

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2016年7月21日(21.07.2016)



(10) 国際公開番号  
WO 2016/113836 A1

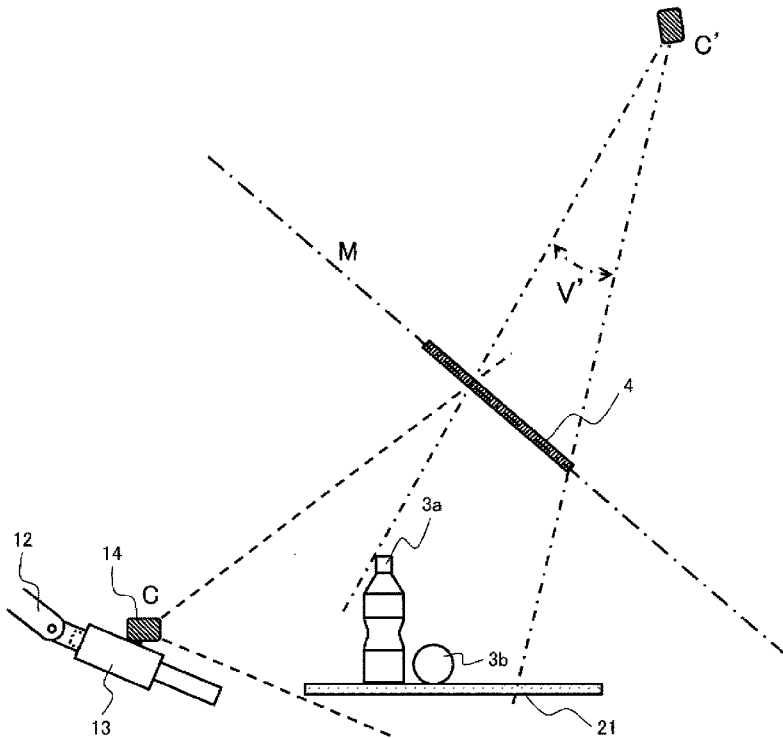
- (51) 国際特許分類:  
B25J 13/08 (2006.01) H04N 7/18 (2006.01)  
G06T 7/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/050616
- (22) 国際出願日: 2015年1月13日(13.01.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.)  
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目  
6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 伊藤 潔人 (ITO Kiyoto); 〒1008280 東京  
都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日  
立製作所内 Tokyo (JP). 木村 宣隆 (KIMURA  
Nobutaka); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁  
目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).  
藤本 敬介 (FUJIMOTO Keisuke); 〒1008280 東京  
都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日  
立製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 青稜特許業務法人 (SEIRYO I.P.C.); 〒  
1040032 東京都中央区八丁堀二丁目24番2号  
Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,  
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,  
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,  
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,  
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,  
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,  
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,  
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保  
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,  
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー  
ロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー  
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,  
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,  
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: MANIPULATOR CONTROL METHOD, SYSTEM, AND MANIPULATOR

(54) 発明の名称: マニプレータ制御方法、システム、およびマニプレータ

図13



(57) Abstract: Provided is a method for controlling the position of a mobile manipulator so as to avoid collisions with obstacles. The method is provided with a procedure for detecting the orientation of a mirror, and a procedure for detecting the orientation of an object from an image. The orientation of an object is detected from an image reflected in the mirror, and the manipulator is controlled on the basis of the detected orientation of the object.

(57) 要約: 移動マニプレータにおいて、障害物に衝突しないように位置を制御する方法を提供する。鏡の姿勢を検出する手続きと、画像から物体の姿勢を検出する手続きとを備え、鏡に映った画像から物体の姿勢を検出し、検出された物体の姿勢に基づきマニプレータを制御する。

WO 2016/113836 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

マニプレータ制御方法、システム、およびマニプレータ

### 技術分野

[0001] 本発明はマニプレータの構成および制御方法に関し、特に画像を用いた移動型マニプレータの構成および制御方法に関する。

### 背景技術

[0002] 移動マニプレータは、倉庫や工場などの施設や家庭内などにおける人間の活動を代替するものとして、実用化が期待されている。移動マニプレータは、一般に、前進・後退・旋回などにより自身を移動させる移動台車部と、移動台車部に取り付けられた1つ以上の関節を有するアーム部と、アーム部の先端に取り付けられたグリッパ部とを有する。グリッパ部は、特定の物体を把持したり、移動させたりすることができる。こうした、グリッパ部による物体の把持や移動を、物体に対する操作と呼称する。

[0003] 工場などにおいて架台に固定された据え付け型マニプレータは、特定の作業空間において、決められた位置にある対象物に対して操作を行う。従って、周囲の障害物とマニプレータが衝突・干渉しないように対象物を操作する方法を、あらかじめ設計することができる。

[0004] 一方、移動マニプレータは、据え置き型マニプレータとは異なり、それ自身が動き回るため、アーム部やグリッパ部の作業空間を限定することはできない。すなわち、移動型マニプレータは、作業対象物と障害物とが雑然と配置された未知の空間が作業空間となる。そうした未知の作業空間において、移動マニプレータは、障害物と衝突・干渉が発生しないように、アーム部やグリッパ部や対象物を操作する必要がある。そのためには、マニプレータ自身、特に物体とのインタラクションが生じるアーム部やグリッパ部と、対象物や周囲の障害物の位置関係を取得することが必要となる。

[0005] 従来、移動マニプレータを含むロボットと、対象物や周囲の環境との位置

関係を、カメラを用いて取得する技術がある。

[0006] たとえば、特許文献1では、作業空間に設置されたカメラが、作業ロボットの画像（監視画像）を撮影し、操作者が上述の一人称画像および監視画像を見ながら操作を行う技術が公開されている。

[0007] また、特許文献2では、マニプレータを有するロボットの体幹に第1のカメラを備え、第1のカメラとは別の第2のカメラをマニプレータに備え、第1のカメラの画像と第2のカメラの画像とを合成する発明が開示されている。これにより、第1のカメラに映りこむマニプレータ部分の領域を、第2のカメラで補完することで、第1のカメラにおけるマニプレータによる死角を除去し、把持対象物の位置を第1のカメラにより特定している。

[0008] 特許文献3では、作業空間に設けられた識別面と、識別面に対向する位置に設けられた反射鏡と、反射鏡を介して識別面を撮影するカメラを備え、カメラによって撮影された識別面の画像に基づいて、作業空間への侵入物を検出する技術が公開されている。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0009] 特許文献1：特開2001-062766

特許文献2：特開2010-131751

特許文献3：特開2013-52485

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、特許文献1記載の技術では、監視画像用のカメラを、作業空間に死角がないように設置しなければならない。この場合、対象物が柵のような場所に置かれている場合、必ず死角ができてしまうという課題がある。

[0011] また、特許文献2記載の技術では、腕カメラを用いても、対象物の陰となった死角は撮影できない。こうした対象物の陰を撮影するためには、腕カメ

ラを対象物の背後に回り込ませる必要がある。腕カメラを回り込ませるために腕を移動させる経路に障害物があった場合、マニプレータと障害物が衝突してしまう。

[0012] 一方、特許文献3記載の技術では、作業空間において、反射鏡の位置と、それに対するカメラの位置は、予め所定の位置関係となるように、固定されているのが前提である。そのため、カメラや反射鏡の位置が変わると識別面を撮影できなくなる。すなわち、作業空間を変更する場合は、反射鏡と、それに対するカメラの位置とを、所定の位置関係となるように、設置し直す必要がある。従って、移動するマニプレータのように作業領域が任意に変更されるものには適用できない。

[0013] 上記を鑑み、本発明が解決する課題は、移動マニプレータの作業空間において、グリッパ部と対象物の位置関係、および周囲の環境とを、死角無く撮影し、それに基づき、障害物に衝突しないようにグリッパ部の位置を制御する方法を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0014] 本願において開示される発明のうち代表的なものを挙げれば、画像から鏡の姿勢を検出する手続きと、画像から物体の姿勢を検出する手続きとを備え、前記姿勢を検出された鏡に映った物体の姿勢を検出し、検出された前記物体の姿勢に基づきマニプレータを制御する方法である。

[0015] 本発明の他の側面は、移動可能なマニプレータを、対象物が配置された作業空間で動作させるマニプレータの制御方法である。この方法では、作業空間またはその近傍に配置された鏡をマニプレータに搭載されたカメラで撮像し、カメラの姿勢およびカメラによる撮像画像に基づいて鏡の姿勢を検出する。そして、カメラによる撮像画像から鏡の領域を検出し、検出された鏡の領域から、対象物の少なくとも一部の像を検出する。そして、鏡の姿勢および対象物の像に基づいて、作業空間における対象物の姿勢を算出し、算出された対象物の姿勢の情報に基づいて、マニプレータを操作する。

[0016] 鏡の姿勢および対象物の像に基づいて、作業空間における対象物の姿勢を

算出する手法としては、種々考えられる。一例としては、カメラの姿勢と記鏡の姿勢に基づいて、カメラの鏡像視点を算出し、カメラの鏡像視点と鏡に映る対象物の像に基づいて、作業空間における対象物の姿勢を算出する。他の例としては、カメラの姿勢と鏡に映る対象物の像に基づいて、鏡像空間における対象物の虚像の姿勢を算出し、対象物の虚像の姿勢と鏡の姿勢に基づいて、作業空間における対象物の姿勢を算出する。

[0017] このように、鏡に映った像を利用することで、カメラの位置からは撮影できない情報を得ることができ、マニプレータの制御に利用することができる。

[0018] さらに具体的な例を説明すると、対象物は棚に載置され、棚の配置情報に基づいて、マニプレータを所定の棚の近傍に移動し、マニプレータに固定された原点を基準として、カメラ、鏡、および対象物の姿勢を算出するように構成してもよい。マニプレータ自体は移動するため、作業時にはマニプレータを基準とした座標軸に統一することで、制御が容易となる。

[0019] また、鏡に映る像としては、操作対象物だけでなく、マニプレータ自身や、その他の物体の像を利用してもよい。また、鏡に映る像と、カメラで直接撮影した鏡以外の領域の画像を統合して用いることで、より多くの情報を得ることができる。

[0020] 鏡の姿勢を検知するための方法としては、例えば、鏡または作業空間内にマーカーを配置し、カメラによる撮像画像におけるマーカーの情報に基づいて鏡の姿勢を検出することができる。

[0021] 本発明の他の側面は、移動可能なマニプレータを、対象物が配置された作業空間で動作させるマニプレータの制御システムである。このシステムにおいて、マニプレータは、マニプレータを移動させる移動機構と、対象物を操作する操作機構と、作業空間を撮像するためのカメラと、カメラの姿勢を変化させるカメラ制御機構と、制御部を有する。制御部は、カメラの姿勢を検出する機能と、カメラの姿勢およびカメラによる撮像画像に基づいて撮像画像内の鏡の姿勢を検出する機能とを有する。また、カメラによる撮像画像か

ら鏡の領域を検出し、検出された鏡の領域から、対象物の少なくとも一部の像を検出する機能と、鏡の姿勢および対象物の像に基づいて、作業空間における前記対象物の姿勢を算出する機能とを有する。そして、このシステムでは、算出された対象物の姿勢の情報に基づいて、操作機構を操作する。

[0022] 操作機構の構成例としては、少なくとも一つの関節機構で連結されたアーム部と、アーム部に保持され、対象物を把握および移動可能なグリッパ部を有する例が考えられる。また、カメラは、グリッパ部に配置することができる。

[0023] カメラの姿勢を検出する一例としては、制御部は、操作機構の動作を制御するとともに、操作機構の形状の幾何学的データを記憶しており、該幾何学的データを用いてカメラの姿勢を検出することができる。

[0024] また、好ましい具体例では、対象物が配置された作業空間は、対象物が配置された棚を基準として定義することができ、棚に鏡を配置するように構成することができる。

[0025] さらに好ましい具体例では、マニプレータは、複数の前記棚のうち任意の棚の近傍に移動可能な構成である。制御部は、複数の棚の配置に関する棚配置情報と、棚の形状に関する棚形状情報と、各棚に配置された対象物に関する対象物情報を記憶しており、制御部は、棚配置情報と対象物情報に基づいて、マニプレータを所定の棚の近傍に移動させ、カメラで前記作業空間を撮像するように構成することができる。

[0026] また、鏡の姿勢を検出しやすくするための具体例として、作業空間にはマーカが配置されており、マーカと鏡との相対的位置関係は制御部に記憶されており、カメラによる撮像画像中のマーカに基づいて撮像画像内の鏡の姿勢を検出することができる。

[0027] 本発明のさらに他の側面は、対象物が配置された作業空間で動作させるマニプレータである。このマニプレータは、マニプレータを移動させる移動機構と、対象物を操作するグリッパ部と、グリッパ部を移動させるアーム部と、作業空間を撮像するためのカメラと、カメラの姿勢を変化させるカメラ制

御機構と、制御部を有する。制御部は、カメラの姿勢を検出する機能と、カメラの姿勢およびカメラによる撮像画像に基づいて撮像画像内の鏡の姿勢を検出する機能とを有する。また、カメラによる撮像画像から対象物の少なくとも一部の像を検出する機能と、鏡の姿勢および対象物の像に基づいて、作業空間における対象物の姿勢を算出する機能と、算出された対象物の姿勢の情報に基づいて、グリッパ部を操作する。さらに具体的な構成例をしては、グリッパ部に配置されたマーカーを有し、鏡の姿勢を検出する機能において、マーカーの姿勢に関する情報と、カメラによる撮像画像中のマーカーの像を用いて、該撮像画像内の鏡の姿勢を検出するようにしてもよい。

[0028] 以上において制御部の構成は、単体のコンピュータで構成してもよいし、あるいは、入力装置、出力装置、処理装置、記憶装置の任意の部分が、ネットワークで接続された他のコンピュータで構成されてもよい。具体的には、制御部は、マニプレータに搭載されたコンピュータで構成してもよいし、機能の一部または全部を、マニプレータと通信可能なサーバに配置してもよい。また、制御部の機能は処理装置で実行されるソフトウェアで実現することができる。また、ソフトウェアで構成した機能と同等の機能は、FPGA (Field Programmable Gate Array)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) などのハードウェアでも実現できる。そのような態様も本願発明の範囲に含まれる。

### 発明の効果

[0029] 本発明によれば、移動マニプレータの作業空間において、障害物に衝突しないように制御できる。上記した以外の課題、構成、及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

### 図面の簡単な説明

[0030] [図1]移動マニプレータによる、対象物のピッキング動作を模式的に示した斜視図である。

[図2]実施の形態1にかかる移動マニプレータの概略構成の一例を模式的に示した斜視図である。



[図3]実施の形態1にかかる移動マニプレータのグリップ部の構成の一例を示した側面図である。

[図4]実施の形態1にかかる棚の構成の一例を模式的に示した斜視図である。

[図5]実施の形態1にかかる平面鏡の構成の一例を模式的に示した正面図である。

[図6]実施の形態1にかかる移動マニプレータの制御システムの構成の一例を示したブロック図である。

[図7]実施の形態1にかかる移動マニプレータの動作手順の一例を示した流れ図である。

[図8]図7のステップS702における作業空間の側面から見た様子の一例を模式的に示した側面図である。

[図9]図8においてカメラ14により撮影された撮影画像141の一例を示したイメージ図である。

[図10]図7のステップS702における作業空間の側面から見た様子の別な一例を模式的に示した側面図である。

[図11]図10においてカメラ14により撮影された撮影画像142の一例を示したイメージ図である。

[図12]実施の形態1にかかる平面鏡の姿勢を算出する方法を模式的に示した原理図である。

[図13]実施の形態1にかかるカメラの平面鏡に対する鏡像視点C'を説明した側面図である。

[図14]実施の形態1にかかるカメラの平面鏡に対する鏡像視点C''を説明した側面図である。

[図15]実施の形態1にかかる移動マニプレータのグリップ部の構成の別な一例を示した側面図である。

[図16]実施の形態1にかかる平面鏡の構成の別な一例を模式的に示した正面図である。

[図17]実施の形態1にかかるチェッカーパターンマーカの構成を示した図

面である。

[図18]実施の形態1にかかる凸面鏡の構成の一例を示した模式図である。

[図19]実施の形態1にかかる棚の構成の別なる一例を示した斜視図である。

[図20]実施の形態2にかかる棚の構成を模式的に示した斜視図である。

[図21]実施の形態2にかかる移動マニプレータの動作手順の一例を示した流れ図である。

[図22]実施の形態2にかかるトレイの構成を示した模式図である。

[図23]実施の形態3にかかる移動マニプレータのグリップ部の構成の一例を示した斜視図である。

[図24]実施の形態3にかかる平面鏡の反射面を算出する方法の一例を示した側面図である。

[図25]実施の形態3にかかる棚の構成を模式的に示した斜視図である。

[図26]実施の形態4にかかる移動マニプレータの動作手順の一例の一部を示した流れ図である。

[図27]実施の形態4にかかる平面鏡の反射面を算出する方法の一例を示した側面図である。

### 発明を実施するための形態

[0031] 以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照して説明する。なお、全ての図面において、実施形態が異なる場合であっても、同一または相当する部材については同一の符号を付し、共通する説明は繰り返さない。本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。本発明の思想ないし趣旨から逸脱しない範囲で、その具体的構成を変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。

[0032] 本明細書等における「第1」、「第2」、「第3」などの表記は、構成要素を識別するために付するものであり、必ずしも、数または順序を限定するものではない。また、構成要素の識別のための番号は文脈毎に用いられ、一つの文脈で用いた番号が、他の文脈で必ずしも同一の構成を示すとは限らない。また、ある番号で識別された構成要素が、他の番号で識別された構成要

素の機能を兼ねることを妨げるものではない。

[0033] 図面等において示す各構成の位置、大きさ、形状、範囲などは、発明の理解を容易にするため、実際の位置、大きさ、形状、範囲などを表していない場合がある。このため、本発明は、必ずしも、図面等に開示された位置、大きさ、形状、範囲などに限定されない。

## 実施例 1

[0034] 図 1 は移動マニプレータによる、対象物のピッキング動作を示した図である。本発明の実施の形態 1 では、図 1 に示すように、移動マニプレータ 1 によって、棚 2 に置かれる対象物 3 を把持し、持ち上げる動作について説明する。以降、移動マニプレータ 1 による、対象物 3 の把持および持ち上げにかかる一連の動作を、対象物 3 のピッキング動作と称する。

[0035] (構成)

図 2 は、実施の形態 1 にかかる移動マニプレータ 1 の概略構成を示す模式的な斜視図である。図 2 において、移動型マニプレータ 1 は、制御部 10 と、移動台車部 11 と、アーム部 12 と、アーム部 12 の先端に固定されるグリッパ部 13 と、グリッパ部 13 の所定の箇所に具備されるカメラ 14 とから構成される。

[0036] 制御部 10 は、有線ないし無線によって上位制御部 6 (後述) の指示を受信し、移動マニプレータ 1 の動作の制御を行う。ここで、動作の制御とは、前記指示に基づき、移動マニプレータ 1 の各部の動作を制御するだけでなく、移動マニプレータ 1 のカメラ 14 などの情報に基づいて、移動マニプレータ 1 の動作を計画するなどの知的処理も含むものとする。

[0037] 移動台車部 11 は、車輪 110 などの移動機構を 1 つ以上備え、移動マニプレータ制御部 10 の動作指令に基づき、前進・後退・旋回などにより、移動マニプレータ 1 を平坦地の任意の場所に移動させる。なお、ここで平坦地とは、単純な平面だけではなく、斜面や小さな段差などを含んでもよい。以下、移動台車部 11 による移動マニプレータ 1 の平坦地移動を、移動マニプレータ 1 の走行と称する。

- [0038] アーム部12は、移動台車部11の所定の箇所に固定される。また、アーム部12は、1つ以上の関節機構を有し、移動マニプレータ制御部10の動作指令に基づき、グリップ部13を、所定の3次元空間内において、所定の位置および方向に移動させる。以下、グリップ部13の位置および方向を、グリップ部13の姿勢と称する。なお、図2において、アーム部12は、複数の関節機構が腕部により連結される垂直多関節型機構を持つ構成を示したが、グリップ部13を、所定の姿勢に移動させる構成であれば、この構成に限るものではない。たとえば、水平多関節機構、直交多関節機構、パラレルリンク機構であってもよく、また、それらの組み合わせであってもよい。
- [0039] グリップ部13は、所定の物体を把持する機能を有する。なお、図2において、グリップ部13は、2本の指機構130により、所定の物体を挟むことで把持する構成を示しているが、これに限るものではない。たとえば、3本以上の指機構を有している構成や、指機構を用いず真空吸着機構や磁石により、対象物を把持する構成であってもよい。
- [0040] 図3は、図2におけるアーム部12の先端部およびグリップ部13およびカメラ14の模式的な側面図である。図3において、カメラ14は、グリップ部13の指機構130の延伸方向に対して、所定の角度でオフセットされて固定される。すなわち、カメラ14の視野Vの下端方向が、指の延伸方向と平行となるように固定される。これにより、視野Vに指機構130が映りこむことを避けることができる。
- [0041] アーム部12には、関節機構121が具備され、グリップ部13を、図3における矢印Pに沿って、任意の角度に向けることができる。同様に、アーム部12には、関節機構122が具備され、グリップ部13を、図3における矢印Rに沿って、任意の角度に向けることができる。また、図示されないアーム部12の他の関節機構によって、アーム部12は、グリップ部13を、図3における矢印Yに従った、任意の方向に向けることができる。これらにより、アーム部12は、グリップ部13を任意の方向に向けることができる。もっとも、図3に示した構成は一例であって、公知の種々の関節機構を

組み合わせて構成することができる。

[0042] 図4は、本発明の実施例1にかかる棚2の概略構成を示す模式的な斜視図である。棚2は、4本の支柱20によって支持された1枚の棚板21と1枚の棚天板22とから構成される。棚板21にはピッキング対象物3が複数置かれている。

[0043] ここで、実施の形態1にかかる、移動マニプレータ1に対して、作業空間を定義する。作業空間とは、移動マニプレータ1のピッキング動作の対象となる1つ以上の対象物3が置かれた所定の空間である。図4において、移動マニプレータ1の作業空間とは、四方を支柱20によって囲まれた、棚板21の上面から棚天板22の下面に至るまでの直方体形状の3次元的な空間と定義する。

[0044] 実施の形態1にかかる作業空間には、所定の位置に平面鏡4が配置される。図4においては、平面鏡4は、その反射面を棚板21の方向に向けて、棚天板22の所定の箇所に、所定の角度で固定される。もっとも、対象物3や平面鏡4は厳密に作業空間内に存在が制限されるものではなく、対象物3や平面鏡4の一部が作業空間からはみ出したり、対象物3や平面鏡4の全体が作業空間の近傍に配置されることを妨げるものではない。

[0045] 図5は、平面鏡4の反射面を正面から見た構成を模式的に示す図面である。平面鏡4は、ガラス、金属、プラスチック等で構成可能であり、カメラ14で撮像可能な領域の波長を少なくとも反射するものとする。図5において、平面鏡4の反射面の四隅には所定の形状のマーカ5が配置される。図5において、マーカ5は、全て同一の形状をしている。マーカ5の形状は、カメラ14により撮影された画像から、所定画像処理により、その存在可否および撮影された個数を検出可能な形状であればよい。更に、前記画像処理において、前記画像内の各マーカ5の中心座標を算出可能な形状であればよい。マーカ5は、平面鏡表面または内部への突起物付加、プリント、刻印、シールの塗布等で形成可能である。また、平面鏡4に配置された、各マーカ5の位置関係は、あらかじめ制御部10もしくは上位制御部6（後

述)に、記憶される。

[0046] 図6は、実施の形態1における移動マニプレータの制御システムの構成の一例を示した図面である。移動マニプレータ1の制御部10には、マニプレータ1の全体を制御する全体制御部100、制御に必要なデータを格納するデータ記憶部101、移動台車部11の制御を行う移動台車制御部102、アーム部12の制御を行うアーム制御部103、グリッパ部13の制御を行うグリッパ制御部104、カメラ14で得られた画像を処理する画像処理部105が、具備される。また、移動マニプレータ1の制御部10は、有線ないし無線によって、上位制御部6と通信可能な構成である。

[0047] 上位制御部6には、地図データ601、棚形状データ602、対象物データ603といった情報を記憶する対象物データ記憶部60が具備される。上位制御部6は、移動マニプレータ1の筐体に内蔵されてもよく、もしくは移動マニプレータ1の外部にあってもよい。上位制御部6と制御部10は、連携して情報処理を行い、移動マニプレータ1の制御ができればよいので、単体のコンピュータで構成してもよいし、あるいは、入力装置、出力装置、処理装置、記憶装置の任意の部分が、有線または無線のネットワークで接続された複数のコンピュータで構成されてもよい。

[0048] ここで、地図データ601は、移動マニプレータ1の移動台車部11が走行できうる空間（以下、走行空間）において、棚2が配置されている地点などが記述されたデータである。棚2が、走行空間において、複数配置されている場合は、それぞれの棚2に個別の識別符号が付与されて、識別符号と地点とが対になって記憶されているものとする。棚形状データ602は、棚2の所定の部位を基準にして、棚板22の幅・奥行き・高さといった情報が記述されたデータである。対象物データ603は、ピッキング動作の対象となる対象物3の種類あるいは識別番号、また、その対象物3が配置される棚板22の識別符号等の情報が格納される。また、対象物データ603は、さらに対象物3の形状、重さ、材質などの特性データを含んでもよい。

[0049] すなわち、地図データ601と、棚形状データ602と、対象物データ6

03との組み合わせによって、上位制御部6は、ピッキング動作の対象となる対象物3が陳列される作業空間が、走行空間のどこに存在するかを特定可能であり、それに基づき移動マニプレータ1の制御部10に、ピッキング指令を送信することができる。

[0050] 一方、作業空間において、ピッキング動作の対象となる対象物3が、どのような姿勢（位置および向き。例えば、位置は対象物であるビンの重心の位置。向きはピンが立っているか倒れているか等）で陳列されているかは、上位制御部6は知り得ない。陳列される対象物3は、移動マニプレータ1によりピッキングされたり、走行空間内における人間の作業員によりピッキングされたりするため、随時姿勢が変更されている可能性があるためである。

[0051] 従って、移動マニプレータ1は、作業空間における対象物3の姿勢を確認してから、対象物3をピッキングする必要がある。

[0052] （動作）

次に、図7ないし図13を参照して、実施の形態1における移動マニプレータによる対象物3のピッキング動作の手順について説明する。

[0053] 図7は、実施の形態1におけるピッキング動作手順の全体概要を示す図である。なお、図7における各ステップは、移動マニプレータ1の制御部10に内蔵される所定のプログラムによって実行されてもよいし、上位制御部6で実行し、逐一もしくは纏めて移動マニプレータ1の制御部10に指令を送信するようにしてもよい。

[0054] 図7のフローは、例えばオペレータが、対象物3を特定しピッキングを行う指示を上位制御部6に入力することにより開始される（START）。

[0055] ステップS701において、移動マニプレータ1は、ピッキングする対象物3が陳列される棚2の前まで走行する。前述のように、上位制御部6には、移動マニプレータ1の走行空間において、ピッキングする対象物3が陳列されている棚2の地点、すなわち作業空間の地点が記憶されている。上位制御部6は、移動マニプレータ1の制御部10に対して、その作業空間の地点を示す情報を含んだピッキング指令を送信する。そして、移動マニプレータ

1は、前記ピッキング指令で指定される作業空間の地点まで、移動台車部11を制御して走行する。この走行には、たとえば、あらかじめ走行空間に走行経路を示す磁気ケーブルなどを埋め込んでおき、その磁気ケーブルに沿って移動するなどの、既存技術を用いればよい。あるいは地図データ601を用いて、自律的に移動する既存技術を用いてもよい。

[0056] ステップS702において、移動マニプレータ1は棚2の前まで走行した後、グリッパ部13の姿勢を変更して、棚の前方（開口部）から、カメラ14を、前記作業空間を向くように移動させ、画像を撮影する。上位制御部6に予め記憶される、作業空間の地点情報と棚形状データ602により、移動マニプレータ1の中心（中心は任意に定めることができる。以下、説明を単純にするために、移動マニプレータ1の原点と称する）に対する、作業空間における棚板21の姿勢は既知である。そのため、移動マニプレータ1は、棚板21の位置から相対的に定められる所定の姿勢（位置及び向き）に、カメラ14が位置するように、アーム部12およびグリッパ部13を制御することができる。例えば、棚2から所定距離離れた位置に移動マニプレータ1の中心を位置決めし、アーム12およびグリッパ13を棚板21の姿勢に応じて設定された姿勢に位置決めする。

[0057] 図8は、ステップS702において、作業空間の側面から見た様子を模式的に示した図面である。

[0058] 図8において、棚板21の上には、ピッキング動作の対象である対象物3aの他に、グリッパ部13から見て対象物3aの奥側に、ピッキング動作の対象ではない対象物3bが位置している。従って、グリッパ部13によって対象物3aをピッキングする際には、グリッパ部13の指機構130が対象物3bと干渉しないように制御する必要がある。

[0059] 図9はステップS702においてカメラ14により撮影された撮影画像141の一例を示した図面である。

[0060] 図9に示されるように、撮影画像141において、対象物3bの像は、対象物3aの陰となるように撮影される。こうした、物体の陰となり一部が欠



損した像から、対象物 3 b の姿勢を、精度よく特定することは、一般的に困難となる。また、グリッパ部 1 3 から見て、対象物 3 b が、対象物 3 a によって完全に隠されている場合は、図 8 の状態から、対象物 3 b の存在を検知することはできない。

[0061] 図 7 に戻って説明を続ける。

[0062] ステップ S 7 0 3 において、撮影画像 1 4 1 (図 9) に対して、平面鏡 4 の四隅にあるマーカー 5 の検出処理を行う。ここでは、マーカー 5 の形状や個数は、予め例えば柵形状データ 6 0 2 の一部として記憶しておく。マーカー 5 の形状や個数が既知であるため、公知のテンプレートマッチング処理により、撮影画像 1 4 1 に撮影されるマーカー 5 の個数および、その撮影画像 1 4 1 における画素座標値を特定することができる。なお、マーカー 5 を省略し、画像処理等により平面鏡 4 の角部をマーカーの代わりに抽出してもよいが、マーカーを準備して利用したほうが、画像処理の負担が低減できる。ステップ S 7 0 3 以降の画像の処理や計算は、画像処理部 1 0 5 で行う。また、画像処理部 1 0 5、全体制御部 1 0 0、上位制御部 6 で分担して処理を行ってもよい。

[0063] ステップ S 7 0 3 において、画像から 4 個のマーカー 5 が検出されなかった場合、グリッパ部 1 3 の姿勢を変更する (ステップ S 7 0 4)。たとえば、所定の角度値だけ、図 3 の矢印 P の方向にアーム部 1 2 の関節機構 1 2 1 を回転して、グリッパ部 1 3 の姿勢を変更するなどの制御動作を行う。そして、姿勢を変更した後に、再び作業空間をカメラ 1 4 により撮影し (ステップ S 7 0 2)、マーカー 5 の検出処理 (ステップ S 7 0 3) を行う。

[0064] ステップ S 7 0 2 ないしステップ S 7 0 4 の処理は、カメラ 1 4 の撮影画像から既知の数 (例えば 4 個) のマーカーが検出されるまで繰り返し行われる。ステップ S 7 0 1 の段階で、柵 2 と移動マニプレータ 1 の位置関係を、全てのマーカーがカメラ 1 4 の画角に収まるような適切な位置関係に位置決めしておくことが望ましい。この場合、1 回あるいは所定回数の試行でマーカーが検出されるはずである。しかし、所定回数以内にマーカーが検出でき

ない場合は、エラー信号あるいは警告を発する等して、オペレータに知らせることもできる。

[0065] 図10は、カメラ14の撮影画像から4個のマーカ5が検出された時の作業空間を側面から見た様子を模式的に示した図面である。鏡4がカメラ14の画角内に収まっている。

[0066] 図11は、図10におけるカメラ14の撮影画像の一例を示した図面である。

[0067] ステップS705において、カメラ14の撮影画像（図11）を基にして、平面鏡4の作業空間における姿勢を算出する。算出方法の一例を図12に示す。

[0068] 図12において、移動マニピュレータ1の原点をO、カメラ14の視点をC、平面鏡4の中心点をMとする。また、説明を単純にするため、図12において、平面鏡4は厚みを持たない長方形として図示され、マーカ5の位置は前記長方形の各頂点の位置とする。

[0069] 図12において、移動マニピュレータ1の原点Oを基準とした、カメラ14の視点Cの姿勢（カメラの位置と傾きを示す情報。例えば、カメラのレンズの中心点の位置及びカメラの光軸が向く方向を用いることができる）は、図12には図示されないアーム部12の各関節の角度および関節間を結ぶ腕の長さにより、一意に算出できる。アーム部12の各関節の角度、関節間を結ぶ腕の長さ、等の移動マニピュレータ1に関する情報は、予め例えば制御部10のデータ記憶部101に格納しておく。このようにして算出される、移動マニピュレータ1の原点Oを基準とした、カメラ14の視点Cの姿勢を示す同次変換行列を ${}^oT_c$ とする。図12において、カメラ14の視点Cで撮影した撮影画像（図11）は、撮影画像面Pとして示される。

[0070] 一方、平面鏡4のマーカ5の相互の位置関係、すなわち平面鏡4の各辺の長さHおよびWは、例えば棚形状データ602の一部として記憶されており、これにより既知である。このとき、マーカ5とカメラ14の視点Cを結ぶ4本の直線と、カメラ14の撮影画像面Pとの交点が、ステップS70

3により検出されたマーカー5の座標となる。このカメラ14の撮影画像面Pにおけるマーカー5の座標と、鏡4の各辺の長さWとHとから、ホモグラフィ行列を推定することにより、カメラ14の視点Cに対する、平面鏡4の中心点Mの姿勢（鏡の位置と傾きを示す情報。例えば、鏡の中心点の位置及び鏡面が向く方向を用いることができる）を算出できる。算出された、カメラ14の視点Cに対する平面鏡4の中心点Mの姿勢を示す同次変換行列を ${}^C T_M$ とする。

[0071] そして、算出された二つの同次変換行列 ${}^O T_C$ と ${}^C T_M$ とを積算することにより、移動マニピレータ1の原点Oを基準とした、平面鏡4の中心点の姿勢を示す同次変換行列 ${}^O T_M$ が算出できる。同次変換行列 ${}^O T_M$ が、作業空間（現実の空間）における平面鏡4の姿勢に相当する。

[0072] このようにして、カメラ14により撮像された平面鏡4の画像から、作業空間における平面鏡4の姿勢を導出した。このとき、平面鏡4の四隅に配置されたマーカー5により、平面鏡4の作業空間における姿勢を算出すると、正確な姿勢を算出することができる。算出された平面鏡4の姿勢は、制御部10もしくは上位制御部6に記憶される。（ステップS706）。

[0073] ステップS707において、再びカメラ14を用いて作業空間を撮影する。ここでは、ステップS702と同じ姿勢とするが、また作業空間を撮影するものであれば、他の姿勢であってもよい。撮影された画像は図9と同様の画像141であるものとする。この画像141に対して、大きく分けて、ステップS708による処理と、ステップ709からステップ721までの処理という、二つの画像処理が並列的または直列的に行われる。

[0074] ステップS708では、ステップS707において撮影された画像141から、ピッキング目標である対象物3aを検出し、その姿勢を算出する。対象物3aの検出には、あらかじめ記憶させておいた対象物3の画像（例えば対象物データ603の一部として記憶しておく）とパターンマッチングさせるといった、既知の画像認識アルゴリズムを適用すればよい。また、検出された物体の姿勢の算出は、あらかじめ対象物の大きさを記憶させておき、撮

影画像141に映り込んだ大きさと比較したり、ホモグラフィを計算したりすることで算出すればよい。これら画像処理は、例えばカメラ14の視点Cを原点とした座標で計算することができるが、最終的には、移動マンプレータ1の原点Oを基準とした座標に変換し、座標系を統一してもよい。また、この時同時に、他の対象物3bやグリッパ部13の姿勢を併せて算出しておいてもよい。

[0075] ステップS709では、カメラ14の視点Cについて、平面鏡4の反射面Mに対して面対象となる点C'を算出する。以下の説明では、視点C'を、カメラ14の鏡像視点C'と称する。

[0076] 図13はカメラの平面鏡に対する鏡像視点C'を説明した側面図である。図13により理解されるように、カメラ14の視点Cについて、平面鏡4の反射面Mに対して面対象となる点姿勢C'がカメラ14の鏡像視点C'となる。すなわち、カメラ14の姿勢と鏡4の姿勢が既知であれば、カメラ14の鏡像視点C'の姿勢が算出できる。そして、カメラ14が撮像した鏡4に映っている対象物は、カメラ14の鏡像視点C'から見た対象物のイメージに相当する。ここで、鏡4の姿勢はステップ706で記憶しており、例えば、移動マンプレータ1の原点Oを基準とした座標で表現できる。また、カメラ14の姿勢は、上述のようにデータ記憶部101に格納された、移動マンプレータ1に関するデータから、同じ座標を基準に算出することができる。

[0077] ステップS710において、撮影された画像141における平面鏡4の領域、すなわち鏡領域画像の切り出し処理を行う。この鏡領域画像の切り出し処理の一例を、再び図12を参照して、説明する。

[0078] まず、移動マンプレータ1の原点Oを基準とした、平面鏡4の姿勢を示す同次変換行列 ${}^{\circ}T_M$ は、ステップS706により記憶されている（ここで、移動マンプレータ1はステップS701以降動かないものとする）。また、移動マンプレータ1の原点Oを基準としたカメラ14の視点Cの姿勢を示す同次変換行列 ${}^{\circ}T_C$ は、アーム部12の各関節の角度および関節間を結ぶ腕の長さにより算出できる。これら同次変換行列 ${}^{\circ}T_M$ と ${}^{\circ}T_C$ により、ステップ710

(図13)におけるカメラ14の視点Cを基準とした、平面鏡4の姿勢を示す同次変換行列 ${}^cT_M$ が算出できる。

[0079] ここで、平面鏡4の各辺の長さ、すなわちHおよびWが既知である場合、 ${}^cT_M$ よりホモグラフィ行列を算出し、カメラ14の撮影平面pにおける平面鏡4の像mを算出できる。カメラ14の撮影平面pにおける平面鏡4の像mが鏡領域画像となる。したがって、撮影画像141から、像mの領域のみを切り出すことで、平面鏡4の鏡領域画像を切り出すことができる。なお、像mの切り出し方法としては、上記に限るものではなく、例えば鏡4の四隅のマーカを検出し、マーカで囲まれる矩形の領域を像mとしてもよい。

[0080] このようにして切り出される平面鏡4の鏡領域画像は、図13におけるカメラ14の鏡像視点C'からV'で示される視野の画像となる。図13から明らかのように、鏡領域画像には、対象物3bが、対象物3aの陰とならずに撮像される。すなわち、ステップS708で死角となって検出されなかった物体が、鏡領域画像には撮像される。

[0081] ステップS711において、ステップS710で切り出した鏡領域画像に対して、ステップS708と同様の画像処理によって、対象物3bを検出する。すなわち、鏡領域画像から、カメラ14の視点Cからは見えない対象物3bを検出し、その姿勢をパターンマッチングや、ホモグラフィ計算により算出する。図13に示すように、鏡領域画像の中の画像は、カメラ14の鏡像視点C'から対象物3bを見たイメージである。

[0082] 鏡像視点C'を基準とし、これを原点とした座標でステップS708と同様の画像処理を行うと、対象物3bはカメラ14の鏡像視点C'から見た姿勢として算出される。計算結果は、鏡像視点C'を原点とした座標で示すことができる。この時同時に、他の対象物3aやグリッパ部13の姿勢を併せて算出しておいてもよい。また、最終的には、移動マニピレータ1の原点Oを基準とした座標に変換し、座標系を統一してもよい。

[0083] ステップS713において、ステップS708において算出された対象物3a等の姿勢情報と、ステップS711において得られた対象物3b等の姿

勢情報の統合を行う。これにより、作業空間における対象物 3 a および対象物 3 b および必要に応じてグリッパ 1 3 等の相対位置関係を、制御部 1 0 が把握することが可能となる。

[0084] 先に述べたように、各姿勢を移動マニプレータ 1 の原点 O を基準とした座標に変換し、座標系を統一すれば、作業空間内の物体の位置関係を統一的に把握することができる。また、カメラ 1 4 の視点 C と鏡像視点 C' の両方から見える特徴点の対象物にある場合、ステレオ的処理により、対象物の 3 次元的な姿勢を算出することもできる。

[0085] そして、統合された各物体の姿勢情報に基づき、グリッパ部 1 3 を、対象物 3 a を把持可能な姿勢まで移動するように制御を行い（ステップ S 7 1 4）、対象物をグリッパ部 1 3 で把持する（ステップ S 7 1 5）。

[0086] （効果）

以上説明した本実施の形態によれば、移動マニプレータ 1 は、その作業空間において、ピッキング動作の対象である対象物 3 a の姿勢に加えて、棚開口部からは対象物 3 a の陰となって死角に位置する対象物 3 b の姿勢を検出することが可能である。従って、対象物 3 b と、グリッパ部 1 3 が衝突することなく、対象物 3 a のみをピッキングすることが可能となる。

[0087] また、あらかじめ作業空間内に配置された平面鏡 4 の姿勢を記憶しておく方法の場合、移動マニプレータ 1 が棚 2 に対して僅かでも傾斜して停止してしまうと、ステップ S 7 0 8 において検出される、鏡像視点 C' から見た対象物 3 b の姿勢が、移動マニプレータ 1 の棚 2 に対する傾斜角の 2 倍だけ、ずれた姿勢となってしまふ。更に、ステップ S 7 1 0 における鏡領域も、前記傾斜角だけずれた領域が切り出されてしまふ。これらの影響により、対象物 3 b の姿勢が正しく算出することができない。一方、本実施の形態によれば、マーカー 5 等により平面鏡 4 の姿勢を算出するステップ S 7 0 5 を設けることにより、移動マニプレータ 1 が棚 2 に対して傾斜して停止するといった走行に伴う停止位置のずれによらず、平面鏡 4 によるカメラ 1 4 の鏡像視点 C' の算出や鏡領域画像を切り出す処理を精度よく行うことができる。

[0088] (変形例)

なお、本実施の形態による移動マニプレータ 1 のグリップ部 1 3 による対象物 3 a のピックアップは、図 7 に示された手順通りに行う必要はなく、発明の範囲を逸脱しない限り適宜変更可能である。図 7 においては、ステップ S 7 0 5 において平面鏡 4 の姿勢を算出してから、ピックアップ動作が完了するまでに、ステップ S 7 0 7 において 1 回だけ作業空間を撮影しているが、これに限る必要はない。

[0089] たとえば、グリップ部 1 3 が、対象物 3 a に十分近づいた状態で、再び撮影するステップ設けてもよい。

[0090] 図 1 4 に示すように、グリップ部 1 3 が、対象物 3 a に十分近づいた場合、カメラ 1 4 からは対象物 3 a のごく一部しか撮影できない。一方、図 1 4 の状態におけるカメラ 1 4 の鏡像視点 C'' からは、対象物 3 a および対象物 3 b および、グリップ部 1 3 の指機構 1 3 0 の 3 つの物体を撮影することができる。従って、対象物 3 a と対象物 3 b の位置関係だけではなく、対象物 3 a とグリップ部 1 3 の位置関係および、対象物 3 b とグリップ部 1 3 の位置関係も、鏡領域画像から検出することができる。

[0091] この場合、ステップ S 7 0 8 を実施せず、ステップ S 7 0 9 ないしステップ S 7 1 1 を実施するだけで良い。これにより、対象物 3 a と対象物 3 b とグリップ部 1 3 のそれぞれの位置関係を把握することができる。

[0092] すなわち、本実施の形態にかかる動作手順においては、ステップ S 7 0 5 によるマーカー 5 による平面鏡 4 の姿勢を算出する手順が、ステップ S 7 0 9 ないしステップ S 7 1 1 の手順の前に実施されていればよく、ステップ S 7 0 9 ないしステップ S 7 1 1 の手順の結果によって、グリップ部 1 3 の移動を制御するステップ S 7 1 4 が実施されればよい。

[0093] また、カメラ 1 4 は、グリップ部 1 3 に必ずしも固定される必要はない。その例を図 1 5 に示す。

[0094] 図 1 5 に示すようにカメラ 1 4 とグリップ部 1 3 との間に更に関節機構 1 3 1 を備え、グリップ部 1 3 に対するカメラ 1 4 の角度 T を任意に変更でき

る構成でもよい。グリッパ部13に対するカメラ14の角度Tが、制御部10により観測可能であれば、図12に示した、移動マニプレータ1の原点Oからの平面鏡4の姿勢を算出が可能である。これにより、ステップS704におけるマーカー5の探索において、アーム部12を制御する必要はなくなる。

[0095] また、ステップS703において、平面鏡4の四隅にあるマーカー5を検出すると説明したが、必ずしも4個のマーカー5を検出する必要はない。その例を図16に示す。

[0096] 図16に示すように、平面鏡4の対角線に異なる形状になるように配置された、2種類のマーカー5およびマーカー51を用いる方法でもよい、この場合、少なくとも3個のマーカーが検出されれば、平面鏡4の姿勢を算出することができる。これにより、ステップS702ないしステップS704に至る繰り返し処理の回数を減らすことができる。

[0097] 図17に示すように、大きさが既知である所定の正方形から構成されるチェッカーパターンマーカー52を1つだけ用いれば、所定の画像処理により平面鏡4の姿勢を算出することができる。これは、チェッカーパターン内の正方形の各頂点が、マーカー5と同様の役割を果たすためである。

[0098] また、本実施の形態では平面鏡4を用いる手順を説明したが、平面鏡以外の形状の鏡を用いることも可能である。

[0099] 図18に示すように既知の形状の凸面鏡41を用いてもよい。図18における凸面鏡41は、その中央にチェッカーパターンマーカー52が貼付される。凸面鏡41を用いる場合、図7におけるステップS710において、画像から鏡領域画像を切り出した後に、凸面鏡41の形状により定まる射影変換を施すことにより、凸面鏡41の鏡領域画像を、平面画像へと変換すればよい。凸面鏡41を用いることで、平面鏡4を用いる場合より、算出するための演算ステップ数が増加するが、より広い空間をカメラ14の鏡視点から観測することが可能である。

[0100] なお、これまでの説明では、作業空間に1つだけ平面鏡4が配置される例



について説明した。当然ながら、作業空間における平面鏡4は複数配置されてもよい。たとえば、図19に示すように、作業空間にマーカー5が四隅に配置された平面鏡4aの他に、マーカー52が四隅に配置された平面鏡4bと、マーカー53が四隅に配置された平面鏡4cとが、さらに配置される構成でもよい。ここでは、マーカー5とマーカー52とマーカー53とは、それぞれ形状が異なり、所定の画像処理により判別して検出することが構成可能であればよい。平面鏡4a~4cについて、図7に示した動作手順がそれぞれ適用できることは言うまでもない。

- [0101] 図19にかかる作業空間においては、平面鏡4a~4cを複合して用いてもよい。たとえば、平面鏡4aに対して、平面鏡4bを複合して用いる場合、ステップS710で切り出される平面鏡4aの鏡領域画像から更に平面鏡4bの鏡領域画像を切り出すといった再帰的処理により実現すればよい。このように複数の平面鏡による複合的な姿勢算出によって、より死角のない対象物の姿勢検出が可能となる。

## 実施例 2

- [0102] 実施例1では、マーカー5を四隅に備えた平面鏡4を用いて、移動マニピレータ1のアーム部12およびグリッパ部13を制御する例について説明したが、マーカー5を備えた平面鏡4を全ての作業空間に配置する必要がある。そこで、本実施の形態では、平面鏡4にはマーカー5を配置せず、マーカー5を平面鏡4以外の箇所に配置する例について説明する。

- [0103] 図20は、本実施の形態にかかる棚2の構成を示した図面であり、実施例1における図4と対比される図面である。また、図20は、図4の左方向から棚2を正面から見た構成を模式的に示している。

- [0104] 図20に示される棚2が、図4で示される棚2と異なる点は、棚板21および棚天板22の一部にマーカー5が具備される点である。また、図20に示される棚2の棚天板22の所定の箇所には、平面鏡4が、その反射面を棚板21の方向に向けて、所定の角度で固定される。本実施の形態にかかる平面鏡4が、図5に示される平面鏡4と異なる点は、その四隅にマーカー5が

具備されない点である。

- [0105] また、本実施の形態において、上位制御部6の対象物データ記憶部60に記憶される棚形状データ602には、棚2の形状と共に、棚2の所定の部位を基準とした平面鏡4の姿勢が、それぞれ記憶されている。すなわち、本実施の形態では、棚2とマーカ-5と平面鏡4の相対的位置関係が予め知られている。
- [0106] 図21は、本実施の形態にかかる移動マニプレータ1による対象物3のピッキング手順を説明した図面であり、実施例1における図7と対比されるものである。
- [0107] 図21で示される動作手順において、図7で示される動作手順と異なる点は、下記の通りである。
- [0108] まず、ステップS701によって移動マニプレータ1は棚2の前まで走行した後、ステップS7021において、棚開口部全体をカメラ14により撮影する。これにより、図20に示される棚21および棚22に貼付された4個のマーカ-5がカメラ14の撮影画像に映り込んでいるか探索することができる(ステップS7031)。ステップS7031において、マーカ-5が4個検出されない場合は、カメラ14の方向を変更し(ステップS704)、再度撮影を行う(ステップS7021)。
- [0109] 次に、カメラ14の撮影画像から検出された4個のマーカ-5と、前記棚形状データ602とを用いて、棚2の姿勢を算出する(ステップS7051)。
- [0110] そして、算出された棚2の姿勢を基準に、前記棚形状データ602から、棚2に固定された平面鏡4の姿勢を算出し(ステップS7052)、その姿勢を制御部10もしくは上位制御部6に記憶する(ステップS706)。
- [0111] このように、本実施の形態は、平面鏡4の支持物体の形状と、前記支持物体を基準とした平面鏡4の姿勢と、前記支持物体に貼付されたマーカ-5の位置とから、前記支持物体の姿勢を算出し、前記支持物体の姿勢から間接的に平面鏡4の姿勢を算出する。

- [0112] なお、本実施の形態において、平面鏡４およびマーカ－５の固定位置は、棚２に限るものではない。
- [0113] 図２２は、本実施の形態にかかる、対象物３を格納するトレイ２００の模式的な構成を示した斜視図である。トレイ２００の前面外側には、二次元コード５３が貼付され、トレイ２００の背面内側には平面鏡４が固定される。二次元コード５３には、そのパターン形状を識別符号として、トレイ２００の内容物などの情報が埋め込むことができる。
- [0114] 二次元コード５３は、実施例１におけるチェッカーパターンマーカ－５２と同様に、その大きさが既知であれば、１つの二次元コード５３により、画像から姿勢を算出できる。
- [0115] 二次元コード５３および平面鏡４の固定姿勢を含むトレイ２００の形状データを、対象物データ記憶部６０に記憶しておくことで、本実施例にかかる棚２の姿勢から平面鏡４の姿勢を算出する手順と同様にして、トレイ２００の前面外側に貼付された二次元コード５３から、トレイ２００の背面内側に固定された平面鏡４の姿勢を算出できる。そして、算出されたトレイ２００の背面内側に固定された平面鏡４の姿勢を用いることで、トレイ２００内部にある対象物３を、グリッパ部１３にて、トレイ２００の壁面と衝突しないように把持可能であることは言うまでもない。
- [0116] このようにして、本実施の形態のかかる移動マニプレータ１の動作手順においては、マーカ－５を平面鏡４以外の場所に貼付可能であり、よりグリッパ部１３に固定されたカメラ１４に対して撮影しやすい場所に貼付することができる。

### 実施例 3

- [0117] 上述の実施例では、作業空間に配置される平面鏡４や棚２にマーカ－５を配置する例について説明した。実施例３では、移動マニプレータ１の一部にマーカ－５を配置する構成について説明する。
- [0118] 図２３は、本実施の形態にかかる移動マニプレータ１のグリッパ部１３の構成を模式的に示した斜視図である。本実施の形態にかかるグリッパ部１３

が、実施例 1 と異なる点は、グリッパ部 1 3 の 2 本の指機構 1 3 0 の中央にチェッカーパターンマーカ 5 2 を更に備える点である。

[0119] 図 2 4 は、本実施形態にかかる移動マニプレータ 1 において、平面鏡 4 の姿勢を算出するための方法を模式的に示した図面である。図 2 4 において、グリッパ部 1 3 に固定されたカメラ 1 4 の視野 V は、全て平面鏡 4 に映り込んだ鏡像である。ここで、平面鏡 4 の鏡像において検出されるチェッカーパターンマーカ 5 2 の姿勢が示す点を m 1 とする。すると、平面鏡 4 の反射面が存在する平面は、アーム部 1 2 の関節角度および関節間の腕の長さから算出されるチェッカーパターンマーカ 5 2 の姿勢と、m 1 との、垂直二等分面として、算出可能である。なお、マーカ 5 2 のマニプレータへの取り付け位置の情報は、データとしてデータ記憶部 1 0 5 等に記憶しておく。よって、マーカ 5 2 の姿勢は、カメラ 1 4 の姿勢と同様、アーム部 1 2 の各関節の角度および関節間を結ぶ腕の長さ等のデータにより、一意に算出できる。

[0120] 図 2 5 に本実施の形態における、作業空間の斜視図を示す。本実施の形態においては、平面鏡 4 の反射面が存在する平面を算出することができるが、平面鏡 4 の鏡領域の位置までは算出できない。しかしながら、図 2 5 に示す棚 2 のように、作業空間と比して十分大きな平面鏡 4 を用いることで、作業空間にグリッパ部 1 3 がある限り、グリッパ部 1 3 に固定されるカメラ 1 4 の視野を全て覆うように平面鏡 4 を配置することができる。このような平面鏡 4 を配置し、カメラ 1 4 の撮影画像を、全て鏡領域画像とみなして制御する。

[0121] このようにして、本実施の形態は平面鏡 4 や棚 2 にマーカ 5 を配置することなく、鏡像視点を用いてグリッパ部 1 3 の移動を制御することが可能となる。

#### 実施例 4

[0122] 他の変形例を説明する。この変形例は、基本的に図 7、図 2 1 で説明した実施例の変形例であり、障害物の姿勢検出処理の他の例である。

- [0123] 図26に図7、図21と異なる部分である、図7、図21のステップS707とS713の間の部分のみを示す。この例では、鏡像視点を算出せず、画像中の鏡領域に写った障害物の鏡像空間内の姿勢から、作業空間内の姿勢を導き出す。
- [0124] 図27に概念図を示す。カメラ14の視点Cから見ると、鏡4には対象物3bが3b'のように映りこんでいる。そこで、図7、図21の実施例と同様に、画像内の鏡領域を切り出し（ステップS710）、ステップS708と同様の画像処理によって、対象物3bの虚像3b'を検出する。すなわち、カメラ14の視点Cからは対象物3bは見えないが、鏡領域画像から虚像3b'を検出し、その姿勢をパターンマッチングや、ホモグラフィ計算により算出する（ステップS711）。図27に示すように、鏡領域画像の中の画像は、カメラ14の視点Cから対象物3bの虚像3b'を見たイメージである。
- [0125] 虚像3b'に対して、対象物3bの姿勢は、虚像3b'の姿勢を鏡に対して鏡像変換することにより得られる（ステップS712）。この時同時に、他の対象物3aやグリッパ部13の姿勢を併せて算出しておいてもよい。また、計算結果は、最終的には、移動マニプレータ1の原点Oを基準とした座標に変換し、座標系を統一してもよい。
- [0126] 以上、本発明の具体的実施形態を詳細に説明したが、これらは開示の発明の明確な理解のために提示された実施の例である。従って、特許請求の範囲から逸脱することなく、上述の実施形態には、さらに各種態様、変形例、および組み合わせが形成できることは言うまでもない。例えば、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることが可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の実施例の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。本明細書において単数形で表される構成要素は、特段文脈で明らかに示されない限り、複数形を含むものとする。
- [0127] 以上の実施形態では移動台車部11を持つ移動マニプレータ1について説

明したが、本発明はこれに限るものではない。たとえば、所定の箇所に固定された直動機構により、アーム部を移動させるような据え付け型マニプレータにも適用できることは言うまでもない。

### 産業上の利用可能性

[0128] さまざまな移動マニプレータの制御に利用することが可能となる。

### 符号の説明

- [0129] 1 移動マニプレータ
- 1 0 制御部
  - 1 1 移動台車部
  - 1 1 0 車輪
  - 1 2 アーム部
  - 1 2 1、1 2 2 関節機構
  - 1 3 グリッパ部
  - 1 3 1 指機構
  - 1 4 カメラ
  - 2 棚
  - 2 0 支柱
  - 2 1 棚板
  - 2 2 棚天板
  - 2 0 0 トレイ
  - 3、3 a、3 b 対象物
  - 4 平面鏡
  - 4 1 凸面鏡
  - 5、5 1 マーカー
  - 5 2 チェッカーパターンマーカー
  - 5 3 二次元コード
  - 6 上位制御部
  - 6 0 対象物データ記憶部

## 請求の範囲

- [請求項1] 移動可能なマニプレータを、対象物が配置された作業空間で動作させるマニプレータの制御方法であって、
- 前記作業空間またはその近傍に配置された鏡を前記マニプレータに搭載されたカメラで撮像し、
- 前記カメラの姿勢および前記カメラによる撮像画像に基づいて前記鏡の姿勢を検出し、
- 前記カメラによる撮像画像から前記鏡の領域を検出し、
- 前記検出された鏡の領域から、前記対象物の少なくとも一部の像を検出し、
- 前記鏡の姿勢および前記対象物の像に基づいて、前記作業空間における前記対象物の姿勢を算出し、
- 該算出された前記対象物の姿勢の情報に基づいて、前記マニプレータを操作するマニプレータの制御方法。
- [請求項2] 前記鏡の姿勢および前記対象物の像に基づいて、前記作業空間における前記対象物の姿勢を算出する際に、
- 前記カメラの姿勢と前記鏡の姿勢に基づいて、前記カメラの鏡像視点を算出し、
- 前記カメラの鏡像視点と前記対象物の像に基づいて、前記作業空間における前記対象物の姿勢を算出する、請求項1記載のマニプレータの制御方法。
- [請求項3] 前記鏡の姿勢および前記対象物の像に基づいて、前記作業空間における前記対象物の姿勢を算出する際に、
- 前記カメラの姿勢と前記対象物の像に基づいて、鏡像空間における前記対象物の虚像の姿勢を算出し、
- 前記対象物の虚像の姿勢と前記鏡の姿勢に基づいて、前記作業空間における前記対象物の姿勢を算出する、請求項1記載のマニプレータの制御方法。

- [請求項4] 前記対象物は棚に載置され、  
前記棚の配置情報に基づいて、前記マニプレータを所定の棚の近傍に移動し、  
前記マニプレータに固定された原点を基準として、前記カメラ、前記鏡、および前記対象物の姿勢を算出する請求項1記載のマニプレータの制御方法。
- [請求項5] 前記検出された鏡の領域から、前記マニプレータの少なくとも一部の像を検出し、  
前記鏡の姿勢および前記マニプレータの少なくとも一部の像に基づいて、前記作業空間における前記マニプレータの少なくとも一部の姿勢を算出し、  
該算出された前記マニプレータの少なくとも一部の姿勢の情報にさらに基づいて、前記マニプレータを操作する請求項1記載のマニプレータの制御方法。
- [請求項6] 前記検出された鏡以外の領域から、前記対象物の少なくとも一部を検出し、  
前記対象物の少なくとも一部の像に基づいて、前記作業空間における前記対象物の姿勢を算出し、  
該算出された前記対象物の姿勢の情報にさらに基づいて、前記マニプレータを操作する請求項1記載のマニプレータの制御方法。
- [請求項7] 前記検出された鏡以外の領域から、前記マニプレータの少なくとも一部を検出し、  
前記マニプレータの少なくとも一部の像に基づいて、前記作業空間における前記マニプレータの少なくとも一部の姿勢を算出し、  
該算出された前記マニプレータの少なくとも一部の姿勢の情報にさらに基づいて、前記マニプレータを操作する請求項1記載のマニプレータの制御方法。
- [請求項8] 前記鏡または作業空間内にマーカーを配置し、



前記カメラによる撮像画像における前記マーカースの情報に基づいて、前記鏡の姿勢を検出する請求項1記載のマニプレータの制御方法。

[請求項9] 移動可能なマニプレータを、対象物が配置された作業空間で動作させるマニプレータの制御システムであって、

前記マニプレータは、前記マニプレータを移動させる移動機構と、前記対象物を操作する操作機構と、前記作業空間を撮像するためのカメラと、前記カメラの姿勢を変化させるカメラ制御機構と、制御部を有し、

前記制御部は、

前記カメラの姿勢を検出する機能と、

前記カメラの姿勢および前記カメラによる撮像画像に基づいて、該撮像画像内の鏡の姿勢を検出する機能と、

前記カメラによる撮像画像から前記鏡の領域を検出し、前記検出された鏡の領域から、前記対象物の少なくとも一部の像を検出する機能と、

前記鏡の姿勢および前記対象物の像に基づいて、前記作業空間における前記対象物の姿勢を算出する機能と、を有し、

該算出された前記対象物の姿勢の情報に基づいて、前記操作機構を操作するマニプレータの制御システム。

[請求項10] 前記操作機構は、少なくとも一つの関節機構で連結されたアーム部と、該アーム部に保持され、前記対象物を把握および移動可能なグリップ部を有し、

前記カメラは、前記グリップ部に配置され、

前記制御部は、前記操作機構の動作を制御するとともに、前記操作機構の形状の幾何学的データを記憶しており、該幾何学的データを用いて前記カメラの姿勢を検出する、請求項9記載のマニプレータの制御システム。

[請求項11] 前記対象物が配置された作業空間は、前記対象物が配置された棚を

基準として定義される空間であり、

前記棚に前記鏡が配置されている、請求項9記載のマニプレータの制御システム。

[請求項12] 前記マニプレータは、複数の前記棚のうち任意の棚の近傍に移動可能な構成であり、

前記制御部は、前記複数の棚の配置に関する棚配置情報と、各棚に配置された対象物に関する対象物情報を記憶しており、

前記制御部は、前記棚配置情報と前記対象物情報に基づいて、前記マニプレータを所定の棚の近傍に移動させ、前記カメラで前記作業空間を撮像する、請求項11記載のマニプレータの制御システム。

[請求項13] 前記作業空間にはマーカが配置されており、前記マーカと前記鏡との相対的位置関係は前記制御部に記憶されており、前記カメラによる撮像画像中の前記マーカに基づいて該撮像画像内の鏡の姿勢を検出する、請求項12記載のマニプレータの制御システム。

[請求項14] 対象物が配置された作業空間で動作させるマニプレータであって、  
前記マニプレータを移動させる移動機構と、  
前記対象物を操作するグリッパ部と、  
前記グリッパ部を移動させるアーム部と、  
前記作業空間を撮像するためのカメラと、  
前記カメラの姿勢を変化させるカメラ制御機構と、  
制御部を有し、  
前記制御部は、  
前記カメラの姿勢を検出する機能と、  
前記カメラの姿勢および前記カメラによる撮像画像に基づいて該撮像画像内の鏡の姿勢を検出する機能と、  
前記カメラによる撮像画像から前記対象物の少なくとも一部の像を検出する機能と、  
前記鏡の姿勢および前記対象物の像に基づいて、前記作業空間にお

ける前記対象物の姿勢を算出する機能と、

該算出された前記対象物の姿勢の情報に基づいて、前記グリッパ部を操作するマニプレータ。

[請求項15]

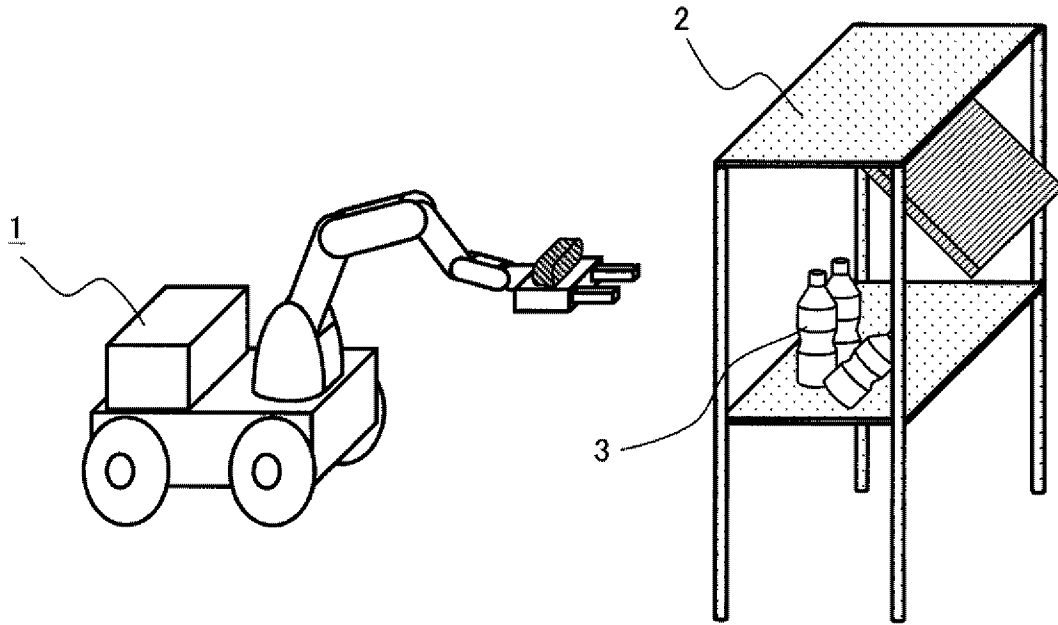
前記グリッパ部に配置されたマーカを有し、

前記鏡の姿勢を検出する機能において、

前記マーカの姿勢に関する情報と、前記カメラによる撮像画像中の前記マーカの像を用いて、該撮像画像内の鏡の姿勢を検出する、請求項14記載のマニプレータ。

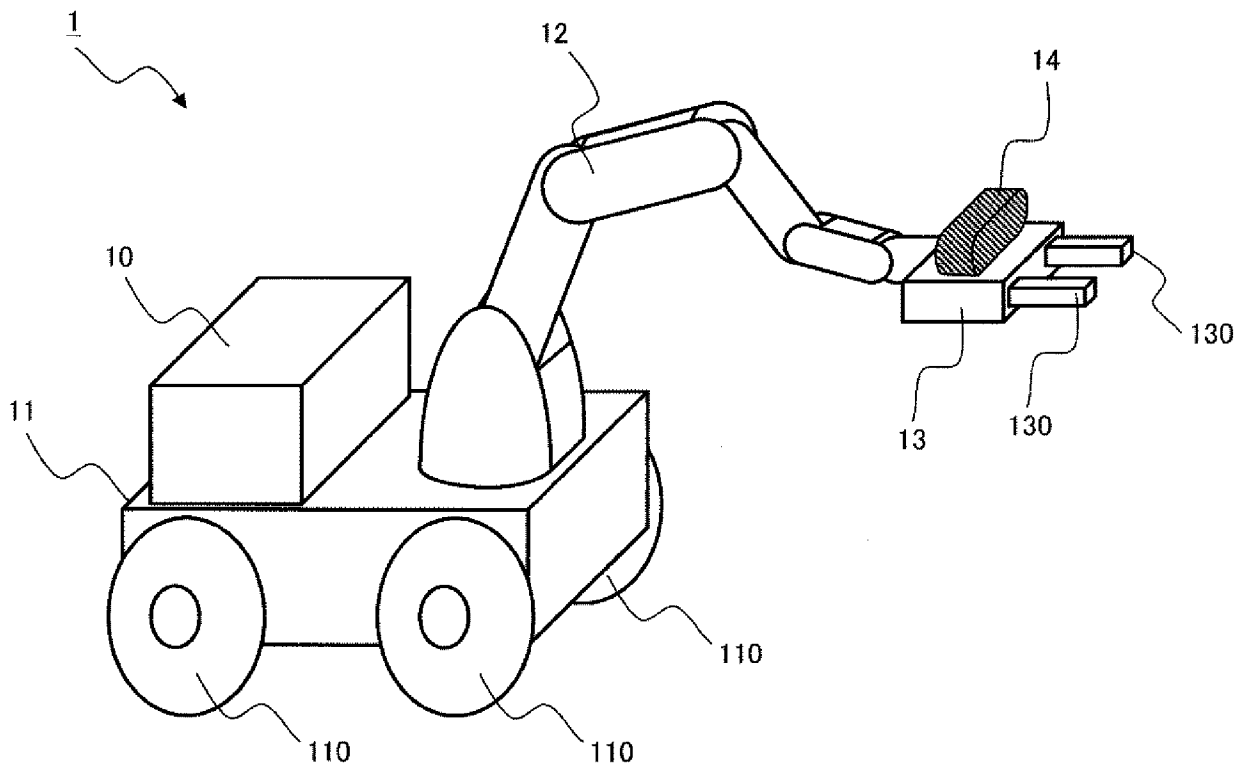
[図1]

図1

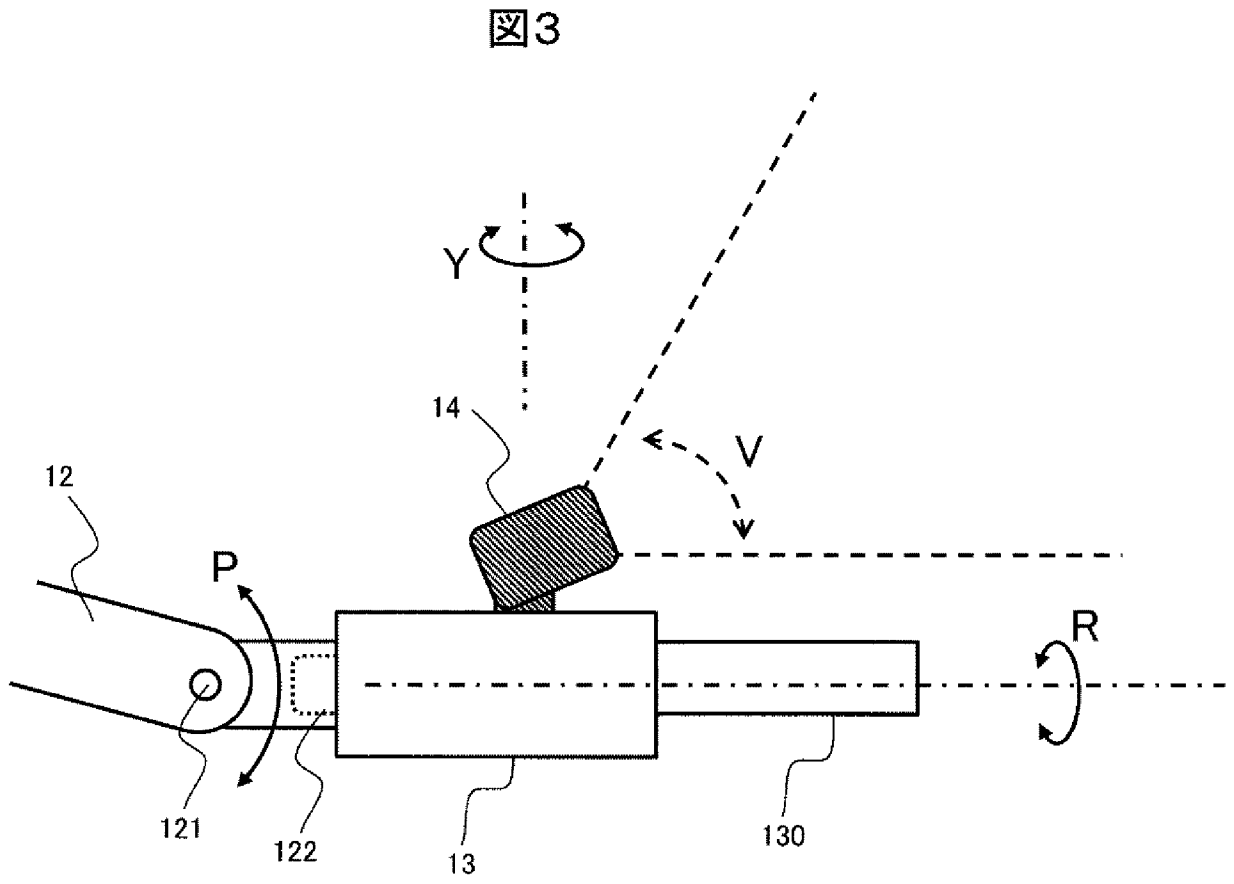


[図2]

図2

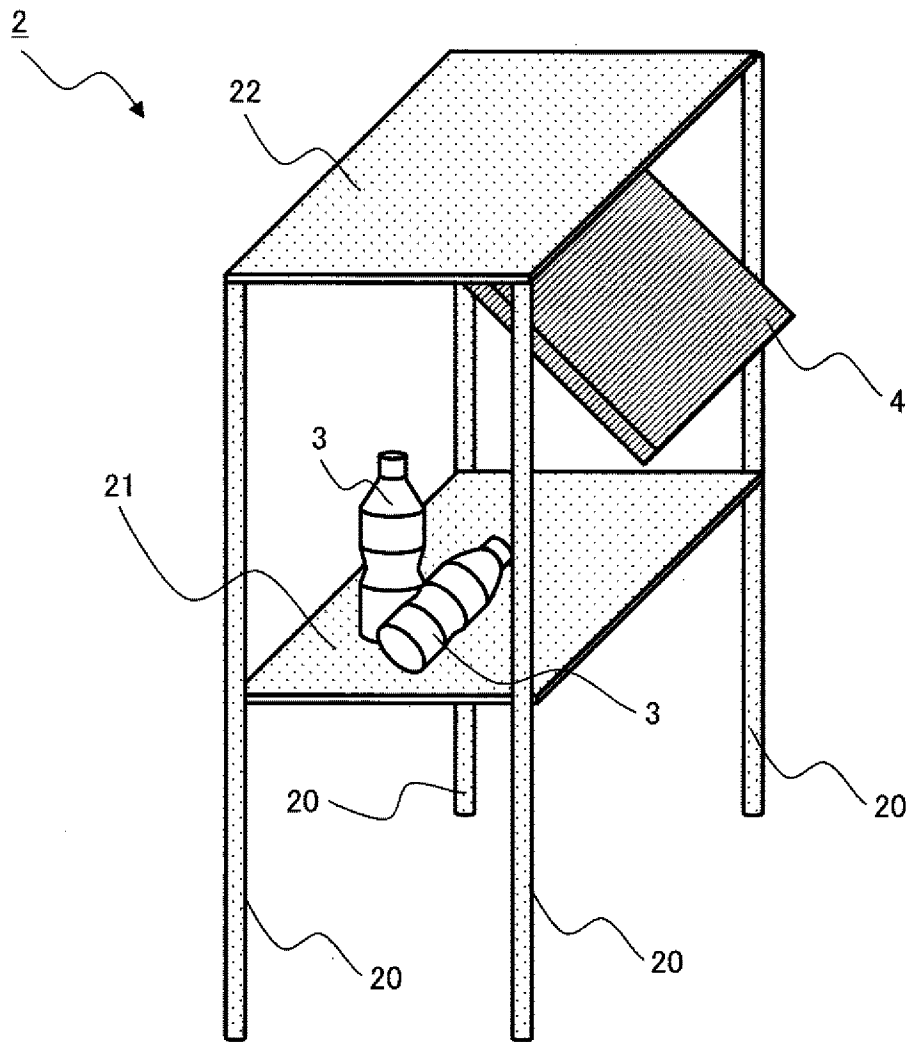


[図3]



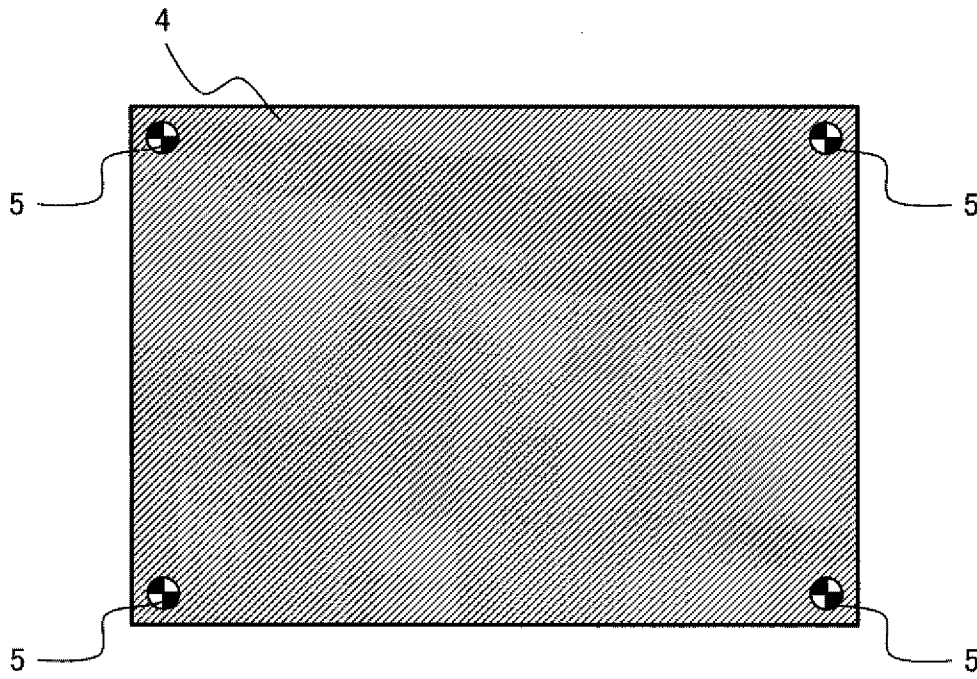
[図4]

図4



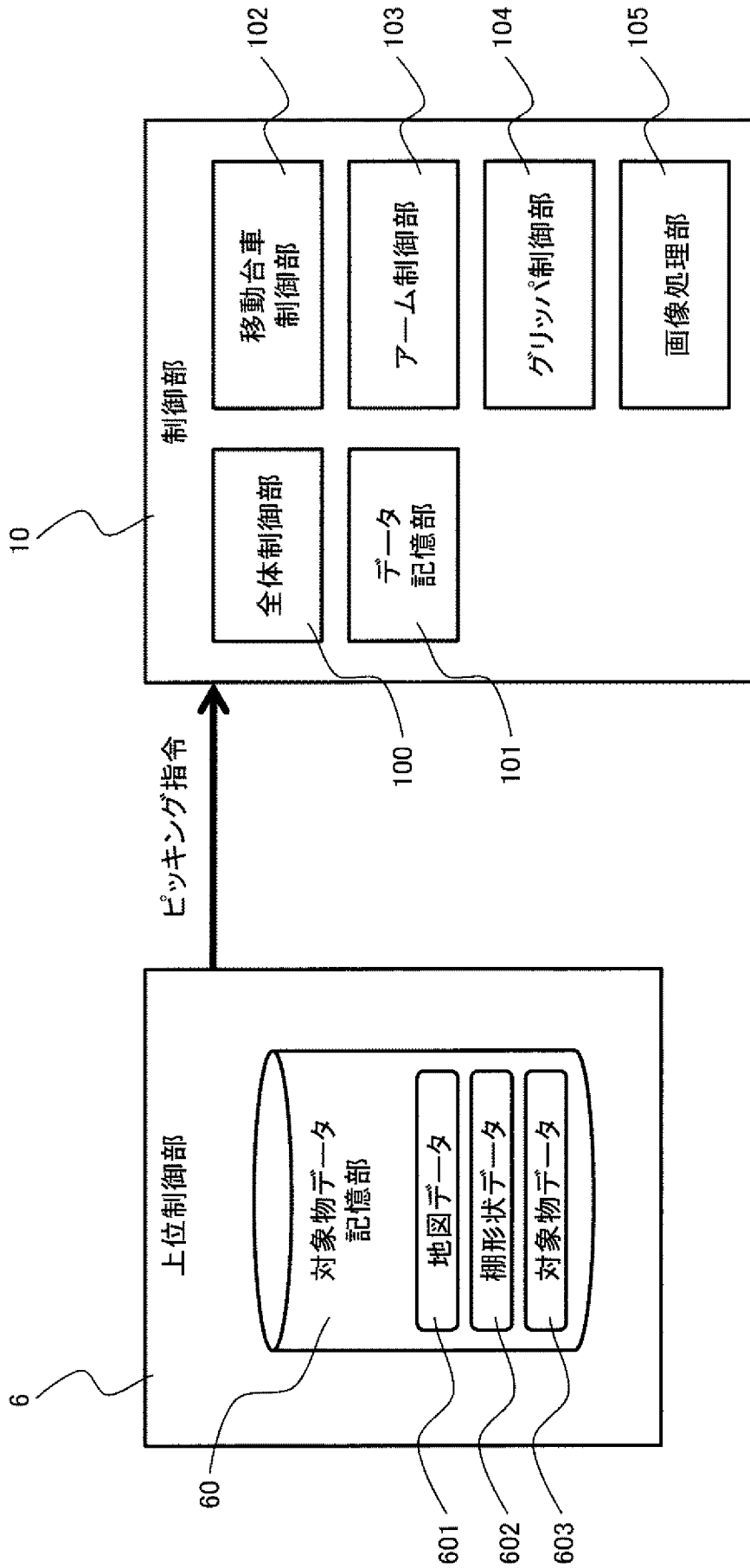
[図5]

図5



[図6]

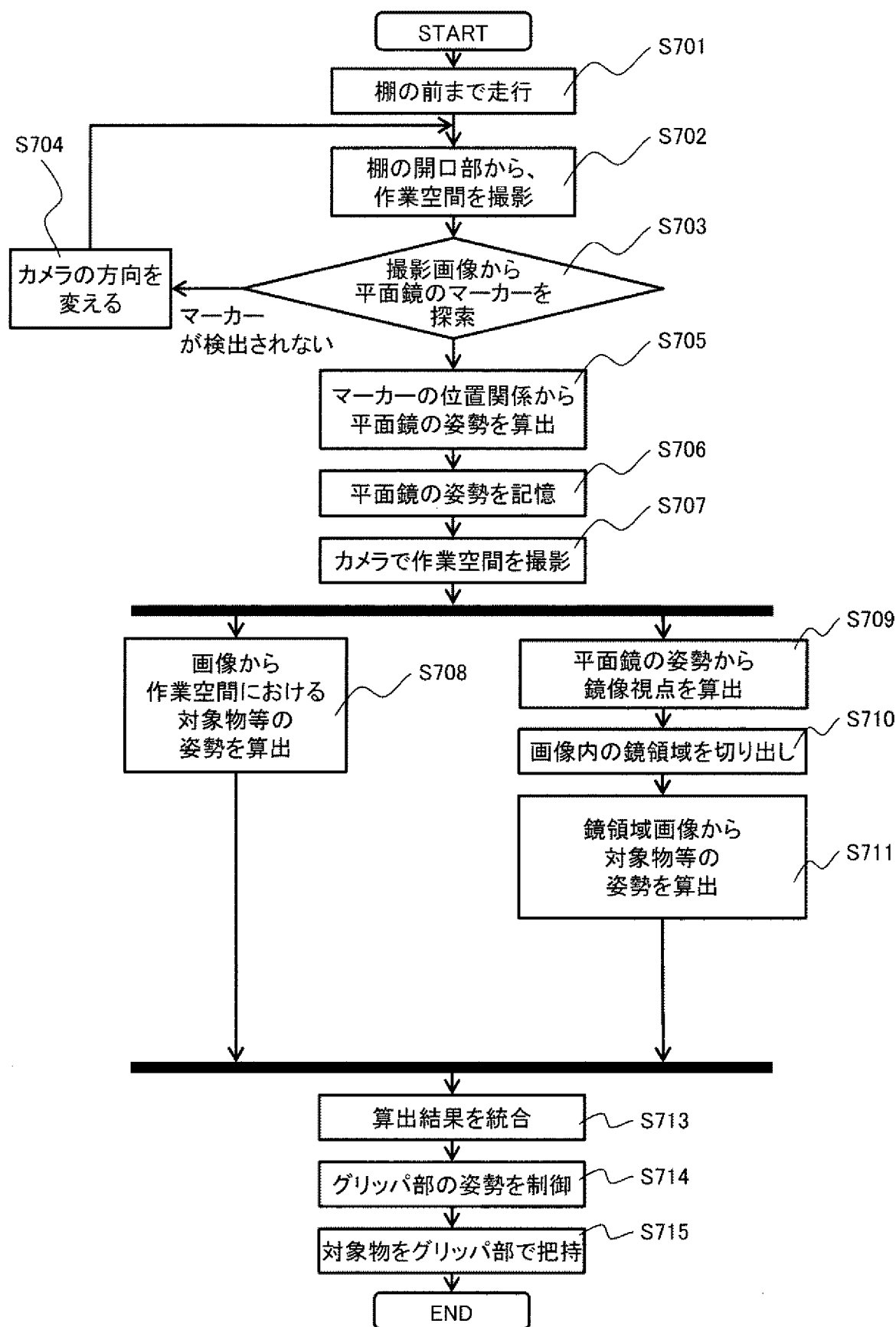
図6





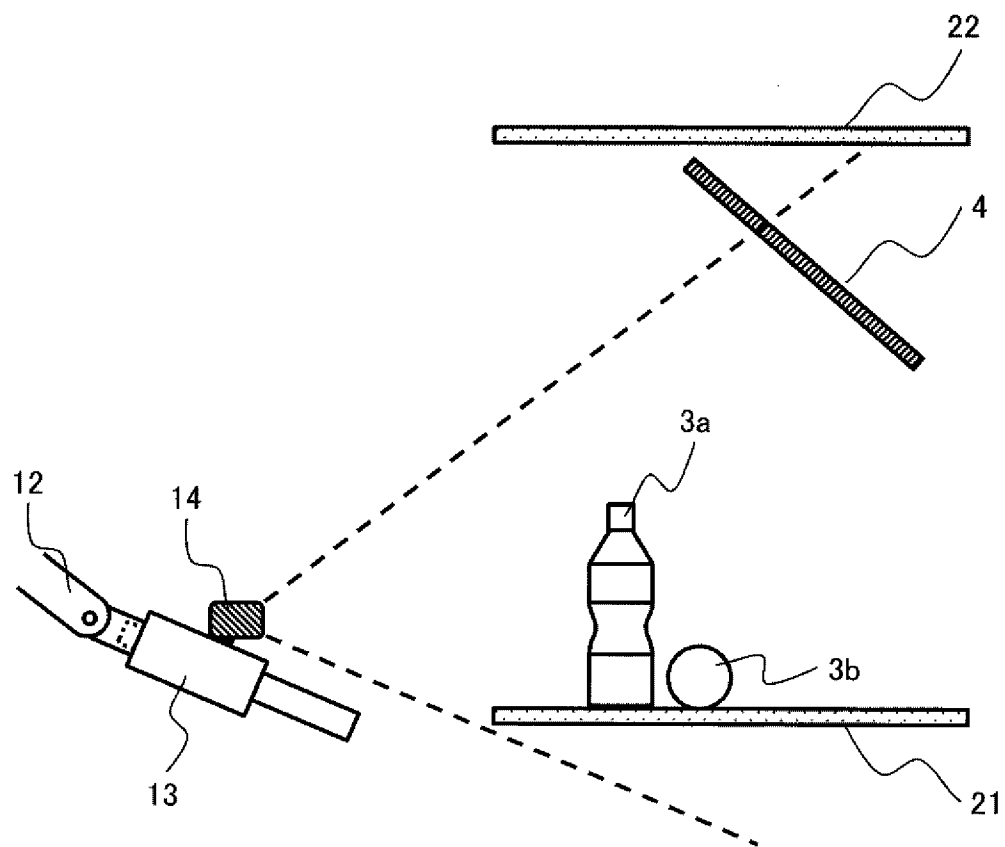
[図7]

図7



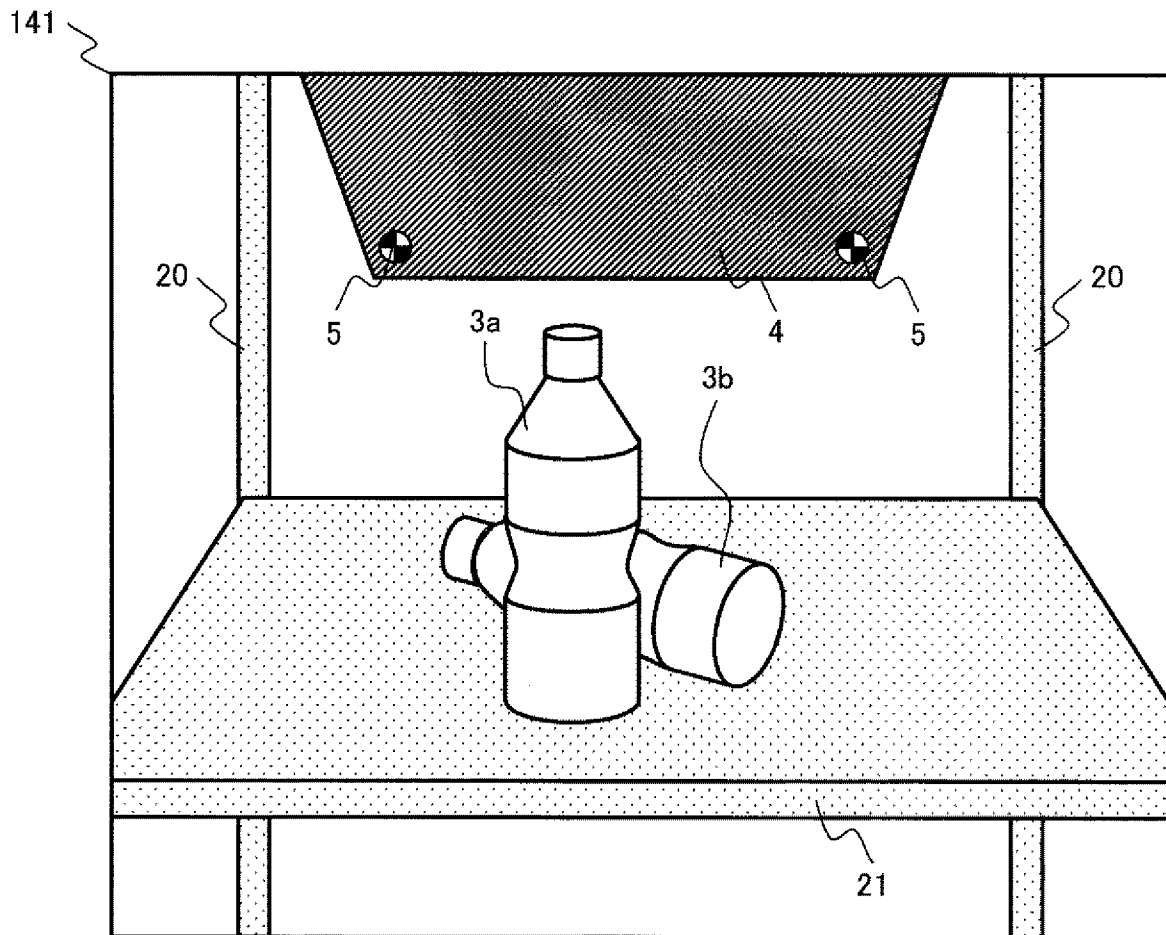
[図8]

図8



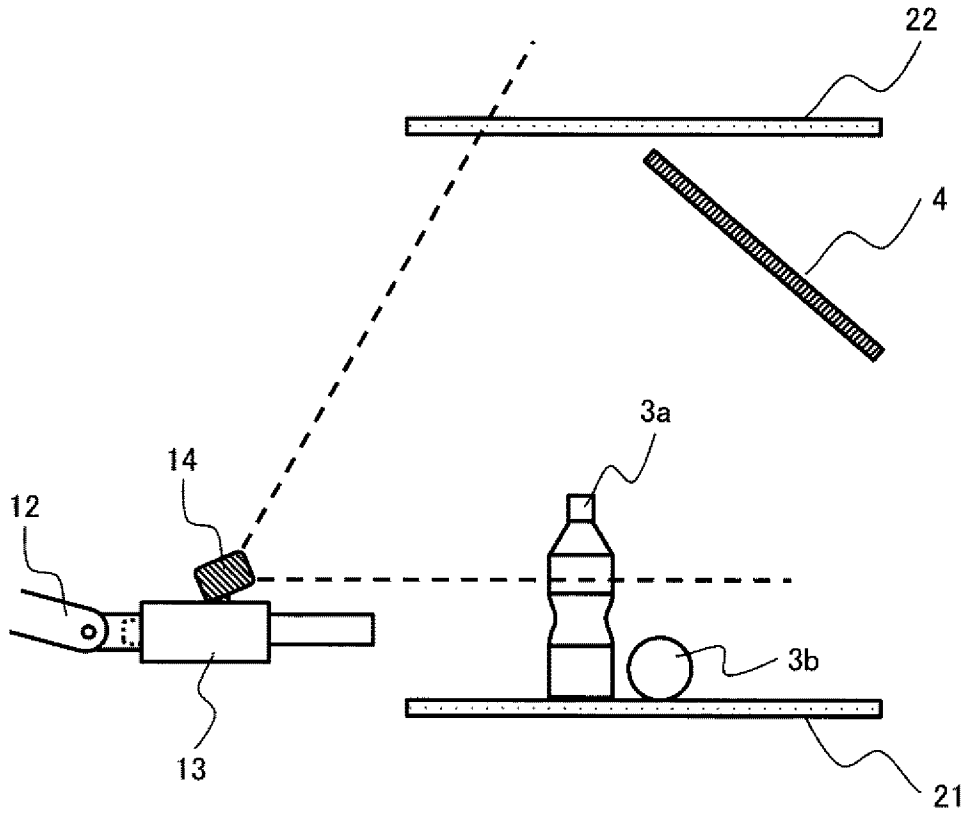
[図9]

図9



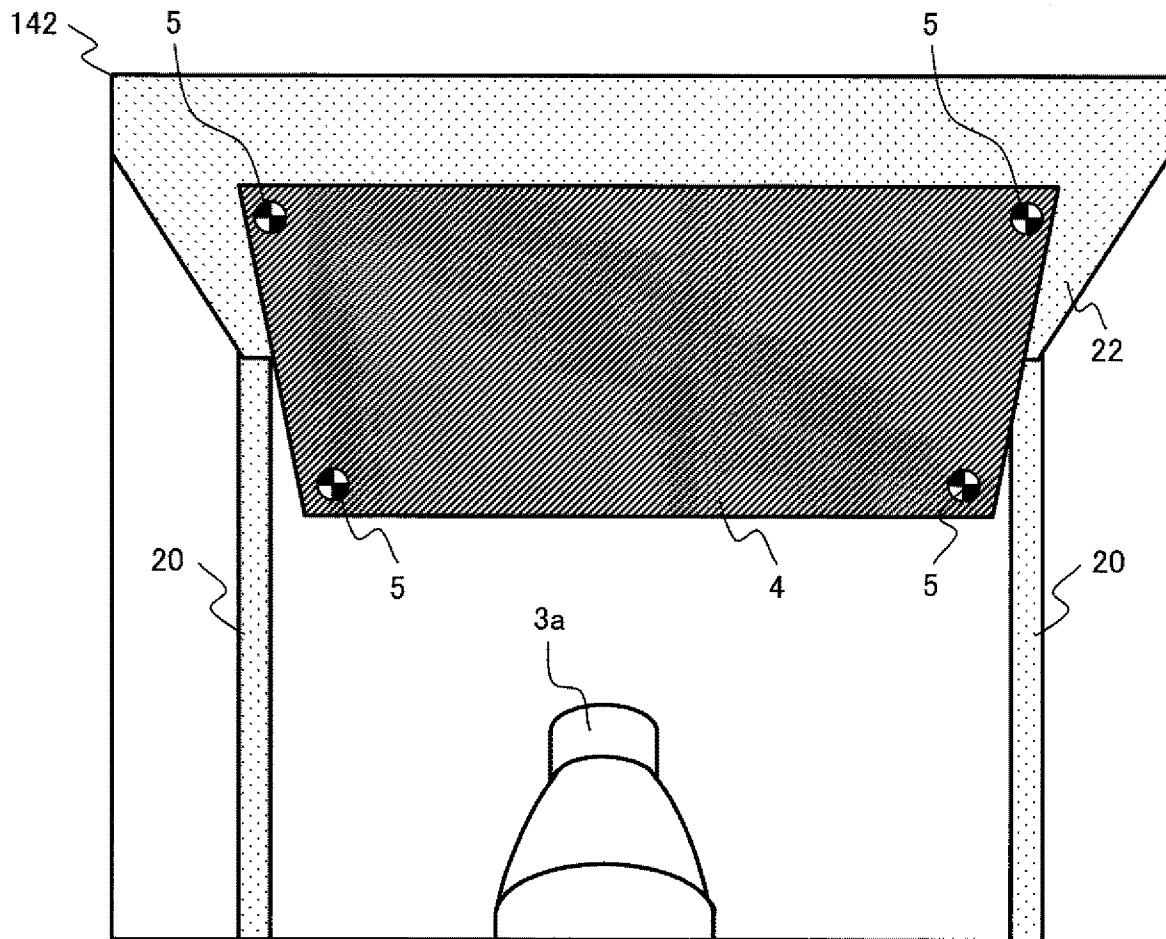
[図10]

図10



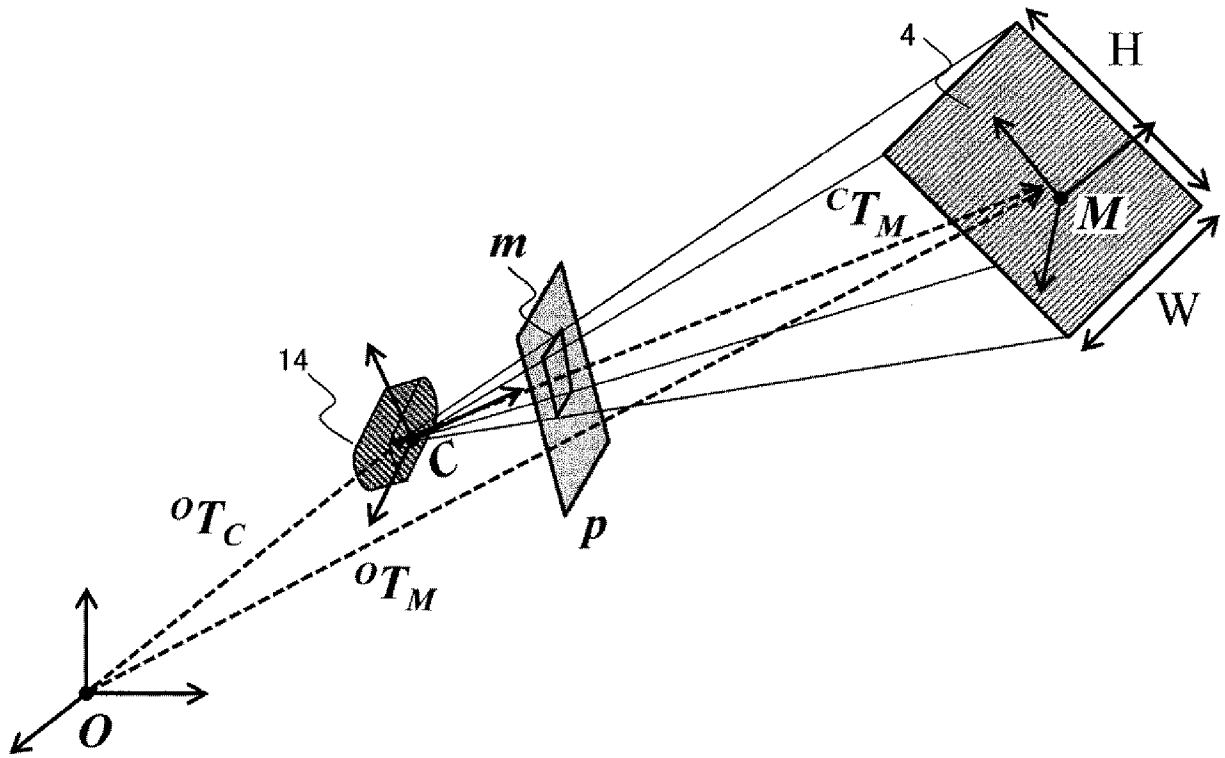
[図11]

図11



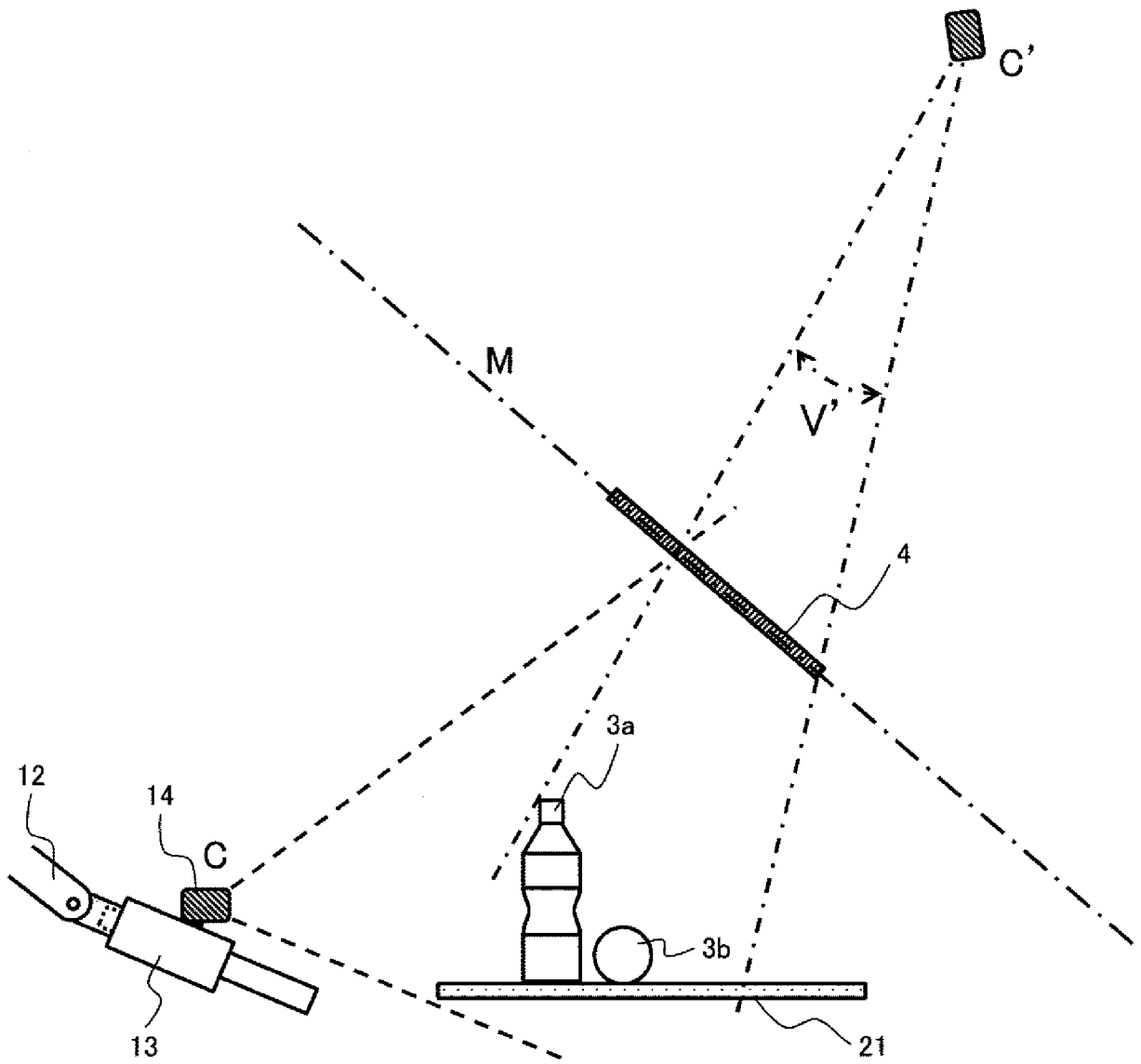
[図12]

図12



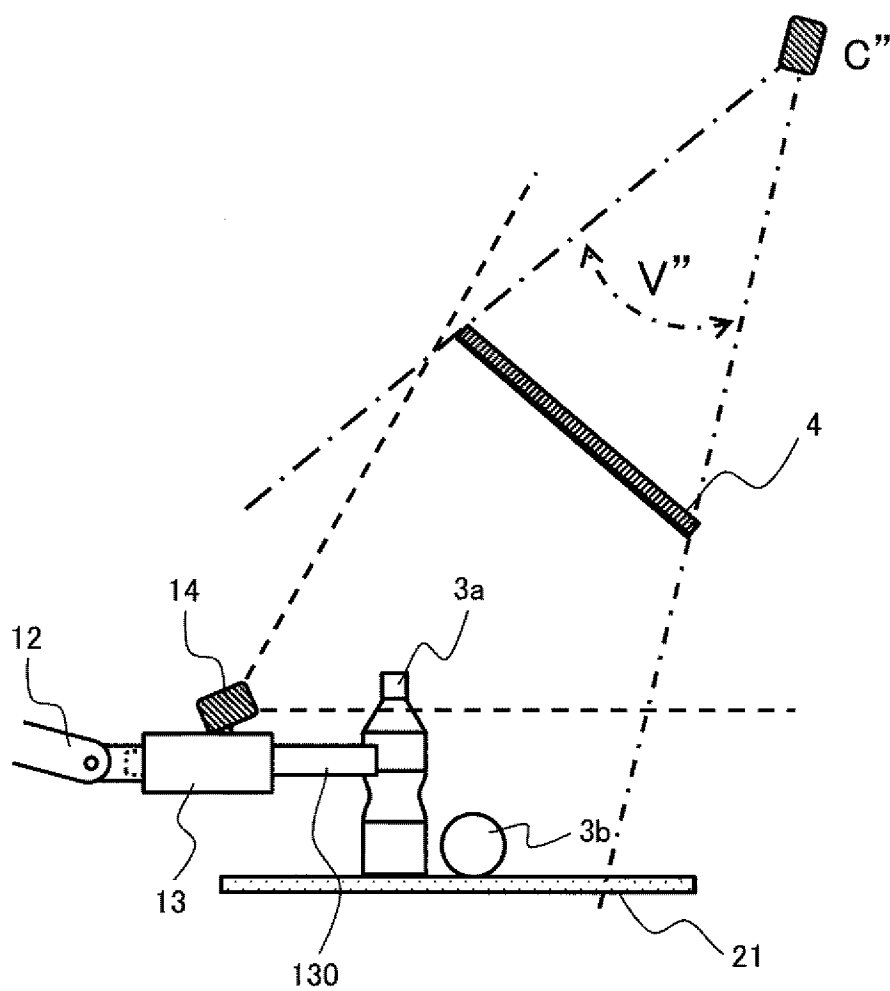
[図13]

図13



[図14]

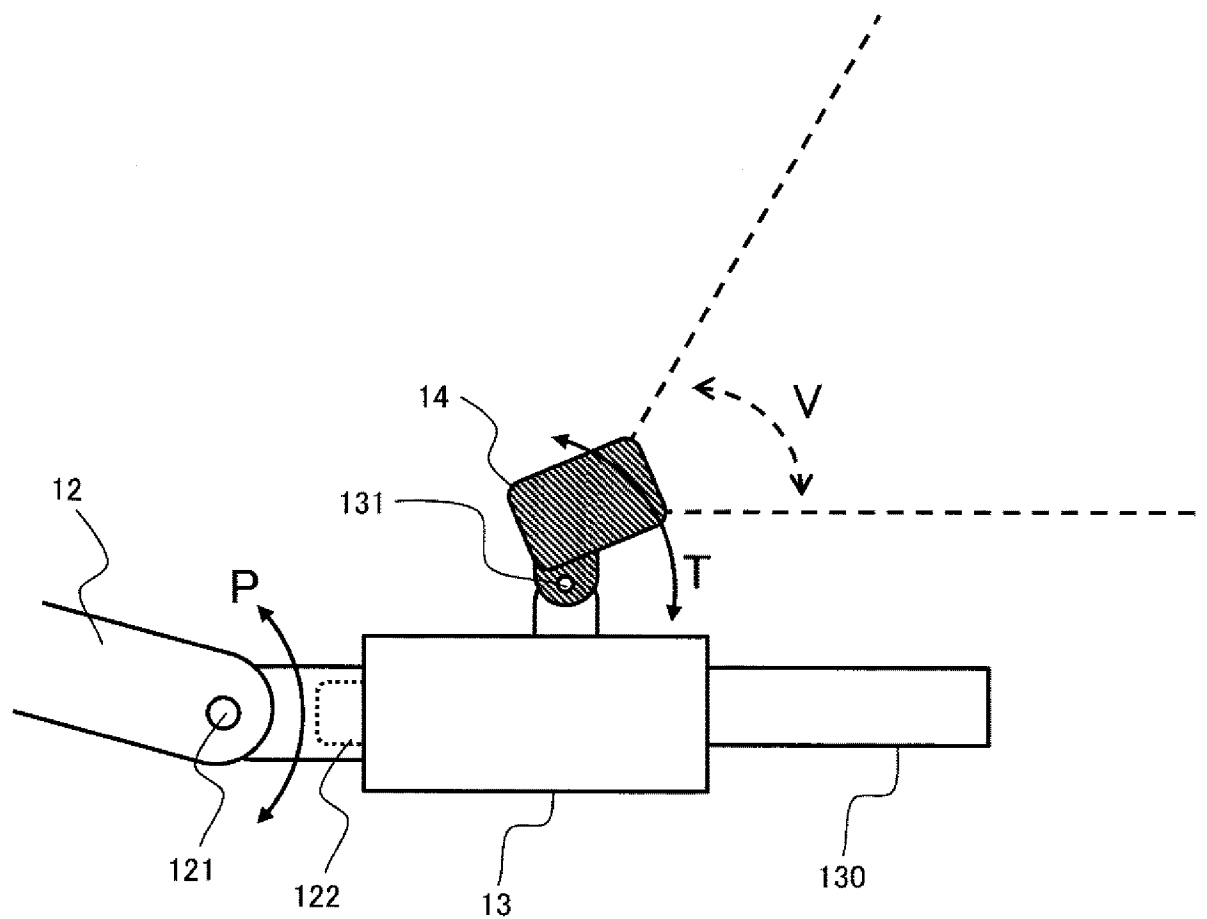
図14





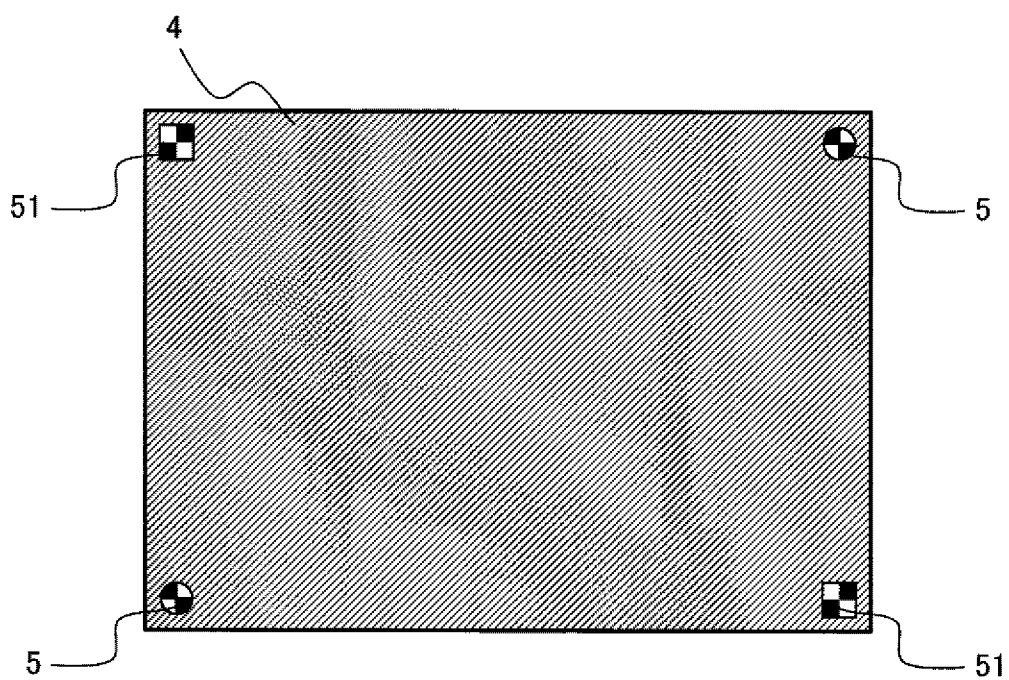
[図15]

図15



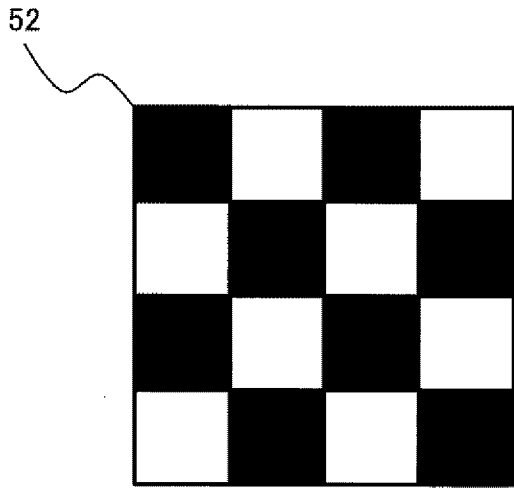
[図16]

図16



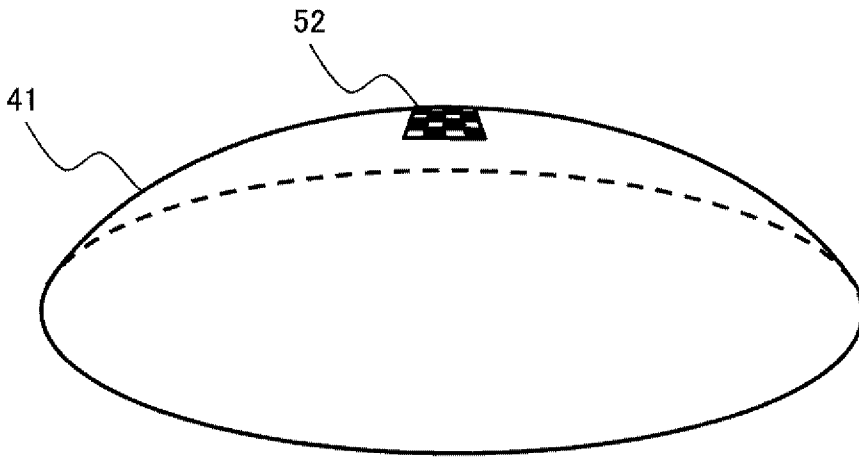
[図17]

図17



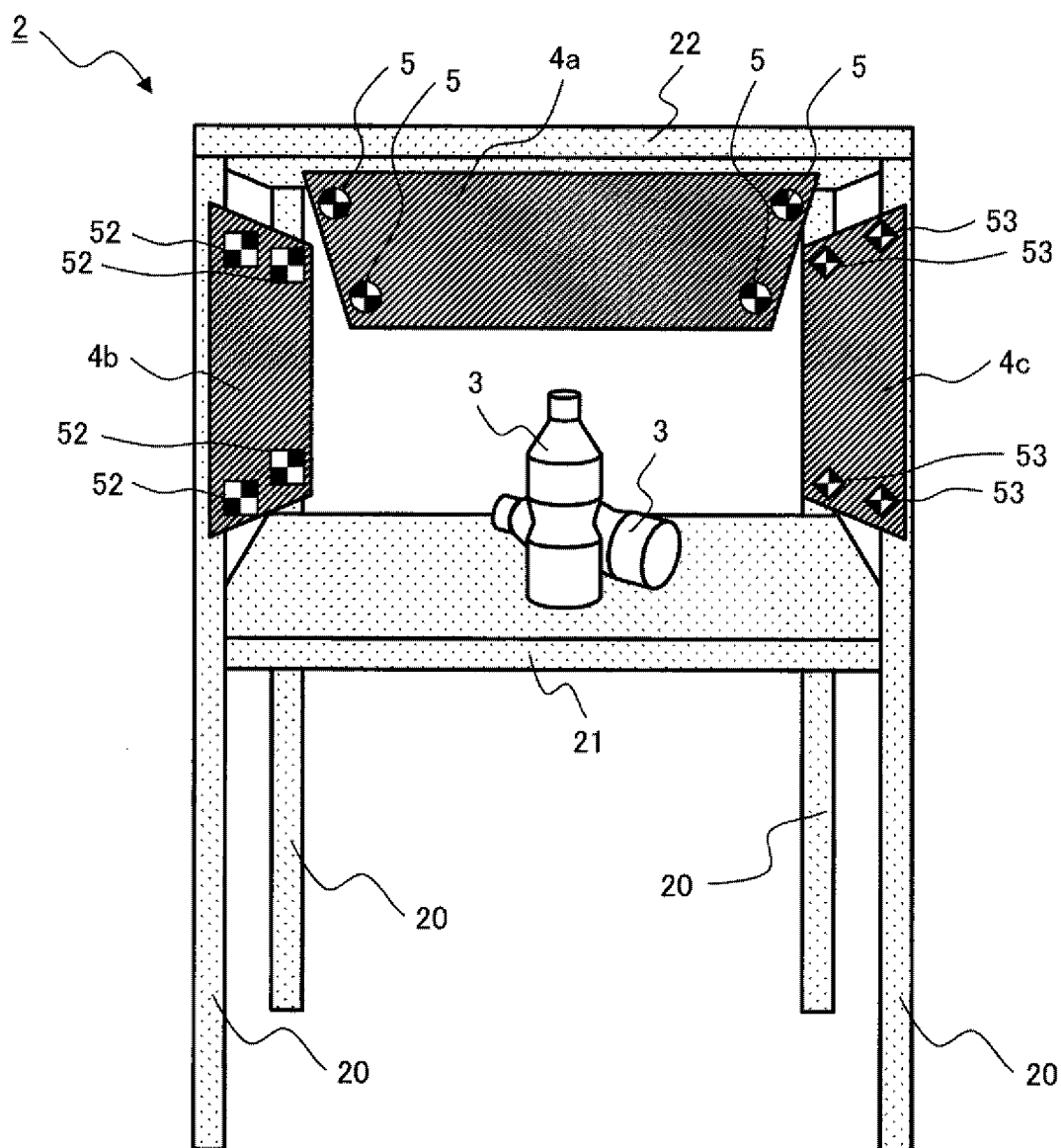
[図18]

図18



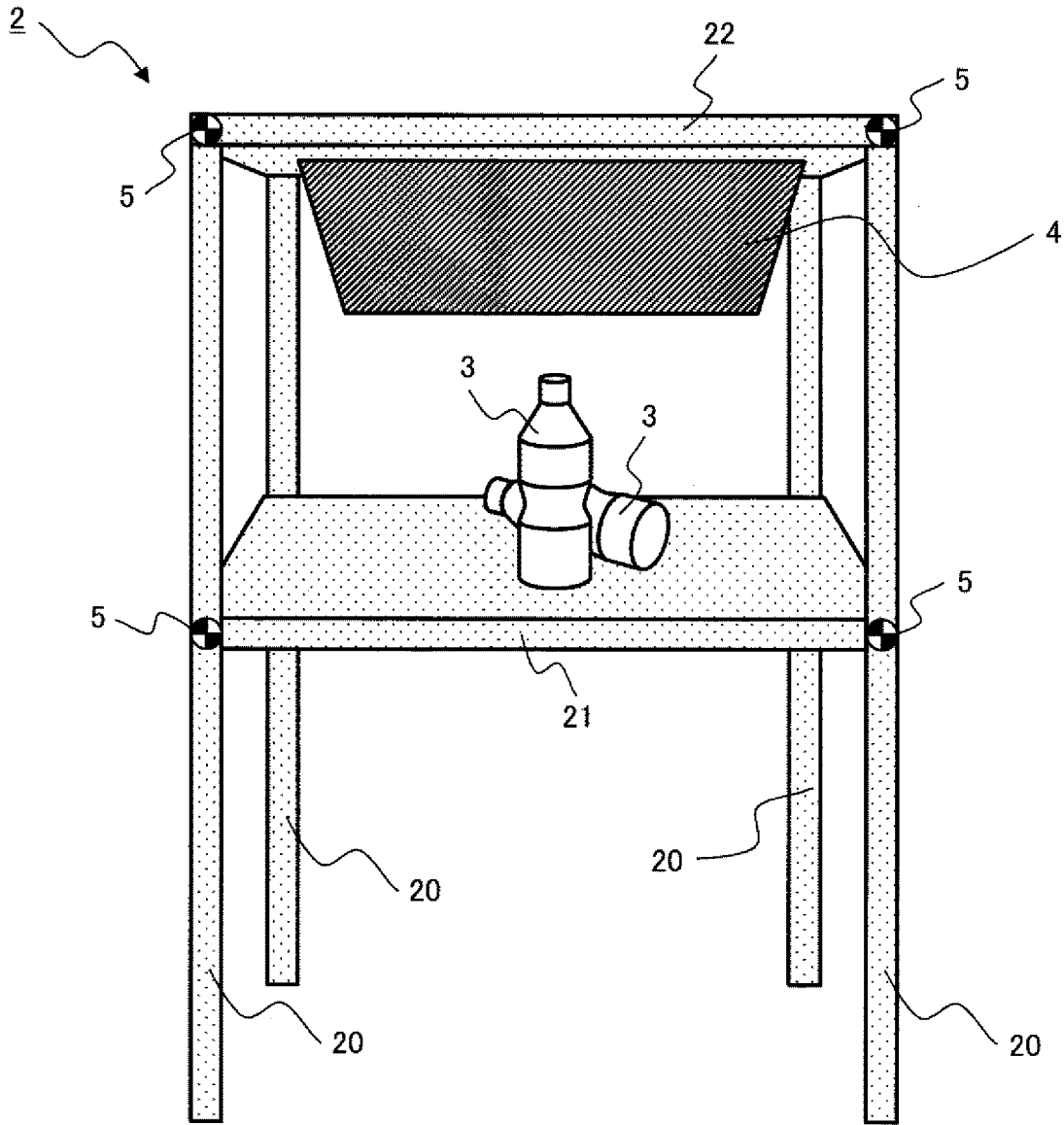
[図19]

図19



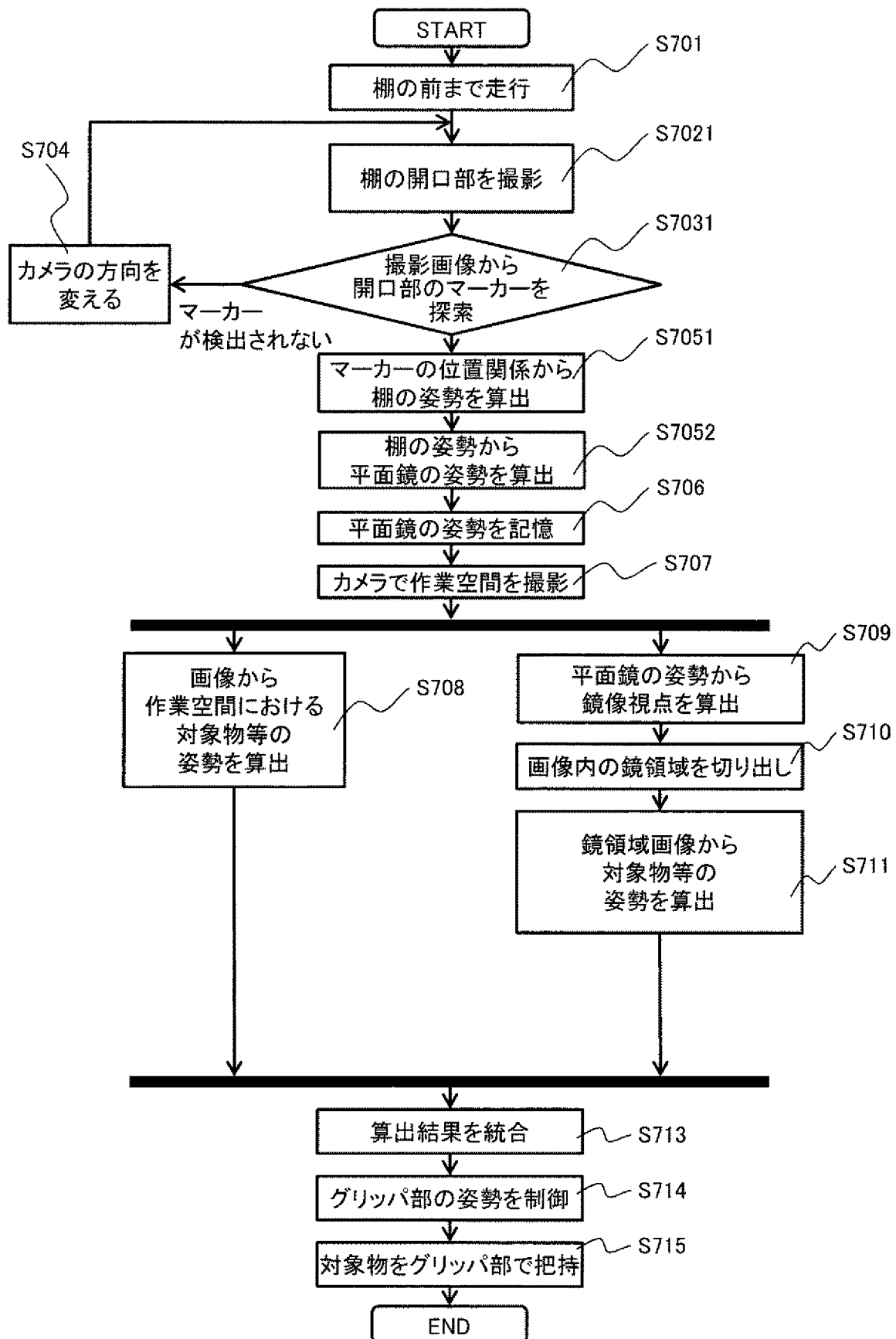
[図20]

図20



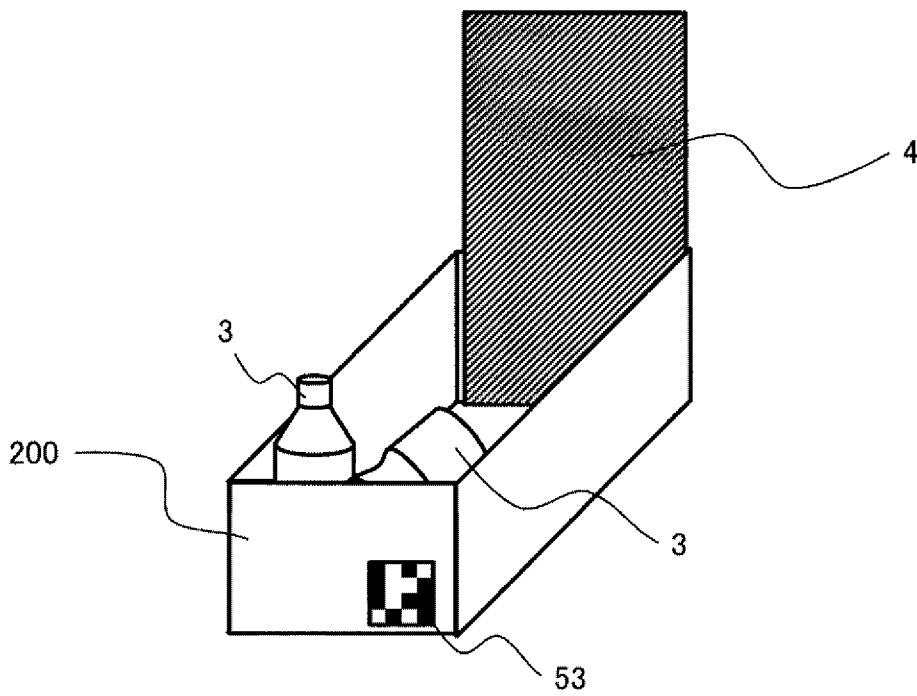
[図21]

図21



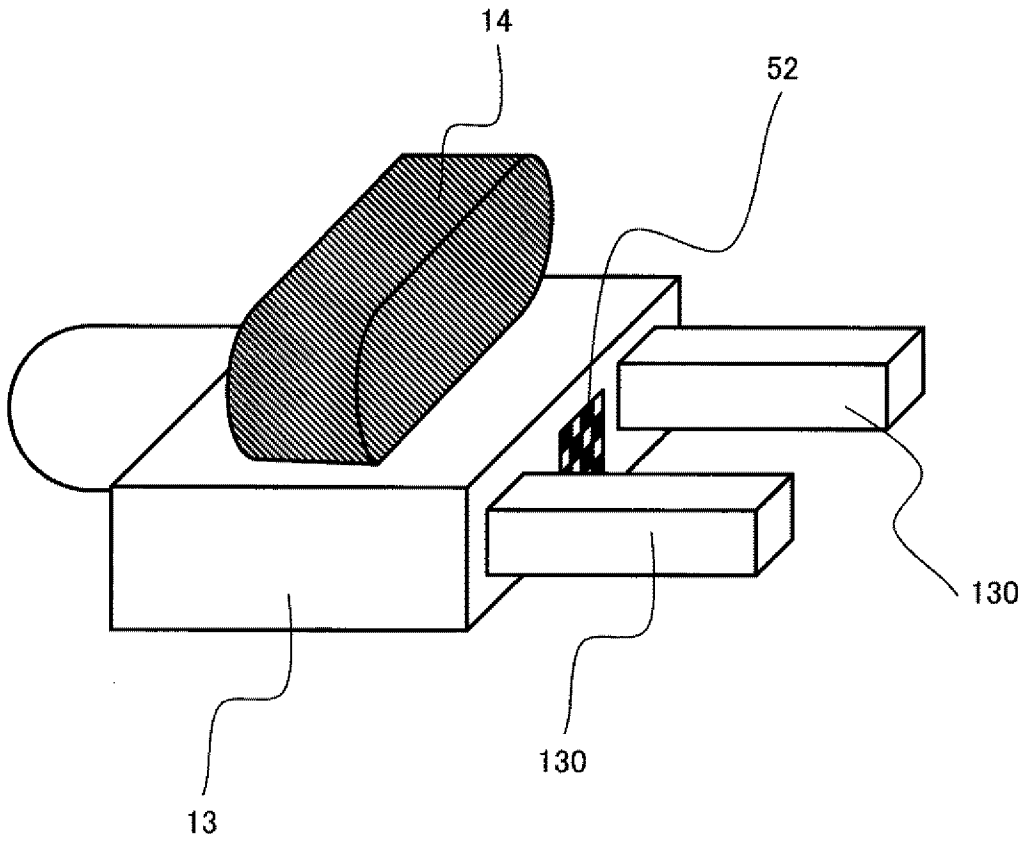
[図22]

図22



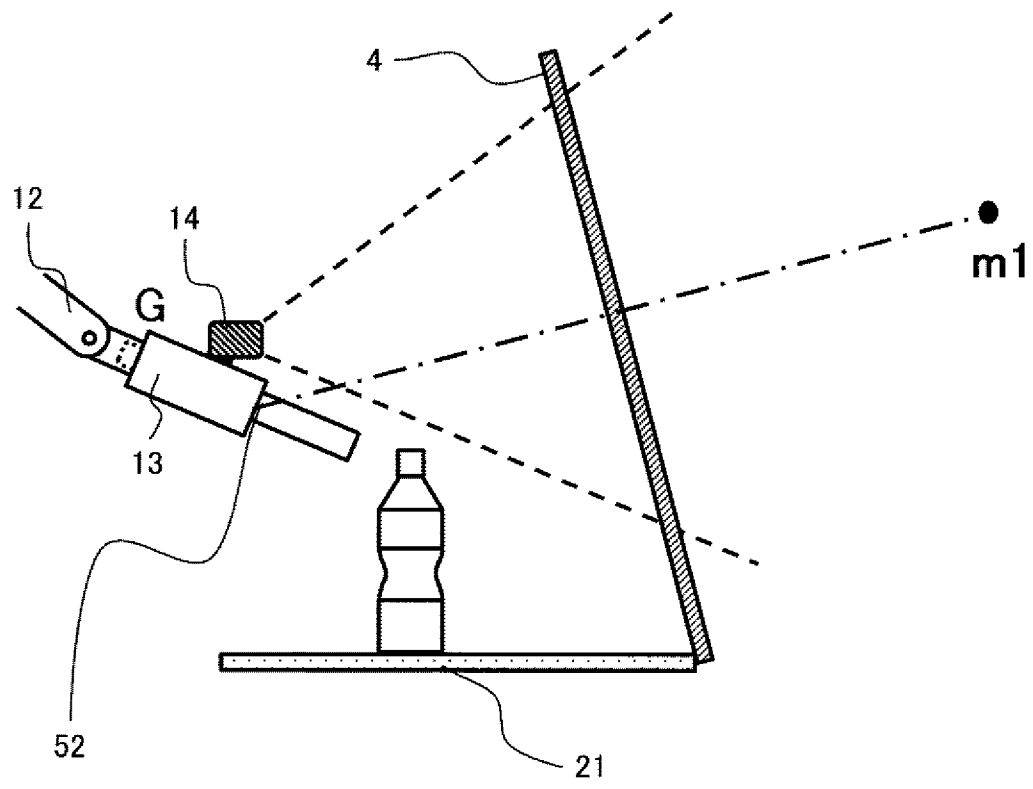
[図23]

図23



[図24]

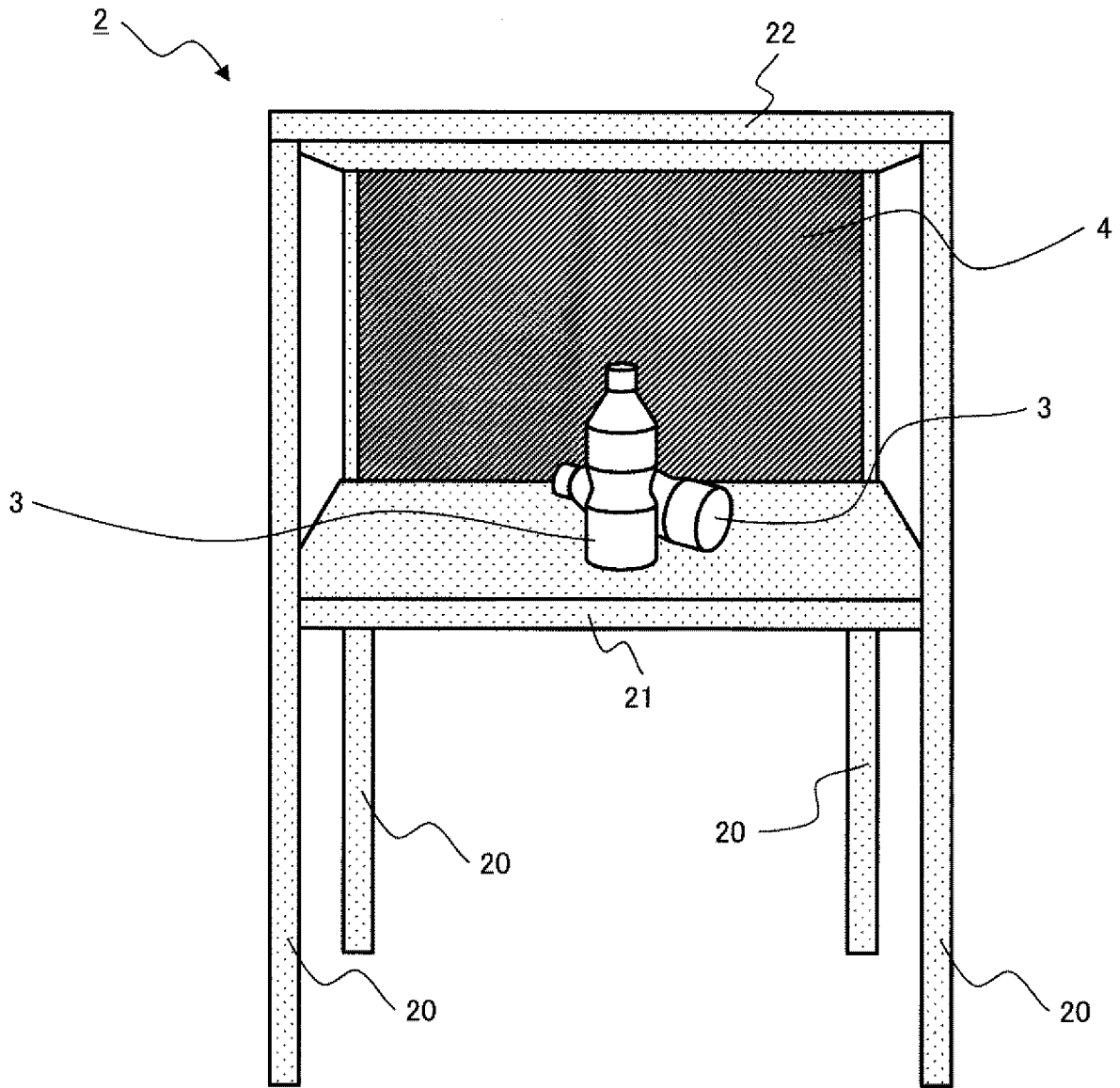
図24





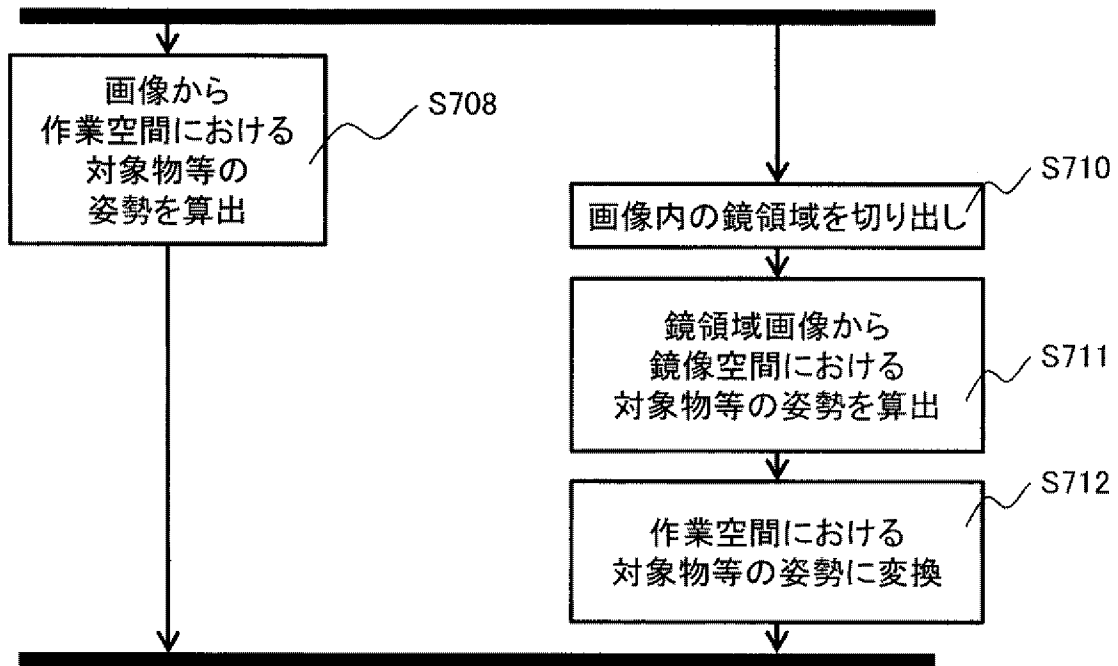
[図25]

図25



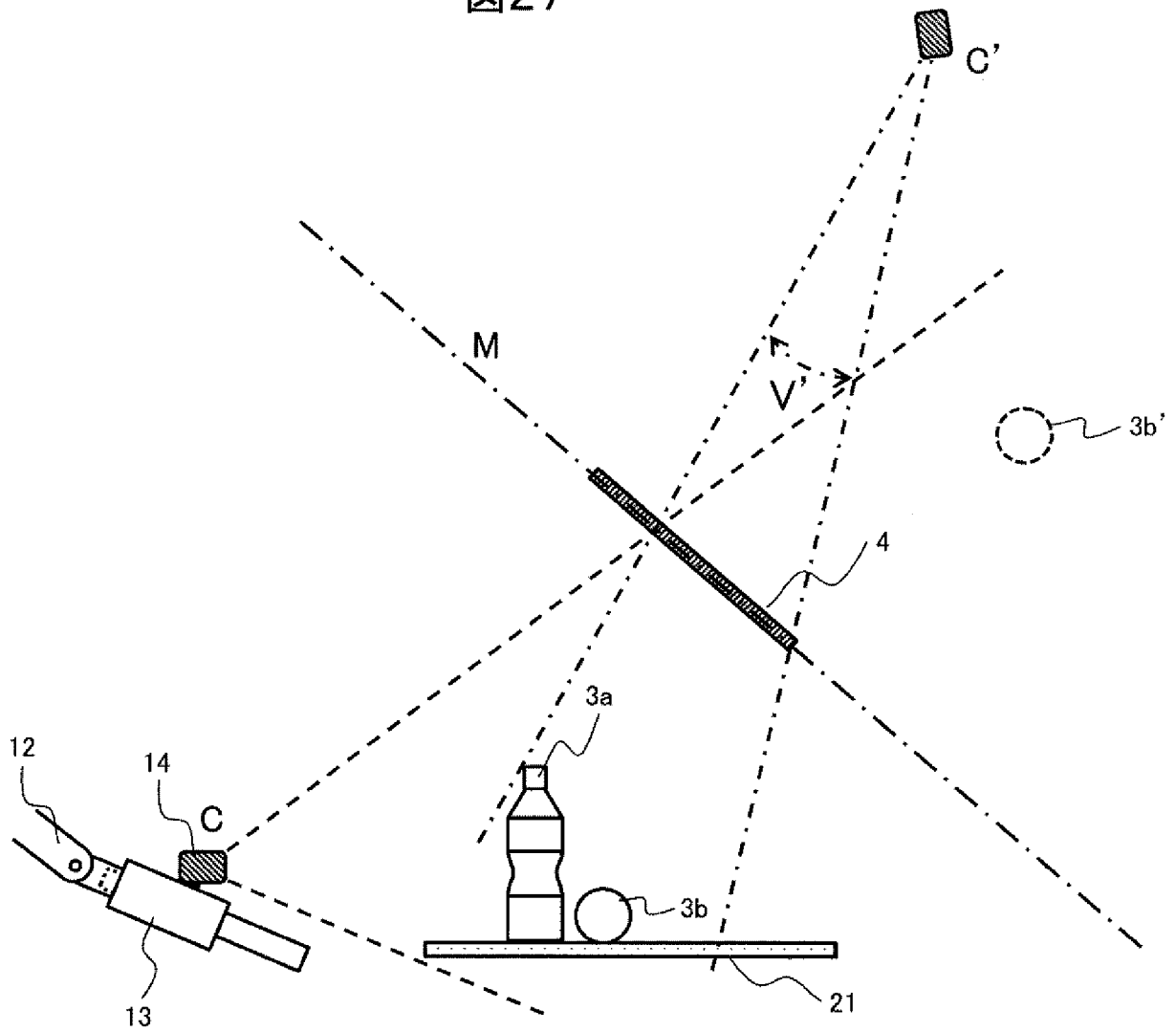
[図26]

図26



[図27]

図27



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2015/050616

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

*B25J13/08(2006.01)i, G06T7/60(2006.01)i, H04N7/18(2006.01)i*

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

*B25J1/00-21/02, G06T7/60, H04N7/18*

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y A	JP 2014-188617 A (Seiko Epson Corp.), 06 October 2014 (06.10.2014), paragraphs [0001], [0045], [0056] to [0068], [0078] to [0083], [0090] to [0098], [0102] to [0104]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1, 3-4, 6-15 2, 5
Y	JP 2014-161950 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 08 September 2014 (08.09.2014), paragraphs [0001], [0007] to [0012], [0025], [0034]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1, 3-4, 6-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
03 April 2015 (03.04.15)

Date of mailing of the international search report  
14 April 2015 (14.04.15)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer  
  
Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/050616

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 5-313744 A (Toshiba Corp.), 26 November 1993 (26.11.1993), paragraphs [0001], [0012] to [0025]; fig. 1 to 5 (Family: none)	3 2,5
Y	JP 2004-338889 A (Hitachi, Ltd.), 02 December 2004 (02.12.2004), paragraphs [0001], [0006], [0008] to [0014]; fig. 1 to 8 (Family: none)	4,11-13
Y	WO 2006/006624 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 19 January 2006 (19.01.2006), paragraphs [0001], [0109] to [0110], [0115] to [0118]; fig. 1 to 2M & JP 2007-216381 A            & JP 4041837 B2 & US 2007/0239315 A1        & CN 101890720 A	12-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B25J13/08(2006.01)i, G06T7/60(2006.01)i, H04N7/18(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B25J1/00-21/02, G06T7/60, H04N7/18		
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2014-188617 A（セイコーエプソン株式会社）2014. 10. 06, 段落【0001】、【0045】、【0056】－【0068】、 【0078】－【0083】、【0090】－【0098】、 【0102】－【0104】、第1－8図（ファミリーなし）	1, 3-4, 6-15 2, 5
Y	JP 2014-161950 A（大日本スクリーン製造株式会社）2014. 09. 08, 段落【0001】、【0007】－【0012】、【0025】、【0034】、 第1－5図（ファミリーなし）	1, 3-4, 6-15
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
* 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 03. 04. 2015		国際調査報告の発送日 14. 04. 2015
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 佐藤 彰洋 電話番号 03-3581-1101 内線 3364
		3U 3936

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 5-313744 A (株式会社東芝) 1993. 11. 26, 段落【0001】、【0012】－【0025】、第1－5図 (ファミリーなし)	3 2,5
Y	JP 2004-338889 A (株式会社日立製作所) 2004. 12. 02, 段落【0001】、【0006】、【0008】－【0014】、 第1－8図 (ファミリーなし)	4, 11-13
Y	WO 2006/006624 A1 (松下電器産業株式会社) 2006. 01. 19, 段落【0001】、【0109】－【0110】、【0115】－ 【0118】、第1－2M図 & JP 2007-216381 A & JP 4041837 B2 & US 2007/0239315 A1 & CN 101890720 A	12-13