## 【 0 0 1 5 】

マイクアレイMAは、複数の無指向性のマイクロホンM1～Mn（図3参照）を含む。マイクロホンM1～Mnは、筐体15に設けられた上記開口部の周囲に円周方向に沿って、同心円状に予め決められた間隔（例えば均一な間隔）で配置されている。マイクロホンは、例えばエレクトレットコンデンサマイクロホン（ECM：Electret Condenser Microphone）が用いられる。マイクアレイMAは、それぞれのマイクロホンM1～Mnの收音により得られた音（後述参照）の音データを、ネットワークNWを介して監視装置10に送信する。なお、上記の各マイクロホンM1～Mnの配列は、一例であり、他の配列であってもよい。

10

## 【 0 0 1 6 】

また、マイクアレイMAは、複数のマイクロホンM1～Mn（例えばn=32）、及び複数のマイクロホンM1～Mnの出力信号をそれぞれ増幅する複数の増幅器（アンプ）PA1～PAN（図3参照）を有する。各増幅器から出力されるアナログ信号は、後述するA/D変換器A1～An（図3参照）でそれぞれデジタル信号に変換される。なお、マイクアレイにおけるマイクロホンの数は、32個に限られず、他の数（例えば16個、64個、128個）であってもよい。

20

## 【 0 0 1 7 】

マイクアレイMAの筐体15（図2参照）の中央に形成された開口部の内側には、開口部の容積と略一致する全方位カメラCAが收容される。つまり、マイクアレイMAと全方位カメラCAとは一体的に配置される（図2参照）。全方位カメラCAは、上記收音空間である撮像エリアの全方位画像を撮像可能な魚眼レンズを搭載したカメラである。本実施形態において、收音エリアと撮像エリアとはともに共通の監視エリアとして説明するが、收音エリアと撮像エリアの空間的な大きさ（例えば体積）は同一でなくてもよい。例えば收音エリアの体積が撮像エリアの体積より大きくても良いし、小さくてもよい。要は、收音エリアと撮像エリアとは共通する体積部分があればよい。全方位カメラCAは、例えば音源検知ユニットUDが設置された撮像エリアを撮像可能な監視カメラとして機能する。つまり、全方位カメラCAは、例えば垂直方向：180°、水平方向：360°の画角を有し、例えば半天球である監視エリア8（図11参照）を撮像エリアとして撮像する。

30

## 【 0 0 1 8 】

それぞれの音源検知ユニットUDでは、全方位カメラCAが筐体15の開口部の内側に嵌め込まれることで、全方位カメラCAとマイクアレイMAとが同軸上に配置される。このように、全方位カメラCAの光軸とマイクアレイMAの筐体の中心軸とが一致することで、軸周方向（つまり、水平方向）における撮像エリアと收音エリアとが略同一となり、画像中の被写体の位置と收音対象の音源の位置とが同じ座標系（例えば（水平角，垂直角）で示される座標）で表現可能となる。なお、それぞれの音源検知ユニットUDは、上空から飛来する無人飛行体dnを検知するために、例えば天地方向の上向きが收音面及び撮像面となるように、取り付けられる（図2参照）。

40

## 【 0 0 1 9 】

監視装置10は、マイクアレイMAにより收音された全方位の音に対して、ユーザの操作に基づいて任意の方向を主ビーム方向とする指向性を形成（つまり、ビームフォーミング）し、その指向方向の音を強調することができる。なお、マイクアレイMAによって收音された音をビームフォーミングするための音データの指向性制御処理に関する技術は、例えば参考特許文献1，2に示されるように、公知の技術である。

50

## 【 0 0 2 0 】

( 参考特許文献 1 ) 特開 2 0 1 4 - 1 4 3 6 7 8 号 公 報

( 参考特許文献 2 ) 特開 2 0 1 5 - 0 2 9 2 4 1 号 公 報

## 【 0 0 2 1 】

監視装置 1 0 は、全方位カメラ C A により撮像された画像（以下、「撮像画像」と略記することがある）を用いて、撮像画像を処理して全方位画像を生成する。なお、全方位画像は、監視装置 1 0 ではなく、全方位カメラ C A により生成されてもよい。

## 【 0 0 2 2 】

監視装置 1 0 は、マイクアレイ M A により收音された音の音圧の算出値に基づく画像（図 1 5 参照）と、全方位カメラ C A により撮像された撮像画像に基づく画像とを用いて、各種の画像をモニタ 5 0 等へ出力して表示する。例えば監視装置 1 0 は、全方位画像 G Z 1 や、検知された無人飛行体 d n を全方位画像 G Z 1 中における視覚情報に変換した識別マーク m k 1（図 1 3 参照）をモニタ 5 0 に表示する。監視装置 1 0 は、例えば P C（Personal Computer）又はサーバを用いて構成される。視覚情報とは、例えば全方位画像 G Z 1 において、ユーザが全方位画像 G Z を見た時に他の被写体とは明確に識別可能な程度に表された情報であることを意味し、以下同様とする。

## 【 0 0 2 3 】

モニタ 5 0 は、全方位カメラ C A で撮像された全方位画像 G Z 1 を表示する。また、モニタ 5 0 は、全方位画像 G Z 1 に識別マーク m k を重畳した合成画像を生成して表示する。なお、モニタ 5 0 は、監視装置 1 0 と一体の装置として構成されてもよい。

## 【 0 0 2 4 】

図 1 では、複数の音源検知ユニット U D 及び監視装置 1 0 は、通信インタフェースを有し、ネットワーク N W を介して相互にデータ通信可能に接続されている。ネットワーク N W は、有線ネットワーク（例えばイントラネット、インターネット、有線 L A N（Local Area Network）でもよいし、無線ネットワーク（例えば無線 L A N）でもよい。なお、音源検知ユニット U D 及び監視装置 1 0 は、ネットワーク N W を介することなく、直接に接続されてもよい。また、監視装置 1 0 及びモニタ 5 0 は、監視員等のユーザが常駐する監視室 R M に設置される。

## 【 0 0 2 5 】

図 2 は、音源検知ユニット U D の外観を示す図である。音源検知ユニット U D は、前述したマイクアレイ M A、全方位カメラ C A、P T Z カメラ C Z の他、これらを機械的に支持する支持台 7 0 を有する。支持台 7 0 は、三脚 7 1 と、三脚 7 1 の天板 7 1 a に固定された 2 本のレール 7 2 と、2 本のレール 7 2 の両端部にそれぞれ取り付けられた第 1 取付板 7 3 及び第 2 取付板 7 4 とが組み合わされた構造を有する。

## 【 0 0 2 6 】

第 1 取付板 7 3 と第 2 取付板 7 4 は、2 本のレール 7 2 を跨るように取り付けられており、略同一の平面を有する。また、第 1 取付板 7 3 及び第 2 取付板 7 4 は、2 本のレール 7 2 上を摺動自在であり、互いに離間もしくは接近した位置に調節されて固定される。

## 【 0 0 2 7 】

第 1 取付板 7 3 は円盤状の板材である。第 1 取付板 7 3 の中央には、開口部 7 3 a が形成されている。開口部 7 3 a には、マイクアレイ M A の筐体 1 5 が収容されて固定される。一方、第 2 取付板 7 4 は略長方形の板材である。第 2 取付板 7 4 の外側に近い部分には、開口部 7 4 a が形成されている。開口部 7 4 a には、P T Z カメラ C Z が収容されて固定される。

## 【 0 0 2 8 】

図 2 に示すように、マイクアレイ M A の筐体 1 5 に収容される全方位カメラ C A の光軸 L 1 と、第 2 取付板 7 4 に取り付けられた P T Z カメラ C Z の光軸 L 2 とは、初期設置状態においてそれぞれ平行になるように設定される。

## 【 0 0 2 9 】

三脚 7 1 は、3 本の脚 7 1 b で接地面に支えられており、手動操作により、接地面に対

10

20

30

40

50

して垂直方向に天板 7 1 a の位置を移動自在であり、かつ、パン方向及びチルト方向に天板 7 1 a の向きを調節可能である。これにより、マイクアレイ M A の收音エリア（言い換えると、全方位カメラ C A の撮像エリア）を任意の向きに設定することができる。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、マイクアレイ M A の内部構成の一例を詳細に示すブロック図である。図 3 に示すマイクアレイ M A は、複数のマイクロホン M 1 ~ M n（例えば n = 3 2）、複数のマイクロホン M 1 ~ M n の出力信号をそれぞれ増幅する複数の増幅器（アンプ）P A 1 ~ P A n、各増幅器 P A 1 ~ P A n から出力されるアナログ信号をそれぞれデジタル信号に変換する複数の A / D 変換器 A 1 ~ A n、圧縮処理部 2 5 及び送信部 2 6 を含む構成である。

【 0 0 3 1 】

圧縮処理部 2 5 は、A / D 変換器 A 1 ~ A n から出力されるデジタル音声信号を基に、音声データの packets を生成する。送信部 2 6 は、圧縮処理部 2 5 で生成された音声データの packets を、ネットワーク N W を介して監視装置 1 0 に送信する。

【 0 0 3 2 】

このように、マイクアレイ M A は、マイクロホン M 1 ~ M n の出力信号を増幅器 P A 1 ~ P A n で増幅し、A / D 変換器 A 1 ~ A n でデジタル音声信号に変換する。その後、マイクアレイ M A は、圧縮処理部 2 5 で音声データの packets を生成し、この音声データの packets を、ネットワーク N W を介して監視装置 1 0 に送信する。

【 0 0 3 3 】

図 4 は、全方位カメラ C A の内部構成の一例を詳細に示すブロック図である。図 4 に示す全方位カメラ C A は、C P U 4 1、通信部 4 2、電源管理部 4 4、イメージセンサ 4 5、メモリ 4 6 及びネットワークコネクタ 4 7 を含む構成である。なお、図 4 では、イメージセンサ 4 5 の前段（つまり、図 4 の右側）に設けられている魚眼レンズの図示が省略されている。

【 0 0 3 4 】

C P U 4 1 は、全方位カメラ C A の各部の動作を統括して制御するための信号処理、他の各部との間のデータの入出力処理、データの演算処理及びデータの記憶処理を行う。C P U 4 1 の代わりに、M P U（Micro Processing Unit）又は D S P（Digital Signal Processor）等のプロセッサが設けられてもよい。

【 0 0 3 5 】

例えば C P U 4 1 は、監視装置 1 0 を操作するユーザの指定により、全方位画像データのうち特定の範囲（方向）の画像を切り出した切り出し画像データを生成してメモリ 4 6 に保存する。

【 0 0 3 6 】

イメージセンサ 4 5 は、例えば C M O S（相補性金属酸化膜半導体）センサ、又は C C D（電荷結合素子）センサを用いて構成され、不図示の魚眼レンズにより集光された撮像エリアからの反射光の光学像を受光面において撮像処理することで全方位画像データを取得する。

【 0 0 3 7 】

メモリ 4 6 は、全方位カメラ C A の動作を規定するためのプログラムや設定値のデータが格納された R O M 4 6 z と、全方位画像データ又はその一部の範囲が切り出された切り出し画像データやワークデータを記憶する R A M 4 6 y と、全方位カメラ C A に挿抜自在に接続され、各種データが記憶されるメモリカード 4 6 x とを有する。

【 0 0 3 8 】

通信部 4 2 は、ネットワークコネクタ 4 7 を介して接続されるネットワーク N W との間のデータ通信を制御するネットワークインタフェース（I / F）である。

【 0 0 3 9 】

電源管理部 4 4 は、全方位カメラ C A の各部に直流電源を供給する。また、電源管理部 4 4 は、ネットワークコネクタ 4 7 を介してネットワーク N W に接続される機器に直流電源を供給してもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 0 】

ネットワークコネクタ 4 7 は、全方位画像データ又は 2 次元パノラマ画像データを、ネットワーク NW を介して監視装置 1 0 に伝送し、また、ネットワークケーブルを介して給電可能なコネクタである。

## 【 0 0 4 1 】

図 5 は、P T Z カメラ C Z の内部構成の一例を詳細に示すブロック図である。全方位カメラ C A と同様の各部については、図 4 の各部に対応する符号を付すことでその説明を省略する。P T Z カメラ C Z は、監視装置 1 0 からの画角変更指示により、光軸方向（撮像方向ともいうことがある）を調整可能なカメラである。

## 【 0 0 4 2 】

P T Z カメラ C Z は、全方位カメラ C A と同様、C P U 5 1、通信部 5 2、電源管理部 5 4、イメージセンサ 5 5、メモリ 5 6 及びネットワークコネクタ 5 7 を有する他、撮像方向制御部 5 8 及びレンズ駆動モータ 5 9 を有する。C P U 5 1 は、監視装置 1 0 の画角変更指示があると、撮像方向制御部 5 8 に画角変更指示を通知する。

## 【 0 0 4 3 】

撮像方向制御部 5 8 は、C P U 5 1 から通知された画角変更指示に従い、P T Z カメラ C Z の撮像方向をパン方向及びチルト方向のうち少なくとも 1 つに制御し、更に必要に応じて、ズーム倍率を変更するための制御信号をレンズ駆動モータ 5 9 に出力する。レンズ駆動モータ 5 9 は、この制御信号に従って、撮像レンズを駆動し、その撮像方向（光軸 L 2 の方向）を変更するとともに、撮像レンズの焦点距離を調節してズーム倍率を変更する。

## 【 0 0 4 4 】

図 6 は、監視装置 1 0 の内部構成の一例を詳細に示すブロック図である。図 6 に示す監視装置 1 0 は、通信部 3 1 と、操作部 3 2 と、信号処理部 3 3 と、スピーカ装置 3 7 と、メモリ 3 8 と、設定管理部 3 9 とを少なくとも含む構成を有する。

## 【 0 0 4 5 】

信号処理部 3 3 は、例えば C P U (Central Processing Unit)、M P U (Micro Processing Unit) 又は D S P (Digital Signal Processor) を用いて構成され、監視装置 1 0 の各部の動作を統括して制御するための制御処理、他の各部との間のデータの入出力処理、データの演算（計算）処理及びデータの記憶処理を行う。信号処理部 3 3 は、指向性処理部 6 3、周波数分析部 6 4、対象物検知部 6 5、検知結果判定部 6 6、走査制御部 6 7、検知方向制御部 6 8、音源方向検知部 3 4 及び出力制御部 3 5 を含む。また、監視装置 1 0 はモニタ 5 0 に接続される。

## 【 0 0 4 6 】

音源方向検知部 3 4 は、例えば公知の白色化相互相関法（C S P (Cross-power Spectrum Phase analysis) 法）に従って、マイクアレイ M A により收音された監視エリア 8 の音声の音声データを用いて音源位置を推定する。C S P 法では、音源方向検知部 3 4 は、図 1 1 に示す監視エリア 8 を複数のブロックに分割し、マイクアレイ M A で音が收音されると、ブロック毎に音圧又は音量等の閾値を超える音があるか否かを判定することで、監視エリア 8 内の音源位置をおおまかに推定することができる。

## 【 0 0 4 7 】

設定管理部 3 9 は、全方位カメラ C A で撮像された全方位画像データが表示されたモニタ 5 0 の画面に対してユーザにより指定された位置の座標に関する座標変換式を予め有している。この座標変換式は、例えば全方位カメラ C A の設置位置（図 2 参照）と P T Z カメラ C Z の設置位置（図 2 参照）との物理的な距離差に基づき、全方位画像データ上のユーザの指定位置の座標（つまり、（水平角，垂直角））を、P T Z カメラ C Z から見た方向の座標に変換するための数式である。

## 【 0 0 4 8 】

信号処理部 3 3 は、設定管理部 3 9 が保持する上記座標変換式を用いて、P T Z カメラ C Z の設置位置（図 2 参照）を基準として、P T Z カメラ C Z の設置位置から、ユーザに

10

20

30

40

50



よって指定された位置に対応する実際の音源位置に向かう指向方向を示す座標 ( $MAh$ ,  $MAv$ ) を算出する。 $MAh$  は、PTZカメラCZの設置位置から見て、ユーザにより指定された位置に対応する実際の音源位置に向かう方向の水平角である。 $MAv$  は、PTZカメラCZの設置位置から見て、ユーザにより指定された位置に対応する実際の音源位置に向かう方向の垂直角である。図2に示すように、全方位カメラCAとPTZカメラCZとの距離は既知であり、かつそれぞれの光軸 $L1$ ,  $L2$ は平行であるため、上記の座標変換式の算出処理は、例えば公知の幾何学計算により実現可能である。音源位置は、モニタ50に表示された映像データに対し、ユーザの指又はスタイラスペンの操作によって操作部32から指定された位置に対応する実際の音源位置である。

【0049】

10

なお、図2に示すように、本実施形態において全方位カメラCAの光軸方向とマイクアレイMAの筐体の中心軸とは同軸上となるように全方位カメラCA及びマイクアレイMAはそれぞれ配置されている。このため、全方位画像データが表示されたモニタ50に対するユーザの指定に応じて全方位カメラCAが導出する指定位置の座標は、マイクアレイMAから見た音の強調方向(指向方向ともいう)と同一にみなすことができる。言い換えると、監視装置10は、全方位画像データが表示されたモニタ50に対するユーザの指定があると、全方位画像データ上の指定位置の座標を全方位カメラCAに送信する。これにより、全方位カメラCAは、監視装置10から送信された指定位置の座標を用いて、全方位カメラCAから見た、指定位置に対応する音源位置の方向を示す座標(水平角, 垂直角)を算出する。全方位カメラCAにおける算出処理は、公知技術であるため、説明は割愛する。全方位カメラCAは、音源位置の方向を示す座標の算出結果を監視装置10に送信する。監視装置10は、全方位カメラCAにより算出された座標(水平角, 垂直角)を、マイクアレイMAから見た音源位置の方向を示す座標(水平角, 垂直角)として使用することができる。

20

【0050】

但し、全方位カメラCAとマイクアレイMAとが同軸上に配置されていない場合には、設定管理部39は、例えば特開2015-029241号に記載されている方法に従って、全方位カメラCAが導出した座標を、マイクアレイMAから見た方向の座標に変換する必要がある。

【0051】

30

また、設定管理部39は、信号処理部33で算出された画素毎の音圧 $p$ と比較される第1閾値 $th1$ 及び第2閾値 $th2$ を保持する。ここで、音圧 $p$ は、音源に関する音パラメータの一例として使用されており、マイクアレイMAで收音される音の大きさを表しており、スピーカ装置37から出力される音の大きさを表す音量とは区別している。第1閾値 $th1$ 及び第2閾値 $th2$ は、監視エリア8内で発生した音の音圧と比較される値であり、例えば無人飛行体 $dn$ が発する音を判断するための所定値に設定される。また、閾値は複数設定可能であり、本実施形態では、例えば第1閾値 $th1$ と、これより大きな値である第2閾値 $th2$ との2つが設定される(第1閾値 $th1$  < 第2閾値 $th2$ )。なお、本実施形態において、3つ以上の閾値が設定されてもよい。

【0052】

40

また、後述するように、第2閾値 $th2$ より大きな音圧が得られた画素の領域 $R1$ (図15参照)は、全方位画像データが表示されたモニタ50上で、例えば赤色で描画される。また、第1閾値 $th1$ より大きく第2閾値 $th2$ 以下の音圧が得られた画素の領域 $B1$ は、全方位画像データが表示されたモニタ50上で、例えば青色で描画される。また、第1閾値 $th1$ 以下の画素の音圧の領域 $N1$ は、全方位画像データが表示されたモニタ50で、例えば無色で描画され、つまり、全方位画像データの表示色と何ら変わらない。

【0053】

通信部31は、全方位カメラCAが送信した全方位画像データ又は切り出し映像データと、マイクアレイMAが送信した音声データとを受信して信号処理部33に出力する。

【0054】

50

操作部 3 2 は、ユーザの入力操作の内容を信号処理部 3 3 に通知するためのユーザインタフェース（UI：User Interface）であり、例えばマウス、キーボード等のポインティングデバイスで構成される。また、操作部 3 2 は、例えばモニタ 5 0 の画面に対応して配置され、ユーザの指やスタイラスペンによって直接入力操作が可能なタッチパネル又はタッチパッドを用いて構成されてもよい。

【0055】

操作部 3 2 は、モニタ 5 0 に表示された音圧ヒートマップ MP（図 1 5 参照）の赤い領域 R 1 がユーザにより指定されると、指定された位置を示す座標データを取得して信号処理部 3 3 に出力する。信号処理部 3 3 は、指定された位置の座標データに対応する音データをメモリ 3 8 から読み出し、マイクアレイ MA から、指定された位置に対応する音源位置に向かう方向に指向性を形成した上でスピーカ装置 3 7 から出力する。これにより、ユーザは、無人飛行体 d n に限らず、他の指定された位置における音が強調された状態で鮮明に確認することができる。

【0056】

メモリ 3 8 は、ROM や RAM により構成される。メモリ 3 8 は、例えば一定区間の音データを含む各種データ、設定情報、プログラム等を保持する。また、メモリ 3 8 は、個々の無人飛行体 d n に固有な音パターンが登録されたパターンメモリを有する。更に、メモリ 3 8 は、音圧ヒートマップ MP のデータを記憶する。また、メモリ 3 8 には、無人飛行体 d n の位置を模式的に表す識別マーク m k（図 1 3 参照）が登録されている。ここで用いられる識別マーク m k は、一例として、星形の記号である。なお、識別マーク m k としては、星形に限らず、円形や四角形、更には、無人飛行体を連想させる「円」形等の記号や文字であってもよい。また、昼間と夜間とで、識別マーク m k の表示態様を変えてもよく、例えば、昼間には星形で、夜間には星と見間違わないような四角形としてもよい。また、識別マーク m k を動的に変化させてよい。例えば、星形の記号を点滅表示したり、回転させたりしてもよく、より一層、ユーザに注意を喚起できる。

【0057】

図 7 は、メモリ 3 8 に登録されている無人飛行体 d n の検知音のパターンの一例を示すタイミングチャートである。図 7 に示す検知音のパターンは、周波数パターンの組み合わせであり、マルチコプタ型の無人飛行体 d n に搭載された 4 つのロータの回転等によって発生する 4 つの周波数  $f_1$  ,  $f_2$  ,  $f_3$  ,  $f_4$  の音を含む。それぞれの周波数の信号は、例えば各ロータに軸支された複数枚の羽の回転に伴って発生する、異なる音の周波数の信号である。

【0058】

図 7 では、斜線で示された周波数の領域が、音圧の高い領域である。なお、検知音のパターンは、複数の周波数の音の数や音圧だけでなく、その他の音情報を含んでもよい。例えば各周波数の音圧の比率を表す音圧比等が挙げられる。ここでは、一例として無人飛行体 d n の検知は、検知音のパターンに含まれる、それぞれの周波数の音圧が閾値を超えているか否かによって判断される。

【0059】

指向性処理部 6 3 は、無指向性のマイクロホン M 1 ~ M n で收音された音信号（音データともいう）を用い、前述した指向性形成処理（ビームフォーミング）を行い、任意の方向を指向方向とする音データの抽出処理を行う。また、指向性処理部 6 3 は、任意の方向の範囲を指向範囲とする音データの抽出処理を行うことも可能である。ここで、指向範囲は、隣接する指向方向を複数含む範囲であり、指向方向と比較すると、ある程度の指向方向の広がりを含むことを意図する。

【0060】

周波数分析部 6 4 は、指向性処理部 6 3 によって指向方向に抽出処理された音データに対し、周波数分析処理を行う。この周波数分析処理では、指向方向の音データに含まれる周波数及びその音圧が検知される。

【0061】

10

20

30

40

50

図 8 は、周波数分析処理の結果として得られた検知音信号の周波数変化の一例を示すタイミングチャートである。図 8 では、検知音信号（つまり、検知音データ）として、4 つの周波数  $f_{11}$  ,  $f_{12}$  ,  $f_{13}$  ,  $f_{14}$  及び各周波数の音圧が得られている。図中、不規則に変化する各周波数の変動は、例えば無人飛行体  $d_n$  が無人飛行体  $d_n$  自身の機体の姿勢を制御する際に僅かに変化するロータ（回転翼）の回転変動によって起こる。

#### 【0062】

対象物検知部 65 は、無人飛行体  $d_n$  の検知処理を行う。無人飛行体  $d_n$  の検知処理では、対象物検知部 65 は、周波数分析処理の結果として得られた検知音のパターン（図 8 参照）（周波数  $f_{11} \sim f_{14}$ ）と、メモリ 38 のパターンメモリに予め登録された検知音のパターン（図 7 参照）（周波数  $f_1 \sim f_4$ ）とを比較する。対象物検知部 65 は、両者の検知音のパターンが近似するか否かを判定する。

10

#### 【0063】

両者のパターンが近似するか否かは、例えば以下のように判断される。4 つの周波数  $f_1$  ,  $f_2$  ,  $f_3$  ,  $f_4$  のうち、検知音データに含まれる少なくとも 2 つの周波数の音圧がそれぞれ閾値を超える場合、音パターンが近似しているとして、対象物検知部 65 は、無人飛行体  $d_n$  を検知する。なお、他の条件を満たした場合に無人飛行体  $d_n$  が検知されてもよい。

#### 【0064】

検知結果判定部 66 は、無人飛行体  $d_n$  が存在しないと判定された場合、次の指向方向での無人飛行体  $d_n$  の検知に移行するように検知方向制御部 68 に指示する。検知結果判定部 66 は、指向方向の走査の結果、無人飛行体  $d_n$  が存在すると判定された場合、無人飛行体  $d_n$  の検知結果を出力制御部 35 に通知する。なお、この検知結果には、検知された無人飛行体  $d_n$  の情報が含まれる。無人飛行体  $d_n$  の情報には、例えば無人飛行体  $d_n$  の識別情報、收音空間における無人飛行体  $d_n$  の位置情報（例えば方向情報）が含まれる。

20

#### 【0065】

検知方向制御部 68 は、検知結果判定部 66 からの指示に基づいて、收音空間において無人飛行体  $d_n$  を検知するための方向を制御する。例えば検知方向制御部 68 は、收音空間全体の中で、音源方向検知部 34 により推定された音源位置を含む指向範囲  $BF_1$  の任意の方向を検知方向として設定する。

30

#### 【0066】

走査制御部 67 は、検知方向制御部 68 により設定された検知方向を指向方向としてビームフォーミングするよう、指向性処理部 63 に対して指示する。

#### 【0067】

指向性処理部 63 は、走査制御部 67 から指示された指向方向に対して、ビームフォーミングする。なお、初期設定では、指向性処理部 63 は、音源方向検知部 34 によって推定された音源位置を含む指向範囲  $BF_1$ （図 11 参照）内の初期位置を指向方向  $BF_2$  とする。指向方向  $BF_2$  は、検知方向制御部 68 により、指向範囲  $BF_1$  の中で次々に設定される。

#### 【0068】

出力制御部 35 は、全方位カメラ CA で撮像された全方位画像データとマイクアレイ MA で收音された音声データとを基に、全方位画像データを構成する一つ一つの画素毎に音圧を算出する。この音圧の算出処理は公知技術であり、詳細な処理の説明は割愛する。これにより、出力制御部 35 は、全方位画像データを構成する一つ一つの画素毎に、該当する画素の位置に音圧の算出値を割り当てた音圧ヒートマップ MP を生成する。更に、出力制御部 35 は、生成した音圧ヒートマップ MP の画素毎の音圧値に対して色変換処理を行うことで、図 15 に示すような音圧ヒートマップ MP を生成する。

40

#### 【0069】

なお、出力制御部 35 は、画素単位で算出した音圧値を該当する画素の位置に割り当てた音圧ヒートマップ MP を生成すると説明したが、一つ一つの画素毎に音圧を算出せず、

50

所定数（例えば４個）の画素からなる画素ブロック単位で音圧値の平均値を算出し、該当する所定数の画素に対応する音圧値の平均値を割り当てることで、音圧ヒートマップを生成してもよい。

【００７０】

また、出力制御部３５は、モニタ５０及びスピーカ装置３７の各動作を制御するとともに、全方位カメラＣＡから送信された全方位画像データ或いは切り出し映像データをモニタ５０に出力して表示し、更に、マイクアレイＭＡから送信された音声データをスピーカ装置３７に音声出力する。また、出力制御部３５は、無人飛行体ｄｎが検知された場合、無人飛行体ｄｎを表す識別マークｍｋを、全方位画像に重畳して表示するために、モニタ５０に出力する。

10

【００７１】

また、出力制御部３５は、マイクアレイＭＡにより收音された音声データと全方位カメラＣＡにより導出された音源位置の方向を示す座標とを用いて、マイクアレイＭＡにより收音された音データの指向性形成処理を行うことで、指向方向の音データを強調処理する。音声データの指向性形成処理は、例えば特開２０１５－０２９２４１号公報に記載されている公知の技術である。

【００７２】

スピーカ装置３７は、マイクアレイＭＡが收音した音声データ、又はマイクアレイＭＡが收音して信号処理部３３によって指向性が形成された音声データを音声出力する。なお、スピーカ装置３７は、監視装置１０とは別体の装置として構成されてもよい。

20

【００７３】

上記構成を有する無人飛行体検知システム５の動作を示す。

【００７４】

図９は、本実施形態の無人飛行体検知システム５における無人飛行体の検知動作の一例を示すシーケンス図である。無人飛行体検知システム５の各装置（例えばモニタ５０、監視装置１０、ＰＴＺカメラＣＺ、全方位カメラＣＡ、マイクアレイＭＡ）にそれぞれ電源が投入されると、無人飛行体検知システム５は動作を開始する。

【００７５】

初期動作では、監視装置１０は、ＰＴＺカメラＣＺに対し、画像送信要求を行う（Ｔ１）。ＰＴＺカメラＣＺは、この要求に従い、電源の投入に応じた撮像処理を開始する（Ｔ２）。同様に、監視装置１０は、全方位カメラＣＡに対し、画像送信要求を行う（Ｔ３）。全方位カメラＣＡは、この要求に従い、電源の投入に応じた撮像処理を開始する（Ｔ４）。更に、監視装置１０は、マイクアレイＭＡに対し、音送信要求を行う（Ｔ５）。マイクアレイＭＡは、この要求に従い、電源の投入に応じた收音処理を開始する（Ｔ６）。

30

【００７６】

初期動作が終了すると、ＰＴＺカメラＣＺは、ネットワークＮＷを介して、撮像により得られた撮像画像（例えば静止画、動画）のデータを監視装置１０に送信する（Ｔ７）。監視装置１０は、ＰＴＺカメラＣＺから送信された撮像画像データをＮＴＳＣ等の表示データに変換し（Ｔ８）、モニタ５０に出力する（Ｔ９）。モニタ５０は、表示データを入力すると、画面にＰＴＺカメラＣＺによるＰＴＺ画像ＧＺ２（図１２等参照）を表示する。

40

【００７７】

同様に、全方位カメラＣＡは、ネットワークＮＷを介して、撮像により得られた全方位画像（例えば静止画、動画）のデータを監視装置１０に送信する（Ｔ１０）。監視装置１０は、全方位カメラＣＡから送信された全方位画像データをＮＴＳＣ等の表示データに変換し（Ｔ１１）、モニタ５０に出力する（Ｔ１２）。モニタ５０は、表示データを入力すると、画面に全方位カメラＣＡによる全方位画像ＧＺ１（図１２等参照）を表示する。

【００７８】

また、マイクアレイＭＡは、ネットワークＮＷを介して、收音により得られた音の音データを符号化して監視装置１０に送信する（Ｔ１３）。監視装置１０では、音源方向検知

50

部 3 4 が、監視エリア 8 内の音源位置を推定する ( T 1 4 )。この推定された音源位置は、監視装置 1 0 が無人飛行体 d n を検知する際、初期の指向方向が設定されるために必要となる指向範囲 B F 1 の基準位置として使用される。

【 0 0 7 9 】

監視装置 1 0 は、無人飛行体 d n の検知判定を行う ( T 1 5 )。この無人飛行体 d n の検知判定処理の詳細については、後述する。

【 0 0 8 0 】

検知判定処理の結果、無人飛行体 d n が検知された場合、監視装置 1 0 内の出力制御部 3 5 は、モニタ 5 0 の画面に表示された全方位画像 G Z 1 に、手順 T 1 5 において判定された指向方向に存在する無人飛行体 d n を表す識別マーク m k を重畳して表示する ( T 1 6 )。

10

【 0 0 8 1 】

出力制御部 3 5 は、P T Z カメラ C Z に対し、手順 T 1 5 において得られた指向方向に関する情報を送信し、P T Z カメラ C Z の撮像方向を指向方向に変更するための要求 ( 言い換えると、画角変更指示 ) を行う ( T 1 7 )。P T Z カメラ C Z が指向方向に関する情報 ( つまり、画角変更指示 ) を受信すると、撮像方向制御部 5 8 は、指向方向に関する情報に基づいて、レンズ駆動モータ 5 9 を駆動し、P T Z カメラ C Z の撮像レンズの光軸 L 2 を変更し、撮像方向を指向方向に変更する ( T 1 8 )。同時に、撮像方向制御部 5 8 は、P T Z カメラ C Z の撮像レンズのズーム倍率を、予め設定された値、或いは無人飛行体 d n の撮像画像に占める割合に対応する値等に変更する。

20

【 0 0 8 2 】

一方、手順 T 1 5 における検知判定処理の結果、無人飛行体 d n が検知されなかった場合、T 1 6、T 1 7、T 1 8 の処理は行われない。

【 0 0 8 3 】

この後、無人飛行体検知システム 5 の処理は手順 T 7 に戻り、例えば電源がオフに操作される等の所定のイベントが検知されるまで、同様の処理が繰り返される。

【 0 0 8 4 】

図 1 0 は、図 9 の手順 T 1 5 の無人飛行体検知判定手順の詳細の一例を示すフローチャートである。音源検知ユニット U D において、指向性処理部 6 3 は、音源方向検知部 3 4 によって推定された音源位置に基づく指向範囲 B F 1 を、指向方向 B F 2 の初期位置として設定する ( S 2 1 )。

30

【 0 0 8 5 】

図 1 1 は、監視エリア 8 内で指向方向 B F 2 が順に走査され、無人飛行体 d n が検知される様子の一例を示す図である。なお、初期位置は、音源方向検知部 3 4 により推定された監視エリア 8 の音源位置に基づく指向範囲 B F 1 に限定されず、ユーザにより指定された任意の位置を初期位置として設定して、監視エリア 8 内が順次、走査されてもよい。初期位置が限定されないことで、推定された音源位置に基づく指向範囲 B F 1 に含まれる音源が無人飛行体でなかった場合でも、他の指向方向に飛来する無人飛行体を早期に検知することが可能となる。

【 0 0 8 6 】

40

指向性処理部 6 3 は、マイクアレイ M A で收音され、A / D 変換器 A n 1 ~ A n でデジタル値に変換された音データがメモリ 3 8 に一時的に記憶されたか否かを判定する ( S 2 2 )。記憶されていない場合、指向性処理部 6 3 の処理は手順 S 2 1 に戻る。

【 0 0 8 7 】

マイクアレイ M A により收音された音データがメモリ 3 8 に一時的に記憶されると ( S 2 2、Y E S )、指向性処理部 6 3 は、監視エリア 8 の指向範囲 B F 1 における任意の指向方向 B F 2 に対してビームフォーミングし、この指向方向 B F 2 の音データを抽出処理する ( S 2 3 )。

【 0 0 8 8 】

周波数分析部 6 4 は、抽出処理された音データの周波数及びその音圧を検知する ( S 2

50

4)。

【0089】

対象物検知部65は、メモリ38のパターンメモリに登録された検知音のパターンと、周波数分析処理の結果得られた検知音のパターンとを比較し、無人飛行体の検知を行う(S25)。

【0090】

検知結果判定部66は、この比較の結果を出力制御部35に通知するとともに、検知方向制御部68へ検知方向移行について通知する(S26)。

【0091】

例えば対象物検知部65は、周波数分析処理の結果得られた検知音のパターンと、メモリ38のパターンメモリに登録されている4つの周波数 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ とを比較する。対象物検知部65は、比較の結果、両検知音のパターンにおいて同じ周波数を少なくとも2つ有し、かつ、これらの周波数の音圧が第1閾値 $t_{h1}$ より大きい場合、両者の検知音のパターンが近似し、無人飛行体 $d_n$ が存在すると判定する。

【0092】

なお、ここでは、少なくとも2つの周波数が一致している場合を想定したが、対象物検知部65は、1つの周波数が一致し、この周波数の音圧が第1閾値 $t_{h1}$ より大きい場合、近似していると判定してもよい。

【0093】

また、対象物検知部65は、それぞれの周波数に対し、許容される周波数の誤差を設定し、この誤差範囲内の周波数は同じ周波数であるとして、上記近似の有無を判定してもよい。

【0094】

また、対象物検知部65は、周波数及び音圧の比較に加えて、それぞれの周波数の音の音圧比が略一致することを判定条件に加えて判定してもよい。この場合、判定条件が厳しくなるので、音源検知ユニットUDは、検知された無人飛行体 $d_n$ を予め登録された対象物(移動物体 $d_n$ )であるとして特定し易くなり、無人飛行体 $d_n$ の検知精度を向上できる。

【0095】

検知結果判定部66は、ステップS26の結果、無人飛行体 $d_n$ が存在するか存在しないかを判別する(S27)。

【0096】

無人飛行体 $d_n$ が存在する場合、検知結果判定部66は、出力制御部35に無人飛行体 $d_n$ が存在する旨(無人飛行体 $d_n$ の検知結果)を通知する(S28)。

【0097】

一方、ステップS27において、無人飛行体 $d_n$ が存在しない場合、走査制御部67は、監視エリア8内における走査対象の指向方向BF2を次の異なる方向に移動させる(S29)。なお、無人飛行体 $d_n$ の検知結果の通知は、1つの指向方向の検知処理が終了したタイミングでなく、全方位走査完了した後にまとめて行われてもよい。

【0098】

また、監視エリア8で指向方向BF2を順番に移動させる順序は、例えば監視エリア8の指向範囲BF1内或いは監視エリア8の全範囲内で、外側の円周から内側の円周に向かうように、又は内側の円周から外側の円周に向かうように、螺旋状(渦巻状)の順序でもよい。

【0099】

また、検知方向制御部68は、一筆書きのように連続して指向方向を走査するのではなく、監視エリア8内に予め位置を設定しておき、任意の順序で各位置に指向方向BF2を移動させてもよい。これにより、監視装置10は、例えば無人飛行体 $d_n$ が侵入し易い位置から検知処理を開始でき、検知処理を効率化できる。

【0100】

10

20

30

40

50

走査制御部 67 は、監視エリア 8 における全方位の走査を完了したか否かを判定する (S30)。全方位の走査が完了していない場合 (S30、NO)、指向性処理部 63 の処理はステップ S23 に戻り、同様の動作が行われる。つまり、指向性処理部 63 は、ステップ S29 で移動された位置の指向方向 BF2 にビームフォーミングし、この指向方向 BF2 の音データを抽出処理する。これにより、音源検知ユニット UD は、1 つの無人飛行体 dn が検知されても、他にも存在する可能性のある無人飛行体 dn の検知を続行するので、複数の無人飛行体 dn の検知が可能である。

【0101】

一方、ステップ S30 で全方位の走査が完了すると (S30、YES)、指向性処理部 63 は、メモリ 38 に一時的に記憶された、マイクアレイ MA で収音された音データを消去する (S31)。

10

【0102】

音データの消去後、信号処理部 33 は、無人飛行体 dn の検知処理を終了するか否かを判別する (S32)。この無人飛行体 dn の検知処理の終了は、所定のイベントに応じて行われる。例えばステップ S6 で無人飛行体 dn が検知されなかった回数をメモリ 38 に保持し、この回数が所定回数以上となった場合、無人飛行体 dn の検知処理を終了してもよい。また、タイマによるタイムアップや、操作部 32 が有する UI (User Interface) (不図示) に対するユーザの操作に基づいて、信号処理部 33 が無人飛行体 dn の検知処理を終了してもよい。また、監視装置 10 の電源がオフとなる場合に、終了してもよい。

【0103】

20

なお、ステップ S24 の処理では、周波数分析部 64 は、周波数を分析するとともに、その周波数の音圧も計測する。検知結果判定部 66 は、周波数分析部 64 によって測定された音圧レベルが時間経過とともに徐々に大きくなっていると、音源検知ユニット UD に対して無人飛行体 dn が接近していると判定してもよい。

【0104】

例えば時刻 t11 で測定された所定の周波数の音圧レベルが、時刻 t11 よりも後の時刻 t12 で測定された同じ周波数の音圧レベルよりも小さい場合、時間経過とともに音圧が大きくなっており、無人飛行体 dn が接近していると判定されてもよい。また、3 回以上にわたって音圧レベルを測定し、統計値 (例えば分散値、平均値、最大値、最小値等) の推移に基づいて、無人飛行体 dn が接近していると判定されてもよい。

30

【0105】

また、測定された音圧レベルが警戒レベルである第 3 閾値 th3 より大きい場合に、検知結果判定部 66 が、無人飛行体 dn が警戒エリアに侵入したと判定してもよい。

【0106】

なお、第 3 閾値 th3 は、例えば第 2 閾値 th2 よりも大きな値である。警戒エリアは、例えば監視エリア 8 と同じエリア、又は監視エリア 8 に含まれ監視エリア 8 よりも狭いエリアである。警戒エリアは、例えば、無人飛行体 dn の侵入が規制されたエリアである。また、無人飛行体 dn の接近判定や侵入判定は、検知結果判定部 66 により実行されてもよい。

【0107】

40

図 12 は、無人飛行体 dn が検知されていないときのモニタ 50 の表示画面例を示す図である。モニタ 50 の表示画面には、全方位カメラ CA による全方位画像 GZ1 と、PTZ カメラ CZ による PTZ 画像 GZ2 とが対比的に表示されている。全方位画像 GZ1 には、3 つのビル bL1, bL2, bL3 や煙突 pL が映っているが、無人飛行体 dn は映っていない。なお、ここでは、全方位画像 GZ1 と PTZ 画像 GZ2 とを対比表示しているが、いずれか一方だけを選択して表示してもよいし、また、これらの画像を一定時間毎に切り替えて表示してもよい。

【0108】

図 13 は、無人飛行体 dn が検知されたときのモニタ 50 の表示画面例を示す図である。モニタ 50 の表示画面に表示された、全方位カメラ CA による全方位画像 GZ1 には、

50

3つのビル**b L 1** , **b L 2** , **b L 3** や煙突**p L** の他、これらの上空に飛来する無人飛行体**d n**を表す識別マーク**m k**が星形の記号で描画されている。一方、**P T Z**カメラ**C Z**による**P T Z**画像**G Z 2**には、3つのビル**b L 1** , **b L 2** , **b L 3** や煙突**p L**が依然として映っているもの、無人飛行体**d n**は映っていない。つまり、図13には、監視装置10が、図9の手順**T 1 6**で識別マーク**m k**を表示させた後、手順**T 1 7**で**P T Z**カメラ**C Z**に撮像方向を要求して、更に手順**T 1 8**で**P T Z**カメラ**C Z**が撮像レンズを回転させてその光軸方向を変更する前の状態の**P T Z**画像**G Z 2**が表示されている。

【0109】

図14は、無人飛行体**d n**が検知されかつ**P T Z**カメラ**C Z**が検知に連動して光軸方向を変更したときのモニタ50の表示画面の一例を示す図である。**P T Z**カメラ**C Z**による**P T Z**画像**G Z 2**は、無人飛行体**d n**に向けてズームアップされた画像である。**P T Z**画像**G Z 2**には、もはや3つのビル**b L 1** , **b L 2** , **b L 3** や煙突**p L**が画角から外れて映っておらず、無人飛行体**d n**がズームアップされて映っている。

【0110】

つまり、図14では、監視装置10が、図9の手順**T 1 8**で**P T Z**カメラ**C Z**の撮像レンズを回転させてその光軸方向を変更し、更にズームアップさせた後の状態の**P T Z**画像**G Z 2**が表示されている。

【0111】

ここでは、全方位カメラ**C A**で撮像された全方位画像**G Z 1**には、識別マーク**m k**が重畳され、**P T Z**カメラ**C Z**で撮像された**P T Z**画像**G Z 2**には、無人飛行体**d n**がそのまま映っている。これは、全方位画像**G Z 1**に無人飛行体**d n**の画像がそのまま現れても、判別しにくいことが挙げられる。一方、**P T Z**カメラ**C Z**で撮像された**P T Z**画像**G Z 2**は、ズームアップされた画像であるので、無人飛行体**d n**の画像が表示画面に現れた場合、無人飛行体**d n**が鮮明に映し出される。従って、鮮明に映し出された無人飛行体**d n**の外形から、無人飛行体**d n**の機種を特定することも可能となる。このように、音源検知ユニット**U D**は、モニタ50の表示画面に映し出される画像の視認性を考慮し、無人飛行体**d n**を適切に表示できる。

【0112】

なお、全方位画像**G Z 1**と**P T Z**画像**G Z 2**とで、同一表示或いは異なる表示となるように、全方位画像**G Z 1**には識別マーク**m k**が表示されずに無人飛行体**d n**自体がそのまま映し出されるようにしてもよく、また、**P T Z**画像**G Z 2**に識別マーク**m k**が重畳表示されるようにしてもよい。

【0113】

図15は、無人飛行体**d n**が検知されかつ**P T Z**カメラ**C Z**が検知に連動して光軸方向を変更したときのモニタ50の表示画面の他の一例を示す図である。図15に示すモニタ50の表示画面は、例えばユーザが監視装置10の操作部32を介して別態様の表示メニュー（不図示）を指示することで、表示される。図15の表示画面では、全方位画像データを構成する画素毎の音圧の算出値が無人飛行体**d n**の音圧値と同等の他の音源が存在していることが示されている。全方位画像**G Z 1**には、無人飛行体**d n**を表す識別マーク**m k**の他、他の音源を表す他識別マーク**m c**が重畳されている。他識別マーク**m c**は、識別マーク**m k**と異なる表示形態で描画されることが望ましく、図15では、円形の記号で描画されている。異なる表示形態として、楕円や三角形、はてなマーク等の記号、文字が挙げられる。また、他識別マーク**m c**についても、識別マーク**m k**と同様、動的表示してもよい。

【0114】

更に、全方位画像**G Z 1**には、出力制御部35によって画素毎の音圧を表す音圧マップが生成され、かつ、音圧の算出値が閾値を超える領域が色変換処理されたことで得られる音圧ヒートマップ**M P**が重畳されている。ここでは、音圧ヒートマップ**M P**は、音圧が第2閾値**t h 2**を超える領域**R 1**が赤色（図中、大きなドット群）で描画され、音圧が第1閾値**t h 1**より大きく第2閾値**t h 2**以下である領域**B 1**が青色（図中、小さなドット群

10

20

30

40

50



）で描画される。また、音圧が第 1 閾値  $t_{h1}$  以下である領域  $N1$  は透明（図中、何も表示せず）で描画される。

【0115】

また、無人飛行体  $d_n$  を表す識別マーク  $m_k$  と同じ全方位画像  $GZ1$  上で、他の音源の位置を表す他識別マーク  $m_c$  が描画され、かつ、音圧ヒートマップ  $MP$  が描画されることで、無人飛行体  $d_n$  を取り巻く周囲の状況がよく分かるようになる。例えば無人飛行体  $d_n$  として、まだ登録されていない音源が飛来している場合、ユーザは、モニタ 50 の表示画面上から、他の識別マーク  $m_c$  で表される音源の位置を指し示すことで、或いは、音圧ヒートマップ  $MP$  の赤い領域  $R1$  を指示する。これにより、監視装置 10 の出力制御部 35 は、PTZ カメラ  $CZ$  にその音源の位置或いは赤い領域  $R1$  をズームアップさせてズームアップ後の PTZ 画像  $GZ2$  を取得し、その PTZ 画像  $GZ2$  をモニタ 50 に映し出すことができるので、未確認の音源を迅速かつ正確に確かめることができる。これにより、未登録の無人飛行体  $d_n$  が仮に存在していたとしても、ユーザは検知可能となる。

【0116】

なお、識別マーク  $m_k$  と同じ全方位画像  $GZ1$  上には、他識別マーク  $m_c$  だけが描画される表示形態、或いは音圧ヒートマップ  $MP$  だけが描画される表示形態としてもよい。ユーザは、これらの表示画面の表示形態を任意に選択可能である。

【0117】

以上により、本実施形態の無人飛行体検知システム 5 では、全方位カメラ  $CA$  は監視エリア 8（撮像エリア）を撮像する。マイクアレイ  $MA$  は、監視エリア 8 の音声を收音する。監視装置 10 は、マイクアレイ  $MA$  により收音された音声データを用いて、監視エリア 8 に現れる無人飛行体  $d_n$  を検知する。監視装置 10 内の信号処理部 33 は、無人飛行体  $d_n$  を全方位カメラ  $CA$  の撮像画像（つまり、全方位画像  $GZ1$ ）中における視覚情報に変換した識別マーク  $m_k$ （第 1 識別情報）を、監視エリア 8 の全方位画像  $GZ1$  に重畳してモニタ 50 に表示する。これにより、無人飛行体検知システム 5 は、全方位カメラ  $CA$  により撮像された全方位画像  $GZ1$  を利用して、目的とする無人飛行体  $d_n$  の存在及びその位置を迅速かつ正確に判断することができる。

【0118】

また、無人飛行体検知システム 5 では、光軸方向を調整可能な PTZ カメラ  $CZ$  は、監視エリア 8 を撮像する。信号処理部 33 は、無人飛行体  $d_n$  の検知結果に対応する方向に光軸方向を調整するための指示を PTZ カメラ  $CZ$  に出力する。モニタ 50 は、この指示に基づいて、光軸方向が調整された PTZ カメラ  $CZ$  により撮像された画像（つまり、PTZ 画像  $GZ2$ ）を表示する。これにより、無人飛行体検知システム 5 は、PTZ カメラ  $CZ$  により撮像された、歪んでいない無人飛行体  $d_n$  の画像から、無人飛行体  $d_n$  の正確な機種をユーザである監視者に対して鮮明に視認、特定させることができる。

【0119】

また、モニタ 50 は、無人飛行体  $d_n$  の識別マーク  $m_k$  が含まれる全方位カメラ  $CA$  の全方位画像  $GZ1$  と、PTZ カメラ  $CZ$  の撮像画像（つまり、PTZ 画像  $GZ2$ ）とを対比的に表示する。これにより、ユーザである監視者は、例えば全方位画像  $GZ1$  と PTZ 画像  $GZ2$  とを交互に見比べることで、無人飛行体  $d_n$  の機種と、無人飛行体  $d_n$  が存在する周辺の状況を正確に把握することができる。

【0120】

また、信号処理部 33 は、監視エリア 8 の他の音源を少なくとも 1 つ検知し、他の音源を前記全方位カメラの撮像画像中における視覚情報に変換した、識別マーク  $m_k$  とは異なる他識別マーク  $m_c$ （第 2 識別情報）としてモニタ 50 に表示する。これにより、ユーザである監視者は、目的とする無人飛行体  $d_n$  ではない未確認の音源を把握することができる。また、ユーザは、未確認の音源が未登録の無人飛行体であるかを否かを、正確に確認することも可能である。

【0121】

また、信号処理部 33 は、監視エリア 8 の撮像画像中の画素毎の音圧値を算出し、撮像

10

20

30

40

50

画像中の画素毎の音圧値を音圧ヒートマップMPとして、画素毎の音圧値に応じて複数の異なる色階調で識別可能に、撮像エリアの8の全方位画像データに重畳してモニタ50に表示する。これにより、ユーザは、無人飛行体dnが発する音の音圧と、周辺の音圧とを対比的に見比べることができ、無人飛行体の音圧が相対的かつ視覚的に分かるようになる。

#### 【0122】

以上、図面を参照しながら各種の実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

10

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0123】

本発明は、無人飛行体を検知する際、撮像画像から無人飛行体の存在及びその位置を容易に判断できる無人飛行体検知システム及び無人飛行体検知方法として有用である。

#### 【符号の説明】

#### 【0124】

### 5 無人飛行体検知システム

10 監視装置

15 筐体

25 圧縮処理部

26 送信部

31 通信部

32 操作部

33 信号処理部

34 音源方向検知部

35 出力制御部

37 スピーカ装置

38 メモリ

39 設定管理部

41, 51 CPU

42, 52 通信部

44, 54 電源管理部

45, 55 イメージセンサ

46, 56 メモリ

46x, 56x メモリカード

46y, 56y RAM

46z, 56z ROM

47, 57 ネットワークコネクタ

50 モニタ

58 撮像方向制御部

59 レンズ駆動モータ

63 指向性処理部

64 周波数分析部

65 対象物検知部

66 検知結果判定部

67 走査制御部

68 検知方向制御部

70 支持台

71 三脚

71a 天板

20

30

40

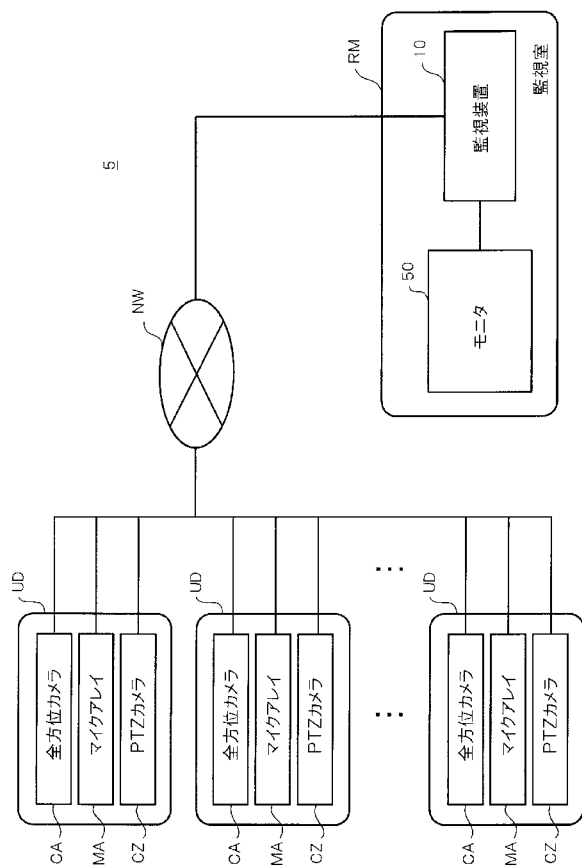
50

7 1 b 脚  
 7 2 レール  
 7 3 第 1 取付板  
 7 4 第 2 取付板  
 A 1 ~ A n A / D 変換器  
 B 1 , R 1 , N 1 領域  
 B F 1 指向範囲  
 B F 2 指向方向  
 b L 1 ~ b L 3 ビル  
 C A 全方位カメラ  
 C Z P T Z カメラ  
 G Z 1 全方位画像  
 G Z 2 P T Z 画像  
 L 1 , L 2 光軸  
 M 1 ~ M n マイクロホンユニット  
 M A マイクアレイ  
 m c 他識別マーク  
 m k 識別マーク  
 N W ネットワーク  
 P A 1 ~ P A n アンプ  
 p L 煙突  
 U D 音源検知ユニット

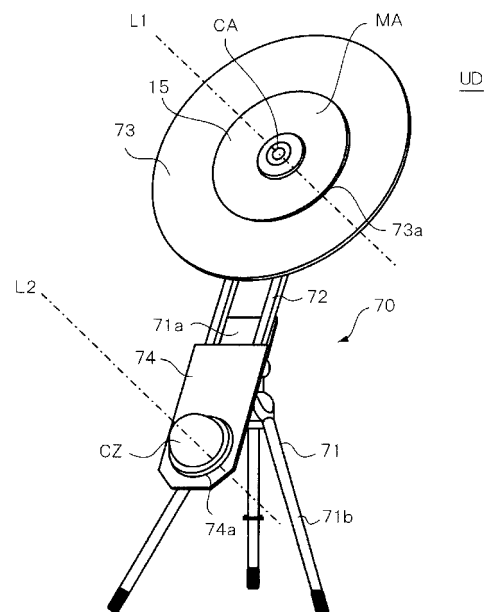
10

20

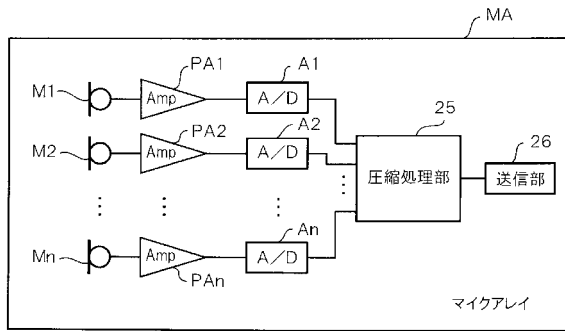
【 図 1 】



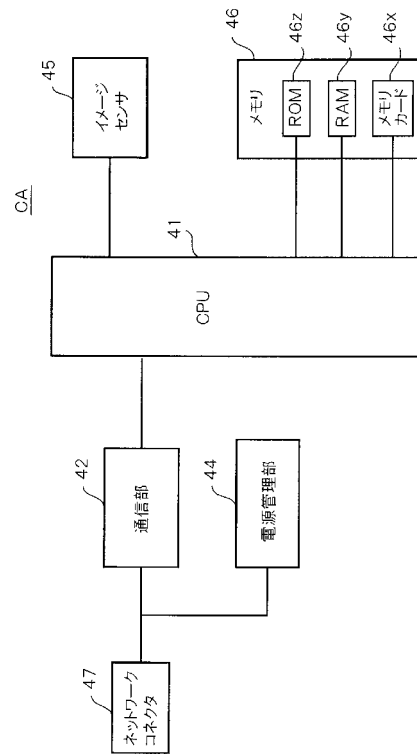
【 図 2 】



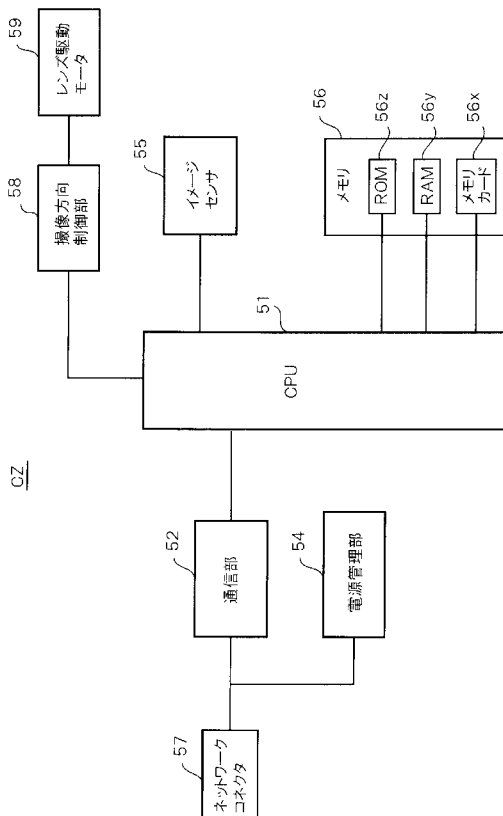
【図 3】



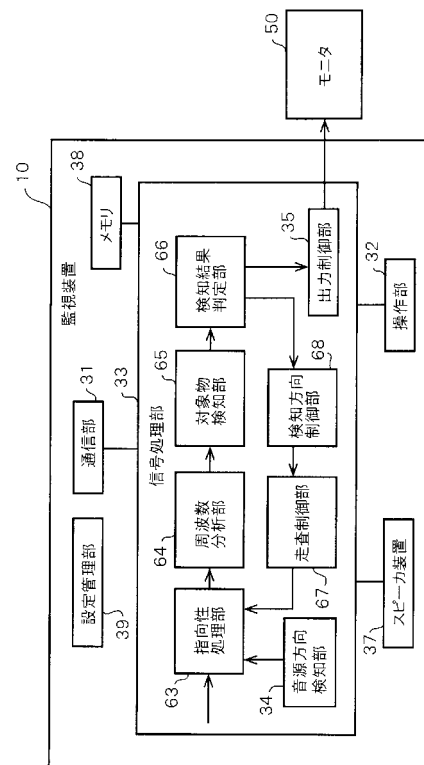
【図 4】



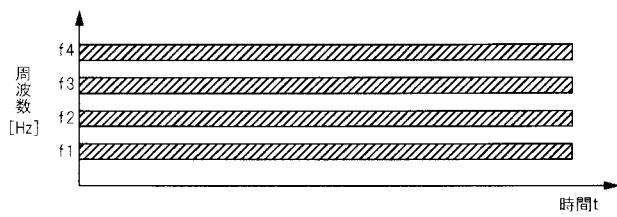
【図 5】



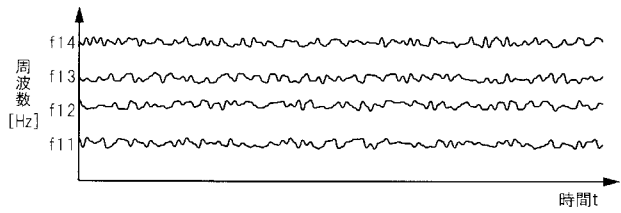
【図 6】



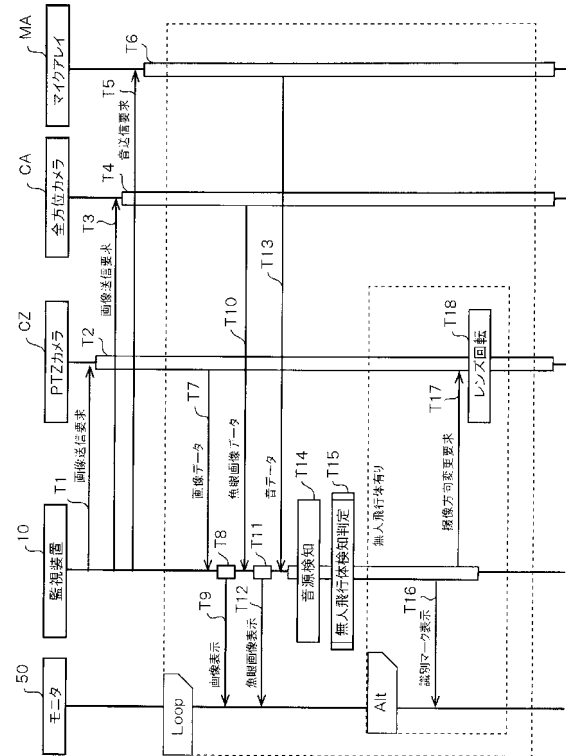
【図 7】



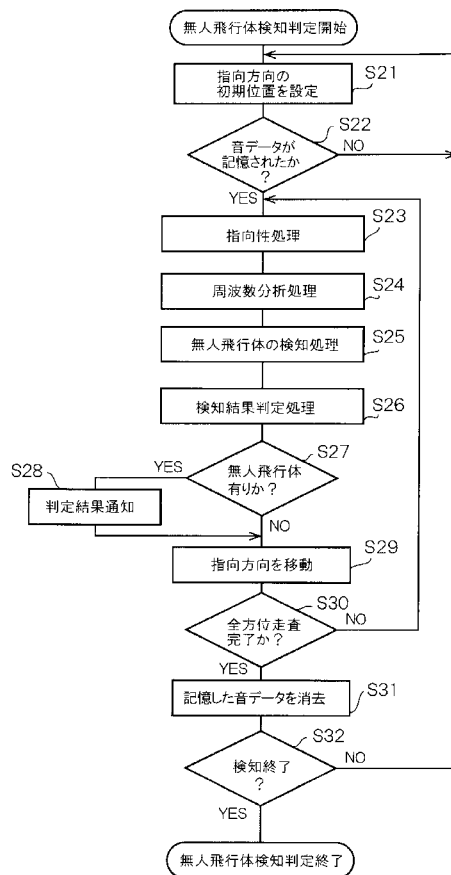
【図 8】



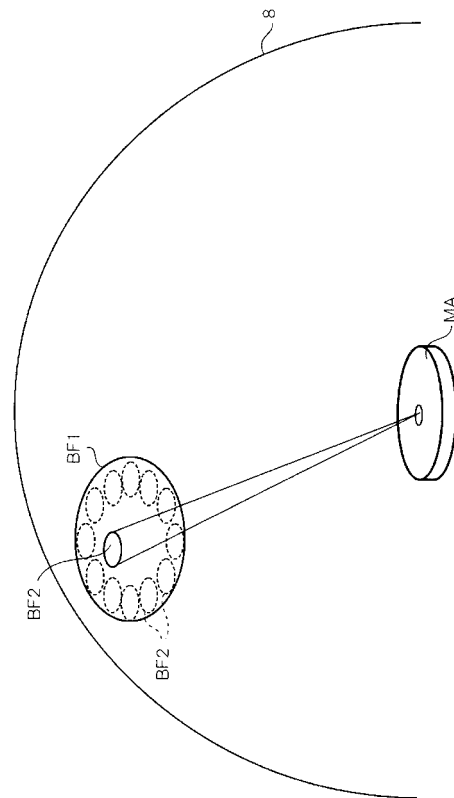
【図 9】



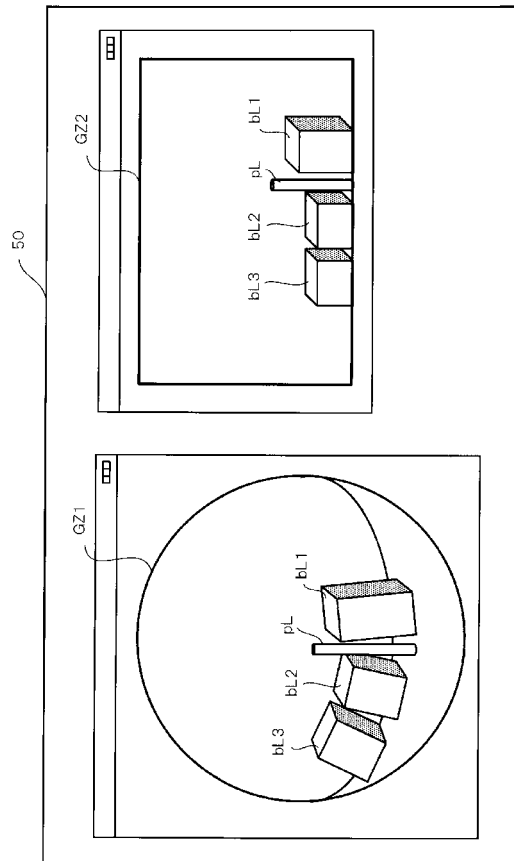
【図 10】



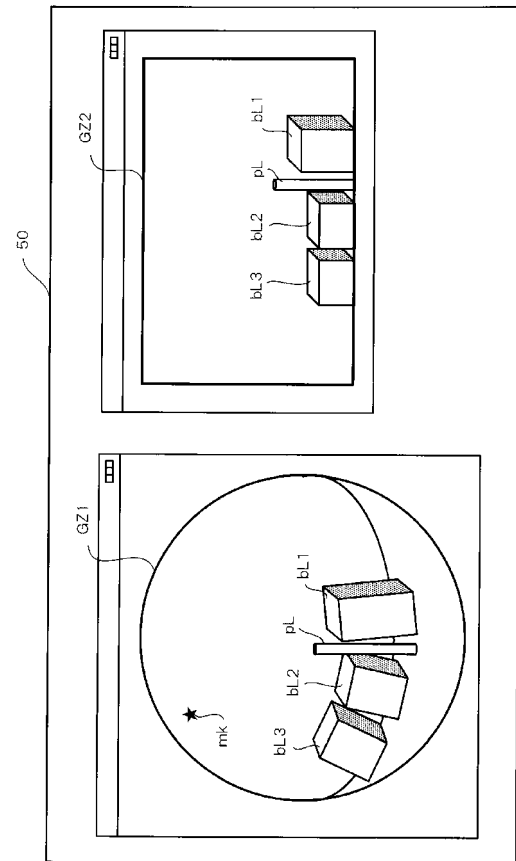
【図 11】



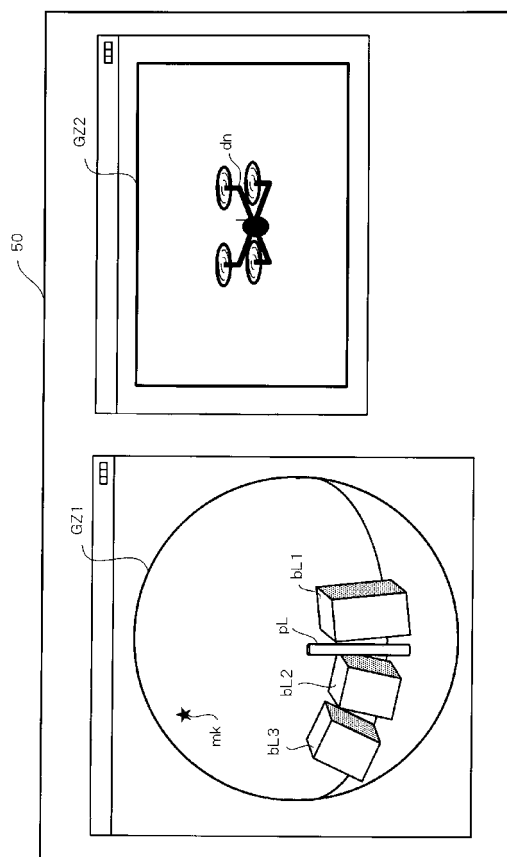
【図 1 2】



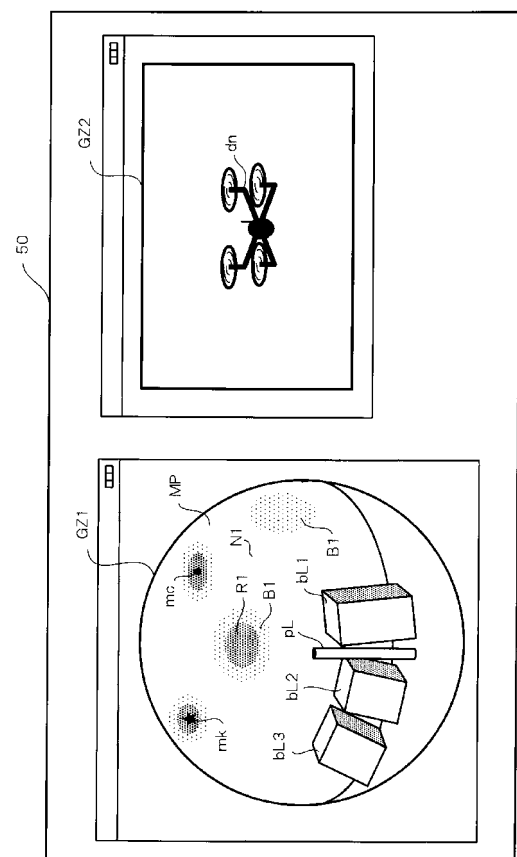
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



## 【手続補正書】

【提出日】平成28年10月4日(2016.10.4)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 のカメラと、マイクアレイと、

前記マイクアレイにより收音された音を用いて、検知対象の音源を検知するとともに、  
前記第 1 のカメラにより撮像された撮像画像を表示部に表示する信号処理部と、を備え、  
前記信号処理部は、前記検知対象の音源を前記撮像画像中における視覚情報に変換した  
第 1 識別情報を、前記撮像画像に重畳して前記表示部に表示する、  
音源検知システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の音源検知システムであって、

前記検知対象の音源は、前記第 1 のカメラの撮像エリアに現れる、  
音源検知システム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の音源検知システムであって、

前記表示部は、前記撮像エリアの撮像画像を表示する、  
音源検知システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の音源検知システムであって、

前記信号処理部は、前記検知対象の音源を前記撮像エリアの撮像画像中における視覚情  
報に変換した第 1 識別情報を、前記撮像エリアの撮像画像に重畳して前記表示部に表示す  
る、  
音源検知システム。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の音源検知システムであって、

前記第 1 のカメラは全方位カメラである、  
音源検知システム。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の音源検知システムであって、光軸方向を調整可能な第 2 のカメラ、を更に備え、

前記信号処理部は、前記検知対象の検知方向に前記光軸方向を調整するための指示を前  
記第 2 のカメラに出力し、

前記表示部は、前記指示に基づいて前記光軸方向が調整された前記第 2 のカメラにより  
撮像された撮像画像を表示する、

音源検知システム。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の音源検知システムであって、

前記表示部は、前記第 1 識別情報が含まれる前記第 1 のカメラの撮像画像と、前記第 2  
のカメラの撮像画像とを対比的に表示する、  
音源検知システム。

【請求項 8】

請求項 6 又は 7 に記載の音源検知システムであって、

前記第 2 のカメラは P T Z カメラである、

音源検知システム。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の音源検知システムであって、

前記信号処理部は、前記検知対象の音源以外の音源を少なくとも 1 つ検知し、前記第 1 識別情報とは異なる第 2 識別情報として、前記検知対象の音源以外の音源を前記撮像画像中における視覚情報に変換して前記表示部に表示する、

音源検知システム。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の音源検知システムであって、

前記信号処理部は、前記撮像画像中の画素毎の音圧値を算出し、前記撮像画像中の前記画素毎の音圧値を、前記画素毎の音圧値に応じて複数の異なる形態で識別可能に、前記撮像画像に重畳して表示する、

音源検知システム。

【請求項 11】

請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の音源検知システムであって、

前記音源は無人飛行体である、

音源検知システム。

【請求項 12】

音源検知システムにおける音源検知方法であって、

第 1 のカメラにより撮像された撮像画像を表示部に表示し、

マイクアレイにより收音された音を用いて、検知対象の音源を検知し、

前記検知対象の音源を前記撮像画像中における視覚情報に変換して第 1 識別情報を生成し、

前記第 1 識別情報を、前記撮像画像に重畳して前記表示部に表示する、

音源検知方法。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

本発明は、無人飛行体を検知する音源検知システム及び音源検知方法に関する。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

本発明は、上記した従来の状況に鑑みて案出され、カメラによる撮像画像を利用して、ユーザの目的とする無人飛行体の存在及びその位置を容易に判断することができる音源検知システム及び音源検知方法を提供することを目的とする。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

本発明は、第 1 のカメラと、マイクアレイと、前記マイクアレイにより收音された音を用いて、検知対象の音源を検知するとともに、前記第 1 のカメラにより撮像された撮像画像を表示部に表示する信号処理部と、を備え、前記信号処理部は、前記検知対象の音源を



前記撮像画像中における視覚情報に変換した第1識別情報を、前記撮像画像に重畳して前記表示部に表示する、音源検知システムを提供する。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

また、本発明は、音源検知システムにおける音源検知方法であって、第1のカメラにより撮像された撮像画像を表示部に表示し、マイクアレイにより収音された音を用いて、検知対象の音源を検知し、前記検知対象の音源を前記撮像画像中における視覚情報に変換して第1識別情報を生成し、前記第1識別情報を、前記撮像画像に重畳して前記表示部に表示する、音源検知方法を提供する。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0123

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0123】

本発明は、無人飛行体を検知する際、撮像画像から無人飛行体の存在及びその位置を容易に判断できる音源検知システム及び音源検知方法として有用である。

---

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 4 R 3/00	3 2 0
	H 0 4 R 1/40	3 2 0 A

F ターム(参考) 5D018 BB14 BB22  
5D220 BA06 BC05