

(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 2020/149139 A1

(51) 国際特許分類:

G01S 17/89 (2020.01) B60Q 1/24 (2006.01)
G01S 17/93 (2020.01) G01S 7/486 (2020.01)
B60Q 1/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/051192

(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:

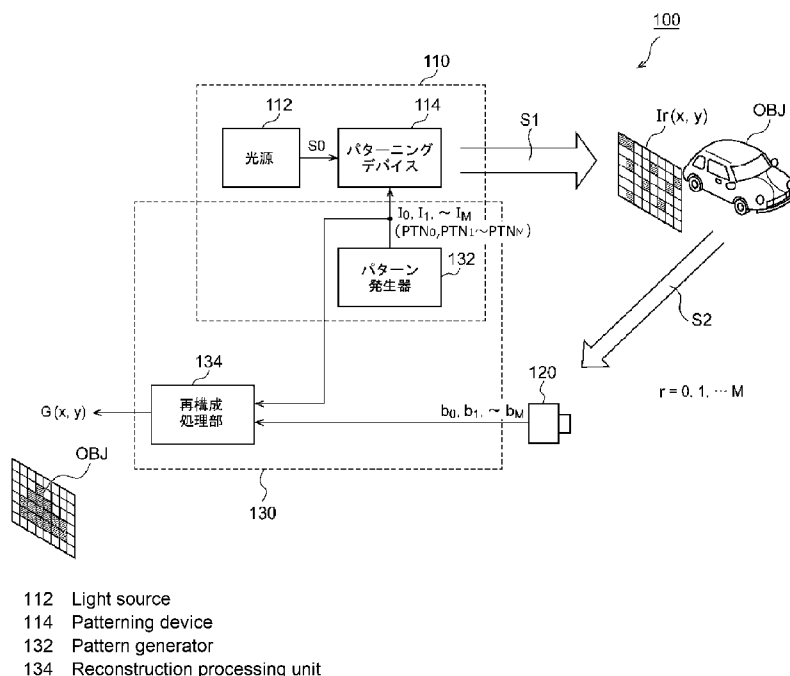
特願 2019-005428 2019年1月16日(16.01.2019) JP
特願 2019-005429 2019年1月16日(16.01.2019) JP
特願 2019-005430 2019年1月16日(16.01.2019) JP

(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: 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). 新田 健人(NITTA Kento); 〒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). 鳥居 輝明(TORII Teruaki); 〒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).

(54) Title: IMAGING APPARATUS, COMPUTATIONAL PROCESSING DEVICE THEREOF, LIGHTING FIXTURE FOR VEHICLE, VEHICLE, AND SENSING METHOD

(54) 発明の名称: イメージング装置、その演算処理装置、車両用灯具、車両、センシング方法



(57) Abstract: An illumination device 110 emits a reference light S1 including at least one standard pattern I_0 having a uniform intensity distribution, and a plurality of random patterns I_1 - I_M which have a random intensity distribution and a known space-averaged intensity. A computational processing device 130 utilizes a standard detection intensity b_0 , which is the detection intensity b_0 obtained when the reference light S1 is the standard pattern

(74) 代理人：森 下 賢 樹 (MORISHITA Sakaki);
〒1500021 東京都渋谷区恵比寿西 2 -
1 1 - 1 2 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, 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：

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

I_0 , to calculate a detection intensity average value which is the average of a plurality of detection intensities b_0 - b_M obtained when the reference light S1 is the plurality of random patterns I_1 - I_M .

(57) 要約：照明装置 1 1 0 は、強度分布が均一である少なくともひとつの基準パターン I_0 と、強度分布がランダムであり、空間平均強度が既知である複数のランダムパターン $I_1 \sim I_M$ と、を含む参照光 S 1 を発生する。演算処理装置 1 3 0 は、参照光 S 1 が基準パターン I_0 であるときに得られる検出強度 b_0 である基準検出強度 b_0 を利用して、参照光 S 1 が複数のランダムパターン $I_1 \sim I_M$ であるときに得られる複数の検出強度 $b_0 \sim b_M$ の平均である検出強度平均値 $\langle b \rangle$ を計算する。

明 細 書

発明の名称：

イメージング装置、その演算処理装置、車両用灯具、車両、センシング方法

技術分野

[0001] 本発明は、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、パターンごとに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計算を行い、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、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。ゴーストイメージングにおける相関には、式（１）の相関関数が用いられる。参照光の I_r は r 番目（ $r = 1, 2 \dots, M$ ）の強度分布であり、 b_r は r 番目の強度分布を有する参照光を照射したときに得られる検出強度の値である。

[数1]

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

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

[0006] 図１は、イメージング装置の１フレームのセンシングを示すタイムチャートである。式（１）から分かるように、相関計算には、 M 回の参照光の照射に対して得られる M 個の検出強度 $b_1 \sim b_M$ の平均値 $\langle b \rangle$ が必要である。したがって M 回の照射が完了しないと、相関計算を開始できず、時間遅延 τ が生ずる。車載などのリアルタイム性が要求される用途では、この時間遅延 τ を極力小さくすることが求められる。

[0007] また、物体OBJからの反射光の強度が小さいと、検出強度 b_r が小さくなり、 S/N 比が低下する。 S/N 比の低下は、復元される画像の画質の低下をもたらす。

[0008] 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、画像再構築の時間遅延を短縮可能なイメージング装置の提供にある。また別の態様の例示的な目的のひとつは、画質の低下を抑制可能なイメージング装置の提供にある。

課題を解決するための手段

[0009] １． 本発明のある態様は、イメージング装置に関する。イメージング装置は、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、光検出器の出力にもとづく検出強度と参照光の強度分布にもとづいて物体

の復元画像を再構成する演算処理装置と、を備える。参照光は、強度分布が均一である少なくともひとつの基準パターンと、複数のランダムパターンと、を含む。各ランダムパターンは、強度分布がランダムであり、空間平均強度が既知である。演算処理装置は、参照光が基準パターンであるときに得られる検出強度である基準検出強度にもとづいて、参照光が複数のランダムパターンであるときに得られる複数の検出強度の平均である検出強度平均値を取得する。

[0010] 2. 本発明のある態様は、イメージング装置に関する。このイメージング装置は、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、光検出器の出力にもとづく検出強度と参照光の強度分布にもとづいて、物体の復元画像を再構成する演算処理装置と、を備える。参照光は、ランダムな強度分布を有する複数のランダムパターンを含む。演算処理装置は、あるランダムパターンに対して得られる検出強度と、複数のランダムパターンに対して得られる複数の検出強度の平均である検出強度平均値との差分が所定のしきい値より大きいとき、当該ランダムパターンの照射に関する計算を行い、小さいとき計算を省略する。

[0011] 3. 本発明のある態様は、ゴーストイメージングにもとづくイメージング装置に関する。イメージング装置は、物体からの反射光を測定する光検出器と、光検出器の出力にもとづく検出強度と参照光の強度分布にもとづいて、物体の復元画像を再構成する演算処理装置と、を備える。参照光は、強度分布が均一である少なくともひとつの基準パターンと、強度分布がランダムであり、空間平均強度が所定値である複数のランダムパターンと、を含む。演算処理装置は、参照光が基準パターンであるときに得られる検出強度である基準検出強度にもとづいて、複数のランダムパターンの空間平均強度を設定する。

発明の効果

[0012] 本発明のある態様によれば、計算量を減らすことができ、あるいは画質を改善できる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]イメージング装置の1フレームのセンシングを示すタイムチャートである。
- [図2]実施の形態に係るイメージング装置を示す図である。
- [図3]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4]図4 (a) ~ (c) は、変形例に係るセンシングを説明する図である。
- [図5]変形例5に係るイメージング装置の動作を説明する図である。
- [図6]変形例6に係るイメージング装置の動作を説明する図である。
- [図7]変形例7に係るイメージング装置の動作を説明する図である。
- [図8]変形例8に係るイメージング装置の動作を説明する図である。
- [図9]物体識別システムのブロック図である。
- [図10]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11]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

[0014] (実施の形態の概要)

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、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。

- [0015] 1. 本明細書に開示される一実施の形態は、イメージング装置に関する。
- イメージング装置は、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、光検出器の出力にもとづく検出強度と参照光の強度分布にもとづいて物体の復元画像を再構成する演算処理装置と、を備える。参照光は、強度分布が均一である少なくともひとつの基準パターンと、複数のランダムパターンと、を含む。各ランダムパターンは、強度分布がランダムであり、空間平均強度が既知である。演算処理装置は、参照光が基準パターン

であるときに得られる検出強度である基準検出強度にもとづいて、参照光が複数のランダムパターンであるときに得られる複数の検出強度の平均である検出強度平均値を取得する。

[0016] この実施の形態によると、すべてのランダムパターンの照射を待たずに、画像再構築のための計算を開始することができ、計算時間を短縮できる。また、M回のパターン照射に対して得られるデータをすべてメモリに保持する必要がないため、ハードウェアコストを下げることもできる場合もある。

[0017] 基準パターンは、複数のランダムパターンより前に位置してもよい。あるいは、基準パターンは、複数のランダムパターンの先頭部分に挿入されてもよい。

[0018] あるランダムパターンに対して得られる検出強度と、検出強度平均値との差分が所定のしきい値より大きいとき、当該ランダムパターンの照射に関する計算を行い、小さいとき計算を省略してもよい。これにより演算量を減らすことができ、あるいは鮮明な画像を得ることができる。

[0019] 検出強度平均値との差分がしきい値より大きいような検出強度の個数が、所定数に達するまで、複数のランダムパターンの照射を行ってもよい。この場合、鮮明な画像を再構成できる。

[0020] 複数のランダムパターンの空間平均強度は、基準検出強度にもとづいて設定されてもよい。これにより、検出対象の物体の大きさ、反射率、距離や、参照光の光路の環境に適したセンシングが可能となる。

[0021] 基準検出強度が小さいほど、複数のランダムパターンの空間平均強度は大きくてもよい。これによりS/N比を高めることができる。

[0022] 2. 本明細書に開示される一実施の形態もイメージング装置に関する。イメージング装置は、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、光検出器の出力にもとづく検出強度と参照光の強度分布にもとづいて物体の復元画像を再構成する演算処理装置と、を備える。参照光は、ランダムな強度分布を有する複数のランダムパターンを含む。演算処理装置は、あるランダムパターンに対して得られる検出強度と、複数のランダ

ムパターンに対して得られる複数の検出強度の平均である検出強度平均値との差分がしきい値より大きいとき、当該ランダムパターンの照射に関する計算を行い、小さいとき計算を省略する。

[0023] この実施の形態によれば、計算量を減らすことができる。

[0024] 検出強度平均値との差分がしきい値より大きいような検出強度の個数が、所定数に達するまで、複数のランダムパターンの照射を行ってもよい。この場合、鮮明な画像を再構成できる。

[0025] 本明細書に開示される一実施の形態は、イメージング装置に関する。イメージング装置は、参照光を照射する照明装置と、物体からの反射光を測定し、検出強度を出力する光検出器と、検出強度と参照光の強度分布にもとづいて、物体の復元画像を再構成する演算処理装置と、を備える。参照光は、強度分布が均一である少なくともひとつの基準パターンと、複数のランダムパターンと、を含む。各ランダムパターンは、強度分布がランダムであり、空間平均強度は所定値である。演算処理装置は、参照光が基準パターンであるときに得られる検出強度である基準検出強度を利用して、参照光が複数のランダムパターンであるときに得られる複数の検出強度の平均である検出強度平均値を計算する。

[0026] この実施の形態によると、すべてのランダムパターンの照射を待たずに、画像再構築のための演算処理を開始することができ、計算時間を短縮できる。また、M回のパターン照射に対して得られるデータをすべてメモリに保持する必要がないため、ハードウェアコストを下げることもできる場合もある。

[0027] 基準パターンは、複数のランダムパターンより前に位置してもよい。あるいは、基準パターンは、複数のランダムパターンの先頭部分に挿入されてもよい。

[0028] あるランダムパターンに対して得られる検出強度と、検出強度平均値との差分が所定のしきい値より大きいとき、当該ランダムパターンの照射に関する計算を行い、小さいとき計算を省略してもよい。これにより演算量を減ら

すことができ、あるいは鮮明な画像を得ることができる。

[0029] 検出強度平均値との差分がしきい値より大きいような検出強度の個数が、所定数に達するまで、複数のランダムパターンの照射を行ってもよい。この場合、鮮明な画像を再構成できる。

[0030] 複数のランダムパターンの空間平均強度は、基準検出強度にもとづいて設定されてもよい。これにより、検出対象の物体の大きさ、反射率、距離や、参照光の光路の環境に適したセンシングが可能となる。

[0031] 基準検出強度が小さいほど、複数のランダムパターンの空間平均強度は大きくてもよい。これによりS/N比を高めることができる。

[0032] 本明細書に開示される一実施の形態もイメージング装置に関する。イメージング装置は、参照光を照射する照明装置と、物体からの反射光を測定し、検出強度を出力する光検出器と、検出強度と参照光の強度分布にもとづいて、物体の復元画像を再構成する演算処理装置と、を備える。参照光は、ランダムな強度分布を有する複数のランダムパターンを含む。演算処理装置は、あるランダムパターンに対して得られる検出強度と、複数のランダムパターンに対して得られる複数の検出強度の平均である検出強度平均値との差分がしきい値より大きいとき、当該ランダムパターンの照射に関する計算を行い、小さいとき計算を省略する。

[0033] この実施の形態によれば、計算量を減らすことができる。

[0034] 検出強度平均値との差分がしきい値より大きいような検出強度の個数が、所定数に達するまで、複数のランダムパターンの照射を行ってもよい。この場合、鮮明な画像を再構成できる。

[0035] 3. 本明細書に開示される一実施の形態は、イメージング装置に関する。イメージング装置は、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、光検出器の出力にもとづく検出強度と参照光の強度分布にもとづいて、物体の復元画像を再構成する演算処理装置と、を備える。参照光は、強度分布が均一である少なくともひとつの基準パターンと、複数のランダムパターンと、を含む。各ランダムパターンは、強度分布がランダム

であり、空間平均強度が所定値である。演算処理装置は、参照光が基準パターンであるときに得られる検出強度である基準検出強度にもとづいて、複数のランダムパターンの空間平均強度を設定する。

[0036] 基準検出強度は、物体の大きさ、反射率、イメージング装置と物体との間の伝搬損失に応じて変化する。この実施の形態によれば、検出対象の物体の大きさ、反射率、距離や、参照光の光路の環境に適したセンシングが可能となる。

[0037] 基準検出強度が小さいほど、複数のランダムパターンの空間平均強度は大きくてもよい。これにより、反射率が低い物体をセンシングする際や、伝搬損失が大きい環境でセンシングする際のS/N比を低下を抑制できる。

[0038] 演算処理装置は、基準検出強度にもとづいて、参照光が複数のランダムパターンであるときに得られる複数の検出強度の平均である検出強度平均値を取得してもよい。この実施の形態によると、すべてのランダムパターンの照射を待たずに、画像再構築のための計算を開始することができ、計算時間を短縮できる。また、M回のパターン照射に対して得られるデータをすべてメモリに保持する必要がないため、ハードウェアコストを下げることもできる場合もある。

[0039] あるランダムパターンに対して得られる前記検出強度と、検出強度平均値との差分がしきい値より大きいとき、当該ランダムパターンの照射に関する計算を行い、小さいとき計算を省略してもよい。これにより演算量を減らすことができ、あるいは鮮明な画像を得ることができる。

[0040] 検出強度平均値との差分がしきい値より大きいような検出強度の個数が、所定数に達するまで、複数のランダムパターンの照射を行ってもよい。この場合、鮮明な画像を再構成できる。

[0041] 本明細書に開示される一実施の形態もイメージング装置に関する。イメージング装置は、参照光を照射する照明装置と、物体からの反射光を測定し、検出強度を出力する光検出器と、検出強度と参照光の強度分布にもとづいて、物体の復元画像を再構成する演算処理装置と、を備える。参照光は、ラン

ダムな強度分布を有する複数のランダムパターンを含む。演算処理装置は、あるランダムパターンに対して得られる検出強度と、複数のランダムパターンに対して得られる複数の検出強度の平均である検出強度平均値との差分がしきい値より大きいとき、当該ランダムパターンの照射に関する計算を行い、小さいとき計算を省略する。

[0042] この実施の形態によれば、計算量を減らすことができる。

[0043] 検出強度平均値との差分がしきい値より大きいような検出強度の個数が、所定数に達するまで、複数のランダムパターンの照射を行ってもよい。この場合、鮮明な画像を再構成できる。

[0044] (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。

[0045] 図2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シングルピクセルのイメージング装置であり、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。

[0046] 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。

[0047] 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 S 1 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 S 1 の波長は、赤外あるいは紫外であってもよい。

[0048] パターニングデバイス 1 1 4 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。

[0049] パターニングデバイス 1 1 4 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。パターニングデバイス 1 1 4 には、パターン発生器 1 3 2 が発生するパターン信号 P T N (画像データ) が与えられている。

[0050] パターン発生器 1 3 2 は、参照光 S 1 の強度分布 I_r を指定するパターン信号 P T N_r を発生し、時間とともにパターン信号 P T N_r を切り替える ($r = 1, 2, \dots, M$)。

[0051] 光検出器 1 2 0 は、物体 O B J からの反射光を測定し、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 O B J に照射したときに、光検出器 1 2 0 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 1 2 0 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 1 2 0 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 D₁ ~ D_M が出力される。

[0052] 演算処理装置 1 3 0 は、パターン発生器 1 3 2 と再構成処理部 1 3 4 を含む。再構成処理部 1 3 4 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 $b_1 \sim b_M$ の相関計算を行い、物体 O B J の復元画像 G (x, y) を再構成する。

[0053] 検出強度 $b_1 \sim b_M$ は、検出信号 D₁ ~ 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。

- [0054] ある強度分布 I_r の参照光 S1 を、ある照射期間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。
- [0055] 光検出器 120 として、カメラのように露光時間が設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。
- [0056] 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。
- [0057] 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。
- [0058] 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。
- [0059] 本実施の形態において、参照光 S1 は、強度分布がランダムであり、空間平均強度が所定値である複数のランダムパターン $I_1 \sim I_M$ に加えて、強度分布が均一である少なくともひとつの基準パターン I_0 と、を含む。以下では基

準パターン l_0 は 1 個であるとし、全画素がオン（点灯）であるとする。好ましくは基準パターン l_0 は、複数のランダムパターン $l_1 \sim l_M$ より前に位置してもよい。

[0060] 参照光 S_1 の空間平均強度は、パターンングデバイス 114 の全画素の強度の平均である。パターンングデバイス 114 の各画素が、オン、オフの 2 状態で制御される場合、オン画素の強度を 1、オフ画素の強度を 0 に対応付ける。パターンングデバイス 114 の全画素数を p 、オンである画素（オン画素）の個数を q とするとき、空間平均強度は、 q/p であり、これを点灯比率 η と称する。言い換えればパターン発生器 132 は、点灯比率 η がしきい値 η_a となる制約条件のもと、複数のランダムパターン $l_1 \sim l_M$ を発生する。なお、複数のランダムパターン $l_1 \sim l_M$ それぞれの点灯比率 $\eta_1 \sim \eta_M$ が厳密に η_a と一致する必要はなく、ある程度の誤差を有してよい。

[0061] なお、基準パターン l_0 の空間平均強度（点灯比率 η_0 ）は 1 である。

[0062] 演算処理装置 130 の再構成処理部 134 は、参照光 S_1 が基準パターン l_0 であるときに得られる検出強度である基準検出強度 b_0 を利用して、参照光 S_1 が複数のランダムパターン $l_1 \sim l_M$ であるときに得られる複数の検出強度 $b_1 \sim b_r$ の平均である検出強度平均値 $\langle b \rangle$ を計算する。

[0063] 基準パターン $l_0(x, y)$ が、とある物体に反射して得られる基準検出強度 b_0 は、

$$b_0 = \sum_x \sum_y l_0(x, y) \times f(x, y)$$

である。 $f(x, y)$ は、物体の反射特性や、参照光および反射光の伝送路の特性を表す。

[0064] 同じ物体、同じ伝送路を仮定するとき、 $f(x, y)$ は同じであるから、ランダムパターン $l_r(x, y)$ ($r = 1 \sim M$) に関しても同じ関係式が成り立つ。

$$b_r = \sum_x \sum_y \{ l_r(x, y) \times f(x, y) \}$$

[0065] また、 M 個のランダムパターン $l_1(x, y) \sim l_M(x, y)$ の平均的な強度分布 $\langle l(x, y) \rangle$ は均一であり、 $\eta_a \times l_0(x, y)$ となる。

[0066] そうすると M 個の検出強度 $b_1 \sim b_M$ の検出強度平均値 $\langle b \rangle$ は、以下の式

から計算することができる。

$$\begin{aligned}\langle b \rangle &= \sum_{r=1:M} b_r / M \\ &= b_0 \times \eta_a \quad \cdots (2)\end{aligned}$$

[0067] 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。

[0068] 図 3 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。図 3 では、パターンングデバイス 114 の全画素数は $p = 4 \times 4 = 16$ 画素であり、5 個のオン画素が含まれるように、ランダムパターン $l_1 \sim l_M$ が生成される。つまり点灯比率 η_a は $5 / 16$ に定められる。実際のパターンングデバイス 114 の画素数 p がさらに多くてよいことは言うまでもない。

[0069] 最初に強度分布が均一である基準パターン l_0 が照射され、それに対応する基準検出強度 b_0 が測定される。再構成処理部 134 は、均一照射が完了すると直ちに式 (2) にもとづいて、検出強度平均値 $\langle b \rangle$ を算出する。

[0070] そして、ランダムパターン l_1 の照射が終了し、 b_1 が得られると、式 (1) のうち、対応する項 (c と表記する) を計算し、その値を積算値 d とする。

$$c_1 = (b_1 - \langle b \rangle) l_1 / M \quad \cdots (3)$$

$$d = c_1 \quad \cdots (4)$$

[0071] 続いて、ランダムパターン l_2 の照射が終了し、 b_2 が得られると、式 (1) のうち、対応する項 c_2 を計算する。そして c_2 を、前回得られた値 d に加算する。

$$c_2 = (b_2 - \langle b \rangle) l_2 / M \quad \cdots (5)$$

$$d = d + c_2 \quad \cdots (6)$$

[0072] 一般化すると、 r 番目のランダムパターン l_r の照射に関連して、以下の計算が行われる。

$$c_r = (b_r - \langle b \rangle) l_r / M \quad \cdots (7)$$

$$d = d + c_r \quad \cdots (8)$$

[0073] この処理は、最後のランダムパターン l_M の照射まで繰り返される。

[0074] 以上がイメージング装置100の動作である。このイメージング装置100によれば、基準パターン I_0 の照射が終了した段階で、検出強度平均値 $\langle b \rangle$ を算出できる。したがって、それ以降は、新たな検出強度 b_r が得られる度に、相関計算を進めることができる。これにより、M回目のランダムパターン I_M の照射の完了後、直ちに、復元画像Gを得ることができ、計算遅延を低減できる。

[0075] また、従来方式では、すべての照射が完了するまで、 $b_1 \sim b_M$ を保持し続けなければならないため、メモリの容量が大きくなる。これに対して本実施の形態では、 b_r は計算完了後破棄することができるため、メモリ容量を削減できる。

[0076] 続いて、基準パターンの照射に関する変形例を説明する。図4(a)～(c)は、変形例に係るセンシングを説明する図である。

[0077] (変形例1)

図3では、1フレームの先頭に、基準パターン I_0 が位置したがその限りではなく、先頭以外の箇所に挿入してもよい。計算遅延の削減の効果を考慮すると、基準パターン I_0 はなるべく前の方に挿入した方がよい。たとえば図4(a)に示すように、 $M=1000$ である場合に、 I_{100} と I_{101} の間に挿入してもよい。この場合であっても、100回目のランダムパターン I_{100} の照射後、基準パターン I_0 を照射した段階で検出強度平均値 $\langle b \rangle$ が得られる。したがって1000番目のランダムパターンの照射完了を待つ必要がないため、計算遅延を短縮できる。

[0078] (変形例2)

図3では、1フレームに、1回の基準パターン I_0 を挿入したが、その限りでない。図4(b)に示すように、1フレームに複数の基準パターン I_0 を挿入してもよい。この場合、複数の基準パターン I_0 に対応して得られる複数の基準検出強度 b_0 の平均値にもとづいて、検出強度平均値 $\langle b \rangle$ を計算してもよい。

[0079] (変形例3)

1 フレームのセンシングにおいて、連続するK個のランダムパターンごとに1個の基準パターン l_0 を照射してもよい。この場合、ある基準パターン l_0 に対応して得られる基準検出強度 b_0 にもとづいて、それに続く（あるいはそれに先行する）K個の検出強度の平均値を計算してもよい。

[0080] （変形例4）

図3の例では、基準パターン l_0 を、全画素オンとしたが、その限りでない。各画素の強度として中間的な階調を指定できる場合、全画素の強度を η_a としてもよい。この場合、 $\langle b \rangle = b_0$ とすることができる。

[0081] 続いて、計算時間をより短縮することが可能な変形を説明する。

[0082] （変形例5）

変形例5では、あるランダムパターン l_r に対して得られる検出強度 b_r と、検出強度平均値 $\langle b \rangle$ との差分 $|b_r - \langle b \rangle|$ がしきい値 δ より大きいとき、当該ランダムパターンの照射に関する計算（すなわち項 c_r の計算）を行い、小さいときには、 $b_r - \langle b \rangle \div 0$ 、すなわち $c_r \div 0$ と近似して、その計算を省略する。なおこの変形例において、計算を省略した項は、平均の母集団に含むものとする。

[0083] 図5は、変形例5に係るイメージング装置100の動作を説明する図である。 b_1 、 b_3 に関して、 $\langle b \rangle$ との差分 $|b_r - \langle b \rangle|$ はしきい値 δ より小さい。したがって、これらに関する項 c_1 、 c_3 の計算は省略され、 $c_1 = c_3 = 0$ とされる。

[0084] この変形例5によれば、演算処理装置130における演算量を減らすことができる。

[0085] （変形例6）

図6は、変形例6に係るイメージング装置100の動作を説明する図である。変形例6では、変形例5と同様に、あるランダムパターン l_r に対して得られる検出強度 b_r と、検出強度平均値 $\langle b \rangle$ との差分 $|b_r - \langle b \rangle|$ がしきい値 δ より大きいとき、当該ランダムパターンの照射に関する計算（すなわち項 c_r の計算）を行い、小さいときにはその計算を省略する。変形例5と

の相違点は、計算を省略した項 c_r は、平均の母集団から除外する点である。つまり M 個のランダムパターン $l_1 \sim l_M$ に対して、実際の平均数 m は小さくなる。この変形例 6 によれば、 $|b_r - \langle b \rangle|$ が大きな照射を用いて、相関計算を行うため、鮮明な画像を得ることができる。

[0086] (変形例 7)

変形例 7 は、変形例 6 の修正である。変形例 6 では、 $m \ll M$ となると、画質が低下する可能性がある。そこで変形例 7 では、予め準備するランダムパターンの個数 M'' を、 M より大きくしておき、検出強度平均値 $\langle b \rangle$ との差分がしきい値 δ より大きいような検出強度 b_r の個数 m が、所定数 M に達するまで、複数のランダムパターンの照射を行うこととする。これにより常に M 個の検出強度およびランダムパターンにもとづいて相関計算を行うこととなり、鮮明な画像を得ることが可能となる。なお、擬似ランダム信号発生器を用いる場合、予め M'' 個のパターンを用意する必要はなく、 m が M に達するまで、パターンを発生し続けられよい。

[0087] 図 7 は、変形例 7 に係るイメージング装置 100 の動作を説明する図である。この例では、 $M = 8$ 、 $M'' = 19$ である。この例では、12 個目のランダムパターンを照射した時点で、 $|b_r - \langle b \rangle| > \delta$ である個数 M'' が、所定値 $M = 8$ に到達し、その段階で最終的な復元画像が得られる。この変形例によれば、変形例 6 に比べてさらに鮮明な画像を得ることが可能となる。

[0088] (変形例 8)

変形例 8 において、複数のランダムパターンの空間平均強度、言い換えれば点灯比率 η_a は、基準検出強度 b_0 にもとづいて設定される。図 8 は、変形例 8 に係るイメージング装置 100 の動作を説明する図である。この例では、各フレームの点灯比率 η_a が、そのフレームの先頭で得られる基準検出強度 b_0 にもとづいて決定される。図 8 には連続する 2 フレームが示される。

[0089] たとえば、基準検出強度 b_0 が小さいほど、複数のランダムパターンの空間平均強度、すなわち点灯比率 η_a を大きくし、反対に基準検出強度 b_0 が大きいほど、点灯比率 η_a を小さくする。たとえば η_a は、 b_0 に実質的に反比例し

てもよい。

[0090] 比較のために、2フレーム目において、1フレーム目と同じ点灯比率 η_a を採用したとする。この場合の検出強度 $b_1 \sim b_M$ は、破線で示すように非常に小さくなる。これに対して、基準検出強度 b_0 が小さいフレームでは、 η_a を大きくすることで、その後、取得される検出強度 $b_1 \sim b_M$ を大きくすることができる。これによりS/N比の低下を抑制できる。

[0091] 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。

[0092] (変形例1)

実施の形態では、照明装置110を、光源112とパターンングデバイス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。

[0093] (用途)

続いてイメージング装置100の用途を説明する。図9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。

[0094] 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。

[0095] 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。

[0096] 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。

[0097] 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。

[0098] 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。

[0099] また、イメージング装置100を用いることで、計算遅延を小さくできる。これにより低遅延のセンシングを提供できる。特に車載用途では物体OBJが高速に移動するケースがあるため、低遅延のセンシングがもたらす恩恵は、非常に大きい。

[0100] 図10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。

[0101] 図11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。

[0102] 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ECU208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ECU208が生成した配光パターンが得られるように動作する。

[0103] 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ECU304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。

[0104] 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ー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。

[0105] 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

[0106] 本発明は、イメージング装置に関する。

符号の説明

- [0107] OBJ 物体
10 物体識別システム
40 演算処理装置

4 2 分類器

1 0 0 イメージング装置

1 1 0 照明装置

1 1 2 光源

1 1 4 パターニングデバイス

1 1 6 パターン発生器

1 2 0 光検出器

1 3 0 演算処理装置

1 3 2 パターン発生器

1 3 4 再構成処理部

2 0 0 車両用灯具

2 0 2 光源

2 0 4 点灯回路

2 0 6 光学系

3 0 0 自動車

3 0 2 前照灯

3 1 0 灯具システム

3 0 4 車両側 ECU

請求の範囲

- [請求項1] 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、
前記参照光は、強度分布が均一である少なくともひとつの基準パターンと、強度分布がランダムであり、空間平均強度が既知である複数のランダムパターンと、を含み、
前記演算処理装置は、前記参照光が前記基準パターンであるときに得られる前記検出強度である基準検出強度を利用して、前記参照光が前記複数のランダムパターンであるときに得られる複数の前記検出強度の平均である検出強度平均値を取得することを特徴とするイメージング装置。
- [請求項2] 前記基準パターンは、前記複数のランダムパターンより前に位置することを特徴とする請求項1に記載のイメージング装置。
- [請求項3] あるランダムパターンに対して得られる前記検出強度と、前記検出強度平均値との差分がしきい値より大きいとき、当該ランダムパターンの照射に関する計算を行い、小さいとき計算を省略することを特徴とする請求項1または2に記載のイメージング装置。
- [請求項4] 前記検出強度平均値との差分がしきい値より大きいような前記検出強度の個数が、所定数に達するまで、前記複数のランダムパターンの照射を行うことを特徴とする請求項3に記載のイメージング装置。
- [請求項5] 前記複数のランダムパターンの前記空間平均強度は、前記基準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に記載のイメージング装置。
- [請求項6] 前記基準検出強度が小さいほど、前記複数のランダムパターンの前記空間平均強度は大きいことを特徴とする請求項5に記載のイメージング装置。

ング装置。

[請求項7] 請求項1から6のいずれかに記載の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8] 請求項1から6のいずれかに記載のイメージング装置を備えることを特徴とする自動車。

[請求項9] イメージング装置に用いられる演算処理装置であって、
前記イメージング装置は、
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、
前記参照光の強度分布を制御するとともに、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可能な演算処理装置と、
を備えるものであり、
前記演算処理装置は、
前記参照光の強度分布を、(i) 均一な基準パターンと、(ii) 強度分布がランダムであり、空間平均強度が既知である複数のランダムパターンとで切り替え、
前記参照光が前記基準パターンであるときに得られる前記検出強度である基準検出強度を利用して、前記参照光が前記複数のランダムパターンであるときに得られる複数の前記検出強度の平均である検出強度平均値を取得することを特徴とする演算処理装置。

[請求項10] 参照光を物体に照射するステップと、
前記物体からの反射光を測定し、検出強度を生成するステップと、
前記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ステップと、
を備え、
前記参照光は、強度分布が均一である少なくともひとつの基準パターンと、強度分布がランダムであり、空間平均強度が既知である複数

のランダムパターンと、を含み、

前記参照光が前記基準パターンであるときに得られる前記検出強度である基準検出強度を利用して、前記参照光が前記複数のランダムパターンであるときに得られる複数の前記検出強度の平均である検出強度平均値を取得することを特徴とするセンシング方法。

[請求項11] ランダムな強度分布を有する複数のランダムパターンを含む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、

前記演算処理装置は、あるランダムパターンに対して得られる前記検出強度と、前記複数のランダムパターンに対して得られる複数の検出強度の平均である検出強度平均値との差分がしきい値より大きいとき、当該ランダムパターンの照射に関する計算を行い、小さいとき計算を省略することを特徴とするイメージング装置。

[請求項12] 前記検出強度平均値との差分がしきい値より大きいような前記検出強度の個数が、所定数に達するまで、前記複数のランダムパターンの照射を行うことを特徴とする請求項11に記載のイメージング装置。

[請求項13] 前記参照光は、均一な基準パターンをさらに含み、

前記複数のランダムパターンの空間平均強度は所定値であり、

前記演算処理装置は、前記参照光が前記基準パターンであるときに得られる前記検出強度である基準検出強度を利用して、前記検出強度平均値を計算することを特徴とする請求項11または12に記載のイメージング装置。

[請求項14] 請求項11または12に記載の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15] 請求項11から13のいずれかに記載のイメージング装置を備える

ことを特徴とする車両。

[請求項16]

イメージング装置に用いられる演算処理装置であって、

前記イメージング装置は、

ランダムな強度分布を有する複数のランダムパターンを含む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、

前記参照光の強度分布を制御するとともに、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、

前記演算処理装置は、あるランダムパターンに対して得られる前記検出強度と、前記複数のランダムパターンに対して得られる複数の検出強度の平均である検出強度平均値との差分がしきい値より大きいとき、当該ランダムパターンの照射に関する計算を行い、小さいとき計算を省略することを特徴とする演算処理装置。

[請求項17]

前記検出強度平均値との差分がしきい値より大きいような前記検出強度の個数が、所定数に達するまで、前記複数のランダムパターンの照射を行うことを特徴とする請求項16に記載の演算処理装置。

[請求項18]

前記複数のランダムパターンの空間平均強度は所定値であり、

前記演算処理装置は、前記参照光を、均一な基準パターンに切り替え可能であり、

前記演算処理装置は、前記参照光が前記基準パターンであるときに得られる前記検出強度である基準検出強度にもとづいて、前記検出強度平均値を取得することを特徴とする請求項16または17に記載の演算処理装置。

[請求項19]

ランダムな強度分布を有する複数のランダムパターンを含む参照光を物体に照射するステップと、

前記物体からの反射光を測定し、検出強度を生成するステップと、

前記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ステップと、

を備え、

あるランダムパターンに対して得られる前記検出強度と、前記複数のランダムパターンに対して得られる複数の検出強度の平均である検出強度平均値との差分がしきい値より大きいとき、当該ランダムパターンの照射に関する計算を行い、小さいとき計算を省略することを特徴とする方法。

[請求項20]

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、

前記参照光は、強度分布が均一である少なくともひとつの基準パターンと、強度分布がランダムであり、空間平均強度が所定値である複数のランダムパターンと、を含み、

前記演算処理装置は、前記参照光が前記基準パターンであるときに得られる前記検出強度である基準検出強度にもとづいて、前記複数のランダムパターンの空間平均強度を設定することを特徴とするイメージング装置。

[請求項21]

前記基準検出強度が小さいほど、前記複数のランダムパターンの前記空間平均強度は大きいことを特徴とする請求項20に記載のイメージング装置。

[請求項22]

前記演算処理装置は、前記基準検出強度にもとづいて、前記参照光が前記複数のランダムパターンであるときに得られる複数の前記検出強度の平均である検出強度平均値を取得することを特徴とする請求項20または21に記載のイメージング装置。

[請求項23]

あるランダムパターンに対して得られる前記検出強度と、前記検出

強度平均値との差分がしきい値より大きいとき、当該ランダムパターンの照射に関する計算を行い、小さいとき計算を省略することを特徴とする請求項 22 に記載のイメージング装置。

[請求項24] 前記検出強度平均値との差分がしきい値より大きいような前記検出強度の個数が、所定数に達するまで、前記複数のランダムパターンの照射を行うことを特徴とする請求項 23 に記載のイメージング装置。

[請求項25] 請求項 20 から 24 のいずれかに記載の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26] 請求項 20 から 24 のいずれかに記載のイメージング装置を備えることを特徴とする車両。

[請求項27] イメージング装置に用いられる演算処理装置であって、
前記イメージング装置は、
参照光を照射する照明装置と、
物体からの反射光を測定し、検出強度を出力する光検出器と、
前記参照光の強度分布を制御するとともに、前記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可能な演算処理装置と、
を備えるものであり、
前記演算処理装置は、
前記参照光の強度分布を、(i) 均一な基準パターンと、(ii) 強度分布がランダムであり、空間平均強度が所定値である複数のランダムパターンとで切り替え、
前記参照光が前記基準パターンであるときに得られる前記検出強度である基準検出強度にもとづいて、前記複数のランダムパターンの前記空間平均強度を設定することを特徴とする演算処理装置。

[請求項28] 参照光を物体に照射するステップと、
前記物体からの反射光を測定し、検出強度を生成するステップと、
前記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

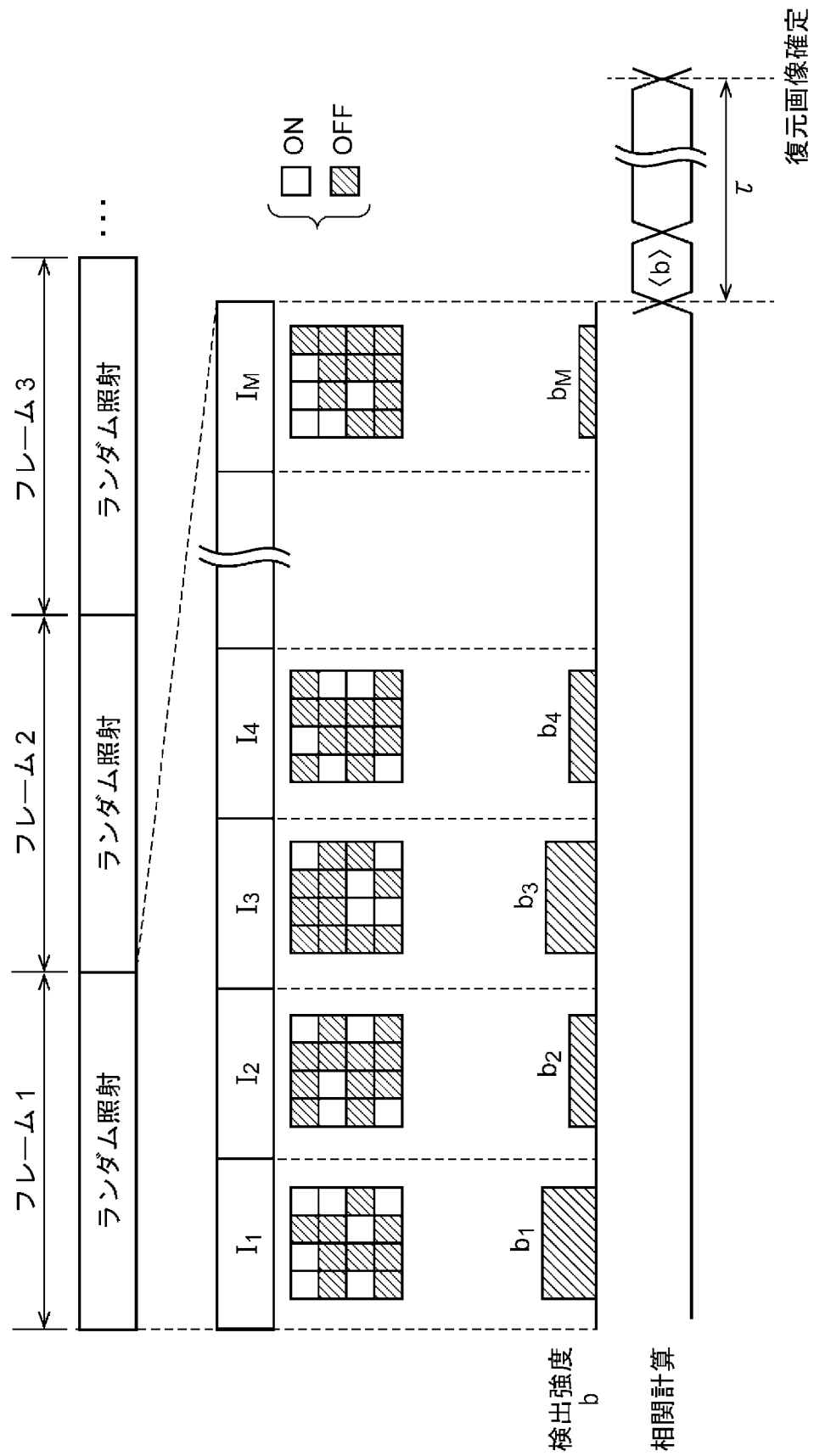
元画像を再構成するステップと、

を備え、

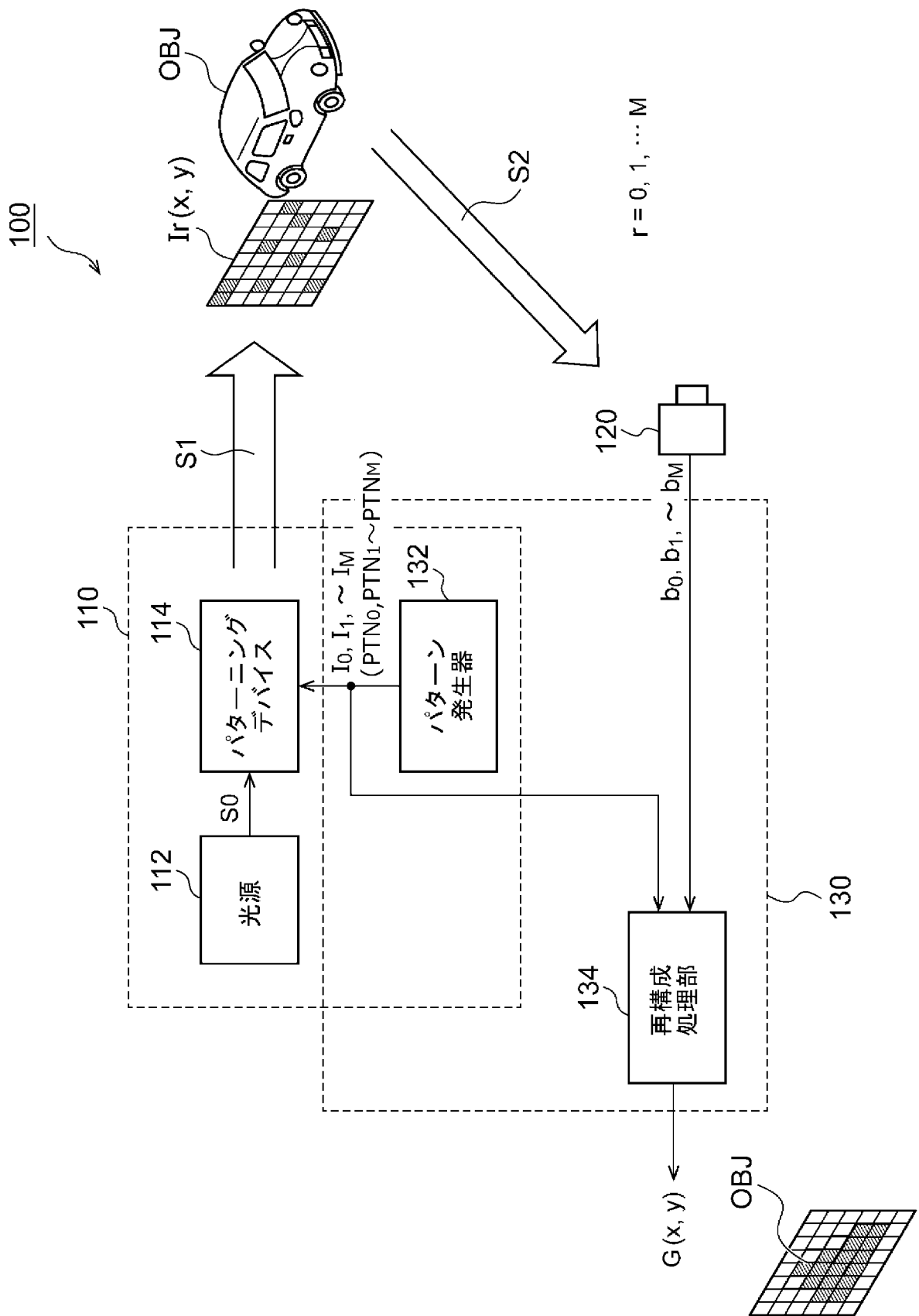
前記参照光は、強度分布が均一である少なくともひとつの基準パターンと、強度分布がランダムであり、空間平均強度が所定値である複数のランダムパターンと、を含み、

前記参照光が前記基準パターンであるときに得られる前記検出強度である基準検出強度にもとづいて、前記複数のランダムパターンの空間平均強度が設定されることを特徴とするセンシング方法。

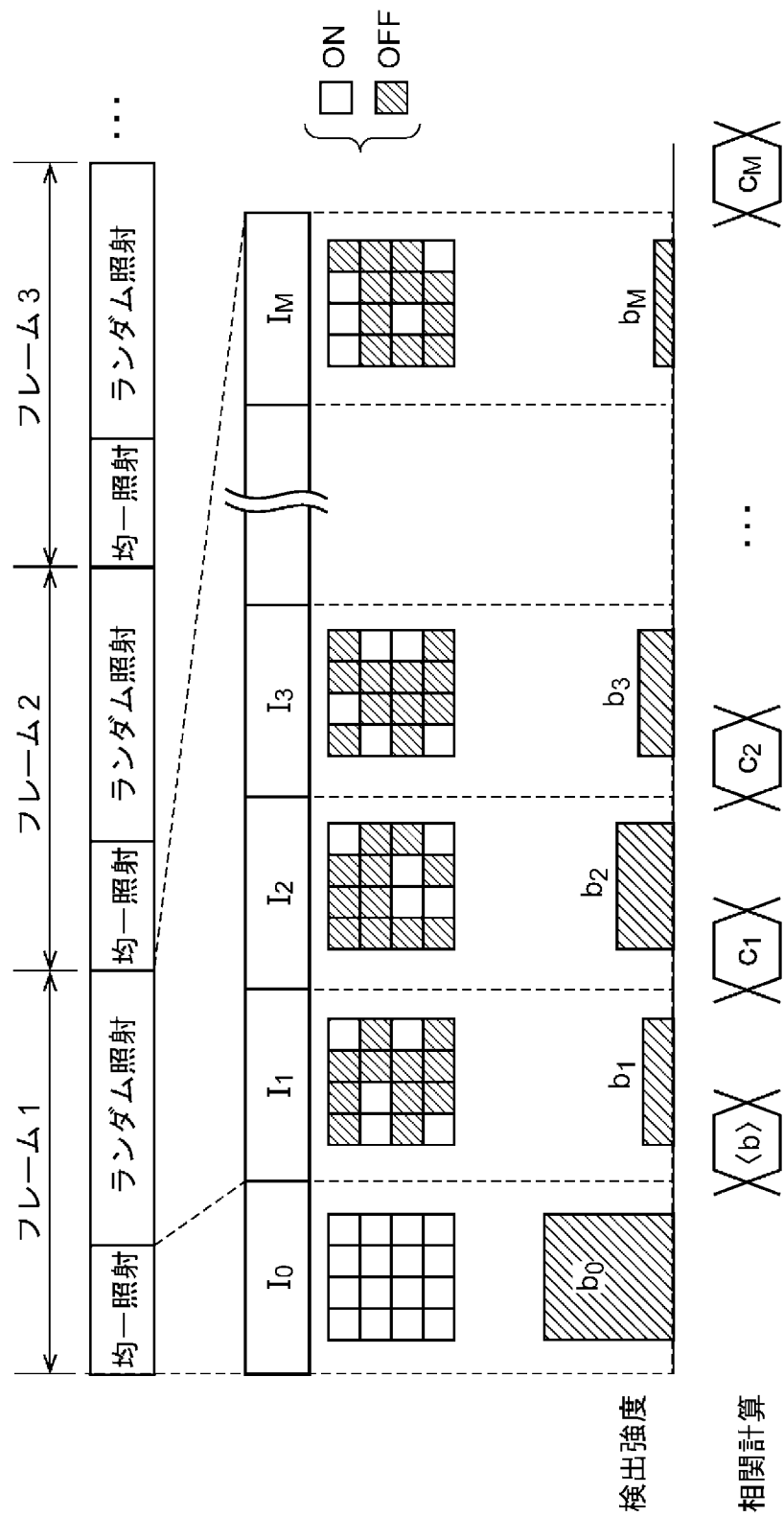
[図1]



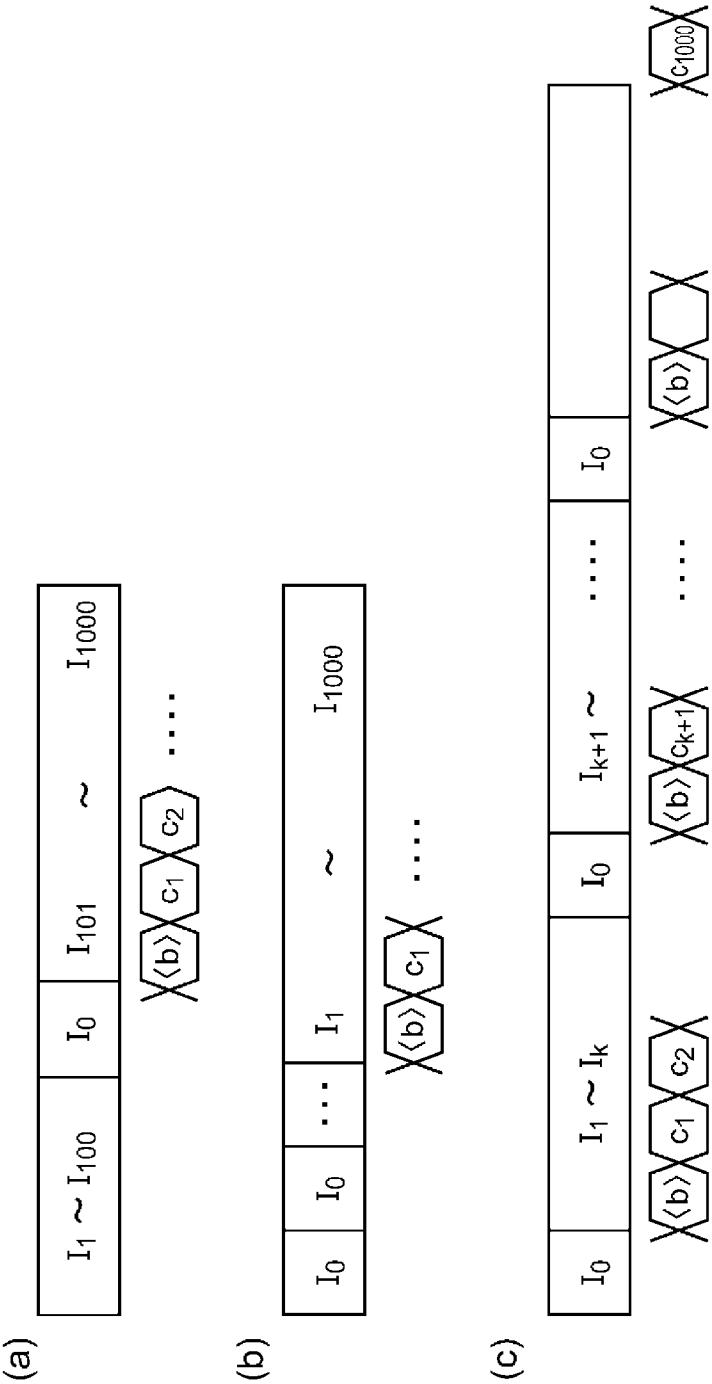
[図2]



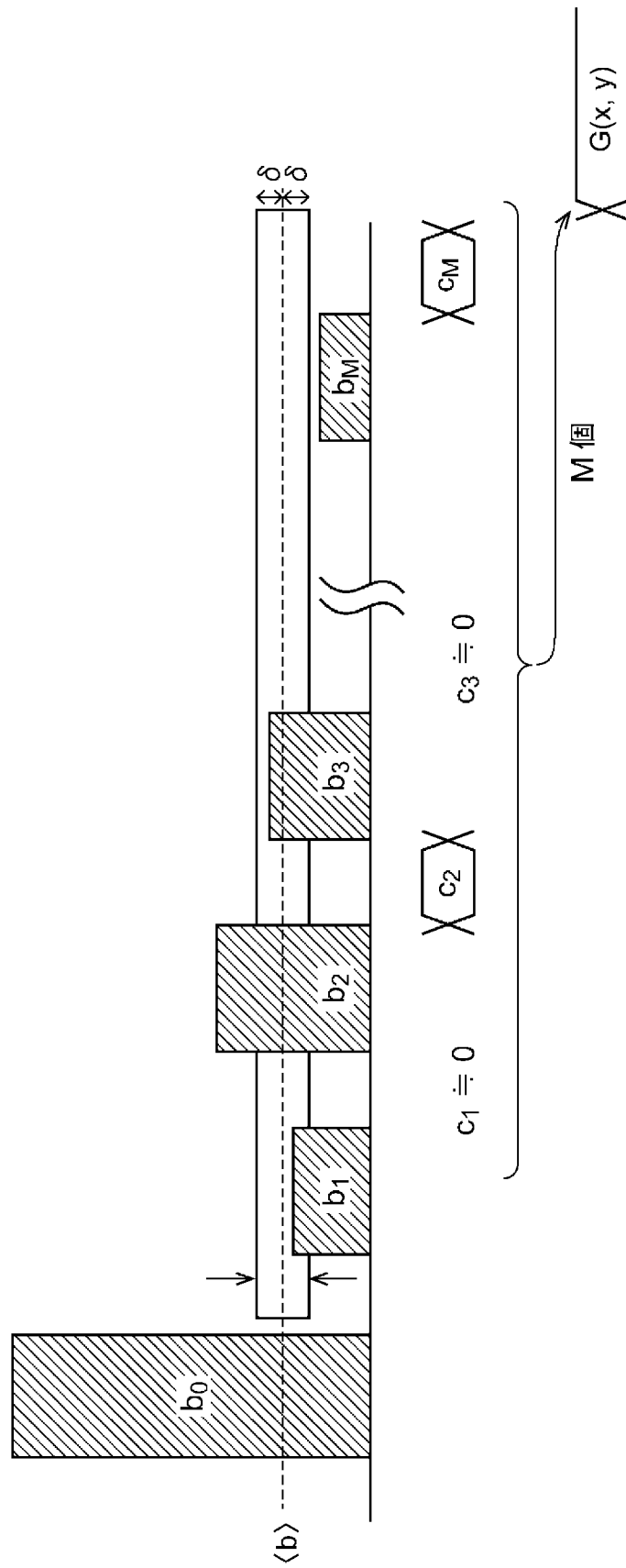
[図3]



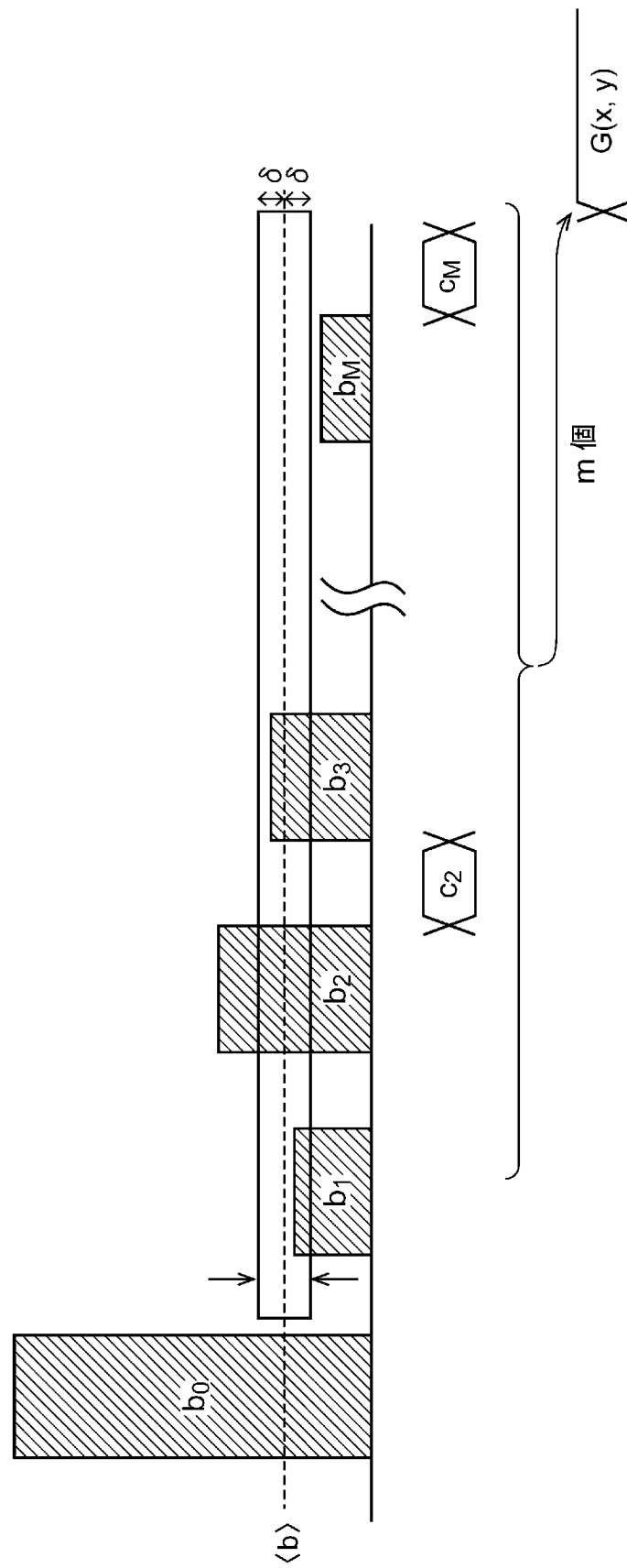
[図4]



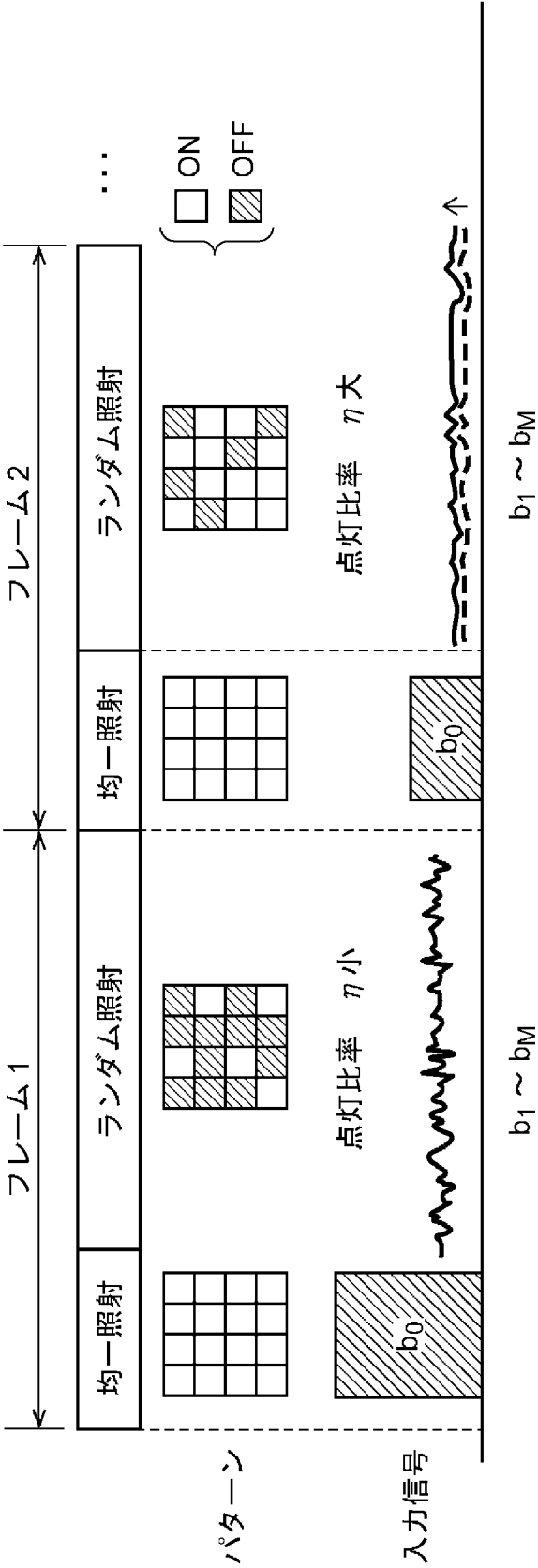
[図5]



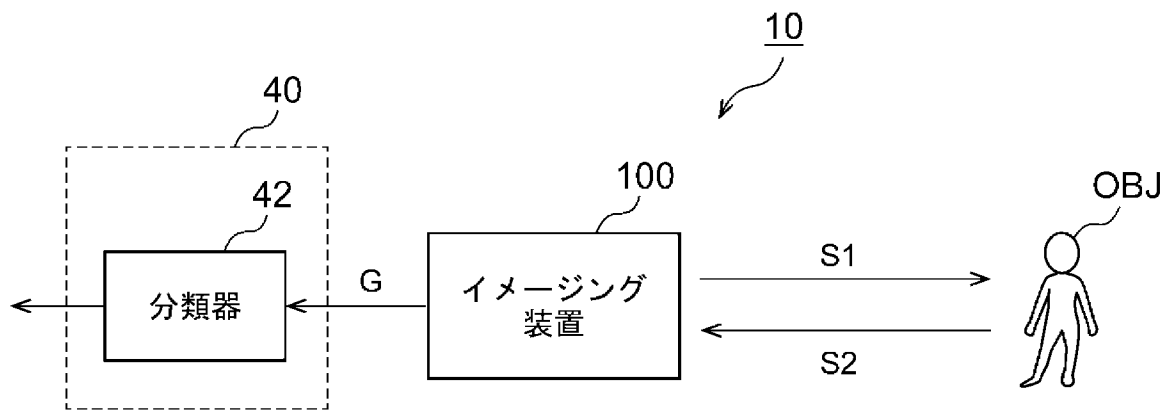
[図6]



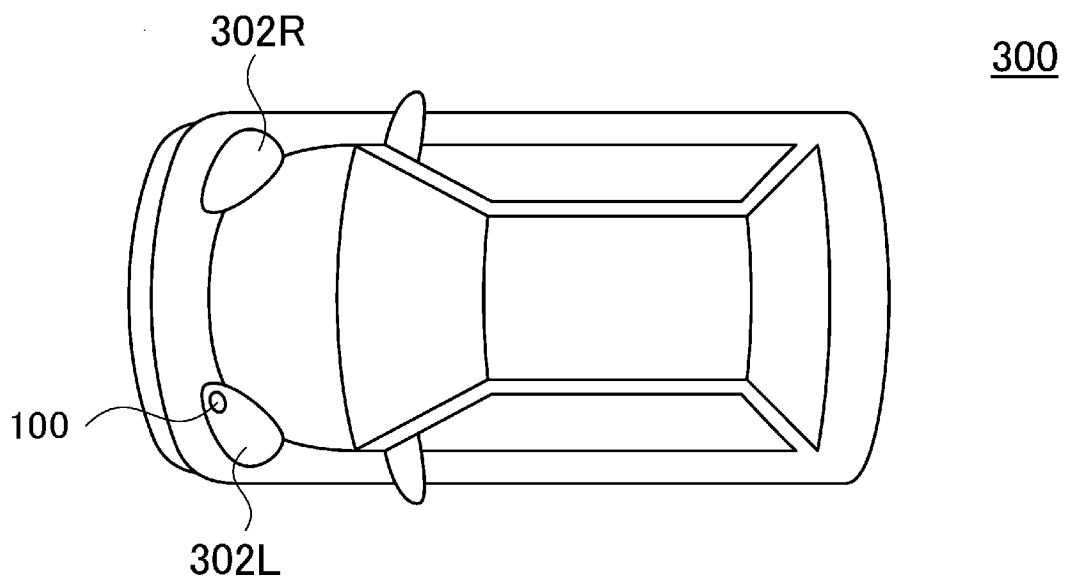
[図8]



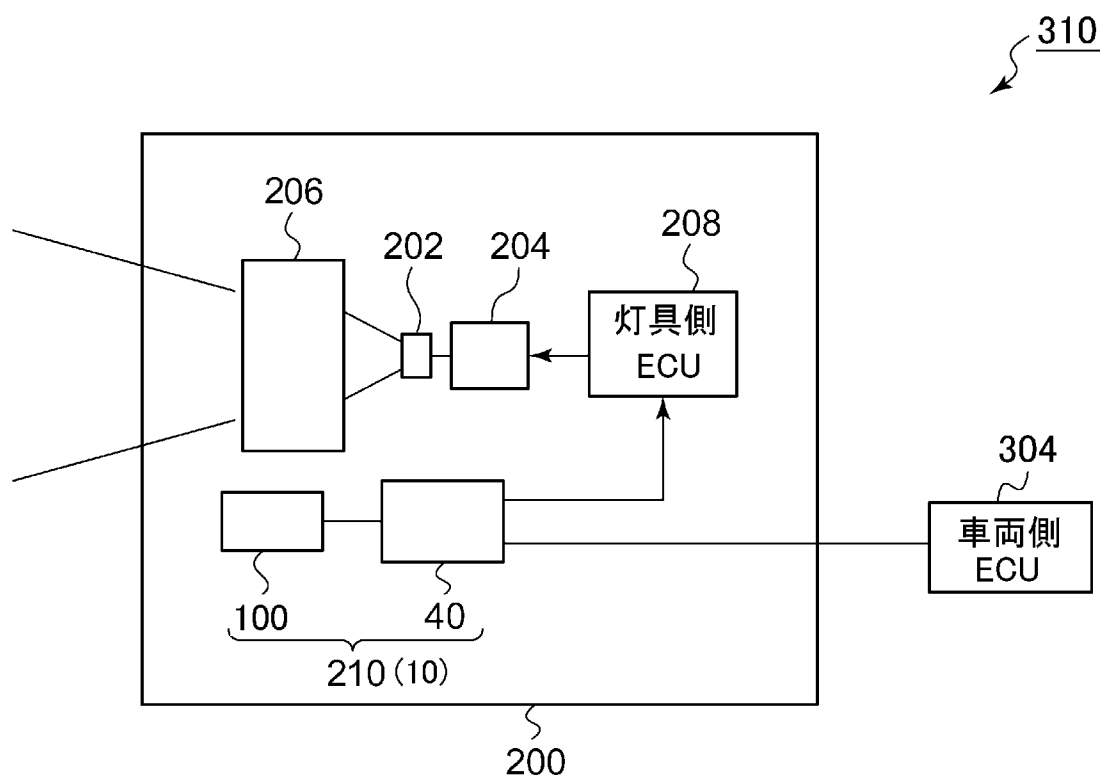
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/051192

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01S17/89(2020.01)i, G01S17/93(2020.01)i, B60Q1/14(2006.01)i, B60Q1/24(2006.01)i, G01S7/486(2020.01)i

FI: G01S17/89, B60Q1/14Z, B60Q1/24Z, G01S17/93, G01S7/486

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, G01N21/00-G01N21/01, G01N21/17-G01N21/61, G01J3/00-G01J4/04, G01J7/00-G01J9/04, B60Q1/14, B60Q1/24

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)

IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6412673 B1 (TAMAGAWA ACADEMY & UNIVERSITY) 24.10.2018 (2018-10-24), entire text, all drawings	1-28
A	JP 2017-525952 A (RAYTHEON CO.) 07.09.2017 (2017-09-07), entire text, all drawings	1-28
A	JP 2014-531032 A (CENTER FOR SPACE SCIENCE AND APPLIED RESEARCH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 20.11.2014 (2014-11-20), entire text, all drawings	1-28
A	JP 11-194275 A (MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER WISSENSCHAFTEN E.V.) 21.07.1999 (1999-07-21), entire text, all drawings	1-28
A	JP 2017-9350 A (KONICA MINOLTA, INC.) 12.01.2017 (2017-01-12), entire text, all drawings	1-28



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

09.03.2020

Date of mailing of the international search report

24.03.2020

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/JP2019/051192

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-156862 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 04.10.2018 (2018-10-04), entire text, all drawings	1-28
A	US 2013/0088726 A1 (GOYAL, V. K.) 11.04.2013 (2013-04-11), entire text, all drawings	1-28
A	CN 108363069 A (TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 03.08.2018 (2018-08-03), entire text, all drawings	1-28
A	COLACO, A. et al., Compressive depth map acquisition using a single photon-counting detector: Parametric signal processing meets sparsity, 2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 26 July 2012, pp. 96-102, Internet: < https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6247663 >, <DOI:10.1109/CVPR.2012.6247663>, entire text, all drawings	1-28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/051192

JP 6412673 B1	24.10.2018	JP 2019-23640 A WO 2019/016968 A1 WO 2019/016994 A1
JP 2017-525952 A	07.09.2017	US 2016/0033642 A1 WO 2016/025055 A1 CA 2950907 A1 CN 106796293 A
JP 2014-531032 A	20.11.2014	US 2014/0253713 A1 WO 2013/060134 A1 EP 2755327 A1 CN 102510282 A CN 102393248 A CN 104054266 A
JP 11-194275 A	21.07.1999	US 6399935 B1 EP 911667 A1
JP 2017-9350 A	12.01.2017	(Family: none)
JP 2018-156862 A	04.10.2018	US 2018/0264990 A1 EP 3375663 A1 CN 108626687 A
US 2013/0088726 A1	11.04.2013	WO 2013/052781 A1
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; B60Q 1/14(2006.01)i; B60Q 1/24(2006.01)i; G01S 7/486(2020.01)i FI: G01S17/89; B60Q1/14 Z; B60Q1/24 Z; G01S17/93; G01S7/486																				
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; G01N 21/00 - G01N 21/01; G01N 21/17 - G01N 21/61; G01J 3/00 - G01J 4/04; G01J 7/00 - G01J 9/04; B60Q 1/14; B60Q 1/24; 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> 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） IEEE Xplore			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																			
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 6412673 B1（学校法人玉川学園）24.10.2018（2018 - 10 - 24） 全文, 全図</td> <td>1-28</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2017-525952 A（レイセオン カンパニー）07.09.2017（2017 - 09 - 07） 全文, 全図</td> <td>1-28</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2014-531032 A（センター フォー スペース サイエンス アンド アプライド リサーチ、チャイニーズ アカデミー オブ サイエンスズ）20.11.2014（2014 - 11 - 20） 全文, 全図</td> <td>1-28</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 11-194275 A（マックス＝プランク＝ゲゼルシャフト ツール フエルデルング デル ヴァイツェンシャフテン エー ファウ）21.07.1999（1999 - 07 - 21） 全文, 全図</td> <td>1-28</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2017-9350 A（コニカミノルタ株式会社）12.01.2017（2017 - 01 - 12） 全文, 全図</td> <td>1-28</td> </tr> </tbody> </table>			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	JP 6412673 B1（学校法人玉川学園）24.10.2018（2018 - 10 - 24） 全文, 全図	1-28	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	1-28	A	JP 2014-531032 A（センター フォー スペース サイエンス アンド アプライド リサーチ、チャイニーズ アカデミー オブ サイエンスズ）20.11.2014（2014 - 11 - 20） 全文, 全図	1-28	A	JP 11-194275 A（マックス＝プランク＝ゲゼルシャフト ツール フエルデルング デル ヴァイツェンシャフテン エー ファウ）21.07.1999（1999 - 07 - 21） 全文, 全図	1-28	A	JP 2017-9350 A（コニカミノルタ株式会社）12.01.2017（2017 - 01 - 12） 全文, 全図	1-28
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	JP 6412673 B1（学校法人玉川学園）24.10.2018（2018 - 10 - 24） 全文, 全図	1-28																		
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	1-28																		
A	JP 2014-531032 A（センター フォー スペース サイエンス アンド アプライド リサーチ、チャイニーズ アカデミー オブ サイエンスズ）20.11.2014（2014 - 11 - 20） 全文, 全図	1-28																		
A	JP 11-194275 A（マックス＝プランク＝ゲゼルシャフト ツール フエルデルング デル ヴァイツェンシャフテン エー ファウ）21.07.1999（1999 - 07 - 21） 全文, 全図	1-28																		
A	JP 2017-9350 A（コニカミノルタ株式会社）12.01.2017（2017 - 01 - 12） 全文, 全図	1-28																		
☒ 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	国際調査報告の発送日																			
09.03.2020	24.03.2020																			
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	JP 2018-156862 A (トヨタ自動車株式会社) 04.10.2018 (2018 - 10 - 04) 全文, 全図	1-28
A	US 2013/0088726 A1 (GOYAL, Vivek K.) 11.04.2013 (2013 - 04 - 11) 全文, 全図	1-28
A	CN 108363069 A (TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 03.08.2018 (2018 - 08 - 03) 全文, 全図	1-28
A	COLACO, Andrea et al., Compressive Depth Map Acquisition Using a Single Photon-Counting Detector: Parametric Signal Processing Meets Sparsity, 2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2012.07.26, Pages 96-102, インターネット:< https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6247663 ><DOI: 10.1109/CVPR.2012.6247663> 全文, 全図	1-28

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/JP2019/051192

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								
JP	2017-525952	A	07.09.2017	US	2016/0033642	A1		WO	2016/025055	A1					
					CA	2950907	A1								
					CN	106796293	A								
JP	2014-531032	A	20.11.2014	US	2014/0253713	A1		WO	2013/060134	A1					
					EP	2755327	A1								
					CN	102510282	A								
					CN	102393248	A								
					CN	104054266	A								
JP	11-194275	A	21.07.1999	US	6399935	B1		EP	911667	A1					
JP	2017-9350	A	12.01.2017	(ファミリーなし)											
JP	2018-156862	A	04.10.2018	US	2018/0264990	A1		EP	3375663	A1					
					CN	108626687	A								
US	2013/0088726	A1	11.04.2013	WO	2013/052781	A1									
CN	108363069	A	03.08.2018	(ファミリーなし)											