

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5570332号
(P5570332)

(45) 発行日 平成26年8月13日 (2014. 8. 13)

(24) 登録日 平成26年7月4日 (2014. 7. 4)

(51) Int. Cl.	F 1
E O 2 F 9/24 (2006. 01)	E O 2 F 9/24 D
E O 2 F 9/22 (2006. 01)	E O 2 F 9/22 C

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-158555 (P2010-158555)	(73) 特許権者	000002107
(22) 出願日	平成22年7月13日 (2010. 7. 13)		住友重機械工業株式会社
(65) 公開番号	特開2012-21290 (P2012-21290A)		東京都品川区大崎二丁目1番1号
(43) 公開日	平成24年2月2日 (2012. 2. 2)	(74) 代理人	100105887
審査請求日	平成23年11月7日 (2011. 11. 7)		弁理士 来山 幹雄
		(74) 代理人	100091340
			弁理士 高橋 敬四郎
		(74) 代理人	100141302
			弁理士 鶴飼 伸一
		(72) 発明者	呉 春男
			神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重
			機械工業株式会社 横須賀製造所内
		(72) 発明者	李 世鵬
			神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重
			機械工業株式会社 横須賀製造所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 旋回作業機械及び旋回作業機械の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基体に対して旋回可能に取り付けられたアタッチメントと、
前記アタッチメントを旋回させる旋回機構と、
前記旋回機構を制御する制御装置と、
作業領域内へ進入した進入物の位置を検出する進入物検出装置と
を有し、

前記制御装置は、前記アタッチメントの現時点の角速度、前記アタッチメントの現時点の慣性モーメント、及び前記進入物検出装置で検出された進入物の位置に基づいて、前記アタッチメントの旋回動作を制御する旋回作業機械。

【請求項2】

基体に対して旋回可能に取り付けられたアタッチメントと、
前記アタッチメントを旋回させる旋回機構と、
前記旋回機構を制御する制御装置と、
作業領域内へ進入した進入物の位置を検出する進入物検出装置と
を有し、

前記制御装置は、前記アタッチメントの現時点の角速度、及び前記アタッチメントの現時点の慣性モーメントに基づいて、平面視において前記アタッチメントの中心線に関して線対称の監視領域の中心角を変更する旋回作業機械。

【請求項3】

10

20

前記制御装置は、

前記アタッチメントの現時点の角速度、前記アタッチメントの現時点の慣性モーメント、及び前記進入物検出装置で検出された進入物の位置に基づいて、接触の可能性が高いか否かの判定を行い、接触の可能性が高いと判定された場合には、第1の制御を行い、接触の可能性が低いと判定された場合には、前記第1の制御とは異なる第2の制御を行う請求項1または2に記載の旋回作業機械。

【請求項4】

前記制御装置は、

監視角度の上限値と、前記アタッチメントの現時点の角速度及び前記アタッチメントの現時点の慣性モーメントとの関係を記憶しており、

前記アタッチメントの旋回中心を基点とした前記アタッチメントの現時点の方位と、前記進入物検出装置で検出された進入物の方位とのなす角度である角度間隔と、前記監視角度の上限値とを比較し、前記角度間隔が前記監視角度の上限値よりも小さい場合には、前記アタッチメントの旋回を停止させる請求項1乃至3のいずれか1項に記載の旋回作業機械。

【請求項5】

前記制御装置は、さらに、前記アタッチメントの先端の高さに基づいて前記アタッチメントの旋回動作を制御する請求項1乃至4のいずれか1項に記載の旋回作業機械。

【請求項6】

前記制御装置は、さらに、前記侵入物検出装置で検出された侵入物の種類に応じて前記アタッチメントの旋回動作を制御する請求項5に記載の旋回作業機械。

【請求項7】

基体に対して旋回可能に取り付けられたアタッチメントと、

前記アタッチメントを旋回させる旋回機構と、

前記旋回機構を制御する制御装置と、

作業領域内へ進入した進入物の位置を検出する進入物検出装置と、

前記アタッチメントの先端の高さに関わる第2の物理量を測定するセンサとを有し、

前記制御装置は、前記アタッチメントの現時点の角速度及び前記アタッチメントの現時点の慣性モーメントの少なくとも一方に関わる第1の物理量、及び前記進入物検出装置で検出された進入物の位置に基づいて、前記アタッチメントの旋回動作を制御し、

前記制御装置は、さらに、

監視角度の上限値と、前記第1の物理量との関係を記憶しており、

前記アタッチメントの旋回中心を基点とした前記アタッチメントの現時点の方位と、前記進入物検出装置で検出された進入物の方位とのなす角度である角度間隔と、前記監視角度の上限値とを比較し、前記角度間隔が前記監視角度の上限値よりも小さい場合には、前記アタッチメントの旋回を停止させ、

前記進入物検出装置は、検出された進入物が、ダンプトラックか、その他の進入物かを識別して検出し、

前記制御装置は、さらに、

前記進入物検出装置で検出された進入物がダンプトラックのみであり、かつ前記アタッチメントの先端の高さが、検出されたダンプトラックの高さよりも高い場合には、前記角度間隔が前記監視角度の上限値以下であっても、前記アタッチメントの旋回を許容する旋回作業機械。

【請求項8】

旋回可能なアタッチメントを有する旋回作業機械の作業範囲内へ進入した進入物の位置を検出する工程と、

前記アタッチメントの現時点の角速度、前記アタッチメントの現時点の慣性モーメント、及び前記進入物の位置に基づいて、前記アタッチメントの旋回動作を制御する工程とを有する旋回作業機械の制御方法。

【請求項 9】

旋回可能なアタッチメントを有する旋回作業機械の作業範囲内へ進入した進入物の位置を検出する工程と、

前記アタッチメントの現時点の角速度、前記アタッチメントの現時点の慣性モーメント、及び前記進入物の位置に基づいて、平面視において前記アタッチメントの中心線に関して線対称の監視領域の中心角を変更する工程と
を有する旋回作業機械の制御方法。

【請求項 10】

前記進入物の位置を検出する工程において、旋回中心を基点とした前記アタッチメントの現時点の方位と、検出された進入物の方位とのなす角度を、角度間隔として求め、

前記アタッチメントの旋回動作を制御する工程が、

前記アタッチメントの現時点の角速度、及び前記アタッチメントの現時点の慣性モーメントに基づいて、監視角度の上限値を決定する工程と、

前記角度間隔と、前記監視角度の上限値とを比較する工程と、

前記角度間隔と前記監視角度の上限値との比較結果に基づいて、前記アタッチメントの旋回動作を制御する工程と

を含む請求項 8 に記載の旋回作業機械の制御方法。

【請求項 11】

前記アタッチメントの旋回動作を制御する工程において、

前記角度間隔が前記監視角度の上限値以下である場合に、前記アタッチメントの旋回動作を停止させる請求項 10 に記載の旋回作業機械の制御方法。

【請求項 12】

旋回可能なアタッチメントを有する旋回作業機械の作業範囲内へ進入した進入物の位置を検出する工程と、

前記アタッチメントの現時点の角速度及び前記アタッチメントの現時点の慣性モーメントの少なくとも一方に関わる第 1 の物理量、及び前記進入物の位置に基づいて、前記アタッチメントの旋回動作を制御する工程と
を有し、

前記進入物の位置を検出する工程において、旋回中心を基点とした前記アタッチメントの現時点の方位と、検出された進入物の方位とのなす角度を、角度間隔として求め、

前記アタッチメントの旋回動作を制御する工程が、

前記第 1 の物理量に基づいて、監視角度の上限値を決定する工程と、

前記角度間隔と、前記監視角度の上限値とを比較する工程と、

前記角度間隔と前記監視角度の上限値との比較結果に基づいて、前記アタッチメントの旋回動作を制御する工程と

を含み、

前記アタッチメントの旋回動作を制御する工程において、

前記角度間隔が前記監視角度の上限値以下である場合に、前記アタッチメントの旋回動作を停止させ、

前記アタッチメントの旋回動作を制御する工程が、さらに、

前記作業範囲内へ進入した進入物がダンプトラックのみか否かの判定を行う工程と、

前記アタッチメントの先端の高さを検出する工程と、

前記アタッチメントの先端の高さが、検出されたダンプトラックの高さよりも高く、かつ前記進入物がダンプトラックのみである場合には、前記角度間隔が前記監視角度の上限値以下であっても、前記アタッチメントの旋回動作を許容する旋回作業機械の制御方法。

【請求項 13】

基体に対して旋回可能に取り付けられたアタッチメントと、

前記アタッチメントを旋回させる旋回機構と、

前記旋回機構を制御する制御装置と、

作業領域内へ進入した進入物の位置を検出する進入物検出装置と

を有し、

前記制御装置は、前記アタッチメントの現時点の角速度、前記アタッチメントの先端の高さ、及び前記進入物検出装置で検出された進入物の位置に基づいて、前記アタッチメントの旋回動作を制御する旋回作業機械。

【請求項 14】

基体に対して旋回可能に取り付けられたアタッチメントと、
前記アタッチメントを旋回させる旋回機構と、
前記旋回機構を制御する制御装置と、
作業領域内へ進入した進入物の位置を検出する進入物検出装置と

を有し、

前記制御装置は、前記アタッチメントの現時点の角速度、及び前記進入物検出装置で検出された進入物の位置と種類とに基づいて、前記アタッチメントの旋回動作を制御する旋回作業機械。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基体に対して旋回するアタッチメントを有する旋回作業機械、及びその制御方法に関する。

【背景技術】

20

【0002】

走行体（基体）に対して旋回可能に取り付けられたアタッチメントを有する旋回作業機械において、進入禁止領域に進入物が進入したことを検出すると、旋回動作を強制的に停止させる制御が行われる。進入物の種別、例えば特定の作業を行う作業者、一般作業者等によって、進入禁止領域を可変にする技術が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-105807号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

旋回作業機械の現時点の動作によって、アタッチメントが接触する可能性の高い範囲が異なる。例えば、速い旋回速度で旋回している場合には、停止動作開始後に、アタッチメントが接触する可能性の高い範囲が広く、静止している場合には、アタッチメントが接触する可能性の高い範囲は狭い。このため、現時点の動作に依らず、進入禁止領域の大きさを一律に決定すると、アタッチメントが接触する可能性が低い場合にも、旋回動作が停止する場合がある。逆に、アタッチメントが接触する可能性が高い場合に、旋回動作が停止しない場合もある。

【0005】

40

本発明の目的は、アタッチメントが接触する可能性の高さに応じて、適切な制御を行うことが可能な旋回作業機械、及び旋回作業機械の制御方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一観点によると、
基体に対して旋回可能に取り付けられたアタッチメントと、
前記アタッチメントを旋回させる旋回機構と、
前記旋回機構を制御する制御装置と、
作業領域内へ進入した進入物の位置を検出する進入物検出装置と
を有し、

50

前記制御装置は、前記アタッチメントの現時点の角速度、前記アタッチメントの現時点の慣性モーメント、及び前記進入物検出装置で検出された進入物の位置に基づいて、前記アタッチメントの旋回動作を制御する旋回作業機械が提供される。

【0007】

本発明の他の観点によると、

旋回可能なアタッチメントを有する旋回作業機械の作業範囲内へ進入した進入物の位置を検出する工程と、

前記アタッチメントの現時点の角速度、前記アタッチメントの現時点の慣性モーメント、及び前記進入物の位置に基づいて、前記アタッチメントの旋回動作を制御する工程とを有する旋回作業機械の制御方法が提供される。

10

【発明の効果】

【0008】

アタッチメントの旋回動作の制御に、第1の物理量を参酌することにより、アタッチメントが接触する可能性の高さに応じた制御が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施例による旋回作業機械の側面図である。

【図2】(2A)は、実施例による旋回作業機械、作業者、ダンプトラックの平面配置を示す平面図であり、(2B)は監視領域を示す斜視図である。

20

【図3】実施例による旋回作業機械、作業者、ダンプトラックの高さ方向及び横方向の位置関係を示す概略図である。

【図4】実施例による旋回作業機械のブロック図である。

【図5】アタッチメントの模式図である。

【図6】実施例による旋回作業機械及び監視領域の平面図である。

【図7】(7A)は、角速度と監視角度上限値との関係を示すグラフであり、(7B)は、アタッチメント長と監視角度上限値との関係を示すグラフである。

【図8-1】実施例による旋回作業機械及び監視領域の平面図である。

【図8-2】実施例による旋回作業機械及び監視領域の平面図である。

30

【図9】(9A)は、角速度の時刻暦を示すグラフであり、(9B)は、監視角度上限の時刻暦を示すグラフである。

【図10】実施例による旋回作業機械及び監視領域の平面図である。

【図11】実施例による制御方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

図1に、実施例による掘削機(旋回作業機械)の側面図を示す。下部走行体(基体)1に、旋回機構2を介して上部旋回体3が搭載されている。旋回機構2は、電動機(モータ)を含み、上部旋回体3を時計回り、または反時計周りに旋回させる。上部旋回体3に、ブーム4が取り付けられている。ブーム4は、油圧駆動されるブームシリンダ7により、上部旋回体3に対して上下方向に揺動する。ブーム4の先端に、アーム5が取り付けられている。アーム5は、油圧駆動されるアームシリンダ8により、ブーム4に対して前後方向に揺動する。アーム5の先端にバケット6が取り付けられている。バケット6は、油圧駆動されるバケットシリンダ9により、アーム5に対して揺動する。上部旋回体3には、さらに運転者を収容するキャビン10が搭載されている。本明細書において、ブーム4、アーム5、及びバケット6をまとめて「アタッチメント」15ということとする。

40

【0011】

図2Aに、実施例による旋回作業機械、及びその周囲の作業者、ダンプトラックの平面配置図を示す。基体1に上部旋回体3が搭載されている。上部旋回体3は、旋回中心11を中心として、基体1に対して旋回する。上部旋回体3にアタッチメント15が取り付け

50

られている。アタッチメント 15 は、上部旋回体 3 と共に、旋回中心 11 を中心として旋回する。

【0012】

旋回角センサ 16 が、基体 1 に対する上部旋回体 3 の、基準方位からの旋回角度を検出する。例えば、基体 1 の走行方向の前方を基準方位とする。旋回角度 α_t は、基準方位と、旋回中心 11 からアタッチメント 15 が延びる方位とのなす角度で定義される。

【0013】

基体 1 を基準水平面の上に載置したときに、基準水平面内において、旋回中心 11 からアタッチメント 15 の先端を向く方位を x 軸、それに直交する方位を y 軸、旋回中心 11 を z 軸とする xyz 直交座標系を定義する。図 2A では、 xyz 直交座標として左手系を

10

【0014】

旋回中心 11 (z 軸) を中心とする扇形によって監視領域 18 が画定される。監視領域 18 は、平面視において、アタッチメント 15 の中心線に関して線対称である。監視領域 18 の中心角の $1/2$ を、「監視角度上限値」 α_d ということとする。

【0015】

旋回中心 11 (z 軸) からアタッチメント 15 の先端までの距離 R は、ブーム 4、アーム 5、バケット 6 を揺動させることにより変動する。ここで、距離 R は、基準水平面 (xy 面) への投影長さを意味する。この距離 R を、「アタッチメント長」ということとする。監視領域 18 の半径は、アタッチメント長 R と等しい。

20

【0016】

上部旋回体 3 に、複数、例えば 4 個の進入物検出装置 25 が取り付けられている。作業 者 20 のヘルメット、ダンプトラック 21 等に、発信器 26 が取り付けられている。例えば、ダンプトラック 21 が作業現場内に進入する際に、入り口で、ダンプトラック 21 の 所定の場所に発信器 26 が取り付けられる。作業現場から退出する際に、発信器 26 がダンプトラック 21 から取り外される。一例として、ダンプトラック 21 の荷台の最も後方、かつ旋回作業機械側の角に、発信器 26 が取り付けられる。なお、ダンプトラック 21 に複数の発信器 26 を取り付けてもよい。

【0017】

発信器 26 には、例えば全方位マーカ発光器が用いられる。進入物検出装置 25 には、例えば、発信器 26 の画像を取得する CCD カメラが用いられる。複数の進入物検出装置 25 で 1 つの発信器 26 を撮像することにより、発信器 26 の位置を算出することができる。進入物検出装置 25 は上部旋回体 3 に取り付けられているため、算出された発信器 26 の位置は、上部旋回体 3 に対する相対的な位置として検出される。

30

【0018】

図 2B に、監視領域 18 及び進入物 26 の 3 次元斜視図を示す。監視領域 18 は、扇形の底面を有する直柱体である。監視領域 18 の高さは、アタッチメント 15 の最高到達高さ H_2 と等しい。扇形の半径は、アタッチメント長 R と等しい。発信器 26 の位置は、 x 軸を基準とした方位角 α_a 、 z 軸からの距離 r 、及び xy 面からの高さ h で表される。

【0019】

図 3 に、アタッチメント 15、作業 者 20、及びダンプトラック 21 の高さ方向及び横 方向の位置関係を示す。作業 者 20 が装着するヘルメットに発信器 26 が取り付けられて いる。ダンプトラック 21 の荷台の最も高い位置に発信器 26 が取り付けられている。

40

【0020】

ブーム 4 が、 y 軸に平行な揺動中心 12 を中心として、上下に揺動する。ブーム 4 の先 端にアーム 5 が取り付けられており、アーム 5 の先端にバケット 6 が取り付けられている 。ブーム 4 の基部、ブーム 4 とアーム 5 との接続部、及びアーム 5 とバケット 6 との接続 部に、それぞれ上下角センサ 17A、17B、17C が取り付けられている。上下角セン サ 17A は、ブーム 4 の長手方向と、基準水平面 (xy 面) とのなす角度 β_1 を測定する 。上下角センサ 17B は、ブーム 4 の長手方向とアーム 5 の長手方向とのなす角度 δ_1 を

50

測定する。上下角センサ 17 C は、アーム 5 の長手方向とバケット 6 の長手方向とのなす角度 $\delta 2$ を測定する。ここで、ブーム 4 の長手方向とは、揺動中心 12 に垂直な面内（ z x 面内）において、揺動中心 12、及びブーム 4 とアーム 5 との接続部を通過する直線の方

【0021】

揺動中心 12 は、旋回中心 11（ z 軸）から外れた位置に配置されている。なお、旋回中心 11 と揺動中心 12 とが交差するような構造としてもよい。

10

【0022】

図 4 に、旋回作業機械のブロック図を示す。進入物検出装置 25 が、発信器 26 を撮像する。進入物検出装置 25 で撮像された画像データ、旋回角センサ 16 の測定結果、及び上下角センサ 17 の測定結果が、制御装置 30 に入力される。制御装置 30 は、進入物種類識別ブロック 30 A、進入物位置演算ブロック 30 B、角速度演算ブロック 30 C、バケット高さ演算ブロック 30 D、アタッチメント長演算ブロック 30 E、監視領域決定ブロック 30 F、及び判定ブロック 30 G を含む。これらの各ブロックの機能は、コンピュータプログラムで実現される。

【0023】

進入物種類識別ブロック 30 A は、進入物検出装置 25 から入力された画像データを分析することにより、進入物の種類を特定する。例えば、作業者に取り付けられる発信器 26 からの光と、ダンプトラックに取り付けられる発信器 26 からの光の色が異なる。発信器 26 の画像の色を識別することにより、作業者がダンプトラックかを識別することができる。

20

【0024】

進入物位置演算ブロック 30 B は、進入物検出装置 25 から入力された画像データを分析することにより、進入物の位置を算出する。具体的には、図 2 B に示した発信器 26 の座標（ a 、 r 、 h ）を算出する。

【0025】

角速度演算ブロック 30 C は、旋回角センサ 16 から入力された旋回角の変動に基づいて、アタッチメント 15 の角速度 ω を算出する。

30

【0026】

バケット高さ演算ブロック 30 D は、上下角センサ 17 から入力された測定結果に基づいて、バケット 6 の先端の高さ Hb を算出する。アタッチメント長演算ブロック 30 E は、上下角センサ 17 から入力された測定結果に基づいて、アタッチメント長 R を計算する。

【0027】

図 5 を参照して、バケット高さ Hb 及びアタッチメント長 R の計算方法について説明する。ブーム 4、アーム 5、及びバケット 6 の長さを、それぞれ $L1$ 、 $L2$ 、 $L3$ とする。基準水平面（ xy 面）と、ブーム 4 の長手方向とのなす角度 $\beta 1$ が、上下角センサ 17 A（図 3）により測定される。ブーム 4 とアーム 5 とのなす角度 $\delta 1$ （図 3）、及びアーム 5 とバケット 6 とのなす角度 $\delta 2$ （図 3）が、それぞれ上下角センサ 17 B、17 C により測定される。 xy 面から揺動中心 12 までの高さ $H0$ は、予め求められている。また、旋回中心 11（ z 軸）から揺動中心 12 までの距離 $L0$ も予め求められている。

40

【0028】

角度 $\beta 1$ 及び角度 $\delta 1$ から、 xy 面とアーム 5 の長手方向とのなす角度 $\beta 2$ を計算することができる。角度 $\beta 1$ 、角度 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ から、 xy 面とバケット 6 の長手方向とのなす角度 $\beta 3$ を計算することができる。バケット高さ Hb 、及びアタッチメント長 R は、以下の式により計算することができる。

【0029】

50

【数 1】

$$Hb = H0 + L1 \cdot \sin \beta1 + L2 \cdot \sin \beta2 + L3 \cdot \sin \beta3$$

$$R = L0 + L1 \cdot \cos \beta1 + L2 \cdot \cos \beta2 + L3 \cdot \cos \beta3$$

【0030】

上述のように、上下角センサ 17 A、17 B、17 C で測定された物理量に基づいて、アタッチメント長 R、及びバケット高さ Hb を求めることができる。バケット高さ Hb は、x y 面を高さの基準としたときの、アタッチメント 15 の先端の高さに相当する。上下角センサ 17 A、17 B、17 C で測定される角度は、アタッチメント 15 の先端の高さ

10

【0031】

監視領域決定ブロック 30 F は、角速度演算ブロック 30 C で求められたアタッチメント 15 の角速度 ω 、バケット高さ演算ブロック 30 D で求められたバケット高さ Hb、及びアタッチメント長計算ブロック 30 E で求められたアタッチメント長 R に基づいて、監視領域 18 の大きさを決定する。図 2 A 及び図 2 B に示したように、監視領域 18 は、アタッチメント長 R、アタッチメント 15 の最高到達高さ H2、及び監視角度上限値 αd に基づいて定義することができる。アタッチメント長 R は、既に求められている。最高到達高さ H2 は、作業機械固有の値であり、予め求められている。以下、図 6、図 7 A、図 7 B を参照して、監視角度上限値 αd の求め方について説明する。

20

【0032】

図 6 に示すように、現時点のアタッチメント 15 の角速度が ω であり、アタッチメント長が R であるとする。実施例においては、監視角度上限値 αd は、角速度 ω 及びアタッチメント長 R に依存して変化する。旋回を停止させるためのブレーキを作動させた時点から、アタッチメント 15 が停止するまでに旋回する角度（制動角度）は、アタッチメント 15 の角速度 ω に依存する。角速度 ω が大きくなると、制動角度が大きくなるため、監視角度上限値 αd を大きく設定しておくことが好ましい。逆に、角速度 ω が小さい場合には、監視角度上限値 αd を小さくしてもよい。

【0033】

制動角度は、アタッチメント 15 の慣性モーメントにも依存する。慣性モーメントは、アタッチメント長 R に依存し、アタッチメント長 R が長くなるに従って、慣性モーメントが大きくなる。すなわち、アタッチメント長 R は、アタッチメントの慣性モーメントに関わる物理量（第 1 の物理量）である。従って、アタッチメント長 R が長い場合には、監視角度上限値 αd を大きく設定しておくことが好ましい。逆に、アタッチメント長 R が短い場合には、監視角度上限値 αd を小さくしてもよい。

30

【0034】

図 7 A に、角速度 ω と監視角度上限値 αd との関係を、アタッチメント長 R をパラメータとして示す。図 7 B に、アタッチメント長 R と監視角度上限値 αd との関係を、角速度 ω をパラメータとして示す。アタッチメント長 R が一定の場合、角速度 ω が大きくなるに従って、監視角度上限値 αd が大きくなるように設定される。角速度 ω が一定の場合には、アタッチメント長 R が長くなるに従って、監視角度上限値 αd が大きくなるように設定される。

40

【0035】

角速度 ω 、アタッチメント長 R、及び監視角度上限値 αd の関係は、予め決定されており、監視領域決定ブロック 30 F に記憶されている。これらの関係は、テーブル形式で記憶しておいてもよいし、関数形式で記憶しておいてもよい。テーブル形式で記憶されている場合には、適当な補間演算を行うことにより、角速度 ω とアタッチメント長 R とから、監視角度上限値 αd を求めることができる。関数形式で記憶されている場合には、角速度 ω とアタッチメント長 R とから、直接、監視角度上限値 αd を計算することができる。

【0036】

50

図 8 A～図 9 Bを参照して、アタッチメント 1 5が旋回を開始した時点から、停止する時点までの監視角度上限値 αd の変動の一例について説明する。

【0037】

図 9 Aに、経過時間と角速度 ω との関係を示す。時刻 t_0 で旋回動作が開始され、徐々に角速度 ω が上昇する。時刻 t_1 において角速度が ω_1 になり、時刻 t_2 において最大角速度 ω_2 まで到達する。その後は、角速度 ω が遅くなり、時刻 t_3 において停止する。

【0038】

図 9 Bに、経過時間と監視角度上限値 αd との関係を示す。時刻 t_0 及び t_3 のとき、すなわち角速度 ω が 0 のとき、監視角度上限値 αd は αd_0 である。時刻 t_1 及び時刻 t_2 のときの監視角度上限値 αd は、それぞれ αd_1 、 αd_2 である。これらの監視角度上限値の大小関係は、 $\alpha d_0 < \alpha d_1 < \alpha d_2$ となる。

10

【0039】

図 8 A、図 8 B、図 8 C、図 8 Dに、それぞれ時刻 t_0 、 t_1 、 t_2 、 t_3 の時の旋回作業機械及び監視領域 1 8の平面図を示す。角速度 ω が速くなるに従って、監視領域 1 8の中心角が大きくなる。

【0040】

図 1 0 A及び図 1 0 Bに、それぞれアタッチメント長 R が R_8 及び R_9 ($R_8 < R_9$) のときの監視領域 1 8を示す。アタッチメント長 R が R_8 から R_9 まで長くなると、監視領域 1 8の扇形の半径も R_8 から R_9 まで長くなる。さらに、監視領域 1 8の中心角の半分(監視角度上限値)も、 αd_8 から αd_9 まで大きくなる。

20

【0041】

図 4に戻って説明を続ける。判定ブロック 3 0 Gは、進入物種類識別ブロック 3 0 Aで決定された進入物の種類、進入物位置演算ブロック 3 0 Bで決定された進入物の位置、監視領域決定ブロック 3 0 Fで決定された監視領域 1 8の大きさに基づいて、接触の可能性が高い状態か否かを判定する。判定方法については、後に、図 1 1のフローチャートを参照しながら説明する。

【0042】

接触の可能性が高い状態であると判定された場合には、第 1 の制御を行い、接触の可能性が低いと判定された場合には、第 2 の制御を行う。例えば、第 1 の制御では、旋回機構 2 に対して、旋回動作の停止を指令する。旋回機構 2 は、例えばインバータ 2 Aと電動機 2 Bとを含む。旋回動作の停止は、インバータ 2 Aに送信される制御信号により指令される。さらに、警報発出装置 2 8から、警報音や光等の警報を発出する。第 2 の制御では、アタッチメント 1 5の旋回動作を継続する。

30

【0043】

図 1 1に、実施例による旋回作業機械の制御方法のフローチャートを示す。旋回作業機械の運転が開始されると、ステップ S 1において、進入物が作業域内に進入したか否かを判定する。この判定処理は、判定ブロック 3 0 G(図 4)で行われる。例えば、図 2 Bに示した進入物 2 6までの距離 r が、アタッチメント長 R の最大値よりも短い場合に、進入物が作業域内に進入したと判定される。作業域内に進入物が進入していない場合には、ステップ S 1に戻る。

40

【0044】

進入物が作業域内に進入していると判定された場合には、ステップ S 2において、アタッチメント 1 5の延びる方位(x 軸)と、進入物の位置を示す方位とのなす角度(角度間隔)を求める。具体的には、図 2 Bに示した進入物 2 6の位置を示す方位角 αa が、角度間隔となる。角度間隔の算出は、判定ブロック 3 0 G(図 4)で行われる。

【0045】

ステップ S 3において、アタッチメント長 R と角速度 ω とに基づいて、監視領域 1 8の大きさを決定する。このように、アタッチメント長 R 及び角速度 ω は、監視領域 1 8の大きさを決定するための基礎となる物理量(第 1 の物理量)として利用される。監視領域 1 8の大きさの決定は、監視領域決定ブロック 3 0 F(図 4)で行われる。監視領域 1 8の

50

大きさは、監視角度上限値 αd 及び半径 R (図 2 B) により特定される。

【0046】

ステップ S 4 において、少なくとも 1 つの進入物が監視領域 18 内に進入しているか否かを判定する。この判定、及び以降のステップ S 5 ~ S 7 は、判定ブロック 30 G (図 4) で行われる。具体的には、 x 軸と進入物との角度間隔 (進入物の位置を示す方位角 αa) が、監視角度上限値 αd 以下であり、かつ進入物までの距離 r が、アタッチメント長 R 以下である場合に、進入物が監視領域 18 内に進入していると判定される。

【0047】

ステップ S 5 において、進入物がダンプトラックのみであるか否かを判定する。進入物がダンプトラックのみである場合、ステップ S 6 において、バケット高さ Hb とダンプトラックの高さとを比較する。バケット高さ Hb がダンプトラックの高さよりも高い場合、ステップ S 1 に戻る。この場合、接触の可能性は低いため、旋回動作を停止させる必要はない。例えば、旋回動作を継続させ、バケット 6 をダンプトラックの荷台の上方に移動させて、バケット 6 の保持物をダンプトラックに移し換える作業が行われる。

10

【0048】

バケット高さ Hb がダンプトラックの高さ以下である場合、及びステップ S 5 で進入物がダンプトラックのみではないと判定された場合、ステップ S 7 を実行する。ステップ S 7 においては、アタッチメント 15 の旋回動作を停止させる。これにより、アタッチメントと進入物との接触を回避することができる。

【0049】

20

実施例による方法では、アタッチメント 15 の角速度 ω が速い場合、及び慣性モーメントが大きい場合には、監視領域 18 が広く設定される。このため、十分な余裕を持って接触を回避することができる。逆に、アタッチメント 15 の角速度 ω が遅い場合、及び慣性モーメントが小さい場合には、監視領域 18 が狭く設定される。このため、接触の可能性が低い場合の不必要な作業停止を回避することができる。これにより、作業能率の低下を防止できる。

【0050】

上記実施例では、アタッチメント 15 の角速度 ω と、慣性モーメントに関わるアタッチメント長との両方に基づいて、監視領域 18 の大きさを変化させた。実際の制御では、いずれか一方、すなわちアタッチメントの角速度及びアタッチメントの慣性モーメントの少なくとも一方に関わる物理量 (第 1 の物理量) に基づいて、監視領域 18 の大きさを変化させてもよい。

30

【0051】

上記実施例では、アタッチメント 15 の旋回中心からアタッチメント 15 の先端を向く方位を x 軸としたが、 $x y z$ 直交座標系として他の座標系を用いてもよい。例えば、下部走行体 1 (図 1、図 2 A) の前方方位を x 軸と定義してもよい。進入物検出装置 25 が下部走行体 1 に取り付けられている場合に、この座標系が便利である。また、地球基準座標系 (経度及び緯度) を用いて、 x 軸及び y 軸を定義してもよい。例えば、北向きを x 軸と定義してもよい。進入物の位置を GPS で測定する場合に、この座標系が便利である。

【0052】

40

以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【符号の説明】

【0053】

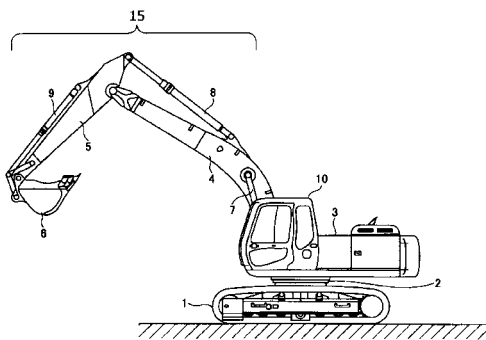
- 1 走行体 (基体)
- 2 旋回機構
- 3 上部旋回体
- 4 ブーム
- 5 アーム
- 6 バケット

50

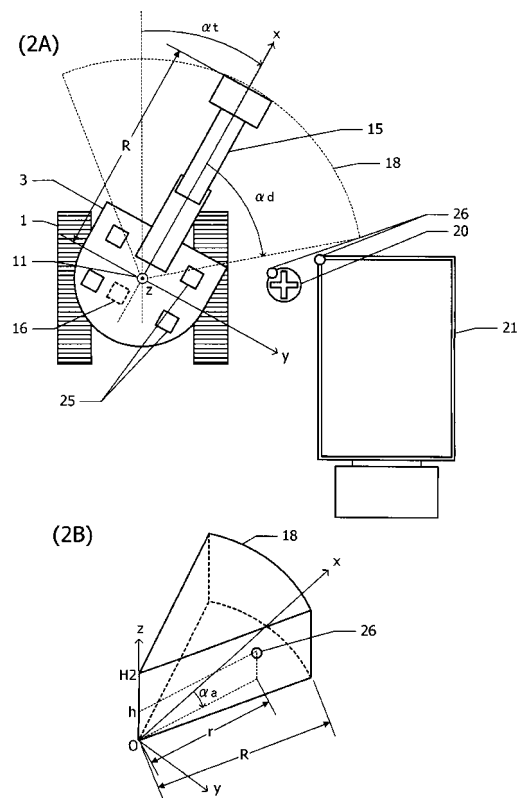
- 7 ブームシリンダ
- 8 アームシリンダ
- 9 バケットシリンダ
- 10 キャビン
- 11 旋回中心
- 12 揺動中心
- 15 アタッチメント
- 16 旋回角センサ
- 17 上下角センサ
- 18 監視領域
- 20 作業者
- 21 ダンプトラック
- 25 進入物検出装置（カメラ）
- 26 送信器（マーカ発光器）
- 28 警報発出装置

10

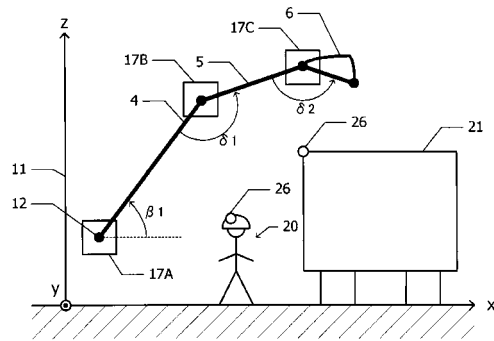
【図 1】



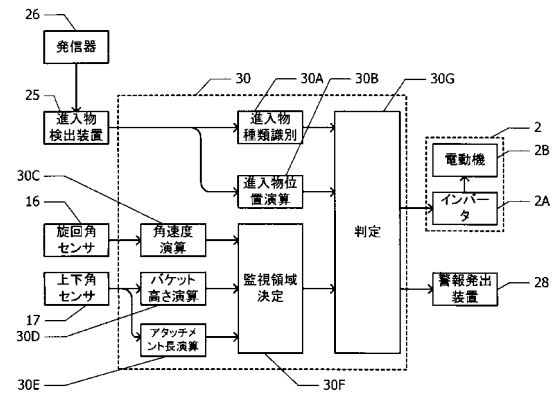
【図 2】



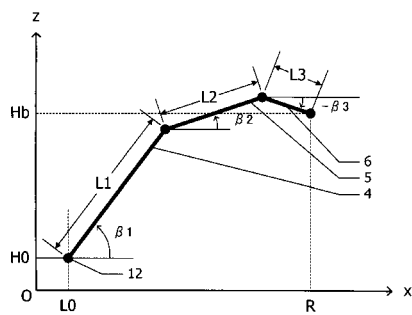
【図 3】



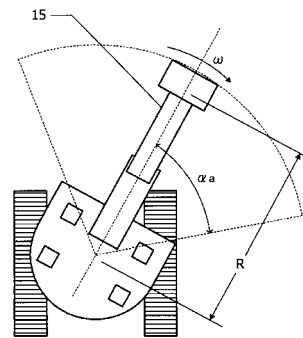
【図 4】



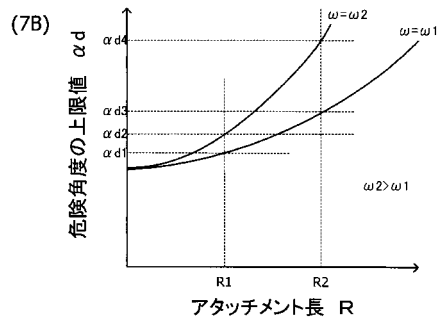
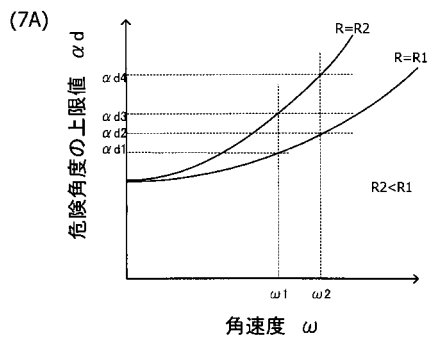
【図 5】



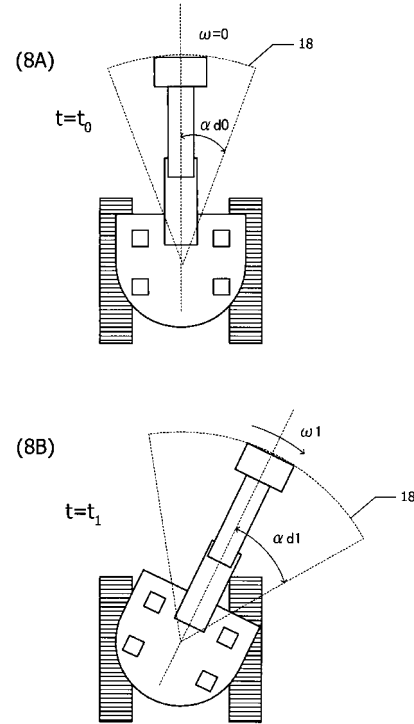
【図 6】



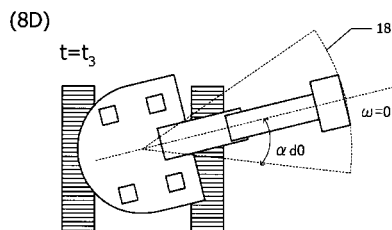
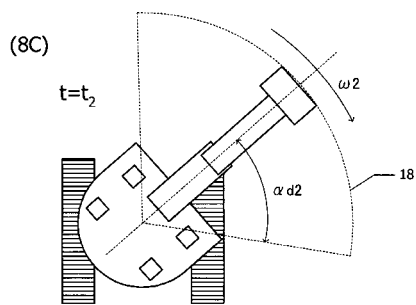
【図 7】



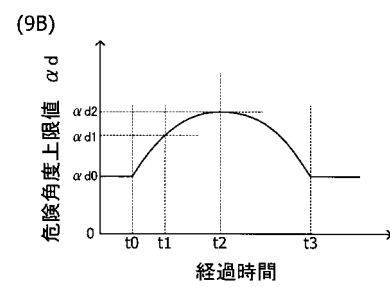
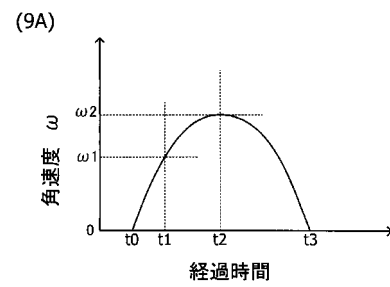
【図 8 - 1】



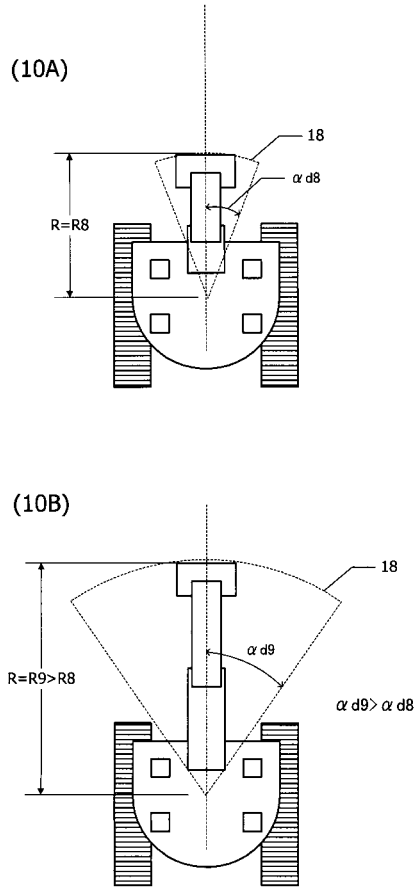
【図 8 - 2】



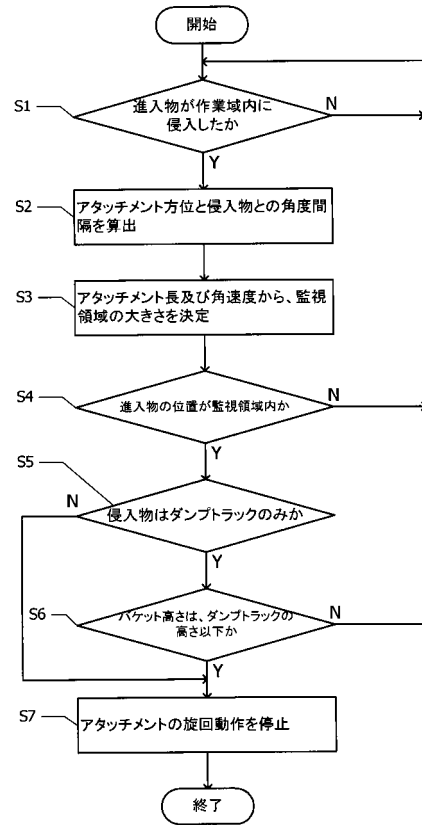
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

審査官 須永 聡

- (56)参考文献 特開平05-331882 (JP, A)
特開平05-321304 (JP, A)
特開2010-198519 (JP, A)
特開昭59-026894 (JP, A)
特開昭62-033945 (JP, A)
特開昭62-033946 (JP, A)
特開昭62-013619 (JP, A)
特開2003-105807 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
E02F 9/24
E02F 9/22
C i N i i