



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*B25J 19/06 (2018.08)*

(21)(22) Заявка: 2017144541, 29.05.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.05.2015

Дата регистрации:  
30.01.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.05.2015

(45) Опубликовано: 30.01.2019 Бюл. № 4

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 29.12.2017

(86) Заявка РСТ:  
JP 2015/065503 (29.05.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2016/194029 (08.12.2016)

Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО  
"Юридическая фирма Городиский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

**КУНО, Масаки (JP),  
УРАКАВА, Госимити (JP),  
ТАКАГИ, Тору (JP)**

(73) Патентообладатель(и):

**НИССАН МОТОР КО., ЛТД. (JP)**

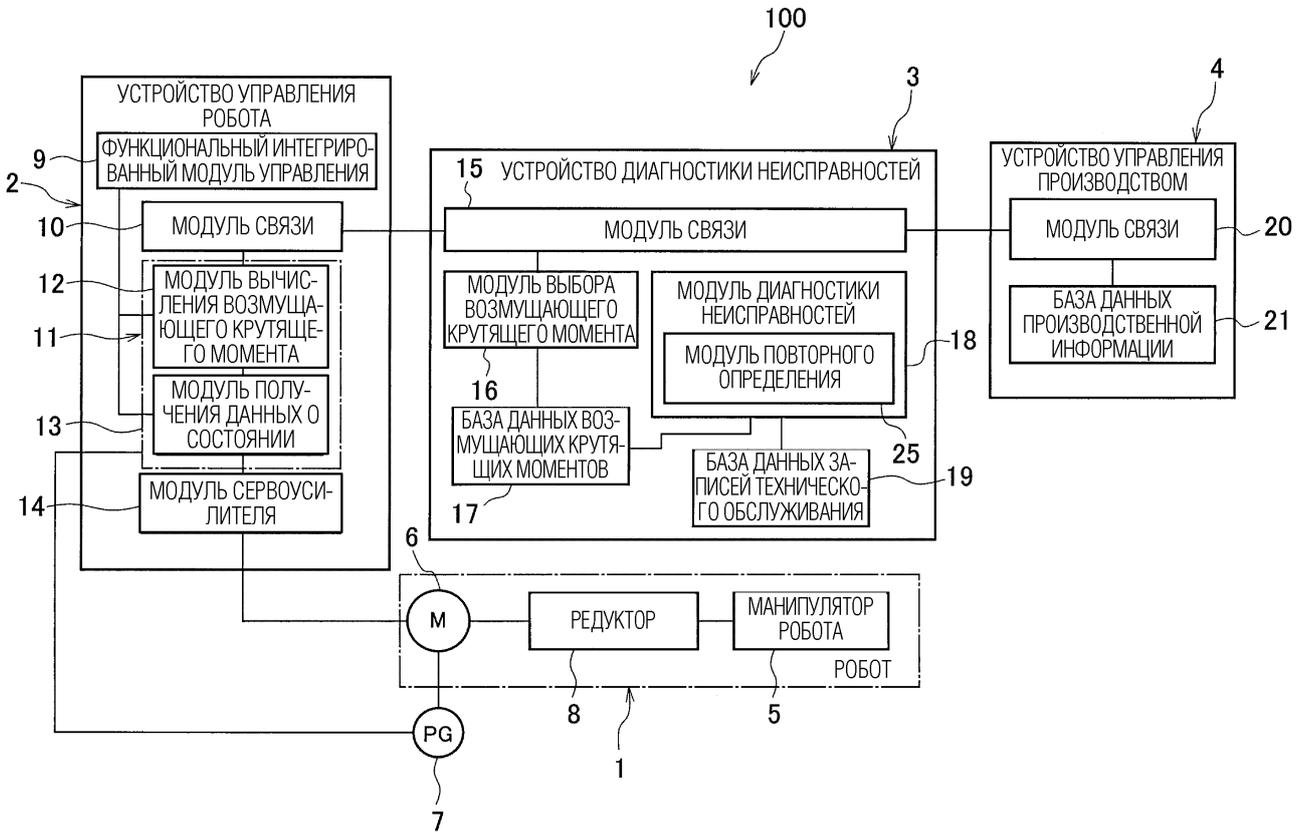
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: JP 2002-175104 A, 21.06.2002. JP  
2013-013988 A, 24.01.2013. JP 7100782 A,  
18.04.1995. SU 1536357 A1, 15.01.1990.

## (54) УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройству диагностики неисправностей механического устройства, содержащего независимые друг от друга моторы в качестве источников для приведения в действие оси движения. Посредством устройства диагностики неисправностей получают положение перемещения каждой оси движения и значение возмущающего крутящего момента, прикладываемого к оси движения в каждый предварительно определенный период, и

диагностируют неисправность оси движения, когда полученное значение возмущающего крутящего момента превышает пороговое значение определения неисправностей. Затем проводят повторное определение неисправности на оси движения, в которой диагностируют неисправность на основе предыдущей записи технического обслуживания и предыдущего результата проверки. Изобретение направлено на повышение точности диагностики неисправностей. 2 н. и 3 з.п. ф-лы, 5 ил.



ФИГ. 1

RU 2678623 C1

RU 2678623 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*B25J 19/06 (2018.08)*

(21)(22) Application: **2017144541, 29.05.2015**

(24) Effective date for property rights:  
**29.05.2015**

Registration date:  
**30.01.2019**

Priority:

(22) Date of filing: **29.05.2015**

(45) Date of publication: **30.01.2019** Bull. № 4

(85) Commencement of national phase: **29.12.2017**

(86) PCT application:  
**JP 2015/065503 (29.05.2015)**

(87) PCT publication:  
**WO 2016/194029 (08.12.2016)**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO  
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**KUNO, Masaki (JP),  
URAKAWA, Toshimichi (JP),  
TAKAGI, Toru (JP)**

(73) Proprietor(s):

**NISSAN MOTOR CO., LTD. (JP)**

(54) **TROUBLESHOOTING DIAGNOSTICS DEVICE AND WAY OF DIAGNOSING THE PROBLEMS**

(57) Abstract:

FIELD: measuring equipment.

SUBSTANCE: invention relates to a device for diagnosing faults in a mechanical device, comprising motors independent of each other as sources for actuating the axis of movement. By means of a fault diagnosis device, the position of movement of each axis of movement and the value of the disturbing torque applied to the axis of movement at each predetermined period are obtained, and the failure of the axis of motion

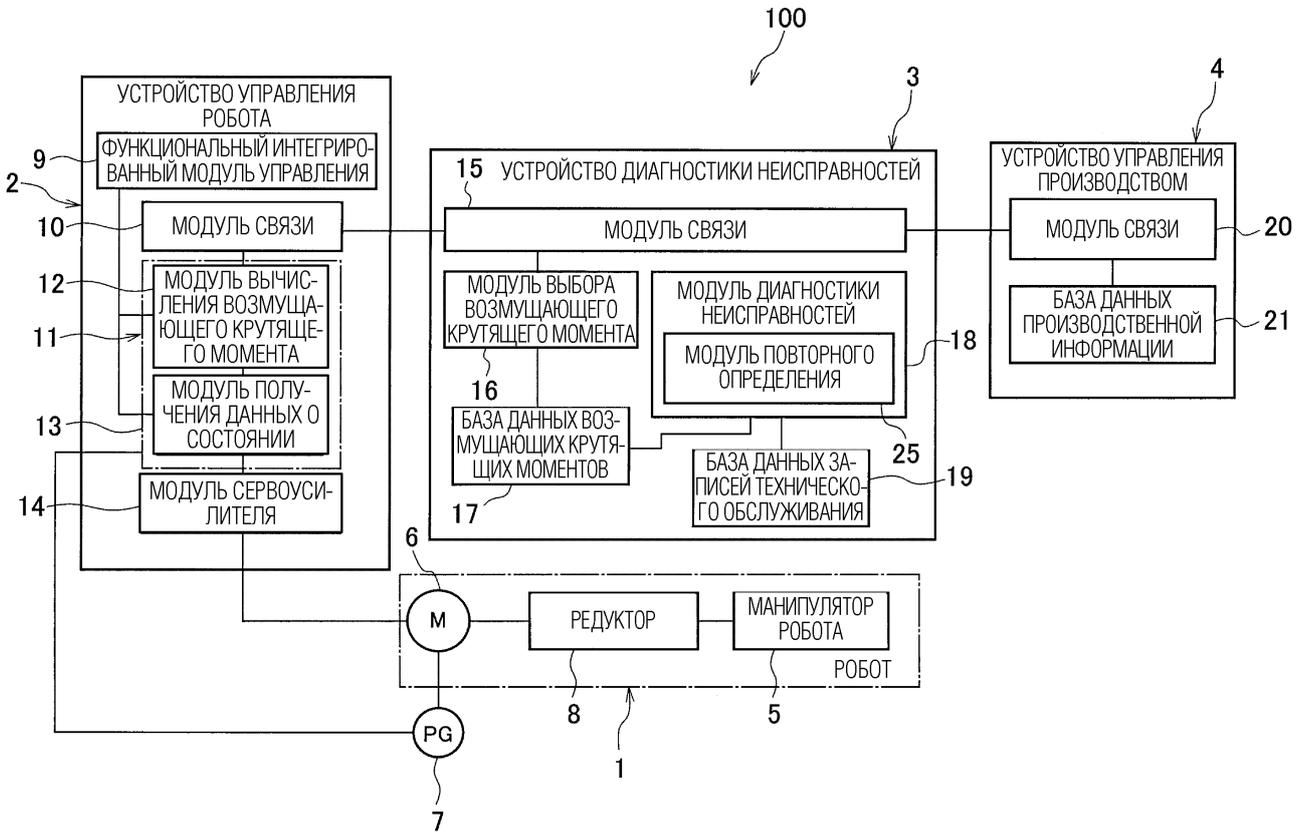
is diagnosed, when the resulting value of the disturbing torque exceeds the threshold value for determining faults. This is followed by a re-determination of the malfunction on the axis of movement, in which the malfunction is diagnosed based on the previous maintenance record and the previous check result.

EFFECT: invention aims to improve the accuracy of fault diagnosis.

5 cl, 5 dwg

RU 2 678 623 C1

RU 2 678 623 C1



ФИГ. 1

RU 2678623 C1

RU 2678623 C1

Область техники, к которой относится изобретение

[0001] Настоящее изобретение относится к устройству диагностики неисправностей, применимому к механическому устройству, содержащему моторы, независимые друг от друга, в качестве источников для того, чтобы приводить в действие оси движения, соответственно, и к способу означенного.

Уровень техники

[0002] Патентный документ 1 раскрыт в качестве традиционного способа диагностики неисправностей, применимого к промышленному роботу с шарнирными сочленениями. В способе диагностики неисправностей, раскрытом в патентном документе 1, положение перемещения оси сочленения робота и возмущающий крутящий момент, прикладываемый к оси сочленения, обнаруживаются каждый предварительно определенный период в то время, когда робот работает, и среднее значение возмущающего крутящего момента получается для каждого обнаруженного положения перемещения. Затем среднее значение сравнивается с заданным пороговым значением, и робот диагностируется как имеющий аномальность или неисправность, когда среднее значение превышает заданное пороговое значение. Как описано выше, традиционная технология спроектирована с возможностью диагностировать неисправность на основе определения в отношении того, превышает или нет возмущающий крутящий момент определенное заданное пороговое значение. Таким образом, аномальность в приводной системе робота вплоть до сегодняшнего дня обнаруживается независимо от положения движения робота или веса обрабатываемой детали и т.п., которая должна захватываться с помощью захвата робота.

Список библиографических ссылок

*Патентные документы*

[0003] Патентный документ 1. Публикация заявки на патент (Япония) номер Н 9-174482

Сущность изобретения

[0004] Тем не менее, если операция технического обслуживания проводится таким образом, что вязкость смазки изменяется посредством смены смазки на оси движения, значение возмущающего крутящего момента варьируется вследствие эффекта операции технического обслуживания. В этом случае, длительная работа по диагностике неисправностей только на основе значений возмущающего крутящего момента может приводить к частому возникновению ошибочного определения как аномальности вместо нормальности по существу, таким образом, вызывая проблему ухудшения точности диагностики неисправностей.

[0005] Между тем, имеется широкий спектр факторов возмущений, которые затрагивают значения возмущающего крутящего момента, и, таким образом, затруднительно исключать все факторы возмущений из значений возмущающего крутящего момента. Соответственно, длительная работа по диагностике неисправностей только на основе значений возмущающего крутящего момента вызывает проблему ухудшения точности диагностики неисправностей.

[0006] Как описано выше, возникают проблемы частого возникновения ошибочного определения и ухудшения точности диагностики неисправностей, когда неисправности в приводной системе робота диагностируются только на основе значений возмущающего крутящего момента.

[0007] Настоящее изобретение осуществлено с учетом вышеуказанных проблем, и его цель заключается в том, чтобы предоставлять устройство диагностики неисправностей и способ означенного, которые способны повысить точность

диагностики неисправностей при предотвращении ошибочного определения посредством использования записи технического обслуживания и результата проверки, отличного от значения возмущающего крутящего момента для диагностики неисправности.

[0008] Чтобы разрешать вышеуказанные проблемы, устройство диагностики неисправностей и способ означенного согласно одному аспекту настоящего изобретения диагностируют неисправность оси движения, когда значение возмущающего крутящего момента превышает предварительно определенное пороговое значение определения неисправностей, и проводят повторное определение неисправности на оси движения, в которой диагностируется неисправность, на основе предыдущей записи технического обслуживания и предыдущего результата проверки.

Краткое описание чертежей

[0009] Фиг. 1 является блок-схемой, показывающей общую конфигурацию системы диагностики неисправностей согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 2 является блок-схемой для пояснения процедур, чтобы получать возмущающий крутящий момент.

Фиг. 3 является блок-схемой последовательности операций способа, показывающей процедуры обработки выбора возмущающего крутящего момента посредством устройства диагностики неисправностей согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 4 является блок-схемой последовательности операций способа, показывающей процедуры обработки диагностики неисправностей посредством устройства диагностики неисправностей согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 5 является другой блок-схемой последовательности операций способа, показывающей процедуры обработки диагностики неисправностей посредством устройства диагностики неисправностей согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Подробное описание вариантов осуществления

[0010] Ниже описывается вариант осуществления, применяющий настоящее изобретение, со ссылкой на чертежи. В описании чертежей, идентичные составляющие обозначаются посредством идентичных ссылок с номерами, и их пояснения опускаются.

*[0011] Конфигурация системы диагностики неисправностей*

Фиг. 1 является блок-схемой, показывающей конфигурацию системы диагностики неисправностей, включающей в себя устройство диагностики неисправностей согласно этому варианту осуществления. Как показано на фиг. 1, система 100 диагностики неисправностей этого варианта осуществления формируется из робота 1, устройства 2 управления робота, устройства 3 диагностики неисправностей и устройства 4 управления производством. В качестве примера механического устройства, робот 1 представляет собой робот из многоосной машины с воспроизведением по обучению, а также с шарнирными сочленениями. Однако, робот 1 может быть одноосной машиной вместо многоосной машины.

[0012] Хотя робот 1 включает в себя несколько систем моторного привода, служащих в качестве осей сочленения, которые представляют собой оси движения, фиг. 1 иллюстрирует систему моторного привода только для одной оси. Манипулятор 5 робота приводится в действие посредством сервомотора 6 (в дальнейшем называемого просто "мотором") через редуктор 8. Импульсный кодер 7 (импульсный генератор или датчик положения), представляющий собой датчик углового положения вращения и скорости, присоединяется к мотору 6.

[0013] Устройство 2 управления робота включает в себя функциональный

интегрированный модуль 9 управления, модуль 10 связи, модуль 11 сервоуправления и модуль 14 сервоусилителя. Модуль 11 сервоуправления включает в себя модуль 12 вычисления возмущающего крутящего момента и модуль 13 получения данных о состоянии и приводит в действие мотор 6 через модуль 14 сервоусилителя посредством приема инструкции из функционального интегрированного хост-модуля 9 управления. Импульсный кодер 7, присоединяемый к мотору 6, формирует контур обратной связи в сочетании с модулем 11 сервоуправления для обработки управления угловым положением вращения и скоростью мотора 6.

[0014] В дополнение к модулю 12 вычисления возмущающего крутящего момента и модулю 13 получения данных о состоянии, модуль 11 сервоуправления включает в себя процессор, который выполняет обработку для управления угловым положением вращения, скоростью и током мотора 6, ROM, которое сохраняет управляющую программу, и энергонезависимый модуль хранения, который сохраняет заданные значения и различные параметры. Кроме того, модуль 11 сервоуправления включает в себя RAM, которое временно сохраняет данные в ходе обработки вычисления, регистр для обнаружения абсолютного углового положения вращения мотора 6 посредством подсчета импульсов обратной связи по положению из импульсного кодера 7 и т.п.

[0015] В этой связи, робот 1 включает в себя несколько сочленений и, таким образом, столько систем моторного привода, как проиллюстрировано на фиг. 1, сколько составляет число сочленений. Тем не менее, фиг. 1 иллюстрирует систему моторного привода только для одной оси, и иллюстрация остальной части систем моторного привода опускается в данном документе. Между тем, зубчатая передача переключения скорости может размещаться между мотором 6 и редуктором 8 на фиг. 1 надлежащим образом.

[0016] Функциональный интегрированный модуль 9 управления ранжируется выше модуля 11 сервоуправления и осуществляет прямое управление операциями робота 1. Модуль 10 связи переносит необходимые данные в/из модуля 15 связи в устройстве 3 диагностики неисправностей, которое описывается ниже, например, через LAN. Между тем, модуль 13 получения данных о состоянии имеет функцию для того, чтобы регулярно собирать различные типы данных относительно рабочих состояний соответствующих осей сочленения робота 1. Собранные данные включают в себя данные, указывающие период сбора. Модуль 12 вычисления возмущающего крутящего момента имеет функцию для того, чтобы вычислять значение возмущающего крутящего момента на основе данных, полученных посредством модуля 13 получения данных о состоянии. Поскольку модуль 11 сервоуправления сконструирован с возможностью включать в себя модуль 12 вычисления возмущающего крутящего момента и модуль 13 получения данных о состоянии, значение возмущающего крутящего момента, полученное посредством вычисления модуля 12 вычисления возмущающего крутящего момента, выводится в устройство 3 диагностики неисправностей через модуль 10 связи. Согласно этой конфигурации, модуль 11 сервоуправления принимает форму так называемого программного сервомеханизма.

[0017] Устройство 3 диагностики неисправностей включает в себя модуль 15 связи, модуль 16 выбора возмущающего крутящего момента, базу 17 данных возмущающих крутящих моментов, модуль 18 диагностики неисправностей и базу 19 данных записей технического обслуживания. Здесь, устройство 3 диагностики неисправностей формируется из нной схемы общего назначения, включающей в себя микрокомпьютер, микропроцессор и CPU, и периферийного устройства, такого как запоминающее устройство. Соответственно, устройство 3 диагностики неисправностей работает в

качестве модуля 15 связи, модуля 16 выбора возмущающего крутящего момента, базы 17 данных возмущающих крутящих моментов и модуля 18 диагностики неисправностей посредством выполнения конкретных программ.

5 [0018] Модуль 15 связи имеет функцию для того, чтобы переносить необходимые данные в/из соответствующих модулей 10 и 20 связи в вышеуказанном устройстве 2 управления робота и в устройстве 4 управления производством, например, через LAN. Модуль 16 выбора возмущающего крутящего момента имеет функции для того, чтобы  
10 получать необходимую производственную информацию из устройства 4 управления производством и выбирать значение, которое должно сохраняться, из значений возмущающего крутящего момента, собранных в зависимости от рабочего состояния робота 1. Между тем, база 17 данных возмущающих крутящих моментов имеет функцию для того, чтобы последовательно сохранять значения возмущающего крутящего  
15 момента, выбранные посредством модуля 16 выбора возмущающего крутящего момента. Как следствие, база 17 данных возмущающих крутящих моментов накапливает предыдущие значения возмущающего крутящего момента.

[0019] База 19 данных записей технического обслуживания имеет функцию для того, чтобы сохранять записи технического обслуживания и результаты проверки в зависимости от соответствующих осей сочленения, когда операции технического  
20 обслуживания и проверки проводятся в роботе 1. Как следствие, база 19 данных записей технического обслуживания накапливает предыдущие данные записей технического обслуживания и предыдущие данные результатов проверки.

[0020] Модуль 18 диагностики неисправностей имеет функцию для того, чтобы активно выполнять диагностику неисправностей на основе значений возмущающего крутящего момента. Модуль 18 диагностики неисправностей оснащен функцией  
25 запоминающего устройства. Следовательно, модуль 18 диагностики неисправностей временно сохраняет данные, полученные посредством осуществления доступа к базе 17 данных возмущающих крутящих моментов и базе 19 данных записей технического обслуживания, соответственно, и выполняет диагностику неисправностей на основе этих данных. В частности, модуль 18 диагностики неисправностей получает положение  
30 перемещения каждой оси движения и значение возмущающего крутящего момента, прикладываемого к каждой оси движения в каждом положении перемещения каждый предварительно определенный период, и диагностирует то, что неисправность возникает, если полученное значение возмущающего крутящего момента превышает  
35 предварительно определенное пороговое значение определения неисправностей. Кроме того, модуль 18 диагностики неисправностей включает в себя модуль 25 повторного определения.

[0021] Модуль 25 повторного определения проводит повторное определение неисправности на оси движения, в которой диагностируется неисправность, на основе  
40 предыдущей записи технического обслуживания и предыдущего результата проверки. В частности, модуль 25 повторного определения проводит повторное определение посредством использования записи по замене редуктора в качестве записи технического обслуживания. Например, когда редуктор оси движения заменен недавно, очень вероятно, что ось движения является нормальной, даже если в оси движения  
45 диагностируется неисправность, на основе значения возмущающего крутящего момента. Соответственно, модуль 25 повторного определения проводит повторное определение посредством использования записи по замене редуктора. Кроме того, модуль 25 повторного определения проводит повторное определение посредством использования результата измерений концентрации железного порошка в качестве результата проверки.

Содержание железного порошка постепенно увеличивается в смазке, сменной на оси движения вследствие ухудшения во времени или увеличения нагрузки. Соответственно, очень вероятно, что неисправность возникает на оси движения, когда увеличение концентрации железного порошка равно или выше предварительно определенного порогового значения. Следовательно, модуль 25 повторного определения проводит повторное определение посредством использования результата измерений концентрации железного порошка в смазке, сменной на оси движения. Здесь, данные по записи по замене редуктора и результат измерений концентрации железного порошка сохраняются в базе 19 данных записей технического обслуживания. Соответственно, модуль 25 повторного определения выполняет повторное определение посредством получения данных из базы 19 данных записей технического обслуживания.

[0022] В частности, когда имеется запись по измерениям концентрации железного порошка в пределах предварительно определенного периода в прошлом относительно оси движения, подвергающейся повторному определению, модуль 25 повторного определения определяет то, что ось движения, подвергающаяся повторному определению, является нормальной, если значение измерения концентрации железного порошка, записанное в записи по измерениям, равно или меньше предварительно определенного порогового значения.

[0023] С другой стороны, когда отсутствует запись по измерениям концентрации железного порошка в пределах предварительно определенного периода в прошлом относительно оси движения, подвергающейся повторному определению, модуль 25 повторного определения вычисляет оцененное значение посредством оценки текущей концентрации железного порошка и определяет то, что ось движения, подвергающаяся повторному определению, является нормальной, если оцененное значение равно или меньше предварительно определенного порогового значения.

[0024] Кроме того, когда отсутствует запись по измерениям концентрации железного порошка в пределах предварительно определенного периода в прошлом относительно оси движения, подвергающейся повторному определению, модуль 25 повторного определения определяет то, что ось движения, подвергающаяся повторному определению, является нормальной, если имеется запись по замене редуктора в пределах предварительно определенного периода в прошлом относительно оси движения, подвергающейся повторному определению.

[0025] Посредством выполнения повторного определения, как описано выше, модуль 25 повторного определения может диагностировать неисправность оси движения посредством использования записи технического обслуживания и результата проверки, отличного от значения возмущающего крутящего момента. Это позволяет повышать точность диагностики неисправностей при предотвращении ошибочного определения таким образом, что диагностируется неисправность вместо нормальности по существу. Тем не менее, если имеются данные, отличные от результата измерений концентрации железного порошка и записи по замене редуктора, которые могут использоваться для диагностики неисправности оси движения, то повторное определение может выполняться посредством использования таких других данных.

[0026] Устройство 4 управления производством, например, представляет собой устройство для того, чтобы управлять производственной информацией, включающей в себя рабочее состояние технологической линии на заводе. Устройство 4 управления производством включает в себя модуль 20 связи и базу 21 данных производственной информации. Модуль 20 связи переносит необходимые данные в/из модуля 15 связи в устройстве 3 диагностики неисправностей, например, через LAN. База 21 данных

производственной информации имеет функцию для того, чтобы сохранять множество собранной производственной информации. Как следствие, база 21 данных производственной информации накапливает множество предыдущей производственной информации. Здесь, производственная информация включает в себя информацию экстренной остановки в роботе 1 и его несущественного оборудования, а также информацию относительно записей технического обслуживания и т.п.

[0027] Здесь, в этом варианте осуществления, возмущающий крутящий момент (возмущающий крутящий момент нагрузки), прикладываемый к мотору 6, который приводит в действие каждую ось сочленения робота 1, обнаруживается, и аномальность соответствующей системы моторного привода диагностируется как неисправность робота на основе этого значения возмущающего крутящего момента. Процедуры для того, чтобы получать возмущающий крутящий момент, заключаются в следующем.

[0028] Как показано на блок-схеме на фиг. 2, темп ускорения получается посредством дифференцирования фактических скоростей  $V_f$  мотора 6, извлекаемых из сигналов обратной связи по скорости из импульсного кодера 7, и затем ускоряющий крутящий момент  $T_a$  получается посредством умножения темпа ускорения на весь момент инерции  $J$ , который должен прикладываться к мотору 6. Затем, полученный ускоряющий крутящий момент  $T_a$  вычитается из команды  $T_c$  управления крутящим моментом в мотор 6, полученной посредством цикла обработки скорости посредством модуля 11 сервоуправления, и момент  $M$  дополнительно вычитается из него, чтобы получить возмущающий крутящий момент  $T_b$ . После этого, нерегулярные компоненты возмущений удаляются посредством проведения данной обработки фильтрации, и таким образом получается возмущающий крутящий момент  $T_G$ . Модуль 11 сервоуправления выполняет вышеописанную обработку каждого предварительно определенного периода дискретизации, за счет этого получая возмущающий крутящий момент  $T_G$ .

[0029] Если точнее, модуль 11 сервоуправления включает в себя регистр, и регистр получает абсолютное положение мотора 6 посредством подсчета импульсов обратной связи по положению из импульсного кодера 7 в каждый предварительно определенный период дискретизации. Соответственно, модуль 11 сервоуправления обнаруживает абсолютное положение мотора 6 из регистра и получает угловое положение вращения (положение перемещения) оси сочленения, приводимой в действие посредством мотора 6, из абсолютного положения мотора 6. Кроме того, модуль 11 сервоуправления получает возмущающий крутящий момент  $T_G$  посредством выполнения обработки по фиг. 2, как описано выше.

#### *[0030] Обработка выбора возмущающего крутящего момента*

Далее описывается обработка выбора возмущающего крутящего момента посредством модуля 16 выбора возмущающего крутящего момента устройства 3 диагностики неисправностей согласно этому варианту осуществления со ссылкой на фиг. 3. Фиг. 3 является блок-схемой последовательности операций способа, показывающей процедуры обработки выбора возмущающего крутящего момента посредством модуля 16 выбора возмущающего крутящего момента.

[0031] Как показано на фиг. 3, на этапе S1, модуль 16 выбора возмущающего крутящего момента получает значения возмущающего крутящего момента, вычисленные посредством устройства 2 управления робота. Каждое значение возмущающего крутящего момента представляет значение в каждом положении перемещения каждой оси движения. Кроме того, информация, указывающая период сбора данных для значений возмущающего крутящего момента, также получается одновременно.

[0032] Затем, на этапе S2, модуль 16 выбора возмущающего крутящего момента получает информацию экстренной остановки в производственном объекте из базы 21 данных производственной информации в устройстве 4 управления производством. На этапе S3, модуль 16 выбора возмущающего крутящего момента определяет то, возникает  
5 или нет экстренная остановка средства в период сбора для полученных значений возмущающего крутящего момента. Обработка переходит к этапу S4 в случае определения того, что возникает экстренная остановка. С другой стороны, обработка переходит к этапу S5 в случае определения того, что не возникает экстренная остановка.

[0033] На этапе S4, модуль 16 выбора возмущающего крутящего момента удаляет  
10 только значения возмущающего крутящего момента во время возникновения экстренной остановки из полученных значений возмущающего крутящего момента, и затем обработка переходит к этапу S5. На этапе S5, модуль 16 выбора возмущающего крутящего момента записывает полученные значения возмущающего крутящего момента в базу 17 данных возмущающих крутящих моментов и завершает обработку  
15 выбора возмущающего крутящего момента согласно этому варианту осуществления.

[0034] Посредством выбора значений возмущающего крутящего момента посредством вышеописанной обработки, база 17 данных возмущающих крутящих моментов сохраняет и накапливает только значения возмущающего крутящего момента, которые не включают в себя аномальные значения, обусловленные экстренной остановкой  
20 средства.

*[0035] Обработка диагностики неисправностей*

Далее описывается обработка диагностики неисправностей посредством модуля 18 диагностики неисправностей устройства 3 диагностики неисправностей согласно этому варианту осуществления со ссылкой на фиг. 4 и 5. Фиг. 4 и 5 являются блок-схемами  
25 последовательности операций способа, показывающими процедуры обработки диагностики неисправностей посредством модуля 18 диагностики неисправностей.

[0036] Как показано на фиг. 4 и 5, на этапе S11, модуль 18 диагностики неисправностей получает недавние значения возмущающего крутящего момента, а также значения возмущающего крутящего момента в этом месяце в прошлом году в качестве даты,  
30 когда в целом диагностика осуществляется, из базы 17 данных возмущающих крутящих моментов. На этапе S12, на основе значений возмущающего крутящего момента в этом месяце в прошлом году в качестве даты, когда осуществляется диагностика, модуль 18 диагностики неисправностей вычисляет, по меньшей мере, одно (или более) из среднего значения, значения дисперсии и медианного значения и затем вычисляет и задает  
35 пороговое значение определения неисправностей на основе вычисленного значения. Например, любое из среднего значения, значения дисперсии и медианного значения может задаваться равным пороговому значению определения неисправностей, или два или более из этих значений могут задаваться равными пороговым значениям определения неисправностей.

[0037] На этапе S13, модуль 18 диагностики неисправностей вычисляет, по меньшей мере, одно (или более) из среднего значения, значения дисперсии и медианного значения из недавних значений возмущающего крутящего момента и определяет то, равно или меньше либо нет вычисленное значение порогового значения определения  
40 неисправностей, заданного на этапе S12. Затем если вычисленное значение из среднего значения, значения дисперсии и медианного значения из недавних значений возмущающего крутящего момента равно или меньше порогового значения определения неисправностей, то модуль 18 диагностики неисправностей определяет то, что неисправность не возникает, и сразу завершает обработку диагностики неисправностей

согласно этому варианту осуществления. С другой стороны, если вычисленное значение из среднего значения, значения дисперсии и медианного значения из недавних значений возмущающего крутящего момента превышает пороговое значение определения неисправностей, то модуль 18 диагностики неисправностей определяет то, что имеется  
5 вероятность неисправности, и обработка переходит к этапу S14.

[0038] На этапе S14, модуль 18 диагностики неисправностей определяет то, проведено или нет техническое обслуживание в течение прошлых трех месяцев, на основе данных, накопленных в базе 19 данных записей технического обслуживания. После этого, если  
10 техническое обслуживание не проведено, модуль 18 диагностики неисправностей определяет то, что неисправность возникает, и обработка переходит к этапу S22. С другой стороны, обработка переходит к этапу S15 для определения эффекта операции технического обслуживания, когда техническое обслуживание проведено в течение прошлых трех месяцев.

[0039] На этапе S15, модуль 18 диагностики неисправностей вычисляет темп изменения  
15 значения возмущающего крутящего момента до и после проведения операции технического обслуживания для всех осей движения робота, который подвергнут операции технического обслуживания. Робот, который подвергнут операции технического обслуживания, включает в себя несколько осей движения, и некоторые оси движения подвергнуты операции технического обслуживания, тогда как другие оси  
20 движения не подвергнуты операции технического обслуживания. Это обусловлено такой причиной, что некоторые оси движения должны подвергаться операции технического обслуживания часто, тогда как другие оси движения не должны подвергаться операции технического обслуживания в течение длительного периода времени. Здесь, темп изменения значения возмущающего крутящего момента  
25 вычисляется для всех этих осей движения.

[0040] На этапе S16, модуль 18 диагностики неисправностей определяет то, равен или меньше либо нет каждый темп изменения значения возмущающего крутящего момента, вычисленного на этапе S15, предварительно определенного порогового значения. Когда темп изменения равен или меньше предварительно определенного  
30 порогового значения, модуль 18 диагностики неисправностей определяет то, что отсутствует влияние операции технического обслуживания, и что неисправность возникает, и обработка переходит к этапу S22. С другой стороны, когда темп изменения значения возмущающего крутящего момента превышает предварительно определенное пороговое значение, модуль 18 диагностики неисправностей определяет то, что  
35 возникает эффект операции технического обслуживания, и обработка переходит к этапу S17.

[0041] На этапе S17, модуль 18 диагностики неисправностей вычисляет, по меньшей мере, одно (или более) из среднего значения, значения дисперсии и медианного значения из значений возмущающего крутящего момента после проведения технического  
40 обслуживания и вычисляет и сбрасывает пороговое значение определения неисправностей на основе значения.

[0042] На этапе S18, модуль 18 диагностики неисправностей определяет то, существует или нет сезонное варьирование значений возмущающего крутящего момента какой-либо из осей сочленения. Обработка переходит к этапу S21, когда отсутствует сезонное  
45 варьирование, или переходит к этапу S19, когда существует сезонное варьирование. Здесь, определение в отношении того, существует или нет сезонное варьирование значений возмущающего крутящего момента, выполняется посредством использования, например, степени корреляции между флуктуациями во внешней температуре в каждое

время года и значениями возмущающего крутящего момента. Такое определение может выполняться посредством проверки отдельно накопленных данных внешних температур с данными значений возмущающего крутящего момента.

5 [0043] На этапе S19, модуль 18 диагностики неисправностей сбрасывает пороговое значение определения неисправностей еще раз посредством умножения порогового значения определения неисправностей, которое сбрасывается на этапе S17, на константу (коэффициент), соответствующую сезонному варьированию.

10 [0044] На этапе S21, модуль 18 диагностики неисправностей сохраняет пороговое значение определения неисправностей, которое сбрасывается или пороговое значение определения неисправностей, которое сбрасывается еще раз, в запоминающем устройстве и завершает обработку диагностики неисправностей согласно этому варианту осуществления.

15 [0045] На этапе S22, чтобы выполнять повторное определение оси движения, в которой диагностирована неисправность, модуль 25 повторного определения осуществляет доступ к базе 19 данных записей технического обслуживания и определяет то, имеется ли запись по измерениям концентрации железного порошка после проведения последней замены редуктора и последней смены смазки. Концентрация железного порошка значительно изменяется, когда осуществляется техническое обслуживание, к примеру, замена редуктора и смена смазки. Поэтому выполняется  
20 определение в отношении того, имеется ли запись по измерениям концентрации железного порошка после проведения технического обслуживания. Затем обработка переходит к этапу S23, когда имеется запись по измерениям концентрации железного порошка, или переходит к этапу S28, когда отсутствует такая запись по измерениям концентрации железного порошка.

25 [0046] На этапе S23, модуль 25 повторного определения определяет то, равен или меньше либо нет период, истекший с последней даты измерения концентрации железного порошка до текущей даты, предварительно определенного порогового значения. Обработка переходит к этапу S24, когда истекший период равен или меньше  
30 предварительно определенного порогового значения, или переходит к этапу S25, когда истекший период превышает предварительно определенное пороговое значение. Если период, истекший с последней даты измерения концентрации железного порошка до текущей даты, продлевается, вероятно, что концентрация железного порошка увеличивается в течение этого периода. Соответственно, использование результата измерений после истечения длительного периода исключается.

35 [0047] На этапе S24, модуль 25 повторного определения определяет то, равно или меньше либо нет последнее значение измерения концентрации железного порошка предварительно определенного порогового значения. Когда последнее значение измерения равно или меньше предварительно определенного порогового значения, модуль 25 повторного определения определяет то, что неисправность не возникает, и  
40 завершает обработку диагностики неисправностей согласно этому варианту осуществления. С другой стороны, когда последнее значение измерения концентрации железного порошка превышает предварительно определенное пороговое значение, модуль 25 повторного определения определяет то, что неисправность возникает, и обработка переходит к этапу S30. Здесь, концентрация железного порошка, при которой  
45 определение неисправности является осуществимым, может получаться и задаваться заранее в качестве предварительно определенного порогового значения посредством использования предыдущих данных, экспериментов и т.п.

[0048] На этапе S25, модуль 25 повторного определения определяет то, имеются ли

нет несколько записей по измерениям концентрации железного порошка. Даже в случае старых записей по измерениям, определенных как задерживаемых после истекшего периода на этапе S23, по-прежнему можно оценивать текущую концентрацию железного порошка в соответствии с методом наименьших квадратов посредством использования  
5 нескольких записей. Соответственно, обработка переходит к этапу S26, когда имеются несколько записей по измерениям концентрации железного порошка. С другой стороны, если отсутствуют несколько записей по измерениям концентрации железного порошка, то невозможно оценивать текущую концентрацию железного порошка. Следовательно, модуль 25 повторного определения определяет то, что неисправность возникает, и  
10 обработка переходит к этапу S30.

[0049] На этапе S26, модуль 25 повторного определения вычисляет оцененное значение посредством оценки текущей концентрации железного порошка в соответствии с методом наименьших квадратов и т.п. посредством использования нескольких записей по измерениям концентрации железного порошка.

15 [0050] На этапе S27, модуль 25 повторного определения определяет то, равно или меньше либо нет оцененное значение концентрации железного порошка, оцененной таким способом, предварительно определенного порогового значения. Когда оцененное значение равно или меньше предварительно определенного порогового значения, модуль 25 повторного определения определяет то, что неисправность не возникает, и  
20 завершает обработку диагностики неисправностей согласно этому варианту осуществления. С другой стороны, когда оцененное значение концентрации железного порошка превышает предварительно определенное пороговое значение, модуль 25 повторного определения определяет то, что неисправность возникает, и обработка переходит к этапу S30. Здесь, концентрация железного порошка, при которой  
25 определение неисправности является осуществимым, может получаться и задаваться заранее в качестве предварительно определенного порогового значения посредством использования предыдущих данных, экспериментов и т.п.

[0051] На этапе S28, модуль 25 повторного определения осуществляет доступ к базе 19 данных записей технического обслуживания и получает последнюю запись по замене  
30 редуктора.

[0052] На этапе S29, модуль 25 повторного определения определяет то, равен или меньше либо нет период, истекший с последней даты замены редуктора до текущей даты, предварительно определенного порогового значения. Неисправность практически никогда не возникает сразу после замены редуктора. Соответственно, когда истекший  
35 период равен или меньше предварительно определенного порогового значения, модуль 25 повторного определения определяет то, что неисправность не возникает, и завершает обработку диагностики неисправностей согласно этому варианту осуществления. С другой стороны, когда истекший период превышает предварительно определенное пороговое значение, модуль 25 повторного определения определяет то, что  
40 неисправность возникает, и обработка переходит к этапу S30.

[0053] На этапе S30, модуль 18 диагностики неисправностей отображает аварийный сигнал неисправности на соответствующей оси сочленения на экране отображения непроиллюстрированного монитора, который устанавливается в качестве сменного  
45 оборудования в устройство 3 диагностики неисправностей, и обработка диагностики неисправностей согласно этому варианту осуществления завершается.

#### Преимущества изобретения

[0054] Как подробно описано выше, согласно устройству 3 диагностики неисправностей этого варианта осуществления, в оси движения диагностируется

неисправность, когда значение возмущающего крутящего момента превышает пороговое значение определения неисправностей, и повторное определение неисправности на оси движения, в которой диагностируется неисправность, проводится на основе предыдущей записи технического обслуживания и предыдущего результата проверки. Таким образом, можно диагностировать неисправность посредством использования записи технического обслуживания и результата проверки, отличного от значения возмущающего крутящего момента, и за счет этого повышать точность диагностики неисправностей при предотвращении ошибочного определения таким образом, что диагностируется неисправность вместо нормальности по существу.

[0055] Между тем, когда имеется запись по измерениям концентрации железного порошка в пределах предварительно определенного периода в прошлом относительно оси движения, подвергающейся повторному определению, устройство 3 диагностики неисправностей согласно этому варианту осуществления определяет то, что ось движения, подвергающаяся повторному определению, является нормальной, если значение измерения концентрации железного порошка, записанное в записи по измерениям, равно или меньше предварительно определенного порогового значения. Таким образом, можно диагностировать неисправность на основе записи по измерениям концентрации железного порошка, отличной от значения возмущающего крутящего момента, и за счет этого повышать точность диагностики неисправностей при предотвращении ошибочного определения таким образом, что диагностируется неисправность вместо нормальности по существу.

[0056] Помимо этого, когда отсутствует запись по измерениям концентрации железного порошка в пределах предварительно определенного периода в прошлом относительно оси движения, подвергающейся повторному определению, устройство 3 диагностики неисправностей согласно этому варианту осуществления вычисляет оцененное значение посредством оценки текущей концентрации железного порошка. Затем устройство 3 диагностики неисправностей определяет то, что ось движения, подвергающаяся повторному определению, является нормальной, если оцененное значение равно или меньше предварительно определенного порогового значения. Таким образом, можно диагностировать неисправность на основе оцененного значения концентрации железного порошка, отличного от значения возмущающего крутящего момента, и за счет этого повышать точность диагностики неисправностей при предотвращении ошибочного определения таким образом, что диагностируется неисправность вместо нормальности по существу.

[0057] Между тем, когда отсутствует запись по измерениям концентрации железного порошка в пределах предварительно определенного периода в прошлом относительно оси движения, подвергающейся повторному определению, устройство 3 диагностики неисправностей согласно этому варианту осуществления получает запись по замене редуктора оси движения, подвергающейся повторному определению. Затем устройство 3 диагностики неисправностей определяет то, что ось движения, подвергающаяся повторному определению, является нормальной, если имеется запись по замене редуктора в пределах предварительно определенного периода в прошлом. Таким образом, можно диагностировать неисправность на основе записи по замене редуктора отличной от значения возмущающего крутящего момента, и за счет этого повышать точность диагностики неисправностей при предотвращении ошибочного определения таким образом, что диагностируется неисправность вместо нормальности по существу.

[0058] Хотя выше описан вариант осуществления настоящего изобретения, не следует понимать, что описания и чертежи, составляющие часть этого раскрытия сущности,

имеют намерение ограничивать это изобретение. Различные альтернативные варианты осуществления, примеры и технологии применения должны становиться очевидными для специалистов в данной области техники из этого раскрытия сущности.

Список позиционных обозначений

- 5 [0059] 1 - робот  
 2 - устройство управления робота  
 3 - устройство диагностики неисправностей  
 4 - устройство управления производством  
 5 - манипулятор робота  
 10 6 - сервомотор (мотор)  
 7 - импульсный кодер  
 8 - редуктор  
 9 - функциональный интегрированный модуль управления  
 10, 15, 20 - модуль связи  
 15 11 - модуль сервоуправления  
 12 - модуль вычисления возмущающего крутящего момента  
 13 - модуль получения данных о состоянии  
 14 - модуль сервоусилителя  
 16 - модуль выбора возмущающего крутящего момента  
 20 17 - база данных возмущающих крутящих моментов  
 18 - модуль диагностики неисправностей  
 19 - база данных записей технического обслуживания  
 21 - база данных производственной информации  
 25 - модуль повторного определения  
 25 100 - система диагностики неисправностей

#### (57) Формула изобретения

1. Устройство (3) для диагностики неисправностей механического устройства, содержащего независимые друг от друга моторы (6), приводящие в действие оси движения, выполненное с возможностью получения данных о положении перемещения каждой из осей движения и значении возмущающего крутящего момента, прикладываемого к оси движения в каждый предварительно определенный период, и диагностирования неисправности механического устройства, содержащее:
- 30 модуль (15) связи, выполненный с возможностью обмена данными;
- 35 модуль (16) выбора возмущающего крутящего момента, выполненный с возможностью получения информации и выбора значения, которое должно быть сохранено;
- 40 базу (17) данных возмущающих крутящих моментов, выполненную с возможностью последовательного сохранения выбранного значения возмущающего крутящего момента и накопления предыдущих значений возмущающего крутящего момента;
- 45 базу (19) данных записей технического обслуживания, выполненную с возможностью сохранения записей технического обслуживания и данных результатов проверки;
- модуль (18) диагностики неисправностей, выполненный с возможностью диагностировать неисправность оси движения, когда значение возмущающего крутящего момента превышает предварительно определенное пороговое значение определения неисправностей; и
- модуль (25) повторного определения, выполненный с возможностью проводить повторное определение неисправности на оси движения, в которой диагностируется

неисправность посредством модуля диагностики неисправностей, на основе предыдущей записи технического обслуживания и предыдущего результата проверки.

2. Устройство (3) для диагностики неисправностей по п. 1, в котором:

модуль (25) повторного определения выполнен с возможностью, когда имеется запись по измерениям концентрации железного порошка в смазке, сменной на оси движения, в пределах предварительно определенного периода в прошлом относительно оси движения, подвергающейся повторному определению, определять то, что ось движения, подвергающаяся повторному определению, является нормальной, если значение измерения концентрации железного порошка, записанное в записи по измерениям, равно или меньше предварительно определенного порогового значения.

3. Устройство (3) для диагностики неисправностей по п. 1 или 2, в котором:

модуль (25) повторного определения выполнен с возможностью, когда отсутствует запись по измерениям концентрации железного порошка в смазке, сменной на оси движения, в пределах предварительно определенного периода в прошлом относительно оси движения, подвергающейся повторному определению, вычислять оцененное значение посредством оценки текущей концентрации железного порошка и определять то, что ось движения, подвергающаяся повторному определению, является нормальной, если оцененное значение равно или меньше предварительно определенного порогового значения.

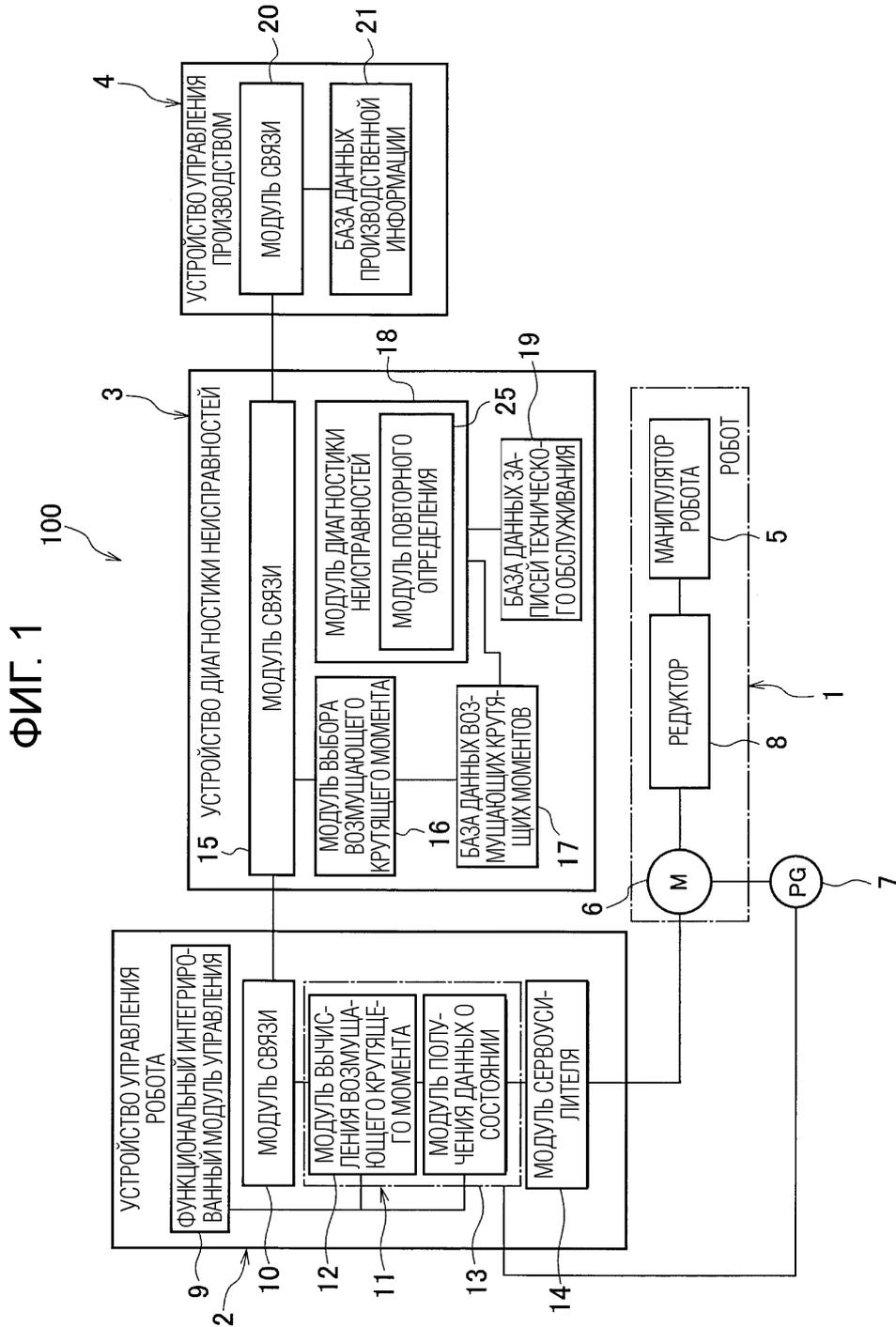
4. Устройство (3) для диагностики неисправностей по п. 1 или 2, в котором:

модуль (25) повторного определения выполнен с возможностью, когда отсутствует запись по измерениям концентрации железного порошка в смазке, сменной на оси движения, в пределах предварительно определенного периода в прошлом относительно оси движения, подвергающейся повторному определению, определять то, что ось движения, подвергающаяся повторному определению, является нормальной, если имеется запись по замене редуктора оси движения, подвергающейся повторному определению, в пределах предварительно определенного периода в прошлом.

5. Способ диагностики неисправностей механического устройства посредством устройства (3) для диагностики неисправностей механического устройства, содержащего независимые друг от друга моторы (6), приводящие в действие оси движения, выполненного с возможностью получения данных о положении перемещения каждой из осей движения и значении возмущающего крутящего момента, прикладываемого к оси движения в каждый предварительно определенный период, при этом способ содержит этапы, на которых:

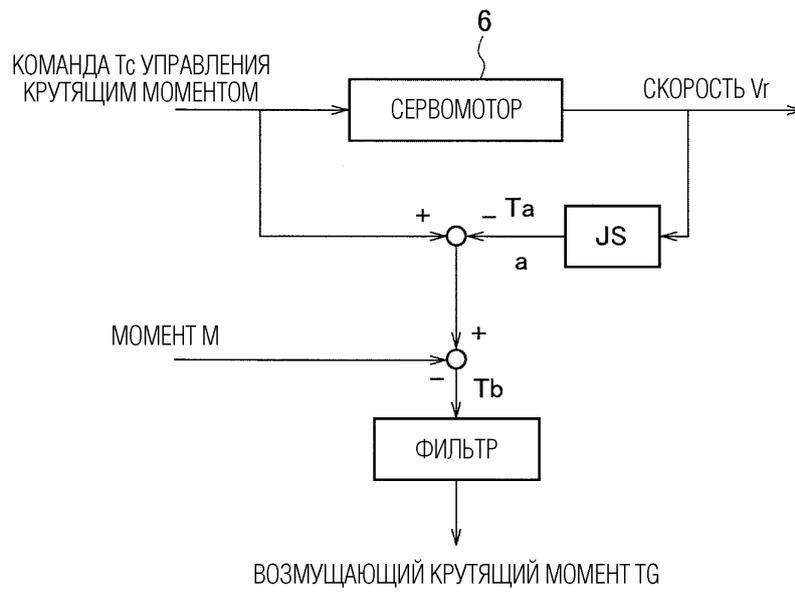
диагностируют посредством устройства (3) диагностики неисправностей неисправность оси движения, когда значение возмущающего крутящего момента превышает предварительно определенное пороговое значение определения неисправностей, и

проводят посредством устройства (3) диагностики неисправностей повторное определение неисправности на оси движения, в которой диагностируется неисправность, на основе предыдущей записи технического обслуживания и предыдущего результата проверки.



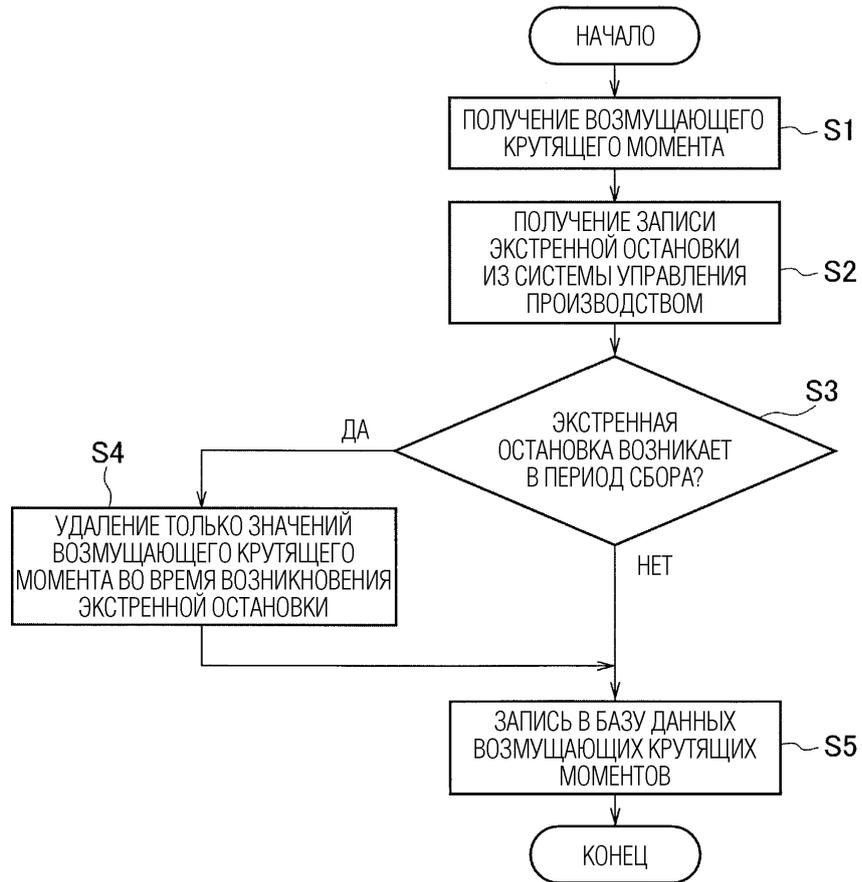
2/5

ФИГ. 2



3/5

ФИГ. 3



ФИГ. 4

