

(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
2018年5月17日(17.05.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/088149 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 13/08 (2006.01) B64C 1/12 (2006.01)
B64C 1/06 (2006.01) B64F 5/10 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/037684
- (22) 国際出願日: 2017年10月18日(18.10.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-220430 2016年11月11日(11.11.2016) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目
1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 石田 誠 (ISHIDA, Makoto); 〒1088215
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業
株式会社内 Tokyo (JP). 伊藤 祐二 (ITO, Yuji);
〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三
菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 峰 恭輔 (MINE,

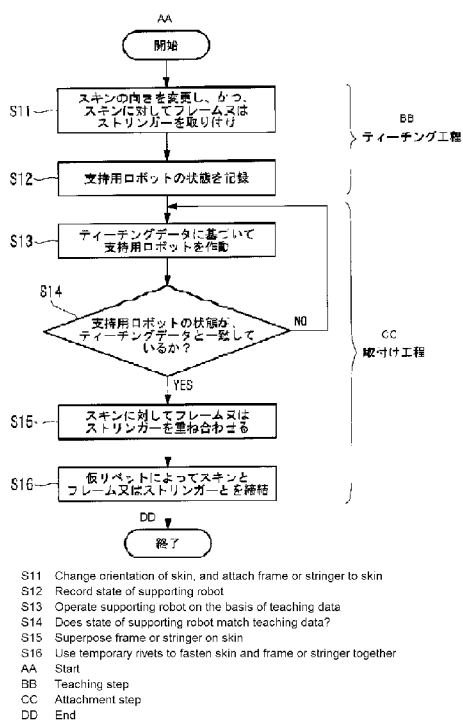
Kyosuke); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1
6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 藤田 考 晴 (FUJITA, Takaharu);
〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみ
らい 2 - 2 - 1 横浜ランドマークタ
ワー 3 7 F Kanagawa (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,
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.

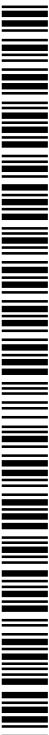
(54) Title: COMPONENT PRODUCTION METHOD, AND COMPONENT PRODUCTION SYSTEM

(54) 発明の名称: 部品製造方法及び部品製造システム



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to facilitate the attachment of a second member to a sheet-like first member, while supporting the first member in a state of being capable of being deformed by gravity. This component production method is provided with: a step (S13) in which a supporting robot supports a sheet-like skin in a state of being capable of being deformed by gravity, and changes the support state of the skin using teaching data which is pre-recorded in a storage unit, and which is based on a deformation shape of the skin when a frame is attached to the skin; and a step (S15) in which an attaching robot superposes the frame on the skin for which the support state has been changed.

(57) 要約: 重力による変形が可能な状態で板状の第1部材を支持しつつ、第1部材に対する第2部材の取り付けを容易とすることを目的とする。部品製造方法は、支持用ロボットが、重力による変形が可能な状態で板状のスキンを支持し、予め記憶部に記録された、スキンに対してフレームを取り付ける時におけるスキンの変形形状に基づくティーチングデータによって、スキンの支持状態を変更するステップ(S13)と、取り付け用ロボットが、支持状態が変更されたスキンに対してフレームを重ね合わせるステップ(S15)とを備える。



WO 2018/088149 A1

(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))

明 細 書

発明の名称： 部品製造方法及び部品製造システム

技術分野

[0001] 本発明は、部品製造方法及び部品製造システムに関し、特に板状部材であるスキンと、長尺状部材であるフレーム又はストリンガーを組み合わせることで製作される航空機部品を製造する部品製造方法及び部品製造システムに関するものである。

背景技術

[0002] 胴体等の航空機部品は、たとえば、板状部材（スキン）に対してストリンガー又はフレームをリベットによって締結して一体化することによって製作される。従来、これらの部材の組立は、スキンを台状の治具に固定した状態で、別の位置決め用治具によって位置決めされたフレームやストリンガーを重ね合わせた後、仮リベットによってフレーム又はストリンガーをスキンに仮止めする。そして、仮止めが完了して検査を終えた後、予め決められたリベットの締結位置に打鋌していく。これにより、スキン、フレーム及びストリンガーが一体化された航空機部品が製作される。

[0003] 航空機の胴体は、断面が円形状であり、かつ、機軸方向に沿って円形状の径が変化することから、スキン、フレーム、ストリンガーは、多種類にわたる。そのため、スキンを固定する台状の治具や、フレーム又はストリンガーの位置決め用治具も予め多数の種類を用意しておく必要がある。したがって、治具を用いて航空機部品を製作する方法に対して、ロボットを使用してスキン、フレーム、ストリンガー等の部材の位置決めを行い、ロボットによって位置決めされた部材に対して、リベットによって各部材を打鋌して一体化する方法がある。これにより、多種類の治具を用意することなく、航空機部品を製作することができ、航空機部品の製作準備にかかる時間やコストを低減しつつ、治具の保管場所を減らしたり治具の交換にかかる手間を減らすことができる。

[0004] 下記の特許文献1では、スキンが取付け治具 (Fixture 34) 上に載置されて、部品の組み立てが行われることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許第5615483号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本願の発明者らは、上述したロボットを使用してスキン、フレーム、ストリンガー等の部材を重ね合わせて航空機部品を組み立てる方法において、板状部材であるスキンの支持方法について検討した。板状部材は、剛性が低いいため、重力の影響によって変形しやすい。そのため、従来、部材同士を組み合わせる際、スキンは、剛性の高い台状の治具に固定されることが一般的である。

[0007] 発明者らは、航空機部品を組み立てる際の板状部材の支持方法において、板状部材の剛性が低く、重力の影響によって板状部材が変形することを利用して、板状部材を支持しつつ、部品の組立を行うことに着目した。

[0008] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、重力による変形が可能な状態で板状の第1部材を支持しつつ、第1部材に対する第2部材の取り付けを容易とすることが可能な部品製造方法及び部品製造システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の第1態様に係る部品製造方法は、支持用ロボットが、重力による変形が可能な状態で板状の第1部材を支持する第1ステップと、予め記憶部に記録された、前記第1部材に対して第2部材を取り付ける時における前記第1部材の変形形状に基づいて、前記第1部材の支持状態を変更する第2ステップと、取付け用ロボットが、支持状態が変更された前記第1部材に対して前記第2部材を取付ける第3ステップとを備える。

- [0010] この構成によれば、支持用ロボットによって、重力による変形が可能な状態で板状の第1部材が支持され、第1部材の支持状態は、予め記憶部に記録された、第1部材に対して第2部材を取り付ける時における第1部材の変形形状に基づいて変更される。そして、取付け用ロボットによって、支持状態が変更された第1部材に対して第2部材が取付けられる。このとき、第1部材は、第1部材に対して第2部材を取り付ける時における変形形状を有していることから、第1部材に対する第2部材の取り付けが容易となる。
- [0011] 上記第1態様において、前記第2ステップの前に、前記第1部材に対して前記第2部材を取付ける時における、前記第1部材が支持された状態の前記第1部材の変形形状と、前記支持用ロボットによる前記第1部材の支持状態を前記記憶部に記録する第4ステップを更に備え、前記第2ステップは、前記記憶部に記録された、前記第1部材に対して前記第2部材を取付ける時における、前記支持用ロボットによる前記第1部材の支持状態となるように前記第1部材の支持状態を変更してもよい。
- [0012] この構成によれば、第1部材に対して第2部材を取付ける時における、第1部材が支持された状態の第1部材の変形形状と、支持用ロボットによる第1部材の支持状態が、記憶部に記録される。また、第1部材の支持状態は、予め記憶部に記録された、第1部材に対して第2部材を取り付ける時における第1部材の変形形状と、支持用ロボットによる第1部材の支持状態に基づいて変更される。すなわち、第1部材の支持状態を変更して、第1部材に対して第2部材を取り付ける時における支持状態とすることで、第1部材は、第1部材に対して第2部材を取り付ける時における変形形状を有する。その結果、第1部材に対する第2部材の取り付けが容易となる。
- [0013] 上記第1態様において、前記第2ステップは、検出用ロボットが、前記第1部材の形状を検出するステップと、検出された前記第1部材の形状と、予め前記記憶部に記録された、前記第1部材に対して前記第2部材を取り付ける時における前記第1部材の変形形状とを比較して、前記第1部材の支持状態を変更するステップとを有してもよい。

- [0014] この構成によれば、第1部材の形状が検出され、第1部材の支持状態は、検出された第1部材の形状と、予め記憶部に記録された、第1部材に対して第2部材を取り付ける時における第1部材の変形形状とが比較されて変更される。そして、比較結果に基づいて、第1部材の支持状態を変更して、第1部材に対して第2部材を取り付ける時における支持状態とすることで、第1部材は、第1部材に対して第2部材を取り付ける時における変形形状を有する。その結果、第1部材に対する第2部材の取り付けが容易となる。
- [0015] 本発明の第2態様に係る部品製造システムは、重力による変形が可能な状態で板状の第1部材を支持する支持用ロボットと、前記第1部材に対して第2部材を取付ける取付け用ロボットとを備え、前記支持用ロボットは、予め記憶部に記録された、前記第1部材に対して前記第2部材を取り付ける時における前記第1部材の変形形状に基づいて、前記第1部材の支持状態を変更するように、前記支持用ロボットを駆動する第1制御部を有し、前記取付け用ロボットは、支持状態が変更された前記第1部材に対して前記第2部材を取付けるように、前記取付け用ロボットを駆動する第2制御部を有する。
- [0016] 上記第2態様において、前記支持用ロボットは、前記第1部材に対して前記第2部材を取付ける時における、前記第1部材が支持された状態の前記第1部材の変形形状と、前記支持用ロボットによる前記第1部材の支持状態が記録された前記記憶部を更に有し、前記支持用ロボットの第1制御部は、前記記憶部に記録された、前記第1部材に対して前記第2部材を取付ける時における、前記支持用ロボットによる前記第1部材の支持状態となるように、前記支持用ロボットを駆動して、前記第1部材の支持状態を変更してもよい。
- [0017] 上記第2態様において、前記第1部材の形状を検出する検出用ロボットを更に備え、前記支持用ロボットの第1制御部は、検出された前記第1部材の形状と、予め前記記憶部に記録された、前記第1部材に対して前記第2部材を取り付ける時における前記第1部材の変形形状とを比較して、前記支持用ロボットを駆動して、前記第1部材の支持状態を変更してもよい。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、重力による変形が可能な状態で板状の第1部材を支持しつつ、第1部材に対して第2部材を取り付ける時における変形形状を有するように支持状態を変更することによって、第1部材に対する第2部材の取り付けを容易とすることができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の第1実施形態に係る航空機部品製造システムを示すブロック図である。

[図2]本発明の第1実施形態に係る支持用ロボット及び取付け用ロボットと、スキン、フレーム及びストリンガーを示す概略図である。

[図3]本発明の第1実施形態に係る航空機部品製造システムを用いた航空機部品の製造方法を示すフローチャートである。

[図4]スキンを示す端面図であり、スキンが水平状態に支持されている例を示している。

[図5]スキンを示す端面図であり、スキンが水平状態に支持されている例を示している。

[図6]スキンを示す端面図であり、スキンが垂直状態に支持されている例を示している。

[図7]スキンを示す端面図であり、スキンが水平に対して斜めの状態に支持されている例を示している。

[図8]本発明の第2実施形態に係る航空機部品製造システムを示すブロック図である。

[図9]本発明の第2実施形態に係る支持用ロボット及び検出用ロボットと、スキンを示す概略図である。

[図10]本発明の第2実施形態に係る航空機部品製造システムを用いた航空機部品の製造方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0020] 以下に、本発明に係る実施形態について、図面を参照して説明する。

[第1実施形態]

本発明の第1実施形態に係る航空機部品製造システム1は、部材の姿勢、すなわち、部材の支持状態を変更することで、部材の組立時において、常に部材が組立に有利となるように、部材の形状を変化させることができる。ここで、航空機部品とは、例えば、航空機の胴体、又は、主翼などである。以下では、航空機の胴体を製造する際、板状部材であるスキンと、長尺状部材であるフレーム又はストリンガーとを組み合わせる場合について説明する。部材の組立時において、例えばスキンが開いていたほうがよいときは、支持用ロボットがスキンの弦側を円弧側よりも上方にした支持状態とする。反対に、部材の組立時において、例えばスキンが閉じていたほうがよいときは、支持用ロボットがスキンの弦側を円弧側よりも下方にした支持状態とする。

[0021] スकिनは、航空機の機軸方向に対して垂直に切断した断面が円弧形状を有する。フレームは、スキンの円周に沿って配置される部材であり、円弧形状であって曲率を有する。ストリンガーは、スキンに対して、航空機の機軸方向に対して平行に配置される部材であり、直線状の部材である。スキンに対して、フレーム又はストリンガーが取り付けられることによって、胴体等の航空機部品が製作される。このとき、スキンに形成されたキーホールと、フレーム又はストリンガーに形成されたキーホールとに基づいて、スキンに対するフレーム又はストリンガーの取り付け時の位置決めを行うことができる。また、スキンに形成されたキーホールと、フレーム又はストリンガーに形成されたキーホールとに仮リベットを挿通して締結することで、スキンとフレーム又はストリンガーとを一体化させることができる。また、キーホールとは、部材に貫通して形成された貫通穴であり、部材取り付け時の位置決めのために使用可能であり、また、仮リベットを挿通することも可能である。

[0022] 本実施形態に係る航空機部品製造システム1は、図1及び図2に示すように、スキン51を支持する2台の支持用ロボット2と、スキン51に対してフレーム52又はストリンガー53を取り付ける取付け用ロボット3などを備える。本実施形態では、ティーチングデータを用いて、支持用ロボット2

を動作させ、スキン51の向きを変更させる。

[0023] 支持用ロボット2は、アーム6を備え、アーム6の先端には、スキン51を把持する把持部（ハンド）7が取り付けられている。支持用ロボット2は、例えば、スキン51の円弧形状を有する端部の中央部を把持してスキン51を支持する。支持用ロボット2は、制御部8によって制御される。

[0024] 支持用ロボット2の制御部8は、図1に示すように、ティーチング部9と、メモリ10と、駆動制御部11と、判断部12等を有する。制御部8の動作は、予め記録されたプログラムを実行して、CPU等のハードウェア資源によって実現される。

[0025] ティーチング部9は、ティーチング工程において、支持用ロボット2の状態、例えば、アーム6又はハンド7の位置や向き、動作過程等をメモリ10にティーチングデータとして記録する。また、駆動制御部11は、取付け工程において、メモリ10に記録されたティーチングデータに基づいて、支持用ロボット2を動作させる。このとき、判断部12は、取付け工程における支持用ロボット2の状態が、ティーチングデータと一致しているか否かを判断する。駆動制御部11は、判断部12において、支持用ロボットの状態が、ティーチングデータと一致していると判断されたとき、支持用ロボット2の状態を維持する。

[0026] 取付け用ロボット3は、アーム13を備え、アーム13の先端には、フレーム52又はストリンガー53を把持する把持部（ハンド）14が取り付けられている。取付け用ロボット3は、制御部15によって制御される。制御部15の動作は、予め記録されたプログラムを実行して、CPU等のハードウェア資源によって実現される。

[0027] 取付け用ロボット3の制御部15は、駆動制御部16と、メモリ17等を有する。

駆動制御部16は、予めメモリ17に記録された取り付け位置に関するデータに基づいて、取付け用ロボット3のアーム13を駆動し、予め記録された取り付け位置へ、フレーム52又はストリンガー53を移動させる。この

結果、取付け用ロボット3によって、スキン51に対して、フレーム52又はストリンガー53が重ね合わされる。

[0028] 次に、図3を参照して、本実施形態に係る航空機部品製造システム1を用いた航空機部品の製造方法について説明する。

本方法は、まず、1品目において支持用ロボット2に対して動作を教示するティーチング工程と、ティーチングデータに基づいて支持用ロボット2を作動させ、取付け用ロボット3がスキン51に対してフレーム52又はストリンガー53を取り付ける取付け工程とを有する。

[0029] ティーチング工程を有することにより、ティーチング工程完了後、2品目以降の部材の組立では、作業員が支持用ロボット2を操作することなく、支持用ロボット2によってスキン51の向きが自動的に変更される。そして、取付け用ロボット3は、組立時に有利となる方向となったスキン51に対してフレーム52又はストリンガー53を取り付けることができる。

[0030] ティーチング工程は、スキン51に対してフレーム52又はストリンガー53を取り付ける作業を行う際、作業員や生産技術担当者が、スキン51の向きを変更しつつ、スキン51の変形状態を確認しながら行われる。スキン51は、板状部材であり剛性が低いことから、スキン51の向きが変更されることによって、重力による影響を受けて変形する。

[0031] 取り付け作業では、スキン51の向きを変更し、スキン51が組立に有利な形状や方向となったとき、スキン51に対してフレーム52又はストリンガー53を取り付ける(ステップS11)。このとき、取り付け作業が行われるときのスキン51を支持する支持用ロボット2の状態を、メモリ10にティーチングデータとして記録する(ステップS12)。ここで、支持用ロボット2の状態とは、アーム6又はハンド7の位置や向き、動作過程等である。

[0032] ティーチング工程完了後、2品目以降の部材の組立では、ティーチング工程を行わずに、取付け工程を行う。

[0033] 取付け工程では、スキン51を支持している支持用ロボット2を、ティー

チングデータに基づいて作動する（ステップS 13）。このとき、支持用ロボット2の状態が、ティーチングデータと一致しているか否かが判断される（ステップS 14）。支持用ロボット2の状態が、ティーチングデータと一致したとき、支持用ロボット2に支持されているスキン51が、組立に有利な形状や方向となっていると判断する。スキン51が組立に有利な形状や方向となっていると判断されている状態で、支持用ロボット2は、スキン51の状態を維持する。

[0034] そして、スキン51が組立に有利な形状や方向となっていると判断されている状態で、取付け用ロボット3は、取り付け位置に関するデータに基づいて、取り付け位置へ、フレーム52又はストリンガー53を移動させ、スキン51に対して、フレーム52又はストリンガー53を重ね合わせる（ステップS 15）。必要な場合、支持用ロボット2が作動して、フレーム52又はストリンガー53に対して、スキン51を更に重ね合わせる。

[0035] その後、打鋸用ロボット（図示せず。）が、重ね合わされたスキン51とフレーム52又はストリンガー53のキーホールに仮リベットを挿通し、仮リベットによってスキン51とフレーム52又はストリンガー53を締結する（ステップS 16）。

[0036] スキン51は、板状部材であり剛性が低いことから、重力による影響を受けて変形する。したがって、支持用ロボット2が作動してスキン51の向きを変更することによって、スキン51を組立てに有利な形状に変形させることができる。例えば、断面が円弧形状を有するスキン51に対して、スキン51の向きを変えることで、スキン51の曲率を大きくしたり小さくしたりすることができる。

[0037] 例えば、スキン51の一端部と他端部を結ぶ弦が、水平状態（図4及び図5参照）、垂直状態（図6参照）、又は、水平に対して傾斜した状態（図7参照）となるように、スキン51の向きが変更される。また、スキン51が水平状態にある状態とは、スキン51の円弧が弦よりも上方にある場合（図4参照）と、反対に、スキン51の円弧が弦よりも下方にある場合（図5参

照)とがある。これらそれぞれの状態で、支持用ロボット2に支持されたスキン51は、重力の影響によって異なる形状となる。

[0038] 組立に有利なスキンの形状や方向とは、例えば、適切に打鋸にできるようにスキン51に対してフレーム52又はストリンガー53が適切に重ね合わされた状態や、スキン51に対してフレーム52又はストリンガー53が重ね合わされたとき、打鋸用ロボットが仮リベットを打鋸しやすい状態などである。

[0039] なお、上述した実施形態では、スキン51に対するフレーム52又はストリンガー53の取付け作業を行っている最中、スキン51は、一定の位置に維持される場合について説明したが、本発明はこの例に限定されず、取付け作業を行いながら、支持用ロボット2が作動して、スキン51の姿勢を変更してもよい。

[0040] 以上、本実施形態によれば、重力による変形が可能となるように支持されたスキン51に対して、取付け工程において組立に有利となるように、スキン51の形状や方向が調整される。そして、支持用ロボット2や取付け用ロボット3を使用して、スキン51、フレーム52、ストリンガー53等の部材の位置決めを行い、位置決めされた部材に対して、仮リベットによって各部材を打鋸して一体化する際、作業の効率化を図ることができる。

[0041] [第2実施形態]

本発明の第2実施形態に係る航空機部品製造システム1は、図8に示すように、スキン51を支持する2台の支持用ロボット2と、スキン51に対してフレーム52又はストリンガー53を取り付ける取付け用ロボット3と、スキン51の形状を検出する検出用ロボット4などを備える。本実施形態では、検出用ロボット4によって取得されたデータを用いて、支持用ロボット2を動作させ、スキン51の向きを変更させる。

[0042] 検出用ロボット4は、図9に示すように、アーム18を備え、アーム18の先端に3Dスキャナカメラ19が取り付けられている。検出用ロボット4は、制御部20によって制御される。制御部20の動作は、予め記録された

プログラムを実行して、CPU等のハードウェア資源によって実現される。

[0043] 検出用ロボット4の制御部20は、図8に示すように、駆動制御部21と、メモリ22等を有する。

駆動制御部21は、スキン51に関する設計データに基づいて、アーム18に取り付けられた3Dスキャナカメラ19をスキン51の近傍へ移動させ、3Dスキャナカメラ19をスキン51の近傍で走査させる。

[0044] 3Dスキャナカメラ19は、スキン51の形状を撮像する。3Dスキャナカメラ19によって取得された撮像データは、支持用ロボット2の制御部23へ送信される。

[0045] 支持用ロボット2は、第1実施形態の図2と同様に、アーム6を備え、アーム6の先端には、スキン51を把持する把持部(ハンド)7が取り付けられている。支持用ロボット2は、例えば、スキン51の円弧形状を有する端部の中央部を把持してスキン51を支持する。支持用ロボット2は、制御部23によって制御される。

[0046] 支持用ロボット2の制御部23は、図8に示すように、メモリ24と、駆動制御部25と、判断部26等を有する。制御部23の動作は、予め記録されたプログラムを実行して、CPU等のハードウェア資源によって実現される。

[0047] 駆動制御部25は、取付け工程において、支持用ロボット2を動作させる。

判断部26は、3Dスキャナカメラ19から撮像データを受信する。判断部26は、3Dスキャナカメラ19によって取得された形状データと、予めメモリ24に記録されている組立に有利なスキンの形状や方向に関するデータとを比較する。

[0048] また、判断部26は、3Dスキャナカメラ19によって取得された形状データと、予めメモリ24に記録されている組立に有利なスキン51の形状や方向に関するデータとの比較結果に基づいて、支持用ロボット2に支持されたスキン51が組立に有利な形状や方向となっているか否かを判断する。

[0049] 駆動制御部 25 は、判断部 26 における、3D スキャナカメラ 19 によって取得された形状データと、予めメモリ 24 に記録されている組立に有利なスキンの形状や方向に関するデータとの比較結果が、組立に有利なスキンの形状や方向となるように、支持用ロボット 2 を作動する。駆動制御部 25 は、判断部 26 において、支持用ロボット 2 の状態が、予めメモリ 24 に記録されている組立に有利なスキン 51 の形状や方向に関するデータと一致していると判断されたとき、支持用ロボット 2 の状態を維持する。

[0050] 取付け用ロボット 3 は、第 1 実施形態の図 2 と同様に、アーム 13 を備え、アーム 13 の先端には、フレーム 52 又はストリンガー 53 を把持する把持部（ハンド）14 が取り付けられている。取付け用ロボット 3 は、制御部 15 によって制御される。制御部 15 の動作は、予め記録されたプログラムを実行して、CPU 等のハードウェア資源によって実現される。

[0051] 取付け用ロボット 3 の制御部 15 は、図 8 に示すように、駆動制御部 16 と、メモリ 17 等を有する。

駆動制御部 16 は、予めメモリ 17 に記録された取り付け位置に関するデータに基づいて、取付け用ロボット 3 のアーム 13 を駆動し、予め記録された取り付け位置へ、フレーム 52 又はストリンガー 53 を移動させる。この結果、取付け用ロボット 3 によって、スキン 51 に対して、フレーム 52 又はストリンガー 53 が重ね合わされる。

[0052] 次に、図 10 を参照して、本実施形態に係る航空機部品製造システム 1 を用いた航空機部品の製造方法について説明する。

本方法は、まず、検出用ロボット 4 が、支持用ロボット 2 によって支持されたスキン 51 の形状を検出する工程と、検出されたスキン 51 の形状に基づいて支持用ロボット 2 を作動させ、取付け用ロボット 3 がスキン 51 に対してフレーム 52 又はストリンガー 53 を取り付ける取付け工程とを有する。

[0053] これにより、作業員が支持用ロボット 2 を操作することなく、都度スキン 51 の形状が検出されて、スキン 51 の変形状態に応じてフレーム 52 又は

ストリンガー53の取り付けに有利な形状となるように、支持用ロボット2によってスキン51の向きが自動的に変更される。そして、取付け用ロボット3は、組立時に有利となる方向となったスキン51に対してフレーム52又はストリンガー53を取り付けることができる。

[0054] 検出工程は、まず、検出用ロボット4が、アーム18の先端に取り付けられた3Dスキャナカメラ19を走査して、スキン51の形状を検出する（ステップS21）。3Dスキャナカメラ19によって取得された形状データは、支持用ロボット2の制御部23へ送信される。

[0055] 支持用ロボット2の制御部23は、3Dスキャナカメラ19によって取得された形状データと、予めメモリ24に記録されているスキン51の設計データ（CADデータ）とを比較する。これにより、支持用ロボット2によって支持されているスキン51が、完成時の形状に比べて、どのように変形しているかを判断できる。

[0056] 支持用ロボット2の制御部23は、さらに、3Dスキャナカメラ19によって取得された形状データと、予めメモリ24に記録されている組立に有利なスキン51の形状や方向に関するデータとを比較する（ステップS22）。このとき、3Dスキャナカメラ19によって取得された形状データと、予めメモリ24に記録されているスキン51の設計データ（CADデータ）とを比較して得られる差分データを用いて、予めメモリ24に記録されている組立に有利なスキン51の形状や方向に関するデータとスキン51の設計データ（CADデータ）との差分データとを比較してもよい。

[0057] 3Dスキャナカメラ19によって取得された形状データと、予めメモリ24に記録されている組立に有利なスキン51の形状や方向に関するデータとの比較結果が、組立に有利なスキン51の形状や方向となるように、支持用ロボット2が作動される（ステップS23）。

[0058] そして、3Dスキャナカメラ19によって逐次取得された形状データが、予めメモリ24に記録されている組立に有利なスキン51の形状や方向に関するデータと一致しているか否かが判断される（ステップS24）。3Dス

キャナカメラ19によって逐次取得された形状データが、予めメモリ24に記録されている組立に有利なスキン51の形状や方向に関するデータと一致したとき、支持用ロボット2に支持されているスキン51が、組立に有利な形状や方向となっていると判断できる。したがって、3Dスキャナカメラ19によって取得された形状データが、予めメモリ24に記録されている組立に有利なスキン51の形状や方向に関するデータと一致していると判断されたとき、支持用ロボット2は、その状態を維持する。

[0059] 次に、スキン51が組立に有利な形状や方向となっていると判断されている状態で、取付け工程へ移行する。

[0060] 取付け工程では、取付け用ロボット3は、取り付け位置に関するデータに基づいて、取り付け位置へ、フレーム52又はストリンガー53を移動させ、スキン51に対して、フレーム52又はストリンガー53を重ね合わせる。必要な場合、支持用ロボット2が作動して、フレーム52又はストリンガー53に対して、スキン51を更に重ね合わせる（ステップS25）。

[0061] その後、打鋸用ロボット（図示せず。）が、重ね合わされたスキン51とフレーム52又はストリンガー53のキーホールに仮リベットを挿通し、仮リベットによってスキン51とフレーム52又はストリンガー53を締結する（ステップS26）。

[0062] スキン51は、板状部材であり剛性が低いことから、重力による影響を受けて変形する。したがって、支持用ロボット2が作動してスキン51の向きを変更することによって、スキン51を組立てに有利な形状に変形させることができる。例えば、断面が円弧形状を有するスキン51に対して、スキン51の向きを変えることで、スキン51の曲率を大きくしたり小さくしたりすることができる。

[0063] 例えば、スキン51の一端部と他端部を結ぶ弦が、水平状態、垂直状態、又は、水平に対して傾斜した状態となるように、スキン51の向きが変更される。また、スキン51が水平状態にある状態とは、スキン51の円弧が弦よりも上方にある場合と、反対に、スキン51の円弧が弦よりも下方にある

場合とがある。これらそれぞれの状態で、支持用ロボット2に支持されたスキン51は、重力の影響によって異なる形状となる。

[0064] 組立に有利なスキンの形状や方向とは、例えば、適切に打鋸にできるようにスキン51に対してフレーム52又はストリンガー53が適切に重ね合わされた状態や、スキン51に対してフレーム52又はストリンガー53が重ね合わされたとき、打鋸用ロボットが仮リベットを打鋸しやすい状態などである。

[0065] なお、上述した実施形態では、スキン51に対するフレーム52又はストリンガー53の取付け作業を行っている最中、スキン51は、一定の位置に維持される場合について説明したが、本発明はこの例に限定されず、取付け作業を行いながら、支持用ロボット2が作動して、スキン51の姿勢を変更してもよい。

[0066] 以上、本実施形態によれば、重力による変形が可能となるように支持されたスキン51に対して、取付け工程において組立に有利となるように、スキン51の形状や方向が調整される。そして、支持用ロボット2や取付け用ロボット3を使用して、スキン51、フレーム52、ストリンガー53等の部材の位置決めを行い、位置決めされた部材に対して、仮リベットによって各部材を打鋸して一体化する際、作業の効率化を図ることができる。

符号の説明

- [0067] 1 : 航空機部品製造システム
2 : 支持用ロボット
3 : 取付け用ロボット
4 : 検出用ロボット
6 : アーム
7 : ハンド
8 : 制御部
9 : ティーチング部
10 : メモリ

- 1 1 : 駆動制御部
- 1 2 : 判断部
- 1 3 : アーム
- 1 5 : 制御部
- 1 6 : 駆動制御部
- 1 7 : メモリ
- 1 8 : アーム
- 1 9 : 3Dスキャナカメラ
- 2 0 : 制御部
- 2 1 : 駆動制御部
- 2 2 : メモリ
- 2 3 : 制御部
- 2 4 : メモリ
- 2 5 : 駆動制御部
- 2 6 : 判断部
- 5 1 : スキン
- 5 2 : フレーム
- 5 3 : ストリンガー

請求の範囲

- [請求項1] 支持用ロボットが、重力による変形が可能な状態で板状の第1部材を支持する第1ステップと、
予め記憶部に記録された、前記第1部材に対して第2部材を取り付ける時における前記第1部材の変形形状に基づいて、前記第1部材の支持状態を変更する第2ステップと、
取付け用ロボットが、支持状態が変更された前記第1部材に対して前記第2部材を取付ける第3ステップと、
を備える部品製造方法。
- [請求項2] 前記第2ステップの前に、前記第1部材に対して前記第2部材を取付ける時における、前記第1部材が支持された状態の前記第1部材の変形形状と、前記支持用ロボットによる前記第1部材の支持状態を前記記憶部に記録する第4ステップを更に備え、
前記第2ステップは、前記記憶部に記録された、前記第1部材に対して前記第2部材を取付ける時における、前記支持用ロボットによる前記第1部材の支持状態となるように前記第1部材の支持状態を変更する請求項1に記載の部品製造方法。
- [請求項3] 前記第2ステップは、
検出用ロボットが、前記第1部材の形状を検出するステップと、
検出された前記第1部材の形状と、予め前記記憶部に記録された、前記第1部材に対して前記第2部材を取り付ける時における前記第1部材の変形形状とを比較して、前記第1部材の支持状態を変更するステップと、を有する請求項1に記載の部品製造方法。
- [請求項4] 重力による変形が可能な状態で板状の第1部材を支持する支持用ロボットと、
前記第1部材に対して第2部材を取付ける取付け用ロボットと、
を備え、
前記支持用ロボットは、予め記憶部に記録された、前記第1部材に

対して前記第2部材を取り付ける時における前記第1部材の変形形状に基づいて、前記第1部材の支持状態を変更するように、前記支持用ロボットを駆動する第1制御部を有し、

前記取付け用ロボットは、支持状態が変更された前記第1部材に対して前記第2部材を取付けるように、前記取付け用ロボットを駆動する第2制御部を有する部品製造システム。

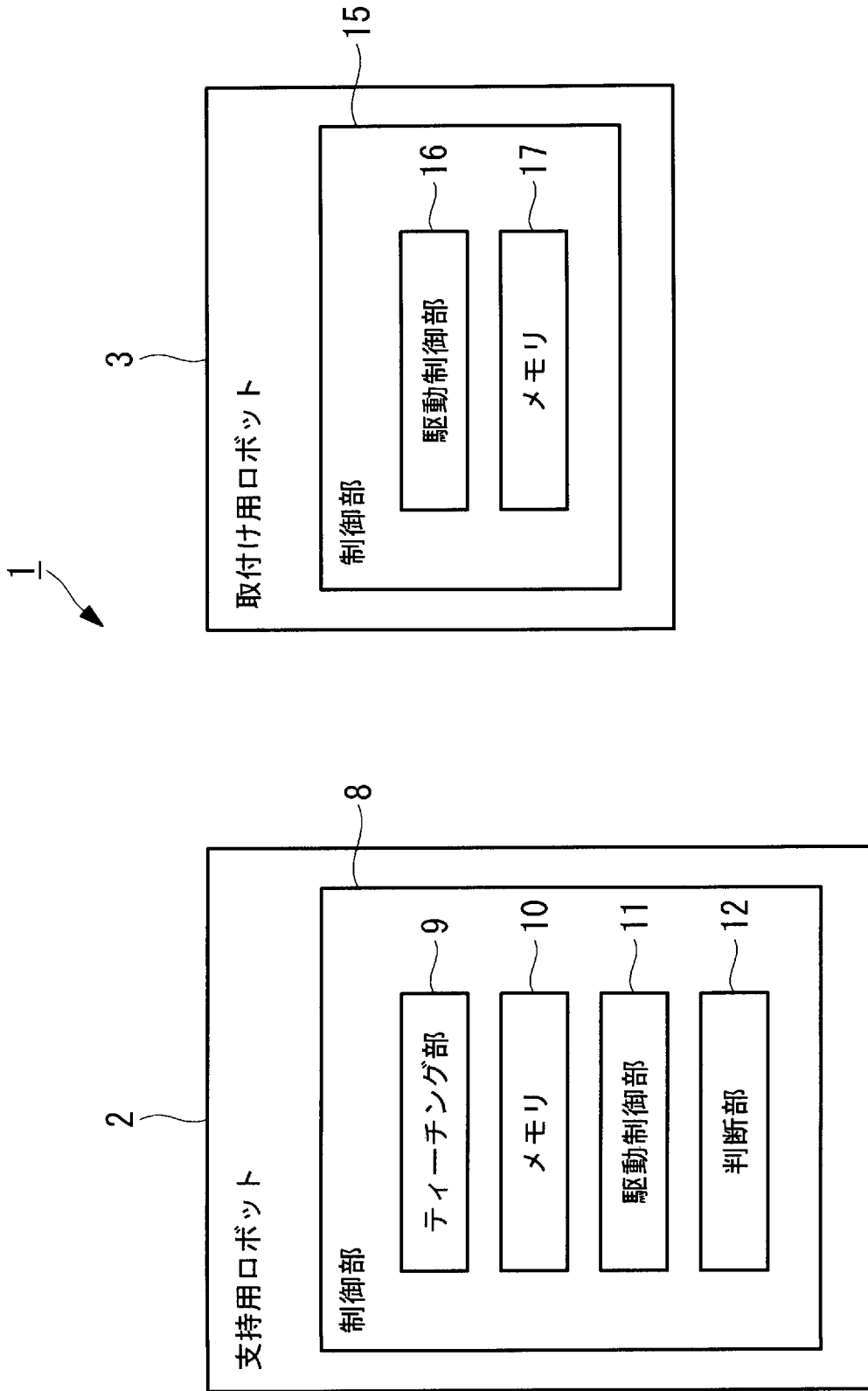
[請求項5] 前記支持用ロボットは、前記第1部材に対して前記第2部材を取付ける時における、前記第1部材が支持された状態の前記第1部材の変形形状と、前記支持用ロボットによる前記第1部材の支持状態が記録された前記記憶部を更に有し、

前記支持用ロボットの第1制御部は、前記記憶部に記録された、前記第1部材に対して前記第2部材を取付ける時における、前記支持用ロボットによる前記第1部材の支持状態となるように、前記支持用ロボットを駆動して、前記第1部材の支持状態を変更する請求項4に記載の部品製造システム。

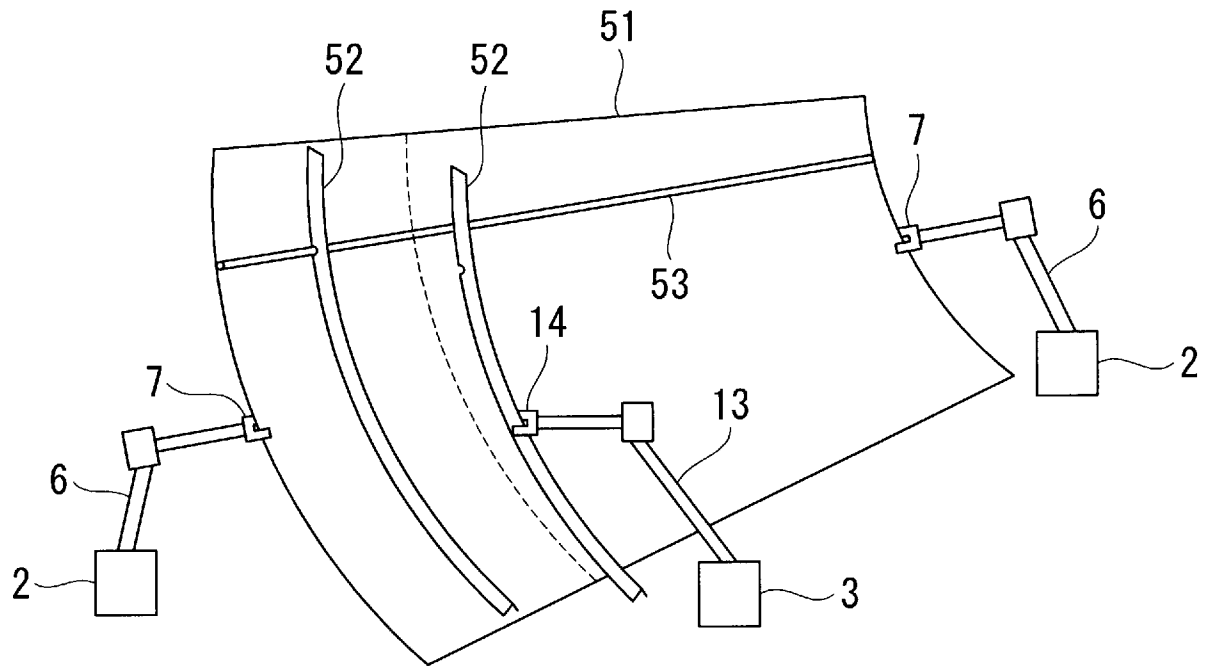
[請求項6] 前記第1部材の形状を検出する検出用ロボットを更に備え、

前記支持用ロボットの第1制御部は、検出された前記第1部材の形状と、予め前記記憶部に記録された、前記第1部材に対して前記第2部材を取り付ける時における前記第1部材の変形形状とを比較して、前記支持用ロボットを駆動して、前記第1部材の支持状態を変更する請求項4に記載の部品製造システム。

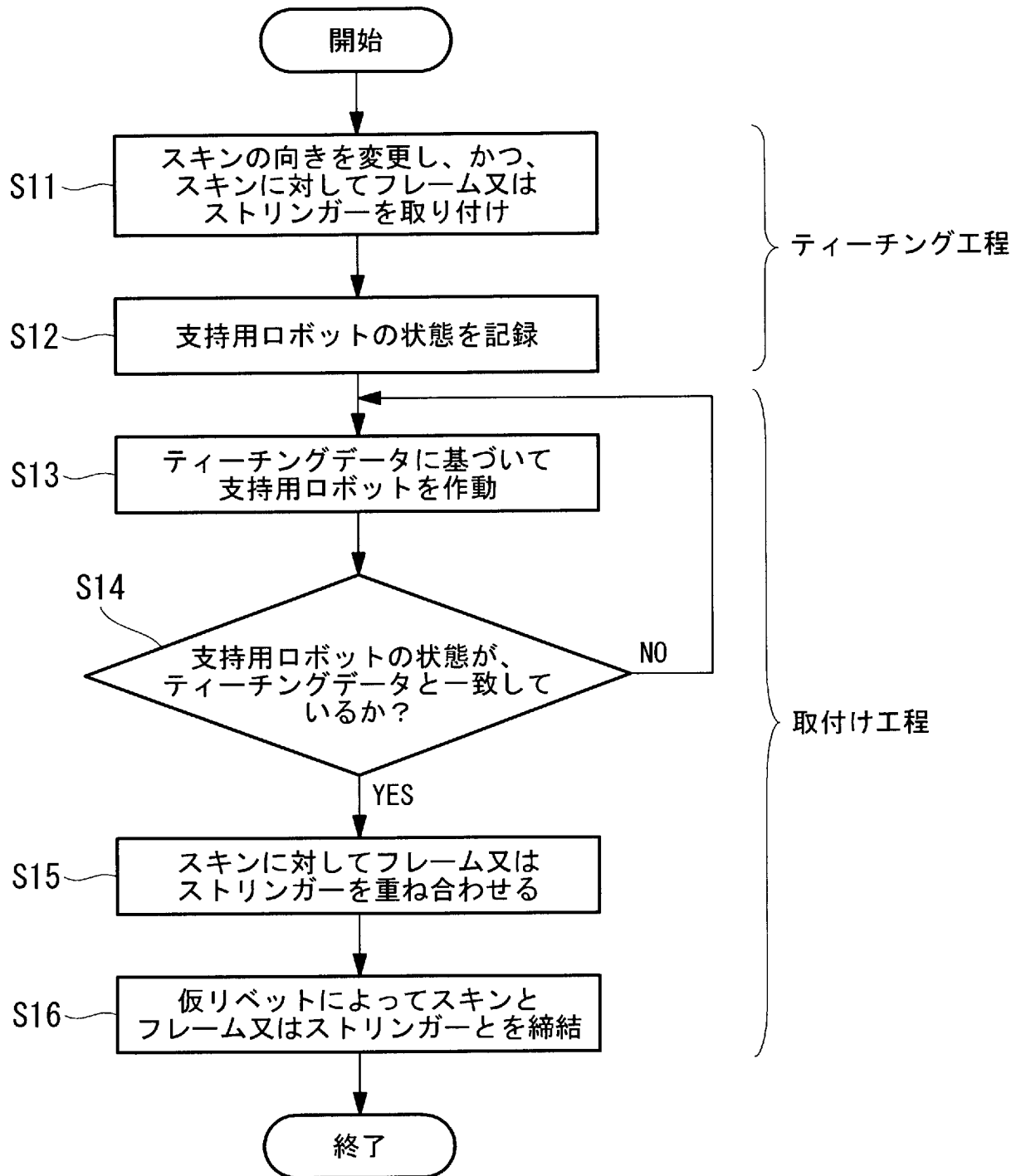
[図1]



[図2]



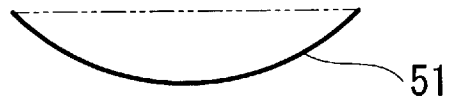
[図3]



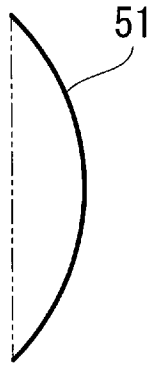
[図4]



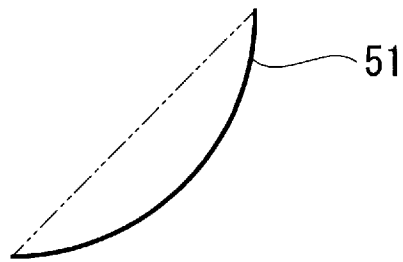
[図5]



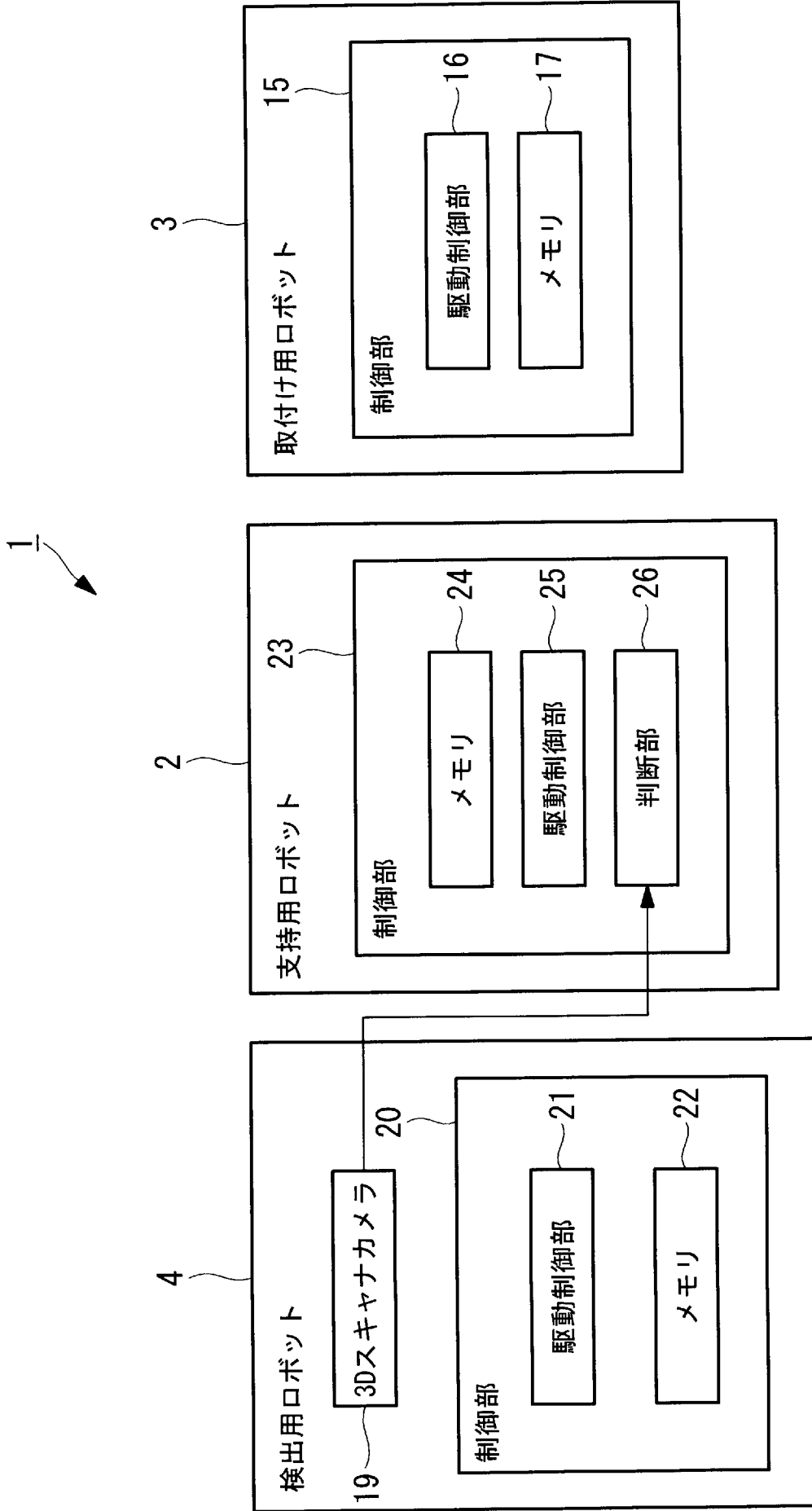
[図6]



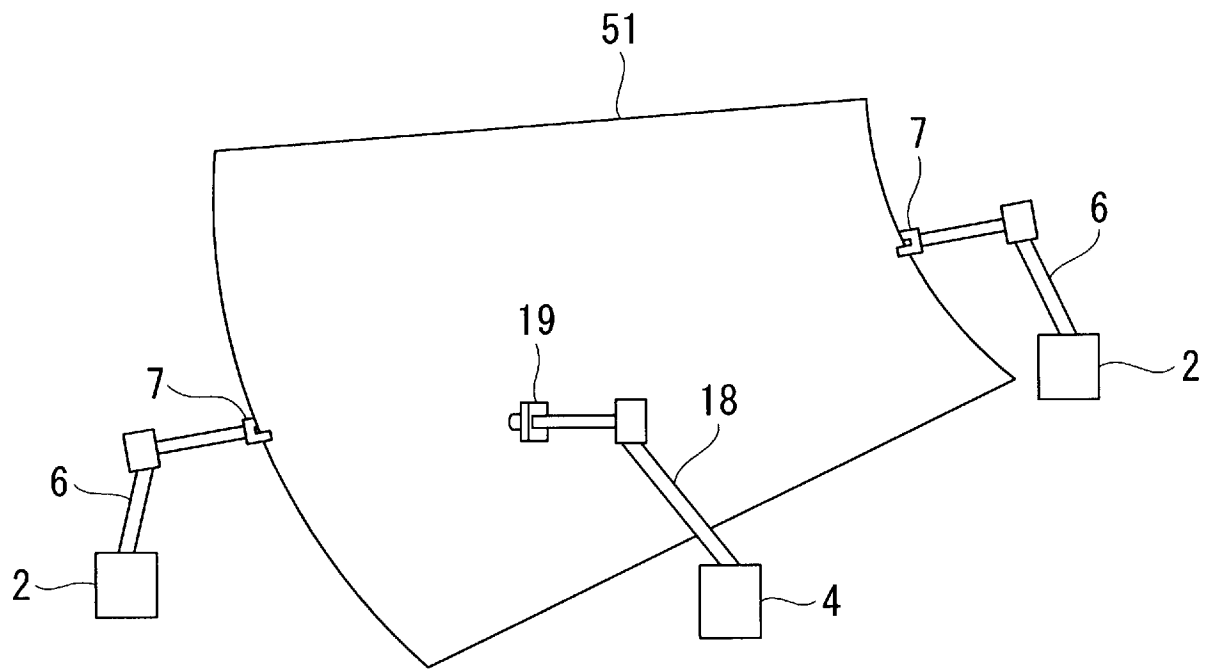
[図7]



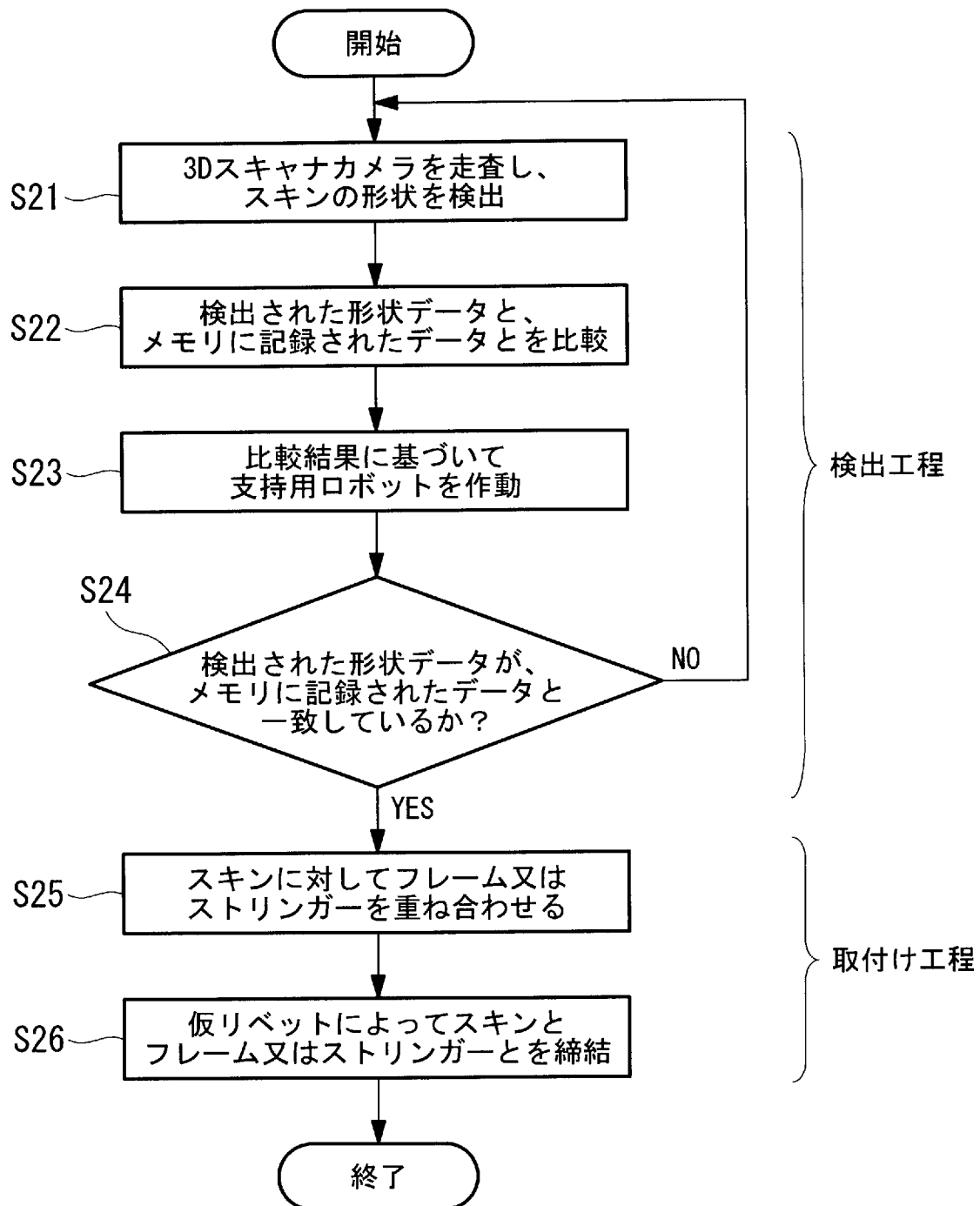
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/037684

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B25J13/08 (2006.01) i, B64C1/06 (2006.01) i, B64C1/12 (2006.01) i, B64F5/10 (2017.01) 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. B25J13/08, B64C1/06, B64C1/12, B64F5/10

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 09-319420 A (RICOH KK) 12 December 1997, paragraphs [0023]-[0071], fig. 1-16 (Family: none)	1-6
A	JP 2004-261881 A (YAKAHI, Junichi) 24 September 2004, paragraphs [0013]-[0048], fig. 1-13 & WO 2004/069465 A1	1-6
A	JP 2010-231575 A (KOBE STEEL, LTD.) 14 October 2010, paragraphs [0021]-[0046] fig. 1-6 (Family: none)	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 10 January 2018	Date of mailing of the international search report 23 January 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/JP2017/037684

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5615483 A (THE BOEING COMPANY) 01 April 1997, column 3, line 25 to column 9, line 17, fig. 1-20 & EP 0593127 A1 & DE 69331430 T2	1-6
A	US 2001/0024603 A1 (STONE, P. R.) 27 September 2001, paragraphs [0044]-[0066], fig. 1-28 & EP 1221353 A1 & ES 2320858 T3	1-6
A	US 2016/0288331 A1 (THE BOEING COMPANY) 06 October 2016, paragraphs [0015]-[0201], fig. 1-8 & JP 2016-190316 A & EP 3076255 A1 & RU 2016103950 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B25J13/08(2006.01)i, B64C1/06(2006.01)i, B64C1/12(2006.01)i, B64F5/10(2017.01)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. B25J13/08, B64C1/06, B64C1/12, B64F5/10

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）

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
A	JP 09-319420 A (株式会社リコー) 1997. 12. 12, 段落[0023]-[0071], 図 1-16 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2004-261881 A (屋嘉比 淳一) 2004. 09. 24, 段落[0013]-[0048], 図 1-13 & WO 2004/069465 A1	1-6
A	JP 2010-231575 A (株式会社神戸製鋼所) 2010. 10. 14, 段落[0021]- [0046], 図 1-6 (ファミリーなし)	1-6

☑ 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

10.01.2018

国際調査報告の発送日

23.01.2018

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）

白井 卓巳

3U

4550

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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
A	US 5615483 A (THE BOEING COMPANY) 1997. 04. 01, 第3欄第25行- 第9欄第17行, FIGS. 1-20 & EP 0593127 A1 & DE 69331430 T2	1-6
A	US 2001/0024603 A1 (STONE, Paul R.) 2001. 09. 27, 段落[0044]- [0066], FIGS. 1-28 & EP 1221353 A1 & ES 2320858 T3	1-6
A	US 2016/0288331 A1 (THE BOEING COMPANY) 2016. 10. 06, 段落[0015]- [0201], FIGS. 1-8 & JP 2016-190316 A & EP 3076255 A1 & RU 2016103950 A	1-6