

(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
2024年12月19日(19.12.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/257220 A1

(51) 国際特許分類:
B23Q 3/155 (2006.01) B23Q 41/00 (2006.01)
B23Q 11/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/021915

(22) 国際出願日: 2023年6月13日(13.06.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: D M G 森精機株式会社 (DMG MORI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6391160 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 Nara (JP).

(72) 発明者: 安木 詠介(YASUGI, Eisuke); 〒6391160 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 D M G 森精機株式会社内 Nara (JP).

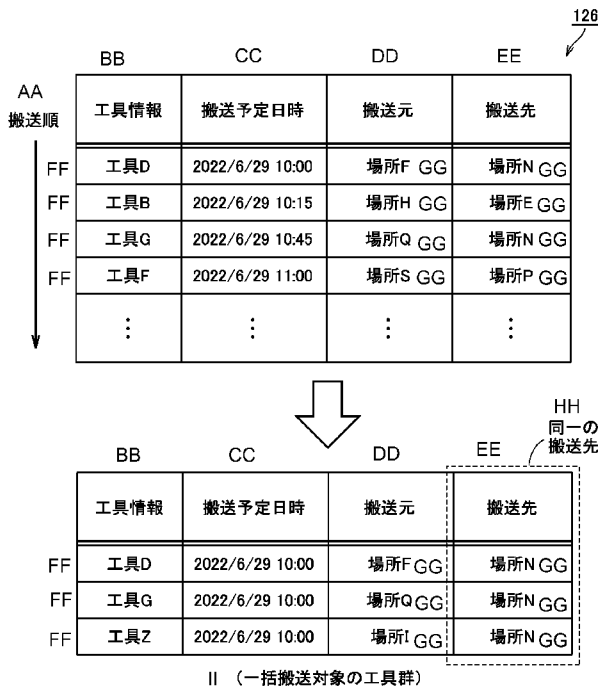
(74) 代理人: 北原 悠樹, 外(KITAHARA, Yuki et al.); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満5-1-1 5西天満パークビル2号館4階 Osaka (JP).

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

(54) Title: TOOL TRANSPORT SYSTEM, CONTROL METHOD FOR TOOL TRANSPORT SYSTEM, AND CONTROL PROGRAM FOR TOOL TRANSPORT SYSTEM

(54) 発明の名称: 工具搬送システム、工具搬送システムの制御方法、および工具搬送システムの制御プログラム

FIG.3



AA Transport order
BB Tool information
CC Scheduled transport date and time
DD Transport source
EE Transport destination
FF Tool
GG Location
HH Same transport destination
II Group of tools that are targets for collective transport

(57) Abstract: A tool transport system (10) includes: a plurality of machine tools (400) for processing a workpiece using tools; a tool storage unit (250) for storing a plurality of tools; a transport device (300) capable of transporting designated tools in a tool group including the tools inside the plurality of machine tools (400) and the tools inside the tool storage unit (250) to a designated transport destination; and a control unit (50) for controlling the tool transport system (10). The

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

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

control unit (50) executes: a process for acquiring a transport schedule that specifies at least a transport destination for each of a plurality of tools scheduled to be transported; a process for referring to the transport schedule and determining, as targets for collective transport, a group of tools having transport destinations that are nearby each other among the plurality of tools scheduled to be transported; and a process for collectively transporting the group of tools that are targets for collective transport to the transport device (300).

(57) 要約: 工具搬送システム (10) は、工具を用いてワークを加工するための複数の工作機械 (400) と、複数の工具を収納するための工具収納部 (250) と、複数の工作機械 (400) の内部にある工具と、工具収納部 (250) の内部にある工具とを含む工具群の内の指定された工具を指定された搬送先に搬送することが可能な搬送装置 (300) と、工具搬送システム (10) を制御するための制御部 (50) とを備える。制御部 (50) は、搬送予定のある複数の工具の各々について搬送先を少なくとも規定している搬送スケジュールを取得する処理と、搬送スケジュールを参照して、搬送予定の複数の工具の内から、搬送先が互いに近い工具群を一括搬送対象として決定する処理と、一括搬送対象の工具群を纏めて搬送装置 (300) に搬送させる処理とを実行する。

明 細 書

発明の名称：

工具搬送システム、工具搬送システムの制御方法、および工具搬送システムの制御プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、工具搬送システム、工具搬送システムの制御方法、および工具搬送システムの制御プログラムに関する。

背景技術

[0002] 特許第 7 0 0 1 8 5 4 号公報（特許文献 1）は、加工に使用される工具を工作機械に自動で搬送する工具搬送システムを開示している。当該工具搬送システムは、複数の工具を収納可能な工具収納部を有し、指定された工具を工作機械に搬送する。また、当該工具搬送システムは、不要な工具を保持している工具を工作機械から搬出する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特許第 7 0 0 1 8 5 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 1 に開示される工具搬送システムは、予め定められた搬送スケジュールに従って工具の搬送順を制御する。このとき、工具の搬送効率が悪いと、工具の搬送時間が長くなってしまう。したがって、工具搬送システムによる工具の搬送時間を短縮するための技術が望まれている。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一例では、工具搬送システムは、工具を用いてワークを加工するための複数の第 1 工作機械と、複数の工具を収納するための工具収納部と、上記複数の第 1 工作機械の内部にある工具と、上記工具収納部の内部にある

工具とを含む工具群の内の指定された工具を指定された搬送先に搬送することが可能な第1搬送装置と、上記工具搬送システムを制御するための制御部とを備える。上記制御部は、搬送予定のある複数の工具の各々について搬送先を少なくとも規定している搬送スケジュールを取得する処理と、上記搬送スケジュールを参照して、上記搬送予定の複数の工具の内から、搬送先が互いに近い工具群を一括搬送対象として決定する処理と、上記一括搬送対象の工具群を纏めて上記第1搬送装置に搬送させる処理とを実行する。

[0006] 本開示の一例では、上記決定する処理は、上記搬送予定の複数の工具の中で、搬送予定のタイミングが現在に最も近い一の工具を特定する処理を含む。上記一括搬送対象の工具群は、上記一の工具と、当該一の工具と搬送先が同じ工具とを含む。

[0007] 本開示の一例では、上記工具収納部は、第1収納領域と、第2収納領域とを含む。上記第1搬送装置は、上記複数の第1工作機械の内部にある工具と、上記第1収納領域にある工具とを含む工具群の内の指定された工具を指定された搬送先に搬送するように構成されている。上記工具搬送システムは、さらに、第2工作機械と、上記第2工作機械の内部にある工具と、上記第2収納領域にある工具とを含む工具群の内の指定された工具を指定された搬送先に搬送することが可能な第2搬送装置とを備える。上記決定する処理は、上記第1収納領域に収納されている工具群の内の、搬送先が上記第2工作機械である工具群を上記一括搬送対象の工具群として決定する処理を含む。

[0008] 本開示の一例では、上記工具収納部は、さらに、上記第1搬送装置および上記第2搬送装置の両方に利用される第3収納領域を含む。上記第3収納領域は、上記第1収納領域と上記第2収納領域との間に位置している。上記搬送させる処理は、上記一括搬送対象の工具群が上記第1収納領域から上記第3収納領域に搬送されるように上記第1搬送装置を制御する処理と、上記一括搬送対象の工具群が上記第1収納領域から上記第3収納領域に搬送された後、当該一括搬送対象の工具群が上記第3収納領域から直接的または間接的に上記第2工作機械に搬送されるように上記第2搬送装置を制御する処理と

を含む。

[0009] 本開示の一例では、上記工具搬送システムは、さらに、上記第1搬送装置が走行するための搬送路を備える。

[0010] 本開示の他の例では、工具搬送システムの制御方法は、上記工具搬送システムは、工具を用いてワークを加工するための複数の第1工作機械と、複数の工具を収納するための工具収納部と、上記複数の第1工作機械の内部にある工具と、上記工具収納部の内部にある工具とを含む工具群の内の指定された工具を指定された搬送先に搬送することが可能な第1搬送装置とを備える。上記制御方法は、搬送予定のある複数の工具の各々について搬送先を少なくとも規定している搬送スケジュールを取得するステップと、上記搬送スケジュールを参照して、上記搬送予定の複数の工具の内から、搬送先が互いに近い工具群を一括搬送対象として決定するステップと、上記一括搬送対象の工具群を纏めて上記第1搬送装置に搬送させるステップとを備える。

[0011] 本開示の他の例では、工具搬送システムの制御プログラムは、上記工具搬送システムは、工具を用いてワークを加工するための複数の第1工作機械と、複数の工具を収納するための工具収納部と、上記複数の第1工作機械の内部にある工具と、上記工具収納部の内部にある工具とを含む工具群の内の指定された工具を指定された搬送先に搬送することが可能な第1搬送装置とを備える。上記制御プログラムは、上記工具搬送システムに、搬送予定のある複数の工具の各々について搬送先を少なくとも規定している搬送スケジュールを取得するステップと、上記搬送スケジュールを参照して、上記搬送予定の複数の工具の内から、搬送先が互いに近い工具群を一括搬送対象として決定するステップと、上記一括搬送対象の工具群を纏めて上記第1搬送装置に搬送させるステップとを実行させる。

[0012] 本発明の上記および他の目的、特徴、局面および利点は、添付の図面と関連して理解される本発明に関する次の詳細な説明から明らかとなるであろう。

図面の簡単な説明

[図13] [図1]工具搬送システムの外観を示す図である。

[図2]工具搬送システムの駆動機構の構成例を示す図である。

[図3]搬送対象の工具を決定している過程を概略的に示す図である。

[図4]工具搬送システムの機能構成の一例を示す図である。

[図5]一例としての加工設定を示す図である。

[図6]一例としてのワークデータベースを示す図である。

[図7]一例としての工具データベースを示す図である。

[図8]一括搬送対象の工具群を纏めて搬送している様子を概略的に示す図である。

[図9]作業ステーションから工具収納部への工具の搬入工程の流れを概略的に示す図である。

[図10]一例としての収納情報を示す図である。

[図11]工具収納部から工作機械への工具の搬入工程の流れを概略的に示す図である。

[図12]工作機械から作業ステーションへの工具の搬出工程の流れを概略的に示す図である。

[図13]管理装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図14]P L C (Programmable Logic Controller) のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図15]操作端末のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図16]工作機械のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図17]工具の一括搬送処理に係るフローチャートを示す図である。

[図18]変形例に従う工具搬送システムの装置構成を概略的に示す図である。

[図19]収納領域にある一括搬送対象の工具群が収納領域から収納領域に纏めて搬送されている様子を示す図である。

[図20]収納領域に纏めて搬送された一括搬送対象の工具群が工作機械に纏めて搬送されている様子を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照しつつ、本発明に従う各実施の形態について説明する。
以下の説明では、同一の部品および構成要素には同一の符号を付してある。
それらの名称および機能も同じである。したがって、これらについての詳細な説明は繰り返さない。なお、以下で説明される各実施の形態および各変形例は、適宜選択的に組み合わせられてもよい。

[0015] < A. 工具搬送システム 10 の外観 >

まず、図 1 を参照して、実施の形態に従う工具搬送システム 10 について説明する。図 1 は、工具搬送システム 10 の外観を示す図である。

[0016] 図 1 に示されるように、工具搬送システム 10 は、作業ステーション 200 と、工具収納部 250 と、搬送装置 300 と、工作機械 400 とを含む。

[0017] 作業ステーション 200 は、作業者が工具に対する作業を行なうための場所である。作業者は、たとえば、作業ステーション 200 において、工具のセット作業、または工具の回収作業を行なう。

[0018] 作業ステーション 200 は、操作端末 200A を含む。操作端末 200A は、工具搬送システム 10 に対する各種の操作を受け付ける。

[0019] 工具収納部 250 には、複数の工具が収納され得る。工具収納部 250 は、工具の一時置き場として機能する。

[0020] 搬送装置 300 は、指定された搬送元から指定された搬送先まで工具を搬送する。工具の搬送元としては、たとえば、作業ステーション 200、工具収納部 250、または工作機械 400 などが挙げられる。工具の搬送先としては、たとえば、作業ステーション 200、工具収納部 250、または工作機械 400 などが挙げられる。

[0021] 以下では、搬送装置 300 が作業ステーション 200 から工具収納部 250 若しくは工作機械 400 に工具を運ぶ搬送態様、または、搬送装置 300 が工具収納部 250 から工作機械 400 に工具を運ぶ搬送態様を「搬入」とも言う。

[0022] また、搬送装置 300 が工具収納部 250 若しくは工作機械 400 から作業ステーション 200 に工具を運ぶ搬送態様、または、搬送装置 300 が工

作機械４００から工具収納部２５０に工具を運ぶ搬送態様を「搬出」とも言う。

[0023] また、本明細書でいう「搬送装置」とは、工具を搬送する機能を備えた種々の装置を包含する概念である。以下では、搬送装置３００の一例として、４～７軸駆動の多関節ロボットを例に挙げて説明を行なうが、搬送装置３００は、多関節ロボットに限定されない。一例として、搬送装置３００は、２～３軸駆動の直交ロボット（オートローダ）であってもよい。あるいは、搬送装置３００は、自走式のロボットであってもよい。

[0024] 搬送装置３００は、たとえば、アームロボット３３０と、レール３３１と、台車３３２とを含む。アームロボット３３０は、台車３３２の上に固定されている。台車３３２は、レール３３１（搬送路）上を走行可能に構成される。工具収納部２５０および工作機械４００は、レール３３１を挟むように、かつ、レール３３１に沿って平行に配置される。

[0025] 工作機械４００は、搬送装置３００による工具の搬送先の１つである。図１には、工作機械４００として、６台の工作機械４００Ａ～４００Ｆが示されているが、工具搬送システム１０を構成する工作機械４００の数は、２台以上であればよい。工作機械４００は、予め設計された加工プログラムに従って、指定された工具を用いてワークを加工する。

[0026] 本明細書でいう「工作機械」とは、ワークを加工する機能を備えた種々の装置を包含する概念である。工作機械４００は、横形のマシニングセンタであってもよいし、立形のマシニングセンタであってもよい。あるいは、工作機械４００は、旋盤であってもよいし、付加加工機であってもよいし、その他の切削機械や研削機械であってもよい。

[0027] なお、上述では、工具搬送システム１０が作業ステーション２００を備える例について説明を行ったが、工具搬送システム１０は、作業ステーション２００を備えなくてもよい。

[0028] ＜Ｂ．工具搬送システム１０の駆動機構＞

次に、図２を参照して、工具搬送システム１０における各種の駆動機構に

ついて説明する。図2は、工具搬送システム10の駆動機構の構成例を示す図である。

[0029] 図2に示されるように、工具搬送システム10は、制御部50と、リモートI/O (Input/Output) ユニット71~73と、作業ステーション200と、搬送装置300と、工作機械400とを含む。

[0030] 本明細書でいう「制御部」とは、工具搬送システム10を制御する装置を意味する。制御部50の装置構成は、任意である。制御部50は、単体の制御ユニットで構成されてもよいし、複数の制御ユニットで構成されてもよい。図2の例では、制御部50は、管理装置100と、PLC150と、上述の操作端末200Aとで構成されている。また、制御部50は、CNC (Computer Numerical Control) 401を含んでもよい。

[0031] 管理装置100は、工具搬送システム10を管理するメインコンピュータである。管理装置100は、1つのコンピュータで構成されてもよいし、複数のコンピュータで構成されてもよい。PLC150は、加工工程を自動化するための種々の産業用機器と通信可能に構成され、当該産業用機器を制御する。操作端末200Aは、工具の搬出入に関する各種の操作を受け付けるための端末である。

[0032] 管理装置100、PLC150、および操作端末200Aは、ネットワークNW1に接続され得る。管理装置100、PLC150、および操作端末200Aは、有線で通信接続されてもよいし、無線で通信接続されてもよい。ネットワークNW1には、Ethernet (登録商標) などが採用される。管理装置100および操作端末200Aは、ネットワークNW1を介して、PLC150に制御指令を送る。当該制御指令によって、搬送対象の工具、当該工具の搬送先、当該工具の搬送開始/停止などが指定される。

[0033] リモートI/Oユニット71~73およびPLC150は、ネットワークNW2に接続されている。ネットワークNW2には、データの到達時間が保証される、定周期通信を行なうフィールドネットワークを採用することが好ましい。このような定周期通信を行なうフィールドネットワークとして、E

therCAT（登録商標）、EtherNet/IP（登録商標）、CC-Link（登録商標）、またはCompoNet（登録商標）などが採用される。

[0034] 作業ステーション200は、1つ以上のモータドライバ234と、1つ以上のモータ235とを含む。図2の例では、2つのモータドライバ234A、234Bと、2つのモータ235A、235Bとが示されている。

[0035] 作業ステーション200内または作業ステーション200周辺には、リモートI/Oユニット71が設置されている。リモートI/Oユニット71は、作業ステーション200内の各種駆動ユニット（たとえば、モータドライバ234）と、PLC150との間のデータのやり取りを仲介する。一例として、モータドライバ234は、リモートI/Oユニット71を介してPLC150からの制御指令を一定周期ごとに受け、当該制御指令に従ってモータ235の駆動を制御する。

[0036] モータ235Aは、たとえば、作業ステーション200内にある後述のマガジンM1（図9参照）の駆動を制御する。モータ235Bは、たとえば、作業ステーション200内にある後述のATC（Automatic Train Control）238（図9参照）の駆動を制御する。

[0037] モータドライバ234は、たとえば、サーボモータ用のドライバであってもよいし、ステッピングモータ用のドライバであってもよい。モータ235は、サーボモータであってもよいし、ステッピングモータであってもよい。

[0038] 搬送装置300は、1つ以上のモータドライバ334と、1つ以上のモータ335とを含む。図2の例では、2つのモータドライバ334A、334Bと、2つのモータ335A、335Bとが示されている。

[0039] 搬送装置300内または搬送装置300周辺には、リモートI/Oユニット72が設置されている。リモートI/Oユニット72は、搬送装置300内の各種駆動ユニット（たとえば、モータドライバ334）と、PLC150との間のデータのやり取りを仲介する。一例として、モータドライバ334は、リモートI/Oユニット72を介してPLC150からの制御指令を

一定周期ごとに受け、当該制御指令に従ってモータ 335 の駆動を制御する。

[0040] モータ 335 A は、たとえば、上述の台車 332（図 1 参照）の駆動を制御する。モータ 335 B は、たとえば、アームロボット 330（図 1 参照）の駆動を制御する。モータ 335 B は、アームロボット 330 の関節の数に応じて設けられる。

[0041] モータドライバ 334 は、たとえば、サーボモータ用のドライバであってもよいし、ステッピングモータ用のドライバであってもよい。モータ 335 は、サーボモータであってもよいし、ステッピングモータであってもよい。

[0042] 工作機械 400 内または工作機械 400 周辺には、リモート I/O ユニット 73 が設置されている。工作機械 400 は、CNC 401 を含む。リモート I/O ユニット 73 は、PLC 150 と CNC 401 との間のデータのやり取りを仲介する。CNC 401 は、たとえば、PLC 150 から加工開始命令を受け付けたことに基づいて、予め設計されている加工プログラムに従って工作機械 400 内の各種駆動機構を制御する。

[0043] < C. 工具搬送処理の概要 >

次に、図 3 を参照して、工具搬送システム 10 による工具搬送処理の概要について説明する。図 3 は、搬送対象の工具を決定している過程を概略的に示す図である。

[0044] 工具搬送システム 10 は、搬送先が互いに近い工具群を一括で搬送する。これにより、工具搬送システム 10 は、工具の搬送を効率化し、工具の搬送時間を短縮する。

[0045] より具体的には、まず、工具搬送システム 10 は、工具の搬送スケジュール 126 を取得する。搬送スケジュール 126 は、搬送予定のある複数の工具の各々について搬送先を少なくとも規定している。図 3 の例では、搬送スケジュール 126 は、搬送予定のある各工具について、工具の識別情報と、当該工具の搬送予定日時と、当該工具の収納場所と、当該工具の搬送先とを規定している。

- [0046] 搬送スケジュール 1 2 6 に規定されている工具の識別情報は、工具を一意に識別するための情報である。当該識別情報は、工具ごとに予め割り当てられている。一例として、当該識別情報は、ID (Identification) などの工具番号で示されてもよいし、工具名で示されてもよい。
- [0047] 搬送スケジュール 1 2 6 に規定されている搬送予定日時は、工具の搬送の開始タイミングを表わす。図 3 の例では、当該開始タイミングが日時で規定されているが、当該開始タイミングは、現在から搬送開始までの残り時間で規定されてもよいし、開始タイミングを表わすことが可能なその他の情報で規定されてもよい。
- [0048] 搬送スケジュール 1 2 6 に規定されている搬送元は、工具の現在の収納場所を示す情報である。当該搬送元は、工具搬送システム 1 0 内における場所を一意に特定するための情報で規定される。一例として、当該搬送元は、作業ステーション 2 0 0 内における工具の収納位置、工具収納部 2 5 0 内における工具の収納位置、搬送装置 3 0 0 内における工具の収納位置、または、工作機械 4 0 0 内における工具の収納位置を示す。これらの収納位置は、たとえば、座標値で示される。
- [0049] 搬送スケジュール 1 2 6 に規定されている搬送先は、搬送装置 3 0 0 による工具搬送の目的地を示す情報である。当該搬送先は、工具搬送システム 1 0 内における場所を一意に特定するための情報で規定される。一例として、当該搬送先は、作業ステーション 2 0 0 内における工具の収納位置、工具収納部 2 5 0 内における工具の収納位置、搬送装置 3 0 0 内における工具の収納位置、または、工作機械 4 0 0 内における工具の収納位置を示す。これらの収納位置は、たとえば、座標値で示される。
- [0050] 工具搬送システム 1 0 は、搬送スケジュール 1 2 6 を参照して、搬送予定の複数の工具の内から、搬送先が互いに近い所定数の工具群を一括搬送対象として決定する。一括搬送対象の工具群とは、少なくとも一タイミングにおいて搬送装置 3 0 0 上に同時に載せられる予定の工具群を意味する。
- [0051] より具体的な処理として、まず、工具搬送システム 1 0 は、搬送スケジュー

ール 1 2 6 を参照して、搬送対象の 1 つの基準工具を決定する。当該基準工具は、たとえば、次に搬送される予定の工具である。図 3 の例では、「工具 D」が基準工具として決定される。

[0052] 次に、工具搬送システム 1 0 は、搬送スケジュール 1 2 6 に規定される搬送予定の工具の中から、基準工具である「工具 D」の搬送先により近い所定数の工具を特定する。図 3 の例では、「工具 D」と搬送先が同じである「工具 G」，「工具 Z」が特定されている。その後、工具搬送システム 1 0 は、搬送先が同じである「工具 D」，「工具 G」，「工具 Z」を一括搬送対象として決定し、当該一括搬送対象の工具群を纏めて搬送装置 3 0 0 に搬送させる。

[0053] このように、工具搬送システム 1 0 は、搬送先が互いに近い工具群を一括で搬送することで、効率的に工具を搬送することができ、工具の搬送時間を短縮することができる。

[0054] なお、上述の例では、工具搬送システム 1 0 は、工具の搬送先に基づいて、一括搬送対象の工具群を決定していたが、工具の搬送先だけでなく工具の搬送元をさらに考慮して、一括搬送対象の工具群を決定してもよい。一例として、工具搬送システム 1 0 は、搬送元が互いに近い工具群であり、かつ搬送先が互いに近い工具群を一括搬送対象として決定する。これにより、工具搬送システム 1 0 は、搬送ルートが類似している工具群を纏めて搬送することができ、搬送時間をさらに短縮することができる。

[0055] < D. 工具搬送システム 1 0 の機能構成 >

次に、図 4 ～図 8 を参照して、工具搬送システム 1 0 の機能構成について説明する。図 4 は、工具搬送システム 1 0 の機能構成の一例を示す図である。

[0056] 図 4 に示されるように、工具搬送システム 1 0 は、制御部 5 0 を備える。制御部 5 0 は、機能構成として、スケジュール生成部 5 2 と、決定部 5 4 と、搬送制御部 5 6 とを含む。以下では、これらの機能構成について順に説明する。

[0057] なお、各機能構成は、工具搬送システム 10 内のいずれの装置に実装されてもよい。図 4 に示される機能構成の一部または全部は、上述の管理装置 100（図 2 参照）に実装されてもよいし、上述の PLC 150（図 2 参照）に実装されてもよいし、上述の操作端末 200A（図 1 参照）に実装されてもよいし、上述の CNC 401（図 2 参照）に実装されてもよい。

[0058] （D1．スケジュール生成部 52）

まず、図 5～図 7 を参照して、図 4 に示されるスケジュール生成部 52 の機能について説明する。

[0059] スケジュール生成部 52 は、図 5 に示される加工設定 123 と、図 6 に示されるワークデータベース 124 と、図 7 に示される工具データベース 130 とに基づいて、上述の搬送スケジュール 126（図 3 参照）を生成する。

[0060] 図 5 は、一例としての加工設定 123 を示す図である。作業者は、加工設定 123 を登録することにより加工対象のワークを予め登録しておく。加工設定 123 は、たとえば、上述の管理装置 100 または上述の操作端末 200A などにおいて作業者によって登録される。作業者によって登録される内容は、たとえば、加工対象のワークの識別情報、加工対象のワークの個数、およびワークの加工順などを含む。

[0061] 図 5 の例では、10 個のワーク「A」の加工タスクと、8 個のワーク「D」の加工タスクと、5 個のワーク「C」の加工タスクと、4 個のワーク「B」の加工タスクとが加工順に登録されている。

[0062] 図 6 は、一例としてのワークデータベース 124 を示す図である。ワークデータベース 124 は、たとえば、ワークの識別情報別に、ワークの加工を実現するための加工プログラムと、ワークの加工時に使用される予定の工具と、ワークの加工に要する加工時間と、ワークの加工に関するその他の情報とを対応付けている。

[0063] ワークデータベース 124 に規定される加工プログラムは、たとえば、上述の管理装置 100、上述の操作端末 200A、または上述の工作機械 400 などにおいて作業者によって登録される。当該加工プログラムの生成方法

は、任意である。一例として、工作機械４００の中には、オペレータが対話形式での質問に応えることにより自動で加工プログラムを生成する機能を有するものがある。加工プログラムは、たとえば、当該機能により生成される。あるいは、加工プログラムは、作業者がプログラムコードを記述することにより設計されてもよい。

[0064] ワークデータベース１２４に規定される使用予定の工具は、たとえば、ユーザによって予め設定される。あるいは、当該使用予定の工具は、加工プログラムから特定されてもよい。より具体的には、加工プログラムには、使用予定の工具を呼び出すための命令コードが規定されている。当該命令コードは、たとえば、主軸に装着する工具を指定するためのＴコードである。スケジュール生成部５２は、各加工プログラムから当該Ｔコードを探索することにより、各ワークの加工で使用される工具の識別情報を特定する。

[0065] ワークデータベース１２４に規定される加工時間は、たとえば、作業者によって予め入力される。あるいは、当該加工時間は、各ワークの過去の加工実績から算出されてもよい。

[0066] 図７は、一例としての工具データベース１３０を示す図である。工具データベース１３０は、たとえば、各工具の情報として、当該工具の識別情報と、当該工具に割り当てられている工具分類と、当該工具の収納場所と、当該工具の使用可能量と、当該工具の現使用量と、当該工具の残寿命とを対応付けている。ここでいう「量」とは、時間、距離、および回数を含む概念である。

[0067] 工具データベース１３０に規定されている工具の識別情報は、工具を一意に識別するための情報である。当該識別情報は、工具ごとに予め割り当てられている。一例として、当該識別情報は、ＩＤなどの工具番号で示されてもよいし、工具名で示されてもよい。

[0068] 工具データベース１３０に規定されている工具分類は、工具の種類を示す情報であり、工具ごとに予め割り当てられている。当該工具分類は、作業者によって予め設定されている。当該工具分類の設定は、たとえば、管理装置

１００で受け付けられてもよいし、作業ステーション２００で受け付けられてもよい。当該種別は、ＩＤなどのグループ番号で示されてもよいし、グループ名で示されてもよい。

[0069] 工具データベース１３０に規定されている収納場所は、工具の所在を示す情報である。当該収納場所は、工具が搬送される度に更新される。当該収納場所としては、たとえば、作業ステーション２００と、工具収納部２５０と、搬送装置３００と、工作機械４００とが挙げられる。

[0070] 工具データベース１３０に規定されている使用可能量は、新品時から寿命が尽きるまでの工具の最大使用可能量を示す。各工具の使用可能量は、工具メーカーなどによって予め決められており、工具データベース１３０に予め登録されている。

[0071] 工具データベース１３０に規定されている現使用量は、新品時から現在までの工具の使用量を示す。当該現使用量は、工作機械４００から定期的に受信する。

[0072] 工具データベース１３０に規定されている残寿命は、現在から寿命が尽きるまでの工具の残りの使用量を示す。典型的には、当該残寿命は、工具の最大使用可能量から工具の現使用量を差分した結果に相当する。

[0073] 工具データベース１３０に規定されている現使用量および残寿命は、逐次更新される。当該現使用量および当該残寿命は、種々の方法で監視される。一例として、工作機械４００の加工プログラムは、Ｇコードで規定されており、主軸に装着する工具を指定するための工具交換命令や、主軸や工具を回転駆動／送り駆動するための駆動命令などを含む。工具搬送システム１０は、加工プログラムに規定されている工具交換命令に基づいて、ワークの加工に用いられる工具の種別を特定しておく。次に、工具搬送システム１０は、加工プログラムに規定されている駆動命令が実行されたことに基づいて、当該工具の残寿命のカウントダウンを開始する。続いて、工具搬送システム１０は、加工プログラムに規定されている停止命令または最終行の命令が実行されたことに基づいて、当該工具の残寿命のカウントダウンを停止する。当

該残寿命は、管理装置 100 に送信される。これにより、管理装置 100 は、工具データベース 130 において各工具の残寿命を更新する。

[0074] スケジュール生成部 52 は、ワークデータベース 124 を参照して、加工設定 123 に規定されている各ワークの加工で必要となる工具を特定する。次に、スケジュール生成部 52 は、工具データベース 130 を参照して、当該特定された各工具の中で加工先の工作機械 400 に無い工具を搬送対象として決定する。その後、スケジュール生成部 52 は、工具データベース 130 を参照して、搬送対象の各工具の工具情報と、当該工具の搬送予定日時と、当該工具の搬送元（収納場所）と、当該工具の搬送先とを特定し、これらの特定した情報を搬送スケジュール 126 に書き込む。これにより、搬送スケジュール 126 が生成される。

[0075] （D2. 決定部 54）

次に、上述の図 3 を参照して、図 4 に示される決定部 54 の機能について説明する。

[0076] 決定部 54 は、上述の搬送スケジュール 126 を参照して、搬送予定工具の中から、搬送先が互いに近い所定数の工具群を一括搬送対象として決定する。一括搬送対象の工具が決定されるタイミングは、任意である。一例として、当該タイミングは、搬送予定のいずれかの工具の搬送時刻が到来したタイミングであってもよいし、当該搬送時刻の所定時間前のタイミングであってもよい。

[0077] 好ましくは、決定部 54 は、搬送スケジュール 126 に規定されている搬送予定の工具の中で、搬送予定のタイミングが現在に最も近い一の工具を基準工具として特定する。次に、決定部 54 は、当該基準工具と搬送先が同じ工具を特定し、当該特定した工具と上記基準工具とを一括搬送対象の工具群として決定する。これにより、決定部 54 は、直近で使用される工具を優先的に搬送しつつ、工具の搬送効率を改善することができる。

[0078] 基準工具と搬送先が近い工具を特定する方法には様々な方法が採用される。一例として、決定部 54 は、基準工具の搬送先と、他の各工具の搬送先と

の間の距離を算出する。当該距離は、たとえば、搬送先の位置情報（たとえば、座標値）を用いて算出される。次に、決定部５４は、算出した距離がより短い所定数の工具を特定する。その後、決定部５４は、当該特定した工具と上記基準工具とを一括搬送対象の工具群として決定する。

[0079] 他の例として、決定部５４は、基準工具の搬送ルートと、他の各工具の搬送ルートとの類似度を算出する。より具体的には、決定部５４は、基準工具の搬送元と、他の各工具の搬送元との間の第１の距離を算出する。次に、決定部５４は、基準工具の搬送先と、他の各工具の搬送先との間の第２の距離を算出する。次に、決定部５４は、他の各工具について第１の距離と第２の距離とを足し合わせし、当該算出結果を上記類似度として算出する。次に、決定部５４は、算出した類似度がより小さい所定数の工具を特定する。その後、決定部５４は、上記基準工具と当該特定した工具とを一括搬送対象の工具群として決定する。

[0080] （Ｄ３．搬送制御部５６）

次に、図８を参照して、図４に示される搬送制御部５６の機能について説明する。図８は、一括搬送対象の工具群を纏めて搬送している様子を概略的に示す図である。

[0081] 搬送制御部５６は、決定部５４によって決定された一括搬送対象の工具群が纏めて搬送されるように搬送装置３００を制御する。

[0082] より具体的には、ステップＳ５１Ａ～Ｓ５１Ｃにおいて、搬送装置３００は、一括搬送対象の工具群を工具収納部２５０の各所から取得する。このときの各工具の取得順は、任意である。一例として、搬送装置３００は、搬送先から遠い順に各工具を取得する。これにより、搬送装置３００は、一括搬送対象の各工具を効率的に取得することができる。

[0083] 次に、ステップＳ５２において、搬送装置３００は、取得した一括搬送対象の工具群を指定された搬送先に搬送する。図８の例では、一括搬送対象の工具群が工具収納部２５０から工作機械４００Ａに搬送されている。

[0084] ＜Ｅ．工具収納部２５０への工具搬入工程＞

次に、図9および図10を参照して、作業ステーション200から工具収納部250への工具の搬入工程について説明する。図9は、作業ステーション200から工具収納部250への工具の搬入工程の流れを概略的に示す図である。

[0085] ステップS1において、作業者は、作業ステーション200内のマガジンM1に搬入対象の工具ホルダーH1をセットする。工具ホルダーH1には、搬入対象の工具が装着されている。作業ステーション200に収納可能な工具ホルダーの数は、工具収納部250に収納可能な工具ホルダーの数よりも少ない。

[0086] 作業者が工具ホルダーH1をマガジンM1にセットする位置の付近には、バーコードまたはQRコード（登録商標）の読み取り装置（図示しない）が設けられている。当該読み取り装置は、工具ホルダーH1に付されているバーコードまたはQRコードを読み取る。これにより、搬入対象の工具ホルダーH1の識別子が読み取られる。作業者は、工具ホルダーH1のセットが完了すると、操作端末200Aに対して完了操作を行なう。

[0087] 次に、ステップS2において、制御部50は、モータ235A（図2参照）を制御し、作業ステーション200内のマガジンM1を駆動する。これにより、制御部50は、搬入対象の工具ホルダーH1を所定の工具交換位置に移動する。当該工具交換位置の近傍には、ATC238が設けられている。ATC238は、当該工具交換位置にある工具ホルダーH1をマガジンM1から取り外し、半回転する。

[0088] 次に、ステップS3において、アームロボット330は、ATC238から工具ホルダーH1を取り外し、当該工具ホルダーH1を台車332上の仮置き場336に置く。搬入対象の工具ホルダーが他にある場合には、仮置き場336の収納最大数を超えない範囲で、ステップS1～S3の工程が繰り返される。

[0089] 次に、ステップS4において、制御部50は、モータ335A（図2参照）を制御し、台車332を駆動する。これにより、制御部50は、指示され

た工具搬入位置に台車 332 を移動する。当該工具搬入位置は、たとえば、図 10 に示される収納情報 175 に基づいて決定される。

[0090] 図 10 は、一例としての収納情報 175 を示す図である。収納情報 175 は、工具搬送システム 10 内における工具の各収納場所における工具収納状態を規定している情報である。

[0091] より具体的には、収納情報 175 に規定される収納場所は、ID などの番号で示されてもよいし、収納場所名で示されてもよい。収納情報 175 に規定される収納場所の座標値は、2次元で規定されてもよいし、3次元で規定されてもよい。図 10 の例では、当該座標値は、レール 331 と平行な方向における座標値「x」と、鉛直方向における座標値「z」とで示されている。収納情報 175 に規定される工具の識別情報は、ID などの工具番号で示されてもよいし、工具名で示されてもよい。収納情報 175 に規定される収納状態は、たとえば、収納場所が空であるか否か、または、当該収納場所に収納されている工具が正常であるか否かなどを示す。収納情報 175 に規定される工具の残寿命は、工具の使用可能な最大時間に対する現在の使用総時間で示されてもよいし、工具の使用可能な最大回数に対する現在の使用総回数で示されてもよい。

[0092] 制御部 50 は、収納情報 175 に規定される空の収納場所を参照して、工具ホルダー H1 の収納先を決定する。空の収納場所が複数ある場合には、制御部 50 は、複数の空の収納場所の中からランダムに選択された 1 つの収納場所を収納先として決定してもよいし、複数の空の収納場所の内の搬送装置 300 により近い収納場所を収納先として決定してもよい。

[0093] 次に、ステップ S5 において、アームロボット 330 は、搬入対象の工具ホルダー H1 を仮置き場 336 から取り外し、当該工具ホルダー H1 を決定した収納先に収納する。その後、制御部 50 は、対応する収納場所に工具ホルダー H1 の識別子を対応付けて収納情報 175 を更新する。

[0094] 搬入対象の工具ホルダーが他に仮置き場 336 に残っている場合には、制御部 50 は、仮置き場 336 上の工具ホルダーがなくなるまでステップ S4

， S 5 の工程を繰り返す。

[0095] ＜F． 工作機械 4 0 0 への工具搬入工程＞

次に、図 1 1 を参照して、図 9 に続く工具の搬入工程について説明する。

図 1 1 は、工具収納部 2 5 0 から工作機械 4 0 0 への工具の搬入工程の流れを概略的に示す図である。

[0096] 制御部 5 0 は、上述の搬送スケジュール 1 2 6 に従って、搬入対象の工具および搬送先の工作機械 4 0 0 を特定する。これにより、工具ホルダー H 2 が搬入対象の工具として特定されたとする。この場合、制御部 5 0 は、上述の収納情報 1 7 5（図 1 0 参照）から工具ホルダー H 2 の収納場所を特定する。その後、制御部 5 0 は、モータ 3 3 5 A（図 2 参照）を制御することで台車 3 3 2 を駆動し、工具ホルダー H 2 の収納場所の前に台車 3 3 2 を移動する。

[0097] 次に、ステップ S 1 1 において、アームロボット 3 3 0 は、搬送対象の工具ホルダー H 2 を工具収納部 2 5 0 から取り出し、台車 3 3 2 上の仮置き場 3 3 6 に工具ホルダー H 2 を置く。

[0098] 次に、ステップ S 1 2 において、制御部 5 0 は、モータ 3 3 5 A を制御することで、搬送先の工作機械 4 0 0 の位置に台車 3 3 2 を駆動する。

[0099] 次に、ステップ S 1 3 において、アームロボット 3 3 0 は、搬送先の工作機械 4 0 0 に備えられる A T C 4 3 8 に工具ホルダー H 2 を渡す。その後、A T C 4 3 8 は、工作機械 4 0 0 内のマガジンに工具ホルダー H 2 をセットする。

[0100] ＜G． 作業ステーション 2 0 0 への工具の搬出工程＞

次に、図 1 2 を参照して、工具の搬出工程について説明する。図 1 2 は、工作機械 4 0 0 から作業ステーション 2 0 0 への工具の搬出工程の流れを概略的に示す図である。

[0101] あるタイミングにおいて、制御部 5 0 は、工具ホルダーの回収指示を受け付けたとする。このことに基づいて、制御部 5 0 は、工作機械 4 0 0 に収納されている工具ホルダーの中から、回収対象の工具ホルダーを特定する。そ

の結果、工具ホルダーＨ３が回収対象として特定されたとする。制御部５０は、上述の収納情報１７５（図１０参照）を参照して、工具ホルダーＨ３の収納先を特定する。その後、制御部５０は、上述のモータ３３５Ａ（図２参照）を制御することで台車３３２を駆動し、工具ホルダーＨ３を収納している工作機械４００の前に台車３３２を移動する。次に、アームロボット３３０は、工作機械４００から工具ホルダーＨ３を取り出し、当該工具ホルダーＨ３を台車３３２上の仮置き場３３６に置く。また、制御部５０は、収納情報１７５から工具ホルダーＨ３の識別子を削除し、工具ホルダーＨ３の収納元を空の状態に書き換える。

[0102] 次に、ステップＳ２１において、制御部５０は、上述のモータ３３５Ａを制御することで台車３３２を駆動し、工作機械４００の前から作業ステーション２００の前に台車３３２を移動する。

[0103] 次に、ステップＳ２２において、アームロボット３３０は、搬出対象の工具ホルダーＨ３を仮置き場３３６から取り外し、作業ステーション２００に備えられる上述のＡＴＣ２３８（図９参照）に工具ホルダーＨ３を装着する。その後、ＡＴＣ２３８は、作業ステーション２００のマガジンＭ１に工具ホルダーＨ３を装着する。

[0104] 次に、ステップＳ２３において、制御部５０は、上述のモータ２３５Ａを制御することでマガジンＭ１を駆動し、搬出対象の工具ホルダーＨ３を出口前に移動する。その後、作業者は、当該出口から搬出対象の工具ホルダーＨ３を取り出す。

[0105] ＜Ｈ．管理装置１００のハードウェア構成＞

次に、図１３を参照して、上述の図２に示される管理装置１００のハードウェア構成について説明する。図１３は、管理装置１００のハードウェア構成の一例を示す図である。

[0106] 管理装置１００は、制御回路１０１と、ＲＯＭ（Read Only Memory）１０２と、ＲＡＭ（Random Access Memory）１０３と、通信インターフェイス１０４と、表示インターフェイス１０５と、入力インターフェイス１０７

と、補助記憶装置 120 とを含む。これらのコンポーネントは、バス 110 に接続される。

[0107] 制御回路 101 は、少なくとも 1 つの集積回路によって構成される。集積回路は、たとえば、少なくとも 1 つの CPU (Central Processing Unit)、少なくとも 1 つの GPU (Graphics Processing Unit)、少なくとも 1 つの ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、少なくとも 1 つの FPGA (Field Programmable Gate Array)、またはそれらの組み合わせなどによって構成され得る。

[0108] 制御回路 101 は、制御プログラム 122 やオペレーティングシステムなどの各種プログラムを実行することで管理装置 100 の動作を制御する。制御回路 101 は、制御プログラム 122 の実行命令を受け付けたことに基づいて、補助記憶装置 120 または ROM 102 から RAM 103 に制御プログラム 122 を読み出す。RAM 103 は、ワーキングメモリとして機能し、制御プログラム 122 の実行に必要な各種データを一時的に格納する。

[0109] 通信インターフェイス 104 には、LAN (Local Area Network) やアンテナなどが接続される。管理装置 100 は、通信インターフェイス 104 を介してネットワーク NW1 に接続される。これにより、管理装置 100 は、ネットワーク NW1 に接続される外部機器とデータをやり取りする。当該外部機器は、たとえば、PLC 150 やサーバー (図示しない) などを含む。

[0110] 表示インターフェイス 105 には、ディスプレイ 106 が接続される。表示インターフェイス 105 は、制御回路 101 などからの指令に従って、ディスプレイ 106 に対して、画像を表示するための画像信号を送出する。ディスプレイ 106 は、たとえば、加工の割り込み指示を受け付けるための操作画面などを表示する。ディスプレイ 106 は、たとえば、液晶ディスプレイ、有機 EL (Electro Luminescence) ディスプレイ、またはその他の表示機器である。なお、ディスプレイ 106 は、管理装置 100 と一体的に構成されてもよいし、管理装置 100 とは別に構成されてもよい。

[0111] 入力インターフェイス 107 には、入力デバイス 108 が接続される。入力デバイス 108 は、たとえば、マウス、キーボード、タッチパネル、またはユーザの操作を受け付けることが可能なその他の装置である。なお、入力デバイス 108 は、管理装置 100 と一体的に構成されてもよいし、管理装置 100 とは別に構成されてもよい。

[0112] 補助記憶装置 120 は、たとえば、ハードディスクやフラッシュメモリなどの記憶媒体である。補助記憶装置 120 は、制御プログラム 122、上述のワークデータベース 124、上述の搬送スケジュール 126、および上述の工具データベース 130などを格納する。これらの格納場所は、補助記憶装置 120 に限定されず、制御回路 101 の記憶領域（たとえば、キャッシュメモリなど）、ROM 102、RAM 103、他の装置（たとえば、サーバー、PLC 150、または操作端末 200A）などに格納されていてもよい。

[0113] 制御プログラム 122 は、上述の図 4 に示される機能構成の一部または全部を実現するためのプログラムである。制御プログラム 122 は、単体のプログラムとしてではなく、任意のプログラムの一部に組み込まれて提供されてもよい。このような一部のモジュールを含まないプログラムであっても、本実施の形態に従う制御プログラム 122 の趣旨を逸脱するものではない。さらに、制御プログラム 122 によって提供される機能の一部または全部は、専用のハードウェアによって実現されてもよい。さらに、少なくとも 1 つのサーバーが制御プログラム 122 の処理の一部を実行する所謂クラウドサービスのような形態で管理装置 100 が構成されてもよい。

[0114] < I. PLC 150 のハードウェア構成 >

次に、図 14 を参照して、上述の図 2 に示される PLC 150 のハードウェア構成の一例について説明する。図 14 は、PLC 150 のハードウェア構成の一例を示す図である。

[0115] PLC 150 は、制御回路 151 と、ROM 152 と、RAM 153 と、通信インターフェイス 154、155 と、補助記憶装置 170 とを含む。こ

これらのコンポーネントは、バス160に接続される。

[0116] 制御回路151は、少なくとも1つの集積回路によって構成される。集積回路は、たとえば、少なくとも1つのCPU、少なくとも1つのMPU (Micro Processing Unit)、少なくとも1つのASIC、少なくとも1つのFPGAまたはそれらの組み合わせなどによって構成される。

[0117] 制御回路151は、制御プログラム172など各種プログラムを実行することで搬送装置300や工作機械400などの動作を制御する。制御回路151は、制御プログラム172の実行命令を受け付けたことに基づいて、補助記憶装置170からROM152に制御プログラム172を読み出す。RAM153は、ワーキングメモリとして機能し、制御プログラム172の実行に必要な各種データを一時的に格納する。

[0118] 通信インターフェイス154には、LANやアンテナなどが接続される。PLC150は、通信インターフェイス154を介してネットワークNW1に接続される。これにより、PLC150は、ネットワークNW1に接続される外部機器とデータをやり取りする。当該外部機器は、たとえば、管理装置100やサーバー（図示しない）などを含む。

[0119] 通信インターフェイス155は、フィールドネットワークであるネットワークNW2に接続するためのインターフェイスである。PLC150は、通信インターフェイス155を介してネットワークNW2に接続される外部機器とデータをやり取りする。当該外部機器は、たとえば、上述のリモートI/Oユニット71～73などを含む。

[0120] 補助記憶装置170は、たとえば、ハードディスクやフラッシュメモリなどの記憶媒体である。補助記憶装置170は、制御プログラム172、および上述の収納情報175などを格納する。これらの格納場所は、補助記憶装置170に限定されず、制御回路151の記憶領域（たとえば、キャッシュ領域など）、ROM152、RAM153、外部機器（たとえば、サーバー）などに格納されていてもよい。

[0121] 制御プログラム172は、上述の図4に示される機能構成の一部または全

部を実現するためのプログラムである。制御プログラム 172 は、単体のプログラムとしてではなく、任意のプログラムの一部に組み込まれて提供されてもよい。この場合、本実施の形態に従う制御処理は、任意のプログラムと協働して実現される。このような一部のモジュールを含まないプログラムであっても、本実施の形態に従う制御プログラム 172 の趣旨を逸脱するものではない。さらに、制御プログラム 172 によって提供される機能の一部または全部は、専用のハードウェアによって実現されてもよい。さらに、少なくとも 1 つのサーバーが制御プログラム 172 の処理の一部を実行する所謂クラウドサービスのような形態で PLC 150 が構成されてもよい。

[0122] <J. 操作端末 200A のハードウェア構成>

次に、図 15 を参照して、上述の図 2 に示される操作端末 200A のハードウェア構成について説明する。図 15 は、操作端末 200A のハードウェア構成の一例を示す図である。

[0123] 操作端末 200A は、制御回路 201 と、ROM 202 と、RAM 203 と、通信インターフェイス 204 と、表示インターフェイス 205 と、入力インターフェイス 207 と、補助記憶装置 220 とを含む。これらのコンポーネントは、バス 210 に接続される。

[0124] 制御回路 201 は、少なくとも 1 つの集積回路によって構成される。集積回路は、たとえば、少なくとも 1 つの CPU、少なくとも 1 つの GPU、少なくとも 1 つの ASIC、少なくとも 1 つの FPGA、またはそれらの組み合わせなどによって構成され得る。

[0125] 制御回路 201 は、制御プログラム 222 やオペレーティングシステムなどの各種プログラムを実行することで操作端末 200A の動作を制御する。制御回路 201 は、制御プログラム 222 の実行命令を受け付けたことに基づいて、補助記憶装置 220 または ROM 202 から RAM 203 に制御プログラム 222 を読み出す。RAM 203 は、ワーキングメモリとして機能し、制御プログラム 222 の実行に必要な各種データを一時的に格納する。

[0126] 通信インターフェイス 204 には、LAN やアンテナなどが接続される。

操作端末200Aは、通信インターフェイス204を介してネットワークNW1に接続される。これにより、操作端末200Aは、ネットワークNW1に接続される外部機器とデータをやり取りする。当該外部機器は、たとえば、PLC150やサーバー（図示しない）などを含む。

[0127] 表示インターフェイス205には、ディスプレイ206が接続される。表示インターフェイス205は、制御回路201などからの指令に従って、ディスプレイ206に対して、画像を表示するための画像信号を送出する。ディスプレイ206は、たとえば、工具の搬入指示を受け付けるための操作画面、搬送対象の工具を指定するための工具選択画面、または、搬送先の工作機械400を指定するための工作機械選択画面などを表示する。ディスプレイ206は、たとえば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ、またはその他の表示機器である。なお、ディスプレイ206は、操作端末200Aと一体的に構成されてもよいし、操作端末200Aとは別に構成されてもよい。

[0128] 入力インターフェイス207には、入力デバイス208が接続される。入力デバイス208は、たとえば、マウス、キーボード、タッチパネル、またはユーザの操作を受け付けることが可能なその他の装置である。なお、入力デバイス208は、操作端末200Aと一体的に構成されてもよいし、操作端末200Aとは別に構成されてもよい。

[0129] 補助記憶装置220は、たとえば、ハードディスクやフラッシュメモリなどの記憶媒体である。補助記憶装置220は、操作端末200Aの制御プログラム222などを格納する。制御プログラム222の格納場所は、補助記憶装置220に限定されず、制御回路201の記憶領域（たとえば、キャッシュメモリなど）、ROM202、RAM203、外部機器（たとえば、サーバー）などに格納されていてもよい。

[0130] <K. 工作機械400のハードウェア構成>

次に、図16を参照して、上述の図2に示される工作機械400のハードウェア構成の一例について説明する。図16は、工作機械400のハードウ

エア構成の一例を示す図である。

- [0131] 工作機械400は、CNC401と、ROM402と、RAM403と、通信インターフェイス404と、モータドライバ411A～411Dと、モータ412A～412Dと、エンコーダ413A～413Dと、ボールねじ414A、414Bと、工具を取り付けるための主軸415とを含む。これらの機器は、バス（図示しない）を介して接続されている。
- [0132] CNC401は、少なくとも1つの集積回路によって構成される。集積回路は、たとえば、少なくとも1つのCPU、少なくとも1つのMPU、少なくとも1つのASIC、少なくとも1つのFPGA、またはそれらの組み合わせなどによって構成される。
- [0133] CNC401は、加工プログラム422など各種プログラムを実行することで工作機械400の動作を制御する。CNC401は、加工プログラム422の実行命令を受け付けたことに基づいて、補助記憶装置420からROM402に加工プログラム422を読み出す。RAM403は、ワーキングメモリとして機能し、加工プログラム422の実行に必要な各種データを一時的に格納する。
- [0134] 通信インターフェイス404は、リモートI/Oユニット73を介してPLC151との通信を実現するためのインターフェイスである。CNC401は、通信インターフェイス404を介してPLC151との間でデータをやり取りする。
- [0135] CNC401は、加工プログラム422に従ってモータドライバ411A～411Dを制御する。モータドライバ411A～411Dの各々は、たとえば、サーボモータ用のドライバであってもよいし、ステッピングモータ用のドライバであってもよい。
- [0136] より具体的には、CNC401は、目標回転数（または目標位置）を含む制御信号をモータドライバ411Aに逐次的に出力する。モータドライバ411Aは、エンコーダ413Aのフィードバック信号からモータ412Aの実回転数（または実位置）を算出し、当該実回転数と当該目標回転数との差

分が小さくなるようにモータ４１２Ａに電流を出力する。このように、モータドライバ４１１Ａは、モータ４１２Ａの回転数のフィードバックを逐次的に受けながらモータ４１２Ａの回転数を目標回転数に近付ける。これにより、モータドライバ４１１Ａは、ボールねじ４１４Ａに接続されるワーク設置台をＸ軸方向の任意の位置に移動する。

[0137] 同様に、ＣＮＣ４０１は、目標回転数（または目標位置）を含む制御信号をモータドライバ４１１Ｂに逐次的に出力する。モータドライバ４１１Ｂは、エンコーダ４１３Ｂのフィードバック信号からモータ４１２Ｂの実回転数（または実位置）を算出し、当該実回転数と当該目標回転数との差分が小さくなるようにモータ４１２Ｂに電流を出力する。このように、モータドライバ４１１Ｂは、モータ４１２Ｂの回転数のフィードバックを逐次的に受けながらモータ４１２Ｂの回転数を目標回転数に近付ける。これにより、モータドライバ４１１Ｂは、ボールねじ４１４Ｂに接続されるワーク設置台をＹ軸方向の任意の位置に移動する。

[0138] 同様に、ＣＮＣ４０１は、目標回転数（または目標位置）を含む制御信号をモータドライバ４１１Ｃに逐次的に出力する。モータドライバ４１１Ｃは、エンコーダ４１３Ｃのフィードバック信号からモータ４１２Ｃの実回転数（または実位置）を算出し、当該実回転数と当該目標回転数との差分が小さくなるようにモータ４１２Ｃに電流を出力する。このように、モータドライバ４１１Ｃは、モータ４１２Ｃの回転数のフィードバックを逐次的に受けながらモータ４１２Ｃの回転数を目標回転数に近付ける。これにより、モータドライバ４１１Ｃは、Ｚ軸方向の任意の位置に主軸４１５を移動する。

[0139] 同様に、ＣＮＣ４０１は、目標回転数（または目標位置）を含む制御信号をモータドライバ４１１Ｄに逐次的に出力する。モータドライバ４１１Ｄは、エンコーダ４１３Ｄのフィードバック信号からモータ４１２Ｄの実回転数（または実位置）を算出し、当該実回転数と当該目標回転数との差分が小さくなるようにモータ４１２Ｄに電流を出力する。このように、モータドライバ４１１Ｄは、モータ４１２Ｄの回転数のフィードバックを逐次的に受けな

がらモータ４１２Ｄの回転数を目標回転数に近付ける。これにより、モータドライバ４１１Ｄは、主軸４１５の回転速度を制御する。

[0140] 補助記憶装置４２０は、たとえば、ハードディスクやフラッシュメモリなどの記憶媒体である。補助記憶装置４２０は、加工プログラム４２２などを格納する。加工プログラム４２２の格納場所は、補助記憶装置４２０に限定されず、ＣＮＣ４０１の記憶領域（たとえば、キャッシュ領域など）、ＲＯＭ４０２、ＲＡＭ４０３、外部機器（たとえば、サーバー）などに格納されていてもよい。

[0141] <Ｌ．フローチャート>

次に、図１７を参照して、工具の一括搬送処理に係る制御フローについて説明する。図１７は、工具の一括搬送処理に係るフローチャートを示す図である。

[0142] 図１７に示される処理は、工具搬送システム１０の制御部５０が制御プログラムを実行することにより実現される。他の局面において、処理の一部または全部が、回路素子またはその他のハードウェアによって実行されてもよい。

[0143] ステップＳ１１０において、制御部５０は、工具搬送イベントが発生したか否かを判断する。工具搬送イベントは、種々のタイミングで到来する。一例として、工具搬送イベントは、工具の搬送スケジュール１２６（図３参照）に規定されている搬送予定日時が到来したことに基づいて到来する。

[0144] 制御部５０は、工具搬送イベントが発生したと判断した場合（ステップＳ１１０においてＹＥＳ）、制御をステップＳ１１２に切り替える。そうでない場合には（ステップＳ１１０においてＮＯ）、制御部５０は、制御をステップＳ１１０に戻す。

[0145] ステップＳ１１２において、制御部５０は、上述の決定部５４（図４参照）として機能し、搬送スケジュール１２６を参照して、次に搬送される予定の工具を基準工具として特定する。

[0146] ステップＳ１１４において、制御部５０は、上述の決定部５４として機能

し、搬送スケジュール 126 を参照して、ステップ S 112 で特定した基準工具と搬送先が近い 1 つ以上の工具を特定する。

[0147] ステップ S 116 において、制御部 50 は、上述の搬送制御部 56（図 4 参照）として機能し、ステップ S 112 で特定した工具と、ステップ S 114 で特定した 1 つ以上の工具とを一括搬送対象の工具群として搬送装置 300 に搬送させる。

[0148] 一括搬送される工具の数は、搬送装置 300 の仮置き場 336（図 9 参照）の収納最大数以下である。好ましくは、一括搬送される工具の最大数は、仮置き場 336 の収納最大数 - 1 である。搬送装置 300 は、仮置き場 336 上の 1 つの収納場所をバッファとして空けておくことで、当該バッファを介して工具を交換することができる。

[0149] ステップ S 118 において、制御部 50 は、一括搬送対象の工具群を各搬送先に搬送したことに基づいて、工具の収納場所を規定している各種情報を更新する。更新される各種情報としては、たとえば、上述の搬送スケジュール 126、上述の工具データベース 130、および上述の収納情報 175 などが挙げられる。

[0150] 制御部 50 は、ステップ S 118 の処理が終了したことに基づいて、制御をステップ S 110 に戻す。

[0151] <M. 変形例>

次に、図 18 を参照して、変形例に従う工具搬送システム 10A について説明する。図 18 は、変形例に従う工具搬送システム 10A の装置構成を概略的に示す図である。

[0152] 上述の工具搬送システム 10 は、1 つの搬送装置 300 で構成されていた。これに対して、本変形例に従う工具搬送システム 10A は、複数の搬送装置 300 で構成される。図 18 の例では、工具搬送システム 10A は、2 つの搬送装置 300R、300L で構成されている。

[0153] なお、図 18 の例では、搬送装置 300R、300L が同一のレール上に設けられている例が示されているが、搬送装置 300R、300L は、それ

ぞれ別のレール上に設けられてもよい。

[0154] 図18に示されるように、工具搬送システム10Aは、作業ステーション200と、工具収納部250と、搬送装置300R、300Lと、工作機械400A～400Cを含む。

[0155] 本変形例においては、工具収納部250は、収納領域AR1～AR3に分離されている。収納領域AR1～AR3のそれぞれは、一連の領域であってもよいし、物理的に分離された領域であってもよい。

[0156] 収納領域AR1（第1収納領域）は、搬送装置300Rに利用され、搬送装置300Lに利用されない工具収納領域である。収納領域AR2（第2収納領域）は、搬送装置300Lに利用され、搬送装置300Rに利用されない工具収納領域である。収納領域AR3（第3収納領域）は、搬送装置300Rと搬送装置300Lとの両方に利用される工具収納領域である。

[0157] 搬送装置300Rは、工作機械400A～400Cの内の工作機械400A、400Bへの工具の搬送を担う。以下では、搬送装置300Rが搬送を担う1つ以上の工作機械を「工作機械400R」（第1工作機械）とも称する。

[0158] 搬送装置300Rは、工作機械400Rの内部にある工具と、収納領域AR1、AR3にある工具とを含む工具群の内の指定された工具を指定された搬送先に搬送するように構成される。搬送装置300Rによる工具の搬送先としては、たとえば、作業ステーション200、収納領域AR1、収納領域AR3、または工作機械400Rなどが挙げられる。

[0159] 搬送装置300Lは、工作機械400A～400Cの内の工作機械400Cへの工具の搬送を担う。以下では、搬送装置300Lが搬送を担う1つ以上の工作機械を「工作機械400L」（第2工作機械）とも称する。

[0160] 搬送装置300Lは、工作機械400Lの内部にある工具と、収納領域AR2、AR3にある工具とを含む工具群の内の指定された工具を指定された搬送先に搬送するように構成される。搬送装置300Lによる工具の搬送先としては、たとえば、収納領域AR2、収納領域AR3、または工作機械4

００Ｌなどが挙げられる。

[0161] 工具搬送システム１０Ａの制御部５０は、搬送装置３００Ｒの担当エリアにある一の工具を搬送装置３００Ｒの担当エリア外に搬送する際に、搬送先が担当エリア外である他の工具も纏めて搬送する。

[0162] 図１９および図２０を参照して、搬送装置３００Ｒの担当エリア内から搬送装置３００Ｒの担当エリア外に工具群を纏めて搬送する例について説明する。図１９は、収納領域ＡＲ１にある一括搬送対象の工具群が収納領域ＡＲ１から収納領域ＡＲ３に纏めて搬送されている様子を示す図である。図２０は、収納領域ＡＲ３に纏めて搬送された一括搬送対象の工具群が工作機械４００Ｌに纏めて搬送されている様子を示す図である。

[0163] 一例として、次の搬送予定の工具（以下、「基準工具」ともいう。）が収納領域ＡＲ１に収納されており、当該基準工具の搬送先が工作機械４００Ｌであるとする。この場合、制御部５０は、当該基準工具と、収納領域ＡＲ１に収納されている他の工具の中で、搬送先が基準工具と同じ１つ以上の工具とを一括搬送対象の工具群として決定する。

[0164] その後、ステップＳ６１において、制御部５０は、当該一括搬送対象の工具群が収納領域ＡＲ１から収納領域ＡＲ３に搬送されるように搬送装置３００Ｒを制御する。その後、ステップＳ６２において、制御部５０は、当該一括搬送対象の工具群が収納領域ＡＲ３から直接的または間接的に工作機械４００Ｌに搬送されるように搬送装置３００Ｌを制御する。

[0165] このとき、当該一括搬送対象の工具群は、最終的に工作機械４００Ｌに搬送されればよい。すなわち、当該一括搬送対象の工具群は、収納領域ＡＲ３から工作機械４００Ｌに直接的に搬送されてもよいし、収納領域ＡＲ３から収納領域ＡＲ２に搬送された後、収納領域ＡＲ２から工作機械４００Ｌに搬送されてもよい。

[0166] 他の例として、次の搬送予定の工具（すなわち、基準工具）が収納領域ＡＲ２に収納されており、当該基準工具の搬送先が工作機械４００Ｒであるとする。この場合、制御部５０は、当該基準工具と、収納領域ＡＲ２に収納さ

れている他の工具の中で、搬送先が基準工具と同じ１つ以上の工具とを一括搬送対象の工具群として決定する。

[0167] その後、制御部５０は、当該一括搬送対象の工具群が収納領域ＡＲ２から共有の収納領域ＡＲ３に搬送されるように搬送装置３００Ｌを制御する。その後、制御部５０は、当該一括搬送対象の工具群が収納領域ＡＲ３から直接的または間接的に工作機械４００Ｒに搬送されるように搬送装置３００Ｒを制御する。

[0168] このとき、当該一括搬送対象の工具群は、最終的に工作機械４００Ｒに搬送されればよい。すなわち、当該一括搬送対象は、収納領域ＡＲ３から工作機械４００Ｒに直接的に搬送されてもよいし、収納領域ＡＲ３から収納領域ＡＲ１に搬送された後、収納領域ＡＲ１から工作機械４００Ｒに搬送されてもよい。

[0169] 今回開示された実施の形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0170] １０ 工具搬送システム、１０Ａ 工具搬送システム、５０ 制御部、５２ スケジュール生成部、５４ 決定部、５６ 搬送制御部、７１ リモートＩ／Ｏユニット、７２ リモートＩ／Ｏユニット、７３ リモートＩ／Ｏユニット、１００ 管理装置、１０１ 制御回路、１０２ ROM、１０３ RAM、１０４ 通信インターフェイス、１０５ 表示インターフェイス、１０６ ディスプレイ、１０７ 入力インターフェイス、１０８ 入力デバイス、１１０ バス、１２０ 補助記憶装置、１２２ 制御プログラム、１２３ 加工設定、１２４ ワークデータベース、１２６ 搬送スケジュール、１３０ 工具データベース、１５１ 制御回路、１５２ ROM、１５３ RAM、１５４ 通信インターフェイス、１５５ 通信インターフェイス、１６０ バス、１７０ 補助記憶装置、１７２ 制御プログラム、１７

5 収納情報、200 作業ステーション、200A 操作端末、201 制御回路、202 ROM、203 RAM、204 通信インターフェイス、205 表示インターフェイス、206 ディスプレイ、207 入力インターフェイス、208 入力デバイス、210 バス、220 補助記憶装置、222 制御プログラム、234 モータドライバ、234A モータドライバ、234B モータドライバ、235 モータ、235A モータ、235B モータ、250 工具収納部、300 搬送装置、300L 搬送装置、300R 搬送装置、330 アームロボット、331 レール、332 台車、334 モータドライバ、334A モータドライバ、334B モータドライバ、335 モータ、335A モータ、335B モータ、336 仮置き場、400 工作機械、400A 工作機械、400B 工作機械、400C 工作機械、400D 工作機械、400E 工作機械、400F 工作機械、400L 工作機械、400R 工作機械、402 ROM、403 RAM、404 通信インターフェイス、411A モータドライバ、411B モータドライバ、411C モータドライバ、411D モータドライバ、412A モータ、412B モータ、412C モータ、412D モータ、413A エンコーダ、413B エンコーダ、413C エンコーダ、413D エンコーダ、414A ボールねじ、414B ボールねじ、415 主軸、420 補助記憶装置、422 加工プログラム、AR1 収納領域、AR2 収納領域、AR3 収納領域、H1 工具ホルダー、H2 工具ホルダー、H3 工具ホルダー、M1 マガジン、NW1 ネットワーク、NW2 ネットワーク。

請求の範囲

[請求項1]

工具搬送システムであって、
工具を用いてワークを加工するための複数の第1工作機械と、
複数の工具を収納するための工具収納部と、
前記複数の第1工作機械の内部にある工具と、前記工具収納部の内部にある工具とを含む工具群の内の指定された工具を指定された搬送先に搬送することが可能な第1搬送装置と、
前記工具搬送システムを制御するための制御部とを備え、
前記制御部は、
搬送予定のある複数の工具の各々について搬送先を少なくとも規定している搬送スケジュールを取得する処理と、
前記搬送スケジュールを参照して、前記搬送予定の複数の工具の内から、搬送先が互いに近い工具群を一括搬送対象として決定する処理と、
前記一括搬送対象の工具群を纏めて前記第1搬送装置に搬送させる処理とを実行する、工具搬送システム。

[請求項2]

前記決定する処理は、前記搬送予定の複数の工具の中で、搬送予定のタイミングが現在に最も近い一の工具を特定する処理を含み、
前記一括搬送対象の工具群は、前記一の工具と、当該一の工具と搬送先が同じ工具とを含む、請求項1に記載の工具搬送システム。

[請求項3]

前記工具収納部は、
第1収納領域と、
第2収納領域とを含み、
前記第1搬送装置は、前記複数の第1工作機械の内部にある工具と、前記第1収納領域にある工具とを含む工具群の内の指定された工具を指定された搬送先に搬送するように構成されており、
前記工具搬送システムは、さらに、
第2工作機械と、

前記第2工作機械の内部にある工具と、前記第2収納領域にある工具とを含む工具群の内の指定された工具を指定された搬送先に搬送することが可能な第2搬送装置とを備え、

前記決定する処理は、前記第1収納領域に収納されている工具群の内の、搬送先が前記第2工作機械である工具群を前記一括搬送対象の工具群として決定する処理を含む、請求項1または2に記載の工具搬送システム。

[請求項4] 前記工具収納部は、さらに、前記第1搬送装置および前記第2搬送装置の両方に利用される第3収納領域を含み、前記第3収納領域は、前記第1収納領域と前記第2収納領域との間に位置しており、

前記搬送させる処理は、

前記一括搬送対象の工具群が前記第1収納領域から前記第3収納領域に搬送されるように前記第1搬送装置を制御する処理と、

前記一括搬送対象の工具群が前記第1収納領域から前記第3収納領域に搬送された後、当該一括搬送対象の工具群が前記第3収納領域から直接的または間接的に前記第2工作機械に搬送されるように前記第2搬送装置を制御する処理とを含む、請求項3に記載の工具搬送システム。

[請求項5] 前記工具搬送システムは、さらに、前記第1搬送装置が走行するための搬送路を備える、請求項1～4のいずれか1項に記載の工具搬送システム。

[請求項6] 工具搬送システムの制御方法であって、

前記工具搬送システムは、

工具を用いてワークを加工するための複数の第1工作機械と、

複数の工具を収納するための工具収納部と、

前記複数の第1工作機械の内部にある工具と、前記工具収納部の内部にある工具とを含む工具群の内の指定された工具を指定された搬送先に搬送することが可能な第1搬送装置とを備え、

前記制御方法は、

搬送予定のある複数の工具の各々について搬送先を少なくとも規定している搬送スケジュールを取得するステップと、

前記搬送スケジュールを参照して、前記搬送予定の複数の工具の内から、搬送先が互いに近い工具群を一括搬送対象として決定するステップと、

前記一括搬送対象の工具群を纏めて前記第1搬送装置に搬送させるステップとを備える、制御方法。

[請求項7]

工具搬送システムの制御プログラムであって、

前記工具搬送システムは、

工具を用いてワークを加工するための複数の第1工作機械と、

複数の工具を収納するための工具収納部と、

前記複数の第1工作機械の内部にある工具と、前記工具収納部の内部にある工具とを含む工具群の内の指定された工具を指定された搬送先に搬送することが可能な第1搬送装置とを備え、

前記制御プログラムは、前記工具搬送システムに、

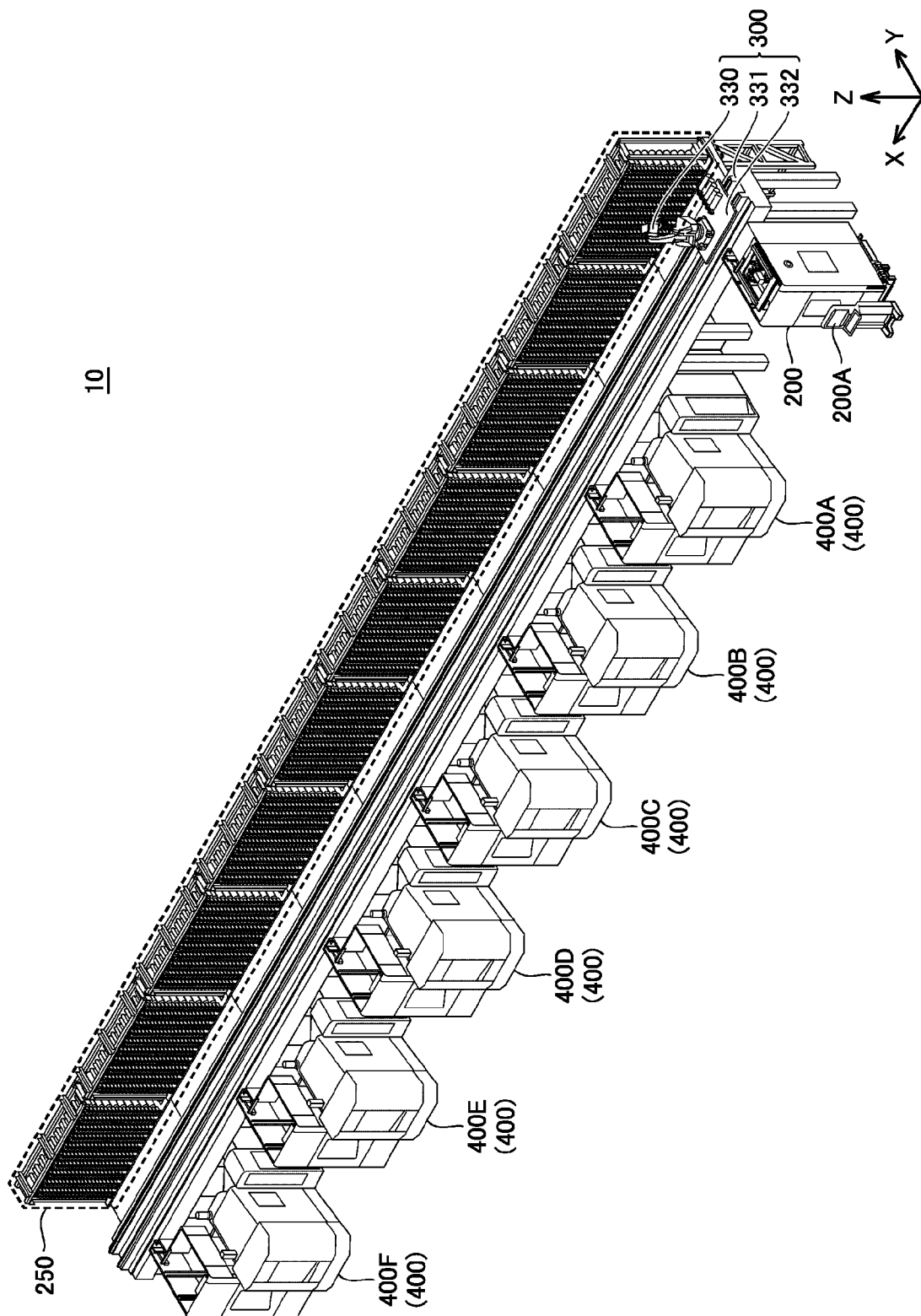
搬送予定のある複数の工具の各々について搬送先を少なくとも規定している搬送スケジュールを取得するステップと、

前記搬送スケジュールを参照して、前記搬送予定の複数の工具の内から、搬送先が互いに近い工具群を一括搬送対象として決定するステップと、

前記一括搬送対象の工具群を纏めて前記第1搬送装置に搬送させるステップとを実行させる、制御プログラム。

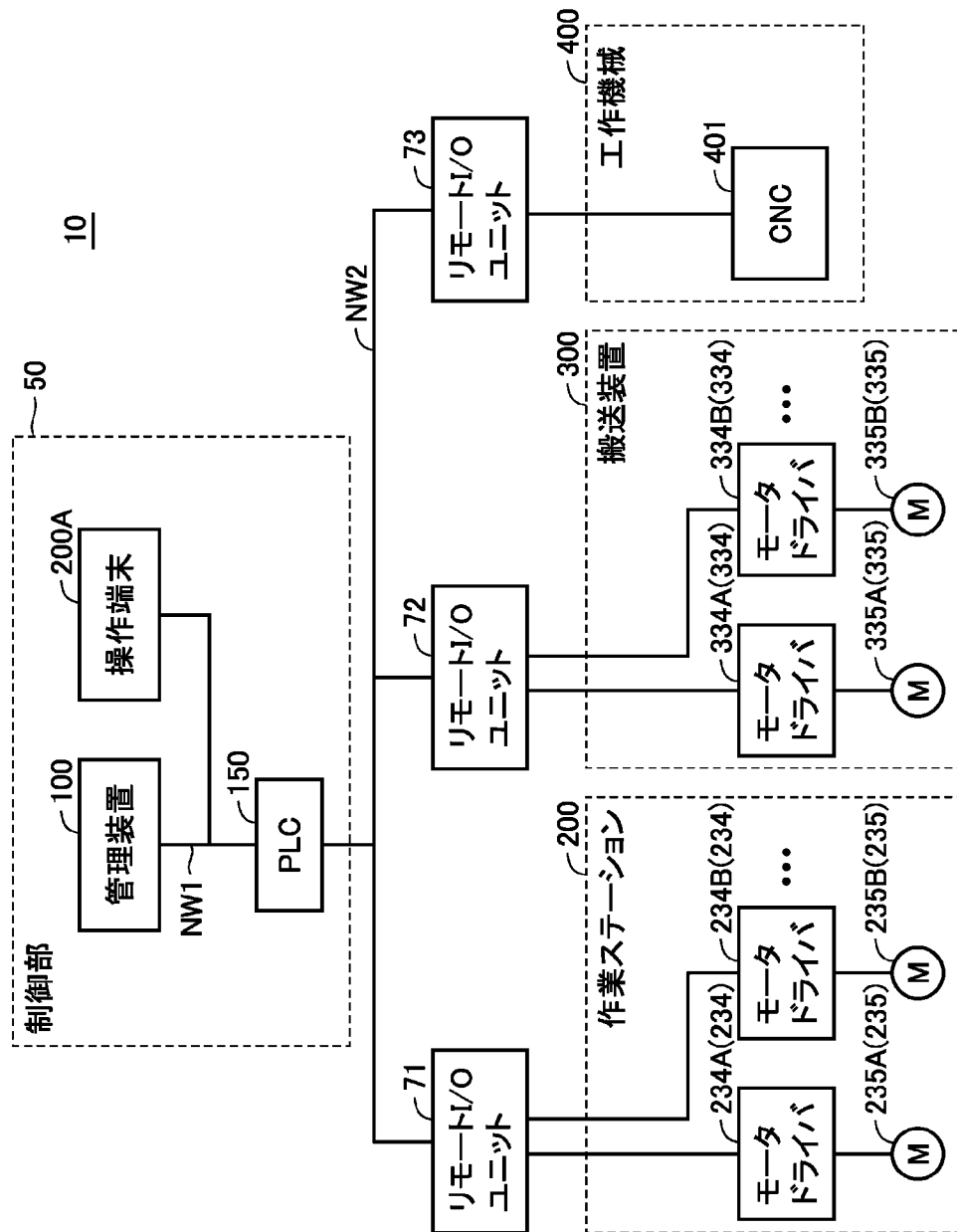
[図1]

FIG.1



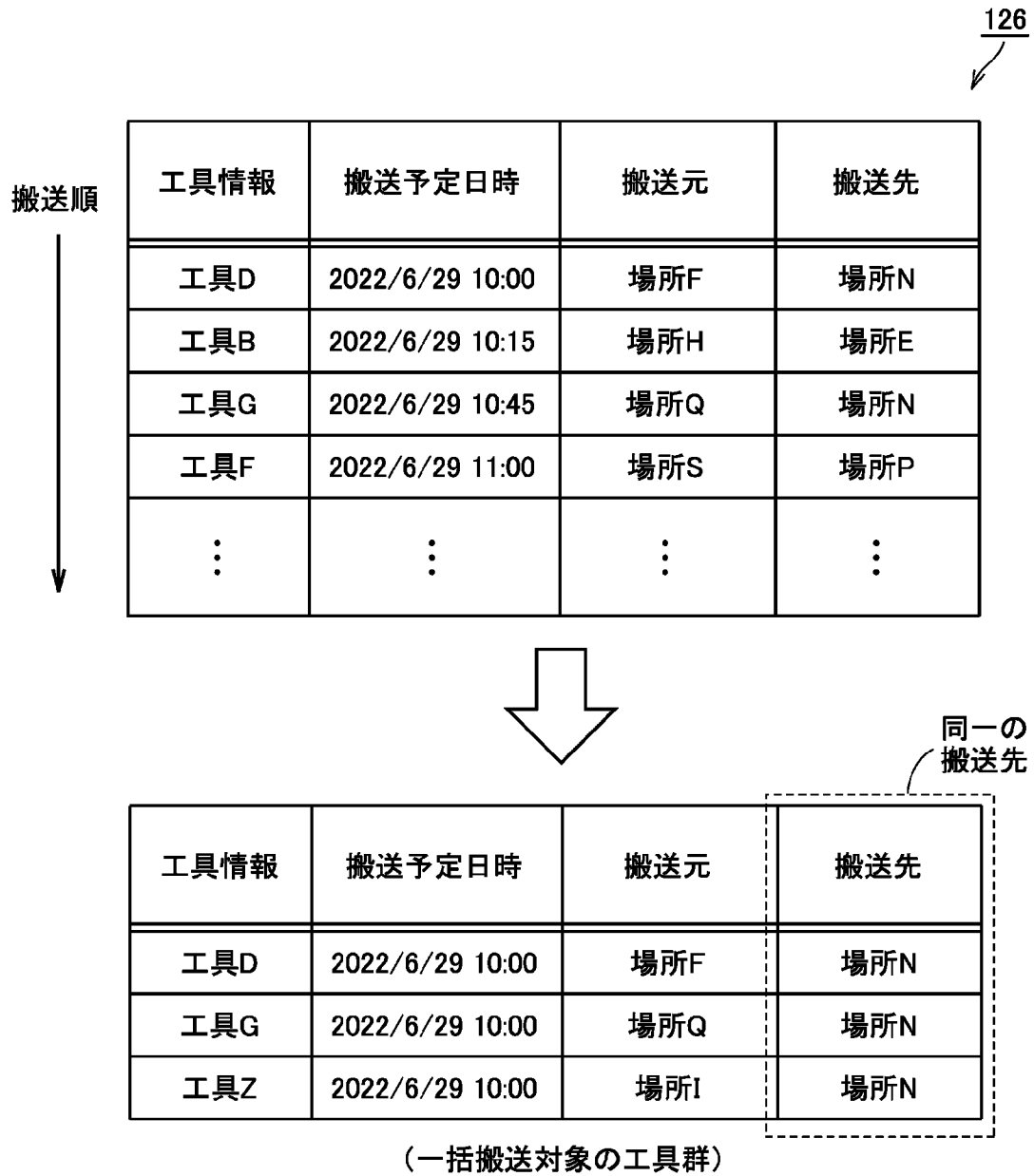
[図2]

FIG.2



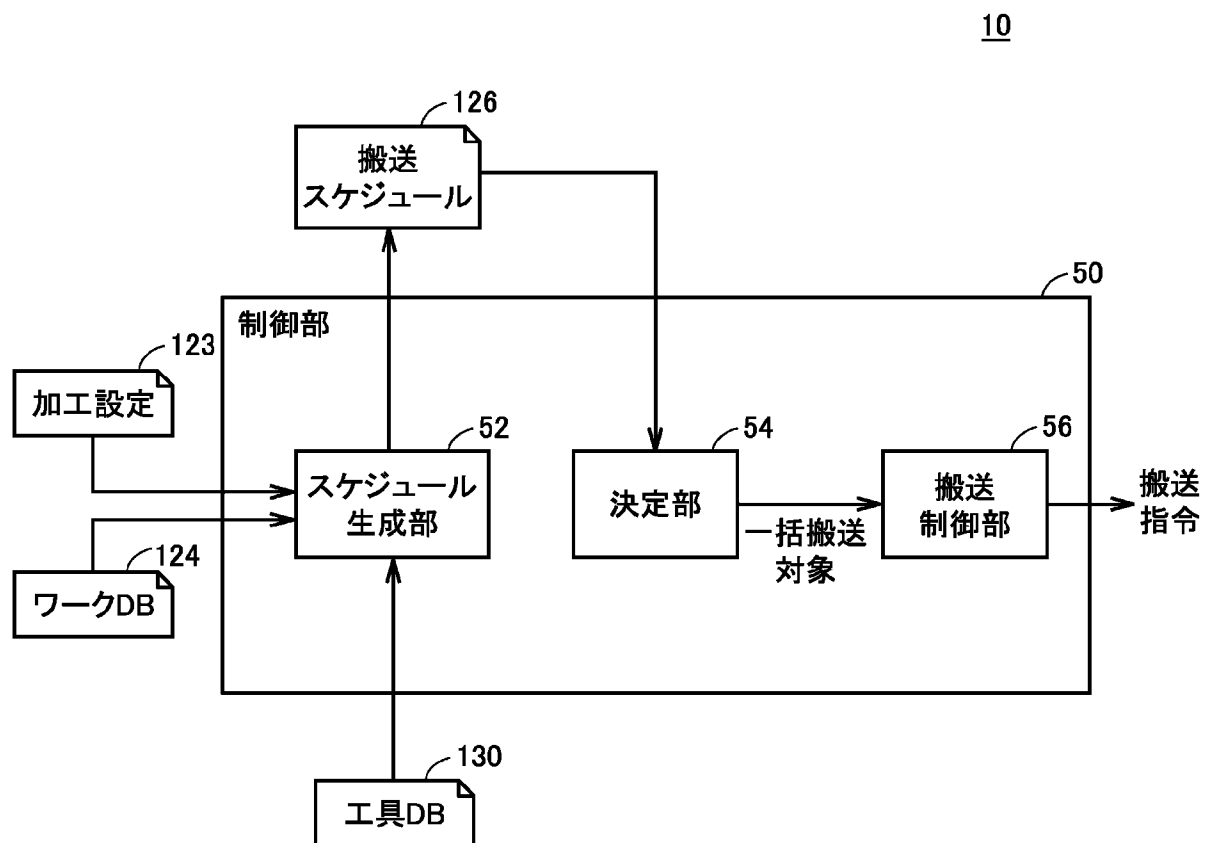
[図3]

FIG.3



[図4]

FIG.4



[図5]

FIG.5

123
↙

ワーク種別	個数	加工順
ワークA	10	↓
ワークD	8	
ワークC	5	
ワークB	4	
⋮	⋮	

[図6]

FIG.6

124
↙

ワーク種別	加工プログラム	使用予定工具	加工時間(分)	...
ワークA	プログラムA	工具A,C,D	15	...
ワークB	プログラムB	工具B,E	20	...
ワークC	プログラムC	工具D	25	...
ワークD	プログラムC	工具C,D	35	...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図7]

FIG.7

130

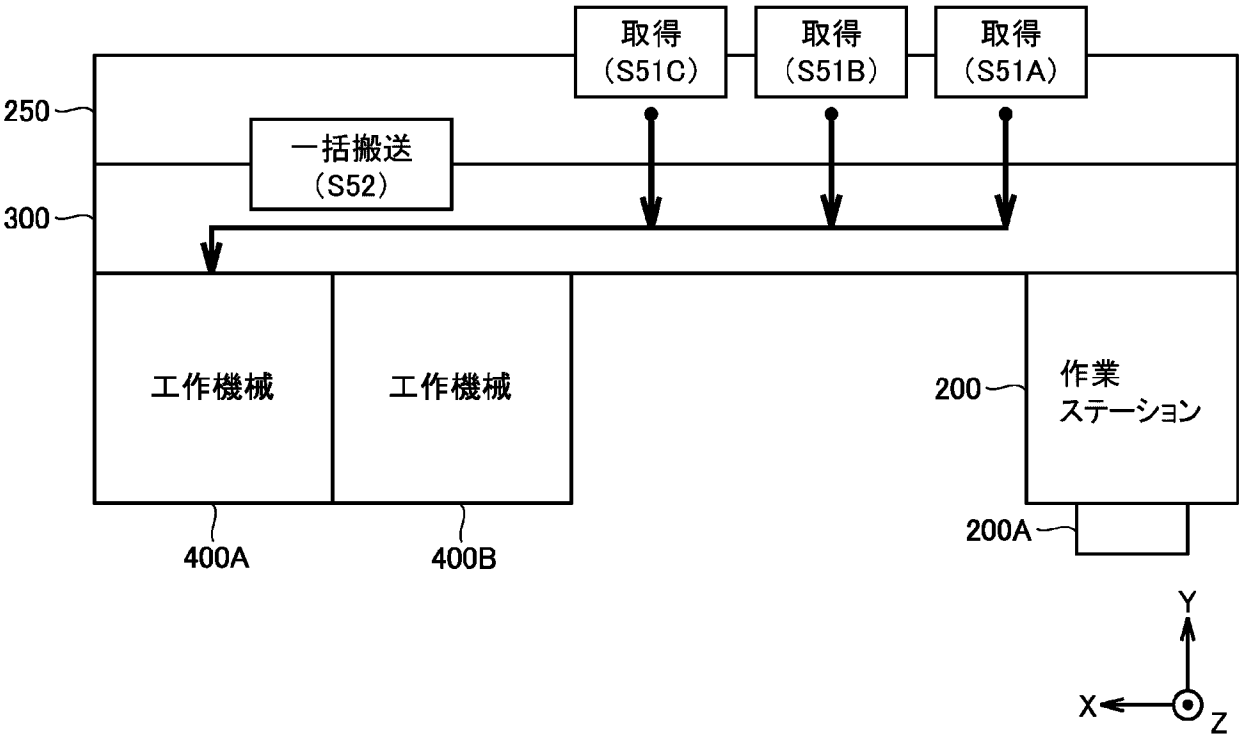


工具の 識別情報	工具分類	収納場所	使用可能量 (分)	現使用量 (分)	残寿命 (分)
工具A	分類A	場所A	1000	100	900
工具B	分類B	場所B	1500	500	1000
工具C	分類C	場所C	1200	1200	0
工具D	分類D	場所D	1300	1245	15
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図8]

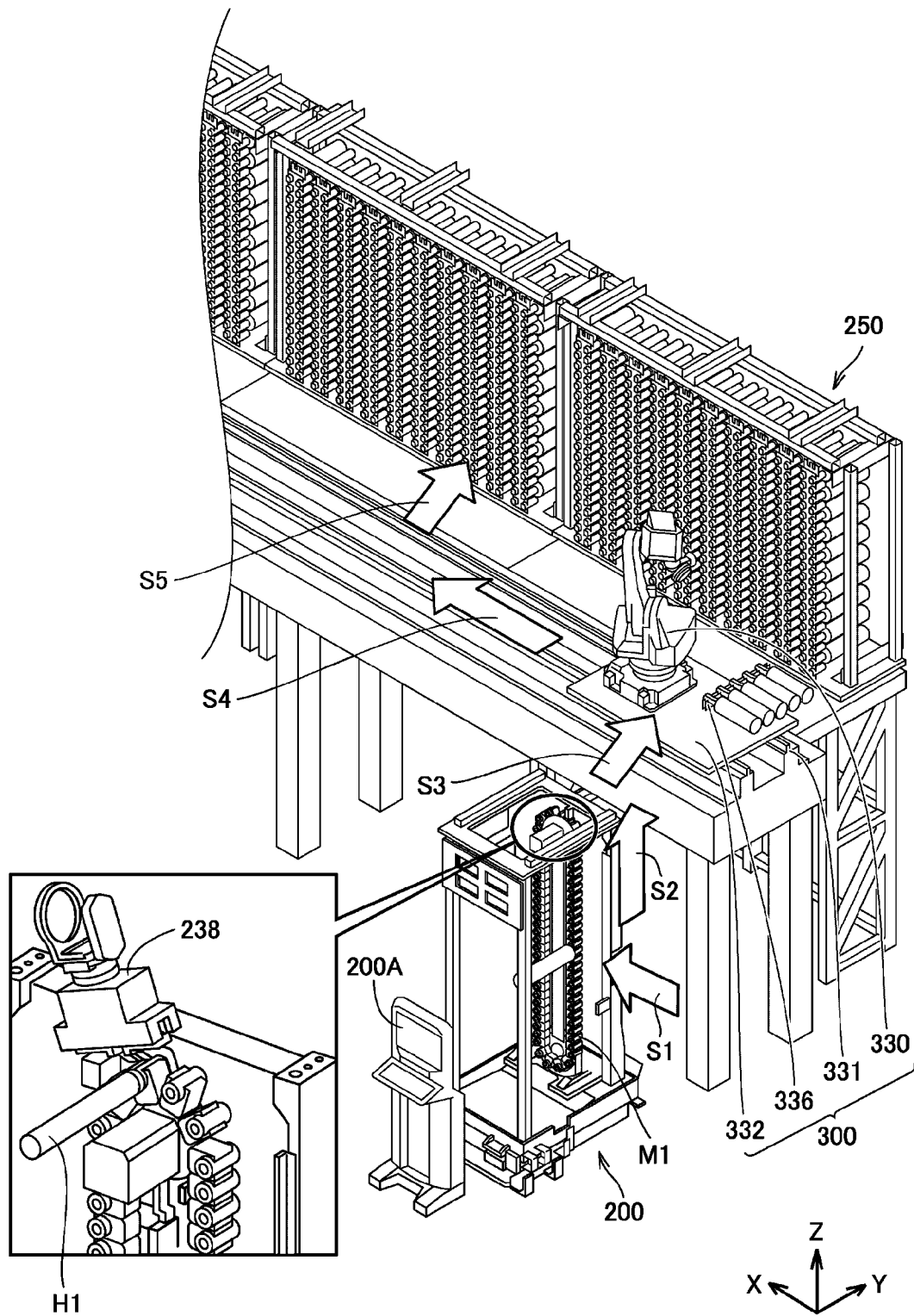
FIG.8

10



[図9]

FIG.9



[図10]

FIG.10

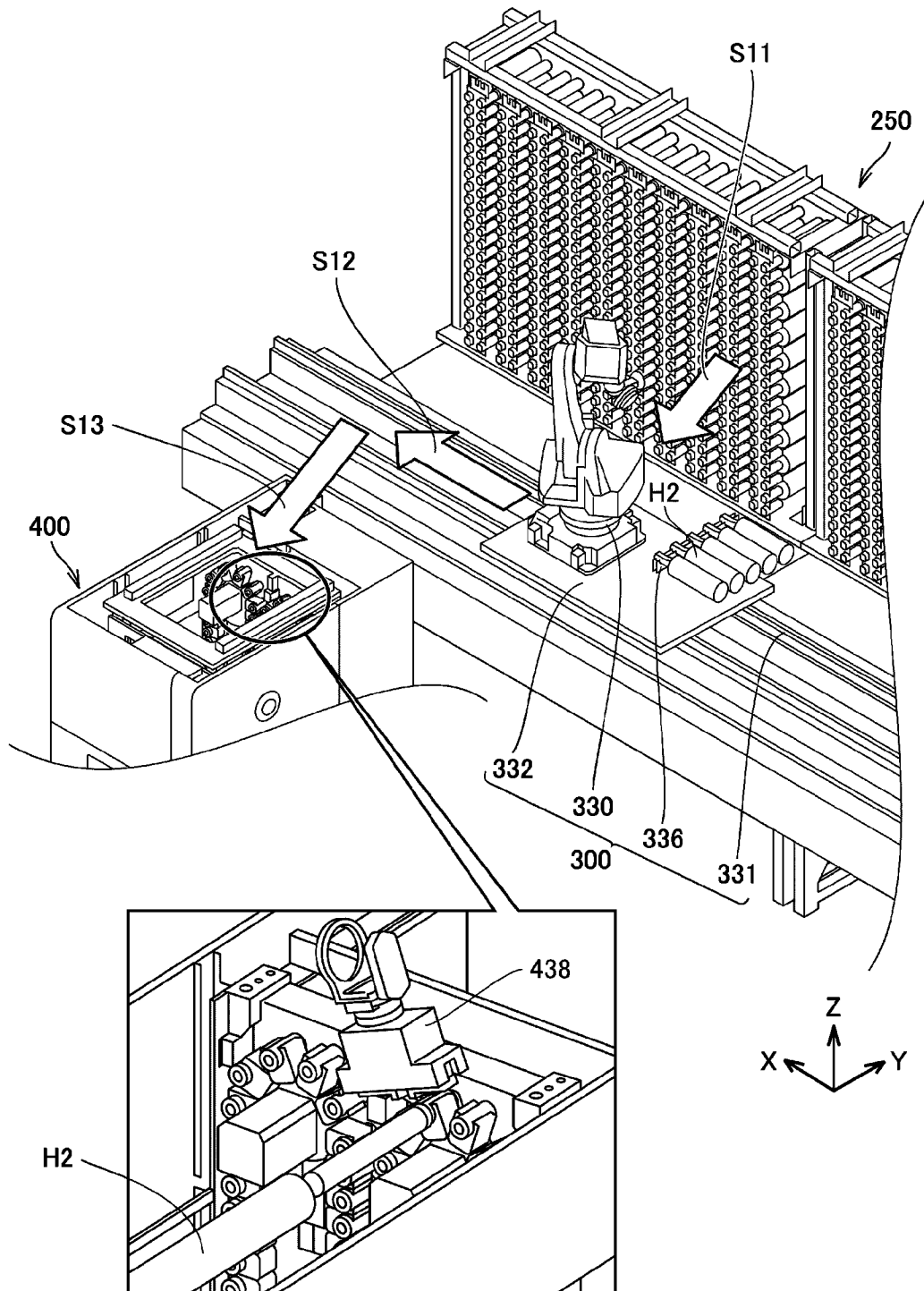
175



収納場所	座標	工具ユニット	状態	残寿命
0001	x_1, z_1	T1001	正常	1800分/2000分
0002	x_2, z_2	T1002	寿命警告	100/1000分
0003	x_3, z_3	T1003	寿命	0
0004	x_4, z_4	—	空	—
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

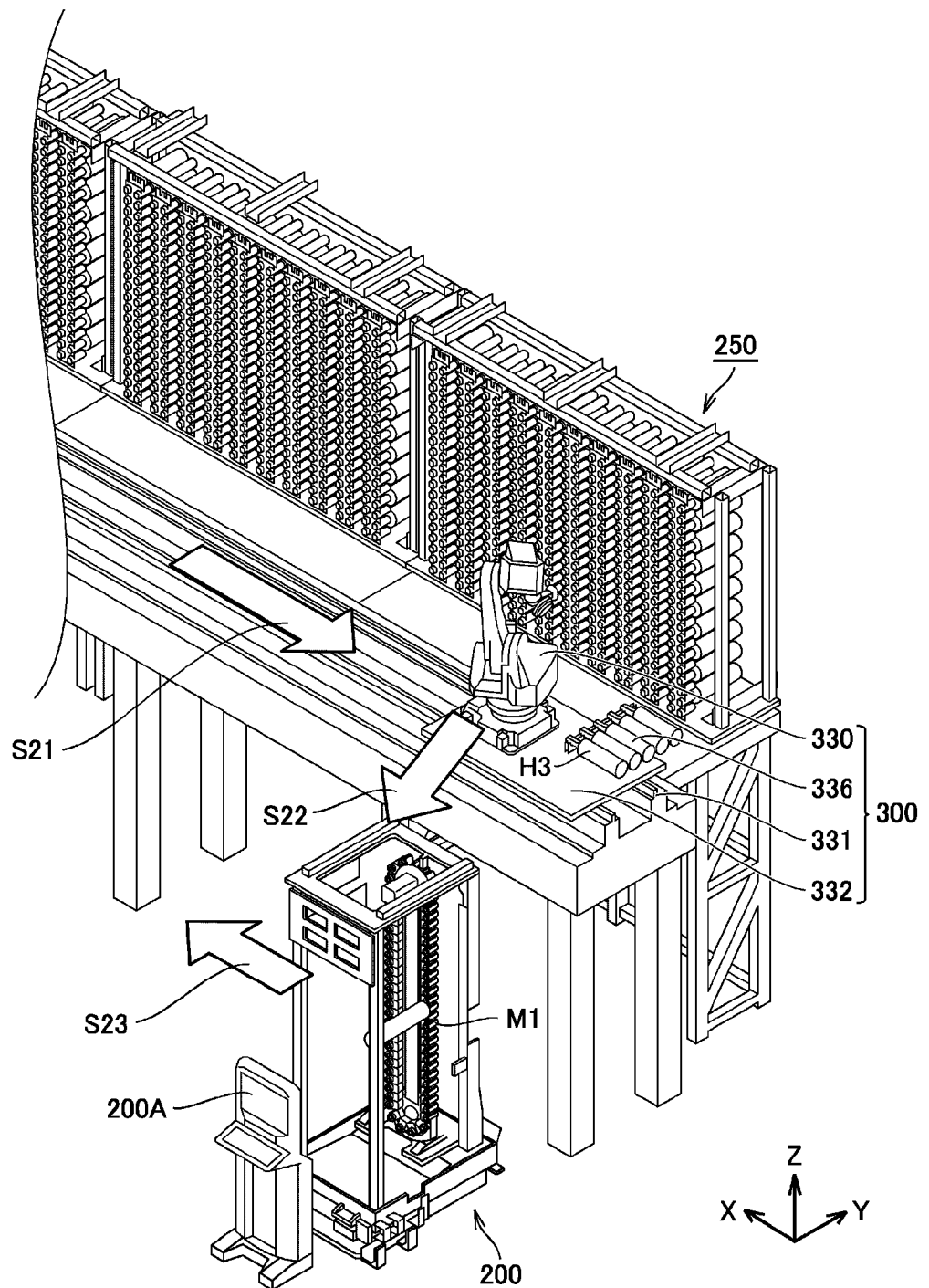
[図11]

FIG.11



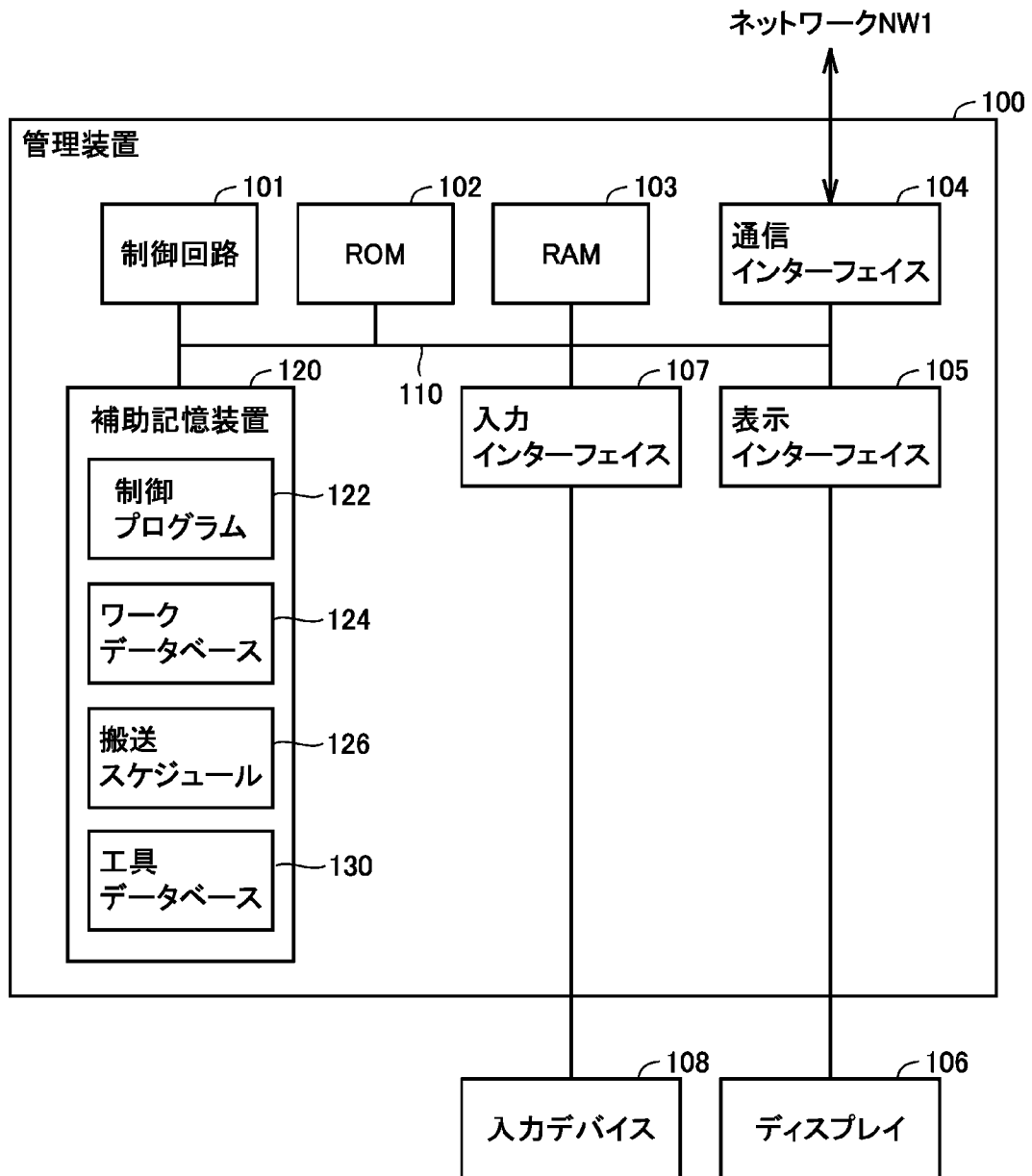
[図12]

FIG.12



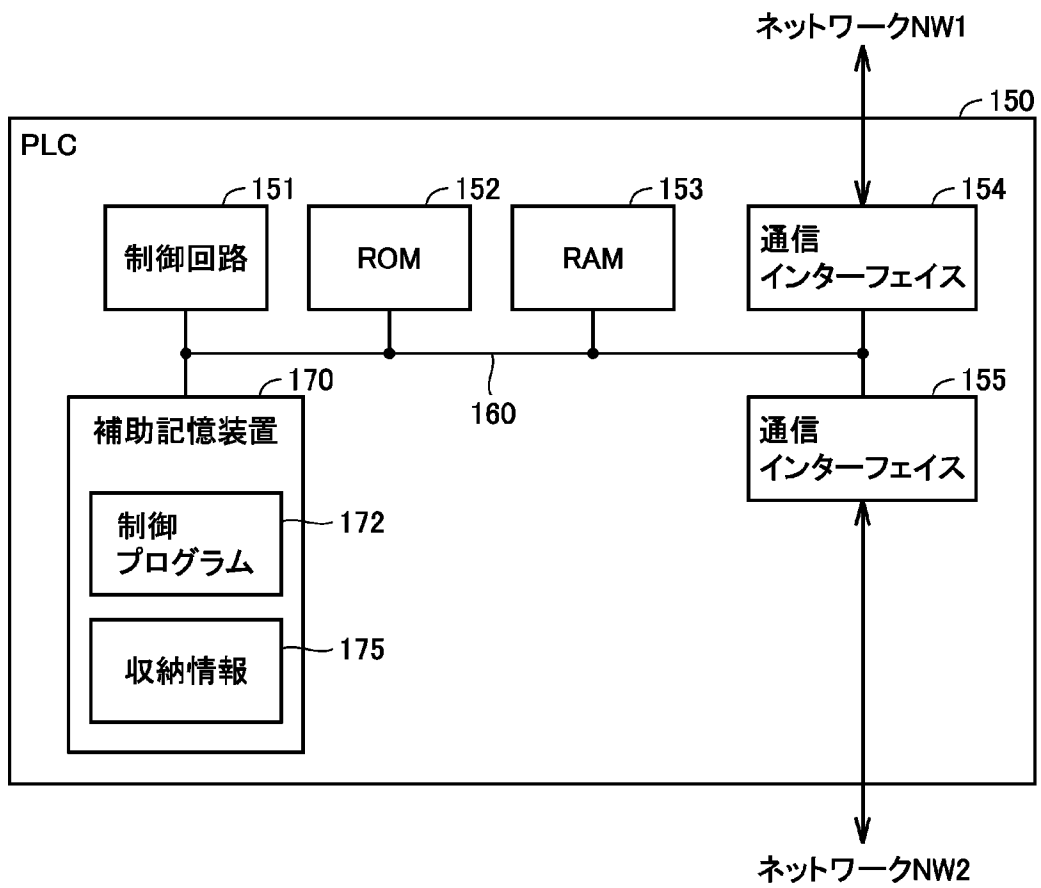
[図13]

FIG.13



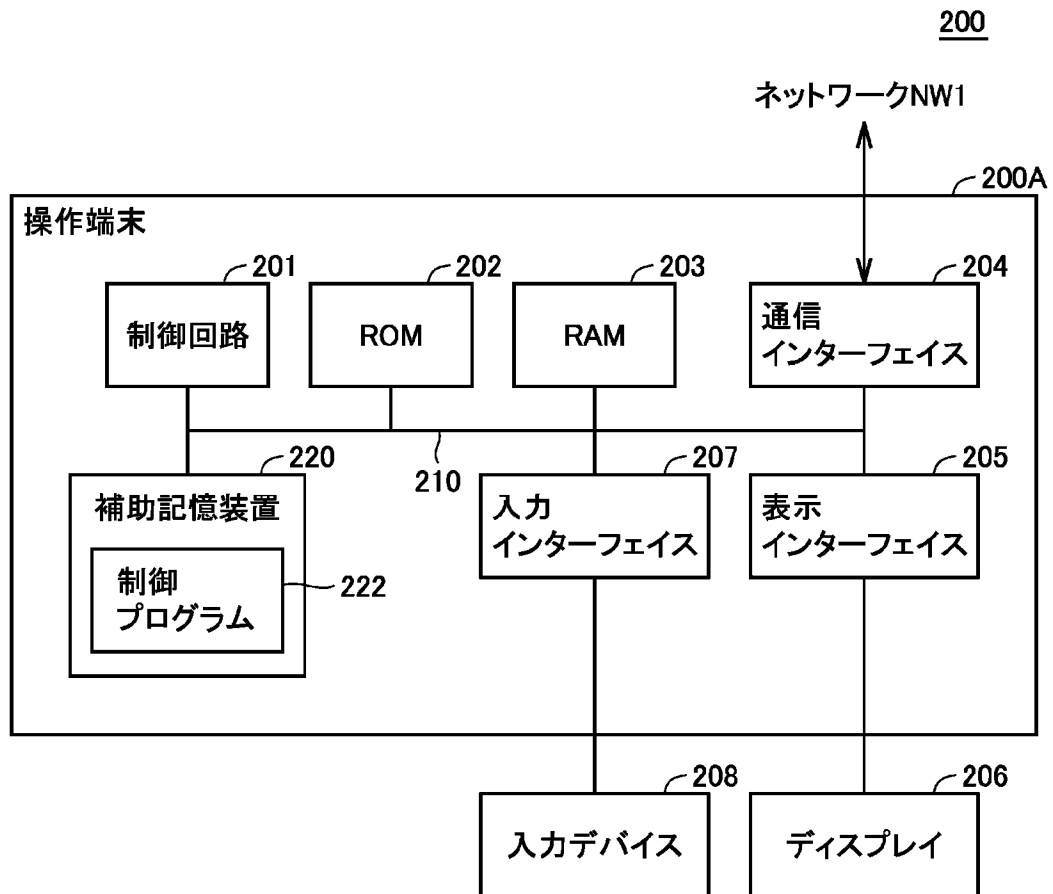
[図14]

FIG.14



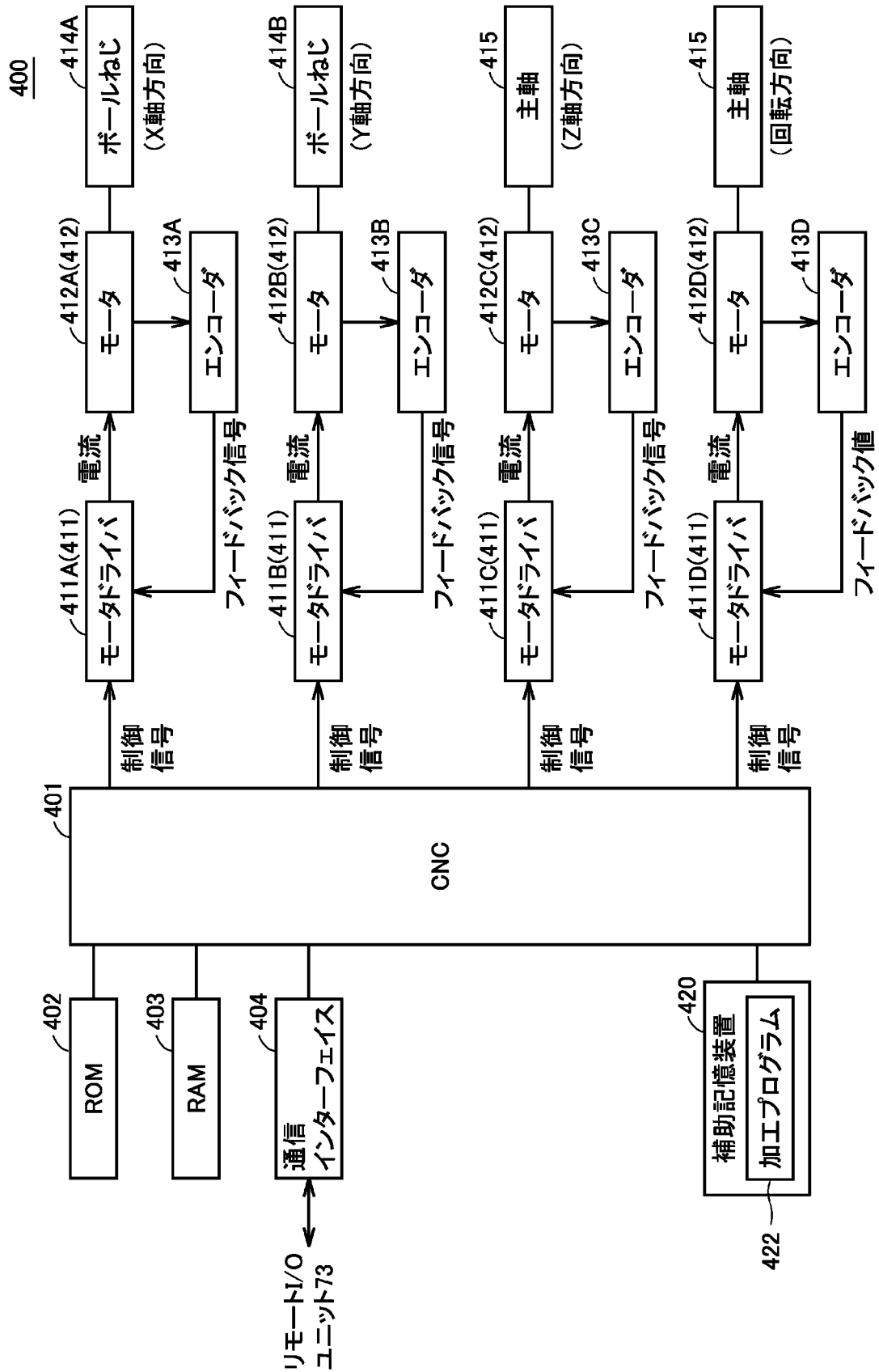
[図15]

FIG.15



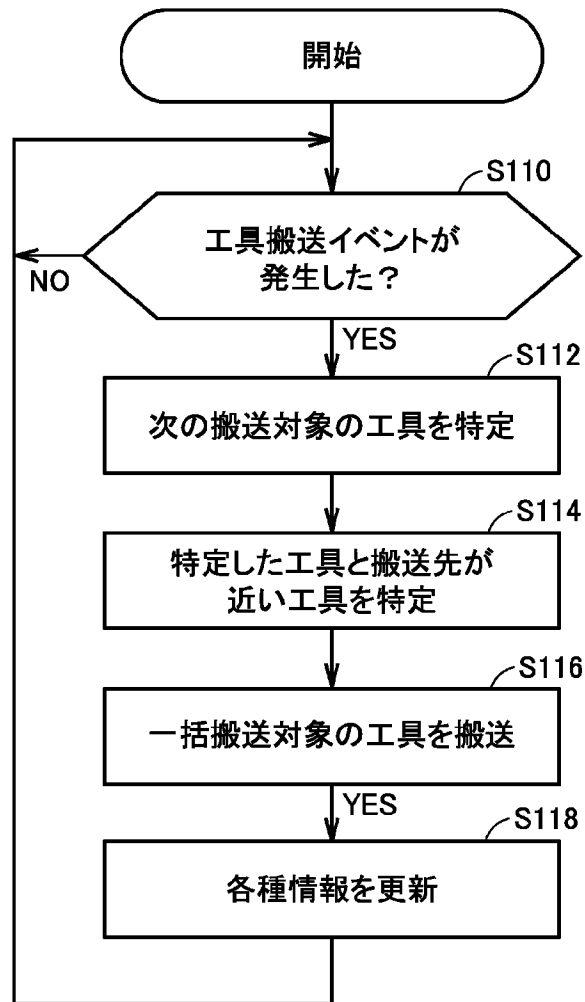
[図16]

FIG.16



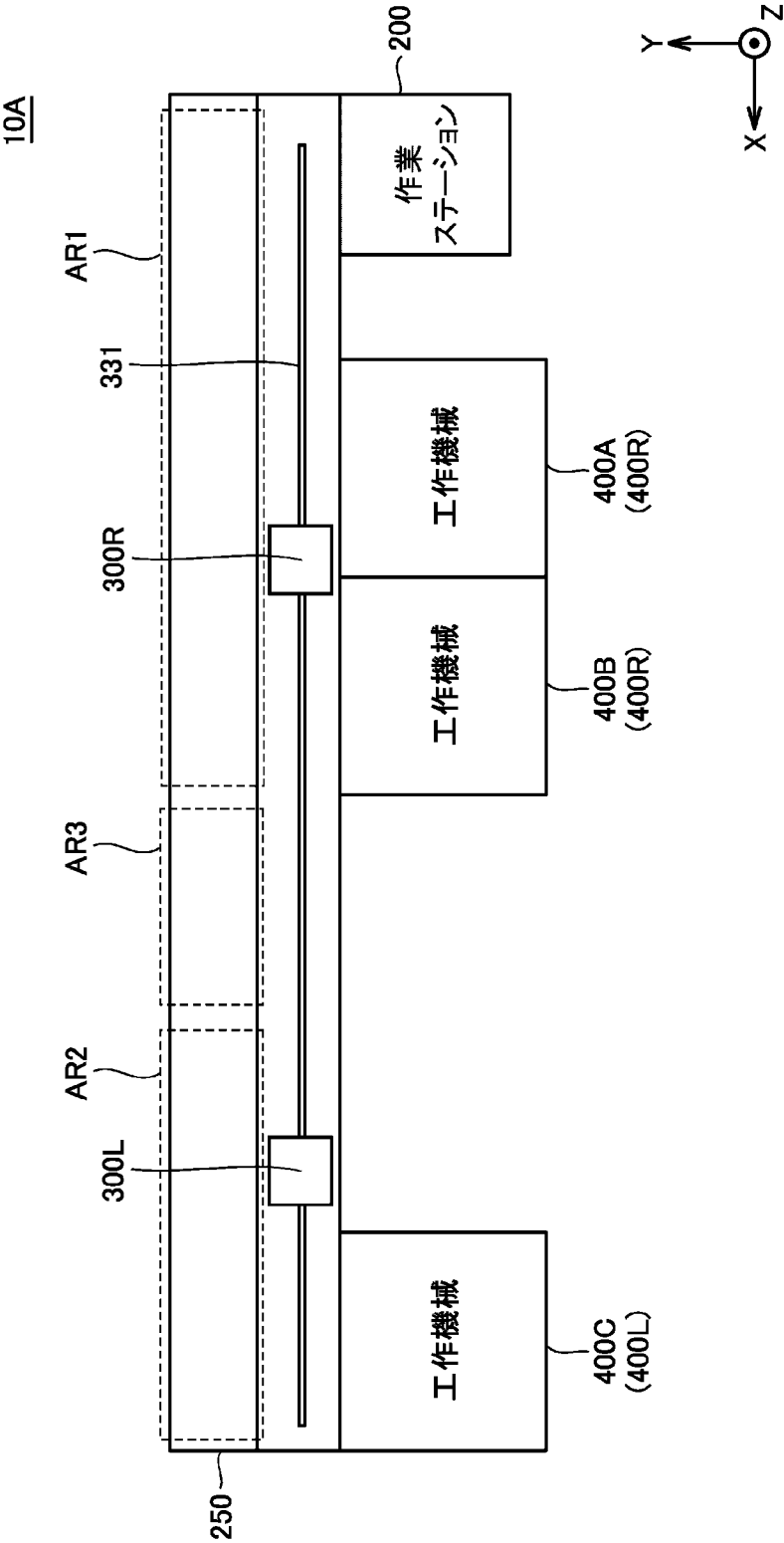
[図17]

FIG.17



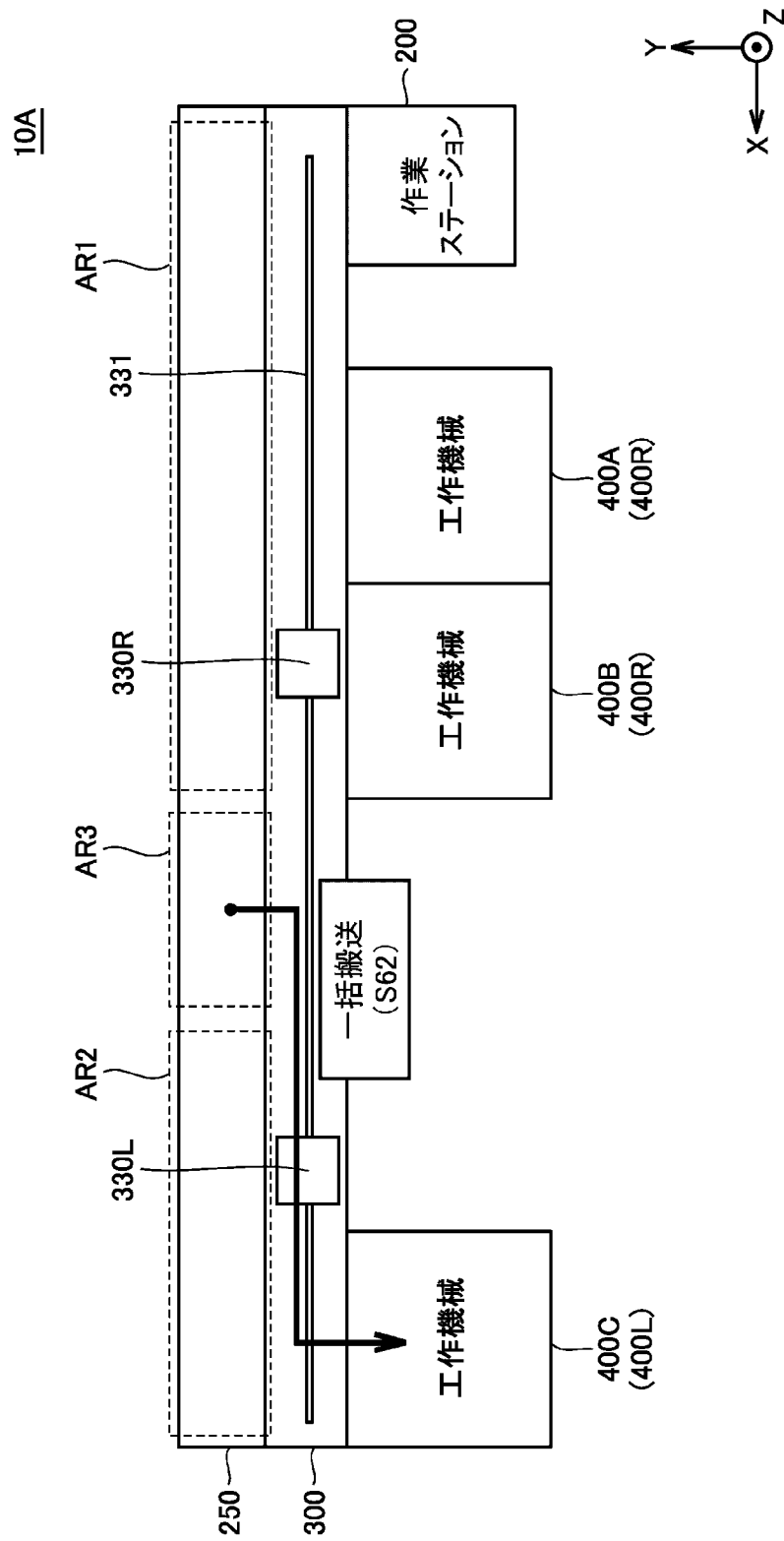
[図18]

FIG.18



[図20]

FIG.20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/021915

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B23Q 3/155**(2006.01)i; **B23Q 11/00**(2006.01)i; **B23Q 41/00**(2006.01)i

FI: B23Q3/155 F; B23Q11/00 F; B23Q41/00 F

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)

B23Q3/155; B23Q11/00; B23Q41/00

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	JP 2022-24520 A (DMG MORI SEIKI CO., LTD.) 09 February 2022 (2022-02-09) paragraphs [0018]-[0021], [0066]-[0075], fig. 1, 6-7	1-2, 5-7
A		3-4
A	JP 2022-547677 A (DECKEL MAHO PFRONTEN G.M.B.H.) 15 November 2022 (2022-11-15) paragraphs [0125]-[0134], [0219]-[0222], fig. 1A-1B, 9	1-7
A	JP 2006-326611 A (MURATA MACHINERY LTD.) 07 December 2006 (2006-12-07) paragraphs [0017]-[0039], fig. 1-6	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 July 2023

Date of mailing of the international search report

08 August 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/021915

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2022-24520	A	09 February 2022	WO 2022/024454 A1 paragraphs [0018]-[0021], [0066]-[0075], fig. 1, 6-7	
JP	2022-547677	A	15 November 2022	US 2022/0362896 A1 paragraphs [0136]-[0145], [0230]-[0233], fig. 1A-1B, 9 WO 2021/052914 A1 EP 4031322 A1 DE 102019214081 A1 CN 114401816 A	
JP	2006-326611	A	07 December 2006	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23Q 3/155(2006.01)i; B23Q 11/00(2006.01)i; B23Q 41/00(2006.01)i FI: B23Q3/155 F; B23Q11/00 F; B23Q41/00 F		
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）） B23Q3/155; B23Q11/00; B23Q41/00		
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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 2022-24520 A（DMG森精機株式会社）09.02.2022（2022-02-09） 段落[0018]-[0021], [0066]-[0075], 図1, 6-7	1-2, 5-7
A		3-4
A	JP 2022-547677 A（デッケル マホ プフロンテン ゲーエムベーハー）15.11.2022 （2022-11-15） 段落[0125]-[0134], [0219]-[0222], 図1A-1B, 9	1-7
A	JP 2006-326611 A（村田機械株式会社）07.12.2006（2006-12-07） 段落[0017]-[0039], 図1-6	1-7
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 27.07.2023		国際調査報告の発送日 08.08.2023
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） 小川 真 3C 3934 電話番号 03-3581-1101 内線 3324

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/021915

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2022-24520	A	09.02.2022	WO 2022/024454 A1 段落[0018]-[0021], [0066]- [0075], 図1, 6-7	
JP	2022-547677	A	15.11.2022	US 2022/0362896 A1 段落[0136]-[0145], [0230]- [0233], 図1A-1B, 9 WO 2021/052914 A1 EP 4031322 A1 DE 102019214081 A1 CN 114401816 A	
JP	2006-326611	A	07.12.2006	(ファミリーなし)	