

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6572385号
(P6572385)

(45) 発行日 令和1年9月11日(2019.9.11)

(24) 登録日 令和1年8月16日(2019.8.16)

(51) Int. Cl.	F I
B60W 10/18 (2012.01)	B60W 10/18 900
B60L 7/14 (2006.01)	B60L 7/14
B60L 50/15 (2019.01)	B60L 50/15
B60K 6/46 (2007.10)	B60K 6/46 ZHV
B60W 10/08 (2006.01)	B60W 10/08 900
請求項の数 3 (全 12 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2018-506450 (P2018-506450)	(73) 特許権者	000005522
(86) (22) 出願日	平成28年9月8日(2016.9.8)		日立建機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/076427		東京都台東区東上野二丁目16番1号
(87) 国際公開番号	W02018/047270	(74) 代理人	110000442
(87) 国際公開日	平成30年3月15日(2018.3.15)		特許業務法人 武和国際特許事務所
審査請求日	平成30年2月7日(2018.2.7)	(72) 発明者	高田 知範
			日本国茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
		(72) 発明者	井川 孝信
			日本国茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
		(72) 発明者	伊君 高志
			日本国茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 回生制動装置およびダンプトラック

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンと、前記エンジンによって駆動される第1の発電機および第2の発電機と、前記第1の発電機の発電電力により駆動される走行用モータと、前記第2の発電機の発電電力が第1の整流回路を介して入力されるファン用モータと、を備えるダンプトラックの回生制動装置において、

回生制動時の前記走行用モータからの回生電力が供給されると共に、前記ファン用モータで駆動されるファンにより冷却され、電気エネルギーを熱エネルギーに変換して放熱する抵抗体と、

前記抵抗体に供給される前記回生電力の一部を、第2の整流回路を介して前記第1の整流回路の出力ラインに入力するDC/DCコンバータと、

前記抵抗体に印加される印加電圧よりも低い電圧を前記抵抗体から引き出して、前記DC/DCコンバータの一次側に印加する電圧引き出し線と、を備えることを特徴とする回生制動装置。

【請求項2】

請求項1に記載の回生制動装置において、

前記第2の整流回路はダイオードブリッジ回路であることを特徴とする回生制動装置。

【請求項3】

エンジンと、

前記エンジンによって駆動される第1の発電機および第2の発電機と、

10

20

前記第1の発電機の発電電力により駆動される走行用モータと、
前記第2の発電機の発電電力が第1の整流回路を介して入力されるファン用モータと、
請求項1に記載の回生制動装置と、を備えることを特徴とするダンプトラック。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回生制動装置、および回生制動装置を備えるダンプトラックに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、鉱山現場においては様々な建設機械が使用されており、例えば、搬送用途として
はダンプトラックが用いられる。鉱山における鉱石の搬送コストとしては人件費、燃料費
、保守費、初期投資等があるが、燃料費は人件費に次いで大きな割合を占めるといわれて
いる。そのため、ダンプトラックの省エネルギー化が必要とされ、燃費改善のための様々な
技術が提案されている。

10

【0003】

例えば、特許文献1においては、回生制動装置で発生した電力と補機に必要な電力を逐
次測定および比較し、回生電力が補機に必要な電力を上回るときにのみ、補機用発
電機の負荷出力を低下させ、同時に回生電力を補機に供給する技術が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第2010/0039054号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、鉱山現場におけるダンプトラックの使用においては、通常走行する鉱山
道路は必ずしも平坦ではなく、回生制動装置により発生する回生電力は変動が大きくかつ
急激に変化することが予想される。そのため、上述のように回生電力と補機で必要とされ
る電力を逐次測定して比較し、その結果に基づいて補機への電力供給を決定する方式では
、迅速な制御が必要となる。その結果、適切なタイミングでの補機への電力補給を可能と
するためには制御系の性能向上が要求され、コストアップの要因となる。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様によると、エンジンと、前記エンジンによって駆動される第1の発電機
および第2の発電機と、前記第1の発電機の発電電力により駆動される走行用モータと、
前記第2の発電機の発電電力が第1の整流回路を介して入力されるファン用モータと、を
備えるダンプトラックの回生制動装置において、回生制動時の前記走行用モータからの回
生電力が供給されると共に、前記ファン用モータで駆動されるファンにより冷却され、電
気エネルギーを熱エネルギーに変換して放熱する抵抗体と、前記抵抗体に供給される前記回生
電力の一部を、第2の整流回路を介して前記第1の整流回路の出力ラインに入力するDC
/DCコンバータと、前記抵抗体に印加される印加電圧よりも低い電圧を前記抵抗体から
引き出して、前記DC/DCコンバータの一次側に印加する電圧引き出し線と、を備える
ことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、回生電力の状況に応じて、自動的に適切なタイミングで回生電力を補
機であるグリッドボックスファンモータへ供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、ダンプトラックの概略構成を示す図である。

50

【図 2】図 2 は、ダンプトラックの動力システムの概略を示す図である。

【図 3】図 3 は、DC/DCコンバータの構成を説明する図である。

【図 4】図 4 は、車両制動時におけるグリッドボックスファンモータの駆動電力を説明するフローチャートである。

【図 5】図 5 は、回生制動時におけるグリッドボックスファンモータ用インバータの入力電圧、DC/DCコンバータの出力側開放電圧、補助発電機の発電電力、DC/DCコンバータの出力電力およびグリッドボックス抵抗の発熱量の推移を示すタイムチャートである。

【図 6】図 6 は、ダンプトラックが鉱山現場で稼働するときの、制動動作の一例を示すタイムチャートである。

【図 7】図 7 は、比較例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照して本発明の一実施の形態について詳細に説明する。図 1 は、ダンプトラックの概略構成を示す図である。図 1 に示すダンプトラック 1 は、フレーム 2 と、フレーム 2 の下部に回転可能に設けられた前輪 3 (3L, 3R) および後輪 4 (4L, 4R) と、フレーム 2 の前部に設けられた運転室 5 と、フレーム 2 の後部に傾動可能に設けられた荷台 6 とを備えている。

【0010】

土砂等を積載する荷台 6 は、ホイストシリンダ 7 の伸縮駆動により傾動する。運転室 5 の後方には、後述するグリッドボックス抵抗を備えるグリッドボックス 8 が設けられている。図示していないが、運転室 5 には、アクセルペダル、ブレーキペダル、ホイストペダル、ハンドル等の操作部が設置されている。オペレータは、アクセルペダルの踏み込み量によりダンプトラック 1 の加速力を制御したり、ブレーキペダルの踏み込み量により制動力を制御したりすることができる。また、オペレータは、ホイストペダルを踏み込むことにより、油圧駆動によるダンプ操作を行ったり、ハンドル操作により油圧駆動による操舵操作を行うことができる。

【0011】

図 2 は、本実施の形態におけるダンプトラック 1 の動力システムの概略を示す図である。ダンプトラック 1 は、主発電機 12 をエンジン 11 で駆動して発生した電力を走行用モータ 10L, 10R に供給し、走行用モータ 10L, 10R により後輪 4 (4L, 4R) を駆動して走行するものである。

【0012】

主発電機 12 による三相交流電圧は、主発電機用整流回路 (例えば、ダイオードブリッジ回路) 21 によって直流電圧に変換され、走行モータ用インバータ 15R, 15L に入力される。走行モータ用インバータ 15R, 15L は、入力された直流電圧を三相交流電圧に変換する電力変換装置である。走行モータ用インバータ 15R から出力された三相交流電力は、後輪 4R を駆動する走行用モータ 10R に入力される。走行用モータ 10R は減速器 9R を介して後輪 4R に機械的に接続されている。走行用モータ 10R および減速器 9R は、後輪 4R の回転軸部に納められている。

【0013】

同様に、走行モータ用インバータ 15L から出力された三相交流電力は、後輪 4L を駆動する走行用モータ 10L に入力される。走行用モータ 10L は減速器 9L を介して後輪 4L に機械的に接続されている。走行用モータ 10L および減速器 9L は、後輪 4L の回転軸部に納められている。

【0014】

主発電機用整流回路 21 と走行モータ用インバータ 15R, 15L との間の直流ラインには、回生電力を熱エネルギーに変換して放熱する装置として、グリッドボックス抵抗 53a ~ 53c およびチョッパ 16 が接続されている。すなわち、回生エネルギーをグリッドボックス抵抗 53a ~ 53c により熱エネルギーとして放出することにより、回生制動力を得

10

20

30

40

50

ることができる。図 2 に示す例では、並列接続された 3 つのグリッドボックス抵抗 5 3 a , 5 3 b , 5 3 c が設けられている。なお、グリッドボックス抵抗の数は 3 つに限定されるものではなく、回生電力の最大電力に応じて適宜設定される。

【 0 0 1 5 】

図示していないが、ダンブトラック 1 は機械式のブレーキシステムを備えており、上述した回生制動力と機械式のブレーキシステムによる機械的制動力とを適宜使い分けてダンブトラック 1 の速度を低下させることができる。

【 0 0 1 6 】

エンジン 1 1 の出力軸には、上述した主発電機 1 2 に加えて、補機に電力を供給するための補助発電機 1 3 が機械的に接続されている。補助発電機 1 3 による三相交流電力は、補助発電機用整流回路（例えば、ダイオードブリッジ回路）1 7 によって直流電力に変換される。補助発電機用整流回路 1 7 はグリッドボックスファンモータ用インバータ 1 8 に接続されている。補助発電機用整流回路 1 7 から出力された直流電圧はグリッドボックスファンモータ用インバータ 1 8 によって交流電圧に変換され、3 つのグリッドボックスファンモータ 5 4 に三相交流電力が供給される。

10

【 0 0 1 7 】

メインコントローラ 5 0 は、ダンブトラック 1 の状態やオペレータの操作入力（例えば、アクセルペダル操作やブレーキペダル操作等）に基づいて、エンジン 1 1 やパワーコントローラ 5 1 を統合的に制御している。パワーコントローラ 5 1 は、メインコントローラ 5 0 の制御に従い、走行モータ用インバータ 1 5 R , 1 5 L、チョッパ 1 6、グリッドボックスファンモータ用インバータ 1 8 に設けられた半導体スイッチ（不図示）にオンオフ信号を入力する。それにより、パワーコントローラ 5 1 は、走行用モータ 1 0 R , 1 0 L、グリッドボックス抵抗 5 3 a ~ 5 3 c、グリッドボックスファンモータ 5 4 を適切なタイミング及び出力で動作させ、制動動作時の電力の流れを制御している。

20

【 0 0 1 8 】

グリッドボックス抵抗 5 3 a ~ 5 3 c で発生する熱は周囲の大気に放熱される。発熱エネルギーが大きい場合には、グリッドボックス抵抗 5 3 a ~ 5 3 c が高温となる。パワーコントローラ 5 1 は、グリッドボックス抵抗 5 3 a ~ 5 3 c の強制冷却が必要な場合には、グリッドボックスファンモータ 5 4 を駆動させる制御信号をグリッドボックスファンモータ用インバータ 1 8 に入力し、グリッドボックスファンモータ 5 4 によってファン 1 9 を回転駆動する。グリッドボックス抵抗 5 3 a ~ 5 3 c は、ファン 1 9 の回転により生じる冷却風によって強制冷却される。

30

【 0 0 1 9 】

本実施の形態では、DC/DCコンバータ 2 0 を設け、補助発電機用整流回路 1 7 とグリッドボックスファンモータ用インバータ 1 8 との間の直流ラインに DC/DCコンバータ 2 0 の出力側を接続して、グリッドボックス抵抗 5 3 a ~ 5 3 c に流入する回生電力の一部をファンモータ 5 4 の駆動に利用する構成としている。

【 0 0 2 0 】

図 3 は、DC/DCコンバータ 2 0 の構成を説明する図である。DC/DCコンバータ 2 0 の一次側（入力側）はグリッドボックス抵抗 5 3 a ~ 5 3 c に接続され、二次側（出力側）はグリッドボックスファンモータ用インバータ 1 8 の入力側に接続される。

40

【 0 0 2 1 】

DC/DCコンバータ 2 0 の一次側の高電位側（以下では P 側と呼ぶ）入力端は、リレー 6 0 a を介してグリッドボックス抵抗 5 3 a ~ 5 3 c の高電位側と接続される。一方、DC/DCコンバータ 2 0 の一次側の低電位側（以下では N 側と呼ぶ）入力端は、リレー 6 0 b を介してグリッドボックス抵抗 5 3 b の途中から引き出された引き出し線 6 1 b に接続されると共に、リレー 6 0 c を介してグリッドボックス抵抗 5 3 a の途中から引き出された引き出し線 6 1 a に接続される。リレー 6 0 a ~ 6 0 c は、例えば、ダンブトラック 1 の起動（イグニッションキースイッチのオン）により閉状態とされ、停止（イグニッションキースイッチのオフ）により開状態とされる。

50

【 0 0 2 2 】

N側の入力ラインには逆流防止用のダイオード20bおよび電流制限用の抵抗20cが直列に挿入されており、それらによって引き出し線61a、61bに流れる電流が過大にならないようにしている。また、P側ラインとN側ラインとの間には、平滑用のコンデンサ20d、電圧センサ20e、半導体ブリッジ回路20fが接続されている。半導体ブリッジ回路20fの交流出力側には、変圧器20gおよび電流センサ20hが接続されている。変圧器20gの出力側には整流回路20iが接続されている。図3に示す例では、整流回路20iとしてダイオードブリッジ回路が設けられている。整流回路20iの直流出力側には電圧センサ20jが接続されている。

【 0 0 2 3 】

電圧センサ20e、電流センサ20hおよび電圧センサ20jのセンサ計測値は、DC/DCコンバータ20の制御部20kにそれぞれ入力される。制御部20kは、入力されたセンサ計測値に基づくPWM(Pulse Width Modulation)制御信号を半導体ブリッジ回路20fに入力し、DC/DCコンバータ20の出力電圧が最大制御電圧 V_{20max} を超えないように、変圧器20gへの一次入力電圧を一定範囲内に制御する。

【 0 0 2 4 】

(回生制動時のグリッドボックスファンモータ54の駆動電力)

次に、オペレータがブレーキペダルを踏み込んだ時や、降坂における制動動作時におけるグリッドボックスファンモータ54の駆動電力について、図4, 5を用いて説明する。

【 0 0 2 5 】

図4に示すフローチャートは、車両制動時における、グリッドボックスファンモータ54の駆動電力が決まるまでの流れを示したものである。以下に説明するように、図4のステップS10~S30の処理は、補助発電機用整流回路17とグリッドボックスファンモータ用インバータ18との間の直流ラインにDC/DCコンバータ20の出力側を接続する構成としたことにより、制動動力に応じて自動的に行われる。

【 0 0 2 6 】

また、図5(a)は、回生制動時のグリッドボックスファンモータ用インバータ18の入力電圧 V_{18in} およびDC/DCコンバータ20の出力側開放電圧 V_{20open} と、制動動力との関係を示す図である。図5(b)は、補助発電機13の発電電力、DC/DCコンバータ20の出力電力およびグリッドボックス抵抗53a~53cの発熱量と、制動動力との関係を示す図である。

【 0 0 2 7 】

ダンブトラック1の制動時には、パワーコントローラ51から走行モータ用インバータ15L, 15Rに減速のための制御信号が入力され、走行用モータ10L, 10Rは発電機として動作する。すなわち、回生動作によって車両の運動エネルギーが電気エネルギーに変換される。発電エネルギーにより走行モータ用インバータ15L, 15Rの直流側の電圧が上昇し、電圧が規定値を超えると、パワーコントローラ51はチョッパ16を動作させる。チョッパ16が動作を開始すると、図4のフローが開始する。

【 0 0 2 8 】

チョッパ16を動作させると、主発電機用整流回路21と走行モータ用インバータ15R, 15Lとの間の直流ラインからグリッドボックス抵抗53a~53cへと、電力(回生電力)が流入する。ダンブトラック1が起動しているときには図2, 3に示すリレー60a~60cは閉じているので、チョッパ16の動作によってグリッドボックス抵抗53a~53cに電圧が印加されると、主発電機用整流回路21と走行モータ用インバータ15R, 15Lとの間の直流ラインの高電位側の電位と、引き出し線61a, 61bの電位との電位差である電圧が、DC/DCコンバータ20の一次側に印加される。

【 0 0 2 9 】

制動動力が小さいときにはDC/DCコンバータ20の入力電圧は低く、DC/DCコンバータ20は大きな電圧を出力することができない。DC/DCコンバータ20の出力側開放電圧 V_{20open} が補助発電機用整流回路17の出力側開放電圧 V_{17open} 以下の場合(V

10

20

30

40

50

20open V_{17open}) には、グリッドボックスファンモータ用インバータ 18 の入力電圧 V_{18in} は、補助発電機用整流回路 17 の出力電圧 V_{17out} と等しくなる (図 5 (a) 参照)。

【 0 0 3 0 】

このとき、補助発電機用整流回路 17 とグリッドボックスファンモータ用インバータ 18 との間の直流ラインの電圧 (= V_{18in}) は変圧器 20 g の出力電圧よりも高いので、変圧器 20 g の出力電圧は整流回路 20 i で阻止され、DC/DC コンバータ 20 の出力電力 W_{20} はゼロとなる。その結果、グリッドボックスファンモータ 54 の駆動電力 W_{fan} の一次発生源は補助発電機 13 となり、駆動電力 W_{fan} は整流回路 17 の出力電力 W_{17out} によって賄われる ($W_{fan} = W_{17out}$: ステップ S 20)。すなわち、グリッドボックスファンモータ 54 は補助発電機 13 の発電電力 W_{13} によって駆動される (図 5 (b) 参照)。

10

【 0 0 3 1 】

図 5 (a) に示すように、制動動力が大きくなるに従って、DC/DC コンバータ 20 の出力側開放電圧 V_{20open} は徐々に大きくなる。そして、制動動力が値 W_b よりも大きくなると、DC/DC コンバータ 20 の出力側開放電圧 V_{20open} は補助発電機用整流回路 17 の出力側開放電圧 V_{17open} を上回るようになる。DC/DC コンバータ 20 の出力側開放電圧 V_{20open} が補助発電機用整流回路 17 の出力側開放電圧 V_{17open} よりも大きくなると、グリッドボックスファンモータ用インバータ 18 の入力電圧 V_{18in} は、DC/DC コンバータ 20 の出力電圧と等しくなる。

【 0 0 3 2 】

20

このとき、補助発電機用整流回路 17 とグリッドボックスファンモータ用インバータ 18 との間の直流ラインの電圧は補助発電機 13 の出力電圧よりも高いので、補助発電機 13 の出力電圧は補助発電機用整流回路 17 で阻止され、補助発電機 13 の負荷が低減されて発電電力 W_{13} が低下する。ここでは、補助発電機 13 はグリッドボックスファンモータ 54 のみに電力を供給する構成となっているので、発電電力 W_{13} はゼロに低下する (図 5 (b) 参照)。

【 0 0 3 3 】

その結果、グリッドボックスファンモータ 54 の駆動電力 W_{fan} の一次発生源は走行用モータ 15 L, 15 R となり、駆動電力 W_{fan} は DC/DC コンバータ 20 の出力電力 W_{20out} によって賄われる ($W_{fan} = W_{20out}$: ステップ S 30)。すなわち、グリッドボックスファンモータ 54 は回生電力によって駆動されることになる。

30

【 0 0 3 4 】

このように、制動動力 $> W_b$ の範囲では、グリッドボックスファンモータ 54 は回生電力によって駆動されるので、補助発電機 13 の負荷、すなわちエンジン 11 の負荷が低減され、燃料消費量を低減することができる。また、グリッドボックス抵抗 53 a ~ 53 c で消費されていた回生電力の一部がグリッドボックスファンモータ 54 によって消費されるため、制動動力が W_b を超えたとき (図 5 (b) の符号 D で示す箇所) に、グリッドボックス抵抗 53 a ~ 53 c の発熱量 W_H が低下する。

【 0 0 3 5 】

なお、図 5 (a) において、制動動力が W_{max} よりも大きくなった場合、DC/DC コンバータ 20 の制御部 20 k は、DC/DC コンバータ 20 の出力電圧が最大制御電圧 V_{20max} を超えないように、すなわち、 $V_{20open} = V_{20max}$ となるように変圧器 20 g への一次入力電圧を制御する。

40

【 0 0 3 6 】

その後、制動動力が低下すると、DC/DC コンバータ 20 の出力側開放電圧 V_{20open} が低下し、出力側開放電圧 V_{20open} が補助発電機用整流回路 17 の出力側開放電圧 V_{17open} よりも低くなる。そのため、再び整流回路 20 i により変圧器 20 g の出力電圧が阻止され、DC/DC コンバータ 20 の出力電力 W_{20out} はゼロとなる。その結果、グリッドボックスファンモータ 54 は、補助発電機 13 からの電力のみにより駆動されることになる。

50

【 0 0 3 7 】

(鉱山現場での制動動作例)

図 6 は、ダンプトラック 1 が鉱山現場で稼働するときの、制動動作の一例を示したものである。図 6 (a) のライン L 1 , L 2 は、それぞれダンプトラック 1 の速度 v および制動動力 (制動パワー) PW の推移を表している。なお、 $P 1$ および $P 2$ は、それぞれダンプトラック 1 が掘削現場および一次積載所に到着するタイミングを示している。また、図 6 (b) のライン L 3 はグリッドボックスファンモータ 5 4 の出力 $P f$ (ワット) の推移を示し、図 6 (c) のライン L 4 はグリッドボックスファンモータ用インバータ 1 8 の入力電圧 $V 18in$ の推移を示している。

【 0 0 3 8 】

なお、ここでは、説明を簡単にするために、ダンプトラック 1 が制動動作を行うときは走行からの停止時および降坂時のみとしている。また、ファン 1 9 による冷却、すなわち、グリッドボックスファンモータ 5 4 の駆動は、制動動作時のみ行うものとしている。

【 0 0 3 9 】

まず、ダンプトラック 1 は、掘削現場 $P 1$ まで走行し、オペレータがブレーキペダルを踏むことにより制動が行われ、油圧シヨベル等の掘削機付近で停止する。曲線 L 2 に示すように、この制動動作時 (時刻 $t 1$ から時刻 $t 2$ まで) に制動動力 (L 2) が発生する。ファン 1 9 による冷却は制動時のみに行われるので、図 6 (b) に示すように時刻 $t 1$ から時刻 $t 2$ までグリッドボックスファンモータ 5 4 の出力 $W fan$ が発生する。また、ライン L 2 で示すような制動動力が発生した場合、制動期間 $t 1 \sim t 2$ のハッチングを施した期間において $V 20open > V 17open$ となり、この期間では回生電力によりグリッドボックスファンモータ 5 4 が駆動されることになる。すなわち、補助発電機 1 3 の負荷がゼロとなり、エンジン 1 1 の出力が低減される。

【 0 0 4 0 】

なお、制動動力の増加により DC / DC コンバータ 2 0 の出力電圧 (すなわち、グリッドボックスファンモータ用インバータ 1 8 の入力電圧 $V 18in$) が最大制御電圧 $V 20max$ に達した場合、制御部 2 0 k は出力電圧が最大制御電圧 $V 20max$ を超えないように DC / DC コンバータ 2 0 を制御する。

【 0 0 4 1 】

ダンプトラック 1 が停止して制動動力が小さくなると、グリッドボックスファンモータ用インバータ 1 8 の入力電圧 $V 18in$ は、補助発電機用整流回路 1 7 の出力電圧に保持される。

【 0 0 4 2 】

次に、鉱石を十分積載したダンプトラック 1 は再び走行を開始し、坂の上にある一次積載所 $P 2$ に向かう。このとき、登坂が終了するまでは殆ど制動動作は行われぬ。一次積載所 $P 2$ に近づくと、ダンプトラック 1 は制動動作を行い停止する。この制動動作時 (時刻 $t 3$ から時刻 $t 4$ まで) に、制動動力 (L 2) が発生する。そして、 $V 20open > V 17open$ となるハッチングを施した期間において、回生電力によるグリッドボックスファンモータ 5 4 の駆動が行われる。

【 0 0 4 3 】

その後、ダンプトラック 1 は一次積載所 $P 2$ に放土した後に、再び掘削現場 $P 1$ に向けて走行を開始する。ダンプトラック 1 は降坂走行であるため、長い坂を下るために制動をかける必要がある。そのため、降坂時 (時刻 $t 5$ から時刻 $t 6$ まで) には、ほぼ全ての時間において、DC / DC コンバータ 2 0 の出力電力 $W 20out$ (すなわち回生電力) によりグリッドボックスファンモータ 5 4 が駆動される。

【 0 0 4 4 】

鉱山現場において、ダンプトラック 1 は以上の動作を繰り返すことになる。図 6 (c) のハッチングで示すように、グリッドボックスファンモータ 5 4 が駆動される時間の大半は、DC / DC コンバータ 2 0 の出力電力 $W 20out$ によって駆動される。DC / DC コンバータ 2 0 の出力電力 $W 20out$ によって駆動されている期間は補助発電機 1 3 の出力はほぼ

10

20

30

40

50

ゼロとなるため、グリッドボックスファンモータ54の駆動に必要なエンジン出力の低減が図れ、車両燃費の向上を図ることができる。

【0045】

図7は、比較例として、補助発電機13の発電電力のみによりグリッドボックスファンモータ54を駆動する場合の、ダンプトラック1の動力システムの概略を示したものである。この構成では、グリッドボックスファンモータ54の駆動電力を全て補助発電機13の発電電力で賄っているため、例えば、図6(c)の期間 $t_1 \sim t_2$ 、 $t_3 \sim t_4$ 、 $t_5 \sim t_6$ の全ての期間において、エンジン11に対してグリッドボックスファンモータ54を駆動するための追加の駆動力が要求される。そのため、上述した実施形態に比べて、燃料消費量が増大してしまうことになる。

10

【0046】

上述したように、本実施の形態では、エンジン11と、エンジン11によって駆動される主発電機(第1の発電機)12および補助発電機(第2の発電機)13と、主発電機12の発電電力により駆動される走行用モータ10L、10Rと、補助発電機13の発電電力が補助発電機用整流回路(第1の整流回路)17を介して入力されるグリッドボックスファンモータ(ファン用モータ)54とを備えるダンプトラック1の、回生制動装置(16, 20, 53a~53c)において、DC/DCコンバータ20を設け、電気エネルギーを熱エネルギーに変換して放熱するグリッドボックス抵抗(抵抗体)53a~53cに供給される回生電力の一部を、DC/DCコンバータ20の整流回路(第2の整流回路)20iを介して補助発電機用整流回路17の出力ラインに入力するようにした。

20

【0047】

このような構成としたことにより、DC/DCコンバータ20の出力側開放電圧 V_{20open} と補助発電機用整流回路17の出力側開放電圧 V_{17open} との大小関係が $V_{20open} < V_{17open}$ の場合には、変圧器20gの出力電圧は整流回路20iで阻止され、グリッドボックスファンモータ54は補助発電機13の発電電力により駆動される。逆に、 $V_{20open} > V_{17open}$ の場合には、補助発電機13の出力電圧は補助発電機用整流回路17で阻止され、グリッドボックスファンモータ54はDC/DCコンバータ20から入力される回生電力により駆動される。

【0048】

その結果、回生電力の状況に応じて、自動的に適切なタイミングで回生電力を補機であるグリッドボックスファンモータ54へ供給することができ、グリッドボックスファンモータ54に必要な電力を確実に供給することができる。さらに、従来のように、回生電力と補助発電機13の発電電力との切り替えを行うための制御系を設ける必要がない。

30

【0049】

また、グリッドボックスファンモータ54に回生電力を供給することで、補助発電機13の負荷が減少するので、補助発電機13を駆動しているエンジン11の燃費向上を図ることができる。さらに、図6に示すように、グリッドボックスファンモータ54の駆動に必要なタイミングと回生電力活用のタイミングとを合わせることで、補助発電機13の負荷変動を抑えることができる。

【0050】

また、図3に示すように、引き出し線(電圧引き出し線)61a、61bをグリッドボックス抵抗53a、53bの途中から引き出して、グリッドボックス抵抗53a~53cに印加される印加電圧よりも低い電圧をDC/DCコンバータ20の一次側に印加するように構成するのが好ましい。

40

【0051】

このような構成とすることで、DC/DCコンバータ20を耐圧の低い部品で構成することが可能となり、部品の体格をより小さくでき、また、低コスト化を図ることができる。例えば、回生時における走行モータ用インバータ15L、15Rの直流側の電圧は1000Vを超えるが、グリッドボックスファンモータ54の電圧は600V程度であるので、DC/DCコンバータ20の耐圧を考慮すると、引き出し線61a、61bのようにグ

50

リッドボックス抵抗 5 3 a ~ 5 3 c の途中から引き出すのが好ましい。

【 0 0 5 2 】

もちろん、DC/DCコンバータ 2 0 を構成する部品の耐圧がグリッドボックス抵抗 5 3 a ~ 5 3 c に印加される印加電圧よりも高い場合には、グリッドボックス抵抗 5 3 a ~ 5 3 c の両端電圧を DC/DCコンバータ 2 0 に入力する構成としても構わない。

【 0 0 5 3 】

なお、以上の説明はあくまでも一例であり、本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に何ら限定されるものではない。例えば、上述した実施の形態では、補助発電機 1 3 は、主にグリッドボックスファンモータ 5 4 の駆動電力を発電しているが、その他の補機（電気機器）を駆動するために使用しても良いし、両者に使用しても良い。

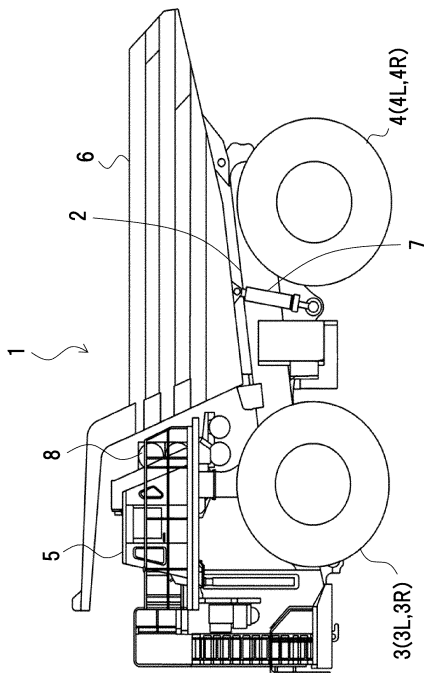
【符号の説明】

【 0 0 5 4 】

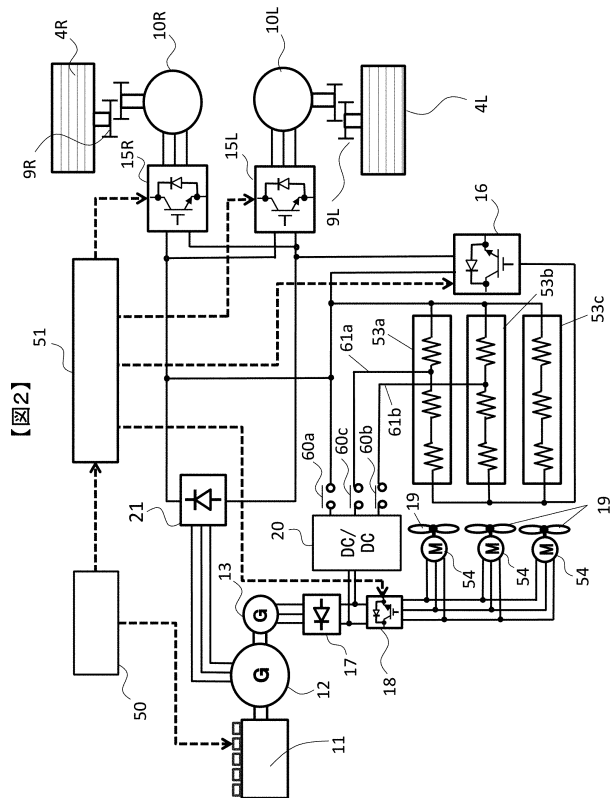
1 ... ダンプトラック、1 0 L , 1 0 R ... 走行用モータ、1 1 ... エンジン、1 2 ... 主発電機（第 1 の発電機）、1 3 ... 補助発電機（第 2 の発電機）、1 5 R、1 5 L ... 走行モータ用インバータ、1 6 ... チョッパ（回生制動装置）、1 7 ... 補助発電機用整流回路（第 1 の整流回路）、1 8 ... グリッドボックスファンモータ用インバータ、1 9 ... ファン、2 0 ... DC/DCコンバータ（回生制動装置）、2 0 i ... 整流回路（第 2 の整流回路）、5 3 a ~ 5 3 c ... グリッドボックス抵抗（抵抗体、回生制動装置）5 4 ... グリッドボックスファンモータ（ファン用モータ）、6 1 a , 6 1 b ... 引き出し線

【 図 1 】

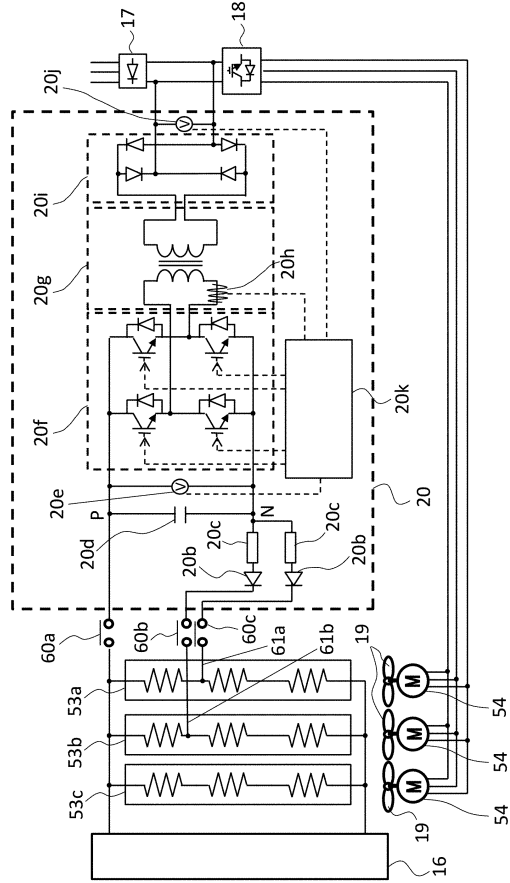
【 図 1 】



【 図 2 】

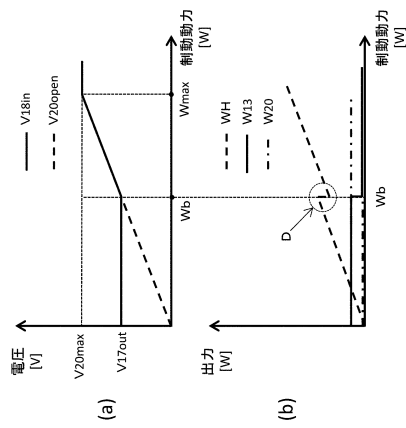


【図3】



【図3】

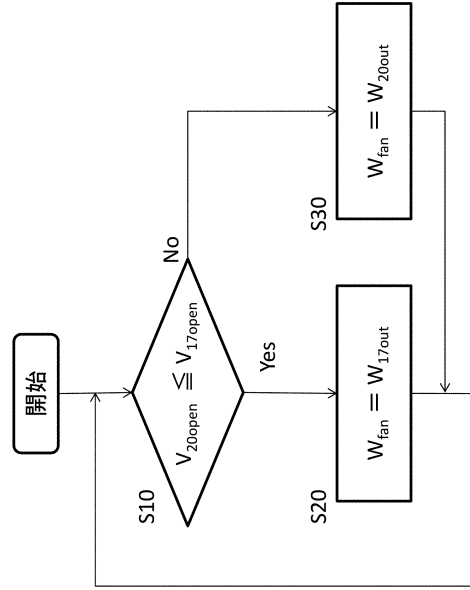
【図5】



【図5】

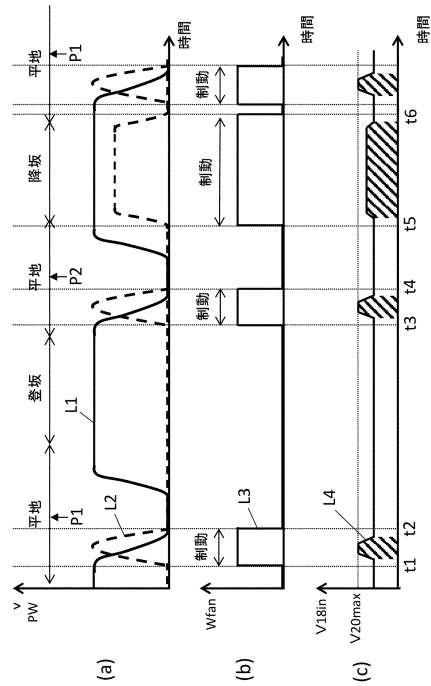
【図4】

【図4】

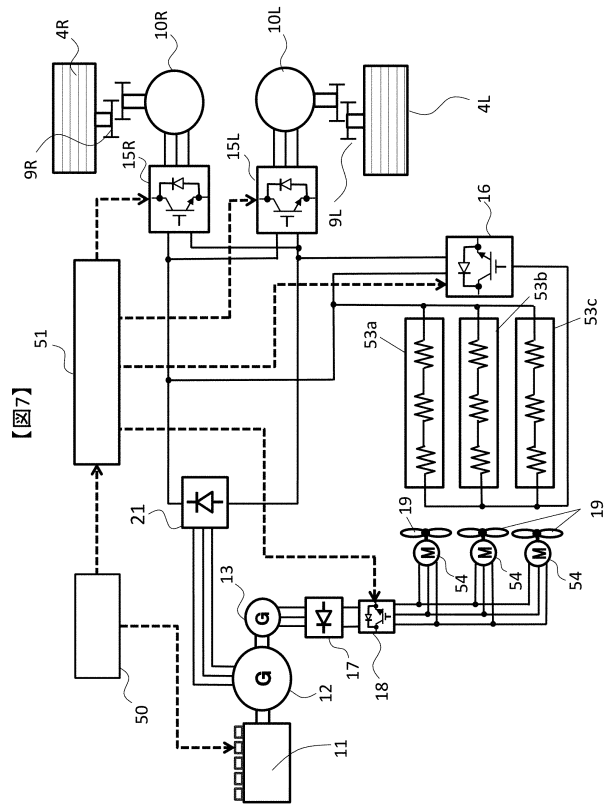


【図6】

【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 W 20/14 (2016.01) B 6 0 W 20/14

- (72)発明者 中村 明博
 日本国東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 荒井 雅嗣
 日本国茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
- (72)発明者 福田 直紀
 日本国茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
- (72)発明者 田中 貴照
 日本国茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内

審査官 清水 康

- (56)参考文献 特開2014-054117(JP,A)
 特開2014-018063(JP,A)
 特開平08-289406(JP,A)
 国際公開第2012/164798(WO,A1)
 特開2012-184687(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 L 1 / 0 0 - 3 / 1 2
 B 6 0 L 7 / 0 0 - 1 3 / 0 0
 B 6 0 L 1 5 / 0 0 - 1 5 / 4 2
 B 6 0 L 5 0 / 0 0 - 5 8 / 4 0
 B 6 0 W 1 0 / 0 8
 B 6 0 W 1 0 / 1 8
 B 6 0 W 2 0 / 1 4
 B 6 0 K 6 / 4 6