(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
2019年9月26日(26.09.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/181540 A1

(51) 国際特許分類:
H04N 7/18 (2006.01)　*G01S 19/14* (2010.01)
E02F 9/24 (2006.01)　*G01S 19/48* (2010.01)
E02F 9/26 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/009124

(22) 国際出願日：　2019年3月7日(07.03.2019)

(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 2018-054297　2018年3月22日(22.03.2018)　JP

(71) 出願人：日立建機株式会社 (**HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1100015 東京都台東区東上野二丁目１６番１号 Tokyo (JP).

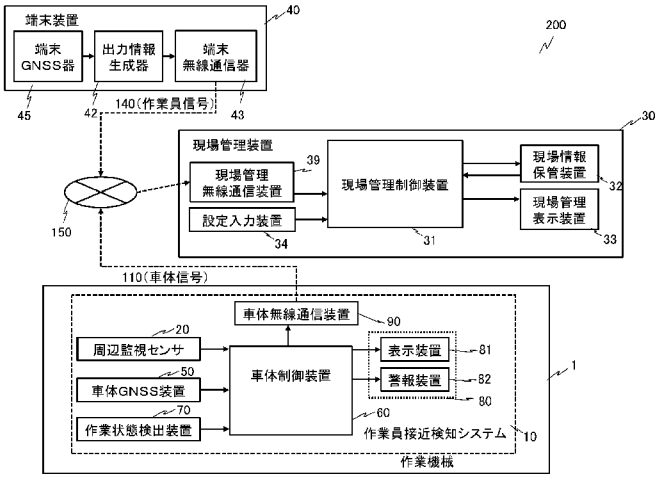
(72) 発明者：水落 麻里子 (**MIZUOCHI Mariko**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 坂本 博史(**SAKAMOTO Hiroshi**); 〒3000013 茨城県土浦市神立町６５０番地 日立建機株式会社 土浦工場内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人：特許業務法人 武和国際特許事務所 (**THE PATENT BODY CORPORATE TAKEWA INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1050003 東京都港区西新橋３丁目１３番３号 ユニゾ西新橋三丁目ビル Tokyo (JP).

(54) **Title:** WORKER MANAGEMENT SYSTEM

(54) 発明の名称： 作業員管理システム

図1



1 Working machine
10 Worker approach sensing system
20 Perimeter monitoring sensor
30 Site management device
31 Site management control device
32 Site information storage device
33 Site management display device
34 Setting input device
39 Site management wireless communication device
40 Terminal device
42 Output information generator
43 Terminal wireless communication apparatus
45 Terminal GNSS apparatus
50 Vehicle body GNSS device
60 Vehicle body control device
70 Working state detection device
81 Display device
82 Alarm device
90 Vehicle body wireless communication device
110 Vehicle body signal
140 Worker signal

(57) **Abstract:** In this worker management system connected via a wireless communication network to a terminal device carried by a worker, a worker sensing system mounted in a working machine that operates within a working site where the worker works, and a site management device, the terminal device transmits, to the site management device, a worker signal including terminal GNSS position information expressed by a GNSS coordinate system of the terminal device. The worker sensing system transmits, to the site management device, worker sensed positon information indicating the position of the worker sensed by a perimeter monitoring sensor mounted in the working machine. The site management device associates the terminal GNSS position information and the worker sensed position information, and selects, as the

WO 2019/181540 A1

［続葉有］

(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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

present position of the worker, a position indicated by the worker sensed position information if both pieces of information are present for the same worker, and a position indicated by the terminal GNSS position information if only the terminal GNSS position information is present.

(57) 要約:作業員に携帯される端末装置と、作業員が作業をする作業現場内で稼働する作業機械に搭載される作業員検知システムと、現場管理装置と、無線通信ネットワークで接続した作業員管理システムにおいて、端末装置は、端末装置のＧＮＳＳ座標系で表された端末ＧＮＳＳ位置情報を含む作業員信号を現場管理装置に送信する。作業員検知システムは作業機械に搭載された周辺監視センサで検知した作業員の位置を示す作業員検知位置情報を現場管理装置に送信する。現場管理装置は、端末ＧＮＳＳ位置情報と作業員検知位置情報を対応付け、同一作業員に対して両者があれば作業員検知位置情報が示す位置、端末ＧＮＳＳ位置情報のみがある場合は端末ＧＮＳＳ位置情報が示す位置を作業員の現在位置として選択する。

明　細　書

発明の名称 ： 作業員管理システム

技術分野

[0001] 本発明は作業員管理システムに関し、特に、作業現場内の作業員の位置を監視するシステムに関する。

背景技術

[0002] 土木、建設等の作業現場では、施工内容に応じて、複数の作業機械及び複数の作業員が現場内に配置され、作業機械及び作業員は現場内を移動しながら作業を行う。作業現場における安全性の向上及び円滑な施工管理のためには、作業機械や作業員の位置を常時監視し、把握することが重要である。

[0003] そこで、特許文献１には、「監視域内の重機及び作業員等にＧＰＳ測位装置を取り付け、測位装置が与える位置と当該移動体の識別信号とが含まれる個別移動体位置信号を送信器により管理室に向けて送出する。管理室の受信器で個別移動体位置信号を受信し、受信した移動体の位置の周りに割付手段により所定接近検知域を割り付ける。移動体の接近検知域相互間の交差を交差検出手段により検出し、交差検出時に交差検出信号と当該交差に係る移動体とを出力する。管理室に設けた通報装置により交差検出信号と前記交差に係る移動体の識別信号とが含まれる交差通報信号を送出し、各移動体に取り付けた交差受信装置により当該移動体の識別信号が含まれる交差通報信号を検出する（要約抜粋）」という記載がある。

[0004] また、特許文献２には、「作業時の作業機械の姿勢及び形状を取り込む作業機械姿勢取込み手段と、作業機械周辺を撮影するカメラと、作業機械周辺の障害物及びその位置を計測する障害物検出手段と、作業機械姿勢取込み手段からの情報に基づいて作業機械の姿勢及び形状及び作業範囲を描画する画像と、前記カメラで撮影された前記作業機械周辺の画像と、前記障害物検出手段で検出された障害物を描画する画像とを合成し表示画像を生成する表示画像生成手段と、生成された画像を表示する表示手段とからなる作業機械周

辺監視装置（要約抜粋）」という記載がある。

[0005] また、特許文献３には、「作業機械（油圧ショベル）に、カメラ、ＧＰＳ受信機、他の作業機械に備えられたＧＰＳ受信機及び作業員等が携帯するＧＰＳ受信機にて計測された位置情報を受信する無線送受信機、他の作業機械又は作業員等が監視範囲内に入ったことを運転者に報知する警報音発生装置、カメラ画像を表示する表示装置及び監視コントローラを備える。安全管理装置は、このように構成された作業機械と、管理事務所などの作業機械外に設けられた侵入情報管理用コンピュータと、作業機械にて収集された侵入情報を侵入情報管理用コンピュータに転送する情報端末と、作業員等が携帯するＧＰＳ受信機及び無線送受信機とから構成する（要約抜粋）」という記載がある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平１１－１６００６８号公報

特許文献2：特開２００８－２４８６１３号公報

特許文献3：特開２００７－８５０９１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 全地球航法衛星システム（ＧＮＳＳ：Ｇｌｏｂａｌ Ｎａｖｉｇａｔｉｏｎ Ｓａｔｅｌｌｉｔｅ Ｓｙｓｔｅｍ）は、複数個の測位衛星から送信される信号に基づいて自身の３次元位置（緯度、経度、高度）を測定するシステムである。３次元位置の算出には、同時に得られた少なくとも４機の測位衛星からの信号が必要である。したがって、位置検出を行う際に上空が開けていない、電波環境が優れない等の理由により、４機からの信号が得られない場合には３次元位置を得ることができない。

[0008] 作業機械に設置するＧＮＳＳ装置は、重量や大きさの制約が比較的小さいので、大型のＧＮＳＳ装置を使用することができ、測位衛星からの電波の受

信感度は比較的良好である。一方、作業員が携帯するＧＮＳＳ装置は、可搬性を確保する必要性から大きさや重量が小さいことに加えて安価に構成できることが求められるので、作業機械に搭載されるＧＮＳＳ装置に比べて受信感度が低くなり、衛星配置や周囲環境の影響を受ける可能性が高い。

[0009] また、ＧＮＳＳによる測位精度は、上空の衛星配置や測位衛星からの電波伝搬経路上の電波特性による伝搬遅延、建物や壁等による電波の反射の影響を受け、３次元位置算出値に大きな誤差が発生する場合もある。特に、大型作業機械の近傍では、上空の遮蔽や電波の反射の影響を受けるので、作業員が携帯するＧＮＳＳ装置による測位精度の低下が懸念されるので、特許文献１、３の技術を流用して作業員の位置を監視するためには、ＧＮＳＳの測位精度が悪い場合の対応が必要となる。

[0010] 一方、特許文献２ではＧＮＳＳの測位精度の影響をうけることなく作業機械周辺の作業員（障害物）の位置を把握することはできるが、作業現場全域を監視することができない。よって、作業機械周辺に限定されずに、かつ、ＧＮＳＳの測位精度が悪い場合にも作業員位置を監視できる技術が求められている。

[0011] 本発明は、上記の課題を鑑みてなされたものであり、ＧＮＳＳの測位精度が悪い場合への対処を行いつつ、作業現場全域の作業員の位置をより正確に管理しうる作業現場向けの作業員管理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

[0012] 本発明は、作業員に携帯される端末装置と、作業機械に搭載される作業員検知システムと、前記端末装置及び前記作業員検知システムの其々に無線通信ネットワークを介して接続された現場管理装置と、を備えた作業員管理システムにおいて、前記端末装置は、ＧＮＳＳ測位信号を受信して端末ＧＮＳＳ位置情報を生成する端末ＧＮＳＳ器と、前記無線通信ネットワークに接続する端末無線通信器と、を備え、前記端末装置は、前記端末ＧＮＳＳ位置情報及び前記作業員を識別する作業員識別情報を含む作業員信号を前記端末無

線通信器から前記現場管理装置に送信し、前記作業員検知システムは、ＧＮＳＳ測位信号を受信して車体ＧＮＳＳ位置情報を生成する車体ＧＮＳＳ装置と、前記作業機械の周辺に位置する被検知体を検出する周辺監視センサと、前記無線通信ネットワークに接続する車体無線通信装置と、前記車体ＧＮＳＳ装置、前記周辺監視センサ、及び前記車体無線通信装置の其々に接続された車体制御装置と、を備え、前記車体制御装置は、前記車体ＧＮＳＳ位置情報と前記周辺監視センサが検知した前記作業員の位置を示す作業員検知位置情報と前記作業機械を識別する作業機械識別信号とを含む車体信号を生成して前記車体無線通信装置から前記現場管理装置に送信し、前記現場管理装置は、前記無線通信ネットワークに接続する現場管理通信装置と、表示装置と、前記現場管理通信装置及び前記表示装置の其々に接続された現場管理制御装置と、を備え、前記現場管理制御装置は、前記現場管理通信装置が受信した前記作業員信号及び前記車体信号を取得し、前記作業員信号に含まれる前記端末ＧＮＳＳ位置情報と前記車体信号に含まれる作業員検知位置情報とを用いて前記作業員の現在位置を算出し、前記表示装置への表示指令を生成して出力し、前記表示装置は、前記表示指令に応じた表示を行う、ことを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、ＧＮＳＳの測位精度が悪い場合への対処を行いつつ、作業現場全域の作業員の位置をより正確に管理しうる作業現場向けの作業員管理システムを提供することができる。上記した以外の目的、構成、効果については以下の説明で明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本実施形態の作業員管理システムの概略構成図である。

[図2]本実施形態の端末装置及び現場管理制御装置の概略構成図である。

[図3]本実施形態の作業員信号のデータ構造を示す図である。

[図4]本実施形態の車体信号のデータ構造を示す図である。

[図5]作業員接近検知システムのハードウェア構成図である。

[図6]現場管理装置のハードウェア構成図である。

[図7]端末装置のハードウェア構成図である。

[図8]本実施形態に係る作業機械の一例の側面図である。

[図9]本実施形態における周辺監視センサの設置例を示す図である。

[図10]本実施形態の車体制御装置の概略構成図である。

[図11]本実施形態の現場管理制御装置における作業員信号変換処理フロー図である。

[図12]本実施形態の現場管理制御装置における車体信号変換処理フロー図である。

[図13]本実施形態の現場管理制御装置における作業員位置評価処理フロー図である。

[図14]本実施形態の作業員位置受信情報のデータ構造を示す図である。

[図15]本実施形態の作業機械状態受信情報のデータ構造を示す図である。

[図16]本実施形態の作業員検知位置情報のデータ構造を示す図である。

[図17]本実施形態の作業員位置情報のデータ構造を示す図である。

[図18]本実施形態の現場管理表示装置の表示の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の作業員管理システム２００の実施形態を図を参照して説明する。

[0016] ＜概要・全体構成＞

図１に本実施形態の作業員管理システム２００の概略構成図を示す。土木、建設等の施工作業現場では、求められる作業に応じて、少なくとも１台以上の作業機械１及び複数の作業員が作業現場内に配置され、作業機械１及び作業員は作業現場内を移動しながら作業を行う。また、施工作業現場には、施工の計画及び施工品質や進捗、安全対策等の施工管理を行う監督者（作業監督者）が配置される。

[0017] 本実施形態の作業員管理システム２００は、作業員に携帯される端末装置４０と、作業機械１に搭載される作業員接近検知システム１０（作業員検知

システムに相当する）とを用いて、作業現場内を移動する作業機械１及び作業員の位置を正確に算出し、作業現場内の作業機械１及び作業員の位置を記録し、また、監督者等の要望に応じて作業現場内の作業機械１及び作業員の位置を提示するものである。

[0018] 作業員管理システム２００は、端末装置４０及び作業員接近検知システム１０の其々と、作業現場内に設置された現場管理装置３０とを現場内のＬＡＮや携帯電話網などによる無線通信ネットワーク１５０を介して接続して構成される。

[0019] 端末装置４０は、端末ＧＮＳＳ器４５、出力情報生成器４２、及び端末無線通信器４３を備え、端末ＧＮＳＳ器４５によって検出されたＧＮＳＳ座標系で表された端末現在位置及び端末現在位置を検出するために用いたＧＮＳＳ測位信号の信頼性を示す端末測位品質（これらを合わせて「端末ＧＮＳＳ位置情報」という）と、作業員を固有に識別する作業員識別情報（以下「作業員ＩＤ」という）とを含む作業員信号１４０を現場管理装置３０に対して送信する。

[0020] 出力情報生成器４２は、作業員ＩＤを予め格納しておき作業員信号１４０を生成することから、作業員識別情報記憶部及び作業員信号生成部としての機能を有する。

[0021] 作業員接近検知システム１０は、車体ＧＮＳＳ装置５０、周辺監視センサ２０、作業状態検出装置７０、通知装置８０、及び車体無線通信装置９０と、これら各装置、センサの其々に接続された車体制御装置６０とを含んで構成される。本実施形態では、通知装置８０として表示装置８１及び警報装置８２を用いる。

[0022] 車体制御装置６０は、車体ＧＮＳＳ装置５０によって検出されたＧＮＳＳ座標系で表された車体現在位置及び車体現在位置を検出するために用いたＧＮＳＳ測位信号の信頼性を示す車体測位品質（これらを合わせて「車体ＧＮＳＳ位置情報」という）と、作業機械１を固有に識別する車体識別情報（以下「車体ＩＤ」という。「作業機械識別情報」に相当する。）を含む車体信

号１１０を出力する。

[0023] 現場管理装置３０は、無線通信ネットワーク１５０に接続するための現場管理無線通信装置３９（現場管理通信装置に相当する）と、ユーザインターフェイス機器からなり、作業現場内の特定の領域を設定する操作を受け付ける設定入力装置３４と、ストレージからなる現場情報保管装置３２と、監督者等からの指令に応じて、上記算出結果を表示するモニタからなる現場管理表示装置３３と、これら各装置に接続されたコンピュータからなり、作業員信号１４０及び車体信号１１０に基づいて、作業機械１及び作業員の位置を算出する現場管理制御装置３１とを含んで構成される。設定入力装置３４は、作業監督者等が現場管理表示装置３３へ出力する情報を指定するために用いる入力装置である。例えば、現場管理表示装置３３へ表示するエリアを設定する、特定の作業員の情報のみを表示するように設定する、特定の時間における情報を表示するように設定する等の利用が想定される。

[0024] 周辺監視センサ２０は、例えば赤外線センサ、ステレオカメラ、ミリ波レーダ、ＬｉＤＡＲ（ｌｉｇｈｔ ｄｅｔｅｃｔｉｏｎ ａｎｄ ｒａｎｇｉｎｇ）、ＲＦＩＤ（ｒａｄｉｏ ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ ｉｄｅｎｔｉｆｉｅｒ）等、作業機械１近傍の作業員を検知できるセンサを用いて構成される。本実施形態では、周辺監視センサ２０としてステレオカメラを搭載する場合を例にとって説明する。

[0025] 図２は、本実施形態の端末装置４０及び現場管理制御装置３１の概略構成図である。図３は、本実施形態の作業員信号１４０のデータ構造を示す図である。図４は、本実施形態の車体信号１１０のデータ構造を示す図である。

[0026] 端末装置４０は作業員に携帯させるものであり、作業現場に配置される作業員の人数分存在する。

[0027] 端末ＧＮＳＳ器４５は、測位衛星からの電波を受信するＧＮＳＳ受信アンテナ４５ａと、受信した電波を復調し、複数の測位衛星からの信号に基づいて端末装置４０の３次元位置を算出するＧＮＳＳ位置情報生成器４５ｂとを備え、算出された３次元位置算出値と、３次元位置算出値の精度や信頼性の

目安となるＧＮＳＳ測位品質情報とを位置情報として出力情報生成器４２に出力する。

[0028] ＧＮＳＳ測位品質情報としては、例えば、算出に用いた衛星数及び衛星配置や、Ｆｉｘ、Ｆｌｏａｔ、単独測位等の測位状態、緯度方向及び経度方向の位置算出誤差推定値などが出力される。端末ＧＮＳＳ器４５において、３次元位置の算出に必要な信号を受信できない場合には、ＧＮＳＳ測位品質情報を「測位不能」とし、３次元位置算出値は「Ｎ／Ａ（算出不能）」として位置情報を生成する。

[0029] 出力情報生成器４２は、図３に示す作業員信号１４０を生成する。作業員信号１４０は、作業員ＩＤ、及び端末ＧＮＳＳ器４５が検出したＧＮＳＳ座標系で表された端末ＧＮＳＳ位置情報を含む。

[0030] 端末無線通信器４３は、無線通信ネットワーク１５０を介して、現場管理装置３０に作業員信号１４０を送信する。

[0031] 作業員接近検知システム１０は車体信号１１０を生成し、無線通信ネットワーク１５０を介して現場管理装置３０に送信する。

[0032] 図４に示すように車体信号１１０は、車体ＩＤ、車体作業状態情報（作業機械状態情報に相当する）、車体現在位置、作業員検知情報を含んだ信号である。車体ＩＤは作業機械１を識別する固有のＩＤである。車体作業状態情報は作業機械１の状態を表すものであり、本実施形態では、車体作業状態情報として車体状態算出部６１（図１０参照）から出力される作業範囲と作業状態を格納する。

[0033] 車体ＧＮＳＳ情報は、車体ＧＮＳＳ測位品質及び３次元位置算出値を含む。作業員検知情報は、検知エリア２２０及び作業員検知位置情報３７０を含む。この作業員検知位置情報３７０は、複数の作業員を検知した場合には、検知した全ての作業員についてのセンサ座標系で表された作業員検知位置情報３７０を含む。

[0034] 現場管理制御装置３１の詳細は後述する。

[0035] 図５は、作業員接近検知システム１０のハードウェア構成図である。作業

員接近検知システム１０に含まれる車体制御装置６０は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）６０１、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）６０２、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）６０３、ＨＤＤ（Ｈａｒｄ　Ｄｉｓｋ　Ｄｒｉｖｅ）６０４、入力Ｉ／Ｆ６０５、出力Ｉ／Ｆ６０６、及び通信Ｉ／Ｆ６０７を含み、これらがバス６０８を介して互いに接続されて構成される。

[0036] 入力Ｉ／Ｆ６０５には、周辺監視センサ２０、車体ＧＮＳＳ装置５０、作業状態検出装置７０の其々が接続され、各部材からのデータや信号が車体制御装置６０に入力される。

[0037] 出力Ｉ／Ｆ６０６には、表示装置８１、及びブザーやパトランプからなる警報装置８２の其々が接続される。

[0038] 通信Ｉ／Ｆ６０７には、Ｗｉ－Ｆｉ器等、無線通信データの送受信が可能な通信機器からなる車体無線通信装置９０が接続される。

[0039] 図６は、現場管理装置３０のハードウェア構成図である。現場管理装置３０に含まれる現場管理制御装置３１は、ＣＰＵ３１１、ＲＡＭ３１２、ＲＯＭ３１３、ＨＤＤ３１４、入力Ｉ／Ｆ３１５、出力Ｉ／Ｆ３１６、及び通信Ｉ／Ｆ３１７を含み、これらがバス３１８を介して互いに接続されて構成される。

[0040] 入力Ｉ／Ｆ３１５には、キーボードやタッチパネル、ハードボタンからなる設定入力装置３４と、ＨＤＤ等のストレージからなる現場情報保管装置３２が接続される。

[0041] 出力Ｉ／Ｆ３１６には、現場情報保管装置３２と、現場管理表示装置３３とが接続される。上記説明において現場情報保管装置３２は入力Ｉ／Ｆ３１５及び出力Ｉ／Ｆ３１６の其々に接続されると説明したが、説明の便宜上２系統の接続を図示したに過ぎず、双方向通信Ｉ／Ｆ、例えばＵＳＢ（Ｕｎｉｖｅｒｓａｌ　Ｓｅｒｉａｌ　Ｂｕｓ）を用いる場合は実際の接続線は１系統でよい。

[0042] 通信Ｉ／Ｆ３１７には、Ｗｉ－Ｆｉ器等、無線通信データの送受信が可能

な通信機器からなる現場管理無線通信装置３９が接続される。現場管理制御装置３１は、現場管理無線通信装置３９が受信した車体信号や作業員信号を取得し、これらの信号を用いて各処理を実行する。

[0043] 図７は、端末装置４０のハードウェア構成図である。端末装置４０は、ＣＰＵ４０１、ＲＡＭ４０２、フラッシュメモリ４０３、端末ＧＮＳＳ器４５、及び端末無線通信器４３を含み、これらがバス４０８を介して互いに接続されて構成される。ＣＰＵ４０１、ＲＡＭ４０２、フラッシュメモリ４０３、及びバス４０８は端末制御装置を構成する。またＣＰＵ４０１で実行される端末無線通信器４３の制御ソフトウェアが端末通信制御部に相当し、端末通信制御部が後述する作業員信号１４０を送信制御する。

[0044] 車体制御装置６０、現場管理制御装置３１、及び端末装置４０のハードウェア構成例は上記に限らず、制御回路と記憶装置との組み合わせにより構成された所謂コンピュータであればよい。そして、車体制御装置６０、現場管理制御装置３１、及び端末装置４０は、各部材を構成するコンピュータが各部材の機能を実現させるソフトウェアを実行することにより実現される。

[0045] 図８及び図９を参照して、作業機械１の構成及び検知エリア２２０について説明する。図８は、本実施形態に係る作業機械の一例の側面図である。図９は本実施形態における周辺監視センサ２０の設置例を示す図である。

[0046] 作業機械１の例として、本実施形態では中型の油圧ショベルを用いる。作業機械１としての油圧ショベルは、走行体２と、走行体２の上部に旋回可能に取り付けられた旋回体３と、一端が旋回体３に連結された多関節型のリンク機構よりなる作業フロント６とを備えている。作業フロント６は、一端が旋回体３に連結されたブーム６Ａと、一端がブーム６Ａの他端に連結されたアーム６Ｂと、一端がアーム６Ｂの他端に連結されたバケット６Ｃとを有しており、これらの各部材は、それぞれ上下方向に回動するように構成されている。旋回体３上には、運転室４が備えられている。また、この旋回体３上の所要の部分には、動力系を構成するエンジンや駆動アクチュエータの駆動油圧回路等が搭載され、作業機械１の起動停止及び動作全般を制御する運転

制御装置９が備えられている。

[0047] 運転室４内には、エンジンを始動させるためのエンジンキースイッチ７、オペレータが各駆動アクチュエータに対する動きの指示を入力するための操作レバー５、動作指令を遮断するロックレバー８等が備えられる。エンジンキースイッチ７を「ＯＮ」、ロックレバー８を「ロック解除」とした状態で、操作レバー５を操作することにより、走行、旋回、及び作業フロント６を用いた各種動作が行われる。運転室４内には、上記の操作装置の他、作業員の接近をオペレータへ通知するための通知装置８０が備えられる。

[0048] 作業機械１には、作業状態検出装置７０として、作業機械１の作業状態を検出するセンサが備えられる。本実施形態では、作業状態の検出を作業フロント６の姿勢と、エンジンや操作レバー５等の作動状態とに基づいて行う。これらを検出するために、作業状態検出装置７０は、姿勢検出器７１（図１０参照）と機械作動状態検出器７２（図１０参照）とを備える。

[0049] 姿勢検出器７１は、作業機械１の姿勢を検出するものであり、本実施形態では、作業フロント６を構成するブーム６Ａ、アーム６Ｂ、バケット６Ｃの其々にブーム姿勢センサ７５Ａ、アーム姿勢センサ７５Ｂ、バケット姿勢センサ７５Ｃが設けられる。

[0050] 機械作動状態検出器７２は作業機械１の作動状態を検出するものであり、本実施形態では、エンジンキースイッチ７の状態を検出するキー状態検知センサ７７、ロックレバー８の状態を検出するロック状態検知センサ７８、操作レバー５の操作量を検出するレバー操作量センサ７９が備えられる。

[0051] 旋回体３上にはＧＮＳＳ受信アンテナ５１が設置される。これにより、地表面を移動する作業員が携帯する端末装置４０に比べて高い位置にＧＮＳＳ受信アンテナ５１が設置されることとなり、測位信号の受信感度が端末装置４０よりも良好になる。

[0052] 更に旋回体３の後部には周辺監視センサ２０としてのステレオカメラが設置される。より詳しくは、図９に示すように、旋回体３の右後方に第１ステレオカメラ２１Ａ、後方に第２ステレオカメラ２１Ｂ、左後方に第３ステレ

オカメラ２１Ｃを備え、第１ステレオカメラ２１Ａ、第２ステレオカメラ２１Ｂ、第３ステレオカメラ２１Ｃの各検知エリア、即ち第１検知エリア２２０Ａ、第２検知エリア２２０Ｂ、第３検知エリア２２０Ｃ内の画像を撮像する。

[0053] 図１０は車体制御装置６０の概略構成図である。車体制御装置６０は、作業状態検出装置７０からの出力信号に基づいて作業機械１の作業状態を算出する車体状態算出部６１と、周辺監視センサ２０からの出力信号、車体ＧＮＳＳ装置５０からの出力信号及び車体状態算出部６１の算出結果に基づいて車体信号１１０を生成する車体信号生成部６２と、車体信号１１０を現場管理装置３０へ送信する車体通信制御部６４と、通知装置８０への通知指令を生成する通知生成部６３とから構成される。

[0054] 周辺監視センサ２０は、第１ステレオカメラ２１Ａ、第２ステレオカメラ２１Ｂ、第３ステレオカメラ２１Ｃと各カメラからの画像を取得し、例えば人物抽出処理を実行して作業員を検知する作業員検知演算装置２２を含む。作業員検知演算装置２２は、作業員を検知すると、センサ座標系で示された作業員の位置を示す作業員検知位置情報３７０と、各車体に設けられた周辺監視センサ２０の検知エリア２２０を示す検知エリア情報とを関連付けて車体信号生成部６２に出力する。

[0055] 車体状態算出部６１は、作業範囲演算部６１Ａと作動状態判別部６１Ｂの機能ブロックから構成される。

[0056] 作業範囲演算部６１Ａは、ブーム姿勢センサ７５Ａ、アーム姿勢センサ７５Ｂ、バケット姿勢センサ７５Ｃからの出力信号を用いて作業機械１の旋回中心から作業フロント６の端部までの距離を作業範囲として算出する。作業フロント６の姿勢によっては、バケット６Ｃの先端よりもアーム６Ｂのブーム６Ａ側の端部等の方が旋回中心からの距離が長い場合がある。そこで、作業範囲演算部６１Ａでは、ブーム６Ａ、アーム６Ｂ、バケット６Ｃの姿勢に応じて、旋回中心から最も離れた箇所を作業フロント端部とする。また、旋回中心から作業フロント端部までの距離を作業範囲とし、作業機械１の各部

寸法情報とブーム姿勢センサ７５Ａ、アーム姿勢センサ７５Ｂ、バケット姿勢センサ７５Ｃからの入力信号とからリンク演算により算出する。

[0057] 上記では、旋回中心から最も離れた箇所を作業フロント端部として扱ったが、算出された作業範囲が旋回中心から旋回体３の後端部までの距離よりも小さい場合には、旋回中心から旋回体３の後端部までの距離を作業範囲として出力してもよい。

[0058] 作動状態判別部６１Ｂは、機械作動状態検出器７２からの出力信号を用いて作動状態を判別する。本実施形態では、キー状態検知センサ７７からの入力状態によってエンジン始動状態を、ロック状態検知センサ７８からの入力信号によってロックレバー８によるロック状態を、レバー操作量センサ７９からの入力信号によって動作の種類を判別する。作業機械１は、エンジンが始動状態であっても、ロックレバー８がロック状態である場合には、操作レバー５に対していかなる操作を行っても動作しない。そこで、作動状態を、「エンジン停止状態」、「操作ロック状態」、「動作待機状態」、「動作状態」の４種に分ける。

[0059] 作動状態の判別フローは以下の通りである。まず、キー状態検知センサ７７からの入力信号が、エンジンＯＮ状態以外の場合には、「エンジン停止状態」と判定する。また、エンジンＯＮ状態の場合には、ロック状態検知センサ７８からの入力信号により、ロック状態の判定を行う。ロックレバー８がロック状態である場合には、「操作ロック状態」と判定する。また、ロック解除状態の場合には、レバー操作量センサ７９からの入力信号により、操作レバー５の操作状態の判定を行う。操作レバー５に対し、いずれの操作も行われていない場合には、「動作待機状態」と判定する。いずれかの操作が行われている場合には、「動作状態」と判定する。

[0060] 車体信号生成部６２は、周辺監視センサ２０からの出力信号、車体ＧＮＳＳ装置５０からの出力信号及び車体状態算出部６１の算出結果に基づいて車体信号１１０（図４参照）を生成し、車体通信制御部６４に出力する。車体信号生成部６２は、車体ＩＤを予め記憶しておくことから車体識別情報記憶

部としての機能を有する。

[0061] 車体通信制御部６４は、車体無線通信装置９０を介して車体信号１１０を現場管理装置３０に送信する。

[0062] 通知生成部６３は、車体信号生成部６２から出力される作業員検知情報と車体作業状態情報とを用いて、表示装置８１への表示指令及び警報装置８２への警報指令を生成する。

[0063] 通知装置８０は、作業機械１のオペレータに作業機械１周辺の作業員の存在を通知するための装置であり、本実施形態では、通知装置８０として表示装置８１と警報装置８２とを備える。

[0064] 表示装置８１は、液晶パネル等からなる装置であって、作業機械１の運転室４内に設けられる。表示装置８１は、視覚情報によって作業機械１のオペレータに作業員の存在を通知するために用いられ、車体制御装置６０からの表示指令に基づいて、作業員の存在エリア２４０の表示や作業員の接近を通知する表示を行う。

[0065] 警報装置８２は、音あるいは音声等を発生可能な装置であって、作業機械１の運転室４内に設けられる。警報装置８２は、聴覚情報によって作業機械１のオペレータに作業員の接近を報知するために用いられ、車体制御装置６０からの警報指令に基づいて、作業員の接近を通知する警報音等を発生させる。

[0066] 表示及び警報の指令は、所定の接近通知エリア内に作業員が存在するか否かによって変更する。表示装置８１に対しては、例えば、作業機械１の上面図上に検知エリア２２０及び作業員の位置を描画するように指令する。また、接近通知エリア内に作業員が存在する場合には、作業員の接近を通知する表示を行う。また、作業範囲や接近通知エリア等の表示を加えても良い。

[0067] 警報装置８２への指令は、接近通知エリア内に作業員が存在するか否かによって決定する。接近通知エリア内に作業員が存在する場合には、警報発令指令を行い、存在しない場合には警報発令指令を行わない。また、検知されている作業員の人数や距離等の情報に応じて警報の種類を数段階設けるよう

に構成しても良い。

[0068] 次に図２及び図１１～図１３を参照して、現場管理装置３０について説明する。図１１は、本実施形態の現場管理制御装置における作業員信号変換処理フロー図である。図１２は、本実施形態の現場管理制御装置における車体信号変換処理フロー図である。図１３は、本実施形態の現場管理制御装置における作業員位置評価処理フロー図である。

[0069] 図２に示すように現場管理制御装置３１は、演算部３１Ａと、記憶部３１Ｂと、タイマー３１Ｃとを有する。

[0070] 記憶部３１Ｂには、作業機械情報３１０と作業員情報３４０とが保持される。作業機械情報３１０は、作業現場内で稼働中の作業機械１の一覧であり、本実施形態では、作業機械情報３１０として、それぞれの作業機械１固有の車体ＩＤと作業機械の種別と作業機械１のオペレータの情報とを対応させたリストを保持する。

[0071] タイマー３１Ｃは、後述する経過時間の計測に用いる。

[0072] また、作業員情報３４０は、作業現場内で稼働中の作業員の一覧であり、本実施形態では、作業員情報３４０として、それぞれの作業員固有の作業員ＩＤと作業員の属性とを対応させたリストを保持する。作業員の属性は、作業員の氏名と、作業機械１のオペレータ、補助作業員、周囲作業員、監督者等を区別する情報を含む。また、作業員の属性は、所属会社、経験年数等の情報を含んでも良いし、これらを統合した指標を持たせるようにしても良い。

[0073] 演算部３１Ａは、現場管理通信制御部３５と、作業員位置算出部３７と、位置情報抽出部３８と、表示制御部３６とから構成される。現場管理通信制御部３５は、作業員システム通信部３５ａ及び車体システム通信部３５ｂを含む。

[0074] 作業員システム通信部３５ａは、無線通信ネットワーク１５０を介して作業現場内の全ての端末装置４０からの信号（作業員信号１４０を含む）を受信制御し、受信結果を作業員位置算出部３７に出力する。

[0075] 車体システム通信部３５ｂは、無線通信ネットワーク１５０を介して作業現場内の全ての作業機械１の其々に搭載された作業員接近検知システム１０からの信号（車体信号１１０を含む）を受信制御し、受信結果を作業員位置算出部３７に出力する。

[0076] 作業員位置算出部３７は、作業員信号１４０及び車体信号１１０と、記憶部３１Ｂに格納された作業機械情報３１０及び作業員情報３４０とを用いて、現場内の全ての作業機械１及び作業員の位置を算出する。作業員位置算出部３７は、作業員信号変換部３７ａと車体信号変換部３７ｂと作業員位置評価部３７ｃと位置情報出力部３７ｄとから構成される。

[0077] 作業員信号変換部３７ａは、作業員システム通信部３５ａから入力される作業員信号１４０の受信結果と記憶部３１Ｂに格納された作業員情報３４０に含まれる作業員検知位置とを用いて、作業員位置受信情報３５０を生成する。作業員位置受信情報３５０は図１４に示すように、各作業員ＩＤに位置受信値と更新度の情報を付加したものであり、作業員信号１４０の受信結果に基づいて、作業員情報３４０に記載された全ての作業員ＩＤについて作業員位置受信情報３５０を生成する。

[0078] 更新度は位置情報の新しさ（新鮮度）を表すものである。本実施形態では、更新度を０～１００の数値で表し、所定時間内に当該作業員ＩＤの作業員信号１４０を受信した場合には更新度を１００とし、所定時間内に受信しなかった場合には、前回の受信からの経過時間に応じて更新度を低下させる。

[0079] 図１１に作業員信号変換部３７ａにおける作業員位置受信情報生成フローを示した。図１１は作業員ＩＤがＡの作業員に関する処理フローであり、同様の処理を作業員情報３４０に記載された全ての作業員ＩＤについて行う。

[0080] 図１１のフローの開始に当たり、作業員信号変換部３７ａは、作業員ＩＤ「Ａ」についてのサンプリング経過時間（以下「経過時間」と略記する）の計測を開始する。そして作業員信号変換部３７ａが作業員信号１４０の受信結果を読み込む（Ｓ１０１）。読み込んだ作業員信号に含まれる作業員ＩＤがＡであれば（Ｓ１０２／Ｙｅｓ）、Ｓ１０１で読み込んだ作業員信号１４

０に含まれる端末ＧＮＳＳ測位品質の情報が測位不能ではないか、即ち測位可能な品質であるかを判定する（Ｓ１０３）。測位可能な品質であれば（Ｓ１０３／Ｙｅｓ）、作業員位置受信情報３５０の当該ＩＤの更新度を１００、位置情報をステップＳ１０１で示す受信結果の位置情報に更新し（Ｓ１０４）、経過時間をリセットする（Ｓ１０５）。その後、ステップＳ１０１へ戻る。

[0081] 作業員ＩＤがＡでない場合（Ｓ１０２／Ｎｏ）、又は端末ＧＮＳＳ測位品質の情報が測位不能な品質である場合（Ｓ１０３／Ｎｏ）、経過時間がＴｓ（更新度減算猶予時間）を超えると（Ｓ１０６／Ｙｅｓ）、作業員信号変換部３７ａは、作業員位置受信情報３５０の当該ＩＤ（図１１の例では作業員ＩＤがＡ）の更新度を下式（１）に基づいて算出し、更新度を更新する（Ｓ１０７）。その後、ステップＳ１０１へ戻る。経過時間がＴｓ（更新度減算猶予時間）以下の場合（Ｓ１０６／Ｎｏ）も、ステップＳ１０１へ戻る。なお、更新度減算猶予時間は、更新度を再算出するまでの猶予時間である。例えば、ＧＮＳＳのサンプリング周期が１回／ｓｅｃであるとして、１０周期はＧＮＳＳからの電波が途絶していたとして更新度を書き換えなくてよいと定めた場合、αの値を１０に定める。これにより、瞬間的にＧＮＳＳの電波障害がおこった場合に、頻回に更新度の書き換えが起きることを抑止する。

更新度＝ｍａｘ（０，１００－経過時間／α）・・・（１）

[0082] 車体信号変換部３７ｂは、車体システム通信部３５ｂから入力される車体信号１１０の受信結果と記憶部３１Ｂに格納された作業機械情報３１０を用いて作業機械状態受信情報３６０と作業員検知位置情報３７０を生成する。作業機械状態受信情報３６０は図１５に示すように、各車体ＩＤに更新度、位置受信値、車体作業状態、作業員検知エリアを付加したものであり、車体信号１１０の受信結果に基づいて、作業機械情報３１０に記載された全ての車体ＩＤについて作業機械状態受信情報３６０を生成する。

[0083] 作業員検知位置情報３７０は図１６に示すように、作業機械１に搭載される作業員接近検知システム１０によって検知された作業員の検知位置情報を

リスト化したものであり、検知位置情報と検知した作業員接近検知システム１０を搭載した作業機械１の車体ＩＤとから構成される。

[0084] 図１２に車体信号変換部３７ｂにおける作業機械状態受信情報３６０及び作業員検知位置情報３７０の生成フローを示した。作業機械状態受信情報３６０に格納される更新度は位置情報の新しさを表すものであり、本実施形態では、更新度を０～１００の数値で表す。所定時間内に当該車体ＩＤの車体信号１１０を受信した場合には更新度を１００とし、所定時間内に受信しなかった場合には、前回の受信からの経過時間に応じて更新度を減算する。図１２は車体ＩＤが「Ｃ１」の作業機械に関するであり、同様の処理を作業機械情報３１０に記載された全ての車体ＩＤについて行う。

[0085] 図１２のフローの開始に当たり、車体信号変換部３７ｂは、車体ＩＤ「Ｃ１」についてのサンプリング経過時間（以下「経過時間」と略記する）の計測を開始する。そして車体信号変換部３７ｂが車体信号１１０の受信結果を読み込む（Ｓ２０１）。読み込んだ車体信号１１０に含まれる車体ＩＤが「Ｃ１」であれば（Ｓ２０２／Ｙｅｓ）、Ｓ２０１で読み込んだ車体信号１１０に含まれる車体ＧＮＳＳ測位品質の情報が測位不能ではないか、即ち測位可能な品質であるかを判定する（Ｓ２０３）。測位可能な品質であれば（Ｓ２０３／Ｙｅｓ）、作業機械状態受信情報３６０の当該ＩＤの位置情報、車体作業状態、検知エリア２２０をステップＳ２０１で示す受信結果の値に更新し（Ｓ２０４）、及び作業機械状態受信情報３６０の当該ＩＤの更新度を１００に更新し（Ｓ２０５）、経過時間をリセットする（Ｓ２０６）。

[0086] 作業員検知位置情報３７０があれば（Ｓ２０７／Ｙｅｓ）、作業員検知位置情報３７０に周辺監視センサ２０からセンサ座標系の検知位置情報を追加し（Ｓ２０８）、ステップＳ２０１へ戻る。

[0087] 車体ＩＤがＣ１でない場合（Ｓ２０２／Ｎｏ）、又は車体ＧＮＳＳ測位品質の情報が測位不能な品質である場合（Ｓ２０３／Ｎｏ）、経過時間がＴｓを超えると（Ｓ２０９／Ｙｅｓ）、車体信号変換部３７ｂは、作業機械状態受信情報３６０の当該ＩＤの更新度を式（１）に基づいて算出し、更新度を

更新する（Ｓ２１０）。その後、ステップＳ２０１へ戻る。作業員検知位置情報３７０がない（Ｓ２０７／Ｎｏ）、及び経過時間がＴｓ以下（Ｓ２０９／Ｎｏ）の各場合も、ステップＳ２０１へ戻る。

[0088] 作業員位置評価部３７ｃは、作業員信号変換部３７ａが生成する作業員位置受信情報３５０と、車体信号変換部３７ｂが生成する作業機械状態受信情報３６０及び作業員検知位置情報３７０を用いて、図１７に示す作業員位置情報３８０を生成する。

[0089] 作業員位置情報３８０は、図１７に示すように、作業員ＩＤ、位置算出値、更新度、確度から構成される。作業員位置評価部３７ｃには、作業員の位置に関する情報として作業員位置受信情報３５０と作業員検知位置情報３７０の２種の情報が入力される。作業員位置受信情報３５０と作業員検知位置情報３７０とには以下の特徴がある。

[0090] 作業員位置受信情報３５０は作業員ＩＤの情報を有しており、作業員検知位置情報３７０は作業員ＩＤの情報を持たない。また、作業員位置受信情報３５０に含まれる作業員の位置情報は端末装置４０において端末ＧＮＳＳ器４５を用いて算出された位置であり、作業員検知位置情報３７０に含まれる作業員の位置情報は作業員接近検知システム１０によって検出された位置である。

[0091] 一般に、作業員接近検知システム１０の出力する位置情報は、端末装置４０において端末ＧＮＳＳ器４５を用いて算出される位置情報よりも正確であるため、作業員検知位置情報３７０に含まれる作業員の位置情報のほうが正確と考えられる。

[0092] 作業員位置評価部３７ｃでは、作業員位置受信情報３５０と作業員検知位置情報３７０との統合処理を行い、位置情報を評価することによって、作業員位置情報３８０を生成する。統合処理の方法は種々の手法が適用可能であるが、以下では、統合処理の一例を示し、作業員位置情報生成処理を説明する。

[0093] 図１３に作業員位置評価部３７ｃにおける作業員位置情報３８０の生成フ

ローを示した。まず、作業員位置評価部３７ｃは作業員位置受信情報３５０と作業員検知位置情報３７０に含まれる全ての作業員検知位置について位置の離間度に基づく対応づけ、例えばＧｌｏｂａｌ　Ｎｅａｒｅｓｔ　Ｎｅｉｇｈｂｏｒ法等を用いて、同一の作業員に関する作業員位置受信情報３５０に含まれる情報と作業員検知位置情報３７０に含まれる情報との対応付けを行う（Ｓ３０１）。そして以下の処理において、同一の作業員に関して作業員信号１４０及び作業員検知位置情報が併存する場合、作業員の現在位置として作業員検知位置情報が示す位置を選択し、作業員信号１４０のみがある場合、作業員の現在位置として端末現在位置を選択する。

[0094] 次に、作業員位置評価部３７ｃは作業員位置受信情報３５０に含まれる各作業員ＩＤの１番目の作業員ＩＤを選択し（Ｓ３０２）、対応する作業員検知位置情報３７０があれば（Ｓ３０３／Ｙｅｓ）、作業員検知位置情報３７０との対応付けの有無、作業機械状態受信情報３６０に含まれる検知エリア２２０との対応、端末ＧＮＳＳ測位品質に応じて位置算出値、更新度、確度を更新する（Ｓ３０４）。

[0095] 確度は位置情報の確からしさを表すものであり、本実施形態では、Ａ～Ｅの５段階で表す。ステップＳ３０４では、位置算出値は作業員検知位置情報３７０の検知位置、更新度１００、確度Ａに更新する。

[0096] 作業員位置評価部３７ｃは次の作業員ＩＤを選択し（Ｓ３０５）、ステップＳ３０３以下の処理を行う。

[0097] ステップＳ３０２で選択した各作業員ＩＤの１番目の作業員ＩＤに対応する作業員検知位置情報３７０がなく（Ｓ３０３／Ｎｏ）、位置算出値が周辺監視センサ２０の検知エリア外であれば（Ｓ３０６／Ｙｅｓ）、作業員位置情報３８０の当該ＩＤの位置算出値は作業員位置受信情報３５０の位置算出値、更新度は作業員位置受信情報３５０の更新度、確度は端末ＧＮＳＳ測位品質に応じてＢ，Ｃ，Ｄのいずれかを選択して更新する（Ｓ３０７）。そしてステップＳ３０５へ進む。ここで、作業員検知位置情報３７０に含まれる作業員の位置情報のうち、いずれの作業員ＩＤとも対応付けのなされていな

い情報については、作業員ＩＤ＝「不明」、更新度＝１００、確度＝Ｂとして作業員位置情報３８０に格納する。そしてステップＳ３０５へ進む。

[0098] ステップＳ３０６において、位置算出値が周辺監視センサ２０の検知エリア内であれば（Ｓ３０６／Ｎｏ）、作業員位置情報３８０の当該ＩＤの位置算出値を作業員位置受信情報３５０の位置算出値、更新度を作業員位置受信情報３５０の更新度、確度Ｅに更新する（Ｓ３０８）。そしてステップＳ３０５へ進む。

[0099] 位置情報出力部３７ｄは作業員位置評価部３７ｃが生成する作業員位置情報３８０と車体信号変換部３７ｂが生成する作業機械状態受信情報３６０を作業機械及び作業員の位置等を表す作業機械作業員位置情報として位置情報抽出部３８及び現場情報保管装置３２に出力する。

[0100] 位置情報抽出部３８は、設定入力装置３４からの入力に応じて、作業員位置算出部３７が出力する作業機械作業員位置情報及び現場情報保管装置３２に格納される過去の作業機械作業員位置情報を参照し、現場管理表示装置３３に出力する情報を抽出する。例えば、設定入力装置３４において、現場管理表示装置３３に表示するエリアが指定された場合には、作業員位置算出部３７が出力する作業機械作業員位置情報のうち、指定のエリア内に存在する作業機械１及び作業員の情報を抽出し、現場管理表示装置３３に表示指令を出力する。

[0101] 現場情報保管装置３２は、半導体メモリや磁気記録媒体等の記録媒体を備え、作業員位置算出部３７から出力される作業機械作業員位置情報を記録し、蓄積する。また、位置情報抽出部３８からの指令に応じて、格納された過去の作業機械作業員位置情報を表示制御部３６に出力する。

[0102] 現場管理表示装置３３は、表示制御部３６からの表示指令に基づいて、作業現場内の作業機械１及び作業員の情報を表示する。図１８に現場管理表示装置３３の表示の一例を示した。図１８の例では、作業現場内の指定エリアにおける作業機械１及び作業員の配置及び作業状況がリアルタイムに表示される。設定入力装置３４によって指定されたエリア内に存在する作業機械１

及び作業員の位置情報に基づいて、指定エリアの上面図上に作業機械及び作業員が描画される。また、図１８の例では、作業機械１に関する情報として、作業機械の種別、作業状態、担当するオペレータ名を表示し、作業員に関する情報として、作業員の氏名、役割を表示する。また、作業員位置情報３８０の位置算出値が「Ｎ／Ａ」の作業員を位置不明者とし、位置不明者リストに表示しても良い。また、作業の履歴の簡易な表示として所定期間における作業機械１及び作業員の移動軌跡の表示を追加しても良い。

[0103] 本実施形態によれば、作業員が携帯する端末装置４０で端末ＧＮＳＳ位置と作業員検知位置との対応づけを行い、作業員検知位置があればその検知位置を作業員の現在位置として選択する。一方、作業員検知位置との対応づけが不可能であれば、端末ＧＮＳＳ位置を作業員の現在位置として選択する。これにより、作業機械近くに作業員がいる場合は、測位品質の劣化が懸念される端末ＧＮＳＳ位置ではなく、より精度が高い作業員検知位置を選択することができる。

[0104] また、周辺監視センサ２０は、作業機械１の周辺に位置する被検知体の存在は検知できても、その被検知体を固有に識別することや、検知された作業員の属性情報を得ることが困難であるが、本実施形態によれば作業員の属性情報も得ることができる。

[0105] 上記実施形態は本発明の一態様を示したものであり、本発明の趣旨を逸脱しない変形態様は本発明に含まれる。

[0106] 例えば作業機械１は油圧ショベルに限らず、ブルドーザー、ホイールローダ等の作業機械を用いてもよい。

[0107] またＧＮＳＳによる位置誤差を考慮する処理として、位置算出誤差推定値が出力されない場合、作業員信号変換部３７ａや車体信号変換部３７ｂにおいて、記憶部６０Ｂに保持された位置算出誤差情報を参照して位置算出誤差推定値を導出し、ＧＮＳＳ測位品質情報の代わりに位置算出誤差推定値を保管してもよい。

[0108] また作業員位置評価部３７ｃにおいて、作業員位置情報を更新する際に、

記憶部６０Ｂに保持された位置算出誤差情報を参照して位置算出誤差推定値を導出し、位置算出誤差推定値に基づいて確度を算出してもよい。

符号の説明

[0109] １　：作業機械
１０　：作業員接近検知システム
２０　：周辺監視センサ
３０　：現場管理装置
３１　：現場管理制御装置
３３　：現場管理表示装置
３４　：設定入力装置
３５　：現場管理通信制御部
３６　：表示制御部
３９　：現場管理無線通信装置
４０　：端末装置
４３　：端末無線通信器
４５　：端末ＧＮＳＳ器
６０　：車体制御装置
８０　：通知装置
８１　：表示装置
８２　：警報装置
９０　：車体無線通信装置
１１０　：車体信号
１４０　：作業員信号
１５０　：無線通信ネットワーク
２００　：作業員管理システム

請求の範囲

[請求項1] 作業員に携帯される端末装置と、作業機械に搭載される作業員検知システムと、前記端末装置及び前記作業員検知システムの其々に無線通信ネットワークを介して接続された現場管理装置と、を備えた作業員管理システムにおいて、

前記端末装置は、ＧＮＳＳ測位信号を受信して端末ＧＮＳＳ位置情報を生成する端末ＧＮＳＳ器と、前記無線通信ネットワークに接続する端末無線通信器と、を備え、

前記端末装置は、前記端末ＧＮＳＳ位置情報及び前記作業員を識別する作業員識別情報を含む作業員信号を前記端末無線通信器から前記現場管理装置に送信し、

前記作業員検知システムは、ＧＮＳＳ測位信号を受信して車体ＧＮＳＳ位置情報を生成する車体ＧＮＳＳ装置と、前記作業機械の周辺に位置する被検知体を検出する周辺監視センサと、前記無線通信ネットワークに接続する車体無線通信装置と、前記車体ＧＮＳＳ装置、前記周辺監視センサ、及び前記車体無線通信装置の其々に接続された車体制御装置と、を備え、

前記車体制御装置は、前記車体ＧＮＳＳ位置情報と前記周辺監視センサが検知した前記作業員の位置を示す作業員検知位置情報と前記作業機械を識別する作業機械識別信号とを含む車体信号を生成して前記車体無線通信装置から前記現場管理装置に送信し、

前記現場管理装置は、前記無線通信ネットワークに接続する現場管理通信装置と、表示装置と、前記現場管理通信装置及び前記表示装置の其々に接続された現場管理制御装置と、を備え、

前記現場管理制御装置は、前記現場管理通信装置が受信した前記作業員信号及び前記車体信号を取得し、前記作業員信号に含まれる前記端末ＧＮＳＳ位置情報と前記車体信号に含まれる作業員検知位置情報とを用いて前記作業員の現在位置を算出し、前記表示装置への表示指

令を生成して出力し、

前記表示装置は、前記表示指令に応じた表示を行う、

ことを特徴とする作業員管理システム。

[請求項2] 請求項１に記載の作業員管理システムにおいて、

前記現場管理制御装置は、前記作業員信号に含まれる前記端末ＧＮＳＳ位置情報と前記車体信号に含まれる前記作業員検知位置情報とを、位置の離間度に基づいて対応づけを行い、

同一の作業員に関して前記端末ＧＮＳＳ位置情報及び前記作業員検知位置情報が併存する場合、前記作業員の現在位置として前記作業員検知位置情報が示す位置を選択し、

前記端末ＧＮＳＳ位置情報のみがある場合、前記作業員の現在位置として前記端末ＧＮＳＳ位置情報が示す位置を選択する、

ことを特徴とする作業員管理システム。

[請求項3] 請求項１に記載の作業員管理システムにおいて、

前記現場管理制御装置は、前記作業員信号を受信してからの経過時間を計測するタイマーを更に備え、

前記作業員信号を受信してからの経過時間に基づいて前記作業員の現在位置の確かさを示す確度を低下させる、

ことを特徴とする作業員管理システム。

[請求項4] 請求項１に記載の作業員管理システムにおいて、

前記車体制御装置は、前記作業機械から当該作業機械の動作状態を示す作業機械状態情報を取得し、前記作業機械状態情報を含む前記車体信号を生成し、

前記現場管理制御装置は、前記車体信号に基づいて、前記作業機械の位置と当該作業機械の作業状態とを含む前記表示指令を生成する、

ことを特徴とする作業員管理システム。

[請求項5] 請求項１に記載の作業員管理システムにおいて、

前記現場管理装置は、作業現場内の特定の領域を設定する操作を受

け付ける設定入力装置を更に備え、

前記現場管理制御装置は、前記設定入力装置が受け付けた前記特定の領域内に存在する前記作業員の位置情報を抽出し、抽出された前記作業員の位置を表示させる前記表示指令を生成する、

ことを特徴とする作業員管理システム。

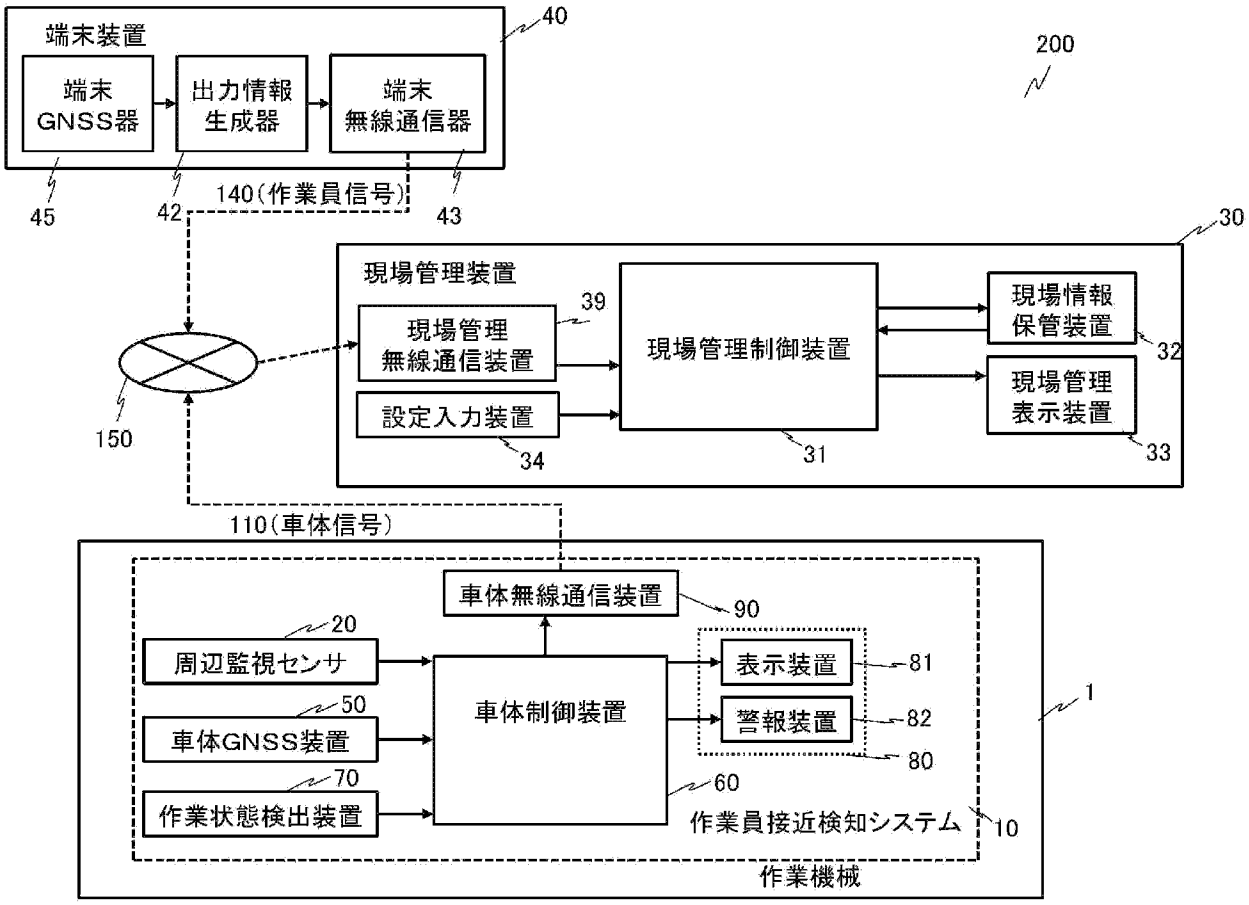
[請求項6] 請求項５に記載の作業員管理システムにおいて、

前記現場管理制御装置は、前記作業員信号のうち前記端末ＧＮＳＳ位置情報が測位不能であるものを抽出して不明者リストを生成し、前記不明者リストを表示させる前記表示指令を生成する、

ことを特徴とする作業員管理システム。

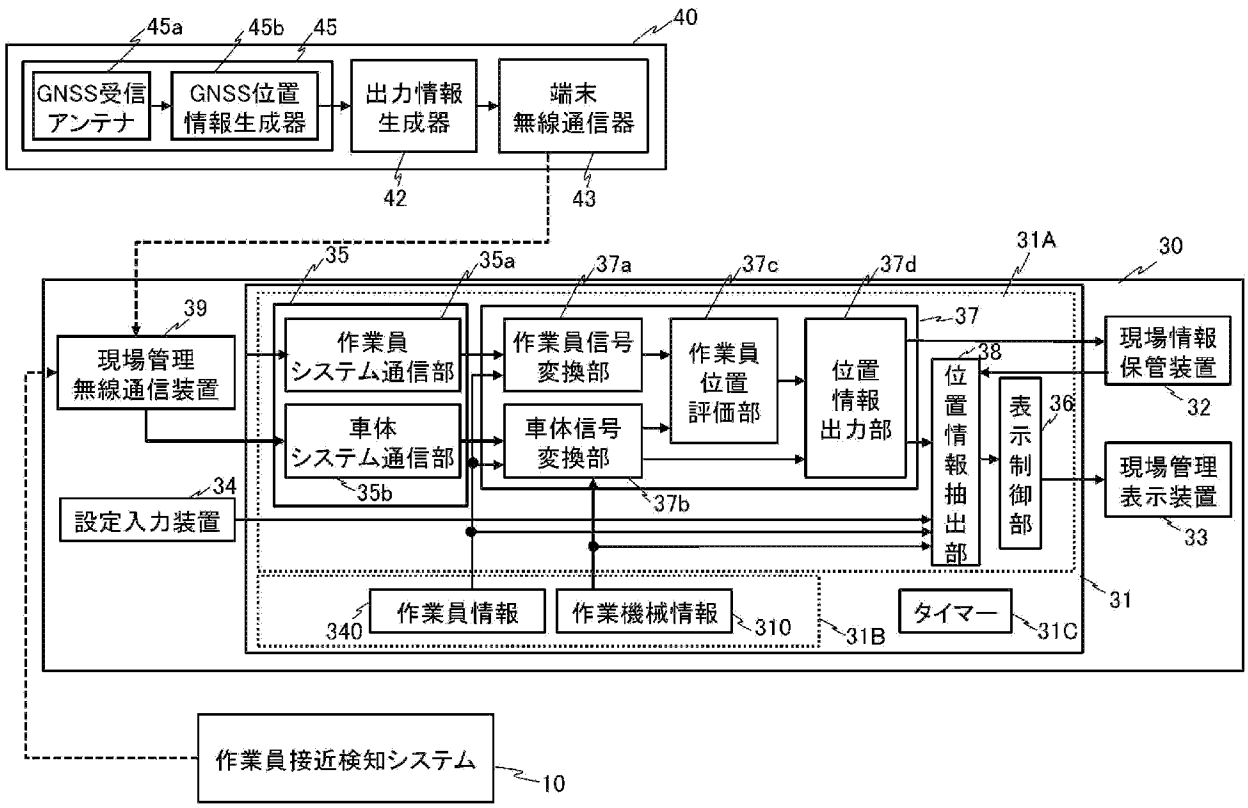
[図1]

図1


端末装置
端末
GNSS器
出力情報
生成器
端末
無線通信器
40
200
45
42
43
140(作業員信号)
30
現場管理装置
現場管理
無線通信装置
39
現場管理制御装置
現場情報
保管装置
32
設定入力装置
34
31
現場管理
表示装置
33
150
110(車体信号)
車体無線通信装置
90
20
周辺監視センサ
車体制御装置
表示装置
81
50
車体GNSS装置
警報装置
82
80
70
作業状態検出装置
60
作業員接近検知システム
10
1
作業機械

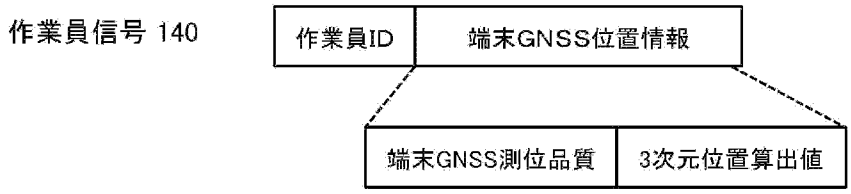
[図2]

図2


45a
45b
45
40
GNSS受信
アンテナ
GNSS位置
情報生成器
出力情報
生成器
端末
無線通信器
42
43
31A
30
35
35a
37a
37c
37d
39
作業員
システム通信部
作業員信号
変換部
作業員
位置
評価部
位置
情報
出力部
37
38
現場情報
保管装置
32
現場管理
無線通信装置
車体
システム通信部
車体信号
変換部
位置
情報
抽出部
表示
制御
部
36
現場管理
表示装置
33
34
設定入力装置
35b
37b
31
340
作業員情報
作業機械情報
310
31B
タイマー
31C
作業員接近検知システム
10

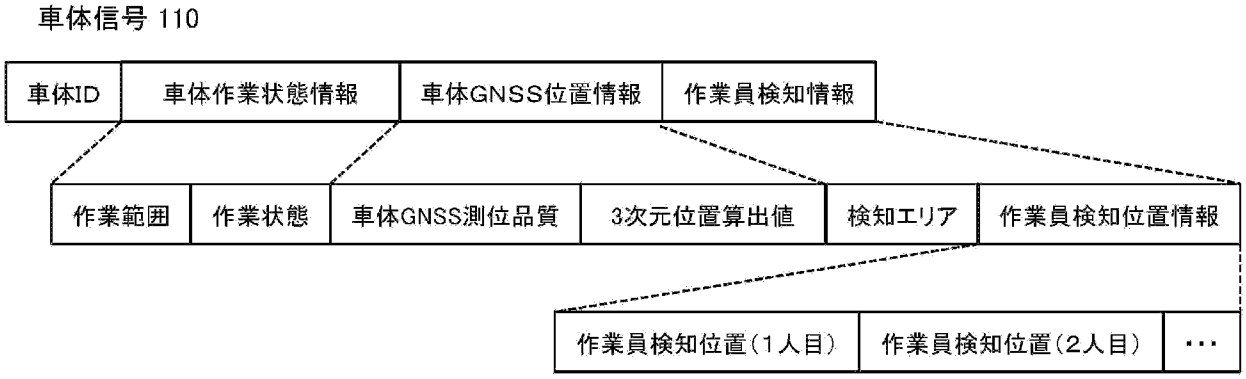
[図3]

図3



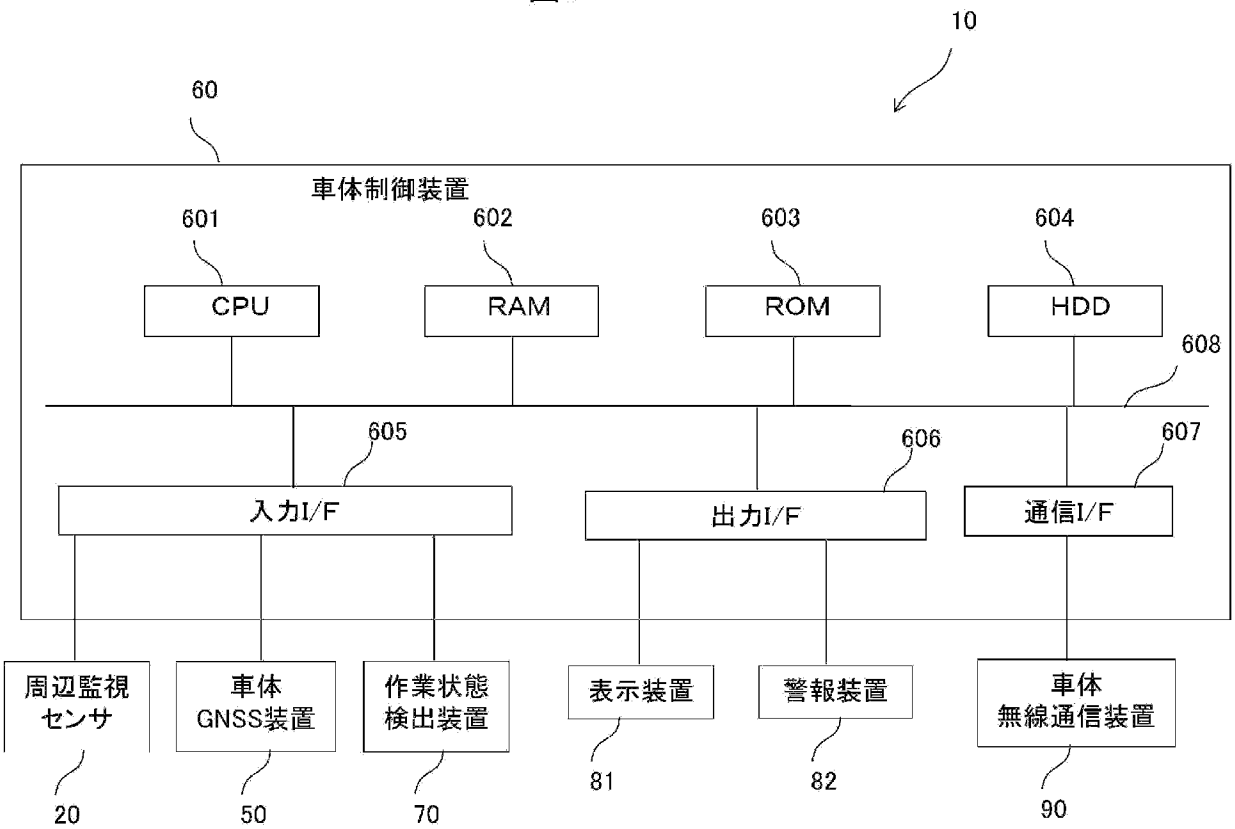
[図4]

図4



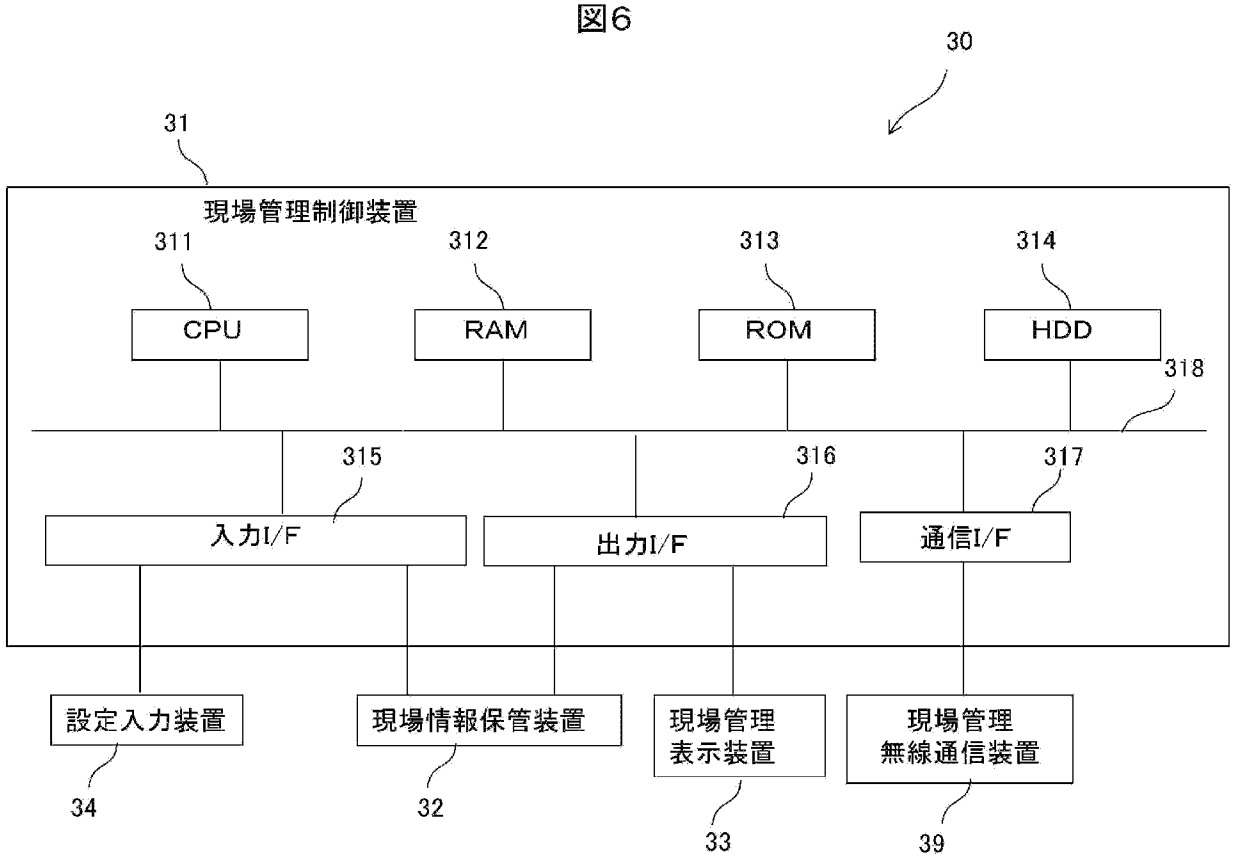
[図5]

図5



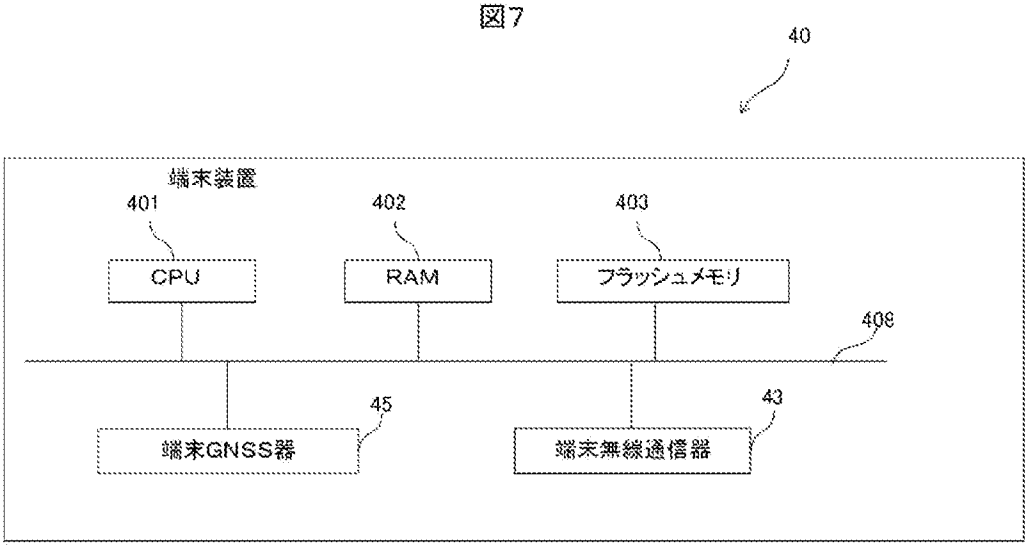
[図6]

図6


30
31
現場管理制御装置
311
312
313
314
CPU
RAM
ROM
HDD
318
315
316
317
入力I/F
出力I/F
通信I/F
設定入力装置
現場情報保管装置
現場管理
表示装置
現場管理
無線通信装置
34
32
33
39

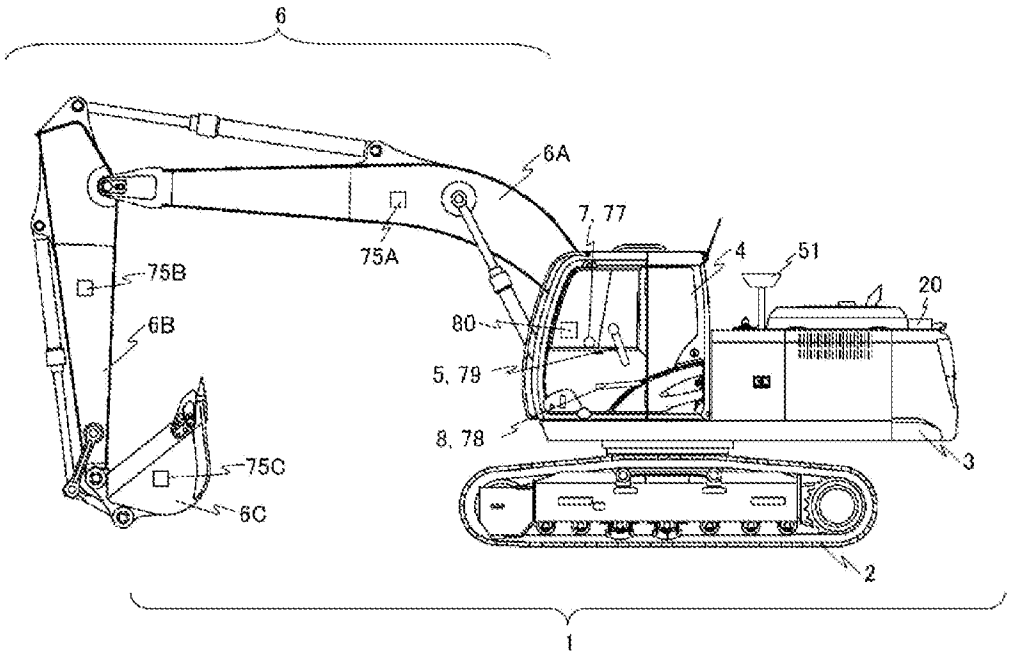
[図7]

図7


40
端末装置
401
402
403
CPU
RAM
フラッシュメモリ
408
45
43
端末GNSS器
端末無線通信器

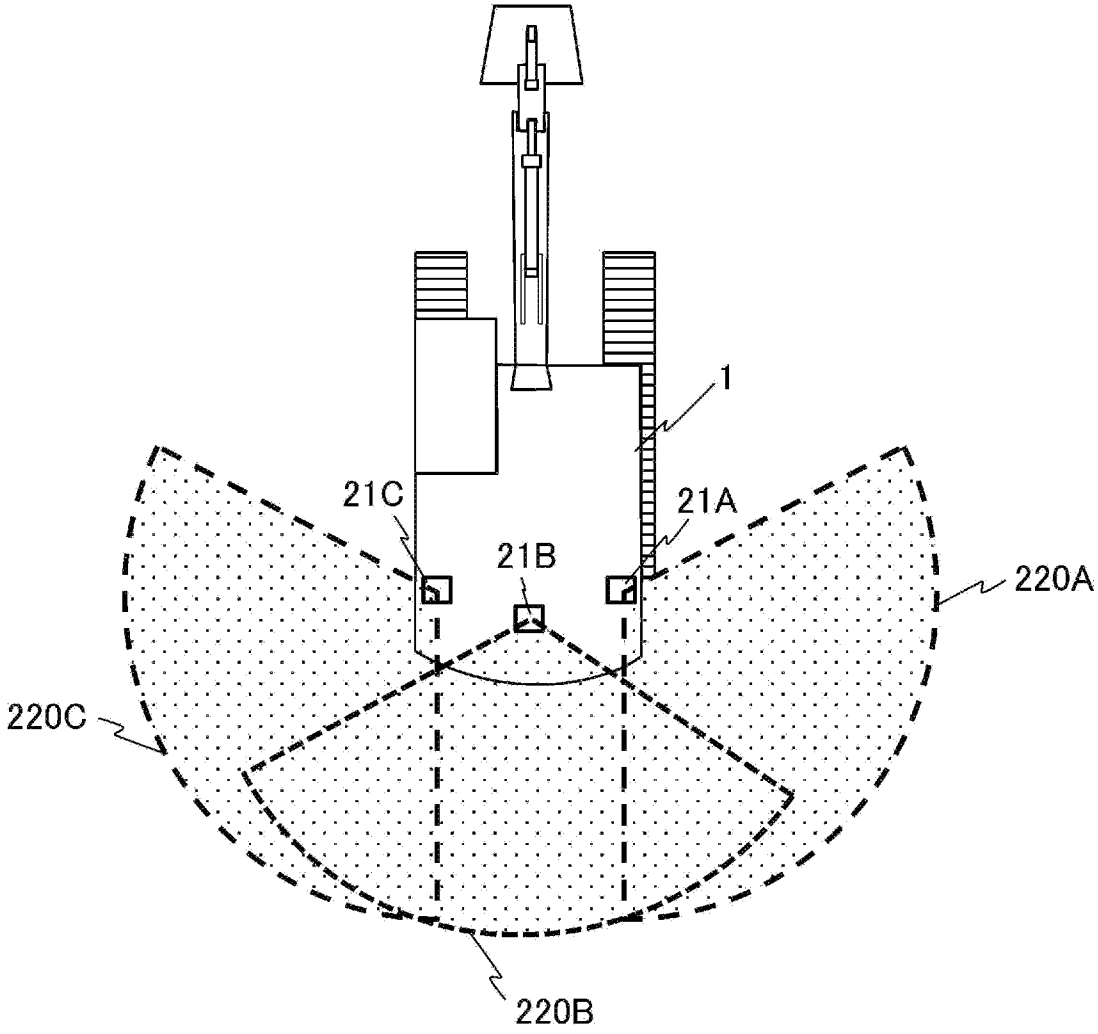
[図8]

図8



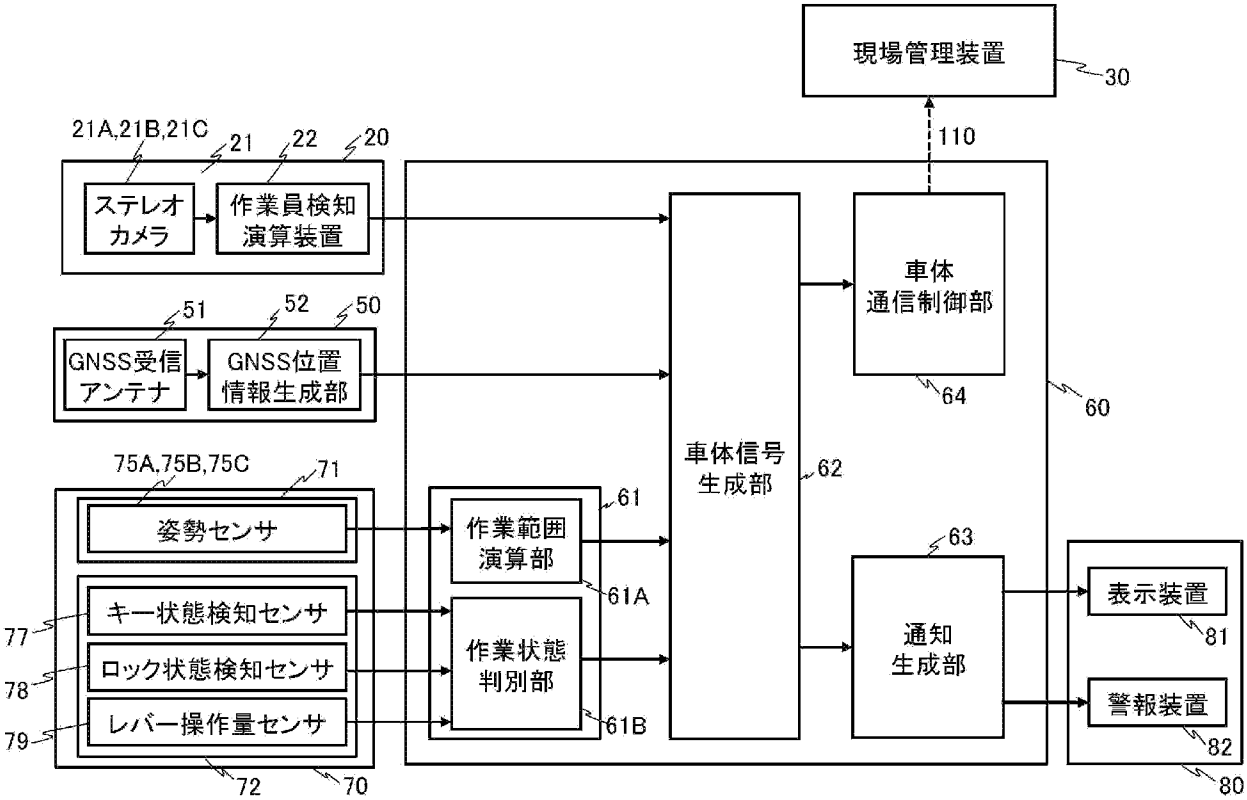
[図9]

図9



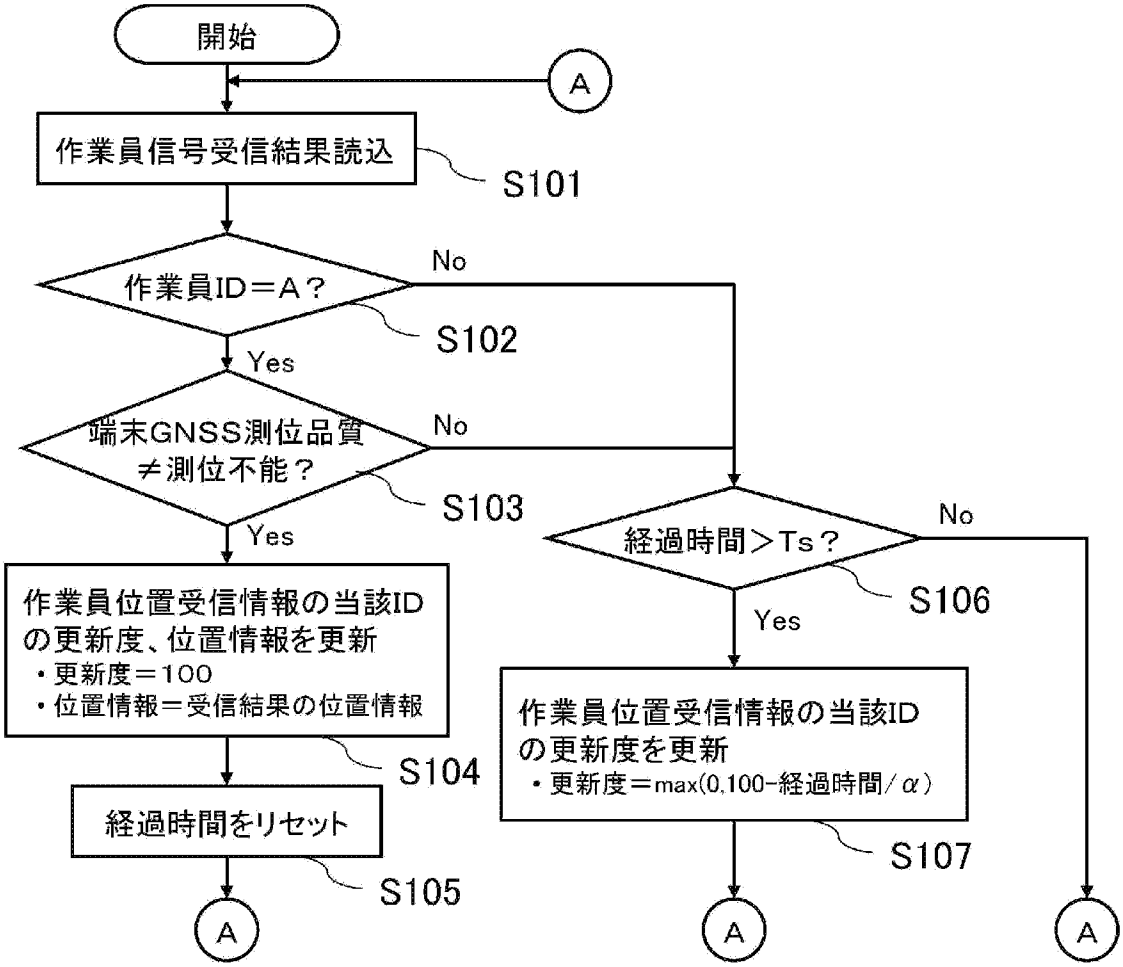
[図10]

図10


現場管理装置
30
110
21A,21B,21C
21
22
20
ステレオカメラ
作業員検知演算装置
51
52
50
GNSS受信アンテナ
GNSS位置情報生成部
車体通信制御部
64
60
車体信号生成部
62
75A,75B,75C
71
姿勢センサ
61
作業範囲演算部
61A
63
77
キー状態検知センサ
作業状態判別部
通知生成部
表示装置
81
78
ロック状態検知センサ
79
レバー操作量センサ
61B
警報装置
82
72
70
80

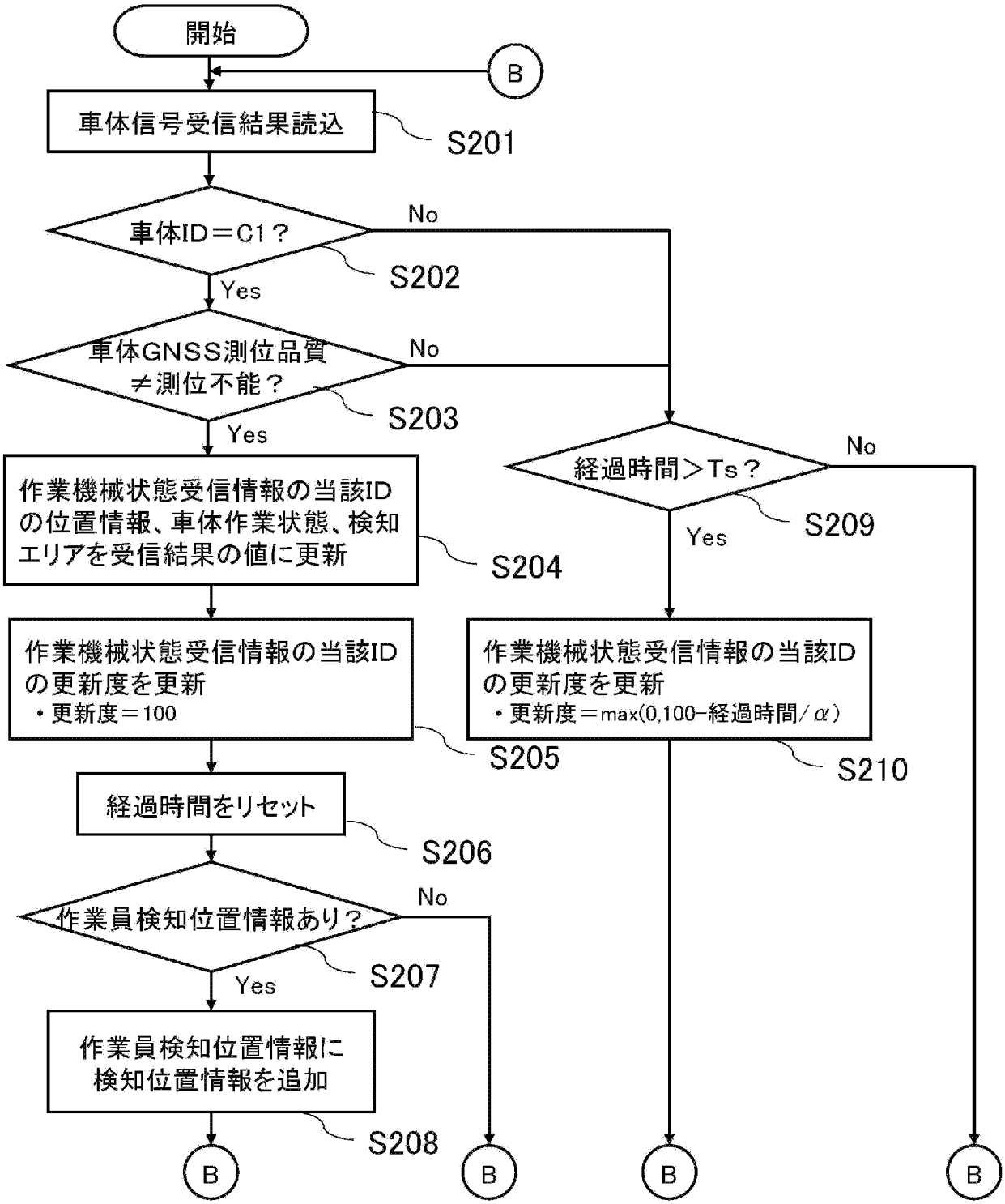
[図11]

図11


開始
A
作業員信号受信結果読込
S101
作業員ID＝A？
No
S102
Yes
端末GNSS測位品質
≠測位不能？
No
S103
Yes
作業員位置受信情報の当該ID
の更新度、位置情報を更新
・更新度＝100
・位置情報＝受信結果の位置情報
S104
経過時間をリセット
S105
A
経過時間＞Ts？
No
S106
Yes
作業員位置受信情報の当該ID
の更新度を更新
・更新度＝max(0,100−経過時間/α)
S107
A
A

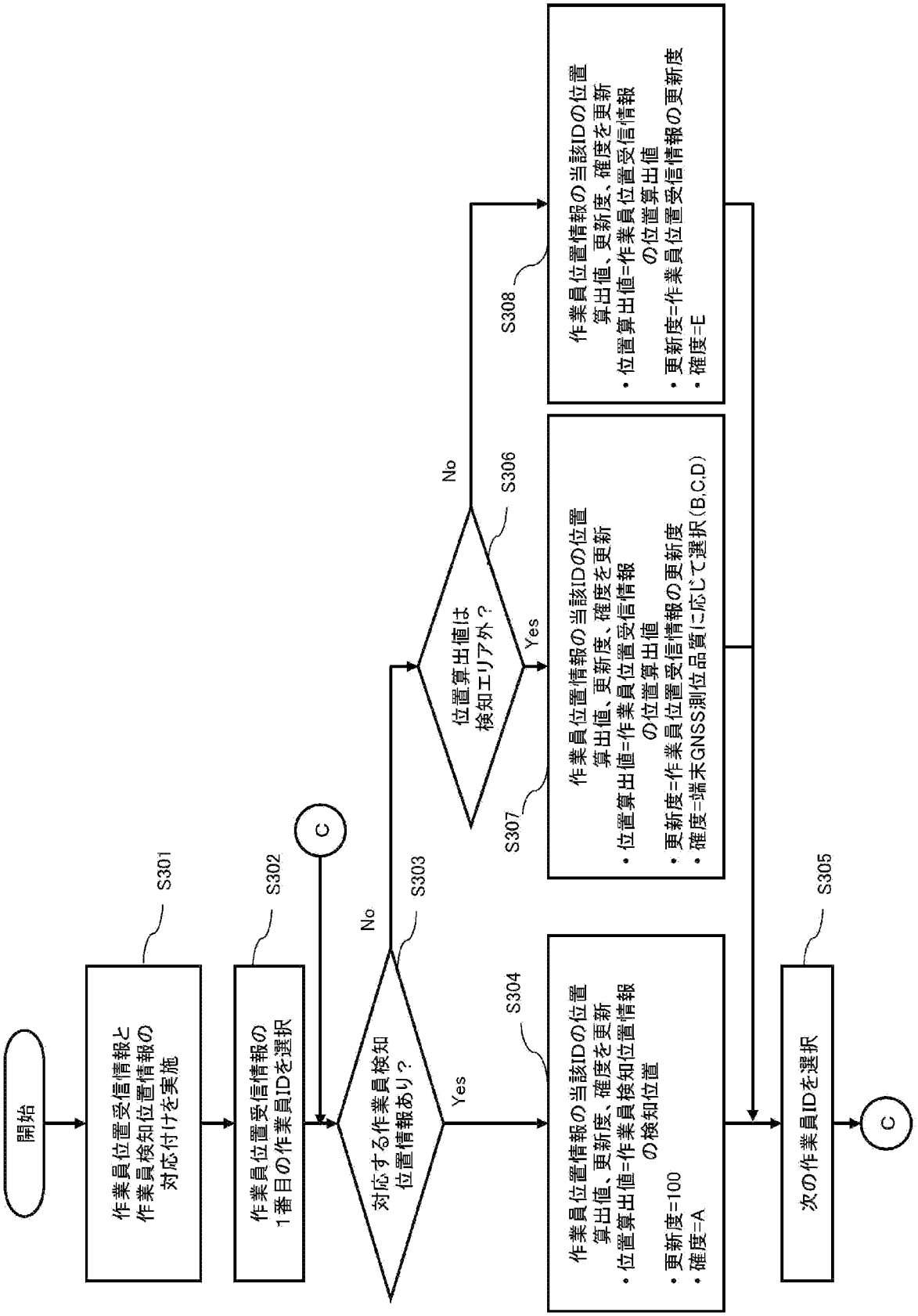
[図12]

図12


開始
B
車体信号受信結果読込
S201
車体ID＝C1？
No
S202
Yes
車体GNSS測位品質
≠測位不能？
No
S203
Yes
作業機械状態受信情報の当該ID
の位置情報、車体作業状態、検知
エリアを受信結果の値に更新
S204
作業機械状態受信情報の当該ID
の更新度を更新
・更新度＝100
S205
経過時間をリセット
S206
作業員検知位置情報あり？
No
S207
Yes
作業員検知位置情報に
検知位置情報を追加
S208
B
B
経過時間＞Ts？
No
S209
Yes
作業機械状態受信情報の当該ID
の更新度を更新
・更新度＝max(0,100−経過時間／α)
S210
B
B

[図13]

図13


開始
作業員位置受信情報と
作業員検知位置情報の
対応付けを実施
S301
作業員位置受信情報の
1番目の作業員IDを選択
S302
C
対応する作業員検知
位置情報あり？
S303
No
Yes
位置算出値は
検知エリア外？
S306
No
Yes
作業員位置情報の当該IDの位置
算出値、更新度、確度を更新
・位置算出値=作業員検知位置情報
の検知位置
・更新度=100
・確度=A
S304
作業員位置情報の当該IDの位置
算出値、更新度、確度を更新
・位置算出値=作業員位置受信情報
の位置算出値
・更新度=作業員位置受信情報の更新度
・確度=端末GNSS測位品質に応じて選択(B,C,D)
S307
作業員位置情報の当該IDの位置
算出値、更新度、確度を更新
・位置算出値=作業員位置受信情報
の位置算出値
・更新度=作業員位置受信情報の更新度
・確度=E
S308
次の作業員IDを選択
S305
C

[図14]

図14

作業員位置受信情報350

作業員ID	更新度	位置情報	
		位置算出値	端末GNSS 測位品質
A	100	Xa,Ya,Za	レベル1
B	78	N/A	測位不能
⋮	⋮	⋮	⋮

[図15]

図15

作業機械状態受信情報360

車体ID	更新度	位置情報		車体作業情報		検知情報
		位置算出値	車体GNSS 測位品質	作業範囲	作業状態	検知エリア
C1	80	X_C1,Y_C1,Z_C1	レベル2	R_C1	動作状態	x1,y1,z1
C2	100	X_C2,Y_C2,Z_C2	レベル1	R_C2	動作待機状態	x2,y2,z2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図16]

図16

作業員検知位置情報370

No.	検知位置	検知車体ID
1	X1,Y1,Z1	C1
2	X2,Y2,Z2	C2
3	X3,Y3,Z3	C3
⋮	⋮	⋮

[図17]

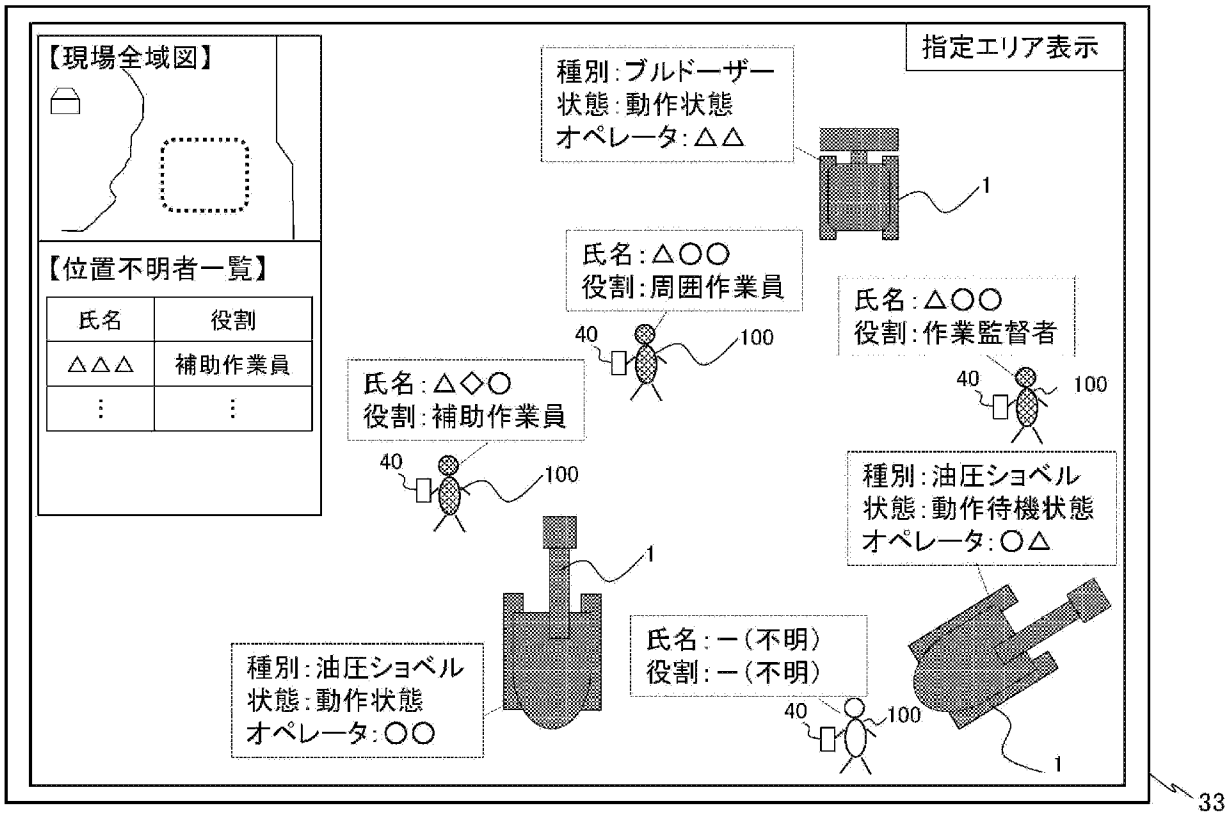
図17

作業員位置情報380

作業員ID	位置算出値	更新度	確度
A	X1,Y1,Z1	100	A
B	N/A	0	E
C	Xa,Ya,Za	84	B
不明	X2,Y2,Z2	100	B
⋮	⋮	⋮	⋮

[図18]

図18


【現場全域図】
【位置不明者一覧】
氏名
役割
△△△
補助作業員
指定エリア表示
種別:ブルドーザー
状態:動作状態
オペレータ:△△
1
氏名:△○○
役割:周囲作業員
40
100
氏名:△○○
役割:作業監督者
氏名:△◇○
役割:補助作業員
種別:油圧ショベル
状態:動作待機状態
オペレータ:○△
種別:油圧ショベル
状態:動作状態
オペレータ:○○
氏名:ー(不明)
役割:ー(不明)
33

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/009124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H04N7/18(2006.01)i, E02F9/24(2006.01)i, E02F9/26(2006.01)i, G01S19/14(2010.01)i, G01S19/48(2010.01)i

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)
Int.Cl. H04N7/18, E02F9/24, E02F9/26, G01S19/14, G01S19/48

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 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 2011-028729 A (TAKENAKA CORPORATION) 10 February 2011, entire text (Family: none)	1-6
A	JP 2008-179940 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 07 August 2008, entire text & WO 2006/106685 A1, entire text	1-6
A	JP 2008-101416 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 01 May 2008, entire text (Family: none)	1-6
A	JP 11-160068 A (KAJIMA CORPORATION) 18 June 1999, entire text (Family: none)	1-6

☐ 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
16.05.2019	28.05.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／００９１２４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04N7/18(2006.01)i, E02F9/24(2006.01)i, E02F9/26(2006.01)i, G01S19/14(2010.01)i, G01S19/48(2010.01)i

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））

Int.Cl.　H04N7/18, E02F9/24, E02F9/26, G01S19/14, G01S19/48

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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 2011-028729 A (株式会社竹中工務店) 2011.02.10, 全文 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2008-179940 A (日立建機株式会社) 2008.08.07, 全文 & WO 2006/106685 A1, 全文	1-6
A	JP 2008-101416 A (日立建機株式会社) 2008.05.01, 全文 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 11-160068 A (鹿島建設株式会社) 1999.06.18, 全文 (ファミリーなし)	1-6

☐　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矛盾するものではなく、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
１６．０５．２０１９	２８．０５．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｐ　５８９１
鈴木　隆夫
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５８１