(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
2022年5月12日(12.05.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/097624 A1

(51) 国際特許分類:
B23Q 11/00 (2006.01) *G16Y 10/25* (2020.01)
G05B 19/4155 (2006.01) *G16Y 20/20* (2020.01)
G06N 20/00 (2019.01) *G16Y 40/30* (2020.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/040347

(22) 国際出願日： 2021年11月2日(02.11.2021)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2020-186745 2020年11月9日(09.11.2020) JP

(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).

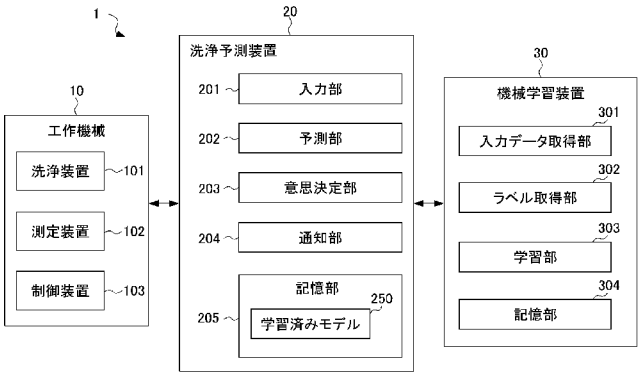
(72) 発明者: 小川 賢一(**OGAWA Kenichi**); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP). 永冨 隆志(**NAGATOMI Takashi**); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: 正林 真之, 外(**SHOBAYASHI Masayuki** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内１－７－１２ サピアタワー 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,

(54) **Title:** MACHINE LEARNING DEVICE, CLEANING PREDICTION DEVICE, AND CLEANING SYSTEM

(54) 発明の名称： 機械学習装置、洗浄予測装置、及び洗浄システム



10 Machine tool
20 Cleaning prediction device
30 Machine learning device
101 Cleaning device
102 Measurement device
103 Control device
201 Input unit
202 Prediction unit
203 Decision making unit
204 Notification unit
205,304 Storage unit
250 Learned model
301 Input data acquisition unit
302 Label acquisition unit
303 Learning unit

(57) **Abstract:** The present invention generates a learned model that eliminates confirmation by a visual sensor during machining, and that prevents the accumulation of chips with the lowest possible cleaning frequency. A machine learning device comprises an input data acquisition unit that acquires input data including: an arbitrary machining condition for an arbitrary workpiece to be machined by an arbitrary machine tool; a cleaning condition for cleaning, by an arbitrary cleaning device, the inside of a machine by which the workpiece was machined under the machining condition; and state information indicating a degree of dirtiness of the inside of the machine before the machining under the machining condition. Said device also comprises: a label acquisition unit that acquires, as label data, state information about the inside of the machine after machining under the machining condition and cleaning under the cleaning condition included in the input data; and a learning unit that executes supervised learning using the input data acquired by the input data acquisition unit and the label data acquired by the label acquisition unit, so as to generate a learned model.

WO 2022/097624 A1

［続葉有］

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, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約:加工中の視覚センサによる確認を無くし、極力少ない洗浄頻度で切粉の堆積を防げる学習済みモデルを生成すること。 機械学習装置は、任意の工作機械による任意のワークに対する任意の加工条件と、該加工条件によって前記ワークが加工された加工機内を任意の洗浄装置によって洗浄するための洗浄条件と、前記加工条件による加工前の前記加工機内の汚れ度合いを示す状態情報と、を含む入力データを取得する入力データ取得部と、前記入力データに含まれる前記加工条件で加工して前記洗浄条件で洗浄した後の前記加工機内の状態情報をラベルデータとして取得するラベル取得部と、前記入力データ取得部により取得された入力データと、前記ラベル取得部により取得されたラベルデータと、を用いて、教師あり学習を実行し、学習済みモデルを生成する学習部と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 機械学習装置、洗浄予測装置、及び洗浄システム

技術分野

[0001] 本発明は、機械学習装置、洗浄予測装置、及び洗浄システムに関する。

背景技術

[0002] 洗浄装置（例えば、工作機械内部に固定されたもの、又はロボット等に把持されて可動するもの等）が加工機内を洗浄する場合、予め決められた頻度で加工機内を洗浄するのが一般的である。

特許文献１～３では、視覚センサを用いて切粉の堆積量を計測し、洗浄（清掃）するか否かを判断する技術が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１６－１６８６６１号公報

特許文献2：特開２０１７－０１３１８２号公報

特許文献3：特開２０１７－１０４９４３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 決められた頻度で加工機内を洗浄する場合、その頻度を決めるのは作業者であり、切粉の形状や、加工したワークの数と堆積量をもとに、経験的に決めている。

また、視覚センサによる切粉の堆積量を確認する方法も、ワークを加工する毎に視覚センサで確認するか、数個のワークを加工した後に、視覚センサで確認するかは、作業者が経験的に決めている。

また、加工機内を洗浄（清掃）している間や視覚センサで切粉の堆積量を確認している間は、加工機でワークを加工することができない。

このため、ワークの生産性を上げるには、加工以外に費やされる時間を極力少なくする必要があり、加工機内の洗浄回数や視覚センサによる確認の時

間は極力少なくする必要がある。

[0005] そこで、加工中の視覚センサによる確認を無くし、極力少ない洗浄頻度で切粉の堆積を防げる学習済みモデルを生成することが望まれている。

課題を解決するための手段

[0006] （１）本開示の機械学習装置の一態様は、任意の工作機械による任意のワークに対する任意の加工条件と、該加工条件によって前記ワークが加工された加工機内を任意の洗浄装置によって洗浄するための洗浄条件と、前記加工条件による加工前の前記加工機内の汚れ度合いを示す状態情報と、を含む入力データを取得する入力データ取得部と、前記入力データに含まれる前記加工条件で加工して前記洗浄条件で洗浄した後の前記加工機内の状態情報をラベルデータとして取得するラベル取得部と、前記入力データ取得部により取得された入力データと、前記ラベル取得部により取得されたラベルデータと、を用いて、教師あり学習を実行し、学習済みモデルを生成する学習部と、を備える。

[0007] （２）本開示の洗浄予測装置の一態様は、（１）の機械学習装置により生成された学習済みモデルと、工作機械による加工に先立って、これから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄条件と、現在の前記工作機械の加工機内の状態情報と、を入力する入力部と、前記入力部により入力された前記これから行う加工条件と、前記洗浄条件と、前記現在の加工機内の状態情報と、を前記学習済みモデルに入力し、前記これから行う加工条件で加工して前記洗浄条件で洗浄した後の前記加工機内の状態情報を予測する予測部と、を備える。

[0008] （３）本開示の洗浄システムの一態様は、（２）の洗浄予測装置と、洗浄装置と、を備える。

発明の効果

[0009] 一態様によれば、加工中の視覚センサによる確認を無くし、極力少ない洗浄頻度で切粉の堆積を防げる学習済みモデルを生成することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第１実施形態に係る洗浄システムの機能的構成例を示す機能ブロック図である。

[図2A]工作機械の加工機内の側面から見た切粉堆積の様子の一例を示す図である。

[図2B]加工機内の上面から見た所定の洗浄の一例を示す図である。

[図3]図１の洗浄予測装置に提供される学習済みモデルの一例を示す図である。

[図4]加工機内の汚れの度合いの一例を示す図である。

[図5]運用フェーズにおける洗浄予測装置の予測処理について説明するフローチャートである。

[図6]第２実施形態に係る洗浄システムの機能的構成例を示す機能ブロック図である。

[図7]運用フェーズにおける洗浄予測装置の予測処理について説明するフローチャートである。

[図8A]１回目の所定の洗浄の一例を示す図である。

[図8B]２回目の所定の洗浄の一例を示す図である。

[図9]洗浄システムの構成の一例を示す図である。

[図10]洗浄システムの構成の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] ＜第１実施形態＞

本実施形態の構成について図面を用いて詳細に説明する。ここでは、これから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄条件と、現在の工作機械の加工機内の汚れの度合いと、に基づいて、ワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを決定する場合を例示する。なお、本発明は、後述するように、これから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄条件と、現在の工作機械の加工機内の汚れの度合いと、に基づいて、これから行う加工条件で加工した後の加工機内の洗浄において最も少ない所定の洗浄の洗浄回数を決定する場合に対しても適用可能である。

[0012] 図１は、第１実施形態に係る洗浄システムの機能的構成例を示す機能ブロック図である。図１に示すように、洗浄システム１は、工作機械１０、洗浄予測装置２０、及び機械学習装置３０を有する。

[0013] 工作機械１０、洗浄予測装置２０、及び機械学習装置３０は、図示しない接続インタフェースを介して互いに直接接続されてもよい。また、工作機械１０、洗浄予測装置２０、及び機械学習装置３０は、ＬＡＮ（Ｌｏｃａｌ Ａｒｅａ Ｎｅｔｗｏｒｋ）やインターネット等の図示しないネットワークを介して相互に接続されていてもよい。この場合、工作機械１０、洗浄予測装置２０、及び機械学習装置３０は、かかる接続によって相互に通信を行うための図示しない通信部を備えている。なお、後述するように、工作機械１０は、洗浄予測装置２０、及び機械学習装置３０を含むようにしてもよい。

[0014] 工作機械１０は、当業者にとって公知の工作機械であり、洗浄装置１０１、測定装置１０２、及び制御装置１０３を組み込んで有する。工作機械１０は、制御装置１０３の動作指令に基づいて動作する。なお、洗浄装置１０１及び制御装置１０３は、工作機械１０とは独立した装置でもよい。

[0015] 洗浄装置１０１は、当業者にとって公知の洗浄装置である。例えば、洗浄装置１０１は、制御装置１０３が洗浄プログラムを実行することにより生成される制御指令に基づいて、洗浄装置１０１に含まれるポンプ（図示しない）を稼働させ洗浄装置１０１に含まれる洗浄ノズル（図示しない）からクーラント等の洗浄液を噴射することで、所定の洗浄で工作機械１０の加工機内を洗浄する。

ここで、所定の洗浄とは、工作機械１０の種類や加工内容に応じて、加工機内を洗浄する洗浄条件（例えば、洗浄ノズルの角度や噴射量、加工機内の場所、洗浄経路、洗浄時間等）が洗浄プログラムにおいて予め設定された洗浄である。そして、洗浄条件には、所定の洗浄が基本的な洗浄の単位とし、所定の洗浄の洗浄回数も設定されている。

図２Ａは、工作機械１０の加工機内の側面から見た切粉堆積の様子の一例を示す図である。図２Ｂは、加工機内の上面から見た所定の洗浄の一例を示

す図である。なお、図２Ｂでは、下側が工作機械１０の扉側である。

図２Ｂに示すように、洗浄装置１０１は、例えば、洗浄プログラムに基づいて（１）から（６）の洗浄経路で洗浄ノズルを動かす所定の洗浄を、洗浄条件に含まれる洗浄回数繰り返すことで、工作機械１０の加工機内の切粉を除去する。

また、洗浄装置１０１は、ロボット（図示しない）に取り付けられ、又はロボット（図示しない）に内蔵されて、工作機械１０の加工機内を洗浄するようにしてもよい。この場合、工作機械１０は、ロボット制御装置（図示しない）を含んでもよい。

[0016] 測定装置１０２は、例えば、工作機械１０でワークが加工された後の工作機械１０の加工機内の全体、又は少なくとも１つの着目点を所定の位置から、加工機内の汚れの度合いを測定するようにしてもよい。具体的には、測定装置１０２は、公知の手法（例えば、特開２０１８－１５３８７２号公報等）を用いて、汚れが付いていない加工機内を予め測定して取得された加工機内の全体又は少なくとも１つの着目点の測定値との差に基づいて、加工機内の洗浄対象の各部分における差分の量（面積、体積等）や、当該差分の明るさの割合（％）等を加工機内の汚れの度合いとして算出するようにしてもよい。なお、測定装置１０２としては、視覚センサ、赤外線レーザ、超音波計測器等を用いることができる。

[0017] 制御装置１０３は、当業者にとって公知の数値制御装置であり、制御情報に基づいて動作指令を生成し、生成した動作指令を工作機械１０、洗浄装置１０１、及び測定装置１０２に送信する。これにより、制御装置１０３は、工作機械１０、洗浄装置１０１、及び測定装置１０２の動作を制御する。また、制御装置１０３は、図示しない工作機械１０の通信部を介して当該制御情報を洗浄予測装置２０にも出力してもよい。なお、制御情報は、制御装置１０３に設定される加工プログラム、洗浄プログラム、及びパラメータの値を含む。

また、制御装置１０３は、図示しない工作機械１０の通信部を介して測定

装置１０２により測定された現在の工作機械１０の加工機内の汚れの度合いを示す状態情報を洗浄予測装置２０にも出力してもよい。

[0018] 洗浄予測装置２０は、運用フェーズにおいて、工作機械１０によるワークの加工に先立って、制御装置１０３からの制御情報に含まれるこれから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄条件と、現在の工作機械１０の加工機内の状態情報と、を取得してもよい。洗浄予測装置２０は、取得した加工条件、洗浄条件、及び現在の加工機内の状態情報を、後述する機械学習装置３０から提供された学習済みモデルに入力することにより、これから行う加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の工作機械１０の加工機内の状態情報を予測することができる。

[0019] なお、加工機内の汚れの度合いは、工作機械１０の工具によってワークが加工されることにより大量に発生し蓄積される切粉が主な原因である。そこで、切粉の発生を考慮するために、加工条件には、工作機械１０の種類、ワークの材質（鉄系、非鉄系）、切削工具の種類、主軸回転数、送り速度、切り込み量、及びワーク生産数が含まれてもよい。なお、切削工具の種類は、切粉の形状に関わるものであり、主軸回転数、送り速度、切り込み量は、切粉の量に関わるものである。

また、状態情報には、後述するように、加工機内の汚れの度合いが含まれる。

ここで、洗浄予測装置２０を説明する前に、「加工機内の汚れの度合い」、及び学習済みモデルを生成するための機械学習について説明する。

[0020] ＜加工機内の汚れの度合いについて＞

「加工機内の汚れの度合い」は、上述したように、測定装置１０２が、汚れが付いていない加工機内を予め測定して取得された加工機内の全体又は少なくとも１つの着目点の測定値との差に基づいて算出される、加工機内の洗浄対象の各部分における差分の量（面積、体積等）や、当該差分の明るさの割合（％）等である。すなわち、洗浄直後における工作機械１０の「加工機内の汚れの度合い」は、「０％」となる。そして、「加工機内の汚れの度合

い」は、工作機械１０によるワークの加工が繰り返されるに従い測定装置１０２により測定された加工機内の洗浄対象の各部分における差分の量（面積、体積等）や、当該差分の明るさの割合（％）に応じた値となる。なお、予め設定された最大許容限界値をγとする。

[0021] ＜機械学習装置３０＞

機械学習装置３０は、例えば、予め、任意の工作機械による加工における任意のワークに対する任意の加工条件と、該加工条件によってワークが加工された加工機内を任意の洗浄装置によって洗浄するための洗浄条件と、加工条件による加工前の加工機内の汚れ度合いを示す状態情報と、を入力データとして取得する。

また、機械学習装置３０は、取得した入力データにおける加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の加工機内の状態情報（加工機内の汚れの度合い）をラベル（正解）として取得する。

機械学習装置３０は、取得した入力データとラベルとの組の訓練データにより教師あり学習を行い、後述する学習済みモデルを構築する。

そうすることで、機械学習装置３０は、構築した学習済みモデルを洗浄予測装置２０に提供することができる。

機械学習装置３０について、具体的に説明する。

[0022] 機械学習装置３０は、図１に示すように、入力データ取得部３０１、ラベル取得部３０２、学習部３０３、及び記憶部３０４を有する。

入力データ取得部３０１は、学習フェーズにおいて、図示しない通信部を介して、任意の工作機械による加工における任意のワークに対する任意の加工条件と、該加工条件によってワークが加工された加工機内を任意の洗浄装置によって洗浄するための洗浄条件と、加工条件による加工前の加工機内の汚れ度合いを示す状態情報と、を入力データとして制御装置１０３等から取得する。入力データ取得部３０１は、取得した入力データを記憶部３０４に対して出力する。

[0023] ラベル取得部３０２は、入力データにおける加工条件で加工して洗浄条件

で洗浄した後の加工機内の汚れの度合いを示すデータをラベルデータ（正解データ）として取得し、取得したラベルデータを記憶部３０４に対して出力する。

[0024] 学習部３０３は、上述の入力データとラベルとの組を訓練データとして受け付け、受け付けた訓練データを用いて、教師あり学習を行うことにより、これから行う加工条件と、洗浄条件（例えば、所定の洗浄の洗浄回数）と、現在の加工機内の汚れの度合いと、に基づいて、これから行う加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の加工機内の汚れの度合いを予測する学習済みモデル２５０を構築する。

そして、学習部３０３は、構築した学習済みモデル２５０を洗浄予測装置２０に対して提供する。

なお、教師あり学習を行うための訓練データは、多数用意されることが望ましい。例えば、顧客の工場等で実際に稼働している様々な場所の工作機械１０の制御装置１０３のそれぞれから訓練データが取得されてもよい。

[0025] 図３は、図１の洗浄予測装置２０に提供される学習済みモデル２５０の一例を示す図である。ここでは、学習済みモデル２５０は、図３に示すように、工作機械の種類やワークの材質等のこれから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄回数の洗浄条件と、現在の加工機内の汚れの度合いの状態情報と、を入力層として、これから行う加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の加工機内の「汚れの度合い」を示すデータを出力層とする多層ニューラルネットワークを例示する。

ここで、これから行う加工条件には、上述したように、工作機械の種類、ワークの材質（鉄系、非鉄系）、切削工具の種類、主軸回転数、送り速度、切り込み量、及びワーク生産数が含まれる。

なお、洗浄条件として、所定の洗浄の洗浄回数としたが、洗浄時間（＝（所定の洗浄の洗浄時間）×（洗浄回数））でもよい。

[0026] また、学習部３０３は、学習済みモデル２５０を構築した後に、新たな訓練データを取得した場合には、学習済みモデル２５０に対してさらに教師あ

り学習を行うことにより、一度構築した学習済みモデル２５０を更新するようにしてもよい。

[0027] 上述した教師あり学習は、オンライン学習で行ってもよく、バッチ学習で行ってもよく、ミニバッチ学習で行ってもよい。

オンライン学習とは、工作機械１０によるワークの加工が行われ、訓練データが作成される都度、即座に教師あり学習を行うという学習方法である。また、バッチ学習とは、工作機械１０によるワークの加工が行われ、訓練データが作成されることが繰り返される間に、繰り返しに応じた複数の訓練データを収集し、収集した全ての訓練データを用いて、教師あり学習を行うという学習方法である。さらに、ミニバッチ学習とは、オンライン学習と、バッチ学習の中間的な、ある程度訓練データが溜まるたびに教師あり学習を行うという学習方法である。

[0028] 記憶部３０４は、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）等であり、入力データ取得部３０１により取得された入力データ、ラベル取得部３０２により取得されたラベルデータ、及び学習部３０３により構築された学習済みモデル２５０等を記憶する。

以上、洗浄予測装置２０が備える学習済みモデル２５０を生成するための機械学習について説明した。

次に、運用フェーズにおける洗浄予測装置２０について説明する。

[0029] ＜運用フェーズにおける洗浄予測装置２０＞

図１に示すように、運用フェーズにおける洗浄予測装置２０は、入力部２０１、予測部２０２、意思決定部２０３、通知部２０４、及び記憶部２０５を含んで構成される。

なお、洗浄予測装置２０は、図１の機能ブロックの動作を実現するために、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）等の図示しない演算処理装置を備える。また、洗浄予測装置２０は、各種の制御用プログラムを格納したＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）やＨＤＤ等の図示しない補助記憶装置や、演算処理装置がプログラムを実行する上で一

時的に必要とされるデータを格納するためのＲＡＭといった図示しない主記憶装置を備える。

[0030] そして、洗浄予測装置２０において、演算処理装置が補助記憶装置からＯＳやアプリケーションソフトウェアを読み込み、読み込んだＯＳやアプリケーションソフトウェアを主記憶装置に展開させながら、これらのＯＳやアプリケーションソフトウェアに基づいた演算処理を行なう。この演算結果に基づいて、洗浄予測装置２０が各ハードウェアを制御する。これにより、図１の機能ブロックによる処理は実現される。すなわち、洗浄予測装置２０は、ハードウェアとソフトウェアが協働することにより実現することができる。

[0031] 入力部２０１は、工作機械１０によるワークの加工に先立って、例えば、制御装置１０３の制御情報から、これから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄回数の洗浄条件と、現在の加工機内の汚れの度合いの状態情報を入力する。入力部２０１は、取得したこれから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄回数の洗浄条件と、現在の加工機内の汚れの度合いの状態情報と、を予測部２０２に対して出力する。

[0032] 予測部２０２は、これから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄回数の洗浄条件と、現在の加工機内の汚れの度合いの状態情報と、を図３の学習済みモデル２５０に入力し、これから行う加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の加工機内の「汚れの度合い」の状態情報を予測する。

なお、後述する意思決定部２０３によりワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを決定するために、洗浄条件における所定の洗浄の洗浄回数は「０」とする。すなわち、予測部２０２は、加工機内の洗浄が必要となる洗浄タイミング直前の加工機内の汚れの度合いを予測する。

[0033] 意思決定部２０３は、予測部２０２により予測された加工機内の汚れの度合いの状態情報に基づいて、ワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを決定する。

具体的には、意思決定部２０３は、加工機内の汚れの度合いの予測値と、予め設定された閾値との比較に基づいて、加工機内の洗浄が必要な洗浄タイ

ミングか否かを判定する。

図４は、加工機内の汚れの度合いの一例を示す図である。図４に示すように、例えば、加工機内の汚れの度合いは、洗浄直後で「０％」であり、工作機械１０により繰り返しワークが加工されることによりその汚れの度合いは増加する。例えば、加工機内の汚れの度合いが所定の割合α未満の場合、工作機械１０は所望の加工品質でワークを加工することができる。一方、汚れの度合いが所定の割合α以上の場合、工作機械１０は所望の加工品質でワークを加工することができない。

以下の説明では、加工機内の汚れの度合いである所定の割合αを閾値とする。なお、所定の割合α（以下、「閾値α」ともいう）は、工作機械１０が設置された工場の環境や、工作機械１０の加工内容等に応じて適宜設定されてもよい。

また、後述するように、加工機内の汚れの度合いが所定の割合β未満の場合、加工機内の切粉が無いと見なすことができるとし、加工機内の汚れの度合いである所定の割合βを加工機内の洗浄が不要で切粉が無い状態を示す閾値とする。ここで、γ＞α＞βとする。

[0034] 意思決定部２０３は、予測部２０２により予測された加工機内の汚れの度合いが、閾値α未満か否かを判定する。意思決定部２０３は、例えば、予測された加工機内の汚れの度合いが閾値α未満の場合、これから行う加工条件のワーク生産数を１つ（所定の数）ずつ増やし、ワーク生産数を増やしたこれから行う加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の加工機内の汚れの度合いを予測部２０２に予測させ、予測された加工機内の汚れの度合いが閾値α未満の範囲内で、ワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを決定する。

[0035] 一方、意思決定部２０３は、予測された加工機内の汚れの度合いが閾値α以上となる場合、これから行う加工条件のワーク生産数を、１つ（所定の数）ずつ減らし、ワーク生産数を減らしたこれから行う加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の加工機内の汚れの度合いを予測部２０２に予測させ、予測された加工機内の汚れの度合いが閾値α未満の範囲内で、ワーク生産数

が最も多い洗浄タイミングを決定する。

[0036] 通知部２０４は、意思決定部２０３により決定されたワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを、工作機械１０及び／又は制御装置１０３に含まれる液晶ディスプレイ等の出力装置（図示しない）に出力してもよい。

そうすることで、通知部２０４は、意思決定部２０３により決定されたワーク生産数が最も多い洗浄タイミングをユーザ（オペレータ）に推奨することができる。また、通知部２０４は、スピーカ（図示せず）を介して音声により通知してもよい。

[0037] 記憶部２０５は、ＲＯＭやＨＤＤ等であり、各種の制御用プログラムとともに、学習済みモデル２５０を記憶してもよい。

[0038] ＜運用フェーズにおける洗浄予測装置２０の予測処理＞

次に、本実施形態に係る洗浄予測装置２０の予測処理に係る動作について説明する。

図５は、運用フェーズにおける洗浄予測装置２０の予測処理について説明するフローチャートである。

[0039] ステップＳ１１において、入力部２０１は、工作機械１０によるワークの加工に先立って、制御装置１０３の制御情報から、これから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄回数「０」の洗浄条件と、現在の加工機内の汚れの度合いの状態情報を入力する。

[0040] ステップＳ１２において、予測部２０２は、これから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄回数「０」の洗浄条件と、現在の加工機内の汚れの度合いの状態情報と、を学習済みモデル２５０に入力し、これから行う加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の加工機内の「汚れの度合い」の状態情報を予測する。

[0041] ステップＳ１３において、意思決定部２０３は、ステップＳ１２で予測された加工機内の汚れの度合いの予測値が閾値α未満の範囲で、ワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを決定する。例えば、意思決定部２０３は、予測された加工機内の汚れの度合いが閾値α未満の場合、これから行う加工条件

のワーク生産数を１つ（所定の数）ずつ増やし、ワーク生産数を増やしたこれから行う加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の加工機内の汚れの度合いを予測部２０２に予測させ、予測された加工機内の汚れの度合いが閾値α未満の範囲内で、ワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを決定する。

一方、意思決定部２０３は、予測された加工機内の汚れの度合いが閾値α以上となる場合、これから行う加工条件のワーク生産数を、１つ（所定の数）ずつ減らし、ワーク生産数を減らしたこれから行う加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の加工機内の汚れの度合いを予測部２０２に予測させ、予測された加工機内の汚れの度合いが閾値αより小さい範囲内で、ワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを決定する。

[0042] ステップＳ１４において、通知部２０４は、ステップＳ１３で決定されたワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを通知する。

[0043] 以上により、第１実施形態に係る洗浄予測装置２０は、工作機械１０によるワークの加工に先立って、当該加工に係るこれから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄回数の洗浄条件と、現在の加工機内の汚れの度合いを含む状態情報とを学習済みモデル２５０に入力し、加工して洗浄した後の加工機内の汚れの度合いの状態情報を予測する。そして、洗浄予測装置２０は、予測された加工機内の汚れの度合いの予測値と閾値との比較に基づいて、ワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを決定する。

これにより、洗浄予測装置２０は、加工中の視覚センサによる確認を無くし、極力少ない洗浄頻度で切粉の堆積を防ぐことができる。

また、洗浄予測装置２０は、学習済みモデル２５０を用いることにより、作業員が加工機内の洗浄の必要性を判断する必要がなくなり、作業員の負担を軽減することができる。

以上、第１実施形態について説明した。

[0044] ＜第２実施形態＞

次に、第２実施形態について説明する。上述したように、第１実施形態に係る洗浄予測装置２０は、これから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄条件

と、現在の工作機械の加工機内の汚れの度合いと、に基づいて、ワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを決定する。これに対して、第２実施形態に係る洗浄予測装置２０ａは、これから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄条件と、現在の工作機械の加工機内の汚れの度合いと、に基づいて、これから行う加工条件で加工した後の加工機内の洗浄において最も少ない所定の洗浄の洗浄回数を決定する点で、第１実施形態と相違する。なお、当該加工条件により加工した後の加工機内の汚れの度合いの予測値は閾値α未満とする。また、加工機内の汚れの度合いが閾値α未満の範囲内で、ワーク生産数が最も多い加工条件とすることで、ワーク生産数が最も多い洗浄タイミングでの加工機内の洗浄において最も少ない所定の洗浄の洗浄回数を決定することができる。

これにより、第２実施形態に係る洗浄予測装置２０ａは、加工中の視覚センサによる確認を無くし、極力少ない洗浄頻度で切粉の堆積を防ぐことができる。

以下、第２実施形態について説明する。

[0045] 図６は、第２実施形態に係る洗浄システムの機能的構成例を示す機能ブロック図である。なお、図１の洗浄システム１の要素と同様の機能を有する要素については、同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

図６に示すように、洗浄システム１Ａは、工作機械１０、洗浄予測装置２０ａ、及び機械学習装置３０を有する。

工作機械１０は、洗浄装置１０１、測定装置１０２、及び制御装置１０３を含む。

洗浄装置１０１、測定装置１０２、及び制御装置１０３は、第１実施形態に係る洗浄装置１０１、測定装置１０２、及び制御装置１０３と同様の機能を有する。

機械学習装置３０は、入力データ取得部３０１、ラベル取得部３０２、学習部３０３、及び記憶部３０４を含む。

入力データ取得部３０１、ラベル取得部３０２、学習部３０３、及び記憶

部３０４は、第１実施形態に係る入力データ取得部３０１、ラベル取得部３０２、学習部３０３、及び記憶部３０４と同様の機能を有する。

洗浄予測装置２０ａは、入力部２０１、予測部２０２、意思決定部２０３ａ、通知部２０４、及び記憶部２０５を含む。

入力部２０１、予測部２０２、通知部２０４、及び記憶部２０５は、第１実施形態に係る入力部２０１、予測部２０２、通知部２０４、及び記憶部２０５と同様の機能を有する。

[0046] 意思決定部２０３ａは、予測部２０２により予測された加工して洗浄した後の加工機内の汚れの度合いの状態情報に基づいて、これから行う加工条件で加工した後の加工機内の洗浄において最も少ない所定の洗浄の洗浄回数を決定する。

具体的には、意思決定部２０３ａは、加工機内の汚れの度合いの予測値と、予め設定された加工機内に切粉が無いことを示す閾値βとの比較に基づいて、加工機内に切粉が有るか否かを判定する。意思決定部２０３ａは、予測部２０２により予測された加工機内の汚れの度合いが閾値β以上の場合、加工機内に切粉が有ると判定する。この場合、意思決定部２０３ａは、例えば、予測された加工機内の汚れの度合いが閾値β未満となるように、入力された洗浄条件における所定の洗浄の洗浄回数を１つ（所定の数）ずつ増やし、所定の洗浄の洗浄回数を増やした洗浄条件で加工機内の汚れの度合いを予測部２０２に予測させ、予測された加工機内の汚れの度合いが閾値β未満の範囲で、これから行う加工条件で加工した後の加工機内の洗浄において最も少ない所定の洗浄の洗浄回数を決定する。

一方、意思決定部２０３ａは、予測部２０２により予測された加工機内の汚れの度合いが閾値β未満の場合、加工機内に切粉が無いと判定する。この場合、意思決定部２０３ａは、例えば、入力された洗浄条件における所定の洗浄の洗浄回数を１つ（所定の数）ずつ減らし、所定の洗浄の洗浄回数を減らした洗浄条件で加工機内の汚れの度合いを予測部２０２に予測させ、予測された加工機内の汚れの度合いが閾値β未満の範囲で、これから行う加工条

件で加工した後の加工機内の洗浄において最も少ない所定の洗浄の洗浄回数を決定する。

[0047] ＜運用フェーズにおける洗浄予測装置２０ａの予測処理＞

次に、本実施形態に係る洗浄予測装置２０ａの予測処理に係る動作について説明する。

図７は、運用フェーズにおける洗浄予測装置２０ａの予測処理について説明するフローチャートである。

[0048] ステップＳ２１において、入力部２０１は、工作機械１０によるワークの加工に先立って、制御装置１０３の制御情報から、これから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄回数の洗浄条件と、現在の加工機内の汚れの度合いの状態情報を入力する。

[0049] ステップＳ２２において、予測部２０２は、これから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄回数の洗浄条件と、現在の加工機内の汚れの度合いの状態情報と、を学習済みモデル２５０に入力し、これから行う加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の加工機内の「汚れの度合い」の状態情報を予測する。

[0050] ステップＳ２３において、意思決定部２０３ａは、ステップＳ２２で予測された加工機内の汚れの度合いの予測値が閾値β未満の範囲で、これから行う加工条件で加工した後の加工機内の洗浄において最も少ない所定の洗浄の洗浄回数を決定する。例えば、意思決定部２０３ａは、ステップＳ２１で入力された洗浄条件における所定の洗浄の洗浄回数を１つ（所定の数）ずつ増やし、所定の洗浄の洗浄回数を増やした洗浄条件で加工機内の汚れの度合いを予測部２０２に予測させ、予測された加工機内の汚れの度合いが閾値β未満の範囲で、これから行う加工条件で加工した後の加工機内の洗浄において最も少ない所定の洗浄の洗浄回数を決定する。一方、意思決定部２０３ａは、予測部２０２により予測された加工機内の汚れの度合いが閾値β未満の場合、入力された洗浄条件における所定の洗浄の洗浄回数を１つ（所定の数）ずつ減らし、所定の洗浄の洗浄回数を減らした洗浄条件で加工機内の汚れの

度合いを予測部２０２に予測させ、予測された加工機内の汚れの度合いが閾値β未満の範囲で、これから行う加工条件で加工した後の加工機内の洗浄において最も少ない所定の洗浄の洗浄回数を決定する。

[0051] ステップＳ２４において、通知部２０４は、ステップＳ２３で決定された最も少ない所定の洗浄の洗浄回数を通知する。

[0052] 以上により、第２実施形態に係る洗浄予測装置２０ａは、工作機械１０によるワークの加工に先立って、当該加工に係るこれから行う成形条件と、所定の洗浄の洗浄回数の洗浄条件と、現在の加工機内の汚れの度合いを含む状態情報とを学習済みモデル２５０に入力し、加工して洗浄した後の加工機内の汚れの度合いの状態情報を予測する。そして、洗浄予測装置２０ａは、予測された加工機内の汚れの度合いの予測値と閾値との比較に基づいて、これから行う加工条件で加工した後の加工機内の洗浄において最も少ない所定の洗浄の洗浄回数を決定する。

これにより、洗浄予測装置２０ａは、加工中の視覚センサによる確認を無くし、極力少ない洗浄頻度で切粉の堆積を防ぐことができる。

また、洗浄予測装置２０ａは、学習済みモデル２５０を用いることにより、作業員が加工機内の洗浄の必要性を判断する必要がなくなり、作業員の負担を軽減することができる。

以上、第２実施形態について説明した。

[0053] 以上、第１実施形態及び第２実施形態について説明したが、洗浄予測装置２０、２０ａ、及び機械学習装置３０は、上述の実施形態に限定されるものではなく、目的を達成できる範囲での変形、改良等を含む。

[0054] ＜変形例１＞

上述の第１実施形態及び第２実施形態では、機械学習装置３０は、工作機械１０、制御装置１０３、及び洗浄予測装置２０、２０ａと異なる装置として例示したが、機械学習装置３０の一部又は全部の機能を、工作機械１０、制御装置１０３、又は洗浄予測装置２０、２０ａが備えるようにしてもよい。

[0055] ＜変形例２＞

また例えば、上述の第１実施形態及び第２実施形態では、洗浄予測装置２０、２０ａは、工作機械１０や制御装置１０３と異なる装置として例示したが、洗浄予測装置２０、２０ａの一部又は全部の機能を、工作機械１０又は制御装置１０３が備えるようにしてもよい。

あるいは、洗浄予測装置２０の入力部２０１、予測部２０２、意思決定部２０３、通知部２０４、及び記憶部２０５の一部又は全部を、例えば、サーバが備えるようにしてもよい。また、洗浄予測装置２０ａの入力部２０１、予測部２０２、意思決定部２０３ａ、通知部２０４、及び記憶部２０５の一部又は全部を、例えば、サーバが備えるようにしてもよい。また、クラウド上で仮想サーバ機能等を利用して、洗浄予測装置２０、２０ａの各機能を実現してもよい。

さらに、洗浄予測装置２０、２０ａは、洗浄予測装置２０、２０ａの各機能を適宜複数のサーバに分散される、分散処理システムとしてもよい。

[0056] ＜変形例３＞

また例えば、上述の第２実施形態では、制御装置１０３は、図２Ｂに示すように、洗浄プログラムにおいて洗浄回数毎の所定の洗浄の内容を同じに設定して、洗浄装置１０１に所定の洗浄を洗浄回数だけ行わせたが、これに限定されない。例えば、制御装置１０３は、洗浄回数が進むにつれて工作機械１０の加工機内の切粉が減少することから、洗浄プログラムにおいて洗浄回数毎の所定の洗浄の内容を変えてもよい。

図８Ａは、１回目の所定の洗浄の一例を示す図である。図８Ｂは、２回目の所定の洗浄の一例を示す図である。

図８Ａに示すように、制御装置１０３は、洗浄プログラムに基づいて（１）から（４）の洗浄経路で洗浄装置１０１の洗浄ノズルを動かす所定の洗浄を行い、加工機内の切粉を除去する。制御装置１０３は、１回目の所定の洗浄後の加工機内を測定装置１０２に測定させる。制御装置１０３は、測定装置１０２の測定結果に基づいて、例えば、図８Ｂに示すように、加工機内の

左下の箇所のみに切粉が残っている場合、２回目の所定の洗浄として当該箇所の切粉のみを除去する洗浄経路を洗浄プログラムに設定するようにしてもよい。

そうすることで、洗浄予測装置２０ａは、洗浄時間をより短縮することができる。

[0057] ＜変形例４＞

また例えば、上述の第１実施形態及び第２実施形態では、洗浄予測装置２０、２０ａは、機械学習装置３０から提供された学習済みモデル２５０を用いて、１つの工作機械１０から取得したこれから行う加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の加工機内の汚れの度合いを予測したが、これに限定されない。例えば、図９に示すように、サーバ５０は、機械学習装置３０により生成された学習済みモデル２５０を記憶し、ネットワーク６０に接続されたｍ個の洗浄予測装置２０Ｂ（１）～２０Ｂ（ｍ）と学習済みモデル２５０を共有してもよい（ｍは２以上の整数）。これにより、新たな工作機械、及び洗浄予測装置が配置されても学習済みモデル２５０を適用することができる。

なお、洗浄予測装置２０Ｂ（１）～２０Ｂ（ｍ）の各々は、工作機械１０Ａ（１）～１０Ａ（ｍ）の各々と接続される。

また、工作機械１０Ａ（１）～１０Ａ（ｍ）の各々は、図１の工作機械１０に対応する。洗浄予測装置２０Ｂ（１）～２０Ｂ（ｍ）の各々は、図１の洗浄予測装置２０又は図６の洗浄予測装置２０ａに対応する。

あるいは、図１０に示すように、サーバ５０は、例えば、洗浄予測装置２０、２０ａとして動作し、ネットワーク６０に接続された工作機械１０Ａ（１）～１０Ａ（ｍ）の各々に対して、これから行う加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の加工機内の汚れの度合いを予測してもよい。これにより、新たな工作機械が配置されても学習済みモデル２５０を適用することができる。

[0058] なお、第１実施形態及び第２実施形態における、洗浄予測装置２０、２０

ａ、及び機械学習装置３０に含まれる各機能は、ハードウェア、ソフトウェア又はこれらの組み合わせによりそれぞれ実現することができる。ここで、ソフトウェアによって実現されるとは、コンピュータがプログラムを読み込んで実行することにより実現されることを意味する。

[0059] 洗浄予測装置２０、２０ａ、及び機械学習装置３０に含まれる各構成部は、電子回路等を含むハードウェア、ソフトウェア又はこれらの組み合わせにより実現することができる。ソフトウェアによって実現される場合には、このソフトウェアを構成するプログラムが、コンピュータにインストールされる。また、これらのプログラムは、リムーバブルメディアに記録されてユーザに配布されてもよいし、ネットワークを介してユーザのコンピュータにダウンロードされることにより配布されてもよい。また、ハードウェアで構成する場合、上記の装置に含まれる各構成部の機能の一部又は全部を、例えば、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ Ｓｐｅｃｉｆｉｃ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔ）、ゲートアレイ、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙ）、ＣＰＬＤ（Ｃｏｍｐｌｅｘ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｌｏｇｉｃ Ｄｅｖｉｃｅ）等の集積回路（ＩＣ）で構成することができる。

[0060] プログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体（Ｎｏｎ－ｔｒａｎｓｉｔｏｒｙ ｃｏｍｐｕｔｅｒ ｒｅａｄａｂｌｅ ｍｅｄｉｕｍ）を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体（Ｔａｎｇｉｂｌｅ ｓｔｏｒａｇｅ ｍｅｄｉｕｍ）を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体（例えば、フレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ）、光磁気記録媒体（例えば、光磁気ディスク）、ＣＤ－ＲＯＭ（Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）、ＣＤ－Ｒ、ＣＤ－Ｒ／Ｗ、半導体メモリ（例えば、マスクＲＯＭ、ＰＲＯＭ（Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ ＲＯＭ）、ＥＰＲＯＭ（Ｅｒａｓａｂｌｅ ＰＲＯＭ）、フラッシュＲＯＭ、ＲＡＭ）を含む。また、プログラムは、様々なタイプの

一時的なコンピュータ可読媒体（Ｔｒａｎｓｉｔｏｒｙ　ｃｏｍｐｕｔｅｒ　ｒｅａｄａｂｌｅ　ｍｅｄｉｕｍ）によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は、無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

[0061] なお、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、その順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

[0062] 以上を換言すると、本開示の機械学習装置、洗浄予測装置、及び洗浄システムは、次のような構成を有する各種各様の実施形態を取ることができる。

[0063] （１）本開示の機械学習装置３０は、任意の工作機械による任意のワークに対する任意の加工条件と、該加工条件によって前記ワークが加工された加工機内を任意の洗浄装置によって洗浄するための洗浄条件と、加工条件による加工前の加工機内の汚れ度合いを示す状態情報と、を含む入力データを取得する入力データ取得部３０１と、入力データに含まれる加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の加工機内の状態情報をラベルデータとして取得するラベル取得部３０２と、入力データ取得部３０１により取得された入力データと、ラベル取得部３０２により取得されたラベルデータと、を用いて、教師あり学習を実行し、学習済みモデル２５０を生成する学習部３０３と、を備える。

この機械学習装置３０によれば、加工中の視覚センサによる確認を無くし、極力少ない洗浄頻度で切粉の堆積を防げる学習済みモデルを生成することができる。

[0064] （２） （１）に記載の機械学習装置３０において、加工条件は、少なくとも工作機械の種類、ワークの材質、切削工具の種類、主軸回転数、送り速度、切り込み量、及び加工するワークの数を示すワーク生産数を含み、洗浄条件は、少なくとも所定の洗浄の洗浄回数を含んでもよい。

そうすることで、機械学習装置３０は、工作機械１０の加工機内の汚れの度合いを精度良く予測することができる学習済みモデル２５０を生成することができる。

[0065] （３）本開示の洗浄予測装置２０は、（１）又は（２）に記載の機械学習装置３０により生成された学習済みモデル２５０と、工作機械１０による加工に先立って、これから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄条件と、現在の工作機械１０の加工機内の状態情報と、を入力する入力部２０１と、入力部２０１により入力されたこれから行う加工条件と、洗浄条件と、現在の加工機内の状態情報と、を学習済みモデル２５０に入力し、これから行う加工条件で加工して洗浄条件で洗浄した後の加工機内の状態情報を予測する予測部２０２と、を備える。

この洗浄予測装置２０によれば、加工中の視覚センサによる確認を無くし、極力少ない洗浄頻度で切粉の堆積を防ぐことができる。

[0066] （４） （３）に記載の洗浄予測装置２０において、予測部２０２により予測された加工機内の状態情報に含まれる予測値と、予め設定された閾値との比較に基づいて、ワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを決定する意思決定部２０３を備えてもよい。

そうすることで、洗浄予測装置２０は、洗浄に費やされる時間を極力少なくすることができる。

[0067] （５） （３）に記載の洗浄予測装置２０ａにおいて、予測部２０２により予測された加工機内の状態情報に含まれる予測値と、予め設定された閾値との比較に基づいて、これから行う加工条件で加工した後の加工機内の洗浄において最も少ない所定の洗浄の洗浄回数を決定する意思決定部２０３を備えてもよい。

そうすることで、洗浄予測装置２０ａは、洗浄に費やされる時間を極力少なくすることができる。

[0068] （６） （５）に記載の洗浄予測装置２０ａにおいて、所定の洗浄は、決定された前記洗浄回数の回数に応じて洗浄内容を変えてもよい。

そうすることで、洗浄予測装置２０ａは、洗浄時間をより短縮することができる。

[0069] （７） （３）から（６）のいずれかに記載の洗浄予測装置２０、２０ａにおいて、学習済みモデル２５０を、洗浄予測装置２０、２０ａからネットワーク６０を介してアクセス可能に接続されるサーバ５０に備えてもよい。

そうすることで、洗浄予測装置２０、２０ａは、新たな工作機械１０が配置されても学習済みモデル２５０を適用することができる。

[0070] （８） （３）から（７）のいずれかに記載の洗浄予測装置２０、２０ａにおいて、（１）又は（２）に記載の機械学習装置３０を備えてもよい。

そうすることで、洗浄予測装置２０、２０ａは、（１）から（７）のいずれかと同様の効果を奏することができる。

[0071] （９）本開示の洗浄システム１、１Ａは、（３）から（８）のいずれかに記載の洗浄予測装置２０、２０ａと、洗浄装置１０１と、を備える。

この洗浄システム１、１Ａは、（１）から（８）のいずれかと同様の効果を奏することができる。

[0072] （１０） （９）に記載の洗浄システム１、１Ａにおいて、洗浄装置１０１は、工作機械１０の加工機内に設けられてもよい。

そうすることで、洗浄システム１、１Ａは、（１）から（８）のいずれかと同様の効果を奏することができる。

[0073] （１１） （９）に記載の洗浄システム１、１Ａにおいて、洗浄装置１０１は、ロボットに取り付けられる、又はロボットに内蔵されてもよい。

そうすることで、洗浄システム１、１Ａは、（１）から（８）のいずれかと同様の効果を奏することができる。

符号の説明

[0074] １、１Ａ 洗浄システム

１０ 工作機械

１０１ 洗浄装置

１０２ 測定装置

１０３　制御装置

２０、２０ａ　洗浄予測装置

２０１　入力部

２０２　予測部

２０３　意思決定部

２０４　通知部

２０５　記憶部

２５０　学習済みモデル

３０　機械学習装置

３０１　入力データ取得部

３０２　ラベル取得部

３０３　学習部

３０４　記憶部

請求の範囲

[請求項1] 任意の工作機械による任意のワークに対する任意の加工条件と、該加工条件によって前記ワークが加工された加工機内を任意の洗浄装置によって洗浄するための洗浄条件と、前記加工条件による加工前の前記加工機内の汚れ度合いを示す状態情報と、を含む入力データを取得する入力データ取得部と、

前記入力データに含まれる前記加工条件で加工して前記洗浄条件で洗浄した後の前記加工機内の状態情報をラベルデータとして取得するラベル取得部と、

前記入力データ取得部により取得された入力データと、前記ラベル取得部により取得されたラベルデータと、を用いて、教師あり学習を実行し、学習済みモデルを生成する学習部と、

を備える機械学習装置。

[請求項2] 前記加工条件は、少なくとも工作機械の種類、ワークの材質、切削工具の種類、主軸回転数、送り速度、切り込み量、及び加工するワークの数を示すワーク生産数を含み、

前記洗浄条件は、少なくとも所定の洗浄の洗浄回数を含む、

請求項１に記載の機械学習装置。

[請求項3] 請求項１又は請求項２に記載の機械学習装置により生成された学習済みモデルと、

工作機械による加工に先立って、これから行う加工条件と、所定の洗浄の洗浄条件と、現在の前記工作機械の加工機内の状態情報と、を入力する入力部と、

前記入力部により入力された前記これから行う加工条件と、前記洗浄条件と、前記現在の加工機内の状態情報と、を前記学習済みモデルに入力し、前記これから行う加工条件で加工して前記洗浄条件で洗浄した後の前記加工機内の状態情報を予測する予測部と、

を備える洗浄予測装置。

[請求項4] 前記予測部により予測された前記加工機内の状態情報に含まれる予測値と、予め設定された閾値との比較に基づいて、ワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを決定する意思決定部を備える、請求項３に記載の洗浄予測装置。

[請求項5] 前記予測部により予測された前記加工機内の状態情報に含まれる予測値と、予め設定された閾値との比較に基づいて、前記これから行う加工条件で加工した後の前記加工機内の洗浄において最も少ない前記所定の洗浄の洗浄回数を決定する意思決定部を備える、請求項３に記載の洗浄予測装置。

[請求項6] 前記所定の洗浄は、決定された前記洗浄回数の回数に応じて洗浄内容を変える、請求項５に記載の洗浄予測装置。

[請求項7] 前記学習済みモデルを、前記洗浄予測装置からネットワークを介してアクセス可能に接続されるサーバに備える、請求項３から請求項６のいずれか１項に記載の洗浄予測装置。

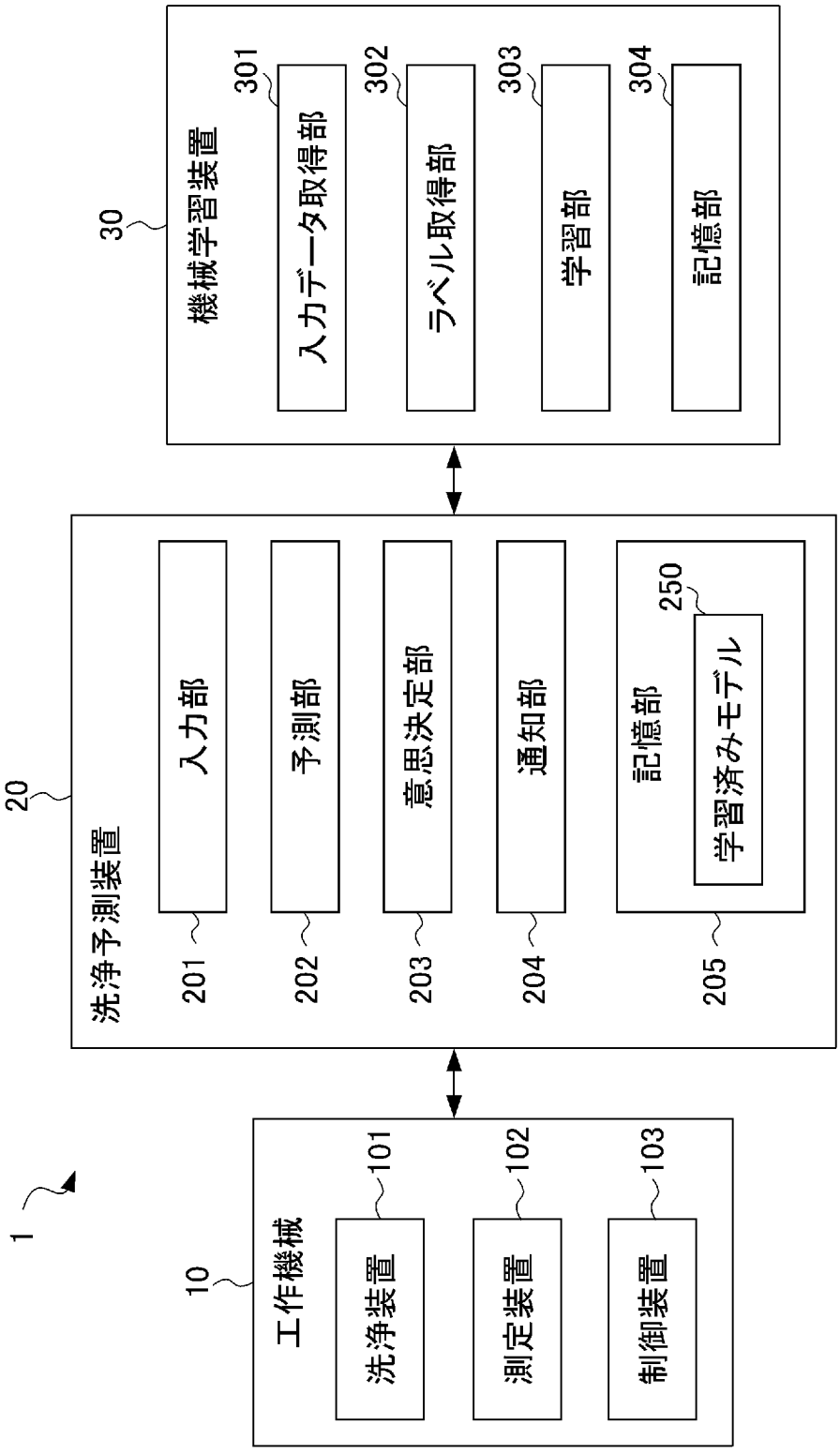
[請求項8] 請求項１又は請求項２に記載の機械学習装置を備える、請求項３から請求項７のいずれか１項に記載の洗浄予測装置。

[請求項9] 請求項３から請求項８のいずれか１項に記載の洗浄予測装置と、
洗浄装置と、
を備える洗浄システム。

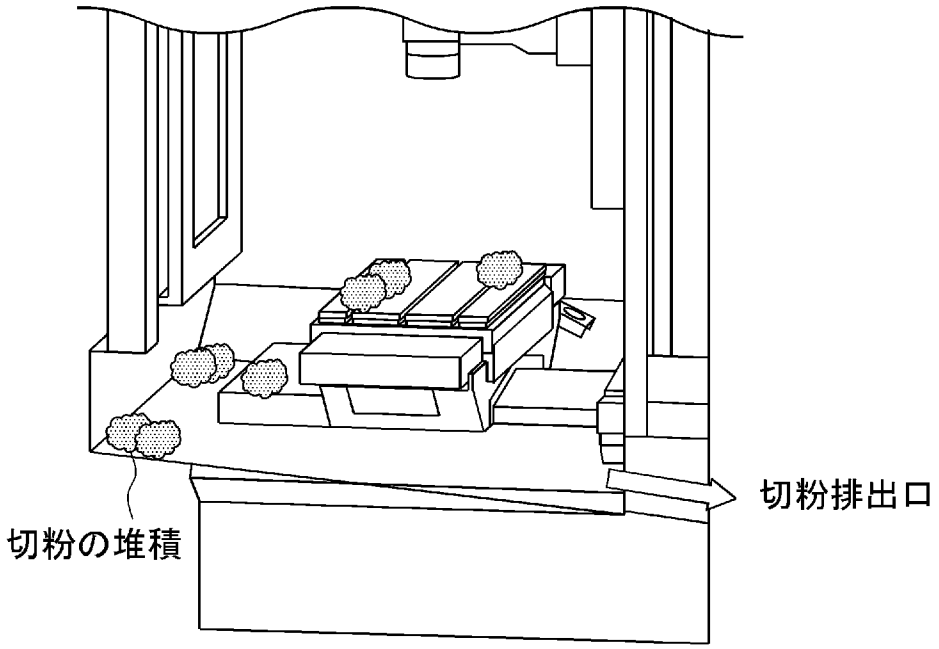
[請求項10] 前記洗浄装置は、前記工作機械の加工機内に設けられる、請求項９に記載の洗浄システム。

[請求項11] 前記洗浄装置は、ロボットに取り付けられる、又は前記ロボットに内蔵される、請求項９に記載の洗浄システム。

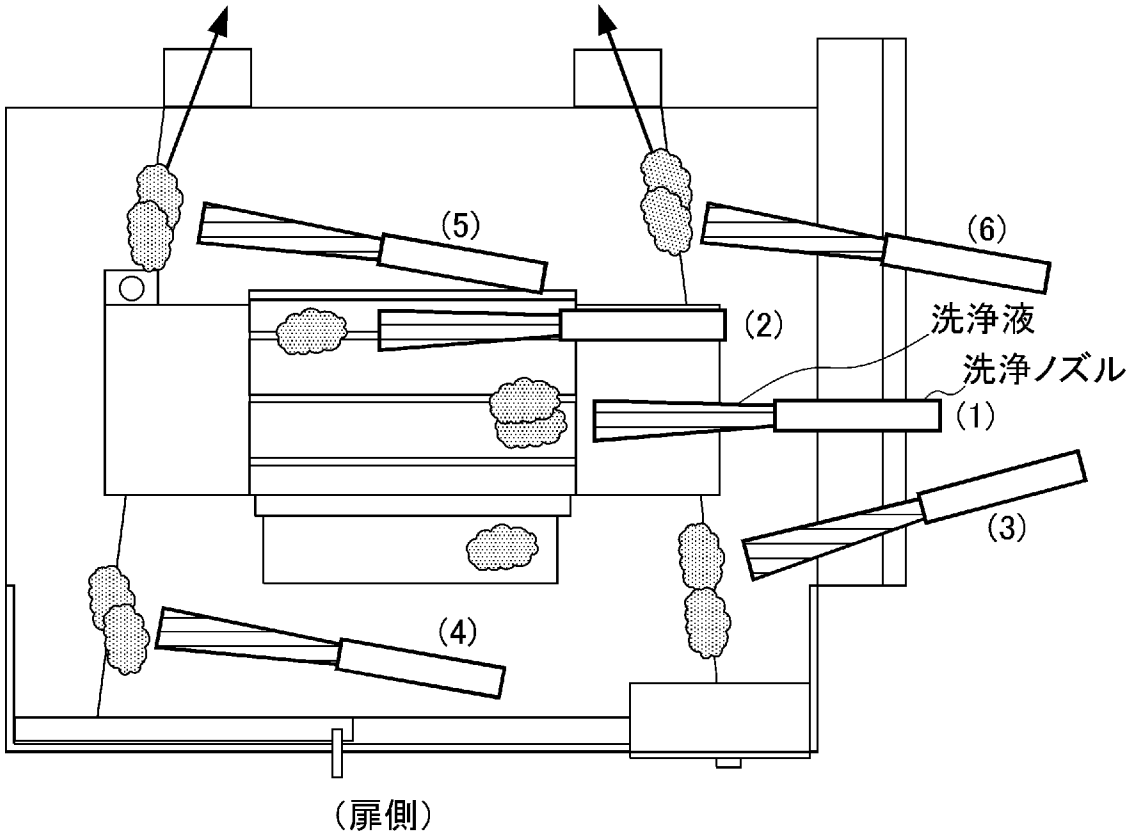
[図1]


1
10
工作機械
101
洗浄装置
102
測定装置
103
制御装置
20
洗浄予測装置
201
入力部
202
予測部
203
意思決定部
204
通知部
205
記憶部
250
学習済みモデル
30
機械学習装置
301
入力データ取得部
302
ラベル取得部
303
学習部
304
記憶部

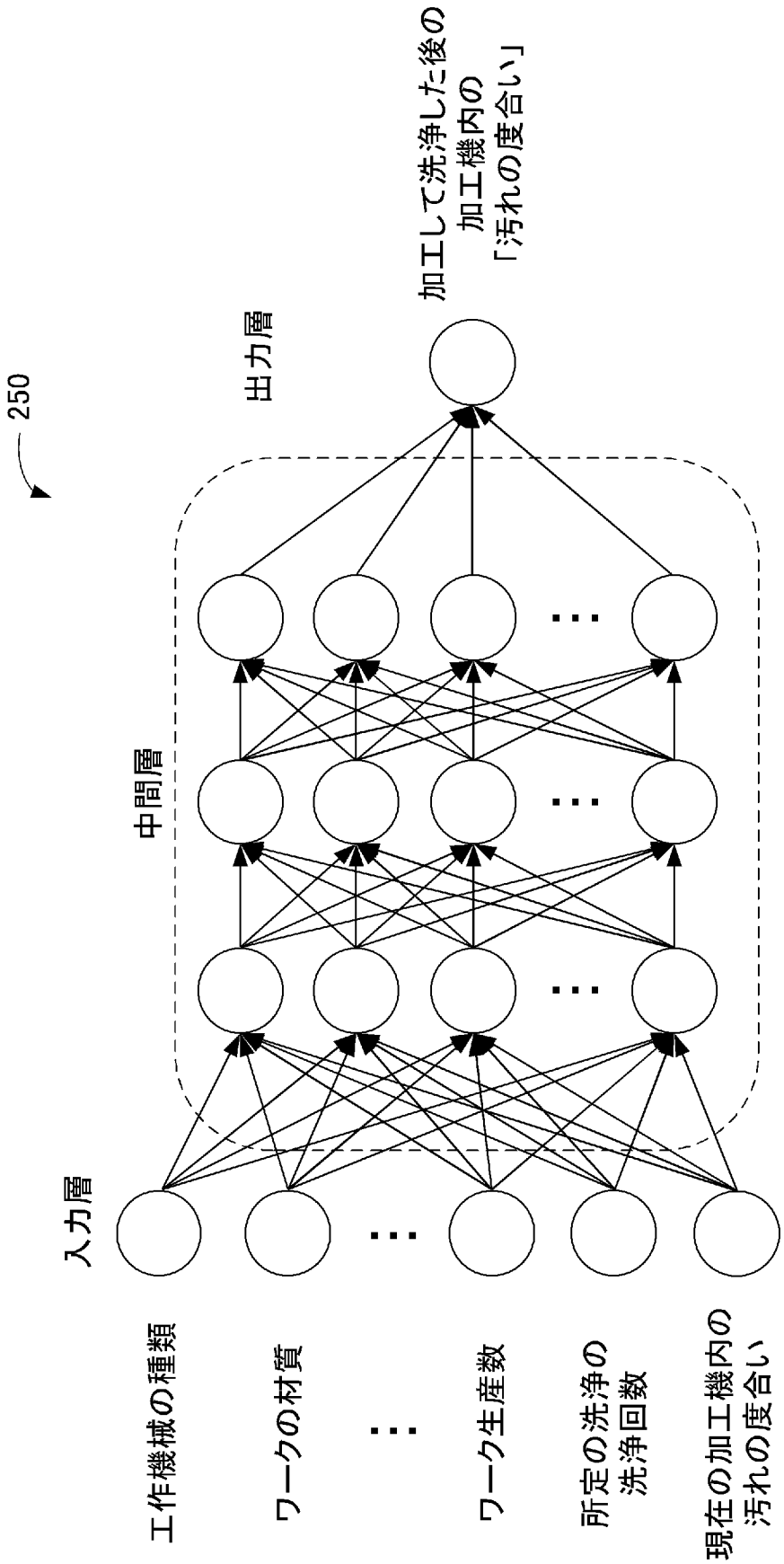
[図2A]



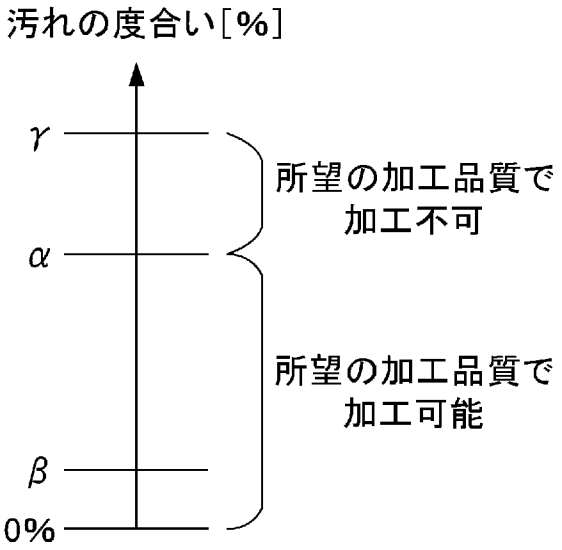
[図2B]



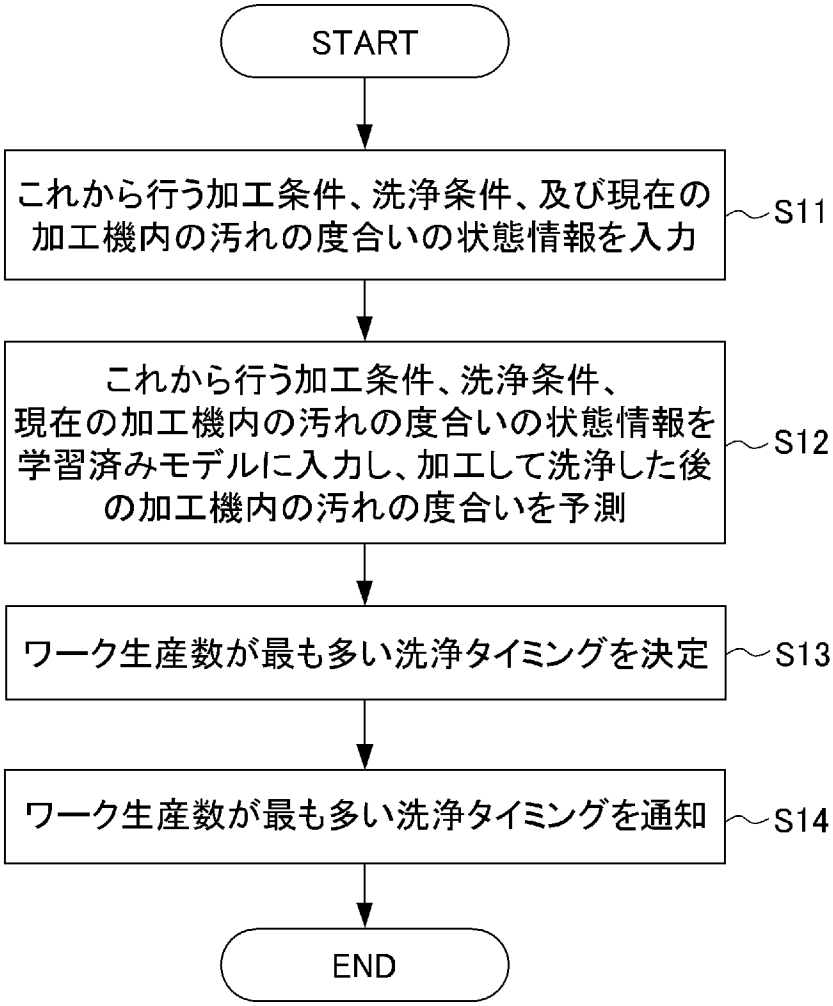
[図3]


250
入力層
中間層
出力層
加工して洗浄した後の
加工機内の
「汚れの度合い」
工作機械の種類
ワークの材質
…
ワーク生産数
所定の洗浄の
洗浄回数
現在の加工機内の
汚れの度合い

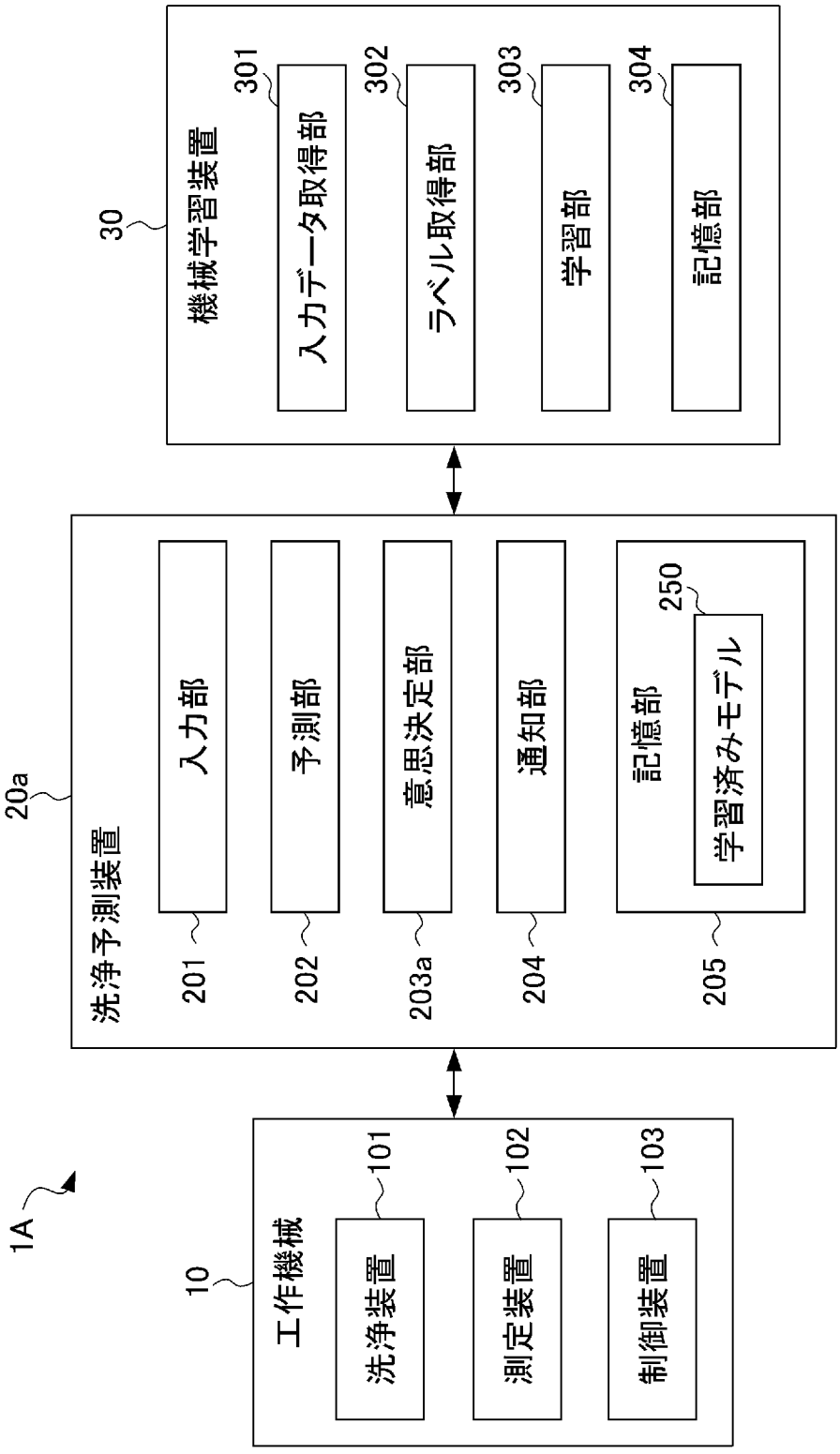
[図4]


汚れの度合い[%]
γ
α
β
0%
所望の加工品質で
加工不可
所望の加工品質で
加工可能

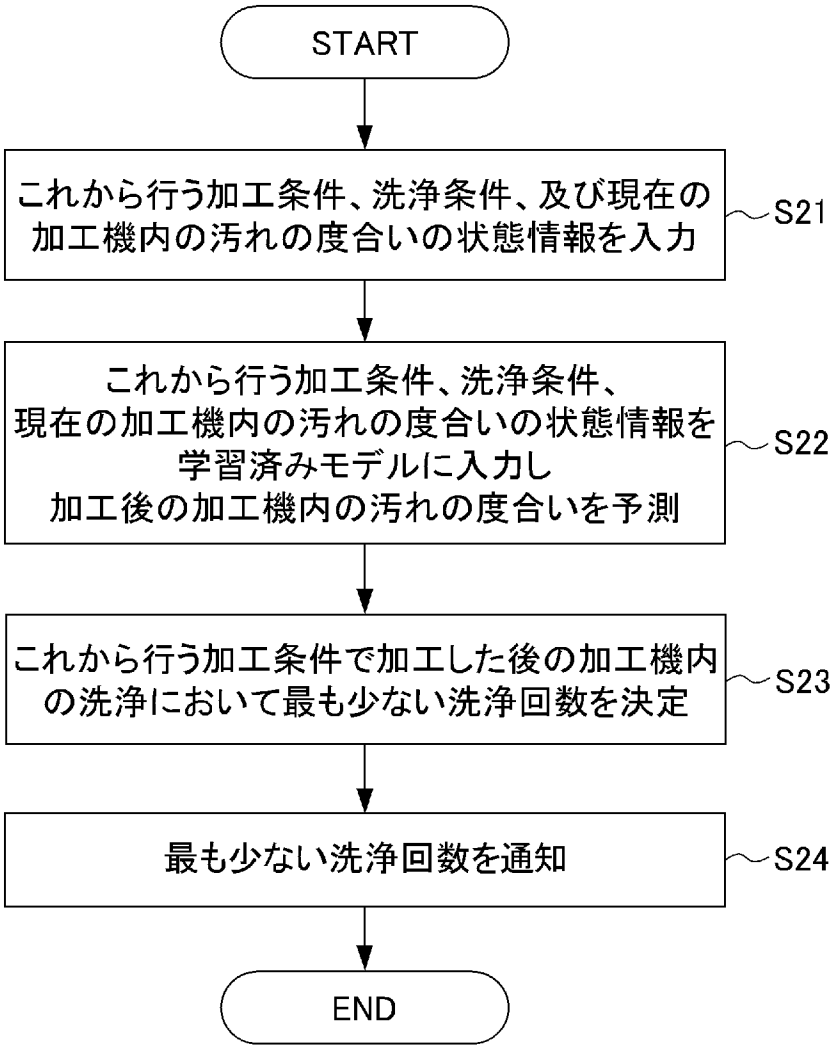
[図5]


START
これから行う加工条件、洗浄条件、及び現在の加工機内の汚れの度合いの状態情報を入力
S11
これから行う加工条件、洗浄条件、現在の加工機内の汚れの度合いの状態情報を学習済みモデルに入力し、加工して洗浄した後の加工機内の汚れの度合いを予測
S12
ワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを決定
S13
ワーク生産数が最も多い洗浄タイミングを通知
S14
END

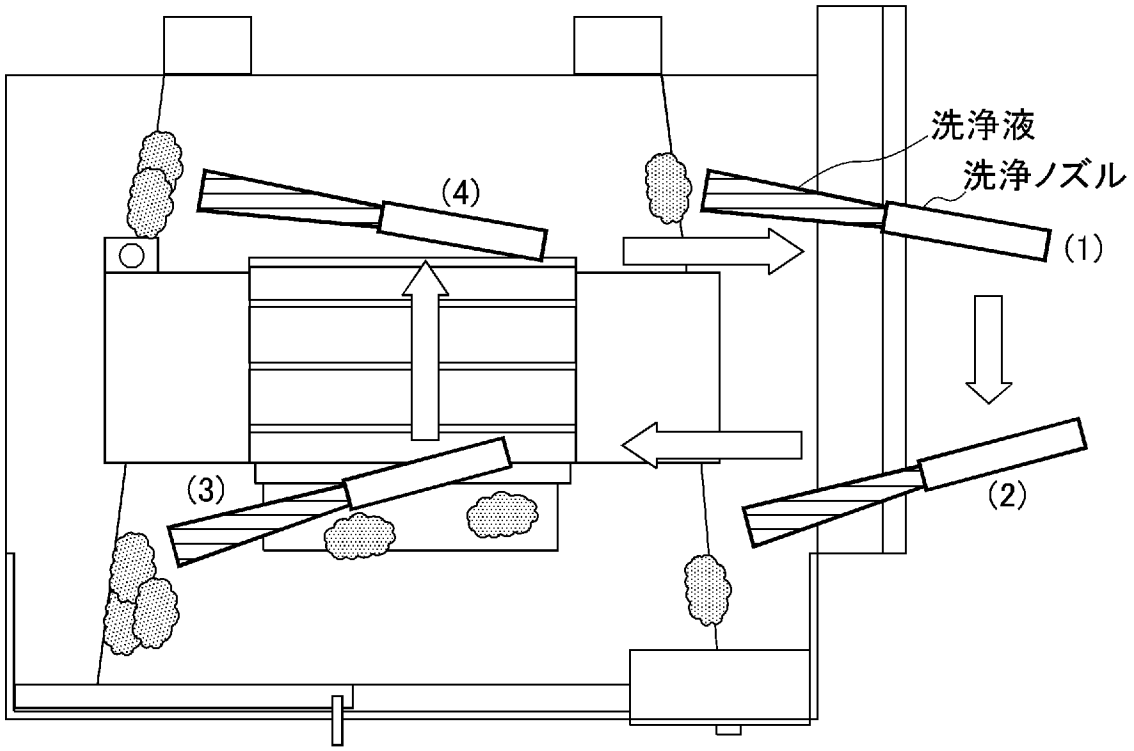
[図6]


1A
10
工作機械
101
洗浄装置
102
測定装置
103
制御装置
20a
洗浄予測装置
201
入力部
202
予測部
203a
意思決定部
204
通知部
205
記憶部
250
学習済みモデル
30
機械学習装置
301
入力データ取得部
302
ラベル取得部
303
学習部
304
記憶部

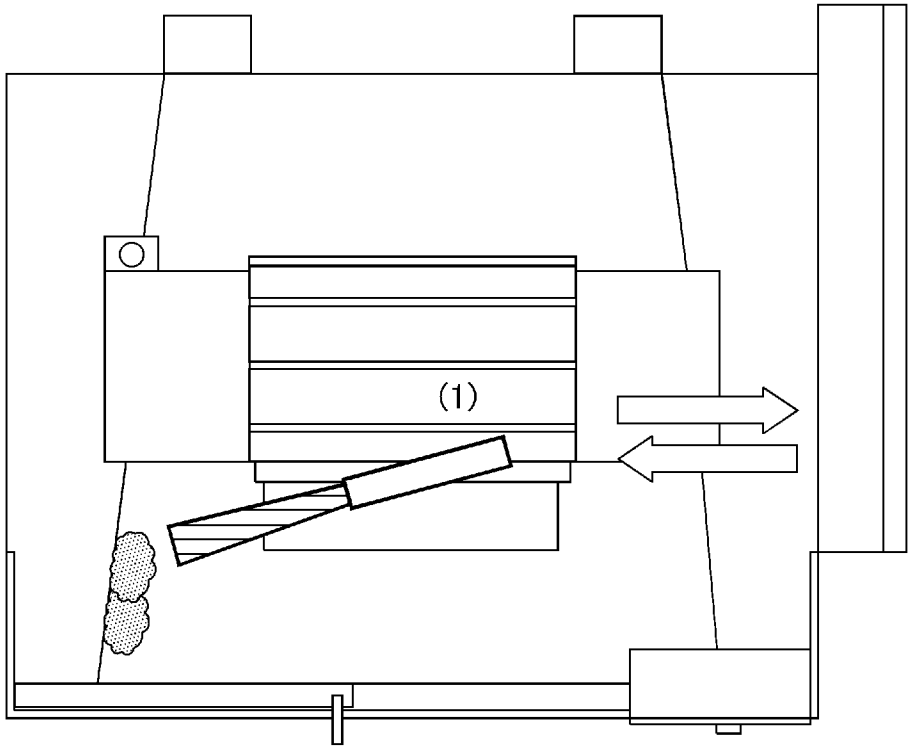
[図7]


START
これから行う加工条件、洗浄条件、及び現在の加工機内の汚れの度合いの状態情報を入力
S21
これから行う加工条件、洗浄条件、現在の加工機内の汚れの度合いの状態情報を学習済みモデルに入力し加工後の加工機内の汚れの度合いを予測
S22
これから行う加工条件で加工した後の加工機内の洗浄において最も少ない洗浄回数を決定
S23
最も少ない洗浄回数を通知
S24
END

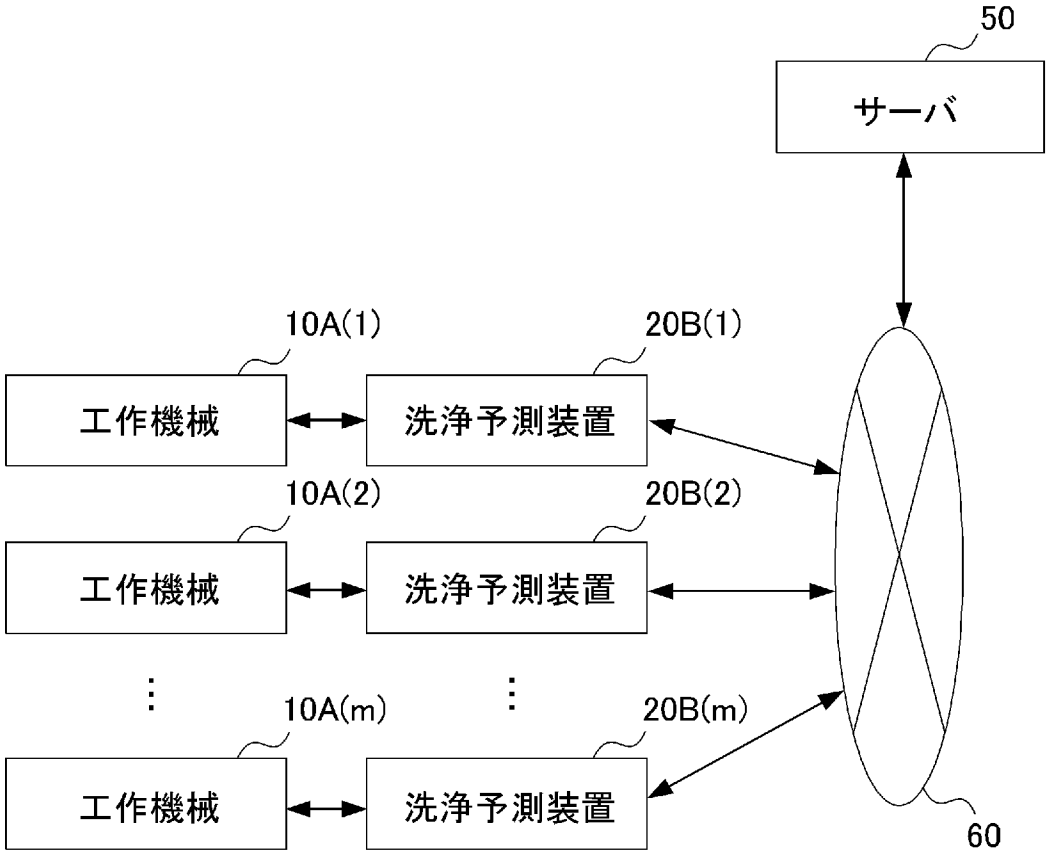
[図8A]



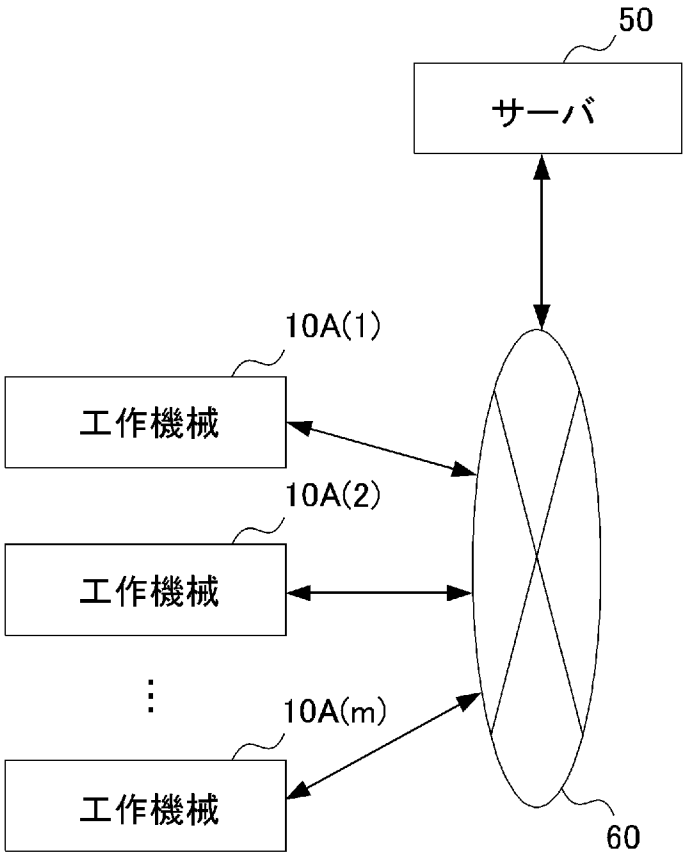
[図8B]



[図9]


50
サーバ
10A(1)
20B(1)
工作機械
洗浄予測装置
10A(2)
20B(2)
工作機械
洗浄予測装置
10A(m)
20B(m)
工作機械
洗浄予測装置
60

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/040347

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23Q 11/00(2006.01)i; ***G05B 19/4155***(2006.01)i; ***G06N 20/00***(2019.01)i; ***G16Y 10/25***(2020.01)i; ***G16Y 20/20***(2020.01)i; ***G16Y 40/30***(2020.01)i
FI: B23Q11/00 N; G05B19/4155 V; G06N20/00 130; G16Y10/25; G16Y20/20; G16Y40/30

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)

B23Q 11/00; G05B 19/4155; G06N 20/00

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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 2018-153872 A (FANUC LTD.) 04 October 2018 (2018-10-04) claim 1	1-11
A	JP 2020-179433 A (FANUC LTD.) 05 November 2020 (2020-11-05) claim 1	1-11
A	JP 2019-111637 A (FANUC LTD.) 11 July 2019 (2019-07-11) claim 1	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
22 December 2021	**11 January 2022**
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/JP2021/040347

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2018-153872 A	04 October 2018	US 2018/0267489 A1 claim 1 DE 102018001893 A1 CN 108621154 A	
JP 2020-179433 A	05 November 2020	US 2020/0338677 A1 claim 1 CN 111830907 A	
JP 2019-111637 A	11 July 2019	US 2019/0196454 A1 claim 1 DE 102018010086 A1 CN 109955115 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/040347

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B23Q 11/00(2006.01)i; G05B 19/4155(2006.01)i; G06N 20/00(2019.01)i; G16Y 10/25(2020.01)i; G16Y 20/20(2020.01)i; G16Y 40/30(2020.01)i
FI: B23Q11/00 N; G05B19/4155 V; G06N20/00 130; G16Y10/25; G16Y20/20; G16Y40/30

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））

B23Q 11/00; G05B 19/4155; G06N 20/00

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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 2018-153872 A (ファナック株式会社) 04.10.2018 (2018-10-04) 請求項1	1-11
A	JP 2020-179433 A (ファナック株式会社) 05.11.2020 (2020-11-05) 請求項1	1-11
A	JP 2019-111637 A (ファナック株式会社) 11.07.2019 (2019-07-11) 請求項1	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
22.12.2021	11.01.2022

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）
山本　忠博 3C 9531

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/JP2021/040347

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2018-153872 A	04.10.2018	US 2018/0267489 A1 claim1 DE 102018001893 A1 CN 108621154 A	
JP 2020-179433 A	05.11.2020	US 2020/0338677 A1 claim1 CN 111830907 A	
JP 2019-111637 A	11.07.2019	US 2019/0196454 A1 claim1 DE 102018010086 A1 CN 109955115 A	