

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006 年 8 月 10 日 (10.08.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/082825 A1

(51) 国際特許分類:
G01B 11/00 (2006.01) *G06T 1/00* (2006.01)
G01B 11/26 (2006.01)

(74) 代理人: 大塚康徳 (OHTSUKA, Yasunori); 〒1020094
東京都千代田区紀尾井町 3 番 6 号 秀和紀尾井町パー
クビル 7 F Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2006/301620

(22) 国際出願日: 2006 年 2 月 1 日 (01.02.2006)

(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 2005-026879 2005 年 2 月 2 日 (02.02.2005) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): キヤノ
ン株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP];
〒1468501 東京都大田区下丸子 3-30-2 Tokyo
(JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 武本利果 (TAKE-
MOTO, Rika) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子
3-30-2 キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 内山晋
二 (UCHIYAMA, Shinji) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大
田区下丸子 3-30-2 キヤノン株式会社内 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

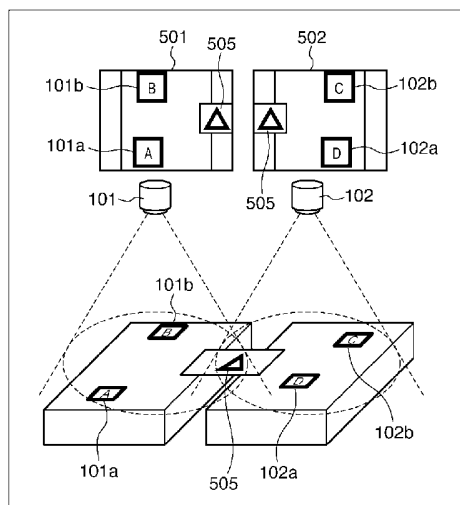
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: MARK ARRANGEMENT MEASURING METHOD, POSITIONAL POSTURE ESTIMATING METHOD, MARK
ARRANGEMENT MEASURING APPARATUS AND POSITIONAL POSTURE ESTIMATING APPARATUS

(54) 発明の名称: 指標配置計測方法、位置姿勢推定方法、指標配置計測装置、位置姿勢推定装置



(57) Abstract: To measure a relative arrangement relationship between marks by picking up images of a plurality of marks in an actual space by an image pickup device, an arrangement relationship between a mark included in a first image and a mark included in a second image is obtained by using arrangement relationships which are; an arrangement relationship between a common mark, which is commonly included in the first image and the second image and is temporarily arranged in the actual space, and a mark included in the first image; and an arrangement relationship between the common mark and a mark included in the second image.

/ 続葉有 /



(57) 要約:

撮像装置により現実空間内の複数の指標を撮像することにより指標間の相対的配置関係を計測するために、第1の画像と第2の画像とに共通して含まれている、一時的に現実空間内に配置される共通指標と第1の画像に含まれている指標との配置関係と、共通指標と第2の画像に含まれている指標との配置関係とを用いて、第1の画像に含まれている指標と、第2の画像に含まれている指標との配置関係を求める。

明 細 書

指標配置計測方法、位置姿勢推定方法、指標配置計測装置、位置姿勢推定装置

技術分野

[0001] 本発明は、現実空間中に配された各指標の位置姿勢を求めるための技術に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、現実空間と仮想空間の繋ぎ目のない結合を目的とした、複合現実感(以下、MR(Mixed Reality)と称す)に関する研究が盛んに行われている。特に、MRの中でも、現実空間に仮想空間を重ね合わせて表示するAugmented Reality(AR、拡張現実感、増強現実感とも呼ばれる)技術が注目を集めている。

[0003] ユーザの頭の動きに合わせてMR空間を体験させるための表示装置として、実現方式によって次の2つに分類できる。一つは、ビデオカメラなどの撮像装置によって撮影された現実空間の画像に、撮像装置の位置および姿勢に応じて生成された仮想空間(たとえばコンピュータ・グラフィックス(以下、CGと称す))により描画された仮想物体や文字情報など)の画像を重畳表示するビデオシースルー方式であり、もう一つは、観察者の頭部に装着された光学シースルー型ディスプレイに、観察者の視点の位置及び姿勢に応じて生成された仮想空間の画像を表示する光学シースルー方式である。

[0004] AR技術は、患者の体表面に体内の様子を重畳表示する手術支援や、空き地に仮想のビルを重畳表示する建築シミュレーション、組立作業時に作業手順や配線の様子を重畳表示する組み立て支援等様々な分野への応用が期待される。

[0005] AR技術において最も重要な課題の一つは、現実空間と仮想空間の間の位置合わせをいかに正確に行うかということであり、従来より多くの取り組みが行われてきた。ARにおける位置合わせの問題は、ビデオシースルー方式の場合はシーン中における(すなわち基準座標系における)撮像装置の位置及び姿勢を求める問題に帰結する。同様に、光学シースルー方式の場合は、シーン中における観察者の視点あるいは

ディスプレイの位置及び姿勢を求める問題に帰結する。

- [0006] ビデオシースルー方式における位置合わせの問題を解決する方法として、3次元空間中の座標(世界座標)値が既知である特徴点(マーカ)を複数配置しておき、これをカメラにより撮像して、マーカの世界座標と撮像画像座標の関係をみたすようなカメラの位置姿勢を算出する方法がある(特許文献1を参照)。また、光学シースルー方式における位置合わせの問題を解決する方法として、計測対象物(すなわち観察者の頭部あるいはディスプレイ)に撮像装置を装着し、ビデオシースルー方式と同様な方法によってこの撮像装置の位置及び姿勢を求め、それに基づいて計測対象物の位置及び姿勢を求めることが一般的に行われている。
- [0007] 一般に、3次元位置の既知な複数の点(理論的には3点以上、安定的に解くためには6点以上)の撮影画像上における画像座標が得られれば、3次元位置と画像座標との対応関係からカメラ視点の位置と姿勢を求めることができる。
- [0008] 指標の3次元座標と画像座標の組から撮像装置の位置及び姿勢を算出する方法は、非特許文献1、2に記載されているように、写真測量の分野において提案されている。
- [0009] さらに、指標として、大きさが既知の正方形形状の指標(以下、正方形指標)を用いる方法も提案されている(非特許文献3、4を参照)。
- [0010] また、指標として、正方形指標と点指標を組み合わせを用いる方法も提案されている(非特許文献5を参照)。
- [0011] 点指標には狭いところにも設定できるというメリットがある。正方形指標には同定が簡単であり、かつ一つの指標の情報量が多いため一つの指標だけから撮像装置の位置及び姿勢を求めることができるというメリットがある。よって、点指標と正方形指標とを相補的に利用することができる。
- [0012] 以上の方法によって、撮像装置が撮影した画像に基づいて、この撮像装置の位置及び姿勢を取得することが従来からなされてきた。
- [0013] 一方、計測対象である撮像装置に磁気センサや超音波センサなどの6自由度位置姿勢センサを取り付け、センサの測定結果と前述のような画像処理による指標の検出との併用によって位置及び姿勢を計測することも行われている。センサの出力値は測

定範囲によって精度は変わるが安定的に得ることができるため、センサと画像処理を併用する方法は、画像処理だけによる方法に比べてロバスト性を向上させることができる(特許文献2、非特許文献6を参照)。

- [0014] 従来の指標を利用した位置合わせ手法では、計測対象である撮像装置の基準座標系における位置及び姿勢を求めるために、点指標の場合は基準座標系における位置、正方形指標の場合は基準座標系における位置及び姿勢が既知である必要がある。正方形指標の場合には、基準座標系を別途設けることなく、正方形指標そのものを座標系の基準とする場合が多いが、複数の正方形指標を用いる場合には、互いの位置・姿勢の関係(以下、配置関係という)が既知である必要がある。そのため、複数の指標間の位置及び姿勢の関係を定義するための基準座標系が必要であることに変わりはない。
- [0015] 基準座標系における指標の位置及び姿勢の計測は、巻尺や分度器を用いた手作業や、測量器によって行うことが可能であるが、精度や手間の問題から、画像を利用した計測が行われている。点指標の位置計測には、バンドル調整法と呼ばれる方法で求めることができる。バンドル調整法は、点指標を撮像装置によって多数撮影し、点指標の現実空間中における位置、点指標の画像上での投影点、撮像装置の視点の3点が同一直線上に存在するという拘束条件をもとに、指標が実際に画像上で観察される投影位置と撮像装置の位置及び姿勢と指標の位置から計算される投影位置との誤差(投影誤差)が最小化されるように、繰返し演算によって画像を撮影した撮像装置の位置及び姿勢と、点指標の位置を求める方法である。
- [0016] また、3次元空間中に配置された多数の正方形マーカの位置及び姿勢を計測する方法が提案されている(非特許文献7を参照)。
- [0017] また、3次元空間中に配置された多数の正方形マーカの画像を多数撮影し、投影誤差が最小になるように繰返し演算によって各画像を撮影した撮像装置の位置及び姿勢と、正方形マーカの位置及び姿勢を求める方法も提案されている(非特許文献8を参照)。
- [0018] 画像を利用した計測手法(以下、ビジョンベースマーカキャリブレーションという)では、N個の指標(M1～MN)の配置関係を算出する場合、任意の指標Miは他の少

なくとも1つの指標 $M_j (i \neq j)$ と同時に撮影され、かつ互いに同時に撮影されたマーカでグループを構成した場合に、全体が1つのグループで構成される必要がある。図1を参照して具体例を挙げる。

[0019] 図1は、2つのマーカを1つのグループとする場合に、2つのグループのそれぞれをカメラによって撮像する場合に、マーカ間の配置関係を求める場合の問題について示す図である。

[0020] 図1において101、102はカメラで、カメラ101はマーカ101a、101bを撮像しており、カメラ102はマーカ102a、102bを撮像している。同図において103はカメラ101により撮像された画像であり、この画像103にはマーカ101a、101bが含まれている。一方、104はカメラ102により撮像された画像であり、この画像104にはマーカ102a、102bが含まれている。

[0021] ここで、上記従来技術によれば、画像103を用いれば、マーカ101aとマーカ101bとの配置関係は求めることができ、画像104を用いれば、マーカ102aとマーカ102bとの配置関係は求めることができる。しかし、画像103におけるマーカ101aと画像104における102aとの配置関係を求める、というように、異なる画像間で、それぞれの画像に含まれているマーカ間の配置関係を求めることはできない。

[0022] このような問題に対し、一般的には広範囲を一度に撮影できるような工夫として、広画角なカメラを利用する方法が考えられるが、画像歪みの影響が大きくなるという問題がある。また、遠方から撮影する方法も考えられるが、高解像度の画像が得られないなど、いずれも正確な配置関係を算出することが困難になる。

[0023] また、マーカとマーカとの間に障害物が存在したり、マーカの姿勢が異なっている等、物理的な要因がある場合には、同時撮影自体が困難である。

[0024] このように、従来は、すべてのマーカの配置関係が算出できるように多数のマーカを配置している。しかし、マーカをたくさん配置することは、景観を損なう恐れがあり、MR体験時には、位置合わせに必要な最低限のマーカが配置されていることが望ましい(非特許文献9を参照)。

特許文献1:特開2000-041173号公報

特許文献2:特開2002-228442公報

非特許文献1:R. M. Haralick, C. Lee, K. Ottenberg, and M. Nolle:“Review and analysis of solutions of the three point perspective pose estimation problem”, Int’l. J. Computer Vision, vol. 13, no. 3, pp. 331–356, 1994.

非特許文献2:M. A. Fischler and R. C. Bolles:“Random sample consensus:a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography”, Comm. ACM, vol. 24, no. 6, pp. 381–395, 1981.

非特許文献3:暦本純一:“2次元マトリックスコードを利用した拡張現実感の構成手法”, インタラクティブシステムとソフトウェア IV, 近代科学社, 1996.

非特許文献4:加藤, M. Billinghurst, 浅野, 橘:“マーカ追跡に基づく拡張現実感システムとそのキャリブレーション”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, vol. 4, no. 4, pp. 607–616, 1999.

非特許文献5:H. Kato, M. Billinghurst, I. Poupyrev, K. Imamoto and K. Tachibana:“Virtual object manipulation on a table-top AR environment”, Proc. ISAR2000, pp. 111–119, 2000.

非特許文献6:A. State, G. Hirota, D. T. Chen, W. F. Garrett and M. A. Livingston:“Superior augmented reality registration by integrating landmark tracking and magnetic tracking”, Proc. SIGGRAPH’96, pp. 429–438, 1996.

非特許文献7:G. Barattoff, A. Neubeck and H. Regenbrecht:“Interactive multi-marker calibration for augmented reality applications”, Proc. ISMAR2002, pp. 107–116, 2002.

非特許文献8:G. Barattoff, A. Neubeck and H. Regenbrecht:“Interactive multi-marker calibration for augmented reality applications”, Proc. ISMAR2002, pp. 107–116, 2002.

非特許文献9:G. Barattoff, A. Neubeck and H. Regenbrecht:“Interactive multi-marker calibration for augmented reality applications”, Pro

c. ISMAR2002, pp. 107–116, 2002.

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0025] 本発明は以上の問題に鑑みて成されたものであり、MR体験時の景観などに影響を及ぼさない程度に指標を配置した場合であっても、ビジョンベースマーカキャリブレーション方法を用いて、それぞれの指標の位置を得るための技術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

- [0026] 本発明の目的を達成するために、例えば本発明の指標配置計測方法は以下の構成を備える。

- [0027] 即ち、移動可能な撮像装置により現実空間内の複数の指標を撮像することによって、指標間の相対的配置関係を計測する方法において、現実空間内のある第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群とが、相対的な配置関係を計測できるに足りる条件で撮像できない配置または条件にある場合であっても、第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群との間の相対的な配置関係を計測する指標配置計測方法であって、

前記第1指標／指標群の一部または全部と一時的に現実空間内に配置された3次元空間における位置および姿勢が定義可能な補助指標との双方が同時に映るように撮像する第1の撮像工程と、

前記第2指標／指標群の一部または全部と前記補助指標との双方が同時に映るように撮像する第2の撮像工程と、

前記第1の撮像工程を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像および、前記第2の撮像工程を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第1指標／指標群と補助指標と前記第2指標／指標群との相対的な配置関係を算出する配置算出工程と

を備えることを特徴とする。

- [0028] 本発明の目的を達成するために、例えば本発明の指標配置計測方法は以下の構

成を備える。

[0029] 即ち、移動可能な撮像装置により現実空間内の複数の指標を撮像することによって、指標間の相対的配置関係を計測する方法において、現実空間内のある第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群とが、相対的な配置関係を計測できるに足る条件で撮像できない配置または条件にある場合であっても、第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群との間の相対的な配置関係を計測する指標配置計測方法であって、

前記第1指標／指標群の一部または全部と一時的に現実空間内に配置された3次元空間における位置および姿勢が定義可能な補助指標との双方が同時に映るように撮像する第1の撮像工程と、

第1の撮像工程を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、第1指標／指標群と補助指標との相対的な配置関係を算出する第1の配置算出工程と、

前記第2指標／指標群の一部または全部と前記補助指標との双方が同時に映るように撮像する第2の撮像工程と、

前記第2の撮像工程を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第2指標／指標群と前記補助指標との相対的な配置関係を算出する第2の配置算出工程と、

前記第1の配置算出工程と前記第2の配置算出工程の結果から、前記第1指標／指標群と前記第2指標／指標群との相対的配置関係を算出する第2の配置算出工程と

を備えることを特徴とする。

[0030] 本発明の目的を達成するために、例えば本発明の位置姿勢推定方法は以下の構成を備える。

[0031] 即ち、移動可能な撮像装置の位置および／または姿勢を、現実空間に存在する指標を基に推定する位置姿勢推定方法であって、

第1指標／指標群の一部または全部と、一時的に現実空間内に配置された3次元

空間における位置および姿勢が定義可能な補助指標と、の双方が同時に映るように撮像する第1の撮像工程と、

第1の撮像工程を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第1指標／指標群と補助指標との相対的な配置関係を算出する第1の配置算出工程と、

第2指標／指標群の一部または全部と前記補助指標との双方が同時に映るように撮像する第2の撮像工程と、

前記第2の撮像工程を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第2指標／指標群と前記補助指標との相対的な配置関係を算出する第2の配置算出工程と、

第1の配置算出工程と第2の配置算出工程の結果から、前記第1指標／指標群と前記第2指標／指標群との相対的な配置関係を算出する第2の配置算出工程と、

前記補助指標を利用せず、前記第1指標／指標群と前記第2指標／指標群の配置を利用して、前記撮像装置の位置姿勢を推定する撮像装置位置姿勢推定工程とを備えることを特徴とする。

[0032] 本発明の目的を達成するために、例えば本発明の指標配置計測装置は以下の構成を備える。

[0033] 即ち、移動可能な撮像装置により現実空間内の複数の指標を撮像することによって、指標間の相対的な配置関係を計測する方法において、現実空間内のある第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群とが、相対的な配置関係を計測できるに足る条件で撮像できない配置または条件にある場合であっても、第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群との間の相対的な配置関係を計測する指標配置計測装置であって、

前記第1指標／指標群の一部または全部と一時的に現実空間内に配置された3次元空間における位置および姿勢が定義可能な補助指標との双方が同時に映るように撮像する第1の撮像手段と、

前記第2指標／指標群の一部または全部と前記補助指標との双方が同時に映るよ

うに撮像する第2の撮像手段と、

前記第1の撮像手段による撮像を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像および、前記第2の撮像手段による撮像を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第1指標／指標群と補助指標と前記第2指標／指標群との相対的な配置関係を算出する配置算出手段と

を備えることを特徴とする。

[0034] 本発明の目的を達成するために、例えば本発明の指標配置計測装置は以下の構成を備える。

[0035] 即ち、移動可能な撮像装置により現実空間内の複数の指標を撮像することによって、指標間の相対的配置関係を計測する方法において、現実空間内のある第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群とが、相対的な配置関係を計測できるに足る条件で撮像できない配置または条件にある場合であっても、第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群との間の相対的な配置関係を計測する指標配置計測装置であって、

前記第1指標／指標群の一部または全部と一時的に現実空間内に配置された3次元空間における位置および姿勢が定義可能な補助指標との双方が同時に映るように撮像する第1の撮像手段と、

第1の撮像手段による撮像を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、第1指標／指標群と補助指標との相対的な配置関係を算出する第1の配置算出手段と、

前記第2指標／指標群の一部または全部と前記補助指標との双方が同時に映るように撮像する第2の撮像手段と、

前記第2の撮像手段による撮像を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第2指標／指標群と前記補助指標との相対的な配置関係を算出する第2の配置算出手段と、

前記第1の配置算出手段と前記第2の配置算出手段の結果から、前記第1指標／指標群と前記第2指標／指標群との相対的配置関係を算出する第2の配置算出手

段と

を備えることを特徴とする。

[0036] 本発明の目的を達成するために、例えば本発明の位置姿勢推定装置は以下の構成を備える。

[0037] 即ち、移動可能な撮像装置の位置および／または姿勢を、現実空間に存在する指標を基に推定する位置姿勢推定装置であって、

第1指標／指標群の一部または全部と、一時的に現実空間内に配置された3次元空間における位置および姿勢が定義可能な補助指標と、の双方が同時に映るように撮像する第1の撮像手段と、

第1の撮像手段による撮像を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第1指標／指標群と補助指標との相対的な配置関係を算出する第1の配置算出手段と、

第2指標／指標群の一部または全部と前記補助指標との双方が同時に映るように撮像する第2の撮像手段と、

前記第2の撮像手段による撮像を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第2指標／指標群と前記補助指標との相対的な配置関係を算出する第2の配置算出手段と、

第1の配置算出手段と第2の配置算出手段の結果から、前記第1指標／指標群と前記第2指標／指標群との相対的な配置関係を算出する第2の配置算出手段と、

前記補助指標を利用せず、前記第1指標／指標群と前記第2指標／指標群の配置を利用して、前記撮像装置の位置姿勢を推定する撮像装置位置姿勢推定手段とを備えることを特徴とする。

発明の効果

[0038] 本発明の構成により、MR体験時の景観などに影響を及ぼさない程度に指標を配置した場合であっても、ビジョンベースマーカキャリブレーション方法を用いて、それぞれの指標の位置を得ることができる。

[0039] 本発明のその他の特徴及び利点は、添付図面を参照とした以下の説明により明らかになるであろう。なお、添付図面においては、同じ若しくは同様の構成には、同じ

参照番号を付す。

図面の簡単な説明

- [0040] 添付図面は明細書に含まれ、その一部を構成し、本発明の実施の形態を示し、その記述と共に本発明の原理を説明するために用いられる。
- [図1]2つのマーカを1つのグループとする場合に、2つのグループのそれぞれをカメラによって撮像する場合に、マーカ間の配置関係を求める場合の問題について示す図である。
- [図2A]現実空間中に配される様々なマーカを示す図である。
- [図2B]現実空間中に配される様々なマーカを示す図である。
- [図2C]現実空間中に配される様々なマーカを示す図である。
- [図3]本発明の実施形態に係るシステムの機能構成を示す図である。
- [図4]現実空間中に配されたそれぞれの位置合わせ用マーカの配置位置姿勢を求める処理のフローチャートである。
- [図5]位置合わせ用マーカに加えて橋渡しマーカを配した現実空間を2つのカメラにより撮像する場合に、それぞれの撮像画像内に橋渡しマーカを共有している様子を示す図である。
- [図6]操作入力部350、映像取り込み部320、指標検出同定部340、マーカキャリブレーション部360、指標情報管理部370、表示オブジェクト生成・表示部380のそれぞれの機能を有するコンピュータの基本構成を示すブロック図である。
- [図7]現実空間中に配されたそれぞれの位置合わせ用マーカの配置位置姿勢を求める為の作業のフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

- [0041] 以下添付図面を参照して、本発明を好適な実施形態に従って詳細に説明する。

[0042] [第1の実施形態]

本実施形態では、上記ビジョンベースマーカキャリブレーションに従って、複数の指標が配された現実空間の画像を用いて、それぞれの指標の配置関係を求める。なお、これらの指標はMRやARの技術分野で用いられているように、現実空間と仮想空間の間の位置合わせを行う際に用いるものである。

- [0043] 本実施形態では上記指標の配置位置姿勢を求めるために、「橋渡し指標」なるものを新たに現実空間中に配置する。また、本実施形態では「指標」として「マーカ」を用いるものとする。また、以下では橋渡し指標ではない指標を、橋渡し指標と区別するために「位置合わせ用マーカ」と呼称し、橋渡し指標を「橋渡しマーカ」と呼称する。また、以下の説明で単に「マーカ」と呼称する場合には、位置合わせ用マーカ、橋渡しマーカの両方を含むものとする。
- [0044] なお、以下の実施形態では、位置合わせ指標として、人工的に配置したマーカを用いて説明するが、もともと現実世界に存在する自然特徴を指標を用いても構わない。一方、橋渡しマーカは、マーカキャリブレーションのためにユーザが人工的に配置する指標であるので、人工的に配置された指標である。
- [0045] 図2A～2Cは、現実空間中に配される様々なマーカを示す図である。図2Aは点指標を示しており、各指標は、現実空間を撮像したことにより得られる画像において識別、検出できるように、それぞれ異なる色を有していると共に、全て円形状を有している。また、画像における点マーカの位置としては、画像における点マーカの領域の重心位置を用いる。
- [0046] 図2B、2Cはそれぞれ多角形の指標を示すものであり、図2Bは三角形のマーカ、図2Cは四角形のマーカを示す。多角形指標は画像上で容易に検出可能なように色枠で囲まれているので、枠内部を指標であるとする。さらに多角形内部にはそれぞれ異なるパターンが埋め込まれており、例えば内部をテンプレートマッチングすることなどによりそれぞれの指標内部に配されたマーカ固有のパターンを特定することができるので、これにより、それぞれのマーカを識別することができる。
- [0047] 本実施形態では位置合わせ用マーカ、橋渡しマーカの何れにどのようなマーカを用いても良いのであるが、位置合わせ用マーカとして用いるマーカ、橋渡しマーカとして用いるマーカを決めると、それぞれのマーカについての情報を後述するコンピュータ内に登録しておく必要がある。
- [0048] ここで更に、橋渡しマーカについて説明する。橋渡しマーカは、一方の画像における位置合わせ用マーカと、他方の画像における位置合わせ用マーカとの配置関係を求めるために、現実空間中に配されるものであり、その機能は換言すると、一方の画

像における位置合わせ用マーカが属する座標系Aと、他方の画像における位置合わせ用マーカが属する座標系Bとの位置姿勢関係を求めるためのものである。この機能を実現するためには、橋渡しマーカの座標系Aにおける位置姿勢、座標系Bにおける位置姿勢を算出することが必要となる。ここで、同一直線上に並ばない識別可能な3点が与えられるマーカ(例えばそれぞれの頂点が識別できる三角形指標)であれば、位置姿勢は求めることができる。

[0049] また、「座標系A、及び座標系Bの双方において既知である平面上に、橋渡しマーカが存在する」という条件が与えられている場合には、橋渡しマーカは識別可能な2点のみの指標であっても、座標系Aにおける位置姿勢および、座標系Bにおける位置姿勢が算出可能である。よって、橋渡しマーカは識別可能な特徴点を2つ有する形状であってもよい。本実施形態では、特別な拘束条件がなくても橋渡しマーカとして利用できるように、向きが識別できる三角形指標を橋渡しマーカとして用いる。

[0050] 図3は、本実施形態に係るシステムの機能構成を示す図である。

[0051] 撮影部310は、現実空間の画像を撮像するカメラとして機能するものである。なお、撮影部310は、現実空間の静止画像を複数回に分けて撮像するタイプのものであっても良いし、現実空間の動画画像を撮像するタイプのものであっても良い。

[0052] 撮影位置姿勢計測部330は、撮影部310に取り付けられ、撮影部310の位置姿勢を計測し、計測結果を指標検出同定部340に出力する。例えば撮影位置姿勢計測部330が磁気センサである場合には、磁気の発信源の位置を原点とし、この原点で互いに直交する3軸をそれぞれx、y、z軸とする座標系(センサ座標系)における自身の位置姿勢を計測する。なお、撮影位置姿勢計測部330に適用可能なセンサは磁気センサに限定されず、例えば光センサなど他の方式のセンサを適用することも可能である。さらには、6自由度を計測するセンサではなく、姿勢のみの3自由度を計測するジャイロなどを適用することも可能である。

[0053] 撮影映像取り込み部320は、撮影部310が撮像した画像を取り込み、指標検出同定部340に出力する。

[0054] 指標検出同定部340は、撮影映像取り込み部320から受けた画像に含まれているそれぞれのマーカ(位置合わせ用マーカ、橋渡しマーカを含む)の画像座標値を検

出する処理を行うと共に、それぞれのマーカを一意に識別する処理を行う。マーカの識別は、指標情報管理部370に登録されている各マーカに固有の情報を用いて行う。そして、識別したマーカiの識別子、マーカiの画像上における画像座標値、この画像固有の識別子(例えばフレーム番号)、そして撮影位置姿勢計測部330から受けた撮影部310の位置姿勢情報をセットにして、マーカキャリブレーション部360に出力する。そしてこのような処理を撮影映像取り込み部320から受けた画像毎に行う。

- [0055] マーカキャリブレーション部360は、現実空間中に配されたそれぞれの位置合わせ用マーカの配置情報(配置位置または配置位置姿勢)を求める処理を行う。そして位置合わせ用マーカiの配置情報を求めると、求めた配置情報と、この位置合わせ用マーカiを識別するための識別子をセットにして指標情報管理部370に登録する。
- [0056] マーカキャリブレーション部360は、位置合わせ用マーカの配置情報を求めるために、位置合わせ用マーカおよび橋渡しマーカの双方を利用して、例えば、バンドル調整法などを使用してマーカの配置情報を算出する。すなわち、位置合わせ用マーカと橋渡しマーカとを特に区別することなく利用することで、位置合わせ用マーカiのは位置情報を算出する。
- [0057] 操作入力部350は、撮影位置姿勢計測部330、撮影映像取り込み部320指標検出同定部340に対する動作指示を入力するものであり、撮影位置姿勢計測部330、撮影映像取り込み部320、指標検出同定部340は操作入力部350からの動作指示を受けると動作する。
- [0058] 指標情報管理部370には、上述のように、各マーカを識別するための情報(各マーカについて、マーカに固有の識別子、マーカの形状、マーカ内部の特徴(枠内に記載された文字、記号等)、マーカの種類情報(位置合わせマーカ、橋渡しマーカ))が登録されている。そして、マーカキャリブレーション部360から出力された位置合わせ用マーカの配置情報と、この位置合わせ用マーカを識別するための識別子とのセットが登録される。
- [0059] 指標情報設定部390は、マーカキャリブレーション部360によって更新された指標情報から、マーカの種類情報を用いて橋渡しマーカの情報を削除し、MRやARにお

ける位置合わせに必要な指標情報を生成し、設定する。橋渡しマークは、マークキャリブレーション時は配置されるが、MRやARを体験する際は削除される。したがって、MRやAR実行時の位置合わせ処理では橋渡しマークの情報は不必要である。本実施形によれば、指標情報設定部390において橋渡しマークの情報を自動的に削除することができるので、ユーザの負荷を軽減することができる。

- [0060] 表示オブジェクト生成・表示部380は、マークキャリブレーション部360が指標情報管理部370に登録したセットのデータおよび孤立点マークチェック結果を表示する。表示形態については特に限定するものではない。
- [0061] 図6は、上記操作入力部350、映像取り込み部320、指標検出同定部340、マークキャリブレーション部360、指標情報管理部370、表示オブジェクト生成・表示部380のそれぞれの機能を有するコンピュータの基本構成を示すブロック図である。
- [0062] 601はCPUで、RAM602やROM603に格納されているプログラムやデータを用いて本コンピュータ全体の制御を行うと共に、コンピュータが行う後述の各処理を実行する。
- [0063] 602はRAMで、外部記憶装置606からロードされたプログラムやデータを一時的に記憶する為のエリアを備えると共に、CPU601が各処理を実行する際に用いるワークエリアを備える。
- [0064] 603はROMで、本コンピュータの設定データや、ブートプログラムなどを格納する。
- [0065] 604は操作部で、キーボードやマウスなどにより構成されており、本コンピュータの操作者が操作することで各種の指示をCPU601に対して入力することができる。
- [0066] 605は表示部で、CRTや液晶画面などにより構成されており、CPU601による処理結果を画像や文字などでもって表示することができる。
- [0067] 606は外部記憶装置で、ハードディスクドライブ装置などの大容量情報記憶装置として機能するものであり、ここにOS(オペレーティングシステム)や、CPU601に本コンピュータが行う後述の各処理を実行させるためのプログラムやデータ等が保存されており、これらの一部若しくは全部はCPU601による制御に従ってRAM602にロードされ、CPU601による処理対象となる。

- [0068] 607はI/Fで、ここに上記撮影部310や撮影位置姿勢計測部330を接続することができ、撮影部310が撮影した画像、撮影位置姿勢計測部330が計測した撮影部310の位置姿勢情報はこのI/F607を介して本コンピュータに入力される。
- [0069] 608は上述の各部を繋ぐバスである。
- [0070] 次に、現実空間中に配されたそれぞれの位置合わせ用マーカの配置位置姿勢を求める為の作業について、この作業のフローチャートを示す図7を用いて以下説明する。同図のフローチャートにおいて、ステップS701における処理は上記構成を有するコンピュータが行うのであるが、それ以外のステップにおける処理(作業)は、人が行うものである。
- [0071] 先ず、マーカキャリブレーション処理(図4のステップS410～ステップS450の処理に対応する)を上記コンピュータによって行う(ステップS701)。
- [0072] そしてステップS701のマーカキャリブレーション結果、孤立点(孤立マーカ)となっている位置合わせ用マーカが残っているか否かをチェックする(ステップS702)。さらに、チェック結果を表示する。具体的には、登録したセットデータの表示において、孤立点マーカを区別するような表示(色づけ、マーカ付け)を行う。ユーザは、この表示を確認することにより、孤立マーカを簡単に把握することができる。
- [0073] ここで、橋渡しマーカは孤立マーカであるかどうかの判断の対象にはしない。その理由は、橋渡しマーカは位置合わせ用マーカの配置情報を算出するために補助的に利用されるものであり、AR体験時には利用しない指標であることから、孤立マーカであっても問題ないためである。
- [0074] 孤立マーカとは、座標系を共通化できていない位置合わせ用マーカである。例えば、図1の場合は、マーカキャリブレーションにおいて、マーカ101aおよびマーカ101bが第1の座標系で定義され、マーカ102aおよびマーカ102bが第2の座標系で定義される。この場合、第1の座標系と第2の座標系は独立した座標系となるので、第1の座標系を基準として考えた場合、第2の座標系で定義されているマーカ102aおよびマーカ102bは孤立マーカと判断される。これに対して、図5に示される場合は、マーカ101a、マーカ101b、マーカ102a、マーカ102bおよびマーカ505が同一の座標系で定義される。よって、図5に示される場合は、孤立マーカは無しと判断される。

- [0075] 位置合わせ用マーカにおいて、孤立マーカとなるものが残っている場合には、現実空間の画像の枚数が少ない、又は橋渡しマーカが不足していることが原因であるので、孤立マーカが孤立していないマーカと結びつけられるように、橋渡しマーカをす（ステップS703）。そしてステップS701以降の作業を繰り返す。
- [0076] 一方、孤立点となるものが残っていない場合には、ステップS703で配した橋渡しマーカを排除する（ステップS704）。
- [0077] このように、マーカキャリブレーションを行うときにのみ橋渡しマーカを配し、マーカキャリブレーションが終わると橋渡しマーカは排除する。
- [0078] 次に、上記構成を有するコンピュータが行うステップS701における処理、即ち、現実空間中に配されたそれぞれの位置合わせ用マーカの配置位置姿勢を求める処理について、同処理のフローチャートを示す図4を用いて説明する。なお、同図のフローチャートに従った処理をCPU601に実行させるためのプログラムやデータは外部記憶装置606に保存されており、これをCPU601の制御に従ってRAM602にロードし、CPU601がこれを用いて処理を実行することで、本コンピュータは以下説明する各処理を実行することになる。
- [0079] 先ず、現実空間中に配した各マーカに関する情報を外部記憶装置606に登録する（ステップS410）。登録方法については例えば表示部380の表示画面上に、現実空間中に配した各マーカに関する情報を登録するためのGUIを表示し、操作者が操作部604を操作してGUIを介して各マーカに関する情報を入力する。そして操作者の操作により操作部604から入力完了の指示が入力されると、ステップS410でCPU601はこれを検知し、GUIを介して入力された各マーカに関する情報を外部記憶装置606に登録する。
- [0080] ここで、各マーカに関する情報としては、マーカに固有の識別子（例えばID）、マーカの形状、マーカ内部の特徴（枠内に記載された文字、記号等）、マーカの種類情報（位置合わせマーカ、橋渡しマーカ）があり、これらのセットを、現実空間中に配された各マーカについて外部記憶装置606に登録する。
- [0081] 図4に戻って次に、操作部604からの動作指示入力を受け付け（ステップS420）、現実空間を撮像する旨の指示を検知した場合には処理をステップS430に進め、撮

影部310から入力される画像を一端RAM602に格納し(ステップS430)、この画像に含まれている各マーカを識別すると共に、各マーカの画像における座標位置を特定する処理を行う(ステップS440)。

- [0082] なお、マーカの識別結果(識別したマーカの識別子)、このマーカの画像座標値、そして撮影位置姿勢計測部330から取得される撮影部310の(おおよその)位置姿勢情報は、対応づけられて検出情報として外部記憶装置606に登録される(ステップS445)。これにより、ステップS430で取得した画像に含まれるそれぞれのマーカについて検出情報を外部記憶装置606に登録することができる。
- [0083] そして処理をステップS420に戻し、次の動作指示を待つ。一方、ステップS420において現実空間の撮影を終了し、以下説明するマーカキャリブレーションを行う旨の動作指示が操作部604を介して入力されたことをCPU601が検知した場合には処理をステップS450に進め、現実空間中に配されたそれぞれの位置合わせ用マーカの配置情報を求める。所謂以下説明するマーカキャリブレーション処理を行う(ステップS450)。
- [0084] この処理を行うためには、撮影位置姿勢計測部330から取得された撮影部310の(おおよその)位置姿勢情報を用いる。この「位置姿勢」は、世界座標系(現実空間中の1点を原点とし、この原点でもって互いに直交する3軸をそれぞれx、y、zとする座標系)におけるものでも良いし、その計算内容に応じて適宜どのような座標系に変換しても良い。
- [0085] マーカキャリブレーション処理では得られたそれぞれのマーカの識別結果(識別したマーカの識別子)、画像座標値、この画像の撮影時における撮像装置の位置姿勢情報のセットを用いて、例えばバンドル調整によって、このそれぞれのマーカの配置位置姿勢を求める処理が行われ、結果が指標情報管理部470に送られる。
- [0086] 図5は、位置合わせ用マーカに加えて橋渡しマーカを配した現実空間を2つの位置姿勢から撮像する場合に、2つの撮像画像内に同一の橋渡しマーカが撮影されている様子を示す図である。なお、同図において図1と同じ部分については同じ番号を付けており、その説明は省略する。
- [0087] 同図に示す如く、カメラ101とカメラ102とはそれぞれ橋渡しマーカ505を共有して

撮像画像501, 502を得る。なお、カメラ101とカメラ102は異なるカメラを用いても撮影しても構わない。

[0088] そしてこのような処理によって得られたそれぞれのマーカの識別子とマーカの配置位置姿勢とをセットにして外部記憶装置606に登録する処理を行う。

[0089] このようにして、現実空間中に配された位置合わせ用マーカの配置位置姿勢を求めることができる。

[0090] 以上の説明により、本実施形態によって、位置合わせ用マーカの配置位置姿勢を求める際に、位置合わせ用マーカの数が少なく、疎である場合には、このような橋渡しマーカを配置することで、位置合わせ用マーカの配置位置を算出することができる。なお、橋渡しマーカは、位置合わせ用マーカの配置を算出するときだけに配置／投影され、MR体験時には排除されるため、景観をそこなうという問題も起こらない。

[0091] 本実施形態では、位置合わせ用マーカと橋渡し用マーカとを区別するために、指標情報としてマーカの種類情報を用いた。しかしながら、他の方法を用いて位置合わせ用マーカと橋渡し用マーカとを区別しても構わない。例えば、橋渡し用マーカに対して、位置合わせ用マーカとは異なる特有の形状のマーカを使用しても構わない。また、位置合わせ用マーカおよび橋渡しマーカの双方を同じ形状のマーカ(例えば三角形マーカ)で定義し、双方の区別をIDで行なうようにすることも可能である。このように、コンピュータ内に位置合わせ用マーカと橋渡しマーカを区別して登録できる実施形態であればどのような形態であつてもよい。

[0092] [変形例1]

本変形例では、第1の実施形態の変形例として、第1の実施形態とは異なる方法でもって、マーカキャリブレーション処理を行う例を説明する。即ち、本実施形態に係るマーカキャリブレーション処理では先ず、任意の1つの画像(以下、この画像を基準画像と呼称する)に含まれているそれぞれのマーカの画像座標値を用いて例えば上記バンドル調整によって、このそれぞれのマーカの配置位置姿勢(および画像撮影時の撮影部310の位置姿勢)を求める処理を行う。

[0093] ここで配置位置姿勢を求めた位置合わせ用マーカの1つを以下、「第1の位置合わせ用マーカ」と呼称する。また、基準画像内には橋渡しマーカも含まれているので、こ

の橋渡しマーカの配置位置姿勢も当然求まっている。ここで、基準画像に含まれている橋渡しマーカを以下「基準橋渡しマーカ」と呼称する。また、第1の位置合わせ用マーカの配置位置姿勢と基準画像から求めた基準橋渡しマーカの配置位置姿勢との配置位置関係をT1とする。

[0094] 次に、この基準橋渡しマーカを含む他の画像（以下、別画像と呼称）に含まれているそれぞれの位置合わせ用マーカの配置位置姿勢を求める場合には以下の処理を行う。まず、他画像に含まれているそれぞれのマーカの画像座標値を用いて例えば上記バンドル調整によって、このそれぞれのマーカの配置位置姿勢を求める。しかし、求めた配置位置姿勢は、この他画像内に含まれているマーカが従った座標系によるものである。本実施形態では全ての位置合わせ用マーカの配置位置姿勢を、上記第1の位置合わせ用マーカが属する座標系（以下、基準座標系）に従ったものに統一する。

[0095] よってこの場合、別画像から求めた位置合わせ用マーカの配置位置姿勢と、他画像における基準橋渡しマーカとの配置位置姿勢関係に上記T1を示す行列の逆変換行列でもって補正すればよい。これにより、別画像から求めた位置合わせ用マーカの配置位置姿勢は、上記基準座標系に従ったものとなり、これにより、別画像から求めた位置合わせ用マーカと第1の位置合わせ用マーカとの配置位置姿勢関係を求めることができる。

[0096] そして、このような処理を各画像について行うことで、上記第1の位置合わせ用マーカの属する座標系における、それぞれの位置合わせ用マーカの配置位置姿勢を求めることができる。

[0097] よって、このような処理を行うためには、それぞれの撮像画像は、ある画像に含まれている1以上の橋渡しマーカのうち1以上は必ず何れかの画像に含まれているように撮像する必要がある。

[0098] [その他の実施形態]

また、本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記録媒体（または記憶媒体）を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記録媒体に格納

されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。この場合、記録媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記録した記録媒体は本発明を構成することになる。

[0099] また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティングシステム(OS)などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

[0100] さらに、記録媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張カードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張カードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

[0101] 本発明を上記記録媒体に適用する場合、その記録媒体には、先に説明したフローチャートに対応するプログラムコードが格納されることになる。

[0102] 本発明は上記の実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために、以下の請求項を添付する。

[0103] 本願は、2005年2月2日提出の日本国特許出願特願2005-026879を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てを、ここに援用する。

請求の範囲

- [1] 移動可能な撮像装置により現実空間内の複数の指標を撮像することによって、指標間の相対的配置関係を計測する方法において、現実空間内のある第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群とが、相対的な配置関係を計測できるに足る条件で撮像できない配置または条件にある場合であっても、第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群との間の相対的な配置関係を計測する指標配置計測方法であって、

前記第1指標／指標群の一部または全部と一時的に現実空間内に配置された3次元空間における位置および姿勢が定義可能な補助指標との双方が同時に映るように撮像する第1の撮像工程と、

前記第2指標／指標群の一部または全部と前記補助指標との双方が同時に映るように撮像する第2の撮像工程と、

前記第1の撮像工程を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像および、前記第2の撮像工程を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第1指標／指標群と補助指標と前記第2指標／指標群との相対的な配置関係を算出する配置算出工程と

を備えることを特徴とする指標配置計測方法。

- [2] 移動可能な撮像装置により現実空間内の複数の指標を撮像することによって、指標間の相対的配置関係を計測する方法において、現実空間内のある第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群とが、相対的な配置関係を計測できるに足る条件で撮像できない配置または条件にある場合であっても、第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群との間の相対的な配置関係を計測する指標配置計測方法であって、

前記第1指標／指標群の一部または全部と一時的に現実空間内に配置された3次元空間における位置および姿勢が定義可能な補助指標との双方が同時に映るように撮像する第1の撮像工程と、

第1の撮像工程を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、第1指標／指標群と補助指標との相対的な配置関係を算出する第1の配置算出工程と、

前記第2指標／指標群の一部または全部と前記補助指標との双方が同時に映るように撮像する第2の撮像工程と、

前記第2の撮像工程を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第2指標／指標群と前記補助指標との相対的な配置関係を算出する第2の配置算出工程と、

前記第1の配置算出工程と前記第2の配置算出工程の結果から、前記第1指標／指標群と前記第2指標／指標群との相対的な配置関係を算出する第2の配置算出工程と

を備えることを特徴とする指標配置計測方法。

- [3] 前記補助指標の視覚的特徴は予め定められたものであることを特徴とする請求項1に記載の指標配置計測方法。
- [4] 前記補助指標は、前記現実空間に配されたそれぞれの指標の配置関係を求めた後は除去されるものであることを特徴とする請求項1に記載の指標配置計測方法。
- [5] 前記補助指標は、物理的に配置、もしくは現実空間内のある表面に対して投影機により投影することによって光学的に配置された補助マーカであることを特徴とする請求項1に記載の指標配置計測方法。
- [6] 移動可能な撮像装置の位置および／または姿勢を、現実空間に存在する指標を基に推定する位置姿勢推定方法であって、

第1指標／指標群の一部または全部と、一時的に現実空間内に配置された3次元空間における位置および姿勢が定義可能な補助指標と、の双方が同時に映るように撮像する第1の撮像工程と、

第1の撮像工程を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第1指標／指標群と補助指標との相対的な配置関係を算出する第1の配置算出工程と、

第2指標／指標群の一部または全部と前記補助指標との双方が同時に映るように

撮像する第2の撮像工程と、

前記第2の撮像工程を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第2指標／指標群と前記補助指標との相対的な配置関係を算出する第2の配置算出工程と、

第1の配置算出工程と第2の配置算出工程の結果から、前記第1指標／指標群と前記第2指標／指標群との相対的な配置関係を算出する第2の配置算出工程と、

前記補助指標を利用せず、前記第1指標／指標群と前記第2指標／指標群の配置を利用して、前記撮像装置の位置姿勢を推定する撮像装置位置姿勢推定工程とを備えることを特徴とする位置姿勢推定方法。

- [7] 移動可能な撮像装置により現実空間内の複数の指標を撮像することによって、指標間の相対的な配置関係を計測する方法において、現実空間内のある第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群とが、相対的な配置関係を計測できるに足る条件で撮像できない配置または条件にある場合であっても、第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群との間の相対的な配置関係を計測する指標配置計測装置であって、

前記第1指標／指標群の一部または全部と一時的に現実空間内に配置された3次元空間における位置および姿勢が定義可能な補助指標との双方が同時に映るように撮像する第1の撮像手段と、

前記第2指標／指標群の一部または全部と前記補助指標との双方が同時に映るように撮像する第2の撮像手段と、

前記第1の撮像手段による撮像を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像および、前記第2の撮像手段による撮像を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第1指標／指標群と補助指標と前記第2指標／指標群との相対的な配置関係を算出する配置算出手段と

を備えることを特徴とする指標配置計測装置。

- [8] 移動可能な撮像装置により現実空間内の複数の指標を撮像することによって、指標間の相対的な配置関係を計測する方法において、現実空間内のある第1の領域に

存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群とが、相対的な配置関係を計測できるに足る条件で撮像できない配置または条件にある場合であっても、第1の領域に存在する第1指標もしくは指標群と、第2の領域に存在する第2指標もしくは指標群との間の相対的な配置関係を計測する指標配置計測装置であって、

前記第1指標／指標群の一部または全部と一時的に現実空間内に配置された3次元空間における位置および姿勢が定義可能な補助指標との双方が同時に映るように撮像する第1の撮像手段と、

第1の撮像手段による撮像を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、第1指標／指標群と補助指標との相対的な配置関係を算出する第1の配置算出手段と、

前記第2指標／指標群の一部または全部と前記補助指標との双方が同時に映るように撮像する第2の撮像手段と、

前記第2の撮像手段による撮像を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第2指標／指標群と前記補助指標との相対的な配置関係を算出する第2の配置算出手段と、

前記第1の配置算出手段と前記第2の配置算出手段の結果から、前記第1指標／指標群と前記第2指標／指標群との相対的な配置関係を算出する第2の配置算出手段と

を備えることを特徴とする指標配置計測装置。

- [9] 移動可能な撮像装置の位置および／または姿勢を、現実空間に存在する指標を基に推定する位置姿勢推定装置であって、

第1指標／指標群の一部または全部と、一時的に現実空間内に配置された3次元空間における位置および姿勢が定義可能な補助指標と、の双方が同時に映るように撮像する第1の撮像手段と、

第1の撮像手段による撮像を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第1指標／指標群と補助指標との相対的な配置関係を算出する第1の配置算出手段と、

第2指標／指標群の一部または全部と前記補助指標との双方が同時に映るように撮像する第2の撮像手段と、

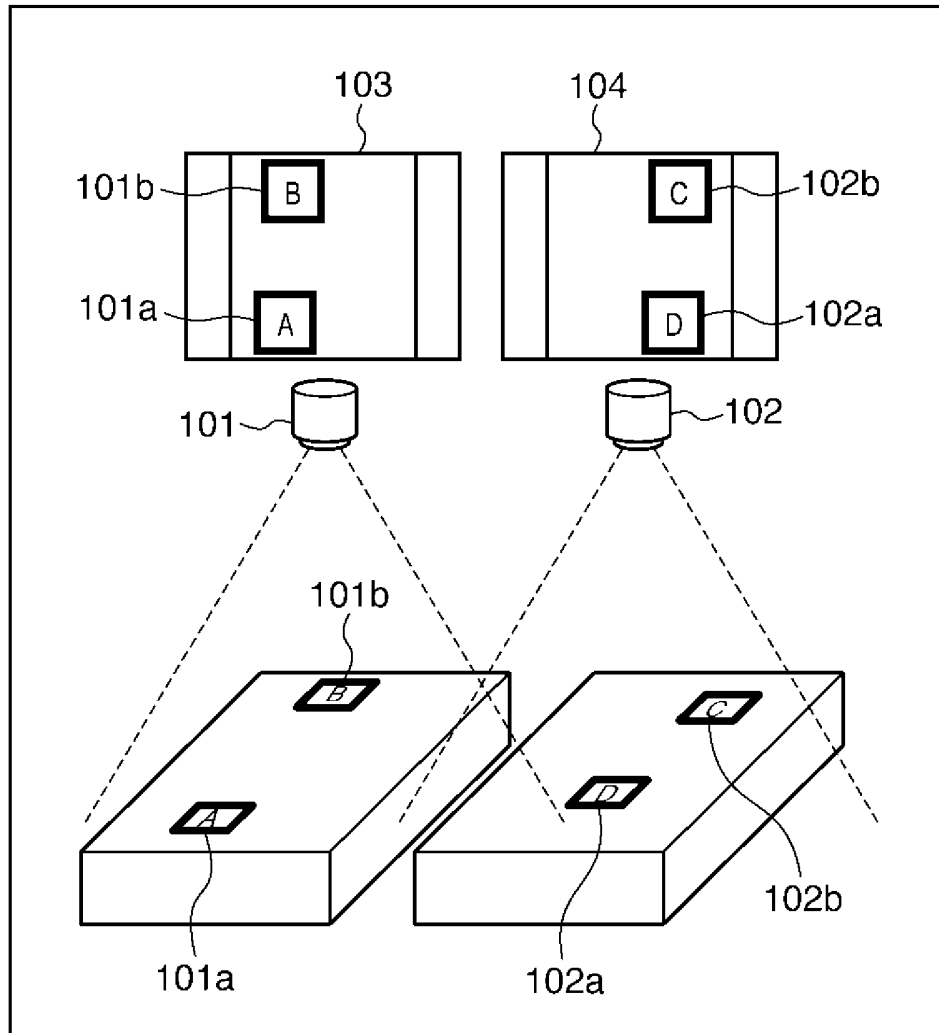
前記第2の撮像手段による撮像を1回もしくは複数回繰り返して得られる一枚もしくは複数枚の画像から、前記第2指標／指標群と前記補助指標との相対的な配置関係を算出する第2の配置算出手段と、

第1の配置算出手段と第2の配置算出手段の結果から、前記第1指標／指標群と前記第2指標／指標群との相対的配置関係を算出する第2の配置算出手段と、

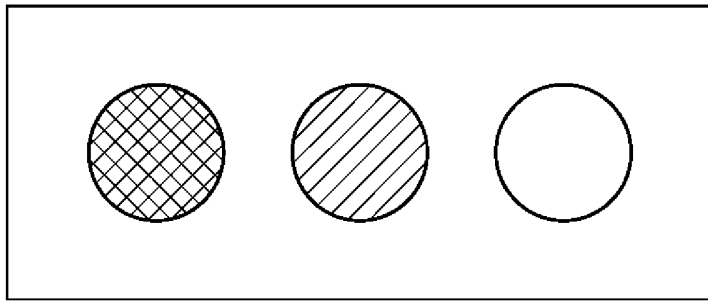
前記補助指標を利用せず、前記第1指標／指標群と前記第2指標／指標群の配置を利用して、前記撮像装置の位置姿勢を推定する撮像装置位置姿勢推定手段とを備えることを特徴とする位置姿勢推定装置。

- [10] コンピュータに請求項1に記載の指標配置計測方法を実行させることを特徴とするプログラム。
- [11] コンピュータに請求項6に記載の位置姿勢推定方法を実行させることを特徴とするプログラム。
- [12] 請求項10に記載のプログラムを格納したことを特徴とする、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

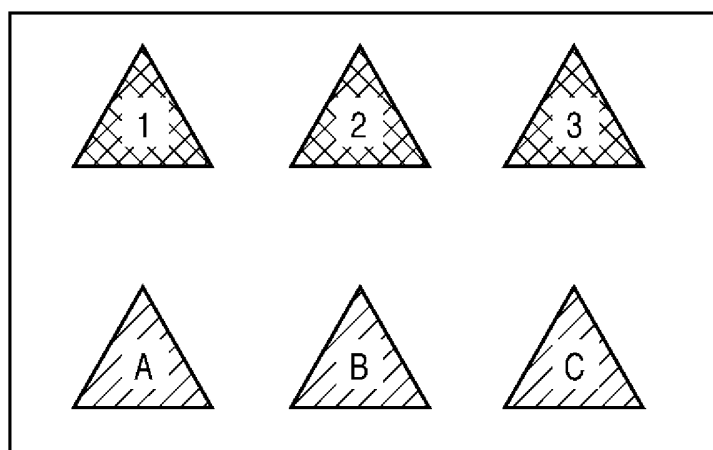
[図1]



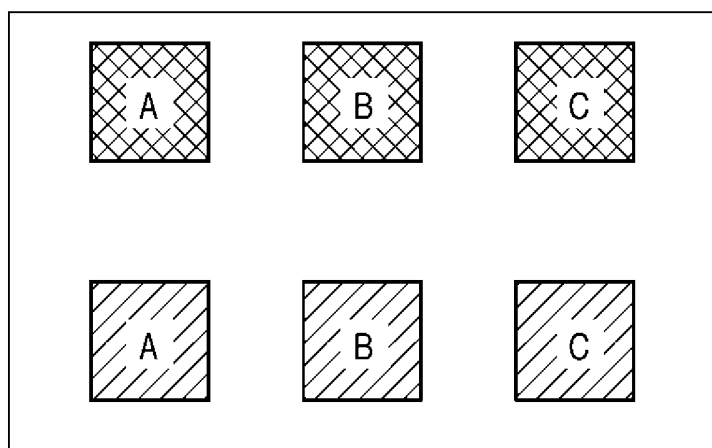
[図2A]



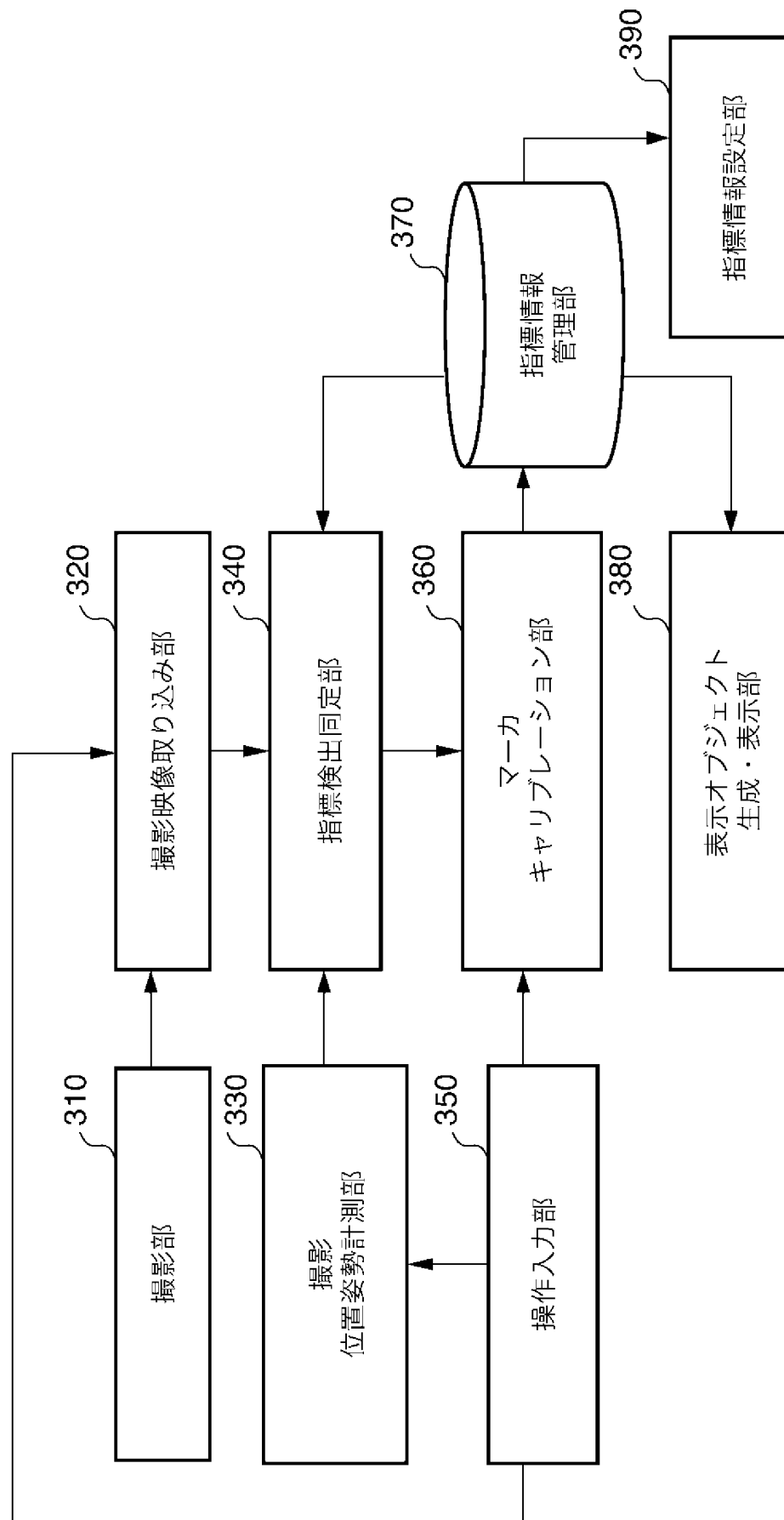
[図2B]



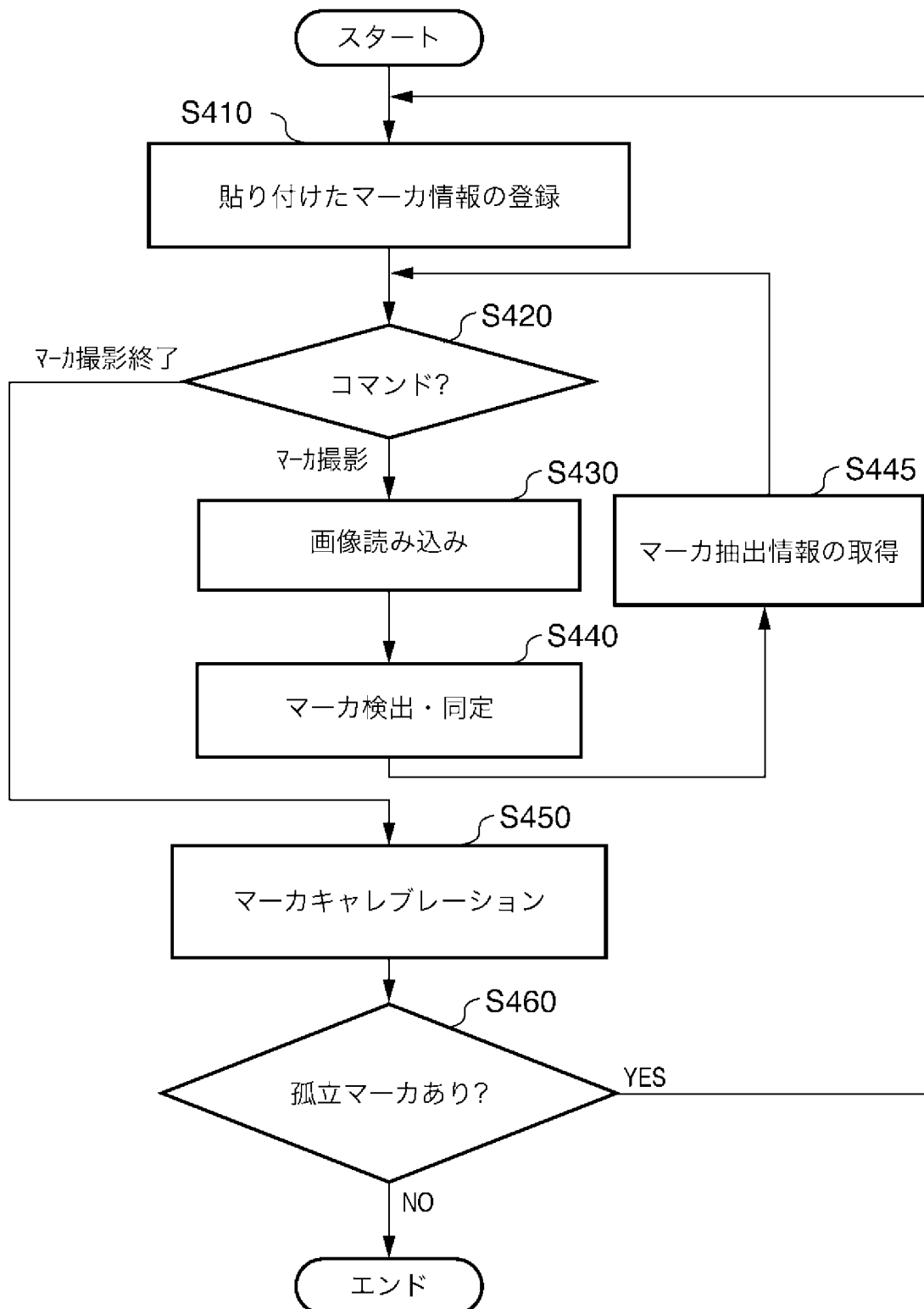
[図2C]



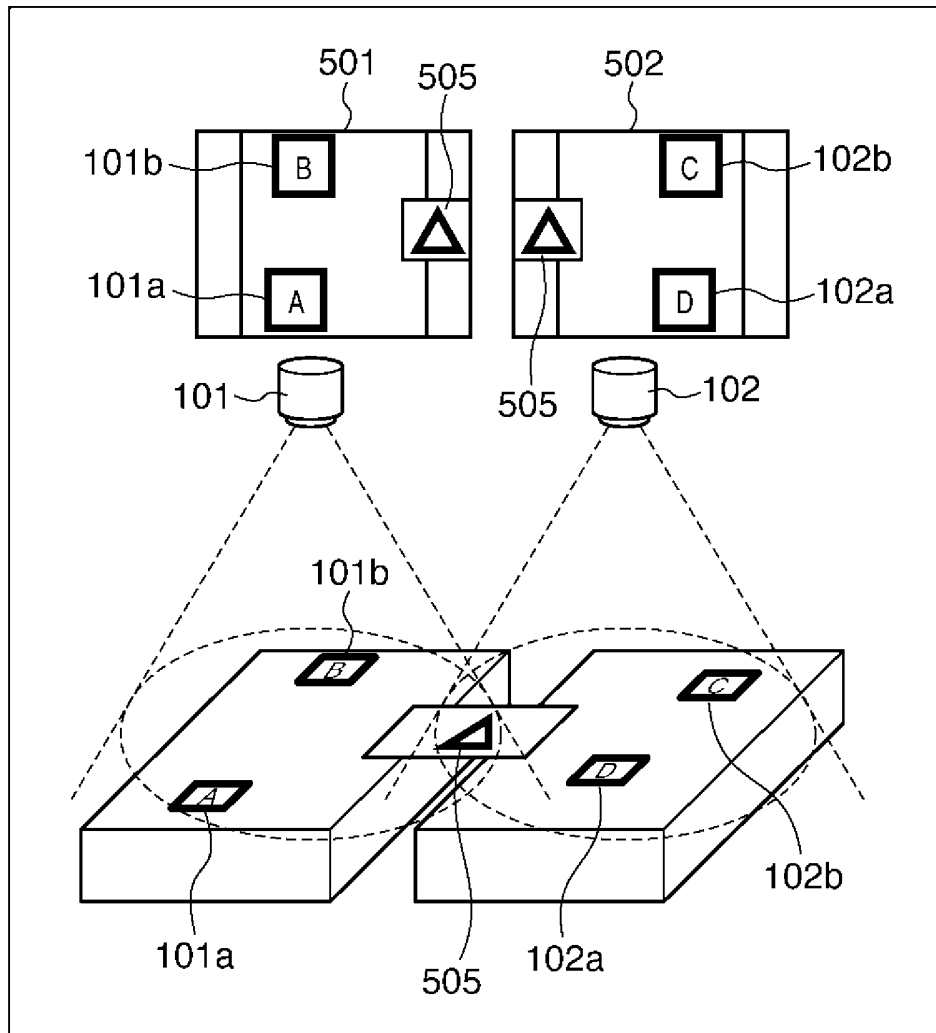
[図3]



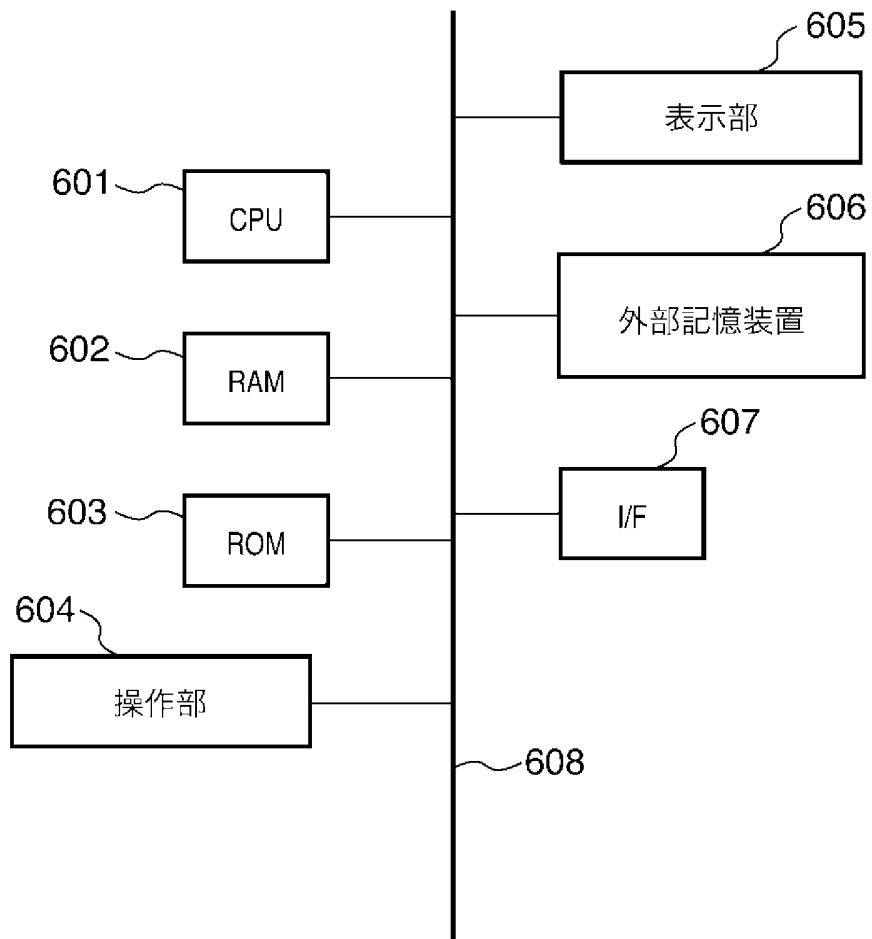
[図4]



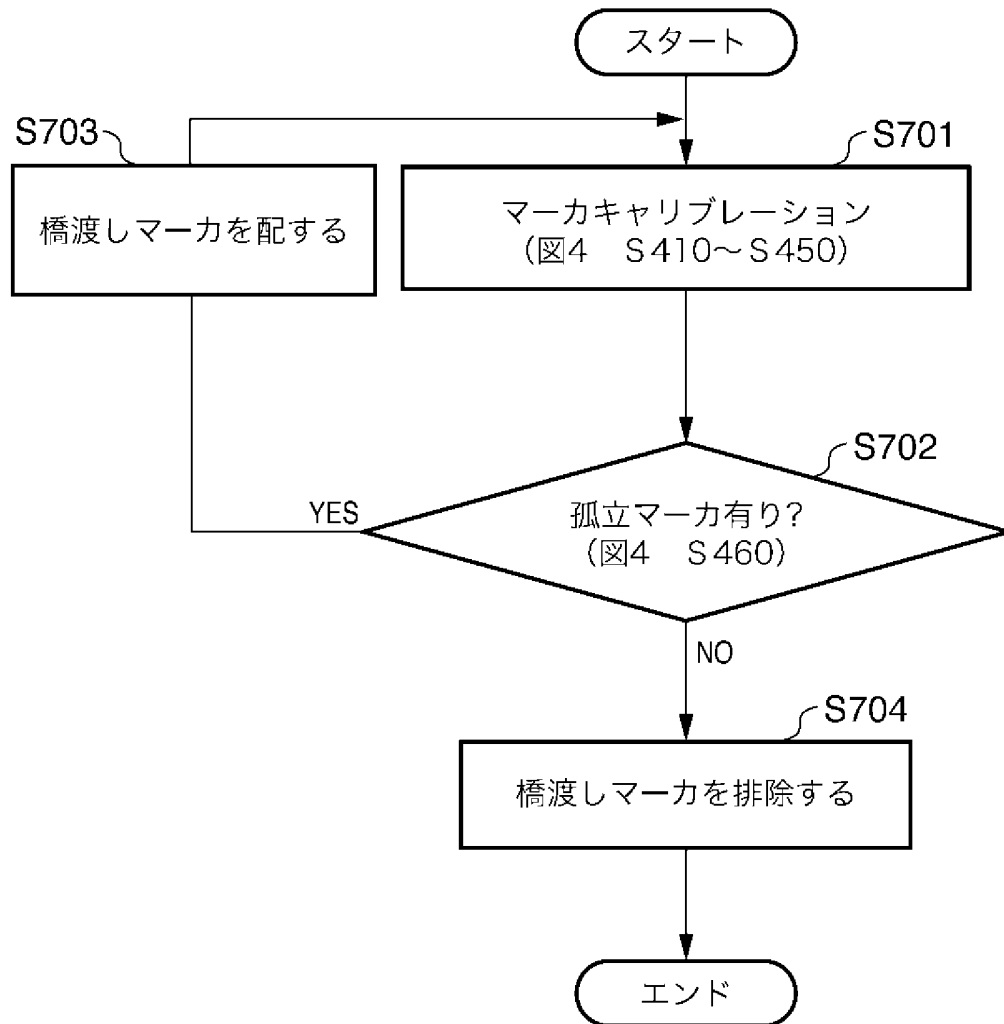
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/301620

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/00(2006.01), G01B11/26(2006.01), G06T1/00(2006.01)

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)

G01B11/00-11/30(2006.01), G06T1/00-1/40(2006.01), G06T3/00-5/50(2006.01), G06T9/00-9/40(2006.01), H04N5/222-257(2006.01)

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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 2002-156229 A (Kajima Corp.), 31 May, 2002 (31.05.02), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-12
A	JP 2004-342067 A (3D Media Co., Ltd.), 02 December, 2004 (02.12.04), Full text; Figs. 1 to 14 & WO 2004/079653 A1	1-12
A	JP 2002-71313 A (Toshiba Corp.), 08 March, 2002 (08.03.02), Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	3

☒ 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
18 April, 2006 (18.04.06)

Date of mailing of the international search report
25 April, 2006 (25.04.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/301620

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 2000-41173 A (Kabushiki Kaisha MR System Kenkyusho), 08 February, 2000 (08.02.00), Full text; Figs. 1 to 15 (Family: none)	6, 9, 11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01B11/00 (2006. 01), G01B11/26 (2006. 01), G06T1/00 (2006. 01)

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. G01B11/00-11/30 (2006. 01), G06T1/00-1/40 (2006. 01), G06T3/00-5/50 (2006. 01), G06T9/00-9/40 (2006. 01), H04N5/222-257 (2006. 01)

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 6 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 請求の範囲の番号
A	J P 2 0 0 2 - 1 5 6 2 2 9 A (鹿島建設株式会社) 2 0 0 2 . 0 5 . 3 1 , 全文, 図 1 - 8 (ファミリーなし)	1 - 1 2
A	J P 2 0 0 4 - 3 4 2 0 6 7 A (株式会社三次元メディア) 2 0 0 4 . 1 2 . 0 2 , 全文, 図 1 - 1 4 & W O 2 0 0 4 / 0 7 9 6 5 3 A 1	1 - 1 2
A	J P 2 0 0 2 - 7 1 3 1 3 A (株式会社東芝) 2 0 0 2 . 0 3 . 0 8 , 全文, 図 1 - 1 1 (ファミリーなし)	3

☒ 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

1 8 . 0 4 . 2 0 0 6

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 4 . 2 0 0 6

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

岡田 卓弥

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 6

2 S

3 7 1 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 請求の範囲の番号
A	J P 2000-41173 A (株式会社エム・アール・システム研究所) 2000.02.08, 全文, 図1-15 (ファミリーなし)	6, 9, 11