

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5003247号
(P5003247)

(45) 発行日 平成24年8月15日 (2012. 8. 15)

(24) 登録日 平成24年6月1日 (2012. 6. 1)

(51) Int. Cl.	F 1
GO 1 S 17/74 (2006. 01)	GO 1 S 17/74
GO 8 G 1/09 (2006. 01)	GO 8 G 1/09 D

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-93553 (P2007-93553)	(73) 特許権者	000002130
(22) 出願日	平成19年3月30日 (2007. 3. 30)		住友電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2008-249604 (P2008-249604A)		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(43) 公開日	平成20年10月16日 (2008. 10. 16)	(74) 代理人	110000280
審査請求日	平成21年8月28日 (2009. 8. 28)		特許業務法人サンクレスト国際特許事務所
		(72) 発明者	中田 剛史
			大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電
			気工業株式会社大阪製作所内
		(72) 発明者	戸谷 昌弘
			大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電
			気工業株式会社大阪製作所内
		審査官	戸次 一夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ビーコン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車載機からのアップリンク光を集光レンズを介して受光する受光面を有し、この受光面の輪郭形状を道路上に投影するようにアップリンク領域を道路上の所定範囲に設定する投受光器を備えた路車間通信用の光ビーコンであって、

前記受光面の輪郭形状は、前記アップリンク領域の車両進行方向上流端側に対応する上流端側端縁を、その中央部が突出した多角形状とすることで、前記アップリンク領域の車両進行方向上流端を前記道路の車両進行方向に対して略垂直に設定する形状とされていることを特徴とする光ビーコン。

【請求項 2】

前記上流端側端縁は、三角形状とされている請求項 1 に記載の光ビーコン。

【請求項 3】

前記投受光器は、前記受光面の前記上流端側端縁が前記多角形状となるようにマスキングされている受光素子を有している請求項 1 に記載の光ビーコン。

【請求項 4】

前記投受光器は、前記受光面の前記上流端側端縁が前記多角形状となる輪郭形状に形成された受光素子を有している請求項 1 に記載の光ビーコン。

【請求項 5】

車載機からのアップリンク光を集光レンズを介して受光する受光面を有し、この受光面の輪郭形状を道路上に投影するようにアップリンク領域を道路上の所定範囲に設定する投

10

20

受光器を備えた路車間通信用の光ビーコンであって、

前記受光面の輪郭形状は、前記アップリンク領域の車両進行方向上流端側に対応する上流端側端縁を、その中央部が突出する方向に湾曲した凸曲線形状とすることで、前記アップリンク領域の車両進行方向上流端を前記道路の車両進行方向に対して略垂直に設定する形状とされていることを特徴とする光ビーコン。

【請求項 6】

前記投受光器は、前記受光面の前記上流端側端縁が前記凸曲線形状となるようにマスクングされている受光素子を有している請求項 5 に記載の光ビーコン。

【請求項 7】

前記投受光器は、前記受光面の前記上流端側端縁が前記凸曲線形状となる輪郭形状に形成された受光素子を有している請求項 5 に記載の光ビーコン。

10

【請求項 8】

前記投受光器の受光面は、前記アップリンク領域を車両進行方向に沿って複数領域に区分け可能に配置された複数の受光素子により構成されている請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の光ビーコン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、道路を走行する車両に搭載された車載機との間で光信号による双方向通信を行うための光ビーコンに関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

路車間通信システムを利用した交通情報サービスとして、光ビーコン、電波ビーコン又は FM 多重放送を用いたいわゆる VICS (Vehicle Information and Communication System) が既に展開されている。このうち、光ビーコンは近赤外線を通信媒体とした光通信を採用しており、車載機との双方通信が可能となっている。

具体的には、車両の保持するビーコン間の旅行時間情報等のアップリンク情報を含んだアップリンク光が車載機からインフラ側の光ビーコンに送信され、逆に、渋滞情報、区間旅行時間情報、事象規制情報及び車線通知情報等のダウンリンク情報を含んだダウンリンク光が光ビーコンから車載機に送信されるようになっている (例えば、特許文献 1 参照)

30

【0003】

上記光ビーコンは、車載機の間で双方向通信を行う投受光器を備えており、この投受光器は、ダウンリンク光を発光する発光ダイオード (LED) と、車載機からのアップリンク光を受光する受光素子とを備えている。

光ビーコンの投受光器は、図 6 に示すように、その直下よりも車両進行方向上流側寄りに、アップリンク領域 UA (図中破線のハッチング部分) と、ダウンリンク領域 DA (図中実線のハッチング部分) とからなる通信領域 T を設定している。光ビーコン (光学式車両感知器) の「近赤外線式インタフェース規格」によれば、アップリンク領域 UA は、ダウンリンク領域 DA の車両進行方向の上流部分と重複しており、ダウンリンク領域 DA とアップリンク領域 UA の上流端は互いに一致するものとされている。従って、ダウンリンク領域 DA の車両進行方向長さは通信領域 T 全体の同方向長さとは一致する。

40

【0004】

【特許文献 1】特開 2005-268925 号公報 (図 1)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

路車間通信システムに使用する光ビーコンでは、ダウンリンクの切り替え前の第一情報として、車線通知情報 (車両 ID 無し) 等からなる第一のダウンリンク情報を含んだダウンリンク光を、道路の各車線のダウンリンク領域に所定の送信周期で常時送信している。

50

ある車線のダウンリンク領域を車両が通過すると、その車両に搭載された車載機の投受光器（車載ヘッド）が第一のダウンリンク情報を含んだダウンリンク光を受信し、当該車載機は、自己の車両IDを格納した車線通知情報等からなるアップリンク情報を含んだアップリンク光の送信を開始する。

【0006】

その後、上記アップリンク光を光ビーコンの投受光器が受光すると、光ビーコンは、車載機に対して具体的な情報をダウンリンクの切り替え後の第二情報として、上記車両IDを有する車線通知情報等からなる第二のダウンリンク情報を含んだダウンリンク光の送信を開始し、このダウンリンク光の送信を所定時間内において可能な限り繰り返す。

【0007】

このような、従来の光ビーコンを用いた路車間通信システムにおいて、例えば、通信領域からその下流側の所定位置（例えば、停止線）までの距離情報を第二のダウンリンク情報に含ませておき、この距離情報を受信した車載機により、当該距離情報を利用して、停止線の手前で強制停止するように車両を制動させたり、ドライバに停止や減速を促す報知を行ったりして、ドライバに対して安全運転支援を行う場合がある（例えば、本出願人が提案した特願2006-121692号及び特願2006-121700号）。

【0008】

通常、光ビーコンは、アップリンク領域UA内に位置する車載機から送信されるアップリンク情報を、概ね90%以上の確率で受信できる。従って、車両の車載機が、通信領域に進入しダウンリンク光の受信に応じてアップリンク光の送信を開始すると、光ビーコンは、車両が通信領域に進入した直後に最初に送信したアップリンク光をほぼ確実に受信することができる。

このため、上記路車間通信システムでは、光ビーコンは、受光したアップリンク光が送信されたときの車両の車載機の位置がアップリンク領域の上流端付近であるものと認識し、アップリンク領域の上流端を基準とした前記距離情報を当該車載機に対して送信する。つまり、光ビーコンは、アップリンク領域の上流端を基準として、車載機の位置を認識するように構成されている。

そして、ダウンリンク情報に含められる距離情報を、例えば、アップリンク領域UAの上流端から前記所定位置までの距離とした場合、当該車載機は、ダウンリンク情報を受信した地点から所定位置までの実際の距離とほぼ一致した距離情報を得ることができる。

【0009】

一方、光ビーコンの投受光器の受光部分は、例えば、図4に示すように、投受光器2の内部に配置された受光素子7と、この受光素子の受光面に対向して配置された集光レンズ8とによって構成されており、アップリンク領域はこの受光素子7の受光面の輪郭形状を道路上に投影するように設定される。

投受光器は、上記のように、集光レンズ8を介して、受光素子7の受光面の輪郭形状を投影するようにアップリンク領域を設定するため、アップリンク領域の輪郭形状は、集光レンズ8の収差の影響を受け、アップリンク領域の輪郭形状を構成する辺縁が、例えば、図12に示すように、凹曲線状に湾曲して変形した状態で設定される場合があった。

特にアップリンク領域の上流端UA1が、図12のように湾曲すると、車両が道路の中央部を走行している場合と、道路の側方側を走行している場合とでは、アップリンク領域UAに進入した地点から下流側の所定位置である停止線50までの距離が異なってしまうという事態が生じる。すなわち、図12のように、車両Sが道路Rの中央部を走行している場合における、車両S（の車載機S1）がアップリンク領域UAへ進入する地点から停止線50までの距離L1と、車両が道路の側方側を走行している場合における同距離L1'との間には、図に示すような距離差が生じる。

【0010】

このように、光ビーコンが、アップリンク領域UAの上流端UA1を基準として車載機S1の位置を認識する際に、上記のようにアップリンク領域UAの上流端UA1が湾曲していると、この湾曲した上流端UA1の頂部と底部との間の車両進行方向における寸法差

10

20

30

40

50

L 2 を最大値とする誤差を生じさせることとなる。

上記のように、光ビーコンが認識する車両の位置に誤差が生じると、車載機に対して、正確な距離情報を提供することができず、ドライバに対して適切な安全運転支援を行うことができなくなるとい問題が生じる。

【0011】

他方、上記のような、レンズの収差は、複数枚のレンズを組み合わせることで解消できるものと考えられるが、この場合、光ビーコンの構造の複雑化や、投受光器の大型化を招き、コスト増加の要因となるため、当該光ビーコンを製造する上で、このような方策を採ることは好ましくない。

【0012】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、投受光器の大型化や構造の複雑化を招くことなく、アップリンク光を送信してきた車載機の位置をより精度よく認識することができる光ビーコン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】

【0013】

上記目的を達成するための本発明は、車載機からのアップリンク光を集光レンズを介して受光する受光面を有し、この受光面の輪郭形状を道路上に投影するようにアップリンク領域を道路上の所定範囲に設定する投受光器を備えた路車間通信用の光ビーコンであって、前記受光面の輪郭形状は、前記アップリンク領域の車両進行方向上流端側に対応する上流端側端縁を、その中央部が突出した多角形状とすることで、前記アップリンク領域の車両進行方向上流端を前記道路の車両進行方向に対して略垂直に設定する形状とされていることを特徴としている。

【0014】

上記のように構成された光ビーコンによれば、受光面の輪郭形状の上流端側端縁が、アップリンク領域の車両進行方向上流端を道路の車両進行方向に対して略垂直に設定する形状とされているので、車載機の道路幅方向における位置に関係なく、アップリンク領域に車載機が進入する際の当該車載機の車両進行方向における位置を一定にすることができる。

すなわち、光ビーコンの投受光器は、車載機からのアップリンク光の受光が可能となるアップリンク領域の上流端を、車載機の位置認識の基準としており、当該光ビーコンは、受信したアップリンク光が送信されたときの車載機の車両進行方向における位置がアップリンク領域の上流端であると認識する。このため、車載機がアップリンク領域に進入する際の当該車載機の車両進行方向における位置が一定となることで、光ビーコンは、アップリンク光を受光したときの車載機の車両進行方向における位置をより正確に認識することができ、車載機に対して、当該車載機の車両進行方向における位置をより正確に認識させることができる。

また、本発明の光ビーコンでは、上述のように、受光面を所定の形状に設定すればよいので、その他の構成部分を変更する必要がない。従って、投受光器等の大型化や構造の複雑化を招くことがないというメリットも有している。

なお、ここにいる「略垂直に設定する」とは、道路上のアップリンク領域の上流端の位置を車線幅方向に見ていった場合に、車両進行方向の端点の位置のバラツキが十分狭い所定の範囲内におさまる状態に設定することを指す。すなわち、上流端が必ずしも直線である必要はなく、また直線となる場合であっても幾何学的に完全に車両進行方向に対して垂直でなくても良い。

車両進行方向の端点の位置のバラツキが十分狭い所定の範囲内におさまる状態に設定することで、例えば、道路の下流側に存在する交差点手前の停止線と、この上流端とを、おおよそ平行な状態にすることが可能となり、車線幅方向のどこの位置を走行する車両に対してであっても、停止線までの距離（停止線との位置関係）をほぼ一定とできるため、当該距離等に関する情報を車両側に提供する場合にその誤差を必要限度とすることができる。

。

10

20

30

40

50

【0015】

上記光ビーコンにおいて、受光面の輪郭形状における上流端側端縁の中央部が突出した多角形状、あるいは三角形状とされている場合には、集光レンズの収差の影響を受けて投影されるアップリンク領域の形状を適切に補正することができる。

すなわち、集光レンズの収差は、当該レンズの中心付近を通過する光の焦点の位置と、レンズの外周側部分を通過する光の焦点の位置が一致せず所定の誤差を有するために、投影される像に歪みを生じる現象である。例えば、受光面上流端側端縁の両端部は、その中央部よりも集光レンズの外周寄りによって投影されるので、前記収差の影響を受けることで集光レンズの中心から放射状に延びるような形状で、この上流端側端縁の中央部が内方側に凹むように湾曲変形して道路上に投影される。

10

このため、受光面の輪郭形状の内、上流端側端縁の中央部が突出した多角形状とすることで、アップリンク領域の形状を適切に補正することができ、その結果、前記アップリンク領域の車両進行方向上流端を前記道路の車両進行方向に対して略垂直に設定することができる。

【0016】

また、上記の理由から、車載機からのアップリンク光を集光レンズを介して受光する受光面を有し、この受光面の輪郭形状を道路上に投影するようにアップリンク領域を道路上の所定範囲に設定する投受光器を備えた路車間通信用の光ビーコンであって、前記受光面の輪郭形状は、前記アップリンク領域の車両進行方向上流端側に対応する上流端側端縁を、その中央部が突出する方向に湾曲した凸曲線形状とすることで、前記アップリンク領域の車両進行方向上流端を前記道路の車両進行方向に対して略垂直に設定する形状とされていることを特徴としている。

20

この場合においても、集光レンズの収差の影響を受けて投影されるアップリンク領域の形状を適切に補正することができる。

【0017】

また、前記投受光器は、前記受光面の輪郭形状における前記上流端側端縁が前記多角形状あるいは、前記凸曲線形状となるようにマスキングされている受光素子を用いてもよいが、前記多角形状あるいは、前記凸曲線形状に形成された受光素子を用いれば、マスキング等を行うことなく、受光面の輪郭形状を所定の形状とすることができる。

【0018】

30

また、前記投受光器の受光面は、前記アップリンク領域を車両進行方向に沿って複数領域に区分け可能に配置された複数の受光素子により構成されていてもよい。

この場合、アップリンク領域を、複数の受光素子ごとに設定される車両進行方向に並ぶ複数領域により構成することができる。すなわち、アップリンク領域を車両進行方向に細分化し、どの受光素子で車載機からのアップリンク情報を受信したかを特定することで、アップリンク領域内における、アップリンク光を受信したときの車両の位置を正確に特定することができる。

【発明の効果】

【0019】

以上のように、本発明の光ビーコンによれば、投受光器の大型化や構造の複雑化を招くことなく、アップリンク光を送信してきた車載機の位置をより精度よく認識することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

〔第一の実施形態〕

〔光ビーコンの構成〕

次に、本発明の好ましい実施形態について添付図面を参照しながら説明する。図1(a)は、本発明の第一の実施形態の光ビーコンの全体構成を示す図である。本実施形態の光ビーコン1は、道路Rを走行する車両Sに搭載された車載機S1との間で光信号による双方向通信を行うものである。図において、光ビーコン1は、道路Rの各車線R1～R4の

50

上方にそれぞれに配置され車両 S に搭載された車載機 S 1 と通信を行うための複数の投受光器 2 と、これら投受光器 2 を制御するためのビーコン制御機 3 とを備えている。

【0021】

光ビーコン制御機 3 は、道路脇に立設した支柱 30 等に設置されており、電話回線等の通信回線を介して交通管制システム等の図示しない中央装置と接続されており、各投受光器 2 の制御を行う。

投受光器 2 は、支柱 30 から道路 R 側に水平に架設した架設バー 31 に固定され、道路 R の各車線 R 1 ~ R 4 の直上に配置されている。

図 1 (b) は、投受光器 2 を側面視したときの外観図であり、図 2 は、その内部を示す斜視図である。なお、図 2 では、図 1 (b) 中の投受光器 2 の外側を覆う筐体 2 a を外し、その下面 2 b 側から見た投受光器 2 内部の外観を斜視図として示している。投受光器 2 は、筐体 2 a の上面が架設バー 31 に固定されることで、道路 R の直上に配置されている。投受光器 2 は、筐体 2 a の内部に、多数の発光ダイオード (LED) 4 a を配列してなる発光部 4 と、車載機 S 1 から発光されるアップリンク情報を含んだ近赤外線からなる光信号であるアップリンク光 UO を受光する受光部 5 とが実装された基板 6 を備えている。

10

【0022】

発光部 4 は、LED 4 a によって、道路 R 上の車載機 S 1 に対して、ダウンリンク情報を含んだ近赤外線からなる光信号であるダウンリンク光 DO を道路 R 上の所定の範囲に向けて発光する。

発光部 4 に隣接して基板 6 に実装されている受光部 5 は、図 4 に示すように、基板 6 上に固定された受光素子 7 と、この受光素子 7 に対して所定の寸法をおいて対向配置された集光レンズ 8 とを備えている。集光レンズ 8 は、その焦点 FP が、当該集光レンズ 8 の斜め下方側に位置するように設定されている。また、集光レンズ 8 は、車載機 S 1 からのアップリンク光 UO が通過すると、そのアップリンク光 UO を受光素子 7 に対して直交して照射するように屈折させる。受光素子 7 は、フォトダイオードチップ等よりなり、集光レンズ 8 を通過したアップリンク光 UO を受光面 7 a 1 で受光すると光電変換によって、アップリンク光 UO に対応した電気信号を出力する。

20

【0023】

上記発光部 4 及び受光部 5 が実装された基板 6 は、図 1 (b) に示すように、水平方向に対する角度が例えば 30° に設定され、下方に向けて傾斜させた状態で、筐体 2 a の内部に固定されている。これにより、発光部 4 は、ダウンリンク光 DO を投受光器 2 の直下よりも道路 R 上の上流側に向けて発光する。また、受光部 5 は、道路 R 上の上流側に位置する車両 S の車載機 S 1 からのアップリンク光 UO を受光する。

30

上記構成の発光部 4 及び受光部 5 は、後述するように、車載機 S 1 がダウンリンク光 UO を受光可能なダウンリンク領域 DA (図 6)、及び車載機 S 1 からのアップリンク光 UO を受光可能なアップリンク領域 UA (図 6) を投受光器 2 よりも道路 R の車両進行方向上流側に設定する。

【0024】

また、図 1 (b) 及び図 2 を参照して、投受光器 2 は、上記発光部 4、受光部 5 の他、投受光器 2 の直下における車両の有無を検知するための車両検知部 20 を備えている。車両検知部 20 は、発光部 20 a と、受光部 20 b とを備えており、発光部 20 a が投受光器 2 の直下に向けて発光した光が車両に当たって、反射光として返ってきたか否かを受光部 20 b によって検知することによって、車両の存在を検知するように構成されている。

40

【0025】

図 3 は、投受光器 2 の構成を示すブロック図である。投受光器 2 は、上記の発光部 4、受光部 5 等の他、これらに接続されて制御を行うとともにビーコン制御機 3 に接続された制御部 21 を備えている。また、制御部 21 は、受光部 5 との間にアンプ 10 を介在して接続されている。このアンプ 10 は、受光素子 7 がアップリンク光 UO を受光することにより出力する信号を増幅し、制御部 21 に出力する。制御部 21 は、この増幅された信号に基づいて、信号処理を行い、アップリンク光 UO に含まれるアップリンク情報を取得す

50

る。そして、取得した情報をビーコン制御機 3 に出力し、この情報を受け取ったビーコン制御機 3 は、当該情報に基づいて制御部 2 1 に対して、発光部 4 から所定の情報を送出する等の新たな命令を出力する。

なお、制御部 2 1 は、受光部 5 からの電気信号を整形してビーコン制御機 3 に出力し、ビーコン制御機 3 がアップリンク情報を取得するようにしても良い。例えば、受光部 5 が複数に分割されているような場合であれば、制御部 2 1 はこれらからの電気信号を合成する処理をおこなった後、ビーコン制御機 3 に出力するようにしても良い。この場合、制御部 2 1 は、複数の受光部 5 のうちどの受光部で受信したのかに関する情報等を電気信号と共にビーコン制御機 3 に出力するようにしても良い。

【0026】

〔受光部の構成〕

次に、受光部 5 の構成について詳述する。図 4 は、受光部 5 の受光素子 7、集光レンズ 8、及びこれらにより設定されるアップリンク領域 U A の幾何学的な位置関係を示した側面図である。

集光レンズ 8 は、上述のように、焦点 F P が、当該集光レンズ 8 の斜め下方側に位置するように設定されており、車載機 S 1 からのアップリンク光 U O が透過すると、そのアップリンク光 U O を受光素子 7 に対して直交して照射するように屈折させる。すなわち、受光素子 7 がアップリンク光 U O を受光することができるアップリンク領域 U A は、受光素子 7 の受光面 7 a 1 の輪郭形状を道路 R 上に、上下、左右両方向を 180° 反転させた形状で投影するように設定される。つまり、受光面 7 a 1 の上端縁 7 a 2 が、アップリンク領域 U A の下流端 U A 2 に対応するとともに、下端縁 7 a 3 が、アップリンク領域 U A の上流端 U A 1 に対応することとなる。

なお、受光素子 7 は、図 4 に示すように、集光レンズ 8 の焦点軸 F L に対して、所定寸法だけ下方方向にオフセットさせて配置されている。このため、アップリンク領域 U A を、投受光器 2 の上流側寄りに設定させ易くなる。

【0027】

図 5 (a) は、図 2 に示す受光部 5 から集光レンズ 8 を外して受光素子 7 を露出させた状態を示した図であり、図 5 (b) は、(a) の状態の受光部 5 (受光素子 7) を正面視したときの模式図である。なお、図 5 (b) では、図 1 (b) 中の矢印 M から正面視したときの状態を示している。受光素子 7 の上面 7 a には、円盤状のカバー 9 が固定されている。このカバー 9 には、図 5 (b) に示すような輪郭形状が五角形状とされた孔部 9 a が形成されている。受光素子 7 の上面 7 a は、光を受光することにより信号を出力する能力を備えているが、カバー 9 が、矩形形状である受光素子 7 の上面 7 a の一部を覆い、孔部 9 a の部分のみを露出させて、アップリンク光が受光可能な範囲を制限することで、受光面 7 a 1 を構成している。この受光面 7 a 1 は、集光レンズ 8 を通じて正面視したときに、当該集光レンズ 8 の有効径内に収まるように設定されている。

受光面 7 a 1 は、その輪郭形状を構成している上端縁 7 a 2 が、上述のようにアップリンク領域 U A の下流端 U A 2 (図 4) に対応しており、下端縁 7 a 3 が、アップリンク領域 U A の上流端 U A 1 (図 4) に対応している。

アップリンク領域 U A の上流端 U A 1 に対応する上流端側端縁としての下端縁 7 a 3 は、その中央部に角部 4 0 を構成する辺縁 4 1, 4 2 とを有している。辺縁 4 1, 4 2 は、角部 4 0 が外方側に突出するように形成されており、下端縁 7 a 3 は、これら辺縁 4 1, 4 2 によって、中央部である角部 4 0 が突出した三角形状とされている。

【0028】

なお、このように、アップリンク領域 U A の形状の基準となる受光面 7 a 1 の輪郭形状は、アップリンク領域 U A の車両進行方向上流端 U A 1 を道路 R の車両進行方向に対して略垂直に設定しうる形状として、下端縁 7 a 3 を、その中央部が突出した三角形状に設定されている。

【0029】

〔通信領域〕

図6は、本実施形態の光ビーコン1の投受光器2が、道路R上に設定する通信領域を示す斜視図である。投受光器2は、発光部4及び受光部5によって、道路R上の車両と通信可能な領域である、通信領域Tを、投受光器2の直下よりも車両進行方向の上流側寄りに設定する。

この通信領域Tは、発光部4から送出されるダウンリンク光UOによって定まるダウンリンク領域DA（図中実線のハッチング部分）と、受光部5が車載機S1からのアップリンク光UOを受光可能に設定されるアップリンク領域UA（図中破線のハッチング部分）とによって構成されている。

光ビーコン（光学式車両感知器）の「近赤外線式インタフェース規格」によれば、アップリンク領域UAは、ダウンリンク領域DAの車両進行方向の上流部分と重複しており、ダウンリンク領域DAとアップリンク領域UAの上流端は互いに一致するものと規定されている。従って、ダウンリンク領域DAの車両進行方向長さは通信領域T全体の同方向長さとも一致するように設定される。

【0030】

上記構成の光ビーコン1の投受光器2は、この通信領域T内に進入した車両の車載機との間で、ダウンリンク光DO及びアップリンク光UOの授受を行うことで光通信を行い、双方向通信を行うことができるように構成されている。

【0031】

〔光ビーコンによる車両位置の認識〕

次に、本実施形態の光ビーコン1による車両の進行方向における位置認識の態様について説明する。

図7は、投受光器2により設定されるアップリンク領域UAと、その下流側に位置する停止線50との位置関係、及び、アップリンク領域UAの形状を示す平面図である。

通常、光ビーコン1は、アップリンク領域UA内に位置する車載機S1から送信されるアップリンク光UOを概ね90%以上の確率で受信できることが把握されている。このため、車両Sの車載機S1が、通信領域Tに進入しダウンリンク光DOの受信に応じてアップリンク光UOの送信を開始すると、光ビーコン1は、車載機S1が通信領域Tに進入した直後に最初に送信されたアップリンク光UOをほぼ確実に受信することができる。すなわち、アップリンク光UOが送信されたときの車載機S1の位置は、たいていの場合、アップリンク領域UAの上流端UA1付近となる。

【0032】

従って、車載機S1がアップリンク領域UA（通信領域T）に進入し、アップリンク光UOの送信を開始した場合、これに応じて光ビーコン1は、例えば、上流端UA1から下流側に位置する停止線50までの距離L1を、距離情報としてダウンリンク情報に盛り込み、ダウンリンク光DOとして車載機S1に送信する。

ダウンリンク光DOを受信した車載機S1は、このダウンリンク光DOに含まれる距離情報に基づいて、停止線50までの距離L1を把握でき、これを利用して、ドライバに対して安全運転支援を行う。

なお、距離L1を送信する代わりに、上流端UA1の位置と停止線50の位置を示す情報を対応付けて送信し、距離L1を車載機S1側で計算させる方法でも良いし、車載機S1がこれらの情報を予め記憶しているような場合であれば、車載機S1がアップリンク情報を送信した位置が上流端UA1であることを示す情報を光ビーコン1から車載機S1に送信するようにしても良い。

【0033】

ここで、アップリンク領域UAは、上述したように、受光素子7の受光面7a1の輪郭形状を道路R上に投影するように設定される（図4）。さらにアップリンク領域UAは、集光レンズ8を通して道路R上に投影されるので、集光レンズ8の収差の影響を受けて、受光面7a1の形状に対して、変形した形状で設定される。

受光素子7の受光面7a1を、例えば、矩形とした場合、アップリンク領域UA'（図中破線のハッチング部分）は、上述のように、上流端UA1'が下流側に向かって凹むよ

10

20

30

40

50

うに湾曲した輪郭形状で設定される。この場合、上記従来例で述べたように、アップリンク領域U A'に進入したときの停止線50までの距離L1に誤差を含んでしまう。

【0034】

これに対して、本実施形態では、投受光器2の受光面7a1の輪郭形状を、アップリンク領域U Aの車両進行方向上流端U A1を道路Rの車両進行方向に対して略垂直に設定する形状として、下端縁7a3を、その中央部である角部40が突出した三角形形状としたので、集光レンズの収差の影響を受けて投影されるアップリンク領域U A（図中実線のハッチング部分）の形状を適切に補正することができる。

すなわち、集光レンズ8の収差は、当該レンズ8の中心付近を通過する光の焦点の位置と、レンズの外周側部分を通過する光の焦点の位置が一致せず所定の誤差を有するために、投影される像に歪みを生じる現象である。受光面7a1の下端縁7a3において、その中央部よりも集光レンズの外周寄りによって投影される下端縁7a3の両端部は、前記収差の影響を受けることで集光レンズ8の中心から延ばされるように変形され、この下端縁7a3の中央部が内方側に凹むように湾曲変形して道路R上に投影される。

【0035】

このため、受光面7a1の輪郭形状の内、下端縁7a3を、中央部が突出した三角形形状とすることで、アップリンク領域U Aの形状を適切に補正することができ、その結果、アップリンク領域U Aの上流端U A1を道路Rの車両進行方向に対して略垂直に設定することができる。これによって、車載機S1の道路幅方向における位置に関係なく、アップリンク領域U Aに車載機S1が進入する際の当該車載機の車両進行方向における位置を一定

にすることができる。
光ビーコン1の投受光器2では、上述のように、アップリンク領域U Aの上流端U A1を、車載機S1が位置を認識する上での基準としており、車載機S1は、アップリンク光U Oを送信したときの自身の車両進行方向における位置を、その後に受信するダウンリンク情報に基づいてアップリンク領域U Aの上流端U A1であると認識する。このため、車載機S1がアップリンク領域U Aに進入する際の車載機S1の車両進行方向における位置が一定となることで、車載機S1は、アップリンク光U Oを受光したときの自身の車両進行方向における位置をより正確に認識することができる。

【0036】

そして、この結果、車載機S1は、車両進行方向下流側に位置する停止線50までの距離L1をより正確に把握することができるので、光ビーコン1を用いて、車両Sの安全運転支援を行う場合において、その精度を高めることができ、車両Sに対して、より適切な安全運転支援を提供することができる。

【0037】

また、上記実施形態では、上述のように、受光面7a1を所定の形状に設定すれば、車載機S1の位置認識精度を高めることができるため、その他の構成部分を変更する必要がない。従って、投受光器2等の大型化や構造の複雑化、それに伴うコストの大幅な増加等を招くことがないというメリットも有している。

【0038】

なお、上記実施形態では矩形形状の受光素子7をカバー9によって覆うことで、所定の輪郭形状の受光面7a1を構成したが、他の方法によって、投受光器2の受光面の輪郭形状を所定形状とすることができる。例えば、図8(a)に示す受光素子7は、その形状が矩形であるが、当該受光素子7の製造段階において、マスキング部7bが設けられており、受光素子7の受光面7a1は、マスキング部7bによって、その輪郭形状を所定の形状に設定している。この場合、上記実施形態で示した受光面7aを覆うためのカバーを必要としないので、構造を簡易なものにできる。

また、この図8(a)の場合、下端縁7a3は、中央部に角部40を構成する辺縁41、42に加えて、辺縁41、42と、両側の側縁7a4とをそれぞれ繋ぐ辺縁43、44によって、その中央部の角部40が突出した五角形状に形成されている。

この場合、図5(b)で示したような三角形形状の下端縁7a3と比較して、より滑らか

な形状にでき、アップリンク領域U Aの形状をより適切に補正することができる。

【0039】

また、図8 (b) に示すように、その形状自体を所定の輪郭形状に形成することで、受光面7 a 1を所定の輪郭形状とした受光素子7を用いてもよい。この場合、カバーやマスキング等を行うことなく、受光面7 a 1の輪郭形状を所定の形状とすることができる。

さらに、この図8 (b) の場合、下端縁7 a 3は、その中央部が突出する方向に湾曲した凸曲線形状に形成されている。この場合、図8 (a) で示したような三角形状の下端縁7 a 3と比較して、さらに滑らかなものにでき、投影されるアップリンク領域U Aの形状をより適切に補正することができる。

【0040】

〔第二の実施形態〕

図9は、本発明の第二の実施形態の光ビーコン1の投受光器2が備える受光素子7を示す模式図である。

本実施形態と第一の実施形態と異なる点は、受光素子7が、実質的に4つの独立した受光素子により構成されており、これらが上下方向に並べて配置されて受光面7 a 1を構成している点、及び、上端縁7 a 2の幅寸法B 1よりも、下端縁7 a 3の幅寸法B 2が短く設定されている点である。

【0041】

本実施形態の受光素子7は、一つのチップ上に実質的に4つの独立した受光素子である第一素子7 d、第二素子7 e、第三素子7 f、及び第四素子7 gを備えている。これらは、当該受光素子7を製造する段階において、破線7 cを境界として、独立した4つのフォトダイオードとして構成されている。なお、各素子7 d～7 gの両側は、マスキング部7 bが設けられている。

また、これら各素子7 g～7 jは、それぞれ上下方向に、下端縁7 a 3と上端縁7 a 2との間の幅寸法A 1を等分するように配置されており、それぞれの受光面7 g 1～7 j 1を組み合わせた状態で、受光素子7全体としての受光面7 a 1を構成している。

【0042】

これら各素子7 d～7 gは、上下方向にそれぞれ第一アンプ1 0～第四アンプ1 3を介して制御部2 1に接続されており、それぞれ独立して信号を制御部2 1に出力するように構成されている。

なお、各素子7 d～7 gは、互いにその受光面7 d 1～7 g 1の面積が異なるので、制御部2 1へ出力される信号出力の特性が異なるが、制御部2 1によって、それぞれの受光面の面積に応じて出力ゲインを調整し、補正することで誤差を生じさせることなくアップリンク光U Oを受光できるようにされている。

【0043】

本実施形態では、各素子7 d～7 gによって、幅寸法Aを四等分しているので、アップリンク領域U Aを道路Rの車両進行方向に沿って四等分に区分けして設定する。

図10は、本実施形態によるアップリンク領域U Aの態様を示す側面図である。図において、本実施形態のアップリンク領域U Aは、車両進行方向に沿って第一領域5 1～第四領域5 4に区分けされ細分化された状態で設定されている。これら各領域5 1～5 4は、それぞれ、各素子7 d～7 gに対応しており、対応する各素子7 d～7 gによって各領域5 1～5 4が独立して設定されている。

このため、本実施形態において、各素子7 d～7 gは、それぞれ個別的に車両Sからのアップリンク光U Oを受光可能であり、どの素子が最初にアップリンク光U Oを受光したかを特定することで、アップリンク領域U A内における、アップリンク光U Oを最初に受光したときの車両Sの位置を認識することができる。

なお、この場合、第四素子7 gが、受光面7 a 1の下端縁7 a 3に対応しており、道路Rの車両進行方向に対して略垂直となるように補正された上流端U A 1を位置認識の基準とする。

【0044】

従って、本実施形態では、上流端U A 1における車載機S 1の位置認識の精度が高められるに加えて、仮に、第四素子7 gによる、上流端U A 1（領域5 4）における位置認識が正確に行えなかった場合にも、図1 0中の各領域5 1～5 3によっても、車載機S 1の位置認識を行うことができ、投受光器2による車載機S 1の位置認識の精度をより高めることができる。

というのも、例えば、雨天や濃霧等の気象条件においてアップリンク光が投受光器2まで到達しにくいケースや、降雨に対応してドライバがワイパーを作動させている場合に当該ワイパーによってアップリンク光が遮られるケース等では、路車間通信の確実性が低下するが、アップリンク光が正常に投受光器2に到達しなかった場合には、車載機S 1は、ダウンリンクの切り替えを認識できるまで、アップリンク送信周期ごとにアップリンク情報10を繰り返し送信することになる。この場合、ダウンリンクの切り替えを認識した時点における車両Sの位置は、アップリンク情報を繰り返し送信する間に走行する走行距離の分だけ下流側でアップリンク領域U Aの上流端U A 1よりも離れた地点となる。特に、車両の走行速度が大きい場合やアップリンク送信周期が長く設定されている場合には、アップリンク領域U Aの上流端U A 1よりも随分離れた下流側の地点となることがある。

仮に、光ビーコン1が車載機S 1に提供する距離や位置の情報が、アップリンク領域U Aの上流端U A 1に基づいていた場合、上記のように路車間通信の確実性が低下すると、その情報の誤差が大きくなってしまうという問題がある。

【0 0 4 5】

そこで、本実施形態のように、アップリンク領域U Aを複数に分割して、それぞれの分割領域に対応する受光素子を設け、光ビーコン1が、アップリンク光を受光した受光素子に20応じて車載機S 1の位置を認識することで、上記のような問題を解消することができる。すなわち、光ビーコン1がアップリンク光を受光した受光素子に20応じて、車載機S 1に対して送信する距離の情報（車載機S 1の位置の情報）を切替えることにより、路車間通信の確実性が低下した状態での距離や位置の認識精度を向上させることもできるようになる。

すなわち、本実施形態では、アップリンク領域U Aの上流端U A 1のバラツキを所定の範囲内に絞り込むことで、アップリンク領域U A進入直後に車載機S 1が送信したアップリンク情報に25応じて車両側に提供される距離の情報（車載機S 1の位置の情報）の精度を高めることができるようになると共に、アップリンク領域U Aに進入した直後に車載機S 1が送信したアップリンク光が投受光器2に到達せずアップリンク領域U Aの上流端U A 1よりも離れた下流側の地点において送信されたアップリンク情報が投受光器2に到達した30ような場合に、この上流端U A 1よりも離れた下流側の地点において送信されたアップリンク情報に25応じて車両側に提供される距離の情報（車載機S 1の位置の情報）の精度をも高めることができるようになるのである。

【0 0 4 6】

また、本実施形態の受光面7 a 1の輪郭形状においては、上述したように、上端縁7 a 2の幅寸法B 1よりも、下端縁7 a 3の幅寸法B 2が短く設定されている。このようにすることで、アップリンク領域U Aの輪郭形状を、隣接する車線に逸脱しないように補正して40設定することができる。

【0 0 4 7】

以下、この点について説明する。アップリンク領域U Aは、上述したように、受光素子7の受光面7 a 1の輪郭形状を道路R上に投影するように設定される一方、投受光器2の集光レンズ8の焦点軸F Lは、道路Rに対して下流側に傾斜している（図4）。

例えば、焦点軸F Lが道路Rに対して直交するように設定されていれば、アップリンク領域U Aは、受光面7 a 1の輪郭形状の相似形状で設定されるが、上記のように、焦点軸F Lが道路Rに対して下流側に傾斜して設定されていると、アップリンク領域U Aは、上流端U A 1が下流端U A 2に比べて発散するような形状に、受光面7 a 1の輪郭形状を45変形させた形状で設定される。

【0 0 4 8】

10

20

30

40

50

受光素子7の受光面7a1を、例えば、矩形とした場合、例えば、図11に示すように、アップリンク領域UA'（図中破線のハッチング部分）は、上述のように、受光面7a1の輪郭形状を上流端UA1が下流端UA2よりも発散するように変形した形状で設定され、下流端側の幅寸法を車線の幅寸法に一致させると、隣接する車線に逸脱した台形形状に設定されてしまう。なお、この図11においては、理解を容易にするため、集光レンズ8の収差の影響については無視して示している。

上記アップリンク領域UA'のように、アップリンク領域が隣接する車線に逸脱すると、投受光器2は、自身の設定対象とされている車線に位置する車載機からのアップリンク光のみならず、隣接する車線を走行する車載機からのアップリンク光をも受光してしまうこととなる。そして、一台の車載機から送信されたアップリンク光を複数台の投受光器2

10

で受光した場合、当該光ビーコン1は、この車載機がどの車線を走行しているのかを認識することができないという問題が生じる。

これに対して、本実施形態では、投受光器2が備える受光素子7の受光面7a1の輪郭形状を、上端縁7a2の幅寸法B1よりも、下端縁7a3の幅寸法B2が短く設定したので、アップリンク領域UAの車線幅方向寸法を一定にするとともにアップリンク領域UAを車線内に設定することができ、アップリンク領域UA（図中実線のハッチング部分）の輪郭形状を、隣接する車線に逸脱しないように補正し、設定することができる。

この結果、光ビーコン1は、車載機の位置する車線をより確実に認識することができ、ドライバの安全運転支援を行う上で、適切な車線にドライバを誘導することが可能となる。

20

【0049】

また、本発明者らは、上記実施形態の受光面7a1において、具体的な数値を設定したものを実機に用い、その効果の確認を行った。その具体的な数値は、以下の通りである。なお、下記幅寸法B2については、他の数値をそのままに3水準設定した。

上端縁7a2と下端縁7a3との間の寸法A1・・・6mm

上端縁7a2の幅寸法B1・・・11mm

角部40と辺縁41、42の端部との間の

上下方向寸法A2・・・0.2mm

下端縁7a3の幅寸法B2・・・8.29mm

・・・8.68mm

・・・7.91mm

30

【0050】

上記の具体的な数値を設定して実機の光ビーコンとし、一般的な道路を想定して実験を行い、その効果の確認を行った。その結果、集光レンズの収差の影響を受けて投影されるアップリンク領域の上流端の形状を、ほぼ道路の車両進行方向に対して略垂直となるように、適切に補正できることを確認した。また、このアップリンク領域が設定対象となる道路の車線内に収まり、隣接する車線に逸脱しないことを確認した。

【0051】

本発明は、上記各実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、受光面7a1の下端縁7a3の形状を、三角形状、五角形状、もしくは凸曲線形状とした場合を例示したが、アップリンク領域UAの上流端を道路の車両進行方向に対して略垂直に設定することができる形状であれば、上記形状に限らず他の多角形状や、複数の曲線を繋いで形成される形状等によって構成されていてもよい。

40

また、上記実施形態では、受光素子を複数の素子によって構成した場合において、各素子の信号出力を当該素子の面積に応じて、出力ゲインを調整し、補正することで、適切にアップリンク光UOを受光できるように構成したが、これに限定されるものではなく、例えば、各素子の出力を実測することで出力特性を把握し、この把握された出力特性に基づいて、各素子の出力ゲインを適宜調整し、補正することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

50

【図１】（ａ）は、本発明の第一の実施形態の光ビーコンの全体構成を示す図であり、（ｂ）は、投受光器を側面視したときの外観図である。

【図２】投受光器の内部を示す斜視図である。

【図３】投受光器の構成を示すブロック図である。

【図４】受光部の受光素子、集光レンズ、及びこれらにより設定されるアップリンク領域の幾何学的な位置関係を示した側面図である。

【図５】（ａ）は、図２に示す受光部から集光レンズを外して受光素子を露出させた状態を示した図であり、（ｂ）は、（ａ）の状態の受光部（受光素子）を正面視したときの模式図である。

【図６】本実施形態の光ビーコンの投受光器が、道路上に設定する通信領域を示す斜視図である。

10

【図７】投受光器により設定されるアップリンク領域と、その下流側に位置する停止線との位置関係、及び、アップリンク領域の形状を示す平面図である。

【図８】（ａ）及び（ｂ）は、第一実施形態における受光素子の他の態様を示した図である。

【図９】本発明の第二の実施形態の光ビーコンの投受光器が備える受光素子を示す模式図である。

【図１０】本実施形態によるアップリンク領域の態様を示す側面図である。。

【図１１】アップリンク領域を上方から見たときの平面図である。

【図１２】従来の光ビーコンによるアップリンク領域を示す図である。

20

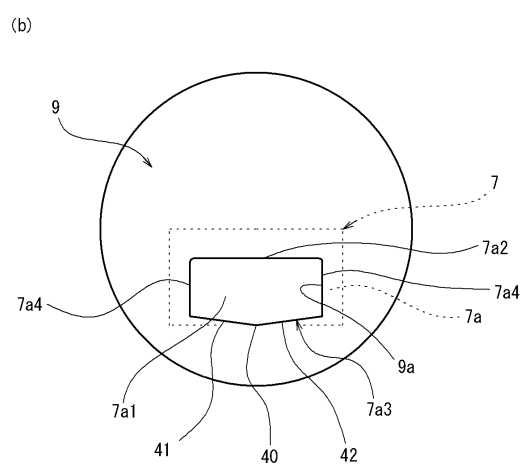
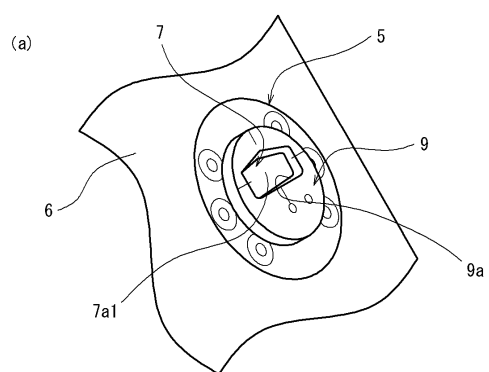
【符号の説明】

【００５３】

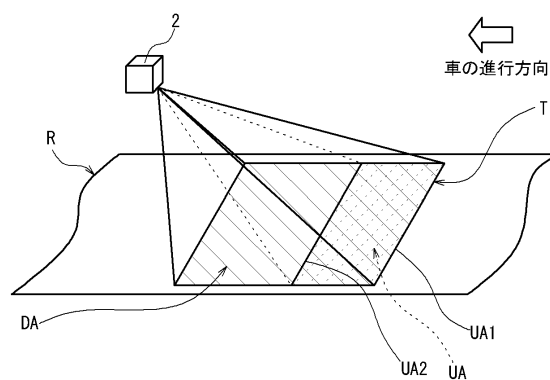
- １ 光ビーコン
- ２ 投受光器
- ７ 受光素子
- ７ a １ 受光面
- ７ a ３ 下端縁（上流端側端縁）
- ７ d 第一素子
- ７ e 第二素子
- ７ f 第三素子
- ７ g 第四素子
- ８ 集光レンズ
- R 道路
- S １ 車載機
- U O アップリンク光
- U A アップリンク領域

30

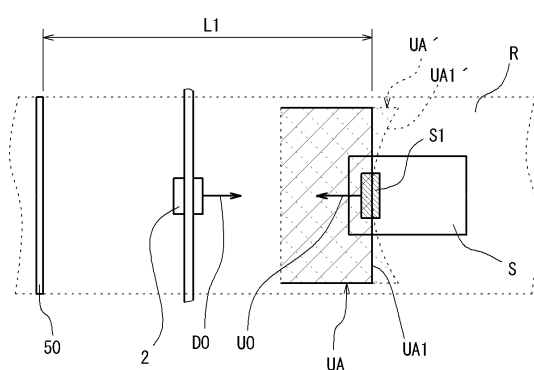
【図 5】



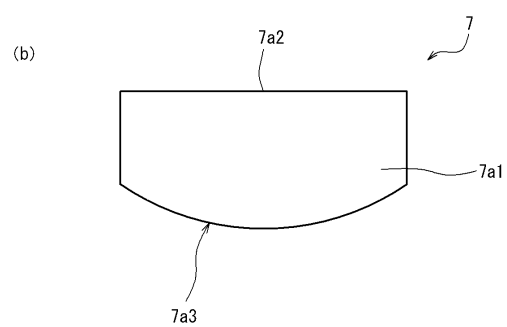
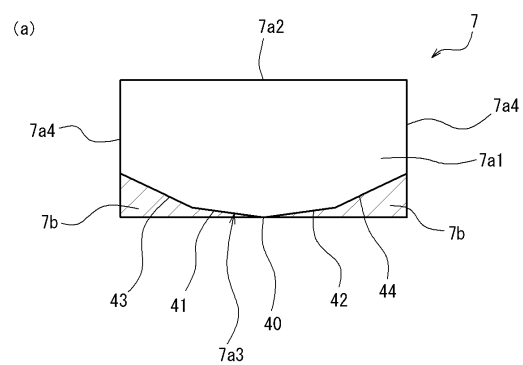
【图 6】



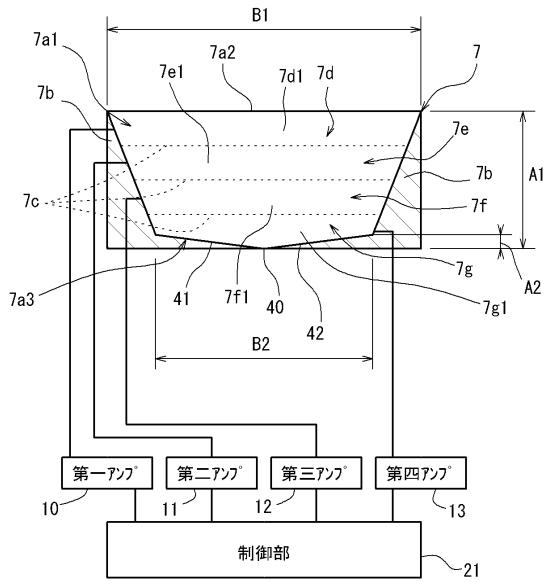
【图 7】



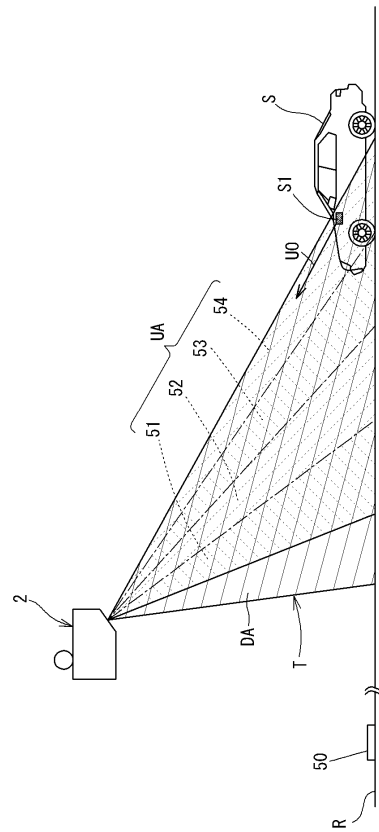
【図 8】



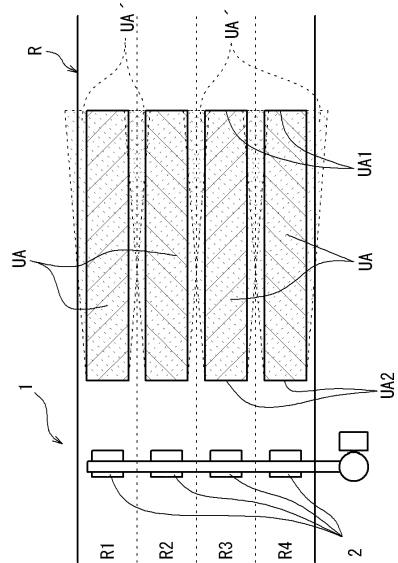
【図 9】



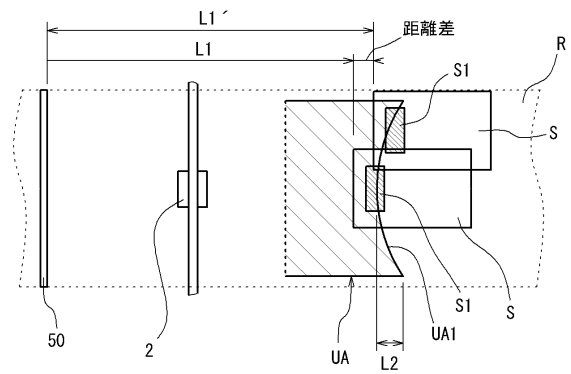
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-296793 (JP, A)
特表2007-507929 (JP, A)
特開平08-149081 (JP, A)
特開平10-200477 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B11/00-11/30、
G01S 1/70、
7/48- 7/51、
17/00-17/95、
G08G 1/00-99/00