

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-13032
(P2018-13032A)

(43) 公開日 平成30年1月25日(2018.1.25)

| (5) Int.Cl. | | F I | テーマコード (参考) | | | |
|----------------|--------------|------------------|-------------|-------|---|-----------|
| E O 2 F | 9/20 | (2006.01) | E O 2 F | 9/20 | Z | 2 D 0 0 3 |
| F O 2 D | 29/00 | (2006.01) | F O 2 D | 29/00 | B | 3 G 0 9 3 |
| F O 2 D | 29/06 | (2006.01) | F O 2 D | 29/06 | A | 5 H 5 0 5 |
| H O 2 P | 27/06 | (2006.01) | H O 2 P | 27/06 | | |

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 28 頁)

(2) 出願番号 特願2017-193109 (P2017-193109)
 (22) 出願日 平成29年10月2日 (2017.10.2)
 (62) 分割の表示 特願2016-506557 (P2016-506557)
 の分割
 原出願日 平成27年3月5日 (2015.3.5)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-44239 (P2014-44239)
 (32) 優先日 平成26年3月6日 (2014.3.6)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-49501 (P2014-49501)
 (32) 優先日 平成26年3月12日 (2014.3.12)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 502246528
 住友建機株式会社
 東京都品川区大崎二丁目1番1号
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 竹尾 実高
 千葉県千葉市稲毛区長沼原町731番地1
 住友建機株式会社内
 Fターム(参考) 2D003 AA01 CA02 CA10 DA04 DB06
 FA02
 3G093 AA10 AA16 BA08 CA01 CA08
 DA01 DB26

最終頁に続く

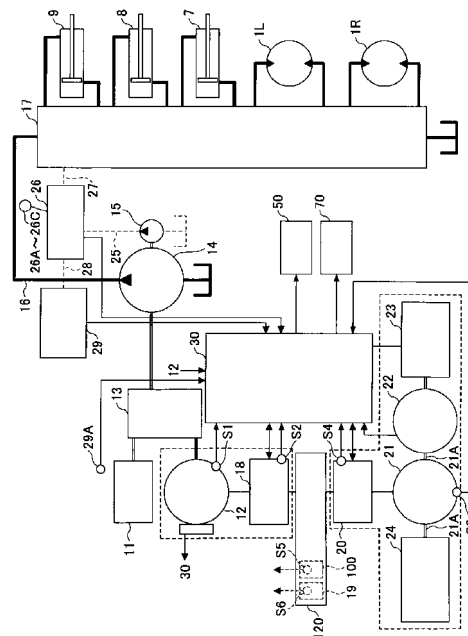
(54) 【発明の名称】 ショベル

(57) 【要約】

【課題】 温度が上昇する部分をより適切に温度管理できるショベルを提供すること。

【解決手段】 本発明の実施例に係るショベルは、下部走行体1と、下部走行体1に旋回可能に搭載される上部旋回体3と、ブーム4、アーム5、及びエンドアタッチメント6で構成されるアタッチメントと、上部旋回体3に搭載されるエンジン11と、エンジン11をアシスト可能な電動発電機12と、上部旋回体3に搭載される蓄電系120と、電動発電機12及び蓄電系120からの電力で駆動される旋回用電動機21と、温度検出部S1~S6と、制御装置30と、を有する。制御装置30は、温度検出部S1~S6が検出する電動発電機12に関する温度、蓄電系120に関する温度及び旋回用電動機21に関する温度のうち少なくとも1つが所定の温度を上回った場合に制御モードを切り替える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下部走行体と、
 前記下部走行体に旋回可能に搭載される上部旋回体と、
 ブーム、アーム、及びエンドアタッチメントで構成されるアタッチメントと、
 前記上部旋回体に搭載されるエンジンと、
 前記エンジンに連結された電動発電機と、
 前記上部旋回体に搭載される蓄電系と、
 前記蓄電系及び前記電動発電機からの電力が供給される DC バスと、
 前記 DC バスに接続された電動機器と、
 冷却液を循環させてインバータ、前記蓄電系、及び前記電動機器を冷却する冷却系と、
 前記インバータ、前記蓄電系、及び前記電動機器のそれぞれの温度を取得する温度検出部と、
 制御装置と、を有し、
 前記制御装置は、前記温度検出部が取得する温度のうち少なくとも 1 つが所定の温度を上回った場合に制御モードを切り替え、切り替え前に比べて熱が抑制され易い制御モードにする、
 ショベル。

10

【請求項 2】

前記電動発電機及び前記蓄電系からの電力で駆動される旋回用電動機を有し、
 前記制御装置は、前記温度検出部が検出する温度のそれぞれから導き出した旋回出力制限値のうち最も厳しい旋回出力制限値を用いて前記旋回用電動機の出力を制御する、
 請求項 1 に記載のショベル。

20

【請求項 3】

前記制御装置は、前記温度検出部が検出する温度のそれぞれに関して温度と旋回出力制限値との関係を表す対応マップを有し、該対応マップを参照して旋回出力制限値を導き出す、
 請求項 2 に記載のショベル。

【請求項 4】

前記対応マップのそれぞれは、温度が所定温度を超えた場合に旋回出力制限値が所定の傾きで減少する傾向を示し、
 前記対応マップのそれぞれにおける前記傾きは互いに異なる、
 請求項 3 に記載のショベル。

30

【請求項 5】

前記旋回用電動機に関する温度は、前記旋回用電動機に接続されるインバータの温度を含み、
 前記インバータの温度に関する対応マップにおける前記傾きは、他の対応マップにおける前記傾きよりも小さい、
 請求項 4 に記載のショベル。

【請求項 6】

前記制御装置は、前記温度検出部が検出する温度のそれぞれに基づいて旋回出力制限が行われるおそれがあるか否かを判定し、該温度の何れかに基づいて旋回出力制限が行われるおそれがあると判定した場合に旋回出力制限予告を通知する、
 請求項 1 に記載のショベル。

40

【請求項 7】

前記冷却系は、冷却回路内で冷却液を循環させて少なくとも 1 つの電気機器と蓄電器とを含む複数の冷却対象を冷却し、
 前記制御装置は、前記温度検出部が検出する前記複数の冷却対象の何れかの温度が所定の対応する閾値に達した場合に前記冷却液の循環を開始させる、
 請求項 1 に記載のショベル。

50

【請求項 8】

前記制御装置は、前記温度検出部が検出する前記複数の冷却対象のそれぞれの温度が所定の対応する閾値を下回った場合に前記冷却液の循環を停止させる、

請求項 7 に記載のシヨベル。

【請求項 9】

前記制御装置は、前記温度検出部が検出する前記複数の冷却対象のそれぞれの温度にかかわらず、エンジン始動時に所定時間にわたって前記冷却液を循環させる、

請求項 7 に記載のシヨベル。

【請求項 10】

前記制御装置は、前記冷却液の循環を停止させた後、所定時間が経過した場合に、前記冷却液の循環を開始させる、

請求項 7 に記載のシヨベル。

【請求項 11】

前記制御装置は、前記冷却液の循環を開始させた後、所定時間が経過した場合に、前記冷却液の循環を停止させる、

請求項 7 に記載のシヨベル。

【請求項 12】

複数の熱源を含む電気機器と、

前記複数の熱源の雰囲気温度を検出する雰囲気温度検出部と、

前記複数の熱源に接する冷却管内で冷却液を循環させて前記電気機器を冷却する冷却系と、を有し、

前記制御装置は、所定の作動継続時間にわたる前記冷却系の作動による前記冷却液の循環と所定の停止継続時間にわたる前記冷却系の停止による前記冷却液の循環停止とを繰り返す、

前記所定の作動継続時間は、前記所定の停止継続時間よりも短い、

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 13】

前記雰囲気温度検出部は、前記電気機器の筐体内の雰囲気温度を検出し、

前記制御装置は、前記雰囲気温度検出部によって検出される雰囲気温度が所定温度に達した場合に、前記電気機器の動きを制限し或いは停止させる、

請求項 12 に記載のシヨベル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、冷却系を備えるシヨベルに関する。

【背景技術】

【0002】

上部旋回体を旋回させるための旋回機構の動力源として電動駆動装置部と油圧駆動装置部とを併用するハイブリッド式シヨベルの運転制御方法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。この運転制御方法は、上部旋回体を旋回させる際に電動駆動装置部を構成する蓄電装置、インバータ/コンバータユニット、及びモータ部の何れかの温度が所定値を上回った場合に、油圧駆動装置部へのトルク指令値に対する電動駆動装置部へのトルク指令値の比率を引き下げる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 52339 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

20

30

40

50

しかしながら、上述の運転制御方法は、何れかの温度が所定値を上回った場合にトルク指令値の比率を引き下げるのみであり、温度が上昇する部分の温度管理を適切に行っているとはいえない。

【0005】

上述に鑑み、温度が上昇する部分をより適切に温度管理できるショベルを提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の実施例に係るショベルは、下部走行体と、前記下部走行体に旋回可能に搭載される上部旋回体と、ブーム、アーム、及びエンドアタッチメントで構成されるアタッチメントと、前記上部旋回体に搭載されるエンジンと、前記エンジンをアシスト可能な電動発電機と、前記上部旋回体に搭載される蓄電系と、前記電動発電機及び前記蓄電系からの電力で駆動される旋回用電動機と、温度検出部と、制御装置と、を有し、前記制御装置は、前記温度検出部が検出する前記電動発電機に関する温度、前記蓄電系に関する温度、及び前記旋回用電動機に関する温度のうち少なくとも1つが所定の温度を上回った場合に制御モードを切り替える。

10

【発明の効果】

【0007】

上述の手段により、温度が上昇する部分をより適切に温度管理できるショベルを提供できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】ハイブリッド式ショベルの側面図である。

【図2】図1のハイブリッド式ショベルの駆動系の構成を示すブロック図である。

【図3】蓄電系の構成を示すブロック図である。

【図4】蓄電系の回路図である。

【図5】コントローラの概略図である。

【図6】コントローラの構成例を示す機能ブロック図である。

【図7】旋回出力制御部の制御内容を説明する概念図である。

【図8】温度センサの検出値と旋回出力制限値との関係を表す対応マップである。

30

【図9】電動発電機温度が高温側制限開始温度と停止温度との間で上下に変動する際の第1旋回出力制限値の推移を説明する図である。

【図10A】通知部の制御内容を説明する図である。

【図10B】通知部の制御内容を説明する図である。

【図10C】通知部の制御内容を説明する図である。

【図11】冷却系の構成例を示す図である。

【図12】冷却液ポンプの作動条件の説明図である。

【図13】冷却液ポンプの停止条件の説明図である。

【図14】冷却系の冷却対象の一つであるインバータの内部の概略図である。

【図15】インバータの筐体内の雰囲気温度とIPM温度の時間的推移を示す図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0009】

図1は、本発明が適用されるハイブリッド式ショベルを示す側面図である。ハイブリッド式ショベルの下部走行体1には、旋回機構2を介して上部旋回体3が搭載されている。上部旋回体3には、ブーム4が取り付けられている。ブーム4の先端にはアーム5が取り付けられ、アーム5の先端にはエンドアタッチメントとしてのバケット6が取り付けられている。ブーム4、アーム5、及びバケット6は、アタッチメントの1例である掘削アタッチメントを構成し、ブームシリンダ7、アームシリンダ8、及びバケットシリンダ9によりそれぞれ油圧駆動される。上部旋回体3には、キャビン10が設けられ、且つエンジン等の動力源が搭載される。

50

【 0 0 1 0 】

図 2 は、本発明の実施例に係るハイブリッド式ショベルの駆動系の構成例を示すブロック図である。図 2 において、機械的動力系は二重線、高圧油圧ラインは太実線、パイロットラインは破線、電気駆動・制御系は細実線でそれぞれ示されている。

【 0 0 1 1 】

機械式駆動部としてのエンジン 1 1 と、アシスト駆動部としての電動発電機 1 2 は、変速機 1 3 の 2 つの入力軸にそれぞれ接続されている。変速機 1 3 の出力軸には、油圧ポンプとしてメインポンプ 1 4 及びパイロットポンプ 1 5 が接続されている。メインポンプ 1 4 には、高圧油圧ライン 1 6 を介してコントロールバルブ 1 7 が接続されている。

【 0 0 1 2 】

メインポンプ 1 4 は、ショベルにおける油圧駆動系の構成要素であり、例えば、斜板式可変容量型油圧ポンプである。

【 0 0 1 3 】

コントロールバルブ 1 7 は、ハイブリッド式ショベルにおける油圧系の制御を行う油圧制御装置である。油圧アクチュエータとしての右側走行用油圧モータ 1 R、左側走行用油圧モータ 1 L、ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8、及びパケットシリンダ 9 は、高圧油圧ラインを介してコントロールバルブ 1 7 に接続される。

【 0 0 1 4 】

電動発電機 1 2 には、電動発電機制御部としてのインバータ 1 8 を介して、蓄電器としてのキャパシタを含む蓄電系 1 2 0 が接続される。また、蓄電系 1 2 0 には、電動発電機制御部としてのインバータ 2 0 を介して電動作業要素としての旋回用電動機 2 1 が接続されている。旋回用電動機 2 1 の回転軸 2 1 A には、レゾルバ 2 2、メカニカルブレーキ 2 3、及び旋回変速機 2 4 が接続される。また、パイロットポンプ 1 5 には、パイロットライン 2 5 を介して操作装置 2 6 が接続される。旋回用電動機 2 1 と、インバータ 2 0 と、レゾルバ 2 2 と、メカニカルブレーキ 2 3 と、旋回変速機 2 4 とで負荷駆動系が構成される。

【 0 0 1 5 】

操作装置 2 6 は、レバー 2 6 A、レバー 2 6 B、ペダル 2 6 C を含む。レバー 2 6 A、レバー 2 6 B、及びペダル 2 6 C は、油圧ライン 2 7 及び 2 8 を介して、コントロールバルブ 1 7 及び圧力センサ 2 9 にそれぞれ接続される。

【 0 0 1 6 】

圧力センサ 2 9 は、操作装置 2 6 の操作内容を圧力の形で検出するセンサであり、検出値をコントローラ 3 0 に対して出力する。また、エンジンセンサ 2 9 A は、エンジン 1 1 の吸気温度、エンジン回転数等のエンジン 1 1 に関するデータを検出するセンサであり、検出値をコントローラ 3 0 に対して出力する。

【 0 0 1 7 】

温度検出部としての温度センサ S 1 ~ S 6 は、例えばサーミスタで構成され、各検出値をコントローラ 3 0 に対して出力する。具体的には、温度センサ S 1 は、電動発電機 1 2 の温度（電動発電機温度）を検出する。また、温度センサ S 2 は、インバータ 1 8 の温度（第 1 インバータ温度）を検出する。また、温度センサ S 3 は、旋回用電動機 2 1 の温度（旋回用電動機温度）を検出する。また、温度センサ S 4 は、インバータ 2 0 の温度（第 2 インバータ温度）を検出する。また、温度センサ S 5 は、蓄電系 1 2 0 に含まれる昇降圧コンバータ 1 0 0 の温度（コンバータ温度）を検出する。また、温度センサ S 6 は、蓄電系 1 2 0 に含まれるキャパシタ 1 9 の温度（キャパシタ温度）を検出する。例えば、電動発電機 1 2 及び旋回用電動機 2 1 の温度を測定する温度センサ S 1、S 3 では、発熱源であるステータ部にサーミスタが取り付けられる。また、キャパシタ 1 9 の温度を測定する温度センサ S 6 では、発熱源であるキャパシタセルの電極にサーミスタが取り付けられる。なお、インバータ 1 8、インバータ 2 0、昇降圧コンバータ 1 0 0 の温度を測定する温度センサ S 2、S 4、S 5 では、I P M 等の発熱源にサーミスタを直接的に取り付けずに、各装置の筐体内の雰囲気温度を検出するようにサーミスタが取り付けられてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

コントローラ 3 0 は、シヨベルの駆動制御を行う制御装置である。本実施例では、コントローラ 3 0 は、CPU 及び内部メモリを含む演算処理装置で構成され、内部メモリに格納されたプログラムを CPU に実行させることにより各種機能を実現する。

【 0 0 1 9 】

例えば、コントローラ 3 0 は、圧力センサ 2 9、エンジンセンサ 2 9 A、温度センサ S 1 ~ S 6 等からの検出値を受けて各種演算を実行し、エンジン 1 1、メインポンプ 1 4、インバータ 1 8、2 0、出力部 5 0、冷却系 7 0、蓄電系 1 2 0 等に各種指令を出力する。

【 0 0 2 0 】

出力部 5 0 は、シヨベルの操作者に対して各種情報を出力するための装置である。本実施例では、出力部 5 0 は、キャビン 1 0 内に設置される液晶ディスプレイ及びスピーカを含み、シヨベルの運転状態を操作者に知らせる。

【 0 0 2 1 】

冷却系 7 0 は、冷却回路内で冷却液を循環させて少なくとも 1 つの電気機器と蓄電器とを含む複数の冷却対象を冷却するシステムである。本実施例では、冷却系 7 0 は、電動発電機 1 2、変速機 1 3、インバータ 1 8、キャパシタ 1 9、インバータ 2 0、旋回用電動機 2 1、コントローラ 3 0、及び昇降圧コンバータ 1 0 0 を冷却する。

【 0 0 2 2 】

図 3 は蓄電系 1 2 0 の構成を示すブロック図である。蓄電系 1 2 0 は、第 1 の蓄電器としてのキャパシタ 1 9 と、昇降圧コンバータ 1 0 0 と、バスライン（第 2 の蓄電器）としての DC バス 1 1 0 とを含む。なお、第 1 の蓄電器は、電力を充放電可能な装置であり、例えば、リチウムイオンキャパシタ、電気二重層キャパシタ、リチウムイオン電池等を含む。

【 0 0 2 3 】

昇降圧コンバータ 1 0 0 は、電動発電機 1 2 及び旋回用電動機 2 1 の運転状態に応じて、DC バス電圧値が一定の範囲内に収まるように昇圧動作と降圧動作を切り替える制御を行う。なお、DC バス 1 1 0 の電圧は、DC バス電圧検出部 1 1 1 によって検出される。DC バス 1 1 0 は、インバータ 1 8 及び 2 0 と昇降圧コンバータ 1 0 0 との間に配設されており、キャパシタ 1 9、電動発電機 1 2、及び旋回用電動機 2 1 の間での電力の授受を行う。また、昇降圧コンバータ 1 0 0 にも、昇降圧コンバータ 1 0 0 の温度を検出するための温度検出部としての温度センサ S 5 が設けられている。なお、温度センサ S 5 及び温度センサ S 6 は、例えばサーミスタで構成され、各検出値をコントローラ 3 0 に対して出力する。また、キャパシタ 1 9 の温度は、キャパシタ 1 9 の冷却に用いられる冷却水の温度を検出することで間接的に検出されてもよい。また、キャパシタ 1 9 の温度に影響する冷却水以外の他の熱媒体の温度を検出することで間接的に検出されてもよい。

【 0 0 2 4 】

なお、温度センサ S 5、温度センサ S 6、DC バス電圧検出部 1 1 1、キャパシタ電圧検出部 1 1 2、キャパシタ電流検出部 1 1 3 は、検出値をコントローラ 3 0 に対して出力する。

【 0 0 2 5 】

コントローラ 3 0 は、圧力センサ 2 9 から供給される信号を速度指令に変換し、旋回用電動機 2 1 の駆動制御を行う。この場合、圧力センサ 2 9 から供給される信号は、旋回機構 2 を旋回させるために操作装置 2 6 を操作した場合の操作量を表す信号に相当する。

【 0 0 2 6 】

コントローラ 3 0 は、電動発電機 1 2 の運転制御（電動（アシスト）運転又は発電運転の切り替え）を行うとともに、昇降圧制御部としての昇降圧コンバータ 1 0 0 を駆動制御することによるキャパシタ 1 9 の充放電制御を行う。コントローラ 3 0 は、キャパシタ 1 9 の充電状態、電動発電機 1 2 の運転状態（アシスト運転又は発電運転）、及び旋回用電動機 2 1 の運転状態（力行運転又は回生運転）に基づいて、昇降圧コンバータ 1 0 0 の昇

10

20

30

40

50

圧動作と降圧動作の切替制御を行い、これによりキャパシタ 19 の充放電制御を行う。

【0027】

この昇降圧コンバータ 100 の昇圧動作と降圧動作の切替制御は、DC バス電圧検出部 111 によって検出される DC バス電圧値、キャパシタ電圧検出部 112 によって検出されるキャパシタ電圧値、及びキャパシタ電流検出部 113 によって検出されるキャパシタ電流値に基づいて行われる。

【0028】

以上のような構成において、アシストモータである電動発電機 12 が発電した電力は、インバータ 18 を介して蓄電系 120 の DC バス 110 に供給された後、昇降圧コンバータ 100 を介してキャパシタ 19 に供給され、或いは、インバータ 20 を介して旋回用電動機 21 に供給され得る。また、旋回用電動機 21 が回生運転して生成した回生電力は、インバータ 20 を介して蓄電系 120 の DC バス 110 に供給された後、昇降圧コンバータ 100 を介してキャパシタ 19 に供給され、或いは、インバータ 18 を介して電動発電機 12 に供給され得る。また、キャパシタ 19 に蓄積された電力は、昇降圧コンバータ 100 及び DC バス 110 を介して電動発電機 12 及び旋回用電動機 21 の少なくとも一方に供給され得る。

10

【0029】

図 4 は、蓄電系 120 の回路図である。昇降圧コンバータ 100 は、リアクトル 101、昇圧用 IGBT 102A、降圧用 IGBT 102B、キャパシタ 19 を接続するための電源接続端子 104、インバータ 18、20 を接続するための一対の出力端子 106、及び、一対の出力端子 106 に並列に挿入される平滑用のコンデンサ 107 を備える。昇降圧コンバータ 100 の一対の出力端子 106 とインバータ 18、20 との間は、DC バス 110 によって接続される。

20

【0030】

リアクトル 101 の一端は昇圧用 IGBT 102A 及び降圧用 IGBT 102B の中間点に接続され、他端は電源接続端子 104 に接続される。リアクトル 101 は、昇圧用 IGBT 102A のオン/オフに伴って生じる誘導起電力を DC バス 110 に供給するために設けられている。

【0031】

昇圧用 IGBT 102A 及び降圧用 IGBT 102B は、コントローラ 30 により、ゲート端子に PWM 電圧が印加されることによって駆動される。昇圧用 IGBT 102A 及び降圧用 IGBT 102B には、整流素子であるダイオード 102a 及び 102b が並列接続される。

30

【0032】

キャパシタ 19 は、昇降圧コンバータ 100 を介して DC バス 110 との間で電力の授受が行えるように、充放電可能な蓄電器であればよい。なお、図 4 には、蓄電器としてキャパシタ 19 を示すが、キャパシタ 19 の代わりに、リチウムイオン電池等の充放電可能な二次電池、リチウムイオンキャパシタ、又は、電力の授受が可能なその他の形態の電源が蓄電器として用いられてもよい。

【0033】

電源接続端子 104 及び出力端子 106 は、キャパシタ 19 及びインバータ 18、20 が接続可能な端子であればよい。一対の電源接続端子 104 の間には、キャパシタ電圧を検出するキャパシタ電圧検出部 112 が接続される。一対の出力端子 106 の間には、DC バス電圧を検出する DC バス電圧検出部 111 が接続される。

40

【0034】

キャパシタ電圧検出部 112 は、キャパシタ 19 の電圧値 (vbat_det) を検出する。DC バス電圧検出部 111 は、DC バス 110 の電圧 (以下、DC バス電圧: vdc_det) を検出する。平滑用のコンデンサ 107 は、出力端子 106 の正極端子と負極端子との間に挿入され、DC バス電圧を平滑化するための蓄電素子である。この平滑用のコンデンサ 107 によって、DC バス 110 の電圧は予め定められた電圧に維持されている。キャパシタ

50

電流検出部 113 は、キャパシタ 19 に流れる電流の値を検出する検出手段であり、電流検出用の抵抗器を含む。すなわち、キャパシタ電流検出部 113 は、キャパシタ 19 に流れる電流値 (ibat_det) を検出する。

【0035】

次に、図 5 を参照し、コントローラ 30 の概略について説明する。本実施例では、コントローラ 30 は制御モード切替部 30F を有する。制御モード切替部 30F は、温度検出部としての温度センサ S1 ~ S6 のそれぞれの出力に基づいてシヨベルの制御モードを切り替える。例えば、制御モード切替部 30F は、電動発電機温度、第 1 インバータ温度、旋回用電動機温度、第 2 インバータ温度、昇降圧コンバータ温度、及びキャパシタ温度を監視し、これらの温度のうち少なくとも 1 つが所定の温度を上回った場合にシヨベルの制御モードを切り替える。例えば、制御モード切替部 30F は、旋回用電動機 21 の動きを制限しない通常旋回モードを、旋回用電動機 21 の出力を制限する旋回制限モードに切り替える。或いは、制御モード切替部 30F は、冷却系 70 を構成する冷却液ポンプの作動を停止させる冷却液ポンプ停止モードを、冷却液ポンプを作動させる冷却液ポンプ作動モードに切り替える。

10

【0036】

また、制御モード切替部 30F は、制御モードを切り替えた後で、電動発電機温度、第 1 インバータ温度、旋回用電動機温度、第 2 インバータ温度、昇降圧コンバータ温度、及びキャパシタ温度の全てが所定の温度以下となった場合にシヨベルの制御モードを元に戻してもよい。例えば、制御モード切替部 30F は、旋回制限モードを通常旋回モードに切り替えてもよい。或いは、制御モード切替部 30F は、冷却液ポンプ作動モードを冷却液ポンプ停止モードに切り替えてもよい。

20

【0037】

図 6 は、コントローラ 30 が旋回用電動機 21 の駆動制御を行う際に用いられる機能要素を示す。なお、本実施例では、コントローラ 30 は、主に、旋回制御部 30A 及び旋回制限制御部 30B を有する。

【0038】

旋回制御部 30A は、速度指令生成部 31、減算器 32、PI 制御部 33、トルク制限部 34、減算器 35、PI 制御部 36、電流変換部 37、旋回動作検出部 38、及び PWM 信号生成部 40 を有する。

30

【0039】

速度指令生成部 31 は、圧力センサ 29 から入力される電気信号に基づいて速度指令値を生成する。また、速度指令生成部 31 は、旋回制限制御部 30B から入力される速度指令リミット値を用いて速度指令値を速度指令リミット値以下に制限する。具体的には、生成した速度指令値が速度指令リミット値以上であれば速度指令リミット値を速度指令値として採用し、生成した速度指令値が速度指令リミット値未満であればその速度指令値をそのまま採用する。そして、速度指令生成部 31 は、採用した速度指令値を減算器 32 に対して出力する。

【0040】

減算器 32 は、速度指令値と旋回速度の現在値との偏差を PI 制御部 33 に対して出力する。旋回速度の現在値は、例えば旋回動作検出部 38 が算出する値である。なお、旋回動作検出部 38 は、旋回用電動機 21 の回転位置の変化に基づいて旋回速度値を算出し、減算器 32 に出力する。また、旋回用電動機 21 の回転位置の変化は、レゾルバ 22 によって検出される。

40

【0041】

PI 制御部 33 は、減算器 32 から入力される偏差に基づいて PI 制御を実行する。具体的には、PI 制御部 33 は、旋回速度の現在値が速度指令値に近づくようにトルク電流指令値を生成する。そして、PI 制御部 33 は、生成したトルク電流指令値をトルク制限部 34 に対して出力する。

【0042】

50

トルク制限部 34 は、旋回制限制御部 30B から入力されるトルクリミット値を用いて、PI 制御部 33 から入力されるトルク電流指令値をトルクリミット値以下に制限する。具体的には、トルク電流指令値がトルクリミット値以上であればトルクリミット値をトルク電流指令値として採用し、トルク電流指令値がトルクリミット値未満であればそのトルク電流指令値をそのまま採用する。そして、トルク制限部 34 は、採用したトルク電流指令値を減算器 35 に対して出力する。

【0043】

減算器 35 は、トルク電流指令値とトルク電流の現在値との偏差を PI 制御部 36 に対して出力する。トルク電流の現在値は、例えば電流変換部 37 が算出する値である。なお、電流変換部 37 は、旋回用電動機 21 を流れるモータ駆動電流の値を検出し、検出したモータ駆動電流の値をトルク電流指令値と比較可能な値に変換して減算器 35 に出力する。

10

【0044】

PI 制御部 36 は、減算器 35 から入力される偏差に基づいて PI 制御を実行する。具体的には、PI 制御部 36 は、トルク電流の現在値がトルク電流指令値に近づくようにインバータ 20 を駆動するための駆動指令値を生成する。そして、PI 制御部 36 は、生成した駆動指令値を PWM 信号生成部 40 に対して出力する。

【0045】

PWM 信号生成部 40 は、PI 制御部 36 から入力される駆動指令値に基づいて、インバータ 20 のトランジスタをスイッチング制御するための PWM 信号を生成し、生成した PWM 信号をインバータ 20 に対して出力する。

20

【0046】

旋回制限制御部 30B は、制御モード切替部 30F の一例であり、主に、旋回出力制御部 41 及び通知部 42 を有する。

【0047】

旋回出力制御部 41 は、旋回用電動機 21 に関連する構成要素（以下、「旋回関連構成要素」とする。）の温度に応じて旋回用電動機 21 の出力を制御する機能要素である。本実施例では、旋回関連構成要素は、電動発電機 12、インバータ 18、旋回用電動機 21、インバータ 20、昇降圧コンバータ 100、及びキャパシタ 19 等の高電圧部品を含む。また、旋回関連構成要素の温度は、電動発電機 12 に関する温度、蓄電系 120 に関する温度、及び旋回用電動機 21 に関する温度を含む。また、電動発電機 12 に関する温度は、電動発電機 12 の温度及びインバータ 18 の温度を含み、蓄電系 120 に関する温度は、キャパシタ 19 の温度及び昇降圧コンバータ 100 の温度を含み、旋回用電動機 21 に関する温度は、旋回用電動機 21 の温度及びインバータ 20 の温度を含む。

30

【0048】

また、旋回出力制御部 41 は、温度センサ S1 ~ S6 のそれぞれの検出値に基づいて導き出される旋回出力制限値を用いて旋回用電動機 21 の出力を制御する。旋回出力制限値は、旋回用電動機 21 の出力を制限するために用いる値であり、例えば、速度指令生成部 31 に対する速度指令リミット値、速度指令生成部 31 に対する最大速度リミット値、トルク制限部 34 に対するトルクリミット値、インバータ 20 に対する出力リミット値の形をとり得る。なお、旋回出力制限値は、値が大きいほど旋回出力制限が緩く、値が小さいほど旋回出力制限が厳しいことを意味する。

40

【0049】

また、本実施例では、旋回出力制御部 41 は、旋回中に旋回出力制限値を更新することはない。操作フィーリングが悪化するのを防止するためである。具体的には、旋回出力制御部 41 は、旋回加速直前の旋回停止時における旋回出力制限値を用いて旋回用電動機 21 の出力を制御し、旋回中はその旋回出力制限値を維持する。

【0050】

図 7 は、旋回出力制御部 41 による旋回用電動機 21 の出力制御の内容を説明する概念図である。具体的には、旋回出力制御部 41 は、温度センサ S1 が検出する電動発電機 1

50

2の温度（電動発電機温度）から第1旋回出力制限値を導き出し、温度センサS2が検出するインバータ18の温度（第1インバータ温度）から第2旋回出力制限値を導き出す。また、旋回出力制御部41は、温度センサS3が検出する旋回用電動機21の温度（旋回用電動機温度）から第3旋回出力制限値を導き出し、温度センサS4が検出するインバータ20の温度（第2インバータ温度）から第4旋回出力制限値を導き出す。また、旋回出力制御部41は、温度センサS5が検出する昇降圧コンバータ100の温度（昇降圧コンバータ温度）から第5旋回出力制限値を導き出し、温度センサS6が検出するキャパシタ19の温度（キャパシタ温度）から第6旋回出力制限値を導き出す。なお、旋回出力制御部41は、キャパシタ温度から第6旋回出力制限値を導き出す代わりに、キャパシタ19の冷却に用いられる冷却水の温度から第6旋回出力制限値を導き出してもよい。この場合、以下の「キャパシタ温度」は「冷却水温度」で読み替えられる。

10

【0051】

そして、旋回出力制御部41は、第1～第6旋回出力制限値のうちの最小値を最終旋回出力制限値として導き出す。

【0052】

その後、旋回出力制御部41は、最終旋回出力制限値に対応する出力リミット値をインバータ20に対して出力する。出力リミット値は、例えば、電力[kW]、電流[A]、電圧[V]等に関する値である。なお、旋回出力制御部41は、出力リミット値に加えて或いはその代わりに、最終旋回出力制限値に対応する速度指令リミット値を速度指令生成部31に対して出力してもよく、最終旋回出力制限値に対応するトルクリミット値をトルク制限部34に対して出力してもよく、最終旋回出力制限値に対応する最大速度リミット値を速度指令生成部31に対して出力してもよい。速度指令リミット値は、主に、速度指令値を制限し、PI制御部33で生成されるトルク電流指令値を制限するために用いられ、トルクリミット値は、主に、旋回加速度の最大値を制限するために用いられ、最大速度リミット値は、主に、旋回速度の最大値を制限するために用いられる。

20

【0053】

また、旋回出力制御部41は、最終旋回出力制限値を小さくして旋回用電動機21の出力を制限した場合には、メインポンプ14の出力を同時に制限してもよい。旋回機構2の動きが制限されるのに合わせてアタッチメントの動きを制限することで、旋回機構2の動きだけが鈍くなるといった操作フィーリングの悪化を防止するためである。

30

【0054】

図8は、温度センサS1～S6のそれぞれの検出値と第1～第6旋回出力制限値との関係を表す対応マップである。具体的には、図8(A)の対応マップは、電動発電機温度と第1旋回出力制限値との関係を表し、図8(B)の対応マップは、第1インバータ温度と第2旋回出力制限値との関係を表す。また、図8(C)の対応マップは、旋回用電動機温度と第3旋回出力制限値との関係を表し、図8(D)の対応マップは、第2インバータ温度と第4旋回出力制限値との関係を表す。また、図8(E)の対応マップは、昇降圧コンバータ温度と第5旋回出力制限値との関係を表し、図8(F)の対応マップは、キャパシタ温度と第6旋回出力制限値との関係を表す。図8(A)～図8(F)に示す対応マップは、例えばコントローラ30の内部メモリに格納されている。旋回出力制御部41は、図8(A)～図8(F)に示す対応マップを参照し、電動発電機温度、第1インバータ温度、旋回用電動機温度、第2インバータ温度、昇降圧コンバータ温度、及びキャパシタ温度のそれぞれに対応する第1～第6旋回出力制限値を導き出す。

40

【0055】

具体的には、旋回出力制御部41は、図8(A)に示すように、電動発電機温度が所定の高温側制限開始温度 t_{r1} 以下であれば、第1旋回出力制限値として最大値 P_{max} を導き出す。なお、高温側制限開始温度 t_{r1} は、電動発電機12の過熱に起因する旋回出力制限の要否を判定するための閾値である。また、最大値 P_{max} である最終旋回出力制限値を用いた旋回用電動機21の制御モードは通常旋回モードに相当し、最大値 P_{max} 未満の最終旋回出力制限値を用いた旋回用電動機21の制御モードは旋回制限モードに相

50

当する。

【 0 0 5 6 】

また、旋回出力制御部 4 1 は、電動発電機温度が高温側制限開始温度 t_{r1} を超えて徐々に上昇すると、第 1 旋回出力制限値として導き出す値を最大値 P_{max} から徐々に低下させる。電動発電機 1 2 が過熱された状態で旋回用電動機 2 1 を最大出力で動作させないようにするためである。そして、旋回出力制御部 4 1 は、電動発電機温度が所定の停止温度 t_{s1} に達した場合に第 1 旋回出力制限値として最小値 P_{min} (例えば値ゼロである。)を導き出す。なお、停止温度 t_{s1} は、旋回用電動機 2 1 の停止の要否を判定するための閾値であり、このまま電動発電機 1 2 を作動させ続けて電動発電機温度をさらに上昇させると電動発電機 1 2 の故障を引き起こすおそれがある温度である。

10

【 0 0 5 7 】

なお、第 1 旋回出力制限値を徐々に低下させるのは、旋回用電動機 2 1 の動きが急変しないようにするためである。また、旋回用電動機 2 1 の動きが急変するのを防止するにはより広い温度範囲にわたって第 1 旋回出力制限値を徐々に低下させることが有効である。しかし、過度に広い温度範囲にわたって第 1 旋回出力制限値を徐々に低下させる構成、例えば高温側制限開始温度 t_{r1} を過度に低めに設定した構成では、電動発電機温度が比較的低いにもかかわらず旋回用電動機 2 1 の動きが制限されてしまう。そのため、高温側制限開始温度 t_{r1} は、ショベルの操作性と電動発電機 1 2 の過熱予防性のバランスを考慮して適切に設定されるのが望ましい。

【 0 0 5 8 】

また、第 1 旋回出力制限値として最小値 P_{min} を導き出した場合、旋回出力制御部 4 1 は、第 2 ~ 第 6 旋回出力制限値の大きさにかかわらず、最終旋回出力制限値として最小値 P_{min} を導き出す。最小値 P_{min} は、最終旋回出力制限値が取り得る最小値のためである。この場合、旋回出力制御部 4 1 は、インバータ 2 0 に対してオフ指令を出力してインバータ 2 0 の出力を停止させ、且つ、メカニカルブレーキ 2 3 に対してブレーキ指令を出力してメカニカルブレーキ 2 3 による制動力を発生させる。その結果、旋回用電動機 2 1 は、旋回中であるか否かにかかわらず、インバータ 2 0 からの電流供給が強制的に遮断され、且つ、メカニカルブレーキ 2 3 によって強制的に制動させられる。

20

【 0 0 5 9 】

また、旋回出力制御部 4 1 は、図 8 (B) ~ 図 8 (F) に示すように、第 1 インバータ温度、旋回用電動機温度、第 2 インバータ温度、昇降圧コンバータ温度、及びキャパシタ温度に関しても、第 1 旋回出力制限値と同様に、第 2 ~ 第 6 旋回出力制限値を導き出す。

30

【 0 0 6 0 】

第 2 ~ 第 6 旋回出力制限値の推移は、高温側制限開始温度 $t_{r2} \sim t_{r6}$ がそれぞれ高温側制限開始温度 t_{r1} とは異なり、また、停止温度 $t_{s2} \sim t_{s6}$ がそれぞれ停止温度 t_{s1} とは異なるという点で第 1 旋回出力制限値の推移と相違する。また、各温度が高温側制限開始温度 $t_{r2} \sim t_{r6}$ から停止温度 $t_{s2} \sim t_{s6}$ まで上昇する際の第 2 ~ 第 6 旋回出力制限値の低下率 (傾き) が異なるという点で第 1 旋回出力制限値の推移と相違する。旋回関連構成要素毎に温まり方及び冷め方が異なるためである。しかし、各温度が高温側制限開始温度 $t_{r2} \sim t_{r6}$ 以下であれば第 2 ~ 第 6 旋回出力制限値が最大値 P_{max} となる点、及び、各温度が停止温度 $t_{s2} \sim t_{s6}$ に達した場合に第 2 ~ 第 6 旋回出力制限値が最小値 P_{min} (値ゼロ)となる点で第 1 旋回出力制限値の推移と同じである。また、各温度が高温側制限開始温度 $t_{r2} \sim t_{r6}$ から停止温度 $t_{s2} \sim t_{s6}$ まで上昇する際に第 2 ~ 第 6 旋回出力制限値が徐々に低下する点で第 1 旋回出力制限値の推移と同じである。なお、本実施例では、6 つの旋回出力制限値のうちで第 2 インバータ温度に関する第 4 旋回出力制限値の低下率 (傾き) が最も小さくなるように各種対応マップが予め登録されている。そのため、本実施例では、コントローラ 3 0 は、インバータ 2 0 の温度変化に応じた旋回用電動機 2 1 の動きの変化を、他の旋回関連構成要素の温度変化に応じた旋回用電動機 2 1 の動きの変化よりも緩やかにできる。

40

【 0 0 6 1 】

50

次に、図9を参照し、電動発電機温度が高温側制限開始温度 t_{r1} と停止温度 t_{s1} との間で上下に変動する際の第1旋回出力制限値の推移について説明する。なお、図9(A)は、第1旋回出力制限値と電動発電機温度の関係を示す図であり、縦軸に第1旋回出力制限値を配し、横軸に電動発電機温度を配する。また、図9(A)中の黒丸は、時刻 $D0 \sim D4$ のそれぞれにおける電動発電機温度と第1旋回出力制限値との対応関係を示す。また、図9(B)は、第1旋回出力制限値の時間的推移を示す図であり、縦軸に第1旋回出力制限値を配し、横軸に時間軸を配する。また、図9(C)は、電動発電機温度の時間的推移を示す図であり、縦軸に電動発電機温度を配し、横軸に時間軸を配する。なお、図9(B)の時間軸と図9(C)の時間軸は共通である。また、図9は、電動発電機温度が変動する際の第1旋回出力制限値の推移について説明するが、第1インバータ温度、旋回用電動機温度、第2インバータ温度、昇降圧コンバータ温度、及びキャパシタ温度のそれぞれが変動する際の第2～第6旋回出力制限値の推移についても同様の説明が適用され得る。

10

【0062】

具体的には、図9は、時刻 $D0$ において電動発電機温度が t_0 であり、第1旋回出力制限値が最大値 P_{max} であることを示す。

【0063】

また、図9は、電動発電機温度が時間の経過と共に上昇すると、第1旋回出力制限値が図9(A)及び図9(B)の実線で示すように、最大値 P_{max} のまま推移することを示す。

20

【0064】

また、図9は、時刻 $D1$ において電動発電機温度が高温側制限開始温度 t_{r1} を超えて上昇を続けると、第1旋回出力制限値が最大値 P_{max} から徐々に低下し、時刻 $D2$ において電動発電機温度が温度 t_2 に達すると、値 $P_2 (< P_{max})$ に至ることを示す。

【0065】

また、図9は、電動発電機温度が時刻 $D2$ において下降に転じ、時刻 $D3$ における温度 t_3 まで下降する際に、第1旋回出力制限値が、図9(A)の実線に沿うことなく、図9(A)の破線に沿って推移することを示す。具体的には、図9は、第1旋回出力制限値が、値 $P_3 (> P_2)$ まで増加することなく、値 P_2 のままに維持されることを示す。

30

【0066】

また、図9は、電動発電機温度が温度 t_3 を下回ってさらに下降し続ける場合、時刻 $D34$ において電動発電機温度が高温側制限開始温度 t_{r1} に至るまで、第1旋回出力制限値が値 P_2 を維持することを示す。また、図9は、時刻 $D34$ において電動発電機温度が高温側制限開始温度 t_{r1} を下回ると、第1旋回出力制限値が最大値 P_{max} に復帰することを示す。また、図9は、時刻 $D4$ に至るまで電動発電機温度が高温側制限開始温度 t_{r1} を下回って温度 t_4 まで下降し続けても、第1旋回出力制限値が最大値 P_{max} のまま維持されることを示す。

【0067】

また、図9は、電動発電機温度が時刻 $D3$ において温度 t_3 まで下降した後で再び上昇に転じた場合(図9(C)の一点鎖線参照。)にも、第1旋回出力制限値が、図9(A)の実線に沿うことなく、図9(A)の破線に沿って推移することを示す。具体的には、図9は、第1旋回出力制限値が、値 $P_3 (> P_2)$ まで増加することなく、値 P_2 のままに維持されることを示す。

40

【0068】

また、図9は、電動発電機温度がさらに上昇し続ける場合、時刻 $D34a$ において電動発電機温度が温度 t_2 に至るまで、第1旋回出力制限値が値 P_2 を維持することを示す。また、図9は、電動発電機温度が温度 t_2 を超えてさらに上昇し続ける場合、第1旋回出力制限値が、再び図9(A)の実線に沿って推移し、時刻 $D4a$ において電動発電機温度が温度 t_4a に達すると、第1旋回出力制限値が値 $P_4 (< P_2)$ に至ることを示す(図9(B)の一点鎖線参照。)

50

【 0 0 6 9 】

このように、旋回出力制御部 4 1 は、高温側制限開始温度 t_{r1} を上回って上昇する電動発電機温度が高温側制限開始温度 t_{r1} と停止温度 t_{s1} との間で下降に転じた場合には、その反転時の第 1 旋回出力制限値が維持されるようにする。電動発電機温度の下降反転に即応して旋回出力制限値を増大させると電動発電機温度の上昇反転を引き起こすおそれがあるためである。具体的には、旋回出力制御部 4 1 は、電動発電機温度が高温側制限開始温度 t_{r1} を下回るか、或いは、反転時の温度 t_2 を上回るまでは、その反転時の第 1 旋回出力制限値が維持されるようにする。その結果、旋回出力制御部 4 1 は、第 1 旋回出力制限値のハンチングに起因して旋回用電動機 2 1 の動きが不安定になるのを防止できる。また、旋回出力制御部 4 1 は、操作者の意図に反して上部旋回体 3 の加速度が大きくなるのを防止できる。

10

【 0 0 7 0 】

ここで再び図 6 を参照し、旋回制限制御部 3 0 B の通知部 4 2 について説明する。通知部 4 2 は、旋回関連構成要素に関する情報を操作者に通知する機能要素である。本実施例では、通知部 4 2 は、所定の条件が満たされた場合に出力部 5 0 に通知指令を出力し、旋回関連構成要素に関する情報を出力部 5 0 から出力させる。

【 0 0 7 1 】

具体的には、通知部 4 2 は、旋回関連構成要素の温度に応じて出力部 5 0 から出力させる内容を決定する。本実施例では、通知部 4 2 は、温度センサ $S_1 \sim S_6$ のそれぞれの検出値に応じてキャビン 1 0 内に設置された液晶ディスプレイに表示させる表示内容を決定する。また、通知部 4 2 は、キャビン 1 0 内に設置されたスピーカからアラームを音声出力させる。

20

【 0 0 7 2 】

図 1 0 A ~ 図 1 0 C は、通知部 4 2 の制御内容を説明する図である。具体的には、図 1 0 A は、出力部 5 0 を構成する液晶ディスプレイ 5 1 の表示画面 5 1 V の一例を示す図である。また、図 1 0 B は、キャパシタ温度と第 6 旋回出力制限値の関係を示す対応マップであり、図 8 (F) に対応する。また、図 1 0 C は、表示画面 5 1 V 上に表示される高電圧部品温度表示領域 5 1 a の表示内容を説明する図である。

【 0 0 7 3 】

図 1 0 A に示すように、液晶ディスプレイ 5 1 の表示画面 5 1 V は、主に、高電圧部品温度表示領域 5 1 a、エンジン作動時間表示領域 5 1 b、冷却水温表示領域 5 1 c、燃料残量表示領域 5 1 d、作動油温表示領域 5 1 e、アラーム表示領域 5 1 f を含む。

30

【 0 0 7 4 】

高電圧部品温度表示領域 5 1 a は高電圧部品の温度状態を画像表示する領域であり、エンジン作動時間表示領域 5 1 b はエンジン 1 1 の累積作動時間を画像表示する領域である。また、冷却水温表示領域 5 1 c は現在のエンジン冷却水の温度状態を画像表示する領域であり、燃料残量表示領域 5 1 d は燃料タンクに貯蔵されている燃料の残量状態を画像表示する領域である。また、作動油温表示領域 5 1 e は作動油タンク内の作動油の温度状態を画像表示する領域であり、アラーム表示領域 5 1 f は警告メッセージ等の各種情報を表示する領域である。

40

【 0 0 7 5 】

通知部 4 2 は、温度センサ $S_1 \sim S_6$ のそれぞれの検出値に応じて表示画面 5 1 V 上に表示される高電圧部品温度表示領域 5 1 a の表示内容を決定する。高電圧部品温度表示領域 5 1 a は、図 1 0 A に示すように、5 つのセグメントを含むバーグラフで構成される。

【 0 0 7 6 】

例えば、通知部 4 2 は、キャパシタ温度が低温側制限開始温度 t_{c6} (図 1 0 B 参照。) を下回る場合、5 つのセグメントのうちの左端のセグメントを点灯表示させる (図 1 0 C の第 1 列 5 5 a 参照。) 。低温側制限開始温度 t_{c6} は、キャパシタ 1 9 の暖機不足に起因する旋回出力制限の要否を判定するための閾値である。このとき、キャパシタ 1 9 は暖機不足の状態にあり、旋回出力制御部 4 1 は最大値 P_{max} 未満の最終旋回出力制限値

50

を用いて旋回用電動機 2 1 の動きを制御する。

【 0 0 7 7 】

具体的には、旋回出力制御部 4 1 は、キャパシタ温度が低温側制限開始温度 t_{c6} 未満であれば、キャパシタ温度が低い程、第 6 旋回出力制限値として導き出す値を最大値 P_{max} から徐々に低下させる。キャパシタ 1 9 が暖機不足の状態のまま旋回用電動機 2 1 を最大出力で動作させないようにするためである。また、通知部 4 2 は、スピーカからアラームを出力させることなく、液晶ディスプレイ 5 1 の表示画面 5 1 V におけるアラーム表示領域 5 1 f にメッセージ「キャパシタ暖機中 (アイドリング中) / 出力制限中 (機械作動中) 」を表示させる。なお、電動発電機温度、第 1 インバータ温度、旋回用電動機温度、第 2 インバータ温度、及び昇降圧コンバータ温度については、低温側制限開始温度が

10

【 0 0 7 8 】

また、通知部 4 2 は、キャパシタ温度が低温側制限開始温度 t_{c6} 以上であり、且つ高電圧部品である旋回関連構成要素の全ての温度が所定の 3 セグメント点灯温度未満の場合、5 つのセグメントのうちの左側の 2 つのセグメントを点灯表示させる (図 1 0 C の第 2 列 5 5 b 参照。) 。 3 セグメント点灯温度は、高電圧部品温度表示領域 5 1 a における 5 つのセグメントのうちの左側の 3 つのセグメントを点灯表示させるか否かを判定するための閾値であり、例えば、キャパシタ温度に関する 3 セグメント点灯温度 t_{m6} (図 1 0 B 参照。) を含む。旋回関連構成要素の全ての温度が 3 セグメント点灯温度未満の場合、旋回関連構成要素の全ては適温の状態にあり、旋回出力制御部 4 1 は、最大値 P_{max} である最終旋回出力制限値を用いて、すなわち旋回出力を制限することなく、旋回用電動機 2 1 の動きを制御する。また、通知部 4 2 は、スピーカからアラームを出力させることなく、アラーム表示領域 5 1 f にメッセージを表示させることもない。

20

【 0 0 7 9 】

また、通知部 4 2 は、高電圧部品である旋回関連構成要素の何れかの温度が 3 セグメント点灯温度以上で且つ 4 セグメント点灯温度未満の場合、5 つのセグメントのうちの左側の 3 つのセグメントを点灯表示させる (図 1 0 C の第 3 列 5 5 c 参照。) 。 4 セグメント点灯温度は、高電圧部品温度表示領域 5 1 a における 5 つのセグメントのうちの左側の 4 つのセグメントを点灯表示させるか否かを判定するための閾値であり、例えば、キャパシタ温度に関する 4 セグメント点灯温度 t_{h6} (図 1 0 B 参照。) を含む。例えば、キャパシタ温度が 3 セグメント点灯温度 t_{m6} 以上で且つ 4 セグメント点灯温度 t_{h6} 未満の場合、左側の 3 つのセグメントを点灯表示させる。このとき、旋回関連構成要素の全ては依然として適温の状態にあり、旋回出力制御部 4 1 は、最大値 P_{max} である最終旋回出力制限値を用いて、すなわち旋回出力を制限することなく、旋回用電動機 2 1 の動きを制御する。また、通知部 4 2 は、スピーカからアラームを出力させることなく、アラーム表示領域 5 1 f にメッセージを表示させることもない。

30

【 0 0 8 0 】

また、通知部 4 2 は、高電圧部品である旋回関連構成要素の何れかの温度が 4 セグメント点灯温度以上で且つ所定の出力制限予告温度未満の場合、5 つのセグメントのうちの左側の 4 つのセグメントを点灯表示させる (図 1 0 C の第 4 列 5 5 d 参照。) 。 出力制限予告温度は、旋回出力制限が行われるおそれがあるか否かを判定するための閾値であり、例えば、キャパシタ温度に関する出力制限予告温度 t_{w6} (図 1 0 B 参照。) を含む。例えば、キャパシタ温度が 4 セグメント点灯温度 t_{h6} 以上で且つ出力制限予告温度 t_{w6} 未満の場合、左側の 4 つのセグメントを点灯表示させる。このとき、旋回関連構成要素の全ては依然として適温の状態にあり、旋回出力制御部 4 1 は、最大値 P_{max} である最終旋回出力制限値を用いて、すなわち旋回出力を制限することなく、旋回用電動機 2 1 の動きを制御する。また、通知部 4 2 は、スピーカからアラームを出力させることなく、アラーム表示領域 5 1 f にメッセージを表示させることもない。

40

50

【 0 0 8 1 】

また、通知部 4 2 は、高電圧部品である旋回関連構成要素の何れかの温度が出力制限予告温度以上で且つ所定の高温側制限開始温度未満の場合、5 つのセグメントのうちの左側の 4 つのセグメントを点灯表示させた状態で、旋回出力制限が行われるおそれがある旨を操作者に通知する。例えば、キャパシタ温度が出力制限予告温度 t_{w6} 以上で且つ高温側制限開始温度 t_{r6} (図 1 0 B 参照。) 未満の場合、左側の 4 つのセグメントを点灯表示させた状態で、スピーカからアラームを出力させ、アラーム表示領域 5 1 f にメッセージ「出力制限予告」を表示させる。キャパシタ 1 9 の温度がさらに上昇した場合に旋回出力制限が行われるおそれがあることを操作者に通知するためである。このとき、旋回関連構成要素の全ては依然として適温の状態にあるが、キャパシタ 1 9 は過熱傾向、すなわちこれ以上温度が上昇した場合には過熱状態となり得る。なお、旋回出力制御部 4 1 は、依然として、最大値 P_{max} である最終旋回出力制限値を用いて、すなわち旋回出力を制限することなく、旋回用電動機 2 1 の動きを制御する。

10

【 0 0 8 2 】

また、通知部 4 2 は、高電圧部品である旋回関連構成要素の何れかの温度が所定の高温側制限開始温度以上で且つ所定の停止温度未満の場合、5 つのセグメントの全てを点灯表示させる (図 1 0 C の第 5 列 5 5 e 参照。)。例えば、キャパシタ温度が高温側制限開始温度 t_{r6} 以上で且つ停止温度 t_{s6} (図 1 0 B 参照。) 未満の場合、5 つのセグメントを全て点灯表示させる。このとき、キャパシタ 1 9 は過熱状態にあり、旋回出力制御部 4 1 は最大値 P_{max} 未満の最終旋回出力制限値を用いて旋回用電動機 2 1 の動きを制御する。また、通知部 4 2 は、スピーカからアラームを出力させ、アラーム表示領域 5 1 f にメッセージ「出力制限中」を表示させる。

20

【 0 0 8 3 】

また、通知部 4 2 は、高電圧部品である旋回関連構成要素の何れかの温度が所定の停止温度以上の場合、5 つのセグメントの全てを点灯表示させた状態で、旋回関連構成要素が故障するおそれがある旨を操作者に通知する (図 1 0 C の第 6 列 5 5 f 参照。)。例えば、キャパシタ温度が所定の停止温度 t_{s6} 以上の場合、5 つのセグメントを全て点灯表示させた状態で、スピーカからアラームを出力させ、アラーム表示領域 5 1 f にメッセージ「ハイブリッドシステムオーバーヒート」を表示させる。このとき、キャパシタ 1 9 はオーバーヒート状態にあり、旋回出力制御部 4 1 は最小値 P_{min} の最終旋回出力制限値を用いて旋回用電動機 2 1 の動きを停止させる。

30

【 0 0 8 4 】

上述の構成により、コントローラ 3 0 は、旋回関連構成要素の温度が所定の高温側制限開始温度に達した場合に、電動発電機 1 2 が発電した電力及びキャパシタ 1 9 が蓄積している電力の少なくとも一方によって駆動される旋回用電動機 2 1 の出力を制限する。その結果、コントローラ 3 0 は、電動発電機 1 2 からの電力と蓄電系 1 2 0 からの電力とを利用する旋回用電動機 2 1 に関連する旋回関連構成要素の過熱を適切に防止できる。

【 0 0 8 5 】

また、コントローラ 3 0 は、旋回関連構成要素のそれぞれの温度と旋回出力制限値との関係を表す対応マップを参照し、温度センサ $S_1 \sim S_6$ のそれぞれの検出値から第 1 ~ 第 6 旋回出力制限値を導き出す。そして、それら 6 つの旋回出力制限値のうちの最小値 (最も厳しい値) を最終旋回出力制限値として導き出し、その最終旋回出力制限値を用いて旋回用電動機 2 1 の出力を制御する。その結果、コントローラ 3 0 は、旋回関連構成要素の何れかの温度が所定の高温側制限開始温度に達した場合に旋回用電動機 2 1 の出力を制限して旋回関連構成要素の過熱を適切に防止できる。例えば、コントローラ 3 0 は、ラジエータが目詰まりを起こしその冷却能力が低下した結果、キャパシタ温度が上昇して高温側制限開始温度 t_{r6} に達した場合に、旋回用電動機 2 1 の出力を制限してキャパシタ 1 9 の過熱を適切に防止できる。

40

【 0 0 8 6 】

また、コントローラ 3 0 は、旋回関連構成要素の何れかの温度が所定の出力制限予告温

50

度に達した場合、旋回用電動機 2 1 の出力を制限することなく、旋回出力制限が行われるおそれがある旨を操作者に通知する。その結果、コントローラ 3 0 は、旋回用電動機 2 1 の出力を制限する前の段階で、旋回出力制限が行われるおそれがある旨を操作者に通知できる。

【 0 0 8 7 】

また、コントローラ 3 0 は、旋回関連構成要素の何れかの温度が所定の高温側制限開始温度に達した場合、旋回用電動機 2 1 の出力を制限した上で、旋回出力制限中であることを操作者に通知する。その結果、コントローラ 3 0 は、旋回関連構成要素の温度上昇に起因して旋回出力制限が行われていることを操作者に確実に通知できる。

【 0 0 8 8 】

以上、本発明の好ましい実施例について詳説したが、本発明は、上述した実施例に制限されることはなく、本発明の範囲を逸脱することなしに上述した実施例に種々の変形及び置換を加えることができる。

【 0 0 8 9 】

例えば、上述の実施例では、対応マップは、旋回関連構成要素の温度が高温側制限開始温度から停止温度まで上昇する際に旋回出力制限値が一定の低下率で線形的に低下する傾向を示す。しかしながら、本発明はこの構成に限定されるものではない。例えば、対応マップは、旋回関連構成要素の温度が高温側制限開始温度から停止温度まで上昇する際に旋回出力制限値が複数段階の低下率で段階的に且つ線形的に低下する傾向を示すものであってもよい。或いは、対応マップは、旋回関連構成要素の温度が高温側制限開始温度から停止温度まで上昇する際に旋回出力制限値が非線形的に低下する傾向を示すものであってもよく、旋回出力制限値が複数ステップで階段状に低下する傾向を示すものであってもよい。

【 0 0 9 0 】

図 1 1 は冷却系 7 0 の構成例を示す図である。冷却系 7 0 は、主に、冷却液ポンプ 7 1 と、ラジエータ 7 2 と、冷却液タンク 7 3 と、冷却管 7 4 とを含む。

【 0 0 9 1 】

冷却液ポンプ 7 1 は、冷却液タンク 7 3 に蓄えられた冷却液を吸い込んで吐出し、冷却管 7 4 で構成される冷却回路内で冷却液を循環させる。本実施例では、冷却液ポンプ 7 1 は、ラジエータ 7 2 によって冷却された冷却液を吐出する。その後、冷却液は、コントローラ 3 0、キャパシタ 1 9、インバータ 1 8、インバータ 2 0、昇降圧コンバータ 1 0 0、旋回用電動機 2 1、電動発電機 1 2、及び変速機 1 3 の各機器に隣接するように配置された冷却管 7 4 内を流れて、各機器を冷却した後でラジエータ 7 2 に戻る。なお、本実施例では冷却液は水と L L C (ロングライフクーラント) の混合液である。

【 0 0 9 2 】

また、本実施例では、冷却管 7 4 は、インバータ 1 8、インバータ 2 0、及び昇降圧コンバータ 1 0 0 のそれぞれに隣接する部分では 3 つのルートに分かれて並列に配置され、その他の部分では直列に配置される。但し、冷却管 7 4 は、並列接続、直列接続を含め、任意の接続方法で配管されてもよい。

【 0 0 9 3 】

また、本実施例では、1 つの冷却回路を用いる構成が採用されるが複数の冷却回路を用いる構成が採用されてもよい。その場合、各冷却回路に対して 1 つの冷却液ポンプを用いる構成が採用されてもよく、複数の冷却回路に対して 1 つの冷却液ポンプを用いる構成が採用されてもよい。また、冷却液ポンプが吐出する冷却液の流れ方向を切り替える切替弁が用いられてもよく、冷却液の流量を調整する流量制御弁が用いられてもよい。

【 0 0 9 4 】

また、本実施例では、冷却液ポンプ 7 1 は、コントローラ 3 0 (制御モード切替部 3 0 F) からの制御信号 (作動信号・停止信号) に応じて作動・停止が制御される。また、本実施例では、冷却液ポンプ 7 1 は、所定回転で回転する固定容量型ポンプであるが、コントローラ 3 0 からの制御信号 (速度信号) に応じて回転数 (単位時間当たり吐出量) が変

10

20

30

40

50

更されてもよい。また、冷却液ポンプ 7 1 は、可変容量型ポンプであってもよい。なお、作動信号に応じて開始される冷却液ポンプ 7 1 の制御モードは冷却液ポンプ作動モードに相当し、停止信号に応じて開始される冷却液ポンプ 7 1 の制御モードは冷却液ポンプ停止モードに相当する。

【 0 0 9 5 】

次に、図 1 2 を参照し、冷却液ポンプ 7 1 の作動条件について説明する。コントローラ 3 0 は、エンジン吸気温度が所定温度 T_e より高い場合、エンジン 1 1 の始動が行われた場合、冷却液ポンプ停止後経過時間が所定時間 t_1 に達した場合、第 1 インバータ温度及び第 2 インバータ温度を含むインバータ温度の何れかが所定温度 T_{IH} より高い場合、コンバータ温度が所定温度 T_{CH} より高い場合、電動発電機温度が所定温度 T_{AH} より高い場合、旋回用電動機温度が所定温度 T_{SH} より高い場合、或いは、キャパシタ温度が所定温度 T_{BH} より高い場合に、冷却液ポンプ 7 1 を作動させる。

10

【 0 0 9 6 】

具体的には、コントローラ 3 0 は、エンジンセンサ 2 9 A が検出するエンジン吸気温度が所定温度 T_e より高い場合に冷却液ポンプ 7 1 を作動させる。外気温度が高いのでキャパシタ 1 9 を暖機する必要がなく冷却液ポンプ 7 1 の作動を停止させる必要がないと判断できるためである。なお、キャパシタ 1 9 の暖機は、キャパシタ温度が所定温度未満の場合にコントローラ 3 0 が実行する処理であり、コントローラ 3 0 は、キャパシタ 1 9 の充放電に伴うキャパシタ 1 9 の内部抵抗による自己発熱によってキャパシタ 1 9 の温度を上昇させる。キャパシタ温度が低い場合の低い内部抵抗に起因してキャパシタ 1 9 の充放電の際にキャパシタ電圧が許容電圧範囲を逸脱してキャパシタ 1 9 の劣化又は破損が発生してしまうのを防止するためである。また、コントローラ 3 0 は、キャパシタ 1 9 の暖機を行う場合には、冷却液ポンプ 7 1 の他の停止条件（後述）を満たす限りにおいて、キャパシタ 1 9 の暖機を促進するために冷却液ポンプ 7 1 の作動を停止させる。なお、コントローラ 3 0 は、エンジン吸気温度の代わりに外気温度に基づいて冷却液ポンプ 7 1 を作動させるか否かを判定してもよい。

20

【 0 0 9 7 】

また、コントローラ 3 0 は、エンジンセンサ 2 9 A が検出するエンジン回転数に基づいてエンジン 1 1 の始動が行われたか否かを判定し、エンジン 1 1 の始動が行われたと判定した場合に、エンジン停止中に停止していた冷却液ポンプ 7 1 を作動させる。エンジン 1 1 の一時的な停止に起因して冷却液ポンプ 7 1 の停止継続時間が過度に長くなることで冷却対象の温度が過度に上昇した状態を早期に解消するためである。なお、コントローラ 3 0 は、イグニッションスイッチの出力等に基づいてエンジン 1 1 の始動が行われたか否かを判定してもよく、電動発電機 1 2 の回転数によってエンジン 1 1 の始動が行われたか否かを判定してもよい。また、エンジン 1 1 の停止時間が所定時間以上であると判断できる場合、コントローラ 3 0 は、エンジン 1 1 の始動時における冷却液ポンプ 7 1 の作動を省略してもよい。冷却対象の温度が十分に下がっていると判断できるためである。

30

【 0 0 9 8 】

また、コントローラ 3 0 は、冷却液ポンプ 7 1 に対して停止信号を出力してからの経過時間である冷却液ポンプ停止後経過時間を監視し、冷却液ポンプ停止後経過時間が所定時間 t_1 に達した場合に冷却液ポンプ 7 1 を作動させる。冷却液ポンプ 7 1 の停止継続時間が過度に長くなることで冷却対象の温度が過度に上昇してしまうのを防止するためである。

40

【 0 0 9 9 】

また、コントローラ 3 0 は、温度センサ S_2 が検出する第 1 インバータ温度が所定温度 T_{IH} より高い場合、或いは、温度センサ S_4 が検出する第 2 インバータ温度が所定温度 T_{IH} より高い場合に冷却液ポンプ 7 1 を作動させる。インバータ 1 8 及びインバータ 2 0 の過熱を防止するためである。また、コントローラ 3 0 は、温度センサ S_5 が検出するコンバータ温度が所定温度 T_{CH} より高い場合に冷却液ポンプ 7 1 を作動させる。昇降圧コンバータ 1 0 0 の過熱を防止するためである。また、コントローラ 3 0 は、温度センサ

50

S 1 が検出する電動発電機温度が所定温度 T A H より高い場合に冷却液ポンプ 7 1 を作動させる。電動発電機 1 2 の過熱を防止するためである。また、コントローラ 3 0 は、温度センサ S 3 が検出する旋回用電動機温度が所定温度 T S H より高い場合に冷却液ポンプ 7 1 を作動させる。旋回用電動機 2 1 の過熱を防止するためである。また、コントローラ 3 0 は、温度センサ S 6 が検出するキャパシタ温度が所定温度 T B H より高い場合に冷却液ポンプ 7 1 を作動させる。キャパシタ 1 9 の過熱を防止するためである。

【 0 1 0 0 】

次に、図 1 3 を参照し、冷却液ポンプ 7 1 の停止条件について説明する。コントローラ 3 0 は、エンジン吸気温度が所定温度 T e 以下であること、エンジン始動後経過時間が所定時間 t 2 以上であること、冷却液ポンプ作動後経過時間が所定時間 t 2 以上であること、インバータ温度が所定温度 T I L 以下であること、コンバータ温度が所定温度 T C L 以下であること、電動発電機温度が所定温度 T A L 以下であること、旋回用電動機温度が所定温度 T S L 以下であること、及び、キャパシタ温度が所定温度 T B L 以下であることの全ての条件が満たされた場合に、冷却液ポンプ 7 1 を停止させる。

10

【 0 1 0 1 】

エンジン吸気温度が所定温度 T e 以下であることの条件は、外気温度が低い場合にはキャパシタ 1 9 の暖機が必要となり冷却液ポンプ 7 1 を停止させるほうがキャパシタ 1 9 の暖機にとって効率的であると判断できることに基づく。

【 0 1 0 2 】

また、エンジン始動後経過時間が所定時間 t 2 以上であることの条件は、冷却液ポンプ 7 1 の間欠運転（後述）による効果が適切に実現されるようにするためのものである。具体的には、エンジン 1 1 の始動が行われると冷却液ポンプ 7 1 が作動するので、エンジン始動後の経過時間が所定時間 t 2 に達したことは、冷却液ポンプ 7 1 が所定時間 t 2 にわたって作動したことを意味する。そして、所定時間 t 2 は、冷却液ポンプ 7 1 の間欠運転（後述）による効果を実現するのに十分な時間に設定される。冷却液ポンプ作動後経過時間が所定時間 t 2 以上であることの条件についても同様である。

20

【 0 1 0 3 】

インバータ温度が所定温度 T I L 以下であること、コンバータ温度が所定温度 T C L 以下であること、電動発電機温度が所定温度 T A L 以下であること、旋回用電動機温度が所定温度 T S L 以下であること、及び、キャパシタ温度が所定温度 T B L 以下であることの条件は、冷却系 7 0 の冷却対象である各機器の過熱を防止しながら無駄な冷却液ポンプ 7 1 の作動を抑制するためのものである。

30

【 0 1 0 4 】

次に、図 1 4 を参照し、インバータ 1 8 の温度の測定方法について説明する。なお、図 1 4 は、冷却系 7 0 の冷却対象の一つであるインバータ 1 8 の内部の概略図である。また、図 1 4 の粗いハッチングで示す領域は、インバータ 1 8 の筐体の内部を表し、細かいハッチングで示す領域は、冷却系 7 0 を構成する冷却管 7 4 の内部を表す。また、図 1 4 の矢印 A R 1 は、冷却管 7 4 内の冷却液の流れを表す。なお、インバータ 1 8 の温度の測定方法は、インバータ 2 0 及び昇降圧コンバータ 1 0 0 のそれぞれの温度の測定にも適用され得る。

40

【 0 1 0 5 】

図 1 4 に示すように、インバータ 1 8 は、発熱源である複数（図 1 4 では 2 つ）のインテリジェントパワーモジュールである I P M 6 0 a、6 0 b と、基板 6 1 とを含む。また、基板 6 1 には、インバータ 1 8 の筐体内の雰囲気温度を検出するための温度センサ S 2 が設置される。また、冷却管 7 4 は、I P M 6 0 a、6 0 b と接触するように配置され、温度センサ S 2 は、I P M 6 0 a、6 0 b と接触しないように配置される。

【 0 1 0 6 】

そのため、I P M 6 0 a、6 0 b の熱は、熱伝導によって冷却管 7 4 に伝わり、冷却管 7 4 内で冷却液が流れると、冷却管 7 4 に伝わった熱は冷却液と共に外部に放出される。その結果、I P M 6 0 a、6 0 b、冷却管 7 4 の温度は比較的急激に下降する。そして、

50

冷却管 7 4 の温度がインバータ 1 8 の筐体内の空気の温度よりも低くなると、筐体内の空気が冷却され、さらに冷却された空気の対流によって基板 6 1 及び温度センサ S 2 の熱が冷却管 7 4 に伝わる。そのため、温度センサ S 2 が検出する雰囲気温度は、I P M 6 0 a、6 0 b、冷却管 7 4 の温度の変化に対して遅れをもって変化し、比較的緩やかに下降する。このように、冷却管 7 4 内で冷却液が流れると、I P M 6 0 a、6 0 b は、温度センサ S 2 が検出する雰囲気温度よりも低い状態となる。

【 0 1 0 7 】

一方、冷却管 7 4 内の冷却液の流れが止まると、冷却管 7 4 に伝わった熱が外部に放出されなくなる。その結果、I P M 6 0 a、6 0 b、冷却管 7 4 の温度は比較的急激に上昇する。そして、冷却管 7 4 の温度がインバータ 1 8 の筐体内の空気の温度よりも高くなると、筐体内の空気が加熱され、その加熱された空気の対流によって I P M 6 0 a、6 0 b、冷却管 7 4 の熱が温度センサ S 2 に伝わる。そのため、温度センサ S 2 が検出する雰囲気温度は、I P M 6 0 a、6 0 b、冷却管 7 4 の温度の変化に対して遅れをもって変化し、比較的緩やかに上昇する。このように、冷却管 7 4 内の冷却液の流れが止まると、I P M 6 0 a、6 0 b の温度は、温度センサ S 2 が検出する雰囲気温度よりも高い状態となる。

10

【 0 1 0 8 】

上述の現象から、冷却液の流れを生じさせる時間と冷却液の流れを止める時間を適切に設定することで、発熱源の温度と雰囲気温度との乖離を制御できることが分かる。そして、発熱源の温度と雰囲気温度との乖離を制御できれば、複数の発熱源のそれぞれの温度を直接測定しなくとも、雰囲気温度から複数の発熱源のそれぞれの温度を推定できる。

20

【 0 1 0 9 】

そこで、コントローラ 3 0 は、冷却液ポンプ 7 1 の作動と停止を繰り返すことによって発熱源の温度と雰囲気温度との乖離を制御する。なお、以下では、冷却液ポンプ 7 1 の作動と停止を繰り返すことを冷却液ポンプ 7 1 の間欠運転と称する。

【 0 1 1 0 】

次に、図 1 5 を参照し、冷却液ポンプ 7 1 の間欠運転による効果の一例について説明する。なお、図 1 5 は、インバータ 1 8 の筐体内の雰囲気温度と発熱源である I P M 6 0 a の温度 (I P M 温度) の時間的推移を示す図である。図 1 5 において、実線の推移線は I P M 温度の時間的推移を表し、点線の推移線は雰囲気温度の時間的推移を表す。また、図中の黒丸は、冷却液ポンプ 7 1 の作動を開始させたときの I P M 温度を表し、図中の白丸は、冷却液ポンプ 7 1 の作動を停止させたときの I P M 温度を表す。なお、本実施例では、I P M 6 0 a にとって熱的に最も厳しい条件となるように、操作者はインバータ 1 8 を継続的に動作させている。そのため、ショベルが実際に使用されるときのように操作者がインバータ 1 8 を断続的に動作させた場合には、冷却液ポンプ 7 1 の間欠運転の内容が同じであれば、I P M 温度の上昇傾向は図示のものよりも小さいものとなる。また、雰囲気温度に対する I P M 温度の高温側への乖離もより小さいものとなる。これは、その最も厳しい条件において雰囲気温度から I P M 温度の高温異常を検知できるようにすれば、その他の条件では I P M 温度の高温異常を検知し損ねるおそれがないことを意味する。

30

【 0 1 1 1 】

図 1 5 に示すように、コントローラ 3 0 は、所定の停止継続時間 t_1 (上述の所定時間 t_1 に相当) にわたる冷却液ポンプ 7 1 の停止と所定の作動継続時間 t_2 (上述の所定時間 t_2 に相当) にわたる冷却液ポンプ 7 1 の作動とを交互に繰り返す。なお、本実施例では、停止継続時間 t_1 は作動継続時間 t_2 よりも長い。

40

【 0 1 1 2 】

具体的には、コントローラ 3 0 は、冷却液ポンプ 7 1 に対して作動信号を出力して冷却液ポンプ 7 1 の作動を開始させる。そして、冷却液ポンプ 7 1 を作動させてから作動継続時間 t_2 が経過した時点で冷却液ポンプ 7 1 に対して停止信号を出力して冷却液ポンプ 7 1 の作動を停止させる。そして、冷却液ポンプ 7 1 を停止させてから停止継続時間 t_1 が経過した時点で冷却液ポンプ 7 1 に対して作動信号を出力して冷却液ポンプ 7 1 の作動を

50

再開させる。その後、コントローラ30は、同様の条件で冷却液ポンプ71の作動と停止を繰り返す。

【0113】

その結果、IPM温度は、冷却液ポンプ71の停止による比較的急激な上昇と、冷却液ポンプ71の作動による比較的急激な下降とを繰り返しながらも、より長期的には上昇傾向を示す。なお、上述のように、図15の時間的推移はインバータ18が継続的に動作する場合のものであるため、インバータ18が断続的に動作する場合の時間的推移とは異なる。具体的には、インバータ18が断続的に動作する場合には、インバータ18が停止している時間が長くなるほど、IPM温度の上昇傾向は抑制され、さらには下降傾向に転じる。

10

【0114】

一方、上述のタイミングで冷却液ポンプ71の作動と停止が繰り返された場合、雰囲気温度は、より長期的に見た場合のIPM温度の上昇傾向に沿って上昇する。そして、時刻d1を超えた当たりで、雰囲気温度に対するIPM温度の高温側への乖離度(冷却液ポンプ71の作動開始時のIPM温度と雰囲気温度との差DH)、及び、雰囲気温度に対するIPM温度の低温側への乖離度(冷却液ポンプ71の作動停止時のIPM温度と雰囲気温度との差DL)はほぼ一定となる。これは、冷却液ポンプ71の作動継続時間と停止継続時間を適切に設定することによって、より長期的に見た場合のIPM温度の上昇傾向と雰囲気温度の上昇傾向とを合わせられることを意味する。

【0115】

この関係から、コントローラ30は、雰囲気温度が所定の上限温度に達した場合に、IPM温度が許容最大温度に達したと判断でき、インバータ18の過熱を防止するための適切な処理を実行させることができる。すなわち、コントローラ30は、雰囲気温度に基づいてインバータ18の温度管理を実行できる。

20

【0116】

例えば、コントローラ30は、温度センサS2の検出値が所定の上限值に達した場合に、冷却液ポンプ71を継続的に作動させる。また、コントローラ30は、旋回用電動機21の動きを制限する等、ショベルの動きを制限してもよく、冷却液ポンプ71の単位時間当たり吐出量を増大させてもよい。

【0117】

なお、上述の実施例では、コントローラ30は、停止継続時間t1が経過した時点で冷却液ポンプ71の作動を再開させるが、停止継続時間t1が経過する前であっても上述の他の作動条件が満たされた場合には冷却液ポンプ71の作動を再開させる。但し、この制御は、IPM温度の上昇傾向を抑制する効果があるため、雰囲気温度に基づくインバータ18の温度管理に悪影響を与えることはない。

30

【0118】

以上の構成により、コントローラ30は、冷却回路内で冷却液を循環させて少なくとも1つの電気機器と蓄電器とを含む複数の冷却対象を冷却する冷却系を制御する。そして、複数の冷却対象のそれぞれの温度の何れかが所定の対応する閾値に達した場合に冷却液ポンプ71の作動を開始させて冷却液の循環を開始させる。そのため、コントローラ30は、所定の作動条件が満たされるまでは冷却液ポンプ71の作動を停止させることができる。その結果、コントローラ30は、冷却液ポンプ71の作動が必要と判断するまでは冷却液ポンプ71を停止させておくことができ、冷却系をより効率的に制御できる。また、コントローラ30は、蓄電器の暖機を行う場合に冷却液ポンプ71を停止させることで蓄電器の暖機を促進できる。

40

【0119】

また、コントローラ30は、複数の冷却対象のそれぞれの温度が所定の対応する閾値を下回った場合に冷却液ポンプ71の作動を停止させて冷却液の循環を停止させる。そのため、コントローラ30は、所定の停止条件が満たされた場合に冷却液ポンプ71の作動を停止させることができる。その結果、コントローラ30は、冷却液ポンプ71の作動を無

50

駄に継続させることなく、冷却系をより効率的に制御できる。

【0120】

また、コントローラ30は、所定の停止継続時間 t_1 にわたる冷却系70の停止による冷却液の循環停止と所定の作動継続時間 t_2 ($< t_1$)にわたる冷却系70の作動による冷却液の循環とを繰り返す。具体的には、コントローラ30は、停止継続時間 t_1 にわたる冷却液ポンプ71の停止と作動継続時間 t_2 にわたる冷却液ポンプ71の作動との繰り返しである冷却液ポンプ71の間欠運転を実行する。そのため、IPM60a、60b等の複数の発熱源を含むインバータ18等の電気機器の温度管理を、複数の発熱源のそれぞれの温度ではなく、電気機器の筐体内の雰囲気温度に基づいて実行できる。具体的には、コントローラ30は、複数の発熱源のそれぞれに温度センサを取り付けることなく、筐体内に設置された1つの温度センサの検出値に基づいて温度管理を実行できる。そのため、電気機器の温度管理に必要な温度センサの数を減らすことができる。

10

【0121】

また、コントローラ30は、雰囲気温度が所定温度に達した場合に、電気機器の動きを制限し或いは停止させてもよい。具体的には、コントローラ30は、インバータ18の筐体内の雰囲気温度が所定温度に達した場合に旋回用電動機21の動きを制限し或いは停止させることによってインバータ18の動きを制限し或いは停止させてもよい。その結果、コントローラ30は、インバータ18の過熱を防止できる。

【0122】

また、コントローラ30は、複数の冷却対象のそれぞれの温度にかかわらず、エンジン始動時に所定時間にわたって冷却液ポンプ71を作動させて冷却液を循環させる。そのため、エンジン11の一時的な停止に起因して冷却液ポンプ71の停止継続時間が過度に長くなることで冷却対象の温度が過度に上昇した状態を早期に解消できる。また、エンジン11が一時的に停止された場合であっても、インバータ18等の電気機器の温度管理を、IPM等の複数の発熱源のそれぞれの温度ではなく、筐体内の雰囲気温度に基づいて実施できる。具体的には、エンジン11が一時的に停止された場合であっても、冷却液ポンプ停止後経過時間が所定時間 t_1 に達した場合に冷却液ポンプ71を作動させることで、温度センサが検出する雰囲気温度と温度センサが検出しない発熱源の温度との差が過度に大きくなるのを防止できる。その結果、冷却液ポンプ71の間欠運転の有効性を維持できる。

20

30

【0123】

また、コントローラ30は、冷却液ポンプ71の作動を停止させて冷却液の循環を停止させた後で所定時間が経過した場合に、冷却液ポンプ71の作動を再開させて冷却液の循環を開始させる。そのため、冷却液ポンプ71の停止継続時間が過度に長くなることで冷却対象の温度が過度に上昇してしまうのを防止できる。また、冷却液ポンプ71を停止させた場合であっても、インバータ18等の電気機器の温度管理を、IPM等の複数の発熱源のそれぞれの温度ではなく、筐体内の雰囲気温度に基づいて実施できる。具体的には、冷却液ポンプ71を停止させた場合であっても、冷却液ポンプ停止後経過時間が所定時間 t_1 に達した場合に冷却液ポンプ71を作動させることで、温度センサが検出する雰囲気温度と温度センサが検出しない発熱源の温度との差が過度に大きくなるのを防止できる。その結果、上述同様、冷却液ポンプ71の間欠運転の有効性を維持できる。また、キャパシタ19の暖機の際に冷却液ポンプ71を一時的に停止させたとしても冷却液ポンプ71の間欠運転による効果に影響を与えることはない。

40

【0124】

また、コントローラ30は、冷却液ポンプ71の作動を開始させて冷却液の循環を開始させた後で所定時間が経過した場合に、冷却液ポンプ71の作動を停止させて冷却液の循環を停止させる。そのため、冷却液ポンプ71の間欠運転の有効性を維持しながらも、冷却液ポンプ71の作動を無駄に継続させることなく、冷却系をより効率的に制御できる。

【0125】

以上、本発明の好ましい実施例について詳説したが、本発明は、上述した実施例に制限

50

されることはなく、本発明の範囲を逸脱することなしに上述した実施例に種々の変形及び置換を加えることができる。

【0126】

例えば、上述の冷却回路では、キャパシタ19は、冷却管74が3つのルートに分岐する前のコントローラ30の下流に配置されるが、コントローラ30の上流に配置されてもよく、旋回用電動機21の上流で且つ分岐したルートが合流した後の部分に配置されてもよい。基本的に、インバータ18、キャパシタ19、インバータ20等の電気機器は、電動発電機12、旋回用電動機21等の電動機器の冷却前に冷却されればよい。そのため、電気機器、電動機器の順で冷却されるのであれば、各電気機器の冷却順は任意であり、各電動機器の冷却順も任意である。但し、本発明は、電動機器の後に電気機器を冷却する構成を排除することはない。したがって、キャパシタ19は、旋回用電動機21、電動発電機12、又は変速機13の下流に配置されてもよい。なお、コントローラ30及び変速機13の少なくとも一方の冷却は省略されてもよい。

10

【0127】

また、上述の実施例では、キャパシタ温度は、キャパシタセルの電極に取り付けられたサーミスタで構成される温度センサS6によって検出されるが、本発明はこの構成に限定されるものではない。例えば、キャパシタ温度は、キャパシタ19の冷却に用いられる冷却水の温度を検出することで間接的に検出されてもよい。

【0128】

また、本願は、2014年3月6日に出願した日本国特許出願2014-044239号及び2014年3月12日に提出した日本国特許出願2014-049501号に基づく優先権を主張するものであり、これらの日本国特許出願の全内容を本願に参照により援用する。

20

【符号の説明】

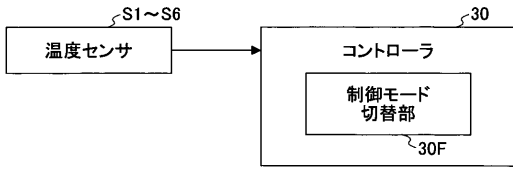
【0129】

1・・・下部走行体 1R・・・右側走行用油圧モータ 1L・・・左側走行用油圧モータ 2・・・旋回機構 3・・・上部旋回体 4・・・ブーム 5・・・アーム 6・・・バケット 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・・・エンジン 12・・・電動発電機 13・・・変速機 14・・・メインポンプ 15・・・パイロットポンプ 16・・・高圧油圧ライン 17・・・コントロールバルブ 18・・・インバータ 19・・・キャパシタ 20・・・インバータ 21・・・旋回用電動機 22・・・レゾルバ 23・・・メカニカルブレーキ 24・・・旋回変速機 25・・・パイロットライン 26・・・操作装置 26A、26B・・・レバー 26C・・・ペダル 27・・・油圧ライン 28・・・油圧ライン 29・・・圧力センサ 29A・・・エンジンセンサ 30・・・コントローラ 31・・・速度指令生成部 32・・・減算器 33・・・PI制御部 34・・・トルク制限部 35・・・減算器 36・・・PI制御部 37・・・電流変換部 38・・・旋回動作検出部 40・・・PWM信号生成部 50・・・出力部 51・・・液晶ディスプレイ 51V・・・表示画面 51a・・・高電圧部品温度表示領域 51b・・・エンジン作動時間表示領域 51c・・・冷却水温表示領域 51d・・・燃料残量表示領域 51e・・・作動油温表示領域 51f・・・アラーム表示領域 60a、60b・・・IPM 61・・・基板 70・・・冷却系 71・・・冷却液ポンプ 72・・・ラジエータ 73・・・冷却液タンク 74・・・冷却管 100・・・昇降圧コンバータ 101・・・リアクトル 102A・・・昇圧用IGBT 102B・・・降圧用IGBT 104・・・電源接続端子 106・・・出力端子 107・・・コンデンサ 110・・・DCバス 111・・・DCバス電圧検出部 112・・・キャパシタ電圧検出部 113・・・キャパシタ電流検出部 120・・・蓄電系 S1～S6・・・温度センサ

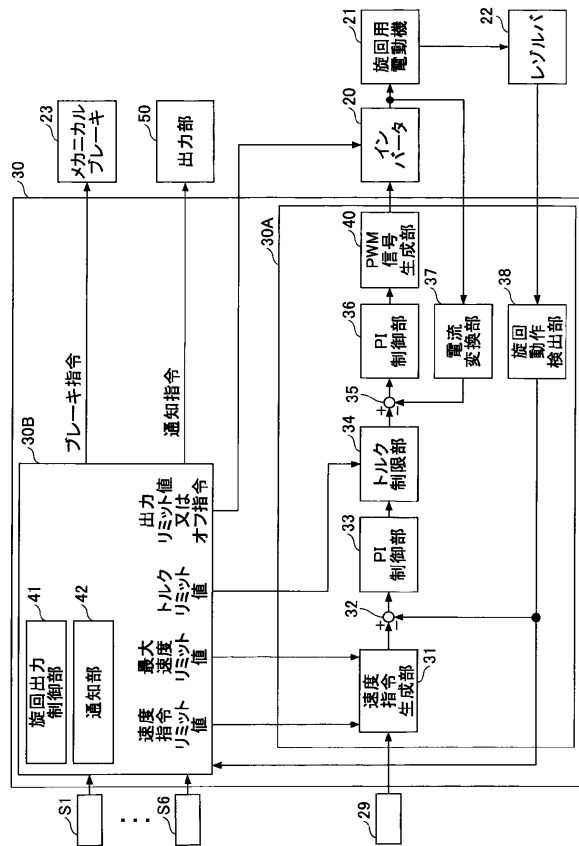
30

40

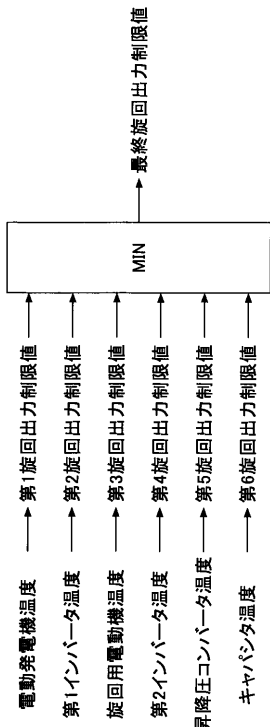
【 図 5 】



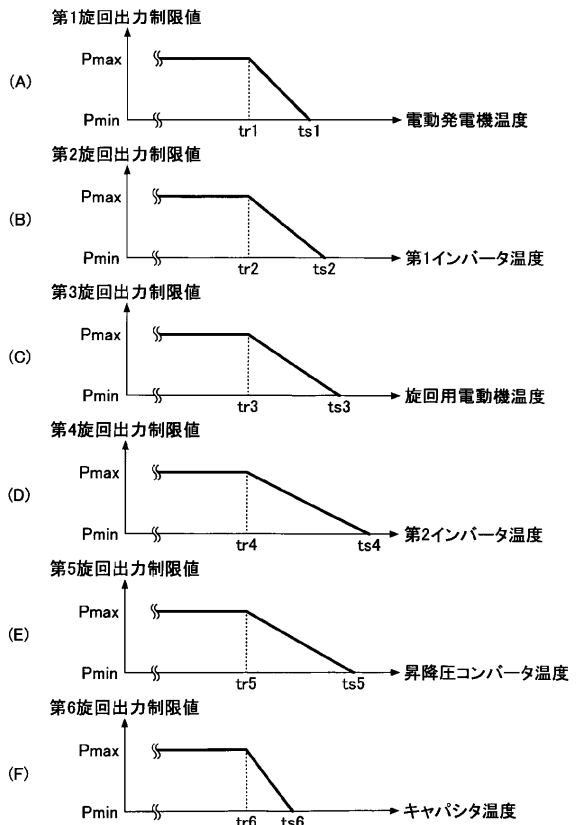
【 図 6 】



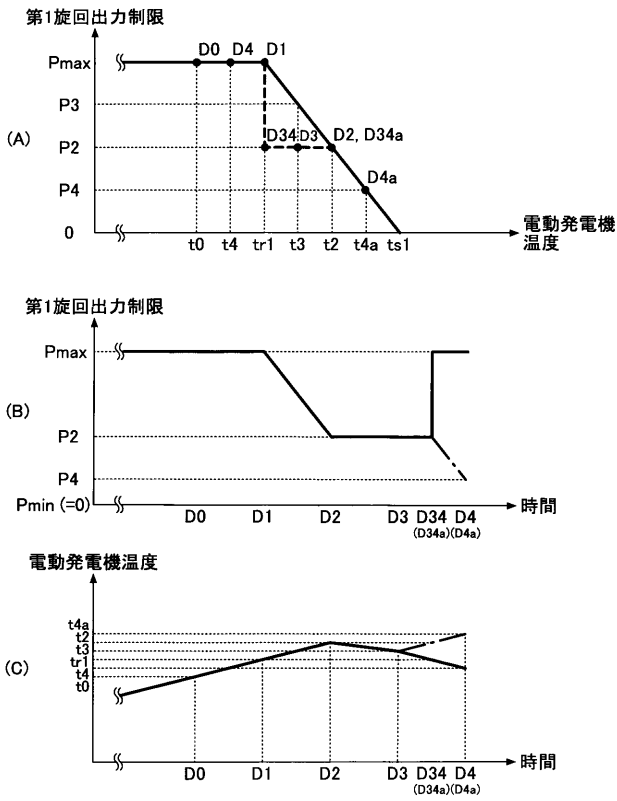
【 図 7 】



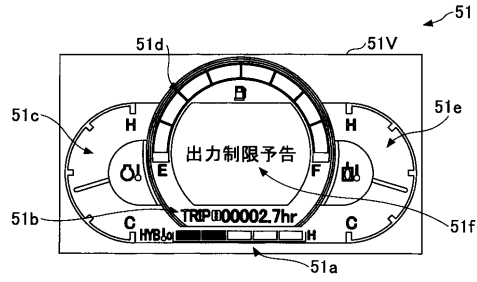
【 図 8 】



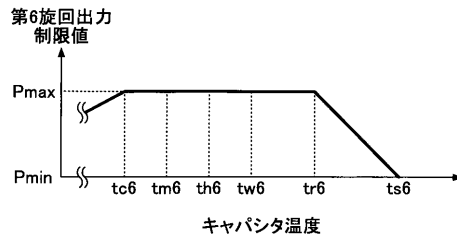
【図9】



【図10A】



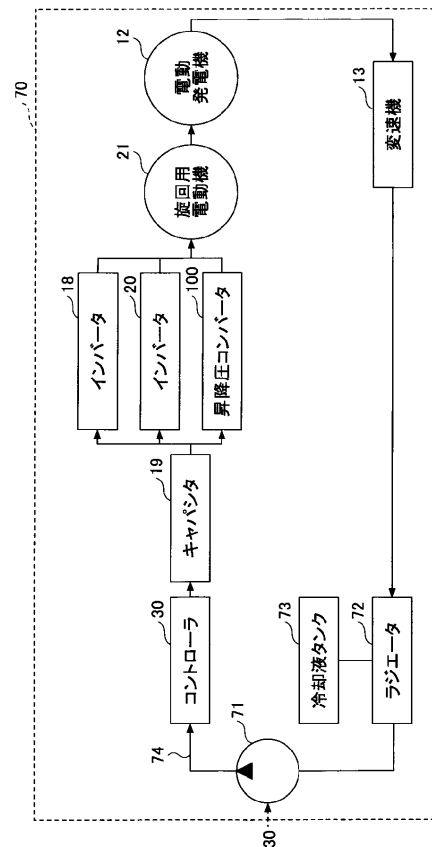
【図10B】



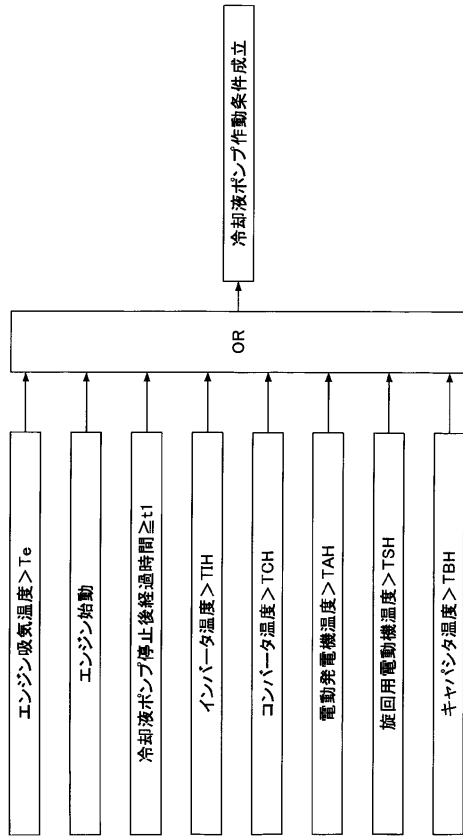
【図10C】

| | | | | |
|-----|---------|---------|-------------------------|--|
| 表示 | 状態 | 巡回動作 | アラーム | メッセージ |
| 55a | 暖機不足 | 出力制限 | なし | キャパシタ暖機中 (アイドリング中) /出力制限中 (機軸作動中) |
| 55b | 適温 | 制限なし | なし | なし |
| 55c | 適温 | 制限なし | なし | なし |
| 55d | 過熱傾向 | 制限なし | あり (点灯後さらに温度が上昇した場合) | 出力制限予告 (点灯後さらに温度が上昇した場合) |
| 55e | 主要部品過熱 | 出力制限 | あり | 出力制限中 |
| 55f | オーバーヒート | 停止/巡回不可 | あり | ハイブリッドシステム オーバーヒート |

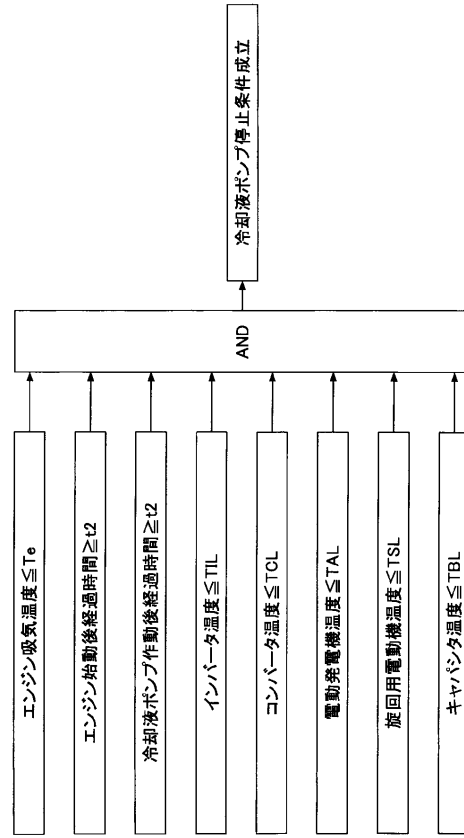
【図11】



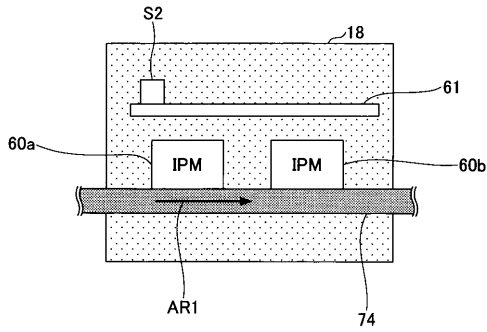
【 図 1 2 】



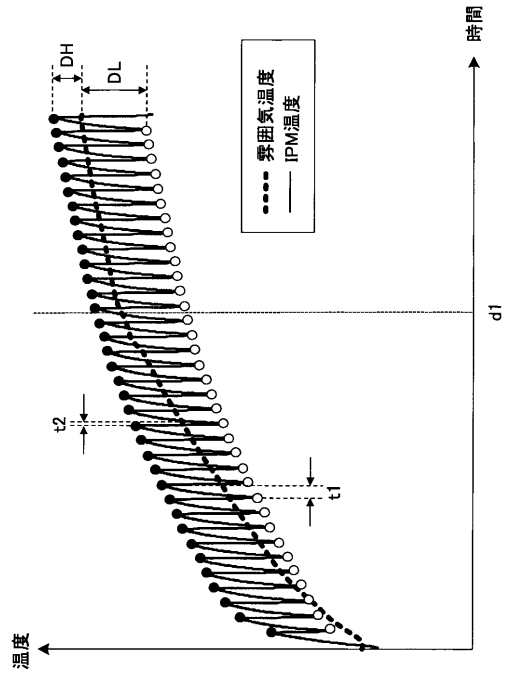
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【手続補正書】

【提出日】平成29年11月29日(2017.11.29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

走行体と、

旋回機構と、

前記走行体に旋回可能に搭載された旋回体と、

旋回に関連する構成要素の温度を検出する温度検出部と、

前記温度検出部が検出した温度に対応して前記旋回機構の動きを制限する制御装置と、

前記旋回体に搭載されるキャビンに設けられた表示装置と、を備え、

前記表示装置は、

前記温度検出部が検出した温度に関する情報を表示する第1表示部と、

前記旋回機構の動きの制限に関する情報を表示する第2表示部と、を含み、

前記温度検出部が検出した温度が所定の閾値に到達すると、前記旋回機構の動きの制限を開始し、且つ、前記旋回機構の動きの制限に関する情報を前記第2表示部に表示させる

、

ショベル。

【請求項2】

前記第1表示部には、前記温度検出部が検出した温度に基づいて点灯数が増減するバーグラフが表示される、

請求項1に記載のショベル。

【請求項3】

前記旋回機構の動きの制限が開始された場合、前記第2表示部に表示される前記旋回機構の動きの制限に関する情報は、前記温度検出部が検出した温度が高温であることで、前記旋回機構の動きの制限が実行されていることを示すメッセージである、

請求項1又は2に記載のショベル。

【請求項4】

前記旋回機構の動きの制限が開始された場合、前記第2表示部に表示される前記旋回機構の動きの制限に関する情報は、前記温度検出部が検出した温度が低温であることで、前記温度検出部が検出した温度を上昇させる暖機を実行していることを示すメッセージである、

請求項1又は2に記載のショベル。

【請求項5】

前記第1表示部に表示される前記温度検出部が検出した温度に関する情報、及び、前記第2表示部に表示される前記旋回機構の動きの制限に関する情報は、前記表示装置に同時に表示される、

請求項1乃至4の何れかに記載のショベル。

【請求項6】

前記第1表示部は、前記温度検出部が検出した温度が適温である状態と、前記温度検出部が検出した温度が前記適温より高い温度である高温状態と、前記温度検出部が検出した温度が前記適温より低い温度である低温状態とを区別可能に表示し、

前記制御装置は、前記高温状態及び前記低温状態のときに、前記旋回機構の動きを制限するように構成されている、

請求項1乃至5の何れかに記載のショベル。

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H505 AA16 CC04 EE48 EE49 GG02 GG04 GG07 GG08 HB01 JJ03
JJ17 JJ24 JJ28 LL01 LL22 LL24 LL44 LL45 LL48 LL58
MM04 MM06 MM12