

(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2020-71202
(P2020-71202A)

(43) 公開日 令和2年5月7日(2020.5.7)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 P 3/36 (2006.01)	GO 1 P 3/36 C	2 F 0 6 5
GO 1 B 11/00 (2006.01)	GO 1 B 11/00 H	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2018-207483 (P2018-207483)	(71) 出願人	000143031 コーデンシ株式会社 京都府宇治市榎島町十一の161
(22) 出願日	平成30年11月2日 (2018.11.2)	(74) 代理人	100121441 弁理士 西村 電平
		(74) 代理人	100154704 弁理士 齊藤 真大
		(74) 代理人	100129702 弁理士 上村 喜永
		(74) 代理人	100206151 弁理士 中村 惇志
		(72) 発明者	児山 周樹 京都府宇治市榎島町十一の161 コーデンシ株式会社内

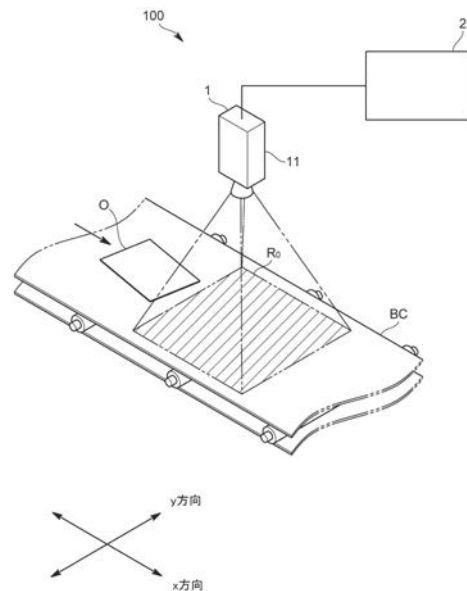
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動体検知システム及び移動体検知システム用プログラム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 1つのエリアセンサを用いて、短い時間で且つ高い正確度で移動体の移動速度を算出できる移動体検知システムを提供する。

【解決手段】 所定の移動方向に動く移動体Oの検知システムであり、複数の撮像素子が縦横マトリクス状に敷設されたエリアセンサを有し、移動体が通過する領域を一定の時間間隔で撮像して画像データを逐次出力する撮像装置1と、画像データを受け付けて処理する画像処理装置2とを備え、撮像領域R₀内において、撮像領域の面積よりも小さい所定の面積を有する対象領域が設定されており、画像処理装置が、対象領域内に映り込んだ移動体のエッジを検出するとともに、検出したエッジの位置を示すエッジ位置データと、エッジが映り込んだ画像を撮像した時間を示す時間データとを出力するエッジ検出部と、エッジ検出部が出力した複数のエッジ位置データと複数の時間データとに基づいて移動体の移動速度を算出する速度算出部とを備える。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定の移動方向に動く移動体を検知するためのものであって、

複数の撮像素子が縦横マトリクス状に敷設されたエリアセンサを有し、前記移動体が通過する領域を一定の時間間隔で撮像してその画像データを逐次出力する撮像装置と、

前記撮像装置から出力される画像データを受け付けて処理する画像処理装置とを備え、

前記撮像装置が撮像する撮像領域内において、前記撮像領域の面積よりも小さい所定の面積を有する対象領域が設定されており、

前記画像処理装置が、

前記対象領域内に映り込んだ前記移動体のエッジを検出するとともに、該検出したエッジの位置であるエッジ位置を示すエッジ位置データと、当該エッジが映り込んだ画像を撮像した時間を示す時間データとを出力するエッジ検出部と、

前記エッジ検出部が出力した複数のエッジ位置データと複数の時間データとに基づいて前記移動体の移動速度を算出する速度算出部とを備えることを特徴とする移動体検知システム。

10

【請求項 2】

前記対象領域が、所定の距離を置いて前記移動方向の上流側から順に設定された第 1 対象領域と第 2 対象領域とを含み、

前記エッジ検出部が、

前記第 1 対象領域内に映り込んだ前記移動体のエッジを検出するとともに、該検出したエッジの位置である第 1 エッジ位置を示す第 1 エッジ位置データと、当該エッジが映り込んだ画像を撮像した時間を示す第 1 時間データとを出力する第 1 エッジ検出部と、

前記第 2 対象領域内に映り込んだ前記移動体のエッジを検出するとともに、該検出したエッジの位置である第 2 エッジ位置を示す第 2 エッジ位置データと、当該エッジが映り込んだ画像を撮像した時間を示す第 2 時間データとを出力する第 2 エッジ検出部と、を含み、

20

前記速度算出部が、前記第 1 エッジ検出部が出力した前記第 1 エッジ位置データ及び前記第 1 時間データと、前記第 2 エッジ検出部が出力した前記第 2 エッジ位置データ及び前記第 2 時間データと、に基づいて前記移動体の移動速度を算出する、請求項 1 に記載の移動体検知システム。

30

【請求項 3】

前記第 1 エッジ位置及び前記第 2 エッジ位置がそれぞれ、前記第 1 対象領域内及び前記第 2 対象領域内における相対的な位置であり、

前記速度算出部が、前記第 1 対象領域と前記第 2 対象領域との間の距離と、前記第 1 エッジ位置と、前記第 2 エッジ位置とに基づいて前記第 1 エッジ位置と前記第 2 エッジ位置との間の距離であるエッジ間距離を算出し、当該エッジ間距離を前記第 1 時間データと前記第 2 時間データのそれぞれが示す時間の差で除することにより、又はそれと均等な演算をすることにより前記移動体の速度を算出する請求項 2 に記載の移動体検知システム。

【請求項 4】

前記第 1 エッジ検出部及び前記第 2 エッジ検出部が、受け付けた前記画像データを逐次処理して、当該画像データが示す画像内におけるエッジの有無を示す時間変化波形を生成し、

前記時間変化波形が、前記移動体の前方側又は後方側の一方のエッジが検出されると立ち上がり、その後前記移動体の前方側又は後方側の他方のエッジが検出されると立ち下がるように設定されており、

当該時間変化波形が立ち上がった時間又は立ち下がった時間が前記第 1 時間データ及び前記第 2 時間データとして出力される請求項 2 又は 3 に記載の移動体検知システム。

40

【請求項 5】

前記時間変化波形が、前記撮像装置が撮像する時間間隔を単位時間として、1 つの画像データに対するエッジの有無を示すように設定されており、

50

前記第 1 エッジ検出部及び第 2 エッジ検出部がそれぞれ、前記第 1 対象領域内及び前記第 2 対象領域内における前記第 1 エッジ位置及び前記第 2 エッジ位置の前記移動方向に沿った相対的な位置を、前記単位時間内における相対的な時間に換算して、前記時間変化波形を立ち上げる又は立ち下げる、請求項 4 記載の移動体検知システム。

【請求項 6】

前記第 1 エッジ検出部及び前記第 2 エッジ検出部がいずれも、前記移動体の前記移動方向の前方側又は後方側のエッジを検出する請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の移動体検知システム。

【請求項 7】

前記移動方向に平行な方向を x 方向とし、前記移動方向に垂直な方向を y 方向として、前記第 1 エッジ位置の前記 y 方向に沿った位置である y 座標と、前記第 2 エッジ位置の前記 y 座標とが同じである請求項 2 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の移動体検知システム。

10

【請求項 8】

前記第 1 対象領域内及び前記第 2 対象領域内のそれぞれには、前記 x 方向に平行であって、かつ互いの前記 y 座標が異なる複数のエッジ検出ラインが設定されており、前記第 1 エッジ検出部及び前記第 2 エッジ検出部のそれぞれが、前記複数のエッジ検出ライン毎に前記移動体のエッジを検出し、該検出したエッジの個数が所定の数以上になった場合に前記第 1 エッジ位置及び前記第 2 エッジ位置をそれぞれ確定する、請求項 7 に記載の移動体検知システム。

【請求項 9】

前記第 1 エッジ位置及び前記第 2 エッジ位置は、所定の y 座標における前記移動体のエッジの位置であり、前記第 1 エッジ検出部及び前記第 2 エッジ検出部のそれぞれが、前記複数のエッジ検出ライン毎に検出した個別のエッジ位置に基づいて、前記第 1 エッジ位置及び前記第 2 エッジ位置をそれぞれ算出する請求項 8 に記載の移動体検知システム。

20

【請求項 10】

前記撮像装置が、前記画像データから前記第 1 対象領域部分の画像を示す前記第 1 画像部分データと前記第 2 対象領域部分の画像を示す前記第 2 画像部分データとを抽出して出力する、請求項 2 ~ 9 のいずれかに記載の移動体検知システム。

【請求項 11】

前記撮像装置が出力する画像データが前記撮像領域全体の画像を示すものであり、前記画像データを受け付けるとともに、該画像データから前記第 1 対象領域部分の画像を示す前記第 1 画像部分データと前記第 2 対象領域部分の画像を示す前記第 2 画像部分データとを抽出し、抽出した前記第 1 画像部分データを前記第 1 エッジ検出部に送信し、抽出した前記第 2 画像部分データを前記第 2 エッジ検出部に送信する画像データ受付部をさらに備える、請求項 2 ~ 10 のいずれかに記載の移動体検知システム。

30

【請求項 12】

前記撮像装置は、前記撮像素子が敷設される縦方向又は横方向が前記移動方向と平行になるように構成されている、請求項 2 ~ 11 のいずれかに記載の移動体検知システム。

【請求項 13】

複数の撮像素子が縦横マトリクス状に敷設されたエリアセンサを有し、所定の移動方向に動く移動体が通過する領域を一定の時間間隔で撮像してその画像データを逐次出力する撮像装置と、前記撮像装置から出力される画像データを受け付けて処理する画像処理装置とを備える、前記移動体を検知する移動体検知システム用のプログラムであって、

40

前記撮像装置が撮像する撮像領域内において、前記撮像領域の面積よりも小さい所定の面積を有する対象領域を設定する対象領域設定部としての機能と、

前記対象領域内に映り込んだ前記移動体のエッジを検出するとともに、該検出したエッジの位置であるエッジ位置を示すエッジ位置データと、当該エッジが映り込んだ画像を撮像した時間を示す時間データとを出力するエッジ検出部としての機能と、

前記エッジ検出部が出力した複数のエッジ位置データと複数の時間データとに基づいて

50

前記移動体の移動速度を算出する速度算出部としての機能と
をコンピュータに発揮させることを特徴とする移動体検知システム用のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、所定の方向に移動する物体を検知する移動体検知システム及び移動体検知システム用プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えばベルトコンベア等に載せられて移動する移動体を検知し、その移動速度を算出するものとして、例えば図7に示すような移動体検知システム300が知られている。この移動体検知システム300では、移動体の通過を検知する複数の光電センサ3A、3Bが移動体Oの移動方向に沿って順に並べて配置されており、それぞれのセンサ3A、3Bから出力される検知信号の時間差から移動体Oの移動速度を算出できるように構成されている。

10

【0003】

しかしながら、このような2つの光電センサを備える移動体検知システムでは、移動速度を算出するためにはそれぞれの光電センサを所定の距離を置いて設置する必要があるため、システム自体のサイズが大きくなってしまいう問題がある。また、製造時の光電センサの取付け誤差によって2つの光電センサ間の距離が設計値から僅かにズレてしまい、算出される移動速度の正確度が低下する問題がある。

20

【0004】

そのため近年では、特許文献1に記載されているように、エリアセンサを備える1つの撮像装置を用いて移動体を検知し、その移動速度を算出する移動体検知システムが開発されている。この移動体検知システムは、移動体の表面を一定の時間間隔で撮像し、撮像素子から得られる輝度情報に基づきパターンマッチング処理を行うことにより移動体の移動速度を算出することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

30

【特許文献1】特許2016-212422号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、前記したようなパターンマッチング処理を行う移動体検知システムは、高い正確度で移動速度を算出できるものの、移動速度を算出するのに膨大な演算処理を行う必要があるため、その処理時間に多大な時間を要してしまうという問題がある。

【0007】

本発明は前記した問題に鑑みてなされたものであり、1つのエリアセンサを用いて、短い時間で且つ高い正確度で移動体の移動速度を算出できる移動体検知システムを提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

すなわち本発明に係る移動体検知システムは、所定の移動方向に動く移動体を検知するためのものであって、複数の撮像素子が縦横マトリクス状に敷設されたエリアセンサを有し、前記移動体が通過する領域を一定の時間間隔で撮像してその画像データを逐次出力する撮像装置と、前記撮像装置から出力される画像データを受け付けて処理する画像処理装置とを備え、前記撮像装置が撮像する撮像領域内において、前記撮像領域の面積よりも小さい所定の面積を有する対象領域が設定されており、前記画像処理装置が、前記対象領域内に映り込んだ前記移動体のエッジを検出するとともに、該検出したエッジの位置である

50

エッジ位置を示すエッジ位置データと、当該エッジが映り込んだ画像を撮像した時間を示す時間データとを出力するエッジ検出部と、前記エッジ検出部が出力した複数のエッジ位置データと複数の時間データとに基づいて前記移動体の移動速度を算出する速度算出部とを備えることを特徴とする。

【0009】

このようなものであれば、撮像領域内に設定された、撮像領域よりも面積が小さい対象領域を示す画像データのみを処理することで移動体の速度を算出することができるので、撮像領域の全体を示す画像データを処理する場合に比べて処理するデータ量を低減することができる。その結果、画像処理装置の処理速度を向上することができ、1つのエリアセンサで、短い時間で移動体の速度を算出することができる。

また、対象領域内で検出された詳細なエッジの位置に基づいて速度を算出するので、移動体の移動速度を高い正確度で算出することができる。

さらに、パターンマッチング処理ではなく、移動体のエッジの位置を検出して速度を算出するので、移動体がフィルム等の透明なものであっても、その速度を高い正確度で算出することができる。またレーザ光源を用いてスペックルパターンを生成する必要がないので、安価な照明環境下でも速度を高い正確度で算出することができる。

【0010】

前記した移動体検知システムの具体的な態様として、前記対象領域が、所定の距離を置いて前記移動方向の上流側から順に設定された第1対象領域と第2対象領域とを含み、前記エッジ検出部が、前記第1対象領域内に映り込んだ前記移動体のエッジを検出するとともに、該検出したエッジの位置である第1エッジ位置を示す第1エッジ位置データと、当該エッジが映り込んだ画像を撮像した時間を示す第1時間データとを出力する第1エッジ検出部と、前記第2対象領域内に映り込んだ前記移動体のエッジを検出するとともに、該検出したエッジの位置である第2エッジ位置を示す第2エッジ位置データと、当該エッジが映り込んだ画像を撮像した時間を示す第2時間データとを出力する第2エッジ検出部と、を含み、前記速度算出部が、前記第1エッジ検出部が出力した前記第1エッジ位置データ及び前記第1時間データと、前記第2エッジ検出部が出力した前記第2エッジ位置データ及び前記第2時間データと、に基づいて前記移動体の移動速度を算出するものを挙げる

ことができる。

このようなものであれば、第1対象領域と第2対象領域のそれぞれをエッジを検出するために必要な大きさに設定すればよいので、処理するデータ量をより低減することができ、画像処理装置の処理速度をより向上することができる。

【0011】

前記移動体検知システムの具体的な態様として、前記第1エッジ位置及び前記第2エッジ位置がそれぞれ、前記第1対象領域内及び前記第2対象領域内における相対的な位置であり、前記速度算出部が、前記第1対象領域と前記第2対象領域との間の距離と、前記第1エッジ位置と、前記第2エッジ位置とに基づいて前記第1エッジ位置と前記第2エッジ位置との間の距離であるエッジ間距離を算出し、当該エッジ間距離を前記第1時間データと前記第2時間データのそれぞれが示す時間の差で除することにより、又はそれと均等な演算をすることにより前記移動体の速度を算出するものを挙げる

【0012】

前記移動体検知システムの態様として、前記第1エッジ検出部及び前記第2エッジ検出部が、受け付けた前記画像データを逐次処理して、当該画像データが示す画像内におけるエッジの有無を示す時間変化波形を生成し、前記時間変化波形が、前記移動体の前方側又は後方側の一方のエッジが検出されると立ち上がり、その後前記移動体の前方側又は後方側の他方のエッジが検出されると立ち下がるように設定されており、当該時間変化波形が立ち上がった時間又は立ち下がった時間が前記第1時間データ及び前記第2時間データとして出力されるものを挙げる

ことができる。

このようなものであれば、各画像データに含まれる撮像時間に関する情報を取得することなく、時間変化波形の立ち上がり又は立ち下りの時間に関する情報のみを用いて移動体

10

20

30

40

50

の速度を算出することができるので、より一層短い時間でその速度を算出することができる。

【0013】

前記移動体検知システムの態様として、前記時間変化波形が、前記撮像装置が撮像する時間間隔を単位時間として1つの画像データに対するエッジの有無を示すように設定されており、前記第1エッジ検出部及び第2エッジ検出部がそれぞれ、前記第1対象領域内及び前記第2対象領域内における前記第1エッジ位置及び前記第2エッジ位置の前記移動方向に沿った相対的な位置を、前記単位時間内における相対的な時間に換算して、前記時間変化波形を立ち上げる又は立ち下げるものを挙げることができる。

【0014】

移動体の移動速度をより正確に算出するには、前記移動体検知システムは、前記第1エッジ検出部及び前記第2エッジ検出部がいずれも、前記移動体の前記移動方向の前方側又は後方側のエッジを検出するものであればよい。

【0015】

前記移動体検知システムは、前記移動方向に平行な方向をx方向とし、前記移動方向に垂直な方向をy方向として、前記第1エッジ位置の前記y方向に沿った位置であるy座標と、前記第2エッジ位置の前記y座標とが同じであることが好ましい。

このようなものであれば、第1エッジ位置のy座標と第2エッジ位置のy座標が同じであるので、エッジ検出される移動体の辺がy方向に対して傾いている場合であっても、第1エッジ検出部と第2エッジ検出部が移動体におけるほぼ同じ箇所のエッジを検出することができるので、その移動速度を高い正確度で算出することができる。

【0016】

前記移動体検知システムの態様として、前記第1対象領域内及び前記第2対象領域内のそれぞれには、前記x方向に平行であって、かつ互いの前記y座標が異なる複数のエッジ検出ラインが設定されており、前記第1エッジ検出部及び前記第2エッジ検出部のそれぞれが、前記複数のエッジ検出ライン毎に前記移動体のエッジを検出し、該検出したエッジの個数が所定の数以上になった場合に前記第1エッジ位置及び前記第2エッジ位置をそれぞれ確定するものを挙げるすることができる。

【0017】

前記移動体検知システムは、前記第1エッジ位置及び前記第2エッジ位置が所定のy座標における前記移動体のエッジの位置であり、前記第1エッジ検出部及び前記第2エッジ検出部のそれぞれが、前記複数のエッジ検出ライン毎に検出した個別のエッジ位置に基づいて、前記第1エッジ位置及び前記第2エッジ位置をそれぞれ算出することが好ましい。

このようなものであれば、第1対象領域と第2対象領域のそれぞれに設定した複数のエッジ検出ラインでエッジ位置を個別に検出し、これに基づいて前記第1エッジ位置及び前記第2エッジ位置を算出するので、複数のエッジ検出ラインが通る部分の画像データのみを用いて移動体の速度を算出することができる。このため、第1対象領域及び第2対象領域の全体を示す画像データを処理する場合に比べて処理するデータ量をより一層低減することができるので、画像処理装置の処理速度を向上させて、更に短い時間で移動体の速度を算出することができる。

さらに、第1対象領域及び第2対象領域のそれぞれに、エッジ検出ラインを複数本設定しているので、移動体が小さい(例えばy方向の長さが短い)場合や、移動体の通過位置がy方向の一方に偏っている場合であっても、エッジの検出漏れを低減でき、より確実に速度を算出することができる。

【0018】

前記移動体検知システムの態様として、前記撮像装置が、前記画像データから前記第1対象領域部分の画像を示す前記第1画像部分データと前記第2対象領域部分の画像を示す前記第2画像部分データとを抽出して出力するものを挙げるすることができる。

このようなものであれば、画像処理装置が取り込むデータ量を低減でき、処理時間をより短くすることができる。

10

20

30

40

50

【0019】

また別の前記移動体検知システムの態様として、前記撮像装置が出力する画像データが前記撮像領域全体の画像を示すものであり、前記画像データを受け付けるとともに、該画像データから前記第1対象領域部分の画像を示す前記第1画像部分データと前記第2対象領域部分の画像を示す前記第2画像部分データとを抽出し、抽出した前記第1画像部分データを前記第1エッジ検出部に送信し、抽出した前記第2画像部分データを前記第2エッジ検出部に送信する画像データ受付部をさらに備えるものを挙げることができる。

このようなものであれば、画像処理装置が撮像領域の全体画像を取り込んだ後に処理を行うため、検知する移動体の大きさやコンペアの移動速度等に応じて、第1対象領域及び第2対象領域の画素数等の設定を容易に変更することができる。

10

【0020】

前記撮像素子が敷設される縦方向又は横方向が前記移動方向と平行になるように構成されていることが好ましい。

このようなものであれば、移動体の移動方向に沿った移動速度をより正確に算出することができる。

【0021】

また、本発明の移動体検知システム用のプログラムは、複数の撮像素子が縦横マトリクス状に敷設されたエリアセンサを有し、所定の移動方向に動く移動体が通過する領域を一定の時間間隔で撮像してその画像データを逐次出力する撮像装置と、前記撮像装置から出力される画像データを受け付けて処理する画像処理装置とを備える、前記移動体を検知するもの移動体検知システム用のものであって、前記撮像装置が撮像する撮像領域内において、前記撮像領域の面積よりも小さい所定の面積を有する対象領域を設定する対象領域設定部としての機能と、前記対象領域内に映り込んだ前記移動体のエッジを検出するとともに、該検出したエッジの位置であるエッジ位置を示すエッジ位置データと、当該エッジが映り込んだ画像を撮像した時間を示す時間データとを出力するエッジ検出部としての機能と、前記エッジ検出部が出力した複数のエッジ位置データと複数の時間データとに基づいて前記移動体の移動速度を算出する速度算出部としての機能とをコンピュータに発揮させることを特徴とする。

20

【0022】

このような移動体検知システム用のプログラムであれば、上記した移動体検知システムと同様の作用効果を奏し得る。

30

【発明の効果】

【0023】

このようにした本発明によれば、1つのエリアセンサを用いて、短い時間で且つ高い正確度で移動体の移動速度を算出できる移動体検知システムを提供することを目的とする。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の一実施形態における移動体検知システムの構成を模式的に示す斜視図である。

40

【図2】同実施形態における移動体の速度算出の方法を説明するための図である。

【図3】同実施形態における撮像装置の撮像領域を説明するための平面図である。

【図4】同実施形態における画像処理装置の機能ブロック図である。

【図5】同実施形態におけるエッジ検出の方法を説明するための図である。

【図6】同実施形態における移動体の速度算出の方法を説明するための図である。

【図7】従来における移動体検知システムの構成を模式的に示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下に、本発明の一実施形態に係る移動体検知システムについて図面を参照して説明する。

【0026】

50

本実施形態に係る移動体検知システム100は、例えばベルトコンベア上に載せられて所定の移動方向に動く紙等の移動体Oの通過を検知するものである。具体的にこの移動体検知システム100は、図1に示すように、移動体Oが通過する領域を撮像する撮像装置1と、撮像装置1が撮像した画像を処理して移動体Oを検知する画像処理装置2とを備えている。以下に各部を説明する。なお以下の説明では、移動体Oの移動方向（すなわちベルトコンベアによる搬送方向）に平行な方向をx方向とし、x方向と垂直な方向をy方向とする。

【0027】

撮像装置1は、ベルトコンベア上の移動体Oが通過する所定の領域（以下、撮像領域ともいう） R_0 を一定の時間間隔 t_i （具体的には、 $t_i = 500 [\mu s]$ ）で撮像し、その画像データを逐次出力するものである。当該画像データは、少なくとも撮像した画像を示す情報と、撮像した時間に関する情報、撮像された順番を示すフレーム番号に関する情報とを含んでいる。具体的に撮像装置1は、筐体11と、筐体11の内部に収容され、複数の撮像素子が縦横マトリクス状に面状に敷設されたエリアセンサ（図示しない）と、エリアセンサの前段に配置された光学系（図示しない）と、撮像された画像を示す画像データを出力する出力部（図示しない）とを備えている。撮像領域 R_0 は矩形状をなしており、その2組の対向する辺がそれぞれx方向及びy方向と平行になるように設定されている。すなわち複数の撮像素子が並ぶ縦横のそれぞれの方向と、x方向及びy方向とが平行になっている。なお、本実施形態ではエリアセンサとして 128×128 画素を有するCMOSイメージセンサを用い、撮像領域 R_0 の大きさを $20 \times 20 \text{ mm}$ としている。そのため、1画素あたりの実サイズである画素分解能は約 $156 \mu m$ となっている。以下では説明を簡略にするため、エリアセンサ内における位置を、撮像領域 R_0 内における対応する位置を用いて説明する。また、エリアセンサ内の1画素に相当する、撮像領域上での実サイズの長さを「1画素相当長さ」という。

【0028】

画像処理装置2は、撮像装置1の出力部から出力された画像データを受け付けてこれを処理することにより、撮像領域 R_0 内に映り込む移動体Oを検知するものである。

【0029】

しかして、本実施形態の移動体検知システム100では、図2の(a)及び(b)に示すように、撮像領域 R_0 内において、所定の面積を有する第1対象領域 R_1 と第2対象領域 R_2 とがx方向に沿って移動方向の上流側（以下、単に上流側という）から順に設定されている。そして画像処理装置2が、取得した画像データに基づいて第1対象領域 R_1 内及び第2対象領域 R_2 内のそれぞれに映り込む移動体Oのエッジを個別に検出し、それぞれの対象領域内で検出した移動体Oのエッジの位置 $E_1 (x_1, y_1)$ 及び $E_2 (x_2, y_2)$ 間の距離 d_E と、それらを撮像した時間 T_1 及び T_2 の差に基づいて、移動体Oの移動速度 v を算出するように構成されている。

以下、詳細に説明する。

【0030】

図3に示すように、第1対象領域 R_1 及び第2対象領域 R_2 は矩形状をなし、対向する1組の短辺がx方向に平行であり、対向する1組の長辺がy方向に平行となるように設定されている。第1対象領域 R_1 と第2対象領域 R_2 は同形状であり、それぞれの短辺の長さ d_{R1} 、 d_{R2} は32画素相当長さ（=約5mm）である。長辺の長さ d_{R0} は撮像領域 R_0 のy方向に沿った長さと同じであり、128画素相当長さ（=約20mm）である。第1対象領域 R_1 と第2対象領域 R_2 はx方向に沿って所定の距離 d_0 を置いて設定されている。この距離 d_0 は、第1対象領域 R_1 と第2対象領域 R_2 のそれぞれの上流側の長辺間のx方向に沿った距離である。ここでは距離 d_0 を64画素相当長さ（=約10mm）に設定している。なお、第1対象領域 R_1 と第2対象領域 R_2 の合計面積は、撮像領域 R_0 の面積よりも小さい。

【0031】

画像処理装置2は、図4に示すように、画像データ受付部21、クロック部22、第1

エッジ検出部 231、第2エッジ検出部 232 及び速度算出部 24 としての機能を少なくとも発揮する。ここでは各機能部は、例えば F P G A (F i e l d P r o g r a m a b l e G a t e A r r a y) 等の再構成可能なハードウェア回路によって実現される。以下に各機能部を説明する。なお、第1エッジ検出部 231 と第2エッジ検出部 232 はエッジを検出するそれぞれの領域が異なることを除いて同様の機能を発揮するものである。以下の説明においては、第1エッジ検出部 231 についてのみ記載し、第2エッジ検出部 232 についての記載を省略することがある。

【0032】

画像データ受付部 21 は、撮像装置 1 の出力部が出力した画像データを受け付け、これを第1エッジ検出部 231 及び第2エッジ検出部 232 に送信するものである。ここで、
10 画像データ受付部 21 が受け付ける画像データは、第1対象領域 R_1 部分の画像を示す第1画像部分データと第2対象領域 R_2 部分の画像を示す第2画像部分データとを含む。すなわち前記した出力部は、撮像領域 R_0 全体の画像を示す画像データから、第1画像部分データと第2画像部分データを抽出し、これらを出力するように設定されている。画像データ受付部 21 は、第1画像部分データと第2画像部分データを受け付けると、第1画像部分データを第1エッジ検出部 231 に送信し、第2画像部分データを第2エッジ検出部 232 に送信する。

【0033】

クロック部 22 は、所定の周波数 f_p のクロックパルスを第1エッジ検出部 231 及び
20 第2エッジ検出部 232 に出力するものである。ここではクロックパルスの周波数 f_p は 40 MHz であり、そのパルス周期 T_p は 0.025 μ s である。

なおクロック部 22 は、撮像装置 1 にクロックパルスを出力してエリアセンサを駆動させるものであってもよい。

【0034】

第1エッジ検出部 231 は、画像データ受付部 21 から受け付けた第1画像部分データを逐次処理し、第1画像部分データが示す画像に映り込む移動体 O のエッジを検出する。そして、検出したエッジの位置である第1エッジ位置 $E_1(x_1, y_1)$ を示す第1エッジ位置データと、エッジが映り込んだ画像を撮像した時間を示す第1時間データとを生成し、これらを速度算出部 24 に出力する。

【0035】

第1エッジ位置 $E_1(x_1, y_1)$ は、第1対象領域 R_1 内における相対的な座標位置であり、その x 座標 x_1 は第1対象領域 R_1 の上流側の長辺の位置を基準としている。 y 座標 y_1 は、第1対象領域 R_1 の一方の短辺の位置を基準として予め設定されている。ここでは第1対象領域 R_1 の y 方向に沿った真ん中付近の位置（ここでは y 座標に沿って上から 65 画素目）になるように設定されている。第2エッジ位置 $E_2(x_2, y_2)$ も同じである。すなわち、第1エッジ位置 E_1 の y 座標 y_1 と、第2エッジ位置 E_2 の y 座標 y_2 とは同じである。

【0036】

図 5 に示すように、第1対象領域 R_1 内には x 方向に平行であって且つ互いの y 座標が異なる複数本のエッジ検出ラインが設定されている。第1エッジ検出部 231 は、各エッジ検出ライン毎に移動体 O のエッジを個別に検出する。そして、その検出した複数の個別のエッジ位置に基づいて第1エッジ位置 $E_1(x_1, y_1)$ を算出する。

【0037】

具体的には、第1対象領域 R_1 内には 7 本のエッジ検出ライン $L_1 \sim L_7$ が、 y 方向に沿って所定の間隔 d_1 で設定されている。ここでは間隔 d_1 を 19 画素相当長さである。第1エッジ検出部 231 は、第1画像部分データを受け付けてこれを処理する度に、7 本のエッジ検出ライン $L_1 \sim L_7$ のそれぞれで移動体 O のエッジ検出を行う。そして、検出したエッジの個数が所定の数（例えば 3 つ）以上である場合に、当該検出した複数の個別のエッジ位置に基づいて第1エッジ位置 $E_1(x_1, y_1)$ を算出する。例えば、図 5 に示すように 4 本のエッジ検出ライン $L_2 \sim L_5$ において移動体 O のエッジを検出した場合
50

、検出した4つの個別のエッジ位置 E_{1b} (x_{1b} 、 y_{1b})、 E_{1c} (x_{1c} 、 y_{1c})、 E_{1d} (x_{1d} 、 y_{1d}) 及び E_{1e} (x_{1e} 、 y_{1e}) に基づき、最小二乗法により一次の近似直線をまず算出する。そして算出した近似直線に基づき、予め設定された y 座標 y_1 に対応する x 座標位置 x_1 を算出し、これを第1エッジ位置 E_1 (x_1 、 y_1) として確定する。

なお、検出した複数の個別のエッジ位置のそれぞれの x 座標が同じである場合には、当該 x 座標を x_1 とするようによい。

【0038】

なお、各エッジ検出ラインにおいて個別のエッジ位置を算出するにあたっては、第1画像部分データが示す画像の輝度の勾配計算に基づいてエッジ位置を算出する。この際に平滑化処理（移動平均、ガウシアン）、メディアン及びプリューウィットフィルタ、ソーベルフィルタ等のフィルタ処理や、サブピクセル処理等を行ってもよい。

【0039】

図6に示すように、第1エッジ検出部231は、受け付けた第1画像部分データを処理すると、当該第1画像部分データが示す画像内における移動体Oのエッジの有無を示す時間変化波形を生成するように構成されている。より具体的には、横軸を時間として、撮像装置1が撮像する時間間隔 t_i ($= 500 \mu s$) を単位時間 t_u (以下、出力単位時間という) として、1つの第1画像部分データが示す画像に対するエッジの有無を示すように設定されている。そして逐次処理した第1画像部分画像データの数に応じて、時間変化波形を連続して生成する。

【0040】

ここで時間変化波形は、移動体の前方側のエッジが検出されるとパルス（以下、エッジパルスともいう）が立ち上がり、その後移動体の後方側のエッジが検出されるとエッジパルスが立ち下がるように設定されている。また、前方側のエッジが検出されてエッジパルスが立ち上がると、次のエッジ（すなわち後方側のエッジ）が検出されるまでエッジパルスが立ち上がった状態（ON状態）が維持される。

【0041】

エッジパルスが立ち上がるタイミングは、第1対象領域 R_1 内における第1エッジ位置 E_1 (x_1 、 y_1) の x 方向に沿った相対的な位置を、出力単位時間 t_u 内における相対的な時間に換算してエッジパルスを立ち上げるようにしている。より具体的には、第1対象領域 R_1 の x 方向に沿った長さ d_{R_1} ($= 32$ 画素相当長さ) を出力単位時間 t_u ($= 500 \mu s$) とみなし、第1エッジ位置 E_1 (x_1 、 y_1) の x 座標 x_1 に対応する時間でエッジパルスが立ち上がる。例えば、 x 座標 x_1 が第1対象領域 R_1 内の x 方向に沿った真ん中の座標であれば、出力単位時間 t_u の始まりから $250 \mu s$ 経過したタイミングでエッジパルスが立ち上がる。このエッジパルスが立ち上がるタイミングは、クロック部22から受け付けるクロックパルスにより計測している。ここではクロックパルスの周波数 f_p は $40 MHz$ であるので、出力単位時間 t_u ($= 500 \mu s$) 内には 20000 個のパルスが発生する。出力単位時間 t_u の始まりから $250 \mu s$ 経過したタイミングでエッジパルスを立ち上げる場合には、出力単位時間 t_u の始まりから 10000 個目のクロックパルスが立ち上がるタイミングでエッジパルスを立ち上げる。エッジパルスが立ち下がるタイミングについても同様である。

【0042】

本実施形態では、エッジパルスが立ち上がった時間を移動体Oの前方側のエッジを撮像した時間とみなしており、第1エッジ検出部231はエッジパルスが立ち上がった時間 t_1 を第1時間データとして速度算出部24に出力する。

【0043】

速度算出部24は、第1エッジ検出部231から受け付けた第1エッジ位置データ及び第1時間データと、第2エッジ検出部232が出力した第2エッジ位置データ及び第2時間データと、予め設定された第1対象領域 R_1 と第2対象領域 R_2 間の距離 d_0 とに基づいて、移動体Oの移動速度を算出する。具体的には、第1エッジ位置 E_1 (x_1 、 y_1)

10

20

30

40

50

と第2エッジ位置 $E_2(x_2, y_2)$ の間の x 方向に沿った距離であるエッジ間距離 d_E を、第1時間データが示す時間 t_1 と第2時間データが示す時間 t_2 の差の時間であるエッジ移動時間 t_E で除することにより移動体 O の移動速度 v を算出する。

【0044】

具体的に速度算出部24は、エッジ間距離 d_E を、第1対象領域 R_1 と第2対象領域 R_2 との間の距離 d_0 と、第1対象領域 R_1 及び第2対象領域 R_2 のそれぞれの上流側の長辺からの x 方向に沿った距離である x_1 、 x_2 に基づいて、以下の式(1)により算出する。

$$d_E = d_0 + (x_2 - x_1) \text{ [mm]} \quad (1)$$

【0045】

そして、エッジ移動時間 t_E を以下の式(2)により算出する。

$$t_E = t_2 - t_1 \text{ [s]} \quad (2)$$

【0046】

速度算出部24は、このようにして算出したエッジ間距離 d_E 及びエッジ移動時間 t_E を用いて、移動体 O の移動速度 v を以下の式(3)により算出して出力する。

$$v = d_E / t_E \text{ [mm/s]} \quad (3)$$

【0047】

このように構成された本実施形態の移動体検知システム100によれば、撮像領域 R_0 内に設定された第1対象領域 R_1 と第2対象領域 R_2 を示す画像データを処理することで移動体 O の速度を算出することができるので、撮像領域 R_0 の全体を示す画像データを処理する場合に比べて、画像処理装置2が処理するデータ量を低減することができる。その結果、画像処理装置2の処理速度を向上することができ、短い時間で移動体 O の速度を算出することができる。

また、第1対象領域 R_1 と第2対象領域 R_2 内のそれぞれで検出されたエッジの位置に基づいて速度を算出するので、第1対象領域 R_1 と第2対象領域 R_2 との間の距離のみに基づいて速度を算出する場合に比べて、移動体 O の移動速度を高い正確度で算出することができる。

さらに、パターンマッチング処理ではなく、移動体 O のエッジを示す輝度変化の情報からエッジの位置を検出してその移動速度を算出するので、移動体 O の材質によらず(例えばフィルム等の透明なものであっても)、その速度を高い正確度で算出することができる。

【0048】

また、第1エッジ位置の y 座標と第2エッジ位置の y 座標が同じであるので、エッジ検出される移動体 O の辺が y 方向に対して傾いている場合であっても、第1エッジ検出部231と第2エッジ検出部232が移動体 O におけるほぼ同じ箇所のエッジを検出することができるので、その移動速度を高い正確度で算出することができる。

【0049】

第1対象領域 R_1 と第2対象領域 R_2 のそれぞれに設定した複数のエッジ検出ラインでエッジ位置を個別に検出し、これに基づいて前記第1エッジ位置及び前記第2エッジ位置を算出するので、複数のエッジ検出ラインが通る部分の画像データのみを用いて移動体 O の速度を算出することができる。このため、第1対象領域 R_1 及び第2対象領域 R_2 の全体を示す画像データを処理する場合に比べて処理するデータ量をより一層低減することができるので、画像処理装置2の処理速度を向上させて、更に短い時間で移動体 O の速度を算出することができる。さらに、第1対象領域 R_1 及び第2対象領域 R_2 のそれぞれに、エッジ検出ラインを複数本設定しているので、移動体 O が小さい(例えば y 方向の長さが短い)場合や、移動体 O の通過位置が y 方向の一方に偏っている場合であっても、エッジの検出漏れを低減でき、より確実に移動速度を算出することができる。

【0050】

なお、本発明は前記実施形態に限られるものではない。

【0051】

10

20

30

40

50

他の実施形態の移動体検知システム100の画像処理装置2は、CPU、メモリ、A/Dコンバータ及びD/Aコンバータ等を有する所謂コンピュータであり、メモリに格納された所定のプログラムに従ってCPUや周辺機器が協働することにより、画像データ受付部21、クロック部22、第1エッジ検出部231、第2エッジ検出部232及び速度算出部24としての機能を発揮するものであってもよい。また、これらの機能の一部がFPGA等の再構成可能なハードウェア回路によって実現されてもよい。

【0052】

速度算出部24は、前記した実施形態で行った演算と均等な演算をすることにより移動体Oの速度を検出してよい。

例えば、他の実施形態の移動体検知システム100では、速度算出部24は、第2エッジ検出部232がエッジを検出した画像を撮像した時間 T_2 から第1エッジ検出部231がエッジを検出した画像を撮像した時間 T_1 を引くことによりエッジ移動時間 t_E を算出してよい。この場合、第1エッジ検出部231が、受け付けた第1画像部分データから当該データが示す画像を撮像した時間 T_1 に関する情報を抽出し、これを第1時間データとして出力するようにしてよい。第2エッジ検出部232も同様に構成してよい。

10

【0053】

前記実施形態では、時間変化波形の立ち上がり時間を第1時間データとして出力していたが、時間変化波形の立ち下がり時間を第1時間データとしてよい。すなわち、移動体の後方側のエッジを撮像した時間に基づき、その移動速度を算出するようにしてもよい。

なお、時間変化波形の立ち上がり時間と立下り時間の差に、算出した移動速度を乗じることで、移動体のx方向に沿った長さを算出するようにしてもよい。

20

【0054】

前記実施形態では第1エッジ位置 E_1 のy座標 y_1 の位置は、第1対象領域 R_1 のy方向に沿った真ん中の位置に設定されていたが、これに限らず第1対象領域 R_1 内のy方向に沿った真ん中以外の位置に設定されていてもよい。

【0055】

他の実施形態の移動体検知システム100では、撮像装置1が出力する画像データが撮像領域 R_0 全体の画像を示すものであり、画像データ受付部21が画像データを受け付けると、当該画像データから第1画像部分データと第2画像部分データとを抽出し、抽出した第1画像部分データを第1エッジ検出部231に送信し、抽出した第2画像部分データを第2エッジ検出部232に送信するように構成されていてもよい。

30

【0056】

その他、本発明は前記実施形態に限られず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であるのは言うまでもない。

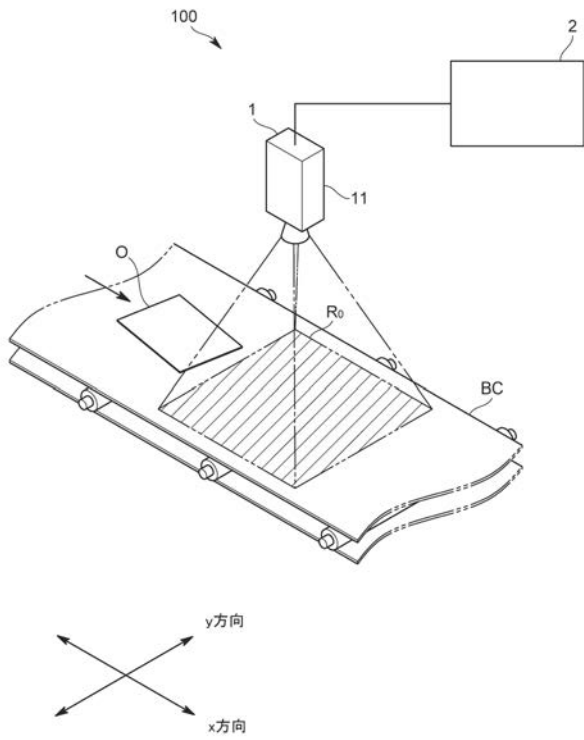
【符号の説明】

【0057】

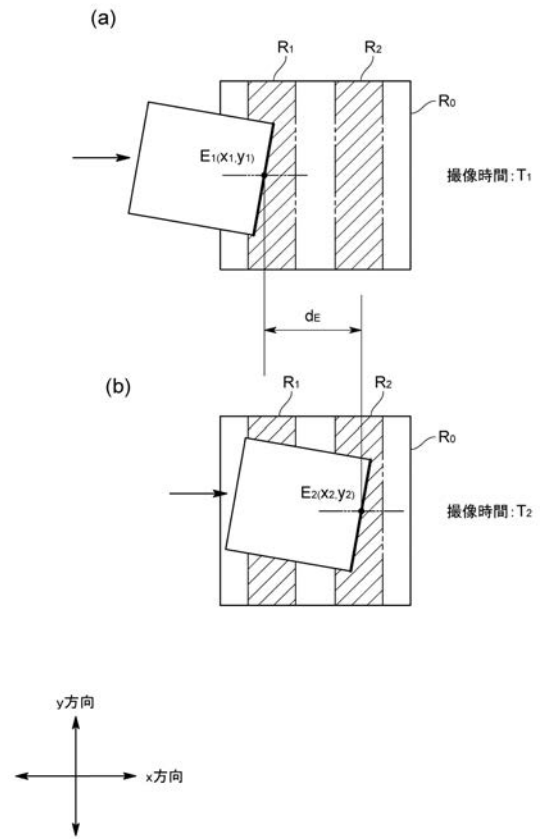
- 100・・・移動体検知システム
- 1・・・撮像装置
- 2・・・画像処理装置
- 231・・・第1エッジ検出部
- 232・・・第2エッジ検出部
- 24・・・速度算出部
- O・・・移動体
- R_0 ・・・撮像領域
- R_1 ・・・第1対象領域
- R_2 ・・・第2対象領域

40

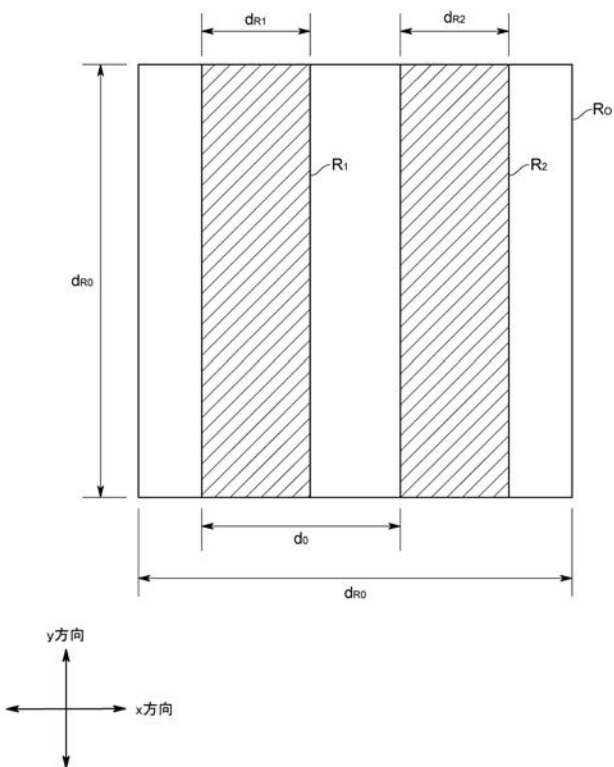
【 図 1 】



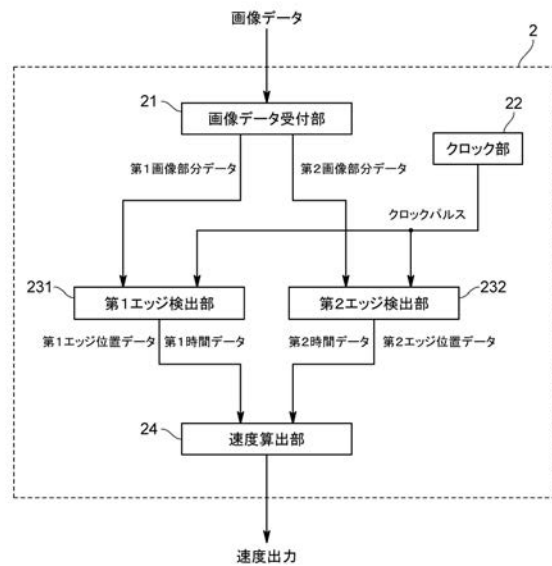
【 図 2 】



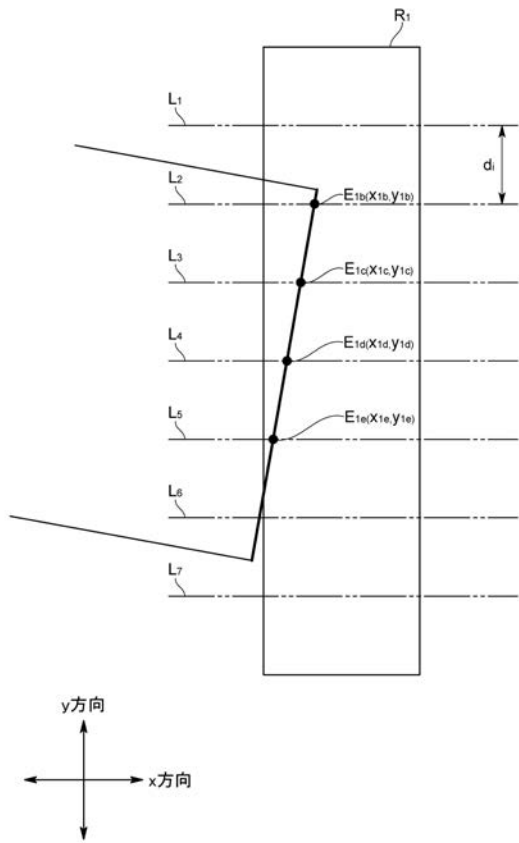
【 図 3 】



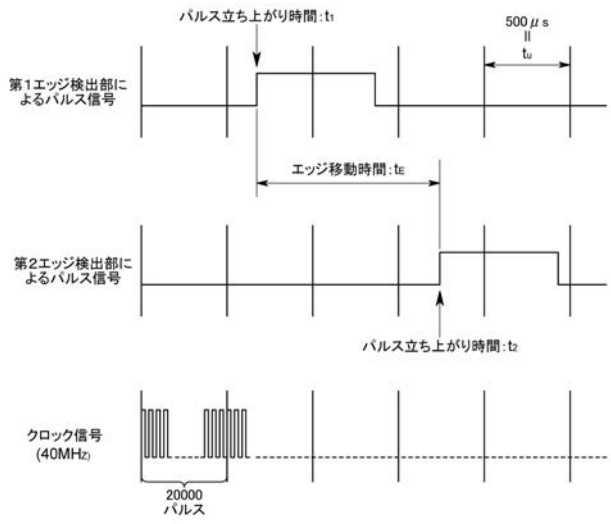
【 図 4 】



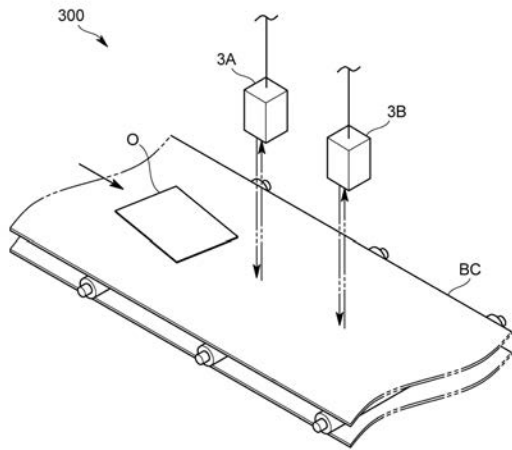
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA02 AA07 AA12 BB15 CC02 DD03 FF01 FF31 JJ03 JJ26
KK02 MM03 PP15 QQ01 QQ04 QQ51