

(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10月15日(15.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/208808 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/08 (2014.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/015966

(22) 国際出願日: 2019年4月12日(12.04.2019)

(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 Tokyo (JP).

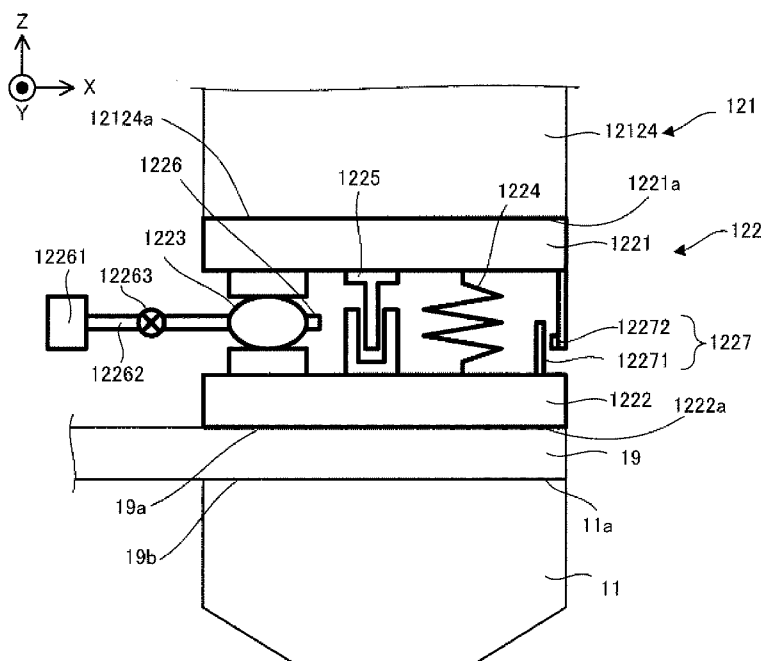
(72) 発明者: 佐藤 真路 (Sato, Shinji); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(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 オークビル京橋3階 東京セントラル特許事務所内 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, 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,

(54) **Title:** MACHINING SYSTEM, MACHINING METHOD, ROBOT SYSTEM, CONNECTING DEVICE, AND END EFFECTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 加工システム、加工方法、ロボットシステム、接続装置及びエンドエフェクタ装置



(57) **Abstract:** This machining system is provided with: a movable member that can change the relative positional relationship between a part of an object and the movable member; an irradiation device for irradiating the object with a machining beam; and a connecting device for connecting the movable member and the irradiation device so that the relative positional relationship between the movable member and the irradiation device can be changed, wherein the connecting device is provided with a driving member that causes the movable member and/or the irradiation device to move, and an

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))

elastic member that couples the movable member and the irradiation device.

(57) 要約: 加工システムは、物体の一部との相対的な位置関係が変更可能な可動部材と、物体に向けて加工光を照射する照射装置と、可動部材と照射装置との相対的な位置関係が変更可能になるように、可動部材と照射装置とを接続する接続装置とを備え、接続装置は、可動部材および照射装置のうち少なくとも一方を移動させる駆動部材と、可動部材と照射装置とを結合する弾性部材とを備える。

明 細 書

発明の名称：

加工システム、加工方法、ロボットシステム、接続装置及びエンドエフェクタ装置

技術分野

[0001] 本発明は、加工光で物体を加工可能な加工システム及び加工方法の技術分野、ロボットシステム、エンドエフェクタ装置及びロボットとエンドエフェクタとを接続する接続装置に関する。

背景技術

[0002] 物体を加工可能な加工システムとして、特許文献1には、物体の表面に加工光を照射して構造を形成する加工システムが記載されている。この種の加工システムでは、物体に対して加工光を照射する照射装置と物体との相対的な位置関係を適切にすることが要求されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第4，994，639号

発明の概要

[0004] 第1の態様によれば、加工光で物体を加工する加工システムにおいて、前記物体の一部との相対的な位置関係が変更可能な可動部材と、前記物体に向けて前記加工光を照射する照射装置と、前記可動部材と前記照射装置との相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記照射装置とを接続する接続装置とを備え、前記接続装置は、前記可動部材および前記照射装置のうち少なくとも一方を移動させる駆動部材と、前記可動部材と前記照射装置とを結合する弾性部材とを備える加工システムが提供される。

[0005] 第2の態様によれば、加工光で物体を加工する加工システムにおいて、前記物体の一部との相対的な位置関係が変更可能な可動部材と、前記物体に向けて前記加工光を照射する照射装置と、前記可動部材と前記照射装置との相

対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記照射装置とを接続する接続装置と、前記可動部材から前記照射装置へ向かう振動を低減する振動低減装置とを備える加工システムが提供される。

[0006] 第3の態様によれば、加工光で物体を加工する加工システムにおいて、前記物体の一部との相対的な位置関係が変更可能な可動部材と、前記物体に向けて前記加工光を照射する照射装置と、前記可動部材と前記照射装置との相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記照射装置とを接続する接続装置と、前記物体又は基準位置に対する前記照射装置の位置を計測する位置計測装置とを備え、前記接続装置は、前記位置計測装置による位置計測結果に基づいて、前記可動部材に対する前記照射装置の位置を変更する位置変更部材を備える加工システムが提供される。

[0007] 第4の態様によれば、加工光で物体を加工する加工方法において、可動部材の位置と前記物体の一部の位置との位置関係を変更することと、照射装置を用いて前記物体に向けて前記加工光を照射することと、前記可動部材と前記照射装置との相対的な位置関係を変更することと、前記可動部材および前記照射装置のうち少なくとも一方を移動させる駆動部材と、前記可動部材と前記照射装置とを結合する弾性部材とを備える接続部によって、前記可動部材と前記照射装置とを接続することを含む加工方法が提供される。

[0008] 第5の態様によれば、加工光で物体を加工する加工方法において、可動部材の位置と前記物体の一部の位置との位置関係を変更することと、照射装置を用いて前記物体に向けて前記加工光を照射することと、前記可動部材と前記照射装置との相対的な位置関係を変更することと、前記可動部材から前記照射装置へ向かう振動を低減することを含む加工方法が提供される。

[0009] 第6の態様によれば、加工光で物体を加工する加工方法において、可動部材の位置と前記物体の一部の位置との位置関係を変更することと、照射装置を用いて前記物体に向けて前記加工光を照射することと、前記物体又は基準位置に対する前記照射装置の位置を計測することと、計測された前記照射装置の前記位置に基づいて、前記可動部材と前記照射装置との相対的な位置関

係を変更することを含む加工方法が提供される。

[0010] 第7の態様によれば、物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と、前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置とを備え、前記接続装置は、前記可動部材および前記エンドエフェクタのうち少なくとも一方を移動させる駆動部材と、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを結合する弾性部材とを備えるロボットシステムが提供される。

[0011] 第8の態様によれば、物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と、前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置と、前記可動部材から前記エンドエフェクタへ向かう振動を低減する振動低減装置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、物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と、前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置と、前記物体又は基準位置に対する前記エンドエフェクタの位置を計測する位置計測装置とを備え、前記接続装置は、前記位置計測装置による位置計測結果に基づいて、前記可動部材に対する前記エンドエフェクタの位置を変更する位置変更部材を備えるロボットシステムが提供される。

[0013] 第10の態様によれば、物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材とを接続する接続装置であって、前記可動部材および前記エンドエフェクタのうち少なくとも一方を移動させる駆動部材と、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを結合する弾性部材とを備え、前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続

する接続装置が提供される。

[0014] 第11の態様によれば、物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材とを接続する接続装置であって、前記可動部材から前記エンドエフェクタへ向かう振動を低減する振動低減装置を備え、前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置が提供される。

[0015] 第12の態様によれば、物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材とを接続する接続装置であって、前記物体又は基準位置に対する前記接続装置及び／又は前記エンドエフェクタの位置を計測する位置計測装置による位置計測結果に基づいて、前記可動部材に対する前記エンドエフェクタの位置を変更する位置変更部材を備える接続装置が提供される。

[0016] 第13の態様によれば、物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置とを備え、前記接続装置は、前記可動部材および前記エンドエフェクタのうち少なくとも一方を移動させる駆動部材と、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを結合する弾性部材とを備えるエンドエフェクタ装置が提供される。

[0017] 第14の態様によれば、物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置と、前記可動部材から前記エンドエフェクタへ向かう振動を低減する振動低減装置とを備えるエンドエフェクタ装置が提供される。

[0018] 第15の態様によれば、物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と前記エンドエフェクタ

との相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置と、前記物体又は基準位置に対する前記エンドエフェクタの位置を計測する位置計測装置とを備え、前記接続装置は、前記位置計測装置による位置計測結果に基づいて、前記可動部材に対する前記エンドエフェクタの位置を変更する位置変更部材を備えるエンドエフェクタ装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図1は、第1実施形態の加工システムの全体構造を模式的に示す断面図である。

[図2]図2(a)及び図2(b)のそれぞれは、加工対象物の表面に形成された塗装膜の加工の様子を模式的に示す断面図である。

[図3]図3(a)は、第1実施形態の加工システムが備える光照射装置を模式的に示す断面図であり、図3(b)及び図3(c)のそれぞれは、光照射装置が備える光源系の構成を示す断面図である。

[図4]図4は、光源系を備えていない光照射装置の構図を模式的に示す断面図である。

[図5]図5は、第1駆動系の構造を示す断面図である。

[図6]図6は、第2駆動系の構造を示す断面図である。

[図7]図7(a)は、第1実施形態の加工装置が形成するリブレット構造の断面を示す断面図であり、図7(b)は、第1実施形態の加工装置が形成するリブレット構造を示す斜視図である。

[図8]図8(a)及び図8(b)のそれぞれは、リブレット構造が形成される加工対象物の一例である航空機を示す正面図であり、図8(c)は、リブレット構造が形成される加工対象物の一例である航空機を示す側面図である。

[図9]図9は、塗装膜の表面に設定される複数の加工ショット領域を示す平面図である。

[図10]図10は、リブレット構造を形成するための加工動作の一工程を行う加工装置を示す断面図である。

[図11]図11(a)は、リブレット構造を形成するための加工動作の一工程を行う加工装置を示す断面図であり、図11(b)は、図11(a)に示す加工動作の一工程が行われている塗装膜の表面を示す平面図である。

[図12]図12は、スキャン動作とステップ動作とが繰り返される期間中の加工光の走査軌跡（つまり、目標照射領域の移動軌跡）を示す平面図である。

[図13]図13は、リブレット構造を形成するための加工動作の一工程を行う加工装置を示す断面図である。

[図14]図14(a)は、リブレット構造を形成するための加工動作の一工程を行う加工装置を示す断面図であり、図14(b)は、図14(a)に示す加工動作の一工程が行われている塗装膜の表面を示す平面図である。

[図15]図15は、リブレット構造を形成するための加工動作の一工程を行う加工装置を示す断面図である。

[図16]図16は、リブレット構造を形成するための加工動作の一工程を行う加工装置を示す断面図である。

[図17]図17は、リブレット構造を形成するための加工動作の一工程を行う加工装置を示す断面図である。

[図18]図18は、リブレット構造を形成するための加工動作の一工程を行う加工装置を示す断面図である。

[図19]図19は、リブレット構造を形成するための加工動作の一工程を行う加工装置を示す断面図である。

[図20]図20は、リブレット構造を形成するための加工動作の一工程を行う加工装置を示す断面図である。

[図21]図21は、第2実施形態の加工システムの全体構造を模式的に示す断面図である。

[図22]図22は、第3実施形態の加工システムの全体構造を模式的に示す断面図である。

[図23]図23(a)及び図23(b)のそれぞれは、位置計測装置の計測結果に基づいて駆動系が制御された場合に形成されるテスト構造を示す平面図

である。

[図24]図24(a)及び図24(b)のそれぞれは、位置計測装置の計測結果に基づいて、テスト構造を形成する場合と同様に駆動系を制御しながら加工光を照射した場合に感应性部材に形成される特性変化パターンを示す平面図である。

[図25]図25は、第4実施形態の加工システムの構造を模式的に示す断面図である。

[図26]図26は、第5実施形態の加工システムの構造を模式的に示す斜視図である。

[図27]図27は、第5実施形態の加工システムの構造を模式的に示す正面図である。

[図28]図28は、第5実施形態の加工システムの構造を模式的に示す側面図である。

[図29]図29は、第5実施形態の加工システムの構造の一部を拡大して示す正面図である。

[図30]図30は、第6実施形態の駆動系の構造を示す断面図である。

[図31]図31は、第6実施形態の駆動系の構造を示す断面図である。

[図32]図32は、加工対象物である航空機の斜め下方から斜め上方に向けて加工光を照射するように姿勢が変わった光照射装置を示す正面図である。

[図33]図33は、図32に示す光照射装置と第1駆動系とを接続する複数の第2駆動系を示す断面図である。

[図34]図34は、第7実施形態の加工システムの構造を模式的に示す断面図である。

[図35]図35は、エンドエフェクタの一例を示す。

[図36]図36(a)から図36(e)のそれぞれは、エンドエフェクタの一例を示す。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照しながら、加工システム、加工方法、ロボットシステム

、接続装置及びエンドエフェクタ装置の実施形態について説明する。以下では、加工光E Lを用いて加工対象物Sの表面に形成された塗装膜S Fを加工する加工システムS Y Sを用いて、加工システム、加工方法、ロボットシステム、接続装置及びエンドエフェクタ装置の実施形態を説明する。但し、本発明が以下に説明する実施形態に限定されることはない。

[0021] また、以下の説明では、互いに直交するX軸、Y軸及びZ軸から定義されるXYZ直交座標系を用いて、加工システムS Y Sを構成する各種構成要素の位置関係について説明する。尚、以下の説明では、説明の便宜上、X軸方向及びY軸方向のそれぞれが水平方向（つまり、水平面内の所定方向）であり、Z軸方向が鉛直方向（つまり、水平面に直交する方向であり、実質的には上下方向）であるものとする。また、X軸、Y軸及びZ軸周りの回転方向（言い換えれば、傾斜方向）を、それぞれ、 θ X方向、 θ Y方向及び θ Z方向と称する。ここで、Z軸方向を重力方向としてもよい。また、XY平面を水平方向としてもよい。

[0022] （１）第１実施形態の加工システムS Y S a

初めに、第１実施形態の加工システムS Y S（以降、第１実施形態の加工システムS Y Sを、“加工システムS Y S a”と称する）について説明する。

[0023] （１－１）加工システムS Y S aの構造

初めに、図１を参照しながら、第１実施形態の加工システムS Y S aの構造について説明する。図１は、第１実施形態の加工システムS Y S aの構造を模式的に示す断面図である。

[0024] 図１に示すように、加工システムS Y Sは、加工対象物Sの表面に形成された（例えば、塗布された）塗装膜S Fを加工する。加工対象物Sは、例えば、金属であってもよいし、合金（例えば、ジュラルミン等）であってもよいし、樹脂（例えば、CFRP（Carbon Fiber Reinforced Plastic）等）であってもよいし、ガラスであってもよいし、それ以外の任意の材料から構成される物体であってもよい。塗装膜S F

は、加工対象物 S の表面を覆う塗料の膜である。このため、塗装膜 S F は、塗料層と称してもよい。加工対象物 S は、塗装膜 S F に対する基材となる。塗装膜 S F の厚みは、例えば数十マイクロメートルから数百マイクロメートルであるが、その他の任意のサイズであってもよい。塗装膜 S F を構成する塗料は、例えば、樹脂性の塗料を含んでいてもよいし、それ以外の種類の塗料を含んでいてもよい。樹脂製の塗料は、例えば、アクリル系の塗料（例えば、アクリルポリオールを含む塗料）、ポリウレタン系の塗料（例えば、ポリウレタンポリオールを含む塗料）、ポリエステル系の塗料（例えば、ポリエステルポリオールを含む塗料）、ビニル系の塗料、フッ素系の塗料（例えば、フッ素系ポリオールを含む塗料）、シリコン系の塗料及びエポキシ系の塗料のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0025] 図 1 は、水平面（つまり、X Y 平面）に沿った表面を有する加工対象物 S 上に加工システム S Y S a（特に、加工システム S Y S a が備える後述の加工装置 1）が配置されている例を示している。しかしながら、加工システム S Y S a は、水平面に沿った表面を有する加工対象物 S 上に配置されるとは限らない。例えば、図 8 等を参照しながら後に詳述するように、加工システム S Y S a は、水平面に交差する表面を有する加工対象物 S 上に配置されてもよい。加工システム S Y S a は、加工対象物 S から吊り下がるように配置されてもよい。この場合には、X 軸方向及び Y 軸方向は、便宜上、加工対象物 S の表面に沿った方向（典型的には、平行な方向）として定義されてもよく、Z 軸方向は、便宜上、加工対象物 S の表面に交差する方向（典型的には、直交する方向）として定義されてもよい。

[0026] 加工システム S Y S a は、塗装膜 S F を加工するために、塗装膜 S F に対して加工光 E L を照射する。加工光 E L は、塗装膜 S F に照射されることで塗装膜 S F を加工可能である限りは、どのような種類の光であってもよい。一例として、加工光 E L は、レーザ光であってもよい。更に、加工光 E L は、塗装膜 S F に照射されることで塗装膜 S F を加工可能である限りは、どのような波長の光であってもよい。第 1 実施形態では、加工光 E L が不可視光

(例えば、赤外光及び紫外光の少なくとも一方等)である例を用いて説明を進める。つまり、第1実施形態では、加工光E Lが、可視光の波長帯域よりも短い波長帯域に含まれる波長の光、及び、可視光の波長帯域よりも長い波長帯域に含まれる波長の光の少なくとも一方である例を用いて説明を進める。但し、加工光E Lは、可視光であってもよい。

[0027] ここで、図2(a)及び図2(b)を参照しながら、加工光E Lを用いた塗装膜S Fの加工の様子について説明する。図2(a)及び図2(b)のそれぞれは、加工対象物Sの表面に形成された塗装膜S Fの加工の様子を模式的に示す断面図である。

[0028] 図2(a)に示すように、加工システムS Y S aは、塗装膜S Fの表面に設定される目標照射領域E Aに対して加工光E Lを照射する。尚、目標照射領域E Aは、加工システムS Y S aが加工光E Lを照射することが予定されている領域である。図2(a)に示すように、目標照射領域E Aに加工光E Lが照射されると、目標照射領域E Aと重なる塗装膜S F(つまり、目標照射領域E Aの-Z側に位置する塗装膜)の一部が加工光E Lによって蒸発する。このとき、塗装膜S Fの厚み方向において、目標照射領域E Aに重なる塗装膜S Fの全てが蒸発しない。つまり、塗装膜S Fの厚み方向において、目標照射領域E Aに重なる塗装膜S Fの一部(具体的には、塗装膜S Fのうち目標照射領域E Aに相対的に近い部分)が蒸発する一方で、目標照射領域E Aに重なる塗装膜S Fの他の一部(具体的には、塗装膜S Fのうち目標照射領域E Aから相対的に遠い部分)が蒸発しない。言い換えれば、塗装膜S Fは、塗装膜S Fから加工対象物Sが露出しない程度にしか蒸発しない。このため、加工光E Lの特性は、塗装膜S Fから加工対象物Sが露出しない程度にしか塗装膜S Fを蒸発させることがない所望の特性に設定されていてもよい。加工光E Lの特性は、加工光E Lの照射によって加工対象物Sに影響を与えない所望の特性に設定されていてもよい。加工光E Lの特性は、加工光E Lの照射によって塗装膜S Fのみに影響を与える所望の特性に設定されていてもよい。尚、加工光E Lの特性は、加工光E Lの波長、塗装膜S Fの

表面に対して加工光E Lから伝達される単位時間当たりの及び／又は単位面積当たりのエネルギー量、塗装膜S Fの表面における加工光E Lの強度分布、塗装膜S Fの表面に対する加工光E Lの照射時間、及び、塗装膜S Fの表面における加工光E Lのサイズ（一例として、スポット径や面積）の少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0029] このとき、塗装膜S Fに照射される加工光E Lのエネルギー（つまり、強度）は、加工光E Lの照射によって加工対象物Sに影響を与えないように定められる。加工光E Lのエネルギーは、加工光E Lが塗装膜S Fを貫通して加工対象物Sに到達しないように定められる。言い換えると、加工光E Lのエネルギーは、加工光E Lの照射によって塗装膜S Fのみに影響を与えるように定められる。

[0030] その結果、塗装膜S Fが蒸発した部分では、塗装膜S Fが除去される。一方で、塗装膜S Fが蒸発しなかった部分では、塗装膜S Fがそのまま残留する。つまり、図2（b）に示すように、加工光E Lが照射された部分において、塗装膜S Fが部分的に除去される。その結果、図2（b）に示すように、加工光E Lが照射された部分において、加工光E Lが照射されていない部分と比較して、塗装膜S Fの厚みが薄くなる。言い換えれば、図2（b）に示すように、加工対象物Sの表面上には、加工光E Lが照射されていないがゆえに相対的に厚いままの塗装膜S Fと、加工光E Lが照射されたがゆえに相対的に薄くなった塗装膜S Fとが存在することになる。つまり、加工光E Lの照射により、塗装膜S Fの厚みが少なくとも部分的に調整される。加工光E Lの照射により、厚さ方向（図2（b）に示す例では、Z軸方向）において塗装膜S Fの一部が除去される。その結果、塗装膜S Fの表面に、塗装膜S Fが相対的に薄い部分に相当する凹部（言い換えれば、溝部）Cが形成される。従って、第1実施形態における「塗装膜S Fを加工する動作」は、塗装膜S Fの厚みを調整する動作、塗装膜S Fの一部を除去する動作、及び、塗装膜S Fに凹部Cを形成する動作の少なくとも一つを含む。

[0031] 塗装膜S Fは、加工光E Lを吸収することで蒸発する。つまり、塗装膜S

Fは、加工光E Lのエネルギーが塗装膜S Fに伝達されることで、例えば光化学的に分解されて除去される。尚、加工光E Lがレーザ光である場合には、加工光E Lのエネルギーが塗装膜S Fに伝達されることで塗装膜S F等が光化学的に分解されて除去される現象を、レーザーアブレーションと称することもある。このため、塗装膜S Fは、加工光E Lを吸収可能な材料を含んでいる。具体的には、例えば、塗装膜S Fは、加工光E Lに関する吸収率（例えば、加工光E Lが不可視光である場合には、可視光の波長帯域とは異なる波長を含む波長帯域の光に関する吸収率）が所定の第1吸収閾値以上となる材料を含んでいてもよい。逆に言えば、塗装膜S Fによる吸収率が所定の第1吸収閾値以上となる波長帯域の光が、加工光E Lとして用いられてもよい。

[0032] 塗装膜S Fを構成する材料は、色素（具体的には、例えば、顔料及び染料の少なくとも一方）を含んでいてもよい。塗装膜S Fが色素を含む場合には、当該色素は、可視光の照射時に所望色を呈する色素であってもよい。その結果、このような色素を含む塗装膜S Fは、所望色を呈することとなる。この場合、当該色素は、塗装膜S Fが所望色を呈するように、可視光の波長帯域のうち塗装膜S Fによって反射されることで所望色の光として人間に認識される波長を含む第1波長帯域の光の吸収率と、可視光のうち第1波長帯域とは異なる第2波長帯域の光の吸収率とが異なるという特性を有していてもよい。例えば、色素は、第1波長帯域の光の吸収率が第2波長帯域の光の吸収率よりも小さくなるという特性を有していてもよい。例えば、色素は、第1波長帯域の光の吸収率が所定の第2吸収閾値（但し、第2吸収閾値は、第1吸収閾値よりも小さい）以下になり、且つ、第2波長帯域の光の吸収率が所定の第3吸収閾値（但し、第3吸収閾値は、第2吸収閾値よりも大きい）以上になるという特性を有していてもよい。このような不可視光である加工光E Lを相応に吸収可能である一方で所望色を呈する色素の一例として、例えば、ウクライナ国キエフに所在するスペクトラムインフォ社製の近赤外線吸収色素（一例として、テトラフルオロホウ素化4-（（E）-2-（3

E) - 2 - クロロ - 3 - [2 - (2, 6 - ジフェニル - 4 H - チオピラン - 4 - イリデン) エチリデン] シクロヘキサ - 1 - エン - 1 - イル } ビニル) - 2, 6 - ジフェニルチオピリリウム) があげられる。尚、塗装膜 S F が透明である場合、塗装膜 S F は色素を含んでいなくてもよい。

[0033] 塗装膜 S F が色素を含む場合には、当該色素は、可視光に対して透明な色素であってもよい。その結果、このような色素を含む塗装膜 S F は、透明な膜（いわゆる、クリアコート）となる。尚、ここでいう「透明な膜」は、可視光の波長帯域のうちの少なくとも一部の波長帯域の光が通過することが可能な膜を意味していてもよい。この場合、当該色素は、塗装膜 S F が透明になるように、可視光をあまり吸収しない（つまり、相応に反射する）という特性を有していてもよい。例えば、色素は、可視光の吸収率が所定の第 4 吸収閾値よりも小さくなるという特性を有していてもよい。このような不可視光である加工光 E L を相応に吸収可能である一方で可視光に対して透明になる色素の一例として、例えば、スペクトラムインフォ社製の近赤外線吸収色素（一例として、テトラフルオロホウ素化 6 - クロロ - 2 - [(E) - 2 - (3 - { (E) - 2 - [6 - クロロ - 1 - エチルベンゾ [c d] インドール - 2 (1 H) - イリデン] エチリデン } - 2 - フェニル - 1 - シクロペンテン - 1 - イル) エテニル] - 1 - エチルベンゾ [c d] インドリウム) があげられる。

[0034] 再び図 1 において、塗装膜 S F を加工するために、加工システム S Y S a は、加工装置 1 と、制御装置 2 とを備えている。更に、加工装置 1 は、照射装置 1 1 と、駆動系 1 2 と、収容装置 1 3 と、支持装置 1 4 と、駆動系 1 5 と、排気装置 1 6 と、気体供給装置 1 7 と、位置計測装置 1 8 とを備える。

[0035] 光照射装置 1 1 は、制御装置 2 の制御下で、塗装膜 S F に対して加工光 E L を照射可能である。塗装膜 S F に対して加工光 E L を照射するために、光照射装置 1 1 は、光照射装置 1 1 の構造を模式的に示す断面図である図 3 (a) に示すように、加工光 E L を射出可能な光源系 1 1 1 と、光源系 1 1 1

から射出された加工光E Lを塗装膜S Fに導く光学系1 1 2とを備える。

[0036] 光源系1 1 1は、例えば複数の加工光E Lを同時に射出する。但し、光源系1 1 1は、単一の加工光E Lを射出してもよい。このとき、光照射装置1 1は、単一の加工光E Lを射出してもよい。複数の加工光E Lを射出するために、光源系1 1 1は、光源系1 1 1の構造の一例を模式的に示す断面図である図3（b）に示すように、複数の光源1 1 1 1を備えている。複数の光源1 1 1 1は、等間隔で一行に配列される。各光源1 1 1 1は、パルス光を加工光E Lとして射出する。パルス光の発光時間幅（以下、“パルス幅”と称する）が短くなると、加工精度（例えば、後述するリブレット構造の形成精度）が向上する。従って、各光源1 1 1 1は、パルス幅が相対的に短いパルス光を、加工光E Lとして射出してもよい。例えば、各光源1 1 1 1は、パルス幅が1 0 0 0ナノ秒以下となるパルス光を、加工光E Lとして射出してもよい。例えば、各光源1 1 1 1は、パルス幅がピコ秒のオーダーとなるパルス光を、加工光E Lとして射出してもよく、パルス幅がフェムト秒のオーダーとなるパルス光を、加工光E Lとして射出してもよい。或いは、光源系1 1 1の構造の他の例を模式的に示す断面図である図3（c）に示すように、光源系1 1 1は、単一の光源1 1 1 1と、当該単一の光源1 1 1 1からの光を複数の加工光E Lに分岐する分岐器1 1 1 2とを備えていてもよい。分岐器1 1 1 2が分岐した複数の加工光E Lがそれぞれ射出される複数の射出口は、等間隔で一行に配列される。分岐器1 1 1 2の一例として、光ファイバカップラ、導波路型スプリッタ、レンズアレイ、回折光学素子及び空間光変調器等の少なくとも一つがあげられる。

[0037] 光学系1 1 2は、フォーカスレンズ1 1 2 1と、ガルバノミラー1 1 2 2と、f θ レンズ1 1 2 3とを備える。複数の加工光E Lは、フォーカスレンズ1 1 2 1と、ガルバノミラー1 1 2 2と、f θ レンズ1 1 2 3とを介して、塗装膜S Fに照射される。

[0038] フォーカスレンズ1 1 2 1は、1以上のレンズで構成され、その少なくとも一部のレンズの光軸方向に沿った位置を調整することで、複数の加工光E

Lの収斂位置BF（言い換えれば、集光位置、或いは光軸方向における照射位置であり、つまりは光学系112の焦点位置）を調整するための光学素子である。ガルバノミラー1122は、複数の加工光ELが塗装膜SFの表面を走査する（つまり、複数の加工光ELがそれぞれ照射される複数の目標照射領域EAが塗装膜SFの表面を移動する）ように、複数の加工光ELを偏向する。つまり、ガルバノミラー1122は、塗装膜SF上での複数の加工光ELの照射位置を、光照射装置11に対して変更する照射位置変更装置として機能可能である。尚、ガルバノミラー1122によって、光学系112が射出する複数の加工光ELkが塗装膜SFの表面を掃引してもよい。ガルバノミラー112は、X走査ミラー1122Xと、Y走査ミラー1122Yとを備える。X走査ミラー1122Xは、複数の加工光ELをY走査ミラー1122Yに向けて反射する。X走査ミラー1122Xは、 θ Y方向（つまり、Y軸周りの回転方向）に揺動又は回転可能である。X走査ミラー1122Xの揺動又は回転により、複数の加工光ELは、塗装膜SFの表面をX軸方向に沿って走査する。X走査ミラー1122Xの揺動又は回転により、複数の目標照射領域EAは、塗装膜SF上をX軸方向に沿って移動する。X走査ミラー1122Xは、複数の目標照射領域EAと塗装膜SFとの間のX軸方向に沿った相対的な位置関係を変更する。Y走査ミラー1122Yは、複数の加工光ELをf θ レンズ1123に向けて反射する。Y走査ミラー1122Yは、 θ X方向（つまり、X軸周りの回転方向）に揺動又は回転可能である。Y走査ミラー1122Yの揺動又は回転により、複数の加工光ELは、塗装膜SFの表面をY軸方向に沿って走査する。Y走査ミラー1122Yの揺動又は回転により、複数の目標照射領域EAは、塗装膜SF上をY軸方向に沿って移動する。Y走査ミラー1122Yは、複数の目標照射領域EAと塗装膜SFとの間のY軸方向に沿った相対的な位置関係を変更する。f θ レンズ1123は、ガルバノミラー1122からの複数の加工光ELを塗装膜SF上に集光するための光学素子である。

[0039] f θ レンズ1123は、光学系112が備える光学素子のうち光学系11

2の最も光射出側に位置する（言い換えれば、塗装膜SFに最も近い、又は、複数の加工光ELの光路の終端に位置する）終端光学素子である。但し、光学系112は、f θ レンズ1123よりも光射出側に設けられた光学素子（例えば、カバーレンズ等）を備えていてもよい。f θ レンズ1123は、光学系112に対して脱着可能なように構成されていてもよい。その結果、光学系112から古いf θ レンズ1123を取り外した後に、光学系112に別のf θ レンズ1123を取り付けることが可能となる。但し、f θ レンズ1123よりも射出側に設けられた光学素子（例えば、カバーレンズ等）を光学系112が備えている場合には、当該光学素子が終端光学素子となり、当該光学素子が光学系112に対して脱着可能なように構成されていてもよい。

[0040] 光学系112からの複数の加工光ELの進行方向は、例えば互いに平行になる。その結果、第1実施形態では、塗装膜SFに、進行方向が互いに平行な複数の加工光ELが同時に照射される。つまり、塗装膜SF上には、複数の目標照射領域EAが同時に設定される。このため、塗装膜SFに単一の加工光ELが照射される場合と比較して、塗装膜SFの加工に関するスループットが向上する。尚、光学系112からの複数の加工光ELの進行方向は、互いに平行でなくてもよい。

[0041] 尚、光照射装置11は、光源系111を備えていなくてもよい。この場合、光照射装置11は、光照射装置11の外部に配置される光源系111から射出される複数の加工光ELを、光学系112を用いて塗装膜SFに照射してもよい。具体的には、例えば、光源系111を備えていない光照射装置11の構造を模式的に示す断面図である図4に示すように、光照射装置11には、光照射装置11の外部に配置される光源系111から、光ファイバ等の光伝送部材113を介して、複数の加工光ELが入射してもよい。光照射装置11は、伝送部材113を介して光照射装置11に入射した複数の加工光ELを、光学系112を用いて塗装膜SFに照射してもよい。尚、図4は、光学系112が筐体114に収容される例を示しているが、光学系112が

筐体 1 1 4 に收容されていなくてもよい。つまり、光照射装置 1 1 は、筐体 1 1 4 を備えていてもよいし、筐体 1 1 4 を備えていなくてもよい。また、光照射装置 1 1 が光源系 1 1 1 を備えている場合であっても、光学系 1 1 2 が筐体 1 1 4 に收容されていてもよいし、光学系 1 1 2 が筐体 1 1 4 に收容されていなくてもよい。光源系 1 1 1 が筐体 1 1 4 に收容されていてもよいし、光源系 1 1 1 が筐体 1 1 1 に收容されていなくてもよい。ここで、光伝送部材 1 1 3 として、ライトパイプや、一以上のレンズやミラーを含むリレー光学系等を用いてもよい。

[0042] 再び図 1 において、駆動系 1 2 は、制御装置 2 の制御下で、光照射装置 1 1 を、塗装膜 S F に対して（つまり、塗装膜 S F が表面に形成された加工対象物 S に対して）移動させる。つまり、駆動系 1 2 は、光照射装置 1 1 と塗装膜 S F との相対的な位置関係を変更するように、光照射装置 1 1 を塗装膜 S F に対して移動させる。光照射装置 1 1 と塗装膜 S F との間の相対的な位置関係が変更されると、複数の加工光 E L がそれぞれ照射される複数の目標照射領域 E A と塗装膜 S F との間の相対的な位置関係もまた変更される。このため、駆動系 1 2 は、複数の目標照射領域 E A と塗装膜 S F との相対的な位置関係を変更するように、光照射装置 1 1 を塗装膜 S F に対して移動させるとも言える。

[0043] 駆動系 1 2 は、塗装膜 S F の表面に沿って、光照射装置 1 1 を移動させてもよい。図 1 に示す例では、塗装膜 S F の表面は、X 軸及び Y 軸のうち少なくとも一方に平行な平面であるため、駆動系 1 2 は、X 軸及び Y 軸の少なくとも一方に沿って、光照射装置 1 1 を移動させてもよい。その結果、塗装膜 S F 上で目標照射領域 E A が X 軸及び Y 軸の少なくとも一方に沿って移動する。つまり、光照射装置 1 1 が加工光 E L を照射可能な範囲が変更される。駆動系 1 2 は、塗装膜 S F の厚み方向（つまり、塗装膜 S F の表面に交差する方向）に沿って、光照射装置 1 1 を移動させてもよい。図 1 に示す例では、塗装膜 S F の厚み方向は、Z 軸に沿った方向であるため、駆動系 1 2 は、Z 軸方向に沿って、光照射装置 1 1 を移動させてもよい。駆動系 1 2 は、X

軸、Y軸及びZ軸の少なくとも一つに加えて、 θ X方向、 θ Y方向及び θ Z方向の少なくとも一つの回転方向に沿って、光照射装置11を移動させてもよい。

[0044] 駆動系12は、光照射装置11を支持すると共に、当該支持している光照射装置11を移動させる。この場合、駆動系12は、例えば、光照射装置11を支持する第1支持部材と、当該第1支持部材を移動させる第1移動機構とを備えていてもよい。

[0045] 第1実施形態では、駆動系12は、第1駆動系121と、第2駆動系122とを備える。第1駆動系121には、第2駆動系122が取り付けられている。第1駆動系121は、第2駆動系122を支持する。第2駆動系122には、取付部材19を介して光照射装置11が取り付けられている。第2駆動系122は、取付部材19を介して光照射装置11を支持する。このため、第2駆動系122は、実質的には、第1駆動系121と光照射装置11とを接続する接続装置として機能してもよい。尚、第2駆動系122は、取付部材19を介することなく光照射装置11を支持してもよい。例えば、第2駆動系122は、図4に示す筐体114を支持することで、光照射装置11を支持してもよい。

[0046] 第1駆動系121は、制御装置2の制御下で、第2駆動系122を塗装膜SFに対して移動させる。つまり、第1駆動系121は、第2駆動系122を塗装膜SFに対して移動させる移動装置として機能する。第2駆動系122に光照射装置11が取り付けられているため、第1駆動系121は、第2駆動系122を移動させることで、光照射装置11を塗装膜SFに対して移動させていると言える。つまり、第1駆動系121は、第2駆動系122と共に光照射装置11を移動させる。第2駆動系122は、制御装置2の制御下で、第2駆動系122を塗装膜SFに対して移動させる。つまり、第2駆動系122は、光照射装置11を塗装膜SFに対して移動させる移動装置として機能する。

[0047] 尚、第1駆動系121及び第2駆動系122の具体的な構造については後

に詳述するため（図5及び図6参照）、ここでの詳細な説明は省略する。

[0048] 収容装置13は、天井部材131と、隔壁部材132とを備えている。天井部材131は、光照射装置11の+Z側に配置される。天井部材131は、XY平面に沿った板状の部材である。天井部材131は、駆動系12を支持する。具体的には、天井部材131には、第1駆動系121が取り付けられている。つまり、天井部材131は、第1駆動系121を支持する。また、上述したように第1駆動系121に第2駆動系122が取り付けられているため、天井部材131には、第1駆動系121を介して第2駆動系122が取り付けられる。つまり、天井部材131は、第1駆動系121を介して第2駆動系122を支持する。また、上述したように第2駆動系122に光照射装置11が取り付けられているため、天井部材131には、第1駆動系121及び第2駆動系122を介して光照射装置11が取り付けられる。天井部材131は、第1駆動系121及び第2駆動系122を介して光照射装置11を支持する。天井部材131の-Z側の面の外縁（或いは、その近傍）には、隔壁部材132が配置されている。隔壁部材132は、天井部材131から-Z側に向かって延伸する筒状（例えば、円筒状の又は矩形筒状の）の部材である。天井部材131と隔壁部材132とによって囲まれた空間は、光照射装置11及び駆動系12を収容するための収容空間SPとなる。従って、上述した駆動系12は、収容空間SP内で光照射装置11を移動させる。更に、収容空間SPは、光照射装置11と塗装膜SFとの間の空間（特に、加工光ELの光路を含む空間）を含んでいる。より具体的には、収容空間SPは、光照射装置11が備える終端光学素子（例えば、f θ レンズ1123）と塗装膜SFとの間の空間（特に、加工光ELの光路を含む空間）を含んでいる。

[0049] 天井部材131及び隔壁部材132のそれぞれは、加工光ELを遮光可能な部材である。つまり、天井部材131及び隔壁部材132のそれぞれは、加工光ELの波長に対して不透明である。その結果、収容空間SP内を伝搬する加工光ELが収容空間SPの外部（つまり、収容装置13の外部）に漏

れ出てくることはない。尚、天井部材 131 及び隔壁部材 132 のそれぞれは、加工光 E L を減光可能な部材であってもよい。つまり、天井部材 131 及び隔壁部材 132 のそれぞれは、加工光 E L の波長に対して半透明であってもよい。更に、天井部材 131 及び隔壁部材 132 のそれぞれは、加工光 E L の照射によって発生した不要物質を透過させない（つまり、遮蔽可能な）部材である。不要物質の一例として、塗装膜 S F の蒸気があげられる。その結果、收容空間 S P 内で発生した不要物質が收容空間 S P の外部（つまり、收容装置 13 の外部）に漏れ出てくることはない。

[0050] 隔壁部材 132 の端部（具体的には、塗装膜 S F 側の端部であり、図 1 に示す例では、－Z 側の端部）134 は、塗装膜 S F の表面に接触可能である。端部 134 が塗装膜 S F に接触する場合には、收容装置 13（つまり、天井部材 131 及び隔壁部材 132）は、塗装膜 S F と協働して收容空間 S P の密閉性を維持する。端部 134 は、塗装膜 S F と接触した場合に、塗装膜 S F の表面の形状に応じてその形状（特に、端部 134 のうち塗装膜 S F に接触する接触面（図 1 に示す例では、－Z 側の面）の形状、以下同じ）を変化させることが可能である。例えば、表面が平面形状の塗装膜 S F に端部 134 が接触する場合には、端部 134 の形状は、塗装膜 S F と同様に平面形状になる。例えば、表面が曲面形状の塗装膜 S F に端部 134 が接触する場合には、端部 134 の形状は、塗装膜 S F と同様に曲面形状になる。その結果、端部 134 が塗装膜 S F の表面の形状に応じてその形状を変化させることができない場合と比較して、收容空間 S P の密閉性が向上する。形状を変化させることが可能な端部 134 の一例として、ゴム等の弾性を有する部材（言い換えれば、柔軟な部材）から形成されている端部 134 があげられる。尚、形状を変化させることが可能な端部 134 として、例えば弾性を有する構造である蛇腹状の端部が用いられてもよい。

[0051] 端部 134 は、塗装膜 S F に接触した状態で塗装膜 S F に付着可能であってもよい。例えば、端部 134 は、塗装膜 S F に吸着可能な吸着機構を備えていてもよい。端部 134 が塗装膜 S F に付着すると、端部 134 が塗装膜

S F に付着していない場合と比較して、收容空間 S P の密閉性がより一層向上する。但し、端部 1 3 4 が塗装膜 S F に付着可能でなくてもよい。この場合であっても、端部 1 3 4 が塗装膜 S F に接触する限りは、收容空間 S P の密閉性が相応に維持されることに変わりはない。

[0052] 隔壁部材 1 3 2 は、制御装置 2 の制御下で動作する不図示の駆動系（例えば、アクチュエータ）によって、Z 軸方向に沿って伸縮可能な部材である。例えば、隔壁部材 1 3 2 は、蛇腹状の部材（いわゆる、ベローズ）であってもよい。この場合、隔壁部材 1 3 2 は、蛇腹部分の伸縮によって伸縮可能である。或いは、例えば、隔壁部材 1 3 2 は、異なる径を有する複数の中空状の円筒部材が組み合わされたテレスコピックパイプを備えていてもよい。この場合、隔壁部材 1 3 2 は、複数の円筒部材の相対的な移動によって伸縮可能である。隔壁部材 1 3 2 の状態は、少なくとも、隔壁部材 1 3 2 が Z 軸方向に沿って伸びることで Z 軸方向の長さが相対的に長い第 1 伸長状態と、隔壁部材 1 3 2 が Z 軸方向に沿って縮小することで Z 軸方向の長さが相対的に短い第 1 縮小状態とに設定可能である。

[0053] 隔壁部材 1 3 2 が第 1 伸長状態にある場合には、端部 1 3 4 は、塗装膜 S F に接触可能な第 1 接触状態にある。一方で、隔壁部材 1 3 2 が第 1 縮小状態にある場合には、端部 1 3 4 は、塗装膜 S F に接触しない第 1 非接触状態にある。つまり、隔壁部材 1 3 2 が第 1 縮小状態にある場合には、端部 1 3 4 は、塗装膜 S F から + Z 側に離れている第 1 非接触状態にある。尚、端部 1 3 4 の状態を第 1 接触状態と第 1 非接触状態との間で切り換えるための構成は、隔壁部材 1 3 2 を伸縮する構成には限定されない。例えば、收容装置 1 3 自体を ± Z 方向に沿って移動可能な構成とすることで、端部 1 3 4 の状態を第 1 接触状態と第 1 非接触状態との間で切り換えてもよい。

[0054] 收容装置 1 3 は更に、検出装置 1 3 5 を備えている。検出装置 1 3 5 は、收容空間 S P 内の不要物質（つまり、加工光 E L の照射によって発生した物質）を検出する。検出装置 1 3 5 の検出結果は、後に詳述するように、隔壁部材 1 3 2 の状態を第 1 伸長状態から第 1 縮小状態へと変える際に制御装置

2によって参照される。

[0055] 支持装置14は、収容装置13を支持する。収容装置13が駆動系12及び光照射装置11を支持しているため、支持装置14は、実質的には、収容装置13を介して駆動系12及び光照射装置11を支持している。収容装置13を支持するために、支持装置14は、梁部材141と、複数の脚部材142とを備えている。梁部材141は、収容装置13の+Z側に配置される。梁部材141は、XY平面に沿って延伸する梁状の部材である。梁部材141は、支持部材143を介して収容装置13を支持する。梁部材141には、複数の脚部材142が配置されている。脚部材142は、梁部材141から-Z側に向かって延伸する棒状の部材である。

[0056] 脚部材142の端部（具体的には、塗装膜SF側の端部であり、図1に示す例では、-Z側の端部）144は、塗装膜SFの表面に接触可能である。その結果、支持装置14は、塗装膜SFによって（つまり、加工対象物Sによって）支持される。つまり、支持装置14は、端部144が塗装膜SFに接触した状態で（言い換えれば、支持装置14が塗装膜Sによって支持された状態で）収容装置13を支持する。端部144は、収容装置13の端部134と同様に、塗装膜SFと接触した場合に、塗装膜SFの表面の形状に応じてその形状（特に、端部144のうち塗装膜SFに接触する接触面（図1に示す例では、-Z側の面）の形状、以下同じ）を変化させることが可能であってもよい。端部144は、塗装膜SFに接触した状態で塗装膜SFに付着可能であってもよい。例えば、端部144は、塗装膜SFに吸着可能な吸着機構を備えていてもよい。端部144が塗装膜SFに付着すると、端部144が塗装膜SFに付着していない場合と比較して、支持装置14の安定性が向上する。但し、端部144が塗装膜SFに付着可能でなくてもよい。

[0057] 梁部材141は、制御装置2の制御下で動作する駆動系15によって、X軸及びY軸の少なくとも一方に沿って（或いは、XY平面に沿った任意の方向に沿って）伸縮可能な部材である。例えば、梁部材141は、異なる径を有する複数の筒部材が組み合わされたテレスコピックパイプを備えていて

もよい。この場合、梁部材 1 4 1 は、複数の筒部材の相対的な移動によって伸縮可能である。

[0058] 脚部材 1 4 2 は、制御装置 2 の制御下で動作する駆動系 1 5 によって、Z 軸方向に沿って伸縮可能な部材である。例えば、脚部材 1 4 2 は、異なる径を有する複数の筒部材が組み合わせられたテレスコピックパイプを備えていてもよい。この場合、脚部材 1 4 2 は、複数の筒部材の相対的な移動によって伸縮可能である。脚部材 1 4 2 の状態は、少なくとも、脚部材 1 4 2 が Z 軸方向に沿って伸びることで Z 軸方向の長さが相対的に長い第 2 伸長状態と、脚部材 1 4 2 が Z 軸方向に沿って縮小することで Z 軸方向の長さが相対的に短い第 2 縮小状態とに設定可能である。脚部材 1 4 2 が第 2 伸長状態にある場合には、端部 1 4 4 は、塗装膜 S F に接触可能な第 2 接触状態にある。一方で、脚部材 1 4 2 が第 2 縮小状態にある場合には、端部 1 4 4 は、塗装膜 S F に接触しない第 2 非接触状態にある。つまり、脚部材 1 4 2 が第 2 縮小状態にある場合には、端部 1 4 4 は、塗装膜 S F から + Z 側に離れている第 2 非接触状態にある。

[0059] 駆動系 1 5 は、制御装置 2 の制御下で、支持装置 1 4 を塗装膜 S F に対して（つまり、塗装膜 S F が表面に形成された加工対象物 S に対して）移動させる。つまり、駆動系 1 5 は、支持装置 1 4 と塗装膜 S F との相対的な位置関係を変更するように、支持装置 1 4 を塗装膜 S F に対して移動させる。支持装置 1 4 が收容装置 1 3 を支持しているため、駆動系 1 5 は、実質的には、支持装置 1 4 を移動させることで、收容装置 1 3 を塗装膜 S F に対して移動させる。つまり、駆動系 1 5 は、実質的には、收容装置 1 3 と塗装膜 S F との相対的な位置関係を変更するように、支持装置 1 4 を塗装膜 S F に対して移動させる。更に、收容装置 1 3 は、駆動系 1 2 を介して光照射装置 1 1 を支持している。このため、駆動系 1 5 は、実質的には、支持装置 1 4 を移動させることで、光照射装置 1 1 を塗装膜 S F に対して移動させることができる。つまり、駆動系 1 5 は、実質的には、光照射装置 1 1 と塗装膜 S F との相対的な位置関係を変更するように、支持装置 1 4 を塗装膜 S F に対して

移動させることができる。言い換えれば、駆動系 15 は、実質的には、複数の目標照射領域 E A と塗装膜 S F との相対的な位置関係を変更するように、支持装置 14 を塗装膜 S F に対して移動させることができる。

[0060] 駆動系 15 は、支持装置 14 を移動させるために、制御装置 2 の制御下で、梁部材 141 を伸縮させる。更に、駆動系 15 は、支持装置 14 を移動させるために、制御装置 2 の制御下で、複数の脚部材 142 を伸縮させる。尚、駆動系 15 による支持装置 14 の移動態様については、図 9 から図 20 を参照しながら後に詳述する。

[0061] 排気装置 16 は、排気管 161 を介して収容空間 S P に連結されている。排気装置 16 は、収容空間 S P 内の気体を排気可能である。特に、排気装置 16 は、収容空間 S P 内の気体を排気することで、加工光 E L の照射によって発生した不要物質を、収容空間 S P から収容空間 S P の外部に吸引可能である。特に、この不要物質が加工光 E L の光路上に存在する場合、塗装膜 S F に対する加工光 E L の照射に影響を与える可能性がある。このため、排気装置 16 は特に、光学系 112 の終端光学素子と塗装膜 S F との間の加工光 E L の光路を含む空間から、当該空間内の気体と共に不要物質を吸引する。排気装置 16 が収容空間 S P から吸引した不要物質は、フィルタ 162 を介して加工装置 1 の外部へと排出される。フィルタ 162 は、不要物質を吸着する。尚、フィルタ 162 は、着脱可能であってもよいし、交換可能であってもよい。

[0062] 気体供給装置 17 は、吸気管 171 を介して収容空間 S P に連結されている。気体供給装置 17 は、収容空間 S P に気体を供給可能である。収容空間 S P に供給する気体としては、大気、C D A（クリーン・ドライ・エア）及び不活性ガスの少なくとも一つがあげられる。不活性ガスの一例として、窒素ガスがあげられる。第 1 実施形態では、気体供給装置 17 は C D A を供給するものとする。このため、収容空間 S P は、C D A によってパージされた空間となる。収容空間 S P に供給された C D A の少なくとも一部は、排気装置 16 によって吸引される。排気装置 16 が収容空間 S P から吸引した C D

Aは、フィルタ162を通過して加工システムSYSaの外部へと排出される。

[0063] 気体供給装置17は特に、図3に示すf θ レンズ1123の収容空間SP側の光学面1124（つまり、光学系112の終端光学素子の収容空間SP側の光学面）にCDA等の気体を供給する。光学面1124は、収容空間SPに面しているがゆえに、加工光ELの照射によって発生した不要物質にさらされる可能性がある。その結果、光学面1124に不要物質が付着してしまう可能性がある。更に、加工光ELが光学面1124を通過するがゆえに、光学面1124を通過する加工光ELによって光学面1124に付着した不要物質が焼き付けられる（つまり、固着してしまう）可能性がある。光学面1124に付着した（更には、固着した）不要物質は、光学面1124の汚れとなって加工光ELの特性に影響を与えかねない。しかるに、光学面1124にCDA等の気体が供給されると、光学面1124と不要物質との接触が防止される。このため、光学面1124への汚れの付着が防止される。従って、気体供給装置17は、光学面1124への汚れの付着を防止する付着防止装置としても機能する。更には、光学面1124に汚れが付着（更には、固着）してしまった場合であっても、光学面1124に供給されたCDAによって汚れが除去される（例えば、吹き飛ばされる）可能性がある。従って、気体供給装置17は、光学面1124に付着した汚れを除去する付着防止装置としても機能し得る。

[0064] 位置計測装置18は、塗装膜SFと光照射装置11との相対的な位置関係を計測する。つまり、位置計測装置18は、加工対象物Sと光照射装置11との相対的な位置関係を計測する。第1実施形態では、位置計測装置18は、光照射装置11に対する塗装膜SFの位置を計測する。つまり、位置計測装置18は、光照射装置11に対する加工対象物Sの位置を計測する。

[0065] 光照射装置11に対する塗装膜SFの位置（つまり、加工対象物Sの位置、以下同じ）を計測するために、位置計測装置18は、塗装膜SFを計測してもよい。つまり、位置計測装置18は、加工対象物SFを計測してもよい。

。この場合、位置計測装置 1 8 は、塗装膜 S F 及び加工対象物 S の少なくとも一方を含む物体を計測するがゆえに、物体計測装置と称されてもよい。

[0066] 位置計測装置 1 8 は、光照射装置 1 1（特に、光学系 1 1 2）に対して固定された位置に配置されてもよい。位置計測装置 1 8 は、光照射装置 1 1 に対する相対位置が固定された位置に配置されてもよい。位置計測装置 1 8 は、駆動系 1 2 が光照射装置 1 1 を移動させたとしても光照射装置 1 1 と位置計測装置 1 8 との相対位置が変わらない位置に配置されてもよい。例えば、図 1 は、位置計測装置 1 8 が、光照射装置 1 1 が取り付けられる取付部材 1 9 に取り付けられている例を示している。但し、位置計測装置 1 8 は、取付部材 1 9 とは異なる部材に取り付けられてもよい。例えば、位置計測装置 1 8 は、光照射装置 1 1 に取り付けられてもよい。例えば、位置計測装置 1 8 は、上述した筐体 1 1 4（図 4 参照）に取り付けられてもよい。

[0067] 光照射装置 1 1 に対して固定された位置に位置計測装置 1 8 が配置される場合には、位置計測装置 1 8 からの出力（つまり、位置計測装置 1 8 の計測結果）は、光照射装置 1 1 に対する塗装膜 S F の位置に関する情報を含むことになる。具体的には、位置計測装置 1 8 の計測結果は、位置計測装置 1 8 に対する塗装膜 S F の位置に関する情報を含む。つまり、位置計測装置 1 8 の計測結果は、位置計測装置 1 8 の計測座標系における塗装膜 S F の位置に関する情報を含む。ここで、光照射装置 1 1 に対して固定された位置に位置計測装置 1 8 が配置されている場合には、位置計測装置 1 8 に対する塗装膜 S F の位置に関する情報は、実質的には、位置計測装置 1 8 に対して固定された位置に配置されている光照射装置 1 1 に対する塗装膜 S F の位置に関する情報を含むことになる。従って、制御装置 2 は、光照射装置 1 1 に対する塗装膜 S F の位置を適切に特定することができる。

[0068] 位置計測装置 1 8 は、塗装膜 S F を計測可能である限りは、どのような種類の計測装置であってもよい。例えば、位置計測装置 1 8 は、塗装膜 S F 等の物体を撮像可能な撮像装置（つまり、カメラ）を含んでいてもよい。位置計測装置 1 8 は、塗装膜 S F 上で所定のパターンを描く計測光を塗装膜 S F

に照射する照射装置と、計測光によって塗装膜 S F に描かれたパターンを撮像する撮像装置とを含んでいてもよい。このように、位置計測装置 1 8 は、非接触方式（一例として、光検出方式、音波検出方式及び電波検出方式等の少なくとも一つ）で塗装膜 S F を計測する計測装置であってもよい。尚、複数の位置計測装置 1 8 が設けられていてもよい。この場合、各々の位置計測装置 1 8 の計測軸（撮像方式等の光計測方式では、典型的には光軸）は、互いに交差する（或いはねじれ）関係であってもよく、互いに平行（又は同軸）であってもよい。

[0069] 制御装置 2 は、加工システム S Y S a の全体の動作を制御する。特に、制御装置 2 は、後に詳述するように、所望の形状の凹部 C が所望の位置に形成されるように、光照射装置 1 1、駆動系 1 2、収容装置 1 3 及び駆動系 1 5 を制御する。

[0070] 制御装置 2 は、例えば、CPU (Central Processing Unit)（或いは、CPUに加えて又は代えてGPU (Graphics Processing Unit)）と、メモリとを含んでいてもよい。制御装置 2 は、CPU がコンピュータプログラムを実行することで、加工システム S Y S a の動作を制御する装置として機能する。このコンピュータプログラムは、制御装置 2 が行うべき後述する動作を制御装置 2（例えば、CPU）に行わせる（つまり、実行させる）ためのコンピュータプログラムである。つまり、このコンピュータプログラムは、加工システム S Y S a に後述する動作を行わせるように制御装置 2 を機能させるためのコンピュータプログラムである。CPU が実行するコンピュータプログラムは、制御装置 2 が備えるメモリ（つまり、記録媒体）に記録されていてもよいし、制御装置 2 に内蔵された又は制御装置 2 に外付け可能な任意の記憶媒体（例えば、ハードディスクや半導体メモリ）に記録されていてもよい。或いは、CPU は、実行すべきコンピュータプログラムを、ネットワークインタフェースを介して、制御装置 2 の外部の装置からダウンロードしてもよい。

[0071] 制御装置 2 は、加工システム S Y S a の内部に設けられていなくてもよく

、例えば、加工システムSYSa外にサーバ等として設けられていてもよい。この場合、制御装置2と加工システムSYSaとは、有線及び／又は無線のネットワーク（或いは、データバス及び／又は通信回線）で接続されていてもよい。有線のネットワークとして、例えばIEEE1394、RS-232x、RS-422、RS-423、RS-485及びUSBの少なくとも一つに代表されるシリアルバス方式のインタフェースを用いるネットワークが用いられてもよい。有線のネットワークとして、パラレルバス方式のインタフェースを用いるネットワークが用いられてもよい。有線のネットワークとして、10BASE-T、100BASE-TX及び1000BASE-Tの少なくとも一つに代表されるイーサネット（登録商標）に準拠したインタフェースを用いるネットワークが用いられてもよい。無線のネットワークとして、電波を用いたネットワークが用いられてもよい。電波を用いたネットワークの一例として、IEEE802.1xに準拠したネットワーク（例えば、無線LAN及びBluetooth（登録商標）の少なくとも一方）があげられる。無線のネットワークとして、赤外線を用いたネットワークが用いられてもよい。無線のネットワークとして、光通信を用いたネットワークが用いられてもよい。この場合、制御装置2と加工システムSYSaとはネットワークを介して各種の情報の送受信が可能となるように構成されていてもよい。また、制御装置2は、ネットワークを介して加工システムSYSaにコマンドや制御パラメータ等の情報を送信可能であってもよい。加工システムSYSaは、制御装置2からのコマンドや制御パラメータ等の情報を、上記ネットワークを介して受信する受信装置を備えていてもよい。或いは、制御装置2が行う処理のうちの一部を行う第1制御装置が加工システムSYSaの内部に設けられている一方で、制御装置2が行う処理のうちの一部を行う第2制御装置が加工システムSYSaの外部に設けられていてもよい。

[0072] 尚、CPUが実行するコンピュータプログラム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を記録可能な機器（例えば、コンピュータプログラム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に含まれる各処理や機能は、制御装置2（つまり、コンピュータ）がコンピュータプログラムを実行することで制御装置2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、制御装置2が備える所定のゲートアレイ（FPGA、ASIC）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。

[0073] （1-2）駆動系12の構造

続いて、駆動系12の構造について説明する。上述したように、駆動系12が第1駆動系121と第2駆動系122とを備えているがゆえに、以下では、第1駆動系121の構造と第2駆動系122の構造とを順に説明する。

[0074] （1-2-1）駆動系121の構造

はじめに、図5を参照しながら、第1駆動系121の構造について説明する。図5は、第1駆動系121の構造を示す断面図である。

[0075] 図5に示すように、第1駆動系121は、基台1211と、アーム駆動系1212とを備えている。

[0076] 基台1211は、収容装置13の天井部材131に取り付けられている。基台1211には、アーム駆動系1212が取り付けられている。基台1211は、アーム駆動系1211を支持する。基台1211は、アーム駆動系1211を支持するためのベース部材として用いられる。

[0077] アーム駆動系1212は、複数のアーム部材12121を備えている。複

数のアーム部材 1 2 1 2 1 は、少なくとも一つのジョイント部材 1 2 1 2 2 を介して揺動自在に連結されている。従って、アーム駆動系 1 2 1 2 は、いわゆる垂直多関節構造を有するロボットである。アーム駆動系 1 2 1 2 は、単一の関節（つまり、ジョイント部材 1 2 1 2 2 によって規定される駆動軸）を備えていてもよい。或いは、アーム駆動系 1 2 1 2 は、複数の関節を備えていてもよい。図 5 は、アーム駆動系 1 2 1 2 が三つの関節を備えている例を示している。各関節を介して連結されている二つのアーム部材 1 2 1 2 1 は、各関節に対応するアクチュエータ 1 2 1 2 3 によって揺動する。図 5 は、三つの関節に対応してアーム駆動系 1 2 1 2 が三つのアクチュエータ 1 2 1 2 3 を備えている例を示している。その結果、少なくとも一つのアーム部材 1 2 1 2 1 が移動する。このため、少なくとも一つのアーム部材 1 2 1 2 1 は、塗装膜 S F に対して移動可能である。つまり、少なくとも一つのアーム部材 1 2 1 2 1 は、少なくとも一つのアーム部材 1 2 1 2 1 と塗装膜 S F との相対的な位置関係が変更されるように移動可能である。

[0078] アーム駆動系 1 2 1 2 には、第 2 駆動系 1 2 2 が取り付けられている。具体的には、複数のアーム部材 1 2 1 2 1 のうちの基台 1 2 1 1 から最も遠い位置に位置する一のアーム部材 1 2 1 2 1 に、第 2 駆動系 1 2 2 が取り付けられている。以下、説明の便宜上、第 2 駆動系 1 2 2 が取り付けられる一のアーム部材 1 2 1 2 1 を、先端アーム部材 1 2 1 2 4 と称する。第 2 駆動系 1 2 2 は、先端アーム部材 1 2 1 2 4 に直接取り付けられていてもよいし、他の部材（例えば、後述する第 6 実施形態において図 30 を参照しながら説明する取付部材 1 2 1 3 等）を介して先端アーム部材 1 2 1 2 4 に間接的に取り付けられていてもよい。

[0079] 上述したアクチュエータ 1 2 1 2 3 によって先端アーム部材 1 2 1 2 4 が移動すると、先端アーム部材 1 2 1 2 4 に取り付けられている第 2 駆動系 1 2 2 もまた移動する。このため、アーム駆動系 1 2 1 2 （つまり、第 1 駆動系 1 2 1）は、第 2 駆動系 1 2 2 を移動させることができる。具体的には、アーム駆動系 1 2 1 2 は、塗装膜 S F に対して第 2 駆動系 1 2 2 を移動させ

ることができる。アーム駆動系 1 2 1 2 は、第 2 駆動系 1 2 2 と塗装膜 S F との相対的な位置関係が変更されるように、第 2 駆動系 1 2 2 を移動させることができる。また、第 2 駆動系 1 2 2 が移動すると、第 2 駆動系 1 2 2 に取り付けられている光照射装置 1 1 もまた移動する。このため、アーム駆動系 1 2 1 2（つまり、第 1 駆動系 1 2 1）は、光照射装置 1 1 を移動させることができる。

[0080] 制御装置 2 は、位置計測装置 1 8 の計測結果に基づいて、アーム駆動系 1 2 1 2 を制御してもよい。具体的には、制御装置 2 は、位置計測装置 1 8 の計測結果に基づいて塗装膜 S F と光照射装置 1 1 との相対的な位置関係に関する情報を取得し、塗装膜 S F と光照射装置 1 1 との相対的な位置関係に関する情報に基づいて、アーム駆動系 1 2 1 2 を制御してもよい。尚、位置計測装置 1 8 が撮像装置を備えている場合には、制御装置 2 は、位置計測装置 1 8 の計測結果（つまり、撮像装置が撮像した画像）に基づく視覚サーボ（ビジュアルサーボ）を利用して、アーム駆動系 1 2 1 2 を制御してもよい。尚、視覚サーボをビジョンサーボと称してもよい。また、光照射装置 1 1 は、その振動を計測するための運動計測センサとしての加速度センサを備えていてもよい。この場合、制御装置 2 は、加速度センサの計測結果に基づいて、アーム駆動系 1 2 1 2 を制御してもよい。

[0081] 一例として、例えば、制御装置 2 は、塗装膜 S F に対して光照射装置 1 1 が移動するように、アーム駆動系 1 2 1 2 を制御してもよい。つまり、制御装置 2 は、光照射装置 1 1 と塗装膜 S F との相対位置を変更するように、アーム駆動系 1 2 1 2 を制御してもよい。この際、制御装置 2 は、塗装膜 S F と光照射装置 1 1 との位置合わせを行うように、アーム駆動系 1 2 1 2 を制御してもよい。制御装置 2 は、塗装膜 S F と光照射装置 1 1 から加工光 E L が照射される目標照射領域 E A との位置合わせを行うように、アーム駆動系 1 2 1 2 を制御してもよい。一例として、制御装置 2 は、塗装膜 S F 上の所望位置に目標照射領域 E A が設定される（つまり、加工光 E L が照射される）ように、アーム駆動系 1 2 1 2 を制御してもよい。制御装置 2 は、塗装膜

S F 上の所望経路を目標照射領域 E A が移動するように、アーム駆動系 1 2 1 2 を制御してもよい。尚、制御装置 2 は、アーム駆動系 1 2 1 2 の関節部分に設けられ複数のアーム部材 1 2 1 2 1 間の角度を検出するエンコーダからの出力を用いて、アーム駆動系 1 2 1 2 を制御してもよい。

[0082] 尚、第 1 実施形態における「光照射装置 1 1 と塗装膜 S F との相対位置」は、X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向、X 軸の回転周り（つまり、 θ X 方向に相当する回転方向）、Y 軸の回転周り（つまり、 θ Y 方向に相当する回転方向）及び Z 軸の回転周り（つまり、 θ Z 方向に相当する回転方向）の少なくとも一つにおける光照射装置 1 1 と塗装膜 S F との相対位置を意味する。つまり、第 1 実施形態における「光照射装置 1 1 と塗装膜 S F との相対位置」は、光照射装置 1 1 と塗装膜 S F との相対姿勢をも含んでいてもよい。

[0083] 光照射装置 1 1 と塗装膜 S F との相対位置が変更されると目標照射領域 E A と塗装膜 S F との相対位置が変更されるがゆえに、位置計測装置 1 8 は、光照射装置 1 1 と塗装膜 S F との相対的な位置関係を計測することに加えて又は代えて、塗装膜 S F と加工光 E L の照射位置との相対的な位置関係（例えば、塗装膜 S F 上での加工光 E L の照射位置）を計測してもよい。例えば、位置計測装置 1 8 は、光照射装置 1 1 が塗装膜 S F に加工光 E L を照射している期間の少なくとも一部において、塗装膜 S F に対する加工光 E L の照射位置を計測してもよい。例えば、位置計測装置 1 8 は、光照射装置 1 1 が塗装膜 S F に加工光 E L を照射し終わった後に、塗装膜 S F における加工光 E L の照射位置（つまり、加工光 E L が実際に照射された位置であって、例えば、加工光 E L によって加工された部分の位置）を計測してもよい。例えば、位置計測装置 1 8 は、塗装膜 S F 上に形成された感応性部材（具体的には、加工光 E L の照射によって特性が変化する部材であり、例えば、後述の第 3 実施形態で説明する感応性部材 P E）に対して光照射装置 1 1 が加工光 E L を照射し終わった後に、感応性部材における加工光 E L の照射位置（つまり、感応性部材のうち加工光 E L の照射によって特性が変化した部分の位置）を計測してもよい。この場合であっても、制御装置 2 は、位置計測装置

18の計測結果に基づいて、塗装膜SFと光照射装置11との位置合わせ（つまり、塗装膜SFと目標照射領域EAとの位置合わせ）を行うように、アーム駆動系1212を制御してもよい。尚、位置計測装置18は加工光ELの照射位置そのものを計測してもよい。この場合、位置計測装置18が加工光ELの波長の光を計測してもよい。

[0084] 尚、第1駆動系121は、多関節ロボットには限定されず、第2駆動系122を塗装膜SFに対して移動させることが可能である限りは、どのような構造を有していてもよい。例えば、第1駆動系121は、複数のリニアガイドを組み合わせた直交多軸移動体であってもよい。例えば、所定の平面内の第1方向に沿って第1のリニアガイドを設け、当該第1のリニアガイドの移動体（第1移動ブロック）上に、第1方向と交差する（典型的には直交する）第2方向に沿って第2のリニアガイドを設けた直交2軸移動体であってもよい。このとき、第2のリニアガイドの移動体（第2移動ブロック）に第2駆動系が取り付けられてもよい。また、上述の直交2軸移動体における第2のリニアガイドの移動体（第2移動ブロック）に、上記所定の平面と交差する第3方向に沿って第3のリニアガイドを設けてもよい。このような直交3軸移動体においては、第3のリニアガイドの移動体（第3移動ブロック）に第2駆動系122が取り付けられてもよい。

[0085] （1-2-2）第2駆動系122の構造

続いて、図6を参照しながら、第2駆動系122の構造について説明する。図6は、第2駆動系122の構造を示す断面図である。

[0086] 図6に示すように、第2駆動系122は、支持部材1221と、支持部材1222と、エアスプリング1223と、ダンパ部材1224と、駆動部材1225とを備える。

[0087] 支持部材1221は、第1駆動系121に取り付けられている。具体的には、支持部材1221は、第1駆動系121の先端アーム部材12124に取り付けられている。支持部材1221の被取付面1221aと先端アーム部材12124の最先端に形成された取付面12124aとが互いに接触す

るように、支持部材 1 2 2 1 が先端アーム部材 1 2 1 2 4 に固定されている。ここで、取付面 1 2 1 2 4 a は、物体としての塗装膜 S F に対して移動する部位とみなすことができる。支持部材 1 2 2 2 は、取付部材 1 9 を介して光照射装置 1 1 に取り付けられている。支持部材 1 2 2 2 の被取付面 1 2 2 2 a と取付部材 1 9 の第 1 取付面 1 9 a とが互いに接触するように、支持部材 1 2 2 2 が取付部材 1 9 に固定されている。そして、取付部材 1 9 の第 2 取付面 1 9 b と光照射装置 1 1 の外面の一部に形成された被取付面 1 1 a とが互いに接触するように、光照射装置 1 1 が取付部材 1 9 に固定されている。

[0088] 支持部材 1 2 2 1 と支持部材 1 2 2 2 とは、エアスプリング 1 2 2 3、ダンパ部材 1 2 2 4 及び駆動部材 1 2 2 5 を介して結合されている（言い換えれば、連結されている、或いは、接続されている）。具体的には、支持部材 1 2 2 1 のうちの第 1 駆動系 1 2 1 が取り付けられている第 1 面（図 6 に示す例では、+ Z 側の面）と反対側の第 2 面（図 6 に示す例では、- Z 側の面）と、支持部材 1 2 2 2 のうちの取付部材 1 9 が取り付けられている第 3 面（図 6 に示す例では、- Z 側の面）と反対側の第 4 面（図 6 に示す例では、+ Z 側の面）との間に、支持部材 1 2 2 1 と支持部材 1 2 2 2 とを結合するように、エアスプリング 1 2 2 3、ダンパ部材 1 2 2 4 及び駆動部材 1 2 2 5 が配置されている。つまり、エアスプリング 1 2 2 3、ダンパ部材 1 2 2 4 及び駆動部材 1 2 2 5 のそれぞれは、支持部材 1 2 2 1 と支持部材 1 2 2 2 とを結合するように、支持部材 1 2 2 1 及び 1 2 2 2 に取り付けられている。支持部材 1 2 2 1 に第 1 駆動系 1 2 1 が取り付けられ且つ支持部材 1 2 2 2 に光照射装置 1 1 が取り付けられているため、エアスプリング 1 2 2 3、ダンパ部材 1 2 2 4 及び駆動部材 1 2 2 5 のそれぞれは、実質的には、第 1 駆動系 1 2 1 と光照射装置 1 1 とを結合するように、支持部材 1 2 2 1 及び 1 2 2 2 に取り付けられているとも言える。

[0089] エアスプリング 1 2 2 3 は、制御装置 2 の制御下で、気体（一例として空気）の圧力に起因した弾性力を、支持部材 1 2 2 1 及び 1 2 2 2 の少なくとも

も一方に付与する。エアスプリング 1 2 2 3 は、制御装置 2 の制御下で、気体の圧力に起因した弾性力を、支持部材 1 2 2 1 及び 1 2 2 2 の少なくとも一方を介して第 1 駆動系 1 2 1 及び光照射装置 1 1 の少なくとも一方に付与する。特に、エアスプリング 1 2 2 3 は、支持部材 1 2 2 1 と支持部材 1 2 2 2 とが並ぶ方向（図 6 に示す例では、Z 軸方向であり、重力方向）に沿って、気体の圧力に起因した弾性力を、支持部材 1 2 2 1 及び 1 2 2 2 の少なくとも一方に付与してもよい。つまり、エアスプリング 1 2 2 3 は、第 1 駆動系 1 2 1（特に、先端アーム部材 1 2 1 2 4）と光照射装置 1 1 とが並ぶ方向（図 6 に示す例では、Z 軸方向であり、重力方向）に沿って、気体の圧力に起因した弾性力を、支持部材 1 2 2 1 及び 1 2 2 2 の少なくとも一方を介して第 1 駆動系 1 2 1 及び光照射装置 1 1 の少なくとも一方に付与してもよい。尚、エアスプリング 1 2 2 3 は、弾性部材と称されてもよい。

[0090] 気体の圧力に起因した弾性力を付与するために、エアスプリング 1 2 2 3 には、気体供給装置 1 2 2 6 1 から配管 1 2 2 6 2 及びバルブ 1 2 2 6 3 を介して気体が供給される。制御装置 2 は、エアスプリング 1 2 2 3 内の機体の圧力を計測する圧力計 1 2 2 6 の計測結果に基づいて、気体供給装置 1 2 2 6 1 及びバルブ 1 2 2 6 3 の少なくとも一方を制御する。尚、気体供給装置 1 2 2 6 1、配管 1 2 2 6 2 及びバルブ 1 2 2 6 3 は無くてもかまわない。この場合、エアスプリング 1 2 2 3 は、制御装置 2 の制御とは無関係に、内部の気体の圧力に起因した弾性力を、支持部材 1 2 2 1 及び 1 2 2 2 の少なくとも一方に付与してもよい。

[0091] エアスプリング 1 2 2 3 は、制御装置 2 の制御下で、弾性力を利用して、支持部材 1 2 2 2 の重量を支持してもよい。具体的には、エアスプリング 1 2 2 3 は、弾性力を利用して、支持部材 1 2 2 1 と支持部材 1 2 2 2 とが並ぶ方向に沿って支持部材 1 2 2 2 の重量を支持してもよい。支持部材 1 2 2 2 に光照射装置 1 1 が取り付けられているため、エアスプリング 1 2 2 3 は、弾性力を利用して、支持部材 1 2 2 2 に取り付けられた光照射装置 1 1 の重量を支持してもよい。具体的には、エアスプリング 1 2 2 3 は、弾性力を

利用して、第1駆動系121（特に、先端アーム部材12124）と光照射装置11とが並ぶ方向に沿って光照射装置11の重量を支持してもよい。この場合、エアスプリング1223は、光照射装置11の自重をキャンセルする自重キャンセラとして機能してもよい。尚、エアスプリング1223は、制御装置2の制御とは無関係に、弾性力を利用して、支持部材1222の重量を支持してもよい。

[0092] エアスプリング1223は、制御装置2の制御下で、弾性力を利用して、第1駆動系121と光照射装置11との間で第2駆動系122を介して伝達される振動を低減してもよい。つまり、エアスプリング1223は、弾性力を利用して、第1駆動系121と光照射装置11との間で第2駆動系122を介して伝達される振動を減衰してもよい。具体的には、エアスプリング1223は、弾性力を利用して、第1駆動系121から第2駆動系122を介して光照射装置11へと向かう（つまり、伝達される）振動を低減（減衰）してもよい。つまり、エアスプリング1223は、弾性力を利用して、第1駆動系121のうち第2駆動系122が取り付けられている部分（つまり、先端アーム部分12124）から、光照射装置11のうち第2駆動系122が取り付けられている部分へと向かう振動を低減（減衰）してもよい。この場合、制御装置2は、圧力計1226の計測結果に基づいて、第1駆動系121と光照射装置11との間で第2駆動系122を介して伝達される振動が低減される（つまり、減衰される）ように、気体供給装置12261及びバルブ12263の少なくとも一方を制御してもよい。尚、エアスプリング1223（或いは、エアスプリング1223を含む第2駆動系122）は、振動低減装置又は振動減衰装置と称されてもよい。尚、エアスプリング1223は、制御装置2の制御とは無関係に、弾性力を利用して、第1駆動系121と光照射装置11との間で第2駆動系122を介して伝達される振動を低減してもよい。

[0093] 第1駆動系121から光照射装置11へと向かう振動を低減することは、第1駆動系121の振動量（つまり、振動の振幅）よりも、光照射装置11

の振動量を低減する（つまり、小さくする）ことを含んでいてもよい。第1駆動系121から光照射装置11へと向かう振動を低減することは、第1駆動系121のうち第2駆動系122が取り付けられている部分（つまり、先端アーム部分12124）の振動量よりも、光照射装置11のうち第2駆動系122が取り付けられている部分の振動量を低減することを含んでいてもよい。第1駆動系121から光照射装置11へと向かう振動を低減することは、第1駆動系121が取り付けられる支持部材1221の振動量よりも、光照射装置11が取り付けられる支持部材1222の振動量を低減することを含んでいてもよい。尚、第1駆動系121から光照射装置11へと向かう振動をエアスプリング1223が低減しない場合には、第1駆動系121の振動量と光照射装置11の振動量とが実質的に同じになる。つまり、支持部材1121の振動量と支持部材1122の振動量とが実質的に同じになる。このため、第1駆動系121から光照射装置11へと向かう振動を低減することは、第1駆動系121から光照射装置11へと向かう振動が低減されない場合と比較して光照射装置11の振動量を低減することを含んでいてもよい。第1駆動系121から光照射装置11へと向かう振動を低減することは、第1駆動系121から光照射装置11へと向かう振動が低減されない場合と比較して支持部材1122の振動量を低減することを含んでいてもよい。また、ここで言う振動量は、何らかの物体に対する振動量を意味していてもよい。例えば、第1駆動系121の振動量、光照射装置11の振動量、支持部材1221の振動量及び支持部材1222の振動量は、それぞれ、塗装膜SF（或いは、加工対象物SF、以下同じ）に対する第1駆動系121の振動量、塗装膜SFに対する光照射装置11の振動量、塗装膜SFに対する支持部材1221の振動量及び塗装膜SFに対する支持部材1222の振動量を意味していてもよい。

[0094] ダンパ部材1224は、空気の圧力とは異なる要因に起因した弾性力を、支持部材1221及び1222の少なくとも一方に付与する。ダンパ部材1224は、空気の圧力とは異なる要因に起因した弾性力を、支持部材122

１及び１２２２の少なくとも一方を介して第１駆動系１２１及び光照射装置１１の少なくとも一方に付与する。特に、ダンパ部材１２２４は、支持部材１２２１と支持部材１２２２とが並ぶ方向（図６に示す例では、Ｚ軸方向であり、重力方向）に沿って、弾性力を、支持部材１２２１及び１２２２の少なくとも一方に付与してもよい。つまり、ダンパ部材１２２４は、第１駆動系１２１（特に、先端アーム部材１２１２４）と光照射装置１１とが並ぶ方向（図６に示す例では、Ｚ軸方向であり、重力方向）に沿って、弾性力を、支持部材１２２１及び１２２２の少なくとも一方を介して第１駆動系１２１及び光照射装置１１の少なくとも一方に付与してもよい。尚、ダンパ部材１２２４は、弾性部材と称されてもよい。

[0095] ダンパ部材１２２４は、弾性力を付与可能である限りはどのような部材であってもよい。例えば、ダンパ部材１２２４は、圧縮バネコイルを含んでいてもよい。例えば、ダンパ部材１２２４は、板バネを含んでいてもよい。

[0096] ダンパ部材１２２４は、弾性力を利用して、支持部材１２２２の重量を支持してもよい。具体的には、ダンパ部材１２２４は、弾性力を利用して、支持部材１２２１と支持部材１２２２とが並ぶ方向に沿って支持部材１２２２の重量を支持してもよい。支持部材１２２２に光照射装置１１が取り付けられているため、ダンパ部材１２２４は、弾性力を利用して、支持部材１２２２に取り付けられた光照射装置１１の重量を支持してもよい。具体的には、ダンパ部材１２２４は、弾性力を利用して、第１駆動系１２１（特に、先端アーム部材１２１２４）と光照射装置１１とが並ぶ方向に沿って光照射装置１１の重量を支持してもよい。この場合、ダンパ部材１２２４は、光照射装置１１の自重をキャンセルする自重キャンセラとして機能してもよい。

[0097] ダンパ部材１２２４は、弾性力を利用して、第１駆動系１２１と光照射装置１１との間で第２駆動系１２２を介して伝達される振動を低減してもよい。つまり、ダンパ部材１２２４は、弾性力を利用して、第１駆動系１２１と光照射装置１１との間で第２駆動系１２２を介して伝達される振動を減衰してもよい。具体的には、ダンパ部材１２２４は、弾性力を利用して、第１駆

動系 1 2 1 から第 2 駆動系 1 2 2 を介して光照射装置 1 1 へと向かう（つまり、伝達される）振動を低減（減衰）してもよい。このため、ダンパ部材 1 2 2 4（或いは、ダンパ部材 1 2 2 4 を含む第 2 駆動系 1 2 2）は、振動低減装置又は振動減衰装置と称されてもよい。

[0098] ダンパ部材 1 2 2 4 は、弾性力を利用して、エアスプリング 1 2 2 3 の振動を減衰振動に変換してもよい。つまり、ダンパ部材 1 2 2 4 は、弾性力を利用して、第 1 駆動系 1 2 1 と光照射装置 1 1 との間で第 2 駆動系 1 2 2 を介して伝達される振動を減衰振動に変換してもよい。

[0099] 駆動部材 1 2 2 5 は、制御装置 2 の制御下で、駆動力を発生可能である。駆動部材 1 2 2 5 は、発生させた駆動力を支持部材 1 2 2 1 及び 1 2 2 2 の少なくとも一方に付与可能である。駆動部材 1 2 2 5 は、発生させた駆動力を、支持部材 1 2 2 1 及び 1 2 2 2 の少なくとも一方を介して、第 1 駆動系 1 2 1 及び光照射装置 1 1 の少なくとも一方に付与可能である。駆動部材 1 2 2 5 は、駆動力を発生可能である限りは、どのような構造を有していてもよい。例えば、駆動部材 1 2 2 5 は、電氣的に駆動力を発生可能な構造を有していてもよい。例えば、駆動部材 1 2 2 5 は、磁氣的に駆動力を発生可能な構造を有していてもよい。一例として、図 6 は、駆動部材 1 2 2 5 が、電氣的に駆動力を発生可能なボイスコイルモータ（VCM: Voice Coil Motor）である例を示している。尚、ボイスコイルモータがリニアモータの一種であるところ、駆動部材 1 2 2 5 はボイスコイルモータと異なるリニアモータであってもよい。駆動部材 1 2 2 5 は、直線状の軸に沿った駆動力を発生させるものであってもよい。

[0100] 尚、駆動部材 1 2 2 5 は、駆動部材 1 2 2 5 のうちの支持部材 1 2 2 1 に取り付けられる部材と、駆動部材 1 2 2 5 のうちの支持部材 1 2 2 2 に取り付けられる部材とが物理的に接触しない構造を有していてもよい。例えば、駆動部材 1 2 2 5 がボイスコイルモータである場合には、駆動部材 1 2 2 5 のうちの支持部材 1 2 2 1 に取り付けられる部材（例えば、コイル及び磁極のいずれか一方を含む部材）と、駆動部材 1 2 2 5 のうちの支持部材 1 2 2

2に取り付けられる部材（例えば、コイル及び磁極のいずれか他方を含む部材）とが物理的に接触することはない。

[0101] 駆動部材1225は、制御装置2の制御下で、駆動力を利用して、支持部材1221及び1222の少なくとも一方を移動させてもよい。駆動部材1225は、制御装置2の制御下で、駆動力を利用して支持部材1221及び1222の少なくとも一方を移動させることで、第1駆動系121及び光照射装置11の少なくとも一方を移動させてもよい。この場合、駆動部材1225は、駆動力を利用して第1駆動系121及び光照射装置11の少なくとも一方を移動させることで、第1駆動系121と光照射装置11との相対位置を変更してもよい。尚、第1実施形態における「第1駆動系121と光照射装置11との相対位置」は、X軸方向、Y軸方向、Z軸方向、X軸の回転周り、Y軸の回転周り及びZ軸の回転周りの少なくとも一つにおける第1駆動系121と光照射装置11との相対位置を意味する。つまり、第1実施形態における「第1駆動系121と光照射装置11との相対位置」は、第1駆動系121と光照射装置11との相対姿勢をも含んでいてもよい。この場合、駆動部材1225を含む第2駆動系122は、第1駆動系121と光照射装置11との相対位置が変更可能になるように第1駆動系121と光照射装置11とを結合していると言える。つまり、上述したエアスプリング1223及びダンパ部材1224（更には、駆動部材1225）は、第1駆動系121と光照射装置11との相対位置が駆動部材1225によって変更可能となるように、第1駆動系121と光照射装置11とを結合していると言える。尚、駆動部材1225は、位置変更装置と称されてもよい。

[0102] 駆動部材1225は、制御装置2の制御下で、第2駆動系122が備える位置計測装置1227の計測結果に基づいて、第1駆動系121と光照射装置11との相対位置を変更してもよい。位置計測装置1226は、第1駆動系121と光照射装置11との相対位置を計測する。例えば、位置計測装置1226は、支持部材1221に取り付けられた検出部12261と、支持部材1222に取り付けられたスケール部12262を含むエンコーダで

あってもよい。位置計測装置 1 2 2 6 の計測結果は、支持部材 1 2 2 1 と支持部材 1 2 2 2 との相対位置に関する情報を含む。支持部材 1 2 2 1 に第 1 駆動系 1 2 1 が取り付けられ且つ支持部材 1 2 2 2 に光照射装置 1 1 が取り付けられているため、支持部材 1 2 2 1 と支持部材 1 2 2 2 との相対位置に関する情報は、第 1 駆動系 1 2 1 と光照射装置 1 1 との相対位置に関する情報を含む。従って、制御装置 2 は、第 1 駆動系 1 2 1 と光照射装置 1 1 との相対位置を適切に特定することができる。その結果、制御装置 2 は、位置計測装置 1 2 2 7 の計測結果に基づいて、第 1 駆動系 1 2 1 と光照射装置 1 1 との相対位置を適切に変更することができる。

[0103] 駆動部材 1 2 2 5 は、制御装置 2 の制御下で、第 1 駆動系 1 2 1 と光照射装置 1 1 との相対位置を変更する（典型的には、第 1 駆動系 1 2 1 に対して光照射装置 1 1 を移動させる）ことで、塗装膜 S F に対して光照射装置 1 1 を移動させてもよい。駆動部材 1 2 2 5 は、光照射装置 1 1 と塗装膜 S F との相対的な位置関係が変更されるように、光照射装置 1 1 を移動させてもよい。この場合、制御装置 2 は、位置計測装置 1 2 2 7 の計測結果に加えて位置計測装置 1 8 の計測結果に基づいて、駆動部材 1 2 2 5 を制御してもよい。具体的には、制御装置 2 は、位置計測装置 1 8 の計測結果に基づいて塗装膜 S F と光照射装置 1 1 との相対的な位置関係に関する情報を取得し、塗装膜 S F と光照射装置 1 1 との相対的な位置関係に関する情報に基づいて、駆動部材 1 2 2 5 を制御してもよい。例えば、制御装置 2 は、塗装膜 S F に対して光照射装置 1 1 が移動するように、駆動部材 1 2 2 5 を制御してもよい。つまり、制御装置 2 は、光照射装置 1 1 と塗装膜 S F との相対位置を変更するように、駆動部材 1 2 2 5 を制御してもよい。この際、制御装置 2 は、塗装膜 S F と光照射装置 1 1 との位置合わせを行うように、駆動部材 1 2 2 5 を制御してもよい。制御装置 2 は、塗装膜 S F と光照射装置 1 1 から加工光 E L が照射される目標照射領域 E A との位置合わせを行うように、駆動部材 1 2 2 5 を制御してもよい。一例として、制御装置 2 は、塗装膜 S F 上の所望位置に目標照射領域 E A が設定される（つまり、加工光 E L が照射され

る)ように、駆動部材1225を制御してもよい。制御装置2は、塗装膜SF上の所望経路を目標照射領域EAが移動するように、駆動部材1225を制御してもよい。

[0104] ここで、上述したように、第1駆動系121もまた、第2駆動系122と同様に、塗装膜SFに対して光照射装置11を移動させることができる。つまり、加工装置1は、第1駆動系121及び第2駆動系122の双方又はいずれか一方を用いて光照射装置11を移動させることができる。この場合、第1駆動系121による光照射装置11の移動態様は、第2駆動系122による光照射装置11の移動態様と異なってもよい。例えば、第1駆動系121による光照射装置11の位置決め精度は、第2駆動系122による光照射装置11の位置決め精度よりも低くてもよい。つまり、第2駆動系122による光照射装置11の位置決め精度は、第1駆動系121による光照射装置11の位置決め精度よりも高くてもよい。例えば、第1駆動系121による光照射装置11の移動精度(つまり、塗装膜SFと光照射装置11との相対位置の変更精度)は、第2駆動系122による光照射装置11の移動精度よりも低くてもよい。つまり、第2駆動系122による光照射装置11の移動精度は、第1駆動系121による光照射装置11の移動精度よりも高くてもよい。例えば、第1駆動系121による光照射装置11の移動範囲は、第2駆動系122による光照射装置11の移動範囲よりも大きくてもよい。つまり、第2駆動系122による光照射装置11の移動範囲は、第1駆動系121による光照射装置11の第1駆動系121による光照射装置11の移動範囲よりも小さくてもよい。例えば、第1駆動系121による光照射装置11の移動量(つまり、塗装膜SFと光照射装置11との相対位置の変更量)は、第2駆動系122による光照射装置11の移動量よりも多くてもよい。つまり、第2駆動系122による光照射装置11の移動量は、第1駆動系121による光照射装置11の移動量よりも少なくてもよい。この場合、制御装置2は、第1駆動系121を制御して塗装膜SFに対して光照射装置11を第1の精度で位置合わせし、第2駆動系122を制御して塗装膜SFに

対して光照射装置 11 を第 1 の精度よりも高い第 2 の精度で位置合わせしてもよい。つまり、制御装置 2 は、第 1 駆動系 121 を制御して塗装膜 S F に対して光照射装置 11 を相対的に大まかに位置合わせし、第 2 駆動系 122 を制御して塗装膜 S F に対して光照射装置 11 を高い精度で位置合わせしてもよい。尚、第 1 駆動系 121 による光照射装置 11 の位置決め精度は、第 1 駆動系 121 による先端アーム部材 12124 の位置決め精度と実質的に等価とみなせる。第 1 駆動系 121 による光照射装置 11 の移動精度は、第 1 駆動系 121 による先端アーム部材 12124 の移動精度と実質的に等価とみなせる。第 1 駆動系 121 による光照射装置 11 の移動範囲は、第 1 駆動系 121 による先端アーム部材 12124 の移動範囲と実質的に等価とみなせる。第 1 駆動系 121 による光照射装置 11 の移動量は、第 1 駆動系 121 による先端アーム部材 12124 の移動量と実質的に等価とみなせる。

[0105] 駆動部材 1225 は、制御装置 2 の制御下で、駆動力を利用して第 1 駆動系 121 と光照射装置 11 との相対位置を変更することで、第 1 駆動系 121 と光照射装置 11 との間で第 2 駆動系 122 を介して伝達される振動を低減してもよい。つまり、駆動部材 1225 は、駆動力を利用して、第 1 駆動系 121 と光照射装置 11 との間で第 2 駆動系 122 を介して伝達される振動を減衰してもよい。具体的には、駆動部材 1225 は、駆動力を利用して、第 1 駆動系 121 から第 2 駆動系 122 を介して光照射装置 11 へと向かう（つまり、伝達される）振動を低減（減衰）してもよい。このため、駆動部材 1225（或いは、駆動部材部材 1225 を含む第 2 駆動系 122）は、振動低減装置又は振動減衰装置と称されてもよい。

[0106] 駆動部材 1225 は、駆動力を利用して第 1 駆動系 121 と光照射装置 11 との相対位置を変更することで、エアスプリング 1223 の振動を減衰振動に変換してもよい。つまり、駆動部材 1225 は、駆動力を利用して、第 1 駆動系 121 と光照射装置 11 との間で第 2 駆動系 122 を介して伝達される振動を減衰振動に変換してもよい。この場合、駆動部材 1225 は、駆動力を利用して、第 1 駆動系 121 から光照射装置 11 に向かう振動に起因

した第1駆動系121と光照射装置11との相対的な変位量を低減していると言える。具体的には、駆動部材1225は、駆動力を利用して、第1駆動系121から光照射装置11に向かう振動に起因した、第1駆動系121のうち第2駆動系122が接続されている部分（つまり、先端アーム部分12124）と光照射装置11のうち第2駆動系122が接続されている部分との相対的な変位量を低減していると言える。尚、駆動部材1225がエアスプリング1223の振動を減衰振動に変換可能である場合には、第2駆動系122は、ダンパ部材1224を備えていなくてもよい。但し、駆動部材1225がエアスプリング1223の振動を減衰振動に変換可能でない場合であっても、第2駆動系122は、ダンパ部材1224を備えていなくてもよい。また、エアスプリング1223の数と、ダンパ部材1224の数と、駆動部材1225の数とは、互いに等しくなくてもよい。

[0107] ここで、上述したように加工装置1が第1駆動系121及び第2駆動系122の双方又はいずれか一方を用いて光照射装置11を移動させることができることを考慮すれば、加工装置1は、第1駆動系121及び第2駆動系122の双方又はいずれか一方を用いて、第1駆動系121から光照射装置11へと向かう振動を低減することができるとも言える。この場合、上述したように第1駆動系121による光照射装置11の移動態様が第2駆動系122による光照射装置11の移動態様と異なる場合には、制御装置2は、低減すべき振動の特性に基づいて、第1駆動系121を用いて振動を低減すべきか否か及び／又は第2駆動系122を用いて振動を低減すべきか否かを判定してもよい。例えば、制御装置2は、低減すべき振動の周波数に基づいて、第1駆動系121を用いて振動を低減すべきか否か及び／又は第2駆動系122を用いて振動を低減すべきか否かを判定してもよい。具体的には、制御装置2は、低減すべき振動に第1周波数範囲の振動が含まれる場合には、第1駆動系121を用いて振動を低減すべきと判定してもよい。第1周波数範囲は、典型的には、第1駆動系121によって低減可能な振動が含まれる周波数範囲に設定される。この場合、制御装置2は、第1駆

動系 1 2 1 から光照射装置 1 1 へと向かう振動の少なくとも一部を低減するように、第 1 駆動系 1 2 1 を制御してもよい。また、制御装置 2 は、低減すべき振動に第 1 周波数範囲とは異なる第 2 周波数範囲の振動が含まれる場合には、第 2 駆動系 1 2 2 を用いて振動を低減するべきと判定してもよい。第 2 周波数範囲は、典型的には、第 2 駆動系 1 2 2 によって低減可能な振動が含まれる周波数範囲に設定される。この場合、制御装置 2 は、第 1 駆動系 1 2 1 から光照射装置 1 1 へと向かう振動の少なくとも一部を低減するように、第 2 駆動系 1 2 2 を制御してもよい。尚、上述したように第 1 駆動系 1 2 1 による光照射装置 1 1 の位置決め精度が第 2 駆動系 1 2 2 による光照射装置 1 1 の位置決め精度よりも低い場合には、典型的には、第 2 周波数範囲は、第 1 周波数範囲よりも高い周波数を含む。

[0108] 駆動部材 1 2 2 5 は、エアスプリング 1 2 2 3 及び／又はダンパ部材 1 2 2 4 が弾性力を付与する方向の成分を含む方向に沿って作用する駆動力を付与してもよい。図 6 に示す例で言えば、エアスプリング 1 2 2 3 及び／又はダンパ部材 1 2 2 4 が Z 軸方向に沿った弾性力を付与しているため、駆動部材 1 2 2 5 は、Z 軸方向の成分を含む方向に沿って作用する駆動力を付与してもよい。エアスプリング 1 2 2 3 及び／又はダンパ部材 1 2 2 4 が弾性力を付与する方向の成分を含む方向に沿って作用する駆動力を駆動部材 1 2 2 5 が発生する場合には、駆動部材 1 2 2 5 は、この駆動力を利用して、エアスプリング 1 2 2 3 の振動を減衰振動に変換することができる。エアスプリング 1 2 2 3 の振動を減衰振動にする際には、駆動部材 1 2 2 5 は、駆動力を利用して、エアスプリング 1 2 2 3 の共振周波数を変更してもよい。典型的には、駆動部材 1 2 2 5 は、駆動力を利用して、エアスプリング 1 2 2 3 の共振周波数を高くしてもよい。

[0109] 駆動部材 1 2 2 5 は、エアスプリング 1 2 2 3 及び／又はダンパ部材 1 2 2 4 が弾性力を付与する方向に交差する方向に沿って作用する駆動力を付与してもよい。図 6 に示す例で言えば、エアスプリング 1 2 2 3 及び／又はダンパ部材 1 2 2 4 が Z 軸方向に沿った弾性力を付与しているため、駆動部材

1 2 2 5 は、Z 軸方向に交差する方向（例えば、X 軸方向及び Y 軸方向の少なくとも一方）に沿って作用する駆動力を付与してもよい。エアスプリング 1 2 2 3 及び／又はダンパ部材 1 2 2 4 が弾性力を付与する方向に交差する方向に沿って作用する駆動力を駆動部材 1 2 2 5 が発生する場合には、駆動部材 1 2 2 5 は、この駆動力を利用してエアスプリング 1 2 2 3 の振動を減衰振動にするための動作を行わなくてもよい。このため、駆動部材 1 2 2 5 の負荷が相対的に軽減される。

[0110] エアスプリング 1 2 2 3 等の弾性部材と駆動部材 1 2 2 5 とを用いて能動的に振動を低減する装置は、能動型防振装置と称されてもよい。このため、第 2 駆動系 1 2 2 は、能動型防振装置と称されてもよい。能動型防振装置は、能動型振動分離システム（A V I S : A c t i v e V i b r a t i o n I s o l a t i o n S y s t e m）と称されてもよい。

[0111] （１－３）加工システム S Y S a による加工動作の具体例

（１－３－１）加工動作によって形成される構造の具体例

図 2 を用いて説明したように、第 1 実施形態では、加工システム S Y S a は、塗装膜 S F に凹部 C を形成する。凹部 C は、塗装膜 S F のうち加工光 E L が実際に照射された部分に形成される。このため、塗装膜 S F 上で加工光 E L が実際に照射される位置（つまり、加工光 E L が照射されることが予定されている目標照射領域 E A が設定される位置）を適切に設定すれば、塗装膜 S F の所望位置に凹部 C が形成可能となる。つまり、加工対象物 S 上に、塗装膜 S F による構造を形成可能となる。

[0112] 具体的には、加工システム S Y S a は、上述したように、ガルバノミラー 1 1 2 2 及び駆動系 1 2 の少なくとも一方を用いて、目標照射領域 E A に塗装膜 S F の表面を移動させる。加工システム S Y S a は、塗装膜 S F の表面を目標照射領域 E A が移動する期間中に、塗装膜 S F の表面のうち加工光 E L を実際に照射すべき領域（つまり、加工すべき領域）に目標照射領域 E A が重なるタイミングで加工光 E L を照射する。一方で、加工システム S Y S a は、塗装膜 S F の表面を目標照射領域 E A が移動する期間中に、塗装

膜 S F の表面のうち加工光 E L を実際に照射すべき領域に目標照射領域 E A が重ならないタイミングでは加工光 E L を照射しない。つまり、加工システム S Y S a は、塗装膜 S F の表面を目標照射領域 E A が移動する期間中に、塗装膜 S F の表面のうち加工光 E L を実際に照射すべきでない領域（つまり、加工すべきでない領域）に目標照射領域 E A が重なるタイミングでは加工光 E L を照射しない。その結果、加工対象物 S 上に、塗装膜 S F のうち加工光 E L が実際に照射された領域のパターン（或いは分布）に応じた塗装膜 S F による構造が形成される。

[0113] 第 1 実施形態では、加工システム S Y S a は、制御装置 2 の制御下で、このような塗装膜 S F による構造の一例であるリブレット構造を加工対象物 S 上に形成する。リブレット構造は、塗装膜 S F の表面の流体に対する抵抗（特に、摩擦抵抗、乱流摩擦抵抗）を低減可能な構造である。リブレット構造が形成された加工対象物 S の表面の流体に対する抵抗は、リブレット構造が形成されていない加工対象物 S の表面の流体に対する抵抗よりも小さくなる。このため、リブレット構造は、加工対象物 S の表面の流体に対する抵抗を低減可能な構造であるとも言える。尚、ここでいう流体とは、塗装膜 S F の表面に対して相対的に流れている媒質（気体、液体）であればよい。例えば、静止している加工対象物 S F に対して流れている媒質、及び、移動している加工対象物 S F の周囲に分布する静止している媒質のそれぞれは、流体の一例である。

[0114] リブレット構造の一例が図 7（a）及び図 7（b）に示されている。図 7（a）及び図 7（b）に示すように、リブレット構造は、例えば、第 1 の方向（図 7（a）及び図 7（b）に示す例では、Y 軸方向）に沿って凹部 C を連続的に形成することで形成される凹状構造 C P 1（つまり、第 1 の方向に沿って延伸するように直線状に形成された凹状構造 C P 1）が、第 1 の方向に交差する第 2 方向（図 7（a）及び図 7（b）に示す例では、X 軸方向）に沿って複数配列された構造である。つまり、リブレット構造は、例えば、第 1 の方向に沿って延びる複数の凹状構造 C P 1 が、第 1 の方向に交差する

第2方向に周期方向を有する構造である。隣り合う2つの凹状構造C P 1の間には、周囲から突き出た凸状構造C P 2が実質的に存在する。従って、リブレット構造は、例えば、第1の方向（例えば、Y軸方向）に沿って直線状に延伸する凸状構造C P 2が、第1の方向に交差する第2方向（例えば、X軸方向）に沿って複数配列された構造であるとも言える。つまり、リブレット構造は、例えば、第1の方向に沿って延びる複数の凸状構造C P 2が、第1の方向に交差する第2方向に周期方向を有する構造であるとも言える。図7（a）及び図7（b）に示されるリブレット構造は、周期的な構造である。尚、リブレット構造は、非周期的な構造であってもよい。

[0115] 隣り合う2つの凹状構造C P 1の間隔（つまり、凹状構造C P 1の配列ピッチP 1）は、例えば、数ミクロンから数百ミクロンであるが、その他のサイズであってもよい。更に、各凹状構造C P 1の深さ（つまり、Z軸方向の深さ）Dは、例えば、数ミクロンから数百ミクロンであるが、その他のサイズであってもよい。各凹状構造C P 1の深さDは、凹状構造C P 1の配列ピッチP 1以下であってもよい。各凹状構造C P 1の深さDは、凹状構造C P 1の配列ピッチP 1の半分以下であってもよい。各凹状構造C P 1のZ軸を含む断面（具体的には、X Z平面に沿った断面）の形状は、お椀型の曲線形状であるが、三角形であってもよいし、四角形であってもよいし、五角形以上の多角形であってもよい。

[0116] 隣り合う2つの凸状構造C P 2の間隔（つまり、凸状構造C P 2の配列ピッチP 2）は、例えば、数ミクロンから数百ミクロンであるが、その他のサイズであってもよい。更に、各凸状構造C P 2の高さ（つまり、Z軸方向の高さ）Hは、例えば、数ミクロンから数百ミクロンであるが、その他のサイズであってもよい。各凸状構造C P 2の高さHは、凸状構造C P 2の配列ピッチP 2以下であってもよい。各凸状構造C P 2の高さHは、凸状構造C P 2の配列ピッチP 2の半分以下であってもよい。各凸状構造C P 2のZ軸を含む断面（具体的には、X Z平面に沿った断面）の形状は、斜面が曲線となる山形の形状であるが、三角形であってもよいし、四角形であってもよいし

、五角形以上の多角形であってもよい。

[0117] 尚、加工システムSYSaが形成するリブレット構造自体は、例えば、日本機械学会編『機械工学便覧基礎編 α 4 流体力学』第5章に記述されるような既存のリブレット構造であってもよいため、リブレット構造そのものについての詳細な説明は省略する。

[0118] このようなリブレット構造は、上述したように、リブレット構造が形成された加工対象物Sの表面の流体に対する抵抗を低減可能である。このため、加工対象物Sは、流体に対する抵抗を低減することが望まれる物体（例えば、構造体）であってもよい。例えば、加工対象物Sは、少なくとも一部が流体（例えば、気体及び液体の少なくとも一方）内を進むように移動可能な物体（つまり、移動体）を含んでいてもよい。具体的には、例えば、加工対象物Sは、図8（a）から図8（c）に示すように、航空機PLの機体（例えば、胴体PL1、主翼PL2、垂直尾翼PL3及び水平尾翼PL4のうち少なくとも1つ）を含んでいてもよい。この場合、図8（a）及び図8（c）に示すように、加工装置1（或いは、加工システムSYSa、以下この段落において同じ）は、支持装置14により航空機PLの機体上で自立していてもよい。或いは、支持装置14の脚部材142の端部144が塗装膜SFに付着可能であるがゆえに、図8（b）に示すように、加工装置1は、支持装置14により航空機PLの機体から吊り下がる（つまり、ぶら下がる）ように航空機PLの機体に付着してもよい。更に、支持装置14の脚部材142の端部144が塗装膜SFに付着可能であり且つ収容装置13の隔壁部材132の端部134が塗装膜SFに付着可能であるがゆえに、加工装置1は、塗装膜SFの表面が上方を向いている状態で水平面に対して傾斜している場合であっても、塗装膜SF上で自立可能である。更には、加工装置1は、塗装膜SFの表面が下方を向いている状態で水平面に対して傾斜している場合であっても、塗装膜SFから吊り下がるように塗装膜SFに付着可能である。いずれの場合であっても、光照射装置11は、駆動系12により及び／又は支持装置14の移動により、機体の表面に沿って移動可能である。従って

、加工システムSYSaは、航空機の機体のような加工対象物S（つまり、表面が曲面となる、表面が水平面に対して傾斜している又は表面が下方を向いている加工対象物S）にも、塗装膜SFによるリブレット構造を形成可能である。

[0119] その他、例えば、加工対象物Sは、自動車の車体や空力パーツを含んでもよい。例えば、加工対象物Sは、船舶の船体を含んでもよい。例えば、加工対象物Sは、ロケットの機体を含んでもよい。例えば、加工対象物Sは、タービン（例えば、水力タービン及び風力タービン等の少なくとも一つであり、特にそのタービンブレード）を含んでもよい。例えば、加工対象物Sは、少なくとも一部が流体内を進むように移動可能な物体を構成する部品を含んでもよい。例えば、加工対象物Sは、流動している流体内に少なくとも一部が固定される物体を含んでもよい。具体的には、例えば、加工対象物Sは、川又は海の中に設置される橋桁を含んでもよい。例えば、加工対象物Sは、内部を流体が流れる配管を含んでもよい。この場合、配管の内壁が上述した加工対象物Sの表面となり得る。

[0120] 尚、ここにあげた加工対象物Sの一例は、比較的に大きな物体（例えば、数メートルから数百メートルのオーダーのサイズの物体）である。この場合、図8（a）から図8（c）に示すように、光照射装置11の大きさは、加工対象物Sの大きさよりも小さい。しかしながら、加工対象物Sは、どのようなサイズの物体であってもよい。例えば、加工対象物Sは、キロメートル、センチメートル、ミリメートル又はマイクロメートルのオーダーのサイズの物体であってもよい。

[0121] 上述したリブレット構造の特性は、加工対象物Sがどのような物体であるかに応じて、摩擦の低減効果が適切に得られるような適切な特性に設定されてもよい。つまり、上述したリブレット構造の特性は、加工対象物Sがどのような物体であるかに応じて、摩擦の低減効果が適切に得られるように最適化されてもよい。より具体的には、リブレット構造の特性は、使用中の（つまり、運用中）の加工対象物Sの周囲に分布する流体の種類、加工対象物S

の流体に対する相対速度、及び、加工対象物 S の形状等の少なくとも一つに応じて、摩擦の低減効果が適切に得られる適切な特性に設定されてもよい。更に、上述したリブレット構造の特性は、加工対象物 S がどのような物体であり且つその物体のどの部分にリブレット構造が形成されるかに応じて、摩擦の低減効果が適切に得られるような適切な特性に設定されてもよい。例えば、加工対象物 S が航空機 P L の機体である場合には、胴体 P L 1 に形成されるリブレット構造の特性と、主翼 P L 2 に形成されるリブレット構造の特性とが異なってもよい。

[0122] リブレット構造の特性は、リブレット構造のサイズを含んでもよい。リブレット構造のサイズは、凹状構造 C P 1 の配列ピッチ P 1、各凹状構造 C P 1 の深さ D、凸状構造 C P 2 の配列ピッチ P 2、各凸状構造 C P 2 の高さ H 等の少なくとも一つを含んでもよい。リブレット構造の特性は、リブレット構造の形状（例えば、Z 軸を含む断面（具体的には、X Z 平面に沿った断面）の形状）を含んでもよい。リブレット構造の特性は、リブレット構造の延伸方向（つまり、凹状構造 C P 1 の延伸方向）を含んでもよい。リブレット構造の特性は、リブレット構造の形成位置を含んでもよい。

[0123] 一例として、例えば、加工対象物 S が、巡航時に 10 km の高度を時速 1000 km で飛行する航空機の機体である場合には、凹状構造 C P 1 の配列ピッチ P 1（つまり、凸状構造 C P 2 の配列ピッチ P 2）は、例えば約 78 マイクロメートルに設定されてもよい。

[0124] （1-3-2）加工動作の流れ

続いて、図 9 から図 20 を参照しながら、リブレット構造を形成するための加工動作の流れについて説明する。

[0125] まず、上述したように、複数の加工光 E L は、ガルバノミラー 1122 によって偏向される。リブレット構造を形成するためには、ガルバノミラー 1122 は、塗装膜 S F の表面上で複数の目標照射領域 E A を Y 軸方向に沿って移動させながら所望のタイミングで複数の加工光 E L のそれぞれを対応す

る目標照射領域E Aに照射するスキャン動作と、塗装膜S Fの表面上で複数の目標照射領域E Aを少なくともX軸方向に沿って所定量だけ移動させるステップ動作とを交互に繰り返すように、複数の加工光E Lを偏向する。この場合、Y軸を、スキャン軸と称してもよいし、X軸を、ステップ軸と称してもよい。

[0126] ここで、塗装膜S Fに対して光照射装置1 1を静止させたままガルバノミラー1 1 2 2の制御で複数の加工光E Lを走査させることができる塗装膜S Fの表面上の領域のサイズには限界がある。従って、第1実施形態では、図9に示すように、制御装置2は、塗装膜S Fの表面（特に、塗装膜S Fのうちリブレット構造を形成すべき領域）に、複数の加工ショット領域S Aを設定する。各加工ショット領域S Aは、塗装膜S Fに対して光照射装置1 1を静止させたままガルバノミラー1 1 2 2の制御で複数の加工光E Lを走査させることができる塗装膜S F上の領域に相当する。各加工ショット領域S Aの形状は四角形であるが、その形状は任意である。

[0127] 制御装置2は、ガルバノミラー1 1 2 2によって偏向される複数の加工光E Lを一の加工ショット領域S A（例えばS A 1）の一部に照射するように光照射装置1 1を制御することで、当該一の加工ショット領域S A（S A 1）にリブレット構造を形成する。その後、制御装置2は、塗装膜S Fに対して光照射装置1 1を移動させるように駆動系1 2及び1 5の少なくとも一方を制御することで、光照射装置1 1を、他の加工ショット領域S A（例えばS A 2）に複数の加工光E Lを照射することが可能な位置に配置する。その後、制御装置2は、ガルバノミラー1 1 2 2によって偏向される複数の加工光E Lを他の加工ショット領域S A（S A 2）に照射するように光照射装置1 1を制御することで、当該他の加工ショット領域S Aにリブレット構造を形成する。制御装置2は以下の動作を全ての加工ショット領域S A 1からS A 1 6を対象に繰り返すことで、リブレット構造を形成する。

[0128] 以下、図9に示す加工ショット領域S A 1からS A 4にリブレット構造を形成する動作を例にあげて説明を続ける。尚、以下では、X軸方向に沿って

隣接する２つの加工ショット領域ＳＡが収容空間ＳＰ内に位置する例を用いて説明をする。しかしながら、収容空間ＳＰ内に任意の数の加工ショット領域ＳＡが位置する場合においても、同様の動作が行われることに変わりはない。また、以下に示すリブレット構造を形成する動作は、あくまで一例であって、加工システムＳＹＳは、以下に示す動作とは異なる動作を行ってリブレット構造を形成してもよい。要は、加工システムＳＹＳは、複数の加工光ＥＬを加工対象物Ｓに照射して加工対象物Ｓにリブレット構造を形成することができる限りは、どのような動作を行ってもよい。

[0129] 図１０に示すように、まず、制御装置２は、収容空間ＳＰ内に加工ショット領域ＳＡ１及びＳＡ２が位置する第１収容位置に収容装置１３が配置されるように、駆動系１５を制御して塗装膜ＳＦに対して支持装置１４を移動させる。つまり、制御装置２は、収容装置１３により加工ショット領域ＳＡ１及びＳＡ２が覆われるように、支持装置１４が支持する収容装置１３を移動させる。更に、制御装置２は、光照射装置１１が加工ショット領域ＳＡ１に複数の加工光ＥＬを照射することが可能な第１照射位置に配置されるように、駆動系１２を制御して（つまり、第１駆動系１２１及び／又は第２駆動系１２２）塗装膜ＳＦに対して光照射装置１１を移動させる。収容装置１３が第１収容位置に配置され且つ光照射装置１１が第１照射位置に配置された後は、隔壁部材１３２は、第１伸長状態になる。従って、隔壁部材１３２の端部１３４は、塗装膜ＳＦに接触し且つ付着する。同様に、複数の脚部材１４２は、第２伸長状態になる。従って、複数の脚部材１４２の端部１４４は、塗装膜ＳＦに接触し且つ付着する。

[0130] その後、図１１（ａ）及び図１１（ｂ）に示すように、制御装置２は、複数の加工光ＥＬが加工ショット領域ＳＡ１を走査するように、光照射装置１１（特に、ガルバノミラー１１２２）を制御する。具体的には、制御装置２は、上述したスキャン動作を行うために、加工ショット領域ＳＡ１内のある領域を複数の加工光ＥＬがＹ軸方向に沿って走査するように、ガルバノミラー１１２２のＹ走査ミラー１１２２Ｙを制御する。スキャン動作が行われて

いる間は、光源系 1 1 1 は、複数の加工光 E L を射出する。その後、制御装置 2 は、上述したステップ動作を行うために、少なくともガルバノミラー 1 1 2 2 の X 走査ミラー 1 1 2 2 X を単位ステップ量だけ回転させる。ステップ動作が行われている間は、光源系 1 1 1 は、複数の加工光 E L を射出しない。その後、制御装置 2 は、上述したスキャン動作を行うために、加工ショット領域 S A 1 内のある領域を複数の加工光 E L が Y 軸方向に沿って走査するように、ガルバノミラー 1 1 2 2 の Y 走査ミラー 1 1 2 2 Y を制御する。このように、制御装置 2 は、スキャン動作とステップ動作とを交互に繰り返して加工ショット領域 S A 1 の全体（或いは、加工ショット領域 S A 1 のうちリブレット構造を形成するべき一部の領域）を複数の加工光 E L が走査するように、ガルバノミラー 1 1 2 2 を制御する。尚、ステップ動作が行われている間において、複数の加工光 E L を射出してもよい。

[0131] つまり、第 1 実施形態では、スキャン動作とステップ動作とが繰り返される期間中の加工光 E L の走査軌跡（つまり、目標照射領域 E A の移動軌跡）を示す平面図である図 1 2 に示すように、加工装置 1 は、加工ショット領域 S A 内に設定される複数のスキャン領域 S C A に対して順にスキャン動作を行う。図 1 2 は、加工ショット領域 S A 内に 6 個のスキャン領域 S C A # 1 から S C A # 6 が設定される例を示している。各スキャン領域 S C A は、1 回のスキャン動作（つまり、ステップ動作を挟まない一連のスキャン動作）で照射される複数の加工光 E L によって走査される領域である。各スキャン領域 S C A は、1 回のスキャン動作で複数の目標照射領域 E A が移動する領域である。この場合、1 回のスキャン動作で、目標照射領域 E A は、各スキャン領域 S C A のスキャン開始位置 S C __ s t a r t からスキャン終了位置 S C __ e n d に向かって移動する。このようなスキャン領域 S C A は、典型的には、Y 軸方向（つまり、複数の加工光 E L の走査方向）に沿って延びる領域となる。複数のスキャン領域 S C A は、X 軸方向（つまり、複数の加工光 E L の走査方向に交差する方向）に沿って並ぶ。

[0132] この場合、加工システム S Y S a は、例えば、ある加工ショット領域 S A

に設定される複数のスキャン領域SCAのうち最も+X側又は最も-X側に位置する一のスキャン領域SCAからスキャン動作を開始する。例えば、図12は、加工システムSYSaが、最も-X側に位置するショット領域SCA#1からスキャン動作を開始する例を示している。この場合、制御装置2は、スキャン領域SCA#1のスキャン開始位置SC__start#1（例えば、スキャン領域SCA#1内の-Y側の端部又はその近傍）に対して加工光ELを照射可能となるように、ガルバノミラー1122を制御する。つまり、制御装置2は、スキャン領域SCA#1のスキャン開始位置SC__start#1に目標照射領域EAが設定されるように、ガルバノミラー1122を制御する。その後、加工システムSYSaは、スキャン領域SCA#1に対してスキャン動作を行う。具体的には、制御装置2は、スキャン領域SCA#1のスキャン開始位置SC__start#1からスキャン領域SCA#1のスキャン終了位置SC__end#1（例えば、スキャン領域SCA#1内の+Y側の端部又はその近傍）に向かって複数の目標照射領域EAが移動するように、ガルバノミラー1122を制御する。更に、制御装置2は、所望のタイミングで複数の加工光ELのそれぞれが対応する目標照射領域EAに照射されるように光照射装置11を制御する。その結果、複数の加工光ELによってスキャン領域SCA#1が走査される。尚、図12では、図面の簡略化のために、各スキャン領域SCA内における1つの目標照射領域EAの移動軌跡を示しているが、実際には、各スキャン領域SCA内で複数の目標照射領域EAが移動する。つまり、図12では、図面の簡略化のために、各スキャン領域SCA内における1つの加工光ELの走査軌跡を示しているが、実際には、各スキャン領域SCAは複数の加工光ELによって走査される。

[0133] スキャン領域SCA#1に対するスキャン動作が完了した後、加工システムSYSaは、スキャン領域SCA#1とは異なる他のスキャン領域SCAに対してスキャン動作を行うために、ステップ動作を行う。具体的には、制御装置2は、スキャン領域SCA#1に対してX軸方向に沿って隣接するス

キャン領域 $SCA\#2$ のスキャン開始位置 $SC_start\#2$ （例えば、スキャン領域 $SCA\#2$ 内の $-Y$ 側の端部又はその近傍）に対して加工光 EL を照射可能となるように、ガルバノミラー 1122 を制御する。つまり、制御装置 2 は、スキャン領域 $SCA\#2$ のスキャン開始位置 $SC_start\#2$ に目標照射領域 EA が設定されるように、ガルバノミラー 1122 を制御する。その結果、図 12 に示すように、目標照射位置 EA は、 X 軸方向及び Y 軸方向のそれぞれに沿って移動する。この際、 X 軸方向における目標照射位置 EA の移動量は、 X 軸方向におけるスキャン領域 SCA のサイズと同じであってもよい。 Y 軸方向における目標照射位置 EA の移動量は、 Y 軸方向におけるスキャン領域 SCA のサイズと同じであってもよい。

[0134] その後、加工システム $SYSa$ は、スキャン領域 $SCA\#2$ に対してスキャン動作を行う。具体的には、制御装置 2 は、スキャン領域 $SCA\#2$ のスキャン開始位置 $SC_start\#2$ からスキャン領域 $SCA\#2$ のスキャン終了位置 $SC_end\#2$ （例えば、スキャン領域 $SCA\#2$ 内の $+Y$ 側の端部又はその近傍）に向かって複数の目標照射領域 EA が移動するように、ガルバノミラー 1122 を制御する。更に、制御装置 2 は、所望のタイミングで複数の加工光 EL のそれぞれが対応する目標照射領域 EA に照射されるように光照射装置 11 を制御する。その結果、複数の加工光 EL によってスキャン領域 $SCA\#2$ が走査される。

[0135] 以降、スキャン領域 $SCA\#3$ から $SCA\#6$ に対するスキャン動作が完了するまで、同様の動作が繰り返される。

[0136] 図 12 に示す例では、スキャン動作による加工光 EL の走査方向は、 $+Y$ 軸方向に固定されている。スキャン動作による目標照射領域 EA の移動方向は、 $+Y$ 軸方向に固定されている。つまり、図 12 に示す例では、加工ショット領域 SA 内で複数回行われるスキャン動作による加工光 EL の走査方向（つまり、目標照射領域 EA の移動方向、以下同じ）は、互いに同じになる。複数のスキャン領域 SCA をそれぞれ走査する複数の加工光 EL の走査方向は、互いに同じになる。複数のスキャン領域 SCA 内での目標照射領域 EA

Aの移動方向は、互いに同じになる。具体的には、スキャン領域SCA#1に対して行われるスキャン動作による加工光ELの走査方向と、スキャン領域SCA#2に対して行われるスキャン動作による加工光ELの走査方向と、・・・、スキャン領域SCA#6に対して行われるスキャン動作による加工光ELの走査方向とは互いに同一である。

[0137] このようなスキャン動作とステップ動作との繰り返しによって、加工ショット領域SA1にリブレット構造が形成される。尚、図11(a)及び図11(b)に示すように、加工光ELが走査する領域の幅（つまり、加工ショット領域SAの幅、特にX軸方向の幅）は、光照射装置11の幅（特に、X軸方向の幅）よりも大きい。

[0138] このようなスキャン動作とステップ動作とが繰り返される過程で、ガルバノミラー1122の動作に起因して、目標照射領域EAの位置ずれが発生することがある。例えば、ガルバノミラー1122が動作し続けると、ガルバノミラー1122の温度が変わる（典型的には、上昇する）可能性がある。ガルバノミラー1122の温度が変わると、ガルバノミラー1122の温度が変わる前と比較して、ガルバノミラー1122の特性が変わる可能性がある。その結果、ガルバノミラー1122に対する目標照射領域EAの位置が変わる（つまり、目標照射領域EAの位置ずれが発生する）可能性がある。このような目標照射領域EAの位置ずれは、塗装膜SFの適切な加工の妨げとなる可能性がある。そこで、制御装置2は、目標照射領域EAの位置ずれを低減する（つまり、目標照射領域EAを本来の位置に近づける）ように、駆動系12を制御して塗装膜SFに対して光照射装置11を移動させてもよい。例えば、制御装置2は、目標照射領域EAの位置ずれを低減する（例えば、位置ずれ量を少なくする）ように、第1駆動系121を制御して塗装膜SFに対して光照射装置11を移動させてもよい。例えば、制御装置2は、目標照射領域EAの位置ずれを低減するように、第2駆動系122（特に、駆動部材1225）を制御して塗装膜SFに対して光照射装置11を移動させてもよい。

[0139] 制御装置 2 は、光照射装置 1 1 が加工光 E L を照射している期間中は、複数の脚部材 1 4 2 が第 2 伸長状態のまま維持されるように、駆動系 1 5 を制御する。その結果、複数の脚部材 1 4 2 の端部 1 4 4 は、塗装膜 S F に付着し続ける。その結果、支持装置 1 4 の安定性が向上するため、支持装置 1 4 の不安定性に起因して加工光 E L の目標照射領域 E A が塗装膜 S F 上で意図せずにずれてしまう可能性が小さくなる。但し、光照射装置 1 1 が光 E L を照射している期間の少なくとも一部において、支持装置 1 4 が塗装膜 S F 上で自立可能（或いは、塗装膜 S F から吊り下がるように塗装膜 S F に付着可能）である限りは、複数の脚部材 1 4 2 の一部が第 2 縮小状態にあってもよい。

[0140] 制御装置 2 は、光照射装置 1 1 が加工光 E L を照射している期間中は、隔壁部材 1 3 2 が第 1 伸長状態のまま維持されるように、隔壁部材 1 3 2 を伸縮させる不図示の駆動系を制御する。その結果、隔壁部材 1 3 2 の端部 1 3 4 は、塗装膜 S F に付着し続ける。その結果、收容空間 S P の密閉性が維持されるため、收容空間 S P 内を伝搬する加工光 E L が收容空間 S P の外部（つまり、收容装置 1 3 の外部）に漏れ出てくることはない。更には、收容空間 S P 内で発生した不要物質が收容空間 S P の外部（つまり、收容装置 1 3 の外部）に漏れ出てくることはない。

[0141] 尚、塗装膜 S F に付着しているはずの端部 1 3 4 の少なくとも一部が、何らかの要因によって塗装膜 S F から離れてしまう事態が生ずる可能性がある。この場合に光照射装置 1 1 が加工光 E L を照射し続けると、加工光 E L 及び不要物質の少なくとも一方が收容装置 1 3 の外部に漏れ出てしまう可能性がある。そこで、制御装置 2 は、光照射装置 1 1 が加工光 E L を照射している期間中に端部 1 3 4 の少なくとも一部が塗装膜 S F から離れたことを検出した場合には、加工光 E L の照射を停止するように光照射装置 1 1 を制御してもよい。

[0142] その後、図 1 3 に示すように、制御装置 2 は、光照射装置 1 1 が、第 1 照射位置から、光照射装置 1 1 が加工ショット領域 S A 2 に複数の加工光 E L

を照射することが可能な第2照射位置へと移動するように、駆動系12を制御する。光照射装置11が移動している期間中は、制御装置2は、光照射装置11が加工光ELを照射しないように、光照射装置11を制御する。

[0143] その後、図14(a)及び図14(b)に示すように、制御装置2は、複数の加工光ELが加工ショット領域SA2を走査するように、光照射装置11(特に、ガルバノミラー1122)を制御する。具体的には、制御装置2は、上述したスキャン動作と上述したステップ動作とを交互に繰り返して加工ショット領域SA2の全体(或いは、加工ショット領域SA2のうちリブレット構造を形成すべき一部の領域)を複数の加工光ELが走査するように、光照射装置11(特に、ガルバノミラー1122)を制御する。その結果、加工ショット領域SA2にリブレット構造が形成される。尚、加工ショット領域SA1内のリブレット構造を構成する複数の凹部CP1は、加工ショット領域SA1に隣接する加工ショット領域SA2(或いは、その他の加工ショット領域SA)内のリブレット構造を構成する複数の凹部CP1のそれぞれと、互いに連続に連結されるように形成されてもよい。或いは、加工ショット領域SA1内のリブレット構造を構成する複数の凹部CP1は、加工ショット領域SA2内のリブレット構造を構成する複数の凹部CP1のそれぞれと、互いに連結されないように形成されてもよい。例えば、加工ショット領域SA内で加工光ELを走査した結果として形成される1本の凹部CP1の連続長は、加工ショット領域SAのサイズ(特に、加工光ELの走査方向であるY軸方向のサイズ)に依存する。従って、加工ショット領域SAのサイズが、リブレット構造が上述した機能を果たしうる連続長を実現できるだけのサイズとなる場合には、加工ショット領域SA1内のリブレット構造を構成する複数の凹部CP1は、加工ショット領域SA2内のリブレット構造を構成する複数の凹部CP1のそれぞれと、互いに連結されないように形成されてもよい。一例として、加工対象物Sが航空機である場合には、リブレット構造が上述した機能を果たしうる連続長は、航空機の使用時(典型的には、巡航時)における対気速度と乱流現象の周波数とに基づく演算によ

れば、およそ数mmとなる。このため、Y軸方向のサイズがおよそ数mmよりも大きい加工ショット領域SAを塗装膜SFの表面に設定することができる場合には、加工ショット領域SA1内のリブレット構造を構成する複数の凹部CP1は、加工ショット領域SA2内のリブレット構造を構成する複数の凹部CP1のそれぞれと、互いに連結されないように形成されてもよい。

[0144] 加工ショット領域SA2にリブレット構造が形成された時点で、收容空間SPには、リブレット構造が未だ形成されていない加工ショット領域SAが残っていない。このため、駆動系12によって收容空間SP内で光照射装置11を移動させるだけでは、光照射装置11は、未だリブレット構造が形成されていない加工ショット領域SAに複数の加工光ELを照射してリブレット構造を形成することができない。そこで、リブレット構造が未だ形成されていない加工ショット領域SAが收容空間SPに残っていない状態になった場合には、制御装置2は、支持装置14を移動させることで（つまり、收容装置13を移動させることで）、リブレット構造が未だ形成されていない加工ショット領域SAが收容空間SP内に新たに位置するように、駆動系15を制御する。

[0145] 具体的には、まず、図15に示すように、制御装置2は、隔壁部材132の状態が第1伸長状態から第1縮小状態に切り替わるように、隔壁部材132を伸縮させる不図示の駆動系を制御する。その結果、隔壁部材132の端部134が塗装膜SFから離れる。尚、支持装置14が移動する期間中は、制御装置2は、光照射装置11が加工光ELを照射しないように、光照射装置11を制御する。このため、端部134が塗装膜SFから離れたとしても、加工光EL及び不要物質の少なくとも一方が收容装置13の外部に漏れ出てくる可能性はない。

[0146] 但し、收容空間SPに存在していた不要物質は、上述した排気装置16によって收容空間SPの外部に吸引されるものの、何らかの要因によって、收容空間SPに存在していた不要物質の全てが排気装置16によって吸引されていない（つまり、收容空間SPに不要物質が残留してしまう）可能性がある。

る。この場合には、端部 1 3 4 が塗装膜 S F から離れると、不要物質が収容装置 1 3 の外部に漏れ出てくる可能性がある。このため、制御装置 2 は、収容空間 S P 内の不要物質を検出する検出装置 1 3 5 の検出結果に基づいて、隔壁部材 1 3 2 を第 1 伸長状態から第 1 縮小状態へと切り替えるか否かを判定してもよい。収容空間 S P に不要物質が残留している場合には、制御装置 2 は、隔壁部材 1 3 2 を第 1 伸長状態から第 1 縮小状態へと切り替えなくてもよい。この場合、排気装置 1 6 によって、収容空間 S P に残留している不要物質が吸引され続ける。一方で、収容空間 S P に不要物質が残留していない場合には、制御装置 2 は、隔壁部材 1 3 2 を第 1 伸長状態から第 1 縮小状態へと切り替えてもよい。

[0147] 更に、制御装置 2 は、複数の脚部材 1 4 2 のうち支持装置 1 4 の移動（特に、後述するように、縮小していた梁部材 1 4 1 の伸長）に伴って塗装膜 S F に対して移動する少なくとも一部の脚部材 1 4 2 の状態が、第 2 伸長状態から第 2 縮小状態に切り替わるように、駆動系 1 5 を制御する。縮小していた梁部材 1 4 1 の伸長に伴って塗装膜 S F に対して移動する脚部材 1 4 2 は、典型的には、複数の脚部材 1 4 2 のうち支持装置 1 4 の移動方向（つまり、収容装置 1 3 の移動方向）の前方側に位置する脚部材 1 4 2 である。図 1 5 に示す例では、支持装置 1 4 が + X 側に向かって移動し、支持装置 1 4 の移動方向の前方側に位置する脚部材 1 4 2 は、+ X 側に位置する脚部材 1 4 2 である。以下、支持装置 1 4 の移動方向の前方側に位置する脚部材 1 4 2 を、“前方脚部材 1 4 2”と称する。その結果、前方脚部材 1 4 2 の端部 1 4 4 が塗装膜 S F から離れる。

[0148] その後、図 1 6 に示すように、制御装置 2 は、収容装置 1 3 が、第 1 収容位置から、収容空間 S P 内に加工ショット領域 S A 3 及 S A 4 が位置する第 2 収容位置へと移動するように、駆動系 1 5 を制御する。具体的には、制御装置 2 は、支持装置 1 4 の移動方向に沿って梁部材 1 4 1 が伸長するように、駆動系 1 5 を制御する。その結果、梁部材 1 4 1 は、収容装置 1 3 を支持したまま（更には、収容装置 1 3 が支持する光照射装置 1 1 を支持したまま

）伸長する。更に、支持装置１４の移動と並行して、制御装置２は、光照射装置１１が、第２照射位置から、光照射装置１１が加工ショット領域ＳＡ３に複数の加工光ＥＬを照射することが可能な第３照射位置へと移動するように、駆動系１２を制御する。このように、第１実施形態では、支持装置１４は、加工対象物Ｓによって支持された状態で自走可能である。このため、支持装置１４は、自走装置と称されてもよい。

[0149] 支持装置１４が移動している（つまり、縮小していた梁部材１４１が伸びている）期間中は、制御装置２は、隔壁部材１３２が第１縮小状態のまま維持されるように、隔壁部材１３２を伸縮させる不図示の駆動系を制御する。その結果、隔壁部材１３２の端部１３４と塗装膜ＳＦとの接触によって支持装置１４の移動（つまり、収容装置１３の移動）が妨げられることはない。更には、支持装置１４の移動中に端部１３４と塗装膜ＳＦとの接触によって塗装膜ＳＦが傷つけられることはない。但し、端部１３４と塗装膜ＳＦとの接触によって支持装置１４の移動が妨げられない場合には、支持装置１４が移動している期間の少なくとも一部において、端部１３４の少なくとも一部が塗装膜ＳＦに接触していてもよい。支持装置１４の移動中に端部１３４と塗装膜ＳＦとの接触によって塗装膜ＳＦが傷つけられることがない場合には、支持装置１４が移動している期間の少なくとも一部において、端部１３４の少なくとも一部が塗装膜ＳＦに接触していてもよい。

[0150] 更に、支持装置１４が移動している期間中は、制御装置２は、前方脚部材１４２が第２縮小状態のまま維持されるように、駆動系１５を制御する。その結果、前方脚部材１４２の端部１４４と塗装膜ＳＦとの接触によって支持装置１４の移動（つまり、収容装置１３の移動）が妨げられることはない。更には、支持装置１４の移動中に端部１４４と塗装膜ＳＦとの接触によって塗装膜ＳＦが傷つけられることはない。但し、端部１４４と塗装膜ＳＦとの接触によって支持装置１４の移動が妨げられない場合には、支持装置１４が移動している期間の少なくとも一部において、端部１４４の少なくとも一部が塗装膜ＳＦに接触していてもよい。支持装置１４の移動中に端部

144と塗装膜SFとの接触によって塗装膜SFが傷つけられることがない場合には、支持装置14が移動している期間の少なくとも一部において、端部144の少なくとも一部が塗装膜SFに接触していてもよい。

[0151] 更に、支持装置14が移動している期間中は、制御装置2は、複数の脚部材142のうち前方脚部材142以外の他の脚部材142が第1伸長状態のまま維持されるように、駆動系15を制御する。その結果、前方脚部材142の端部144が塗装膜SFから離れたとしても、前方脚部材142以外の他の脚部材142の端部144が塗装膜SFに接触している。このため、複数の脚部材142の全ての端部144が塗装膜SFに接触している場合と同様に、支持装置14が塗装膜SF上で自立可能（或いは、塗装膜SFから吊り下がるように塗装膜SFに付着可能）であることに変わりはない。

[0152] 更に、支持装置14が移動している期間中は、制御装置2は、光照射装置11が加工光ELを照射しないように、光照射装置11を制御する。

[0153] 収容装置13が第2収容位置に配置された後、図17に示すように、制御装置2は、隔壁部材132が第1縮小状態から第1伸長状態に切り替わるように、隔壁部材132を伸縮させる不図示の駆動系を制御する。その結果、隔壁部材132の端部134が塗装膜SFに接触し且つ付着する。更に、制御装置2は、前方脚部材142が第2縮小状態から第2伸長状態に切り替わるように、駆動系15を制御する。その結果、前方脚部材142の端部144が塗装膜SFに接触し且つ付着する。ここで、隔壁部材132の伸長動作と前方脚部材142の伸長動作とは同時に行われてもよいし、時間差をもって行われてもよい。

[0154] その後、図18に示すように、制御装置2は、複数の脚部材142のうち支持装置14の移動（特に、後述するように、伸長していた梁部材141の縮小）に伴って塗装膜SFに対して移動する少なくとも一部の脚部材142の状態が、第2伸長状態から第2縮小状態に切り替わるように、駆動系15を制御する。伸長していた梁部材141の縮小に伴って塗装膜SFに対して移動する脚部材142は、典型的には、複数の脚部材142のうち支持装置

14の移動方向の後方側に位置する脚部材142である。図18に示す例では、支持装置14の移動方向の後方側に位置する脚部材142は、－X側に位置する脚部材142である。以下、支持装置14の移動方向の後方側に位置する脚部材142を、“後方脚部材142”と称する。その結果、後方脚部材142の端部144が塗装膜SFから離れる。

[0155] その後、図19に示すように、制御装置2は、支持装置14の移動方向に沿って伸長していた梁部材141が縮小するように、駆動系15を制御する。

[0156] 梁部材141の縮小が完了した後、図20に示すように、制御装置2は、後方脚部材142が第2縮小状態から第2伸長状態に切り替わるように、駆動系15を制御する。その結果、後方脚部材142の端部144が塗装膜SFに接触して付着する。

[0157] その後は、制御装置2は、複数の加工光ELが加工ショット領域SA1及びSA2を走査する場合と同様に、複数の加工光ELが加工ショット領域SA3及びSA4を走査するように、光照射装置11を制御する。以下、同様の動作が繰り返されることで、塗装膜SFの表面（特に、塗装膜SFのうちリブレット構造を形成すべき領域）に複数の加工光ELが照射される。その結果、加工対象物S上に、塗装膜SFによるリブレット構造が形成される。

[0158] （1－4）加工システムSYSaの技術的効果

以上説明したように、第1実施形態の加工システムSYSaは、加工光ELを加工対象物S（特に、その表面に形成された塗装膜SF）に照射することで、加工対象物Sの表面に、塗装膜SFによるリブレット構造を形成することができる。このため、加工システムSYSaは、加工対象物Sの表面をエンドミル等の切削工具で削り取ることでリブレット構造を形成する加工装置と比較して、比較的容易に且つ相対的に短時間でリブレット構造を形成することができる。

[0159] 更に、加工システムSYSaは、複数の加工光ELを同時に照射して複数

の凹状構造C P 1を同時に形成することができる。このため、単一の加工光E Lを照射して一度に単一の凹状構造C P 1しか形成することができない加工装置と比較して、リブレット構造の形成に関するスループットが向上する。

[0160] 更に、加工システムS Y S aは、ガルバノミラー1 1 2 2で複数の加工光E Lを偏向して、塗装膜S Fを相対的に高速に走査することができる。このため、リブレット構造の形成に関するスループットが向上する。

[0161] 更に、加工システムS Y S aは、加工対象物Sを直接的に加工することによって、加工対象物Sの表面に形成されている塗装膜S Fを加工することで、加工対象物Sの表面にリブレット構造を形成することができる。このため、リブレット構造を形成するための特別な材料を加工対象物Sの表面（つまり、塗装膜S Fの表面）に新たに付加する（例えば、貼り付ける）ことでリブレット構造を形成する加工システムと比較して、リブレット構造の形成に起因した加工対象物Sの重量の増加が回避可能である。

[0162] 更に、加工システムS Y S aは、加工対象物Sを直接的に加工しないがゆえに、リブレット構造を比較的容易に再形成することができる。具体的には、リブレット構造の再形成の際には、まずは、塗装膜S Fによるリブレット構造が一旦剥離され、その後、新たな塗装膜S Fが塗布される。その後、加工システムS Y S aは、新たに塗布された塗装膜S Fを加工することで、新たなリブレット構造を形成することができる。従って、リブレット構造の劣化（例えば、破損等）に対して、リブレット構造の再形成によって相対的に容易に対処可能となる。

[0163] 更に、加工システムS Y S aは、加工対象物Sを直接的に加工しないがゆえに、直接の加工が困難な又はリブレット構造がもともと形成されていない加工対象物Sの表面にもリブレット構造を形成することができる。つまり、加工対象物Sの表面に塗装膜S Fが塗布された後に加工システムS Y S aが塗装膜S Fを加工すれば、リブレット構造を比較的容易に形成可能である。

[0164] 尚、加工対象物Sに塗装膜S Fを塗布した後に塗装膜S Fを加工する場合

には、加工対象物 S を加工する動作は、加工対象物 S に塗装膜 S F を塗布する（つまり、形成する）動作と、塗装膜 S F を加工する（例えば、塗装膜 S F を部分的に除去する）動作とを含んでいてもよい。加工対象物 S に塗装膜 S F を塗布する動作は、加工システム S Y S a によって行われてもよい。この場合、加工システム S Y S a は、加工対象物 S に塗装膜 S F を塗布するための塗布装置を備えていてもよい。或いは、加工対象物 S に塗装膜 S F を塗布する動作は、加工システム S Y S a の外部で行われてもよい。例えば、加工対象物 S に塗装膜 S F を塗布する動作は、加工システム S Y S a の外部の塗布装置によって行われてもよい。

[0165] 更に、加工システム S Y S a は、塗装膜 S F によるリブレット構造を形成することができる。塗装膜 S F は、通常は、外部環境（例えば、熱、光、及び風等の少なくとも一つ）に対して相対的に高い耐久性を有している。このため、加工システム S Y S a は、相対的に高い耐久性を有するリブレット構造を、比較的容易に形成することができる。

[0166] 更に、第 1 実施形態では、光学系 1 1 2 の終端光学素子と塗装膜 S F との間における加工光 E L の光路が収容空間 S P 内に含まれている。このため、加工光 E L の光路が収容空間 S P に含まれていない（つまり、開放空間に開放されている）加工システムと比較して、塗装膜 S F に照射された加工光 E L（或いは、当該加工光 E L の塗装膜 S F からの散乱光ないしは反射光等）が加工システム S Y S a の周囲へ伝搬する（言い換えれば、散乱してしまう）ことを適切に防止可能である。更には、加工光 E L の照射によって発生した不要物質が加工システム S Y S a の周囲へ伝搬する（言い換えれば、飛散してしまう）ことを適切に防止可能である。

[0167] 更に、第 1 実施形態では、塗装膜 S F 上を移動可能な支持装置 1 4 によって光照射装置 1 1 が支持されている。このため、加工システム S Y S a は、相対的に広範囲に広がる塗装膜 S F を比較的容易に加工することができる。つまり、加工システム S Y S a は、加工対象物 S の表面の相対的に広い範囲に渡って塗装膜 S F によるリブレット構造を形成することができる。更には

、加工システムSYSaは、加工対象物Sを移動させなくてもよいため、相対的に大きな又は重い加工対象物Sの表面にも、相対的に容易にリブレット構造を形成することができる。

[0168] 更に、加工システムSYSaは、排気装置16を用いて、加工光ELの照射によって発生した不要物質を、收容空間SPの外部に吸引可能である。このため、塗装膜SFへの加工光ELの照射が、不要物質によって妨げられることは殆どない。このため、排気装置16を備えていない（つまり、塗装膜SFへの加工光ELの照射が不要物質によって妨げられる可能性がある）加工システムと比較して、加工光ELの照射精度が向上する。その結果、リブレット構造の形成精度が向上する。

[0169] 更に、加工装置1は、気体供給装置17を用いて、光学面1124（つまり、光学系112の終端光学素子の收容空間SP側の光学面）への汚れの付着を防止することができる。このため、気体供給装置17を備えていない加工装置と比較して、塗装膜SFへの加工光ELの照射が、光学面1124に付着してしまった汚れによって妨げられる可能性が小さくなる。このため、加工光ELの照射精度が向上する。その結果、リブレット構造の形成精度が向上する。

[0170] また、第1実施形態では、加工装置1は、第1駆動系121及び第2駆動系122を備える駆動系12を用いて、塗装膜SFに対して光照射装置11を移動させることができる。このため、加工装置1は、塗装膜SFに対して光照射装置11を適切に移動させることができる。具体的には、仮に第1駆動系121のみを用いて（つまり、第2駆動系122を用いることなく）光照射装置11を移動させる場合には、光照射装置11の位置決め精度を相応に高くすることが難しくなる。なぜならば、第1駆動系121による光照射装置11の位置決め精度は、第1駆動系121の複数の関節の移動精度（つまり、揺動精度又は回転精度）を積算した精度となるからである。しかるに、第1実施形態では、第1駆動系121による光照射装置11の位置決め精度を相応に高くすることができない場合であっても、光照射装置11の位置

決め精度は、第1駆動系121よりも位置決め精度が高い第2駆動系122によって高められる。つまり、第2駆動系122を用いて、第1駆動系121及び第2駆動系122を備える駆動系12全体としての光照射装置11の位置決め精度を、第1駆動系121による光照射装置11の位置決め精度よりも高くすることができる。このため、加工装置1は、第2駆動系122を備えていない場合と比較して、塗装膜SFに対して光照射装置11を適切に（例えば、精度よく）移動させることができる。

[0171] また、駆動系12が、第2駆動系122に加えて、第2駆動系122よりも光照射装置11の移動範囲を大きくすることが可能な第1駆動系121を備えているため、第1駆動系121を備えることなく第2駆動系122を備える比較例の駆動装置と比較して、光照射装置11の移動範囲が大きくなるという利点もある。

[0172] つまり、第1実施形態では、加工システムSYSaは、主として第1駆動系121を用いて光照射装置11の移動範囲を相応に大きくしつつ、主として第2駆動系122を用いて光照射装置11の移動精度を相応に高めることができる。つまり、加工システムSYSaは、光照射装置11の移動範囲の広大化及び光照射装置11の移動精度の向上を両立することができる。

[0173] 加えて、第1実施形態では、第1駆動系121による光照射装置11の位置決め精度を相応に高くする必要性が小さくなる。このため、第1駆動系121による光照射装置11の位置決め精度を相応に高くするために、第1駆動系121の剛性（例えば、アーム部材12121の剛性）を高くしなくともよくなる。その結果、第1駆動系121の軽量化が可能となる。更には、第1駆動系121の軽量化に伴い、アーム部材12121を移動させるためのアクチュエータ12123の小型化も可能となる。

[0174] また、第1実施形態では、第1駆動系121の移動に伴う振動が光照射装置11に伝わる可能性を低めることができる、或いは第1駆動系121の移動に伴う振動量よりも光照射装置11の振動量の方を小さくすることができる。その結果、光照射装置11の整定時間の短縮を図ることができ、トータ

ルのスループットの向上を図ることができる。或いは、光照射装置 11 の振動に起因する位置決め精度の劣化を低減できるため、リブレット構造の形成精度の向上を図ることができる。

[0175] そして、第 1 実施形態では、位置計測装置 18 の計測結果に基づいて、アーム駆動系 1212 を制御しているため、光照射装置 11 の位置決め精度を高めることができる。

[0176] (2) 第 2 実施形態の加工システム S Y S b

続いて、図 21 を参照しながら、第 2 実施形態の加工システム S Y S (以降、第 2 実施形態の加工システム S Y S を、“加工システム S Y S b” と称する) について説明する。図 21 は、第 2 実施形態の加工システム S Y S b の全体構造を模式的に示す断面図である。

[0177] 図 21 に示すように、第 2 実施形態の加工システム S Y S b は、第 1 実施形態の加工システム S Y S a と比較して、加工装置 1 に代えて、加工装置 1b を備えているという点で異なる。加工システム S Y S b のその他の特徴は、加工システム S Y S a のその他の特徴と同一であってもよい。加工装置 1b は、加工装置 1 と比較して、位置計測装置 18 に代えて、位置計測装置 18b を備えているという点で異なる。加工装置 1b のその他の特徴は、加工装置 1 のその他の特徴と同一であってもよい。

[0178] 位置計測装置 18b は、位置計測装置 18 と同様に、塗装膜 S F と光照射装置 11 との相対的な位置関係を計測する。位置計測装置 18b は、上述した位置計測装置 18 と比較して、所定の基準位置に対する光照射装置 11 の位置を計測する。具体的には、位置計測装置 18b は、基準位置が規定された基準座標系における光照射装置 11 の位置を計測する。基準位置は、例えば、基準座標系の原点であってもよい。基準座標系として、例えば、位置計測装置 18b が塗装膜 S F と光照射装置 11 との相対的な位置関係を計測するために用いる計測座標系が用いられる。但し、基準座標系として、その他の座標系が用いられてもよい。尚、塗装膜 S F の基準座標系における位置が既知であれば、位置計測装置 18b による基準座標系における基準位置と光

照射装置 1 1 との相対的な位置関係の計測によって、塗装膜 S F と光照射装置 1 1 との相対的な位置関係が求められる。すなわち、位置計測装置 1 8 b は、間接的に塗装膜 S F と光照射装置 1 1 との相対的な位置関係を計測するものといえる。

[0179] 基準位置に対する光照射装置 1 1 の位置を計測するために、位置計測装置 1 8 b は、指標部材 1 8 1 b と、指標計測装置 1 8 2 b とを備えている。

[0180] 指標部材 1 8 1 b は、基準位置に対する光照射装置 1 1 の位置を計測する際の指標となる部材である。指標部材 1 8 1 b は、光照射装置 1 1（特に、光学系 1 1 2）に対して固定された位置に配置される。指標部材 1 8 1 b は、光照射装置 1 1 に対する相対位置が固定された位置に配置される。指標部材 1 8 1 b は、駆動系 1 2 が光照射装置 1 1 を移動させたとしても光照射装置 1 1 と指標部材 1 8 1 b との相対位置が変わらない位置に配置される。例えば、図 2 1 は、指標部材 1 8 1 b が、光照射装置 1 1 が取り付けられる取付部材 1 9 に配置されている例を示している。但し、指標部材 1 8 1 b は、取付部材 1 9 とは異なる部材に取り付けられてもよい。例えば、指標部材 1 8 1 b は、光照射装置 1 1 に取り付けられてもよい。例えば、指標部材 1 8 1 b は、上述した筐体 1 1 4（図 4 参照）に取り付けられてもよい。

[0181] 指標計測装置 1 8 2 b は、指標部材 1 8 1 b の位置を計測する。指標計測装置 1 8 2 b は、指標計測部材 1 8 1 b の位置を計測可能である限りは、どのような計測装置であってもよい。指標計測装置 1 8 2 b は、指標計測部材 1 8 1 b の位置を計測可能である限りは、どのような位置に配置されていてもよい。

[0182] 指標計測装置 1 8 2 b からの出力（つまり、指標計測装置 1 8 2 b の計測結果）は、基準位置に対する光照射装置 1 1 の位置に関する情報を含むことになる。具体的には、指標計測装置 1 8 2 b の計測結果は、基準位置に対する指標部材 1 8 1 b の位置に関する情報を含む。つまり、指標計測装置 1 8 2 b の計測結果は、基準座標系における指標部材 1 8 1 b の位置に関する情報を含む。ここで、光照射装置 1 1 に対して固定された位置に指標部材 1 8

1 b が配置されているがゆえに、基準座標系における指標部材 1 8 1 b の位置に関する情報は、実質的には、基準座標系における光照射装置 1 1 の位置に関する情報を含んでいる。従って、制御装置 2 は、基準位置に対する光照射装置 1 1 の位置を適切に特定することができる。

[0183] 指標部材 1 8 1 b の一例として、マーカがあげられる。マーカは、物理的な形状によって識別可能なマーカ（例えば、刻印、凸部又は凹部）を含んでもよい。マーカは、視覚的特徴（例えば、色等）によって識別可能なマーカ（例えば、を含んでもよい。マーカは、マーカ自身が発する光によって識別可能なマーカ（例えば、LED (Light Emitting Diode) 等）を含んでもよい。この場合、指標計測装置 1 8 2 b は、マーカを撮像可能な撮像装置（例えば、カメラ）を含んでもよい。或いは、指標計測装置 1 8 2 b は、マーカに対して計測光（或いは、任意の計測ビーム）を照射する照射装置と、マーカからの計測光を受光する受光装置とを含んでもよい。

[0184] 指標部材 1 8 1 b の一例として、信号を発信可能な発信装置があげられる。信号の一例として、電波信号及び光信号の少なくとも一方があげられる。この場合、指標計測装置 1 8 2 b は、信号を受信可能な受信装置を含んでもよい。

[0185] 位置計測装置 1 8 b は、単一の指標部材 1 8 1 b を備えていてもよい。この場合、制御装置 2 は、指標計測装置 1 8 2 b の計測結果（つまり、単一の指標部材 1 8 1 b の位置に関する情報）に基づいて、X 軸方向、Y 軸方向及び Z 軸方向のそれぞれにおける光照射装置 1 1 の位置を特定することができる。位置計測装置 1 8 b は、二つの指標部材 1 8 1 b を備えていてもよい。この場合、制御装置 2 は、指標計測装置 1 8 2 b の計測結果（つまり、二つの指標部材 1 8 1 b の位置に関する情報）に基づいて、X 軸方向、Y 軸方向及び Z 軸方向のそれぞれにおける光照射装置 1 1 の位置に加えて、 θ Z 方向に相当する回転方向における光照射装置 1 1 の位置（つまり、Z 軸周りにおける光照射装置 1 1 の回転量）を特定することができる。位置計測装置 1 8

bは、三つ以上の指標部材181bを備えていてもよい。この場合、制御装置2は、指標計測装置182bの計測結果（つまり、三つ以上の指標部材181bの位置に関する情報）に基づいて、X軸方向、Y軸方向及びZ軸方向のそれぞれにおける光照射装置11の位置に加えて、 θ X方向、 θ Y方向及び θ Z方向のそれぞれの回転方向における光照射装置11の位置（つまり、X軸周り、Y軸周り及びZ軸周りのそれぞれにおける光照射装置11の回転量）を特定することができる。

[0186] 尚、指標部材181bに代えて或いは加えて、（指標）計測装置182bからの計測光を反射する反射部材を設けてもよい。この場合、反射部材はコーナーキューブレフレクタやキャッツアイレフレクタであってもよい。

[0187] また、位置計測装置18bによって、塗装膜SF上（加工対象物S上）で特徴点となる部分の基準座標系における位置を計測してもよい。ここで、加工対象物S（塗装膜SF）の3Dデータを用いれば、当該3Dデータの座標系における特徴点の座標が既知となる。基準座標系における特徴点の座標と3Dデータの座標系における特徴点の座標とを整合させれば、位置計測装置18bによって、加工対象物S（塗装膜SF）の任意の位置と、指標部材181bとの位置関係を求めることができる。尚、ある加工対象物Sの特徴点は、加工対象物Sの表面（塗装膜SF）上の位置を示す点の集合である点群データによって示される物体の3次元形状のうちの特徴的な位置の点を含んでいてもよい。特徴点の一例として、加工対象物Sにおける頂点、角、境界、最も+Z側に位置する点、最も-Z側に位置する点、最も+X側に位置する点、最も-X側に位置する点、最も+Y側に位置する点、及び、最も-Y側に位置する点の少なくとも一つを挙げてもよい。

[0188] 尚、複数の位置計測装置18bが設けられていてもよい。この場合、各々の位置計測装置18bの計測軸は互いに交差していてもよい。

[0189] また、位置計測装置18bは、非接触方式（一例として光検出方式、音波検出方式及び電波検出方式等の少なくとも一つ）で光照射装置11の位置を計測するものであってもよい。

[0190] このような第2実施形態の加工システムSY S bは、上述した第1実施形態の加工システムSY S aが享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0191] (3) 第3実施形態の加工システムSY S c

続いて、図22を参照しながら、第3実施形態の加工システムSY S (以降、第3実施形態の加工システムSY Sを、“加工システムSY S c”と称する)について説明する。図22は、第3実施形態の加工システムSY S cの全体構造を模式的に示す断面図である。

[0192] 図22に示すように、第3実施形態の加工システムSY S cは、第1実施形態の加工システムSY S aと比較して、加工装置1に代えて、加工装置1cを備えているという点で異なる。加工システムSY S cのその他の特徴は、加工システムSY S aのその他の特徴と同一であってもよい。加工装置1cは、加工装置1と比較して、位置計測装置18に加えて、第2実施形態で説明した位置計測装置18bを更に備えているという点で異なる。加工装置1cのその他の特徴は、加工装置1のその他の特徴と同一であってもよい。

[0193] 制御装置2は、位置計測装置18及び18bの少なくとも一方の計測結果に基づいて、駆動系12（つまり、第1駆動系121及び第2駆動系122）を制御してもよい。その結果、第3実施形態の加工システムSY S bは、上述した第1実施形態の加工システムSY S a及び第2実施形態の加工システムSY S bのそれぞれが享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0194] 但し、加工システムSY S cが位置計測装置18及び18b（つまり、複数の位置計測装置）を備えている場合には、加工動作が行われる過程で、位置計測装置18の計測基準位置と位置計測装置18bの計測基準位置との相対位置が変化する可能性がある。具体的には、位置計測装置18の計測基準位置と位置計測装置18bの計測基準位置との相対位置が、本来の理想的な相対位置からずれてしまう可能性がある。その結果、ある構造物を形成するように位置計測装置18の計測結果に基づいて駆動系12が制御された場合

に塗装膜 S F に形成される構造と、同じ構造物を形成するように位置計測装置 1 8 b の計測結果に基づいて駆動系 1 2 が制御された場合に塗装膜 S F に形成される構造とが一致しなくなる可能性がある。そこで、第 3 実施形態では、制御装置 2 は、位置計測装置 1 8 及び 1 8 b の少なくとも一方の計測結果に加えて、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置に関する情報に基づいて、駆動系 1 2 を制御してもよい。

[0195] 具体的には、制御装置 2 は、まず、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置に関する情報を取得する。位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置に関する情報を取得するために、制御装置 2 は、例えば、テスト加工を行う（具体的には、テスト用の構造（以下、“テスト構造”と称する）S T を形成する）ように加工装置 1 c を制御してもよい。具体的には、制御装置 2 は、位置計測装置 1 8 の計測結果に基づいて駆動系 1 2 を制御することでテスト構造 S T を形成し、位置計測装置 1 8 b の計測結果に基づいて駆動系 1 2 を制御することで同じテスト構造 S T を形成するように、加工装置 1 c を制御してもよい。この際、制御装置 2 は、実際の塗装膜 S F にテスト構造 S T を形成するように、加工装置 1 c を制御してもよい。或いは、制御装置 2 は、不図示の塗装装置によって塗装膜 S F 上にテスト加工用の被膜が塗布された後に、塗布されたテスト加工用の被膜にテスト構造 S T を形成するように、加工装置 1 c を制御してもよい。或いは、制御装置 2 は、テスト構造 S T を形成するためのテスト用の物体（つまり、加工対象物 S F とは異なる物体）にテスト構造 S T を形成するように、加工装置 1 c を制御してもよい。

[0196] その結果、図 2 3（a）及び図 2 3（b）に示すように、塗装膜 S F（或いは、テスト用の被膜又はテスト用の物体）には、位置計測装置 1 8 の計測結果に基づいて駆動系 1 2 が制御された場合に形成されるテスト構造 S T（以降、“テスト構造 S T 1”と称する）と、位置計測装置 1 8 b の計測結果

に基づいて駆動系 1 2 が制御された場合に形成されるテスト構造 S T (以降、“テスト構造 S T 2”と称する)とが形成される。尚、図 2 3 (a) は、位置計測装置 1 8 の計測結果に基づいて駆動系 1 2 が制御された場合に形成されるテスト構造 S T 1 を示す平面図である。図 2 3 (b) は、位置計測装置 1 8 b の計測結果に基づいて駆動系 1 2 が制御された場合に形成されるテスト構造 S T 2 を示す平面図である。尚、図 2 3 (a) 及び図 2 3 (b) に示したテスト構造 S T 1、S T 2 は、一次元方向に伸びたライン・アンド・スペース構造であるが、テスト構造はこれには限定されない。例えば、二次元方向に広がった構造（一例として一以上の十字形状やボックス形状）であってもよい。

[0197] その後、制御装置 2 は、位置計測装置 1 8 及び 1 8 b の少なくとも一方（例えば、撮像装置）又は不図示の撮像装置等を用いて、形成された二つのテスト構造 S T 1 及び S T 2 を計測する。その後、制御装置 2 は、位置計測装置 1 8 及び 1 8 b の少なくとも一方の計測結果に基づいて、テスト構造 S T 1 及び S T 2 の形成位置に関する情報を取得する。ここで、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置が変化していなければ（つまり、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置が、本来の理想的な相対位置からずれていなければ）、テスト構造 S T 1 を形成した領域内でのテスト構造 S T 1 の相対的な形成位置と、テスト構造 S T 2 を形成した領域内でのテスト構造 S T 2 の相対的な形成位置とが一致するはずである。一方で、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置が変化していれば（つまり、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置が、本来の理想的な相対位置からずれていれば）、テスト構造 S T 1 を形成した領域内でのテスト構造 S T 1 の相対的な形成位置と、テスト構造 S T 2 を形成した領域内でのテスト構造 S T 2 の相対的な形成位置とが一致しない可能性が高い。尚、図 2 3 (a) 及び図 2 3 (b) は、テスト構造 S T 1 の相対的な形成位置と、テスト構造 S T 2 を形

成した領域内でのテスト構造 S T 2 の相対的な形成位置とが一致しない例を示している。このため、テスト構造 S T 1 及び S T 2 の形成位置に関する情報は、実質的には、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置に関する情報を含んでいる。

[0198] その結果、制御装置 2 は、テスト構造 S T 1 及び S T 2 の形成位置に関する情報に基づいて、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置の変化に起因した影響が低減されるように、駆動系 1 2 を制御することができる。例えば、制御装置 2 は、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置の変化に起因した影響が低減されるように位置計測装置 1 8 及び 1 8 b の少なくとも一方の計測結果を補正し、補正した計測結果に基づいて駆動系 1 2 を制御してもよい。例えば、制御装置 2 は、位置計測装置 1 8 及び 1 8 b の少なくとも一方の計測結果に基づいて駆動系 1 2 を制御する際に、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置の変化に起因した影響が低減されるように、駆動系 1 2 による光照射装置 1 1 の移動態様（例えば、移動方向及び移動量の少なくとも一つ）を制御してもよい。例えば、制御装置 2 は、位置計測装置 1 8 及び 1 8 b の少なくとも一方の計測結果に基づいて、塗装膜 S F（加工対象物 S）上での一以上の加工光 E L の照射位置を制御して、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置の変化に起因した影響を低減させてもよい。このとき、加工光 E L の照射位置は、塗装膜 S F（加工対象物 S）の表面内の位置及び当該表面と交差する方向における位置のうち少なくとも一方であってもよい。この場合、光照射装置 1 1 が用いる加工データ（加工光 E L の照射位置の移動経路や加工光 E L の強度等が含まれるデータ）を、位置計測装置 1 8 及び 1 8 b の少なくとも一方の計測結果を用いて補正してもよい。

[0199] 或いは、テスト構造 S T が加工光 E L の照射による塗装膜 S F（或いは、テスト用の被膜又はテスト用の物体）の特性の変化に起因して形成されるこ

とを考慮すれば、制御装置 2 は、テスト構造 S T を実際に形成することに代えて、テスト構造 S T を形成するための加工光 E L を、加工光 E L の照射によって特性が変更される感應性部材 P E に照射するように、加工装置 1 c を制御してもよい。具体的には、制御装置 2 は、位置計測装置 1 8 の計測結果に基づいて、テスト構造 S T を形成する場合と同様に駆動系 1 2 を制御しながら加工光 E L を感應性部材 P E に照射し、位置計測装置 1 8 b の計測結果に基づいて、同じテスト構造 S T を形成する場合と同様に駆動系 1 2 を制御しながら加工光 E L を感應性部材 P E に照射するように、加工装置 1 c を制御してもよい。或いは、制御装置 2 は、不図示の貼付装置によって塗装膜 S F 上に感應性部材 P E（例えば、シート状の感應性部材 P E）が貼り付けられた後に、貼り付けられた感應性部材 P E に加工光 E L を照射するように、加工装置 1 c を制御してもよい。尚、感應性部材 P E は、塗装膜 S F との位置関係が加工光 E L の照射時とテスト構造 S T の計測時との間で変動しなければ、塗装膜 S F に貼り付けられる必要はない。例えば、感應性部材 P E は、塗装膜 S F 上に載置されていてもよい。

[0200] その結果、図 2 4（a）及び図 2 4（b）に示すように、感應性部材 P E には、加工光 E L が照射されたことで特性が変化した特性変化パターン P V が形成される。尚、図 2 4（a）は、位置計測装置 1 8 の計測結果に基づいて、テスト構造 S T を形成する場合と同様に駆動系 1 2 を制御しながら加工光 E L を照射した場合に形成される特性変化パターン P V（以降、“特性変化パターン P V 1”と称する）を示す平面図である。図 2 4（b）は、位置計測装置 1 8 b の計測結果に基づいて、テスト構造 S T を形成する場合と同様に駆動系 1 2 を制御しながら加工光 E L を照射した場合に形成される特性変化パターン P V（以降、“特性変化パターン P V 2”と称する）を示す平面図である。

[0201] その後、制御装置 2 は、位置計測装置 1 8 及び 1 8 b の少なくとも一方（例えば、撮像装置）又は不図示の撮像装置等を用いて、形成された二つの特性変化パターン P V 1 及び P V 2 を計測する。その後、制御装置 2 は、位置

計測装置 1 8 及び 1 8 b の少なくとも一方の計測結果に基づいて、特性変化パターン P V 1 及び P V 2 の形成位置に関する情報を取得する。ここで、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置が変化していなければ、特性変化パターン P V 1 を形成した領域内での特性変化パターン P V 1 の相対的な形成位置と、特性変化パターン P V 2 を形成した領域内での特性変化パターン P V 2 の相対的な形成位置とが一致するはずである。一方で、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置が変化していれば、特性変化パターン P V 1 を形成した領域内での特性変化パターン P V 1 の相対的な形成位置と、特性変化パターン P V 2 を形成した領域内での特性変化パターン P V 2 の相対的な形成位置とが一致しない可能性が高い。尚、図 2 4 (a) 及び図 2 4 (b) は、特性変化パターン P V 1 の相対的な形成位置と、特性変化パターン P V 2 を形成した領域内でのテスト構造 S T 2 の相対的な形成位置とが一致する例を示している。このため、特性変化パターン P V 1 及び P V 2 の形成位置に関する情報は、実質的には、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置に関する情報を含んでいる。

[0202] その結果、制御装置 2 は、特性変化パターン P V 1 及び P V 2 の形成位置に関する情報に基づいて、位置計測装置 1 8 の計測基準位置と位置計測装置 1 8 b の計測基準位置との相対位置の変化に起因した影響が低減されるように、駆動系 1 2 を制御することができる。

[0203] 尚、特性変化パターン P V 1 及び P V 2 の線幅を計測すれば、塗装膜 S F (加工対象物 S) の表面と交差する方向における加工光 E L の照射位置に関する情報を得ることができる。

[0204] また、複数の位置計測装置 1 8 及び複数の位置計測装置 1 8 b が設けられていてもよい。この場合、各々の位置計測装置 1 8 の計測軸は、互いに交差する（或いはねじれの）関係であってもよく、互いに平行（又は同軸）であってもよい。そして、各々の位置計測装置 1 8 b の計測軸は互いに交差する関係であってもよい。

[0205] (4) 第4実施形態の加工システムS Y S d

続いて、図25を参照しながら、第4実施形態の加工システムS Y S（以降、第4実施形態の加工システムS Y Sを、“加工システムS Y S d”と称する）について説明する。図25は、第4実施形態の加工システムS Y S dの構造を模式的に示す斜視図である。

[0206] 図25に示すように、第4実施形態の加工システムS Y S dは、第1実施形態の加工システムS Y S aと比較して、加工装置1に代えて、加工装置1 dを備えているという点で異なる。加工システムS Y S dのその他の特徴は、加工システムS Y S aのその他の特徴と同一であってもよい。加工装置1 dは、加工装置1と比較して、支持装置14に代えて、支持装置14 dを備えているという点で異なる。加工装置1 dのその他の特徴は、加工装置1のその他の特徴と同一であってもよい。尚、図25では、図面の見やすさを重視するために、加工システムS Y S dが備える構成要件の一部（例えば、収容装置13、駆動系15、排気装置16、気体供給装置17及び制御装置2）の記載を省略している。

[0207] 支持装置14 dは、支持装置14と同様に、収容装置13を支持する。つまり、支持装置14 dは、支持装置14と同様に、収容装置13を介して駆動系12及び光照射装置11を支持する。支持装置14 dは、加工対象物S Fに支持されることなく自走可能であるという点で、加工対象物S Fに支持された状態で自走可能な支持装置14とは異なる。支持装置14 dは、加工対象物S Fに接触することなく（つまり、干渉することなく）自走可能であるという点で、加工対象物S Fに接触した状態で自走可能な支持装置14とは異なる。支持装置14 dのその他の特徴は、支持装置14のその他の特徴と同一であってもよい。

[0208] 加工対象物Sに干渉することなく自走するために、支持装置14 dは、支持装置14が備える梁部材141及び脚部材142に代えて、ガントリー部材141 dと、移動ブロック142 dとを備えている。

[0209] ガントリー部材141 dは、直線形状を有する複数の脚部材1411 dの

上部に、直線形状を有する梁部材 1 4 1 2 d が配置された門型の部材である。図 2 5 に示す例では、複数の脚部材 1 4 1 1 d は、Z 軸方向に延びる直線形状の部材であり、梁部材 1 4 1 2 d は、X 軸方向に延びる直線形状の部材である。ガントリー部材 1 4 1 d は、加工対象物 S に接触することなく、加工対象物 S F を少なくとも部分的に取り囲むことが可能な程度に大きなサイズを有している。具体的には、ガントリー部材 1 4 1 d は、複数の脚部材 1 4 1 1 d が加工対象物 S をその間に挟み込むことが可能な程度に大きなサイズを有してもよい。ガントリー部材 1 4 1 d は、梁部材 1 4 1 2 d が加工対象物 S の上方に位置することが可能な程度に大きなサイズを有してもよい。例えば、図 2 5 に示す例では、ガントリー部材 1 4 1 d は、加工対象物 S の一具体例である航空機の機体を跨ぐことが可能な程度に大きなサイズを有している。

[0210] ガントリー部材 1 4 1 d は、加工対象物 S が配置された支持面（或いは、その他の面）に形成された不図示のレールに沿って自走可能である。図 2 5 に示す例では、ガントリー部材 1 4 1 d は、例えば、Y 軸方向に延伸する不図示のレールに沿って自走可能である。つまり、図 2 5 に示す例では、ガントリー部材 1 4 1 d は、Y 軸方向に沿って自走可能である。

[0211] 移動ブロック 1 4 2 d は、ガントリー部材 1 4 1 d の梁部材 1 4 1 2 d に取り付けられている。移動ブロック 1 4 2 d は、梁部材 1 4 1 2 d に沿って移動可能となるように梁部材 1 4 1 2 d に取り付けられている。例えば、移動ブロック 1 4 2 d は、梁部材 1 4 1 2 d に形成された不図示のレールに沿って移動可能となるように、当該レールに取り付けられていてもよい。図 2 5 に示す例では、梁部材 1 4 1 2 d が X 軸方向に延びる部材であるがゆえに、移動ブロック 1 4 2 d は、X 軸方向に沿って移動可能である。移動ブロック 1 4 2 d は更に、ガントリー部材 1 4 1 d が自走する方向及び梁部材 1 4 1 2 d が延びる方向に交差する方向に沿って移動可能である。図 2 5 に示す例では、移動ブロック 1 4 2 d は、ガントリー部材 1 4 1 d が自走する Y 軸方向及び梁部材 1 4 1 2 d が延びる X 軸方向に交差する Z 軸方向に沿って移

動可能である。

[0212] 移動ブロック 1 4 2 d には、不図示の収容装置 1 3 を介して駆動系 1 2 及び光照射装置 1 1 が取り付けられている。つまり、移動ブロック 1 4 2 d は、不図示の収容装置 1 3 を介して駆動系 1 2 及び光照射装置 1 1 を支持する。このため、ガントリー部材 1 4 1 d 及び移動ブロック 1 4 2 d の移動により、光照射装置 1 1 もまた移動する。具体的には、ガントリー部材 1 4 1 d の Y 軸方向に沿った移動により、光照射装置 1 1 は、Y 軸方向に沿って移動する。移動ブロック 1 4 2 d の X 軸方向及び Z 軸方向のそれぞれに沿った移動により、光照射装置 1 1 は、X 軸方向及び Z 軸方向に沿って移動する。

[0213] 尚、ガントリー部材 1 4 1 d は、加工対象物 S への加工時における光照射装置 1 1 の位置ずれを低減するために、ガントリー部材 1 4 1 d を支持面に対して固定する固定部材を備えていてもよい。

[0214] このような第 4 実施形態の加工システム S Y S d は、上述した第 1 実施形態の加工システム S Y S a が享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0215] 尚、ガントリー部材 1 4 1 d は、異なる複数の方向のそれぞれに沿って自走可能であってもよい。移動ブロック 1 4 2 d は、梁部材 1 4 1 2 d に加えて又は代えて、少なくとも一つの脚部材 1 4 1 1 d に取り付けられていてもよい。移動ブロック 1 4 2 d は、少なくとも一つの脚部材 1 4 1 1 d に沿って移動可能となるように、少なくとも一つの脚部材 1 4 1 1 d に取り付けられていてもよい。移動ブロック 1 4 2 d は、梁部材 1 4 1 2 d に沿って移動することに加えて又は代えて、少なくとも一つの脚部材 1 4 1 1 d に沿って移動してもよい。移動ブロック 1 4 2 d は、単一方向に沿って移動可能であってもよい。移動ブロック 1 4 2 d は、移動可能でなくてもよい。

[0216] 第 4 実施形態の加工システム S Y S d は、上述した第 2 実施形態の加工システム S Y S b から第 3 実施形態の加工システム S Y S d の少なくとも一つに特有の構成要件を更に備えていてもよい。第 2 実施形態の加工システム S Y S b に特有の構成要件は、位置計測装置 1 8 b に関する構成要件を含む。

第3実施形態の加工システムSYScに特有の構成要件は、位置計測装置18及び18bに関する構成要件を含む。

[0217] (5) 第5実施形態の加工システムSYSe

続いて、図26から図29を参照しながら、第5実施形態の加工システムSYSe（以降、第5実施形態の加工システムSYSeを、“加工システムSYSe”と称する）について説明する。図26は、第5実施形態の加工システムSYSeの構造を模式的に示す斜視図である。図27は、第5実施形態の加工システムSYSeの構造を模式的に示す正面図である。図28は、第5実施形態の加工システムSYSeの構造を模式的に示す側面図である。図29は、第5実施形態の加工システムSYSeの構造の一部を拡大して示す正面図である。

[0218] 図26から図29に示すように、第5実施形態の加工システムSYSeは、第4実施形態の加工システムSYScと比較して、加工装置1に代えて、加工装置1eを備えているという点で異なる。加工システムSYSeのその他の特徴は、加工システムSYScのその他の特徴と同一であってもよい。加工装置1eは、加工装置1dと比較して、支持装置14dに代えて、支持装置14eを備えているという点で異なる。加工装置1eのその他の特徴は、加工装置1dのその他の特徴と同一であってもよい。尚、図26から図29では、図面の見やすさを重視するために、加工システムSYSeが備える構成要件の一部（例えば、収容装置13、駆動系15、排気装置16、気体供給装置17及び制御装置2）の記載を省略している。

[0219] 支持装置14eは、支持装置14dと同様に、収容装置13を支持する。つまり、支持装置14eは、支持装置14dと同様に、収容装置13を介して駆動系12及び光照射装置11を支持する。支持装置14eは、支持装置14dと同様に、加工対象物SFに支持されることなく自走可能である。支持装置14eは、支持装置14dと比較して、ガントリー部材141d及び移動ブロック142dに代えてアーチ部材141e及び移動ブロック142eを備えているという点で異なる。支持装置14eのその他の特徴は、支持

装置 1 4 d のその他の特徴と同一であってもよい。

[0220] アーチ部材 1 4 1 e は、直線形状を有する複数の脚部材 1 4 1 1 e の上部に、曲線形状を有する（例えば、アーチ形状を有する）梁部材 1 4 1 2 e が配置されたアーチ型の部材である。図 2 6 から図 2 9 に示す例では、複数の脚部材 1 4 1 1 e は、Z 軸方向に延びる直線形状の部材であり、梁部材 1 4 1 2 e は、X 軸方向に沿って延び且つ X 軸方向の位置に応じて Z 軸方向の位置（つまり、高さ）が変わる曲線形状の部材である。アーチ部材 1 4 1 e は、加工対象物 S に接触することなく、加工対象物 S F を少なくとも部分的に取り囲むことが可能な程度に大きなサイズを有している。具体的には、アーチ部材 1 4 1 e は、複数の脚部材 1 4 1 1 e が加工対象物 S をその間に挟み込むことが可能な程度に大きなサイズを有してもよい。アーチ部材 1 4 1 e は、梁部材 1 4 1 2 e が加工対象物 S の上方に位置することが可能な程度に大きなサイズを有してもよい。例えば、図 2 6 から図 2 9 に示す例では、アーチ部材 1 4 1 e は、加工対象物 S の一具体例である航空機の機体を跨ぐことが可能な程度に大きなサイズを有している。

[0221] アーチ部材 1 4 1 e は、第 4 実施形態のガントリー部材 1 4 1 d と同様に、加工対象物 S が配置された支持面（或いは、その他の面）に形成された不図示のレールに沿って自走可能である。図 2 6 に示す例では、アーチ部材 1 4 1 e は、例えば、Y 軸方向に延伸する不図示のレールに沿って自走可能である。つまり、図 2 6 に示す例では、アーチ部材 1 4 1 e は、Y 軸方向に沿って自走可能である。但し、アーチ部材 1 4 1 e は、異なる複数の方向のそれぞれに沿って自走可能であってもよい。

[0222] 移動ブロック 1 4 2 e は、アーチ部材 1 4 1 e に取り付けられている。例えば、移動ブロック 1 4 2 e は、アーチ部材 1 4 1 e の梁部材 1 4 1 2 e に取り付けられていてもよい。例えば、移動ブロック 1 4 2 e は、アーチ部材 1 4 1 e の少なくとも一つの脚部材 1 4 1 1 e に取り付けられていてもよい。移動ブロック 1 4 2 e は、アーチ部材 1 4 1 e に沿って移動可能となるようにアーチ部材 1 4 1 e に取り付けられている。例えば、移動ブロック 1 4

2 e は、アーチ部材 1 4 1 e に形成されたレール 1 4 3 e（図 2 9 参照）に沿って移動可能となるように、当該レール 1 4 3 e に取り付けられていてもよい。レール 1 4 3 e は、アーチ部材 1 4 1 e の梁部材 1 4 1 2 e に形成される。レール 1 4 3 e は、アーチ部材 1 4 1 e の少なくとも一つの脚部材 1 4 1 1 e に形成されていてもよい。図 2 6 から図 2 9 に示す例では、梁部材 1 4 1 2 d が X 軸方向に沿って延び且つ X 軸方向の位置に応じて Z 軸方向の位置（つまり、高さ）が変わる曲線形状の部材であるがゆえに、移動ブロック 1 4 2 e は、X 軸方向及び Z 軸方向に沿って移動可能である。

[0223] 移動ブロック 1 4 2 e には、不図示の収容装置 1 3 を介して駆動系 1 2 及び光照射装置 1 1 が取り付けられている。つまり、移動ブロック 1 4 2 e は、不図示の収容装置 1 3 を介して駆動系 1 2 及び光照射装置 1 1 を支持する。このため、アーチ部材 1 4 1 e 及び移動ブロック 1 4 e の移動により、光照射装置 1 1 もまた移動する。具体的には、アーチ部材 1 4 1 e の Y 軸方向に沿った移動により、光照射装置 1 1 は、Y 軸方向に沿って移動する。移動ブロック 1 4 2 e の X 軸方向及び Z 軸方向のそれぞれに沿った移動により、光照射装置 1 1 は、X 軸方向及び Z 軸方向に沿って移動する。尚、図 2 6 から図 2 9 に示す例では、駆動系 1 2 が第 1 駆動系 1 2 1 を備えていないが、駆動系 1 2 が第 1 駆動系 1 2 1 を備えていてもよい。

[0224] このような第 5 実施形態の加工システム S Y S e は、上述した第 4 実施形態の加工システム S Y S d が享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0225] 第 5 実施形態の加工システム S Y S e は、第 4 実施形態の加工システム S Y S d と同様に、上述した第 2 実施形態の加工システム S Y S b から第 3 実施形態の加工システム S Y S c の少なくとも一つに特有の構成要件を更に備えていてもよい。

[0226] （6）第 6 実施形態の加工システム S Y S f

続いて、第 6 実施形態の加工システム S Y S（以降、第 6 実施形態の加工システム S Y S を、“加工システム S Y S f” と称する）について説明する

。第6実施形態の加工システムSY S fは、第1実施形態の加工システムSY S aと比較して、加工装置1に代えて、加工装置1 fを備えているという点で異なる。加工システムSY S fのその他の特徴は、加工システムSY S aのその他の特徴と同一であってもよい。加工装置1 fは、加工装置1と比較して、駆動系1 2に代えて、駆動系1 2 fを備えているという点で異なる。加工装置1 fのその他の特徴は、加工装置1のその他の特徴と同一であってもよい。このため、以下では、図30及び図31を参照しながら、第6実施形態の駆動系1 2 fについて説明する。図30及び図31のそれぞれは、第6実施形態の駆動系1 2 fの構造を示す断面図である。

[0227] 図30及び図31に示すように、駆動系1 2 fは、駆動系1 2と比較して、複数の第2駆動系1 2 2を備えているという点で異なる。図30は、駆動系1 2 fが二つの第2駆動系1 2 2を備えている例を示しているが、駆動系1 2 fは、三つ以上の第2駆動系1 2 2を備えていてもよい。駆動系1 2 fのその他の特徴は、駆動系1 2のその他の特徴と同一であってもよい。尚、図30は、第2駆動系1 2 2が、取付部材1 2 1 3を介して第1駆動系1 2 1の先端アーム部材1 2 1 2 4に取り付けられている例を示している。しかしながら、上述したように、第2駆動系1 2 2は、先端アーム部材1 2 1 2 4に直接取り付けられていてもよい。

[0228] 複数の第2駆動系1 2 2は、複数の第2駆動系1 2 2のうちの一の第2駆動系1 2 2のエアスプリング1 2 2 3が付与する弾性力の方向が、複数の第2駆動系1 2 2のうち他の第2駆動系1 2 2のエアスプリング1 2 2 3が付与する弾性力の方向と異なるように配置されてもよい。例えば、図30及び図31に示す例では、第2駆動系1 2 2 # 1のエアスプリング1 2 2 3 # 1は、X軸方向に沿って弾性力を付与するように配置され、第2駆動系1 2 2 # 2のエアスプリング1 2 2 3 # 2は、Z軸方向に沿って弾性力を付与するように配置されている。この場合、複数の第2駆動系1 2 2のうち少なくとも一つのエアスプリング1 2 2 3は、重力方向成分を含む方向に沿って弾性力を付与するように配置されてもよい。図30及び図31に示す例では

、第2駆動系122#2のエアスプリング1223#2が、重力方向成分を含む方向であるZ軸方向に沿って弾性力を付与するように配置されている。

[0229] 但し、図32及び図33に示すように、駆動系12による光照射装置11の移動態様によっては、X軸、Y軸及びZ軸から構成される座標系内において光照射装置11の姿勢が変わる（つまり、X軸周りの回転量、Y軸周りの回転量及びZ軸周りの回転量の少なくとも一つ）が変わる可能性がある。尚、図32は、加工対象物Sである航空機の斜め下方から斜め上方に向けて加工光ELを照射するように姿勢が変わった光照射装置11を示す正面図であり、図33は、図32に示す光照射装置11と第1駆動系121とを接続する複数の第2駆動系122を示す断面図である。その結果、図32及び図33に示すように、X軸、Y軸及びZ軸から構成される座標系内において、エアスプリング1223が付与する弾性力の方向が変わる可能性がある。第6実施形態では、複数の第2駆動系122は、光照射装置11の姿勢が変わる場合においても、一の第2駆動系122のエアスプリング1223が付与する弾性力の方向が、他の第2駆動系122のエアスプリング1223が付与する弾性力の方向と異なるように配置されてもよい。例えば、複数の第2駆動系122は、一の第2駆動系122が光照射装置11と第1駆動系121とを接続する方向と他の第2駆動系122が光照射装置11と第1駆動系121とを接続する方向とが異なるように配置されてもよい。更に、各第2駆動系122のエアスプリング1223は、各第2駆動系122が光照射装置11と第1駆動系121とを接続する方向に沿って弾性力を付与してもよい。この場合、光照射装置11の姿勢が変わる場合においても、一の第2駆動系122のエアスプリング1223が付与する弾性力の方向が、他の第2駆動系122のエアスプリング1223が付与する弾性力の方向と異なるものとなる。例えば、図32及び図33に示す例では、第2駆動系122#1のエアスプリング1223#1は、第2駆動系122#1が光照射装置11（特に、筐体114）と第1駆動系121（特に、取付部材1213）とを接続する方向（例えば、図33の左下から右上に向かう方向A1）に沿って弾

性力を付与し、第2駆動系122#2のエアスプリング1223#2は、第2駆動系122#2が光照射装置11と第1駆動系121とを接続する方向（例えば、図33の左上から右下に向かう方向A2）に沿って弾性力を付与している。

[0230] 複数の第2駆動系122は、複数の第2駆動系122のうちの一の第2駆動系122のダンパ部材1224が付与する弾性力の方向が、複数の第2駆動系122のうちの他の第2駆動系122のダンパ部材1224が付与する弾性力の方向と異なるように配置されてもよい。例えば、図30及び図31に示す例では、第2駆動系122#1のダンパ部材1224#1は、X軸方向に沿って弾性力を付与するように配置され、第2駆動系122#2のダンパ部材1224#2は、Z軸方向に沿って弾性力を付与するように配置されている。この場合、複数の第2駆動系122のうちの少なくとも一つのダンパ部材1224は、重力方向成分を含む方向に沿って弾性力を付与するように配置されてもよい。図30及び図31に示す例では、第2駆動系122#2のダンパ部材1224#2が、重力方向成分を含む方向であるZ軸方向に沿って弾性力を付与するように配置されている。

[0231] 但し、図32及び図33に示すように、エアスプリング1223が付与する弾性力の方向が変わる場合と同様の理由から、X軸、Y軸及びZ軸から構成される座標系内において、ダンパ部材1224が付与する弾性力の方向が変わる可能性がある。第6実施形態では、複数の第2駆動系122は、光照射装置11の姿勢が変わる場合においても、一の第2駆動系122のダンパ部材1224が付与する弾性力の方向が、他の第2駆動系122のダンパ部材1224が付与する弾性力の方向と異なるように配置されてもよい。例えば、一の第2駆動系122が光照射装置11と第1駆動系121とを接続する方向と他の第2駆動系122が光照射装置11と第1駆動系121とを接続する方向とが異なってもよい。更に、各第2駆動系122のダンパ部材1224は、各第2駆動系122が光照射装置11と第1駆動系121とを接続する方向に沿って弾性力を付与してもよい。この場合、光照射装置1

1の姿勢が変わる場合においても、一の第2駆動系122のダンパ部材1224が付与する弾性力の方向が、他の第2駆動系122のダンパ部材1224が付与する弾性力の方向と異なるものとなる。例えば、図32及び図33に示す例では、第2駆動系122#1のダンパ部材1224#1は、第2駆動系122#1が光照射装置11と第1駆動系121とを接続する方向（例えば、図33の左下から右上に向かう方向A1）に沿って弾性力を付与し、第2駆動系122#2のダンパ部材1224#2は、第2駆動系122#2が光照射装置11と第1駆動系121とを接続する方向（例えば、図33の左上から右下に向かう方向A2）に沿って弾性力を付与している。

[0232] 複数の第2駆動系122は、複数の第2駆動系122のうちの一の第2駆動系122の駆動部材1225が付与する駆動力の方向が、複数の第2駆動系122のうち他の第2駆動系122の駆動部材1225が付与する駆動力の方向と異なるように配置されてもよい。例えば、図30及び図31に示す例では、第2駆動系122#1の駆動部材1225#1は、X軸に交差する方向（例えば、Y軸方向及びZ軸方向の少なくとも一つ）に沿って駆動力を付与するように配置され、第2駆動系122#2の駆動部材1225#2は、Z軸に交差する方向（例えば、X軸方向及びY軸方向の少なくとも一つ）に沿って駆動力を付与するように配置されている。この場合、複数の第2駆動系122のうち少なくとも一つの駆動部材1225は、重力方向に交差する方向成分を含む方向に沿って駆動力を付与するように配置されてもよい。図30及び図31に示す例では、第2駆動系122#2の駆動部材1225#2が、重力方向に交差する方向成分を含む方向であるX軸方向及びY軸方向の少なくとも一方に沿って弾性力を付与するように配置されている。

[0233] 但し、図32及び図33に示すように、エアスプリング1223が付与する弾性力の方向が変わる場合と同様の理由から、X軸、Y軸及びZ軸から構成される座標系内において、駆動部材1225が付与する駆動力の方向が変わる可能性がある。第6実施形態では、複数の第2駆動系122は、光照射装置11の姿勢が変わる場合であっても、一の第2駆動系122の駆動部材

1 2 2 5 が付与する駆動力の方向が、他の第 2 駆動系 1 2 2 の駆動部材 1 2 2 5 が付与する駆動力の方向とは異なるように配置されてもよい。例えば、一の第 2 駆動系 1 2 2 が光照射装置 1 1 と第 1 駆動系 1 2 1 とを接続する方向と他の第 2 駆動系 1 2 2 が光照射装置 1 1 と第 1 駆動系 1 2 1 とを接続する方向とが異なってもよい。更に、各第 2 駆動系 1 2 2 の駆動部材 1 2 2 5 は、各第 2 駆動系 1 2 2 が光照射装置 1 1 と第 1 駆動系 1 2 1 とを接続する方向に交差する方向に沿って駆動力を付与してもよい。この場合、光照射装置 1 1 の姿勢が変わる場合であっても、一の第 2 駆動系 1 2 2 の駆動部材 1 2 2 5 が付与する駆動力の方向が、他の第 2 駆動系 1 2 2 の駆動部材 1 2 2 5 が付与する駆動力の方向とは異なるものとなる。例えば、図 3 2 及び図 3 3 に示す例では、第 2 駆動系 1 2 2 # 1 の駆動部材 1 2 2 5 # 1 は、第 2 駆動系 1 2 2 # 1 が光照射装置 1 1 と第 1 駆動系 1 2 1 とを接続する方向に交差する方向（例えば、図 3 3 の左上から右下に向かう方向 A 2）に沿って駆動力を付与し、第 2 駆動系 1 2 2 # 2 の駆動部材 1 2 2 5 # 2 は、第 2 駆動系 1 2 2 # 2 が光照射装置 1 1 と第 1 駆動系 1 2 1 とを接続する方向に交差する方向（例えば、図 3 3 の左下から右上に向かう方向 A 1）に沿って駆動力を付与している。

[0234] また、図 3 0 及び図 3 1 に示す例において、エアスプリング 1 2 2 3 の数と、ダンパ部材 1 2 2 4 の数と、駆動部材 1 2 2 5 の数とは、互いに等しくなくてもよい。例えば、エアスプリング 1 2 2 3 の数は、駆動部材 1 2 2 5 の数よりも少なくてもよい。

[0235] このような第 6 実施形態の加工システム S Y S f は、上述した第 1 実施形態の加工システム S Y S a が享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。加えて、加工システム S Y S f は、複数の第 2 駆動系 1 2 2 を備えているがゆえに、単一の第 2 駆動系 1 2 2 を備えている加工システム S Y S a と比較して、光照射装置 1 1 の姿勢の自由度が向上する。例えば、加工システム S Y S f では、光照射装置 1 1 は、加工対象物 S の上方から下方に向けて加工光 E L を照射する第 1 姿勢のみならず、加工対象物 S の斜め上方か

ら斜め下方に向けて加工光E Lを照射する第2姿勢、加工対象物Sの側方から側方に向けて加工光E Lを照射する第3姿勢、加工対象物Sの斜め下方から斜め上方に向けて加工光E Lを照射する第4姿勢、及び、加工対象物Sの下方から上方に向けて加工光E Lを照射する第5姿勢を有するように移動可能となる。従って、加工システムS Y S fは、複雑な形状を有する加工対象物Sの塗装膜S Fに適切に構造を形成することができる。

[0236] 尚、第6実施形態では、第2駆動系122による第1駆動系121と照射装置11との接続箇所は、照射装置11の第1の表面と照射装置11の第1の表面とは反対側緒向いた第2の表面との間に位置していてもよい。例えば、図30に示すように、照射装置11が筐体114を備える場合には、第2駆動系122による第1駆動系121と照射装置11との接続箇所C Pは、筐体114の第1の表面（例えば、筐体114の加工対象物Sとは反対側を向いた面1141）と筐体114の第2の表面（例えば、筐体114の加工対象物S側を向いた面1142）との間に位置していてもよい。このように接続箇所C Pが照射装置11の第1の表面と第2の表面との間（例えば、筐体114の面1141と面1142との間）に配置される場合には、接続箇所C Pが照射装置11の第1の表面と第2の表面との間（例えば、筐体114の面1141と面1142との間）に配置されない場合と比較して、照射装置11の位置決め精度が向上する。この場合、第2駆動系122による第1駆動系121と照射装置11との接続箇所C Pは、照射装置11の重心位置G P（図30参照）に位置していてもよい。接続箇所C Pが重心位置G Pに位置する場合には、接続箇所C Pが重心位置G Pに位置しない場合と比較して、照射装置11の位置決め精度が向上する。尚、第6実施形態に限らず、第1実施形態から第5実施形態の少なくとも一つにおいても、接続箇所C Pが照射装置11の第1の表面と第2の表面との間（例えば、筐体114の面1141と面1142との間）に配置されていてもよい。第1実施形態から第5実施形態の少なくとも一つにおいても、接続箇所C Pが重心位置G Pに配置されていてもよい。

[0237] 第6実施形態の加工システムSY S fは、上述した第2実施形態の加工システムSY S bから第5実施形態の加工システムSY S eの少なくとも一つに特有の構成要件を更に備えていてもよい。第4実施形態の加工システムSY S dに特有の構成要件は、支持装置14 dに関する構成要件を含む。第5実施形態の加工システムSY S eに特有の構成要件は、支持装置14 eに関する構成要件を含む。

[0238] (7) 第7実施形態の加工システムSY S g

続いて、図34を参照しながら、第7実施形態の加工システムSY S（以降、第7実施形態の加工システムSY Sを、“加工システムSY S g”と称する）について説明する。図34は、第7実施形態の加工システムSY S gの構造を模式的に示す断面図である。

[0239] 図34に示すように、第7実施形態の加工システムSY S gは、第1実施形態の加工システムSY S aと比較して、加工装置1に代えて、加工装置1 gを備えているという点で異なる。加工システムSY S gのその他の特徴は、加工システムSY S aのその他の特徴と同一であってもよい。加工装置1 gは、加工装置1と比較して、支持装置14に代えて、支持装置14 gを備えているという点で異なる。加工装置1 gのその他の特徴は、加工装置1のその他の特徴と同一であってもよい。尚、図34では、図面の見やすさを重視するために、加工システムSY S gが備える構成要件の一部（例えば、収容装置13、駆動系15、排気装置16、気体供給装置17及び制御装置2）の記載を省略している。

[0240] 支持装置14 gは、支持装置14と同様に、収容装置13を支持する。つまり、支持装置14 gは、支持装置14と同様に、収容装置13を介して駆動系12及び光照射装置11を支持する。支持装置14 gは、加工対象物SFから離れた位置を飛行可能であるという点で、飛行可能でなくてもよい支持装置14とは異なる。飛行可能な支持装置14 gの一例として、航空機等の飛行体があげられる。飛行体は、遠隔操縦可能であってもよいし、飛行体に搭乗している操縦者が操縦可能であってもよいし、自律飛行可能であって

もよい。飛行体の一例として、航空機、ドローン（図34参照）、ヘリコプター、気球及び飛行船の少なくとも一つがあげられる。

[0241] このような第7実施形態の加工システムSYSGは、上述した第1実施形態の加工システムSYSaが享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0242] 尚、第7実施形態の加工システムSYSGは、上述した第2実施形態の加工システムSYSbから第6実施形態の加工システムSYSfの少なくとも一つに特有の構成要件を更に備えていてもよい。第6実施形態の加工システムSYSfに特有の構成要件は、駆動系12fに関する構成要件を含む。

[0243] （8）その他の変形例

上述した説明では、駆動系12が第1駆動系121と第2駆動系122とを備えている。しかしながら、駆動系12は、第1駆動系121を備えていなくてもよい。この場合、第2駆動系122は、第1駆動系121を介することなく収容装置13に取り付けられていてもよい。第2駆動系122は、第1駆動系121を介することなく支持装置14（或いは、支持装置14d、14e又は14g）に取り付けられていてもよい。

[0244] 上述した説明では、加工システムSYSは、複数の加工光ELに塗装膜SFの表面を走査させるために、ガルバノミラー1122で加工光ELを偏向している。しかしながら、加工装置1は、ガルバノミラー1122で加工光ELを偏向することに加えて又は代えて、塗装膜SFに対して光照射装置11を相対的に移動させることで、複数の加工光ELに塗装膜SFの表面を走査させてもよい。つまり、制御装置2は、駆動系12を制御して、塗装膜SFの表面を加工光ELが走査するように光照射装置11を塗装膜SFに対して相対的に移動させてもよい。

[0245] 駆動系12が光照射装置11を塗装膜SFに対して相対的に移動させる目的の一つは、上述したように加工光ELに塗装膜SFの表面を走査させることである。このため、光照射装置11が移動しなくても加工光ELによる塗装膜SFの走査が実現できる場合には、光照射装置11は移動しなくてもよ

い。つまり、加工システム S Y S は、駆動系 1 2 を備えていなくてもよい。

[0246] 駆動系 1 2 が光照射装置 1 1 を塗装膜 S F に対して相対的に移動させる目的の一つは、收容装置 1 3 の收容空間 S P に複数の加工ショット領域 S A が收容される場合において、收容装置 1 3 及び支持装置 1 4 を移動させることなく、複数の加工ショット領域 S A を順に加工光 E L で走査するためである。このため、收容空間 S P に単一の加工ショット領域 S A が收容される場合には、光照射装置 1 1 は移動しなくてもよい。つまり、加工装置 1 は、駆動系 1 2 を備えていなくてもよい。

[0247] 上述した説明では、加工装置 1 は、收容装置 1 3 と、支持装置 1 4 と、駆動系 1 5 と、排気装置 1 6 と、気体供給装置 1 7 とを備えている。しかしながら、加工装置 1 は、加工対象物 S を加工可能である限りは、收容装置 1 3 、支持装置 1 4 、駆動系 1 5 、排気装置 1 6 及び気体供給装置 1 7 の少なくとも一つを備えていなくてもよい。加工装置 1 は、加工対象物 S を加工可能である限りは、收容装置 1 3 、支持装置 1 4 、駆動系 1 5 、排気装置 1 6 及び気体供給装置 1 7 の少なくとも一部を備えていなくてもよい。加工装置 1 が收容装置 1 3 を備えていない場合には、駆動系 1 2 は、支持装置 1 4 に取り付けられていてもよい。更に、上述した收容装置 1 3 、支持装置 1 4 、駆動系 1 5 、排気装置 1 6 及び気体供給装置 1 7 のそれぞれの構造は一例に過ぎず、加工装置 1 は、上述した構造とは異なる構造を有する收容装置 1 3 、支持装置 1 4 、駆動系 1 5 、排気装置 1 6 及び気体供給装置 1 7 の少なくとも一つを備えてもよい。

[0248] 上述した説明では、加工システム S Y S は、加工対象物 S の表面上に、塗装膜 S F によるリブレット構造を形成している。しかしながら、加工システム S Y S は、加工対象物 S の表面上に、任意の形状を有する塗装膜 S F による任意の構造を形成してもよい。この場合であっても、形成すべき構造に応じた走査軌跡に沿って塗装膜 S F の表面を加工光 E L が走査するように制御装置 2 が光照射装置 1 1 等を制御すれば、任意の形状を有する任意の構造が形成可能である。任意の構造の一例としては、規則的又は不規則的に形成

されたマイクロ・ナノメートルオーダーの微細テクスチャ構造（典型的には凹凸構造）があげられる。このような微細テクスチャ構造は、流体（気体及び／又は液体）による抵抗を低減させる機能を有するサメ肌構造及びディンプル構造の少なくとも一方を含んでいてもよい。微細なテクスチャ構造は、撥液機能及びセルフクリーニング機能の少なくとも一方を有する（例えば、ロータス効果を有する）ハスの葉表面構造を含んでいてもよい。微細なテクスチャ構造は、液体輸送機能を有する微細突起構造（米国特許公開第2017/0044002号公報参照）、親液性機能を有する凹凸構造、防汚機能を有する凹凸構造、反射率低減機能及び撥液機能の少なくとも一方を有するモスアイ構造、特定波長の光のみを干渉で強めて構造色を呈する凹凸構造、ファンデルワールス力を利用した接着機能を有するピラーアレイ構造、空力騒音低減機能を有する凹凸構造、及び、液滴捕集機能を有するハニカム構造等の少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0249] 上述した説明では、加工システムSYSは、加工光ELの照射によって塗装膜SFを蒸発させることで、塗装膜SFを除去している。しかしながら、加工システムSYSは、加工光ELの照射によって塗装膜SFを蒸発させることに加えて又は代えて、加工光ELの照射によって塗装膜SFの性質を変えることで塗装膜SFを除去してもよい。例えば、加工システムSYSは、加工光ELの照射によって塗装膜SFを溶融させ、溶融させた塗装膜SFを除去することで塗装膜SFを除去してもよい。例えば、加工システムSYSは、加工光ELの照射によって塗装膜SFを脆くし、脆くした塗装膜SFを剥離することで塗装膜SFを除去してもよい。上述した説明では、加工システムSYSは、加工対象物Sの表面に形成された塗装膜SFをアブレーション加工している。しかしながら、加工システムSYSは、加工対象物Sの表面に形成された塗装膜SFの一部を熱加工によって除去してもよい。

[0250] 上述した説明では、加工システムSYSは、塗装膜SFを除去することで凹部C（或いは、凹状構造CP1、又は、当該凹状構造CP1によるリブレット構造等の任意の構造）を形成している。つまり、加工システムSYSは

、塗装膜 S F を部分的に薄くするように塗装膜 S F を加工している。しかしながら、加工システム S Y S は、塗装膜 S F を部分的に薄くすることに加えて又は代えて、塗装膜 S F を部分的に厚くするように塗装膜 S F を加工してもよい。つまり、加工システム S Y S は、塗装膜 S F を除去することで凹部 C を形成することに加えて又は代えて、塗装膜 S F を付加することで凸部（或いは、凸状構造 C P 2 又は、当該凸状構造 C P 2 による任意の構造）を形成してもよい。例えば、加工システム S Y S は、塗装膜 S F の第 1 部分に加工光 E L を照射することで第 1 部分の塗装膜 S F を除去し、その後、除去した塗装膜 S F を塗装膜 S F の第 2 部分に定着させることで、当該第 2 部分における塗装膜 S F を相対的に厚くしてもよい（つまり、第 2 部分に凸部を形成してもよい）。

[0251] 上述した説明では、加工システム S Y S は、加工対象物 S の表面に形成された塗装膜 S F を加工している。しかしながら、加工システム S Y S は、加工対象物 S の表面に形成された、塗装膜 S F 以外の任意の被膜を加工してもよい。或いは、加工システム S Y S は、複数の層が積層された構造体を加工してもよい。具体的には、加工システム S Y S は、構造体を構成する複数の層のうちの少なくとも一つの層（典型的には、最も表面側の層を含む少なくとも一つの層）を加工してもよい。加工システム S Y S は、構造体を構成する複数の層のうちの少なくとも一つの層を加工して、当該層による構造を形成してもよい。この場合、加工される少なくとも一つの層が上述した塗装膜 S F に相当し、当該少なくとも一つの層以外の他の層が加工対象物 S に相当する。或いは、加工システム S Y S は、加工対象物 S そのものを加工してもよい。つまり、加工システム S Y S は、表面に塗装膜 S F 又は任意の被膜が形成されていない加工対象物 S を加工してもよい。

[0252] 上述した説明では、加工システム S Y S は、加工対象物 S の表面の流体に対する抵抗を低減させるためのリブレット構造を加工対象物 S に形成している。しかしながら、加工システム S Y S は、表面の流体に対する抵抗を低減させるためのリブレット構造とは異なるその他の構造を加工対象物 S に形成

してもよい。例えば、加工システム S Y S は、流体と加工対象物 S の表面とが相対的に移動するときに発生する騒音を低減するためのリブレット構造を加工対象物 S に形成してもよい。例えば、加工システム S Y S は、加工対象物 S の表面上の流体の流れに対して渦を発生する構造を加工対象物 S に形成してもよい。例えば、加工システム S Y S は、加工対象物 S の表面に疎水性を与えるための構造を加工対象物 S に形成してもよい。

[0253] 上述した説明では、加工光 E L で物体を加工する加工システム S Y S について説明されている。つまり、上述した説明では、第 2 駆動系 1 2 2 が照射装置 1 1 と第 1 駆動系 1 2 1 とを接続する例について説明されている。しかしながら、加工システム S Y S における光照射装置 1 1 に加えて又は代えて、物体に対して作用するエンドエフェクタを用いてもよい。例えば、第 2 駆動系 1 2 2 は、エンドエフェクタと第 1 駆動系 1 2 1 とを接続してもよい。ここで、エンドエフェクタは、作業対象（例えば、物体）に直接働きかける機能を持つ部分であってもよい。また、エンドエフェクタは、作業対象（例えば、物体）のプロパティを得る部分であってもよい。ここで、物体（例えば、作業対象）のプロパティは、物体の形状、物体の位置、物体の特徴点の位置、物体の姿勢、物体の表面性状（例えば、反射率、分光反射率、表面粗さ及び色等の少なくとも一つ）、及び、物体の硬さ等の少なくとも一つを含んでいてもよい。尚、上述の説明における光照射装置 1 1 や位置計測装置 1 8 は、エンドエフェクタの一種であるとみなすことができる。

[0254] このようなエンドエフェクタを備える装置の一例として、エンドエフェクタと、物体の一部との相対的な位置関係が変更可能な可動部材としての第 1 駆動系 1 2 1 と、第 1 駆動系 1 2 1 とエンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、第 1 駆動系 1 2 1 とエンドエフェクタとを接続する接続装置としての第 2 駆動系 1 2 2 とを備える第 1 の装置があげられる。第 1 の装置は、ロボットシステムと称されてもよい。また、エンドエフェクタを備える装置の一例として、エンドエフェクタと第 2 駆動系 1 2 2 とを備える第 2 の装置が構成されていてもよい。第 2 の装置は、エンドエフェク

タ装置と称されてもよい。尚、第1駆動系121とエンドエフェクタとを接続する接続装置としての第2駆動系122で装置が構成されていてもよい。

[0255] エンドエフェクタの一例であるエンドエフェクタE f aが図35に示されている。エンドエフェクタE f aは、図35に示すように、接続装置（例えば、第2駆動系122）に取り付けられる被取付部E f 1と、被取付部E f 1の軸（典型的には、被取付部E f 1と接続装置とを結ぶ軸）に対して傾斜した複数の取付面（図35に示す例では3つの取付面）に取り付けられた複数の指モジュールを備えている。各指モジュールは、被取付部E f 1の第1関節軸回りで回転可能な第1リンクモジュールE f 2 1と、第1リンクモジュールE f 2 1に設けられ且つ第1リンクモジュールE f 2 1を第1関節軸回りで回転駆動する第1駆動モジュールE f 3 1と、第1リンクモジュールE f 2 1に設けられ且つ第1関節軸と直交する第2関節軸回りに回転可能な第2リンクモジュールE f 2 2と、第2リンクモジュールE f 2 2を第2関節軸回りに回転駆動する第2駆動モジュールE f 3 2と、第3関節軸回りに回転可能な第2リンクモジュールE f 2 2に設けられた第3リンクモジュールE f 2 3と、第3リンクモジュールE f 2 3を第3関節軸回りに回転駆動する第3駆動部E f 3 3とを備えている。ここで、エンドエフェクタE f aはハンドと称されてもよい。また、第3リンクモジュールE f 2 3の一部（典型的には先端部）は、物体を把持する把持部と見なされてもよく、ハンドの指先と称されてもよい。

[0256] 尚、被取付部E f 1に、位置計測装置18を取り付けてもよい。このとき、位置計測装置の計測軸は、被取付部E f 1の軸に沿った方向、被取付部E f 1の軸と平行な方向、又は、被取付部E f 1の軸に対して傾斜する方向であってもよい。位置計測装置18は、物体の少なくとも一部とエンドエフェクタE f aの一部（典型的には、把持部又は指先）との少なくとも一方を計測してもよい。また、被取付部E f 1に、位置計測装置18 bの一部（典型的には指標部材18 1 b）を取り付けてもよい。

[0257] 尚、エンドエフェクタは、図35に示した物体を把持可能なハンドとして

のエンドエフェクタ E f a や位置計測装置には限定されない。例えば、エンドエフェクタは、図 3 6 (a) に示すような物体を吸着保持する吸着保持装置 E f b 、図 3 6 (b) に示すスプレー式の塗装装置 E f c 、図 3 6 (c) に示すローラ式の塗装装置 E f d 、図 3 6 (d) に示すドリル等の刃物を備えた機械加工ヘッド装置 E f e 、及び、図 3 6 (e) に示す溶接ガン装置 E f f 等の少なくとも一つを含んでいてもよい。例えば、エンドエフェクタは、溶融した金属、溶融した樹脂又はブラスト加工用の粒子等を射出するインジェクタ、マニピュレータ及びエアブローの少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0258] なお、エンドエフェクタが電力を必要とする際には、接続装置は、エンドエフェクタに対して非接触給電を行ってもよい。また、エンドエフェクタからの出力は、無線、光伝送等の非接触方式で外部（典型的には、制御装置 2 ）に出力されてもよい。

[0259] （ 9 ） 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 1]

能動型防振装置と、

前記能動型防振装置に取り付けられ且つ物体を加工するための加工光を前記物体に照射する照射装置と、

前記能動型防振装置を制御して、前記物体と前記照射装置との相対位置を変更する制御装置と

を備える加工システム。

[付記 2]

前記制御装置は、前記物体と前記加工光の照射領域との位置合わせを行うように、前記能動型防振装置を制御して前記物体と前記照射装置との相対位置を変更する

付記 1 に記載の加工システム。

[付記 3]

前記制御装置は、前記物体の所望位置に前記加工光が照射されるように、前記能動型防振装置を制御して前記物体と前記照射装置との相対位置を変更する

付記 1 又は 2 に記載の加工システム。

[付記 4]

前記制御装置は、前記能動型防振装置を制御しない場合と比較して前記物体に対する前記照射装置の振動量が小さくなるように、前記能動型防振装置を制御して前記物体と前記照射装置との相対位置を変更する

付記 1 から 3 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 5]

前記照射装置は、前記能動型防振装置を介して別の部材に取り付けられ、
前記制御装置は、前記物体に対する前記別の部材の振動量よりも、前記物体に対する前記照射装置の振動量が小さくなるように、前記能動型防振装置を制御して前記物体と前記照射装置との相対位置を変更する

付記 1 から 4 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 6]

前記能動型防振装置を移動させる移動装置を更に備える

付記 1 から 5 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 7]

前記移動装置は、前記能動型防振装置と共に前記照射装置を移動させる

付記 6 に記載の加工システム。

[付記 8]

前記能動型防振装置は、前記移動装置に取り付けられている

付記 6 又は 7 に記載の加工システム。

[付記 9]

前記照射装置は、前記能動型防振装置を介して前記移動装置に取り付けられる

付記 6 から 8 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 1 0]

前記移動装置は、複数のアーム部材と前記複数のアーム部材を揺動自在に接続するジョイント部材とを含む

付記 6 から 9 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 1 1]

前記移動装置は、前記物体に干渉することなく自走可能な自走装置を含む

付記 6 から 1 0 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 1 2]

前記移動装置は、前記物体に支持された状態で自走可能な自走装置を含む

付記 6 から 1 1 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 1 3]

前記移動装置は、物体から離れた位置を飛行可能な飛行装置を含む

付記 6 から 1 2 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 1 4]

前記制御装置は、前記移動装置を制御して、前記物体と前記照射装置との相対位置を変更する

付記 6 から 1 3 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 1 5]

前記制御装置は、前記物体と前記加工光の照射領域との位置合わせを行うように、前記移動装置を制御して前記物体と前記照射装置との相対位置を変更する

付記 1 4 に記載の加工システム。

[付記 1 6]

前記制御装置は、前記物体の所望位置に前記加工光が照射されるように、前記移動装置を制御して前記物体と前記照射装置との相対位置を変更する

付記 1 4 又は 1 5 に記載の加工システム。

[付記 1 7]

前記能動型防振装置による前記物体と前記照射装置との相対位置の変更量

は、前記移動装置による前記物体と前記照射装置との相対位置の変更量よりも少ない

付記 1 4 から 1 6 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 1 8]

前記能動型防振装置による前記物体と前記照射装置との相対位置の変更精度は、前記移動装置による前記物体と前記照射装置との相対位置の変更精度よりも高い

付記 1 4 から 1 7 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 1 9]

前記制御装置は、前記能動型防振装置及び前記移動装置を制御しない場合と比較して前記物体に対する前記照射装置の振動量が小さくなるように、前記能動型防振装置及び前記移動装置の少なくとも一方を制御して前記物体と前記照射装置との相対位置を変更する

付記 1 4 から 1 8 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 2 0]

前記制御装置は、前記物体に対する前記照射装置の振動の周波数に基づいて、前記物体に対する前記照射装置の振動量が小さくなるように、前記能動型防振装置及び前記移動装置の少なくとも一方を制御する

付記 1 9 に記載の加工システム。

[付記 2 1]

前記制御装置は、前記周波数が第 1 の周波数範囲に含まれる場合には、前記物体に対する前記照射装置の振動量が小さくなるように、前記移動装置を制御し、

前記制御装置は、前記周波数が前記第 1 の周波数範囲よりも高い第 2 の周波数範囲に含まれる場合には、前記物体に対する前記照射装置の振動量が小さくなるように、前記能動型防振装置を制御する

付記 2 0 に記載の加工システム。

[付記 2 2]

前記照射装置は、前記能動型防振装置を介して別の部材に取り付けられ、
前記能動型防振装置は、前記別の部材と前記照射装置との相対位置を変更する位置変更装置と、前記別の部材と前記照射装置との間で伝達される振動を減衰する振動減衰装置とを備える

付記 1 から 2 1 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 2 3]

前記制御装置は、前記位置変更装置を用いて前記別の部材と前記照射装置との相対位置を変更することで、前記物体と前記照射装置との相対位置を変更する

付記 2 2 に記載の加工システム。

[付記 2 4]

前記位置変更装置は、電氣的な力により前記別の部材と前記照射装置との相対位置を変更し、

前記振動減衰装置は、空気の圧力により前記別の部材と前記照射装置との間で伝達される振動を減衰する

付記 2 2 又は 2 3 に記載の加工システム。

[付記 2 5]

前記物体と前記照射装置との相対位置を計測する位置計測装置を更に備える

付記 1 から 2 4 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 2 6]

前記制御装置は、前記位置計測装置の計測結果に基づいて、前記能動型防振装置を制御する

付記 2 5 に記載の加工システム。

[付記 2 7]

複数の前記位置計測装置を備え、

前記制御装置は、前記複数の位置計測装置のうちの第 1 の位置計測装置の計測基準位置と前記複数の位置計測装置のうちの第 2 の位置計測装置の計測

基準位置との相対位置に関する情報と、前記第 1 及び第 2 の位置計測装置の計測結果とに基づいて、前記能動型防振装置を制御する

付記 25 又は 26 に記載の加工システム。

[付記 28]

前記位置計測装置は、前記照射装置に対する相対位置が固定された指標部材と、前記指標部材の位置を計測する指標計測装置とを含む

付記 25 から 27 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 29]

前記指標部材は、マーカを含み、

前記指標計測装置は、前記マーカを撮像可能な撮像装置及び前記マーカからの光を受光可能な受光装置の少なくとも一方を含む

付記 28 に記載の加工システム。

[付記 30]

前記指標部材は、信号を発信可能な発信装置を含み、

前記指標計測装置は、前記信号を受信可能な受信装置を含む

付記 28 又は 29 に記載の加工システム。

[付記 31]

前記位置計測装置は、前記物体を計測する物体計測装置を含む

付記 25 から 30 のいずれか一項に記載の加工システム。

[付記 32]

能動型防振装置に取り付けられた照射装置から、物体を加工するための加工光を前記物体に照射することと、

前記能動型防振装置を用いて、前記物体と前記照射装置との相対位置を変更することと

を含む加工方法。

[付記 33]

能動型防振装置と、

前記能動型防振装置に取り付けられ且つ物体に対して作用するエンドエフ

エクタと、

前記能動型防振装置を制御して、前記物体と前記エンドエフェクタとの相対位置を変更する制御装置と

を備えるロボットシステム。

[0260] 上述の各実施形態の要件は、適宜組み合わせることができる。上述の各実施形態の要件のうちの一部が用いられなくてもよい。上述の各実施形態の要件は、適宜他の実施形態の要件と置き換えることができる。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装置等に関する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。

[0261] また、本発明は、請求の範囲及び明細書全体から読み取るこのできる発明の要旨又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加工システム、加工方法、ロボットシステム、接続装置及びエンドエフェクタ装置もまた本発明の技術思想に含まれる。

符号の説明

- [0262] 1 加工装置
- 1 1 光照射装置
 - 1 1 1 光源系
 - 1 1 1 1 光源
 - 1 1 2 光学系
 - 1 1 4 筐体
 - 1 1 2 2 ガルバノミラー
 - 1 2 駆動系
 - 1 2 1 第1駆動系
 - 1 2 1 2 アーム駆動系
 - 1 2 1 2 1 アーム部材
 - 1 2 1 2 2 ジョイント部材
 - 1 2 1 2 3 アクチュエータ
 - 1 2 1 2 4 先端アーム部材

1 2 2 第2駆動系
1 2 2 3 エアスプリング
1 2 2 4 ダンパ部材
1 2 2 5 駆動部材
1 4、1 4 d、1 4 e、1 4 g 支持装置
1 8、1 8 b 位置計測装置
1 8 1 b 指標部材
1 8 2 b 指標計測装置
1 9 取付部材
2 制御装置
C 凹部
C P 1 凹状構造
C P 2 凸状構造
E A 目標照射領域
E L 加工光
S 加工対象物
S F 塗装膜
P E 感応性部材
S Y S 加工システム
S A 加工ショット領域
E f a～E f f エンドエフェクタ

請求の範囲

- [請求項1] 加工光で物体を加工する加工システムにおいて、
前記物体の一部との相対的な位置関係が変更可能な可動部材と、
前記物体に向けて前記加工光を照射する照射装置と、
前記可動部材と前記照射装置との相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記照射装置とを接続する接続装置とを備え、
前記接続装置は、前記可動部材および前記照射装置のうち少なくとも一方を移動させる駆動部材と、前記可動部材と前記照射装置とを結合する弾性部材とを備える加工システム。
- [請求項2] 前記駆動部材は、前記可動部材および前記照射装置のうち少なくとも一方に第1方向に沿った駆動力を与え、
前記弾性部材は、前記可動部材および前記照射装置のうち少なくとも一方に前記第1方向と交差する第2方向に沿って弾性力を与える請求項1に記載の加工システム。
- [請求項3] 前記弾性部材は、前記照射装置による重量を支持する請求項2に記載の加工システム。
- [請求項4] 前記弾性部材は、前記第2方向において前記重量を支持する請求項3に記載の加工システム。
- [請求項5] 前記駆動部材は、前記可動部材および前記照射装置のうち少なくとも一方に第1方向に沿った駆動力を与え、
前記弾性部材は、前記第1方向に沿った成分を有する第2方向に沿って、前記可動部材および前記照射装置のうち少なくとも一方に弾性力を与える請求項1から4のいずれか一項に記載の加工システム。
- [請求項6] 前記駆動部材は、前記弾性部材の共振周波数を変更するように前記駆動力を与える

請求項 5 に記載の加工システム。

[請求項7] 前記弾性部材は、前記可動部材に対して前記照射装置の位置及び姿勢の少なくとも一方が変更可能となるように、前記可動部材と前記照射装置とを結合する

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項8] 前記接続装置は、前記可動部材および前記照射装置のうち少なくとも一方に第 1 方向に沿って弾性力を与える第 1 弾性部材と、前記可動部材および前記照射装置のうち少なくとも一方に前記第 1 方向と異なる第 2 方向に沿って弾性力を与える第 2 弾性部材とを備える

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項9] 前記接続部材は、前記可動部材および前記照射装置のうち少なくとも一方に重力方向成分を含む第 1 方向に沿って弾性力を与える第 1 弾性部材と、前記可動部材および前記照射装置のうち少なくとも一方に前記第 1 方向と異なる第 2 方向に沿って弾性力を与える第 2 弾性部材とを備える

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項10] 前記接続装置は、前記可動部材および前記照射装置のうち少なくとも一方に第 3 方向に沿った駆動力を与える第 1 駆動部材と、前記可動部材および前記照射装置のうち少なくとも一方に前記第 3 方向と異なる第 4 方向に沿った駆動力を与える第 2 駆動部材とを備える

請求項 8 又は 9 に記載の加工システム。

[請求項11] 前記接続装置は、前記可動部材のうち前記物体の一部との相対的な位置関係が変更可能な第 1 部分と、前記照射装置の一部である第 2 部分とを接続する

請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項12] 前記第 1 部分の振動量よりも前記照射装置の振動量の方が小さくなるように、前記駆動部材を制御する制御装置をさらに備える

請求項 11 に記載の加工システム。

- [請求項13] 前記可動部材の前記第1部分の位置を前記物体の前記一部に対して移動させる移動装置をさらに備える
請求項11または12に記載の加工システム。
- [請求項14] 前記駆動部材による前記第2部分の位置決め精度は、前記移動装置による前記第1部分の位置決め精度よりも高い
請求項13に記載の加工システム。
- [請求項15] 前記移動装置による前記第1部分の移動範囲は、前記駆動部材による前記第2部分の移動範囲よりも大きい
請求項13または14に記載の加工システム。
- [請求項16] 前記物体と前記照射装置との相対的な位置関係を計測する位置計測装置を備え、
前記位置計測装置からの出力を用いて、前記駆動部材が制御されるを備える請求項1から15のいずれか一項に記載の加工システム。
- [請求項17] 前記物体と前記照射装置との相対的な位置関係を計測する位置計測装置を備え、
前記位置計測装置からの出力を用いて、前記移動装置が制御されるを備える請求項13から15のいずれか一項に記載の加工システム。
。
- [請求項18] 前記位置計測装置は、前記照射装置に対する前記物体の位置を計測する
請求項16又は17に記載の加工システム。
- [請求項19] 前記位置計測装置は、基準位置に対する前記照射装置の位置を計測する
請求項16から18のいずれか一項に記載の加工システム。
- [請求項20] 前記照射装置によって前記加工光を照射可能な範囲は、前記照射装置の移動によって変更される
請求項1から19のいずれか一項に記載の加工システム。
- [請求項21] 前記接続装置は、前記可動部材のうち前記物体の一部との相対的な

位置関係が変更可能な第 1 部分と、前記照射装置の一部である第 2 部分とを接続し、

前記弾性部材は、前記第 1 部分から前記第 2 部分に向かう振動を低減し、

前記駆動部材は、前記第 1 部分から前記第 2 部分に向かう前記振動による前記第 1 部分と前記第 2 部分との相対的な変位を低減する

請求項 1 から 20 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項22] 前記照射装置は、前記物体上での前記加工光の照射位置を前記照射装置に対して変更する照射位置変更装置を備える

請求項 1 から 21 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項23] 前記駆動部材は、前記照射位置変更装置の動作に起因する前記照射位置の位置ずれを低減する

請求項 22 に記載の加工システム。

[請求項24] 複数の位置計測装置と、

前記複数の位置計測装置のうちの第 1 の位置計測装置の計測基準位置と前記複数の位置計測装置のうちの第 2 の位置計測装置の計測基準位置との相対位置に関する情報と、前記第 1 及び第 2 の位置計測装置の計測結果とに基づいて、前記駆動部材を制御する制御装置と

を備える請求項 1 から 23 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項25] 前記位置計測装置は、前記照射装置に対する相対位置が固定された指標部材と、前記指標部材の位置を計測する指標計測装置とを含む

請求項 16 から 19 及び 24 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項26] 前記指標部材は、マーカを含み、

前記指標計測装置は、前記マーカを撮像可能な撮像装置及び前記マーカからの光を受光可能な受光装置の少なくとも一方を含む

請求項 25 に記載の加工システム。

[請求項27] 前記指標部材は、信号を発信可能な発信装置を含み、

前記指標計測装置は、前記信号を受信可能な受信装置を含む
請求項 25 又は 26 に記載の加工システム。

[請求項28] 前記位置計測装置は、前記物体を計測する物体計測装置を含む
請求項 16 から 19 及び 24 から 27 のいずれか一項に記載の加工
システム。

[請求項29] 加工光で物体を加工する加工システムにおいて、
前記物体の一部との相対的な位置関係が変更可能な可動部材と、
前記物体に向けて前記加工光を照射する照射装置と、
前記可動部材と前記照射装置との相対的な位置関係が変更可能にな
るように、前記可動部材と前記照射装置とを接続する接続装置と、
前記可動部材から前記照射装置へ向かう振動を低減する振動低減装
置と
を備える加工システム。

[請求項30] 前記振動低減装置は、前記可動部材および前記照射装置のうち少な
くとも一方を移動させる駆動部材と、前記可動部材と前記照射装置と
を結合する弾性部材とを備える
請求項 29 に記載の加工システム。

[請求項31] 前記振動低減装置は、前記可動部材の振動量よりも前記照射装置の
振動量の方が小さくなるように、前記駆動部材を制御する制御装置を
備える
請求項 30 に記載の加工システム。

[請求項32] 前記物体と前記照射装置との相対的な位置関係を計測する位置計測
装置をさらに備え、
前記制御装置は、前記位置計測装置からの出力を用いて、前記駆動
部材を制御する
請求項 31 に記載の加工システム。

[請求項33] 前記位置計測装置は、前記物体に対する前記照射装置の位置を計測
する

請求項 3 2 に記載の加工システム。

[請求項34] 前記位置計測装置は、基準位置に対する前記照射装置の位置を計測する

請求項 3 2 または 3 3 に記載の加工システム。

[請求項35] 前記照射装置は、前記物体上での前記加工光の照射位置を前記照射装置に対して変更する照射位置変更装置を備える

請求項 2 9 から 3 4 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項36] 前記振動低減装置は、前記照射位置変更装置の動作に起因する前記照射装置の位置ずれを低減する

請求項 3 5 に記載の加工システム。

[請求項37] 前記物体と前記照射位置との相対的な位置関係を計測する位置計測装置をさらに備える

請求項 2 2、2 3、3 5 又は 3 6 に記載の加工システム。

[請求項38] 前記位置計測装置は、前記物体に対する前記照射位置を計測する
請求項 3 7 に記載の加工システム。

[請求項39] 前記加工光の照射により特性が変化する感応性部材に対して、前記照射装置から前記加工光を照射して、前記感応性部材における前記特性が変化した部位を前記位置計測装置によって計測する

請求項 3 8 に記載の加工システム。

[請求項40] 複数の位置計測装置と、
前記複数の位置計測装置のうちの第 1 の位置計測装置の計測基準位置と前記複数の位置計測装置のうちの第 2 の位置計測装置の計測基準位置との相対位置に関する情報と、前記第 1 及び第 2 の位置計測装置の計測結果とに基づいて、前記振動低減装置を制御する制御装置と
を備える請求項 2 9 から 3 9 のいずれか一項に記載の加工システム。
。

[請求項41] 前記位置計測装置は、前記照射装置に対する相対位置が固定された指標部材と、前記指標部材の位置を計測する指標計測装置とを含む

請求項 3 2 から 3 4 及び 4 0 のいずれか一項に記載の加工システム。
。

[請求項42] 前記指標部材は、マーカを含み、
前記指標計測装置は、前記マーカを撮像可能な撮像装置及び前記マーカからの光を受光可能な受光装置の少なくとも一方を含む
請求項 4 1 に記載の加工システム。

[請求項43] 前記指標部材は、信号を発信可能な発信装置を含み、
前記指標計測装置は、前記信号を受信可能な受信装置を含む
請求項 4 1 または 4 2 に記載の加工システム。

[請求項44] 前記位置計測装置は、前記物体を計測する物体計測装置を含む
請求項 3 2 から 3 4 及び 4 0 から 4 3 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項45] 加工光で物体を加工する加工システムにおいて、
前記物体の一部との相対的な位置関係が変更可能な可動部材と、
前記物体に向けて前記加工光を照射する照射装置と、
前記可動部材と前記照射装置との相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記照射装置とを接続する接続装置と、
前記物体又は基準位置に対する前記照射装置の位置を計測する位置計測装置と
を備え、
前記接続装置は、前記位置計測装置による位置計測結果に基づいて、前記可動部材に対する前記照射装置の位置を変更する位置変更部材を備える
加工システム。

[請求項46] 前記接続装置は、前記可動部材と前記照射装置とを結合する弾性部材を備える
請求項 4 5 に記載の加工システム。

[請求項47] 前記可動部材は、複数のアーム部材と前記複数のアーム部材を揺動

自在に接続するジョイント部材とを含む

請求項 1 から 4 6 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項48] 前記可動部材は、前記物体に干渉することなく自走可能な自走装置を含む

請求項 1 から 4 7 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項49] 前記可動部材は、前記物体に支持された状態で自走可能な自走装置を含む

請求項 1 から 4 8 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項50] 前記可動部材は、物体から離れた位置を飛行可能な飛行装置を含む
請求項 1 から 4 9 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項51] 前記移動装置は、前記物体に干渉することなく自走可能な自走装置を含む

請求項 1 3 から 1 5 及び 1 7 のいずれか一項に記載の加工システム。
。

[請求項52] 前記移動装置は、前記物体に支持された状態で自走可能な自走装置を含む

請求項 1 3 から 1 5、1 7 及び 5 1 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項53] 前記移動装置は、物体から離れた位置を飛行可能な飛行装置を含む
請求項 1 3 から 1 5、1 7 及び 5 1 から 5 2 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項54] 前記照射装置は、第 1 側に向けられた第 1 表面と、前記第 1 側とは反対側の第 2 側に向けられた第 2 表面とを有する筐体を備え、

前記接続部材による前記可動部材と前記照射装置との接続箇所は、前記第 1 表面と前記第 2 表面との間に位置する

請求項 1 から 5 3 のいずれか一項に記載の加工システム。

[請求項55] 前記接続箇所は、前記照射装置の重心位置に位置する

請求項 5 4 に記載の加工システム。

[請求項56] 加工光で物体を加工する加工方法において、
可動部材の位置と前記物体の一部の位置との位置関係を変更することと、
照射装置を用いて前記物体に向けて前記加工光を照射することと、
前記可動部材と前記照射装置との相対的な位置関係を変更することと、
前記可動部材および前記照射装置のうち少なくとも一方を移動させる駆動部材と、前記可動部材と前記照射装置とを結合する弾性部材とを備える接続部によって、前記可動部材と前記照射装置とを接続することと
を含む加工方法。

[請求項57] 加工光で物体を加工する加工方法において、
可動部材の位置と前記物体の一部の位置との位置関係を変更することと、
照射装置を用いて前記物体に向けて前記加工光を照射することと、
前記可動部材と前記照射装置との相対的な位置関係を変更することと、
前記可動部材から前記照射装置へ向かう振動を低減することと
を含む加工方法。

[請求項58] 加工光で物体を加工する加工方法において、
可動部材の位置と前記物体の一部の位置との位置関係を変更することと、
照射装置を用いて前記物体に向けて前記加工光を照射することと、
前記物体又は基準位置に対する前記照射装置の位置を計測することと、
計測された前記照射装置の前記位置に基づいて、前記可動部材と前記照射装置との相対的な位置関係を変更することと
を含む加工方法。

- [請求項59] 物体に対して作用するエンドエフェクタと、
 前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と、
 前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置と
 を備え、
 前記接続装置は、前記可動部材および前記エンドエフェクタのうち少なくとも一方を移動させる駆動部材と、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを結合する弾性部材とを備える
 ロボットシステム。
- [請求項60] 物体に対して作用するエンドエフェクタと、
 前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と、
 前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置と、
 前記可動部材から前記エンドエフェクタへ向かう振動を低減する振動低減装置と
 を備えるロボットシステム。
- [請求項61] 物体に対して作用するエンドエフェクタと、
 前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と、
 前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置と、
 前記物体又は基準位置に対する前記エンドエフェクタの位置を計測する位置計測装置と
 を備え、
 前記接続装置は、前記位置計測装置による位置計測結果に基づいて、前記可動部材に対する前記エンドエフェクタの位置を変更する位置

変更部材を備える

ロボットシステム。

[請求項62] 前記可動部材は、複数のアーム部材と前記複数のアーム部材を揺動自在に接続するジョイント部材とを含む

請求項59から61のいずれか一項に記載のロボットシステム。

[請求項63] 前記可動部材は、前記物体に干渉することなく自走可能な自走装置を含む

請求項59から62のいずれか一項に記載のロボットシステム。

[請求項64] 前記可動部材は、前記物体に支持された状態で自走可能な自走装置を含む

請求項59から63のいずれか一項に記載のロボットシステム。

[請求項65] 前記可動部材は、物体から離れた位置を飛行可能な飛行装置を含む

請求項59から64のいずれか一項に記載のロボットシステム。

[請求項66] 物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材とを接続する接続装置において、

前記可動部材および前記エンドエフェクタのうち少なくとも一方を移動させる駆動部材と、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを結合する弾性部材とを備え、

前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置。

[請求項67] 物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材とを接続する接続装置において、

前記可動部材から前記エンドエフェクタへ向かう振動を低減する振動低減装置を備え、

前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置。

- [請求項68] 物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材とを接続する接続装置において、
前記物体又は基準位置に対する前記接続装置及び／又は前記エンドエフェクタの位置を計測する位置計測装置による位置計測結果に基づいて、前記可動部材に対する前記エンドエフェクタの位置を変更する位置変更部材を備える
接続装置。
- [請求項69] 物体に対して作用するエンドエフェクタと、
前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置と
を備え、
前記接続装置は、前記可動部材および前記エンドエフェクタのうち少なくとも一方を移動させる駆動部材と、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを結合する弾性部材とを備える
エンドエフェクタ装置。
- [請求項70] 物体に対して作用するエンドエフェクタと、
前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置と、
前記可動部材から前記エンドエフェクタへ向かう振動を低減する振動低減装置と
を備えるエンドエフェクタ装置。
- [請求項71] 物体に対して作用するエンドエフェクタと、
前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置と、
前記物体又は基準位置に対する前記エンドエフェクタの位置を計測

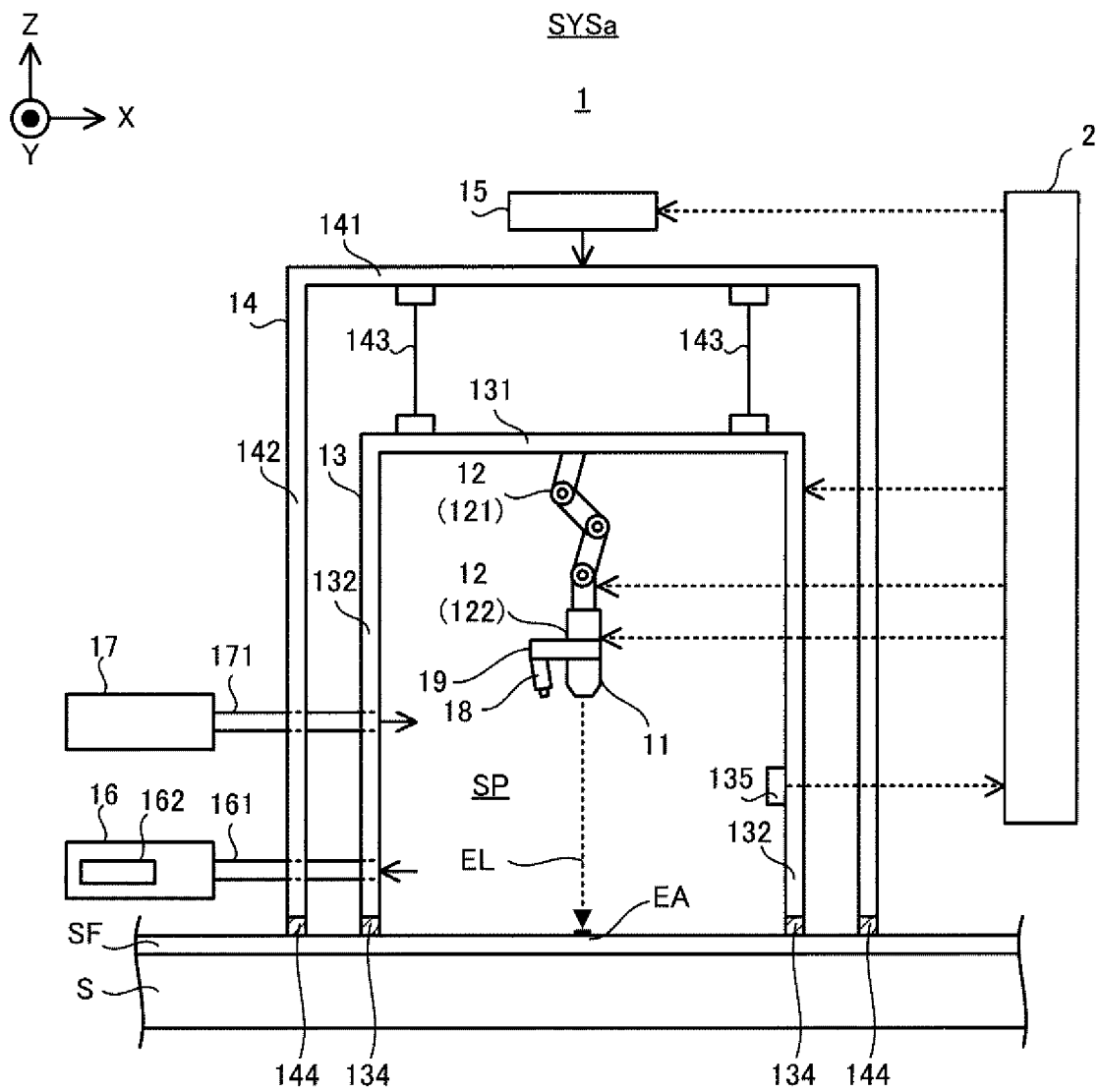
する位置計測装置と

を備え、

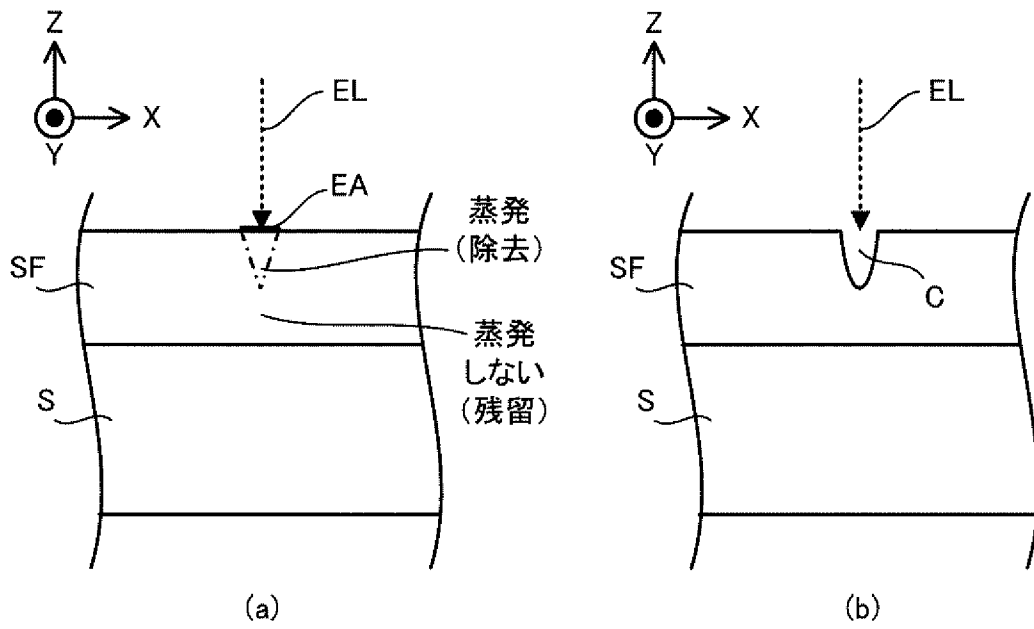
前記接続装置は、前記位置計測装置による位置計測結果に基づいて、前記可動部材に対する前記エンドエフェクタの位置を変更する位置変更部材を備える

エンドエフェクタ装置。

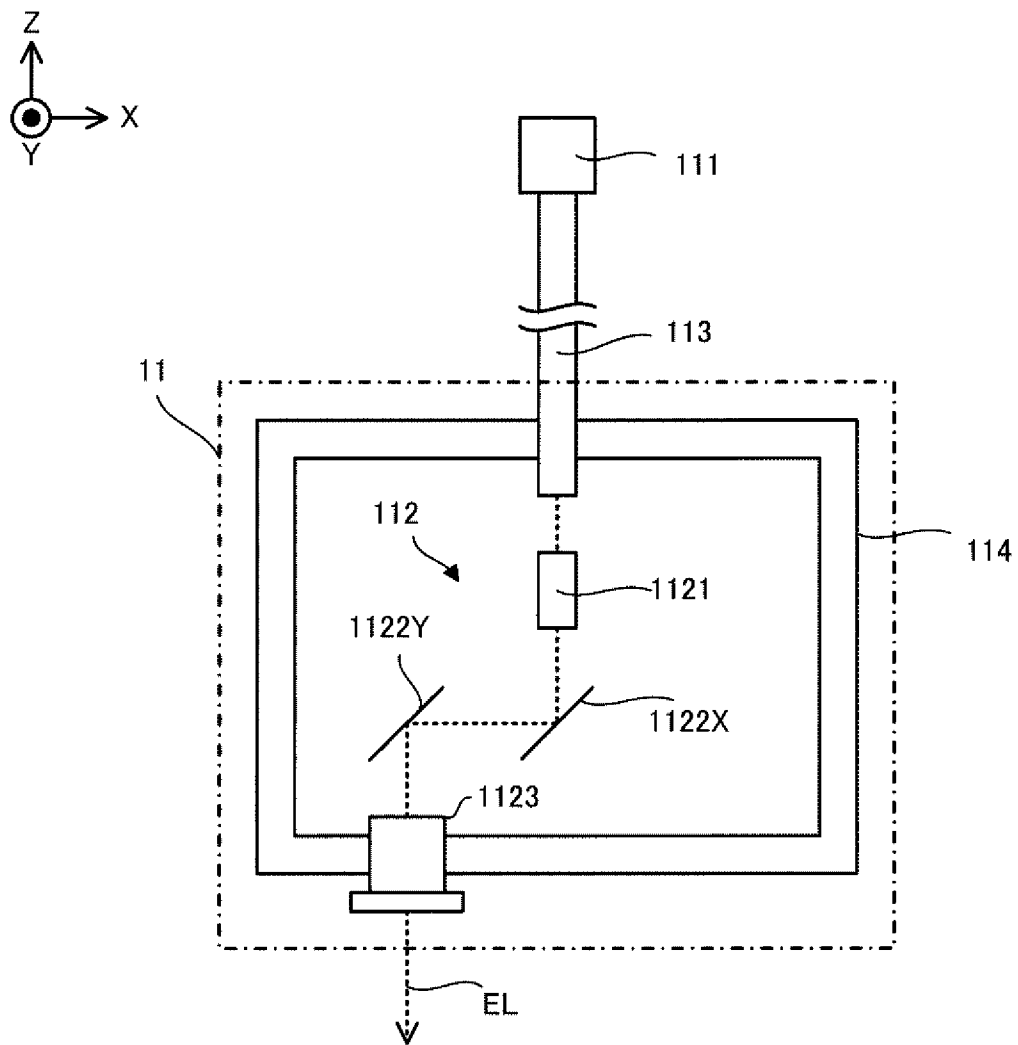
[図1]



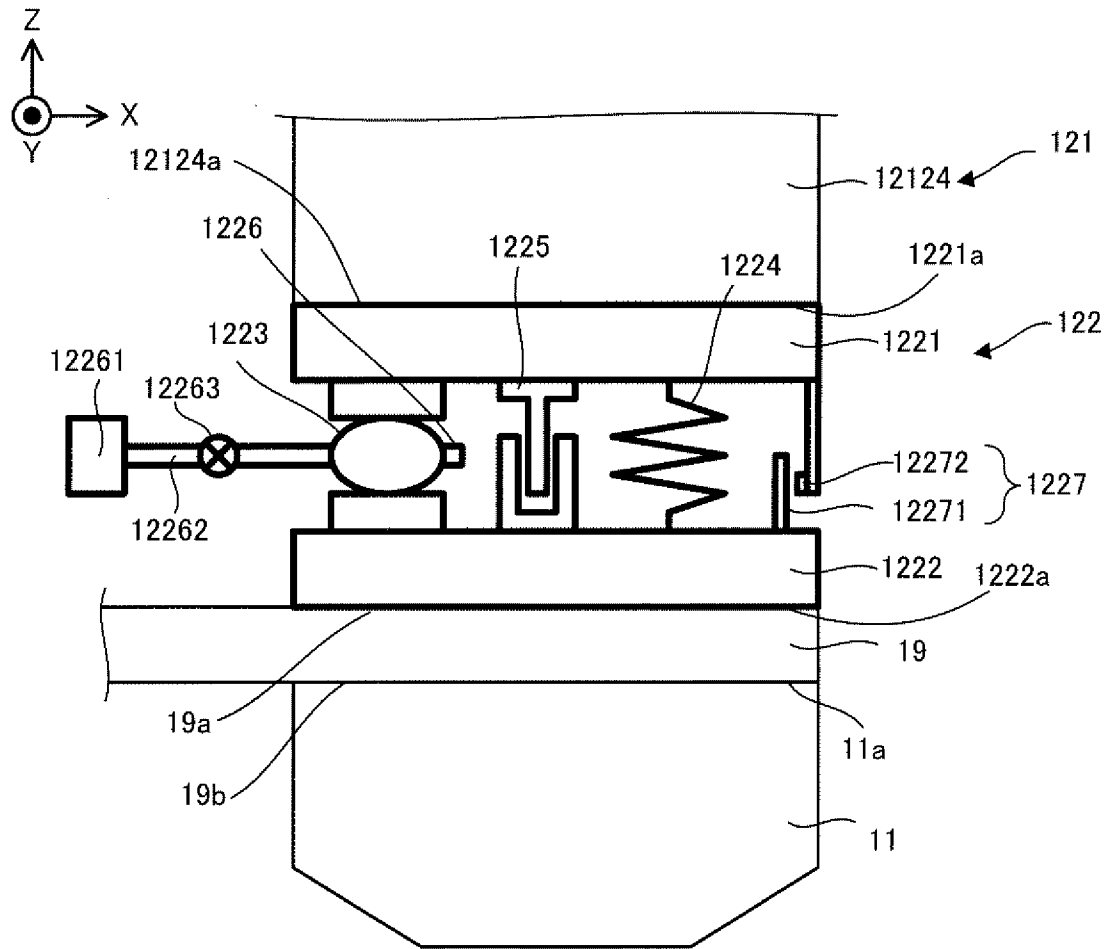
[図2]



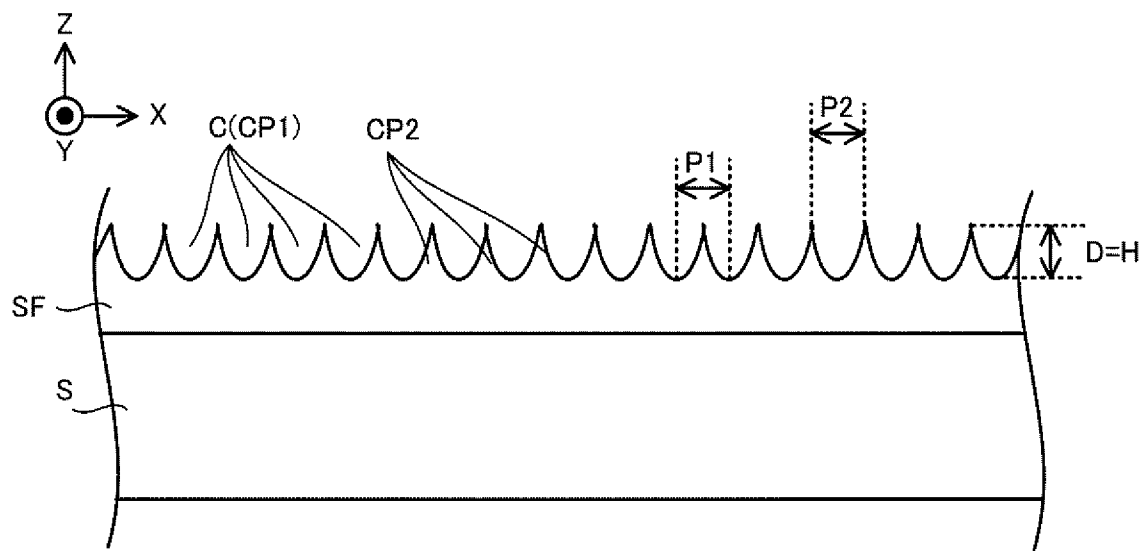
[図4]



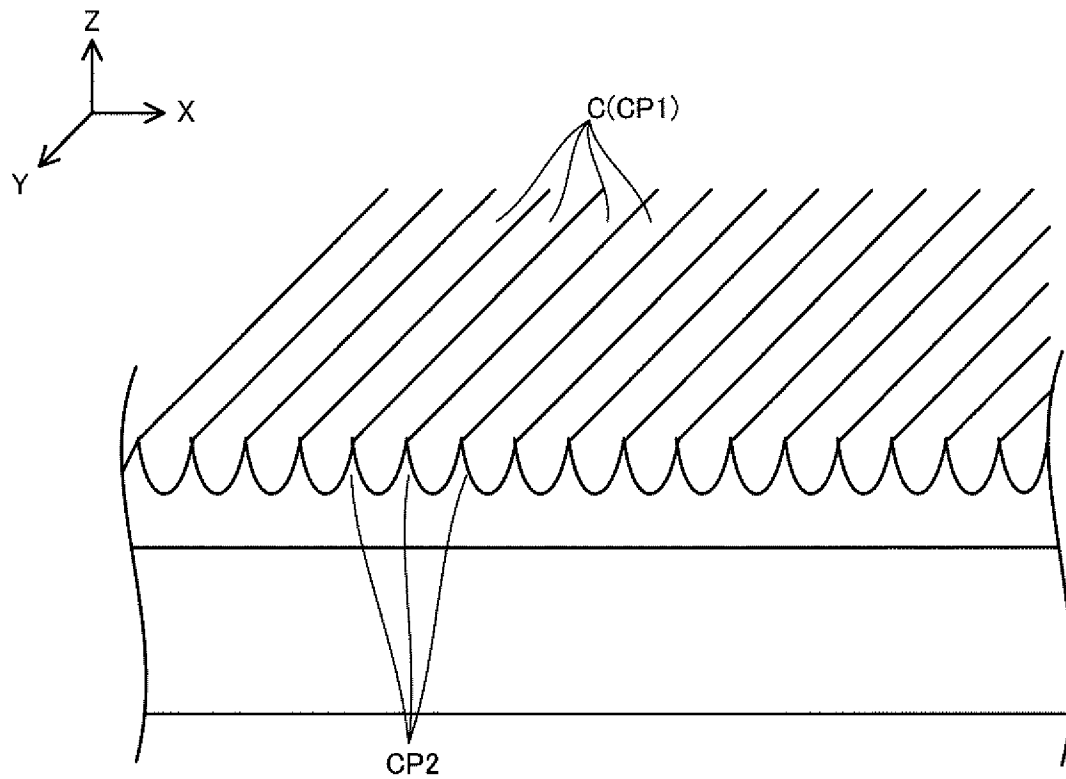
[図6]



[図7]

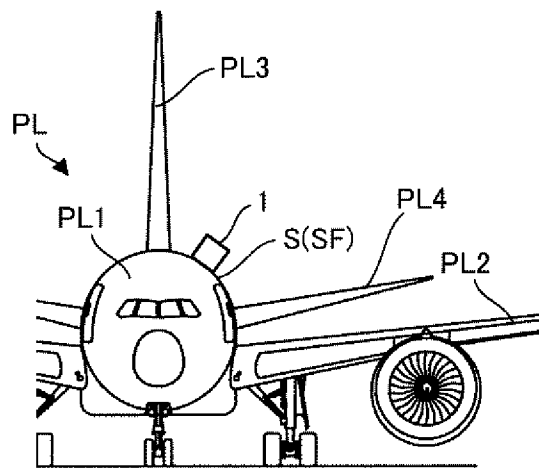


(a)

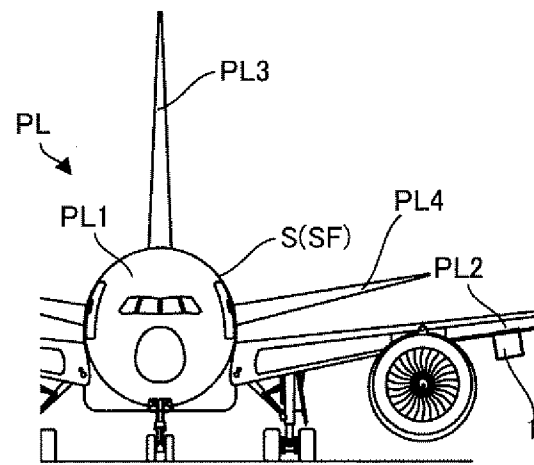


(b)

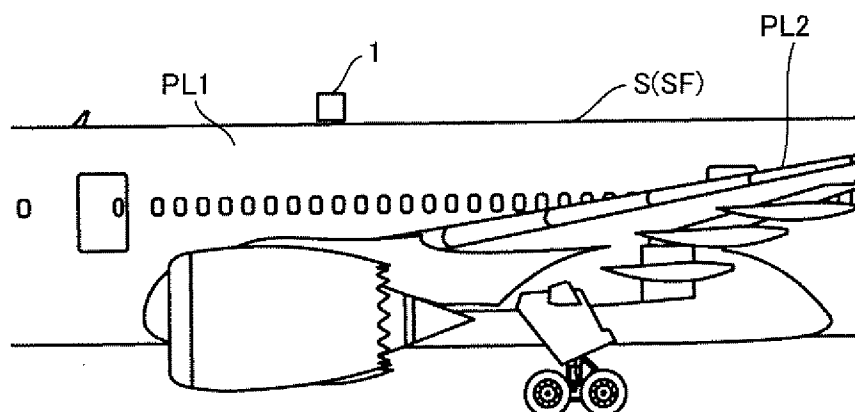
[図8]



(a)

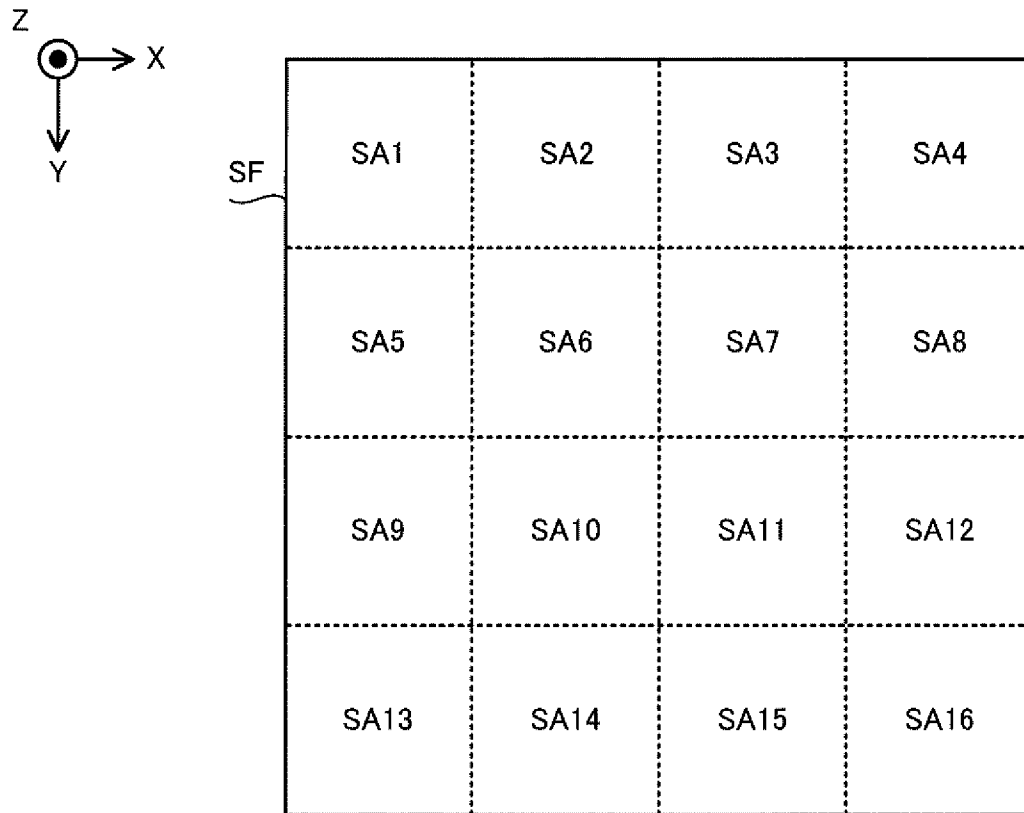


(b)

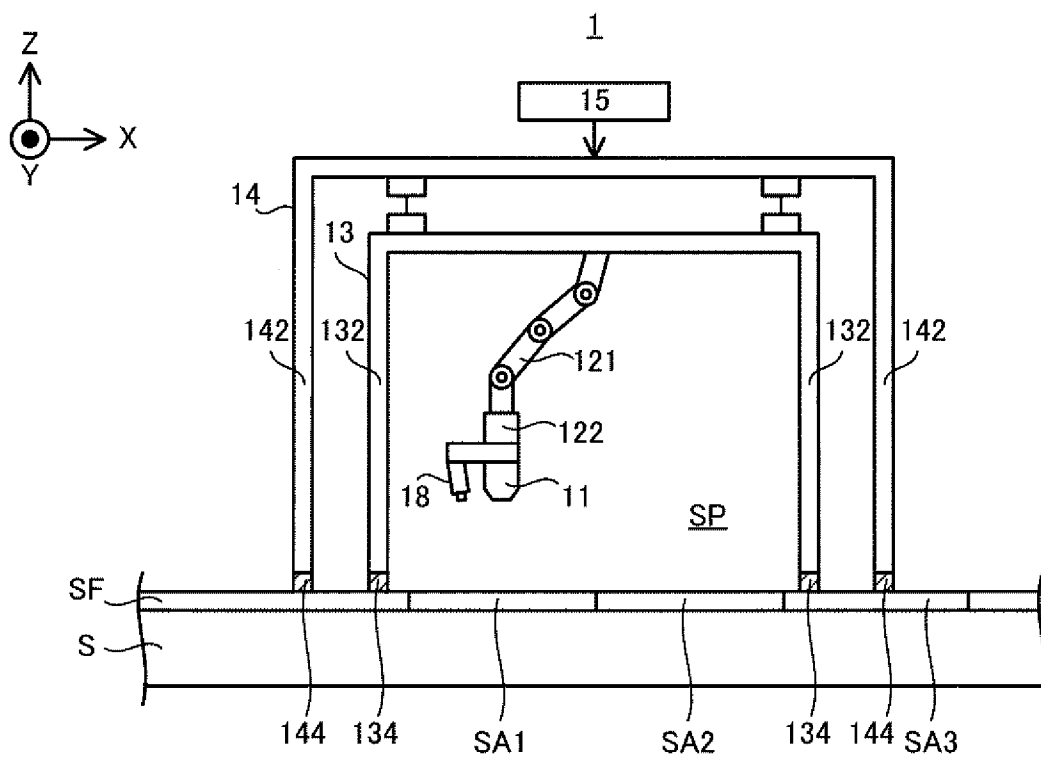


(c)

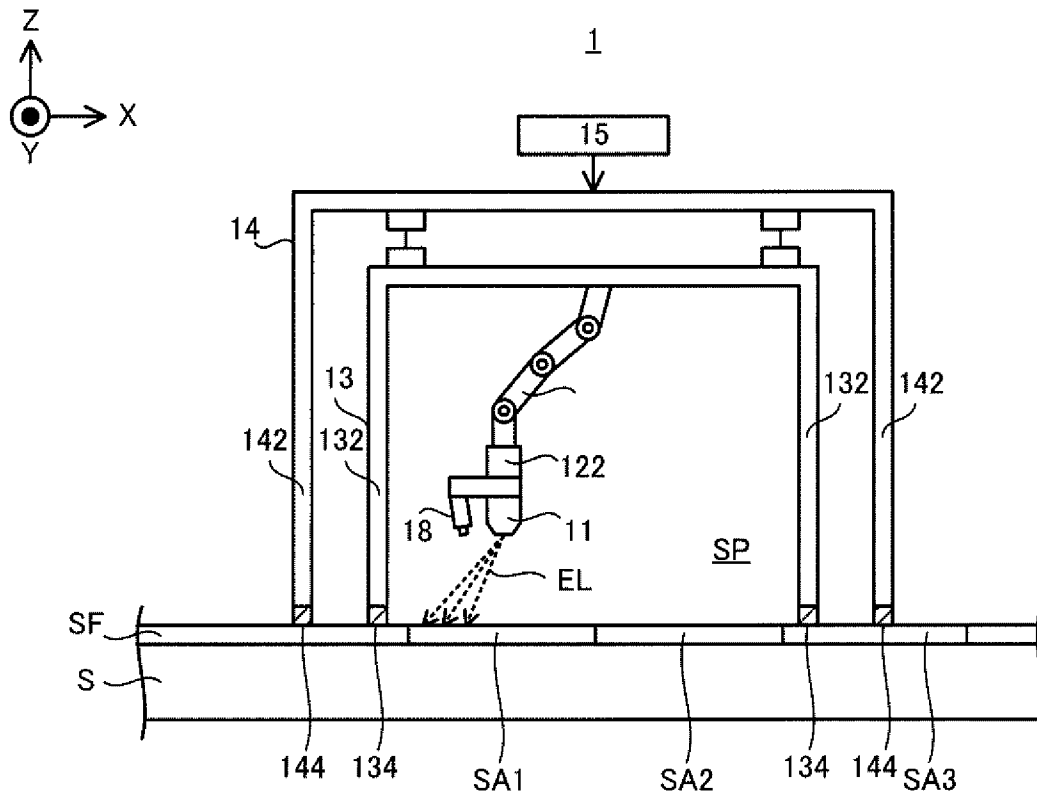
[図9]



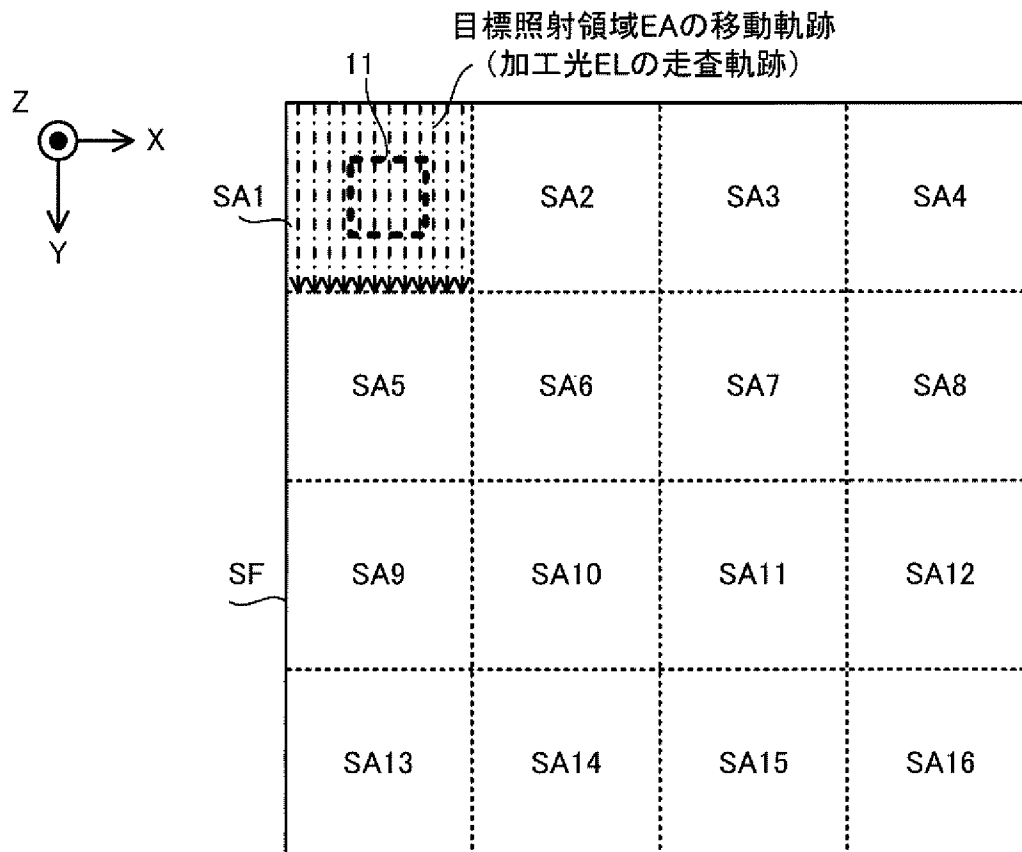
[図10]



[図11]

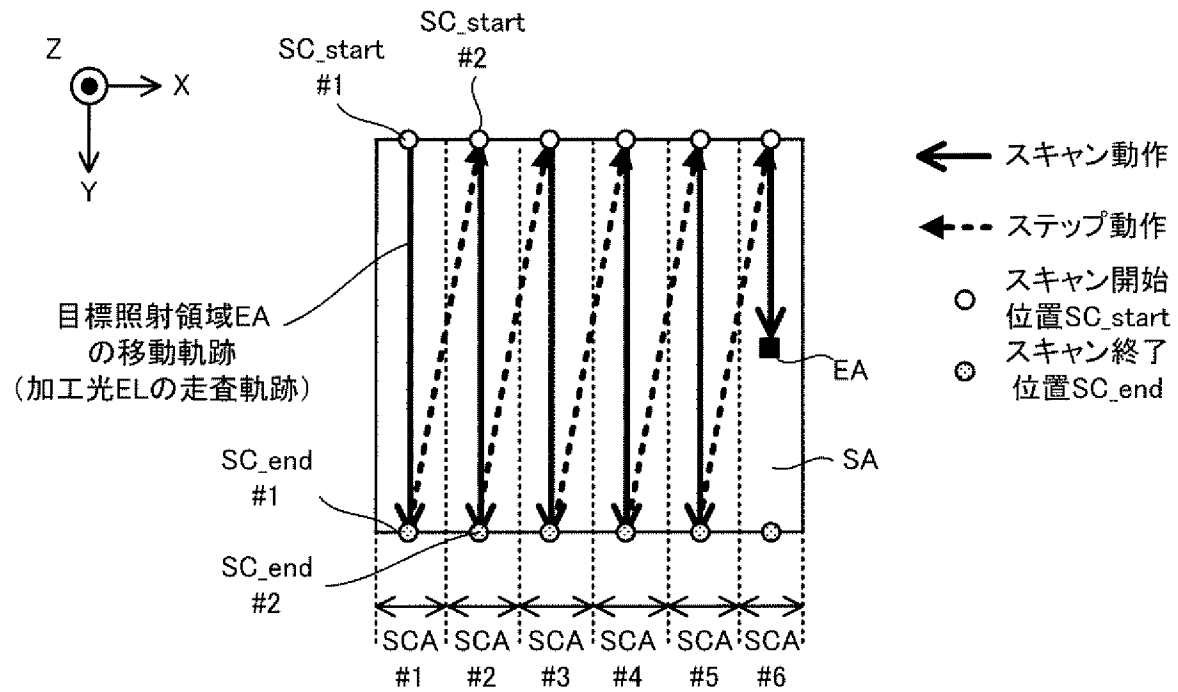


(a)

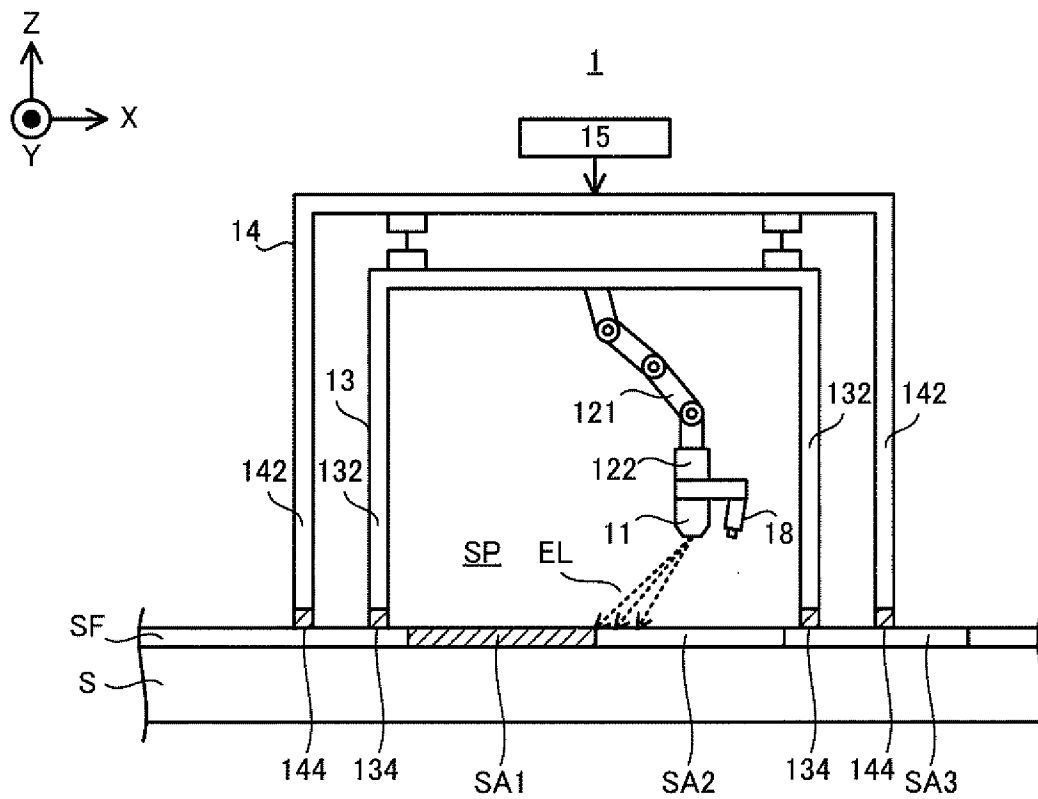


(b)

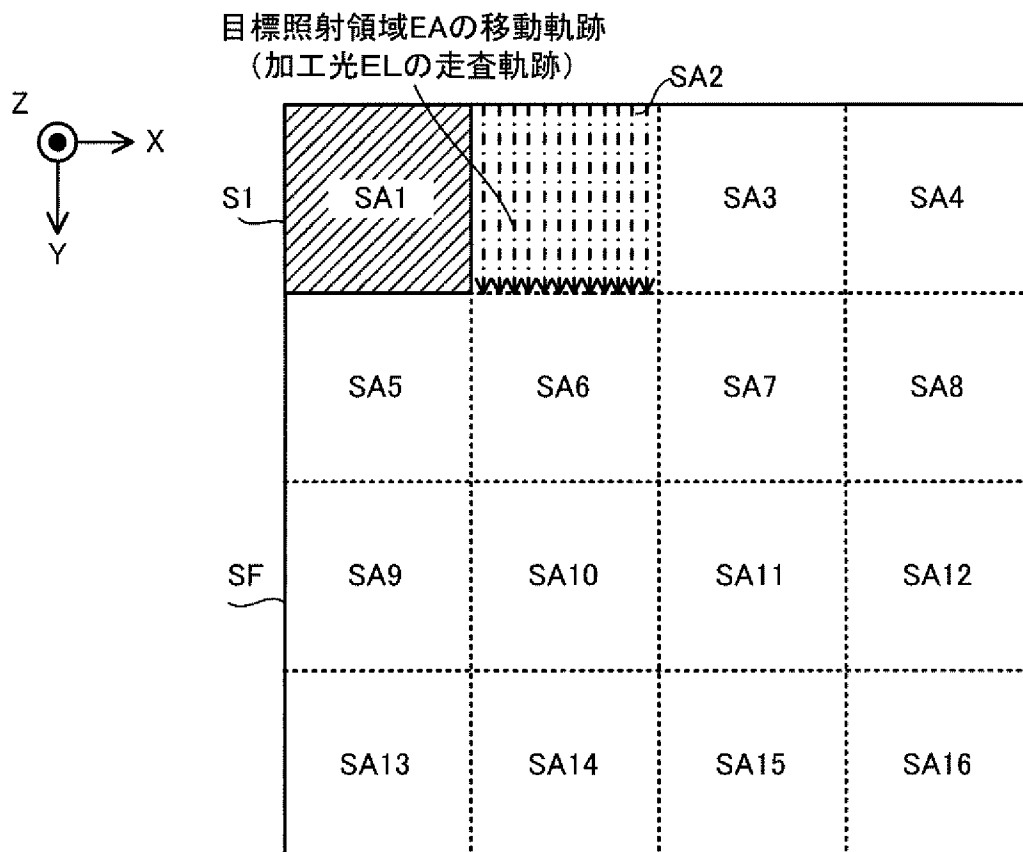
[図12]



[図14]

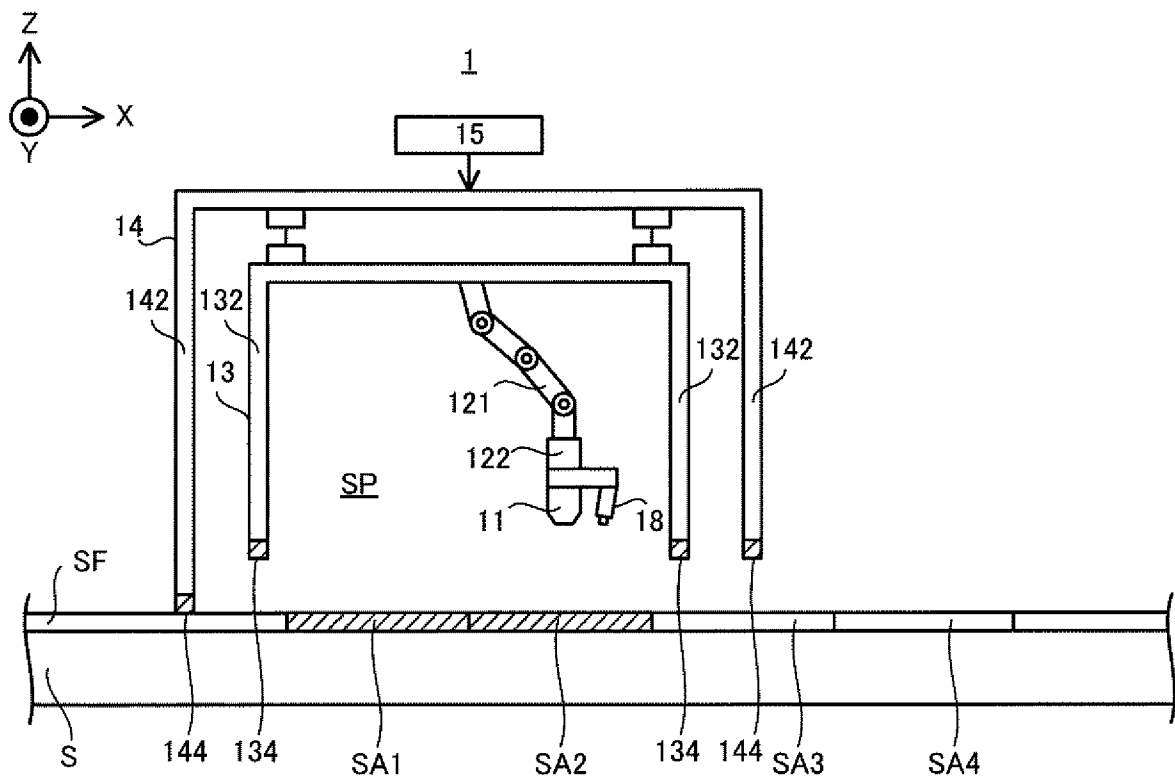


(a)

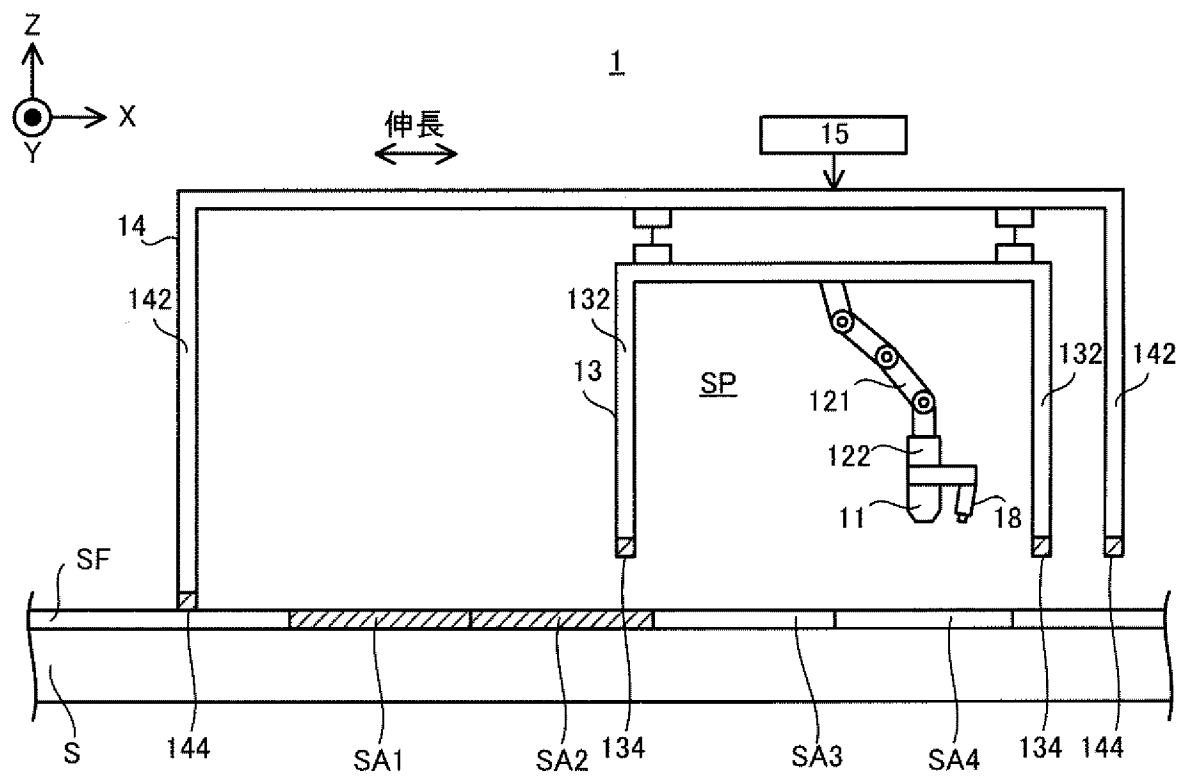


(b)

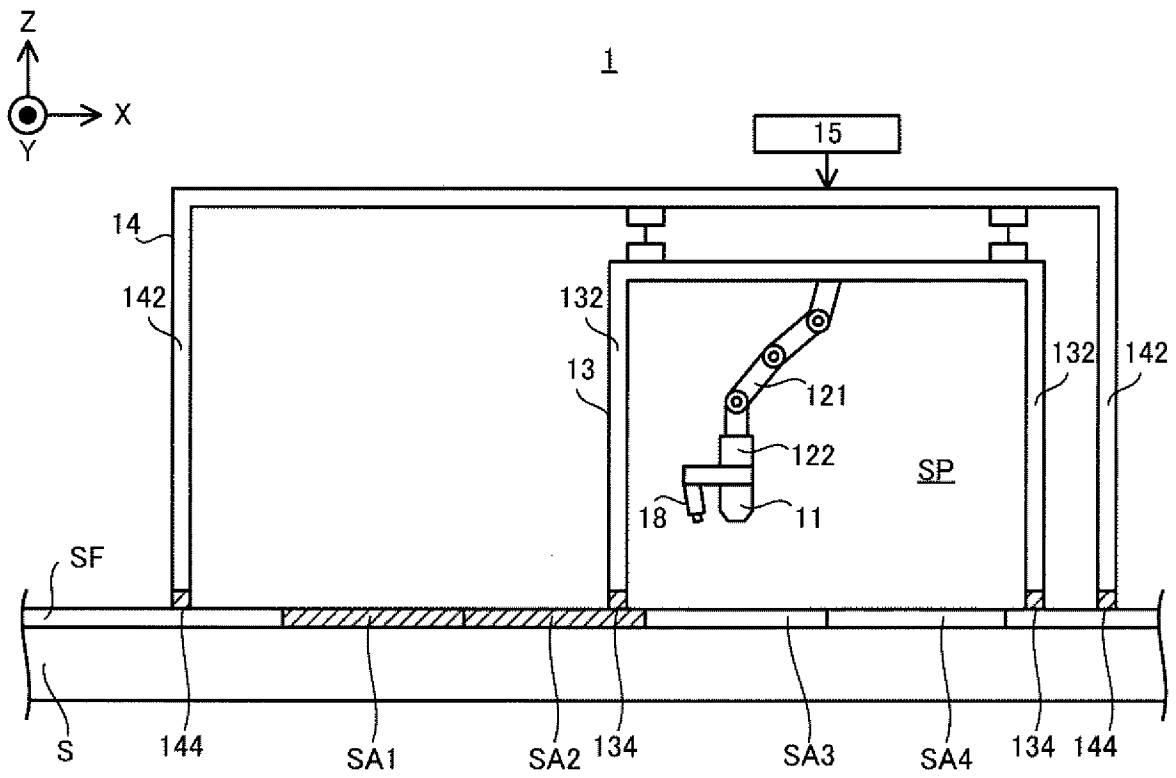
[図15]



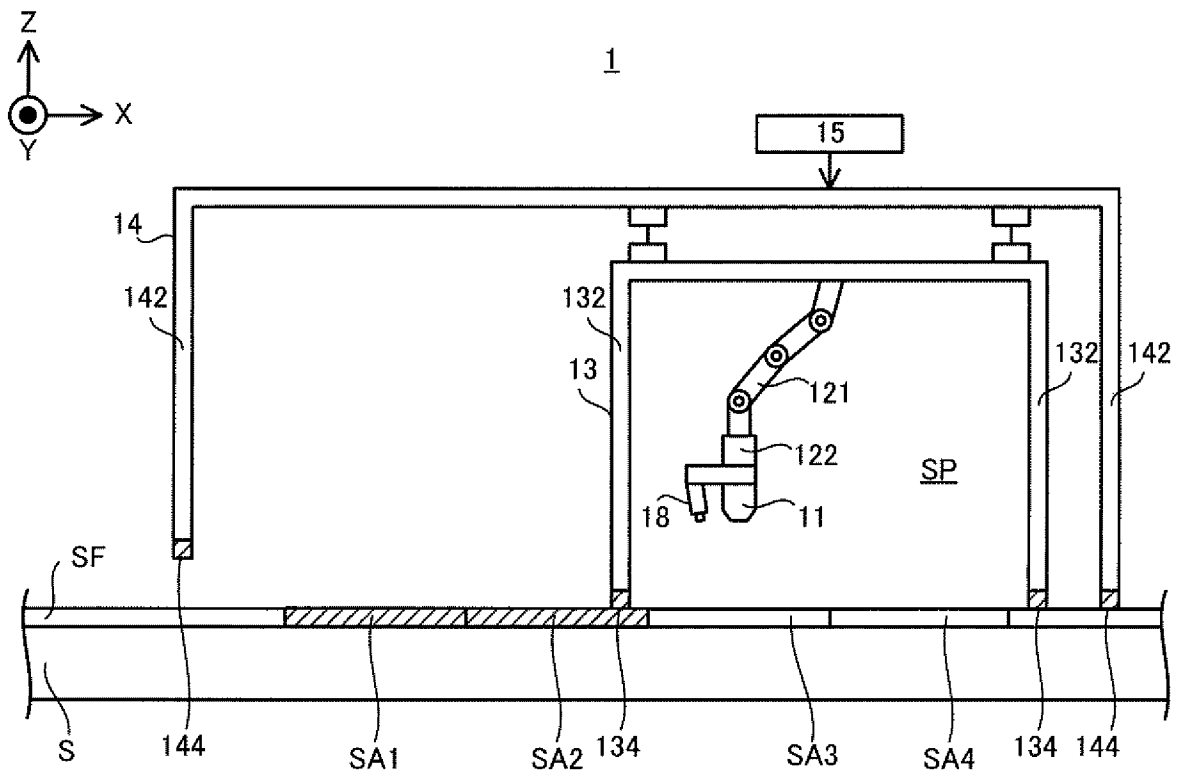
[図16]



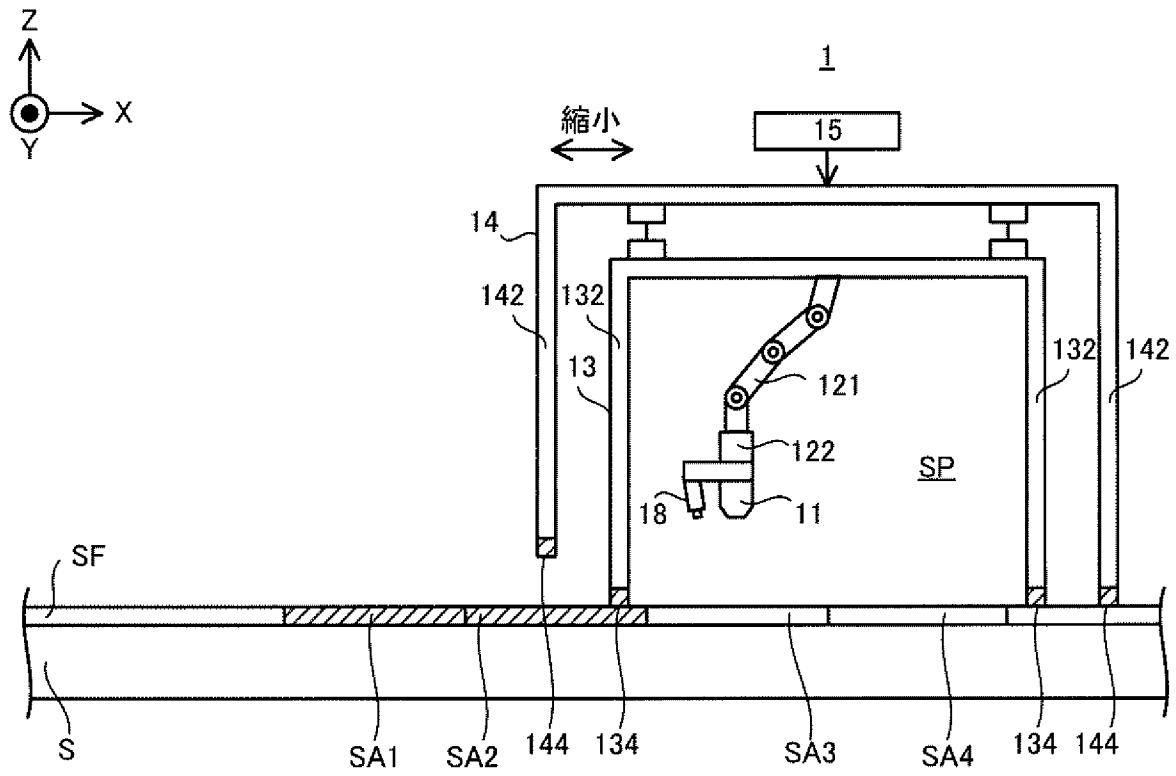
[図17]



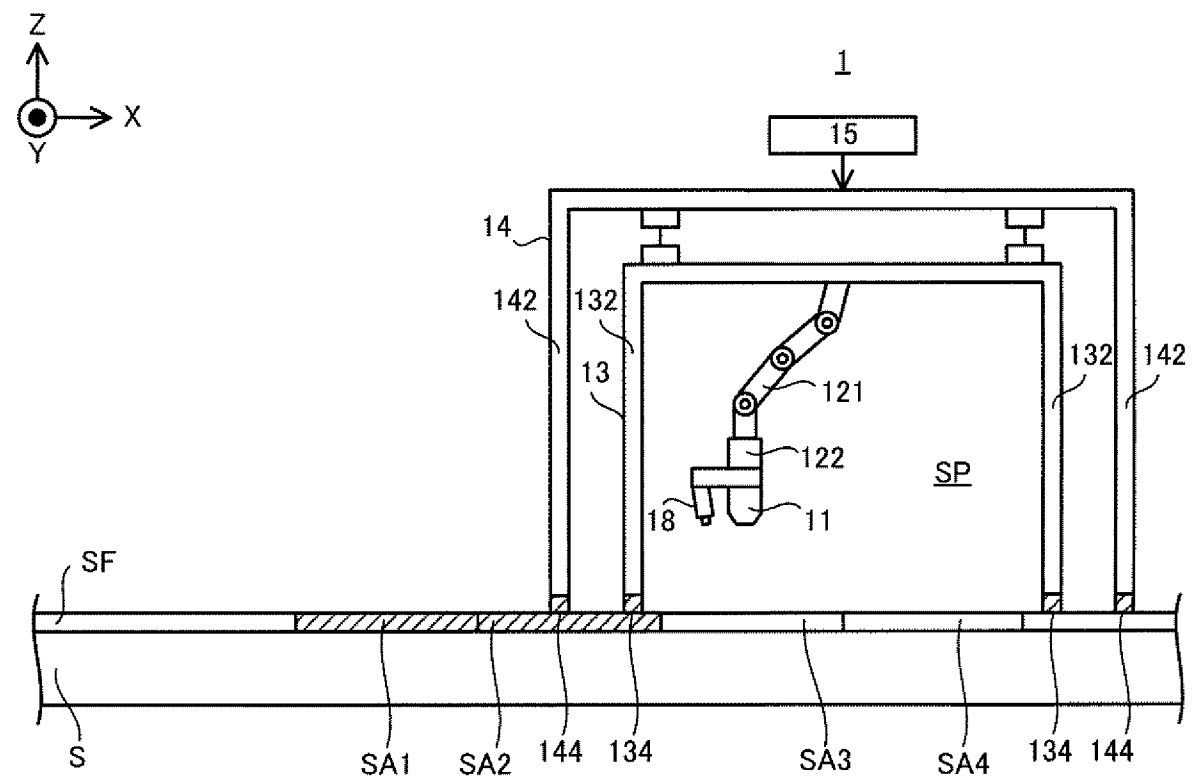
[図18]



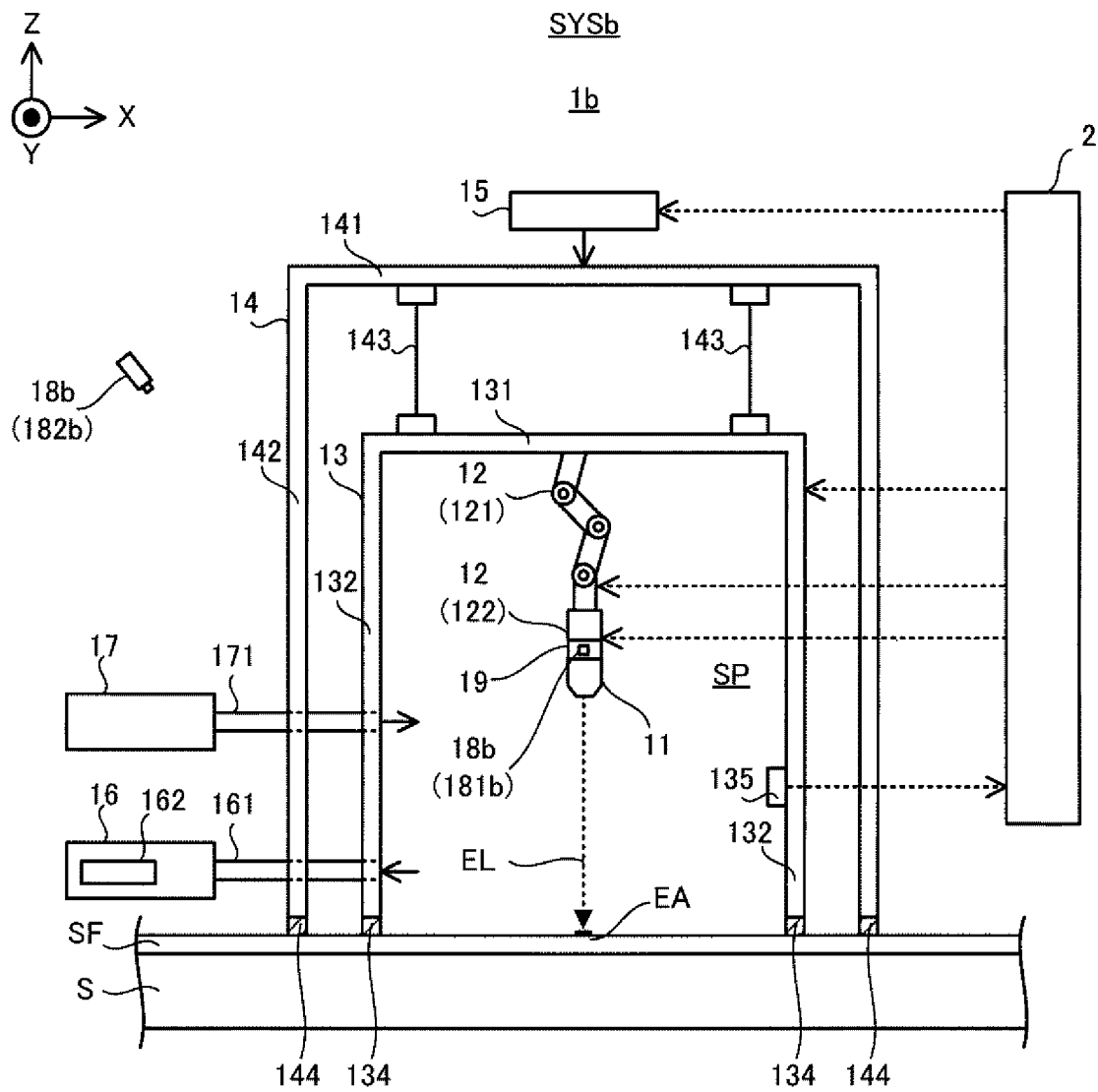
[図19]



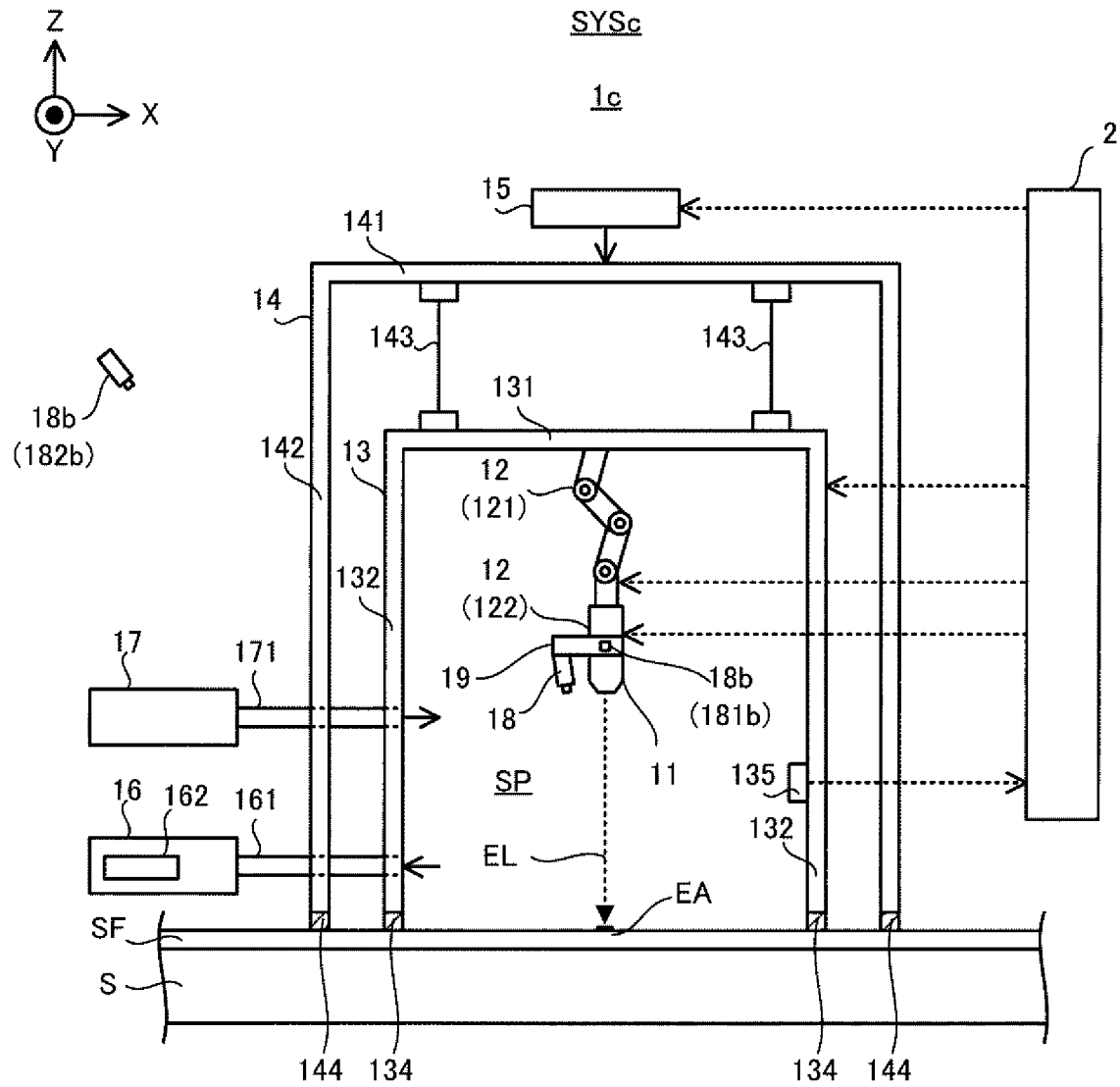
[図20]



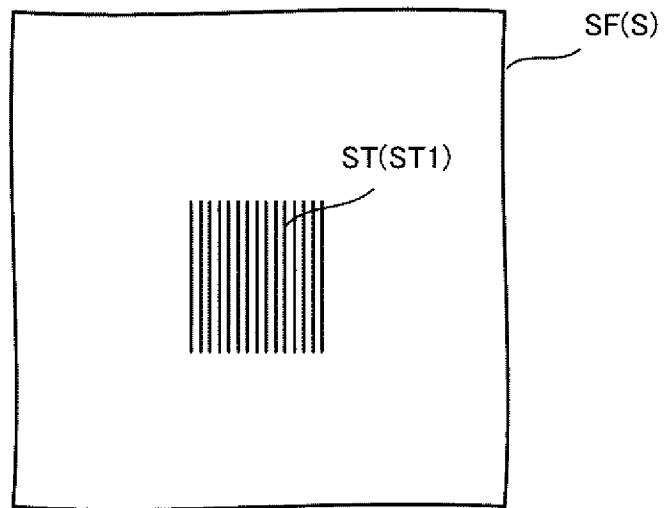
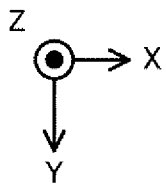
[図21]



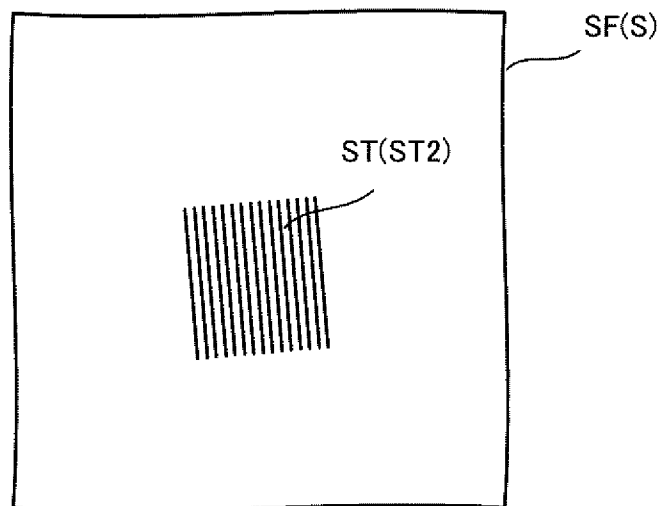
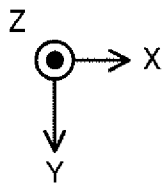
[図22]



[図23]

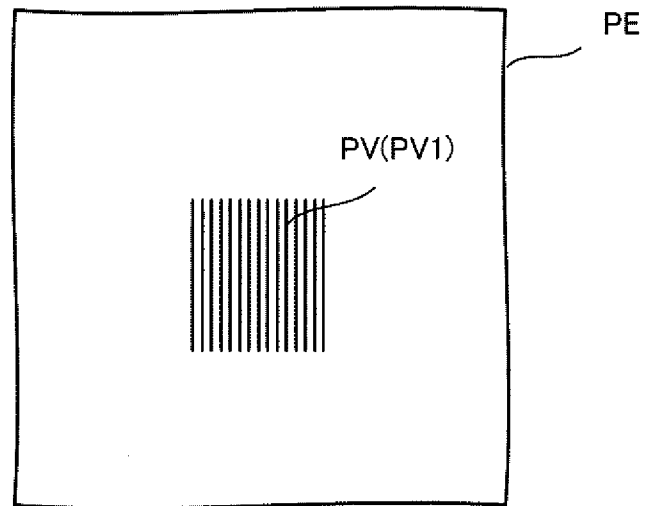
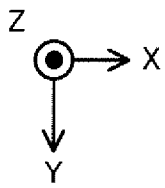


(a)

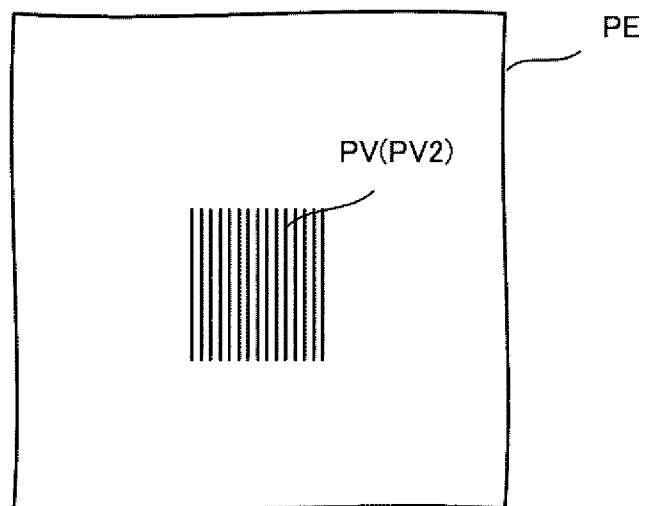
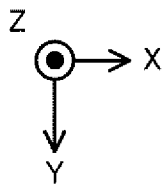


(b)

[図24]

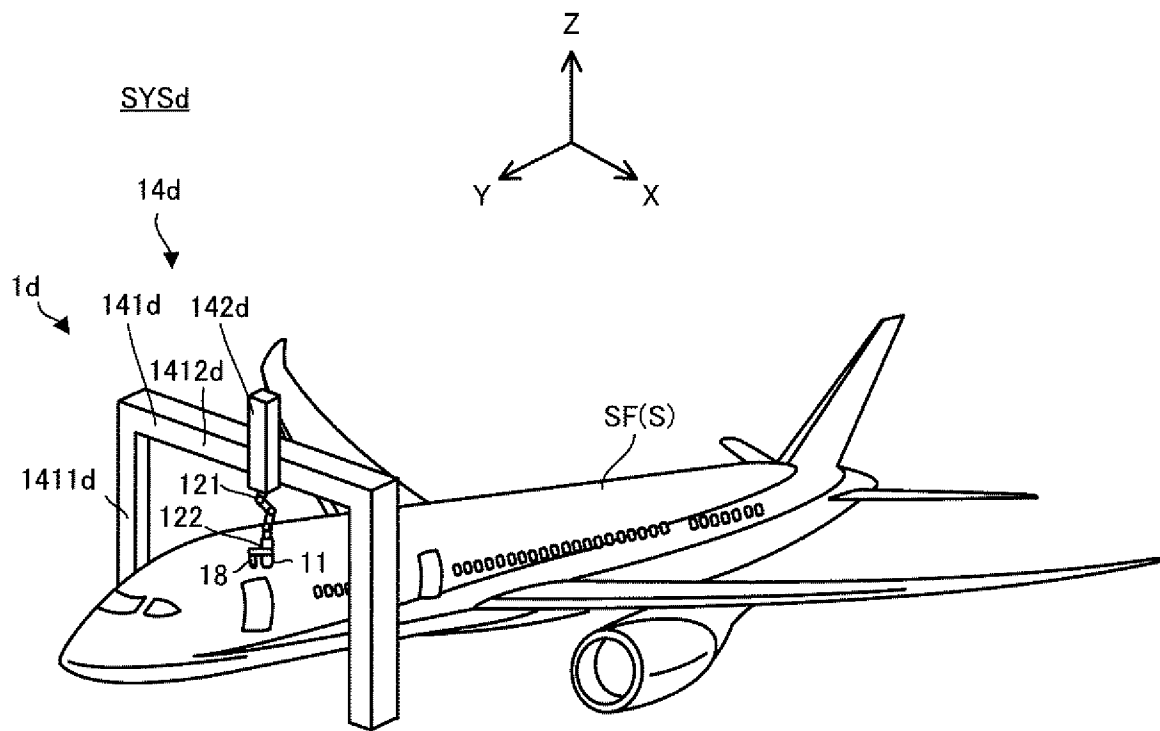


(a)

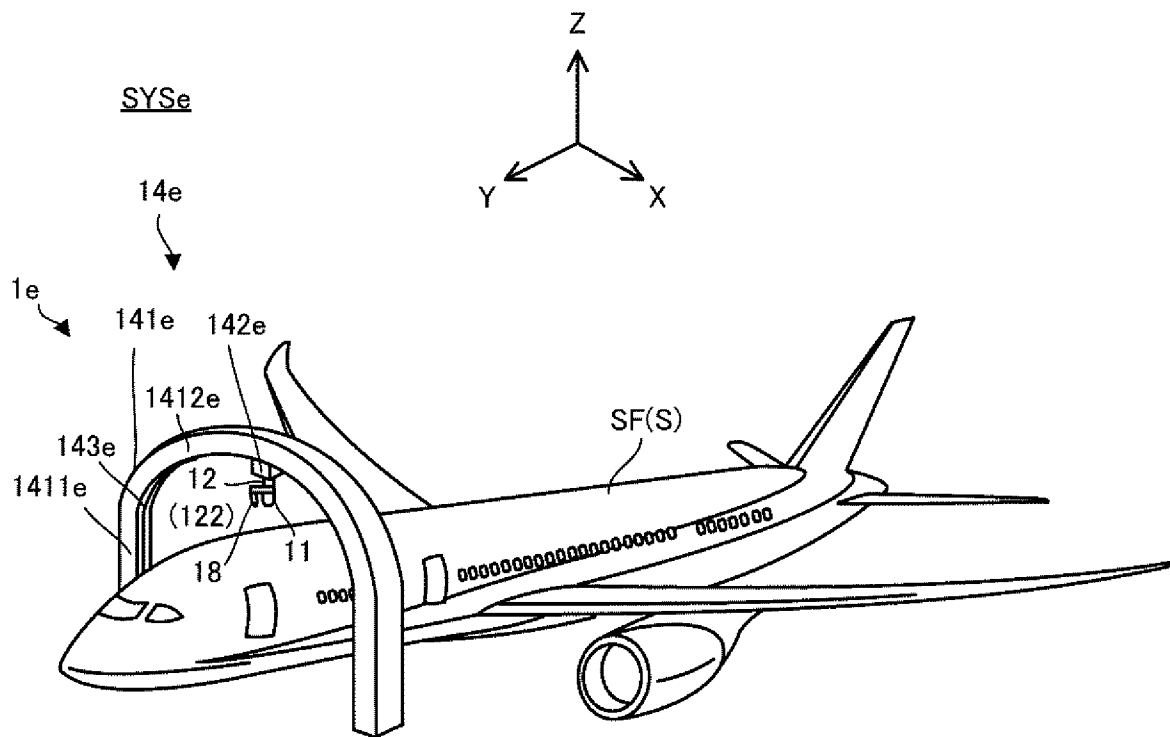


(b)

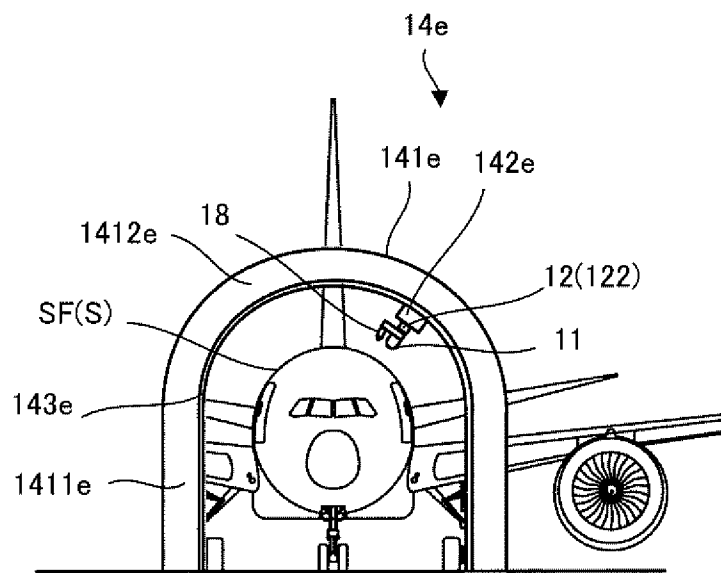
[図25]



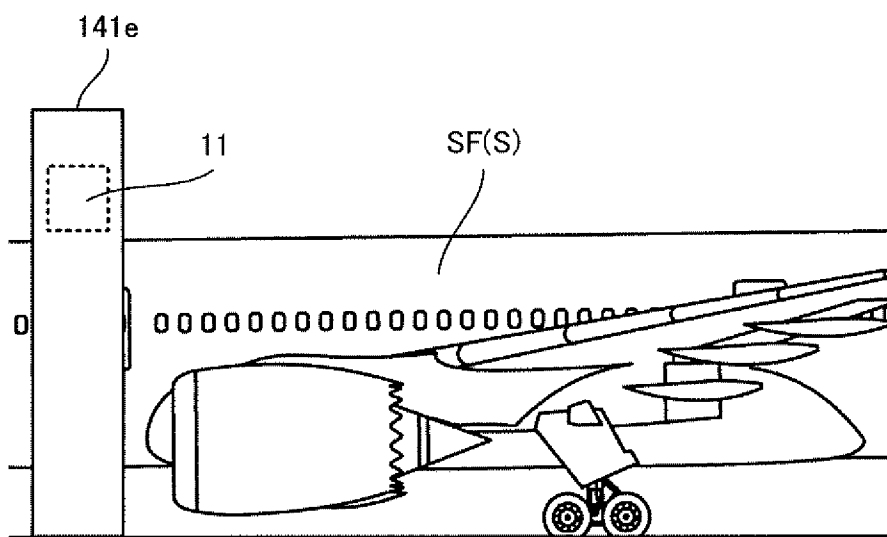
[図26]



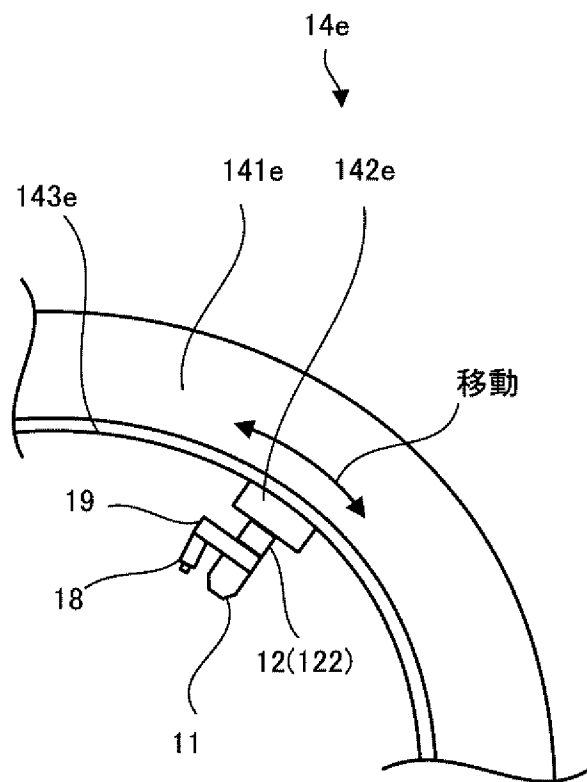
[図27]



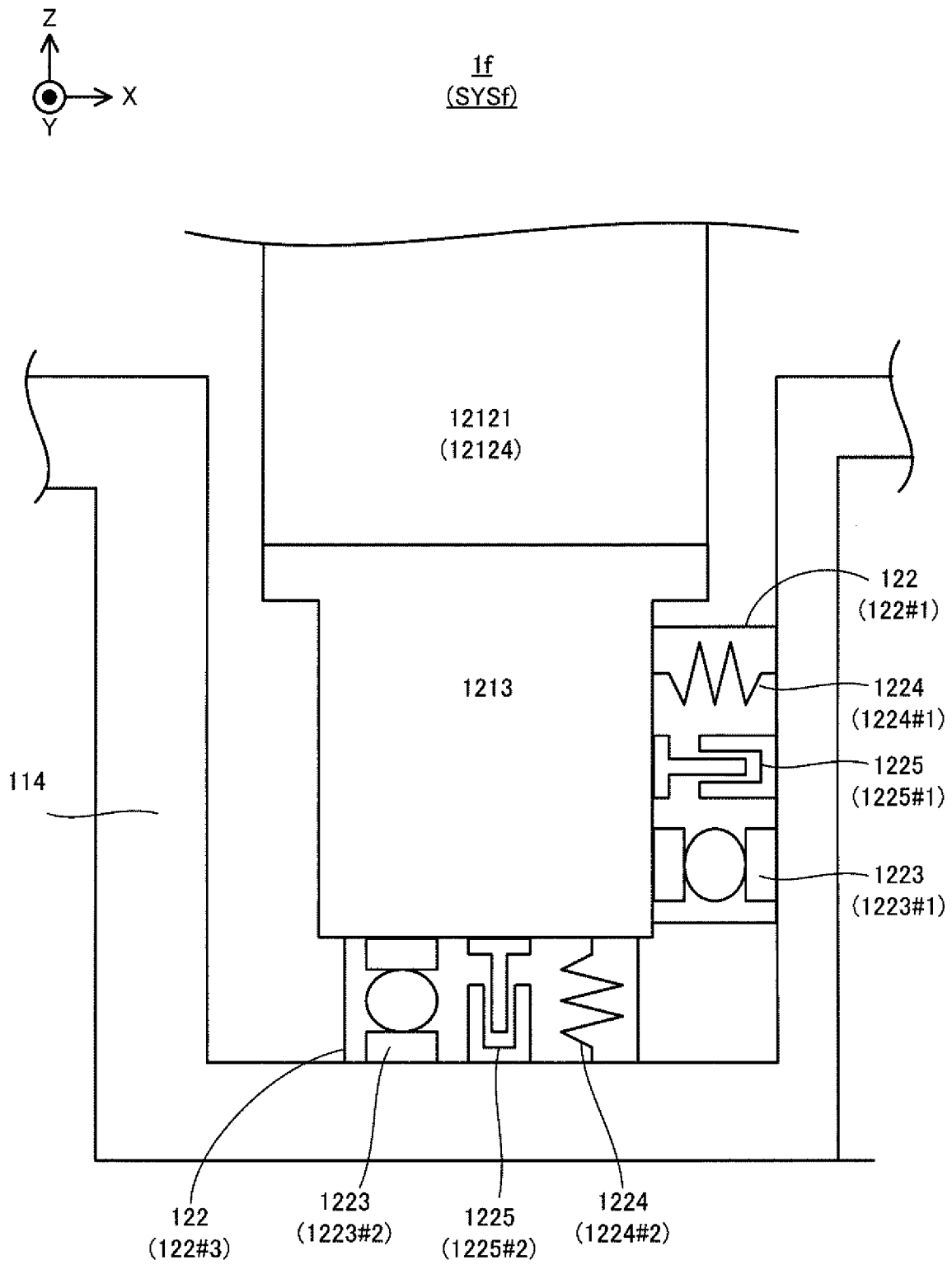
[図28]



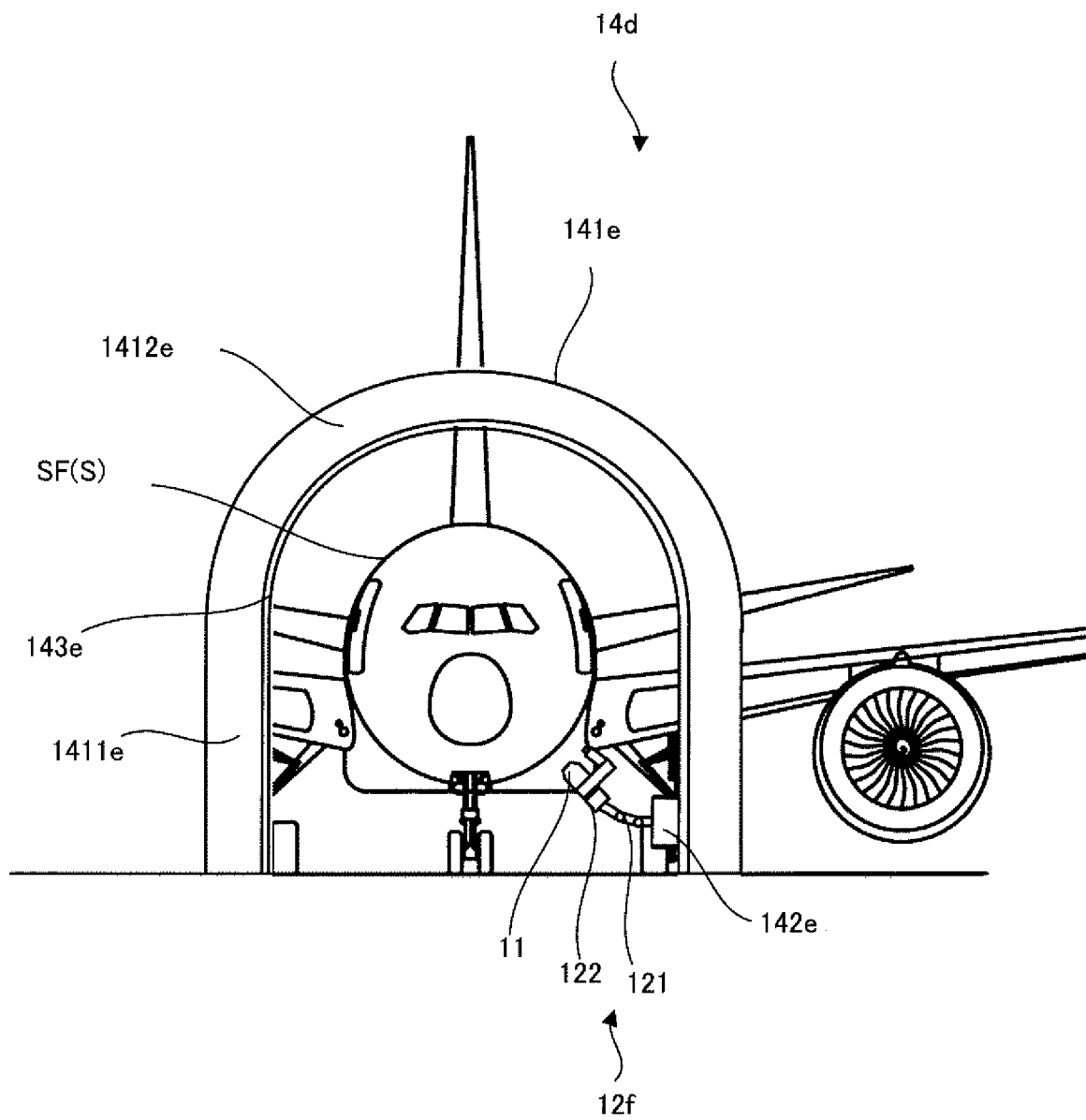
[図29]



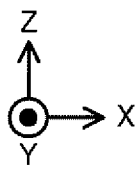
[図31]



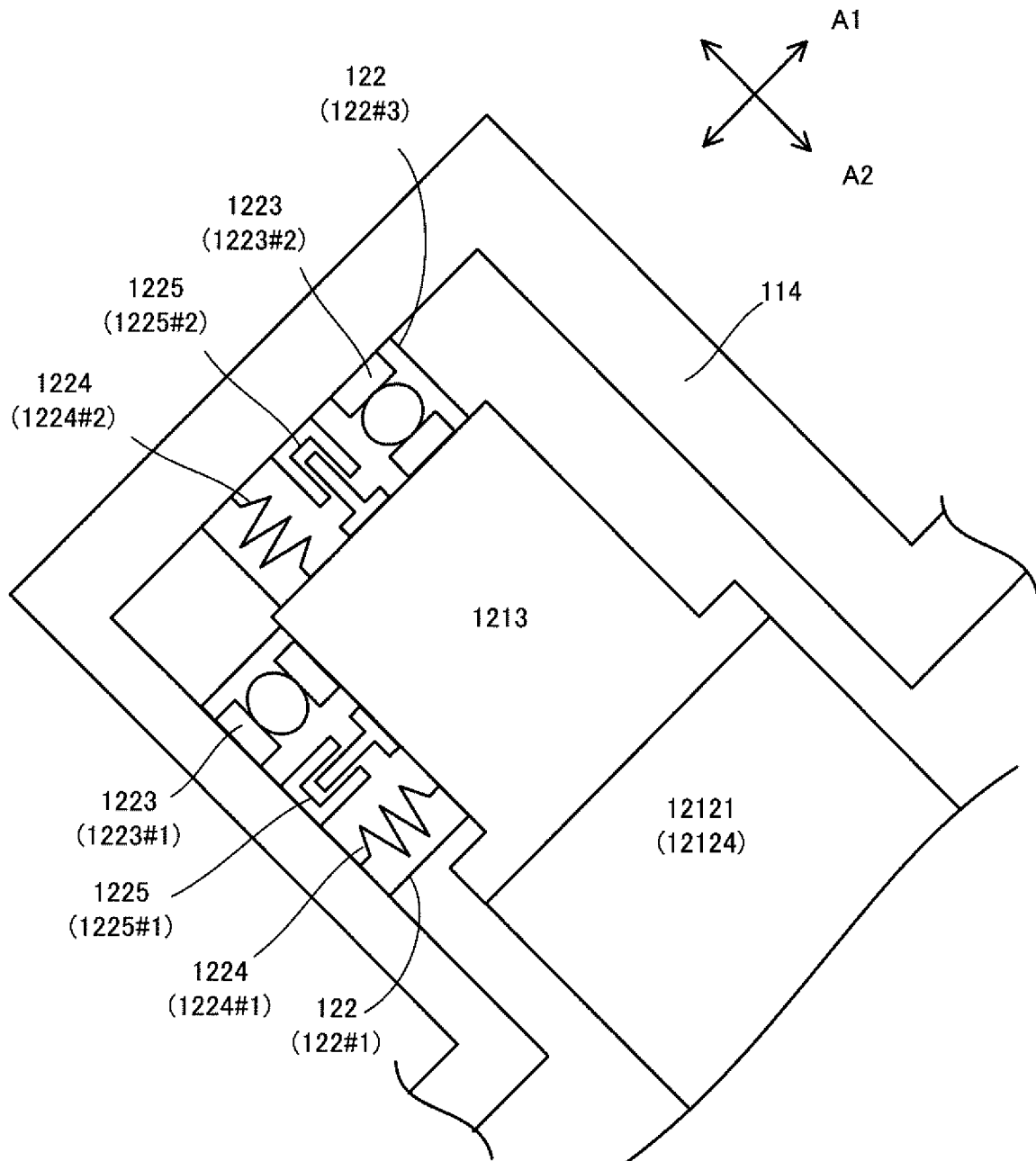
[図32]



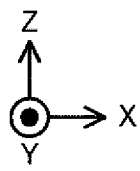
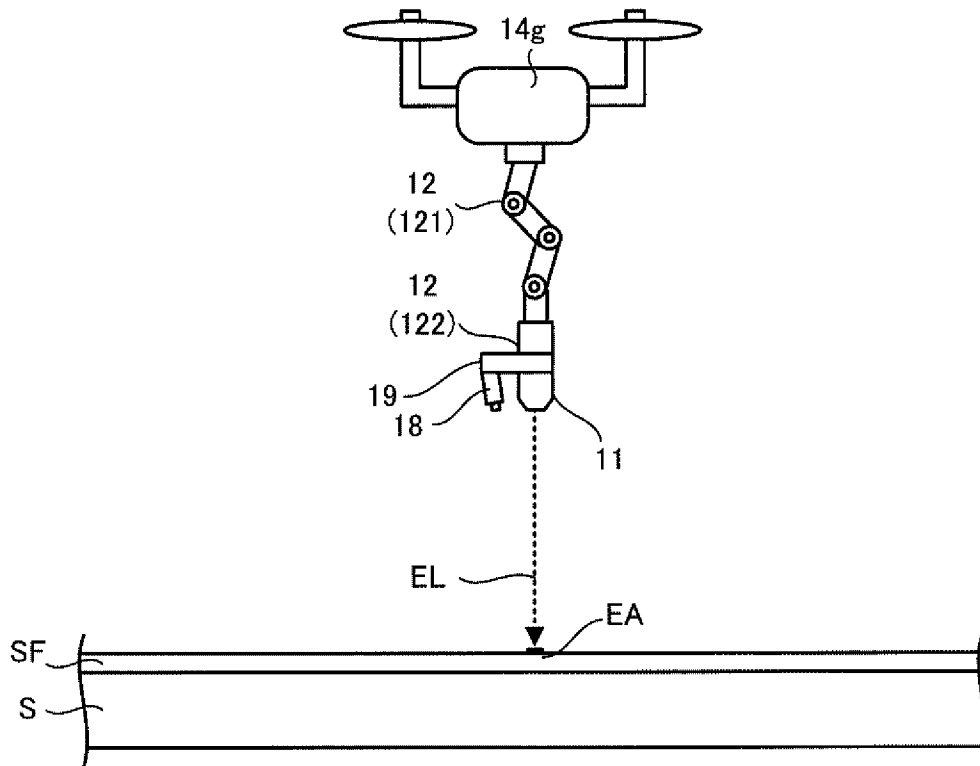
[図33]



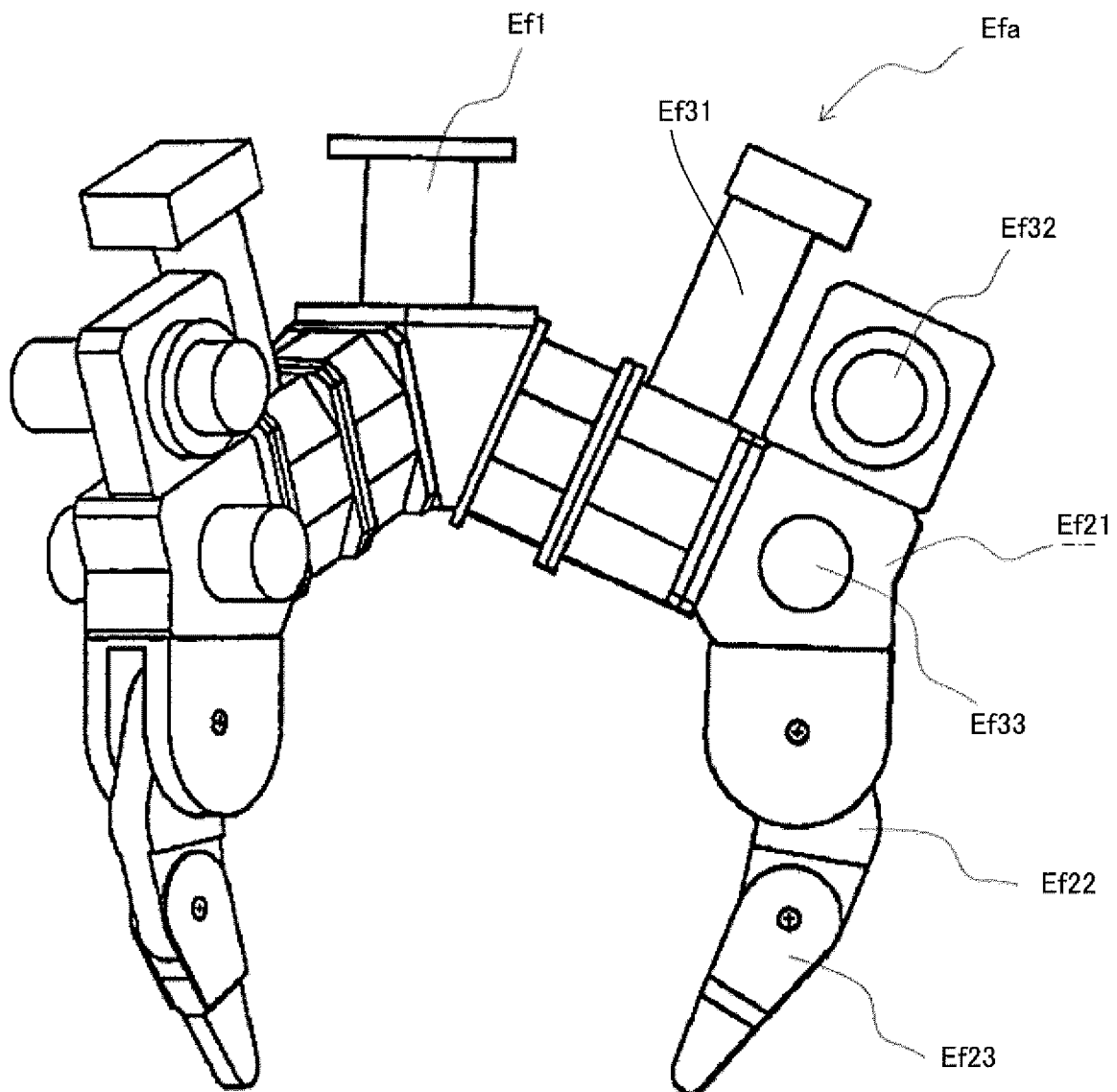
1f
(SYSf)



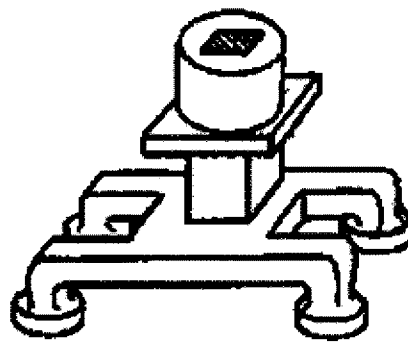
[図34]

SYS_g1_g

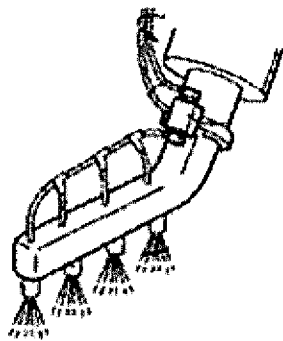
[図35]



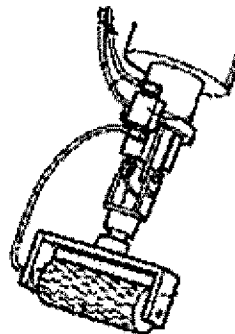
[図36]

Efb

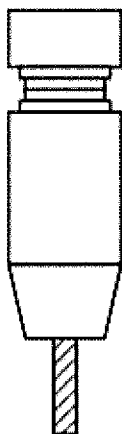
(a)

Efc

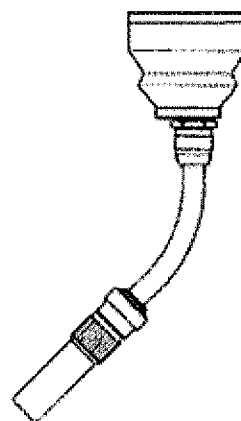
(b)

Efd

(c)

Efe

(d)

Eff

(e)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/015966

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B23K26/08 (2014.01) 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. B23K26/08

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2014-508051 A (FERROBOTICS COMPLIANT ROBOT TECHNOLOGY GMBH) 03 April 2014, paragraphs [0013]-[0038], fig. 1-7 & US 2014/000055831 A1, paragraphs [0022]-[0048], fig. 1-7 & EP 2686142 A1 & DE 102011006679 A1 & CN 103429400 A & KR 10-2014-0026382 A	59, 62-66, 69, 1-44, 46-57
A	JP 2018-183853 A (SUMITOMO RIKO CO., LTD.) 22 November 2018, paragraphs [0034]-[0063], fig. 1-6 (Family: none)	1-44, 46-57, 59, 62-66, 69
A	JP 2003-71760 A (RICOH CO., LTD.) 12 March 2003, paragraphs [0034]-[0065], fig. 1-5 (Family: none)	1-44, 46-57, 59, 62-66, 69

☐ 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
01.07.2019

Date of mailing of the international search report
09.07.2019

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/JP2019/015966

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

[see extra sheet]

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Claims 1-44, 46-57, 59, 62-66, 69

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/015966

Document 1: JP 2018-183853 A (SUMITOMO RIKO CO., LTD.) 22 November 2018, paragraphs [0034]-[0063], fig. 1-6 (Family: none)

Document 2: JP 2003-71760 A (RICOH CO., LTD.) 12 March 2003, paragraphs [0034]-[0065], fig. 1-5 (Family: none)

(Invention 1) Claims 1-44, 46-57, 59, 62-66, and 69

Claims 1-28 have a special technical feature of "comprising: a mobile member configured such that the relative positional relationship thereof with part of an object can be altered; an end effector that acts on the object; and a connecting device that connects the mobile member and the end effector such that the relative positional relationship between the mobile member and the end effector can be altered, wherein the connecting device comprises a drive member that causes the mobile member and/or the end effector to move, and an elastic member that couples the mobile member and the end effector together." Claims 29-44, 46-57, 59, 62-66, and 69 share with claim 1 the same or corresponding special technical feature and are therefore classified as invention 1.

(Invention 2) Claims 45 and 58

Claim 45 shares with claim 1 classified as invention 1 the feature of "comprising: a mobile member configured such that the relative positional relationship thereof with part of an object can be altered; an irradiation device that irradiates the processing light to the object; and a connecting device that connects the mobile member and the irradiation device such that the relative positional relationship between the mobile member and the irradiation device can be altered, wherein the connecting device comprises a member for altering the position of the irradiation device relative to the mobile member." Claim 58 also shares with claim 45 the same or corresponding special technical feature, and is therefore classified as invention 2.

(Invention 3) Claims 60, 67, and 70

Claim 60 shares with claim 1 classified as invention 1 the feature of "comprising: an end effector that acts on an object; a mobile member configured such that the relative relationship thereof with part of the object can be altered; and a connecting device that connects the mobile member and the end effector such that the relative positional relationship between the mobile member and the end effector can be altered."

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/015966

However, this feature does not make a contribution over the prior art in the light of the content disclosed in document 1, and thus cannot be said to be a special technical feature.

Moreover, no other identical or corresponding special technical feature exists between claim 60 and claim 1.

In addition, claim 60 is not a dependent claim of claim 1. Furthermore, claim 60 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

As such, claim 60 cannot be classified as invention 1.

Claim 60 does have a special technical feature of "comprising: an end effector that acts on an object; a mobile member configured such that the relative relationship thereof with part of the object can be altered; a connecting device that connects the mobile member and the end effector such that the relative positional relationship between the mobile member and the end effector can be altered; and a vibration-reducing device that reduces vibration originating from the mobile member toward the end effector." Claims 67 and 70 also shares with claim 60 the same or corresponding special technical feature, and are therefore classified as invention 3.

(Invention 4) Claims 61, 68, and 71

Claim 61 shares with claim 1 classified as invention 1 the feature of "comprising: a mobile member configured such that the relative positional relationship thereof with part of an object can be altered; an end effector that acts on the object; and a connecting device that connects the mobile member and the end effector such that the relative positional relationship between the mobile member and the end effector can be altered, wherein the connecting device comprises a member for altering the position of the end effector relative to the mobile member."

However, this feature does not make a contribution over the prior art in the light of the content disclosed in document 2, and thus cannot be said to be a special technical feature.

Moreover, no other identical or corresponding special technical feature exists between claim 61 and claim 1.

In addition, claim 61 is not a dependent claim of claim 1. Furthermore, claim 61 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

As such, claim 61 cannot be identified as invention 1.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/015966

Claim 61 does have a special technical feature of "comprising: an end effector that acts on an object; a mobile member configured such that the relative relationship thereof with part of the object can be altered; a connecting device that connects the mobile member and the end effector such that the relative positional relationship between the mobile member and the end effector can be altered; and a position measurement device that measures the position of the end effector relative to the object or to a reference position, wherein the connecting device comprises a position-altering member that alters the position of the end effector relative to the mobile member on the basis of the position measurement result from the position measurement device." Claims 68 and 71 also shares with claim 61 the same or corresponding special technical feature, and are therefore classified as invention 4.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K26/08 (2014.01) 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. B23K26/08

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
X	JP 2014-508051 A（フェルロボティクス コンプライアント ロボット テクノロジー ゲーエムベーハー）2014.04.03,	59, 62-66, 69
A	段落[0013]-[0038], 図1-7 & US 2014/0005831 A1, 段落[0022]-[0048], 図1-7 & EP 2686142 A1 & DE 102011006679 A1 & CN 103429400 A & KR 10-2014-0026382 A	1-44, 46-57
A	JP 2018-183853 A（住友理工株式会社）2018.11.22, 段落[0034]-[0063], 図1-6（ファミリーなし）	1-44, 46-57, 59,

☒ 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

01.07.2019

国際調査報告の発送日

09.07.2019

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）

柏原 郁昭

3 P

3113

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

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	JP 2003-71760 A (株式会社リコー) 2003.03.12, 段落[0034]-[0065], 図 1-5 (ファミリーなし)	6 2 - 6 6 , 6 9 1 - 4 4 , 4 6 - 5 7 , 5 9 , 6 2 - 6 6 , 6 9

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

文献1：JP 2018-183853 A（住友理工株式会社）2018.11.22，段落[0034]-[0063]，図1-6
（ファミリーなし）

文献2：JP 2003-71760 A（株式会社リコー）2003.03.12，段落[0034]-[0065]，図1-5
（ファミリーなし）

（以下、特別ページに続く）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項 1-44, 46-57, 59, 62-66, 69

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

(発明1) 請求項1-44、46-57、59、62-66、69

請求項1-28は、「物体の一部との相対的な位置関係が変更可能な可動部材と、前記物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置とを備え、前記接続装置は、前記可動部材および前記エンドエフェクタのうち少なくとも一方を移動させる駆動部材と、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを結合する弾性部材とを備える」という特別な技術的特徴を有しており、請求項29-44、46-57、59、62-66、69も、請求項1と同一または対応する特別な技術的特徴を有しているので、発明1に区分する。

(発明2) 請求項45、58

請求項45は、発明1に区分された請求項1と、「物体の一部との相対的な位置関係が変更可能な可動部材と、前記物体に向けて前記加工光を照射する照射装置と、前記可動部材と前記照射装置との相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記照射装置とを接続する接続装置とを備え、前記接続装置は、前記可動部材に対する前記照射装置の位置を変更する部材を備える」という共通の技術的特徴を有しており、請求項58も、請求項45と同一または対応する特別な技術的特徴を有しているので、発明2に区分する。

(発明3) 請求項60、67、70

請求項60は、発明1に区分された請求項1と「物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と、前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置とを備える」という共通の技術的特徴を有している。

しかしながら、当該技術的特徴は文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、特別な技術的特徴であるとは言えない。

また、請求項60と請求項1との間に、他に同一又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項60は請求項1の従属請求項ではない。また、請求項60は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

従って、請求項60は発明1に区分できない。

そして、請求項60は「物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と、前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置と、前記可動部材から前記エンドエフェクタへ向かう振動を低減する振動低減装置とを備える」という特別な技術的特徴を有しており、請求項67、70も、請求項60と同一または対応する特別な技術的特徴を有しているので、発明3に区分する。

(次ページに続く)

(発明4) 請求項61、68、71

請求項61は、発明1に区分された請求項1と、「物体の一部との相対的な位置関係が変更可能な可動部材と、前記物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置と、を備え、前記接続装置は、前記可動部材に対する前記エンドエフェクタの位置を変更する部材を備える」という共通の技術的特徴を有している。

しかしながら、当該技術的特徴は文献2の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、特別な技術的特徴であるとは言えない。

また、請求項61と請求項1との間に、他に同一又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項61は請求項1の従属請求項ではない。また、請求項61は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

従って、請求項61は発明1に区分できない。

そして、請求項61は「物体に対して作用するエンドエフェクタと、前記物体の一部との相対的な関係が変更可能な可動部材と、前記可動部材と前記エンドエフェクタとの相対的な位置関係が変更可能になるように、前記可動部材と前記エンドエフェクタとを接続する接続装置と、前記物体又は基準位置に対する前記エンドエフェクタの位置を計測する位置計測装置とを備え、前記接続装置は、前記位置計測装置による位置計測結果に基づいて、前記可動部材に対する前記エンドエフェクタの位置を変更する位置変更部材を備える」という特別な技術的特徴を有しており、請求項68、71も、請求項61と同一または対応する特別な技術的特徴を有しているので、発明4に区分する。