

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5800159号
(P5800159)

(45) 発行日 平成27年10月28日(2015.10.28)

(24) 登録日 平成27年9月4日(2015.9.4)

(51) Int.Cl.

B66C 13/18 (2006.01)

F 1

B 66 C 13/18

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-255462 (P2013-255462)
(22) 出願日	平成25年12月10日 (2013.12.10)
(62) 分割の表示	特願2008-540914 (P2008-540914) の分割 原出願日 平成19年9月14日 (2007.9.14)
(65) 公開番号	特開2014-43354 (P2014-43354A)
(43) 公開日	平成26年3月13日 (2014.3.13)
審査請求日	平成25年12月10日 (2013.12.10)
(31) 優先権主張番号	特願2006-289918 (P2006-289918)
(32) 優先日	平成18年10月25日 (2006.10.25)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

(73) 特許権者	000006622 株式会社安川電機 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
(74) 代理人	100104503 弁理士 益田 博文
(74) 代理人	100191112 弁理士 益田 弘之
(72) 発明者	吉原 秀政 福岡県行橋市西宮市2丁目13番1号 安 川シーメンス オートメーション・ドライ ブ株式会社内
審査官	大塚 多佳子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】クレーン装置及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力を発生させるエンジン発電機と、蓄電装置の充放電を制御する充放電装置と、吊荷を巻上げまたは巻下げる巻上機用モータと、前記巻上機用モータを駆動するインバータと、前記エンジン発電機の出力電力を検出する手段と、前記インバータ及び前記充放電装置の入力部の直流電圧を検出する手段と、前記蓄電装置の電圧を検出する手段と、前記吊荷の高さを検出する手段と、前記吊荷の重量を検出する手段と、前記直流電圧が所定値以上になると前記蓄電装置の充電エネルギーを放電する制動ユニットと、を備え、所定の複数の条件下でそれぞれ異なる制御方法に切替えて動作するクレーン装置の制御方法において、

前記吊荷の高さ及び重量を用いて演算した、次回巻上動作時に前記吊荷を最大高さまで巻上げるのに必要なエネルギー E_{req} 、前記エンジン発電機の最大出力電力 P_{gen} 及び前記吊荷の巻上げに要する時間 t_{hoist} を用いて演算した、次回巻上動作の際ににおける前記エンジン発電機が供給可能なエネルギー E_{avail_EGS} 及び次回巻上動作の際ににおける前記蓄電装置が前記インバータに供給できるエネルギー E_{avail_sc} を用いて、前記蓄電装置の電圧が次回巻上動作時のための蓄電エネルギーとして十分であるかの判定値を演算し、

前記吊荷の巻下動作一定速中、かつ前記蓄電装置の電圧が前記判定値よりも小さい条件では、

巻下動作により供給される回生エネルギーでは不足する分のエネルギーを前記エンジン

発電機から前記蓄電装置に充電するように前記蓄電装置の電流指令を決定する第4の制御方法に切替え、

上記以外の巻下動作中の条件では、

前記充放電装置の直流電圧指令を前記制動ユニットが動作する直流電圧以下、かつ、前記巻上機用モータが停止している状態での前記直流電圧よりも大きな値に決定し、前記直流電圧指令と前記検出した直流電圧が一致するように制御して前記蓄電装置の電流指令を決定する第5の制御方法に切替え、

前記各制御方法で決定した前記蓄電装置の電流指令を用いて、前記インバータの出力電力を前記エンジン発電機と前記蓄電装置とで制御することを特徴とするクレーン装置の制御方法。

10

【請求項2】

電力を発生させるエンジン発電機と、蓄電装置の充放電を制御する充放電装置と、吊荷を巻上げまたは巻下げる巻上機用モータと、前記巻上機用モータを駆動するインバータと、前記エンジン発電機の出力電力を検出する手段と、前記インバータ及び前記充放電装置の入力部の直流電圧を検出する手段と、前記蓄電装置の電圧を検出する手段と、前記吊荷の高さを検出する手段と、前記吊荷の重量を検出する手段と、前記直流電圧が所定値以上になると前記蓄電装置の充電エネルギーを放電する制動ユニットと、所定の複数の条件下でそれぞれ異なる制御方法に切替えるクレーンコントローラを備えたクレーン装置において、

前記クレーンコントローラは、

20

前記吊荷の高さ及び重量を用いて演算した、次回巻上動作時に前記吊荷を最大高さまで巻上げるのに必要なエネルギー E_{req} 、前記エンジン発電機の最大出力電力 P_{gen} 、
 t_{hoist} 及び前記吊荷の巻上げに要する時間 t_{ref_max} を用いて演算した、次回巻上動作の際ににおける前記エンジン発電機が供給可能なエネルギー E_{avail_EG} 及び次回巻上動作の際ににおける前記蓄電装置が前記インバータに供給できるエネルギー E_{avail_sc} を用いて、前記蓄電装置の電圧が次回巻上動作時のための蓄電エネルギーとして十分であるかの判定値を演算し、

前記吊荷の巻下動作一定速中、かつ前記蓄電装置の電圧が前記判定値よりも小さい条件下では、

巻下動作により供給される回生エネルギーでは不足する分のエネルギーを前記エンジン発電機から前記蓄電装置に充電するように前記蓄電装置の電流指令を決定する第4の制御方法に切替え、

30

上記以外の巻下動作中の条件では、

前記充放電装置の直流電圧指令を前記制動ユニットが動作する直流電圧以下、かつ前記巻上機用モータが停止している状態での前記直流電圧よりも大きな値に決定し、前記直流電圧指令と前記検出した直流電圧が一致するように制御して前記蓄電装置の電流指令を決定する第5の制御方法に切替え、

前記各制御方法で決定した前記蓄電装置の電流指令を用いて、前記インバータの出力電力を前記エンジン発電機と前記蓄電装置とで制御することを特徴とするクレーン装置。

【請求項3】

40

電力を発生させるエンジン発電機と、蓄電装置の充放電を制御する充放電装置と、吊荷を巻上げまたは巻下げる巻上機用モータと、前記巻上機用モータを駆動するインバータと、前記エンジン発電機の出力電力を検出する手段と、前記インバータ及び前記充放電装置の入力部の直流電圧を検出する手段と、前記蓄電装置の電圧を検出する手段と、前記吊荷の高さを検出する手段と、前記吊荷の重量を検出する手段と、前記直流電圧が所定値以上になると前記蓄電装置の充電エネルギーを放電する制動ユニットと、を備え、所定の複数の条件下でそれぞれ異なる制御方法に切替えて動作するクレーン装置の制御方法において、

前記吊荷の高さ及び重量を用いて演算した、次回巻上動作時に前記吊荷を最大高さまで巻上げるのに必要なエネルギー E_{req} 、前記エンジン発電機の最大出力電力 P_{gen}

50

t_{hoist} 及び前記吊荷の巻上げに要する時間 t_{hoist} を用いて演算した、次回巻上動作の際ににおける前記エンジン発電機が供給可能なエネルギー E_{avail_EG} 及び次回巻上動作の際ににおける前記蓄電装置が前記インバータに供給できるエネルギー E_{avail_sc} を用いて、前記蓄電装置の電圧が次回巻上動作時のための蓄電エネルギーとして十分であるかの判定値を演算し、

前記吊荷の巻下動作一定速中、かつ前記蓄電装置の電圧が前記判定値よりも小さい条件では、

巻下動作により供給される回生エネルギーでは不足する分のエネルギーを前記エンジン発電機から前記蓄電装置に充電するように前記蓄電装置の電流指令を決定し、

該電流指令を用いて、前記インバータの出力電力を前記エンジン発電機と前記蓄電装置とで制御することを特徴とするクレーン装置の制御方法。 10

【請求項 4】

電力を発生させるエンジン発電機と、蓄電装置の充放電を制御する充放電装置と、吊荷を巻上げまたは巻下げる巻上機用モータと、前記巻上機用モータを駆動するインバータと、前記エンジン発電機の出力電力を検出する手段と、前記インバータ及び前記充放電装置の入力部の直流電圧を検出する手段と、前記蓄電装置の電圧を検出する手段と、前記吊荷の高さを検出する手段と、前記吊荷の重量を検出する手段と、前記直流電圧が所定値以上になると前記蓄電装置の充電エネルギーを放電する制動ユニットと、所定の複数の条件下でそれぞれ異なる制御方法に切替えるクレーンコントローラを備えたクレーン装置において、 20

前記クレーンコントローラは、

前記吊荷の高さ及び重量を用いて演算した、次回巻上動作時に前記吊荷を最大高さまで巻上げるのに必要なエネルギー E_{req} 、前記エンジン発電機の最大出力電力 P_{gen} 及び前記吊荷の巻上げに要する時間 t_{hoist} を用いて演算した、次回巻上動作の際ににおける前記エンジン発電機が供給可能なエネルギー E_{avail_EG} 及び次回巻上動作の際ににおける前記蓄電装置が前記インバータに供給できるエネルギー E_{avail_sc} を用いて、前記蓄電装置の電圧が次回巻上動作時のための蓄電エネルギーとして十分であるかの判定値を演算し、

前記吊荷の巻下動作一定速中、かつ前記蓄電装置の電圧が前記判定値よりも小さい条件では、 30

巻下動作により供給される回生エネルギーでは不足する分のエネルギーを前記エンジン発電機から前記蓄電装置に充電するように前記蓄電装置の電流指令を決定し、

該電流指令を用いて、前記インバータの出力電力を前記エンジン発電機と前記蓄電装置とで制御することを特徴とするクレーン装置。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、クレーン装置及びその制御方法に係り、特にエンジン発電機と蓄電装置を動力源としてハイブリッド制御するエンジン発電機駆動型港湾荷役クレーン装置及びその制御方法に関する。 40

【背景技術】

【0002】

従来のエンジン発電機と蓄電装置をハイブリッド制御する荷役機械は、蓄電装置の充電状態に応じてエンジン発電機の出力を制御している（例えば、特許文献1参照）。

図8において、105はエンジン、106は発電機、124はインバータ、107はバッテリー、126はエンジンコントローラであり、エンジン発電機からバッテリーへ充電する際には、バッテリー107の蓄電状態を監視してその状態に応じてエンジンコントローラ126を制御して、エンジン105を燃費効率の良い回転数で運転し、発電機106を駆動し、インバータ124を介してバッテリー107へ充電するように動作させる。負 50

荷の回生電力をバッテリーへ充電する際には、破線矢印による負荷の回生電力をインバータ124を介してバッテリー107へ充電するように動作させる。負荷を電動する際には、バッテリー107の蓄電状態を監視してその状態に応じてエンジンコントローラ126を制御して、エンジン105を燃費効率の良い回転数で運転し、発電機106を駆動し、インバータ124を介して実線矢印の方向に電力を供給し、かつ、バッテリー107よりインバータ124を介して実線矢印の方向に電力を供給する方法でエンジン発電機とバッテリーをハイブリッド制御する。

このように、従来のエンジン発電機と蓄電装置をハイブリッド制御する荷役装置は、エンジン発電機を蓄電装置の充電状態に応じて制御していた。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2000-289983号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来のエンジン発電機と蓄電装置のハイブリッド制御する荷役装置では、蓄電装置の蓄電状態に応じてエンジン発電機の出力を制御するので、蓄電装置の蓄電量が低い場合には負荷の電動エネルギーをエンジン発電機が供給しなければならない。このため、エンジン発電機のみでも負荷の電動エネルギーを供給できる容量のエンジン発電機を選定しなければならないという問題があった。また、負荷に対して小容量のエンジン発電機を選定した場合には、負荷の状態に依存するが、荷役動作する前に蓄電装置の蓄電量が既定値未満であると、エンジン発電機から蓄電装置へ充電しなければならず、充電のための待ち時間が生じるという問題もあった。さらに、エンジンを燃費効率の良い回転数で運転しようとすると汎用性を有したエンジン発電機を使用することができなくなり、エンジン発電機が特殊なものになるという問題もあった。

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、蓄電装置と小容量化されたエンジン発電機をハイブリッド制御して、従来通りの操作性を提供するとともに省エネルギー化、低公害化を計り、蓄電装置の寿命診断や容易にメンテナンスできるクレーン装置及びその制御方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

30

上記問題を解決するため、本発明は、次のようにしたのである。

請求項1に記載の発明は、電力を発生させるエンジン発電機と、蓄電装置の充放電を制御する充放電装置と、吊荷を巻上げまたは巻下げる巻上機用モータと、前記巻上機用モータを駆動するインバータと、前記エンジン発電機の出力電力を検出する手段と、前記インバータ及び前記充放電装置の入力部の直流電圧を検出する手段と、前記蓄電装置の電圧を検出する手段と、前記吊荷の高さを検出する手段と、前記吊荷の重量を検出する手段と、前記直流電圧が所定値以上になると前記蓄電装置の充電エネルギーを放電する制動ユニットと、を備え、所定の複数の条件下でそれぞれ異なる制御方法に切替えて動作するクレーン装置の制御方法において、前記吊荷の高さ及び重量を用いて演算した、次回巻上動作時に前記吊荷を最大高さまで巻上げるのに必要なエネルギー E_{req} 、前記エンジン発電機の最大出力電力 $P_{gen_ref_max}$ 及び前記吊荷の巻上げに要する時間 t_{hoist} を用いて演算した、次回巻上動作の際ににおける前記エンジン発電機が供給可能なエネルギー E_{avail_EG} 及び次回巻上動作の際ににおける前記蓄電装置が前記インバータに供給できるエネルギー E_{avail_sc} を用いて、前記蓄電装置の電圧が次回巻上動作時のための蓄電エネルギーとして十分であるかの判定値を演算し、前記吊荷の巻下動作一定速中、かつ前記蓄電装置の電圧が前記判定値よりも小さい条件では、巻下動作により供給される回生エネルギーでは不足する分のエネルギーを前記エンジン発電機から前記蓄電装置に充電するように前記蓄電装置の電流指令を決定する第4の制御方法に切替え、上

40

50

記以外の巻下動作中の条件では、前記充放電装置の直流電圧指令を前記制動ユニットが動作する直流電圧以下、かつ、前記巻上機用モータが停止している状態での前記直流電圧よりも大きな値に決定し、前記直流電圧指令と前記検出した直流電圧が一致するように制御して前記蓄電装置の電流指令を決定する第5の制御方法に切替え、前記各制御方法で決定した前記蓄電装置の電流指令を用いて、前記インバータの出力電力を前記エンジン発電機と前記蓄電装置とで制御することを特徴とするものである。

請求項2に記載の発明は、電力を発生させるエンジン発電機と、蓄電装置の充放電を制御する充放電装置と、吊荷を巻上げまたは巻下げる巻上機用モータと、前記巻上機用モータを駆動するインバータと、前記エンジン発電機の出力電力を検出する手段と、前記インバータ及び前記充放電装置の入力部の直流電圧を検出する手段と、前記蓄電装置の電圧を検出する手段と、前記吊荷の高さを検出する手段と、前記吊荷の重量を検出する手段と、前記直流電圧が所定値以上になると前記蓄電装置の充電エネルギーを放電する制動ユニットと、所定の複数の条件下でそれぞれ異なる制御方法に切替えるクレーンコントローラを備えたクレーン装置において、前記クレーンコントローラは、前記吊荷の高さ及び重量を用いて演算した、次回巻上動作時に前記吊荷を最大高さまで巻上げるのに必要なエネルギー E_{req} 、前記エンジン発電機の最大出力電力 $P_{gen_ref_max}$ 及び前記吊荷の巻上げに要する時間 t_{hoist} を用いて演算した、次回巻上動作の際ににおける前記エンジン発電機が供給可能なエネルギー E_{avail_EG} 及び次回巻上動作の際ににおける前記蓄電装置が前記インバータに供給できるエネルギー E_{avail_sc} を用いて、前記蓄電装置の電圧が次回巻上動作時のための蓄電エネルギーとして十分であるかの判定値を演算し、前記吊荷の巻下動作一定速中、かつ前記蓄電装置の電圧が前記判定値よりも小さい条件では、巻下動作により供給される回生エネルギーでは不足する分のエネルギーを前記エンジン発電機から前記蓄電装置に充電するように前記蓄電装置の電流指令を決定する第4の制御方法に切替え、上記以外の巻下動作中の条件では、前記充放電装置の直流電圧指令を前記制動ユニットが動作する直流電圧以下、かつ前記巻上機用モータが停止している状態での前記直流電圧よりも大きな値に決定し、前記直流電圧指令と前記検出した直流電圧が一致するように制御して前記蓄電装置の電流指令を決定する第5の制御方法に切替え、前記各制御方法で決定した前記蓄電装置の電流指令を用いて、前記インバータの出力電力を前記エンジン発電機と前記蓄電装置とで制御することを特徴とするものである。

請求項3に記載の発明は、電力を発生させるエンジン発電機と、蓄電装置の充放電を制御する充放電装置と、吊荷を巻上げまたは巻下げる巻上機用モータと、前記巻上機用モータを駆動するインバータと、前記エンジン発電機の出力電力を検出する手段と、前記インバータ及び前記充放電装置の入力部の直流電圧を検出する手段と、前記蓄電装置の電圧を検出する手段と、前記吊荷の高さを検出する手段と、前記吊荷の重量を検出する手段と、前記直流電圧が所定値以上になると前記蓄電装置の充電エネルギーを放電する制動ユニットと、を備え、所定の複数の条件下でそれぞれ異なる制御方法に切替えて動作するクレーン装置の制御方法において、前記吊荷の高さ及び重量を用いて演算した、次回巻上動作時に前記吊荷を最大高さまで巻上げるのに必要なエネルギー E_{req} 、前記エンジン発電機の最大出力電力 $P_{gen_ref_max}$ 及び前記吊荷の巻上げに要する時間 t_{hoist} を用いて演算した、次回巻上動作の際ににおける前記エンジン発電機が供給可能なエネルギー E_{avail_EG} 及び次回巻上動作の際ににおける前記蓄電装置が前記インバータに供給できるエネルギー E_{avail_sc} を用いて、前記蓄電装置の電圧が次回巻上動作時のための蓄電エネルギーとして十分であるかの判定値を演算し、前記吊荷の巻下動作一定速中、かつ前記蓄電装置の電圧が前記判定値よりも小さい条件では、巻下動作により供給される回生エネルギーでは不足する分のエネルギーを前記エンジン発電機から前記蓄電装置に充電するように前記蓄電装置の電流指令を決定し、該電流指令を用いて、前記インバータの出力電力を前記エンジン発電機と前記蓄電装置とで制御することを特徴とするものである。

請求項4に記載の発明は、電力を発生させるエンジン発電機と、蓄電装置の充放電を制

10

20

30

40

50

御する充放電装置と、吊荷を巻上げまたは巻下げる巻上機用モータと、前記巻上機用モータを駆動するインバータと、前記エンジン発電機の出力電力を検出する手段と、前記インバータ及び前記充放電装置の入力部の直流電圧を検出する手段と、前記蓄電装置の電圧を検出する手段と、前記吊荷の高さを検出する手段と、前記吊荷の重量を検出する手段と、前記直流電圧が所定値以上になると前記蓄電装置の充電エネルギーを放電する制動ユニットと、所定の複数の条件下でそれぞれ異なる制御方法に切替えるクレーンコントローラを備えたクレーン装置において、前記クレーンコントローラは、前記吊荷の高さ及び重量を用いて演算した、次回巻上動作時に前記吊荷を最大高さまで巻上げるのに必要なエネルギー E_{req} 、前記エンジン発電機の最大出力電力 $P_{gen_ref_max}$ 及び前記吊荷の巻上げに要する時間 t_{hoist} を用いて演算した、次回巻上動作の際ににおける前記エンジン発電機が供給可能なエネルギー E_{avail_EG} 及び次回巻上動作の際ににおける前記蓄電装置が前記インバータに供給できるエネルギー E_{avail_sc} を用いて、前記蓄電装置の電圧が次回巻上動作時のための蓄電エネルギーとして十分であるかの判定値を演算し、前記吊荷の巻下動作一定速中、かつ前記蓄電装置の電圧が前記判定値よりも小さい条件では、巻下動作により供給される回生エネルギーでは不足する分のエネルギーを前記エンジン発電機から前記蓄電装置に充電するように前記蓄電装置の電流指令を決定し、該電流指令を用いて、前記インバータの出力電力を前記エンジン発電機と前記蓄電装置とで制御することを特徴とするものである。

【発明の効果】

10

【0006】

本発明によると、エンジン発電機と蓄電装置をハイブリッド制御することで、従来と同じ運転を従来よりも小容量のエンジン発電機を用いても実施でき、エンジン発電機の出力は従来よりも減少させることができるため、エンジン発電機の燃料を削減できる。

【0007】

また、巻下動作後の巻上運転を待機時間無しで行え、さらに、制動抵抗器で消費させる回生電力量を削減できる。

【0008】

また、減速時に発生する制動エネルギーを有効利用するために蓄電することができる。

30

【0009】

また、次の運転動作に備えた蓄電装置の充電や、メンテナンス動作、つまり、経年変化による蓄電装置（電気二重層コンデンサ）の静電容量の低下の確認、及び緊急時の充電エネルギーの放出に対応可能である。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の方法を適用するエンジン発電機駆動型港湾荷役クレーン装置の構成を示すシステム構成図

【図2】本発明の第1の方法の処理手順を示すフローチャート

40

【図3】本発明の制御方法1を示す制御ブロック図

【図4】本発明の制御方法3を示す制御ブロック図

【図5】本発明の第2の方法の処理手順を示すフローチャート

【図6】本発明の第3の方法の処理手順を示すフローチャート

【図7】本発明の第4の方法の処理手順を示すフローチャート

【図8】従来の方法を適用したラフテレーンクレーン装置の構成を示す駆動・制御系のブロック図

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の方法の具体的な実施例について、図に基づいて説明する。

50

【実施例 1】

【0012】

図1は、本発明の方法を実施するエンジン発電機駆動型港湾荷役クレーン装置の構成を示すシステム構成図である。ここでは、トランクファーカークレーン（又はRTGC）と呼ばれるコンテナを荷役する門型クレーンを例にして実施例を説明する。

図において実線は電力系統に関する電気的な接続を示しており、破線は指令やフィードバックの信号に関する電気的な流れを示している。

エンジン発電機1により発生した交流電圧は、整流器5を介して直流電圧に変換されて、前記整流器2の出力側に巻上機用インバータ10、走行機用インバータ11、横行機用インバータ12、制動ユニット15、及び充放電装置28がつながれている。

10

また、クレーン操作器具50によるクレーンの操作信号は、クレーンコントローラ40を介して巻上機用インバータ10、走行機用インバータ11、横行機用インバータ12へ動作速度の指令として伝送され、巻上機用インバータ10が巻上機用モータ20の速度を制御して巻上機30を駆動し、走行機用インバータ11が走行機用モータ21の速度を制御して走行機31を駆動し、横行機用インバータ12が横行機用モータ22の速度を制御して横行機32を駆動する。

制動ユニット15はつながれた直流電圧値に応じて、制動抵抗器25へ電力を供給したり、停止したりすることができる。

ハイブリッド操作器具51は、充放電及び充放電制御方法をクレーンの状態に応じて自動切替する方法と、クレーンの状態に無関係に、操作器具（スイッチやボタン）を使用して手動切替する方法とを切替える。この切換え信号は、クレーンコントローラ40を介して充放電装置コントローラ48に伝送され、充放電装置18の制御方法を切替える。

20

充放電装置18には、例えば、昇降圧チョッパ回路により充電電流、放電電流を制御できるDC/DCコンバータを採用する。蓄電装置28には例えば、高速に充放電が可能な電気二重層コンデンサを採用する。蓄電装置28は充放電装置18の制御によって、電気的エネルギーの充電及び放電動作を行うことができる。

巻上機30及び、走行機31及び、横行機32が、電動動作によりエネルギーを必要とする場合には、エンジン発電機1と蓄電装置28を充放電装置18がハイブリッド制御してクレーンを動作させ、回生動作によりエネルギーが回生される場合には、エンジン発電機1と回生動作によるエネルギーを充放電装置18がハイブリッド制御して蓄電装置28へ充電する。なお、充放電装置18は、エンジン発電機の出力可能な電力範囲でエンジン発電機の出力電力を制御する（間接的にエンジン発電機を制御する）ものである。

30

【0013】

図2はエンジン発電機駆動型港湾荷役クレーン装置での巻上中に制御方法を切替える処理手順を示すフローチャートである。これらの処理はクレーンコントローラ40で行われる。

はじめに、ステップ1で巻上動作かどうか判断して巻上動作の場合に次のステップに進む。ステップ2で加速中かどうか判断し、加速中である場合に制御方法1を選択して加速中でない場合に次のステップへ進む。

次に、ステップ3で一定速中かどうか判断し、一定速中である場合に次のステップへ進む。ステップ4でロックかどうか判断し、ロックである場合に制御方法2を選択する。

40

ステップ3において一定速中でない場合、もしくはステップ4でロックではない場合に制御方法3を選択する。

なお、ロックとは吊具がコンテナを吊っている状態を示している。ちなみに、吊具がコンテナを吊っていない状態はアンロックと称される。

【0014】

図3は前記制御方法1を説明する制御ブロック図であり、クレーンコントローラ40は、エンジン発電機電力がエンジン発電機指令値に追従するようにDC/DCコンバータに流す電流値を制御する。制御方法は、例えばエンジン発電機電力とエンジン発電機指令値の偏差をPI（比例・積分）制御し、蓄電装置電流指令を決定する。この蓄電装置電流指

50

令を用いて蓄電装置の電流を制御する。このようにしてエンジン発電機電力を制御する。

ここで、制御ブロック内において、 P_{gen_ref} はエンジン発電機電力指令、 P_{gen} はエンジン発電機電力、 V_{sc} は蓄電装置の電圧、 K_{gen} はエンジン発電機特性定数、 τ_{gen} はエンジン発電機時定数、 P_{sc_ref} は蓄電装置電力指令、 P_{load} は負荷電力、 $P_{gen_ref}^*$ はエンジン発電機電力指令、 I_{sc_ref} は蓄電装置電流指令 (DC/DCコンバータ指令電流・制御入力)、PI は PI 制御部を示している。

【0015】

制御方法 1において、エンジン発電機電力指令は、巻上機用インバータのトルク指令値 T_{ref} と巻上機用モータの回転速度 ω_b から式 1 を用いて演算できる。

【数 1】

$$P_{gen_ref} = T_{ref} \times \omega_{ref} \times \eta_m \times \alpha \quad (\text{式 1})$$

式 1において、 η_m は巻上機インバータから負荷への電力伝達過程における伝導効率を示しており、0.9 ぐらいとなる。 α は巻上機用インバータの出力電力に対してどれだけをエンジン発電機が供給するかという割合を示したものである。前記のように、エンジン発電機は小容量のエンジン発電機が選択されているので、 α は 1 よりも小さい値としなければならない。すなわち、例えば α を 0.8 とした場合には、エンジン発電機が巻上機用インバータの出力電力の 80% を供給し、残りの 20% を蓄電装置が供給してハイブリッド制御する。

【0016】

制御方法 2 は、図 3 と同様の制御ブロック図において、エンジン発電機への電力指令のみを変更して実施する。

制御方法 2において、エンジン発電機電力指令は次のように求めることができる。

まず、現在の巻上高さ h_0 から巻上最大高さ h_{max} まで現在の重量 M を巻上するためには必要なエネルギー E_{req} は式 2 のように演算する。

【数 2】

$$E_{req} = M \times g \times (h_{max} - h_0) \quad (\text{式 2})$$

次に、現在の蓄電装置の電圧 V_0 から設定する蓄電装置の最低電圧 V_{min} まで蓄電装置が巻上機に供給できるエネルギー E_{sc} は式 3 のように演算する。

【数 3】

$$E_{sc} = \frac{1}{2} \times C_{sc} \times (V_0^2 - V_{min}^2) \times \eta_{sc} \quad (\text{式 3})$$

式 3において、 C_{sc} は蓄電装置（電気二重層コンデンサ）の静電容量、 η_{sc} は蓄電装置から巻上機へエネルギーを供給した場合の電気的な効率であり、例えば 0.7 ぐらいとなる。

また、現在の速度 v_0 で現在の巻上高さ h_0 から巻上最大高さ h_{max} まで巻上した場合に要する時間 t_{req} は式 4 のように演算する。

【数 4】

$$t_{req} = \frac{h_{max} - h_0}{v_0} \quad (\text{式 4})$$

ここで、現在の巻上高さ h_0 から巻上最大高さ h_{max} まで現在の重量 M を巻上するためには必要なエネルギー E_{req} は蓄電装置が巻上機に供給できるエネルギー E_{sc} とエンジ

10

20

30

40

50

ン発電機の電力指令 P_{gen_ref} から数式 5 のように演算する。

【数 5】

$$E_{req} = E_{sc} + P_{gen_ref} \times t_{req} \quad (\text{数式 } 5)$$

したがって、数式 5 に数式 2、数式 3、数式 4 を代入して制御方法 2 におけるエンジン発電機電力指令を数式 6 のように演算する。

【数 6】

$$P_{gen_ref} = \frac{v_0}{h_{max} - h_0} \times \left\{ M \times g \times (h_{max} - h_0) - \frac{1}{2} \times C_{sc} \times (V_0^2 - V_{min}^2) \times \eta_{sc} \right\} \quad (\text{数式 } 6)$$

10

【0017】

図 4 は前記制御方法 3 を説明する制御ブロック図であり、クレーンコントローラ 40 は、インバータ及び充放電装置の入力部の直流電圧がインバータ及び充放電装置の入力部の直流電圧の指令値に追従するように DC / DC コンバータに流す電流値を制御する。制御方法は、例えば、インバータ及び充放電装置の入力部の直流電圧とその指令値との偏差を PI (比例・積分) 制御して蓄電装置電流指令を決定する。このようにしてインバータ及び充放電装置の入力部の直流電圧を制御する。

本発明のようなハイブリッド設備を有していないクレーン装置では、巻上機が巻上動作を行うと、インバータ及び充放電装置の直流電圧は低下する。このような場合には、前記直流電圧の低下分を見込んでその直流電圧指令値を決定し、直流電圧部分に蓄電装置から充放電装置を介してエネルギーを供給するようすれば、蓄電装置に蓄えられたエネルギーを巻上動作に用いるようにできる。

20

ここで、直流電圧に変換される整流器の出力部からインバータの入力部にかけては DC リンクと称される。このため、制御ブロック内において、 V_{dc_ref} は DC リンク電圧指令、 V_{dc} は DC リンク電圧、 I_{dc} は DC リンク電流、 C_{dc} は DC リンクキャパシタンス、 P_{dc} は DC リンク電力という名称でそれらを示している。

【0018】

このように、巻上中にクレーンの状態に応じて制御方法を切替えてクレーンの状態に適した制御方法を自動的に採用するので、巻上加速中のように大きな負荷電力が必要な場合には制御方法 1 で、巻上一定速中のように常に必要な電力値がほとんど一定になる場合には制御方法 2 で、巻上減速中のように小さな負荷電力が必要な場合には制御方法 3 で、エンジン発電機が小容量であっても、エンジン発電機と蓄電装置の電力供給状態をハイブリッド制御することができ、操作性においても従来通りの巻上操作ができるのである。

30

【実施例 2】

【0019】

図 5 はエンジン発電機駆動型港湾荷役クレーン装置での巻下中に制御方法を切替える処理手順を示すフローチャートである。これらの処理はクレーンコントローラ 40 で行われる。

はじめに、ステップ 5 で巻下動作かどうか判断し、巻下動作の場合には次のステップに進む。ステップ 6 で加速中かどうか判断し、加速中でない場合に次のステップへ進む。ステップ 7 で減速中かどうか判断し、減速中でない場合（巻下げ動作が一定速の場合）に次のステップへ進む。ステップ 8 で蓄電装置の充電電圧が判定値以上かどうか判断し、判定値以上でない場合に制御方法 4 を選択する。ステップ 6 において加速中である場合、もしくはステップ 7 において減速中である場合、もしくはステップ 8 において蓄電装置の充電電圧が判定値以上である場合に制御方法 5 を選択する。

40

【0020】

ステップ 8 における蓄電装置の充電電圧の判定値は次のように演算することができる。

まず、現在の巻上高さ h_0 から巻上最大高さ h_{max} まで現在の重量 M を巻上するためには必要なエネルギー E_{req} は数式 2 と同様に演算する。次にエンジン発電機を最大の出

50

力電力 $P_{gen_ref_max}$ で現在の重量 M もしくは現在がアンロック状態であれば予測できる最大の重量を巻上するために必要な時間 t_{hoist} にエンジン発電機が供給可能なエネルギー E_{avail_EG} は数式 7 のように演算する。

【数 7】

$$E_{avail_EG} = P_{gen_ref_max} \times t_{hoist} \quad (\text{数式 } 7)$$

また、ある蓄電装置の電圧 V_{req} から設定する蓄電装置の最低電圧 V_{min} までに蓄電装置が巻上機に供給できるエネルギー E_{avail_sc} は数式 8 のように演算する。

【数 8】

$$E_{avail_sc} = \frac{1}{2} \times C_{sc} \times (V_{req}^2 - V_{min}^2) \times \eta_{sc} \quad (\text{数式 } 8)$$

10

ここで、現在の巻上高さ h_0 から巻上最大高さ h_{max} まで現在の重量 M もしくは現在がアンロック状態であれば、予測できる最大の重量を巻上するために必要なエネルギー E_{req} は蓄電装置が巻上機に供給できるエネルギー E_{avail_sc} とエンジン発電機の供給できるエネルギー E_{avail_EG} から数式 9 のように演算する。

【数 9】

$$E_{req} = E_{avail_sc} + E_{avail_EG} \quad (\text{数式 } 9)$$

20

したがって、数式 9 に数式 2、数式 7、数式 8 を代入してステップ 7 における蓄電装置の充電電圧の判定値を数式 10 のように演算する。

【数 10】

$$V_{req} = \sqrt{\frac{2}{\eta_{sc}} \times \{M \times g \times (h_{max} - h_0) - P_{gen_ref_max} \times t_{hoist}\} + V_{min}^2} \quad (\text{数式 } 10)$$

【0021】

制御方法 4 は、図 3 と同様の制御ブロック図において、エンジン発電機の電力指令のみを変更して実施する。

30

巻下動作時には、クレーンの次の巻上動作運転ができるように事前に考慮されなければならない。つまり、巻下動作による回生エネルギーが小さいと、この回生エネルギーを蓄電装置へ充電していても次の巻上動作のための蓄電エネルギーとしては不十分な場合がある。このとき、巻下動作による回生エネルギーに加え、エンジン発電機によりエネルギーを充電する。エンジン発電機の指令値は、エンジン発電機の出力可能な範囲内に設定され、エネルギーは充放電装置を介して蓄電装置へ充電される。エンジン発電機の指令値を大きくすればするほど、蓄電装置への急速な充電が可能となる。

【0022】

制御方法 5 は、図 4 と同様の制御ブロック図において、インバータ及び充放電装置の入力部の直流電圧の指令値のみ変更して実施する。

40

本発明のようなハイブリッド設備を有していないクレーン装置では、巻上機が巻下動作を行うと、インバータ及び充放電装置の直流電圧は上昇し、所定の電圧値以上になると、接続された制動ユニットが動作し、回生エネルギーを制動抵抗器で消費してしまう。そこで、インバータ及び充放電装置の直流電圧が、制動ユニットが動作する電圧値以下になるようその指令値を決定し、直流電圧部分から蓄電装置へ充放電装置を介してエネルギーを供給するようにすれば、巻下動作によって生じる回生エネルギーを有效地に蓄電装置に蓄えることができる。インバータ及び充放電装置の直流電圧の指令値は、巻上機が巻下動作を行った場合に、直流電圧が上昇して制動ユニットが動作するよりも小さくかつ、クレーンが動作しない状態でのインバータ及び充放電装置の直流電圧値よりも大きな値とすればよい。

50

尚、クレーンが動作しない状態でのインバータ及び充放電装置の直流電圧値よりも小さな指令値を与えてしまった場合には、エンジン発電機が動作して、巻下動作による回生エネルギーとエンジン発電機の発電エネルギーを蓄電装置へ充電することになる。

【0023】

以上のようにして、巻下中にクレーンの状態に応じて制御方法を切替えてクレーンの状態に適した制御方法を自動的に採用するので、蓄電装置の蓄電量が少ない場合には制御方法4が選択され、エンジン発電機の発電エネルギーと巻下回生動作による回生エネルギーの両方を蓄電装置へ蓄電できる。また、蓄電装置の蓄電量が十分な場合には制御方法5が選択され、巻下回生動作による回生エネルギーのみを蓄電装置へ蓄電することができる。

このように、エンジン発電機が小容量であっても、次回の巻上操作に備えてエンジン発電機と蓄電装置のハイブリッド制御により巻上操作が可能となるように蓄電装置へエネルギーを充電することができ、操作性においても従来通りの巻下操作ができるのである。

【実施例3】

【0024】

図6は、エンジン発電機駆動型港湾荷役クレーン装置での走行中に制御方法を切替える処理手順を示すフローチャートである。これらの処理はクレーンコントローラ40で行われる。

はじめに、ステップ9で、走行動作かどうか判断して走行動作の場合に次のステップに進む。ステップ10でDCリンクの電圧が判定値以上かどうか判断し、DCリンクの電圧が判定値以上でない場合に次のステップへ進む。ステップ11で蓄電装置の電圧が判定値以上かどうか判断し、蓄電装置の電圧が判定値以上である場合に次のステップに進む。ステップ12でエンジン発電機の電力が判定値以上かどうか判断し、エンジン発電機の電力が判定値以上である場合に制御方法6を選択する。

ステップ10で、DCリンクの電圧が判定値以上でない場合で、ステップ11で蓄電装置の電圧が判定値以上でない場合に次のステップに進む。ステップ13でエンジン発電機の電力が判定値以上かどうか判断し、エンジン発電機の電力が判定値以上である場合に制御方法7を選択する。

ステップ10で、DCリンクの電圧が判定値以上の場合に制御方法8を選択する。

また、ステップ12で、エンジン発電機の電力が判定値以上でない場合、もしくはステップ13でエンジン発電機の電力が判定値以上でない場合にはどの制御方法も選択しない。

ステップ11における蓄電装置の充電電圧の判定値は任意に決定することができる。

【0025】

制御方法6は、図3と同様の制御ブロック図において、エンジン発電機の電力指令値のみを変更して実施する。

走行運転が力行状態であれば、走行のためのエネルギーが必要であり、エンジン発電機から前記エネルギーは供給される。エンジン発電機の出力電力がその電力指令値を超えないよう制御されるが、電力指令値を超えるようとする分を蓄電装置が充放電装置を介して放電し供給する。そのため、エンジン発電機の電力指令値はエンジン発電機が出力可能な範囲内の値とすることができる。特に制御方法6の場合、蓄電装置の電圧が判定値以上の値であるので、エンジン発電機の電力指令値に小さな値を選定すれば、蓄電装置に蓄えられたエネルギーを多く使用するようにでき、エンジン発電機が供給するエネルギー量を軽減できる。

【0026】

制御方法7は、図3と同様の制御ブロック図において、エンジン発電機の電力指令値のみを変更して実施する。

制御方法6ではエンジン発電機の出力電力が指令値を超えないよう電力値を一定に制御して、エンジン発電機が供給するエネルギー量を軽減させることができる。制御方法7では、走行動作はどれくらい続くのか判断できず、蓄電装置の電圧が判定値以上ではない。そのため、蓄電装置に蓄えられたエネルギーは十分でないとし、前記エンジン発電機の

10

20

30

40

50

電力指令値に制御方法 6 で選定した値よりも大きな値を選定して、蓄電装置に蓄えられたエネルギーを僅かだけ使用するようにすると、エンジン発電機が供給するエネルギー量を軽減できる。

【 0 0 2 7 】

制御方法 8 は、図 4 と同様の制御ブロック図において、インバータ及び充放電装置の入力部の直流電圧の指令値のみを変更して実施する。

本発明のようなハイブリッド設備を有していないクレーン装置では、走行機が回生状態になると、インバータ及び充放電装置の直流電圧は上昇して所定値以上になると、接続された制動ユニットが動作し、回生エネルギーを制動抵抗器で消費させる。走行動作においても、インバータ及び充放電装置の直流電圧が、制動ユニットが動作する電圧値以下になるようにその指令値を決定し、直流電圧部分から蓄電装置へ充放電装置を介してエネルギーを供給するようにすれば、走行機の回生動作によって生じる回生エネルギーを蓄電装置に蓄えることができる。10

【 0 0 2 8 】

以上のようにして、走行中にクレーンの状態に応じて制御方法を切替えてクレーンの状態に適した制御方法を自動的に採用するので、蓄電装置の蓄電量が多い場合には制御方法 6 が選択され、走行時に多くのエネルギーを蓄電装置から供給する。蓄電装置に蓄えられたエネルギーが少ない場合には制御方法 7 が選択され、走行時に小容量化されたエンジン発電機のみでは供給できないエネルギー分を蓄電装置から供給し、走行時に回生動作となる場合には制御方法 8 が選択され、蓄電装置に回生エネルギーを蓄電することができる。20

このように、エンジン発電機が小容量であっても、エンジン発電機と蓄電装置の電力供給状態をハイブリッド制御することで、操作性においても従来通りの走行操作ができるのである。

【 実施例 4 】

【 0 0 2 9 】

図 7 はエンジン発電機駆動型港湾荷役クレーン装置でのクレーン非動作中に制御方法を切替える処理手順を示すフローチャートである。これらの処理はクレーンコントローラ 40 で行われる。

はじめにステップ 1 4 でクレーンが非動作かどうか判断してクレーンが非動作の場合に次のステップに進む。ステップ 1 5 では、設置されるスイッチ（ハイブリッド操作器具 5 1 のスイッチ）により充放電が自動的に行われるかどうか選択し、充放電が自動的に行われるようを選択されている場合に次のステップへ進む。ステップ 1 6 で蓄電装置の電圧が判定値以上かどうか判断し、蓄電装置の電圧が判定値以上でない場合に制御方法 9 を選択する。ステップ 1 5 で充放電が自動的に行われるようを選択されていない場合に次のステップへ進む。ステップ 1 7 では、設置されるスイッチ（ハイブリッド操作器具 5 1 のスイッチ）により手動で充電が行われるように選択されているかどうか選択し、手動で充電が行われるように選択されている場合に制御方法 1 0 を選択する。ステップ 1 7 で手動で充電が行われるように選択されていない場合に次のステップへ進む。ステップ 1 8 では、設置されるスイッチ（ハイブリッド操作器具 5 1 のスイッチ）により手動で放電が行われるように選択されているかどうか選択し、手動で放電が行われるように選択されているかどうか選択し、手動で放電が行われるように選択されている場合に制御方法 1 1 を選択する。また、ステップ 1 6 で蓄電装置の電圧が判定値以上である場合、もしくはステップ 1 8 で手動で放電が行われるように選択されていない場合にはどの制御方法も選択しない。3040

ステップ 1 6 における蓄電装置の充電電圧の判定値は数式 1 0 により演算することができる。

【 0 0 3 0 】

制御方法 9 は、図 3 と同様の制御ブロック図において、エンジン発電機の電力指令値のみを変更して実施する。

本発明によると、クレーンが待機中に次回の巻上動作運転ができるように事前に考慮されていなければならない。蓄電装置の蓄電電圧が判定値以下であり、蓄電装置に蓄えられ50

ている蓄電エネルギーが十分でない場合、エンジン発電機が発電したエネルギーを蓄電装置へ充電する必要がある。エンジン発電機が出力可能な任意の指令値で動作させ、充放電装置を介して蓄電装置へ充電するようとする。エンジン発電機の指令値はエンジン発電機の出力可能な範囲内に設定すれば、エネルギーは充放電装置を介して蓄電装置へ充電される。エンジン発電機の指令値を大きくするほど、蓄電装置への急速な充電が可能となる。

【0031】

制御方法10は、充放電装置の電流を直接制御することで蓄電装置へ充電する。

本発明によるとクレーンが待機中に蓄電装置に流れる電流を一定に制御することで、数式11の関係から蓄電装置の静電容量を算出することができる。

【数11】

10

$$1/C_{sc} \times \int idt = v \quad (\text{数式11})$$

ここで、 C_{sc} は静電容量、 i は蓄電装置に流す電流値、 v は蓄電装置に流した電流値により上昇した電圧値を示す。

この場合の電流指令値は充放電装置の許容電流値内であれば任意に設定することができる。

【0032】

制御方法11は、図4と同様の制御ブロック図において、インバータ及び充放電装置の入力部の直流電圧の指令値のみを変更して実施する。

20

本発明によるとクレーンが待機中に蓄電装置の蓄電エネルギーを放出したい場合に、インバータ及び充放電装置の直流電圧の指令値を前記制動ユニットが動作する電圧値以上に設定する。これにより、エネルギーを制動抵抗器で消費させ、インバータ及び充放電装置の直流電圧を前記指令値になるように、蓄電装置から充放電装置を介して放電させ、蓄電装置に蓄えられたエネルギーを放出する。

【0033】

このように、クレーンが非動作中にスイッチの選択状態に応じて制御方法を切替えて、エンジン発電機と蓄電装置をハイブリッド制御するので、制御方法9では待機中に次回の動作に必要なエネルギーを常に蓄電装置へ蓄電しておくことができ、制御方法10では定電流で充電することにより、経年変化により低下する蓄電装置（電気二重層コンデンサ）の静電容量を演算することができ、制御方法11ではメンテナンスなど緊急で蓄電装置に蓄えられたエネルギーを放出したい場合に速やかにエネルギーを放出することができる。

30

【0034】

本発明は、電動機の回生動作によりエネルギーの回生が生じ得るすべての電動機駆動用のインバータ制御装置とその運転方法に適用可能である。

【符号の説明】

【0035】

1 エンジン発電機

40

5 整流器

10 卷上機用インバータ

11 走行機用インバータ

12 横行機用インバータ

15 制動ユニット

18 充放電装置

20 卷上機用モータ

21 走行機用モータ

22 横行機用モータ

25 制動抵抗器

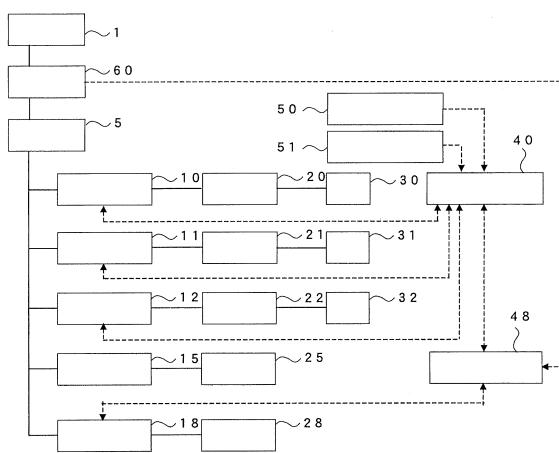
28 蓄電装置

30 卷上機

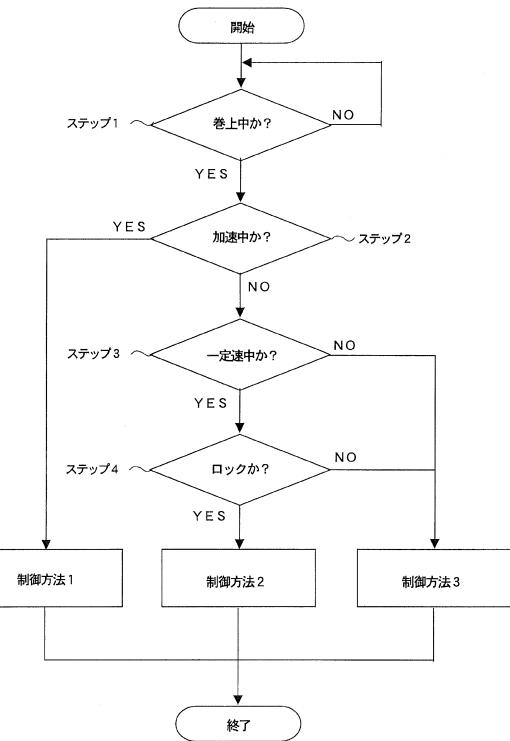
50

3 1	走行機	
3 2	横行機	
4 0	クレーンコントローラ	
4 8	充放電装置コントローラ	
5 0	クレーン操作器具	
5 1	ハイブリッド操作器具	
6 0	電力検出器	
1 0 5	エンジン	10
1 0 6	発電機	
1 0 7	バッテリー	
1 0 8	走行用電動機	
1 0 9	トランスマッショナ	
1 1 0	車輪（左前、右前）	
1 1 1	車輪（左後、右後）	
1 1 2	アクスル	
1 1 3	アクスル	
1 1 4	ブーム起状シリンド	
1 1 5	ブーム伸縮シリンド	
1 1 6	ブーム用電動機	
1 1 7	ブーム用油圧ポンプ	20
1 1 8	旋回用電動機	
1 1 9	減速機	
1 2 0	三巻ワインチ用電動機	
1 2 1	補巻ワインチ用電動機	
1 2 2	減速機	
1 2 3	減速機	
1 2 4	インバータ	
1 2 4 a	クレーン操作器具	
1 2 5	コントローラ	
1 2 6	エンジンコントローラ	30
A	上部旋回体（クレーン系）	
B	下部走行体（走行系）	

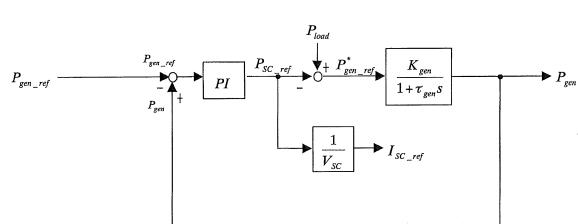
【図1】



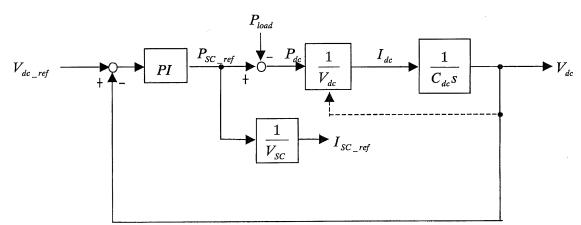
【図2】



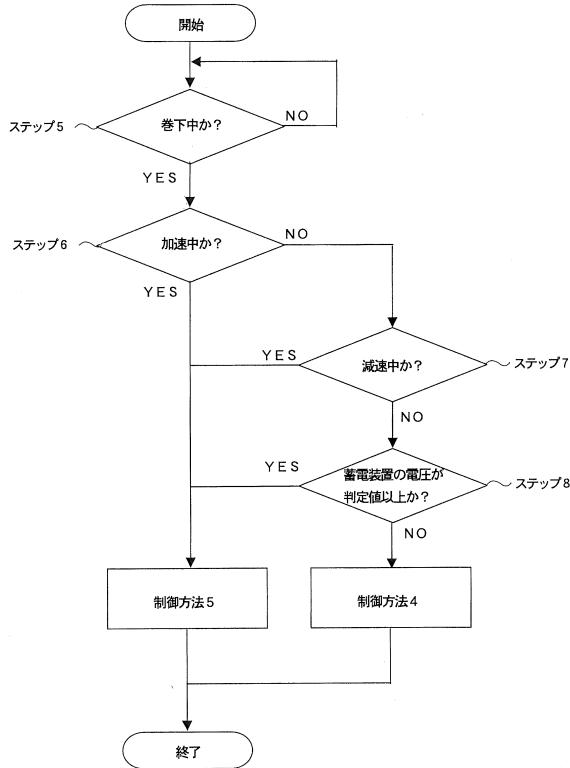
【図3】



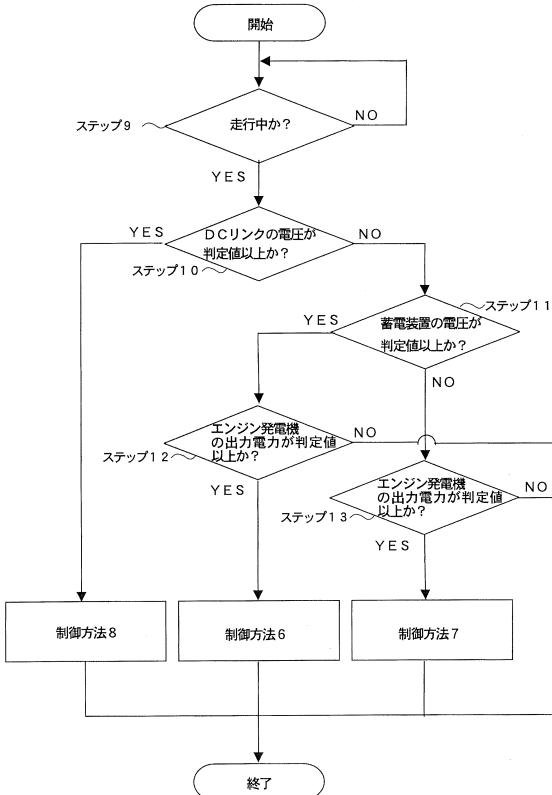
【図4】



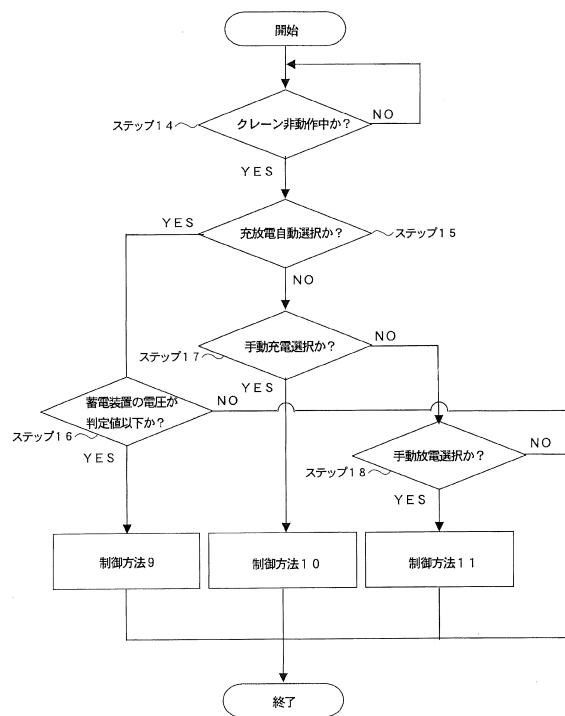
【図5】



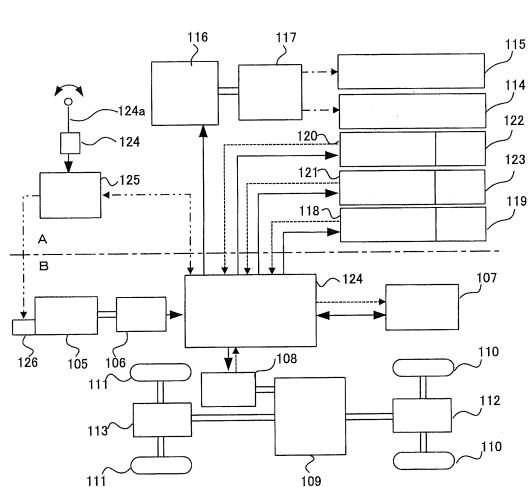
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-285165(JP,A)
特開2006-238519(JP,A)
特開2001-240326(JP,A)
特開2001-240324(JP,A)
特開2010-083639(JP,A)
特許第5501594(JP,B2)
特許第3960555(JP,B1)
特許第4897545(JP,B2)
特許第5646310(JP,B2)
特開2011-136838(JP,A)
特許第5410728(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B66C 13/18