

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年7月23日(23.07.2020)



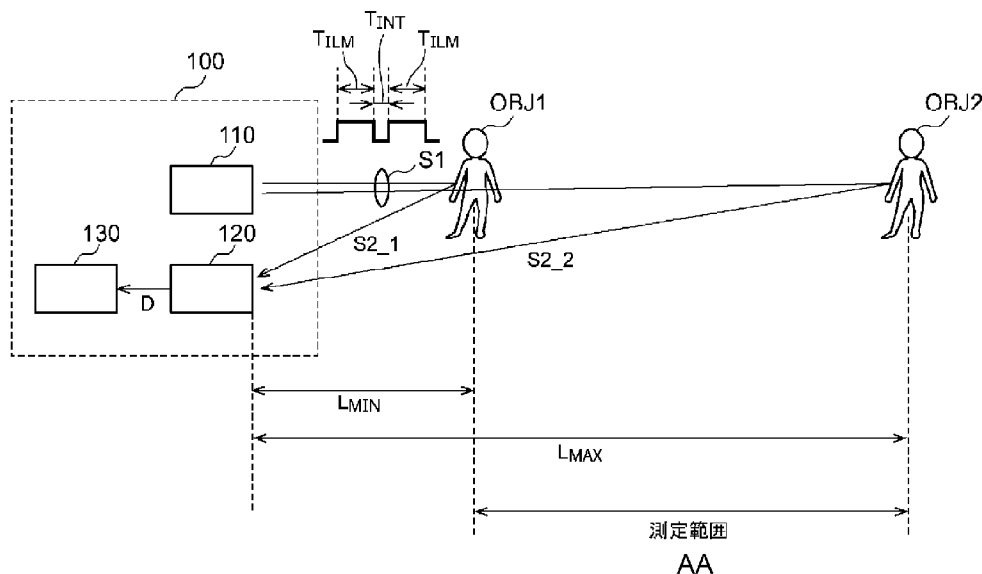
(10) 国際公開番号

WO 2020/149140 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 17/89 (2020.01) *G01S 7/487* (2006.01)
G01S 17/93 (2020.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/051193
- (22) 国際出願日: 2019年12月26日(26.12.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-006086 2019年1月17日(17.01.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社小糸製作所(KOITO MANUFACTURING CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒1088711 東京都港区高輪四丁目8番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 五味 正人(GOMI Masato); 〒4248764 静岡県静岡市清水区北脇500番地株式会社小糸製作所静岡工場内 Shizuoka (JP). 杉本 真太郎(SUGIMOTO Shintaro); 〒4248764 静岡県静岡市清水区北脇500番地株式会社小糸製作所静岡工場内 Shizuoka (JP). 春瀬 祐太(HARUSE Yuta); 〒4248764 静岡県静岡市清水区北脇500番地株式会社小糸製作所静岡工場内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 森下 賢樹(MORISHITA Sakaki); 〒1500021 東京都渋谷区恵比寿西2-11-12 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: VEHICLE-MOUNTED IMAGING DEVICE, VEHICLE LIGHT, AND AUTOMOBILE

(54) 発明の名称: 車載用イメージング装置、車両用灯具、自動車



AA Measurement range

(57) Abstract: An illumination device 110 emits, onto an object OBJ, reference light S1 having a random pattern that is changed for each emission period T_{ILM} . A photodetector 120 measures reflected light S2 from the object OBJ. A calculation processing device 130 reconstructs a restored image of the object OBJ on the basis of detected intensities b based on the output D of the photodetector 12 and the intensity distribution of the reference light. An interval period T_{INT} having an intensity of zero or a uniform intensity distribution is inserted between an

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

emission period T_{ILM} corresponding to one random pattern PTN and an emission period T_{ILM} corresponding to the next random pattern PTN. The interval period T_{INT} is greater than or equal to $2 \times L_{MAX}/c$, where L_{MAX} is the upper limit of the depth-direction sensing distance of this vehicle-mounted imaging device 100 and c is the speed of light.

(57) 要約: 照明装置 110 は、照射期間 T_{ILM} ごとに切り替わるランダムパターンを有する参照光 S1 を物体 OBJ に照射する。光検出器 120 は、物体 OBJ からの反射光 S2 を測定する。演算処理装置 130 は、光検出器 120 の出力 D にもとづく検出強度 b と参照光の強度分布にもとづいて、物体 OBJ の復元画像を再構成する。ひとつのランダムパターン PTN に対応する照射期間 T_{ILM} と、次のランダムパターン PTN に対応する照射期間 T_{ILM} の間に、強度がゼロまたは強度分布が均一であるインターバル期間 T_{INT} が挿入される。車載用イメージング装置 100 の奥行き方向のセンシング距離の上限を L_{MAX} 、光速を c とするとき、インターバル期間 T_{INT} は $2 \times L_{MAX}/c$ 以上である。

明 細 書

発明の名称：車載用イメージング装置、車両用灯具、自動車
技術分野

[0001] 本発明は、車載用イメージング装置に関する。

背景技術

[0002] 自動運転やヘッドランプの配光の自動制御のために、車両の周囲に存在する物体の位置および種類をセンシングする物体識別システムが利用される。物体識別システムは、センサと、センサの出力を解析する演算処理装置を含む。センサは、カメラ、L i D A R (Light Detection and Ranging、Laser Imaging Detection and Ranging)、ミリ波レーダ、超音波ソナーなどの中から、用途、要求精度やコストを考慮して選択される。

[0003] イメージング装置（センサ）のひとつとして、ゴーストイメージングの原理を利用したものが知られている。ゴーストイメージングは、参照光の強度分布（パターン）をランダムに切り替えながら物体に照射し、各ランダムパターンと対応付けて、反射光の光検出強度を測定する。光検出強度はある平面にわたるエネルギーあるいは強度の積分値であり、強度分布ではない。そして、対応するパターンと光検出強度との相関をとることにより、物体の復元画像を再構成（reconstruct）する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第6412673号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明者らは、車載用のイメージング装置について検討した結果、以下の課題を認識するに至った。

[0006] イメージング装置の従来の用途である細胞観察などの分野では、イメージング装置と被写体との距離はおおよそ一定であり、言い換えれば被写体が存

在する奥行き方向の範囲は著しく制限されている。測定時間を短縮するために、あるいはフレームレートを高くするためには、参照光のランダムパターンとランダムパターンの間のインターバル（休止期間）は極力短いことが望ましいが、被写体が存在する範囲が狭ければ、インターバルが短くても問題は生じない。

[0007] 一方、車載のイメージング装置の場合、被写体（物体）までの距離がさまざまである。言い換えれば、物体が位置する奥行き方向の範囲は非常に広い。図1は、従来のイメージング装置1による物体の測定を説明する図である。照明装置2は、非常に短いインターバル（実質的にゼロ）で、参照光S1のパターンPTNをランダムに切り替える。たとえばパターンの切り替え周波数を400Hzとした場合、1つのパターンは2msの照射時間 T_{ILM} 、持続する。光検出器4は、所定の検出期間（露光時間あるいは積分期間） T_{DET} の間、物体OBJ1、OBJ2からの反射光S2__1、S2__2を測定する。

[0008] 図2は、図1の状況におけるイメージング装置1の動作を説明するタイムチャートである。異なる距離に複数の物体が存在する場合、遠い物体ほど、同じタイミングに出射した参照光S1が物体OBJにより反射され、反射光S2が光検出器4に到達するまでの時間（ラウンドトリップ時間）は長くなる。図1の例では、物体OBJ1、物体OBJ2までの距離はそれぞれ1.5m、60mであり、光のラウンドトリップ時間は10ns、400nsである。したがって、反射光S2__2は、反射光S2__1に対して遅れて光検出器4に入射する。その結果、2番目の検出期間 T_{DET2} の先頭部分において、過去のパターン PTN_1 が物体OBJ2で反射した反射光S2__2の成分（ハッチングを付す）が検出される。つまり時間的に隣接するランダムパターンが干渉するため、画質の劣化を引き起こす。

[0009] 本発明に係る状況においてなされたものであり、そのある態様の例示的な目的のひとつは、車載用イメージング装置における画質の改善にある。

課題を解決するための手段

- [0010] 本発明のある態様は、車載用イメージング装置に関する。車載用イメージング装置は、照射期間ごとに切り替わるランダムパターンを有する参照光を照射する照明装置と、物体からの反射光を測定する光検出器と、光検出器が出力する検出信号にもとづく検出強度と参照光の強度分布の相関をとることにより物体の復元画像を再構成する演算処理装置と、を備える。照射期間と照射期間の間に、強度がゼロである、または空間強度分布が均一であるインターバル期間が挿入され、インターバル期間は、車載用イメージング装置の奥行き方向のセンシング距離の上限を L_{MAX} 、光速を c とすると、 $2 \times L_{MAX} / c$ 以上である。これにより、異なるランダムパターンに跨がる干渉を防止でき、画質を改善できる。
- [0011] 演算処理装置は、検出信号がしきい値より大きい期間において得られた検出強度を、復元画像の再構成に利用してもよい。
- [0012] 演算処理装置は、検出信号がしきい値を超えると、検出期間を開始してもよい。相関計算に使用する検出強度は、検出期間において得られた検出信号にもとづいて生成される。検出信号の上昇は、最も近い物体からの反射光の到達を表すから、それを検出強度の生成開始のトリガーとすることで、余計な光の取り込みを低減し、ひいてはノイズ等の影響を低減できる。
- [0013] 演算処理装置は、検出信号がしきい値を下回ると、検出期間を終了してもよい。検出信号の下降は、最も遠い物体からの反射光の到達を表すから、それを検出強度の生成終了のトリガーとすることで、余計な光の取り込みを低減し、ひいてはノイズ等の影響を低減できる。
- [0014] しきい値は、インターバル期間において得られた検出信号にもとづいて設定されてもよい。
- [0015] インターバル期間における参照光の強度はゼロであってもよい。演算処理装置は、インターバル期間において得られた検出信号を用いて、復元画像の再構成に用いる検出強度を補正してもよい。インターバル期間において得られる検出信号は、環境光によるノイズ成分であるから、それを用いてランダムパターンに対応する検出強度を補正することで、環境光の影響を低減でき

、画質を改善できる。

[0016] 照射期間とインターバル期間の長さは等しくてもよい。この場合、ノイズ補正の処理を簡素化できる。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、車載用イメージング装置の画質を改善できる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]従来のイメージング装置による物体の測定を説明する図である。

[図2]図1の状況におけるイメージング装置の動作を説明するタイムチャートである。

[図3]実施の形態に係るイメージング装置を示す図である。

[図4]イメージング装置による物体の測定を説明する図である。

[図5]イメージング装置の動作を説明するタイムチャートである。

[図6]変形例1に係るイメージング装置の動作を説明するタイムチャートである。

[図7]変形例2に係るイメージング装置の動作を説明するタイムチャートである。

[図8]物体識別システムのブロック図である。

[図9]物体識別システムを備える自動車のブロック図である。

[図10]物体検出システムを備える車両用灯具を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0019] (実施の形態)

以下、本発明を好適な実施の形態をもとに図面を参照しながら説明する。各図面に示される同一または同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。また、実施の形態は、発明を限定するものではなく例示であって、実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

[0020] 本明細書における「強度分布がランダム」とは、完全なランダムであるこ

とを意味するものではなく、ゴーストイメージングにおいて画像を再構築できる程度に、ランダムであればよい。したがって本明細書における「ランダム」は、その中にある程度の規則性を内包することができる。また「ランダム」は、完全に予測不能であることを要求するものではなく、予想可能、再生可能であってもよい。

[0021] 図3は、実施の形態に係るイメージング装置100を示す図である。イメージング装置100はゴーストイメージングの原理を用いたイメージセンサであり、照明装置110、光検出器120および演算処理装置130を備える。イメージング装置100を、量子レーダカメラとも称する。

[0022] 照明装置110は、疑似熱光源であり、実質的にランダムとみなしうる強度分布 $I(x, y)$ を有する参照光S1を生成し、物体OBJに照射する。物体OBJへの参照光S1の照射は、その強度分布を複数のM回、ランダムに変化させながら行われる。

[0023] 照明装置110は、光源112、パターンニングデバイス114およびパターン発生器132を含む。光源112は、均一な強度分布を有する光S0を生成する。光源112は、レーザや発光ダイオードなどを用いてもよい。参照光S1の波長やスペクトルは特に限定されず、複数のあるいは連続スペクトルを有する白色光であってもよいし、所定の波長を含む単色光であってもよい。参照光S1の波長は、赤外あるいは紫外であってもよい。

[0024] パターンニングデバイス114は、マトリクス状に配置される複数の画素を有し、複数の画素のオン、オフの組み合わせにもとづいて、光の強度分布 I を空間的に変調可能に構成される。本明細書においてオン状態の画素をオン画素、オフ状態の画素をオフ画素という。なお、以下の説明では理解の容易化のために、各画素は、オンとオフの2値(1, 0)のみをとるものとするがその限りでなく、中間的な階調をとってもよい。

[0025] パターンニングデバイス114としては、反射型のDMD (Digital Micromirror Device) や透過型の液晶デバイスを用いることができる。パターンニングデバイス114には、パターン発生器132が発生するパターン信号PTN

(画像データ) が与えられている。

[0026] パターン発生器 132 は、参照光 S1 の強度分布 I_r を指定するパターン信号 PTN_r を発生し、時間とともにパターン信号 PTN_r を切り替える ($r = 1, 2, \dots, M$)。

[0027] 光検出器 120 は、物体 OBJ から反射光を測定し検出信号 D_r を出力する。検出信号 D_r は、強度分布 I_r を有する参照光を物体 OBJ に照射したときに、光検出器 120 に入射する光エネルギー (あるいは強度) の空間的な積分値である。したがって光検出器 120 は、シングルピクセルの光検出器 (フォトディテクタ) を用いることができる。光検出器 120 からは、複数 M 通りの強度分布 $I_1 \sim I_M$ それぞれに対応する複数の検出信号 $D_1 \sim D_M$ が出力される。

[0028] 演算処理装置 130 は、パターン発生器 132 と再構成処理部 134 を含む。再構成処理部 134 は、複数の強度分布 (ランダムパターンともいう) $I_1 \sim I_M$ と、複数の検出強度 $b_1 \sim b_M$ の相関をとることにより、物体 OBJ の復元画像 $G(x, y)$ を再構成する。

[0029] 検出強度 $b_1 \sim b_M$ は、検出信号 $D_1 \sim D_M$ にもとづいている。検出強度と検出信号の関係は、光検出器 120 の種類や方式などを考慮して定めればよい。

[0030] ある強度分布 I_r の参照光 S1 を、ある照射期間 T_{ILM} にわたり照射するとする。また検出信号 D_r は、ある時刻 (あるいは微小時間) の受光量、すなわち瞬時値を表すとする。この場合、照射期間 T_{ILM} に対応する検出期間 T_{DET} において検出信号 D_r を複数回サンプリングし、検出強度 b_r を、検出信号 D_r の全サンプリング値の積分値、平均値あるいは最大値としてもよい。あるいは、全サンプリング値のうちのいくつかを選別し、選別したサンプリング値の積分値や平均値、最大値を用いてもよい。複数のサンプリング値の選別は、たとえば最大値から数えて序列 x 番目から y 番目を抽出してもよいし、任意のしきい値より低いサンプリング値を除外してもよいし、信号変動の大きさが小さい範囲のサンプリング値を抽出してもよい。

[0031] 光検出器 120 として、カメラのように露光時間が設定可能であり、露光のスタートを指定可能なデバイスを用いる場合には、光検出器 120 の出力 D_r をそのまま、検出強度 b_r とすることができる。

[0032] 検出信号 D_r から検出強度 b_r への変換は、演算処理装置 130 が実行してもよいし、演算処理装置 130 の外部で行ってもよい。

[0033] 相関には、式 (1) の相関関数が用いられる。 I_r は、 r 番目の強度分布であり、 b_r は r 番目の検出強度の値である。

[数1]

$$G(x, y) = \frac{1}{M} \sum_{r=1}^M [\{b_r - \langle b \rangle\} \cdot I_r(x, y)] \quad \cdots (1)$$

$$\langle b \rangle = \frac{1}{M} \sum_{r=1}^M b_r$$

[0034] 演算処理装置 130 は、CPU (Central Processing Unit) や MPU (Micro Processing Unit)、マイコンなどのプロセッサ (ハードウェア) と、プロセッサ (ハードウェア) が実行するソフトウェアプログラムの組み合わせで実装することができる。演算処理装置 130 は、複数のプロセッサの組み合わせであってもよい。あるいは演算処理装置 130 はハードウェアのみで構成してもよい。

[0035] 本実施の形態において、ランダムパターンとランダムパターンの間に、空間強度分布がゼロである (すなわち全画素がオフである) インターバル期間が挿入される。このインターバル期間 T_{INT} は、イメージング装置 100 の奥行き方向のセンシング距離の上限を L_{MAX} 、光速を c とするとき、 $2 \times L_{MAX} / c$ より長く定められる。

[0036] 以上がイメージング装置 100 の構成である。続いてその動作を説明する。

[0037] 図 4 は、イメージング装置 100 による物体 OBJ の測定を説明する図で

ある。イメージング装置 100 の奥行き方向の測定範囲は、仕様として L_{MIN} ~ L_{MAX} に制限されるものとする。

[0038] センシング距離の上限 L_{MAX} に位置する物体 OBJ 2 へのラウンドトリップ時間（最大ラウンドトリップ時間） T_{MAX} は、 $T_{MAX} = 2 \times L_{MAX} / c$ である。センシング距離の下限 L_{MIN} に位置する物体 OBJ 1 へのラウンドトリップ時間（最小ラウンドトリップ時間） T_{MIN} は、 $T_{MIN} = 2 \times L_{MIN} / c$ である。

[0039] 一例として $L_{MIN} = 1.5 \text{ m}$ 、 $L_{MAX} = 60 \text{ m}$ とすると、最小ラウンドトリップ時間 T_{MIN} は、 $2 \times 1.5 / (3 \times 10^8) = 10 \text{ ns}$ 、最大ラウンドトリップ時間 T_{MAX} は、 $2 \times 60 / (3 \times 10^8) = 400 \text{ ns}$ となる。インターバル期間 T_{INT} の長さは、最大ラウンドトリップ時間 T_{MAX} と等しいか、それより長く定められる。

[0040] 図 5 は、イメージング装置 100 の動作を説明するタイムチャートである。時刻 $t_1 \sim t_2$ の間、ランダムパターン PTN_1 が照射される。時刻 t_1 に照明装置 110 を出発した参照光 S_1 は、手前の物体 OBJ 1 で反射し、時刻 t_1 から T_{MIN} 経過後の時刻 t_3 に反射光 $S2\_1$ として光検出器 120 に戻ってくる。時刻 t_1 に照明装置 110 を出発した参照光 S_1 は、奥側の物体 OBJ 2 で反射し、時刻 t_1 から T_{MAX} 経過後の時刻 t_4 に反射光 $S2\_2$ として光検出器 120 に戻ってくる。

[0041] 時刻 t_2 に照明装置 110 を出発した参照光 S_1 は、手前の物体 OBJ 1 で反射し、時刻 t_2 から T_{MIN} 経過後の時刻 t_5 に反射光 $S2\_1$ として光検出器 120 に戻ってくる。時刻 t_2 に照明装置 110 を出発した参照光 S_1 は、奥側の物体 OBJ 2 で反射し、時刻 t_2 から T_{MAX} 経過後の時刻 t_6 に反射光 $S2\_2$ として光検出器 120 に戻ってくる。

[0042] そして、時刻 t_2 からインターバル期間 T_{INT} の経過後の時刻 t_7 に、次のランダムパターン PTN_2 の照射がスタートする。

[0043] たとえば T_{INT} は T_{MAX} より長く設定することができる。上限は特になく、インターバル期間 T_{INT} を長くとればとるほど、測定範囲外の物体の反射光の

影響を低減することができるが、インターバル期間 T_{INT} が長すぎると、照射時間 T_{ILM} が短くなるか、フレームレートが低下する。たとえば、 $T_{MAX}=400\text{ ns}$ のとき、 $T_{INT}=0.5\text{ ms}$ としてもよい。ランダムパターンの切り替え周波数を 400 Hz とする場合、 $T_{ILM}=2.5\text{ ms}-0.5\text{ ms}=2\text{ ms}$ となる。

[0044] $T_{INT}>T_{MAX}$ の関係が成り立つとき、物体OBJ2の反射光 $S2\_2$ は、時刻 t_7 より前に、光検出器120に戻ってくる。したがって、期間 $t_1\sim t_7$ の間に検出期間 T_{DET1} を設定すれば、同じランダムパターン PTN_1 のみにもとづく反射光 $S2\_1$ 、 $S2\_2$ が検出される。言い換えれば、時間的に隣接するランダムパターンの干渉を取り除くことができ、画質を改善することができる。

[0045] なお、各検出サイクルにおける検出期間 T_{DET} の始点は、 $t_1\sim t_3$ の間に設定すればよく、検出期間 T_{DET} の終点は、 $t_6\sim t_7$ の間に設定すればよい。

[0046] 厳密に言えば、インターバル期間 T_{INT} の長さは、 $T_{MAX}-T_{MIN}$ より長ければよい。

[0047] 続いて、イメージング装置100によるセンシングの変形例を説明する。

[0048] (変形例1)

検出期間 T_{DET} の始点を、物体OBJまでの距離に応じて動的に決定してもよい。具体的には、イメージング装置100から最も近い物体OBJからの反射光が光検出器120に到達した時刻を検出期間 T_{DET} の始点としてもよい。

[0049] 図6は、変形例1に係るイメージング装置100の動作を説明するタイムチャートである。インターバル期間 T_{INT} において参照光 $S1$ は完全にオフするものとする。そうすると、インターバル期間 T_{INT} の間、照明装置110には反射光 $S2$ は入射せず、環境光（外乱ノイズ）のみが入射する。つまり、インターバル期間 T_{INT} における検出信号 D はランダムパターンの反射光 $S2$ が入射する期間に比べて小さいと言える。言い換えれば、検出信号 D がある時刻において急激に上昇したことは、物体OBJからの反射光 $S2$ が光検出

器 120 に入射したことを示す。

[0050] そこで、演算処理装置 130 は、光検出器 120 の出力信号 D を監視し、ノイズレベルから有意な信号レベルまで増大したタイミングを、検出期間 T_{DET} の始点に設定する。たとえば演算処理装置 130 は、ノイズレベルと有意な信号レベルの間にしきい値 TH を設定し、 $D > TH$ となると、検出期間 T_{DET} を開始してもよい。

[0051] また、演算処理装置 130 は、光検出器 120 の出力信号 D を監視し、有意な信号レベルからノイズレベルまで低下するしたタイミングを、検出期間 T_{DET} の終点に設定してもよい。たとえば演算処理装置 130 は、 $D < TH$ となると、検出期間 T_{DET} を終了してもよい。

[0052] たとえば演算処理装置 130 は、このように設定した検出期間 T_{DET} の間、検出信号 D をサンプリングして取り込み、複数のサンプリング値にもとづいて検出強度 b_r を生成する。

[0053] ここで演算処理装置 130 は、しきい値 TH を動的に変化させてもよい。たとえば、インターバル期間 T_{INT} の間に、ノイズをセンシングするためのノイズ検出期間 T_{NS} を設け、ノイズ検出期間 T_{NS} において測定された検出信号 D を、ノイズレベルとし、このノイズレベルにもとづいて、次の検出期間 T_{DET} のためのしきい値 TH を設定してもよい。たとえばノイズレベルを所定幅、オフセットしてしきい値 TH としてもよいし、ノイズレベルを所定数倍してしきい値 TH としてもよい。

[0054] 変形例 1 によれば、余計な光の取り込みを低減し、ひいてはノイズ等の影響を低減できる。

[0055] (変形例 2)

図 7 は、変形例 2 に係るイメージング装置 100 の動作を説明するタイムチャートである。変形例 2 においても、インターバル期間 T_{INT} における参照光 S_1 の強度はゼロである。反射光 S_2 が戻ってこない期間（非検出期間という）の間にノイズ検出期間 T_{NS} を設け、検出信号 D のノイズレベルを測定し、測定されたノイズレベルにもとづいて、検出信号 D ひいては検出強度 b

を補正する。変形例 1 の技術を用いて検出期間 T_{DET} を設定し、それ以外を非検出期間としてもよい。

[0056] たとえば検出期間 T_{DET} においてサンプリングされた検出信号 D から、ノイズ検出期間 T_{NS} においてサンプリングされた検出信号 D の値（すなわちノイズレベル）を減算し、減算後の検出信号 D にもとづいて、検出強度 b_r を生成してもよい。

[0057] あるいは、ノイズ検出期間 T_{NS} においてサンプリングされた検出信号 D の値を積算し、積算値にもとづいてノイズ補正值 N を生成する。また、検出期間 T_{DET} においてサンプリングされた検出信号 D を積算して、ノイズを含む検出強度 b_r を生成する。そして、ノイズを含む検出強度 b_r から、ノイズ補正值 N を減算することにより、補正後の検出強度 b_r を生成してもよい。ノイズ補正值 N は、検出期間 T_{DET} とノイズ検出期間 T_{NS} の長さの比率にもとづいてスケーリングされる。

[0058] たとえば照射期間 T_{ILM} とインターバル期間 T_{INT} の長さを等しく設定してもよい。この場合、検出期間 T_{DET} と非検出期間を同じ長さとすることができる。そして非検出期間をノイズ検出期間 T_{NS} としてもよい。この場合、検出期間 T_{DET} とノイズ検出期間 T_{NS} が等しくなるため、ノイズ補正值 N のスケーリングは不要となるため処理を簡素化できる。

[0059] （用途）

続いてイメージング装置 100 の用途を説明する。図 8 は、物体識別システム 10 のブロック図である。この物体識別システム 10 は、自動車やバイクなどの車両に搭載され、車両の周囲に存在する物体 OBJ の種類（カテゴリ）を判定する。

[0060] 物体識別システム 10 は、イメージング装置 100 と、演算処理装置 40 を備える。イメージング装置 100 は、上述のように、物体 OBJ に参照光 $S1$ を照射し、反射光 $S2$ を測定することにより、物体 OBJ の復元画像 G を生成する。

[0061] 演算処理装置 40 は、イメージング装置 100 の出力画像 G を処理し、物

体OBJの位置および種類（カテゴリ）を判定する。

[0062] 演算処理装置40の分類器42は、画像Gを入力として受け、それに含まれる物体OBJの位置および種類を判定する。分類器42は、機械学習によって生成されたモデルにもとづいて実装される。分類器42のアルゴリズムは特に限定されないが、YOLO (You Only Look Once) とSSD (Single Shot MultiBox Detector)、R-CNN (Region-based Convolutional Neural Network)、SPPnet (Spatial Pyramid Pooling)、Faster R-CNN、DSSD (Deconvolution -SSD)、Mask R-CNNなどを採用することができ、あるいは、将来開発されるアルゴリズムを採用できる。

[0063] 以上が物体識別システム10の構成である。物体識別システム10のセンサとして、イメージング装置100を用いることで、以下の利点を得ることができる。

[0064] イメージング装置100すなわち量子レーダカメラを用いることで、ノイズ耐性が格段に高まる。たとえば、降雨時、降雪時、あるいは霧の中を走行する場合、肉眼では物体OBJを認識しにくい、イメージング装置100を用いることで、雨、雪、霧の影響を受けずに、物体OBJの復元画像Gを得ることができる。

[0065] また実施の形態に係るイメージング装置100を用いることを特徴とするで、時間的に隣接するランダムパターンの干渉を防止でき、画質を改善できる。

[0066] 図9は、物体識別システム10を備える自動車のブロック図である。自動車300は、前照灯302L、302Rを備える。イメージング装置100は、前照灯302L、302Rの少なくとも一方に内蔵される。前照灯302は、車体の最も先端に位置しており、周囲の物体を検出する上で、イメージング装置100の設置箇所として最も有利である。

[0067] 図10は、物体検出システム210を備える車両用灯具200を示すブロック図である。車両用灯具200は、車両側ECU304とともに灯具システム310を構成する。車両用灯具200は、光源202、点灯回路204

、光学系 206 を備える。さらに車両用灯具 200 には、物体検出システム 210 が設けられる。物体検出システム 210 は、上述の物体識別システム 10 に対応しており、イメージング装置 100 および演算処理装置 40 を含む。

[0068] 演算処理装置 40 が検出した物体 OBJ に関する情報は、車両用灯具 200 の配光制御に利用してもよい。具体的には、灯具側 ECU 208 は、演算処理装置 40 が生成する物体 OBJ の種類とその位置に関する情報にもとづいて、適切な配光パターンを生成する。点灯回路 204 および光学系 206 は、灯具側 ECU 208 が生成した配光パターンが得られるように動作する。

[0069] また演算処理装置 40 が検出した物体 OBJ に関する情報は、車両側 ECU 304 に送信してもよい。車両側 ECU は、この情報にもとづいて、自動運転を行ってもよい。

[0070] 以上、本発明について、実施の形態をもとに説明した。この実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組み合わせにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。以下、こうした変形例について説明する。

[0071] 実施の形態では、照明装置 110 を、光源 112 とパターンニングデバイス 114 の組み合わせで構成したがその限りでない。たとえば照明装置 110 は、マトリクス状に配置される複数の半導体光源（LED（発光ダイオード）やLD（レーザダイオード））のアレイで構成し、個々の半導体光源のオン、オフ（あるいは輝度）を制御可能に構成してもよい。

[0072] 実施の形態において、ゴーストイメージング（あるいはシングルピクセルイメージング）の手法として、相関計算を用いた手法を説明したが、画像の再構築の手法はそれに限定されない。いくつかの実施の形態では、相関計算に変えて、フーリエ変換やアダマル逆変換を使用した解析的手法や、スパーモデルリングなどの最適化問題を解く手法、およびAI・機械学習を利用したアルゴリズムによって、画像を再構築してもよい。

[0073] 実施の形態にもとづき、具体的な語句を用いて本発明を説明したが、実施の形態は、本発明の原理、応用の一側面を示しているにすぎず、実施の形態には、請求の範囲に規定された本発明の思想を逸脱しない範囲において、多くの変形例や配置の変更が認められる。

産業上の利用可能性

[0074] 本発明は、車載用イメージング装置に関する。

符号の説明

[0075] OBJ 物体
 10 物体識別システム
 40 演算処理装置
 42 分類器
 100 イメージング装置
 110 照明装置
 112 光源
 114 パターンニングデバイス
 120 光検出器
 130 演算処理装置
 132 パターン発生器
 134 再構成処理部
 200 車両用灯具
 202 光源
 204 点灯回路
 206 光学系
 300 自動車
 302 前照灯
 310 灯具システム
 304 車両側ECU

請求の範囲

- [請求項1] 車載用イメージング装置であって、
照射期間ごとに切り替わるランダムパターンを有する参照光を照射する照明装置と、
物体からの反射光を測定する光検出器と、
前記光検出器の出力にもとづく検出強度と前記参照光の強度分布にもとづいて前記物体の復元画像を再構成する演算処理装置と、
を備え、
前記照射期間と前記照射期間の間に、強度がゼロまたは強度分布が均一であるインターバル期間が挿入され、前記車載用イメージング装置の奥行き方向のセンシング距離の上限を L_{MAX} 、光速を c とすると、
前記インターバル期間は $2 \times L_{MAX} / c$ 以上であることを特徴とする車載用イメージング装置。
- [請求項2] 前記演算処理装置は、前記検出強度がしきい値より大きい期間において得られた前記光検出器の出力にもとづいて前記検出強度を生成することを特徴とする請求項1に記載の車載用イメージング装置。
- [請求項3] 前記演算処理装置は、前記検出強度がしきい値を超えると、前記検出強度の取り込みを開始することを特徴とする請求項1に記載の車載用イメージング装置。
- [請求項4] 前記演算処理装置は、前記検出強度がしきい値を下回ると、前記検出強度の取り込みを終了することを特徴とする請求項1または3に記載の車載用イメージング装置。
- [請求項5] 前記しきい値は、前記インターバル期間において得られた前記検出強度にもとづいて設定されることを特徴とする請求項2から4のいずれかに記載の車載用イメージング装置。
- [請求項6] 前記インターバル期間における前記参照光の強度はゼロであり、
前記演算処理装置は、前記インターバル期間において得られた前記検出強度を用いて、前記復元画像の再構成に用いる前記検出強度を補

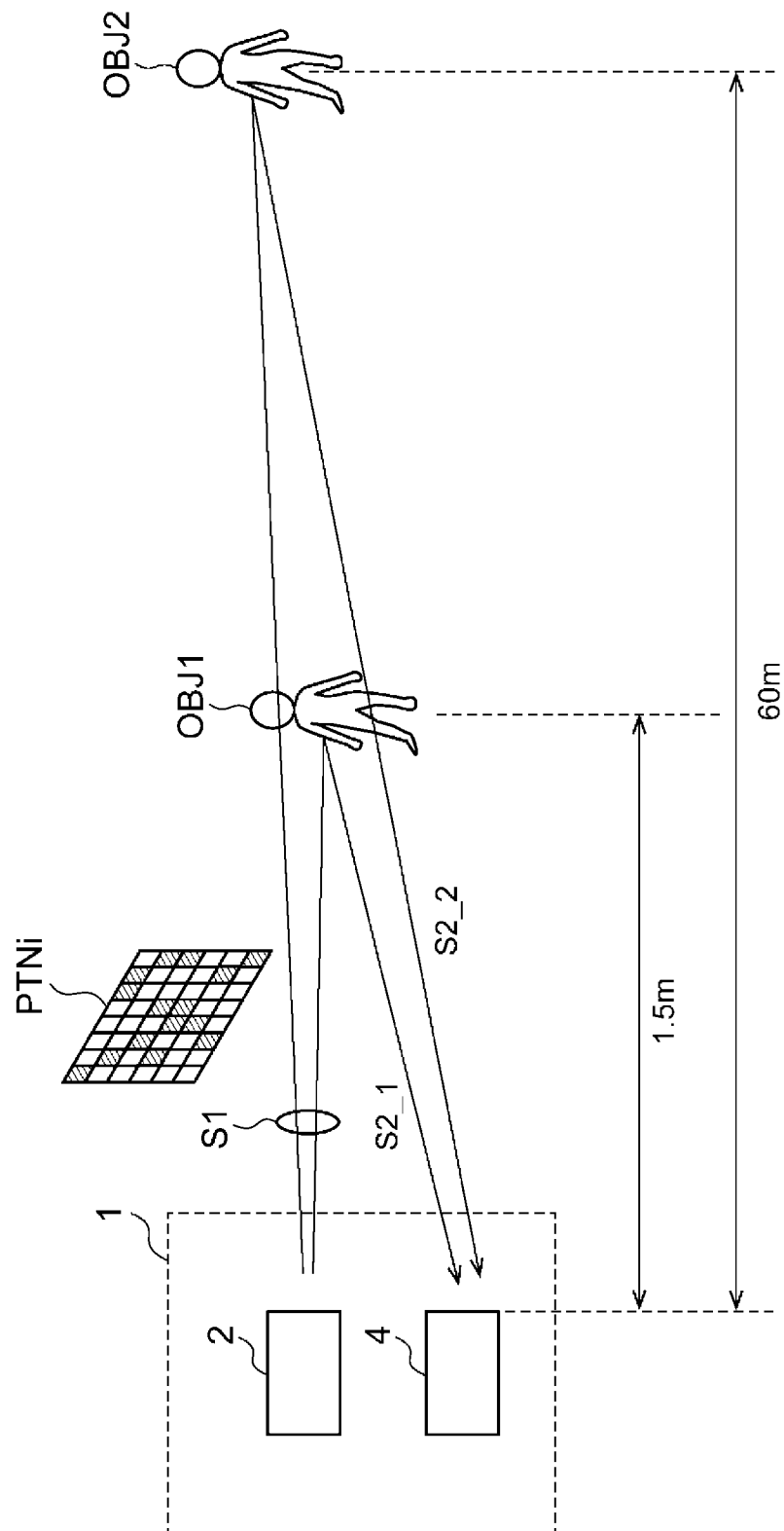
正することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の車載用イメージング装置。

[請求項7] 前記照射期間と前記インターバル期間の長さは等しいことを特徴とする請求項 6 に記載の車載用イメージング装置。

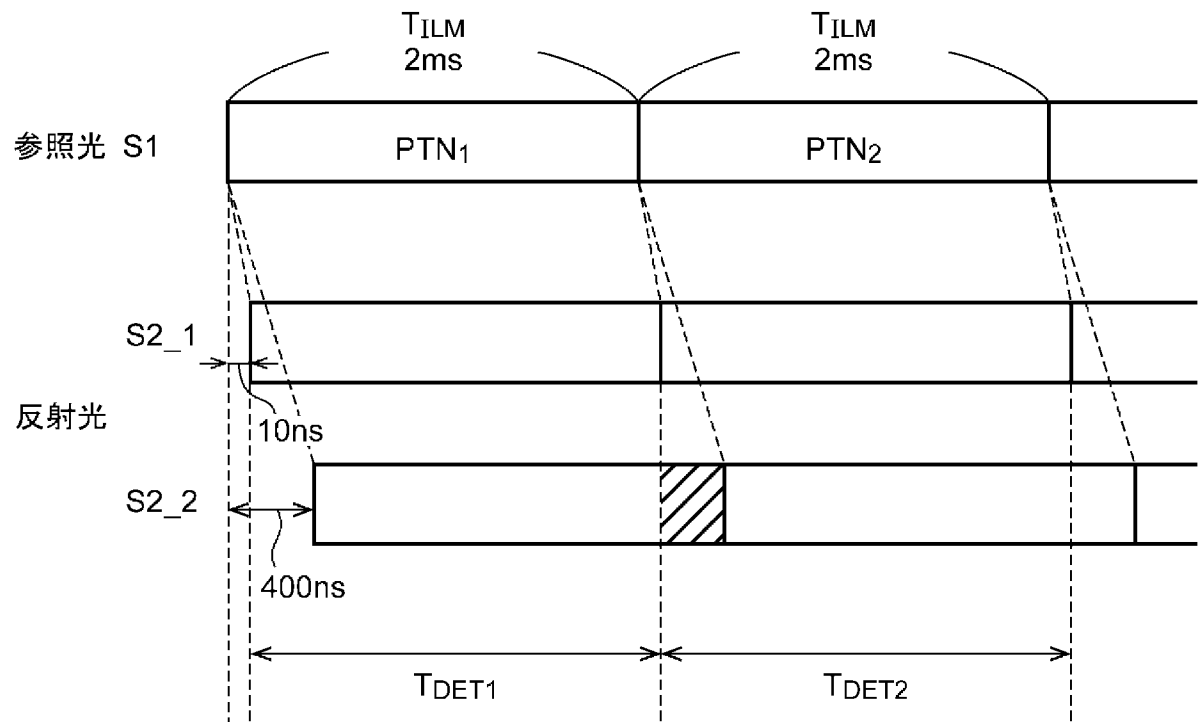
[請求項8] 請求項 1 から 7 のいずれかに記載の車載用イメージング装置を備えることを特徴とする車両用灯具。

[請求項9] 請求項 1 から 7 のいずれかに記載の車載用イメージング装置を備えることを特徴とする自動車。

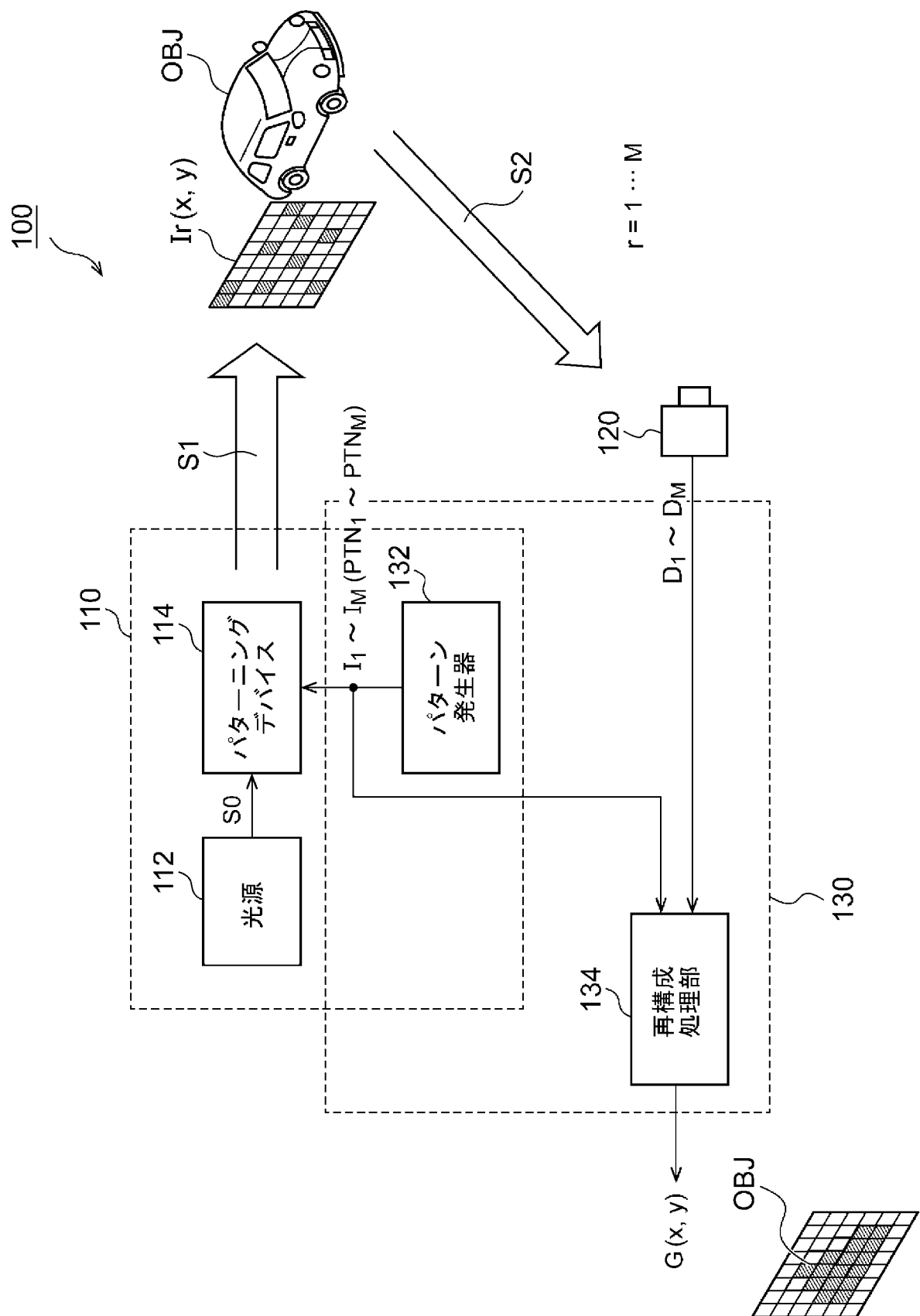
[図1]



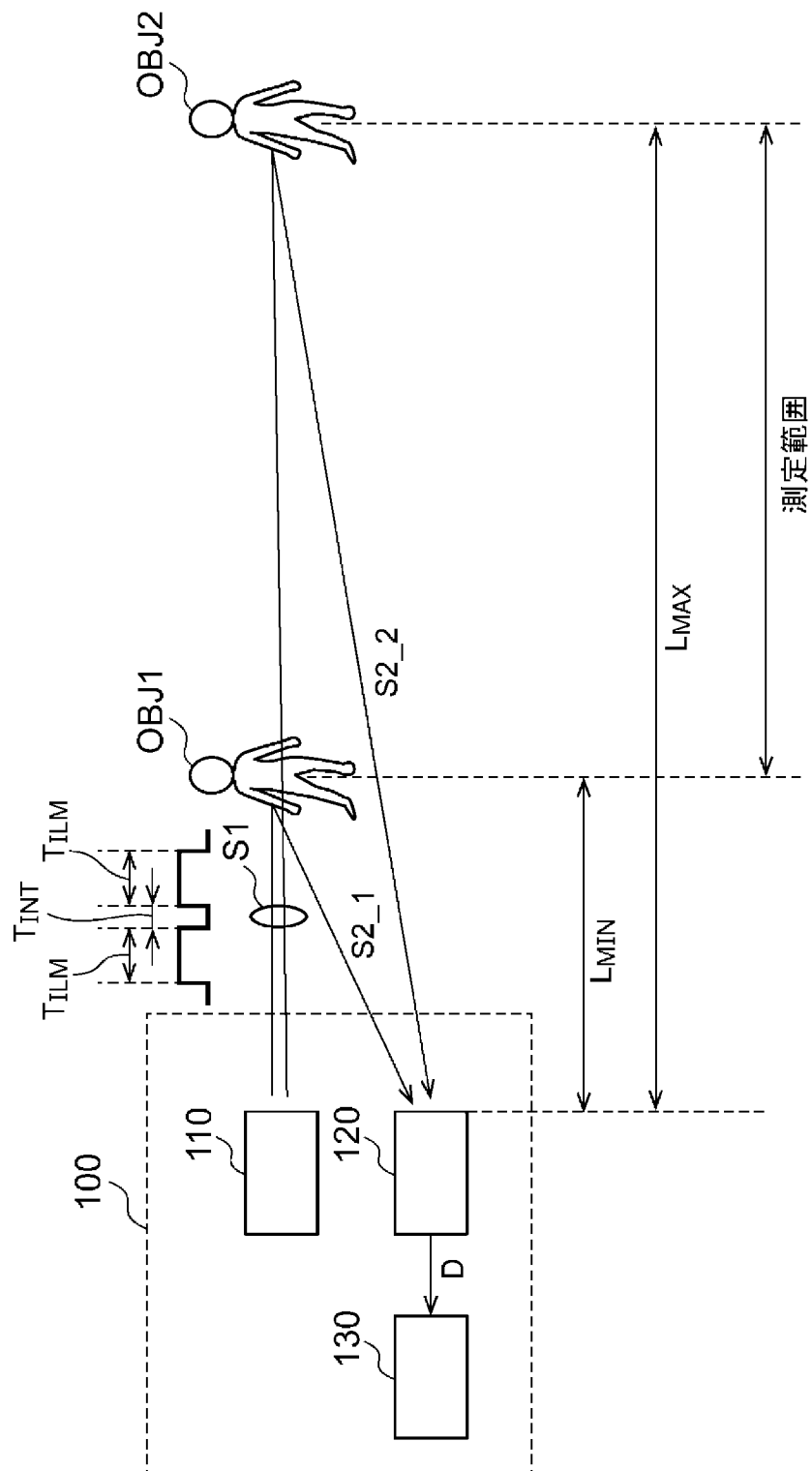
[図2]



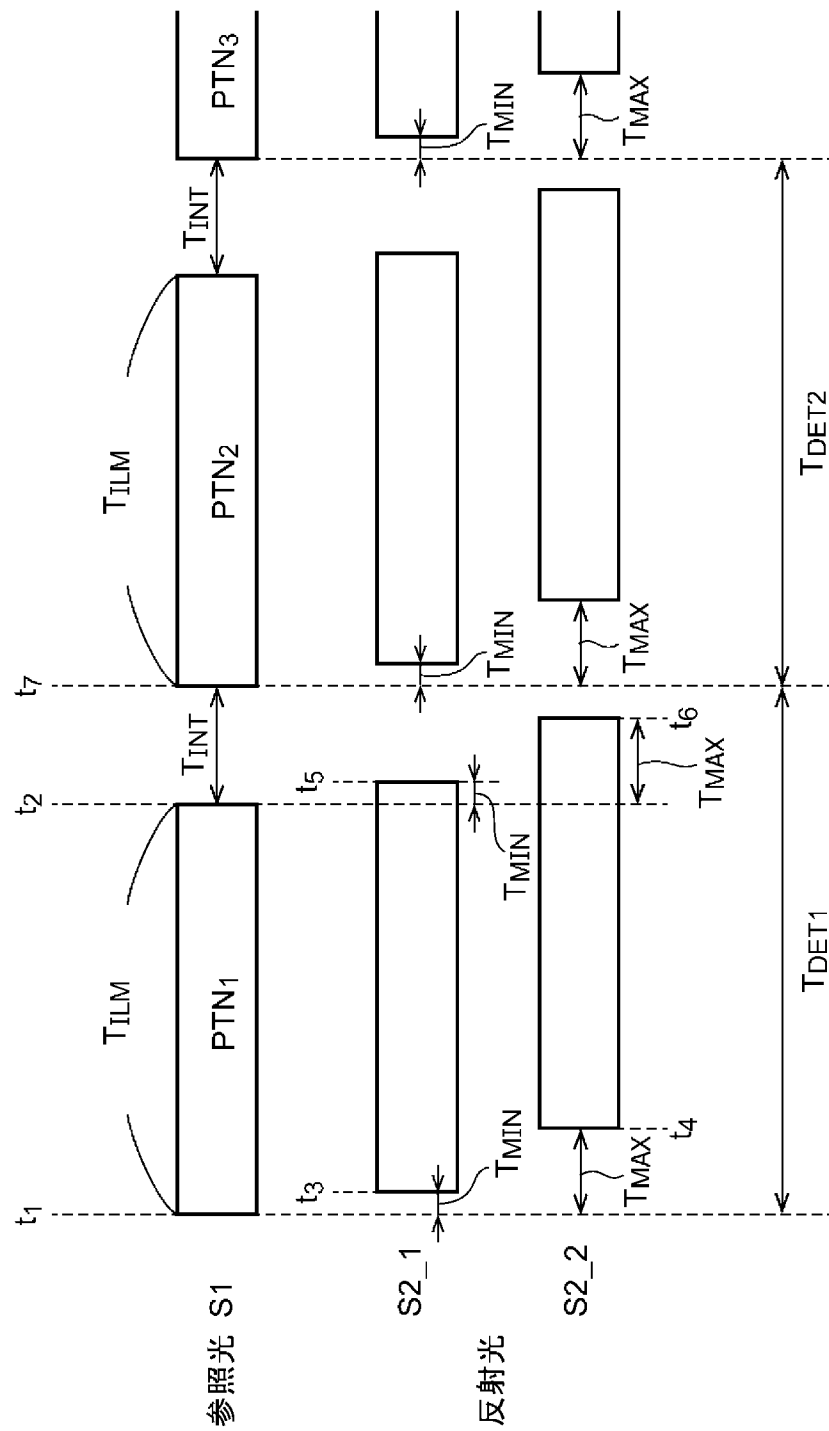
[図3]



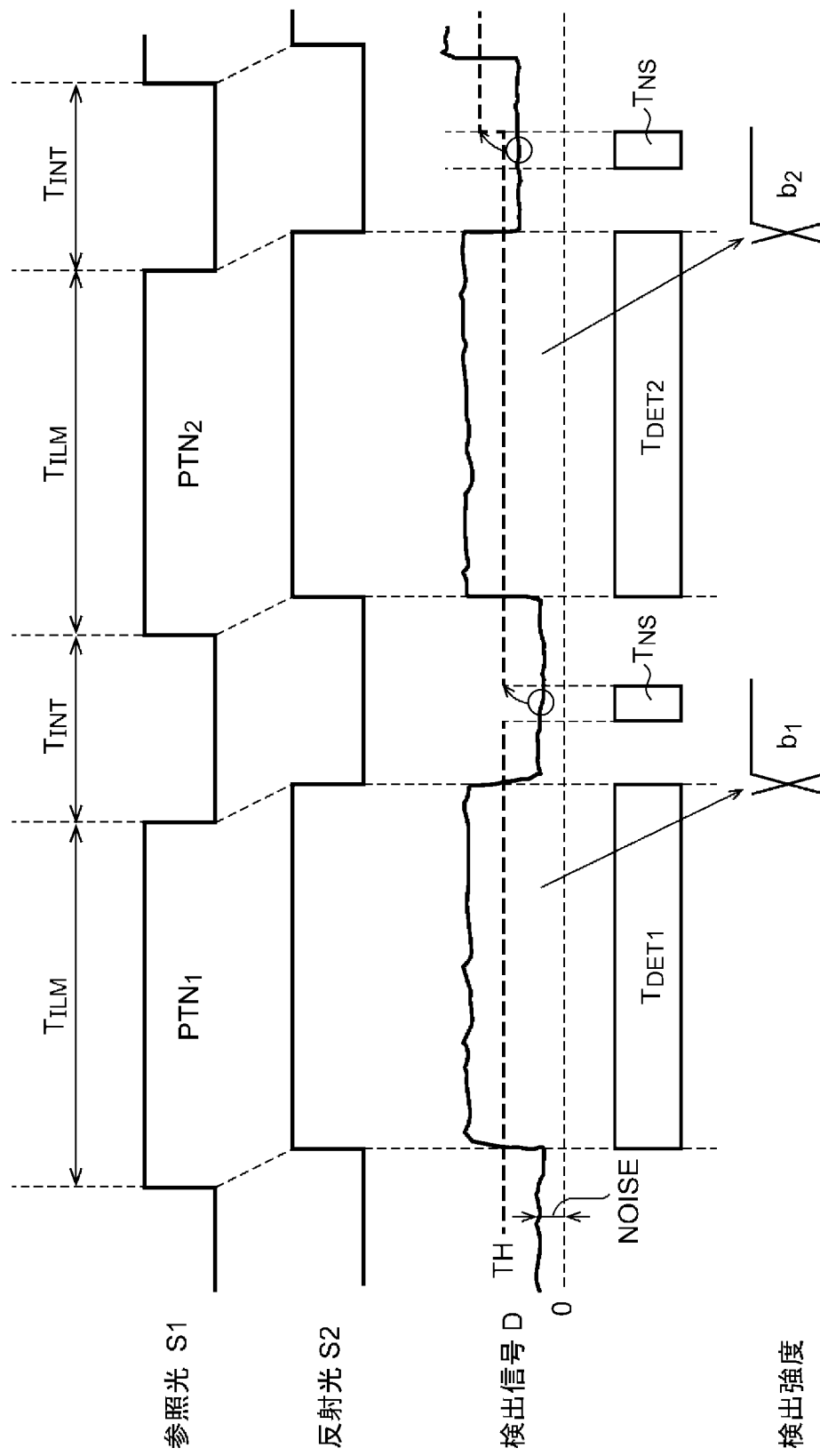
[図4]



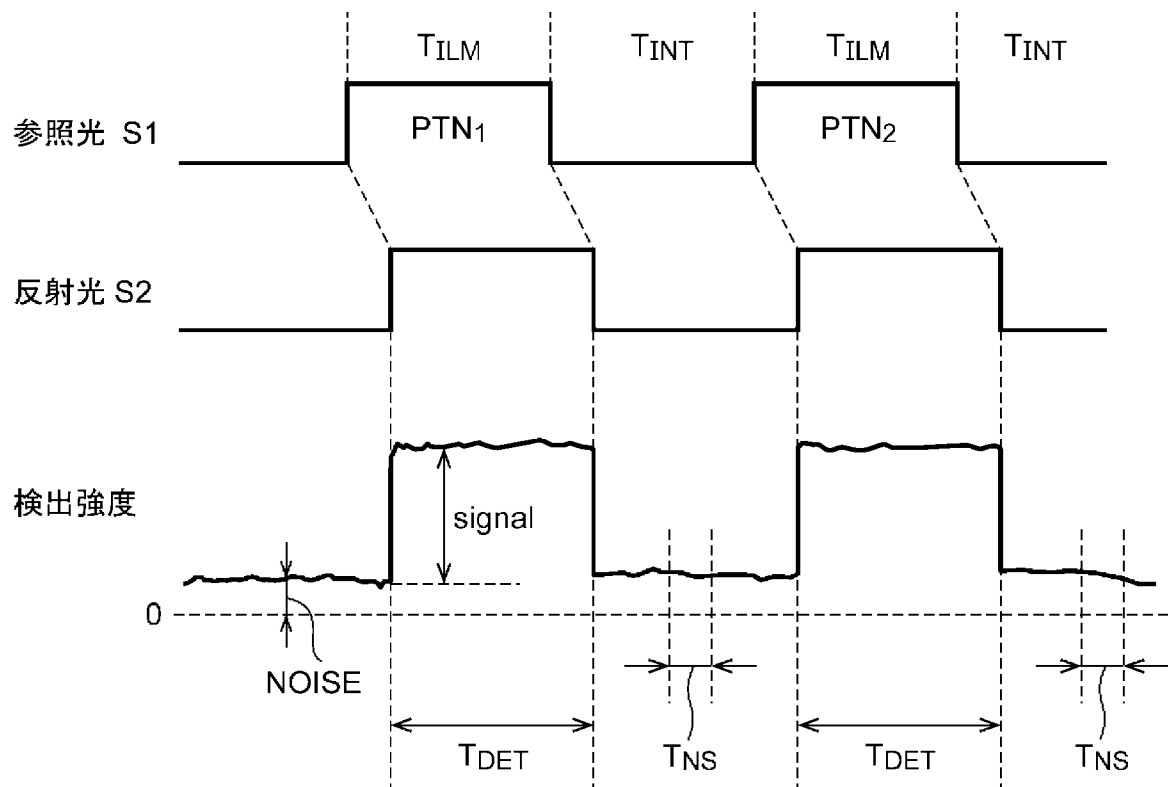
[図5]



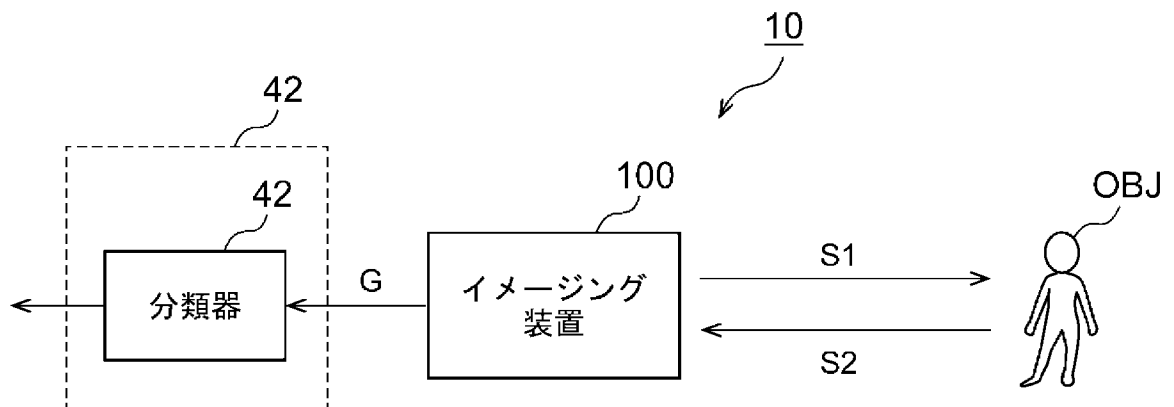
[図6]



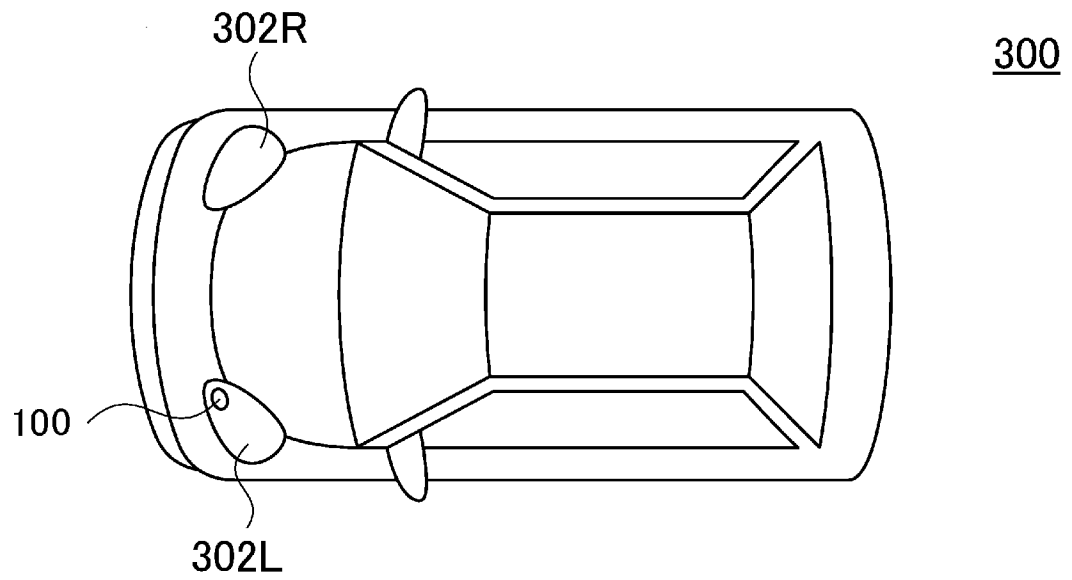
[図7]



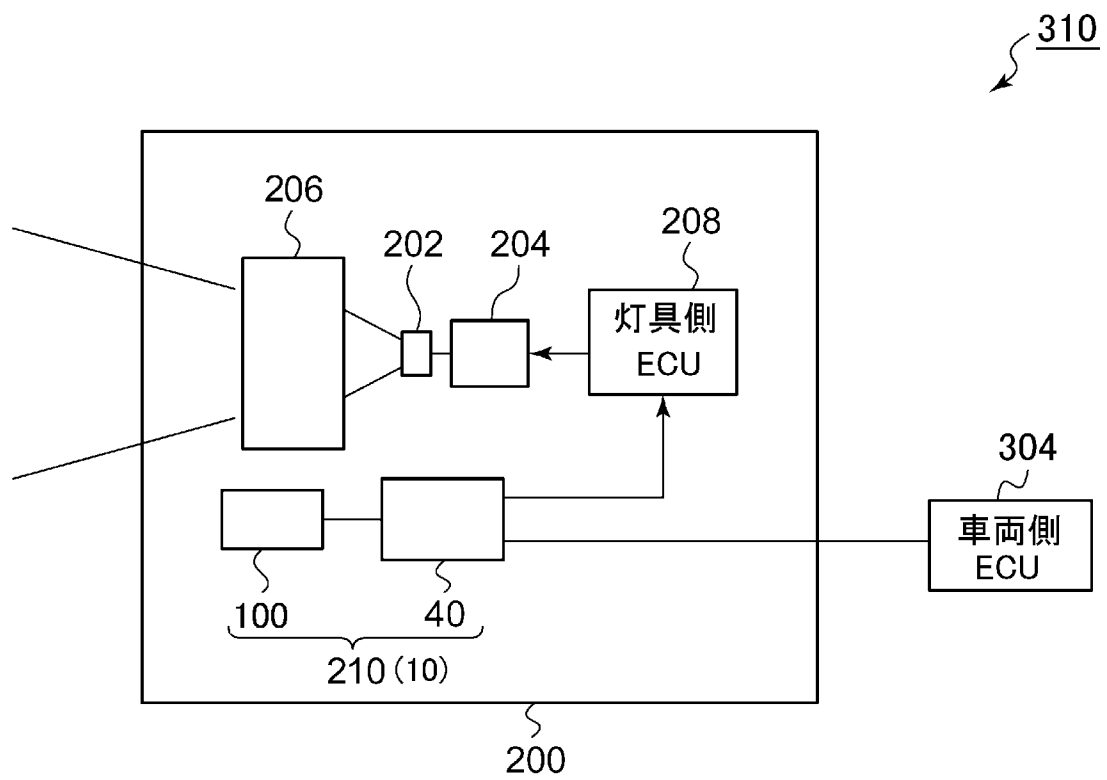
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/051193

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01S17/89(2020.01)i, G01S17/93(2020.01)i, G01S7/487(2006.01)i
FI: G01S17/89, G01S7/487, G01S17/93

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01S7/48-G01S7/51, G01S17/00-G01S17/95, G01B11/00-G01B11/30,
G01C3/00-G01C3/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6412673 B1 (TAMAGAWA ACADEMY & UNIVERSITY) 24.10.2018 (2018-10-24), paragraphs [0018], [0028]-[0034], [0043], [0074], fig. 1, 2	1-9
Y	WO 2017/110417 A1 (KOITO MFG CO., LTD.) 29.06.2017 (2017-06-29), paragraphs [0001], [0061]-[0073], [0079], [0080], fig. 1, 7	1-9
Y	JP 2013-96905 A (DENSO CORPORATION) 20.05.2013 (2013-05-20), paragraphs [0028]-[0046], fig. 1-4	1-9
Y	JP 2012-37267 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 23.02.2012 (2012-02-23), paragraphs [0023]-[0030], fig. 1-11	2-5
Y	WO 2016/208215 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 29.12.2016 (2016-12-29), paragraphs [0012], [0032]-[0042], [0119], fig. 1, 5, 6	6-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06.03.2020

Date of mailing of the international search report
17.03.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/051193

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2018-156862 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 04.10.2018 (2018-10-04), paragraphs [0039]-[0057], fig. 1, 2	8
A	JP 2017-525952 A (RAYTHEON CO.) 07.09.2017 (2017- 09-07), entire text, all drawings	1-9
A	CN 108363069 A (TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 03.08.2018 (2018-08-03), entire text, all drawings	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/051193

JP 6412673 B1	24.10.2018	JP 2019-23640 A WO 2019/016968 A1 WO 2019/016994 A1
WO 2017/110417 A1	29.06.2017	US 2019/0004150 A1 paragraphs [0002], [0080]-[0094], [0105], [0106], fig. 1, 7 EP 3396413 A1 CN 108431630 A
JP 2013-96905 A	20.05.2013	(Family: none)
JP 2012-37267 A	23.02.2012	US 2013/0114073 A1 paragraphs [0042]-[0052], fig. 1-11 WO 2012/017762 A1
WO 2016/208215 A1	29.12.2016	JP 2018-136123 A
JP 2018-156862 A	04.10.2018	US 2018/0264990 A1 paragraphs [0048]-[0066], fig. 1, 2 EP 3375663 A1 CN 108626687 A
JP 2017-525952 A	07.09.2017	US 2016/0033642 A1 WO 2016/025055 A1 CA 2950907 A1 CN 106796293 A
CN 108363069 A	03.08.2018	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01S 17/89(2020.01)i; G01S 17/93(2020.01)i; G01S 7/487(2006.01)i FI: G01S17/89; G01S7/487; G01S17/93														
B. 調査を行った分野														
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G01S 7/48 - G01S 7/51; G01S 17/00 - G01S 17/95; G01B 11/00 - G01B 11/30; G01C 3/00 - G01C 3/32														
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
Y	JP 6412673 B1（学校法人玉川学園）24.10.2018（2018 - 10 - 24） [0018], [0028]-[0034], [0043], [0074], 図1-2	1-9												
Y	WO 2017/110417 A1（株式会社小糸製作所）29.06.2017（2017 - 06 - 29） [0001], [0061]-[0073], [0079]-[0080], 図1, 7	1-9												
Y	JP 2013-96905 A（株式会社デンソー）20.05.2013（2013 - 05 - 20） [0028]-[0046], 図1-4	1-9												
Y	JP 2012-37267 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）23.02.2012（2012 - 02 - 23） [0023]-[0030], 図1-11	2-5												
Y	WO 2016/208215 A1（株式会社村田製作所）29.12.2016（2016 - 12 - 29） [0012], [0032]-[0042], [0119], 図1, 5-6	6-7												
Y	JP 2018-156862 A（トヨタ自動車株式会社）04.10.2018（2018 - 10 - 04） [0039]-[0057], 図1-2	8												
A	JP 2017-525952 A（レイセオン カンパニー）07.09.2017（2017 - 09 - 07） 全文, 全図	1-9												
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 06.03.2020	国際調査報告の発送日 17.03.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 渡辺 慶人 2S 1166 電話番号 03-3581-1101 内線 3216													

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	CN 108363069 A (TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 03.08.2018 (2018 - 08 - 03) 全文, 全図	1-9

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/051193

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	6412673	B1	24.10.2018	JP	2019-23640	A	
				WO	2019/016968	A1	
				WO	2019/016994	A1	
WO	2017/110417	A1	29.06.2017	US	2019/0004150	A1	
					[0002], [0080]-[0094],		
					[0105]-[0106], FIGS.1,7		
				EP	3396413	A1	
				CN	108431630	A	
JP	2013-96905	A	20.05.2013	(ファミリーなし)			
JP	2012-37267	A	23.02.2012	US	2013/0114073	A1	
					[0042]-[0052], FIGS.1-11		
				WO	2012/017762	A1	
WO	2016/208215	A1	29.12.2016	JP	2018-136123	A	
JP	2018-156862	A	04.10.2018	US	2018/0264990	A1	
					[0048]-[0066], FIGS.1-2		
				EP	3375663	A1	
				CN	108626687	A	
JP	2017-525952	A	07.09.2017	US	2016/0033642	A1	
				WO	2016/025055	A1	
				CA	2950907	A1	
				CN	106796293	A	
CN	108363069	A	03.08.2018	(ファミリーなし)			