

(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
2020年1月9日(09.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/008538 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/55 (2014.01) *G01N 21/47* (2006.01)
B25J 13/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/025262
- (22) 国際出願日: 2018年7月3日(03.07.2018)
- (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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 堂前 幸康 (DOMAE, Yukiyasu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7

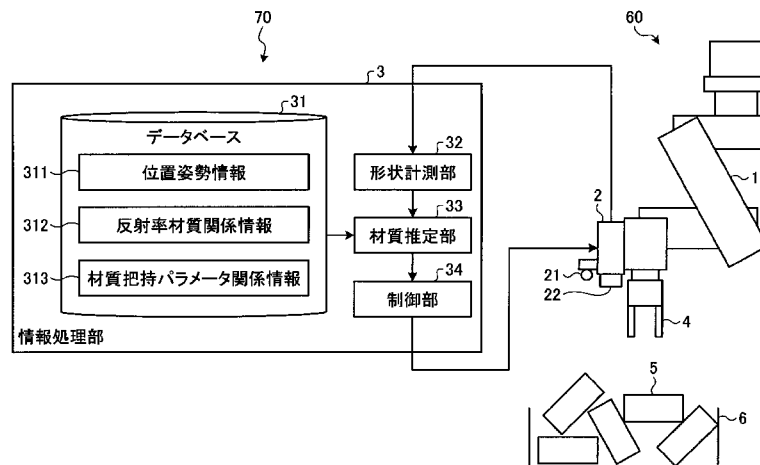
番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 櫻本 泰憲(SAKURAMOTO, Yasunori); 〒4618670 愛知県名古屋市東区矢田南五丁目1番14号 三菱電機メカトロニクスソフトウェア株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: MATERIAL ESTIMATION DEVICE AND ROBOT

(54) 発明の名称: 材質推定装置及びロボット



- 3 Information processing unit
- 31 Database
- 32 Shape measurement unit
- 33 Material estimation unit
- 34 Control unit
- 311 Position and orientation information
- 312 Reflectance material relationship information
- 313 Material holding parameter relationship information

(57) Abstract: A material estimation device (70) comprising: a shape measurement sensor (2) that comprises a projection unit (21) for projecting a beam of light onto an object (5), and a light reception unit (22) for receiving a beam of light reflected by the object (5); a database (31) that stores position and orientation information (311) indicating the relationship between the light projection unit (21) and the light reception unit (22) in terms of position and orientation, and reflectance material relationship information (312) indicating the relationship between the material and reflectance of the object (5);

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

a shape measurement unit (32) that, on the basis of the position and orientation information (311) and of image data generated on the basis of the beam of light received by the light reception unit (22), generates a distance image indicating the surface shape of the object (5); and a material estimation unit (33) that estimates the material of the object (5) on the basis of the distance image, the position and orientation information (311), and the reflectance material relationship information (312).

(57) 要約：材質推定装置（70）は、対象物（5）に光線を投射する投光部（21）及び対象物（5）において反射された光線を受光する受光部（22）を備えた形状計測センサ（2）と、投光部（21）と受光部（22）との位置及び姿勢の関係を示す位置姿勢情報（311）と、対象物（5）の材質と反射率との関係を示す反射率材質関係情報（312）とを格納するデータベース（31）と、受光部（22）が受光した光線に基づいて生成された画像データと位置姿勢情報（311）とに基づいて、対象物（5）の表面形状を示す距離画像を生成する形状計測部（32）と、距離画像と、位置姿勢情報（311）と、反射率材質関係情報（312）とに基づいて、対象物（5）の材質を推定する材質推定部（33）とを備える。

明 細 書

発明の名称：材質推定装置及びロボット

技術分野

[0001] 本発明は、物体の材質を推定する材質推定装置及びロボットに関する。

背景技術

[0002] 物体を操作するロボットは、形状計測センサにより物体の形状及び把持位置を認識した上で物体を把持する。二種類以上の物体を区別して操作する場合、形状計測センサにより物体の形状及び把持位置を認識した上で物体を把持して操作を行うが、物体の材質に応じて把持する力加減の変更が必要になる。

[0003] 特許文献 1 には、光又は放射線を把持対象物に照射して非接触で材質を推定する手法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 0 8 - 0 4 9 4 5 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献 1 に開示される手法は、蛍光 X 線分析装置又は赤外分光光度計測装置といった分析装置を使用する必要があるため、生産現場に適用すると、生産現場に分析装置を設置するスペースを確保する必要がある。生産現場において、ロボットの設置スペースとは別に分析装置の設置スペースを確保することは、作業を行う装置の集積度の低下につながる。すなわち、生産現場においては、特許文献 1 に開示される手法を適用して物体の材質を推定することは困難であった。

[0006] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、分析装置を使用することなく物体の材質を推定できる材質推定装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、対象物に光線を投射する投光部及び対象物において反射された光線を受光する受光部を備えた形状計測センサと、投光部と受光部との位置及び姿勢の関係を示す位置姿勢情報と、対象物の材質と反射率との関係を示す反射率材質関係情報とを格納する記憶部とを備える。本発明は、受光部が受光した光線に基づいて生成された画像データと位置姿勢情報とに基づいて、対象物の表面形状を示す距離画像を生成する形状計測部と、距離画像と、位置姿勢情報と、反射率材質関係情報とに基づいて、対象物の材質を推定する材質推定部とを備える。

発明の効果

[0008] 本発明に係る材質推定装置は、分析装置を使用することなく物体の材質を推定できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の実施の形態1に係る材質推定装置及びロボットの構成を示す図
[図2]実施の形態1に係る材質推定装置の情報処理部の動作を示す図
[図3]実施の形態1に係る材質推定装置の材質推定部の動作を示すフローチャート
[図4]実施の形態1に係る材質推定装置の材質推定部による立体形状を推定する処理を模式的に示す図
[図5]実施の形態1に係る材質推定装置の材質推定部による立体形状の表面の反射状態を推定する処理における正反射点の定義を示す図
[図6]実施の形態1に係る材質推定装置の材質推定部による立体形状の表面の反射状態を推定する処理における拡散反射点の定義を示す図
[図7]実施の形態1に係る材質推定装置の材質推定部による立体形状の表面の反射状態を推定する処理における二次反射点の定義を示す図
[図8]実施の形態1に係る材質推定装置の材質推定部による立体形状の表面の反射状態を推定する処理における正反射点でありかつ二次反射点でもある点の定義を示す図
[図9]本発明の実施の形態2に係る材質推定装置の構成を示す図

[図10]本発明の実施の形態3に係る材質推定装置の構成を示す図

[図11]実施の形態3に係る材質推定装置の変形例の構成を示す図

[図12]実施の形態1、実施の形態2又は実施の形態3に係る情報処理部の機能をハードウェアで実現した構成を示す図

[図13]実施の形態1、実施の形態2又は実施の形態3に係る情報処理部の機能をソフトウェアで実現した構成を示す図

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本発明の実施の形態に係る材質推定装置及びロボットを図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0011] 実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係る材質推定装置及びロボットの構成を示す図である。材質推定装置70は、対象物5の三次元形状を取得する形状計測センサ2と、情報処理部3とを有する。ロボット60は、対象物5を操作する操作部であるハンド4と、操作部であるハンド4を移動させるロボットアーム1を備える。

[0012] ロボットアーム1は、ハンド4を移動させる。なお、ロボットアーム1の代わりに直動ステージを用いてハンド4を移動させてもよい。

[0013] 形状計測センサ2は、光を投射する投光部21及び投光部21から投射された光の反射光を受光する受光部22を有する。投光部21には、プロジェクタ又はレーザースリット投光装置を適用できる。受光部22にはデジタルカメラを適用できる。投光部21と受光部22との位置及び姿勢の関係が既知な場合、対象物5において反射した投光部21からの光を受光部22で受光することにより、三角測量の原理で形状計測センサ2から対象物5までの距離を取得することができる。

[0014] 情報処理部3は、形状計測センサ2の投光部21と受光部22との位置及び姿勢の関係を示す位置姿勢情報311、対象物5の材質と反射率との関係を示す反射率材質関係情報312及び対象物5の材質と把持パラメータとを

関連付けた材質把持パラメータ関係情報 3 1 3 が格納された記憶部であるデータベース 3 1、形状計測センサ 2 から取得される情報を基に対象物 5 の表面形状を復元する形状計測部 3 2、投光部 2 1 が投光した光線が受光部 2 2 で受光されるまでの光線経路に基づき、対象物 5 の材質を推定する材質推定部 3 3、材質の推定結果に基づき把持方法又は把持手段を決定する制御部 3 4 を有する。把持パラメータは、ハンド 4 に対象物 5 を把持する際に、対象物 5 を挟む力加減、ハンド 4 の開閉量及びハンド 4 が対象物 5 を挟む把持位置、ハンド 4 が対象物 5 を把持する際のアプローチ方向、ロボットアーム 1 の動作速度及びロボットアーム 1 の動作軌跡を表す各パラメータを含む。材質把持パラメータ関係情報 3 1 3 は、材質名と把持パラメータとを関係付けたテーブルによって実現できる。情報処理部 3 での処理の詳細は後述する。

[0015] ハンド 4 は、対象物 5 を挟んで把持するフィンガー形状のグリップである。

[0016] 対象物 5 は、供給箱 6 に収容されている。対象物 5 は、特定の材質に限定されない。また、供給箱 6 に収容される対象物 5 は、2 種類以上の物体が混在してもよい。供給箱 6 内での対象物 5 の置き方は、特定の置き方に限定されない。供給箱 6 内での対象物 5 の置き方は、ばら積み及び平置きを例示できるが、他の置き方でもよい。

[0017] 図 2 は、実施の形態 1 に係る材質推定装置の情報処理部の動作を示す図である。形状計測部 3 2 には、形状計測センサ 2 の取得データ 4 1 が入力される。取得データ 4 1 とは、投光部 2 1 が発する光線の投光パターンを受光部 2 2 で撮影した画像のデータを指す。なお、形状計測センサ 2 の出力信号に基づいて画像データを生成する画像データ生成部を形状センサ 2 とは別に設け、画像データ生成部が出力する画像データを取得データ 4 1 とすることも可能である。形状計測部 3 2 は、取得データ 4 1 と位置姿勢情報 3 1 1 とに基づいて、三角測量の原理で形状計測データ 4 2 を作成する。形状計測データは距離画像と称されるデータであり、受光部 2 2 との距離が近いほど物体が明るく、受光部 2 2 との距離が遠いほど物体が暗く表示される画像データ

である。したがって、投光部 2 1 が対象物 5 に光線を投射している場合、距離画像は、対象物 5 の表面形状を含んでいる。

[0018] 材質推定部 3 3 には、距離画像である形状計測データ 4 2、位置姿勢情報 3 1 1 及び反射率材質関係情報 3 1 2 が入力される。材質推定部 3 3 の具体的な処理フローチャートは後述する。材質推定部 3 3 からは、画像に映っている物体の材質の推定結果である材質推定データ 4 3 が出力される。

[0019] 制御部 3 4 には、材質推定部 3 3 で推定された材質推定データ 4 3 と、データベース 3 1 に蓄えられた材質把持パラメータ関係情報 3 1 3 とが入力される。制御部 3 4 は、推定された材質に適した把持パラメータ 4 4 を、材質把持パラメータ関係情報 3 1 3 に基づいて決定し、ロボット 6 0 に出力する。

[0020] 対象物 5 が軟らかい材料で形成されている場合、重心から離れた位置を把持すると対象物 5 が自重で変形する可能性があるため、重心に近い位置で把持することが好ましい。また、対象物 5 が軟らかい材料で形成されている場合、ハンド 4 が対象物 5 に衝突すると対象物 5 に打痕が残る可能性があるため、ロボットアーム 1 がハンド 4 を移動させる速度は低速であることが好ましい。このように、制御部 3 4 は、材質推定データ 4 3 に基づいて、把持パラメータを変更することによってロボットアーム 1 及びハンド 4 の動作を変更する。

[0021] 図 3 は、実施の形態 1 に係る材質推定装置の材質推定部の動作を示すフローチャートである。ステップ S 1 において、材質推定部 3 3 は、投光部 2 1 が光線を投射する領域の立体形状を形状計測データ 4 2 から推定する。

[0022] 図 4 は、実施の形態 1 に係る材質推定装置の材質推定部による立体形状を推定する処理を模式的に示す図である。投光部 2 1 は、特定の投光パターンで光線を発するため、物体の表面に投射された投光パターンは、物体の表面にあわせて形状が変形する。したがって、材質推定部 3 3 は、形状計測データ 4 2 が示す画像中での明暗のパターンの形状と、投光部 2 1 が発する光線の投光パターンとを比較することにより、投光部 2 1 が光線を投射する領域

の立体形状の表面を推定する。

[0023] 上記のように、形状計測データ 4 2 だけでは、形状計測センサ 2 から見た物体の表面の形状しか得られない。すなわち、図 4 に示すように、投光部 2 1 が光線を投射する領域に存在する対象物 5 までの距離を形状計測センサ 2 で計測した場合、形状計測データ 4 2 は、対象物 5 の表面だけが抽出された抜けのある形状を示すデータとなる。そこで、材質推定部 3 3 は、形状計測データ 4 2 に対して、データを補間したり、定義済のプリミティブ形状を当てはめたりすることで、投光部 2 1 が光線を投射する領域に存在する物体の立体形状を推定する。プリミティブ形状とは、直方体、立方体、円柱、球体及び錐体といった幾何学的に単純な形状である。なお、対象物 5 の C A D (Computer Aided Design) データとも称されるコンピュータ支援設計データがデータベース 3 1 に記憶されている場合には、C A D データを当てはめて対象物 5 の立体形状を推定してもよい。このように、材質推定部 3 3 は、プリミティブ形状又は C A D データといった定義済の形状データと形状計測データ 4 2 とを照合することにより、投光部 2 1 が光線を投射する領域に存在する物体の立体形状を推定する。図 4 には、投光部 2 1 が光線を投射する領域に存在する物体の立体形状の推定結果を破線で示している。図 4 に示す対象物 5 は中実の物体であるが、材質推定部 3 3 が推定する立体形状は、外形形状である。すなわち、対象物 5 が中実であっても中空であっても、材質推定部 3 3 による立体形状の推定結果は同じとなる。

[0024] ステップ S 2 において、材質推定部 3 3 は、投光部 2 1 が光線を投射する領域に存在する物体の立体形状の表面における反射状態を推定する。立体形状の表面における反射状態の推定とは、位置姿勢情報 3 1 1 と、立体形状とをもとに、立体形状の表面の各点が、後述する正反射点 1 0、拡散反射点 1 1 及び二次反射点 1 2 のいずれに該当するかを判定することを指す。正反射点 1 0 は、鏡面反射点とも称される。

[0025] 図 5 は、実施の形態 1 に係る材質推定装置の材質推定部による立体形状の表面の反射状態を推定する処理における正反射点の定義を示す図である。立

体形状の表面上のある点において、投光部 21 から出た光線が鏡面反射して受光部 22 に入射する場合に、鏡面反射が発生する立体形状の点を正反射点 10 と定義する。正反射点 10 となりうる位置は、投光部 21 及び受光部 22 の距離及び姿勢に基づいて特定可能である。

[0026] 図 6 は、実施の形態 1 に係る材質推定装置の材質推定部による立体形状の表面の反射状態を推定する処理における拡散反射点の定義を示す図である。立体形状の表面上のある点において、投光部 21 から出た光線の拡散反射成分が受光部 22 に入射する場合に、拡散反射が発生する点を拡散反射点 11 と定義する。投光部 21 から出た光線が拡散反射して受光部 22 に入射する場合、受光部 22 に入射する光線は基準値と同じ強度である。したがって、基準値と同じ強度の光線が受光部 22 に入射する場合には、拡散反射点 11 であると判断できる。

[0027] 図 7 は、実施の形態 1 に係る材質推定装置の材質推定部による立体形状の表面の反射状態を推定する処理における二次反射点の定義を示す図である。投光部 21 から出た光線が立体形状で二回鏡面反射されて、反射光が最終的に受光部 22 に入射する場合に、最後の鏡面反射が発生する点を二次反射点 12 と定義する。投光部 21 から出た光線が二次反射して受光部 22 に入射する場合、受光部 22 に入射する光線は基準値未満の強度である。なお、立体形状で二回以上反射された光線は、大きく減衰する。したがって、立体形状で三回以上鏡面反射された反射光、すなわち三次以上の反射光は、無視しても材質推定結果に影響を与える可能性は小さい。実施の形態 1 においては、三次以上の反射光の考慮は省略する。

[0028] 図 8 は、実施の形態 1 に係る材質推定装置の材質推定部による立体形状の表面の反射状態を推定する処理における正反射点でありかつ二次反射点でもある点の定義を示す図である。立体形状によっては、正反射点 10 で反射された光線と、二次反射光との両方が受光部 22 に入射する場合がある。すなわち、正反射点 10 でありかつ二次反射点 12 でもある点が存在しうる。正反射点 10 で反射された光線と、二次反射光との両方が受光部 22 に入射す

る場合には、受光部 2 2 に入射する光線は基準値を超える強度となる。したがって、立体形状の表面の点において反射された光線が、基準値未満の強度又は基準値を超える強度で受光部 2 2 に入射する場合には、光線が反射される点は二次反射点 1 2 であると判断できる。なお、基準値に幅を持たせてもよい。すなわち、上限閾値と下限閾値との間の値が基準値であり、受光部 2 2 に入射する光線の強度が上限閾値を超える場合又は下限閾値未満の場合に二次反射点 1 2 と判断してもよい。

[0029] ステップ S 3 において、材質推定部 3 3 は、立体形状の表面における拡散反射点 1 1 の拡散反射率を推定する。立体形状の表面のある点が、拡散反射点 1 1 に該当する場合、物体反射光のモデルより、光線の強度と光線方向とから拡散反射率を推定することができる。すなわち、投光部 2 1 と拡散反射点 1 1 との位置関係及び投光部 2 1 が発する光線の投光パターンとに基づいて、投光部 2 1 から拡散反射点 1 1 に到達する光線の強度を特定する。受光部 2 2 に入射した光線の強度を投光部 2 1 から拡散反射点 1 1 に到達する光線の強度で除することで、拡散反射率を推定できる。立体形状の表面のある点が、拡散反射点 1 1 に該当する場合、拡散反射率が推定できていれば、光線の強度と光線方向とから鏡面反射率も推定することができる。

[0030] ステップ S 4 において、材質推定部 3 3 は、立体形状の表面における拡散反射点 1 1 の鏡面反射率を推定する。なお、鏡面反射率は、正反射率とも称される。立体形状のある点が正反射点 1 0 に該当する場合も同様に、光線の強度と光線方向とから鏡面反射率を推定することができる。その際、拡散反射率が既知である必要があるが、正反射点 1 0 周辺の拡散反射点 1 1 で推定した拡散反射率を用いることで、鏡面反射率を推定することができる。

[0031] ステップ S 5 において、材質推定部 3 3 は、正反射点 1 0、拡散反射点 1 1 及び二次反射点 1 2 を補間する。一般に、正反射点 1 0、拡散反射点 1 1 及び二次反射点 1 2 は、対象物 5 の表面にある程度の大きさをもって分布する。また、外乱の影響により、ある点で反射されて受光部 2 2 に入射する光線の強度が基準値を超えたり、基準値を下回ったりすることがありうる。し

たがって、正反射点 1 0、拡散反射点 1 1 又は二次反射点 1 2 の領域の中に、他の種類の小さい反射点が存在すると推定される可能性がある。したがって、材質推定部 3 3 は、正反射点 1 0、拡散反射点 1 1 及び二次反射点 1 2 のいずれかに囲まれた閾値以下の大きさの領域は、その領域を囲む正反射点 1 0、拡散反射点 1 1 又は二次反射点 1 2 と同じであるとする補間処理を行う。なお、補間処理を行った点の反射率と同じであると推定する。

[0032] ステップ S 6 において、材質推定部 3 3 は、投光部 2 1 が光線を投射する領域に存在する物体の立体形状と反射率とに基づいて、物体領域を推定する。すなわち、材質推定部 3 3 は、投光部 2 1 が光線を投射する領域のどこに対象物 5 が存在するかを推定する。材質の異なる複数の対象物 5 が混在する場合、拡散反射率及び鏡面反射率は互いに異なる。また、対象物 5 を収容する供給箱 6 の拡散反射率及び鏡面反射率は、対象物 5 とは異なる。材質が同じであるが別々の対象物 5 は、拡散反射率及び鏡面反射率は同じであるが、形状が不連続である。したがって、材質推定部 3 3 は、形状、拡散反射率及び鏡面反射率の変化が滑らかな領域を一つの物体と推定する。ここで、「変化が滑らか」とは、形状計測データ 4 2 である距離画像で隣接する画素に対応する二つの点において、位置の差又は反射率の差が閾値以下であることを意味する。また、材質推定部 3 3 は、形状、拡散反射率及び鏡面反射率の変化が滑らかな領域に囲まれた二次反射領域なども、同一の物体と推定する。このような特定の条件に基づく推定であったり、機械学習に基づき領域をセグメンテーションするなどの方法により、材質推定部 3 3 は、複数の立体形状に分かれて推定された一つの物体を、一つの物体の物体領域と推定することができる。

[0033] ステップ S 7 において、材質推定部 3 3 は、反射率材質関係情報 3 1 2 に基づいて、物体領域ごとの材質を推定する。材質推定部 3 3 は、データベース 3 1 に蓄えられた反射率材質関係情報 3 1 2 と、推定した物体領域ごとに、拡散反射率及び鏡面反射率とから、物体の材質を推定する。すなわち、材質推定部 3 3 は、反射率材質関係情報 3 1 2 において拡散反射点での反射率

に関係付けられている材質を、対象物 5 の材質と推定する。

[0034] 実施の形態 1 に係る材質推定装置 70 は、物体の材質を、高価で特殊なセンサを使うことなく、物体操作に使われる形状計測センサを用いて物体の材質を推定できる。したがって、様々な種類の物体に応じた操作の制御が可能となる。実施の形態 1 に係る材質推定装置 70 は、ロボット 60 に通常用いられている、投光部 21 と受光部 22 とを持つ形状計測センサ 2 を用いて、物体の材質を推定する。これにより、蛍光 X 線分析装置又は赤外分光光度計測装置といった分析装置を用いず、安価かつ現実的な装置構成で、様々な種類の物体の材質を推定することができる。

[0035] 実施の形態 2.

図 9 は、本発明の実施の形態 2 に係る材質推定装置の構成を示す図である。実施の形態 2 の係るロボット 60 は、ロボットアーム 1 に吸着ハンド 13 が設置されている点で、実施の形態 1 に係るロボット 60 と相違する。実施の形態 2 に係る材質推定装置 70 において、データベース 31 には、操作部の種類と対象物 5 の材質とを関連付けたデータが記憶される。

[0036] 対象物 5 を操作する操作部は、対象物 5 を保持するのに適するか否かは、対象物 5 の材質によって異なる。したがって、実施の形態 1 に係る材質推定装置 70 と同様に対象物 5 の材質を推定することにより、対象物 5 の材質に合わせて操作部を使い分けることができる。具体的に説明すると、対象物 5 が柔軟物であれば、ハンド 4 で挟むよりも吸着ハンド 13 で吸い付ける方が、対象物 5 を把持しやすい。また、対象物 5 がメッシュ状である場合には、吸着ハンド 13 で吸い付けるよりもハンド 4 で挟む方が対象物 5 を把持しやすい。

[0037] 実施の形態 2 に係る材質推定装置 70 は、対象物 5 の材質の推定結果に基づいて、ハンド 4 で挟んで対象物 5 を把持するか、吸着ハンド 13 で吸い付けて対象物 5 を把持するかを切り替えることができ、対象物 5 を効率的に把持できる。

[0038] 実施の形態 3.

図 10 は、本発明の実施の形態 3 に係る材質推定装置の構成を示す図である。実施の形態 3 に係る材質推定装置 70 は、情報処理部 3 がネットワーク 50 を通じて形状計測センサ 2 に接続されている点で実施の形態 1 に係る材質推定装置 70 と相違する。

[0039] 実施の形態 3 に係る材質推定装置 70 は、情報処理部 3 をロボットアーム 1 から離して設置することが可能である。材質と反射率との関係を示すデータをデータベース 31 に多く記憶させるほど、材質推定の精度は高くなるが、データベース 31 が大型化し、情報処理部 3 の設置スペースが拡大する。ロボットアーム 1 が設置される生産現場において情報処理部 3 の設置スペースが大きくなることは、生産性を向上させる妨げとなる。実施の形態 3 に係る材質推定装置 70 は、情報処理部 3 をロボットアーム 1 から離して設置することにより、生産現場に作業用のスペースを確保でき、生産性を向上させることができる。

[0040] 図 11 は、実施の形態 3 に係る材質推定装置の変形例の構成を示す図である。複数のロボット 60 のロボットアーム 1 に形状計測センサ 2 が設置されており、情報処理部 3 は、ネットワーク 50 を通じて複数の形状計測センサ 2 に接続されている。上記のように、データベース 31 に記憶させておく情報量が多いほど材質推定の精度が向上する。したがって、複数のロボット 60 に共通して情報処理部 3 を設置することにより、精度の高い材質推定結果に基づいて、把持パラメータを変更することができる。

[0041] また、複数のロボット 60 のいずれかにおける操作の成否情報をもとに、材質と把持パラメータとの関係を更新したり、材質推定部 33 の材質推定方法を変更したりすることで、より性能の高い操作を実現することができる。

[0042] 上記実施の形態 1、実施の形態 2 又は実施の形態 3 に係る情報処理部 3 の機能は、処理回路により実現される。処理回路は、専用のハードウェアであっても、記憶装置に格納されるプログラムを実行する演算装置であってもよい。

[0043] 処理回路が専用のハードウェアである場合、処理回路は、単回路、複合

回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、特定用途向け集積回路、フィールドプログラマブルゲートアレイ、又はこれらを組み合わせたものが該当する。図 1 2 は、実施の形態 1、実施の形態 2 又は実施の形態 3 に係る情報処理部の機能をハードウェアで実現した構成を示す図である。処理回路 2 9 には、情報処理部 3 の機能を実現する論理回路 2 9 a が組み込まれている。処理回路 2 9 を実現するハードウェアには、マイクロコントローラを例示できる。

[0044] 処理回路 2 9 が演算装置である場合、情報処理部 3 の機能は、ソフトウェア、ファームウェア、又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。

[0045] 図 1 3 は、実施の形態 1、実施の形態 2 又は実施の形態 3 に係る情報処理部の機能をソフトウェアで実現した構成を示す図である。処理回路 2 9 は、プログラム 2 9 b を実行する中央処理装置 2 9 1 と、中央処理装置 2 9 1 がワークエリアに用いるランダムアクセスメモリ 2 9 2 と、プログラム 2 9 b を記憶する記憶装置 2 9 3 を有する。記憶装置 2 9 3 に記憶されているプログラム 2 9 b を中央処理装置 2 9 1 がランダムアクセスメモリ 2 9 2 上に展開し、実行することにより、情報処理部 3 の機能が実現される。ソフトウェア又はファームウェアはプログラム言語で記述され、記憶装置 2 9 3 に格納される。

[0046] 処理回路 2 9 は、記憶装置 2 9 3 に記憶されたプログラム 2 9 b を読み出して実行することにより、情報処理部 3 の機能を実現する。プログラム 2 9 b は、情報処理部 3 の機能を実現する手順及び方法をコンピュータに実行させるものであるとも言える。

[0047] なお、処理回路 2 9 は、一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェア又はファームウェアで実現するようにしてもよい。

[0048] このように、処理回路 2 9 は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はこれらの組み合わせによって、上述の各機能を実現することができる。

[0049] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0050] 1 ロボットアーム、2 形状計測センサ、3 情報処理部、4 ハンド、5 対象物、6 供給箱、10 正反射点、11 拡散反射点、12 二次反射点、13 吸着ハンド、21 投光部、22 受光部、29 処理回路、29a 論理回路、29b プログラム、31 データベース、32 形状計測部、33 材質推定部、34 制御部、41 取得データ、42 形状計測データ、43 材質推定データ、44 把持パラメータ、50 ネットワーク、60 ロボット、70 材質推定装置、291 中央処理装置、292 ランダムアクセスメモリ、293 記憶装置、311 位置姿勢情報、312 反射率材質関係情報、313 材質把持パラメータ関係情報。

請求の範囲

- [請求項1] 対象物に光線を投射する投光部及び前記対象物において反射された前記光線を受光する受光部を備えた形状計測センサと、
- 前記投光部と前記受光部との位置及び姿勢の関係を示す位置姿勢情報と、前記対象物の材質と反射率との関係を示す反射率材質関係情報とを格納する記憶部と、
- 前記受光部が受光した前記光線に基づいて生成された画像データと前記位置姿勢情報とに基づいて、前記対象物の表面形状を示す距離画像を生成する形状計測部と、
- 前記距離画像と、前記位置姿勢情報と、前記反射率材質関係情報とに基づいて、前記対象物の材質を推定する材質推定部とを備えることを特徴とする材質推定装置。
- [請求項2] 前記材質推定部は、
- 前記対象物の表面の点であって、前記点において反射されて前記受光部に入射する前記光線の強度が基準値未満又は前記基準値を超える強度である拡散反射点での反射率を、前記位置姿勢情報及び前記光線の投光パターンと、前記受光部が受光する光線の強度とに基づいて推定し、
- 前記反射率材質関係情報において前記拡散反射点での反射率に関係付けられている材質を、前記対象物の材質と推定することを特徴とする請求項1に記載の材質推定装置。
- [請求項3] 前記材質推定部は、
- 前記距離画像が示す表面形状と定義済の形状データとの照合により前記光線が投射された領域の立体形状を推定し、前記立体形状の表面の各点での前記光線の反射率に基づいて、前記対象物の立体形状を推定することを特徴とする請求項1又は2に記載の材質推定装置。
- [請求項4] 前記記憶部、前記形状計測部及び前記材質推定部と、前記形状計測センサとがネットワークを通じて接続されたことを特徴とする請求項

1 から 3 のいずれか 1 項に記載の材質推定装置。

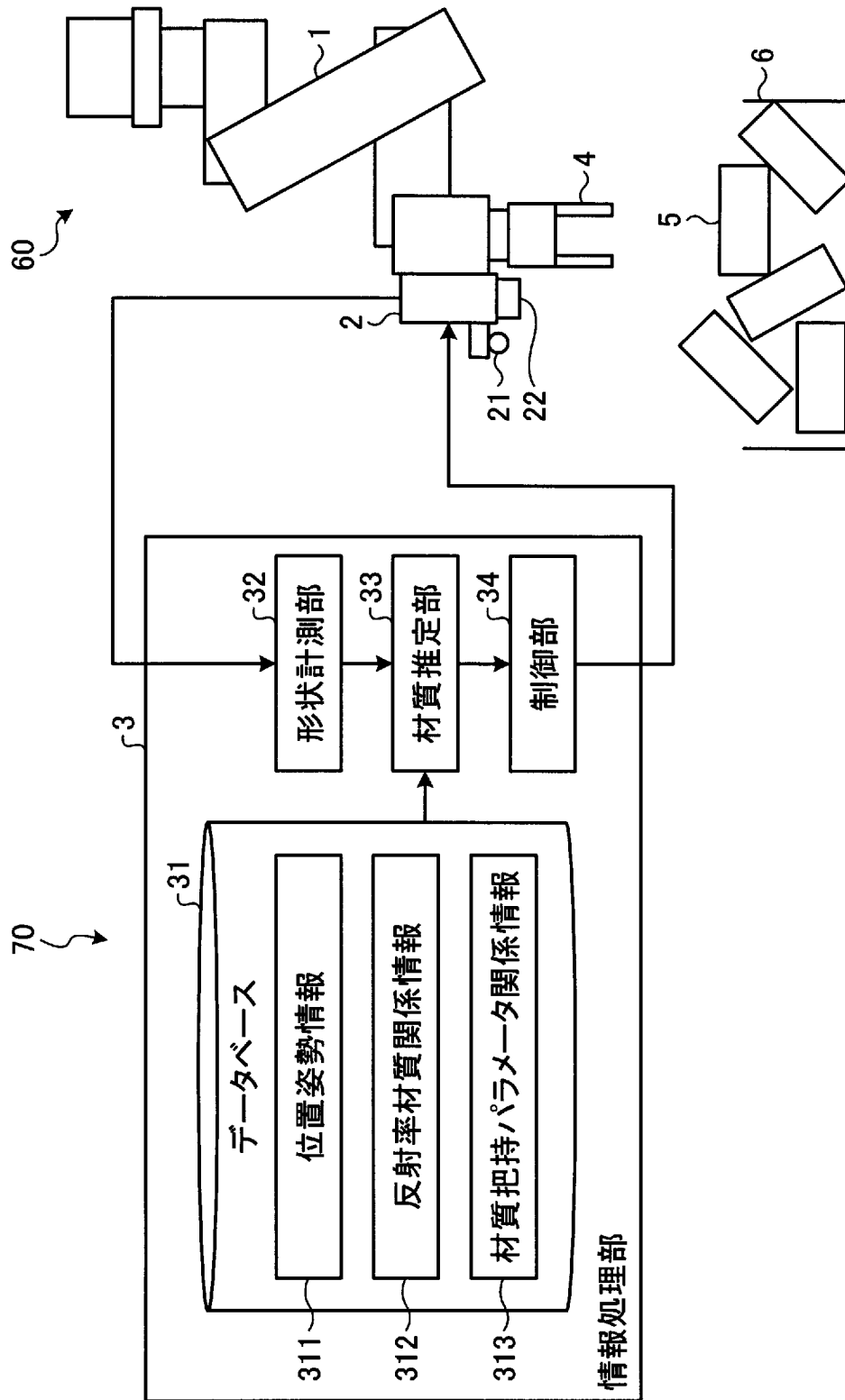
[請求項5] 前記対象物を把持する操作部を備えたロボットアームを制御する制御部を有し、

前記制御部は、前記材質推定部による前記対象物の材質の推定結果に基づいて、前記操作部が前記対象物を把持する操作の条件を示す把持パラメータを変更することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の材質推定装置。

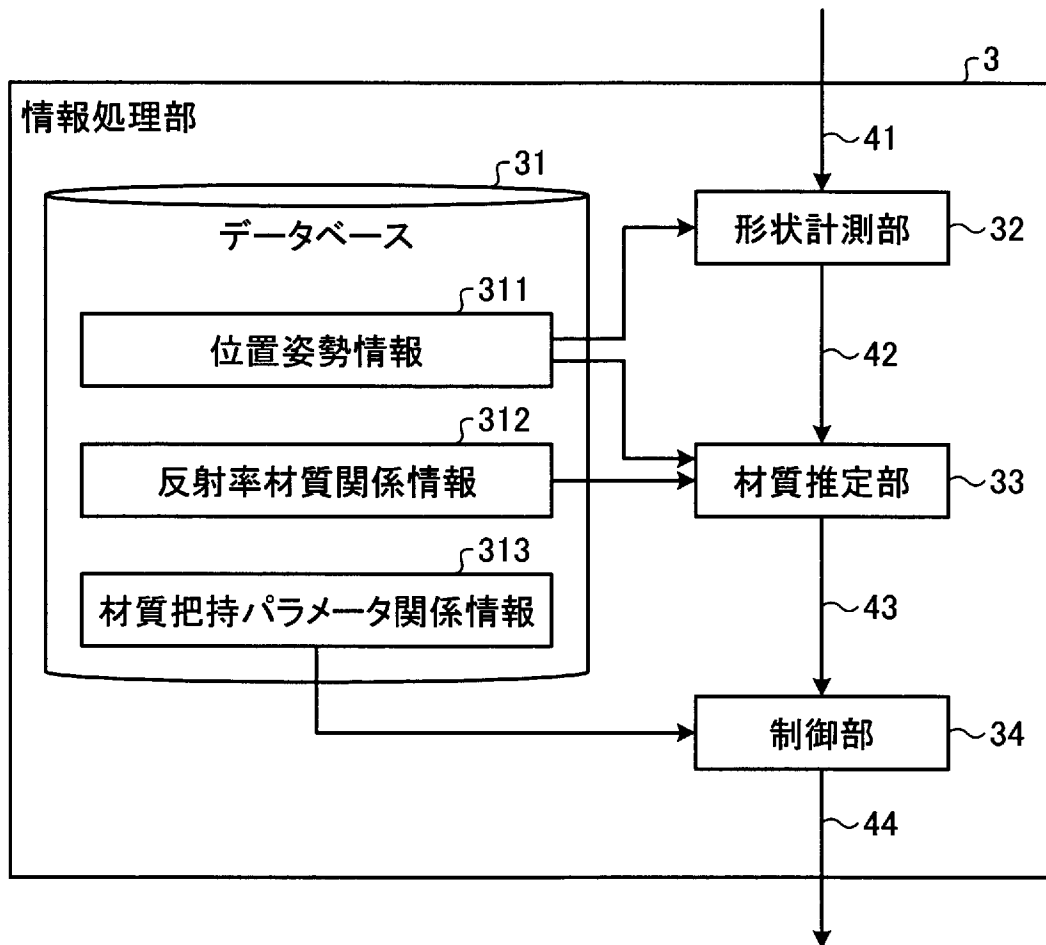
[請求項6] 前記制御部は、前記操作部を複数備えた前記ロボットアームを制御し、前記対象物の材質の推定結果に基づいて、前記対象物を操作する操作に用いる前記操作部を決定することを特徴とする請求項 5 に記載の材質推定装置。

[請求項7] 対象物を把持する操作部を備えたロボットアームと、前記対象物の材質を推定する請求項 5 又は 6 に記載の材質推定装置とを備えることを特徴とするロボット。

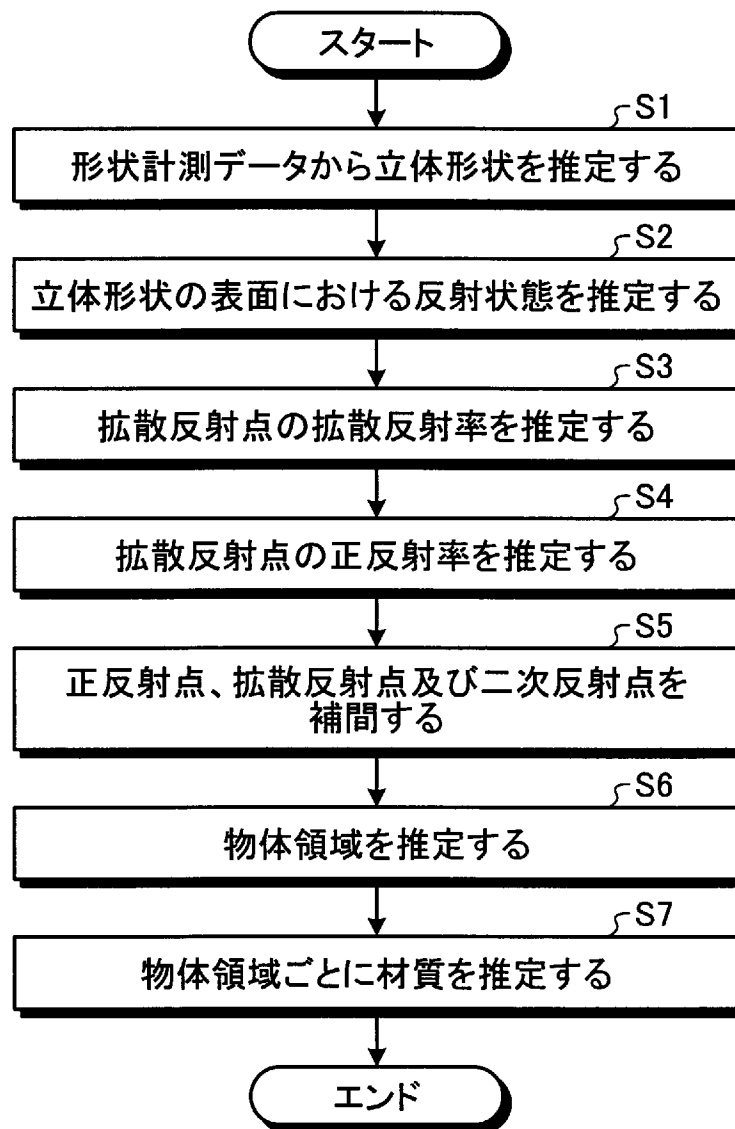
[図1]



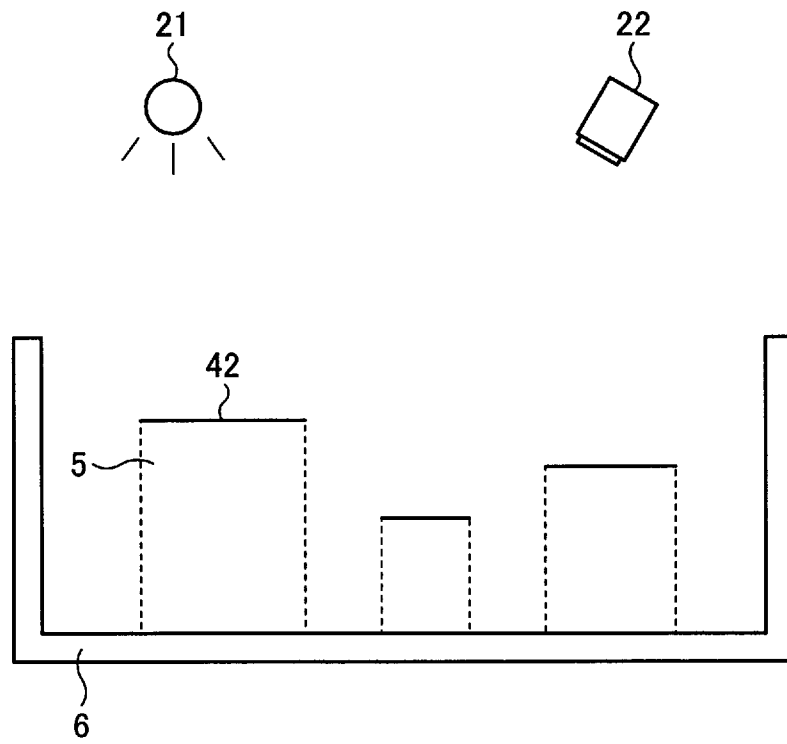
[図2]



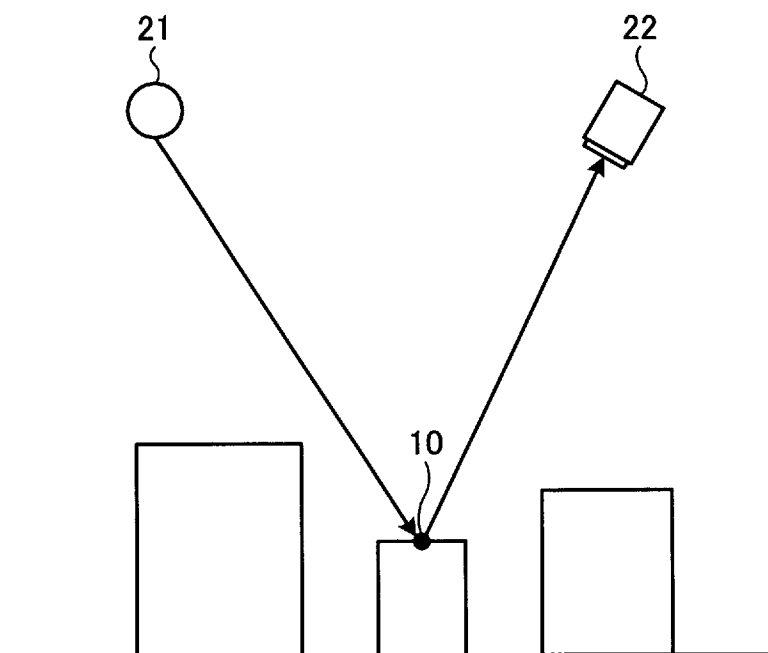
[図3]



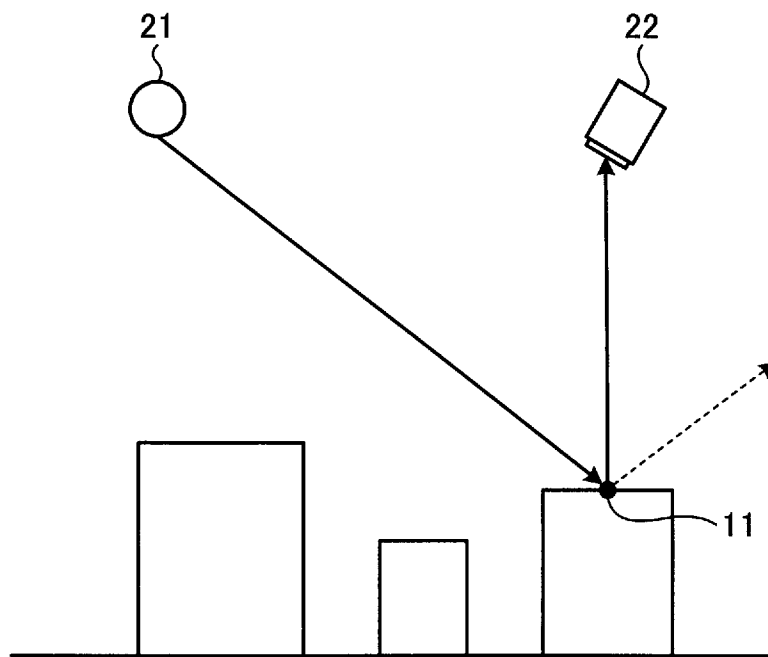
[図4]



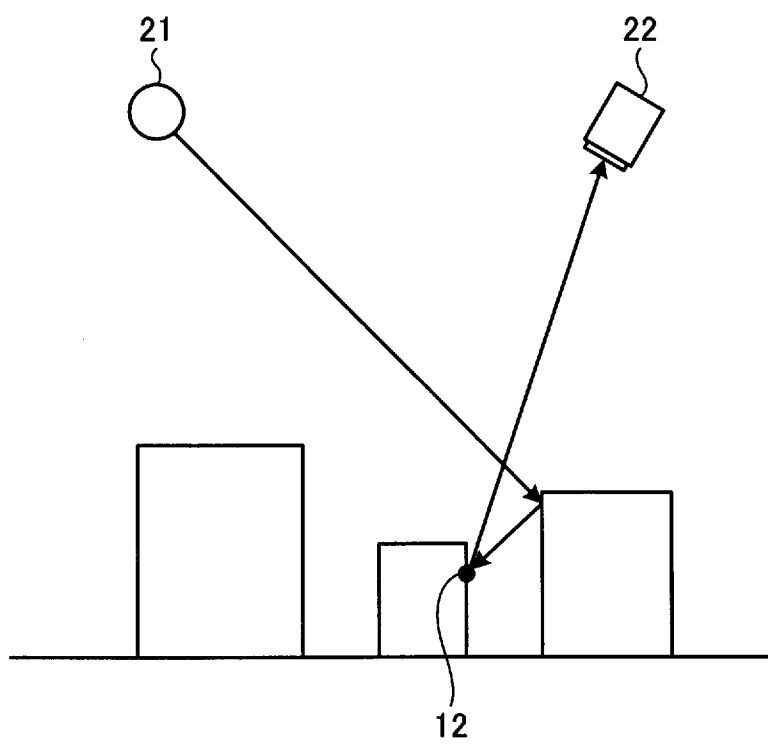
[図5]



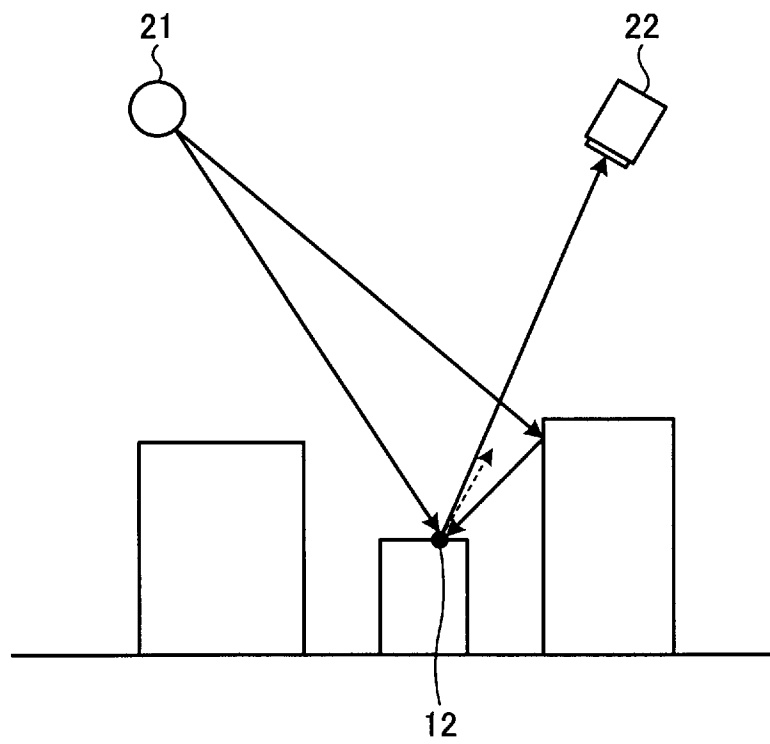
[図6]



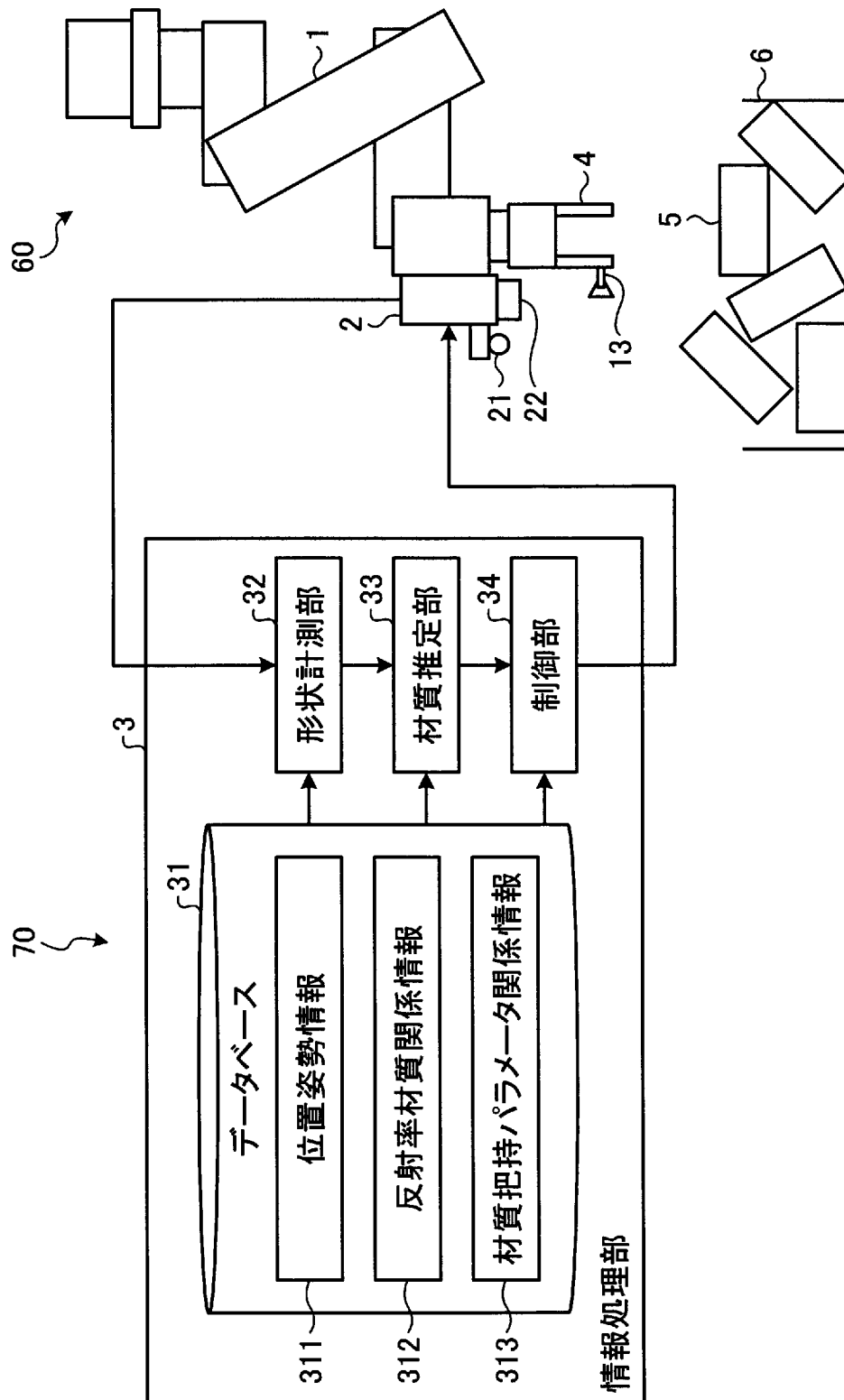
[図7]



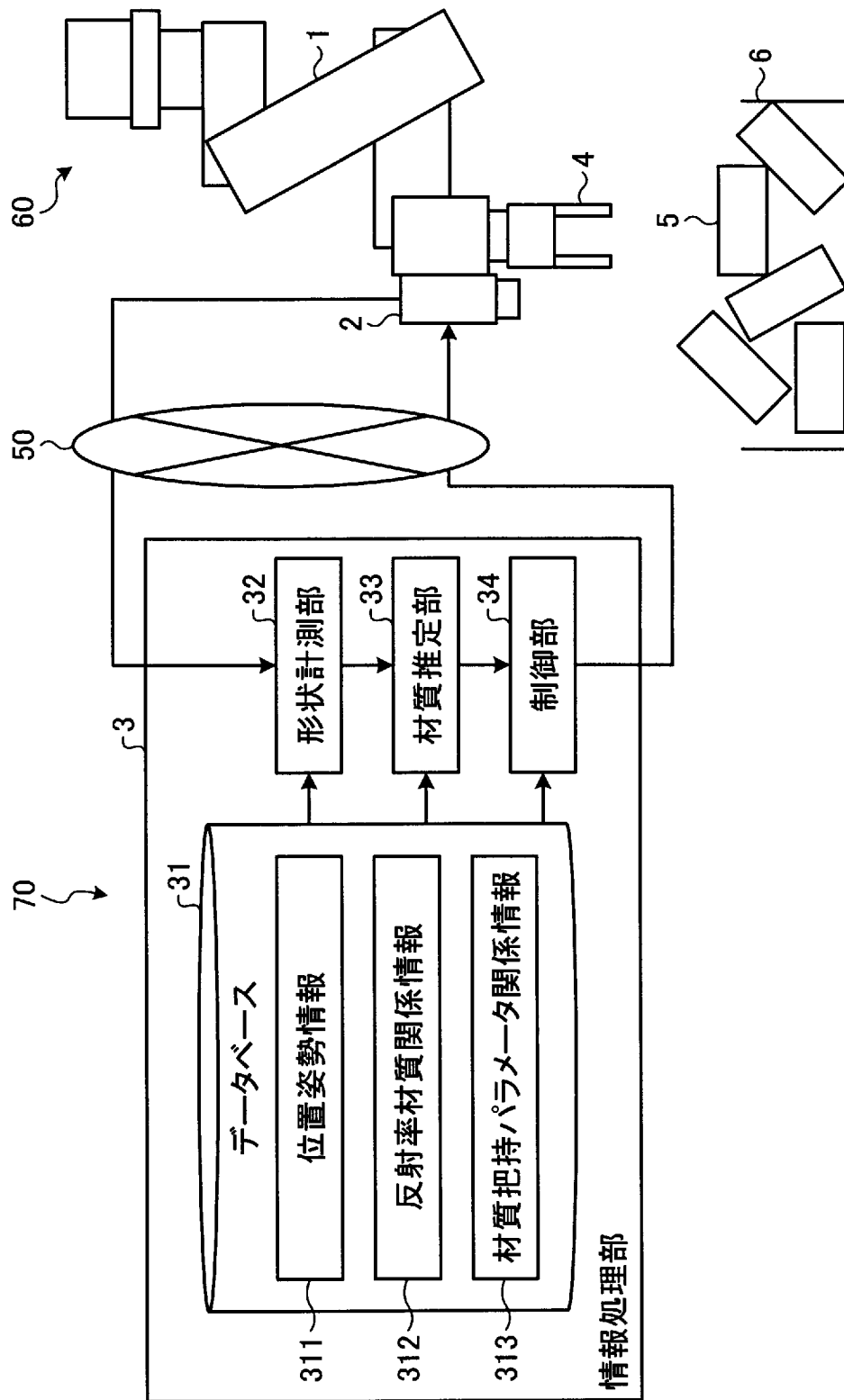
[図8]



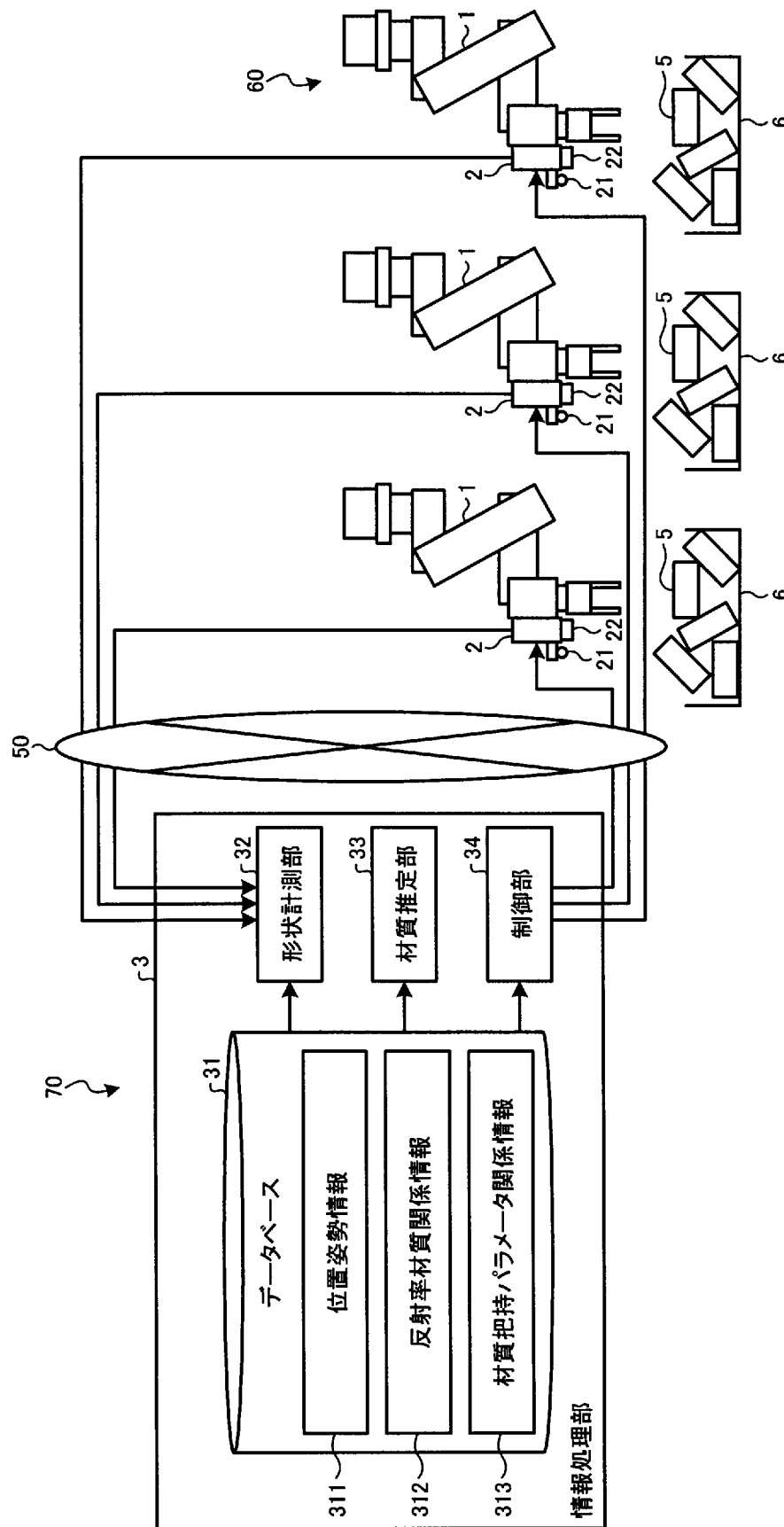
[図9]



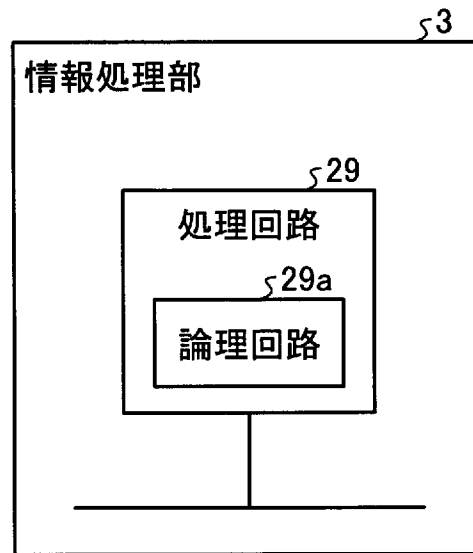
[図10]



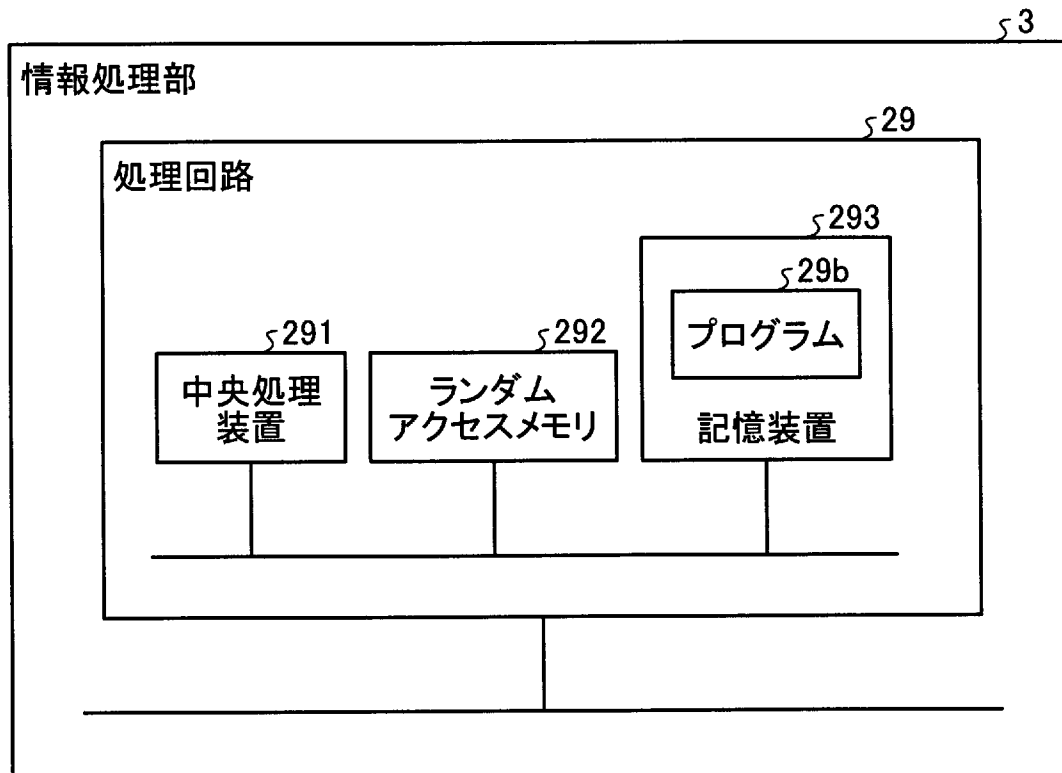
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/025262

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01N21/55 (2014.01) i, B25J13/08 (2006.01) i, G01N21/47 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01N21/00-21/958, 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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2006/006624 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 19 January 2006, paragraphs [0063], [0149], [0162]-[0178], [0261]-[0279], fig. 1, 2F, 5A-5F & US 2007/0239315 A1, paragraphs [0200], [0309]-[0325], [0409]-[0433], fig. 1, 2F, 5A-5F & JP 4041837 B2 & CN 101890720 A & CN 1984756 A	1-7
Y	JP 6-288912 A (BLACK & DECKER INC.) 18 October 1994, paragraphs [0006], [0013], [0014], fig. 3 & US 5475201 A, fig. 3, column 1, line 65 to column 2, line 10, column 3, line 62 to column 4, line 26 & EP 612996 A2 & CA 2115624 A1	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14.09.2018

Date of mailing of the international search report

02.10.2018

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/025262

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-137828 A (HASHIMOTO, Takeshi) 22 May 2001, abstract, paragraphs [0037], [0059] (Family: none)	1-7
A	JP 2004-144557 A (FANUC LTD.) 20 May 2004 & US 2004/0080758 A1 & EP 1413850 A2	1-7
A	JP 2008-55584 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 13 March 2008 (Family: none)	1-7
A	JP 2013-19890 A (CANON INC.) 31 January 2013 & US 2012/0316820 A1 & CN 102829718 A	1-7
A	WO 2007/080733 A1 (PANASONIC CORPORATION) 19 July 2007 & US 2009/0105880 A1 & JP 4056080 B2 & CN 101870112 A & CN 101870108 A & CN 101213052 A	1-7
A	STONE, R. S. et al., An automated handling system for soft compact shaped non-rigid products, Mechatronics, 1998, 8, 85-102	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01N21/55(2014.01)i, B25J13/08(2006.01)i, G01N21/47(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01N21/00-21/958, 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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

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	WO 2006/006624 A1（松下電器産業株式会社）2006.01.19, [0063][0149][0162]-[0178][0261]-[0279], 図1, 2F, 5A-5F & US 2007/0239315 A1, [0200][0309]-[0325][0409]-[0433], Figs. 1, 2F, 5A-5F & JP 4041837 B2 & CN 101890720 A & CN 1984756 A	1-7
Y	JP 6-288912 A（ブラック アンド デッカー インコーポレイティド） 1994.10.18, [0006][0013][0014], 図3 & US 5475201 A, FIG. 3, COL. 1 1.65-COL. 2 1.10, COL. 3 1.62-COL. 4	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.09.2018

国際調査報告の発送日

02.10.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

伊藤 裕美

2W

9515

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	1. 26 & EP 612996 A2 & CA 2115624 A1	
Y	JP 2001-137828 A (橋本岳) 2001. 05. 22, [要約][0037][0059] (ファミリーなし)	1 - 7
A	JP 2004-144557 A (ファナック株式会社) 2004. 05. 20, & US 2004/0080758 A1 & EP 1413850 A2	1 - 7
A	JP 2008-55584 A (トヨタ自動車株式会社) 2008. 03. 13, (ファミリーなし)	1 - 7
A	JP 2013-19890 A (キヤノン株式会社) 2013. 01. 31, & US 2012/0316820 A1 & CN 102829718 A	1 - 7
A	WO 2007/080733 A1 (パナソニック株式会社) 2007. 07. 19, & US 2009/0105880 A1 & JP 4056080 B2 & CN 101870112 A & CN 101870108 A & CN 101213052 A	1 - 7
A	STONE, R. S. et al., An automated handling system for soft compact shaped non-rigid products, Mechatronics, 1998, 8, 85-102	1 - 7