

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 5 月 15 日 (15.05.2003)

PCT

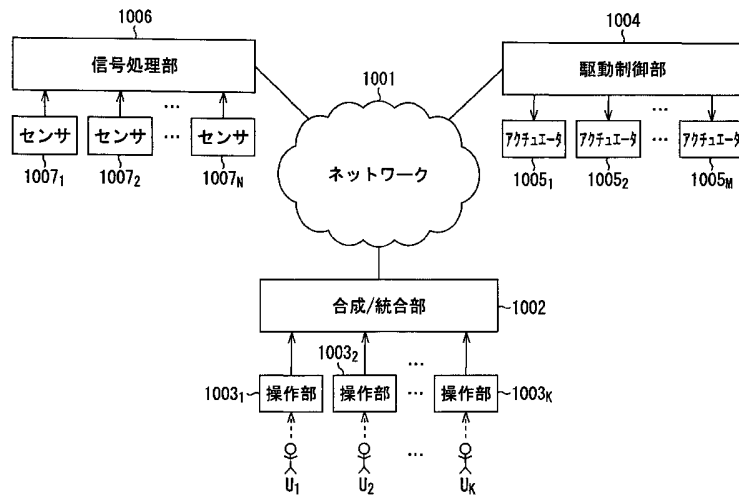
(10) 国際公開番号
WO 03/040940 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G06F 15/16, B25J 3/00, A61B 19/00, G05B 15/02
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/10979
- (22) 国際出願日: 2002 年 10 月 23 日 (23.10.2002)
- (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2001-343980 2001 年 11 月 9 日 (09.11.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 近藤 哲二郎 (KONDO, Tetsujiro) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 稲本 義雄 (INAMOTO, Yoshio); 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 7 丁目 1 1 番 1 8 号 7 1 1 ビルディング 4 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION PROCESSING SYSTEM AND INFORMATION PROCESSING APPARATUS

(54) 発明の名称: 情報処理システムおよび情報処理装置



1006...SIGNAL PROCESSING UNIT
1007₁...SENSOR
1007₂...SENSOR
1007_N...SENSOR
1001...NETWORK
1004...DRIVE CONTROL UNIT
1005₁...ACTUATOR

1005₂...ACTUATOR
1005_M...ACTUATOR
1002...SYNTHESIS/INTEGRATION UNIT
1003₁...OPERATION UNIT
1003₂...OPERATION UNIT
1003_K...OPERATION UNIT

(57) Abstract: A system is sophisticated as follows. Various signals are passed as are required between operation units 1003₁ to 1003_K, actuators 1005₁ to 1005_M, and sensors 1007₁ to 1007_N via a synthesis/integration unit 1002, a drive control unit 1004, a signal processing unit 1006, and a network 1001. In a SHARN (sensor, human, actuator, real, network) system, actuators 1005₁ to 1005_M and sensors 1007₁ to 1007_N cooperate to share the processing, thereby improving the function of each actuator 1005_m and each sensor 1007_n.

[続葉有]



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。

This invention can be applied, for example, to a manipulator.

(57) 要約:

システムを高機能化する。操作部1003₁乃至1003_K、アクチュエータ1005₁乃至1005_M、センサ1007₁乃至1007_Nそれぞれどうしの間で、合成／統合部1002、駆動制御部1004、および信号処理部1006を経由し、ネットワーク1001を介して、各種の信号が、必要に応じてやりとりされる。そして、SHARN (Sensor, Human, Actuator, Real, Network) システムでは、アクチュエータ1005₁乃至1005_Mやセンサ1007₁乃至1007_Nが協調して処理を分担することにより、各アクチュエータ1005_Mや各センサ1007_Nの機能が向上する。本発明は、例えば、マニピュレータなどに適用できる。

明細書

情報処理システムおよび情報処理装置

技術分野

- 5 本発明は、情報処理システムおよび情報処理装置に関し、特に、例えば、複数のユーザの操作に応じて作動する複数の作動手段、またはその複数の作動手段が作用する現実世界を検知する複数の検知手段が協調して処理を分担することにより、高機能な処理を行うことができるようにする情報処理システムおよび情報処理装置に関する。

10

背景技術

- 例えば、複数のプロセッサ（ここでは、何らかの処理を行う物であるとする）によれば、ある処理を、並列に分担して行うことにより、1つのプロセッサで処理を行う場合に比較して、単純には、処理速度を、その複数のプロセッサの個数倍にすることができる。
- 15

 ところで、1つのプロセッサだけで処理を行う場合であっても、また、複数のプロセッサで処理を分担して行う場合であっても、得られる処理結果は変わらない。さらに、複数のプロセッサで処理を分担して行う場合における各プロセッサの機能は、1つのプロセッサだけで処理を行う場合と変わらない。

- 20 即ち、従来においては、プロセッサがいくつ集まっても、全体としての処理速度が、プロセッサの数に応じて向上するだけであり、各プロセッサの機能は変化しない。

- ところで、人間が複数集まって作業を行う場合には、個人個人が互いに協力しあう（協調する）ことによって、各個人が、普段の能力を越える働きをすることが経験的に認められる。
- 25

 従って、プロセッサが複数集まった場合に、各プロセッサが協調して処理を分担すれば、各プロセッサの機能が高機能化し、全体としては、プロセッサの

個数倍を越える処理能力を発揮し、さらに、全体としての処理結果としても、付加価値をつけたものが得られると考えられる。

また、人間が複数集まって作業を行う場合には、同じような性格や、考え方、感性等の属性を有する人間が集まるよりも、異なる属性を有する人間が集まっ

5 た方が、互いの刺激が強く、より自己啓発が進むと考えられる。

従って、プロセッサについても、同一機能を有するプロセッサを複数集めるよりは、異なる機能を有するプロセッサを複数集めて、各プロセッサに協調して処理を分担させた方が、各プロセッサの機能がより高機能化すると考えられる。

10

発明の開示

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、多数が協調しながら処理を分担することにより、各個の機能を向上させることができるようになるものである。

15 本発明の情報処理システムは、複数のユーザの操作に応じて作動する複数の作動手段と、複数の作動手段が作用する現実世界を検知する複数の検知手段と、複数の作動手段と複数の検知手段との間で情報を送受信するための通信手段とを備え、通信手段により情報が送受信し、複数の作動手段と前記複数の検知手段とが協調して処理を分担することにより、複数の作動手段或いは複数の検出手段が単
20 体で動作するときよりも高機能化されることを特徴とする。

本発明の第1の情報処理方法は、複数のユーザの操作に応じて複数の作動手段が作動し、複数の検知手段が、複数の作動手段が作用する現実世界を検知し、複数の作動手段と複数の検知手段との間で情報を送受信し、複数の作動手段と複数の検知手段とが協調して処理を分担することにより、複数の作動手段或いは複数の
25 の検出手段が単体で動作するときよりも高機能化することを特徴とする。

本発明の第1のプログラムは、複数のユーザの操作に応じて複数の作動手段が作動し、複数の検知手段が、複数の作動手段が作用する現実世界を検知し、複数

の作動手段と複数の検知手段との間で情報を送受信し、複数の作動手段と複数の検知手段とが協調して処理を分担することにより、複数の作動手段或いは複数の検出手段が単体で動作するときよりも高機能化するようにコンピュータを制御することを特徴とする。

- 5 本発明の第1の記録媒体のプログラムは、複数のユーザの操作に応じて複数の作動手段が作動し、複数の検知手段が、複数の作動手段が作用する現実世界を検知し、複数の作動手段と複数の検知手段との間で情報を送受信し、複数の作動手段と複数の検知手段とが協調して処理を分担することにより、複数の作動手段或いは複数の検出手段が単体で動作するときよりも高機能化するようにコンピュータを制御することを特徴とする。

- 10 本発明の情報処理装置は、ユーザの操作に応じて作動する作動手段と、作動手段が作用する現実世界を検知する検知手段と、他の作動手段及び他の検知手段との間で情報を送受信するための通信手段とを備え、通信手段により他の作動手段及び他の検知手段と情報を送受信し、作動手段或いは前記検出手段が、他の作動手段及び他の検知手段と協調して処理を分担することにより、単体で動作するときよりも高機能化されることを特徴とする。

- 15 本発明の第2の情報処理方法は、複数のユーザの操作に応じて作動手段が作動し、作動手段が作用する現実世界を検知手段が検知し、他の作動手段及び他の検知手段との間で情報を送受信し、作動手段或いは検出手段は、他の作動手段及び他の検知手段と協調して処理を分担することにより、単体で動作するときよりも高機能化することを特徴とする。

- 20 本発明の第2のプログラムは、複数のユーザの操作に応じて作動手段が作動し、作動手段が作用する現実世界を検知手段が検知し、他の作動手段及び他の検知手段との間で情報を送受信し、作動手段或いは検出手段は、他の作動手段及び他の検知手段と協調して処理を分担することにより、単体で動作するときよりも高機能化するようにコンピュータを制御することを特徴とする。

- 25 検知手段と協調して処理を分担することにより、単体で動作するときよりも高機能化するようにコンピュータを制御することを特徴とする。

本発明の第 2 の記録媒体のプログラムは、複数のユーザの操作に応じて作動手段が作動し、作動手段が作用する現実世界を検知手段が検知し、他の作動手段及び他の検知手段との間で情報を送受信し、作動手段或いは検出手段は、他の作動手段及び他の検知手段と協調して処理を分担することにより、単体で動作するときよりも高機能化するようにコンピュータを制御することを特徴とする。

本発明の情報処理システムおよび第 1 の情報処理方法、並びに第 1 のプログラムおよび第 1 の記録媒体のプログラムにおいては、複数の作動手段と複数の検知手段とが協調して処理を分担することにより、複数の作動手段或いは複数の検出手段が単体で動作するときよりも高機能化される。

10 本発明の情報処理装置および第 2 の情報処理方法、並びに第 2 のプログラムおよび第 2 の記録媒体のプログラムにおいては、作動手段或いは検出手段が、他の作動手段及び他の検知手段と協調して処理を分担することにより、単体で動作するときよりも高機能化される。

15 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明を適用した SHARN システムの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

図 2 は、本発明を適用した SHARN システムの他の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

20 図 3 は、SHARN システムを適用した SHARN 手術システムの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

図 4 A は、スレーブマニピュレータ 6 1 の外観構成例を示す斜視図である。

図 4 B は、マスタマニピュレータ 6 2 の外観構成例を示す斜視図である。

図 5 は、ロール回転、ピッチ回転、およびヨー回転を説明する図である。

25 図 6 A は、目標軌跡を示す図である。

図 6 B は、操作軌跡を示す図である。

図 6 C は、平均軌跡を示す図である。

図 7 は、スレーブマニピュレータ 6 1 の電氣的構成例を示すブロック図である。

図 8 は、マスタマニピュレータ 6 2 の電氣的構成例を示すブロック図である。

図 9 は、スーパドクタデータベース部 6 4 の電氣的構成例を示すブロック図
5 である。

図 1 0 は、スレーブマニピュレータ 6 1 の処理を説明するフローチャートである。

図 1 1 は、マスタマニピュレータ 6 2 の処理を説明するフローチャートである。

10 図 1 2 は、スーパドクタデータベース部 6 4 の処理を説明するフローチャートである。

図 1 3 は、SHARN手術システムにおける協調分担を説明するための図である。

図 1 4 は、SHARNシステムを適用したSHARNデザインシステムの一
15 実施の形態の構成例を示すブロック図である。

図 1 5 は、擬似スレーブマニピュレータ 4 1 の電氣的構成例を示すブロック図である。

図 1 6 は、マスタマニピュレータ 4 2 の電氣的構成例を示すブロック図である。

20 図 1 7 は、スーパデザイナデータベース部 4 4 の電氣的構成例を示すブロック図である。

図 1 8 A は、デザイン情報を説明する図である。

図 1 8 B は、デザイン情報を説明する図である。

図 1 9 は、擬似スレーブマニピュレータ 4 1 の処理を説明するフローチャート
25 である。

図 2 0 は、マスタマニピュレータ 4 2 の処理を説明するフローチャートである。

図 2 1 は、スーパーデザイナーデータベース部 4 4 の処理（制御処理）を説明するフローチャートである。

図 2 2 は、スーパーデザイナーデータベース部 4 4 の処理（更新処理）を説明するフローチャートである。

5 図 2 3 は、SHARN デザインシステムにおける協調分担を説明するための図である。

図 2 4 は、SHARN システムを適用した SHARN 移動体システムの構成例を示す図である。

10 図 2 5 は、SHARN 移動体システムの機能の概略を説明するための図である。

図 2 6 は、移動体 1 0 1_k の電氣的構成例を示すブロック図である。

図 2 7 は、撮像装置 1 1 1 の構成例を示す斜視図である。

図 2 8 は、全方位画像データを示す図である。

図 2 9 は、集光部 2 0 2 を構成する双曲面を説明する図である。

15 図 3 0 は、集光部 2 0 2 と撮像部 2 0 3 との位置関係を説明するための図である。

図 3 1 は、全方位画像データを示す図である。

図 3 2 は、全方位画像データからの切り出しを説明するための図である。

図 3 3 は、円周方向の歪みを説明するための図である。

20 図 3 4 は、半径方向の歪みを説明するための図である。

図 3 5 は、半径方向の歪みを除去する方法を説明するための図である。

図 3 6 は、半径方向の歪みを除去する方法を説明するための図である。

図 3 7 A は、半径方向の歪みを除去する前の全方位画像データを示す図である。

25 図 3 7 B は、全方位画像データの半径方向の歪みを除去した後の画像データを示す図である。

図 3 8 は、変換対象点における画素値の求め方を説明するための図である。

図 3 9 は、スケール加工部 1 1 3 の電氣的構成例を示すブロック図である。

図 4 0 は、タップ係数を学習する学習装置の電氣的構成例を示すブロック図である。

図 4 1 は、座標演算部 1 2 5 の電氣的構成例を示すブロック図である。

5 図 4 2 は、撮像ポイントの求め方を説明するための図である。

図 4 3 A は、撮像ポイントの求め方を説明するための図である。

図 4 3 B は、撮像ポイントの求め方を説明するための図である。

図 4 4 は、画像データベース 1 1 4 の記憶フォーマットを示す図である。

図 4 5 は、表示画像加工部 1 1 9 の電氣的構成例を示すブロック図である。

10 図 4 6 は、主移動体の処理を説明するフローチャートである。

図 4 7 は、全方位画像取得処理を説明するフローチャートである。

図 4 8 は、視点指定画像取得処理を説明するフローチャートである。

図 4 9 は、視点可変画像取得処理を説明するフローチャートである。

図 5 0 は、従移動体の処理を説明するフローチャートである。

15 図 5 1 は、SHARN 移動体システムにおける協調分担を説明するための図である。

図 5 2 は、本発明を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

20 発明を実施するための最良の形態

図 1 は、本発明を適用した SHARN システムの一実施の形態の構成例を示している。

ここで、SHARN システムの「SHARN」は、センサ (Sensor)、人間 (Human)、アクチュエータ (Actuator)、現実世界 (自然) (Real)、ネットワーク (Network) それぞれの頭文字を表している。

25

図 1 において、ネットワーク 1 0 0 1 は、合成／統合部 1 0 0 2、駆動制御部 1 0 0 4、および信号処理部 1 0 0 6 を相互に接続している広帯域のネット

ワークで、このネットワーク 1001 を介することによって、合成／統合部 1002、駆動制御部 1004、および信号処理部 1006 それぞれの間で、信号（情報）のやりとりが行われる。なお、ネットワーク 1001 は、有線のものであっても、無線のものであっても、さらには、有線と無線の混合のネットワークであってかまわない。また、このネットワーク 1001 が、「SHARN」の N が表すネットワーク (Network) に対応する。

合成／統合部 1002 は、操作部 1003_1 乃至 1003_k それぞれが出力する操作信号を受信し、それらを合成または統合して、ネットワーク 1001 に送信する。ここで、合成とは、複数の操作信号を、例えば、重み付け加算すること等によって、各操作信号を分離することができない状態にすることを意味する。また、統合は、例えば、複数の操作信号を多重化すること等によって、各操作信号の分離が可能な状態で 1 つの信号にまとめることを意味する。

操作部 1003_k ($k = 1, 2, \dots, K$) は、ユーザ U_k によって操作され、その操作に対応した操作信号を、合成／統合部 1002 に供給する。なお、図 1 の実施の形態では（後述する図 2 においても同様）、複数である K 個の操作部 1003_1 乃至 1003_k が設けられている。また、この操作部 1003_k を操作するユーザ U_k が、「SHARN」の H が表す人間 (Human) に対応する。

駆動制御部 1004 は、ネットワーク 1001 を介して供給される信号を受信し、その信号に基づいて、アクチュエータ 1005_1 乃至 1005_m それぞれを駆動制御する。

アクチュエータ 1005_m ($m = 1, 2, \dots, M$) は、駆動制御部 1004 からの制御にしたがって作動し、これにより、現実世界にある物体に、所定の作用を与える。なお、図 1 の実施の形態では（後述する図 2 においても同様）、複数である M 個のアクチュエータ 1005_1 乃至 1005_m が設けられている。また、このアクチュエータ 1005_m が、「SHARN」の A が表すアクチュエータ (actuator) に対応し、さらに、アクチュエータ 1005_m が作用する現実世界が、「SHARN」の R が表す現実世界 (Real) に対応する。

信号処理部 1006 は、センサ 1007₁ 乃至 1007_N それぞれからの検知信号を受信し、必要な信号処理を施して、ネットワーク 1001 に送信する。

センサ 1007_n (n=1, 2, ..., N) は、アクチュエータ 1005_m が作用する現実世界の状態を検知し、その検知した状態を表す検知信号を、信号
5 処理部 1006 に供給する。なお、図 1 の実施の形態では（後述する図 2 においても同様）、複数である N 個のセンサ 1007₁ 乃至 1007_N が設けられている。また、このセンサ 1007_m が、「SHARN」の S が表すセンサ (Sensor) に対応し、さらに、センサ 1007_m が状態を検知する現実世界が、「SHARN」の R が表す現実世界 (Real) に対応する。

10 ここで、以下、適宜、特に、操作部 1003₁ 乃至 1003_k を区別する必要がない限り、操作部 1003 と記述する。同様に、アクチュエータ 1005₁ 乃至 1005_m についても、アクチュエータ 1005 と記述し、センサ 1007₁ 乃至 1007_N についても、センサ 1007 と記述する。

次に、図 2 は、本発明を適用した SHARN システムの他の一実施の形態の
15 構成例を示している。なお、図中、図 1 における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

即ち、図 1 の実施の形態では、操作部 1003 は、合成／統合部 1002 を介して、アクチュエータ 1005 は、駆動制御部 1004 を介して、センサ 1007 は、信号処理部 1006 を介して、それぞれネットワーク 1001 に接続されていたが、図 2 の実施の形態では、操作部 1003、アクチュエータ 1
20 005、およびセンサ 1007 が、ネットワーク 1001 に直接接続されている。

従って、図 2 の実施の形態では、操作部 1003 が出力する操作信号は、ネットワーク 1001 を介して、合成／統合部 1002 に供給される。また、駆
25 動制御部 1004 が出力する、アクチュエータ 1005 を駆動制御するための信号は、ネットワーク 1001 を介して、アクチュエータ 1005 に供給され、センサ 1007 が出力する検知信号は、ネットワーク 1001 を介して、信号

処理部 1006 に供給される。

以上のように構成される SHARN システムでは、操作部 1003、アクチュエータ 1005、センサ 1007 それぞれどうしの間で、合成／統合部 1002、駆動制御部 1004、および信号処理部 1006 を経由し、ネットワーク 1001 を介して、各種の信号（情報）が、必要に応じてやりとりされる。

さらに、操作部 1003_1 乃至 1003_K 相互間では合成統合部 1002 を、アクチュエータ 1005_1 乃至 1005_M 相互間では駆動制御部 1004 を、センサ 1007 相互間では信号処理部 1006 を、それぞれ経由し、ネットワーク 1001 を介して、各種の信号がやりとりされる。そして、SHARN システムでは、アクチュエータ 1005 やセンサ 1007 が協調して処理を分担することにより、各アクチュエータ 1005_m や各センサ 1007_n の機能が向上する。さらに、各アクチュエータ 1005_m や各センサ 1007_n の機能が向上する結果、システム全体の処理結果として、付加価値を付けたものが得られる。

なお、図 1 および図 2 の実施の形態において、操作部 1003 の数である K 、アクチュエータ 1005 の数である M 、およびセンサ 1007 の数である N は、同一の値であっても良いし、異なる値であっても良い。

次に、図 3 は、SHARN システムを適用した手術システムとしての SHARN 手術システムの構成例を示している。

この SHARN 手術システムは、手術用のマニピュレータシステムであり、スレーブマニピュレータ 61、マスタマニピュレータ 62_1 乃至 62_K 、ネットワーク 63、およびスーパドクタデータベース部 64 から構成されている。

スレーブマニピュレータ 61 は、ネットワーク 63 を介して供給される信号に基づいて作動し、手術の対象である、例えば、犬等の動物に対して、径皮的手術等を行う。なお、ここでは、スレーブマニピュレータ 61 が、動物に対して、径皮的手術を行うものとしているが、その他、スレーブマニピュレータ 61 は、動物に対して、例えばトリミング等を行うものとするのが可能である。

マスタマニピュレータ 62_k は、例えば獣医であるユーザ U_k の操作と、スーパ

ドクタデータベース部 6 4 からネットワーク 6 3 を介して供給される情報とに応じて作動する。また、マスタマニピュレータ 6 2_k は、その作動の状態を検知し、その検知結果を、ネットワーク 6 3 を介して、スーパドクタデータベース部 6 4 に送信する。

- 5 なお、図 3 の実施の形態では、K 個のマスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k が設けられているが、以下、適宜、これらを特に区別する必要がない限り、マスタマニピュレータ 6 2 と記載する。

ネットワーク 6 3 は、スレーブマニピュレータ 6 1、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k、スーパドクタデータベース部 6 4 それぞれの間での通信を可能
10 とする。

スーパドクタデータベース部 6 4 は、ネットワーク 6 3 を介して供給されるマスタマニピュレータ 6 2 の作動の状態を受信し、その状態に基づいて、手術に関する情報を生成する。さらに、スーパドクタデータベース部 6 4 は、その手術に関する情報と、マスタマニピュレータ 6 2 の状態に基づき、制御信号を
15 生成し、ネットワーク 6 3 を経由して、スレーブマニピュレータ 6 1 に供給することによって、スレーブマニピュレータ 6 1 を制御する。

なお、図 3 の実施の形態においては、マスタマニピュレータ 6 2 が、図 1 (および図 2) の操作部 1 0 0 3、アクチュエータ 1 0 0 5、およびセンサ 1 0 0 7 に対応し、ネットワーク 6 3 が、図 1 のネットワーク 1 0 0 1 に対応し、
20 スーパドクタデータベース部 6 4 が、図 1 の合成／統合部 1 0 0 2、駆動制御部 1 0 0 4、および信号処理部 1 0 0 6 に対応する。

次に、図 4 は、図 3 のスレーブマニピュレータ 6 1 とマスタマニピュレータ 6 2 の外観構成例を示している。

即ち、図 4 A は、スレーブマニピュレータ 6 1 の外観構成例を、図 4 B は、
25 マスタマニピュレータ 6 2 の外観構成例を、それぞれ示している。

図 4 A のスレーブマニピュレータ 6 1 において、手術台 1 は、長方形状をしており、そこには、手術の対象となっている患者 (図 4 の例では、犬) が寝か

される。また、手術台 1 には、スレーブマニピュレータ部 3 L およびスレーブマニピュレータ部 3 R が取り付けられている。

スレーブマニピュレータ部 3 L およびスレーブマニピュレータ部 3 R（以下、個々に区別する必要がない場合、これらをまとめて、スレーブマニピュレータ部 3 と称する）は、後述するマスタマニピュレータ部 8 L およびマスタマニピュレータ部 8 R のそれぞれにより遠隔操作され、手術台 1 に寝かされている患者に対する径皮的手術を行う。

スレーブマニピュレータ部 3 L は、手術台 1 の左側（手術台 1 を上から見た場合の左側）に設置され、その先端には、把持鉗子、メス、縫合器、または注射器等の処置具で構成される先端部 4 L が取り付けられている。

スレーブマニピュレータ部 3 R は、手術台 1 の右側に設置され、その先端には、把持鉗子、メス、縫合器、または注射器等の処置具で構成される先端部 4 R が取り付けられている。

スレーブマニピュレータ部 3 は、複数のアームからなる関節構造を有している。さらに、スレーブマニピュレータ部 3 の各関節部分には、アクチュエータ（図 4 においては図示せず）が配設されており、このアクチュエータが作動することによって、アームが所定の自由度をもって動き、これにより、スレーブマニピュレータ部 3 は、各種の姿勢をとることができるようになっている。

また、スレーブマニピュレータ部 3 の関節部分やアームの必要な部分には、先端部 4 L や 4 R その他の部分が外部から受ける力やトルク（いずれも、大きさおよび方向を含む）を検出し、さらには、スレーブマニピュレータ部 3 の姿勢を検出するセンサ（図 4 においては図示せず）が取り付けられている。

なお、スレーブマニピュレータ 3 に取り付けられているセンサとアクチュエータは、後述する図 7 において、センサ 7 5 とアクチュエータ 7 6 として、それぞれ図示してある。

手術台 1 には、さらに、患者の腹腔内の様子その他を撮像する CCD (Charge Coupled Device) カメラ 6 が先端に取り付けられたカメラ部 5 が設置されている。

る。また、手術台 1 には、その四隅に、音を集音するためのマイク 2₁乃至 2₄が取り付けられている。

なお、図 4 Aにおいては、図が煩雑になるのを避けるため、1つのカメラ部 5しか図示していないが、カメラ部 5は、患部の状態や、スレーブマニピュレータ部 3等を、様々な方向から観察することができるように、複数取り付けられている。

また、カメラ部 5は、複数のアームからなる関節構造を有しており、さらに、その各関節部分には、図示せぬアクチュエータが配設されている。そして、このアクチュエータが作動することによって、アームが所定の自由度をもって動き、これにより、カメラ部 5に取り付けられた CCDカメラ 6が各種の視点から撮影（撮像）を行うことができるようになっている。

一方、図 4 Bのマスタマニピュレータ 6 2において、操作台 7には、ユーザ Uにより操作される、マスタマニピュレータ部 8 L, 8 R（以下、適宜、両方含めて、マスタマニピュレータ部 8 という）がそれぞれ設置されている。

マスタマニピュレータ部 8 Lは、操作台 7の左側（操作台 7を背にした場合の左側）に設置され、その先端には、ユーザ Uの左手により保持されて操作される操作部 9 Lが取り付けられている。

マスタマニピュレータ部 8 Rは、操作台 7の右側に設置され、その先端には、ユーザ Uの右手により保持されて操作される操作部 9 Rが取り付けられている。

ここで、操作部 9 Lおよび 9 R（以下、適宜、両方まとめた、操作部 9 という）が、図 1の操作部 1 0 0 3に対応する。

マスタマニピュレータ部 8は、スレーブマニピュレータ部 3と同様に、複数のアームからなる関節構造を有しており、所定の自由度をもって動くようになっている。これにより、マスタマニピュレータ部 8 Lの操作部 9 Lは、ユーザ Uの左手による操作によって 3 次元的に移動し、また、マスタマニピュレータ部 8 Rの操作部 9 Rも、ユーザ Uの右手による操作によって 3 次元的に移動する。

なお、マスタマニピュレータ部 8 の各関節部分には、アクチュエータ（図 4 においては図示せず）が配設されており、このアクチュエータが作動することによって、アームが所定の自由度をもって動き、これにより、マスタマニピュレータ部 8 は、ユーザ U に対して、所定の反力、あるいは付勢力を与える。ここで、この関節部分に設けられたアクチュエータが、図 1 のアクチュエータ 1005 に対応する。

また、マスタマニピュレータ部 8 の関節部分やアームの必要な部分には、操作部 9 L や 9 R その他の部分が外部から受ける力やトルク、さらには、マスタマニピュレータ部 8 の姿勢を検出（検知）するセンサ（図 4 においては図示せず）が取り付けられている。ここで、このセンサが、図 1 のセンサ 1007 に対応する。

なお、マスタマニピュレータ 6 2 に取り付けられているセンサとアクチュエータは、後述する図 8 において、センサ 8 5 とアクチュエータ 8 6 として、それぞれ図示してある。

15 操作台 7 の前方（ユーザ U がマスタマニピュレータ部 8 を操作するために、操作台 7 の前に立った場合の、ユーザ U の正面方向）には、ユーザ U が、マスタマニピュレータ部 8 を操作しながら、そこに表示される画像を見ることができるように、モニタ 1 0 が設けられている。モニタ 1 0 には、カメラ部 5 の CCD カメラ 6 により撮像された画像が表示される。

20 モニタ 1 0 の周辺には、スピーカ 1 1 が設けられており、このスピーカ 1 1 からは、スレーブマニピュレータ 6 1 の手術台 1 に取り付けられたマイク 2₁乃至 2₄で集音された音が出力される。

さらに、モニタ 1 0 の周辺には、操作パネル 1 2 が設けられている。操作パネル 1 2 には、各種のスイッチやボタン等が取り付けられており、ユーザによって、必要に応じて操作される。なお、操作パネル 1 2 におけるスイッチ等としては、電源スイッチや、モニタ 1 0 に表示される画像を切り換えるスイッチ等がある。

以上のように構成されるマスタマニピュレータ 6 2 を操作するユーザ U は、操作台 7 を背にして操作台 7 とモニタ 1 0 の間に立ち、モニタ 1 0 に映し出されるスレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の様子を見ながら、左手で、マスタマニピュレータ部 8 L の操作部 9 L を 3 次元的に移動するように操作し、また右手で、マスタマニピュレータ部 8 R の操作部 9 R を 3 次元的に移動するように操作する。

この場合、ユーザ U によるマスタマニピュレータ部 8 の操作に対応する操作信号が、ネットワーク 6 3 を介して、スーパドクタデータベース部 6 4 に供給され、スーパドクタデータベース部 6 4 は、その操作信号を処理し、スレーブマニピュレータ 6 1 を制御する制御信号を生成する。この制御信号は、ネットワーク 6 3 を介して、スーパドクタデータベース部 6 4 からスレーブマニピュレータ 6 1 に供給される。スレーブマニピュレータ 6 1 では、スーパドクタデータベース部 6 4 からの制御信号にしたがい、スレーブマニピュレータ部 3 が作動する。これにより、スレーブマニピュレータ部 3 L の先端部 4 L が、マスタマニピュレータ部 8 L の操作部 9 L の動きに同期して動くとともに、スレーブマニピュレータ部 3 R の先端部 4 R が、マスタマニピュレータ部 8 R の操作部 9 R の動きに同期して動き、患者に対する径皮的手術が行われる。

ここで、あるユーザ U_k が、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 を、所定の状態としての、例えば、それぞれ所定の角度のロール (roll) 回転、ピッチ (pitch) 回転、およびヨー (yaw) 回転した状態で、操作部 9 の作用点が所定の位置としての座標 (x, y, z) で特定される位置を経由するように操作しようとしても、実際の操作と目標とする操作に、ずれが生じる場合がある。

なお、ヨー回転とは、図 5 に示すように、X 軸および Y 軸の、Z 軸を回転中心とする回転であり、その回転角度は、図中、 θ_y で示されている。ピッチ回転とは、Z 軸、および θ_y だけヨー回転した X 軸 (図中、 X' で示す) の、ヨー回転した Y 軸 (図中、 Y' で示す) を回転中心とする回転であり、その回転角度は、図中、 θ_p で示されている。ロール回転とは、 θ_y だけヨー回転した Y 軸 (図

中、 Y' で示す)、および θ_p だけピッチ回転した Z 軸(図中、 Z' で示す)の、 θ_y だけヨー回転した後さらに θ_p だけピッチ回転した X 軸(図中、 x 軸で示す)を回転中心とする回転であり、その回転角度は、図中、 θ_r で示されている。

例えば、図6Aに示すような、所定の位置Aから、一定のふくらみをもって

5 位置Bに至る軌跡(目標軌跡)を描くように、スレーブマニピュレータ部3の先端部4を移動させたい場合、ユーザ U_1 乃至 U_k それぞれは、目標軌跡に対応した軌跡(スレーブマニピュレータ部3およびマスタマニピュレータ部8の大きさ等、その構造の違いにもよるが、ここでは、簡単のために同じ軌跡)を描くように、マスタマニピュレータ部8の操作部9を移動させようとする。しかし

10 ながら、実際には、ユーザ U_1 乃至 U_k のマスタマニピュレータ部8(操作部9)に対する操作技術のレベルにもよるが、図6Bの実線で示すように、図6Bの点線で示される目標軌跡からずれた軌跡(操作軌跡)を描くように、操作部9を移動させてしまうことがある。

ところで、通常、操作軌跡と目標軌跡とのずれは、無作為に発生するため

15 (一定の傾向をもって発生するものではないため)、複数の操作軌跡(ユーザ U_1 乃至 U_k それぞれの操作軌跡(図6B))を平均することにより、目標軌跡により近い軌跡を得ることができる。

そこで、スーパドクタデータベース部64は、マスタマニピュレータ62₁乃至62_kにおける操作内容を合成し(例えば、平均し)、その合成した(平均した)

20 操作内容に基づいて、スレーブマニピュレータ61(スレーブマニピュレータ部3)を遠隔操作する。これにより、スレーブマニピュレータ61において、図6Cに示すように、目標軌跡に近い軌跡を描くようにスレーブマニピュレータ部3の先端部4を移動させることができるようになっている。

なお、図6A中、点線の矢印は、軌跡の方向を示し、図6B中の点線の矢印

25 は、操作部9の移動方向を示し、図6C中の点線の矢印は、先端部4の移動方向を示している。

また、スーパドクタデータベース部64は、世界の名医による過去の手術の

技術的な情報である手術技術情報を、例えば、症状別に記憶しており、その手術技術情報に基づいて、マスタマニピュレータ 62_1 乃至 62_k における操作内容を修正する。即ち、スーパドクタデータベース部 64 は、マスタマニピュレータ 62_1 乃至 62_k における操作内容の他、記憶している手術技術情報にも基づいて、スレーブマニピュレータ 61 を制御する。

従って、SHARN手術システムでは、世界各地に分散した獣医としてのユーザ U_1 乃至 U_k がそれぞれがマスタマニピュレータ 62_1 乃至 62_k を操作することによる合同手術が、手術技術情報を参照しながら行われることから、最高レベルの手術の実現が可能となる。

次に、図7は、図3のスレーブマニピュレータ 61 の電氣的構成例を示している。

スレーブマニピュレータ制御装置 51 は、ネットワーク 63 に接続されており、スレーブマニピュレータ部 3 を制御する。

即ち、スレーブマニピュレータ制御装置 51 は、制御部 71、姿勢遷移機構部 72、制御機構部 73、および通信部 74 で構成されている。

制御部 71 は、通信部 74 を介して受信した、スーパドクタデータベース部 64 によってネットワーク 63 上に送出された制御信号としての姿勢パラメータを、姿勢遷移機構部 72 に供給するとともに、制御機構部 73 を介して供給される、スレーブマニピュレータ部 3 のセンサ 75 の出力に基づいて、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の姿勢パラメータを算出し、通信部 74 を介して、ネットワーク 63 に送出する。

ここで、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の姿勢パラメータは、例えば、先端部 4（作用点）の位置を特定する、X軸の値、Y軸の値、およびZ軸の値からなる座標と、先端部 4 の角度を特定するヨー角 θ_y 、ピッチ角 θ_p 、およびロール角 θ_r 等から構成される。先端部 4 の位置は、先端部 4 が移動可能な空間上の所定の位置を原点として定義されたXYZ直交座標系上の座標であり、また、先端部 4 の角度は、例えば、先端部 4 について定義したXYZ直交座標

系を基準として、図 5 に示したように定義されるものである。なお、以下、適宜、これらの位置と角度とを両方含めて、姿勢という。

制御部 7 1 は、また、制御機構部 7 3 を介して供給される、スレーブマニピュレータ部 3 のセンサ 7 5 の出力に基づいて、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 が外部から受けた力 F_1 やトルク T_1 を算出し、通信部 7 4 を介して、ネットワーク 6 3 上に送出する。

姿勢遷移機構部 7 2 は、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の姿勢を、現在の姿勢から、制御部 7 1 から供給された姿勢パラメータに対応する姿勢に遷移させるための姿勢遷移情報を生成し、これを制御機構部 7 3 に送出する。

10 制御機構部 7 3 は、姿勢遷移機構部 7 2 からの姿勢遷移情報に従って、制御信号を生成し、これを、スレーブマニピュレータ部 3 に供給する。スレーブマニピュレータ 3 のアクチュエータ 7 6 は、制御機構部 7 3 から供給された制御信号に従って駆動し、これにより、先端部 4 は、スーパドクタデータベース部 6 4 から送信されてきた姿勢パラメータに対応する姿勢をとる。

15 制御機構部 7 3 は、また、スレーブマニピュレータ部 3 のセンサ 7 5 の出力を取得し、制御部 7 1 に供給する。

通信部 7 4 は、ネットワーク 6 3 を介しての通信制御を行い、これにより、ネットワーク 6 3 から送信されてくる情報を受信して、制御部 7 1 に供給するとともに、制御部 7 1 から供給される情報を、ネットワーク 6 3 に送信する。

20 入出力制御装置 5 2 は、ネットワーク 6 3 に接続されており、マイク 2₁乃至 2₄それぞれで集音された音声データ、およびカメラ 6₁乃至 6₅それぞれで撮像された画像データを、ネットワーク 6 3 を介して送信する。

ここで、カメラ 6₁乃至 6₅は、図 4 のカメラ 6 に対応するものである。また、カメラ 6₁乃至 6₅のうち、カメラ 6₁乃至 6₄は、患者の患部等を、所定の視点方向から撮像する小型の CCD カメラとなっており、カメラ 6₅は、スレーブマニピュレータ部 4 の周囲全体の撮像が可能な全方位カメラとなっている。なお、全方位カメラの詳細については、後述する。

次に、図 8 は、図 3 のマスタマニピュレータ 6 2 の電氣的構成例を示している。

マスタマニピュレータ制御装置 5 3 は、ネットワーク 6 3 に接続されており、マスタマニピュレータ部 8 を制御する。

- 5 即ち、マスタマニピュレータ制御装置 5 3 は、制御部 8 1、姿勢遷移機構部 8 2、制御機構部 8 3、および通信部 8 4 で構成されている。

制御部 8 1 は、また、通信部 8 4 を介して取得した、後述する基準姿勢パラメータと、力 F_1 およびトルク T_1 （スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 が外部から受けた力およびトルク）に基づいて、後述する力 F_o およびトルク T_o

- 10 を算出し、制御機構部 8 3 に供給する。

さらに、制御部 8 1 は、制御機構部 8 3 を介して供給される、マスタマニピュレータ部 8 のセンサ 8 5 の出力に基づいて、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 の姿勢パラメータを算出し、通信部 8 4 を介して、ネットワーク 6 3 に送信する。

- 15 ここで、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 の姿勢パラメータは、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の姿勢パラメータと同様に、操作部 9（作用点）の位置を特定する、X 軸の値、Y 軸の値、および Z 軸の値からなる座標と、操作部 9 の角度を特定するヨー角 θ_y 、ピッチ角 θ_p 、およびロール角 θ_r 等から構成されている。操作部 9 の位置は、操作部 9 が移動可能な空間上の所定の位置を原点として定義された X Y Z 直交座標系上の座標であり、また、先端部 4
- 20 の角度は、例えば、操作部 9 について定義した X Y Z 直交座標系を基準として、図 5 に示したように定義されるものである。

- なお、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 の姿勢パラメータと、上述のスレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の姿勢パラメータとは、同一の X Y Z 直交座標系において定義しても良いし、異なる X Y Z 直交座標系において定義しても良い。但し、先端部 4 と操作部 9 の姿勢パラメータを、異なる X Y Z 直交座標系において定義する場合には、スーパドクタデータベース部 6 4 が、その
- 25

異なるXYZ直交座標系どうしの対応関係を認識している必要がある。

制御機構部 83 は、制御部 81 から供給された力 F_0 とトルク T_0 に従って、制御信号を生成し、これを、マスタマニピュレータ部 8 に送出する。マスタマニピュレータ部 8 のアクチュエータ 86 は、この制御信号に従って駆動し、これにより、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 は、制御部 81 により算出された力 F_0 とトルク T_0 を、その操作部 9 を操作しているユーザ U に与える。

制御機構部 83 は、また、マスタマニピュレータ部 8 のセンサ 85 の出力を、制御部 81 に供給する。

通信部 84 は、ネットワーク 63 を介しての通信制御を行い、ネットワーク
10 63 から送信されてくる情報を受信して、制御部 81 に供給するとともに、制
御部 81 から供給される情報を、ネットワーク 63 に送信する。

15 入出力制御装置 5 4 は、ネットワーク 6 3 に接続されており、ネットワーク 6 3 から送信されてくる画像データと音声データを受信し、モニタ 1 0 とスピーカ 1 1 にそれぞれ供給する。これにより、モニタ 1 0 では、スレーブマニピュレータ 6 1 のカメラ 6₁ 乃至 6₅ で撮像された画像が表示され、スピーカ 1 1 では、スレーブマニピュレータ 6 1 のマイク 2₁ 乃至 2₄ で集音された音声が出力される。

また、入出力制御装置 5 4 は、操作パネル 1 2 が、ユーザ U によって操作されることにより出力する操作信号を受信し、その操作信号に応じて、モニタ 1 0 に表示する画像や、スピーカ 1 1 から出力する音声を切り換える。さらに、入出力制御装置 5 4 は、操作パネル 1 2 からの操作信号を、必要に応じて、ネットワーク 6 3 に送信する。

次に、図 9 は、図 3 のスーパードクタデータベース部 6 4 の構成例を示している。

25 入出力制御装置 21 は、ネットワーク 63 に接続されており、ネットワーク
63 を介しての通信制御を行うことにより、ネットワーク 63 から送信されて
くる情報を受信して、姿勢パラメータ登録部 22 や姿勢パラメータ制御部 28

に供給するとともに、姿勢パラメータ制御部 2 8 から供給される情報を、ネットワーク 6 3 に送信する。

ここで、入出力制御装置 2 1 がネットワーク 6 3 から受信する情報としては、例えば、スレーブマニピュレータ 6 1 が送信する先端部 4 の姿勢パラメータや、
5 マスタマニピュレータ 6 2 が送信する操作部 9 の姿勢パラメータ等がある。

姿勢パラメータ登録部 2 2 は、入出力制御装置 2 1 から供給される、マスタマニピュレータ 6 2 が送信する操作部 9 の姿勢パラメータに基づき、マスタマニピュレータ 6 2 が、どのような手術内容の操作をしようとしたのかを認識し、その認識した手術内容と姿勢パラメータとを、手術情報として、手術情報データ
10 ベース 2 5 に登録する。

手術経過情報データベース 2 3 は、例えば、SHARN手術システムにおける手術を含め、世界各国で行われた手術について、その手術後の患者の状態に関する情報である手術経過情報を、例えば手術別に記憶する。

手術経過情報登録部 2 4 は、手術経過情報を、各手術別に、手術経過情報データベース 2 3 に登録する。なお、手術経過情報登録部 2 4 は、例えば、世界各国の病院（SHARN手術システムを含む）におけるカルテ等の内容が記憶されたデータベースから、ネットワーク 6 3 を介して、手術経過情報を収集し、手術経過情報データベース 2 3 に登録する。また、手術経過情報登録部 2 4 には、所定の操作者が操作を行うことによって、手術経過情報を、直接入力すること
15 こともでき、この場合、手術経過情報登録部 2 4 は、その直接入力された手術経過情報を、手術経過情報データベース 2 3 に登録する。

手術情報データベース 2 5 は、姿勢パラメータ登録部 2 2 から供給される手術情報を記憶する。

更新部 2 6 は、手術情報データベース 2 5 に記憶された手術情報が表す手術
25 内容による手術が、成功したかどうかを、手術経過情報データベース 2 3 の手術経過情報を参照することによって判定し、成功した手術については、その手術情報に基づいて、手術技術情報データベース 2 7 を更新する。

手術技術情報データベース 27 は、更新部 26 や手術技術情報登録部 30 から供給される、手術の技術的な情報である手術技術情報を記憶する。即ち、手術技術情報データベース 27 は、各手術について、症状別に、その手術を行うのに最適な操作部 9 の操作方法や、操作部 9 の操作として制限すべき操作内容等を、手術技術情報として記憶する。

姿勢パラメータ制御部 28 は、入出力制御装置 21 で受信された、マスタマニピュレータ 62 の操作部 9 の姿勢パラメータを受信し、必要に応じて、検索部 29 を介して、手術技術情報を参照しながら、その受信した姿勢パラメータを修正等し、基準姿勢パラメータとして、入出力制御装置 21 に供給する。

10 検索部 29 は、姿勢パラメータ制御部 28 の制御に従って、手術技術情報データベース 27 に記憶された手術技術情報を検索し、その検索結果を、姿勢パラメータ制御部 28 に供給する。

手術技術情報登録部 30 は、例えば、所定の操作者によって操作され、その操作に対応する手術技術情報を、手術技術情報データベース 27 に登録する。

15 次に、図 10 のフローチャートを参照して、図 7 のスレーブマニピュレータ 61 の処理について説明する。

ステップ S1 において、入出力制御装置 52 は、マイク 2₁ 乃至 2₄、およびカメラ 6₁ 乃至 6₅ を動作状態にし、マイク 2₁ 乃至 2₄ それぞれで集音された音声データ、およびカメラ 6₁ 乃至 6₅ それぞれで撮像された画像データの送信を開始する。

20 即ち、入出力制御装置 52 は、マイク 2₁ 乃至 2₄ それぞれで集音された音声データ、およびカメラ 6₁ 乃至 6₅ それぞれで撮像された画像データを受信し、ネットワーク 63 を介して、スーパドクタデータベース部 64 に送信する。なお、この画像データと音声データの送信は、その後、例えば、マスタマニピュレータ 62 (図 8) の操作パネル 12 が、その送信を停止するように操作されるまで続行される。

さらに、ステップ S1 では、スレーブマニピュレータ制御装置 51 が、スレ

ーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の姿勢パラメータを、スーパドクタデータベース部 6 4 に送信する。

即ち、スレーブマニピュレータ制御装置 5 1 において、制御機構部 7 3 は、スレーブマニピュレータ部 3 のセンサ 7 5 を動作状態にし、その出力を受信して、制御部 7 1 に供給する。制御部 7 1 は、制御機構部 7 3 から供給されるセンサ 7 5 の出力に基づいて、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の姿勢パラメータを求め、通信部 7 4 に供給する。通信部 7 4 は、制御部 7 1 からの姿勢パラメータを、ネットワーク 6 3 を介して、スーパドクタデータベース部 6 4 に送信する。

その後、後述するように、スーパドクタデータベース部 6 4 から、ネットワーク 6 3 を介して、姿勢パラメータが送信されてくるので、スレーブマニピュレータ制御装置 5 1 の通信部 7 4 は、スーパドクタデータベース部 6 4 から姿勢パラメータが送信されてくるのを待って、ステップ S 2 に進み、その姿勢パラメータを受信する。

この姿勢パラメータは、通信部 7 4 から制御部 7 1 に供給され、制御部 7 1 は、ステップ S 3 において、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 が、その姿勢パラメータに対応する姿勢をとるように、スレーブマニピュレータ部 3 を制御する。

具体的には、スレーブマニピュレータ制御装置 5 1 の制御部 7 1 は、通信部 7 4 からの姿勢パラメータを、姿勢遷移機構部 7 2 に供給する。姿勢遷移機構部 7 2 は、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の姿勢を、現在の姿勢から、制御部 7 1 から供給された姿勢パラメータに対応する姿勢に遷移させるための姿勢遷移情報を生成し、制御機構部 7 3 に供給する。

制御機構部 7 3 は、姿勢遷移機構部 7 2 からの姿勢遷移情報に従って制御信号を生成し、これを、スレーブマニピュレータ部 3 に送出する。スレーブマニピュレータ部 3 では、アクチュエータ 7 6 が、制御機構部 7 3 からの制御信号に従って駆動し、これにより、先端部 4 は、その姿勢を変化させ、通信部 7 4

で受信された姿勢パラメータ、即ち、スーパドクタデータベース部 6 4 から送信されてきた姿勢パラメータに対応する姿勢をとる。

そして、ステップ S 4 に進み、スレーブマニピュレータ制御装置 5 1 は、ステップ S 3 での制御で、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 が姿勢を変化させることで、先端部 4 が外部（患者の腹腔内）から受けた力 $F1$ とトルク $T1$ を、その先端部 4 の姿勢パラメータとともに、ネットワーク 6 3 を介して、スーパドクタデータベース部 6 4 に送信する。

即ち、スレーブマニピュレータ制御装置 5 1 において、制御機構部 7 3 は、センサ 7 5 の出力を、制御部 7 1 に供給し、制御部 7 1 は、そのセンサ 7 5 の出力から、先端部 4 が外部から受けた力 $F1$ とトルク $T1$ 、および先端部 4 の姿勢パラメータを算出する。さらに、制御部 7 1 は、この力 $F1$ とトルク $T1$ 、および姿勢パラメータを、通信部 7 4 に供給し、通信部 7 4 は、その力 $F1$ とトルク $T1$ 、および姿勢パラメータを、ネットワーク 6 3 を介して、スーパドクタデータベース部 6 4 に送信する。

15 その後は、ステップ S 2 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

従って、スレーブマニピュレータ 6 1 においては、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 が、スーパドクタデータベース部 6 4 から送信されてくる姿勢パラメータに対応する姿勢に変化していくことによって、患者に対する手術が行われる。

20 次に、図 1 1 のフローチャートを参照して、図 8 のマスタマニピュレータ 6 2 の処理について説明する。

後述するように、スーパドクタデータベース部 6 4 は、スレーブマニピュレータ 6 1 から送信されてくる画像データと音声データを、ネットワーク 6 3 を介して、マスタマニピュレータ 6 2 に送信してくるので、ステップ S 2 1 では、
25 その画像データと音声データの受信が開始される。

即ち、ステップ S 2 1 では、入出力制御装置 5 4 は、ネットワーク 6 3 を介して、スーパドクタデータベース部 6 4 から送信されてくる画像データと音声

データを受信し、画像データを、モニタ 10 に供給するとともに、音声データをスピーカ 11 に供給する。これにより、モニタ 10 には、スレーブマニピュレータ 61 (図 7) のカメラ 6₁ 乃至 6₅ で撮像された画像が表示され、また、スピーカ 11 からは、スレーブマニピュレータ 61 のマイク 2₁ 乃至 2₄ で集音された音が出力される。

さらに、後述するように、スーパーダクタデータベース部 64 は、スレーブマニピュレータ 61 から送信されてくる、先端部 4 の姿勢パラメータを、ネットワーク 63 を介して、マスタマニピュレータ 62 に送信してくるので、ステップ S 21 では、マスタマニピュレータ制御装置 53 は、その姿勢パラメータを受信し、その姿勢パラメータに基づいて、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 の姿勢を制御する。

即ち、マスタマニピュレータ制御装置 53 において、通信部 84 は、ネットワーク 63 を介して、スーパーダクタデータベース部 64 から送信されてくる、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の姿勢パラメータを受信し、制御部 81 に供給する。制御部 81 は、通信部 84 からの姿勢パラメータを受信し、姿勢遷移機構部 82 に供給する。姿勢遷移機構部 82 は、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 の姿勢を、現在の姿勢から、制御部 81 から供給された姿勢パラメータに対応する姿勢に遷移させるための姿勢遷移情報を生成し、制御機構部 83 に供給する。制御機構部 83 は、姿勢遷移機構部 82 からの姿勢遷移情報に従って制御信号を生成し、これを、マスタマニピュレータ部 8 に送出する。マスタマニピュレータ部 8 のアクチュエータ 86 は、この制御信号に従って駆動し、これにより、操作部 9 は、その姿勢を変化させ、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の姿勢と同一の姿勢をとる。

その後、ステップ S 22 において、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 の姿勢パラメータが、ネットワーク 63 を介して、スーパーダクタデータベース部 64 に送信される。

具体的には、マスタマニピュレータ制御装置 53 において、制御機構部 83

は、マスタマニピュレータ部 8 のセンサ 8 5 の出力を受信し、制御部 8 1 に供給する。制御部 8 1 は、センサ 8 5 の出力から、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 の姿勢パラメータを算出し、通信部 8 4 に供給する。通信部 8 4 は、制御部 8 1 からの操作部 9 の姿勢パラメータを、ネットワーク 6 3 を介して、

5 スーパドクタデータベース部 6 4 に送信する。

ここで、このステップ S 2 2 の処理によって、ユーザ U がマスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 を操作することにより所定の姿勢にされた操作部 9 について、その姿勢を表す姿勢パラメータが、スーパドクタデータベース部 6 4 に送信される。

10 そして、ステップ S 2 3 に進み、マスタマニピュレータ制御装置 5 3 の通信部 8 4 は、ネットワーク 6 3 を介してスーパドクタデータベース部 6 4 から送信されてくる、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の姿勢パラメータを、基準姿勢パラメータとして受信し、ステップ S 2 4 に進む。ステップ S 2 4 では、マスタマニピュレータ制御装置 5 3 の通信部 8 4 は、スーパドクタデータベース部 6 4 から、先端部 4 の姿勢パラメータとともに送信されてくる、先端

15 部 4 が外部から受けた力 $F1$ とトルク $T1$ を受信する。この先端部 4 についての姿勢パラメータ、および力 $F1$ とトルク $T1$ は、通信部 8 4 から制御部 8 1 に供給され、ステップ S 2 4 から S 2 5 に進む。

ステップ S 2 5 では、制御部 8 1 は、ステップ S 2 2 で取得した操作部 9 の

20 姿勢パラメータと、ステップ S 2 3 で取得した基準姿勢パラメータの差を算出し、ステップ S 2 6 に進む。

ステップ S 2 6 では、制御部 8 1 は、ステップ S 2 5 で算出した、操作部 9 の姿勢パラメータと基準姿勢パラメータとの差（ずれ）の大きさに比例した大きさで、ずれの方向とは逆方向の力 $F2$ とトルク $T2$ を算出し、ステップ S 2 7

25 に進む。

ステップ S 2 7 では、制御部 8 1 は、ステップ S 2 6 で算出した力 $F2$ とトルク $T2$ のそれぞれに、ステップ S 2 4 で取得した力 $F1$ およびトルク $T1$ に比例

する力とトルクを加算し、操作部 9 を操作するユーザ U に知覚させる力 F_0 およびトルク T_0 を算出する。すなわち、制御部 81 は、例えば、式 (1) に従って、力 F_0 およびトルク T_0 を算出する。

$$F_0 = \alpha F_1 + F_2$$

$$T_0 = \beta T_1 + T_2$$

5

... (1)

なお、例えば、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 を動かすのに、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 を直接動かす場合に比べ、より大きな力が必要なとき（いわゆる重いとき）、 α および β は、1 より大きい値となり、また、操作部 9 を動かすのに、先端部 4 を動かす場合に比べ、小さな力でよい場合

10 （いわゆる軽いとき）、 α および β は、1 より小さい値となる。また、同じ力でそれらを動かす場合、 α および β は、1 となる。

その後、ステップ S 28 において、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 を操作するユーザ U に、ステップ S 27 で算出された力 F_0 とトルク T_0 を知覚させるように、マスタマニピュレータ部 8 が制御される。

15 即ち、制御部 81 は、ステップ S 23 で得た基準姿勢パラメータと、ステップ S 26 で得た力 F_0 およびトルク T_0 を、姿勢遷移機構部 82 に供給する。姿勢遷移機構部 82 は、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 の姿勢を、現在の姿勢から、制御部 81 から供給された基準姿勢パラメータに対応する姿勢に遷移させるための姿勢遷移情報であって、さらに、力 F_0 およびトルク T_0 をユーザに知覚させることのできる加速度（角加速度を含む）の情報を含むものを生成し、制御機構部 83 に供給する。制御機構部 83 は、姿勢遷移機構部 82 からの姿勢遷移情報に従って制御信号を生成し、これを、マスタマニピュレータ部 8 に送出する。マスタマニピュレータ部 8 のアクチュエータ 86 は、この制御信号に従って駆動し、これにより、操作部 9 は、その姿勢を、所定の加速度
20 で変化させ、ユーザ U に力 F_0 およびトルク T_0 を知覚させながら、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の姿勢と同一の姿勢をとる。

その後は、ステップS 2 2に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

以上のように、ユーザUに知覚させる力 F_o およびトルク T_o を、ステップS 2 5で算出されたずれの大きさに比例した大きさで、ずれの方向とは逆方向の力 F_2 およびトルク T_2 と、スレーブマニピュレータ部3の先端部4が受けたに
5 力 F_1 とトルク T_1 に比例する力およびトルクとが加算されたものとしたので、ユーザUに、操作部9の姿勢パラメータと基準姿勢パラメータとのずれ、およびスレーブマニピュレータ部3の先端部4が受ける反力を意識させることができる。

従って、ユーザUは、マスタマニピュレータ部8の操作部9を、基準姿勢パ
10 ラメータに対応する姿勢と異なる姿勢にするように操作した場合には、その姿勢の異なり具合が大きいほど、大きな反力を受けるので、自身の操作が、スレーブマニピュレータ部3の先端部4が実際にとった姿勢とどの程度異なるかを、いわば感覚的に認識することができる。

なお、ユーザUには、例えば、力 F_2 とトルク T_2 のみを知覚させるようにす
15 ることもできる。

次に、図12のフローチャートを参照して、図9のスーパーデータデータベース部64の処理について説明する。

まず最初に、ステップS 4 1において、入出力制御装置21は、スレーブマニピュレータ61からの画像データおよび音声データの受信と、その画像デー
20 タおよび音声データのマスタマニピュレータ62への送信を開始する。

即ち、図10で説明したように、ステップS 1において、スレーブマニピュレータ61（図7）は、カメラ6₁乃至6₅で撮像された画像データと、マイク2₁乃至2₄で集音された音声データの、スーパーデータデータベース部64への送信を開始するので、スーパーデータデータベース部64の入出力制御装置21は、
25 そのようにしてスレーブマニピュレータ61からネットワーク63を介して送信されてくる画像データと音声データの受信を開始する。

さらに、入出力制御装置21は、スレーブマニピュレータ61から受信した

画像データと音声データの、マスタマニピュレータ 6 2 への送信を開始する。
ここで、マスタマニピュレータ 6 2 では、このようにして、入出力制御装置 2 1 から送信される画像データと音声データの受信が、上述の図 1 1 のステップ S 2 1 で開始される。

- 5 また、ステップ S 4 1 では、入出力制御装置 2 1 は、図 1 0 のステップ S 1 においてスレーブマニピュレータ 6 1 から送信されてくる姿勢パラメータ（スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の姿勢パラメータ）を受信し、その姿勢パラメータを、基準姿勢パラメータとして、マスタマニピュレータ 6 2 に送信する。ここで、この基準姿勢パラメータは、マスタマニピュレータ 6 2 において、上述の図 1 1 のステップ S 2 1 で受信され、これにより、操作部 9（マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9）は、その基準パラメータに対応する姿勢、即ち、スレーブマニピュレータ部 3 の先端部 4 の姿勢と同一の姿勢をとる。

- 10 その後、ステップ S 4 2 に進み、入出力制御装置 2 1 は、スレーブマニピュレータ 6 1 から、その先端部 4 についての姿勢パラメータと、力 F1 およびトルク T1 が、図 1 0 のステップ S 4 で送信されてくるのを待って受信し、その姿勢パラメータを基準姿勢パラメータとして、力 F1 およびトルク T1 とともに、マスタマニピュレータ 6 2 に送信する。ここで、マスタマニピュレータ 6 2 では、先端部 4 について姿勢パラメータは、図 1 1 のステップ S 2 3 で受信され、先端部 4 についての力 F1 およびトルク T1 は、図 1 1 のステップ S 2 4 で受信される。

- 20 そして、ステップ S 4 3 に進み、入出力制御装置 2 1 は、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k それぞれが図 1 1 のステップ S 2 2 で送信してくる操作部 9 の姿勢パラメータを受信し、姿勢パラメータ登録部 2 2 および姿勢パラメータ制御部 2 8 に供給して、ステップ S 4 4 に進む。

- 25 ステップ S 4 4 では、姿勢パラメータ登録部 2 2 は、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k それぞれの姿勢パラメータに基づいて、ユーザ U₁ 乃至 U_k が行おうとしている手術内容を認識する。さらに、姿勢パラメータ登録部 2 2 は、そ

の手術内容と対応する姿勢パラメータを、手術情報データベース 25 に供給して登録し、ステップ S 4 5 に進む。

ステップ S 4 5 では、姿勢パラメータ制御部 28 が、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k それぞれからの操作部 9 の姿勢パラメータについて分散を計算し、
5 その分散が所定の閾値以上であるかどうかを判定する。

ステップ S 4 5 において、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k それぞれからの操作部 9 の姿勢パラメータの分散が所定の閾値以上でないと判定された場合、
即ち、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k それぞれのユーザ U₁ 乃至 U_k が、ほぼ同じような操作をした場合、ステップ S 4 6 に進み、姿勢パラメータ制御部
10 28 は、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k それぞれからの姿勢パラメータの、例えば平均値等の重み付け加算値を求め、ステップ S 4 7 に進む。

ここで、複数の姿勢パラメータの重み付け加算値としては、その複数の姿勢パラメータそれぞれに対する重みを同一にした平均値を計算する他、複数の姿勢パラメータそれぞれに対する重みを異なる値にしたものを計算することも可能である。即ち、姿勢パラメータに対する重みは、例えば、その姿勢パラメータを送信してきたマスタマニピュレータ 6 2_k を操作するユーザ U_k の熟練度等に基づいて設定することが可能である。なお、熟練度等に基づく重みは、例えば、マスタマニピュレータ 6 2 (図 8) の操作パネル 12 を操作すること等によって設定することが可能である。

20 ステップ S 4 7 では、姿勢パラメータ制御部 28 は、検索部 29 に手術技術情報データベース 27 を検索させることにより、ステップ S 4 6 で求められた重み付け加算値としての姿勢パラメータによる手術を制限するような手術技術情報が、手術技術情報データベース 27 に登録されているかどうかを判定する。

ステップ S 4 7 において、重み付け加算値である姿勢パラメータによる手術
25 を制限するような手術技術情報が、手術技術情報データベース 27 に登録されていないと判定された場合、ステップ S 4 8 をスキップして、ステップ S 4 9 に進み、姿勢パラメータ制御部 28 は、重み付け加算値である姿勢パラメータ

を、入出力制御装置 21 に供給し、入出力制御装置 21 は、姿勢パラメータ制御部 28 からの姿勢パラメータを、スレーブマニピュレータ 61 に送信する。
その後、ステップ S 42 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

従って、この場合、スレーブマニピュレータ 61 の先端部 4 の動きは、マスタマニピュレータ 62₁ 乃至 62_k のユーザ U₁ 乃至 U_k それぞれによる操作を平均化したものに従うこととなる。

また、ステップ S 47 において、重み付け加算値である姿勢パラメータによる手術を制限する手術技術情報が、手術技術データベース 27 に登録されていると判定された場合、即ち、重み付け加算値である姿勢パラメータによる手術の内容が、例えば、過去に前例のないものである場合や、あるいは、過去に、良い手術経過が得られなかったものである場合、ステップ S 48 に進み、姿勢パラメータ制御部 28 は、重み付け加算値である姿勢パラメータを、その姿勢パラメータによる手術を制限する手術技術情報に基づいて修正し、その手術技術情報による制限の範囲内のものとする。そして、ステップ S 49 に進み、姿勢パラメータ制御部 28 は、修正後の姿勢パラメータを、入出力制御装置 21 を介して、スレーブマニピュレータ 61 に送信して、ステップ S 42 に戻り、以下、同様の処理を繰り返す。

従って、この場合、スレーブマニピュレータ 61 の先端部 4 の動きは、マスタマニピュレータ 62₁ 乃至 62_k のユーザ U₁ 乃至 U_k それぞれによる操作を平均化したものを手術技術情報に基づいて修正したものに従うこととなる。

一方、ステップ S 45 において、マスタマニピュレータ 62₁ 乃至 62_k それぞれからの操作部 9 の姿勢パラメータの分散が所定の閾値以上であると判定された場合、即ち、マスタマニピュレータ 62₁ 乃至 62_k それぞれのユーザ U₁ 乃至 U_k のうちの 1 以上が、他のユーザと同じとはいえない程度の異なる操作をした場合、ステップ S 50 に進み、姿勢パラメータ制御部 28 は、マスタマニピュレータ 62₁ 乃至 62_k それぞれからの操作部 9 の姿勢パラメータの中から、他の姿勢パラメータと異なる姿勢パラメータ（分散を大きくしている原因となって

いる姿勢パラメータ) (以下、適宜、特異パラメータという) を検出する。

なお、ここでは、説明を簡単にするために、特異パラメータとなる姿勢パラメータは1つとする。

5 ステップS50において特異パラメータが検出されると、ステップS51に進み、姿勢パラメータ制御部28は、更新部26を制御することにより、手術情報データベース25に記憶された、特異パラメータに対応する手術情報が表す手術内容による手術が、過去に成功したことがあるかどうかを、手術経過情報データベース23の手術経過情報を参照させることによって判定させる。

10 ステップS51において、特異パラメータに対応する手術情報が表す手術内容による手術が、過去に成功したことがないと判定された場合、ステップS52に進み、姿勢パラメータ制御部28は、その特異パラメータが、操作部9の誤操作等によるものであるとして、マスタマニピュレータ62₁乃至62_kそれぞれからの操作部9の姿勢パラメータのうちの、特異パラメータを除いたものの、例えば平均値等の重み付け加算値を求め、ステップS47に進む。

15 その後、ステップS47乃至S49において、マスタマニピュレータ62₁乃至62_kそれぞれからの操作部9の姿勢パラメータのうちの、特異パラメータを除いたものの重み付け加算値を対象に、上述した場合と同様の処理が行われ、ステップS42に戻る。

20 従って、この場合、スレーブマニピュレータ61の先端部4の動きは、マスタマニピュレータ62₁乃至62_kのユーザU₁乃至U_kそれぞれによる操作のうち、特に他の操作と異なった操作を除いたものを平均化したもの(あるいは、その平均化した操作を手術技術情報に基づいて修正したもの)に従うことになる。

一方、ステップS51において、特異パラメータに対応する手術情報が表す手術内容による手術が、過去に成功したことがあると判定された場合、ステップS53に進み、姿勢パラメータ制御部28は、更新部26を制御することにより、手術技術情報データベース27を更新させる。

即ち、この場合、更新部26は、特異パラメータに対応する手術情報が表す

手術内容に基づいて、その手術を行うのに最適な操作部 9 の操作方法（手順）や、操作部 9 の操作として制限すべき操作内容等を、手術技術情報として生成し、手術技術情報データベース 27 に供給して記憶させることにより、手術技術情報データベース 27 を更新する。

- 5 そして、ステップ S 5 4 に進み、姿勢パラメータ制御部 28 は、入出力制御装置 21 を制御することにより、特異パラメータである姿勢パラメータを、スレーブマニピュレータ 61 に送信し、ステップ S 4 2 に戻り、以下、同様の処理を繰り返す。

- 10 従って、この場合、スレーブマニピュレータ 61 の先端部 4 の動きは、マスタマニピュレータ 62₁ 乃至 62_k のユーザ U₁ 乃至 U_k それぞれによる操作のうち、特に他の操作と異なった操作に従うことになる。

- 15 即ち、マスタマニピュレータ 62₁ 乃至 62_k のユーザ U₁ 乃至 U_k のうちの一人のユーザが、他のユーザとは異なる操作（ここでは、同一の操作と見なすことができない程度の異なる操作）を行なったが、そのような操作による手術が成功した前例がある場合には、スレーブマニピュレータ 61 の先端部 4 の動きは、他のユーザとは異なる操作を行なった一人のユーザによる操作に従うことになる。

- 20 その結果、例えば、ユーザ U₁ 乃至 U_k のうちの一人のユーザが、他のユーザに比較して、手術技術の熟練した、いわば名医である場合において、その名医であるユーザが、最新の手術技術に基づき、他のユーザと異なる操作をしたときには、スレーブマニピュレータ 61 の先端部 4 は、その名医のユーザの操作に対応して動くことになる。

- 25 従って、図 3 の SHARN 手術システムでは、マスタマニピュレータ 62₁ 乃至 62_k それぞれの操作に基づく姿勢パラメータによって、スーパドクタデータベース部 64 における手術技術情報データベース 27 の手術技術情報が、より良いものに更新されていく。さらに、スーパドクタデータベース部 64 では、マスタマニピュレータ 62₁ 乃至 62_k それぞれの操作に基づく姿勢パラメータと、手術技術情報から、スレーブマニピュレータ 61 に提供する姿勢パラメータ

(基準姿勢パラメータ) が生成され、スレーブマニピュレータ 6 1 では、その基準姿勢パラメータにしたがって先端部 4 の姿勢が制御されることによって、患者の手術が行われる一方、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k では、それぞれの操作と、基準姿勢パラメータとのずれを、いわば矯正するように、操作部 5 9 を操作するユーザ U₁ 乃至 U_k に負荷がかけられる。

その結果、スレーブマニピュレータ 6 1 では、多数のユーザとしての医者による技術と、過去の手術によって構築され、さらに更新されていく手術技術情報とに基づく、いわば最高レベルの手術が行われることになる。

また、マスタマニピュレータ 6 2 では、ユーザである獣医の操作が、実際の 10 手術としての先端部 4 の動きに一致するように矯正されるので、ユーザである獣医の手術技術の向上を、短時間で図ることができる。

即ち、図 3 の SHARN 手術システムでは、図 1 3 に示すように、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k それぞれの操作に基づいて、スーパドクタデータベース部 6 4 の手術技術情報が、より良いものに更新されていき、さらに、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k においては、手術技術情報の、いわばフィード 15 バックを受け、ユーザの操作が、手術技術情報に適合するように矯正される。

従って、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k それぞれにおいては、それ単独の場合ではできなかった、ユーザである医者の技術を短時間で向上させるという高機能が実現されているといえることができるが、これは、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k と、スーパドクタデータベース部 6 4 とが、図 1 3 において 20 点線で囲むように、まるで 1 つの装置であるかのようになって、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k それぞれの操作に基づいて、スーパドクタデータベース部 6 4 の手術技術情報が、より良いものに更新されることにより、結果として、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k それぞれが、手術技術情報を、より良いもの 25 に更新するという処理を、互いに協調しながら分担することとなっているからである。

これに対して、スーパドクタデータベース部 6 4 が、単に、マスタマニピュ

レータ 6 2₁ 乃至 6 2_k それぞれの操作内容を記憶し、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k それぞれにフィードバックするというだけでは、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k それぞれが、ユーザによる操作内容を、スーパードクタデータベース部 6 4 に供給するという処理を、単に分担しているだけとなり、マスタマニピュレータ 6 2₁ 乃至 6 2_k それぞれにおいて、ユーザである獣医の技術を向上させるという高機能を実現することはできない。

次に、図 1 4 は、SHARN システムを適用したデザインシステムとしての SHARN デザインシステムの構成例を示している。

この SHARN デザインシステムは、デザイン用のマニピュレータシステムであり、擬似スレーブマニピュレータ 4 1、マスタマニピュレータ 4 2₁ 乃至 4 2_k、ネットワーク 4 3、およびスーパーデザイナーデータベース部 4 4 から構成されている。

擬似スレーブマニピュレータ 4 1 は、ネットワーク 4 3 を介して供給される信号に基づいて作動し、デザインの対象に対して、所定のデザインを施す。なお、ここでは、例えば、PDA (Personal Digital Assistant) を、デザインの

対象とする。但し、デザインの対象は、PDA に限定されるものではない。マスタマニピュレータ 4 2_k は、ユーザ U_k の操作と、スーパーデザイナーデータベース部 4 4 からネットワーク 4 3 を介して供給される情報とに応じて作動する。また、マスタマニピュレータ 4 2_k は、その作動の状態を検知し、その検知結果を、ネットワーク 4 3 を介して、スーパーデザイナーデータベース部 4 4 に送信する。

なお、図 1 4 の実施の形態では、K 個のマスタマニピュレータ 4 2₁ 乃至 4 2_k が設けられているが、以下、適宜、これらを特に区別する必要がない限り、マスタマニピュレータ 4 2 と記載する。

ネットワーク 4 3 は、擬似スレーブマニピュレータ 4 1、マスタマニピュレータ 4 2₁ 乃至 4 2_k、スーパーデザイナーデータベース部 4 4 それぞれの間での通信を可能とする。

スーパデザイナデータベース部 4 4 は、ネットワーク 4 3 を介して供給されるマスタマニピュレータ 4 2 の作動の状態を受信し、その状態に基づいて、デザインに関する情報を生成する。さらに、スーパデザイナデータベース部 4 4 は、そのデザインに関する情報と、マスタマニピュレータ 4 2 の状態に基づき、
5 制御信号を生成し、ネットワーク 4 3 を経由して、擬似スレーブマニピュレータ 4 1 に供給することによって、擬似スレーブマニピュレータ 4 1 を制御する。

なお、図 1 4 の実施の形態においては、マスタマニピュレータ 4 2 が、図 1 (および図 2) の操作部 1 0 0 3、アクチュエータ 1 0 0 5、およびセンサ 1 0 0 7 に対応し、ネットワーク 4 3 が、図 1 のネットワーク 1 0 0 1 に対応し、
10 スーパデザイナデータベース部 4 4 が、図 1 の合成／統合部 1 0 0 2、駆動制御部 1 0 0 4、および信号処理部 1 0 0 6 に対応する。

また、図 1 4 の実施の形態においては、擬似スレーブマニピュレータ 4 1 は、実際の作業を行うマニピュレータではなく、マスタマニピュレータ 4 2 にした
15 がって、仮想的に作業を行うマニピュレータとなっている。但し、擬似スレーブマニピュレータ 4 1 は、実際の作業を行うマニピュレータとして構成することも可能である。

次に、図 1 5 は、図 1 4 の擬似スレーブマニピュレータ 4 1 の電氣的構成例を示している。なお、図中、図 7 のスレーブマニピュレータ 6 1 における場合
20 と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 は、図 7 のスレーブマニピュレータ部 3 と擬似的に同一の機能を有するもので、例えば、CPU がプログラムを実行することにより実現される。そして、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 は、ス
25 レーブマニピュレータ制御装置 5 1 の制御にしたがい、デザインの対象に対して、各種の作用を仮想的に施す。

即ち、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 は、デザイン情報データベース 7 8 に記憶されている、PDA のデザイン用のデータから特定される仮想的な P

DAに対して、スレーブマニピュレータ制御装置51の制御にしたがい、仮想的な先端部（図4Aのスレーブマニピュレータ61における先端部4Lと4Rに相当する）によって各種の処理を施す。

また、擬似スレーブマニピュレータ部77は、図7のスレーブマニピュレータ部3と同様に、仮想的なPDAに対し、仮想的な先端部によって操作を施すことにより、その仮想的な先端部が、仮想的なPDAから受ける力F1やトルクT1等に対応する信号、即ち、図7のスレーブマニピュレータ部3のセンサ75の出力に対応する信号を計算し、制御機構部73に供給する。

デザイン情報データベース78は、仮想的なPDAの外観構成を特定するためのデータとしてのデザイン情報を記憶する。即ち、デザイン情報データベース78は、マスタマニピュレータ42₁乃至42_kのユーザU₁乃至U_kそれぞれが、マスタマニピュレータ42₁乃至42_kを操作することによってデザインしたPDAのデザイン情報を記憶する。

画像生成部79は、擬似スレーブマニピュレータ部77の内部データに基づいて、仮想的な先端部等の状態を表す画像データを生成する。さらに、画像生成部79は、デザイン情報データベース78に記憶されたデザイン情報から、仮想的なPDAの画像データを生成する。そして、画像生成部79は、仮想的な先端部等の画像データと、仮想的なPDAの画像データとを合成し、これにより、擬似スレーブマニピュレータ部77が実際のマニピュレータであり、実際のPDAに対して作業を行っていれば、図7のスレーブマニピュレータ61のカメラ6₁乃至6₅によって撮像されたであろう画像の画像データを生成する。この画像データは、画像生成部79から入出力制御装置80に供給される。

入出力制御装置80は、ネットワーク43に接続されており、画像生成部79から供給される画像データを、ネットワーク43を介して、スーパーデザイナーデータベース部44に送信する。また、入出力制御装置80は、デザイン情報データベース78に記憶された、ユーザU₁乃至U_kそれぞれがデザインしたPDAについてのデザイン情報を、ネットワーク43を介して、スーパーデザイナー

データベース部 4 4 に送信する。

次に、図 1 6 は、図 1 4 のマスタマニピュレータ 4 2 の電氣的構成例を示している。なお、図中、図 8 のマスタマニピュレータ 6 2 と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、
5 図 1 4 のマスタマニピュレータ 4 2 は、スピーカ 1 1 が設けられていない他は、図 8 のマスタマニピュレータ 6 2 と同様に構成されている。従って、図示しないが、マスタマニピュレータ 4 2 の外観構成も、図 4 B に示したマスタマニピュレータ 6 2 の外観構成と基本的に同一である。

次に、図 1 7 は、図 1 4 のスーパーデザイナーデータベース部 4 4 の構成例を示
10 している。なお、図中、図 9 のスーパドクタデータベース部 6 4 における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

デザイン情報登録部 9 1 は、図 1 5 の擬似スレーブマニピュレータ 4 1 の入出力制御装置 8 0 がネットワーク 4 3 を介して送信してくる、デザイン情報データベース 7 8 に記憶された、ユーザ U_1 乃至 U_k それぞれがデザインした PDA
15 についてのデザイン情報を受信し、デザイン情報データベース 9 2 に供給して登録する。なお、ユーザ U_k がデザインした PDA についてのデザイン情報の、擬似スレーブマニピュレータ 4 1 からスーパーデザイナーデータベース部 4 4 への転送は、例えば、ユーザ U_k が、自身の PDA のデザインを登録するように、マ
20 スタマニピュレータ 4 2 の操作部 1 2 を操作することによって行われる。

デザイン情報データベース 9 2 は、デザイン情報登録部 9 1 からのデザイン情報を記憶する。

デザイン評価部 9 3 は、デザイン情報データベース 9 2 に記憶されたデザイン情報によって特定される PDA のデザインを評価する。

25 即ち、デザイン評価部 9 3 は、例えば、デザイン情報データベース 9 2 に記憶されたデザイン情報によって特定される PDA の外観構成を、例えば、インターネット上の Web ページに公開して、人気投票を行い、その投票結果に基

づいて、PDAのデザインを評価する。あるいは、また、デザイン評価部93は、例えば、デザイン情報データベース92に記憶されたデザイン情報によって特定されるPDAが、既に商品化されて販売されている場合には、ネットワーク43を介して、そのPDAの販売個数を収集し、その販売個数に基づいて、

5 PDAのデザインを評価する。

特異デザイン情報データベース94は、姿勢パラメータ登録部22から供給される特異デザイン情報を記憶し、流行デザイン情報データベース95は、更新部26から供給される流行デザイン情報を記憶する。

ここで、流行デザイン情報とは、デザイン情報データベース92に記憶されたデザイン情報のうち、デザイン評価部93による評価が高いものを意味し、
10 特異デザイン情報とは、流行デザイン情報から、いわばはずれたデザイン（以下、適宜、特異デザインという）のデザイン情報を意味する。

次に、図18は、図15のデザイン情報データベース78、図17のデザイン情報データベース92、特異デザイン情報データベース94、流行デザイン
15 情報データベース95に記憶されるPDAのデザイン情報を示している。

PDAのデザイン情報としては、図18Aに示すように、PDAの横の長さp1、縦の長さp2、PDAの表示部としてのLCDの横の長さp3、その縦の長さp4、PDAの重心の位置p6、PDAに設けられたボタンの位置p7、p8等を採用することができる。

20 また、例えば、図18Bに示すように、PDAが円弧状の丸みを有する場合には、その円弧の半径p9、p10、p11、p12等を、PDAのデザイン情報として採用することができる。

次に、図19のフローチャートを参照して、図15の擬似スレーブマニピュレータ41の処理について説明する。

25 ステップS61において、入出力制御装置80は、画像生成部79で生成された画像データの送信を開始する。

即ち、マスタマニピュレータ42_k（図16）のユーザU_kが、デザインを開始

するように、操作パネル 12 を操作すると、その操作に対応する操作信号（以下、適宜、開始信号という）が、入出力制御装置 54 から、ネットワーク 43 を介して、擬似スレーブマニピュレータ 41 とスーパーデザイナデータベース部 44 に送信される。

- 5 マスタマニピュレータ 42_kからの開始信号は、擬似スレーブマニピュレータ 41 の入出力制御装置 80 で受信され、この場合、入出力制御装置 80 は、ユーザ U_k用の画像データを生成するように、画像生成部 79 に供給する。これにより、画像生成部 79 は、ユーザ U_k用に、画像データの生成を開始し、入出力制御装置 80 は、そのユーザ U_k用に生成された画像データ（以下、適宜、ユーザ U_k用の画像データという）の送信を開始する。なお、この画像データの送信は、その後、例えば、マスタマニピュレータ 42_k（図 16）の操作パネル 12 が、その送信を停止するように操作されるまで続行される。

- さらに、ステップ S61 では、スレーブマニピュレータ制御装置 51 が、擬似スレーブマニピュレータ部 77 の仮想的な先端部の姿勢パラメータを、スーパーデザイナデータベース部 44 に送信する。

- 15 即ち、スレーブマニピュレータ制御装置 51 において、制御機構部 73 は、擬似スレーブマニピュレータ部 77 が出力する仮想的な先端部等の状態に関する信号（以下、適宜、状態信号という）を受信して、制御部 71 に供給する。制御部 71 は、制御機構部 73 から供給される状態信号に基づいて、擬似スレーブマニピュレータ部 77 の仮想的な先端部の姿勢パラメータを求め、通信部 74 に供給する。通信部 74 は、制御部 71 からの姿勢パラメータを、ネットワーク 43 を介して、スーパーデザイナデータベース部 44 に送信する。

- その後、後述するように、スーパーデザイナデータベース部 44 から、ネットワーク 43 を介して、姿勢パラメータが送信されてくるので、スレーブマニピュレータ制御装置 51 の通信部 74 は、スーパードクタデータベース部 64 から姿勢パラメータが送信されてくるのを待って、ステップ S62 に進み、その姿勢パラメータを受信する。

この姿勢パラメータは、通信部 7 4 から制御部 7 1 に供給され、制御部 7 1 は、ステップ S 6 3 において、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 の仮想的な先端部が、その姿勢パラメータに対応する姿勢をとるように、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 を制御する。

5 具体的には、スレーブマニピュレータ制御装置 5 1 の制御部 7 1 は、通信部 7 4 からの姿勢パラメータを、姿勢遷移機構部 7 2 に供給する。姿勢遷移機構部 7 2 は、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 の仮想的な先端部の姿勢を、現在の姿勢から、制御部 7 1 から供給された姿勢パラメータに対応する姿勢に遷移させるための姿勢遷移情報を生成し、制御機構部 7 3 に供給する。

10 制御機構部 7 3 は、姿勢遷移機構部 7 2 からの姿勢遷移情報に従って制御信号を生成し、これを、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 に送出する。擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 は、制御機構部 7 3 からの制御信号に従って、仮想的な先端部の姿勢を変化させ、通信部 7 4 で受信された姿勢パラメータに対応する姿勢をとらせる。

15 そして、ステップ S 6 4 に進み、スレーブマニピュレータ制御装置 5 1 は、ステップ S 6 3 での制御で、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 の仮想的な先端部が姿勢を変化させることで、仮想的な先端部が外部（デザインの対象である仮想的な PDA）から受けた力 $F1$ とトルク $T1$ を、その仮想的な先端部の姿勢パラメータとともに、ネットワーク 4 3 を介して、スーパーデザインデータベース部 4 4 に送信する。

20 即ち、スレーブマニピュレータ制御装置 5 1 において、制御機構部 7 3 は、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 が出力する状態信号を、制御部 7 1 に供給し、制御部 7 1 は、その状態信号から、仮想的な先端部が外部から受けた力 $F1$ とトルク $T1$ 、および仮想的な先端部の姿勢パラメータを算出する。さらに、制御部 7 1 は、この力 $F1$ とトルク $T1$ 、および姿勢パラメータを、通信部 7 4 に供給し、通信部 7 4 は、その力 $F1$ とトルク $T1$ 、および姿勢パラメータを、ネットワーク 4 3 を介して、スーパーデザインデータベース部 4 4 に送信する。

その後は、ステップS 6 2に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

従って、擬似スレーブマニピュレータ 4 1においては、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7の仮想的な先端部が、スーパーデザイナーデータベース部 4 4から送信されてくる姿勢パラメータに対応する姿勢に変化していくことによって、

5 P D Aに対してデザインが施される。

なお、ステップS 6 4においては、例えば、P D Aが、模型用の材料として用いられる発泡プラスチックやA B S (Acrylonitrile Butadiene Styrene)樹脂等で構成されているとして、力F1とトルクT1を計算するようにすることができ

10 次に、図 2 0のフローチャートを参照して、図 1 6のマスタマニピュレータ 4 2の処理について説明する。

後述するように、スーパーデザイナーデータベース部 4 4は、擬似スレーブマニピュレータ 4 1から送信されてくる画像データを、ネットワーク 4 3を介して、マスタマニピュレータ 4 2に送信してくるので、ステップS 7 1では、その画
15 像データの受信が開始される。

即ち、ステップS 7 1では、入出力制御装置 5 4は、ネットワーク 4 3を介して、スーパーデザイナーデータベース部 4 4から送信されてくる画像データを受信し、画像データを、モニタ 1 0に供給する。これにより、モニタ 1 0には、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 (図 1 5) がP D Aに対して処理を施して
20 いる様子を表す画像が表示される。

さらに、後述するように、スーパーデザイナーデータベース部 4 4は、擬似スレーブマニピュレータ 4 1から送信されてくる、仮想的な先端部の姿勢パラメータを、ネットワーク 4 3を介して、マスタマニピュレータ 4 2に送信してくるので、ステップS 7 1では、マスタマニピュレータ制御装置 5 3は、その姿勢
25 パラメータを受信し、その姿勢パラメータに基づいて、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 の姿勢を制御する。

即ち、マスタマニピュレータ制御装置 5 3において、通信部 8 4は、ネット

ワーク 4 3 を介して、スーパーデザイナデータベース部 4 4 から送信されてくる、
擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 の仮想的な先端部の姿勢パラメータを受信
し、制御部 8 1 に供給する。制御部 8 1 は、通信部 8 4 からの姿勢パラメータ
を受信し、姿勢遷移機構部 8 2 に供給する。姿勢遷移機構部 8 2 は、マスタマ
5 ニピュレータ部 8 の操作部 9 の姿勢を、現在の姿勢から、制御部 8 1 から供給
された姿勢パラメータに対応する姿勢に遷移させるための姿勢遷移情報を生成
し、制御機構部 8 3 に供給する。制御機構部 8 3 は、姿勢遷移機構部 8 2 から
の姿勢遷移情報に従って制御信号を生成し、これを、マスタマニピュレータ部
8 に送出する。マスタマニピュレータ部 8 のアクチュエータ 8 6 は、この制御
10 信号に従って駆動し、これにより、操作部 9 は、その姿勢を変化させ、擬似ス
レーブマニピュレータ部 7 7 の仮想的な先端部の姿勢と同一の姿勢をとる。

その後、ステップ S 7 2 において、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 の
姿勢パラメータが、ネットワーク 4 3 を介して、スーパーデザイナデータベース
部 4 4 に送信される。

15 具体的には、マスタマニピュレータ制御装置 5 3 において、制御機構部 8 3
は、マスタマニピュレータ部 8 のセンサ 8 5 の出力を受信し、制御部 8 1 に供
給する。制御部 8 1 は、センサ 8 5 の出力から、マスタマニピュレータ部 8 の
操作部 9 の姿勢パラメータを算出し、通信部 8 4 に供給する。通信部 8 4 は、
制御部 8 1 からの操作部 9 の姿勢パラメータを、ネットワーク 4 3 を介して、
20 スーパーデザイナデータベース部 4 4 に送信する。

このステップ S 7 2 の処理によって、ユーザの操作によって変化したマスタ
マニピュレータ部 8 の操作部 9 の姿勢を表す姿勢パラメータが、スーパーデザイ
ナデータベース部 4 4 に送信される。

そして、ステップ S 7 3 に進み、マスタマニピュレータ制御装置 5 3 の通信
25 部 8 4 は、ネットワーク 4 3 を介してスーパーデザイナデータベース部 4 4 から
送信されてくる、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 の仮想的な先端部の姿勢
パラメータを、基準姿勢パラメータとして受信し、ステップ S 7 4 に進む。ス

ステップS 7 4では、マスタマニピュレータ制御装置 5 3の通信部 8 4は、スーパーデザイナーデータベース部 4 4から、仮想的な先端部の姿勢パラメータとともに送信されてくる、仮想的な先端部が外部から受けた力 F_1 とトルク T_1 を受信する。この仮想的な先端部についての姿勢パラメータ、および力 F_1 とトルク T

5 1は、通信部 8 4から制御部 8 1に供給され、ステップS 7 4からS 7 5に進む。

ステップS 7 5では、制御部 8 1は、ステップS 7 2で取得した操作部 9の姿勢パラメータと、ステップS 7 3で取得した基準姿勢パラメータの差を算出し、ステップS 7 6に進む。

10 ステップS 7 6では、制御部 8 1は、ステップS 7 5で算出した、操作部 9の姿勢パラメータと基準姿勢パラメータとの差（ずれ）の大きさに比例した大きさで、ずれの方向とは逆方向の力 F_2 とトルク T_2 を算出し、ステップS 7 7に進む。

15 ステップS 7 7では、制御部 8 1は、ステップS 7 6で算出した力 F_2 とトルク T_2 のそれぞれに、ステップS 7 4で取得した力 F_1 およびトルク T_1 に比例する力とトルクを加算し、操作部 9を操作するユーザ U に知覚させる力 F_o およびトルク T_o を算出する。すなわち、制御部 8 1は、例えば、上述の式（1）に従って、力 F_o およびトルク T_o を算出する。

20 その後、ステップS 7 8において、マスタマニピュレータ部 8の操作部 9を操作するユーザ U_k に、ステップS 7 7で算出された力 F_o とトルク T_o を知覚させるように、マスタマニピュレータ部 8が制御される。

即ち、制御部 8 1は、ステップS 7 3で得た基準姿勢パラメータと、ステップS 7 6で得た力 F_o およびトルク T_o を、姿勢遷移機構部 8 2に供給する。姿勢遷移機構部 8 2は、マスタマニピュレータ部 8の操作部 9の姿勢を、現在の姿勢から、制御部 8 1から供給された基準姿勢パラメータに対応する姿勢に遷移させるための姿勢遷移情報であって、さらに、力 F_o およびトルク T_o をユーザに知覚させることのできる加速度（上述したように、角加速度を含む）の情報を含むものを生成し、制御機構部 8 3に供給する。制御機構部 8 3は、姿勢

遷移機構部 8 2 からの姿勢遷移情報に従って制御信号を生成し、これを、マスタマニピュレータ部 8 に送出する。マスタマニピュレータ部 8 のアクチュエータ 8 6 は、この制御信号に従って駆動し、これにより、操作部 9 は、その姿勢を、所定の加速度で変化させ、ユーザ U に力 F_0 およびトルク T_0 を知覚させながら、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 の仮想的な先端部の姿勢と同一の姿勢をとる。

その後は、ステップ S 7 2 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

以上のように、ユーザ U に知覚させる力 F_0 およびトルク T_0 を、ステップ S 7 5 で算出されたずれの大きさに比例した大きさで、ずれの方向とは逆方向の力 F_2 とトルク T_2 と、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 の仮想的な先端部が受けたに力 F_1 とトルク T_1 に比例する力とトルクとが加算されたものとしたので、ユーザ U に、操作部 9 の姿勢パラメータと基準姿勢パラメータとのずれ、および擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 の仮想的な先端部が受ける反力を意識させることができる。

従って、ユーザ U_k は、マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9 を、基準姿勢パラメータに対応する姿勢と異なる姿勢にするように操作した場合には、その姿勢の異なり具合が大きいほど、大きな反力を受けるので、自身の操作が、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 の仮想的な先端部が実際にとった姿勢とどの程度異なるかを、いわば感覚的に認識することができる。

次に、図 2 1 のフローチャートを参照して、図 1 7 のスーパーデザイナデータベース部 4 4 の処理について説明する。なお、スーパーデザイナデータベース部 4 4 は、開始信号を送信してきたマスタマニピュレータ 4 2_k ごとに、そのマスタマニピュレータ 4 2_k と擬似スレーブマニピュレータ 4 1 を制御する処理として、図 1 7 のフローチャートに従った処理（以下、適宜、制御処理という）を行う。従って、擬似スレーブマニピュレータ 4 1 でも、開始信号を送信したマスタマニピュレータ 4 2_k ごとに対して、上述の処理が行われる。

まず最初に、ステップ S 9 1 において、入出力制御装置 2 1 は、擬似スレー

ブマニピュレータ 4 1 からの画像データの受信と、その画像データのマスタマニピュレータ 4 2_k への送信を開始する。

即ち、図 1 9 で説明したように、ステップ S 6 1 において、擬似スレーブマニピュレータ 4 1 (図 1 5) は、画像データの、スーパーデザイナデータベース部 4 4 への送信を開始するので、スーパーデザイナデータベース部 4 4 の入出力制御装置 2 1 は、そのようにして擬似スレーブマニピュレータ 4 1 からネットワーク 4 3 を介して送信されてくる画像データの受信を開始する。

さらに、入出力制御装置 2 1 は、擬似スレーブマニピュレータ 4 1 から受信した画像データの、マスタマニピュレータ 4 2_k への送信を開始する。ここで、マスタマニピュレータ 4 2 では、このようにして、入出力制御装置 2 1 から送信される画像データの受信が、上述の図 2 0 のステップ S 7 1 で開始される。

また、ステップ S 9 1 では、入出力制御装置 2 1 は、図 1 9 のステップ S 6 1 において擬似スレーブマニピュレータ 4 1 から送信されてくる姿勢パラメータ (擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 の仮想的な先端部の姿勢パラメータ) を受信し、その姿勢パラメータを、基準姿勢パラメータとして、マスタマニピュレータ 4 2_k に送信する。ここで、この基準姿勢パラメータは、マスタマニピュレータ 4 2_k において、上述の図 2 0 のステップ S 7 1 で受信され、これにより、操作部 9 (マスタマニピュレータ部 8 の操作部 9) は、その基準パラメータに対応する姿勢、即ち、擬似スレーブマニピュレータ部 7 7 の仮想的な先端部の姿勢と同一の姿勢をとる。

その後、ステップ S 9 2 に進み、入出力制御装置 2 1 は、擬似スレーブマニピュレータ 4 1 から、その仮想的な先端部についての姿勢パラメータと、力 F 1 およびトルク T 1 が、図 1 9 のステップ S 6 4 で送信されてくるのを待って受信し、その姿勢パラメータを基準姿勢パラメータとして、力 F 1 およびトルク T 1 とともに、マスタマニピュレータ 4 2_k に送信する。ここで、マスタマニピュレータ 4 2_k では、仮想的な先端部について姿勢パラメータは、図 2 0 のステップ S 7 3 で受信され、仮想的な先端部についての力 F 1 およびトルク T 1 は、図 2

0のステップS 7 4で受信される。

そして、ステップS 9 3に進み、入出力制御装置2 1は、マスタマンピュレータ4 2_kが図2 0のステップS 7 2で送信してくる操作部9の姿勢パラメータを受信し、姿勢パラメータ制御部2 8に供給して、ステップS 9 4に進む。

5 ステップS 9 4では、姿勢パラメータ制御部2 8は、検索部2 9に流行デザイン情報データベース9 5を検索させることにより、ステップS 9 3でマスタマンピュレータ4 2_kから受信した姿勢パラメータによるデザインを制限するような流行デザイン情報が、流行デザイン情報データベース9 5に登録されているかどうかを判定する。

10 ステップS 9 4において、マスタマンピュレータ4 2_kからの姿勢パラメータによるデザインを制限するような流行デザイン情報が、流行デザイン情報データベース9 5に登録されていないと判定された場合、即ち、姿勢パラメータによるデザインが、流行デザイン情報が表す、流行しているデザインから、それほどはずれるもの（特異デザイン）ではない場合、ステップS 9 9に進み、姿勢
15 パラメータ制御部2 8は、マスタマンピュレータ4 2_kからの姿勢パラメータを、入出力制御装置2 1に供給し、入出力制御装置2 1は、姿勢パラメータ制御部2 8からの姿勢パラメータを、擬似スレーブマンピュレータ4 1に送信する。その後、ステップS 9 2に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

従って、この場合、擬似スレーブマンピュレータ4 1の仮想的な先端部の動きは、マスタマンピュレータ4 2_kのユーザU_kによる操作に従うこととなる。
20

一方、ステップS 9 4において、マスタマンピュレータ4 2_kからの姿勢パラメータによるデザインを制限するような流行デザイン情報が、流行デザイン情報データベース9 5に登録されていると判定された場合、即ち、姿勢パラメータによるデザインが、流行デザイン情報が表す、流行しているデザインからは
25 ずれるもの（特異デザイン）である場合（現在の流行からすれば、突飛なデザインである場合）、ステップS 9 5に進み、姿勢パラメータ制御部2 8は、姿勢パラメータ登録部2 2を制御することにより、マスタマンピュレータ4 2_kか

らの姿勢パラメータによる特異デザインを表す特異デザイン情報を、特異デザイン情報データベース 9 4 に登録させ、ステップ S 9 6 に進む。

ステップ S 9 6 では、更新部 2 6 が、直前のステップ S 9 5 で特異デザイン情報データベース 9 4 に登録された特異デザイン情報（以下、適宜、直前特異
5 デザイン情報という）の頻度が所定の閾値より大であるかどうかを判定する。

ステップ S 9 6 において、直前特異デザイン情報の頻度が所定の閾値より大でないと判定された場合、即ち、直前特異デザイン情報が表す特異デザインを施すような操作が、1 以上のユーザによってそれほど行われていない場合、ステップ S 9 7 に進み、姿勢パラメータ制御部 2 8 は、マスタマニピュレータ 4
10 2_kからの姿勢パラメータを、その姿勢パラメータによるデザインを制限する流行デザイン情報に基づいて修正し、その流行デザイン情報による制限の範囲内のものとする。そして、ステップ S 9 9 に進み、姿勢パラメータ制御部 2 8 は、修正後の姿勢パラメータを、入出力制御装置 2 1 を介して、擬似スレーブマニピュレータ 4 1 に送信して、ステップ S 9 2 に戻り、以下、同様の処理を繰り返す。
15

従って、この場合、擬似スレーブマニピュレータ 4 1 の仮想的な先端部の動きは、マスタマニピュレータ 4 2_kのユーザ U_kによる操作を流行デザイン情報に基づいて修正したもの、つまり、ユーザが行おうとした突飛なデザイン（特異デザイン）を、流行のデザインからあまりかけ離れたものとならないように修正したものに従うこととなる。
20

一方、ステップ S 9 6 において、直前特異デザイン情報の頻度が大であると判定された場合、即ち、直前特異デザイン情報が表す特異デザインを施すような操作が、1 以上のユーザによって多数行われ、その結果、現在の流行が、直前特異デザイン情報が表すデザインに変化してきたと推測される場合、ステップ S 9 8 に進み、更新部 2 6 は、直前特異デザイン情報を、特異デザイン情報データベース 9 4 から読み出し、流行デザイン情報として、流行デザイン情報データベース 9 5 に転送して追加記憶させる。
25

その後は、ステップS 9 9に進み、姿勢パラメータ制御部 2 8は、マスタマニピュレータ 4 2_kからの姿勢パラメータを、入出力制御装置 2 1に供給し、入出力制御装置 2 1は、姿勢パラメータ制御部 2 8からの姿勢パラメータを、擬似スレーブマニピュレータ 4 1に送信する。その後、ステップS 9 2に戻り、

5 以下、同様の処理が繰り返される。

従って、この場合、擬似スレーブマニピュレータ 4 1の仮想的な先端部の動きは、マスタマニピュレータ 4 2_kのユーザU_kによる操作に従うこととなる。

即ち、マスタマニピュレータ 4 2_kからの姿勢パラメータによるデザインが、流行デザイン情報が表す、流行しているデザインからはずれる特異デザインで

10 ある場合（現在の流行からすれば、突飛なデザインである場合）、最初のうちは、そのような特異デザインを行おうとする操作は、流行デザイン情報に基づいて修正される。しかしながら、最初は、特異デザインであっても、その特異デザインを施すような操作が多数行われた場合には、特異デザインが多数に受け入れられ、現在の流行が、その特異デザインに変化したと推測される。そこ

15 で、この場合には、流行デザイン情報データベース 9 5に、その特異デザイン情報が、流行デザイン情報として追加記憶され、さらに、そのような特異デザインを施そうとするユーザの操作も、流行デザイン情報によって制限（修正）されないようになる。

その結果、擬似スレーブマニピュレータ 4 1の仮想的な先端部は、最初は、

20 特異デザインを施すような操作に従わなかったのが、その特異デザインが多数に認知されてくると、その特異デザインを施す操作に従って動くようになる。即ち、例えば、図 1 8 Aに示したようなPDAのデザインが流行している場合において、図 1 8 Bに示したようなPDAのデザインを施すように、マスタマニピュレータ 4 2を操作しても、最初のうちは、その操作が制限されるが、そ

25 のような操作が多数行われていくうちに、その制限がされなくなり、図 1 8 BのPDAのデザインを施すことが可能になっていく。

以上のように、図 1 4のSHARNデザインシステムでは、マスタマニピュ

レータ $4\ 2_1$ 乃至 $4\ 2_k$ を操作するユーザ U_1 乃至 U_k それぞれによって行われるデザインに基づいて、流行デザイン情報データベース 9 5 の更新（上述の場合には、特異デザイン情報の追加記憶）が行われるが、さらに、この SHARN デザインシステムでは、他の一般ユーザによる評価にも基づいて、流行デザイン
5 情報データベース 9 5 の更新が行われるようになっている。

そこで、図 2 2 のフローチャートを参照して、他の一般ユーザによる評価に基づく、流行デザイン情報データベース 9 5 の更新処理について説明する。

まず最初に、ステップ S 1 1 1 において、デザイン評価部 9 3 は、デザイン
情報登録部 9 1 によってデザイン情報データベース 9 2 に登録されたデザイン
10 情報によるデザインを評価する評価情報を収集する。

即ち、デザイン評価部 9 3 は、例えば、デザイン情報データベース 9 2 に記憶されたデザイン情報を公開している Web ページについて、一般ユーザが行ったデザイン情報の人気投票結果を、評価情報として、ネットワーク 4 3 を介して収集する。また、デザイン評価部 9 3 は、デザイン情報データベース 9 2
15 に記憶されたデザイン情報によって特定される PDA の販売個数を、評価情報として、ネットワーク 4 3 を介して収集する。

そして、ステップ S 1 1 2 に進み、デザイン評価部 9 3 は、デザイン情報データベース 9 2 に記憶されているデザイン情報それぞれに対し、ステップ S 1 1 1 で収集した評価情報に基づき、評価値を計算し、その評価値によって、
20 デザイン情報データベース 9 2 を更新する。

即ち、デザイン情報データベース 9 2 には、デザイン情報が、前回の更新処理で得られた評価値（以下、適宜、前回の評価値という）と対応付けられて記憶されており、ステップ S 1 1 2 では、デザイン情報について新たに計算された評価値（以下、適宜、今回の評価値という）によって、各デザイン情報に
25 対応付けられている評価値（前回の評価値）が更新される。

ここで、評価値は、0 以上の値で、その値が大きいほど、評価の程度が高いものとする。

その後、ステップS 1 1 3に進み、更新部26は、評価値が所定の閾値 ε_1 以上で、かつ評価値の変化の割合が閾値 $+\varepsilon_2$ 以上のデザイン情報が、デザイン情報データベース92に登録されているかどうかを判定する。

5 ステップS 1 1 3において、評価値が所定の閾値 ε_1 以上で、かつ評価値の変化の割合が $+\varepsilon_2$ 以上のデザイン情報が、デザイン情報データベース92に登録されていると判定された場合、即ち、評価値自体が大きく、さらに、評価値の変化（伸び）も大きいデザイン情報（以下、適宜、人気デザイン情報という）が存在する場合、ステップS 1 1 4に進み、更新部26は、その人気デザイン情報が、流行デザイン情報として、流行デザイン情報データベース95に既に
10 登録されているかどうかを判定する。

ステップS 1 1 4において、人気デザイン情報が、流行デザイン情報として、流行デザイン情報データベース95に既に登録されていると判定された場合、ステップS 1 1 1に戻り、以下、同様の処理を繰り返す。

また、ステップS 1 1 4において、人気デザイン情報が、流行デザイン情報データベース95に登録されていないと判定された場合、ステップS 1 1 5に進み、更新部26は、デザイン情報データベース92から、人気デザイン情報を読み出し、流行デザイン情報として、流行デザイン情報データベース95に供給して追加記憶させ、これにより、流行デザイン情報データベース95を更新して、ステップS 1 1 1に戻る。

20 一方、ステップS 1 1 3において、評価値が所定の閾値 ε_1 以上で、かつ評価値の変化の割合が $+\varepsilon_2$ 以上のデザイン情報が、デザイン情報データベース92に登録されていないと判定された場合、即ち、人気デザイン情報が存在しない場合、ステップS 1 1 6に進み、更新部26は、評価値の変化の割合が所定の閾値 ε_3 回以上続けて0以下になっているデザイン情報が、デザイン情報データベース92に登録されているかどうかを判定する。
25

ステップS 1 1 6において、評価値の変化の割合が所定の閾値 ε_3 回以上続けて0以下になっているデザイン情報が存在すると判定された場合、即ち、評価

値が変化しないか、または下降する一方のデザイン情報（以下、適宜、不人気デザイン情報という）が存在する場合、ステップS 1 1 7に進み、更新部2 6は、不人気デザイン情報が、流行デザイン情報として、流行デザイン情報データベース9 5に登録されているかどうかを判定する。

- 5 ステップS 1 1 7において、不人気デザイン情報が、流行デザイン情報として、流行デザイン情報データベース9 5に登録されていると判定された場合、ステップS 1 1 8に進み、更新部2 6は、その流行デザイン情報としての不人気デザイン情報を、流行デザイン情報データベース9 5から削除し、これにより、流行デザイン情報データベース9 5を更新して、ステップS 1 1 1に戻る。
- 10 また、ステップS 1 1 7において、不人気デザイン情報が、流行デザイン情報データベース9 5に登録されていないと判定された場合、ステップS 1 1 8をスキップして、ステップS 1 1 1に戻る。

- 以上のように、図1 4のSHARNデザインシステムでは、マスタマニピュレータ4 2₁乃至4 2_kそれぞれの操作に基づく姿勢パラメータによって、スーパー
- 15 デザイナデータベース部4 4における流行デザイン情報データベース9 5の流行デザイン情報が、より良いもの（現在の流行にあったデザイン）に更新されていく。さらに、スーパーデザイナデータベース部4 4における流行デザイン情報データベース9 5の流行デザイン情報は、一般のユーザによる評価にも基づいて、より良いものに更新されていく。さらに、スーパーデザイナデータベース
- 20 部4 4では、マスタマニピュレータ4 2_kの操作に基づく姿勢パラメータと、流行デザイン情報から、擬似スレーブマニピュレータ4 1に提供する姿勢パラメータ（基準姿勢パラメータ）が生成され、擬似スレーブマニピュレータ4 1では、その基準姿勢パラメータにしたがって仮想的な先端部の姿勢が制御されることによって、デザインが施される一方、マスタマニピュレータ4 2_kでは、そ
- 25 のユーザU_kの操作と、基準姿勢パラメータとのずれを、いわば矯正するように、操作部9を操作するユーザU_kに負荷がかけられる。

 その結果、擬似スレーブマニピュレータ4 1では、ユーザU_kのデザインセン

スト、その他の多数のユーザのデザインセンスから構築され、更新されていく流行デザイン情報とに基づく、いわば流行に沿ったデザインが施されることになる。

また、マスタマニピュレータ 4 2_kでは、ユーザU_kの操作が、流行デザイン情報に基づいて矯正されるので、ユーザU_kのデザイン技術の向上を短時間で図ることができる。

ここで、図 1 4 の SHARN デザインシステムでは、図 2 3 に示すように、マスタマニピュレータ 4 2₁乃至 4 2_kそれぞれの操作に基づいて、スーパーデザイナーデータベース部 4 4 の流行デザイン情報が、より良いものに更新されていき、さらに、マスタマニピュレータ 4 2₁乃至 4 2_kにおいては、流行デザイン情報の、いわばフィードバックを受け、ユーザの操作が、流行デザイン情報に適合するように矯正される。

従って、マスタマニピュレータ 4 2₁乃至 4 2_kそれぞれにおいては、それ単独の場合ではできなかった、ユーザU₁乃至U_kそれぞれのデザイン技術を向上させるという高機能が実現されているといえることができるが、これは、マスタマニピュレータ 4 2₁乃至 4 2_kと、スーパーデザイナーデータベース部 4 4 とが、図 2 3 において点線で囲むように、まるで 1 つの装置であるかのようになって、マスタマニピュレータ 4 2₁乃至 4 2_kそれぞれの操作に基づいて、スーパーデザイナーデータベース部 4 4 の流行デザイン情報が、より良いものに更新されることにより、結果として、マスタマニピュレータ 4 2₁乃至 4 2_kそれぞれが、流行デザイン情報を、より良いものに更新するという処理を、互いに協調しながら分担することとなっているからである。

これに対して、スーパーデザイナーデータベース部 4 4 が、単に、マスタマニピュレータ 4 2₁乃至 4 2_kそれぞれの操作内容を記憶し、マスタマニピュレータ 4 2₁乃至 4 2_kそれぞれにフィードバックするというだけでは、マスタマニピュレータ 4 2₁乃至 4 2_kそれぞれが、ユーザによる操作内容を、スーパーデザイナーデータベース部 4 4 に供給するという処理を、単に分担しているだけとなり、マス

タマニピューレータ 4 2₁ 乃至 4 2_k それぞれにおいて、ユーザ U₁ 乃至 U_k のデザイン技術を向上させるという高機能を実現することはできない。

次に、図 2 4 は、SHARN システムを適用した移動体システムとしての SHARN 移動体システムの構成例を示している。

- 5 この SHARN 移動体システムは、多数の移動体（例えば、自動車など） 1 0 1₁, 1 0 1₂, …、各移動体 1 0 1_k に設けられた全方位カメラ 1 0 2_k、およびネットワーク 1 0 4 から構成されている。

- 移動体 1 0 1_k としての自動車は、それを運転操作するユーザ U_k による操作に応じて作動することにより、道路上等を移動する。移動体 1 0 1_k に設けられた
10 全方位カメラ 1 0 2_k は、自身を中心とする全方位の画像を撮像（検知）する。従って、ある被写体 1 0 3 を見通すことのできる位置にある移動体 1 0 1_k の全方位カメラ 1 0 2_k においては、特に、被写体 1 0 3 が存在する方向を意識しなくても、被写体 1 0 3 を含む画像を撮像することができる。ネットワーク 1 0 4 は、任意の移動体 1 0 1_k と 1 0 1_{k'} の間の無線通信を可能とするネットワーク
15 である。

ここで、以下、適宜、全方位カメラ 1 0 2_k において得られる、自身を中心とする全方位の画像を、全方位画像という。

- 移動体 1 0 1_k は、ネットワーク 1 0 4 を介して、他の移動体 1 0 1_{k'} と通信する。そして、移動体 1 0 1_k は、他の移動体 1 0 1_{k'} で撮像された画像データを、
20 ネットワーク 1 0 4 を介して受信し、その画像データを処理することによって、付加価値を付けた画像データを生成する。

- ここで、図 2 4 の実施の形態においては、移動体 1 0 1_k が、図 1（および図 2）の操作部 1 0 0 3、アクチュエータ 1 0 0 5、合成／統合部 1 0 0 2、駆動制御部 1 0 0 4、および信号処理部 1 0 0 6 に対応し、全方位カメラ 1 0 2_k
25 が、図 1 のセンサ 1 0 0 7 に対応し、ネットワーク 1 0 4 が、図 1 のネットワーク 1 0 0 1 に対応する。

なお、移動体 1 0 1_{k'} との通信は、移動体 1 0 1_k だけでなく、固定局として

の情報処理装置 105 も行うことができるようになっている。そして、固定局である情報処理装置 105 でも、移動体 101_k における場合と同様に、他の移動体 101_{k'} で撮像された画像データを、ネットワーク 104 を介して受信し、その画像データを処理することによって、付加価値を付けた画像データを生成
5 することができる。

次に、図 25 を参照して、図 24 の SHARN 移動体システムの機能について概説する。

SHARN 移動体システムでは、第 1 の機能として、ある図示しない移動体 101_k は、所望の移動体である、例えば、移動体 101₈ を指定し、その移動体
10 101₈ の現在地から全方位カメラ 102₈ によって撮像された全方位画像データを、ネットワーク 104 を介して取得することができる。

また、第 2 の機能として、移動体 101_k は、ある被写体 103 について、所望の視点方向 v 上に位置する移動体（図 25 においては、移動体 101₇）を指定し、その移動体 101₇ の現在地から全方位カメラ 102₇ によって撮像された
15 全方位画像データを、ネットワーク 104 を介して取得することができる。この場合、その全方位画像データには、被写体 103 を所定の視点方向 v から見た画像が含まれることになる。

さらに、第 3 の機能として、移動体 101_k は、複数の移動体（図 25 においては、被写体 103 を囲む点線の円上に位置する移動体 101₁, 101₂, 101₃, 101₄, 101₅, 101₆）それぞれによって撮像された、被写体 103
20 を多数の視点方向から見た画像を含む全方位画像データを、ネットワーク 104 を介して取得し、その複数の全方位画像データを処理することによって、被写体 103 を、視点を変えながら見た画像（被写体 103 を、その周囲を一周しながら撮像したような画像）（以下、適宜、視点可変画像という）を、即座
25 に得ることができる。

ここで、第 3 の機能は、複数の移動体 101_k、並びに 101₁, 101₂, 101₃, 101₄, 101₅、および 101₆ が、視点可変画像を得るための処理を協

調しながら分担することで実現されるが、この点についての詳細は、後述する。

次に、図 26 は、移動体 101_k の構成例を示している。

全方位カメラ 102_k は、撮像装置 111 と A/D (Analog/Digital) 変換部 112 で構成されている。

5 撮像装置 111 は、バス Bus1 を介して制御部 118 から供給される制御信号にしたがって、全方位画像を撮像（撮影）し、その結果得られるアナログの画像信号を、A/D 変換部 112 に供給する。また、撮像装置 111 は、全方位画像を撮像したときのズームに関するズーム情報等を、スケール加工部 113 に供給する。

10 A/D 変換部 112 は、撮像装置 111 からのアナログの画像信号を A/D 変換し、これにより、デジタルの全方位画像データを得て、スケール加工部 113 に供給する。

スケール加工部 113 は、全方位カメラ 112_k（の A/D 変換部 112）から供給される全方位画像データのスケールを、同じく全方位カメラ 112_k（の
15 撮像装置 111）から供給されるズーム情報に基づいて変換する。

即ち、スケール加工部 113 は、全方位カメラ 102_k において、任意のズーム倍率で撮像された全方位画像データを、所定のズーム倍率で撮像されたものに変換する。

スケール加工部 113 で処理された全方位画像データは、画像データベース
20 114 に供給され、画像データベース 114 は、スケール加工部 113 からの全方位画像データを、必要な情報と対応付けて記憶する。また、画像データベース 114 は、後述するようにして、制御部 118 からバス Bus1 を介して供給される画像データ等も記憶（登録）する。

操作部 115 は、所定の情報（例えば、撮像装置 111 のズーム倍率など）
25 やコマンドを入力するときに操作され、その入力、バス Bus1 を介して制御部 118 に供給されて処理される。また、操作部 115 は、移動体 101_k を制御するためのハンドルや、アクセル、ブレーキ等も含んでいる。

送信部 116 は、バス Bus1 を介して供給される情報を、ネットワーク 104 (図 24) を介して送信する。受信部 117 は、ネットワーク 104 を介して送信されてくる情報を受信し、バス Bus1 上に出力する。

制御部 118 は、バス Bus1 と Bus2 に接続されており、そのバス Bus1 と Bus2
5 に接続されている各ブロックを制御する。

表示画像加工部 119 は、バス Bus2 を介して供給される画像データから、表示部 122 に表示させる画像を生成するための加工処理を行い、バス bus2 上に出力する。

比較部 120 は、バス Bus2 を介して、記憶部 121 と位置検出部 123 を参照し、記憶部 121 に記憶された情報と、位置検出部 123 が出力する情報と
10 を比較し、その比較結果を、バス Bus2 を介して、制御部 118 に通知する。

記憶部 121 は、バス Bus2 を介して制御部 118 から供給される情報等を一時記憶する。

表示部 122 は、例えば、LCD (Liquid Crystal Display) や CRT (Cathod
15 Ray Tube) 等で構成され、バス Bus2 を介して供給される画像データにしたがって、画像を表示する。

位置検出部 123 は、例えば、GPS (Global Positioning System) 等で構成され、移動体 101_k の現在地を検出し、バス Bus2 上に出力する。

地図データベース 124 は、地図を電子化したデータである地図データを記憶しており、バス Bus2 を介して、他のブロックから参照される。
20

座標演算部 125 は、バス Bus2 を介して制御部 118 から供給される制御信号にしたがって、所定の座標等を演算する。

切り出し部 126 は、制御部 118 の制御の下、バス Bus2 を介して供給される画像データから所定の領域を切り出し、バス Bus2 上に出力する。

25 画像変換部 127 は、制御部 118 の制御の下、バス Bus2 を介して供給される画像データを、後述する歪みを除去した画像データに変換し、バス bus2 上に出力する。

次に、図 27 は、図 26 の撮像装置 111 の構成例を示している。

撮像装置 111 は、集光部 202 が、撮像部 203 の上部に配置された支持体 201 によって支持されることによって構成されており、集光部 202 の周囲 360 度の方向を撮像することができるようになっている。

- 5 支持体 201 は、ガラスなどの反射率の低い透明材料からなり、ガラス面での光の屈折を最小化するために、入射光がガラス面と直交するように集光部 202 の後述する焦点を中心とした球面になっている。

集光部 202 には、双曲面形状をしており、支持体 201 を介して入射する周囲の光を、撮像部 203 の方向に反射する。

- 10 撮像部 203 は、例えば、CCD 等の光電変換素子で構成され、そこに入射する光を電気信号としての画像信号に変換する。この撮像部 203 で得られる画像信号が、撮像装置 111 の出力として、図 26 の A/D 変換部 112 に供給される。

- ここで、全方位カメラ 102_k を構成する撮像装置 111 の構成や集光の原理
15 については、例えば、「移動ロボット用全方位視覚センサの開発」、自動化技術第 29 巻第 6 号（1997 年）（以下、適宜、文献 1 という）に開示されているため、ここでは、簡単に説明する。

図 28 は、図 27 の撮像装置 111 によって撮像された全方位画像データの例を示している。

- 20 全方位画像データは、中心点 C1 を中心とする 2 つの円の円周 F1 と F2 によって区分される。なお、図 28 では、円周 F1 の方が、円周 F2 よりも半径が大きいものとなっている。

- 即ち、全方位画像データは、大きい円周 F1 の内側で、かつ小さい円周 F2 の外側になっている領域 R1、大きい円周 F1 の外側の領域 R2、小さい円周
25 R2 に囲まれた領域（内側の領域）R3 から構成される。

以上の 3 つの領域 R1 乃至 R3 のうち、領域 R1 においては、集光部 202 で反射された、周囲からの光に対応する画像データが撮像されており、領域 R

2においては、集光部202の外側の部分が撮像されている。また、領域R3には、撮像部203自身が撮像されている。

さらに、図28の実施の形態では、領域R1には、複数の建物が撮像されているが、円周F1に近い方向に、建物の上部が撮像され、円周F2に近い方向に、建物の下部が撮像されている。

次に、図29を参照して、図27の集光部202を構成する双曲面について説明する。

集光部202は、双曲面の一部により構成されており、双曲面の軸に対する垂直面により、双曲面を切断して得られた双曲面の凸型先頭部の凸状面に、鏡面を形成したものとなっている。

集光部202には、双曲面の1つである二葉双曲面を用いることができ、二葉双曲面は、図29に示すように、双曲線を軸（Z軸）回りに回転して得られる曲面であり、 $Z > 0$ の領域に存在する下に凸の双曲面H1と、 $Z < 0$ の領域に存在する上に凸の双曲面H2から構成される。

集光部202には、二葉の双曲面H1とH2のうち、 $Z > 0$ の領域にある双曲面H1を利用する。なお、以下、適宜、Z軸を、双曲線の中心軸または単に軸ともいう。

図29に示したX、Y、Zの3次元直交座標系において、二葉双曲面H1とH2は、式（2）で示される。

$$\frac{X^2+Y^2}{a^2} - \frac{Z^2}{b^2} = -1 \quad \dots (2)$$

ここで、式（2）において、定数aとbは、双曲面H1およびH2の形状を定義する定数である。即ち、定数bは、原点Oから、双曲面H1（H2）とZ軸との交点までの距離を表す。また、定数aは、その交点を通る、XY平面と平行な平面と、双曲面H1（H2）の漸近面A1との交線が描く円の半径を表す。

さらに、式（２）において、定数 c は、双曲面 H_1 および H_2 の焦点の位置を定義する定数である。即ち、 Z 軸上の $+c$ の位置 $(0, 0, +c)$ が、双曲面 H_2 の焦点 f_1 となり、 Z 軸上の $-c$ の位置 $(0, 0, -c)$ が、双曲面 H_1 の焦点 f_2 となる。

5 なお、定数 a , b , c は、次式で示される関係を有する。

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \dots (3)$$

集光部 202 が、図 29 で説明したような双曲面 H_1 で構成されるとした場合、撮像部 203 は、図 30 に示すように、そのレンズの中心軸が Z 軸に一致し、かつ、レンズ中心が、双曲面 H_1 の焦点 f_2 に一致するように配置される。

次に、撮像部 203 が出力する全方位画像データは、上述の図 28 に示したようなものとなるが、いま、この全方位画像データについて、図 31 に示すように、その左上の点を原点 O とするとともに、左から右方向に x 軸をとり、上から下方向に y 軸をとった 2 次元直交座標系を定義する。

15 この場合、円周 F_1 の円および円周 F_2 の円の中心点 C_1 の座標を (X_0, Y_0) とするとともに、円周 F_1 の円の半径を r_{F1} とし、円周 F_2 の円の半径を r_{F2} とすると、円周 F_1 の外側の領域 R_2 を構成する点 (x, y) は、式（４）により表され、円周 F_2 の内側の領域 R_3 を構成する点 (x, y) は、式（５）により表される。

$$20 \quad (x - X_0)^2 + (y - Y_0)^2 > r_{F1}^2 \quad \dots (4)$$

$$(x - X_0)^2 + (y - Y_0)^2 < r_{F2}^2 \quad \dots (5)$$

図 26 のスケール加工部 113 は、全方位画像データのスケールを変換する前に、式（４）で表される領域 R_2 を構成する画素値と、式（５）で表される領域 R_3 を構成する画素値を、例えば、０に変換する。

ここで、この画素値の変換にあたっては、中心点 C_1 の座標 (X_0, Y_0) 、

並びに半径 r_{F1} および r_{F2} が必要となるが、これらの情報は、撮像装置 1 1 1 からスケール加工部 1 1 3 に対して、ズーム情報とともに供給されるようになっている。なお、撮像装置 1 1 1 (図 2 6) は、ズーム情報や、中心点 C 1 の座標 (X_0 、 Y_0)、並びに半径 r_{F1} および r_{F2} の他、撮像時の露出時間や、絞
5 り等の、撮像装置 1 1 1 の設定に関する情報を、撮像情報として、スケール加工部 1 1 3 に出力するようになっている。

なお、ここでは、説明を簡単にするため、露出時間や絞りは、固定であるとする。

ところで、図 2 8 や図 3 1 に示した領域 R 1 の画像データである全方位画像
10 データについては、所望の被写体が表示されている部分等の、全方位画像データの一部分だけが必要な場合がある。

図 2 6 の切り出し部 1 2 6 は、全方位画像データの一部分を切り出すようになっているが、その切り出しは、図 3 2 に示すように行われる。

即ち、切り出し部 1 2 6 は、中心点 C 1 を通る半径方向の 2 つの直線 L_{e1} と L_{e2}
15 $e2$ に囲まれ、かつ中心点 C 1 を中心とする 2 つの円の円周 F_{e1} と F_{e2} に囲まれる略扇形の領域 R 1 1 の画像データを切り出すようになっている。

次に、全方位画像データは、図 2 8 や図 3 1 に示したように、中心点 C 1 に近づくほど狭まったものとなり、逆に、中心点 C 1 から遠ざかるほど広がったものとなるような歪みを有する。このことは、切り出し部 1 2 6 が全方位画像
20 データから切り出す略扇形の画像データについても同様であり、このようは歪みのある画像データは、図 2 6 の表示部 1 2 2 で表示等するにあたって、歪みのないものに変換する必要がある。

全方位カメラ 1 0 2 が出力する、上述のような全方位画像データの歪みは、中心点 C 1 を通る円の円周方向の歪みと、半径方向の歪みとに分けて考えるこ
25 とができる。

そこで、まず円周方向の歪みを考えてみると、図 2 8 や図 3 1 の全方位画像データの、中心点 C 1 を中心とするある円の円周上においては、スケールが一

定であり、従って、歪みはない。

即ち、図 3 3 は、Z 軸方向から見た集光部 2 0 2 としての双曲面 H 1 を示している。

図 3 3 では、被写体上のある点 P (X, Y, Z) から、Z 軸に向かい、X 軸 (X Z 平面) と角度 θ をつくるように、光線 r が入射している。この光線 r は、双曲面 H 1 で反射され、後述する図 3 4 に図示してある撮像部 2 0 3 の受光面 (画像面) A 3 上の点 p (x, y) に到達する。そして、この場合、点 p (x, y) は、X 軸 (X Z 平面) との間で、光線 r が X 軸との間でつくるのと同じの角度 θ をつくる。

10 また、Z 軸に向かい、X 軸と角度 θ' をつくるように入射する光線 r' を考えた場合、この光線 r' も、双曲面 H 1 で反射され、受光面 (画像面) A 3 上の点 p' (x', y') に到達する。そして、この場合も、点 p' (x', y') は、X 軸との間で、光線 r' が X 軸との間でつくるのと同じの角度 θ' をつくる。

15 また、光線 r と r' の、Z 軸に対する仰角 (後述する) が同一であれば、光線 r および r' は、受光面 A 3 上の、位置は異なるが、Z 軸から同一の距離 r_p だけ離れた点で受光される。

以上から、Z 軸に対する仰角が同一の複数の光線それぞれは、受光面 A 3 上の、Z 軸から同一の距離にある点であって、X 軸との間で、光線と X 軸とがつくるのと同じの角度をつくる点で受光される。

従って、Z 軸に対する仰角が同一で、X 軸との角度が等角度の複数の光線は、受光面 A 3 の、Z 軸を中心とする円周上に、等間隔で入射することになるから、全方位画像データにおいて、受光面 A 3 と Z 軸との交点にあたる中心点 C 1 を中心とする円の円周方向には、歪みは生じない。

25 一方、図 2 8 や図 3 1 の全方位画像データの、中心点 C 1 を通る半径方向の直線上においては、中心点 C 1 に近づくほど、スケールが小さくなり、中心点 C 1 から離れるほど、スケールが大きくなることから、全方位画像データは、

半径方向の歪みを有する。

即ち、図 3 4 は、X 軸方向から見た集光部 2 0 2 としての双曲面 H 1 を示している。

図 3 4 において、Z 軸に対して仰角 0 度で、焦点 f 1 に向かって入射する光線 r 1 は、双曲面 H 1 で反射され、焦点 f 2 に向かっていき、撮像部 2 0 3 の受光面（画像面）A 3 で受光される。

ここで、Z 軸に対する仰角とは、Z 軸上の焦点 f 1 を通り、XY 面に平行な面と、焦点 f 1 に向かって入射する光線とがつくる角度を意味する。また、撮像部 2 0 3 の受光面 A 3 は、撮像装置 1 1 1 の焦点距離を f とすると、焦点 f 2 から、Z 軸に沿って、f だけ離れた原点 O 方向に位置する。

Z 軸に対して仰角 Δd 度で、焦点 f 1 に向かって入射する光線 r 2 は、双曲面 H 1 で反射され、焦点 f 2 に向かっていき、受光面 A 3 で受光される。Z 軸に対して仰角 $2\Delta d$ 度で、焦点 f 1 に向かって入射する光線 r 3 は、双曲面 H 1 で反射され、焦点 f 2 に向かっていき、受光面 A 3 で受光される。仰角が Δd 度ずつ大きくなる光線 r 4, r 5, r 6 も、同様にして、受光面 A 3 で受光される。

このように、仰角が Δd 度ずつ異なる光線 r 1 乃至 r 6 それぞれが、受光面 A 3 で受光される点どうしの間隔は、図 3 4 の拡大図に示すように、等間隔にはならず、Z 軸に近い点どうしの間隔ほど狭くなる（Z 軸から離れた点どうしの間隔ほど広くなる）。即ち、仰角が大きい光線どうしの間隔ほど狭くなる（仰角が小さい光線どうしの間隔ほど広くなる）。

そして、仰角が等角度の光線について、受光面 A 3 上で受光される点どうしの間隔が、上述のように、等間隔にならないことから、全方位画像データには、半径方向の歪みが生じる。

従って、全方位画像データの半径方向の歪みを除去するには、仰角が等角度の光線の、受光面 A 3 上での受光点どうしの間隔が、等間隔になるようにすれば良い。

そこで、いま、図 3 5 に示すように、被写体上のある点 P (X, Y, Z) から、焦点 f 1 に向かって、仰角 α 度で入射する光線 r を考える。

この光線 r は、図 3 4 で説明した場合と同様に、集光部 2 0 2 としての双曲面 H 1 で反射され、焦点 f 2 に向かっていき、受光面 A 3 で受光される。

- 5 この場合において、焦点 f 2 に向かう光線 r が、焦点 f 2 を通り、XY 平面に平行な平面とつくる角度を γ 度とする。さらに、X 軸と Y 軸とで定義される 2 次元直交座標系において、光線 r が受光面 A 3 で受光された点（受光点）p の座標を (x, y) で表し、その点 p (x, y) と Z 軸との距離を R と表す。

図 3 5 における角度 α は、式 (2) で表される双曲面 H 1 において、光線 r
10 が反射される点の座標を求めることにより、次式で表すことができる。

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{(b^2 + c^2) \sin \gamma - 2bc}{(b^2 - c^2) \cos \gamma} \quad \dots (6)$$

式 (6) から、 $\tan \alpha$ は、次式で求めることができる。

$$\tan \alpha = \frac{(b^2 + c^2) \sin \gamma - 2bc}{(b^2 - c^2) \cos \gamma} \quad \dots (7)$$

ここで、 $\cos \gamma$ を、次式のようにおく。

$$\cos \gamma = X \quad \dots (8)$$

式 (7) に、式 (8) を代入すると、次式が求められる。

$$20 \quad \{(b^2 - c^2) \tan \alpha\} \cdot X = (b^2 + c^2) \sqrt{1 - X^2} - 2bc \quad \dots (9)$$

式 (9) を変形して、式 (10) が得られる。

$$\frac{(b^2 - c^2) \tan \alpha}{b^2 + c^2} \cdot X + \frac{2bc}{b^2 + c^2} = \sqrt{1 - X^2} \quad \dots (10)$$

一方、AとBを、それぞれ式(11)と(12)に示すように定義する。

$$A = \frac{(b^2 - c^2) \tan \alpha}{b^2 + c^2} \quad \dots (11)$$

$$B = \frac{2bc}{b^2 + c^2} \quad \dots (12)$$

式(10)に、式(11)および(12)を代入することにより、式(13)が求められる。

$$AX + B = \sqrt{1 - X^2} \quad \dots (13)$$

10 式(13)は、次のような、Xについての2次方程式とすることができる。

$$(A^2 + 1)X^2 + 2ABX + B^2 - 1 = 0 \quad \dots (14)$$

式(14)の2次方程式を解くと、次式が得られる。

$$X = \frac{-AB + \sqrt{A^2 - B^2 + 1}}{A^2 + 1} \quad \dots (15)$$

従って、式(8)より、角度 γ は、次式によって求めることができる。

$$\gamma = \cos^{-1}(X) \quad \dots (16)$$

但し、式(16)において、Xは、式(15)で定義されるものであり、また、式(15)中のAとBは、それぞれ、式(11)と(12)で定義されるものである。

また、図35の点pの座標から、角度 γ は、次式で求めることができる。

$$\gamma = \tan^{-1}\left(\frac{f}{R}\right)$$

・・・ (17)

一方、図35におけるZ軸と点p (x, y) との距離Rは、 $\sqrt{x^2 + y^2}$ で表されるから、式(17)は、次式のように変形することができる。

$$R = \sqrt{x^2 + y^2} = \left(\frac{f}{\tan \gamma} \right)$$

5

・・・ (18)

以上から、式(16)によって、角度 γ を求め、その角度 γ を用いて、式(18)を計算することにより、Z軸に対して仰角 α 度で、焦点f1に向かって入射する光線rが、受光面A3において受光される点p (x, y) のZ軸からの距離Rを算出することができる。

10

従って、Z軸に対する仰角の所定の範囲（例えば、0度乃至80度など）を等角度 Δd に分割し、各仰角 Δd , $2\Delta d$, $3\Delta d$, ... で入射する光線が、受光面A3上で受光される各点 p_1 , p_2 , p_3 ... について、Z軸からの距離 R_{p1} , R_{p2} , R_{p3} ... を求めておき、隣接する点どうしの距離の差 $|R_{p1} - R_{p2}|$, $|R_{p2} - R_{p3}|$, ... が、一定値になるように、撮像装置111が出力する全方位画像データを変換することにより、その半径方向の歪みを除去した全方位画像データを得ることができることになる。

15

なお、この歪み除去のための全方位画像データの変換は、図26の画像変換部127が行う。

20

即ち、画像変換部127は、図36に示すように、制御部118から、上述した半径方向の歪みがある全方位画像データ（以下、適宜、歪み全方位画像データという）とともに、中心点C1、円周F1の円の半径 r_{F1} 、および円周F2の円の半径 r_{F2} を受信する。

25

そして、画像変換部127は、中心点C1を中心とする半径 r_{F1} の円の円周F1と、中心点C1を中心とする半径 r_{F2} の円の円周F2とで囲まれる領域R1内において、中心点C1を中心とする、上述の R_{p1} , R_{p2} , R_{p3} ... を半径とする複数の同心円を描く。さらに、画像変換部127は、その複数の同心円の円周

を等分する、中心点C 1を通る複数の直線を描く。これにより、画像変換部 1 2 7は、領域R 1において、複数の同心円と、複数の直線とで形成される多数の交点を得る。

ここで、上述の複数の同心円と、複数の直線とで形成される多数の交点を、
5 以下、適宜、変換対象点という。

上述したことから、変換対象点を、その隣接するものどうしが等間隔になるように配置することで、歪みのある全方位画像データを、その歪みを除去した画像データに変換することができる。

そこで、いま、図 3 6における、図 3 2に示したのと同じ略扇形の領域R
10 1 1の画像データを、歪みのないものに変換することを考える。

この領域R 1 1内には、図 3 7 Aに示すように、中心点C 1を中心とする複数の同心円の円弧F 1 1, F 1 2, F 1 3, F 1 4, F 1 5, F 1 6それぞれと、中心点C 1を通る複数の直線L 1, L 2, L 3, L 4, L 5, L 6それぞれとの交点である多数の変換対象点が存在する。

15 画像変換部 1 2 7は、領域R 1 1内に存在する多数の変換対象点を、図 3 7 Bに示すように、隣接するものどうしが等間隔になるように配置する。

即ち、画像変換部 1 2 7は、図 3 7 Aの円弧F 1 1, F 1 2, F 1 3, F 1 4, F 1 5, F 1 6それぞれに対応する、等間隔に配置された横方向の直線L 2 1, L 2 2, L 2 3, L 2 4, L 2 5, L 2 6と、図 3 7 Aの直線L 1, L
20 2, L 3, L 4, L 5, L 6それぞれに対応する、等間隔に配置された縦方向の直線L 1 1, L 1 2, L 1 3, L 1 4, L 1 5, L 1 6を想定し、その横方向の直線L 2 1乃至L 2 6それぞれと、縦方向の直線L 1 1乃至L 1 6それぞれとの交点上に、対応する変換対象点を変換する（割り当てる）。

これにより、例えば、図 3 7 Aにおいて、円弧F 1 4と、直線L 5との交点
25 である変換対象点p 1 1は、図 3 7 Bの、円弧F 1 4に対応する直線L 2 4と、直線L 5に対応する直線L 1 5との交点p 1 2に変換される。

ところで、画像変換部 1 2 7は、上述のように、変換対象点の位置を変換

(変更)することによって、半径方向の歪みを有する画像データを、その歪みを除去した画像データに変換するが、変換対象点は、上述したように、中心点 C 1 を中心とする円と、中心点 C 1 を通る直線との交点である。従って、変換対象点は、撮像部 2 0 3 (図 2 7) の受光面 A 3 (図 3 4、図 3 5) を構成する画素の画素中心に一致するとは限らず、むしろ、一般には、一致しないことが多い。

このように、変換対象点は、画素中心からずれているのが一般的であるから、画像変換部 1 2 7 において、変換対象点の位置を変換する前に、その変換対象点における画素値を求める必要がある。

そこで、画像変換部 1 2 7 は、変換対象点における画素値を、例えば、次のようにして求めるようになっている。

即ち、いま、図 3 7 の変換対象点 p 1 1 が、図 3 8 に示すように、受光面 A 3 上の隣接する 2×2 の 4 画素 P 1, P 2, P 3, P 4 それぞれの画素中心 C_{P1} , C_{P2} , C_{P3} , C_{P4} を頂点とする長方形 (正方形) の範囲内にあるとする。なお、図 3 8 の実施の形態においては、上下、または左右方向に隣接する画素中心どうしの距離が 1 であるとしてある。

そして、変換対象点 p 1 1 が、画素中心 C_{P1} よりも距離 α だけ右方向の、距離 β だけ下方向の点である場合、画像変換部 1 2 7 は、例えば、次式で求められる画素値 S_s を、変換対象点 p 1 1 の画素値とする。

$$S_s = \{S_a \cdot (1 - \alpha) + \alpha \cdot S_b\} (1 - \beta) + \beta \cdot \{S_c \cdot (1 - \alpha) + \alpha \cdot S_d\} \quad \dots (19)$$

但し、式 (19) において、 S_a , S_b , S_c , S_d は、画素 P 1, P 2, P 3, P 4 それぞれの画素値を表す。また、式 (19) において、 α および β は、0 以上 1 以下の範囲の値で、変換対象点 p 1 1 の位置に対応するものである。

次に、図 2 6 のスケール加工部 1 1 3 は、上述したように、全方位カメラ 1 0 2_k において、任意のズーム倍率で撮像された全方位画像データを、所定のズ

ーム倍率で撮像されたものに変換する。このズーム倍率の変換は、単純な画素の補間や間引きと、ローパスフィルタによる必要なフィルタリング等によって実現することも可能であるが、倍率を向上させる場合には、単純な画素の補間ではなく、例えば、本件出願人が先に提案しているクラス分類適応処理を利用

5 することができる。

クラス分類適応処理は、クラス分類処理と適応処理とからなり、クラス分類処理によって、データが、その性質に基づいてクラス分けされ、各クラスごとに適応処理が施される。

ここで、適応処理について、低倍率の画像（以下、適宜、低倍率画像とい

10 う）を、高倍率の画像（以下、適宜、高倍率画像という）に変換する場合を例に説明する。

この場合、適応処理では、低倍率画像を構成する画素（以下、適宜、低倍率画素という）と、所定のタップ係数との線形結合により、その低倍率画像の空間解像度を向上させた高倍率画像の画素の予測値を求めることで、その低倍率

15 画像の倍率を高くした画像が得られる。

具体的には、例えば、いま、ある高倍率画像を教師データとするとともに、その高倍率画像の解像度を劣化させた低倍率画像を生徒データとして、高倍率画像を構成する画素（以下、適宜、高倍率画素という）の画素値 y の予測値 $E[y]$ を、幾つかの低倍率画素（低倍率画像を構成する画素）の画素値 $x_1, x_2, \dots$ の集合と、所定のタップ係数 $w_1, w_2, \dots$ の線形結合により規定される線形 1 次結合モデルにより求めることを考える。この場合、予測値 $E[y]$ は、次式で表すことができる。

20

$$E[y] = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots \quad \dots (20)$$

25 式 (20) を一般化するために、タップ係数 w_j の集合でなる行列 W 、生徒データ x_{ij} の集合でなる行列 X 、および予測値 $E[y_j]$ の集合でなる行列 Y' を、

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1J} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2J} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{I1} & x_{I2} & \cdots & x_{IJ} \end{pmatrix}$$

$$W = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdots \\ w_J \end{pmatrix}, Y' = \begin{pmatrix} E[y_1] \\ E[y_2] \\ \cdots \\ E[y_I] \end{pmatrix}$$

で定義すると、次のような観測方程式が成立する。

$$XW = Y'$$

・・・ (21)

- 5 ここで、行列 X の成分 x_{ij} は、 i 件目の生徒データの集合（ i 件目の教師データ y_i の予測に用いる生徒データの集合）の中の j 番目の生徒データを意味し、行列 W の成分 w_j は、生徒データの集合の中の j 番目の生徒データとの積が演算されるタップ係数を表す。また、 y_i は、 i 件目の教師データを表し、従って、 $E[y_i]$ は、 i 件目の教師データの予測値を表す。なお、式 (20) の左辺に
- 10 おける y は、行列 Y の成分 y_i のサフィックス i を省略したものであり、また、式 (20) の右辺における $x_1, x_2, \dots$ も、行列 X の成分 x_{ij} のサフィックス i を省略したものである。

- 式 (21) の観測方程式に最小自乗法を適用して、高倍率画素の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めることを考える。この場合、教師データとなる高倍
- 15 率画素の真の画素値 y の集合でなる行列 Y 、および高倍率画素の画素値 y に対する予測値 $E[y]$ の残差 e の集合でなる行列 E を、

$$E = \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \cdots \\ e_I \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdots \\ y_I \end{pmatrix}$$

で定義すると、式 (21) から、次のような残差方程式が成立する。

$$XW = Y + E$$

この場合、高倍率画素の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めるためのタップ係数 w_j は、自乗誤差

$$\sum_{i=1}^I e_i^2$$

を最小にすることで求めることができる。

- 5 従って、上述の自乗誤差をタップ係数 w_j で微分したものが 0 になる場合、即ち、次式を満たすタップ係数 w_j が、高倍率画素の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めるため最適値ということになる。

$$e_1 \frac{\partial e_1}{\partial w_j} + e_2 \frac{\partial e_2}{\partial w_j} + \dots + e_I \frac{\partial e_I}{\partial w_j} = 0 \quad (j=1, 2, \dots, J)$$

. . . (23)

- 10 そこで、まず、式 (22) を、タップ係数 w_j で微分することにより、次式が成立する。

$$\frac{\partial e_i}{\partial w_1} = x_{i1}, \quad \frac{\partial e_i}{\partial w_2} = x_{i2}, \quad \dots, \quad \frac{\partial e_i}{\partial w_J} = x_{iJ}, \quad (i=1, 2, \dots, I)$$

. . . (24)

式 (23) および (24) より、式 (25) が得られる。

15 $\sum_{i=1}^I e_i x_{i1} = 0, \quad \sum_{i=1}^I e_i x_{i2} = 0, \quad \dots, \quad \sum_{i=1}^I e_i x_{iJ} = 0$

. . . (25)

さらに、式 (22) の残差方程式における生徒データ x_{ij} 、タップ係数 w_j 、教師データ y_i 、および残差 e_i の関係を考慮すると、式 (25) から、次のような正規方程式を得ることができる。

$$\left\{ \begin{aligned} & \left(\sum_{i=1}^I x_{i1}x_{i1} \right) w_1 + \left(\sum_{i=1}^I x_{i1}x_{i2} \right) w_2 + \cdots + \left(\sum_{i=1}^I x_{i1}x_{iJ} \right) w_J = \left(\sum_{i=1}^I x_{i1}y_i \right) \\ & \left(\sum_{i=1}^I x_{i2}x_{i1} \right) w_1 + \left(\sum_{i=1}^I x_{i2}x_{i2} \right) w_2 + \cdots + \left(\sum_{i=1}^I x_{i2}x_{iJ} \right) w_J = \left(\sum_{i=1}^I x_{i2}y_i \right) \\ & \quad \quad \quad \dots \\ & \left(\sum_{i=1}^I x_{iJ}x_{i1} \right) w_1 + \left(\sum_{i=1}^I x_{iJ}x_{i2} \right) w_2 + \cdots + \left(\sum_{i=1}^I x_{iJ}x_{iJ} \right) w_J = \left(\sum_{i=1}^I x_{iJ}y_i \right) \end{aligned} \right. \quad \dots \quad (26)$$

なお、式(26)に示した正規方程式は、行列(共分散行列) A およびベクトル v を、

$$A = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^I x_{i1}x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{i1}x_{i2} & \cdots & \sum_{i=1}^I x_{i1}x_{iJ} \\ \sum_{i=1}^I x_{i2}x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{i2}x_{i2} & \cdots & \sum_{i=1}^I x_{i2}x_{iJ} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{i=1}^I x_{iJ}x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{iJ}x_{i2} & \cdots & \sum_{i=1}^I x_{iJ}x_{iJ} \end{pmatrix}$$

$$v = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^I x_{i1} y_i \\ \sum_{i=1}^I x_{i2} y_i \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^I x_{ij} y_i \end{pmatrix}$$

で定義するとともに、ベクトルWを、数20で示したように定義すると、式

$$AW = v \quad \cdot \cdot \cdot (27)$$

で表すことができる。

式(26)における各正規方程式は、生徒データ x_{ij} および教師データ y_i のセットを、ある程度の数だけ用意することで、求めるべきタップ係数 w_j の数 J と同じ数だけたてることができ、従って、式(27)を、ベクトル W について解くことで(但し、式(27)を解くには、式(27)における行列 A が正則である必要がある)、最適なタップ係数 w_j を求めることができる。なお、式(27)を解くにあたっては、例えば、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)などを用いることが可能である。

以上のように、生徒データと教師データを用いて、最適なタップ係数 w_j を求める学習をしておき、さらに、そのタップ係数 w_j を用い、式(20)により、教師データ y に近い予測値 $E[y]$ を求めるのが適応処理である。

なお、適応処理は、低倍率画像には含まれていないが、高倍率画像に含まれる成分が再現される点で、単なる補間とは異なる。即ち、適応処理では、式(20)だけを見る限りは、いわゆる補間フィルタを用いての単なる補間と同一に見えるが、その補間フィルタのタップ係数に相当するタップ係数 w が、教師データ y を用いての、いわば学習により求められるため、高倍率画像に含まれる成分を再現することができる。このことから、適応処理は、いわば画像の創造(解像度創造)作用がある処理ということができる。

次に、図39は、上述のようなクラス分類適応処理を行うクラス分類適応処理回路によって実現されるスケール加工部113の構成例を示している。なお、ここでは、スケール加工部113は、全方位画像データを、所定の固定倍率の画像データに変換するが、全方位画像データの倍率が所定の固定倍率よりも低い場合には、クラス分類適応処理によって、全方位画像データを、その倍率よりも高い固定倍率の画像データに変換し、逆に、全方位画像データの倍率が所定の固定倍率よりも高い場合には、間引き等を行って、全方位画像データを、その倍率よりも低い固定倍率の画像データに変換するようになっており、図39においては、全方位画像データを、その倍率よりも高い固定倍率の画像データに変換する部分を構成するクラス分類適応処理回路を示している。

全方位カメラ 102_kが出力する画像データ（全方位画像データ）である低倍率画像データは、バッファ 231 に供給され、バッファ 231 は、そこに供給される低倍率画像データを一時記憶する。

5 予測タップ抽出回路 232 は、後述する積和演算回路 236 において求めようとする固定倍率の画像データの画素（以下、適宜、固定倍率画素という）を、順次、注目画素とし、さらに、その注目画素を予測するのに用いる低倍率画像データの画素を、バッファ 231 から抽出し、予測タップとする。

10 即ち、予測タップ抽出回路 232 は、例えば、注目画素としての固定倍率画素に対応する位置に対して近い位置にある低倍率画素の幾つかを、予測タップとして、バッファ 231 から読み出す。

そして、予測タップ抽出回路 232 は、注目画素について、予測タップを得ると、その注目画素についての予測タップを、積和演算回路 236 に供給する。

15 ここで、予測タップ抽出回路 232 には、制御回路 237 から制御信号が供給されるようになっており、予測タップ抽出回路 232 は、制御回路 237 からの制御信号にしたがって、予測タップを構成する低倍率画素、即ち、予測タップの構造を決定する。

20 即ち、制御回路 237 には、全方位カメラ 102_kの撮像装置 111 が出力する撮像情報が供給されるようになっており、制御回路 237 は、その撮像情報のうちの、例えば、ズーム情報に基づいて、そのズーム情報が表す倍率に適した処理が行われるようにするための制御信号を生成し、予測タップ抽出回路 232、クラスタップ抽出回路 233、および係数記憶部 235 に供給する。

25 具体的には、制御回路 237 は、例えば、ズーム情報が表すズーム倍率が小さいほど、注目画素に対応する位置からより近い位置にある低倍率画素を用いて予測タップを構成することを指示する制御信号（ズーム倍率が大きいほど、注目画素に対応する位置からより遠い位置にある低倍率画素を用いて予測タップを構成することを指示する制御信号）を生成し、予測タップ抽出回路 232 に供給する。

従って、予測タップ抽出回路 2 3 2 は、このような制御信号にしたがい、低倍率画像のズーム倍率によって異なる構造の予測タップを構成する。

一方、クラスタップ抽出回路 2 3 3 は、注目画素を、幾つかのクラスのうち
5 1 のいずれかに分類するためのクラス分類に用いる低倍率画素を、バッファ 2 3
1 から抽出し、クラスタップとする。

ここで、クラスタップ抽出回路 2 3 3 も、制御回路 2 3 7 から供給される制御信号にしたがい、クラスタップを構成させる低倍率画素、即ち、クラスタップの構造を決定する。

即ち、制御回路 2 3 7 は、例えば、クラスタップ抽出回路 2 3 3 に対して、
10 予測タップ抽出回路 2 3 2 に対するのと同様の制御信号を供給するようになっており、従って、クラスタップ抽出回路 2 3 3 は、ズーム情報が表すズーム倍率が小さいほど、注目画素に対応する位置からより近い位置にある低倍率画素を用いてクラスタップを構成する（ズーム倍率が大きいほど、注目画素に対応する位置からより遠い位置にある低倍率画素を用いてクラスタップを構成す
15 る）。

なお、ここでは、説明を簡単にするために、例えば、予測タップ抽出回路 2 3 2 で得られる予測タップと、クラスタップ抽出回路 2 3 3 で得られるクラスタップとは、同一のタップ構造を有するものとする。但し、勿論、予測タップとクラスタップとは、独立（別）のタップ構造を有するものとする事が可能
20 である。

クラスタップ抽出回路 2 3 3 において得られる、注目画素についてのクラスタップは、クラス分類回路 2 3 4 に供給される。クラス分類回路 2 3 4 は、クラスタップ抽出回路 2 3 3 からのクラスタップに基づき、注目画素をクラス分類し、その結果得られるクラスに対応するクラスコードを出力する。

25 ここで、クラス分類を行う方法としては、例えば、ADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) 等を採用することができる。

ADRC を用いる方法では、クラスタップを構成する画素の画素値が、ADRC 処理

され、その結果得られる ADRC コードにしたがって、注目画素のクラスが決定される。

5 なお、K ビット ADRC においては、例えば、クラスタップを構成する画素値の最大値 MAX と最小値 MIN が検出され、 $DR=MAX-MIN$ を、集合の局所的なダイナミックレンジとし、このダイナミックレンジ DR に基づいて、クラスタップを構成する画素が K ビットに再量子化される。即ち、クラスタップを構成する各画素の画素値から、最小値 MIN が減算され、その減算値が $DR/2^K$ で除算（量子化）される。そして、以上のようにして得られる、クラスタップを構成する K ビットの各画素の画素値を、所定の順番で並べたビット列が、ADRC コードとして出力

10 される。従って、クラスタップが、例えば、1 ビット ADRC 処理された場合には、そのクラスタップを構成する各画素の画素値は、最小値 MIN が減算された後に、最大値 MAX と最小値 MIN との平均値で除算され、これにより、各画素の画素値が 1 ビットとされる（2 値化される）。そして、その 1 ビットの画素値を所定の順番で並べたビット列が、ADRC コードとして出力される。

15 なお、クラス分類回路 2 3 4 には、例えば、クラスタップを構成する画素のレベル分布（画素値分布）のパターンを、そのままクラスコードとして出力させることも可能であるが、この場合、クラスタップが、N 個の画素で構成され、各画素に、K ビットが割り当てられているとすると、クラス分類回路 2 3 4 が出力するクラスコードの場合の数は、 $(2^N)^K$ 通りとなり、画素のビット数 K に

20 指数的に比例した膨大な数となる。

従って、クラス分類回路 2 3 4 においては、クラスタップの情報量を、上述の ADRC 処理や、あるいはベクトル量子化等によって圧縮してから、クラス分類を行うのが好ましい。

また、ここでは、低倍率画素だけを用いてクラス分類を行うようにしが、

25 クラス分類は、低倍率画素とともに（または、低倍率画素ではなく）、撮像情報に含まれるズーム情報や露出時間等を、クラスタップとして行うことが可能である。

クラス分類回路 2 3 4 が出力するクラスコードは、係数記憶部 2 3 5 に、アドレスとして与えられる。

係数記憶部 2 3 5 は、学習処理が行われることにより得られるタップ係数を記憶しており、クラス分類回路 2 3 4 が出力するクラスコードに対応するアドレスに記憶されているタップ係数を、積和演算回路 2 3 6 に出力する。

なお、係数記憶部 2 3 5 には、後述するように、複数セットの教師データと生徒データを用いた学習を行うことにより得られる複数セットのタップ係数が記憶されている。係数記憶部 2 3 5 において、複数セットのタップ係数のうち、どのセットのタップ係数を用いるかは、制御回路 2 3 7 からの制御信号にしたがって決定される。

即ち、係数記憶部 2 3 5 は、例えば、複数バンクで構成されており、各バンクには、複数のズーム倍率の範囲ごとに学習を行うことにより得られた複数セットのタップ係数のうちの対応するセットが記憶されている。制御回路 2 3 7 は、撮像情報におけるズーム情報に基づいて、そのズーム情報が表すズーム倍率に対応するバンクを指示する制御信号を生成し、係数記憶部 2 3 5 に供給する。係数記憶部 2 3 5 は、制御回路 2 3 7 からの制御信号にしたがってバンク切り換えを行うことにより、使用するバンクを選択し、その選択したバンクに記憶されているタップ係数のセットの中から、クラス分類回路 2 3 4 より供給されるクラスコードに対応するものを、積和演算回路 2 3 6 に出力する。

積和演算回路 2 3 6 は、予測タップ抽出回路 2 3 2 が出力する予測タップと、係数記憶部 2 3 5 が出力するタップ係数とを取得し、その予測タップとタップ係数とを用いて、式 (20) に示した線形予測演算 (積和演算) を行い、その演算結果を、注目画素となっている固定倍率画素の画素値として出力する。

次に、図 40 は、図 39 の係数記憶部 2 3 5 に記憶させるタップ係数の学習処理を行う学習装置の一実施の形態の構成例を示している。

教師データメモリ 2 42 には、学習に用いられる学習用データが供給される。ここで、学習用データとしては、固定倍率の画像データ (以下、適宜、固定倍

率画像データという) が用いられる。

教師データメモリ 242 は、そこに供給される、学習用データとしての固定倍率画像データを、学習の教師となる教師データとして記憶する。そして、生徒データ生成回路 243 は、制御回路 251 から供給される制御信号にしたがい、教師データメモリ 242 に記憶された教師データから、学習の生徒となる生徒データを生成する。

即ち、制御回路 251 には、複数のズーム倍率の範囲が設定されており、制御回路 251 は、その複数のズーム倍率の範囲のうちの、ある範囲を、注目範囲として選択する。そして、制御回路 251 は、その注目範囲のズーム倍率の代表値 (例えば、注目範囲内のズーム倍率の中心値) を決定し、そのズーム倍率の代表値に基づいて、制御信号を生成して、生徒データ生成回路 243、予測タップ抽出回路 245、およびクラスタップ抽出回路 246 に供給する。

具体的には、制御回路 251 は、教師データメモリ 242 に記憶された教師データとしての固定倍率画像データを、代表値のズーム倍率の画像データとするための間引き率を計算し、その間引き率で、教師データを間引くことを指示する制御信号を、生徒データ生成回路 243 に供給する。

生徒データ生成回路 243 は、上述のような制御信号にしたがい、教師データメモリ 242 に記憶された教師データを間引き、これにより、代表値のズーム倍率の画像データを、生徒データとして生成する。この生徒データは、生徒データ生成回路 243 から生徒データメモリ 244 に供給されて記憶される。

教師データメモリ 242 に記憶された教師データについて、生徒データが求められ、生徒データメモリ 244 に記憶されると、予測タップ抽出回路 245 は、教師データメモリ 242 に記憶された教師データを、順次、注目画素とし、さらに、その注目画素を予測するのに用いる生徒データを、生徒データメモリ 244 から抽出し、予測タップとする。

ここで、制御回路 251 は、代表値のズーム倍率に基づいて、図 39 の制御回路 237 と同様の制御信号を生成し、予測タップ抽出回路 245 に供給する

ようになっている。そして、予測タップ抽出回路 2 4 5 は、制御回路 2 5 1 から供給される制御信号にしたがい、図 3 9 の予測タップ抽出回路 2 3 2 における場合と同一の予測タップを構成する。

5 以上のようにして、予測タップ抽出回路 2 4 5 で得られた予測タップは、正規方程式加算回路 2 4 8 に供給される。

一方、クラスタップ抽出回路 2 4 6 は、注目画素のクラス分類に用いる生徒データを、生徒データメモリ 2 4 4 から抽出し、クラスタップとして、クラス分類回路 2 4 7 に供給する。

ここで、制御回路 2 5 1 は、代表値のズーム倍率に基づいて、図 3 9 の制御回路 2 3 7 と同様の制御信号を生成し、クラスタップ抽出回路 2 4 6 に供給するようになっている。そして、クラスタップ抽出回路 2 4 6 は、制御回路 2 5 1 から供給される制御信号にしたがい、図 3 9 のクラスタップ抽出回路 2 3 3 における場合と同一のクラスタップを構成する。

15 クラス分類回路 2 4 7 は、クラスタップ抽出回路 2 4 6 から、注目画素についてのクラスタップが供給されると、そのクラスタップを用い、図 3 9 のクラス分類回路 2 3 4 と同一のクラス分類を行い、注目画素のクラスを表すクラスコードを、正規方程式加算回路 2 4 8 に供給する。

20 正規方程式加算回路 2 4 8 は、教師データメモリ 2 4 2 から、注目画素となっている教師データを読み出し、予測タップ抽出回路 2 4 5 からの予測タップを構成する生徒データ、および注目画素としての教師データを対象とした足し込みを、クラス分類回路 2 4 7 から供給されるクラスごとに行う。

即ち、正規方程式加算回路 2 4 8 は、クラス分類回路 2 4 7 から供給されるクラスコードに対応するクラスごとに、予測タップ（生徒データ）を用い、式（2 7）の行列 A における各コンポーネントとなっている、生徒データどうしの乗算（ $x_{in} x_{im}$ ）と、サメーション（ Σ ）に相当する演算を行う。

さらに、正規方程式加算回路 2 4 8 は、やはり、クラス分類回路 2 4 7 から供給されるクラスコードに対応するクラスごとに、予測タップ（生徒データ）

および注目画素（教師データ）を用い、式（27）のベクトル v における各コンポーネントとなっている、生徒データと教師データの乗算（ $x_{in} y_i$ ）と、サマーション（ Σ ）に相当する演算を行う。

5 正規方程式加算回路248は、以上の足し込みを、教師データメモリ242に記憶された教師データすべてを注目画素として行い、これにより、各クラスについて、式（27）に示した正規方程式をたてる。

その後、タップ係数決定回路249は、正規方程式加算回路248においてクラスごとに生成された正規方程式を解くことにより、クラスごとに、タップ係数を求め、係数メモリ250の、各クラスに対応するアドレスに供給する。
10 これにより、係数メモリ250では、タップ係数決定回路249から供給されるクラスごとのタップ係数が記憶される。

なお、学習用データとして用意する画像データによっては、正規方程式加算回路248において、タップ係数を求めるのに必要な数の正規方程式が得られないクラスが生じる場合があり得るが、タップ係数決定回路249は、そのよ
15 うなクラスについては、例えば、デフォルトのタップ係数を出力する。

以上のようにして、注目範囲のズーム倍率について、タップ係数のセットが求められると、制御回路251は、注目範囲を、他のズーム倍率の範囲に変更し、図40の学習装置では、以下、同様の処理が繰り返される。これにより、制御回路251に設定されている複数のズーム倍率の範囲それぞれに対応する
20 タップ係数のセットが求められる。

次に、図41は、図26の座標演算部125の構成例を示している。

座標演算部125は、検索部261および撮像ポイント算出部262から構成されており、制御部118（図26）からの要求に応じて、所望の被写体を撮像する位置（座標）（例えば、緯度と経度など）としての撮像ポイントを計
25 算する。

即ち、検索部261には、被写体情報が供給されるようになっている。この被写体情報は、例えば、操作部115が、ユーザによって操作されることによ

り入力され、制御部 1 1 8 を介して、検索部 2 6 1 に供給される。ここで、被写体情報は、所望の被写体を特定するための情報で、被写体の名前（例えば、「東京タワー」や「国会議事堂」など）や、住所などを用いることができる。

5 検索部 2 6 1 は、被写体情報を受信すると、地図データベース 1 2 4 に記憶された地図データを参照し、その被写体情報によって特定される被写体の位置（座標）（例えば、緯度と経度など）を検索する。そして、検索部 2 6 1 は、被写体の位置（以下、適宜、被写体ポイントという）を、撮像ポイント算出部 2 6 2 に供給する。

ここで、図 2 5 で説明したように、SHARN 移動体システムにおいては、
10 第 1 乃至第 3 の 3 つの機能が実現される。この第 1 乃至第 3 の機能のうち、第 1 の機能については、撮像ポイントを決する必要がなく、撮像ポイントを決める必要があるのは、第 2 および第 3 の機能を実現する場合だけである。

第 2 の機能を実現する場合、即ち、所望の被写体を、所望の視点方向 v から見た画像を得る場合には、次のようにして、撮像ポイントが求められる。

15 即ち、この場合、所望の被写体について、所望の視点方向 v を表す視点情報が、ユーザが操作部 1 1 5 を操作することによって入力される。

この視点情報は、制御部 1 1 8 を介して、撮像ポイント算出部 2 6 2 に供給される。

撮像ポイント算出部 2 6 2 は、第 2 の機能を実現する場合、検索部 2 6 1 から
20 らの被写体ポイントの位置にある被写体を、視点情報が表す視点方向 v から見た画像を撮像するのに適した位置としての撮像ポイントを算出する。

即ち、撮像ポイント算出部 2 6 2 は、地図データベース 1 2 4 に記憶された地図データを参照することにより、例えば、図 4 2 に示すように、被写体を撮像するのに適した場所の範囲を、被写体ポイントから距離 R_{p2} 以上離れており、
25 かつ、距離 R_{p1} より近い、いわゆるドーナツ状の範囲（以下、適宜、適切範囲という）に設定する。

さらに、撮像ポイント算出部 2 6 2 は、被写体ポイントに対して、視点情報

が表す視点方向 v から向かう線分と、移動体 101_k が移動することのできる道路等との交点のうち、適切範囲内にあるものすべてを、撮像ポイントの候補として検出する。

- そして、撮像ポイント算出部 262 は、撮像ポイントの候補から、例えば、
5 任意の 1 つを選択し、その選択した撮像ポイントを、制御部 118 に供給する。

なお、ここでは、説明を簡単にするため、第 2 の機能を実現するにあたって、視点方向 v 上の 1 つの位置だけが撮像ポイントとされるが、視点方向 v 上の複数の位置を撮像ポイントとすることも可能である。また、複数の撮像ポイントの候補から、1 つの撮像ポイントを選択する方法としては、例えば、被写体ポイントから最も近いまたは遠いものを選択する方法等がある。
10

第 3 の機能を実現する場合、即ち、所望の被写体を、視点を変えながら見渡した視点可変画像を得る場合には、次のようにして、撮像ポイントが求められる。

- 即ち、撮像ポイント算出部 262 は、第 3 の機能を実現する場合、地図データベース 124 に記憶された地図データを参照することにより、例えば、図 4
15 3A に示すように、検索部 261 から供給される被写体ポイントを中心とし、被写体を撮像するのに適した距離 R （例えば、図 42 における距離 R_{p1} と R_{p2} の平均値など）を半径とする円を求め、その円（円周）と、移動体 101_k が移動することのできる道路等との交点を求める。そして、撮像ポイント算出部 26
20 2 は、その交点のすべてを撮像ポイントとして求め、制御部 118 に供給する。

ここで、被写体を、視点を変えながら見渡した視点可変画像を得るには、理想的には、その被写体を、その 360 度の各方向から、いわば万遍なく撮像した画像が必要となる。

- しかしながら、被写体を、その 360 度の各方向から見ることのできるすべての位置が、被写体ポイントを中心とした、距離 R を半径とする円と、移動体
25 101_k が移動することのできる道路等との交点として、必ずしも得られるとは限らない。

即ち、被写体ポイントを中心とした、距離Rを半径とする円と、移動体101_kが移動することのできる道路等との交点を、撮像ポイントとするのでは、被写体ポイントから同一距離にある撮像ポイントを得ることはできるが、道路の存在状況によっては、被写体を、特定の方向から見ることのできる撮像ポイントが得られない場合がある。

そこで、撮像ポイント算出部262では、第3の機能を実現する場合、例えば、図43Bに示すようにして、撮像ポイントを求めるようにすることができる。

即ち、この場合、撮像ポイント算出部262は、被写体ポイントを中心とする360度の方向を、幾つかの方向に等分する。ここで、図43Bの実施の形態では、被写体ポイントの中心とする360度の方向が、45度ずつ異なる8つの方向に等分されている。

そして、撮像ポイント算出部262は、その8つの方向それぞれが視点情報であるとして、その8つの方向それぞれについて、図42で説明した場合と同様に、撮像ポイントを求める。この場合、被写体を、45度ずつ異なる方向から見ることのできる8つの撮像ポイントが得られることになる。即ち、この場合、被写体ポイントから各撮像ポイントまでの距離は、一般に同一にならないが、被写体を、その360度の各方向から万遍なく見ることのできる撮像ポイントを得ることができる。

次に、図44は、図26の画像データベース114に、全方位画像データが記憶されるときフォーマットを示している。

画像データベース114においては、例えば、1枚の全方位画像データが、図44に示すように、ヘッダ部とデータ部を設けて管理される。

ヘッダ部には、画像ID(Identification)、属性情報、撮像情報等が配置され、データ部には、画像データ(全方位画像データ)が配置される。

なお、画像IDは、例えば、そのデータ部に配置される全方位画像データについて固有のIDであり、制御部118が、画像データベース114に登録する。

画像 ID としては、例えば、対応する全方位画像データを撮像した移動体 101_k の移動体 ID、その撮像を行った年月日、その年月日における何枚目の撮像であるか、などの情報を組み合わせたものを用いることが可能である。ここで、移動体 101_k の移動体 ID は、例えば、制御部 118 が記憶しているものとする。

- 5 属性情報は、データ部に配置された全方位画像データの各種の属性の情報を表す。属性情報としては、例えば、全方位画像データに含まれる被写体を特定する被写体情報や、被写体ポイント、全方位画像データを撮像した撮像ポイント、その撮像ポイントから見た被写体の方向（視点方向）を表す視点情報等がある。なお、属性情報は、制御部 118 によって、画像データベース 114 に
- 10 登録される。

撮像情報は、上述したように、撮像装置 111 が出力する、その撮像装置 111 の設定に関する情報であり、スケール加工部 113 によって、画像データベース 114 に登録される。

- 15 なお、移動体 101_k は、他の移動体 $101_{k'}$ の全方位カメラ $102_{k'}$ で撮像された画像データや、他の移動体 $101_{k'}$ が、さらに他の移動体 $101_{k''}$ から受信して、その画像データベース 114（移動体 $101_{k'}$ の画像データベース 114）に記憶した画像データを受信することができるようになっており、移動体 101_k の画像データベース 114 には、自身の全方位カメラ 102_k で撮像された画像データの他、上述したようにして、他の移動体 $101_{k'}$ から受信した画像データも記憶されるようになっている。
- 20

次に、図 45 は、図 26 の表示画像加工部 119 の構成例を示している。

画像メモリ 271 には、制御部 118 から画像データが供給されるようになっており、画像メモリ 271 は、その画像データを記憶する。

- 25 なお、画像メモリ 271 には、画像データとともに、その画像データについての、図 44 に示したヘッダ部に配置された情報（以下、適宜、ヘッダ情報という）も供給されるようになっており、画像メモリ 271 は、画像データを、そのヘッダ情報とともに記憶する。

また、画像メモリ 271 は、複数枚の全方位画像データ（ヘッダ情報も含む）を記憶することのできる記憶容量を有している。

スケール加工部 272 は、例えば、図 26 のスケール加工部 113 と同様に構成されており、制御部 118 からの制御にしたがい、画像メモリ 271 に記憶された画像データを、拡大または縮小する。

即ち、例えば、ユーザが操作部 115 を操作することによって、画像の拡大または縮小を指示した場合には、制御部 118 は、その指示にしたがって、スケール加工部 272 を制御することにより、画像メモリ 271 に記憶された画像データを拡大または縮小する。

10 また、スケール加工部 272 は、画像メモリ 271 に複数の画像データが記憶された場合に、必要に応じて、その複数の画像データを、その画像データに表示されている被写体の大きさを一定にするように拡大または縮小する。

即ち、第 3 の機能では、所望の被写体を、視点を変えながら見渡した視点可変画像を生成するため、画像メモリ 271 には、図 43 で説明したような、同一の被写体を、複数の方向から撮像した複数の画像データが、画像メモリ 271 に記憶される。

この同一の被写体を、複数の方向から撮像した複数の画像データ（以下、適宜、異方向画像データという）が、図 43 A に示したように、被写体ポイントから同一の距離だけ離れた撮像ポイントで撮像されたものである場合には、各撮像ポイントにおける撮像時のズーム倍率が異なっても、スケール加工部 113 において、同一のズーム倍率（固定倍率）の画像データに変換されるから、各異方向画像データに写っている被写体の大きさは、同一になる。

しかしながら、複数の異方向画像データが、図 43 B に示したように、被写体ポイントからの距離が異なる複数の撮像ポイントで撮像されたものである場合には、スケール加工部 113 において、その複数の異方向画像データのズーム倍率を同一に変換しても、各異方向画像データに写っている被写体の大きさは同一にならない。即ち、各異方向画像データに写っている被写体の大きさは、

その異方向画像データを撮像した撮像ポイントが、被写体ポイントから、どれだけ離れているかによって異なるものとなる。

そこで、スケール加工部 272 は、画像メモリ 271 に、複数の異方向画像データが記憶された場合には、その複数の異方向画像データに写っている同一の被写体の大きさ（スケール）をあわせるために、画像メモリ 271 に記憶された異方向画像データを拡大または縮小する。

なお、この場合、各異方向画像データの拡大率または縮小率は、そのヘッダ情報に含まれる撮像ポイントと被写体ポイントとの間の距離に基づき、画像メモリ 271 に記憶された複数の異方向画像データに写っている同一の被写体の大きさ（スケール）を同一にするように決定される。

スケール加工部 272 は、以上のようにして、画像メモリ 271 に記憶された画像データを拡大または縮小すると、その拡大または縮小後の画像データを、例えば、画像メモリ 271 の、元の画像データに上書きする形で書き込む。

対応画素演算部 273 は、制御部 118 からの制御にしたがい、第 3 の機能を実現する場合において、画像メモリ 271 に記憶された複数枚の異方向画像データにおける、対応する画素どうしを検出する。

即ち、対応画素演算部 273 は、画像メモリ 271 に記憶された複数の異方向画像データそれぞれのヘッダ情報の中の視点情報を参照することにより、視点情報が表す視点方向が、ある方向を基準方向として、時計回りまたは反時計回り方向になる順番（以下、適宜、視点方向順という）を認識する。さらに、対応画素演算部 273 は、視点方向順で、 $i + 1$ 番目の異方向画像データに写っている被写体部分の各画素が、 i 番目の異方向画像データに写っている被写体部分のどの画素に対応するかを検出する。

なお、この対応する画素の検出は、例えば、いわゆるブロックマッチングなどを用いて行うことが可能である。

対応画素演算部 273 は、画像メモリ 271 に記憶された複数の異方向画像データすべてについて、上述したような画素の対応関係を検出すると、その画

素の対応関係を、画像生成部 274 に供給する。

画像生成部 274 は、第 1 の機能または第 2 の機能を実現する場合には、画像メモリ 271 に記憶された画像データを読み出し、表示メモリ 276 に供給する。

- 5 また、画像生成部 274 は、第 3 の機能を実現する場合には、画像メモリ 271 に記憶された複数の異方向画像データを用いて、視点を時計回りまたは反時計回り方向に変えながら、被写体を見渡した視点可変画像データを生成する。

即ち、画像生成部 274 は、視点方向順の異方向画像データを、対応画素演算部 273 から供給される画素の対応関係に基づいて、対応する画素どうしを
10 対応させるように空間方向の位置あわせをしながら、動画のフレームとして並べることにより、視点を時計回りまたは反時計回り方向に変えながら被写体を撮像したならば得られるであろう動画データとしての視点可変画像データを生成する。

なお、画像メモリ 271 に記憶された複数の異方向画像データを、視点方向
15 順に、順次、第 1 フレーム、第 2 フレーム、・・・として配置して、動画データとしての視点可変画像データを生成した場合には、異方向画像データの枚数や、撮像ポイントの粗密によって、視点可変画像データが、滑らかな動画にならないことがある。

そこで、画像生成部 274 は、画像メモリ 271 に記憶された複数の異方向
20 画像データを、その視点方向に対応した順番のフレームに配置するようになっている。

即ち、例えば、フレームレートを 30 フレーム／秒として、3 秒間で、被写体の周囲を 1 周する（360 度回転する）ような視点可変画像データを生成するとした場合、視点可変画像データは、90 フレーム（＝30 フレーム／秒×3
25 秒）で構成する必要がある、さらに、その視点可変画像データの隣接フレーム間における視点方向の変化は、4 度（＝360 度／90 フレーム）とする必要がある。

従って、この場合、画像生成部 274 は、視点方向が $4 \times (i - 1)$ 度に最も近い異方向画像データを、第 i フレームに配置する。

但し、この場合、異方向画像データが配置されないフレームが生ずることがある。そこで、画像生成部 274 は、異方向画像データが配置されないフレーム（以下、適宜、未配置フレームという）については、補間フレーム生成部 275 を制御することにより、異方向画像データが配置されるフレーム（以下、適宜、既配置フレームという）を用いて補間を行わせ、未配置フレームに配置する画像データを生成させる。即ち、補間フレーム生成部 275 は、例えば、未配置フレームから最も近い位置にある、時間的に先行する既配置フレームと、
10 時間的に後行する既配置フレームとを用いて補間を行い、未配置フレームの画像データを生成する。なお、この未配置フレームの補間は、その未配置フレームから、その補間に用いられる、時間的に先行または後行する既配置フレームそれぞれまでの時間的距離を考慮して行われる。

ここで、補間フレーム生成部 275 では、上述したように、既配置フレーム
15 の画像データを用いて、単なる補間を行うことにより、未配置フレームの画像データを生成する他、例えば、既配置フレームの画像データを用いて、クラス分類適応処理を行うことにより、未配置フレームの画像データを生成するようにすることが可能である。

画像生成部 274 は、上述のようにして必要な補間を行い、動画データとしての視点可変画像データを最終的に完成すると、その視点可変画像データを、
20 表示メモリ 276 に供給して記憶させる。

表示メモリ 276 に記憶された画像データは、表示部 122（図 26）に供給されて表示される。

次に、図 26 の移動体 101_k が行う処理について説明する。

25 なお、移動体 101_k が行う処理は、その移動体 101_k が、いわば主の移動体（以下、主移動体という）となり、他の移動体 $101_{k'}$ が、いわば従の移動体（以下、従移動体という）となって、その従移動体としての移動体 $101_{k'}$ に対

して各種の要求を行う処理と、他の移動体 101_k が主移動体となった場合に、その主移動体の要求に応じて行う処理とに、大きく分けることができる。

そこで、以下では、移動体 101_k を主移動体とするとともに、移動体 101_k を従移動体として、主移動体としての移動体 101_k が行う処理（主移動体の処理）と、従移動体としての移動体 101_k が行う処理（従移動体の処理）について説明する。

まず、図46のフローチャートを参照して、主移動体の処理について説明する。

まず最初に、ステップS201において、制御部118は、ユーザ U_k が操作部115を操作することにより、何らかの入力を行ったかどうかを判定する。ステップS201において、何らの入力も行われていないと判定された場合、ステップS201に戻る。

また、ステップS201において、ユーザ U_k によって、何らかの入力が行われたと判定された場合、ステップS202に進み、制御部118は、そのユーザ U_k からの入力が、何を要求するものであるかを判定する。

ステップS202において、ユーザ U_k からの入力が、全方位画像データを要求するものであると判定された場合、ステップS203に進み、後述する全方位画像取得処理が行われ、ステップS201に戻る。

また、ステップS202において、ユーザ U_k からの入力が、所望の被写体を、所望の視点方向から撮像した画像データ（以下、適宜、視点指定画像データという）を要求するものであると判定された場合、ステップS204に進み、後述する視点指定画像取得処理が行われ、ステップS201に戻る。

さらに、ステップS202において、ユーザ U_k からの入力が、視点可変画像データを要求するものであると判定された場合、ステップS205に進み、後述する視点可変画像取得処理が行われ、ステップS201に戻る。

なお、上述の第1乃至第3の機能は、ステップS203における全方位画像取得処理、ステップS204における視点指定画像取得処理、ステップS20

5 における視点可変画像取得処理に、それぞれ対応する。

次に、図 4 7 のフローチャートを参照して、図 4 6 のステップ S 2 0 3 における全方位画像取得処理について説明する。

全方位画像取得処理では、まず最初に、ステップ S 2 1 1 において、制御部
5 1 1 8 は、ユーザ U_k が操作部 1 1 5 を操作することにより、他の移動体（従移動体）を特定する移動体 ID の入力があったかどうかを判定する。

ステップ S 2 1 1 において、ユーザ U_k による移動体 ID の入力がなかったと判定された場合、ステップ S 2 1 2 に進み、制御部 1 1 8 は、全方位カメラ 1 0 2_k の撮像装置 1 1 1 に対して、撮像の要求を行う。撮像装置 1 1 1 は、制御部
10 1 1 8 からの要求に応じて、全方位画像データを撮像し、A/D 変換部 1 1 2 を介して、スケール加工部 1 1 3 に供給する。

スケール加工部 1 1 3 は、全方位カメラ 1 0 2_k から、全方位画像データが供給されると、ステップ S 2 1 3 において、その全方位画像データを、固定倍率の全方位画像データに変換し（スケール加工し）、ステップ S 2 1 4 に進み、
15 画像データベース 1 1 4 に供給して登録する。

その後、ステップ S 2 1 5 に進み、制御部 1 1 8 は、直前のステップ S 2 1 4 で画像データベース 1 1 4 に登録された全方位画像データを読み出し、画像変換部 1 2 7 に供給して、その全方位画像データの歪みを除去する画像変換を行わせる。

20 そして、ステップ S 2 1 6 に進み、制御部 1 1 8 は、画像変換後（歪み除去後）の全方位画像データを、表示画像加工部 1 1 9 に供給し、表示部 1 2 2 に表示させる画像データ（以下、適宜、表示データという）を生成させる。

即ち、この場合、表示画像加工部 1 1 9（図 4 5）では、画像メモリ 2 7 1 において、制御部 1 1 8 からの全方位画像データが記憶される。この画像メモリ 2 7 1 に記憶された全方位画像データは、必要に応じて、スケール加工部 2 7 2 において、そのスケールが調整され、画像生成部 2 7 4 を介して、表示メモリ 2 7 6 に供給される。

表示メモリ 276 は、画像生成部 274 を介して供給される全方位画像データを、表示データとして記憶し、表示部 122 に供給する。これにより、ステップ S 216 では、表示部 122 において、全方位画像データが表示され、全方位画像取得処理を終了する。

5 従って、この場合、表示部 122 では、主移動体が、現在地で撮像した全方位画像データ（静止画）が表示される。

一方、ステップ S 211 において、ユーザ U_k による移動体 ID の入力があったと判定された場合、ステップ S 217 に進み、制御部 118 は、送信部 116 を制御することにより、画像データを要求するリクエスト信号を、それに、ユーザ U_k が入力した移動体 ID を含めて送信させる。

この場合、後述するように、リクエスト信号に含まれる移動体 ID によって特定される移動体（従移動体）は、現在地における全方位画像データを撮像して、主移動体である移動体 101_k に送信してくるので、ステップ S 218 において、受信部 117 が、その全方位画像データが送信されてくるのを待つて受信する。

15 なお、従移動体は、全方位画像データを、図 44 に示した画像データベース 114 の記憶フォーマットと同様のフォーマットで送信してくるようになっている。

その後、ステップ S 214 に進み、受信部 117 で受信された全方位画像データは、画像データベース 114 に供給されて登録される。そして、以後、ステップ S 215, S 216 において、上述した場合と同様の処理が行われ、全方位画像取得処理を終了する。

従って、この場合、表示部 122 では、ユーザ U_k が入力した移動体 ID によって特定される従移動体が、現在地で撮像した全方位画像データ（静止画）が表示される。

25 次に、図 48 のフローチャートを参照して、図 46 のステップ S 204 における視点指定画像取得処理について説明する。

まず最初に、ステップ S 211 において、制御部 118 は、表示部 122 を

制御することにより、被写体情報と視点情報の入力を要求するメッセージを表示させ、ステップS 2 2 2に進み、制御部 1 1 8は、ユーザ U_k が操作部 1 1 5を操作することにより、被写体情報と視点情報を入力したかどうかを判定する。

5 ステップS 2 2 2において、被写体情報および視点情報の入力が行われていないと判定された場合、ステップS 2 1 1に戻り、再度、ユーザに対して、被写体情報および視点情報の入力が要求される。

10 また、ステップS 2 2 2において、被写体情報および視点情報の入力があったと判定された場合、ステップS 2 2 3に進み、制御部 1 1 8は、その被写体情報および視点情報を、座標演算部 1 2 5に供給し、撮像ポイントを計算させる。即ち、この場合、座標演算部 1 2 5は、図 4 2で説明したようにして、1つの撮像ポイントを求め、制御部 1 1 8に供給する。

15 制御部 1 1 8は、座標演算部 1 2 5からの撮像ポイントを、記憶部 1 2 1に供給して記憶させ、ステップS 2 2 4に進み、画像データベース 1 1 4を参照することにより、ステップS 2 2 3で得られた撮像ポイントから、ユーザ U_k が入力した被写体情報によって特定される被写体が写った全方位画像データが、既に登録されているかどうかを判定する。なお、この判定は、画像データベース 1 1 4におけるヘッダ部（図 4 4）の情報（ヘッダ情報）を参照することによって行うことができる。

20 ステップS 2 2 4において、ステップS 2 2 3で得られた撮像ポイントから、ユーザ U_k が入力した被写体情報によって特定される被写体が写った全方位画像データが、画像データベース 1 1 4に、既に登録されていると判定された場合、即ち、ユーザ U_k が入力した視点情報が表す視点方向から、同じくユーザ U_k が入力した被写体情報によって特定される被写体を見た場合の全方位画像データを、過去に、自身で撮像したか、または、他の移動体から受信したことがあり、そ
25 の全方位画像データが、画像データベース 1 1 4に既に登録されている場合、ステップS 2 2 5に進み、制御部 1 1 8は、その全方位画像データを、画像データベース 1 1 4から読み出し、ステップS 2 3 2に進む。

また、ステップS 2 2 4において、ステップS 2 2 3で得られた撮像ポイントから、ユーザ U_k が入力した被写体情報によって特定される被写体が写った全方位画像データが、画像データベース1 1 4に登録されていないと判定された場合、ステップS 2 2 6に進み、比較部1 2 0は、現在地が、記憶部1 2 1に記憶された撮像ポイントと一致するかどうかを判定する。

即ち、ステップS 2 2 6では、比較部1 2 0において、位置検出部1 2 3で検出されている現在地が、ステップS 2 2 3で記憶部1 2 1に記憶された撮像ポイントと一致するかどうかを判定される。

ステップS 2 2 6において、現在地が、記憶部1 2 1に記憶された撮像ポイントと一致すると判定された場合、即ち、主移動体自身が、撮像ポイントに位置している場合、ステップS 2 2 7に進み、制御部1 1 8は、全方位カメラ1 0 2_kの撮像装置1 1 1に対して、撮像の要求を行う。撮像装置1 1 1は、制御部1 1 8からの要求に応じて、全方位画像データを撮像し、A/D変換部1 1 2を介して、スケール加工部1 1 3に供給する。

スケール加工部1 1 3は、全方位画像データが供給されると、ステップS 2 2 8において、その全方位画像データを、固定倍率の全方位画像データに変換し（スケール加工し）、ステップS 2 2 9に進み、画像データベース1 1 4に供給して登録する。そして、制御部1 1 8は、ステップS 2 2 9で画像データベース1 1 4に登録された全方位画像データを読み出し、ステップS 2 3 2に進む。

一方、ステップS 2 2 6において、現在地が、記憶部1 2 1に記憶された撮像ポイントと一致しないと判定された場合、ステップS 2 3 0に進み、制御部1 1 8は、送信部1 1 6を制御することにより、画像データを要求するリクエスト信号を、それに、ステップS 2 3 3で求められた撮像ポイントを含めて送信させる。

この場合、後述するように、リクエスト信号に含まれる撮像ポイントを現在地とする移動体（従移動体）は、現在地（従って、撮像ポイント）における全

方位画像データを撮像等して、主移動体である移動体 101_k に送信してくるので、ステップ S 231 において、受信部 117 が、その全方位画像データが送信されてくるのを待って受信する。

5 なお、この場合、複数の従移動体それぞれにおいて、後述する図 50 の従移動体の処理が行われることにより、リクエスト信号に含まれる撮像ポイントから撮像した同一の全方位画像データが送信されてくることが考えられるが、このように、同一の全方位画像データが、複数の従移動体から送信されてきた場合は、受信部 117 は、例えば、その複数の同一の全方位画像データのうちの 1 つを選択するようになっている。後述する図 49 のステップ S 250 におい
10 ても同様である。

その後、ステップ S 229 に進み、受信部 117 で受信された全方位画像データは、画像データベース 114 に供給されて登録される。そして、制御部 118 は、ステップ S 229 で画像データベース 114 に登録した全方位画像データを読み出し、ステップ S 232 に進む。

15 ステップ S 232 では、制御部 118 は、画像データベース 114 から読み出した全方位画像データ、即ち、ユーザ U_k が入力した視点情報が表す視点方向から、同じくユーザ U_k が入力した被写体情報によって特定される被写体を見た場合の全方位画像データである視点指定画像データを、そのヘッダ情報とともに、切り出し部 126 に供給し、その視点指定画像データから、ユーザ U_k が入
20 力した被写体情報によって特定される被写体が写っている部分を切り出させる。

即ち、視点指定画像データである全方位画像データにおいて、被写体が写っている部分は、そのヘッダ情報の中の被写体ポイントと撮像ポイントとから認識することができる。そこで、切り出し部 126 は、視点指定画像データである全方位画像データから、被写体が写っている部分を含む、図 32 に示したよ
25 うな、中心点 C_1 を中心とする円の円弧 F_{c1} および F_{c2} 、並びに中心点 C_1 を通る直線 L_{c1} および L_{c2} で囲まれる領域を切り出し、その切り出した領域の画像データ（以下、適宜、切り出し画像データという）を、制御部 118 に供給する。

制御部 118 は、切り出し画像データを受信すると、ステップ S 233 に進み、その切り出し画像データを、画像変換部 127 に供給して、その歪みを除去する画像変換を行わせる。

そして、ステップ S 234 に進み、制御部 118 は、画像変換後（歪み除去後）の切り出し画像データを、表示画像加工部 119 に供給し、表示データを生成させる。

即ち、この場合、表示画像加工部 119（図 45）では、画像メモリ 271 において、制御部 118 からの切り出し画像データが記憶される。この画像メモリ 271 に記憶された切り出し画像データは、必要に応じて、スケール加工部 272 において、そのスケールが調整され、画像生成部 274 を介して、表示メモリ 276 に供給される。

表示メモリ 276 は、画像生成部 274 を介して供給される切り出し画像データを、表示データとして記憶し、表示部 122 に供給する。これにより、ステップ S 234 では、表示部 122 において、切り出し画像データが表示され、視点指定画像取得処理を終了する。

従って、この場合、表示部 122 では、ユーザが所望する被写体を、ユーザが所望する視点方向から撮像した画像（静止画）が表示される。

次に、図 49 のフローチャートを参照して、図 46 のステップ S 205 における視点可変画像取得処理について説明する。

まず最初に、ステップ S 241 において、制御部 118 は、表示部 122 を制御することにより、被写体情報の入力を要求するメッセージを表示させ、ステップ S 242 に進み、制御部 118 は、ユーザ U_k が操作部 115 を操作することにより、被写体情報を入力したかどうかを判定する。

ステップ S 242 において、被写体情報の入力が行われていないと判定された場合、ステップ S 241 に戻り、再度、ユーザに対して、被写体情報の入力が要求される。

また、ステップ S 242 において、被写体情報の入力があったと判定された

場合、ステップ S 2 4 3 に進み、制御部 1 1 8 は、その被写体情報を、座標演算部 1 2 5 に供給し、撮像ポイントを計算させる。即ち、この場合、座標演算部 1 2 5 は、図 4 3 で説明したようにして、被写体情報によって特定される被写体を撮像する複数の撮像ポイントを求め、制御部 1 1 8 に供給する。

- 5 制御部 1 1 8 は、座標演算部 1 2 5 からの複数の撮像ポイントを、記憶部 1 2 1 に供給して記憶させ、ステップ S 2 4 4 に進み、画像データベース 1 1 4 を参照することにより、記憶部 1 2 1 に記憶された複数の撮像ポイントの中に、被写体情報によって特定される被写体についての撮影ポイントとして、画像データベース 1 1 4 に、既に登録されているものがあるかどうかを判定する。
- 10 ステップ S 2 4 4 において、記憶部 1 2 1 に記憶された撮像ポイントの中に、被写体情報によって特定される被写体についての撮影ポイントとして、画像データベース 1 1 4 に既に登録されているものがあると判定された場合、即ち、記憶部 1 2 1 に記憶された撮像ポイントから、被写体情報によって特定される被写体を撮像した全方位画像データが、画像データベース 1 1 4 に既に登録さ
- 15 れている場合、ステップ S 2 4 5 に進み、制御部 1 1 8 は、その全方位画像データを、画像データベース 1 1 4 から読み出し、ステップ S 2 4 6 に進む。

- ステップ S 2 4 6 では、制御部 1 1 8 は、画像データベース 1 1 4 から読み出した全方位画像データを、そのヘッダ情報とともに、切り出し部 1 2 6 に供給し、その全方位画像データから、ユーザ U_k が入力した被写体情報によって特定される被写体が写っている部分を切り出させる。
- 20 即ち、上述したように、全方位画像データにおいて、被写体が写っている部分は、そのヘッダ情報の中の被写体ポイントと撮像ポイントとから認識することができるので、切り出し部 1 2 6 は、全方位画像データから、被写体が写っている部分を含む画像データを切り出し、その結果得られる切り出し画像データ（ヘッダ情報を含む）を、制御部 1 1 8 に供給する。

- 25 制御部 1 1 8 は、このようにして、切り出し部 1 2 6 から供給される切り出し画像データを、その内蔵するメモリ（図示せず）に一時記憶し、ステップ S

2 4 7に進む。

ステップS 2 4 7では、制御部1 1 8は、記憶部1 2 1に記憶された複数の撮像ポイントのうち、ステップS 2 4 5で画像データベース1 1 4から読み出した全方位画像データの撮像ポイントと一致するものを消去し、ステップS 2 4 8に進む。

即ち、これにより、記憶部1 2 1は、ユーザ U_k が入力した被写体情報によって特定される被写体についての全方位画像データが得られていない視点方向にある撮像ポイントだけが記憶された状態となる。

10 なお、記憶部1 2 1に記憶された複数の撮像ポイントの中に、被写体情報によって特定される被写体についての撮影ポイントとして、画像データベース1 1 4に、既に登録されているものが2以上ある場合には、上述のステップS 2 4 5乃至S 2 4 7の処理は、その既に登録されている2以上の撮像ポイントそれぞれについて行われる。

15 一方、ステップS 2 4 4において、記憶部1 2 1に記憶された撮像ポイントの中に、被写体情報によって特定される被写体についての撮影ポイントとして、画像データベース1 1 4に登録されているものがないと判定された場合、即ち、記憶部1 2 1に記憶された撮像ポイントから、被写体情報によって特定される被写体を撮像した全方位画像データが、画像データベース1 1 4に登録されていない場合、ステップS 2 4 8に進み、制御部1 1 8は、送信部1 1 6を制御
20 することにより、画像データを要求するリクエスト信号を、それに、記憶部1 2 1に記憶されている撮像ポイントを含めて送信させ、ステップS 2 4 9に進む。

25 ステップS 2 4 9では、受信部1 1 7は、ステップS 2 4 8で送信したリクエスト信号に対応して、移動体（従移動体）から、そのリクエスト信号に含まれるいずれかの撮像ポイントで撮像された全方位画像データが送信されてきたかどうかを判定し、送信されてきたと判定した場合、ステップS 2 5 0に進み、受信部1 1 7は、その全方位画像データを受信する。そして、受信部1 1 7は、

ステップS 2 5 4に進み、ステップS 2 5 0で受信した全方位画像データを、画像データベース1 1 4に供給して登録し、ステップS 2 5 5に進む。

一方、ステップS 2 4 9において、移動体（従移動体）から、全方位画像データが送信されてきていないと判定された場合、ステップS 2 5 1に進み、比較部1 2 0は、図4 8のステップS 2 2 6における場合と同様にして、現在地が、記憶部1 2 1に記憶されたいずれかの撮像ポイントと一致するかどうかを判定する。

ステップS 2 5 1において、現在地が、記憶部1 2 1に記憶された撮像ポイントのいずれとも一致しないと判定された場合、ステップS 2 5 2乃至S 2 5 6をスキップして、ステップS 2 5 7に進む。

また、ステップS 2 5 1において、現在地が、記憶部1 2 1に記憶された撮像ポイントのいずれかと一致すると判定された場合、即ち、主移動体自身が、撮像ポイントに位置している場合、ステップS 2 5 2に進み、制御部1 1 8は、全方位カメラ1 0 2_kの撮像装置1 1 1に対して、撮像の要求を行う。撮像装置1 1 1は、制御部1 1 8からの要求に応じて、全方位画像データを撮像し、A/D変換部1 1 2を介して、スケール加工部1 1 3に供給する。

スケール加工部1 1 3は、上述のようにして、全方位画像データが供給されると、ステップS 2 5 3において、その全方位画像データを、固定倍率の全方位画像データに変換し（スケール加工し）、ステップS 2 5 4に進み、画像データベース1 1 4に供給して登録し、ステップS 2 5 5に進む。

ステップS 2 5 5では、制御部1 1 8が、記憶部1 2 1に記憶された撮像ポイントのうち、ステップS 2 5 4で画像データベース1 1 4に記憶された全方位画像データの撮像ポイントと一致するものを消去し、ステップS 2 5 6に進む。

ステップS 2 5 6では、制御部1 1 8は、ステップS 2 5 4で画像データベース1 1 4に登録した全方位画像データを読み出し、ステップS 2 4 6における場合と同様に、そのヘッダ情報とともに、切り出し部1 2 6に供給する。こ

れにより、切り出し部 1 2 6 は、制御部 1 1 8 からのヘッダ情報に基づき、同じく制御部 1 1 8 からの全方位画像データから、ユーザ U_k が入力した被写体情報によって特定される被写体が写っている部分を切り出す。そして、切り出し部 1 2 6 は、その結果得られる切り出し画像データを、制御部 1 1 8 に供給し、

5 制御部 1 1 8 は、切り出し部 1 2 6 から供給される切り出し画像データを、その内蔵するメモリに一時記憶して、ステップ S 2 5 7 に進む。

ステップ S 2 5 7 では、制御部 1 1 8 は、記憶部 1 2 1 に撮像ポイントが記憶されていないか、または、ステップ S 2 4 8 でリクエスト信号を送信してから所定の時間が経過したかどうかを判定する。ステップ S 2 5 7 において、記憶部 1 2 1 に撮像ポイントが記憶されており、かつリクエスト信号を送信して

10 から所定の時間が経過していないと判定された場合、ステップ S 2 4 9 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

また、ステップ S 2 5 7 において、記憶部 1 2 1 に撮像ポイントが記憶されていないか、またはリクエスト信号を送信してから所定の時間が経過したと判定された場合、即ち、ユーザ U_k が入力した被写体情報によって特定される被写体を、ステップ S 2 4 3 で求められた複数の撮像ポイントすべてから撮像した全方位画像データが得られるか、または、そのような全方位画像データが、リクエスト信号を送信してから所定の時間が経過しても得られなかった場合、ステップ S 2 5 8 に進み、制御部 1 1 8 は、記憶部 1 2 1 の記憶内容をクリアし、

15

20 ステップ S 2 5 9 に進む。

ステップ S 2 5 9 では、制御部 1 1 8 は、その内蔵するメモリに記憶されている切り出し画像データすべてを、画像変換部 1 2 7 に供給し、その歪みを除去する画像変換を行わせる。

そして、ステップ S 2 6 0 に進み、制御部 1 1 8 は、画像変換後（歪み除去後）の切り出し画像データを、表示画像加工部 1 1 9 に供給し、表示データを生成させる。

25

即ち、この場合、表示画像加工部 1 1 9（図 4 5）では、画像メモリ 2 7 1

において、制御部 1 1 8 から供給される切り出し画像データが、上述の異方向画像データとして記憶される。この画像メモリ 2 7 1 に記憶された異方向画像データは、必要に応じて、スケール加工部 2 7 2 において、そのスケールが調整される。

- 5 そして、対応画素演算部 2 7 3 は、画像メモリ 2 7 1 に記憶された異方向画像データについて、上述したようにして、画素の対応関係を検出し、画像生成部 2 7 4 に供給する。

画像生成部 2 7 4 は、画像メモリ 2 7 1 に記憶された異方向画像データを用い、対応画素演算部 2 7 3 からの画素の対応関係を参照しながら、視点可変画像データ、即ち、視点を時計回りまたは反時計回り方向に変えながら、ユーザ
10 U_k が入力した被写体情報によって特定される被写体を撮像した画像データを生成し、表示データとして、表示メモリ 2 7 6 に供給される。

表示メモリ 2 7 6 は、画像生成部 2 7 4 を介して供給される視点可変画像データを、表示データとして記憶し、表示部 1 2 2 に供給する。これにより、
15 ステップ S 2 6 0 では、表示部 1 2 2 において、動画データである視点可変画像データが表示され、視点可変画像取得処理を終了する。

従って、この場合、表示部 1 2 2 では、ユーザが所望する被写体を、その周囲を一周しながら撮像したような動画が表示される。

なお、表示画像加工部 1 1 9 (図 4 5) の画像生成部 2 7 4 において、画像
20 メモリ 2 7 1 に記憶された異方向画像データを用いて、視点可変画像データが生成される場合には、図 4 5 で説明したように、視点可変画像としての動画を構成するフレームのうち、画像メモリ 2 7 1 に記憶された異方向画像データが配置されないもの(未配置フレーム)については、その未配置フレームに配置する画像データが、補間フレーム生成部 2 7 5 において生成される。

- 25 従って、視点可変画像は、未配置フレームが少ないほど動きが滑らかなもの(時間方向の解像度が高いもの)となるが、このことは、異方向画像データが多数集まるほど、視点可変画像の画質が向上することを意味する。

次に、図 50 を参照して、従移動体の処理について説明する。

従移動体の処理では、ステップ S 2 7 1 において、受信部 1 1 7 が、他の移動体である主移動体からリクエスト信号が送信されてきたかどうかを判定し、送信されてきていないと判定した場合、ステップ S 2 7 1 に戻る。

- 5 そして、ステップ S 2 7 1 において、リクエスト信号が送信されてきたと判定された場合、受信部 1 1 7 は、そのリクエスト信号を受信して、制御部 1 1 8 に供給し、ステップ S 2 7 2 に進む。

ステップ S 2 7 2 では、制御部 1 1 8 は、受信部 1 1 7 からのリクエスト信号に、移動体 ID が含まれるかどうかを判定し、含まれると判定した場合、ステップ S 2 7 3 に進む。

ステップ S 2 7 3 では、制御部 1 1 8 は、リクエスト信号に含まれる移動体 ID が、自身の移動体 ID と一致するかどうかを判定する。ここで、制御部 1 1 8 は、自身の移動体 ID を、例えば、その内蔵するメモリに記憶している。

- 15 ステップ S 2 7 3 において、リクエスト信号に含まれる移動体 ID が、自身の移動体 ID と一致しないと判定された場合、ステップ S 2 7 1 に戻り、以下、同様の処理を繰り返す。

また、ステップ S 2 7 3 において、リクエスト信号に含まれる移動体 ID が、自身の移動体 ID と一致すると判定された場合、ステップ S 2 7 4 に進み、制御部 1 1 8 は、撮像装置 1 1 1 に対して、撮像の要求を行う。撮像装置 1 1 1 は、
20 制御部 1 1 8 からの要求に応じて、全方位画像データを撮像し、A/D 変換部 1 1 2 を介して、スケール加工部 1 1 3 に供給する。

スケール加工部 1 1 3 は、全方位画像データが供給されると、ステップ S 2 7 5 において、その全方位画像データを、固定倍率の全方位画像データに変換し（スケール加工し）、ステップ S 2 7 6 に進み、画像データベース 1 1 4 に
25 供給して登録し、ステップ S 2 7 7 に進む。

ステップ S 2 7 7 では、制御部 1 1 8 は、ステップ S 2 7 6 で画像データベース 1 1 4 に登録した全方位画像データを、ヘッダ情報とともに読み出し、送

信部 1 1 6 に供給して、リクエスト信号を送信してきた主移動体に送信させる。
そして、ステップ S 2 7 1 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。なお、
リクエスト信号には、そのリクエスト信号を送信してきた移動体の移動体 ID が
含められており、ステップ S 2 7 7（後述するステップ S 2 8 2 および S 2 8
5 8 においても同様）では、その移動体 ID を宛先として、全方位画像データが
送信される。

一方、ステップ S 2 7 2 において、リクエスト信号に、移動体 ID が含まれて
いないと判定された場合、ステップ S 2 7 8 に進み、制御部 1 1 8 は、リクエ
スト信号に、1 以上の撮像ポイントが含まれているかどうかを判定する。ステ
ップ S 2 7 8 において、リクエスト信号に、撮像ポイントが含まれていないと
10 判定された場合、ステップ S 2 7 1 に戻り、以下、同様の処理を繰り返す。

一方、ステップ S 2 7 8 において、リクエスト信号に、1 以上の撮像ポイン
トが含まれていると判定された場合、ステップ S 2 7 9 に進み、制御部 1 1 8
は、リクエスト信号に含まれている 1 以上の撮像ポイントを、記憶部 1 2 1 に
15 供給して記憶させる。

ここで、主移動体において、図 4 8 の視点指定画像取得処理が行われる場合
には、リクエスト信号には、1 つの撮影ポイントだけが含まれ、図 4 9 の視点
可変画像取得処理が行われる場合には、リクエスト信号には、1 以上の撮影ポ
イントが含まれる。

その後、ステップ S 2 8 0 に進み、制御部 1 1 8 は、画像データベース 1 1
4 を参照することにより、記憶部 1 2 1 に記憶された 1 以上の撮像ポイントの
中に、画像データベース 1 1 4 に記憶されている全方位画像データの撮影ポイ
ントと一致するものがあるかどうかを判定する。

ステップ S 2 8 0 において、記憶部 1 2 1 に記憶された 1 以上の撮像ポイン
トの中に、画像データベース 1 1 4 に記憶されている全方位画像データの撮影
25 ポイントと一致するものがあると判定された場合、即ち、記憶部 1 2 1 に記憶
された撮像ポイントから撮像した全方位画像データが、画像データベース 1 1

4に既に登録されている場合、ステップS 2 8 2に進み、制御部1 1 8は、その全方位画像データを、画像データベース1 1 4から読み出し、ステップS 2 8 2に進む。

5 ステップS 2 8 2では、制御部1 1 8は、画像データベース1 1 4から読み出した全方位画像データを、そのヘッダ情報とともに、送信部1 1 6に供給し、リクエスト信号を送信してきた主移動体に送信させる。そして、ステップS 2 8 3に進み、制御部1 1 8は、記憶部1 2 1に記憶された1以上の撮像ポイントのうち、ステップS 2 8 1で画像データベース1 1 4から読み出した全方位画像データの撮像ポイントと一致するものを消去し、ステップS 2 8 4に進む。

10 なお、記憶部1 2 1に記憶された1以上の撮像ポイントの中に、画像データベース1 1 4に記憶されている全方位画像データの撮影ポイントと一致するものが複数ある場合には、上述のステップS 2 8 1乃至S 2 8 3の処理は、その複数の撮像ポイントそれぞれについて行われる。

15 一方、ステップS 2 8 0において、記憶部1 2 1に記憶された1以上の撮像ポイントの中に、画像データベース1 1 4に記憶されている全方位画像データの撮影ポイントと一致するものがないと判定された場合、即ち、主移動体が要求する全方位画像データが、従移動体の画像データベース1 1 4には登録されていない場合、ステップS 2 8 4に進み、比較部1 2 0が、図4 8のステップS 2 2 6にで説明したようにして、現在地が、記憶部1 2 1に記憶されたいずれかの撮像ポイントと一致するかどうかを判定する。

20 ステップS 2 8 4において、現在地が、記憶部1 2 1に記憶された撮像ポイントのいずれかと一致すると判定された場合、即ち、従移動体が、リクエスト信号に含まれている撮像ポイントのうちのいずれかに位置している場合、ステップS 2 8 5に進み、制御部1 1 8は、撮像装置1 1 1に対して、撮像の要求を行う。撮像装置1 1 1は、制御部1 1 8からの要求に応じて、全方位画像データを撮像し、A/D変換部1 1 2を介して、スケール加工部1 1 3に供給する。

スケール加工部 113 は、全方位画像データが供給されると、ステップ S 286 において、その全方位画像データを、固定倍率の全方位画像データに変換し（スケール加工し）、ステップ S 287 に進み、画像データベース 114 に供給して登録し、ステップ S 288 に進む。

- 5 ステップ S 288 では、制御部 118 は、ステップ S 287 で画像データベース 114 に登録した全方位画像データを、ヘッダ情報とともに読み出し、送信部 116 に供給して、リクエスト信号を送信してきた主移動体に送信させる。

その後、ステップ S 289 に進み、制御部 118 が、記憶部 121 に記憶された 1 以上の撮像ポイントのうち、ステップ S 287 で画像データベース 114 に記憶された全方位画像データの撮像ポイントと一致するものを消去し、ステップ S 284 に戻る。

10

一方、ステップ S 284 において、現在地が、記憶部 121 に記憶された撮像ポイントのいずれとも一致しないと判定された場合、ステップ S 290 に進み、制御部 118 は、記憶部 121 に撮像ポイントが記憶されていないか、または、主移動体からのリクエスト信号を受信してから所定の時間が経過したかどうかを判定する。ステップ S 290 において、記憶部 121 に撮像ポイントが記憶されており、かつリクエスト信号を受信してから所定の時間が経過していないと判定された場合、ステップ S 284 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

15

また、ステップ S 290 において、記憶部 121 に撮像ポイントが記憶されていないか、またはリクエスト信号を送信してから所定の時間が経過したと判定された場合、即ち、リクエスト信号に含まれる 1 以上の撮像ポイントそれぞれから撮像した全方位画像データすべてを主移動体に送信したか、または、リクエスト信号を受信してから所定の時間が経過しても、そのリクエスト信号に含まれる 1 以上の撮像ポイントそれぞれから撮像した全方位画像データの一部もしくは全部が得られなかった場合、ステップ S 291 に進み、制御部 118 は、記憶部 121 の記憶内容をクリアする。そして、ステップ S 271 に戻り、

20

25

以下、同様の処理を繰り返す。

以上のように、従移動体は、リクエスト信号に、自身の移動体 ID が含まれている場合には、現在地を撮像ポイントとして、全方位画像データを撮像し、主移動体に送信する。また、従移動体は、リクエスト信号に、1 以上の撮像ポイントが含まれており、その撮像ポイントの全方位画像データが画像データベース 114 に記憶されている場合には、その全方位画像データを、主移動体に送信し、記憶されていない場合において、自身の現在地が撮像ポイントに一致するときには、その撮像ポイントである現在地で全方位画像データを撮像し、主移動体に送信する。

- 10 従って、主移動体は、リクエスト信号に移動体 ID を含めて送信した場合には、その移動体 ID の従移動体から、その従移動体が現在地において撮像した全方位画像データを得ることができる（第 1 の機能）。

- また、主移動体は、リクエスト信号に、1 つの撮像ポイントを含めて送信した場合には、その撮像ポイントを現在地とする従移動体から、その従移動体が
15 現在地で撮像した全方位画像データを得ることができる。あるいは、また、主移動体は、リクエスト信号に含まれる撮像ポイントの全方位画像データを有している従移動体から、その全方位画像データを得ることができる。その結果、主移動体は、所望の視点方向から、所望の被写体を見た姿が写っている全方位画像データを得ることができる（第 2 の機能）。

- 20 さらに、主移動体は、リクエスト信号に、複数の撮像ポイントを含めて送信した場合には、その複数の撮像ポイントをそれぞれ現在地とする複数の従移動体から、各従移動体が現在地で撮像した全方位画像データを得ることができる。あるいは、また、主移動体は、リクエスト信号に含まれる各撮像ポイントの全
25 方位画像データを有している各従移動体から、その全方位画像データを得ることができる。その結果、主移動体は、所望の被写体を、複数の視点方向から見た姿が映っている複数の全方位画像データを得ることができ、さらには、そのような複数の全方位画像データから、所望の被写体を、その周りから見渡した

ような動画である視点可変画像を得ることができる。

即ち、移動体 $101_1, 101_2, \dots, 101_k$ それぞれの全方位カメラ $102_1, 102_2, \dots, 102_k$ においては、それ単独で、視点可変画像を得ようとする、被写体の周りを移動し、複数の視点方向から被写体を撮像することにより、複数の全方位画像データを取得する必要があるから、即座に、視点可変画像を得ることはできない。

そこで、SHARN 移動体システムでは、複数の移動体どうしが協調して（協力しあって）、複数の撮像ポイントそれぞれから撮像した全方位画像データを取得する。即ち、主移動体が、複数の撮像ポイントそれぞれから撮像した全方位画像データを、従移動体に要求し、その全方位画像データを有する従移動体、またはその全方位画像データを撮像しうる従移動体は、その全方位画像データを、主移動体に提供する。

このように、主移動体は、必要な全方位画像データを有する従移動体、または必要な全方位画像データを撮像しうる従移動体の協力によって、必要な全方位画像データを取得、自身の全方位カメラだけでは得られなかった視点可変画像、即ち、所望の被写体が単に写っているのではなく、その周囲を移動しながら撮像したような姿が映っているという付加価値が付いた動画画像を得ることができる。

従って、主移動体においては、その全方位カメラだけでは困難であった、視点可変画像を生成（撮像）するという高機能が実現されているということが出来るが、これは、主移動体と、1以上の従移動体とが、図51において点線で囲むように、まるで1つの装置であるかのように、従移動体が、主移動体が要求する撮像ポイントの全方位画像データを提供し、主移動体が、そのようにして従移動体から提供される全方位画像データを用いて視点可変画像データを生成することにより、結果として、複数の移動体の全方位カメラそれぞれが、視点可変画像データを撮像（生成）するという処理を、互いに協調しながら分担することとなっているからである。

これに対して、従移動体が、任意に撮像した全方位画像データを、主移動体に提供するというだけでは、従移動体が、全方位画像データを集めるという処理を、単に分担しているだけとなり、主移動体において、視点可変画像の生成に必要な画像を得られず、従って、視点可変画像を生成するという高機能を実現することはできない。

5 なお、SHARN移動体システムにおいて、上述のように、複数の移動体の全方位カメラそれぞれが、視点可変画像データを撮像（生成）するという処理を、互いに協調しながら分担する場合には、視点可変画像データを、即座に得ることができるから、この点に注目すれば、いわばリアルタイムの協調分担が行われているということができる。

一方、SHARN移動体システムでは、上述のようなリアルタイムの協調分担が行われることにより、主移動体となった移動体の画像データベース 114 には、所定の被写体について視点可変画像を生成するのに必要な複数の撮像ポイントから撮像された全方位画像データが蓄積される。その結果、所定の被写体について、視点可変画像の生成の要求が多い場合には、その要求回数に応じ

15 て時間解像度の高い視点可変画像が生成されるようになる。

即ち、例えば、上述したように、フレームレートを 30 フレーム／秒として、3 秒間で、被写体の周囲を 1 周するような視点可変画像を生成する場合には、理想的には、その被写体を、4 度ずつ異なる視点方向から撮像した 90 枚の画像（異方向画像）が必要であり、この 90 枚の異方向画像が集まれば、フレームレートが 30 フレーム／秒で、3 秒間の間に被写体の周囲を 1 周するという条件下において、最も時間解像度の高い視点可変画像を得ることができる。

20 この場合、90 カ所の撮像ポイントで撮像された全方位画像（90 枚の異方向画像となる全方位画像）を得る必要があるが、いま、説明を簡単にするために、いずれの移動体の画像データベース 114 にも全方位画像データが記憶されてい

25 ないと仮定すると、ある 1 つの移動体 A が、視点可変画像取得処理（図 49）において、所定の被写体についての 90 カ所の撮像ポイントを含むリク

エスト信号を送信しても、その90カ所のそれぞれに、他の移動体が存在するとは限らず、従って、90カ所の撮像ポイントそれぞれで撮像された全方位画像すべては、一般には、集まらない。

しかしながら、例えば、いま、移動体Aによる視点可変画像取得処理によって、90カ所の撮像ポイントのうちの、例えば1/3の30カ所の撮像ポイントの全方位画像が集まり、その画像データベース114に登録されたとすると、その後、他の移動体Bが、視点可変画像取得処理（図49）において、所定の被写体についての90カ所の撮像ポイントを含むリクエスト信号を送信した場合には、移動体Bは、少なくとも、移動体Aの画像データベース114に記憶されている30カ所の全方位画像を得ることができる。さらに、この場合、残りの60カ所の撮像ポイントのうちのいずれかに、他の移動体が位置している可能性が高く、移動体Bは、そのような他の移動体から、残りの60カ所のうちのいずれかの撮像ポイントの全方位画像を得ることができる。

従って、所定の被写体について、多数の移動体から、視点可変画像の生成の要求があると、その要求回数に応じて、多数の撮像ポイントの全方位画像が得られることとなり、その結果、時間解像度の高い視点可変画像が生成されるようになる。

このように、視点可変画像の生成の要求が多い所定の被写体については、その要求回数に応じて、時間解像度の高いという付加価値が付いた視点可変画像が生成されるようになるが、これも、複数の移動体の全方位カメラそれぞれが、視点可変画像データを撮像（生成）するという処理を、互いに協調しながら分担することとなっているからである。但し、時間解像度の高いという付加価値が付いた視点可変画像が生成されることに注目すると、時間解像度が高くなるのは、所定の被写体についての視点可変画像の生成の要求が何度も行われることによるものであるから、ある程度の時間の経過が必要であり、従って、上述のリアルタイムの協調分担に対して、長期的な協調分担が行われているといえることができる。

なお、上述の場合には、移動体 1 0 1_kにおいて、全方位カメラ 1 0 2_kにより撮像を行うようにしたが、移動体 1 0 1_kでは、通常のカメラで撮像を行うようにすることも可能である。

5 また、移動体 1 0 1_kとしては、自動車の他、船舶や航空機等を採用することも可能である。

さらに、上述の場合には、SHARN移動体システムにおいて、付加価値のある画像として、被写体を、その周囲を移動しながら撮像したような視点可変画像を生成するようにしたが、付加価値のある画像としては、その他、例えば、
10 いわゆる三角測量を利用して、3次元画像を生成するようにすることも可能である。

次に、上述した一連の処理は、ハードウェアにより行うこともできるし、ソフトウェアにより行うこともできる。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、汎用のコンピュータ等にインストールされる。

15 そこで、図52は、上述した一連の処理を実行するプログラムがインストールされるコンピュータの一実施の形態の構成例を示している。

プログラムは、コンピュータに内蔵されている記録媒体としてのハードディスク 2 1 0 5やROM 2 1 0 3に予め記録しておくことができる。

あるいはまた、プログラムは、フレキシブルディスク、CD-ROM(Compact Disc
20 Read Only Memory), MO(Magneto optical)ディスク, DVD(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体 2 1 1 1に、一時的あるいは永続的に格納（記録）しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体 2 1 1 1は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

25 なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体 2 1 1 1からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトから、デジタル衛星放送用の人工衛星を介して、コンピュータに無線で転送したり、LAN(Local Are

a Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線で転送し、コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを、通信部 2 1 0 8 で受信し、内蔵するハードディスク 2 1 0 5 にインストールすることができる。

5 コンピュータは、CPU(Central Processing Unit) 2 1 0 2 を内蔵している。CPU 2 1 0 2 には、バス 2 1 0 1 を介して、入出力インタフェース 2 1 1 0 が接続されており、CPU 2 1 0 2 は、入出力インタフェース 2 1 1 0 を介して、ユーザによって、キーボードや、マウス、マイク等で構成される入力部 2 1 0 7 が操作等されることにより指令が入力されると、それにしたがって、ROM(Read On
10 ly Memory) 2 1 0 3 に格納されているプログラムを実行する。あるいは、また、CPU 2 1 0 2 は、ハードディスク 2 1 0 5 に格納されているプログラム、衛星若しくはネットワークから転送され、通信部 2 1 0 8 で受信されてハードディスク 2 1 0 5 にインストールされたプログラム、またはドライブ 2 1 0 9 に装着されたリムーバブル記録媒体 2 1 1 1 から読み出されてハードディスク 2 1 0
15 5 にインストールされたプログラムを、RAM(Random Access Memory) 2 1 0 4 にロードして実行する。これにより、CPU 2 1 0 2 は、上述したフローチャートにしたがった処理、あるいは上述したブロック図の構成により行われる処理を行う。そして、CPU 2 1 0 2 は、その処理結果を、必要に応じて、例えば、入出力インタフェース 2 1 1 0 を介して、LCD(Liquid CryStal Display)やスピーカ等
20 で構成される出力部 2 1 0 6 から出力、あるいは、通信部 2 1 0 8 から送信、さらには、ハードディスク 2 1 0 5 に記録等させる。

ここで、本明細書において、コンピュータに各種の処理を行わせるためのプログラムを記述する処理ステップは、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいは個別に実行され
25 る処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含むものである。

また、プログラムは、1のコンピュータにより処理されるものであっても良

いし、複数のコンピュータによって分散処理されるものであっても良い。さらに、プログラムは、遠方のコンピュータに転送されて実行されるものであっても良い。

5 産業上の利用可能性

本発明の情報処理システムおよび第1の情報処理方法、並びに第1のプログラムおよび第1の記録媒体によれば、複数の作動手段または複数の検知手段が協調して処理を分担するので、情報処理システムが高機能化される。

- 10 本発明の情報処理装置および第2の情報処理方法、並びに第2のプログラムおよび第2の記録媒体によれば、作動手段または検知手段が他の情報処理装置と協調して処理を分担するので、情報処理装置が高機能化される。

請求の範囲

1. 複数のユーザの操作に応じて作動する複数の作動手段と、
前記複数の作動手段が作用する現実世界を検知する複数の検知手段と、
前記複数の作動手段と前記複数の検知手段との間で情報を送受信するための通
5 信手段と
を備え、
前記通信手段により情報が送受信し、前記複数の作動手段と前記複数の検知手
段とが協調して処理を分担することにより、前記複数の作動手段或いは前記複数
の検出手段が単体で動作するときよりも高機能化される
10 ことを特徴とする情報処理システム。
2. 前記複数の作動手段の機能が高機能化する
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の情報処理システム。
3. 前記複数の作動手段は、複数のユーザの操作と、所定の情報とに応じて作
動し、
15 前記通信手段は、前記複数の検知手段によって検知された前記複数の作動手段
の状態を受信し、
更に、前記複数の作動手段の状態に基づいて、前記複数の作動手段の動きの基
準となる基準情報を、前記所定の情報として生成する生成手段を備える
ことを特徴とする請求の範囲第 2 項に記載の情報処理システム。
- 20 4. 前記基準情報を記憶する記憶手段と、
前記生成手段によって生成された新たな前記基準情報によって、前記記憶手段
の記憶内容を更新する更新手段と
をさらに備える
ことを特徴とする請求の範囲第 3 項に記載の情報処理システム。
- 25 5. 前記生成手段は、前記複数の作動手段の状態と、外部からの情報に基づい
て、前記基準情報を生成する
ことを特徴とする請求の範囲第 3 項に記載の情報処理システム。

6. 更に、前記基準情報に基づいて前記作動手段の動きを制御することにより、前記作動手段が単体で動作するときよりも高機能化する制御手段を備える

ことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の情報処理システム。

7. 前記作動手段は、マニピュレータである

5 ことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の情報処理システム。

8. 前記作動手段であるマニピュレータは、所定の対象物に所定の作用を与えるスレーブのマニピュレータを制御するマスタのマニピュレータである

ことを特徴とする請求の範囲第7項に記載の情報処理システム。

9. 前記基準情報は、前記所定の対象物に与える作用を制限するための情報である

10 ことを特徴とする請求の範囲第8項に記載の情報処理システム。

10. 前記基準情報は、前記所定の対象物を手術するための情報である

ことを特徴とする請求の範囲第8項に記載の情報処理システム。

11. 前記基準情報は、前記所定の対象物のデザインに関する情報である

15 ことを特徴とする請求の範囲第8項に記載の情報処理システム。

12. 前記複数の検知手段の機能が高機能化する

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の情報処理システム。

13. 上記複数の作動手段は、複数のユーザの操作に応じて移動する複数の移動体であり、

20 上記複数の検知手段は、前記複数の移動体に設けられるとともに被写体を検知し、

上記通信手段は、前記複数の検知手段の出力を受信し、

更に、前記複数の検知手段の出力を処理することにより、付加価値を付けた情報を生成する生成手段を備える

25 ことを特徴とする請求の範囲第12項に記載の情報処理システム。

14. 前記検知手段は、被写体を撮像する撮像手段である

ことを特徴とする請求の範囲第13項に記載の情報処理システム。

15. 前記通信手段は、前記撮像手段が出力する前記被写体の画像を受信し、
前記生成手段は、前記被写体の画像を処理することにより、単体の撮像手段から得られる画像よりも高付加価値である、前記被写体を多方位から見た画像を生成する

5 ことを特徴とする請求の範囲第14項に記載の情報処理システム。

16. 前記複数の移動体のうちの1の移動体は、他の移動体に対して、前記被写体の画像を要求するリクエスト信号を送信し、

前記他の移動体は、前記リクエスト信号に応じて、前記被写体の画像を、前記1の移動体に送信する

10 ことを特徴とする請求の範囲第14項に記載の情報処理システム。

17. 前記1の移動体は、前記被写体の位置と、前記被写体の撮像方向とに基づいて、前記被写体を撮像すべき撮像位置を算出し、その撮像位置とともに、前記リクエスト信号を送信する

ことを特徴とする請求の範囲第16項に記載の情報処理システム。

15 18. 前記他の移動体は、現在位置が前記撮像位置に一致したとき、前記撮像手段によって、前記被写体を撮像する

ことを特徴とする請求の範囲第17項に記載の情報処理システム。

19. 前記他の移動体は、前記被写体を撮像した画像とともに、前記撮像位置を、前記1の移動体に送信し、

20 前記1の移動体は、前記他の移動体からの前記被写体の画像を、その画像とともに送信されてくる前記撮像位置に基づいて処理し、前記被写体を多方位から見た画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第18項に記載の情報処理システム。

20. 前記撮像手段は、全方位の撮像が可能な全方位カメラである

25 ことを特徴とする請求の範囲第14項に記載の情報処理システム。

21. 複数のユーザの操作に応じて複数の作動手段が作動し、

複数の検知手段が、前記複数の作動手段が作用する現実世界を検知し、

前記複数の作動手段と前記複数の検知手段との間で情報を送受信し、

前記複数の作動手段と前記複数の検知手段とが協調して処理を分担することにより、前記複数の作動手段或いは前記複数の検出手段が単体で動作するときよりも高機能化する

5 ことを特徴とする情報処理方法。

2 2. 複数のユーザの操作に応じて複数の作動手段が作動し、

複数の検知手段が、前記複数の作動手段が作用する現実世界を検知し、

前記複数の作動手段と前記複数の検知手段との間で情報を送受信し、

前記複数の作動手段と前記複数の検知手段とが協調して処理を分担することにより、前記複数の作動手段或いは前記複数の検出手段が単体で動作するときよりも高機能化するようにコンピュータを制御する

10 ことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラム。

2 3. 複数のユーザの操作に応じて複数の作動手段が作動し、

複数の検知手段が、前記複数の作動手段が作用する現実世界を検知し、

15 前記複数の作動手段と前記複数の検知手段との間で情報を送受信し、

前記複数の作動手段と前記複数の検知手段とが協調して処理を分担することにより、前記複数の作動手段或いは前記複数の検出手段が単体で動作するときよりも高機能化するようにコンピュータを制御する

コンピュータ読み取り可能なプログラムが記録されている

20 ことを特徴とする記録媒体。

2 4. ユーザの操作に応じて作動する作動手段と、

前記作動手段が作用する現実世界を検知する検知手段と、

他の作動手段及び他の検知手段との間で情報を送受信するための通信手段と

を備え、

25 前記通信手段により前記他の作動手段及び前記他の検知手段と情報を送受信し、

前記作動手段或いは前記検出手段が、前記他の作動手段及び前記他の検知手段と

協調して処理を分担することにより、単体で動作するときよりも高機能化される

ことを特徴とする情報処理装置。

25. 前記作動手段の機能が高機能化する

ことを特徴とする請求の範囲第24項に記載の情報処理装置。

26. 前記作動手段は、ユーザの操作と、所定の情報とに応じて作動し、

5 前記通信手段は、前記他の検知手段によって検知された前記他の作動手段の状態を受信し、

更に、前記他の作動手段の状態に基づいて、前記作動手段の動きの基準となる基準情報を、前記所定の情報として生成する生成手段を備える

ことを特徴とする請求の範囲第25項に記載の情報処理装置。

10 27. 前記基準情報を記憶する記憶手段と、

前記生成手段によって生成された新たな前記基準情報によって、前記記憶手段の記憶内容を更新する更新手段と

をさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第26項に記載の情報処理装置。

15 28. 前記生成手段は、前記他の作動手段の状態と、外部からの情報に基づいて、前記基準情報を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第26項に記載の情報処理装置。

29. 更に、前記基準情報に基づいて前記作動手段の動きを制御することにより、前記作動手段が単体で動作するときよりも高機能化する制御手段を備える

20 ことを特徴とする請求の範囲第26項に記載の情報処理装置。

30. 前記作動手段は、マニピュレータである

ことを特徴とする請求の範囲第26項に記載の情報処理装置。

31. 前記作動手段であるマニピュレータは、所定の対象物に所定の作用を与えるスレーブのマニピュレータを制御するマスタのマニピュレータである

25 ことを特徴とする請求の範囲第30項に記載の情報処理装置。

32. 前記基準情報は、前記所定の対象物に与える作用を制限するための情報である

ことを特徴とする請求の範囲第 3 1 項に記載の情報処理装置。

3 3. 前記基準情報は、前記所定の対象物を手術するための情報である

ことを特徴とする請求の範囲第 3 1 項に記載の情報処理装置。

3 4. 前記基準情報は、前記所定の対象物のデザインに関する情報である

5 ことを特徴とする請求の範囲第 3 1 項に記載の情報処理装置。

3 5. 前記検知手段の機能が高機能化する

ことを特徴とする請求の範囲第 2 4 項に記載の情報処理装置。

3 6. 前記作動手段は、ユーザの操作に応じて移動する移動体であり、

前記検知手段は、前記移動体に設けられるとともに被写体を検知し、

10 上記通信手段は、前記他の検知手段の出力を受信し、

更に、前記検知手段及び前記他の検知手段の出力を処理することにより、付加価値を付けた情報を生成する生成手段を備える

ことを特徴とする請求の範囲第 3 5 項に記載の情報処理装置。

3 7. 前記検知手段は、被写体を撮像する撮像手段である

15 ことを特徴とする請求の範囲第 3 6 項に記載の情報処理装置。

3 8. 前記通信手段は、前記撮像手段が出力する前記被写体の画像を受信し、

前記生成手段は、前記被写体の画像を処理することにより、単体の撮像手段から得られる画像よりも高付加価値である、前記被写体を多方位から見た画像を生成する

20 ことを特徴とする請求の範囲第 3 7 項に記載の情報処理装置。

3 9. 前記通信手段は、他の移動体に対して、前記被写体の画像を要求するリクエスト信号を送信し、

前記リクエスト信号に応じて、前記他の移動体が有する前記他の検知手段により撮像された前記被写体の画像を受信する

25 ことを特徴とする請求の範囲第 3 7 項に記載の情報処理装置。

40. 前記通信手段は、前記被写体の位置と、前記被写体の撮像方向とに基づいて、前記被写体を撮像すべき撮像位置を算出し、その撮像位置とともに、前記リクエスト信号を送信する

ことを特徴とする請求の範囲第39項に記載の情報処理装置。

- 5 41. 前記通信手段は、前記他の移動体の現在位置が前記撮像位置に一致したときに、前記他の移動体の前記撮像手段によって撮像された前記被写体の画像を受信する

ことを特徴とする請求の範囲第40項に記載の情報処理装置。

42. 前記通信手段は、前記他の移動体から送信された前記被写体の画像を、
10 その画像とともに送信されてくる前記撮像位置に基づいて処理し、前記被写体を多方位から見た画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第41項に記載の情報処理装置。

43. 前記撮像手段は、全方位の撮像が可能な全方位カメラである

ことを特徴とする請求の範囲第37項に記載の情報処理装置。

- 15 44. 複数のユーザの操作に応じて作動手段が作動し、
前記作動手段が作用する現実世界を検知手段が検知し、
他の作動手段及び他の検知手段との間で情報を送受信し、
前記作動手段或いは前記検出手段は、前記他の作動手段及び前記他の検知手段と協調して処理を分担することにより、単体で動作するときよりも高機能化すること
20 ことを特徴とする情報処理方法。

45. 複数のユーザの操作に応じて作動手段が作動し、

前記作動手段が作用する現実世界を検知手段が検知し、

他の作動手段及び他の検知手段との間で情報を送受信し、

- 前記作動手段或いは前記検出手段は、前記他の作動手段及び前記他の検知手段
25 と協調して処理を分担することにより、単体で動作するときよりも高機能化するようにコンピュータを制御する

ことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラム。

- 4 6 . 複数のユーザの操作に応じて作動手段が作動し、
前記作動手段が作用する現実世界を検知手段が検知し、
他の作動手段及び他の検知手段との間で情報を送受信し、
前記作動手段或いは前記検出手段は、前記他の作動手段及び前記他の検知手段
5 と協調して処理を分担することにより、単体で動作するときよりも高機能化する
ようにコンピュータを制御する
ことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている
記録媒体。

図 1

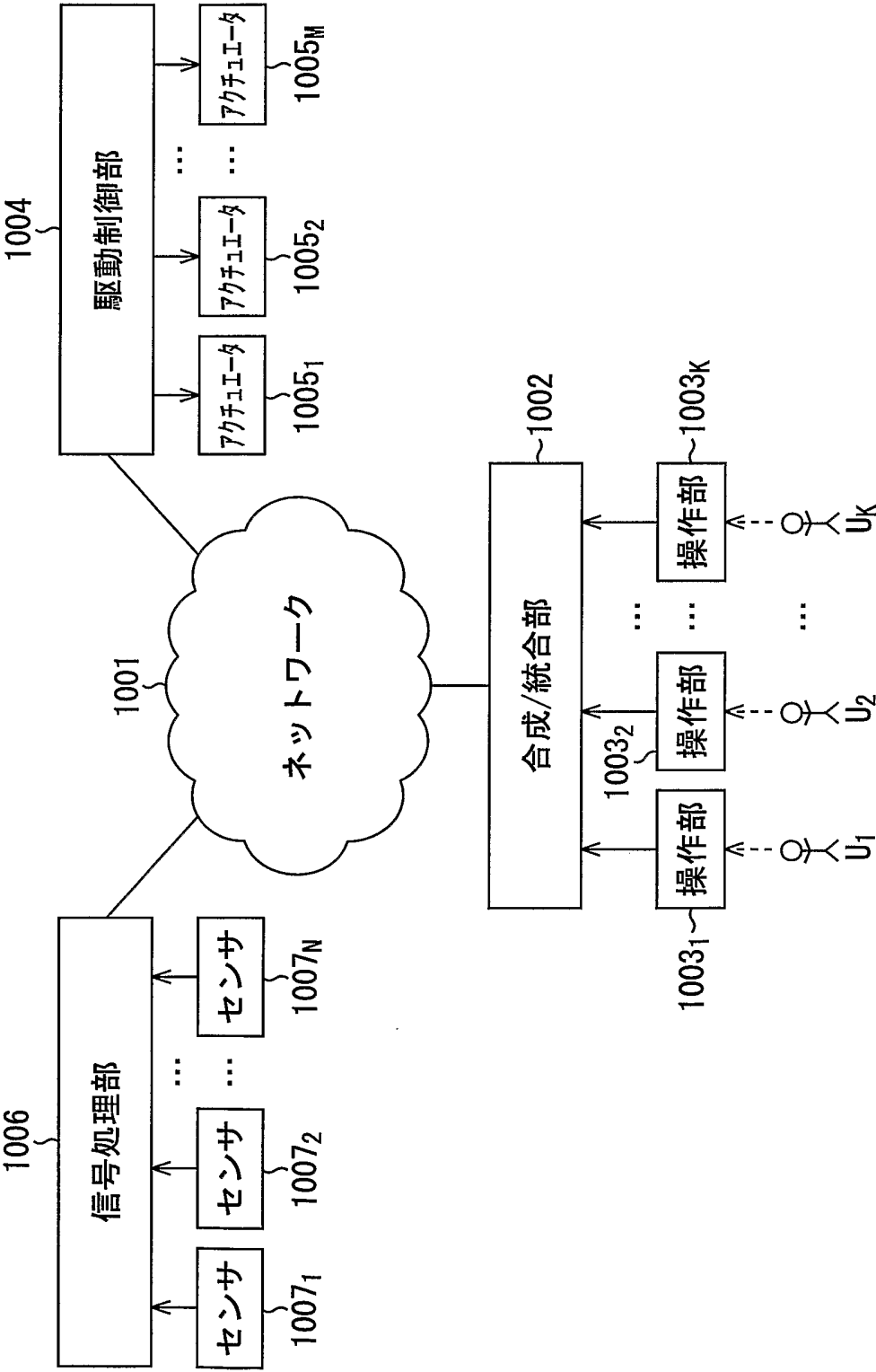


図 2

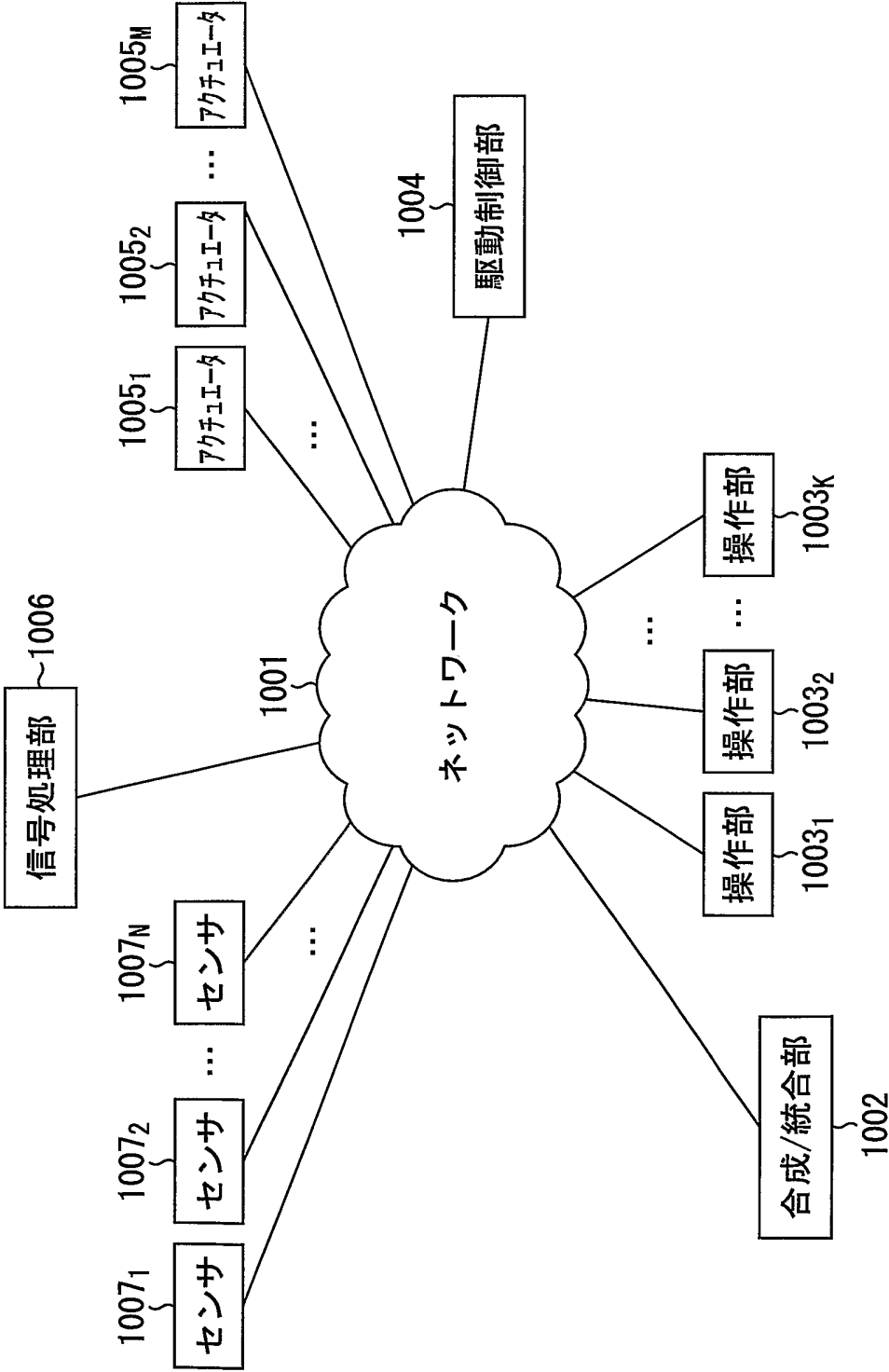


図 3

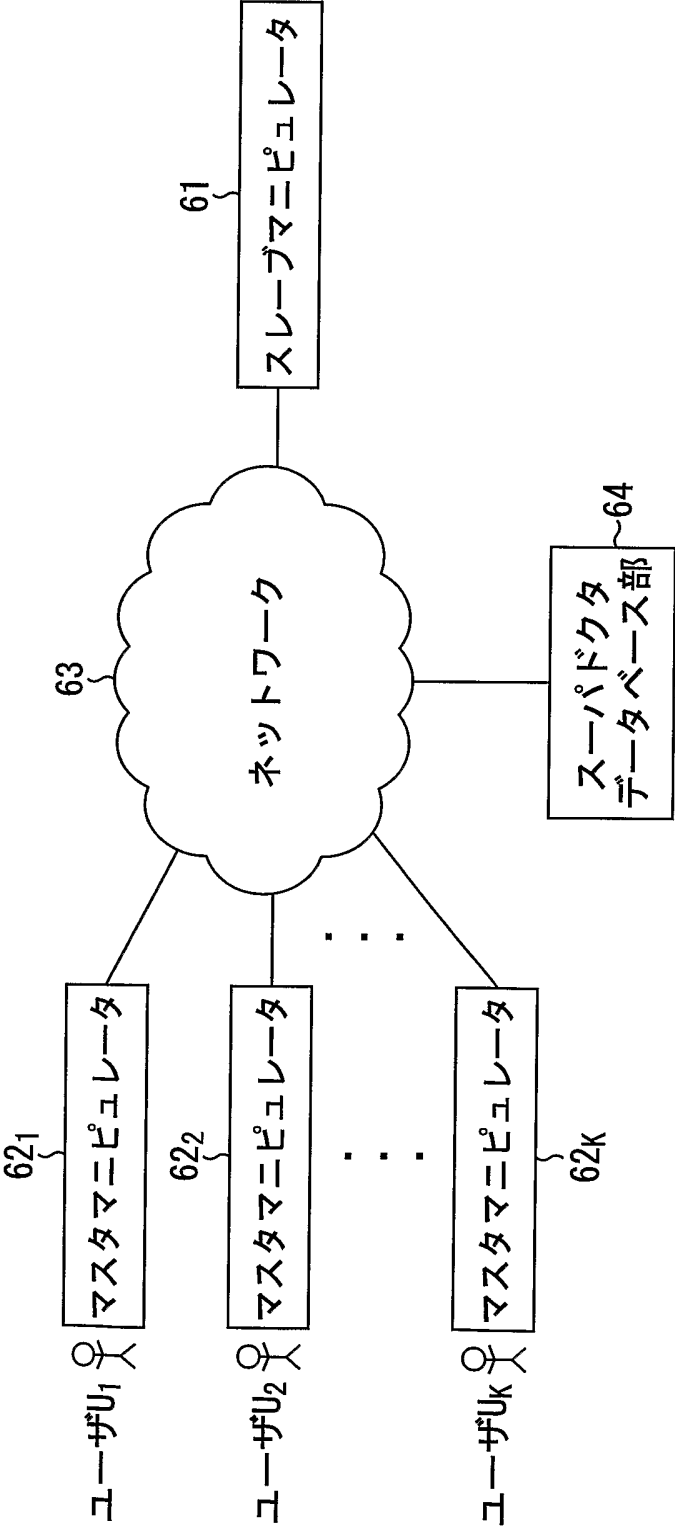


図 4 A

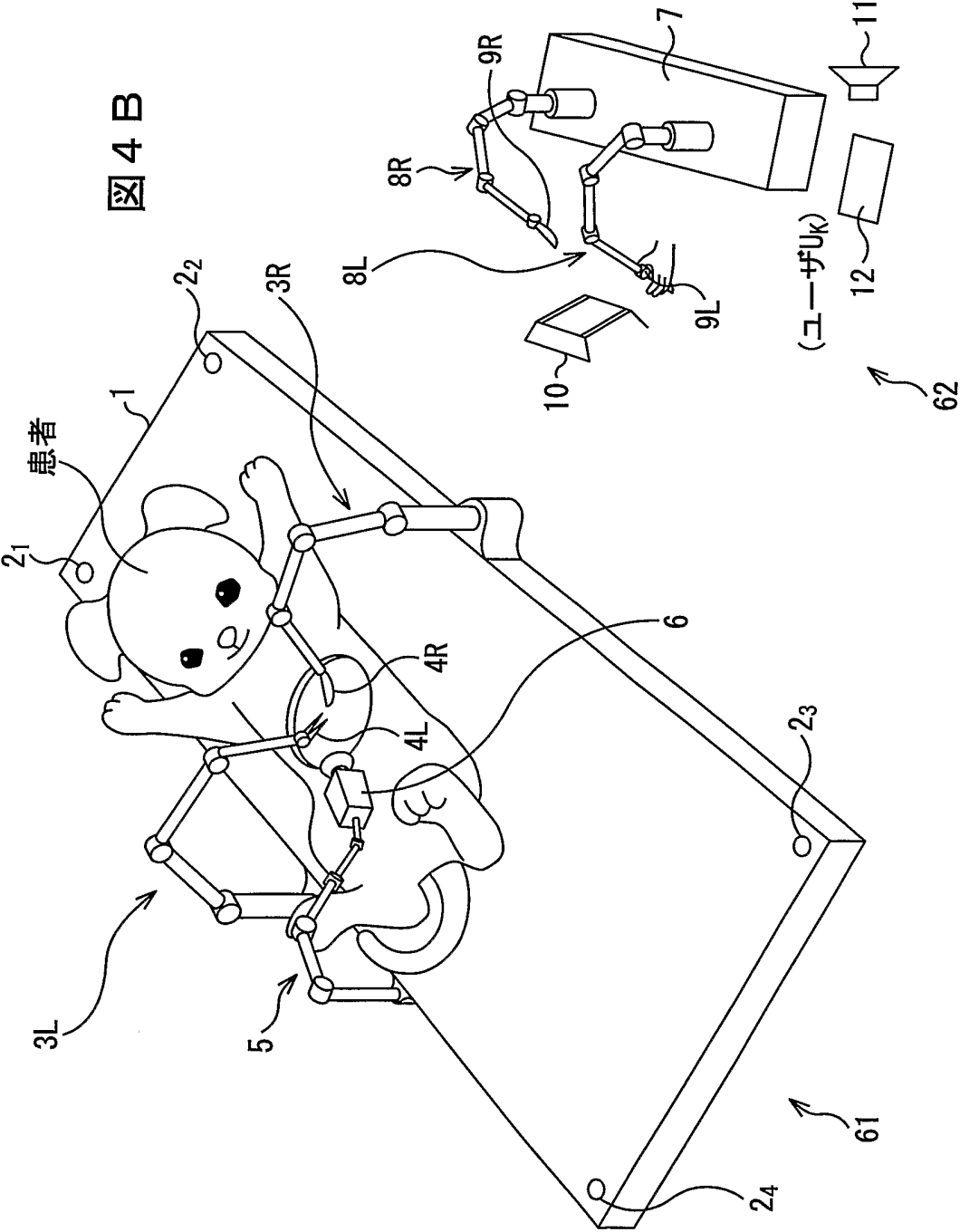


図 4 B

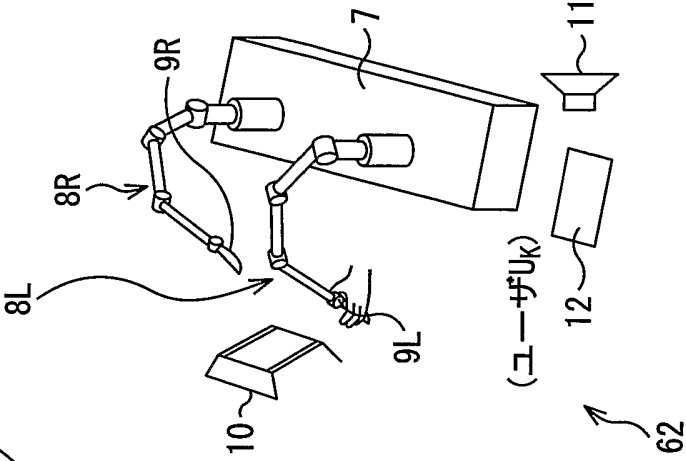


図 5

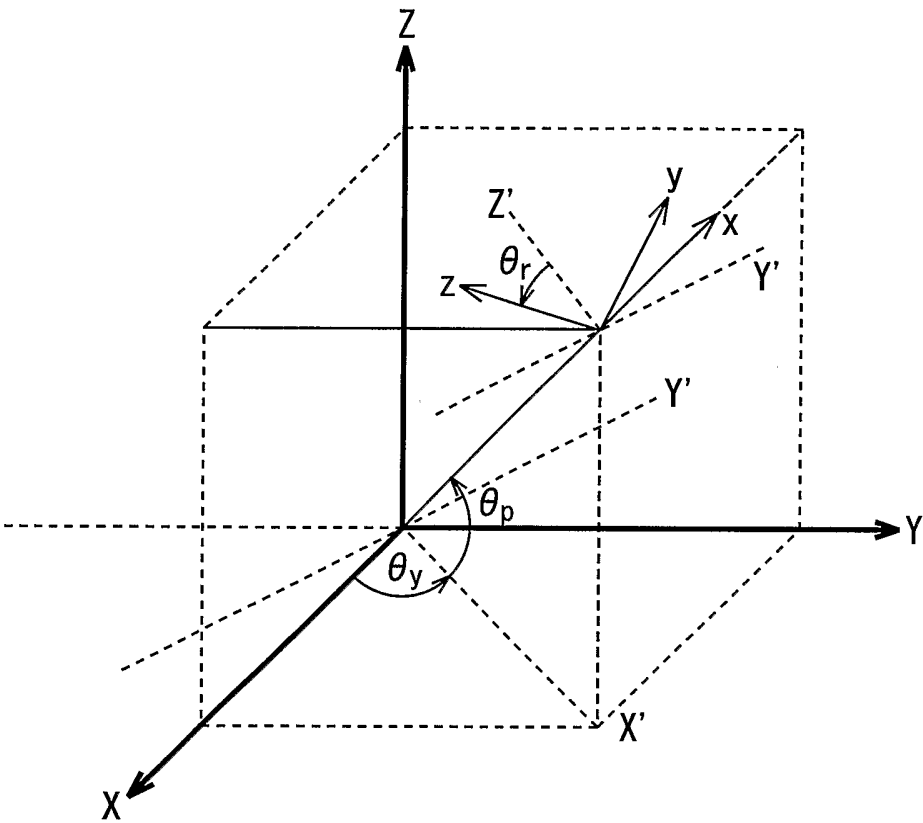


図 6 A

目標軌跡

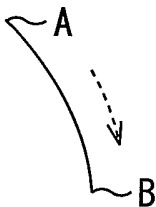


図 6 B

操作軌跡

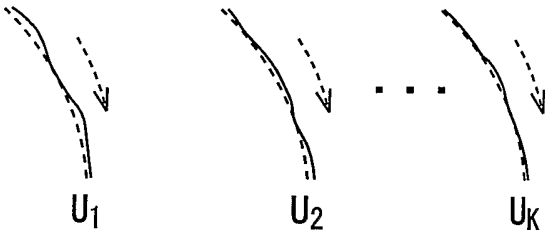


図 6 C

平均軌跡



図 7

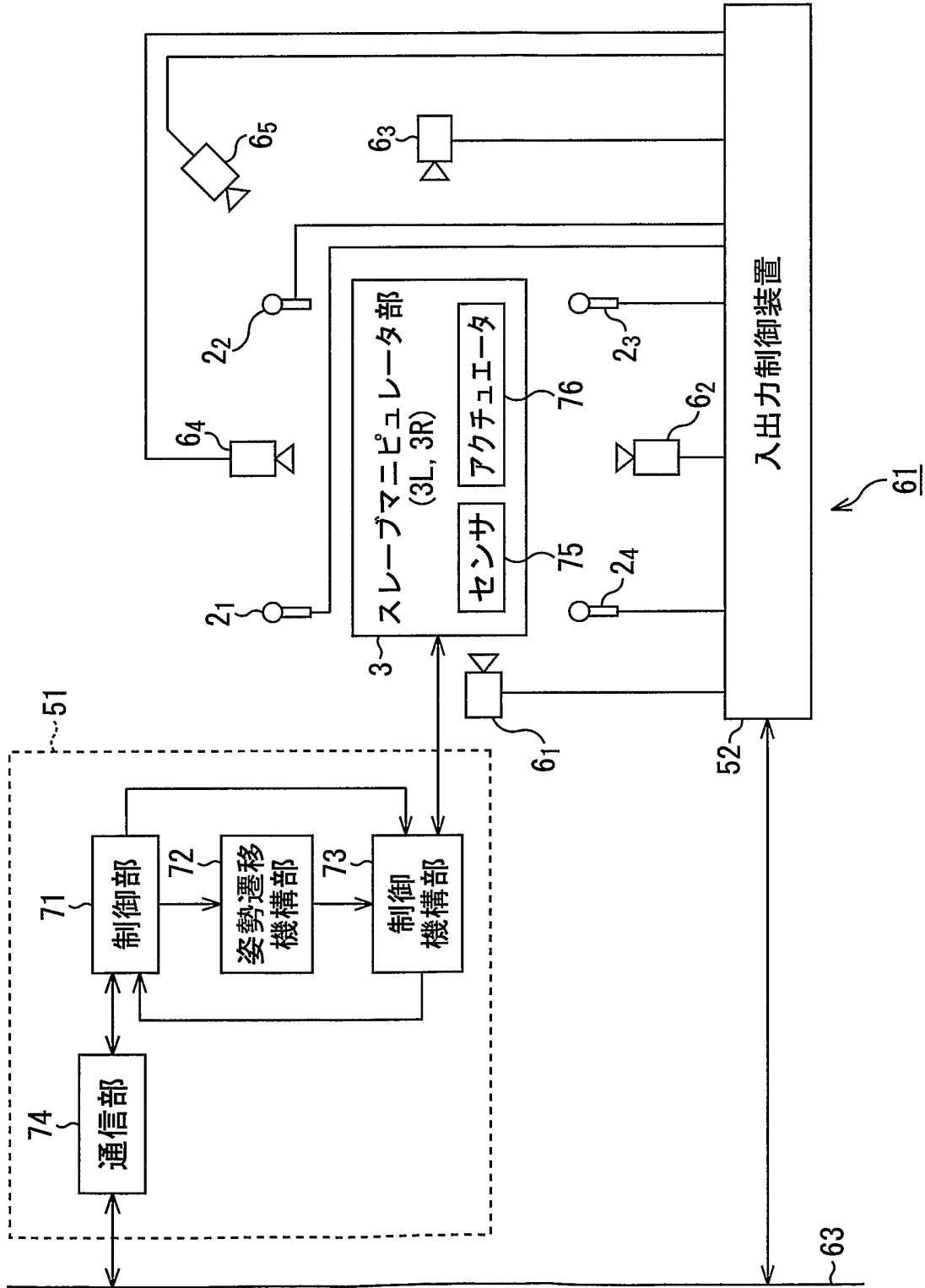


図 8

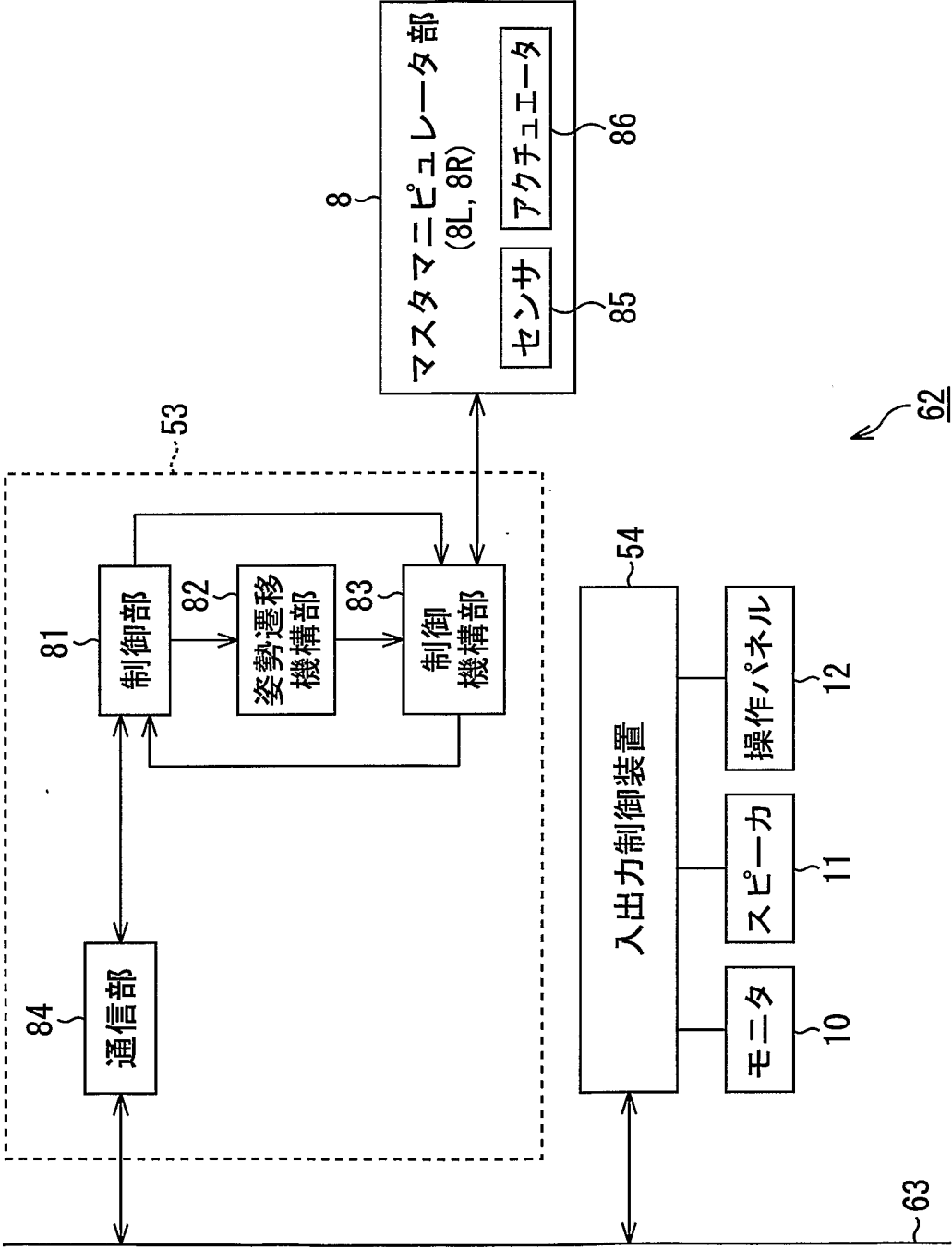
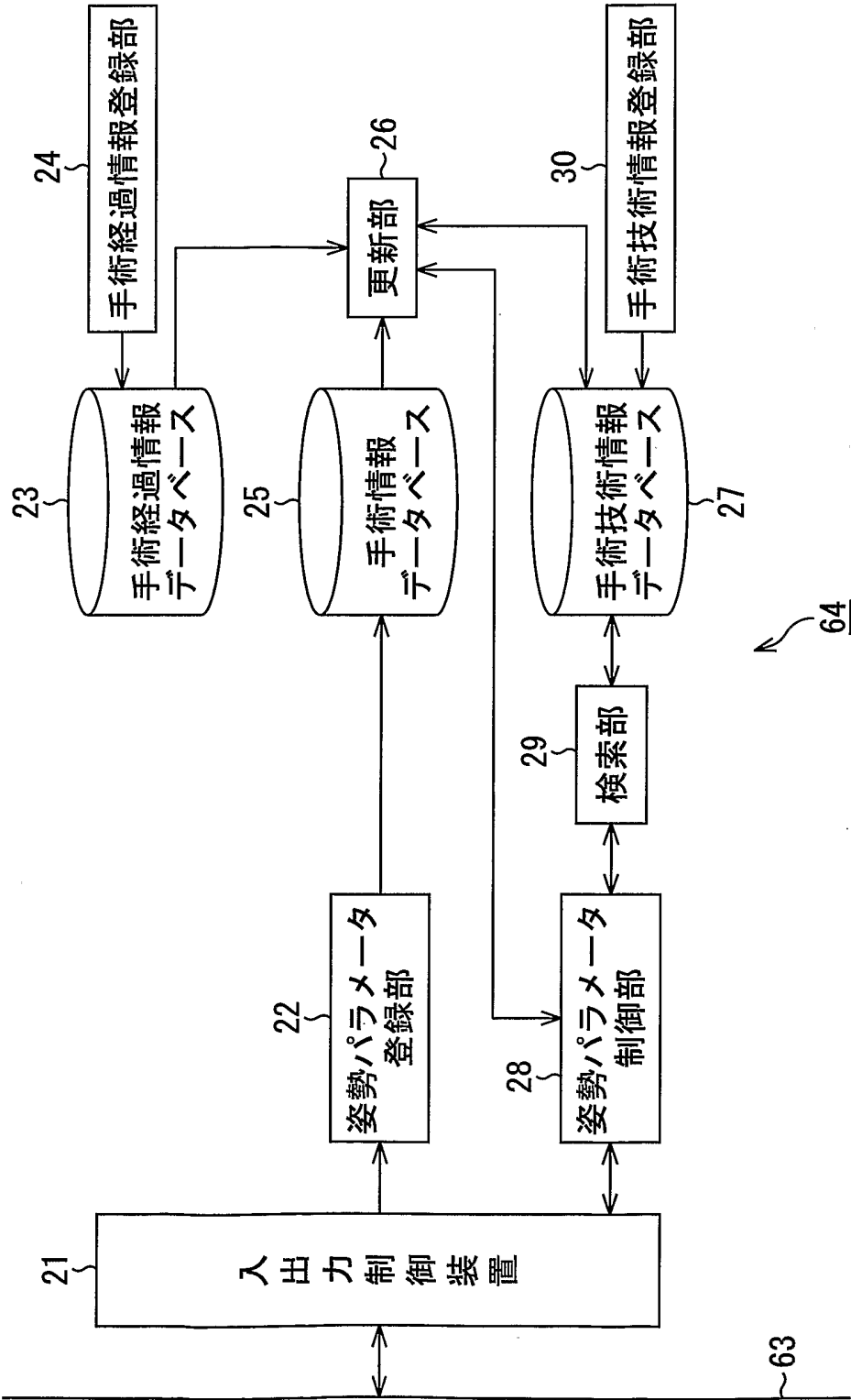
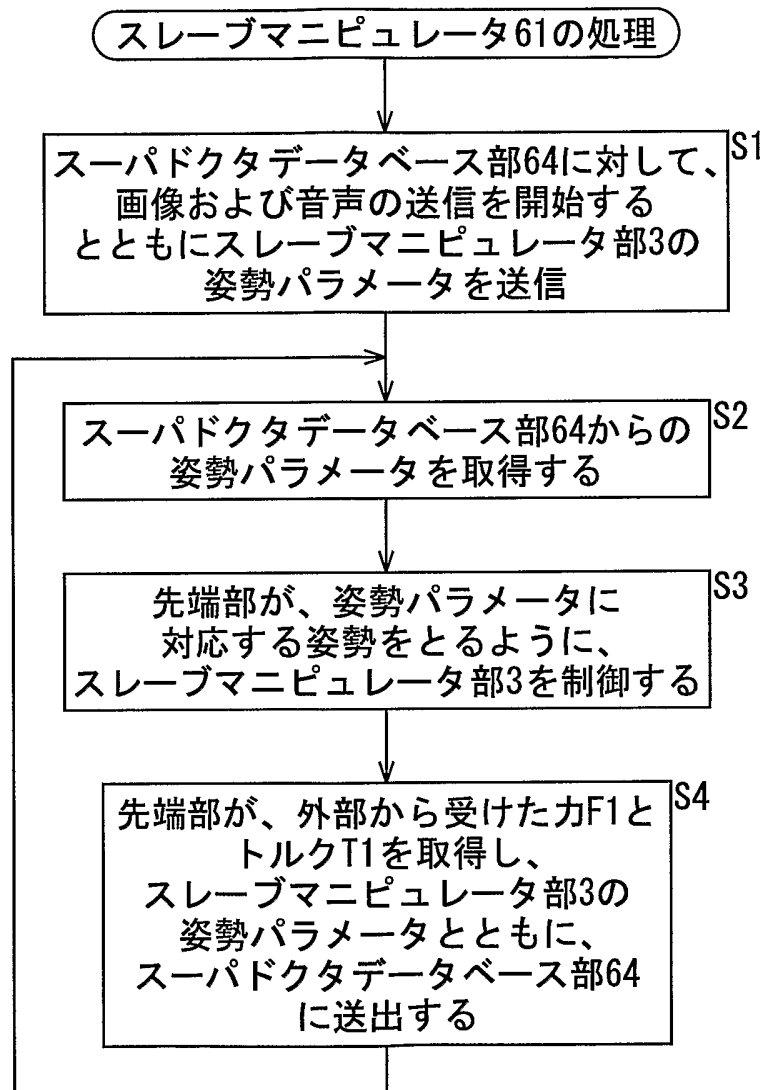


図 9



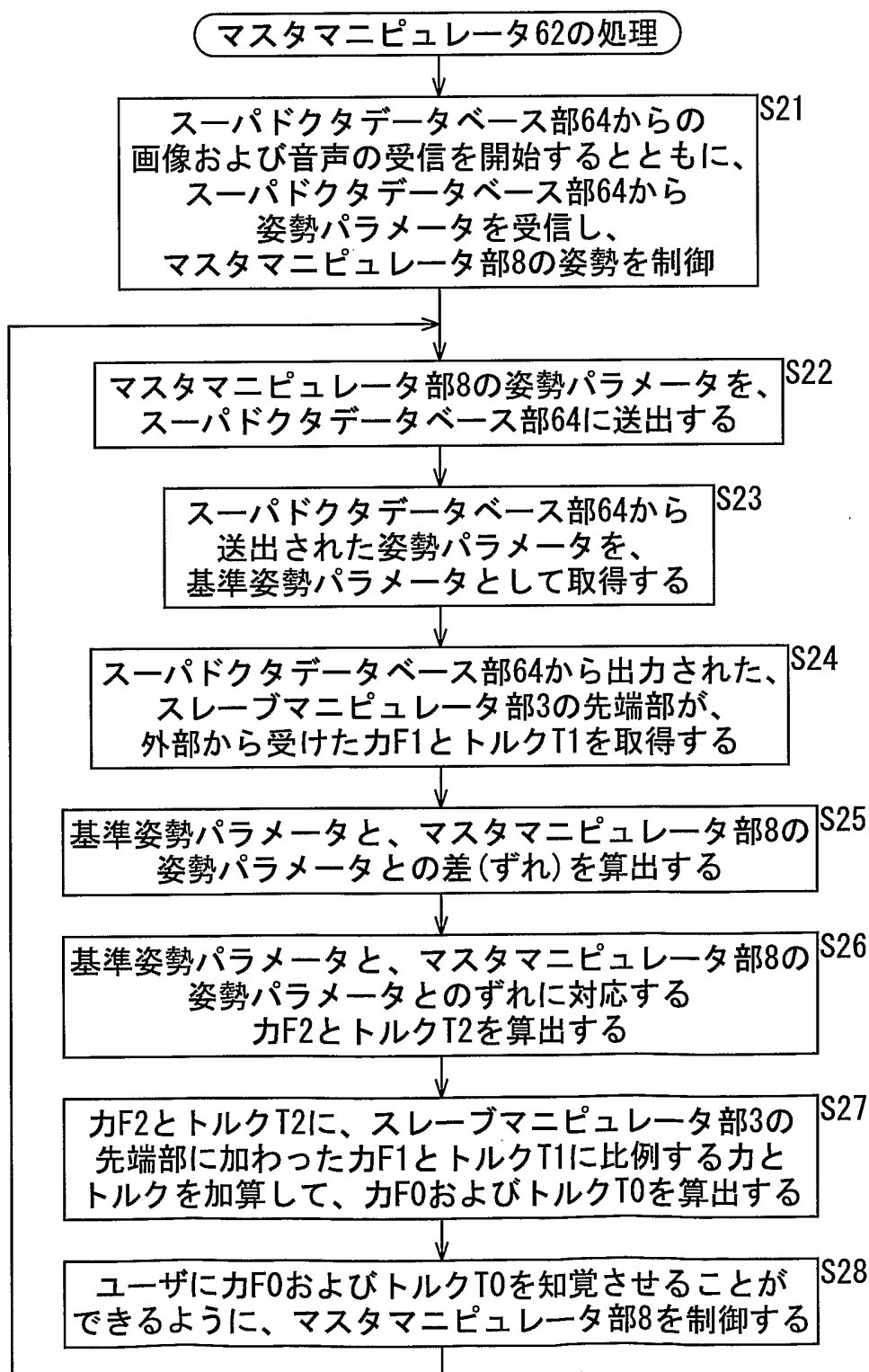
10/51

図10



11/51

図11



12/51

図12

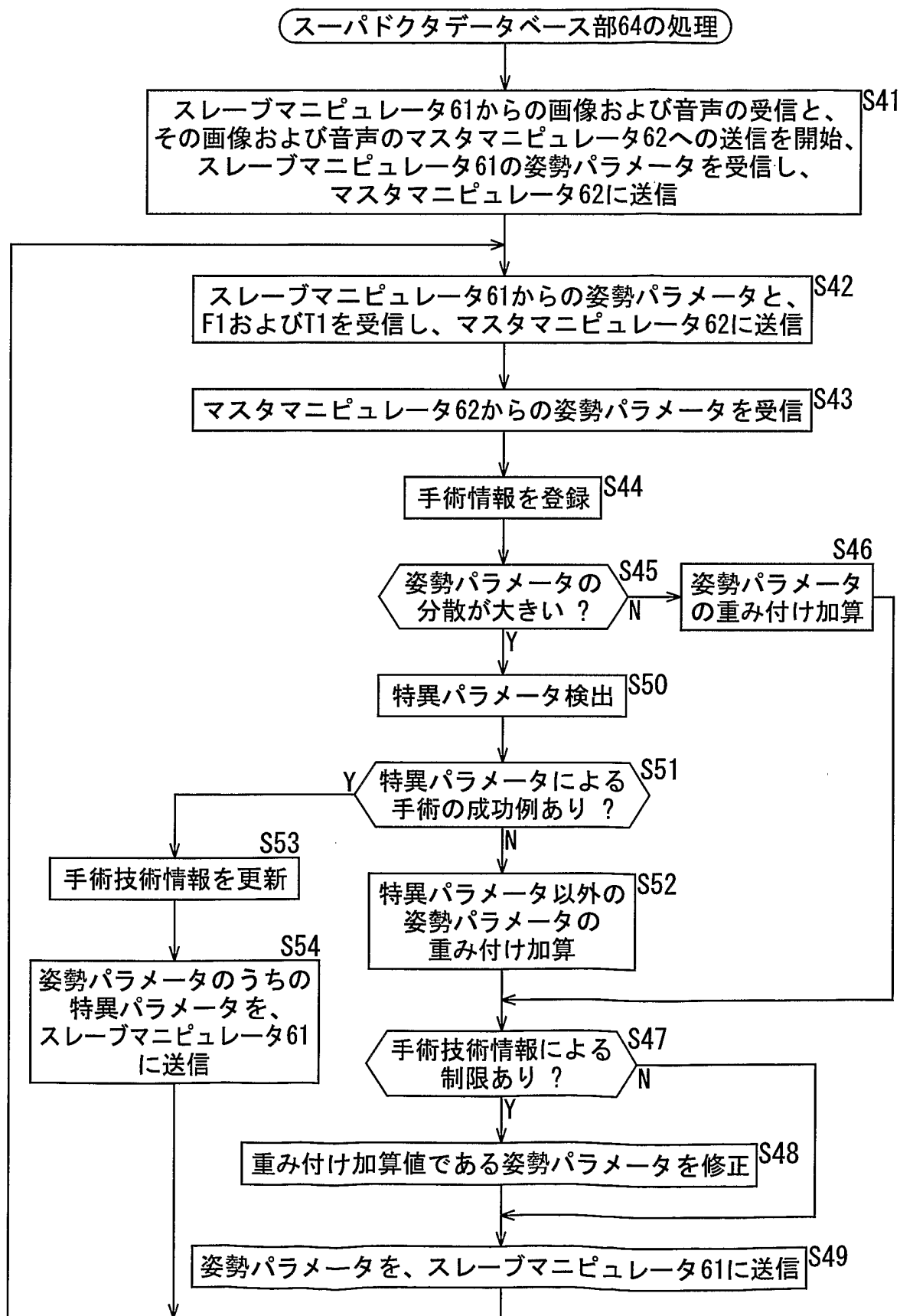


図13

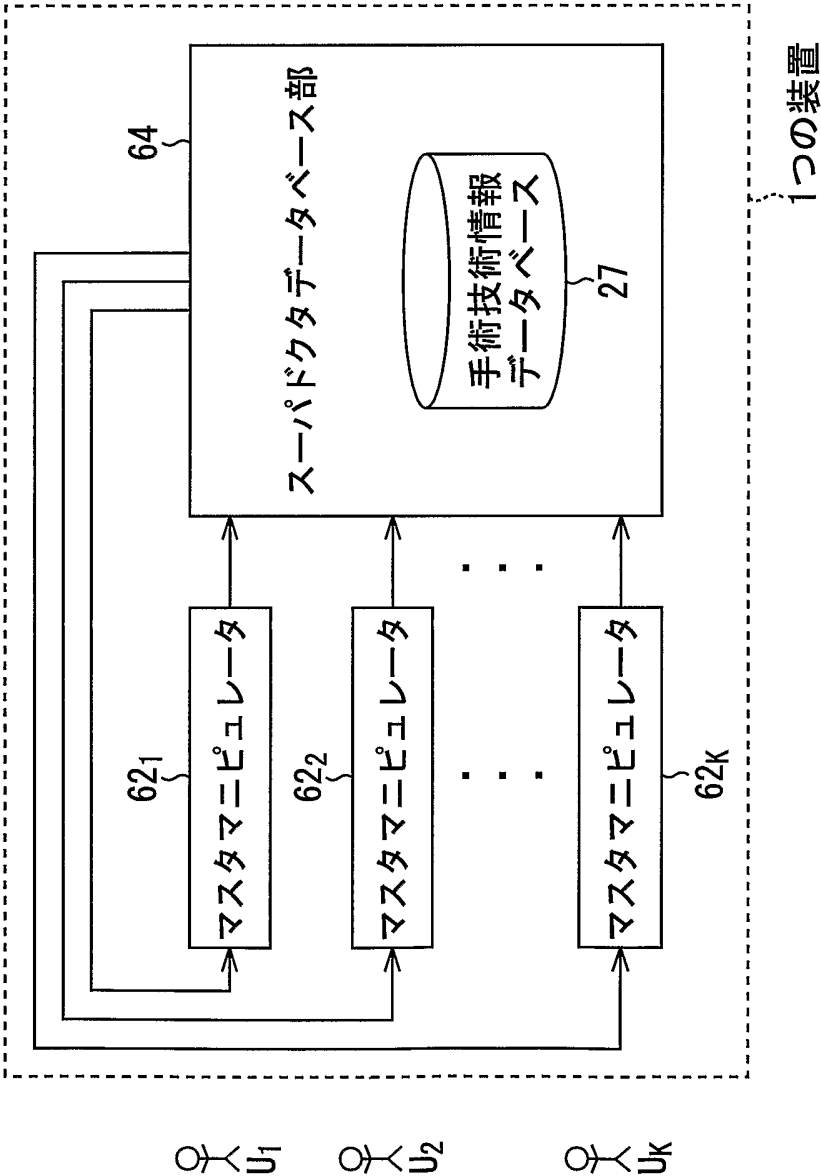


図14

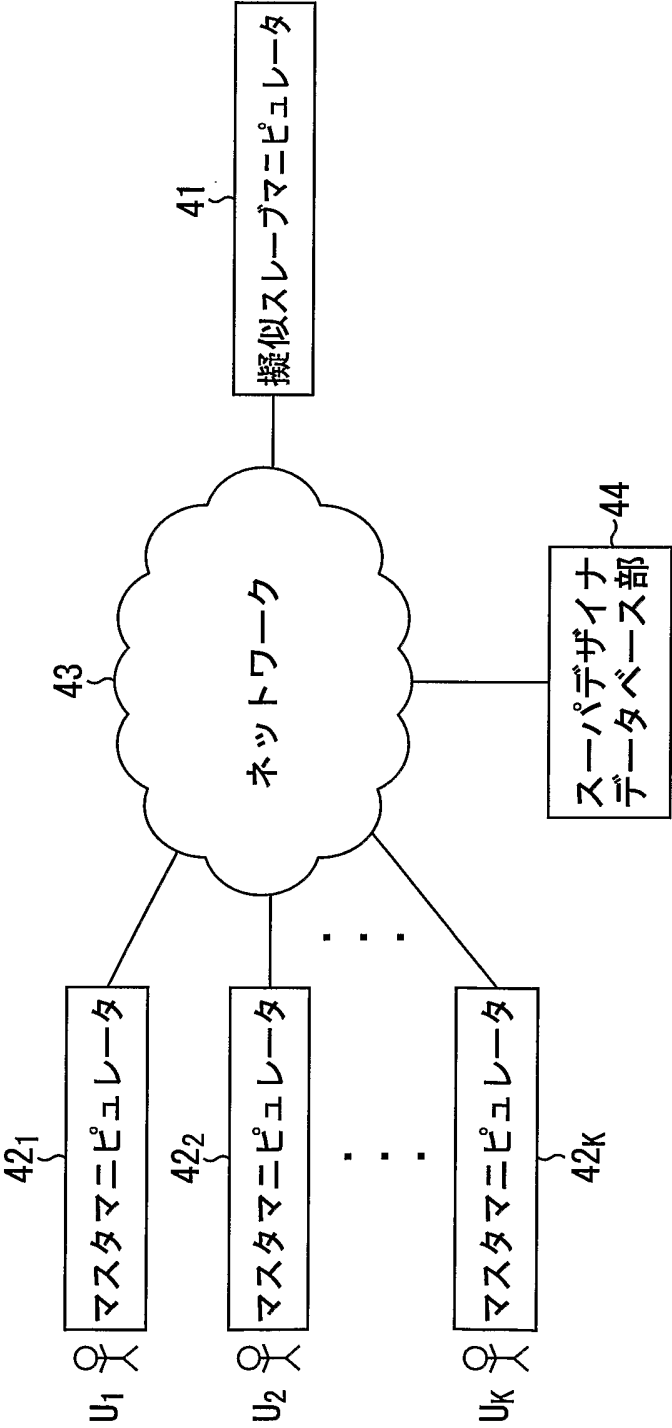


図15

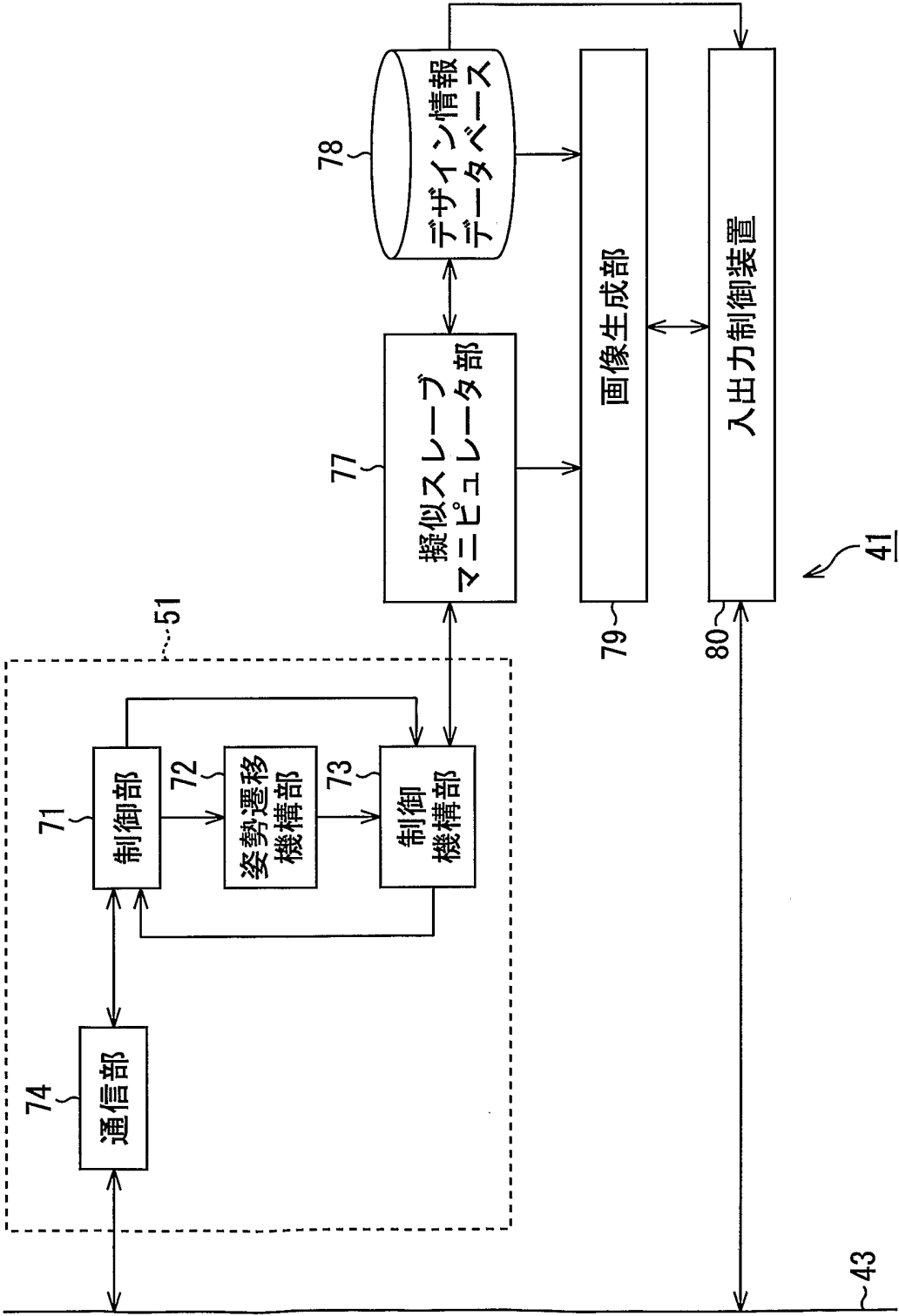


図16

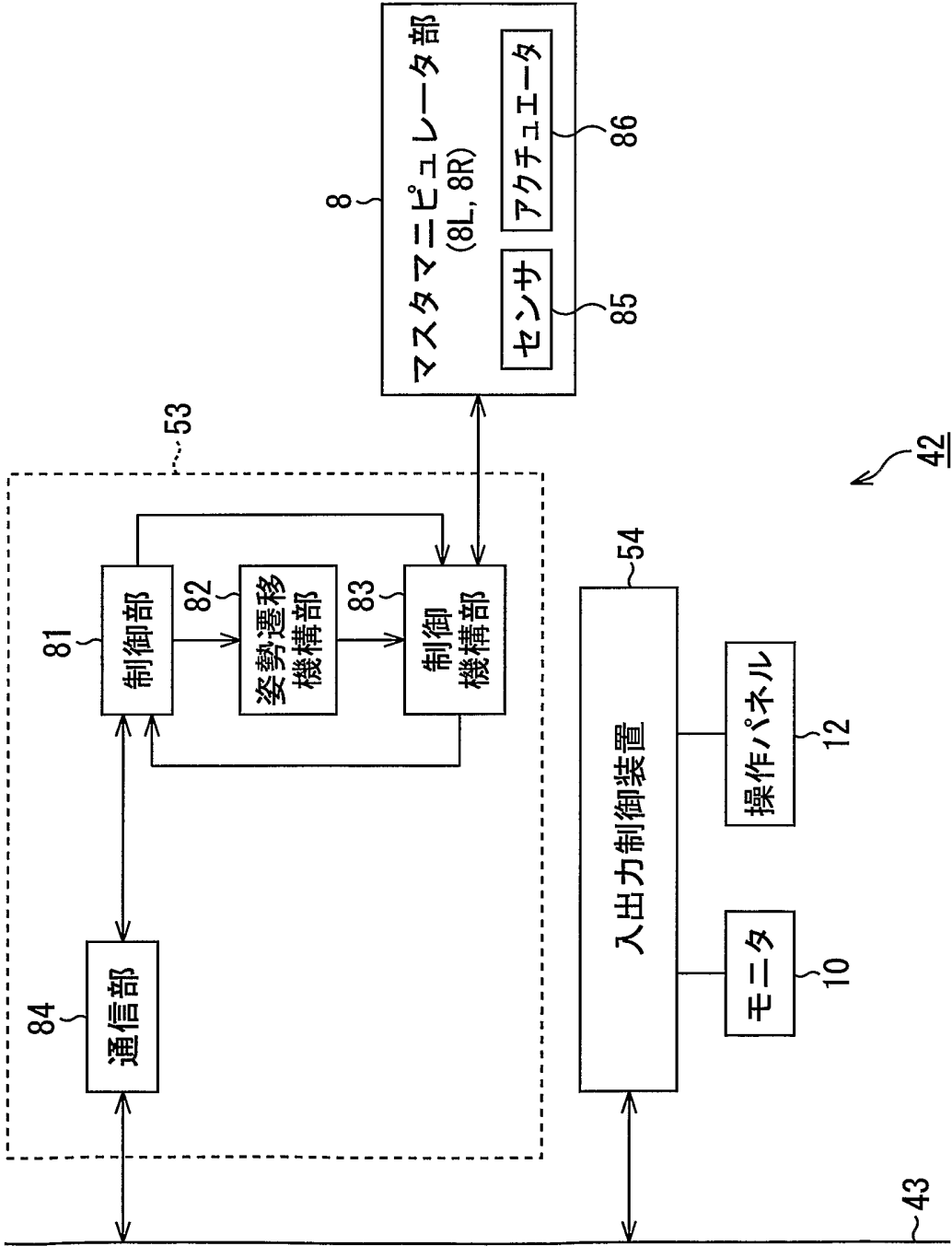


図17

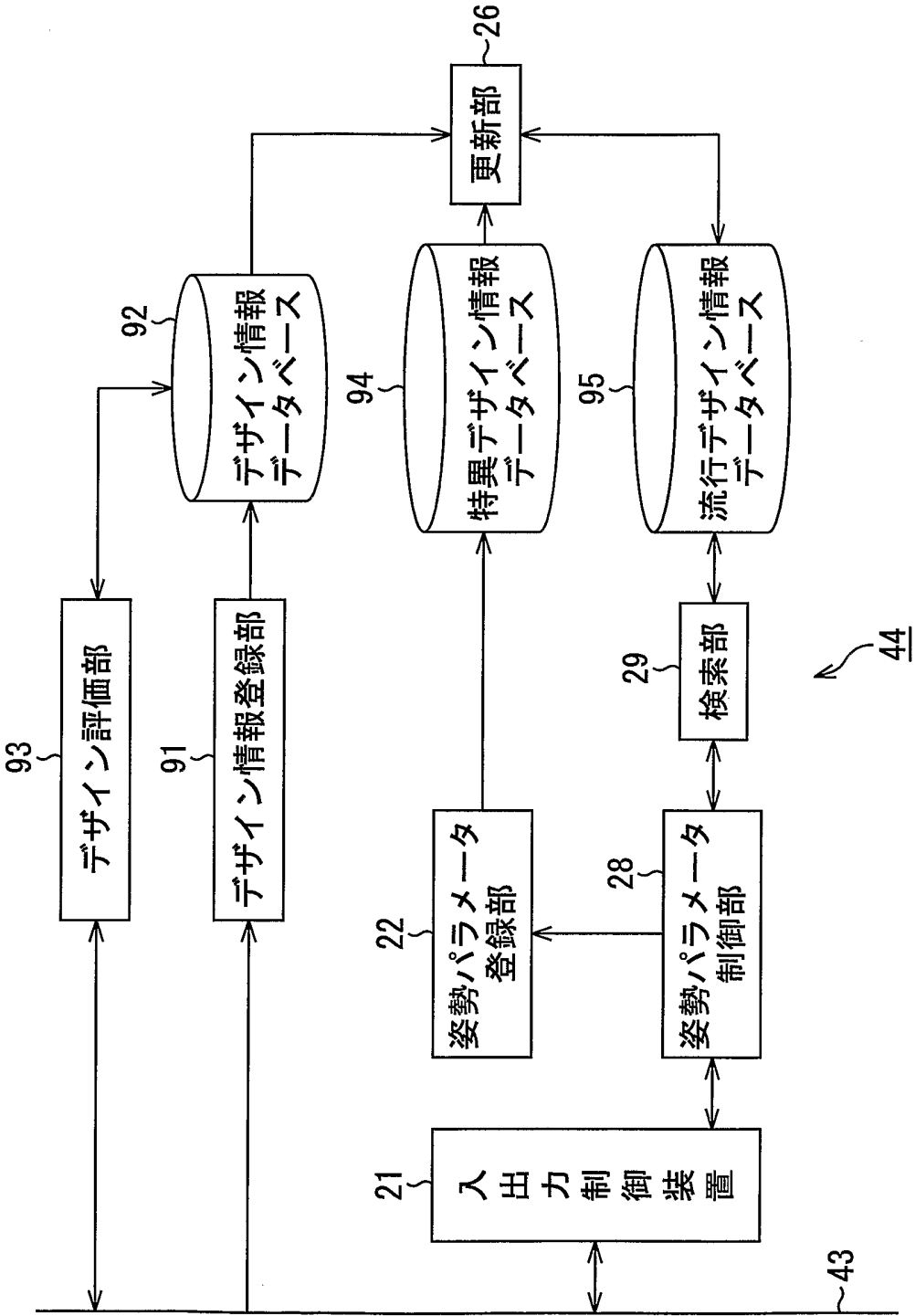
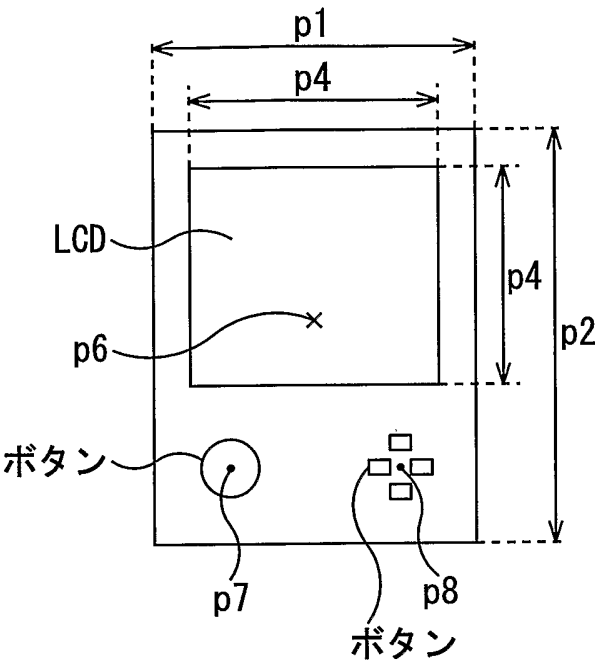
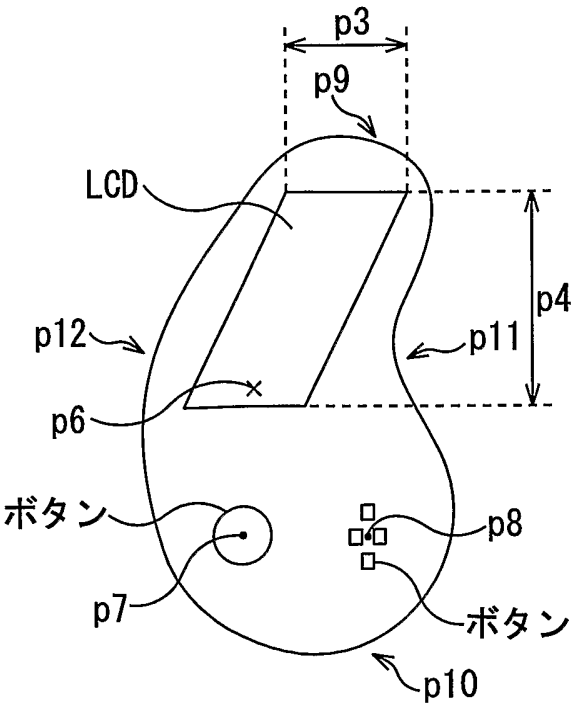


図18A



デザイン情報

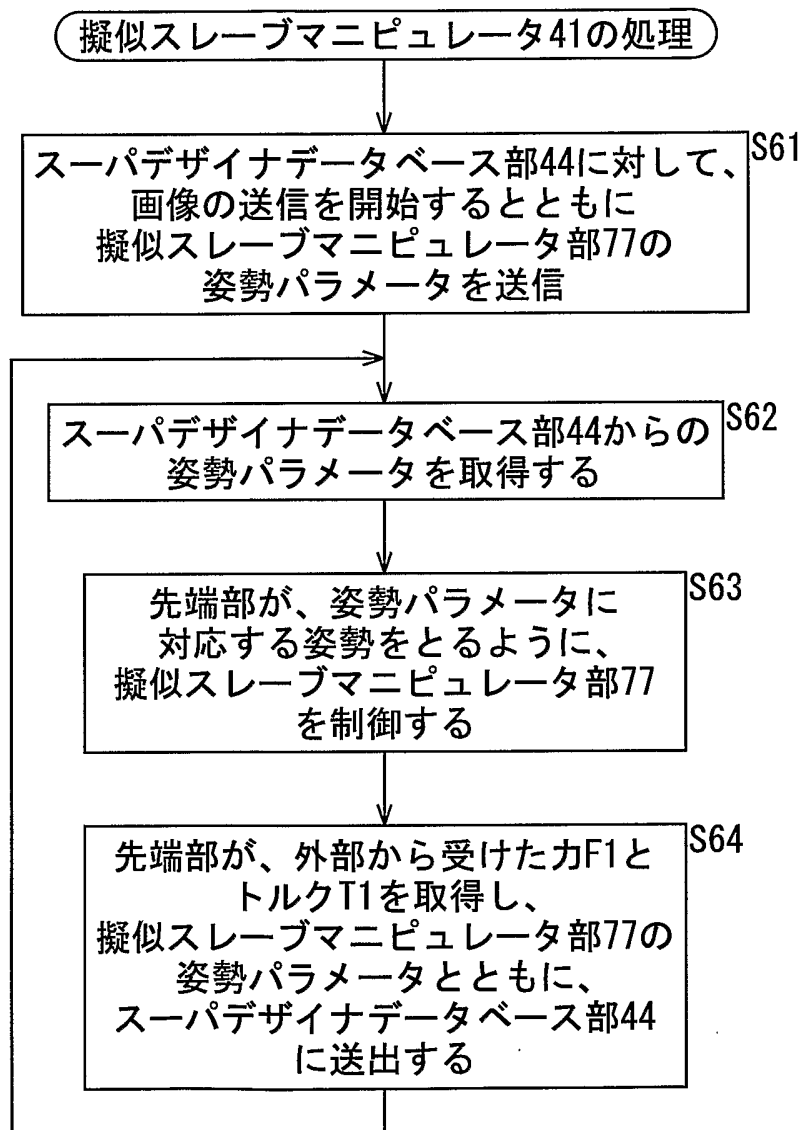
図18B



デザイン情報

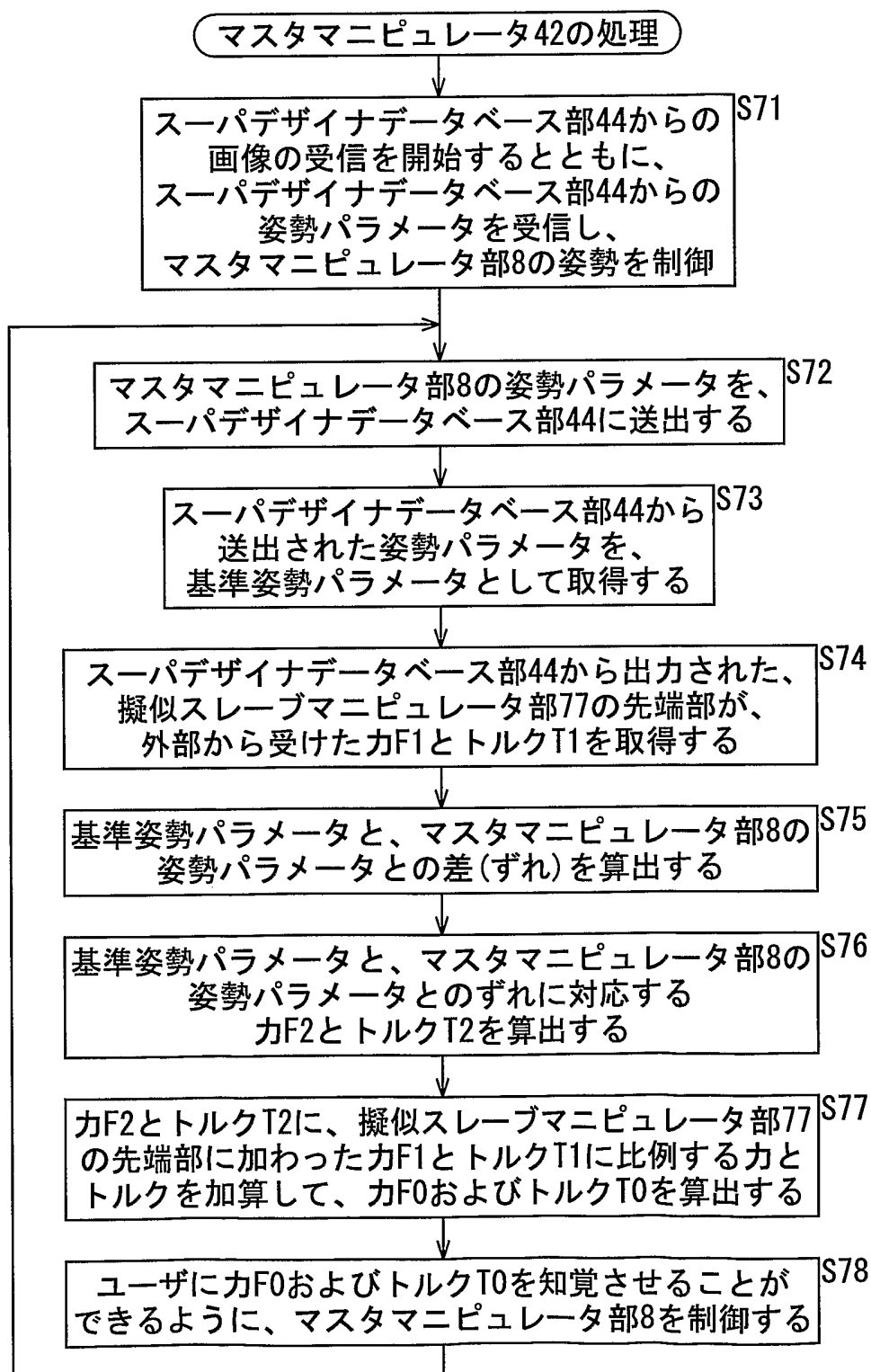
19/51

図19



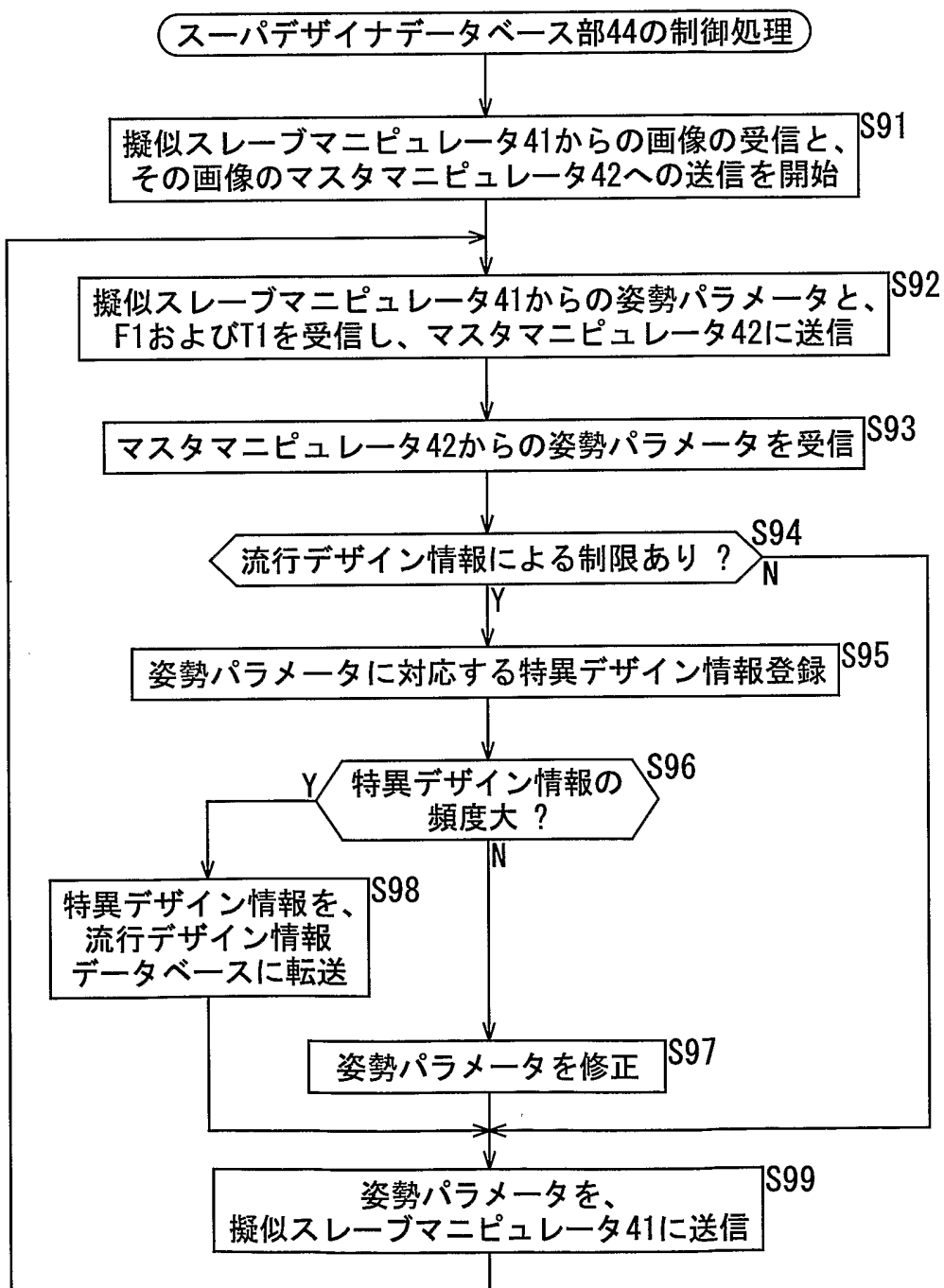
20/51

図20



21/51

図21



22/51

図22

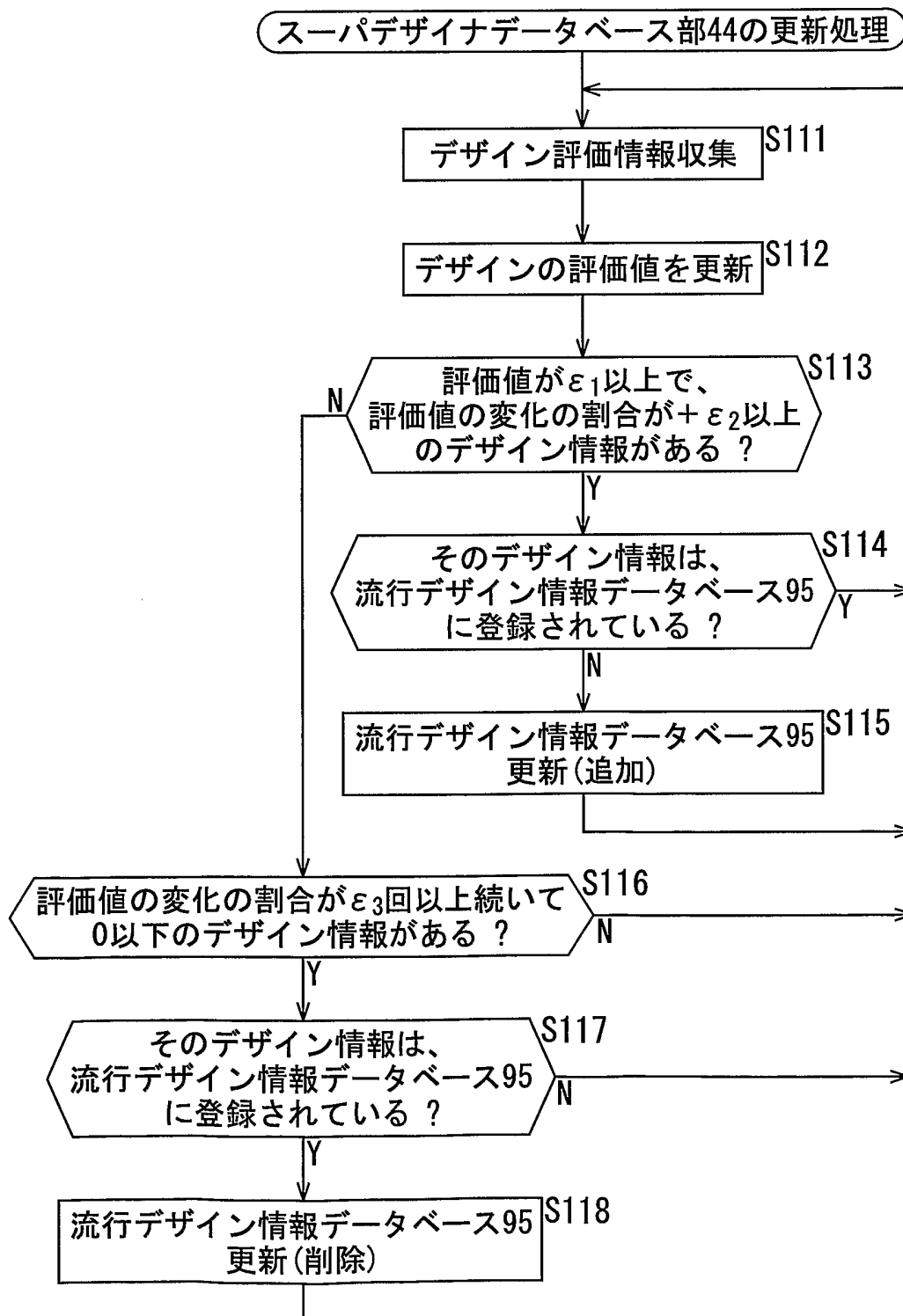


図23

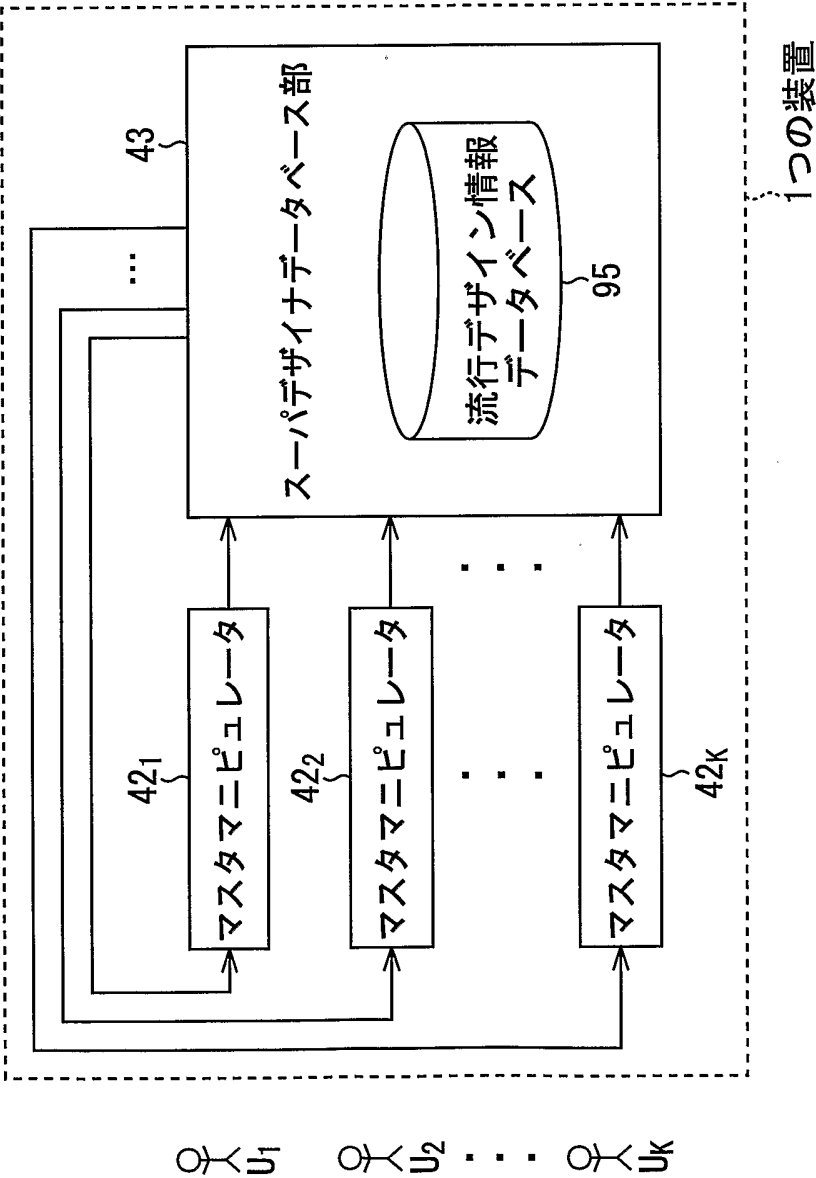


図24

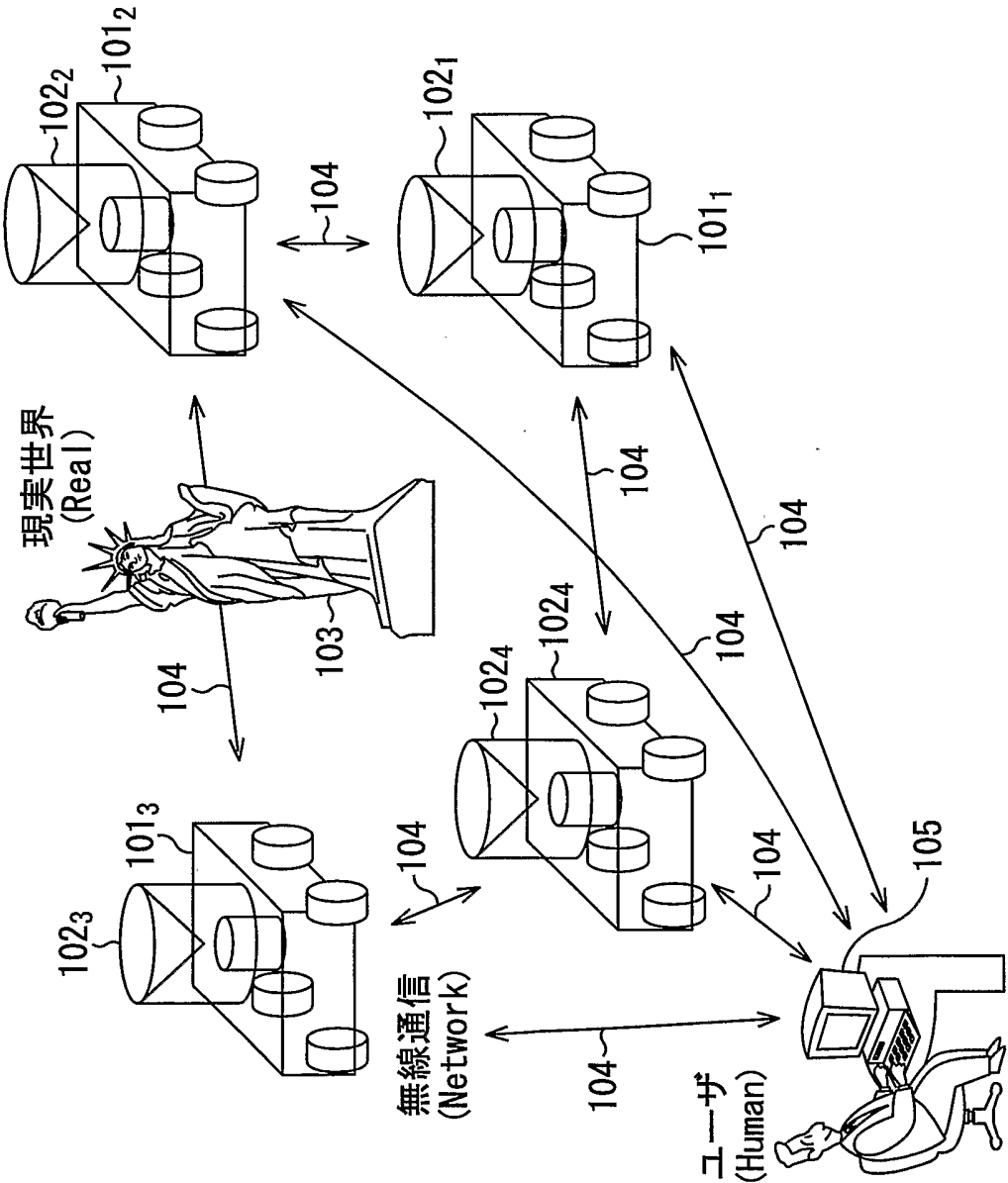


図25

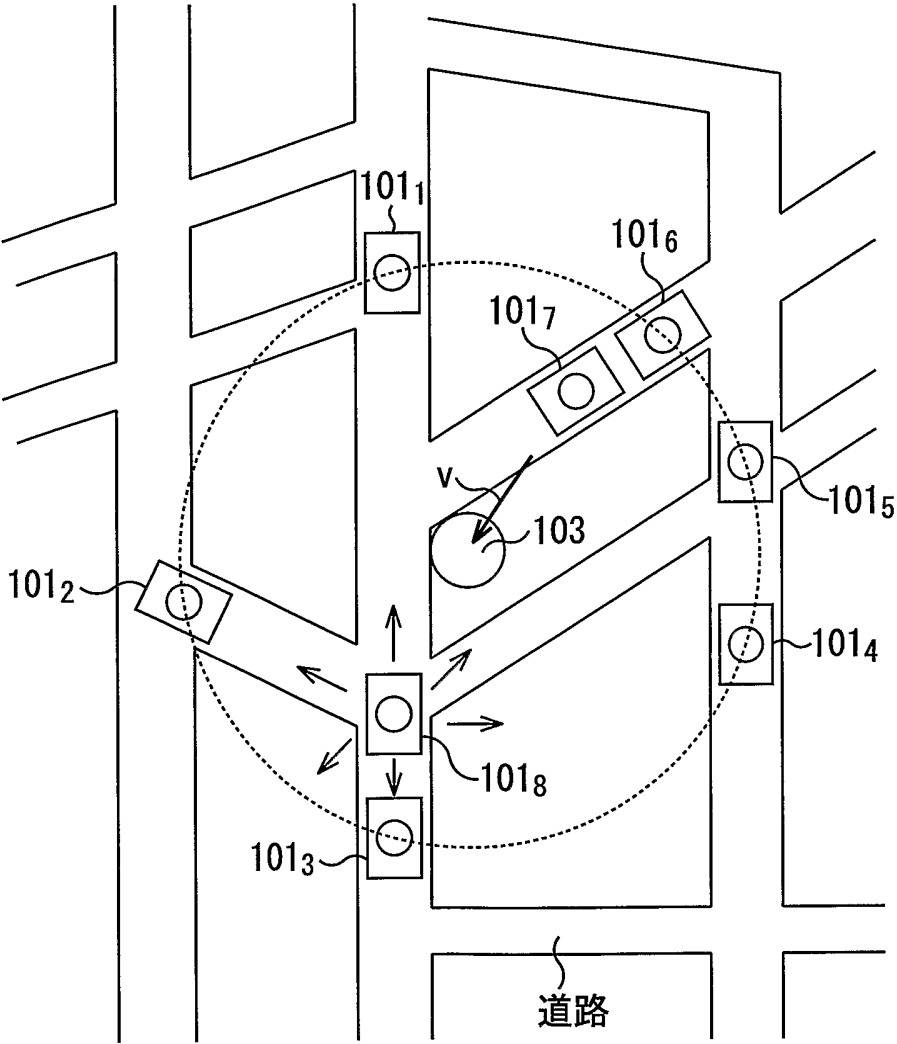
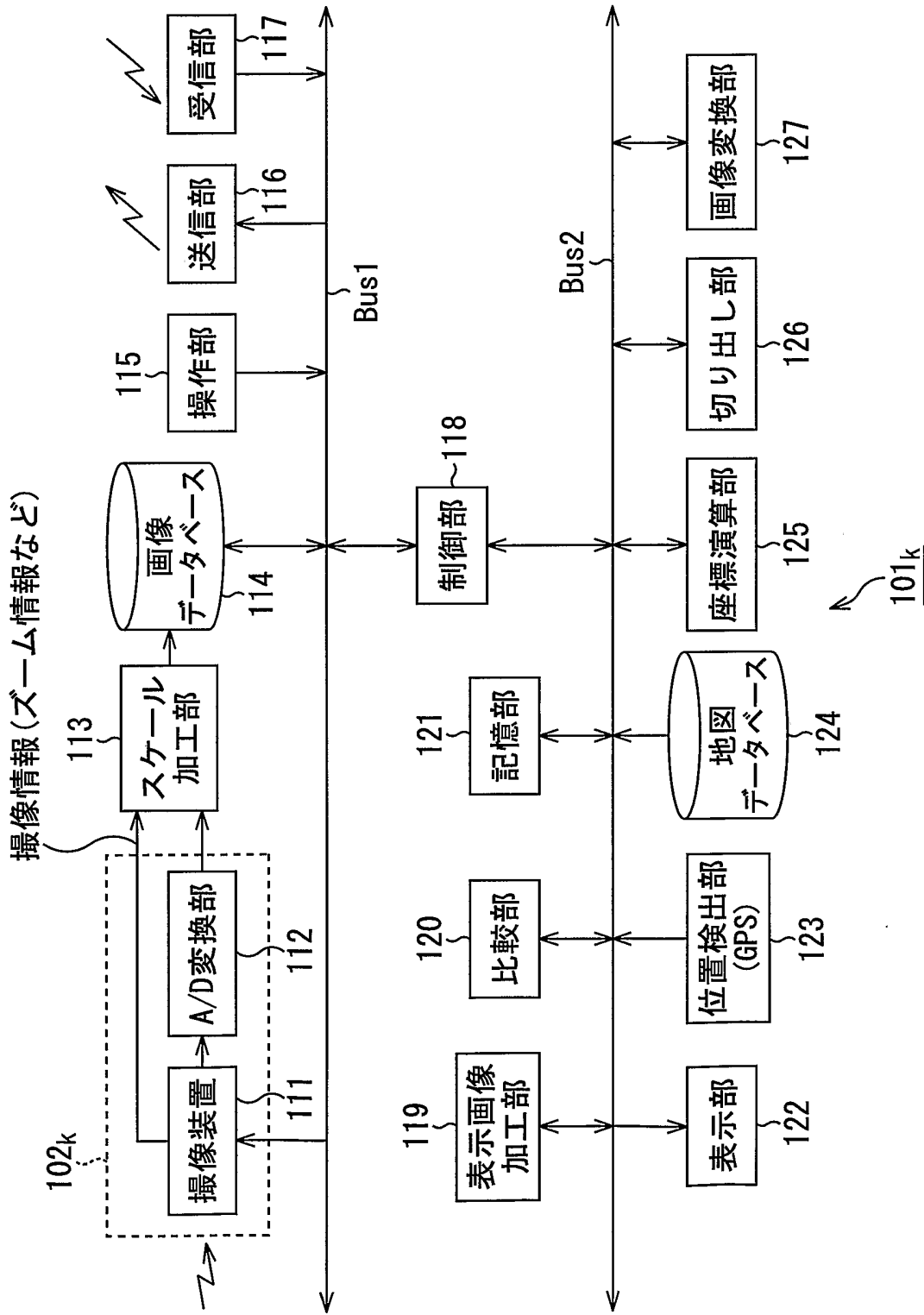
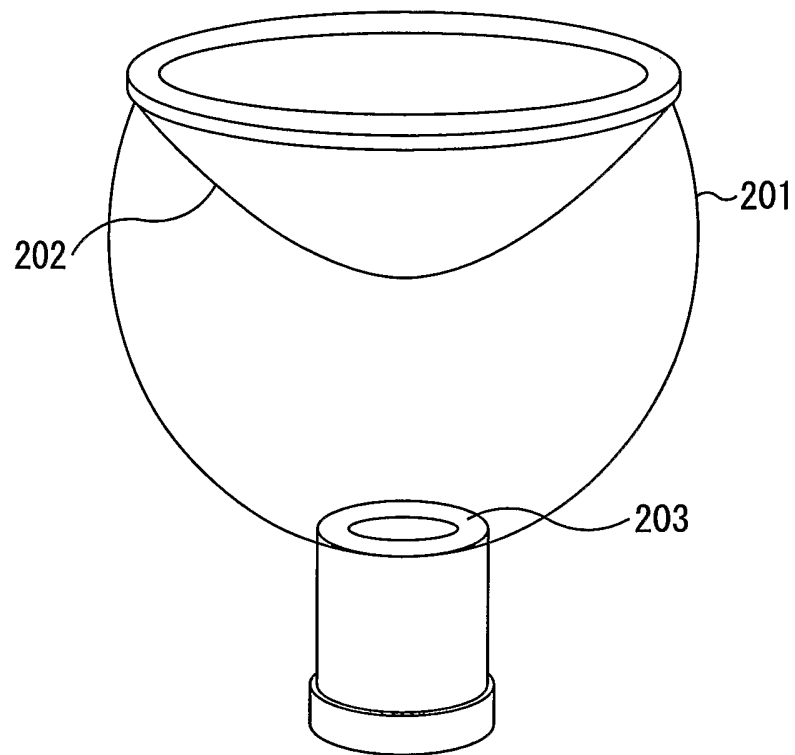


図26



27/51

図27



↑
111

図28

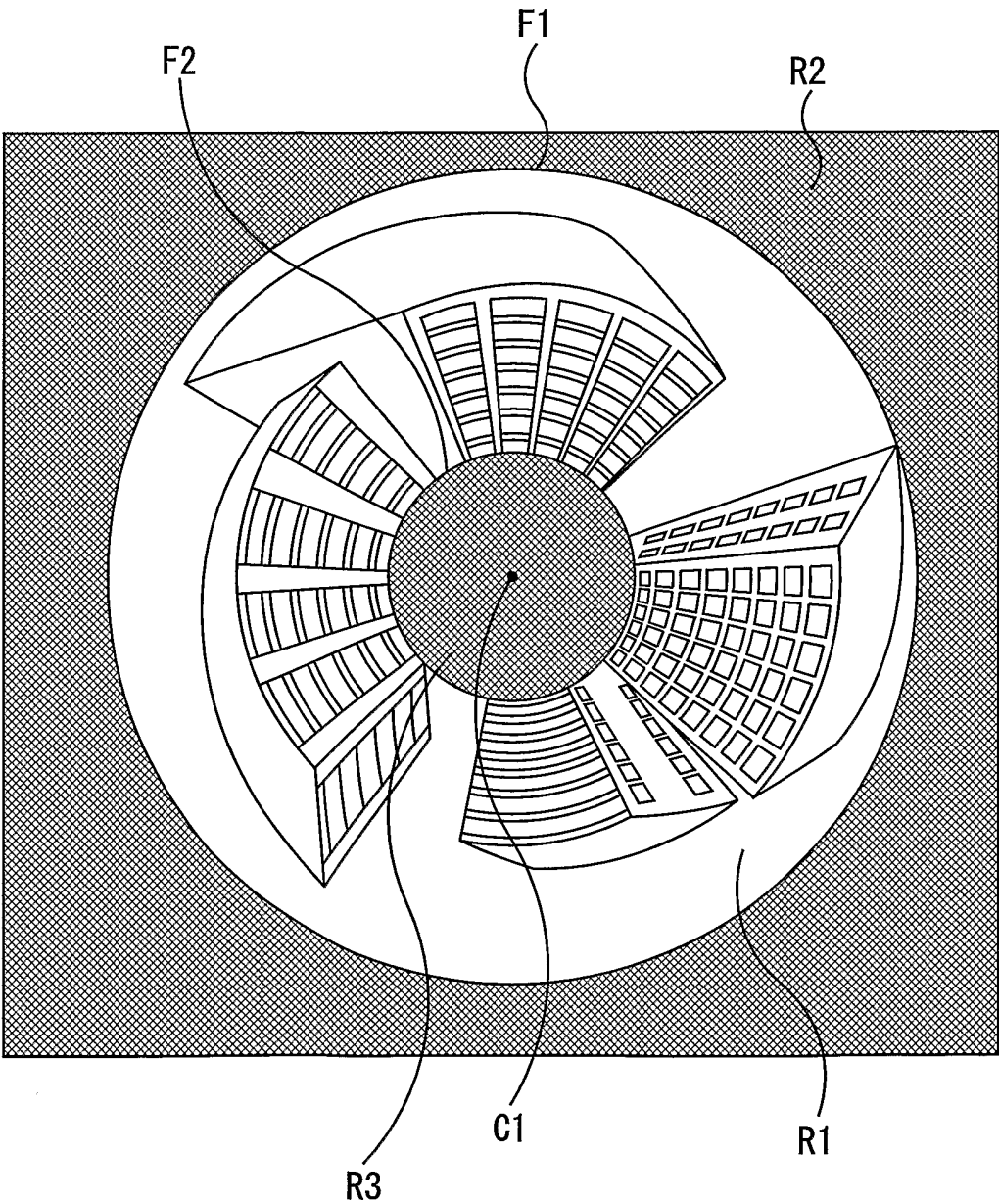
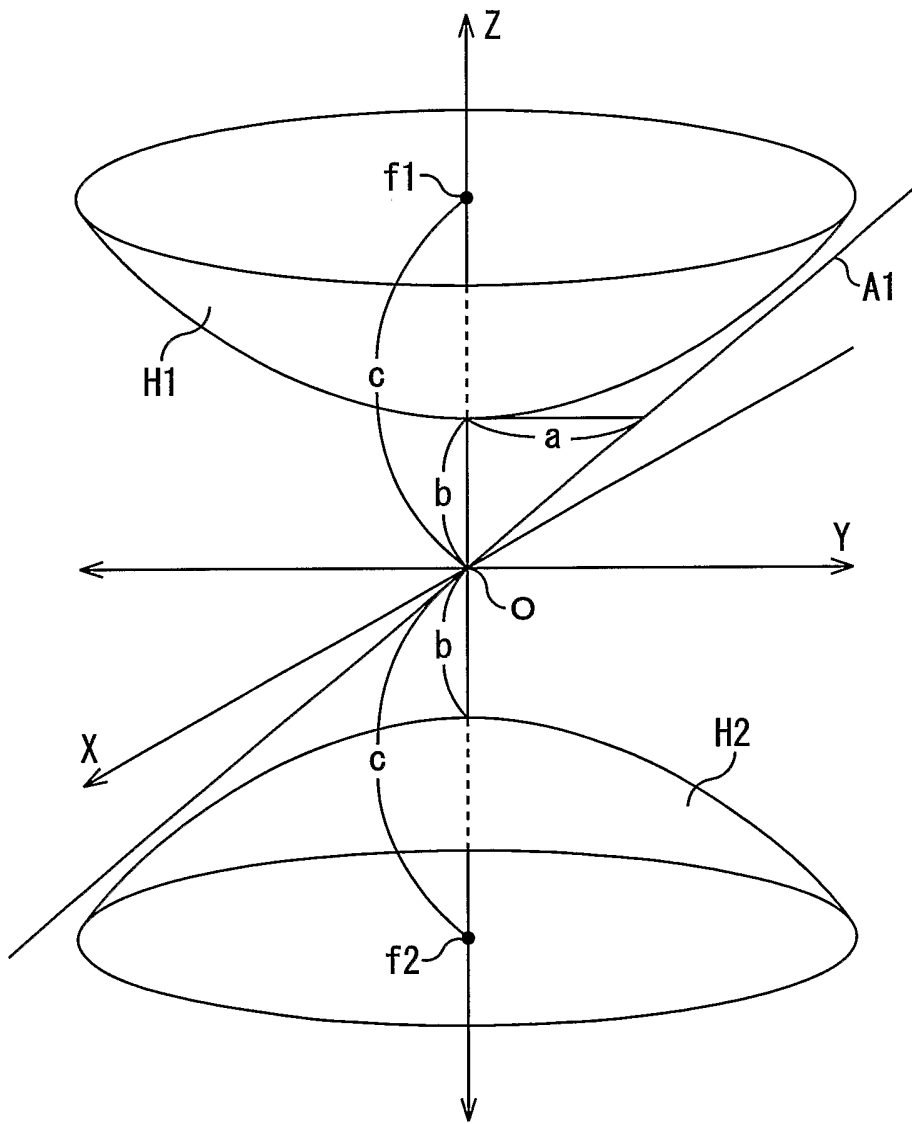


図29



30/51

図30

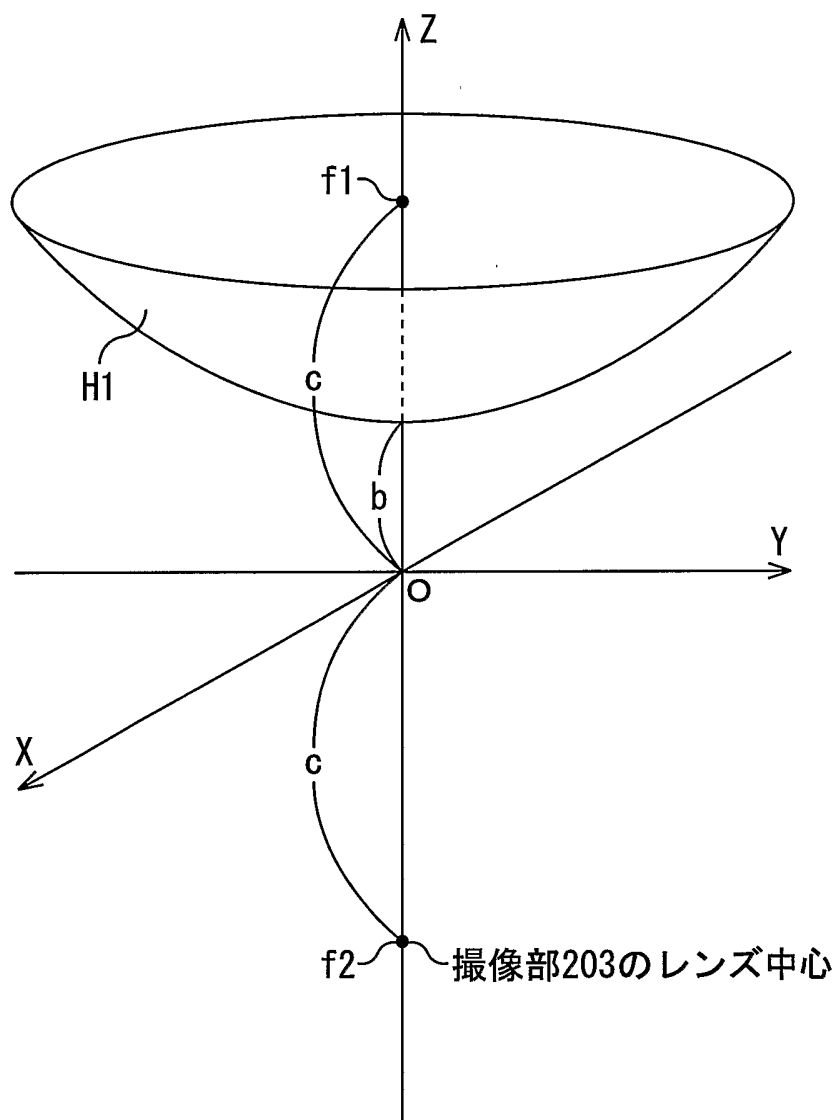


图31

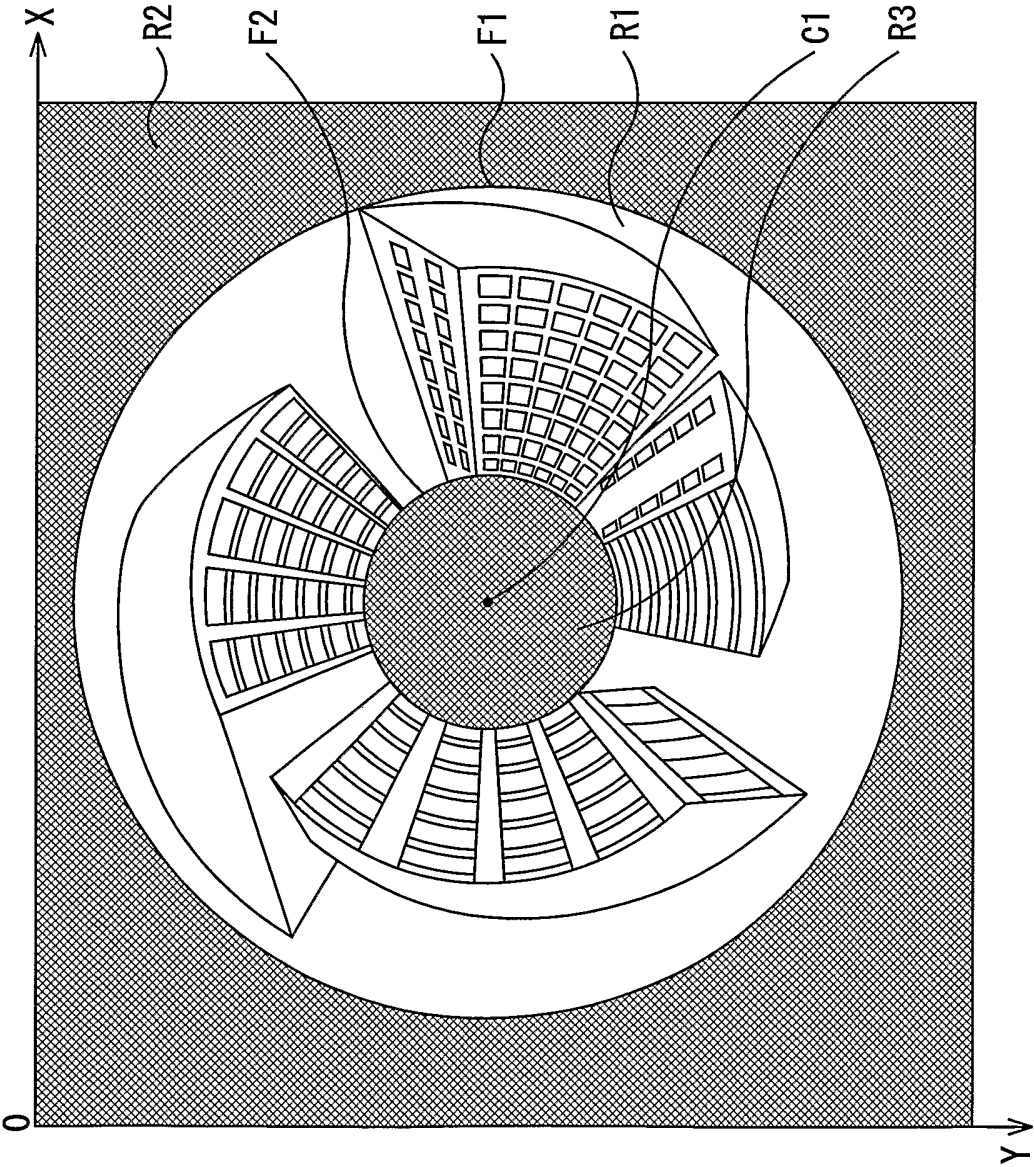
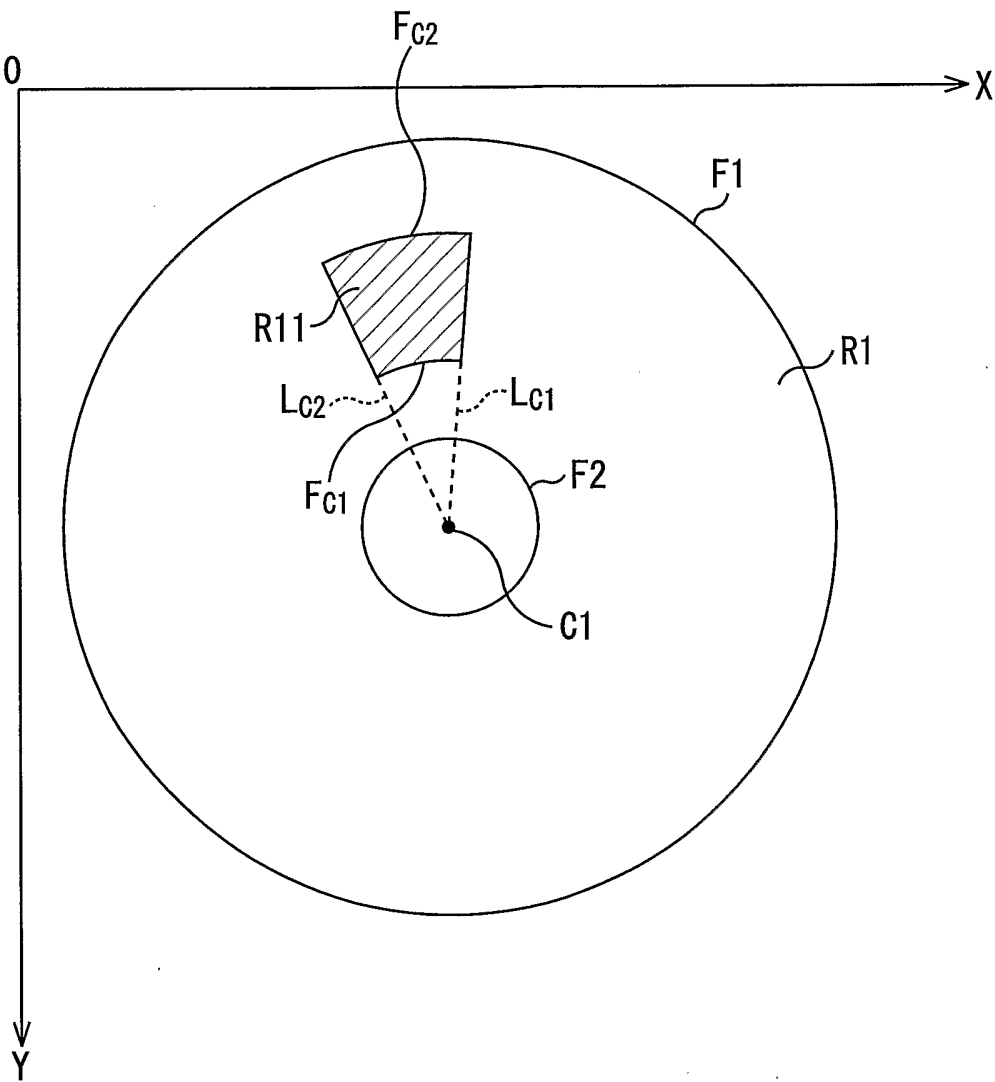


図32



34/51

図34

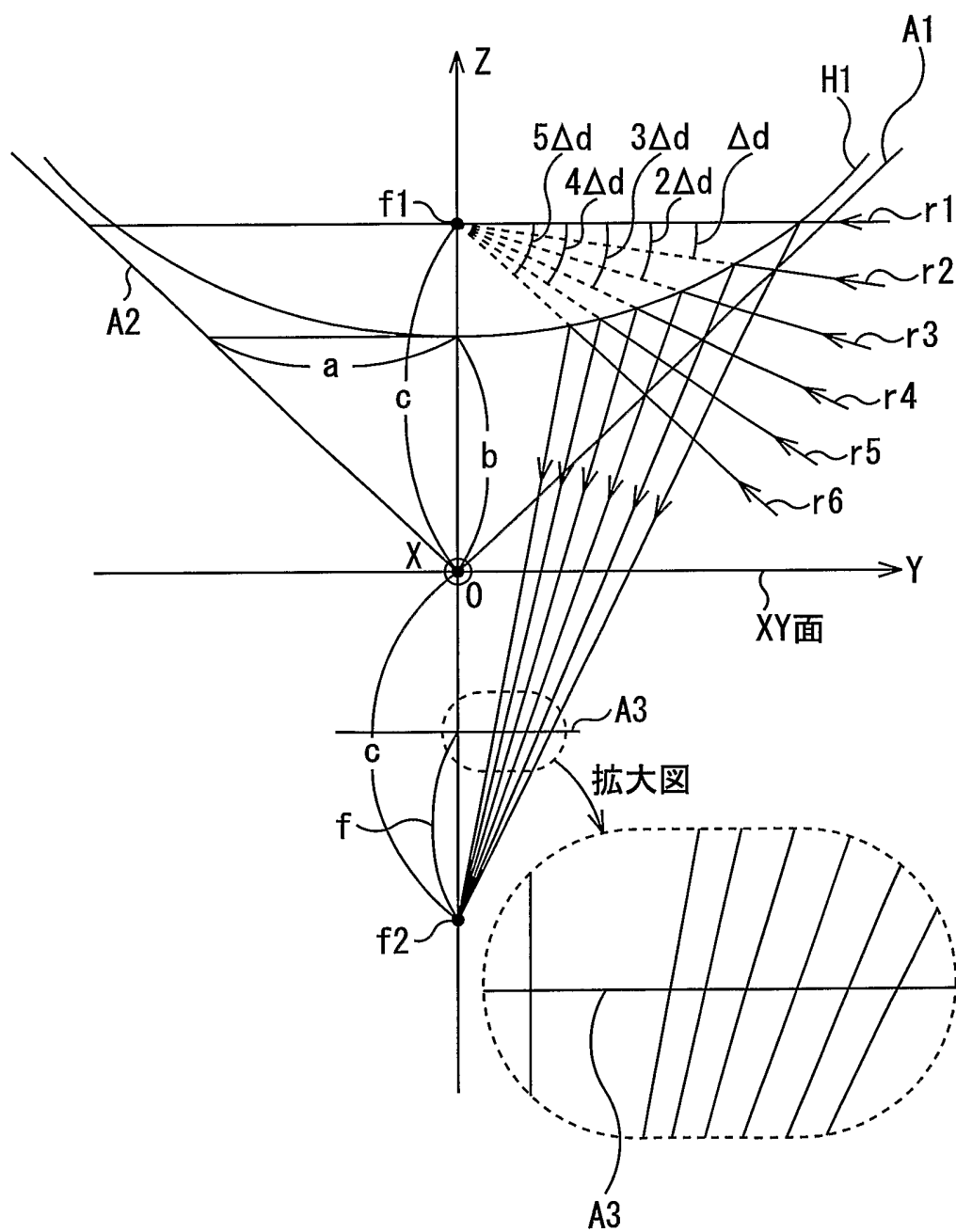
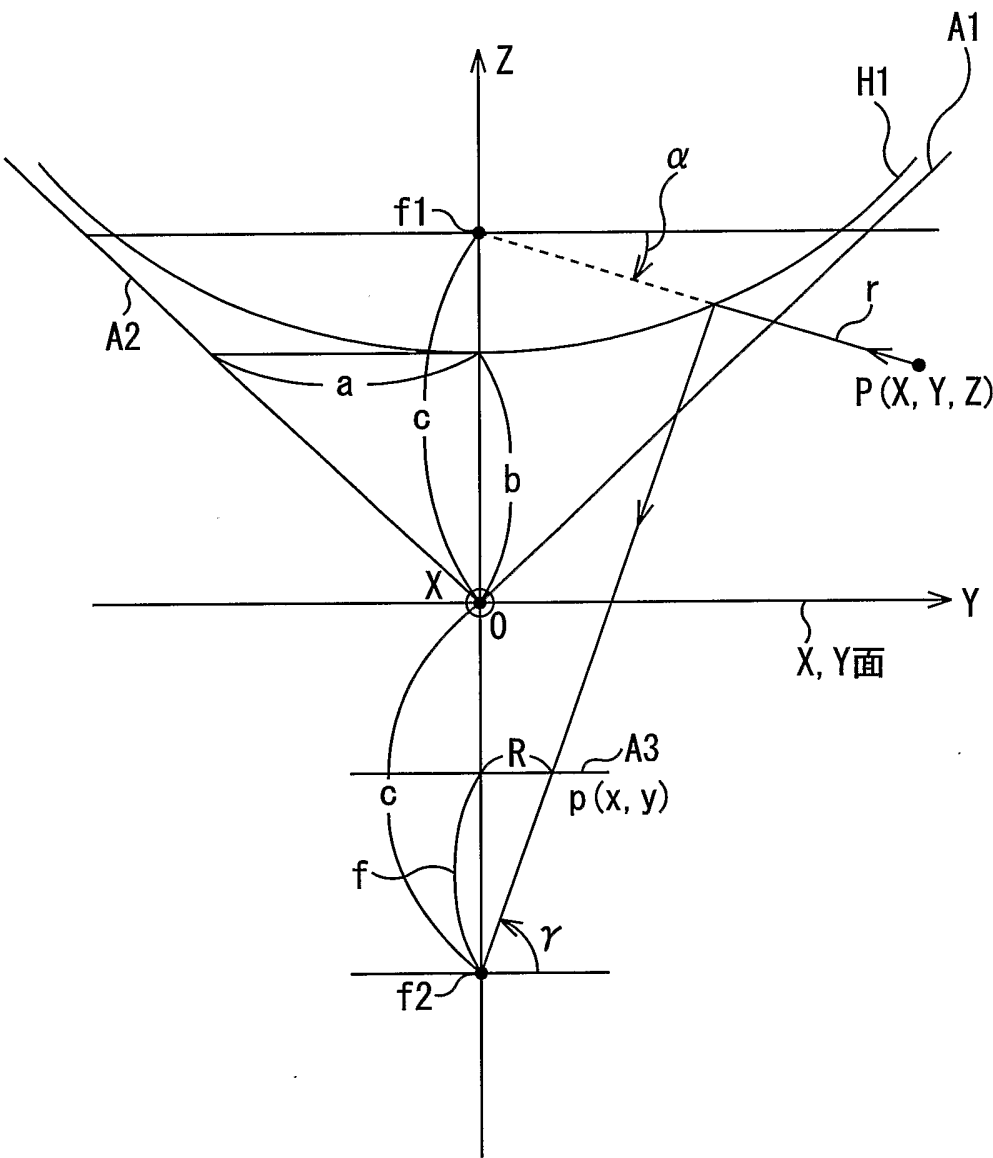


図35



36/51

図36

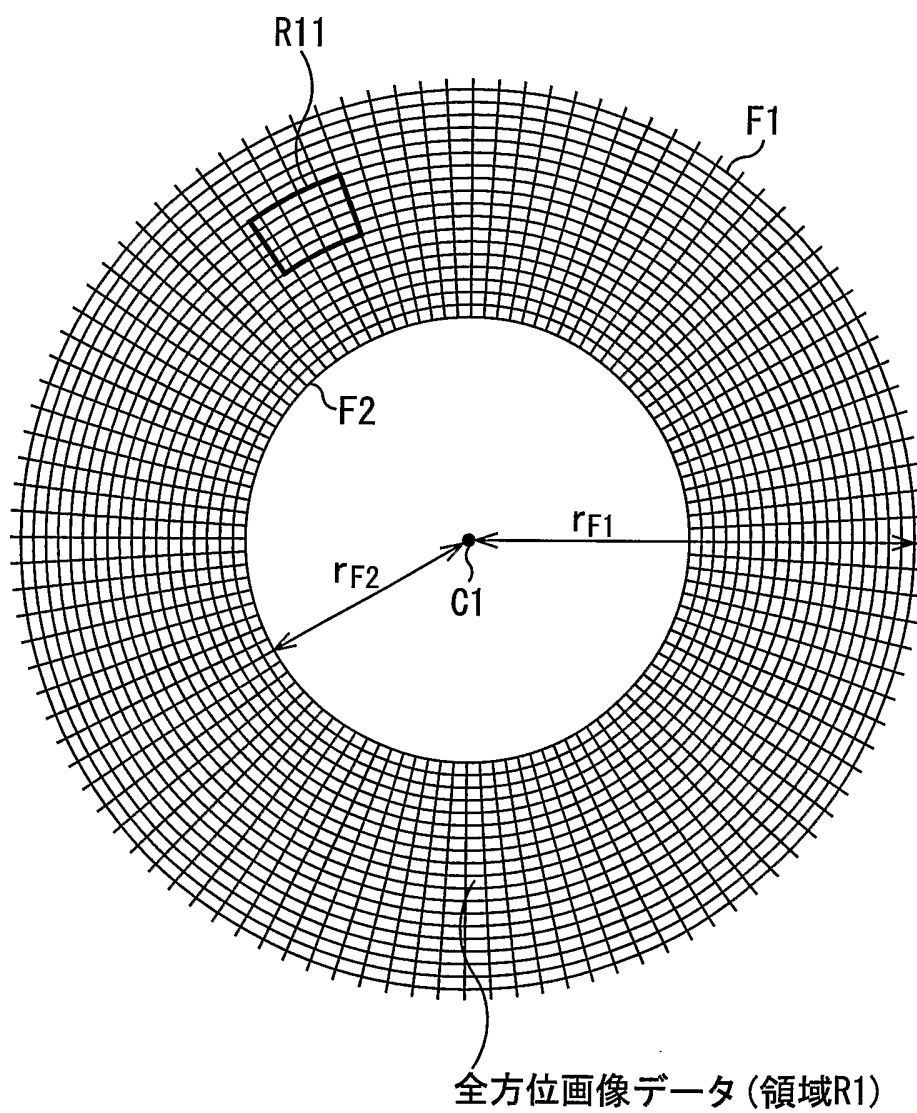


図37B

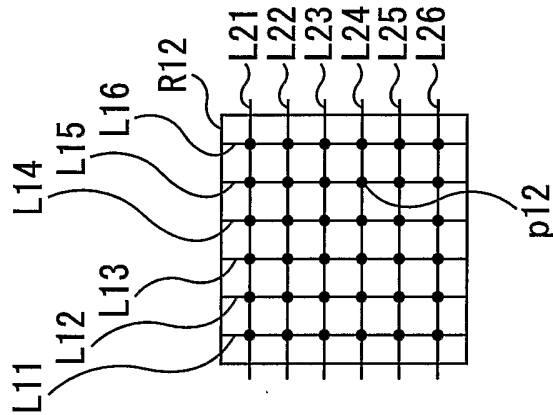


図37A

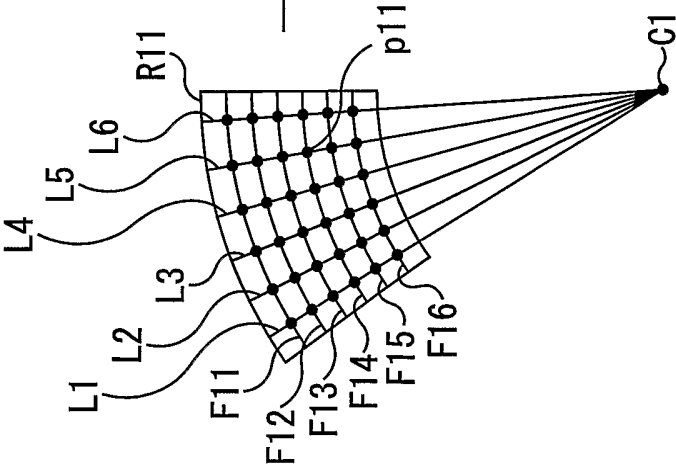


図38

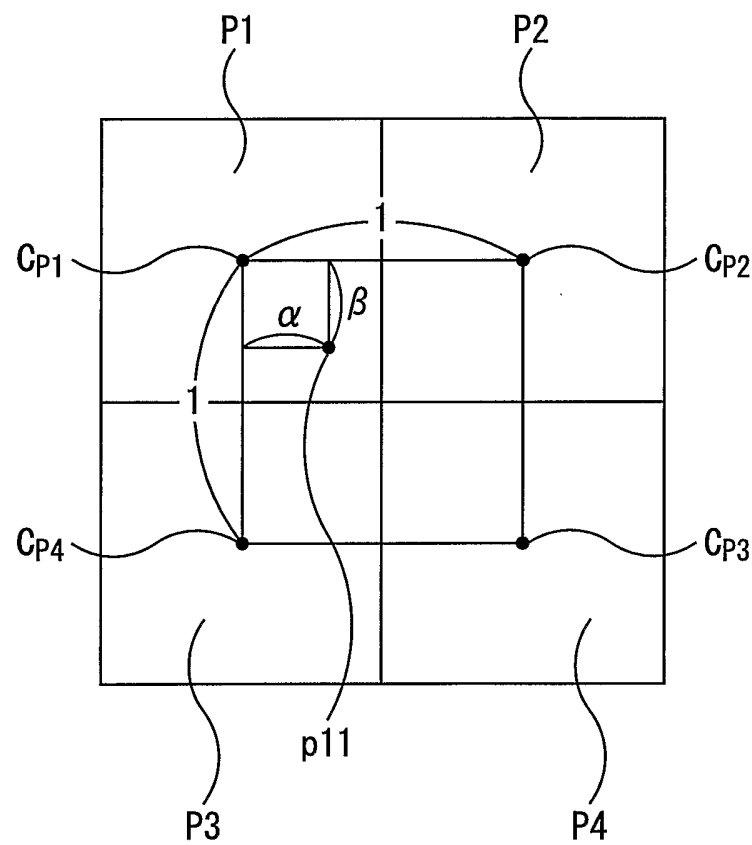


図39

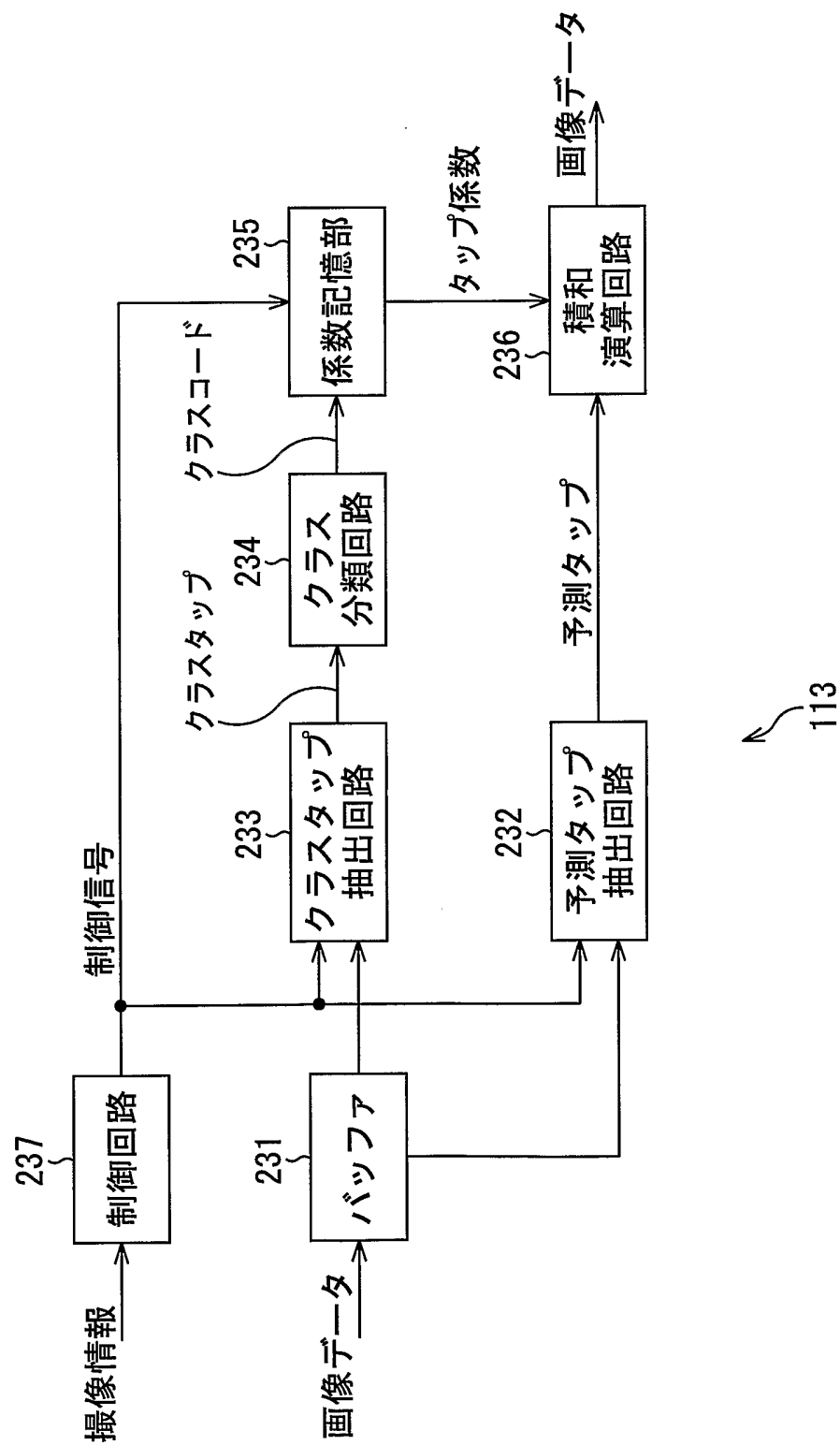
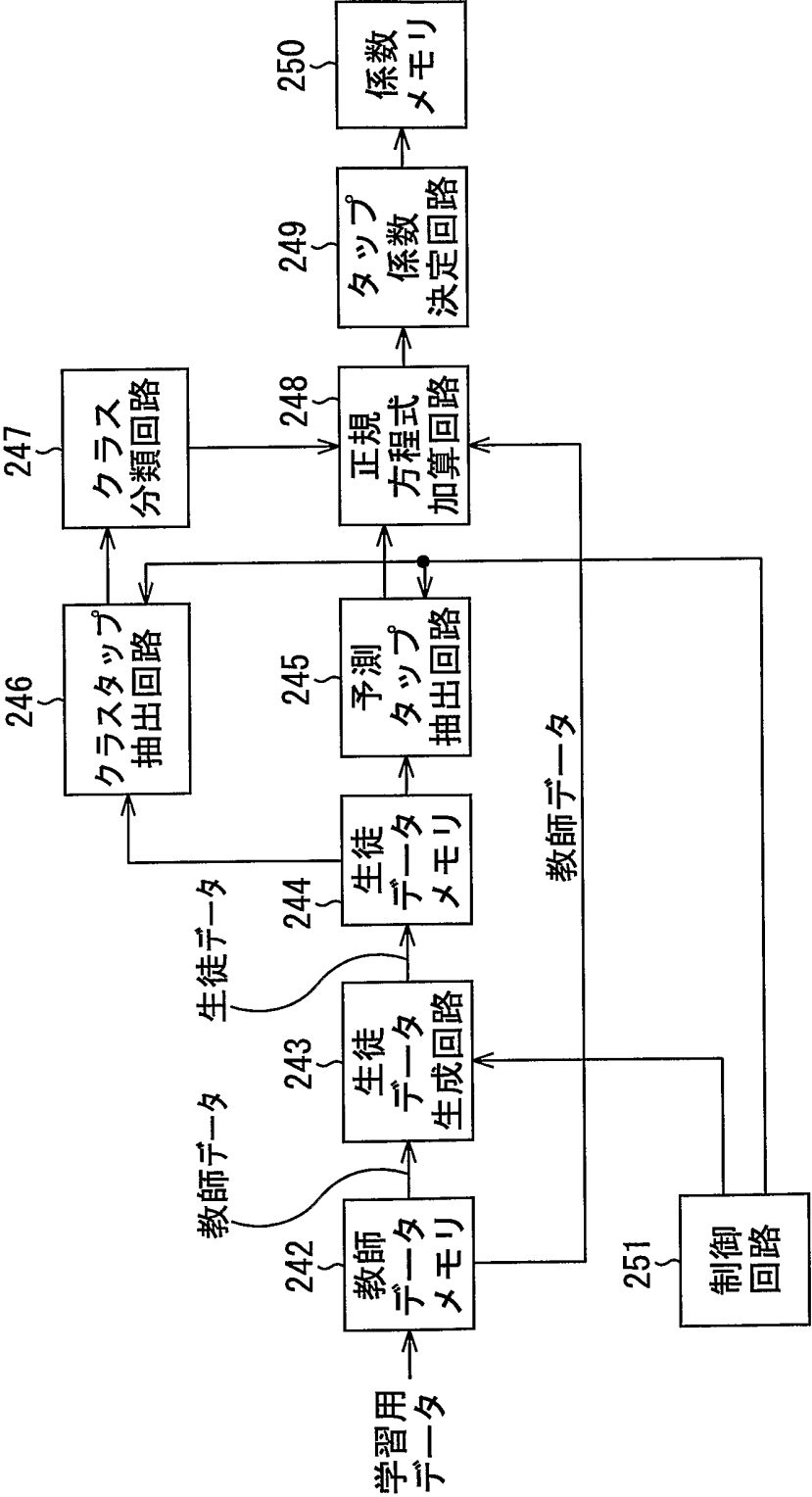


図40



41/51

図41

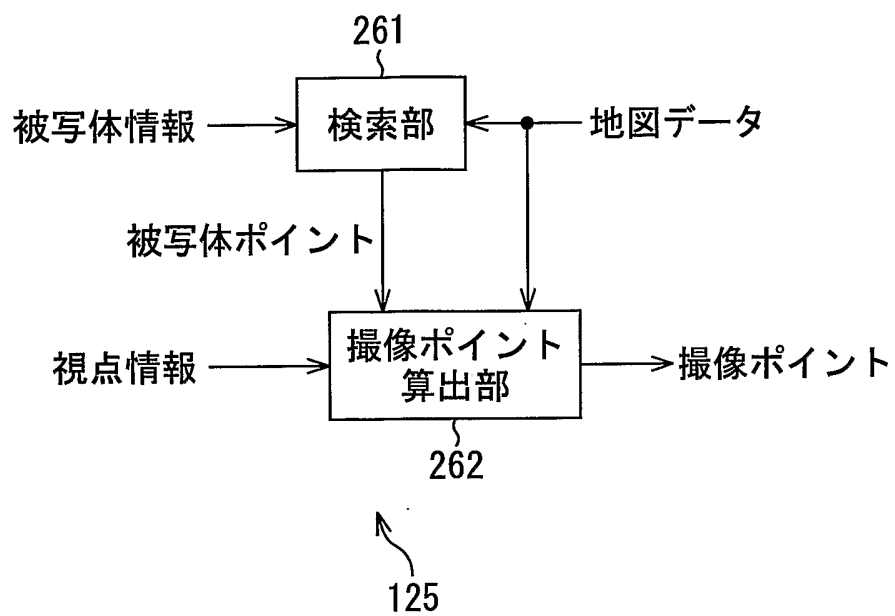


図42

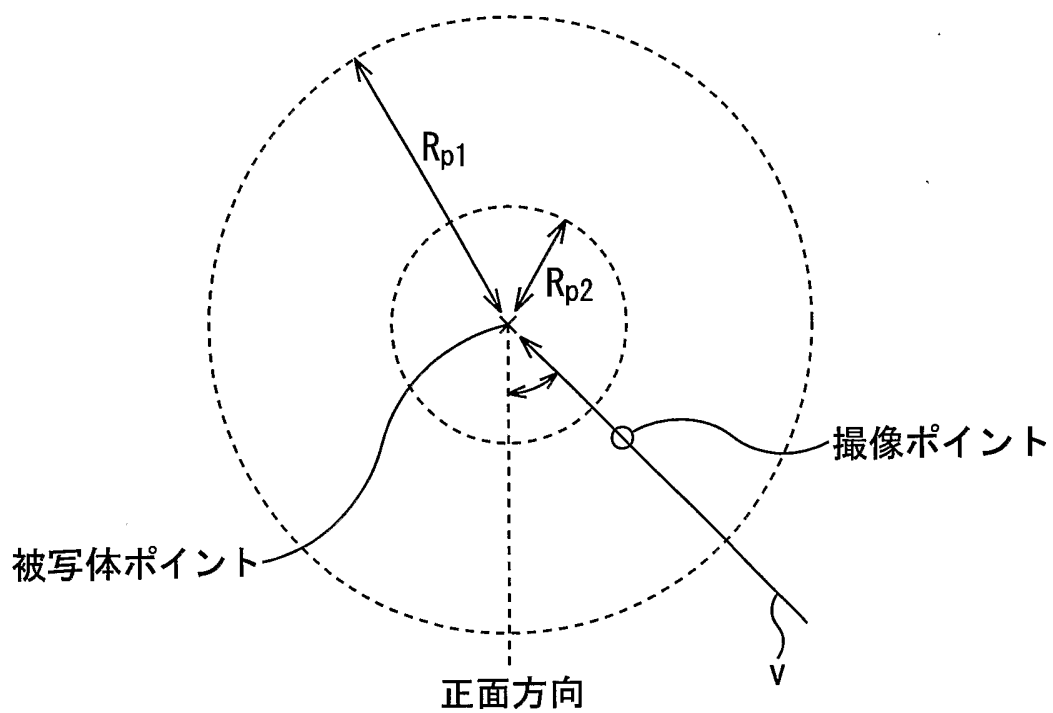


図43 A

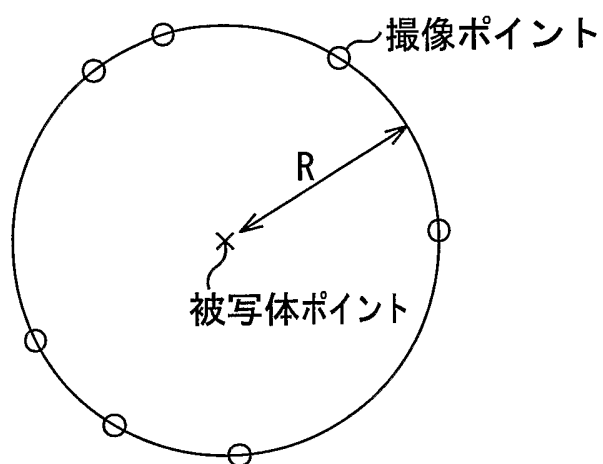


図43B

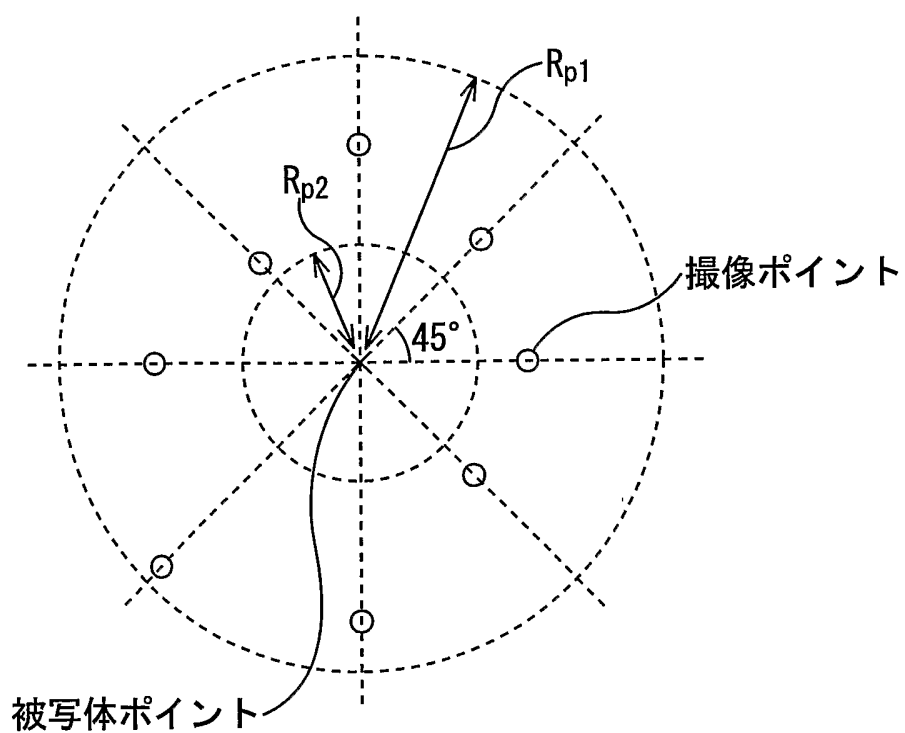
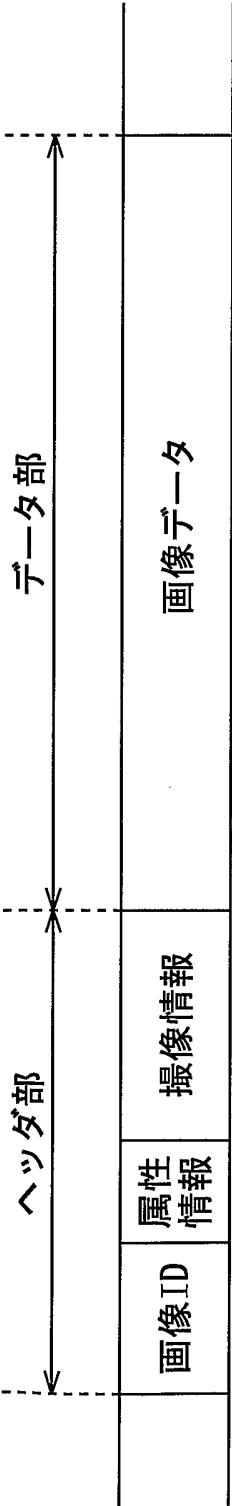


図44



114

44/51

図45

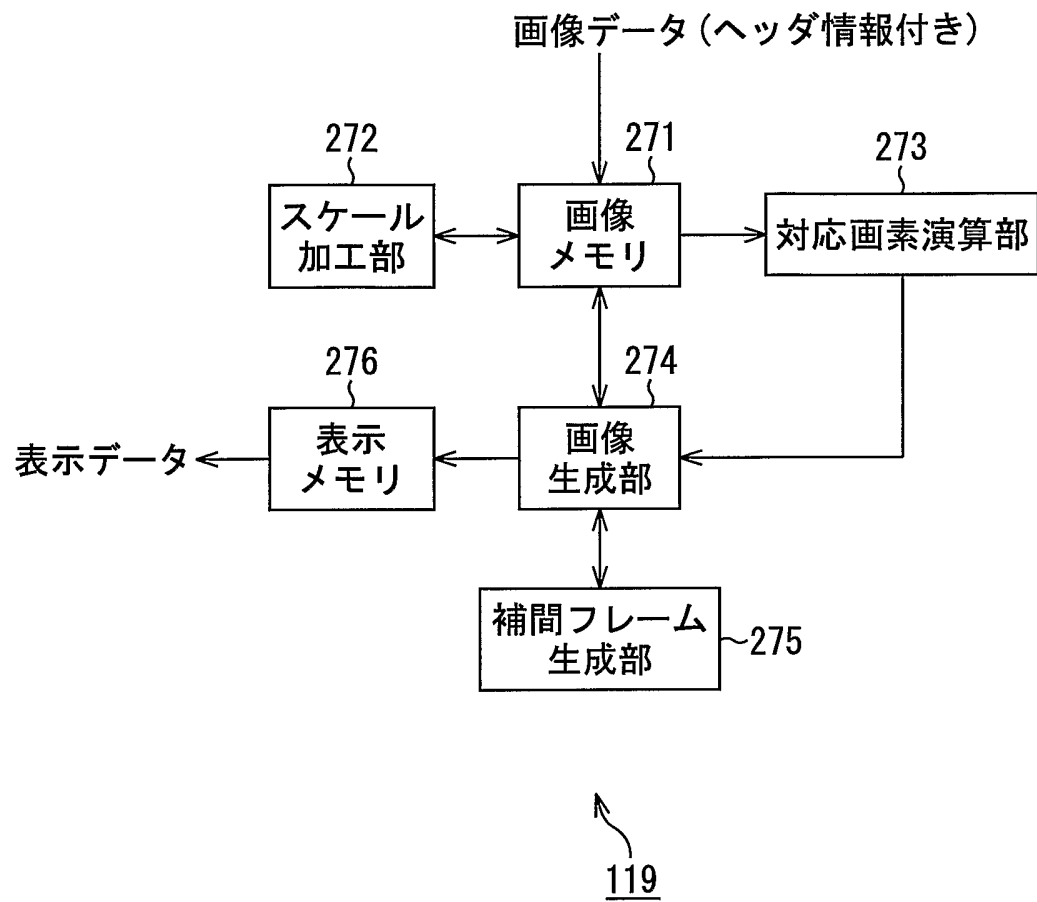
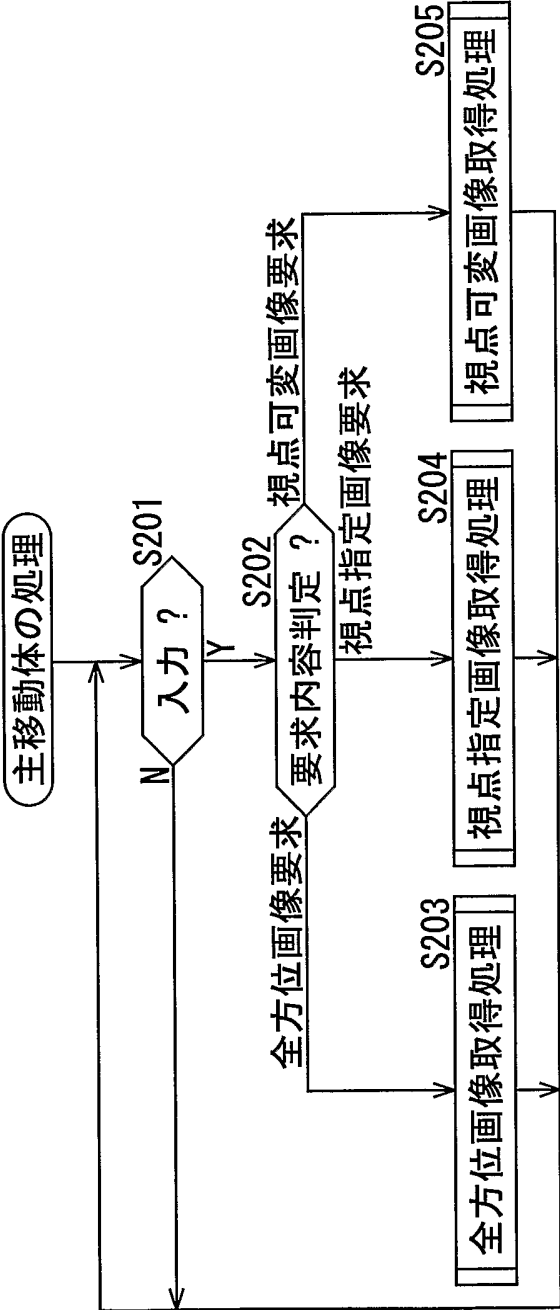
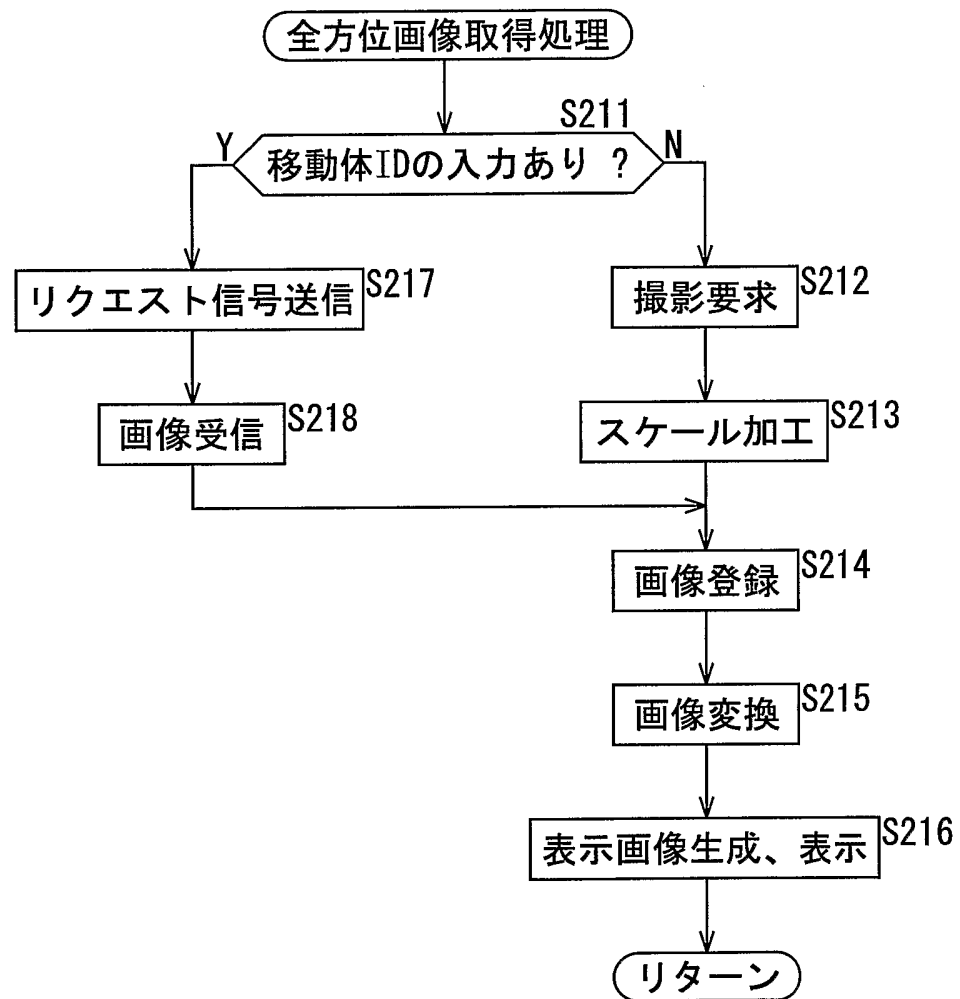


図46



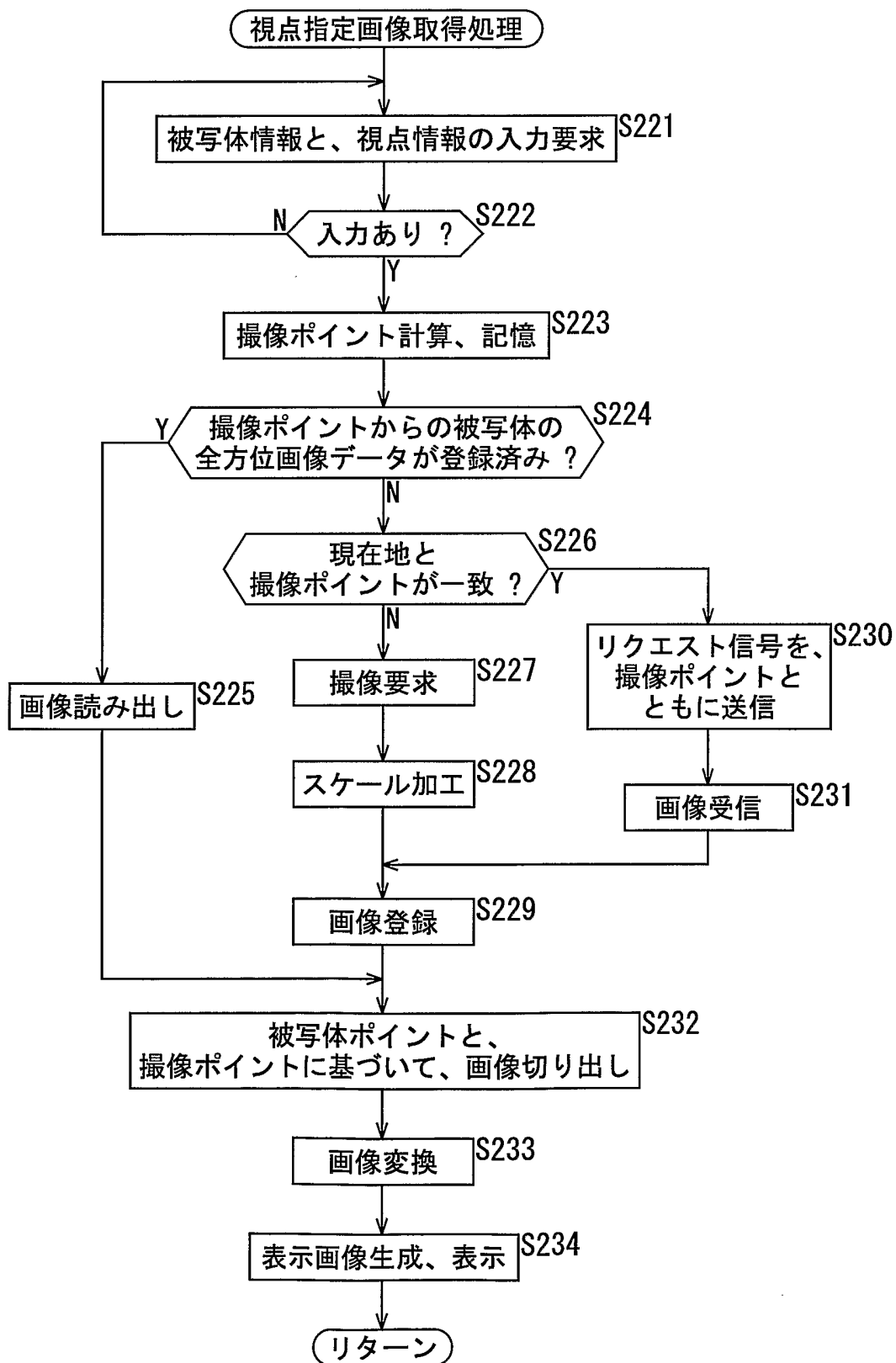
46/51

図47



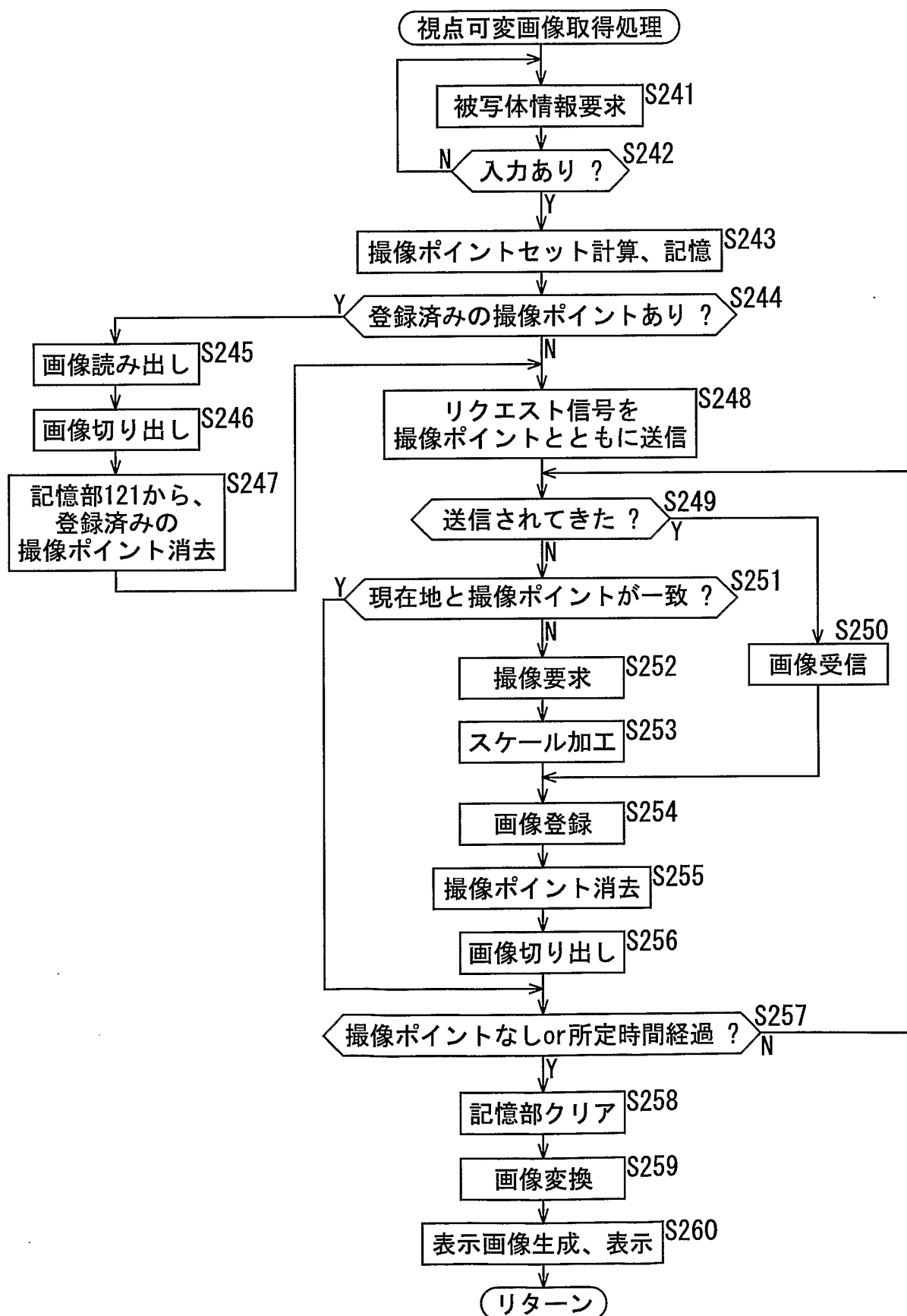
47/51

図48



48/51

図49



49/51

図50

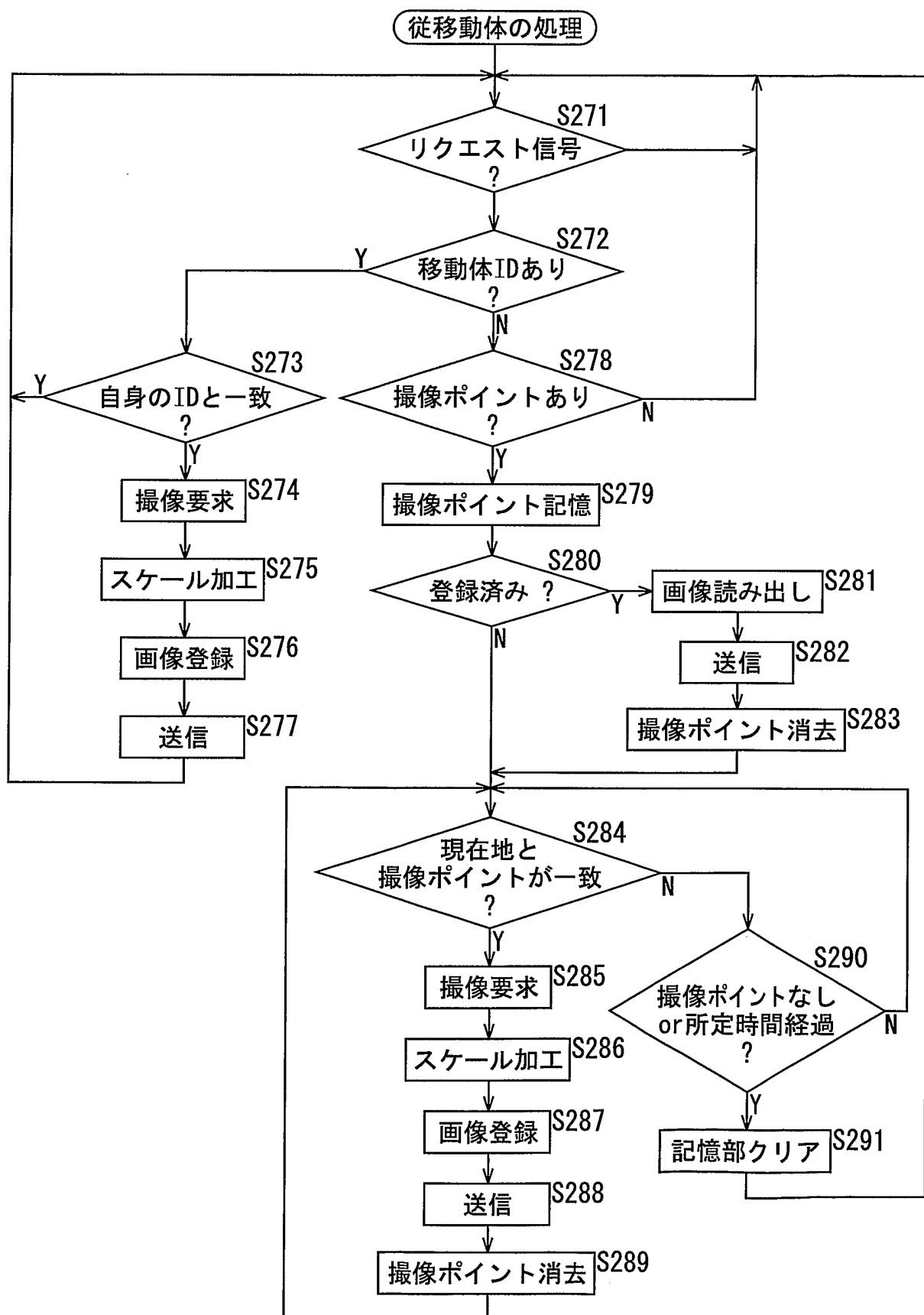


図51

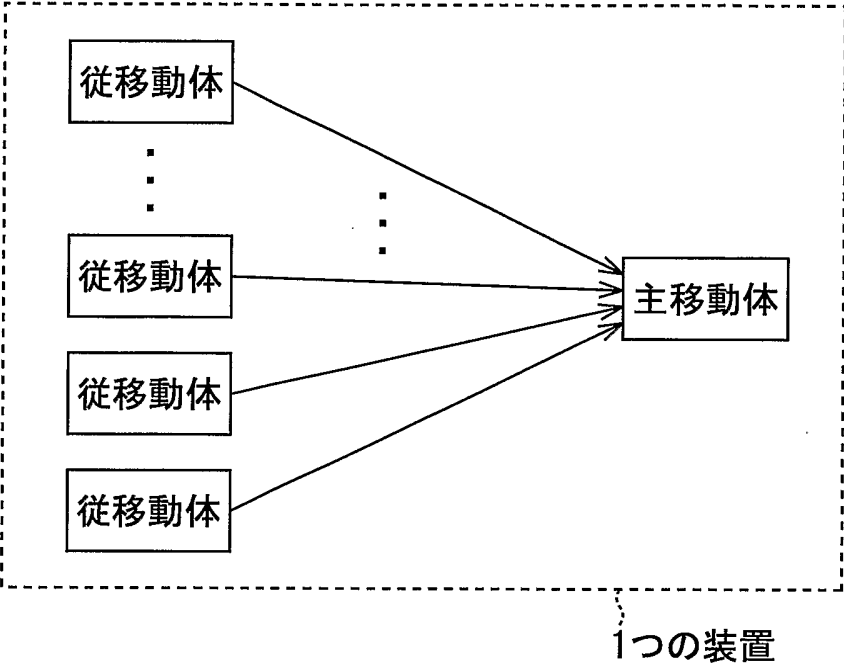
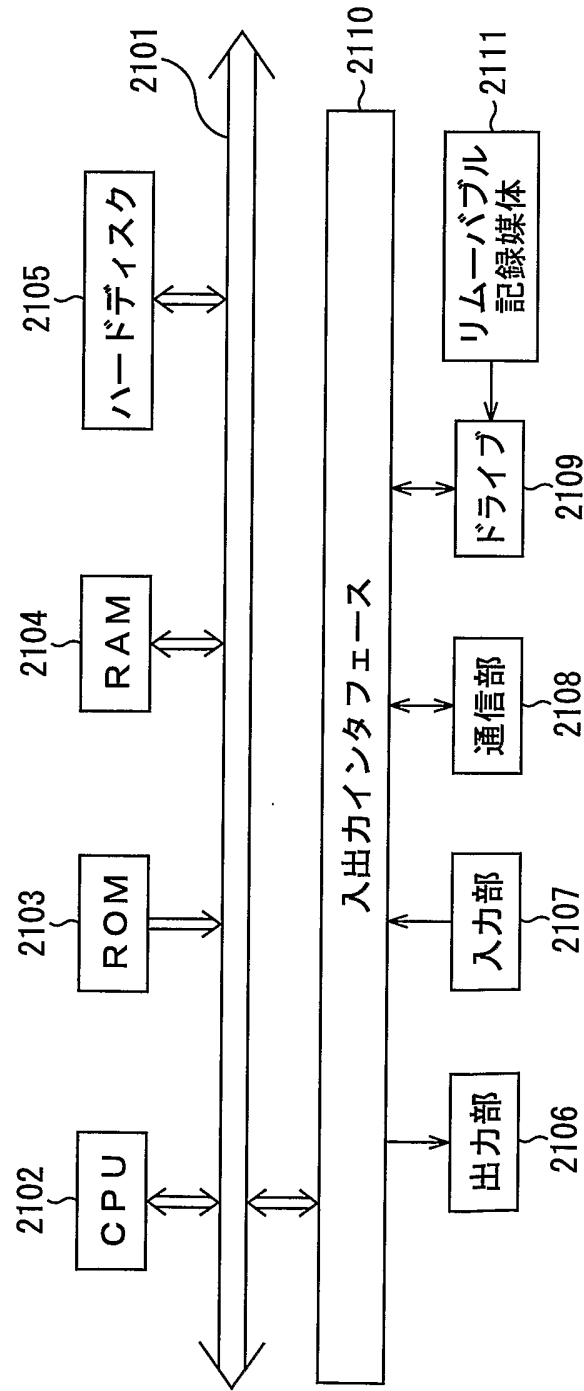


図52



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10979

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G06F15/16, B25J3/00, A61B19/00, G05B15/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G06F15/16-15/177, B25J1/00-21/02, A61B19/00, G05B15/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 8-215211 A (Hitachi, Ltd.), 27 August, 1996 (27.08.96), Full text; all drawings	1-3, 5-11, 21-26, 28-34, 44-46
Y	& EP 732082 A2 & US 5855553 A & EP 1125557 A2	4, 12-20, 27, 35-43
Y	JP 2000-84871 A (Hitachi, Ltd.), 28 March, 2000 (28.03.00), Full text; all drawings (Family: none)	4, 27
Y	JP 2001-51964 A (Toshiba Corp., Tokyo Electronic Systems Kabushiki Kaisha), 23 February, 2001 (23.02.01), Full text; all drawings (Family: none)	12-20, 35-43



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 document 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
24 January, 2003 (24.01.03)

Date of mailing of the international search report
04 February, 2003 (04.02.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10979

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-342498 A (Toyoda Automatic Loom Works, Ltd.), 12 December, 2000 (12.12.00), Full text; all drawings (Family: none)	12-20,35-43
Y	Kazumasa YAMAZAWA, et al., "Ido Robot no Navigation no tameno Zenhoi Shikaku Sensor HyperOmni Vision no Teian", The Transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 25 May, 1996 (25.05.96), Vol.J79-D-11, No.5, pages 698 to 707	20,43
A	JP 2000-242333 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Central Japan Railway Co.), 08 September, 2000 (08.09.00), Full text; all drawings (Family: none)	12-20,35-43
A	JP 10-264066 A (Denso Corp.), 06 October, 1998 (06.10.98), Full text; all drawings (Family: none)	12-20,35-43
P,X	JP 2002-187078 A (Sony Corp.), 02 July, 2002 (02.07.02), Full text; all drawings & US 2002/0123825 A1	1-11,21-34, 44-46 12-20,35-43
P,A		

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ G06F15/16, B25J3/00
A61B19/00, G05B15/02

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.Cl⁷ G06F15/16-15/177 B25J1/00-21/02
A61B19/00, G05B15/02

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 1971-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003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
X	JP 8-215211 A(株式会社日立製作所) 1996.08.27, 全文, 全図 & EP 732082 A2 & US 5855553 A & EP 1125557 A2	1-3, 5-11, 21-26, 28-34, 44-46
Y		4, 12-20, 27, 35-43
Y	JP 2000-84871 A(株式会社日立製作所) 2000.03.28, 全文, 全図(ファミリーなし)	4, 27

☒ 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

24.01.03

国際調査報告の発送日

04.02.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

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)

久保 正典



5B

9642

電話番号 03-3581-1101 内線 3545

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
Y	JP 2001-51964 A(株式会社東芝, 東京エレクトロニックシステムズ株式会社) 2001. 02. 23, 全文, 全図(ファミリーなし)	12-20, 35-43
Y	JP 2000-342498 A(株式会社豊田自動織機製作所) 2000. 12. 12, 全文, 全図(ファミリーなし)	12-20, 35-43
Y	山澤 一誠、外2名, 移動ロボットのナビゲーションのための全方位 視覚センサHyperOmni Visionの提案, 電子情報通信学会論文誌, 1996. 05. 25, 第J79-D-11巻, 第5号, p. 698-707	20, 43
A	JP 2000-242333 A(松下電器産業株式会社, 東海旅客鉄道株式会社) 2000. 09. 08, 全文, 全図(ファミリーなし)	12-20, 35-43
A	JP 10-264066 A(株式会社デンソー) 1998. 10. 06, 全文, 全図(ファミリーなし)	12-20, 35-43
PX	JP 2002-187078 A(ソニー株式会社) 2002. 07. 02, 全文, 全図	1-11, 21-34, 44-46
PA	& US 2002/0123825 A1	12-20, 35-43