

(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
2017年7月27日(27.07.2017)



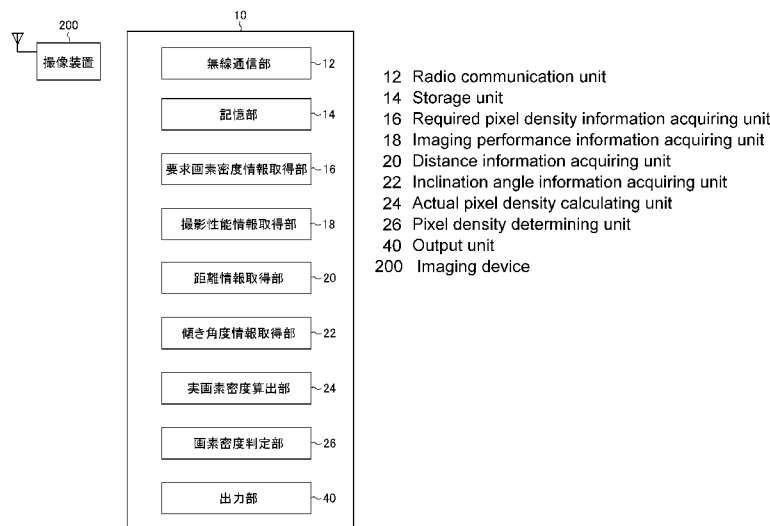
(10) 国際公開番号
WO 2017/126368 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/225 (2006.01) G01N 21/88 (2006.01)
G01N 21/01 (2006.01) G03B 15/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/000503
- (22) 国際出願日: 2017年1月10日(10.01.2017)
- (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 2016-010710 2016年1月22日(22.01.2016) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 野中 俊一郎(NONAKA, Shunichiro); 〒1070052 東京都港区赤坂9丁目7番3号 富士フイルム株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松浦 憲三(MATSUURA, Kenzo); 〒1630223 東京都新宿区西新宿二丁目6番1号 新宿住友ビル23階 私書箱第176号 新都市国際特許事務所 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, 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))

(54) Title: IMAGING SUPPORT DEVICE AND IMAGING SUPPORT METHOD

(54) 発明の名称: 撮影支援装置及び撮影支援方法



(57) Abstract: The objective of the present invention is to provide an imaging support device and an imaging support method capable of reliably recognizing whether or not an image satisfies a required image quality, even if it is not possible to capture an image directly facing an imaging target surface. This imaging support device is provided with: a distance information acquiring unit (20) which acquires distance information relating to the distance from an imaging device (200) to an imaging target surface of a structure; an inclination angle information acquiring unit (22) which acquires inclination angle information relating to the imaging target surface of the structure; an actual pixel density calculating unit (24) which calculates the actual pixel density of the imaging target surface of the structure on the basis of imaging performance information (including imaging element pixel number information, imaging element pixel size information and focal distance information) relating to the imaging device (200), the distance information and the inclination angle information; and a pixel density determining unit (26) which determines whether or not the calculated actual pixel density conforms with required pixel density information.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/126368 A1



本発明は、撮影対象面に正対して撮影できない場合でも、画像が要求画質を満たしているか否かを確実に認識できる撮影支援装置及び撮影支援方法を提供することを目的とする。撮像装置（２００）から構造物の撮影対象面までの距離情報を取得する距離情報取得部（２０）と、構造物の撮影対象面の傾き角度情報を取得する傾き角度情報取得部（２２）と、撮像装置（２００）の撮影性能情報（撮像素子画素数情報と撮像素子サイズ情報と焦点距離情報とを含む）、距離情報及び傾き角度情報に基づいて、構造物の撮影対象面の実画素密度を算出する実画素密度算出部（２４）と、算出された実画素密度が要求画素密度情報に適合するか否かを判定する画素密度判定部（２６）を備える。

明 細 書

発明の名称： 撮影支援装置及び撮影支援方法

技術分野

[0001] 本発明は、撮像装置を用いた構造物の撮影を支援する撮影支援装置及び撮影支援方法に関する。

背景技術

[0002] 社会的なインフラストラクチャーとして、橋梁、道路、トンネル、ダム、ビル等、各種の構造物が存在する。これらの構造物には損傷が発生し、その損傷は時間の経過と共に進行する性質を持つため、所定の頻度で構造物の点検を行うことが求められている。

[0003] また、コンピュータ装置による各種の支援技術が知られている。

[0004] 特許文献1には、GPS (global positioning system) 電波を携帯端末で受信して携帯端末の位置情報を算出し、その携帯端末の位置情報が所定範囲内であるか否かを判定することにより、携帯端末の近傍の構造物が点検対象の構造物であるか否かを確認することが記載されている。

[0005] 特許文献2には、壁面のクラック幅計測において、左右一对の距離センサを用いて検出した壁面までの距離と、撮像装置（カメラ）のパン角度及びチルト角度とに基づいて、撮像装置の光軸に対する壁面の傾斜角度を算出し、傾斜角度を許容範囲内に収めることが記載されている。

[0006] 特許文献3には、撮影画素数と光学系の画角と被写体までの距離とに基づいて、車輛のナンバー又は運転者の特定に必要な解像度であるか否かを判定することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2007-280282号公報

特許文献2：特開2009-85785号公報

特許文献3：特開2006-309742号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 建造物の撮影状況あるいは建造物の構造に因り、撮像装置により要求画質を満たす画像を確実に取得することが困難な場合がある。例えば、撮像装置を建造物の撮影対象面に正対させて撮影し且つ要求画質を満たす画像を取得する撮影計画を立てたが、実際には撮像装置を建造物の撮影対象面に正対させて撮影することができず、画像が要求画質を満たしているか否かを確実に認識することもできない場合、要求画質を満たす画像を確実に取得することが困難になる。

[0009] コンクリート部材のひび割れの検査では微細な幅（例えば0.1 mm）のひび割れを認識できることが求められており、そのひび割れを十分に認識可能な高い画質で撮影する必要がある。鋼部材の亀裂の検査でも、その亀裂を十分に認識可能な高い画質で撮影する必要がある。ひび割れ、亀裂等の損傷を十分に認識できない低い画質で撮影されたことが判明した場合、撮影をやり直す必要がある。また、損傷を十分に認識できない低い画質で撮影されたことが看過された場合には、不適切な点検結果が報告されてしまう可能性がある。例えば、細くても重要なひび割れが看過されてしまう可能性、及び太いひび割れが未だ細いと評価されてしまう可能性がある。

[0010] 特許文献1には、GPSを用いて得られた携帯端末の位置情報に基づいて携帯端末の近傍の建造物が点検対象の建造物であるか否かを確認する技術は記載されているが、要求画質を満たしているか否かを判定することにより、要求画質を満たす画像を確実に取得する技術について記載されていない。

[0011] 特許文献2には、撮像装置の光軸に対する壁面の傾斜角度を許容範囲内に収めること、即ち要求画質を満たす画像を撮影できるように撮像装置を建造物の撮影対象面である壁面に正対させて撮影することが記載されているだけであり、撮像装置を建造物の撮影対象面に正対させて撮影することができない場合には、ひび割れの画質（検出精度）が低下する。

[0012] 特許文献3では、車輛のナンバープレート又は運転者の顔面に正対するよ

うに撮像装置を配置しており、撮像装置を撮影対象面に正対させて撮影しない場合には、車両のナンバー又は運転者を特定できない可能性がある。

[0013] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、撮像装置を構造物の撮影対象面に正対させて撮影できない場合でも、画像が要求画質を満たしているか否かを確実に認識できるようにすることにより、要求画質を満たす画像を確実に取得することが可能になる撮影支援装置及び撮影支援方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 上述した目的を達成するため、本発明の第1の態様に係る撮影支援装置は、撮像装置を用いる構造物の撮影を支援する撮影支援装置であって、構造物の損傷状態の認識に要求される構造物の撮影対象面の要求画素密度情報を取得する要求画素密度情報取得部と、撮像装置の撮像素子の画素数情報及びサイズ情報と、撮像装置の撮像レンズの焦点距離情報とを含む撮像装置の撮影性能情報を取得する撮影性能情報取得部と、撮像装置から構造物の撮影対象面までの距離情報を取得する距離情報取得部と、撮像装置の撮影方向と直交する方向に対する構造物の撮影対象面の傾き角度情報を取得する傾き角度情報取得部と、取得された撮影性能情報、距離情報及び傾き角度情報に基づいて、構造物の撮影対象面の実画素密度を算出する実画素密度算出部と、算出された実画素密度が要求画素密度情報に適合するか否かを判定する画素密度判定部と、を備える。

[0015] 本態様によれば、撮像装置の撮影性能情報、撮像装置から構造物の撮影対象面までの距離情報、及び構造物の撮影対象面の傾き角度情報に基づいて、構造物の撮影対象面の実画素密度が算出され、その実画素密度が要求画素密度情報に適合するか否かが判定されるので、撮像装置を構造物の撮影対象面に正対させて撮影することができない場合でも、画像が要求画質を満たしているか否かを確実に認識できるようにすることができる。従って、要求画質を満たす画像を確実に取得することが可能になる。

[0016] 本発明の第2の態様に係る撮影支援装置では、実画素密度算出部は、傾き

角度情報が0度よりも大きな角度 θ である場合の実画素密度を、傾き角度情報が0度である場合の実画素密度に比べて $\cos \theta$ 倍にする。本態様によれば、撮像装置を構造物の撮影対象面に正対させて撮影する場合の実画素密度を基準にして、撮像装置を構造物の撮影対象面に非正対で撮影する場合の実画素密度を容易に算出することができるので、画像が要求画質を満たしているか否かを容易に判定できる。

[0017] 本発明の第3の態様に係る撮影支援装置は、撮像装置の視野角に対応する構造物の撮影対象面の撮影可能範囲のうち、実画素密度が要求画素密度情報に適合する要求適合範囲を判定する要求適合範囲判定部を備える。本態様によれば、撮像装置の視野角に対応する構造物の撮影対象面の撮影可能範囲のうち実画素密度が要求画素密度情報に適合する要求適合範囲を容易に認識できる。

[0018] 本発明の第4の態様に係る撮影支援装置は、要求画素密度情報取得部は、構造物の部材の種類、及び構造物の損傷の種類のうち少なくとも一つに基づいて、要求画素密度情報を取得する。

[0019] 本発明の第5の態様に係る撮影支援装置は、判定の結果を出力する出力部を備える。

[0020] 本発明の第6の態様に係る撮影支援装置は、出力部は、実画素密度が要求画素密度情報に不適合であると判定された場合、撮像装置の移動を促す情報を出力する。

[0021] 本発明の第7の態様に係る撮影支援装置は、実画素密度が要求画素密度情報に不適合であると判定された場合、撮像装置の現在の撮影位置及び現在の撮影方向に基づいて、実画素密度が要求画素密度情報に適合する撮像装置の撮影位置及び撮影方向を演算する撮影制御演算部と、撮影制御演算部の演算結果に基づいて、撮像装置の撮影位置及び撮影方向を制御する撮影制御部と、を備える。

[0022] 本発明の第8の態様に係る撮影支援装置は、画素密度判定部は、構造物の複数回の撮影を行う前に、構造物の撮影ごとの構造物の撮影対象面での画素

密度を実画素密度情報として複数回の撮影にわたり実画素密度が要求画素密度情報を満たすか否かを判定する。

[0023] 本発明の第9の態様に係る撮影支援装置は、画素密度判定部は、撮像装置の種類又は撮像装置を搭載した装置の種類に応じて、実画素密度と比較する要求画素密度情報を切替える。

[0024] 本発明の第10の態様に係る撮影支援装置は、構造物の図面情報を取得する図面情報取得部と、取得された図面情報に基づいて、構造物の撮影箇所を特定する撮影箇所特定部と、特定された構造物の撮影箇所に基づいて、構造物の撮影ごとの撮影位置及び撮影方向を判定し、構造物の撮影ごとの撮影位置及び撮影方向を示す撮影計画情報を生成する撮影計画部と、を備える。

[0025] 本発明の第11の態様に係る撮影支援装置は、構造物は、点検対象の部材としてコンクリート部材及び鋼部材のうち少なくとも一つを含む。

[0026] 本発明の第12の態様に係る撮影支援装置は、構造物は、認識対象の損傷としてひび割れ及び亀裂のうち少なくとも一つが生じる部材を含む。

[0027] 本発明の撮影支援方法は、撮像装置を用いる構造物の撮影を支援する撮影支援方法であって、構造物の損傷状態の認識に要求される構造物の撮影対象面の要求画素密度情報を取得する工程と、撮像装置の撮像素子の画素数情報及びサイズ情報と、撮像装置の撮像レンズの焦点距離情報とを含む撮像装置の撮影性能情報を取得する工程と、撮像装置から構造物の撮影対象面までの距離情報を取得する工程と、撮像装置の撮影方向と直交する方向に対する構造物の撮影対象面の傾き角度情報を取得する工程と、取得された撮影性能情報、距離情報及び傾き角度情報に基づいて、構造物の撮影対象面の実画素密度を算出する工程と、算出された実画素密度が要求画素密度情報に適合するか否かを判定する工程と、を含む。

発明の効果

[0028] 本発明によれば、撮像装置を構造物の撮影対象面に正対させて撮影することができない場合でも、画像が要求画質を満たしているか否かを確実に認識できるので、要求画質を満たす画像を確実に取得することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]図1は、第1の実施形態に係る撮影支援装置の構成例を示すブロック図である。

[図2]図2は、撮影対象面に対して直交する方向から撮影する場合の視野角と撮影距離と撮影対象面との関係を示す説明図である。

[図3]図3は、撮影対象面に対して非直交の方向から撮影する場合の視野角と撮影距離と撮影対象面との関係を示す説明図である。

[図4]図4は、第1の実施形態に係る撮影支援方法の処理例の流れを示すフローチャートである。

[図5]図5は、第2の実施形態に係る撮影支援装置の構成例を示すブロック図である。

[図6]図6は、第2の実施形態に係る撮影支援方法の処理例の流れを示すフローチャートである。

[図7]図7は、要求適合範囲の表示例を示す説明図である。

[図8]図8は、第3の実施形態に係る撮影支援装置の構成例を示すブロック図である。

[図9]図9は、第3の実施形態に係る撮影支援方法の処理例の流れを示すフローチャートである。

[図10]図10は、構造物の一例である橋梁の外観図である。

[図11]図11は、撮像装置を含むロボット装置の外観を示す斜視図である。

[図12]図12は、図11に示したロボット装置の要部断面図である。

[図13]図13は、撮像装置及びパンチルト機構の外観斜視図である。

[図14]図14は、ロボット装置の一例のブロック図である。

[図15]図15は、第4の実施形態の撮影支援装置を用いた撮影支援システムの一例を示すブロック図である。

[図16]図16は、図15の撮影支援装置における撮影支援処理の一例の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0030] 以下、添付図面に従って本発明に係る撮影支援装置及び撮影支援方法の実施形態について説明する。

[0031] [第1の実施形態]

図1は、第1の実施形態での撮影支援装置の構成例を示すブロック図である。

[0032] 撮影支援装置10は、撮像装置200と無線通信を行う無線通信部12と、構造物の損傷状態の認識に要求される構造物の撮影対象面の要求画素密度情報、及び撮像装置200の撮影性能情報を記憶する記憶部14と、記憶部14から要求画素密度情報を取得する要求画素密度情報取得部16と、構造物の撮影に用いられる撮像装置200の撮影性能情報を記憶部14から取得する撮影性能情報取得部18と、撮像装置200から構造物の撮影対象面までの距離（以下「撮影距離」という）を示す距離情報を取得する距離情報取得部20と、撮像装置200の撮影方向と直交する方向に対する構造物の撮影対象面の傾き角度情報を取得する傾き角度情報取得部22と、取得された撮影性能情報、距離情報及び傾き角度情報に基づいて、構造物の撮影対象面の実画素密度を算出する実画素密度算出部24と、算出された実画素密度が要求画素密度情報に適合するか否かを判定する画素密度判定部26と、画素密度判定部26の判定の結果を出力する出力部40とを備える。撮像装置200は、撮像素子及び撮像レンズを含んで構成される。

[0033] 無線通信部12は、撮像装置200と無線通信を行う無線通信デバイスによって構成される。

[0034] 記憶部14は、撮影支援装置10の内部に設けられた記憶デバイスであり、ROM (read only memory)、RAM (random access memory)、及びEEPROM (electrically erasable programmable read only memory) によって構成される。他の記憶デバイスを用いてもよい。

[0035] 尚、本例では、撮影支援装置10の内部の記憶部14に要求画素密度情報及び撮影性能情報を記憶させているが、撮影支援装置10の外部の記憶デバイスに要求画素密度情報及び撮影性能情報を記憶させておき、その撮影支援

装置 10 の外部の記憶デバイスから要求画素密度情報及び撮影性能情報を取得してもよい。

[0036] 要求画素密度情報は、撮影画像における構造物の撮影対象面に要求される画素密度（以下「要求画素密度」という）を示す情報である。本例の「要求画素密度」は、撮影画像における撮影対象面での単位長さ当たりの画素数である。単位面積当たりの画素数で表してもよい。要求画素密度情報は、要求画素密度の逆数（要求分解能）で表してもよい。要求画素密度情報は、コンクリート部材であってもその種類によって異なり、例えば、RC (reinforced concrete) 材では 1.0 [mm/画素]、PC (pre-stressed concrete) 材では 0.5 [mm/画素] である。本例では、PC 材で 0.1 mm 幅のひび割れを確認する必要があり、そのためにひび割れ幅の 5 倍に相当する 0.5 [mm/画素] 以下の分解能が要求される。要求画素密度情報は、損傷の種類によっても異なる。

[0037] 要求画素密度情報取得部 16 は、構造物の部材の種類、及び構造物の損傷の種類のうち少なくとも一つに基づいて、要求画素密度情報を取得する。

[0038] 撮影性能情報取得部 28 によって取得される撮影性能情報は、撮像装置 200 の撮像素子の画素数情報及びサイズ情報と、撮像装置 200 の撮像レンズの焦点距離情報を含む。画素数情報は、撮像装置 200 の撮像素子の画素数（以下「撮像素子画素数」という）に対応した情報であり、画素数そのもので表す場合に限定されない。サイズ情報は、撮像装置 200 の撮像素子のサイズ（以下「撮像素子サイズ」という）に対応した情報であり、サイズの物理量で表す場合には限定されない。焦点距離情報は、撮像装置 200 の撮像レンズの焦点距離に対応した情報であり、焦点距離そのもので表す場合に限定されない。例えば、サイズ情報は、「フルサイズ」等の識別情報でもよい。例えば、焦点距離及び撮像素子サイズによって決まる視野角と、撮像素子画素数とで、撮影性能情報を表す場合も本発明に含まれる。

[0039] 距離情報取得部 20 は、距離情報を、各種の方法により取得することができる。第 1 に、撮像装置 200 を二眼とし、ステレオ計測により距離情報を

取得する態様がある。第2に、撮像装置200に測距計を併設する態様がある。TOF (time of flight) 法により距離情報を取得してもよい。他の方法によって距離情報を取得してもよい。

[0040] 傾き角度情報取得部22の傾き角度情報取得の態様は、傾き角度情報を直接的に取得する態様、及び傾き角度情報を算出する態様のうちいずれでもよい。本例の傾き角度情報取得部22は、傾き角度情報を、撮影対象面の二点以上の撮影距離から算出する。他の方法によって傾き角度情報を取得してもよい。傾き角度情報は、撮影方向に直交する方向（以下単に「直交方向」という）に対する撮影対象面の傾きを示す情報、言い替えると撮影方向に直交する直交面に対する撮影対象面の傾きを示す情報である。本例では撮影方向の直交方向に対する傾き角度で傾き角度情報が表されるが、そのような場合に本発明は限定されず、例えば撮影方向に対する角度で傾き角度情報を表してもよい。要するに、撮影対象面の傾き角度に換算可能などのような情報でもよい。

[0041] 実画素密度算出部24の詳細は後に詳説するが、実際の撮影画像における撮影対象面の画素密度を示す情報を算出する手段であり、画素密度そのものを算出する場合には限定されず、分解能を算出する場合が含まれる。撮像装置200の撮像素子の撮像平面における単位長さ（又は単位面積）あたりの画素密度を算出してもよい。また、撮影前に算出する場合、及び撮影後に算出する場合がある。

[0042] 画素密度判定部26は、撮像装置200の種類又は撮像装置200を搭載した装置の種類に応じて、実画素密度と比較する要求画素密度情報を切替える。例えば、専用のデジタルカメラを撮像装置200として固定して撮影する場合と比較して、ドローン（飛行装置）により空中で撮影する場合は、実画素密度が低くなるため、画素密度判定部26は撮像装置200の種類又は撮像装置200を搭載した装置の種類に応じて、実画素密度と比較する要求画素密度情報を切替える。

[0043] 出力部40は、各種のデバイスによって構成することができる。

[0044] 出力部40を表示装置によって構成した場合、判定の結果を表示装置に表示する。

[0045] 出力部40を記録媒体（例えばメモ리카ード）に情報を記録する記録媒体インタフェース装置によって構成した場合、判定の結果を記録媒体に記録する。例えば、撮影画像の付加情報であるタグ情報として、判定の結果を記録する。この場合、実画素密度が要求画素密度情報に適合するか否かにかかわらず判定の結果を記録することが、好ましい。

[0046] 出力部40を無線通信部12で構成することも可能であり、判定の結果を無線通信で外部装置（例えば撮像装置又は撮像装置を搭載した装置）に送信してもよい。

[0047] また、本例の出力部40は、実画素密度が要求画素密度情報に不適合であると判定された場合、撮像装置200の移動を促す情報を出力する。例えば、構造物の撮影対象面に向けて、撮像装置200を現在位置から更に近づけることを示す表示（例えば「撮影対象面のXX [cm] まで近寄って撮影して下さい」という表示）を行う。

[0048] 図2は、撮影対象面に対して直交する方向Dvから撮影する場合の視野角 ϕ と撮影距離Lと撮影対象面Spとの関係を示す。視野角 ϕ は、撮像装置200の撮像素子サイズ及び焦点距離から、次の数1により求めることができる。尚、数1において「arctan」はtangent関数の逆関数である。

[0049] [数1]

$$\text{視野角 } \phi = 2 \times \arctan \left(\text{撮像素子サイズ}[\text{mm}] / (2 \times \text{焦点距離}[\text{mm}]) \right)$$

図2のように撮影対象面Spに直交する撮影方向Dvから撮影する場合、1画素当たりの分解能（画素密度の逆数である）は、撮影距離Lを用いて、次の数2により求めることができる。尚、数2において「tan」はtangent関数である。

[0050] [数2]

$$\text{分解能} [\text{mm}/\text{画素}] = 2 \times \text{撮影距離} L [\text{mm}] \times \tan \left(\text{視野角 } \phi / 2 \right) / \text{撮像素}$$

子画素数

図3のように撮影対象面 S_p に対して非直交の方向 D_s から撮影する場合、1画素当たりの分解能（画素密度の逆数である）は、撮影距離 L 及び撮影対象面 S_p の傾き角度 θ を用いて、次の数3により求めることができる。

[0051] [数3]

分解能 [mm/画素] = $(2 \times \text{撮影距離 } L [\text{mm}] \times \tan(\text{視野角 } \phi / 2) / \text{撮像素子画素数}) / \cos \theta$

数1～数3を用いて説明したように、実画素密度は、撮像素子画素数、撮像素子サイズ、焦点距離、撮影距離 L 、及び傾き角度 θ に基づいて算出することができる。

[0052] また、数2及び数3を用いて説明したように、傾き角度が0度よりも大きい場合（図3のように撮影対象面 S_p に非直交の方向から撮影する場合である）の画素密度は、傾き角度 θ が0度である場合（図2のように撮影対象面 S_p に直交する方向から撮影する場合である）の画素密度（以下「基準画素密度」という）を $\cos \theta$ 倍することにより算出できる。尚、分解能（画素密度の逆数）の算出を行ってもよく、傾き角度が0度よりも大きい場合の分解能は、傾き角度 θ が0度である場合の分解能を $(1 / \cos \theta)$ 倍することにより算出できる。このような分解能で算出する場合も本発明に含まれる。

[0053] 図4は、第1の実施形態での撮影支援処理例の流れを示すフローチャートである。本処理は、記憶部14に記憶されたプログラムに従って実行される。

[0054] 尚、要求画素密度情報及び撮影性能情報は、記憶部14に予め記憶されている。

[0055] まず、要求画素密度情報取得部16により、記憶部14から要求画素密度情報を取得する（ステップS2）。

[0056] 次に、撮影性能情報取得部18により、構造物の部材の種類及び構造物の損傷の種類のうち少なくとも一つに基づいて、記憶部14から撮影性能情報

を取得する（ステップS4）。

[0057] 次に、距離情報取得部20により、撮像装置200から撮影対象面までの距離情報を取得する（ステップS6）。

[0058] 次に、傾き角度情報取得部22により、撮像装置200の撮影方向と直交する方向に対する撮影対象面の傾き角度情報を取得する（ステップS8）。

[0059] 次に、実画素密度算出部24により、撮影性能情報、距離情報、及び傾き角度情報に基づいて、撮影画像における構造物の撮影対象面の実画素密度を算出する（ステップS10）。

[0060] 次に、画素密度判定部26により、算出された実画素密度が要求画素密度情報に適合するか否かを判定する（ステップS12）。例えば、実画素密度がひび割れ又は亀裂の認識に必要な値であるか否かを判定する。

[0061] 次に、出力部40により、画素密度判定部26の判定の結果を出力する（ステップS20）。実画素密度が要求画素密度情報に不適合であると判定された場合、撮像装置200の移動を促す情報を表示することが、好ましい。

[0062] [第2の実施形態]

図5は、第2の実施形態での撮影支援装置の構成例を示すブロック図である。図5において、図1に示した第1の実施形態の撮影支援装置と同じ構成要素には同じ符号を付してあり、説明を省略する。

[0063] 本例の撮影支援装置10は、撮像装置200の視野角に対応する撮影対象面の撮影可能範囲のうち、実画素密度情報が要求画素密度情報に適合する要求適合範囲を判定する要求適合範囲判定部28を備える。

[0064] 図6は、第2の実施形態での撮影支援処理例の流れを示すフローチャートである。本処理は、記憶部14に記憶されたプログラムに従って実行される。図6において、ステップS2～ステップS12は、図4に示した第1の実施形態の撮影支援処理例と同じであり、説明を省略する。

[0065] ステップS14において、要求適合範囲判定部28により、撮像装置200の視野角に対応する撮影対象面の撮影可能範囲のうち、実画素密度が要求画素密度情報に適合する要求適合範囲を判定する。

[0066] ステップS 2 2において、出力部4 0により、画素密度判定部2 6の判定の結果及び要求適合範囲判定部2 8の判定の結果を出力する。図7は、出力部4 0の一例としての表示装置に、撮像装置2 0 0の撮影可能範囲A pを示す枠を示し、且つ要求適合範囲A gをドットで表示した例を示す。図3及び図7に示したように、撮影対象面S pの傾き角度 θ が大きくなると、撮影可能範囲A pのうちに要求不適合の範囲が広くなってくる。尚、図7に示した表示例に本発明は特に限定されない。例えば、要求不適合範囲を示す情報を表示してもよい。要求適合範囲判定部2 8が要求不適合範囲を判定することにより要求適合範囲が判定されたことになり、出力部4 9が要求不適合範囲を表示することにより要求適合範囲が出力されたことになる。

[0067] [第3の実施形態]

図8は、第3の実施形態での撮影支援装置の構成例を示すブロック図である。図8において、図5に示した第2の実施形態の撮影支援装置と同じ構成要素には同じ符号を付してあり、説明を省略する。

[0068] 本例の撮影支援装置1 0は、実画素密度が要求画素密度情報に不適合であると判定された場合、撮像装置2 0 0の現在の撮影位置及び現在の撮影方向に基づいて、実画素密度が要求画素密度情報に適合する撮像装置2 0 0の撮影位置及び撮影方向を演算する撮影制御演算部3 2と、撮影制御演算部3 2の演算結果に基づいて、撮像装置2 0 0の撮影位置及び撮影方向を制御する撮影制御部3 4とを備える。

[0069] 図9は、第3の実施形態での撮影支援処理例の流れを示すフローチャートである。本処理は、記憶部1 4に記憶されたプログラムに従って実行される。図9において、ステップS 2～ステップS 1 4は、図6に示した第2の実施形態の撮影支援処理例と同じであり、説明を省略する。

[0070] ステップS 1 6において、撮影制御演算部3 2により、実画素密度が要求画素密度情報に不適合であると判定された場合、撮像装置2 0 0の現在の撮影位置及び現在の撮影方向に基づいて、実画素密度が要求画素密度情報に適合する撮像装置2 0 0の撮影位置及び撮影方向を演算する。

[0071] ステップS 1 8において、撮影制御部 3 4により、撮影制御演算部 3 2の演算結果に基づいて、撮像装置 2 0 0の撮影位置及び撮影方向を制御する。

[0072] [第 4 の実施形態]

以下では、社会的なインフラストラクチャーとして建造された構造物を点検する際に使用される撮影支援装置の一例について説明する。

[0073] <構造物例>

図 1 0は、構造物の一例である橋梁の外観図であり、橋梁を下から見た斜視図である。

[0074] 図 1 0に示す橋梁 1は、主桁 2と、横桁 3と、対傾構 4と、横構 5とを有し、これらがボルト、リベット又は溶接により連結されて構成されている。また、主桁 2等の上部には、車輛等が走行するための床版 6が打設されている。床版 6は、コンクリート部材からなるものが一般的である。

[0075] 主桁 2は、橋台又は橋脚の間に渡され、床版 6上の車輛等の荷重を支える部材である。横桁 3は、荷重を複数の主桁 2で支持するため、主桁 2を連結する部材である。対傾構 4及び横構 5は、それぞれ風及び地震の横荷重に抵抗するため、主桁 2を相互に連結する部材である。

[0076] 橋梁 1は、点検対象の部材としてコンクリート部材及び鋼部材を含む。つまり、橋梁 1は、認識対象の損傷として、ひび割れが生じる部材及び亀裂が生じる部材を含む。尚、本発明は、コンクリート部材及び鋼部材のうち一方のみを含む構造物、つまりひび割れが生じる部材及び亀裂が生じる部材のうち一方のみを含む構造物の撮影を行う場合にも、適用可能である。

[0077] 本発明における「構造物」は、橋梁に限定されない。例えば、道路、トンネル、ダム、建築物でもよい。また、人工の構造物に限定されず、自然の構造物でもよい。

[0078] <撮像装置例及び撮像装置搭載例>

図 1 1は、撮像装置 2 0 0を含むロボット装置 1 0 0の外観を示す斜視図であり、橋梁 1の主桁 2間に設置されている状態に関して示している。また、図 1 2は、図 1 1に示したロボット装置 1 0 0の要部断面図である。

- [0079] ロボット装置100は、撮像装置200を備え、撮像装置200の三次元空間内の位置（実撮影位置である）を制御し、かつ撮像装置200の撮影方向（実撮影方向である）を制御する。
- [0080] ロボット装置100は、後に詳しく説明するが、主フレーム102と、垂直伸延アーム104と、垂直伸延アーム104の駆動部及び各種の制御部等が配設された筐体106と、筐体106を主フレーム102の長手方向（主桁2の長手方向と直交する方向）（X方向）に移動させるX方向駆動部108（図14）と、ロボット装置100全体を主桁2の長手方向（Y方向）に移動させるY方向駆動部110（図14）と、垂直伸延アーム104を垂直方向（Z方向）に伸縮させるZ方向駆動部112（図14）とを備えている。
- [0081] X方向駆動部108は、主フレーム102の長手方向（X方向）に配設されたボールネジ108Aと、筐体106に配設されたボールナット108Bと、ボールネジ108Aを回転させるモータ108Cとから構成され、モータ108Cによりボールネジ108Aを正転又は逆転させることにより、筐体106をX方向に移動させる。
- [0082] Y方向駆動部110は、主フレーム102の両端にそれぞれ配設されたタイヤ110A、110Bと、タイヤ110A、110B内に配設されたモータ（図示せず）とから構成され、タイヤ110A、110Bをモータ駆動することによりロボット装置100全体をY方向に移動させる。
- [0083] 尚、ロボット装置100は、主フレーム102の両端のタイヤ110A、110Bが、2箇所の主桁2の下フランジ上に載置され、かつ主桁2を挟む態様で設置される。これにより、ロボット装置100は、主桁2の下フランジに懸垂して、主桁2に沿って移動（自走）することができる。また、主フレーム102は、図示しないが、主桁2の間隔に合わせて長さが調整可能に構成されている。
- [0084] 垂直伸延アーム104は、ロボット装置100の筐体106に配設されており、筐体106とともにX方向及びY方向に移動する。また、垂直伸延ア

ーム104は、筐体106内に設けられたZ方向駆動部112（図14）によりZ方向に伸縮する。

[0085] 図13に示すように垂直伸延アーム104の先端には、カメラ設置部104Aが設けられており、カメラ設置部104Aには、パンチルト機構120によりパン方向及びチルト方向に回転可能な二眼カメラ202が設置されている。

[0086] 二眼カメラ202は、視差の異なる2枚の視差画像（立体画像）を撮影する第1の撮像部202Aと第2の撮像部202Bとを有し、二眼カメラ202による撮影範囲に対応する構造物（橋梁1）の第1の空間情報であって、二眼カメラ202を基準にしたローカル座標系（カメラ座標系）における橋梁1の第1の空間情報を取得する第1の空間情報取得部の一部として機能し、また、撮影される2つの画像のうちの少なくとも一方の画像を、点検調書に添付する「点検画像」として取得する。

[0087] また、二眼カメラ202は、パンチルト駆動部206（図14）から駆動力が加えられるパンチルト機構120により垂直伸延アーム104と同軸のパン軸Pを中心に回転し、あるいは水平方向のチルト軸Tを中心に回転する。これにより、二眼カメラ202は任意の姿勢にて撮影（任意の撮影方向の撮影）ができる。

[0088] 本例の二眼カメラ202の第1の撮像部202Aの光軸 L_1 と、第2の撮像部202Bの光軸 L_2 とはそれぞれ平行である。また、パン軸Pは、チルト軸Tと直交している。更に、二眼カメラ202の基線長（即ち、第1の撮像部202Aと第2の撮像部202Bとの設置間隔）は既知である。

[0089] また、二眼カメラ202を基準にしたカメラ座標系は、パン軸Pとチルト軸Tとの交点を原点 O_r とし、チルト軸Tの方向をx軸方向（図中の X_r ）、パン軸Pの方向をz軸方向（図中の Z_r ）、x軸及びz軸にそれぞれ直交する方向をy軸方向（図中の Y_r ）とする。

[0090] 二眼カメラ202の位置（「実撮影位置」である）は、橋梁座標系の原点に対するロボット装置100のX方向及びY方向に移動量、垂直伸延アーム

104のZ方向の移動量により検出することができる。また、二眼カメラ202の撮影方向は、パンチルト機構のパン角度 α 、チルト角度 β により検出し、又は二眼カメラ202に搭載した方位センサ（図示せず）により検出することができる。

[0091] 図14は、ロボット装置100の一例のブロック図である。

[0092] 図14に示すロボット装置100は、ロボット制御部130、X方向駆動部108、Y方向駆動部110、Z方向駆動部112、二眼カメラ202（撮像装置200）、撮影制御部204、パンチルト制御部210、パンチルト駆動部206、及びロボット側通信部230を含んで構成されている。

[0093] ロボット側通信部230は、撮影支援装置10との間で双方向の無線通信を行い、撮影支援装置10から送信されるロボット装置100の移動を制御する移動指令、パンチルト機構120を制御するパンチルト指令、二眼カメラ202を制御する撮影指令等の各種の指令を受信し、受信した指令をそれぞれ対応する制御部に出力する。

[0094] ロボット制御部130は、ロボット側通信部230から入力する移動指令に基づいてX方向駆動部108、Y方向駆動部110、及びZ方向駆動部112を制御し、ロボット装置100のX方向及びY方向に移動させるとともに、垂直伸延アーム104をZ方向に伸縮させる（図11参照）。

[0095] パンチルト制御部210は、ロボット側通信部230から入力するパンチルト指令に基づいてパンチルト駆動部206を介してパンチルト機構120をパン方向及びチルト方向に動作させ、二眼カメラ202を所望の方向にパンチルトさせる（図13参照）。

[0096] 撮影制御部204は、ロボット側通信部230から入力する撮影指令に基づいて二眼カメラ202の第1の撮像部202A及び第2の撮像部202Bにライブビュー画像、又は点検画像の撮影を行わせる。

[0097] 橋梁1の点検時に二眼カメラ202の第1の撮像部202A及び第2の撮像部202Bにより撮影された視差の異なる第1の画像 I_L 及び第2の画像 I_R を示す画像データと、二眼カメラ202の実撮影位置（橋梁座標系における

カメラ座標系の原点 O_r の位置) 及び実撮影方向 (本例では、パン角度 α 及びチルト角度 β) を示す情報は、それぞれロボット側通信部 230 を介して撮影支援装置 10 に送信される。

[0098] 尚、本発明における「撮像装置」はロボット装置に搭載されたデジタルカメラに限定されない。例えば、ドローン (飛行装置) に搭載されたデジタルカメラ、人が携帯したデジタルカメラであってもよい。

[0099] また、本発明における「画像」は、静止画像に限定されない。動画像であってもよい。

[0100] 撮像装置 200 は、撮像素子及び撮像レンズを含んで構成されている。

[0101] [撮影支援システム]

図 15 は、本発明に係る撮影支援装置を用いた撮影支援システムの一例を示すブロック図である。本例では、図 15 の撮影支援装置 10 を、図 11 ~ 図 14 に示したロボット装置 100 を制御する端末装置として適用した場合を示す。

[0102] 本例の撮影支援装置 10 は、データベース 50 との各種の情報の入出力を行う外部入出力部 62 と、ユーザに対する表示を行う表示部 63 (「出力部」の一形態である) と、ユーザに対する音出力を行う音出力部 64 と、ユーザからの指示入力を受け付ける指示入力部 65 と、記憶部 14 に記憶されたプログラムに従って撮影支援装置 10 の各部を制御する CPU (central processing unit) 70 を備える。

[0103] 本例の無線通信部 12 は、ロボット装置 100 及び基準装置 300 との間で無線通信可能である。

[0104] 外部入出力部 62 は、ネットワークを介してデータベース 50 と通信可能なデバイスを含んで構成される。メモリカードなどの撮影支援装置 10 の外部の記憶デバイスとの間で情報の入出力を行うデバイスを用いてもよい。

[0105] 本例の外部入出力部 62 は、データベース 50 から、構造物の図面情報を取得する。つまり、本例の外部入出力部 62 は、「図面情報取得部」の一形態である。

- [0106] 図面情報は、例えば、CAD (computer aided design) 図面データである。CADで作成されていない非CADの図面データであってもよい。
- [0107] 表示部63は、例えばLCD (liquid crystal display) によって構成される。有機エレクトロルミネッセンス・ディスプレイ等、他の表示装置を用いてもよい。
- [0108] 音出力部64は、例えばスピーカによって構成される。
- [0109] 指示入力部65は、例えばタッチパネルによって構成される。キーボード及びマウスによって構成してもよい。他の入力デバイスを用いてもよい。例えば音声入力デバイスを用いてもよい。
- [0110] 本例のCPU70は、少なくとも図面情報に基づいて、構造物の撮影箇所を特定する撮影箇所特定部72と、少なくとも特定された撮影箇所に基づいて、構造物の一回の撮影ごとの撮像装置200の予定の撮影位置及び構造物の一回の撮影ごとの撮像装置200の予定の撮影方向を判定し、撮影ごとの予定の撮影位置及び撮影ごとの予定の撮影方向を示す撮影計画情報を生成する撮影計画部74と、構造物の一回の撮影ごとの撮像装置200の実撮影位置情報及び構造物の一回の撮影ごとの撮像装置200の実撮影方向情報を取得する実撮影情報取得部76と、撮影計画情報を図面情報に合成し、表示部63に表示させる撮影支援情報を生成する撮影支援情報生成部78と、撮像装置200によって得られた撮影画像の実際の画質が要求画質に適合するかどうかを判定する画質判定部82と、撮影範囲が適切であるかどうかを判定する撮影範囲判定部84と、構造物の撮影箇所に対する撮影が全て完了したかどうかを判定する撮影完了判定部86と、構造物の撮影箇所に対する未完了の撮影があり且つユーザに撮影終了意思があるかどうかを判定する撮影未完了判定部88と、撮影画像の画質を制御する画質制御部90を備える。
- [0111] 画質制御部90は、図8に示した第3実施形態の撮影支援装置10の符号20～符号34の各部（距離情報取得部20、傾き角度情報取得部22、実画素密度算出部24、画素密度判定部26、要求適合範囲判定部28、撮影制御演算部32、及び撮影制御部34）を含む。本例の画質判定部82は、

画質制御部 90 の実画素密度算出部 24、画素密度判定部 26 及び要求適合範囲判定部 28 を用いて、画質判定を行う。

[0112] 図 16 は、図 15 の撮影支援装置における撮影支援処理の一例の流れを示すフローチャートである。本処理は、記憶部 14 に記憶されたプログラムに従って、CPU 70 により実行される。以下では、点検対象の構造物として図 10 の橋梁 1 を撮影する場合を例に説明する。

[0113] まず、外部入出力部 62 により、データベース 50 から、構造物の図面情報及び撮影箇所関連情報を取得する（ステップ S102）。本例では、図面情報として、橋梁 1 の CAD 図面データを取得する。

[0114] 次に、撮影箇所特定部 72 により、図面情報及び撮影箇所関連情報に基づいて、構造物の撮影箇所を特定する（ステップ S104）。本例では、橋梁 1 のうちコンクリート部材からなる床版 6 を点検するため、床版 6 の露出した全面を撮影箇所として特定する。

[0115] 次に、外部入出力部 62 により、データベース 50 から、撮影画像に要求される画質情報と、撮像装置 200 の撮影性能情報と、撮像装置 200 の移動可能範囲又は移動不可能範囲を示す移動範囲情報とを取得する（ステップ S106）。本例では、コンクリート製の床版 6 に発生する損傷のうち最も高画質であることが要求される「ひび割れ」の幅に対応した画質情報を取得する。本例では、画質情報として、床版 6 の露出面（撮影対象面である）に対して要求される撮影画像の画素密度（要求画素密度）を、取得する。また、本例では、撮影画像に対して要求される重なり幅（以下「要求重なり幅」という）を、取得する。要求重なり幅は、一の撮像画像と、その一の撮像画像に隣接する他の撮像画像との重なり幅である。言い換えると、隣接する撮影範囲同士の重なり幅である。

[0116] 次に、撮影計画部 74 により、ステップ S104 で特定された撮影箇所と、ステップ S106 で取得された画質情報、撮影性能情報及び移動範囲情報とに基づいて、一回の撮影ごとの撮像装置 200 の撮影位置情報、撮影方向情報、及び構造物の撮影範囲情報を含む撮影計画情報を生成する（ステップ

S 1 0 8)。撮影計画情報は、記憶部 1 4 に記憶される。

[0117] 撮影支援装置 1 0 は、点検現場において、ロボット装置 1 0 0、撮像装置 2 0 0 及び基準装置 3 0 0 と無線通信が可能である。尚、撮影支援装置 1 0 は、点検現場において、データベース 5 0 にアクセス可能であってもよいが、ステップ S 1 1 0 ~ S 1 3 2 において必要となる情報（例えば図面情報及び撮影計画情報）をステップ S 1 1 0 よりも前に記憶部 1 4 に予め記憶しておくことにより、データベース 5 0 にアクセス不要とすることができる。

[0118] まず、撮影支援情報生成部 7 8 により、撮影計画情報を図面情報に合成して表示部 6 3 に表示させる（ステップ S 1 1 0）。例えば、床版 6 を格間単位で撮影し、1 つの格間を 1 2 分割で撮影する場合、合計 1 2 回の分割撮影の一回の撮影ごとの撮影位置情報及び撮影範囲情報を図面情報に合成する。

[0119] 次に、画質制御部 9 0 の撮影制御部 3 4 により、撮像装置 2 0 0 で一回の撮影が行われたか否かを判定する（ステップ S 1 1 2）。

[0120] 次に、実撮影情報取得部 7 6 により、撮像装置 2 0 0 の実撮影位置情報、実撮影方向情報及び実撮影範囲情報を取得する（ステップ S 1 1 4）。

[0121] 本例では、絶対位置が判明している基準装置 3 0 0（例えばトータルステーション）により、撮像装置 2 0 0 の現在位置を計測する。例えば、撮像装置 2 0 0 による床版 6 の撮影時、撮像装置 2 0 0 は、撮像した画像を無線通信により撮影支援装置 1 0 に送信する。撮影支援装置 1 0 は、撮像装置 2 0 0 から無線通信で受信した画像と、基準装置 3 0 0 から無線通信で受信した実撮影位置情報とを関連付けて、記憶部 1 4 に記憶する。記憶部 1 4 に記憶する代わりに、図示を省略した外部装置に記録してもよい。また、撮影支援装置 1 0 から撮像装置 2 0 0 に対して撮影指示及び実撮影位置情報（基準装置 3 0 0 から無線通信により受信した情報である）を無線通信で送信し、撮像装置 2 0 0 で画像と実撮影位置情報とを関連付けて記憶してもよい。尚、基準装置 3 0 0 は、橋梁 1 の床版 6 の基準位置を計測済みであり、その床版 6 の基準位置を原点とした実撮影位置情報を算出することができる。

[0122] 実撮影情報取得部 7 6 は、実撮影位置情報及び実撮影方向情報に基づいて

実撮影範囲情報を取得することができる。撮像装置 200 の撮影方向が一定である場合には、実撮影位置情報のみをパラメータとして実撮影範囲情報を取得することが可能である。

[0123] 次に、撮影支援情報生成部 78 により、ステップ S 114 で取得された情報（実撮影位置情報、実撮影方向情報及び実撮影範囲情報を含む実撮影情報）のうち必要な情報を、図面情報に合成する（ステップ S 116）。

[0124] 次に、画質制御部 90 の実画素密度算出部 24 により撮影画像の実画素密度を算出し（ステップ S 118）、撮影範囲判定部 84 により実撮影範囲の重なり幅を算出し（ステップ S 120）、実画素密度が要求画素密度に適合し且つ撮影範囲判定部 84 により撮影画像の重なり幅が要求重なり幅に適合するか否かを判定する（ステップ S 122）。

[0125] 撮影画像の画素密度が要求画素密度に不適合又は撮影画像の重なり幅が不適合と判定された場合（ステップ S 122 で NO の場合）、表示部 63 に対して警告情報を出力し（ステップ S 124）、ステップ S 112 に戻る。即ち、表示部 63 に警告情報を表示させて、再撮影を促す。

[0126] 撮影画像の画素密度が適合且つ撮影画像の重なり幅が適合と判定された場合（ステップ S 122 で YES の場合）、撮影完了判定部 86 により撮影箇所に対する複数回の撮影の全てが終了したか否かを判定する（ステップ S 126）。撮影完了と判定された場合（ステップ S 126 で YES の場合）、撮影完了表示を行い（ステップ S 132）、本処理を終了する。

[0127] 尚、ステップ S 112 で NO の場合、撮影未完了判定部 88 により、撮影箇所に対する未完了の撮影があり、且つユーザに撮影終了意思があるか否かを判定する（ステップ S 128）。未完了の撮影あり且つ撮影終了意思ありと判定された場合（ステップ S 128 で YES の場合）には、撮影未完了表示を行う（ステップ S 130）。

[0128] 本例では、撮影箇所（本例では橋梁 1 の床版 6 の露出面全面）に対して未撮影の撮影範囲が存在し、且つ未完了の撮影での撮影位置から撮像装置 200 までの距離が閾値を超えた場合、表示部 63 に撮影未完了情報を表示させ

る。

[0129] 撮影箇所に対して未撮影の撮影範囲が存在し、撮影支援装置10を停止させる指示入力部65に対して行われた場合、表示部63に撮影未完了情報を表示させてもよい。撮影未完了状態で撮像装置200に対して停止の指示入力が行われた場合に、表示部63に撮影未完了表示を表示させてもよい。

[0130] 以上、本発明を実施するための形態に関して説明してきたが、本発明は上述した実施形態及び変形例に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

符号の説明

- [0131]
- 1 橋梁
 - 2 主桁
 - 3 横桁
 - 4 対傾構
 - 5 横構
 - 6 床版
 - 10 撮影支援装置
 - 12 無線通信部
 - 14 記憶部
 - 16 要求画素密度情報取得部
 - 18 撮影性能情報取得部
 - 20 距離情報取得部
 - 22 傾き角度情報取得部
 - 24 実画素密度算出部
 - 26 画素密度判定部
 - 28 要求適合範囲判定部
 - 32 撮影制御演算部
 - 34 撮影制御部

- 4 0 出力部
- 5 0 データベース
- 6 2 外部入出力部
- 6 3 表示部
- 6 4 音出力部
- 6 5 指示入力部
- 7 0 C P U
- 7 2 撮影箇所特定部
- 7 4 撮影計画部
- 7 6 実撮影情報取得部
- 7 8 撮影支援情報生成部
- 8 2 画質判定部
- 8 4 撮影範囲判定部
- 8 6 撮影完了判定部
- 8 8 撮影未完了判定部
- 9 0 画質制御部
- 1 0 0 ロボット装置
- 1 0 2 主フレーム
- 1 0 4 垂直伸延アーム
- 1 0 4 A カメラ設置部
- 1 0 6 筐体
- 1 0 8 X方向駆動部
- 1 0 8 A ボールネジ
- 1 0 8 B ボールナット
- 1 0 8 C モータ
- 1 1 0 Y方向駆動部
- 1 1 0 A タイヤ
- 1 1 0 B タイヤ

- 1 1 2 Z方向駆動部
- 1 2 0 パンチルト機構
- 1 3 0 ロボット制御部
- 2 0 0 撮像装置
- 2 0 2 二眼カメラ
- 2 0 2 A 第1の撮像部
- 2 0 2 B 第2の撮像部
- 2 0 4 撮影制御部
- 2 0 6 パンチルト駆動部
- 2 1 0 パンチルト制御部
- 2 3 0 ロボット側通信部
- 3 0 0 基準装置
- A g 要求適合範囲
- A p 撮影可能範囲
- D v 撮影方向
- L 撮影距離
- P パン軸
- S p 撮影対象面
- T チルト軸
- ϕ 視野角
- θ 傾き角度

請求の範囲

- [請求項1] 撮像装置を用いる構造物の撮影を支援する撮影支援装置であって、
- 、
- 前記構造物の損傷状態の認識に要求される前記構造物の撮影対象面の要求画素密度情報を取得する要求画素密度情報取得部と、
- 前記撮像装置の撮像素子の画素数情報及びサイズ情報と、前記撮像装置の撮像レンズの焦点距離情報とを含む前記撮像装置の撮影性能情報を取得する撮影性能情報取得部と、
- 前記撮像装置から前記構造物の撮影対象面までの距離情報を取得する距離情報取得部と、
- 前記撮像装置の撮影方向と直交する方向に対する前記構造物の撮影対象面の傾き角度情報を取得する傾き角度情報取得部と、
- 取得された前記撮影性能情報、前記距離情報及び前記傾き角度情報に基づいて、前記構造物の撮影対象面の実画素密度を算出する実画素密度算出部と、
- 算出された前記実画素密度が前記要求画素密度情報に適合するか否かを判定する画素密度判定部と、
- を備える撮影支援装置。
- [請求項2] 前記実画素密度算出部は、前記傾き角度情報が0度よりも大きな角度 θ である場合の前記実画素密度を、前記傾き角度情報が0度である場合の前記実画素密度に比べて $\cos \theta$ 倍にする、
- 請求項1に記載の撮影支援装置。
- [請求項3] 前記撮像装置の視野角に対応する前記構造物の撮影対象面の撮影可能範囲うち、前記実画素密度が前記要求画素密度情報に適合する要求適合範囲を判定する要求適合範囲判定部を備える、
- 請求項1又は2に記載の撮影支援装置。
- [請求項4] 前記要求画素密度情報取得部は、前記構造物の部材の種類、及び前記構造物の損傷の種類のうち少なくとも一つに基づいて、前記要求画

素密度情報を取得する、

請求項 1 から 3 のうちいずれか一項に記載の撮影支援装置。

[請求項5] 前記判定の結果を出力する出力部を備える、

請求項 1 から 4 のうちいずれか一項に記載の撮影支援装置。

[請求項6] 前記出力部は、前記実画素密度が前記要求画素密度情報に不適合であると判定された場合、前記撮像装置の移動を促す情報を出力する、
請求項 5 に記載の撮影支援装置。

[請求項7] 前記実画素密度が前記要求画素密度情報に不適合であると判定された場合、前記撮像装置の現在の撮影位置及び現在の撮影方向に基づいて、前記実画素密度が前記要求画素密度情報に適合する前記撮像装置の撮影位置及び撮影方向を演算する撮影制御演算部と、

前記撮影制御演算部の演算結果に基づいて、前記撮像装置の撮影位置及び撮影方向を制御する撮影制御部と、

を備える、

請求項 1 から 6 のうちいずれか一項に記載の撮影支援装置。

[請求項8] 前記画素密度判定部は、前記構造物の複数回の撮影を行う前に、前記構造物の撮影ごとの前記構造物の撮影対象面での画素密度を前記実画素密度として前記複数回の撮影にわたり前記実画素密度が前記要求画素密度情報を満たすか否かを判定する、

請求項 1 から 7 のうちいずれか一項に記載の撮影支援装置。

[請求項9] 前記画素密度判定部は、前記撮像装置の種類又は前記撮像装置を搭載した装置の種類に応じて、前記実画素密度と比較する前記要求画素密度情報を切替える、

請求項 1 から 8 のうちいずれか一項に記載の撮影支援装置。

[請求項10] 前記構造物の図面情報を取得する図面情報取得部と、

取得された前記図面情報に基づいて、前記構造物の撮影箇所を特定する撮影箇所特定部と、

特定された前記構造物の撮影箇所に基づいて、前記構造物の撮影ご

との撮影位置及び撮影方向を判定し、前記構造物の撮影ごとの撮影位置及び撮影方向を示す撮影計画情報を生成する撮影計画部と、

を備える、

請求項 9 に記載の撮影支援装置。

[請求項11] 前記構造物は、点検対象の部材としてコンクリート部材及び鋼部材のうち少なくとも一つを含む、

請求項 1 から 10 のうちいずれか一項に記載の撮影支援装置。

[請求項12] 前記構造物は、認識対象の損傷としてひび割れ及び亀裂のうち少なくとも一つが生じる部材を含む、

請求項 1 から 11 のうちいずれか一項に記載の撮影支援装置。

[請求項13] 撮像装置を用いる構造物の撮影を支援する撮影支援方法であって、前記構造物の損傷状態の認識に要求される前記構造物の撮影対象面の要求画素密度情報を取得する工程と、

前記撮像装置の撮像素子の画素数情報及びサイズ情報と、前記撮像装置の撮像レンズの焦点距離情報とを含む前記撮像装置の撮影性能情報を取得する工程と、

前記撮像装置から前記構造物の撮影対象面までの距離情報を取得する工程と、

前記撮像装置の撮影方向と直交する方向に対する前記構造物の撮影対象面の傾き角度情報を取得する工程と、

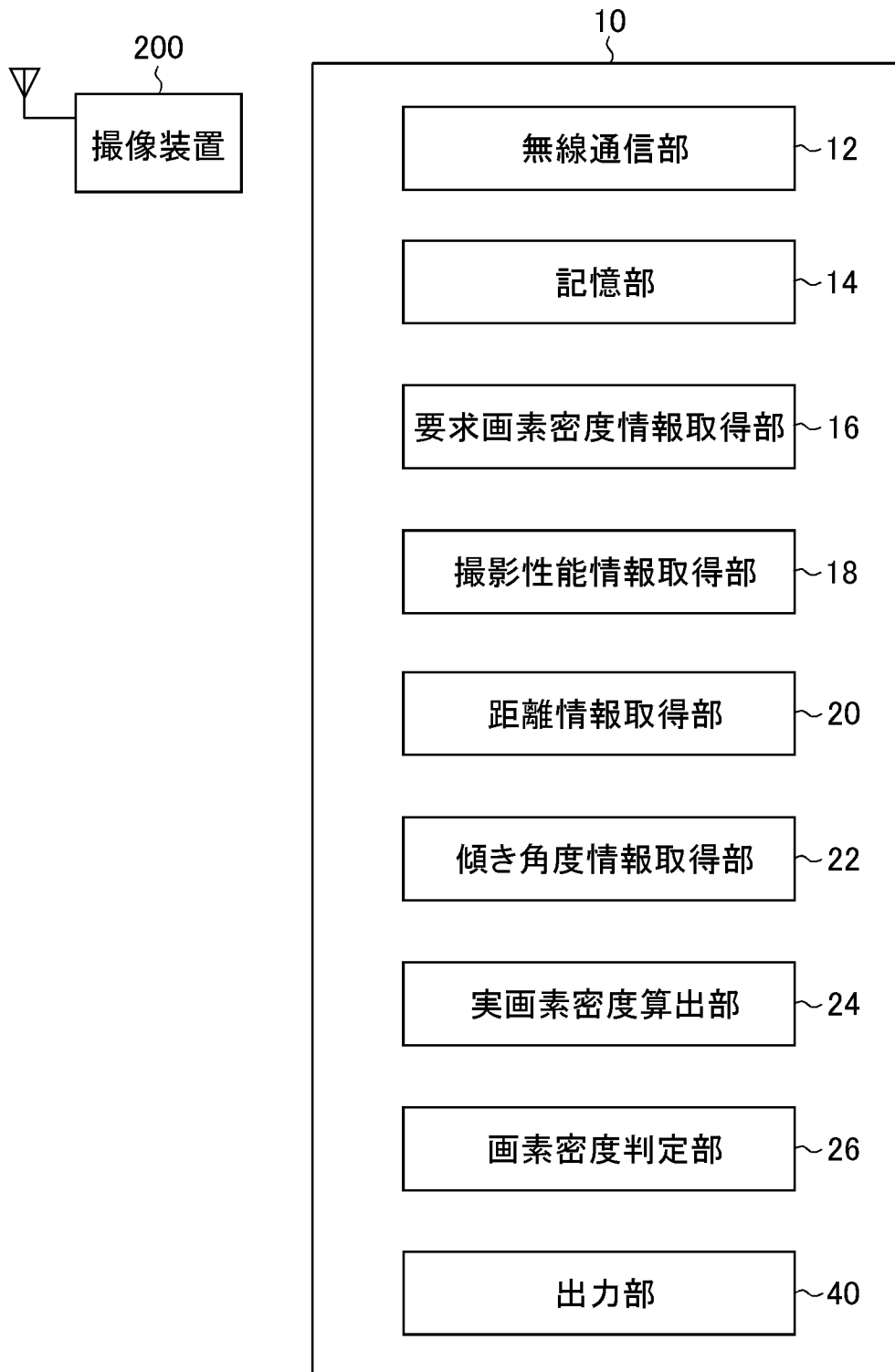
取得された前記撮影性能情報、前記距離情報及び前記傾き角度情報に基づいて、前記構造物の撮影対象面の実画素密度を算出する工程と、

、

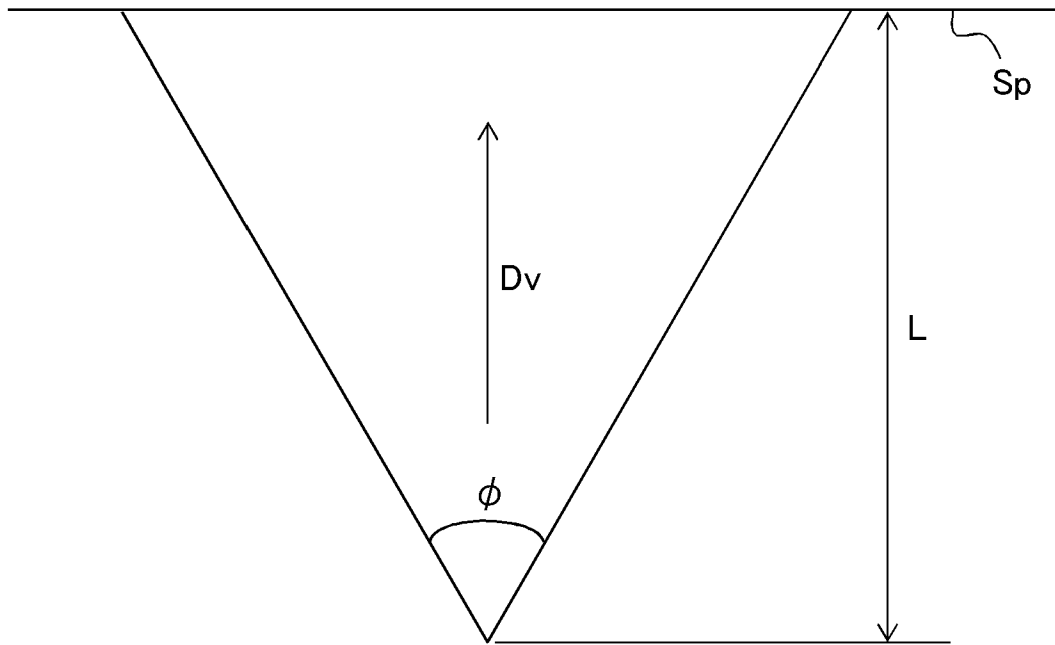
算出された前記実画素密度が前記要求画素密度情報に適合するか否かを判定する工程と、

を含む撮影支援方法。

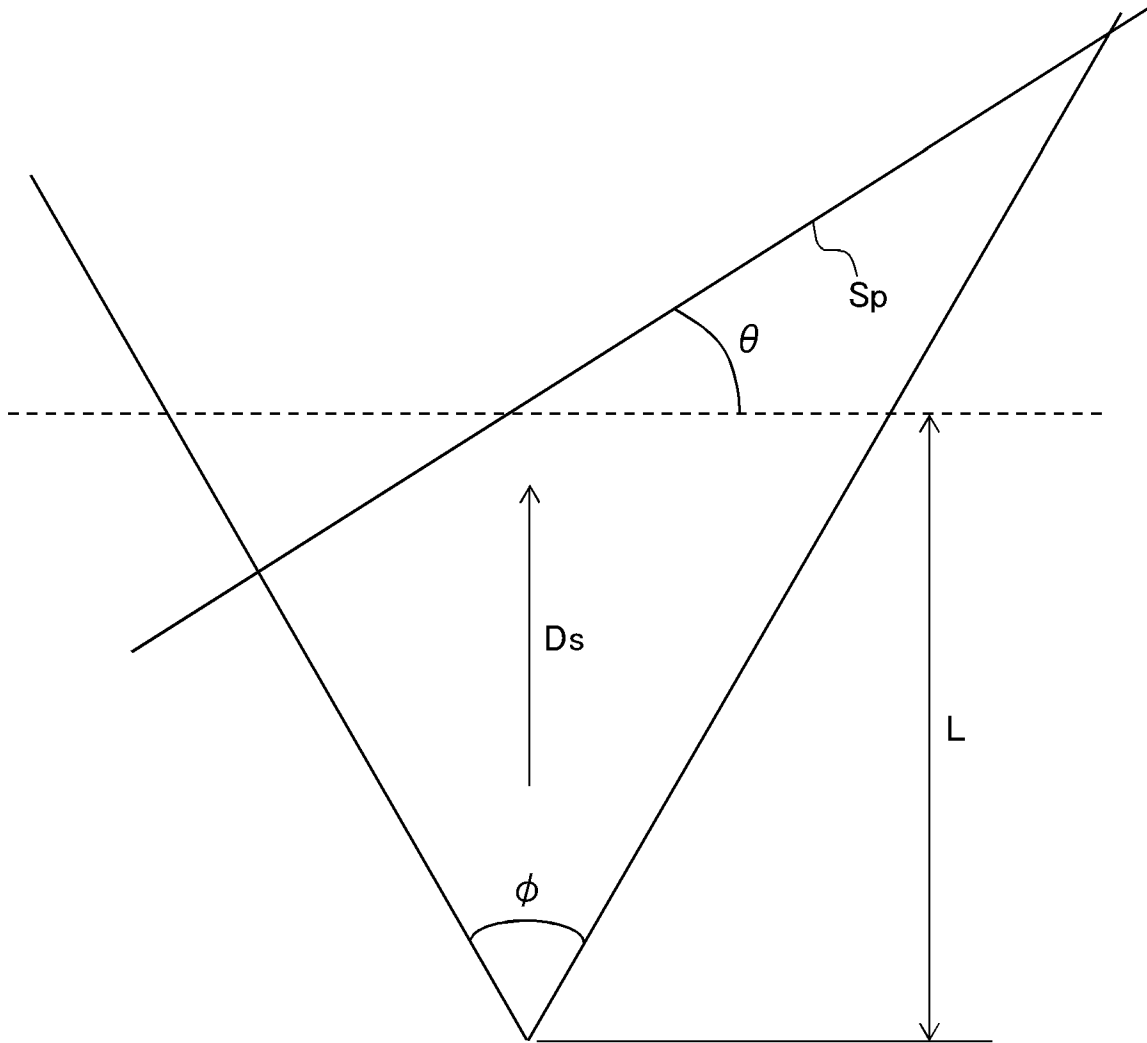
[図1]



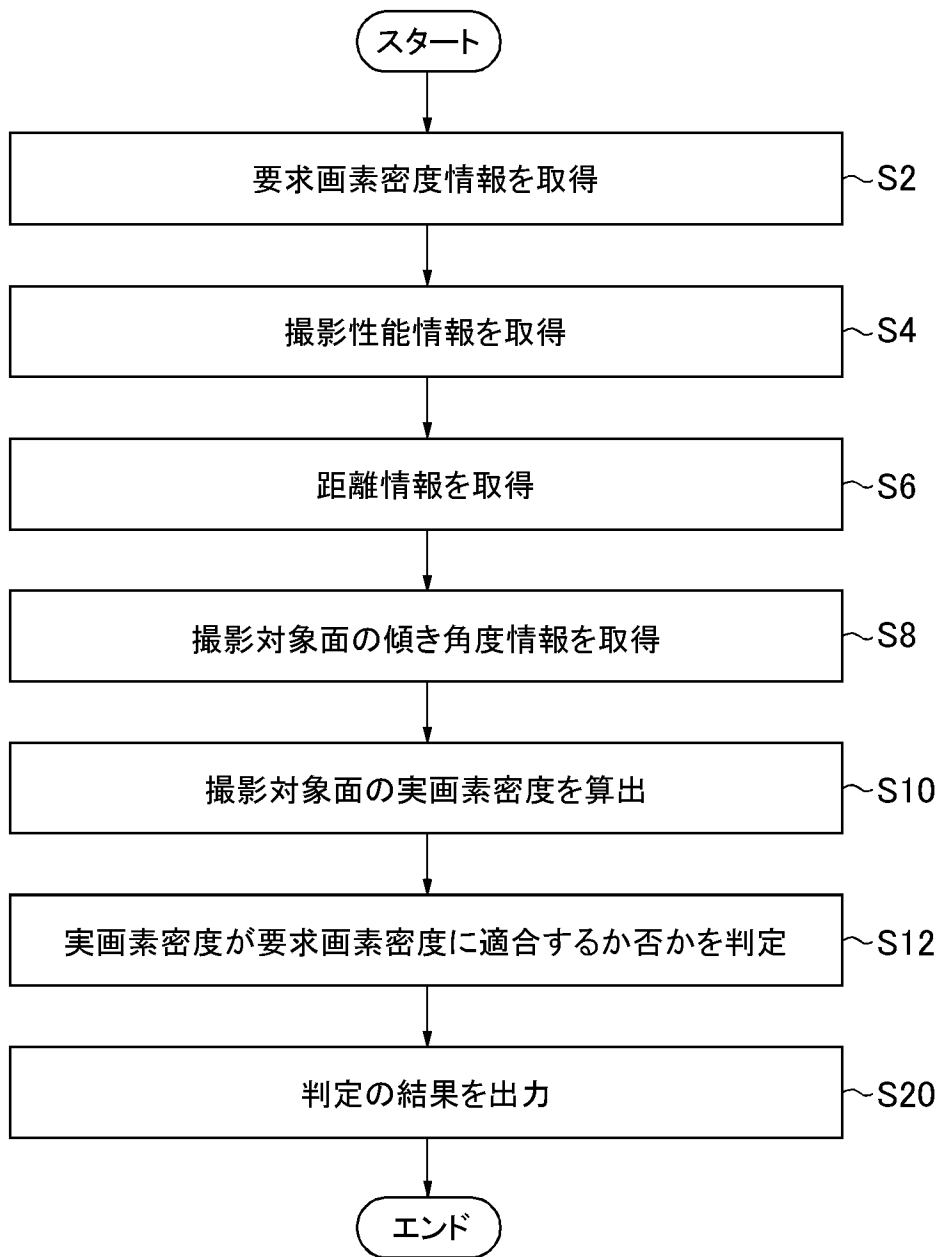
[図2]



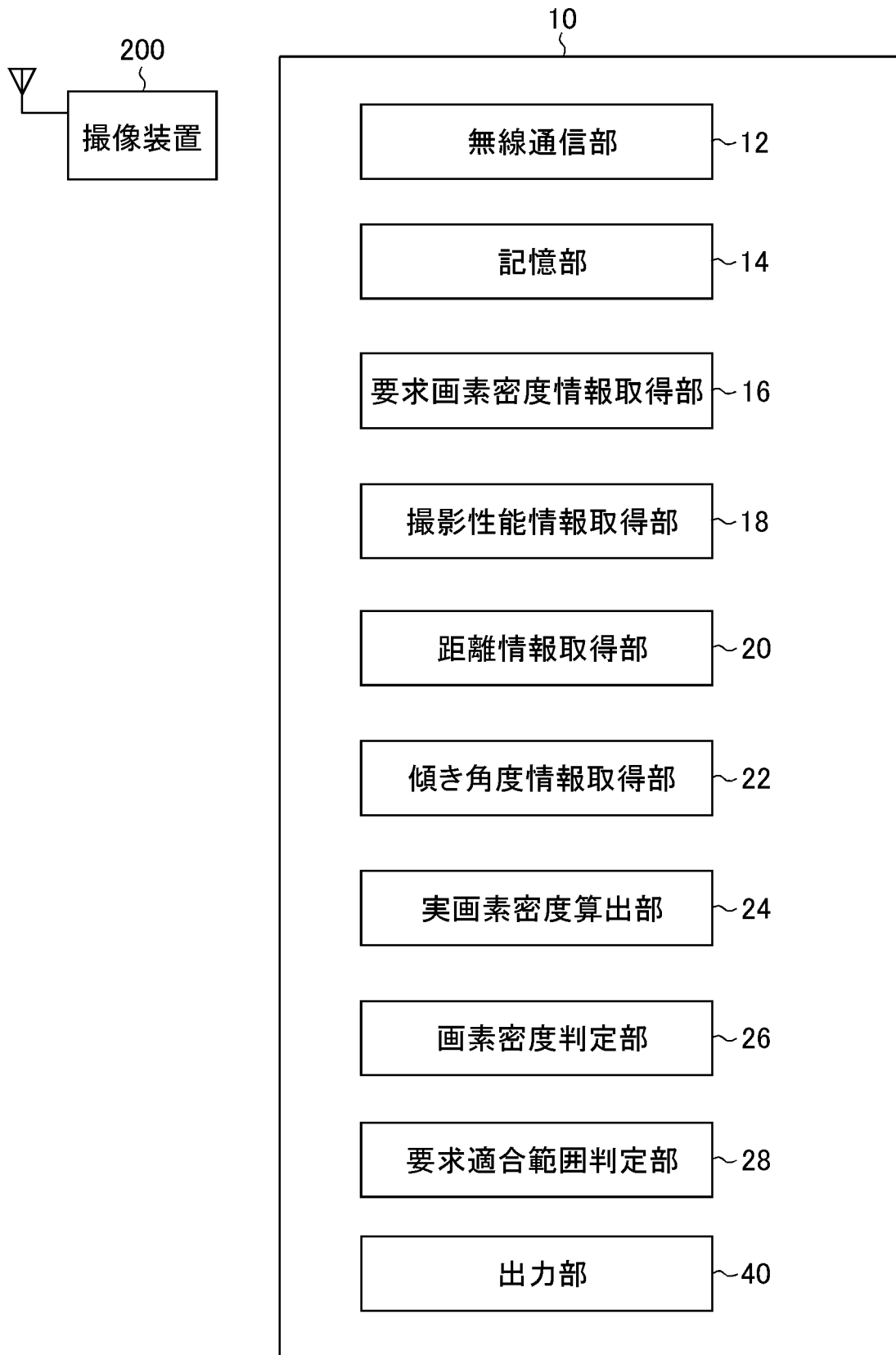
[図3]



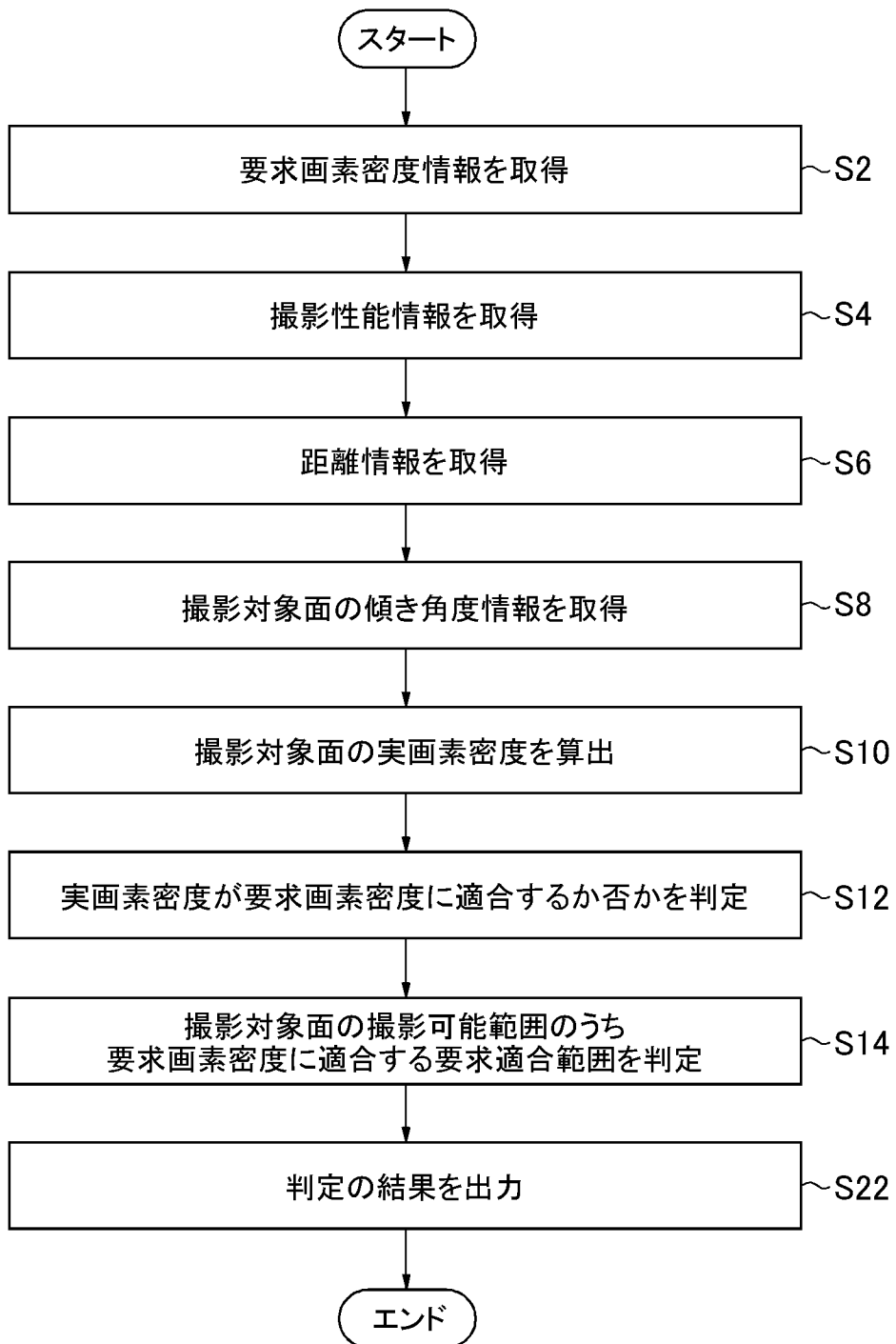
[図4]



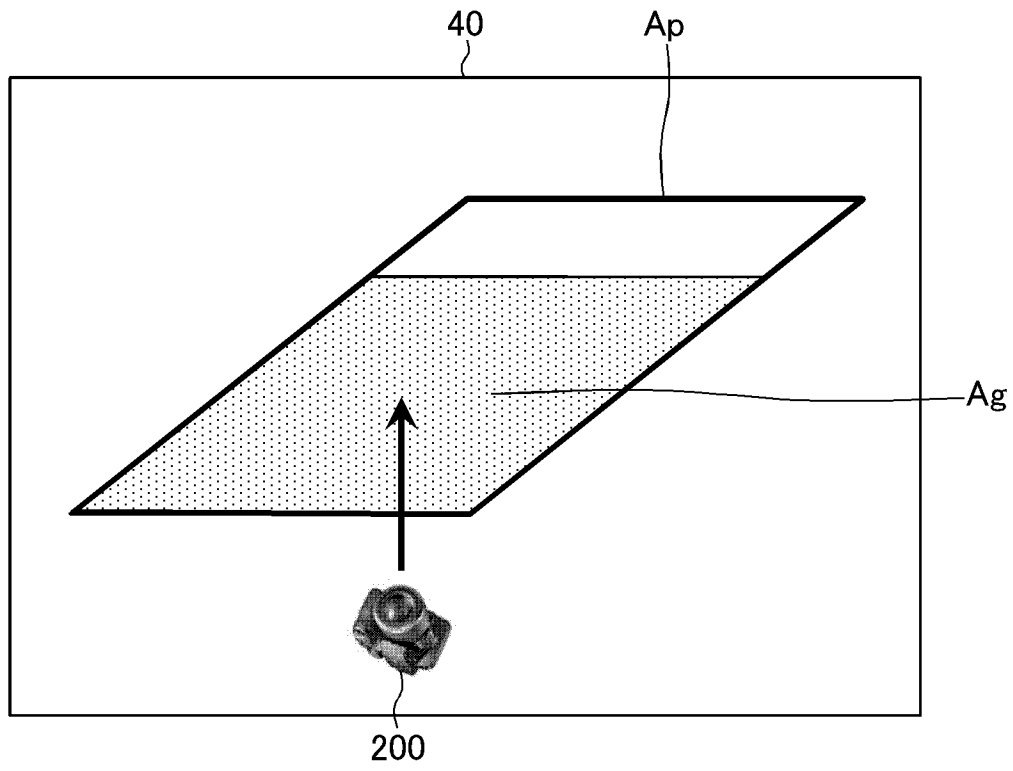
[図5]



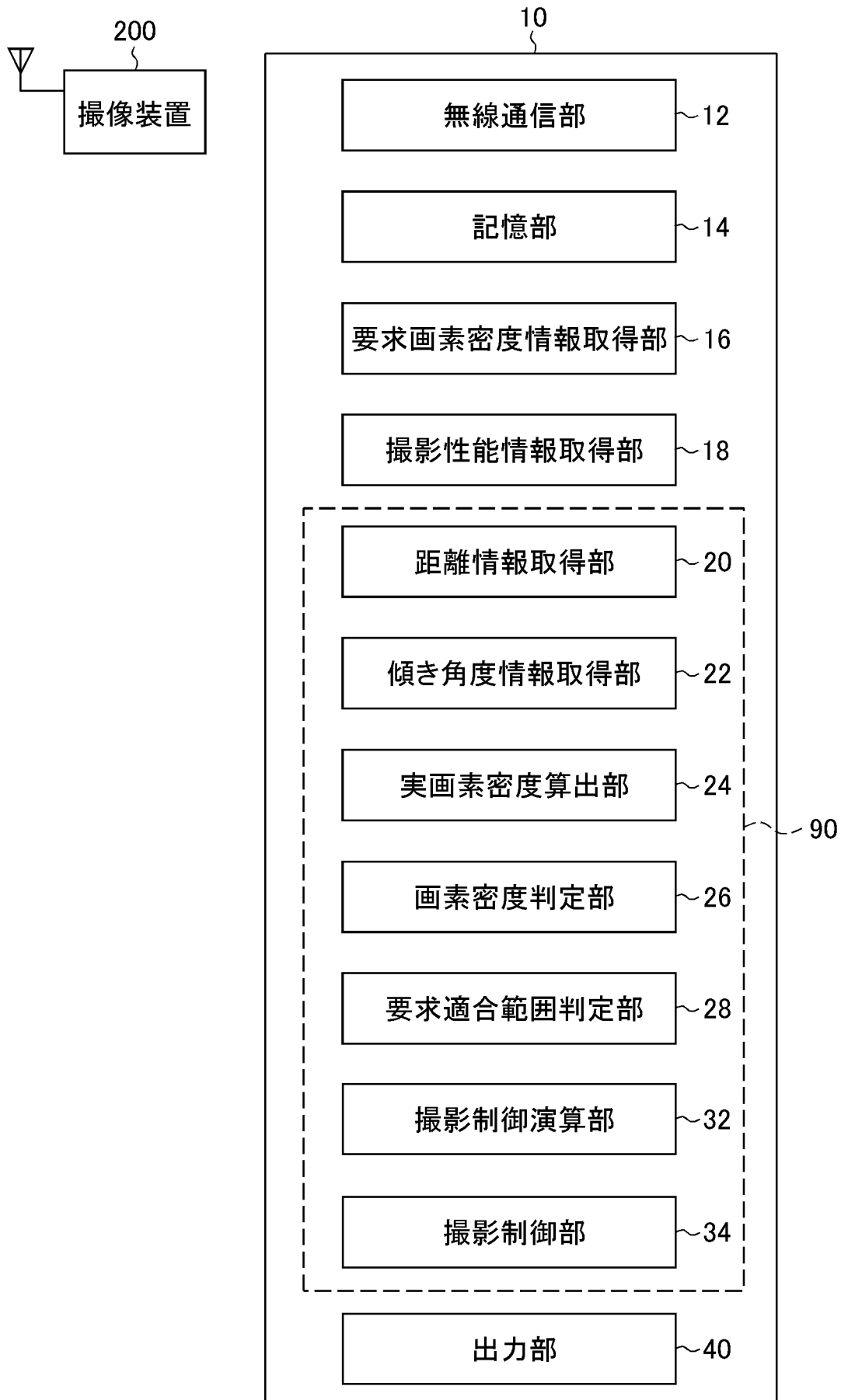
[図6]



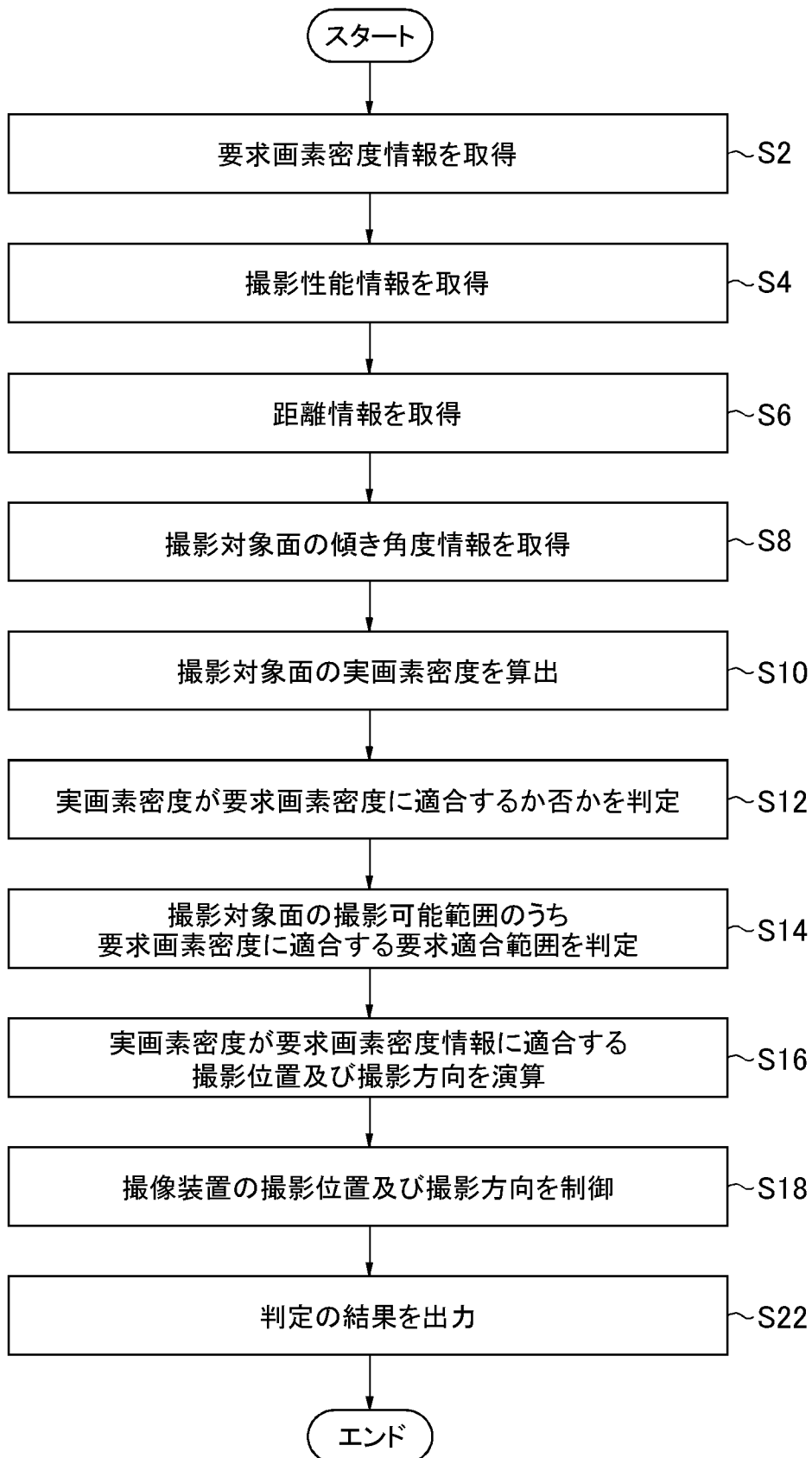
[図7]



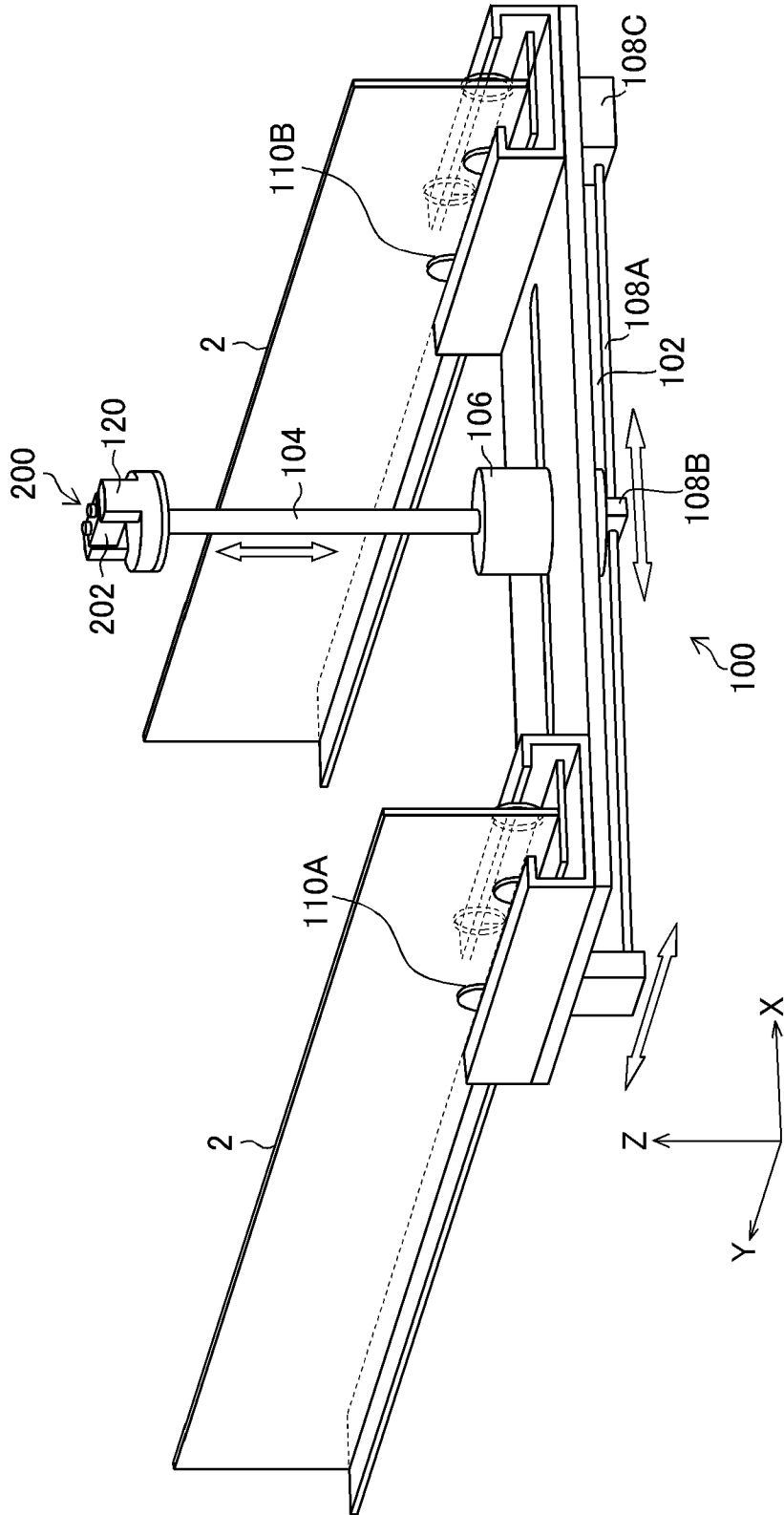
[図8]



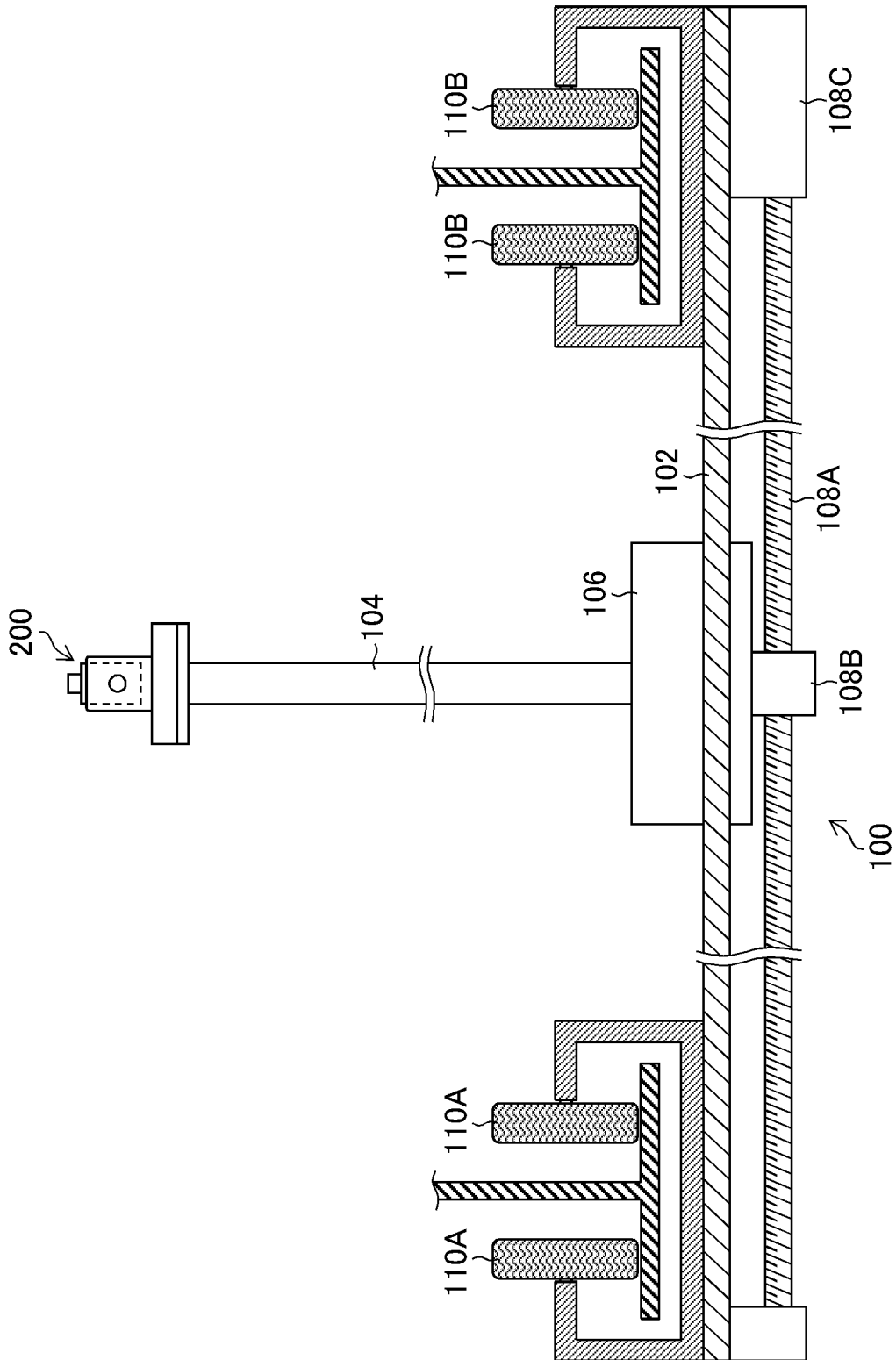
[図9]



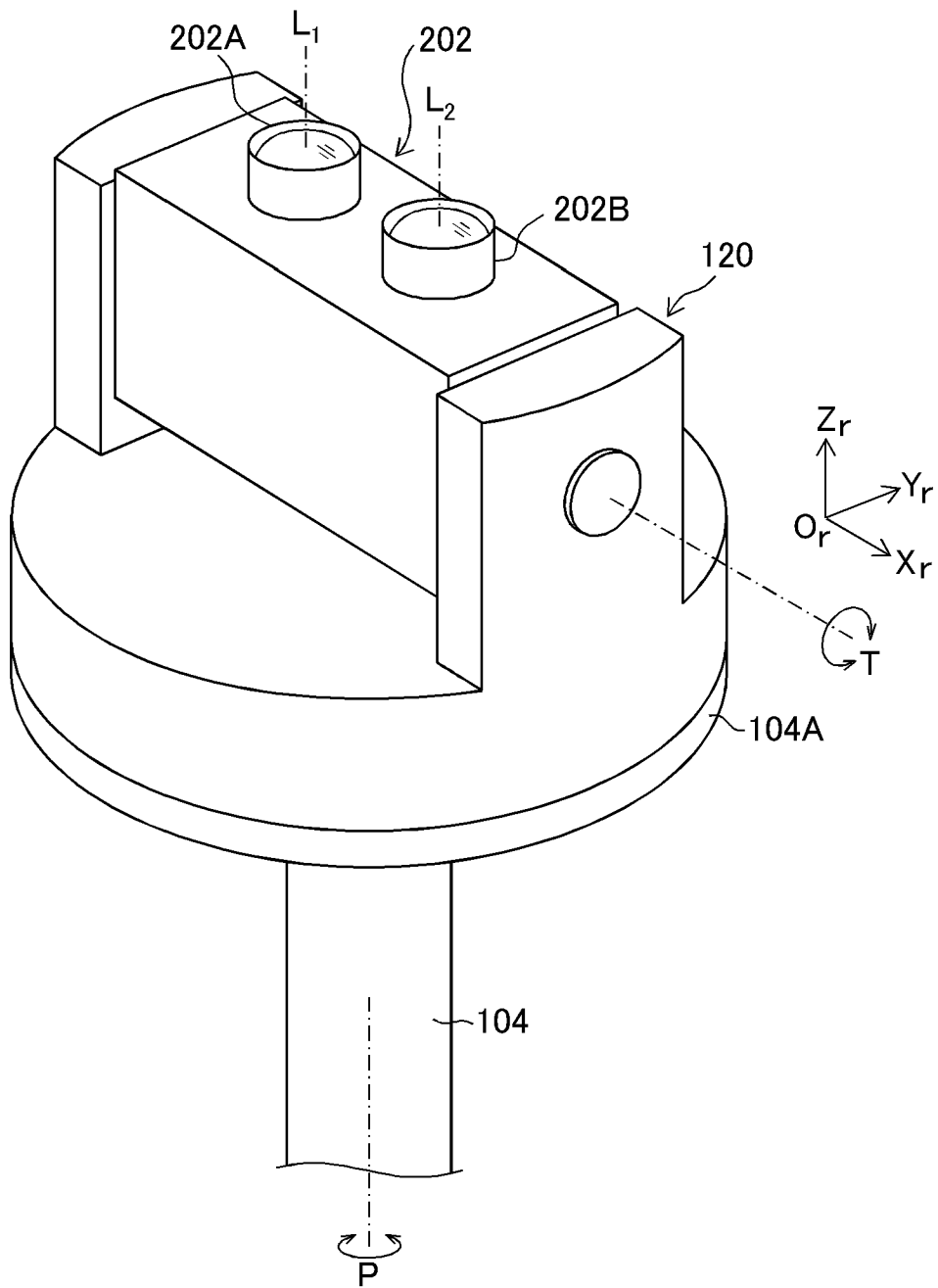
[図11]



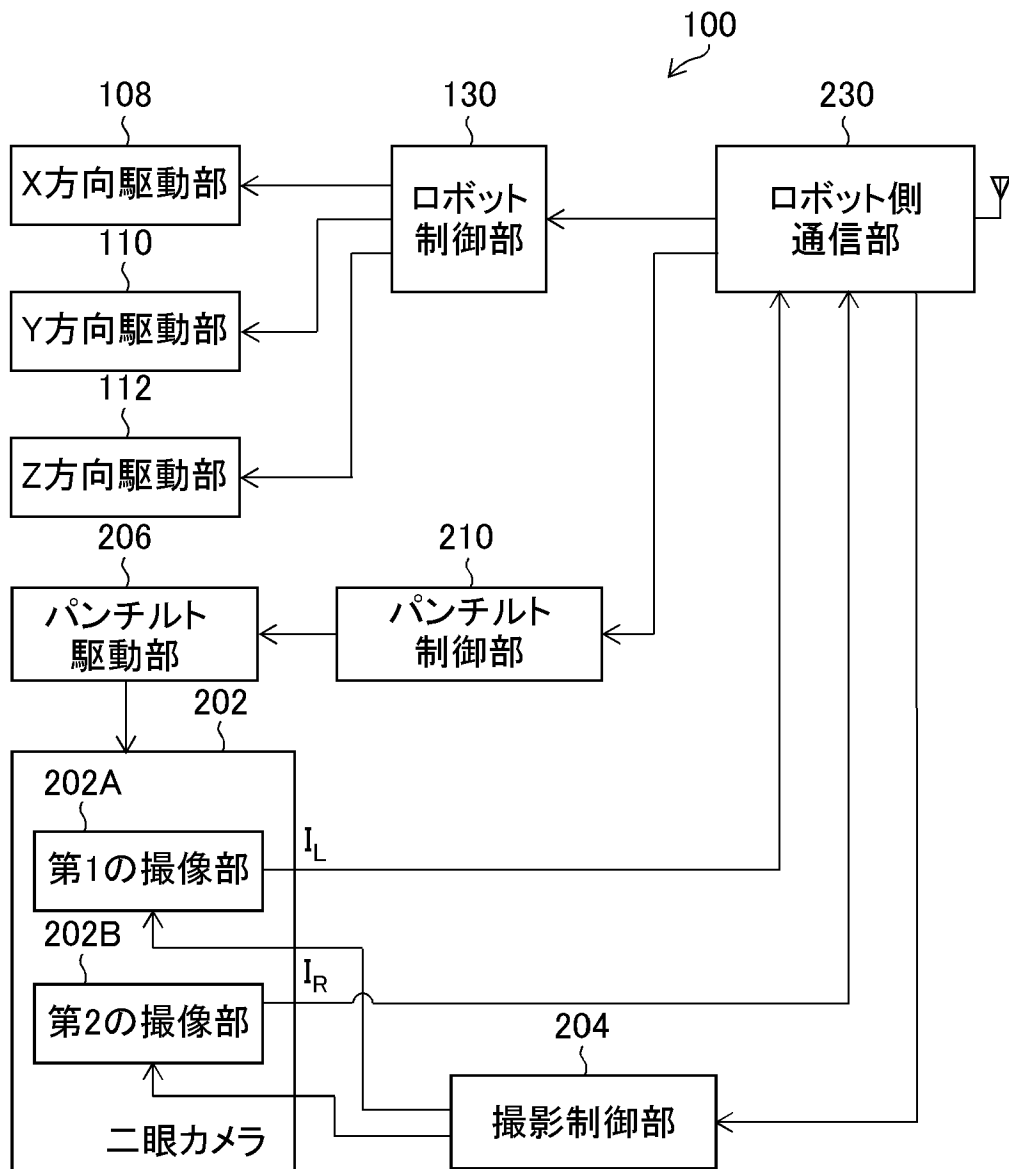
[図12]



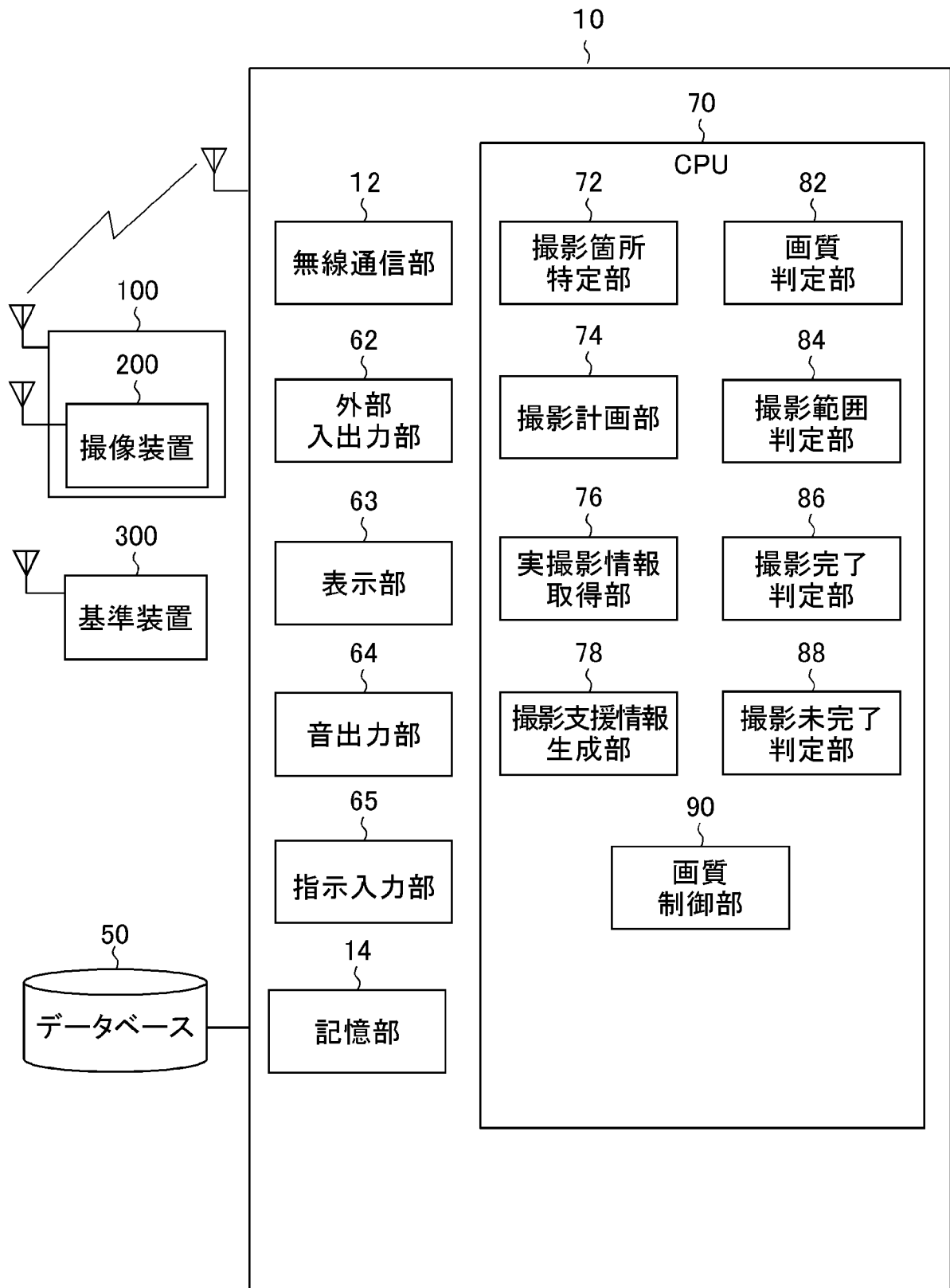
[図13]



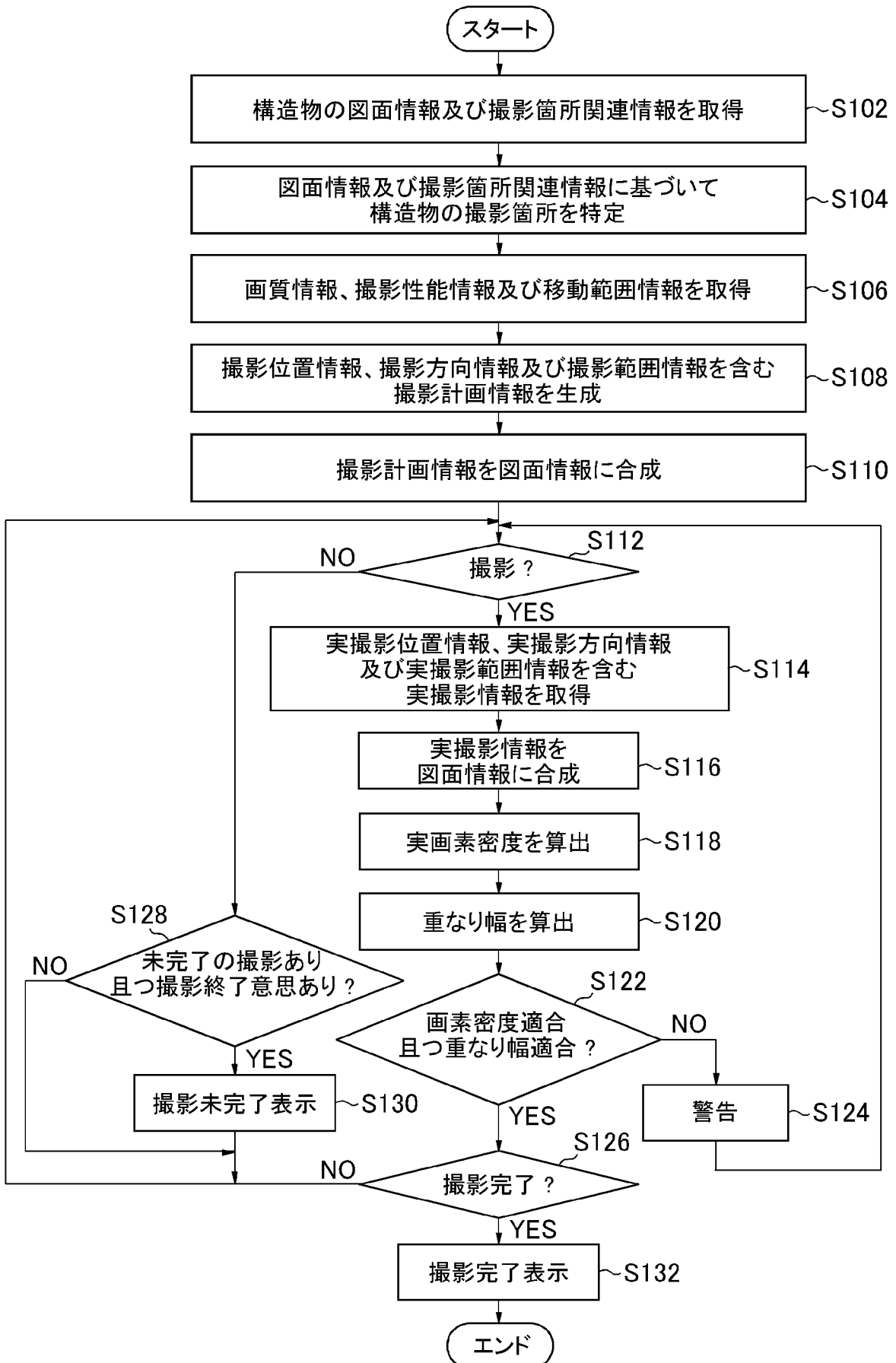
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/000503

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04N5/225(2006.01)i, G01N21/01(2006.01)i, G01N21/88(2006.01)i, G03B15/00(2006.01)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)
H04N5/225, G01N21/01, G01N21/88, G03B15/00

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.
A	JP 2012-129754 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 05 July 2012 (05.07.2012), entire text; all drawings & US 2012/0147206 A1 entire text; all drawings & CN 102572257 A & AU 2011201616 A & KR 10-2012-0066567 A	1-13
A	JP 2010-216829 A (Constec Engineering Co.), 30 September 2010 (30.09.2010), paragraphs [0002], [0088] to [0089] (Family: none)	1-13
A	JP 05-334480 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 17 December 1993 (17.12.1993), paragraphs [0029] to [0032] (Family: none)	1-13

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 27 February 2017 (27.02.17)	Date of mailing of the international search report 07 March 2017 (07.03.17)
--	--

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/JP2017/000503

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 2003-015218 A (Ricoh Co., Ltd.), 15 January 2003 (15.01.2003), paragraph [0086] (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04N5/225(2006.01)i, G01N21/01(2006.01)i, G01N21/88(2006.01)i, G03B15/00(2006.01)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（IPC））

Int.Cl. H04N5/225, G01N21/01, G01N21/88, G03B15/00

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
A	JP 2012-129754 A（富士ゼロックス株式会社） 2012.07.05, 全文全図 & US 2012/0147206 A1, 全文全図 & CN 102572257 A & AU 2011201616 A & KR 10-2012-0066567 A	1-13
A	JP 2010-216829 A（株式会社コンステック） 2010.09.30, 段落 0002, 0088-0089（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、国際出願日以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

27.02.2017

国際調査報告の発送日

07.03.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

藤原 敬利

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

5P

3354

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 05-334480 A (オリンパス光学工業株式会社) 1993.12.17, 段落 0029-0032 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2003-015218 A (株式会社リコー) 2003.01.15, 段落 0086 (ファミリーなし)	1-13