

(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9月8日(08.09.2017)

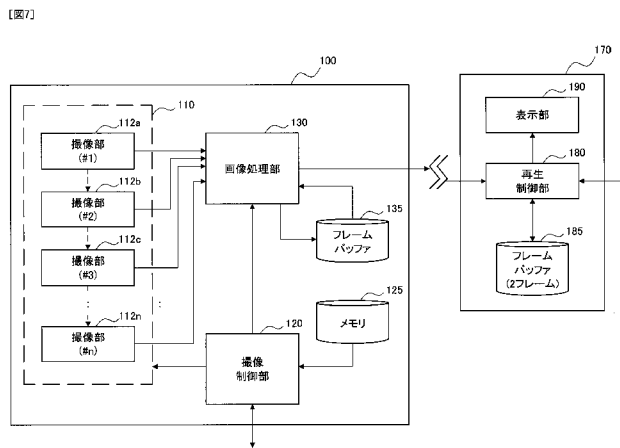


(10) 国際公開番号
WO 2017/149875 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/232 (2006.01) G03B 37/00 (2006.01)
G03B 15/00 (2006.01) H04N 5/225 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/085927
 - (22) 国際出願日: 2016年12月2日(02.12.2016)
 - (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 2016-037836 2016年2月29日(29.02.2016) JP
 - (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者: 押領司 宏 (ORYOJI, Hiroshi); 〒1080075
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
 - (74) 代理人: 亀谷 美明, 外 (KAMEYA, Yoshiaki et al.);
〒1600004 東京都新宿区四谷3-1-3 第一
富澤ビル はづき国際特許事務所 四谷オフィス 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, 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: IMAGE CAPTURE CONTROL DEVICE, IMAGE CAPTURE DEVICE, AND IMAGE CAPTURE CONTROL METHOD

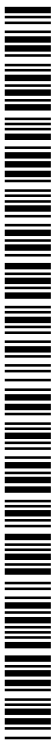
(54) 発明の名称: 撮像制御装置、撮像装置及び撮像制御方法



- 112a... IMAGE CAPTURE UNIT
- 112b... IMAGE CAPTURE UNIT
- 112c... IMAGE CAPTURE UNIT
- 112n... IMAGE CAPTURE UNIT
- 120... IMAGE CAPTURE CONTROL UNIT
- 125... MEMORY
- 130... IMAGE PROCESSING UNIT
- 135... FRAME BUFFER
- 180... PLAYBACK CONTROL UNIT
- 185... FRAME BUFFER (TWO FRAMES)
- 190... DISPLAY UNIT

(57) Abstract: [Problem] To eliminate or reduce the inconvenience resulting from a phase offset between camera modules in a panoramic camera. [Solution] Provided is an image capture control device that is provided with a control unit that controls the image capture timing of a first image signal, which is generated by capturing an image of a first field of view by means of a first image capture unit, and/or a second image signal, which is generated by capturing, by means of a second image capture unit, an image of a second field of view that overlaps partially with the first field of view, said timing being controlled such that the phase of the first image signal and the phase of the second image signal corresponding to the portion of overlap between the first field of view and the second field of view coincide.

(57) 要約: 【課題】全天周カメラにおけるカメラモジュール間の位相ズレに起因する不都合を解消し又は軽減すること。【解決手段】第1撮像部において第1の視野を撮像することにより生成される第1の画像信号及び第2撮像部において前記第1の視野に部分的に重複する第2の視野を撮像することにより生成される第2の画像信号のうちの少なくとも一方の撮像タイミングを、前記第1の視野及び前記第2の視野の重複部分に対応する、前記第1の画像信号の位相及び前記第2の画像信号の位相が一致するように制御する制御部、を備える撮像制御装置を提供する。



WO 2017/149875 A1

明 細 書

発明の名称：撮像制御装置、撮像装置及び撮像制御方法

技術分野

[0001] 本開示は、撮像制御装置、撮像装置及び撮像制御方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、360°の視野全体を撮像することのできる全天周カメラが実用化されている。全天周カメラの多くは、互いに異なる方向に向けられる複数のカメラモジュールからの撮像画像を統合的に処理して、全天周画像（又は映像）を提供する。特許文献1は、複数のカメラからの画像をスティッチング（貼り合せ）して全天周画像を生成する手法の一例を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-039564号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 全天周カメラの各カメラモジュールによる画素値の読み出しのタイミングは、画素位置に依存して異なることがある。例えば、1つのイメージセンサの先頭の画素と末尾の画素とでは、画素値の読み出しのタイミングが相違し得る。この相違は、部分的に重複する視野をそれぞれ撮像するカメラモジュールの間で、視野の重複部分の撮像タイミングのズレを生じさせる。このズレを、本明細書では、位相ズレという。全天周カメラにより動きの速い被写体が撮像される場合、こうした位相ズレに起因して隣り合うカメラモジュールの間で被写体の見え方が一致せず、それらカメラモジュールからの撮像画像を統合的に処理することが困難となり得る。カメラを速く動かしながら撮像が行われる場合も同様である。

[0005] 本開示に係る技術は、こうした全天周カメラ（又は少なくとも複数のカメラモジュールからの撮像画像を統合的に処理する装置）における位相ズレに

起因する不都合を解消し又は軽減することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示によれば、第1撮像部において第1の視野を撮像することにより生成される第1の画像信号及び第2撮像部において前記第1の視野に部分的に重複する第2の視野を撮像することにより生成される第2の画像信号のうちの少なくとも一方の撮像タイミングを、前記第1の視野及び前記第2の視野の重複部分に対応する、前記第1の画像信号の位相及び前記第2の画像信号の位相が一致するように制御する制御部、を備える撮像制御装置が提供される。

[0007] また、本開示によれば、前記第1撮像部と、前記第2撮像部と、前記撮像制御装置と、を備える撮像装置が提供される。

[0008] また、本開示によれば、第1の視野を撮像することにより第1の画像信号を生成する第1撮像部及び前記第1の視野に部分的に重複する第2の視野を撮像することにより第2の画像信号を生成する第2撮像部、を備える撮像装置を制御する撮像制御方法であって、前記第1の画像信号及び前記第2の画像信号のうちの少なくとも一方の撮像タイミングを、前記第1の視野及び前記第2の視野の重複部分に対応する、前記第1の画像信号の位相及び前記第2の画像信号の位相が一致するように制御すること、を含む撮像制御方法が提供される。

発明の効果

[0009] 本開示に係る技術によれば、複数のカメラモジュール（又は撮像部）からの撮像画像の重複部分においてモジュール間の位相ズレが抑制されるため、撮像画像に動きの速い被写体又は背景が映っていたとしても、それら撮像画像の統合的な処理を適切に遂行することができる。

なお、上記の効果は必ずしも限定的なものではなく、上記の効果と共に、又は上記の効果に代えて、本明細書に示されたいずれかの効果、又は本明細書から把握され得る他の効果が奏されてもよい。

図面の簡単な説明

[0010] [図1A]全天周カメラの概略的な構成の一例について説明するための説明図である。

[図1B]全天周カメラの概略的な構成の他の例について説明するための説明図である。

[図2A]方位角方向に隣接する複数のカメラモジュールの配置の第1の例について説明するための説明図である。

[図2B]方位角方向に隣接する複数のカメラモジュールの配置の第2の例について説明するための説明図である。

[図3A]仰俯角方向にも隣接する複数のカメラモジュールの配置の第1の例について説明するための説明図である。

[図3B]仰俯角方向にも隣接する複数のカメラモジュールの配置の第2の例について説明するための説明図である。

[図4A]横置きで配置され方位角方向に隣接する2つのカメラモジュール間の位相ズレについて説明するための説明図である。

[図4B]縦置きで配置され方位角方向に隣接する2つのカメラモジュール間の位相ズレについて説明するための説明図である。

[図5A]縦置きで配置され仰俯角方向に隣接する2つのカメラモジュール間の位相ズレについて説明するための説明図である。

[図5B]横置きで配置され仰俯角方向に隣接する2つのカメラモジュール間の位相ズレについて説明するための説明図である。

[図6]一実施形態に係るカメラシステムの構成の一例を示す概略図である。

[図7]一実施形態に係る撮像装置及び表示端末の構成の一例を示すブロック図である。

[図8]横置きで配置され方位角方向に隣接する2つのカメラモジュール間の撮像タイミングの制御の一例について説明するための説明図である。

[図9]縦置きで配置され方位角方向に隣接する2つのカメラモジュール間の撮像タイミングの制御の一例について説明するための説明図である。

[図10]縦置きで配置され仰俯角方向に隣接する2つのカメラモジュール間の

撮像タイミングの制御の一例について説明するための説明図である。

[図11]横置きで配置され仰俯角方向に隣接する2つのカメラモジュール間の撮像タイミングの制御の一例について説明するための説明図である。

[図12]複数フレームにわたって位相ズレ無しで撮像される全天周画像の一例について説明するための説明図である。

[図13]様々な再生視野に応じて構築され得る表示画像のいくつかの例について説明するための説明図である。

[図14]一実施形態に係る撮像制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図15A]制御情報取得処理の詳細な流れの一例を示すフローチャートである。

[図15B]制御情報取得処理の詳細な流れの他の例を示すフローチャートである。

[図16]一実施形態に係る再生制御処理の流れの一例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

[0011] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0012] また、以下の順序で説明を行う。

1. 序論

1-1. 全天周カメラの概略

1-2. 画素読み出し方式

1-3. カメラモジュール間の位相ズレ

2. カメラシステムの構成例

3. 一実施形態に係る装置の構成

3-1. 撮像装置

3-2. 表示端末

4. 一実施形態に係る処理の流れ

4-1. 撮像制御処理

4-2. 制御情報取得処理

4-3. 再生制御処理

5. まとめ

[0013] <1. 序論>

[1-1. 全天周カメラの概略]

本節では、全天周カメラの概略について説明する。全天周カメラは、多くの場合、ある基準軸の周りの 360° の視野全体を撮像することのできるカメラをいう。一例において、基準軸は鉛直軸であり、方位角方向に 360° の視野が形成される。いくつかの全天周カメラは、仰俯角方向にも広い視野を有し、例えば天頂までをも撮像可能であり得る。本開示に係る技術は、様々な視野を有する様々な全天周カメラに適用されてよい。例えば、本開示に係る技術は、いずれの方向にも 360° に満たない視野しか有しないカメラにも適用可能である。

[0014] 図1Aは、全天周カメラの概略的な構成の一例について説明するための説明図である。図1Aに示した全天周カメラ10aは、軸13aの周りに円筒状に形成された筐体11aを有する。筐体11aの外周面には、放射状にそれぞれ異なる方向に向けられたレンズを有する複数のカメラモジュール20a、20b、20c、20d、20e、20f、20g、20hが配設されている。なお、以下の説明において、カメラモジュール20a、20b、20c、20d、20e、20f、20g、20hを互いに区別する必要のない場合には、符号の末尾のアルファベットを省略することにより、これらをカメラモジュール20と総称する。後述する他の構成要素及び符号の組合せについても同様である。

[0015] 例えば、筐体11aの底面を水平面（図中のx-z平面）上に載置する形で全天周カメラ10aが設置されると、軸13aは鉛直軸となる。そして、各カメラモジュール20は、当該カメラモジュールの視野を撮像し、撮像画

像を生成する。例えば、カメラモジュール20aは、第1の視野を撮像することにより、第1の画像信号を生成する。カメラモジュール20bは、第1の視野と方位角方向に隣接する第2の視野を撮像することにより、第2の画像信号を生成する。図1Aの例では、8つのカメラモジュール20の光軸が、水平面内で放射状に延びている。そのため、各カメラモジュール20の方位角方向の視野が45°以上の角度を有するならば、全てのカメラモジュール20からの撮像画像を統合することにより、方位角方向の360°の視野全体をカバーする統合的な画像を得ることができる。実際には、スティッチング又はステレオマッチングといった撮像画像の統合的な処理のために、隣接する2つの視野の間にいくらかの割合で重複部分が存在することが望ましく、その場合、各カメラモジュール20の方位角方向の視野は45°よりも大きい視野角を有する。

[0016] 図1Bは、全天周カメラの概略的な構成の他の例について説明するための説明図である。図1Bに示した全天周カメラ10bは、軸13bに直交する上面及び底面でカットされた略球状に形成された筐体11bを有する。筐体11bの外周面には、仰俯角方向に隣り合う視野を有するカメラモジュールの4つのペアが配設されている。より具体的には、カメラモジュール20i及び20jのペア、カメラモジュール20k及び20mのペア、カメラモジュール20n及び20pのペア、並びにカメラモジュール20q及び20rのペアが、隣り合うペア間で方位角方向に90°の間隔を空けて配設されている。

[0017] 例えば、筐体11bの底面を水平面（図中のx-z平面）上に載置する形で全天周カメラ10bが設置されると、軸13bは鉛直軸となる。そして、各カメラモジュール20は、当該カメラモジュールの視野を撮像し、撮像画像を生成する。例えば、カメラモジュール20iは、第1の視野を撮像することにより、第1の画像信号を生成する。カメラモジュール20jは、第1の視野と仰俯角方向に隣接する第2の視野を撮像することにより、第2の画像信号を生成する。図1Bの例では、各ペアの2つのカメラモジュール20

の光軸が鉛直面内で放射状に延びている。例えば、カメラモジュール20i及び20jの双方の仰俯角方向の視野が60°の視野角を有し、視野間の重複部分の割合が25% (60° × 0.25 = 15°) であるとする、カメラモジュール20i及び20jにより生成される撮像画像を統合することにより、仰俯角方向に105° (= 60° × 2 - 15°) の視野角を有する統合的な画像を得ることができる。さらにカメラモジュール20の4つのペアからの撮像画像を統合することにより、方位角方向の360°の視野全体をカバーする画像を得ることもできる。

[0018] なお、あらためて言うと、図1A及び図1Bに示した全天周カメラの構成は、一例に過ぎない。本開示に係る技術は、2つ以上のいかなる数のカメラモジュールを備えた、いかなる形状のカメラに適用されてもよい。

[0019] [1-2. 画素読み出し方式]

イメージセンサからの画素値の読み出しは、通常、ローリングシャッター方式又はグローバルシャッター方式で行われる。撮像素子としてCCD (Charge Coupled Device) が採用される場合には、原理上、画素値の読み出しはグローバルシャッター方式で行われる。撮像素子としてCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) が採用される場合には、通常は、画素値の読み出しはローリングシャッター方式で行われる。CMOSデバイスにグローバルシャッターを実装することも可能ではあるものの、グローバルシャッターの実装は、コスト及び小型化の観点で不利である。ローリングシャッター方式での画素値の読み出しは、順次読み出し方式とも呼ばれる。順次読み出し方式によれば、通常、2次元のフォーカルプレーン内で上のラインから下のラインへと、及び各ライン内で左の画素から右の画素へと、各画素に蓄積された電荷が画素値として順次読み出される。順次読み出し方式の画素読み出し方向を考慮すると、カメラモジュールの配置には、横置き (Landscape) 及び縦置き (Portrait) という、典型的な2つのパターンがあり得る。

[0020] 図2Aは、方位角方向に隣接する複数のカメラモジュールの配置の第1の

例について説明するための説明図である。図 2 A では、複数のカメラモジュールの視野が、方位角 θ を表す横軸と、仰俯角 ϕ を表す縦軸とを用いて 2 次元的に表現されている。例えば、視野 F v 1 a は、カメラモジュール 2 0 a の視野である。視野 F v 1 b は、カメラモジュール 2 0 b の視野である。視野 F v 1 c は、カメラモジュール 2 0 c の視野である。視野 F v 1 a 及び F v 1 b は、方位角方向に互いに隣接し、重複部分 F o 1 a を共に含む。視野 F v 1 b 及び F v 1 c は、方位角方向に互いに隣接し、重複部分 F o 1 b を共に含む。カメラモジュール 2 0 が横置きで配置される場合、カメラモジュール 2 0 は、図中に矢印で示したように、自らの視野内の各画素の画素値を、横ラインごとに且つ各ライン内で左から右へと読み出す。よって、例えば、カメラモジュール 2 0 a の視野 F v 1 a は、画素読み出し方向において、カメラモジュール 2 0 b の視野 F v 1 b よりも先行する。カメラモジュール 2 0 b の視野 F v 1 b は、画素読み出し方向において、カメラモジュール 2 0 c の視野 F v 1 c よりも先行する。例えば、カメラモジュール 2 0 a の画素値の読み出しが開始された後、読み出しタイミングが重複部分 F o 1 a に達するまでの時間は、1 ラインの読み出しに要する時間よりも重複部分の割合だけ少ない。

[0021] 図 2 B は、方位角方向に隣接する複数のカメラモジュールの配置の第 2 の例について説明するための説明図である。図 2 B の例において、視野 F v 2 a は、カメラモジュール 2 0 a の視野である。視野 F v 2 b は、カメラモジュール 2 0 b の視野である。視野 F v 2 c は、カメラモジュール 2 0 c の視野である。視野 F v 2 a 及び F v 2 b は、方位角方向に互いに隣接し、重複部分 F o 2 a を共に含む。視野 F v 2 b 及び F v 2 c は、方位角方向に互いに隣接し、重複部分 F o 2 b を共に含む。カメラモジュール 2 0 が縦置きで配置される場合、カメラモジュール 2 0 は、図中に矢印で示したように、自らの視野内の各画素の画素値を、縦ラインごとに且つ各ライン内で下から上へと読み出す。よって、例えば、カメラモジュール 2 0 a の視野 F v 2 a は、画素読み出し方向において、カメラモジュール 2 0 b の視野 F v 2 b より

も先行する。カメラモジュール20bの視野Fv2bは、画素読み出し方向において、カメラモジュール20cの視野Fv2cよりも先行する。例えば、カメラモジュール20aの画素値の読み出しが開始された後、読み出しタイミングが重複部分Fo2aに達するまでの時間は、フォーカルプレーン内の全ラインの読み出しに要する時間よりも重複部分の割合だけ少ない。

[0022] 図3Aは、仰俯角方向にも隣接する複数のカメラモジュールの配置の第1の例について説明するための説明図である。図3Aでは、図2Aと同様、複数のカメラモジュールの視野が、方位角 θ を表す横軸と、仰俯角 ϕ を表す縦軸とを用いて2次的に表現されている。例えば、視野Fv3iは、カメラモジュール20iの視野である。視野Fv3jは、カメラモジュール20jの視野である。視野Fv3kは、カメラモジュール20kの視野である。視野Fv3i及びFv3jは、仰俯角方向に互いに隣接し、重複部分Fo3ijを共に含む。視野Fv3i及びFv3kは、方位角方向に互いに隣接し、重複部分Fo3ikを共に含む。カメラモジュール20が縦置きで配置される場合、カメラモジュール20は、図中に矢印で示したように、自らの視野内の各画素の画素値を、縦ラインごとに且つ各ライン内で下から上へと読み出す。よって、例えば、カメラモジュール20iの視野Fv3iは、画素読み出し方向において、カメラモジュール20jの視野Fv3jよりも先行し、及びカメラモジュール20kの視野Fv3kよりも先行する。例えば、カメラモジュール20iの画素値の読み出しが開始された後、読み出しタイミングが重複部分Fo3ijに達するまでの時間は、1ラインの読み出しに要する時間よりも重複部分の割合だけ少ない。

[0023] 図3Bは、仰俯角方向にも隣接する複数のカメラモジュールの配置の第2の例について説明するための説明図である。例えば、視野Fv4jは、カメラモジュール20jの視野である。視野Fv4mは、カメラモジュール20mの視野である。視野Fv4iは、カメラモジュール20iの視野である。視野Fv4j及びFv4mは、方位角方向に互いに隣接し、重複部分Fo4jmを共に含む。視野Fv4j及びFv4iは、仰俯角方向に互いに隣接し

、重複部分 $F \circ 4 j i$ を共に含む。カメラモジュール 20 が横置きで配置される場合、カメラモジュール 20 は、図中に矢印で示したように、自らの視野内の各画素の画素値を、横ラインごとに且つ各ライン内で左から右へと読み出す。よって、例えば、カメラモジュール 20 j の視野 $F v 4 j$ は、画素読み出し方向において、カメラモジュール 20 m の視野 $F v 4 m$ よりも先行し、及びカメラモジュール 20 i の視野 $F v 4 i$ よりも先行する。例えば、カメラモジュール 20 j の画素値の読み出しが開始された後、読み出しタイミングが重複部分 $F \circ 4 j i$ に達するまでの時間は、フォーカルプレーン内の全ラインの読み出しに要する時間よりも重複部分の割合だけ少ない。

[0024] [1-3. カメラモジュール間の位相ズレ]

上述したように、順次読出し方式では、例えば第 1 撮像部により撮像される第 1 の視野と、第 2 撮像部により撮像される第 2 の視野とが部分的に重複する場合に、重複部分に対応する画像信号の位相が、第 1 撮像部により生成される第 1 の画像信号と第 2 撮像部により生成される第 2 の画像信号とで相違する。ここでの位相とは、1 つのフレーム時間内の、ある画素位置の画素値が読み出されるタイミングを意味するものと理解されてよい。

[0025] 図 4 A は、横置きで配置され方位角方向に隣接する 2 つのカメラモジュール間の位相ズレについて説明するための説明図である。図 4 A の例において、視野 $F v 1 a$ は、カメラモジュール 20 a の視野である。視野 $F v 1 b$ は、カメラモジュール 20 b の視野である。画素 P 1 1 a 及び画素 P 1 2 a は、視野 $F v 1 a$ 内の画素である。画素 P 1 1 b 及び画素 P 1 2 b は、視野 $F v 1 b$ 内の画素である。画素 P 1 2 a 及び画素 P 1 1 b は、統合的な視野内で実質的に同じ位置を占める。これらカメラモジュール 20 a 及び 20 b による撮像が、時刻 $T = 0$ (ゼロ) に同時に開始されるものとする。カメラモジュール 20 a による画素 P 1 1 a の画素値の読み取りは、時刻 $T = 0$ に行われる (実際には撮像開始と画素値の読み取りとの間に露光時間が存在する。但し、ここでは説明の簡明さのために、露光時間を無視する)。同時にカメラモジュール 20 b による画素 P 1 1 b の画素値の読み取りも行われるが

、実質的に同じ位置の画素P 1 2 aの画素値は、この時点でカメラモジュール2 0 aにより読み取られない。その後、ある時間が経過すると、カメラモジュール2 0 aは、画素P 1 2 aの画素値を読み取る。この経過時間（図中の破線矢印）の間に、重複部分F o 1 aに映る被写体又は背景が動いてしまっている可能性がある。同じタイミングで、カメラモジュール2 0 bは、画素P 1 2 bの画素値を読み取る。

[0026] 図4 Bは、縦置きで配置され方位角方向に隣接する2つのカメラモジュール間の位相ズレについて説明するための説明図である。図4 Bの例において、視野F v 2 aは、カメラモジュール2 0 aの視野である。視野F v 2 bは、カメラモジュール2 0 bの視野である。画素P 2 1 a及び画素P 2 2 aは、視野F v 2 a内の画素である。画素P 2 1 b及び画素P 2 2 bは、視野F v 2 b内の画素である。画素P 2 2 a及び画素P 2 1 bは、統合的な視野内で実質的に同じ位置を占める。これらカメラモジュール2 0 a及び2 0 bによる撮像が、時刻T = 0（ゼロ）に同時に開始されるものとする。カメラモジュール2 0 aによる画素P 2 1 aの画素値の読み取りは、時刻T = 0に行われる。同時にカメラモジュール2 0 bによる画素P 2 1 bの画素値の読み取りも行われるが、実質的に同じ位置の画素P 2 2 aの画素値は、この時点でカメラモジュール2 0 aにより読み取られない。その後、ある時間が経過すると、カメラモジュール2 0 aは、画素P 2 2 aの画素値を読み取る。この経過時間の間に、重複部分F o 2 aに映る被写体又は背景が動いてしまっている可能性がある。同じタイミングで、カメラモジュール2 0 bは、画素P 2 2 bの画素値を読み取る。

[0027] 図5 Aは、縦置きで配置され仰俯角方向に隣接する2つのカメラモジュール間の位相ズレについて説明するための説明図である。図5 Aの例において、視野F v 3 iは、カメラモジュール2 0 iの視野である。視野F v 3 jは、カメラモジュール2 0 jの視野である。画素P 3 1 i及び画素P 3 2 iは、視野F v 3 i内の画素である。画素P 3 1 j及び画素P 3 2 jは、視野F v 3 j内の画素である。画素P 3 2 i及び画素P 3 1 jは、統合的な視野内

で実質的に同じ位置を占める。これらカメラモジュール20*i*及び20*j*による撮像が、時刻 $T=0$ （ゼロ）に同時に開始されるものとする。カメラモジュール20*i*による画素P31*i*の画素値の読み取りは、時刻 $T=0$ に行われる。同時にカメラモジュール20*j*による画素P31*j*の画素値の読み取りも行われるが、実質的に同じ位置の画素P32*i*の画素値は、この時点でカメラモジュール20*i*により読み取られない。その後、ある時間が経過すると、カメラモジュール20*i*は、画素P32*i*の画素値を読み取る。この経過時間の中に、重複部分F○3*i**j*に映る被写体又は背景が動いてしまっている可能性がある。同じタイミングで、カメラモジュール20*j*は、画素P32*j*の画素値を読み取る。

[0028] 図5Bは、横置きで配置され仰俯角方向に隣接する2つのカメラモジュール間の位相ズレについて説明するための説明図である。図5Bの例において、視野Fv4*j*は、カメラモジュール20*j*の視野である。視野Fv4*i*は、カメラモジュール20*i*の視野である。画素P41*j*及び画素P42*j*は、視野Fv4*j*内の画素である。画素P41*i*及び画素P42*i*は、視野Fv4*i*内の画素である。画素P42*j*及び画素P41*i*は、統合的な視野内で実質的に同じ位置を占める。これらカメラモジュール20*j*及び20*i*による撮像が、時刻 $T=0$ （ゼロ）に同時に開始されるものとする。カメラモジュール20*j*による画素P41*j*の画素値の読み取りは、時刻 $T=0$ に行われる。同時にカメラモジュール20*i*による画素P41*i*の画素値の読み取りも行われるが、実質的に同じ位置の画素P42*j*の画素値は、この時点でカメラモジュール20*j*により読み取られない。その後、ある時間が経過すると、カメラモジュール20*j*は、画素P42*j*の画素値を読み取る。この経過時間の中に、重複部分F○4*j**i*に映る被写体又は背景が動いてしまっている可能性がある。同じタイミングで、カメラモジュール20*i*は、画素P42*i*の画素値を読み取る。

[0029] 図4A～図5Bを用いて説明した位相ズレは、全天周カメラにより動きの速い被写体が撮像される場合、又はカメラを速く動かしながら撮像が行われ

る場合に、隣り合う視野を映した撮像画像の間の被写体又は背景の見え方の不一致を招来し、スティッチング又はステレオマッチングといった統合的な処理の精度を低下させる。そこで、次節より詳細に説明するカメラシステムにおいて、こうした位相ズレを解消するための撮像タイミングの制御を導入する。

[0030] <2. カメラシステムの構成例>

図6は、一実施形態に係るカメラシステムの構成の一例を示す概略図である。図6を参照すると、カメラシステム1は、撮像装置100、サーバ160、並びに表示端末170a及び170bを含み得る。

[0031] 撮像装置100は、例えば、ある基準軸の周囲の360°の視野全体を統合的にカバーするような複数の視野をそれぞれ有する複数の撮像部（カメラモジュール）を備える。撮像装置100は、いかなる数の撮像部を備えてもよく、それら撮像部はいかなる配置を有していてもよい。図6の例では、撮像装置100は、撮像環境102内に置かれた全天周カメラである。撮像装置100は、例えば、ローカルメモリに撮像画像を記録するスタンドアロン型の装置であってもよい。また、撮像装置100は、ネットワーク165を介してサーバ160又は表示端末170a若しくは170bへ接続されてもよい。

[0032] サーバ160は、撮像装置100により生成される撮像画像（又はそれら撮像画像から統合的な処理を経て生成される再生用画像）を蓄積する情報処理装置である。サーバ160は、ネットワーク165を介して、又は直接的な接続線（図示せず）を介して撮像装置100から画像を受信し、受信した画像を記憶媒体に記憶させる。また、サーバ160は、表示端末170（170a又は170b）から受信されるリクエストに応じて、撮像装置100から受信された画像を表示端末170へ配信する。なお、撮像装置100と表示端末170とが直接的に接続される場合には、カメラシステム1は、サーバ160を含まなくてもよい。

[0033] ネットワーク165は、インターネットなどのパブリックネットワークで

あってもよく、又はホームネットワーク若しくは企業内ネットワークなどのプライベートネットワークであってもよい。ネットワーク165は、無線リンク及び有線リンクのいかなる組合せを含んでもよい。

[0034] 表示端末170aは、撮像装置100により撮像される画像を表示する機能を有する端末装置である。図6の例では、表示端末170aは、ユーザの頭部に装着されるウェアラブル端末である。ユーザは、撮像装置100により撮像される画像を表示端末170aのスクリーン上で再生させることができる。撮像装置100により撮像される画像は、例えば、360°の視野全体を統合的にカバーする全天周画像（静止画又は動画を構成するフレームの各々）である。ユーザがある方向を向いている場合には、全天周画像のうちの、その方向に対応する再生視野の表示画像が再生され得る。そして、ユーザが頭部を他の方向に向けると（又は、再生視野を動かすための指示を表示端末170aへ入力すると）、再生視野が変化し、変化後の再生視野の表示画像が再生され得る。

[0035] 表示端末170bもまた、撮像装置100により撮像される画像を表示する機能を有する端末装置である。図6の例では、表示端末170bは、ユーザにより保持されるモバイル端末である。ユーザは、撮像装置100により撮像される全天周画像を表示端末170bのスクリーン上で再生させることができる。表示端末170bがある方向を向いている場合には、全天周画像のうちの、その方向に対応する再生視野の表示画像が再生され得る。そして、ユーザが表示端末170bを他の方向に向けると（又は、再生視野を動かすための指示を表示端末170bへ入力すると）、再生視野が変化し、変化後の再生視野の表示画像が再生され得る。

[0036] 表示端末170は、撮像装置100から直接的に全天周画像を取得してもよく、又はサーバ160から全天周画像を取得してもよい。撮像装置100の複数の撮像部により生成される撮像画像から全天周画像又は個々の表示画像を構築する処理は、撮像装置100、サーバ160及び表示端末170のいずれにより行われてもよい。

[0037] <3. 一実施形態に係る装置の構成>

[3-1. 撮像装置]

図7は、一実施形態に係る撮像装置100の構成の一例を示している。図7を参照すると、撮像装置100は、マルチカメラユニット110、撮像制御部120、メモリ125、画像処理部130及びフレームバッファ135を備える。

[0038] (1) マルチカメラユニット

マルチカメラユニット110は、複数の撮像部112a、112b、112c、…、112nを含む。第1撮像部112aは、第1の視野を撮像することにより第1の画像信号を生成し、生成した第1の画像信号を画像処理部130へ出力する。第2撮像部112bは、第2の視野を撮像することにより第2の画像信号を生成し、生成した第2の画像信号を画像処理部130へ出力する。第2の視野は、第1の視野に部分的に重複する。第3撮像部112cは、第3の視野を撮像することにより第3の画像信号を生成し、生成した第3の画像信号を画像処理部130へ出力する。第3の視野は、第1の視野及び第2の視野の少なくとも一方に部分的に重複する。第n撮像部112nは、第nの視野を撮像することにより第nの画像信号を生成し、生成した第nの画像信号を画像処理部130へ出力する。これら複数の撮像部112a、112b、112c、…、112nの視野の全て又はそれらのサブセットにより、ある基準軸の周囲の360°の視野全体が統合的にカバーされ得る。以下の説明では、基準軸は鉛直軸であり、方位角方向の360°の視野全体が複数の視野によりカバーされるものとする。但し、基準軸がいかなる傾きを有する場合にも、本開示に係る技術は適用可能である。

[0039] 一例として、第1撮像部112aは、第1の視野からレンズを介して入射する光の像を電気信号へと光電変換するCMOSイメージセンサ（図示せず）を含み、当該イメージセンサから順次読み出し方式で画素値を読み出すことにより第1の画像信号を生成する。同様に、第2撮像部112bは、第2の視野からレンズを介して入射する光の像を電気信号へと光電変換するCM

OSイメージセンサ（図示せず）を含み、当該イメージセンサから順次読み出し方式で画素値を読み出すことにより第2の画像信号を生成する。他の撮像部112もまた、それぞれ固有の視野を有することを除いて、第1撮像部112a及び第2撮像部112bと同様の手法でそれぞれの画像信号を生成し得る。

[0040] ある例において、第1撮像部112aの第1の視野及び第2撮像部112bの第2の視野は方位角方向に隣接する。また、第1撮像部112a及び第2撮像部112bは、共に縦置きに配置され、縦ラインごとに画素値を読み出す。この場合の第1及び第2の視野の関係は、図2Bに例示した視野Fv2aと視野Fv2bとの間の関係に相当する。

[0041] 他の例において、第1撮像部112aの第1の視野及び第2撮像部112bの第2の視野は方位角方向に隣接する。また、第1撮像部112a及び第2撮像部112bは、共に横置きに配置され、横ラインごとに画素値を読み出す。この場合の第1及び第2の視野の関係は、図2Aに例示した視野Fv1aと視野Fv1bとの間の関係に相当する。

[0042] 別の例において、第1撮像部112aの第1の視野及び第2撮像部112bの第2の視野は仰俯角方向に隣接する。また、第1撮像部112a及び第2撮像部112bは、共に縦置きに配置され、縦ラインごとに画素値を読み出す。この場合の第1及び第2の視野の関係は、図3Aに例示した視野Fv3iと視野Fv3jとの間の関係に相当する。

[0043] また別の例において、第1撮像部112aの第1の視野及び第2撮像部112bの第2の視野は仰俯角方向に隣接する。また、第1撮像部112a及び第2撮像部112bは、共に横置きに配置され、横ラインごとに画素値を読み出す。この場合の第1及び第2の視野の関係は、図3Bに例示した視野Fv4jと視野Fv4iとの間の関係に相当する。

[0044] (2) 撮像制御部—撮像タイミングの制御

撮像制御部120は、マルチカメラユニット110における撮像動作を制御するコントローラモジュールである。撮像制御部120は、例えば何らか

のユーザインタフェース（図示せず）又は通信インタフェース（図示せず）を介して検出される撮像開始のトリガに応じて、マルチカメラユニット 110 における全天周画像の撮像を開始させる。全天周画像が動画を構成する場合には、全天周画像の撮像は、撮像終了のトリガが検出されるまで複数のフレームにわたって繰り返され得る。

[0045] 本実施形態において、撮像制御部 120 は、各フレームの撮像動作のために、マルチカメラユニット 110 の各撮像部 112 の撮像タイミングを制御する。例えば、撮像制御部 120 は、第 1 撮像部 112 a において生成される第 1 の画像信号及び第 2 撮像部 112 b において生成される第 2 の画像信号のうちの少なくとも一方の撮像タイミングを、第 1 の視野及び第 2 の視野の重複部分に対応する上記第 1 の画像信号の位相及び上記第 2 の画像信号の位相が一致するように制御する。また、撮像制御部 120 は、互いに部分的に重複する視野を有する他の撮像部のペアの撮像タイミングをも、ペア間で重複部分に対応する画像信号の位相が一致するように、同様に制御する。

[0046] 例えば、第 1 撮像部 112 a の第 1 の視野が、画素読み出し方向において第 2 撮像部 112 b の第 2 の視野よりも先行するものとする。この場合、撮像制御部 120 は、第 1 撮像部 112 a における読み出し画素位置が先頭の画素から、第 1 の視野及び第 2 の視野の重複部分に達するまでの時間だけ、第 2 撮像部 112 b における先頭の画素の画素値の読み出しを遅延させ得る。

[0047] 図 8～図 11 は、撮像部の 2 つの配置パターン（横置き／縦置き）と、撮像部の 2 つの隣接方向（方位角方向／仰俯角方向）との組合せの各々について、撮像制御部 120 による撮像タイミングの制御の一例を示している。各図において、左側には撮像タイミングの制御が行われない場合の画素値の読み取りのタイミングチャートが対比のために示され、右側には撮像制御部 120 による撮像タイミングの制御が行われる場合の画素値の読み取りのタイミングチャートが示される。各タイミングチャートの横軸は画像信号の位相を表し、縦軸は順次読み出し方式の読み出し順に従って次元化された画素

位置を表す。

[0048] 図8は、第1撮像部112a及び第2撮像部112bが横置きで配置されており、それら撮像部の視野が方位角方向に隣接するケースに対応する。各タイミングチャートにおいて、実線は第1撮像部112aにより生成される第1の画像信号 $Im1a$ の画素位置ごとの撮像タイミング（画素値の読み取りタイミング）を表し、破線は第2撮像部112bにより生成される第2の画像信号 $Im1b$ の画素位置ごとの撮像タイミングを表す。

[0049] 撮像制御部120による撮像タイミングの制御が行われない場合（左のタイミングチャート参照）、第1の画像信号 $Im1a$ の撮像が画素P11aにおいて開始されると同時に、第2の画像信号 $Im1b$ の撮像が画素P11bにおいて開始される。第2の画像信号 $Im1b$ の画素P11bは、統合的な視野において第1の画像信号 $Im1a$ の画素P12aと実質的に同じ位置を占めるものの、この時点では第1の画像信号 $Im1a$ の画素P12aの画素値は読み出されない。その後、時間 τ_1 が経過した時点で、第1撮像部112aにより画素P12aの画素値が読み出される。

[0050] 撮像制御部120による撮像タイミングの制御が行われる場合（右のタイミングチャート参照）、撮像制御部120は、第1撮像部112aにおける読み出し画素位置が先頭の画素P11aから重複部分の最初の画素P12aに達するまでの時間 τ_1 だけ、第2撮像部112bにおける先頭の画素P11bの画素値の読み出しを遅延させる。その結果、視野の重複部分に属する画素について、第1の画像信号 $Im1a$ の位相と、第2の画像信号 $Im1b$ の位相とが一致する。

[0051] 図9は、第1撮像部112a及び第2撮像部112bが縦置きで配置されており、それら撮像部の視野が方位角方向に隣接するケースに対応する。各タイミングチャートにおいて、実線は第1撮像部112aにより生成される第1の画像信号 $Im2a$ の画素位置ごとの撮像タイミング（画素値の読み取りタイミング）を表し、破線は第2撮像部112bにより生成される第2の画像信号 $Im2b$ の画素位置ごとの撮像タイミングを表す。

- [0052] 撮像制御部120による撮像タイミングの制御が行われない場合（左のタイミングチャート参照）、第1の画像信号 $l m 2 a$ の撮像が画素 $P 2 1 a$ において開始されると同時に、第2の画像信号 $l m 2 b$ の撮像が画素 $P 2 1 b$ において開始される。第2の画像信号 $l m 2 b$ の画素 $P 2 1 b$ は、統合的な視野において第1の画像信号 $l m 2 a$ の画素 $P 2 2 a$ と実質的に同じ位置を占めるものの、この時点では第1の画像信号 $l m 2 a$ の画素 $P 2 2 a$ の画素値は読み出されない。その後、時間 $\tau 2$ が経過した時点で、第1撮像部112aにより画素 $P 2 2 a$ の画素値が読み出される。
- [0053] 撮像制御部120による撮像タイミングの制御が行われる場合（右のタイミングチャート参照）、撮像制御部120は、第1撮像部112aにおける読み出し画素位置が先頭の画素 $P 2 1 a$ から重複部分の最初の画素 $P 2 2 a$ に達するまでの時間 $\tau 2$ だけ、第2撮像部112bにおける先頭の画素 $P 2 1 b$ の画素値の読み出しを遅延させる。その結果、視野の重複部分に属する画素について、第1の画像信号 $l m 2 a$ の位相と、第2の画像信号 $l m 2 b$ の位相とが一致する。
- [0054] 図10は、第1撮像部112a及び第2撮像部112bが縦置きで配置されており、それら撮像部の視野が仰俯角方向に隣接するケースに対応する。各タイミングチャートにおいて、実線は第1撮像部112aにより生成される第1の画像信号 $l m 3 a$ の画素位置ごとの撮像タイミング（画素値の読み取りタイミング）を表し、破線は第2撮像部112bにより生成される第2の画像信号 $l m 3 b$ の画素位置ごとの撮像タイミングを表す。
- [0055] 撮像制御部120による撮像タイミングの制御が行われない場合（左のタイミングチャート参照）、第1の画像信号 $l m 3 a$ の撮像が画素 $P 3 1 i$ において開始されると同時に、第2の画像信号 $l m 3 b$ の撮像が画素 $P 3 1 j$ において開始される。第2の画像信号 $l m 3 b$ の画素 $P 3 1 j$ は、統合的な視野において第1の画像信号 $l m 3 a$ の画素 $P 3 2 i$ と実質的に同じ位置を占めるものの、この時点では第1の画像信号 $l m 3 a$ の画素 $P 3 2 i$ の画素値は読み出されない。その後、時間 $\tau 3$ が経過した時点で、第1撮像部11

2 a により画素 P 3 2 i の画素値が読み出される。

[0056] 撮像制御部 1 2 0 による撮像タイミングの制御が行われる場合（右のタイミングチャート参照）、撮像制御部 1 2 0 は、第 1 撮像部 1 1 2 a における読み出し画素位置が先頭の画素 P 3 1 i から重複部分の最初の画素 P 3 2 i に達するまでの時間 τ_3 だけ、第 2 撮像部 1 1 2 b における先頭の画素 P 3 1 j の画素値の読み出しを遅延させる。その結果、視野の重複部分に属する画素について、第 1 の画像信号 $l m 3 a$ の位相と、第 2 の画像信号 $l m 3 b$ の位相とが一致する。

[0057] 図 1 1 は、第 1 撮像部 1 1 2 a 及び第 2 撮像部 1 1 2 b が横置きで配置されており、それら撮像部の視野が仰俯角方向に隣接するケースに対応する。各タイミングチャートにおいて、実線は第 1 撮像部 1 1 2 a により生成される第 1 の画像信号 $l m 4 a$ の画素位置ごとの撮像タイミング（画素値の読み取りタイミング）を表し、破線は第 2 撮像部 1 1 2 b により生成される第 2 の画像信号 $l m 4 b$ の画素位置ごとの撮像タイミングを表す。

[0058] 撮像制御部 1 2 0 による撮像タイミングの制御が行われない場合（左のタイミングチャート参照）、第 1 の画像信号 $l m 4 a$ の撮像が画素 P 4 1 j において開始されると同時に、第 2 の画像信号 $l m 4 b$ の撮像が画素 P 4 1 i において開始される。第 2 の画像信号 $l m 4 b$ の画素 P 4 1 i は、統合的な視野において第 1 の画像信号 $l m 4 a$ の画素 P 4 2 j と実質的に同じ位置を占めるものの、この時点では第 1 の画像信号 $l m 4 a$ の画素 P 4 2 j の画素値は読み出されない。その後、時間 τ_4 が経過した時点で、第 1 撮像部 1 1 2 a により画素 P 4 2 j の画素値が読み出される。

[0059] 撮像制御部 1 2 0 による撮像タイミングの制御が行われる場合（右のタイミングチャート参照）、撮像制御部 1 2 0 は、第 1 撮像部 1 1 2 a における読み出し画素位置が先頭の画素 P 4 1 j から重複部分の最初の画素 P 4 2 j に達するまでの時間 τ_4 だけ、第 2 撮像部 1 1 2 b における先頭の画素 P 4 1 i の画素値の読み出しを遅延させる。その結果、視野の重複部分に属する画素について、第 1 の画像信号 $l m 4 a$ の位相と、第 2 の画像信号 $l m 4 b$

の位相とが一致する。

[0060] なお、図8に例示したケース（横置き、方位角方向の隣接）及び図10に例示したケース（縦置き、仰俯角方向の隣接）の遅延時間 τ_1 及び τ_3 は、1ラインの読み出しに要する時間よりも短い。そのため、撮像制御部120は、これらケースに該当する撮像部112のペアについて、統合的な処理への影響の小さい位相ズレを無視し、撮像タイミングを相対的に遅延させなくてもよい。

[0061] 一実施例において、メモリ125は、図8～図11を用いて説明したような遅延時間 τ_1 、 τ_2 、 τ_3 又は τ_4 を予め定義するタイミング制御情報を記憶してよい。タイミング制御情報は、例えば、第1撮像部112aの撮像タイミングを基準とする第2撮像部112bの撮像タイミングの遅延時間（即ち、第1の画像信号に対する第2の画像信号の撮像タイミングの遅延時間）のみならず、他の撮像部112c～112nの各々の撮像タイミングの遅延時間をも定義し得る。撮像制御部120は、各撮像部112に関連付けてこうした遅延時間を予め定義するタイミング制御情報をメモリ125から取得し、取得したタイミング制御情報に従って、各撮像部112へ撮像開始指示信号を送出してもよい。その代わりに、タイミング制御情報に従って、撮像制御部120から第1撮像部112aへ、第1撮像部112aから第2撮像部112bへ、第2撮像部112bから第3撮像部112cへ（以下、同様）といったように、撮像制御部120から第1撮像部112aへ送出される撮像開始指示信号をトリガとして、隣り合う視野を有する撮像部112の間で撮像開始指示信号が逐次的に転送されてもよい。

[0062] 他の実施例において、撮像制御部120は、第1撮像部112aの撮像タイミングを基準とする、他の撮像部112b～112nの撮像タイミングの遅延時間を動的に決定し、決定した遅延時間に従って各撮像部112へ撮像開始指示信号を送出してもよい。典型的には、隣り合う視野を有する2つの撮像部112の間の撮像タイミングの遅延時間は、後述するようにフレーム時間に依存し得る。そのため、例えば、撮像制御部120は、可変的に設定

され得る所要フレーム時間（又は所要フレームレート）に依存して各撮像部に適用すべき遅延時間を動的に決定し得る。

[0063] いずれの実施例においても、撮像制御部120は、第1撮像部112aにおける画素読み出し速度を、先頭の画素（例えば、図8の画素P11a、図9の画素P21a、図10の画素P31i又は図11の画素P41j）から重複部分（例えば、図8の画素P12a、図9の画素P22a、図10の画素P32i又は図11の画素P42j）に達するまでの範囲内の画素値が第2撮像部112bにおける画素値の読み出しの遅延時間（例えば、 τ_1 、 τ_2 、 τ_3 又は τ_4 ）内に読み出されるように、第1撮像部112aにおける画素読み出し速度を制御するのが望ましい。

[0064] (3) 撮像制御部—遅延時間の決定

ここで、ある基準軸の周りの 360° の視野全体を N_{CAM} 個の撮像部112の視野が統合的にカバーするものとする。 N_{CAM} 個の撮像部112は、マルチカメラユニット110に含まれる撮像部の全てであってもよく、又はそれら撮像部のサブセット（例えば、図1Bの例における上面側の4つのカメラモジュール、又は底面側の4つのカメラモジュール）であってもよい。また、各フレーム時間において、第1撮像部112aの撮像タイミングが N_{CAM} 個の撮像部112のうちで最も早く、第 n 撮像部112nの撮像タイミングが最も遅いものとする。第 n 撮像部112nの視野は、第1撮像部112aの視野に（画素読み出し方向とは逆方向に）隣接する。撮像タイミングの観点においては、 $i-1$ 番目のフレームの第 n 撮像部112nの撮像の次に、 i 番目のフレームの第1撮像部112aの撮像が行われる。こうした構成において、 N_{CAM} 個の撮像部112の画素読み出し速度及び撮像タイミングの遅延時間を適切に制御することで、 $i-1$ 番目のフレームの第 n 撮像部112nの撮像画像と、 i 番目のフレームの第1撮像部112aの撮像画像との間の重複部分における位相ズレを、任意の整数 i について解消し、それら撮像画像の統合的な処理を円滑化することができる。

[0065] より具体的には、図9のケース（縦置き／方位角方向の隣接）を想定する

と、全天周画像の所要フレームレートの逆数であるフレーム時間 T_{FRAME} と、鉛直軸であり得る基準軸の周りに配置される撮像部 1 1 2 の数 N_{CAM} との間に次の関係式が成り立つ場合に、 N_{CAM} 個の撮像部 1 1 2 における画素値の読み出しを複数フレームにわたって循環的に位相ズレ無しで反復することができる。

[0066] [数1]

$$T_{FRAME} = (1 - r_{OL}) \cdot T_{FP} \cdot N_{CAM} \quad (1)$$

[0067] なお、式 (1) における r_{OL} は、1つの撮像部 1 1 2 の撮像画像内の、他の1つの撮像部 1 1 2 の撮像画像との重複部分の割合を表す。 T_{FP} は、1つの撮像部 1 1 2 が1つのフォーカルプレーンの撮像画像を読み出すために要する時間である。隣り合う視野を有する2つの撮像部 1 1 2 の間の撮像タイミングの遅延時間 τ は、式 (1) に基づいて次のように決定され得る。

[0068] [数2]

$$\tau = (1 - r_{OL}) \cdot T_{FP} = \frac{T_{FRAME}}{N_{CAM}} \quad (2)$$

[0069] 即ち、例えば N_{CAM} 個の撮像部 1 1 2 のうちの第1撮像部 1 1 2 a に対する第2撮像部 1 1 2 b における画素値の読み出しの遅延時間 τ は、所要フレーム時間 T_{FRAME} を撮像部 1 1 2 の数 N_{CAM} で除算した商に等しい。視野及び視野の重複部分の割合が複数の撮像部 1 1 2 にわたって均等である限り、任意の隣り合う2つの撮像部 1 1 2 の間の遅延時間も同じ値であってよい。また、各撮像部 1 1 2 における画素読み出し速度 S_{FP} は、例えば1つのフォーカルプレーン内の総画素数をフォーカルプレーン時間 T_{FP} で除算した商であってよい。

[0070] 一例として、遅延時間 τ 及び画素読み出し速度 S_{FP} の計算は、上述したように、予め (例えば、カメラの製造又は製造後の校正の際に) 行われてもよ

い。その場合、各撮像部 112 の撮像タイミングの遅延時間を定義するタイミング制御情報、及び画素読み出し速度 S_{FP} を定義する読み出し制御情報が生成され、メモリ 125 により記憶され得る。他の例として、撮像制御部 120 は、各撮像部 112 の撮像タイミングの遅延時間及び画素読み出し速度のうち的一方又は双方を、上述したパラメータを用いて動的に計算してもよい。

[0071] 図 12 は、複数フレームにわたって位相ズレ無しで撮像される全天周画像の一例について説明するための説明図である。ここでは、 360° の視野を 8 つの撮像部 112 の視野が統合的にカバーしており（即ち、 $N_{CAM} = 8$ ）、図 9 のケースのようにそれら撮像部 112 は縦置きで配置され、それらの視野は方位角方向に隣り合うものとする。

[0072] 図 12 を参照すると、全天周画像の i 番目のフレームは、8 つの撮像画像 $Im51a$ 、 $Im51b$ 、 $Im51c$ 、 $Im51d$ 、 $Im51e$ 、 $Im51f$ 、 $Im51g$ 及び $Im51h$ から構成される。そして、これら撮像画像の撮像タイミングは、画素読み出し方向において先行する撮像画像から順に遅延時間 τ ずつ遅延されており、 τ の 8 倍がフレーム時間 T_{FRAME} に等しい。即ち、遅延時間 τ と撮像部 112 の数 N_{CAM} との積が全天周画像のフレーム時間 T_{FRAME} に等しく、位相遅延の合計が 360° に相当する。結果的に、 $i - 1$ 番目のフレームの最も遅く撮像される撮像画像 $Im50h$ と i 番目のフレームの最も早く撮像される撮像画像 $Im51a$ との間でも重複部分における位相が一致し、かつ i 番目のフレームの最も遅く撮像される撮像画像 $Im51h$ と $i + 1$ 番目のフレームの最も早く撮像される撮像画像 $Im52a$ との間でも重複部分における位相が一致する。このような手法によれば、後述する画像処理部 130 又は表示端末 170 は、処理対象の（又は再生対象の）視野が位相原点（図 12 において位相がゼロ又は 360° である点）をまたぐ場合にも、 i （又は $i + 1$ ）番目のフレームの最も早い視野の撮像画像と $i - 1$ （又は i ）番目のフレームの最も遅い視野の撮像画像とを、位相ズレの影響を受けることなく統合的に処理することができる。

[0073] なお、全天周画像は、通常、円筒図法（例えば、正距円筒図法又は心射円筒図法など）に従ってカメラの周囲の視野の像を2次元的に表現する。この場合、画像の一方の次元において視野は循環し、他方の次元において視野は循環しない。全天周カメラの典型的な用途では、人間の視覚系の特性に合わせて、方位角方向に循環的な視野が、仰俯角方向に非循環的な視野がそれぞれ適用される。この場合、方位角方向に隣接する視野を有する撮像部112の間の撮像タイミングの遅延時間を、上記式(2)に従って決定することが有益である。循環しない方向に隣接する視野を有する撮像部112の間の撮像タイミングの遅延時間は、視野の重複部分の画像信号の位相が一致する限り、いかなる手法で決定されてもよい。また、位相のズレが小さく画質に与える影響を無視できる場合には、遅延時間は設定されなくてもよい。

[0074] (4) 画像処理部

画像処理部130は、マルチカメラユニット110の複数の撮像部112から入力される画像信号により表される画像を統合的に処理して、出力画像を生成する。複数の撮像部112から入力される画像信号は、互いに異なる視野をそれぞれ映した撮像画像を表す。一例として、画像処理部130は、隣り合う視野を映した2つの撮像画像の重複部分における部分画像を用いてそれら撮像画像をスティッチングして、合成画像を生成してもよい。他の例として、画像処理部130は、互いに重複する2つの撮像画像を用いてステレオマッチングを実行することにより、被写体の視差を判定してもよい。画像処理部130は、視差判定の結果を表すデプスマップを生成してもよく、又は全天周の立体視画像を生成してもよい。360°の視野全体にわたって視差を判定するためには、隣り合う視野を映した2つの撮像画像の間の重複部分の割合は、50%以上であることが望ましい。また別の例として、画像処理部130は、複数の撮像画像からなる全天周画像の蓄積又は再生のために、それら画像を他の装置（例えば、図6を用いて説明したサーバ160又は表示端末170）へと単に転送してもよい。画像処理部130は、画像を転送する前に任意の画像圧縮方式で画像を圧縮符号化してもよい。

[0075] 画像処理部130は、例えばスティッチング又はステレオマッチングを実行する際に、処理対象の視野が位相原点をまたぐ場合、 i （又は $i+1$ ）番目のフレームの撮像画像と $i-1$ （又は i ）番目のフレームの撮像画像とを統合的に処理することにより、位相ズレの影響を回避してもよい。こうした位相原点をまたぐ処理のために、フレームバッファ135は、撮像部112によりそれぞれ撮像された最新のフレームの撮像画像のみならず、直前のフレームの撮像画像をもバッファリングし得る。

[0076] [3-2. 表示端末]

図7は、一実施形態に係る表示端末170の構成の一例をも示している。図7を参照すると、表示端末170は、再生制御部180、フレームバッファ185及び表示部190を備える。

[0077] (1) 再生制御部

再生制御部180は、例えば何らかのユーザインタフェース（図示せず）を介して検出される再生開始のトリガに応じて、撮像装置100から出力される全天周画像を取得し、表示部190のスクリーン上で全天周画像を再生する。再生制御部180は、画像を撮像装置100から直接的に受信してもよく、又は例えばサーバ160のような中間的な装置を介して画像を受信してもよい。

[0078] 再生制御部180により取得される全天周画像は、典型的には、フレームごとに、互いに異なる視野をそれぞれ映した複数の画像からなる。各画像は、撮像装置100の撮像部112により生成された撮像画像そのものであってもよく、又は撮像画像を加工することにより生成された画像（例えば、右眼画像及び左眼画像を含む立体視画像）であってもよい。再生制御部180は、例えば、ユーザにより指示される（又は例えば端末の姿勢に応じて自律的に決定される）再生視野に対応する1つ以上の画像をトリミングし又は連結して、再生視野の表示画像を構築する。そして、再生制御部180は、構築した表示画像を表示部190へ出力する。

[0079] 図13は、様々な再生視野に応じて構築され得る表示画像のいくつかの例

について説明するための説明図である。ここでは、方位角方向の 360° の視野を8つの撮像部112の視野がカバーし、かつ仰俯角方向の統合的な視野を2つ撮像部112がカバーしているものとする。従って、1つのフレームの全天周画像は、合計で16個の画像から構成される。再生視野は、全天周画像の視野全体よりも小さい。図13には、太枠の矩形で3つの例示的な再生視野Fr1、Fr2及びFr3が示されている。再生制御部180は、例えば*i*-1番目のフレームの画像Im60p、並びに*i*番目のフレームの画像Im61b及びIm61dを取得し、それら画像Im60p、Im61b及びIm61dから必要とされる部分をトリミングし及び連結して、再生視野Fr1の表示画像を構築し得る。また、再生制御部180は、*i*番目のフレームの画像Im61e、Im61g及びIm61iを取得し、それらから必要とされる部分をトリミングし及び連結して、再生視野Fr2の表示画像を構築し得る。また、再生制御部180は、*i*番目のフレームの画像Im61m、Im61n、Im61o及びIm61p、並びに*i*+1番目のフレームの画像Im62a及びIm62bを取得し、それらから必要とされる部分をトリミングし及び連結して、再生視野Fr3の表示画像を構築し得る。例えば、再生視野Fr1には被写体J1が映っているが、再生視野Fr1の表示画像を構成する部分画像の間に、それら部分画像が異なるカメラモジュールにより撮像されたにも関わらず位相ズレが無いため、被写体J1の画像が歪み又は破綻無く再生され得る。同様に、再生視野Fr3にも被写体J1が映っているが、再生視野Fr3の表示画像を構成する部分画像の間に位相ズレが無いため、被写体J1の画像が歪み又は破綻無く再生され得る。対照的に、もし再生視野Fr3の表示画像が*i*番目のフレームの画像Im61a、Im61b、Im61m、Im61n、Im61o及びIm61pから構築されていたとしたら、画像Im61a及びIm61bと、残りの画像との間の位相ズレに起因して被写体J1の画像が破綻していたはずである。しかし、上述した実施形態において説明した手法によって、そうした破綻は防止され得る。

[0080] フレームバッファ185は、再生制御部180により取得される全天周画像（静止画又は動画）を構成する個々の画像を、過去2フレーム分にわたってバッファリングする。それにより、360°の視野全体のうちのいかなる方向に再生視野が設定されたとしても、再生制御部180がその再生視野の表示画像を適切に構築するために要する全ての部分画像にアクセスすることができる。

[0081] (2) 表示部

表示部190は、典型的には、スクリーンとディスプレイドライバとを含み得る表示デバイスである。表示部190は、再生制御部180から入力される再生視野の表示画像を、スクリーン上で再生する。スクリーンは、例えば、図6に示した眼鏡型のウェアラブル端末170aにおいてはマイクロディスプレイ、モバイル端末170bにおいてはタッチパネルに相当し得る。但し、これらの例に限定されず、全天周画像は、例えばPC (Personal Computer) 又はテレビジョン装置のような固定端末のモニタ上に表示されてもよい。また、全天周画像は、プロジェクタによりスクリーン上へ投影されてもよい。

[0082] <4. 一実施形態に係る処理の流れ>

本節では、上述した実施形態において各装置により実行され得る処理の流れの例を、いくつかのフローチャートを用いて説明する。なお、フローチャートに複数の処理ステップが記述されるが、それら処理ステップは、必ずしもフローチャートに示された順序で実行されなくてもよい。いくつかの処理ステップは、並列的に実行されてもよい。また、追加的な処理ステップが採用されてもよく、一部の処理ステップが省略されてもよい。

[0083] [4-1. 撮像制御処理]

図14は、一実施形態に係る撮像制御部120により実行され得る撮像制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[0084] 図14を参照すると、まず、撮像制御部120は、マルチカメラユニット110における撮像動作を制御するための制御情報を取得する（ステップS

110)。ここで取得される制御情報は、複数の撮像部112の各々の撮像タイミングの遅延時間を定義するタイミング制御情報、及び画素読み出し速度を定義する読み出し制御情報を含み得る。

[0085] 次に、撮像制御部120は、撮像開始のトリガを待ち受ける（ステップS115）。例えば、ユーザインタフェースを介して撮像開始を指示するユーザ入力が発見され、又は通信インタフェースを介して撮像開始を指示する制御コマンドが発見されると、撮像制御処理はステップS120へ進む。

[0086] ステップS120において、撮像制御部120は、複数の撮像部112のうち最も早いタイミングで動作すべき第1撮像部112aへ、撮像開始指示信号を供給する（ステップS120）。第1撮像部112aは、供給された撮像開始指示信号によりトリガされて、フォーカルプレーンの先頭の画素から順次読み出し方式で画素値の読み出しを開始する。各撮像部112における画素読み出し速度は、撮像開始指示信号により指定されてもよく、又は別の制御信号を介して設定されてもよい。

[0087] その後、タイミング制御情報により定義された遅延時間が経過し、次に動作すべき第2撮像部112bの撮像タイミングが到来すると（ステップS125）、第2撮像部112bへ撮像開始指示信号が供給される（ステップS130）。こうした遅延時間の待機及び撮像開始信号の供給は、全ての視野の撮像が開始されるまで繰り返される（ステップS135）。

[0088] 画像処理部130は、このようにして複数の撮像部112により異なるタイミングでそれぞれ撮像された、異なる視野を映した撮像画像を統合的に処理する（ステップS140）。撮像制御部120は、次のフレームの撮像タイミングが到来すると（ステップS150）、再び第1撮像部112aへ撮像開始指示信号を供給する（ステップS120）。こうした全天周画像の撮像は、撮像終了が指示されるまで繰り返され得る。

[0089] [4-2. 制御情報取得処理]

(1) 第1の例

図15Aは、図14のステップS110において実行され得る制御情報取

得処理の詳細な流れの一例を示すフローチャートである。

[0090] 図15Aを参照すると、まず、撮像制御部120は、全天周画像のフレーム時間 T_{FRAME} 及びカメラモジュール数 N_{CAM} を考慮して予め決定されたモジュールごとの撮像タイミングを定義するタイミング制御情報を、メモリ125から取得する（ステップS111）。

[0091] また、撮像制御部120は、予め決定された画素読み出し速度を定義する読み出し制御情報を、メモリ125から取得する（ステップS112）。

[0092] (2) 第2の例

図15Bは、図14のステップS110において実行され得る制御情報取得処理の詳細な流れの他の例を示すフローチャートである。

[0093] 図15Bを参照すると、まず、撮像制御部120は、全天周画像のフレーム時間 T_{FRAME} 及びカメラモジュール数 N_{CAM} に基づいて、モジュールごとの撮像タイミング（例えば、1つの撮像部112の撮像タイミングを基準とする、他の撮像部112の撮像タイミングの遅延時間）を決定し、決定した撮像タイミングを示すタイミング制御情報を生成する（ステップS113）。

[0094] また、撮像制御部120は、例えば1つのフォーカルプレーン内の総画素数及びフォーカルプレーン時間などのパラメータに基づいて、画素読み出し速度を決定し、決定した画素読み出し速度を示す読み出し制御情報を生成する（ステップS114）。

[0095] [4-3. 再生制御処理]

図16は、一実施形態に係る表示端末170により実行され得る再生制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[0096] 表示端末170の再生制御部180は、例えば、全天周画像の再生が開始されると、ユーザからの指示又は端末の姿勢の測定結果に基づいて、再生視野を判定する（ステップS181）。その後の処理は、判定された再生視野が位相原点をまたぐか否かに応じて分岐する（ステップS183）。

[0097] 再生視野が位相原点をまたがない場合、再生制御部180は、単一フレームの全天周画像を構成する画像集合から、再生視野に対応する1つ以上の画

像を取得する（ステップS185）。一方、再生視野が位相原点をまたぐ場合、再生制御部180は、複数フレームにわたる全天周画像を構成する画像集合から、再生視野に対応する複数の画像を取得する（ステップS187）。

[0098] 次に、再生制御部180は、ステップS185又はS187において取得した1つ以上の画像を再生視野に合わせてトリミングし又は連結して、再生視野の表示画像を構築する（ステップS189）。

[0099] そして、表示部190は、再生制御部180により構築された再生視野の表示画像を、スクリーン上で再生する（ステップS191）。こうした全天周画像の再生は、再生終了が指示されるまで繰り返されてよい（ステップS193）。

[0100] <5. まとめ>

ここまで、図1A～図16を用いて、本開示に係る技術の実施形態について詳細に説明した。上述した実施形態によれば、互いに部分的に重複する視野を撮像してそれぞれ画像信号を生成する2つの撮像部のうちの少なくとも一方の撮像タイミングが、それら視野の重複部分に対応する画像信号の位相が一致するように制御される。即ち、2つの撮像部の間の位相ズレが抑制されるため、当該2つの撮像部からの撮像画像の統合的な処理が位相ズレに起因して困難となることを防止することができる。例えば、撮像画像に動きの速い被写体又は背景が映っていたとしても、統合的な処理の精度は低下しない。また、2つの撮像画像を合成したとしても、視野の重複部分に存在する被写体又は背景の画像は破綻しない。

[0101] こうした利点は、各撮像部において画像信号がイメージセンサから順次読み出し方式で読み出される場合にも享受され得る。従って、例えばイメージセンサとしてCMOSを採用することができ、CMOSデバイスにグローバルシャッターを実装する必要も無い。これは、本開示に係る技術が、動きの速い被写体を高品質に撮像可能な全天周カメラ、又は速いカメラワークをもサポートし得る全天周カメラの、低コストでの製造又は小型化を容易にする

ことを意味する。

- [0102] また、上述した実施形態によれば、第2撮像部の視野よりも画素読み出し方向において先行する視野を有する第1撮像部における読み出し画素位置が先頭の画素から視野の重複部分に達するまでの時間だけ、第2撮像部における先頭の画素の画素値の読み出しが遅延され得る。この場合、各フレームの画素値の読み出しを開始するタイミングを撮像部ごとに遅延させるという簡易な制御だけで、視野の重複部分に対応する画像信号の位相を一致させることができる。撮像部ごとのこうした遅延時間が予め決定される場合には、撮像時のカメラの処理に追加的な計算の負荷は課せられない。遅延時間が動的に計算される場合には、例えば所要フレームレートなどのパラメータをユーザに可変的に設定させる柔軟性を持ちながら、位相ズレを抑制することができる。
- [0103] また、上述した実施形態によれば、ある基準軸の周囲の360°の視野全体を統合的にカバーする撮像部の数と、所要のフレーム時間とに基づいて、上記遅延時間が決定され得る。この場合、カメラの周囲の視野の像を例えば円筒図法で2次的に表現する全天周画像において、循環する方向（例えば、方位角方向）のどの位置においても位相ズレを円滑に抑制することができる。
- [0104] また、上述した実施形態によれば、先頭の画素から視野の重複部分に達するまでの範囲内の画素値が上記遅延時間内に読み出されるように、各撮像部における画素読み出し速度が制御され得る。この場合、視野の重複部分が画像全体に対していかなる割合であったとしても、画素読み出し速度の制御によって上記遅延時間を達成し、位相ズレを確実に抑制することができる。
- [0105] なお、本明細書において説明した各装置による制御処理は、ソフトウェア、ハードウェア、及びソフトウェアとハードウェアとの組合せのいずれを用いて実現されてもよい。ソフトウェアを構成するプログラムは、例えば、各装置の内部又は外部に設けられる記憶媒体（非一時的な媒体：non-transitory media）に予め格納される。そして、各プログラムは、例えば、実行時に

R A M (Random Access Memory) に読み込まれ、C P U (Central Processing Unit) などのプロセッサにより実行される。

[0106] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0107] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的又は例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果と共に、又は上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏し得る。

[0108] なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

(1)

第1撮像部において第1の視野を撮像することにより生成される第1の画像信号及び第2撮像部において前記第1の視野に部分的に重複する第2の視野を撮像することにより生成される第2の画像信号のうちの少なくとも一方の撮像タイミングを、前記第1の視野及び前記第2の視野の重複部分に対応する、前記第1の画像信号の位相及び前記第2の画像信号の位相が一致するように制御する制御部、

を備える撮像制御装置。

(2)

前記第1の画像信号は、前記第1撮像部のイメージセンサから順次読み出し方式で読み出される画素値を示し、

前記第2の画像信号は、前記第2撮像部のイメージセンサから順次読み出し方式で読み出される画素値を示す、

前記(1)に記載の撮像制御装置。

(3)

前記第 1 の視野は、画素読み出し方向において前記第 2 の視野よりも先行し、

前記制御部は、前記第 1 撮像部における読み出し画素位置が先頭の画素から前記重複部分に達するまでの時間だけ、前記第 2 撮像部における先頭の画素の画素値の読み出しを遅延させる、

前記 (2) に記載の撮像制御装置。

(4)

360° の視野全体が、前記第 1 撮像部及び前記第 2 撮像部を含む複数の撮像部の視野によりカバーされ、

前記第 1 撮像部に対する、前記第 2 撮像部における画素値の読み出しの遅延時間は、所要のフレーム時間を前記複数の撮像部の数で除算した商に等しい、

前記 (3) に記載の撮像制御装置。

(5)

前記制御部は、フレームの前記先頭から前記重複部分に達するまでの範囲内の画素値が前記第 1 撮像部に対する前記第 2 撮像部における画素値の読み出しの遅延時間内に読み出されるように、前記第 1 撮像部における画素読み出し速度を制御する、前記 (3) 又は前記 (4) に記載の撮像制御装置。

(6)

前記第 1 撮像部の撮像タイミングは、前記複数の撮像部のうちで最も早く、

前記複数の撮像部のうちの第 3 撮像部の撮像タイミングは、前記複数の撮像部のうちで最も遅く、

前記第 1 撮像部により撮像される前記第 1 の視野の i 番目 (i は整数) のフレームの画像は、前記第 3 撮像部により撮像される第 3 の視野の $i - 1$ 番目のフレームの画像と統合的に処理される、

前記 (4) に記載の撮像制御装置。

(7)

前記第1の視野及び前記第2の視野は、方位角方向に隣接し、
前記第1撮像部及び前記第2撮像部は、縦ラインごとに画素値を読み出す

、

前記(1)～(6)のいずれか1項に記載の撮像制御装置。

(8)

前記第1の視野及び前記第2の視野は、方位角方向に隣接し、
前記第1撮像部及び前記第2撮像部は、横ラインごとに画素値を読み出す

、

前記(1)～(6)のいずれか1項に記載の撮像制御装置。

(9)

前記第1の視野及び前記第2の視野は、仰俯角方向に隣接し、
前記第1撮像部及び前記第2撮像部は、縦ラインごとに画素値を読み出す

、

前記(1)～(3)のいずれか1項に記載の撮像制御装置。

(10)

前記第1の視野及び前記第2の視野は、仰俯角方向に隣接し、
前記第1撮像部及び前記第2撮像部は、横ラインごとに画素値を読み出す

、

前記(1)～(3)のいずれか1項に記載の撮像制御装置。

(11)

前記第1の画像信号により表される画像及び前記第2の画像信号により表される画像をスティッチングする画像処理部、をさらに備える、前記(1)～(10)のいずれか1項に記載の撮像制御装置。

(12)

前記第1の画像信号により表される画像及び前記第2の画像信号により表される画像を用いてステレオマッチングを実行する画像処理部、をさらに備える、前記(1)～(11)のいずれか1項に記載の撮像制御装置。

(13)

前記撮像制御装置は、前記第1の画像信号に対する前記第2の画像信号の撮像タイミングの遅延時間を予め定義する制御情報を記憶するメモリ、をさらに備え、

前記制御部は、前記第2撮像部における前記先頭の画素の画素値の読み出しを、前記制御情報により定義される前記遅延時間だけ遅延させる、前記(3)～(6)のいずれか1項に記載の撮像制御装置。

(14)

前記制御部は、フレーム時間又はフレームレートの設定に依存して前記第1の画像信号に対する前記第2の画像信号の撮像タイミングの遅延時間を動的に決定し、前記第2撮像部における前記先頭の画素の画素値の読み出しを、動的に決定した前記遅延時間だけ遅延させる、前記(3)～(6)のいずれか1項に記載の撮像制御装置。

(15)

前記第1撮像部と、
前記第2撮像部と、
前記(1)～(14)のいずれか1項に記載の前記撮像制御装置と、
を備える撮像装置。

(16)

第1の視野を撮像することにより第1の画像信号を生成する第1撮像部及び前記第1の視野に部分的に重複する第2の視野を撮像することにより第2の画像信号を生成する第2撮像部、を備える撮像装置を制御する撮像制御方法であって、

前記第1の画像信号及び前記第2の画像信号のうちの少なくとも一方の撮像タイミングを、前記第1の視野及び前記第2の視野の重複部分に対応する、前記第1の画像信号の位相及び前記第2の画像信号の位相が一致するように制御すること、

を含む撮像制御方法。

符号の説明

[0109]	1	カメラシステム
	10 a, 10 b	全天周カメラ
	100	撮像装置
	112 a ~ 112 n	撮像部 (カメラモジュール)
	120	撮像制御部 (撮像制御装置)
	130	画像処理部
	170	表示端末
	180	再生制御部
	190	表示部
	$\tau 1, \tau 2, \tau 3, \tau 4$	遅延時間

請求の範囲

- [請求項1] 第1撮像部において第1の視野を撮像することにより生成される第1の画像信号及び第2撮像部において前記第1の視野に部分的に重複する第2の視野を撮像することにより生成される第2の画像信号のうちの少なくとも一方の撮像タイミングを、前記第1の視野及び前記第2の視野の重複部分に対応する、前記第1の画像信号の位相及び前記第2の画像信号の位相が一致するように制御する制御部、
を備える撮像制御装置。
- [請求項2] 前記第1の画像信号は、前記第1撮像部のイメージセンサから順次読み出し方式で読み出される画素値を示し、
前記第2の画像信号は、前記第2撮像部のイメージセンサから順次読み出し方式で読み出される画素値を示す、
請求項1に記載の撮像制御装置。
- [請求項3] 前記第1の視野は、画素読み出し方向において前記第2の視野よりも先行し、
前記制御部は、前記第1撮像部における読み出し画素位置が先頭の画素から前記重複部分に達するまでの時間だけ、前記第2撮像部における先頭の画素の画素値の読み出しを遅延させる、
請求項2に記載の撮像制御装置。
- [請求項4] 360°の視野全体が、前記第1撮像部及び前記第2撮像部を含む複数の撮像部の視野によりカバーされ、
前記第1撮像部に対する、前記第2撮像部における画素値の読み出しの遅延時間は、所要のフレーム時間を前記複数の撮像部の数で除算した商に等しい、
請求項3に記載の撮像制御装置。
- [請求項5] 前記制御部は、フレームの前記先頭から前記重複部分に達するまでの範囲内の画素値が前記第1撮像部に対する前記第2撮像部における画素値の読み出しの遅延時間内に読み出されるように、前記第1撮像

部における画素読み出し速度を制御する、請求項3に記載の撮像制御装置。

[請求項6] 前記第1撮像部の撮像タイミングは、前記複数の撮像部のうちで最も早く、

前記複数の撮像部のうちの第3撮像部の撮像タイミングは、前記複数の撮像部のうちで最も遅く、

前記第1撮像部により撮像される前記第1の視野の*i*番目（*i*は整数）のフレームの画像は、前記第3撮像部により撮像される第3の視野の*i* - 1番目のフレームの画像と統合的に処理される、

請求項4に記載の撮像制御装置。

[請求項7] 前記第1の視野及び前記第2の視野は、方位角方向に隣接し、

前記第1撮像部及び前記第2撮像部は、縦ラインごとに画素値を読み出す、

請求項1に記載の撮像制御装置。

[請求項8] 前記第1の視野及び前記第2の視野は、方位角方向に隣接し、

前記第1撮像部及び前記第2撮像部は、横ラインごとに画素値を読み出す、

請求項1に記載の撮像制御装置。

[請求項9] 前記第1の視野及び前記第2の視野は、仰俯角方向に隣接し、

前記第1撮像部及び前記第2撮像部は、縦ラインごとに画素値を読み出す、

請求項1に記載の撮像制御装置。

[請求項10] 前記第1の視野及び前記第2の視野は、仰俯角方向に隣接し、

前記第1撮像部及び前記第2撮像部は、横ラインごとに画素値を読み出す、

請求項1に記載の撮像制御装置。

[請求項11] 前記第1の画像信号により表される画像及び前記第2の画像信号により表される画像をスティッチングする画像処理部、をさらに備える

、請求項 1 に記載の撮像制御装置。

[請求項12] 前記第 1 の画像信号により表される画像及び前記第 2 の画像信号により表される画像を用いてステレオマッチングを実行する画像処理部、をさらに備える、請求項 1 に記載の撮像制御装置。

[請求項13] 前記撮像制御装置は、前記第 1 の画像信号に対する前記第 2 の画像信号の撮像タイミングの遅延時間を予め定義する制御情報を記憶するメモリ、をさらに備え、

前記制御部は、前記第 2 撮像部における前記先頭の画素の画素値の読み出しを、前記制御情報により定義される前記遅延時間だけ遅延させる、請求項 3 に記載の撮像制御装置。

[請求項14] 前記制御部は、フレーム時間又はフレームレートの設定に依存して前記第 1 の画像信号に対する前記第 2 の画像信号の撮像タイミングの遅延時間を動的に決定し、前記第 2 撮像部における前記先頭の画素の画素値の読み出しを、動的に決定した前記遅延時間だけ遅延させる、請求項 3 に記載の撮像制御装置。

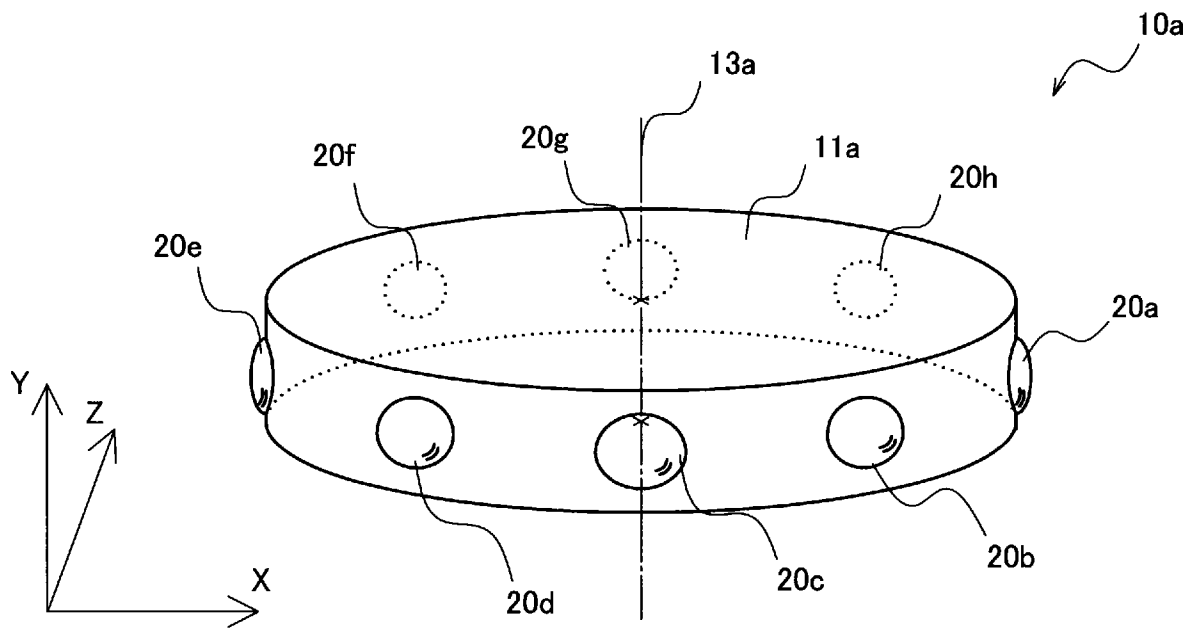
[請求項15] 前記第 1 撮像部と、
前記第 2 撮像部と、
請求項 1 に記載の前記撮像制御装置と、
を備える撮像装置。

[請求項16] 第 1 の視野を撮像することにより第 1 の画像信号を生成する第 1 撮像部及び前記第 1 の視野に部分的に重複する第 2 の視野を撮像することにより第 2 の画像信号を生成する第 2 撮像部、を備える撮像装置を制御する撮像制御方法であって、

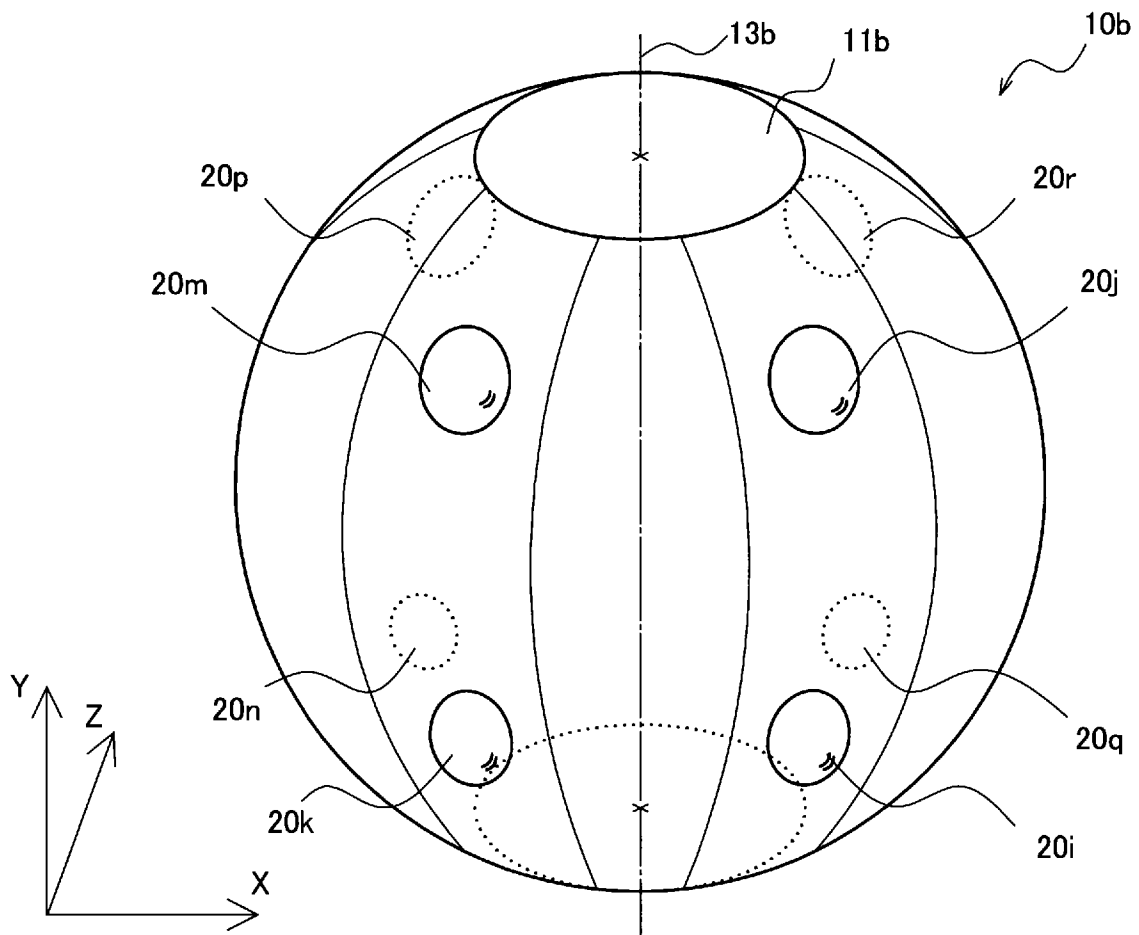
前記第 1 の画像信号及び前記第 2 の画像信号のうちの少なくとも一方の撮像タイミングを、前記第 1 の視野及び前記第 2 の視野の重複部分に対応する、前記第 1 の画像信号の位相及び前記第 2 の画像信号の位相が一致するように制御すること、

を含む撮像制御方法。

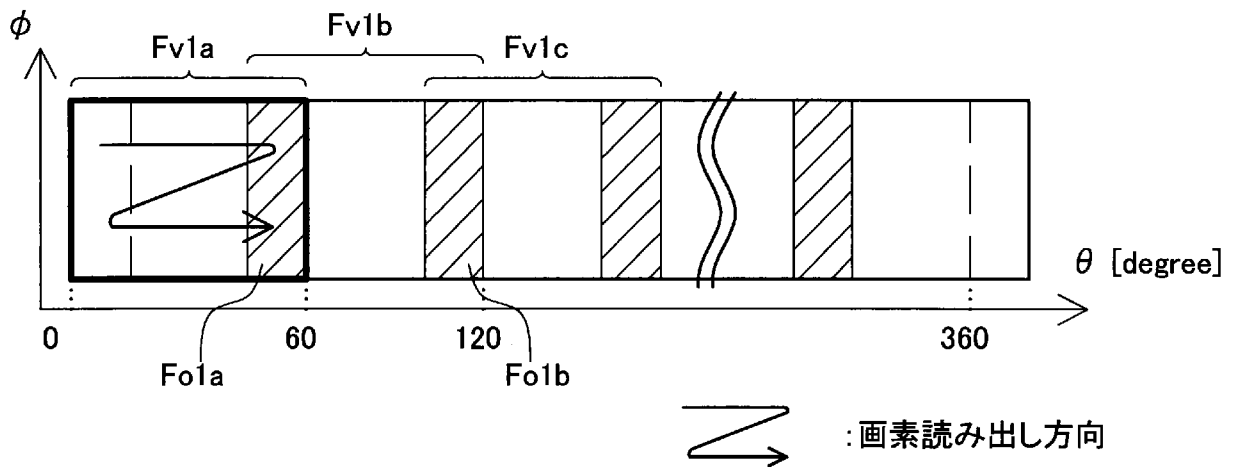
[図1A]



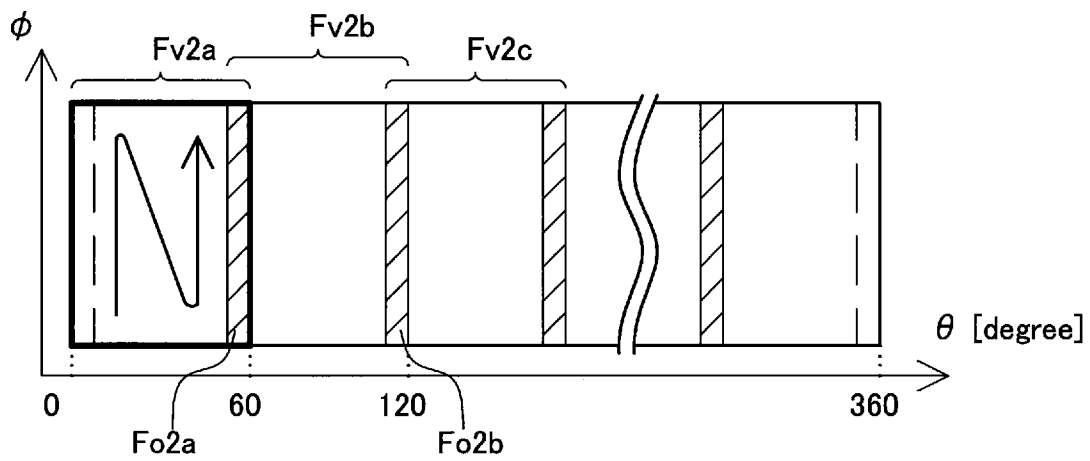
[図1B]



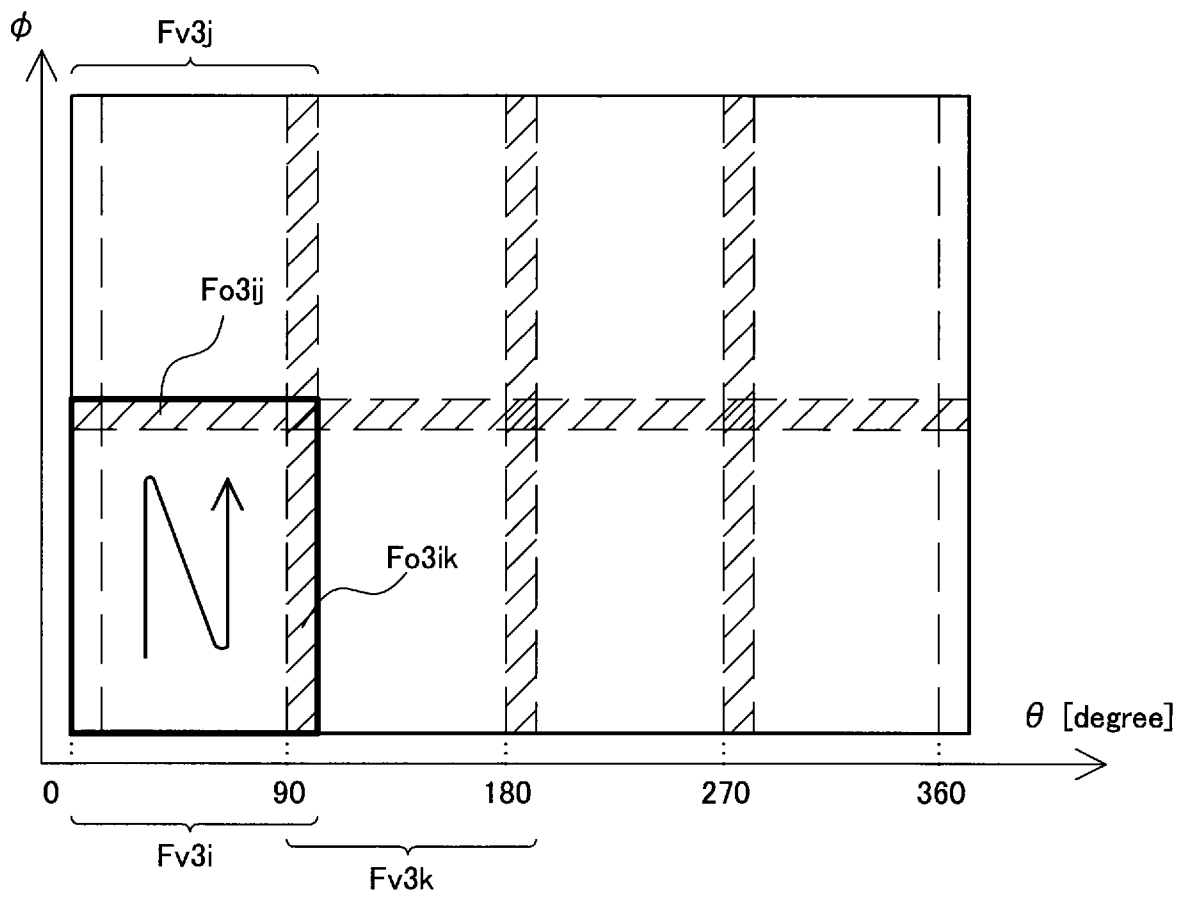
[図2A]



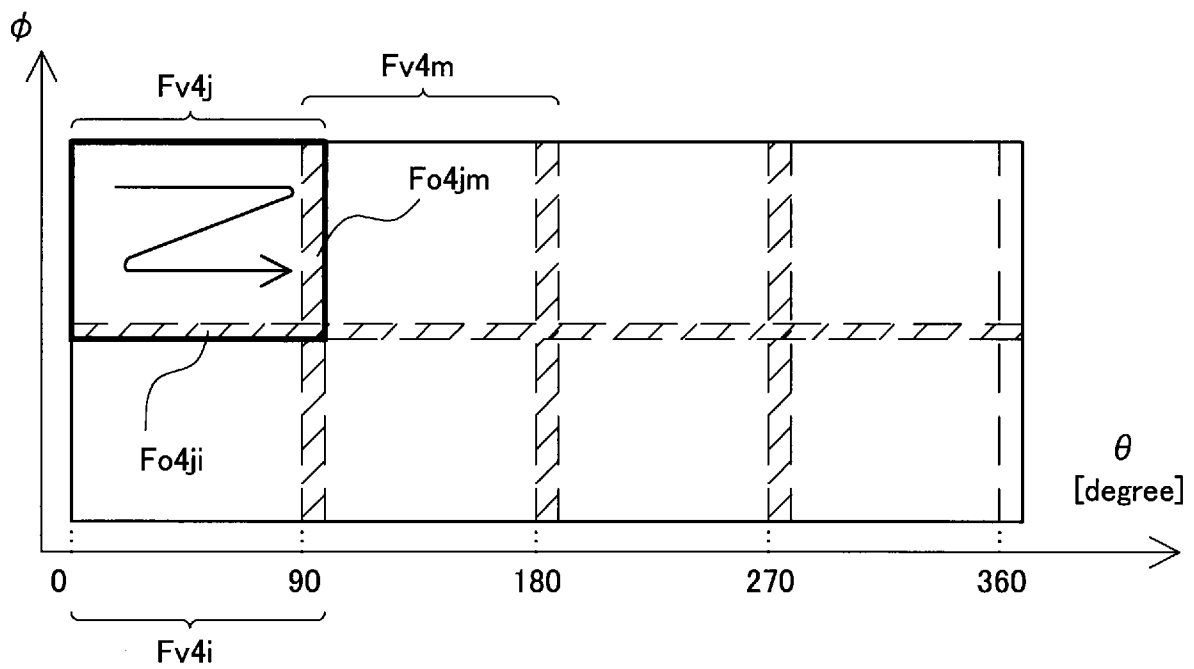
[図2B]



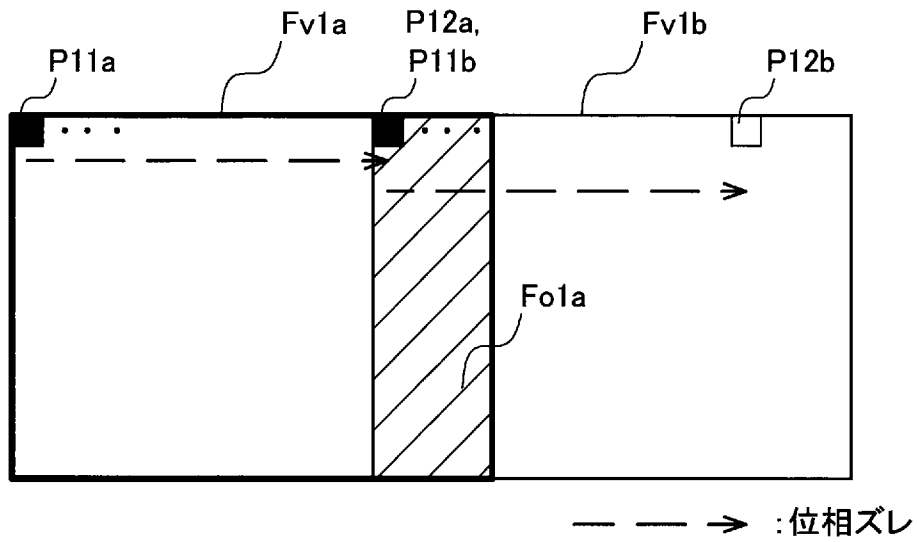
[図3A]



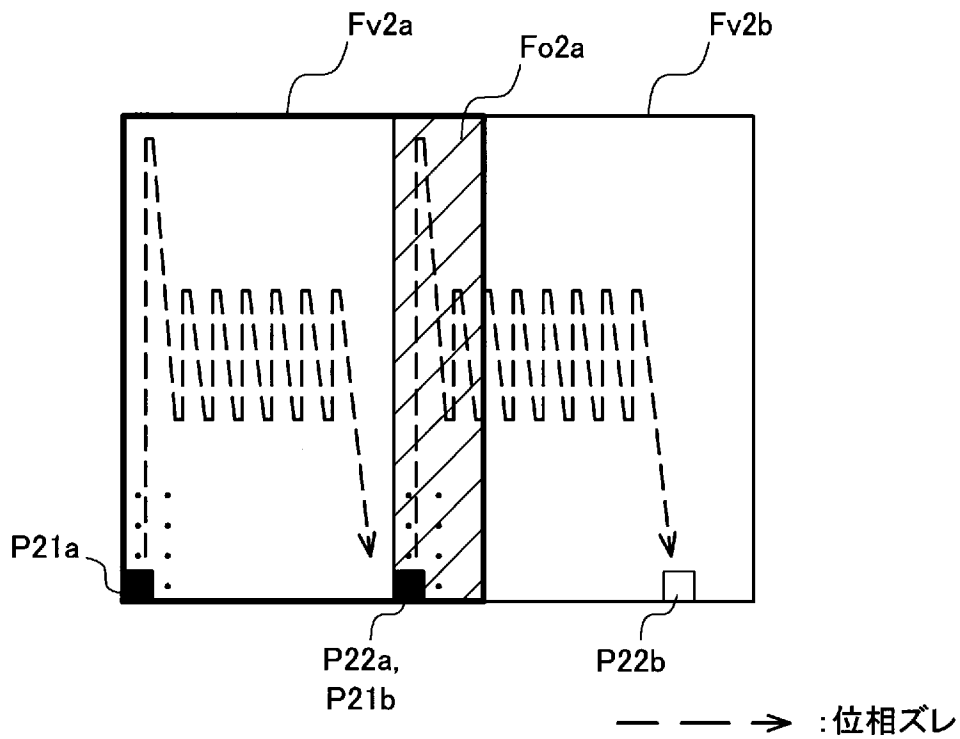
[図3B]



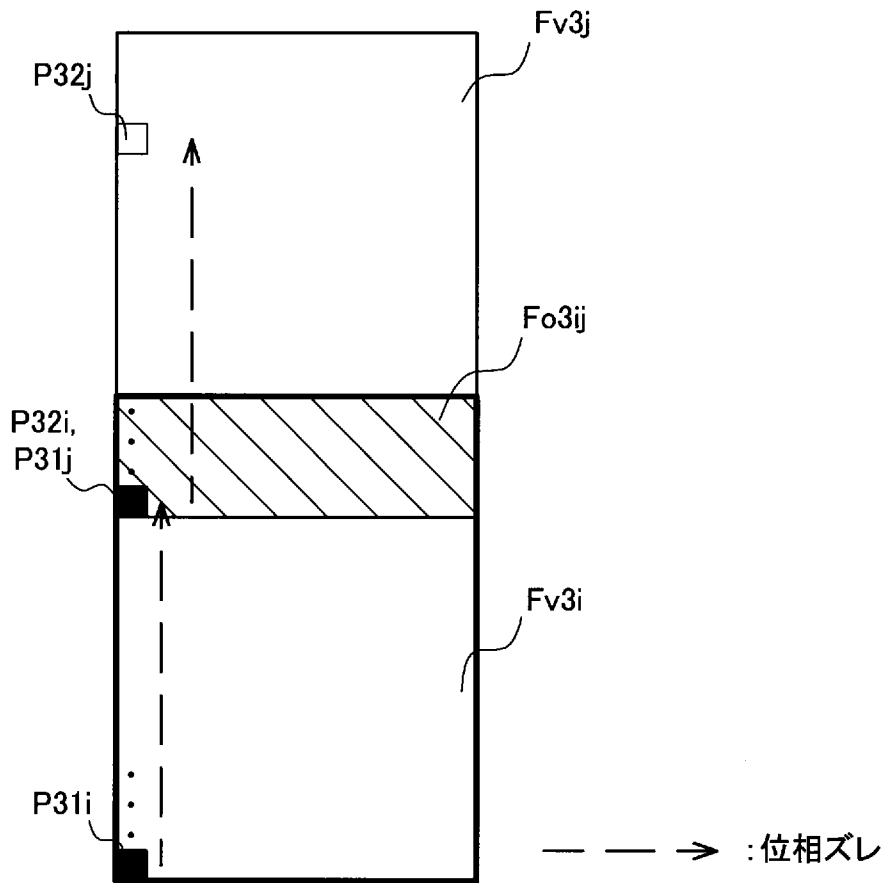
[図4A]



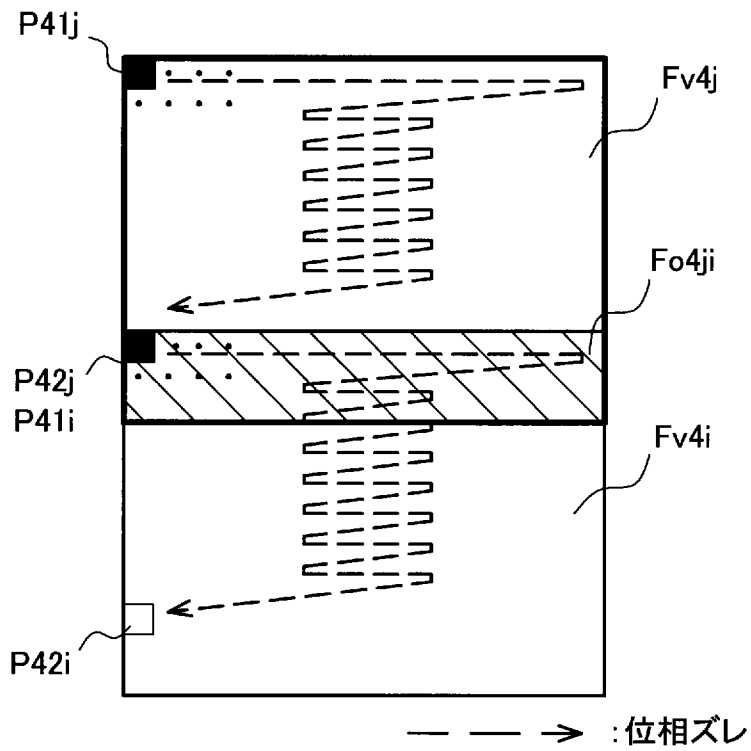
[図4B]



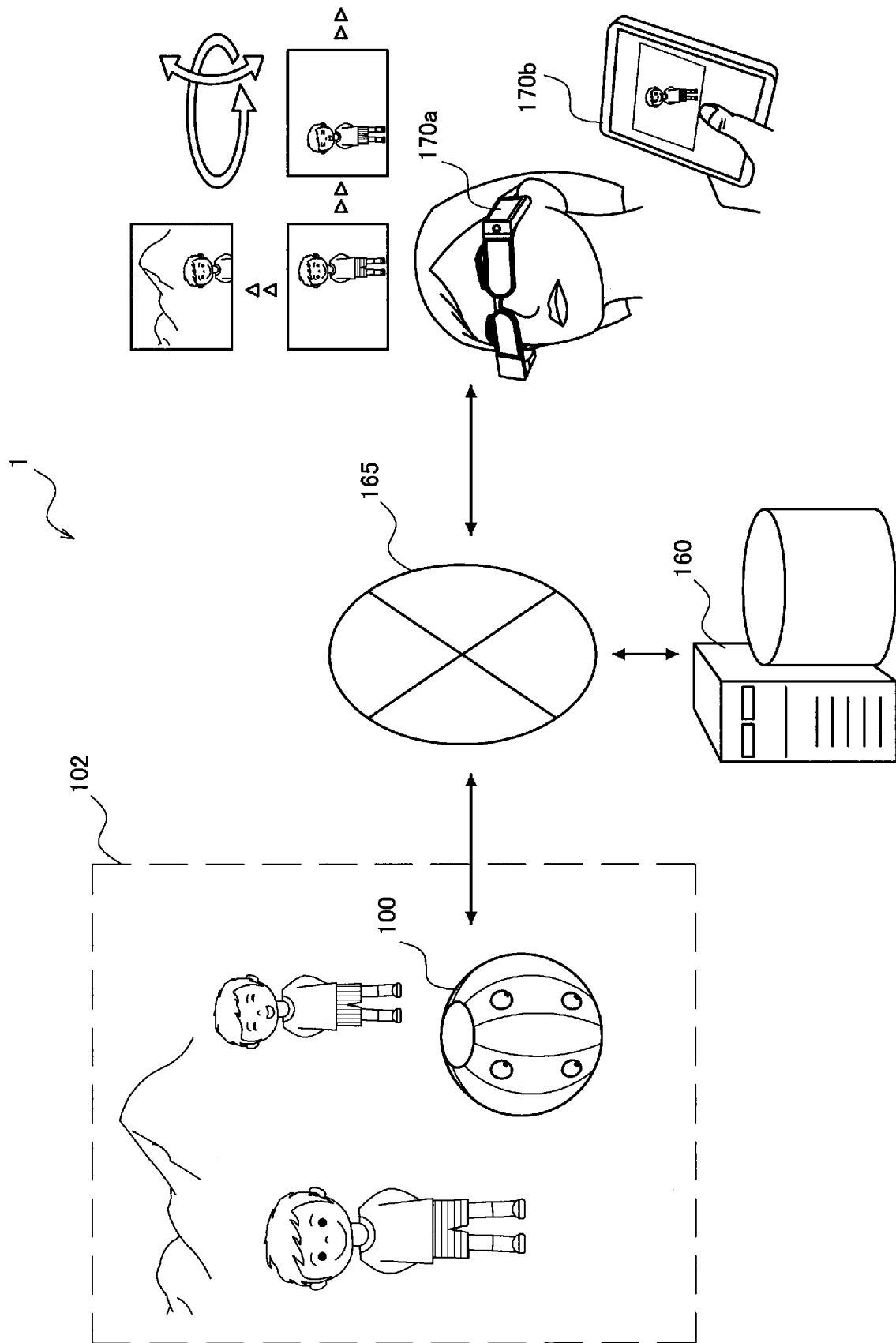
[図5A]



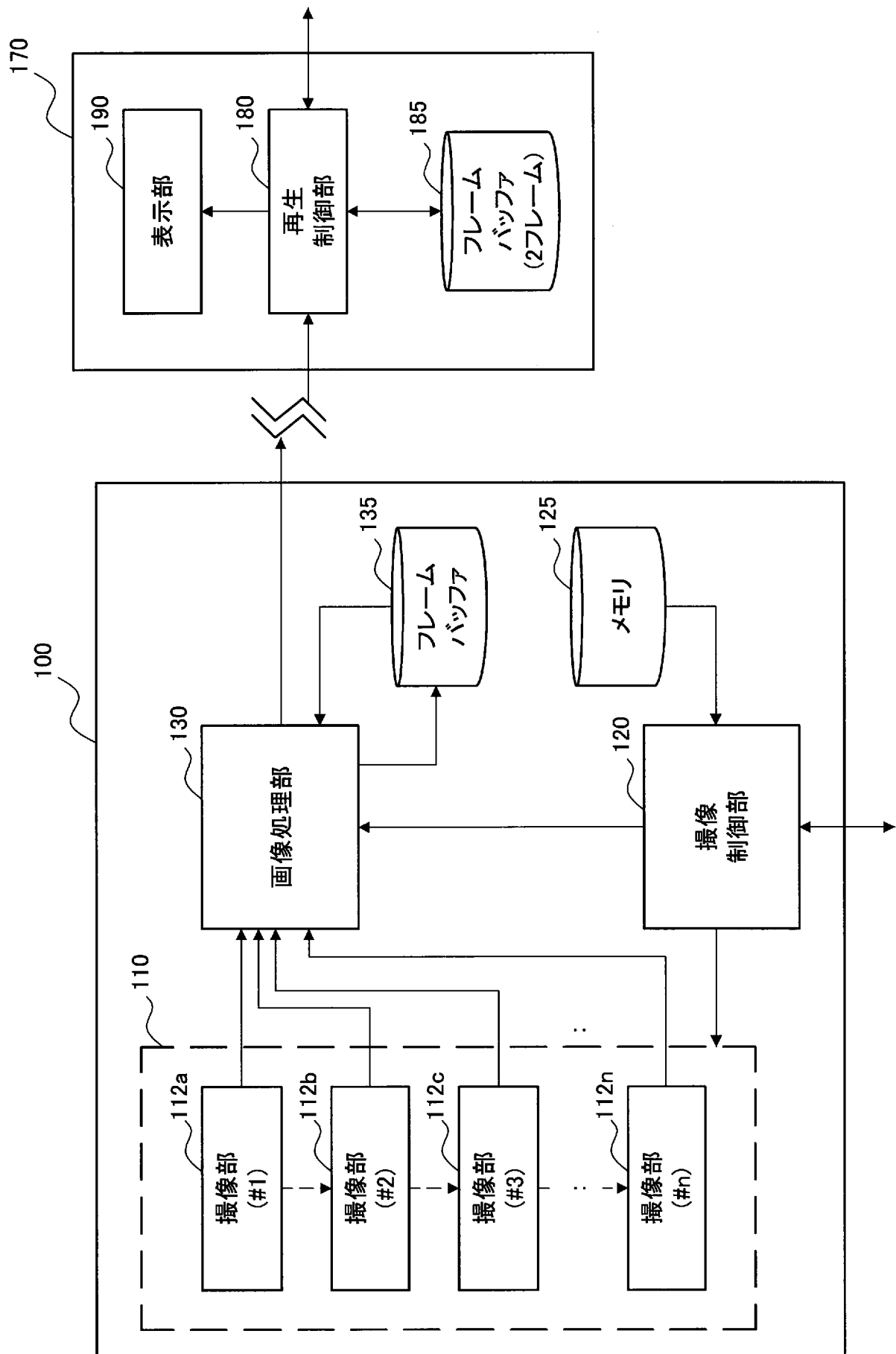
[図5B]



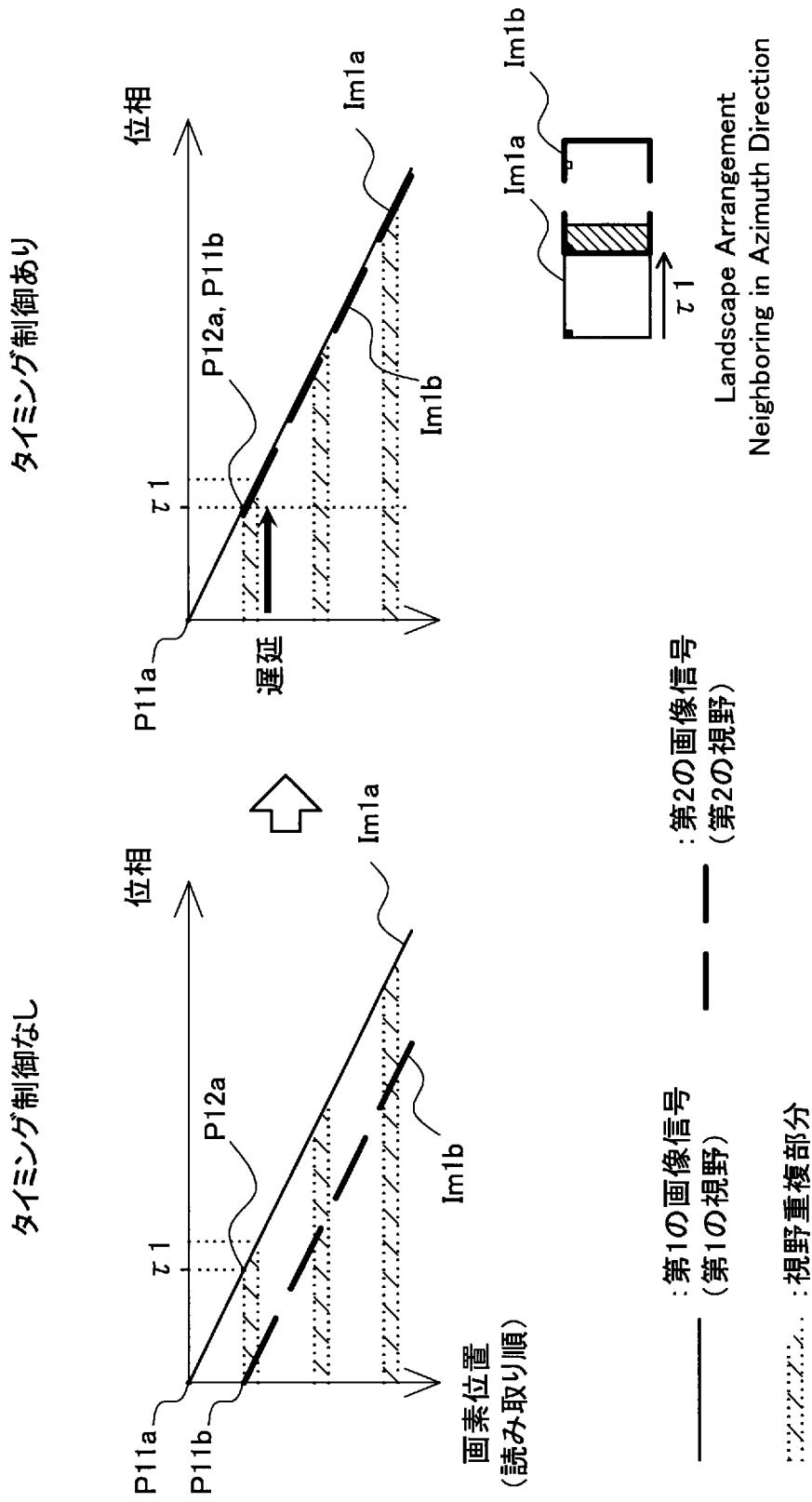
[図6]



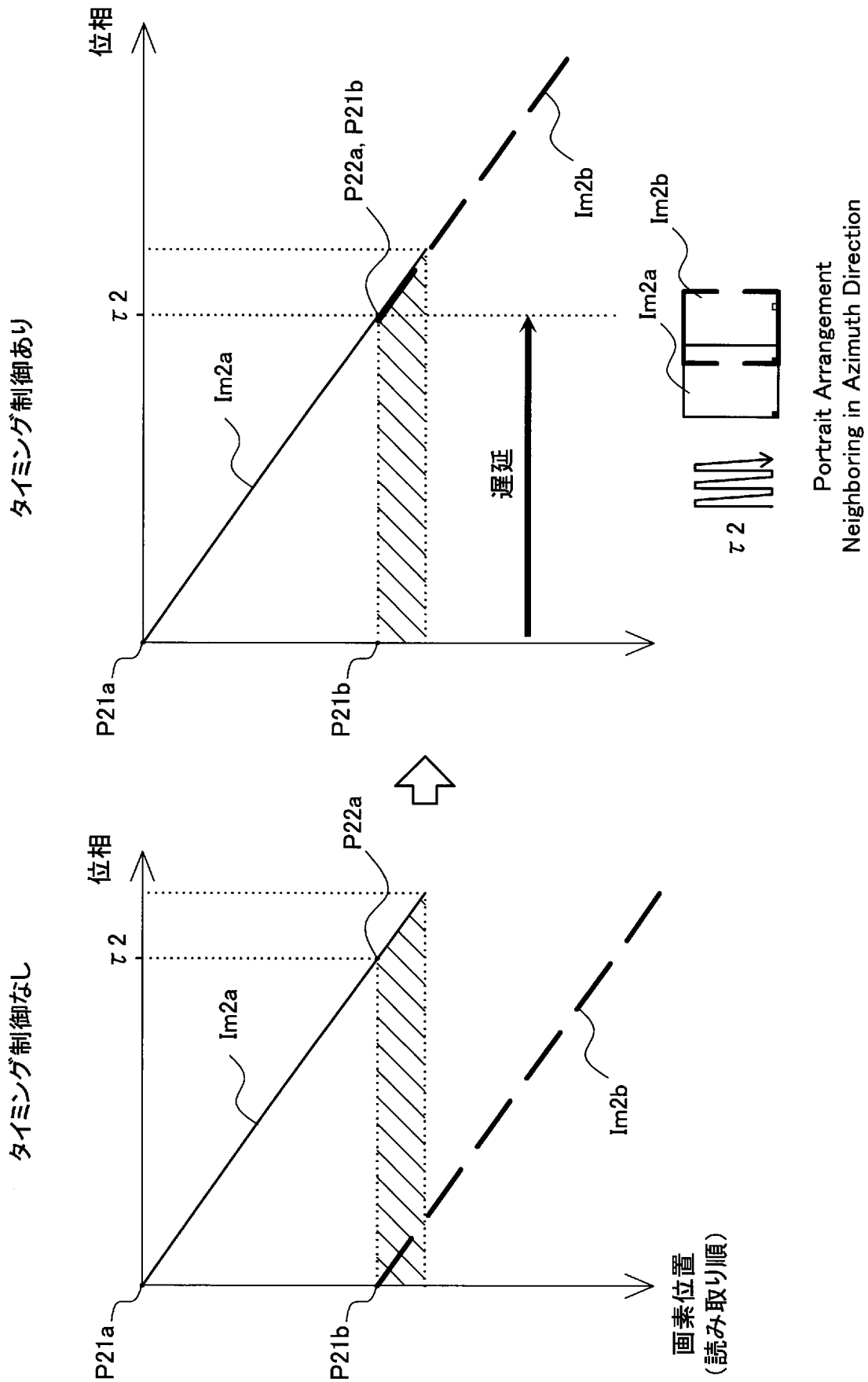
[図7]



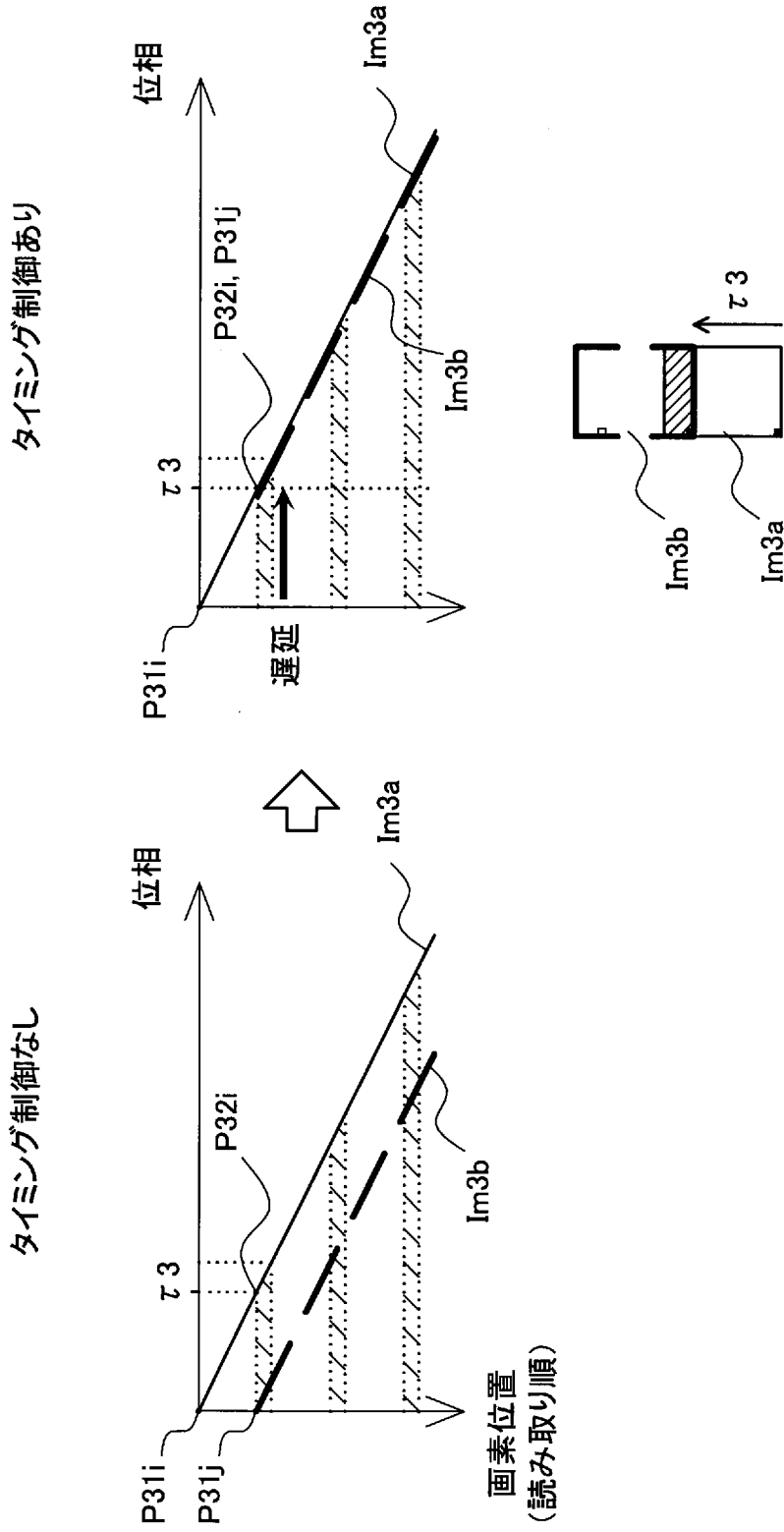
[図8]



[図9]

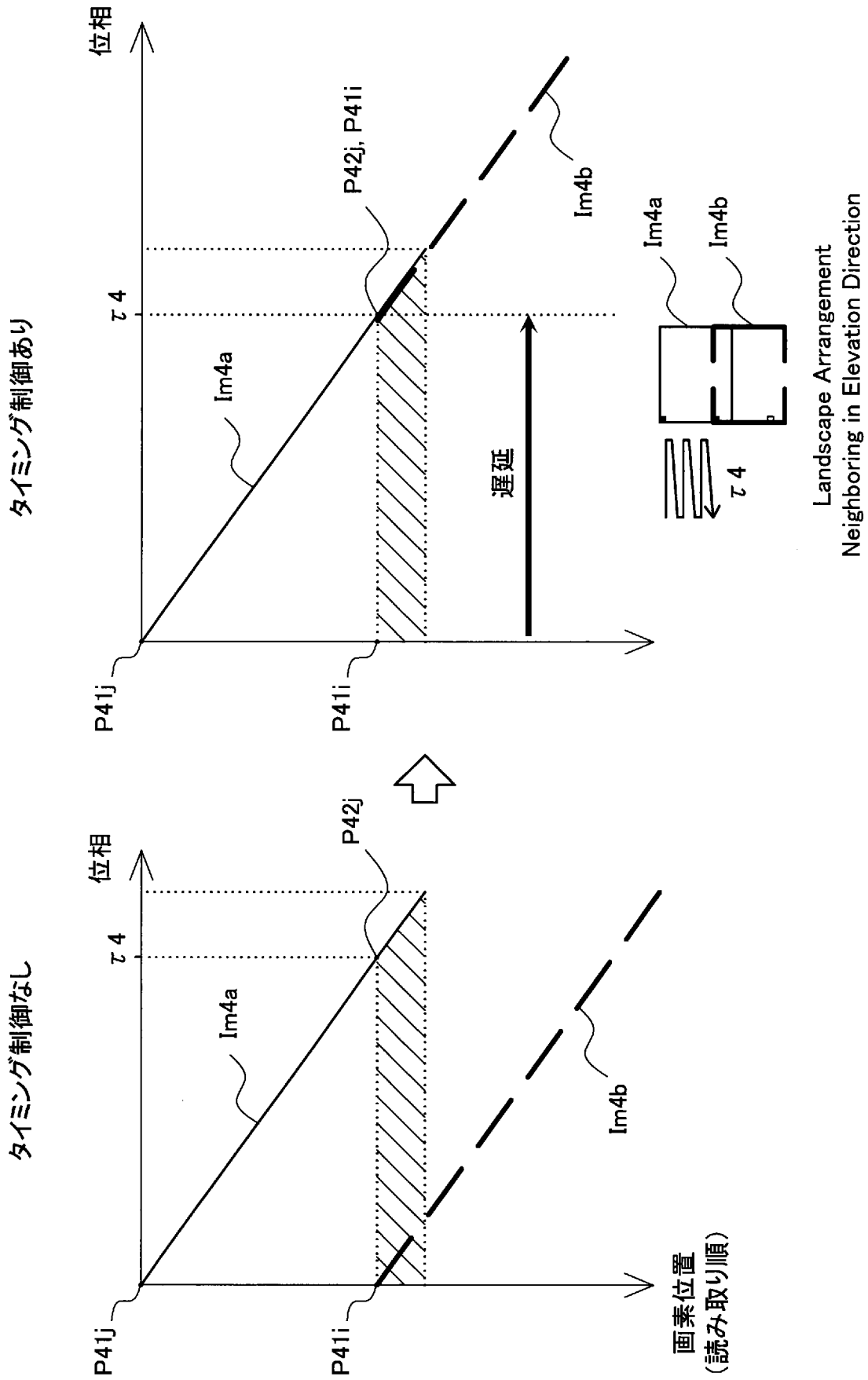


[図10]

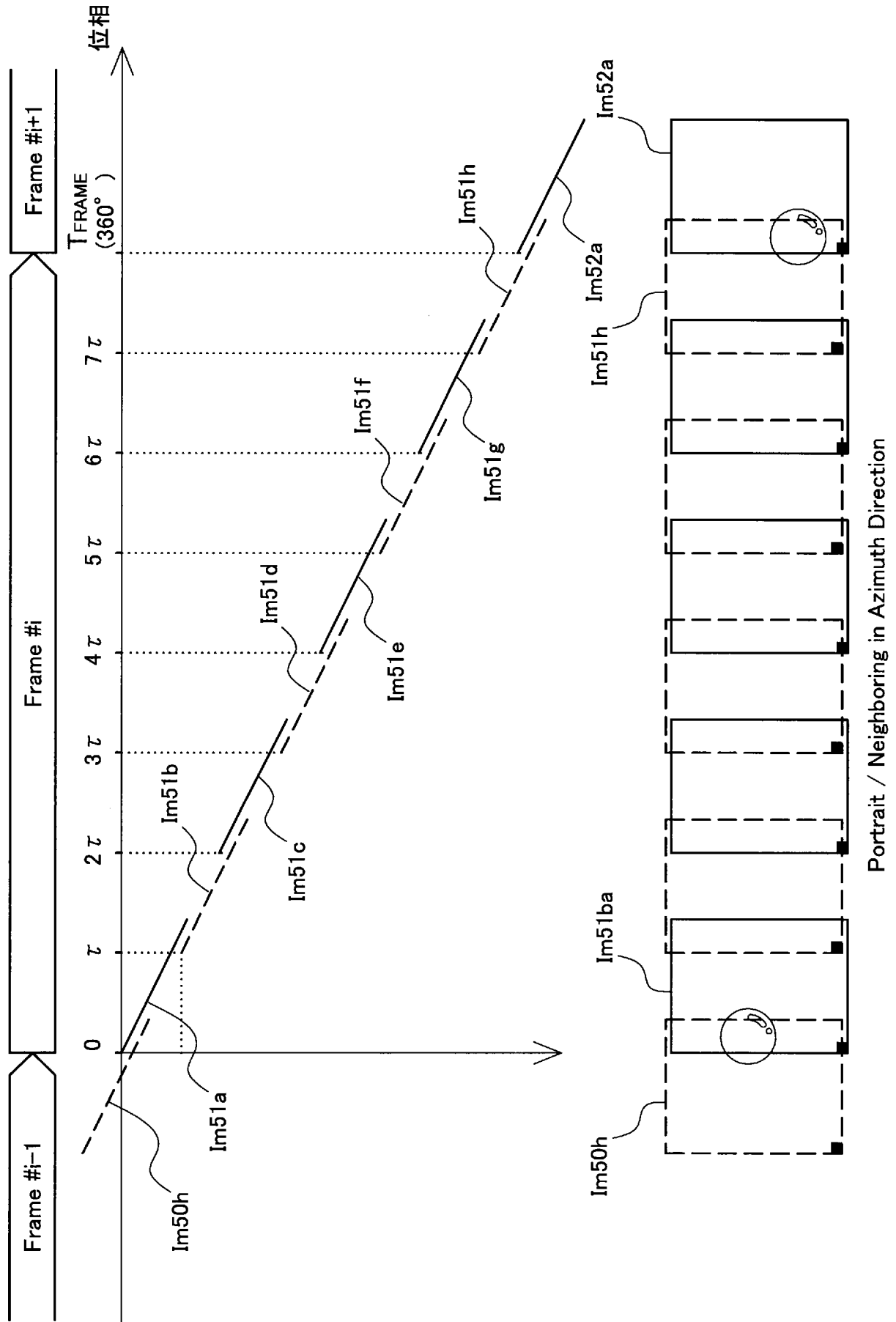


Portrait Arrangement
Neighboring in Elevation Direction

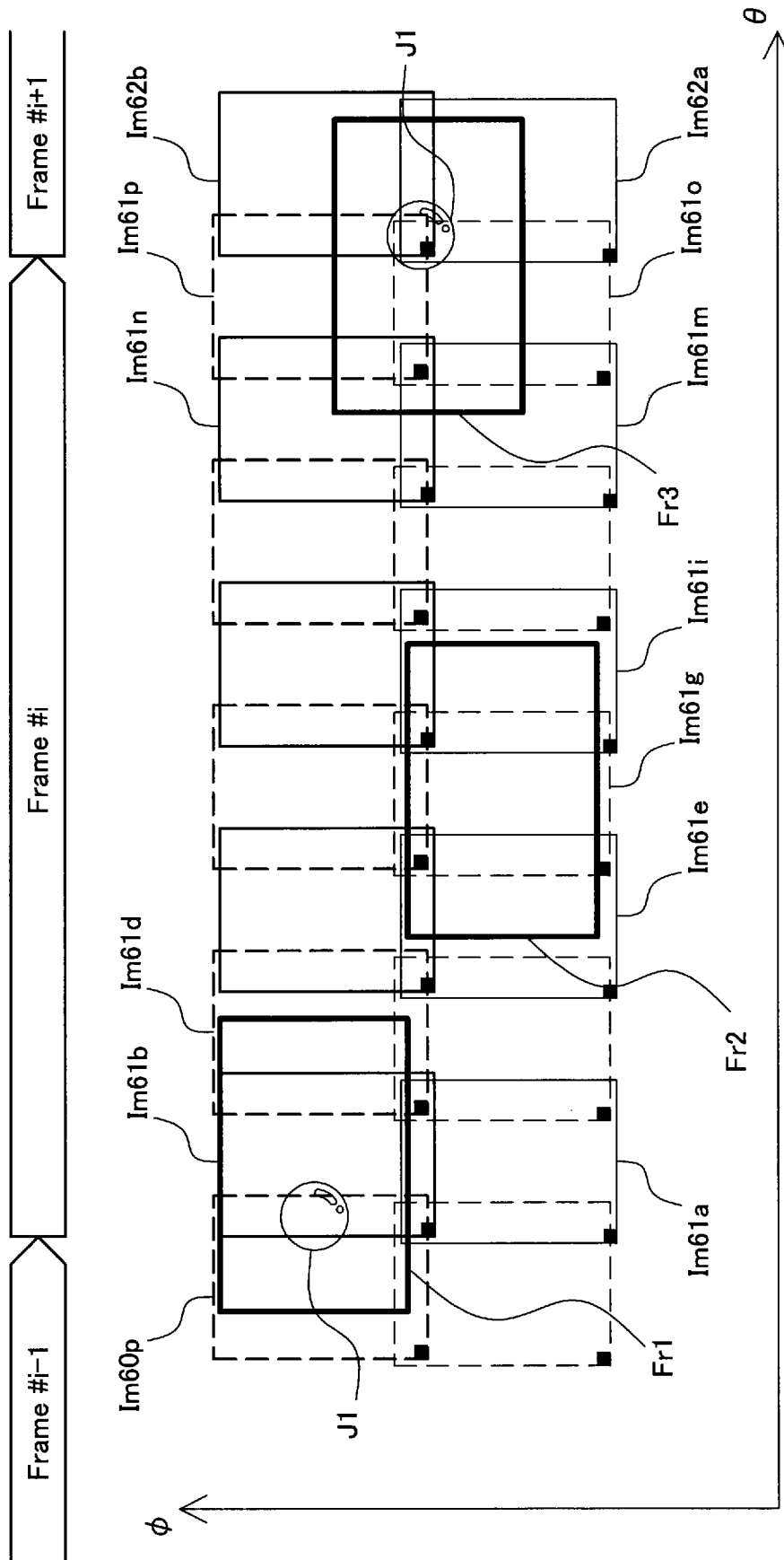
[図11]



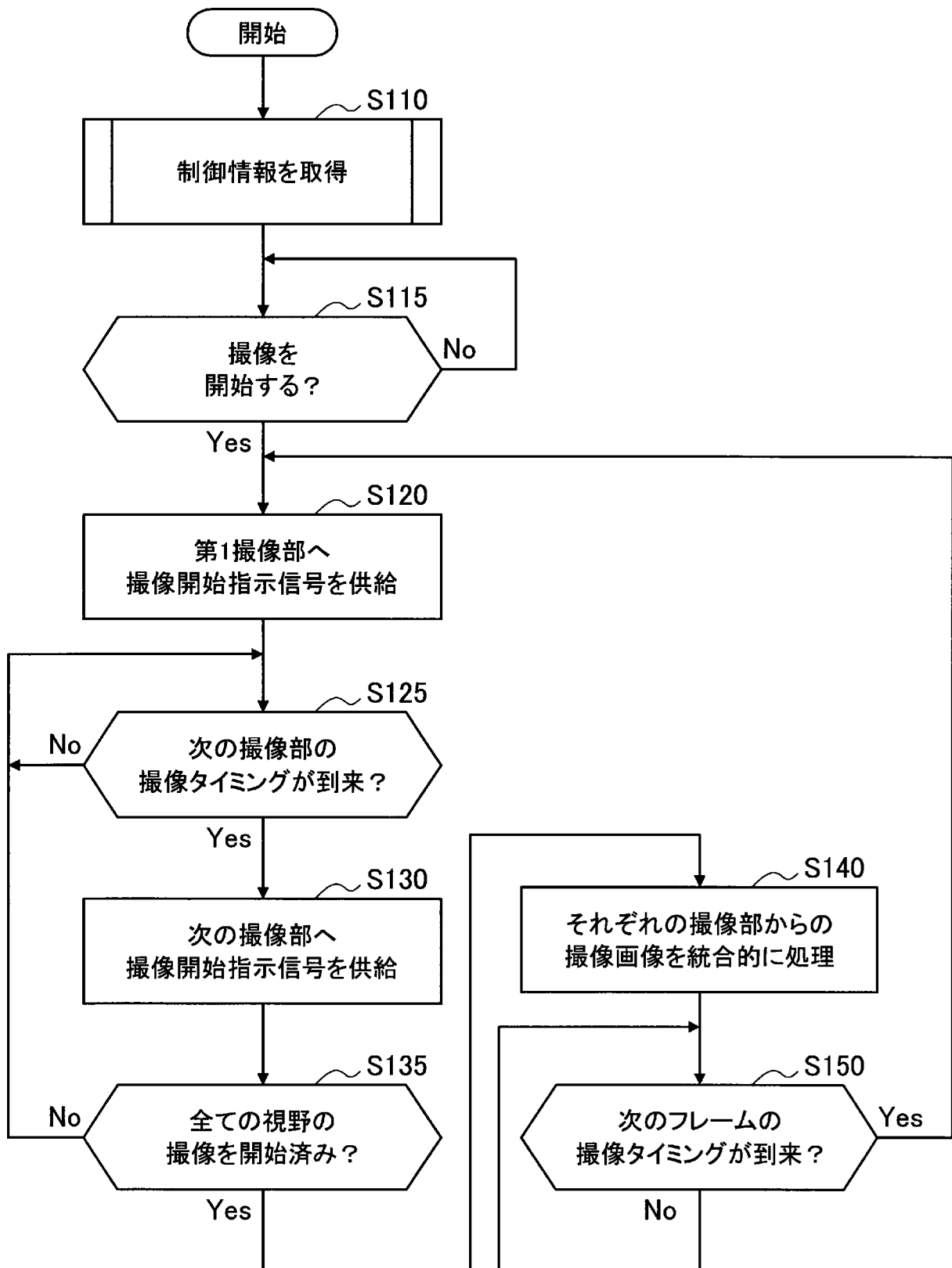
[図12]



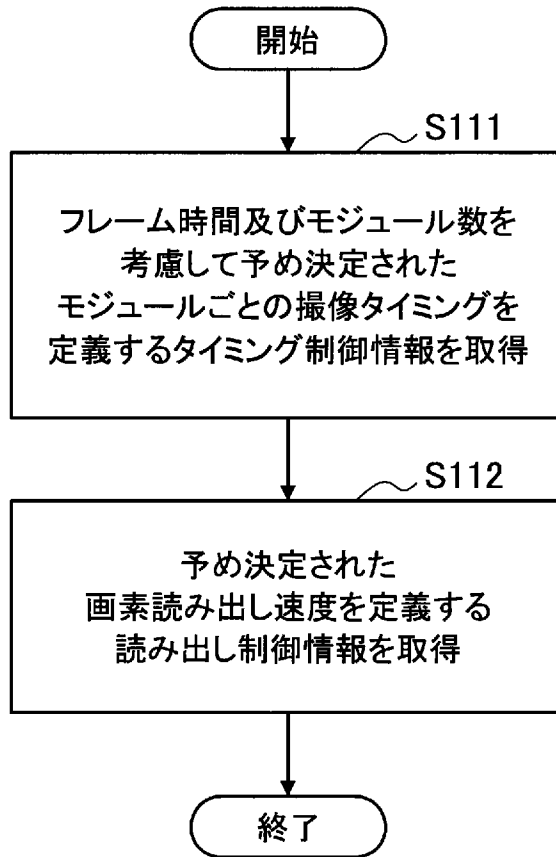
[図13]



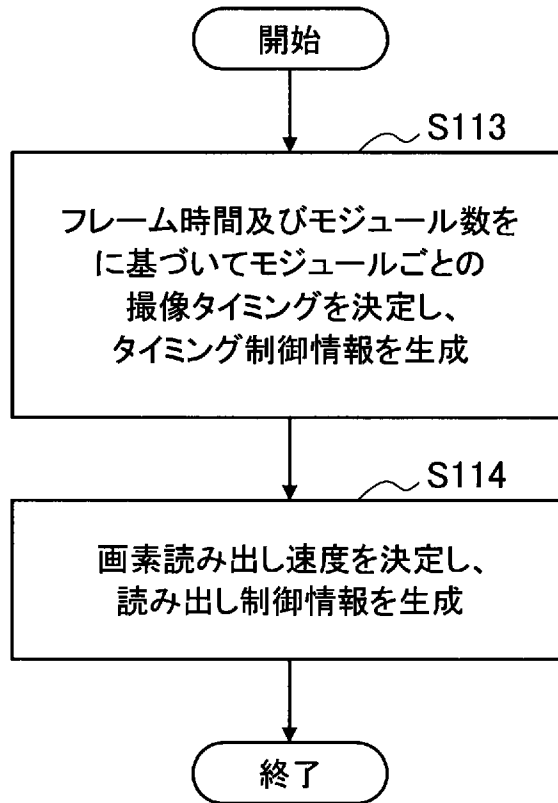
[図14]



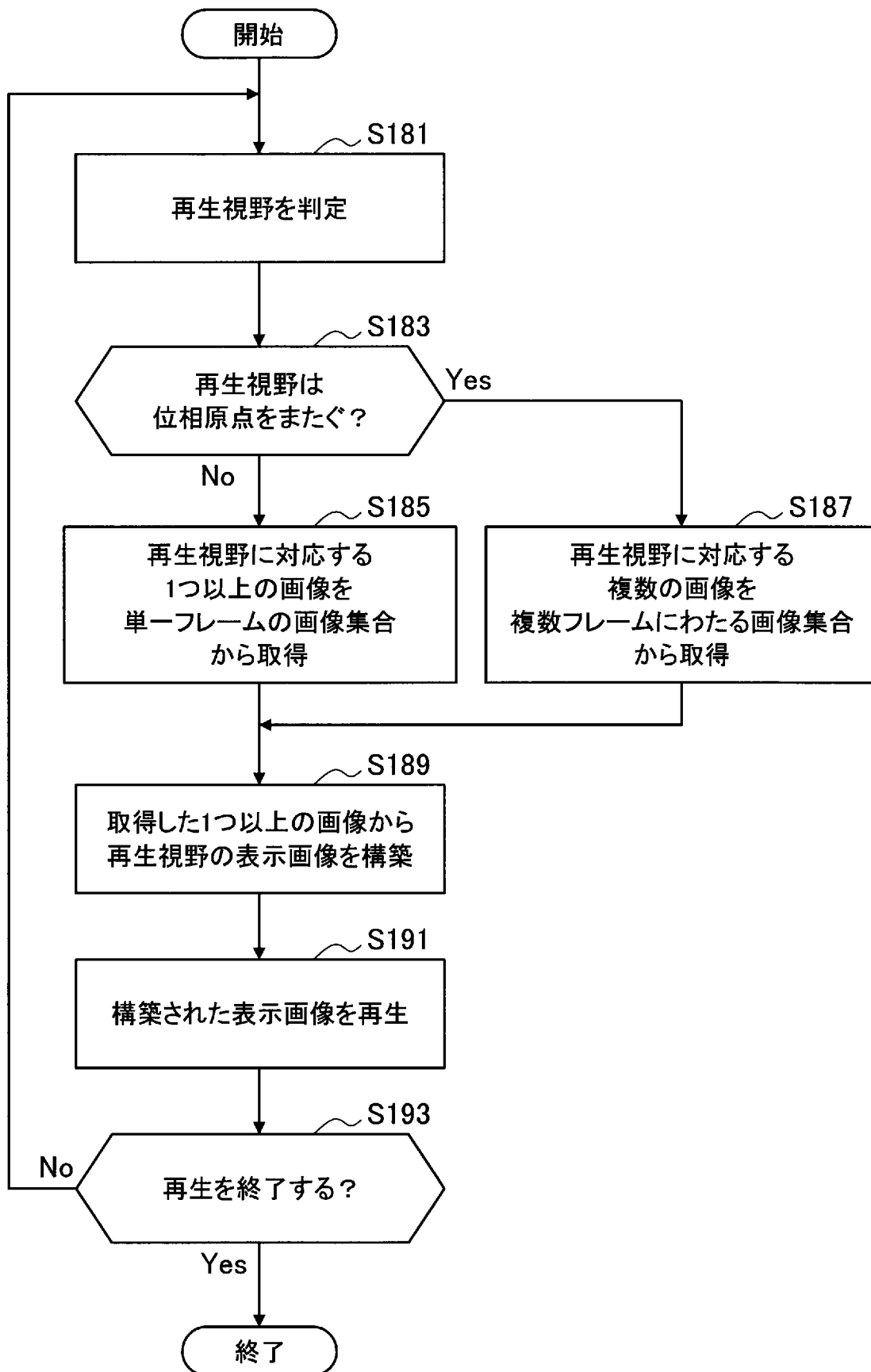
[図15A]



[図15B]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/085927

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04N5/232(2006.01)i, G03B15/00(2006.01)i, G03B37/00(2006.01)i, H04N5/225(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)
H04N5/232, G03B15/00, G03B37/00, H04N5/225

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 Y A	JP 2011-512735 A (Google Inc.), 21 April 2011 (21.04.2011), paragraphs [0009], [0020], [0036] to [0042], [0055] to [0061]; fig. 3, 6 & US 2009/0201361 A1 paragraphs [0011], [0029], [0045] to [0051], [0064] to [0069]; fig. 3, 6 & EP 2253131 A1 & CA 2714492 A	1-5, 7, 11, 13, 15, 16 8-10, 12, 14 6
Y A	JP 2014-115863 A (Sony Corp.), 26 June 2014 (26.06.2014), paragraph [0069]; fig. 6 & US 2014/0160233 A1 paragraph [0158]; fig. 6 & CN 103873764 A	8, 10 6

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 16 February 2017 (16.02.17)	Date of mailing of the international search report 28 February 2017 (28.02.17)
--	---

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/JP2016/085927

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-531113 A (Lee, Kujin), 07 October 2004 (07.10.2004), paragraph [0019]; fig. 2 & US 7126630 B1 column 7, lines 3 to 9; fig. 2 & KR 10-2003-0078903 A & CN 1531826 A	9, 10 6
Y A	WO 2013/165006 A1 (Central Engineering Co., Ltd.), 07 November 2013 (07.11.2013), paragraphs [0048], [0091] & US 2015/0124060 A1 paragraphs [0074], [0117] & EP 2846531 A1 & CN 104272715 A	12 6
Y A	WO 2013/186806 A1 (Sony Computer Entertainment Inc.), 19 December 2013 (19.12.2013), paragraph [0045] & US 2015/0116453 A1 paragraph [0083] & EP 2860957 A1 & CN 104335569 A	14 6
Y A	JP 2014-168147 A (Nikon Corp.), 11 September 2014 (11.09.2014), paragraph [0022] (Family: none)	14 6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N5/232(2006.01)i, G03B15/00(2006.01)i, G03B37/00(2006.01)i, H04N5/225(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. H04N5/232, G03B15/00, G03B37/00, H04N5/225

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 2011-512735 A (グーグル インコーポレイテッド) 2011.04.21, 段落[0009], [0020], [0036]-[0042], [0055]-[0061],	1-5, 7, 11, 13, 15, 16
Y	図 3, 6	8-10, 12, 14
A	& US 2009/0201361 A1, 段落[0011], [0029], [0045]-[0051], [0064]-[0069], 図 3, 6 & EP 2253131 A1 & CA 2714492 A	6

☑ 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

16.02.2017

国際調査報告の発送日

28.02.2017

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

5 P

6308

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
Y A	JP 2014-115863 A (ソニー株式会社) 2014.06.26, 段落[0069], 図6 & US 2014/0160233 A1, 段落[0158], 図6 & CN 103873764 A	8, 10 6
Y A	JP 2004-531113 A (リー, クジン) 2004.10.07, 段落[0019], 図2 & US 7126630 B1, 第7欄第3-9行, 図2 & KR 10-2003-0078903 A & CN 1531826 A	9, 10 6
Y A	WO 2013/165006 A1 (セントラルエンジニアリング株式会社) 2013.11.07, 段落[0048], [0091] & US 2015/0124060 A1, 段落[0074], [0117] & EP 2846531 A1 & CN 104272715 A	12 6
Y A	WO 2013/186806 A1 (株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント) 2013.12.19, 段落[0045] & US 2015/0116453 A1, 段落[0083] & EP 2860957 A1 & CN 104335569 A	14 6
Y A	JP 2014-168147 A (株式会社ニコン) 2014.09.11, 段落[0022] (ファミリーなし)	14 6