

(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8月25日(25.08.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/176331 A1

- (51) 国際特許分類:
E02F 9/20 (2006.01) *G01M 99/00* (2011.01)
E02F 9/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/045028
- (22) 国際出願日: 2021年12月8日(08.12.2021)
- (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 2021-022857 2021年2月16日(16.02.2021) JP
- (71) 出願人: 株式会社クボタ (KUBOTA CORPORATION) [JP/JP]; 〒5568601 大阪府

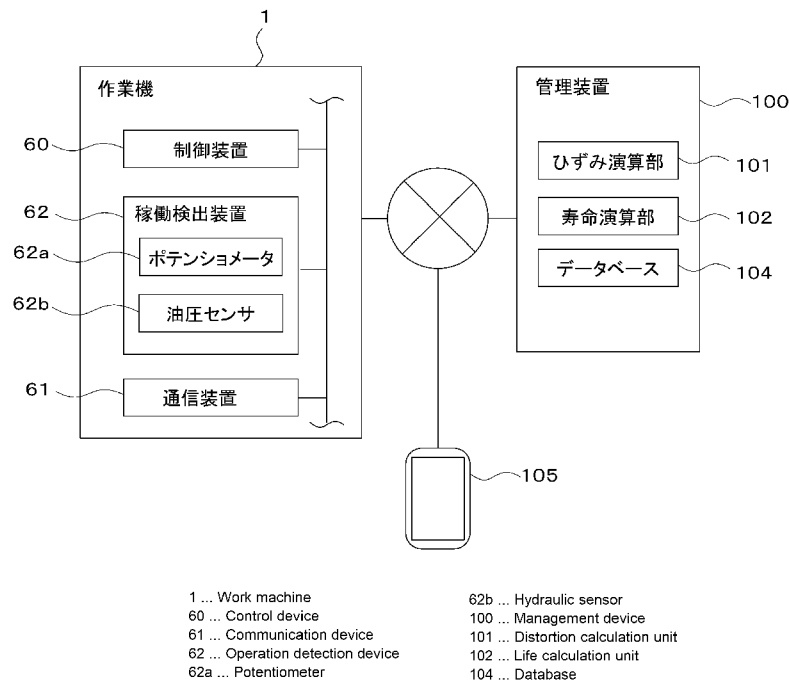
大阪市浪速区敷津東1丁目2番4
7号 Osaka (JP).

- (72) 発明者: 新井 康彦 (ARAI Yasuhiko); 〒5900823
大阪府堺市堺区石津北町64番地 株式会社ク
ボタ 堺製造所内 Osaka (JP). 三浦 敬典 (MIURA
Keisuke); 〒5900823 大阪府堺市堺区石津北町
64番地 株式会社クボタ 堺製造所内 Osaka
(JP). 森田 慎一 (MORITA Shinichi); 〒5900823
大阪府堺市堺区石津北町64番地 株式会社ク
ボタ 堺製造所内 Osaka (JP). 上田 秀哉 (UEDA
Shuya); 〒5900823 大阪府堺市堺区石津北町6
4番地 株式会社クボタ 堺製造所内 Osaka (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人安田岡本特
許事務所 (YASUDA & OKAMOTO PATENT

(54) Title: LIFE PREDICTION SYSTEM FOR WORK MACHINE

(54) 発明の名称: 作業機の寿命予測システム



(57) Abstract: A life prediction system for a work machine (1), the work machine (1) comprising a work body provided on a machine body (2), a hydraulic actuator that activates the work body, and an operation detection device (62) that detects operation information when the work body and/or the hydraulic actuator is activated, wherein the life prediction system comprises a distortion calculation unit (101) that calculates a distortion of a portion to be subjected to life prediction on the basis of the operation information detected by the operation detection device (62), and a life calculation unit (102)

ATTORNEYS); 〒5770066 大阪府東大阪市高井
田本通七丁目7番19号 昌利ビル Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, 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, 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))

that calculates the life of the portion to be subjected to life prediction from the distortion calculated by the distortion calculation unit (101).

(57) 要約：作業機（１）の寿命予測システムは、機体（２）に設けられた作業体と、前記作業体を作動させる油圧アクチュエータと、前記作業体及び油圧アクチュエータの少なくとも一方が作動したときの稼働情報を検出する稼働検出装置（６２）とを備えた作業機（１）の寿命予測システムであって、前記稼働検出装置（６２）が検出した稼働情報に基づいて寿命予測対象部位のひずみを演算するひずみ演算部（１０１）と、前記ひずみ演算部（１０１）で演算したひずみから前記寿命予測対象部位の寿命を演算する寿命演算部（１０２）と、を備えている。

明 細 書

発明の名称：作業機の寿命予測システム

技術分野

[0001] 本発明は、作業機の寿命予測システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、特許文献１に開示された作業機の故障を診断するシステムが知られている。

特許文献１の作業機の動作状況取込システムは、作業機の各部位における動作状況を電子メールにてサーバに送信する送信手段と、サーバにアクセス可能なコンピュータとを備え、コンピュータは、サーバにアクセスして当該サーバに保存された動作状況を取り込む状況取込部と、状況取込部で取り込まれた動作状況を表示する表示部と、取り込まれた動作状況に基づいて作業機の故障を自動的に推定する故障推定部とを備えている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：日本国公開特許公報「特開２０１４－２５３４３号公報」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] さて、特許文献１に開示されている作業機の動作状況取込システムでは、エラー、警告などが発生した場合の動作状況から故障を診断することができるものの、作業機に備えられる部材の寿命までは予測できないのが実情である。

そこで本発明は、上記課題に鑑み、作業機の稼働情報に基づいて当該作業機に備えられる部材の寿命を簡単に予測することができる作業機の寿命予測システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の一態様に係る作業機の寿命予測システムは、機体に設けられた作

業体と、前記作業体を作動させる油圧アクチュエータと、前記作業体及び油圧アクチュエータの少なくとも一方が作動したときの稼働情報を検出する稼働検出装置とを備えた作業機の寿命予測システムであって、前記管理装置は、前記稼働検出装置が検出した稼働情報に基づいて寿命予測対象部位のひずみを演算するひずみ演算部と、前記ひずみ演算部で演算したひずみから前記寿命予測対象部位の寿命を演算する寿命演算部と、を備えている。

[0006] また、前記稼働検出装置は、前記稼働情報として、前記油圧アクチュエータとして備えられる油圧シリンダの油圧シリンダ圧と、前記作業体の姿勢情報とを検出し、前記ひずみ演算部は、前記油圧シリンダ圧と前記姿勢情報とに基づいて、前記ひずみを演算する。

また、前記稼働検出装置は、前記姿勢情報として、前記作業体に含まれる部材の他の部材に対する回転角度、または前記油圧シリンダのストロークを検出する。

[0007] また、前記寿命演算部は、所定値以上のひずみが発生した発生回数に基づいて前記寿命予測対象部位の寿命を演算する。

また、作業機の寿命予測システムは、前記作業機に設けられ且つ、前記稼働情報を送信する通信装置と、前記ひずみ演算部及び前記寿命演算部を含み、前記通信装置から送信された稼働情報に基づいて当該作業機に含まれる前記寿命予測対象部位の寿命を予測する管理装置と、を備えている。

[0008] また、前記作業機は、前記ひずみ演算部と、前記ひずみ演算部が演算したひずみに関する情報を送信する通信装置とを備え、前記寿命演算部を含み、前記通信装置から送信された前記ひずみに関する情報に基づいて当該作業機に含まれる前記寿命予測対象部位の寿命を予測する管理装置を備えている。

また、前記作業機が前記ひずみ演算部と前記寿命演算部とを備えている。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、作業体及び油圧アクチュエータの少なくとも一方が作動したときの稼働情報から寿命予測対象部位の寿命を簡単に予測することができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]作業機の寿命予測システムの全体図を示している。
- [図2]作業機の油圧システム（油圧回路）の概略図である。
- [図3]作業機の寿命予測システムの動作を示す図である。
- [図4]第1の変形例における作業機の寿命予測システムの全体図を示している。
- 。
- [図5]第2の変形例における作業機の寿命予測システムの全体図を示している。
- 。
- [図6]第3の変形例における作業機の寿命予測システムの全体図を示している。
- 。
- [図7]バックホーの側面図を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0011] 以下、本発明の一実施形態について、図面を適宜参照しつつ説明する。

図1は、作業機の寿命予測システムの全体図を示している。作業機の寿命予測システムは、複数の作業機1から稼働情報を収集して各作業機1における寿命予測対象部位の寿命予測を行うシステムである。

まず、作業機1について説明する。図7は、作業機1として旋回作業機であるバックホーを示している。作業機1は、バックホーに限定されず、ローダ等の建設機械、トラクタ、コンバイン、田植機等の農業機械であってもよい。

- [0012] 図7に示すように、作業機1は、機体（旋回台）2と、走行装置3と、作業装置4とを備えている。機体2上にはキャビン5が搭載されている。キャビン5の室内には運転席6が設けられている。

本実施形態においては、作業機1の運転席6に着座した運転者（オペレータ）が向く方向（図7の矢印A1方向）を前方といい、その反対方向（図7の矢印A2方向）を後方という。また、運転者の左側（図7の手前側）を左方といい、運転者の右側（図7の奥側）を右方という。

- [0013] また、前後方向K1に直交する方向である水平方向を機体幅方向という。

機体 2 の幅方向の中央部から右部、或いは、左部へ向かう方向を機体外方という。言い換えれば、機体外方とは、機体幅方向であって機体 2 の幅方向の中心から離れる方向のことである。機体外方とは反対の方向を、機体内方という。言い換えれば、機体内方とは、機体幅方向であって機体 2 の幅方向の中心に近づく方向である。

[0014] 図 7 に示すように、走行装置 3 は、左側に設けられた走行体 3 L と、右側に設けられた走行体 3 R とを有する。走行体 3 L 及び走行体 3 R は、駆動輪 1 1 a と、従動輪 1 1 b と、複数の転輪 1 1 e と、フレーム 1 1 c と、ベルト 1 1 d とを有するクローラ式の走行装置である。フレーム 1 1 c は、駆動輪 1 1 a、従動輪 1 1 b、及び転輪 1 1 e を回転自在に支持する。ベルト 1 1 d は、駆動輪 1 1 a、従動輪 1 1 b、及び転輪 1 1 e に架け渡されている。

[0015] 走行体 3 L のフレーム 1 1 c は、第 1 走行モータ M L を支持している。第 1 走行モータ M L の動力は、走行体 3 L の駆動輪 1 1 a に伝達される。また、走行体 3 R のフレーム 1 1 c は、第 2 走行モータ M R を支持している。第 2 走行モータ M R の動力は、走行体 3 R の駆動輪 1 1 a に伝達される。

走行装置 3 の前部には、ドーザ装置 7 が装着されている。ドーザ装置 7 は、ドーザシリンダを伸縮することにより昇降（ブレードを上げ下げ）させることができる。なお、作業機 1 は、ドーザ装置 7 を備えない構成であってもよい。

[0016] 機体 2 は、走行装置 3 上に旋回ベアリング 8 を介して縦軸（上下の方向に延伸する軸心）回りに旋回自在に支持されている。機体 2 は、油圧モータ（油圧アクチュエータ）からなる旋回モータ M T によって旋回駆動される。機体 2 は、縦軸回りに旋回する旋回基板 9 と、ウエイト 1 0 とを有している。旋回基板 9 は、鋼板等から形成されており、旋回ベアリング 8 に連結されている。ウエイト 1 0 は、機体 2 の後部に設けられている。機体 2 の後部には、原動機 E 1 が搭載されている。原動機 E 1 は、ディーゼルエンジンである。なお、原動機 E 1 は、電動モータであってもよいし、ディーゼルエンジン

及び電動モータを有するハイブリッド型であってもよい。

[0017] 機体 2 は、機体幅方向の中央のやや右寄りの前部に支持ブラケット 13 を有している。支持ブラケット 13 には、スイングブラケット 14 が、縦軸回りに揺動自在に取り付けられている。スイングブラケット 14 には、作業装置 4 が取り付けられている。

図 7 に示すように、作業装置 4 は、ブーム 15、アーム 16、バケット（作業具） 17 等の作業体を有している。ブーム 15 の基部は、スイングブラケット 14 に横軸（機体幅方向に延伸する軸心）回りに回動自在に枢着されている。このため、ブーム 15 は、上下に揺動自在である。アーム 16 は、ブーム 15 の先端側に横軸回りに回動自在に枢着されている。このため、アーム 16 は、前後或いは上下に揺動自在である。バケット 17 は、アーム 16 の先端側にスクイ動作及びダンプ動作可能に設けられている。作業機 1 は、バケット 17 に代えて或いは加えて、油圧アクチュエータにより駆動可能な他の作業具（予備アタッチメント）を装着することが可能である。他の作業具（予備アタッチメント）としては、油圧ブレーカ、油圧圧砕機、アングルブルーム、アースオーガ、パレットフォーク、スノーパー、モア、スノウブロア等が例示できる。

[0018] スイングブラケット 14 は、機体 2 内に備えられたスイングシリンダ C2 の伸縮によって揺動自在である。ブーム 15 は、ブームシリンダ C3 の伸縮によって揺動自在である。アーム 16 は、アームシリンダ C4 の伸縮によって揺動自在である。バケット 17 は、バケットシリンダ（作業具シリンダ） C5 の伸縮によってスクイ動作及びダンプ動作自在である。ドーザシリンダ、スイングシリンダ C2、ブームシリンダ C3、アームシリンダ C4、及びバケットシリンダ C5 は、油圧シリンダ（油圧アクチュエータ）によって構成されている。

[0019] なお、作業装置 4 は、機体 2 に設けられたものであればよく、ブーム 15、アーム 16 及びバケット（作業具） 17 以外を有していてもよい。また、ブームシリンダ C3、アームシリンダ C4、バケットシリンダ C5 等は、作

業体を駆動する油圧アクチュエータである。

図2は、作業機1の油圧アクチュエータを作動させる油圧回路（油圧システム）の概略を示している。

[0020] 図2に示すように、作業機1の油圧システムは、ブームシリンダC3、アームシリンダC4、バケットシリンダC5、及び旋回モータMT等の作業系油圧アクチュエータと、第1走行モータML、及び第2走行モータMR等の走行系油圧アクチュエータとを作動させるシステムである。なお、図2の油圧システムは、説明の便宜上、ドーザシリンダ及びスイングシリンダC2を制御する回路を省略している。また、ブームシリンダC3、アームシリンダC4、及びバケットシリンダC5における作動油が導入／排出されるポートの近傍には、ブームシリンダC3、アームシリンダC4、及びバケットシリンダC5のそれぞれの圧力（油圧シリンダ圧）を検出する油圧センサ62bが備えられている。

[0021] 作業機1の油圧システムは、第1油圧ポンプP1と、第2油圧ポンプP2と、複数の制御弁33を有している。第1油圧ポンプP1は、作業系油圧アクチュエータ及び走行系油圧アクチュエータに作動油を供給するポンプである。第1油圧ポンプP1は、例えば、定容量ポンプ、或いは、可変容量ポンプである。また、第2油圧ポンプP2は、信号用又は制御用等の作動油、即ち、パイロット油を供給するポンプである。複数の制御弁33は、作業系油圧アクチュエータ、走行系油圧アクチュエータを制御する弁である。複数の制御弁33には、油路34を介して第1油圧ポンプP1が接続されている。なお、作業機1に備えられる油圧ポンプの数は特に限定されず、例えば、作業系油圧アクチュエータ及び走行系油圧アクチュエータに作動油を供給するポンプを複数備えていてもよい。

[0022] 複数の制御弁33は、ブームシリンダC3を制御するブーム制御弁33C、アームシリンダC4を制御するアーム制御弁33D、バケットシリンダC5を制御するバケット制御弁33E、旋回モータMTを制御する旋回制御弁33F、第1走行モータMLを制御する第1走行制御弁33G、第2走行モ

ータMRを制御する第2走行制御弁33Hを含んでいる。

[0023] ブーム制御弁33Cは、油路43を介してブームシリンダC3に接続されている。アーム制御弁33Dは、油路44を介してアームシリンダC4に接続されている。バケット制御弁33Eは、油路45を介してバケットシリンダC5に接続されている。旋回制御弁33Fは、油路46を介して旋回モータMTに接続されている。第1走行制御弁33Gは、油路（第1油路）47を介して第1走行モータMLに接続されている。第2走行制御弁33Hは、油路（第2油路）48を介して第2走行モータMRに接続されている。

[0024] ブーム制御弁33Cの受圧部には、ブーム電磁弁37Cが接続されている。アーム制御弁33Dの受圧部には、アーム電磁弁37Dが接続されている。バケット制御弁33Eの受圧部には、バケット電磁弁37Eが接続されている。旋回制御弁33Fの受圧部には、旋回電磁弁37Fが接続されている。第1走行制御弁33Gの受圧部には、前進電磁弁37G1及び後進電磁弁37G2が接続されている。第2走行制御弁33Hの受圧部には、前進電磁弁37H1及び後進電磁弁37H2が接続されている。

[0025] 即ち、複数の制御弁33には、それぞれの制御弁33に対応して、電磁弁（37C、37D、37E、37F、37G1、37G2、37H1、又は37H2）が接続されている。各電磁弁には、油路（パイロット油路）49を介して第2油圧ポンプP2が接続され、当該電磁弁の開度に応じて当該電磁弁37に対応する制御弁33の受圧部に作用するパイロット圧が変化する。

[0026] なお、本実施形態では、パイロット油路に備えられている電磁弁の開度を電子制御することにより制御弁の動作を制御する構成について説明するが、油圧制御方式はこれに限るものではない。例えば、パイロット油路に備えられたリモコン弁（パイロット操作弁）を操作部材で操作することにより制御弁に作用するパイロット圧を制御する構成としてもよく、制御弁を電磁弁で構成して制御弁の動作を直接電子制御する構成にしてもよい。

[0027] ブーム制御弁33C、アーム制御弁33D、バケット制御弁33E、旋回

制御弁 33 F、第 1 走行制御弁 33 G、第 2 走行制御弁 33 H は、例えば、直動スプール形の切換弁である。複数の制御弁 33（33 C、33 D、33 E、33 F、33 G、33 H）のそれぞれは、当該制御弁 33 に対応する電磁弁を介して受圧部に作用するパイロット油によって、当該制御弁 33 に供給された作動油の方向等を切り換える。これにより、複数の制御弁 33 のそれぞれは、作業系油圧アクチュエータ（ブームシリンダ C 3、アームシリンダ C 4、バケットシリンダ C 5、旋回モータ M T）、或いは、走行系油圧アクチュエータ（第 1 走行モータ M L、第 2 走行モータ M R）に供給される作動油の流量等を制御する。

[0028] 作業系油圧アクチュエータは、操縦装置 19（操縦装置 19 L、操縦装置 19 R）によって操作される。操縦装置 19 L は、操作部材 40 L と、第 1 操作検出部 41 L とを有している。操作部材 40 L は、中立位置から、前、後、右、左に揺動自在なレバーである。第 1 操作検出部 41 L は、操作部材 40 L の揺動量を検出する。また、第 1 操作検出部 41 L は、操作部材 40 L の前、後、右、左の中立位置からの揺動量（操作量）を検出するポテンションメータである。

[0029] 操作部材 40 L をオペレータ等が操作すると、第 1 操作検出部 41 L は、操作部材 40 L の操作量及び操作方向を検出する。第 1 操作検出部 41 L は、当該検出した操作部材 40 L の操作量及び操作方向を制御装置 60 に入力する。制御装置 60 は、操作部材 40 L の操作量及び操作方向に応じて、旋回制御弁 33 F の受圧部に接続された旋回電磁弁 37 F のソレノイドを励磁する。これにより、制御装置 60 は、当該旋回電磁弁 37 F の開度を制御する。その結果、旋回制御弁 33 F の受圧部にパイロット圧が作用し、当該旋回制御弁 33 F は、位置が切り換えられ、当該位置に応じて旋回モータ M T の回転方向が切り換える。

[0030] また、制御装置 60 は、操作部材 40 L の操作量及び操作方向に応じて、アーム制御弁 33 D の受圧部に接続されたアーム電磁弁 37 D のソレノイドを励磁する。これにより、制御装置 60 は、当該アーム電磁弁 37 D の開度

を制御する。その結果、アーム制御弁 33D の受圧部にパイロット圧が作用し、当該アーム制御弁 33D は、位置が切り換えられ、位置に応じてアームシリンダ C4 が伸縮する。

[0031] 操縦装置 19R は、操作部材 40R と、第 2 操作検出部 41R とを有している。操作部材 40R は、中立位置から、前、後、右、左に揺動自在なレバーである。第 2 操作検出部 41R は、操作部材 40R の揺動量を検出する。また、第 2 操作検出部 41R は、操作部材 40R の前、後、右、左の中立位置からの揺動量（操作量）を検出するポテンションメータである。

[0032] 操作部材 40R をオペレータ等が操作すると、第 2 操作検出部 41R は、操作部材 40R の操作量及び操作方向を検出する。第 2 操作検出部 41R は、当該検出した操作部材 40R の操作量及び操作方向を制御装置 60 に入力する。制御装置 60 は、操作部材 40R の操作量及び操作方向に応じて、ブーム制御弁 33C の受圧部に接続されたブーム電磁弁 37C のソレノイドを励磁する。これにより、制御装置 60 は、当該ブーム電磁弁 37C の開度を制御する。その結果、ブーム制御弁 33C の受圧部にパイロット圧が作用し、当該ブーム制御弁 33C は、位置が切り換えられ、当該位置に応じてブームシリンダ C3 が伸縮する。

[0033] また、制御装置 60 は、操作部材 40R の操作量及び操作方向に応じて、バケット制御弁 33E の受圧部に接続されたバケット電磁弁 37E のソレノイドを励磁する。これにより、制御装置 60 は、当該バケット電磁弁 37E の開度を制御する。その結果、バケット制御弁 33E の受圧部にパイロット圧が作用し、当該バケット制御弁 33E は、位置が切り換えられ、当該位置に応じてバケットシリンダ C5 が伸縮する。

[0034] 以上のように、オペレータ等は、操縦装置 19L 及び操縦装置 19R を操作することによって、機体 2、ブーム 15、アーム 16、バケット（作業具）17 を操作することができる。

図 1 に示すように、作業機 1 は、制御装置 60 と、通信装置 61 と、稼働検出装置 62 と、を備えている。制御装置 60 は、上述したように電磁弁等

の油圧制御を行う。制御装置60は、プログラムの命令を実行するCPU (Central Processing Unit)、コンピュータプログラムを格納したROM (read only memory)、各種の制御プログラムを展開するRAM (random access memory)、各種の制御プログラムおよび各種データを格納するメモリ等の記憶部 (記録媒体) などにより構成されている。

[0035] 通信装置61は、外部機器に対して直接通信及び間接通信のいずれかを行う通信装置 (通信モジュール) であって、例えば、通信規格であるIEEE 802.11シリーズのWi-Fi (Wireless Fidelity、登録商標)、BLE (Bluetooth(登録商標) Low Energy)、LPWA (Low Power, Wide Area)、LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) 等により無線通信を行うことができる。また、通信装置61は、携帯電話通信網又はデータ通信網などにより無線通信を行う通信装置 (通信モジュール) であってもよい。

[0036] 稼働検出装置62は、作業機1が作動したときの稼働情報として、作業体に含まれる部材の他の部材に対する回転角度を検出する角度センサ、または油圧シリンダのストロークを検出する装置である。具体的には、稼働検出装置62は、ポテンシオメータ62a、及び油圧センサ62b等である。ポテンシオメータ62aは、例えば、ブーム15とアーム16との回動軸 (第1回動軸)、ブーム15と機体2との回動軸 (第2回動軸)、バケット (作業具) 17の (第3回動軸) 等に設けられている。このため、ポテンシオメータ62aは、第1回動軸、第2回動軸、第3回動軸の回動を検出することによって、ブーム15とアーム16との角度 (第1角度 θ_1)、ブーム15の機体2に対する角度 (第2角度 θ_2)、バケット17のアーム16に対する角度 (第3角度 θ_3) 等を検出する。即ち、稼働検出装置62は、ポテンシオメータ62aによって得られた第1角度 θ_1 、第2角度 θ_2 、第3角度 θ_3 によって作業体の姿勢を検出することができる。

[0037] なお、稼働検出装置62が作業体の姿勢 (稼働情報) の検出方法は、ポテンシオメータ62aを用いる方法に限るものではない。例えば、稼働検出装置62は、ポテンシオメータ62aに代えて、各油圧シリンダ (例えばブー

ムシリンダC 3、アームシリンダC 4、バケットシリンダC 5) のストロークを検出するストロークセンサ（図示せず）を備えていてもよい。斯かる場合、稼働検出装置6 2は、それらのストロークセンサの検出結果に基づいて上記の第1角度 $\theta 1$ 、第2角度 $\theta 2$ 、及び第3角度 $\theta 3$ を特定し、作業体の姿勢を検出する。

[0038] 図2に示すように、油圧センサ6 2 bは、ブームシリンダC 3、アームシリンダC 4、バケットシリンダC 5のそれぞれにおいて、作動油が導入／排出されるポートの近傍に設けられていて、ブームシリンダC 3、アームシリンダC 4、バケットシリンダC 5のそれぞれの圧力（油圧シリンダ圧）を検出することができる。

つまり、稼働検出装置6 2は、作業体の姿勢、油圧シリンダ圧などを稼働情報として検出する。稼働検出装置6 2は、当該検出した稼働情報を通信装置6 1に出力する。通信装置6 1は、稼働検出装置6 2から出力された稼働情報を外部に送信する。

[0039] 図1に示すように、作業機の寿命予測システムは、管理装置1 0 0を備えている。複数の作業機1等から収集した稼働情報に基づいて作業機の所定部位の寿命を予測する。

管理装置1 0 0は、通信装置6 1と通信可能であって、ひずみ演算部1 0 1と、寿命演算部1 0 2とを備えている。ひずみ演算部1 0 1及び寿命演算部1 0 2は、管理装置1 0 0に設けられた電気電子回路、当該管理装置1 0 0に格納されたプログラム等から構成されている。

ひずみ演算部1 0 1は、稼働検出装置6 2が検出した稼働情報に基づいて、作業機1の寿命予測対象部位に生じたひずみを演算する。例えば、ひずみ演算部1 0 1は、油圧アクチュエータが作動したときの油圧シリンダ圧と姿勢情報とに基づいて、ひずみを演算する。

[0040] 具体的には、ひずみ演算部1 0 1は、作業機1の構造体のデータと、作業体を駆動する油圧シリンダ（ブームシリンダC 3、アームシリンダC 4、バケットシリンダC 5等）の油圧シリンダ圧と、作業体の姿勢情報（第1角度

$\theta 1$ 、第2角度 $\theta 2$ 、第3角度 $\theta 3$ 等)とから、ブームシリンダC3、アームシリンダC4、バケットシリンダC5等の油圧アクチュエータに作用する負荷(反力)を演算する解析モデルを有している。このため、ひずみ演算部101は、当該解析モデルから得られた油圧アクチュエータに作用する負荷(反力)から、ブーム15、アーム16及びバケット(作業具)17の所定部位(寿命予測対象部位)のひずみを演算する。

[0041] 即ち、ひずみ演算部101は、予め用意された構造体のデータ、作業体を駆動する油圧シリンダの油圧シリンダ圧、及び作業体の姿勢情報に基づいて構造解析を行う。これにより、ひずみ演算部101は、当該構造解析からブーム15、アーム16及びバケット(作業具)17の所定部位(寿命予測対象部位)の応力、即ち、発生ひずみ(ひずみ)を演算する。

[0042] なお、データベース104が、作業体を駆動する油圧シリンダ(ブームシリンダC3、アームシリンダC4、バケットシリンダC5等)の油圧シリンダ圧と、作業体の姿勢情報(第1角度 $\theta 1$ 、第2角度 $\theta 2$ 、第3角度 $\theta 3$ 等)と、ブーム15、アーム16及びバケット(作業具)17の所定部位(寿命予測対象部位)の発生ひずみ(ひずみ)とを対応付けたデータ(3次元マトリクスデータ)を予め記憶し、ひずみ演算部101は、当該データを参照することで寿命予測対象部位のひずみを算出するようにしてもよい。

[0043] 寿命演算部102は、ひずみ演算部101で演算した所定部位の発生ひずみ(ひずみ)と、ブーム15、アーム16及びバケット(作業具)17の構造体のデータから得られる所定部位の強度とを比較することで、寿命を演算する。例えば、寿命演算部102は、発生ひずみ(ひずみ)の分布を求め、分布から所定以上の発生ひずみの発生頻度(発生回数)と、所定部位の強度とを比較することで、所定部位の寿命が短いか長いかを判断する。

[0044] なお、ひずみ演算部101及び／又は寿命演算部102が、上述した演算を、機械学習、例えば、ディープラーニング(深層学習)などの人工知能を用いて行うようにしてもよい。具体的には、ひずみ演算部101及び／又は寿命演算部102は、深層学習により得られた学習済みモデルを有し、学習

済みモデルに発生ひずみ（ひずみ）、ブーム１５、アーム１６及びバケット（作業具）１７の構造体のデータから得られる所定部位の強度等を適用することで、寿命を演算したり、所定部位の寿命が長いか短いかを判断したりする。あるいは、ひずみ演算部１０１及び／又は寿命演算部１０２が、深層学習以外のアルゴリズムを用いたニューラルネットワーク、例えばリカレントニューラルネットワークを用いて得られた学習済みモデルを有していてもよい。なお、学習済みモデルは、構造体のデータ、油圧シリンダの油圧シリンダ圧及び作業体の姿勢情報に基づいてブーム１５、アーム１６及びバケット（作業具）１７の所定部位（寿命予測対象部位）の発生ひずみ（ひずみ）を演算するモデル、又は、発生ひずみ（ひずみ）、構造体のデータに基づいて寿命を演算したり、寿命を求めたりするモデルである。

[0045] 図３は、作業機の寿命予測システムの動作フローを示している。図３に示すように、作業機１が作動すると、通信装置６１は、稼働検出装置６２が検出した稼働情報（作業体の姿勢、油圧シリンダ圧）と、作業機１を識別する識別情報と、を管理装置１００に送信する（Ｓ１）。管理装置１００は、通信装置６１から稼働情報及び識別情報を受信すると（Ｓ１）、作業機１毎、即ち、識別情報毎に稼働情報をデータベース１０４に記憶させる（Ｓ２）。

[0046] データベース１０４が識別情報毎に稼働情報を記憶すると（Ｓ２）、ひずみ演算部１０１は、データベース１０４に蓄積された稼働情報（油圧シリンダ圧及び姿勢情報）に基づいてひずみ（発生ひずみ）を演算する（Ｓ３）。ひずみ演算部１０１が発生ひずみを演算すると（Ｓ３）、管理装置１００は、作業機１毎に実績情報として発生ひずみをデータベース１０４に記憶させる（Ｓ４）。

[0047] データベース１０４が作業機１毎に発生ひずみを記憶すると（Ｓ４）、寿命演算部１０２は、データベース１０４を参照し、実績情報から発生ひずみが所定値以上になった発生回数を演算し、発生回数から寿命を予測する（Ｓ５）。例えば、管理装置１００は、発生ひずみが所定以上になった回数と寿命との関係を作業体の部位毎に示したデータを予めデータベース１０４に記

憶させておき、寿命演算部102は、当該データを参照することで寿命予測対象部位の寿命を予測する。なお、発生ひずみが所定値以上になった回数が多くなるほど、演算される寿命は短くなる。また、上記所定値は作業体の部位毎に設定してもよい。また、上述した寿命の予測方法は一例であり限定されない。

[0048] 寿命演算部102が寿命を予測すると(S5)、管理装置100は、寿命予測結果を通知する(S6)。なお、管理装置100は、予測寿命が所定期間以下の部位が生じた場合、寿命予測結果を通知する代わりに、予め定められた携帯端末105等に寿命が短くなった部位と、寿命が所定期間以下になったことを通知するようにしてもよい。

なお、上述した実施形態において、管理装置100がひずみ演算部101を備えているが、図4に示すように、作業機1は、ひずみ演算部101と、記憶装置63を備えていてもよい。斯かる場合において、記憶装置63は、作業体を駆動する油圧シリンダ(ブームシリンダC3、アームシリンダC4、バケットシリンダC5等)の油圧シリンダ圧と、作業体の姿勢情報(第1角度 θ_1 、第2角度 θ_2 、第3角度 θ_3 等)と、ブーム15、アーム16、及びバケット(作業具)17の所定部位(寿命予測対象部位)の発生ひずみ(ひずみ)とを対応付けた第1データ(3次元マトリクスデータ)を記憶している。ひずみ演算部101は、稼働検出装置62が検出した油圧シリンダ圧及び姿勢情報と、記憶装置63に記憶している第1データと、に基づいて、寿命予測対象部位におけるひずみの頻度分布を演算する。そして、通信装置61は、ひずみ演算部101が演算したひずみの頻度分布を管理装置100に送信する。

[0049] 管理装置100は、寿命演算部102とデータベース104とを備えている。寿命演算部102は、作業機1から受信したひずみの頻度分布と、データベース104に記憶しているひずみの頻度分布と寿命との対応関係とに基づいて作業機1における寿命予測対象部位の寿命を演算する。

また、図5に示すように、記憶装置63、ひずみ演算部101、及び寿命

演算部 102、データベース 104 を作業機 1 に備え、作業機 1 でひずみ演算及び寿命演算を行うようにしてもよい。また、図 6 に示すように、記憶装置 63、ひずみ演算部 101、及び寿命演算部 102 を作業機 1 に備え、データベース 104 を管理装置 100 に備えるような構成であってもよい。斯かる場合、作業機 1 が管理装置 100 と通信を行ってデータベース 104 の情報を利用することで寿命演算を行う。

[0050] 作業機 1 の寿命予測システムは、機体 2 に設けられた作業体と、作業体を作動させる油圧アクチュエータと、作業体及び油圧アクチュエータの少なくとも一方が作動したときの稼働情報を検出する稼働検出装置 62 とを備えた作業機 1 の寿命予測システムであって、稼働検出装置 62 が検出した稼働情報に基づいて寿命予測対象部位のひずみを演算するひずみ演算部 101 と、ひずみ演算部 101 で演算したひずみから寿命予測対象部位の寿命を演算する寿命演算部 102 と、を備えている。これによれば、ひずみ演算部 101 が、作業体及び油圧アクチュエータの少なくとも一方を作動させたときの稼働情報からひずみを求めることで、寿命演算部 102 は、作業機 1 の寿命予測対象部位の寿命を簡単に予測することができる。即ち、作業機 1 の寿命予測システムは、作業機 1 の稼働情報に基づいて当該作業機 1 に備えられる部材の寿命を簡単に予測することができる。

[0051] また、稼働検出装置 62 は、稼働情報として、油圧アクチュエータとして備えられる油圧シリンダの油圧シリンダ圧と、作業体の姿勢情報とを検出し、ひずみ演算部 101 は、油圧シリンダ圧と姿勢情報とに基づいて、ひずみを演算する。これによれば、油圧アクチュエータが作動したときの油圧シリンダ圧及び姿勢情報によって、ひずみ演算部 101 が簡単にひずみを求めることができ、寿命演算部 102 は、ひずみ演算部 101 が求めたひずみから寿命を予測することができる。

[0052] また、稼働検出装置 62 は、姿勢情報として、作業体に含まれる部材の他の部材に対する回転角度、または油圧シリンダのストロークを検出する。これによれば、ひずみ演算部 101 は、稼働検出装置 62 が検出した回転角度

、または油圧シリンダのストロークによって、簡単にひずみを求めることができる。

また、寿命演算部 102 は、所定値以上のひずみが発生した発生回数に基づいて寿命予測対象部位の寿命を演算する。これによれば、寿命演算部 102 は、例えば、所定値以上のひずみの発生回数が多い場合は所定部位の寿命が短く、発生回数が少ない場合は所定部位の寿命は長いと判断することができる。

[0053] また、作業機 1 に設けられ且つ、稼働情報を送信する通信装置 61 と、ひずみ演算部 101 及び寿命演算部 102 を含み、通信装置 61 から送信された稼働情報に基づいて当該作業機 1 に含まれる寿命予測対象部位の寿命を予測する管理装置 100 と、を備えている。これによれば、管理装置 100 は、作業機 1 の稼働情報を収集して、収集した稼働情報から簡単に寿命を予測することができる。

[0054] また、作業機 1 は、ひずみ演算部 101 と、ひずみ演算部 101 が演算したひずみに関する情報を送信する通信装置 61 とを備え、寿命演算部 102 を含み、通信装置 61 から送信されたひずみに関する情報に基づいて当該作業機 1 に含まれる寿命予測対象部位の寿命を予測する管理装置 100 を備えている。これによれば、作業機 1 で簡単にひずみを求めることができ、求めたひずみを管理装置 100 に送信することで、当該管理装置 100 は、簡単に寿命を求めることができる。即ち、作業機 1 と管理装置 100 との連携によって簡単に寿命を求めることができる。

[0055] また、作業機 1 の寿命予測システムは、作業機 1 がひずみ演算部 101 と寿命演算部 102 とを備えている。これによれば、作業機 1 は、管理装置 100 と通信を行わなくても簡単に寿命を求めることができる。

今回開示された実施の形態はすべ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請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0056]	1	: 作業機
	2	: 機体
	3	: 走行装置
	4	: 作業装置
	1 5	: ブーム
	1 6	: アーム
	1 7	: バケット
	6 0	: 制御装置
	6 1	: 通信装置
	6 2	: 稼働検出装置
	6 2 a	: ポテンショメータ
	6 2 b	: 油圧センサ
	6 5	: 記憶装置
	1 0 0	: 管理装置
	1 0 1	: ひずみ演算部
	1 0 2	: 寿命演算部
	1 0 4	: データベース
	1 0 5	: 携帯端末
	C 2	: スイングシリンダ
	C 3	: ブームシリンダ
	C 4	: アームシリンダ
	C 5	: バケットシリンダ

請求の範囲

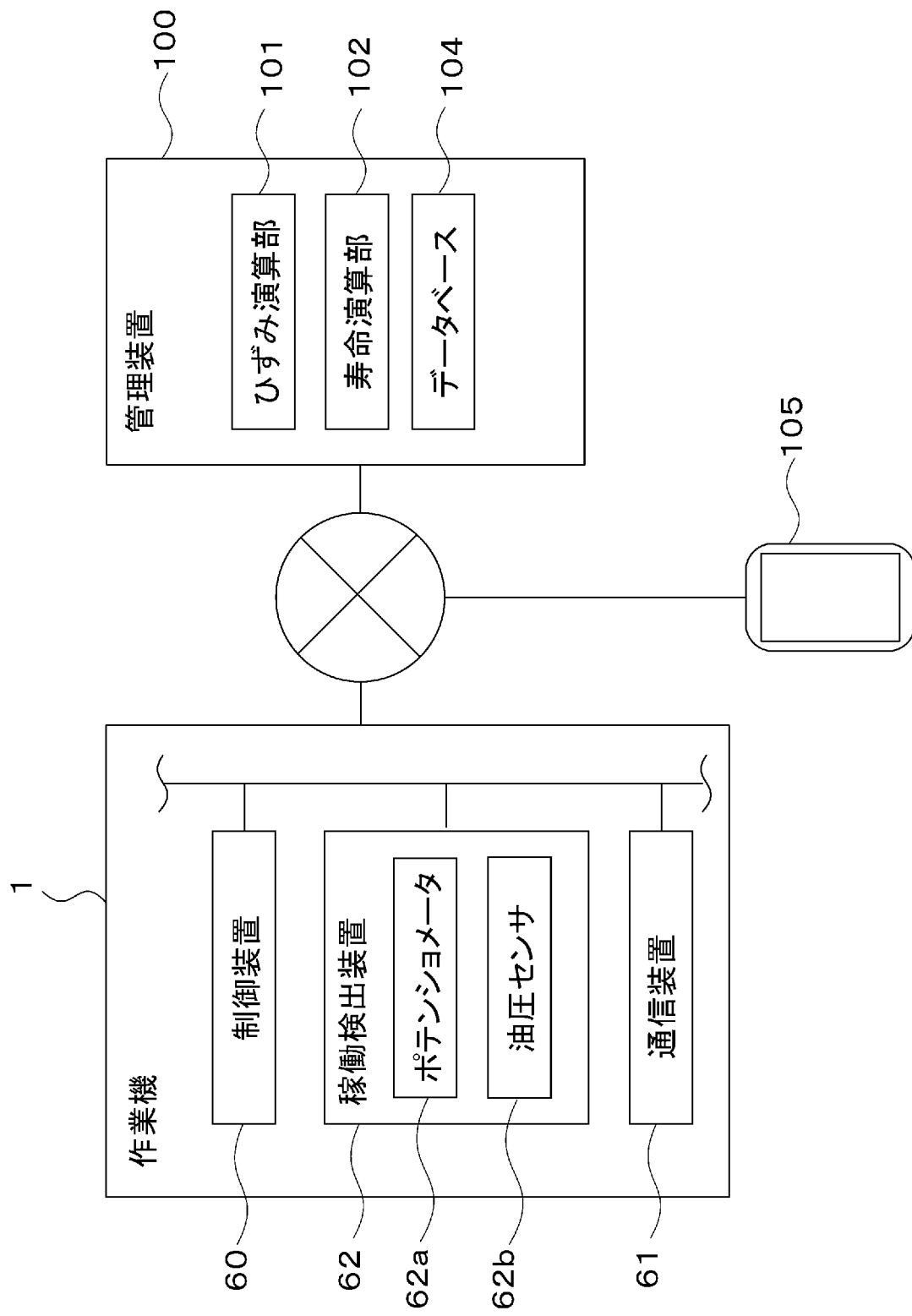
- [請求項1] 機体に設けられた作業体と、前記作業体を作動させる油圧アクチュエータと、前記作業体及び油圧アクチュエータの少なくとも一方が作動したときの稼働情報を検出する稼働検出装置とを備えた作業機の寿命予測システムであって、
- 前記稼働検出装置が検出した稼働情報に基づいて寿命予測対象部位のひずみを演算するひずみ演算部と、
- 前記ひずみ演算部で演算したひずみから前記寿命予測対象部位の寿命を演算する寿命演算部と、
- を備えている作業機の寿命予測システム。
- [請求項2] 前記稼働検出装置は、前記稼働情報として、前記油圧アクチュエータとして備えられる油圧シリンダの油圧シリンダ圧と、前記作業体の姿勢情報とを検出し、
- 前記ひずみ演算部は、前記油圧シリンダ圧と前記姿勢情報とに基づいて、前記ひずみを演算する請求項1に記載の作業機の寿命予測システム。
- [請求項3] 前記稼働検出装置は、前記姿勢情報として、前記作業体に含まれる部材の他の部材に対する回転角度、または前記油圧シリンダのストロークを検出する、請求項2に記載の作業機の寿命予測システム。
- [請求項4] 前記寿命演算部は、所定値以上のひずみが発生した発生回数に基づいて前記寿命予測対象部位の寿命を演算する請求項1～3のいずれか1項に記載の作業機の寿命予測システム。
- [請求項5] 前記作業機に設けられ且つ、前記稼働情報を送信する通信装置と、
- 前記ひずみ演算部及び前記寿命演算部を含み、前記通信装置から送信された稼働情報に基づいて当該作業機に含まれる前記寿命予測対象部位の寿命を予測する管理装置と、
- を備えている請求項1～4のいずれか1項に記載の作業機の寿命予測システム。

[請求項6] 前記作業機は、前記ひずみ演算部と、前記ひずみ演算部が演算したひずみに関する情報を送信する通信装置とを備え、

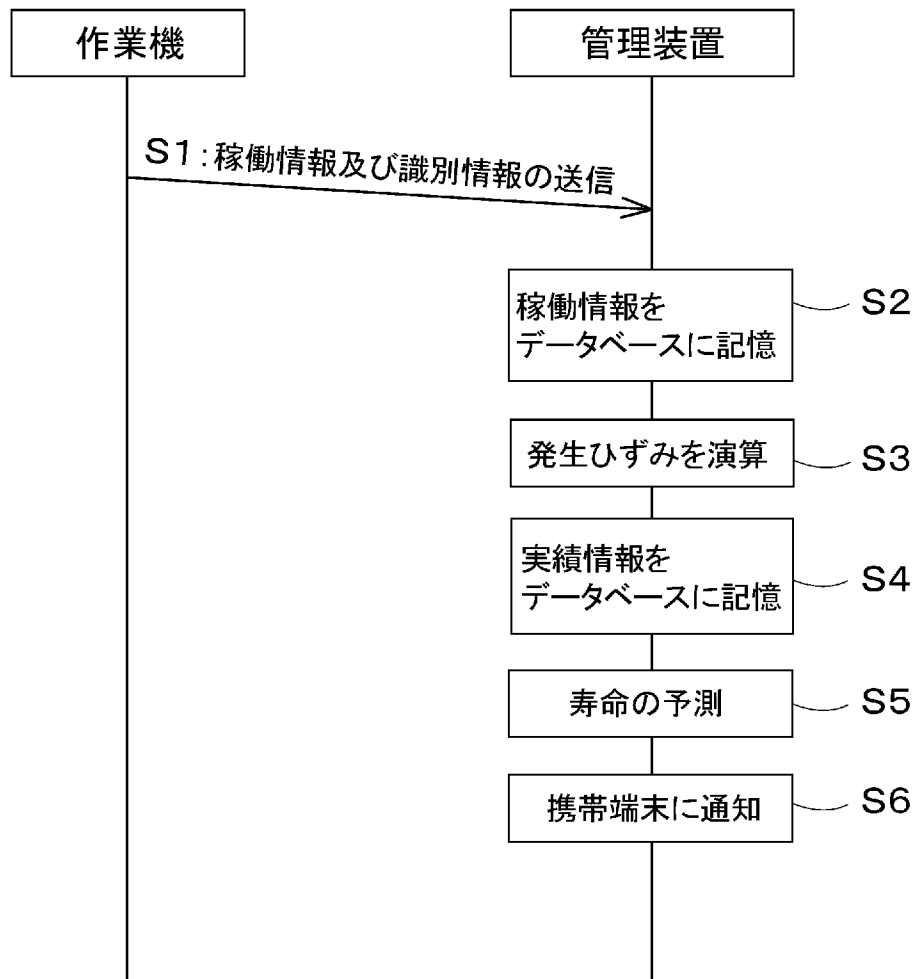
前記寿命演算部を含み、前記通信装置から送信された前記ひずみに関する情報に基づいて当該作業機に含まれる前記寿命予測対象部位の寿命を予測する管理装置を備えている請求項1～4のいずれか1項に記載の作業機の寿命予測システム。

[請求項7] 前記作業機が前記ひずみ演算部と前記寿命演算部とを備えている請求項1～4のいずれか1項に記載の作業機の寿命予測システム。

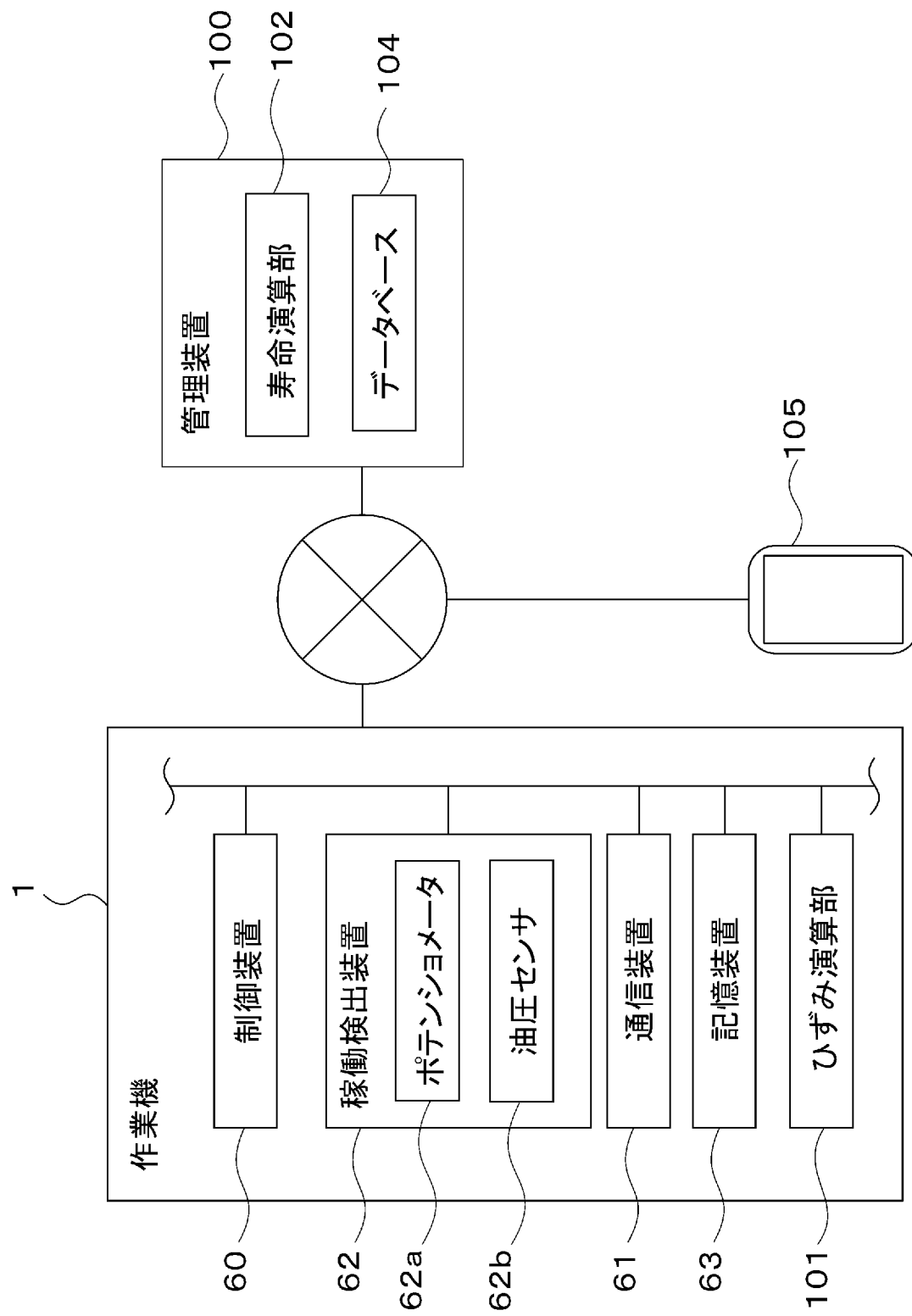
[図1]



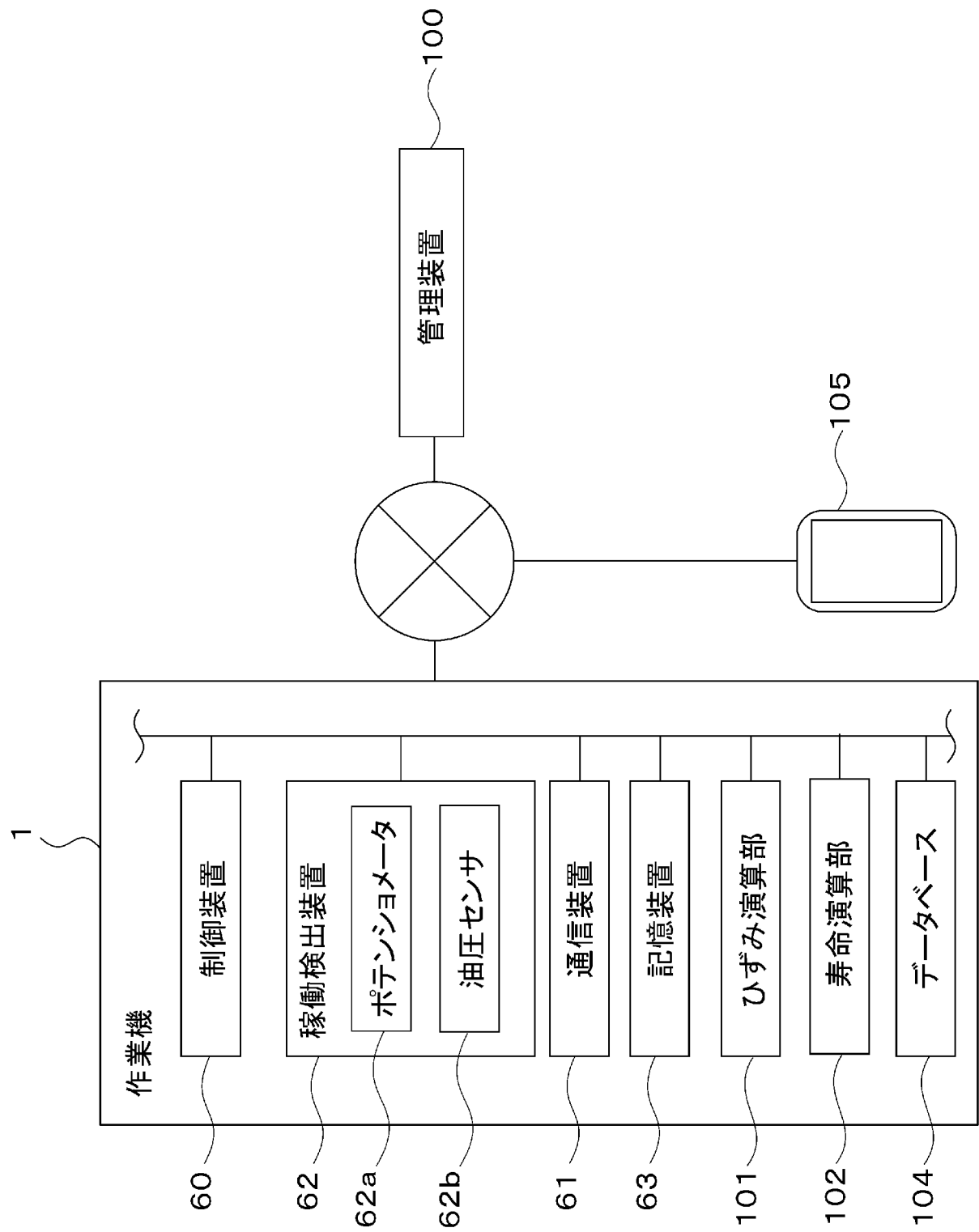
[図3]



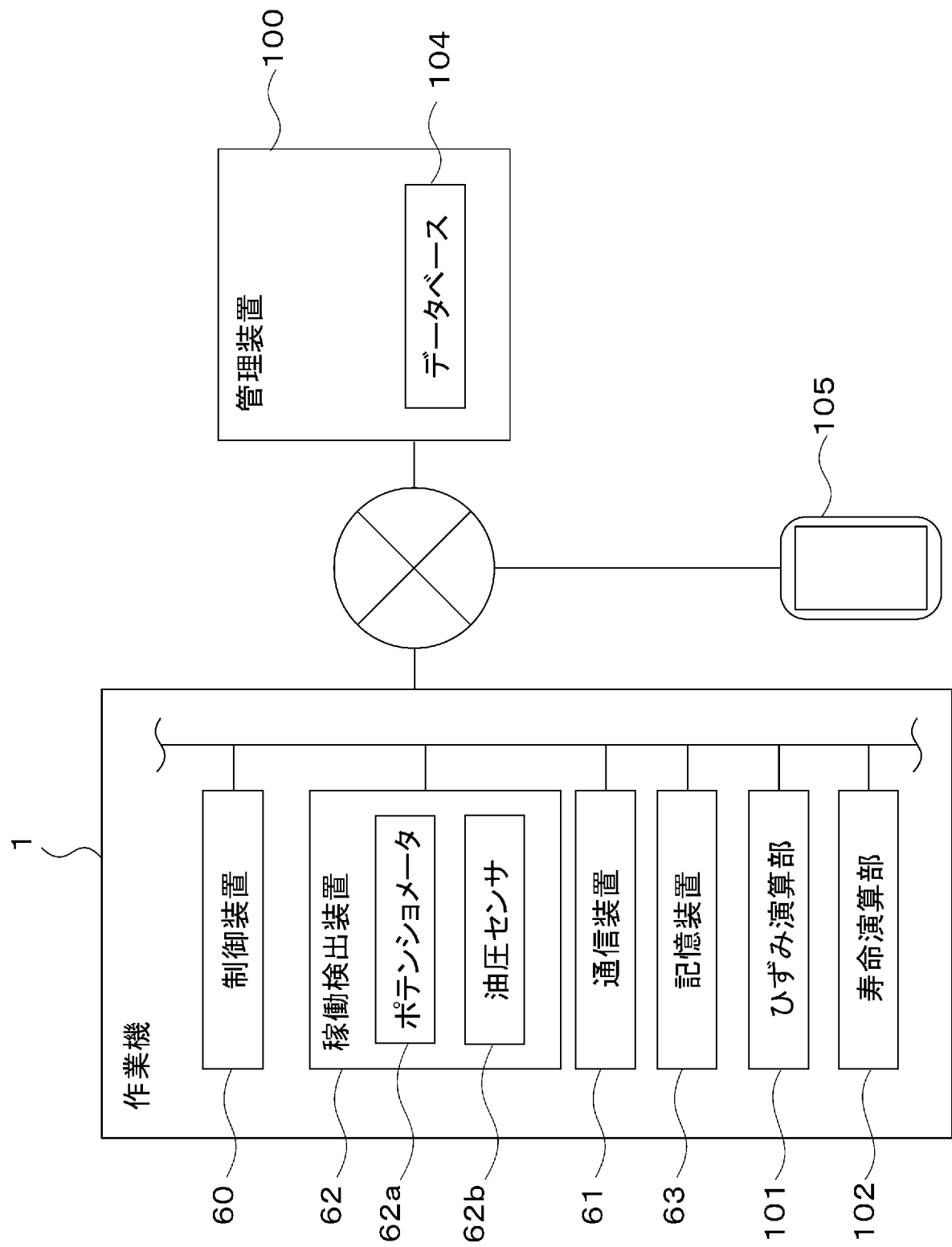
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/045028

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**E02F 9/20**(2006.01)i; **E02F 9/26**(2006.01)i; **G01M 99/00**(2011.01)i

FI: E02F9/20 Z; E02F9/26 Z; G01M99/00 Z

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)

E02F9/20; E02F9/26; G01M99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2014-85293 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES LTD.) 12 May 2014 (2014-05-12) paragraphs [0009]-[0028], [0034], fig. 1-3, etc.	1-7
A	JP 2016-3462 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES LTD.) 12 January 2016 (2016-01-12) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2012-7387 A (CATERPILLAR SARL) 12 January 2012 (2012-01-12) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2009-133194 A (KOMATSU MANUFACTURING CO., LTD.) 18 June 2009 (2009-06-18) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2014-163047 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 08 September 2014 (2014-09-08) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2009-162647 A (TOSHIBA CORP.) 23 July 2009 (2009-07-23) entire text, all drawings	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

07 February 2022

Date of mailing of the international search report

22 February 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/JP2021/045028

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2014-85293	A	12 May 2014	(Family: none)	
JP	2016-3462	A	12 January 2016	CN 105275043 A entire text, all drawings	
JP	2012-7387	A	12 January 2012	(Family: none)	
JP	2009-133194	A	18 June 2009	(Family: none)	
JP	2014-163047	A	08 September 2014	(Family: none)	
JP	2009-162647	A	23 July 2009	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） E02F 9/20(2006.01)i; E02F 9/26(2006.01)i; G01M 99/00(2011.01)i FI: E02F9/20 Z; E02F9/26 Z; G01M99/00 Z		
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）） E02F9/20; E02F9/26; G01M99/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2014-85293 A（住友重機械工業株式会社）12.05.2014（2014-05-12） 段落[0009]-[0028], [0034]及び第1-3図等	1-7
A	JP 2016-3462 A（住友重機械工業株式会社）12.01.2016（2016-01-12） 全文、全図	1-7
A	JP 2012-7387 A（キャタピラー エス エー アール エル）12.01.2012（2012-01-12） 全文、全図	1-7
A	JP 2009-133194 A（株式会社小松製作所）18.06.2009（2009-06-18） 全文、全図	1-7
A	JP 2014-163047 A（日立建機株式会社）08.09.2014（2014-09-08） 全文、全図	1-7
A	JP 2009-162647 A（株式会社東芝）23.07.2009（2009-07-23） 全文、全図	1-7
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 07.02.2022		国際調査報告の発送日 22.02.2022
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） 柿原 巧弥 2B 1767 電話番号 03-3581-1101 内線 3237

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/JP2021/045028

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2014-85293	A	12.05.2014	(ファミリーなし)	
JP	2016-3462	A	12.01.2016	CN 105275043 A	
				全文, 全図	
JP	2012-7387	A	12.01.2012	(ファミリーなし)	
JP	2009-133194	A	18.06.2009	(ファミリーなし)	
JP	2014-163047	A	08.09.2014	(ファミリーなし)	
JP	2009-162647	A	23.07.2009	(ファミリーなし)	