

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5135191号
(P5135191)

(45) 発行日 平成25年1月30日(2013.1.30)

(24) 登録日 平成24年11月16日(2012.11.16)

(51) Int.Cl. F 1
B 6 6 C 1/08 (2006.01) B 6 6 C 1/08 E

請求項の数 3 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-315017 (P2008-315017) (22) 出願日 平成20年12月10日 (2008.12.10) (65) 公開番号 特開2010-137943 (P2010-137943A) (43) 公開日 平成22年6月24日 (2010.6.24) 審査請求日 平成22年4月8日 (2010.4.8)</p>	<p>(73) 特許権者 502246528 住友建機株式会社 東京都品川区大崎二丁目1番1号 (73) 特許権者 000002107 住友重機械工業株式会社 東京都品川区大崎二丁目1番1号 (74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦 (72) 発明者 佐野 公則 千葉県千葉市稲毛区長沼原町731番地1 住友建機製造株式会社内 審査官 加藤 昌人</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リフティングマグネット仕様の作業機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

リフティングマグネット装置に電気エネルギーを供給可能で、且つ、該リフティングマグネット装置が発生させる逆起電力によるエネルギーを回収可能な蓄電装置と、

前記リフティングマグネット装置に印加される電圧の向き及び大きさを制御する印加電圧制御装置と、

前記蓄電装置の充放電を制御しながら前記印加電圧制御装置の入力電圧を一定に維持する入力電圧維持装置と、を備え、

前記印加電圧制御装置は、前記リフティングマグネット装置の積放時に印加する逆電圧を所定電圧まで徐々に変化させる、

ことを特徴とするリフティングマグネット仕様の作業機械。

【請求項2】

前記印加電圧制御装置は、積放開始時から所定時間に亘って前記逆電圧を絶対値で前記所定電圧より低いレベルで維持した後に該逆電圧を前記所定電圧に切り換える、

ことを特徴とする請求項1に記載のリフティングマグネット仕様の作業機械。

【請求項3】

前記印加電圧制御装置は、前記逆電圧を一定の変化率で前記所定電圧まで変化させる、

ことを特徴とする請求項1に記載のリフティングマグネット仕様の作業機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、リフティングマグネット仕様の作業機械に関し、特に、釈放時にリフティングマグネットが有するエネルギーを回生できるリフティングマグネット仕様の作業機械に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

従来、強力な電磁石を利用して鉄材などの磁性部材を吸着し、移動先においてその電磁石の吸着力を釈放する、いわゆるリフティングマグネット仕様の作業機械が広く利用されている（例えば、特許文献1参照。）。このリフティングマグネット仕様の作業機械は、リフティングマグネット装置が蓄えたエネルギーを回生するための蓄電装置を備え、エネルギーの有効利用を図っている。

10

【特許文献1】国際公開第2006/080100号パンフレット

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 3 】

しかしながら、上述のリフティングマグネット仕様の作業機械は、釈放を迅速に行うために大きな逆電圧を利用するが、その結果として過電流を発生させてしまうので、リフティングマグネット装置が蓄えたエネルギーを回生するための電気回路における構成要素に大きな負担を掛けることとなってしまう。

【 0 0 0 4 】

20

上述の点に鑑み、本発明は、過電流を発生させることなくリフティングマグネット装置が蓄えたエネルギーを回生できる作業機械を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

上述の目的を達成するために、第一の発明に係るリフティングマグネット仕様の作業機械は、リフティングマグネット装置に電気エネルギーを供給可能で、且つ、該リフティングマグネット装置が発生させる逆起電力によるエネルギーを回収可能な蓄電装置と、前記リフティングマグネット装置に印加される電圧の向き及び大きさを制御する印加電圧制御装置と、前記蓄電装置の充放電を制御しながら前記印加電圧制御装置の入力電圧を一定に維持する入力電圧維持装置と、を備え、前記印加電圧制御装置は、前記リフティングマグネット装置の釈放時に印加する逆電圧を所定電圧まで徐々に変化させることを特徴とする。

30

【 0 0 0 6 】

また、第二の発明は、第一の発明に係るリフティングマグネット仕様の作業機械であって、前記印加電圧制御装置は、釈放開始時から所定時間に亘って前記逆電圧を絶対値で前記所定電圧より低いレベルで維持した後に該逆電圧を前記所定電圧に切り換えることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

また、第三の発明は、第一の発明に係るリフティングマグネット仕様の作業機械であって、前記印加電圧制御装置は、前記逆電圧を一定の変化率で前記所定電圧まで変化させることを特徴とする。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

上述の手段により、本発明は、過電流を発生させることなくリフティングマグネット装置が蓄えたエネルギーを回生できる作業機械を提供することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 0 9 】

以下、図面を参照しつつ、本発明を実施するための最良の形態の説明を行う。

【 0 0 1 0 】

図1は、本発明に係るリフティングマグネット仕様の作業機械の構成例を示す図であり、その作業機械（機械本体は図示せず。）にはエンジン1が搭載されている。

50

【 0 0 1 1 】

エンジン 1 の駆動軸 1 a には、エンジン 1 と共に電源を構成し、発電機としてだけでなく電動機としても機能する発電電動機 2 1、及び、油圧アクチュエータ用のメインポンプ 2 がそれぞれ、第一変速機 3 0、第二変速機 3 2 を介して平行に取付けられている。

【 0 0 1 2 】

第一変速機 3 0 は、発電電動機 2 1 の駆動軸 2 1 a に組み込まれたピニオン 3 4 と、エンジン 1 の駆動軸 1 a に組み込まれたギヤ 3 6 とによって構成され、発電電動機 2 1 側からエンジン 1 を見たときに減速機、エンジン 1 側から発電電動機 2 1 を見たときに増速機として機能する。

【 0 0 1 3 】

また、第二変速機 3 2 は、メインポンプ 2 の駆動軸 2 a に組み込まれたピニオン 3 8 と、エンジン 1 の駆動軸 1 a に組み込まれたギヤ 3 6 とによって構成され、メインポンプ 2 側からエンジン 1 を見たときに減速機、エンジン 1 側からメインポンプ 2 を見たときに増速機として機能する。

【 0 0 1 4 】

エンジン 1 は、変速機 3 0、3 2 を介して発電電動機 2 1 とメインポンプ 2 とを回転駆動し、発電電動機 2 1 は、交流電力を発電する。

【 0 0 1 5 】

メインポンプ 2 の吐出口は、方向切換機能を持つコントロールバルブ 1 2 の給油ポートに連通されている。コントロールバルブ 1 2 は、複数の切換位置を備えており、一方の切換位置における出力ポートには、ブーム用、アーム用、フォーク用等のシリンダ 1 3 が接続され、他方の切換位置における出力ポートには、右走行用及び左走行用の油圧モータ 1 9 が接続されている。

【 0 0 1 6 】

油圧アクチュエータの駆動のために高出力が要求される場合には、蓄電装置 2 0 からコンバータ 2 3 及び変換装置 2 2 を介して発電電動機 2 1 に電力が供給され、発電電動機 2 1 が電動機として駆動される。これにより、エンジン 1 のトルクアシストが行われてメインポンプ 2 からその要求された高出力に応じたポンプ出力が得られる。

【 0 0 1 7 】

発電電動機 2 1 で発電された交流電力は、変換装置 2 2 で直流電力に変換された後、直流ライン 1 0 (図の太線で示す。) に至る。

【 0 0 1 8 】

直流ライン 1 0 は、DC - DC コンバータ 7、変換装置 1 7、変換装置 2 2、及びコンバータ 2 3 を接続するラインであり、蓄電装置 2 0 の充放電によってその電圧が一定に保たれる。

【 0 0 1 9 】

DC - DC コンバータ 7 は、リフティングマグネット装置 8 に印加される直流電圧の向き及び大きさを制御する装置であり、リフティングマグネット装置 8 のコイル 8 a がその出力端子に接続され、その入力端子が直流ライン 1 0 に接続される。

【 0 0 2 0 】

変換装置 1 7 は、直流を交流に変換するインバータ機能、及び交流を直流に変換するコンバータ機能の双方を有し、作業機械における上部旋回体の旋回機構の駆動源としての機能を備えた発電電動機 1 8 がその出力端子に接続され、その入力端子が直流ライン 1 0 に接続される。

【 0 0 2 1 】

制御装置 9 は、吸着スイッチ、釈放スイッチ等の各種制御スイッチを備え、それら各種制御スイッチの操作に応じて制御信号を DC - DC コンバータ 7 及びコンバータ 2 3 に出力して、DC - DC コンバータ 7 の出力電圧を制御する。

【 0 0 2 2 】

コンバータ 2 3 は、直流ライン 1 0 の電圧を一定に制御する装置であり、リフティング

10

20

30

40

50

マグネット装置 8 で吸着が開始され直流ライン 10 からリフティングマグネット装置 8 に電流が流れ込み直流ライン 10 の電圧が下がろうとするときに蓄電装置 20 で放電を行わせ、一方で、リフティングマグネット装置 8 で釈放が開始されリフティングマグネット装置 8 から直流ライン 10 に電流が流れ込み直流ライン 10 の電圧が上がるとうとするときに蓄電装置 20 で充電を行わせるようにする。

【 0 0 2 3 】

蓄電装置 20 は、DC - DC コンバータ 7 及びコンバータ 23 を介したリフティングマグネット装置 8 との間の電気エネルギーの授受を可能とする装置である。すなわち、蓄電装置 20 は、リフティングマグネット装置 8 における対象物の釈放時には、コイル 8 a に蓄積されたエネルギーを直流電力として回収し、一方で、リフティングマグネット装置 8 における対象物の吸着時には、必要に応じてリフティングマグネット装置 8 に電力を供給する。

10

【 0 0 2 4 】

更に、蓄電装置 20 は、変換装置 17 及びコンバータ 23 を介した発電電動機 18 との間の電気エネルギーの授受を可能とする。すなわち、蓄電装置 20 は、発電電動機 18 のブレーキ時に発電される電気エネルギーを直流電力として回収し、一方で、発電電動機 18 の作動時には、必要に応じて発電電動機 18 に電力を供給する。

【 0 0 2 5 】

蓄電装置 20 は、例えば、ニッケル水素電池、鉛電池、リチウムイオン電池等の 2 次電池又は入出力密度の高い電気二重層コンデンサ（キャパシタ）である。

20

【 0 0 2 6 】

図 2 は、リフティングマグネット装置 8 の動作を説明するための波形図であり、上から順に、直流ライン 10 を流れる電流 I b、コイル 8 a を流れる電流 I a、及び DC - DC コンバータ 7 の出力電圧 V a の時間的な推移を示す。なお、横軸に配置される時間軸は、吸着段階、維持段階、及び釈放段階の三段階に区分される。

【 0 0 2 7 】

また、電流 I a、電流 I b の「+（プラス）」及び「-（マイナス）」は、電流の向きが逆であることを意味し、電圧 V a の「+」及び「-」は、印加される電圧の向きが逆であることを意味する。

【 0 0 2 8 】

最初に、制御装置 9 の吸着スイッチが操作されると、制御装置 9 は、変換装置 22 が交流から直流に変換したその直流電力を、DC - DC コンバータ 7 で所定レベルの直流電圧に変換させてリフティングマグネット装置 8 に供給させ、対象物の吸着を開始させる。

30

【 0 0 2 9 】

なお、吸着開始時において、制御装置 9 は、DC - DC コンバータ 7 により、リフティングマグネット装置 8 のコイル 8 a に定格電圧（例えば、+ 200 [V] である。）以上の電圧を印加させて強励磁を行わせる。このとき、制御装置 9 は、コンバータ 23 により、蓄電装置 20 の直流電力を DC - DC コンバータ 7 に供給させるようにしてもよい。

【 0 0 3 0 】

その強励磁から所定時間が経過すると、制御装置 9 は、DC - DC コンバータ 7 により、定格電圧の印加による定常励磁を行わせ、吸着した対象物を吸着したまま保持させる。

40

【 0 0 3 1 】

その後、制御装置 9 の釈放スイッチが操作されると、制御装置 9 は、DC - DC コンバータ 7 により、コイル 8 a に逆電圧（例えば、- 300 [V] である。）を印加させ、リフティングマグネット装置 8 を迅速に消磁させてキレの良い釈放を実現させるようにする。

【 0 0 3 2 】

このとき、リフティングマグネット装置 8 は、順電圧から逆電圧への切り換えに起因する逆起電力により、コイル 8 a を順方向に流れる電流（図 2 のプラス側となる電流 I a）をゼロ [アンペア] に向かって減速させ、更には、逆方向に流れる電流（図 2 のマイナス

50

側となる電流 I_a) を発生させて逡増させる。

【 0 0 3 3 】

また、直流ライン 10 は、瞬間的な過電流（領域 C R 2 参照。）を発生させながらも、吸着段階及び維持段階における順方向の電流（図 2 のプラス側となる電流 I_b ）とは逆向きである逆方向の電流（図 2 のマイナス側となる電流 I_b ）を発生させ、コイル 8 a に蓄積されたエネルギーを蓄電装置 20 に回収させる（第一回生段階：範囲 R G 1 参照。）。なお、この逆方向の電流（図 2 のマイナス側となる電流 I_b ）は、エネルギーの回収が進むにつれてゼロ [アンペア] に向かって逡減し、コイル 8 a に蓄積されたエネルギーの回収が終わった段階で方向を順方向に反転させて逡増する。

【 0 0 3 4 】

所定時間に亘って逆電圧を印加させた後、制御装置 9 は、D C - D C コンバータ 7 の出力電圧を再度反転させてリフティングマグネット装置 8 に定格電圧（+ 2 0 0 [V] ）を印加させ、その後、印加させた電圧を 0 [V] まで逡減させる。なお、これまでの二回の反転（図の時点 T M 1 及び T M 2 における電圧の反転）は、リフティングマグネット装置 8 及び対象物の消磁を確実にするためのものである。

【 0 0 3 5 】

このとき、リフティングマグネット装置 8 は、逆電圧から順電圧への切り換えに起因する逆起電力により、コイル 8 a を逆方向に流れる電流（図 2 のマイナス側となる電流 I_a ）をゼロ [アンペア] に向かって逡減させる。なお、コイル 8 a を逆方向に流れる電流は、先に蓄電装置 20 に回収されたエネルギーとは別のエネルギーをコイル 8 a に発生させている。

【 0 0 3 6 】

また、直流ライン 10 は、再度、逆方向の電流（図 2 のマイナス側となる電流 I_b ）を生じさせ、コイル 8 a に蓄積されたその別のエネルギーを蓄電装置 20 に回収させる（第二回生段階：範囲 R G 2 参照。）。

【 0 0 3 7 】

このようにして、リフティングマグネット仕様の作業機械は、リフティングマグネット装置 8 が蓄えたエネルギーを電圧反転時（特に釈放開始時）に蓄電装置 20 に回生することができる。

【 0 0 3 8 】

次に、図 3 を参照しながら、D C - D C コンバータ 7 の動作について説明する。図 3 は、D C - D C コンバータ 7 の各種状態を示す図であり、図 3 (A) が主に吸着段階及び維持段階における状態に対応する順方向印加状態を示し、図 3 (B) が主に釈放段階における状態に対応する逆方向印加状態を示す。

【 0 0 3 9 】

また、図 3 (C) は、順方向印加状態から逆方向印加状態に切り換えた場合の第一回生段階（図 2 の範囲 R G 1 参照。）の状態を示し、図 3 (D) は、逆方向印加状態から順方向印加状態に切り換えた場合の第二回生段階（図 2 の範囲 R G 2 参照。）の状態を示す。

【 0 0 4 0 】

D C - D C コンバータ 7 は、リフティングマグネット装置 8 に印加される電圧の向き及び大きさを制御する装置であり、例えば、四つの半導体スイッチング素子 T 1 ~ T 4、及び、四つの逆並列ダイオード D 1 ~ D 4 を有する H ブリッジ回路から構成され、作業機械の操作者による操作に対応する制御信号を制御装置 9 から受信して、リフティングマグネット装置 8 に印加される電圧の向き及び大きさを制御する。

【 0 0 4 1 】

また、D C D C コンバータ 7 は、例えば、P W M 制御により四つの半導体スイッチング素子 T 1 ~ T 4 のそれぞれにおける導通状態を制御し、パルス幅を変更することで出力電圧の大きさを変化させる（パルス幅が大きくパルス間隔が小さい程出力電圧の値は大きくなる。）。なお、以下において四つの半導体スイッチング素子 T 1 ~ T 4 のそれぞれは、特に説明が無い限り非導通状態であるものとする（非導通状態にある半導体スイッチン

10

20

30

40

50

グ素子は灰色で示される。)。

【 0 0 4 2 】

最初に、制御装置 9 の吸着スイッチが押下され吸着段階が開始されると、DC - DC コンバータ 7 は、制御装置 9 からその旨を通知する制御信号を受信し、半導体スイッチング素子 T 1 及び T 4 を導通させて、図 3 (A) の順方向印加状態を作り出す。

【 0 0 4 3 】

このときに DC - DC コンバータ 7 を流れる電流を点線矢印 A R 1 及び A R 2 で示し、また、このときにリフティングマグネット装置 8 のコイル 8 a を流れる電流 (図示せず。) を順方向コイル電流とする。

【 0 0 4 4 】

その後、制御装置 9 の釈放スイッチが押下されない限り (維持段階が継続する限り)、DC - DC コンバータ 7 は、この順方向印加状態を維持する。

【 0 0 4 5 】

その後、制御装置 9 の釈放スイッチが押下され釈放段階が開始されると、DC - DC コンバータ 7 は、制御装置 9 からその旨を通知する制御信号を受信し、半導体スイッチング素子 T 2 及び T 3 を導通させて、図 3 (B) の逆方向印加状態を作り出す。

【 0 0 4 6 】

このときに DC - DC コンバータ 7 を流れる電流を点線矢印 A R 3 及び A R 4 で示し、また、このときにリフティングマグネット装置 8 のコイル 8 a を流れる電流 (図示せず。) を逆方向コイル電流とする。

【 0 0 4 7 】

順方向印加状態及び逆方向印加状態で DC - DC コンバータ 7 を流れる電流は何れも、直流ライン 1 0 からリフティングマグネット装置 8 に向かう電流である。

【 0 0 4 8 】

一方、順方向印加状態から逆方向印加状態への切り換えが行われると (図 2 の時点 T M 1 参照。)、リフティングマグネット装置 8 は、その自己誘導に起因する逆起電力により順方向コイル電流を流し続け、図 3 (C) の第一回生状態を作り出す。なお、第一回生状態における半導体スイッチング素子の状態は、逆方向印加状態における半導体スイッチング素子の状態に等しい。

【 0 0 4 9 】

このときに DC - DC コンバータ 7 を流れる電流を点線矢印 A R 5 及び A R 6 で示し、この第一回生状態は、順方向印加状態のときにコイル 8 a に蓄えられたエネルギーが無くなるまで (順方向コイル電流がゼロになるまで)、所定時間に亘って継続され (図 2 の範囲 R G 1 参照。)、本実施例の釈放段階においては、その後、図 3 (B) の逆方向印加状態に移行する。

【 0 0 5 0 】

また、逆方向印加状態から順方向印加状態への切り換えが行われると (図 2 の時点 T M 2 参照。)、リフティングマグネット装置 8 は、その自己誘導に起因する逆起電力により逆方向コイル電流を流し続け、図 3 (D) の第二回生状態を作り出す。なお、第二回生状態における半導体スイッチング素子の状態は、順方向印加状態における半導体スイッチング素子の状態に等しい。

【 0 0 5 1 】

このときに DC - DC コンバータ 7 を流れる電流を点線矢印 A R 7 及び A R 8 で示し、この第二回生状態は、逆方向印加状態のときにコイル 8 a に蓄えられたエネルギーが無くなるまで (逆方向コイル電流がゼロになるまで)、所定時間に亘って継続され (図 2 の範囲 R G 2 参照。)、本実施例の釈放段階においては、その後、停止状態 (何れの出力電圧も発生させない状態) に以降する。

【 0 0 5 2 】

次に、図 4 を参照しながら、コンバータ 2 3 の動作について説明する。図 4 は、コンバータ 2 3 の各種状態を示す図であり、図 4 (A) が蓄電装置 2 0 を放電する際の状態を示

10

20

30

40

50

し、図4(B)が蓄電装置20を充電する際の状態を示す。

【0053】

コンバータ23は、直流ライン10の電圧を一定に維持するための装置であり、例えば、二つの半導体スイッチング素子T5、T6、二つのダイオードD5、D6、コイルL、及びコンデンサCから構成される。

【0054】

コンバータ23は、リフティングマグネット装置8に電力が供給され直流ライン10の電圧が低下した場合に、蓄電装置20を放電させて直流ライン10の電圧を一定に維持するようにする。

【0055】

また、コンバータ23は、リフティングマグネット装置8から電力が回生され直流ライン10の電圧が上昇した場合には、蓄電装置20を充電させることで直流ライン10の電圧を一定に維持するようにする。

【0056】

最初に、蓄電装置20の放電について説明すると、コンバータ23は、直流ライン10に設置された電圧計(図示せず。)の出力に基づいて直流ライン10の電圧が低下したことを検出し、或いは、直流ライン10に設置された電流計(図示せず。)の出力に基づいて直流ライン10からDC-DCコンバータ7に電流が流出したことを検出すると、図4(A)に示すように、パルス状の駆動信号(パルス幅W1、パルス間隔W2とする。)を半導体スイッチング素子T6に与えるようにする。

【0057】

半導体スイッチング素子T6に駆動信号が入力され半導体スイッチング素子T6が導通状態になると(ONになると)、矢印AR9で示す方向に電流が流れ、パルス幅W1の期間に亘って半導体スイッチング素子T6を流れる電流が増大し、コイルLにも半導体スイッチング素子T6を流れる電流と同じ電流が流れることとなる。

【0058】

その後、半導体スイッチング素子T6が非導通状態になると(OFFになると)、コイルLを流れていた電流がコイルLの自己誘導によりパルス間隔W2の期間に亘って減少しながら矢印AR10で示す方向に流れ、ダイオードD5にもコイルLを流れる電流と同じ電流が流れることとなる。

【0059】

なお、半導体スイッチング素子T5は、蓄電装置20を放電させる場合、常に非導通状態(灰色で示す。)となっている。

【0060】

このようにして、コンバータ23は、半導体スイッチング素子T6が導通状態のときにコイルLに蓄えたエネルギー(蓄電装置20に蓄えられていた電気エネルギーである。)を、半導体スイッチング素子T6が非導通状態のときに直流ライン10に供給(放電)し、直流ライン10を昇圧させるようにする。

【0061】

また、コンバータ23は、PWM制御によりパルス幅W1及びパルス間隔W2を変化させて蓄電装置20から直流ライン10に供給されるエネルギー量を制御するようにしてもよい。

【0062】

次に、蓄電装置20の充電について説明すると、コンバータ23は、直流ライン10に設置された電圧計(図示せず。)の出力に基づいて直流ライン10の電圧が上昇したことを検出し、或いは、直流ライン10に設置された電流計(図示せず。)の出力に基づいてDC-DCコンバータ7から直流ライン10に電流が流入したことを検出すると、図4(B)に示すように、パルス状の駆動信号(パルス幅W3、パルス間隔W4とする。)を半導体スイッチング素子T5に与えるようにする。

【0063】

10

20

30

40

50

半導体スイッチング素子T5に駆動信号が入力され半導体スイッチング素子T5が導通状態になると(ONになると)、矢印AR11で示す方向に電流が流れ、パルス幅W3の期間に亘って半導体スイッチング素子T5を流れる電流が増大し、コイルLにも半導体スイッチング素子T5を流れる電流と同じ電流が流れることとなる。

【0064】

その後、半導体スイッチング素子T5が非導通状態になると(OFFになると)、コイルLを流れていた電流がコイルLの自己誘導によりパルス間隔W4の期間に亘って減少しながら矢印AR12で示す方向に流れ、ダイオードD6にもコイルLを流れる電流と同じ電流が流れることとなる。

【0065】

なお、半導体スイッチング素子T6は、蓄電装置20を充電する場合、常に非導通状態(灰色で示す。)となっている。

【0066】

このようにして、コンバータ23は、半導体スイッチング素子T5が導通状態のときにリフティングマグネット装置8から回生されたエネルギーを蓄電装置20に供給(充電)し、直流ライン10を降圧させるようにする。

【0067】

また、コンバータ23は、PWM制御によりパルス幅W3及びパルス間隔W4を変化させて直流ライン10から蓄電装置20に供給されるエネルギー量を制御するようにしてもよい。

【0068】

なお、コンバータ23は、制御装置9からの制御信号(例えば、吸着開始や釈放開始を伝える制御信号である。)に応じて蓄電装置20の充放電を切り換えるようにしてもよい。

【0069】

次に、図5を参照しながら、直流ライン10における過電流の発生を防止する方法について説明する。なお、図5(A)は、図2における領域CR1を拡大した図であり、図5(B)は、図2における領域CR2を拡大した図である。

【0070】

図5(A)は、リフティングマグネット装置8の釈放時にDC-DCコンバータ7の出力電圧Vaを+200[V]から-300[V]に瞬時に切り換える場合のその電圧値の推移を破線で示し、また、DC-DCコンバータ7の出力電圧Vaを+200[V]から-50[V]に切り換える、その逆電圧を短期間だけ維持した後に(例えば、50ミリ秒であり、釈放段階全体の期間(例えば、2~3秒間である。)に比べると僅かなものである。)、-300[V]に切り換える場合のその電圧値の推移を実線で示す。

【0071】

また、図5(B)は、図5(A)の破線で示されたようにDC-DCコンバータ7の出力電圧Vaを推移させる場合に対応する、釈放開始直後の直流ライン10における電流Ibの推移を同じく破線で示し、また、図5(A)の実線で示されたようにDC-DCコンバータ7の出力電圧Vaを推移させる場合に対応する、釈放開始直後の直流ライン10における電流Ibの推移を同じく実線で示す。

【0072】

図5(B)に示すように、DC-DCコンバータ7の出力電圧Vaを+200[V]から-50[V]に瞬時に切り換えた場合に発生する瞬間最大電流(リフティングマグネット装置8から直流ライン10に流れる電流Ibの最大値である。)は、DC-DCコンバータ7の出力電圧Vaを+200[V]から-300[V]に瞬時に切り換えた場合に発生する瞬間最大電流より差DP1だけ小さくなっている。

【0073】

このように、釈放開始時にDC-DCコンバータ7で発生させる逆電圧を-50[V]及び-300[V]の二段階で切り換えることにより、電流ライン10に流れ込む過電流

10

20

30

40

50

を抑制することができ、コンバータ23（特に、半導体スイッチング素子T5及びダイオードD5である。）に掛かる負荷を抑制することができる。

【0074】

次に、図6を参照しながら、直流ライン10における過電流の発生を防止する別の方法について説明する。なお、図6(A)は、図5(A)と同様、図2における領域CR1を拡大した図であり、図6(B)は、図5(B)と同様、図2における領域CR2を拡大した図である。

【0075】

図6(A)は、リフティングマグネット装置8の釈放時にDC-DCコンバータ7の出力電圧Vaを+200[V]から-300[V]に瞬時に切り換える場合のその電圧値の推移を破線で示し、また、DC-DCコンバータ7の出力電圧Vaを+200[V]から-300[V]まで所定期間（例えば、50ミリ秒である。）に亘って徐々に変化させる場合のその電圧値の推移を実線で示す。

10

【0076】

また、図6(B)は、図6(A)の破線で示されたようにDC-DCコンバータ7の出力電圧Vaを推移させる場合に対応する、釈放開始直後の直流ライン10における電流Ibの推移を同じく破線で示し、また、図6(A)の実線で示されたようにDC-DCコンバータ7の出力電圧Vaを推移させる場合に対応する、釈放開始直後の直流ライン10における電流Ibの推移を同じく実線で示す。

【0077】

図6(B)に示すように、DC-DCコンバータ7の出力電圧Vaを+200[V]から-300[V]まで50ミリ秒間で徐々に変化させる場合に発生する瞬間最大電流（リフティングマグネット装置8から直流ライン10に流れる電流Ibの最大値である。）は、DC-DCコンバータ7の出力電圧Vaを+200[V]から-300[V]に瞬時に切り換えた場合に発生する瞬間最大電流より差DP2だけ小さくなっている。

20

【0078】

このように、釈放開始時にDC-DCコンバータ7で発生させる出力電圧Vaを+200[V]から-300[V]まで一定の変化率で変化させることにより、電流ライン10に流れ込む過電流を抑制することができ、コンバータ23（特に、半導体スイッチング素子T5及びダイオードD5である。）に掛かる負荷を抑制することができる。

30

【0079】

以上の方法により、本実施例に係る作業機械は、過電流を発生させることなくリフティングマグネット装置8が蓄えたエネルギーを回生することができる。

【0080】

また、本実施例に係る作業機械は、釈放開始時の僅かな期間にリフティングマグネット装置8に掛かる印加電圧の大きさを制御するので、釈放のキレ具合に影響を与えることもない。

【0081】

なお、特許請求範囲における用語「印加電圧制御装置」は、本実施例におけるDC-DCコンバータ7に相当し、用語「入力電圧維持装置」は、本実施例におけるコンバータ23に相当する。

40

【0082】

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。

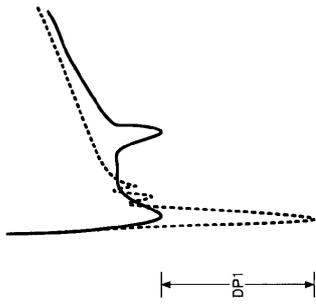
【0083】

例えば、上述の実施例では、-50V、-300Vの二段階のステップで逆電圧を変化させる方法を説明するが、三段階以上のステップで逆電圧を変化させるようにしてもよい。

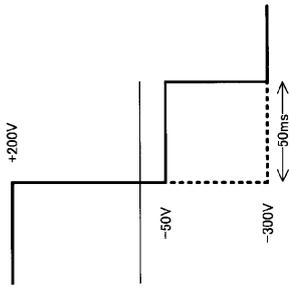
【0084】

50

【 5 】

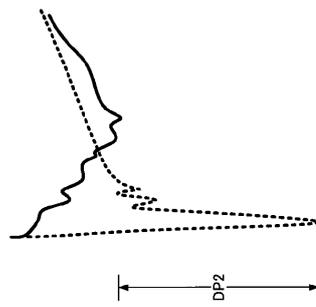


(B)

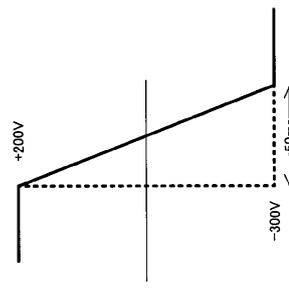


(A)

【 6 】

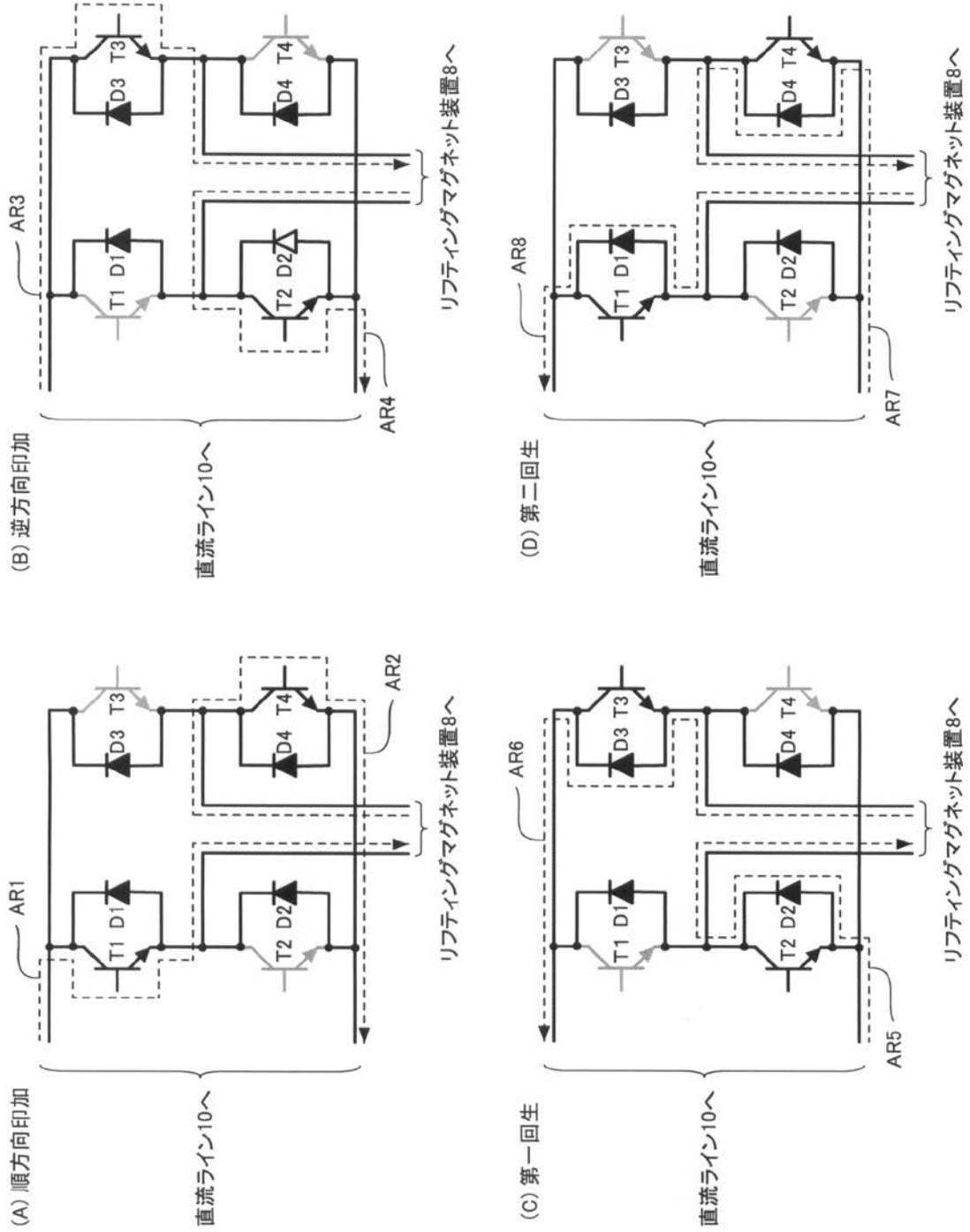


(B)

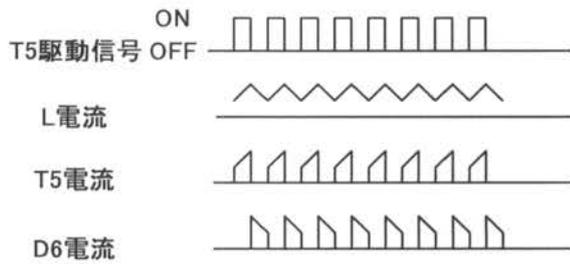
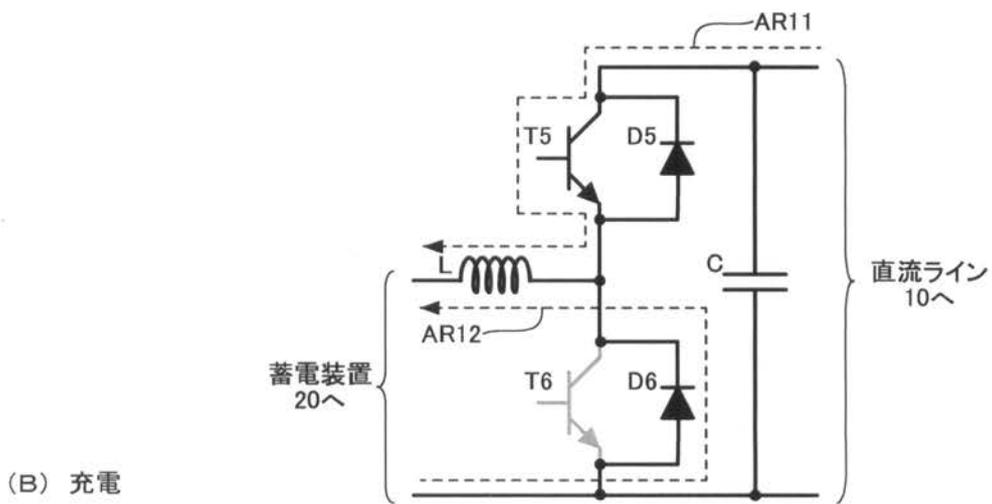
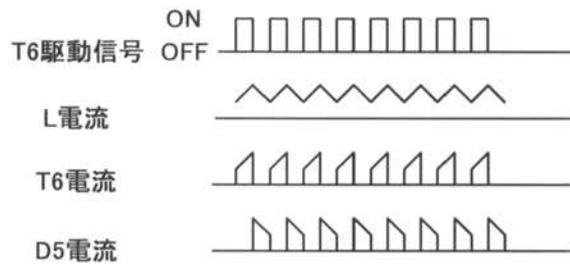
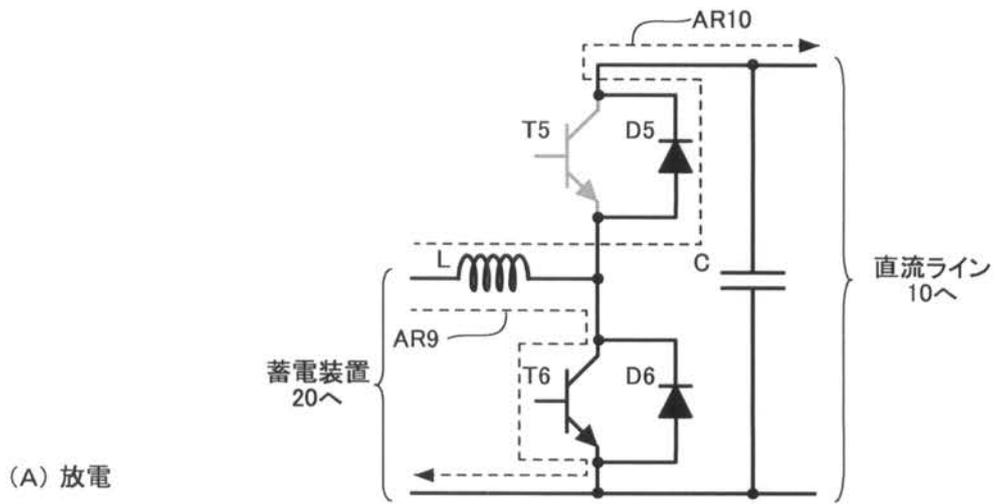


(A)

【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-325929(JP,A)
国際公開第2006/080100(WO,A1)
特開2002-359112(JP,A)
実開昭53-119555(JP,U)
特開2001-261279(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B66C 1/06 - 1/08
H01F 13/00