(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
2023年9月14日(14.09.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/170761 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/00 (2014.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/009809

(22) 国際出願日： 2022年3月7日(07.03.2022)

(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: ファナック株式会社 (**FANUC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地 Yamanashi (JP).

(72) 発明者: 和泉 貴士(**IZUMI, Takashi**); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

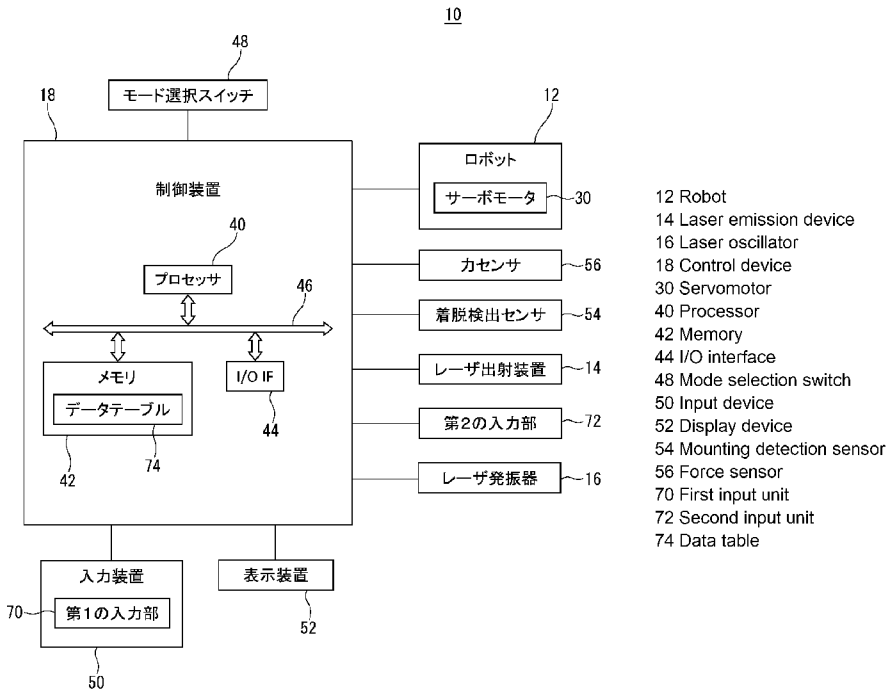
(74) 代理人: 青木 篤, 外 (**AOKI, Atsushi** et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目２３番１号 虎ノ門ヒルズ森タワー 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** LASER PROCESSING SYSTEM AND LASER PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称： レーザ加工システム、及びレーザ加工方法

図2



(57) **Abstract:** This invention ensures safety of an operator when laser processing is executed in an automatic operation mode for operating a robot and a laser oscillator automatically. A laser processing system 10 comprises a laser emission device 14, a robot 12 that moves the laser emission device 14 with the laser emission device 14 removably mounted thereon, a mounting detection sensor 54 that detects whether or not the laser emission device 14 is mounted on the robot 12, a control device 18 that controls a laser beam emission operation by a laser oscillator 16 and a movement operation

WO 2023/170761 A1

［続葉有］

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

by the robot 12, and a mode selection switch 48 that selects an operation mode of laser processing. The control device 18 executes the laser beam emission operation and the movement operation in an automatic operation mode if the automatic operation mode is selected by the mode selection switch 48 and the mounting detection sensor 54 has detected that the laser emission device 14 is mounted on the robot 12.

(57) 要約：ロボット及びレーザ発振器を自動運転する自動運転モードでレーザ加工を実行する場合において、オペレータの安全を確保することが求められる。 レーザ加工システム１０は、レーザ出射装置１４と、レーザ出射装置１４が着脱され、該レーザ出射装置１４を移動させるロボット１２と、レーザ出射装置１４のロボット１２への着脱を検出する着脱検出センサ５４と、レーザ発振器１６によるレーザ光出射動作、及びロボット１２による移動動作を制御する制御装置１８と、レーザ加工の運転モードを選択するモード選択スイッチ４８とを備える。制御装置１８は、モード選択スイッチ４８によって自動運転モードが選択され、且つ、着脱検出センサ５４がレーザ出射装置１４のロボット１２への装着を検出した場合に、該自動運転モードとしてレーザ光出射動作及び移動動作を実行する。

明　細　書

発明の名称 ： レーザ加工システム、及びレーザ加工方法

技術分野

[0001]　本開示は、レーザ加工システム、及びレーザ加工方法に関する。

背景技術

[0002]　ワークをレーザ加工するレーザ加工システムが知られている（例えば、特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１５－１６７９７４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　レーザ加工システムにおいて、ロボット及びレーザ発振器を加工プログラムに従って自動運転する自動運転モードでレーザ加工を実行する場合がある。この場合において、オペレータの安全を確保することが求められる。

課題を解決するための手段

[0005]　本開示の一態様において、ワークをレーザ加工するレーザ加工システムは、レーザ発振器が生成したレーザ光を出射するレーザ出射装置と、レーザ出射装置が着脱可能に装着され、該レーザ出射装置をワークに対して相対的に移動させるロボットと、レーザ出射装置のロボットへの着脱を検出する着脱検出センサと、レーザ発振器を動作させてレーザ出射装置からレーザ光を出射するレーザ光出射動作、及び、ロボットを動作させてレーザ出射装置をワークに対して移動させる移動動作を制御する制御装置と、レーザ加工の運転モードを選択するモード選択スイッチとを備える。

[0006]　制御装置は、モード選択スイッチによって、運転モードとして、加工プログラムに従ってレーザ光出射動作及び移動動作を自動で実行する自動運転モードが選択され、且つ、着脱検出センサがレーザ出射装置のロボットへの装

着を検出した場合に、該自動運転モードとして該レーザ光出射動作及び該移動動作を実行する。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、レーザ加工システムの自動運転を安全に実行することができるので、自動運転に対してオペレータの安全を確保できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]一実施形態に係るレーザ加工システムの概略図である。

[図2]一実施形態に係るレーザ加工システムのブロック図である。

[図3]一実施形態に係るモード選択スイッチを示す。

[図4]接触式センサとしての着脱検出センサを示す。

[図5]図４に示す着脱検出センサにおいて、レーザ出射装置がロボットから脱離した状態を示す。

[図6]非接触式センサとしての着脱検出センサを示す。

[図7]図２に示すレーザ加工システムが実行するレーザ加工方法の一例を示すフローチャートである。

[図8]図７中のステップＳ２の一例を示すフローチャートである。

[図9]図７中のステップＳ３の一例を示すフローチャートである。

[図10]他の実施形態に係るレーザ加工システムのブロック図である。

[図11]図１０に示すレーザ加工システムが実行する図７中のステップＳ２の一例を示すフローチャートである。

[図12]さらに他の実施形態に係るレーザ加工システムの概略図である。

[図13]図１２に示すレーザ加工システムのブロック図である。

[図14]図１３に示すレーザ加工システムが実行する図７中のステップＳ２の一例を示すフローチャートである。

[図15]モード選択スイッチ画像の一例を示す。

[図16]さらに他の実施形態に係るレーザ加工システムの概略図である。

[図17]図１６に示すレーザ加工システムのブロック図である。

[図18]さらに他の実施形態に係るレーザ加工システムのブロック図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に説明する種々の実施形態において、同様の要素には同じ符号を付し、重複する説明を省略する。まず、図１及び図２を参照して、一実施形態に係るレーザ加工システム１０について説明する。レーザ加工システム１０は、オペレータと協働でワーク（図示せず）に対するレーザ加工（レーザ溶接、レーザ切断等）を実行できるシステムである。

[0010] 具体的には、レーザ加工システム１０は、ロボット１２、レーザ出射装置１４、レーザ発振器１６、及び制御装置１８を備える。ロボット１２は、レーザ出射装置１４をワークに対して相対的に移動させる。本実施形態においては、ロボット１２は、垂直多関節ロボットであって、ロボットベース２０、旋回胴２２、下腕部２４、上腕部２６、及び手首部２８を有する。

[0011] ロボットベース２０は、作業セルの床の上に固定されている。旋回胴２２は、鉛直軸周りに旋回可能となるように、ロボットベース２０に設けられている。下腕部２４は、旋回胴２２に水平軸周りに回動可能に設けられている。上腕部２６は、下腕部２４の先端部に回動可能に設けられている。手首部２８は、互いに直交する２つの軸周りに回動可能となるように上腕部２６の先端部に設けられた手首ベース２８ａと、該手首ベース２８ａに回動可能に設けられた手首フランジ２８ｂとを有する。

[0012] ロボット１２の各コンポーネント（つまり、ロボットベース２０、旋回胴２２、下腕部２４、上腕部２６、及び手首部２８）には、複数のサーボモータ３０（図２）がそれぞれ設けられている。これらサーボモータ３０は、制御装置１８からの指令に応じて、ロボット１２の各可動コンポーネント（つまり、旋回胴２２、下腕部２４、上腕部２６、手首部２８、手首フランジ２８ｂ）を駆動軸周りに回動させる。これにより、ロボット１２は、レーザ出射装置１４をワークに対して移動させる。

[0013] レーザ出射装置１４は、ロボット１２の手首フランジ２８ｂに着脱可能に装着され、レーザ発振器１６が生成したレーザ光ＬＢを出射する。本実施形

態においては、レーザ出射装置１４は、レーザ加工ヘッドであって、ヘッド本体３２、ノズル３４、及び把持部３６を備える。ヘッド本体３２は、中空であって、その内部に、光学レンズ（コリメートレンズ、フォーカスレンズ等）、及び、制御装置１８からの指令に応じて該光学レンズを変位させるレンズ駆動部（例えば、サーボモータ）等の光学系コンポーネントを収容している。

[0014] ノズル３４は、中空であって、ヘッド本体３２の先端部に設けられている。ノズル３４は、その基端部から先端部へ向かうにつれて断面積が小さくなるような円錐台状の外形を有し、その先端部に出射口３４ａが形成されている。ノズル３４及びヘッド本体３２の内部には、空洞のチャンバが形成され、該チャンバ内に、外部に設けられたアシストガス供給装置（図示せず）からアシストガスが供給される。レーザ発振器１６が生成したレーザ光ＬＢは、該チャンバ内を伝搬し、アシストガスとともに出射口３４ａから出射される。

[0015] 把持部３６は、オペレータが片手で把持可能となるように、ヘッド本体３２の基端部に設けられている。把持部３６は、オペレータが片手で把持し易くするために、該片手の指に対応する凹部を有してもよい。オペレータは、該把持部３６を把持してレーザ出射装置１４を手首フランジ２８ｂから取り外すことで、レーザ出射装置１４を持ち運ぶことができる。

[0016] レーザ発振器１６は、制御装置１８からの指令ＣＭ１（レーザパワー指令等）に応じて内部でレーザ発振し、レーザ光ＬＢを生成する。レーザ発振器１６は、ファイバレーザ発振器、CO_2レーザ発振器、又は固体レーザ（ＹＡＧレーザ）発振器等、如何なるタイプのものであってもよい。レーザ発振器１６は、生成したレーザ光ＬＢを、導光路３８を介してレーザ出射装置１４に供給する。導光路３８は、光ファイバ、空洞、水晶等の導光材、反射鏡、又は光学レンズ等によって構成される。

[0017] 制御装置１８は、レーザ発振器１６を動作させてレーザ出射装置１４からレーザ光ＬＢを出射するレーザ光出射動作ＬＯ、及び、ロボット１２を動作

させてレーザ出射装置１４をワークに対して移動させる移動動作ＭＯを制御する。具体的には、制御装置１８は、プロセッサ４０、メモリ４２、及びＩ／Ｏインターフェース４４を有するコンピュータである。

[0018] プロセッサ４０は、ＣＰＵ又はＧＰＵ等を有し、メモリ４２及びＩ／Ｏインターフェース４４とバス４６を介して通信可能に接続され、これらコンポーネントと通信しつつ、後述するレーザ加工を実行するための各種演算処理を行う。メモリ４２は、ＲＡＭ又はＲＯＭ等を有し、プロセッサ４０で実行される演算処理で利用される各種データ、及び演算処理の途中で生成される各種データを、一時的又は恒久的に記憶する。

[0019] Ｉ／Ｏインターフェース４４は、例えば、イーサネット（登録商標）ポート、ＵＳＢポート、光ファイバコネクタ、又はＨＤＭＩ（登録商標）端子を有し、プロセッサ４０からの指令の下、外部機器との間でデータを有線又は無線で通信する。ロボット１２（サーボモータ３０）、レーザ出射装置１４（レンズ駆動部）、及びレーザ発振器１６は、Ｉ／Ｏインターフェース４４に通信可能に接続されている。

[0020] 図１に示すように、ロボット１２には、ロボット座標系Ｃ１が設定されている。ロボット座標系Ｃ１は、ロボット１２の各可動コンポーネントの動作を自動制御するための座標系である。本実施形態においては、ロボット座標系Ｃ１は、その原点がロボットベース２０の中心に配置され、そのｚ軸が旋回胴２２の旋回軸（すなわち、鉛直方向）と平行となるように、ロボットベース２０に対して固定して設定される。

[0021] 一方、レーザ出射装置１４には、ツール座標系Ｃ２が設定されている。ツール座標系Ｃ２は、ロボット座標系Ｃ１におけるレーザ出射装置１４の位置を自動制御するための座標系であって、ロボット座標系Ｃ１におけるレーザ出射装置１４の位置を規定する。なお、本稿において、「位置」とは、位置及び姿勢を意味する場合がある。

[0022] 本実施形態においては、ツール座標系Ｃ２は、その原点（いわゆる、ＴＣＰ）が、レーザ出射装置１４の出射口３４ａの中心に配置され、そのｚ軸が

、出射されるレーザ光ＬＢの光軸と平行となる（具体的には、一致する）ように、レーザ出射装置１４に対して設定されている。レーザ出射装置１４の位置は、ロボット座標系Ｃ１におけるツール座標系Ｃ２の座標Ｑ（Ｘ，Ｙ，Ｚ，Ｗ，Ｐ，Ｒ）として表される。

[0023] 座標Ｑのうち、座標（Ｘ，Ｙ，Ｚ）は、ロボット座標系Ｃ１におけるレーザ出射装置１４（つまり、ツール座標系Ｃ２の原点）の位置を示し、座標（Ｗ，Ｐ，Ｒ）は、ロボット座標系Ｃ１におけるレーザ出射装置１４の姿勢ＯＲ（つまり、ツール座標系Ｃ２の各軸の方向）を示す（いわゆる、ヨー、ピッチ、ロール）。

[0024] レーザ出射装置１４を移動させるとき、制御装置１８は、ロボット座標系Ｃ１においてツール座標系Ｃ２を設定し、設定したツール座標系Ｃ２によって表される位置にレーザ出射装置１４を位置決めするように、ロボット１２の各サーボモータ３０への指令ＣＭ２（位置指令、速度指令、トルク指令等）を生成する。こうして、制御装置１８は、ロボット１２を動作させて、レーザ出射装置１４をロボット座標系Ｃ１の任意の位置へ位置決めできる。

[0025] 本実施形態においては、制御装置１８に、モード選択スイッチ４８が設けられている。モード選択スイッチ４８は、制御装置１８が実行するレーザ加工の運転モードＤＭを選択するためのものである。図３に示すように、本実施形態においては、モード選択スイッチ４８は、運転モードＤＭを、「ＡＵＴＯ」として表される自動運転モードＤＭ１と、「ＭＡＮＵＡＬ」として表される手動運転モードＤＭ２との間で切り替え可能に構成されている。

[0026] 自動運転モードＤＭ１は、制御装置１８が、予め作成された加工プログラムＰＧに従ってレーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯを自動で実行する運転モードＤＭである。この自動運転モードＤＭ１においては、制御装置１８は、加工プログラムＰＧに従って、レーザ発振器１６への指令ＣＭ１と、ロボット１２（サーボモータ３０）への指令ＣＭ２を順次生成し、該指令ＣＭ１及びＣＭ２に従って、レーザ発振器１６及びロボット１２を自動運転する。なお、加工プログラムＰＧは、レーザ発振器１６の動作を規定する第１の

加工プログラムＰＧ１と、ロボット１２の動作を規定する第２の加工プログラムＰＧ２とを有してもよい。加工プログラムＰＧ（ＰＧ１、ＰＧ２）は、メモリ４２に予め格納される。

[0027] 一方、手動運転モードＤＭ２は、オペレータがレーザ出射装置１４を手で把持して持ち運び、制御装置１８にレーザ光出射動作ＬＯを手動で実行させて、レーザ出射装置１４から出射されるレーザ光ＬＢでワークを手動でレーザ加工する運転モードＤＭである。この手動運転モードＤＭ２においては、オペレータは、後述する手動出射指令ＣＭ３を制御装置１８に手動で与え、制御装置１８は、該手動出射指令ＣＭ３に応じて、レーザ光出射動作ＬＯを実行する。

[0028] オペレータは、モード選択スイッチ４８を操作することによって、運転モードＤＭを、自動運転モードＤＭ１と手動運転モードＤＭ２との間で切り替えることができる。なお、図３は、モード選択スイッチ４８によって自動運転モードＤＭ１（「ＡＵＴＯ」）が選択されている状態を示している。

[0029] モード選択スイッチ４８によって自動運転モードＤＭ１が選択されると、モード選択スイッチ４８は、自動運転モード移行指令ＣＭ４を制御装置１８へ供給する。一方、モード選択スイッチ４８によって手動運転モードＤＭ２が選択されると、モード選択スイッチ４８は、手動運転モード移行指令ＣＭ５を制御装置１８へ供給する。なお、自動運転モード移行指令ＣＭ４及び手動運転モード移行指令ＣＭ５は、ＯＮ／ＯＦＦ信号（例えば、自動運転モード移行指令ＣＭ４：ＯＮ信号、手動運転モード移行指令ＣＭ５：ＯＦＦ信号）であってもよい。

[0030] 図２に示すように、制御装置１８には、入力装置５０及び表示装置５２がさらに設けられている。入力装置５０は、キーボード、マウス、又はタッチパネル等を有し、オペレータからデータ入力を受け付ける。表示装置５２は、液晶ディスプレイ又は有機ＥＬディスプレイ等を有し、各種データを表示する。

[0031] 入力装置５０及び表示装置５２は、Ｉ／Ｏインターフェース４４に、有線

又は無線で通信可能に接続されている。なお、入力装置５０及び表示装置５２は、制御装置１８の筐体に一体に組み込まれてもよいし、又は、例えば１つのコンピュータ（ＰＣ等）として、制御装置１８の筐体とは別体として設けられてもよい。

[0032] レーザ加工システム１０は、着脱検出センサ５４、及び力センサ５６をさらに備える。着脱検出センサ５４は、レーザ出射装置１４の、ロボット１２への着脱を検出する。一例として、着脱検出センサ５４は、レーザ出射装置１４が手首フランジ２８ｂに装着されたときに導通する一方、レーザ出射装置１４が手首フランジ２８ｂから脱離したときに非導通となることで、レーザ出射装置１４の手首フランジ２８ｂへの着脱を検出する接触式センサを含む。

[0033] このような接触式センサとしての着脱検出センサ５４の一例を、図４及び図５に示す。図４及び図５に示す例では、着脱検出センサ５４は、ヘッド本体３２の外壁に内蔵されており、一対の端子５８及び６０、抵抗検出センサ６２、並びに、端子５８及び６０と抵抗検出センサ６２とを電気的に接続する導線６４を有する。

[0034] 端子５８及び６０は、導電性材料（鉄、銅等）から構成され、ヘッド本体３２の外壁に形成された穴３２ａの内部に画定された空間に露出するように、互いに対向して配置されている。抵抗検出センサ６２は、制御装置１８のＩ／Ｏインターフェース４４に接続され、端子５８及び６０の間に電圧を印加することで該端子５８及び６０の間の抵抗Ｒを検出する。

[0035] 一方、手首フランジ２８ｂには、該手首フランジ２８ｂの外面から外方へ突出する突起部２８ｃが設けられている。突起部２８ｃは、導電性材料（鉄、銅等）から構成される。図４に示すようにレーザ出射装置１４が手首フランジ２８ｂに適切に装着されているとき、突起部２８ｃは、穴３２ａに挿入され、端子５８及び６０と接触する。その結果、端子５８及び６０が、突起部２８ｃを介して導通する。

[0036] 一方、図５に示すように、レーザ出射装置１４が手首フランジ２８ｂから

脱離すると、端子５８及び６０が非導通となり、端子５８及び６０の間の抵抗Ｒが顕著に増大する（Ｒ≒∞）。抵抗検出センサ６２は、レーザ出射装置１４の手首フランジ２８ｂへの着脱に応じて変化する抵抗Ｒを検出し、該抵抗Ｒによって、レーザ出射装置１４の手首フランジ２８ｂへの着脱を検出する。

[0037] 例えば、抵抗検出センサ６２は、検出した抵抗Ｒが所定の閾値R_{th}を超えた（$R > R_{th}$）ときに、レーザ出射装置１４が手首フランジ２８ｂから脱離したことを示す脱離信号Ｓｄ（例えば、ＯＦＦ又は「０」信号）を制御装置１８に送信する。代替的には、抵抗検出センサ６２は、抵抗Ｒの検出データＤｒを制御装置１８に送信し、制御装置１８のプロセッサ４０が、$R > R_{th}$となったか否かを判定することで、レーザ出射装置１４の脱離を検出してもよい。

[0038] こうして、図４及び図５に示す接触式の着脱検出センサ５４は、ロボット１２の部材としての突起部２８ｃと接触することで、レーザ出射装置１４の手首フランジ２８ｂへの着脱を検出する。このような接触式センサによれば、レーザ出射装置１４の手首フランジ２８ｂからの脱離を、より確実に検知できる。

[0039] なお、一対の端子５８及び６０は、穴３２ａの開口部３２ｂよりも底部３２ｃに近い位置に設けられてもよい。この構成によれば、着脱検出センサ５４は、レーザ出射装置１４の手首フランジ２８ｂからの僅かな脱離（ずれ）も検出できる。また、着脱検出センサ５４は、手首フランジ２８ｂに内蔵されてもよい。この場合、手首フランジ２８ｂに穴３２ａが形成される一方、ヘッド本体３２の外壁に突起部２８ｃが形成される。

[0040] 他の例として、着脱検出センサ５４は、レーザ出射装置１４の手首フランジ２８ｂへの着脱を非接触で検出する非接触式センサを有してもよい。このような非接触式センサとしての着脱検出センサ５４の一例を、図６に示す。図６に示す例では、着脱検出センサ５４は、ヘッド本体３２の外壁に内蔵されており、発信部６６、及び受信部６８を有する。発信部６６は、手首フラ

ンジ２８ｂへ向けて電磁波ＥＷ（例えば、赤外線）を発信する。

[0041] レーザ出射装置１４が手首フランジ２８ｂに適切に装着されている場合、発信部６６から発信された電磁波ＥＷは、手首フランジ２８ｂの外面で反射する。受信部６８は、手首フランジ２８ｂで反射した電磁波ＥＷを受信する。図６に示す着脱検出センサ５４は、受信部６８が受信した電磁波ＥＷに応じて、レーザ出射装置１４の手首フランジ２８ｂへの着脱を非接触で検出する。

[0042] 例えば、受信部６８は、反射した電磁波ＥＷを検出していないとき、レーザ出射装置１４が手首フランジ２８ｂから脱離したことを示す脱離信号Ｓｄを制御装置１８に送信する。代替的には、受信部６８は、電磁波ＥＷの検出データＤｅを制御装置１８に送信し、制御装置１８のプロセッサ４０が、検出データＤｅに基づいて、レーザ出射装置１４の脱離を検出してもよい。

[0043] このような非接触式センサによれば、レーザ出射装置１４の手首フランジ２８ｂからの脱離を、迅速に非接触で検出できる。なお、着脱検出センサ５４の発信部６６が、手首フランジ２８ｂ及びヘッド本体３２の一方に設けられ、受信部６８が、手首フランジ２８ｂ及びヘッド本体３２の他方に設けられてもよい。

[0044] 再度、図１及び図２を参照して、力センサ５６は、ロボット１２又はレーザ出射装置１４に加えられた外力Ｆを検出する。一例として、力センサ５６は、ロボット１２の各サーボモータ３０に内蔵され、該サーボモータ３０の出力軸に掛かるトルクを検出するトルクセンサを有する。

[0045] 制御装置１８のプロセッサ４０は、各々のトルクセンサの検出データＤτから、ロボット１２（例えば、上腕部２６又は手首部２８）、又はレーザ出射装置１４に加えられた外力Ｆの大きさ及び方向と、該外力Ｆが加えられた部位（例えば、上腕部２６、手首部２８、又はレーザ出射装置１４）を検出できる。

[0046] 他の例として、力センサ５６は、６軸力覚センサを有する。６軸力覚センサは、ロボット１２のコンポーネント（例えば、ロボットベース２０、又は

手首部２８）に内蔵され、円筒状の本体部と、該本体部に設けられた複数の歪ゲージとを有する。制御装置１８は、各々の歪ゲージの検出データＤｆから、ロボット１２又はレーザ出射装置１４に加えられた外力Ｆの大きさ及び方向と、該外力Ｆが加えられた部位を検出できる。

[0047] さらに他の例として、力センサ５６は、各サーボモータ３０からのフィードバック電流を検出する電流センサを有する。このフィードバック電流は、サーボモータ３０に掛かるトルクに応じて変化するので、制御装置１８は、上述のトルクセンサと同様に、各々の電流センサの検出データＤｉ（つまり、フィードバック電流）から外力Ｆを検出できる。

[0048] 次に、図７～図９を参照して、レーザ加工システム１０が実行するレーザ加工方法について、説明する。図７のフローは、例えば、制御装置１８のプロセッサ４０が、オペレータ、コンピュータプログラム、又は上位コントローラから動作開始指令（例えば、電源ＯＮ指令）を受け付けたときに、開始される。

[0049] ステップＳ１において、プロセッサ４０は、モード選択スイッチ４８によって自動運転モードＤＭ１が選択されたか否かを判定する。具体的には、プロセッサ４０は、モード選択スイッチ４８から自動運転モード移行指令ＣＭ４を受け付けたか、又は手動運転モード移行指令ＣＭ５を受け付けたかを判定する。プロセッサ４０は、自動運転モード移行指令ＣＭ４を受け付けた場合はＹＥＳと判定し、ステップＳ２へ進む一方、手動運転モード移行指令ＣＭ５を受け付けた場合はＮＯと判定し、ステップＳ３へ進む。

[0050] ステップＳ２において、プロセッサ４０は、動作モードＤＭを、自動運転モードＤＭ１へ移行する。以下、図８を参照して、ステップＳ２の自動運転モードＤＭ１での動作フローについて説明する。自動運転モードＤＭ１へ移行後、ステップＳ１１において、プロセッサ４０は、制御装置１８に自動運転モードＤＭ１での自動運転を開始させる自動運転開始指令ＣＭ６を受け付けたか否かを判定する。

[0051] 具体的には、プロセッサ４０は、自動運転を開始するためのボタン画像が

表示された自動運転開始画像（図示せず）を生成し、表示装置５２に表示する。オペレータは、入力装置５０を操作して、自動運転開始画像に表示されたボタン画像を画像上でクリックすることで、自動運転開始指令ＣＭ６を制御装置１８へ与えるための入力をすることができる。

[0052] このように、本実施形態においては、入力装置５０は、制御装置１８に自動運転モードＤＭ１を開始させる自動運転開始指令ＣＭ６の入力を受け付ける第１の入力部７０（図１）として機能する。プロセッサ４０は、自動運転開始指令ＣＭ６を受け付けたときはＹＥＳと判定し、ステップＳ１４へ進む一方、ＮＯと判定したときはステップＳ１２へ進む。

[0053] ステップＳ１２において、プロセッサ４０は、動作終了指令ＣＭ７（例えば、シャットダウン指令）を受け付けたか否かを判定する。例えば、オペレータは、入力装置５０を操作して、動作終了指令ＣＭ７を入力する。プロセッサ４０は、動作終了指令ＣＭ７を受け付けたときはＹＥＳと判定し、図８に示すステップＳ２のフローを終了し、以って、図７に示すフローを終了する。一方、プロセッサ４０は、ＮＯと判定した場合、ステップＳ１３へ進む。

[0054] ステップＳ１３において、プロセッサ４０は、モード選択スイッチ４８によって依然として自動運転モードＤＭ１が選択されているか否かを判定する。プロセッサ４０は、ＹＥＳと判定した場合はステップＳ１１へ戻る一方、ＮＯと判定した（つまり、モード選択スイッチ４８が手動運転モードＤＭ２に切り替えられた）場合は、図７のステップＳ３へ進む。

[0055] ステップＳ１４において、プロセッサ４０は、ステップＳ１３と同様に、モード選択スイッチ４８によって依然として自動運転モードＤＭ１が選択されているか否かを判定する。プロセッサ４０は、ＹＥＳと判定した場合はステップＳ１５へ進む一方、ＮＯと判定した場合は、ステップＳ２４へ進む。

[0056] ステップＳ１５において、プロセッサ４０は、レーザ出射装置１４がロボット１２（具体的には、手首フランジ２８ｂ）から脱離しているか否かを判定する。具体的には、プロセッサ４０は、上述の脱離信号Ｓｄ、又は、検出

データＤｒ若しくはＤｅに基づいて、着脱検出センサ５４によってレーザ出射装置１４のロボット１２からの脱離が検出されたか否かを判定する。プロセッサ４０は、レーザ出射装置１４のロボット１２からの脱離が検出された場合はＹＥＳと判定し、ステップＳ２２へ進む一方、レーザ出射装置１４のロボット１２への装着が検出された場合はＮＯと判定し、ステップＳ１６へ進む。

[0057] ステップＳ１６において、プロセッサ４０は、自動運転を開始する。具体的には、プロセッサ４０は、加工プログラムＰＧに従って、レーザ発振器１６への指令ＣＭ１と、ロボット１２への指令ＣＭ２とを順次生成し、レーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯを自動で実行する自動運転を開始する。

[0058] ステップＳ１７において、プロセッサ４０は、上述のステップＳ１４と同様に、モード選択スイッチ４８によって依然として自動運転モードＤＭ１が選択されているか否かを判定する。プロセッサ４０は、ＹＥＳと判定した場合はステップＳ１８へ進む一方、ＮＯと判定した場合は、ステップＳ２３へ進む。

[0059] ステップＳ１８において、プロセッサ４０は、上述のステップＳ１５と同様に、レーザ出射装置１４がロボット１２から脱離しているか否かを判定する。プロセッサ４０は、ＹＥＳと判定した場合はステップＳ２１へ進む一方、ＮＯと判定した場合はステップＳ１９へ進む。

[0060] ステップＳ１９において、プロセッサ４０は、力センサ５６によって検出された外力Ｆが所定の閾値F_{th}を超えた（$F > F_{th}$）か否かを判定する。プロセッサ４０は、$F > F_{th}$となった場合はＹＥＳと判定し、ステップＳ２１へ進む一方、ＮＯと判定した場合はステップＳ２０へ進む。

[0061] なお、プロセッサ４０は、力センサ５６の検出データＤτ、Ｄｆ又はＤｉに基づいて、ロボット１２及びレーザ出射装置１４の特定の部位（例えば、手首部２８、又はレーザ出射装置１４）に加えられた外力Ｆ１を監視し、該外力Ｆ１が閾値$F1_{th}$を超えた（$F1 > F1_{th}$）場合にＹＥＳと判定してもよい。

[0062] ステップＳ２０において、プロセッサ４０は、自動運転が終了したか否かを判定する。例えば、プロセッサ４０は、実行する加工プログラムＰＧから、該加工プログラムＰＧに規定されているレーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯを全て完了したか否かを判定できる。プロセッサ４０は、ＹＥＳと判定した場合はステップＳ１２へ進む一方、ＮＯと判定した場合はステップＳ１７へ戻る。こうして、プロセッサ４０は、ステップＳ１８、Ｓ１９又はＳ２０でＹＥＳと判定するまで、ステップＳ１７～Ｓ２０のループを繰り返し実行し、自動運転モードＤＭ１としてレーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯを実行する。

[0063] 一方、ステップＳ１８又はＳ１９でＹＥＳと判定した場合、ステップＳ２１において、プロセッサ４０は、レーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯの少なくとも一方を停止する。一例として、プロセッサ４０は、このステップＳ２１において、レーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯの双方を停止してもよい。

[0064] 具体的には、プロセッサ４０は、ロボット１２の各サーボモータ３０への指令（トルク指令等）を停止することで該サーボモータ３０の動作を停止し、以って、移動動作ＭＯを停止する。代替的には、各サーボモータ３０の出力軸を制動するブレーキ機構が設けられている場合において、プロセッサ４０は、各ブレーキ機構を作動することで各サーボモータ３０の動作を強制的に停止させ、以って、移動動作ＭＯを停止してもよい。

[0065] また、プロセッサ４０は、レーザ発振器１６のレーザ光生成動作を停止させることで、レーザ光出射動作ＬＯを停止する。代替的には、レーザ発振器１６に、レーザ光ＬＢの光路を自動で開閉するシャッタが設けられている場合において、プロセッサ４０は、該シャッタによってレーザ光ＬＢを遮蔽することで、レーザ光出射動作ＬＯを停止してもよい。

[0066] 他の例として、プロセッサ４０は、ステップＳ１８でＹＥＳと判定した後のステップＳ２１では、レーザ光出射動作ＬＯを停止する一方で移動動作ＭＯを継続し、ステップＳ１９でＹＥＳと判定した後のステップＳ２１では、

レーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯの双方を停止してもよい。

[0067] このように、本実施形態においては、ロボット１２は、力センサ５６が検出した外力Ｆに応じて動作を停止可能な協働ロボットである。このように停止可能な協働ロボットの場合、ステップＳ１８でＹＥＳと判定したとしても、レーザ光出射動作ＬＯだけを停止させれば、オペレータの安全を確保でき得る。

[0068] さらに他の例として、プロセッサ４０は、ステップＳ１８でＹＥＳと判定した後のステップＳ２１では、レーザ光出射動作ＬＯを停止する一方で移動動作ＭＯを継続し、ステップＳ１９でＹＥＳと判定した後のステップＳ２１では、移動動作ＭＯを停止する一方、レーザ光出射動作ＬＯを継続してもよい。仮に、ステップＳ１９でＹＥＳと判定しても、レーザ出射装置１４の姿勢ＯＲ（つまり、レーザ光ＬＢの出射方向）が大きく変化しなければ、オペレータの安全を確保でき得る。

[0069] ステップＳ２２において、プロセッサ４０は、警告信号ＡＬを生成する。例えば、ステップＳ１５又はＳ１８でＹＥＳと判定した後のステップＳ２２において、プロセッサ４０は、「レーザ出射装置がロボットから脱離した可能性があります。レーザ出射装置が正しく装着されているか確認してください」という画像又は音声の警告信号ＡＬ１を生成する。

[0070] 一方、ステップＳ１９でＹＥＳと判定した後のステップＳ２２において、プロセッサ４０は、例えば、「ロボットが環境物と干渉した可能性があります。ロボットの周囲を確認してください」という画像又は音声の警告信号ＡＬ２を生成する。プロセッサ４０は、生成した警告信号ＡＬ１又はＡＬ２を、表示装置５２に画像として表示するか、又は、制御装置１８に設けられたスピーカ（図示せず）から音声として出力してもよい。ステップＳ２２の後、プロセッサ４０は、ステップＳ１２へ戻る。

[0071] 一方、ステップＳ１７でＮＯと判定した場合、ステップＳ２３において、プロセッサ４０は、上述のステップＳ２１と同様に、レーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯの少なくとも一方を停止する。例えば、プロセッサ４０は

、このステップＳ２３において、レーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯの双方を停止する。

[0072] ステップＳ２４において、プロセッサ４０は、警告信号ＡＬを生成する。例えば、プロセッサ４０は、「運転モードが変更されたため自動運転を実行できません」という画像又は音声の警告信号ＡＬ３を生成する。プロセッサ４０は、生成した警告信号ＡＬ３を、表示装置５２に画像として表示するか、又はスピーカから音声として出力してもよい。ステップＳ２４の後、プロセッサ４０は、図７のステップＳ３へ進む。

[0073] 再度、図７を参照して、ステップＳ１でＮＯと判定（つまり、モード選択スイッチ４８によって手動運転モードＤＭ２が選択）された場合、プロセッサ４０は、ステップＳ３において、動作モードＤＭを、手動運転モードＤＭ２へ移行する。以下、図９を参照して、ステップＳ３の手動運転モードＤＭ２での動作フローについて説明する。

[0074] 手動運転モードＤＭ２へ移行後、ステップＳ３１において、プロセッサ４０は、手動出射指令ＣＭ３を受け付けたか否かを判定する。ここで、レーザ加工システム１０は、手動出射指令ＣＭ３の入力を受け付ける第２の入力部７２（図１、図２）をさらに備える。第２の入力部７２は、押しボタン、スイッチ、又はタッチパネル等を有し、制御装置１８のＩ／Ｏインターフェース４４に通信可能に接続されている。

[0075] 本実施形態においては、第２の入力部７２は、レーザ出射装置１４の把持部３６を把持したオペレータの片手で入力操作可能となるように、該把持部３６に隣接してレーザ出射装置１４に設けられている。オペレータは、把持部３６を把持した片手の指で第２の入力部７２を操作することで、手動出射指令ＣＭ３を制御装置１８に手動で発信するための入力をすることができる。

[0076] オペレータによる入力操作に応じて、第２の入力部７２は、手動出射指令ＣＭ３（例えば、ＯＮ又は「１」信号）を制御装置１８に送信する。このステップＳ３１において、プロセッサ４０は、第２の入力部７２から手動出射

指令ＣＭ３を受け付けた場合はＹＥＳと判定し、ステップＳ３２へ進む一方、ＮＯと判定した場合はステップＳ３５へ進む。

[0077] ステップＳ３２において、プロセッサ４０は、第２の入力部７２を通して受け付けた手動出射指令ＣＭ３に応じて、手動運転モードＤＭ２としてレーザ光出射動作ＬＯを実行する。ここで、本実施形態においては、手動運転モードＤＭ２でのワークの加工条件C_Pと、該手動運転モードＤＭ２のレーザ光出射動作ＬＯで出射されるレーザ光ＬＢの出力条件C_Oとを互いに関連付けて格納したデータテーブル７４（図２）が、メモリ４２に予め格納される。

[0078] 加工条件C_Pは、例えば、ワークの材質（ＳＵＳ、アルミ等）、厚さ［ｍｍ］、及び融点［℃］を含む。一方、出力条件C_Oは、例えば、レーザ光ＬＢのレーザパワー［ｋＷ］、デューティ比［％］、及びパルス発振周波数［Ｈｚ］を含む。データテーブル７４は、複数の加工条件C_P（材質、厚さ、融点）毎に、出力条件C_O（レーザパワー、デューティ比、パルス発振周波数）を関連付けて格納している。

[0079] プロセッサ４０は、データテーブル７４に基づいて、手動運転モードＤＭ２での出力条件C_Oを予め設定する。一例として、オペレータは、加工対象とするワークの加工条件C_P（例えば、材質及び厚さ）に対応する出力条件C_Oを、データテーブル７４の中から手動で選択してもよい。この場合において、プロセッサ４０は、データテーブル７４の画像を生成し、表示装置５２に表示する。

[0080] オペレータは、データテーブル７４の画像を視認しつつ、入力装置５０を操作して、加工対象とするワークの加工条件C_Pに対応する出力条件C_Oを、データテーブル７４から検索して選択する。プロセッサ４０は、入力装置５０を通してオペレータの入力を受け付けて、データテーブル７４から選択された出力条件C_Oを、手動運転モードＤＭ２での出力条件として設定する。

[0081] 他の例として、オペレータは、入力装置５０を操作して、加工対象とするワークの加工条件C_Pを入力してもよい。この場合、プロセッサ４０は、入力装置５０を通してオペレータによって入力された加工条件C_Pに対応する出力

条件C_0を、データテーブル７４から自動で検索し、検索した出力条件C_0を、手動運転モードＤＭ２での出力条件として設定する。こうして、プロセッサ４０は、データテーブル７４に基づいて、手動運転モードＤＭ２での出力条件C_0を予め設定する。

[0082] このステップＳ３２において、プロセッサ４０は、手動出射指令ＣＭ３に応じて、予め設定した出力条件C_0に従ってレーザ発振器１６への指令ＣＭ１を生成し、出力条件C_0に規定されたレーザパワー、デューティ比、及びパルス発振周波数を有するレーザ光ＬＢを生成するように、レーザ光生成動作ＬＯを実行する。その結果、オペレータは、片手で把持したレーザ出射装置１４から、所望の出力条件C_0のレーザ光ＬＢを出射して、ワークを手動でレーザ加工することができる。

[0083] ステップＳ３３において、プロセッサ４０は、第２の入力部７２から手動出射指令ＣＭ３を継続して受信している（例えば、継続して手動出射指令ＣＭ３の信号がＯＮ又は「１」である）か否かを判定する。プロセッサ４０は、ＹＥＳと判定している間はステップＳ３３をループする一方、ＮＯと判定した場合（つまり、手動出射指令ＣＭ３の信号がＯＦＦ又は「０」となった場合）は、ステップＳ３４へ進む。こうして、プロセッサ４０は、ステップＳ３３でＮＯと判定するまで、手動運転モードＤＭ２でのレーザ光生成動作ＬＯを継続する。

[0084] ステップＳ３４において、プロセッサ４０は、レーザ光生成動作ＬＯを停止する。例えば、プロセッサ４０は、レーザ発振器１６のレーザ光生成動作を停止させるか、又は、上述のシャッタによってレーザ光ＬＢを遮蔽することで、レーザ光出射動作ＬＯを停止してもよい。

[0085] ステップＳ３５において、プロセッサ４０は、上述のステップＳ１２と同様に、動作終了指令ＣＭ７を受け付けたか否かを判定する。プロセッサ４０は、ＹＥＳと判定した場合は、図９に示すステップＳ３のフローを終了し、以って、図７に示すフローを終了する。一方、プロセッサ４０は、ＮＯと判定した場合は、ステップＳ３６へ進む。

[0086] ステップＳ３６において、プロセッサ４０は、上述のステップＳ１３と同様に、モード選択スイッチ４８によって自動運転モードＤＭ１が選択されたか否かを判定する。プロセッサ４０は、ＹＥＳと判定した場合は、図８のステップＳ２へ進む一方、ＮＯと判定した場合は、ステップＳ３１へ戻る。

[0087] 以上のように、本実施形態においては、制御装置１８（具体的には、プロセッサ４０）は、モード選択スイッチ４８によって自動運転モードＤＭ１が選択され（ステップＳ１４及びＳ１７でＹＥＳと判定）、且つ、着脱検出センサ５４がレーザ出射装置１４のロボット１２への装着を検出（ステップＳ１５及びＳ１８でＮＯと判定）した場合に、自動運転モードＤＭ１としてレーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯを実行している。

[0088] すなわち、本実施形態においては、制御装置１８は、モード選択スイッチ４８による自動運転モードＤＭ１の選択と、レーザ出射装置１４のロボット１２への装着という２つの条件を満たすときにのみ、自動運転モードＤＭ１でのレーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯの自動運転を実行している。この構成によれば、レーザ加工システム１０の自動運転を安全に実行することができるので、自動運転に対してオペレータの安全を確保できる。

[0089] また、本実施形態においては、制御装置１８は、第１の入力部７０（具体的には、入力装置５０）へ自動運転開始指令ＣＭ６の入力がされたとき、モード選択スイッチ４８によって自動運転モードＤＭ１が非選択となっている（ステップＳ１４でＮＯと判定）か、又は、着脱検出センサ５４がレーザ出射装置１４のロボット１２からの脱離を検出（ステップＳ１５でＹＥＳと判定）した場合は、自動運転モードＤＭ１としてレーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯを開始しない。この構成によれば、自動運転を開始するときのオペレータの安全を、確実に確保できる。

[0090] なお、プロセッサ４０は、自動運転開始指令ＣＭ６の入力がされたとき、モード選択スイッチ４８によって自動運転モードＤＭ１が非選択となっているか、又は着脱検出センサ５４がレーザ出射装置１４のロボット１２からの脱離を検出した場合でも、自動運転モードＤＭ１としてレーザ光出射動作Ｌ

Ｏ又は移動動作ＭＯを開始してもよい。

[0091] 具体的には、ロボット１２が停止可能な協働ロボットである場合、モード選択スイッチ４８によって自動運転モードＤＭ１が非選択となっているか、又は着脱検出センサ５４がレーザ出射装置１４のロボット１２からの脱離を検出した場合でも、自動運転モードＤＭ１として移動動作ＭＯを開始したとしても、オペレータの安全を確保でき得る。また、仮に、オペレータが後述の安全柵の外側に居る場合は、自動運転モードＤＭ１としてレーザ光出射動作ＬＯを開始したとしても、オペレータの安全を確保でき得る。

[0092] また、本実施形態においては、制御装置１８は、第１の入力部７０に自動運転開始指令ＣＭ６の入力がされたときに、モード選択スイッチ４８によって自動運転モードＤＭ１が非選択となっているか、又は着脱検出センサ５４がレーザ出射装置１４の脱離を検出した場合、警告信号ＡＬを生成している（ステップＳ２２、Ｓ２４）。この構成によれば、オペレータは、自動運転モードＤＭ１の非選択、又はレーザ出射装置１４の脱離を、直感的且つ確実に認識できる。

[0093] また、本実施形態においては、制御装置１８は、自動運転モードＤＭとしてレーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯを実行しているときに、モード選択スイッチ４８が操作されて自動運転モードＤＭ１が非選択となる（ステップＳ１７でＮＯと判定）か、又は、着脱検出センサ５４がレーザ出射装置１４の脱離を検出（ステップＳ１８でＹＥＳと判定）した場合、レーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯのうちの少なくとも一方を停止している（ステップＳ２１）。この構成によれば、自動運転中のオペレータの安全を、確実に確保できる。

[0094] また、本実施形態においては、制御装置１８は、自動運転モードＤＭ１としてレーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯを実行しているときに力センサ５６が検出した外力Ｆが所定の閾値F_{th}を超えた場合（ステップＳ１９でＹＥＳと判定）、レーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯの少なくとも一方を停止している（ステップＳ２１）。この構成によれば、仮に自動運転中にロ

ボット１２が周囲の環境物と干渉することでレーザ出射装置１４の姿勢ＯＲが変化し、又は、ロボット１２又はレーザ出射装置１４がオペレータと衝突した場合等においても、オペレータの安全を確実に確保できる。

[0095] また、本実施形態においては、制御装置１８は、モード選択スイッチ４８によって手動運転モードＤＭ２が選択されているときに第２の入力部７２を通して受け付けた手動出射指令ＣＭ３に応じて、該手動運転モードＤＭ２としてレーザ光出射動作ＬＯを実行する（ステップＳ３２）。この構成によれば、オペレータは、必要に応じて、レーザ加工（例えば、レーザ溶接）の一部を手動で実行できるようになる。これにより、オペレータとロボット１２とが協働してレーザ加工を遂行できるので、作業効率を向上させることができる。

[0096] また、本実施形態においては、制御装置１８は、データテーブル７４に基づいて、手動運転モードＤＭ２での出力条件C_Oを設定している。この構成によれば、オペレータは、ワークの加工条件C_P（ワークの材質、厚さ、融点等）に応じて、手動運転モードＤＭ２での出力条件C_Oを最適化できる。しかしながら、データテーブル７４を用いることなく、手動運転モードＤＭ２での出力条件C_Oが、所定の所要値として、オペレータによって予め定められてもよい。この場合、レーザ加工システム１０からデータテーブル７４を省略できる。

[0097] また、本実施形態においては、レーザ出射装置１４は、オペレータが片手で把持可能な把持部３６を有し、第２の入力部７２は、把持部３６を把持した該片手で入力操作可能となるように、把持部３６に隣接してレーザ出射装置１４に設けられている。この構成によれば、オペレータは、レーザ出射装置１４の把持と、第２の入力部７２の入力操作を片手で実行できるので、手動のレーザ加工を容易に実行できる。

[0098] なお、モード選択スイッチ４８によって手動運転モードＤＭ２が選択（ステップＳ１３、Ｓ１４又はＳ１７でＮＯと判定）されたとき、制御装置１８のプロセッサ４０は、オペレータによる手動レーザ加工を補助するための協

働動作をロボット１２に実行させる協働動作プログラムＰＧ’を実行してもよい。

[0099] この協働動作プログラムＰＧ’は、例えば、オペレータが手動でレーザ加工を実行している間に、ワークを保持して移動（例えば、回転）させるか、又は、ワークを治具にローディングする協働動作をロボット１２に実行させるように構成されてもよい。この場合において、ロボット１２の手首部２８に、レーザ出射装置１４に加えて（又は、代わりに）、ワークを保持可能なロボットハンドが取り付けられてもよい。この構成によれば、オペレータは、手動のレーザ加工を、ロボット１２と協働して効果的に実行することができる。

[0100] なお、図９のステップＳ３１又はＳ３３でＹＥＳと判定したときに、プロセッサ４０は、上述のステップＳ１５を実行し、レーザ出射装置１４がロボット１２から脱離しているか否かを判定してもよい。そして、レーザ出射装置１４がロボット１２に装着されている（つまり、ＮＯ）と判定した場合に、プロセッサ４０は、手動運転モードＤＭ２としてのレーザ光出射動作ＬＯ、及び、上述したロボット１２の協働動作の少なくとも一方を停止し、上述のステップＳ２２と同様に警告信号ＡＬを生成してもよい。

[0101] この場合において、プロセッサ４０は、手動運転モードＤＭ２としてレーザ光出射動作ＬＯを停止するか否か、協働動作を停止するか否か、及び、警告信号を生成するか否かを、設定データとして、入力装置５０を通してオペレータから予め受け付けてもよい。この構成によれば、オペレータは、手動運転モードＤＭ２でのロボット１２及びレーザ発振器１６の動作を任意に設計できる。

[0102] なお、上述の実施形態においては、着脱検出センサ５４が、接触式センサ又は非接触式センサから構成される場合について述べた。しかしながら、これに限らず、着脱検出センサ５４は、例えば、上述のトルクセンサ、６軸力覚センサ、又は電流センサから構成されてもよい。

[0103] 制御装置１８は、トルクセンサの検出データＤτ、６軸力覚センサの検出

データＤｆ、又は、電流センサの検出データＤｉから、レーザ出射装置１４がロボット１２に装着されているか否かを検出できる。この場合において、トルクセンサ、６軸力覚センサ、又は電流センサは、外力Ｆを検出する力センサ５６の機能と、レーザ出射装置１４のロボット１２への着脱を検出する着脱検出センサ５４の機能とを兼備してもよい。すなわち、この場合、トルクセンサ、６軸力覚センサ、又は電流センサは、力センサ５６及び着脱検出センサ５４として機能することになる。

[0104] 次に、図１及び図１０を参照して、他の実施形態に係るレーザ加工システム８０について説明する。レーザ加工システム８０は、上述のレーザ加工システム１０と、姿勢検出センサ８２をさらに備える点で相違する。姿勢検出センサ８２は、レーザ出射装置１４の姿勢ＯＲを検出する。この姿勢ＯＲは、例えば、ロボット座標系Ｃ１におけるツール座標系Ｃ１の各軸の方向を示す座標（Ｗ，Ｐ，Ｒ）として表され得る。

[0105] 一例として、姿勢検出センサ８２は、ロボット１２の各サーボモータ３０に内蔵され、該サーボモータ３０の回転（例えば、回転角度又は回転位置）を検出するエンコーダ（又は、ホール素子）を有する。制御装置１８のプロセッサ４０は、各々のエンコーダの検出データＤｃから、レーザ出射装置１４の姿勢ＯＲを求めることができる。

[0106] 他の例として、姿勢検出センサ８２は、レーザ出射装置１４（又は、手首フランジ２８ｂ）に設けられたジャイロセンサを有してもよい。プロセッサ４０は、ジャイロセンサの検出データＤｇから、レーザ出射装置１４の姿勢ＯＲを求めることができる。姿勢検出センサ８２は、制御装置１８のＩ／Ｏインターフェース４４に接続され、プロセッサ４０は、Ｉ／Ｏインターフェース４４を通して、姿勢検出センサ８２の検出データＤｃ又はＤｇを取得し、該検出データＤｃ又はＤｇに基づいて、ロボット座標系Ｃ１における姿勢ＯＲの座標（Ｗ，Ｐ，Ｒ）を演算により求める。

[0107] 次に、図７及び図１１を参照して、レーザ加工システム８０が実行するレーザ加工方法について説明する。レーザ加工システム８０においては、制御

装置１８のプロセッサ４０は、図７に示す動作フローを実行する。ここで、レーザ加工システム８０の動作フローは、上述のレーザ加工システム１０のフローと、ステップＳ２において相違する。レーザ加工システム８０が実行するステップＳ２を、図１１に示す。なお、図１１に示すフローにおいて、図８に示すフローと同様のプロセスには同じステップ番号を付し、重複する説明を省略する。

[0108] 図１１に示すステップＳ２においては、ステップＳ１５でＮＯと判定したとき、ステップＳ４１において、プロセッサ４０は、姿勢検出センサ８２が検出した姿勢ＯＲが、加工プログラムＰＧに規定された目標姿勢$ＯＲ_T$から逸脱したか否かを判定する。具体的には、プロセッサ４０は、姿勢検出センサ８２によって直近に検出されたレーザ出射装置１４の姿勢ＯＲを示す座標Ｑ（Ｗ，Ｐ，Ｒ）を取得し、該座標Ｑ（Ｗ，Ｐ，Ｒ）を、３×３の行列Ｍとして表す。

[0109] この行列Ｍにおいては、第１列目の３つのパラメータで表されるベクトルＶ１は、ツール座標系Ｃ２のｘ軸周りの回転成分を示す単位ベクトルであり、第２列目の３つのパラメータで表されるベクトルＶ２は、ツール座標系Ｃ２のｙ軸周りの回転成分を示す単位ベクトルであり、第３列目の３つのパラメータで表されるベクトルＶ３は、ツール座標系Ｃ２のｚ軸周りの回転成分を示す単位ベクトルである。

[0110] 一方、プロセッサ４０は、加工プログラムＰＧから、この時点での目標姿勢$ＯＲ_T$の座標$Ｑ_T$（$Ｗ_T$，$Ｐ_T$，$Ｒ_T$）を取得し、該座標$Ｑ_T$（$Ｗ_T$，$Ｐ_T$，$Ｒ_T$）を、３×３の行列$Ｍ_T$として表す。そして、プロセッサ４０は、行列Ｍの第１列目のベクトルＶ１と、行列$Ｍ_T$の第１列目のベクトル$Ｖ１_T$との内積ＩＰ１を求める。この内積ＩＰ１は、ベクトルＶ１とベクトル$Ｖ１_T$との間の角度φ１（具体的には、ｃｏｓφ１）、すなわち、ツール座標系Ｃ２のｘ軸周りの方向における、姿勢ＯＲの目標姿勢$ＯＲ_T$からのずれを表す。

[0111] また、プロセッサ４０は、行列Ｍの第３列目のベクトルＶ３（又は、第２列目のベクトルＶ２）と、行列$Ｍ_T$の第３列目のベクトル$Ｖ３_T$（又は、第２

列目のベクトルＶ２$_T$）との内積ＩＰ３を求める。この内積ＩＰ３は、ベクトルＶ３とベクトルＶ３$_T$との間の角度φ３（具体的には、ｃｏｓφ３）、すなわち、ツール座標系Ｃ２のｚ軸周りの方向における、姿勢ＯＲの目標姿勢ＯＲ$_T$からのずれを表す。

[0112] そして、プロセッサ４０は、求めた内積ＩＰ１が、予め定めた閾値ＩＰ１$_{th}$以下（ＩＰ１≦ＩＰ１$_{th}$）であるか否かを判定するとともに、求めた内積ＩＰ３が、予め定めた閾値ＩＰ３$_{th}$以下（ＩＰ３≦ＩＰ３$_{th}$）であるか否かを判定する。プロセッサ４０は、ＩＰ１≦ＩＰ１$_{th}$、又は、ＩＰ３≦ＩＰ３$_{th}$である場合は、この時点でのレーザ出射装置１４の姿勢ＯＲが目標姿勢ＯＲ$_T$から逸脱している（すなわち、ＹＥＳ）と判定する。

[0113] 一方、プロセッサ４０は、ＩＰ１＞ＩＰ１$_{th}$、且つ、ＩＰ３＞ＩＰ３$_{th}$である場合は、この時点でのレーザ出射装置１４の姿勢ＯＲが、目標姿勢ＯＲ$_T$に実質一致している（すなわち、ＮＯ）と判定する。プロセッサ４０は、ステップＳ４１でＹＥＳと判定した場合はステップＳ２２へ進む一方、ＮＯと判定した場合はステップＳ１６へ進む。

[0114] ステップＳ１９でＮＯと判定したとき、ステップＳ４２において、プロセッサ４０は、上述のステップＳ４１と同様に、姿勢検出センサ８２が直近に検出した姿勢ＯＲが目標姿勢ＯＲ$_T$から逸脱したか否かを判定する。プロセッサ４０は、ＹＥＳと判定した場合はステップＳ２１へ進む一方、ＮＯと判定した場合はステップＳ２０へ進む。

[0115] このように、本実施形態においては、制御装置１８（プロセッサ４０）は、自動運転モードＤＭ２としてレーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯを実行しているときに姿勢検出センサ８２が検出した姿勢ＯＲが目標姿勢ＯＲ$_T$から逸脱（つまり、ステップＳ４２でＹＥＳと判定）した場合、レーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯの少なくとも一方を停止している（ステップＳ２１）。この構成によれば、例えばロボット１２又はレーザ出射装置１４が環境物等と干渉することで姿勢ＯＲが大きく変動した場合において、オペレータの安全を確実に確保できる。

[0116] また、本実施形態においては、制御装置１８は、自動運転開始指令ＣＭ６の入力がされたときに姿勢検出センサ８２が検出した姿勢ＯＲが目標姿勢$ＯＲ_T$から逸脱（ステップＳ４１でＹＥＳと判定）した場合、レーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯの少なくとも一方（具体的には、双方）を開始しない。この構成によれば、自動運転を開始するときのオペレータの安全を、確実に確保できる。なお、プロセッサ４０は、ステップＳ４１でＹＥＳと判定した場合でも、自動運転モードＤＭ１としてレーザ光出射動作ＬＯ又は移動動作ＭＯを開始してもよい。

[0117] 次に、図１２及び図１３を参照して、さらに他のレーザ加工システム９０について説明する。レーザ加工システム９０は、上述のレーザ加工システム８０と、安全柵９２、及び進入検出センサ９４をさらに備える点で相違する。安全柵９２は、ロボット１２を取り囲むように配置され、その内部にロボット１２の作業領域ＡＲを画定する。ロボット１２の可動領域は、作業領域ＡＲに包含される。

[0118] 一例として、安全柵９２は、入口を有する物理フェンスと、該物理フェンスの該入口を自動又は手動で開閉する扉とを有する。他の例として、安全柵９２は、複数の電磁波出射装置を含み、該複数の電磁波出射装置が出射する電磁波（例えば、赤外線）によって作業領域ＡＲを画定してもよい。

[0119] 進入検出センサ９４は、作業領域ＡＲへのオペレータの進入を検知する。一例として、安全柵９２が物理フェンス及び扉を有する場合、進入検出センサ９４は、該扉の開閉を検出する扉センサを有する。扉センサは、扉の開閉を検知することで、作業領域ＡＲへのオペレータの進入を検知できる。

[0120] 他の例として、安全柵９２が電磁波出射装置を有する場合、進入検出センサ９４は、電磁波出射装置が出射した電磁波を受信する電磁波センサを有する。電磁波センサは、物体（例えばオペレータの身体）が電磁波と交差したときに、電磁波出射装置が出射した電磁波が遮蔽されることを検出し、以って、作業領域ＡＲへのオペレータの進入を検知できる。進入検出センサ９４は、制御装置１８のＩ／Ｏインターフェース４４に接続され、作業領域ＡＲ

へのオペレータの進入を示す進入検出信号Ｓｅを制御装置１８へ送信する。

[0121] 次に、図７及び図１４を参照して、レーザ加工システム９０が実行するレーザ加工方法について、説明する。レーザ加工システム９０においては、制御装置１８のプロセッサ４０は、図７に示す動作フローを実行する。ここで、レーザ加工システム９０の動作フローは、上述のレーザ加工システム８０のフローと、ステップＳ２において相違する。レーザ加工システム９０が実行するステップＳ２を、図１４に示す。なお、図１４に示すフローにおいて、図１１に示すフローと同様のプロセスには同じステップ番号を付し、重複する説明を省略する。

[0122] 図１４に示すステップＳ２においては、ステップＳ４１でＮＯと判定したとき、ステップＳ５１において、プロセッサ４０は、作業領域ＡＲにオペレータが進入したか否かを判定する。具体的には、プロセッサ４０は、進入検出センサ９４から受信した進入検出信号Ｓｅに基づいて、作業領域ＡＲにオペレータが進入したか否かを判定する。プロセッサ４０は、進入検出センサ９４によって作業領域ＡＲへのオペレータの進入が検知された場合はＹＥＳと判定し、ステップＳ２２へ進む一方、ＮＯと判定した場合はステップＳ１６へ進む。

[0123] ステップＳ４２でＮＯと判定したとき、ステップＳ５２において、プロセッサ４０は、上述のステップＳ５１と同様に、作業領域ＡＲにオペレータが進入したか否かを判定する。プロセッサ４０は、ＹＥＳと判定した場合はステップＳ２１へ進む一方、ＮＯと判定した場合はステップＳ２０へ進む。

[0124] このように、本実施形態においては、制御装置１８（プロセッサ４０）は、自動運転モードＤＭ２としてレーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯを実行しているときに進入検出センサ９４によって作業領域ＡＲへのオペレータの進入を検知（ステップＳ５２でＹＥＳと判定）した場合、レーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯの少なくとも一方を停止している（ステップＳ２１）。この構成によれば、自動運転実行時のオペレータの安全を、より確実に確保できる。

[0125] また、本実施形態においては、制御装置１８は、自動運転開始指令ＣＭ６の入力がされたときに、進入検出センサ９４によって作業領域ＡＲへのオペレータの進入を検知（ステップＳ５１でＹＥＳと判定）した場合、レーザ光出射動作ＬＯ及び移動動作ＭＯの少なくとも一方（具体的には、双方）を開始しない。この構成によれば、自動運転開始時のオペレータの安全を、確実に確保することができる。なお、プロセッサ４０は、ステップＳ５１でＹＥＳと判定した場合でも、自動運転モードＤＭ１としてレーザ光出射動作ＬＯ又は移動動作ＭＯを開始してもよい。

[0126] なお、上述のモード選択スイッチ４８は、制御装置１８に限らず、如何なるコンポーネントに設けられてもよい。例えば、モード選択スイッチ４８は、制御装置１８とは別体として設けられた、オペレータが持ち運び可能な携帯スイッチとして構成されてもよい。代替的には、モード選択スイッチ４８は、制御装置１８に通信可能に接続され、ロボット１２及びレーザ発振器１６に動作を教示するための教示装置（ティーチングペンダント、タブレット型端末装置等）に設けられてもよい。

[0127] なお、上述の実施形態においては、モード選択スイッチ４８が、物理スイッチとして制御装置１８に設けられている場合について述べた。しかしながら、モード選択スイッチ４８は、ソフトウェアのスイッチ（又は、仮想スイッチ）として、制御装置１８に実装されてもよい。

[0128] 例えば、制御装置１８のプロセッサ４０は、運転モードＤＭを選択するためのモード選択スイッチ画像１００を生成し、表示装置５２に表示する。図１５に、モード選択スイッチ画像１００の一例を示す。モード選択スイッチ画像１００は、オペレータに運転モードＤＭを選択可能とするためのグラフィカルユーザインターフェース（ＧＵＩ）であって、自動運転ボタン画像１０２、及び手動運転ボタン画像１０４を含む。

[0129] 「ＡＵＴＯ」として表される自動運転ボタン画像１０２は、自動運転モードＤＭ１に対応し、「ＭＡＮＵＡＬ」として表される手動運転ボタン画像１０４は、手動運転モードＤＭ２に対応している。オペレータは、表示装置５

２に表示されたモード選択スイッチ画像１００を視認しつつ、入力装置５０を操作して、自動運転ボタン画像１０２又は手動運転ボタン画像１０４を画像上でクリックすることで、自動運転モードＤＭ１又は手動運転モードＤＭ２を選択可能になっている。

[0130] プロセッサ４０は、入力装置５０を通してオペレータから自動運転ボタン画像１０２を選択する入力（つまり、自動運転モード移行指令ＣＭ４）を受け付けると、運転モードＤＭを、自動運転モードＤＭ１（上述のステップＳ２）へ移行する。一方、プロセッサ４０は、入力装置５０を通してオペレータから手動運転ボタン画像１０４を選択する入力（つまり、手動運転モード移行指令ＣＭ５）を受け付けると、運転モードＤＭを、手動運転モードＤＭ２（上述のステップＳ３）へ移行する。

[0131] このように、自動運転ボタン画像１０２、及び手動運転ボタン画像１０４は、ソフトウェアとしてのモード選択スイッチ４８を構成し、オペレータは、該モード選択スイッチ４８を画像上で操作することにより、運転モードＤＭを、自動運転モードＤＭ１と手動運転モードＤＭ２との間で切り替え可能になっている。なお、ソフトウェアとしてのモード選択スイッチ４８は、制御装置１８に限らず、上述の教示装置、又は、制御装置１８に通信可能に接続された他の如何なる通信機器（ＰＣ、タブレット端末）に実装されてもよい。

[0132] なお、上述の実施形態においては、運転モードＤＭとして、自動運転モードＤＭ１と手動運転モードＤＭ２とを例示した。しかしながら、運転モードＤＭは、これに限らず、例えば、ロボット１２及びレーザ発振器１６に動作を教示するための教示運転モードＤＭ３等、他の如何なる運転モードＤＭを含んでもよい。

[0133] 例えば、教示運転モードＤＭ３においては、オペレータは、教示装置を操作することで、制御装置１８を介して、ロボット１２をジョグ動作させるとともに、レーザ発振器１６にガイドレーザＬＢｇを生成させることができる。このガイドレーザＬＢｇは、実際のレーザ加工で用いるレーザ光ＬＢより

も低いレーザパワーを有するとともに、オペレータが視認可能な可視光の波長を有するレーザ光である。

[0134] この教示運転モードＤＭ３において、オペレータは、教示装置を操作して、レーザ加工においてロボット１２によってレーザ出射装置１４を位置決めする教示点ＴＰを教示し、レーザ発振器１６にガイドレーザＬＢｇを生成させてレーザ出射装置１４から出射させることで、レーザ加工でレーザ光ＬＢを出射するタイミングＴＭ、レーザ光ＬＢの照射位置ＲＰ、及び、レーザ光ＬＢの焦点位置ＦＰ等を教示する。教示装置のプロセッサは、教示された教示点ＴＰ、タイミングＴＭ、照射位置ＲＰ、及び焦点位置ＦＰに基づいて、これらパラメータが規定された加工プログラムＰＧを作成する。

[0135] また、教示運転モードＤＭ３において、オペレータは、教示装置を操作して、教示の途中で生成された未完の加工プログラムＰＧ’を試験的に実行することで、教示した動作（つまり、加工プログラムＰＧ’の適否）を確認する半自動運転を実行してもよい。この半自動運転では、制御装置１８は、加工プログラムＰＧ’に従って、レーザ発振器１６にガイドレーザＬＢｇを生成させるとともに、ロボット１２を、実際のレーザ加工よりも低い速度で動作させてもよい。

[0136] モード選択スイッチ４８は、運転モードＤＭとして、例えば、上述の自動運転モードＤＭ１、手動運転モードＤＭ２、及び教示運転モードＤＭ３の間で切り替え可能に構成されてもよい。モード選択スイッチ４８によって教示運転モードＤＭ３が選択されると、モード選択スイッチ４８は、教示運転モード移行指令ＣＭ８を制御装置１８へ供給する。教示運転モード移行指令ＣＭ８を受け付けると、制御装置１８は、運転モードＤＭを教示運転モードＤＭ３へ移行させ、上述のジョグ動作、ガイドレーザＬＢｇの生成、及び半自動運転の指令を教示装置から受け付け可能な状態となる。

[0137] なお、上述の実施形態においては、第２の入力部７２が、レーザ出射装置１４に設けられている場合について述べた。しかしながら、これに限らず、第２の入力部７２は、レーザ出射装置１４とは別体として設けられた、オペ

レータが持ち運び可能な携帯ボタン装置として構成されてもよい。

[0138] また、上述の実施形態から、力センサ５６及び姿勢検出センサ８２の少なくとも１つを省略することができる。例えば、図２に示すレーザ加工システム１０から力センサ５６を省略してもよい。この場合、図８に示すステップＳ２のフローから、ステップＳ１９が省略され、ステップＳ１８でＮＯと判定したときに、ステップＳ２０へ進む。

[0139] また、図７～図９、図１１、図１４に示すフローは、レーザ加工システム１０、８０又は９０が実行するレーザ加工方法の一例であって、実行するプロセスの順序を変更してもよいし、他の如何なるプロセスを追加してもよい。例えば、図１４に示すフローにおいて、ステップＳ１４でＹＥＳと判定した後にステップＳ５１を実行し、その後にステップＳ１５及びＳ４１を実行してもよい。又は、ステップＳ１７でＹＥＳと判定した後にステップＳ５２を実行し、その後に、ステップＳ１８、Ｓ１９及びＳ４２を実行してもよい。

[0140] また、図９に示すフローにおいて、プロセッサ４０は、ステップＳ３１又はＳ３３でＹＥＳと判定した後に、上述のステップＳ１１を実行し、ＹＥＳと判定した（つまり、モード選択スイッチ４８によって自動運転モードＤＭ１が選択された）場合は、ステップＳ２を開始する一方、ＮＯと判定した場合は、ステップＳ３２又はＳ３３へ進んでもよい。このように、図７～図９、図１１、図１４に示すフローに、種々の変更を加えることが可能である。

[0141] また、レーザ加工システム１０、８０又は９０から第１の入力部７０を省略し、該第１の入力部７０の機能を、レーザ加工システム１０、８０又は９０の外部機器に実装することができる。例えば、制御装置１８に指令を与える上位コントローラが、通信ネットワーク（ＬＡＮ、インターネット等）を介して、該制御装置１８に接続されてもよい。そして、上位コントローラの入力装置が、第１の入力部７０として機能してもよい。この場合、制御装置１８のプロセッサ４０は、上位コントローラの入力装置を通して入力された自動運転開始指令ＣＭ６を、通信ネットワークを介して取得する。

[0142] また、運転モードＤＭとして、自動運転モードＤＭ１のみが設定され、モード選択スイッチ４８は、自動運転モードＤＭ１と、いずれの運転モードＤＭも選択しないＯＦＦモードとを選択可能に構成されてもよい。この場合、レーザ加工システム１０、８０又は９０から第２の入力部７２を省略できる。そして、図７のフローからステップＳ３が省略される。この場合においても、自動運転に対してオペレータの安全を確保できる。

[0143] また、上述の実施形態においては、制御装置１８が、ロボット１２とレーザ発振器１６とを制御する場合について述べた。しかしながら、制御装置１８は、ロボット１２を制御する第１の制御装置１８Ａと、レーザ発振器１６を制御する第２の制御装置１８Ｂとを有してもよい。このような形態を、図１６及び図１７に示す。

[0144] 図１６及び図１７に示すレーザ加工システム１１０は、上述のレーザ加工システム８０と、制御装置１８において相違する。具体的には、制御装置１８は、ロボット１２の移動動作ＭＯを制御する第１の制御装置１８Ａと、レーザ発振器１６のレーザ光出射動作ＬＯを制御する第２の制御装置１８Ｂとを有する。

[0145] 第１の制御装置１８Ａは、プロセッサ４０Ａ、メモリ４２Ａ、Ｉ／Ｏインターフェース４４Ａ、及びバス４６Ａを有するコンピュータである。第１の制御装置１８ＡのＩ／Ｏインターフェース４４Ａには、ロボット１２（サーボモータ３０）、レーザ出射装置１４（レンズ駆動部）、第１の入力部７０として機能する入力装置５０Ａ、表示装置５２Ａ、着脱検出センサ５４、力センサ５６、及び姿勢検出センサ８２が通信可能に接続されている。また、上述のモード選択スイッチ４８は、第１の制御装置１８Ａに設けられている。

[0146] 第２の制御装置１８Ｂは、プロセッサ４０Ｂ、メモリ４２Ｂ、Ｉ／Ｏインターフェース４４Ｂ、及びバス４６Ｂを有するコンピュータである。第２の制御装置１８ＢのＩ／Ｏインターフェース４４Ｂには、入力装置５０Ｂ、表示装置５２Ｂ、レーザ発振器１６、第２の入力部７２、及び第１の制御装置

１８ＡのＩ／Ｏインターフェース４４Ａが、通信可能に接続されている。

[0147] また、メモリ４２Ｂには、上述のデータテーブル７４が格納されている。なお、レーザ発振器１６、第２の制御装置１８Ｂ、入力装置５０Ｂ、及び表示装置５２Ｂは、共通の筐体に一体に組み込むことでユニット化し、単体のレーザ発振装置１１２（図１６、図１７）を構成してもよい。

[0148] 本実施形態においては、第１の制御装置１８Ａ及び第２の制御装置１８Ｂは、互いに通信しつつ、図７、図９及び図１１に示すフローを実行する。ここで、図９に示すステップＳ３（手動運転モードＤＭ２）において、第１の制御装置１８Ａのプロセッサ４０Ａが、ステップＳ３６を実行する一方、第２の制御装置１８Ｂのプロセッサ４０Ｂが、ステップＳ３１～Ｓ３５を実行してもよい。

[0149] ここで、本実施形態においては、第２の制御装置１８Ｂのプロセッサ４０Ｂは、上述の実施形態と同様に、データテーブル７４に基づいて、手動運転モードＤＭ２での出力条件C_oを予め設定する。そして、ステップＳ３２において、プロセッサ４０Ｂは、第２の入力部７２からの手動出射指令ＣＭ３に応じて、予め設定した出力条件C_oに従ってレーザ発振器１６への指令$CM1_1$を生成し、該出力条件C_oに規定されたレーザパワー、デューティ比、及びパルス発振周波数を有するレーザ光ＬＢを生成するように、レーザ光生成動作ＬＯを実行する。

[0150] 一方、図１１に示すステップＳ２（自動運転モードＤＭ１）において、第１の制御装置１８Ａのプロセッサ４０Ａが、ステップＳ１１～Ｓ１５、Ｓ４１、Ｓ１７～Ｓ１９、Ｓ４２、Ｓ２０～Ｓ２４を実行する一方、第１の制御装置１８Ａのプロセッサ４０Ａと第２の制御装置１８Ｂのプロセッサ４０Ｂとが、ステップＳ１６の自動運転を協働で実行してもよい。

[0151] ステップＳ１６の一例として、第１の制御装置１８Ａのプロセッサ４０Ａは、加工プログラムＰＧ（例えば、第１の加工プログラムＰＧ１）を実行し、該加工プログラムＰＧに規定された自動運転用の出力条件C_o’（具体的には、レーザパワー、デューティ比、パルス発振周波数）の指令$CM1_2$を、第

２の制御装置１８Ｂに送信する。

[0152] この指令ＣＭ１$_{-2}$に従って、第２の制御装置１８Ｂのプロセッサ４０Ｂは、出力条件Ｃ$_{O}$’に規定されたレーザパワー、デューティ比、及びパルス発振周波数を有するレーザ光ＬＢを生成させるための指令ＣＭ１$_{-3}$をレーザ発振器１６に与え、該指令ＣＭ１$_{-3}$に従ってレーザ光生成動作ＬＯを実行させる。これとともに、第１の制御装置１８Ａのプロセッサ４０Ａは、自動運転として指令ＣＭ２をロボット１２に与えて、該ロボット１２に移動動作ＭＯを実行させる。

[0153] ステップＳ１６の他の例として、第２の制御装置１８Ｂのメモリ４２Ｂに、自動運転用の出力条件Ｃ$_{O}$’を、ワークの加工条件Ｃ$_{P}$と関連付けて格納したデータテーブル７４’が予め格納されてもよい。この場合、このステップＳ１６において、第１の制御装置１８Ａのプロセッサ４０Ａは、データテーブル７４’内の出力条件Ｃ$_{O}$’を指定する指令ＣＭ１$_{-4}$（例えば、データテーブル７４’内の出力条件Ｃ$_{O}$’の識別番号）を、第２の制御装置１８Ｂに与える。この指令ＣＭ１$_{-4}$は、加工プログラムＰＧ（例えば、第１の加工プログラムＰＧ１）に規定されてもよい。なお、上述の第２の入力部７２は、手動出射指令ＣＭ３に加えて、出力条件Ｃ$_{O}$’を指定する指令ＣＭ１$_{-4}$の入力をさらに受付可能に構成されてもよい。

[0154] 第２の制御装置１８Ｂのプロセッサ４０Ｂは、第１の制御装置１８Ａからの指令ＣＭ１$_{-4}$によって指定された出力条件Ｃ$_{O}$’をデータテーブル７４’から取得し、該出力条件Ｃ$_{O}$’に規定されたレーザパワー、デューティ比、及びパルス発振周波数を有するレーザ光ＬＢを生成させるための指令ＣＭ１$_{-5}$をレーザ発振器１６に与え、該指令ＣＭ１$_{-5}$に従ってレーザ光生成動作ＬＯを実行させる。これとともに、第１の制御装置１８Ａのプロセッサ４０Ａは、自動運転として指令ＣＭ２をロボット１２に与えて、該ロボット１２に移動動作ＭＯを実行させる。

[0155] なお、上述のレーザ加工システム１１０においては、第２の入力部７２が、第２の制御装置１８Ｂに接続され、該第２の制御装置１８Ｂに手動出射指

令ＣＭ３を与える場合について述べた。しかしながら、これに限らず、第２の入力部７２は、第１の制御装置１８Ａに接続されてもよい。このような形態を、図１６及び図１８に示す。

[0156] 図１６及び図１８に示すレーザ加工システム１１０’においては、第２の入力部７２は、第１の制御装置１８ＡのＩ／Ｏインターフェース４４Ａに接続され、該第１の制御装置１８Ａに手動出射指令ＣＭ３を与える。また、上述のデータテーブル７４は、第２の制御装置１８Ｂのメモリ４２Ｂに格納されている。

[0157] このレーザ加工システム１１０’においても、第１の制御装置１８Ａ及び第２の制御装置１８Ｂは、互いに通信しつつ、図７、図９及び図１１に示すフローを実行する。具体的には、上述のレーザ加工システム１１０と同様に、第２の制御装置１８Ｂのプロセッサ４０Ｂは、データテーブル７４に基づいて、手動運転モードＤＭ２での出力条件C_Oを予め設定する。

[0158] そして、図９中のステップＳ３２において、第１の制御装置１８Ａのプロセッサ４０Ａは、第２の入力部７２からの手動出射指令ＣＭ３に応じて、データテーブル７４内の出力条件C_Oを指定する指令$CM1_{_6}$（例えば、データテーブル７４内の出力条件C_Oの識別番号）を、第２の制御装置１８Ｂに与える。この指令$CM1_{_6}$は、加工プログラムＰＧ（例えば、第１の加工プログラムＰＧ１）に規定されてもよい。なお、第２の入力部７２は、手動出射指令ＣＭ３に加えて、出力条件C_Oを指定する指令$CM1_{_6}$の入力をさらに受付可能に構成されてもよい。

[0159] 第２の制御装置１８Ｂのプロセッサ４０Ｂは、第１の制御装置１８Ａからの指令$CM1_{_6}$によって指定された出力条件C_Oをデータテーブル７４から取得し、該出力条件C_Oに規定されたレーザパワー、デューティ比、及びパルス発振周波数を有するレーザ光ＬＢを生成させるための指令$CM1_{_7}$をレーザ発振器１６に与え、該指令$CM1_{_7}$に従ってレーザ光生成動作ＬＯを実行させる。また、第１の制御装置１８Ａのプロセッサ４０Ａと、第２の制御装置１８Ｂのプロセッサ４０Ｂとは、上述のレーザ加工システム１１０と同様に、図

１１中のステップＳ１６（自動運転）を協働して実行する。

[0160] なお、ロボットシステム１１０又は１１０’において、データテーブル７４（及び、データテーブル７４’）が、第１の制御装置１８Ａのメモリ４２Ａに格納されてもよい。この場合、第１の制御装置１８Ａのプロセッサ４０Ａは、ステップＳ３２又はＳ１６において、データテーブル７４又は７４’に規定された出力条件C_o又はC_o’のレーザ光ＬＢを生成するための指令ＣＭ１（レーザパワー指令等）を、第２の制御装置１８Ｂを介してレーザ発振器１６に与えてもよい。また、レーザ加工システム１１０又は１１０’に、上述の安全柵９２及び進入検出センサ９４を設けて、第１の制御装置１８Ａ及び第２の制御装置１８Ｂは、図７、図９、及び図１４のフローを協働して実行してもよい。

[0161] なお、上述の実施形態においては、レーザ出射装置１４がレーザ加工ヘッドである場合について述べた。しかしながら、これに限らず、レーザ出射装置１４は、例えばレーザスキャナ（又は、ガルバノスキャナ）等、如何なるタイプの装置であってもよい。レーザスキャナは、レーザ発振器１６から供給されたレーザ光ＬＢを各々反射する複数のミラーと、該複数のミラーを個別に駆動する複数のミラー駆動部と、該ミラーによって反射されたレーザ光を集光する光学レンズ等を有する。レーザスキャナは、複数のミラーの向きをミラー駆動部によって変化させることで、ワークに照射されるレーザ光の照射点を、ロボット座標系Ｃ１のｘ－ｙ平面内で高速移動させることができる。

[0162] なお、ロボット１２は、垂直多関節型ロボットに限らず、例えば、水平多関節型ロボット、又はパラレルリンク型ロボットであってもよいし、ワークをロボット座標系Ｃ１のｘ－ｙ平面内で移動させる第１及び第２のボールねじ機構と、レーザ出射装置１４をロボット座標系Ｃ１のｚ軸方向へ移動させる第３のボールねじ機構とを有するように構成されてもよい。以上、実施形態を通じて本開示を説明したが、上述の実施形態は、特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。

符号の説明

[0163] １０，８０，９０，１１０，１１０’　　レーザ加工システム

１２　　ロボット

１４　　レーザ出射装置

１６　　レーザ発振器

１８，１８Ａ，１８Ｂ　　制御装置

３６　　把持部

４０　　プロセッサ

４８　　モード選択スイッチ

５４　　着脱検出センサ

５６　　力センサ

７０　　第１の入力部

７２　　第２の入力部

８２　　姿勢検出センサ

請求の範囲

[請求項1] ワークをレーザ加工するレーザ加工システムであって、

レーザ発振器が生成したレーザ光を出射するレーザ出射装置と、

前記レーザ出射装置が着脱可能に装着され、該レーザ出射装置を前記ワークに対して相対的に移動させるロボットと、

前記レーザ出射装置の前記ロボットへの着脱を検出する着脱検出センサと、

前記レーザ発振器を動作させて前記レーザ出射装置からレーザ光を出射するレーザ光出射動作、及び、前記ロボットを動作させて前記レーザ出射装置を前記ワークに対して移動させる移動動作を制御する制御装置と、

前記レーザ加工の運転モードを選択するモード選択スイッチと、を備え、

前記制御装置は、前記モード選択スイッチによって、前記運転モードとして、加工プログラムに従って前記レーザ光出射動作及び前記移動動作を自動で実行する自動運転モードが選択され、且つ、前記着脱検出センサが前記レーザ出射装置の前記ロボットへの装着を検出した場合に、該自動運転モードとして該レーザ光出射動作及び該移動動作を実行する、レーザ加工システム。

[請求項2] 前記制御装置に前記自動運転モードを開始させる自動運転開始指令の入力を受け付ける第１の入力部をさらに備え、

前記制御装置は、前記第１の入力部へ前記入力がされたとき、前記モード選択スイッチによって前記自動運転モードが非選択となっているか、又は、前記着脱検出センサが前記レーザ出射装置の前記ロボットからの脱離を検出した場合は、前記自動運転モードとして前記レーザ光出射動作及び前記移動動作の少なくとも一方を開始しない、請求項１に記載のレーザ加工システム。

[請求項3] 前記制御装置は、前記第１の入力部に前記入力がされたときに、前

記モード選択スイッチによって前記自動運転モードが非選択となっているか、又は、前記着脱検出センサが前記脱離を検出した場合、警告信号を生成する、請求項２に記載のレーザ加工システム。

[請求項4] 前記制御装置は、前記自動運転モードとして前記レーザ光出射動作及び前記移動動作を実行しているときに、前記モード選択スイッチが操作されて前記自動運転モードが非選択となるか、又は、前記着脱検出センサが前記レーザ出射装置の前記ロボットからの脱離を検出した場合、該レーザ光出射動作及び該移動動作のうちの少なくとも一方を停止する、請求項１～３のいずれか１項に記載のレーザ加工システム。

[請求項5] 前記ロボット又は前記レーザ出射装置に加えられた外力を検出する力センサをさらに備え、

前記制御装置は、前記自動運転モードとして前記レーザ光出射動作及び前記移動動作を実行しているときに前記力センサが検出した前記外力が所定の閾値を超えた場合、該レーザ光出射動作及び該移動動作の少なくとも一方を停止する、請求項１～４のいずれか１項に記載のレーザ加工システム。

[請求項6] 前記レーザ出射装置の姿勢を検出する姿勢検出センサをさらに備え、

前記制御装置は、前記自動運転モードとして前記レーザ光出射動作及び前記移動動作を実行しているときに前記姿勢検出センサが検出した前記姿勢が、前記加工プログラムに規定された目標姿勢から逸脱した場合、該レーザ光出射動作及び該移動動作の少なくとも一方を停止する、請求項１～５のいずれか１項に記載のレーザ加工システム。

[請求項7] 前記制御装置に前記レーザ光出射動作を実行させる手動出射指令の入力を受け付ける第２の入力部をさらに備え、

前記モード選択スイッチは、前記運転モードを、前記自動運転モードと、前記制御装置が前記手動出射指令に応じて前記レーザ光出射動

作を実行する手動運転モードとの間で切り替え可能に構成され、

前記制御装置は、前記モード選択スイッチによって前記手動運転モードが選択されているときに前記第２の入力部を通して受け付けた前記手動出射指令に応じて、該手動運転モードとして前記レーザ光出射動作を実行する、請求項１～６のいずれか１項に記載のレーザ加工システム。

[請求項8] 前記手動運転モードでの前記ワークの加工条件と、該手動運転モードの前記レーザ光出射動作で出射されるレーザ光の出力条件とを互いに関連付けて格納したデータテーブルをさらに備え、

前記制御装置は、前記データテーブルに基づいて、前記手動運転モードでの前記出力条件を設定する、請求項７に記載のレーザ加工システム。

[請求項9] 前記レーザ出射装置は、片手で把持可能な把持部を有し、

前記第２の入力部は、前記把持部を把持した前記片手で入力操作可能となるように、前記把持部に隣接して前記レーザ出射装置に設けられる、請求項７又は８に記載のレーザ加工システム。

[請求項10] 前記着脱検出センサは、

前記レーザ出射装置が前記ロボットに装着されたときに導通する一方、前記レーザ出射装置が前記ロボットから脱離したときに非導通となることで前記着脱を検出する接触式センサ、又は、

前記レーザ出射装置及び前記ロボットの一方から他方へ向けて電磁波を発信する発信部、及び該発信部からの前記電磁波を受信する受信部を有し、該受信部が受信した該電磁波に応じて前記着脱を検出する非接触式センサ、を有する、請求項１～９のいずれか１項に記載のレーザ加工システム。

[請求項11] 請求項１～１０のいずれか１項に記載のレーザ加工システムを用いてレーザ加工する方法であって、

プロセッサが、

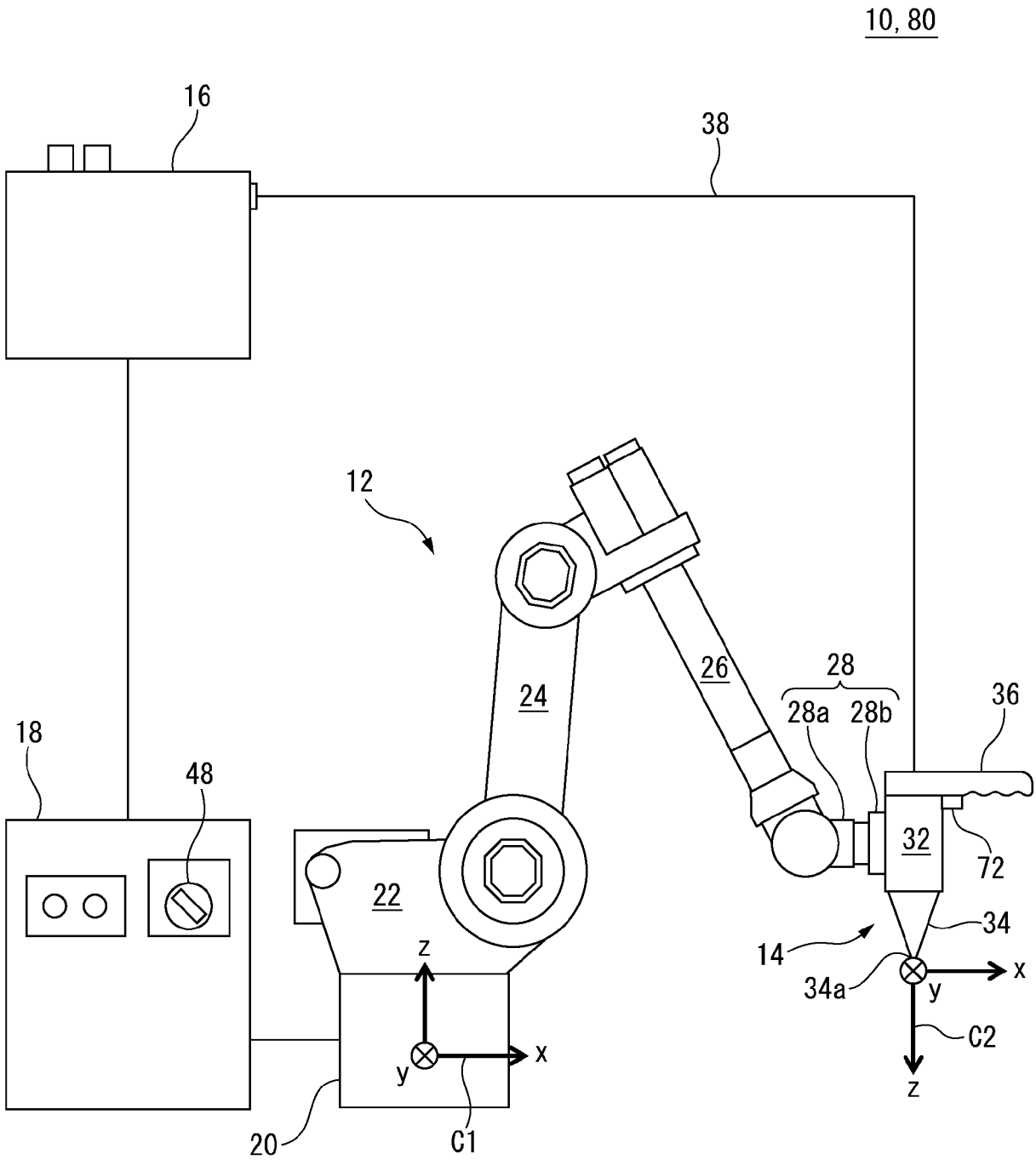
前記モード選択スイッチによって前記自動運転モードが選択されたか否かを判定し、

前記着脱検出センサによって前記レーザ出射装置の前記ロボットへの装着が検出されたか否かを判定し、

前記モード選択スイッチによって前記自動運転モードが選択され、且つ、前記レーザ出射装置の前記ロボットへの装着が検出された場合に、該自動運転モードとして前記レーザ光出射動作及び前記移動動作を実行する、方法。

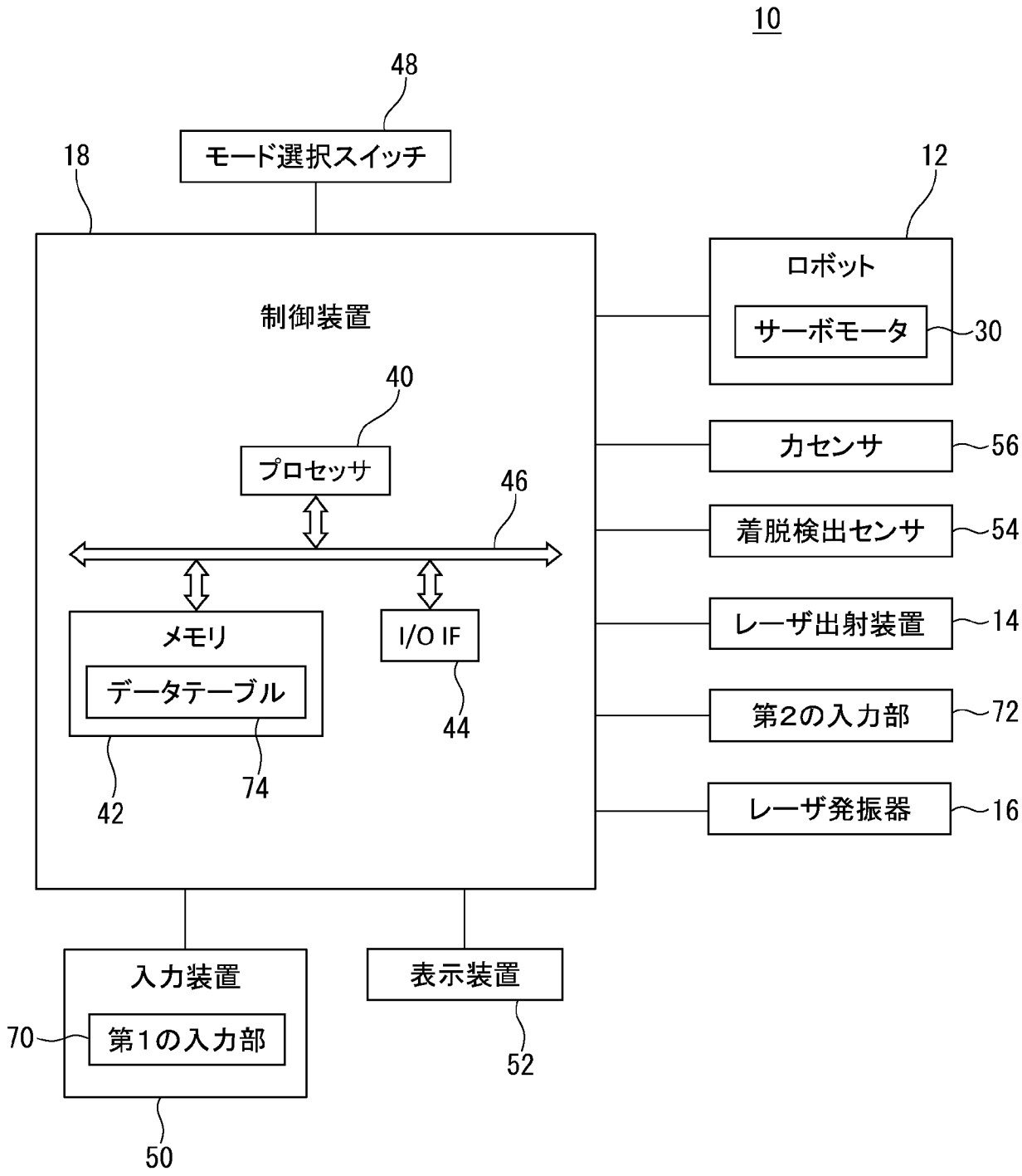
[図1]

図1


10, 80
16
38
12
24
26
28
28a
28b
36
18
48
22
32
72
34
14
34a
x
y
z
C2
20
C1

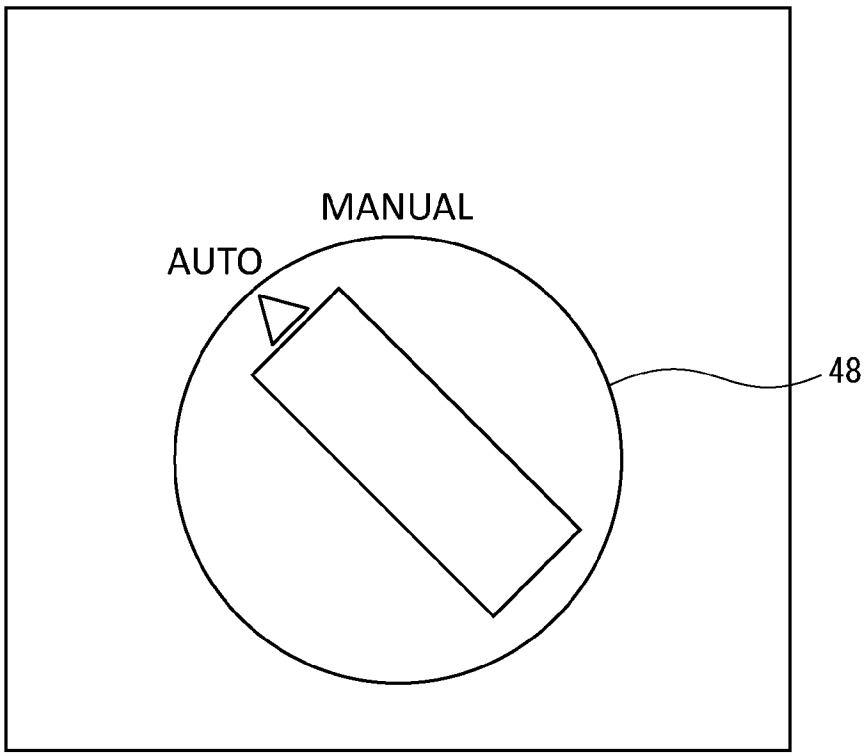
[図2]

図2


10
48
モード選択スイッチ
18
12
制御装置
ロボット
サーボモータ
30
40
プロセッサ
46
力センサ
56
着脱検出センサ
54
メモリ
データテーブル
I/O IF
44
レーザ出射装置
14
第2の入力部
72
42
74
レーザ発振器
16
入力装置
第1の入力部
70
表示装置
52
50

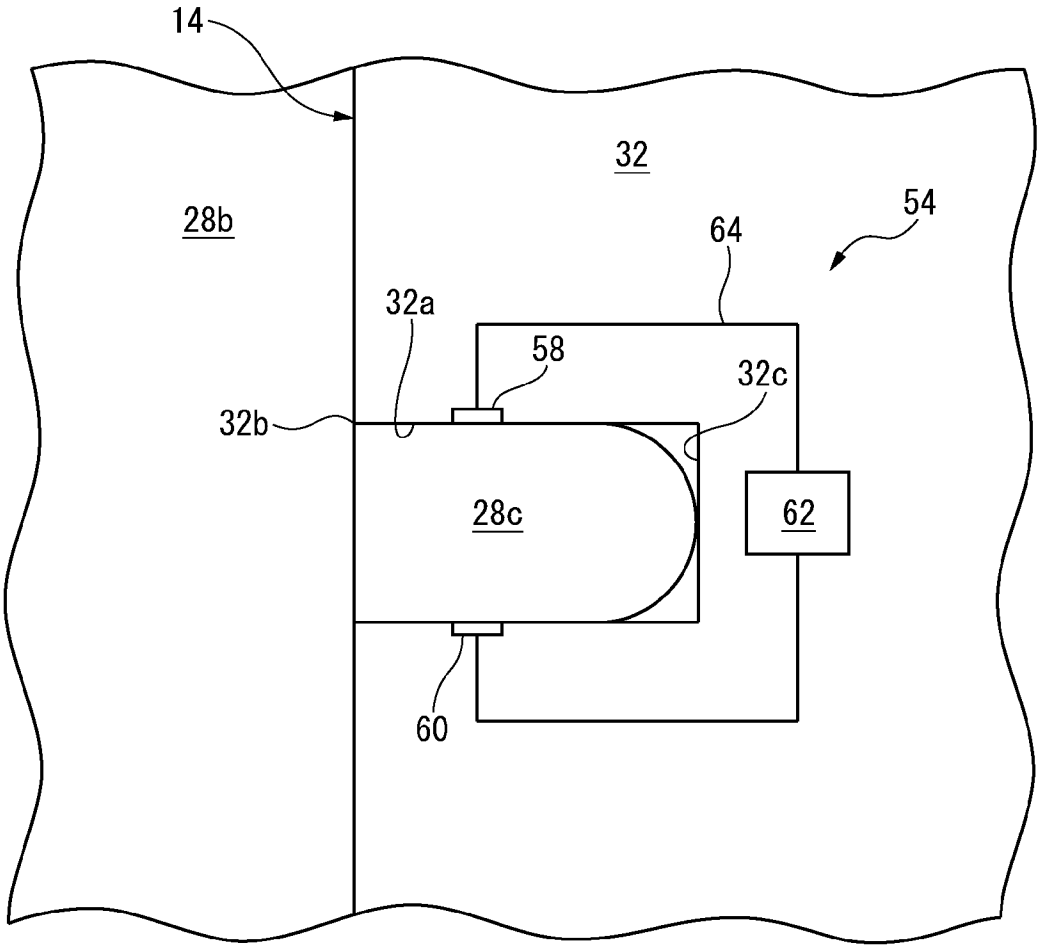
[図3]

図3



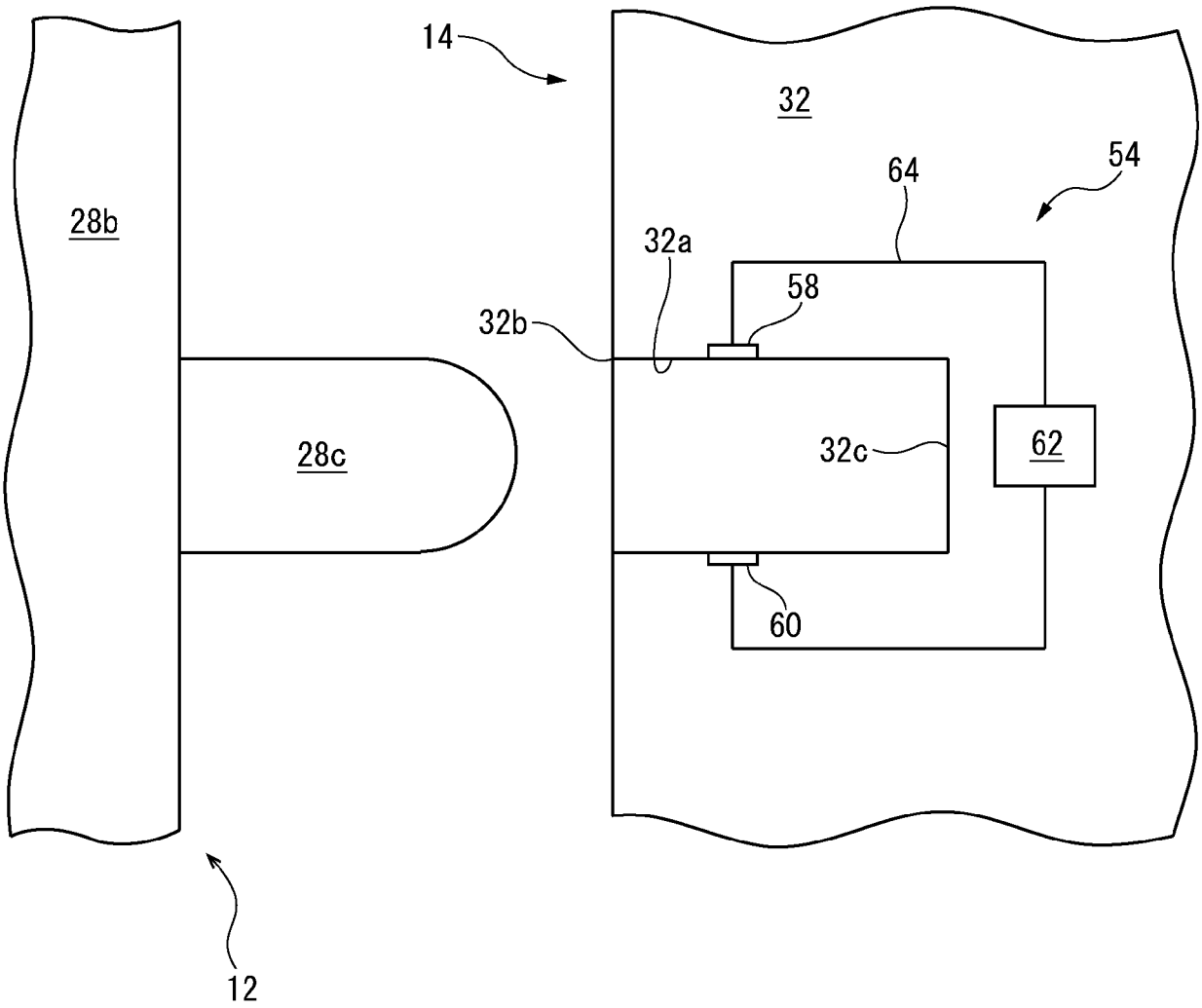
[図4]

図4



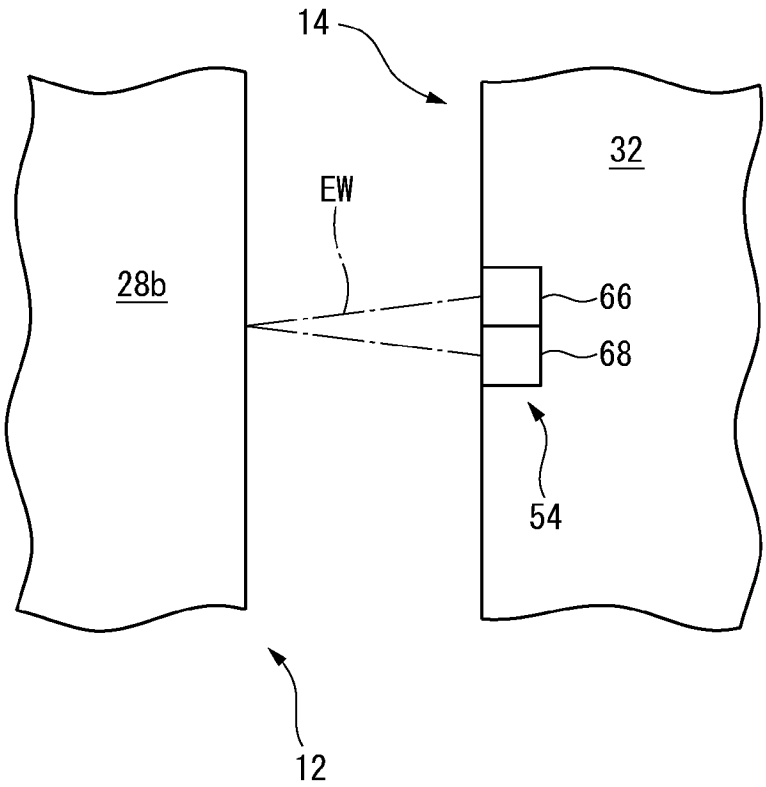
[図5]

図5



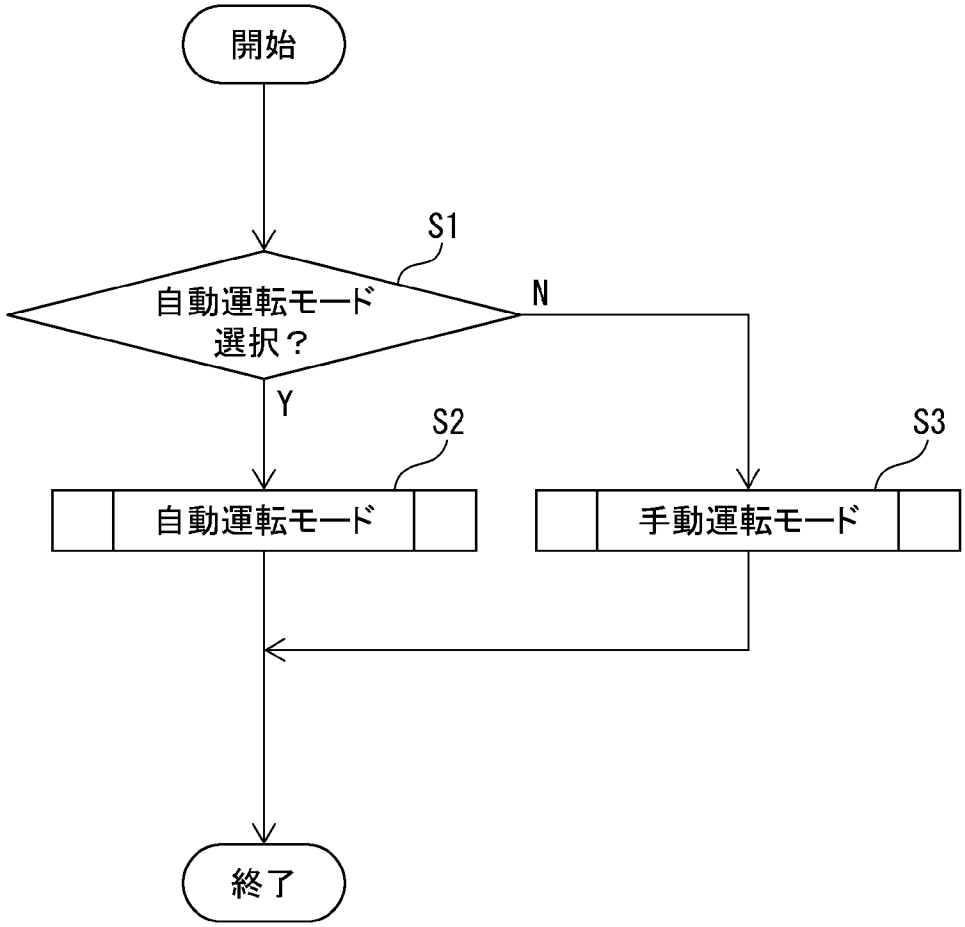
[図6]

図6



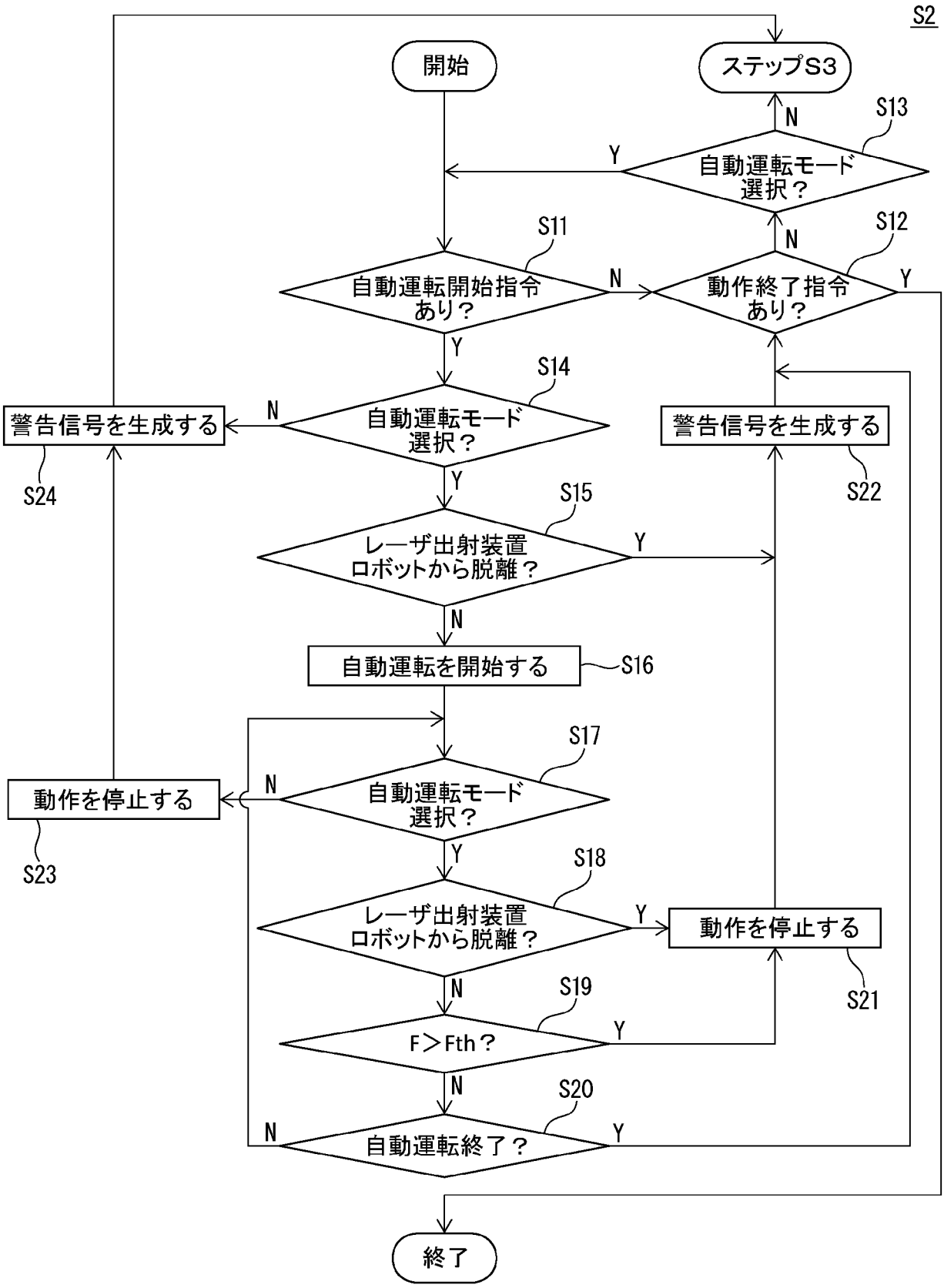
[図7]

図7



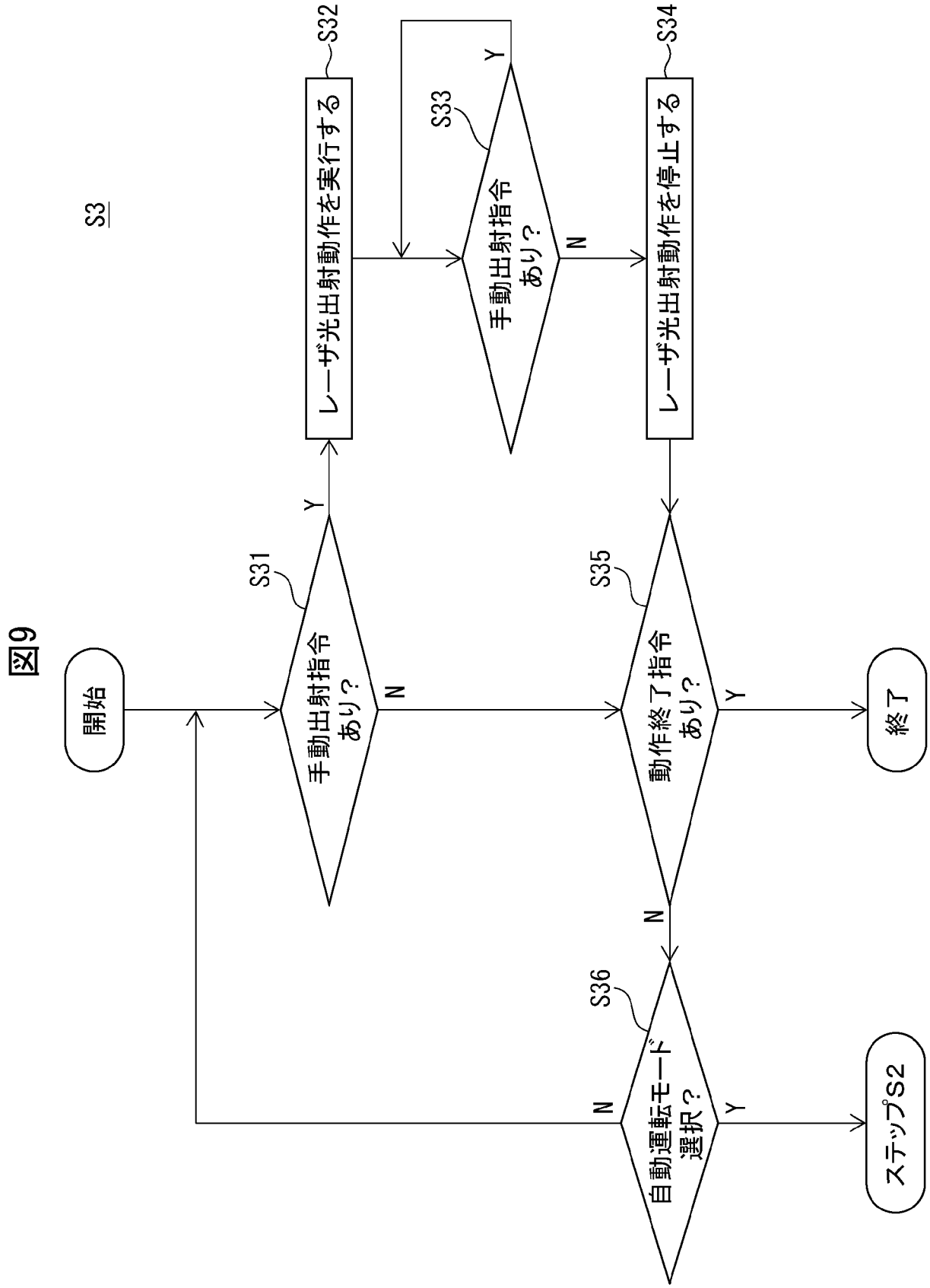
[図8]

図8


S2
開始
ステップS3
S13
自動運転モード
選択？
N
Y
S11
自動運転開始指令
あり？
S12
動作終了指令
あり？
S14
自動運転モード
選択？
警告信号を生成する
S24
警告信号を生成する
S22
S15
レーザ出射装置
ロボットから脱離？
自動運転を開始する
S16
S17
自動運転モード
選択？
動作を停止する
S23
S18
レーザ出射装置
ロボットから脱離？
動作を停止する
S21
S19
F＞Fth？
S20
自動運転終了？
終了

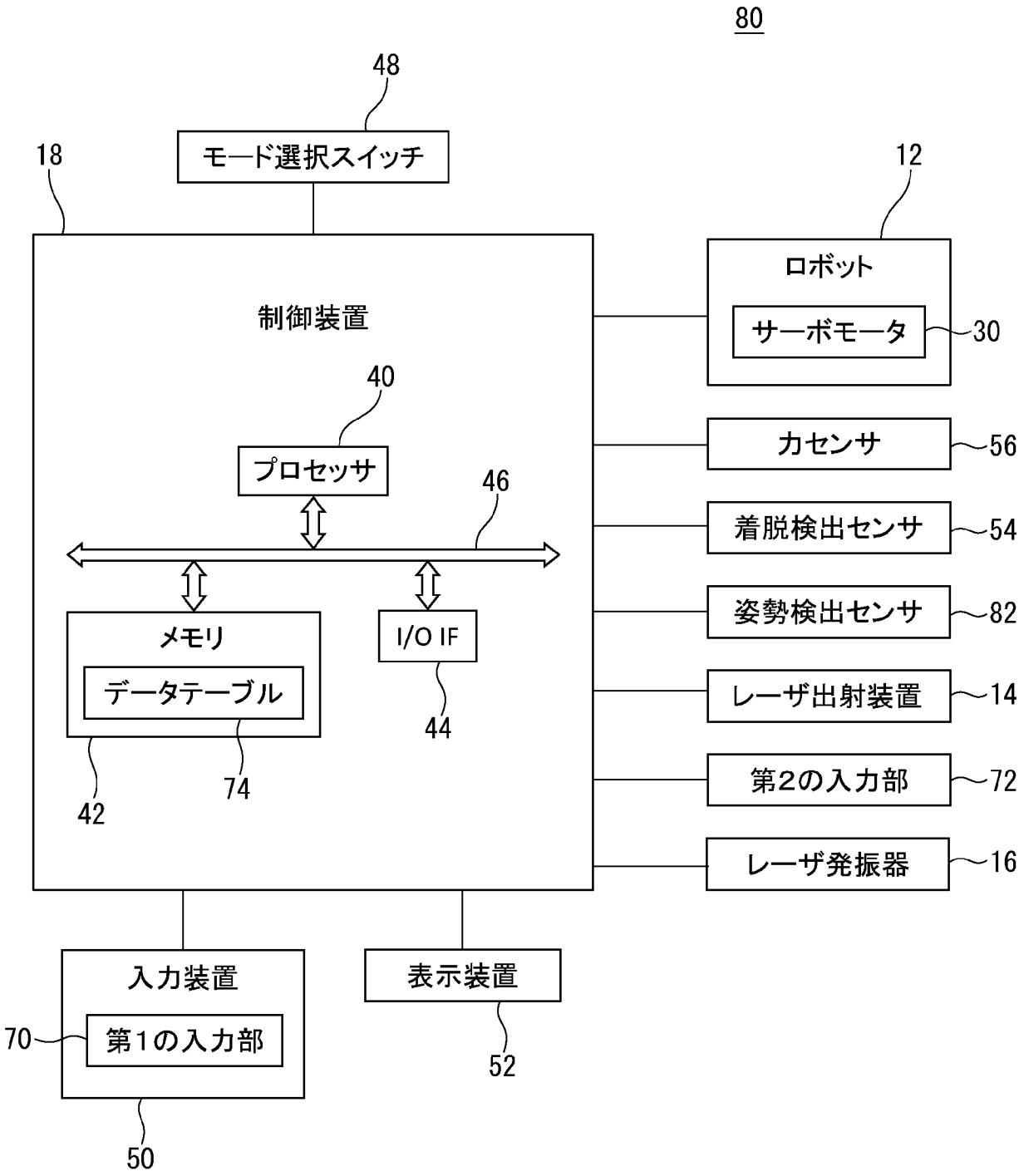
[図9]

図9


S3
開始
S31
手動出射指令
あり？
Y
N
S32
レーザ光出射動作を実行する
S33
手動出射指令
あり？
Y
N
S34
レーザ光出射動作を停止する
S35
動作終了指令
あり？
Y
N
終了
S36
自動運転モード
選択？
N
Y
ステップS2

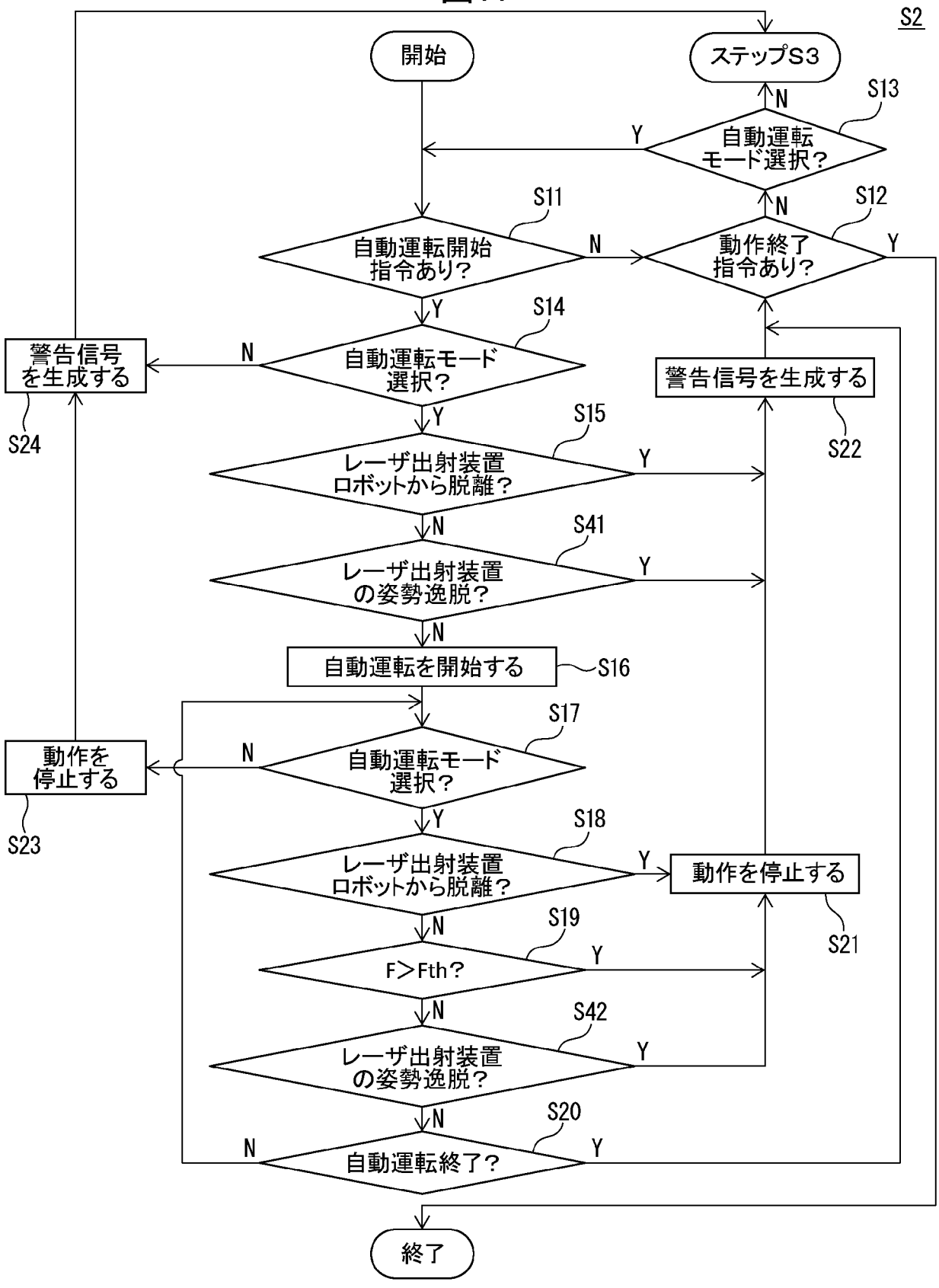
[図10]

図10


80
48
モード選択スイッチ
18
12
制御装置
ロボット
サーボモータ
30
40
プロセッサ
46
力センサ
56
着脱検出センサ
54
姿勢検出センサ
82
メモリ
データテーブル
I/O IF
44
レーザ出射装置
14
第2の入力部
72
42
74
レーザ発振器
16
入力装置
第1の入力部
70
表示装置
52
50

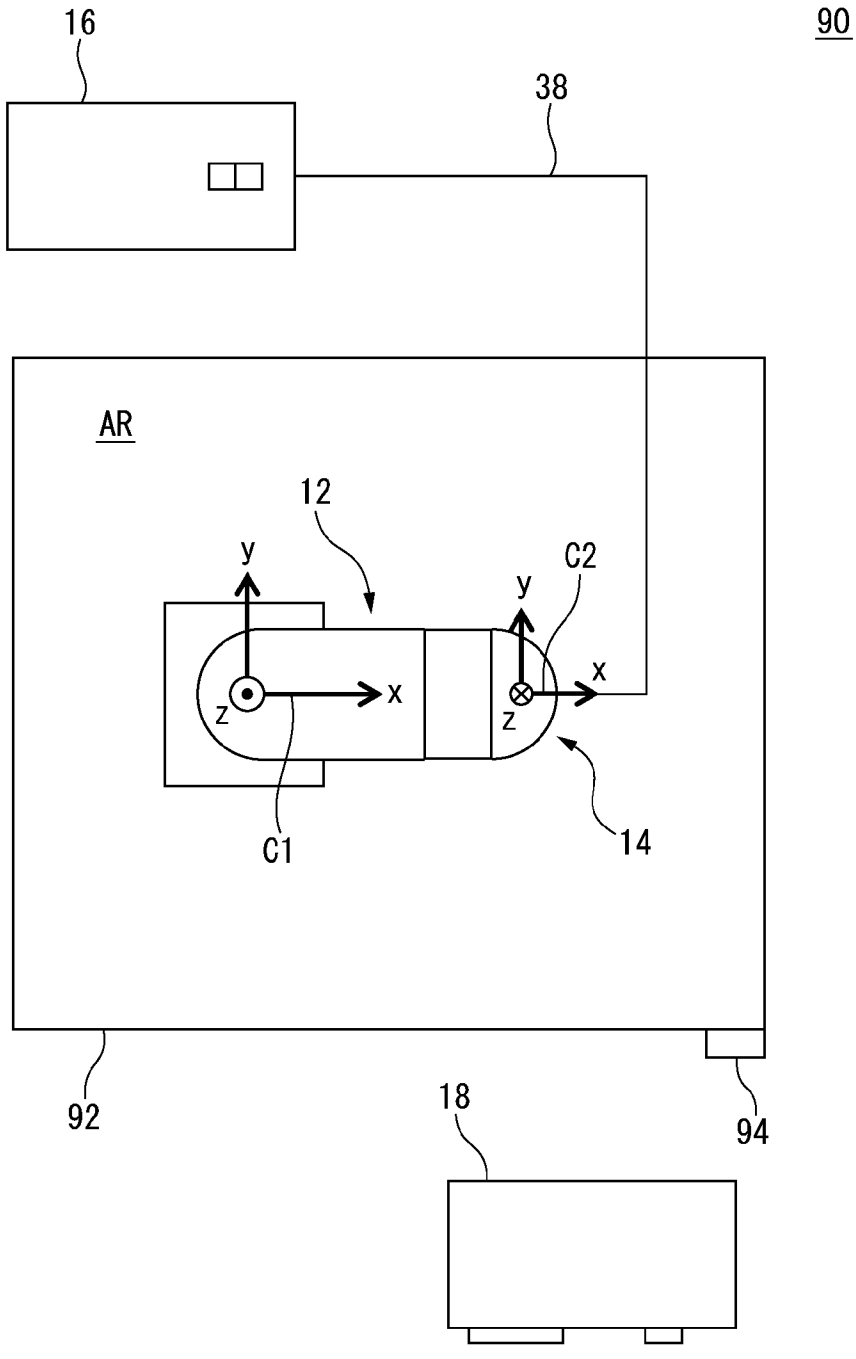
[図11]

図11


S2
開始
ステップS3
S13
自動運転
モード選択？
N
Y
S11
自動運転開始
指令あり？
S12
動作終了
指令あり？
S14
自動運転モード
選択？
警告信号
を生成する
S24
警告信号を生成する
S22
S15
レーザ出射装置
ロボットから脱離？
S41
レーザ出射装置
の姿勢逸脱？
自動運転を開始する
S16
S17
自動運転モード
選択？
動作を
停止する
S23
S18
レーザ出射装置
ロボットから脱離？
動作を停止する
S21
S19
F＞Fth？
S42
レーザ出射装置
の姿勢逸脱？
S20
自動運転終了？
終了

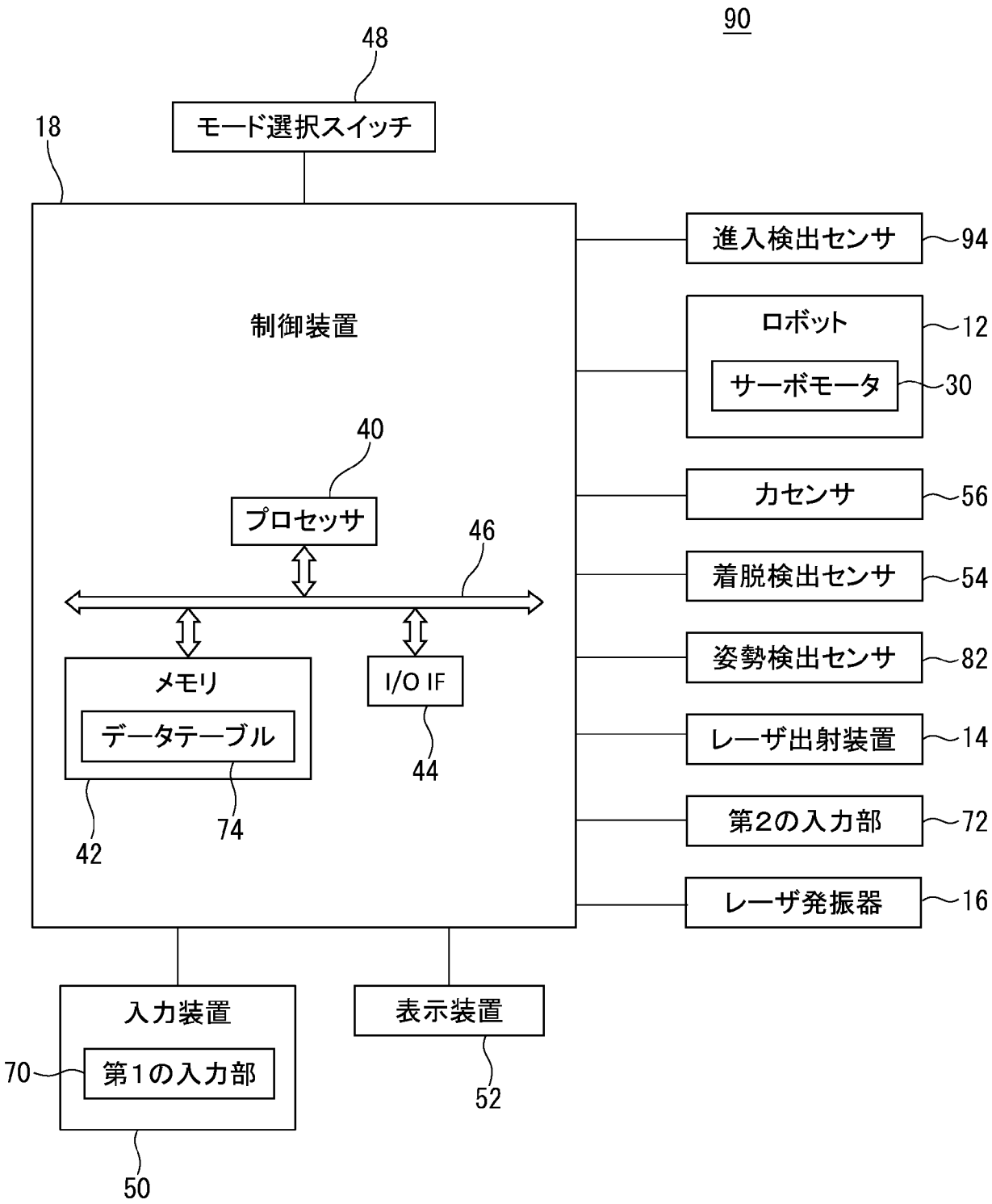
[図12]

図12



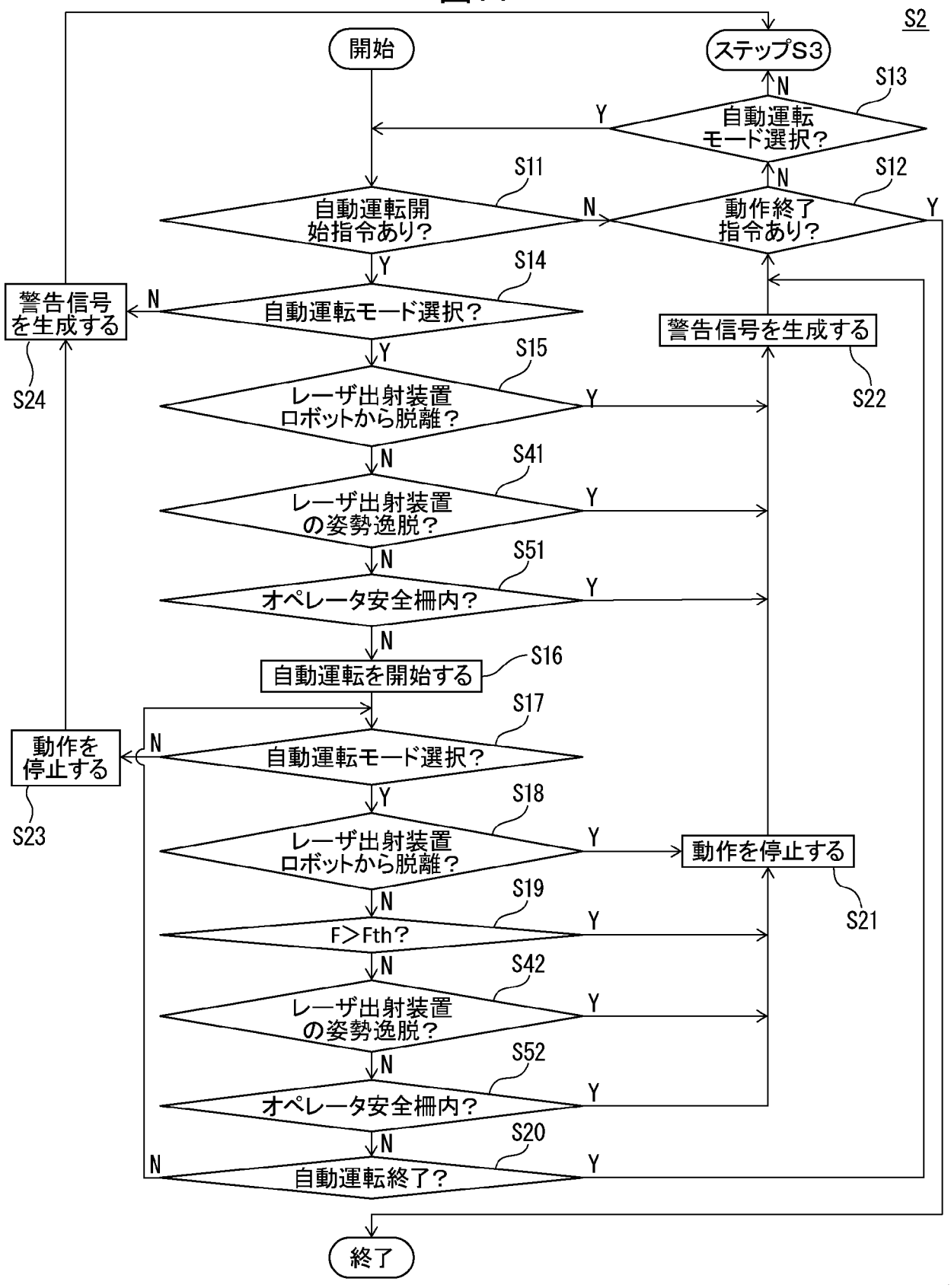
[図13]

図13


90
48
モード選択スイッチ
18
制御装置
進入検出センサ
94
ロボット
12
サーボモータ
30
40
プロセッサ
46
力センサ
56
着脱検出センサ
54
姿勢検出センサ
82
メモリ
データテーブル
I/O IF
44
レーザ出射装置
14
第2の入力部
72
レーザ発振器
16
42
74
入力装置
70
第1の入力部
表示装置
52
50

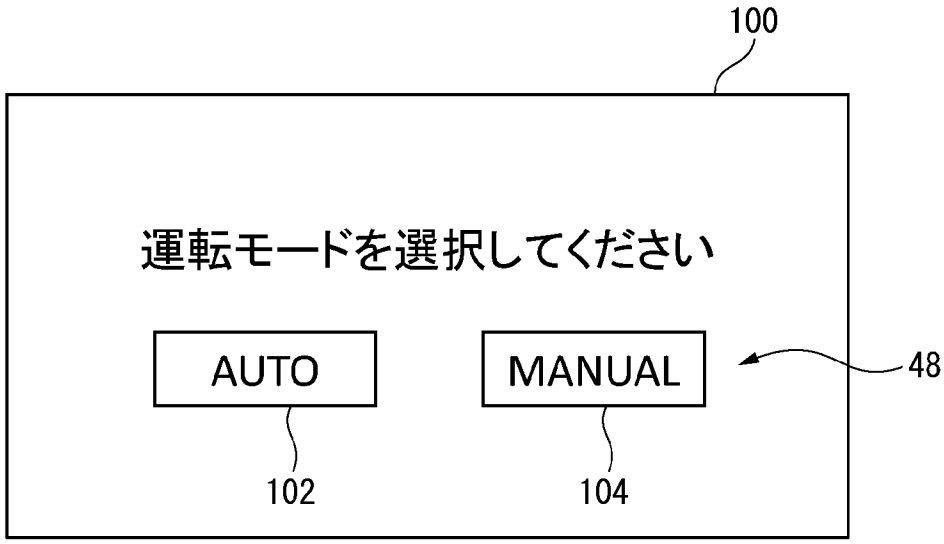
[図14]

図14


開始
ステップS3
S2
S13
自動運転
モード選択？
N
Y
S11
自動運転開
始指令あり？
S12
動作終了
指令あり？
S14
自動運転モード選択？
警告信号
を生成する
S24
S15
レーザ出射装置
ロボットから脱離？
警告信号を生成する
S22
S41
レーザ出射装置
の姿勢逸脱？
S51
オペレータ安全柵内？
S16
自動運転を開始する
S17
自動運転モード選択？
動作を
停止する
S23
S18
レーザ出射装置
ロボットから脱離？
動作を停止する
S21
S19
F>Fth？
S42
レーザ出射装置
の姿勢逸脱？
S52
オペレータ安全柵内？
S20
自動運転終了？
終了

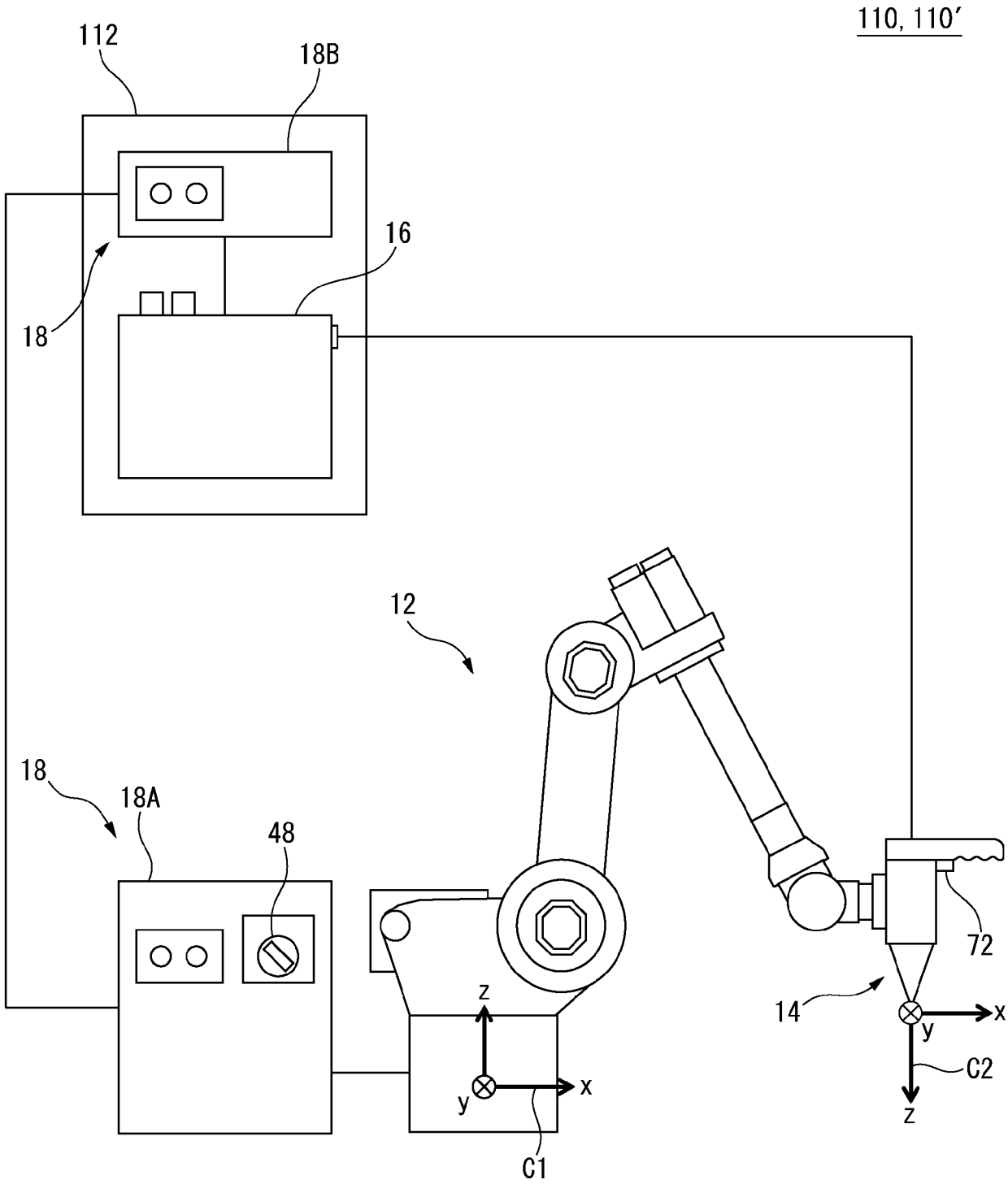
[図15]

図15



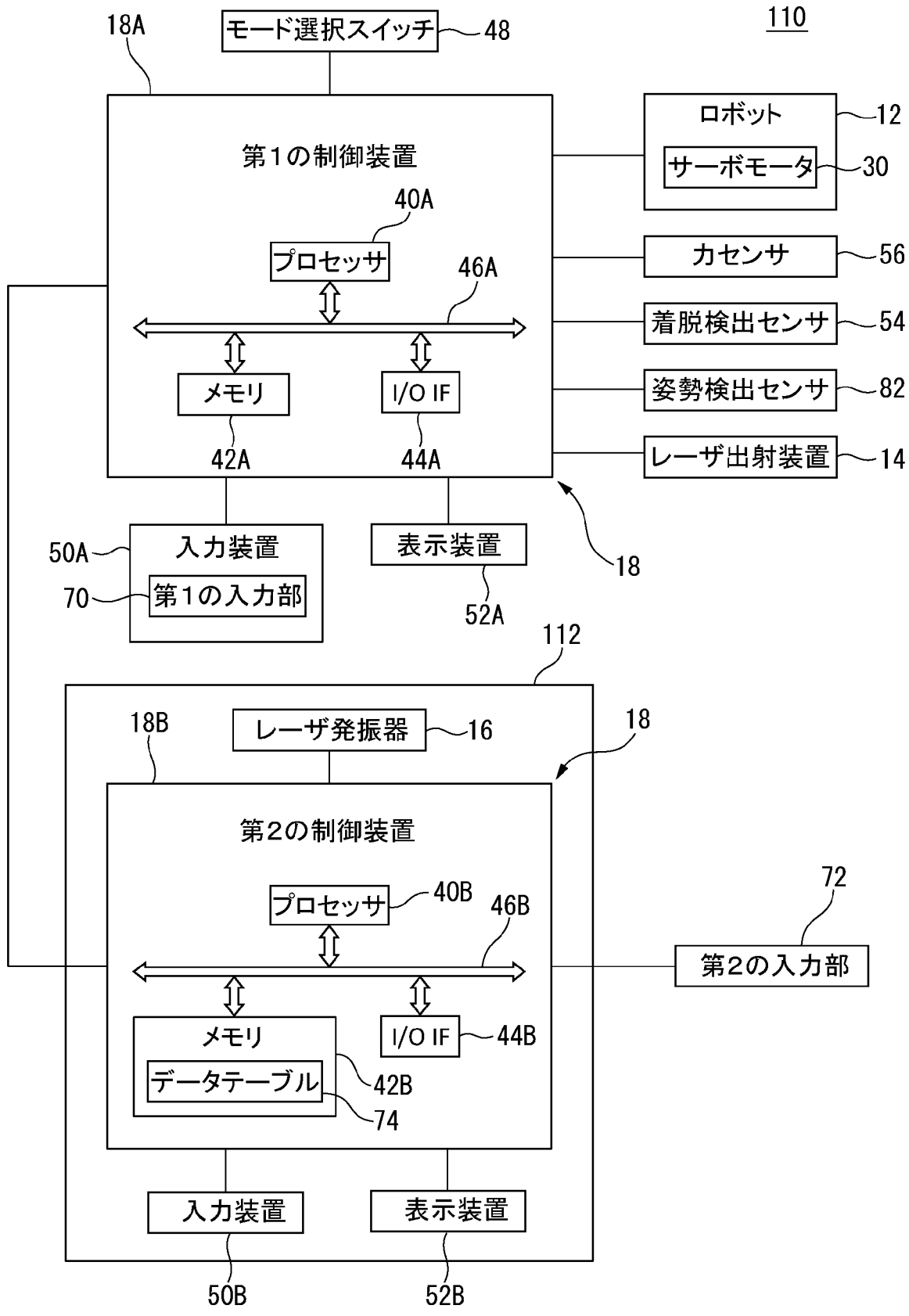
[図16]

図16



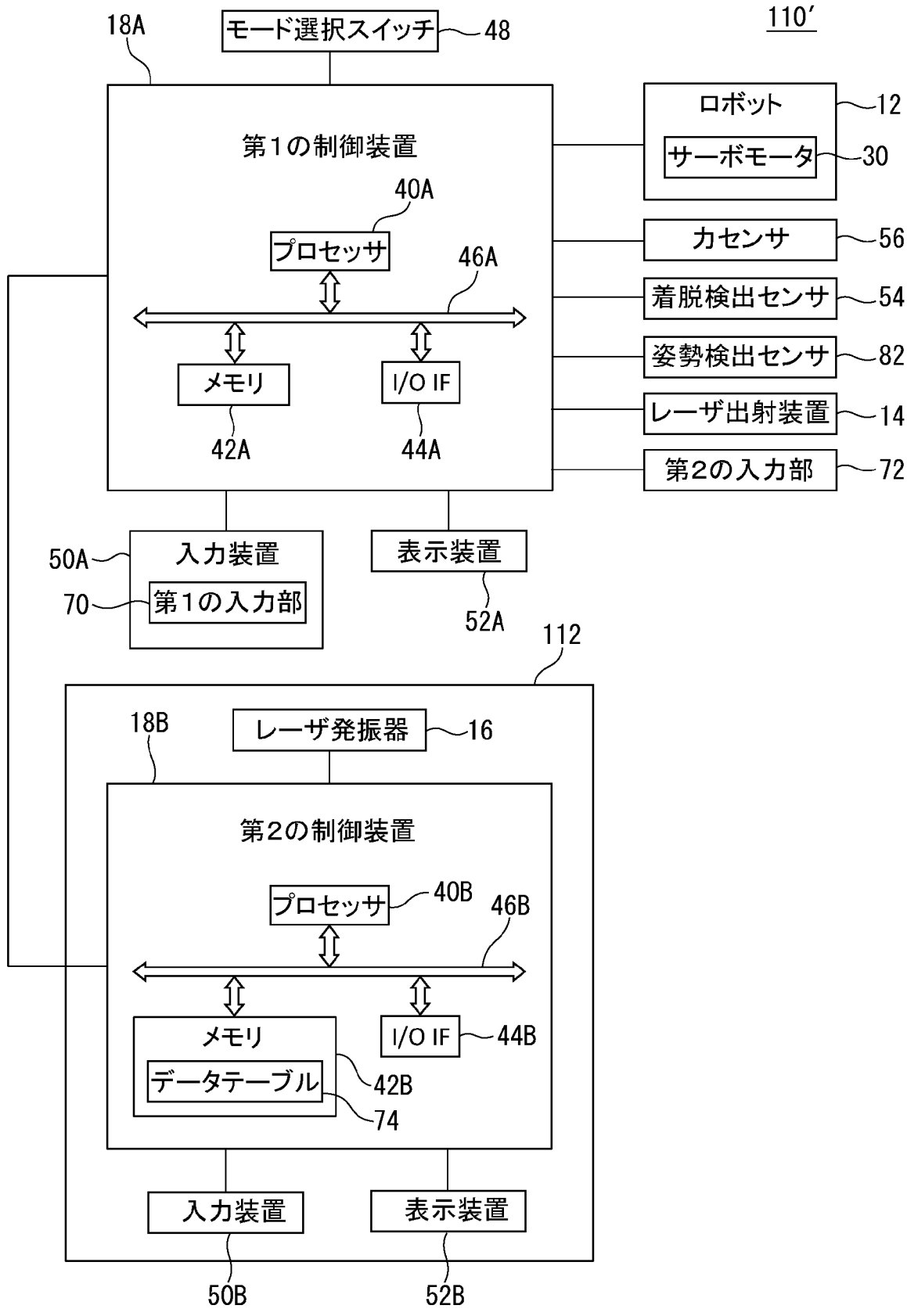
[図17]

図17


18A
モード選択スイッチ
48
110
第１の制御装置
ロボット
12
サーボモータ
30
40A
プロセッサ
46A
力センサ
56
着脱検出センサ
54
メモリ
I/O IF
姿勢検出センサ
82
42A
44A
レーザ出射装置
14
50A
入力装置
表示装置
18
70
第１の入力部
52A
112
18B
レーザ発振器
16
18
第２の制御装置
72
プロセッサ
40B
46B
第２の入力部
メモリ
I/O IF
44B
データテーブル
42B
74
入力装置
表示装置
50B
52B

[図18]

図18


110′
18A
モード選択スイッチ
48
第1の制御装置
40A
プロセッサ
46A
メモリ
42A
I/O IF
44A
ロボット
12
サーボモータ
30
力センサ
56
着脱検出センサ
54
姿勢検出センサ
82
レーザ出射装置
14
第2の入力部
72
50A
入力装置
70
第1の入力部
表示装置
52A
112
18B
レーザ発振器
16
第2の制御装置
プロセッサ
40B
46B
メモリ
データテーブル
42B
74
I/O IF
44B
入力装置
表示装置
50B
52B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/009809

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 26/00(2014.01)i
FI: B23K26/00 Q

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)

B23K26/00

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-038010 A (CANON INC.) 14 March 2019 (2019-03-14) entire text, all drawings	1-11
A	JP 07-237165 A (HITACHI CONSTR. MACH. CO., LTD.) 12 September 1995 (1995-09-12) entire text, all drawings	1-11
A	JP 03-019789 A (FANUC LTD.) 28 January 1991 (1991-01-28) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2006-150418 A (FANUC LTD.) 15 June 2006 (2006-06-15) entire text, all drawings	1-11

☐ 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	Date of mailing of the international search report
12 April 2022	**26 April 2022**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/009809

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2019-038010 A	14 March 2019	(Family: none)	
JP 07-237165 A	12 September 1995	(Family: none)	
JP 03-019789 A	28 January 1991	US 5093552 A entire text, all drawings EP 428748 A1 KR 10-1992-0700095 A	
JP 2006-150418 A	15 June 2006	US 2006/0113392 A1 entire text, all drawings EP 1661657 A1 CN 1781647 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/009809

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B23K 26/00(2014.01)i
FI: B23K26/00 Q

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））

B23K26/00

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2019-038010 A (キヤノン株式会社) 14.03.2019 (2019-03-14) 全文,全図	1-11
A	JP 07-237165 A (日立建機株式会社) 12.09.1995 (1995-09-12) 全文,全図	1-11
A	JP 03-019789 A (ファナック株式会社) 28.01.1991 (1991-01-28) 全文,全図	1-11
A	JP 2006-150418 A (ファナック株式会社) 15.06.2006 (2006-06-15) 全文,全図	1-11

☐ 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
12.04.2022	26.04.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
柏原　郁昭 3P 3113

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/009809

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-038010 A	14.03.2019	（ファミリーなし）	
JP 07-237165 A	12.09.1995	（ファミリーなし）	
JP 03-019789 A	28.01.1991	US 5093552 A 全文,全図 EP 428748 A1 KR 10-1992-0700095 A	
JP 2006-150418 A	15.06.2006	US 2006/0113392 A1 全文,全図 EP 1661657 A1 CN 1781647 A	