

(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
2018年3月8日(08.03.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/042887 A1

(51) 国際特許分類:

G01S 17/89 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)
G01C 3/06 (2006.01) H04N 5/3745 (2011.01)
G01S 17/93 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/025072

(22) 国際出願日: 2017年7月10日(10.07.2017)

(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 2016-168252 2016年8月30日(30.08.2016) JP

(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目1番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 大木 光晴 (OHKI, Mitsuharu); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目1番

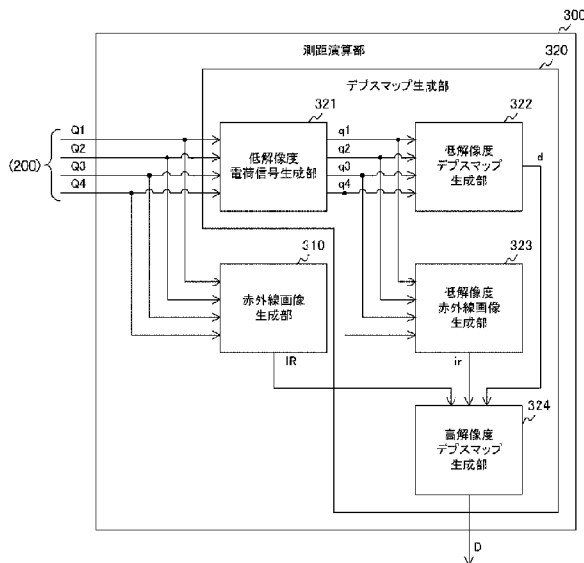
番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 丸島 敏一(MARUSHIMA, Toshikazu); 〒1600022 東京都新宿区新宿3-3-2 京王新宿三丁目第二ビル5F クラフト国際特許事務所 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, 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.

(54) Title: DISTANCE MEASUREMENT DEVICE AND CONTROL METHOD FOR DISTANCE MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 測距装置、および、測距装置の制御方法



300 Distance calculation unit
310 Infrared image generation unit
320 Depth map generation unit
321 Low-resolution charge signal generation unit
322 Low-resolution depth map generation unit
323 Low-resolution infrared image generation unit
324 High-resolution depth map generation unit

(57) Abstract: The present invention enhances the image quality of a depth map in a distance measurement device that receives intermittent light. In a pixel array unit, a plurality of pixels for receiving prescribed intermittent light are arranged in a two-dimensional lattice shape. A continuous-light-image data generation unit (310) generates continuous-light-image data (IR) in which a plurality of items of image data indicating prescribed continuous light luminances for the plurality of pixels are arranged in a two-dimensional lattice shape on the basis of light reception data (Q1-Q4) for the plurality of pixels. A depth map generation unit (320) generates, from the light reception data (Q1-Q4) and continuous-light-image data (IR), a depth map (D) comprising an arrangement of distance information corresponding to the plurality of pixels.

(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))

(57) 要約: 間欠光を受光する測距装置においてデプスマップの画質を向上させる。画素アレイ部には、所定の間欠光を受光する複数の画素が二次元格子状に配列される。連続光画像データ生成部(310)は、複数の画素のそれぞれの受光データ(Q1~Q4)に基づいて所定の連続光の輝度を示す複数の画素データを二次元格子状に配列した連続光画像データ(IR)を生成する。デプスマップ生成部(320)は、複数の画素のそれぞれに対応する距離情報を配列したデプスマップ(D)を受光データ(Q1~Q4)および連続光画像データ(IR)から生成する。

明 細 書

発明の名称：測距装置、および、測距装置の制御方法

技術分野

[0001] 本技術は、測距装置、および、測距装置の制御方法に関する。詳しくは、光の位相差から距離を測定する測距装置、および、測距装置の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より、測距機能を持つ電子装置において、T o F (Time of Flight) 方式と呼ばれる測距方式がよく用いられている。このT o F方式は、サイン波や矩形波などの間欠光を装置が物体に照射し、その照射光に対する反射光を受光して、照射光と反射光との位相差から距離を測定する方式である。

[0003] このT o F方式において、複数の画素をアレイ状に配列したT o Fセンサで反射光を受光すれば、装置は、画素毎に距離を測定してデプスマップを生成することができる。このデプスマップの画質を向上させる目的で、間欠光でなく連続光を受光して画像データを撮像する固体撮像素子をさらに追加したシステムが提案されている（例えば、非特許文献1参照。）。このシステムでは、T o Fセンサの受光データと固体撮像素子が撮像した画像データとをクロスバイラテラルフィルタに入力してデプスマップを生成している。このクロスバイラテラルフィルタは、ガウス関数を用いたフィルタであり、ノイズの除去やアップサンプリングなどに用いられる。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：D.Chan et al., A Noise-Aware Filter for Real-Time Depth Upsampling, ECCV Workshops 2008.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述の従来技術では、クロスバイラテラルフィルタを用いて、T o Fセン

サのみの場合よりも画質の向上したデプスマップを生成することができる。しかしながら、T o F センサに加えて固体撮像素子を実装する必要があるため、装置のコストやサイズが大きくなってしまいう問題がある。T o F センサからの間欠光の受光データのみでもデプスマップを生成することができるが、固体撮像素子を追加した場合よりもデプスマップの画質が低下してしまう。このように、間欠光の受光データのみでは、デプスマップの画質を向上させることができないという問題がある。

[0006] 本技術はこのような状況に鑑みて生み出されたものであり、光の位相差から距離を測定する測距装置においてデプスマップの画質を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本技術は、上述の問題点を解消するためになされたものであり、その第1の側面は、所定の間欠光を受光する複数の画素が二次元格子状に配列された画素アレイ部と、上記複数の画素のそれぞれの受光データに基づいて所定の連続光の輝度を示す複数の画素データを二次元格子状に配列した連続光画像データを生成する連続光画像データ生成部と、上記複数の画素のそれぞれに対応する距離情報を配列したデプスマップを上記受光データおよび上記連続光画像データから生成するデプスマップ生成部とを具備する測距装置、および、その制御方法である。これにより、間欠光を受光する複数の画素のそれぞれの受光データに基づいて連続光画像データが生成されるという作用をもたらす。

[0008] また、この第1の側面において、上記受光データのそれぞれは、複数の電荷信号を含み、上記連続光画像データ生成部は、上記複数の画素のそれぞれについて上記複数の電荷信号を積分する処理により上記連続光画像データを生成してもよい。これにより、複数の電荷信号を積分する処理により連続光画像データが生成されるという作用をもたらす。

[0009] また、この第1の側面において、上記デプスマップ生成部は、上記複数の電荷信号と上記連続光画像データとを入力した所定の関数が最小になるとき

の電荷信号を取得して当該電荷信号から上記デプスマップを生成してもよい。これにより、所定の関数が最小になるときの電荷信号からデプスマップが生成されるという作用をもたらす。

[0010] また、この第1の側面において、上記デプスマップ生成部は、所定のフィルタを用いて上記デプスマップを生成してもよい。これにより、所定のフィルタを用いることによってデプスマップが生成されるという作用をもたらす。

[0011] また、この第1の側面において、上記画素アレイ部は、複数の画素ブロックに分割され、上記デプスマップ生成部は、上記受光データに対する画素加算により上記複数の画素ブロックのそれぞれについて複数の電荷信号を低解像度電荷信号として生成する低解像度電荷信号生成部と、上記複数の画素ブロックのそれぞれについて上記低解像度電荷信号を積分して当該積分値に応じたデータを配列した低解像度連続光画像データを出力する低解像度連続光画像データ生成部と、上記低解像度電荷信号に基づいて上記複数の画素ブロックのそれぞれに対応する距離情報を配列したデータを低解像度デプスマップとして生成する低解像度デプスマップ生成部と、上記連続光画像データと上記低解像度連続光画像データと上記低解像度デプスマップとを上記所定のフィルタに入力して上記デプスマップを生成する高解像度デプスマップ生成部とを備えてもよい。これにより、連続光画像データと低解像度連続光画像データと低解像度デプスマップとを所定のフィルタに入力することによってデプスマップが生成されるという作用をもたらす。

[0012] また、この第1の側面において、上記画素アレイ部は、複数の画素ブロックに分割され、上記デプスマップ生成部は、上記受光データに対する画素加算により上記複数の画素ブロックのそれぞれについて複数の電荷信号を低解像度電荷信号として生成する低解像度電荷信号生成部と、上記複数の画素ブロックのそれぞれについて上記低解像度電荷信号を積分して当該積分値に応じたデータを配列した低解像度連続光画像データを出力する低解像度連続光画像データ生成部と、上記連続光画像データと上記低解像度連続光画像デー

タと上記低解像度電荷信号とを上記所定のフィルタに入力して上記複数の画素のそれぞれについて新たな電荷信号を高解像度電荷信号として生成する高解像度電荷信号生成部と、上記高解像度電荷信号を上記距離情報に変換するデプス変換部とを備えてもよい。これにより、連続光画像データと低解像度連続光画像データと低解像度電荷信号とを所定のフィルタに入力することによって高解像度電荷信号が生成されるという作用をもたらす。

[0013] また、この第1の側面において、上記デプスマップ生成部は、上記複数の電荷信号とを上記距離情報に変換するデプス変換部と、上記距離情報と上記連続光画像データとを上記所定のフィルタに入力して上記距離情報のノイズを除去するデプスマップノイズ除去部とを備えてもよい。これにより、距離情報と連続光画像データとを所定のフィルタに入力することによって距離情報のノイズが除去されるという作用をもたらす。

[0014] また、この第1の側面において、上記デプスマップ生成部は、上記連続光画像データと上記複数の電荷信号とを上記所定のフィルタに入力して上記複数の電荷信号のノイズを除去する電荷信号ノイズ除去部と、上記ノイズが除去された上記複数の電荷信号を上記距離情報に変換するデプス変換部とを備えてもよい。これにより、連続光画像データと複数の電荷信号とを所定のフィルタに入力することによって複数の電荷信号のノイズが除去されるという作用をもたらす。

[0015] また、この第1の側面において、上記複数の電荷信号は、第1、第2、第3および第4の電荷信号を含み、上記所定のフィルタは、上記第1および第2の電荷信号の和と上記第3および第4の電荷信号の和との差分絶対値が大きいほど小さな重み係数に所定のガウス関数を乗算したフィルタであってもよい。これにより、第1および第2の電荷信号の和と第3および第4の電荷信号の和との差分絶対値が大きいほど小さな重み係数に所定のガウス関数を乗算したフィルタによってデプスマップが生成されるという作用をもたらす。

[0016] また、この第1の側面において、上記複数の電荷信号は、第1、第2、第

3 および第4の電荷信号を含み、上記所定のフィルタは、上記第1および第2の電荷信号の差の二乗と上記第3および第4の電荷信号の差の二乗との和が大きいほど大きな重み係数に所定のガウス関数を乗算したフィルタであってもよい。これにより、第1および第2の電荷信号の差の二乗と第3および第4の電荷信号の差の二乗との和が大きいほど大きな重み係数に所定のガウス関数を乗算したフィルタによって、デプスマップが生成されるという作用をもたらす。

[0017] また、この第1の側面において、上記所定のフィルタは、ノイズを除する前の上記間欠光の位相とノイズを除去した後の上記間欠光の位相との差が小さいほど大きな係数を標準偏差の項に乘算したガウス関数を含んでもよい。これにより、ノイズを除する前の間欠光の位相とノイズを除去した後の間欠光の位相との差が小さいほど大きな係数を標準偏差の項に乘算したガウス関数を含む所定のフィルタによってデプスマップが生成されるという作用をもたらす。

[0018] また、この第1の側面において、上記画素アレイ部は、所定の期間内に上記所定の間欠光を受光し、上記所定の期間と異なる連続光受光期間内に上記所定の連続光を受光し、上記連続光画像データ生成部は、上記連続光受光期間内の上記受光データから上記連続光画像データを生成してもよい。これにより、連続光受光期間内の受光データから連続光画像データが生成されるという作用をもたらす。

発明の効果

[0019] 本技術によれば、光の位相差から距離を測定する測距装置においてデプスマップの画質を向上させることができるという優れた効果を奏し得る。なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本技術の第1の実施の形態における測距モジュールの一構成例を示すブロック図である。

[図2]本技術の第1の実施の形態におけるToFセンサの一構成例を示すブロック図である。

[図3]本技術の第1の実施の形態における画素の回路の一例を示す回路図である。

[図4]本技術の第1の実施の形態における固体撮像素子のQ1Q2生成期間の動作の一例を示すタイミングチャートである。

[図5]本技術の第1の実施の形態における固体撮像素子のQ3Q4生成期間の動作の一例を示すタイミングチャートである。

[図6]本技術の第1の実施の形態における測距演算部の一構成例を示すブロック図である。

[図7]本技術の第1の実施の形態における電荷信号および低解像度電荷信号の一例を示す図である。

[図8]本技術の第1の実施の形態における赤外線画像データおよび低解像度赤外線画像データの一例を示す図である。

[図9]本技術の第1の実施の形態における低解像度デプスマップおよび高解像度デプスマップの一例を示す図である。

[図10]本技術の第1の実施の形態における測距モジュールの動作の一例を示すフローチャートである。

[図11]本技術の第1の実施の形態の変形例における発光制御部の動作の一例を示すタイミングチャートである。

[図12]本技術の第1の実施の形態の変形例における測距演算部の一構成例を示すブロック図である。

[図13]本技術の第2の実施の形態における測距演算部の一構成例を示すブロック図である。

[図14]本技術の第2の実施の形態における測距モジュールの動作の一例を示すフローチャートである。

[図15]本技術の第3の実施の形態における測距演算部の一構成例を示すブロック図である。

[図16]本技術の第3の実施の形態における関数 $h()$ の一例を示すグラフである。

[図17]本技術の第3の実施の形態における位相平面上の長さ Z と関数 $m()$ との一例を示す図である。

[図18]本技術の第3の実施の形態における関数 $g()$ および関数 $W_{u,u'}$ の一例を示す図である。

[図19]本技術の第3の実施の形態における測距モジュールの動作の一例を示すフローチャートである。

[図20]本技術の第4の実施の形態における測距演算部の一構成例を示すブロック図である。

[図21]本技術の第4の実施の形態における測距モジュールの動作の一例を示すフローチャートである。

[図22]車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

[図23]撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態と称する）について説明する。説明は以下の順序により行う。

1. 第1の実施の形態（赤外線画像を生成し、デプスマップをアップサンプリングする例）

2. 第2の実施の形態（赤外線画像を生成し、電荷信号をアップサンプリングする例）

3. 第3の実施の形態（赤外線画像を生成し、電荷信号のノイズを除去する例）

4. 第4の実施の形態（赤外線画像を生成し、デプスマップのノイズを除去する例）

[0022] <1. 第1の実施の形態>

[測距モジュールの構成例]

図1は、本技術の実施の形態における測距モジュール100の一構成例を

示すブロック図である。この測距モジュール100は、ToF方式により距離を測定するものであり、発光部110、発光制御部120、ToFセンサ200および測距演算部300を備える。なお、測距モジュール100は、特許請求の範囲に記載の測距装置の一例である。

[0023] 発光部110は、間欠的に照射光を発して物体に照射するものである。この発光部110は、例えば、矩形波の発光制御信号CLKpに同期して照射光を発生する。また、例えば、発光部110として発光ダイオードが用いられ、照射光として近赤外光などが用いられる。なお、発光制御信号CLKpは、周期信号であれば、矩形波に限定されない。例えば、発光制御信号CLKpは、サイン波であってもよい。また、照射光は、近赤外光に限定されず、可視光などであってもよい。

[0024] 発光制御部120は、発光部110を制御するものである。この発光制御部120は、発光制御信号CLKpを生成して発光部110およびToFセンサ200に供給する。この発光制御信号CLKpの周波数は、例えば、20メガヘルツ(MHz)である。なお、発光制御信号CLKpの周波数は、20メガヘルツ(MHz)に限定されず、5メガヘルツ(MHz)などであってもよい。

[0025] ToFセンサ200は、間欠的な照射光に対する反射光を受光して、垂直同期信号VSYNCの周期が経過するたびに、その周期内の受光量を示す電荷信号を生成するものである。例えば、60ヘルツ(Hz)の周期信号が垂直同期信号VSYNCとして用いられる。また、ToFセンサ200には、複数の画素が二次元格子状に配置される。ToFセンサ200は、これらの画素が生成した電荷信号を測距演算部300に供給する。なお、垂直同期信号VSYNCの周波数は、60ヘルツ(Hz)に限定されず、30ヘルツ(Hz)や120ヘルツ(Hz)であってもよい。

[0026] 測距演算部300は、ToFセンサ200からの電荷信号に基づいて物体までの距離(言い換えれば、デプス)をToF方式で測定するものである。この測距演算部300は、複数の画素のそれぞれの距離情報を配列したデプ

スマップを生成する。このデプスマップは、例えば、距離に応じた度合いのぼかし処理を行う画像処理や、距離に応じてフォーカスレンズの合焦点を求めるAF (Auto Focus) 処理などに用いられる。

[0027] [ToFセンサ200の構成例]

図2は、第1の実施の形態におけるToFセンサ200の一構成例を示すブロック図である。このToFセンサ200は、行走査回路210と、画素アレイ部220と、タイミング制御部240と、複数のAD (Analog to Digital) 変換部250と、列走査回路260と信号処理部270とを備える。画素アレイ部220には、二次元格子状に複数の画素230が配置される。以下、所定の方向に配列された画素230の集合を「行」と称し、行に垂直な方向に配列された画素230の集合を「列」と称する。前述のAD変換部250は、列ごとに設けられる。

[0028] タイミング制御部240は、垂直同期信号VSYNCに同期して行走査回路210、AD変換部250および列走査回路260を制御するものである。

[0029] 行走査回路210は、全行を同時に露光させ、露光終了後に行を順に選択して画素信号を出力させるものである。画素230は、行走査回路210の制御に従って反射光を受光し、受光量に応じた電荷信号を出力するものである。

[0030] AD変換部250は、対応する列からの電荷信号をAD変換するものである。このAD変換部250は、列走査回路260の制御に従って、AD変換した電荷信号を信号処理部270に出力する。列走査回路260は、AD変換部250を順に選択して電荷信号を出力させるものである。

[0031] 信号処理部270は、電荷信号に対して、CDS (Correlated Double Sampling) 処理などの信号処理を行うものである。この信号処理部270は、信号処理後の電荷信号を測距演算部300に供給する。

[0032] なお、ToFセンサ200には、実際には反射光を集光するためのレンズがさらに設けられるが、このレンズは図2において、記載の便宜上、省略さ

れている。

[0033] [画素の構成例]

図3は、第1の実施の形態における画素230の回路の一例を示すブロック図である。この画素230は、受光素子231と、転送スイッチ232と、電荷蓄積部233および234と、選択スイッチ235および236とを備える。

[0034] 受光素子231は、光を光電変換して電荷を生成するものである。この受光素子231として、例えば、フォトダイオードが用いられる。

[0035] 転送スイッチ232は、行走査回路210の制御に従って受光素子231を電荷蓄積部233、電荷蓄積部234およびリセット電源 V_{rst} のいずれかに接続するものである。この転送スイッチ232は、例えば、複数のMOS (Metal-Oxide-Semiconductor) トランジスタなどにより実現される。リセット電源 V_{rst} に接続された際において、MOSトランジスタのドレインから出力された電荷は破棄され、受光素子231の電荷が初期化される。

[0036] 電荷蓄積部233および234は、電荷を蓄積して、その蓄積量に応じた電圧を生成するものである。これらの電荷蓄積部233および234として、例えば、浮遊拡散層が用いられる。

[0037] 選択スイッチ235は、行走査回路210の制御に従って、電荷蓄積部233とAD変換部250との間の線路を開閉するものである。選択スイッチ236は、行走査回路210の制御に従って、電荷蓄積部234とAD変換部250との間の線路を開閉するものである。例えば、行走査回路210によりFD読出し信号 RD_FD1 が供給された際に選択スイッチ235が閉状態に遷移し、行走査回路210によりFD読出し信号 RD_FD2 が供給された際に選択スイッチ236が閉状態に遷移する。これらの選択スイッチ235および236のそれぞれは、例えば、MOSトランジスタなどにより実現される。

[0038] 図4は、第1の実施の形態におけるQ1Q2生成期間内の画素の露光制御の一例を示すタイミングチャートである。間欠光の照射が開始されると画素

230は、電荷信号Q1およびQ2の生成と、電荷信号Q3およびQ4の生成とを交互に繰り返し行う。以下、電荷信号Q1およびQ2の生成期間を「Q1Q2生成期間」と称し、電荷信号Q3およびQ4の生成期間を「Q3Q4生成期間」と称する。Q1Q2生成期間およびQ3Q4生成期間のそれぞれの長さは、垂直同期信号VSYNCの周期（例えば、 $1/60$ 秒）である。

[0039] ここで、電荷信号Q1は、間欠光の発光制御信号CLKpの特定の位相（例えば、立上り）を0度として、0度から180度までの受光量p1をQ1Q2生成期間に亘って累積したものである。発光制御信号CLKpの周波数は20メガヘルツ（MHz）と高いため、その1周期（ $1/20$ マイクロ秒）当たりの受光量は非常に少なく、検出が困難である。このため、画素230は、発光制御信号CLKpの周期（ $1/20$ マイクロ秒）より長い $1/60$ 秒などのQ1Q2生成期間に亘って、受光量p1のそれぞれを累積し、その総量を示す信号を電荷信号Q1として生成する。また、電荷信号Q2は、180度から360度までの反射光の受光量p2をQ1Q2生成期間に亘って累積したものである。

[0040] また、電荷信号Q3は、90度から270度までの反射光の受光量p3をQ3Q4生成期間に亘って累積したものである。また、電荷信号Q4は、270度から90度までの反射光の受光量p4をQ3Q4生成期間に亘って累積したものである。

[0041] これらの電荷信号Q1、Q2、Q3およびQ4から、測距モジュール100は、物体までの距離Dを画素毎に算出することができる。

[0042] 例えば、タイミングT1からタイミングT2までのQ1Q2生成期間において、その期間の電荷信号Q1およびQ2が検出される。まず、行走査回路210は、タイミングT1から所定のパルス期間に亘ってリセット信号RSTを全行に供給する。このリセット信号RSTにより、全行の電荷蓄積部233および234の電荷蓄積量が初期化される。また、行走査回路210は、FD選択信号SEL_FDにより、全行の受光素子231の電荷を初期化す

る。

[0043] そして、行走査回路210は、Q1Q2生成期間において、発光制御信号CLKpの周期内の0度から180度までに亘って全行についてFD選択信号SEL_FDにより受光素子231が生成した電荷を電荷蓄積部233に転送させる。この制御により、電荷蓄積部233に受光量p1が蓄積される。

[0044] また、行走査回路210は、Q1Q2生成期間において、発光制御信号CLKpの周期内の180度から360度までに亘って全行についてFD選択信号SEL_FDにより受光素子231が生成した電荷を電荷蓄積部234に転送させる。この制御により、電荷蓄積部234に受光量p2が蓄積される。

[0045] そして、タイミングT2の直前のタイミングT11において行走査回路210は、1行目にFD読出し信号RD_FD1およびRD_FD2を順に供給する。この制御により、1行目の電荷信号Q1およびQ2が読み出される。次に、行走査回路210は、2行目にFD読出し信号RD_FD1およびRD_FD2を順に供給して電荷信号を読み出す。以下、同様に行走査回路210は、行を順に選択して電荷信号を読み出す。

[0046] このように、Q1Q2生成期間において画素230のそれぞれは、0度から180度までの電荷信号Q1と、180度から360度までの電荷信号Q2とを生成する。

[0047] 図5は、第1の実施の形態におけるQ3Q4生成期間内の画素230の露光制御の一例を示すタイミングチャートである。例えば、タイミングT2からタイミングT3までのQ3Q4生成期間において、その期間の電荷信号Q3およびQ4が生成される。まず、行走査回路210は、タイミングT2から所定のパルス期間に亘ってリセット信号RSTを全行に供給し、全行の電荷蓄積部233および234の電荷蓄積量を初期化する。また、行走査回路210は、FD選択信号SEL_FDにより、全行の受光素子231の電荷を初期化する。

[0048] そして、行走査回路210は、最初の0度から90度において、全行につ

いてFD選択信号SEL_FDにより受光素子231が生成した電荷を電荷蓄積部234に転送させる。この制御により、電荷蓄積部234に受光量p4が蓄積される。以降において行走査回路210は、発光制御信号CLKpの周期内の90度から270度までに亘って全行についてFD選択信号SEL_FDにより受光素子231が生成した電荷を電荷蓄積部233に転送させる。この制御により、電荷蓄積部233に受光量p3が蓄積される。

[0049] また、行走査回路210は、Q3Q4生成期間において、発光制御信号CLKpの周期内の270度から90度までに亘って全行についてFD選択信号SEL_FDにより受光素子231が生成した電荷を電荷蓄積部234に転送させる。この制御により、電荷蓄積部234に受光量p4が蓄積される。

[0050] そして、タイミングT3の直前のタイミングT21において行走査回路210は、1行目にFD読出し信号RD_FD1およびRD_FD2を順に供給する。この制御により、1行目の電荷信号Q3およびQ4が読み出される。以下、同様に行走査回路210は、行を順に選択して電荷信号を読み出す。

[0051] このように、Q3Q4生成期間において画素230のそれぞれは、90度から270度までの電荷信号Q3と、270度か90度までの電荷信号Q4とを生成する。

[0052] [測距演算部の構成例]

図6は、本技術の第1の実施の形態における測距演算部300の一構成例を示すブロック図である。この測距演算部300は、赤外線画像生成部310とデプスマップ生成部320とを備える。また、デプスマップ生成部320は、低解像度電荷信号生成部321、低解像度デプスマップ生成部322、低解像度赤外線画像生成部323および高解像度デプスマップ生成部324とを備える。

[0053] 赤外線画像生成部310は、電荷信号Q1乃至Q4のそれぞれから、赤外線画像データを生成するものである。ここで、赤外線画像データは、連続した赤外光（言い換えれば、連続光）の輝度IRを示す複数の画素データを二次元格子状に配列した画像データである。この赤外線画像生成部310は、

例えば、画素 230 のそれぞれについて、次の式により輝度 I R を演算する。

$$I R = (Q 1 + Q 2 + Q 3 + Q 4) / 2$$

[0054] 赤外線画像生成部 310 は、演算した赤外線画像データを高解像度デプスマップ生成部 324 に出力する。なお、赤外線画像生成部 310 は、特許請求の範囲に記載の連続光画像データ生成部の一例である。

[0055] 低解像度電荷信号生成部 321 は、画素ブロックごとに、その画素ブロック内の電荷信号を加算（言い換えれば、画素加算）するものである。ここで、画素ブロックは、複数の画素からなる領域であり、画素アレイ部 220 は、例えば、3×3 画素の複数の画素ブロックにより分割される。また、画素毎に電荷信号 Q 1 乃至 Q 4 が生成されるため、行数を M（M は整数）個、列数を N（N は整数）個とすると、M×N 個の電荷信号 Q 1 が生成される。同様に、電荷信号 Q 2 乃至 Q 4 も M×N 個ずつ生成される。

[0056] そして、画素ブロックのサイズを 3×3 画素とすると、画素ブロックのそれぞれにおいて、その画素ブロック内の 9 個の電荷信号 Q 1 を加算平均した信号が低解像度電荷信号 q 1 として算出される。画像全体では、(M×N) / 9 個の低解像度電荷信号 q 1 が算出される。同様に、電荷信号 Q 2、Q 3 および Q 4 の加算平均により、低解像度電荷信号 q 2、q 3 および q 4 が算出される。低解像度電荷信号生成部 321 は、これらの低解像度電荷信号を低解像度デプスマップ生成部 322 および低解像度赤外線画像生成部 323 に供給する。低解像度電荷信号生成部 321 が画素加算を行うことにより、電荷信号のノイズを低減することができる。ただし、画素加算した電荷信号により生成されるデプスマップの解像度は、画素加算前よりも低下する。

[0057] 低解像度デプスマップ生成部 322 は、画素ブロックごとに、距離を測定するものである。低解像度デプスマップ生成部 322 は、低解像度電荷信号 q 1 乃至 q 4 を次の式に代入することにより、画素ブロックに対応する物体までの距離 d を算出することができる。この式の導出方法は、例えば、「Larry Li, "Time-of-Flight Camera - An Introduction"、テキサスインスツル

メンツ、Technical White Paper SL0A190B January 2014 Revised May 2014」に記載されている。

$$d = (c / 4 \pi f) \times \tan^{-1} \{ (q_3 - q_4) / (q_1 - q_2) \} \\ = (c / 4 \pi f) \times R$$

上式において距離 d の単位は、例えば、メートル (m) である。 c は光速であり、単位は、例えば、メートル毎秒 (m/s) である。 $\tan^{-1}()$ は、正接関数の逆関数を示す。 R は位相を示し、単位は、例えば、「度」である。

[0058] 低解像度デプスマップ生成部 322 は、画素ブロックのそれぞれの距離 d の情報を配列したデータを低解像度デプスマップとして生成し、高解像度デプスマップ生成部 324 に供給する。

[0059] 低解像度赤外線画像生成部 323 は、画素ブロックごとに、その画素ブロック内の低解像度電荷信号 q_1 乃至 q_4 を積分して、赤外光（連続光）の輝度 i_r を演算するものである。輝度 i_r は、例えば、次の式により求められる。

$$i_r = (q_1 + q_2 + q_3 + q_4) / 2$$

[0060] 低解像度赤外線画像生成部 323 は、画素ブロックのそれぞれの輝度 i_r を配列した画像データを低解像度赤外線画像データとして高解像度デプスマップ生成部 324 に供給する。なお、低解像度赤外線画像生成部 323 は、特許請求の範囲に記載の低解像度連続光画像データ生成部の一例である。

[0061] 高解像度デプスマップ生成部 324 は、赤外線画像データと、低解像度赤外線画像データと、低解像度デプスマップとから、画素ごとに距離（デプス）を測定するものである。この高解像度セプスマップ生成部 334 は、低解像度デプスマップの距離 $d_{(v)}$ と、低解像度赤外線画像データの輝度 $i_{r(v)}$ との関係を用いて、ToF センサ 200 の画素の座標 u における赤外線画像データの輝度 $I_{R(u)}$ に対応する距離 $D_{(u)}$ を求める。この処理は、例えば、次の式に示すクロスバイラテラルフィルタにより行われる。このクロスバイラテラルフィルタについては、例えば、「J. Kopf and M. Uyttendaele, Joi

nt bilateral upsampling, Transactions on Graphics (TOG), 26(3), 2007」に記載されている。

[数1]

$$D_{(u)} = \frac{1}{k_{(u)}} \sum_{v \in \Omega_u} \{d_{(v)} \times f(\|u - v\|) \times g(\|IR_{(u)} - ir_{(v)}\|)\} \quad \dots \text{式1}$$

[数2]

$$k_{(u)} \equiv \sum_{v \in \Omega_u} \{f(\|u - v\|) \times g(\|IR_{(u)} - ir_{(v)}\|)\} \quad \dots \text{式2}$$

[0062] ここで、集合 Ω_u は、座標 u の近傍を表している。すなわち、式1の右辺の総和演算は、求めたい距離 D の座標 u の近傍にある「低解像度の座標 v 」を対象とする。また、 $f()$ および $g()$ はガウス関数である。式1の左辺が、最終的に出力される距離である。

[0063] 高解像度デプスマップ生成部324は、全画素の距離 D を算出して、それらを配列したデータを高解像度デプスマップとして出力する。

[0064] このように、低解像度デプスマップをクロスバイラテラルフィルタによりアップサンプリングすることにより、ノイズが低減した、高解像度のデプスマップを生成することができる。これにより、デプスマップの画質を向上させることができる。

[0065] なお、高解像度デプスマップ生成部324は、クロスバイラテラルフィルタを用いているが、アップサンプリングを行うことができるフィルタであれば、用いるフィルタは、クロスバイラテラルフィルタに限定されない。

[0066] 図7は、本技術の第1の実施の形態における電荷信号および低解像度電荷信号の一例を示す図である。同図におけるaは、画素毎の電荷信号の一例を示す図である。同図におけるbは、画素毎の低解像度電荷信号の一例を示す図である。

[0067] 例えば、座標(0, 0)の画素00において、電荷信号 $Q_{1_{00}}$ 乃至 $Q_{4_{00}}$ が生成され、座標(0, 1)の画素01において、電荷信号 $Q_{1_{01}}$ 乃至 $Q_{4_{01}}$ が

生成される。そして、 3×3 画素の画素ブロックの単位で画素加算が行われる。例えば、中心座標が $(1, 1)$ の画素ブロック 11 において、 9 組の電荷信号 $Q1$ 乃至 $Q4$ が加算平均され、 1 組の低解像度電荷信号 $q1_{11}$ 乃至 $q4_{11}$ が生成される。

[0068] 図8は、本技術の第1の実施の形態における赤外線画像データおよび低解像度赤外線画像データの一例を示す図である。同図におけるaは、赤外線画像データの一例を示し、同図におけるbは、低解像度画像データの一例を示す。

[0069] 画素毎に、電荷信号 $Q1$ 乃至 $Q4$ が積分されて輝度 I_R が算出される。例えば、画素 00 の電荷信号 $Q1_{00}$ 乃至 $Q4_{00}$ の積分により、その画素 00 の輝度 $I_{R_{00}}$ が算出され、画素 01 の電荷信号 $Q1_{01}$ 乃至 $Q4_{01}$ の積分により、その画素 01 の輝度 $I_{R_{01}}$ が算出される。また、画素ブロックの中心位置のそれぞれについて低解像度電荷信号 $q1$ 乃至 $q4$ が積分されて、輝度 i_r が算出される。例えば、画素 11 の電荷信号 $Q1_{11}$ 乃至 $Q4_{11}$ の積分により、その画素 11 の輝度 $I_{R_{11}}$ が算出される。

[0070] 図9は、本技術の第1の実施の形態における低解像度デプスマップおよび高解像度デプスマップの一例を示す図である。同図におけるaは、低解像度デプスマップの一例を示し、同図におけるbは、高解像度デプスマップの一例を示す。

[0071] 画素ブロックの中心毎に、低解像度電荷信号 $q1$ 乃至 $q4$ から距離 d が演算される。例えば、画素 11 の低解像度電荷信号 $q1_{11}$ 乃至 $q4_{11}$ から、その画素 11 に対応する距離 d_{11} が算出される。

[0072] そして、低解像度赤外線画像データと、赤外線画像データと、低解像度デプスマップとがクロスバイラテラルフィルタに入力され、高解像度デプスマップが生成される。

[0073] [測距モジュールの動作例]

図10は、本技術の第1の実施の形態における測距モジュール100の動作の一例を示すフローチャートである。この動作は、例えば、測距を開始さ

せるための操作が行われたときに開始される。

[0074] 測距モジュール100は、画素毎に電荷信号Q1乃至Q4を生成する（ステップS901）。そして、測距モジュール100は、画素加算により画素ブロックごとに低解像度電荷信号q1乃至q4を生成する（ステップS902）。次いで、測距モジュール100は、低解像度電荷信号q1乃至q4から低解像度デプスマップを生成する（ステップS903）。

[0075] また、測距モジュール100は、電荷信号Q1乃至Q4から赤外線画像データを生成し（ステップS904）、低解像度電荷信号q1乃至q4から低解像度赤外線画像データを生成する（ステップS905）。そして、測距モジュール100は、低解像度デプスマップと、赤外線画像データと、低解像度赤外線画像データとをクロスバイラテラルフィルタに入力して高解像度デプスマップを生成する（ステップS906）。

[0076] そして、測距モジュール100は、測距を終了させるための操作などにより測距が終了したか否かを判断する（ステップS907）。測距が終了していない場合に（ステップS907：No）測距モジュール100は、ステップS901以降を繰り返し実行する。一方、測距が終了した場合に（ステップS907：Yes）測距モジュール100は、デプスマップを生成する動作を終了する。

[0077] このように、本技術の第1の実施の形態によれば、測距モジュール100は、電荷信号から赤外線画像データを生成して、その赤外線画像データと電荷信号とから高解像度デプスマップを生成するため、デプスマップの画質を向上させることができる。また、この赤外線画像データは、ToFセンサ200が出力した電荷信号から生成されるため、赤外線画像データを撮像する固体撮像素子を追加する必要は無い。このため、固体撮像素子をさらに設ける構成と比較して、測距モジュール100のコストやサイズの増大を抑制することができる。さらに、固体撮像素子を追加する構成では、ToFセンサと固体撮像素子とを同じ位置に配置することは物理的に不可能であるため、これらに微小な位置ずれが生じて、その位置ずれの補正が必要となってしまう。

う。これに対して、ToFセンサのみを用いる構成では、そのような補正が不要となる。

[0078] [変形例]

上述の第1の実施の形態では、測距モジュール100は、電荷信号の積分により、赤外線画像データを生成していたが、ToFセンサ200が時分割で、電荷信号の生成と、赤外線画像データの撮像とを行ってもよい。この第1の実施の形態の変形例の測距モジュール100は、ToFセンサ200が時分割で、電荷信号の生成と赤外線画像データの撮像とを行う点において第1の実施の形態と異なる。

[0079] 図11は、本技術の第1の実施の形態の変形例における発光制御部120の動作の一例を示すタイミングチャートである。第1の実施の形態の変形例において、垂直同期信号VSYNCの周波数 f_{VSYNC} の逆数である1V間隔は、ToF駆動期間と画像撮像期間とに分割される。発光制御部120は、ToF駆動期間において発光制御信号CLKpを生成し、その信号に同期して発光部110は間欠的に発光する。一方、画像撮像期間において、発光制御部120は、発光制御信号CLKpを停止し、発光部110は、発光を停止する。発光制御信号CLKpが停止するため、図3に例示した画素230において、転送スイッチ232の切り替えは行われず、電荷蓄積部233および234の一方のみに電荷が蓄積される。

[0080] また、ToFセンサ200は、ToF駆動期間において間欠光を受光して電荷信号Q1乃至Q4を生成し、画像撮像期間において連続的な赤外光を受光して赤外線画像データを生成する。

[0081] 図12は、本技術の第1の実施の形態の変形例における測距演算部300の一構成例を示すブロック図である。この第1の実施の形態の変形例の測距演算部300は、赤外線画像生成部310の代わりに、赤外線画像出力部311を備え、スイッチ315および切替え制御部316をさらに備える点において第1の実施の形態と異なる。

[0082] 切替え制御部316は、ToFセンサ200からのデータの出力先を切り

替えるものである。この切替え制御部 316 は、T o F 駆動期間において T o F センサ 200 からの電荷信号 Q 1 乃至 Q 4 の出力先をデプスマップ生成部 320 に切り替える。一方、画像撮像期間において切替え制御部 316 は、T o F センサ 200 からの赤外線画像データの出力先を赤外線画像生成部 311 および外部へ切り替える。

[0083] 赤外線画像出力部 311 は、T o F センサ 200 からの赤外線画像データに対して必要に応じて各種の画像処理を行い、高解像度デプスマップ生成部 324 に出力するものである。

[0084] このように、本技術の第 1 の実施の形態の第 1 の変形例によれば、T o F センサ 200 が、電荷信号の生成と赤外線画像データの撮像とを時分割で行うため、電荷信号を積分せずに赤外線画像データを生成することができる。

[0085] < 2. 第 2 の実施の形態 >

上述の第 1 の実施の形態では、低解像度デプスマップをクロスバイラテラルフィルタによりアップサンプリングしていたが、その代わりに低解像度電荷信号をアップサンプリングすることもできる。この第 2 の実施の形態の測距モジュール 100 は、低解像度電荷信号をアップサンプリングする点において第 1 の実施の形態と異なる。

[0086] 図 13 は、本技術の第 2 の実施の形態における測距演算部 300 の一構成例を示すブロック図である。この第 2 の実施の形態の測距演算部 300 は、デプスマップ生成部 320 の代わりにデプスマップ生成部 330 を備える。このデプスマップ生成部 330 は、低解像度電荷信号生成部 331、低解像度赤外線画像生成部 332、高解像度電荷信号生成部 333 およびデプス変換部 334 を備える。

[0087] 低解像度電荷信号生成部 331 および低解像度赤外線画像生成部 332 の構成は、第 1 の実施の形態の低解像度電荷信号生成部 321 および低解像度赤外線画像生成部 323 と同様である。

[0088] 高解像度電荷信号生成部 333 は、低解像度電荷信号 q 1 乃至 q 4 と、低解像度赤外線画像データと、低赤外線画像データとから、画素毎に新たな電

荷信号 $Q1_r$ 乃至 $Q4_r$ を高解像度電荷信号として生成するものである。高解像度電荷信号 $Q1_r$ 乃至 $Q4_r$ は、例えば次の式に示すクロスバイラテラルフィルタにより演算される。

[数3]

$$Q1_{r(u)} = \frac{1}{k(u)} \sum_{v \in \Omega_u} \{q1_{(v)} \times f(\|u - v\|) \times g(\|IR_{(u)} - ir_{(v)}\|)\} \quad \dots \text{式3}$$

[数4]

$$Q2_{r(u)} = \frac{1}{k(u)} \sum_{v \in \Omega_u} \{q2_{(v)} \times f(\|u - v\|) \times g(\|IR_{(u)} - ir_{(v)}\|)\} \quad \dots \text{式4}$$

[数5]

$$Q3_{r(u)} = \frac{1}{k(u)} \sum_{v \in \Omega_u} \{q3_{(v)} \times f(\|u - v\|) \times g(\|IR_{(u)} - ir_{(v)}\|)\} \quad \dots \text{式5}$$

[数6]

$$Q4_{r(u)} = \frac{1}{k(u)} \sum_{v \in \Omega_u} \{q4_{(v)} \times f(\|u - v\|) \times g(\|IR_{(u)} - ir_{(v)}\|)\} \quad \dots \text{式6}$$

上式において $q1_{(v)}$ 乃至 $q4_{(v)}$ は、座標 v の低解像度電荷信号である。また、 $Q1_{r(u)}$ 乃至 $Q4_{r(u)}$ は、座標 u の高解像度電荷信号である。高解像度電荷信号生成部 333 は、演算した高解像度電荷信号 $Q1_r$ 乃至 $Q4_r$ をデプス変換部 334 に供給する。

[0089] 上述のように、第1の実施の形態では、低解像度デプスマップがクロスバイラテラルフィルタによりアップサンプリングされたのに対し、第2の実施の形態では、低解像度電荷信号がクロスバイラテラルフィルタによりアップサンプリングされている。

[0090] デプス変換部 334 は、画素ごとに、その画素の高解像度電荷信号 $Q1_r$ 乃至 $Q4_r$ を距離 D （デプス）に変換するものである。このデプス変換部 334

は、例えば、次の式により距離Dを演算する。そしてデプス変換部334は、演算した距離Dを配列したデプスマップを外部に出力する。

$$D = (c / 4 \pi f) \times \tan^{-1} \{ (Q3_r - Q4_r) / (Q1_r - Q2_r) \}$$

上式において添字の(u)は省略されている。

[0091] なお、高解像度電荷信号生成部333は、式3乃至6により高解像度電荷信号 $Q1_r$ 乃至 $Q4_r$ を演算していたが、これらの式の代わりに次の式により演算してもよい。

[数7]

$$Q1_{r(u)} - Q2_{r(u)} = \frac{1}{k_{(u)}} \sum_{v \in \Omega_u} \{ (q1_{(v)} - q2_{(v)}) \times f(\|u - v\|) \times g(\|IR_{(u)} - ir_{(v)}\|) \} \cdots \text{式7}$$

[数8]

$$Q3_{r(u)} - Q4_{r(u)} = \frac{1}{k_{(u)}} \sum_{v \in \Omega_u} \{ (q3_{(v)} - q4_{(v)}) \times f(\|u - v\|) \times g(\|IR_{(u)} - ir_{(v)}\|) \} \cdots \text{式8}$$

[0092] 後段のデプス変換部334では、上述したように $Q1_{r(u)} - Q2_{r(u)}$ と $Q3_{r(u)} - Q4_{r(u)}$ とを用いるため、高解像度電荷信号生成部333は、上式の演算結果をそのままデプス変換部334に供給すればよい。式7および式8を用いることにより、式3乃至式6を用いる場合よりも、計算量を削減することができる。

[0093] 図14は、本技術の第2の実施の形態における測距モジュール100の動作の一例を示すフローチャートである。測距モジュール100は、画素毎に電荷信号 $Q1$ 乃至 $Q4$ を生成し（ステップS901）、画素ブロックごとに低解像度電荷信号 $q1$ 乃至 $q4$ を生成する（ステップS902）。そして、測距モジュール100は、赤外線画像データを生成し（ステップS904）、低解像度赤外線画像データを生成する（ステップS905）。

[0094] 続いて測距モジュール100は、低解像度電荷信号 $q1$ 乃至 $q4$ と低解像度赤外線画像データと赤外線画像データとをクロスバイラテラルフィルタに

入力して高解像度電荷信号 $Q1_r$ 乃至 $Q4_r$ を生成する（ステップS911）。そして、測距モジュール100は、高解像度電荷信号 $Q1_r$ 乃至 $Q4_r$ を距離Dに変換してデプスマップを生成して出力する（ステップS912）。ステップS912の後に測距モジュール100は、ステップS907以降を実行する。

[0095] このように、本技術の第2の実施の形態によれば、低解像度電荷信号をクロスバイラテラルフィルタに入力して高解像度電荷信号を生成するため、それらの高解像度電荷信号から高解像度デプスマップを生成することができる。

[0096] <3. 第3の実施の形態>

上述の第1の実施の形態では、測距モジュール100は、画素加算によりノイズ除去を行っていたが、画素加算の代わりに、クロスバイラテラルフィルタによりノイズ除去を行うこともできる。この第3の実施の形態の測距モジュール100は、クロスバイラテラルフィルタによりノイズ除去を行う点において第1の実施の形態と異なる。

[0097] 図15は、本技術の第3の実施の形態における測距演算部300の一構成例を示すブロック図である。この第3の実施の形態の測距演算部300は、デプスマップ生成部320の代わりにデプスマップ生成部340を備える点において第1の実施の形態と異なる。

[0098] デプスマップ生成部340は、電荷信号ノイズ除去部341およびデプス変換部342を備える。デプス変換部342の構成は、第2の実施の形態のデプス変換部334と同様である。

[0099] 電荷信号ノイズ除去部341は、赤外線画像データをガイダンス画像として、電荷信号 $Q1$ 乃至 $Q4$ とともにクロスバイラテラルフィルタに入力し、電荷信号 $Q1$ 乃至 $Q4$ のノイズを除去するものである。電荷信号ノイズ除去部341は、ノイズ除去後の電荷信号 $Q1_{nr}$ 乃至 $Q4_{nr}$ をデプス変換部342に供給する。これらの電荷信号 $Q1_{nr}$ 乃至 $Q4_{nr}$ は、例えば、次の式に示すクロスバイラテラルフィルタにより演算される。

[数9]

$$\begin{aligned}
Q1_{nr(u)} = & \frac{1}{k'_{(u)}} \sum_{u' \in \Omega_u} \left\{ Q1_{(u')} \times f(\|u - u'\|) \times g(\|IR_{(u)} - IR_{(u')}\|) \right. \\
& \times h(\|(Q1_{(u')} + Q2_{(u')}) - (Q3_{(u')} + Q4_{(u')})\|) \\
& \left. \times m\left(\sqrt{(Q1_{(u')} - Q2_{(u')})^2 + (Q3_{(u')} - Q4_{(u')})^2}\right) \right\} \quad \dots \text{式9}
\end{aligned}$$

[数10]

$$\begin{aligned}
Q2_{nr(u)} = & \frac{1}{k'_{(u)}} \sum_{u' \in \Omega_u} \left\{ Q2_{(u')} \times f(\|u - u'\|) \times g(\|IR_{(u)} - IR_{(u')}\|) \right. \\
& \times h(\|(Q1_{(u')} + Q2_{(u')}) - (Q3_{(u')} + Q4_{(u')})\|) \\
& \left. \times m\left(\sqrt{(Q1_{(u')} - Q2_{(u')})^2 + (Q3_{(u')} - Q4_{(u')})^2}\right) \right\} \quad \dots \text{式10}
\end{aligned}$$

[数11]

$$\begin{aligned}
Q3_{nr(u)} = & \frac{1}{k'_{(u)}} \sum_{u' \in \Omega_u} \left\{ Q3_{(u')} \times f(\|u - u'\|) \times g(\|IR_{(u)} - IR_{(u')}\|) \right. \\
& \times h(\|(Q1_{(u')} + Q2_{(u')}) - (Q3_{(u')} + Q4_{(u')})\|) \\
& \left. \times m\left(\sqrt{(Q1_{(u')} - Q2_{(u')})^2 + (Q3_{(u')} - Q4_{(u')})^2}\right) \right\} \quad \dots \text{式11}
\end{aligned}$$

[数12]

$$\begin{aligned}
Q4_{nr(u)} = & \frac{1}{k'_{(u)}} \sum_{u' \in \Omega_u} \left\{ Q4_{(u')} \times f(\|u - u'\|) \times g(\|IR_{(u)} - IR_{(u')}\|) \right. \\
& \times h(\|(Q1_{(u')} + Q2_{(u')}) - (Q3_{(u')} + Q4_{(u')})\|) \\
& \left. \times m\left(\sqrt{(Q1_{(u')} - Q2_{(u')})^2 + (Q3_{(u')} - Q4_{(u')})^2}\right) \right\} \quad \dots \text{式12}
\end{aligned}$$

[数13]

$$\begin{aligned}
k'_{(u)} \equiv & \sum_{u' \in \Omega_u} \left\{ f(\|u - u'\|) \times g(\|IR_{(u)} - IR_{(u')}\|) \right. \\
& \times h(\|(Q1_{(u')} + Q2_{(u')}) - (Q3_{(u')} + Q4_{(u')})\|) \\
& \left. \times m\left(\sqrt{(Q1_{(u')} - Q2_{(u')})^2 + (Q3_{(u')} - Q4_{(u')})^2}\right) \right\} \quad \dots \text{式13}
\end{aligned}$$

[0100] 上式において、 u は、ノイズ除去後の電荷信号（ $Q1_{nr}$ 乃至 $Q4_{nr}$ ）が出力される画素の座標である。また、 u' は、座標 u の近傍の画素の座標である。1つの座標 u に必要な座標 u' の個数（フィルタサイズ）は、適宜設定される。例えば、座標 u を中心とする 3×3 画素のそれぞれの座標 u' が入力される。

[0101] また、 $IR_{(u)}$ は、座標 u の輝度であり、 $IR_{(u')}$ は、座標 u' の輝度である。 $h()$ は、電荷信号 $Q1$ および $Q2$ の和と電荷信号 $Q3$ および $Q4$ の和との差分絶対値が小さいほど大きな重み係数を返す関数である。 $m()$ は、電荷信号 $Q1_{(u')}$ および $Q2_{(u')}$ の差の二乗と電荷信号 $Q3_{(u')}$ および $Q4_{(u')}$ の差の二乗との和の平方根が大きいほど大きな重み係数を返す関数である。

[0102] 式9乃至式13に示すクロスバイラテラルフィルタにより、電荷信号 $Q1$ 乃至 $Q4$ のノイズが除去される。このように、第1の実施の形態では、アップサンプリングにクロスバイラテラルフィルタが用いられたのに対し、第3の実施の形態では、ノイズ除去にクロスバイラテラルフィルタが用いられている。なお、式9乃至式13において $h()$ および $m()$ を乗算しているが、これらの少なくとも一方を「1」に設定してもよい。

[0103] また、式9乃至式12においてガウス関数 $g()$ は次の式により表される。

[数14]

$$g(\|IR_{(u)} - IR_{(u')}\|) \equiv \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\|IR_{(u)} - IR_{(u')}\|}{\sigma \times W_{u,u'}} \right)^2 \right\} \quad \dots \text{式14}$$

[0104] 上式において $W_{u,u'}$ は、次の式により表される位相差 dR が大きいほど小さな重み係数を返す関数である。この位相差 dR は、座標 u に対応する電荷信号 $Q1_{(u)}$ 乃至 $Q4_{(u)}$ から得られる位相と、座標 u' に対応する電荷信号 $Q1_{(u')}$ 乃至 $Q4_{(u')}$ から得られる位相との差である。位相差 dR は、例えば、次の式により表される。

$$dR = ||R - R'||$$

$$R = \tan^{-1} (Q3_{(u)} - Q4_{(u)}) / (Q1_{(u)} - Q2_{(u)})$$

$$R' = \tan^{-1} (Q3_{(u')} - Q4_{(u')}) / (Q1_{(u')} - Q2_{(u')})$$

[0105] なお、式14は、関数 $W_{u,u}$ を標準偏差に乗算したガウス関数であるが、 $W_{u,u}$ の代わりに「1」を設定した一般的なガウス関数を $g()$ として用いてもよい。

[0106] また、電荷信号ノイズ除去部341は、式9乃至12により電荷信号 $Q1_{nr}$ 乃至 $Q4_{nr}$ を演算していたが、これらの式の代わりに次の式により演算してもよい。

[数15]

$$\begin{aligned} Q1_{nr(u)} - Q2_{nr(u)} = & \frac{1}{k'_{(u)}} \sum_{u' \in \Omega_u} \left\{ (Q1_{(u')} - Q2_{nr(u)}) \times f(\|u - u'\|) \times g(\|IR_{(u)} - IR_{(u')}\|) \right. \\ & \times h((Q1_{(u')} + Q2_{(u')}) - (Q3_{(u')} + Q4_{(u')})) \\ & \left. \times m(\sqrt{(Q1_{(u')} - Q2_{(u')})^2 + (Q3_{(u')} - Q4_{(u')})^2}) \right\} \quad \dots \text{式15} \end{aligned}$$

[数16]

$$Q3_{nr(u)} - Q4_{nr(u)} = \frac{1}{k'_{(u)}} \sum_{u' \in \Omega_u} \left\{ (Q3_{(u')} - Q4_{nr(u')}) \times f(\|u - u'\|) \times g(\|IR_{(u)} - IR_{(u')}\|) \right. \\ \times h\left(\left|(Q1_{(u')} + Q2_{(u')}) - (Q3_{(u')} + Q4_{(u')})\right|\right) \\ \left. \times m\left(\sqrt{(Q1_{(u')} - Q2_{(u')})^2 + (Q3_{(u')} - Q4_{(u')})^2}\right) \right\} \quad \dots \text{式16}$$

[0107] 式15および式16を用いることにより、式9乃至式12を用いる場合よりも、計算量を削減することができる。

[0108] また、電荷信号ノイズ除去部341は、クロスバイラテラルフィルタにより電荷信号のノイズを除去しているが、フィルタ処理以外の処理によりノイズを除去することもできる。例えば、電荷信号ノイズ除去部341は、エネルギー最小化問題を解くことにより、ノイズを除去してもよい。この場合には、次の式に示す条件が設定される。

[数17]

$$Q1'_{(u)} + Q2'_{(u)} = Q3'_{(u)} + Q4'_{(u)} \quad \text{for } \forall u \in \Omega \quad \dots \text{式17}$$

[0109] 上式において、「for」以下は、座標 u が、画素アレイ部220の全画素の座標の集合のいずれかであることを示す。式17の条件下において、次の式を解くことにより、電荷信号 $Q1_{nr}$ 乃至 $Q4_{nr}$ が求められる。

[数18]

$$\{Q1'_{nr(u)} | i=1,2,3,4, \quad u \in \Omega\} = \arg \min_{\{Q1'_{nr(u)} | i=1,2,3,4, \quad u \in \Omega\}} (dTerm + A \times rTerm) \quad \dots \text{式18}$$

[0110] 上式における A は、所定の係数である。また、 $dTerm$ は、データ項であり、 $rTerm$ は、スムーズ項である。これらの項は、次の式により表される。

[数19]

$$dTerm \equiv \sum_{u \in \Omega} \{ (Q1'_{(u)} - Q1_{(u)})^2 + (Q2'_{(u)} - Q2_{(u)})^2 + (Q3'_{(u)} - Q3_{(u)})^2 + (Q4'_{(u)} - Q4_{(u)})^2 \} \quad \dots \text{式19}$$

[数20]

$$rTerm \equiv \sum_{u \in \Omega} \{ \|T_{(u)}^{1/2} \nabla Q1'_{(u)}\| + \|T_{(u)}^{1/2} \nabla Q2'_{(u)}\| + \|T_{(u)}^{1/2} \nabla Q3'_{(u)}\| + \|T_{(u)}^{1/2} \nabla Q4'_{(u)}\| \} \quad \dots \text{式20}$$

[数21]

$$T_{(u)}^{1/2} \equiv \exp\left(-B \left\| \nabla IR_{(u)} \right\|^r\right) n_{(u)} n_{(u)}^t + m_{(u)} m_{(u)}^t \quad \dots \text{式21}$$

[0111] 式21における $n_{(u)}$ は、赤外線画像データの座標 u における勾配の方向を示す単位ベクトルであり、 $m_{(u)}$ は、 $n_{(u)}$ に直交する単位ベクトルである。また、関数 $T^{1/2}$ は、非等方性拡散テンソルである。この非等方性拡散テンソルについては、「D. Ferstl, Image Guided Depth Upsampling Using Anisotropic Total Generalized Variation, ICCV 2013」に記載されている。 A 、 B および r は、所望の定数である。

[0112] 図16は、本技術の第3の実施の形態における関数 $h(\cdot)$ の一例を示すグラフである。同図における横軸は、電荷信号 $Q1$ および $Q2$ の和と電荷信号 $Q3$ および $Q4$ の和との差分絶対値 dQ を示し、縦軸は、差分絶対値ごとの関数 $h(\cdot)$ の値を示す。

[0113] ここで、ノイズが生じていない理想的な状況下では、差分絶対値 dQ は「0」となる。このため、この差分絶対値 dQ が大きいほど電荷信号 $Q1_{(u')}$ 乃至 $Q4_{(u')}$ の信頼性は低いものと考えられる。したがって、関数 $h(\cdot)$ は、差分絶対値 dQ が「0」のときに「1」の係数を返し、差分絶対値が大きいほど小さな係数を返す。この重み係数をフィルタで用いることにより、信頼性の低い電荷信号の寄与率を低下させることができる。

[0114] 図17は、本技術の第3の実施の形態における位相平面上の長さ Z と関数

m () との一例を示す図である。同図における a は、位相空間を示す。同図における a の縦軸は、電荷信号 $Q 3_{(u')}$ および $Q 4_{(u')}$ の差であり、横軸は電荷信号 $Q 1_{(u')}$ および $Q 2_{(u')}$ の差である。この位相空間において、実線の矢印は、原点から、計測された電荷信号に対応する点までの方向を示すベクトルである。このベクトルと横軸とがなす角度 R が、照射光と反射光との位相差を示す。また、点線の矢印は、真の位相差に対応するベクトルである。実線の矢印と、点線の矢印とのなす角度は、真値からの誤差を示す。同図に例示するように、実線の矢印の長さ Z が短いほど、誤差が大きくなる傾向がある。長さ Z は、例えば、次の式により表される。

$$Z = \{ (Q 1_{(u')} - Q 2_{(u')})^2 + (Q 3_{(u')} - Q 4_{(u')})^2 \}^{1/2}$$

[0115] 図 1 7 における b は、関数 m () の一例を示す。同図における横軸は長さ Z であり、縦軸は、Z に対応する関数 m () の値を示す。前述したように、長さ Z が短いほど、誤差が大きくなり、信頼性が低下するため、関数 () は、Z が大きなほど大きな重み係数を返す。この重み係数をフィルタで用いることにより、信頼性の低い電荷信号の寄与率を低下させることができる。

[0116] 図 1 8 は、本技術の第 3 の実施の形態における関数 g () および関数 $W_{u,u'}$ の一例を示す図である。同図における a は、式 1 4 で表される関数 g () の一例を示す。同図における横軸は、輝度 $I R_{(u)}$ と輝度 $I R_{(u')}$ との差分絶対値であり、縦軸は、関数 g () の値である。また、実線の曲線は、 $W_{u,u'}$ が「1」以外のときの関数 g () の軌跡を示し、点線の曲線は、 $W_{u,u'}$ が「1」のときの関数 g () 、すなわち一般的なガウス関数の軌跡を示す。同図に例示するように、 $W_{u,u'}$ により、関数 g () の分散を変更することができる。

[0117] 図 1 8 における b は、関数 $W_{u,u'}$ の一例を示す図である。同図における a の横軸は、位相差 d R を示し、縦軸は、位相差 d R ごとの関数 $W_{u,u'}$ の値を示す。距離（デプス）と位相 R は比例関係にあるため、ノイズ除去後の座標 u に対応する位相と、ノイズ除去前の座標 u' に対応する位相との位相差 d R が小さいほど、データの信頼性が高いと考えられる。したがって、位相差 d R が「0」のときに関数 $W_{u,u'}$ は「1」の係数を返し、位相差 d R が大きくなるほ

ど小さな係数を返す。この係数を関数 $g()$ に適用することにより、関数 $g()$ の分散を大きくして信頼性の低いデータの寄与率を小さくすることができる。

[0118] 図 19 は、本技術の第 3 の実施の形態における測距モジュール 100 の動作の一例を示すフローチャートである。測距モジュール 100 は、画素毎に電荷信号 Q_1 乃至 Q_4 を生成し（ステップ S901）、赤外線画像データを生成する（ステップ S904）。そして、測距モジュール 100 は、クロスバイラテラルフィルタに赤外線画像データと電荷信号 Q_1 乃至 Q_4 とを入力して、電荷信号のノイズを除去する（ステップ S921）。測距モジュールは、ノイズ除去後の電荷信号 Q_{1nr} 乃至 Q_{4nr} を距離 D に変換して出力する（ステップ S922）。ステップ S922 の後に測距モジュール 100 は、ステップ S907 以降を実行する。

[0119] このように、本技術の第 3 の実施の形態によれば、測距モジュール 100 は、クロスバイラテラルフィルタにより電荷信号のノイズ除去を行うため、ノイズ除去後の電荷信号から画質の高いデプスマップを生成することができる。

[0120] <4. 第 4 の実施の形態>

上述の第 3 の実施の形態では、測距モジュール 100 は、クロスバイラテラルフィルタにより電荷信号のノイズを除去していたが、電荷信号の代わりにデプスマップのノイズを除去することもできる。この第 4 の実施の形態の測距モジュール 100 は、クロスバイラテラルフィルタによりデプスマップのノイズを除去する点において第 3 の実施の形態と異なる。

[0121] 図 20 は、本技術の第 4 の実施の形態における測距演算部 300 の一構成例を示すブロック図である。この第 4 の実施の形態の測距演算部 300 は、デプスマップ生成部 340 の代わりにデプスマップ生成部 350 を備える点において第 3 の実施の形態と異なる。

[0122] デプスマップ生成部 350 は、デプス変換部 351 およびデプスマップノイズ除去部 352 を備える。デプス変換部 351 の構成は、第 3 の実施の形

態のデプス変換部 342 と同様である。

- [0123] デプスマップノイズ除去部 352 は、デプスマップと赤外線画像データとをクロスバイラテラルフィルタに入力してデプスマップのノイズを除去するものである。デプスマップノイズ除去部 352 は、ノイズ除去後の距離 D_{nr} (デプス) の情報を配列したデプスマップを外部に出力する。この距離 D_{nr} は、次の式に示すクロスバイラテラルフィルタにより演算される。

[数22]

$$D_{nr(u)} = \frac{1}{k''_{(u)}} \sum_{u' \in \Omega_u} \left\{ D_{(u')} \times f(\|u - u'\|) \times g(\|IR_{(u)} - IR_{(u')}\|) \right\} \quad \dots \text{式 22}$$

[数23]

$$k''_{(u)} \equiv \sum_{u' \in \Omega_u} \left\{ f(\|u - u'\|) \times g(\|IR_{(u)} - IR_{(u')}\|) \right\} \quad \dots \text{式 23}$$

- [0124] 上述のように、第3の実施の形態ではクロスバイラテラルフィルタにより電荷信号のノイズが除去されていたのに対し、第4の実施の形態ではクロスバイラテラルフィルタによりデプスマップのノイズが除去されている。

- [0125] 図21は、本技術の第4の実施の形態における測距モジュール100の動作の一例を示すフローチャートである。測距モジュール100は、画素毎に電荷信号Q1乃至Q4を生成し(ステップS901)、赤外線画像データを生成する(ステップS904)。そして、測距モジュール100は、電荷信号Q1乃至Q4を距離Dに変換する(ステップS931)。測距モジュール100は、デプスマップおよび赤外線画像データをクロスバイラテラルフィルタに入力して、デプスマップのノイズを除去し、出力する(ステップS932)。ステップS932の後に測距モジュール100は、ステップS907以降を実行する。

- [0126] このように、本技術の第4の実施の形態によれば、クロスバイラテラルフィルタによりデプスマップのノイズ除去を行うため、デプスマップの画質を向上させることができる。

[0127] <移動体への応用例>

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット等のいずれかの種類の移動体に搭載される装置として実現されてもよい。

[0128] 図 22 は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

[0129] 車両制御システム 12000 は、通信ネットワーク 12001 を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図 22 に示した例では、車両制御システム 12000 は、駆動系制御ユニット 12010、ボディ系制御ユニット 12020、車外情報検出ユニット 12030、車内情報検出ユニット 12040、及び統合制御ユニット 12050 を備える。また、統合制御ユニット 12050 の機能構成として、マイクロコンピュータ 12051、音声画像出力部 12052、及び車載ネットワーク I/F(interface) 12053 が図示されている。

[0130] 駆動系制御ユニット 12010 は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット 12010 は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。

[0131] ボディ系制御ユニット 12020 は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット 12020 は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウinker又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット 12020 には、鍵を代替する携帯機から発信

される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット 12020 は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

[0132] 車外情報検出ユニット 12030 は、車両制御システム 12000 を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット 12030 には、撮像部 12031 が接続される。車外情報検出ユニット 12030 は、撮像部 12031 に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像を受信する。車外情報検出ユニット 12030 は、受信した画像に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。

[0133] 撮像部 12031 は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出力する光センサである。撮像部 12031 は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。また、撮像部 12031 が受光する光は、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。

[0134] 車内情報検出ユニット 12040 は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット 12040 には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部 12041 が接続される。運転者状態検出部 12041 は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット 12040 は、運転者状態検出部 12041 から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。

[0135] マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 又は車内情報検出ユニット 12040 で取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット 12010 に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両

のレーン逸脱警告等を含むADAS(Advanced Driver Assistance System)の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

[0136] また、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030又は車内情報検出ユニット12040で取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0137] また、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット12020に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030で検知した先行車又は対向車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替える等の防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。

[0138] 音声画像出力部12052は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図22の例では、出力装置として、オーディオスピーカ12061、表示部12062及びインストルメントパネル12063が例示されている。表示部12062は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでもよい。

[0139] 図23は、撮像部12031の設置位置の例を示す図である。

[0140] 図23では、撮像部12031として、撮像部12101, 12102, 12103, 12104, 12105を有する。

[0141] 撮像部12101, 12102, 12103, 12104, 12105は、例えば、車両12100のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部12101及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部12105は、主として車両12100の前方の画像

を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部 12102, 12103 は、主として車両 12100 の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部 12104 は、主として車両 12100 の後方の画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 12105 は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0142] なお、図 23 には、撮像部 12101 ないし 12104 の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲 12111 は、フロントノーズに設けられた撮像部 12101 の撮像範囲を示し、撮像範囲 12112, 12113 は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部 12102, 12103 の撮像範囲を示し、撮像範囲 12114 は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部 12104 の撮像範囲を示す。例えば、撮像部 12101 ないし 12104 で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両 12100 を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0143] 撮像部 12101 ないし 12104 の少なくとも 1 つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部 12101 ないし 12104 の少なくとも 1 つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

[0144] 例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、撮像部 12101 ないし 12104 から得られた距離情報を基に、撮像範囲 12111 ないし 12114 内における各立体物までの距離と、この距離の時間的変化（車両 12100 に対する相対速度）を求めることにより、特に車両 12100 の進行路上にある最も近い立体物で、車両 12100 と略同じ方向に所定の速度（例えば、0 km/h 以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ 12051 は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うこと

ができる。

[0145] 例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、撮像部 12101 ないし 12104 から得られた距離情報を元に、立体物に関する立体物データを、2 輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱等その他の立体物に分類して抽出し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、車両 12100 の周辺の障害物を、車両 12100 のドライバが視認可能な障害物と視認困難な障害物とに識別する。そして、マイクロコンピュータ 12051 は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには、オーディオスピーカ 12061 や表示部 12062 を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制御ユニット 12010 を介して強制減速や回避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

[0146] 撮像部 12101 ないし 12104 の少なくとも 1 つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像中に歩行者が存在するかどうかを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は、例えば赤外線カメラとしての撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われる。マイクロコンピュータ 12051 が、撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部 12052 は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部 12062 を制御する。また、音声画像出力部 12052 は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部 12062 を制御してもよい。

[0147] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部 123031 に適用され得る。具体的には、図 1 における測距モジュール 100 は、

図 22 の撮像部 123031 に適用するすることができる。撮像部 123031 に本開示に係る技術を適用することにより、画質の高いデプスマップを得ることができるため、そのデプスマップを用いて車両を正確に制御することができる。

[0148] なお、上述の実施の形態は本技術を具現化するための一例を示したものであり、実施の形態における事項と、特許請求の範囲における発明特定事項とはそれぞれ対応関係を有する。同様に、特許請求の範囲における発明特定事項と、これと同一名称を付した本技術の実施の形態における事項とはそれぞれ対応関係を有する。ただし、本技術は実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において実施の形態に種々の変形を施すことにより具現化することができる。

[0149] また、上述の実施の形態において説明した処理手順は、これら一連の手順を有する方法として捉えてもよく、また、これら一連の手順をコンピュータに実行させるためのプログラム乃至そのプログラムを記憶する記録媒体として捉えてもよい。この記録媒体として、例えば、CD (Compact Disc)、MD (MiniDisc)、DVD (Digital Versatile Disc)、メモ리카ード、ブルーレイディスク (Blu-ray (登録商標) Disc) 等を用いることができる。

[0150] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって、限定されるものではなく、また、他の効果があってもよい。

[0151] なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

(1) 所定の間欠光を受光する複数の画素が二次元格子状に配列された画素アレイ部と、

前記複数の画素のそれぞれの受光データに基づいて所定の連続光の輝度を示す複数の画素データを二次元格子状に配列した連続光画像データを生成する連続光画像データ生成部と、

前記複数の画素のそれぞれに対応する距離情報を配列したデプスマップを前記受光データおよび前記連続光画像データから生成するデプスマップ生成部と

を具備する測距装置。

(2) 前記受光データのそれぞれは、複数の電荷信号を含み、

前記連続光画像データ生成部は、前記複数の画素のそれぞれについて前記複数の電荷信号を積分する処理により前記連続光画像データを生成する
前記(1)記載の測距装置。

(3) 前記デプスマップ生成部は、前記複数の電荷信号と前記連続光画像データとを入力した所定の関数が最小になるときの電荷信号を取得して当該電荷信号から前記デプスマップを生成する
前記(1)記載の測距装置。

前記(1)記載の測距装置。

(4) 前記デプスマップ生成部は、所定のフィルタを用いて前記デプスマップを生成する
前記(1)記載の測距装置。

前記(1)記載の測距装置。

(5) 前記画素アレイ部は、複数の画素ブロックに分割され、

前記デプスマップ生成部は、

前記受光データに対する画素加算により前記複数の画素ブロックのそれぞれについて複数の電荷信号を低解像度電荷信号として生成する低解像度電荷信号生成部と、

前記複数の画素ブロックのそれぞれについて前記低解像度電荷信号を積分して当該積分値に応じたデータを配列した低解像度連続光画像データを出力する低解像度連続光画像データ生成部と、

前記低解像度電荷信号に基づいて前記複数の画素ブロックのそれぞれに対応する距離情報を配列したデータを低解像度デプスマップとして生成する低解像度デプスマップ生成部と、

前記連続光画像データと前記低解像度連続光画像データと前記低解像度デプスマップとを前記所定のフィルタに入力して前記デプスマップを生成する高解像度デプスマップ生成部と

を備える前記(4)記載の測距装置。

(6) 前記画素アレイ部は、複数の画素ブロックに分割され、

前記デプスマップ生成部は、

前記受光データに対する画素加算により前記複数の画素ブロックのそれぞれについて複数の電荷信号を低解像度電荷信号として生成する低解像度電荷信号生成部と、

前記複数の画素ブロックのそれぞれについて前記低解像度電荷信号を積分して当該積分値に応じたデータを配列した低解像度連続光画像データを出力する低解像度連続光画像データ生成部と、

前記連続光画像データと前記低解像度連続光画像データと前記低解像度電荷信号とを前記所定のフィルタに入力して前記複数の画素のそれぞれについて新たな電荷信号を高解像度電荷信号として生成する高解像度電荷信号生成部と、

前記高解像度電荷信号を前記距離情報に変換するデプス変換部とを備える前記（４）記載の測距装置。

（７）前記デプスマップ生成部は、

前記複数の電荷信号とを前記距離情報に変換するデプス変換部と、

前記距離情報と前記連続光画像データとを前記所定のフィルタに入力して前記距離情報のノイズを除去するデプスマップノイズ除去部とを備える前記（４）記載の測距装置。

（８）前記デプスマップ生成部は、

前記連続光画像データと前記複数の電荷信号とを前記所定のフィルタに入力して前記複数の電荷信号のノイズを除去する電荷信号ノイズ除去部と、

前記ノイズが除去された前記複数の電荷信号を前記距離情報に変換するデプス変換部とを備える前記（４）記載の測距装置。

（９）前記複数の電荷信号は、第１、第２、第３および第４の電荷信号を含み、

前記所定のフィルタは、前記第１および第２の電荷信号の和と前記第３および第４の電荷信号の和との差分絶対値が大きいほど小さな重み係数に所定

のガウス関数を乗算したフィルタである

前記（８）記載の測距装置。

（１０）前記複数の電荷信号は、第１、第２、第３および第４の電荷信号を含み、

前記所定のフィルタは、前記第１および第２の電荷信号の差の二乗と前記第３および第４の電荷信号の差の二乗との和が大きいほど大きな重み係数に所定のガウス関数を乗算したフィルタである

前記（８）または（９）に記載の測距装置。

（１１）前記所定のフィルタは、ノイズを除する前の前記間欠光の位相とノイズを除去した後の前記間欠光の位相との差が小さいほど大きな係数を標準偏差の項に乘算したガウス関数を含む

前記（８）から（１０）のいずれかに記載の測距装置。

（１２）前記画素アレイ部は、所定の期間内に前記所定の間欠光を受光し、前記所定の期間と異なる連続光受光期間内に前記所定の連続光を受光し、

前記連続光画像データ生成部は、前記連続光受光期間内の前記受光データから前記連続光画像データを生成する

前記（１）記載の測距装置。

（１３）所定の間欠光を受光する複数の画素が二次元格子状に配列された画素アレイ部内の前記複数の画素のそれぞれの受光データに基づいて所定の連続光の受光量を示す複数の画素データを二次元格子状に配列した連続光画像データを生成する連続光画像データ生成手順と、

前記複数の画素のそれぞれに対応する距離情報を配列したデプスマップを前記受光データおよび前記連続光画像データから生成するデプスマップ生成手順と

を具備する測距装置の制御方法。

符号の説明

[0152] １００ 測距モジュール

１１０ 発光部

- 1 2 0 発光制御部
- 2 0 0 T o F センサ
- 2 1 0 行走査回路
- 2 2 0 画素アレイ部
- 2 3 0 画素
- 2 3 1 受光素子
- 2 3 2 転送スイッチ
- 2 3 3、2 3 4 電荷蓄積部
- 2 3 5、2 3 6 選択スイッチ
- 2 4 0 タイミング制御部
- 2 5 0 A D 変換部
- 2 6 0 列走査回路
- 2 7 0 信号処理部
- 3 0 0 測距演算部
- 3 1 0、3 1 1 赤外線画像生成部
- 3 1 5 スイッチ
- 3 1 6 切替え制御部
- 3 2 0、3 3 0、3 4 0、3 5 0 デプスマップ生成部
- 3 2 1、3 3 1 低解像度電荷信号生成部
- 3 2 2 低解像度デプスマップ生成部
- 3 2 3、3 3 2 低解像度赤外線画像生成部
- 3 2 4 高解像度デプスマップ生成部
- 3 3 3 高解像度電荷信号生成部
- 3 3 4、3 4 2、3 5 1 デプス変換部
- 3 4 1 電荷信号ノイズ除去部
- 3 5 2 デプスマップノイズ除去部
- 1 2 0 3 1 撮像部

請求の範囲

- [請求項1] 所定の間欠光を受光する複数の画素が二次元格子状に配列された画素アレイ部と、
- 前記複数の画素のそれぞれの受光データに基づいて所定の連続光の輝度を示す複数の画素データを二次元格子状に配列した連続光画像データを生成する連続光画像データ生成部と、
- 前記複数の画素のそれぞれに対応する距離情報を配列したデプスマップを前記受光データおよび前記連続光画像データから生成するデプスマップ生成部と
- を具備する測距装置。
- [請求項2] 前記受光データのそれぞれは、複数の電荷信号を含み、
- 前記連続光画像データ生成部は、前記複数の画素のそれぞれについて前記複数の電荷信号を積分する処理により前記連続光画像データを生成する
- 請求項1記載の測距装置。
- [請求項3] 前記デプスマップ生成部は、前記複数の電荷信号と前記連続光画像データとを入力した所定の関数が最小になるときの電荷信号を取得して当該電荷信号から前記デプスマップを生成する
- 請求項1記載の測距装置。
- [請求項4] 前記デプスマップ生成部は、所定のフィルタを用いて前記デプスマップを生成する
- 請求項1記載の測距装置。
- [請求項5] 前記画素アレイ部は、複数の画素ブロックに分割され、
- 前記デプスマップ生成部は、
- 前記受光データに対する画素加算により前記複数の画素ブロックのそれぞれについて複数の電荷信号を低解像度電荷信号として生成する低解像度電荷信号生成部と、
- 前記複数の画素ブロックのそれぞれについて前記低解像度電荷信号

を積分して当該積分値に応じたデータを配列した低解像度連続光画像データを出力する低解像度連続光画像データ生成部と、

前記低解像度電荷信号に基づいて前記複数の画素ブロックのそれぞれに対応する距離情報を配列したデータを低解像度デプスマップとして生成する低解像度デプスマップ生成部と、

前記連続光画像データと前記低解像度連続光画像データと前記低解像度デプスマップとを前記所定のフィルタに入力して前記デプスマップを生成する高解像度デプスマップ生成部と

を備える請求項4記載の測距装置。

[請求項6]

前記画素アレイ部は、複数の画素ブロックに分割され、

前記デプスマップ生成部は、

前記受光データに対する画素加算により前記複数の画素ブロックのそれぞれについて複数の電荷信号を低解像度電荷信号として生成する低解像度電荷信号生成部と、

前記複数の画素ブロックのそれぞれについて前記低解像度電荷信号を積分して当該積分値に応じたデータを配列した低解像度連続光画像データを出力する低解像度連続光画像データ生成部と、

前記連続光画像データと前記低解像度連続光画像データと前記低解像度電荷信号とを前記所定のフィルタに入力して前記複数の画素のそれぞれについて新たな電荷信号を高解像度電荷信号として生成する高解像度電荷信号生成部と、

前記高解像度電荷信号を前記距離情報に変換するデプス変換部とを備える請求項4記載の測距装置。

[請求項7]

前記デプスマップ生成部は、

前記複数の電荷信号とを前記距離情報に変換するデプス変換部と、

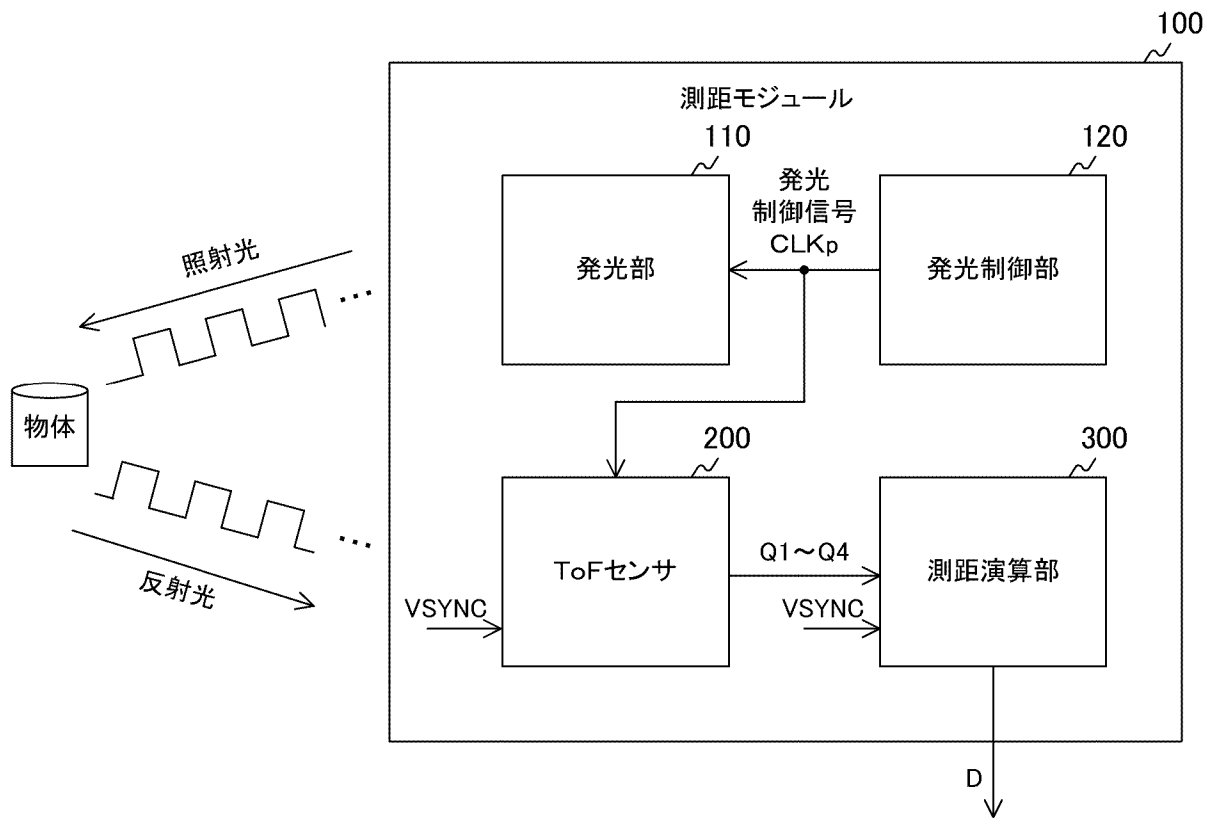
前記距離情報と前記連続光画像データとを前記所定のフィルタに入力して前記距離情報のノイズを除去するデプスマップノイズ除去部とを備える請求項4記載の測距装置。

- [請求項8] 前記デプスマップ生成部は、
前記連続光画像データと前記複数の電荷信号とを前記所定のフィルタに入力して前記複数の電荷信号のノイズを除去する電荷信号ノイズ除去部と、
前記ノイズが除去された前記複数の電荷信号を前記距離情報に変換するデプス変換部と
を備える請求項4記載の測距装置。
- [請求項9] 前記複数の電荷信号は、第1、第2、第3および第4の電荷信号を含み、
前記所定のフィルタは、前記第1および第2の電荷信号の和と前記第3および第4の電荷信号の和との差分絶対値が大きいほど小さな重み係数に所定のガウス関数を乗算したフィルタである
請求項8記載の測距装置。
- [請求項10] 前記複数の電荷信号は、第1、第2、第3および第4の電荷信号を含み、
前記所定のフィルタは、前記第1および第2の電荷信号の差の二乗と前記第3および第4の電荷信号の差の二乗との和が大きいほど大きな重み係数に所定のガウス関数を乗算したフィルタである
請求項8記載の測距装置。
- [請求項11] 前記所定のフィルタは、ノイズを除する前の前記間欠光の位相とノイズを除去した後の前記間欠光の位相との差が小さいほど大きな係数を標準偏差の項に乗算したガウス関数を含む
請求項8記載の測距装置。
- [請求項12] 前記画素アレイ部は、所定の期間内に前記所定の間欠光を受光し、
前記所定の期間と異なる連続光受光期間内に前記所定の連続光を受光し、
前記連続光画像データ生成部は、前記連続光受光期間内の前記受光データから前記連続光画像データを生成する

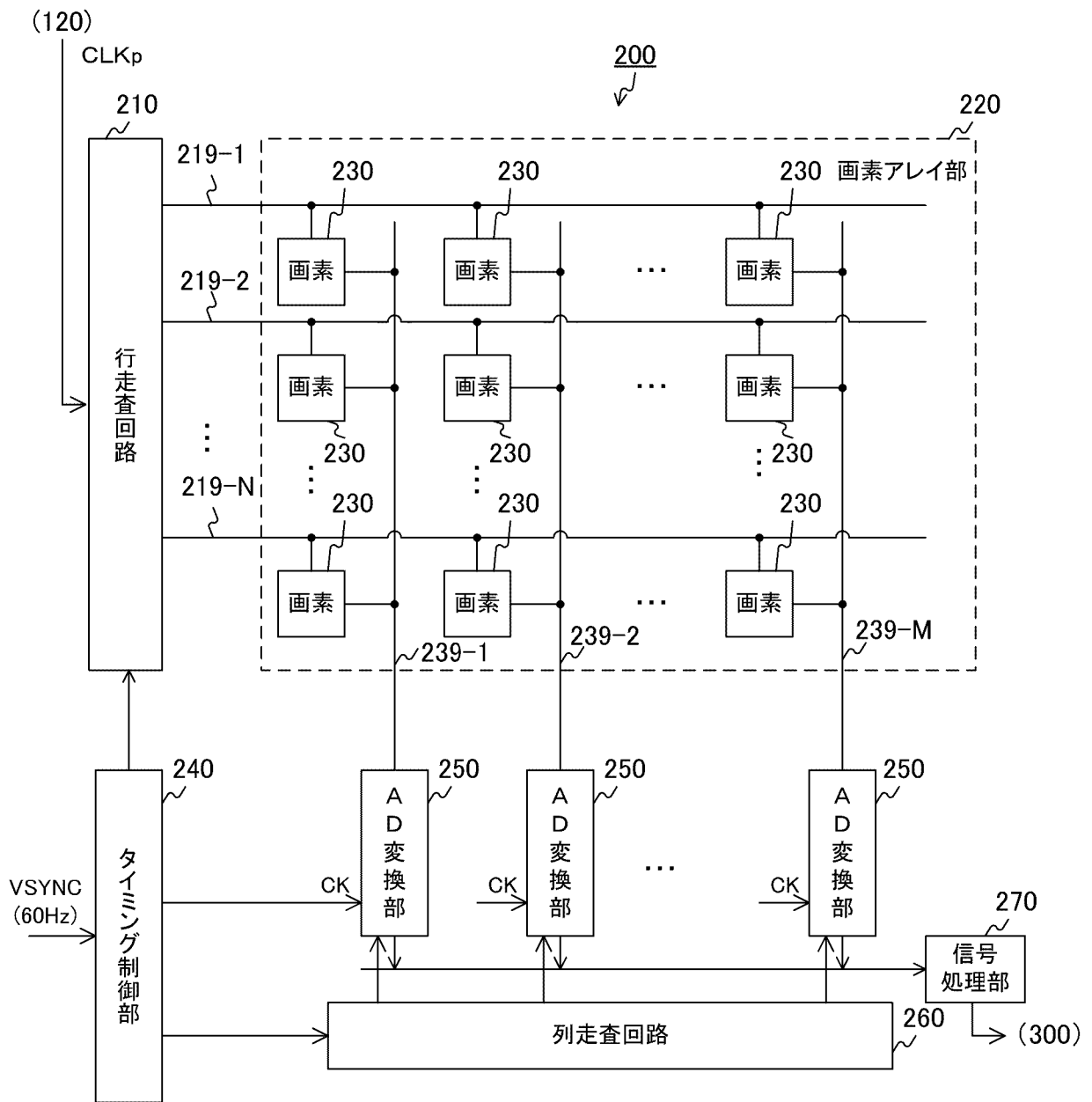
請求項 1 記載の測距装置。

- [請求項13] 所定の間欠光を受光する複数の画素が二次元格子状に配列された画素アレイ部内の前記複数の画素のそれぞれの受光データに基づいて所定の連続光の受光量を示す複数の画素データを二次元格子状に配列した連続光画像データを生成する連続光画像データ生成手順と、
- 前記複数の画素のそれぞれに対応する距離情報を配列したデプスマップを前記受光データおよび前記連続光画像データから生成するデプスマップ生成手順と
- を具備する測距装置の制御方法。

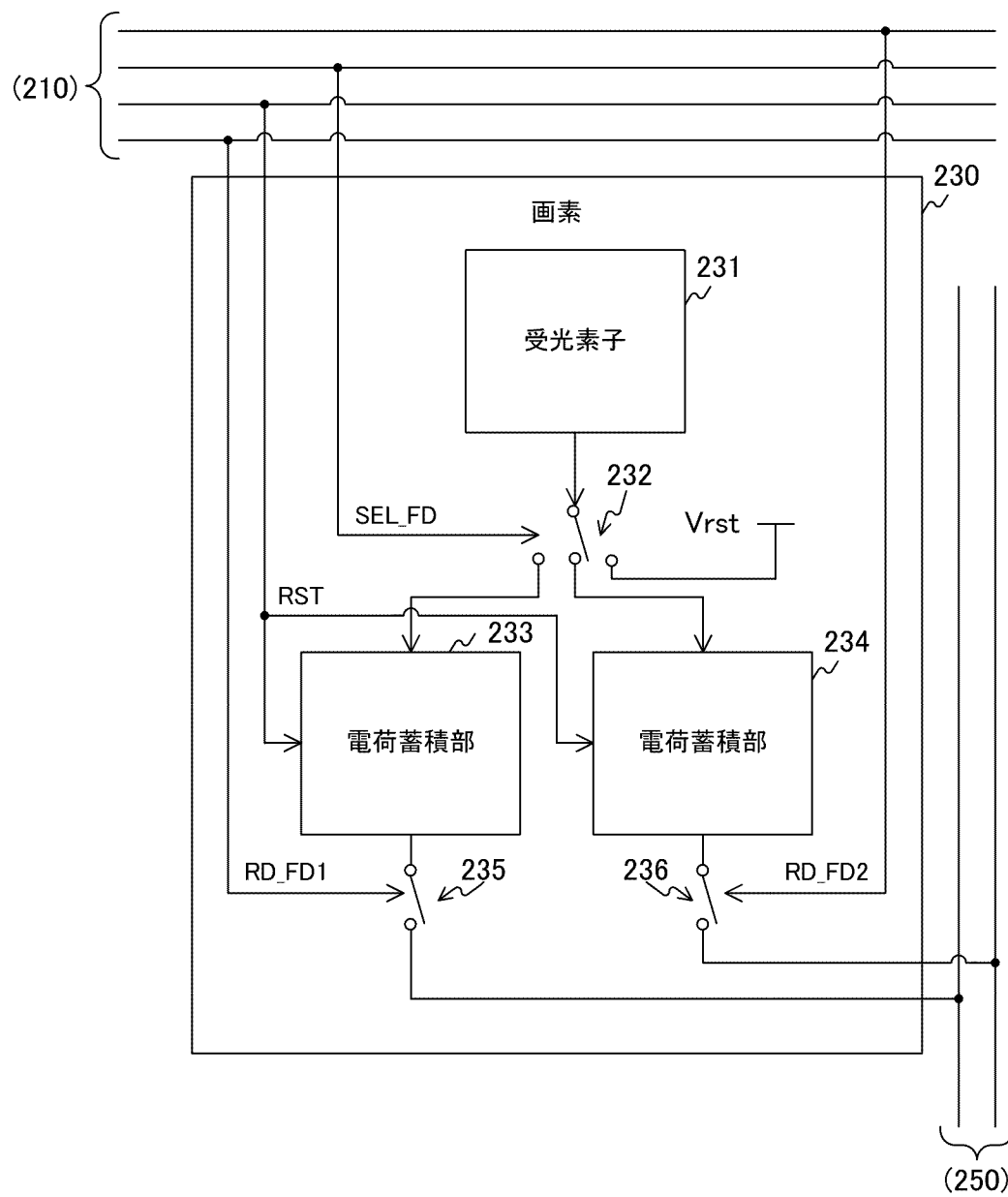
[図1]



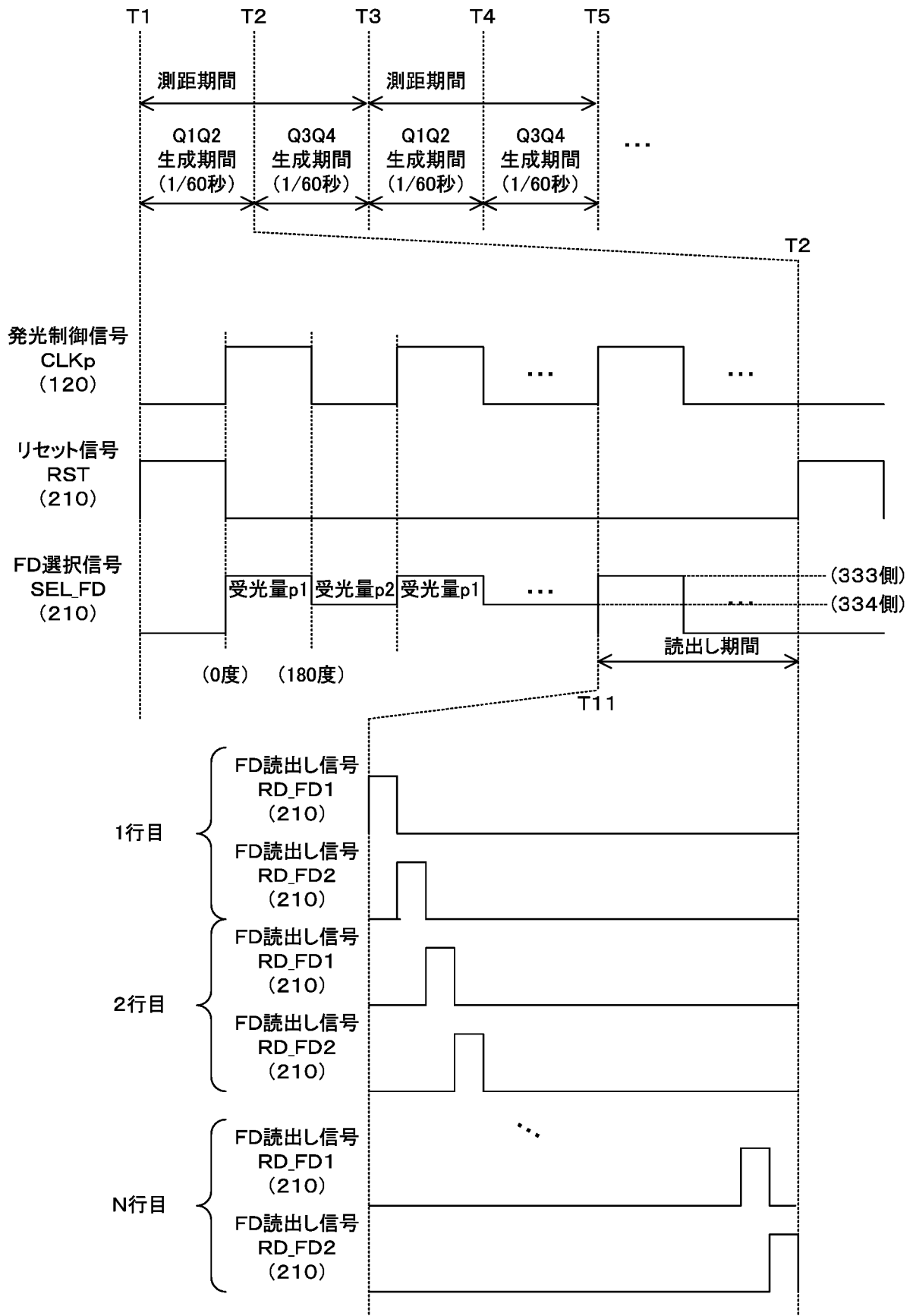
[図2]



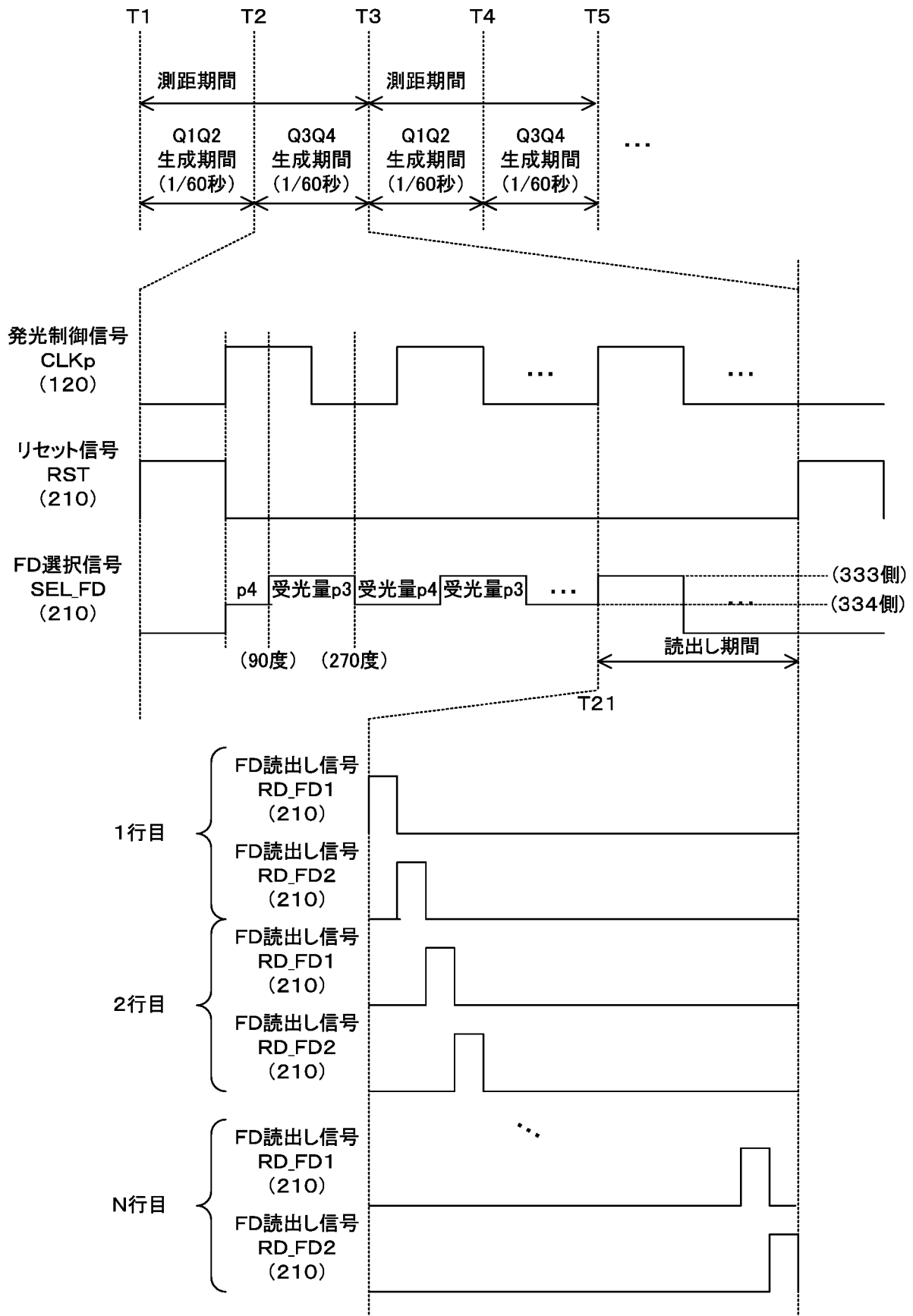
[図3]



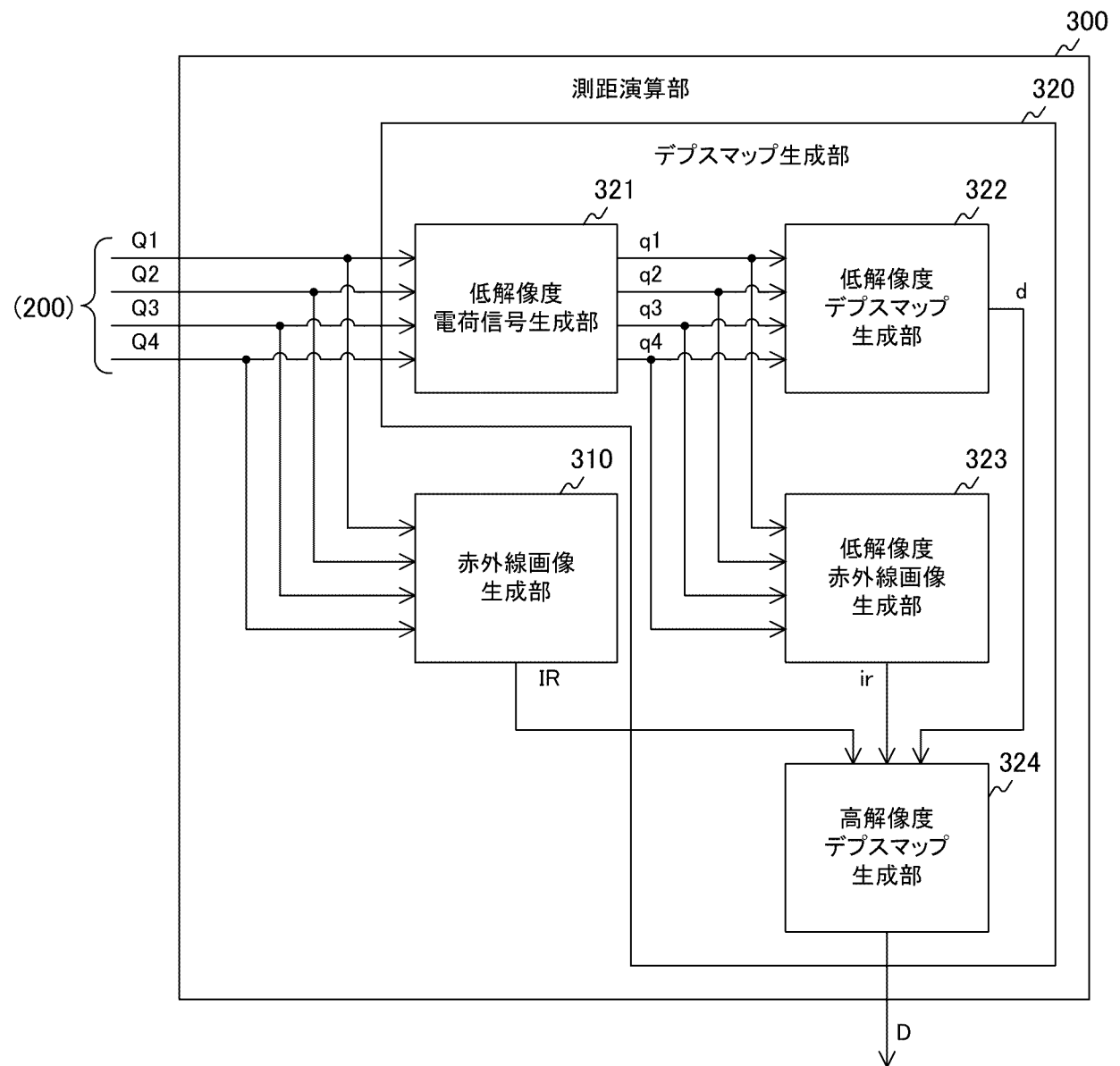
[図4]



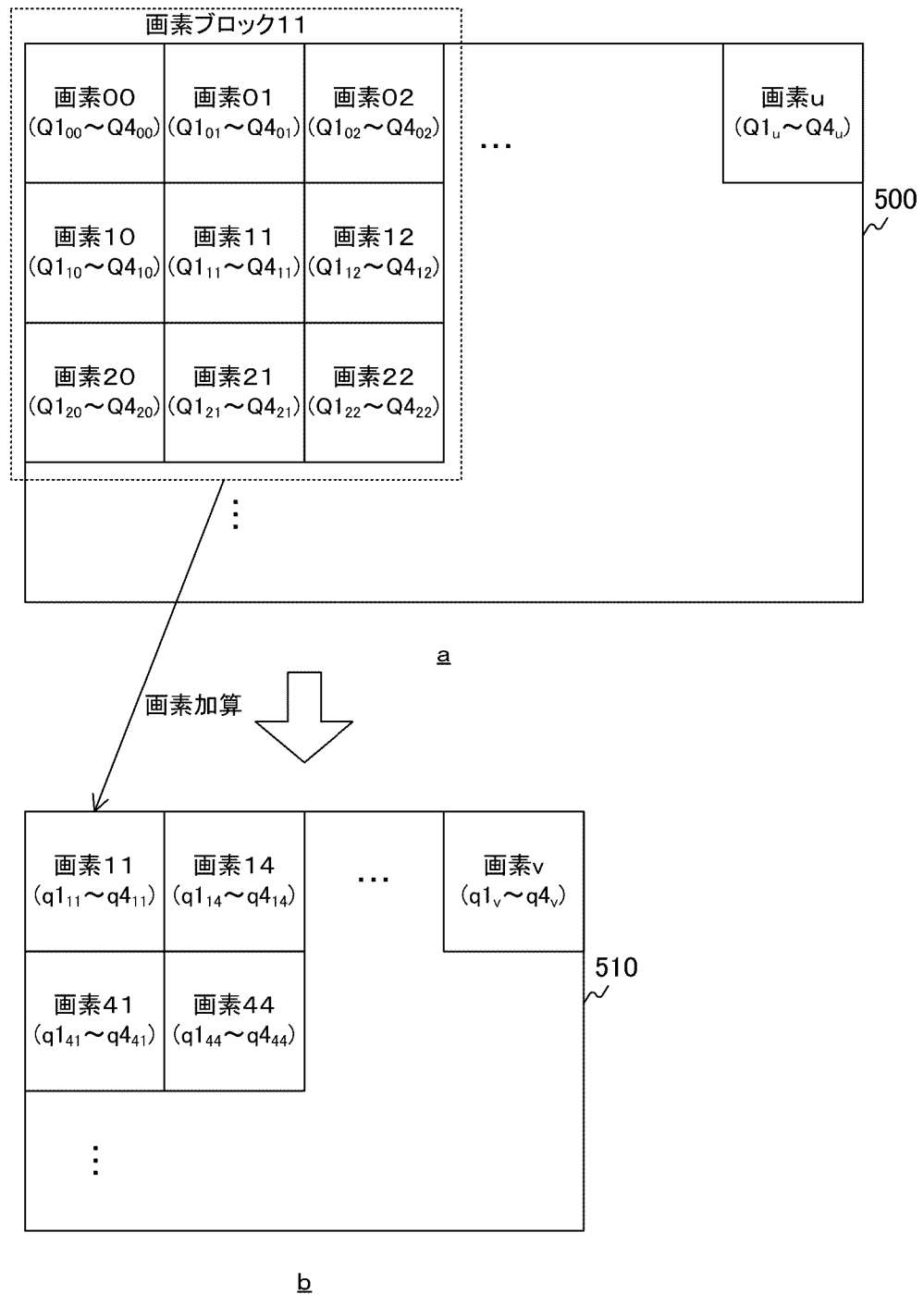
[図5]



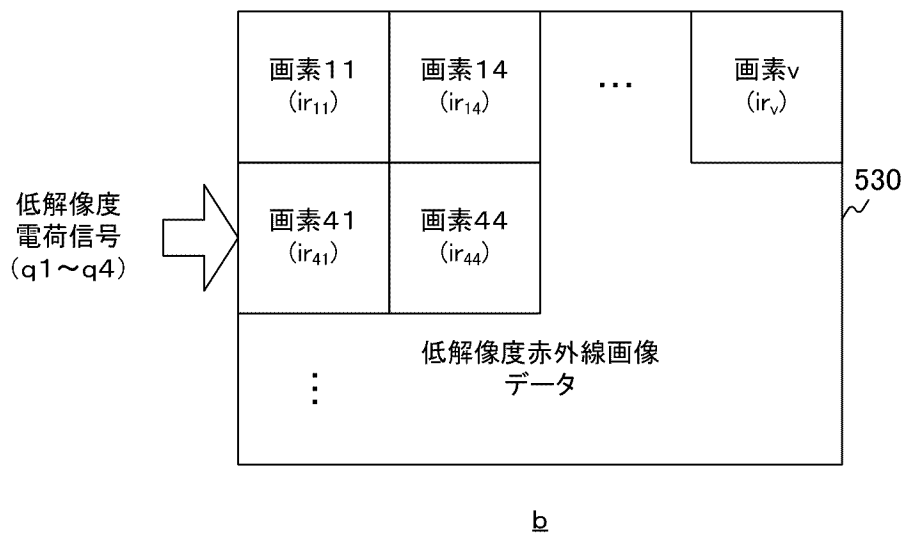
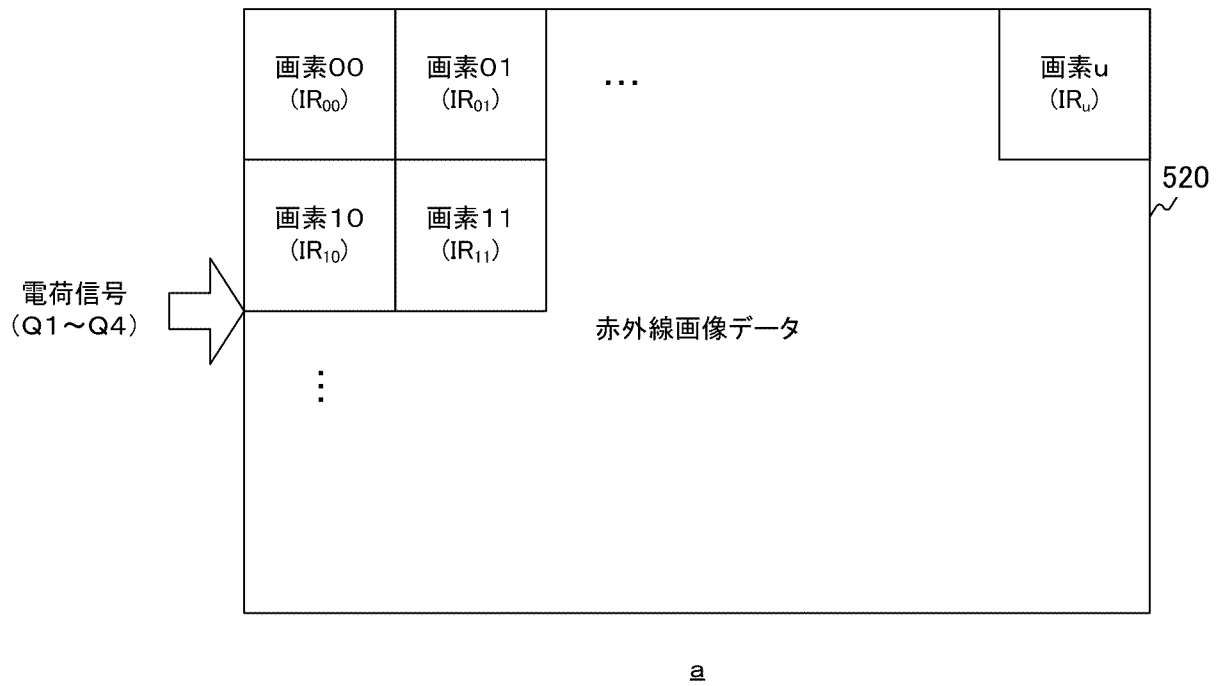
[図6]



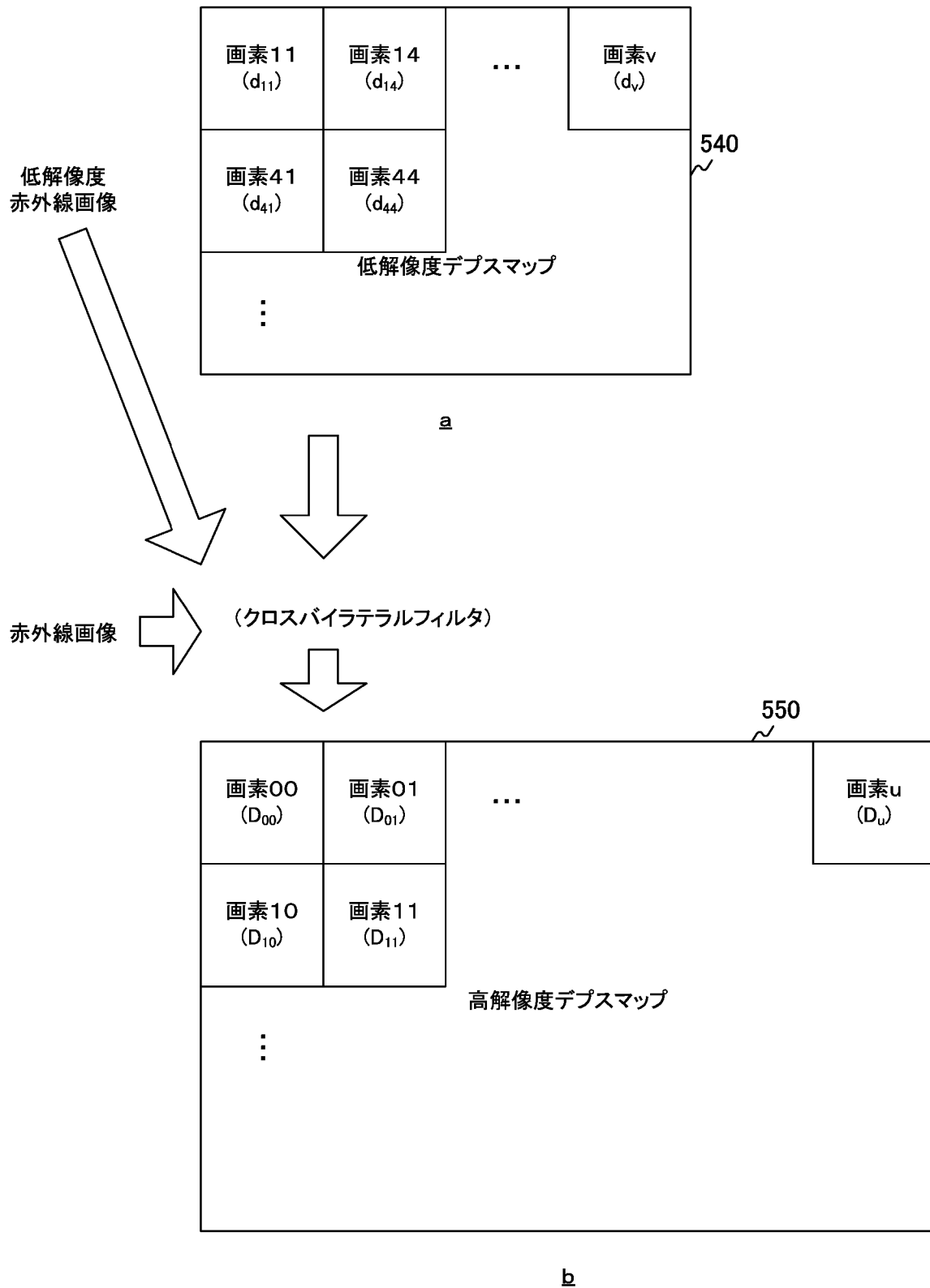
[図7]



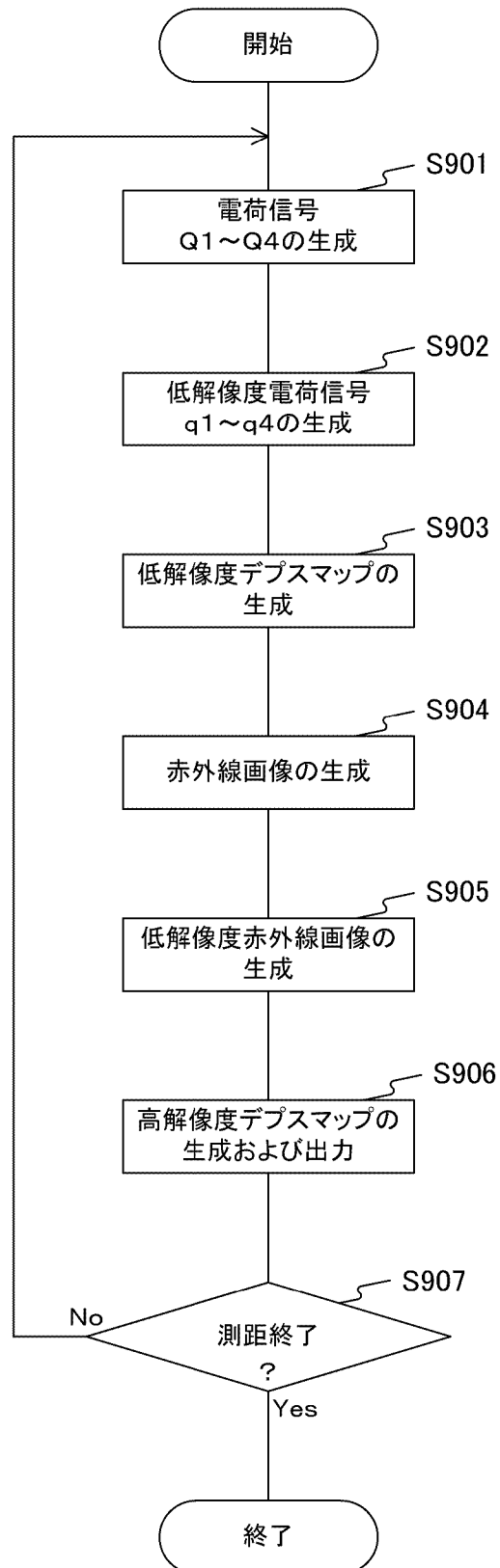
[図8]



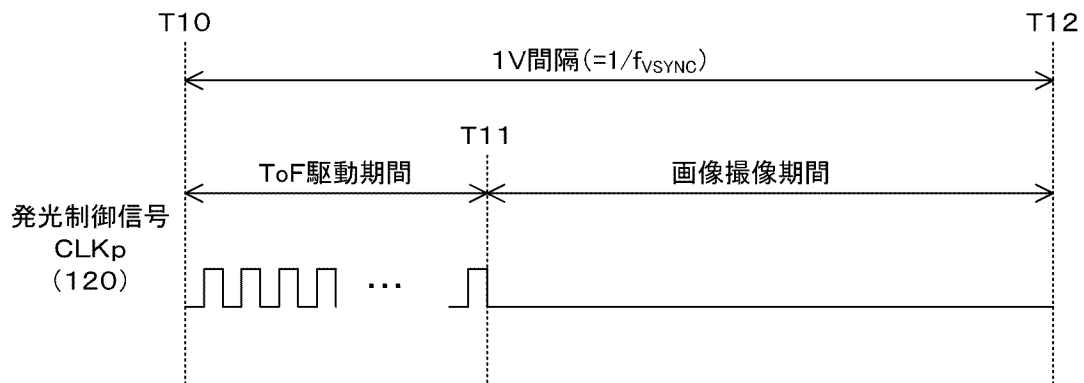
[図9]



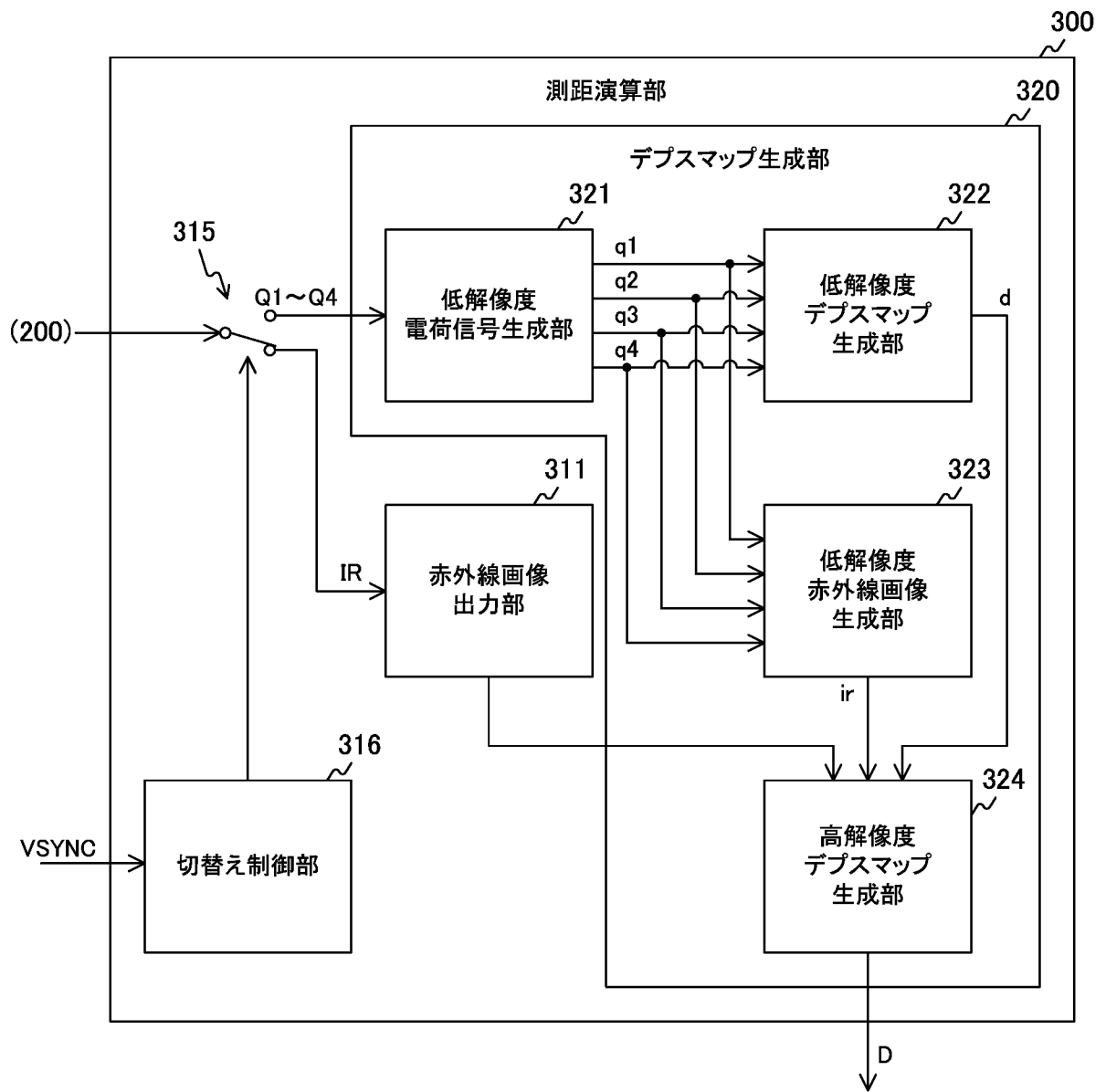
[図10]



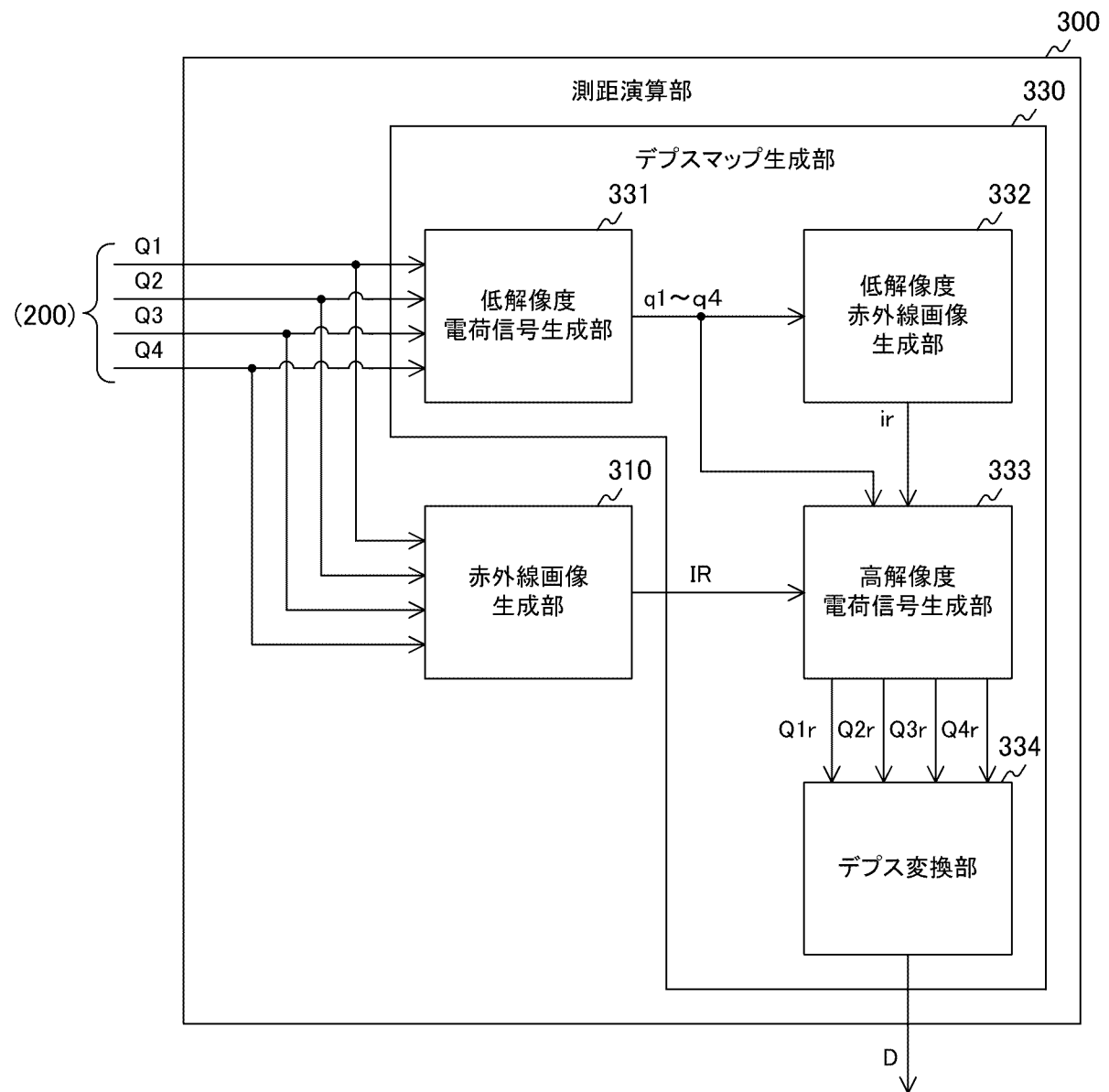
[図11]



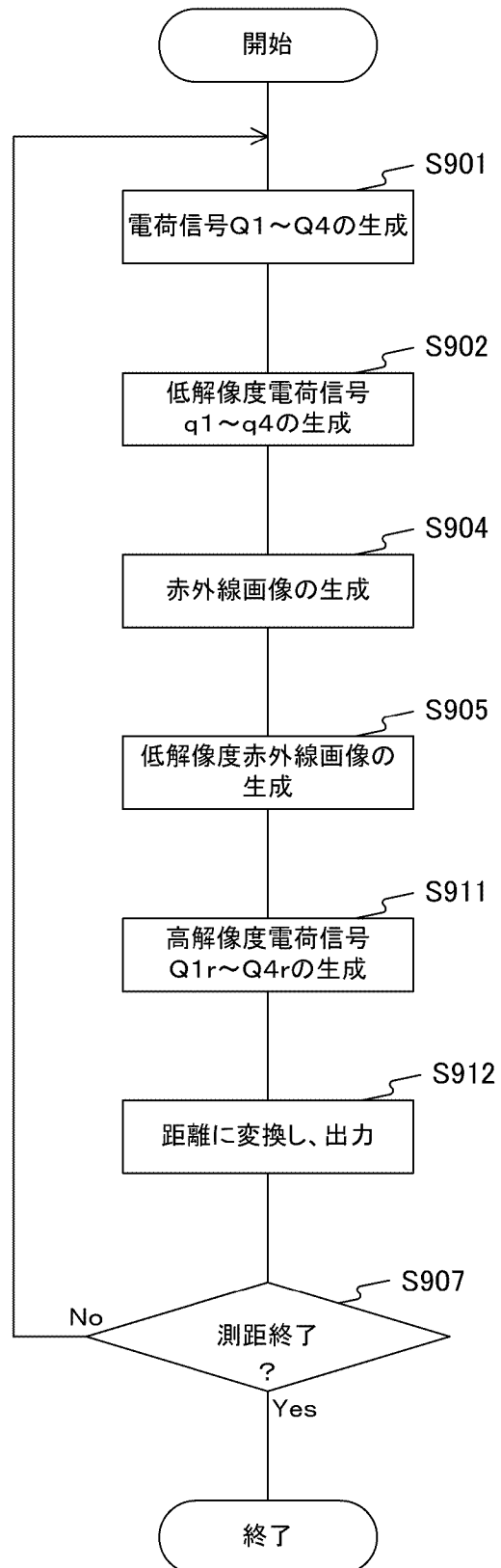
[図12]



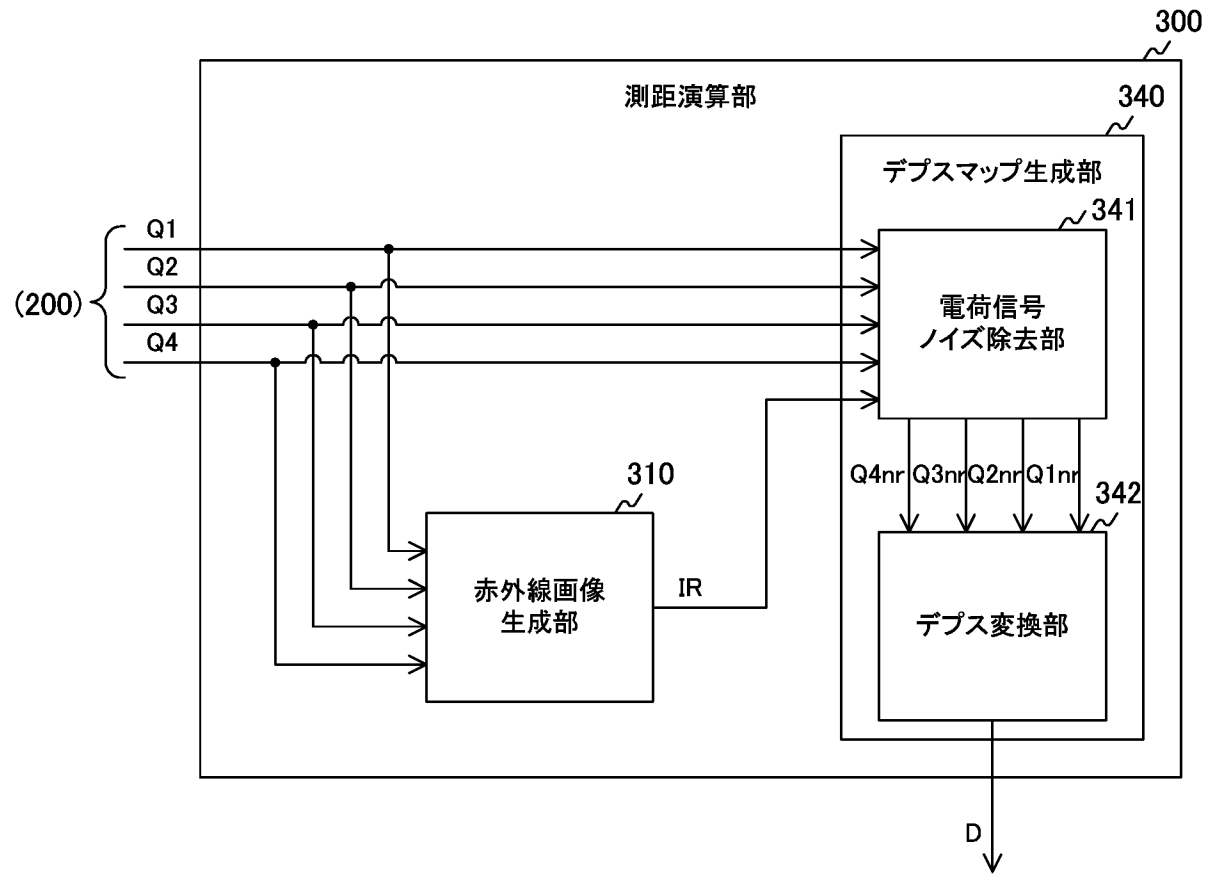
[図13]



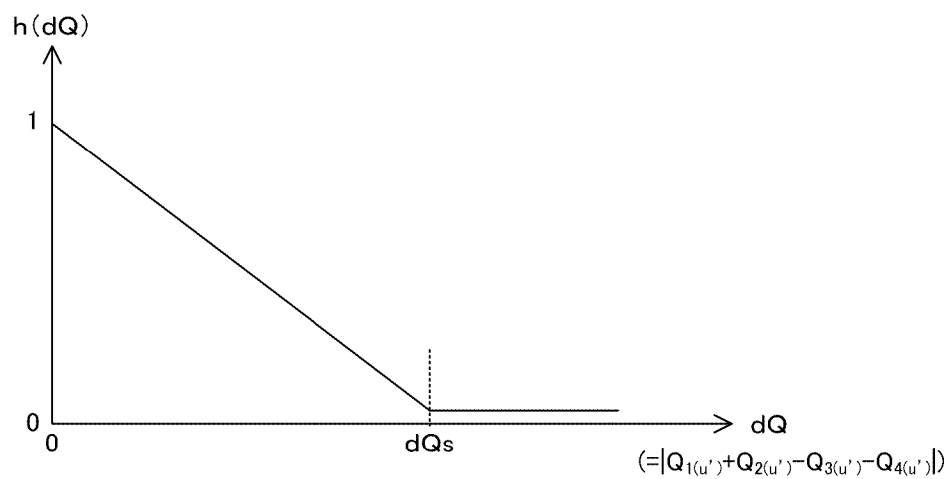
[図14]



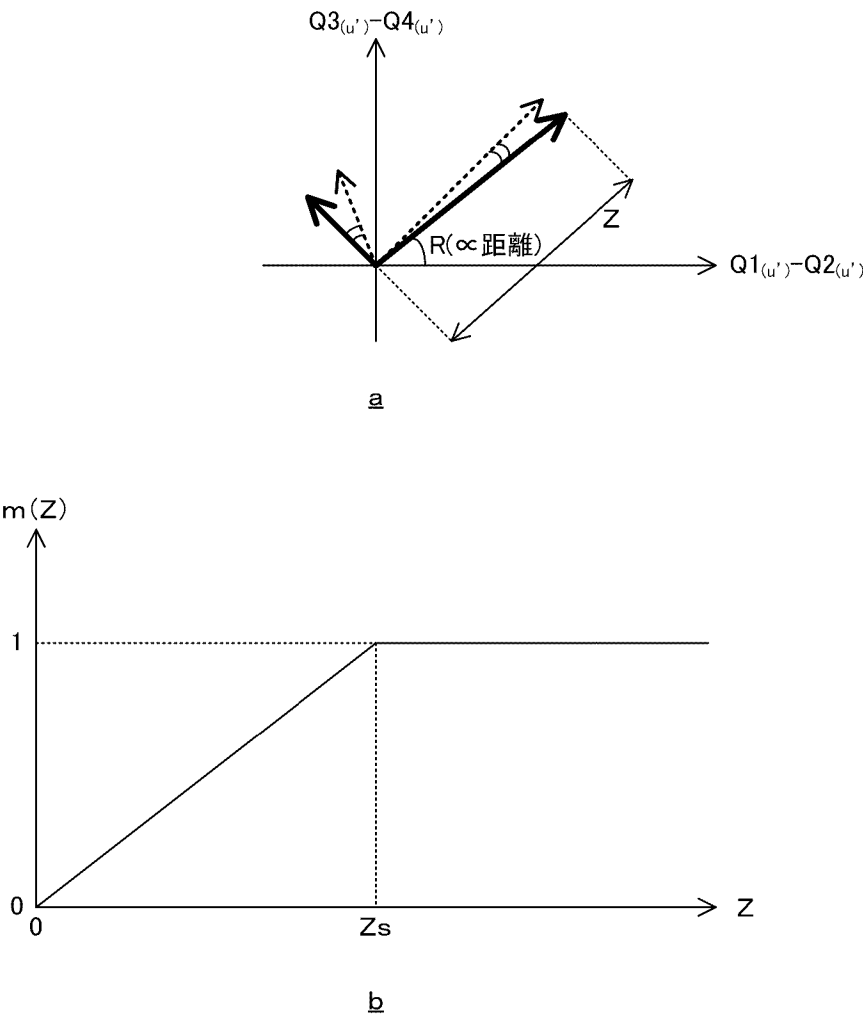
[図15]



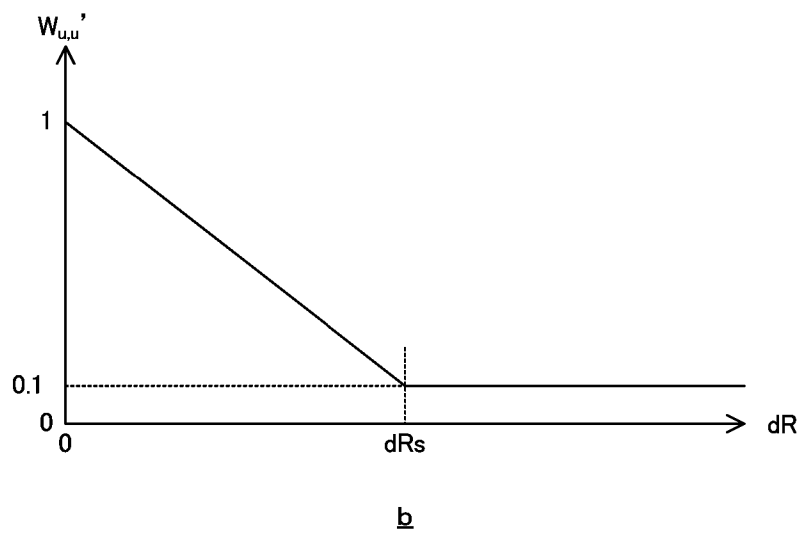
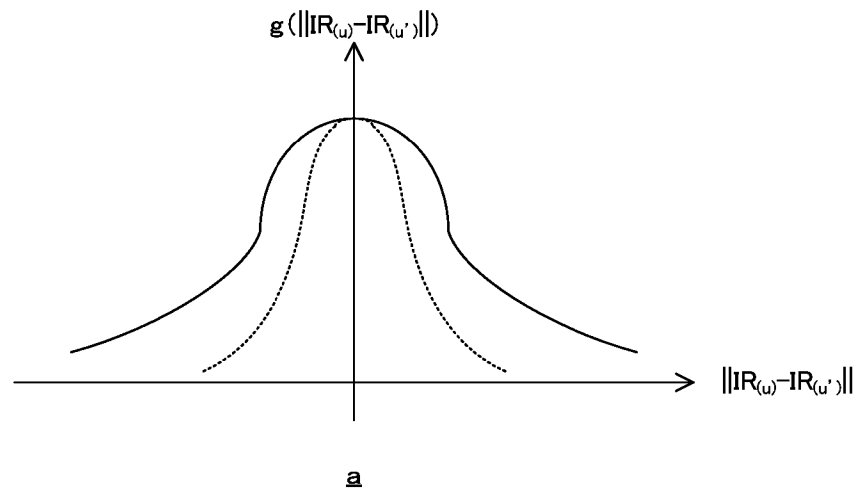
[図16]



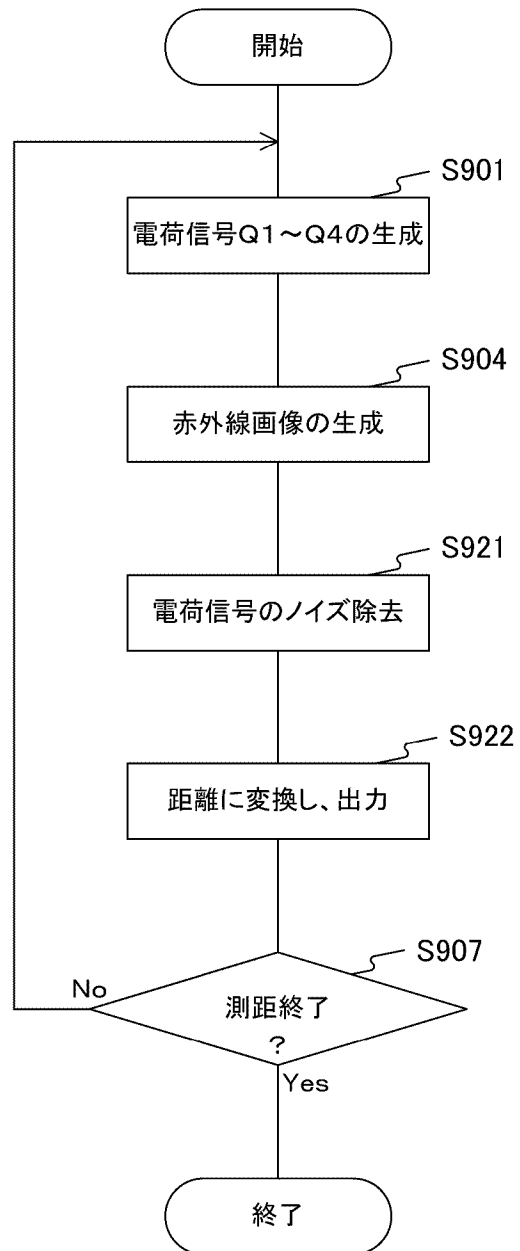
[図17]



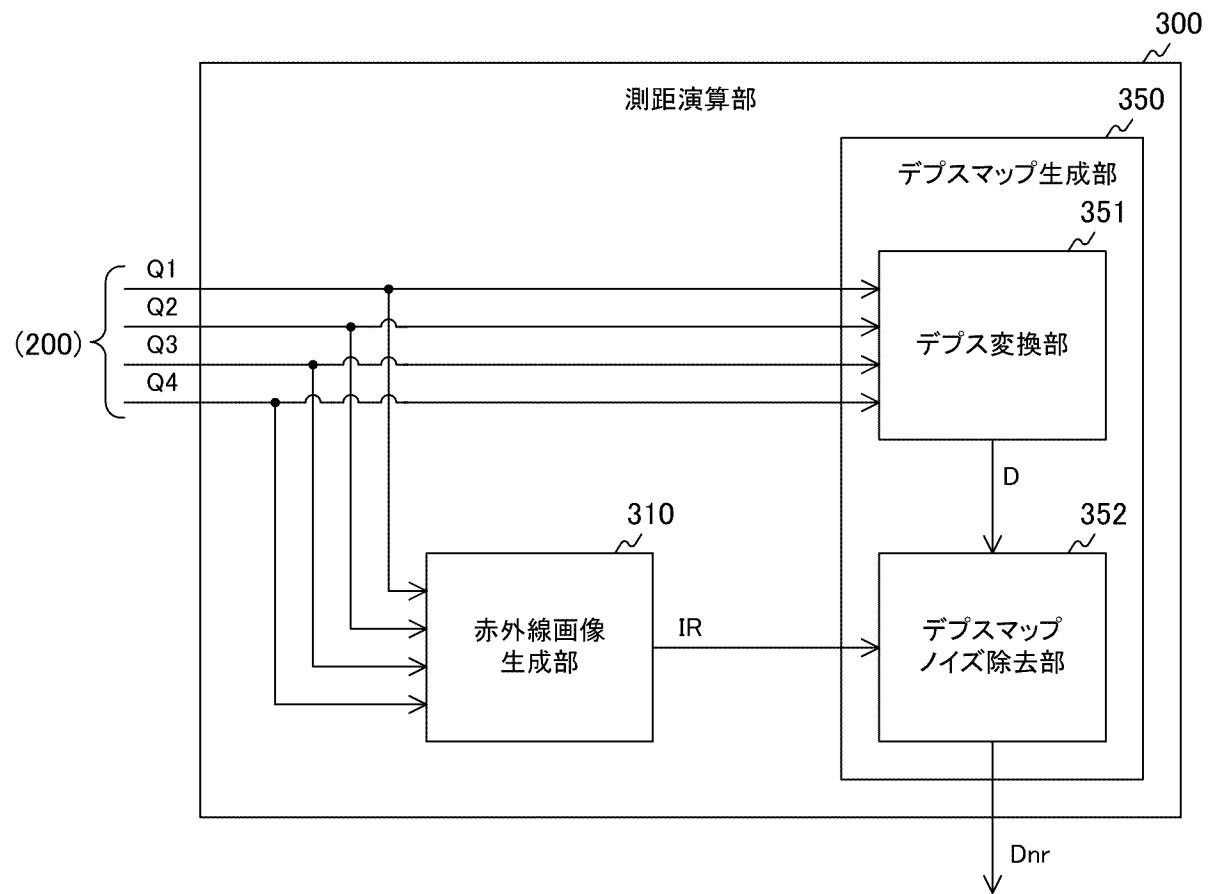
[図18]



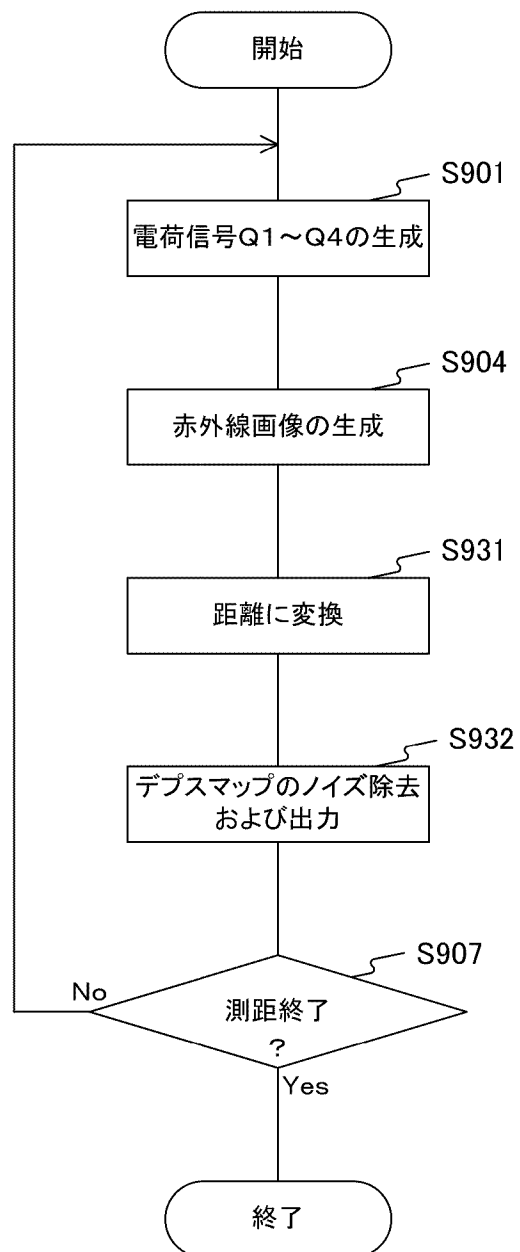
[図19]



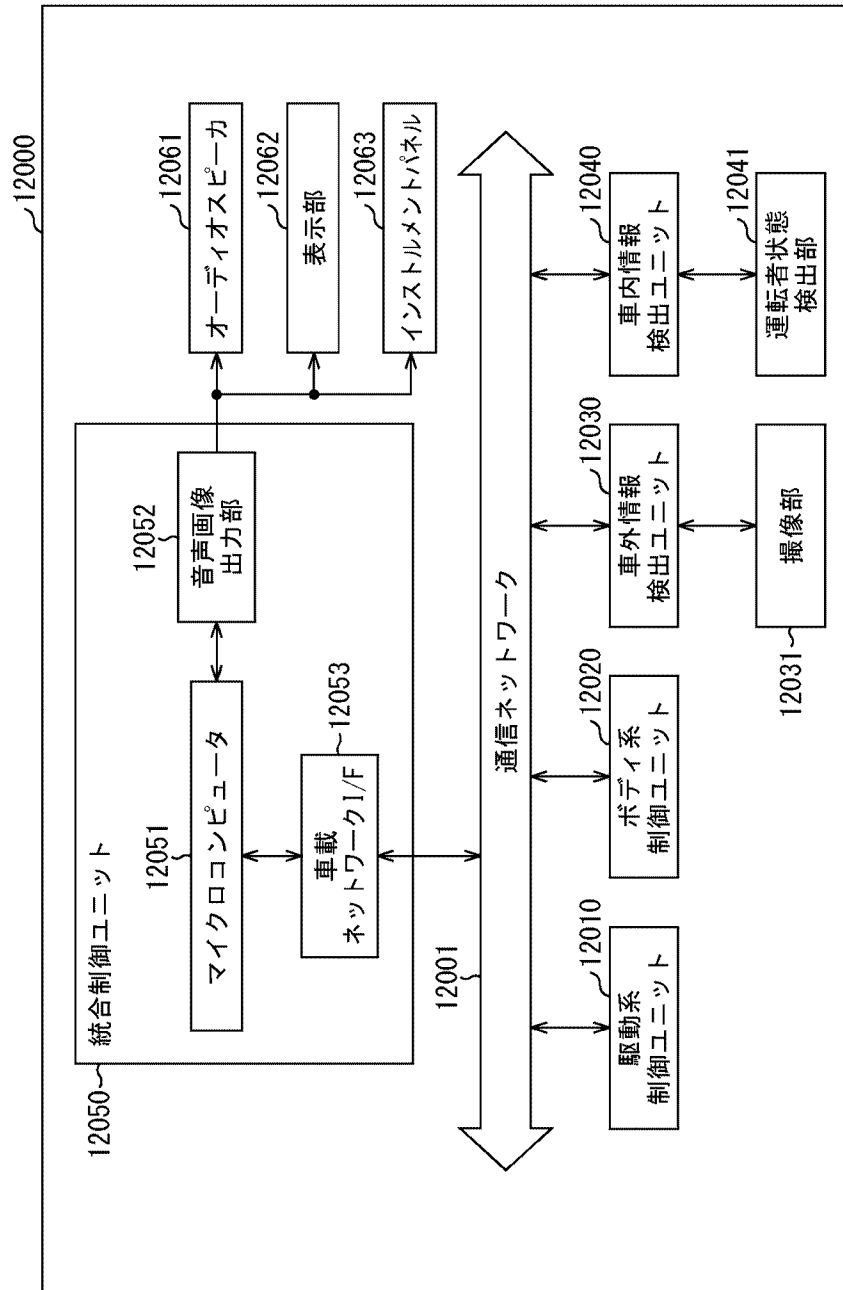
[図20]



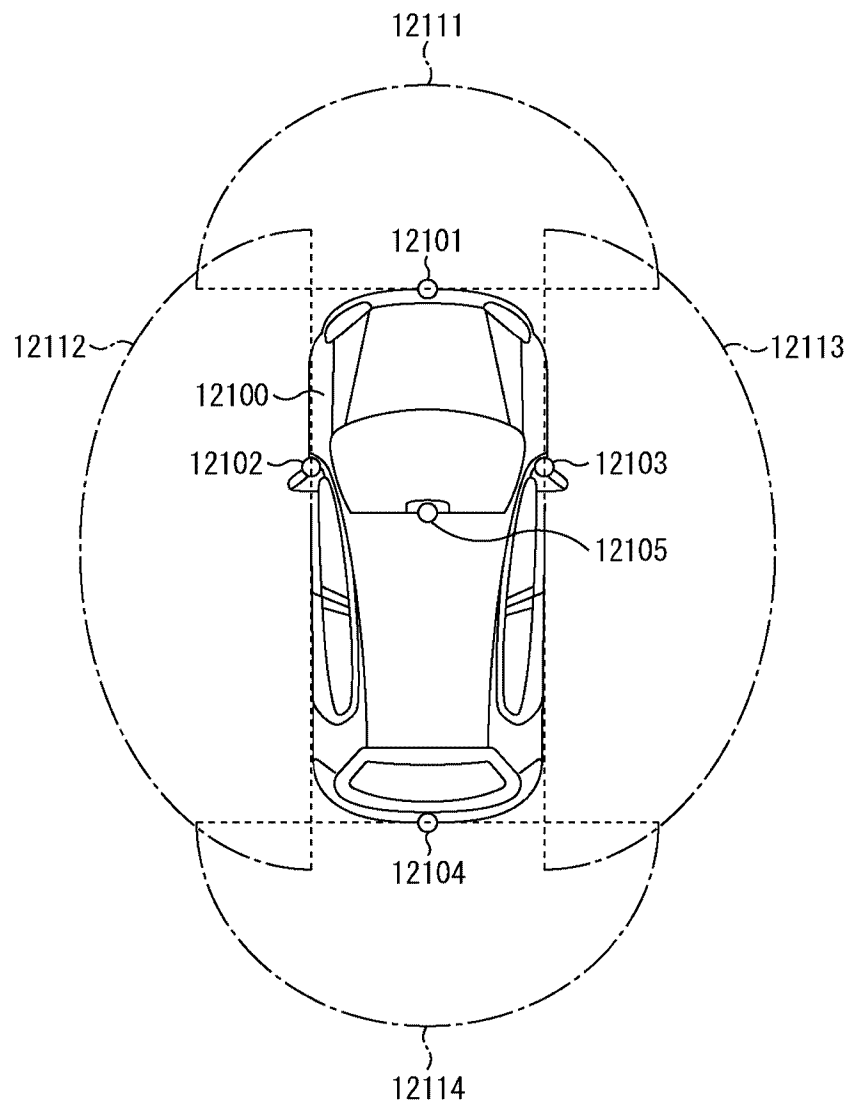
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/025072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S17/89(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G01S17/93(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N5/3745(2011.01)i

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)

G01S7/48-7/51, 7/52, 15/89, 17/00-17/95, G01C3/00-3/32, H04N5/222-5/257, 5/30-5/378

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X	JP 2015-121430 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 02 July 2015 (02.07.2015), paragraphs [0016] to [0219]; fig. 1 to 2, 9, 12 to 16, 20 to 22 (Family: none)	1-4, 7-8, 12-13 5-6, 9-11
A	JP 2015-175752 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 05 October 2015 (05.10.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2010-071976 A (Panasonic Corp.), 02 April 2010 (02.04.2010), entire text; all drawings & US 2010/0046802 A1 entire text; all drawings	1-13



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
21 September 2017 (21.09.17)

Date of mailing of the international search report
03 October 2017 (03.10.17)

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/JP2017/025072

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 2009-085705 A (Fujifilm Corp.), 23 April 2009 (23.04.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2015-522198 A (Koninklijke Philips N.V.), 03 August 2015 (03.08.2015), entire text; all drawings & US 2015/0302592 A1 entire text; all drawings & WO 2014/072926 A1 & EP 2836985 A1 & TW 201432622 A & CN 104395931 A & RU 2015101809 A	1-13
A	JP 2011-035894 A (Sony Corp.), 17 February 2011 (17.02.2011), entire text; all drawings & US 2012/0274798 A1 entire text; all drawings & WO 2011/004832 A1 & EP 2453658 A1 & CN 102138329 A & KR 10-2012-0039499 A	1-13
A	JP 2016-509208 A (Nokia Technologies Oy), 24 March 2016 (24.03.2016), entire text; all drawings & US 2015/0334318 A1 entire text; all drawings & WO 2014/102442 A1 & EP 2939049 A1 & CN 105026955 A & KR 10-2015-0103154 A	1-13
A	US 2016/0124089 A1 (MEINHERZ, Carl et al.), 05 May 2016 (05.05.2016), entire text; all drawings & EP 3015881 A2 & CN 105572681 A	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01S17/89(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G01S17/93(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N5/3745(2011.01)i

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（I P C））

Int.Cl. G01S7/48-7/51, 7/52, 15/89, 17/00-17/95, G01C3/00-3/32, H04N5/222-5/257, 5/30-5/378

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
X	JP 2015-121430 A（スタンレー電気株式会社） 2015.07.02, 段落 [0016] ~ [0219]、図1 ~ 図2、図9、 図12 ~ 図16、図20 ~ 図22 (ファミリーなし)	1-4, 7-8, 12-13
A		5-6, 9-11
A	JP 2015-175752 A（スタンレー電気株式会社） 2015.10.05, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-13

☒ 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。

* 引用文献のカテゴリー

「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
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの
「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）
「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

「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.09.2017

国際調査報告の発送日

03.10.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

請園 信博

電話番号 03-3581-1101 内線 3214

2 S

4 7 4 4

C (続き) . 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 2010-071976 A (パナソニック株式会社) 2010.04.02, 全文、全図 & US 2010/0046802 A1, entire text, all drawings	1-13
A	JP 2009-085705 A (富士フイルム株式会社) 2009.04.23, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2015-522198 A (コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ) 2015.08.03, 全文、全図 & US 2015/0302592 A1, entire text, all drawings & WO 2014/072926 A1 & EP 2836985 A1 & TW 201432622 A & CN 104395931 A & RU 2015101809 A	1-13
A	JP 2011-035894 A (ソニー株式会社) 2011.02.17, 全文、全図 & US 2012/0274798 A1, entire text, all drawings & WO 2011/004832 A1 & EP 2453658 A1 & CN 102138329 A & KR 10-2012-0039499 A	1-13
A	JP 2016-509208 A (ノキア テクノロジーズ オサケユイチア) 2016.03.24, 全文、全図 & US 2015/0334318 A1, entire text, all drawings & WO 2014/102442 A1 & EP 2939049 A1 & CN 105026955 A & KR 10-2015-0103154 A	1-13
A	US 2016/0124089 A1 (MEINHERZ, Carl et al.) 2016.05.05, 全文、全図 & EP 3015881 A2 & CN 105572681 A	1-13