

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-277544

(43)Date of publication of application : 25.09.2002

(51)Int.Cl. G01S 13/91
 B64F 1/36
 G01S 13/86
 // G08G 5/00

(21)Application number : 2001-081087

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 21.03.2001

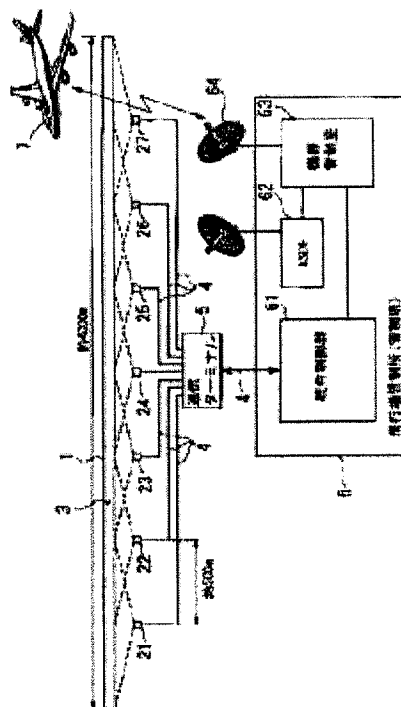
(72)Inventor : YOSHIDA HIROSHI
 NOMURA YOSHINARI
 CHIBA MASAACKI

(54) AIRPORT RUNWAY MONITORING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To rapidly detect an obstacle dropped on an airport runway.

SOLUTION: Plural imaging apparatuses 21-27 are installed on the runway 1 in its lengthwise direction with a certain interval, the images of the surface of the runway 1 photographed by the imaging apparatuses 21-27 are compared with a reference image pattern in a normal time, and the obstacle 3 is extracted and displayed. Scanning for detecting the presence of the obstacle 3 is carried out at timing fed from an apparatus control room 63 or the like and synchronized with that of taking off and landing of an airplane from/to the runway 1. As a result, rapid obstacle detection synchronized with the timing of the taking off and landing of the airplane can be executed, and the use efficiency of the runway 1 can be improved.



(51)Int.Cl.7	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 1 S 13/91		G 0 1 S 13/91	P 5 H 1 8 0
B 6 4 F 1/36		B 6 4 F 1/36	5 J 0 7 0
G 0 1 S 13/86		G 0 1 S 13/86	
// G 0 8 G 5/00		G 0 8 G 5/00	A

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全7頁)

(21)出願番号	特願2001-81087(P2001-81087)	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22)出願日	平成13年3月21日(2001.3.21)	(72)発明者	吉田 宏 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝小向工場内
		(72)発明者	野村 良成 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝小向工場内
		(74)代理人	100083806 弁理士 三好 秀和 (外7名)

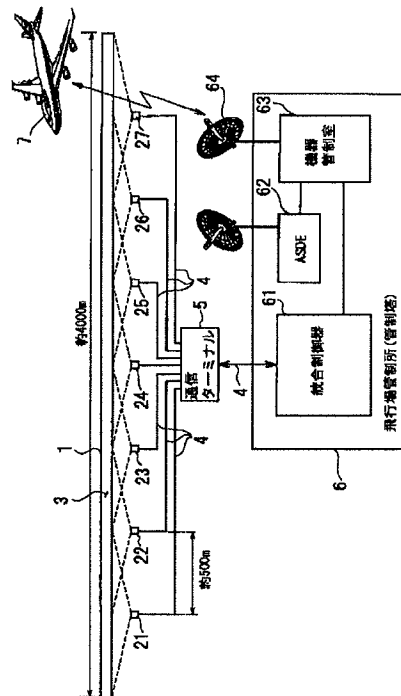
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 空港滑走路監視装置

(57)【要約】

【課題】 空港滑走路に落下した障害物を速やかに検知する。

【解決手段】 複数台の撮像機器21~27を滑走路1に長手方向に沿い間隔をなして設置し、これら撮像機器21~27で撮像された滑走路1面の映像を正常時の基準映像パターンと比較し、障害物3の抽出して表示する。また、この障害物3の有無の検出走査を機器制御室63等から供給される滑走路1に対する航空機の離発着に同期したタイミングで行う。その結果、航空機の離発着タイミングに同期した迅速な障害物検出が可能となり、滑走路1の利用効率を向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 空港滑走路の長手方向に沿い間隔をなして設置された複数台の撮像機器と、前記空港滑走路への航空機の離発着のタイミングに同期して、空港滑走路面を走査して撮影するように前記複数台の撮像機器を制御する制御手段と、この制御手段によって制御された前記複数台の撮像機器からの映像データを導入し、それぞれ予め設定された基準データと比較し、その差信号をそれぞれ導出する比較手段と、この比較手段による各差信号を合成する合成手段と、この合成手段によって合成された差信号を表示する表示手段とを具備することを特徴とする空港滑走路監視装置。

【請求項2】 前記制御手段は、前記撮像機器の撮像方向を変化させるように制御するように構成され、前記表示手段は、前記差信号を前記撮像機器の撮像方向の変化情報に対応させて表示するように構成されたことを特徴とする請求項1記載の空港滑走路監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、空港における航空機の離発着に対応して滑走路を監視する空港滑走路監視装置に関する。

【0002】

【従来の技術】航空機が離発着する空港では、空港の管制塔内に飛行場管制所が設けられていて、その飛行場管制所の管制官は、航空路監視レーダ（ARSR及びSSR）等に基づいて管制を行う管制センターと連携しつつ、滑走路を効率良く利用して乗客が快適かつ安全に航空機を利用できるようにターミナル管制を行っている。

【0003】飛行場管制所内は、たとえば地上管制席と飛行場管制席とから構成され、互いに連携した管制が行われるが、地上管制席では空港近くに設置された空港面探知装置（ASDE：Airport Surface Detection Equipment）等を使用して、空港地上の飛行機や車両並びに歩行者等を一元的に管理を行い、飛行場管制席は、SSR等のレーダ情報に基づく航空機の識別や運航票の更新等を行いつつ、航空機の離着陸の管制承認と、着陸に向け、あるいは離陸後間もなくいまだ飛行場周辺の上空を飛行する航空機に対する管制が行われる。

【0004】ASDEは、レーダで観測された空港面を高輝度CRT指示機等に表示するものであるが、管制官はその指示機等に表示された空港面の状況を把握しつつ、空港内における交通の安全が図られるように管制される。

【0005】ASDEに搭載されたレーダは、例えば周波数2.4GHzで、240フィートから3海里の範囲の探知距離を有し、また0.5海里で12フィートの距離

分解能と、0.5海里で15フィートの方位分解能を有している。ASDEのレーダは、空港内を移動する航空機やGPS受信機等を搭載した車両を識別し、これらが空港内の滑走路や滑走路誘導路等において衝突の可能性が生じた場合には、直ちに、該当の対象物に対して、自動的に警報を発することができるように構成されている。

【0006】なお、ASDEのレーダの設置場所によっては、建物等の建造物の陰になって、空港面探知レーダの電波が届かない領域が生じる場合がある。レーダ波が届かない領域には、別途監視用カメラ等が設置され、管制官はそのモニター画面を併用して空港面の監視を行っている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、空港内の滑走路や滑走路誘導路等は、ASDE等のレーダ波による走査によって、空港内を移動する航空機や車両の衝突の事故発生を未然に回避されるように安全策が施されるが、上述のように、ASDEは、レーダ波固有の分解能を有して、形状の大きい航空機や車両はともかくとして、それ以外の比較的小さな対象物はこれを検知して識別することができない。

【0008】例えば航空機の離発着に際し、航空機が万一機体の一部等、小さな構成部品を滑走路に落下させてしまったような場合は、ASDEではこれを識別して検知するだけの分解能を有していないので、通常、そのような対象物は、空港係員による目視による発見にゆだねられていた。

【0009】しかしながら、航空機の利用がますます増大化しつつある今日では、空港における航空機の離発着数が増加しており、空港によっては、数分以下の分単位のインターバルで発着が行われる場合がある。このように航空機の離着陸が輻輳した空港では、空港係員が航空機の離発着の都度、長い滑走路を見渡して、そこに障害物が無いことを確認する作業は容易でない。

【0010】また、国際空港等におけるように、たとえば4000mもの長い滑走路を有するところでは、仮に空港係員等が何等かの障害物らしきものを遠くから発見したとしても、次の航空機の離発着までのごく短い時間内に、その対象物が何であるかを確認したり、あるいはその障害物を除去すべく滑走路から運び出したり、また場合によっては、滑走路に直ちには除去できない障害物があることを管制官、及び管制官を介して離発着予定航空機のパイロットに的確に通知するようなことは困難な状況になってきた。

【0011】そこで本発明は、インターバルの短い航空機の離発着間においても、迅速かつ的確に滑走路を監視できて、もしも障害物が落下していた場合には、直ちにこれを検出して表示し、障害物の確認作業や除去作業、さらには滑走路への一時的離発着の停止指令等を速やかに実施し得て、航空機の事故を未然に回避し、同時

に空港滑走路の利用効率を向上し得る空港滑走路監視装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、空港滑走路監視装置において、空港滑走路の長手方向に沿い間隔をなして設置された複数台の撮像機器と、前記空港滑走路への航空機の離発着のタイミングに同期して、空港滑走路面を走査して撮影するように前記複数台の撮像機器を制御する制御手段と、この制御手段によって制御された前記複数台の撮像機器からの映像データを導入し、それぞれ予め設定された基準データと比較し、その差信号をそれぞれ導出する比較手段と、この比較手段による各差信号を合成する合成手段と、この合成手段によって合成された差信号を表示する表示手段とを具備することを特徴とする。

【0013】本発明の空港滑走路監視装置は、上記のように、複数台の撮像機器を空港滑走路の長手方向に沿い配置し、航空機の離発着のタイミングに同期して空港滑走路面を走査するように撮影し、予め設定された基準データと比較して表示するので、空港係員は空港滑走路上に存在する障害物の有無や、その検出物の形状や大きさ等を容易かつ的確に確認して、航空機の離発着時における安全性を高め得ると同時に、滑走路の利用効率を著しく向上させることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明による空港滑走路監視装置の一実施の形態を図1ないし図6を参照して詳細に説明する。

【0015】図1は本発明による空港滑走路監視装置の一実施の形態を適用した空港管制システムの全体構成図である。

【0016】この実施の形態の空港滑走路監視装置を採用した空港管制システムは、図1に示すように、約4000mの長さの滑走路1に対し、例えばその幅方向のいずれか一方の側方に、滑走路1の長手方向に沿い複数台（図1では7台）の撮像機器21～27が約500m間隔で配置される。そして、これら複数台の各撮像機器21～27の撮影方向は、いずれも滑走路1に向けられており、図示のように、滑走路1上に障害物3がある場合は、その位置に近い例えば撮像機器22、23が、その映像を捕らえることができるように配置されている。

【0017】滑走路1面を撮影した各撮像機器21～27の出力は、光ケーブル4及び中継ターミナル5を介して、飛行場管制所（管制塔）6内に設置された統合制御器61に供給されるように構成されている。

【0018】また、統合制御器61は、既存のASDE62や機器管制室63内の管制機器に接続されている。

【0019】機器管制室63は、二次監視レーダ（SSR）64等を介して着陸待機状態で空港上空にある航空機7や、離陸待ちで誘導滑走路1にある航空機を対象

に、いわゆるシーケンシング（sequencing）を行い、離発着の承認信号を対象航空機に供給するとともに、その信号は接続された統合制御器61にも供給される。

【0020】図2には、図1に示した撮像機器21～27及び滑走路1の拡大右側面図を示したもので、図2に示すように、各撮像機器21～27は幅約60m（メートル）を有する滑走路1からは約140m隔てた位置で、高さhの所に設置されている。

【0021】また、各撮像機器21～27は仰角方向へ約5度の視野角 α を有し、いずれも下方への鉛直方向から滑走路1の方向に向けて角度 γ で指向して、少なくとも約60mにわたる幅の滑走路1を視野に捕らえて撮影できるように構成配置されている。

【0022】また、撮像機器21～27は必要に応じ、統合制御器61からの遠隔制御により、仰角方向に角度 δ だけ指向させ、滑走路1あるいは空港上近くを飛行する航空機7を撮影することもできる。

【0023】図3は、図1に示した撮像機器22、23及び対応する滑走路1の部分を拡大して示した平面図で、他の各撮像機器21、24～27にも共通するものであるが、各撮像機器22、23は、いずれも、方位 θ 方向に約3度の視野角 β を有し、遠隔操作により、同期して3度づつ間欠的に順次、方位 θ 方向にシフトして滑走路1面を撮像し、都度、その静止画像を得ることができるように構成されている。そこで、各撮像機器22、23が、滑走路1方向へ向けて左右方向に約150度の範囲にわたって走査し、かつ方位 θ 方向へ角度3度づつ間欠的に順次シフトしたとすれば、方位 θ 方向に一度の走査で、各撮像機器22、23は50枚の静止画像を得ることができる。

【0024】また、隣接する撮像機器22、23間を考えたとき、図3に示したように、撮像機器22、23間の距離に対応し斜線で示した滑走路1の範囲、すなわち約500mの長さの範囲では、少なくとも隣接する2台の撮像機器22、23による各1回の走査で、重複した2枚の静止画像を得ることができる。

【0025】すなわち、滑走路1上にある一つの障害物3に対し、一方の撮像機器22からは、滑走路1に平行な基準線Kとのなす角度 θ_1 に指向させたときに、図4（a）に示す撮像画像を、また撮像機器23からは、同様に基準線Kとのなす角度 θ_2 のときに図4（b）に示す撮像画像を得ることができる。

【0026】このことは、他の撮像機器21、24～27でも同様であり、滑走路1上の障害物3は向きの異なる2方向から撮影されつつ、各撮像機器21～27内でのパターン認識に基づく信号処理により、障害物3の映像データのみを他と区別して抽出され、その抽出された障害物映像データは関連する撮像方位データとともに、中継ターミナル5を介して統合制御器61に供給され

る。

【0027】もつとも、図1に示した各撮像機器21～27の配置構成において、同一障害物に対して2枚の静止画像を確実に得ることができるのは、各撮像機器21～27間に対応する滑走路1上にある障害物3である。両端の撮像機器21、27の外側に対応して位置する滑走路1面では、隣接する2つの撮像機器21、22及び26、27によっては2方向からの静止画像が得られない領域が26が部分的に生じる。

【0028】なおこの実施の形態では、図2において、各撮像機器21～27は角度 γ で方位 θ 方向に走査され、50枚の静止画像を得るように説明したが、各撮像機器21～27は一か所の固定位置で回転するのに対し、撮影対象の滑走路1は直線状に伸びているので、各撮像機器21～27が撮影方向を滑走路1の長さ方向に沿って指向させるためには、各指向方向（方位 θ 方向）に応じて、角度 γ の値を補正する必要があり、またその補正值の変化量は各撮像機器21～27の滑走路1に向けて左右対象となる。

【0029】さらに、図2や図3に示したように、滑走路1上にある一つの障害物3の映像を2方向から撮像機器22、23が得たとき、そのときの各撮像機器22、23の視野角度 α 、 β が特定されていて、しかも各撮像機器22、23の高さ h 、撮像方位の方位 θ 方向の角度 θ_1 、 θ_2 、並びに仰角方向の角度 γ の値も特定されるので、各撮像機器22、23で得られた撮像画面内の障害物3の位置から、おおよそ障害物3までの各距離（図3に示す R_1 及び R_2 ）、つまり滑走路1上の障害物3の位置をほぼ特定することができる。

【0030】加えて、2台の撮像機器22、23間の距離（約500m）を条件に加えることで、いわゆるステレオ測距方式により、さらにより正確に滑走路1上における障害物3の位置を簡単な演算により求め、特定することができる。

【0031】従って、本実施の形態によれば、各撮像機器21～27等において抽出された障害物3の映像データ及びその位置情報は、統合制御器61に供給され表示されるとともに、検知（抽出）された旨を警報器等の報知器を介して、管制係員に迅速かつ確実に伝達される。

【0032】なお上記図2では、滑走路1の表面が平坦であるように示しているが、実際の滑走路1の表面は、降雨時等で水溜まりが生じないように、幅方向の中央部から両端部方向に緩やかに下方に傾斜している。

【0033】図5は、各撮像機器21～27の具体的構成を示した図で、撮像カメラ2aは雲台2b上に搭載されていて、撮像カメラ2aで撮影された滑走路1のビデオ映像信号はアナログ・デジタル（A/D）変換器2cを介して、信号処理回路2dに供給される。

【0034】信号処理回路2dには、画像データ記憶器2eが接続されていて、画像データ記憶器2eには、障

害物3等が滑走路1上に存在しない状態で撮影して得られたデジタル画像情報が、各撮像機器21～27の方位 θ 方向への1走査分、基準データとして予め記憶されている。

【0035】そこで、運用状態において、信号処理回路2dは、入出力インターフェース2fを介して、統合制御器61から供給される航空機7の離発着の承認信号に同期したタイミング信号を導入してカメラ制御信号を生成し、これをカメラ制御回路2gに供給する。

【0036】カメラ制御信号を供給されたカメラ制御回路2gは、雲台2bを駆動制御し、滑走路1における航空機の離発着時間の合間を利用して、撮像カメラ2aが滑走路1面を走査して50枚の静止画像信号をA/D変換器2cを介して信号処理回路2dに供給する。

【0037】間欠的に順次50枚のデジタル静止画像信号の供給を受けた信号処理回路2dは、都度、対応する基準データを画像データ記憶器2eを読み出して対応比較し、いわゆるパターン認識により、両者の差信号を生成する。

【0038】もしも、障害物3の撮影された状態では、その部分が差信号として抽出されるので、信号処理回路2dは、そのデジタル差信号を対応する固有の方位 θ データとともに該当撮像機器21～27の識別信号を入出力インターフェース2f、光ファイバ4、中継ターミナル5を介して統合制御器61に供給する。

【0039】統合制御器61は、図6に示すように構成され、中継ターミナル5を介して供給された前記差信号及び対応する固有の方位 θ データ並びに該当撮像機器21～27の識別信号は、入出力インターフェース61aを介して制御部61bに供給される。

【0040】制御部61bにはマイコンが内蔵されていて、供給された前記差信号及び対応する固有の方位 θ データ並びに該当撮像機器21～27の識別信号を導入し、左信号を障害物3の映像信号として表示器61cに表示するとともに、撮像画面上における障害物3の位置を検出し、また予め設定された該当撮像機器21～27の高さ h 、固有の方位 θ データに対応した仰角方向の角度 γ の値等に基づき、当該障害物3の滑走路1上における位置を特定し、その位置情報をモニター用の表示器61cに供給表示する。

【0041】また、制御部61bは、上記障害物3の情報を表示器61cに供給すると同時に、その障害物3情報をブザー等の報知器61dに供給するので、飛行場管制所6内の係官は、滑走路1上に何らかの障害物3の存在を認識するとともに、表示器6cの表示画面上の映像から、該当障害物3の形状や大きさ等と同時に、その障害物3の滑走路1上の位置を知ることができる。

【0042】従って、係官は、作業員を現場に急行させ、障害物3の除去作業等の障害物3に対する必要な処理を指示することができる。

【0043】また、表示器61c及び報知器61dの情報は、制御部61bから機器制御室63へも供給されるので、管制官は、シーケンシングの修正と離発着態勢にある航空機7のパイロットに対して待機指令等を発し、空港における航空機及び利用客の安全を的確に確保することができる。

【0044】なお、上記説明で、統合制御器61の制御部61bには、いずれか1台の撮像機器21~27から得られた障害物3の映像情報（差信号等）の供給を得て信号演算処理を行い、表示器61c及び報知器61dに供給するように説明したが、上述のように、同一障害物3に対していずれか2台の撮像機器21~27から異なるタイミングで障害物3の映像情報（差信号等）を導入し、一旦、バッファメモリ61eへ記憶させた後、読み出し演算を行い、算出されたより正確な位置データや立体画像データを表示器61cに供給表示させることができる。

【0045】また、本発明の実施の形態によれば、係員による統合制御器61の入力装置61fからの操作データの入力により、図2に示したように、任意の撮像機器21~27に対し方位 θ 方向、あるいは角度 δ の仰角方向への駆動制御を行い、別途滑走路1を走行する航空機はもとより、滑走路1上空等を飛行して着陸態勢にある航空機7を撮像して表示器61cに表示し、例えば着陸に際し、車輪が正常位置にあるか否か等の監視を行うようにすることもできる。

【0046】以上詳述したように、本発明による空港滑走路監視装置によれば、航空機の離発着のタイミングに同期して空港滑走路面を走査し、複数台の撮像機器から滑走路面の映像信号を得て、パターン認識により障害物の有無を的確に抽出して表示するので、空港管制における離発着の障害物を迅速に処理することができ、乗客の安全と、滑走路の利用効率を高めることができ、利用客

のサービス向上を実現することができる。

【0047】

【発明の効果】以上説明のように、本発明による空港滑走路監視装置によれば、滑走路面の異常の有無を的確に検知されて、これが表示器上に表示されるので、管制官は障害物の除去を効率的かつ迅速に行うことができ、特に長い滑走路を有する空港に適用して、実用上優れた効果を発揮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による空港滑走路監視装置の一実施の形態を適用した空港管制システムの構成図である。

【図2】図1に示した空港管制システムにおいて、滑走路及び空港滑走路監視装置の撮像機器の構成の拡大右側面図である。

【図3】図1に示した空港管制システムにおいて、滑走路及び空港滑走路監視装置の撮像機器の構成の要部拡大平面図である。

【図4】図4(a)は図3に示した撮像機器22により得られる撮像画面の図、図4(b)は図3に示した撮像機器23により得られる撮像画面の図である。

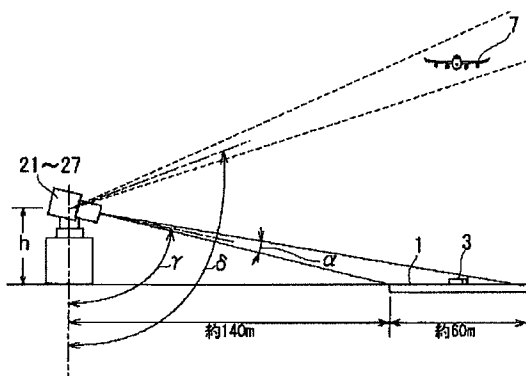
【図5】図1に示した撮像機器の構成図である。

【図6】図1に示した統合制御器の構成図である。

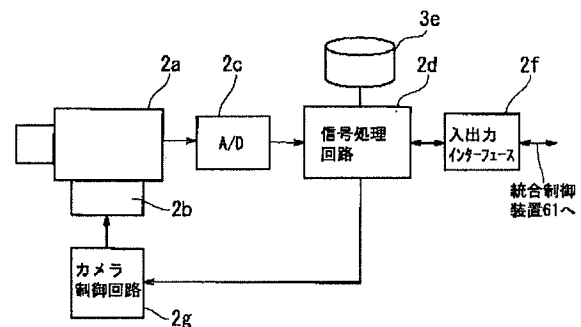
【符号の説明】

- 1 滑走路
- 21~27 撮像機器
- 3 障害物
- 4 光ファイバ
- 5 中継ターミナル
- 6 飛行場管制所（管制塔）
- 61 統合制御器
- 62 ASDE
- 63 機器管制室

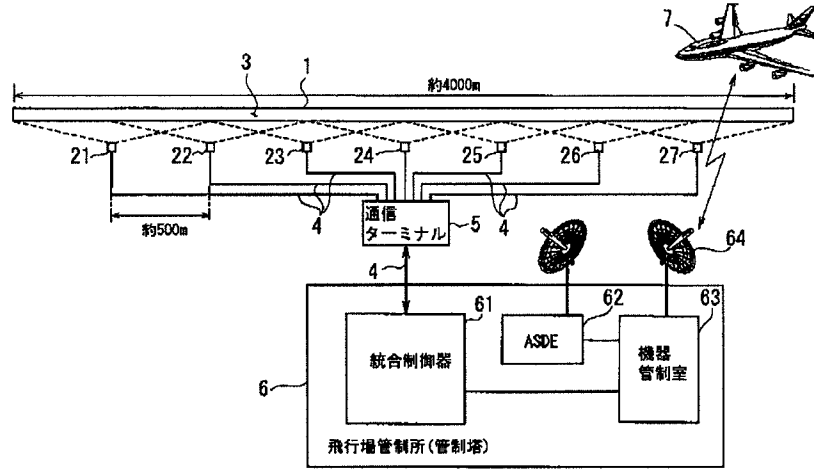
【図2】



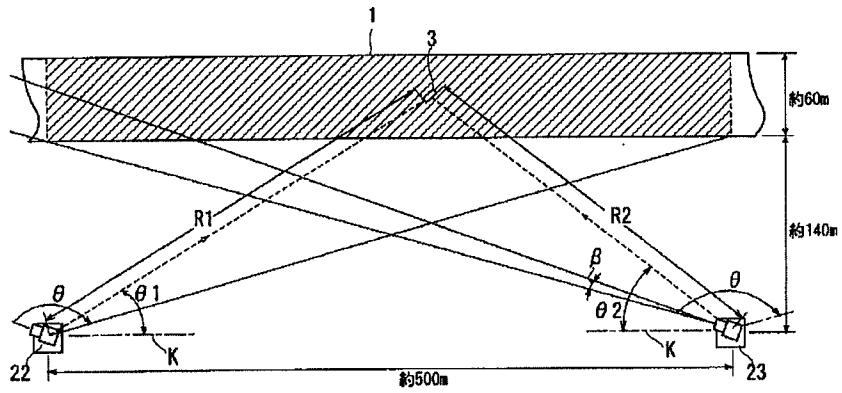
【図5】



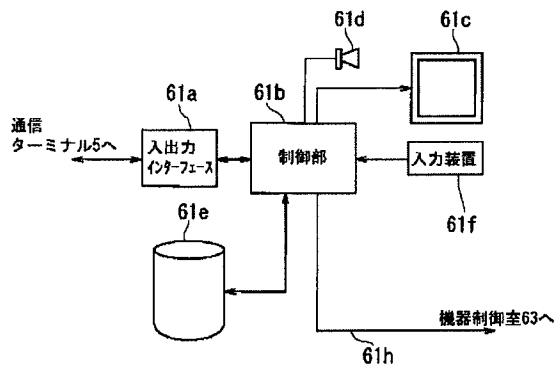
【図1】



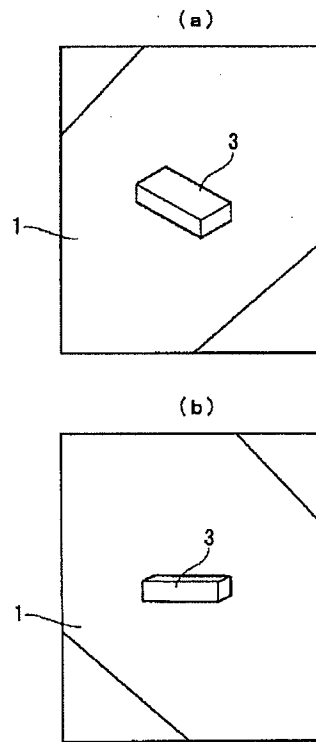
【図3】



【図6】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 千葉 政明
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝小向工場内

Fターム(参考) 5H180 AA26 CC04 CC12 CC14 LL01
LL07 LL08
5J070 AE04 AF01 BD08

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード*(参考)
G 0 1 S 13/91		G 0 1 S 13/91	P 5 H 1 8 0
B 6 4 F 1/36		B 6 4 F 1/36	5 J 0 7 0
G 0 1 S 13/86		G 0 1 S 13/86	
// G 0 8 G 5/00		G 0 8 G 5/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21)出願番号	特願2001-81087(P2001-81087)	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22)出願日	平成13年3月21日(2001.3.21)	(72)発明者	吉田 宏 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝小向工場内
		(72)発明者	野村 良成 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝小向工場内
		(74)代理人	100083806 弁理士 三好 秀和 (外7名)

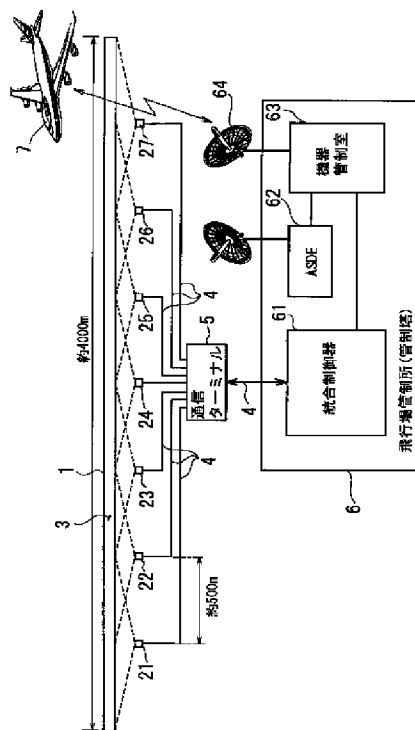
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 空港滑走路監視装置

(57)【要約】

【課題】 空港滑走路に落下した障害物を速やかに検知する。

【解決手段】 複数台の撮像機器21~27を滑走路1に長手方向に沿い間隔をなして設置し、これら撮像機器21~27で撮像された滑走路1面の映像を正常時の基準映像パターンと比較し、障害物3の抽出して表示する。また、この障害物3の有無の検出走査を機器制御室63等から供給される滑走路1に対する航空機の離発着に同期したタイミングで行う。その結果、航空機の離発着タイミングに同期した迅速な障害物検出が可能となり、滑走路1の利用効率を向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 空港滑走路の長手方向に沿い間隔をなし設置された複数台の撮像機器と、前記空港滑走路への航空機の離発着のタイミングに同期して、空港滑走路面を走査して撮影するように前記複数台の撮像機器を制御する制御手段と、この制御手段によって制御された前記複数台の撮像機器からの映像データを導入し、それぞれ予め設定された基準データと比較し、その差信号をそれぞれ導出する比較手段と、この比較手段による各差信号を合成する合成手段と、この合成手段によって合成された差信号を表示する表示手段とを具備することを特徴とする空港滑走路監視装置。

【請求項2】 前記制御手段は、前記撮像機器の撮像方向を変化させるように制御するように構成され、前記表示手段は、前記差信号を前記撮像機器の撮像方向の変化情報に対応させて表示するように構成されたことを特徴とする請求項1記載の空港滑走路監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、空港における航空機の離発着に対応して滑走路を監視する空港滑走路監視装置に関する。

【0002】

【従来の技術】航空機が離発着する空港では、空港の管制塔内に飛行場管制所が設けられていて、その飛行場管制所の管制官は、航空路監視レーダ（ARSR及びSSR）等に基づいて管制を行う管制センターと連携しつつ、滑走路を効率良く利用して乗客が快適かつ安全に航空機を利用できるようにターミナル管制を行っている。

【0003】飛行場管制所内は、たとえば地上管制席と飛行場管制席とから構成され、互いに連携した管制が行われるが、地上管制席では空港近くに設置された空港面探知装置（ASDE: Airport Surface Detection Equipment）等を使用して、空港地上の飛行機や車両並びに歩行者等を一元的に管理を行い、飛行場管制席は、SSR等のレーダ情報に基づく航空機の識別や運航票の更新等を行いつつ、航空機の離着陸の管制承認と、着陸に向け、あるいは離陸後間もなくいまだ飛行場周辺の上空を飛行する航空機に対する管制が行われる。

【0004】ASDEは、レーダで観測された空港面を高輝度CRT指示機等に表示するものであるが、管制官はその指示機等に表示された空港面の状況を把握しつつ、空港内における交通の安全が図られるように管制される。

【0005】ASDEに搭載されたレーダは、例えば周波数2.4GHzで、240フィートから3海里の範囲の探知距離を有し、また0.5海里で12フィートの距離

分解能と、0.5海里で15フィートの方位分解能を有している。ASDEのレーダは、空港内を移動する航空機やGPS受信機等を搭載した車両を識別し、これらが空港内の滑走路や滑走路誘導路等において衝突の可能性が生じた場合には、直ちに、該当の対象物に対して、自動的に警報を発することができるように構成されている。

【0006】なお、ASDEのレーダの設置場所によっては、建物等の建造物の陰になって、空港面探知レーダの電波が届かない領域が生じる場合がある。レーダ波が届かない領域には、別途監視用カメラ等が設置され、管制官はそのモニター画面を併用して空港面の監視を行っている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、空港内の滑走路や滑走路誘導路等は、ASDE等のレーダ波による走査によって、空港内を移動する航空機や車両の衝突の事故発生を未然に回避されるように安全策が施されるが、上述のように、ASDEは、レーダ波固有の分解能を有して、形状の大きい航空機や車両はともかくとして、それ以外の比較的小さな対象物はこれを検知して識別することができない。

【0008】例えば航空機の離発着に際し、航空機が万一機体の一部等、小さな構成部品を滑走路上に落下させてしまったような場合は、ASDEではこれを識別して検知するだけの分解能を有していないので、通常、そのような対象物は、空港係員による目視による発見にゆだねられていた。

【0009】しかしながら、航空機の利用がますます増大しつつある今日では、空港における航空機の離発着数が増加しており、空港によっては、数分以下の分単位のインターバルで発着が行われる場合がある。このように航空機の離着陸が輻輳した空港では、空港係員が航空機の離発着の都度、長い滑走路を見渡して、そこに障害物が無いことを確認する作業は容易でない。

【0010】また、国際空港等におけるように、たとえば4000mもの長い滑走路を有するところでは、仮に空港係員等が何等かの障害物らしきものを遠くから発見したとしても、次の航空機の離発着までのごく短い時間内に、その対象物が何であるかを確認したり、あるいはその障害物を除去すべく滑走路から運び出したり、また場合によっては、滑走路上に直ちには除去できない障害物があることを管制官、及び管制官を介して離発着予定航空機のパイロットに的確に通知するようなことは困難な状況になってきた。

【0011】そこで本発明は、インターバルの短い航空機の離発着間においても、迅速かつ的確に滑走路を監視できて、もしも障害物が落下していた場合には、直ちにこれを検出して表示し、障害物の確認作業や除去作業、さらには滑走路への一時的離発着の停止指令等を速やかに実施し得て、航空機の事故を未然に回避し、同時

に空港滑走路の利用効率を向上し得る空港滑走路監視装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、空港滑走路監視装置において、空港滑走路の長手方向に沿い間隔をなして設置された複数台の撮像機器と、前記空港滑走路への航空機の離発着のタイミングに同期して、空港滑走路面を走査して撮影するように前記複数台の撮像機器を制御する制御手段と、この制御手段によって制御された前記複数台の撮像機器からの映像データを導入し、それぞれ予め設定された基準データと比較し、その差信号をそれぞれ導出する比較手段と、この比較手段による各差信号を合成する合成手段と、この合成手段によって合成された差信号を表示する表示手段とを具備することを特徴とする。

【0013】本発明の空港滑走路監視装置は、上記のように、複数台の撮像機器を空港滑走路の長手方向に沿い配置し、航空機の離発着のタイミングに同期して空港滑走路面を走査するように撮影し、予め設定された基準データと比較して表示するので、空港係員は空港滑走路上に存在する障害物の有無や、その検出物の形状や大きさ等を容易かつ的確に確認して、航空機の離発着時における安全性を高め得ると同時に、滑走路の利用効率を著しく向上させることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明による空港滑走路監視装置の一実施の形態を図1ないし図6を参照して詳細に説明する。

【0015】図1は本発明による空港滑走路監視装置の一実施の形態を適用した空港管制システムの全体構成図である。

【0016】この実施の形態の空港滑走路監視装置を採用した空港管制システムは、図1に示すように、約4000mの長さの滑走路1に対し、例えばその幅方向のいずれか一方の側方に、滑走路1の長手方向に沿い複数台（図1では7台）の撮像機器21～27が約500m間隔で配置される。そして、これら複数台の各撮像機器21～27の撮影方向は、いずれも滑走路1に向けられており、図示のように、滑走路1上に障害物3がある場合は、その位置に近い例えば撮像機器22、23が、その映像を捕らえることができるように配置されている。

【0017】滑走路1面を撮影した各撮像機器21～27の出力は、光ケーブル4及び中継ターミナル5を介して、飛行場管制所（管制塔）6内に設置された統合制御器61に供給されるように構成されている。

【0018】また、統合制御器61は、既存のASDE62や機器管制室63内の管制機器に接続されている。

【0019】機器管制室63は、二次監視レーダ（SSR）64等を介して着陸待機状態で空港上空にある航空機7や、離陸待ちで誘導滑走路1にある航空機を対象

に、いわゆるシーケンシング（sequencing）を行い、離発着の承認信号を対象航空機に供給するとともに、その信号は接続された統合制御器61にも供給される。

【0020】図2には、図1に示した撮像機器21～27及び滑走路1の拡大右側面図を示したもので、図2に示すように、各撮像機器21～27は幅約60m（メートル）を有する滑走路1からは約140m隔てた位置で、高さhの所に設置されている。

【0021】また、各撮像機器21～27は仰角方向へ約5度の視野角 α を有し、いずれも下方への鉛直方向から滑走路1の方向に向けて角度 γ で指向して、少なくとも約60mにわたる幅の滑走路1を視野に捕らえて撮影できるように構成配置されている。

【0022】また、撮像機器21～27は必要に応じ、統合制御器61からの遠隔制御により、仰角方向に角度 δ だけ指向させ、滑走路1あるいは空港上近くを飛行する航空機7を撮影することもできる。

【0023】図3は、図1に示した撮像機器22、23及び対応する滑走路1の部分を拡大して示した平面図で、他の各撮像機器21、24～27にも共通するものであるが、各撮像機器22、23は、いずれも、方位 θ 方向に約3度の視野角 β を有し、遠隔操作により、同期して3度ずつ間欠的に順次、方位 θ 方向にシフトして滑走路1面を撮像し、都度、その静止画像を得ることができるように構成されている。そこで、各撮像機器22、23が、滑走路1方向へ向けて左右方向に約150度の範囲にわたって走査し、かつ方位 θ 方向へ角度3度ずつ間欠的に順次シフトしたとすれば、方位 θ 方向に一度の走査で、各撮像機器22、23は50枚の静止画像を得ることができる。

【0024】また、隣接する撮像機器22、23間を考えたとき、図3に示したように、撮像機器22、23間の距離に対応し斜線で示した滑走路1の範囲、すなわち約500mの長さの範囲では、少なくとも隣接する2台の撮像機器22、23による各1回の走査で、重複した2枚の静止画像を得ることができる。

【0025】すなわち、滑走路1上にある一つの障害物3に対し、一方の撮像機器22からは、滑走路1に平行な基準線Kとのなす角度 θ_1 に指向させたときに、図4（a）に示す撮像画像を、また撮像機器23からは、同様に基準線Kとのなす角度 θ_2 のときに図4（b）に示す撮像画像を得ることができる。

【0026】このことは、他の撮像機器21、24～27でも同様であり、滑走路1上の障害物3は向きの異なる2方向から撮影されつつ、各撮像機器21～27内でのパターン認識に基づく信号処理により、障害物3の映像データのみを他と区別して抽出され、その抽出された障害物映像データは関連する撮像方位データとともに、中継ターミナル5を介して統合制御器61に供給され

る。

【0027】もつとも、図1に示した各撮像機器21～27の配置構成において、同一障害物に対して2枚の静止画像を確実に得ることができるのは、各撮像機器21～27間に対応する滑走路1上にある障害物3である。両端の撮像機器21、27の外側に対応して位置する滑走路1面では、隣接する2つの撮像機器21、22及び26、27によっては2方向からの静止画像が得られない領域が26が部分的に生じる。

【0028】なおこの実施の形態では、図2において、各撮像機器21～27は角度 γ で方位 θ 方向に走査され、50枚の静止画像を得るように説明したが、各撮像機器21～27は一か所の固定位置で回転するのに対し、撮影対象の滑走路1は直線状に伸びているので、各撮像機器21～27が撮影方向を滑走路1の長さ方向に沿って指向させるためには、各指向方向（方位 θ 方向）に応じて、角度 γ の値を補正する必要があり、またその補正值の変化量は各撮像機器21～27の滑走路1に向けて左右対象となる。

【0029】さらに、図2や図3に示したように、滑走路1上にある一つの障害物3の映像を2方向から撮像機器22、23が得たとき、そのときの各撮像機器22、23の視野角度 α 、 β が特定されていて、しかも各撮像機器22、23の高さ h 、撮像方位の方位 θ 方向の角度 θ_1 、 θ_2 、並びに仰角方向の角度 γ の値も特定されるので、各撮像機器22、23で得られた撮像画面内の障害物3の位置から、おおよそ障害物3までの各距離（図3に示すR1及びR2）、つまり滑走路1上の障害物3の位置をほぼ特定することができる。

【0030】加えて、2台の撮像機器22、23間の距離（約500m）を条件に加えることで、いわゆるステレオ測距方式により、さらにより正確に滑走路1上における障害物3の位置を簡単な演算により求め、特定することができる。

【0031】従って、本実施の形態によれば、各撮像機器21～27等において抽出された障害物3の映像データ及びその位置情報は、統合制御器61に供給され表示されるとともに、検知（抽出）された旨を警報器等の報知器を介して、管制係員に迅速かつ確実に伝達される。

【0032】なお上記図2では、滑走路1の表面が平坦であるように示しているが、実際の滑走路1の表面は、降雨時等で水溜まりが生じないように、幅方向の中央部から両端部方向に緩やかに下方に傾斜している。

【0033】図5は、各撮像機器21～27の具体的な構成を示した図で、撮像カメラ2aは雲台2b上に搭載されていて、撮像カメラ2aで撮影された滑走路1のビデオ映像信号はアナログ・デジタル（A/D）変換器2cを介して、信号処理回路2dに供給される。

【0034】信号処理回路2dには、画像データ記憶器2eが接続されていて、画像データ記憶器2eには、障

害物3等が滑走路1上に存在しない状態で撮影して得られたデジタル画像情報が、各撮像機器21～27の方位 θ 方向への1走査分、基準データとして予め記憶されている。

【0035】そこで、運用状態において、信号処理回路2dは、入出力インターフェース2fを介して、統合制御器61から供給される航空機7の離発着の承認信号に同期したタイミング信号を導入してカメラ制御信号を生成し、これをカメラ制御回路2gに供給する。

【0036】カメラ制御信号を供給されたカメラ制御回路2gは、雲台2bを駆動制御し、滑走路1における航空機の離発着時間の合間を利用して、撮像カメラ2aが滑走路1面を走査して50枚の静止画像信号をA/D変換器2cを介して信号処理回路2dに供給する。

【0037】間欠的に順次50枚のデジタル静止画像信号の供給を受けた信号処理回路2dは、都度、対応する基準データを画像データ記憶器2eを読み出して対応比較し、いわゆるパターン認識により、両者の差信号を生成する。

【0038】もしも、障害物3の撮影された状態では、その部分が差信号として抽出されるので、信号処理回路2dは、そのデジタル差信号に対応する固有の方位 θ データとともに該当撮像機器21～27の識別信号を入出力インターフェース2f、光ファイバ4、中継ターミナル5を介して統合制御器61に供給する。

【0039】統合制御器61は、図6に示すように構成され、中継ターミナル5を介して供給された前記差信号及び対応する固有の方位 θ データ並びに該当撮像機器21～27の識別信号は、入出力インターフェース61aを介して制御部61bに供給される。

【0040】制御部61bにはマイコンが内蔵されていて、供給された前記差信号及び対応する固有の方位 θ データ並びに該当撮像機器21～27の識別信号を導入し、左信号を障害物3の映像信号として表示器61cに表示するとともに、撮像画面上における障害物3の位置を検出し、また予め設定された該当撮像機器21～27の高さ h 、固有の方位 θ データに対応した仰角方向の角度 γ の値等に基づき、当該障害物3の滑走路1上における位置を特定し、その位置情報をモニター用の表示器61cに供給表示する。

【0041】また、制御部61bは、上記障害物3の情報を表示器61cに供給すると同時に、その障害物3情報をブザー等の報知器61dに供給するので、飛行場管制所6内の係官は、滑走路1上に何らかの障害物3の存在を認識するとともに、表示器6cの表示画面上の映像から、該当障害物3の形状や大きさ等と同時に、その障害物3の滑走路1上の位置を知ることができる。

【0042】従って、係官は、作業員を現場に急行させ、障害物3の除去作業等の障害物3に対する必要な処理を指示することができる。

【0043】また、表示器61c及び報知器61dの情報は、制御部61bから機器制御室63へも供給されるので、管制官は、シーケンシングの修正と離発着態勢にある航空機7のパイロットに対して待機指令等を発し、空港における航空機及び利用客の安全を的確に確保することができる。

【0044】なお、上記説明で、統合制御器61の制御部61bには、いずれか1台の撮像機器21~27から得られた障害物3の映像情報（差信号等）の供給を得て信号演算処理を行い、表示器61c及び報知器61dに供給するように説明したが、上述のように、同一障害物3に対していずれか2台の撮像機器21~27から異なるタイミングで障害物3の映像情報（差信号等）を導入し、一旦、バッファメモリ61eへ記憶させた後、読み出し演算を行い、算出されたより正確な位置データや立体画像データを表示器61cに供給表示させることができる。

【0045】また、本発明の実施の形態によれば、係員による統合制御器61の入力装置61fからの操作データの入力により、図2に示したように、任意の撮像機器21~27に対し方位 θ 方向、あるいは角度 δ の仰角方向への駆動制御を行い、別途滑走路1を走行する航空機はもとより、滑走路1上空等を飛行して着陸態勢にある航空機7を撮像して表示器61cに表示し、例えば着陸に際し、車輪が正常位置にあるか否か等の監視を行うようにすることもできる。

【0046】以上詳述したように、本発明による空港滑走路監視装置によれば、航空機の離発着のタイミングに同期して空港滑走路面を走査し、複数台の撮像機器から滑走路面の映像信号を得て、パターン認識により障害物の有無を的確に抽出して表示するので、空港管制における離発着の障害物を迅速に処理することができ、乗客の安全と、滑走路の利用効率を高めることができ、利用客

のサービス向上を実現することができる。

【0047】

【発明の効果】以上説明のように、本発明による空港滑走路監視装置によれば、滑走路面の異常の有無を的確に検知されて、これが表示器上に表示されるので、管制官は障害物の除去を効率的かつ迅速に行うことができ、特に長い滑走路を有する空港に適用して、実用上優れた効果を発揮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による空港滑走路監視装置の一実施の形態を適用した空港管制システムの構成図である。

【図2】図1に示した空港管制システムにおいて、滑走路及び空港滑走路監視装置の撮像機器の構成の拡大右側面図である。

【図3】図1に示した空港管制システムにおいて、滑走路及び空港滑走路監視装置の撮像機器の構成の要部拡大平面図である。

【図4】図4(a)は図3に示した撮像機器22により得られる撮像画面の図、図4(b)は図3に示した撮像機器23により得られる撮像画面の図である。

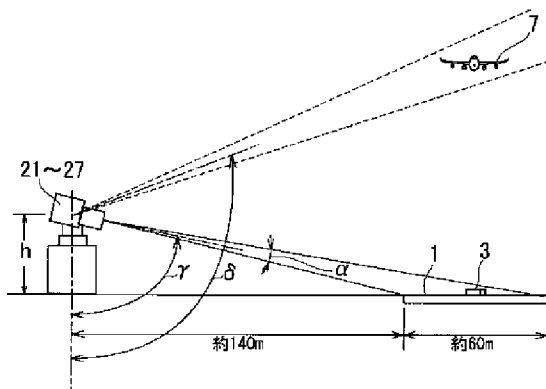
【図5】図1に示した撮像機器の構成図である。

【図6】図1に示した統合制御器の構成図である。

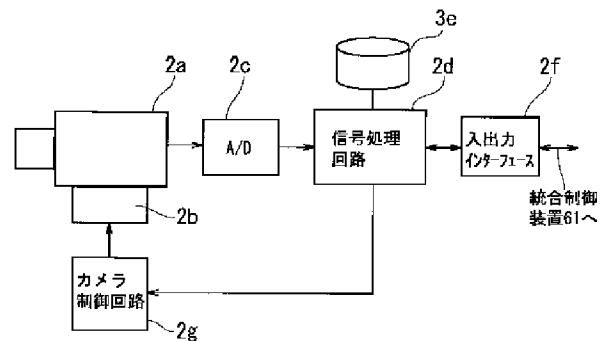
【符号の説明】

- 1 滑走路
- 21~27 撮像機器
- 3 障害物
- 4 光ファイバ
- 5 中継ターミナル
- 6 飛行場管制所（管制塔）
- 61 統合制御器
- 62 ASDE
- 63 機器管制室

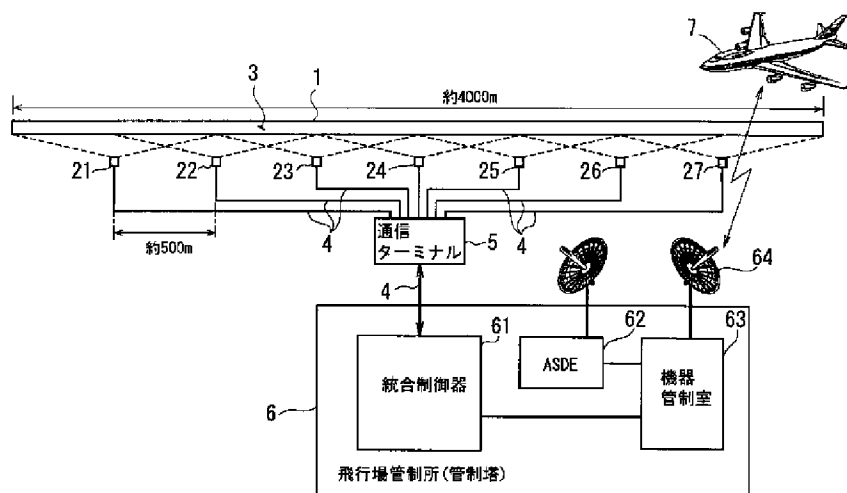
【図2】



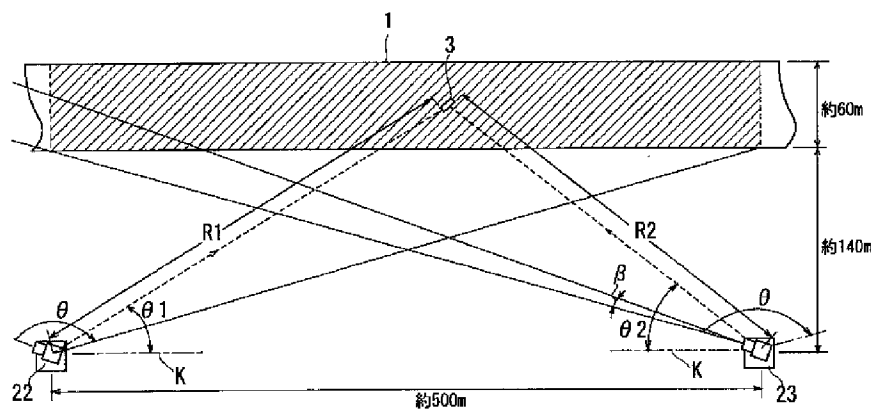
【図5】



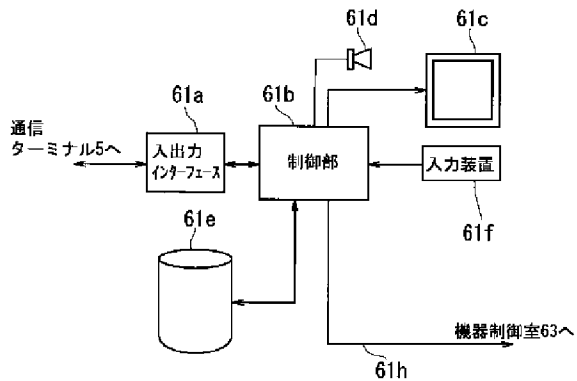
【図1】



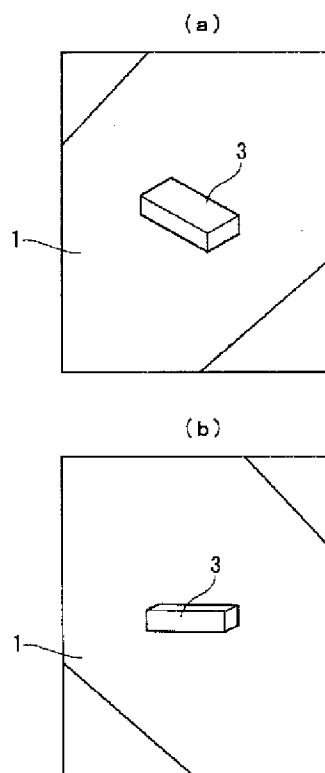
【図3】



【図6】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 千葉 政明
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝小向工場内

Fターム(参考) 5H180 AA26 CC04 CC12 CC14 LL01
LL07 LL08
5J070 AE04 AF01 BD08