

(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2015-25727
(P2015-25727A)

(43) 公開日 平成27年2月5日(2015.2.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/89 (2006.01)	GO 1 N 21/89	Z 2 G O 5 1
GO 8 G 1/00 (2006.01)	GO 8 G 1/00	J 5 H 1 8 1
GO 8 G 1/04 (2006.01)	GO 8 G 1/04	C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2013-155209 (P2013-155209)	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成25年7月26日 (2013.7.26)	(74) 代理人	100112210 弁理士 稲葉 忠彦
		(74) 代理人	100108431 弁理士 村上 加奈子
		(74) 代理人	100153176 弁理士 松井 重明
		(74) 代理人	100109612 弁理士 倉谷 泰孝
		(72) 発明者	千葉 洋平 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

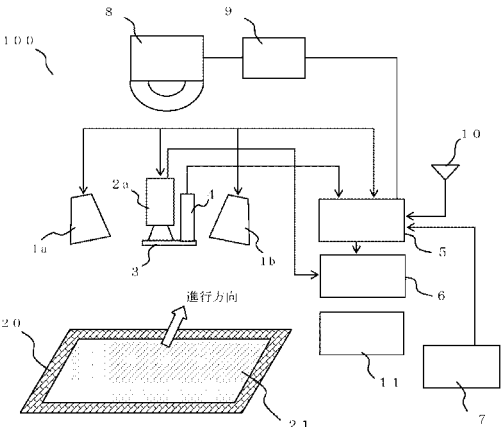
(54) 【発明の名称】 路面撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 走行中に路面を撮像して、路面のひび割れ等を検出可能な路面撮像装置を提供する。

【解決手段】 移動体に搭載され、移動体が走行する路面に向けて所定の波長帯の光を照射する照明装置と、照明装置により照射された路面を撮像する撮像装置と、撮像装置が設置された周辺の前記波長帯の光の光量を計測する光量装置と、照明装置の照射開始と照射終了のタイミングと撮像装置の撮像タイミングを制御するコントロール装置と、撮像装置で撮像した画像を記録する画像記録装置を備え、前記照明装置は赤外ストロボ照明の光源であり、撮像装置はストロボ照明の前後を含む時間帯において撮像装置のシャッターを解放し路面を撮像する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

移動体に搭載され、前記移動体が走行する路面に向けて所定の波長帯の光を照射する照明装置と、前記照明装置により照射された路面を撮像する撮像装置と、前記撮像装置が設置された周辺の前記波長帯の光の光量を計測する光量装置と、前記照明装置の照射開始と照射終了のタイミングと、前記撮像装置の撮像タイミングを制御するコントロール装置と、前記撮像装置で撮像した画像を記録する画像記録装置とを備え、

前記照明装置はストロボ照明の光源であり、

前記撮像装置は、前記ストロボ照明の前後を含む時間帯において前記撮像装置のシャッターを解放し、前記路面を撮像することを特徴とする路面撮像装置。

10

【請求項 2】

前記コントロール装置は、前記光量装置が計測する前記波長帯の光の光量が所定の値となったタイミングで、前記照明装置の照射を終了させる制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載の路面撮像装置。

【請求項 3】

前記照明装置は赤外波長帯の L E Dであることを特徴とする請求項 1、2 いずれか記載の路面撮像装置。

【請求項 4】

前記撮像装置と前記光量装置は、光の入射口に赤外波長帯の光を透過するフィルタを備えることを特徴とする路面撮像装置。

20

【請求項 5】

移動体に搭載され、前記移動体が走行する路面に向けて所定の波長帯の光をライン状に照射する照明装置と、前記照明装置により照射されたライン状の路面を撮像するライン撮像装置と、前記ライン撮像装置で撮像した画像を記録する画像記録装置とを備え、

前記照明装置は赤外波長帯の L E Dを光源とし、レンズにより前記 L E Dの光をライン状に集光し、

前記撮像装置は、前記移動体の進行方向と略垂直の方向となるライン状路面を撮像することを特徴とする路面撮像装置。

【請求項 6】

前記移動体は前記路面をレーザ光で走査するレーザスキャナと、航法衛星からの電波を受信する受信装置を備えており、

30

前記レーザ光の走査により得られる路面の凹凸形状と前記移動体の位置情報を取得して、前記路面のひび割れ箇所の位置を特定することを特徴とする請求項 1 乃至 5 いずれか記載の路面撮像装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、移動体（主に車両）に搭載され、路面を撮像して路面のひび割れ等を検出する路面撮像装置に関するものである。特に、高精細に路面を撮像する場合に、外光の影響を受けず均一な画像を撮像することが可能な路面撮像装置に関わるものである。

40

【背景技術】**【0002】**

道路舗装を維持管理するため、移動体で移動しながら路面の「ひび割れ率」、「わだち掘れ量」、「平坦性」等を測定する路面性状計測車が知られている。路面の「ひび割れ」を移動体から撮像する撮像装置としては、2次元カメラの他、ラインカメラ、レーザを光源とした方法等が知られている。また、GPS（Global Positioning System）などの位置装置を利用して、どの位置で撮像した画像であるかを特定する事も行われている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】**【非特許文献】**

50

【0003】

【特許文献1】特開2000-194983号公報

【特許文献2】WO2008/099915号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

カメラを用いて路面を撮像する場合、撮像した画像は撮像時の外光の影響を大きく受けることになる。例えば、昼間の撮像であれば、移動体に搭載したカメラが日なたの部分から日陰に移動した時にカメラの光量調整が追いつかずに、画像が白とびすることが起こり得る。また、1つの画像中に日なた部分と日陰部分が混ざっている場合、ダイナミックレンジの不足により日影の部分が黒くなり過ぎたり、あるいは日なたの部分が白くなり過ぎて、均一な画像を取得することが難しいという課題があった。

10

一方、夜間の撮影では、昼間の撮影の時のような日なた部分や日陰部分の影響を減らすことができるが、照明に関しては光量規制を受けるために、規定値以上は撮影環境を明るくすることができず、光量不足となって得られた画像が暗くなるという課題が生じていた。

【0005】

また、路面を撮像する別の方法として光源にレーザを用い、レーザ光源を車両に搭載する方法があるが、光量を確保するために強いレーザ光を用いなければならず、安全性上に問題が生じて運用に制限がかかることが想定される、という課題があった。

20

【0006】

この発明に係る課題を解決するためになされたものであり、昼間、夜間に関わらず、一定光量で撮像する事が可能となり、外乱によらず、常に同じ明るさの路面を撮像することが可能な路面撮像装置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】

【0007】

この発明に係る路面撮像装置は、移動体に搭載され、前記移動体が走行する路面に向けて所定の波長帯の光を照射する照明装置と、前記照明装置により照射された路面を撮像する撮像装置と、前記撮像装置が設置された周辺の前記波長帯の光の光量を計測する光量装置と、前記照明装置の照射開始と照射終了のタイミングと、前記撮像装置の撮像タイミングを制御するコントロール装置と、前記撮像装置で撮像した画像を記録する画像記録装置とを備え、前記照明装置はストロボ照明の光源であり、前記撮像装置は、前記ストロボ照明の前後を含む時間帯において前記撮像装置のシャッターを解放し、前記路面を撮像する。

30

【発明の効果】

【0008】

この発明に係る路面撮像装置によれば、昼間、夜間に関わらず一定光量で路面を撮像する事が可能となる。また、太陽光外乱によらず、常に同じ明るさの路面を撮像する事が可能となる。

40

また、高精細なカメラを用いる事によって、路面のひび割れを正確に画像で取得することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施の形態1に係る路面撮像装置の撮像部分の構成の概念を説明する図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係る路面撮像装置を車両に搭載した車両搭載例である。

【図3】本発明の実施の形態1に係る移動体撮像装置のシステム構成を説明する図である。

。

【図4】本発明の実施の形態1に係る路面撮像装置の撮像フローを説明する図である。

【図5】本発明の実施の形態1に係る路面撮像装置のカメラのシャッター動作のタイミング

50

と照明発光のタイミングを説明する図である。

【図 6】本発明の実施の形態 2 に係る路面撮像装置の撮像部分の構成の概念を説明する図である。

【図 7】本発明の実施の形態 1、2 に係る L E D 赤外ストロボ照明装置の外観の一例を表した図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

実施の形態 1.

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る路面撮像装置 100 の構成を説明する概念図である。

本発明に係る路面撮像装置 100 は、路面 20 上の照明-撮像対象範囲 21 に向けて L E D 赤外光を照射する L E D (Light Emitting Diode) 赤外ストロボ照明 1 a、1 b、路面 20 上の 2 次元平面を撮影するカメラ 2 a、カメラ 2 a が設置された環境における所定の波長の光量を計測する光量装置 4、カメラ 2 a のレンズ前と光量装置 4 のセンサ部 (図示せず) 前に脱着可能に取り付けられた I R フィルタ 3、L E D 赤外ストロボ照明 1 a、1 b の照射タイミングやカメラの撮像タイミングを制御するコントロール装置 5、2 次元カメラ 2 a で撮像した画像を記録する画像記録装置 6、L E D 赤外ストロボ照明 1 a、1 b 用の電源である L E D 赤外ストロボ照明電源 11 を備える。

図 1 には、移動体 (車両 101) の走行速度を計測するオドメータ装置 7、路面 20 をレーザ光で走査するレーザスキャナ 8、レーザスキャナ 8 を走査して取得した路面 20 の情報を記録する記録装置 9、移動体に搭載され G P S 衛星からの電波を受信する G P S アンテナ 10 が記載されている。なお、G P S アンテナ 10 は、G P S 衛星の他、G a l i l e o、G L O N A S S などの航法衛星からの測位用電波を受信するものであってもよい。

【0011】

L E D 赤外ストロボ照明 1 a、1 b は、特定の単一波長であって短時間の照明の O N / O F F のコントロールが可能な光源である。ここでの光源の波長は可視域外の波長であり、地表での太陽光の影響を除外するため太陽光にできるだけ含まれない波長であることが望ましい。本実施の形態では、850[nm]の赤外波長の光源を選択する。

カメラ 2 a は、I R フィルタを透過した 850[nm]の波長の光を受光して路面を撮像するものであり、路面のひび割れ (数 mm 程) を判別できる解像度を有するものとする。

光量装置 4 は 850[nm]の波長の光量を計測できる光量センサであり、光の取り入れ口に設けられた I R フィルタ 3 の特性により波長は選別される。

以上のような構成をとることにより、カメラ 2 a は選択した単一波長のみ受光することとなり、カメラ 2 a で撮像した画像は基本的に太陽光の影響を受けない。

【0012】

図 2 は、路面撮像装置 100 を移動体である車両 101 に搭載したときの車両構成の一例である。車両 101 は、オドメータ装置、ジャイロ、G P S 受信機に接続された G P S アンテナ、レーザスキャナ、カメラ、ストロボ光源、光量装置等の機器を搭載して道路を走行し、走行する車両から道路周辺の地物の位置や路面の情報を取得することができる。

G P S 受信機、レーザスキャナ、カメラなどを搭載した車両が道路を走行し、地図情報を取得するシステムは M M S (M o i l e M a p p i n g S y s t e m) と呼ばれ、近年、研究開発が行われているが (例えば、特許文献 2 参照)、ここではその詳細については省略する。

【0013】

本実施の形態に係る路面撮像装置 100 において、車両 101 の後部には車両後方に水平に伸延する後方フレーム 30 が取り付けられ、後方フレーム 30 には、車両後方に向けてレーザ光を走査するレーザスキャナ 8 と、カメラ 2 a と、L E D ストロボ照明 1 a、1 b と、光量装置 4 が設置されている。カメラ 2 a と光量装置 4 の光の取込部分には、I R フィルタ 3 (図示せず) が被せられている。

カメラ2 aとLEDストロボ照明1 a、1 bは、路面2 0上のほぼ同じ場所を向いて取り付けられ、カメラ2 aは、LEDストロボ照明1 a、1 bによりストロボ照射された路面の状況を撮像可能となっている。また、光量装置4は内部に設けられたセンサが周囲の光を受光して、その光量をコントロール装置5に出力可能となっている。

また、車両1 0 1の天板前部には枠組みされた前方フレーム3 1が取り付けられており、前方フレーム3 1には、GPS衛星からの電波を受信するGPSアンテナ1 0、車両前方に向けてレーザ光を走査するレーザスキャナ8、慣性計測ユニット（Inertial Measurement Unit）であるIMU3 2が設置されている。また、車両1 0 1のタイヤ軸にはオドメータ装置7（図示しない）が直結されており、正確な車両速度を計測できる。

【0 0 1 4】

ここで、カメラ2 aにより走行中の路面を撮像し、路面のひび割れ等を検出するためには、カメラ2 aのシャッターを高速でON/OFFする必要がある。高速でカメラシャッターをON/OFFできない場合、走行中に撮像したカメラ2 aの画像は対象（路面）がぶれて撮像され、路面のひび割れ等を検出できないためである。

【0 0 1 5】

特に、高速道路の路面に生じたひび割れ等を検出しようとする際は、最低走行速度が決められており、また、他の車両の流れの妨げにならない程度の速度で走行する必要がある。この場合、高速のシャッター動作を行うシャッターを使用しても、画像のぶれが生じて路面のひび割れ等の検出が難しいことが判ってきた。

【0 0 1 6】

そこで、実施の形態1に係る路面撮像装置1 0 0では、車両1 0 1で走行中の路面の撮像を行うにあたり、カメラ2 aのシャッターを高速でON/OFF制御することはせず、光源の発光時間をコントロールすることで、ぶれのない路面画像を取得するようにした。

すなわち、カメラ2 aは、光源（LED赤外ストロボ照明1 a、1 b）の発光タイミングの前後の時間帯でシャッターをON（シャッターを開く）の状態にしておき、光源がパルス状に発光して路面が照射されたときの路面の状態を、シャッターが開いた状態のカメラ2 aにより撮像するようにした。

【0 0 1 7】

このようにすることで、LED赤外ストロボ照明1が発光していない間は、カメラ2 aは路面の映らない暗い画面のみを撮像し、LED赤外ストロボ照明1が路面を照射した時間だけ照らされた路面を撮像する。このように路面は照明1によってパルス状に照射された瞬間だけ映し出されてカメラ2 aにより撮像されるため、車両走行中であっても撮像した画像がぶれることを抑えることができる。

【0 0 1 8】

以下では、車両1 0 1に搭載される路面撮像装置1 0 0のシステム構成とその動作について説明する。

図3は、路面撮像装置1 0 0とMMS機能を有する車両1 0 1のシステム構成をブロック図としたものである。当該システムは（1）路面カメラ系と（2）照明系と（3）MMSの3つの部分からなる。

路面カメラ系はトリガ発生装置、画像記録装置、カメラ等を備え、トリガ発生装置が出力するシャッタートリガによりシャッターを開いて、映像信号を画像記録装置に記録する。トリガ発生装置はカメラのシャッターが開いている間にストロボ信号をストロボ制御装置に出力する。

照明系では、トリガ発生装置からストロボ信号を受信したストロボ制御装置が発光指令を出力し、LED赤外ストロボ照明1 a、1 bが発光開始する。

光量装置（光電装置）4は、計測した光量データをストロボ制御装置に出力し、ストロボ制御装置は発光時間を制御する。具体的には、光量データから取得した光量装置4の周囲の光量が一定値の受光を感知すると、LED赤外ストロボ照明1 a、1 bを消灯する。

【0 0 1 9】

路面撮像装置を構成する構成部分（カメラ2 a、LED赤外ストロボ照明1 a、1 b）

10

20

30

40

50

の緒元の一例を以下に示す。なお、これらの値は一例として表した数値であり、これらの値に限定されるものではない。

【0020】

(1) カメラ2aの分解能要求：1mmのクラックを見つけることを想定し、画素ピッチを0.5mm/画素程度とする。

(2) 画素数(H)：幅員4mをカバーするため、H方向(横断方向)の画素数を800画素以上とする。

(3) 画素数(V)：画角を4:3のカメラを使う場合、V(進行)方向には3000画素が必要である。

(4) 撮影間隔：V(進行)方向に3000画素で、画素ピッチ1.5mmの場合、視野は1.5mとなる。速度80km/hのとき、1m間隔でシャッターを切ると22.2Hzとなる。これより、撮影間隔は25Hz以上が必要である。

(5) シャッタースピード：80km/hで走行しているときに、1mm進む時間は45μs(=1/22222s)となるので、画像ブレを1mm以下とするには、シャッタースピードは1/20000以下が必要である。

(6) ストロボ発光：LEDのストロボ発光時間により1/20000以下を実現する。

(7) 露出調整：路面の明るさに対する露出時間は、反射光を光センサ(光量装置)で監視して、LEDストロボ発光時間をリアルタイムに調整する。

(8) 外乱光除去：日光による画像への影響を極小化するため、赤外線(IR)のストロボを使用し、カメラに赤外線フィルタを付けて、可視光を遮断する。

【0021】

更に、LEDストロボ照明の波長としては赤外領域の波長が望ましい。可視光と比べ、照明強度の規制の点で、より強力な照明を昼夜関係なく使用できる。また、日光による画像への影響を極小化できる。

【0022】

図4は本実施の形態に係る路面撮像装置の動作フローを示した図である。図5はカメラ2aのシャッタのON/OFF状態と発光指令の時間関係を示した図である。

図4、図5において、シャッタトリガによりシャッターが開いている間(ステップ：S01)に、ストロボ制御装置はLEDストロボ照明1a、1bに対し発光指令を行う(S02)。光量装置4は周囲の光量を計測し、光量が予め定めた値に達した時点(S03)で、ストロボ制御装置はLEDストロボ照明に対し、発光OFFの指令を行う(S04)。その後カメラ2aのシャッターを閉じる(S05)。カメラ2aは映像を画像記録装置6に転送し(S06)、保存する。所定の走行が完了するまで、S01～S06を繰り返し実行する。

【0023】

このように、本実施の形態に係る路面撮像装置は、路面20上の照明-撮像対象範囲21に向けてLED赤外光を照射するLED赤外ストロボ照明1a、1b、路面20上の2次元平面を撮影するカメラ2a、カメラ2aが設置された環境における所定の波長の光量を計測する光量装置4、カメラ2aと光量装置4のセンサ部前に取り付けられたIRフィルタ3、LED赤外ストロボ照明1a、1bの照射タイミングやカメラの撮像タイミングを制御するコントロール装置5、2次元カメラ2aで撮像した画像を記録する画像記録装置6を備え、カメラのシャッターのON(開く)/OFF(閉じる)の動作よりも高速でのON(照明ON)/OFF(照明OFF)制御が可能なLED赤外ストロボ照明1a、1bにおいて、その照明がONの間の路面画像をカメラ2aで撮像するようにした。更に光量装置4により周囲の光量を測定し、所定の光量に達した時点で、LED赤外ストロボ照明1a、1bの照明をOFFとするようにした。

【0024】

このように構成することにより、カメラ2aに入射するLED赤外ストロボ照明1a、1bの光量は常に一定となり、太陽光などの外光の影響を受けずに撮像された画像は常に明るさが均一なものとなると共に、車両で路面上を移動しながら路面の瞬間の画像をぶれ

ることなく明瞭に鮮明に撮像することができる。

【0025】

なお、画像の明るさを均一なものとする点については、カメラの受光光量をカメラ自身で判断できるカメラであれば、光源は常時点灯で、カメラのシャッタースピードをカメラ自身でコントロールする方法でも可能であるが、通常のフィードバック方式（1枚前の撮像の明るさから次のカメラ制御値をコントロールする方法）では外光や撮像距離などの影響を受けてしまうので不適である。また光源は大きな電力を消費するので、連続点灯は望ましくない。

【0026】

光源は可視領域外の波長を選択しているため、対抗車両の運転手や歩道を歩いている人にも影響を及ぼさない。

【0027】

更に、このカメラで撮像して、検出した路面のひび割れの正当性は、併用しているレーザスキャナの形状を用いることにより、より正確に検出する事が可能である。

【0028】

レーザスキャナは形状を取得できるため、ひび割れの深さを判定できるからである。カメラ2aだけを利用している場合、映像にはひび割れのように撮像されても、実際には浮き出ている場合や高さの差がない場合も考えられる。

しかしながら、車両101に搭載するレーザスキャナ8を併用し、同じ場所の形状、例えば路面の凹凸状態を確認することにより、このような誤判定を除外して、ひび割れの有無を確認することが可能である。また、GPSを利用した車両101の位置と、車両101の位置に対するレーザスキャナの走査位置に基づき、ひび割れの位置を特定することができる。

【0029】

実施の形態2.

実施の形態1では、路面を撮像するカメラとして、路面上の2次元の画像を撮像するカメラを用いていたが、実施の形態2では、路面を撮像するカメラとしてラインカメラを用いる。

【0030】

図6は、実施の形態2に係る路面撮像装置102の構成を示す概念図である。実施の形態1で説明した構成と同様の構成については同じ番号を付して説明を省略する。実施の形態2では、カメラとしてラインカメラ2bを用いる。ラインカメラ2bは、路面20上に線（ライン）状で示された照明-撮像対象範囲22の画像を撮像する。ラインカメラ2bには実施の形態1と同様にIRフィルタ3が撮像部分の前面に取り付けられている。また、実施の形態2では、光量装置4は外されている。また、LED赤外ストロボ照明1、1bの前方には、集光レンズ12a、12bが設けられている。

【0031】

ここで、LED赤外ストロボ照明1、1bの光源もラインカメラ2bの撮像対象と同じライン上にレンズなどで集光する。この時、ライン状の照明-撮像対象範囲22と、LED赤外ストロボ照明1、1bの光が集光された集光ラインは同一ラインの位置になるように留意する。

またこの撮像ラインは車両の進行方向と垂直になるようにセットし、車両が進行することによって路面を撮像するようにする。

【0032】

実施の形態2では、LED赤外ストロボ照明1、1bの照明光が照明-撮像対象範囲22で示されるライン上に集光され、光量は実施の形態1のときより増すので、より外光の影響を排除できることとなる。

また、太陽光などの外光の影響がほとんど無視できるほどに光量が大きくなった場合、実施の形態1のときのような光量センサや、照明光をON/OFF制御するコントロールは不要であり、ラインカメラ2bは一定のシャッター速度で撮像するだけで、外光に影響

10

20

30

40

50

されない画像を取得する事が可能となる。

【0033】

また、路面全体の画像を生成する際には、ラインカメラ2bで撮像したライン状の照明-撮像対象範囲の画像を順番に隣接して並べていくことでよいので、実施の形態1で説明した2次元で撮像した画像同志の張り合わせの位置調整が不要であり、簡易に、路面全体の画像を生成することが可能である。

【0034】

なお、図7はLED赤外ストロボ照明1a、1bの一例を表した3面図である。多数のLED素子を配置することで所望の光量を得ることができ、また、曲面状に配置することで照明の範囲についても所望の形状を形成することが可能となる。

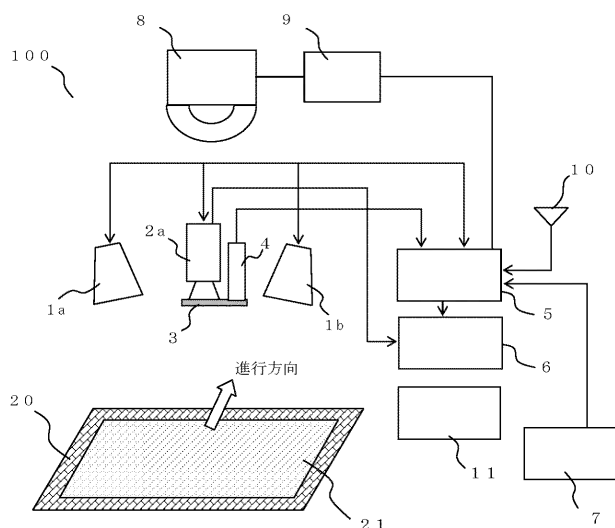
【符号の説明】

【0035】

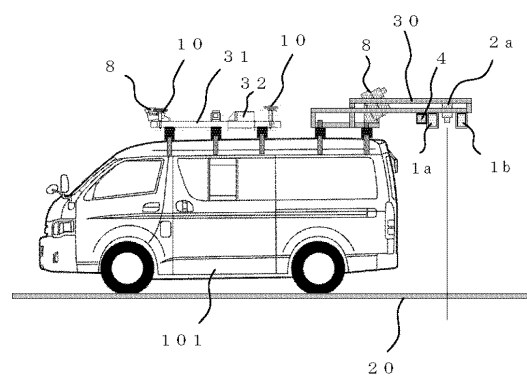
1a LED赤外ストロボ照明、1b LED赤外ストロボ照明、2a カメラ（2次元）、2b ラインカメラ、3 IRフィルタ、4 光量装置、5 コントロール装置、6 画像記録装置、7 オドメータ装置、8 レーザスキャナ、9 記録装置、10 GPSアンテナ、11 LED赤外ストロボ照明電源、12a、12b 集光レンズ、20 路面、21 実施の形態1に係る照明-撮像対象範囲、22 実施の形態2に係る照明-撮像対象範囲、30 後方フレーム、31 前方フレーム、32 IMU、100 路面撮像装置（実施の形態1）、101 車両、102 路面撮像装置（実施の形態2）。

10

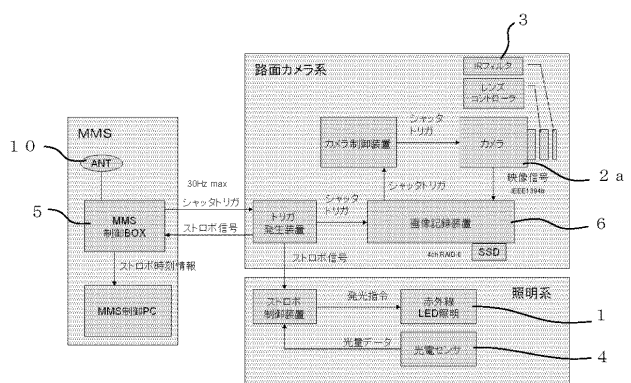
【図1】



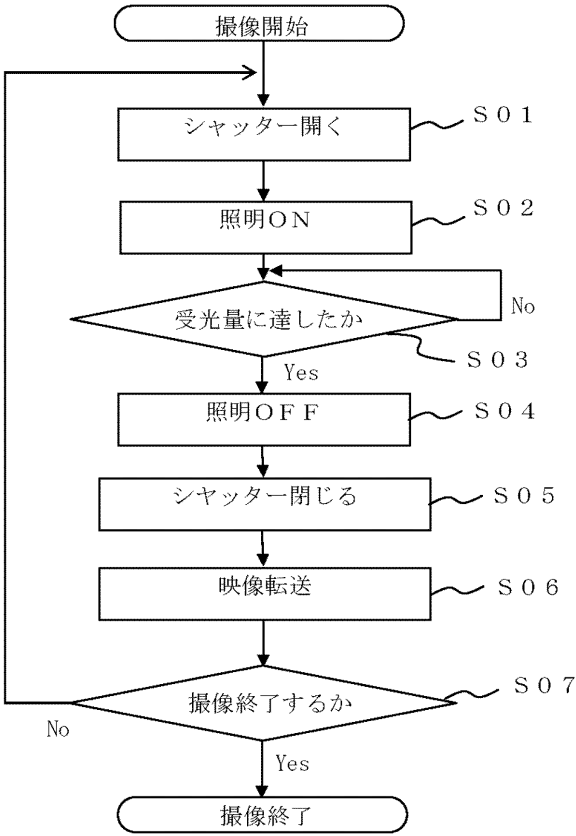
【図2】



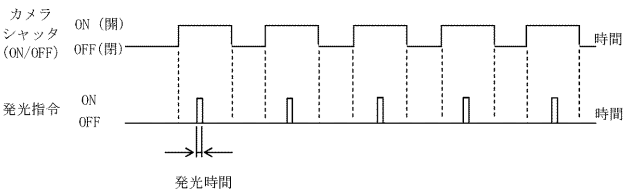
【図3】



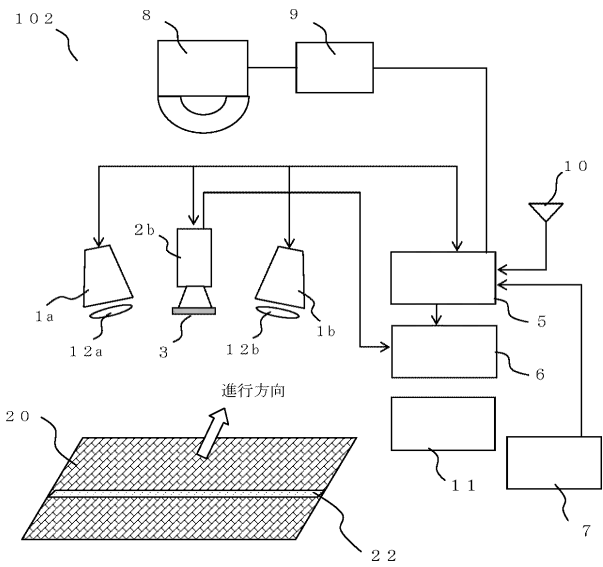
【図 4】



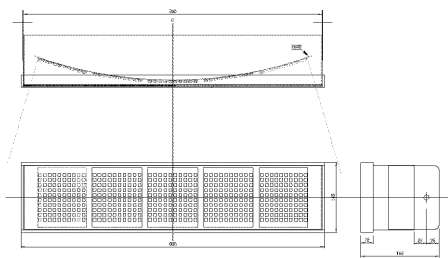
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 西川 啓一

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 富樫 健司

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 2G051 AA90 AB03 AB07 BA06 BA10 BB02 CA03 CC07 EA16 FA01
5H181 AA01 CC02 CC03 CC04 CC12 CC14 FF04 FF05 FF10 MC02
MC16