

(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2011-136838

(P2011-136838A)

(43) 公開日 平成23年7月14日(2011.7.14)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 6 6 C 13/23 (2006.01)	B 6 6 C 13/23 Z	3 F 2 0 4
B 6 6 D 5/30 (2006.01)	B 6 6 D 5/30 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-241 (P2010-241)
(22) 出願日 平成22年1月4日 (2010.1.4)

(71) 出願人 502129933
株式会社日立産機システム
東京都千代田区神田練堀町 3 番地
(74) 代理人 100091096
弁理士 平木 祐輔
(72) 発明者 石川 智
茨城県日立市東多賀町一丁目 1 番 1 号 株
式会社日立産機システム内
Fターム(参考) 3F204 CA07

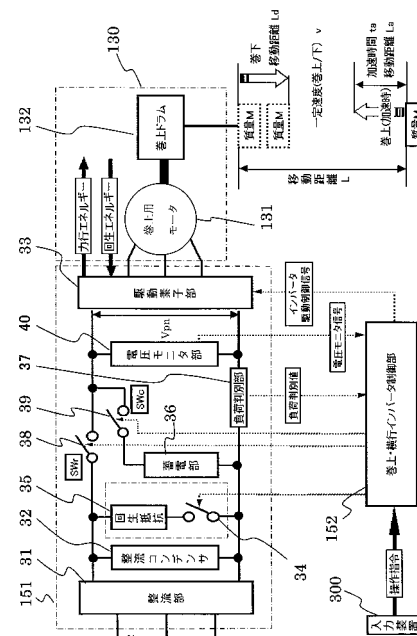
(54) 【発明の名称】 巻上機

(57) 【要約】

【課題】 巻き下げ動作で生じる回生エネルギーを巻き上げ動作に利用することにより、回生エネルギーおよび回生エネルギーを処理する回路等を有効利用することのできる巻上機を得る。

【解決手段】 本発明に係る巻上機は、モータが巻き下げ動作を行なうときに生じる回生電力を蓄電する装置を備えている。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

荷物の巻上と巻下を行う巻上機であって、
巻上動作と巻下動作を行なうモータと、
前記モータが巻下動作を行なうときに生じる回生電力を蓄電する蓄電装置と、
を備えたことを特徴とする巻上機。

【請求項 2】

前記蓄電装置と前記モータを接続するか否かを切り替える第 1 スイッチと、
前記第 1 スイッチを制御する制御部と、
を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の巻上機。

10

【請求項 3】

前記制御部は、
前記モータが前記巻上動作を行なう期間のうち前記モータを加速する期間において、
前記第 1 スイッチを ON にして前記蓄電装置と前記モータを接続し前記蓄電装置が蓄積
している電力を前記モータに供給する
ことを特徴とする請求項 2 記載の巻上機。

【請求項 4】

前記蓄電装置は、
前記モータが前記巻上動作を行なう期間のうち前記モータを加速する期間において前記
モータが必要とする電力を蓄積することができる容量を有し、
前記制御部は、
前記モータが巻下動作を行なうとき前記第 1 スイッチを ON にして前記回生電力を前記
蓄電装置に蓄積する
ことを特徴とする請求項 3 記載の巻上機。

20

【請求項 5】

前記モータが巻下動作を行なうときに生じる回生電力を消費する回生抵抗を備えた
ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の巻上機。

【請求項 6】

前記回生抵抗と前記モータを接続するか否かを切り替える第 2 スイッチを備え、
前記制御部は、
前記回生電力が前記蓄電装置の容量を超えて生じるときは、
前記第 2 スイッチを ON にして余剰の前記回生電力を前記回生抵抗で消費させる
ことを特徴とする請求項 5 記載の巻上機。

30

【請求項 7】

前記モータを駆動するインバータと、
前記第 2 スイッチが ON になっている状態で前記回生抵抗を前記モータに接続するか否
かをさらに切り替える第 3 スイッチと、
前記インバータの直流母線間電圧を検出する電圧モニタ部と、
を備え、
前記制御部は、
前記回生電力が前記蓄電装置の容量を超えて生じるときは、
前記第 2 スイッチを ON にするとともに前記第 3 スイッチを OFF にして前記回生抵抗
を前記モータから切断しておき、
前記直流母線間電圧が所定閾値以上となった時点で前記第 3 スイッチを ON にして余剰
の前記回生電力を前記回生抵抗で消費させる
ことを特徴とする請求項 6 記載の巻上機。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、巻上機に関するものである。

50

【背景技術】

【0002】

巻上機は、重い荷物をモータによって上方に巻き上げる装置である。巻上機の動作は、巻き上げ以外にも、荷物を上方から下方へ巻き下げる動作がある。このとき、鉛直下方向（巻き下げ方向）に L (m) 移動する質量 m (kg) の荷物は、重力加速度を g (m/s^2) とすると、 $m \times g \times L$ (J) の重力による位置エネルギーを失う。このエネルギーは、モータから生じる回生エネルギーとなる。

【0003】

例えば、モータを制御するためインバータを用いている場合、この回生エネルギーが素子の過電流などを引き起こし、故障の原因となる。そのため、回生エネルギーを処理する仕組みが必要である。

10

【0004】

従来のインバータを用いた巻上機では、回生エネルギーを抵抗器などに供給し、ジュール熱に変換して消費させる手法が用いられている。その他、下記特許文献1では、回生エネルギーをコンバータによって交流に変換し、電源側に交流帰還させている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2001-341987号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来のインバータを用いた巻上機では、巻き下げ動作で発生する回生エネルギーを消費するため、巻上機本来の動作とは関係のない抵抗器などの装置が必要となっていた。上記特許文献1においても同様に、本来の動作のために必要な回路構成とは別に、回生エネルギーを処理するためのコンバータが別途必要となる。

【0007】

このような、本来の動作のために必要な回路構成とは別に回生エネルギーを処理するための装置等を有する構成は、巻上機の構成上非効率であるのみならず、回生エネルギーを有効利用できていない点で、巻上機の省エネルギー化の観点から課題がある。

30

【0008】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、巻き下げ動作で生じる回生エネルギーを巻き上げ動作に利用することにより、回生エネルギーおよび回生エネルギーを処理する回路等を有効利用することのできる巻上機を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る巻上機は、モータが巻き下げ動作を行なうときに生じる回生電力を蓄電する装置を備えている。

【発明の効果】

【0010】

40

本発明に係る巻上機によれば、モータが巻き下げ動作を行なうときに生じる回生電力を貯めておき、巻上機本来の動作である巻き上げ動作を行なうときに貯めた電力を用いることができる。これにより、回生エネルギーおよびこれを処理するための回路等を有効利用して省エネルギー化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施の形態1に係るクレーン装置1000の構成図である。

【図2】巻上横行インバータ装置150と走行用インバータ装置230の機能ブロック図である。

【図3】巻上用インバータ151の回路図である。

50

【図 4】巻上用モータ 1 3 1 の動作過程を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 2】

<実施の形態 1>

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係るクレーン装置 1 0 0 0 の構成図である。クレーン装置 1 0 0 は、重い荷物を吊り上げて縦横に移動させる装置であり、巻上機 1 0 0、走行用装置 2 0 0、入力装置 3 0 0 を備える。

【0 0 1 3】

巻上機 1 0 0 は、荷物を図 1 の z 軸方向に巻き上げ、巻き上げた荷物を図 1 の x 軸方向に移動させる装置であり、クレーンフック 1 1 0、ワイヤロープ 1 2 0、巻上用装置 1 3 0、横行用装置 1 4 0、巻上横行インバータ装置 1 5 0 を備える。

【0 0 1 4】

クレーンフック 1 1 0 は、巻き上げる荷物を取り付ける部材である。クレーンフック 1 1 0 に荷物を取り付けてワイヤロープ 1 2 0 を巻上用装置 1 3 0 で巻き取ることにより、荷物を図 1 の z 軸方向に巻き上げ、または巻き下げる。

【0 0 1 5】

巻上用装置 1 3 0 は、巻上用モータ 1 3 1 を用いてワイヤロープ 1 2 0 を巻き上げ、または巻き下げる装置である。横行用装置 1 4 0 は、横行用モータ 1 4 1 を用いて巻上機 1 0 0 を後述の横行用ガーダー 2 2 0 に沿って図 1 の x 軸方向に移動させる装置である。

【0 0 1 6】

巻上横行インバータ装置 1 5 0 は、後述の図 2 で説明する巻上用インバータ 1 5 1 と横行用インバータ 1 5 3 を制御し、巻上用モータ 1 3 1 と横行用モータ 1 4 1 を駆動して上記動作を実行する。

【0 0 1 7】

走行用装置 2 0 0 は、図 1 の y 軸方向に巻上機 1 0 0 を移動させる装置であり、走行用モータ 2 1 0、横行用ガーダー 2 2 0、走行用インバータ装置 2 3 0、走行用ガーダー 2 4 0 を備える。

【0 0 1 8】

走行用モータ 2 1 0 は、走行用装置 2 0 0 を走行用ガーダー 2 4 0 に沿って図 1 の y 軸方向に移動させる。走行用インバータ装置 2 3 0 は、後述の図 2 で説明する走行用インバータ 2 3 2 を制御し、走行用モータ 2 1 0 を駆動して上記動作を実行する。

【0 0 1 9】

図 2 は、巻上横行インバータ装置 1 5 0 と走行用インバータ装置 2 3 0 の機能ブロック図である。以下、各装置の構成について説明する。

【0 0 2 0】

巻上横行インバータ装置 1 5 0 は、巻上用インバータ 1 5 1、巻上・横行用インバータ制御部 1 5 2、横行用インバータ 1 5 3 を備える。

【0 0 2 1】

巻上用インバータ 1 5 1 は、巻上用モータ 1 3 1 に周波数可変の交流電圧を印加して巻上用モータ 1 3 1 を所望の運転速度で駆動する。横行用インバータ 1 5 3 は、同様に横行用モータ 1 4 1 に周波数可変の交流電圧を印加して横行用モータ 1 4 1 を所望の運転速度で駆動する。

【0 0 2 2】

巻上・横行用インバータ制御部 1 5 2 は、巻上用インバータ 1 5 1 と横行用インバータ 1 5 3 の動作を制御することにより、巻上用モータ 1 3 1 と横行用モータ 1 4 1 を駆動制御する。また、巻上・横行用インバータ制御部 1 5 2 は、モータブレーキ 1 6 1 を稼働させ、または解除する。これにより、クレーンフック 1 1 0 に取り付けられている荷物を自由落下させることなく、安全に z 軸方向に移動させることができる。同様に、モータブレーキ 1 6 2 を稼働させ、または解除することにより、巻上機 1 0 0 を安全に x 軸方向に移動させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

巻上・横行用インバータ制御部 1 5 2 は、その機能を実現する回路デバイスのようなハードウェアを用いて構成することもできるし、マイコンや C P U (C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t) のような演算装置とその動作を規定するソフトウェアを用いて構成することもできる。

【 0 0 2 4 】

走行用インバータ装置 2 3 0 は、走行インバータ制御部 2 3 1、走行用インバータ 2 3 2 を備える。

【 0 0 2 5 】

走行用インバータ 2 3 2 は、走行用モータ 2 1 0 に周波数可変の交流電圧を印加して走行用モータ 2 1 0 を駆動する。

10

【 0 0 2 6 】

走行インバータ制御部 2 3 1 は、走行用インバータ 2 3 2 の動作を制御することにより走行用モータ 2 1 0 を所望の運転速度で駆動する。また、モータブレーキ 2 5 0 を稼働させ、または解除することにより、走行用装置 2 0 0 を安全に y 軸方向に移動させることができる。

【 0 0 2 7 】

走行インバータ制御部 2 3 1 は、その機能を実現する回路デバイスのようなハードウェアを用いて構成することもできるし、マイコンや C P U のような演算装置とその動作を規定するソフトウェアを用いて構成することもできる。

20

【 0 0 2 8 】

入力装置 3 0 0 は、巻上・横行用インバータ制御部 1 5 2 と走行インバータ制御部 2 3 1 に対して操作指令を出力する。巻上・横行用インバータ制御部 1 5 2 と走行インバータ制御部 2 3 1 は、この操作指令に基づき各インバータを制御し、これにより各モータを駆動制御して所望の動作を実行する。

【 0 0 2 9 】

図 3 は、巻上用インバータ 1 5 1 の回路図である。巻上用インバータ 1 5 1 は、整流部 3 1、整流コンデンサ 3 2、駆動素子部 3 3、回生駆動スイッチ 3 4、回生抵抗 3 5、蓄電部 3 6、負荷判別部 3 7、スイッチ S W r 3 8、スイッチ S W c 3 9、電圧モニタ部 4 0 を備える。

30

【 0 0 3 0 】

整流部 3 1 と整流コンデンサ 3 2 は、3 相交流電力を直流に変換する。駆動素子部 3 3 は、スイッチング素子などを用いて直流を交流に変換し、所望の周波数の交流電力を出力するインバータとして構成されている。

【 0 0 3 1 】

巻上・横行インバータ制御部 1 5 2 は、入力装置 3 0 0 から受け取った操作指令に基づき、インバータ駆動制御信号を駆動素子部 3 3 に出力する。駆動素子部 3 3 は、インバータ駆動制御信号に基づき、巻上用モータ 1 3 1 を所望の速度と回転力で駆動させるための交流電圧を、巻上用モータ 1 3 1 に印加する。巻上用モータ 1 3 1 は、印加された交流電圧によって駆動し、ワイヤロープ 1 2 0 を巻上ドラム 1 3 2 によって巻き上げ、または巻き下げて、荷物を所望の速度で上下に移動させる。

40

【 0 0 3 2 】

蓄電部 3 6 は、例えばキャパシタなどを用いて構成され、巻上用モータ 1 3 1 が巻き下げ動作を行なうときに生じる回生エネルギーを電気エネルギーとして蓄電する機能を有する。巻上・横行インバータ制御部 1 5 2 は、スイッチ S W c 3 9 を O N / O F F することにより、蓄電部 3 6 と駆動素子部 3 3 の間の接続を切り替える。回生エネルギーを蓄電するときはスイッチ S W c 3 9 を O N にし、蓄電しないときは O F F にする。また、蓄電部 3 6 が蓄電している電気エネルギーを放出するときは、スイッチ S W c 3 9 を O N にして蓄電部 3 6 を駆動素子部 3 3 に接続する。

【 0 0 3 3 】

50

蓄電部 36 の具体的な構成として、例えば大容量、高速充電、放電が可能な電気二重層キャパシタを用いることが考えられる。その他の蓄電機能を有するデバイス等を用いることもできる。ただし、蓄電容量、充放電するための時間などの仕様を、巻上機 100 が実際に持ち上げる荷物の重量、巻き下げ動作時に発生する回生エネルギーの量などに合わせて調整する必要がある。

【0034】

回生抵抗 35 は、蓄電部 36 が回生エネルギーを蓄電しないとき、回生エネルギーを熱エネルギーとして消費させるための電気抵抗である。巻上・横行インバータ制御部 152 は、スイッチ SWr 38 と回生駆動スイッチ 34 を ON / OFF することにより、回生抵抗 35 と駆動素子部 33 の間の接続を切り替える。回生エネルギーを消費させるときはスイッチ SWr 38 と回生駆動スイッチ 34 を ON にし、消費させないときは少なくともいずれか一方を OFF にする。スイッチ SWr 38 と回生駆動スイッチ 34 は、いずれか一方を設けずに省略してもよい。

【0035】

負荷判別部 37 は、クレーンフック 110 に取り付けられている荷物の重量を判別し、その判別結果を巻上・横行インバータ制御部 152 に出力する。荷物の重量を判別する手法には、任意の公知技術を用いることができる。また、負荷判別部 37 は例えば電流などの検出値のみを巻上・横行インバータ制御部 152 に出力し、実際に荷物の重量を算出する処理は巻上・横行インバータ制御部 152 が実行するようにしてもよい。

【0036】

電圧モニタ部 40 は、直流母線間電圧 Vpn を監視し、その測定値を巻上・横行インバータ制御部 152 に出力する。

【0037】

本発明における「第 1 スイッチ」は、スイッチ SWc 39 が相当する。「第 2 スイッチ」は、スイッチ SWr 38 が相当する。「第 3 スイッチ」は、回生駆動スイッチ 34 が相当する。

【0038】

以上、クレーン装置 1000 および巻上機 100 の構成を説明した。なお、図 3 では蓄電部 36 と回生抵抗 35 を双方備える構成を説明したが、蓄電部 36 の蓄電容量が必要とされる容量を満たし、充放電に要する時間が十分に短ければ、回生抵抗 35、スイッチ SWr 38、回生駆動スイッチ 34 を設けなくともよい。

【0039】

以上のように、本実施の形態 1 に係る巻上機 100 は、巻上用モータ 131 が巻き下げ動作を行なうときに生じる回生エネルギーを蓄電する蓄電部 36 を備える。これにより、回生エネルギーを全て消費させることなく貯めておき、後に巻き上げ動作を行なうときなどのエネルギー源として貯めておいた電気エネルギーを用いることができる。すなわち、回生エネルギーを有効利用することができるので、巻上機 100 の省エネルギー化の観点から好ましい。

【0040】

また、本実施の形態 1 において、巻上・横行インバータ制御部 152 は、スイッチ SWc 39 を ON / OFF することにより、蓄電部 36 に回生エネルギーを蓄電させるか否かを切り替えることができる。これにより、蓄電部 36 の充電容量に合った最適な充電時間で回生エネルギーを蓄電することができる。

【0041】

< 実施の形態 2 >

本発明の実施の形態 2 では、巻上機 100 の動作を、巻上用モータ 131 の巻き下げ動作によって生じる回生エネルギーの観点から詳細に検討する。また、蓄電部 36 が必要とする容量についても併せて検討する。なお、各機器の構成は実施の形態 1 と同様である。

【0042】

図 4 は、巻上用モータ 131 の動作過程を示すタイムチャートである。以下では、図 4

10

20

30

40

50

の各期間で生じる回生エネルギーおよび巻き上げ動作に必要なエネルギーについて検討する。

【 0 0 4 3 】

(1) 巻き下げ動作によって生じる回生エネルギー

巻下方向に荷物(質量 m)が移動すると、重力の位置エネルギーの減少分に相当する巻上用モータ 1 3 1 において回生エネルギー E_k として生じる。スイッチ $SWc 3 9$ を ON にすると、回生エネルギー E_k が蓄電部 3 6 に電荷として充電される。この充電エネルギーは、次の巻上動作に必要なエネルギー源として用いることができる。以下では、このメカニズムについて説明する。

【 0 0 4 4 】

図 3 の右下に示すように、質量 m (kg) の荷物が静止状態から距離 L (m) 巻下方向に速度 v (m/s) で移動したとき、重力加速度を g (m/s^2) とすれば、力学的エネルギー保存則により下記(式 1) が成立する。

【 0 0 4 5 】

【 数 1 】

$$m \times g \times L = E_k + \left(\frac{1}{2} \times M \times v^2 - \frac{1}{2} \times M \times 0^2 \right) \quad \dots (式 1)$$

【 0 0 4 6 】

上記(式 1) の右辺の第 1 項 E_k は重力による位置エネルギーの変化で生じる回生エネルギー(J) の総量を表し、第 2 項は質量 m (kg) の運動エネルギー(J) を表す。

【 0 0 4 7 】

生じた回生エネルギー E_k (J) は、蓄電部 3 6 に充電される充電エネルギー E (J) 、機械損を含む巻上用モータ 1 3 1 の効率損失(J) 、駆動素子部 3 3 の熱損(J) などの消費エネルギー E (J) 、および、回生抵抗 3 5 による熱損 E (J) に分解される。これにより、下記(式 2) が得られる。

【 0 0 4 8 】

【 数 2 】

$$E_k = E_\alpha + E_\beta + E_\gamma \quad \dots (式 2)$$

【 0 0 4 9 】

蓄電部 3 6 へ回生エネルギーを充電している期間では、巻上・横行インバータ制御部 1 5 2 はスイッチ $SWr 3 8$ を OFF にする。これにより、回生抵抗 3 5 への電流経路が遮断され、回生抵抗 3 5 が回生エネルギーを熱エネルギーとして消費することはない。すなわち、蓄電部 3 6 へ回生エネルギーを充電している期間では、 $E = 0$ (J) となる。

【 0 0 5 0 】

したがって、蓄電部 3 6 へ回生エネルギーを充電している期間では、上記(式 2) に基づき下記(式 3) が導かれる。

【 0 0 5 1 】

【 数 3 】

$$E_\alpha = E_k - E_\beta \leq E_k \quad \dots (式 3)$$

【 0 0 5 2 】

定格質量 M (kg) の荷物を定格速度 v_0 (m/s) で時間 t_R (s) だけ巻き下げて距離 L_d (m) 移動させると、上記(式 1) (式 3) より、下記(式 4) が成立する。蓄電部 3 6 の蓄電容量は、下記(式 4) の E (J) に基づき定めることができる。

【 0 0 5 3 】

10

20

30

40

【数 4】

$$E_a = M \times g \times L_d + \frac{1}{2} \times M \times (v_0^2 - v_0^2) \quad \dots (式 4)$$

$$= M \times g \times v_0 \times t_R$$

【0054】

(2) 巻上加速期間で必要となるエネルギー

巻上用モータ 131 の巻上動作において、定格質量 M (kg) の荷物を静止状態から速度 v_0 (m/s) に至るまで加速する時に必要となる巻上加速エネルギー E_a (J) は、加速期間中の移動距離を L_a (m) とすると、下記 (式 5) により得られる。

10

【0055】

【数 5】

$$E_a = M \times g \times L_a + \frac{1}{2} \times M \times v_0^2 \quad \dots (式 5)$$

【0056】

加速期間の時間を t_a (s) とし、加速度が加速期間中で一定であるとする、移動距離 L_a (m) は下記 (式 6) によって得られる。

【0057】

【数 6】

$$L_a = \int_0^{t_a} v dt \quad \dots (式 6)$$

$$= \frac{1}{2} \times v_0 \times t_a$$

20

【0058】

巻上加速期間 ($t - t_a$) において必要となるエネルギーを蓄電部 36 に蓄電されている電気エネルギーによって補うために必要な充電エネルギー E_a (J) は、蓄電部 36 の充電容量を C (F)、回生電圧を V_{pn} とすると、上記 (式 5) (式 6) より、下記 (式 7) で算出することができる。

30

【0059】

【数 7】

$$E_a = \frac{1}{2} \times C \times V_{pn}^2 = \frac{1}{2} \times M \times v_0^2 + \frac{1}{2} \times M \times g \times v_0 \times t_a \quad \dots (式 7)$$

$$= \frac{1}{2} \times M \times v_0 \times (v_0 + g \times t_a)$$

【0060】

蓄電部 36 に必要な充電容量 C (F) は、上記 (式 7) より、下記 (式 8) となる。

【0061】

40

【数 8】

$$C = M \times v_0 \times (v_0 + g \times t_a) \times V_{pn}^{-2} \quad \dots (式 8)$$

【0062】

例えば、定格質量 $M = 3000$ (kg)、巻上加速時間 $t_a = 2$ (s)、定格巻上速度 $v_0 = 0.15$ (m/s)、回生電圧 $V_{pn} = 370$ (V)、重力加速度 $g = 9.8$ (m/s²) とすると、(式 8) より $C = 0.045$ (F) となる。蓄電部 36 の充電容量は、この値を満たすようにすればよい。

【0063】

(3) 巻上加速期間と定格速度巻上期間に必要なエネルギーの合計

50

巻き上げ時の加速動作が完了し、定格速度 v_0 (m/s) で荷物を巻き上げる距離を L_u (m)、巻上動作時間を t_u (s) とする。この期間 ($t_a < t \leq t_a + t_u$) の巻上動作に必要な巻上エネルギー E_u (J) および L_u (m) は、それぞれ下記 (式 9) (式 10) で表される。

【0064】

【数 9】

$$E_u = E_a + M \times g \times L_u \quad \dots (式 9)$$

【0065】

【数 10】

$$L_u = v_0 \times t_u \quad \dots (数 10)$$

【0066】

巻上加速期間 ($t \leq t_a$) および定格速度巻き上げ期間 ($t_a < t \leq t_a + t_u$) において必要となるエネルギーを蓄電部 36 に蓄電されている電気エネルギーによって補うため蓄電部 36 が必要とする充電容量 C (F) は、(式 7) (式 9) (式 10) より、下記 (式 11) となる。

【0067】

【数 11】

$$C = M \times v_0 \times [v_0 + g(t_a + 2 \times t_u)] \times V_{pn}^{-2} \quad \dots (式 11)$$

【0068】

定格質量 $M = 3000$ (kg)、巻上加速時間 $t_a = 2$ (s)、定格巻上速度 $v_0 = 0.15$ (m/s)、回生電圧 $V_{pn} = 370$ (V)、定格速度巻上時間 $t_u = 10$ (s)、重力加速度 $g = 9.8$ (m/s²) とすると、(式 11) より $C = 0.71$ (F) となる。蓄電部 36 の充電容量は、この値を満たすようにすればよい。

【0069】

巻上加速期間 ($t \leq t_a$) と定格速度巻上期間 ($t_a < t \leq t_a + t_u$) の双方において必要となるエネルギーを、蓄電部 36 が蓄電している電気エネルギーのみによって補おうとすると、蓄電部 36 の充電容量 C が大きくなり、部品コストが大幅に高くなる可能性がある。そこで、例えば巻上加速期間 ($t \leq t_a$) において必要となるエネルギーのみ蓄電部 36 を用いて補うなどして、蓄電部 36 の充電容量 C を調整してもよい。

【0070】

このとき、蓄電部 36 の充電容量 C は比較的小さくなるので、回生エネルギーを全て充電することができない可能性がある。その場合は、回生抵抗 35 を併用し、蓄電部 36 が充電しきれない分を熱エネルギーとして消費させるとよい。

【0071】

以上、本実施の形態 2 では、巻上用モータ 131 の巻き下げ動作によって生じる回生エネルギーおよび蓄電部 36 が必要とする容量について説明した。

【0072】

< 実施の形態 3 >

本発明の実施の形態 3 では、巻上用モータ 131 の巻き下げ動作期間において生じる回生エネルギーを蓄電部 36 が充電する際の充電時間について検討する。なお、各機器の構成は実施の形態 1 と同様である。

【0073】

一般に、巻上機 100 を用いて巻き下げる荷物は毎回異なる場合がある。そのため、巻き下げ時に生じる回生エネルギーを蓄電部 36 に充電させる量を各回で等しく維持するためには、巻き下げる荷物の質量差を考慮に入れて、必要な充電時間を検討しなければならない。同様に、巻き下げ速度の差も考慮に入れる必要がある。以下、その検討過程を説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

質量 m (kg) の荷物が速度 v (m / s) で L_d' (m) の距離を巻下方向に移動する場合、移動時間を t_d (s) とすれば、生じる回生エネルギー E_d (J) は、上記 (式 4) より、下記 (式 1 2) となる。

【 0 0 7 5 】

【 数 1 2 】

$$\begin{aligned} E_d &= m \times v \times L_d' \\ &= m \times g \times v \times t_d \end{aligned} \quad \dots (式 1 2)$$

【 0 0 7 6 】

このとき蓄電部 3 6 に充電される充電エネルギー E_d (J) は、下記 (式 1 3) で表される。

【 0 0 7 7 】

【 数 1 3 】

$$E_d = \frac{1}{2} C \times V_{pn}^2 = m \times g \times v \times t_d \quad \dots (式 1 3)$$

【 0 0 7 8 】

質量 m (kg) の荷物を巻き下げた場合において、定格質量 M の荷物を巻き下げた場合の充電エネルギー E と等しい充電エネルギーを得るために必要な充電時間 t_d は、上記 (式 4) (式 1 2) (式 1 3) より、下記 (式 1 4) で算出することができる。

【 0 0 7 9 】

【 数 1 4 】

$$t_d = t_R \times \left(\frac{M}{m} \right) \times \left(\frac{v_0}{v} \right) = \frac{C \times V_{pn}^2}{2 \times M \times v_0 \times g} \times \left(\frac{M}{m} \right) \times \left(\frac{v_0}{v} \right) \quad \dots (式 1 4)$$

【 0 0 8 0 】

蓄電部 3 6 の充電容量 C (F) は、(式 8) または (式 1 1) いずれかで算出される値から選択することができる。

【 0 0 8 1 】

例えば、荷物質量 $m = M = 3000$ (kg) 、巻下速度 $v = v_0 = 0.15$ (m / s) 、回生電圧 $V_{pn} = 370$ (V) 、 $C = 0.045$ (F) 、重力加速度 $g = 9.8$ (m / s^2) とすると、 $t_d = 0.7$ (s) となる。同様に、荷物質量 $m = M / 2 = 1500$ (kg) 、巻下速度 $v = v_0 / 2 = 0.075$ (m / s) とした場合、 $t_d = 2.8$ (s) となる。回生エネルギーを蓄電部 3 6 に充電する時間 t_d は、以上の手順によって求められる。

【 0 0 8 2 】

以上、本実施の形態 3 では、巻上用モータ 1 3 1 の巻き下げ動作期間において生じる回生エネルギーを蓄電部 3 6 が充電する際の充電時間について説明した。

【 0 0 8 3 】

< 実施の形態 4 >

本発明の実施の形態 4 では、実施の形態 2 ~ 3 で説明した事項に基づき、巻上・横行インバータ制御部 1 5 2 が各スイッチを切り替える動作を説明する。各機器の構成は、実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 8 4 】

巻上・横行インバータ制御部 1 5 2 は、負荷判定部 3 7 より荷物質量 m を取得し、駆動素子部 3 3 が出力する交流電圧の周波数などに基づき巻下速度 v を取得し、さらには電圧モニタ部 4 0 から V_{pn} を取得して、上記演算式を用いて充電時間 t_d を算出する。

【 0 0 8 5 】

10

20

30

40

50

巻上・横行インバータ制御部 152 は、巻上用モータ 131 が巻き下げ動作を行なうときは、充電時間 t_d の間だけスイッチ $SWc39$ を ON にし、蓄電部 36 に回生エネルギーを充電させる。

【0086】

巻上・横行インバータ制御部 152 は、蓄電部 36 の充電が完了すると、スイッチ $SWc39$ を OFF にするとともにスイッチ $SWr38$ を ON にし、回生抵抗 35 をいつでも接続できるようにしておく。

【0087】

回生エネルギーによって直流母線電圧 V_{pn} が上昇して整流コンデンサ 32 に過電圧が印加されると、巻上用インバータ 151 が破損してしまう。そこで巻上・横行インバータ制御部 152 は、電圧モニタ部 40 の検出値を監視し、直流母線電圧 V_{pn} が所定の閾値まで上昇した時点で、回生駆動スイッチ 34 を ON にする。以後は、回生エネルギーは回生抵抗 35 で熱エネルギーとして消費され、直流母線間電圧 V_{pn} は降下する。これにより、巻上用インバータ 151 の過電圧破損を防ぐことができる。

【0088】

なお、巻上・横行インバータ制御部 152 は、より安全に巻上用インバータ 151 を動作させるため、蓄電部 36 の充電が完了した時点で、スイッチ $SWr38$ と回生駆動スイッチ 34 をともに ON にしてもよい。

【0089】

< 実施の形態 5 >

実施の形態 2 ~ 4 では、巻上加速期間 (t_{ta}) または定格速度巻上期間 ($t_a < t_{tu}$) において必要となるエネルギーを、一定速度 v で巻き下げるときに生じる回生エネルギーで補うことを説明した。本発明の実施の形態 5 では、加速巻下期間および減速巻下期間について説明する。

【0090】

図 4 の「巻下動作」期間では、一定速度 v で荷物を巻き下げる期間の前後で、加速巻下期間および減速巻下期間が存在する。加速巻下期間は、荷物が静止している状態から、巻下速度が一定速度 v に達するまでの期間である。減速巻下期間は、一定速度 v で荷物を巻き下げている状態から、荷物を静止させるまでの期間である。

【0091】

減速巻下期間があまりにも長いと、オペレータが荷物の巻き下げを停止するよう指示してから実際に荷物が静止するまでの時間が長くなり、荷物が地面などに衝突する可能性があるため、危険である。そこで、減速巻下期間は例えば 0.5 (s) 程度の短い時間に設定されることが望ましい。

【0092】

これに起因して、減速巻下期間では、巻上用モータ 131 の出力を大きくしてトルクを上げる必要がある。そのため、短い時間に大きな回生エネルギーが生じることになるので、過電圧が生じやすいといえる。

【0093】

そこで、巻上・横行インバータ制御部 152 は、減速巻下期間では常にスイッチ $SWr38$ と回生駆動スイッチ 34 をともに ON にし、回生エネルギーが回生抵抗 35 で確実に消費されるようにしてもよい。

【0094】

減速巻下期間と比較して、加速巻下期間に対する時間的制約は比較的緩いため、例えば加速巻下期間を長めに確保することにより、急激な電圧上昇を防ぐことができる。

【0095】

また、以上の実施の形態 2 ~ 4 では、一定速度 v で巻き下げるときに生じる回生エネルギーを蓄電部 36 に充電させることを説明したが、加速巻下期間または減速巻下期間で生じる回生エネルギーを充電させてもよい。

【0096】

10

20

30

40

50

< 実施の形態 6 >

以上の実施の形態 1 ～ 5 で説明した、回生エネルギーを蓄電部 3 6 に充電させて有効利用する手法は、走行用モータ 2 1 0 をモータブレーキ 2 5 0 で停止させるときに生じる回生エネルギーなどについても同様に適用することができる。

【 0 0 9 7 】

ただし、走行用装置 2 0 0 は、オペレータが入力装置 3 0 0 を用いて走行用装置 2 0 0 を停止させるよう指示してから実際に停止するまでの時間間隔に対する制約が緩いため、巻上機 1 0 0 と比較して回生エネルギーはあまり生じない。そのため回生エネルギーを有効利用する観点からは、大きな効果は得にくいといえる。

【 符号の説明 】

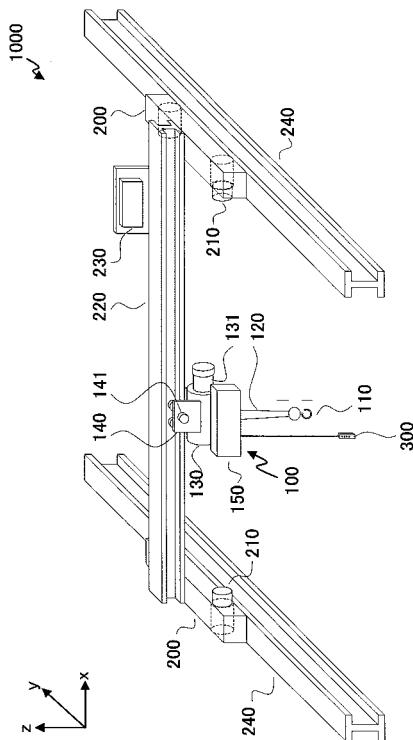
【 0 0 9 8 】

1 0 0 : 巻上機、1 1 0 : クレーンフック、1 2 0 : ワイヤロープ、1 3 0 : 巻上用装置、1 3 1 : 巻上用モータ、1 3 2 : 巻上ドラム、1 4 0 : 横行用装置、1 4 1 : 横行用モータ、1 5 0 : 巻上横行インバータ装置、1 5 1 : 巻上用インバータ、1 5 2 : 巻上・横行用インバータ制御部、1 5 3 : 横行用インバータ、1 6 1 ~ 1 6 2 : モータブレーキ、2 0 0 : 走行用装置、2 1 0 : 走行用モータ、2 2 0 : 横行用ガード、2 3 0 : 走行用インバータ装置、2 3 1 : 走行インバータ制御部、2 3 2 : 走行用インバータ、2 4 0 : 走行用ガード、2 5 0 : モータブレーキ、3 0 0 : 入力装置、3 1 : 整流部、3 2 : 整流コンデンサ、3 3 : 駆動素子部、3 4 : 回生駆動スイッチ、3 5 : 回生抵抗、3 6 : 蓄電部、3 7 : 負荷判別部、3 8 : スイッチ S w r、3 9 : スイッチ S W c、4 0 : 電圧モニタ部、1 0 0 0 : クレーン装置。

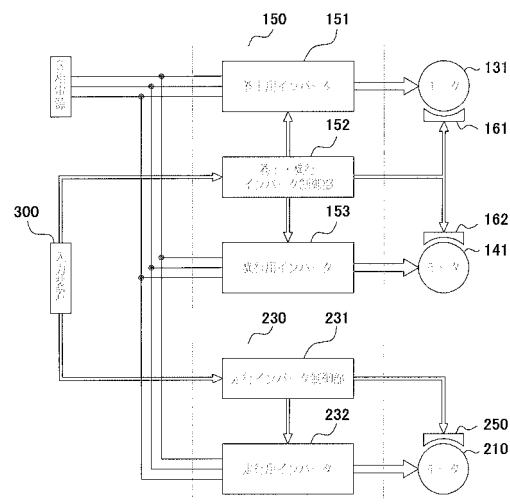
10

20

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 4 】

