

(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))

(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、工作機械 (400) 内にある工具と、工具収納部 (250) 内にある工具との内の指定された工具を、工作機械 (400) と、工具収納部 (250) との内の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、搬送装置 (300) を制御するための制御部 (50) とを備える。制御部 (50) は、予め定められたイベントが発生したことに基づいて、第1の加工よりも後に実行される予定の第2の加工を特定する処理と、第1の加工で使用される予定の工具以外の工具であって、第2の加工で使用される予定の工具を、工作機械 (400) から工具収納部 (250) に搬出す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] 特開 2 0 2 2 - 0 2 4 5 2 2 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：特開 2 0 2 2 - 0 2 4 5 2 2 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 工具搬送システムは、工作機械内で工具収納場所の空きを確保するために、工作機械から工具を搬出する。このとき、近くに使用予定のある工具が工作機械から搬出されると、工具搬送システムは、搬出した工具を直ぐに工作機械に再度搬入する必要がある。その結果、工具の搬送効率が低下する。したがって、工具の搬送効率を低下させずに、工具収納場所の空きを工作機械内で確保することが可能な技術が望まれている。なお、特許文献 1 は、このような技術を開示するものではない。

課題を解決するための手段

- [0005] 本開示の一例では、工具搬送システムが提供される。当該工具搬送システムは、工具を用いてワークを加工する工作機械と、複数の工具を収納するための工具収納部と、上記工作機械内にある工具と、上記工具収納部内にある工具との内の指定された工具を、上記工作機械と、上記工具収納部との内の指定された搬送先に搬送することが可能な搬送装置と、上記搬送装置を制御するための制御部とを備える。上記制御部は、予め定められたイベントが発生したことに基づいて、第１の加工よりも後に実行される予定の第２の加工を特定する処理と、上記第１の加工で使用される予定の工具以外の工具であって、上記第２の加工で使用される予定の工具を、上記工作機械から上記工具収納部に搬出する処理とを実行する。
- [0006] 本開示の一例では、上記予め定められたイベントは、上記第１の加工を他の加工よりも優先して実行する割り込みイベントを含む。
- [0007] 本開示の一例では、上記制御部は、さらに、上記搬出する処理の実行後において、上記第１の加工で使用される予定の工具を、上記工具収納部から上記工作機械に搬入する処理を実行する。
- [0008] 本開示の一例では、上記第２の加工は、加工スケジュールで予定されている加工の内の、実行予定が最後である加工を含む。
- [0009] 本開示の一例では、上記制御部は、さらに、上記工作機械内に使用不能工具がある場合には、上記搬出する処理を実行する前において、上記使用不能工具を上記工作機械から上記工具収納部に搬出する処理を実行する。
- [0010] 本開示の他の例では、工具搬送システムの制御方法が提供される。上記工具搬送システムは、工作機械と、複数の工具を収納するための工具収納部と、上記工作機械内にある工具と、上記工具収納部内にある工具との内の指定された工具を、上記工作機械と、上記工具収納部との内の指定された搬送先に搬送することが可能な搬送装置とを備える。上記制御方法は、予め定められたイベントが発生したことに基づいて、第１の加工よりも後に実行される予定の第２の加工を特定するステップと、上記第１の加工で使用される予定の工具以外の工具であって、上記第２の加工で使用される予定の工具を、上

記工作機械から上記工具収納部に搬出す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が提供される。

上記工具搬送システムは、工作機械と、複数の工具を収納するための工具収納部と、上記工作機械内にある工具と、上記工具収納部内にある工具との内の指定された工具を、上記工作機械と、上記工具収納部との内の指定された搬送先に搬送することが可能な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、予め定められたイベントが発生したことに基づいて、第1の加工よりも後に実行される予定の第2の加工を特定するステップと、上記第1の加工で使用される予定の工具以外の工具は、上記第2の加工で使用される予定の工具であって、上記工作機械から上記工具収納部に搬出す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

[0013] [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]工作機械から搬出する工具を決定する方法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]一例としての工具情報を示す図である。

[図6]搬送制御部への入力と、当該入力に対する搬送制御部の出力との一例を示す図である。

[図7]搬出対象工具の決定方法を概略的に示す図である。

[図8]搬入対象工具の決定方法を概略的に示す図である。

[図9]搬出対象の工具と、搬入対象の工具との搬送順を概略的に示す図である。

[図10]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]工作機械のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図16]工具搬送イベントが発生した際の工具の搬送処理に係るフローチャートを示す図である。

[図17]変形例に従う工具搬送システムを示す図である。

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、作業ステーション２００内にある工具と、工具収納部２５０内にある工具と、工作機械４００内にある工具との内の指定された工具を、作業ステーション２００と、工具収納部２５０と、工作機械４００との内の指定された搬送先に搬送する。

[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、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上を移動可能に構成される。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、１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、EtherCAT（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10参照）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10参照）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335A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335B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335B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、CNC401を含む。リモートI/Oユニット73は、PLC150とCNC401との間のデータのやり取りを仲介する。CNC401は、たとえば、PLC150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. 工具搬出処理の概要>

次に、図3を参照して、搬出対象の工具を決定する方法について説明する

。図3は、工作機械400から搬出する工具を決定する方法を概略的に示す図である。

[0044] 工作機械400内に工具収納場所の空きが無い場合などには、搬送装置300は、工作機械400から工具を搬出する。このとき、工具搬送システム10は、加工スケジュール124に基づいて、工作機械400からの搬出対象の工具を決定する。

[0045] 加工スケジュール124は、たとえば、工作機械400の各々における各加工の順番と、各加工で使用される工具とを規定している。図3の例では、工作機械400Aの加工スケジュール124が示されている。工作機械400A内の各加工の順番は、加工開始時刻で規定されてもよいし、データの並び順で規定されてもよい。

[0046] 加工スケジュール124に規定される使用予定工具は、各加工で必要となる工具を示す。当該使用予定工具は、様々な加工単位に関連付けられ得る。一例として、使用予定工具は、加工プログラムごとに関連付けられる。他の例として、使用予定工具は、パレットごとに関連付けられる。パレットは、加工対象のワークを固定するための基台である。さらに他の例として、使用予定工具は、加工対象のワークごとに関連付けられる。

[0047] 工具搬送システム10の制御部50は、予め定められたイベント（以下、「工具搬出イベント」ともいう。）が発生したことに基づいて、工作機械400からの搬出対象の工具を決定する。工具搬出イベントは、種々のタイミングで発生し得る。一例として、当該タイミングとしては、加工スケジュール124が更新されるタイミングと、ある加工を他の加工よりも優先する割り込み処理が発生したタイミングと、各加工単位での加工が終了したタイミングとが挙げられる。

[0048] 制御部50は、工具搬出イベントが発生したことに基づいて、直近に実行される予定の加工125A（第1加工）を特定する。加工125Aは、たとえば、現時刻の次に実行が予定されている加工単位である。なお、加工125Aは、加工順が直近の1つの加工単位であってもよいし、当該加工から連

続いて実行される予定の所定数の加工単位であってもよい。

[0049] 次に、制御部50は、加工125Aよりも後に実行される予定の加工125B（第2加工）を特定する。加工125Bは、たとえば、加工スケジュール124で予定されている加工単位の中の、実行予定が最後の加工単位である。なお、加工125Bは、加工順が最後である1つの加工単位であってもよいし、加工順がより遅い所定数の加工単位であってもよい。

[0050] その後、制御部50は、加工125Aで使用される予定の工具以外の工具であって、加工125Bで使用される予定の工具を、工作機械400から工具収納部250への搬出対象の工具として決定する。図3の例では、制御部50は、加工125Aで使用される「工具B、D、E」を非搬出対象とし、加工125Bで使用される「工具B、F、G」を仮の搬出対象としている。制御部50は、仮の搬出対象の「工具B、F、G」から、非搬出対象の「工具B、D、E」を除き、残った「工具F、G」を搬出対象として最終的に決定する。これにより、工具搬送システム10は、直近に使用予定の工具が搬出されることを避けつつ、工作機械400内において工具収納場所の空きを確保することができる。その結果、工具の搬送回数が抑えられ、工具の搬送効率が改善される。

[0051] なお、上述では、加工125Aよりも後の加工として、加工スケジュール124で予定されている最後の加工125Bが選ばれる例について説明を行ったが、加工125Aよりも後の加工は、これに限定されない。一例として、加工125Aよりも後の加工として、加工125Aの次に予定されている加工が選ばれてもよい。

[0052] <D. 工具搬送システム10の機能構成>

次に、図4～図9を参照して、工具の搬送処理を実現するための機能構成について説明する。図4は、工具搬送システム10の機能構成の一例を示す図である。

[0053] 図4に示されるように、工具搬送システム10は、機能構成として、監視部52と、搬送制御部54と、決定部56とを含む。以下では、これらの構

成について順に説明する。

[0054] 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。

[0055] （D1. 監視部 52）

まず、図 5 を参照して、図 4 に示される監視部 52 の機能について説明する。図 5 は、一例としての工具情報 174 を示す図である。

[0056] 監視部 52 は、工具搬送システム 10 内にある各工具の状態を監視し、当該状態を工具情報 174 に書き込む。工具情報 174 は、工具搬送システム 10 内にある各工具について、当該工具の識別情報と、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、当該工具の状態とを対応付けている。

[0057] 工具情報 174 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。

[0058] 監視部 52 は、工作機械 400 の加工プログラム 422 を監視し、工作機械 400 内にある各工具について新品時から現在までの使用量をカウントする。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。「工具の使用量」は、たとえば、新品状態から現在までに加工で使用された総時間と、新品状態から現在までに加工時に移動した総距離と、新品状態から現在までに加工で使用された総回数とを含む。

[0059] 工具情報 174 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の使用可能量を示す。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いる。

[0060] 工具情報 174 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、監視部 5 2 によって更新される。

[0061] 工具情報 1 7 4 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。監視部 5 2 は、工具情報 1 7 4 に規定されている現使用量を更新した際に、当該残寿命についても更新する。

[0062] 工具の残寿命の監視方法の一例について説明する。工作機械 4 0 0 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。監視部 5 2 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、監視部 5 2 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、監視部 5 2 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。これにより、監視部 5 2 は、収納情報 1 7 5 において各工具の残寿命を監視する。

[0063] 工具情報 1 7 4 に規定される工具状態は、たとえば、工具が加工で使用可能であることを示す使用可能状態と、工具が加工で使用不可能であることを示す使用不能状態とを含む。

[0064] 図 5 の例では、使用可能状態の工具は、「正常」または「寿命警告」として示されている。「寿命警告」は、寿命が尽きそうであることを示す。一例として、監視部 5 2 は、工具の残寿命が所定閾値を下回った場合に、収納情報 1 7 5 において工具の状態を「正常」から「寿命警告」に変更する。

[0065] また、図 5 の例では、使用不能状態の工具は、「寿命切」または「損傷」として示されている。「使用不能状態の工具」とは、ワークの加工に用いることが推奨されない状態の工具を意味する。典型的には、「使用不能状態の工具」は、「使用可能状態の工具」以外の工具を示す。

[0066] 一例として、使用不能状態の工具は、摩耗などにより寿命が尽きた工具と、損傷が生じている工具とを含む。工具の損傷の種類としては、たとえば、過大な力がかかったことによる工具の変形、工具の刃欠け、および工具の折損などが挙げられる。

[0067] 監視部 5 2 は、たとえば、工具の寿命がゼロになったことに基づいて、収納情報 1 7 5 において、工具の状態を「寿命警告」から「寿命切」に変更する。

[0068] (D 2. 搬送制御部 5 4)

次に、図 6 を参照して、図 4 に示される搬送制御部 5 4 の機能について説明する。図 6 は、搬送制御部 5 4 への入力と、当該入力に対する搬送制御部 5 4 の出力との一例を示す図である。

[0069] 搬送制御部 5 4 は、たとえば、加工スケジュール 1 2 4 と、収納情報 1 7 5 とを入力として受け、搬送装置 3 0 0 に対して工具の搬送指令を出力する。

[0070] 加工スケジュール 1 2 4 は、たとえば、工作機械 4 0 0 の各々における各ワークの加工予定タイミングと、各加工工程で使用する工具とを規定している。図 6 の例では、工作機械 4 0 0 A の加工スケジュール 1 2 4 が示されている。

[0071] 収納情報 1 7 5 は、工具搬送システム 1 0 内における各工具の収納場所の別に、当該収納場所に収納されている工具の識別情報と、当該工具に保持されている工具の識別情報とを対応付けている。

[0072] 収納情報 1 7 5 に規定されている収納場所は、工具搬送システム 1 0 内における工具の場所を一意に特定するための情報である。一例として、当該収納場所は、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。

[0073] 収納情報 1 7 5 に規定されている工具ホルダーの識別情報は、工具ホルダーを一意に特定するための情報である。当該識別情報は、工具ホルダーごと

に予め割り当てられている。当該識別情報は、ＩＤなどの工具ホルダー番号で示されてもよいし、工具ホルダー名で示されてもよい。

[0074] 収納情報１７５に規定されている工具の識別情報は、工具を一意に特定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。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。当該識別情報は、上述の工具情報１７４（図５参照）に規定されている工具の識別情報と対応している。

[0075] 搬送制御部５４は、加工スケジュール１２４を参照して、ワークの加工が開始される前に、工作機械４００での使用予定工具を特定する。次に、搬送制御部５４は、収納情報１７５を参照して、当該使用予定工具が対象の工作機械４００内に無い場合には、作業ステーション２００または工具収納部２５０から対象の工作機械４００に使用予定工具を搬入するように搬送装置３００を制御する。

[0076] また、搬送制御部５４は、工作機械４００内にある工具を搬送装置３００に搬出させる。一例として、搬送制御部５４は、上述の工具搬出イベントが発生した場合には、後述の決定部５６によって決定された搬出対象工具を工作機械４００から搬出するように搬送装置３００を制御する。その後、搬送制御部５４は、後述の決定部５６によって決定された搬入対象工具を工具収納部２５０から工作機械４００に搬入するように搬送装置３００を制御する。

[0077] （Ｄ３．決定部５６）

次に、図７～図９を参照して、図４に示される決定部５６の機能について説明する。図７は、搬出対象工具の決定方法を概略的に示す図である。

[0078] 決定部５６は、工具搬出イベントが工作機械４００Ａにおいて発生したことに基づいて、工作機械４００Ａからの搬出対象の工具を決定する。一例として、工具搬出イベントは、あるワークの加工を他のワークの加工よりも優先する割り込み操作により発生する。当該割り込み操作は、たとえば、上述の管理装置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。

[0079] 図7の例では、加工125Aの割り込みが発生している。このことに基づいて、決定部56は、加工125Aを最優先に実行するように加工スケジュール124を更新する。

[0080] 次に、決定部56は、加工125Aよりも後に実行される予定の加工125Bを特定する。図7の例では、加工スケジュール124で予定されている最後の加工125Bが特定されている。

[0081] その後、決定部56は、加工125Aで使用される予定の工具以外の工具であって、加工125Bで使用される予定の工具を、工作機械400Aから工具収納部250への搬出対象の工具として決定する。図7の例では、決定部56は、加工125Aで使用される「工具B、D、E」を非搬出対象とし、加工125Bで使用される「工具B、F、G」を搬出対象としている。決定部56は、搬出対象の「工具B、F、G」から、非搬出対象の「工具B、D、E」を除き、残った「工具F、G」を搬出対象として決定する。

[0082] 次に、決定部56は、工作機械400Aからの搬入対象の工具を決定する。図8は、搬入対象工具の決定方法を概略的に示す図である。

[0083] 図8を参照して、決定部56は、工作機械400Aが保持している工具以外の工具であって、加工125Aで使用される予定の工具を、工具収納部250から工作機械400への搬入対象の工具として決定する。

[0084] 工作機械400Aが保持している工具は、たとえば、上述の収納情報175に基づいて特定される。図8の例では、工作機械400Aは、「工具A、B、C、F」を保持している。そのため、決定部56は、工作機械400Aで保持されている「工具A、B、C、F」を非搬入対象とし、直近の加工125Aで使用される「工具B、D、E」を仮の搬入対象としている。決定部56は、仮の搬入対象の「工具B、D、E」から、非搬入対象の「工具A、B、C、F」を除き、残った「工具D、E」を搬入対象として最終的に決定する。

[0085] 好ましくは、決定部56は、工作機械400A内に使用不能工具がある場

合には、搬出対象の工具を搬出する処理を実行する前において、当該使用不能工具を工作機械４００Ａから工具収納部２５０に搬出する。すなわち、決定部５６は、加工順に基づいて決定された搬出対象の工具よりも、使用不能工具を優先して搬出対象とする。

[0086] 使用不能状態の工具が工作機械４００にある場合には、工作機械４００内における工具の収納場所が無駄に使用されることになる。そのため、決定部５６は、使用可能状態の工具よりも使用不能状態の工具を搬出対象の工具として決定することで、工作機械４００内における工具の収納場所が無駄に使用されることを防止することができる。使用不能状態の工具が工作機械４００にあるか否かは、上述の工具情報１７４（図５参照）と上述の収納情報１７５（図６参照）とに基づいて判断される。

[0087] なお、決定部５６は、工作機械４００Ａ内における工具収納場所の空き数が搬入対象の工具の数よりも多くなるように、搬出対象の工具を決定する。このとき、典型的には、決定部５６は、加工スケジュール１２４に基づいて、使用予定が後である工具から順に搬出対象の工具として決定する。

[0088] 決定部５６によって決定された搬出対象の工具と、決定部５６によって決定された搬入対象の工具とは、上述の搬送制御部５４に出力される。

[0089] 図９は、搬出対象の工具と、搬入対象の工具との搬送順を概略的に示す図である。図９を参照して、ステップＳ５１において、搬送制御部５４は、決定部５６によって決定された搬出対象の工具を工作機械４００Ａから工具収納部２５０に搬出するように搬送装置３００を制御する。その後、搬送制御部５４は、ステップＳ５１の搬出処理が完了したとする。このことに基づいて、ステップＳ５２において、搬送制御部５４は、決定部５６によって決定された搬入対象の工具を工具収納部２５０から工作機械４００に搬入するように搬送装置３００を制御する。これにより、工具搬送システム１０は、直近の加工で用いる工具を優先的に工作機械４００Ａに搬入することができ、加工効率を上げることができる。

[0090] ＜Ｅ．工具収納部２５０への工具搬入工程＞

次に、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 10 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。

[0091] ステップ S 1 において、作業者は、作業ステーション 200 内のマガジン M 1 に搬入対象の工具ホルダー H 1 をセットする。工具ホルダー H 1 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。

[0092] 作業者が工具ホルダー H 1 をマガジン M 1 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 H 1 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 H 1 の識別子が読み取られる。作業者は、工具ホルダー H 1 のセットが完了すると、操作端末 200 A に対して完了操作を行なう。

[0093] 次に、ステップ S 2 において、制御部 50 は、モータ 235 A（図 2 参照）を制御し、作業ステーション 200 内のマガジン M 1 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 H 1 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、ATC 238 が設けられている。ATC 238 は、当該工具交換位置にある工具ホルダー H 1 をマガジン M 1 から取り外し、半回転する。

[0094] 次に、ステップ S 3 において、アームロボット 330 は、ATC 238 から工具ホルダー H 1 を取り外し、当該工具ホルダー H 1 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 S 1 ～ S 3 の工程が繰り返される。

[0095] 次に、ステップ S 4 において、制御部 50 は、モータ 335 A 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、上述の収納情

報 1 7 5（図 6 参照）に基づいて決定される。

[0096] 制御部 5 0 は、収納情報 1 7 5 に規定される空の収納場所を参照して、工具ホルダー H 1 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 5 0 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 3 0 0 により近い収納場所を収納先として決定してもよい。

[0097] 次に、ステップ S 5 において、アームロボット 3 3 0 は、搬入対象の工具ホルダー H 1 を仮置き場 3 3 6 から取り外し、当該工具ホルダー H 1 を決定した収納先に収納する。その後、制御部 5 0 は、対応する収納場所に工具ホルダー H 1 の識別子を対応付けて収納情報 1 7 5 を更新する。

[0098] 搬入対象の工具ホルダーが他に仮置き場 3 3 6 に残っている場合には、制御部 5 0 は、仮置き場 3 3 6 上の工具ホルダーがなくなるまでステップ S 4 , S 5 の工程を繰り返す。

[0099] < 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 1 0 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。

[0100] 制御部 5 0 は、上述の加工スケジュール 1 2 4 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 6 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。

[0101] 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。

[0102] 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４００の位置に台車３３２を駆動する。

[0103] 次に、ステップＳ１３において、アームロボット３３０は、搬送先の工作機械４００に備えられるＡＴＣ４３８に工具ホルダーＨ２を渡す。その後、ＡＴＣ４３８は、工作機械４００内のマガジンに工具ホルダーＨ２をセットする。

[0104] ＜Ｇ．作業ステーション２００への工具の搬出工程＞

次に、図１２を参照して、工具の搬出工程について説明する。図１２は、工作機械４００から作業ステーション２００への工具の搬出工程の流れを概略的に示す図である。

[0105] あるタイミングにおいて、制御部５０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５０は、工作機械４００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６参照）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。

[0106] 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。

[0107] 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１０参照）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。

[0108] 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。

[0109] <H. 管理装置100のハードウェア構成>

次に、図13を参照して、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。

[0110] 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。

[0111] 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。

[0112] 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ROM102からRAM103に制御プログラム122を読み出す。RAM103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。

[0113] 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、PLC150やサーバー（図示しない）などを含む。

[0114] 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。

[0115] 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。

[0116] 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および上述の加工スケジュール124などを格納する。制御プログラム122および加工スケジュール124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）、ROM102、RAM103、他の装置（たとえば、サーバー、PLC150、または操作端末200A）などに格納されていてもよい。

[0117] 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。この場合、制御プログラム122による搬送制御処理は、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 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。

[0118] <1. PLC 150 のハードウェア構成>

次に、図 14 を参照して、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。

[0119] PLC 150 は、制御回路 151 と、ROM (Read Only Memory) 152 と、RAM (Random Access Memory) 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。これらのコンポーネントは、バス 160 に接続される。

[0120] 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。

[0121] 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 ROM 152 に制御プログラム 172 を読み出す。RAM 153 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。

[0122] 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。PLC 150 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、PLC 150 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。

[0123] 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。

[0124] 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、上述の工具情報１７４、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。

[0125] 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PLC１５０が構成されてもよい。

[0126] ＜Ｊ．工作機械４００のハードウェア構成＞

次に、図１５を参照して、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１５は、工作機械４００のハードウェア構成の一例を示す図である。

[0127] 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。

[0128] 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。

[0129] 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。

[0130] 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。

[0131] 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。

[0132] 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。

[0133] 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。

[0134] 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。

[0135] 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。

[0136] 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。

[0137] <K. フローチャート>

次に、図16を参照して、工具搬送イベントが発生した際の制御フローについて説明する。図16は、工具搬送イベントが発生した際の工具の搬送処理に係るフローチャートを示す図である。

[0138] 図16に示される処理は、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。

[0139] ステップS110において、制御部50は、工具搬出イベントが発生したか否かを判断する。制御部50は、工具搬出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。

[0140] ステップS112において、制御部50は、上述の決定部56（図4参照）として機能し、工作機械400から作業ステーション200または工具収納部250への搬出対象の工具を決定する。搬出対象の工具の決定方法については上述の通りであるので、その説明については繰り返さない。

[0141] ステップS114において、制御部50は、上述の決定部56として機能し、作業ステーション200または工具収納部250から工作機械400への搬入対象の工具を決定する。搬入対象の工具の決定方法については上述の通りであるので、その説明については繰り返さない。

[0142] ステップS116において、制御部50は、上述の搬送制御部54（図4参照）として機能し、ステップS112で決定された搬出対象の工具を工作

機械４００から工具収納部２５０に搬送するように搬送装置３００を制御する。

[0143] ステップＳ１２０において、制御部５０は、ステップＳ１１６での搬出処理が終了したか否かを判断する。制御部５０は、ステップＳ１１６での搬出処理が終了したと判断した場合（ステップＳ１２０においてＹＥＳ）、制御をステップＳ１２２に切り替える。そうでない場合には（ステップＳ１２０においてＮＯ）、制御部５０は、制御をステップＳ１２０に戻す。

[0144] ステップＳ１２２において、制御部５０は、上述の搬送制御部５４として機能し、ステップＳ１１４で決定された搬入対象の工具を作業ステーション２００または工具収納部２５０から工作機械４００に搬送するように搬送装置３００を制御する。

[0145] ＜Ｌ．工具搬送システム１０の変形例＞

次に、図１７を参照して、工具搬送システム１０の変形例について説明する。図１７は、変形例に従う工具搬送システム１０Ａを示す図である。

[0146] 本変形例に従う工具搬送システム１０Ａは、工作機械４００に工具を搬送する機能だけでなく、工作機械４００にワークを搬送する機能をさらに備える点で、上述の工具搬送システム１０とは異なる。

[0147] 図１７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３００と、工作機械４００と、作業ステーション５００と、ワーク収納部５５０と、搬送装置６００とを含む。作業ステーション２００、工具収納部２５０、搬送装置３００、および工作機械４００については上述の通りであるので、それらの説明については繰り返さない。

[0148] 作業ステーション５００は、作業者がワーク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５００において、加工対象のワークのセット作業、または加工済みのワークの回収作業を行なう。

[0149] ワーク収納部５５０には、複数のワークが収納され得る。ワーク収納部５５０は、ワークの一時置き場として機能する。

- [0150] 搬送装置 600 は、工作機械 400 内にあるワークと、作業ステーション 500 内にあるワークと、ワーク収納部 550 内にあるワークとの内の指定されたワークを、工作機械 400 と、作業ステーション 500 と、ワーク収納部 550 との内の指定された搬送先に搬送する。
- [0151] 搬送装置 600 は、アームロボット 630 と、レール 631 とを含む。アームロボット 630 は、台車（図示しない）の上に固定される。当該台車は、レール 631 上を移動可能に構成される。工作機械 400 およびワーク収納部 550 は、レール 631 を挟むように、かつ、レール 631 に沿って平行に配置される。
- [0152] 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

- [0153] 10 工具搬送システム、10A 工具搬送システム、50 制御部、52 監視部、54 搬送制御部、56 決定部、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、124 加工スケジュール、125A 加工、125B 加工、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、174 工具情報、175 収納情報、200 作業ステーション、200A 操作端末、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、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、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、500 作業ステーション、550 ワーク収納部、600 搬送装置、630 アームロボット、631 レール、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、
前記工作機械内にある工具と、前記工具収納部内にある工具との内の指定された工具を、前記工作機械と、前記工具収納部との内の指定された搬送先に搬送することが可能な搬送装置と、
前記搬送装置を制御するための制御部とを備え、
前記制御部は、
予め定められたイベントが発生したことに基づいて、第1の加工よりも後に実行される予定の第2の加工を特定する処理と、
前記第1の加工で使用される予定の工具以外の工具であって、前記第2の加工で使用される予定の工具を、前記工作機械から前記工具収納部に搬出する処理とを実行する、工具搬送システム。
- [請求項2] 前記予め定められたイベントは、前記第1の加工を他の加工よりも優先して実行する割り込みイベントを含む、請求項1に記載の工具搬送システム。
- [請求項3] 前記制御部は、さらに、前記搬出する処理の実行後において、前記第1の加工で使用される予定の工具を、前記工具収納部から前記工作機械に搬入する処理を実行する、請求項1または2に記載の工具搬送システム。
- [請求項4] 前記第2の加工は、加工スケジュールで予定されている加工の内の、実行予定が最後である加工を含む、請求項1～3のいずれか1項に記載のマルチクレーム工具搬送システム。
- [請求項5] 前記制御部は、さらに、前記工作機械内に使用不能工具がある場合には、前記搬出する処理を実行する前において、前記使用不能工具を前記工作機械から前記工具収納部に搬出する処理を実行する、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、

前記工作機械内にある工具と、前記工具収納部内にある工具との内の指定された工具を、前記工作機械と、前記工具収納部との内の指定された搬送先に搬送することが可能な搬送装置とを備え、

前記制御方法は、

予め定められたイベントが発生したことに基づいて、第1の加工よりも後に実行される予定の第2の加工を特定するステップと、

前記第1の加工で使用される予定の工具以外の工具であって、前記第2の加工で使用される予定の工具を、前記工作機械から前記工具収納部に搬出す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、

前記工作機械内にある工具と、前記工具収納部内にある工具との内の指定された工具を、前記工作機械と、前記工具収納部との内の指定された搬送先に搬送することが可能な搬送装置とを備え、

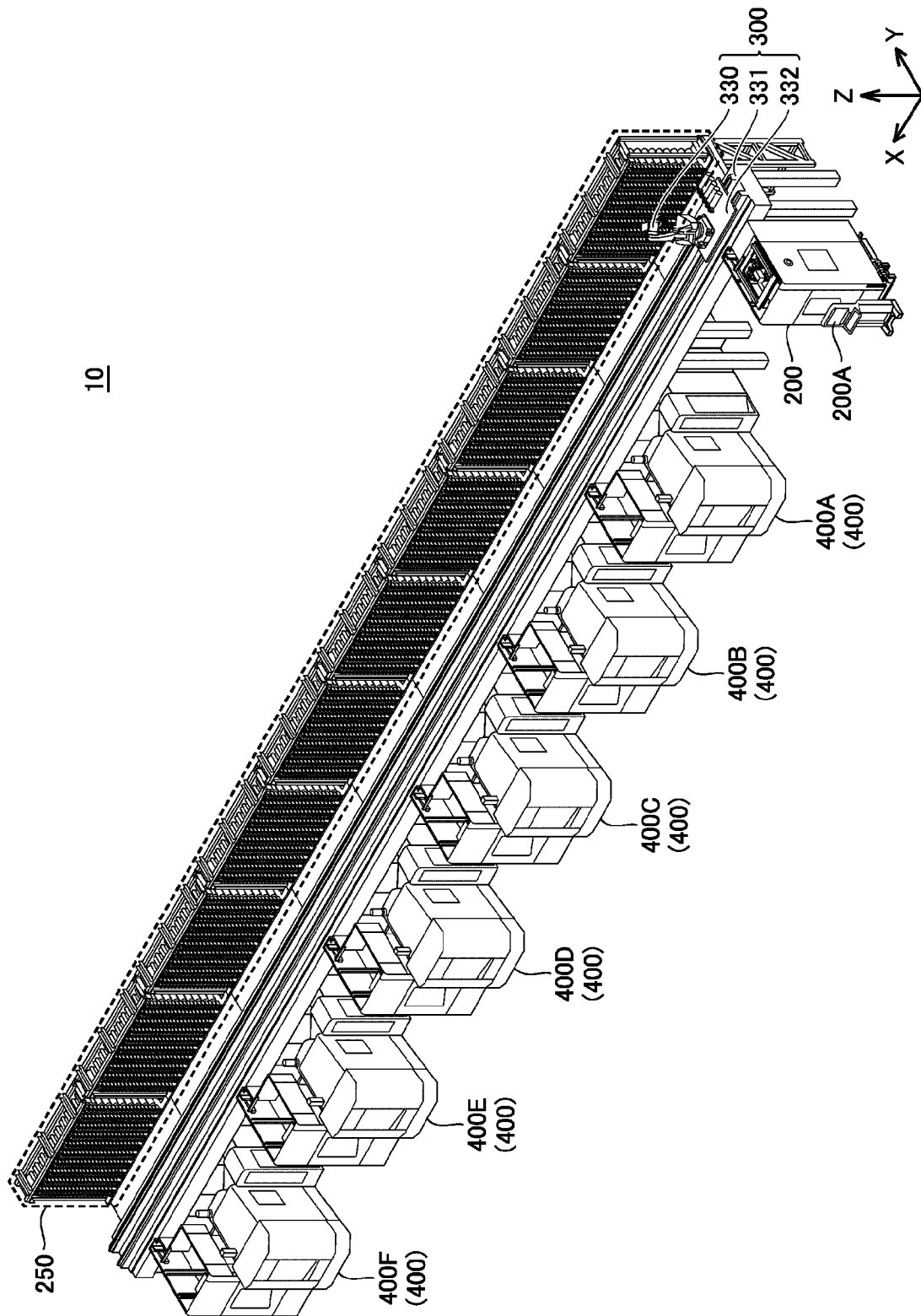
前記制御プログラムは、前記工具搬送システムに、

予め定められたイベントが発生したことに基づいて、第1の加工よりも後に実行される予定の第2の加工を特定するステップと、

前記第1の加工で使用される予定の工具以外の工具であって、前記第2の加工で使用される予定の工具を、前記工作機械から前記工具収納部に搬出するステップとを実行させる、制御プログラム。

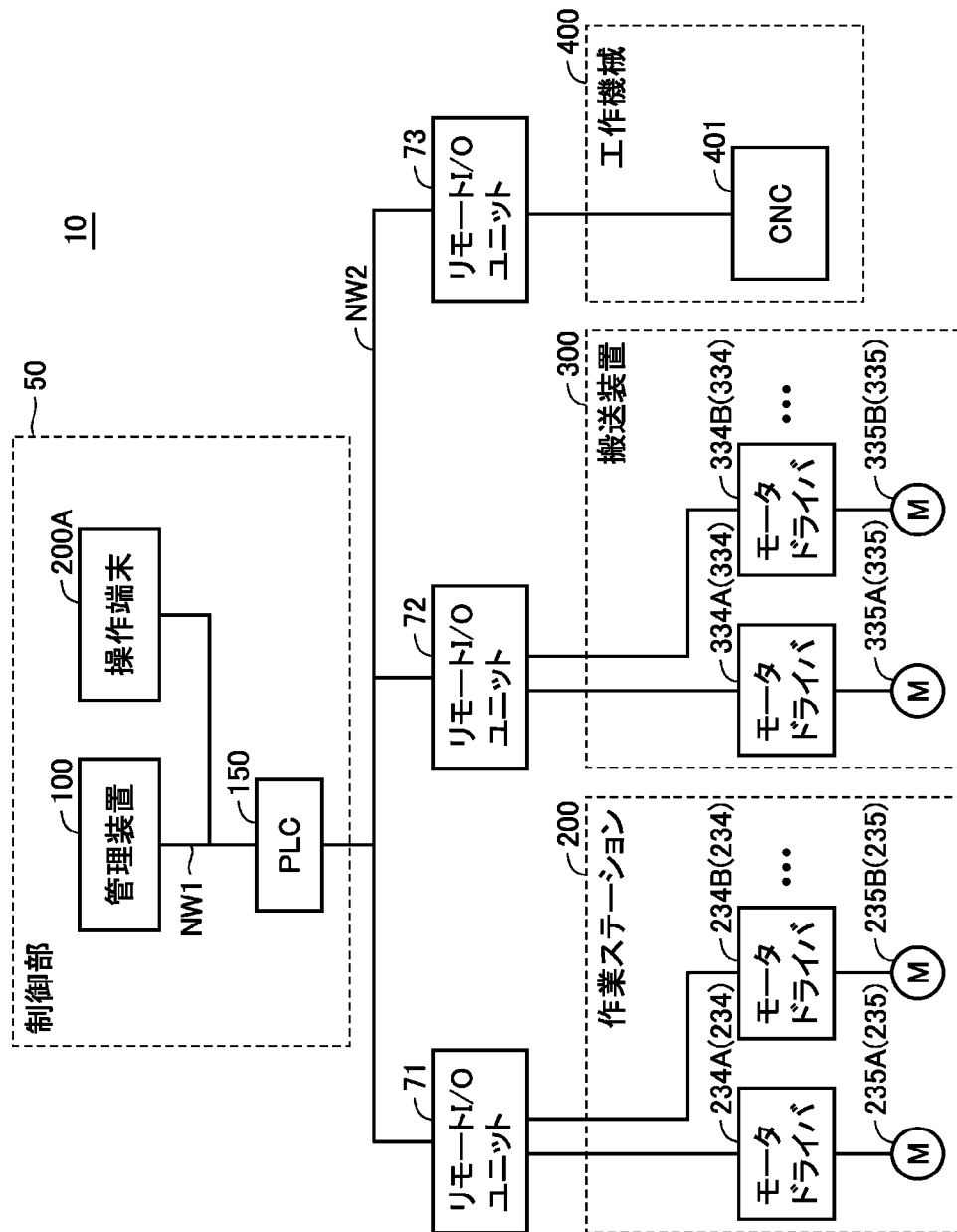
[図1]

FIG.1

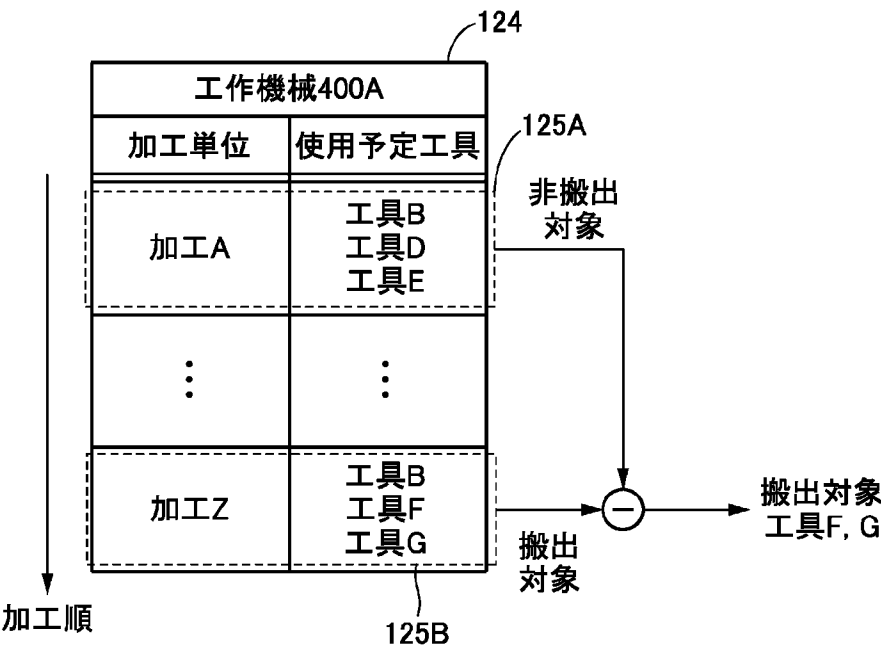


[図2]

FIG.2

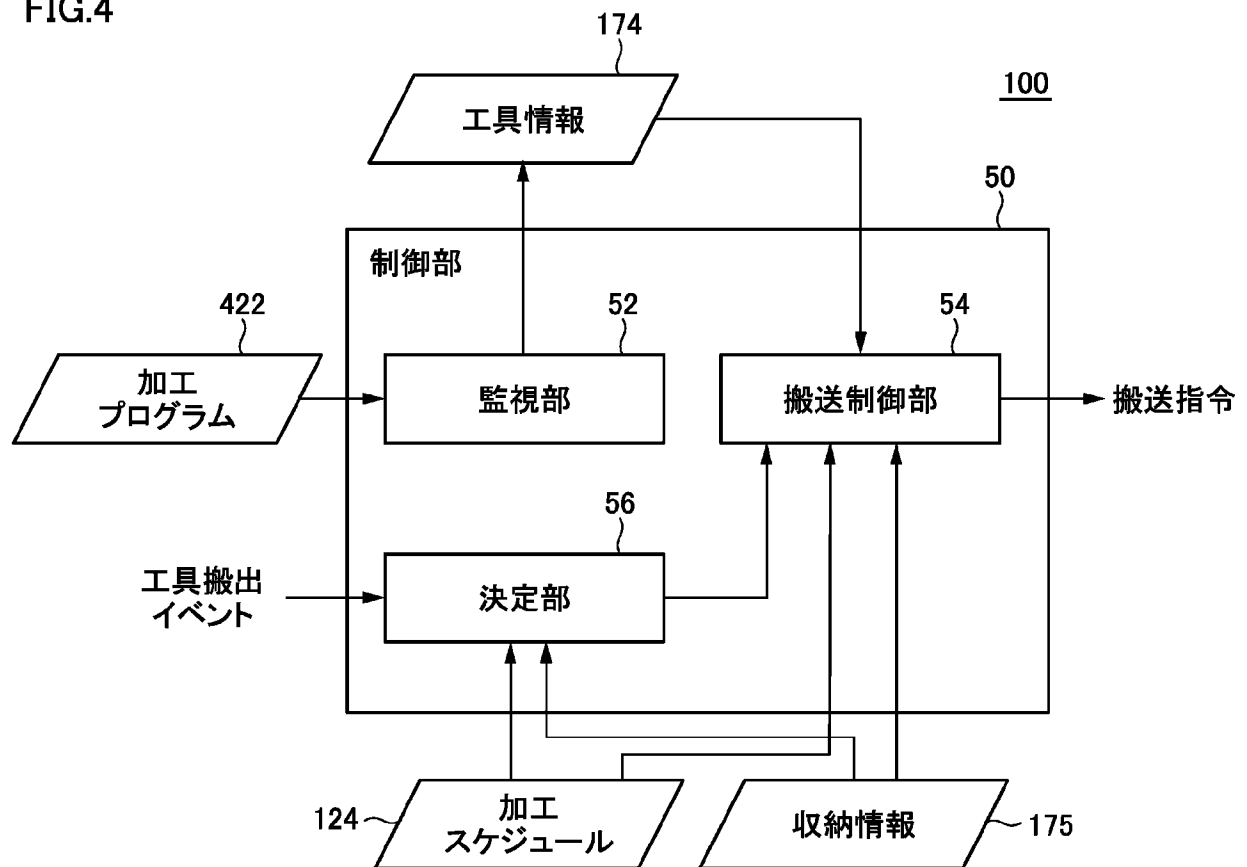


[図3]
FIG.3



[図4]

FIG.4



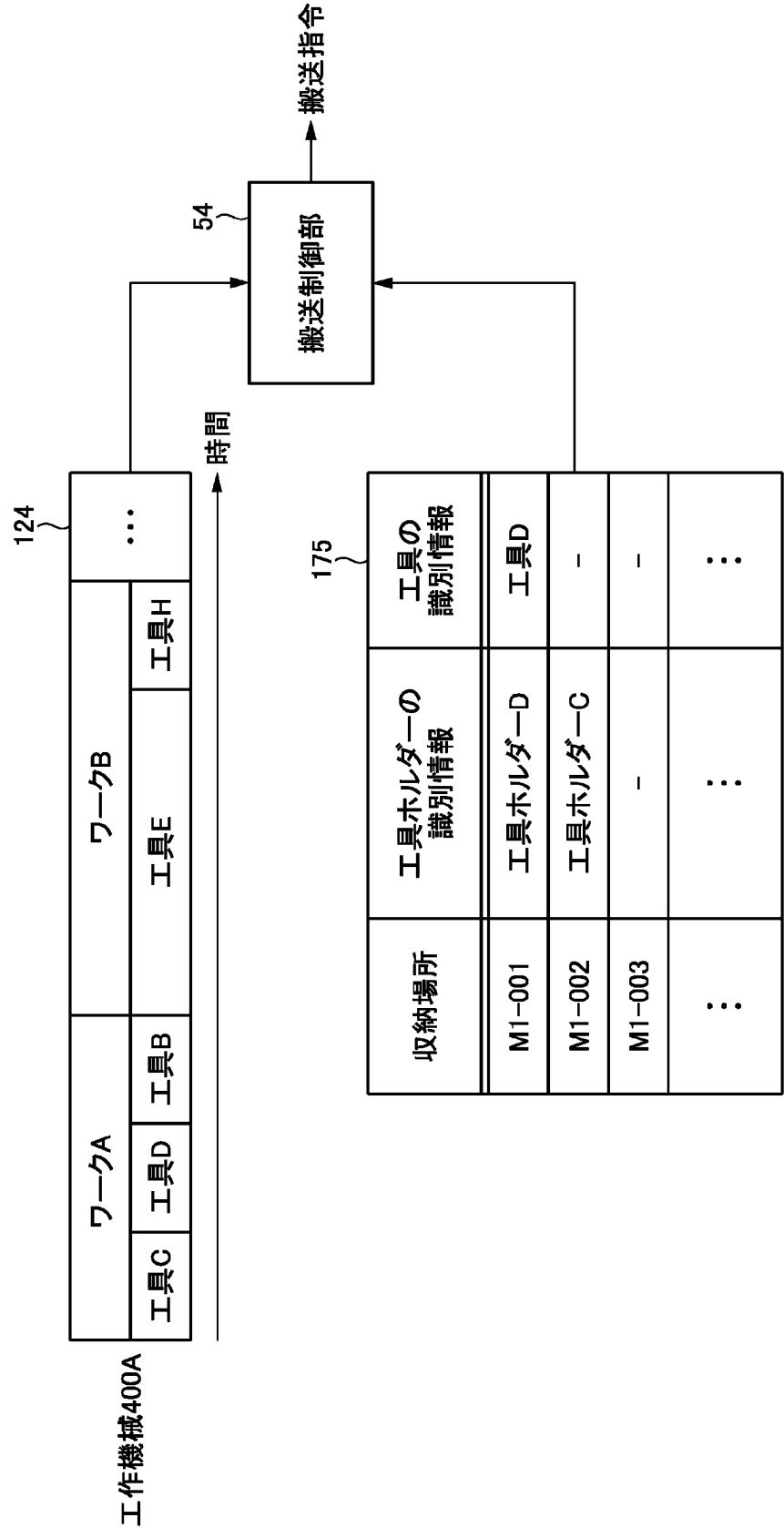
[図5]

FIG.5

174

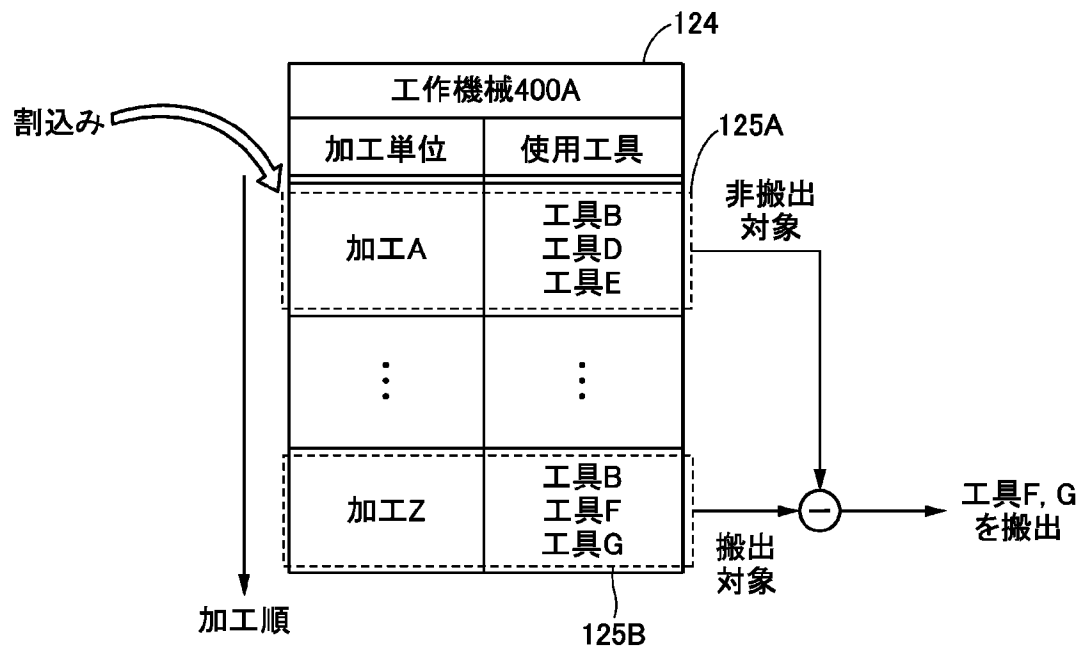
工具の 識別情報	使用可能量 (分)	現使用量 (分)	残寿命 (分)	工具状態
工具A	1000	100	900	正常
工具B	1500	500	1000	損傷
工具C	1200	1200	0	寿命切れ
工具D	1300	1245	15	寿命警告
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図6]
FIG.6



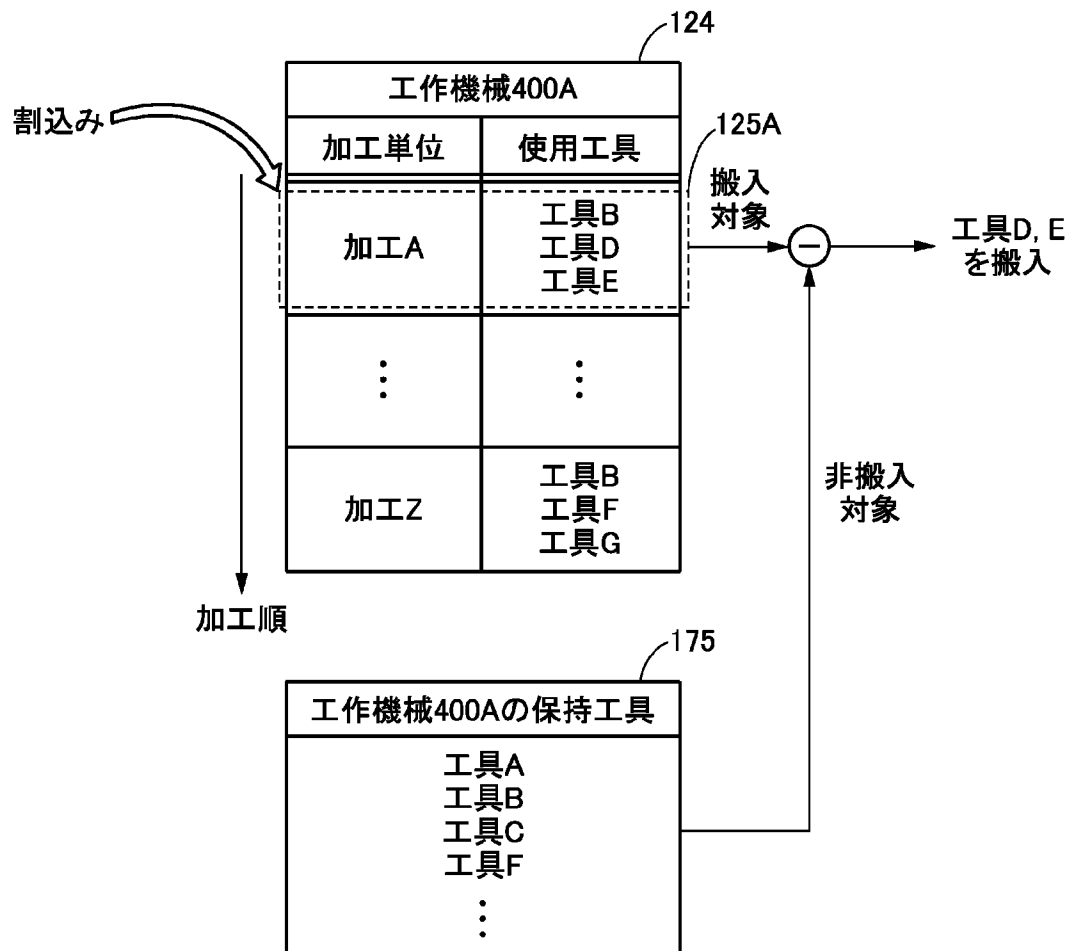
[図7]

FIG.7



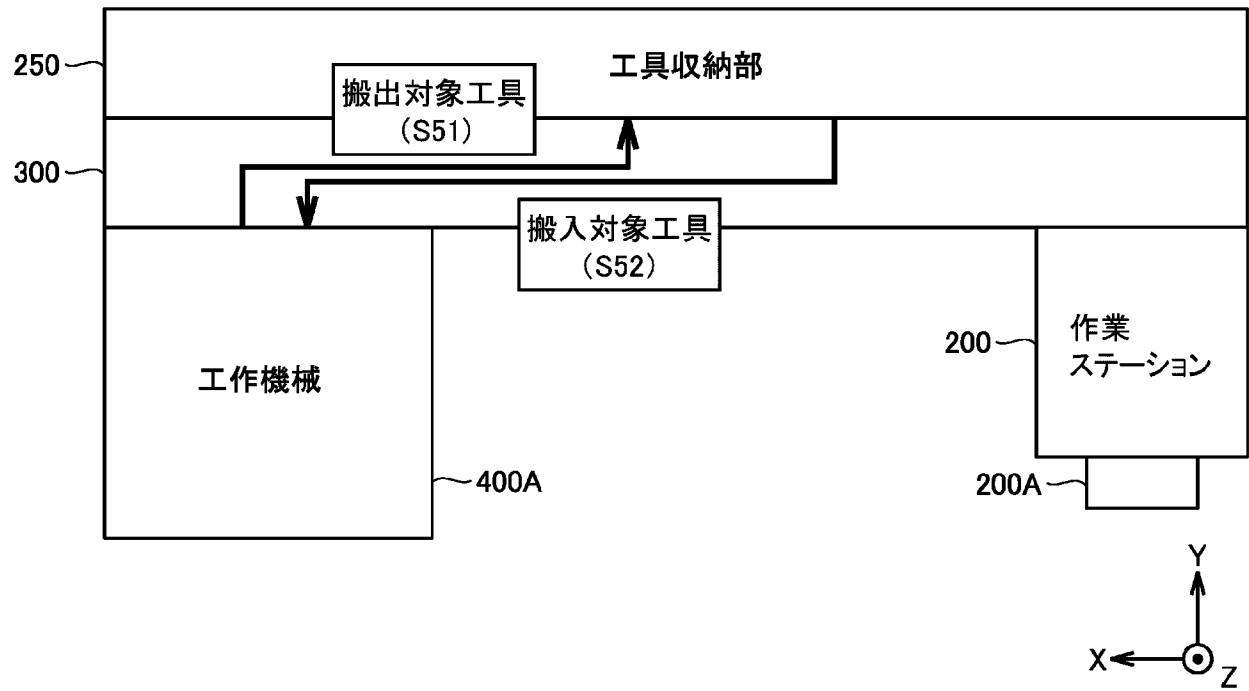
[図8]

FIG.8



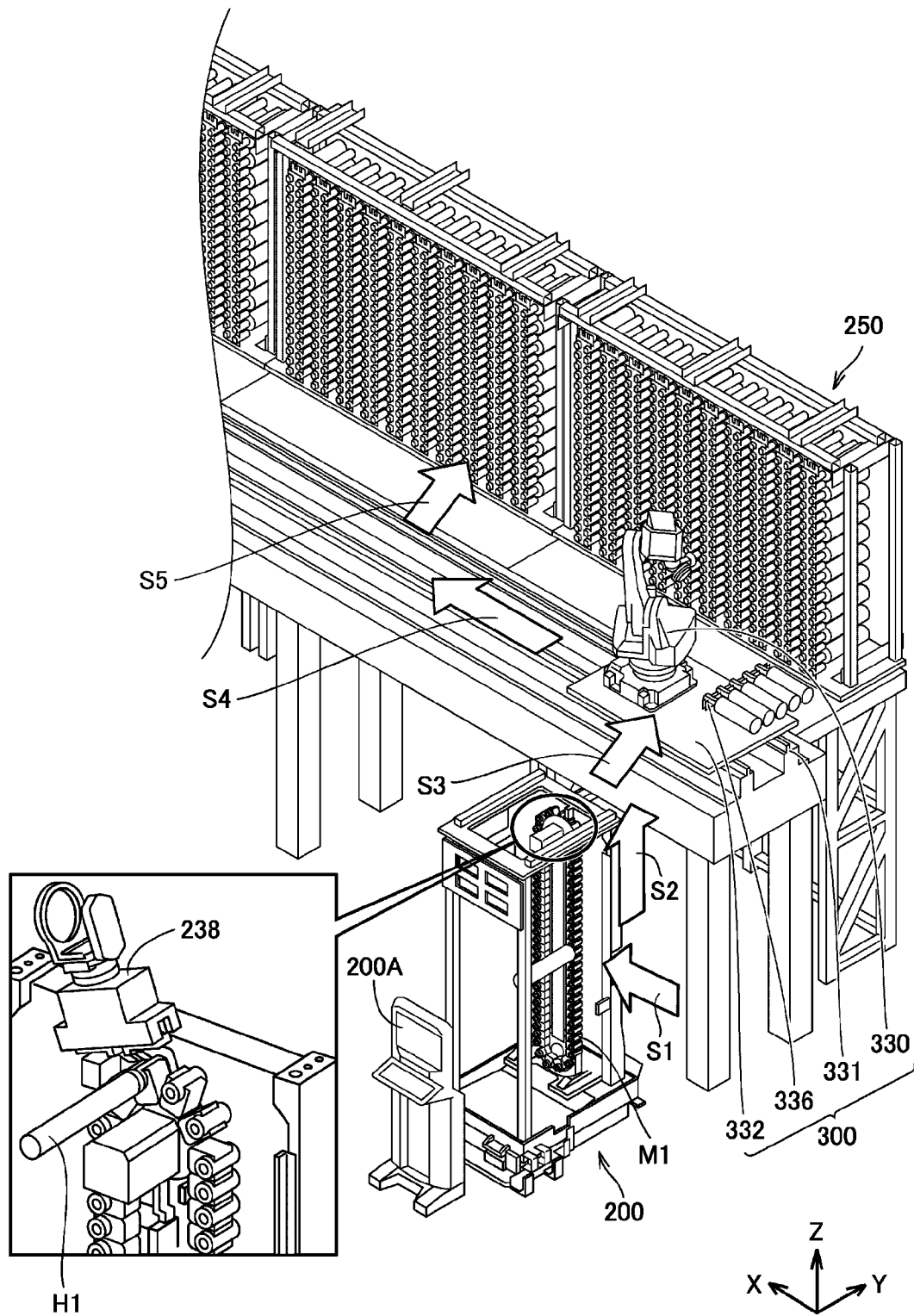
[図9]

FIG.9

10

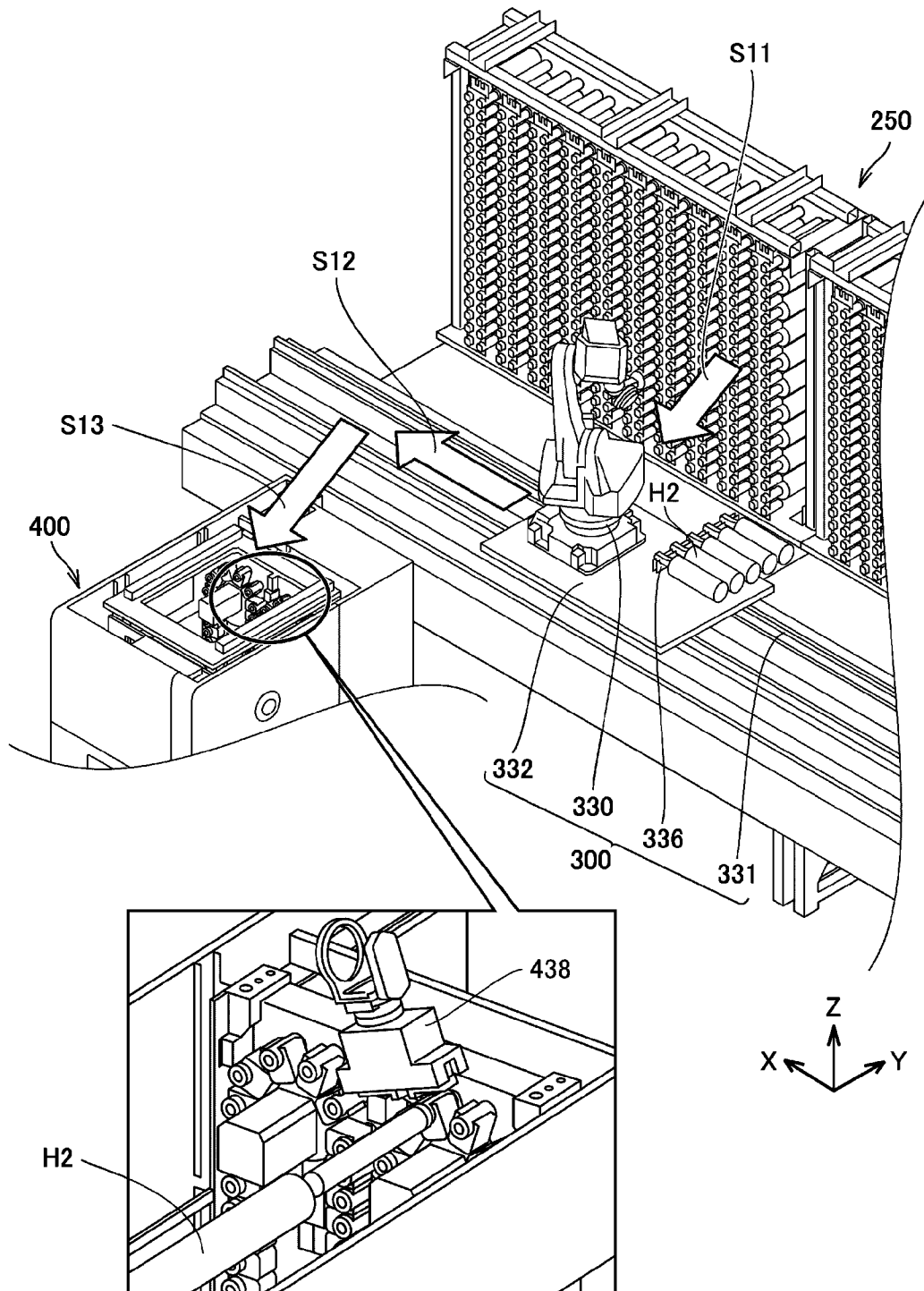
[図10]

FIG.10



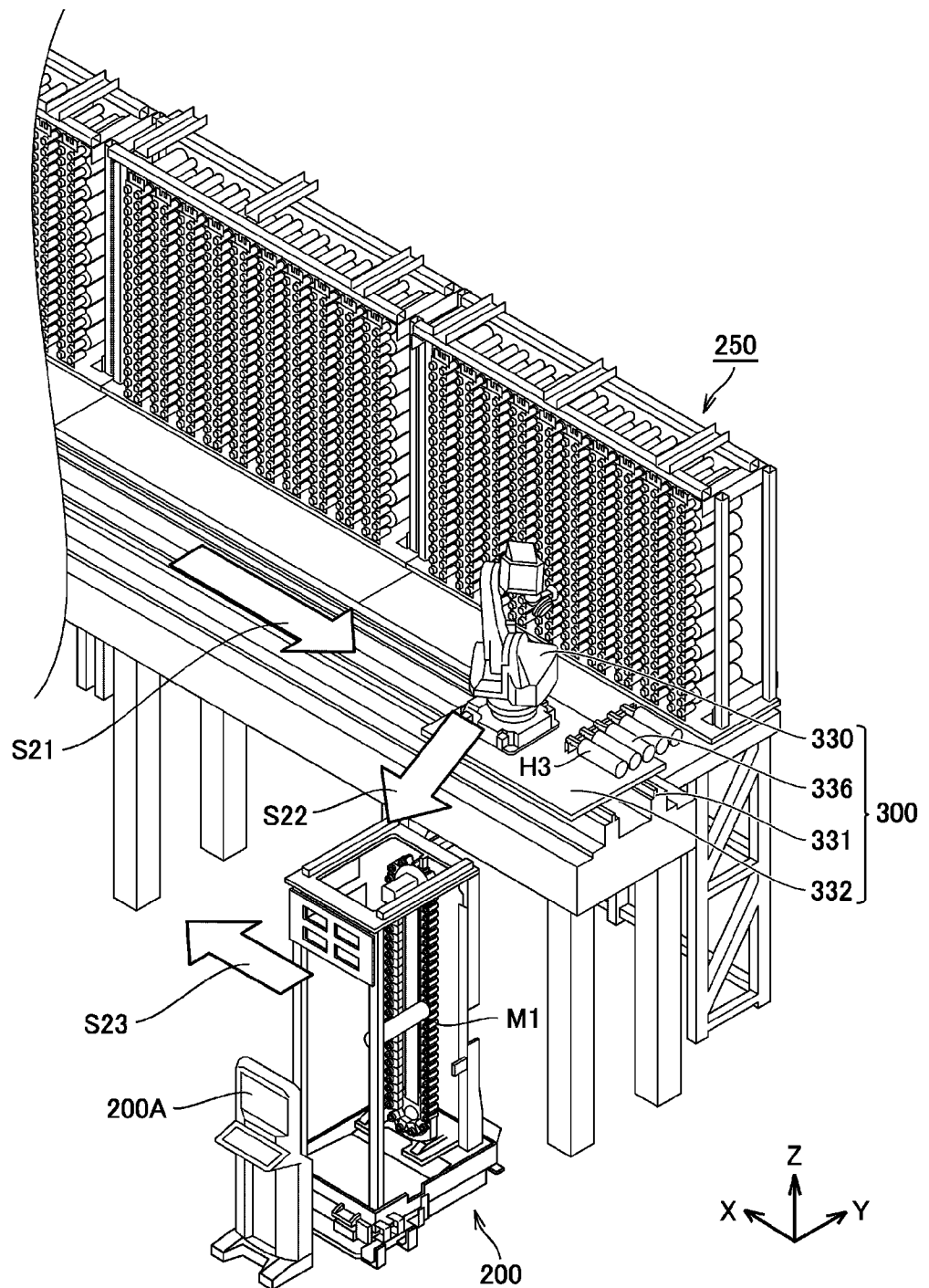
[図11]

FIG.11



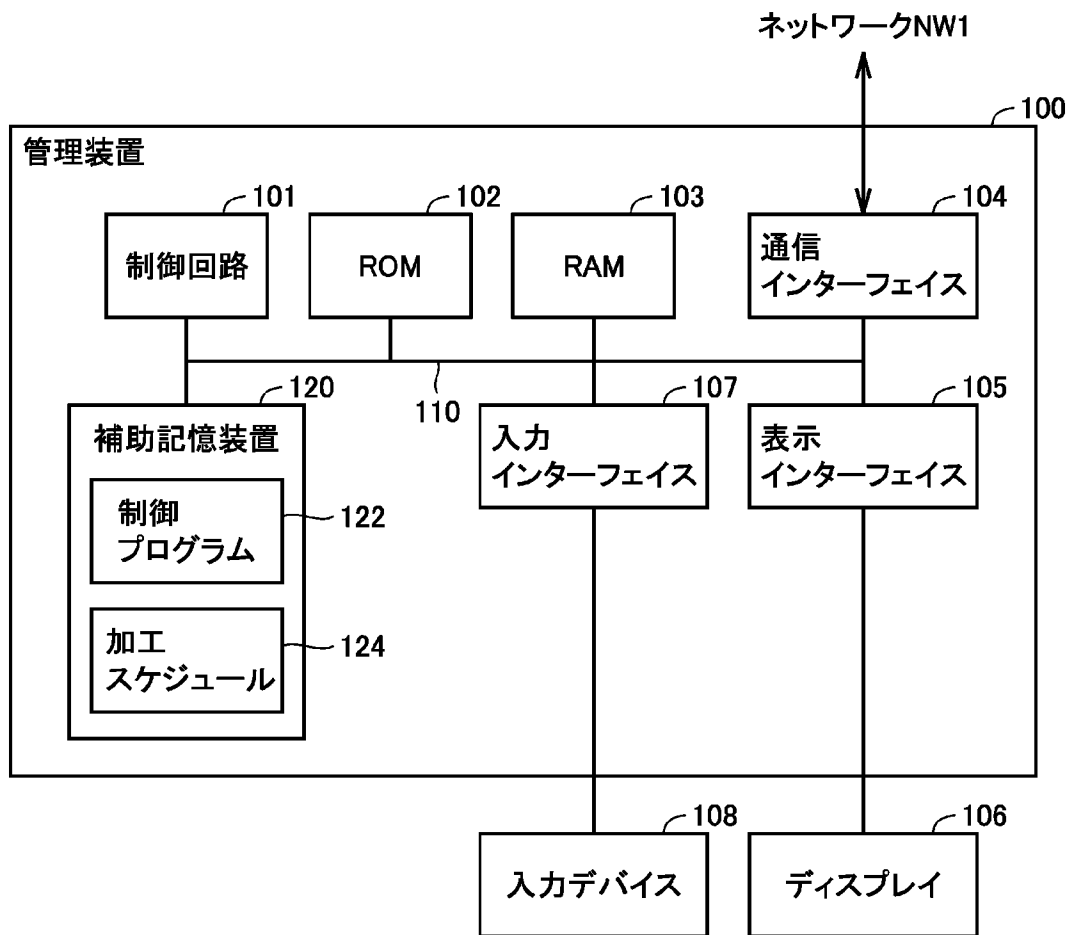
[図12]

FIG.12



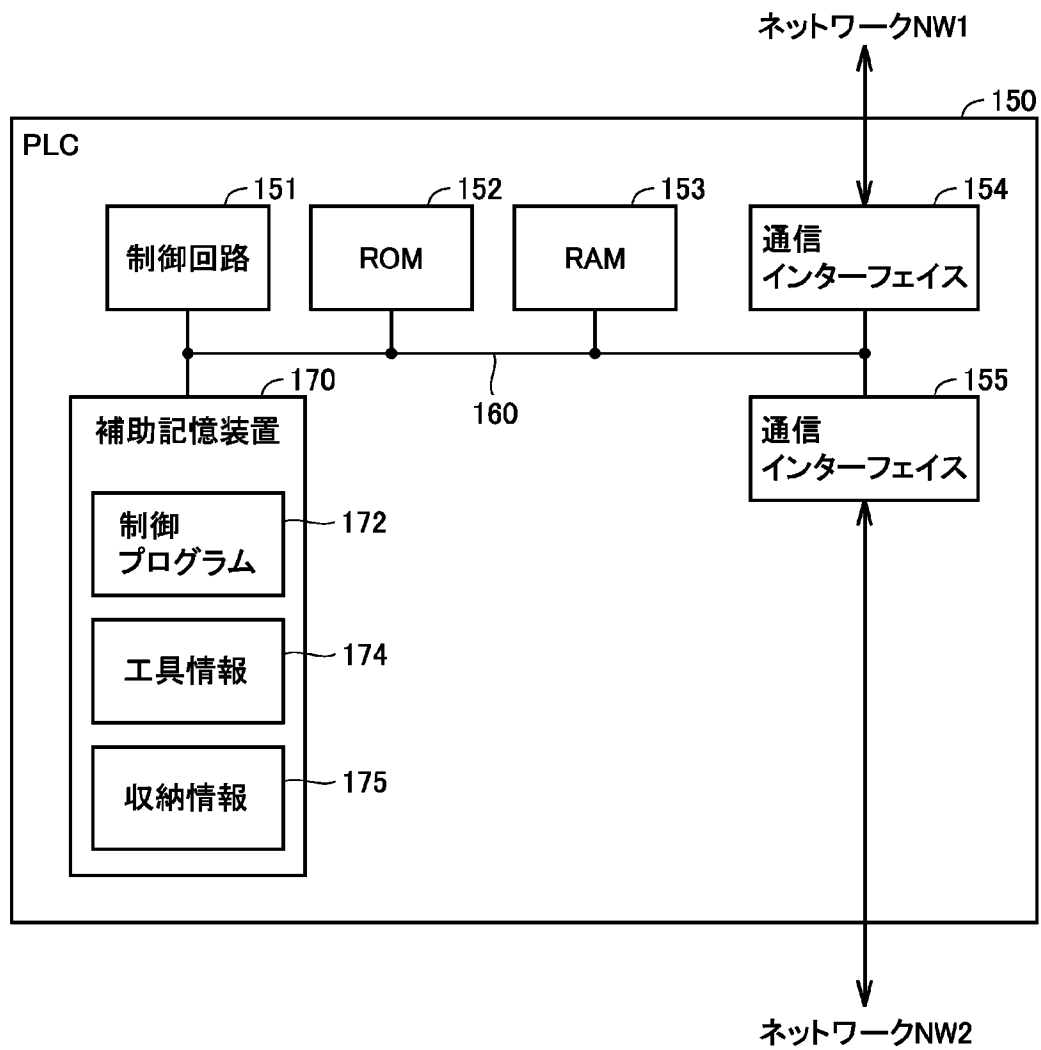
[図13]

FIG.13



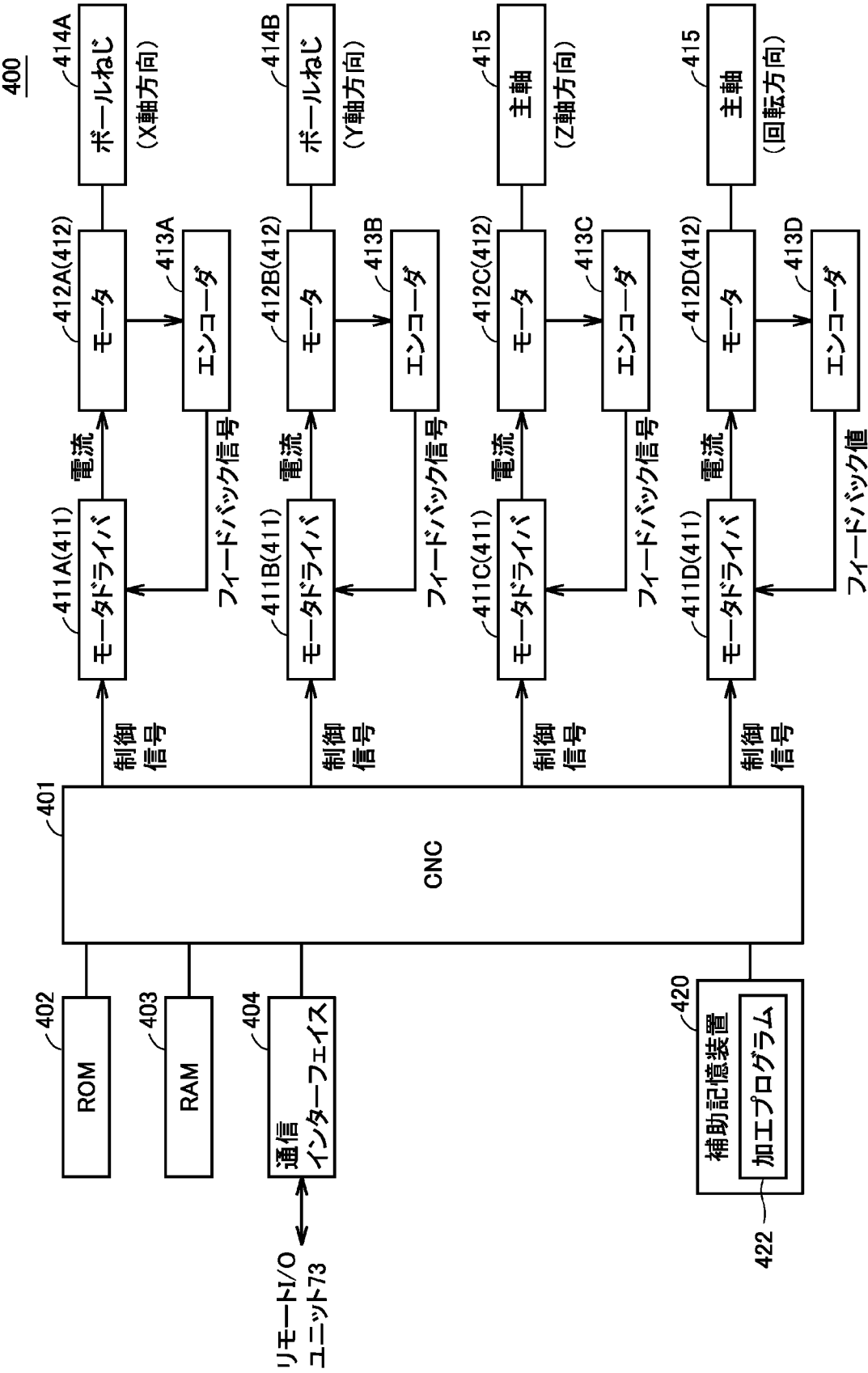
[図14]

FIG.14



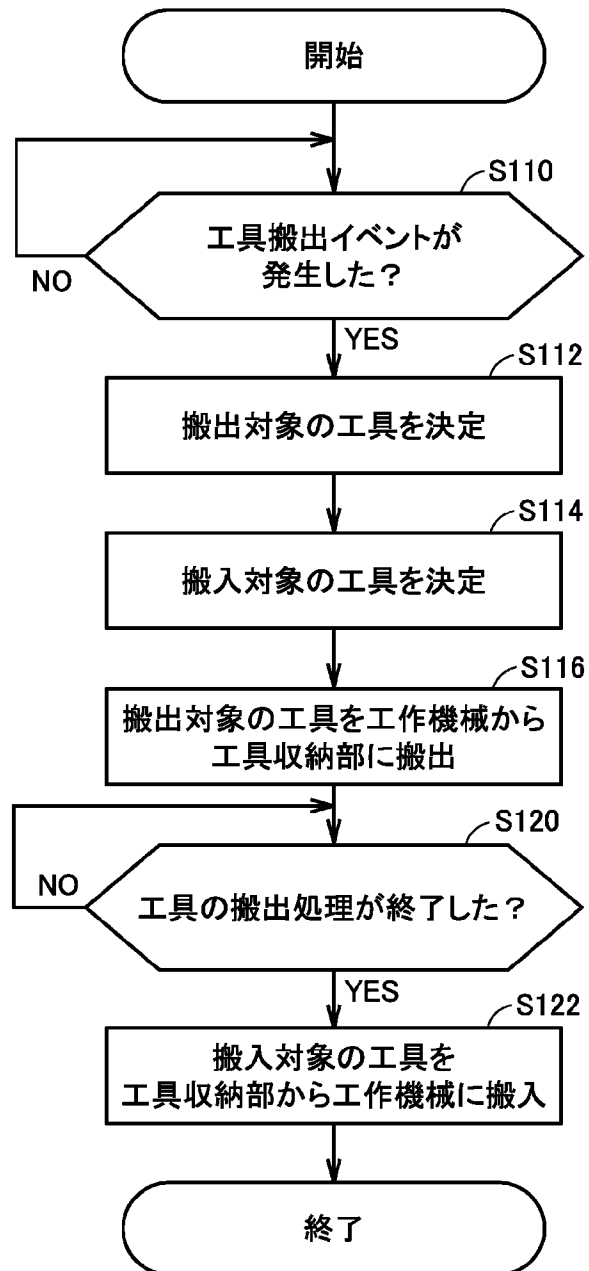
[図15]

FIG.15



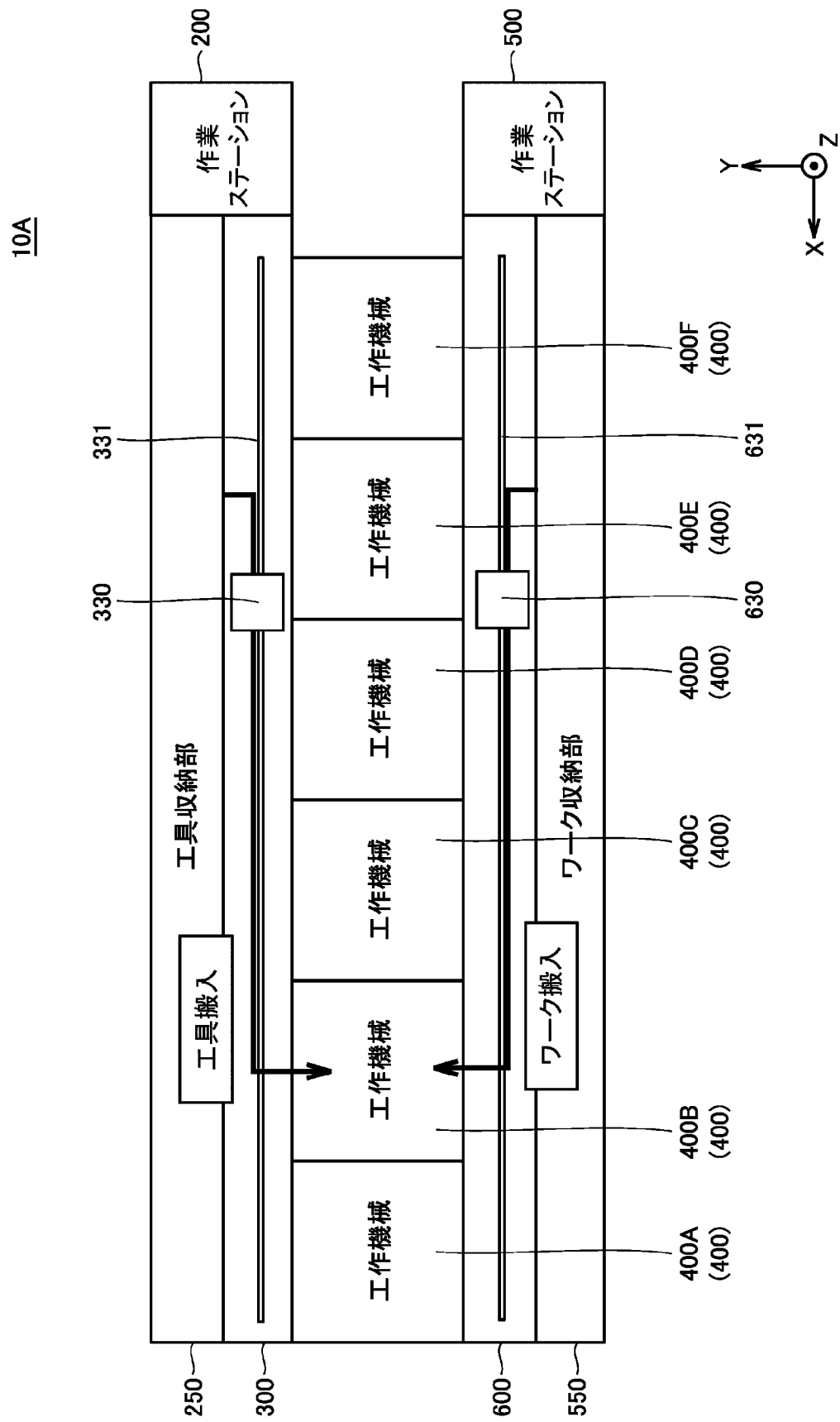
[図16]

FIG.16



[図17]

FIG.17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/021913

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

FI: B23Q3/155 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; B23Q41/00; G05B19/18

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	WO 2022/107198 A1 (DMG MORI SEIKI CO., LTD.) 27 May 2022 (2022-05-27) paragraphs [0016]-[0027], [0051]-[0054], [0082]-[0101]	1-7
A	JP 2006-326710 A (MURATA MACHINERY LTD.) 07 December 2006 (2006-12-07) paragraphs [0034]-[0036], fig. 5	1-7
A	JP 2009-288998 A (MURATA MACHINERY LTD.) 10 December 2009 (2009-12-10) paragraph [0032]	1-7
A	JP 62-282849 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 08 December 1987 (1987-12-08) page 2, lower left column, line 2 to page 3, upper left column, line 17	1-7
A	WO 2022/185772 A1 (DMG MORI SEIKI CO., LTD.) 09 September 2022 (2022-09-09)	1-7
A	WO 2022/269673 A1 (DMG MORI SEIKI CO., LTD.) 29 December 2022 (2022-12-29)	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

08 August 2023

Date of mailing of the international search report

22 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/JP2023/021913

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2022/107198	A1	27 May 2022	(Family: none)	
JP	2006-326710	A	07 December 2006	(Family: none)	
JP	2009-288998	A	10 December 2009	(Family: none)	
JP	62-282849	A	08 December 1987	(Family: none)	
WO	2022/185772	A1	09 September 2022	JP	7001854 B1
WO	2022/269673	A1	29 December 2022	(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 41/00(2006.01)i FI: B23Q3/155 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; B23Q41/00; G05B19/18 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023年</td> </tr> </table> 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）			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
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									
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	WO 2022/107198 A1 (DMG森精機株式会社) 27.05.2022 (2022-05-27) 段落0016-0027、0051-0054、0082-0101	1-7								
A	JP 2006-326710 A (村田機械株式会社) 07.12.2006 (2006-12-07) 段落0034-0036、図5	1-7								
A	JP 2009-288998 A (村田機械株式会社) 10.12.2009 (2009-12-10) 段落0032	1-7								
A	JP 62-282849 A (三菱重工業株式会社) 08.12.1987 (1987-12-08) 第2ページ左下欄第2行-第3ページ左上欄第17行	1-7								
A	WO 2022/185772 A1 (DMG森精機株式会社) 09.09.2022 (2022-09-09)	1-7								
A	WO 2022/269673 A1 (DMG森精機株式会社) 29.12.2022 (2022-12-29)	1-7								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 08.08.2023		国際調査報告の発送日 22.08.2023								
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） 亀田 貴志 3C 9719 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/JP2023/021913

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2022/107198	A1	27.05.2022	(ファミリーなし)	
JP	2006-326710	A	07.12.2006	(ファミリーなし)	
JP	2009-288998	A	10.12.2009	(ファミリーなし)	
JP	62-282849	A	08.12.1987	(ファミリーなし)	
WO	2022/185772	A1	09.09.2022	JP	7001854 B1
WO	2022/269673	A1	29.12.2022	(ファミリーなし)	