

(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
2025年6月5日(05.06.2025)



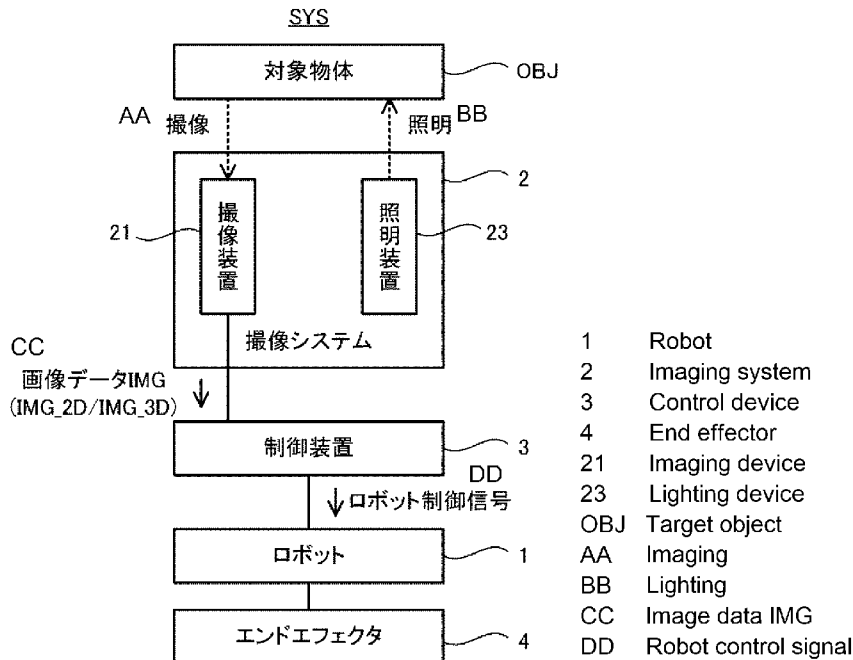
(10) 国際公開番号

WO 2025/115102 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 13/00 (2006.01) B25J 13/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/042576
- (22) 国際出願日: 2023年11月28日(28.11.2023)
- (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: 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 (JP).
- (72) 発明者: 脇本 健太 (WAKIMOTO, Kenta); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 (JP).
- (74) 代理人: 江上 達夫 (EGAMI, Tatsuo); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目16番10号 VPO 京橋3階 東京セントラル特許事務所内 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,

(54) Title: CONTROL DEVICE, CONTROL SYSTEM, ROBOT SYSTEM, CONTROL METHOD, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称: 制御装置、制御システム、ロボットシステム、制御方法及びコンピュータプログラム



(57) Abstract: This control device: generates a first control signal for controlling at least one among a robot and a holding device provided to the robot so that a second target object is lowered into a container when the second target object is held by the holding device together with a first target object at the time that the first target object stored in the container is held by the holding device; and generates a second control signal for controlling at least one among the robot and the holding device so that a fourth target object is lowered into the container from a position lower than the position at which



SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the lowering of the second target object into the container is started, when the fourth target object is held by the holding device together with a third target object at the time that the third target object is held by the holding device after the second target object has been lowered into the container on the basis of the first control signal.

(57) 要約: 制御装置は、容器に収容された第1対象物体をロボットに設けられた保持装置で保持した時に第2対象物体が第1対象物体と共に保持装置で保持された場合、第2対象物体が容器に落下するようにロボット及び保持装置の少なくとも一方を制御するための第1制御信号を生成し、第1制御信号に基づき第2対象物体が容器に落下した後、第3対象物体を保持装置で保持した時に第4対象物体が第3対象物体と共に保持装置で保持された場合、第2対象物体が容器に落下を開始する位置よりも低い位置から、第4対象物体が容器に落下するようにロボット及び保持装置の少なくとも一方を制御するための第2制御信号を生成する。

明 細 書

発明の名称：

制御装置、制御システム、ロボットシステム、制御方法及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、ロボットを制御するための制御信号を生成可能な制御装置、制御システム、ロボットシステム、制御方法及びコンピュータプログラムの技術分野に関する。

背景技術

[0002] 物体を保持するようにロボットを制御する制御装置の一例が、特許文献1に記載されている。このような制御装置では、物体を適切に保持するようにロボットを制御することが求められる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許出願公開第2013/0230235号明細書

発明の概要

[0004] 第1の態様によれば、対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御装置であって、前記制御信号を生成する演算装置と、前記演算装置で生成された前記制御信号を出力する通信装置とを備え、前記演算装置は、容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を含む対象物体群を前記撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて前記対象物体群のうちの前記対象物体である第1対象物体を前記保持装置で保持した時に前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第2対象物体が前記第1対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、少なくとも前記第2対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少

なくとも一方を制御するための第1制御信号を前記制御信号として生成し、前記第1制御信号に基づき前記少なくとも第2対象物体が前記容器に落下した後、前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第3対象物体を前記保持装置で保持した時に前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第4対象物体が前記第3対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、前記少なくとも第2対象物体が前記容器に落下を開始する位置よりも低い位置から、少なくとも前記第4対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第2制御信号を前記制御信号として生成する制御装置が提供される。

[0005] 第2の態様によれば、第1の態様によって提供される制御装置と、前記撮像システムとを備える制御システムが提供される。

[0006] 第3の態様によれば、第1の態様によって提供される制御装置と、前記撮像システムと、前記ロボットとを備えるロボットシステムが提供される。

[0007] 第4の態様によれば、対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御方法であって、容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を含む対象物体群を前記撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて前記対象物体群のうちの前記対象物体である第1対象物体を前記保持装置で保持した時に前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第2対象物体が前記第1対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、少なくとも前記第2対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第1制御信号を前記制御信号として生成することと、前記第1制御信号に基づき前記少なくとも第2対象物体が前記容器に落下した後、前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第3対象物体を前記保持装置で保持した時に前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第4対象物体が前記第3対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、前記少なくとも第2対象物体が前記容器に

落下を開始する位置よりも低い位置から、少なくとも前記第4対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第2制御信号を前記制御信号として生成することを含む制御方法が提供される。

[0008] 第5の態様によれば、第4の態様によって提供される制御方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムが提供される。

[0009] 第6の態様によれば、対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御装置であって、前記制御信号を生成する演算装置と、前記演算装置で生成された前記制御信号を出力する通信装置とを備え、前記演算装置は、容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムにより撮像した第1撮像結果に基づいて、前記容器に収容された前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作が行われた後に、前記保持装置に保持されている複数の前記対象物体である保持対象物体群を前記撮像システムにより撮像した第2撮像結果に基づいて検出された前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群の保持状態に基づいて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第1制御信号を前記制御信号として生成する制御装置が提供される。

[0010] 第7の態様によれば、第6の態様によって提供される制御装置と、前記撮像システムとを備える制御システムが提供される。

[0011] 第8の態様によれば、第6の態様によって提供される制御装置と、前記撮像システムと、前記ロボットとを備えるロボットシステムが提供される。

[0012] 第9の態様によれば、対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御方法であって、容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムにより撮像した第1撮像結果に基

づいて、前記容器に收容された前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作が行われた後に、前記保持装置に保持されている複数の前記対象物体である保持対象物体群を前記撮像システムにより撮像した第2撮像結果に基づいて検出された前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群の保持状態に基づいて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第1制御信号を前記制御信号として生成することを含む制御方法が提供される。

[0013] 第10の態様によれば、第9の態様によって提供される制御方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムが提供される。

[0014] 第11の態様によれば、対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御装置であって、前記制御信号を生成する演算装置と、前記演算装置で生成された前記制御信号を出力する通信装置とを備え、前記演算装置は、容器に收容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムにより撮像した第1撮像結果に基づいて前記容器に收容された前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作を行った後に、前記保持装置に保持されている前記対象物体を撮像した第2撮像結果に基づいて前記保持装置で保持された前記対象物体の個数を判定し、判定された前記個数に応じて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方の制御態様が異なるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成する制御装置が提供される。

[0015] 第12の態様によれば、第11の態様によって提供される制御装置と、前記撮像システムとを備える制御システムが提供される。

[0016] 第13の態様によれば、第11の態様によって提供される制御装置と、前記撮像システムと、前記ロボットとを備えるロボットシステムが提供される。

[0017] 第14の態様によれば、対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を

撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御方法であって、容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムにより撮像した第1撮像結果に基づいて前記容器に収容された前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作を行った後に、前記保持装置に保持されている前記対象物体を撮像した第2撮像結果に基づいて前記保持装置で保持された前記対象物体の個数を判定することと、判定された前記個数に応じて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方の制御態様が異なるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成することを含む制御方法が提供される。

[0018] 第15の態様によれば、第14の態様によって提供される制御方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムが提供される。

[0019] 本発明の作用及び他の利得は次に説明する実施するための形態から明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]図1は、本実施形態のロボットシステムの構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、本実施形態のロボットの外観を示す側面図である。

[図3]図3は、本実施形態の制御装置の構成を示すブロック図である。

[図4]図3は、本実施形態のロボット制御装置の構成を示すブロック図である。

[図5]図5は、ロボット制御処理の流れを示すフローチャートである。

[図6]図6(a)から図6(d)のそれぞれは、処理実行物体と共に非処理実行物体を保持しているエンドエフェクタを示す断面図である。

[図7]図7(a)から図7(c)のそれぞれは、容器に収容されている複数の対象物体と、保持対象物体群を保持しているエンドエフェクタとの位置関係を示す断面図である。

[図8]図8は、エンドエフェクタから落下する処理実行物体及び非処理実行物体を示す断面図である。

[図9]図9は、エンドエフェクタから落下する非処理実行物体を示す断面図である。

[図10]図10は、エンドエフェクタから落下する非処理実行物体を示す断面図である。

[図11]図11は、回転移動するエンドエフェクタを示す断面図である。

[図12]図12は、回転移動するエンドエフェクタを示す断面図である。

[図13]図13は、エンドエフェクタから落下する処理実行物体及び非処理実行物体を示す断面図である。

[図14]図14は、容器に收容されている対象物体群の高さを示す断面図である。

[図15]図15(a)から図15(c)のそれぞれは、落下高さを示す断面図である。

[図16]図16(a)から図16(b)のそれぞれは、非処理実行物体を保持したエンドエフェクタを示す断面図である。

[図17]図17は、エンドエフェクタから落下する非処理実行物体を示す断面図である。

[図18]図18は、対象物体を撮像する撮像システムを示す断面図である。

[図19]図19は、対象物体の重量を計測する重量センサを示す断面図である。

[図20]図20は、対象物体を検出する物体検出センサが配置された容器を示す断面図である。

[図21]図21は、マーカが配置された容器を示す断面図である。

[図22]図22は、第2変形例におけるロボット制御処理の流れを示すフローチャートである。

[図23]図23は、非処理実行物体の所望部位が所望方向を向く状態の一例を示す断面図である。

[図24]図24は、非処理実行物体を撮像する前に移動する撮像装置を概念的に示す断面図である。

[図25]図25は、計測システムを備えるロボットシステムの構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0021] 続いて、図面を参照しながら、制御装置、制御システム、ロボットシステム、制御方法及びコンピュータプログラムの実施形態について説明する。以下では、ロボットシステムSYSを用いて、制御装置、制御システム、ロボットシステム、制御方法及びコンピュータプログラムの実施形態について説明する。

[0022] (1) ロボットシステムSYSの構成

はじめに、ロボットシステムSYSの構成について説明する。

[0023] (1-1) ロボットシステムSYSの全体構成

はじめに、図1を参照しながら、ロボットシステムSYSの全体構成について説明する。図1は、ロボットシステムSYSの全体構成を示すブロック図である。

[0024] 図1に示すように、ロボットシステムSYSは、ロボット1と、撮像システム2と、制御装置3と、エンドエフェクタ4を備えている。尚、撮像システム2は、撮像ユニットと称されてもよい。

[0025] ロボット1は、対象物体OBJに対して所定の処理を行うことが可能な装置である。ロボット1の一例が図2に示されている。図2は、ロボット1の外観を示す側面図である。図2に示すように、ロボット1は、例えば、基台11と、ロボットアーム12と、ロボット制御装置13とを備えている。

[0026] 基台11は、ロボット1の基礎となる部材である。基台11は、床面等の支持面Sに配置される。基台11は、支持面Sに固定されていてもよい。或いは、基台11は、支持面Sに対して移動可能であってもよい。尚、図2は、基台11が支持面Sに固定されている例を示している。

[0027] ロボットアーム12は、基台11に取り付けられている。ロボットアーム

１２は、複数のリンク１２１がジョイント１２２を介して連結された装置である。ジョイント１２２には、アクチュエータが内蔵されている。リンク１２１は、ジョイント１２２に内蔵されたアクチュエータによって、ジョイント１２２が規定する軸周りに回転可能であってもよい。尚、少なくとも一つのリンク１２１は、リンク１２１が延びる方向に沿って伸縮可能であってもよい。尚、複数のリンク１２１がジョイント１２２を介して連結された装置と基台１１とを含む装置を、ロボットアーム１２と称してもよい。

[0028] ロボットアーム１２には、エンドエフェクタ４が取り付けられる。つまり、ロボット１には、エンドエフェクタ４が取り付けられる。図２に示す例では、エンドエフェクタ４は、ロボットアーム１２の先端に取り付けられている。エンドエフェクタ４は、ロボットアーム１２の動きによって移動可能である。つまり、ロボットアーム１２は、エンドエフェクタ４を移動させる。つまり、ロボット１は、エンドエフェクタ４を移動させる。

[0029] エンドエフェクタ４は、対象物体OBJに対して所定の処理（言い換えれば、所定の動作）を行う装置である。対象物体OBJに対して所定の処理を行うエンドエフェクタ４は、処理装置と称されてもよい。

[0030] 例えば、エンドエフェクタ４は、所定の処理の一例として、対象物体OBJを保持するための保持処理を行ってもよい。この場合、エンドエフェクタ４は、エンドエフェクタ４が保持すべき対象物体OBJに対して保持処理を行っているとなしなくてもよい。保持処理を行うことが可能なエンドエフェクタ４は、保持装置と称されてもよい。尚、対象物体OBJを保持することは、対象物体OBJをピックアップすることと等価であるとみなしてもよい。対象物体OBJを保持する保持処理は、対象物体OBJをピックアップするピックアップ処理と等価であるとみなしてもよい。

[0031] 例えば、対象物体OBJを保持することは、対象物体OBJを把持することを含んでもよい。例えば、対象物体OBJを保持することは、エンドエフェクタ４の一例であるハンドグripperを用いて、対象物体OBJを把持することを含んでもよい。対象物体OBJを保持することは、対象物

体OBJを吸着することを含んでいてもよい。例えば、対象物体OBJを保持することは、エンドエフェクタ4の一例であるバキュームグリッパーを用いて、対象物体OBJを吸着（真空吸着）することを含んでいてもよい。例えば、対象物体OBJを保持することは、エンドエフェクタ4の一例であるマグネットグリッパー（例えば、磁気吸着式のグリッパー）を用いて、対象物体OBJを吸着することを含んでいてもよい。

[0032] 例えば、エンドエフェクタ4は、所定の処理の一例として、保持している対象物体OBJをリリースする（つまり、離す）リリース処理（いいかえれば、リリース動作）を行ってもよい。この場合、エンドエフェクタ4は、エンドエフェクタ4が保持している対象物体OBJに対してリリース処理を行っているともみなしてもよい。リリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ4は、リリース装置と称されてもよい。

[0033] 保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ4の一例として、ハンドグリッパーがあげられる。ハンドグリッパーは、複数本（例えば、2本、3本又は4本）の指部材又は爪部材を用いて対象物体OBJを物理的に挟み込むことで、対象物体OBJを保持（例えば、把持）することが可能なエンドエフェクタ4である。保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ4の他の一例として、バキュームグリッパー（例えば、真空吸着式のグリッパー）があげられる。バキュームグリッパーは、対象物体OBJを真空吸着することで対象物体OBJを保持（例えば、吸着）することが可能なエンドエフェクタ4である。保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ4の他の一例として、マグネットグリッパー（例えば、磁気吸着式のグリッパー）があげられる。図2は、エンドエフェクタ4がハンドグリッパーである例を示している。但し、保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ4は、上記の例示に限られず、対象物体OBJを保持及びリリース可能な他の既存のエンドエフェクタであってもよい。

[0034] ロボット1は、保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフ

エクタ4を用いて、対象物体OBJを所望位置に配置するための配置処理（言い換えれば、配置動作）を、所定の処理の一例として行ってもよい。例えば、ロボット1は、エンドエフェクタ4を用いて第1対象物体OBJを保持し、その後、エンドエフェクタ4が保持している第1対象物体OBJを、第1対象物体OBJとは異なる第2対象物体OBJの所望位置に配置するための配置処理を行ってもよい。この場合、エンドエフェクタ4は、エンドエフェクタ4が第1対象物体OBJを配置するべき第2対象物体OBJに対してリリース処理を行っているともみなしてもよい。同様に、エンドエフェクタ4は、エンドエフェクタ4がリリースするべき第1対象物体OBJに対してリリース処理を行っているともみなしてもよい。

[0035] ロボット1は、保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ4を用いて、第1対象物体OBJを、第1対象物体OBJとは異なる第2対象物体OBJにはめ込むためのはめ込み処理（言い換えれば、はめ込み動作）を、配置処理（言い換えれば、配置動作）の一具体例として行ってもよい。はめ込み処理は、例えば、第1対象物体OBJ（例えば、第1対象物体OBJの凸部）を、第2対象物体OBJに形成された凹部（例えば、穴）にはめ込む（つまり、挿入する）ための処理を含んでいてもよい。はめ込み処理は、例えば、第1対象物体OBJ（例えば、第1対象物体OBJの凹部）を、第2対象物体OBJに形成された凸部（例えば、棒）にはめ込むための処理を含んでいてもよい。

[0036] ロボット1は、保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ4を用いて、第1対象物体OBJを、第1対象物体OBJとは異なる第2対象物体OBJに貼り付けるための貼り付け処理（言い換えれば、貼り付け動作）を、配置処理（言い換えれば、配置動作）の一具体例として行ってもよい。ロボット1は、保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ4を用いて、第1対象物体OBJを、第1対象物体OBJとは異なる第2対象物体OBJに接着するための接着処理（言い換えれば、接着動作）を、配置処理（言い換えれば、配置動作）の一具体例として行って

もよい。ロボット1は、保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ4を用いて、第1対象物体OBJを、第1対象物体OBJとは異なる第2対象物体OBJに溶接するための溶接処理（言い換えれば、溶接動作）を、配置処理（言い換えれば、配置動作）の一具体例として行ってもよい。ロボット1は、保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ4を用いて、ねじとして機能可能な第1対象物体OBJを、第1対象物体OBJとは異なる第2対象物体OBJに形成されたねじ穴にねじ締めするためのねじ締め処理（言い換えれば、ねじ締め動作）を、配置処理（言い換えれば、配置動作）の一具体例として行ってもよい。この場合、第1対象物体OBJは、ボルトやナットなどのねじとして機能可能なねじ部材であってもよい。尚、貼り付け処理、接着処理、溶接処理及びねじ締め処理の少なくとも一つは、加工処理と称されてもよい。

[0037] ロボット1は、保持処理及びリリース処理を行うことが可能なエンドエフェクタ4を用いて、対象物体OBJを、廃棄するための処理（言い換えれば、廃棄動作）を、配置処理（言い換えれば、配置動作）の一具体例として行ってもよい。

[0038] 例えば、エンドエフェクタ4は、複数の対象物体OBJのそれぞれに対して所定の処理を行ってもよい。つまり、エンドエフェクタ4は、複数の対象物体OBJに対して所定の処理を順に行ってもよい。この場合、ロボット1は、エンドエフェクタ4が第1対象物体OBJに対して所定の処理を行うことが可能な第1位置にエンドエフェクタ4を移動させ、エンドエフェクタ4が第1位置に移動した後に、エンドエフェクタ4は、第1対象物体OBJに対して所定の処理を行ってもよい。その後、ロボット1は、エンドエフェクタ4が第1対象物体OBJとは異なる第2対象物体OBJに対して所定の処理を行うことが可能な第2位置にエンドエフェクタ4を移動させ、エンドエフェクタ4が第2位置に移動した後に、エンドエフェクタ4は、第2対象物体OBJに対して所定の処理を行ってもよい。

[0039] 例えば、エンドエフェクタ4は、単一の対象物体OBJの複数部分のそれ

それぞれに対して所定の処理を行ってもよい。つまり、エンドエフェクタ４は、単一の対象物体ＯＢＪの複数部分に対して所定の処理を順に行ってもよい。この場合、ロボット１は、エンドエフェクタ４が対象物体ＯＢＪの第１部分に対して所定の処理を行うことが可能な第３位置にエンドエフェクタ４を移動させ、エンドエフェクタ４が第３位置に移動した後に、エンドエフェクタ４は、対象物体ＯＢＪの第１部分に対して所定の処理を行ってもよい。その後、ロボット１は、エンドエフェクタ４が対象物体ＯＢＪの第２部分に対して所定の処理を行うことが可能な第４位置にエンドエフェクタ４を移動させ、エンドエフェクタ４が第４位置に移動した後に、エンドエフェクタ４は、対象物体ＯＢＪの第２部分に対して所定の処理を行ってもよい。

[0040] エンドエフェクタ４が所定の処理を行う対象物体ＯＢＪは、図２に示すように、ワークＷを含んでいてもよい。ワークＷは、例えば、所望の製造物を製造するために用いられる部品又は部材を含んでいてもよい。ワークＷは、例えば、所望の製造物を製造するために加工される部品又は部材を含んでいてもよい。ワークＷは、例えば、所望の製造物を製造するために搬送される部品又は部材を含んでいてもよい。ワークＷは、例えば、所望の製造物を製造するための搬送により移動している部品又は部材を含んでいてもよい。ワークＷは、例えば、所望の製造物を製造するために移動している部品又は部材を含んでいてもよい。

[0041] エンドエフェクタ４が所定の処理を行う対象物体ＯＢＪは、図２に示すように、ワークＷが載置される載置装置Ｔを含んでいてもよい。載置装置Ｔの一例として、容器（収容箱）ＣＢがあげられる。容器ＣＢは、底壁ＢＳと、底壁ＢＳから上方に向かって突き出る側壁ＳＳとを備え、底壁ＢＳと側壁ＳＳとによって囲まれた収容空間ＳＰにおいて、ワークＷが底壁ＢＳ上に載置される載置装置Ｔであってもよい。容器ＣＢは、底壁ＢＳと、底壁ＢＳから上方に向かって突き出る側壁ＳＳとを備え、底壁ＢＳと側壁ＳＳとによって囲まれた収容空間ＳＰにワークＷを収容可能な載置装置Ｔであってもよい。但し、容器ＣＢは、側壁ＳＳを備えていなくてもよい。側壁ＳＳを備えてい

ない容器C Bは、パレットと称されてもよい。また、載置装置Tは、容器C Bやパレットに限られず、ワークWが載置可能な既存の物体であってもよい。尚、載置装置Tは、載置部材と称されてもよい。載置装置Tは、支持面S上に配置されていてもよい。載置装置Tは、支持面Sに固定されていてもよい。或いは、載置装置Tの少なくとも一部は、支持面Sに対して移動可能であってもよい。載置装置Tの少なくとも一部が支持面Sに対して移動可能な第1の例として、載置装置Tが、載置装置Tを移動可能な（言い換えれば、搬送可能な）搬送装置によって支持される例があげられる。この場合、搬送装置は、例えば、ベルトコンベアであってもよい。載置装置Tの少なくとも一部が支持面Sに対して移動可能な第2の例として、載置装置Tそのものが、支持面Sに対して移動可能である例があげられる。この場合、搬送装置は、自動搬送車、自立走行搬送ロボット、及び無人航空機の少なくとも一方でもよい。尚、図2は、載置装置Tが、支持面S上を自走可能である例を示している。尚、自動搬送車、自立走行搬送ロボット、及び無人航空機の少なくとも一つは、可動装置とも称されてもよい。

[0042] ロボット制御装置13は、ロボット1の動作を制御する。

[0043] 具体的には、ロボット制御装置13は、ロボットアーム12の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置13は、所望のリンク121が所望のジョイント122が規定する軸周りに回転するように、ロボットアーム12の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置13は、ロボットアーム12に取り付けられたエンドエフェクタ4が所望位置に位置するように、ロボットアーム12の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置13は、ロボットアーム12に取り付けられたエンドエフェクタ4が所望位置に移動するように、ロボットアーム12の動作を制御してもよい。

[0044] ロボット制御装置13は、ロボット1の動作を制御することに加えて、ロボット1に取り付けられているエンドエフェクタ4の動作（エンドエフェクタ4による処理）を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置13は、エンドエフェクタ4が所望のタイミングで対象物体OBJを保持するように、

エンドエフェクタ４の動作を制御してもよい。つまり、ロボット制御装置１３は、エンドエフェクタ４が所望のタイミングで保持処理を行うように、エンドエフェクタ４の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置１３は、エンドエフェクタ４が所望のタイミングで保持している対象物体OBJをリリースするように、エンドエフェクタ４の動作を制御してもよい。つまり、ロボット制御装置１３は、エンドエフェクタ４が所望のタイミングでリリース処理を行うように、エンドエフェクタ４の動作を制御してもよい。エンドエフェクタ４が対象物体OBJを保持するために、又はリリースするために、ロボット制御装置１３は、エンドエフェクタ４がハンドグripperである場合には、ハンドグripperが開閉するタイミングを制御してもよい。エンドエフェクタ４がバキュームグripperである場合には、ロボット制御装置１３は、バキュームグripperのバキューム装置をオン・オフするタイミング（又は真空吸着力）を制御してもよい。エンドエフェクタ４がマグネットグripperである場合には、ロボット制御装置１３は、マグネットグripperの磁気吸着装置をオン・オフするタイミング（又は磁力）を制御してもよい。

[0045] 尚、図２は、ロボット１が、ロボットアーム１２（つまり、垂直多関節型ロボット）である例を示している。しかしながら、ロボット１は、垂直多関節型ロボットとは異なるロボットであってもよい。例えば、ロボット１は、スカラロボット（つまり、水平多関節型ロボット）であってもよい。例えば、ロボット１は、パラレルリンクロボットであってもよい。例えば、ロボット１は、ロボットアーム１２を二つ備える双腕型ロボットであってもよい。例えば、ロボット１は、直交座標型ロボットであってもよい。例えば、ロボット１は、円筒座標型ロボットであってもよい。ロボット１は、可動装置と称されてもよい。可動装置は、ロボット１に加えて、自動搬送車、自立走行搬送ロボット、及び無人航空機の少なくとも一つを含んでいてもよい。例えば、自動搬送車、自立走行搬送ロボット、及び無人航空機の少なくとも一つにロボット１が設置されていてもよい。ロボット１が、可動装置（例えば、

自動搬送車、自立走行搬送ロボット、及び無人航空機の少なくとも一つ)に設置されている場合、ロボット制御装置13は、ロボット1の動作を制御することに加えて、ロボット1が設置されている可動装置の動作を制御してもよい。

[0046] 再び図1において、撮像システム2は、対象物体OBJを撮像する。対象物体OBJを撮像するために、撮像システム2は、撮像装置21と、照明装置23とを備えている。

[0047] 撮像装置21は、対象物体OBJを撮像可能なカメラである。例えば、撮像装置21は、制御装置3の制御下で、対象物体OBJを撮像してもよい。撮像装置21は、対象物体OBJを撮像することで、画像データIMGを生成する。つまり、撮像装置21は、対象物体OBJの撮像結果である画像データIMGを生成する。撮像装置21が生成した画像データIMGは、撮像装置21から制御装置3に出力される。その結果、制御装置3は、撮像装置21による対象物体OBJの撮像により取得される画像データIMGを取得する。

[0048] 撮像システム2は、単眼カメラを含む撮像装置21を備えていてもよい。この場合、撮像装置21は、単眼カメラが生成する一つの画像データを含む画像データIMGを生成してもよい。或いは、撮像システム2は、二つの単眼カメラを含むステレオカメラを含む撮像装置21を備えていてもよい。この場合、撮像装置21は、二つの単眼カメラがそれぞれ生成する二つの画像データを含む画像データIMGを生成してもよい。或いは、撮像システム2は、第1の単眼カメラと、第1の単眼カメラとは異なる二つの第2単眼カメラを含むステレオカメラとを含む撮像装置21を備えていてもよい。この場合、撮像装置21は、第1の単眼カメラが生成する一つの画像データを含む画像データIMGと、二つの第2単眼カメラがそれぞれ生成する二つの画像データを含む画像データIMGとを生成してもよい。

[0049] 尚、撮像システム2は、単眼カメラ及びステレオカメラとは異なるカメラを含む撮像装置21を備えていてもよい。例えば、撮像システム2は、三つ

以上の単眼カメラを含む撮像装置 2 1 を備えていてもよい。例えば、撮像システム 2 は、ライトフィールドカメラ、プレノプティックカメラ、及びマルチスペクトルカメラの少なくとも一つを含む撮像装置 2 1 を備えていてもよい。

[0050] 撮像装置 2 1 は、対象物体 O B J の全体を撮像してもよい。或いは、撮像装置 2 1 は、対象物体 O B J の一部を撮像してもよい。つまり、撮像装置 2 1 は、対象物体 O B J の一部を撮像する一方で、対象物体 O B J の他の一部を撮像しなくてもよい。

[0051] 撮像装置 2 1 は、単一の対象物体 O B J を撮像してもよい。つまり、画像データ I M G が示す画像には、単一の対象物体 O B J が写り込んでいてもよい。或いは、撮像装置 2 1 は、複数の対象物体 O B J を撮像してもよい。つまり、画像データ I M G が示す画像には、複数の対象物体 O B J が写り込んでいてもよい。この場合、後に詳述するように、制御装置 3 は、撮像装置 2 1 が撮像した複数の対象物体 O B J のうちの一の対象物体 O B J を、エンドエフェクタ 4 が実際に所定の処理を行う対象物体 O B J として決定（言い換えれば、選択）してもよい。尚、撮像装置 2 1 が撮像した複数の対象物体 O B J のうちのエンドエフェクタ 4 が実際に所定の処理を行う一の対象物体 O B J は、処理実行物体と称されてもよい。

[0052] 撮像装置 2 1 が複数の対象物体 O B J を撮像する場合には、撮像装置 2 1 が撮像する複数の対象物体 O B J は、複数の対象物体 O B J のうちの少なくとも二つが少なくとも部分的に重なるように、配置されていてもよい。一例として、対象物体 O B J が、所望の製造物を製造するために用いられる部品に相当するワーク W である場合には、複数のワーク W（つまり、複数の部品）は、複数のワーク W のうちの少なくとも二つが少なくとも部分的に重なるように、配置されていてもよい。この場合、エンドエフェクタ 4 は、乱雑に配置された複数のワーク W のうちの少なくとも一つのワーク W を保持する処理を、上述した保持処理として行ってもよい。つまり、ロボット 1 は、乱雑に配置された複数のワーク W からワーク W を一つずつピックアップするばら積

みピッキングを行ってもよい。尚、乱雑に配置された複数のワークWは、不規則に配置された複数のワークWと言い換えられるし、無造作に配置された複数のワークWとも言い換えられるし、ランダムに配置された複数のワークWとも言い換えられる。

[0053] 或いは、撮像装置21が撮像する複数の対象物体OBJは、規則的に配置されていてもよい。一例として、対象物体OBJが、所望の製造物を製造するために用いられる部品に相当するワークWである場合には、複数のワークW（つまり、複数の部品）がマトリクス状に配置されていてもよい。この場合、エンドエフェクタ4は、規則的に配置された複数のワークWのうちの少なくとも一つのワークWを保持する処理を、上述した保持処理として行ってもよい。つまり、ロボット1は、規則的に配置された複数のワークWからワークWを一つずつピッキングしてもよい。尚、規則的に配置された複数のワークWは、整然と配置された複数のワークWと言い換えられるし、一定の配置ルールに従って配置された複数のワークWとも言い換えられる。尚、撮像装置21が撮像する複数の対象物体OBJが、規則的に配置されている他の一例として、対象物体OBJとは異なる他の物体に複数の対象物体OBJが配置処理（例えば、はめ込み処理）されていてもよい。

[0054] 尚、エンドエフェクタ4が保持した対象物体OBJを配置する配置処理についても、保持処理と同様に、対象物体OBJを乱雑に（言い換えれば、無造作に）配置する配置処理を含んでいてもよいし、対象物体OBJを規則的に（言い換えれば、整然と）配置する配置処理を含んでいてもよい。例えば、ロボット1は、エンドエフェクタ4を用いて、第1の容器CBに規則的に又は乱雑に配置された複数のワークWのうちの一のワークWを保持し、その後、エンドエフェクタ4が保持している一のワークWを、第2の容器CB内に規則的に又は乱雑に配置してもよい。

[0055] 照明装置23は、対象物体OBJ（例えば、複数の対象物体OBJが存在する場合は少なくとも一つの対象物体OBJ）に照明光を照射可能な装置である。例えば、照明装置23は、制御装置3の制御下で、対象物体OBJに

照明光を照射してもよい。特に、照明装置 23 は、対象物体 O B J に照明光を照射することで、対象物体 O B J を照明光で照明可能な装置である。この場合、撮像装置 21 は、照明光で照明されている対象物体 O B J を撮像してもよい。但し、照明装置 23 は、対象物体 O B J に照明光を照射しなくてもよい。この場合、撮像システム 2（ロボットシステム S Y S）は、照明装置 23 を備えていなくてもよい。

[0056] 撮像装置 21 がステレオカメラを含む場合には、照明装置 23 は、対象物体 O B J に照明光を照射することで、対象物体 O B J に所望の投影パターンを投影可能な装置であってもよい。所望の投影パターンは、例えば、ランダムパターンを含んでいてもよい。ランダムパターンは、ランダムドットパターンを含んでいてもよい。所望の投影パターンは、例えば、一次元又は二次元の格子パターンを含んでいてもよい。所望の投影パターンは、例えば、ライン状のパターンを含んでいてもよい。所望の投影パターンは、例えば、ストライプ状のパターンを含んでいてもよい。所望の投影パターンは、その他の投影パターンを含んでいてもよい。但し、撮像装置 21 がステレオカメラを含まない（つまり、撮像装置 21 が単眼カメラを含む）場合であっても、照明装置 23 は、対象物体 O B J に照明光を照射することで、対象物体 O B J に所望の投影パターンを投影してもよい。尚、この場合、照明装置 23 は、一様な強度分布（例えば、均一な強度分布）の照明光を対象物体 O B J に照射しても良い。尚、所望の投影パターンは、所望の強度分布の光とも言える。

[0057] 撮像システム 2 は、エンドエフェクタ 4 と同様に、ロボットアーム 12 に取り付けられている。つまり、撮像装置 21 及び照明装置 23 は、ロボットアーム 12 に取り付けられる。例えば、図 2 に示すように、撮像装置 21 及び照明装置 23 は、エンドエフェクタ 4 と同様に、ロボットアーム 12 の先端に取り付けられていてもよい。この場合、撮像装置 21 及び照明装置 23 は、ロボットアーム 12 の動きによって移動可能である。つまり、ロボットアーム 12 は、撮像装置 21 及び照明装置 23 を移動させる。

[0058] 但し、撮像システム 2 は、ロボットアーム 1 2 に取り付けられていなくてもよい。例えば、撮像システム 2 は、対象物体 O B J を撮像可能な任意の位置に配置されていてもよい。また、例えば、撮像システム 2 は、対象物体 O B J に照明光を照射可能な任意の位置に配置されていてもよい。例えば、撮像システム 2 は、柱等の構造物に取り付けられていてもよい。尚、撮像装置 2 1 及び照明装置 2 3 のいずれか一方が、ロボットアーム 1 2 に取り付けられ、撮像装置 2 1 及び照明装置 2 3 のいずれか他方が、ロボットアーム 1 2 とは異なる場所（例えば、柱などの構造物）に取り付けられていてもよい。

[0059] 撮像装置 2 1 は、撮像装置 2 1 と対象物体 O B J とが相対的に変位している期間中に、対象物体 O B J（例えば、複数の対象物体 O B J が存在する場合は少なくとも一つの対象物体 O B J）を撮像してもよい。尚、撮像装置 2 1 と対象物体 O B J とが相対的に変位している状態は、撮像装置 2 1 と対象物体 O B J との相対的な位置関係が変化している状態を意味していてもよい。撮像装置 2 1 と対象物体 O B J とが相対的に変位している状態は、撮像装置 2 1 と対象物体 O B J とが相対移動している状態を意味していてもよい。例えば、撮像装置 2 1 と対象物体 O B J とが相対的に変位している状態は、撮像装置 2 1 に対して対象物体 O B J が移動している状態を含んでいてもよい。例えば、撮像装置 2 1 と対象物体 O B J とが相対的に変位している状態は、対象物体 O B J に対して撮像装置 2 1 が移動している状態を含んでいてもよい。この場合、対象物体 O B J を撮像するために撮像装置 2 1 が静止する必要がなくなるため、ロボットシステム S Y S は、エンドエフェクタ 4 を用いて対象物体 O B J に対して所定の処理を効率的に行うことができる。

[0060] 或いは、撮像装置 2 1 は、撮像装置 2 1 と対象物体 O B J とが相対的に変位していない期間中に、対象物体 O B J を撮像してもよい。尚、撮像装置 2 1 と対象物体 O B J とが相対的に変位していない状態は、撮像装置 2 1 と対象物体 O B J との相対的な位置関係が変化していない状態を意味していてもよい。撮像装置 2 1 と対象物体 O B J とが相対的に変位していない状態は、

撮像装置 2 1 と対象物体 O B J とが相対移動していない状態を意味していてもよい。撮像装置 2 1 と対象物体 O B J とが相対的に変位していない状態は、撮像装置 2 1 と対象物体 O B J とが静止している状態を意味していてもよい。撮像装置 2 1 と対象物体 O B J とが相対的に変位していない状態は、撮像装置 2 1 と対象物体 O B J とが同じ移動速度で同じ移動方向に向かって移動している状態を意味していてもよい。

[0061] 制御装置 3 は、ロボット制御処理を行う。ロボット制御処理は、ロボット 1 を制御するためのロボット制御信号を生成する処理を含む。具体的には、制御装置 3 は、撮像システム 2 から出力される画像データ I M G に基づいて、ロボット制御信号を生成する。本実施形態では、制御装置 3 は、画像データ I M G に基づいて、ロボットシステム S Y S のグローバル座標系内での対象物体 O B J の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出し、算出した対象物体 O B J の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて、ロボット制御信号を生成する。

[0062] グローバル座標系は、ロボットシステム S Y S の基準となる座標系である。例えば、グローバル座標系は、ロボット 1 の基準となる座標系であってもよい。尚、グローバル座標系は、ロボット 1 を制御するために用いられる座標系であるともいえる。グローバル座標系としては、例えば、ロボット 1 が配置される支持面 S を基準に定まるワールド座標系が用いられてもよい。つまり、グローバル座標系として、ロボット 1 が配置される支持面 S に対して固定されたワールド座標系が用いられてもよい。尚、以下の説明では、特段の説明がない場合には、X 軸、Y 軸及び Z 軸は、それぞれ、グローバル座標系における X 軸、Y 軸及び Z 軸を意味していてもよい。

[0063] 但し、制御装置 3 は、画像データ I M G に基づいて、グローバル座標系とは異なる座標系内での対象物体 O B J の位置及び姿勢の少なくとも一方を算出してもよい。グローバル座標系とは異なる座標系は、ロボット座標系及び撮像座標系の少なくとも一つを含んでいてもよい。ロボット座標系は、ロボット 1 を基準に定まる座標系であってもよい。つまり、ロボット座標系は、

ロボット 1 に対して固定された（例えば、ロボット 1 の基台 1 1 に対して固定された）座標系であってもよい。撮像座標系は、撮像装置 2 1 を基準に定まる座標系であってもよい。つまり、撮像座標系は、撮像装置 2 1 に対して固定された座標系であってもよい。撮像座標系の一例として、撮像装置 2 1 が備える光学系（特に、対物レンズ等の終端光学素子）の光軸 $A \times 2 1$ （図 2 参照）に基づいて定まる座標系があげられる。撮像座標系の一例として、撮像座標系を構成する三つの座標軸のうちのいずれか一つが、撮像装置 2 1 が備える光学系（特に、対物レンズ等の終端光学素子）の光軸 $A \times 2 1$ （図 2 参照）に沿った軸となる座標系があげられる。

[0064] 制御装置 3 は、ロボット制御処理を行うことに加えて、エンドエフェクタ制御処理を行ってもよい。エンドエフェクタ制御処理は、エンドエフェクタ 4 を制御するためのエンドエフェクタ制御信号を生成する処理を含んでもよい。具体的には、制御装置 3 は、算出した対象物体 $O B J$ の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて、エンドエフェクタ制御信号を生成してもよい。

[0065] 尚、エンドエフェクタ制御処理は、ロボット制御処理に含まれてもよいし、含まれていなくてもよい。つまり、制御装置 3 が生成したエンドエフェクタ制御信号は、ロボット制御信号に含まれていてもよいし、ロボット制御信号に含まれていなくてもよい。以下の説明では、説明の便宜上、エンドエフェクタ制御処理がロボット制御処理に含まれる（つまり、エンドエフェクタ制御信号がロボット制御信号に含まれる）例について説明する。このため、以下の説明では、ロボット制御処理は、ロボット制御信号及びエンドエフェクタ制御信号の少なくとも一方を生成する処理を意味していてもよい。また、以下の説明では、ロボット制御信号は、ロボット 1 を制御するための信号及びエンドエフェクタ 4 を制御するための信号の少なくとも一方を意味していてもよい。尚、ロボット制御信号は、単に制御信号と称されてもよい。

[0066] 上述したようにロボット 1 が可動装置（例えば、自動搬送車、自立走行搬送ロボット、及び無人航空機の少なくとも一つ）に設置されている場合には

、制御装置 3 は、ロボット制御処理を行うことに加えて、可動装置制御処理を行ってもよい。可動装置制御処理は、可動装置を制御するための可動装置制御信号を生成する処理を含んでいてもよい。具体的には、制御装置 3 は、算出した対象物体 O B J の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて、可動装置制御信号を生成してもよい。

[0067] 尚、可動装置制御処理は、ロボット制御処理に含まれてもよいし、含まれていなくてもよい。つまり、制御装置 3 が生成した可動装置制御信号は、ロボット制御信号に含まれていてもよいし、ロボット制御信号に含まれていなくてもよい。以下の説明では、説明の便宜上、可動装置制御処理がロボット制御処理に含まれる（つまり、可動装置制御信号がロボット制御信号に含まれる）例について説明する。このため、以下の説明では、ロボット制御処理は、ロボット制御信号、エンドエフェクタ制御信号及び可動装置制御信号の少なくとも一つを生成する処理を意味していてもよい。また、以下の説明では、ロボット制御信号は、ロボット 1 を制御するための信号、エンドエフェクタ 4 を制御するための信号及び可動装置を制御するための信号の少なくとも一つを意味していてもよい。

[0068] このように、制御装置 3 及び撮像システム 2 は、ロボット 1 を制御するために用いられる。このため、制御装置 3 及び撮像システム 2 を含むシステムは、ロボット制御システム又は制御システムと称されてもよい。

[0069] 制御装置 3 が生成したロボット制御信号は、ロボット 1 のロボット制御装置 1 3 に出力される。ロボット制御装置 1 3 は、制御装置 3 が生成したロボット制御信号に基づいて、ロボット 1 の動作を制御する。このため、ロボット制御信号は、ロボット 1 の動作を制御するための信号を含んでいてもよい。

[0070] 上述したようにロボット制御信号がロボットアーム 1 2 を制御するための信号を含んでいる場合には、ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、ロボットアーム 1 2 を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、ジョイント 1 2 2 に内蔵されたア

クチュエータの動作を制御することで、ロボットアーム 1 2 の動作を制御してもよい。

[0071] 例えば、上述したように、ロボットアーム 1 2 は、エンドエフェクタ 4 を移動させる。この場合、ロボット制御信号は、エンドエフェクタ 4 が所望位置に位置するようにロボットアーム 1 2 を制御するための信号を含んでいてもよい。ロボット制御信号は、エンドエフェクタ 4 が所望位置に移動するようにロボットアーム 1 2 を制御するための信号を含んでいてもよい。ロボット制御信号は、エンドエフェクタ 4 と対象物体 O B J との位置関係が所望の位置関係となるようにロボットアーム 1 2 を制御するための信号を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ 4 が所望位置に位置するように、ロボットアーム 1 2 を制御してもよい。ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ 4 が所望位置に移動するように、ロボットアーム 1 2 を制御してもよい。ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ 4 と対象物体 O B J との位置関係が所望の位置関係となるように、ロボットアーム 1 2 を制御してもよい。

[0072] 一例として、エンドエフェクタ 4 が対象物体 O B J を保持するための保持処理を行う場合には、ロボット制御信号は、エンドエフェクタ 4 が、エンドエフェクタ 4 が対象物体 O B J を保持可能な保持目標位置に向かって移動する（つまり、近づく）ようにロボットアーム 1 2 を制御するための信号を含んでいてもよい。つまり、ロボット制御信号は、エンドエフェクタ 4 が保持目標位置に位置するようにロボットアーム 1 2 を制御するための信号を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ 4 が保持目標位置に向かって移動する（つまり、近づく）ように、ロボットアーム 1 2 を制御してもよい。つまり、ロボット制御信号は、エンドエフェクタ 4 が保持目標位置に位置するように、ロボットアーム 1 2 を制御してもよい。

[0073] 一例として、エンドエフェクタ 4 が対象物体 O B J を保持するための保持

処理を行う場合には、ロボット制御信号は、エンドエフェクタ 4 の姿勢が、エンドエフェクタ 4 が対象物体 O B J を保持可能な保持目標姿勢となるようにロボットアーム 1 2 を制御するための信号を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ 4 の姿勢が保持目標姿勢となるように、ロボットアーム 1 2 を制御してもよい。

[0074] 他の一例として、エンドエフェクタ 4 が保持している対象物体 O B J をリリースするためのリリース処理を行う場合には、ロボット制御信号は、エンドエフェクタ 4 が、エンドエフェクタ 4 が保持している対象物体 O B J をリリースするべきリリース目標位置に向かって移動する（つまり、近づく）ようにロボットアーム 1 2 を制御するための信号を含んでいてもよい。つまり、ロボット制御信号は、エンドエフェクタ 4 がリリース目標位置に位置するようにロボットアーム 1 2 を制御するための信号を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ 4 がリリース目標位置に向かって移動する（つまり、近づく）ように、ロボットアーム 1 2 を制御してもよい。つまり、ロボット制御信号は、エンドエフェクタ 4 がリリース目標位置に位置するように、ロボットアーム 1 2 を制御してもよい。

[0075] 他の一例として、エンドエフェクタ 4 が保持している対象物体 O B J をリリースするためのリリース処理を行う場合には、ロボット制御信号は、エンドエフェクタ 4 の姿勢が、エンドエフェクタ 4 が対象物体 O B J をリリース可能なリリース目標姿勢となるようにロボットアーム 1 2 を制御するための信号を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ 4 の姿勢がリリース目標姿勢となるように、ロボットアーム 1 2 を制御してもよい。

[0076] 上述したようにロボット制御信号がエンドエフェクタ 4 を制御するための信号を含んでいる場合には、ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ 4 を制御してもよい。例えば、ロボット制御装

置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ 4 を構成するハンドグripperを動かすアクチュエータの動作を制御することで、エンドエフェクタ 4 の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ 4 を構成するバキュームグripperのバキューム装置の動作を制御することで、エンドエフェクタ 4 の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ 4 を構成するマグネットグripperの磁気吸着装置の動作を制御することで、エンドエフェクタ 4 の動作を制御してもよい。

[0077] 一例として、エンドエフェクタ 4 が対象物体 O B J を保持するための保持処理を行う場合には、ロボット制御信号は、上述した保持目標位置に位置する及び／又は上述した保持目標姿勢で位置するエンドエフェクタ 4 が対象物体 O B J を保持するようにエンドエフェクタ 4 を制御するための信号を含んでもよい。この場合、ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、保持目標位置に位置する及び／又は保持目標姿勢で位置するエンドエフェクタ 4 が対象物体 O B J を保持するように、エンドエフェクタ 4 を制御してもよい。

[0078] 上述したようにロボット制御信号が、ロボット 1 が設置されている可動装置（例えば、自動搬送車、自立走行搬送ロボット、及び無人航空機の少なくとも一つ）を制御するための信号を含んでいる場合には、ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、可動装置を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置 1 3 は、ロボット制御信号に基づいて、ロボット 1 が、ロボット制御信号が直接的に又は間接的に示す目標位置に移動するように、可動装置の動力源（例えば、モータ又はエンジン）を制御してもよい。

[0079] 他の一例として、エンドエフェクタ 4 が保持している対象物体 O B J をリリースするためのリリース処理を行う場合には、ロボット制御信号は、上述したリリース目標位置に位置する及び／又は上述したリリース目標姿勢で位置するエンドエフェクタ 4 が保持している対象物体 O B J をリリースするよ

うにエンドエフェクタ 4 を制御するための信号を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御装置 13 は、ロボット制御信号に基づいて、リリース目標位置に位置する及び／又はリリース目標姿勢で位置するエンドエフェクタ 4 が保持している対象物体 O B J をリリースするように、エンドエフェクタ 4 を制御してもよい。

[0080] ロボット制御信号は、ロボット制御装置 13 がロボット 1 の動作を制御するためにそのまま利用可能な信号を含んでいてもよい。ロボット制御信号は、ロボット制御装置 13 がロボット 1 の動作を制御するために用いるロボット駆動信号としてそのまま利用可能な信号を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御装置 13 は、ロボット制御信号をそのまま用いて、ロボット 1 の動作を制御してもよい。例えば、制御装置 3 は、ロボットアーム 12 のジョイント 122 に内蔵されたアクチュエータの駆動信号をロボット制御信号として生成し、ロボット制御装置 13 は、制御装置 3 が生成したロボット制御信号をそのまま用いて、ロボットアーム 12 のジョイント 122 に内蔵されたアクチュエータを制御してもよい。

[0081] ロボット制御信号は、ロボット制御装置 13 がエンドエフェクタ 4 の動作を制御するためにそのまま利用可能な信号を含んでいてもよい。ロボット制御信号は、ロボット制御装置 13 がエンドエフェクタ 4 の動作を制御するために用いるエンドエフェクタ駆動信号としてそのまま利用可能な信号を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御装置 13 は、ロボット制御信号をそのまま用いて、エンドエフェクタ 4 の動作を制御してもよい。例えば、制御装置 3 は、エンドエフェクタ 4 を構成するハンドグripper を動かすアクチュエータの駆動信号（エンドエフェクタ駆動信号）をロボット制御信号として生成し、ロボット制御装置 13 は、制御装置 3 が生成したロボット制御信号をそのまま用いて、エンドエフェクタ 4 のアクチュエータを制御してもよい。例えば、制御装置 3 は、エンドエフェクタ 4 を構成するバキュームグripper のバキューム装置を駆動するための駆動信号（エンドエフェクタ駆動信号）をロボット制御信号として生成し、ロボット制御装置 13 は、制御装

置3が生成したロボット制御信号をそのまま用いて、エンドエフェクタ4のバキューム装置を制御してもよい。例えば、制御装置3は、エンドエフェクタ4を構成するマグネットグリッパーの磁気吸着装置を駆動するための駆動信号（エンドエフェクタ駆動信号）をロボット制御信号として生成し、ロボット制御装置13は、制御装置3が生成したロボット制御信号をそのまま用いて、エンドエフェクタ4の磁気吸着装置を制御してもよい。

[0082] ロボット制御信号は、ロボット制御装置13が、ロボット1が設置された可動装置（例えば、自動搬送車、自立走行搬送ロボット、及び無人航空機の少なくとも一つ）の動作を制御するためにそのまま利用可能な信号を含んでもよい。ロボット制御信号は、ロボット制御装置13が可動装置の動作を制御するために用いる可動装置駆動信号としてそのまま利用可能な信号を含んでもよい。この場合、ロボット制御装置13は、ロボット制御信号をそのまま用いて、可動装置の動作を制御してもよい。例えば、制御装置3は、可動装置の動力源（例えば、モータ又はエンジン）を駆動するための動力源駆動信号（可動装置駆動信号）をロボット制御信号として生成し、ロボット制御装置13は、制御装置3が生成したロボット制御信号をそのまま用いて、可動装置1の動力源を制御してもよい。

[0083] 尚、上述のように、ロボット制御信号が、ロボット制御装置13がロボット1、エンドエフェクタ4及び可動装置の少なくとも一つの動作を制御するためにそのまま利用可能な信号を含む場合、ロボット1は、ロボット制御装置13を備えていなくてもよい。この場合、制御装置3は、ロボット制御信号によって、ロボットアーム12のジョイント122に内蔵されたアクチュエータを制御してもよい。また、例えば、制御装置3は、ロボット制御信号（エンドエフェクタ駆動信号）によって、エンドエフェクタ4を構成するハンドグリッパーを動かすアクチュエータを制御してもよい。例えば、制御装置3は、ロボット制御信号（エンドエフェクタ駆動信号）によって、エンドエフェクタ4を構成するバキュームグリッパーのバキューム装置を制御してもよい。例えば、制御装置3は、ロボット制御信号（エンドエフェクタ駆動

信号)によって、エンドエフェクタ4を構成するマグネットグリッパーの磁気吸着装置を制御してもよい。例えば、制御装置3は、ロボット制御信号(可動装置駆動信号)によって、ロボット1が設置された可動装置を制御してもよい。

[0084] 或いは、ロボット制御信号は、ロボット1の動作を制御するためのロボット駆動信号をロボット制御装置13が生成するために利用可能な信号を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御装置13は、ロボット制御信号に基づいて、ロボット1の動作を制御するためのロボット駆動信号を生成し、生成したロボット駆動信号に基づいて、ロボット1の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置13は、ロボット制御信号に基づいて、ロボットアーム12のジョイント122に内蔵されたアクチュエータを駆動するためのロボット駆動信号を生成し、生成したロボット駆動信号に基づいて、ロボットアーム12のジョイント122に内蔵されたアクチュエータを制御してもよい。

[0085] ロボット制御信号は、エンドエフェクタ4の動作を制御するためのエンドエフェクタ駆動信号をロボット制御装置13が生成するために利用可能な信号を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御装置13は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ4の動作を制御するためのエンドエフェクタ駆動信号を生成し、生成したエンドエフェクタ駆動信号に基づいて、エンドエフェクタ4の動作を制御してもよい。例えば、エンドエフェクタ4がハンドグリッパーの場合、ロボット制御装置13は、ロボット制御信号に基づいて、ハンドグリッパーのアクチュエータを駆動するためのエンドエフェクタ駆動信号を生成し、生成したエンドエフェクタ駆動信号に基づいて、ハンドグリッパーのアクチュエータを制御してもよい。例えば、エンドエフェクタ4がマグネットグリッパーの場合、ロボット制御装置13は、ロボット制御信号に基づいて、マグネットグリッパーの磁気吸着装置を駆動するためのエンドエフェクタ駆動信号を生成し、生成したエンドエフェクタ駆動信号に基づいて磁気吸着装置を制御してもよい。

- [0086] ロボット制御信号は、ロボット1が設置された可動装置の動作を制御するための可動装置駆動信号をロボット制御装置13が生成するために利用可能な信号を含んでいてもよい。この場合、ロボット制御装置13は、ロボット制御信号に基づいて、可動装置の動作を制御するための可動装置駆動信号を生成し、生成した可動装置駆動信号に基づいて、可動装置の動作を制御してもよい。例えば、ロボット制御装置13は、ロボット制御信号に基づいて、可動装置の動力源（例えば、モータ又はエンジン）を駆動するための動力源駆動信号（可動装置駆動信号）を生成し、生成した可動装置駆動信号に基づいて、可動装置の動力源を制御してもよい。
- [0087] ロボット制御装置13がロボット駆動信号を生成するために利用可能な信号は、グローバル座標系での対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一方を表す信号を含んでいてもよい。ロボット制御装置13がロボット駆動信号を生成するために利用可能な信号は、グローバル座標系でのロボット1と対象物体OBJとの間の所望の位置関係を表す信号を含んでいてもよい。
- [0088] ロボット制御装置13がロボット駆動信号を生成するために利用可能な信号は、グローバル座標系でのエンドエフェクタ4の所望位置を表す信号を含んでいてもよい。所望位置の一例として、対象物体OBJをエンドエフェクタ4が処理すべき処理位置があげられる。例えば、所望位置は、対象物体OBJをエンドエフェクタ4が保持すべき保持目標位置を含んでいてもよい。例えば、所望位置は、対象物体OBJをエンドエフェクタ4がリリースすべきリリース目標位置を含んでいてもよい。ロボット制御装置13がロボット駆動信号を生成するために利用可能な信号は、グローバル座標系でのロボットアーム12の先端部（例えば、ツールセンターポイント）の所望位置を表す信号を含んでいてもよい。ロボット制御装置13がロボット駆動信号を生成するために利用可能な信号は、グローバル座標系での撮像システム2の所望位置を表す信号を含んでいてもよい。
- [0089] ロボット制御装置13がロボット駆動信号を生成するために利用可能な信号は、グローバル座標系でのエンドエフェクタ4の所望姿勢を表す信号を含

んでいてもよい。所望姿勢の一例として、対象物体OBJをエンドエフェクタ4が処理するときにエンドエフェクタ4がとるべき姿勢（処理姿勢）があげられる。例えば、所望姿勢は、対象物体OBJをエンドエフェクタ4が保持するときにエンドエフェクタ4がとるべき姿勢（保持目標姿勢）を含んでいてもよい。例えば、所望姿勢は、対象物体OBJをエンドエフェクタ4がリリースするときにエンドエフェクタ4がとるべき姿勢（リリース目標姿勢）を含んでいてもよい。ロボット制御装置13がロボット駆動信号を生成するために利用可能な信号は、グローバル座標系でのロボットアーム12の先端部（例えば、ツールセンターポイント）の所望姿勢を表す信号を含んでいてもよい。ロボット制御装置13がロボット駆動信号を生成するために利用可能な信号は、グローバル座標系での撮像システム2の所望姿勢を表す信号を含んでいてもよい。

[0090] ロボット制御装置13がロボット駆動信号を生成するために利用可能な信号は、エンドエフェクタ4の現在位置からエンドエフェクタ4の所望位置への移動量と移動方向を表す信号であってもよい。

[0091] （1－2）制御装置3の構成

続いて、図3を参照しながら、制御装置3の構成について説明する。図3は、制御装置3の構成を示すブロック図である。

[0092] 図3に示すように、制御装置3は、演算装置31と、記憶装置32と、通信装置33とを備えている。更に、制御装置3は、入力装置34と、出力装置35とを備えていてもよい。但し、制御装置3は、入力装置34及び出力装置35のうちの少なくとも一つを備えていなくてもよい。演算装置31と、記憶装置32と、通信装置33と、入力装置34と、出力装置35とは、データバス36を介して接続されていてもよい。

[0093] 演算装置31は、少なくとも回路（例えば、電子回路及び電気回路の少なくとも一つ）を含むハードウェアである。このため、演算装置31は、回路群（Circuitry）と称されてもよい。

[0094] 演算装置31は、少なくとも一つのプロセッサ（つまり、一つのプロセッ

サ又は複数のプロセッサ)をハードウェアとして含む。プロセッサは、例えば、ノイマン型のコンピュータアーキテクチャに準拠したプロセッサを含んでいてもよい。ノイマン型のコンピュータアーキテクチャに準拠したプロセッサは、CPU (Central Processing Unit) 及びGPU (Graphics Processing Unit) の少なくとも一つを含んでいてもよい。プロセッサは、例えば、非ノイマン型のコンピュータアーキテクチャに準拠したプロセッサを含んでいてもよい。非ノイマン型のコンピュータアーキテクチャに準拠したプロセッサは、FPGA (Field Programmable Gate Array) 及びASIC (Application Specific Circuit) のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。プロセッサは、回路群 (例えば、電子回路及び電気回路の少なくとも一つ) によって実現されていてもよい。

[0095] 演算装置31は、コンピュータプログラムコード及びコンピュータプログラム指令の少なくとも一つを含むコンピュータプログラム321を読み込む。例えば、演算装置31は、記憶装置32が記憶しているコンピュータプログラム321を読み込んでもよい。例えば、演算装置31は、コンピュータで読み取り可能であって且つ一時的でない記録媒体が記憶しているコンピュータプログラム321を、制御装置3が備える図示しない記録媒体読み取り装置を用いて読み込んでもよい。記録媒体から読み取られたコンピュータプログラム321は、記憶装置32に記憶されてもよい。演算装置31は、通信装置33 (或いは、その他の通信装置) を介して、制御装置3の外部に配置される不図示の装置からコンピュータプログラム321を取得してもよい (つまり、ダウンロードしてもよい又は読み込んでもよい)。ダウンロードされたコンピュータプログラム321は、記憶装置32に記憶されてもよい。

[0096] 演算装置31は、読み込んだコンピュータプログラム321を実行する。その結果、演算装置31内には、制御装置3が行うべき処理 (例えば、上述したロボット制御処理) を実行するための論理的な機能ブロックが実現され

る。言い換えれば、演算装置 31 は、コンピュータプログラム 321 が記録された記憶装置 32 等と共に（言い換えれば、記憶装置 32 と記憶装置 32 等に記録されたコンピュータプログラム 321 と共に）、制御装置 3 が行うべき処理を実行するための論理的な機能ブロックを実現するためのコントローラ又はコンピュータとして機能可能である。つまり、演算装置 31 が備える少なくとも一つのプロセッサと共に、記憶装置 32 等が備えるメモリ（記録媒体）とコンピュータプログラム 321 とは、制御装置 3 が行うべき処理（例えば、上述したロボット制御処理）を制御装置 3 が行うように構成されている。

[0097] 演算装置 31 内には、演算装置がコンピュータプログラム 321 を実行することで、機械学習によって構築可能な演算モデルが実装されてもよい。機械学習によって構築可能な演算モデルの一例として、例えば、ニューラルネットワークを含む演算モデル（いわゆる、人工知能（*Artificial Intelligence*））があげられる。この場合、演算モデルの学習は、ニューラルネットワークのパラメータ（例えば、重み及びバイアスの少なくとも一つ）の学習を含んでいてもよい。演算装置 31 は、演算モデルを用いて、ロボット制御処理を実行してもよい。つまり、ロボット制御処理を実行する動作は、演算モデルを用いてロボット制御処理を実行する動作を含んでいてもよい。尚、演算装置 31 には、教師データを用いたオフラインでの機械学習により構築済みの演算モデルが実装されてもよい。また、演算装置 31 に実装された演算モデルは、演算装置 31 上においてオンラインでの機械学習によって更新されてもよい。或いは、演算装置 31 は、演算装置 31 に実装されている演算モデルに加えて又は代えて、演算装置 31 の外部の装置（つまり、制御装置 3 の外部に設けられる装置）に実装された演算モデルを用いて、ロボット制御処理を実行してもよい。

[0098] 尚、演算装置 31 が実行するコンピュータプログラム 321 を記録する記録媒体としては、CD-ROM、CD-R、CD-RW やフレキシブルディスク、MO、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD+R、

DVD-RW、DVD+RW及びBlu-ray（登録商標）等の光ディスク、磁気テープ等の磁気媒体、光磁気ディスク、USBメモリ等の半導体メモリ、及び、その他プログラムを格納可能な任意の媒体の少なくとも一つが用いられてもよい。記録媒体には、コンピュータプログラム321を記録可能な機器（例えば、コンピュータプログラム321がソフトウェア及びファームウェア等の少なくとも一方の形態で実行可能な状態に実装された汎用機器又は専用機器）が含まれていてもよい。更に、コンピュータプログラム321に含まれる各処理や機能は、演算装置31（つまり、プロセッサ）がコンピュータプログラム321を実行することで演算装置31内に実現される論理的な処理ブロックによって実現されてもよいし、演算装置31が備える所定のゲートアレイ（FPGA（Field Programmable Gate Array）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit））等のハードウェアによって実現されてもよいし、論理的な処理ブロックとハードウェアの一部の要素を実現する部分的ハードウェアモジュールとが混在する形式で実現してもよい。

[0099] 図3には、ロボット制御処理を実行するために演算装置31内に実現される論理的な機能ブロックの一例が示されている。図3に示すように、演算装置31内には、位置姿勢算出部311と、信号生成部312と、誤保持検出部313とが実現される。尚、位置姿勢算出部311、信号生成部312及び誤保持検出部313のそれぞれが行う処理については、後に図5等を参照しながら詳述するため、ここでの説明を省略する。

[0100] 記憶装置32は、所望のデータを記憶可能な少なくとも一つのメモリを含む。言い換えれば、記憶装置32は、所望のデータを含む少なくとも一つのメモリを含む。メモリは、回路群（例えば、電子回路及び電気回路の少なくとも一つ）によって実現されていてもよい。例えば、記憶装置32は、演算装置31が実行するコンピュータプログラム321を記憶していてもよい。この場合、記憶装置32（メモリ）は、演算装置31が実行するコンピュー

タプログラム 321 を記録する上述した記録媒体として用いられてもよい。記憶装置 32 は、演算装置 31 がコンピュータプログラム 321 を実行している場合に演算装置 31 が一時的に使用するデータを一時的に記憶してもよい。記憶装置 32 は、制御装置 3 が長期的に保存するデータを記憶してもよい。尚、記憶装置 32 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、ハードディスク装置、光磁気ディスク装置、SSD (Solid State Drive) 及びディスクアレイ装置のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。つまり、記憶装置 32 は、一時的でない記録媒体を含んでいてもよい。

[0101] 通信装置 33 は、不図示の通信ネットワークを介して、ロボット 1 及び撮像システム 2 のそれぞれと通信可能である。或いは、通信装置 33 は、不図示の通信ネットワークを介して、ロボット 1 及び撮像システム 2 の少なくとも一方に加えて又は代えて、ロボット 1 及び撮像システム 2 とは異なる他の装置と通信可能であってもよい。本実施形態では、通信装置 33 は、撮像システム 2 から、画像データ IMG を受信（つまり、取得）してもよい。更に、通信装置 33 は、ロボット 1 に、ロボット制御信号を送信（つまり、出力）してもよい。尚、ロボット制御信号をロボット 1 に出力する通信装置 33 は、出力部と称されてもよい。

[0102] 入力装置 34 は、制御装置 3 の外部からの制御装置 3 に対する情報の入力を受け付ける装置である。例えば、入力装置 34 は、制御装置 3 のユーザが操作可能な操作装置（例えば、キーボード、マウス及びタッチパネルのうちの少なくとも一つ）を含んでいてもよい。例えば、入力装置 34 は、制御装置 3 に対して外付け可能な記録媒体にデータとして記録されている情報を読み取り可能な記録媒体読取装置を含んでいてもよい。

[0103] 尚、制御装置 3 には、通信装置 33 を介して、制御装置 3 の外部の装置から情報がデータとして入力可能である。この場合、通信装置 33 は、制御装置 3 の外部からの制御装置 3 に対する情報の入力を受け付ける入力装置として機能してもよい。

- [0104] 出力装置３５は、制御装置３の外部に対して情報を出力する装置である。
- 例えば、出力装置３５は、情報を画像として出力してもよい。つまり、出力装置３５は、画像を表示可能な表示装置（いわゆる、ディスプレイ）を含んでいてもよい。例えば、出力装置３５は、情報を音声として出力してもよい。つまり、出力装置３５は、音声を出力可能な音声装置（いわゆる、スピーカ）を含んでいてもよい。例えば、出力装置３５は、紙面に情報を出力してもよい。つまり、出力装置３５は、紙面に所望の情報を印刷可能な印刷装置（いわゆる、プリンタ）を含んでいてもよい。例えば、出力装置３５は、制御装置３に外付け可能な記録媒体に、情報をデータとして出力してもよい。
- [0105] 尚、制御装置３からは、通信装置３３を介して制御装置３の外部の装置に対して情報がデータとして出力可能である。この場合、通信装置３３は、制御装置３の外部に対して情報を出力する出力装置として機能してもよい。
- [0106] 尚、上述したロボット１が備えるロボット制御装置１３もまた、制御装置３と同様の構成を有していてもよい。つまり、ロボット制御装置１３は、ロボット制御装置１３の構成を示すブロック図である図４に示すように、ロボット制御装置１３は、演算装置１３１と、記憶装置１３２と、通信装置１３３とを備えている。更に、ロボット制御装置１３は、入力装置１３４と、出力装置１３５とを備えていてもよい。但し、ロボット制御装置１３は、入力装置１３４及び出力装置１３５のうちの少なくとも一つを備えていなくてもよい。演算装置１３１と、記憶装置１３２と、通信装置１３３と、入力装置１３４と、出力装置１３５とは、データバス１３６を介して接続されていてもよい。
- [0107] 演算装置１３１は、少なくとも一つのプロセッサ（つまり、一つのプロセッサ又は複数のプロセッサ）をハードウェアとして含む。プロセッサは、例えば、ノイマン型のコンピュータアーキテクチャに準拠したプロセッサを含んでいてもよい。ノイマン型のコンピュータアーキテクチャに準拠したプロセッサは、CPU（Central Processing Unit）及びGPU（Graphics Processing Unit）の少なく

とも一つを含んでいてもよい。プロセッサは、例えば、非ノイマン型のコンピュータアーキテクチャに準拠したプロセッサを含んでいてもよい。非ノイマン型のコンピュータアーキテクチャに準拠したプロセッサは、FPGA (Field Programmable Gate Array) 及びASIC (Application Specific Circuit) のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0108] 演算装置131は、コンピュータプログラムコード及びコンピュータプログラム指令の少なくとも一つを含むコンピュータプログラム1321を読み込む。例えば、演算装置131は、記憶装置132が記憶しているコンピュータプログラム1321を読み込んでもよい。例えば、演算装置131は、コンピュータで読み取り可能であって且つ一時的でない記録媒体が記憶しているコンピュータプログラム1321を、ロボット制御装置13が備える図示しない記録媒体読み取り装置を用いて読み込んでもよい。記録媒体から読み取られたコンピュータプログラム1321は、記憶装置132に記憶されてもよい。演算装置131は、通信装置133（或いは、その他の通信装置）を介して、ロボット制御装置13の外部に配置される不図示の装置からコンピュータプログラム1321を取得してもよい（つまり、ダウンロードしてもよい又は読み込んでもよい）。ダウンロードされたコンピュータプログラム1321は、記憶装置132に記憶されてもよい。

[0109] 演算装置131は、読み込んだコンピュータプログラム1321を実行する。その結果、演算装置131内には、ロボット制御装置13が行うべき処理（例えば、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御する処理）を実行するための論理的な機能ブロックが実現される。言い換えれば、演算装置131は、コンピュータプログラム1321が記録された記憶装置132等と共に（言い換えれば、記憶装置132と記憶装置132等に記録されたコンピュータプログラム1321と共に）、ロボット制御装置13が行うべき処理を実行するための論理的な機能ブロックを実現するためのコントローラ又はコンピュータとして機能可能である。つまり、演算装置1

31が備える少なくとも一つのプロセッサと共に、記憶装置132等が備えるメモリ（記録媒体）とコンピュータプログラム1321とは、ロボット制御装置13が行うべき処理をロボット制御装置13が行うように構成されている。

[0110] 演算装置131内には、演算装置がコンピュータプログラム1321を実行することで、機械学習によって構築可能な演算モデルが実装されてもよい。機械学習によって構築可能な演算モデルの一例として、例えば、ニューラルネットワークを含む演算モデル（いわゆる、人工知能（*Artificial Intelligence*））があげられる。この場合、演算モデルの学習は、ニューラルネットワークのパラメータ（例えば、重み及びバイアスの少なくとも一つ）の学習を含んでいてもよい。演算装置131は、演算モデルを用いて、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御してもよい。つまり、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御する動作は、演算モデルを用いてロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御する動作を含んでいてもよい。尚、演算装置131には、教師データを用いたオフラインでの機械学習により構築済みの演算モデルが実装されてもよい。また、演算装置131に実装された演算モデルは、演算装置131上においてオンラインでの機械学習によって更新されてもよい。或いは、演算装置131は、演算装置131に実装されている演算モデルに加えて又は代えて、演算装置131の外部の装置（つまり、ロボット制御装置13の外部に設けられる装置）に実装された演算モデルを用いて、ロボット制御処理を実行してもよい。

[0111] 尚、演算装置131が実行するコンピュータプログラム1321を記録する記録媒体としては、CD-ROM、CD-R、CD-RWやフレキシブルディスク、MO、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD+R、DVD-RW、DVD+RW及びBlu-ray（登録商標）等の光ディスク、磁気テープ等の磁気媒体、光磁気ディスク、USBメモリ等の半導体メモリ、及び、その他プログラムを格納可能な任意の媒体の少なくとも一

つが用いられてもよい。記録媒体には、コンピュータプログラム1321を記録可能な機器（例えば、コンピュータプログラム1321がソフトウェア及びファームウェア等の少なくとも一方の形態で実行可能な状態に実装された汎用機器又は専用機器）が含まれていてもよい。更に、コンピュータプログラム1321に含まれる各処理や機能は、演算装置131（つまり、プロセッサ）がコンピュータプログラム1321を実行することで演算装置131内に実現される論理的な処理ブロックによって実現されてもよいし、演算装置131が備える所定のゲートアレイ（FPGA（Field Programmable Gate Array）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit））等のハードウェアによって実現されてもよいし、論理的な処理ブロックとハードウェアの一部の要素を実現する部分的ハードウェアモジュールとが混在する形式で実現してもよい。

[0112] 記憶装置132は、所望のデータを記憶可能な少なくとも一つのメモリを含む。言い換えれば、記憶装置132は、所望のデータを含む少なくとも一つのメモリを含む。例えば、記憶装置132は、演算装置131が実行するコンピュータプログラム1321を記憶していてもよい。この場合、記憶装置132（メモリ）は、演算装置131が実行するコンピュータプログラム1321を記録する上述した記録媒体として用いられてもよい。記憶装置132は、演算装置131がコンピュータプログラム1321を実行している場合に演算装置131が一時的に使用するデータを一時的に記憶してもよい。記憶装置132は、ロボット制御装置13が長期的に保存するデータを記憶してもよい。尚、記憶装置132は、RAM（Random Access Memory）、ROM（Read Only Memory）、ハードディスク装置、光磁気ディスク装置、SSD（Solid State Drive）及びディスクアレイ装置のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。つまり、記憶装置132は、一時的でない記録媒体を含んでいてもよい。

- [0113] 通信装置 1 3 3 は、不図示の通信ネットワークを介して、撮像システム 2 及び制御装置 3 の少なくとも一つと通信可能である。或いは、通信装置 1 3 3 は、不図示の通信ネットワークを介して、撮像システム 2 及び制御装置 3 の少なくとも一つに加えて又は代えて、撮像システム 2 及び制御装置 3 とは異なる他の装置と通信可能であってもよい。本実施形態では、通信装置 1 3 3 は、制御装置 3 から、ロボット制御信号を受信（つまり、取得）してもよい。
- [0114] 入力装置 1 3 4 は、ロボット制御装置 1 3 の外部からのロボット制御装置 1 3 に対する情報の入力を受け付ける装置である。例えば、入力装置 1 3 4 は、ロボット制御装置 1 3 のユーザが操作可能な操作装置（例えば、キーボード、マウス及びタッチパネルのうちの少なくとも一つ）を含んでもよい。例えば、入力装置 1 3 4 は、ロボット制御装置 1 3 に対して外付け可能な記録媒体にデータとして記録されている情報を読み取り可能な記録媒体読取装置を含んでもよい。
- [0115] 尚、ロボット制御装置 1 3 には、通信装置 1 3 3 を介して、ロボット制御装置 1 3 の外部の装置から情報がデータとして入力可能である。この場合、通信装置 1 3 3 は、ロボット制御装置 1 3 の外部からのロボット制御装置 1 3 に対する情報の入力を受け付ける入力装置として機能してもよい。
- [0116] 出力装置 1 3 5 は、ロボット制御装置 1 3 の外部に対して情報を出力する装置である。例えば、出力装置 1 3 5 は、情報を画像として出力してもよい。つまり、出力装置 1 3 5 は、画像を表示可能な表示装置（いわゆる、ディスプレイ）を含んでもよい。例えば、出力装置 1 3 5 は、情報を音声として出力してもよい。つまり、出力装置 1 3 5 は、音声を出力可能な音声装置（いわゆる、スピーカ）を含んでもよい。例えば、出力装置 1 3 5 は、紙面に情報を出力してもよい。つまり、出力装置 1 3 5 は、紙面に所望の情報を印刷可能な印刷装置（いわゆる、プリンタ）を含んでもよい。例えば、出力装置 1 3 5 は、ロボット制御装置 1 3 に外付け可能な記録媒体に、情報をデータとして出力してもよい。

[0117] 尚、ロボット制御装置 13 からは、通信装置 133 を介してロボット制御装置 13 の外部の装置に対して情報がデータとして出力可能である。この場合、通信装置 133 は、ロボット制御装置 13 の外部に対して情報を出力する出力装置として機能してもよい。

[0118] (2) ロボット制御処理

続いて、図 5 を参照しながら、制御装置 3 が行うロボット制御処理について説明する。図 5 は、ロボット制御処理の流れを示すフローチャートである。

[0119] (2-1) 対象物体 O B J に所定の処理を行うためのロボット制御信号の生成

図 5 に示すように、制御装置 3 が備える位置姿勢算出部 311 は、通信装置 33 を用いて、撮像装置 21 から画像データ IMG を取得する（ステップ S11）。具体的には、撮像装置 21 は、所定の撮像レートで対象物体 O B J を撮像する。例えば、撮像装置 21 は、一秒間に数十回から数百回（一例として、500 回）対象物体 O B J を撮像する撮像レートで、対象物体 O B J を撮像してもよい。尚、対象物体 O B J が容器 C B に収容されている場合には、対象物体 O B J を撮像することは、容器 C B の内部（つまり、上述した収容空間 S P）を撮像することと等価であるとみなしてもよい。対象物体 O B J の撮像結果である画像データ IMG は、容器 C B の内部（つまり、上述した収容空間 S P）の撮像結果である画像データ IMG と等価であるとみなしてもよい。その結果、撮像装置 21 は、所定の撮像レートに応じた周期で画像データ IMG を生成する。例えば、撮像装置 21 は、一秒間に数十個から数百個（一例として、500 個）の画像データ IMG を生成してもよい。位置姿勢算出部 311 は、撮像装置 21 が画像データ IMG を生成する都度、画像データ IMG を取得する。つまり、位置姿勢算出部 311 は、一秒間に数十個から数百個（一例として、500 個）の画像データ IMG を取得してもよい。

[0120] 但し、撮像装置 21 は、所望の撮像レートで対象物体 O B J を周期的に撮

像しなくてもよい。例えば、撮像装置 21 は、対象物体 O B J を撮像するように撮像装置 21 を制御するための制御信号を制御装置 3 から受信した場合に、対象物体 O B J を撮像してもよい。

[0121] 撮像装置 21 は、ロボット 1 が所定の処理を行う対象物体 O B J に加えて、対象物体 O B J とは異なる他の物体を撮像してもよい。尚、他の物体は、ロボット 1 が所定の処理を行う対象ではないため、以下の説明では、対象物体 O B J とは異なる他の物体を、非対象物体と称する。非対象物体の一例として、エンドエフェクタ 4 の少なくとも一部があげられる。非対象物体の一例として、ロボットアーム 12 の少なくとも一部があげられる。非対象物体の一例として、ロボット 1 の周辺に位置する物体である周辺物体の少なくとも一部があげられる。周辺物体の一例として、載置装置 T（言い換えれば、載置部材であり、例えば、容器 C B）があげられる。例えば、対象物体 O B J と非対象物体との双方が撮像装置 21 の撮像範囲（視野）に含まれている場合には、撮像装置 21 は、対象物体 O B J と非対象物体との双方を撮像してもよい。その結果、撮像装置 21 は、対象物体 O B J と非対象物体との双方が写り込んでいる画像を示す画像データ I M G を生成してもよい。但し、撮像装置 21 は、対象物体 O B J を撮像する一方で、非対象物体を撮像しなくてもよい。つまり、撮像装置 21 は、対象物体 O B J が写り込んでいる一方で非対象物体が写り込んでいない画像を示す画像データ I M G を生成してもよい。いずれにおいても、撮像装置 21 は、少なくとも対象物体 O B J が写り込んでいる画像を示す画像データ I M G を生成する。つまり、撮像装置 21 は、少なくとも対象物体 O B J の画像データを含む画像データ I M G を生成する。

[0122] 上述したように容器 C B に複数の対象物体 O B J が収容されている場合には、撮像装置 21 は、容器 C B に収容されている複数の対象物体 O B J のうちの少なくとも一部を撮像してもよい。言い換えれば、撮像装置 21 は、容器 C B に収容されている複数の対象物体 O B J のうちの少なくとも一部を含む対象物体群を撮像してもよい。撮像装置 21 が撮像する対象物体群は、容

器C Bに收容されている複数の対象物体O B Jのうちの、撮像装置2 1の撮像視野に含まれる複数の対象物体O B J（或いは、場合によっては、撮像装置2 1の撮像視野に含まれる一つの対象物体O B J）を含んでいてもよい。

[0123] 上述したように、撮像装置2 1は、エンドエフェクタ4が所定の処理を順に行う複数の対象物体O B Jを撮像することがある。この場合、エンドエフェクタ4は、第1の期間において、複数の対象物体O B Jのうちの第1対象物体O B Jに対して所定の処理を行い、第1の期間に続く第2の期間において、複数の対象物体O B Jのうちの第1対象物体O B Jとは異なる第2対象物体O B Jに対して所定の処理を行ってもよい。この場合、第1の期間においては、複数の対象物体O B Jのうち、エンドエフェクタ4が所定の処理を行う第1対象物体O B J以外の他の対象物体O B J（例えば、第2対象物体O B J）は、第1の期間においてロボット1が所定の処理を行う処理実行物体ではない対象物体O B J（或いは、非対象物体）であるとみなされてもよい。同様に、第2の期間においては、複数の対象物体O B Jのうち、エンドエフェクタ4が所定の処理を行う第2対象物体O B J以外の他の対象物体O B J（例えば、第1対象物体O B J）は、第2の期間においてロボット1が所定の処理を行う処理実行物体ではない対象物体O B J（或いは、非対象物体）であるとみなされてもよい。

[0124] ステップS 1 1において位置姿勢算出部3 1 1が画像データI MGを取得するたびに、位置姿勢算出部3 1 1は、ステップS 1 2 1において取得した画像データI MGに基づいて、対象物体O B Jの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する（ステップS 1 2）。その結果、位置姿勢算出部3 1 1は、対象物体O B Jの位置及び姿勢の少なくとも一つを示す位置姿勢データP O Iを生成する（ステップS 1 2）。

[0125] 以下の説明では、上述したように、ステップS 1 2において位置姿勢算出部3 1 1がグローバル座標系における対象物体O B Jの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出する例について説明する。つまり、以下の説明では、位置姿勢算出部3 1 1が、グローバル座標系における対象物体O B Jの位置及び

姿勢の少なくとも一つを示す位置姿勢データ P O I を生成する例について説明する。

[0126] 位置姿勢算出部 311 は、グローバル座標系における対象物体 O B J の位置として、グローバル座標系の X 軸と平行な X 軸方向における対象物体 O B J の位置 T_x 、グローバル座標系の Y 軸と平行な Y 軸方向における対象物体 O B J の位置 T_y 、及び、グローバル座標系の Z 軸と平行な Z 軸方向における対象物体 O B J の位置 T_z のうちの少なくとも一つを算出してもよい。位置姿勢算出部 311 は、グローバル座標系における対象物体 O B J の姿勢として、グローバル座標系の X 軸周りの対象物体 O B J の回転量 R_x 、グローバル座標系の Y 軸周りの対象物体 O B J の回転量 R_y 及びグローバル座標系の Z 軸周りの対象物体 O B J の回転量 R_z のうちの少なくとも一つを算出してもよい。なぜならば、X 軸周りの対象物体 O B J の回転量 R_x 、Y 軸周りの対象物体 O B J の回転量 R_y 及び Z 軸周りの対象物体 O B J の回転量 R_z は、それぞれ、X 軸周りの対象物体 O B J の姿勢を表すパラメータ、Y 軸周りの対象物体 O B J の姿勢を表すパラメータ及び Z 軸周りの対象物体 O B J の姿勢を表すパラメータと等価であるからである。このため、以下の説明では、X 軸周りの対象物体 O B J の回転量 R_x 、Y 軸周りの対象物体 O B J の回転量 R_y 及び Z 軸周りの対象物体 O B J の回転量 R_z を、それぞれ、X 軸周りの対象物体 O B J の姿勢 R_x 、Y 軸周りの対象物体 O B J の姿勢 R_y 及び Z 軸周りの対象物体 O B J の姿勢 R_z と称する。

[0127] 尚、X 軸周りの対象物体 O B J の姿勢 R_x 、Y 軸周りの対象物体 O B J の姿勢 R_y 及び Z 軸周りの対象物体 O B J の姿勢 R_z は、それぞれ、X 軸周りの回転方向における対象物体 O B J の位置、Y 軸周りの回転方向における対象物体 O B J の位置及び Z 軸周りの回転方向における対象物体 O B J の位置を示しているとみなしてもよい。つまり、X 軸周りの対象物体 O B J の姿勢 R_x 、Y 軸周りの対象物体 O B J の姿勢 R_y 及び Z 軸周りの対象物体 O B J の姿勢 R_z は、いずれも、対象物体 O B J の位置を表すパラメータであるとみなしてもよい。

[0128] 図5のステップS12において、位置姿勢算出部311は、ステップS11において取得した画像データIMGを用いたマッチング処理を行うことで、対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。具体的には、位置姿勢算出部311は、画像データIMGと、対象物体OBJの少なくとも一部の形状を示すテンプレートモデルとを用いたマッチング処理を行うことで、対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。

[0129] 例えば、位置姿勢算出部311は、マッチング処理の一例である2Dマッチング処理を行うことで、対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。具体的には、位置姿勢算出部311は、2Dマッチング処理を行うために、単眼カメラを含む撮像装置21が生成した画像データIMG（つまり、単眼カメラが生成した一つの画像を含む画像データIMGであり、以降、必要に応じて2D画像データIMG_2Dと称されてもよい）を用いてもよい。この場合、位置姿勢算出部311は、2D画像データIMG_2D（つまり、2D画像データIMG_2Dが示す画像）と、対象物体OBJの少なくとも一部の二次元形状を示すテンプレートモデルとを用いた2Dマッチング処理を行うことで、対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。この場合、位置姿勢算出部311は、2Dマッチング処理として、2D画像データIMG_2Dが示す画像内で、テンプレートモデルが示す対象物体OBJ（言い換えれば、テンプレートモデルに対応する画像部分）を検出する物体検出処理を行ってもよい。尚、2Dマッチング処理（この場合、物体検出処理）そのものは、既存の2Dマッチング処理と同一であってもよい。例えば、位置姿勢算出部311は、SIFT（Scale-Invariant Feature Transform）やSURF（Speed-Uped Robust Feature）などの周知の方法を用いて、2Dマッチング処理を行ってもよい。

[0130] この場合、位置姿勢算出部311は、二次元のテンプレートモデルの特徴箇所（例えば、特徴点及びエッジの少なくとも一つ）が、2D画像データI

MG__2Dが示す画像に写り込んでいる対象物体OBJの特徴箇所に基づく（例えば、一致する）ように、撮像装置21を基準とする撮像座標系内において、テンプレートモデルを平行移動、拡大、縮小及び／又は回転させてもよい。その結果、位置姿勢算出部311は、テンプレートモデルの座標系と撮像座標系との位置関係を特定することができる。その後、位置姿勢算出部311は、テンプレートモデルの座標系と撮像座標系との位置関係に基づいて、テンプレートモデルの座標系における対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つから、撮像座標系における対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。その後、位置姿勢算出部311は、撮像座標系における三次元座標をグローバル座標系のいずれか他方における三次元座標に変換するための変換行列に基づいて、撮像座標系における対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを、グローバル座標系における対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つに変換してもよい。

[0131] 尚、テンプレートモデルは、対象物体OBJの少なくとも一部の二次元形状を示すモデルに限らず、対象物体OBJの少なくとも一部のエッジを示すモデルであってもよい。また、テンプレートモデルは、予め、対象物体のCADモデルから生成されてもよいし、基準となる対象物体OBJを撮像装置21又は他の撮像装置で撮像することによって得られた画像データから生成されてもよい。

[0132] 尚、位置姿勢算出部311は、2D画像データIMG__2Dに基づいて、2Dマッチング処理以外の既存の方法を用いて対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。例えば、位置姿勢算出部311は、機械学習によって生成された推論モデルを用いて、2D画像データIMG__2Dに基づいて、対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。推論モデルは、2D画像データIMG__2Dが入力された場合に、画像データIMGが示す画像に写り込んでいる対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを出力するように、機械学習によって生成されてもよい。

[0133] 例えば、撮像装置 2 1 がステレオカメラを含む場合には、位置姿勢算出部 3 1 1 は、2 D マッチング処理に代えて、マッチング処理の一例である 3 D マッチング処理を行うことで、対象物体 O B J の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。具体的には、位置姿勢算出部 3 1 1 は、3 D マッチング処理を行うために、ステレオカメラを含む撮像装置 2 1 が生成した画像データ I M G (つまり、ステレオカメラが生成した二つの画像を含む画像データ I M G であり、以降、必要に応じて 3 D 画像データ I M G _ 3 D と称されてもよい) を用いてもよい。この場合、位置姿勢算出部 3 1 1 は、3 D 画像データ I M G _ 3 D (つまり、3 D 画像データ I M G _ 3 D が示す二つの画像) に基づいて、3 D 画像データ I M G _ 3 D が示す画像に写り込んでいる対象物体 O B J の少なくとも一部の三次元位置を示す三次元位置データを生成してもよい。この場合、位置姿勢算出部 3 1 1 は、3 D 画像データ I M G _ 3 D (つまり、3 D 画像データ I M G _ 3 D が示す二つの画像) に基づいて、視差を算出し、算出した視差を用いた三角測量の原理に基づく周知の方法で三次元位置データを生成してもよい。三次元位置データは、対象物体 O B J の複数点それぞれの三次元位置を示すデータであってもよい。三次元位置データは、対象物体 O B J の表面上の複数点のそれぞれの三次元位置を示すデータであってもよい。三次元位置データは、対象物体 O B J の表面の複数部位にそれぞれ相当する複数点のそれぞれの三次元位置を示すデータであってもよい。以下の説明では、三次元位置データとして、点群を示す点群データが用いられる例について説明する。但し、点群を示す点群データとは異なる三次元位置データ (例えば、深度画像を示す深度画像データ) が用いられてもよい。その後、位置姿勢算出部 3 1 1 は、三次元位置データ (例えば、点群データ) と、対象物体 O B J の少なくとも一部の三次元形状を示すテンプレートモデルとを用いた 3 D マッチング処理を行うことで、対象物体 O B J の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。この場合、位置姿勢算出部 3 1 1 は、3 D マッチング処理として、三次元位置データが示す点群内で、三次元のテンプレートモデルが示す対象物体 O B J (言い換えれ

ば、テンプレートモデルに対応する点の集合)を検出する物体検出処理を行ってもよい。尚、3Dマッチング処理(この場合、物体検出処理)そのものは、既存の3Dマッチング処理と同一であってもよい。例えば、位置姿勢算出部311は、RANSAC(Random Sample Consensus)、SIFT(Scale-Invariant Feature Transform)、ICP(Iterative Closest Point)、及びDSO(Direct Sparse Odometry)の少なくとも一つを含む周知の方法を用いて、3Dマッチング処理を行ってもよい。

[0134] 尚、対象物体OBJの少なくとも一部の三次元形状を示すテンプレートモデルは、予め、対象物体OBJのCADモデルから生成されてもよいし、基準となる対象物体OBJを撮像装置21又は他の撮像装置で撮像することによって得られた画像データから生成されてもよい。

[0135] 尚、位置姿勢算出部311は、画像データIMG(つまり、画像データIMGが示す二つの画像)に基づいて、3Dマッチング処理以外の既存の方法を用いて対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。例えば、位置姿勢算出部311は、機械学習によって生成された推論モデルを用いて、3D画像データIMG_3Dに基づいて、対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。推論モデルは、3D画像データIMG_3Dが入力された場合に、画像データIMGが示す画像に写り込んでいる対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを出力するように、機械学習によって生成されてもよい。

[0136] 尚、撮像装置21が単眼カメラを含む撮像装置21である(言い換えれば、ステレオカメラを含まない撮像装置21である)場合であっても、照明装置23が投影パターンを投影した対象物体OBJを撮像装置21が撮像する場合には、位置姿勢算出部311は、2Dマッチング処理に加えて又は代えて、マッチング処理の一例である3Dマッチング処理を行うことで、対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。なぜならば、

位置姿勢算出部311は、2D画像データIMG_2Dが示す画像に写り込んだ投影パターン（具体的には、対象物体OBJの形状に応じて変形した投影パターン）に基づいて、三次元位置データを生成するために利用可能な視差を算出可能であるからである。

[0137] 3Dマッチング処理が行われる場合には、位置姿勢算出部311は、三次元のテンプレートモデルの特徴箇所（例えば、特徴点及びエッジの少なくとも一つ）が、三次元位置データが三次元位置を示す対象物体OBJ（例えば、三次元位置データが示す対象物体OBJに対応する点群）の特徴箇所に近づく（例えば、一致する）ように、撮像座標系内において、テンプレートモデルを平行移動、拡大、縮小及び／又は回転させてもよい。その結果、位置姿勢算出部311は、テンプレートモデルの座標系と撮像座標系との位置関係を特定することができる。以降は、3Dマッチング処理が行われる場合においても、2Dマッチング処理が行われる場合と同様の処理を行うことで、位置姿勢算出部311は、グローバル座標系における対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。

[0138] 位置姿勢算出部311は、2Dマッチング処理と3Dマッチング処理との双方を行うことで、対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。例えば、位置姿勢算出部311は、2Dマッチング処理を行うことで、対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一部を算出し、3Dマッチング処理を行うことで、対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも他の一部を算出してもよい。例えば、位置姿勢算出部311は、2Dマッチング処理による対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果と、3Dマッチング処理による対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果とをマージすることで、対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。

[0139] 位置姿勢算出部311は、マッチング処理を行う際に、テンプレートモデルと画像データIMGが示す画像に写り込んでいる対象物体OBJ（或いは、画像データIMGから生成される三次元位置データが三次元位置を示す対

象物体OBJ)との類似度であるマッチング類似度を算出してもよい。位置姿勢算出部311は、算出されたマッチング類似度がマッチング処理に用いられる所定のマッチング判定閾値を上回る対象物体OBJがマッチング処理によって検出された場合に、当該対象物体OBJを、エンドエフェクタ4が実際に所定の処理を行うべき処理実行物体として選択してもよい。一方で、位置姿勢算出部311は、算出されたマッチング類似度がマッチング判定閾値を下回る対象物体OBJがマッチング処理によって検出された場合に、当該対象物体OBJを、エンドエフェクタ4が実際に所定の処理を行うべき処理実行物体として選択しなくてもよい。

[0140] 尚、マッチング判定閾値は、マッチング処理によって画像データIMGが示す画像から対象物体OBJを検出するために用いられる閾値である。具体的には、マッチング判定閾値は、画像データIMGが示す画像から検出された物体が対象物体OBJである可能性が高い状態と、画像データIMGが示す画像から検出された物体が対象物体OBJである可能性が低い状態とを、画像データIMGが示す画像から検出された物体のマッチング類似度から区別するために用いられる閾値である。マッチング判定閾値は、画像データIMGを用いたマッチング処理によって算出された対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つの精度が高い状態と、画像データIMGを用いたマッチング処理によって算出された対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つの精度が低い状態とを、マッチング類似度から区別するために用いられる閾値とも言える。

[0141] 上述したように、撮像装置21が複数の対象物体OBJを撮像する可能性がある。この場合、撮像装置21が生成する画像データIMGが示す画像に、複数の対象物体OBJが写り込んでいる可能性がある。この場合、位置姿勢算出部311は、画像データIMGが示す画像に写り込んでいる複数の対象物体OBJのうちの一の対象物体OBJを、エンドエフェクタ4が実際に所定の処理を行うべき処理実行物体として選択してもよい。例えば、位置姿勢算出部311は、マッチング類似度に基づいて、画像データIMGが示す

画像に写り込んでいる複数の対象物体 O B J のうちの一の対象物体 O B J を、エンドエフェクタ 4 が実際に所定の処理を行うべき処理実行物体として選択してもよい。一例として、位置姿勢算出部 3 1 1 は、複数の対象物体 O B J のうちのマッチング類似度がマッチング閾値を上回り且つ最大となる一の対象物体 O B J を、処理実行物体として選択してもよい。他の一例として、位置姿勢算出部 3 1 1 は、複数の対象物体 O B J のうちの、マッチング判定閾値を上回るマッチング類似度で且つマッチング類似度が N（尚、N は、2 以上の整数を示す定数である）番目に大きい一の対象物体 O B J を、処理実行物体として選択してもよい。他の一例として、位置姿勢算出部 3 1 1 は、複数の対象物体 O B J のうちの、所定のマッチング判定閾値を上回るマッチング類似度に対応する一の対象物体 O B J を、処理実行物体として選択してもよい。他の一例として、位置姿勢算出部 3 1 1 は、複数の対象物体 O B J のうちの、マッチング判定閾値を上回るマッチング類似度に対応し且つエンドエフェクタ 4 に最も近い一の対象物体 O B J を、処理実行物体として選択してもよい。他の一例として、例えば、容器 C B（載置装置 T）に複数の対象物体 O B J が収容されている場合（例えば、複数の物体がばら積みされている場合）には、位置姿勢算出部 3 1 1 は、複数の対象物体 O B J のうちの、マッチング判定閾値を上回るマッチング類似度に対応し且つ最も Z 軸に沿った Z 座標が大きい（最も高い位置に位置する）一の対象物体 O B J を、処理実行物体として選択してもよい。他の一例として、位置姿勢算出部 3 1 2 は、複数の対象物体 O B J のうちの、マッチング判定閾値を上回るマッチング類似度に対応し且つエンドエフェクタ 4 が所定の処理を行うことが可能な一の対象物体 O B J を、処理実行物体として選択してもよい。

[0142] 但し、エンドエフェクタ 4 が二つ以上の対象物体 O B J に対して同時に所定の処理を行うことが可能である場合には、位置姿勢算出部 3 1 1 は、複数の対象物体 O B J のうちの少なくとも二つのそれぞれを、処理実行物体として選択してもよい。つまり、位置姿勢算出部 3 1 1 は、エンドエフェクタ 4 が所定の処理を同時に行うべき少なくとも二つの処理実行物体を選択しても

よい。尚、以下の説明では、説明の便宜上、位置姿勢算出部 3 1 1 が、複数の対象物体 O B J のうちの一の対象物体 O B J を処理実行物体として選択する例について説明する。

[0143] その後、信号生成部 3 1 2 は、ステップ S 1 2 において生成された位置姿勢データ P O I（つまり、処理実行物体の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果であり、マッチング処理の結果）を用いて、ロボット制御信号を生成する（ステップ S 1 3）。例えば、信号生成部 3 1 2 は、エンドエフェクタ 4 が対象物体 O B J（特に、処理実行物体）に対して所定の処理を行うことができるように、ロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部 3 1 2 は、エンドエフェクタ 4 が対象物体 O B J（特に、処理実行物体）に対して所定の処理を行うために、エンドエフェクタ 4 が対象物体 O B J（特に、処理実行物体）に近づくように、ロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部 3 1 2 は、エンドエフェクタ 4 と対象物体 O B J（特に、処理実行物体）との位置関係が、所望の保持目標位置関係となるように、ロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部 3 1 2 は、エンドエフェクタ 4 と対象物体 O B J（特に、処理実行物体）との位置関係が保持目標位置関係となるようにロボットアーム 1 2 の動作を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部 3 1 2 は、エンドエフェクタ 4 と対象物体 O B J（特に、処理実行物体）との姿勢関係が、所望の保持目標姿勢関係となるように、ロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部 3 1 2 は、エンドエフェクタ 4 と対象物体 O B J（特に、処理実行物体）との姿勢関係が保持目標姿勢関係となるようにロボットアーム 1 2 の動作を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0144] この場合、保持目標位置関係及び保持目標姿勢関係のそれぞれは、事前に設定（登録）されていてもよい。信号生成部 3 1 2 は、事前に設定された保持目標位置関係及び保持目標姿勢関係と、ステップ S 1 2 において生成された位置姿勢データ P O I とに基づいて、エンドエフェクタ 4 と対象物体 O B J（特に、処理実行物体）との位置関係が保持目標位置関係となる及び／又

はエンドエフェクタ４と対象物体OBJ（特に、処理実行物体）との姿勢関係が保持目標姿勢関係となるように、上述したエンドエフェクタ４の保持目標位置及び保持目標姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。エンドエフェクタ４の保持目標位置及び保持目標姿勢の少なくとも一つは、エンドエフェクタ４の基準点（例えば、ツールセンターポイント）の目標位置及び目標姿勢の少なくとも一つを意味していてもよい。その後、信号生成部３１２は、エンドエフェクタ４の位置が保持目標位置に近づくように及び／又はエンドエフェクタ４の姿勢が保持目標姿勢に近づくように、ロボット制御信号を生成してもよい。その結果、エンドエフェクタ４は、対象物体OBJ（特に、処理実行物体）に近づいていく。

[0145] エンドエフェクタ４が対象物体OBJ（特に、処理実行物体）に近づいている期間中に、撮像システム２は、対象物体OBJ（特に、処理実行物体）を再度撮像し、位置姿勢算出部３１１は、撮像システム２が対象物体OBJ（特に、処理実行物体）を再度撮像することで再度生成した画像データIMGを再度取得し（図５のステップＳ１１）、位置姿勢算出部３１１は、再度取得した画像データIMGに基づいて、位置姿勢データPOIを再度生成してもよい（図５のステップＳ１２）。つまり、位置姿勢算出部３１１は、対象物体OBJ（特に、処理実行物体）の位置及び姿勢の少なくとも一つを更新してもよい。言い換えれば、位置姿勢算出部３１１は、位置姿勢データPOIを更新してもよい。その後、信号生成部３１２は、更新された位置姿勢データPOIに基づいて、ロボット制御信号を再度生成してもよい。つまり、信号生成部３１２は、更新された位置姿勢データPOIに基づいて、ロボット制御信号を更新してもよい。つまり、エンドエフェクタ４が対象物体OBJ（特に、処理実行物体）に近づいている期間中に、制御装置３は、図５のステップＳ１１からステップＳ１３までの処理を繰り返してもよい。

[0146] その後、信号生成部３１２は、エンドエフェクタ４と対象物体OBJ（特に、処理実行物体）との位置関係が所望位置関係となった時点でエンドエフェクタ４が対象物体OBJ（特に、処理実行物体）に対して所定の処理を行

うように、ロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 と対象物体 O B J（特に、処理実行物体）との位置関係が所望位置関係となった時点で対象物体 O B J（特に、処理実行物体）に対して所定の処理を行うようにエンドエフェクタ 4 の動作を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0147] その後、信号生成部 312 は、通信装置 33 を用いて、ステップ S13 において生成されたロボット制御信号をロボット 1（特に、ロボット制御装置 13）に出力する。その結果、ロボット制御装置 13 は、ロボット制御信号に基づいて、ロボット 1 の動作（例えば、ロボットアーム 12 の動作）及びエンドエフェクタ 4 の動作の少なくとも一方を制御する。

[0148] 本実施形態では、エンドエフェクタ 4 が、所定の処理の一例として、容器 C B に收容された複数の対象物体 O B J のうちの処理実行物体として選択された一の対象物体 O B J を保持する保持処理を行う例について説明する。この場合、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 が処理実行物体を保持するようにロボット 1 の動作（例えば、ロボットアーム 12 の動作）及びエンドエフェクタ 4 の動作の少なくとも一方を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0149] 保持処理を行う場合には、ロボット 1 は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ 4 が処理実行物体を保持可能な保持目標位置に向かってエンドエフェクタ 4 が移動する（つまり、近づく）ようにロボットアーム 12 を動かしてもよい。その後、エンドエフェクタ 4 が保持目標位置に到達した後に、エンドエフェクタ 4 は、ロボット制御信号に基づいて、処理実行物体を保持してもよい。

[0150] 保持処理を行う場合には、ロボット 1 は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ 4 の姿勢が、エンドエフェクタ 4 が処理実行物体を保持可能な保持目標姿勢となるまでエンドエフェクタ 4 が動く（つまり、移動する）ようにロボットアーム 12 を動かしてもよい。その後、エンドエフェクタ 4 の姿勢が保持目標姿勢となった後に、エンドエフェクタ 4 は、ロボット制

御信号に基づいて、処理実行物体を保持してもよい。

[0151] エンドエフェクタ 4 が対象物体 O B J を保持する保持処理を行う場合には、ロボットシステム S Y S は、対象物体 O B J を保持する保持動作を行っているとみなしてもよい。例えば、ロボットシステム S Y S は、エンドエフェクタ 4 を用いて対象物体 O B J を保持する保持処理を、保持動作の少なくとも一部として行ってもよい。つまり、保持動作は、主としてエンドエフェクタ 4 が行う保持処理を含んでいてもよい。例えば、ロボットシステム S Y S は、エンドエフェクタ 4 が対象物体 O B J（特に、処理実行物体）に近づくようにエンドエフェクタ 4 を移動させる移動処理を、保持動作の少なくとも一部として行ってもよい。例えば、ロボットシステム S Y S は、エンドエフェクタ 4 が保持目標位置に近づくようにエンドエフェクタ 4 を移動させる移動処理を、保持動作の少なくとも一部として行ってもよい。例えば、ロボットシステム S Y S は、エンドエフェクタ 4 の姿勢が保持目標姿勢となるようにエンドエフェクタ 4 を移動させる移動処理を、保持動作の少なくとも一部として行ってもよい。つまり、保持動作は、上述した保持処理に加えて、主としてロボット 1 が行う移動処理を含んでいてもよい。

[0152] エンドエフェクタ 4 が処理実行物体を保持した後は、エンドエフェクタ 4 は、所定の処理の一例として、エンドエフェクタ 4 が保持した処理実行物体をリリースするリリース処理を行ってもよい。つまり、エンドエフェクタ 4 は、保持処理及びリリース処理を行うことで、対象物体 O B J を配置するための配置処理（言い換えれば、配置動作）を、所定の処理の一例として行ってもよい。

[0153] リリース処理を行う場合には、ロボット 1 は、処理実行物体を保持したエンドエフェクタ 4 が、エンドエフェクタ 4 が処理実行物体をリリース可能なリリース目標位置に向かって移動する（つまり、近づく）ようにロボットアーム 1 2 を動かしてもよい。リリース目標位置は、容器 C B の外に設定されていてもよい。この場合、ロボット 1 は、エンドエフェクタ 4 が保持した処理実行物体が容器 C B から搬出されるようにロボットアーム 1 2 を動かして

いるとみなしてもよい。その後、エンドエフェクタ４がリリース目標位置に到達した後に、エンドエフェクタ４は、エンドエフェクタ４が保持している処理実行物体をリリースしてもよい。

[0154] 尚、制御装置３は、エンドエフェクタ４がリリース目標位置に向かって移動するようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。この場合、ロボット制御装置１３は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ４がリリース目標位置に向かって移動するようにロボットアーム１２を動かしてもよい。或いは、ロボット制御装置１３は、ティーチング等の他のロボット制御方法に基づいて、エンドエフェクタ４がリリース目標位置に向かって移動するようにロボットアーム１２を動かしてもよい。

[0155] 同様に、制御装置３は、リリース目標位置に位置するエンドエフェクタ４が処理実行物体をリリースするようにエンドエフェクタ４を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。この場合、エンドエフェクタ４は、ロボット制御信号に基づいて、エンドエフェクタ４が保持している処理実行物体をリリースしてもよい。或いは、エンドエフェクタ４は、ティーチング等の他のロボット制御方法に基づいて、エンドエフェクタ４が保持している処理実行物体をリリースしてもよい。

[0156] （２－２）エンドエフェクタ４が処理実行物体とは異なる対象物体ＯＢＪを保持した場合の処理

ここで、上述したように容器ＣＢに収容されている複数の対象物体ＯＢＪ（特に、ステップＳ１１において撮像装置２１が撮像した複数の対象物体ＯＢＪ）のうちの一つの対象物体ＯＢＪが処理実行物体として選択された場合には、エンドエフェクタ４は、本来、処理実行物体として選択された一つの対象物体ＯＢＪを保持すべきである。しかしながら、場合によっては、エンドエフェクタ４は、処理実行物体として選択された対象物体ＯＢＪと共に、処理実行物体として選択されていない少なくとも一つの対象物体ＯＢＪを保持する可能性がある。つまり、エンドエフェクタ４は、容器ＣＢに収容されており且つ処理実行物体として選択された一つの対象物体ＯＢＪと共に、

容器C Bに收容されており且つ処理実行物体として選択されていない少なくとも一つの対象物体O B Jを保持する可能性がある。尚、以下の説明では、説明の便宜上、一の期間中にエンドエフェクタ4が保持すべき処理実行物体（つまり、処理実行物体として選択された対象物体O B J）を、“処理実行物体O B J__t g t”と表記し、同じ一の期間中にエンドエフェクタ4が処理実行物体O B J__t g tと共に保持した対象物体O B Jを、“非処理実行物体O B J__n t g t”と称する。尚、一の期間中にエンドエフェクタ4が保持すべき処理実行物体O B J__t g tとなる対象物体O B Jは、一の期間とは異なる他の期間において、処理実行物体O B J__t g tではない対象物体O B Jであってもよいし、非処理実行物体O B J__n t g tとなる対象物体O B Jであってもよい。同様に、一の期間中にエンドエフェクタ4が処理実行物体O B J__t g tと共に保持した非処理実行物体O B J__n t g tとなる対象物体O B Jは、一の期間とは異なる他の期間において、非処理実行物体O B J__n t g tではない対象物体O B Jであってもよいし、処理実行物体O B J__t g tとなる対象物体O B Jであってもよい。

[0157] 例えば、エンドエフェクタ4は、処理実行物体O B J__t g tと共に、非処理実行物体O B J__n t g tを誤って保持してしまう可能性がある。例えば、エンドエフェクタ4は、処理実行物体O B J__t g tと共に、非処理実行物体O B J__n t g tを意図せず保持してしまう可能性がある。例えば、エンドエフェクタ4は、処理実行物体O B J__t g tと共に、非処理実行物体O B J__n t g tを余計に（言い換えれば、余分に）保持してしまう可能性がある。例えば、エンドエフェクタ4は、処理実行物体O B J__t g tと共に、非処理実行物体O B J__n t g tを意に反して保持してしまう可能性がある。

[0158] エンドエフェクタ4が処理実行物体O B J__t g tと共に非処理実行物体O B J__n t g tを保持している状態は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体O B J__n t g tを直接的に保持している状態を含んでいてもよい。

[0159] 「エンドエフェクタ4が一の対象物体O B Jを直接的に保持する」状態は

、エンドエフェクタ4が、エンドエフェクタ4及び一の対象物体OBJとは異なる他の物体を介することなく、一の対象物体OBJを保持する状態を含んでいてもよい。この場合、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを直接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が、非処理実行物体OBJ__ntgtとは異なる他の物体（例えば、処理実行物体OBJ__tgt）を介することなく、非処理実行物体OBJ__ntgtを保持する状態を含んでいてもよい。

[0160] 「エンドエフェクタ4が一の対象物体OBJを直接的に保持する」状態は、対象物体OBJを保持するためのエンドエフェクタ4の保持力が一の対象物体OBJに直接的に作用することに起因して、エンドエフェクタ4が一の対象物体OBJを保持する状態を含んでいてもよい。この場合、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを直接的に保持している状態は、対象物体OBJを保持するためのエンドエフェクタ4の保持力が非処理実行物体OBJ__ntgtに直接的に作用することに起因して、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持する状態を含んでいてもよい。

[0161] 尚、エンドエフェクタ4がハンドグripperである場合には、エンドエフェクタ4の保持力は、エンドエフェクタ4（例えば、ハンドグripperの指部材又は爪部材）とエンドエフェクタ4に接触する対象物体OBJとの間に作用する摩擦力を含んでいてもよい。エンドエフェクタ4がバキュームグripperである場合には、エンドエフェクタ4の保持力は、エンドエフェクタ4のバキューム装置が発生させている吸引力（言い換えると、真空度）を含んでいてもよい。エンドエフェクタ4がマグネットグripperである場合には、エンドエフェクタ4の保持力は、エンドエフェクタ4の磁気吸着装置が発生させている磁力（又は電磁力）を含んでいてもよい。

[0162] エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを直接的に保持している状態の一例が、図6（a）に示されている。尚、以降の説明では、図6（a）に示すように、エンドエフェクタ4がマグネットグripperである

例について説明する。図6（a）に示すように、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを直接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が、処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持すると共に、非処理実行物体OBJ__ntgtを直接的に保持する状態を含んでいてもよい。エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを直接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が、エンドエフェクタ4の保持力の直接的な作用によって処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持すると共に、エンドエフェクタ4の保持力の直接的な作用によって非処理実行物体OBJ__ntgtを直接的に保持する状態を含んでいてもよい。

[0163] 尚、図6（a）は、エンドエフェクタ4が一つの非処理実行物体OBJ__ntgtを直接的に保持している例を示しているが、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを直接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が複数の非処理実行物体OBJ__ntgtを直接的に保持している状態を含んでいてもよい。

[0164] エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtと共に非処理実行物体OBJ__ntgtを保持している状態は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態を含んでいてもよい。

[0165] 「エンドエフェクタ4が一の対象物体OBJを間接的に保持する」状態は、エンドエフェクタ4が、エンドエフェクタ4及び一の対象物体OBJとは異なる他の物体を介して、一の対象物体OBJを保持する状態を含んでいてもよい。この場合、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が、非処理実行物体OBJ__ntgtとは異なる他の物体（例えば、処理実行物体OBJ__tgt）を介して、非処理実行物体OBJ__ntgtを保持する状態を含んでいてもよい。

[0166] 「エンドエフェクタ4が一の対象物体OBJを間接的に保持する」状態は、対象物体OBJを保持するためのエンドエフェクタ4の保持力とは異なる力によって、エンドエフェクタ4が一の対象物体OBJを保持する状態を含

んでいてもよい。この場合、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態は、対象物体OBJを保持するためのエンドエフェクタ4の保持力とは異なる力によって、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持する状態を含んでいてもよい。

[0167] エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態の一例が、図6（b）に示されている。図6（b）に示すように、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が、処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持すると共に、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ__tgtによって非処理実行物体OBJ__ntgtが保持された状態を含んでいてもよい。エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が、エンドエフェクタ4の保持力を用いて処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持すると共に、エンドエフェクタ4の保持力とは異なる力によって、非処理実行物体OBJ__ntgtを保持する状態を含んでいてもよい。例えば、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が、エンドエフェクタ4の保持力を用いて処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持すると共に、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ__tgtと非処理実行物体OBJ__ntgtとの間に作用する摩擦力によって非処理実行物体OBJ__ntgtが保持される状態を含んでいてもよい。

[0168] 尚、図6（b）は、エンドエフェクタ4が一つの非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している例を示しているが、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が複数の非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態を含んでいてもよい。

[0169] エンドエフェクタ4が複数の非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態の一例が、図6（c）に示されている。図6（c）は、エ

ンドエフェクタ4が二つの非処理実行物体OBJ__ntgt#1及びOBJ__ntgt#2を間接的に保持している状態を示している。図6(c)に示すように、エンドエフェクタ4が複数の非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が、処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持すると共に、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ__tgtによって非処理実行物体OBJ__ntgt#1及びOBJ__ntgt#2が保持された状態を含んでいてもよい。エンドエフェクタ4が複数の非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が、エンドエフェクタ4の保持力を用いて処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持すると共に、エンドエフェクタ4の保持力とは異なる力によって非処理実行物体OBJ__ntgt#1及びOBJ__ntgt#2を保持する状態を含んでいてもよい。例えば、エンドエフェクタ4が複数の非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が、エンドエフェクタ4の保持力を用いて処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持すると共に、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ__tgtと非処理実行物体OBJ__ntgt#1との間に作用する摩擦力によって非処理実行物体OBJ__ntgt#1が保持され、且つ、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ__tgtと非処理実行物体OBJ__ntgt#2との間に作用する摩擦力によって非処理実行物体OBJ__ntgt#2が保持される状態を含んでいてもよい。

[0170] エンドエフェクタ4が複数の非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態の一例が、図6(d)に示されている。図6(d)は、エンドエフェクタ4が二つの非処理実行物体OBJ__ntgt#1及びOBJ__ntgt#2を間接的に保持している状態を示している。図6(d)に示すように、エンドエフェクタ4が複数の非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が、処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持すると共に、エンドエフェクタ4が保持している処

理実行物体OBJ__tgtによって非処理実行物体OBJ__ntgt#1が保持され、処理実行物体OBJ__tgtによって保持されている非処理実行物体OBJ__ntgt#1によって非処理実行物体OBJ__ntgt#2が保持された状態を含んでいてもよい。エンドエフェクタ4が複数の非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が、エンドエフェクタ4の保持力を用いて処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持すると共に、エンドエフェクタ4の保持力とは異なる力によって非処理実行物体OBJ__ntgt#1及びOBJ__ntgt#2を保持する状態を含んでいてもよい。例えば、エンドエフェクタ4が複数の非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態は、エンドエフェクタ4が、エンドエフェクタ4の保持力を用いて処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持すると共に、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ__tgtと非処理実行物体OBJ__ntgt#1との間に作用する摩擦力によって非処理実行物体OBJ__ntgt#1が保持され、且つ、非処理実行物体OBJ__ntgt#1と非処理実行物体OBJ__ntgt#2との間に作用する摩擦力によって非処理実行物体OBJ__ntgt#2が保持される状態を含んでいてもよい。

[0171] 尚、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtと共に非処理実行物体OBJ__ntgtを保持している状態は、エンドエフェクタ4が少なくとも一つの非処理実行物体OBJ__ntgtを直接的に保持し、且つ、エンドエフェクタ4が少なくとも他の一つの非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態を含んでいてもよい。

[0172] また、図6(a)から図6(d)は、エンドエフェクタ4が一つの処理実行物体OBJ__tgtを保持している例を示している。しかしながら、上述したように複数の処理実行物体OBJ__tgtが選択された場合（エンドエフェクタ4が複数の処理実行物体OBJ__tgtを保持可能な場合）には、エンドエフェクタ4は、複数の処理実行物体OBJ__tgtを保持してもよい。この場合、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtと共に非

処理実行物体OBJ__ntgtを保持している状態は、エンドエフェクタ4が複数の処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持し、且つ、エンドエフェクタ4が少なくとも一つの非処理実行物体OBJ__ntgtを直接的に又は間接的に保持している状態を含んでいてもよい。

[0173] このようにエンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtを保持したときに非処理実行物体OBJ__ntgtがエンドエフェクタ4によって保持された場合には、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtをリリースするリリース処理を行う前に、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに戻すように、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御してもよい。つまり、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに戻すようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。言い換えれば、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに戻す処理を行うようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0174] 例えば、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下する（その結果、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに戻る）ように、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御してもよい。つまり、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに戻す処理として、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させる処理を行うようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。この場合、容器CBに落下させられる非処理実行物体OBJ__ntgtは、落下対象物体と称してもよい。

[0175] また、例えば、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを落下させることなく少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに配置される（その結果、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt

が容器C Bに戻る) ように、ロボット1 及びエンドエフェクタ4 の少なくとも一つを制御してもよい。つまり、制御装置3 は、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g t を容器C Bに戻す処理として、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g t を落下させることなく少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g t が容器C Bに配置する処理を行うようにロボット1 及びエンドエフェクタ4 の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。この場合、非処理実行物体OBJ__n t g t が容器C Bに落下する場合と比較して、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g t の落下の衝撃に起因して、落下した非処理実行物体OBJ__n t g t、非処理実行物体OBJ__n t g t が落下した容器C B、及び、非処理実行物体OBJ__n t g t が落下した容器C Bに收容されている対象物体OBJの少なくとも一つが破損する可能性が低くなる。更には、非処理実行物体OBJ__n t g t が容器C Bに落下する場合と比較して、制御装置3 は、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g t をより迅速に容器C Bに戻すことができる。

[0176] 尚、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g t を容器C Bに戻す処理と、処理実行物体OBJ__t g t をリリースするリリース処理とは、エンドエフェクタ4 が保持した対象物体OBJをエンドエフェクタ4 から離す処理であるという点で共通しているとみなしてもよい。しかしながら、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g t を容器C Bに戻す処理は、エンドエフェクタ4 が保持した対象物体OBJを、上述したリリース目標位置とは異なる位置でリリースするためにエンドエフェクタ4 が保持した対象物体OBJをエンドエフェクタ4 から離す処理であるという点で、エンドエフェクタ4 が保持した対象物体OBJを、上述したリリース目標位置でリリースするためにエンドエフェクタ4 が保持した対象物体OBJをエンドエフェクタ4 から離す処理であるリリース処理とは異なるとみなしてもよい。少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g t を容器C Bに戻す処理は、エンドエフェクタ4 が保持した対象物体OBJを容器C Bに配置するためにエンドエフェクタ4 が保持した対象物体OBJをエンドエフェクタ4 から離す処理であるという点

で、エンドエフェクタ4が保持した対象物体OBJを容器CBとは異なる位置に配置するためにエンドエフェクタ4が保持した対象物体OBJをエンドエフェクタ4から離す処理であるリリース処理とは異なるとみなしてもよい。少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに戻す処理は、エンドエフェクタ4が本来保持しなくてもよかった非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに戻すためにエンドエフェクタ4が保持した対象物体OBJをエンドエフェクタ4から離す処理であるという点で、エンドエフェクタ4が本来保持すべきである処理実行物体OBJ__tgtを所望のリリース目標位置でリリースするためにエンドエフェクタ4が保持した対象物体OBJをエンドエフェクタ4から離す処理であるリリース処理とは異なるとみなしてもよい。少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに戻す処理は、ロボット1が進めた配置処理（つまり、保持処理及びリリース処理を含む一連の処理）の工程を部分的に戻すための処理であるという点で、ロボットが進めた配置処理の工程を先に進めるためのリリース処理とは異なるとみなしてもよい。

[0177] 以下の説明では、説明の便宜上、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに戻すために少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させる例について説明する。但し、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに戻すために少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させることなく配置する場合においても、以下に説明する動作が行われてもよい。

[0178] 再び図5において、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるために、ステップS13において生成されたロボット制御信号に基づいてロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御された後に、制御装置3は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtに加えて非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているか否かを判定する（ステップS21からステップS22）。つまり、エンドエフェクタ4が間接的又は直接的に少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを保持して

いる場合、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに落下させるために、ステップS13において生成されたロボット制御信号に従ってエンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ_{tgt}を保持した後に、制御装置3は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ_{tgt}に加えて非処理実行物体OBJ_{ntgt}を保持しているか否かを判定する（ステップS21からステップS22）。この場合、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ_{tgt}を保持したタイミングで、制御装置3は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{ntgt}を保持しているか否かを判定してもよい。言い換えれば、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ_{tgt}を保持すると同時に、制御装置3は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{ntgt}を保持しているか否かを判定してもよい。或いは、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ_{tgt}を保持してから所定時間が経過した後に、制御装置3は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{ntgt}を保持しているか否かを判定してもよい。その後、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ_{tgt}に加えて非処理実行物体OBJ_{ntgt}を保持していると判定された場合には、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに戻すようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成する（ステップS23からステップS24）。

[0179] 尚、ステップS13において生成されたロボット制御信号に基づいてロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御された後にエンドエフェクタ4が対象物体OBJを一つも保持していない場合には、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ_{tgt}に加えて非処理実行物体OBJ_{ntgt}を保持しているか否かの判定の結果として、制御装置3は、エンドエフェクタ4が対象物体OBJを一つも保持していないと判定してもよい。つまり、エンドエフェクタ4が、エンドエフェクタ4が本来保持するべきでなかった非処理実行物体OBJ_{ntgt}のみならず、エンドエフェクタ4が本来保持するべきであった処理実行物体OBJ_{tgt}も保持していない場

合には、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtに加えて非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているか否かの判定の結果として、制御装置3は、エンドエフェクタ4が対象物体OBJを一つも保持していないと判定してもよい。この場合、制御装置3は、エンドエフェクタ4が本来保持すべきであったのに保持しなかった処理実行物体OBJ__tgtをエンドエフェクタ4が保持するように、ロボット制御信号を生成してもよい。つまり、制御装置3は、処理実行物体OBJ__tgtを他の対象物体OBJに変更することなく、同じ処理実行物体OBJ__tgt（同じ対象物体OBJ）をエンドエフェクタ4が保持するように、ロボット制御信号を生成してもよい。或いは、制御装置3は、エンドエフェクタ4が本来保持すべきであったのに保持しなかった処理実行物体OBJ__tgtとは異なる対象物体OBJを、新たな処理実行物体OBJ__tgtとして選択してもよい。つまり、制御装置3は、選択済みの処理実行物体OBJ__tgtとは異なり且つマッチング類似度が処理実行物体OBJ__tgtの選択に関する上述した条件を満たす対象物体OBJを、新たな処理実行物体OBJ__tgtとして選択してもよい。或いは、選択済みの処理実行物体OBJ__tgtとは異なり且つマッチング類似度が処理実行物体OBJ__tgtの選択に関する上述した条件を満たす対象物体OBJが存在しなければ、制御装置3は、撮像システム2を移動させるようにロボット制御信号を生成してもよい。例えば、制御装置3は、撮像システム2の位置及び姿勢の少なくとも一つが変わるように撮像システム2を移動させるためのロボット制御信号を生成してもよい。その後、制御装置3は、移動した撮像システム2が対象物体OBJを撮像することで生成した画像データIMGを取得し、画像データIMGに基づいて、マッチング類似度が処理実行物体OBJ__tgtの選択に関する上述した条件を満たす対象物体OBJを、新たな処理実行物体OBJ__tgtとして選択してもよい。その後、制御装置3は、新たに選択した処理実行物体OBJ__tgtをエンドエフェクタ4が保持するように、ロボット制御信号を生成してもよい。尚、この場合、制御装置3は、撮像システム2を移動させるため

のロボット制御信号を生成しなくてもよい。制御装置3は、前回と同じ位置及び姿勢で対象物体OBJを撮像することで生成した画像データIMGを取得し、画像データIMGに基づいて、マッチング類似度が処理実行物体OBJ__t g tの選択に関する上述した条件を満たす対象物体OBJを、新たな処理実行物体OBJ__t g tとして選択してもよい。

[0180] (2-2-1) エンドエフェクタ4が非処理実行物体を保持しているか否かの判定

具体的には、まず、ステップS13において生成されたロボット制御信号に従ってエンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__t g tを保持した後に、撮像装置21は、エンドエフェクタ4が保持している少なくとも一つの対象物体OBJを撮像する(ステップS21)。例えば、撮像装置21は、エンドエフェクタ4が対象物体OBJ(例えば、処理実行物体OBJ__t g t及び非処理実行物体OBJ__n t g tの少なくとも一つ)を保持していると仮定した場合のエンドエフェクタ4が保持している対象物体OBJが存在する領域を撮像してもよい。言い換えると、撮像装置21の撮像範囲(撮像画角)が、エンドエフェクタ4が対象物体OBJを保持していると仮定した場合のエンドエフェクタ4が保持している対象物体OBJが存在する領域を含むように位置した状態で、撮像装置21は、その領域を撮像してもよい。但し、ステップS21の処理が行われる段階では、エンドエフェクタ4が対象物体OBJを実際に保持しているか否かは判明していない状況にあるが、ステップS21の処理が行われる段階で仮にエンドエフェクタ4が対象物体OBJを一つも保持していない場合には、ステップS21において、撮像装置21は、対象物体OBJを撮像しなくてもよい。尚、エンドエフェクタ4が保持している対象物体OBJを撮像する撮像装置21は、エンドエフェクタ4が保持している対象物体OBJを計測する計測装置として機能しているとみなしてもよい。

[0181] その後、制御装置3の誤保持検出部313は、通信装置33を用いて、エンドエフェクタ4が保持している少なくとも一つの対象物体OBJを撮像装

置 2 1 が撮像することで生成した画像データ I M G を取得する（ステップ S 2 1）。その後、誤保持検出部 3 1 3 は、ステップ S 2 1 において取得された画像データ I M G に基づいて、エンドエフェクタ 4 が非処理実行物体 O B J _ n t g t を保持しているか否かを判定する（ステップ S 2 2）。

[0182] 具体的には、誤保持検出部 3 1 3 は、位置姿勢算出部 3 1 1 を制御してステップ S 2 1 において取得された画像データ I M G に基づくマッチング処理（特に、物体検出処理）を行うことで、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 O B J の数を算出してもよい。つまり、誤保持検出部 3 1 3 は、位置姿勢算出部 3 1 1 を制御してステップ S 2 1 において取得された画像データ I M G に基づくマッチング処理（特に、物体検出処理）を行うことで、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 O B J の数を算出してもよい。

[0183] 或いは、誤保持検出部 3 1 3 は、位置姿勢算出部 3 1 1 を制御してステップ S 2 1 において取得された画像データ I M G に基づくマッチング処理（特に、物体検出処理）を行うことで、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 O B J の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 O B J の位置及び姿勢の少なくとも一つが判明すると、必然的に、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 O B J の数もまた判明する。このため、誤保持検出部 3 1 3 は、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 O B J の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 O B J の数を算出してもよい。

[0184] 尚、ステップ S 2 2 において行われるマッチング処理そのものは、ステップ S 1 2 において行われるマッチング処理と同一であってもよい。

[0185] その後、誤保持検出部 3 1 3 は、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 O B J の数が、エンドエフェクタ 4 が本来保持すべき対象物体 O B J の数（つまり、エンドエフェクタ 4 が本来保持すべき処理実行物体 O B J _ t g t ）の数である所定の保持物体数と同一であるか否かを判定す

る。例えば、上述したように容器C Bに收容されている複数の対象物体O B Jのうちいずれか一つの対象物体O B Jが処理実行物体O B J__t g tとして選択された場合には、誤保持検出部3 1 3は、エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体O B Jの数が、所定の保持物体数である1であるか否かを判定する。例えば、上述したように容器C Bに收容されている複数の対象物体O B Jのうちの少なくとも二つの対象物体O B Jが処理実行物体O B J__t g tとして選択された場合には、誤保持検出部3 1 3は、エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体O B Jの数が、処理実行物体O B J__t g tとして選択された対象物体O B Jの数（つまり、2以上の整数）である所定の保持物体数と同一であるか否かを判定する。

[0186] エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体O B Jの数が所定の保持物体数と同一である場合には、エンドエフェクタ4が処理実行物体O B J__t g tと共に非処理実行物体O B J__n t g tを保持している可能性は低い。一方で、エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体O B Jの数が所定の保持物体数よりも多い場合には、エンドエフェクタ4が処理実行物体O B J__t g tと共に非処理実行物体O B J__n t g tを保持している可能性が高い。そこで、エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体O B Jの数が所定の保持物体数と同一である場合には、誤保持検出部3 1 3は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体O B J__n t g tを保持していないと判定してもよい。一方で、エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体O B Jの数が所定の保持物体数よりも多い場合には、誤保持検出部3 1 3は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体O B J__n t g tを保持していると判定してもよい。

[0187] ここで、ステップS 2 1において撮像装置2 1が生成した画像データI M Gが示す画像に、エンドエフェクタ4が保持している少なくとも一つの対象物体O B Jに加えて、容器C Bに残っている少なくとも一つの対象物体O B Jが写り込んでいる場合には、ステップS 2 2において行われるマッチング処理（特に、物体検出処理）によって、容器C Bに残っているがゆえにエン

ドエフェクタ4が保持していない対象物体OBJが、エンドエフェクタ4が保持している対象物体OBJであると誤って検出されてしまう可能性がある。但し、この場合であっても、撮像装置21が生成した画像データIMGが示す画像において、容器CBに残っている少なくとも一つの対象物体OBJのサイズが、エンドエフェクタ4が保持している少なくとも一つの対象物体OBJのサイズよりも小さければ、ステップS22において行われるマッチング処理（例えば、物体検出処理）によって、容器CBに残っているがゆえにエンドエフェクタ4が保持していない対象物体OBJが、エンドエフェクタ4が保持している対象物体OBJであると誤って検出される可能性は低くなる。また、撮像装置21が生成した画像データIMGが示す画像において、容器CBに残っている少なくとも一つの対象物体OBJがボケている場合には、ステップS22において行われるマッチング処理によって、容器CBに残っているがゆえにエンドエフェクタ4が保持していない対象物体OBJが、エンドエフェクタ4が保持している対象物体OBJであると誤って検出される可能性は低くなる。なぜならば、容器CBに残っている少なくとも一つの対象物体OBJのマッチング類似度が低下するからである。

[0188] そこで、信号生成部312は、ステップS21においてエンドエフェクタ4が保持している少なくとも一つの対象物体OBJを撮像装置21が撮像する前に、撮像装置21が、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtを保持した時点での撮像装置21の位置である第1カメラ位置から、容器CBに対して離れる（特に、容器CBに収容されている少なくとも一つの対象物体OBJに対して離れる）ようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。言い換えれば、信号生成部312は、ステップS21においてエンドエフェクタ4が保持している少なくとも一つの対象物体OBJを撮像装置21が撮像する前に、第1カメラ位置に位置する撮像装置21が、容器CBから離れる（特に、容器CBに収容されている少なくとも一つの対象物体OBJから離れる）ようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。一例として、図7（a）及び図7（b）

に示すように、信号生成部 312 は、第 1 カメラ位置よりも高い第 2 カメラ位置に撮像装置 21 が移動するようにロボット 1 を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。尚、ここでいう高さは、容器 C B からの高さ（つまり、容器 C B までの距離）を意味していてもよい。つまり、信号生成部 312 は、第 1 カメラ位置よりも容器 C B から遠い（特に、容器 C B に収容されている少なくとも一つの対象物体 O B J から遠い）第 2 カメラ位置に撮像装置 21 が移動するようにロボット 1 を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。その後、ロボット 1 は、ロボット制御信号に基づいて、ステップ S 21 においてエンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 O B J を撮像装置 21 が撮像する前に、撮像装置 21 が、エンドエフェクタ 4 が処理実行物体 O B J _ t g t を保持した時点での撮像装置 21 の位置である第 1 カメラ位置から、容器 C B に収容されている少なくとも一つの対象物体 O B J に対して離れるように、ロボットアーム 12 を移動させてもよい。言い換えれば、ロボット 1 は、ロボット制御信号に基づいて、ステップ S 21 においてエンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 O B J を撮像装置 21 が撮像する前に、第 1 カメラ位置に位置する撮像装置 21 が、容器 C B に収容されている少なくとも一つの対象物体 O B J から離れるように、ロボットアーム 12 を移動させてもよい。一例として、ロボット 1 は、第 1 カメラ位置よりも高い第 2 カメラ位置に撮像装置 21 が移動するように、ロボットアーム 12 を移動させてもよい。撮像装置 21 が移動した後、撮像装置 21 は、エンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 O B J を撮像してもよい。その結果、仮に撮像装置 21 が、エンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 O B J に加えて容器 C B に残っている少なくとも一つの対象物体 O B J を撮像したとしても、撮像装置 21 が生成した画像データ I M G が示す画像において、容器 C B に残っている少なくとも一つの対象物体 O B J のサイズが、エンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 O B J のサイズよりも小さくなる。また、仮に撮像装置 21 が、エンドエフェクタ 4 が保持して

いる少なくとも一つの対象物体OBJに加えて容器CBに残っている少なくとも一つの対象物体OBJを撮像したとしても、撮像装置21が生成した画像データIMGが示す画像において、容器CBに残っている少なくとも一つの対象物体OBJがボケる可能性が高い。その結果、誤保持検出部313が、容器CBに残っているがゆえにエンドエフェクタ4が保持していない対象物体OBJを、エンドエフェクタ4が保持している対象物体OBJであると誤って検出してしまう可能性は低くなる。このため、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているか否かを判定する精度が向上する。

[0189] 尚、撮像装置21が第1カメラ位置から第2カメラ位置に移動すると、撮像装置21と共に移動するエンドエフェクタ4もまた、第1カメラ位置に対応する第1ツール位置から、第2カメラ位置に対応する第2ツール位置に移動する。つまり、エンドエフェクタ4は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtを保持した時点でのエンドエフェクタ4の位置である第1ツール位置から、容器CBに対して離れる（特に、容器CBに収容されている少なくとも一つの対象物体OBJに対して離れる）ように移動する。言い換えれば、第1ツール位置に位置するエンドエフェクタ4は、容器CBから離れる（特に、容器CBに収容されている少なくとも一つの対象物体OBJから離れる）ように移動する。一例として、図7（a）及び図7（b）に示すように、エンドエフェクタ4は、第1ツール位置よりも高い第2ツール位置に移動する。つまり、エンドエフェクタ4は、第1ツール位置よりも容器CBから遠い（特に、容器CBに収容されている少なくとも一つの対象物体OBJから遠い）第2ツール位置に移動する。

[0190] また、エンドエフェクタ4が第1ツール位置から第2ツール位置に移動すると、エンドエフェクタ4が保持している少なくとも一つの対象物体OBJもまた、第1ツール位置に対応する第1物体位置から、第2ツール位置に対応する第2物体位置に移動する。つまり、エンドエフェクタ4が保持している少なくとも一つの対象物体OBJは、エンドエフェクタ4が処理実行物体

OBJ__tgt を保持した時点でのエンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 OBJ の位置である第 1 物体位置から、容器 CB に対して離れる（特に、容器 CB に收容されている少なくとも一つの対象物体 OBJ に対して離れる）ように移動する。言い換えれば、第 1 物体位置に位置する少なくとも一つの対象物体 OBJ は、容器 CB から離れる（特に、容器 CB に收容されている少なくとも一つの対象物体 OBJ から離れる）ように移動する。一例として、図 7（a）及び図 7（b）に示すように、エンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 OBJ は、第 1 物体位置よりも高い第 2 物体位置に移動する。つまり、エンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 OBJ は、第 1 物体位置よりも容器 CB から遠い（特に、容器 CB に收容されている少なくとも一つの対象物体 OBJ から遠い）第 2 物体位置に移動する。

[0191] 但し、エンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 OBJ を撮像装置 21 が撮像する前に、撮像装置 21 は、エンドエフェクタ 4 が処理実行物体 OBJ__tgt を保持した時点での撮像装置 21 の位置である第 1 カメラ位置から、容器 CB に收容されている少なくとも一つの対象物体 OBJ から離れなくてもよい。つまり、第 1 カメラ位置に位置する撮像装置 21 は、第 1 カメラ位置から、エンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 OBJ を撮像してもよい。

[0192] このようにエンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 OBJ を撮像装置 21 が撮像する前に撮像装置 21 が容器 CB に收容されている少なくとも一つの対象物体 OBJ から離れなくてもよい（つまり、容器 CB から離れなくてもよい）場合には、制御装置 3 は、少なくとも非処理実行物体 OBJ__ntgt を容器 CB に落下させることなく少なくとも非処理実行物体 OBJ__ntgt を容器 CB に配置する（つまり、戻す）ことで、少なくとも非処理実行物体 OBJ__ntgt を容器 CB に落下させる場合よりも速く少なくとも非処理実行物体 OBJ__ntgt を容器 CB に戻すことができる。なぜならば、撮像装置 21 が容器 CB から離れない場合には、エ

ンドエフェクタ 4 もまた容器 C B から離れないがゆえに、非処理実行物体 O B J __ n t g t を保持したエンドエフェクタ 4 は、その位置（具体的には、非処理実行物体 O B J __ n t g t を保持した第 1 ツール位置）においてそのまま非処理実行物体 O B J __ n t g t をリリースすればいい（離せばいい）からである。

[0193] 尚、上述した保持処理及びリリース処理が繰り返し行われると、容器 C B に收容されている対象物体群に含まれる対象物体 O B J の数が少なくなっていく。その結果、容器 C B に收容されている対象物体群の高さが低くなっていく可能性がある。この場合、図 5 のステップ S 1 1 において撮像装置 2 1 が容器 C B に收容されている対象物体群を撮像する前に、制御装置 3 は、容器 C B に收容されている対象物体群の高さに合わせて、撮像装置 2 1 の高さ（例えば、容器 C B からの高さであり、容器 C B からの距離）を制御してもよい。例えば、制御装置 3 は、容器 C B に收容されている対象物体群の高さが低くなるほど、撮像装置 2 1 の高さが低くなるように、撮像装置 2 1 の高さを制御してもよい。その結果、撮像装置 2 1 は、容器 C B に收容されている対象物体群の高さが低くなったとしても、容器 C B に收容されている対象物体群にピントを適切に合わせることができる。このため、撮像装置 2 1 は、容器 C B に收容されている対象物体群の高さが低くなったとしても、容器 C B に收容されている対象物体群を適切に撮像することができる。尚、この場合、一の期間中にエンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 O B J を撮像装置 2 1 が撮像する高さは、一の期間よりも前の他の期間中にエンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 O B J を撮像装置 2 1 が撮像する高さよりも低くてもよい。つまり、容器 C B に收容されている対象物体群の高さが第 1 の高さとなる一の期間中にエンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 O B J を撮像装置 2 1 が撮像する高さは、容器 C B に收容されている対象物体群の高さが第 1 の高さよりも高い第 2 の高さとなる他の期間中にエンドエフェクタ 4 が保持している少なくとも一つの対象物体 O B J を撮像装置 2 1 が撮像する高さよりも低

くてもよい。

[0194] (2-2-2) 少なくとも非処理実行物体を容器に落下させる処理

再び図5において、ステップS22における判定の結果、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{ntgt}を保持していないと判定された場合には（ステップS22：No）、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに落下させる処理を行わなくてもよい。この場合、エンドエフェクタ4は、エンドエフェクタ4が保持した処理実行物体OBJ_{tgt}をリリースするリリース処理を行ってもよい（ステップS33）。例えば、上述したように、エンドエフェクタ4が保持した処理実行物体OBJ_{tgt}が容器CBから搬出され、エンドエフェクタ4が保持した処理実行物体OBJ_{tgt}が容器CBの外でリリースされてもよい。

[0195] 他方で、ステップS22における判定の結果、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{ntgt}を保持していると判定された場合には（ステップS22：No）、エンドエフェクタ4は、処理実行物体OBJ_{tgt}及び非処理実行物体OBJ_{ntgt}の双方を含む保持対象物体群OBG_hを保持していると想定される。尚、この場合には、上述したステップS21において、撮像装置21は、エンドエフェクタ4が保持している保持対象物体群OBG_hを撮像しているとみなしてもよい。この場合、制御装置3は、少なくともエンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに落下させる処理を行う（ステップS23からステップS24）。

[0196] このように、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{ntgt}を保持している場合に少なくともエンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに落下させる処理が行われる一方で、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{ntgt}を保持していない場合に少なくともエンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに落下させる処理が行われなくてもよいがゆえに、制御装置3は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{ntgt}を保持してい

るか否かの判定結果に応じて、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様を変えているとみなしてもよい。エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているか否かの判定するためにエンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体OBJの数が用いられるがゆえに、制御装置3は、エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体OBJの数に応じてロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様を変えているとみなしてもよい。

[0197] (2-2-2-1) 保持状態を特定する処理

エンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させる処理を行うために、誤保持検出部313は、ステップS21において取得された画像データIMGに基づいて、エンドエフェクタ4に保持されている対象物体OBJ（例えば、保持対象物体群OBG__h、非処理実行物体OBJ__ntgt、又は処理実行物体OBJ__tgt）の保持状態を特定してもよい（ステップS23）。

[0198] 保持状態は、エンドエフェクタ4が保持している保持対象物体群OBG__hの位置及び姿勢の少なくとも一つを含んでいてもよい。具体的には、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtを保持しているがゆえに、保持状態は、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ__tgtの位置及び姿勢の少なくとも一つを含んでいてもよい。つまり、保持対象物体群OBG__hの位置及び姿勢の少なくとも一つは、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ__tgtの位置及び姿勢の少なくとも一つを含んでいてもよい。また、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているがゆえに、保持状態は、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ__tgtの位置及び姿勢の少なくとも一つに加えて又は代えて、エンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ__ntgtの位置及び姿勢の少なくとも一つを含んでいてもよい。つまり、保持対象物体群OBG__hの位置及び姿勢の少なくとも一つは、エンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ__ntgtの位置及び姿勢の

少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0199] 保持対象物体群OBG__hの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出するために、誤保持検出部313は、位置姿勢算出部311を制御して、ステップS21において取得された画像データIMGを用いたマッチング処理を行ってもよい。尚、ステップS23において行われるマッチング処理そのものは、ステップS12において行われるマッチング処理と同一であってもよい。このため、ステップS23において行われるマッチング処理の詳細な説明は省略する。

[0200] 尚、ステップS22においてエンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているか否かを判定するためにマッチング処理が行われてもよいことは、上述したとおりである。この場合、ステップS22において、誤保持検出部313は、位置姿勢算出部311を制御して、エンドエフェクタ4が保持している少なくとも一つの対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよいことは、上述したとおりである。この場合、ステップS23において、誤保持検出部313は、保持対象物体群OBG__hの位置及び姿勢の少なくとも一つを改めて算出しなくてもよい。ステップS23において、誤保持検出部313は、ステップS22において算出された、エンドエフェクタ4が保持している少なくとも一つの対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを、保持状態として流用してもよい。

[0201] 保持状態は、エンドエフェクタ4による非処理実行物体OBJ__ntgtの保持態様を含んでいてもよい。具体的には、保持状態は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを直接的に保持している状態と、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している状態とを含んでいてもよい。つまり、保持状態は、エンドエフェクタ4による非処理実行物体OBJ__ntgtの保持態様が、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを直接的に保持している第1の保持態様と、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している第2の保持態様とのいずれであるかの判別結果を含んでいてもよい。

[0202] エンドエフェクタ 4 による非処理実行物体 OBJ_ntgt の保持態様を特定するために、誤保持検出部 313 は、保持対象物体群 OBG_h の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、保持対象物体群 OBG_h に含まれる複数の対象物体 OBJ の間の位置関係を算出してもよい。その後、誤保持検出部 313 は、保持対象物体群 OBG_h に含まれる複数の対象物体 OBJ の間の位置関係に基づいて、エンドエフェクタ 4 による非処理実行物体 OBJ_ntgt の保持態様を特定してもよい。

[0203] エンドエフェクタ 4 による非処理実行物体 OBJ_ntgt の保持態様を特定するために、誤保持検出部 313 は、位置姿勢算出部 311 を制御して、保持対象物体群 OBG_h の位置及び姿勢の少なくとも一つに加えて、エンドエフェクタ 4 の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。この場合、誤保持検出部 313 は、ステップ S21 において取得された画像データ IMG と、エンドエフェクタ 4 の少なくとも一部の形状（二次元形状及び／又は三次元形状）を示すテンプレートモデルとを用いたマッチング処理を行うことで、エンドエフェクタ 4 の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。尚、エンドエフェクタ 4 の形状を示すテンプレートモデルを用いたマッチング処理そのものは、上述した対象物体 OBJ の形状を示すテンプレートモデルを用いたマッチング処理と同一であってもよい。尚、テンプレートモデルは、エンドエフェクタ 4 の少なくとも一部の形状を示すモデルに限らず、エンドエフェクタ 4 の少なくとも一部のエッジを示すモデルであってもよい。また、テンプレートモデルは、予め、エンドエフェクタ 4 の CAD モデルから生成されてもよいし、基準となるエンドエフェクタ 4 を撮像装置 21 又は他の撮像装置で撮像することによって得られた画像データから生成されてもよい。算出されるエンドエフェクタ 4 の位置及び姿勢の少なくとも一つは、エンドエフェクタ 4 の先端部分（特に対象物体 OBJ を保持する部分）の位置及び姿勢の少なくとも一つであってもよいし、エンドエフェクタ 4 の基準点（例えば、ツールセンターポイント）の位置及び姿勢の少なくとも一つであってもよい。或いは、誤保持検出部 313 は、ロボット 1 から

(ロボット制御装置 13 から)、エンドエフェクタ 4 の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報を取得してもよい。例えば、誤保持検出部 313 は、エンドエフェクタ 4 の位置及び姿勢の少なくとも一つを検出するためにロボット 1 が備えている位置姿勢計測装置 (例えば、エンコーダ) の計測結果を、エンドエフェクタ 4 の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報として取得してもよい。エンドエフェクタ 4 の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報は、エンドエフェクタ 4 の基準点 (例えば、ツールセンターポイント) の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報を意味していてもよい。その後、誤保持検出部 313 は、保持対象物体群 OBG_h の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果と、エンドエフェクタ 4 の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果とに基づいて、保持対象物体群 OBG_h とエンドエフェクタ 4 との間の位置関係を算出してもよい。その後、誤保持検出部 313 は、保持対象物体群 OBG_h とエンドエフェクタ 4 との間の位置関係に基づいて、エンドエフェクタ 4 による非処理実行物体 OBJ_ntgt の保持態様を特定してもよい。例えば、エンドエフェクタ 4 から離れた位置に位置する対象物体 OBJ が存在していない場合 (図 6 (a) 参照) には、エンドエフェクタ 4 が間接的に保持する対象物体 OBJ が存在する可能性は低い。このため、この場合には、誤保持検出部 313 は、エンドエフェクタ 4 が非処理実行物体 OBJ_ntgt を直接的に保持していると判定してもよい。例えば、エンドエフェクタ 4 から離れた位置に位置する対象物体 OBJ が存在している場合には (図 6 (b) から図 6 (d) 参照)、エンドエフェクタ 4 が間接的に保持する対象物体 OBJ が存在する可能性が高い。このため、この場合には、誤保持検出部 313 は、エンドエフェクタ 4 が非処理実行物体 OBJ_ntgt を間接的に保持していると判定してもよい。例えば、エンドエフェクタ 4 に接触する対象物体 OBJ が存在している場合には (図 6 (a) 参照)、エンドエフェクタ 4 が直接的に保持する対象物体 OBJ が存在する可能性が高い。このため、この場合には、誤保持検出部 313 は、エンドエフェクタ 4 が非処理実行物体 OBJ_ntgt を直接的に保持し

ていると判定してもよい。

[0204] 保持状態は、上述したステップS 2 2においてエンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているか否かを判定するために用いられた、「エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体OBJの数」を含んでいてもよい。この場合、ステップS 2 2において算出された「エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体OBJの数」が、保持状態の少なくとも一部として流用されてもよい。

[0205] (2-2-2-2) 少なくとも非処理実行物体を容器に落下させるためのロボット制御信号の生成

その後、信号生成部3 1 2は、ステップS 2 3において特定された保持状態に基づいて、少なくともエンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成する(ステップS 2 4)。

[0206] 例えば、保持状態が保持対象物体群OBG__hの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果を含んでいる場合には、信号生成部3 1 2は、保持対象物体群OBG__hに含まれる非処理実行物体OBJ__ntgtの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、算出された位置に存在する及び／又は算出された姿勢で存在する非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部3 1 2は、算出された位置に存在する及び／又は算出された姿勢で存在する非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに向かって落下するようにロボットアーム1 2を動かすためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部3 1 2は、算出された位置に存在する及び／又は算出された姿勢で存在する非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBの所定位置に配置するために非処理実行物体OBJ__ntgtを移動させるようにロボットアーム1 2を動かすためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0207] 例えば、保持状態が保持対象物体群OBG_hの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果を含んでいる場合には、信号生成部312は、保持対象物体群OBG_hに含まれる処理実行物体OBJ_{tgt}の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、算出された位置に存在する及び／又は算出された姿勢で存在する処理実行物体OBJ_{tgt}と共にエンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部312は、算出された位置に存在する及び／又は算出された姿勢で存在する処理実行物体OBJ_{tgt}が保持している非処理実行物体OBJ_{ntgt}が容器CBに向かって落下するようにロボットアーム12を動かすためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部312は、算出された位置に存在する及び／又は算出された姿勢で存在する処理実行物体OBJ_{tgt}が保持している非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBの所定位置に配置するために非処理実行物体OBJ_{ntgt}を移動させるようにロボットアーム12を動かすためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0208] 例えば、保持状態が、エンドエフェクタ4による非処理実行物体OBJ_{ntgt}の保持態様を含んでいる場合には、信号生成部312は、エンドエフェクタ4による非処理実行物体OBJ_{ntgt}の保持態様に応じて、非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに落下させるためのロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様を変えてもよい。つまり、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{ntgt}を直接的に保持している場合に非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに落下させるためのロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様と、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{ntgt}を間接的に保持している場合に非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに落下させるためのロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様とが異なるものとなるように、ロボット制御信号を生成してもよい。

言い換えれば、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 が直接的に保持している非処理実行物体 OBJ_ntgt を容器 CB に落下させるためのロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つの制御態様と、エンドエフェクタ 4 が間接的に保持している非処理実行物体 OBJ_ntgt を容器 CB に落下させるためのロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つの制御態様とが異なるものとなるように、ロボット制御信号を生成してもよい。

[0209] 例えば、保持状態が、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 OBJ の数を含んでいる場合には、信号生成部 312 は、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 OBJ の数に基づいて、容器 CB に落下させるべき非処理実行物体 OBJ_ntgt の数を算出してもよい。例えば、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 OBJ の数から、エンドエフェクタ 4 が本来保持すべき処理実行物体 OBJ_tgt を差し引くことで得られる数を、容器 CB に落下させるべき非処理実行物体 OBJ_ntgt の数を算出してもよい。その後、信号生成部 312 は、算出した数と同じ数の非処理実行物体 OBJ_ntgt を容器 CB に落下させるようにロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。。

[0210] (2-2-2-3) エンドエフェクタ 4 が直接的に保持している非処理実行物体を容器に落下させるためのロボット制御信号の生成

エンドエフェクタ 4 が非処理実行物体 OBJ_ntgt を直接的に保持している場合には、図 8 に示すように、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 が保持している非処理実行物体 OBJ_ntgt と、エンドエフェクタ 4 が保持している処理実行物体 OBJ_tgt との双方を容器 CB に落下させるようにロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、エンドエフェクタ 4 が非処理実行物体 OBJ_ntgt を直接的に保持している場合には、図 8 に示すように、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 が保持している保持

対象物体群OBG__hを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0211] 信号生成部312は、エンドエフェクタ4が保持対象物体群OBG__hを保持するための保持力を弱めることでエンドエフェクタ4が保持対象物体群OBG__hを離す（その結果、保持対象物体群OBG__hが落下する）ように、エンドエフェクタ4を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、エンドエフェクタ4がハンドグripperである場合には、信号生成部312は、ハンドグripper（例えば、ハンドグripperの指部材又は爪部材）が保持対象物体群OBG__hを挟み込む力を弱める（その結果、ハンドグripperと保持対象物体群OBG__hとの間に作用する、保持対象物体群OBG__hを保持するための保持力を弱める）ことでエンドエフェクタ4が保持対象物体群OBG__hを離すように、エンドエフェクタ4を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、エンドエフェクタ4がバキュームグripperである場合には、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が発生させている吸引力を弱めることでエンドエフェクタ4が保持対象物体群OBG__hを離すように、エンドエフェクタ4を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、エンドエフェクタ4がマグネットグripperである場合には、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が発生させている磁力（又は電磁力）を弱めることでエンドエフェクタ4が保持対象物体群OBG__hを離すように、エンドエフェクタ4を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0212] エンドエフェクタ4の保持力を弱めることは、エンドエフェクタ4が保持力を発生させつつもその保持力を弱めることを含んでもよい。つまり、エンドエフェクタ4の保持力を弱めることは、エンドエフェクタ4が保持対象物体群OBG__hを保持した時点で保持対象物体群OBG__hに対して作用していた保持力よりも弱い保持力をエンドエフェクタ4から保持対象物体群OBG__hに対して加えることを含んでもよい。言い換えれば、エン

ドエフェクタ４の保持力を弱めることは、エンドエフェクタ４の状態を、エンドエフェクタ４が第１の強さの保持力を保持対象物体群ＯＢＧ__hに対して加える状態から、エンドエフェクタ４が第１の強さよりも弱い第２の強さの保持力を保持対象物体群ＯＢＧ__hに対して加える状態へと切り替えることを含んでいてもよい。

[0213] エンドエフェクタ４の保持力を弱めることは、エンドエフェクタ４の保持力をゼロにすることを含んでいてもよい。つまり、エンドエフェクタ４の保持力を弱めることは、エンドエフェクタ４の状態を、エンドエフェクタ４が保持力を保持対象物体群ＯＢＧ__hに対して加える状態から、エンドエフェクタ４が保持力を保持対象物体群ＯＢＧ__hに対して加えない状態へと切り替えることを含んでいてもよい。

[0214] 信号生成部３１２は、エンドエフェクタ４を移動させることで保持対象物体群ＯＢＧ__hがエンドエフェクタ４から落下するように、ロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部３１２は、エンドエフェクタ４を所定の並進軸（例えば、Ｘ軸、Ｙ軸及びＺ軸の少なくとも一つ）に沿って並進移動させることで保持対象物体群ＯＢＧ__hがエンドエフェクタ４から落下するように、ロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部３１２は、エンドエフェクタ４を所定の回転軸（例えば、Ｘ軸に沿った回転軸、Ｙ軸に沿った回転軸及びＺ軸に沿った回転軸の少なくとも一つ）周りに回転移動させることで保持対象物体群ＯＢＧ__hがエンドエフェクタ４から落下するように、ロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0215] 第１の例として、信号生成部３１２は、エンドエフェクタ４が振動することで保持対象物体群ＯＢＧ__hがエンドエフェクタ４から落下するように、ロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。第２の例として、信号生成部３１２は、エンドエフェクタ４が揺れることで保持対象物体群ＯＢＧ__hがエンドエフェクタ４から落下するように、ロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。第３の例として、信号

生成部 312 は、保持対象物体群 OBG_h が他の物体（例えば、容器 CB 及び容器 CB に收容されている対象物体 OBJ ）に接触するようにエンドエフェクタ 4 を移動させることで、保持対象物体群 OBG_h と他の物体との摩擦力に起因して保持対象物体群 OBG_h がエンドエフェクタ 4 から落下するように、ロボット 1 を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0216] 尚、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 が保持対象物体群 OBG_h を保持するための保持力を弱めると共に、エンドエフェクタ 4 を移動させる（例えば、上述したように、並進移動させる及び／又は回転移動させる）ことで保持対象物体群 OBG_h がエンドエフェクタ 4 から落下するように、ロボット 1 を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。或いは、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 が保持対象物体群 OBG_h を保持するための保持力を弱めることなく、エンドエフェクタ 4 を移動させることで保持対象物体群 OBG_h がエンドエフェクタ 4 から落下するように、ロボット 1 を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 が保持対象物体群 OBG_h を保持するための保持力を維持したまま、エンドエフェクタ 4 を移動させることで保持対象物体群 OBG_h がエンドエフェクタ 4 から落下するように、ロボット 1 を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0217] 但し、エンドエフェクタ 4 が非処理実行物体 OBJ_ntgt を直接的に保持している場合において、図 9 に示すように、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 が処理実行物体 OBJ_tgt 及び非処理実行物体 OBJ_ntgt のいずれか一方を保持したまま、エンドエフェクタ 4 が保持している処理実行物体 OBJ_tgt 及び非処理実行物体 OBJ_ntgt のいずれか他方を容器 CB に落下させるようにロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 が処理実行物体 OBJ_tgt 及び非処理実行物体 OBJ_ntgt のいずれか一方を保持した状態で

、エンドエフェクタ４が保持している処理実行物体OBJ__t g t及び非処理実行物体OBJ__n t g tのいずれか他方を容器CBに落下させるようにロボット１及びエンドエフェクタ４の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。一例として、信号生成部３１２は、エンドエフェクタ４が処理実行物体OBJ__t g tを保持した状態で、エンドエフェクタ４が保持している非処理実行物体OBJ__n t g tを容器CBに落下させるようにロボット１及びエンドエフェクタ４の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。この場合、非処理実行物体OBJ__n t g tが容器CBに落下した後に、エンドエフェクタ４は、エンドエフェクタ４が保持している処理実行物体OBJ__t g tをリリースするリリース処理を行ってもよい（ステップＳ３３）。他の一例として、信号生成部３１２は、エンドエフェクタ４が非処理実行物体OBJ__n t g tを保持した状態で、エンドエフェクタ４が保持している処理実行物体OBJ__t g tを容器CBに落下させるようにロボット１及びエンドエフェクタ４の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。この場合、処理実行物体OBJ__t g tが容器CBに落下した後に、エンドエフェクタ４は、エンドエフェクタ４が保持している非処理実行物体OBJ__n t g tをリリースするリリース処理を行ってもよい（ステップＳ３３）。つまり、処理実行物体OBJ__t g tが容器CBに落下した後にエンドエフェクタ４が依然として保持している非処理実行物体OBJ__n t g tが、新たな処理実行物体OBJ__t g tとしてリリースされてもよい。

[0218] 尚、以下の説明では、信号生成部３１２は、エンドエフェクタ４が処理実行物体OBJ__t g tを保持したまま、エンドエフェクタ４が保持している非処理実行物体OBJ__n t g tを容器CBに落下させるようにロボット１及びエンドエフェクタ４の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成する例について説明する。

[0219] 信号生成部３１２は、エンドエフェクタ４が非処理実行物体OBJ__n t g tを保持するための保持力を弱めることでエンドエフェクタ４が非処理実

行物体OBJ__ntgtを離す（その結果、非処理実行物体OBJ__ntgtが落下する）ように、エンドエフェクタ4を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。尚、エンドエフェクタ4の保持力を弱めることについては、既に説明済みであるため、その詳細な説明は省略する。

[0220] 信号生成部312は、エンドエフェクタ4を移動させる（例えば、上述したように、並進移動させる及び／又は回転移動させる）ことで非処理実行物体OBJ__ntgtがエンドエフェクタ4から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。第1の例として、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が振動することで非処理実行物体OBJ__ntgtがエンドエフェクタ4から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。第2の例として、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が揺れることで非処理実行物体OBJ__ntgtがエンドエフェクタ4から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。第3の例として、信号生成部312は、非処理実行物体OBJ__ntgtが他の物体（例えば、容器CB及び容器CBに收容されている対象物体OBJ）に接触するようにエンドエフェクタ4を移動させることで、非処理実行物体OBJ__ntgtと他の物体との摩擦力に起因して非処理実行物体OBJ__ntgtがエンドエフェクタ4から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0221] 尚、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持するための保持力を弱めると共に、エンドエフェクタ4を移動させる（例えば、上述したように、並進移動させる及び／又は回転移動させる）ことで保持対象物体群OBG__hがエンドエフェクタ4から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、エンドエフェクタ4がマグネットグリッパーである場合には、エンドエフェクタ4が本来保持すべきでなかった非処理実行物体OBJ__ntgtを保持するために非処理実行物体OBJ__ntgtに作用する保持力（

例えば、磁力)は、エンドエフェクタ4が本来保持すべきであった処理実行物体OBJ__t g tを保持するために処理実行物体OBJ__t g tに作用する保持力(例えば、磁力)よりも弱い可能性がある。なぜならば、エンドエフェクタ4とエンドエフェクタ4が本来保持すべきでなかった非処理実行物体OBJ__n t g tとの間の相対的な位置関係及び姿勢関係の少なくとも一つは、エンドエフェクタ4が対象物体OBJを適切に保持するための理想的な位置関係及び姿勢関係の少なくとも一つと大きく異なる一方で、エンドエフェクタ4とエンドエフェクタ4が本来保持すべきであった処理実行物体OBJ__t g tとの間の相対的な位置関係及び姿勢関係の少なくとも一つは、エンドエフェクタ4が対象物体OBJを適切に保持するための理想的な位置関係及び姿勢関係の少なくとも一つと同じになる可能性があるからである。このため、エンドエフェクタ4の保持力が弱まると、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__t g tを保持したまま、エンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ__n t g tが容器CBに落下する可能性が高くなる。

[0222] 或いは、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__n t g tを保持するための保持力を弱めることなく、エンドエフェクタ4を移動させることで非処理実行物体OBJ__n t g tがエンドエフェクタ4から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__n t g tを保持するための保持力を維持したまま、エンドエフェクタ4を移動させることで非処理実行物体OBJ__n t g tがエンドエフェクタ4から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0223] 尚、図8から図9は、エンドエフェクタ4が単一の非処理実行物体OBJ__n t g tを直接的に保持している例を示している。しかしながら、エンドエフェクタ4が複数の非処理実行物体OBJ__n t g tを直接的に保持する可能性があることは、上述したとおりである。この場合、信号生成部312

は、複数の非処理実行物体OBJ__ntgtの全てを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。或いは、信号生成部312は、複数の非処理実行物体OBJ__ntgtの一部を容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が複数の非処理実行物体OBJ__ntgtの一部を保持したまま、エンドエフェクタ4が保持している複数の非処理実行物体OBJ__ntgtの他の一部を容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0224] また、図8から図9は、エンドエフェクタ4が単一の処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持している例を示している。しかしながら、エンドエフェクタ4が複数の処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持する可能性があることは、上述したとおりである。この場合、信号生成部312は、複数の処理実行物体OBJ__tgtの全てを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。或いは、信号生成部312は、複数の処理実行物体OBJ__tgtの一部を容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が複数の処理実行物体OBJ__tgtの一部を保持したまま、エンドエフェクタ4が保持している複数の処理実行物体OBJ__tgtの他の一部を容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0225] (2-2-2-4) エンドエフェクタ4が間接的に保持している非処理実行物体を容器に落下させるためのロボット制御信号の生成

エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している場合には、図10に示すように、信号生成部312は、エンドエフェ

クタ4が処理実行物体OBJ__tgtを保持したまま、エンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している場合には、図10に示すように、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtを保持した状態で、エンドエフェクタ4が間接的に保持している非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。言い換えれば、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している場合には、図10に示すように、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ__tgtを容器CBに落下させることなく、エンドエフェクタ4が間接的に保持している非処理実行物体OBJ__ntgtのみを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。更に言い換えれば、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している場合には、図10に示すように、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ__ntgtのみを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0226] エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している場合には、非処理実行物体OBJ__ntgtは、処理実行物体OBJ__tgtによって保持されているとみなしてもよいことは、上述したとおりである。この場合、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtを保持したまま、非処理実行物体OBJ__ntgtを処理実行物体OBJ__tgtから容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生

成してもよい。つまり、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__t g tを保持した状態で、非処理実行物体OBJ__n t g tを処理実行物体OBJ__t g tから容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0227] 信号生成部312は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__t g tを保持した状態で、エンドエフェクタ4の保持力を弱めることで非処理実行物体OBJ__n t g tが落下するように、エンドエフェクタ4を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。尚、エンドエフェクタ4の保持力を弱めることについては、既に説明済みであるため、その詳細な説明は省略する。

[0228] 信号生成部312は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__t g tを保持した状態で、エンドエフェクタ4を移動させる（例えば、上述したように、並進移動させる及び／又は回転移動させる）ことで非処理実行物体OBJ__n t g tが処理実行物体OBJ__t g tから落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。第1の例として、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が振動することで非処理実行物体OBJ__n t g tが処理実行物体OBJ__t g tから落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。第2の例として、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が揺れることで非処理実行物体OBJ__n t g tが処理実行物体OBJ__t g tから落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。第3の例として、信号生成部312は、非処理実行物体OBJ__n t g tが他の物体（例えば、容器CB及び容器CBに収容されている対象物体OBJ）に接触するようにエンドエフェクタ4を移動させることで、非処理実行物体OBJ__n t g tと他の物体との摩擦力に起因して非処理実行物体OBJ__n t g tが処理実行物体OBJ__t g tから落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0229] 尚、信号生成部312は、エンドエフェクタ4の保持力を弱めると共に、エンドエフェクタ4を移動させる（例えば、上述したように、並進移動させる及び／又は回転移動させる）ことで非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、エンドエフェクタ4がマグネットグリッパーである場合には、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{tgt}を間接的に保持するための保持力（例えば、磁力）は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ_{tgt}を直接的に保持するための保持力（例えば、磁力）よりも弱い可能性が高い。なぜならば、エンドエフェクタ4と処理実行物体OBJ_{tgt}とが直接的に接触している一方で、エンドエフェクタ4と非処理実行物体OBJ_{ntgt}とが直接的に接触していないからである。このため、エンドエフェクタ4の保持力が弱まると、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ_{tgt}を保持したまま、エンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ_{ntgt}が容器CBに落下する可能性が高くなる。

[0230] 或いは、信号生成部312は、エンドエフェクタ4の保持力を弱めることなく、エンドエフェクタ4を移動させることで非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部312は、エンドエフェクタ4の保持力を維持したまま、エンドエフェクタ4を移動させることで非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0231] エンドエフェクタ4を移動させることで非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに落下させる場合には、図11に示すように、信号生成部312は、エンドエフェクタ4を回転移動させることで非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部31

2は、エンドエフェクタ4の姿勢を変化させることで非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。この場合、エンドエフェクタ4の姿勢が変化しない場合と比較して、非処理実行物体OBJ_{ntgt}と処理実行物体OBJ_{tgt}とが接触する接触面CTPが、水平面に対して傾斜する可能性が高くなる。特に、エンドエフェクタ4の姿勢が変化しない場合と比較して、非処理実行物体OBJ_{ntgt}と処理実行物体OBJ_{tgt}とが接触する接触面CTPが水平面に対して交差する角度（つまり、傾斜角度）が大きくなる可能性が高くなる。この場合、エンドエフェクタ4の姿勢が変化しない場合と比較して、非処理実行物体OBJ_{ntgt}と処理実行物体OBJ_{tgt}との間に作用する摩擦力が弱くなる可能性が高くなる。或いは、エンドエフェクタ4の姿勢が変化しない場合と比較して、非処理実行物体OBJ_{ntgt}と処理実行物体OBJ_{tgt}との間に作用する摩擦力が弱くなることに加えて又は代えて、非処理実行物体OBJ_{ntgt}と処理実行物体OBJ_{tgt}との間に作用する摩擦力とは逆向きの力（具体的には、重力のうち、非処理実行物体OBJ_{ntgt}と処理実行物体OBJ_{tgt}との間に作用する摩擦力とは逆向きに作用する力成分）が大きくなる可能性が高くなる。その結果、非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下する可能性が高くなる。

[0232] エンドエフェクタ4を回転移動させる場合には、図12に示すように、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ_{tgt}の端部MFPと、エンドエフェクタ4の基準点TCPとの位置関係に基づいて、エンドエフェクタ4の回転方向を決定してもよい。処理実行物体OBJ_{tgt}の端部MFPは、処理実行物体OBJ_{tgt}の端部のうち、エンドエフェクタ4の基準点TCPから最も離れた位置に位置する端部であってもよい。エンドエフェクタ4の基準点TCPは、エンドエフェクタ4の位置を定義する基準点であってもよい。基準点TCPの一例として、エンドエフェクタ4のツールセンターポイントがあげられる。基準点TCPの

他の一例として、ユーザがエンドエフェクタ 4 に設定した点があげられる。尚、エンドエフェクタ 4 のツールセンターポイントがユーザによって設定されてもよい。

[0233] 具体的には、信号生成部 312 は、処理実行物体 OBJ_tgt の端部 MFP からエンドエフェクタ 4 の基準点 TCP に向かう回転方向 RD を、エンドエフェクタ 4 の基準点 TCP の回転方向として決定してもよい。つまり、信号生成部 312 は、処理実行物体 OBJ_tgt の端部 MFP からエンドエフェクタ 4 の基準点 TCP に向かう回転方向 RD を、エンドエフェクタ 4 の回転方向として決定してもよい。この場合、回転方向 RD とは異なる回転方向がエンドエフェクタ 4 の回転方向として決定される場合と比較して、非処理実行物体 OBJ_ntgt と処理実行物体 OBJ_tgt とが接触する接触面 CTP が、水平面に対して傾斜する可能性が高くなる。特に、非処理実行物体 OBJ_ntgt と処理実行物体 OBJ_tgt とが接触する接触面 CTP が水平面に対して交差する角度（つまり、傾斜角度）が大きくなる可能性が高くなる。この場合、非処理実行物体 OBJ_ntgt と処理実行物体 OBJ_tgt との間に作用する摩擦力が弱くなる可能性が高くなる。或いは、非処理実行物体 OBJ_ntgt と処理実行物体 OBJ_tgt との間に作用する摩擦力が弱くなることに加えて又は代えて、非処理実行物体 OBJ_ntgt と処理実行物体 OBJ_tgt との間に作用する摩擦力とは逆向きの力（具体的には、重力のうち、非処理実行物体 OBJ_ntgt と処理実行物体 OBJ_tgt との間に作用する摩擦力とは逆向きに作用する力成分）が大きくなる可能性が高くなる。その結果、非処理実行物体 OBJ_ntgt が処理実行物体 OBJ_tgt から落下する可能性が高くなる。

[0234] 尚、図 12 に示すように、エンドエフェクタ 4 が回転移動する（つまり、エンドエフェクタ 4 の姿勢が変化する）場合には、エンドエフェクタ 4 の回転移動に伴ってエンドエフェクタ 4 の高さが変わる。このため、エンドエフェクタ 4 が回転移動させることは、エンドエフェクタ 4 の回転移動に伴って

エンドエフェクタ4の高さを変化させることを含んでもよい。

[0235] エンドエフェクタ4を回転移動させる場合には、信号生成部312は、図12に示すように、エンドエフェクタ4の回転方向（つまり、エンドエフェクタ4の姿勢を変化させる方向）とは異なる方向に向かって移動した非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。尚、図12に示す例では、エンドエフェクタ4の回転方向は、処理実行物体OBJ_{tgt}の端部MFPからエンドエフェクタ4の基準点TCPに向かう回転方向RDである。しかしながら、エンドエフェクタ4の回転方向が、処理実行物体OBJ_{tgt}の端部MFPからエンドエフェクタ4の基準点TCPに向かう回転方向RDとは異なる回転方向である場合においても、信号生成部312は、エンドエフェクタ4の回転方向とは異なる方向に向かって移動した非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312が、処理実行物体OBJ_{tgt}の端部MFPからエンドエフェクタ4の基準点TCPに向かう回転方向RDとは異なる回転方向にエンドエフェクタ4を回転させることによって、その回転方向とは異なる方向に向かって移動した非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0236] 例えば、信号生成部312は、図12に示すように、エンドエフェクタ4の回転方向とは逆の方向に向かって移動した非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。図12に示す例では、エンドエフェクタ4の回転方向は、-Y側及び／又は+Z側に向かう回転方向である。この場合、信号生成部312は、+Y側及び／又は-Z側に向かって移動した非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成して

もよい。

[0237] 但し、信号生成部312は、エンドエフェクタ4の回転方向とは異なる方向に向かって移動した非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成しなくてもよい。この場合であっても、エンドエフェクタ4が回転移動することで、結果として、エンドエフェクタ4の回転方向とは異なる方向に向かって移動した非処理実行物体OBJ_{ntgt}が、処理実行物体OBJ_{tgt}から落下してもよい。

[0238] エンドエフェクタ4を回転移動させる場合には、信号生成部312は、図12に示すように、エンドエフェクタ4が存在する方向とは異なる方向に向かって移動した非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部312は、図12に示すように、エンドエフェクタ4が存在する方向とは逆の方向に向かって移動した非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。図12に示す例では、エンドエフェクタ4は、非処理実行物体OBJ_{ntgt}に対して-Y側及び/又は+Z側に存在する。この場合、信号生成部312は、+Y側及び/又は-Z側に向かって移動した非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0239] 但し、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が存在する方向とは異なる方向に向かって移動した非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成しなくてもよい。この場合であっても、エンドエフェクタ4が回転移動することで、結果として、エンドエフェクタ4が存在する方向とは異なる方向に向かって移動した非処理実行物体OBJ_{ntgt}が、処理実行物体OBJ_{tgt}から落下してもよい。

[0240] 但し、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している場合において、図13に示すように、エンドエフェクタ4が間接的に保持している非処理実行物体OBJ__ntgtと、エンドエフェクタ4が直接的に保持している処理実行物体OBJ__tgtとの双方を容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持している場合には、図13に示すように、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が保持している保持対象物体群OBG__hを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0241] 信号生成部312は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtを保持するための保持力を弱めることでエンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtを離すように、エンドエフェクタ4を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。その結果、エンドエフェクタ4から処理実行物体OBJ__tgtが落下し、且つ、処理実行物体OBJ__tgtによって保持されている非処理実行物体OBJ__ntgtもまた落下する。尚、エンドエフェクタ4の保持力を弱めることについては、既に説明済みであるため、その詳細な説明は省略する。

[0242] 信号生成部312は、エンドエフェクタ4を移動させる（例えば、並進移動させる及び／又は回転移動させる）ことで処理実行物体OBJ__tgtがエンドエフェクタ4から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。その結果、エンドエフェクタ4からの処理実行物体OBJ__tgtの落下に伴い、処理実行物体OBJ__tgtによって保持されている非処理実行物体OBJ__ntgtもまた落下する。第1の例として、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が振動することで処理実行物体OBJ__tgtがエンドエフェクタ4から落下する（その結果、非処理実行物体OBJ__ntgtもまた落下する）をように、ロボット1を制

御するためのロボット制御信号を生成してもよい。第2の例として、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が揺れることで処理実行物体OBJ__t g tがエンドエフェクタ4から落下する（その結果、非処理実行物体OBJ__n t g tもまた落下する）ように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。第3の例として、信号生成部312は、処理実行物体OBJ__t g tが他の物体（例えば、容器CB及び容器CBに収容されている対象物体OBJ）に接触するようにエンドエフェクタ4を移動させることで、処理実行物体OBJ__t g tと他の物体との摩擦力に起因して処理実行物体OBJ__t g tがエンドエフェクタ4から落下する（その結果、非処理実行物体OBJ__n t g tもまた落下する）ように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0243] 尚、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__t g tを保持するための保持力を弱めると共に、エンドエフェクタ4を移動させる（例えば、上述したように、並進移動させる及び／又は回転移動させる）ことで処理実行物体OBJ__t g tがエンドエフェクタ4から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。或いは、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__t g tを保持するための保持力を弱めることなく、エンドエフェクタ4を移動させることで処理実行物体OBJ__t g tがエンドエフェクタ4から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__t g tを保持するための保持力を維持したまま、エンドエフェクタ4を移動させることで処理実行物体OBJ__t g tがエンドエフェクタ4から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0244] 信号生成部312は、エンドエフェクタ4を移動させる（例えば、並進移動させる及び／又は回転移動させる）ことで、非処理実行物体OBJ__n t g tがエンドエフェクタ4から落下し、その後、処理実行物体OBJ__t g

t がエンドエフェクタ 4 から落下するように、ロボット 1 を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。第 1 の例として、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 が振動することで非処理実行物体 OBJ_{ntgt} 及び処理実行物体 OBJ_{tgt} がこの順にエンドエフェクタ 4 から落下するように、ロボット 1 を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。第 2 の例として、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 が揺れることで非処理実行物体 OBJ_{ntgt} 及び処理実行物体 OBJ_{tgt} がこの順にエンドエフェクタ 4 から落下するように、ロボット 1 を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。第 3 の例として、信号生成部 312 は、非処理実行物体 OBJ_{ntgt} が他の物体（例えば、容器 CB 及び容器 CB に收容されている対象物体 OBJ）に接触するようにエンドエフェクタ 4 を移動させることで、非処理実行物体 OBJ_{ntgt} と他の物体との摩擦に起因して非処理実行物体 OBJ_{ntgt} がエンドエフェクタ 4 から落下し、その後、処理実行物体 OBJ_{tgt} が他の物体（例えば、容器 CB 及び容器 CB に收容されている対象物体 OBJ）に接触するようにエンドエフェクタ 4 を移動させることで、処理実行物体 OBJ_{tgt} と他の物体との摩擦に起因して処理実行物体 OBJ_{tgt} がエンドエフェクタ 4 から落下するように、ロボット 1 を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0245] 尚、信号生成部 312 は、エンドエフェクタ 4 が非処理実行物体 OBJ_{ntgt} を保持するための保持力を弱めると共に、エンドエフェクタ 4 を移動させる（例えば、上述したように、並進移動させる及び／又は回転移動させる）ことで、非処理実行物体 OBJ_{ntgt} がエンドエフェクタ 4 から落下し、その後、処理実行物体 OBJ_{tgt} がエンドエフェクタ 4 から落下するように、ロボット 1 を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、エンドエフェクタ 4 がマグネットグリッパーである場合には、エンドエフェクタ 4 が本来保持すべきでなかった非処理実行物体 OBJ_{ntgt} を保持するために非処理実行物体 OBJ_{ntgt} に作用する保

持力（磁力）は、エンドエフェクタ4が本来保持すべきであった処理実行物体OBJ₁を保持するために処理実行物体OBJ₁に作用する保持力（磁力）よりも弱い可能性がある。なぜならば、エンドエフェクタ4とエンドエフェクタ4が本来保持すべきでなかった非処理実行物体OBJ₂との間の相対的な位置関係及び姿勢関係の少なくとも一つは、エンドエフェクタ4が対象物体OBJ₁を適切に保持するための理想的な位置関係及び姿勢関係の少なくとも一つと大きく異なる一方で、エンドエフェクタ4とエンドエフェクタ4が本来保持すべきであった処理実行物体OBJ₁との間の相対的な位置関係及び姿勢関係の少なくとも一つは、エンドエフェクタ4が対象物体OBJ₁を適切に保持するための理想的な位置関係及び姿勢関係の少なくとも一つと同じになる可能性があるからである。このため、エンドエフェクタ4の保持力が弱まると、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ₁を保持したまま、エンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ₂が容器CBに落下する可能性が高くなる。その結果、まずは、非処理実行物体OBJ₂がエンドエフェクタ4から落下し、その後、処理実行物体OBJ₁がエンドエフェクタ4から落下する可能性が高くなる。

[0246] 或いは、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ₂を保持するための保持力を弱めることなく、エンドエフェクタ4を移動させることで非処理実行物体OBJ₂がエンドエフェクタ4から落下し、その後、処理実行物体OBJ₁がエンドエフェクタ4から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ₂を保持するための保持力を維持したまま、エンドエフェクタ4を移動させることで、非処理実行物体OBJ₂がエンドエフェクタ4から落下し、その後、処理実行物体OBJ₁がエンドエフェクタ4から落下するように、ロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0247] 尚、図10から図12は、エンドエフェクタ4が単一の非処理実行物体OBJ_{ntgt}を間接的に保持している例を示している。しかしながら、エンドエフェクタ4が複数の非処理実行物体OBJ_{ntgt}を間接的に保持する可能性があることは、上述したとおりである。この場合、信号生成部312は、複数の非処理実行物体OBJ_{ntgt}の全てを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。或いは、信号生成部312は、複数の非処理実行物体OBJ_{ntgt}の一部を容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が複数の非処理実行物体OBJ_{ntgt}の一部を保持したまま、エンドエフェクタ4が保持している複数の非処理実行物体OBJ_{ntgt}の他の一部を容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0248] 複数の非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに落下させる場合には、信号生成部312は、複数の非処理実行物体OBJ_{ntgt}をまとめて容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。具体的には、信号生成部312は、上述した単一の非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成する方法と同様の方法で、複数の非処理実行物体OBJ_{ntgt}をまとめて容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0249] 或いは、信号生成部312は、複数の非処理実行物体OBJ_{ntgt}を一つずつ順に容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

具体的には、信号生成部312は、上述した単一の非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成する方法と同様の方法で、複数の非処理実行物体OBJ__ntgtのうちの一の非処理実行物体OBJ__ntgtを個別に容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。更に、信号生成部312は、上述した単一の非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成する方法と同様の方法で、複数の非処理実行物体OBJ__ntgtのうちの一の非処理実行物体OBJ__ntgtとは異なる他の非処理実行物体OBJ__ntgtを個別に容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。一例として、上述した図6(d)に示すように、エンドエフェクタ4が、処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持し、処理実行物体OBJ__tgtによって非処理実行物体OBJ__ntgt#1が保持され、非処理実行物体OBJ__ntgt#1によって非処理実行物体OBJ__ntgt#2が保持されている場合には、信号生成部312は、非処理実行物体OBJ__ntgt#1から非処理実行物体OBJ__ntgt#2が落下し、その後、処理実行物体OBJ__tgtから非処理実行物体OBJ__ntgt#1が落下するようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部312は、非処理実行物体OBJ__ntgt#1から非処理実行物体OBJ__ntgt#2が落下するようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するための第1のロボット制御信号と、処理実行物体OBJ__tgtから非処理実行物体OBJ__ntgt#1が落下するようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するための第2のロボット制御信号とを生成してもよい。具体的には、信号生成部312は、上述した単一の

非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成する方法と同様の方法で、非処理実行物体OBJ__ntgt#1から非処理実行物体OBJ__ntgt#2を容器CBに個別落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するための第1のロボット制御信号を生成してもよい。更に、信号生成部312は、上述した単一の非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成する方法と同様の方法で、処理実行物体OBJ__tgtから非処理実行物体OBJ__ntgt#1を容器CBに個別に落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するための第2のロボット制御信号を、第1のロボット制御信号とは別に生成してもよい。

[0250] また、図10から図12は、エンドエフェクタ4が単一の処理実行物体OBJ__tgtを間接的に保持している例を示している。しかしながら、エンドエフェクタ4が複数の処理実行物体OBJ__tgtを直接的に保持する可能性があることは、上述したとおりである。この場合、信号生成部312は、複数の処理実行物体OBJ__tgtの全てを保持したまま、非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。或いは、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が複数の処理実行物体OBJ__tgtの一部を保持したまま、エンドエフェクタ4が保持している複数の処理実行物体OBJ__tgtの他の一部を容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。或いは、信号生成部312は、エンドエフェクタ4が保持している複数の処理実行物体OBJ__tgtの全てを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0251] （２－２－３）非処理実行物体を容器に落下させるためのロボット制御信号に基づく制御

再び図５において、その後、信号生成部３１２は、通信装置３３を用いて、ステップＳ２４において生成されたロボット制御信号をロボット１（特に、ロボット制御装置１３）に出力する。その結果、ロボット制御装置１３は、ロボット制御信号に基づいて、ロボット１の動作（例えば、ロボットアーム１２の動作）及びエンドエフェクタ４の動作の少なくとも一方を制御する。つまり、ロボット制御装置１３は、ロボット制御信号に基づいて、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}が容器CBに落下するように、ロボット１の動作（例えば、ロボットアーム１２の動作）及びエンドエフェクタ４の動作の少なくとも一方を制御する。

[0252] ここで、ステップＳ１３においてエンドエフェクタ４が保持対象物体群OBG_hを保持してからステップＳ２１において撮像装置２１が保持対象物体群OBG_hを撮像する前に、第１カメラ位置に位置する撮像装置２１が、第１カメラ位置よりも高い第２カメラ位置に移動してもよいことは、上述した図７（ａ）から図７（ｂ）を参照しながら説明したとおりである。その結果、第１ツール位置に位置するエンドエフェクタ４が、第１ツール位置よりも高い第２ツール位置に移動してもよいことは、上述した図７（ａ）から図７（ｂ）を参照しながら説明したとおりである。この場合、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}が容器CBに落下するようにステップＳ２４において生成されたロボット制御信号に基づいてロボット１の動作の制御が開始される前に、信号生成部３１２は、エンドエフェクタ４が、第２ツール位置から、容器CBに近づく（特に、容器CBに収容されている少なくとも一つの対象物体OBJに近づく）ようにロボット１を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。言い換えれば、信号生成部３１２は、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}が容器CBに落下するようにステップＳ２４において生成されたロボット制御信号に基づいてロボット１の動作の制御が開始される前に、第２ツール位置に位置するエンドエフェクタ４が、

容器C Bに近づく（特に、容器C Bに收容されている少なくとも一つの対象物体O B Jに近づく）ようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。一例として、図7（c）に示すように、信号生成部3 1 2は、第2ツール位置よりも低い第3ツール位置にエンドエフェクタ4が移動するようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部3 1 2は、第2ツール位置よりも容器C Bに近い（特に、容器C Bに收容されている少なくとも一つの対象物体O B Jに近い）第3ツール位置にエンドエフェクタ4が移動するようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。その後、少なくとも非処理実行物体O B J__n t g tが容器C Bに落下するようにステップS 2 4において生成されたロボット制御信号に基づいてロボット1の動作の制御が開始されてもよい。この場合、少なくとも非処理実行物体O B J__n t g tが容器C Bに落下を開始する落下位置が低くなる。例えば、少なくとも非処理実行物体O B J__n t g tは、第2ツール位置に対応する落下位置（不図示）よりも低い落下位置（つまり、第2ツール位置よりも低い第3ツール位置に対応する落下位置）から容器C Bに落下する。その結果、容器C Bに落下する非処理実行物体O B J__n t g tによる衝撃が小さくなる。このため、落下した非処理実行物体O B J__n t g tや、非処理実行物体O B J__n t g tがその上に落下してきた他の対象物体O B Jが破損する可能性が低くなる。

[0253] 尚、エンドエフェクタ4が第2ツール位置から第3ツール位置に移動すると、図7（c）に示すように、エンドエフェクタ4が保持している保持対象物体群O B G__hもまた、第2ツール位置に対応する第2物体位置から、第3ツール位置に対応する第3物体位置（つまり、第2物体位置よりも低いがゆえに、第2物体位置よりも容器C Bに近い第3物体位置）に位置する。この場合、少なくとも非処理実行物体O B J__n t g tは、第2物体位置よりも低い第3物体位置から容器C Bに落下するとみなしてもよい。同様に、エンドエフェクタ4が第2ツール位置から第3ツール位置に移動すると、エンドエフェクタ4と共に移動する撮像システム2もまた、第2ツール位置に対

応する第2カメラ位置から、第3ツール位置に対応する第3カメラ位置（つまり、第2カメラ位置よりも低いがゆえに、第2カメラ位置よりも容器CBに近い第3カメラ位置）に位置する。この場合、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtは、第2カメラ位置よりも低い第3カメラ位置から容器CBに落下するとみなしてもよい。

[0254] 再び図5において、その後、ステップS24において生成されたロボット制御信号に基づいてロボット1の動作の制御が開始された後に、誤保持検出部313は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下した否かを判定する（ステップS31）。例えば、ステップS24において生成されたロボット制御信号に基づいてロボット1の動作が制御されている期間中に、誤保持検出部313は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下した否かを判定してもよい。例えば、ステップS24において生成されたロボット制御信号に基づいてロボット1の動作の制御が完了した後に、誤保持検出部313は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下した否かを判定してもよい。

[0255] 少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下した否かを判定するために、ステップS24において生成されたロボット制御信号に基づいてロボット1の動作の制御が開始された後に、撮像装置21は、エンドエフェクタ4が対象物体OBJを保持していると仮定した場合のエンドエフェクタ4が保持している対象物体OBJが存在する領域を撮像してもよい。例えば、撮像装置21は、エンドエフェクタ4の少なくとも一部（特に、エンドエフェクタ4のうち対象物体OBJを保持する部位）を撮像することで、撮像装置21は、エンドエフェクタ4が対象物体OBJを保持していると仮定した場合のエンドエフェクタ4が保持している対象物体OBJが存在する領域を撮像してもよい。この場合、エンドエフェクタ4から処理実行物体OBJ__tgtが落下した場合には、撮像装置21は、処理実行物体OBJ__tgtが落下したエンドエフェクタ4を撮像してもよい。つまり、撮像装置21は、処理実行物体OBJ__tgtを保持していないエンドエフェクタ

4 を撮像してもよい。一方で、エンドエフェクタ 4 から処理実行物体 OBJ_tgt が落下していない場合には、撮像装置 21 は、エンドエフェクタ 4 が保持している処理実行物体 OBJ_tgt を撮像してもよい。エンドエフェクタ 4 から非処理実行物体 $OBJ\_n tgt$ が落下した場合には、撮像装置 21 は、非処理実行物体 $OBJ\_n tgt$ が落下したエンドエフェクタ 4 を撮像してもよい。つまり、撮像装置 21 は、非処理実行物体 $OBJ\_n tgt$ を保持していないエンドエフェクタ 4 を撮像してもよい。一方で、エンドエフェクタ 4 から非処理実行物体 $OBJ\_n tgt$ が落下していない場合には、撮像装置 21 は、エンドエフェクタ 4 が保持している非処理実行物体 $OBJ\_n tgt$ を撮像してもよい。その後、制御装置 3 の誤保持検出部 313 は、通信装置 33 を用いて、撮像装置 21 がエンドエフェクタ 4 を撮像することで生成した画像データ IMG を取得してもよい。

[0256] その後、誤保持検出部 313 は、画像データ IMG に基づいて、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_n tgt$ が容器 CB に落下した否かを判定する。

[0257] 画像データ IMG に基づいて少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_n tgt$ が容器 CB に落下した否かを判定する動作の第 1 の例として、誤保持検出部 313 は、位置姿勢算出部 311 を制御して画像データ IMG に基づくマッチング処理（例えば、物体検出処理）を行うことで、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 OBJ の数を算出してもよい。或いは、誤保持検出部 313 は、位置姿勢算出部 311 を制御して画像データ IMG に基づくマッチング処理を行うことで、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 OBJ の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。この場合、上述したように、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 OBJ の位置及び姿勢の少なくとも一つが判明すると、必然的に、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 OBJ の数もまた判明する。このため、誤保持検出部 313 は、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 OBJ の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、エンドエフェクタ 4 が実際に保持している対象物体 OBJ の数を算出してもよい。

尚、ステップS 3 1 において行われるマッチング処理そのものは、ステップS 1 2 及びステップS 2 2 において行われるマッチング処理と同一であってもよい。その後、誤保持検出部3 1 3 は、エンドエフェクタ4 が実際に保持している対象物体OBJ の数に基づいて、少なくとも非処理実行物体OBJ __ n t g t が容器CB に落下した否かを判定してもよい。

[0258] 例えば、上述したようにエンドエフェクタ4 が処理実行物体OBJ __ t g t を保持したまま非処理実行物体OBJ __ n t g t が容器CB に落下するようにロボット1 及びエンドエフェクタ4 の少なくとも一つが制御された場合には、誤保持検出部3 1 3 は、エンドエフェクタ4 が実際に保持している対象物体OBJ の数が、エンドエフェクタ4 が本来保持すべき対象物体OBJ の数（つまり、エンドエフェクタ4 が本来保持すべき処理実行物体OBJ __ t g t の数）である所定の保持物体数と同一であるか否かを判定してもよい。尚、ステップS 3 1 においてエンドエフェクタ4 が実際に保持している対象物体OBJ の数が所定の保持物体数と同一であるか否かを判定する処理は、ステップS 2 2 においてエンドエフェクタ4 が実際に保持している対象物体OBJ の数が所定の保持物体数と同一であるか否かを判定する処理と同一であってもよい。この場合、エンドエフェクタ4 が実際に保持している対象物体OBJ の数が所定の保持物体数と同一である場合には、エンドエフェクタ4 が保持していた非処理実行物体OBJ __ n t g t が落下し、エンドエフェクタ4 は、処理実行物体OBJ __ t g t を保持している可能性が高い。一方で、エンドエフェクタ4 が実際に保持している対象物体OBJ の数が所定の保持物体数よりも多い場合には、エンドエフェクタ4 が依然として少なくとも一つの非処理実行物体OBJ __ n t g t を保持している可能性が高い。そこで、エンドエフェクタ4 が実際に保持している対象物体OBJ の数が所定の保持物体数と同一である場合には、誤保持検出部3 1 3 は、非処理実行物体OBJ __ n t g t が容器CB に落下したと判定してもよい。一方で、エンドエフェクタ4 が実際に保持している対象物体OBJ の数が所定の保持物体数よりも多い場合には、誤保持検出部3 1 3 は、少なくとも一つの非処

理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下していない（具体的には、容器CBに落下していない非処理実行物体OBJ__ntgtが残っている）と判定してもよい。

[0259] 例えば、上述したように処理実行物体OBJ__tgt及び非処理実行物体OBJ__ntgtの双方が容器CBに落下するようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御された場合には、誤保持検出部313は、エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体OBJの数が、ゼロであるか否かをしてもよい。この場合、エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体OBJの数がゼロである場合には、エンドエフェクタ4が保持していた処理実行物体OBJ__tgt及び非処理実行物体OBJ__ntgtの双方が落下した可能性が高い。一方で、エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体OBJの数がゼロよりも多い場合には、エンドエフェクタ4が依然として処理実行物体OBJ__tgt及び非処理実行物体OBJ__ntgtの少なくとも一つを保持している可能性が高い。そこで、エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体OBJの数がゼロである場合には、誤保持検出部313は、処理実行物体OBJ__tgt及び非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下したと判定してもよい。一方で、エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体OBJの数がゼロよりも多い場合には、誤保持検出部313は、処理実行物体OBJ__tgt及び非処理実行物体OBJ__ntgtの少なくとも一つが容器CBに落下していない（具体的には、容器CBに落下していない処理実行物体OBJ__tgt及び非処理実行物体OBJ__ntgtの少なくとも一方が残っている）と判定してもよい。

[0260] 画像データIMGに基づいて少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下した否かを判定する動作の第2の例として、誤保持検出部313は、位置姿勢算出部311を制御して画像データIMGに基づくマッチング処理を行うことで、エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。更に、誤保持

検出部313は、位置姿勢算出部311を制御して画像データIMGに基づくマッチング処理を行うことで、エンドエフェクタ4の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。尚、ステップS31においてエンドエフェクタ4の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出するためのマッチング処理そのものは、上述したステップS23においてエンドエフェクタ4による非処理実行物体OBJ__ntgtの保持態様を特定するためのマッチング処理と同一であってもよい。その後、誤保持検出部313は、エンドエフェクタ4が実際に保持している対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果と、エンドエフェクタ4の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果とに基づいて、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下した否かを判定してもよい。例えば、ステップS23においてエンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持していると判定された状況下で、ステップS31におけるマッチング処理の結果が、エンドエフェクタ4から離れた位置に位置する対象物体OBJが存在していないことを示している場合（図6（a）参照）には、エンドエフェクタ4が間接的に保持する非処理実行物体OBJ__ntgtが存在する可能性は低い。このため、この場合には、誤保持検出部313は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下したと判定してもよい。例えば、ステップS23においてエンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを間接的に保持していると判定された状況下で、ステップS31におけるマッチング処理の結果が、エンドエフェクタ4から離れた位置に位置する対象物体OBJが存在している場合には（図6（b）から図6（d）参照）、エンドエフェクタ4が間接的に保持する非処理実行物体OBJ__ntgtが存在する可能性が高い。このため、この場合には、誤保持検出部313は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下していないと判定してもよい。

[0261] ステップS31における判定の結果、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下していないと判定された場合には（ステップS3

1 : N o) 、誤保持検出部 3 1 3 は、少なくとも非処理実行物体 O B J _ n t g t を容器 C B に落下させることができなかった旨をロボットシステム S Y S のユーザ（オペレータ）に通知するためのアラートを出力するように、出力装置 3 5 を制御してもよい（ステップ S 3 2）。

[0262] アラートが出力された後に、制御装置 3 は、図 5 に示すロボット制御処理を一時的に中断してもよい。この場合、ユーザは、エンドエフェクタ 4 から落下しなかった非処理実行物体 O B J _ n t g t を手動で容器 C B に戻してもよい。その後、一時的に中断されたロボット制御処理が再開されてもよい。例えば、エンドエフェクタ 4 は、エンドエフェクタ 4 が保持した処理実行物体 O B J _ t g t をリリースするリリース処理を行ってもよい（ステップ S 3 3）。

[0263] 但し、少なくとも非処理実行物体 O B J _ n t g t が容器 C B に落下していないと判定された場合であっても、誤保持検出部 3 1 3 は、少なくとも非処理実行物体 O B J _ n t g t を容器 C B に落下させることができなかった旨をロボットシステム S Y S のユーザ（オペレータ）に通知するためのアラートを出力しなくてもよい。

[0264] 他方で、ステップ S 3 1 における判定の結果、少なくとも非処理実行物体 O B J _ n t g t が容器 C B に落下したと判定された場合には（ステップ S 3 1 : Y e s）、誤保持検出部 3 1 3 は、アラートを出力するように出力装置 3 5 を制御しなくてもよい。この場合、エンドエフェクタ 4 は、エンドエフェクタ 4 が保持した処理実行物体 O B J _ t g t をリリースするリリース処理を行ってもよい（ステップ S 3 3）。例えば、上述したように、エンドエフェクタ 4 が保持した処理実行物体 O B J _ t g t が容器 C B から搬出され、エンドエフェクタ 4 が保持した処理実行物体 O B J _ t g t が容器 C B の外でリリースされてもよい。

[0265] 但し、上述したように処理実行物体 O B J _ t g t 及び非処理実行物体 O B J _ n t g t の双方が容器 C B に落下するようにロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つが制御された場合には、エンドエフェクタ 4 は

、一つも対象物体OBJを保持していない。この場合、エンドエフェクタ4がリリース処理を行うことなく、制御装置3は、ステップS11からステップS33までの一連の処理（但し、ステップS32の処理とステップS33との処理は、排他的に行われる）を再度行ってもよい。つまり、撮像装置21は、容器CBに収容されている複数の対象物体OBJのうちの一部を新たに撮像し、制御装置3は、撮像装置21から画像データIMGを新たに取得してもよい。この場合、信号生成部312は、撮像装置21が容器CBに収容されている複数の対象物体OBJのうちの一部を撮像するようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。ロボット1は、信号生成部312が生成したロボット制御信号に基づいて、撮像装置21が容器CBに収容されている複数の対象物体OBJのうちの一部を撮像するようにロボットアーム12を動かしてもよい。或いは、ロボット1は、ティーチング等の他のロボット制御方法に基づいて、撮像装置21が容器CBに収容されている複数の対象物体OBJのうちの一部を撮像するようにロボットアーム12を動かしてもよい。その後、制御装置3は、ステップS11において新たに取得された画像データIMGを用いて、ステップS12からステップS33までの一連の処理（但し、ステップS32の処理とステップS33との処理は、排他的に行われる）を再度行ってもよい。

[0266] 但し、処理実行物体OBJ_{tg}及び非処理実行物体OBJ_{ntg}の双方が容器CBに落下するようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御された場合において、撮像装置21は、容器CBに収容されている複数の対象物体OBJのうちの一部を再度撮像しなくてもよい。例えば、上述したステップS12において、既に取得済みの画像データIMGに基づいてマッチング類似度がマッチング判定閾値を上回る対象物体OBJが複数検出済みである場合には、位置姿勢算出部311は、マッチング類似度がマッチング判定閾値を上回る複数の対象物体OBJのうちの、処理実行物体OBJ_{tg}としてまだ選択されていない一の対象物体OBJを新たな処理実行物体OBJ_{tg}として選択してもよい。その後、信号生成部

312は、新たに選択された処理実行物体OBJ__tgtに対して所定の処理を行うことができるように、ロボット制御信号を生成してもよい（ステップS13）。その後、制御装置3は、ステップS21からステップS33までの一連の処理（但し、ステップS32の処理とステップS33との処理は、排他的に行われる）を再度行ってもよい。

[0267] 以降、アラートが出力された後（ステップS32）又は処理実行物体OBJ__tgtがリリースされた後（ステップS33）、制御装置3は、エンドエフェクタ4が所定の処理を行うべき対象物体OBJが容器CBからなくなるまで、ステップS11からステップS33までの一連の処理（但し、ステップS32の処理とステップS33との処理は、排他的に行われる）を繰り返す（ステップS41）。但し、上述したステップS12において、既に取得済みの画像データIMGに基づいてマッチング類似度がマッチング判定閾値を上回る対象物体OBJが複数検出済みである場合には、制御装置3は、ステップS11において、画像データIMGを再度取得しなくてもよい。撮像装置21は、ステップS11において、容器CBに収容されている複数の対象物体OBJのうちの一部を再度撮像しなくてもよい。この場合、位置姿勢算出部311は、マッチング類似度がマッチング判定閾値を上回る複数の対象物体OBJのうち、処理実行物体OBJ__tgtとしてまだ選択されていない一の対象物体OBJを新たな処理実行物体OBJ__tgtとして選択してもよい。その後、信号生成部312は、新たに選択された処理実行物体OBJ__tgtに対して所定の処理を行うことができるように、ロボット制御信号を生成してもよい（ステップS13）。その後、制御装置3は、ステップS21からステップS33までの一連の処理（但し、ステップS32の処理とステップS33との処理は、排他的に行われる）を再度行ってもよい。

[0268] （3）技術的効果

以上説明したように、本実施形態では、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtと共に非処理実行物体OBJ__ntgtを保持した場合に

は、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下する（つまり、戻る）ように、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御することができる。このため、制御装置3は、エンドエフェクタ4の状態を、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtと共に非処理実行物体OBJ__ntgtを保持してしまっている非正常状態から、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持することなく処理実行物体OBJ__tgtを保持している正常状態に切り替えることができる。このため、制御装置3は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtを適切に保持するように、ロボット1を制御することができる。

[0269] 加えて、仮にエンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持している場合には、エンドエフェクタ4が保持した処理実行物体OBJ__tgtを容器CBの外の所望位置にリリースするリリース処理を行う際に、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtと共に保持した非処理実行物体OBJ__ntgtがリリース処理にとっての障害となる可能性がある。一例として、処理実行物体OBJ__tgtが容器CBの外の所望位置にリリースされる際に、処理実行物体OBJ__tgtが非処理実行物体OBJ__ntgtに干渉して、処理実行物体OBJ__tgtが所望の位置とは異なる位置にリリースされる可能性がある。他の一例として、処理実行物体OBJ__tgtがリリースされるべき物体（例えば、載置装置T）に非処理実行物体OBJ__ntgtが衝突し、処理実行物体OBJ__tgtがリリースされるべき物体（例えば、載置装置T）が傷つく可能性がある。しかるに、本実施形態では、非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下する（つまり、戻る）がゆえに、このような技術的問題が生ずることはない。このため、エンドエフェクタ4は、保持した処理実行物体OBJ__tgtを、容器CBの外の所望位置に適切に配置することができる。

[0270] 加えて、仮にエンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ__ntgtを落下させるための動作が行われない場合には、図5に示すロボッ

ト制御処理が一時的に中断され、その後、ユーザが、エンドエフェクタ4から落下しなかった非処理実行物体OBJ__ntgtを手動で容器CBに戻し、その後、一時的に中断されたロボット制御処理を再開する必要がある。このため、ロボット制御処理のスループットが悪化する可能性がある。言い換えれば、ロボット制御処理のタクトタイムが長くなる可能性がある。しかるに、本実施形態では、エンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体OBJ__ntgtを落下させるための動作が行われるがゆえに、スループットの悪化（つまり、タクトタイムの増加）が最小限に抑制される。

[0271] 加えて、制御装置3は、保持状態の一例としてエンドエフェクタ4で保持された対象物体OBJ（例えば、保持対象物体群OBG__h、非処理実行物体OBJ__ntgt、又は処理実行物体OBJ__tgt）の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下する（つまり、戻る）ように、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御することができる。例えば、制御装置3は、位置が既知である及び／又は姿勢が既知である非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるように、非処理実行物体OBJ__ntgtの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果を考慮した制御態様でロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成することができる。制御装置3は、位置が既知である及び／又は姿勢が既知である処理実行物体OBJ__tgtから非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに適切に（例えば、確実に）落下するように、処理実行物体OBJ__tgtの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果を考慮した制御態様でロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成することができる。仮に、エンドエフェクタ4で保持された対象物体OBJ（例えば、保持対象物体群OBG__h、非処理実行物体OBJ__ntgt、又は処理実行物体OBJ__tgt）の位置及び姿勢が既知でない場合には、エンドエフェクタ4で保持された対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果を考慮した制御態様

でロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御することができないがゆえに、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを落下させるための制御態様が、ある意味の運任せの制御態様になる可能性がある。しかるに、本実施形態では、制御装置3は、エンドエフェクタ4で保持された対象物体OBJ（例えば、保持対象物体群OBG__h、非処理実行物体OBJ__ntgt、又は処理実行物体OBJ__tgt）の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに適切に（例えば、確実に）落下する可能性を高める制御態様を、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様として採用することができる。このため、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを適切に容器CBに落下させることができる。

[0272] （４）変形例

続いて、ロボットシステムSYSの変形例について説明する。尚、以下に説明する各変形例は、他の変形例と組み合わせ可能である。または、以下の説明では、既に説明済みの構成要素については、その詳細な説明は省略する。更に、以下の説明では、既に説明済みの処理については、その詳細な説明は省略する。つまり、以下の説明では、既に説明済みの構成要素とは異なる構成要素及び既に説明済みの処理とは異なる処理について、特に説明する。このため、特段の説明がない場合には、以下に説明する変形例においても、ロボットシステムSYSは、既に説明済みの構成要素を備えていてもよいし、ロボットシステムSYSは、既に説明済みの処理を行ってもよい。

[0273] （４－１）第１変形例

（４－１－１）落下高さHdの制御

第１変形例では、誤保持検出部313は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを落下させるようにロボット制御信号を生成する際に、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下を開始するための高さ（つまり、Z軸方向の位置）を示す落下高さHdを制御してもよい。

[0274] （４－１－１－１）落下高さHdの定義

落下高さ H_d は、所定の高さ基準面からの高さ（つまり、Z 軸方向における距離）を意味していてもよい。第 1 変形例では、高さ基準面として、容器 C_B の底壁 B_S の底面（上面）が用いられる例について説明する。

[0275] 但し、高さ基準面として、容器 C_B の底壁 B_S の底面とは異なる基準面が用いられてもよい。例えば、高さ基準面として、対象物体 O_{BJ} が載置されている載置装置 T の載置面が用いられてもよい。或いは、落下高さ H_d は、グローバル座標系における Z 軸の座標値を意味していてもよい。つまり、落下高さ H_d は、グローバル座標系の座標原点からの高さを意味していてもよい。尚、落下高さ H_d は、グローバル座標系とは異なる座標系（例えば、ロボット座標系）における Z 軸の座標値を意味していてもよい。つまり、落下高さ H_d は、グローバル座標系とは異なる座標系（例えば、ロボット座標系）の座標原点からの高さを意味していてもよい。

[0276] 第 1 の例として、落下高さ H_d は、少なくとも非処理実行物体 O_{BJ_ntgt} が容器 C_B に落下を開始する時点（言い換えれば、少なくとも非処理実行物体 O_{BJ_ntgt} が容器 C_B に落下する時点、以下同じ）での非処理実行物体 O_{BJ_ntgt} 及び処理実行物体 O_{BJ_tgt} のいずれか一方の高さを意味していてもよい。尚、上述したように非処理実行物体 O_{BJ_ntgt} が容器 C_B に落下する一方で処理実行物体 O_{BJ_tgt} が容器 C_B に落下しない（つまり、処理実行物体 O_{BJ_tgt} がエンドエフェクタ 4 に保持され続ける）場合には、「少なくとも非処理実行物体 O_{BJ_ntgt} が容器 C_B に落下を開始する時点」は、「非処理実行物体 O_{BJ_ntgt} が容器 C_B に落下を開始する時点」を意味していてもよい。上述したように非処理実行物体 O_{BJ_ntgt} に加えて処理実行物体 O_{BJ_tgt} が容器 C_B に落下する場合には、「少なくとも非処理実行物体 O_{BJ_ntgt} が容器 C_B に落下を開始する時点」は、「非処理実行物体 O_{BJ_ntgt} のみが容器 C_B に落下を開始する時点」を意味していてもよいし、「非処理実行物体 O_{BJ_ntgt} 及び処理実行物体 O_{BJ_tgt} の双方が容器 C_B に落下を開始する時点」を意味していてもよい。

[0277] 第2の例として、落下高さ H_d は、少なくとも非処理実行物体 OBJ_ntgt 及び処理実行物体 OBJ_tgt の高さであってもよい。より具体的には、落下高さ H_d は、少なくとも非処理実行物体 OBJ_ntgt が容器 CB に落下を開始する時の非処理実行物体 OBJ_ntgt 及び処理実行物体 OBJ_tgt の高さに基づいて定まる高さであってもよい。例えば、落下高さ H_d は、少なくとも非処理実行物体 OBJ_ntgt が容器 CB に落下を開始する時の非処理実行物体 OBJ_ntgt の高さ及び少なくとも非処理実行物体 OBJ_ntgt が容器 CB に落下を開始する時の処理実行物体 OBJ_tgt の高さの平均値（つまり、中間高さ）を意味していてもよい。例えば、落下高さ H_d は、少なくとも非処理実行物体 OBJ_ntgt が容器 CB に落下を開始する時の非処理実行物体 OBJ_ntgt の高さ及び少なくとも非処理実行物体 OBJ_ntgt が容器 CB に落下を開始する時の処理実行物体 OBJ_tgt の高さのうちのいずれか高い方の高さを意味していてもよい。例えば、落下高さ H_d は、少なくとも非処理実行物体 OBJ_ntgt が容器 CB に落下を開始する時の非処理実行物体 OBJ_ntgt の高さ及び少なくとも非処理実行物体 OBJ_ntgt が容器 CB に落下を開始する時の処理実行物体 OBJ_tgt の高さのうちのいずれか低い方の高さを意味していてもよい。例えば、落下高さ H_d は、少なくとも非処理実行物体 OBJ_ntgt が容器 CB に落下を開始する時の非処理実行物体 OBJ_ntgt の高さ及び少なくとも非処理実行物体 OBJ_ntgt が容器 CB に落下を開始する時の処理実行物体 OBJ_tgt の高さの間の任意の高さを意味していてもよい。

[0278] 第3の例として、落下高さ H_d は、少なくとも非処理実行物体 OBJ_ntgt が容器 CB に落下を開始する時の非処理実行物体 OBJ_ntgt 及び処理実行物体 OBJ_tgt 以外の物体の高さを意味していてもよい。例えば、落下高さ H_d は、少なくとも非処理実行物体 OBJ_ntgt が容器 CB に落下を開始する時の撮像システム2（特に、撮像装置21）の高さを

意味していてもよい。例えば、落下高さ H_d は、少なくとも非処理実行物体 OBJ_ntgt が容器 CB に落下を開始する時のエンドエフェクタ 4 の高さを意味していてもよい。エンドエフェクタ 4 の高さは、エンドエフェクタ 4 の基準点 TCP （例えば、上述したツールセンターポイント又はユーザがエンドエフェクタ 4 に設定した点）の高さを意味していてもよいし、エンドエフェクタ 4 の任意の部位の高さを意味していてもよい。

[0279] 第 4 の例として、落下高さ H_d は、少なくとも非処理実行物体 OBJ_ntgt が容器 CB に落下を開始する時のロボットアーム 12 の高さを意味していてもよい。この場合、ロボットアーム 12 の高さは、ロボットアーム 12 のフランジ（エンドエフェクタ 4 がロボットアーム 12 に取り付けられる部位）の高さであってもよい。

[0280] （4-1-1-2）容器 CB に収容されている対象物体群の高さに基づく落下高さ H_d の制御

誤保持検出部 313 は、落下高さ H_d を制御するために、図 14 に示すように、容器 CB に収容されている複数の対象物体 OBJ の高さである物体高さ H_o を用いてもよい。つまり、誤保持検出部 313 は、物体高さ H_o に基づいて落下高さ H_d を設定し（言い換えれば、決定し）することで、落下高さ H_d を制御してもよい。

[0281] 尚、物体高さ H_o は、上述した落下高さ H_d と同様に、所定の高さ基準面からの高さ（つまり、 Z 軸方向における距離）を意味していてもよい。或いは、物体高さ H_o は、グローバル座標系における Z 軸の座標値を意味していてもよい。つまり、物体高さ H_o は、グローバル座標系の座標原点からの高さを意味していてもよい。尚、物体高さ H_o は、グローバル座標系とは異なる座標系（例えば、ロボット座標系）における Z 軸の座標値を意味していてもよい。つまり、物体高さ H_o は、グローバル座標系とは異なる座標系（例えば、ロボット座標系）の座標原点からの高さを意味していてもよい。

[0282] 物体高さ H_o は、容器 CB に収容されている複数の対象物体 OBJ の全てを含む対象物体群 OBG_cb の高さを意味していてもよい。或いは、物体

高さ H_o は、容器 CB に収容されている複数の対象物体 OBJ のうちの一部を含む対象物体群 OBG_cb の高さを意味していてもよい。つまり、物体高さ H_o は、容器 CB に収容されている複数の対象物体 OBJ の少なくとも一部を含む対象物体群 OBG_cb の高さを意味していてもよい。

[0283] 物体高さ H_o として、対象物体群 OBG_cb の中で最も高い部位の高さが用いられてもよい。例えば、物体高さ H_o として、対象物体群 OBG_cb に含まれる複数の対象物体 OBJ のうちの最も高い位置に位置する一の対象物体 OBJ の高さが用いられてもよい。例えば、物体高さ H_o として、対象物体群 OBG_cb に含まれる複数の対象物体 OBJ のうちの最も高い位置に位置する一の対象物体 OBJ の最も高い部位の高さが用いられてもよい。例えば、物体高さ H_o として、対象物体群 OBG_cb に含まれる複数の対象物体 OBJ のうちの最も高い位置に位置する一の対象物体 OBJ の任意の部位の高さが用いられてもよい。

[0284] 物体高さ H_o として、対象物体群 OBG_cb のうち的一部分の中で最も高い部位の高さが用いられてもよい。例えば、物体高さ H_o として、対象物体群 OBG_cb に含まれる複数の対象物体 OBJ のうちの所望の選択基準で選択される少なくとも一つの対象物体 OBJ の高さが用いられてもよい。例えば、物体高さ H_o として、対象物体群 OBG_cb に含まれる複数の対象物体 OBJ のうちの所望の選択基準で選択される少なくとも一つの対象物体 OBJ の最も高い部位の高さが用いられてもよい。例えば、物体高さ H_o として、対象物体群 OBG_cb に含まれる複数の対象物体 OBJ のうちの所望の選択基準で選択される少なくとも一つの対象物体 OBJ の任意の部位の高さが用いられてもよい。

[0285] 物体高さ H_o として、対象物体群 OBG_cb の平均高さが用いられてもよい。対象物体群 OBG_cb の平均高さは、対象物体群 OBG_cb の複数の部位の高さの平均値を意味していてもよい。対象物体群 OBG_cb の平均高さは、対象物体群 OBG_cb に含まれる複数の対象物体 OBJ の高さの平均値を意味していてもよい。複数の対象物体 OBJ が積み重なってい

る（つまり、ばら積みされている）場合には、対象物体群 $OBG\_c b$ の平均高さは、対象物体群 $OBG\_c b$ に含まれる複数の対象物体 OBJ のうちその上部に他の対象物体 OBJ が積み重なっていない一部の対象物体 OBJ （つまり、最上層に位置する一部の対象物体 OBJ ）の高さの平均値を意味していてもよい。複数の対象物体 OBJ が積み重なっている（つまり、ばら積みされている）場合には、対象物体群 $OBG\_c b$ の平均高さは、対象物体群 $OBG\_c b$ に含まれる複数の対象物体 OBJ のうちその上部の少なくとも一部が上方に露出している一部の対象物体 OBJ （つまり、最上層に位置する一部の対象物体 OBJ ）の高さの平均値を意味していてもよい。

[0286] 物体高さ H_o として、対象物体群 $OBG\_c b$ のうちの一部分の平均高さが用いられてもよい。対象物体群 $OBG\_c b$ のうちの一部分の平均高さは、対象物体群 $OBG\_c b$ に含まれる複数の対象物体 OBJ のうちの所望の選択基準で選択される少なくとも一つの対象物体 OBJ の高さの平均値を意味していてもよい。

[0287] 誤保持検出部313は、物体高さ H_o が第1の高さである場合に用いられる落下高さ H_d が、物体高さ H_o が第1の高さよりも高い第2の高さである場合に用いられる落下高さ H_d よりも低くなるように、物体高さ H_o に基づいて落下高さ H_d を設定してもよい。言い換えれば、誤保持検出部313は、物体高さ H_o が第1の高さである場合に用いられる落下高さ H_d が、物体高さ H_o が第1の高さよりも低い第3の高さである場合に用いられる落下高さ H_d よりも高くなるように、物体高さ H_o に基づいて落下高さ H_d を決定してもよい。

[0288] 特に、誤保持検出部313は、物体高さ H_o が低くなるほど落下高さ H_d が低くなるように、物体高さ H_o に基づいて落下高さ H_d を設定してもよい。言い換えれば、誤保持検出部313は、物体高さ H_o が高くなるほど落下高さ H_d が高くなるように、物体高さ H_o に基づいて落下高さ H_d を設定してもよい。

[0289] 物体高さ H_o に基づいて設定される落下高さ H_d の一例が、図15(a)

から図15(b)に示されている。図15(a)は、エンドエフェクタ4が、処理実行物体OBJ__tgt#1と共に非処理実行物体OBJ__n tgt #1を保持している例を示している。更に、図15(a)は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgt#1と共に非処理実行物体OBJ__n tgt #1を保持している時点で、容器CBに対象物体群__cb#1が収容されており、且つ、対象物体群OBG__cb#1の物体高さH_oが第1の物体高さH_o#1である例を示している。この場合、誤保持検出部313は、対象物体群OBG__cb#1の物体高さH_oである第1の物体高さH_o#1に基づいて、落下高さH_dを第1の落下高さH_d#1に設定してもよい。例えば、誤保持検出部313は、落下高さH_dを、第1の物体高さH_o#1に対して所定の第1マージン高さを加算することで算出される高さである第1の落下高さH_d#1に設定してもよい。

[0290] 尚、第1マージン高さは、予め設定されていてもよいし、落下高さH_dを設定する際に設定されてもよい。第1マージン高さは、ユーザによって手動で設定されていてもよいし、制御装置3によって自動的に設定されてもよい。

[0291] その後、誤保持検出部313は、第1の落下高さH_d#1に基づいて、ロボット制御信号を生成してもよい。

[0292] 例えば、落下高さH_dが非処理実行物体OBJ__n tgtの高さを意味している場合には、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__n tgt#1が容器CBに落下を開始する時点で、非処理実行物体OBJ__n tgt#1が第1の落下高さH_d#1に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__n tgt#1が容器CBに落下を開始する時点で、非処理実行物体OBJ__n tgt#1が、第1の落下高さH_d#1が示すZ位置に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。この場合、信号生成部312は、非処理実行物体OBJ__n tgt#1の現在の高さと第1の落下高さH_d#1との差分が小さくなる（例えば、ゼロになる）ようにロボット1

を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1の現在の高さとして、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出された非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1の位置（特に、Z位置）が流用されてもよい。或いは、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出されたエンドエフェクタ4の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、ロボット制御装置13からエンドエフェクタ4の基準点（例えば、ツールセンターポイント）の現在の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報を取得し、取得した情報に基づいて、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1の現在の高さを算出（推定）してもよい。その結果、ロボット1は、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1が第1の落下高さHd#1に移動するように、エンドエフェクタ4を移動させる。つまり、ロボット1は、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1が第1の落下高さHd#1に移動するように、エンドエフェクタ4の高さを変更（言い換えれば、制御又は調整）する。その後、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1が落下するように、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御される。その結果、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1は、第1の落下高さHd#1から（言い換えれば、第1の落下高さHd#1が示すZ位置から）落下する。

[0293] 例えば、落下高さHdが処理実行物体OBJ_{tgt}の高さを意味している場合には、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1が容器CBに落下を開始する時点で、処理実行物体OBJ_{tgt}#1が第1の落下高さHd#1に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1が容器CBに落下を開始する時点で、処理実行物体OBJ_{tgt}#1が、第1の落下高さHd#1が示すZ位置に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。この場合、信号生成部312は、処理

実行物体OBJ_tgt#1の現在の高さ第1の落下高さHd#1との差が小さくなる（例えば、ゼロになる）ようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。処理実行物体OBJ_tgt#1の現在の高さとして、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出された処理実行物体OBJ_tgt#1の位置（特に、Z位置）が流用されてもよい。或いは、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出されたエンドエフェクタ4の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、処理実行物体OBJ_tgt#1の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、ロボット制御装置13からエンドエフェクタ4の基準点（例えば、ツールセンターポイント）の現在の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報を取得し、取得した情報に基づいて、処理実行物体OBJ_tgt#1の現在の高さを算出（推定）してもよい。その結果、ロボット1は、処理実行物体OBJ_tgt#1が第1の落下高さHd#1に移動するように、エンドエフェクタ4を移動させる。つまり、ロボット1は、処理実行物体OBJ_tgt#1が第1の落下高さHd#1に移動するように、エンドエフェクタ4の高さを変更（言い換えれば、制御又は調整）する。その後、少なくとも非処理実行物体OBJ_ntgt#1が落下するように、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御される。その結果、処理実行物体OBJ_tgt#1が第1の落下高さHd#1（言い換えれば、第1の落下高さHd#1が示すZ位置）に位置している状況下で、少なくとも非処理実行物体OBJ_ntgt#1が落下する。尚、「処理実行物体OBJ_tgt#1が第1の落下高さHd#1に位置している状況下で非処理実行物体OBJ_ntgt#1が落下する」状態を、「第1の落下高さHd#1から非処理実行物体OBJ_ntgt#1が落下する」状態と等価であるとみなしてもよい。

[0294] 例えば、落下高さHdが非処理実行物体OBJ_ntgt及び処理実行物体OBJ_tgtの高さに基づいて定まる高さを意味している場合には、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ_ntgt#1が容器

C Bに落下を開始する時点で、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1及び処理実行物体OBJ_{tgt}#1の高さに基づいて定まる高さが第1の落下高さH_d#1と一致するように、ロボット制御信号を生成してもよい。その結果、ロボット1は、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1及び処理実行物体OBJ_{tgt}#1の高さに基づいて定まる高さが第1の落下高さH_d#1と一致するように、エンドエフェクタ4を移動させる。つまり、ロボット1は、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1及び処理実行物体OBJ_{tgt}#1の高さに基づいて定まる高さが第1の落下高さH_d#1と一致するように、エンドエフェクタ4の高さを変更（言い換えれば、制御又は調整）する。この場合、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出された非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1の位置（特に、Z位置）及び処理実行物体OBJ_{tgt}#1の位置（特に、Z位置）を、それぞれ、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1の現在の高さ及び処理実行物体OBJ_{tgt}#1の現在の高さとして流用することで、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1及び処理実行物体OBJ_{tgt}#1の現在の高さを算出してもよい。或いは、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出されたエンドエフェクタ4の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1及び処理実行物体OBJ_{tgt}#1の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、ロボット制御装置13からエンドエフェクタ4の基準点（例えば、ツールセンターポイント）の現在の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報を取得し、取得した情報に基づいて、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1及び処理実行物体OBJ_{tgt}#1の現在の高さを算出（推定）してもよい。その後、信号生成部312は、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1及び処理実行物体OBJ_{tgt}#1の現在の高さと第1の落下高さH_d#1との差分が小さくなる（例えば、ゼロになる）ようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。その後、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}#1が落下するよ

うに、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御される。その結果、非処理実行物体OBJ_{ntgt#1}及び処理実行物体OBJ_{tgt#1}の高さに基づいて定まる高さが第1の落下高さHd#1と一致している状況下で、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt#1}が落下する。尚、「非処理実行物体OBJ_{ntgt#1}及び処理実行物体OBJ_{tgt#1}の高さに基づいて定まる高さが第1の落下高さHd#1と一致している状況下で非処理実行物体OBJ_{ntgt#1}が落下する」状態を、「第1の落下高さHd#1から非処理実行物体OBJ_{ntgt#1}が落下する」状態と等価であるとみなしてもよい。

[0295] 例えば、落下高さHdが撮像システム2（特に、撮像装置21）の高さを意味している場合には、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt#1}が容器CBに落下を開始する時点で、撮像システム2が第1の落下高さHd#1に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt#1}が容器CBに落下を開始する時点で、撮像システム2が、第1の落下高さHd#1が示すZ位置に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。この場合、信号生成部312は、撮像システム2の現在の高さを算出してもよい。例えば、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出された非処理実行物体OBJ_{ntgt#1}及び処理実行物体OBJ_{tgt#1}の少なくとも一つの位置（特に、Z位置）から、撮像システム2の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出されたエンドエフェクタ4の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、撮像システム2の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、ロボット制御装置13からエンドエフェクタ4の基準点（例えば、ツールセンターポイント）の現在の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報を取得し、取得した情報に基づいて、撮像システム2の現在の高さを算出（推定）してもよい。その後、信号生成部312は、

撮像システム2の現在の高さと第1の落下高さ $Hd\#1$ との差分が小さくなる（例えば、ゼロになる）ようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。その結果、ロボット1は、撮像システム2が第1の落下高さ $Hd\#1$ に移動するように、エンドエフェクタ4を移動させる。つまり、ロボット1は、撮像システム2が第1の落下高さ $Hd\#1$ に移動するように、エンドエフェクタ4の高さを変更（言い換えれば、制御又は調整）する。その後、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#1$ が落下するように、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御される。その結果、撮像システム2が第1の落下高さ $Hd\#1$ （言い換えれば、第1の落下高さ $Hd\#1$ が示すZ位置）に位置している状況下で、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#1$ が落下する。尚、「撮像システム2が第1の落下高さ $Hd\#1$ に位置している状況下で非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#1$ が落下する」状態を、「第1の落下高さ $Hd\#1$ から非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#1$ が落下する」状態と等価であるとみなしてもよい。

- [0296] 例えば、落下高さ Hd がエンドエフェクタ4の高さ（例えば、エンドエフェクタ4の基準点TCPの高さ）を意味している場合には、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#1$ が容器CBに落下を開始する時点で、エンドエフェクタ4が第1の落下高さ $Hd\#1$ に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#1$ が容器CBに落下を開始する時点で、エンドエフェクタ4が、第1の落下高さ $Hd\#1$ が示すZ位置に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。この場合、信号生成部312は、エンドエフェクタ4の現在の高さと第1の落下高さ $Hd\#1$ との差分が小さくなる（例えば、ゼロになる）ようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。エンドエフェクタ4の現在の高さとして、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出されたエンドエフェクタ4の位置（特に、Z位置）が流用されてもよい。或い

は、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出された非処理実行物体OBJ__ntgt#1及び処理実行物体OBJ__tgt#1の少なくとも一つの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、エンドエフェクタ4の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、ロボット制御装置13からエンドエフェクタ4の基準点（例えば、ツールセンターポイント）の現在の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報を取得し、取得した情報に基づいて、エンドエフェクタ4の現在の高さを算出（推定）してもよい。その結果、ロボット1は、エンドエフェクタ4が第1の落下高さHd#1に移動するように、エンドエフェクタ4を移動させる。つまり、ロボット1は、エンドエフェクタ4が第1の落下高さHd#1に移動するように、エンドエフェクタ4の高さを変更（言い換えれば、制御又は調整）する。その後、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#1が落下するように、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御される。その結果、エンドエフェクタ4が第1の落下高さHd#1（言い換えれば、第1の落下高さHd#1が示すZ位置）に位置している状況下で、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#1が落下する。尚、「エンドエフェクタ4が第1の落下高さHd#1に位置している状況下で非処理実行物体OBJ__ntgt#1が落下する」状態を、「第1の落下高さHd#1から非処理実行物体OBJ__ntgt#1が落下する」状態と等価であるとみなしてもよい。

[0297] 例えば、落下高さHdがロボットアーム12の高さ（例えば、ロボットアーム12のフランジの高さ）を意味している場合には、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#1が容器CBに落下を開始する時点で、ロボットアーム12が第1の落下高さHd#1に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#1が容器CBに落下を開始する時点で、ロボットアーム12が、第1の落下高さHd#1が示すZ位置に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。この場合、信号生成部

312は、ロボットアーム12の現在の高さを算出してもよい。例えば、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出された非処理実行物体OBJ__ntgt#1及び処理実行物体OBJ__ntgt#1の少なくとも一つの位置（特に、Z位置）から、ロボットアーム12の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出されたエンドエフェクタ4の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、ロボットアーム12の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、ロボット制御装置13からエンドエフェクタ4の基準点（例えば、ツールセンターポイント）の現在の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報を取得し、取得した情報に基づいて、ロボットアーム12の現在の高さを算出（推定）してもよい。その後、信号生成部312は、ロボットアーム12の現在の高さ第1の落下高さHd#1との差分が小さくなる（例えば、ゼロになる）ようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。その結果、ロボット1は、ロボットアーム12が第1の落下高さHd#1に移動するように、エンドエフェクタ4を移動させる。つまり、ロボット1は、ロボットアーム12が第1の落下高さHd#1に移動するように、エンドエフェクタ4の高さを変更（言い換えれば、制御又は調整）する。その後、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#1が落下するように、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御される。その結果、ロボットアーム12が第1の落下高さHd#1（言い換えれば、第1の落下高さHd#1が示すZ位置）に位置している状況下で、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#1が落下する。尚、「ロボットアーム12が第1の落下高さHd#1に位置している状況下で非処理実行物体OBJ__ntgt#1が落下する」状態を、「第1の落下高さHd#1から非処理実行物体OBJ__ntgt#1が落下する」状態と等価であるとみなしてもよい。

[0298] 少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#1が容器CBに落下した後

、図15(b)に示すように、エンドエフェクタ4は、処理実行物体OBJ__t g t #2を新たに保持する。この場合、図15(b)に示すように、エンドエフェクタ4が、処理実行物体OBJ__t g t #2と共に非処理実行物体OBJ__n t g t #2を保持する例について説明する。更に、図15(b)は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__t g t #2と共に非処理実行物体OBJ__n t g t #2を保持している時点で、容器CBに対象物体群__c b #2が収容されており、且つ、対象物体群OBG__c b #2の物体高さH_oが第1の物体高さH_o #2である例を示している。

[0299] 尚、図15(b)は、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g t #1が容器CBに落下した後に、エンドエフェクタ4が、容器CBに収容された複数の対象物体OBJから新たに選択された他の処理実行物体OBJ__t g tを保持し且つ保持した他の処理実行物体OBJ__t g tを容器CBの外にリリースする配置処理を一度も行うことなく、処理実行物体OBJ__t g t #2と共に非処理実行物体OBJ__n t g t #2を保持する例を示しているとみなしてもよい。或いは、図15(b)は、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g t #1が容器CBに落下した後に、エンドエフェクタ4は、容器CBに収容された複数の対象物体OBJから新たに選択された他の処理実行物体OBJ__t g tを保持し且つ保持した他の処理実行物体OBJ__t g tを容器CBの外にリリースする配置処理を少なくとも一回行った後に、処理実行物体OBJ__t g t #2と共に非処理実行物体OBJ__n t g t #2を保持する例を示しているとみなしてもよい。

[0300] 対象物体群OBG__c b #2は、対象物体群OBG__c b #1とは異なってもよい。例えば、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g t #1が容器CBに落下した後であって、且つ、容器CBに収容された複数の対象物体OBJから新たに選択された他の処理実行物体OBJ__t g tを保持し且つ保持した他の処理実行物体OBJ__t g tを容器CBの外にリリースする配置処理を少なくとも一回行った後に、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__t g t #2と共に非処理実行物体OBJ__n t g t #2を保持して

いる場合には、対象物体群OBG__c b # 1に含まれていた少なくとも一つの対象物体OBJが容器CBの外に搬出されている。この場合、対象物体群OBG__c b # 1に含まれていた少なくとも一つの対象物体OBJは、対象物体群OBG__c b # 2に含まれていなくてもよい。例えば、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g t # 1が容器CBに落下した後に配置処理が一度も行われることなくエンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__t g t # 2と共に非処理実行物体OBJ__n t g t # 2を保持している場合においても、処理実行物体OBJ__t g t # 2及び非処理実行物体OBJ__n t g t # 2の少なくとも一つは、対象物体群OBG__c b # 1に含まれていた対象物体OBJである。このため、この場合においても、対象物体群OBG__c b # 1に含まれていた少なくとも一つの対象物体OBJは、対象物体群OBG__c b # 2に含まれていなくてもよい。

[0301] このように、対象物体群OBG__c b # 2に含まれる対象物体OBJの数は、対象物体群OBG__c b # 1に含まれる対象物体OBJの数よりも少なくなる可能性が高い。その結果、図15 (b) に示すように、対象物体群OBG__c b # 2の物体高さH o # 2である第2の物体高さH o # 2は、対象物体群OBG__c b # 2の物体高さH o # 2である第2の物体高さH o # 1よりも低い可能性が高い。この場合、図15 (b) に示すように、誤保持検出部313は、対象物体群OBG__c b # 2の物体高さH oである第2の物体高さH o # 2に基づいて、落下高さH dを第1の落下高さH d # 1よりも低い第2の落下高さH # 2に設定してもよい。例えば、誤保持検出部313は、落下高さH dを、第2の物体高さH o # 2に対して所定の第2マージン高さを加算することで算出される高さである第2の落下高さH d # 2に設定してもよい。

[0302] 尚、第2マージン高さは、予め設定されていてもよいし、落下高さH dを設定する際に設定されてもよい。第2マージン高さは、ユーザによって手動で設定されていてもよいし、制御装置3によって自動的に設定されてもよい。第2の落下高さH d # 2を設定するために用いられる第2マージン高さは

、第1の落下高さ $Hd\#1$ を設定するために用いられる上述の第1マージン高さと同一であってもよいし、異なってもよい。第2マージン高さと第1マージン高さとが同一である場合には、第1及び第2マージン高さのそれぞれとして利用可能な共通のマージン高さが設定されていてもよい。共通のマージン高さは、予め設定されていてもよいし、落下高さ Hd を設定する際に設定されてもよい。共通のマージン高さは、ユーザによって手動で設定されていてもよいし、制御装置3によって自動的に設定されてもよい。その後、誤保持検出部313は、第2の落下高さ $Hd\#2$ に基づいて、ロボット制御信号を生成してもよい。

[0303] 例えば、落下高さ Hd が非処理実行物体 OBJ_ntgt の高さを意味している場合には、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が容器CBに落下を開始する時点で、非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が第2の落下高さ $Hd\#2$ に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が容器CBに落下を開始する時点で、非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が、第2の落下高さ $Hd\#2$ が示すZ位置に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。この場合、信号生成部312は、非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ の現在の高さと第2の落下高さ $Hd\#2$ との差分が小さくなる（例えば、ゼロになる）ようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ の現在の高さとして、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出された非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ の位置（特に、Z位置）が流用されてもよい。或いは、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出されたエンドエフェクタ4の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、ロボット制御装置13からエンドエフェクタ4の基準点（例えば、ツールセンターポイント）の現在の位置及び姿勢の少なくとも一つ

に関する情報を取得し、取得した情報に基づいて、非処理実行物体OBJ__ntgt#2の現在の高さを算出（推定）してもよい。その結果、ロボット1は、非処理実行物体OBJ__ntgt#2が第2の落下高さHd#2に移動するように、エンドエフェクタ4を移動させる。つまり、ロボット1は、非処理実行物体OBJ__ntgt#2が第2の落下高さHd#2に移動するように、エンドエフェクタ4の高さを変更（言い換えれば、制御又は調整）する。その後、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#2が落下するように、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御される。その結果、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#2は、第2の落下高さHd#2から（言い換えれば、第2の落下高さHd#2が示すZ位置から）落下する。

[0304] 例えば、落下高さHdが処理実行物体OBJ__tgtの高さを意味している場合には、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#2が容器CBに落下を開始する時点で、処理実行物体OBJ__tgt#2が第2の落下高さHd#2に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#2が容器CBに落下を開始する時点で、処理実行物体OBJ__tgt#2が、第2の落下高さHd#2が示すZ位置に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。この場合、信号生成部312は、処理実行物体OBJ__tgt#2の現在の高さ（例えば、ゼロになる）と第2の落下高さHd#2との差分が小さくなる（例えば、ゼロになる）ようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。処理実行物体OBJ__tgt#2の現在の高さとして、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出された処理実行物体OBJ__tgt#2の位置（特に、Z位置）が流用されてもよい。或いは、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出されたエンドエフェクタ4の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、処理実行物体OBJ__tgt#2の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、ロボット制御

装置 1 3 からエンドエフェクタ 4 の基準点（例えば、ツールセンターポイント）の現在の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報を取得し、取得した情報に基づいて、処理実行物体 $OBJ\_tgt\#2$ の現在の高さを算出（推定）してもよい。その結果、ロボット 1 は、処理実行物体 $OBJ\_tgt\#2$ が第 2 の落下高さ $Hd\#2$ に移動するように、エンドエフェクタ 4 を移動させる。つまり、ロボット 1 は、処理実行物体 $OBJ\_tgt\#2$ が第 2 の落下高さ $Hd\#2$ に移動するように、エンドエフェクタ 4 の高さを変更（言い換えれば、制御又は調整）する。その後、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が落下するように、ロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つが制御される。その結果、処理実行物体 $OBJ\_tgt\#2$ が第 2 の落下高さ $Hd\#2$ （言い換えれば、第 2 の落下高さ $Hd\#2$ が示す Z 位置）に位置している状況下で少なくとも、非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が落下する。尚、「処理実行物体 $OBJ\_tgt\#2$ が第 2 の落下高さ $Hd\#2$ に位置している状況下で非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が落下する」状態を、「第 2 の落下高さ $Hd\#2$ から非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が落下する」状態と等価であるとみなしてもよい。

[0305] 例えば、落下高さ Hd が非処理実行物体 OBJ_ntgt 及び処理実行物体 OBJ_tgt の高さに基づいて定まる高さを意味している場合には、信号生成部 3 1 2 は、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が容器 CB に落下を開始する時点で、非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ 及び処理実行物体 $OBJ\_tgt\#2$ の高さに基づいて定まる高さが第 2 の落下高さ $Hd\#2$ と一致するように、ロボット制御信号を生成してもよい。その結果、ロボット 1 は、非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ 及び処理実行物体 $OBJ\_tgt\#2$ の高さに基づいて定まる高さが第 2 の落下高さ $Hd\#2$ と一致するように、エンドエフェクタ 4 を移動させる。つまり、ロボット 1 は、非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ 及び処理実行物体 $OBJ\_tgt\#2$ の高さに基づいて定まる高さが第 2 の落下高さ $Hd\#2$ と一致するように、エンドエフェクタ 4 の高さを変更（言い換えれば、制御又は調整）する

。この場合、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出された非処理実行物体OBJ_{ntgt}#2の位置（特に、Z位置）及び処理実行物体OBJ_{tgt}#2の位置（特に、Z位置）を、それぞれ、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#2の現在の高さ及び処理実行物体OBJ_{tgt}#2の現在の高さとして流用することで、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#2及び処理実行物体OBJ_{tgt}#2の現在の高さを算出してもよい。或いは、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出されたエンドエフェクタ4の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#2及び処理実行物体OBJ_{tgt}#2の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、ロボット制御装置13からエンドエフェクタ4の基準点（例えば、ツールセンターポイント）の現在の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報を取得し、取得した情報に基づいて、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#2及び処理実行物体OBJ_{tgt}#2の現在の高さを算出（推定）してもよい。その後、信号生成部312は、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#2及び処理実行物体OBJ_{tgt}#2の現在の高さと第2の落下高さH_d#2との差分が小さくなる（例えば、ゼロになる）ようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。その後、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}#2が落下するように、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御される。その結果、非処理実行物体OBJ_{ntgt}#2及び処理実行物体OBJ_{tgt}#2の高さに基づいて定まる高さが第2の落下高さH_d#2と一致している状況下で、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}#2が落下する。尚、「非処理実行物体OBJ_{ntgt}#2及び処理実行物体OBJ_{tgt}#2の高さに基づいて定まる高さが第2の落下高さH_d#2と一致している状況下で非処理実行物体OBJ_{ntgt}#2が落下する」状態を、「第2の落下高さH_d#2から非処理実行物体OBJ_{ntgt}#2が落下する」状態と等価であるとみなしてもよい。

[0306] 例えば、落下高さ H_d が撮像システム2（特に、撮像装置21）の高さを意味している場合には、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#2が容器CBに落下を開始する時点で、撮像システム2が第2の落下高さ $H_d\#2$ に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#2が容器CBに落下を開始する時点で、撮像システム2が、第2の落下高さ $H_d\#2$ が示すZ位置に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。この場合、信号生成部312は、撮像システム2の現在の高さを算出してもよい。例えば、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出された非処理実行物体OBJ__ntgt#2及び処理実行物体OBJ__tgt#2の少なくとも一つの位置（特に、Z位置）から、撮像システム2の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出されたエンドエフェクタ4の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、撮像システム2の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、ロボット制御装置13からエンドエフェクタ4の基準点（例えば、ツールセンターポイント）の現在の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報を取得し、取得した情報に基づいて、撮像システム2の現在の高さを算出（推定）してもよい。その後、信号生成部312は、撮像システム2の現在の高さと第2の落下高さ $H_d\#2$ との差分が小さくなる（例えば、ゼロになる）ようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。その結果、ロボット1は、撮像システム2が第2の落下高さ $H_d\#2$ に移動するように、エンドエフェクタ4を移動させる。つまり、ロボット1は、撮像システム2が第2の落下高さ $H_d\#2$ に移動するように、エンドエフェクタ4の高さを変更（言い換えれば、制御又は調整）する。その後、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#2が落下するように、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御される。その結果、撮像システム2が第2の落下高さ $H_d\#2$ （言い換えれば、第

2の落下高さ $Hd\#2$ が示すZ位置)に位置している状況下で、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が落下する。尚、「撮像システム2が第2の落下高さ $Hd\#2$ に位置している状況下で非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が落下する」状態を、「第2の落下高さ $Hd\#2$ から非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が落下する」状態と等価であるとみなしてもよい。

[0307] 例えば、落下高さ Hd がエンドエフェクタ4の高さ(例えば、エンドエフェクタ4の基準点TCPの高さ)を意味している場合には、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が容器CBに落下を開始する時点で、エンドエフェクタ4が第2の落下高さ $Hd\#2$ に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が容器CBに落下を開始する時点で、エンドエフェクタ4が、第2の落下高さ $Hd\#2$ が示すZ位置に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。この場合、信号生成部312は、エンドエフェクタ4の現在の高さ(例えば、ゼロになる)のようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。エンドエフェクタ4の現在の高さとして、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出されたエンドエフェクタ4の位置(特に、Z位置)が流用されてもよい。或いは、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出された非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ 及び処理実行物体 $OBJ\_tgt\#2$ の少なくとも一つの位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、エンドエフェクタ4の現在の高さを算出(推定)してもよい。或いは、信号生成部312は、ロボット制御装置13からエンドエフェクタ4の基準点(例えば、ツールセンターポイント)の現在の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報を取得し、取得した情報に基づいて、エンドエフェクタ4の現在の高さを算出(推定)してもよい。その結果、ロボット1は、エンドエフェクタ4が第2の落下高さ $Hd\#2$ に移動するように、エンドエ

ェクタ4を移動させる。つまり、ロボット1は、エンドエフェクタ4が第2の落下高さH d # 2に移動するように、エンドエフェクタ4の高さを変更（言い換えれば、制御又は調整）する。その後、少なくとも非処理実行物体O B J __ n t g t # 2が落下するように、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御される。その結果、エンドエフェクタ4が第2の落下高さH d # 2（言い換えれば、第2の落下高さH d # 2が示すZ位置）に位置している状況下で、少なくとも非処理実行物体O B J __ n t g t # 2が落下する。尚、「エンドエフェクタ4が第2の落下高さH d # 2に位置している状況下で非処理実行物体O B J __ n t g t # 2が落下する」状態を、「第2の落下高さH d # 2から非処理実行物体O B J __ n t g t # 2が落下する」状態と等価であるとみなしてもよい。

[0308] 例えば、落下高さH dがロボットアーム12の高さ（例えば、ロボットアーム12のフランジの高さ）を意味している場合には、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体O B J __ n t g t # 2が容器C Bに落下を開始する時点で、ロボットアーム12が第2の落下高さH d # 2に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体O B J __ n t g t # 2が容器C Bに落下を開始する時点で、ロボットアーム12が、第2の落下高さH d # 2が示すZ位置に位置するように、ロボット制御信号を生成してもよい。この場合、信号生成部312は、ロボットアーム12の現在の高さを算出してもよい。例えば、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出された非処理実行物体O B J __ n t g t # 2及び処理実行物体O B J __ t g t # 2の少なくとも一つの位置（特に、Z位置）から、ロボットアーム12の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、図5のステップS23において保持状態を特定するために算出されたエンドエフェクタ4の位置及び姿勢の少なくとも一つに基づいて、ロボットアーム12の現在の高さを算出（推定）してもよい。或いは、信号生成部312は、ロボット制御装置13からエンドエフェクタ4の基準点（例えば、ツ

ールセンターポイント)の現在の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報を取得し、取得した情報に基づいて、ロボットアーム12の現在の高さを算出(推定)してもよい。その後、信号生成部312は、ロボットアーム12の現在の高さと第2の落下高さ $Hd\#2$ との差分が小さくなる(例えば、ゼロになる)ようにロボット1を制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。その結果、ロボット1は、ロボットアーム12が第2の落下高さ $Hd\#2$ に移動するように、エンドエフェクタ4を移動させる。つまり、ロボット1は、ロボットアーム12が第2の落下高さ $Hd\#2$ に移動するように、エンドエフェクタ4の高さを変更(言い換えれば、制御又は調整)する。その後、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が落下するように、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御される。その結果、ロボットアーム12が第2の落下高さ $Hd\#2$ (言い換えれば、第2の落下高さ $Hd\#2$ が示すZ位置)に位置している状況下で、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が落下する。尚、「ロボットアーム12が第2の落下高さ $Hd\#2$ に位置している状況下で非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が落下する」状態を、「第2の落下高さ $Hd\#2$ から非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が落下する」状態と等価であるとみなしてもよい。

[0309] このように、第1変形例では、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ を、非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#1$ が落下した第1の落下高さ $Hd\#1$ よりも低い第2の落下高さ $Hd\#2$ から落下させてもよい。つまり、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ を、非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#1$ が落下した位置よりも低い位置から落下させてもよい。その結果、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が第1の落下高さ $Hd\#1$ から落下する場合(図15(c)参照)と比較して、少なくとも非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ が容器CBに落下を開始する時点での対象物体群 $OBG\_cb\#2$ からの又は容器CBからの非処理実行物体 $OBJ\_ntgt\#2$ の高さが低くなる。このため

、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#2の落下の衝撃が小さくなる。その結果、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#2の落下の衝撃に起因して、非処理実行物体OBJ__ntgt#2、対象物体群OBG__cb#2及び容器CBの少なくとも一つが破損する可能性が低くなる。

[0310] 但し、図15(a)に示す状況下で少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgt#1及び処理実行物体OBJ__tgt#1の双方が容器CBに落下した場合には、落下した非処理実行物体OBJ__ntgt#1及び処理実行物体OBJ__tgt#1が非処理実行物体OBJ__ntgt#2及び処理実行物体OBJ__tgt#2として再度エンドエフェクタ4によって保持される可能性がある。この場合には、対象物体群OBG__cb#2は、対象物体群OBG__cb#1と同一であってもよい。更に、第2の落下高さHd#2は、第1の落下高さHd#1と同じであってもよい。つまり、制御装置3は、非処理実行物体OBJ__ntgt#2を、非処理実行物体OBJ__ntgt#1が落下した第1の落下高さHd#1と同じ高さである第2の落下高さHd#2から落下させてもよい。

[0311] 尚、上述した説明では、制御装置3は、物体高さHoに基づいて落下高さHdを設定し、非処理実行物体OBJ__ntgt等を設定した落下高さHdに移動させた後に、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtの落下を開始している。しかしながら、制御装置3は、落下高さHdを設定することなく、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtの落下を開始してもよい。

[0312] 第1の例として、図16(a)に示すように、信号生成部312は、非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているエンドエフェクタ4が、容器CB（特に、容器CBに収容されている対象物体群OBG__cb）に近づいていくように、ロボット制御信号を生成してもよい。その結果、非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているエンドエフェクタ4が、容器CB（特に、容器CBに収容されている対象物体群OBG__cb）に近づいていく。このようにエンドエフェクタ4が容器CB（特に、容器CBに収容されている対象物体群OBG__cb）に近づく期間中に、誤保持検出部313は、物体

高さ H_o の算出結果に基づいて、物体高さ H_o と非処理実行物体 $O B J\_n t g t$ との間の距離（特に、Z軸方向の距離） ΔH が、所定の距離閾値以下であるか否かを判定してもよい。物体高さ H_o と非処理実行物体 $O B J\_n t g t$ との間の距離（特に、Z軸方向の距離） ΔH が所定の距離閾値以下でない場合には、対象物体群 $O B G\_c b$ からの非処理実行物体 $O B J\_n t g t$ の高さが十分に低くないと想定される。この場合、信号生成部312は、非処理実行物体 $O B J\_n t g t$ を保持しているエンドエフェクタ4が、容器CB（特に、容器CBに收容されている対象物体群 $O B G\_c b$ ）に更に近づいていくように、ロボット制御信号を生成してもよい。その結果、エンドエフェクタ4は、容器CB（特に、容器CBに收容されている対象物体群 $O B G\_c b$ ）に更に近づいてもよい。他方で、物体高さ H_o と非処理実行物体 $O B J\_n t g t$ との間の距離（特に、Z軸方向の距離） ΔH が所定の距離閾値以下である場合には、対象物体群 $O B G\_c b$ からの非処理実行物体 $O B J\_n t g t$ の高さが十分に低くなったと想定される。この場合、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体 $O B J\_n t g t$ の落下を開始してもよい。その結果、この場合においても、少なくとも非処理実行物体 $O B J\_n t g t$ の落下の衝撃が小さくなる。その結果、少なくとも非処理実行物体 $O B J\_n t g t$ の落下に起因して、非処理実行物体 $O B J\_n t g t$ 、対象物体群 $O B G\_c b$ 及び容器CBの少なくとも一つが破損する可能性が低くなる。

[0313] 第2の例として、図16（b）に示すように、信号生成部312は、非処理実行物体 $O B J\_n t g t$ を保持しているエンドエフェクタ4が、容器CB（特に、容器CBに收容されている対象物体群 $O B G\_c b$ ）に近づいていくように、ロボット制御信号を生成してもよい。更に、誤保持検出部313は、エンドエフェクタ4が保持している非処理実行物体 $O B J\_n t g t$ を中心に広がる落下トリガ領域DAを定義してもよい。落下トリガ領域DAは、図16（b）に示すように、非処理実行物体 $O B J\_n t g t$ からの距離が所定の上限距離PD以下に収まる領域であってもよい。その後、このよ

うにエンドエフェクタ4が容器CB（特に、容器CBに收容されている対象物体群OBG__cb）に近づく期間中に、誤保持検出部313は、落下トリガ領域DAに対象物体群OBG__cbが進入したか否かを判定してもよい。落下トリガ領域DAに対象物体群OBG__cbが進入していない場合には、対象物体群OBG__cbからの非処理実行物体OBJ__ntgtの高さが十分に低くなっていないと想定される。この場合、信号生成部312は、非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているエンドエフェクタ4が、容器CB（特に、容器CBに收容されている対象物体群OBG__cb）に更に近づいていくように、ロボット制御信号を生成してもよい。その結果、エンドエフェクタ4は、容器CB（特に、容器CBに收容されている対象物体群OBG__cb）に更に近づいてもよい。他方で、落下トリガ領域DAに対象物体群OBG__cbが進入した場合には、対象物体群OBG__cbからの非処理実行物体OBJ__ntgtの高さが十分に低くなったと想定される。この場合、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtの落下を開始してもよい。その結果、この場合においても、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtの落下の衝撃が小さくなる。その結果、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtの落下に起因して、非処理実行物体OBJ__ntgt、対象物体群OBG__cb及び容器CBの少なくとも一つが破損する可能性が低くなる。

[0314] （4-1-1-3）物体高さH_oの算出方法

誤保持検出部313は、撮像システム2が対象物体群OBG__cbを撮像することで生成した画像データIMGを用いて、物体高さH_oを算出してもよい。尚、撮像システム2は、対象物体群OBG__cbの全体を撮像してもよい。例えば、撮像システム2は、対象物体群OBG__cbに含まれる複数の対象物体OBJの全てを撮像してもよい。或いは、撮像システム2は、対象物体群OBG__cbの一部を撮像する一方で、対象物体群OBG__cbの他の一部を撮像しなくてもよい。例えば、撮像システム2は、対象物体群OBG__cbに含まれる複数の対象物体OBJの一部を撮像する一方で、対象

物体群 $O B G\_c b$ に含まれる複数の対象物体 $O B J$ の他の一部を撮像しなくてもよい。例えば、上述したように容器 $C B$ 内において複数の対象物体 $O B J$ が積み重なっている（つまり、ばら積みされている）場合には、撮像システム2は、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる複数の対象物体 $O B J$ のうちの、対象物体 $O B G\_c b$ の表面に位置する一部の対象物体 $O B J$ を撮像する一方で、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる複数の対象物体 $O B J$ のうちの、対象物体 $O B G\_c b$ の表面に位置する他の一部の対象物体 $O B J$ を撮像しなくてもよい。

[0315] 例えば、誤保持検出部313は、画像データ $I M G$ が示す画像を解析することで、物体高さ $H o$ を算出してもよい。或いは、誤保持検出部313は、位置姿勢算出部311を制御して画像データ $I M G$ を用いたマッチング処理を行うことで対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる対象物体 $O B J$ の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出し、対象物体 $O B J$ の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、物体高さ $H o$ を算出してもよい。或いは、誤保持検出部313は、マッチング処理による対象物体 $O B J$ の位置及び姿勢の少なくとも一つの算出結果に基づいて、対象物体 $O B J$ の三次元モデルを、対象物体群 $O B G\_c b$ が配置されている三次元空間を模した仮想的なシミュレーション空間に配置し、当該三次元モデルの高さを、物体高さ $H o$ として算出してもよい。或いは、誤保持検出部313は、画像データ $I M G$ を用いたセグメンテーションを行うことで、画像データ $I M G$ が示す画像に写り込んでいる対象物体 $O B J$ の高さを、物体高さ $H o$ として算出してもよい。

[0316] 或いは、誤保持検出部313は、画像データ $I M G$ が示す画像を解析することに加えて又は代えて、画像データ $I M G$ から生成される三次元位置データ（例えば、上述した点群データ）を用いて、物体高さ $H o$ を算出してもよい。一例として、誤保持検出部313は、三次元位置データが示す点群の高さ（特に、対象物体群 $O B G\_c b$ に対応する点群の高さ）を、物体高さ $H o$ として算出してもよい。

[0317] 三次元位置データが示す点群の高さを、物体高さ H_o として算出する場合、誤保持検出部313は、以下の方法で、物体高さ H_o を算出してもよい。

例えば、誤保持検出部313は、三次元位置データが示す点群に含まれる複数の点のうちの少なくとも一部の高さを、物体高さ H_o として算出してもよい。例えば、誤保持検出部313は、三次元位置データが示す点群に含まれる複数の点のうちの最も高い位置に位置する点の高さを、物体高さ H_o として算出してもよい。この場合、誤保持検出部313は、対象物体群 $O B G\_c b$ の中で最も高い部位の高さを、物体高さ H_o として算出することができる。或いは、例えば、誤保持検出部313は、三次元位置データが示す点群に含まれる複数の点のうちの N （尚、 N は2以上の整数を示す定数）番目に高い位置に位置する点の高さを、物体高さ H_o として算出してもよい。この場合、誤保持検出部313は、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる複数の対象物体 $O B J$ のうちの最も高い位置に位置する一の対象物体 $O B J$ の高さを、物体高さ H_o として算出することができる可能性が高い。或いは、例えば、誤保持検出部313は、三次元位置データが示す点群に含まれる複数の点のうちの少なくとも一部の高さの平均値を、物体高さ H_o として算出してもよい。この場合、誤保持検出部313は、対象物体群 $O B G\_c b$ の少なくとも一部の平均高さを、物体高さ H_o として算出することができる。一例として、誤保持検出部313は、三次元位置データが示す点群に含まれる複数の点の全ての高さの平均値を、物体高さ H_o として算出してもよい。他の一例として、誤保持検出部313は、三次元位置データが示す点群に含まれる複数の点のうちの所定の点群空間に含まれる一部の点群の高さの平均値を、物体高さ H_o として算出してもよい。所定の点群空間の一例として、三次元位置データが示す点群に含まれる複数の点のうちの最も高い（或いは、 N 番目の高い）位置に位置する点を含む空間があげられる。例えば、所定の点群空間は、三次元位置データが示す点群に含まれる複数の点のうちの最も高い（或いは、 N 番目の高い）位置に位置する点（最高点）を含む仮想的な面（例えば、水平面）と、当該点（最高点）から Z 軸方向に沿って所定高さだけ

低い位置に位置する仮想的な面（例えば、水平面）との間の空間を含む三次元空間であってもよい。

[0318] 誤保持検出部313は、図5のステップS13において生成されたロボット制御信号に従ってエンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtを保持した後に撮像装置21が対象物体群OBG__cbを撮像することで生成した画像データIMGを用いて、物体高さH_oを算出してもよい。この場合、撮像装置21は、図5のステップS13において生成されたロボット制御信号に従ってエンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgtを保持した後に、対象物体群OBG__cbを撮像してもよい。一例として、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持している場合に物体高さH_oを算出する必要があるため、誤保持検出部313は、図5のステップS22においてエンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持していると判定された後に撮像装置21が対象物体群OBG__cbを撮像することで生成した画像データIMGを用いて、物体高さH_oを算出してもよい。この場合、撮像装置21は、図5のステップS22においてエンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持していると判定された後に、対象物体群OBG__cbを撮像してもよい。

[0319] 或いは、誤保持検出部313は、図5のステップS11において取得した画像データIMGを用いて、物体高さH_oを算出してもよい。つまり、誤保持検出部313は、図5のステップS12における位置姿勢データPOIの生成のために用いた画像データIMGを流用して、物体高さH_oを算出してもよい。但し、図5のステップS11において画像データIMGが取得された時点では、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgt及び非処理実行物体OBJ__ntgtを未だ保持していない。このため、図5のステップS11において取得した画像データIMGが示す画像には、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__tgt及び非処理実行物体OBJ__ntgtを保持した後に容器CBに収容されていた対象物体群OBG__cbに加えて、エンドエフェクタ4が既に保持している処理実行物体OBJ__tgt及び

非処理実行物体OBJ_{ntgt}も写り込んでいる。このため、図5のステップS11において取得した画像データIMGに基づいて算出される物体高さH_oは、対象物体群OBG_{cb}の実際の高さに対して誤差を有している可能性がある。しかしながら、この誤差は、処理実行物体OBJ_{tgt}及び非処理実行物体OBJ_{ntgt}を含むたった二つの対象物体OBJに起因した誤差であるがゆえに、その大きさは小さいと想定される。つまり、誤差の影響は小さいと想定される。このため、図5のステップS11において取得した画像データIMGに基づいて算出される物体高さH_oを、対象物体群OBG_{cb}の高さとみなしてもよい。

[0320] 或いは、誤保持検出部313は、図5のステップS12において生成済みの位置姿勢データPOIを、物体高さH_oとして流用してもよい。例えば、誤保持検出部313は、図5のステップS12において生成済みの位置姿勢データPOIが示すZ位置（例えば、対象物体群OBG_{cb}に含まれる複数の対象物体OBJのZ位置又は当該Z位置から算出される位置（高さ））を、物体高さH_oとして流用してもよい。この場合、誤保持検出部313は、落下高さH_dを設定するために改めて物体高さH_oを算出しなくてもよい。

[0321] このように、第1変形例では、誤保持検出部313は、撮像システム2を用いて、物体高さH_oを算出している。この場合、撮像システム2は、物体高さH_oを直接的に又は間接的に計測可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。

[0322] 尚、物体高さH_oが画像データIMGに基づいて算出されるがゆえに、物体高さH_oは、容器CBに収容されている複数の対象物体OBJのうちの、撮像システム2の撮像範囲（つまり、計測装置として機能可能な撮像システム2の計測範囲）に含まれる少なくとも一つの対象物体OBJを含む対象物体群OBG_{cb}の高さであると言える。この場合、物体高さH_oに基づいて設定される落下高さH_dもまた、容器CBに収容されている複数の対象物体OBJのうちの、撮像システム2の撮像範囲（つまり、計測装置として機

能可能な撮像システム2の計測範囲)に含まれる少なくとも一つの対象物体OBJを含む対象物体群OBG_{cb}の高さである物体高さH_oに基づいて設定されとも言える。この場合、設定された落下高さH_dから落下する非処理実行物体OBJ_{ntgt}は、撮像システム2の撮像範囲(つまり、計測装置として機能可能な撮像システム2の計測範囲)に含まれる落下位置に落下してもよい。

(4-1-3) 少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}を落下させるためのエンドエフェクタ4の姿勢変更に応じた落下高さH_dの変更

エンドエフェクタ4の姿勢を変化させることで少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}が容器CBに落下するように、制御装置3がロボット制御信号を生成してもよいことは、上述したとおりである。更に、エンドエフェクタ4の姿勢が変化する場合には、エンドエフェクタ4の姿勢の変化に伴ってエンドエフェクタ4の高さが変わる可能性があることは、上述したとおりである。その結果、エンドエフェクタ4の姿勢の変化に伴って、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ_{tgt}及び非処理実行物体OBJ_{ntgt}の高さもまた変わる可能性がある。更には、エンドエフェクタ4の姿勢の変化に伴って、エンドエフェクタ4と共に移動する撮像システム2の高さもまた変わる可能性がある。更には、エンドエフェクタ4の姿勢の変化に伴って、エンドエフェクタ4と共に移動するロボットアーム12の高さもまた変わる可能性がある。

[0323] この場合、処理実行物体OBJ_{tgt}、非処理実行物体OBJ_{ntgt}、エンドエフェクタ4、撮像システム2及びロボットアーム12の少なくとも一つが、設定した落下高さH_dに移動した場合であっても、その後に少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}を落下させるためにエンドエフェクタ4の姿勢が変化することに起因して、処理実行物体OBJ_{tgt}、非処理実行物体OBJ_{ntgt}、エンドエフェクタ4、撮像システム2及びロボットアーム12の少なくとも一つが、設定した落下高さH_dとは異なる高さに移動してしまう可能性がある。その結果、少なくとも非処理実行物体

OBJ__ntgtが、設定した落下高さHdとは異なる高さから落下する可能性がある。

[0324] そこで、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを落下させるためにエンドエフェクタ4の姿勢が変化した場合には、エンドエフェクタ4の姿勢の変化に伴って処理実行物体OBJ__tgt、非処理実行物体OBJ__ntgt、エンドエフェクタ4、撮像システム2及びロボットアーム12の少なくとも一つの高さが、設定した落下高さHdと一致するように、処理実行物体OBJ__tgt、非処理実行物体OBJ__ntgt、エンドエフェクタ4、撮像システム2及びロボットアーム12の少なくとも一つの高さを変更するロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを落下させるためのエンドエフェクタ4の姿勢の変化量に応じて、処理実行物体OBJ__tgt、非処理実行物体OBJ__ntgt、エンドエフェクタ4、撮像システム2及びロボットアーム12の少なくとも一つの高さを変更するロボット制御信号を生成してもよい。その結果、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを落下させるためにエンドエフェクタ4の少なくとも一つの姿勢が変化する場合であっても、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを、設定した落下高さHdから落下させることができる

信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを落下させるためのエンドエフェクタ4の姿勢の変化量に応じた高さだけ処理実行物体OBJ__tgt、非処理実行物体OBJ__ntgt、エンドエフェクタ4、撮像システム2及びロボットアーム12の少なくとも一つの高さを変更するロボット制御信号を生成してもよい。一例として、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを落下させるためのエンドエフェクタ4の姿勢の変化量に比例する高さだけ処理実行物体OBJ__tgt、非処理実行物体OBJ__ntgt、エンドエフェクタ4、撮像システム2及びロボットアーム12の少なくとも一つの高さを変更するロボット制御信号を生成してもよい。

[0325] 信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}を落下させるためにエンドエフェクタ4の姿勢が変化し、その後、処理実行物体OBJ_{tgt}、非処理実行物体OBJ_{ntgt}、エンドエフェクタ4、撮像システム2及びロボットアーム12の少なくとも一つの高さが変化するように、ロボット制御信号を生成してもよい。信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}を落下させるためにエンドエフェクタ4の姿勢が一定量変化するたびに、処理実行物体OBJ_{tgt}、非処理実行物体OBJ_{ntgt}、エンドエフェクタ4、撮像システム2及びロボットアーム12の少なくとも一つの高さが変化するように、ロボット制御信号を生成してもよい。

[0326] 或いは、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}を落下させるためにエンドエフェクタ4の姿勢を変化させつつ、処理実行物体OBJ_{tgt}、非処理実行物体OBJ_{ntgt}、エンドエフェクタ4、撮像システム2及びロボットアーム12の少なくとも一つの高さが変化するように、ロボット制御信号を生成してもよい。つまり、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}を落下させるためのエンドエフェクタ4の姿勢の変化に同期して、処理実行物体OBJ_{tgt}、非処理実行物体OBJ_{ntgt}、エンドエフェクタ4、撮像システム2及びロボットアーム12の少なくとも一つの高さが変化するように、ロボット制御信号を生成してもよい。

(4-1-4) 非処理実行物体OBJ_{ntgt}の落下位置の制御

信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}が容器CBに落下を開始するための落下高さH_dを制御することに加えて又は代えて、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}が容器CB内において落下する落下位置を制御してもよい。つまり、信号生成部312は、落下高さH_dを制御することに加えて又は代えて、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}の位置である落下位置（例えば、水平面内での位置）を制御してもよい。

[0327] 具体的には、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CB内の所望位置に落下するように、ロボット制御信号を制御してもよい。尚、容器CBとは異なる載置装置Tが用いられる場合には、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが載置装置T上の所望位置に落下するように、ロボット制御信号を制御してもよい。

[0328] 例えば、落下する非処理実行物体OBJ__ntgtを示す断面図である図17に示すように、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが、容器CB内において対象物体OBJが存在しない位置に落下するように、ロボット制御信号を制御してもよい。信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが、容器CB内において対象物体群OBG__cbが存在しない位置に落下するように、ロボット制御信号を制御してもよい。その結果、容器CB内において対象物体OBJ（対象物体群OBG__cb）が存在する位置に少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが落下する場合と比較して、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtの落下の衝撃に起因して、落下した非処理実行物体OBJ__ntgt及び容器CBに收容されている対象物体OBJ（対象物体群OBG__cb）が破損する可能性が低くなる。

[0329] 例えば、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが、容器CB内において起伏が少ない位置に落下するように、ロボット制御信号を制御してもよい。起伏が少ない位置の一例として、起伏となり得る頂点、端部又は角が上を向いている対象物体OBJが少ない位置があげられる。その結果、容器CB内において起伏が大きい位置に少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが落下する場合と比較して、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtの落下の衝撃に起因して、落下した非処理実行物体OBJ__ntgt及び容器CBに收容されている対象物体OBJ（対象物体群OBG__cb）が破損する可能性が低くなる。

[0330] 例えば、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが、容器CB内において起伏がない位置に落下するように、ロボット制御

信号を制御してもよい。起伏がない位置の一例として、起伏となり得る頂点、端部又は角が上を向いている対象物体OBJが存在する位置があげられる。その結果、容器CB内において起伏がある位置に少なくとも非処理実行物体OBJ_{notgt}が落下する場合と比較して、少なくとも非処理実行物体OBJ_{notgt}の落下の衝撃に起因して、落下した非処理実行物体OBJ_{notgt}及び容器CBに收容されている対象物体OBJ（対象物体群OBG_{cb}）が破損する可能性が低くなる。

[0331] 容器CB内において対象物体OBJ（対象物体群OBG_{cb}）が存在しない位置に少なくとも非処理実行物体OBJ_{notgt}を落下させる場合には、位置姿勢算出部311は、容器CBに收容されている対象物体OBJ（対象物体群OBG_{cb}）を撮像システム2が撮像することで生成した画像データIMGを用いて、容器CBに收容されている対象物体OBJ（対象物体群OBG_{cb}）の位置を算出してもよい。その後、信号生成部312は、容器CBに收容されている対象物体OBJ（対象物体群OBG_{cb}）の位置の算出結果に基づいて、容器CB内において対象物体OBJ（対象物体群OBG_{cb}）が存在しない位置を特定し、特定した位置に少なくとも非処理実行物体OBJ_{notgt}が落下するように、ロボット制御信号を生成してもよい。

[0332] 容器CB内において起伏が少ない位置に少なくとも非処理実行物体OBJ_{notgt}を落下させる場合には、位置姿勢算出部311は、容器CBに收容されている対象物体OBJ（対象物体群OBG_{cb}）を撮像システム2が撮像することで生成した画像データIMGを用いて、容器CBに收容されている対象物体OBJ（対象物体群OBG_{cb}）の姿勢を算出してもよい。その後、信号生成部312は、容器CBに收容されている対象物体OBJ（対象物体群OBG_{cb}）の姿勢の算出結果に基づいて、容器CB内において起伏が少ない位置（例えば、上述したように、起伏となり得る頂点、端部又は角が上を向いている対象物体OBJが少ない位置）を特定し、特定した位置に少なくとも非処理実行物体OBJ_{notgt}が落下するように、ロ

ロボット制御信号を生成してもよい。

[0333] 容器C B内において起伏がない位置に少なくとも非処理実行物体O B J __ n t g tを落下させる場合には、位置姿勢算出部3 1 1は、容器C Bに収容されている対象物体O B J（対象物体群O B G __ c b）を撮像システム2が撮像することで生成した画像データI M Gを用いて、容器C Bに収容されている対象物体O B J（対象物体群O B G __ c b）の姿勢を算出してもよい。その後、信号生成部3 1 2は、容器C Bに収容されている対象物体O B J（対象物体群O B G __ c b）の姿勢の算出結果に基づいて、容器C B内において起伏がない位置（例えば、上述したように、起伏となり得る頂点、端部又は角が上を向いている対象物体O B Jが存在しない位置）を特定し、特定した位置に少なくとも非処理実行物体O B J __ n t g tが落下するように、ロボット制御信号を生成してもよい。

[0334] 但し、容器C Bに収容されている対象物体O B Jの位置は、図5のステップS 1 2において位置姿勢算出部3 1 1が既に算出済みである場合には、信号生成部3 1 2は、図5のステップS 1 2において算出された対象物体O B Jの位置を、容器C Bに収容されている対象物体O B J（対象物体群O B G __ c b）の位置として流用してもよい。

[0335] 或いは、位置姿勢算出部3 1 1は、図5のステップS 1 2とは別に、容器C Bに収容されている対象物体O B J（対象物体群O B G __ c b）の位置を算出してもよい。この場合、位置姿勢算出部3 1 1は、図5のステップS 1 3において生成されたロボット制御信号に従ってエンドエフェクタ4が処理実行物体O B J __ t g tを保持した後に撮像装置2 1が対象物体群O B G __ c bを撮像することで生成した画像データI M Gを用いて、容器C Bに収容されている対象物体O B J（対象物体群O B G __ c b）の位置を算出してもよい。その後、信号生成部3 1 2は、容器C Bに収容されている対象物体O B J（対象物体群O B G __ c b）の位置の新たな算出結果に基づいて、容器C B内において対象物体O B J（対象物体群O B G __ c b）が存在しない位置を特定してもよい。

[0336] 尚、非処理実行物体OBJ_{ntgt}と共に処理実行物体OBJ_{tgt}が容器CBに落下する場合には、信号生成部312は、処理実行物体OBJ_{tgt}が容器CB内の所望位置に落下するように、ロボット制御信号を制御してもよい。例えば、信号生成部312は、処理実行物体OBJ_{tgt}が、容器CB内において対象物体OBJ（対象物体群OBG_{cb}）が存在しない位置に落下するように、ロボット制御信号を制御してもよい。

[0337] 但し、信号生成部312は、非処理実行物体OBJ_{ntgt}及び処理実行物体OBJ_{tgt}の少なくとも一つが、容器CB内において対象物体OBJ（対象物体群OBG_{cb}）が存在する位置に落下するように、ロボット制御信号を制御してもよい。

（４－１－５）物体高さH_oの算出方法の他の例

上述した説明では、制御装置3（特に、誤保持検出部313）は、落下高さH_dを設定する（制御する）ために、撮像システム2が生成した画像データIMGを用いて、物体高さH_oを算出している。しかしながら、制御装置3は、撮像システム2が生成した画像データIMGを用いる高さ算出方法とは異なる高さ算出方法を用いて、物体高さH_oを算出してもよい。以下、撮像システム2が生成した画像データIMGを用いる高さ算出方法とは異なる高さ算出方法の具体例について説明する。

[0338] （４－１－５－１）撮像システム2とは異なる撮像システム91aを用いる第1の高さ算出方法

制御装置3は、撮像システム2とは異なる撮像システム91aを用いて、物体高さH_oを算出してもよい。例えば、ロボットシステムSYSが撮像システム91aを備えている場合には、制御装置3は、ロボットシステムSYSが備えている撮像システム91aを用いて、物体高さH_oを算出してもよい。例えば、ロボットシステムSYSが撮像システム91aを備えていない場合には、制御装置3は、ロボットシステムSYSの外部の撮像システム91aを用いて、物体高さH_oを算出してもよい。撮像システム91aは、撮像システム91aの撮像視野により多くの対象物体OBJが含まれる位置及

び姿勢で配置されていてもよい。

[0339] 撮像システム 91a は、ロボット 1 に取り付けられていてもよい。撮像システム 91a は、ロボットアーム 12 に取り付けられていてもよい。撮像システム 91a は、ロボット 1（特に、ロボットアーム 12）とは異なる部分に取り付けられていてもよい。例えば、撮像システム 91a は、ロボットシステム S Y S が配置される建物の天井に取り付けられていてもよい。例えば、撮像システム 91a は、ロボット 1 とは異なるロボットに取り付けられていてもよい。例えば、撮像システム 91a は、柱などの構造物に取り付けられていてもよい。

[0340] 撮像システム 91a を示す断面図である図 18 に示すように、撮像システム 91a は、容器 C B に収容されている対象物体群 O B G__c b を撮像可能である。撮像システム 91a は、容器 C B に収容されている対象物体群 O B G__c b を撮像することで、対象物体群 O B G__c b が写り込んだ画像を示す画像データを生成可能である。制御装置 3 は、撮像システム 91a が生成した画像データを用いて、物体高さ H o を算出してもよい。

[0341] 尚、撮像システム 91a が生成した画像データを用いて物体高さ H o を算出する方法は、撮像システム 2 が生成した画像データ I M G を用いて物体高さ H o を算出する方法と同一であってもよい。例えば、制御装置 3 は、撮像システム 91a が生成した画像データが示す画像を解析することで、物体高さ H o を算出してもよい。制御装置 3 は、撮像システム 91a が生成した画像データを用いたマッチング処理を行うことで、物体高さ H o を算出してもよい。制御装置 3 は、撮像システム 91a が生成した画像データから三次元位置データ（例えば、点群データ）を生成し、生成した三次元位置データを用いて、物体高さ H o を算出してもよい。

[0342] このように、第 1 の高さ算出方法では、制御装置 3 は、撮像システム 91a を用いて、物体高さ H o を算出している。この場合、撮像システム 91a は、物体高さ H o を直接的に又は間接的に計測可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。

[0343] (4-1-5-2) 重量センサ92aを用いる第2の高さ算出方法

制御装置3は、重量センサ92aを用いて、物体高さ H_o を算出してもよい。例えば、重量センサ92aを示す断面図である図19に示すように、重量センサ92aは、容器CBに收容されている対象物体群OBG__cbの重量を計測可能である。この場合、重量センサ92aは、容器CBに内蔵されていてもよい。或いは、重量センサ92aに容器CBが載置されており、重量センサ92aに載置された容器CBに、対象物体群OBG__cbが收容されていてもよい。重量センサ92aの計測結果（つまり、対象物体群OBG__cbの重量の計測結果）は、制御装置3に出力される。

[0344] 制御装置3は、重量センサ92aの計測結果（つまり、対象物体群OBG__cbの重量の計測結果）に基づいて、物体高さ H_o を算出してもよい。具体的には、容器CBに收容されている対象物体群OBG__cbに含まれる対象物体OBJの数が多くなるほど、対象物体群OBG__cbの重量が重くなり、且つ、物体高さ H_o が高くなると想定される。言い換えれば、容器CBに收容されている対象物体群OBG__cbに含まれる対象物体OBJの数が少なくなるほど、対象物体群OBG__cbの重量が軽くなり、且つ、物体高さ H_o が低くなると想定される。つまり、対象物体群OBG__cbの重量と物体高さ H_o との間には、対象物体群OBG__cbの重量が重くなるほど物体高さ H_o が高くなるという関係が成立すると想定される。言い換えれば、つまり、対象物体群OBG__cbの重量と物体高さ H_o との間には、対象物体群OBG__cbの重量が軽くなるほど物体高さ H_o が低くなるという関係が成立すると想定される。この関係を利用して、制御装置3は、重量センサ92aの計測結果（つまり、対象物体群OBG__cbの重量の計測結果）に基づいて、物体高さ H_o を算出（この場合、推定）してもよい。例えば、制御装置3は、物体高さ H_o と対象物体群OBG__cbの重量との関係を示すテーブルと、重量センサ92aの計測結果とを用いて、物体高さ H_o を算出（この場合、推定）してもよい。

[0345] このように、第2の高さ算出方法では、制御装置3は、高さとは異なるパ

ラメータである重量を計測可能な重量センサ 92 a を用いて、物体高さ H_o を算出している。この場合、重量センサ 92 a は、物体高さ H_o を間接的に計測可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。

[0346] (4-1-5-3) 物体検出センサ 93 a を用いる第3の高さ算出方法

制御装置 3 は、物体検出センサ 93 a を用いて、物体高さ H_o を算出してもよい。例えば、ロボットシステム S Y S が物体検出センサ 93 a を備えている場合には、制御装置 3 は、ロボットシステム S Y S が備えている物体検出センサ 93 a を用いて、物体高さ H_o を算出してもよい。例えば、ロボットシステム S Y S が物体検出センサ 93 a を備えていない場合には、制御装置 3 は、ロボットシステム S Y S の外部の物体検出センサ 93 a を用いて、物体高さ H_o を算出してもよい。

[0347] 物体検出センサ 93 a は、対象物体 O B J を検出可能である。例えば、物体検出センサ 93 a は、対象物体 O B J に向けて検出光を射出し、対象物体 O B J からの検出光の反射光を検出することで対象物体 O B J を検出可能な光電センサ等の光センサであってもよい。但し、物体検出センサ 93 a は、光電センサとは異なる光センサであってもよい。また、物体検出センサ 93 a が対象物体 O B J を検出可能であれば、物体検出センサ 93 a は、光センサとは異なる既存のセンサであってもよい。

[0348] 物体検出センサ 93 a は、物体検出センサ 93 a による対象物体 O B J の検出結果に基づいて物体高さ H_o が算出可能となるように、所望の位置に配置されていてもよい。例えば、図 20 に示すように、複数の物体検出センサ 93 a が、互いに異なる高さに配置されていてもよい。図 20 に示す例では、光電センサである三つの物体検出センサ 93 a（具体的には、物体検出センサ 93 a # 1、物体検出センサ 93 a # 2 及び物体検出センサ 93 a # 3）が、容器 C B の側壁 S S 上において互いに異なる第 1 の高さ $T H 1$ 、第 2 の高さ $T H 2$ 及び第 3 の高さ $T H 3$ にそれぞれ配置されている。尚、第 1 の高さ $T H 1$ 、第 2 の高さ $T H 2$ 及び第 3 の高さ $T H 3$ のそれぞれは、上述した高さ基準面（例えば、容器 C B の底壁 B S の底面）からの高さを意味して

いてもよいし、グローバル座標系等のZ座標値を意味していてもよい。また、第1の高さTH1は、第2の高さTH2を上回り、第2の高さTH2は、第3の高さTH3を上回る。更に、図20に示す例では、各物体検出センサ93aは、水平方向に沿って検出光を照射している。この場合、各物体検出センサ93aは、各物体検出センサ93aが配置された高さに位置する対象物体OBJを検出してもよい。例えば、物体検出センサ93a#1は、第1の高さTH1に位置する対象物体OBJを検出してもよい。例えば、物体検出センサ93a#2は、第2の高さTH2に位置する対象物体OBJを検出してもよい。例えば、物体検出センサ93a#3は、第3の高さTH3に位置する対象物体OBJを検出してもよい。

[0349] 複数の物体検出センサ93aの検出結果は、制御装置3に出力される。制御装置3は、複数の物体検出センサ93aの検出結果に基づいて、物体高さH_oを算出してもよい。例えば、一の高さに位置する一の物体検出センサ93aが対象物体OBJを検出している（つまり、検出光が対象物体OBJに照射され、対象物体OBJからの反射光が一の物体検出センサ93aに戻る）場合には、物体高さH_oは、一の高さを上回っていると想定される。一方で、一の高さに位置する一の物体検出センサ93aが対象物体OBJを検出していない（つまり、検出光が対象物体OBJに照射されず、対象物体OBJからの反射光が一の物体検出センサ93aに戻らない）場合には、物体高さH_oは、一の高さを下回っていると想定される。このため、制御装置3は、複数の物体検出センサ93aの検出結果に基づいて、物体高さH_o（特に、大まかな物体高さH_o）を算出する（この場合、推定する）ことができる。例えば、物体検出センサ93a#1から93a#3の全てが対象物体OBJを検出している場合には、制御装置3は、第1の高さTH1以上の高さを、物体高さH_oとして算出してもよい。例えば、物体検出センサ93a#1が対象物体OBJを検出していない一方で物体検出センサ93a#2から93a#3が対象物体OBJを検出している場合には、制御装置3は、第2の高さTH2以上且つ第1の高さTH1以下の高さを、物体高さH_oとして算出し

てもよい。例えば、物体検出センサ93a#1から93#2が対象物体OBJを検出していない一方で物体検出センサ93a#3が対象物体OBJを検出している場合には、制御装置3は、第3の高さTH3以上且つ第2の高さTH2以下の高さを、物体高さH_oとして算出してもよい。例えば、物体検出センサ93a#1から93#3の全てが対象物体OBJを検出していない場合には、制御装置3は、第3の高さTH3以下の高さを、物体高さH_oとして算出してもよい。

[0350] 複数の物体検出センサ93aの検出結果に基づいて物体高さH_oを算出することは、対象物体OBJを検出していない物体検出センサ93aの数に基づいて、物体高さH_oを算出することと等価であるとみなしてもよい。例えば、対象物体OBJを検出していない物体検出センサ93aの数がゼロである（つまり、物体検出センサ93a#1から93a#3の全てが対象物体OBJを検出している）場合には、制御装置3は、第1の高さTH1以上の高さを、物体高さH_oとして算出してもよい。例えば、対象物体OBJを検出していない物体検出センサ93aの数が一つである（つまり、物体検出センサ93a#1が対象物体OBJを検出していない一方で物体検出センサ93a#2から93a#3が対象物体OBJを検出している）場合には、制御装置3は、第2の高さTH2以上且つ第1の高さTH1以下の高さを、物体高さH_oとして算出してもよい。例えば、対象物体OBJを検出していない物体検出センサ93aの数が二つである（つまり、物体検出センサ93a#1から93a#2が対象物体OBJを検出していない一方で物体検出センサ93a#3が対象物体OBJを検出している）場合には、制御装置3は、第3の高さTH3以上且つ第2の高さTH2以下の高さを、物体高さH_oとして算出してもよい。例えば、対象物体OBJを検出していない物体検出センサ93aの数がゼロである（つまり、物体検出センサ93a#1から93a#3の全てが対象物体OBJを検出していない）場合には、制御装置3は、第3の高さTH3以下の高さを、物体高さH_oとして算出してもよい。

[0351] このように、第3の高さ算出方法では、制御装置3は、物体検出センサ9

3 aを用いて、物体高さ H_o を算出している。この場合、物体検出センサ9 3 aは、物体高さ H_o を直接的に計測可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。

[0352] (4-1-5-4) マーカ9 4 aを用いる第4の高さ算出方法

制御装置3は、マーカ9 4 aを用いて、物体高さ H_o を算出してもよい。具体的には、マーカ9 4 aを示す図2 1に示すように、マーカ9 4 aは、対象物体OBJが收容される容器CBに配置されていてもよい。特に、マーカ9 4 aは、対象物体OBJが收容される收容空間SPに面する容器CBの表面（典型的には、内面）に配置されていてもよい。一例として、マーカ9 4 aは、收容空間SPに面する容器CBの側壁SSに配置されていてもよい。

[0353] マーカ9 4 aは、容器CBから取り外し可能であってもよい。マーカ9 4 aは、容器CBに固定されていてもよい。マーカ9 4 aは、容器CBに形成されていてもよい。例えば、マーカ9 4 aは、容器CBに印刷されていてもよい。例えば、マーカ9 4 aは、レーザ光等によって容器CBに刻印されていてもよい。

[0354] マーカ9 4 aは、撮像システム2（或いは、第1の高さ算出方法で用いた撮像システム9 1 a、以下、第4の高さ算出方法の説明において同じ）によって撮像可能なマーカである。但し、対象物体OBJの收容空間SPに面する位置にマーカ9 4 aが配置されるため、マーカ9 4 aが対象物体OBJによって隠されている場合には、撮像システム2は、マーカ9 4 aを撮像できない。

[0355] マーカ9 4 aは、撮像システム2によるマーカ9 4 aの撮像結果（つまり、マーカ9 4 aを撮像する撮像システム2が生成した画像データIMG）に基づいて物体高さ H_o が算出可能となるように、所望の位置に配置されていてもよい。例えば、図2 1に示すように、複数のマーカ9 4 aが、互いに異なる高さに配置されていてもよい。図2 1に示す例では、三つのマーカ9 4 a（具体的には、マーカ9 4 a # 1、マーカ9 4 a # 2及びマーカ9 4 a # 3）が、容器CBの側壁SS上において互いに異なる第1の高さTH1、第

2の高さ TH_2 及び第3の高さ TH_3 にそれぞれ配置されている。尚、第1の高さ TH_1 、第2の高さ TH_2 及び第3の高さ TH_3 のそれぞれは、上述した高さ基準面（例えば、容器CBの底壁BSの底面）からの高さを意味していてもよいし、グローバル座標系等のZ座標値を意味していてもよい。また、第1の高さ TH_1 は、第2の高さ TH_2 を上回り、第2の高さ TH_2 は、第3の高さ TH_3 を上回る。

[0356] この場合、制御装置3は、撮像システム2によるマーカ94aの撮像結果に基づいて、物体高さ H_o を算出してもよい。例えば、一の高さに位置する一のマーカ94aが、撮像システム2が生成した画像に写り込んでいない場合（つまり、撮像システム2による撮像結果としての画像データに基づいてマーカ94aを検出できない場合）には、当該一のマーカ94aが対象物体OBJによって隠されていると想定される。この場合、対象物体OBJが一のマーカ94aが配置される一の高さ又は当該一の高さよりも高い位置に位置していると想定される。その結果、物体高さ H_o は、一の高さを上回っていると想定される。一方で、例えば、一の高さに位置する一のマーカ94aが、撮像システム2が生成した画像に写り込んでいる場合（つまり、撮像システム2による撮像結果としての画像データに基づいてマーカ94aを検出できた場合）には、当該一のマーカ94aが対象物体OBJによって隠されていないと想定される。この場合、対象物体OBJが一のマーカ94aが配置される一の高さ又は当該一の高さよりも高い位置には位置していないと想定される。その結果、物体高さ H_o は、一の高さを下回っていると想定される。このため、制御装置3は、撮像システム2によるマーカ94aの撮像結果に基づいて、物体高さ H_o （特に、大まかな高さ物体 H_o ）を算出する（この場合、推定）することができる。例えば、マーカ94a#1から94a#3の全てが、撮像システム2が生成した画像に写り込んでいない場合には、制御装置3は、第1の高さ TH_1 以上の高さを、物体高さ H_o として算出してもよい。例えば、マーカ94a#1が、撮像システム2が生成した画像に写り込んでいる一方で、マーカ94a#2から94a#3が、撮像システム2

が生成した画像に写り込んでいない場合には、制御装置3は、第2の高さ TH_2 以上且つ第1の高さ TH_1 以下の高さを、物体高さ H_o として算出してもよい。例えば、マーカ94a#1から94#2が、撮像システム2が生成した画像に写り込んでいる一方で、マーカ94a#3が、撮像システム2が生成した画像に写り込んでいない場合には、制御装置3は、第3の高さ TH_3 以上且つ第2の高さ TH_2 以下の高さを、物体高さ H_o として算出してもよい。例えば、マーカ94a#1から94#3の全てが、撮像システム2が生成した画像に写り込んでいる場合には、制御装置3は、第3の高さ TH_3 以下の高さを、物体高さ H_o として算出してもよい。

[0357] 制御装置3は、撮像システム2によるマーカ94aの撮像結果として、図5のステップS11において取得した画像データIMGを流用することで、物体高さ H_o を算出してもよい。この場合、撮像システム2は、物体高さ H_o を算出するために、マーカ94aを新たに撮像しなくてもよい。但し、撮像システム2は、物体高さ H_o を算出するために、マーカ94aを新たに撮像してもよい。制御装置3は、撮像システム2によるマーカ94aの撮像結果として、図5のステップS11において取得した画像データIMGを流用することなく、物体高さ H_o を算出するために撮像システム2がマーカ94aを新たに撮像することで生成した画像データIMGを用いて、物体高さ H_o を算出してもよい。

[0358] 撮像システム2によるマーカ94aの撮像結果に基づいて物体高さ H_o を算出することは、撮像システム2によるマーカ94aの撮像結果に基づいて検出されたマーカ94aの数に基づいて、物体高さ H_o を算出することと等価であるとみなしてもよい。例えば、検出されたマーカ94aの数がゼロである（つまり、マーカ94a#1から94#3の全てが、撮像システム2が生成した画像に写り込んでいない）場合には、制御装置3は、第1の高さ TH_1 以上の高さを、物体高さ H_o として算出してもよい。例えば、検出されたマーカ94aの数が一つである（つまり、マーカ94a#1が、撮像システム2が生成した画像に写り込んでいる一方で、マーカ94a#2から94

3 が、撮像システム 2 が生成した画像に写り込んでいない) 場合には、制御装置 3 は、第 2 の高さ TH_2 以上且つ第 1 の高さ TH_1 以下の高さを、物体高さ H_o として算出してもよい。例えば、検出されたマーカ 94 a の数が二つである (つまり、マーカ 94 a # 1 から 94 # 2 が、撮像システム 2 が生成した画像に写り込んでいる一方で、マーカ 94 a # 3 が、撮像システム 2 が生成した画像に写り込んでいない) 場合には、制御装置 3 は、第 3 の高さ TH_3 以上且つ第 2 の高さ TH_2 以下の高さを、物体高さ H_o として算出してもよい。例えば、検出されたマーカ 94 a の数が三つである (つまり、マーカ 94 a # 1 から 94 # 3 の全てが、撮像システム 2 が生成した画像に写り込んでいる) 場合には、制御装置 3 は、第 3 の高さ TH_3 以下の高さを、物体高さ H_o として算出してもよい。

[0359] 複数のマーカ 94 a の形状は、互いに異なってもよい。この場合、制御装置 3 は、撮像システム 2 が生成した画像に写り込んでいるマーカ 94 a の形状に基づいて、物体高さ H_o を算出してもよい。例えば、図 21 に示す例において、マーカ 94 a # 1 が、第 1 の形状を有し、マーカ 94 a # 2 が、第 1 の形状とは異なる第 2 の形状を有し、マーカ 94 a # 3 が、第 1 から第 2 の形状とは異なる第 3 の形状を有している例について説明する。この場合、撮像システム 2 が生成した画像に写り込んでいるマーカ 94 a の形状が第 1 の形状のみである (つまり、マーカ 94 a # 1 のみが、撮像システム 2 が生成した画像に写り込んでいる) 場合には、制御装置 3 は、第 2 の高さ TH_2 以上且つ第 1 の高さ TH_1 以下の高さを、物体高さ H_o として算出してもよい。例えば、撮像システム 2 が生成した画像に写り込んでいるマーカ 94 a の形状が第 1 及び第 2 の形状のみである (つまり、マーカ 94 a # 1 から 94 # 2 のみが、撮像システム 2 が生成した画像に写り込んでいる) 場合には、制御装置 3 は、第 3 の高さ TH_3 以上且つ第 2 の高さ TH_2 以下の高さを、物体高さ H_o として算出してもよい。例えば、撮像システム 2 が生成した画像に写り込んでいるマーカ 94 a の形状が第 1 から第 3 の形状である (つまり、マーカ 94 a # 1 から 94 # 3 の全てが、撮像システム 2 が生成

した画像に写り込んでいる) 場合には、制御装置 3 は、第 3 の高さ TH_3 以下の高さを、物体高さ H_o として算出してもよい。

[0360] このように、第 4 の高さ算出方法では、制御装置 3 は、マーカ 94 a と撮像システム 2 とを用いて、物体高さ H_o を算出している。この場合、撮像システム 2 は、物体高さ H_o を直接的に計測可能な計測装置として機能し、且つ、マーカ 94 a は、物体高さ H_o を直接的に計測可能な計測部材として機能しているとみなしてもよい。

[0361] (4-1-5-5) エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 OBJ (処理実行物体 OBJ_tgt) の数を用いる第 5 の高さ算出方法

制御装置 3 は、エンドエフェクタ 4 が容器 CB の外においてリリースした対象物体 OBJ (この場合、処理実行物体 OBJ_tgt) の数に関する情報を用いて、物体高さ H_o を算出してもよい。尚、制御装置 3 の制御下でエンドエフェクタ 4 が対象物体 OBJ をリリースがゆえに、エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 OBJ の数に関する情報は、制御装置 3 にとって既知の情報である。

[0362] 具体的には、エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 OBJ の数 (つまり、容器 CB から取り出された対象物体 OBJ の数) が多くなるほど、容器 CB に残っている対象物体 OBJ の数が少なくなり、物体高さ H_o が低くなると想定される。言い換えれば、エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 OBJ の数が少なくなるほど、容器 CB に残っている対象物体 OBJ の数が多くなり、物体高さ H_o が高くなると想定される。つまり、エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 OBJ の数と物体高さ H_o との間には、エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 OBJ の数が少ないほど物体高さ H_o が高くなるという関係が成立すると想定される。言い換えれば、エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 OBJ の数と物体高さ H_o との間には、エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 OBJ の数が多くなるほど物体高さ H_o が低くなるという関係が成立すると想定される。この関係を利用して、制御装置 3 は、エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 OBJ の

数に関する情報に基づいて、物体高さ H_o を算出（この場合、推定）してもよい。例えば、制御装置3は、物体高さ H_o とエンドエフェクタ4がリリースした対象物体OBJの数との関係を示すテーブルと、エンドエフェクタ4がリリースした対象物体OBJの数に関する情報とを用いて、物体高さ H_o を算出（この場合、推定）してもよい。

（4-1-6）物体高さ H_o とは異なるパラメータを用いた落下高さ H_d の制御

上述した説明では、制御装置3は、容器CBに収容されている対象物体群OBG_{cb}の高さである物体高さ H_o に基づいて、少なくとも非処理実行物体OBJ_{ntgt}が容器CBに落下を開始するための高さ（つまり、Z軸方向の位置）を示す落下高さ H_d を制御している。ここで、容器CBに収容されている対象物体群OBG_{cb}の物体高さ H_o は、容器CBに収容されている対象物体群OBG_{cb}の分量（つまり、対象物体群OBG_{cb}に含まれる対象物体OBJの分量）を示すパラメータであると言える。なぜならば、対象物体群OBG_{cb}の物体高さ H_o が高くなるほど、対象物体群OBG_{cb}の分量が多いと言えるからである。言い換えれば、対象物体群OBG_{cb}の物体高さ H_o が低くなるほど、対象物体群OBG_{cb}の分量が少ないと言えるからである。

[0363] このように対象物体群OBG_{cb}の物体高さ H_o が対象物体群OBG_{cb}の分量と等価であるとみなせることを考慮すると、物体高さ H_o とは異なる任意のパラメータが対象物体群OBG_{cb}の分量を示す場合には、制御装置3は、対象物体群OBG_{cb}の物体高さ H_o に加えて又は代えて、対象物体群OBG_{cb}の分量に基づいて、落下高さ H_d を制御してもよい。この場合、容器CBに収容されている対象物体群OBG_{cb}の分量は、容器CBに収容されている複数の対象物体OBJの全ての分量（つまり、容器CBに収容されている複数の対象物体OBJの全てを含む対象物体群OBG_{cb}の分量）を意味していてもよい。或いは、容器CBに収容されている対象物体群OBG_{cb}の分量は、容器CBに収容されている複数の対象

物体 O B J のうちの一部の分量（つまり、容器 C B に収容されている複数の対象物体 O B J の一部を含む対象物体群 O B G__c b の分量）を意味してもよい。例えば、分量の算出対象となる対象物体群 O B G__c b は、落下高さ H d を制御するために撮像システム 2 が撮像した少なくとも一つの対象物体 O B J を含む対象物体群 O B G__c b であってもよい。例えば、分量の算出対象となる対象物体群 O B G__c b は、落下高さ H d を制御するために対象物体 O B J を撮像する撮像システム 2 の撮像視野に含まれる少なくとも一つの対象物体 O B J を含む対象物体群 O B G__c b であってもよい。

[0364] 対象物体群 O B G__c b の分量として、対象物体群 O B G__c b の全体の分量が用いられてもよい。例えば、対象物体群 O B G__c b の分量として、対象物体群 O B G__c b に含まれる複数の対象物体 O B J の全体の分量が用いられてもよい。或いは、対象物体群 O B G__c b の分量として、対象物体群 O B G__c b の一部分の分量が用いられてもよい。例えば、対象物体群 O B G__c b の分量として、対象物体群 O B G__c b に含まれる複数の対象物体 O B J のうち所望の選択基準で選択される少なくとも一つの対象物体 O B J の分量が用いられてもよい。

[0365] 対象物体群 O B G__c b の分量を示すパラメータの一例として、対象物体群 O B G__c b に含まれる対象物体 O B J の数があげられる。対象物体群 O B G__c b の分量を示すパラメータの一例として、対象物体群 O B G__c b の重量（つまり、対象物体群 O B G__c b に含まれる対象物体 O B J の重量）があげられる。対象物体群 O B G__c b の分量を示すパラメータの一例として、対象物体群 O B G__c b の体積（つまり、対象物体群 O B G__c b に含まれる対象物体 O B J の体積）があげられる。

[0366] 以下、対象物体群 O B G__c b の分量を示すパラメータの一例について、具体的に説明する。

[0367] (4-1-6-1) 対象物体群 O B G__c b に含まれる対象物体 O B J の数

制御装置 3 は、対象物体群 O B G__c b に含まれる対象物体 O B J の数に

基づいて、落下高さ H_d を制御してもよい。この場合、制御装置3は、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる対象物体 $O B J$ の数が少なくなるほど、落下高さ H_d が低くなるように、落下高さ H_d を制御してもよい。制御装置3は、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる対象物体 $O B J$ の数が多くなるほど、落下高さ H_d が高くなるように、落下高さ H_d を制御してもよい。制御装置3は、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる対象物体 $O B J$ の数と落下高さ H_d との関係を示すテーブルを用いて、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる対象物体 $O B J$ の数に基づいて、落下高さ H_d を制御してもよい。この場合、上述した対象物体群 $O B G\_c b$ の物体高さ H_o に基づいて落下高さ H_d が制御される場合に享受可能な効果と同様の効果が享受可能である。なぜならば、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる対象物体 $O B J$ の数と対象物体群 $O B G\_c b$ の物体高さ H_o との間には、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる対象物体 $O B J$ の数が多くなるほど、対象物体群 $O B G\_c b$ の物体高さ H_o が高くなる（つまり、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる対象物体 $O B J$ の数が少なくなるほど、対象物体群 $O B G\_c b$ の物体高さ H_o が低くなる）という関係が成立すると想定されるからである。

[0368] 制御装置3は、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる対象物体 $O B J$ の数を算出し、算出した数に基づいて、落下高さ H_d を制御してもよい。

[0369] 第1の例として、制御装置3は、撮像システム2が生成した画像データ1MG（或いは、上述した第1の高さ算出方法で用いられる撮像システム91aが生成した画像データ、以下、以下同じ）を用いて、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる対象物体 $O B J$ の数を算出してもよい。例えば、制御装置3は、画像データ1MGが示す画像を解析することで、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる対象物体 $O B J$ の数を算出してもよい。例えば、制御装置3は、画像データ1MGから生成される三次元位置データ（例えば、点群データ）を用いて、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる対象物体 $O B J$ の数を算出してもよい。この場合、撮像システム2（或いは、撮像システム91a）は、対象物体群 $O B G\_c b$ に含まれる対象物体 $O B J$ の数（分量）を間接的

に計測可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。

[0370] 第2の例として、制御装置3は、上述した第2の高さ算出方法で用いられる重量センサ92aの計測結果（つまり、対象物体群OBG__cbの重量の計測結果）に基づいて、対象物体群OBG__cbに含まれる対象物体OBJの数を算出してもよい。具体的には、対象物体群OBG__cbに含まれる対象物体OBJの数が多くなるほど、対象物体群OBG__cbの重量が重くなると想定される。言い換えれば、対象物体群OBG__cbに含まれる対象物体OBJの数が少なくなるほど、対象物体群OBG__cbの重量が軽くなると想定される。つまり、対象物体群OBG__cbに含まれる対象物体OBJの数と対象物体群OBG__cbの重量との間には、対象物体群OBG__cbの重量が重くなるほど対象物体群OBG__cbに含まれる対象物体OBJの数が多くなるという関係が成立すると想定される。言い換えれば、対象物体群OBG__cbに含まれる対象物体OBJの数と対象物体群OBG__cbの重量との間には、対象物体群OBG__cbの重量が軽くなるほど対象物体群OBG__cbに含まれる対象物体OBJの数が少なくなるという関係が成立すると想定される。この関係を利用して、制御装置3は、重量センサ92aの計測結果（つまり、対象物体群OBG__cbの重量の計測結果）に基づいて、対象物体群OBG__cbに含まれる対象物体OBJの数を算出（この場合、推定）してもよい。例えば、制御装置3は、対象物体群OBG__cbに含まれる対象物体OBJの数と対象物体群OBG__cbの重量との関係を示すテーブルと、重量センサ92aの計測結果とを用いて、対象物体群OBG__cbに含まれる対象物体OBJの数を算出（この場合、推定）してもよい。この場合、重量センサ92aは、対象物体群OBG__cbに含まれる対象物体OBJの数（分量）を間接的に計測可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。

[0371] 第3の例として、制御装置3は、上述した第5の高さ算出方法で用いられるエンドエフェクタ4がリリースした対象物体OBJの数に関する情報に基づいて、対象物体群OBG__cbに含まれる対象物体OBJの数を算出して

もよい。例えば、制御装置 3 は、ロボット制御処理を開始する前に容器 C B に収容されていた対象物体 O B J の数から、エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 O B J の数を差し引くことで得られる数を、対象物体群 O B G __ c b に含まれる対象物体 O B J の数（つまり、容器 C B に残っている対象物体 O B J の数）として算出してもよい。

[0372] 尚、制御装置 3 は、上述した第 3 の高さ算出方法で用いられる物体検出センサ 9 3 a の検出結果に基づいて、対象物体群 O B G __ c b に含まれる対象物体 O B J の数を算出してもよい。制御装置 3 は、上述した第 4 の高さ算出方法で用いられるマーカ 9 4 a の撮像結果に基づいて、対象物体群 O B G __ c b に含まれる対象物体 O B J の数を算出してもよい。なぜならば、対象物体群 O B G __ c b に含まれる対象物体 O B J の数と対象物体群 O B G __ c b の物体高さ H o との間には、対象物体群 O B G __ c b の物体高さ H o が高くなるほど対象物体群 O B G __ c b に含まれる対象物体 O B J の数が増えるという関係（つまり、対象物体群 O B G __ c b の物体高さ H o が低くなるほど対象物体群 O B G __ c b に含まれる対象物体 O B J の数が少なくなるという関係）が成立すると想定されるからである。

[0373] (4-1-6-2) 対象物体群 O B G __ c b の重量

制御装置 3 は、対象物体群 O B G __ c b の重量に基づいて、落下高さ H d を制御してもよい。この場合、制御装置 3 は、対象物体群 O B G __ c b の重量が軽くなるほど、落下高さ H d が低くなるように、落下高さ H d を制御してもよい。制御装置 3 は、対象物体群 O B G __ c b の重量が重くなるほど、落下高さ H d が高くなるように、落下高さ H d を制御してもよい。制御装置 3 は、対象物体群 O B G __ c b の重量と落下高さ H d との関係を示すテーブルを用いて、対象物体群 O B G __ c b の重量に基づいて、落下高さ H d を制御してもよい。この場合、上述した対象物体群 O B G __ c b の物体高さ H o に基づいて落下高さ H d が制御される場合に享受可能な効果と同様の効果が享受可能である。なぜならば、対象物体群 O B G __ c b の重量と対象物体群 O B G __ c b の物体高さ H o との間には、対象物体群 O B G __ c b の重量が

重くなるほど、対象物体群OBG__c bの物体高さH oが高くなる（つまり、対象物体群OBG__c bの重量が軽くなるほど、対象物体群OBG__c bの物体高さH oが低くなる）という関係が成立すると想定されるからである。

[0374] 制御装置3は、対象物体群OBG__c bの重量を算出し、算出した重量に基づいて、落下高さH dを制御してもよい。

[0375] 第1の例として、制御装置3は、撮像システム2が生成した画像データIMG（或いは、上述した第1の高さ算出方法で用いられる撮像システム91 aが生成した画像データ、以下、以下同じ）を用いて、対象物体群OBG__c bの重量を算出してもよい。例えば、制御装置3は、撮像システム2が生成した画像データIMGが示す画像を解析することで、対象物体群OBG__c bの重量を算出してもよい。例えば、制御装置3は、画像データIMGから生成される三次元位置データ（例えば、点群データ）を用いて、対象物体群OBG__c bの重量を算出してもよい。この場合、撮像システム2（或いは、撮像システム91 a）は、対象物体群OBG__c bの重量（分量）を間接的に計測可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。

[0376] 第2の例として、制御装置3は、上述した第2の高さ算出方法で用いられる重量センサ92 aの計測結果（つまり、対象物体群OBG__c bの重量の計測結果）に基づいて、対象物体群OBG__c bの重量を算出してもよい。この場合、重量センサ92 aは、対象物体群OBG__c bの重量（分量）を直接的に計測可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。

[0377] 第3の例として、制御装置3は、上述した第5の高さ算出方法で用いられるエンドエフェクタ4がリリースした対象物体OBJの数に関する情報に基づいて、対象物体群OBG__c bの重量を算出してもよい。具体的には、エンドエフェクタ4がリリースした対象物体OBJの数（つまり、容器CBの外に搬出された対象物体OBJの数）が少なくなるほど、容器CBに残っている対象物体群OBG__c bの重量が重くなると想定される。言い換えれば、エンドエフェクタ4がリリースした対象物体OBJの数（つまり、容器C

Bの外に搬出された対象物体OBJの数)が多くなるほど、容器CBに残っている対象物体群OBG_{cb}の重量が軽くなると想定される。つまり、エンドエフェクタ4がリリースした対象物体OBJの数と対象物体群OBG_{cb}の重量との間には、エンドエフェクタ4がリリースした対象物体OBJの数が少なくなるほど対象物体群OBG_{cb}の重量が重くなるという関係が成立すると想定される。言い換えれば、エンドエフェクタ4がリリースした対象物体OBJの数と対象物体群OBG_{cb}の重量との間には、エンドエフェクタ4がリリースした対象物体OBJの数が多くなるほど対象物体群OBG_{cb}の重量が軽くなるという関係が成立すると想定される。この関係を利用して、制御装置3は、エンドエフェクタ4がリリースした対象物体OBJの数に関する情報に基づいて、対象物体群OBG_{cb}の重量を算出(この場合、推定)してもよい。例えば、制御装置3は、エンドエフェクタ4がリリースした対象物体OBJの数と対象物体群OBG_{cb}の重量との関係を示すテーブルと、エンドエフェクタ4がリリースした対象物体OBJの数に関する情報とを用いて、対象物体群OBG_{cb}の重量を算出(この場合、推定)してもよい。

[0378] 尚、制御装置3は、上述した第3の高さ算出方法で用いられる物体検出センサ93aの検出結果に基づいて、対象物体群OBG_{cb}の重量を算出してもよい。制御装置3は、上述した第4の高さ算出方法で用いられるマーカ94aの撮像結果に基づいて、対象物体群OBG_{cb}の重量を算出してもよい。なぜならば、対象物体群OBG_{cb}の重量と対象物体群OBG_{cb}の物体高さH_oとの間には、対象物体群OBG_{cb}の物体高さH_oが高くなるほど対象物体群OBG_{cb}の重量が重くなるという関係(つまり、対象物体群OBG_{cb}の物体高さH_oが低くなるほど対象物体群OBG_{cb}の重量が軽くなるという関係)が成立すると想定されるからである。

[0379] (4-1-6-3) 対象物体群OBG_{cb}の体積

制御装置3は、対象物体群OBG_{cb}の体積に基づいて、落下高さH_dを制御してもよい。この場合、この場合、制御装置3は、対象物体群OBG

__c bの体積が小さくなるほど、落下高さH dが低くなるように、落下高さH dを制御してもよい。制御装置3は、対象物体群OB G__c bの体積が大きくなるほど、落下高さH dが高くなるように、落下高さH dを制御してもよい。制御装置3は、対象物体群OB G__c bの体積と落下高さH dとの関係を示すテーブルを用いて、対象物体群OB G__c bの体積に基づいて、落下高さH dを制御してもよい。この場合、上述した対象物体群OB G__c bの物体高さH oに基づいて落下高さH dが制御される場合に享受可能な効果と同様の効果が享受可能である。なぜならば、対象物体群OB G__c bの体積と対象物体群OB G__c bの物体高さH oとの間には、対象物体群OB G__c bの体積が大きくなるほど、対象物体群OB G__c bの物体高さH oが高くなる（つまり、対象物体群OB G__c bの体積が小さくなるほど、対象物体群OB G__c bの物体高さH oが低くなる）という関係が成立すると想定されるからである。

[0380] 制御装置3は、対象物体群OB G__c bの体積を算出し、算出した体積に基づいて、落下高さH dを制御してもよい。

[0381] 第1の例として、制御装置3は、撮像システム2が生成した画像データIM G（或いは、上述した第1の高さ算出方法で用いられる撮像システム91 aが生成した画像データ、以下、以下同じ）を用いて、対象物体群OB G__c bの体積を算出してもよい。例えば、制御装置3は、撮像システム2が生成した画像データIM Gが示す画像を解析することで、対象物体群OB G__c bの体積を算出してもよい。例えば、制御装置3は、画像データIM Gから生成される三次元位置データ（例えば、点群データ）を用いて、対象物体群OB G__c bの体積を算出してもよい。この場合、撮像システム2（或いは、撮像システム91）は、対象物体群OB G__c bの体積（分量）を間接的に計測可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。

[0382] 第2の例として、制御装置3は、上述した第2の高さ算出方法で用いられる重量センサ92 aの計測結果（つまり、対象物体群OB G__c bの重量の計測結果）に基づいて、対象物体群OB G__c bの体積を算出してもよい。

B J の数が少なくなるほど対象物体群 O B G_{__c b} の体積が大きくなるという関係が成立すると想定される。言い換えれば、エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 O B J の数と対象物体群 O B G_{__c b} の体積との間には、エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 O B J の数が多くなるほど対象物体群 O B G_{__c b} の体積が小さくなるという関係が成立すると想定される。この関係を利用して、制御装置 3 は、エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 O B J の数に関する情報に基づいて、対象物体群 O B G_{__c b} の体積を算出（この場合、推定）してもよい。例えば、制御装置 3 は、エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 O B J の数と対象物体群 O B G_{__c b} の体積との関係を示すテーブルと、エンドエフェクタ 4 がリリースした対象物体 O B J の数に関する情報とを用いて、対象物体群 O B G_{__c b} の体積を算出（この場合、推定）してもよい。

[0384] 尚、制御装置 3 は、上述した第 3 の高さ算出方法で用いられる物体検出センサ 9 3 a の検出結果に基づいて、対象物体群 O B G_{__c b} の体積を算出してもよい。制御装置 3 は、上述した第 4 の高さ算出方法で用いられるマーカ 9 4 a の撮像結果に基づいて、対象物体群 O B G_{__c b} の体積を算出してもよい。なぜならば、対象物体群 O B G_{__c b} の体積と対象物体群 O B G_{__c b} の物体高さ H o との間には、対象物体群 O B G_{__c b} の物体高さ H o が高くなるほど対象物体群 O B G_{__c b} の体積が大きくなるという関係（つまり、対象物体群 O B G_{__c b} の物体高さ H o が低くなるほど対象物体群 O B G_{__c b} の体積が小さくなるという関係）が成立すると想定されるからである。

[0385] （４－２）第２変形例

第２変形例では、信号生成部 3 1 2 は、少なくとも非処理実行物体 O B J_{__n t g t} を容器 C B に落下させるための第 1 のロボット制御信号に基づいてロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つが制御された後に少なくとも非処理実行物体 O B J_{__n t g t} が落下しなかったと判定された場合には（図 5 のステップ S 3 1 : N o ）、少なくとも非処理実行物体 O B J

__n t g t を容器 C B に落下させるように、第 1 のロボット制御信号に基づく制御態様とは異なる制御態様でロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つを制御するための第 2 のロボット制御信号を生成してもよい。つまり、制御装置 3 は、第 1 のロボット制御信号に基づいてロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つを制御することで少なくとも非処理実行物体 O B J __n t g t を容器 C B に落下させる処理が失敗した場合には、新たな第 2 のロボット制御信号に基づいてロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つを制御することで少なくとも非処理実行物体 O B J __n t g t を容器 C B に落下させる処理を再度行ってもよい。言い換えれば、制御装置 3 は、第 1 の制御態様でロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つを制御することで少なくとも非処理実行物体 O B J __n t g t を容器 C B に落下させる処理が失敗した場合には、第 1 の制御態様とは異なる第 2 の制御態様でロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つを制御することで少なくとも非処理実行物体 O B J __n t g t を容器 C B に落下させる処理を再度行ってもよい。つまり、制御装置 3 は、少なくとも非処理実行物体 O B J __n t g t を容器 C B に落下させる処理が失敗した場合には、少なくとも非処理実行物体 O B J __n t g t を容器 C B に落下させるためのロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つの制御態様を変更した上で、少なくとも非処理実行物体 O B J __n t g t を容器 C B に落下させる処理を再度行ってもよい。

[0386] このように、少なくとも非処理実行物体 O B J __n t g t を容器 C B に落下させるためのロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つの制御態様を変更した上で少なくとも非処理実行物体 O B J __n t g t を容器 C B に落下させる処理が再度行われる場合には、少なくとも非処理実行物体 O B J __n t g t を容器 C B に落下させる処理が再度行われない場合と比較して、少なくとも非処理実行物体 O B J __n t g t が容器 C B に落下する可能性が高くなる。

[0387] 以下、図 22 を参照しながら、第 2 変形例におけるロボット制御処理につ

いて説明する。図22は、第2変形例におけるロボット制御処理の流れを示すフローチャートである。尚、既に説明済みの処理については、同一のステップ番号を付することで、その詳細な説明を省略する。

[0388] 図22に示すように、第2変形例においても、制御装置3は、処理実行物体OBJ__t g tを保持するようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御する（ステップS11からステップS13）。更に、第2変形例においても、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ__t g tと共に非処理実行物体OBJ__n t g tを保持していると判定された場合には（ステップS22：Yes）、制御装置3は、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g tを容器CBに落下させるようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御する（ステップS23からステップS24）。

[0389] その後、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g tが容器CBに落下していないと判定された場合には（ステップS31：No）、制御装置3（特に、信号生成部312）は、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g tを容器CBに落下させるためのロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様を変更する（ステップS25b）。つまり、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g tを容器CBに落下させるためにこれまでに用いたロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様とは異なる制御態様でロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御することで少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g tを容器CBに落下させるためのロボット制御信号を生成する（ステップS25b）。

[0390] ロボット1の制御態様は、ロボット1の制御によるエンドエフェクタ4の移動態様を含んでいてもよい。この場合、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g tを容器CBに落下させるためにエンドエフェクタ4を第1の移動態様で移動させた後に少なくとも非処理実行物体OBJ__n t g tが容器CBに落下していないと判定された場合には、エンドエ

フェクタ 4 を第 1 の移動態様とは異なる第 2 の移動態様で移動させることで少なくとも非処理実行物体 OBJ__n t g t を容器 CB に落下させるようにロボット 1 を制御するロボット制御信号を生成してもよい。

[0391] ロボット 1 の制御によるエンドエフェクタ 4 の移動態様は、エンドエフェクタ 4 の移動の種類を含んでいてもよい。エンドエフェクタ 4 の移動の種類は、エンドエフェクタ 4 が並進移動するか又は回転移動するかを示していてもよい。ロボット 1 の制御によるエンドエフェクタ 4 の移動態様は、エンドエフェクタ 4 の移動方向を含んでいてもよい。ロボット 1 の制御によるエンドエフェクタ 4 の移動態様は、エンドエフェクタ 4 の移動量を含んでいてもよい。ロボット 1 の制御によるエンドエフェクタ 4 の移動態様は、エンドエフェクタ 4 の速度（移動速度）を含んでいてもよい。ロボット 1 の制御によるエンドエフェクタ 4 の移動態様は、エンドエフェクタ 4 の加速度（移動加速度）を含んでいてもよい。

[0392] エンドエフェクタ 4 の制御態様は、エンドエフェクタ 4 の保持力を含んでいてもよい。この場合、信号生成部 312 は、少なくとも非処理実行物体 OBJ__n t g t が容器 CB に落下していないと判定された場合には、エンドエフェクタ 4 の保持力を弱めることで少なくとも非処理実行物体 OBJ__n t g t を容器 CB に落下させるようにエンドエフェクタ 4 を制御するロボット制御信号を生成してもよい。

[0393] 少なくとも非処理実行物体 OBJ__n t g t が容器 CB に落下するようにロボット 1 が制御された（つまり、ロボット 1 の制御によるエンドエフェクタ 4 の移動が制御された）後に少なくとも非処理実行物体 OBJ__n t g t が容器 CB に落下していないと判定された場合には、信号生成部 312 は、ロボット 1 の制御態様を変更することに加えて又は代えて、エンドエフェクタ 4 の制御態様を変更してもよい。例えば、少なくとも非処理実行物体 OBJ__n t g t が容器 CB に落下するようにエンドエフェクタ 4 が回転移動した（つまり、エンドエフェクタ 4 の姿勢が変化した）後に少なくとも非処理実行物体 OBJ__n t g t が容器 CB に落下していないと判定された場合に

は、信号生成部312は、ロボット1の制御態様（つまり、ロボット1の制御によるエンドエフェクタ4の移動態様）を変更することに加えて又は代えて、エンドエフェクタ4の保持力を変更してもよい（例えば、弱めてもよい）。この場合、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下する可能性が高くなることが期待される。

[0394] 同様に、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下するようにエンドエフェクタ4が制御された後に少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下していないと判定された場合には、信号生成部312は、エンドエフェクタ4の制御態様を変更することに加えて又は代えて、ロボット1の制御態様（つまり、ロボット1の制御によるエンドエフェクタ4の移動態様）を変更してもよい。例えば、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下するようにエンドエフェクタ4の保持力が弱められた後に少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下していないと判定された場合には、信号生成部312は、エンドエフェクタ4の制御態様（例えば、保持力）を変更することに加えて又は代えて、ロボット1を制御してエンドエフェクタ4を移動（例えば、回転移動）させてもよい。この場合、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下する可能性が高くなることが期待される。

[0395] 制御装置3（特に、信号生成部312）は、処理実行物体OBJ__tgtと共に非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているエンドエフェクタ4の挙動を模擬するシミュレーションを行うことで、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるためのロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様を決定してもよい。

[0396] 例えば、信号生成部312は、処理実行物体OBJ__tgtと共に非処理実行物体OBJ__ntgtを含む保持対象物体群OBG__hの三次元モデルである保持対象物体モデルと、エンドエフェクタ4の三次元モデルであるエンドエフェクタモデルとを、処理実行物体OBJ__tgt及び非処理実行物体OBJ__ntgtを含む保持対象物体群OBG__hを保持しているエンド

エフェクタ 4 が配置された三次元空間を模した仮想的なシミュレーション空間に配置してもよい。更に、信号生成部 312 は、容器 CB の三次元モデルである容器モデルを、仮想的なシミュレーション空間に配置してもよい。更に、信号生成部 312 は、容器 CB に収容された少なくとも一つの対象物体 OBJ を含む対象物体群 OBG_{cb} の三次元モデルである収容物体モデルを、仮想的なシミュレーション空間に配置してもよい。

[0397] この場合、信号生成部 312 は、シミュレーション空間における保持対象物体モデルとエンドエフェクタモデルと容器モデルと収容物体モデルとの間の相対的な位置関係が、現実空間における保持対象物体群 OBG_h とエンドエフェクタ 4 と容器 CB と対象物体群 OBG_{cb} との間の相対的な位置関係と同一となるように、シミュレーション空間に保持対象物体モデルとエンドエフェクタモデルと容器モデルと収容物体モデルとを配置してもよい。

[0398] シミュレーション空間内に保持対象物体モデルを配置するために、信号生成部 312 は、ステップ S23 において特定された保持状態を参照してもよい。なぜならば、ステップ S23 において特定された保持状態は、現実空間における保持対象物体群 OBG_h の位置及び姿勢の少なくとも一つを示しているからである。この場合、信号生成部 312 は、シミュレーション空間内において、ステップ S23 において特定された保持状態が示す位置に、保持対象物体モデルを配置してもよい。信号生成部 312 は、シミュレーション空間内において、ステップ S23 において特定された保持状態が示す姿勢で、保持対象物体モデルを配置してもよい。

[0399] シミュレーション空間内にエンドエフェクタモデルを配置するために、信号生成部 312 は、位置姿勢算出部 311 を制御して、エンドエフェクタ 4 の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。この場合、誤保持検出部 313 は、図 5 又は図 22 のステップ S21 において取得された画像データ IMG と、エンドエフェクタ 4 の形状を示すテンプレートモデルとを用いたマッチング処理を行うことで、エンドエフェクタ 4 の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。尚、エンドエフェクタ 4 の形状を示すテンプレ

レートモデルを用いたマッチング処理そのものは、上述した対象物体OBJの形状を示すテンプレートモデルを用いたマッチング処理と同一であってもよい。その後、信号生成部312は、シミュレーション空間内において、算出したエンドエフェクタ4の位置と同じ位置に、エンドエフェクタモデルを配置してもよい。信号生成部312は、シミュレーション空間内において、算出したエンドエフェクタ4の姿勢と同じ姿勢で、エンドエフェクタモデルを配置してもよい。

[0400] シミュレーション空間内に容器モデルを配置するために、信号生成部312は、容器CBの位置として予め指定された位置に関する情報及び／又は容器CBの姿勢として予め指定された姿勢に関する情報を取得してもよい。但し、信号生成部312は、図5又は図22のステップS11において取得された画像データIMGと、容器CBの形状を示すテンプレートモデルとを用いたマッチング処理を行うことで、容器CBの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。尚、容器CBの形状を示すテンプレートモデルを用いたマッチング処理そのものは、上述した対象物体OBJの形状を示すテンプレートモデルを用いたマッチング処理と同一であってもよい。その後、信号生成部312は、シミュレーション空間内において、容器CBの位置と同じ位置に、容器モデルを配置してもよい。信号生成部312は、シミュレーション空間内において、容器CBの姿勢と同じ姿勢で、容器モデルを配置してもよい。

[0401] シミュレーション空間内に収容物体モデルを配置するために、信号生成部312は、位置姿勢算出部311を制御して、容器CBに収容された対象物体群OBG_{cb}の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。この場合、誤保持検出部313は、図5又は図22のステップS11において取得された画像データIMGと、対象物体OBJの形状を示すテンプレートモデルとを用いたマッチング処理を行うことで、容器CBに収容された対象物体群OBG_{cb}の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。或いは、誤保持検出部313は、エンドエフェクタ4が処理実行物体OBJ_t

g t を保持した後に撮像装置 2 1 が容器 C B に収容された対象物体群 O B G __ c b を撮像することで生成された画像データ I M G と、対象物体 O B J の形状を示すテンプレートモデルとを用いたマッチング処理を行うことで、容器 C B に収容された対象物体群 O B G __ c b の位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。その後、信号生成部 3 1 2 は、シミュレーション空間内において、算出した対象物体群 O B G __ c b の位置と同じ位置に、収容物体モデルを配置してもよい。信号生成部 3 1 2 は、シミュレーション空間内において、算出した対象物体群 O B G __ c b の姿勢と同じ姿勢で、収容物体モデルを配置してもよい。

[0402] その後、信号生成部 3 1 2 は、シミュレーション空間においてエンドエフェクタモデルを移動させることで、保持対象物体モデル（特に、非処理実行物体 O B J __ n t g t の三次元形状を示す保持対象物体モデル）の挙動を推定してもよい。この場合、信号生成部 3 1 2 は、シミュレーション空間において少なくとも非処理実行物体 O B J __ n t g t の保持対象物体モデルが容器モデルに落下するという条件を満たすエンドエフェクタモデルの移動態様を、少なくとも非処理実行物体 O B J __ n t g t を容器 C B に落下させるためのロボット 1 の制御態様（つまり、ロボット 1 の制御によるエンドエフェクタ 4 の移動態様）として採用してもよい。シミュレーション空間において少なくとも非処理実行物体 O B J __ n t g t の保持対象物体モデルが容器モデルに落下するという条件を満たすエンドエフェクタモデルの移動態様が複数存在する場合には、信号生成部 3 1 2 は、エンドエフェクタモデルの複数の移動態様のうちの少なくとも一つを、少なくとも非処理実行物体 O B J __ n t g t を容器 C B に落下させるためのロボット 1 の制御態様（つまり、ロボット 1 の制御によるエンドエフェクタ 4 の移動態様）として採用してもよい。

[0403] 信号生成部 3 1 2 は、シミュレーション空間においてエンドエフェクタモデルを移動させることに加えて又は代えて、シミュレーション空間においてエンドエフェクタモデルと保持対象物体モデル（特に、非処理実行物体 O B

J__n t g t の三次元形状を示す保持対象物体モデル) との間の摩擦力を変更することで、保持対象物体モデル (特に、非処理実行物体 O B J__n t g t の三次元形状を示す保持対象物体モデル) の挙動を推定してもよい。この場合、信号生成部 3 1 2 は、シミュレーション空間において少なくとも非処理実行物体 O B J__n t g t の保持対象物体モデルが容器モデルに落下するという条件を満たす摩擦力を実現するためのエンドエフェクタ 4 の保持力を、少なくとも非処理実行物体 O B J__n t g t を容器 C B に落下させるためのエンドエフェクタ 4 の制御態様として採用してもよい。シミュレーション空間において少なくとも非処理実行物体 O B J__n t g t の保持対象物体モデルが容器モデルに落下するという条件を満たす摩擦力が複数存在する場合には、信号生成部 3 1 2 は、複数の摩擦力のうちの少なくとも一つを実現するためのエンドエフェクタ 4 の保持力を、少なくとも非処理実行物体 O B J__n t g t を容器 C B に落下させるためのエンドエフェクタ 4 の制御態様として採用してもよい。

[0404] 尚、シミュレーション空間において少なくとも非処理実行物体 O B J__n t g t の保持対象物体モデルが容器モデルに落下するように、エンドエフェクタモデルを移動させることができず、且つ、シミュレーション空間において少なくとも非処理実行物体 O B J__n t g t の保持対象物体モデルが容器モデルに落下するように、非処理実行物体 O B J__n t g t の保持対象物体モデルとエンドエフェクタモデルとの間の摩擦力を変更することができなかった場合には、少なくとも非処理実行物体 O B J__n t g t を容器 C B に落下させるためのロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つの制御態様が、シミュレーションによって発見できなかったと想定される。つまり、シミュレーション空間において少なくとも非処理実行物体 O B J__n t g t の保持対象物体モデルが容器モデルに落下するという条件を満たすエンドエフェクタモデルの移動態様が発見できず、且つ、シミュレーション空間において少なくとも非処理実行物体 O B J__n t g t の保持対象物体モデルが容器モデルに落下するという条件を満たす保持対象物体モデルとエンドエ

ェクタモデルとの間の摩擦力が発見できなかった場合には、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるためのロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様が、シミュレーションによって発見できなかったと想定される。この場合、誤保持検出部313は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させることができない旨をロボットシステムSYSのユーザ（オペレータ）に通知するためのアラートを出力するように、出力装置35を制御してもよい（ステップS32）。

[0405] また、ステップS25bのみならず、ステップS24において少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるためのロボット制御信号を生成する場合においても、信号生成部312は、処理実行物体OBJ__tgtと共に非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているエンドエフェクタ4の挙動を模擬するシミュレーションを行うことで、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるためのロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様を決定してもよい。

[0406] このように、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるためのロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様がシミュレーションによって算出される場合には、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるためのロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様がシミュレーションによって算出されない場合と比較して、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下する可能性が高くなる。

[0407] 信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるためのロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様を、複数回変更してもよい。例えば、第1の制御態様でロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御することで少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させる処理が失敗した場合には、信号生成部312は、第1の制御態様とは異なる第2の制御態様で

ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御することで少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるためのロボット制御信号を生成してもよい（1回目の制御態様の変更）。その後、第2の制御態様でロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御することで少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させる処理が失敗した場合には、信号生成部312は、第1及び第2の制御態様とは異なる第3の制御態様でロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御することで少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるためのロボット制御信号を生成してもよい（3回目の制御態様の変更）。その後、信号生成部312は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下するまで、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様の変更を繰り返してもよい。

[0408] ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様を一回又は複数回変更した場合であっても少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下していないと判定された場合には（ステップS31b：No）、誤保持検出部313は、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させることができなかった旨をロボットシステムSYSのユーザ（オペレータ）に通知するためのアラートを出力するように、出力装置35を制御してもよい（ステップS32）。

[0409] 他方、ロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つの制御態様を一回又は複数回変更した結果、少なくとも非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下したと判定された場合には（ステップS31b：Yes）、誤保持検出部313は、アラートを出力するように出力装置35を制御しなくてもよい。この場合、エンドエフェクタ4は、エンドエフェクタ4が保持した処理実行物体OBJ__tgtをリリースするリリース処理を行ってもよい（ステップS33）。

[0410] （4－3）第3変形例

第3変形例では、信号生成部312は、図5の又は図22のステップS2

4において、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}の姿勢が所望姿勢となるように、非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに落下させるためのロボット制御信号を生成してもよい。信号生成部312は、図5の又は図22のステップS24において、図5の又は図22のステップS24において生成されたロボット制御信号に基づいてロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御されることで容器CBに非処理実行物体OBJ_{ntgt}が落下したと仮定した場合に容器CB内に位置する非処理実行物体OBJ_{ntgt}の姿勢が所望姿勢となるように、非処理実行物体OBJ_{ntgt}を容器CBに落下させるためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0411] 所望姿勢は、容器CB内に位置する非処理実行物体OBJ_{ntgt}の位置及び姿勢の少なくとも一つを示す位置姿勢データPOIを適切に生成することができるという条件を満たす姿勢を含んでいてもよい。

[0412] 上述したように位置姿勢データPOIがマッチング処理によって生成される場合には、所望姿勢は、非処理実行物体OBJ_{ntgt}が容器CBに実際に落下した後に行われるマッチング処理によって、容器CB内に位置する非処理実行物体OBJ_{ntgt}が対象物体OBJとして適切に検出されるという条件を満たす姿勢を含んでいてもよい。一例として、所望姿勢は、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}の姿勢が所望姿勢となっている状況下で行われたマッチング処理によって非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}として選択される可能性が、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}の姿勢が所望姿勢となっていない状況下で行われたマッチング処理によって非処理実行物体OBJ_{ntgt}が処理実行物体OBJ_{tgt}として選択される可能性よりも高くなるという条件を満たす姿勢を含んでいてもよい。

[0413] 上述したようにマッチング処理によってマッチングスコアが算出される場合には、所望姿勢は、非処理実行物体OBJ_{ntgt}が容器CBに実際に

落下した後に行われるマッチング処理によって算出される非処理実行物体 OBJ_ntgt のマッチングスコアが、上述したマッチング判定閾値を上回るという条件を満たす姿勢を含んでいてもよい。一例として、所望姿勢は、落下することによって容器 CB 内に位置した非処理実行物体 OBJ_ntgt の姿勢が所望姿勢となっている状況下で行われたマッチング処理によって算出される非処理実行物体 OBJ_ntgt のマッチングスコアがマッチング判定閾値を上回る可能性が、落下することによって容器 CB 内に位置した非処理実行物体 OBJ_ntgt の姿勢が所望姿勢となっていない状況下で行われたマッチング処理によって算出される非処理実行物体 OBJ_ntgt のマッチングスコアがマッチング判定閾値を上回る可能性よりも高くなるという条件を満たす姿勢を含んでいてもよい。他の一例として、所望姿勢は、落下することによって容器 CB 内に位置した非処理実行物体 OBJ_ntgt の姿勢が所望姿勢となっている状況下で行われたマッチング処理によって算出される非処理実行物体 OBJ_ntgt のマッチングスコアが、落下することによって容器 CB 内に位置した非処理実行物体 OBJ_ntgt の姿勢が所望姿勢となっていない状況下で行われたマッチング処理によって算出される非処理実行物体 OBJ_ntgt のマッチングスコアよりも高くなるという条件を満たす姿勢を含んでいてもよい。

[0414] このように容器 CB 内に位置する非処理実行物体 OBJ_ntgt の位置姿勢データ POI を適切に生成することができるという条件を満たす姿勢が所望姿勢として用いられる場合には、非処理実行物体 OBJ_ntgt が容器 CB に実際に落下した後に行われるマッチング処理によって、容器 CB 内に位置する非処理実行物体 OBJ_ntgt の位置姿勢データ POI が適切に生成される可能性が高くなる。つまり、落下することによって容器 CB 内に位置した非処理実行物体 OBJ_ntgt の姿勢が所望姿勢となる場合には、落下することによって容器 CB 内に位置した非処理実行物体 OBJ_ntgt の姿勢が所望姿勢とならない場合と比較して、容器 CB 内に位置する非処理実行物体 OBJ_ntgt の位置姿勢データ POI が適切に生成され

る可能性が高くなる。この場合、制御装置3が、容器CBに落下した非処理実行物体OBJ__ntgtを、次にエンドエフェクタ4が保持すべき新たな処理実行物体OBJ__tgtとして選択できる可能性が高くなる。その結果、制御装置3が新たな処理実行物体OBJ__tgtを選択することができなくなる（例えば、マッチング処理によって対象物体OBJが一つも検出されない）可能性が低くなる。つまり、エンドエフェクタ4が対象物体OBJを保持することができる機会がより多く確保される。このため、マッチング処理によって対象物体OBJが一つも検出されないことに起因してマッチング処理をやり直す必要が少なくなるため、ロボットシステムSYSのスループットの向上（タクトタイムの低減）を図ることができる。

[0415] 「容器CB内に位置する非処理実行物体OBJ__ntgtの姿勢が所望姿勢となる」状態は、「容器CB内に位置する非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が所望方向を向く」状態を含んでもよい。非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位は、予め設定された非処理実行物体OBJ__ntgtの部位を含んでもよい。例えば、非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位は、ユーザが指定した非処理実行物体OBJ__ntgtの部位を含んでもよい。

[0416] 非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位は、容器CB内に位置する非処理実行物体OBJ__ntgtの位置姿勢データPOIを生成するために利用可能な非処理実行物体OBJ__ntgtの部位（つまり、対象物体OBJの部位）を含んでもよい。例えば、上述したように位置姿勢データPOIを生成するために行われるマッチング処理では、対象物体OBJの一部の形状を示すテンプレートモデルが用いられる。この場合、非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位は、テンプレートモデルに対応する部位を含んでもよい。

[0417] 非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が向くべき所望方向は、非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が所望方向を向いている場合に容器CB内に位置する非処理実行物体OBJ__ntgtの位置姿勢データPOI

が生成される可能性が、非処理実行物体 OBJ_ntgt の所望部位が所望方向を向いていない場合に容器 CB 内に位置する非処理実行物体 OBJ_ntgt の位置姿勢データ POI が生成される可能性よりも高くなるという条件を満たす方向を含んでいてもよい。上述したように位置姿勢データ POI がマッチング処理によって生成される場合には、所望方向は、非処理実行物体 OBJ_ntgt の所望部位が所望方向を向いている場合に容器 CB 内に位置する非処理実行物体 OBJ_ntgt が対象物体 OBJ として検出される可能性が、非処理実行物体 OBJ_ntgt の所望部位が所望方向を向いていない場合に容器 CB 内に位置する非処理実行物体 OBJ_ntgt が対象物体 OBJ として検出される可能性よりも高くなるという条件を満たす方向を含んでいてもよい。例えば、所望方向は、非処理実行物体 OBJ_ntgt の所望部位が所望方向を向いている場合にマッチング処理によって算出される非処理実行物体 OBJ_ntgt のマッチングスコアがマッチング判定閾値を上回る可能性が、非処理実行物体 OBJ_ntgt の所望部位が所望方向を向いていない場合にマッチング処理によって算出される非処理実行物体 OBJ_ntgt のマッチングスコアがマッチング判定閾値を上回る可能性よりも高くなるという条件を満たす方向を含んでいてもよい。例えば、所望方向は、非処理実行物体 OBJ_ntgt の所望部位が所望方向を向いている場合にマッチング処理によって算出される非処理実行物体 OBJ_ntgt のマッチングスコアが、非処理実行物体 OBJ_ntgt の所望部位が所望方向を向いていない場合にマッチング処理によって算出される非処理実行物体 OBJ_ntgt のマッチングスコアよりも高くなるという条件を満たす方向を含んでいてもよい。

[0418] 第1の例として、非処理実行物体 OBJ_ntgt の所望部位が所望方向を向く状態の一例を示す断面図である図23に示すように、所望方向は、落下することによって容器 CB 内に位置した非処理実行物体 OBJ_ntgt を撮像するために撮像システム2（特に、撮像装置21）が位置することが可能な方向を含んでいてもよい。この場合、非処理実行物体 OBJ_ntgt

tの所望部位が所望方向を向く状態は、非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が、非処理実行物体OBJ__ntgtを撮像する撮像システム2（特に、撮像装置21）が位置することが可能な方向を向く状態を含んでもよい。

[0419] 第2の例として、図23に示すように、所望方向は、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtを撮像する撮像システム2（特に、撮像装置21）に対して、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が正対する方向を含んでもよい。この場合、非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が所望方向を向く状態は、非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が、非処理実行物体OBJ__ntgtを撮像する撮像システム2（特に、撮像装置21）に正対する状態を含んでもよい。

[0420] 第3の例として、図23に示すように、所望方向は、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtを撮像する撮像システム2（特に、撮像装置21）の撮像領域（言い換えれば、撮像視野）に、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が含まれる方向を含んでもよい。この場合、非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が所望方向を向く状態は、非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が、非処理実行物体OBJ__ntgtを撮像する撮像システム2の撮像領域に含まれる状態を含んでもよい。

[0421] 第4の例として、図23に示すように、所望方向は、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtから見て、容器CBに収容された対象物体OBJを保持するためにエンドエフェクタ4が進入する進入口として容器CBに形成された開口APの方向を含んでもよい。この場合、非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が所望方向を向く状態は、非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が、容器CBの開口APの方向を向いている状態を含んでもよい。

[0422] 第5の例として、撮像システム2（特に、撮像装置21）が容器CBの上

方から容器C Bに收容された対象物体O B Jを撮像する場合には、図2 3に示すように、所望方向は、落下することによって容器C B内に位置した非処理実行物体O B J__n t g tから見て上向きの方角を含んでいてもよい。この場合、非処理実行物体O B J__n t g tの所望部位が所望方向を向く状態は、非処理実行物体O B J__n t g tの所望部位が上向きの方角を向いている状態を含んでいてもよい。

[0423] 尚、所望姿勢は、容器C B内に位置する非処理実行物体O B J__n t g tの位置及び姿勢の少なくとも一つを示す位置姿勢データP O Iを適切に生成することができるという条件に加えて又は代えて、容器C B内に位置する非処理実行物体O B J__n t g tをエンドエフェクタ4が適切に保持することができるという条件を満たす姿勢を含んでいてもよい。この場合も、「容器C B内に位置する非処理実行物体O B J__n t g tの姿勢が所望姿勢となる」状態は、「容器C B内に位置する非処理実行物体O B J__n t g tの所望部位が所望方向を向く」状態を含んでいてもよい。但し、所望姿勢が、容器C B内に位置する非処理実行物体O B J__n t g tをエンドエフェクタ4が適切に保持することができるという条件を満たす場合には、非処理実行物体O B J__n t g tの所望部位は、エンドエフェクタ4が保持する非処理実行物体O B J__n t g tの部位を含んでいてもよい。つまり、非処理実行物体O B J__n t g tの所望部位は、非処理実行物体O B J__n t g tのうちの、エンドエフェクタ4が保持するべき少なくとも一部の部位を含んでいてもよい。このようなエンドエフェクタ4が保持する非処理実行物体O B J__n t g tの部位（つまり、対象物体O B Jの部位）は、予め設定されていてもよい。このようなエンドエフェクタ4が保持する非処理実行物体O B J__n t g tの部位（つまり、対象物体O B Jの部位）は、ユーザによって指定されていてもよい。その結果、撮像システム2が、このようなエンドエフェクタ4が保持する非処理実行物体O B J__n t g tの部位を適切に撮像することができる可能性が高くなる。その結果、容器C Bに落下した非処理実行物体O B J__n t g tが新たな処理実行物体O B J__t g tとして選択された

状況下で、エンドエフェクタ4が、処理実行物体OBJ__ntgtとして新たに選択された非処理実行物体OBJ__ntgtを適切に保持することができる可能性が高くなる。

[0424] 信号生成部312は、エンドエフェクタ4が保持している対象物体OBJを含む保持対象物体群OBG__hの位置及び姿勢の少なくとも一つと、容器CBに收容されている対象物体OBJを含む対象物体群OBG__cbの位置及び姿勢の少なくとも一つとに基づいて、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの姿勢が所望姿勢となるように、非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるためのロボット制御信号を生成してもよい。一例として、信号生成部312は、第2変形例で説明したシミュレーションによって、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの位置及び姿勢の少なくとも一つを推定することで、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの姿勢が所望姿勢となるように、非処理実行物体OBJ__ntgtを容器CBに落下させるためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部312は、シミュレーション空間においてエンドエフェクタモデルを移動させることで、容器モデルに落下した保持対象物体モデル（特に、非処理実行物体OBJ__ntgtの三次元形状を示す保持対象物体モデル）の姿勢が所望姿勢となるという条件を満たすエンドエフェクタモデルの移動態様を、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの姿勢が所望姿勢とするためのロボット1の制御態様（つまり、ロボット1の制御によるエンドエフェクタ4の移動態様）として採用してもよい。

[0425] (4-4) 第4変形例

非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下した後は、エンドエフェクタ4は、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ__tgtを容器CBの外においてリリースし、その後、容器CBに收容されている対象物体OBJをエンドエフェクタ4が新たに保持するために、撮像装置

21が容器CBに收容されている対象物体OBJを撮像してもよいことは、上述したとおりである。更に、非処理実行物体OBJ_{ntgt}が容器CBに落下した場合には、撮像装置21は、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}を撮像し、位置姿勢算出部311は、撮像装置21が非処理実行物体OBJ_{ntgt}を撮像することで生成した画像データIMGに基づいて、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}を、新たな処理実行物体OBJ_{tgt}として選択する可能性があることもまた、上述したとおりである。

[0426] この場合、信号生成部312は、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}を撮像装置21が撮像する前に、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}を撮像装置21が適切に撮像することができるように、撮像装置21を移動させることで撮像装置21の位置及び姿勢の少なくとも一つを変更するためのロボット制御信号を生成してもよい。その結果、図24に示すように、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}を撮像装置21が撮像する前に、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}を撮像装置21が適切に撮像することができるように、撮像装置21の位置及び姿勢の少なくとも一つが変更される。その後、撮像装置21は、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}を撮像してもよい。

[0427] 尚、第4変形例における「落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}を撮像装置21が適切に撮像することができる」状態は、「落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}の所望部位が所望方向を向く」という第3変形例で説明済みの状態を含んでいてもよい。特に、第4変形例における「落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}を撮像装置21が適切に撮像することができる」状態は、「落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ_{ntgt}の所望部位が、非処理実行

物体OBJ__ntgtを撮像する撮像システム2（特に、撮像装置21）が位置することが可能な方向を向く」状態（つまり、第3変形例で説明した第1の例）、「落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が、非処理実行物体OBJ__ntgtを撮像する撮像システム2（特に、撮像装置21）に正対する」状態（つまり、第3変形例で説明した第2の例）、及び、「落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が、非処理実行物体OBJ__ntgtを撮像する撮像システム2（特に、撮像装置21）の撮像領域に含まれる」状態（つまり、第3変形例で説明した第3の例）のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0428] この場合、撮像装置21を移動させることで撮像装置21の位置及び姿勢の少なくとも一つを変更するためのロボット制御信号を生成するために、信号生成部312は、まず、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの位置及び姿勢の少なくとも一つを推定してもよい。

[0429] 一例として、信号生成部312は、図5又は図22のステップS23において特定された保持状態（つまり、エンドエフェクタ4に保持されている保持対象物体群OBG__hの保持状態）に基づいて、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの位置及び姿勢の少なくとも一つを推定してもよい。尚、保持状態が図5又は図22のステップS21において取得された画像データIMGに基づいて特定されるがゆえに、信号生成部312は、図5又は図22のステップS21において取得された画像データIMGに基づいて、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの位置及び姿勢の少なくとも一つを推定しているとみなしてもよい。

[0430] 尚、第1変形例で説明したように、容器CB内の所望位置に非処理実行物体OBJ__ntgtが落下するように非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下した場合には、所望位置が、落下することによって容器CB内

に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの位置の推定値として流用されてもよい。この場合、信号生成部312は、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの位置を推定しなくてもよい。

[0431] 同様に、第3変形例で説明したように、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの姿勢が所望姿勢となるように非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下した場合には、所望姿勢が、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの姿勢の推定値として流用されてもよい。この場合、信号生成部312は、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの姿勢を推定しなくてもよい。

[0432] この場合、信号生成部312は、第2変形例で説明したシミュレーションによって、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの位置及び姿勢の少なくとも一つを推定してもよい。具体的には、信号生成部312は、図5又は図22のステップS24において生成された非処理実行物体OBJ__ntgtを落下させるためのロボット制御信号に基づいてロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つが制御された場合の非処理実行物体OBJ__ntgtの挙動を、第2変形例で説明したシミュレーションによって推定することで、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの位置及び姿勢の少なくとも一つを推定してもよい。

[0433] その後、信号生成部312は、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの位置及び姿勢の少なくとも一つの推定結果に基づいて、撮像装置21を移動させることで撮像装置21の位置及び姿勢の少なくとも一つを変更するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部312は、容器CB内において推定された位置に存在する非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が所望方向を向くように、撮像装置21を移動させることで撮像装置21の位置及び姿勢の少なくとも

一つを変更するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部312は、容器CB内において推定された姿勢で存在する非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が所望方向を向くように、撮像装置21を移動させることで撮像装置21の位置及び姿勢の少なくとも一つを変更するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0434] その結果、撮像装置21が非処理実行物体OBJ__ntgtを撮像する前に撮像装置21の位置及び姿勢が変更されない場合と比較して、撮像装置21が、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgt（つまり、所望部位が所望方向を向いている非処理実行物体OBJ__ntgt）を適切に撮像することができる可能性が高くなる。

[0435] その結果、上述したように、非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が、容器CB内に位置する非処理実行物体OBJ__ntgtの位置姿勢データPOIを生成するために利用可能な非処理実行物体OBJ__ntgtの部位（例えば、テンプレートモデルに対応する部位）を含んでいる場合には、容器CB内に位置する非処理実行物体OBJ__ntgtの位置姿勢データPOIが適切に生成される可能性が高くなる。この場合、制御装置3が、容器CBに落下した非処理実行物体OBJ__ntgtを、次にエンドエフェクタ4が保持すべき新たな処理実行物体OBJ__tgtとして選択できる可能性が高くなる。その結果、制御装置3が新たな処理実行物体OBJ__tgtを選択することができなくなる（つまり、マッチング処理によって対象物体OBJが一つも検出されない）可能性が低くなる。つまり、エンドエフェクタ4が対象物体OBJを保持することができる機会がより多く確保される。このため、マッチング処理によって対象物体OBJが一つも検出されないことに起因してマッチング処理をやり直す必要が少なくなるため、ロボットシステムSYSのスループットの向上を図ることができる。

[0436] また、上述したように、非処理実行物体OBJ__ntgtの所望部位が、非処理実行物体OBJ__ntgtのうちの、エンドエフェクタ4が保持すべき少なくとも一部の部位を含んでいる場合には、エンドエフェクタ4は、

容器C Bに落下した非処理実行物体O B J __ n t g t が新たな処理実行物体O B J __ t g t として選択された状況下で、エンドエフェクタ4は、新たな処理実行物体O B J __ t g t として選択された非処理実行物体O B J __ n t g t を適切に保持することができる可能性が高くなる。

[0437] 尚、信号生成部3 1 2は、落下することによって容器C B内に位置した非処理実行物体O B J __ n t g t の位置及び姿勢の少なくとも一つの推定結果に基づいて、撮像装置2 1を移動させて撮像装置2 1の位置及び姿勢の少なくとも一つを変更するためのロボット制御信号を生成しなくてもよい。つまり、制御装置3は、落下することによって容器C B内に位置した非処理実行物体O B J __ n t g t の位置及び姿勢の少なくとも一つの推定結果に基づいて、撮像装置2 1が非処理実行物体O B J __ n t g t を撮像する前に、撮像装置2 1の位置及び姿勢の少なくとも一つを変更しなくてもよい。この場合、信号生成部3 1 2は、落下することによって容器C B内に位置した非処理実行物体O B J __ n t g t の位置及び姿勢の少なくとも一つの推定結果に基づいて、落下することによって容器C B内に位置した非処理実行物体O B J __ n t g t をエンドエフェクタ4が保持するようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部3 1 2は、容器C B内において推定された位置に存在する非処理実行物体O B J __ n t g t をエンドエフェクタ4が保持するようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。例えば、信号生成部3 1 2は、容器C B内において推定された姿勢で存在する非処理実行物体O B J __ n t g t をエンドエフェクタ4が保持するようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0438] 尚、第1変形例で説明したように、容器C B内の所望位置に非処理実行物体O B J __ n t g t が落下するように非処理実行物体O B J __ n t g t が容器C Bに落下した場合には、所望位置が、落下することによって容器C B内に位置した非処理実行物体O B J __ n t g t の位置の推定値として流用され

てもよい。この場合、信号生成部312は、容器CB内の所望位置に非処理実行物体OBJ__ntgtが落下するようにロボット1を制御するために用いられた所望位置に関する情報に基づいて、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtをエンドエフェクタ4が保持するようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0439] 同様に、第3変形例で説明したように、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの姿勢が所望姿勢となるように非処理実行物体OBJ__ntgtが容器CBに落下した場合には、所望姿勢が、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtの姿勢の推定値として流用されてもよい。この場合、信号生成部312は、落下することで容器CB内に位置する非処理実行物体OBJ__ntgtの姿勢が所望姿勢となるようにロボット1を制御するために用いられた所望姿勢に関する情報に基づいて、落下することによって容器CB内に位置した非処理実行物体OBJ__ntgtをエンドエフェクタ4が保持するようにロボット1及びエンドエフェクタ4の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。

[0440] （4－5）第5変形例

上述した説明では、制御装置3（特に、誤保持検出部313）は、図5又は図22のステップS22において、エンドエフェクタ4に保持されている保持対象物体群OBG__hを撮像装置21が撮像することで生成される画像データIMGに基づいて、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているか否かを判定している。第5変形例では、制御装置3は、図5又は図22のステップS22において、撮像システム2が生成した画像データIMGを用いる方法とは異なる方法を用いて、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているか否かを判定してもよい。

[0441] 更に、上述した説明では、制御装置3（特に、誤保持検出部313）は、

図5又は図22のステップS23において、エンドエフェクタ4に保持されている保持対象物体群OBG_hを撮像装置21が撮像することで生成される画像データIMGに基づいて、エンドエフェクタ4に保持されている保持対象物体群OBG_hの保持状態を特定している。第5変形例では、制御装置3は、図5又は図22のステップS23において、撮像システム2が生成した画像データIMGを用いる方法とは異なる方法を用いて、エンドエフェクタ4に保持されている保持対象物体群OBG_hの保持状態を特定してもよい。

[0442] 第1の例として、制御装置3は、撮像システム2とは異なる撮像システム91a（図18参照）がエンドエフェクタ4に保持されている保持対象物体群OBG_hを撮像することで生成される画像データに基づいて、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_ntgtを保持しているか否かを判定してもよい。尚、撮像システム91aが生成した画像データに基づいてエンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_ntgtを保持しているか否かを判定する処理は、撮像システム2が生成した画像データIMGに基づいてエンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_ntgtを保持しているか否かを判定する処理と同一であってもよい。このため、撮像システム91aが生成した画像データに基づいてエンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_ntgtを保持しているか否かを判定する処理の詳細な説明は省略する。

[0443] 撮像システム91aがエンドエフェクタ4に保持されている保持対象物体群OBG_hを撮像する場合には、撮像システム91aがエンドエフェクタ4に保持されている保持対象物体群OBG_hを撮像する前に、制御装置3は、撮像システム91aの撮像範囲（撮像画角）にエンドエフェクタ4の少なくとも一部（特に、エンドエフェクタ4のうちの対象物体OBJを保持するための部位）が含まれるように、撮像システム91aに対してエンドエフェクタ4を移動させてもよい。その結果、撮像システム91aは、エンドエフェクタ4に保持されている保持対象物体群OBG_hを適切に撮像することができる。但し、撮像システム91aの撮像範囲（撮像画角）に既にエン

ドエフェクタ 4 の少なくとも一部（特に、エンドエフェクタ 4 のうちの対象物体 O B J を保持するための部位）が含まれる場合には、制御装置 3 は、撮像システム 9 1 a に対してエンドエフェクタ 4 を移動させなくてもよい。

[0444] 尚、上述したようにロボットアーム 1 2 に設けられた撮像システム 2 がエンドエフェクタ 4 に保持されている保持対象物体群 O B G__h を撮像する場合には、撮像システム 2 の撮像範囲（撮像画角）にエンドエフェクタ 4 の少なくとも一部（特に、エンドエフェクタ 4 のうちの対象物体 O B J を保持するための部位）が含まれるように撮像システム 2 とエンドエフェクタ 4 とが位置合わせされていれば、その後は、制御装置 3 は、撮像システム 2 の撮像範囲（撮像画角）にエンドエフェクタ 4 の少なくとも一部（特に、エンドエフェクタ 4 のうちの対象物体 O B J を保持するための部位）が含まれるように、エンドエフェクタ 4 を移動させなくてもよくなる。このため、スループットが向上（タクトタイムが低減）する。

[0445] 第 2 の例として、制御装置 3 は、撮像システム 2 とは異なる撮像システム 9 1 a（図 1 8 参照）がエンドエフェクタ 4 に保持されている保持対象物体群 O B G__h を撮像することで生成される画像データに基づいて、エンドエフェクタ 4 に保持されている保持対象物体群 O B G__h の保持状態を特定してもよい。尚、撮像システム 9 1 a が生成した画像データに基づいてエンドエフェクタ 4 に保持されている保持対象物体群 O B G__h の保持状態を特定する処理は、撮像システム 2 が生成した画像データ I M G に基づいてエンドエフェクタ 4 に保持されている保持対象物体群 O B G__h の保持状態を特定する処理と同一であってもよい。このため、撮像システム 9 1 a が生成した画像データに基づいてエンドエフェクタ 4 に保持されている保持対象物体群 O B G__h の保持状態を特定する処理の詳細な説明は省略する。

[0446] 尚、撮像システム 9 1 a がエンドエフェクタ 4 に保持されている保持対象物体群 O B G__h を撮像する場合には、撮像システム 9 1 a は、エンドエフェクタ 4 に保持されている保持対象物体群 O B G__h を計測可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。例えば、撮像システム 9 1 a は、エ

ンドエフェクタ 4 が非処理実行物体 $O B J\_n t g t$ を保持しているか否かを判定するために利用可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。例えば、撮像システム 9 1 a は、エンドエフェクタ 4 に保持されている保持対象物体群 $O B G\_h$ の保持状態を特定するために利用可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。

[0447] 第 3 の例として、制御装置 3 は、ロボット 1 が備えるロボット制御装置 1 3 から、エンドエフェクタ 4 の基準点 $T C P$ （例えば、ツールセンターポイント）の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報を取得し、取得した情報に基づいて、保持対象物体群 $O B G\_h$ の保持状態（特に、エンドエフェクタ 4 が直接的に保持しているはずであろう処理実行物体 $O B J\_t g t$ の保持状態）を特定（推定）してもよい。

[0448] 例えば、エンドエフェクタ 4 が対象物体 $O B J$ を保持する場合のエンドエフェクタ 4 と対象物体 $O B J$ との間の相対的な位置関係は、上述したように、保持目標位置関係として予め登録されていてもよい。この場合、エンドエフェクタ 4 と処理実行物体 $O B J\_t g t$ との間の相対的な位置関係が予め登録された保持目標位置関係と一致するタイミングで、エンドエフェクタ 4 は、処理実行物体 $O B J\_t g t$ を保持する。このため、エンドエフェクタ 4 とエンドエフェクタ 4 が保持している処理実行物体 $O B J\_t g t$ との間の相対的な位置関係は、予め登録された保持目標位置関係と一致している可能性が高い。このため、制御装置 3 は、エンドエフェクタ 4 の基準点 $T C P$ の位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報と、予め登録された保持目標位置関係に関する情報とに基づいて、エンドエフェクタ 4 が保持している処理実行物体 $O B J\_t g t$ の保持状態（例えば、位置及び姿勢の少なくとも一つ）を推定してもよい。

[0449] 例えば、エンドエフェクタ 4 が対象物体 $O B J$ を保持する場合のエンドエフェクタ 4 と対象物体 $O B J$ との間の相対的な姿勢関係は、上述したように、保持目標姿勢関係として予め登録されていてもよい。この場合、エンドエフェクタ 4 と処理実行物体 $O B J\_t g t$ との間の相対的な姿勢関係が予め

登録された保持目標姿勢関係と一致するタイミングで、エンドエフェクタ4は、処理実行物体OBJ_{target}を保持する。このため、エンドエフェクタ4とエンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ_{target}との間の相対的な姿勢関係は、予め登録された保持目標姿勢関係と一致している可能性が高い。このため、制御装置3は、エンドエフェクタ4の基準点TCPの位置及び姿勢の少なくとも一つに関する情報と、予め登録された保持目標姿勢関係に関する情報とに基づいて、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ_{target}の保持状態（例えば、位置及び姿勢の少なくとも一つ）を特定してもよい。

[0450] 第4の例として、制御装置3は、ロボット1が備えている重量センサ（言い換えれば、荷重センサ）による検出結果に基づいて、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{non-target}を保持しているか否かを判定してもよい。一例として、重量センサとして、エンドエフェクタ4が保持している対象物体OBJの重量の変化を検出可能な重量センサが用いられてもよい。このような重量センサは、ロボットアーム12のジョイント122に配置されていてもよいし、ロボットアーム12のフランジ面（具体的には、エンドエフェクタ4が取り付けられるフランジ面）とエンドエフェクタ4との間に配置されていてもよいし、エンドエフェクタ4に配置されていてもよい。エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{non-target}を保持している場合における重量センサの検出結果である重量の検出値は、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{non-target}を保持していない場合における重量センサの検出結果である重量の検出値よりも重くなるはずである。このため、制御装置3は、重量センサの検出結果に基づいて、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ_{non-target}を保持しているか否かを精度よく判定することができる。

[0451] 尚、制御装置3は、ロボット1が備えている重量センサ（言い換えれば、荷重センサ）による検出結果に基づいて、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ_{target}の保持状態を特定してもよい。

[0452] 尚、ロボット1が備えている重量センサは、エンドエフェクタ4に保持されている保持対象物体群OBG__hを計測可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。例えば、ロボット1が備えている重量センサは、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているか否かを判定するために利用可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。例えば、ロボット1が備えている重量センサは、エンドエフェクタ4に保持されている保持対象物体群OBG__hの保持状態を特定するために利用可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。

[0453] 第5の例として、制御装置3は、容器CBに収容されている対象物体群OBG__cbの重量を計測可能な重量センサ92a（図19参照）による検出結果に基づいて、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているか否かを判定してもよい。一例として、エンドエフェクタ4が容器CBから処理実行物体OBJ__tgtと共に非処理実行物体OBJ__ntgtを保持している場合における重量センサ92aの検出結果である重量の検出値は、エンドエフェクタ4が容器CBから処理実行物体OBJ__tgtを保持したものの非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しなかった場合における重量センサ92aの検出結果である重量の検出値よりも軽くなるはずである。このため、制御装置3は、重量センサ92aの検出結果に基づいて、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているか否かを精度よく判定することができる。

[0454] 尚、制御装置3は、容器CBに収容されている対象物体群OBG__cbの重量を計測可能な重量センサ92aによる検出結果に基づいて、エンドエフェクタ4が保持している処理実行物体OBJ__tgtの保持状態を特定してもよい。

[0455] 尚、重量センサ92aは、エンドエフェクタ4に保持されている保持対象物体群OBG__hを計測可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。例えば、重量センサ92aは、エンドエフェクタ4が非処理実行物体OBJ__ntgtを保持しているか否かを判定するために利用可能な計測装置

として機能しているとみなしてもよい。例えば、重量センサ 92 a は、エンドエフェクタ 4 に保持されている保持対象物体群 O B G __ h の保持状態を特定するために利用可能な計測装置として機能しているとみなしてもよい。

[0456] (4-6) 第6変形例

誤保持検出部 313 は、ステップ S 23 として、ステップ S 21 において取得された画像データ I M G に基づいて、エンドエフェクタ 4 に保持されている保持対象物体群 O B G の保持状態を特定してもよいことは、上述したとおりである。ここで、保持状態は、エンドエフェクタ 4 により保持された物体の種類を含んでいてもよい。容器 C B (載置装置 T) には、複数の対象物体 O B J に加えて、対象物体 O B J とは種類の異なる少なくとも一つの物体 (以降、必要に応じて異種物体と称されてもよい) が偶発的又は意図的に収容されていることがある。この場合、上述のステップ S 13 において、エンドエフェクタ 4 が対象物体 O B J を保持するための保持動作を行った場合、エンドエフェクタ 4 で異種物体を保持してしまうことがある。特に、異種物体と対象物体 O B J (例えば、処理実行物体 O B J __ t g t) との形状差が小さくなるほど、意図せず、エンドエフェクタ 4 で異種物体を保持する可能性が高くなる。エンドエフェクタ 4 で保持された異種物体をリリース処理した場合、所望のリリース処理ができない可能性が高い。例えば、処理実行物体 O B J __ t g t がリリースされるべき物体 (例えば、載置装置 T) に異種物体が衝突し、処理実行物体 O B J __ t g t がリリースされるべき物体 (例えば、載置装置 T) が傷つく可能性がある。

この場合、誤保持検出部 313 は、ステップ S 21 において取得された画像データ I M G に基づいて、エンドエフェクタ 4 に保持されている対象物体 O B J の保持状態として、エンドエフェクタ 4 に保持されている物体が対象物体 O B J (例えば、処理実行物体 O B J __ t g t) か異種物体かを特定 (判別) することによって、エンドエフェクタ 4 に保持されている物体の種類を特定してもよい。尚、エンドエフェクタ 4 により保持された物体の種類は、エンドエフェクタ 4 に保持されている物体の保持状態と称されてもよい。ま

た、エンドエフェクタ４により保持された物体の種類は、エンドエフェクタ４による物体（例えば、処理実行物体OBJ_t g t及び異種物体の少なくとも一方）の保持態様と称されてもよい。

例えば、誤保持検出部３１３は、位置姿勢算出部３１１を制御してステップＳ２１において取得された画像データIMGに基づく、上述のマッチング処理を行うことで、エンドエフェクタ４に保持されている物体が処理実行物体OBJ_t g tか異種物体かを特定（判別）してもよい。一例として、誤保持検出部３１３は、位置姿勢算出部３１１を制御してステップＳ２１において取得された画像データIMGと、対象物体OBJ（処理実行物体OBJ_t g t）の少なくとも一部の形状を示すテンプレートモデル及び異種物体の少なくとも一部の形状を示すテンプレートモデルとを用いたマッチング処理を行うことで、エンドエフェクタ４に保持されている物体が処理実行物体OBJ_t g tか異種物体かを特定（判別）してもよい。

その後、信号生成部３１２は、ステップＳ２３において特定（判別）された、エンドエフェクタ４により保持された物体の種類に基づいて、ロボット１及びエンドエフェクタ４の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい（ステップＳ２４）。エンドエフェクタ４により保持された物体が異種物体と特定された場合、信号生成部３１２は、エンドエフェクタ４が保持した処理実行物体OBJ_t g tのリリース処理を行うためにロボット１及びエンドエフェクタ４の少なくとも一つを制御する制御態様とは異なる制御態様でロボット１及びエンドエフェクタ４の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。この場合、一例として、信号生成部３１２は、エンドエフェクタ４が保持している異種物体が容器CBとは異なる載置装置T（例えば、容器CBとは異なる容器）に配置されるように（例えば、落下するように）ロボット１及びエンドエフェクタ４の少なくとも一つを制御するためのロボット制御信号を生成してもよい。尚、ステップＳ２３において、エンドエフェクタ４により保持された物体が対象物体OBJ（例えば、処理実行物体OBJ）と特定された場合の処理につい

ては上述のとおりであるため、その説明を省略する。

[0457] 以上の処理により、載置装置 T（例えば、容器 C B）に複数の対象物体 O B J と共に異種物体が収容されていたとしても、異種物体を選別して、対象物体 O B J に対する所望の処理（例えば、所望のリリース処理）を実行することができる。

尚、ステップ S 2 3 において、エンドエフェクタ 4 により保持された物体が異種物体と特定された場合、信号生成部 3 1 2 が、上述のロボット制御信号を生成することに加えて又は代えて、誤保持検出部 3 1 3 が、エンドエフェクタ 4 により保持された物体が異種物体であることをユーザに通知するためのアラートを出力するように出力装置 3 5 を制御してもよい。

[0458] （４－７）その他の変形例

（４－７－１）ロボット制御処理の変形例

上述した説明では、制御装置 3 は、非処理実行物体 O B J __ n t g t が容器 C B に落下するように、ロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つを制御している。制御装置 3 は、非処理実行物体 O B J __ n t g t が容器 C B に落下するように、ロボット 1 及びエンドエフェクタ 4 の少なくとも一つを制御することに加えて又は代えて、ロボット 1 とは異なる他のロボットを制御してもよい。例えば、制御装置 3 は、非処理実行物体 O B J __ n t g t が容器 C B に落下するように、対象物体 O B J を保持可能であって且つエンドエフェクタ 4 とは異なる他のエンドエフェクタを備える他のロボットを制御してもよい。この場合、制御装置 3 は、他のロボットが備える他のエンドエフェクタが、エンドエフェクタ 4 が保持している非処理実行物体 O B J __ n t g t を保持し、その後、他のロボットが備える他のエンドエフェクタが、保持した非処理実行物体 O B J __ n t g t を容器 C B に戻す（例えば、リリースする）ように、他のロボットを制御してもよい。

[0459] （４－７－２）ロボット 1 の変形例

上述した説明では、ロボットアーム 1 2 には、配置処理（例えば、保持処理及びリリース処理の少なくとも一つ）を行うエンドエフェクタ 4（例えば

、ハンドグripper又はバキュームグripper)が取り付けられている。しかしながら、エンドエフェクタ4は、配置処理(例えば、保持処理及びリリース処理の少なくとも一つ)を行う装置に限られず、対象物体OBJに対して他の処理を行う装置であってもよい。

[0460] 一例として、ロボットアーム12には、エンドエフェクタ4の一例としての、対象物体OBJを加工するための加工装置が取り付けられていてもよい。加工装置は、対象物体OBJに新たな造形物を付加する付加加工、対象物体OBJの一部を除去する除去加工、二つの対象物体OBJを接合する溶接加工及び対象物体OBJを切断する切断加工のうちの少なくとも一つを行ってもよい。加工装置は、切削工具などの工具を用いて対象物体OBJを加工してもよい。この場合、工具を含む加工装置が、ロボットアーム12に取り付けられていてもよい。或いは、加工装置は、エネルギービーム(例えば、光、電磁波及び荷電粒子ビーム)を対象物体OBJに照射することで対象物体OBJを加工してもよい。この場合、エネルギービームを対象物体OBJに照射する照射装置を含む加工装置が、ロボットアーム12に取り付けられていてもよい。

[0461] エンドエフェクタ4の一例としての加工装置は、対象物体OBJに部品をはんだ付けするはんだ付け加工を行ってもよい。加工装置は、はんだごてを用いて対象物体OBJに部品をはんだ付けしてもよい。この場合、はんだごてを含む加工装置が、ロボットアーム12に取り付けられていてもよい。或いは、加工装置は、エネルギービーム(例えば、光、電磁波及び荷電粒子ビーム)をはんだに照射することで対象物体OBJに部品をはんだ付けしてもよい。この場合、エネルギービームを対象物体OBJに照射する照射装置を含む加工装置が、ロボットアーム12に取り付けられていてもよい。

[0462] 他の一例として、ロボットアーム12には、エンドエフェクタ4の一例としての、対象物体OBJを計測するための計測装置が取り付けられていてもよい。計測装置は、対象物体OBJの特性を計測可能であってもよい。対象物体OBJの特性の一例として、対象物体OBJの形状、対象物体OBJの

サイズ、計測装置から対象物体OBJまでの距離、対象物体OBJの反射率、対象物体OBJの透過率及び対象物体OBJの温度の少なくとも一つがあげられる。計測装置は、既存の接触式の計測装置であってもよい。例えば、計測装置は、タッチプローブを用いて対象物体OBJを計測してもよい。この場合、タッチプローブを含む計測装置が、ロボットアーム12に取り付けられてもよい。或いは、計測装置は、既存の非接触式の計測装置であってもよい。例えば、計測装置は、エネルギービーム（例えば、光、電磁波及び荷電粒子ビーム）を対象物体OBJに照射することで対象物体OBJを計測してもよい。この場合、エネルギービームを対象物体OBJに照射する照射装置を含む計測装置が、ロボットアーム12に取り付けられていてもよい。尚、計測装置は、1又は複数の単眼カメラを備える撮像装置であってもよい。一例として、計測装置は、2つの単眼カメラを備えるステレオカメラであってもよい。

[0463] ロボットアーム12にエンドエフェクタ4の一例としての加工装置及び計測装置の少なくとも一方が取り付けられている場合には、制御装置3は、加工装置及び計測装置の少なくとも一方の動作を制御するための制御信号を生成してもよい。例えば、制御装置3は、加工装置が備える工具の回転を制御するための制御信号を生成してもよい。例えば、制御装置3は、加工装置及び計測装置の少なくとも一方が備える照射装置によるエネルギービームのオン・オフを制御するための制御信号を生成してもよい。

[0464] 他の一例として、ロボットアーム12には、エンドエフェクタ4の一例としての、吐出装置が取り付けられていてもよい。例えば、吐出装置は、接着剤、シール材、塗料及びはんだの少なくとも一つを吐出してもよい。吐出装置は、対象物体OBJに向けて接着剤、シール材、塗料及びはんだの少なくとも一つを吐出してもよい。例えば、制御装置3は、吐出装置からの吐出のオン・オフ、及び吐出量の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成してもよい。尚、接着剤、シール材、塗料及びはんだの少なくとも一つを対象物体OBJに吐出することは、対象物体OBJを加工するとも言えるため

、吐出装置は、加工装置とも称されてもよい。

[0465] (4-7-3) 撮像システム2の変形例

上述した説明では、撮像システム2は、照明装置23を備えている。この場合、照明装置23は、撮像装置21と一体化されていてもよいし、撮像装置21とは別の装置であってもよい。照明装置23が撮像装置21とは別の装置である場合には、撮像システム2ではなく、ロボット1が照明装置23を備えていてもよい。つまり、撮像システム2とは独立して、照明装置23がロボット1に取り付けられていてもよい。

[0466] 上述した説明では、撮像システム2は、単一の撮像装置21を備えている。しかしながら、撮像システム2は、複数の撮像装置21を備えていてもよい。例えば、撮像システム2は、単眼カメラである第1撮像装置21と、ステレオカメラである第2撮像装置21とを備えていてもよい。この場合、制御装置3は、第1撮像装置21が生成した画像データIMGを用いた2Dマッチング処理と、第2撮像装置21が生成した画像データIMGに基づいて生成される三次元位置データを用いた3Dマッチング処理との少なくとも一つを行うことで、対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。

[0467] 或いは、ステレオカメラである単一の撮像装置21を撮像システム2が備えている場合であっても、制御装置3は、撮像装置21が生成した画像データIMGを用いた2Dマッチング処理と、撮像装置21が生成した画像データIMGに基づいて生成される三次元位置データを用いた3Dマッチング処理との少なくとも一つを行うことで、対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。具体的には、制御装置3は、撮像装置21が備える一つの単眼カメラが生成した画像データIMGを用いた2Dマッチング処理を行うことで、対象物体OBJの位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。更に、制御装置3は、撮像装置21が備える二つの単眼カメラが生成した画像データIMGに基づいて三次元位置データを生成し、三次元位置データを用いた3Dマッチング処理を行うことで、対象物体OBJの

位置及び姿勢の少なくとも一つを算出してもよい。

[0468] 上述した説明では、撮像システム2が、ロボットアーム12を備えるロボット1に設けられている。しかしながら、撮像システム2は、ロボットアーム12を備えていないロボットに設けられていてもよい。例えば、撮像システム2は、対象物体OBJの上方から撮像システム2を吊り下げることが可能な支持装置を備えるロボット1に設けられていてもよい。この場合、撮像システム2は、支持装置に設けられていてもよい。支持装置は、支持面Sから上方に延びる複数の脚部材と、複数の脚部材の上端又はその近傍部を介して複数の脚部材を連結する梁部材とを備えていてもよい。例えば、ロボット1は、支持装置を移動させることが可能であってもよい。

[0469] (4-7-4) 撮像システム2の代替手段

図25に示すように、ロボットシステムSYSは、対象物体OBJを撮像可能な撮像システム2に加えて又は代えて、対象物体OBJまでの距離及び三次元形状の少なくとも一つを計測可能な計測システム5を備えていてもよい。この場合、制御装置3（特に、位置姿勢算出部311）は、対象物体OBJまでの距離及び三次元形状の少なくとも一つの計測結果に基づいて、3Dマッチング処理に利用可能な三次元位置データを生成してもよい。その後は、撮像システム2が生成した画像データIMGから三次元位置データが生成される場合と同様に、制御装置3（特に、位置姿勢算出部311）は、三次元位置データを用いた3Dマッチング処理を行ってもよい。

[0470] 計測システム5は、光学的に対象物体OBJまでの距離及び三次元形状の少なくとも一つを計測可能な既存のシステムであってもよい。例えば、計測システム5は、非接触で対象物体OBJまでの距離及び三次元形状の少なくとも一つを計測可能な既存のシステムであってもよい。例えば、計測システム5は、対象物体OBJに計測用の電磁波を照射し、且つ、電磁波が照射された対象物体OBJから計測システム5に向かって戻ってくる電磁波を検出することで、光学的に対象物体OBJまでの距離及び三次元形状の少なくとも一つを計測可能であってもよい。計測用の電磁波は、光（この場合は、対

象物体OBJに照射される光は計測光と称されてもよい）であってもよいし、電波（この場合、対象物体OBJに照射される電波は計測波と称されてもよい）であってもよい。このような計測システム5の一例として、TOF（Time Of Flight）方式の干渉計、FMCW（Frequency Modulated Continuous Wave）方式の干渉計、周波数軸上で等間隔に並んだ周波数成分を含む光（光周波数コム）を計測光として用いる光コム方式の干渉計、三角測量方式の計測器、及びミリ波を計測波として用いるミリ波レーダの少なくとも一つがあげられる。尚、TOF方式の計測器及びFMCW方式の計測器の少なくとも一方は、LiDAR（Light Detection And Ranging）と称されてもよい。計測システム5がこのような計測センサである場合には、制御装置3（特に、位置姿勢算出部311）は、計測センサによる対象物体OBJの計測結果に基づいて、点群データに相当する三次元位置データを生成してもよい。その後は、撮像システム2が生成した画像データIMGから三次元位置データが生成される場合と同様に、制御装置3（特に、位置姿勢算出部311）は、三次元位置データを用いた3Dマッチング処理を行ってもよい。尚、計測システム5は、計測装置と称されてもよいし、計測センサと称されてもよい。

[0471] 尚、撮像システム2もまた、撮像装置21のそれぞれが備える撮像素子を用いて対象物体OBJからの戻り光を検出することで、対象物体OBJを撮像している。つまり、撮像システム2及び計測システム5のいずれもが、対象物体OBJからの戻り光を検出していると言える。このため、撮像システム2及び計測システム5を、光検出システムと総称してもよい。

[0472] （5）付記

以上説明した実施形態に関して、更に以下の付記を開示する。

[付記A1]

対象物体を保持可能な保持装置が設けられ、且つ前記保持装置を移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号

を生成する制御装置であって、

前記制御信号を生成する演算装置と、

前記演算装置で生成された前記制御信号を出力する通信装置と

を備え、

前記演算装置は、

載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの第 1 対象物体を前記保持装置で保持した時に前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの第 2 対象物体が前記第 1 対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、少なくとも前記第 2 対象物体が前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第 1 制御信号を前記制御信号として生成し、

前記第 1 制御信号に基づき前記少なくとも第 2 対象物体が前記載置部材に落下した後、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの第 3 対象物体を前記保持装置で保持した時に前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの第 4 対象物体が前記第 3 対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、前記少なくとも第 2 対象物体が前記載置部材に落下を開始する位置よりも低い位置から、少なくとも前記第 4 対象物体が前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第 2 制御信号を前記制御信号として生成する

制御装置。

[付記 A 2]

前記第 2 制御信号は、前記低い位置に位置した前記少なくとも第 4 対象物体が前記保持装置から前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号、及び前記低い位置に位置した前記保持装置から前記少なくとも第 4 対象物体が前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号の少なくとも一方の信号を含む

付記 A 1 に記載の制御装置。

[付記 A 3]

前記第 2 制御信号に基づき前記少なくとも第 4 対象物体が落下を開始する時の、前記載置部材に載置されている複数の前記対象物体の少なくとも一部の高さは、前記第 1 制御信号に基づき前記少なくとも第 2 対象物体が落下を開始する時の、前記載置部材に載置されている複数の前記対象物体の少なくとも一部の高さよりも低い

付記 A 1 又は A 2 に記載の制御装置。

[付記 A 4]

前記少なくとも第 4 対象物体が落下を開始する時の、前記載置部材に載置されている前記対象物体の数は、前記少なくとも第 2 対象物体が落下を開始する時の、前記載置部材に載置されている前記対象物体の数よりも少ない

付記 A 1 から A 3 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 5]

前記演算装置は、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部を撮像システムで撮像した撮像結果に基づいて、前記少なくとも第 2 対象物体が前記載置部材に落下を開始するための第 1 落下高さを決定し、

前記第 1 制御信号は、決定された前記第 1 落下高さから、前記少なくとも第 2 対象物体が前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

付記 A 1 から A 4 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 6]

前記第 1 落下高さは、前記少なくとも第 2 対象物体が落下を開始する時の前記第 2 対象物体の高さ、前記少なくとも第 2 対象物体が落下を開始する時の前記第 1 対象物体の高さ、前記少なくとも第 2 対象物体が落下を開始する時の前記第 1 及び第 2 対象物体の高さ、前記少なくとも第 2 対象物体が落下を開始する時の前記撮像システムの高さ、又は前記少なくとも第 2 対象物体が落下を開始する時の前記保持装置の高さである

付記 A 5 に記載の制御装置。

[付記 A 7]

前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部を含む対象物体群を前記撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて、前記第 1 対象物体を保持するように前記保持装置が制御され、

前記第 1 落下高さを決定するために用いられる前記撮像結果は、前記対象物体群を前記撮像システムにより撮像した前記撮像結果である

付記 A 5 又は A 6 に記載の制御装置。

[付記 A 8]

前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部を含む第 1 対象物体群を撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて、前記第 1 対象物体を保持するように前記保持装置が制御され、

前記第 2 制御信号は、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部を含む第 2 対象物体群を撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて前記第 2 対象物体群のうちの前記第 3 対象物体を前記保持装置で保持した時に前記第 4 対象物体が前記第 3 対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、前記低い位置から、前記少なくとも第 4 対象物体が前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

付記 A 1 から A 7 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 9]

前記第 2 対象物体群の高さは、前記第 1 対象物体群の高さよりも低い

付記 A 8 に記載の制御装置。

[付記 A 10]

前記演算装置は、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムで撮像した撮像結果に基づいて、前記少なくとも第 4 対象物体が前記載置部材に落下を開始するための第 2 落下高さを決定し、

前記第 2 制御信号は、決定された前記第 2 落下高さから、前記少なくとも

第4対象物体が前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

付記A 8又はA 9に記載の制御装置。

[付記A 1 1]

前記第2落下高さは、前記少なくとも第4対象物体が落下を開始する時の前記第4対象物体の高さ、前記少なくとも第4対象物体が落下を開始する時の前記第3対象物体の高さ、前記少なくとも第4対象物体が落下を開始する時の前記第3及び第4対象物体の高さ、前記少なくとも第4対象物体が落下を開始する時の前記撮像システムの高さ、又は前記少なくとも第4対象物体が落下を開始する時の前記保持装置の高さである

付記A 1 0に記載の制御装置。

[付記A 1 2]

前記第2落下高さを決定するために用いられる前記撮像結果は、前記第2対象物体群を前記撮像システムにより撮像した前記撮像結果である

付記A 1 0又はA 1 1に記載の制御装置。

[付記A 1 3]

前記第2対象物体が前記第1対象物体と共に前記保持装置で保持された状態は、前記第2対象物体が前記保持装置で間接的又は直接的に保持された状態を含み、

前記第4対象物体が前記第3対象物体と共に前記保持装置で保持された状態は、前記第4対象物体が前記保持装置で間接的又は直接的に保持された状態を含む

付記A 1 からA 1 2のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記A 1 4]

前記第2対象物体が前記保持装置で間接的に保持された状態は、前記保持装置に保持された前記第1対象物体によって前記第2対象物体が保持された状態であり、

前記第2対象物体が前記保持装置で直接的に保持された状態は、前記第1

対象物体及び前記第 2 対象物体のそれぞれが前記保持装置によって直接保持された状態であり、

前記第 4 対象物体が前記保持装置で間接的に保持された状態は、前記保持装置に保持された前記第 3 対象物体によって前記第 4 対象物体が保持された状態であり、

前記第 4 対象物体が前記保持装置で直接的に保持された状態は、前記第 3 対象物体及び前記第 4 対象物体のそれぞれが前記保持装置によって直接保持された状態である

付記 A 1 3 に記載の制御装置。

[付記 A 1 5]

前記保持装置に保持された前記第 1 対象物体によって前記第 2 対象物体が保持された状態の場合、

前記演算装置は、前記第 1 対象物体が前記保持装置で保持された状態で前記第 2 対象物体が前記第 1 対象物体から前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を前記第 1 制御信号として生成する

付記 A 1 4 に記載の制御装置。

[付記 A 1 6]

前記第 1 制御信号は、前記第 1 対象物体を保持した状態で前記保持装置を移動させることによって前記第 2 対象物体が前記第 1 対象物体から前記載置部材に落下するように前記ロボットを制御するための信号を含む

付記 A 1 5 に記載の制御装置。

[付記 A 1 7]

前記保持装置を移動させることは、前記保持装置の姿勢を変化させることを含む

付記 A 1 6 に記載の制御装置。

[付記 A 1 8]

前記第 1 制御信号によって前記保持装置の姿勢を変化させることは、前記

保持装置で保持された前記第 1 対象物体の端部から前記保持装置の基準点に向かう方向に前記保持装置の前記基準点を回転移動させることを含む

付記 A 1 7 に記載の制御装置。

[付記 A 1 9]

前記第 1 対象物体の端部は、前記第 1 対象物体の端部のうちの前記保持装置の前記基準点から最も離れた部分である

付記 A 1 8 に記載の制御装置。

[付記 A 2 0]

前記第 1 制御信号は、前記第 1 対象物体を保持した状態で前記保持装置の保持力を低下させることによって前記第 2 対象物体が前記第 1 対象物体から前記載置部材に落下するように前記保持装置を制御するための信号を含む

付記 A 1 5 から A 1 9 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 2 1]

前記保持装置に保持された前記第 3 対象物体によって前記第 4 対象物体が保持された状態の場合、

前記演算装置は、前記第 3 対象物体が前記保持装置で保持された状態で前記第 4 対象物体が前記第 3 対象物体から前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を前記第 3 制御信号として生成する

付記 A 1 4 から A 2 0 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 2 2]

前記第 3 制御信号は、前記第 3 対象物体を保持した状態で前記保持装置を移動させることによって前記第 4 対象物体が前記第 3 対象物体から前記載置部材に落下するように前記ロボットを制御するための信号を含む

付記 A 2 1 に記載の制御装置。

[付記 A 2 3]

前記保持装置を移動させることは、前記保持装置の姿勢を変化させることを含む

付記 A 2 2 に記載の制御装置。

[付記 A 2 4]

前記第 3 制御信号によって前記保持装置の姿勢を変化させることは、前記保持装置で保持された前記第 3 対象物体の端部から前記保持装置の基準点に向かう方向に前記保持装置の前記基準点を回転移動させることを含む

付記 A 2 3 に記載の制御装置。

[付記 A 2 5]

前記第 3 対象物体の端部は、前記第 3 対象物体の端部のうちの前記保持装置の前記基準点から最も離れた部分である

付記 A 2 4 に記載の制御装置。

[付記 A 2 6]

前記第 3 制御信号は、前記第 3 対象物体を保持した状態で前記保持装置の保持力を低下させることによって前記第 4 対象物体が前記第 3 対象物体から前記載置部材に落下するように前記保持装置を制御するための信号を含む

付記 A 2 1 から A 2 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 2 7]

前記第 1 対象物体及び前記第 2 対象物体のそれぞれが前記保持装置によって直接保持された状態の場合、

前記演算装置は、前記第 1 対象物体及び前記第 2 対象物体が前記保持装置から前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を前記第 1 制御信号として生成する

付記 A 1 4 から A 2 6 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 2 8]

前記第 3 対象物体及び前記第 4 対象物体のそれぞれが前記保持装置によって直接保持された状態の場合、

前記演算装置は、前記第 3 対象物体及び前記第 4 対象物体が前記保持装置から前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を前記第 1 制御信号として生成する

付記 A 1 4 から A 2 7 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 2 9]

前記第 1 制御信号は、前記少なくとも第 2 対象物体が前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第 1 信号を含み、

前記演算装置は、前記第 1 信号に基づき前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御しても前記少なくとも第 2 対象物体が前記載置部材に落下していない場合に、前記少なくとも第 2 対象物体が前記載置部材に落下するように、前記第 1 信号に基づく制御態様とは異なる制御態様で前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第 2 信号を前記第 1 制御信号の一部の信号として生成する

付記 A 1 から A 2 8 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 3 0]

前記第 1 制御信号は、前記少なくとも第 4 対象物体が前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第 3 信号を含み、

前記演算装置は、前記第 3 信号に基づき前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御しても前記少なくとも第 4 対象物体が前記載置部材に落下していない場合に、前記少なくとも第 4 対象物体が前記載置部材に落下するように、前記第 3 信号に基づく制御態様とは異なる制御態様で前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第 4 信号を前記第 1 制御信号の一部の信号として生成する

付記 A 1 から A 2 9 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 3 1]

前記制御態様は、前記ロボットの制御態様及び前記保持装置の制御態様の少なくとも一方を含む

付記 A 2 9 又は A 3 0 に記載の制御装置。

[付記 A 3 2]

前記演算装置は、前記第 1 対象物体を前記保持装置で保持した後に、前記第 1 制御信号を生成する

付記 A 1 から A 3 1 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 3 3]

前記演算装置は、計測装置の計測結果に基づいて、前記第 1 制御信号を生成する

付記 A 3 2 に記載の制御装置。

[付記 A 3 4]

前記演算装置は、前記計測結果に基づいて、落下することによって前記載置部材に位置した前記少なくとも第 2 対象物体の姿勢が所望姿勢となるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記第 1 制御信号を生成する

付記 A 3 3 に記載の制御装置。

[付記 A 3 5]

前記所望姿勢は、落下することによって前記載置部材に位置した前記少なくとも第 2 対象物体の所望部位が所望方向を向く姿勢を含む

付記 A 3 4 に記載の制御装置。

[付記 A 3 6]

前記演算装置は、前記第 3 対象物体を前記保持装置で保持した後に、前記第 2 制御信号を生成する

付記 A 1 から A 3 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 3 7]

前記演算装置は、計測装置の計測結果に基づいて、前記第 2 制御信号を生成する

付記 A 3 6 に記載の制御装置。

[付記 A 3 8]

前記演算装置は、前記計測結果に基づいて、落下することによって前記載置部材に位置した前記少なくとも第 4 対象物体の姿勢が所望姿勢となるよう

に前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記第2制御信号を生成する

付記A37に記載の制御装置。

[付記A39]

前記所望姿勢は、落下することによって前記載置部材に位置した前記少なくとも第4対象物体の所望部位が所望方向を向く姿勢を含む

付記A38に記載の制御装置。

[付記A40]

前記演算装置は、前記計測結果に基づいて、前記少なくとも第2対象物体が前記載置部材内の所望位置に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記第1制御信号を生成する

付記A33からA39のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記A41]

前記演算装置は、前記計測結果に基づいて、前記少なくとも第4対象物体が前記載置部材内の所望位置に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記第2制御信号を生成する

付記A33からA40のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記A42]

前記所望位置は、前記載置部材内において前記対象物体が存在しない位置を含む

付記A40又はA41に記載の制御装置。

[付記A43]

前記演算装置は、前記計測結果に基づいて、前記保持装置で保持されている前記第1対象物体及び前記第2対象物体のうち、前記第2対象物体のみを前記載置部材へ落下させるか、又は前記第1対象物体及び前記第2対象物体を前記載置部材へ落下させるかを判定し、前記判定の結果に基づいて前記第1制御信号を生成する

付記A33からA42のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 4 4]

前記演算装置は、前記計測結果に基づいて、前記保持装置で保持されている前記第 3 対象物体及び前記第 4 対象物体のうち、前記第 4 対象物体のみを前記載置部材へ落下させるか、又は前記第 3 対象物体及び前記第 4 対象物体を前記載置部材へ落下させるかを判定し、前記判定の結果に基づいて前記第 1 制御信号を生成する

付記 A 3 3 から A 4 3 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 4 5]

前記計測装置は、前記撮像システムを含み、

前記演算装置は、前記対象物体群を前記撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて前記第 1 対象物体を前記保持装置で保持した後に、前記撮像システムの撮像結果に基づいて前記第 1 制御信号を生成する

付記 A 3 3 から A 4 4 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 4 6]

前記計測装置は、前記撮像システムを含み、

前記演算装置は、前記対象物体群を前記撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて前記第 3 対象物体を前記保持装置で保持した後に、前記撮像システムの撮像結果に基づいて前記第 2 制御信号を生成する

付記 A 3 3 から A 4 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 4 7]

前記撮像システムは、前記ロボットに設けられている

付記 A 4 5 又は A 4 6 に記載の制御装置。

[付記 A 4 8]

前記演算装置は、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部を撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて、前記制御信号を生成する

付記 A 1 から A 4 7 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 4 9]

前記撮像システムは、前記ロボットに設けられている
付記 A 4 8 に記載の制御装置。

[付記 A 5 0]

前記載置部材は、複数の前記対象物体を収容可能な容器を含む
付記 A 1 から A 4 9 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 A 5 1]

付記 A 1 から A 5 0 のいずれか一項に記載の制御装置と、
前記撮像システムと
を備える制御システム。

[付記 A 5 2]

付記 A 1 から A 5 0 のいずれか一項に記載の制御装置と、
前記撮像システムと、
前記ロボットと
を備えるロボットシステム。

[付記 A 5 3]

対象物体を保持可能な保持装置が設けられ、且つ前記保持装置を移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御方法であって、

載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの第 1 対象物体を前記保持装置で保持した時に前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの第 2 対象物体が前記第 1 対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、少なくとも前記第 2 対象物体が前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第 1 制御信号を前記制御信号として生成することと、

前記第 1 制御信号に基づき前記少なくとも第 2 対象物体が前記載置部材に落下した後、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの第 3 対象物体を前記保持装置で保持した時に前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの第 4 対象物体が前記第 3 対象物体と共に前記保持装置で保

持された場合、前記少なくとも第2対象物体が前記載置装置に落下を開始する位置よりも低い位置から、少なくとも前記第4対象物体が前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第2制御信号を前記制御信号として生成することと

を含む制御方法。

[付記A 5 4]

付記A 5 3に記載の制御方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラム。

[付記B 1]

対象物体を保持可能な保持装置が設けられ、且つ前記保持装置を移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御装置であって、

前記制御信号を生成する演算装置と、

前記演算装置で生成された前記制御信号を出力する通信装置と

を備え、

前記演算装置は、載置部材に載置された複数の前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作が行われた後に、前記保持装置に保持されている複数の前記対象物体である保持対象物体群を計測装置により計測した計測結果に基づいて検出された前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群の保持状態に基づいて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第1制御信号を前記制御信号として生成する

制御装置。

[付記B 2]

前記演算装置は、

前記載置部材に載置された前記対象物体に対して前記保持装置による前記保持動作が行われた後に、前記保持装置が、前記保持対象物体群を前記保持装置で保持した時の位置から、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体に対して離れるように前記ロボットを制御するための信号を前記第1制御

信号の一部の信号として生成し、

前記第 1 制御信号の一部の前記信号に基づき前記載置部材に載置された複数の前記対象物体に対して離れるように移動した前記保持装置で保持されている前記保持対象物体群を前記計測装置で計測した前記計測結果に基づいて前記保持状態が検出される

付記 B 1 に記載の制御装置。

[付記 B 3]

前記第 1 制御信号の一部の前記信号は、前記保持対象物体群を前記保持装置で保持した時の位置よりも高い位置に前記保持装置が移動するように前記ロボットを制御するための信号を含む

付記 B 2 に記載の制御装置。

[付記 B 4]

前記演算装置は、前記保持状態に基づいて、前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体が前記載置部材に配置されるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記第 1 制御信号を生成し、

前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体の前記載置部材への配置を開始する位置は、前記計測結果を得るために前記計測装置で前記保持対象物体群を計測する位置よりも前記載置部材に近い

付記 B 1 から B 3 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 5]

前記第 1 制御信号は、前記計測結果を得るために前記計測装置で前記保持対象物体群を計測する位置よりも低い位置から、前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体が前記載置部材に配置されるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

付記 B 4 に記載の制御装置。

[付記 B 6]

前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体が前記載置部

材に配置されることは、前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体が前記載置部材に落下することを含む

付記 B 4 又は B 5 に記載の制御装置。

[付記 B 7]

前記保持動作は、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの一つの前記対象物体を前記保持装置で保持するための動作を含み、

前記保持装置で保持された前記保持対象物体群のうちの前記一つの対象物体以外の前記対象物体は、前記保持動作によって前記一つの対象物体を保持する時に、前記保持装置で保持された余分な対象物体である

付記 B 1 から B 6 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 8]

前記保持状態は、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体が前記保持装置で間接的に保持された状態と、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群のうちの二つ以上の前記対象物体が前記保持装置で直接的に保持された状態とを含む

付記 B 1 から B 7 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 9]

前記演算装置は、前記計測結果に基づいて、前記間接的に保持された状態と前記直接的に保持された状態とを判別し、その判別結果に基づいて前記第 1 制御信号を生成する

付記 B 8 に記載の制御装置。

[付記 B 10]

前記間接的に保持された状態は、前記保持装置に保持された前記保持対象物体群のうちの一つの前記対象物体によって他の前記対象物体が保持された状態を含み、

前記直接的に保持された状態は、前記保持対象物体群のうちの二つ以上の前記対象物体のそれぞれが前記保持装置によって直接保持された状態を含む

付記 B 8 又は B 9 に記載の制御装置。

[付記 B 1 1]

検出された前記保持状態が、前記保持装置に保持された前記一の対象物体によって前記他の対象物体が保持された状態の場合、

前記第 1 制御信号は、前記一の対象物体を保持した状態で、前記他の対象物体が前記載置部材に配置されるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

付記 B 1 0 に記載の制御装置。

[付記 B 1 2]

前記第 1 制御信号に基づき前記他の対象物体が前記載置部材に配置された場合、前記保持装置で保持された前記一の対象物体が前記載置部材から搬出され、前記載置部材の外で前記保持装置からリリースされる

付記 B 1 1 に記載の制御装置。

[付記 B 1 3]

前記他の対象物体が前記載置部材に配置されることは、前記他の前記対象物体が前記載置部材に落下することを含む

付記 B 1 1 又は B 1 2 に記載の制御装置。

[付記 B 1 4]

検出された前記保持状態が、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群のうちの二つ以上の前記対象物体のそれぞれが前記保持装置によって直接保持された状態の場合、

前記第 1 制御信号は、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群が前記載置部材に配置されるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

付記 B 1 0 から B 1 3 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 1 5]

前記第 1 制御信号に基づき前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群が前記載置部材へ配置された後に、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの前記対象物体が前記保持装置で保持される、又は前記計

測装置で前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの少なくとも一部が計測される

付記 B 1 4 に記載の制御装置。

[付記 B 1 6]

前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群が前記載置部材に配置されることは、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群が前記載置部材に落下することを含む

付記 B 1 4 又は B 1 5 に記載の制御装置。

[付記 B 1 7]

前記一の対象物体は、第 1 対象物体を含み、

前記他の対象物体は、第 2 対象物体を含み、

前記第 1 制御信号は、前記第 1 対象物体を保持した状態で前記保持装置を移動させることによって、第 1 配置高さで、前記第 2 対象物体が前記第 1 対象物体から前記載置部材に配置されるように前記ロボットを制御するための信号を含む

付記 B 1 1 から B 1 3 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 1 8]

前記第 2 対象物体が前記載置部材に配置されることは、前記第 2 対象物体が前記載置部材に落下することを含む

付記 B 1 7 に記載の制御装置。

[付記 B 1 9]

前記二つ以上の対象物体は、第 1 対象物体及び第 2 対象物体を含み、

前記第 1 制御信号は、第 1 配置高さで、前記保持装置に保持されている前記第 1 及び第 2 の対象物体が前記保持装置から前記載置部材に配置されるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

付記 B 1 4 から B 1 6 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 2 0]

前記第 1 及び第 2 対象物体が前記載置部材に配置されることは、前記第 1 及び第 2 対象物体が前記載置部材に落下することを含む

付記 B 1 9 に記載の制御装置。

[付記 B 2 1]

前記計測装置は、第 1 計測装置であり、

前記演算装置は、第 2 計測装置による、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部の計測結果に基づいて前記第 1 配置高さを決定する

付記 B 1 7 から B 2 0 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 2 2]

決定された前記第 1 配置高さで、少なくとも前記第 2 対象物体が前記載置部材に配置される位置は、前記第 2 計測装置で計測された、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部を含む計測範囲に含まれる

付記 B 2 1 に記載の制御装置。

[付記 B 2 3]

前記演算装置は、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部の前記第 2 計測装置による計測結果に基づいて算出される、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部の高さ及び分量の少なくとも一方に基づいて前記第 1 配置高さを決定する

付記 B 2 1 又は B 2 2 に記載の制御装置。

[付記 B 2 4]

前記第 2 計測装置は、前記第 1 計測装置であり、

前記演算装置は、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記第 1 計測装置により計測した計測結果に基づいて前記第 1 配置高さを決定する

付記 B 2 3 に記載の制御装置。

[付記 B 2 5]

前記第 2 計測装置は、前記第 1 計測装置であり、

前記演算装置は、前記保持装置による前記保持動作が行われた後に、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記第 1 計測装置により計測した計測結果に基づいて前記第 1 配置高さを決定する

付記 B 2 3 又は B 2 4 に記載の制御装置。

[付記 B 2 6]

前記計測装置は、第 1 計測装置であり、

前記演算装置は、第 2 計測装置による、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部の計測結果に基づいて前記第 1 制御信号を生成する

付記 B 1 から B 2 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 2 7]

前記演算装置は、前記第 2 計測装置による前記計測結果に基づいて算出される、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部の高さ及び分量の少なくとも一方に基づいて前記第 1 制御信号を生成する

付記 B 2 6 に記載の制御装置。

[付記 B 2 8]

前記第 2 計測装置は、前記高さ及び前記分量の少なくとも一方を直接的又は間接的に計測可能である

付記 B 2 3 又は B 2 7 に記載の制御装置。

[付記 B 2 9]

前記第 2 計測装置は、前記第 1 計測装置として用いられる第 1 撮像システム、及び前記第 1 撮像システムとは異なる第 2 撮像システムの少なくとも一方を含み、

前記演算装置は、前記第 1 及び第 2 撮像システムの少なくとも一方による撮像結果に基づいて、前記高さ又は前記分量の少なくとも一方を算出する

付記 B 2 3、B 2 7、又は B 2 8 に記載の制御装置。

[付記 B 3 0]

前記第 1 撮像システムは、前記ロボットに設けられている

付記 B 2 9 に記載の制御装置。

[付記 B 3 1]

前記撮像結果は、前記第 1 及び第 2 撮像システムの少なくとも一方により、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部を撮像した結果を含む

付記 B 2 9 又は B 3 0 に記載の制御装置。

[付記 B 3 2]

前記撮像結果は、前記載置部材の表面のうち複数の前記対象物体の少なくとも一部が位置する空間に面する位置に配置された少なくとも一つのマーカの撮像結果を含む

付記 B 2 9 から B 3 1 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 3 3]

前記第 2 計測装置は、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部の重量を計測可能な重量センサを含む

付記 B 2 1 から B 3 2 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 3 4]

前記第 2 計測装置は、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの少なくとも一つの前記対象物体を検出可能な少なくとも一つのセンサを含む

付記 B 2 1 から B 3 3 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 3 5]

前記少なくとも一つのセンサは、前記載置部材に配置されている

付記 B 3 4 に記載の制御装置。

[付記 B 3 6]

前記演算装置は、前記載置部材から搬出され、前記載置部材の外で前記保持装置からリリースされた前記対象物体の数に基づいて前記第 1 配置高さを決定する

付記 B 1 7 から B 2 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 3 7]

前記第 1 制御信号は、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群の前記保持状態に基づき前記演算装置で生成された、前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体である配置対象物体が前記載置部材に配置されるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

付記 B 1 から B 3 6 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 3 8]

前記保持状態は、前記保持対象物体群のうちの少なくとも前記配置対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を含む

付記 B 3 7 に記載の制御装置。

[付記 B 3 9]

前記第 1 制御信号は、前記保持状態に基づき前記演算装置で生成された、前記載置部材に配置された前記配置対象物体の姿勢が所望姿勢となるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

付記 B 3 7 又は B 3 8 に記載の制御装置。

[付記 B 4 0]

前記所望姿勢は、前記載置部材に位置された前記配置対象物体の所望部位が所望方向を向く姿勢を含む

付記 B 3 9 に記載の制御装置。

[付記 B 4 1]

前記計測装置は、第 1 計測装置であり、

前記演算装置は、第 2 計測装置による計測結果と前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群の前記保持状態とに基づいて、前記配置対象物体が前記載置部材に配置されるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記第 1 制御信号を生成する

付記 B 3 7 から B 4 0 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 4 2]

前記第 2 計測装置は、前記第 1 計測装置として用いられる撮像システムを含み、

前記計測結果は、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部の前記撮像システムによる撮像結果を含む

付記 B 4 1 に記載の制御装置。

[付記 B 4 3]

前記計測装置は、第 1 計測装置であり、

前記第 1 制御信号は、前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体である配置対象物体が前記載置部材に配置されるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第 1 信号を含み、

前記演算装置は、前記第 1 信号に基づき前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方が制御されている最中又は制御された後に、第 2 計測装置による計測結果に基づいて、前記保持装置に前記配置対象物体が保持されているか否かを判別する

付記 B 1 から B 4 2 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 4 4]

前記第 2 計測装置は、前記第 1 計測装置として用いられる撮像システムを含み、

前記計測結果は、前記撮像システムによる撮像結果である

付記 B 4 3 に記載の制御装置。

[付記 B 4 5]

前記撮像システムは、前記ロボットに設けられる

付記 B 4 2 又は B 4 4 に記載の制御装置。

[付記 B 4 6]

前記第 1 信号は、前記配置対象物体が前記載置部材に配置されるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号であり

、

前記演算装置が、前記保持装置に前記配置対象物体の少なくとも一つが保持されていると判別した場合、前記演算装置は、前記配置対象物体の少なくとも一つが配置するように、前記第 1 信号に基づく制御態様とは異なる制御態様で前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第 2 信号を前記第 1 制御信号の一部の信号として生成する

付記 B 4 3 から B 4 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 4 7]

前記配置対象物体が前記載置部材に配置されることは、前記配置対象物体が前記載置部材に落下することを含む

付記 B 3 7 から B 4 6 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 4 8]

前記演算装置は、

前記保持状態に基づいて、前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体が前記載置部材に配置されるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記第 1 制御信号を生成し、

前記計測結果に基づいて、前記第 1 制御信号に基づき前記載置部材に配置した前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を推定し、

推定された前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて、前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作が行われる

付記 B 1 から B 4 7 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 4 9]

前記他の対象物体は二つの対象物体であり、

前記演算装置は、前記制御信号は、前記一の対象物体が前記保持装置で保持された状態で、前記二つの対象物体が前記載置部材に配置されるように前記ロボット及び前記保持装置を制御するための信号を含む

付記 B 1 0 から B 1 3 及び B 1 7 から B 1 8 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 5 0]

前記二つの対象物体が前記載置部材に配置されることは、前記二つの対象物体が前記載置部材に落下することを含む

付記 B 4 9 に記載の制御装置。

[付記 B 5 1]

前記他の対象物体は第 1 対象物体及び第 2 対象物体であり、

前記保持装置に保持された前記一の対象物体によって前記他の対象物体が保持された状態は、前記保持装置に保持された前記一の対象物体によって前記第 1 対象物体が保持され、前記一の対象物体によって保持された前記第 1 対象物体によって前記第 2 対象物体が保持された状態であり、

前記制御信号は、前記保持装置に保持された前記一の対象物体によって前記第 1 対象物体が保持された状態で、前記第 2 対象物体が前記第 1 対象物体から前記載置部材に配置されるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号と、前記一の対象物体が前記保持装置に保持された状態で、前記第 1 対象物体が前記一の対象物体から前記載置部材に配置されるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号とを含む

付記 B 4 9 又は B 5 0 に記載の制御装置。

[付記 B 5 2]

前記第 1 対象物体が前記載置部材に配置されることは、前記第 1 対象物体が前記載置部材に落下することを含み、

前記第 2 対象物体が前記載置部材に配置されることは、前記第 2 対象物体が前記載置部材に落下することを含む

付記 B 5 1 に記載の制御装置。

[付記 B 5 3]

前記保持対象物体群は、三つの前記対象物体であり、

前記保持対象物体群のうちの二つの前記対象物体又は三つの前記対象物体のそれぞれが前記保持装置によって直接保持された状態の場合、

前記制御信号は、前記一の対象物体を保持した状態で前記保持装置に直接

保持された前記二つの対象物体又は前記三つの対象物体が前記載置部材に配置されるように前記ロボット及び前記保持装置を制御するための信号を含む
付記 B 1 4 から B 1 6 及び B 1 9 から B 2 0 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 5 4]

前記二つの対象物体又は前記三つの対象物体が前記載置部材に配置されることは、前記二つの対象物体又は前記三つの対象物体が前記載置部材に落下することを含む

付記 B 5 3 に記載の制御装置。

[付記 B 5 5]

前記演算装置は、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部を撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて、前記保持動作が行われるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第 2 制御信号を前記制御信号として生成する

付記 B 1 から B 5 6 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 5 6]

前記撮像システムは、前記ロボットに設けられている

付記 B 5 5 に記載の制御装置。

[付記 B 5 7]

前記載置部材は、複数の前記対象物体を収容可能な容器を含む

付記 B 1 から B 5 6 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 B 5 8]

付記 B 1 から B 5 7 のいずれか一項に記載の制御装置と、

前記計測装置と

を備える制御システム。

[付記 B 5 9]

付記 B 1 から B 5 7 のいずれか一項に記載の制御装置と、

前記計測装置と、

前記ロボットと

を備えるロボットシステム。

[付記 B 6 0]

対象物体を保持可能な保持装置が設けられ、且つ前記保持装置を移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御方法であって、

載置部材に載置された複数の前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作が行われた後に、前記保持装置に保持されている複数の前記対象物体である保持対象物体群を計測装置により計測した計測結果に基づいて検出された前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群の保持状態に基づいて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第 1 制御信号を前記制御信号として生成することを含む

制御方法。

[付記 B 6 1]

付記 B 4 9 に記載の制御方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラム。

[付記 C 1]

対象物体を保持可能な保持装置が設けられ、且つ前記保持装置を移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御装置であって、

前記制御信号を生成する演算装置と、

前記演算装置で生成された前記制御信号を出力する通信装置と

を備え、

前記演算装置は、

前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作を行った後に、前記保持装置に保持されている前記対象物体を計測装置で計測した計測結果に基づいて前記保持装置で保持された前記対象物体の個数を判定し、

判定された前記個数に応じて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方の制御態様が異なるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成する

制御装置。

[付記 C 2]

前記演算装置は、前記個数が 1 つと判定された場合と複数と判定された場合とで前記制御態様が異なるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成する

付記 C 1 に記載の制御装置。

[付記 C 3]

前記演算装置は、前記個数が複数と判定された場合、前記保持装置に保持された前記複数の前記対象物体のうちの少なくとも一つの前記対象物体が前記保持装置で間接的に保持された状態と、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群のうちの二つ以上の前記対象物体が前記保持装置で直接的に保持された状態とで前記制御態様が異なるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成する

付記 C 1 又は C 2 に記載の制御装置。

[付記 C 4]

前記演算装置は、前記個数が 1 つと判定された場合、前記保持装置で保持された 1 つの前記対象物体が前記容器から搬出され、前記容器の外で前記保持装置からリリースされるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成する

付記 C 1 から C 3 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 C 5]

前記ロボットの制御態様は、前記ロボットの制御による前記保持装置の移動方向、移動量、移動速度及び移動加速度の少なくとも一つを含み、

前記保持装置の制御態様は、前記保持装置の保持力を含む

付記 C 1 から C 4 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 C 6]

前記演算装置は、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体の少なくとも一部を撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて、前記保持動作が行われるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成する

付記 C 1 から C 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 C 7]

前記撮像システムは、前記ロボットに設けられている

付記 C 6 に記載の制御装置。

[付記 C 8]

前記計測装置は、前記撮像システムを含む

付記 C 6 又は C 7 に記載の制御装置。

[付記 C 9]

前記撮像システムは、第 1 撮像システムであり、

前記計測装置は、前記第 1 撮像システムとは異なる第 2 撮像システムを含む

付記 C 6 から C 8 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 C 10]

前記計測装置は、撮像システムを含む

付記 C 1 から C 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 C 11]

前記載置部材は、複数の前記対象物体を収容可能な容器を含む

付記 C 1 から C 10 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記 C 12]

付記 C 1 から C 11 のいずれか一項に記載の制御装置と、

前記計測装置と

を備える制御システム。

[付記 C 13]

付記C 1 からC 1 1 のいずれか一項に記載の制御装置と、
前記計測装置と、
前記ロボットと
を備えるロボットシステム。

[付記C 1 4]

対象物体を保持可能な保持装置が設けられ、且つ前記保持装置を移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御方法であって、

前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作を行った後に、前記保持装置に保持されている前記対象物体を計測装置で計測した計測結果に基づいて前記保持装置で保持された前記対象物体の個数を判定することと、

判定された前記個数に応じて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方の制御態様が異なるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成することと

を含む制御方法。

[付記C 1 5]

付記C 1 4 に記載の制御方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラム。

[付記D 1]

対象物体を保持可能な保持装置が設けられ、且つ前記保持装置を移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御装置であって、

少なくとも一つのプロセッサと、

コンピュータプログラムコードを含む少なくとも一つのメモリと、

前記少なくとも一つのプロセッサで生成された前記制御信号を出力する通信装置と

を備え、

前記少なくとも一つのプロセッサと共に、前記少なくとも一つのメモリと前記コンピュータプログラムコードは、前記制御装置が前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するよう構成され、

前記少なくとも一つのプロセッサは、

載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの第1対象物体を前記保持装置で保持した時に前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの第2対象物体が前記第1対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、少なくとも前記第2対象物体が前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第1制御信号を前記制御装置として生成し、

前記第1制御信号に基づき前記少なくとも第2対象物体が前記載置部材に落下した後、前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの第3対象物体を前記保持装置で保持した時に前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの第4対象物体が前記第3対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、前記少なくとも第2対象物体が前記載置部材に落下を開始する位置よりも低い位置から、少なくとも前記第4対象物体が前記載置部材に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第2制御信号を前記制御装置として生成する

制御装置。

[付記D2]

対象物体を保持可能な保持装置が設けられ、且つ前記保持装置を移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御装置であって、

少なくとも一つのプロセッサと、

コンピュータプログラムコードを含む少なくとも一つのメモリと、

前記少なくとも一つのプロセッサで生成された前記制御信号を出力する通信装置と

を備え、

前記少なくとも一つのプロセッサと共に、前記少なくとも一つのメモリと前記コンピュータプログラムコードは、前記制御装置が前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するよう構成され、

前記少なくとも一つのプロセッサは、載置部材に載置された複数の前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作が行われた後に、前記保持装置に保持されている複数の前記対象物体である保持対象物体群を計測装置により計測した計測結果に基づいて検出された前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群の保持状態に基づいて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第1制御信号を前記制御信号として生成する制御装置。

[付記D3]

対象物体を保持可能な保持装置が設けられ、且つ前記保持装置を移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御装置であって、

少なくとも一つのプロセッサと、

コンピュータプログラムコードを含む少なくとも一つのメモリと、

前記少なくとも一つのプロセッサで生成された前記制御信号を出力する通信装置と

を備え、

前記少なくとも一つのプロセッサと共に、前記少なくとも一つのメモリと前記コンピュータプログラムコードは、前記制御装置が前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するよう構成され、

前記少なくとも一つのプロセッサは、

前記載置部材に載置された複数の前記対象物体のうちの前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作を行った後に、前記保持装置に保持されている前記対象物体を計測装置で計測した計測結果に基づいて前記保持装置で保持された前記対象物体の個数を判定し、

判定された前記個数に応じて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも

一方の制御態様が異なるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成する

制御装置。

[付記 D 4]

対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御装置であって、

少なくとも一つのプロセッサと、

コンピュータプログラムコードを含む少なくとも一つのメモリと、

前記少なくとも一つのプロセッサで生成された前記制御信号を出力する通信装置と

を備え、

前記少なくとも一つのプロセッサと共に、前記少なくとも一つのメモリと前記コンピュータプログラムコードは、前記制御装置が前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するよう構成され、

前記少なくとも一つのプロセッサは、

容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を含む対象物体群を前記撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて前記対象物体群のうちの前記対象物体である第 1 対象物体を前記保持装置で保持した時に前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第 2 対象物体が前記第 1 対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、少なくとも前記第 2 対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第 1 制御信号を前記制御信号として生成し、

前記第 1 制御信号に基づき前記少なくとも第 2 対象物体が前記容器に落下した後、前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第 3 対象物体を前記保持装置で保持した時に前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第 4 対象物体が前記第 3 対象物体と共に前記保持装置で保持された場合

、前記少なくとも第2対象物体が前記容器に落下を開始する位置よりも低い位置で、少なくとも前記第4対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第2制御信号を前記制御信号として生成する

制御装置。

[付記D5]

対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御装置であって、

少なくとも一つのプロセッサと、

コンピュータプログラムコードを含む少なくとも一つのメモリと、

前記少なくとも一つのプロセッサで生成された前記制御信号を出力する通信装置と

を備え、

前記少なくとも一つのプロセッサと共に、前記少なくとも一つのメモリと前記コンピュータプログラムコードは、前記制御装置が前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するよう構成され、

前記少なくとも一つのプロセッサは、容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムにより撮像した第1撮像結果に基づいて、前記容器に収容された前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作が行われた後に、前記保持装置に保持されている複数の前記対象物体である保持対象物体群を前記撮像システムにより撮像した第2撮像結果に基づいて検出された前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群の保持状態に基づいて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第1制御信号を前記制御信号として生成する

制御装置。

[付記D6]

対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御装置であって、

少なくとも一つのプロセッサと、

コンピュータプログラムコードを含む少なくとも一つのメモリと、

前記少なくとも一つのプロセッサで生成された前記制御信号を出力する通信装置と

を備え、

前記少なくとも一つのプロセッサと共に、前記少なくとも一つのメモリと前記コンピュータプログラムコードは、前記制御装置が前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するよう構成され、

前記少なくとも一つのプロセッサは、

容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムにより撮像した第1撮像結果に基づいて前記容器に収容された前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作を行った後に、前記保持装置に保持されている前記対象物体を撮像した第2撮像結果に基づいて前記保持装置に保持された前記対象物体の個数を判定し、

判定された前記個数に応じて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方の制御態様が異なるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成する

制御装置。

[0473] 上述の各実施形態の構成要件の少なくとも一部は、上述の各実施形態の構成要件の少なくとも他の一部と適宜組み合わせることができる。上述の各実施形態の構成要件のうちの一部が用いられなくてもよい。また、法令で許容される限りにおいて、上述の各実施形態で引用した全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

[0474] 本発明は、上述した実施例に限られるものではなく、特許請求の範囲及び

明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う制御装置、制御システム、ロボットシステム、制御方法及びコンピュータプログラムもまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

符号の説明

[0475] SYS ロボットシステム

1 ロボット

1 2 ロボットアーム

1 3 ロボット制御装置

2 撮像システム

2 1 撮像装置

3 制御装置

3 1 演算装置

3 1 1 位置姿勢算出部

3 1 2 信号生成部

3 1 3 誤保持検出部

3 3 通信装置

4 エンドエフェクタ

O B J 対象物体

W ワーク

T 載置装置

I M G 画像データ

請求の範囲

[請求項1]

対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御装置であって、

前記制御信号を生成する演算装置と、

前記演算装置で生成された前記制御信号を出力する通信装置とを備え、

前記演算装置は、

容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を含む対象物体群を前記撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて前記対象物体群のうちの前記対象物体である第1対象物体を前記保持装置で保持した時に前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第2対象物体が前記第1対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、少なくとも前記第2対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第1制御信号を前記制御信号として生成し、

前記第1制御信号に基づき前記少なくとも第2対象物体が前記容器に落下した後、前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第3対象物体を前記保持装置で保持した時に前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第4対象物体が前記第3対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、前記少なくとも第2対象物体が前記容器に落下を開始する位置よりも低い位置から、少なくとも前記第4対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第2制御信号を前記制御信号として生成する

制御装置。

[請求項2]

前記第2制御信号は、前記低い位置に位置した前記少なくとも第4

対象物体が前記保持装置から前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号、及び前記低い位置に位置した前記保持装置から前記少なくとも第4対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号の少なくとも一方の信号を含む
請求項1に記載の制御装置。

[請求項3] 前記第2制御信号に基づき前記少なくとも第4対象物体が落下を開始する時の、前記容器に収容されている複数の前記対象物体の少なくとも一部の高さは、前記第1制御信号に基づき前記少なくとも第2対象物体が落下を開始する時の、前記容器に収容されている複数の前記対象物体の少なくとも一部の高さよりも低い
請求項1又は2に記載の制御装置。

[請求項4] 前記少なくとも第4対象物体が落下を開始する時の、前記容器に収容されている前記対象物体の数は、前記少なくとも第2対象物体が落下を開始する時の、前記容器に収容されている前記対象物体の数よりも少ない
請求項1から3のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項5] 前記演算装置は、前記容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムで撮像した撮像結果に基づいて、前記少なくとも第2対象物体が前記容器に落下を開始するための第1落下高さを決定し、
前記第1制御信号は、決定された前記第1落下高さから、前記少なくとも第2対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む
請求項1から4のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項6] 前記第1落下高さは、前記少なくとも第2対象物体が落下を開始する時の前記第2対象物体の高さ、前記少なくとも第2対象物体が落下を開始する時の前記第1対象物体の高さ、前記少なくとも第2対象物

体が落下を開始する時の前記第 1 及び第 2 対象物体の高さ、前記少なくとも第 2 対象物体が落下を開始する時の前記撮像システムの高さ、又は前記少なくとも第 2 対象物体が落下を開始する時の前記保持装置の高さである

請求項 5 に記載の制御装置。

[請求項 7] 前記第 1 落下高さを決定するために用いられる前記撮像結果は、前記対象物体群を前記撮像システムにより撮像した前記撮像結果である
請求項 5 又は 6 に記載の制御装置。

[請求項 8] 前記対象物体群を第 1 対象物体群とするとき、
前記第 2 制御信号は、前記容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を含む第 2 対象物体群を前記撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて前記第 2 対象物体群のうちの前記第 3 対象物体を前記保持装置で保持した時に前記第 4 対象物体が前記第 3 対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、前記低い位置から、前記少なくとも第 4 対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項 9] 前記第 2 対象物体群の高さは、前記第 1 対象物体群の高さよりも低い

請求項 8 に記載の制御装置。

[請求項 10] 前記演算装置は、前記容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムで撮像した撮像結果に基づいて、前記少なくとも第 4 対象物体が前記容器に落下を開始するための第 2 落下高さを決定し、

前記第 2 制御信号は、決定された前記第 2 落下高さから、前記少なくとも第 4 対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

請求項 8 又は 9 に記載の制御装置。

[請求項11] 前記第2落下高さは、前記少なくとも第4対象物体が落下を開始する時の前記第4対象物体の高さ、前記少なくとも第4対象物体が落下を開始する時の前記第3対象物体の高さ、前記少なくとも第4対象物体が落下を開始する時の前記第3及び第4対象物体の高さ、前記少なくとも第4対象物体が落下を開始する時の前記撮像システムの高さ、又は前記少なくとも第4対象物体が落下を開始する時の前記保持装置の高さである

請求項10に記載の制御装置。

[請求項12] 前記第2落下高さを決定するために用いられる前記撮像結果は、前記第2対象物体群を前記撮像システムにより撮像した前記撮像結果である

請求項10又は11に記載の制御装置。

[請求項13] 前記第2対象物体が前記第1対象物体と共に前記保持装置で保持された状態は、前記第2対象物体が前記保持装置で間接的又は直接的に保持された状態を含み、

前記第4対象物体が前記第3対象物体と共に前記保持装置で保持された状態は、前記第4対象物体が前記保持装置で間接的又は直接的に保持された状態を含む

請求項1から12のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項14] 前記第2対象物体が前記保持装置で間接的に保持された状態は、前記保持装置に保持された前記第1対象物体によって前記第2対象物体が保持された状態であり、

前記第2対象物体が前記保持装置で直接的に保持された状態は、前記第1対象物体及び前記第2対象物体のそれぞれが前記保持装置によって直接保持された状態であり、

前記第4対象物体が前記保持装置で間接的に保持された状態は、前記保持装置に保持された前記第3対象物体によって前記第4対象物体が保持された状態であり、

前記第4対象物体が前記保持装置で直接的に保持された状態は、前記第3対象物体及び前記第4対象物体のそれぞれが前記保持装置によって直接保持された状態である

請求項13に記載の制御装置。

[請求項15] 前記保持装置に保持された前記第1対象物体によって前記第2対象物体が保持された状態の場合、

前記演算装置は、前記第1対象物体が前記保持装置で保持された状態で前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を前記第1制御信号として生成する

請求項14に記載の制御装置。

[請求項16] 前記第1制御信号は、前記第1対象物体を保持した状態で前記保持装置を移動させることによって前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下するように前記ロボットを制御するための信号を含む

請求項15に記載の制御装置。

[請求項17] 前記保持装置を移動させることは、前記保持装置の姿勢を変化させることを含む

請求項16に記載の制御装置。

[請求項18] 前記第1制御信号によって前記保持装置の姿勢を変化させることは、前記保持装置で保持された前記第1対象物体の端部から前記保持装置の基準点に向かう方向に前記保持装置の前記基準点を回転移動させることを含む

請求項17に記載の制御装置。

[請求項19] 前記第1対象物体の端部は、前記第1対象物体の端部のうちの前記保持装置の前記基準点から最も離れた部分である

請求項18に記載の制御装置。

[請求項20] 前記第1制御信号によって前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下することは、前記第1制御信号に基づき前記保持装置の姿勢を

変化させる方向とは異なる方向に向かって移動した前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下することを含む

請求項17から19のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項21] 前記第1制御信号によって前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下することは、前記第1制御信号に基づき前記保持装置の姿勢を変化させることによって、前記保持装置が存在する方向とは異なる方向に向かって移動した前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下することを含む

請求項17から20のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項22] 前記保持装置を移動させることは、前記保持装置の高さを変化させることを含む

請求項16から21のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項23] 前記保持装置を移動させることは、前記保持装置の姿勢を変化させることを含み、

前記第1制御信号は、前記保持装置の姿勢の変化量に応じて前記保持装置の高さを変化させることによって、前記少なくとも第4対象物体が前記容器に落下を開始する位置よりも高い位置で、前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下するように前記ロボットを制御するための信号を含む

請求項22に記載の制御装置。

[請求項24] 前記第1制御信号は、前記保持装置の姿勢を変化させつつ前記保持装置の高さを変化させることによって、前記少なくとも第4対象物体が前記容器に落下を開始する位置よりも高い位置で、前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下するように前記ロボットを制御するための信号を含む

請求項22又は23に記載の制御装置。

[請求項25] 前記第1制御信号は、前記第1対象物体を保持した状態で前記保持装置の保持力を低下させることによって前記第2対象物体が前記第1

対象物体から落下するように前記保持装置を制御するための信号を含む

請求項 1 5 から 2 4 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項26] 前記第 1 制御信号に基づき前記保持装置で前記第 1 対象物体を保持した状態で前記第 2 対象物体が前記第 1 対象物体から前記容器に落下した後、前記保持装置で保持された前記第 1 対象物体が前記容器から搬出され、前記容器の外で前記保持装置からリリースされる

請求項 1 5 から 2 4 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項27] 前記第 1 対象物体及び前記第 2 対象物体のそれぞれが前記保持装置によって直接保持された状態の場合、

前記演算装置は、前記第 1 対象物体及び前記第 2 対象物体が前記保持装置から落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を前記第 1 制御信号として生成する

請求項 1 4 から 2 6 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項28] 前記第 1 制御信号は、前記第 1 対象物体及び前記第 2 対象物体が前記保持装置から落下するように前記保持装置を制御するための信号を含む

請求項 2 7 に記載の制御装置。

[請求項29] 前記第 1 制御信号は、前記保持装置を移動させることによって前記第 1 対象物体及び前記第 2 対象物体が前記保持装置から落下するように前記ロボットを制御するための信号を含む

請求項 2 7 又は 2 8 に記載の制御装置。

[請求項30] 前記第 1 制御信号は、前記保持装置の高さを変化させることによって、前記少なくとも第 4 対象物体が前記容器に落下を開始する位置よりも高い位置で、前記第 1 対象物体及び前記第 2 対象物体が前記保持装置から落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

請求項 2 7 から 2 9 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項31] 前記第1制御信号は、前記少なくとも第2対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第1信号を含み、

前記演算装置は、前記第1信号に基づき前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御しても前記少なくとも第2対象物体が落下していない場合に、前記少なくとも第2対象物体が落下するように、前記第1信号に基づく制御態様とは異なる制御態様で前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第2信号を前記第1制御信号の一部の信号として生成する

請求項1から30のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項32] 前記制御態様は、前記ロボットの制御態様及び前記保持装置の制御態様の少なくとも一方を含む

請求項31に記載の制御装置。

[請求項33] 前記ロボットの制御態様は、前記ロボットの制御による前記保持装置の移動方向、移動量、移動速度及び移動加速度の少なくとも一つを含む

請求項32に記載の制御装置。

[請求項34] 前記保持装置の制御態様は、前記保持装置の保持力を含む

請求項32又は33に記載の制御装置。

[請求項35] 前記演算装置は、前記対象物体群を前記撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて前記第1対象物体を前記保持装置で保持した後に、前記第1制御信号を生成する

請求項1から34のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項36] 前記演算装置は、計測装置の計測結果に基づいて、前記第1制御信号を生成する

請求項35に記載の制御装置。

[請求項37] 前記演算装置は、前記計測結果に基づいて、落下することによって前記容器内に位置した前記少なくとも第2対象物体の姿勢が所望姿勢

となるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記第1制御信号を生成する

請求項36に記載の制御装置。

[請求項38] 前記所望姿勢は、落下することによって前記容器内に位置した前記少なくとも第2対象物体の所望部位が所望方向を向く姿勢を含む

請求項37に記載の制御装置。

[請求項39] 前記所望部位は、予め設定された、前記保持装置で保持する前記対象物体の少なくとも一部である保持対象部位を含む

請求項38に記載の制御装置。

[請求項40] 前記第1対象物体は、前記対象物体の少なくとも一部の形状を示すモデルと前記対象物体群を前記撮像システムにより撮像した前記撮像結果とを用いたマッチング処理の結果に基づいて、前記容器に收容された複数の前記対象物体のうちから前記保持装置で保持され、

前記所望部位は、前記少なくとも第2対象物体における、前記モデルに対応する部位を含む

請求項38又は39に記載の制御装置。

[請求項41] 前記所望部位は、前記第2対象物体における、ユーザが指定した部位を含む

請求項38から40のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項42] 前記所望方向は、落下することによって前記容器内に位置した前記少なくとも第2対象物体を撮像するために前記撮像システムが位置することが可能な方向を含む

請求項38から41のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項43] 前記所望方向は、落下することによって前記容器内に位置した前記少なくとも第2対象物体を撮像する前記撮像システムに対して、落下することによって前記容器内に位置した前記少なくとも第2対象物体の前記所望部位が正対する方向を含む

請求項38から42のいずれか一項に記載の制御装置。

- [請求項44] 前記容器には、前記容器に収容された前記対象物体を保持するために、前記ロボットの制御によって前記保持装置が前記容器内に進入する開口が形成され、
- 前記所望方向は、落下することによって前記容器内に位置する前記少なくとも第2対象物体から見て前記開口の方向を含む
- 請求項38から43のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項45] 前記所望方向は、落下することによって前記容器内に位置した前記少なくとも第2対象物体から見て上向きの方角を含む
- 請求項38から44のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項46] 前記所望方向は、落下することによって前記容器内に位置した前記少なくとも第2対象物体から見て、前記容器の少なくとも一部が存在する方向とは異なる方向を含む
- 請求項38から45のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項47] 前記演算装置は、前記計測結果に基づいて、前記少なくとも第2対象物体が前記容器内の所望位置に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記第1制御信号を生成する
- 請求項36から46のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項48] 前記所望位置は、前記容器内において前記対象物体が存在しない位置を含む
- 請求項47に記載の制御装置。
- [請求項49] 前記演算装置は、前記計測結果に基づいて、前記保持装置で保持されている前記第1対象物体及び前記第2対象物体のうち、前記第2対象物体のみを前記容器へ落下させるか、又は前記第1対象物体及び前記第2対象物体を前記容器へ落下させるかを判定し、前記判定の結果に基づいて前記第1制御信号を生成する
- 請求項36から48のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項50] 前記演算装置は、前記第2対象物体のみを前記容器へ落下させると

判定した場合、前記第 1 対象物体を保持した状態で、前記第 2 対象物体のみが前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む前記第 1 制御信号を生成する

請求項 49 に記載の制御装置。

[請求項51] 前記第 1 制御信号は、前記第 1 対象物体を保持した状態で前記保持装置を移動させることによって、前記第 2 対象物体のみが前記容器に落下するように前記ロボットを制御するための信号を含む

請求項 50 に記載の制御装置。

[請求項52] 前記第 1 制御信号に基づき前記少なくとも第 2 対象物体が前記容器への落下を開始した後に、前記保持装置に保持された前記第 1 対象物体が前記容器から搬出され、前記容器の外で前記保持装置からリリースされる

請求項 50 又は 51 に記載の制御装置。

[請求項53] 前記演算装置は、前記第 1 対象物体及び前記第 2 対象物体を前記容器へ落下させると判定した場合、前記保持装置に保持された前記第 1 対象物体及び前記第 2 対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む前記第 1 制御信号を生成する

請求項 49 から 52 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項54] 前記第 1 制御信号は、前記保持装置の高さを変化させるように前記ロボットを制御した後に、前記第 1 対象物体及び前記第 2 対象物体が前記容器に落下するように前記保持装置を制御するための信号を含む

請求項 53 に記載の制御装置。

[請求項55] 前記第 1 制御信号に基づき前記第 1 対象物体及び前記第 2 対象物体が前記容器へ落下した後に、前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの前記対象物体が前記保持装置で保持される、又は前記撮像システムで前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの少なく

とも一部が撮像される

請求項 5 3 又は 5 4 に記載の制御装置。

[請求項56]

前記計測装置は、前記撮像システムを含み、

前記演算装置は、前記対象物体群を前記撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて前記第 1 対象物体を前記保持装置で保持した後に、前記撮像システムの撮像結果に基づいて前記第 1 制御信号を生成する

請求項 3 6 から 5 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項57]

前記第 1 制御信号の生成に用いられる前記撮像結果は、前記保持装置で保持されている前記第 1 対象物体及び前記第 2 対象物体の少なくとも一方を前記撮像システムで撮像した結果を含む

請求項 5 6 に記載の制御装置。

[請求項58]

前記演算装置は、

前記対象物体群を前記撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて前記第 1 対象物体を前記保持装置で保持した後に、前記保持装置が、前記第 1 対象物体を前記保持装置で保持した時の位置から、前記容器に収容された複数の前記対象物体に対して離れるように前記ロボットを制御するための信号を前記第 1 制御信号の一部の信号として生成し、

前記第 1 制御信号の一部の前記信号に基づき前記容器に収容された複数の前記対象物体に対して離れるように移動した前記保持装置で保持されている前記第 1 対象物体及び前記第 2 対象物体の少なくとも一方が前記撮像システムで撮像される

請求項 5 7 に記載の制御装置。

[請求項59]

前記第 1 制御信号の一部の前記信号は、前記第 1 対象物体を前記保持装置で保持した時の位置よりも高い位置に前記保持装置が移動するように前記ロボットを制御するための信号である

請求項 5 8 に記載の制御装置。

- [請求項60] 前記第1制御信号は、前記保持装置が、前記第1対象物体及び前記第2対象物体の少なくとも一方を前記撮像システムで撮像した時の位置から、前記容器に対して近づくように前記ロボットを制御するための信号を含む
- 請求項58又は59に記載の制御装置。
- [請求項61] 前記第1制御信号は、前記保持装置が、前記第1対象物体及び前記第2対象物体の少なくとも一方を前記撮像システムで撮像した時の位置から、前記容器に対して近づいた後に、前記少なくとも第2対象物体が落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む
- 請求項58から60のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項62] 前記第1制御信号の生成に用いられる前記撮像結果は、前記容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムで撮像した結果を含む
- 請求項56から61のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項63] 前記第1制御信号の生成に用いられる前記撮像結果は、前記対象物体群を前記撮像システムにより撮像した前記撮像結果である
- 請求項62に記載の制御装置。
- [請求項64] 請求項1から63のいずれか一項に記載の制御装置と、
前記撮像システムと
を備える制御システム。
- [請求項65] 請求項1から63のいずれか一項に記載の制御装置と、
前記撮像システムと、
前記ロボットと
を備えるロボットシステム。
- [請求項66] 対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための

制御信号を生成する制御方法であって、

容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を含む対象物体群を前記撮像システムにより撮像した撮像結果に基づいて前記対象物体群のうちの前記対象物体である第1対象物体を前記保持装置で保持した時に前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第2対象物体が前記第1対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、少なくとも前記第2対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第1制御信号を前記制御信号として生成することと、

前記第1制御信号に基づき前記少なくとも第2対象物体が前記容器に落下した後、前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第3対象物体を前記保持装置で保持した時に前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの第4対象物体が前記第3対象物体と共に前記保持装置で保持された場合、前記少なくとも第2対象物体が前記容器に落下を開始する位置よりも低い位置から、少なくとも前記第4対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第2制御信号を前記制御信号として生成することと

を含む制御方法。

[請求項67] 請求項66に記載の制御方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラム。

[請求項68] 対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御装置であって、

前記制御信号を生成する演算装置と、

前記演算装置で生成された前記制御信号を出力する通信装置とを備え、

前記演算装置は、容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムにより撮像した第1撮像結果に基づいて、前記容器に収容された前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作が行われた後に、前記保持装置に保持されている複数の前記対象物体である保持対象物体群を前記撮像システムにより撮像した第2撮像結果に基づいて検出された前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群の保持状態に基づいて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第1制御信号を前記制御信号として生成する

制御装置。

[請求項69]

前記演算装置は、

前記第1撮像結果に基づいて前記容器に収容された前記対象物体に対して前記保持装置による前記保持動作が行われた後に、前記保持装置が、前記保持対象物体群を前記保持装置で保持した時の位置から、前記容器に収容された複数の前記対象物体に対して離れるように前記ロボットを制御するための信号を前記第1制御信号の一部の信号として生成し、

前記第1制御信号の一部の前記信号に基づき前記容器に収容された複数の前記対象物体に対して離れるように移動した前記保持装置で保持されている前記保持対象物体群を前記撮像システムで撮像した前記第2撮像結果に基づいて前記保持状態が検出される

請求項68に記載の制御装置。

[請求項70]

前記第1制御信号の一部の前記信号は、前記保持対象物体群を前記保持装置で保持した時の位置よりも高い位置に前記保持装置が移動するように前記ロボットを制御するための信号を含む

請求項69に記載の制御装置。

[請求項71]

前記演算装置は、前記保持状態に基づいて、前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体が前記容器に落下するように前

記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記第1制御信号を生成し、

前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体が前記容器に落下を開始する位置は、前記第2撮像結果を得るために前記撮像システムで前記保持対象物体群を撮像する位置よりも前記容器に近い

請求項68から70のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項72] 前記第1制御信号は、前記第2撮像結果を得るために前記撮像システムで前記保持対象物体群を撮像する位置よりも低い位置から、前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

請求項71に記載の制御装置。

[請求項73] 前記保持動作は、前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの一つの前記対象物体を前記保持装置で保持するための動作を含み、
前記保持装置で保持された前記保持対象物体群のうちの前記一つの対象物体以外の前記対象物体は、前記保持動作によって前記一つの対象物体を保持する時に、前記保持装置で保持された余分な対象物体である

請求項68から72のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項74] 前記保持動作は、前記第1撮像結果として前記撮像システムにより撮像された、前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの一部に含まれる一つの前記対象物体を前記保持装置で保持するための動作を含み、

前記保持装置で保持された前記保持対象物体群のうちの前記一つの対象物体以外の前記対象物体は、前記保持動作によって前記一つの対象物体を保持する時に、前記保持装置で保持された余分な対象物体である

請求項 6 8 から 7 3 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項75] 前記保持状態は、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体が前記保持装置で間接的に保持された状態と、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群のうちの二つ以上の前記対象物体が前記保持装置で直接的に保持された状態とを含む

請求項 6 8 から 7 4 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項76] 前記演算装置は、前記第 2 撮像結果に基づいて、前記間接的に保持された状態と前記直接的に保持された状態とを判別し、その判別結果に基づいて前記第 1 制御信号を生成する

請求項 7 5 に記載の制御装置。

[請求項77] 前記間接的に保持された状態は、前記保持装置に保持された前記保持対象物体群のうちの一の前記対象物体によって他の前記対象物体が保持された状態を含み、

前記直接的に保持された状態は、前記保持対象物体群のうちの二つ以上の前記対象物体のそれぞれが前記保持装置によって直接保持された状態を含む

請求項 7 5 又は 7 6 に記載の制御装置。

[請求項78] 検出された前記保持状態が、前記保持装置に保持された前記一の対象物体によって前記他の対象物体が保持された状態の場合、

前記第 1 制御信号は、前記一の対象物体を保持した状態で、前記他の対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

請求項 7 7 に記載の制御装置。

[請求項79] 前記第 1 制御信号は、前記一の対象物体を保持した状態で前記保持装置を移動させることによって、前記他の対象物体が前記容器に落下するように前記ロボットを制御するための信号を含む

請求項 7 8 に記載の制御装置。

- [請求項80] 前記第1制御信号に基づき前記他の対象物体が前記容器に落下した場合、前記保持装置で保持された前記一の対象物体が前記容器から搬出され、前記容器の外で前記保持装置からリリースされる
請求項78又は79に記載の制御装置。
- [請求項81] 前記演算装置は、前記保持装置で保持された前記一の対象物体が前記容器から搬出され、前記容器の外で前記保持装置からリリースされるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第3制御信号を前記制御信号として生成する
請求項78から80のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項82] 前記他の対象物体は1つの前記対象物体であり、
前記一の対象物体を第1対象物体とし、前記他の対象物体を第2対象物体とするとき、
前記第1制御信号は、前記第1対象物体を保持した状態で前記保持装置を移動させることによって、前記第2対象物体が前記第1対象物体から前記容器に落下するように前記ロボットを制御するための信号を含む
請求項78から81のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項83] 前記保持装置を移動させることは、前記保持装置の姿勢を変化させることを含む
請求項82に記載の制御装置。
- [請求項84] 前記第1制御信号によって前記保持装置の姿勢を変化させることは、前記保持装置で保持された前記第1対象物体の端部から前記保持装置の基準点に向かう方向に前記保持装置の前記基準点を回転移動させることを含む
請求項83に記載の制御装置。
- [請求項85] 前記第1対象物体の端部は、前記第1対象物体の端部のうちの前記保持装置の前記基準点から最も離れた部分である
請求項84に記載の制御装置。

[請求項86] 前記第1制御信号によって前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下することは、前記第1制御信号に基づいて、前記保持装置の姿勢を変化させる方向とは異なる方向に向かって移動した前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下することを含む

請求項83から85のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項87] 前記第1制御信号によって前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下することは、前記第1制御信号に基づいて、前記保持装置の姿勢を変化させることによって、前記保持装置が存在する方向とは異なる方向に向かって移動した前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下することを含む

請求項83から86のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項88] 前記第1制御信号は、前記第1対象物体を保持した状態で前記保持装置を移動させることによって、第1落下高さで、前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下するように前記ロボットを制御するための信号を含む

請求項82から87のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項89] 前記第1落下高さは、前記第1対象物体から落下する時の前記第2対象物体の高さ、前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下する時の前記第1対象物体の高さ、又は前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下する時の前記保持装置の高さである

請求項88に記載の制御装置。

[請求項90] 前記保持装置を移動させることは、前記保持装置の高さを変化させることを含む

請求項88又は89に記載の制御装置。

[請求項91] 前記保持装置を移動させることは、前記保持装置の姿勢を変化させることを含み、

前記第1制御信号は、前記保持装置の姿勢の変化量に応じて前記保持装置の高さを変化させることによって、前記第1落下高さで、前記

第2対象物体が前記第1対象物体から落下するように前記ロボットを制御するための信号を含む

請求項90に記載の制御装置。

[請求項92] 前記第1制御信号は、前記保持装置の姿勢を変化させつつ前記保持装置の高さを変化させることによって、前記第1落下高さで、前記第2対象物体が前記第1対象物体から落下するように前記ロボットを制御するための信号を含む

請求項90又は91に記載の制御装置。

[請求項93] 検出された前記保持状態が、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群のうちの二つ以上の前記対象物体のそれぞれが前記保持装置によって直接保持された状態の場合、

前記第1制御信号は、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

請求項77から92のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項94] 前記第1制御信号は、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群が前記容器に落下するように前記保持装置を制御するための信号を含む

請求項93に記載の制御装置。

[請求項95] 前記第1制御信号に基づき前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群が前記容器へ落下した後に、前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの前記対象物体が前記保持装置で保持される、又は前記撮像システムで前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの少なくとも一部が撮像される

請求項93又は94に記載の制御装置。

[請求項96] 前記演算装置は、前記第1制御信号に基づき前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群が前記容器へ落下した後に、前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの前記対象物体が前記保持装置

で保持される、又は前記撮像システムで前記容器に收容された複数の前記対象物体のうちの少なくとも一部が撮像されるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第3制御信号を前記制御信号として生成する

請求項93から95のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項97] 前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群は第1対象物体及び第2対象物体であり、

前記第1制御信号は、前記保持装置に保持されている前記第1対象物体及び前記第2対象物体が前記保持装置から前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

請求項93から96のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項98] 前記第1制御信号は、第1落下高さで、前記保持装置に保持されている前記第1対象物体及び前記第2対象物体が前記保持装置から前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

請求項97に記載の制御装置。

[請求項99] 前記第1制御信号は、前記保持装置の高さを変化させることによって前記第1落下高さに前記保持装置、前記第1対象物体、及び前記第2対象物体の少なくとも一つが位置するように前記ロボットを制御するための信号と、前記第1落下高さで、前記第1対象物体及び前記第2対象物体が前記保持装置から落下するように前記保持装置を制御するための信号とを含む

請求項98に記載の制御装置。

[請求項100] 前記第1落下高さは、前記第1対象物体及び前記第2対象物体が落下する時の前記第1対象物体及び前記第2対象物体の少なくとも一方の高さ、又は前記第1対象物体及び前記第2対象物体が落下する時の前記保持装置の高さである

請求項 9 8 又は 9 9 に記載の制御装置。

[請求項101] 前記演算装置は、計測装置による、前記容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部の計測結果に基づいて前記第 1 落下高さを決定する

請求項 8 8 から 9 2 及び 9 8 から 1 0 0 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項102] 決定された前記第 1 落下高さで、少なくとも前記第 2 対象物体が前記容器に落下する位置は、前記計測装置で計測された、前記容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を含む計測範囲に含まれる

請求項 1 0 1 に記載の制御装置。

[請求項103] 前記演算装置は、前記容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部の前記計測装置による計測結果に基づいて算出される、前記容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部の高さ及び分量の少なくとも一方に基づいて前記第 1 落下高さを決定する

請求項 1 0 1 又は 1 0 2 に記載の制御装置。

[請求項104] 前記計測装置は、前記撮像システムであり、
前記演算装置は、前記第 1 撮像結果に基づいて前記第 1 落下高さを決定する

請求項 1 0 1 から 1 0 3 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項105] 前記計測装置は、前記撮像システムであり、
前記演算装置は、前記保持装置による前記保持動作が行われた後に、前記容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムで撮像した第 3 撮像結果に基づいて前記第 1 落下高さを決定する

請求項 1 0 1 から 1 0 4 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項106] 前記演算装置は、計測装置による、前記容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部の計測結果に基づいて前記第 1 制御信号

を生成する

請求項 68 から 105 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項107] 前記第 1 制御信号は、前記保持対象物体のうちの少なくとも一つである第 1 対象物体を保持した状態で前記保持装置を移動させることによって、第 1 落下高さから、前記保持対象物体のうちの少なくとも一つの前記対象物体である落下対象物体が落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含み、

前記演算装置は、前記計測結果に基づいて第 1 落下高さを決定する
請求項 106 に記載の制御装置。

[請求項108] 前記演算装置は、前記計測装置による前記計測結果に基づいて、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群の少なくとも一つの前記対象物体である落下対象物体が、前記容器内の所望位置に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記第 1 制御信号を生成する

請求項 106 又は 107 に記載の制御装置。

[請求項109] 前記所望位置は、前記容器内において前記対象物体が存在しない位置を含む

請求項 108 に記載の制御装置。

[請求項110] 前記演算装置は、前記計測装置による前記計測結果に基づいて算出される、前記容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部の高さ及び分量の少なくとも一方に基づいて前記第 1 制御信号を生成する

請求項 106 から 109 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項111] 前記計測装置は、前記高さ及び前記分量の少なくとも一方を直接的又は間接的に計測可能である

請求項 109 又は 110 に記載の制御装置。

[請求項112] 前記撮像システムは、第 1 撮像システムであり、
前記計測装置は、前記第 1 撮像システム、及び前記第 1 撮像システ

ムとは異なる第2撮像システムの少なくとも一方を含み、

前記演算装置は、前記第1及び第2撮像システムの少なくとも一方による第3撮像結果に基づいて、前記高さ又は前記分量の少なくとも一方を算出する

請求項103、110、又は111に記載の制御装置。

[請求項113] 前記第3撮像結果は、前記第1及び第2撮像システムの少なくとも一方により、前記容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を撮像した結果を含む

請求項112に記載の制御装置。

[請求項114] 前記第3撮像結果は、前記容器の表面のうち複数の前記対象物体の少なくとも一部が位置する空間に面する位置に配置された少なくとも一つのマーカの撮像結果を含む

請求項112又は113に記載の制御装置。

[請求項115] 前記計測装置は、前記容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部の重量を計測可能な重量センサを含む

請求項101から114のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項116] 前記計測装置は、前記容器に収容された複数の前記対象物体のうちの少なくとも一つの前記対象物体を検出可能な少なくとも一つのセンサを含む

請求項101から115のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項117] 前記少なくとも一つのセンサは、前記容器に配置されている

請求項116に記載の制御装置。

[請求項118] 前記演算装置は、前記容器から搬出され、前記容器の外で前記保持装置からリリースされた前記対象物体の数に基づいて前記第1落下高さを決定する

請求項88から92、98から105及び107のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項119] 前記演算装置は、前記容器から搬出され、前記容器の外で前記保持

装置からリリースされた前記対象物体の数に基づいて前記第 1 制御信号を生成する

請求項 68 から 118 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項120] 前記第 1 制御信号は、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群の前記保持状態に基づき前記演算装置で生成された、前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体である落下対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

請求項 68 から 119 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項121] 前記保持状態は、前記保持対象物体群のうちの少なくとも前記落下対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を含む

請求項 120 に記載の制御装置。

[請求項122] 前記第 1 制御信号は、前記保持状態に基づき前記演算装置で生成された、落下することによって前記容器内に位置した前記落下対象物体の姿勢が所望姿勢となるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号を含む

請求項 120 又は 121 に記載の制御装置。

[請求項123] 前記所望姿勢は、落下することによって前記容器内に位置した前記落下対象物体の所望部位が所望方向を向く姿勢を含む

請求項 122 に記載の制御装置。

[請求項124] 前記所望部位は、予め設定された、前記保持装置で保持する前記対象物体の少なくとも一部である保持対象部位を含む

請求項 123 に記載の制御装置。

[請求項125] 前記保持動作は、前記対象物体の少なくとも一部の形状を示すモデルと前記第 1 撮像結果とを用いたマッチング処理の結果に基づいて行われ、

前記所望部位は、前記落下対象物体における、前記モデルに対応する部位を含む

請求項 1 2 3 又は 1 2 4 に記載の制御装置。

[請求項126] 前記所望部位は、前記落下対象物体における、ユーザが指定した部位を含む

請求項 1 2 3 から 1 2 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項127] 前記所望方向は、落下することによって前記容器内に位置した前記落下対象物体を撮像するために前記撮像システムが位置することが可能な方向を含む

請求項 1 2 3 から 1 2 6 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項128] 前記所望方向は、落下することによって前記容器内に位置した前記落下対象物体を撮像する前記撮像システムに対して、落下することによって前記容器内に位置した前記落下対象物体の前記所望部位が正対する方向を含む

請求項 1 2 3 から 1 2 7 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項129] 前記容器には、前記容器に収容された前記対象物体を保持するために、前記ロボットの制御によって前記保持装置が前記容器内に進入する開口が形成され、

前記所望方向は、落下することによって前記容器内に位置する前記落下対象物体から見て前記開口の方向を含む

請求項 1 2 3 から 1 2 8 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項130] 前記所望方向は、落下することによって前記容器内に位置した前記落下対象物体から見て上向きの方

請求項 1 2 3 から 1 2 9 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項131] 前記所望方向は、落下することによって前記容器内に位置した前記落下対象物体から見て、前記容器の少なくとも一部が存在する方向とは異なる方向を含む

請求項 1 2 3 から 1 3 0 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項132] 前記演算装置は、計測装置による計測結果と前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群の前記保持状態とに基づいて、前記落下

対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記第1制御信号を生成する

請求項123から131のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項133]

前記計測装置は、前記撮像システムを含み、

前記計測結果は、前記容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部の前記撮像システムによる撮像結果を含む

請求項132に記載の制御装置。

[請求項134]

前記第1制御信号は、前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体である落下対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第1信号を含み

前記演算装置は、前記第1信号に基づき前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方が制御されている最中又は制御された後に、計測装置による計測結果に基づいて、前記保持装置に前記落下対象物体が保持されているか否かを判別する

請求項68から133のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項135]

前記計測装置は、前記撮像システムであり、

前記計測結果は、前記撮像システムによる撮像結果である

請求項134に記載の制御装置。

[請求項136]

前記第1信号は、前記落下対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号であり、

前記演算装置が、前記保持装置に前記落下対象物体の少なくとも一つが保持されていると判別した場合、前記演算装置は、前記落下対象物体の少なくとも一つが落下するように、前記第1信号に基づく制御態様とは異なる制御態様で前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第2信号を前記第1制御信号の一部の信号として生成する

請求項 1 3 4 又は 1 3 5 に記載の制御装置。

[請求項137] 前記制御態様は、前記ロボットの制御態様及び前記保持装置の制御態様の少なくとも一方を含み、

前記ロボットの制御態様は、前記ロボットの制御による前記保持装置の移動方向、移動量、移動速度及び移動加速度の少なくとも一つを含み、

前記保持装置の制御態様は、前記保持装置の保持力を含む

請求項 1 3 6 に記載の制御装置。

[請求項138] 前記演算装置は、

前記保持状態に基づいて、前記保持対象物体群のうちの少なくとも一つの前記対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記第 1 制御信号を生成し、

前記第 2 撮像結果に基づいて、前記第 1 制御信号に基づき前記容器に落下した前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方を推定し、

推定された前記対象物体の位置及び姿勢の少なくとも一方に基づいて、前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作が行われる

請求項 1 から 1 3 7 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項139] 前記他の対象物体は二つの対象物体であり、

前記演算装置は、前記制御信号は、前記一の対象物体が前記保持装置で保持された状態で、前記二つの対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置を制御するための信号を含む

請求項 7 7 から 9 2 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項140] 前記他の対象物体は第 1 対象物体及び第 2 対象物体であり、

前記保持装置に保持された前記一の対象物体によって前記他の対象物体が保持された状態は、前記保持装置に保持された前記一の対象物体によって前記第 1 対象物体が保持され、前記一の対象物体によって保持された前記第 1 対象物体によって前記第 2 対象物体が保持された

状態であり、

前記制御信号は、前記保持装置に保持された前記一の対象物体によって前記第1対象物体が保持された状態で、前記第2対象物体が前記第1対象物体から前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号と、前記一の対象物体が前記保持装置に保持された状態で、前記第1対象物体が前記一の対象物体から前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための信号とを含む

請求項139に記載の制御装置。

[請求項141]

前記保持対象物体群は、三つの前記対象物体であり、

前記保持対象物体群のうちの二つの前記対象物体又は三つの前記対象物体のそれぞれが前記保持装置によって直接保持された状態の場合、

前記制御信号は、前記一の対象物体を保持した状態で前記保持装置に直接保持された前記二つの対象物体又は前記三つの対象物体が前記容器に落下するように前記ロボット及び前記保持装置を制御するための信号を含む

請求項77及び93から120のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項142]

請求項68から141のいずれか一項に記載の制御装置と、

前記撮像システムと

を備える制御システム。

[請求項143]

請求項1から141のいずれか一項に記載の制御装置と、

前記撮像システムと、

前記ロボットと

を備えるロボットシステム。

[請求項144]

対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための

制御信号を生成する制御方法であって、

容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムにより撮像した第1撮像結果に基づいて、前記容器に収容された前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作が行われた後に、前記保持装置に保持されている複数の前記対象物体である保持対象物体群を前記撮像システムにより撮像した第2撮像結果に基づいて検出された前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群の保持状態に基づいて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための第1制御信号を前記制御信号として生成することを含む制御方法。

[請求項145] 請求項144に記載の制御方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラム。

[請求項146] 対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御装置であって、

前記制御信号を生成する演算装置と、

前記演算装置で生成された前記制御信号を出力する通信装置とを備え、

前記演算装置は、

容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムにより撮像した第1撮像結果に基づいて前記容器に収容された前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作を行った後に、前記保持装置に保持されている前記対象物体を撮像した第2撮像結果に基づいて前記保持装置で保持された前記対象物体の個数を判定し、

判定された前記個数に応じて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方の制御態様が異なるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成する

制御装置。

[請求項147] 前記演算装置は、前記個数が1つと判定された場合と複数と判定された場合とで前記制御態様が異なるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成する
請求項146に記載の制御装置。

[請求項148] 前記演算装置は、前記個数が複数と判定された場合、前記保持装置に保持された前記複数の前記対象物体のうちの少なくとも一つの前記対象物体が前記保持装置で間接的に保持された状態と、前記保持装置に保持されている前記保持対象物体群のうちの二つ以上の前記対象物体が前記保持装置で直接的に保持された状態とで前記制御態様が異なるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成する
請求項146又は147に記載の制御装置。

[請求項149] 前記演算装置は、前記個数が1つと判定された場合、前記保持装置で保持された1つの前記対象物体が前記容器から搬出され、前記容器の外で前記保持装置からリリースされるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成する
請求項146から148のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項150] 前記ロボットの制御態様は、前記ロボットの制御による前記保持装置の移動方向、移動量、移動速度及び移動加速度の少なくとも一つを含み、
前記保持装置の制御態様は、前記保持装置の保持力を含む
請求項146から149のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項151] 請求項146から150のいずれか一項に記載の制御装置と、
前記撮像システムと
を備える制御システム。

[請求項152] 請求項146から150のいずれか一項に記載の制御装置と、
前記撮像システムと、

前記ロボットと
を備えるロボットシステム。

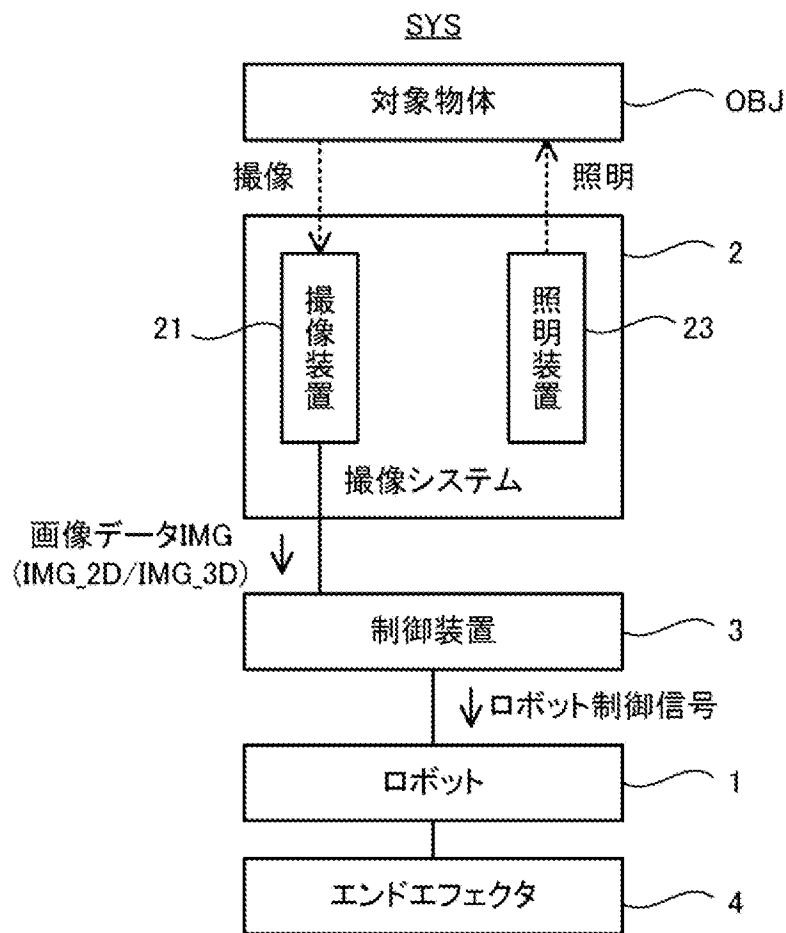
[請求項153] 対象物体を保持可能な保持装置と前記対象物体を撮像する撮像システムとが設けられ、且つ前記保持装置と前記撮像システムとを移動させるロボット、及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための制御信号を生成する制御方法であって、

容器に収容された複数の前記対象物体の少なくとも一部を前記撮像システムにより撮像した第1撮像結果に基づいて前記容器に収容された前記対象物体に対して前記保持装置による保持動作を行った後に、前記保持装置に保持されている前記対象物体を撮像した第2撮像結果に基づいて前記保持装置で保持された前記対象物体の個数を判定することと、

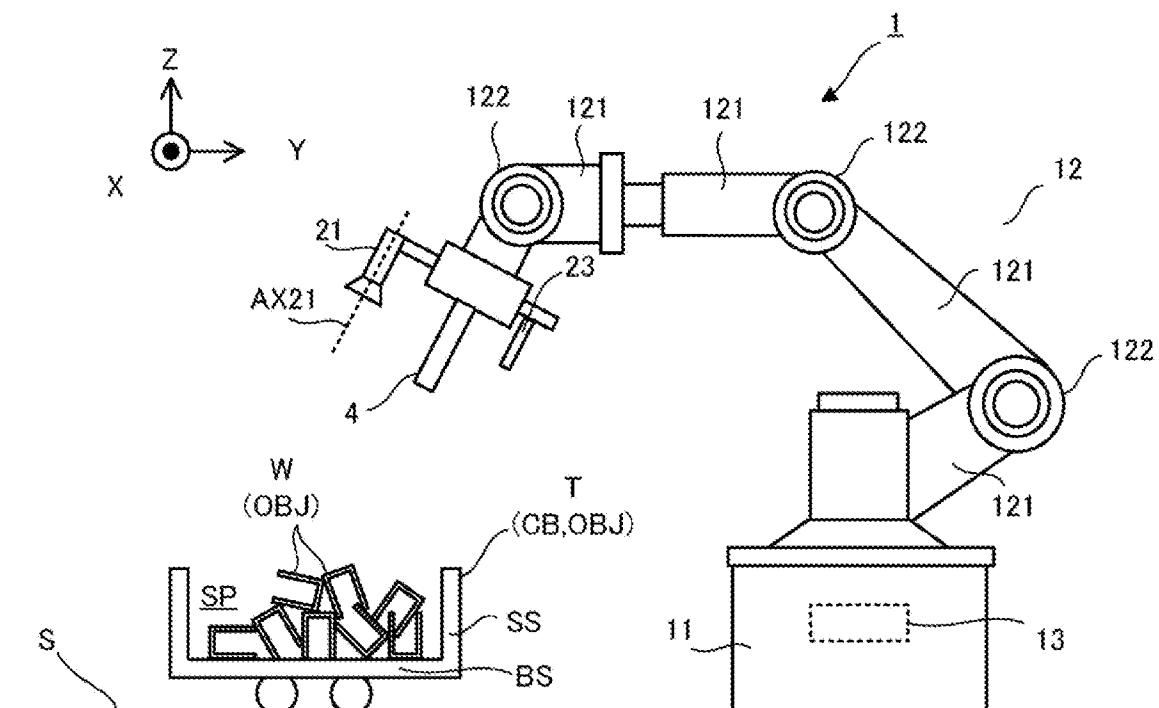
判定された前記個数に応じて前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方の制御態様が異なるように前記ロボット及び前記保持装置の少なくとも一方を制御するための前記制御信号を生成することとを含む制御方法。

[請求項154] 請求項153に記載の制御方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラム。

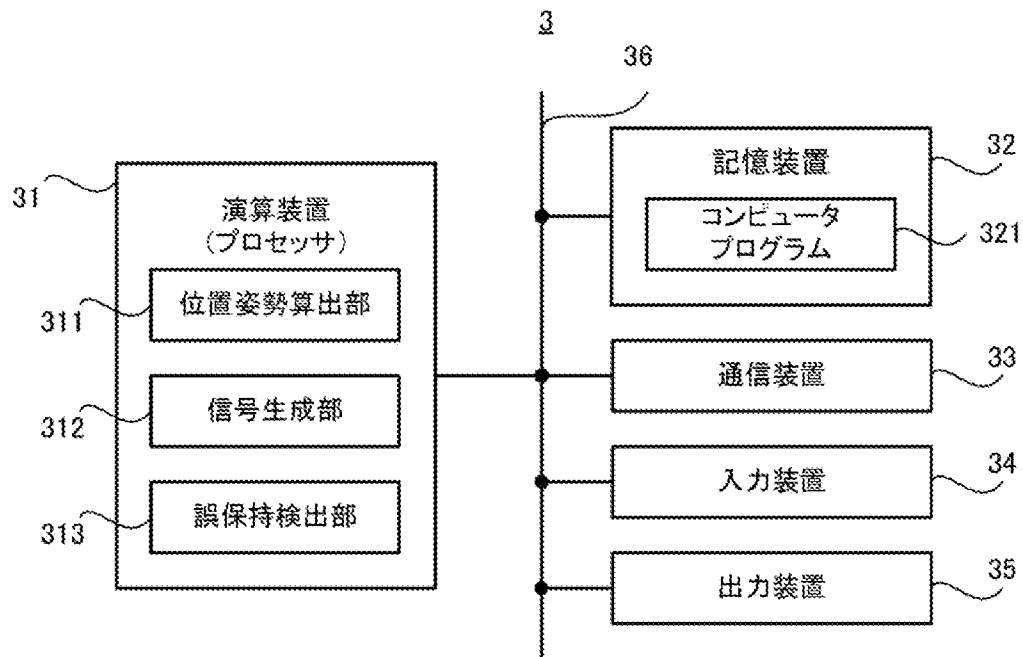
[図1]



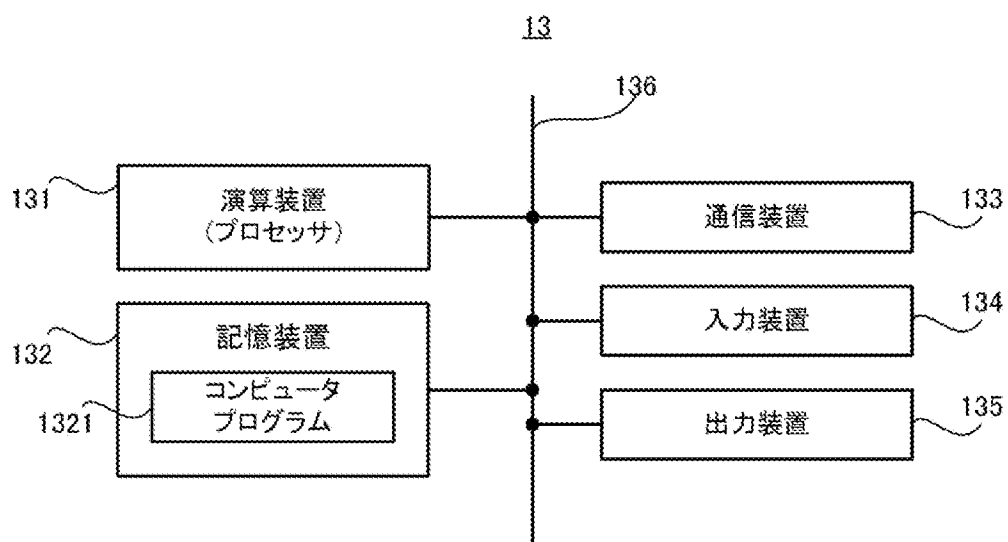
[図2]



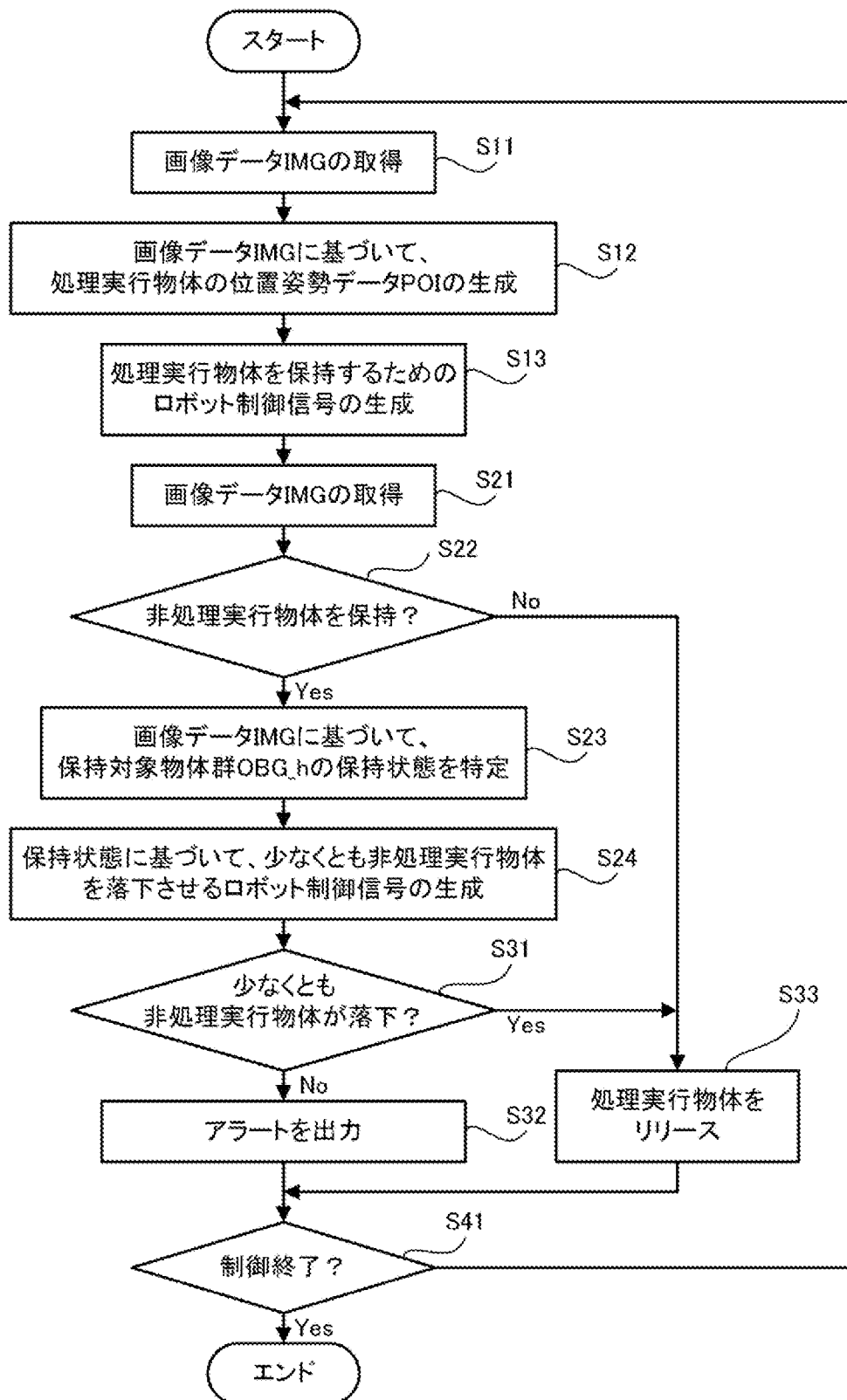
[図3]



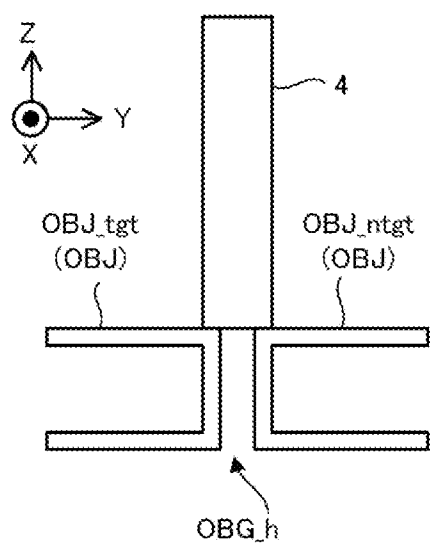
[図4]



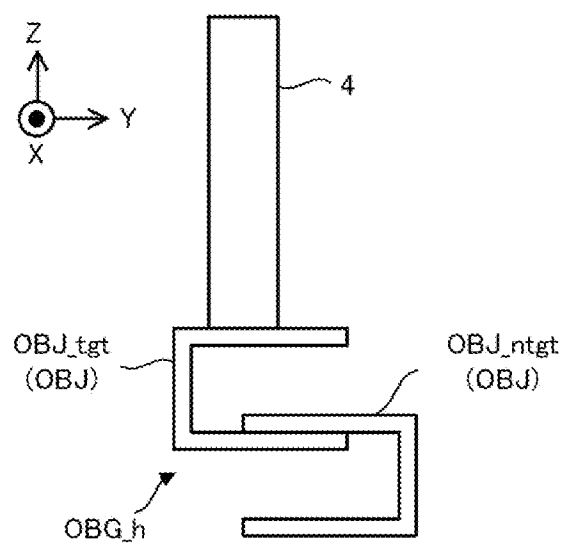
[図5]



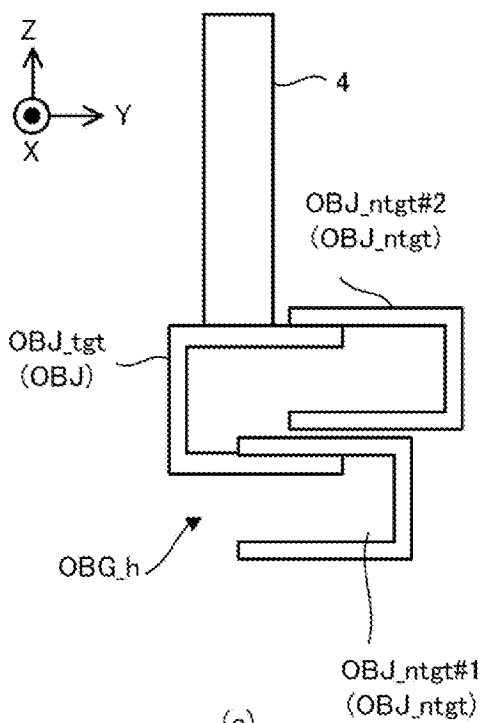
[図6]



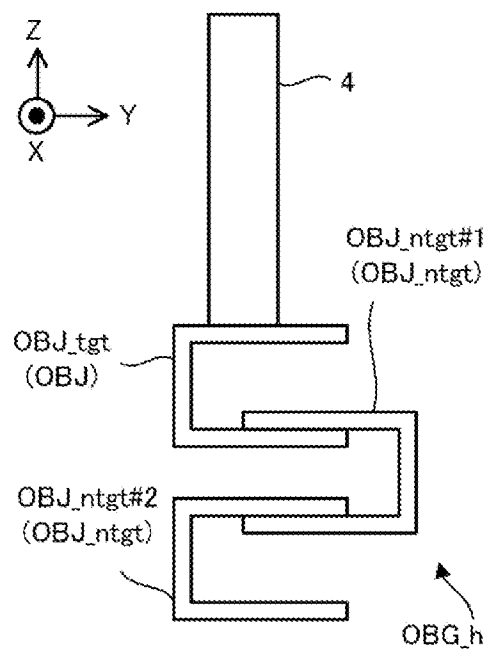
(a)



(b)

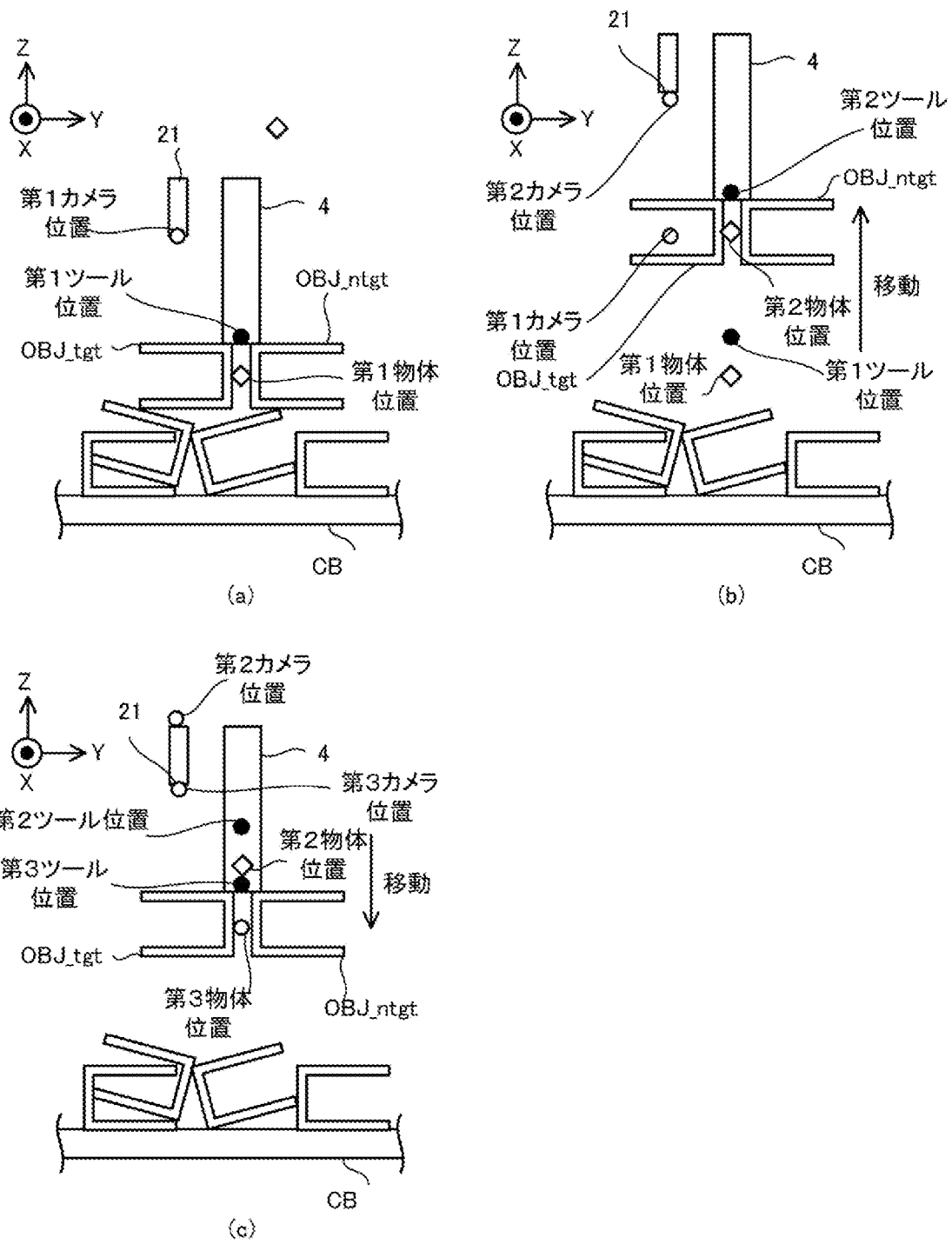


(c)

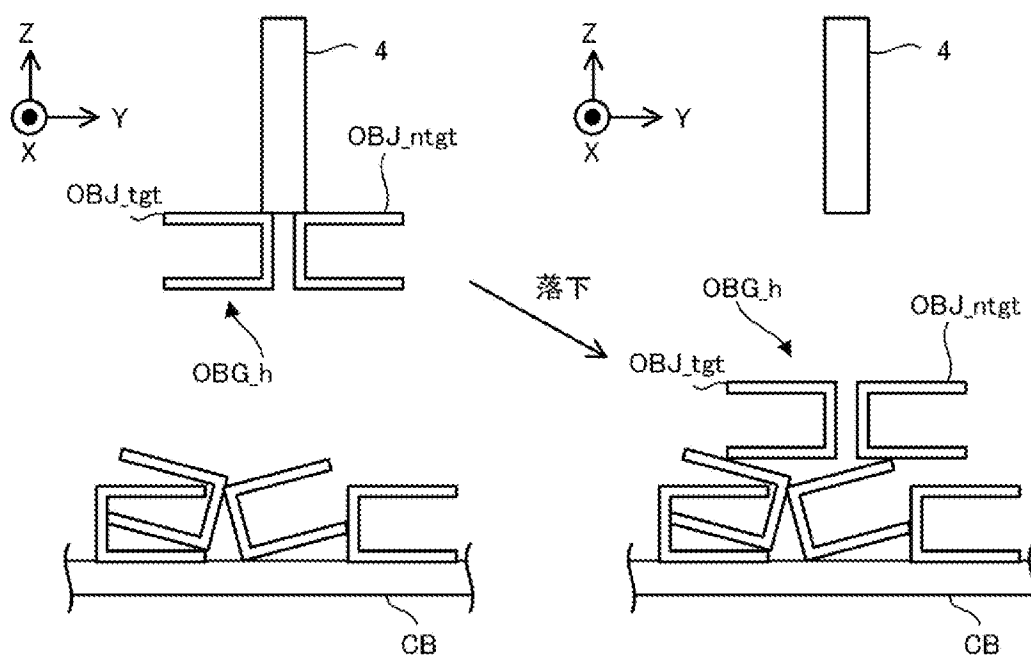


(d)

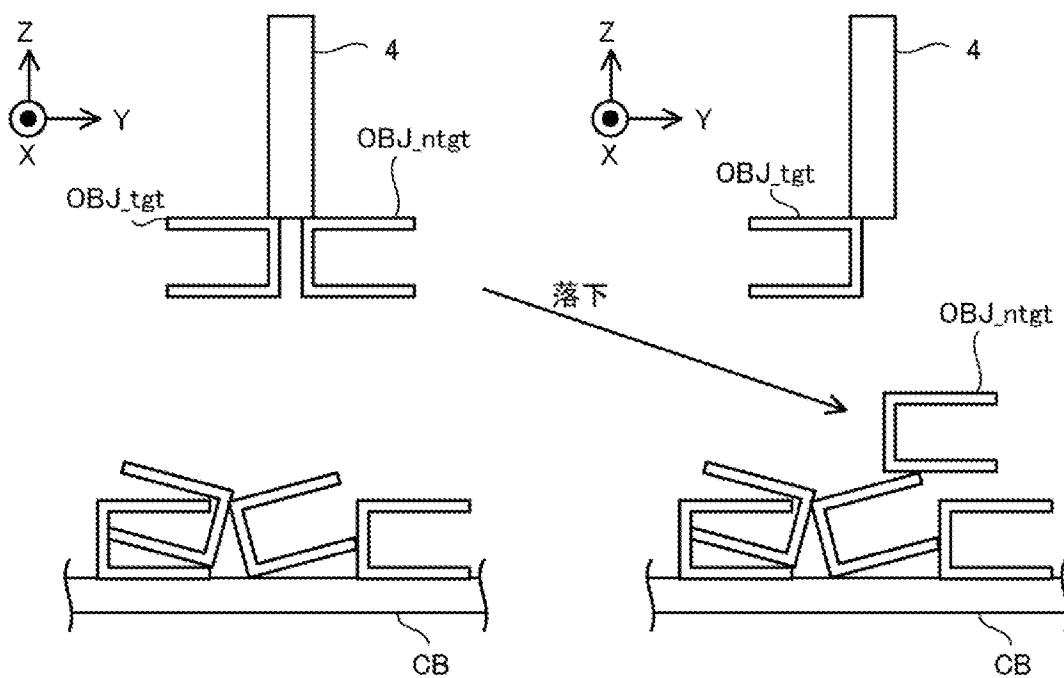
[図7]



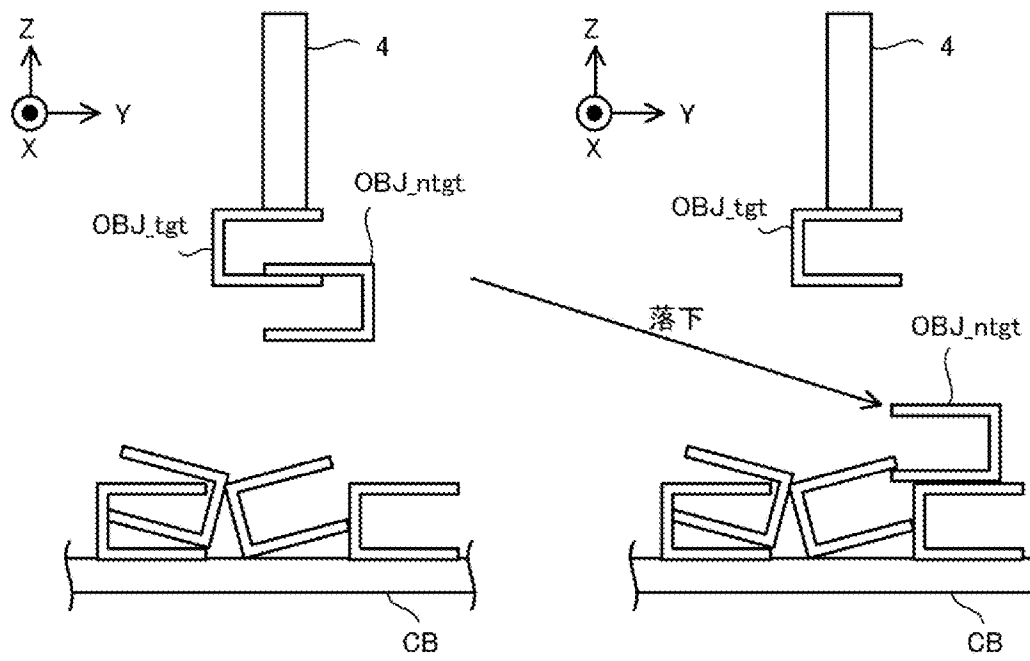
[図8]



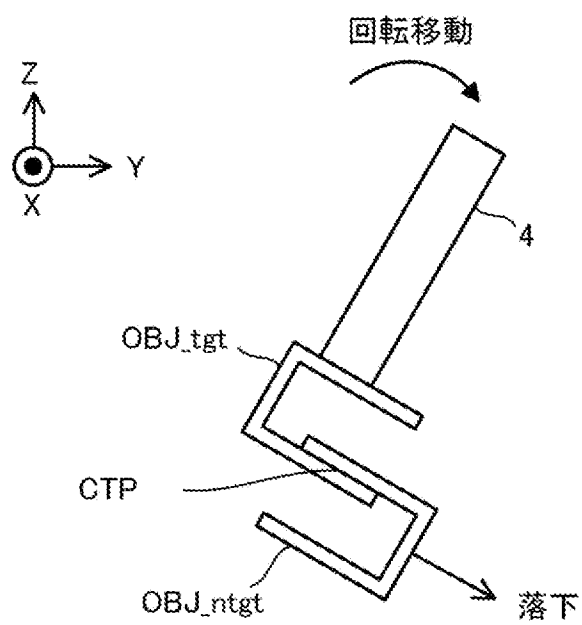
[図9]



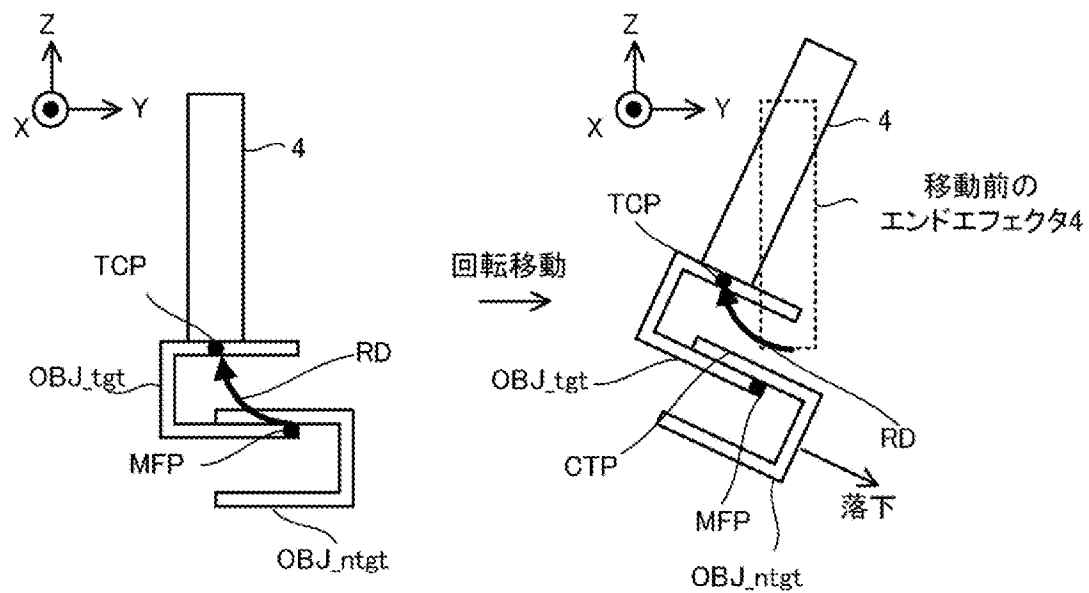
[図10]



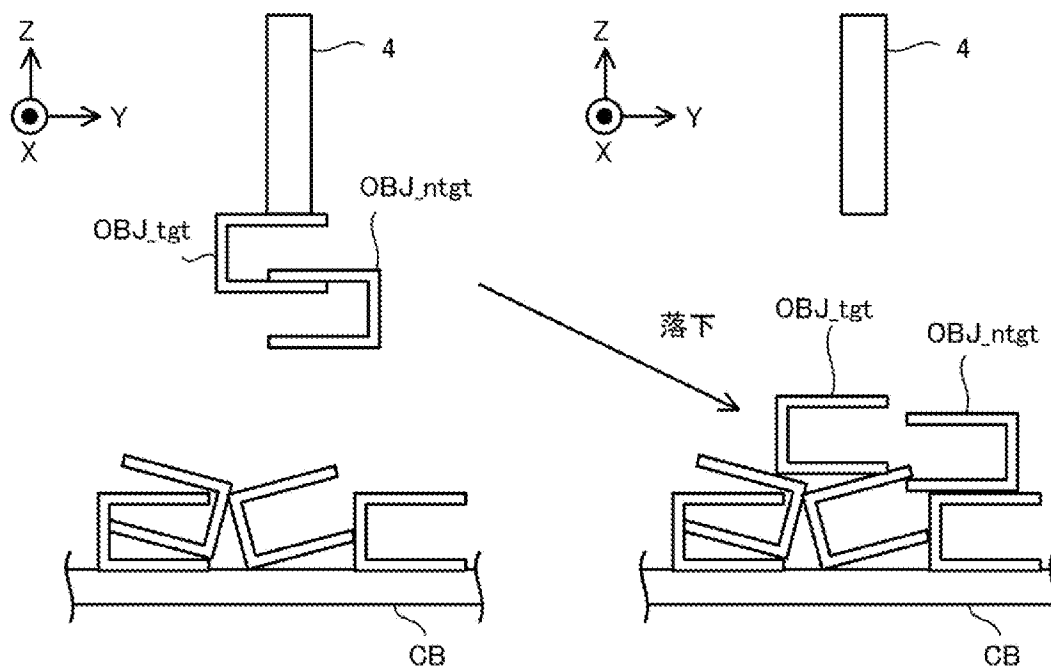
[図11]



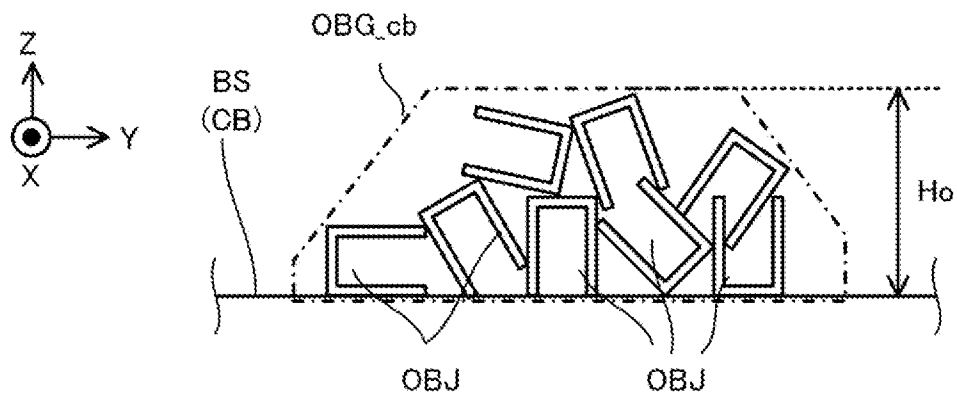
[図12]



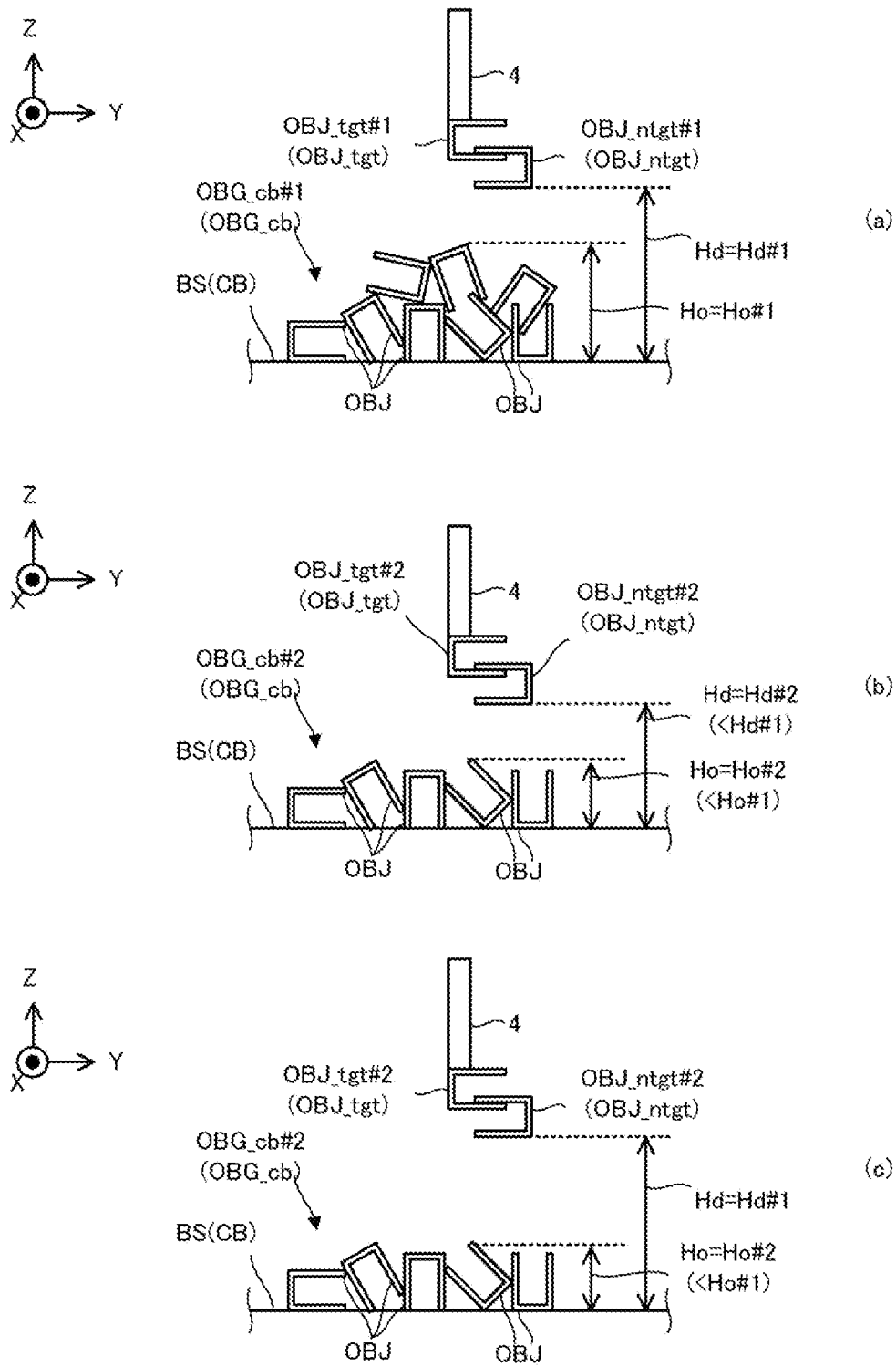
[図13]



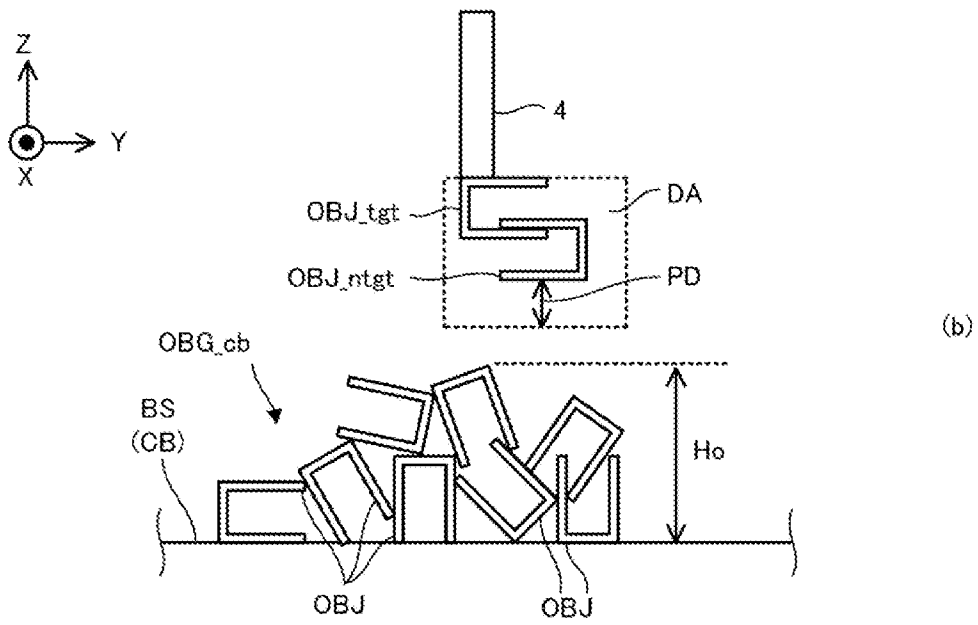
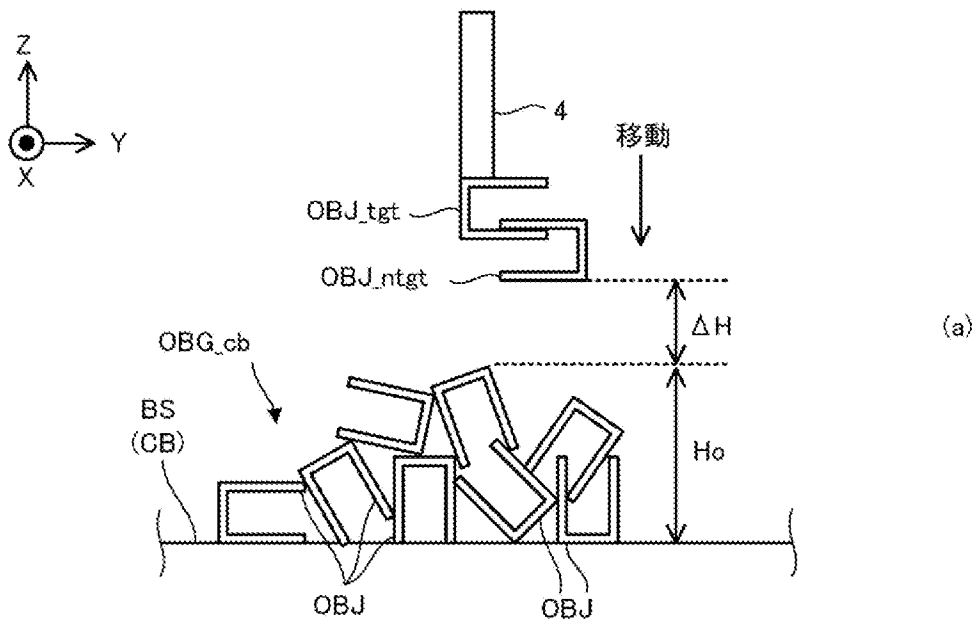
[図14]



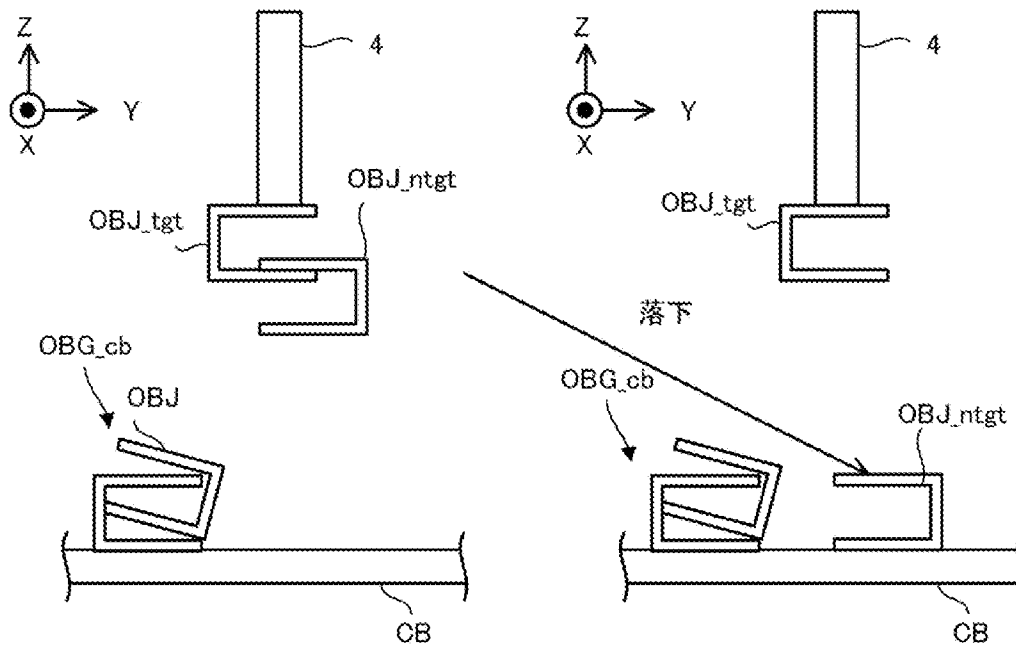
[図15]



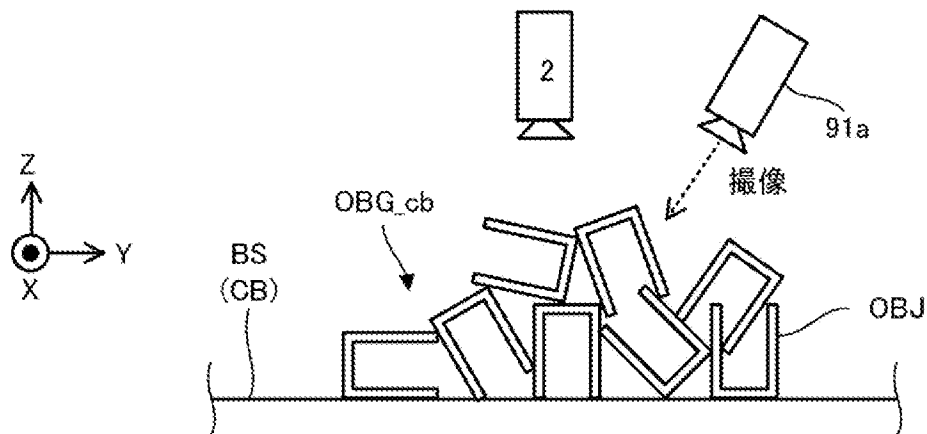
[図16]



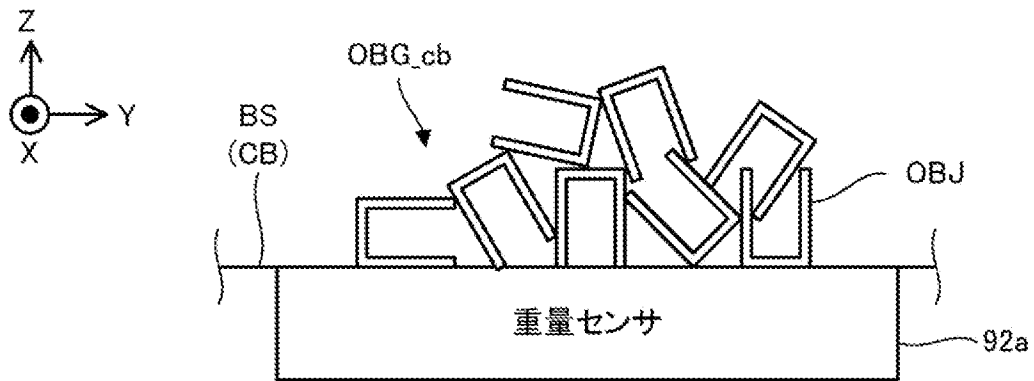
[図17]



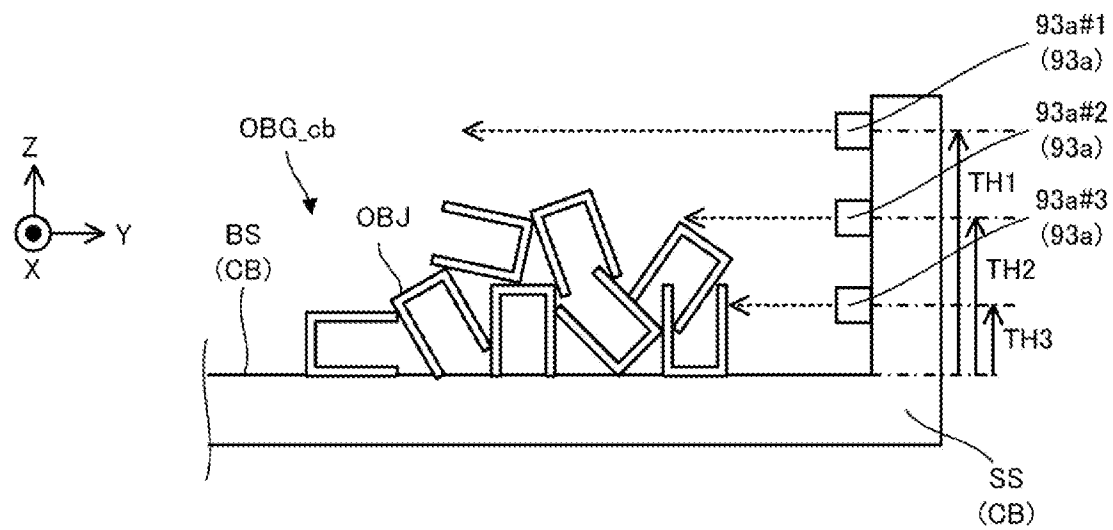
[図18]



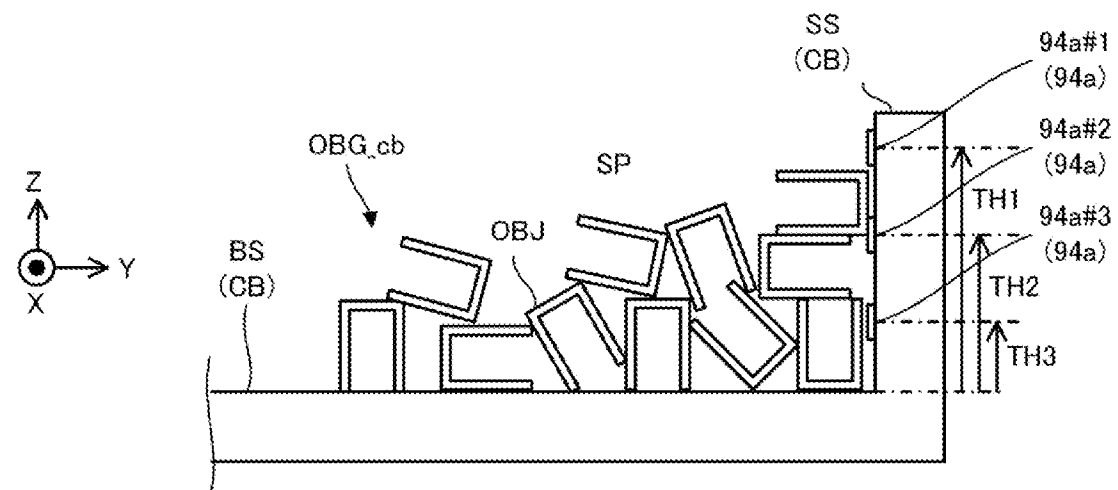
[図19]



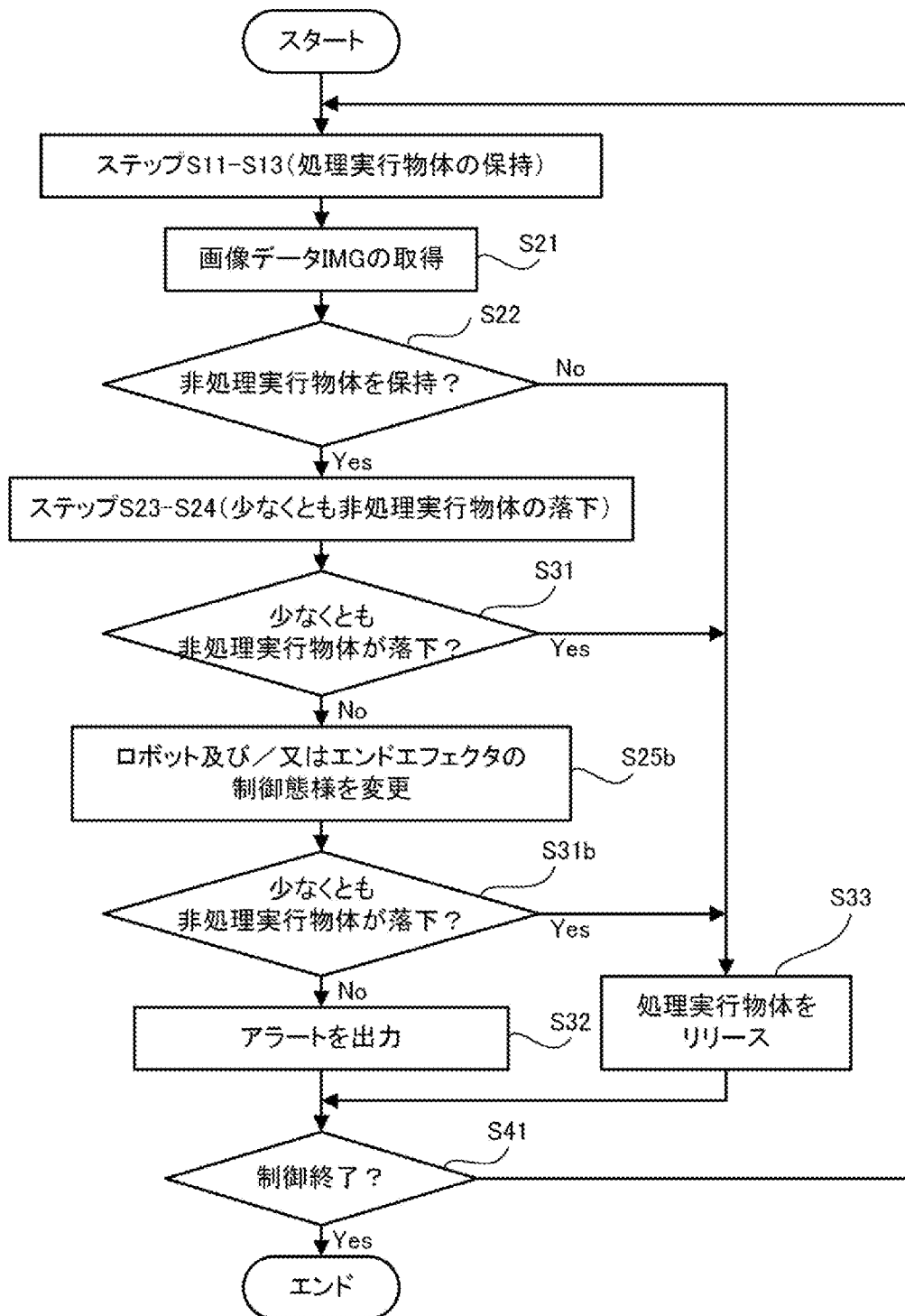
[図20]



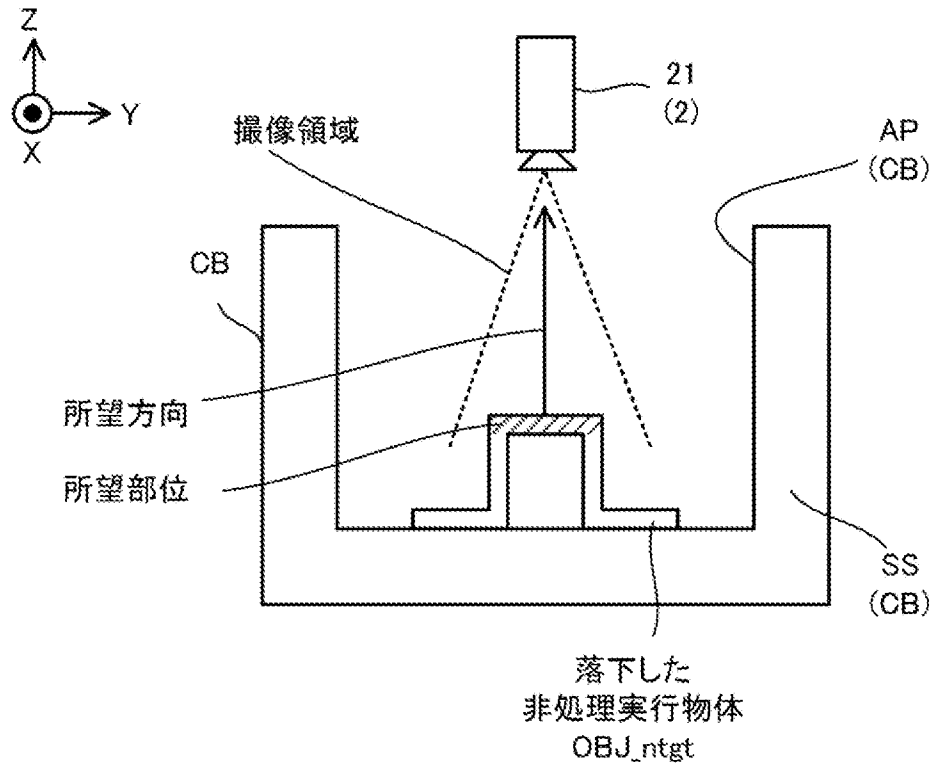
[図21]



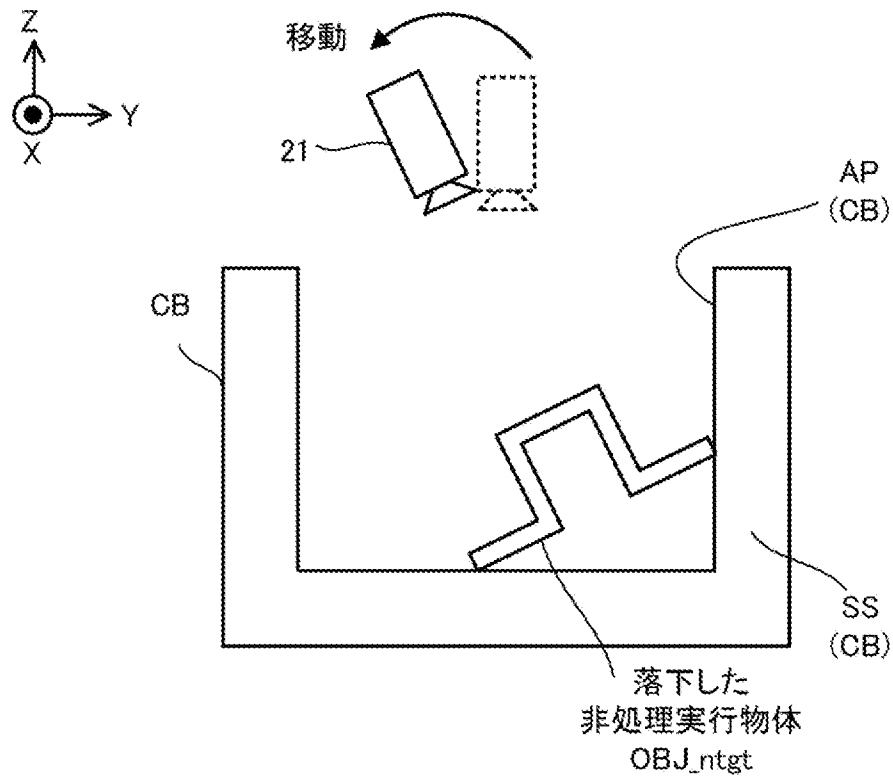
[図22]



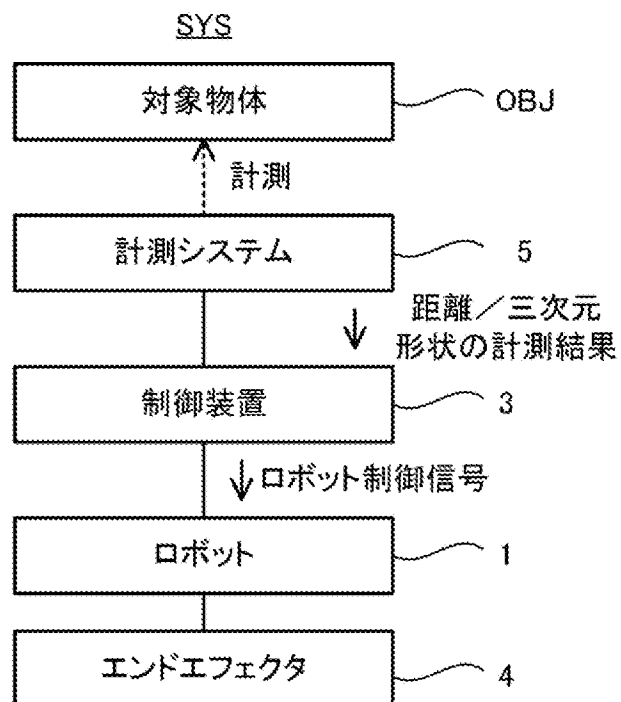
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/042576

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B25J 13/00**(2006.01)i; **B25J 13/08**(2006.01)i

FI: B25J13/00 Z; B25J13/08 A

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)

B25J13/00; B25J13/08

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024

Registered utility model specifications of Japan 1996-2024

Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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	JP 05-185388 A (NIPPONDENSO CO., LTD.) 27 July 1993 (1993-07-27) paragraphs [0007]-[0028], fig. 1-5	68-71, 73-100, 120-121, 134- 137, 139, 141-145
A	paragraphs [0007]-[0028], fig. 1-5	1-67, 72, 101-119, 122- 133, 138, 140, 146-154
Y	JP 09-147121 A (TOYODA KOKI KABUSHIKI KAISHA) 06 June 1997 (1997-06-06) for example, see paragraph [0013], fig. 1-2, etc.	68-71, 73-100, 120- 121, 134-137, 139, 141-147, 149-154
A	for example, see paragraph [0013], fig. 1-2, etc.	1-67, 72, 101-119, 122-133, 138, 140, 148



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

30 January 2024

Date of mailing of the international search report

13 February 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/042576

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-205209 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 30 October 2014 (2014-10-30) for example, see paragraphs [0078]-[0090], fig. 11, etc.	68-71, 73-100, 120-121, 134-137, 139, 141-147, 149-154
A	for example, see paragraphs [0078]-[0090], fig. 11, etc.	1-67, 72, 101-119, 122-133, 138, 140, 148
Y	JP 2002-210685 A (MURATA MACHINERY, LTD.) 30 July 2002 (2002-07-30) for example, see paragraph [0022], etc.	71, 73-100, 120-121, 134-137, 139, 141-143
A	for example, see paragraph [0022], etc.	1-67, 72, 101-119, 122-133, 138, 140, 146-154
Y	JP 2020-189387 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 26 November 2020 (2020-11-26) for example, see paragraphs [0011], [0048], [0052], fig. 1, etc.	71, 73-100, 120-121, 134-137, 139, 141-143
A	for example, see paragraphs [0011], [0048], [0052], fig. 1, etc.	1-67, 72, 101-119, 122-133, 138, 140, 146-154
Y	JP 2020-157436 A (NTN CORPORATION) 01 October 2020 (2020-10-01) see paragraphs [0016]-[0116], fig. 1-15, etc.	83-100, 120-121, 134-137, 139, 141-143, 146-147, 150-154
A	see paragraphs [0016]-[0116], fig. 1-15, etc.	1-67, 72, 101-119, 122-133, 138, 140, 148
Y	JP 2022-076656 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 20 May 2022 (2022-05-20) for example, see paragraphs [0025]-[0030], etc.	136-137, 142-143
A	JP 2014-240110 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 25 December 2014 (2014-12-25) entire text, all drawings	1-154
A	JP 2023-023313 A (YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA) 16 February 2023 (2023-02-16) entire text, all drawings	1-154
A	JP 2017-154231 A (FANUC CORPORATION) 07 September 2017 (2017-09-07) entire text, all drawings	1-154
A	US 2022/0315358 A1 (DEXTERITY, INC.) 06 October 2022 (2022-10-06) entire text, all drawings	1-154

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/042576

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	05-185388	A	27 July 1993	(Family: none)	
JP	09-147121	A	06 June 1997	(Family: none)	
JP	2014-205209	A	30 October 2014	(Family: none)	
JP	2002-210685	A	30 July 2002	(Family: none)	
JP	2020-189387	A	26 November 2020	(Family: none)	
JP	2020-157436	A	01 October 2020	(Family: none)	
JP	2022-076656	A	20 May 2022	(Family: none)	
JP	2014-240110	A	25 December 2014	(Family: none)	
JP	2023-023313	A	16 February 2023	(Family: none)	
JP	2017-154231	A	07 September 2017	US 2017/0252929 A1 entire text, all drawings	
				DE 102017102948 A1	
				CN 107150349 A	
US	2022/0315358	A1	06 October 2022	WO 2022/197837 A1 entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B25J 13/00(2006.01)i; B25J 13/08(2006.01)i FI: B25J13/00 Z; B25J13/08 A		
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）） B25J13/00; B25J13/08 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 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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	JP 05-185388 A（日本電装株式会社）27.07.1993（1993 - 07 - 27） [0007]-[0028], 図1-5	68-71, 73-100, 120-121, 134- 137, 139, 141-145
A	[0007]-[0028], 図1-5	1-67, 72, 101- 119, 122-133, 138, 140, 146-154
Y	JP 09-147121 A（豊田工機株式会社）06.06.1997（1997 - 06 - 06） たとえば、[0013]、図1 - 2 等参照	68-71, 73-100, 120- 121, 134-137, 139, 141-147, 149-154
A	たとえば、[0013]、図1 - 2 等参照	1-67, 72, 101-119, 122-133, 138, 140, 148
☒ 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 “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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抵触するものではなく、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 30.01.2024	国際調査報告の発送日 13.02.2024	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 松浦 陽 3U 3752 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	

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	JP 2014-205209 A (三菱電機株式会社) 30.10.2014 (2014 - 10 - 30) たとえば、[0078]-[0090], 図 1 1 等参照	68-71, 73-100, 120-121, 134-137, 139, 141-147, 149-154
A	たとえば、[0078]-[0090], 図 1 1 等参照	1-67, 72, 101-119, 122-133, 138, 140, 148
Y	JP 2002-210685 A (村田機械株式会社) 30.07.2002 (2002 - 07 - 30) たとえば、[0022]等参照	71, 73-100, 120-121, 134-137, 139, 141-143
A	たとえば、[0022]等参照	1-67, 72, 101-119, 122-133, 138, 140, 146-154
Y	JP 2020-189387 A (三菱電機株式会社) 26.11.2020 (2020 - 11 - 26) たとえば、[0011], [0048], [0052], 図1等参照	71, 73-100, 120-121, 134-137, 139, 141-143
A	たとえば、[0011], [0048], [0052], 図1等参照	1-67, 72, 101-119, 122-133, 138, 140, 146-154
Y	JP 2020-157436 A (NTN株式会社) 01.10.2020 (2020 - 10 - 01) [0016]-[0116], 図1-15等参照	83-100, 120-121, 134-137, 139, 141-143, 146-147, 150-154
A	[0016]-[0116], 図1-15等参照	1-67, 72, 101-119, 122-133, 138, 140, 148
Y	JP 2022-076656 A (セイコーエプソン株式会社) 20.05.2022 (2022 - 05 - 20) たとえば[0025]-[0030]等参照	136-137, 142-143
A	JP 2014-240110 A (三菱電機株式会社) 25.12.2014 (2014 - 12 - 25) 全文、全図	1-154
A	JP 2023-023313 A (ヤマハ発動機株式会社) 16.02.2023 (2023 - 02 - 16) 全文、全図	1-154
A	JP 2017-154231 A (ファナック株式会社) 07.09.2017 (2017 - 09 - 07) 全文、全図	1-154
A	US 2022/0315358 A1 (DEXTERITY, INC.) 06.10.2022 (2022 - 10 - 06) 全文、全図	1-154

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/042576

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	05-185388	A	27.07.1993	(ファミリーなし)	
JP	09-147121	A	06.06.1997	(ファミリーなし)	
JP	2014-205209	A	30.10.2014	(ファミリーなし)	
JP	2002-210685	A	30.07.2002	(ファミリーなし)	
JP	2020-189387	A	26.11.2020	(ファミリーなし)	
JP	2020-157436	A	01.10.2020	(ファミリーなし)	
JP	2022-076656	A	20.05.2022	(ファミリーなし)	
JP	2014-240110	A	25.12.2014	(ファミリーなし)	
JP	2023-023313	A	16.02.2023	(ファミリーなし)	
JP	2017-154231	A	07.09.2017	US 2017/0252929	A1
				全文、全図	
				DE 102017102948	A1
				CN 107150349	A
US	2022/0315358	A1	06.10.2022	W0 2022/197837	A1
				全文、全図	