

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6671853号
(P6671853)

(45) 発行日 令和2年3月25日(2020.3.25)

(24) 登録日 令和2年3月6日(2020.3.6)

(51) Int.Cl.

F 1

H02M 3/155 (2006.01)

H02M 3/155

C

H02M 7/48 (2007.01)

H02M 3/155

U

H02M 7/48

M

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2015-67372 (P2015-67372)
 (22) 出願日 平成27年3月27日 (2015.3.27)
 (65) 公開番号 特開2016-187284 (P2016-187284A)
 (43) 公開日 平成28年10月27日 (2016.10.27)
 審査請求日 平成30年3月14日 (2018.3.14)

前置審査

(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 100105924
 弁理士 森下 賢樹
 (74) 代理人 100116274
 弁理士 富所 輝觀夫
 (72) 発明者 陳 禹澎
 神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重
 機械工業株式会社横須賀製造所内
 審査官 佐藤 匡

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電力変換装置およびそれを用いた産業機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発電機と、

前記発電機の出力を直流電圧に変換するコンバータと、

前記コンバータに接続されたDCリンクと、

前記DCリンクに接続された平滑コンデンサと、

前記DCリンクに接続可能な、直列接続された放電抵抗及び放電スイッチと、

その昇圧側端子が前記DCリンクと接続され、その降圧側端子が蓄電デバイスと接続された昇降圧コンバータと、

前記発電機、前記コンバータ、前記昇降圧コンバータの少なくともいずれが停止することを条件として、前記DCリンクの電圧を電源電圧として前記放電スイッチを制御するコントローラと、

を備えることを特徴とする産業機械。

【請求項 2】

前記コンバータ、前記昇降圧コンバータのいずれも停止し、前記コンバータ、前記昇降圧コンバータから前記DCリンクに電力が供給されない状態の前記DCリンクの電圧を電源電圧として前記放電スイッチを制御することを特徴とする請求項1に記載の産業機械。

【請求項 3】

モータ、インバータおよび蓄電デバイスを備える産業機械に使用される電力変換装置であって、

10

20

D C リンクバスと、
 前記 D C リンクバスに接続される平滑コンデンサと、
 その昇圧側端子が前記 D C リンクバスと接続され、その降圧側端子が前記蓄電デバイスと接続され、リクトルおよびスイッチング素子を含む第 1 昇降圧コンバータと、
 前記平滑コンデンサと並列な経路に、直列に設けられる放電抵抗および放電スイッチと、
 前記 D C リンクバスに発生する D C リンク電圧を受け、第 1 電源電圧を生成する内部制御電源と、
 前記内部制御電源からの前記第 1 電源電圧が供給され、前記放電スイッチを制御する放電コントローラと、
 を備えることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 4】

外部から電源供給され、第 2 電源電圧を生成する外部制御電源をさらに備え、
 前記放電コントローラは、前記第 1 電源電圧、前記第 2 電源電圧の一方を受けて動作可能であることを特徴とする請求項 3 に記載の電力変換装置。

【請求項 5】

前記放電コントローラは、前記第 1 昇降圧コンバータの停止状態において前記モータが回生運転するときに、前記放電スイッチをオンすることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電力変換装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

クレーンやハイブリッドショベルなどの産業機械には、電力変換装置が用いられる。図 1 は、産業機械 10 の電気系統を示すブロック図である。産業機械は、電力変換装置 100R、蓄電デバイス 200、発電機 202、インバータ 204、モータ 206 を備える。

【0003】

インバータ 204 は、力行運転時にモータ 206 に電力を供給し、回転させる。またモータ 206 の回生運転時には、インバータ 204 は、モータ 206 からの電流を整流し、電力変換装置 100R に供給する。蓄電デバイス 200 は、リチウムイオン電池などの 2 次電池、あるいは電気二重層キャパシタなどである。発電機 202 は、発電機 202 は、エンジンの回転に応じた電力を発生する。

【0004】

電力変換装置 100R は、蓄電デバイス 200、発電機 202、インバータ 204 の間に設けられ、それらの間で電圧レベルを適切に変換する。電力変換装置 100R は、D C リンクバス 102、バッテリコンバータ 104、エンジンコンバータ 120、平滑コンデンサ C1、放電抵抗 R1 を備える。

【0005】

平滑コンデンサ C1 は、D C リンクバス 102 に接続される。エンジンコンバータ 120 の降圧側端子は、発電機 202 と接続され、昇圧側端子は D C リンクバス 102 と接続される。エンジンコンバータ 120 は、発電機 202 からの直流電圧を昇圧し、D C リンクバス 102 の電圧 (D C リンク電圧) を所定レベルに安定化する。

【0006】

バッテリコンバータ 104 の降圧側端子は蓄電デバイス 200 と接続され、昇圧側端子は D C リンクバス 102 と接続される。バッテリコンバータ 104 は、モータ 206 の力行運転時には、昇圧コンバータとして動作し、蓄電デバイス 200 の電圧 V_{BAT} を昇圧する。バッテリコンバータ 104 は、モータ 206 の回生運転時には、降圧コンバータとして動作し、D C リンクバス 102 からエネルギーを蓄電デバイス 200 に回収し、D C

10

20

30

40

50

リンク電圧 V_{DC} を安定化させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2008-254830号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

用途によっては、DCリンク電圧 V_{DC} は非常に高圧（たとえば数百V以上）となる。したがって電力変換装置100Rの非動作時において、平滑コンデンサC1の電荷が残留していると、DCリンク電圧 V_{DC} の高圧が維持されるため危険である。10

【0009】

そこで平滑コンデンサC1と並列に、放電抵抗R1が挿入される。電力変換装置100Rの動作が停止すると、平滑コンデンサC1の電荷は放電抵抗R1を介して放電され、DCリンク電圧 V_{DC} が安全電圧 V_{SAFE} （たとえば60V以下）まで低下する。また放電抵抗R1は、バッテリコンバータ104の停止時において、回生運転となりインバータ204から過剰な電力が供給されたときに、平滑コンデンサC1が許容電圧レベルを超えるのを抑制する。

【0010】

一方、放電抵抗R1は、電力変換装置100Rの動作中においても、常に平滑コンデンサC1の放電経路を形成している。したがって放電抵抗R1によって常に無駄な電力 ($P = R \times I_{DLS}^2 = V_{DC}^2 / R$) が消費されることとなり、省エネ化の要請に反する。20

【0011】

本発明は係る課題に鑑みてなされたものであり、そのある態様の例示的な目的のひとつは、消費電力を低減した産業機械用の電力変換装置の提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明のある態様は、モータ、インバータおよび蓄電デバイスを備える産業機械に使用される電力変換装置に関する。電力変換装置は、DCリンクバスと、DCリンクバスに接続される平滑コンデンサと、その昇圧側端子がDCリンクバスと接続され、その降圧側端子が前記蓄電デバイスと接続され、リアクトルおよびスイッチング素子を含む第1昇降圧コンバータと、平滑コンデンサと並列な経路に、直列に設けられる放電抵抗および放電スイッチと、DCリンクバスに発生するDCリンク電圧を受け、第1電源電圧を生成する内部制御電源と、内部制御電源からの第1電源電圧が供給され、放電スイッチを制御する放電コントローラと、を備える。30

【0013】

この態様によると、通常の動作時には放電スイッチをオフすることで、放電経路を遮断できるため、無駄な消費電力を低減できる。また放電スイッチを制御する放電コントローラの電源を、DCリンク電圧にもとづいて生成することとしているため、放電スイッチをオンすべき期間、つまりDCリンク電圧がある程度高い状態では、放電コントローラを確実に動作させることができる。これにより、DCリンク電圧を安全電圧以下まで確実に低下させることができる。40

【0014】

電力変換装置は、外部から電源供給され、第2電源電圧を生成する外部制御電源をさらに備えてもよい。放電コントローラは、第1電源電圧、第2電源電圧の一方を受けて動作可能であってもよい。

放電コントローラへの電源供給を多重化することで、より確実に放電スイッチを制御できる。

【0015】

電力変換装置は、その昇圧側端子がDCリンクバスと接続され、その降圧側端子がエン

50

ジンを動力源とする発電機と接続される第2昇降圧コンバータをさらに備えてもよい。

【0016】

放電コントローラは、第1昇降圧コンバータの停止状態においてモータが回生運転するときに、放電スイッチをオンしてもよい。

これにより、DCリンク電圧が過電圧となるのを防止できる。

【0017】

本発明の別の態様は産業機械に関する。産業機械は、モータ、インバータおよび蓄電デバイスと、上述のいずれかの電力変換装置と、を備える。

【0018】

なお、以上の構成要素の任意の組み合わせや本発明の構成要素や表現を、方法、装置、システムなどの間で相互に置換したものもまた、本発明の態様として有効である。

10

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、電力変換装置の消費電力を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】産業機械の電気系統を示すブロック図である。

【図2】実施の形態に係る電力変換装置のブロック図である。

【図3】図2の電力変換装置の動作波形図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0021】

以下、本発明を好適な実施の形態をもとに図面を参照しながら説明する。各図面に示される同一または同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。また、実施の形態は、発明を限定するものではなく例示であって、実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

【0022】

本明細書において、「部材Aが、部材Bと接続された状態」とは、部材Aと部材Bが物理的に直接的に接続される場合のほか、部材Aと部材Bが、それらの電気的な接続状態に実質的な影響を及ぼさない、あるいはそれらの結合により奏される機能や効果を損なわせない、その他の部材を介して間接的に接続される場合も含む。

30

同様に、「部材Cが、部材Aと部材Bの間に設けられた状態」とは、部材Aと部材C、あるいは部材Bと部材Cが直接的に接続される場合のほか、それらの電気的な接続状態に実質的な影響を及ぼさない、あるいはそれらの結合により奏される機能や効果を損なわせない、その他の部材を介して間接的に接続される場合も含む。

30

【0023】

図2は、実施の形態に係る電力変換装置100のブロック図である。電力変換装置100は、図1に類する電気系統を産業機械に使用される。後述のように産業機械としては、クレーンやハイブリッドショベルが好適である。電力変換装置100は、1次側Pに接続される発電機202、2次側Sに接続される蓄電デバイス200、ならびにDCリンクバス102に接続されるインバータおよびモータ(不図示、3次側と称する)との間で、エネルギーを授受可能に構成される。

40

【0024】

1次側Pには、たとえばエンジンにより駆動される発電機202と、発電機202が発生する交流電圧を整流する整流回路203が接続される。また2次側Sには、蓄電デバイス200が接続される。蓄電デバイス200は、たとえばリチウムイオンなどの二次電池、あるいは電気二重層キャパシタなどのコンデンサである。

【0025】

電力変換装置100は、DCリンクバス102、平滑コンデンサC1、第1の昇降圧コンバータであるバッテリコンバータ104、コンバータコントローラ106、制御電源1

50

08、放電抵抗R1、放電スイッチSW1、放電コントローラ112、内部制御電源110、外部制御電源114、第2昇降圧コンバータであるエンジンコンバータ120を備える。

【0026】

平滑コンデンサC1はDCリンクバス102に接続され、DCリンクバス102の電圧(DCリンク電圧) V_{DC} を平滑・安定化する。

【0027】

エンジンコンバータ120は、その昇圧側端子AがDCリンクバス102と接続され、その降圧側端子Bが整流回路203に接続されている。エンジンコンバータ120は、整流回路203からの直流電圧 V_P を受け、それを昇圧して、DCリンクバス102のDCリンク電圧 V_{DC} を所定の目標電圧 V_{REF} に安定化する。エンジンコンバータ120は、リアクトルL1およびスイッチング素子M1、M2、平滑コンデンサC2を含む。エンジンコンバータ120のスイッチング素子M1、M2は、コンバータコントローラ122によって制御される。

【0028】

バッテリコンバータ104は、その昇圧側端子AがDCリンクバス102と接続され、その降圧側端子Bが蓄電デバイス200と接続される。バッテリコンバータ104は、エンジンコンバータ120と同様に構成される。平滑コンデンサC2は省略してもよい。

【0029】

コンバータコントローラ106は、バッテリコンバータ104のスイッチング素子M1、M2を制御する。コンバータコントローラ106は、制御電源108が生成する電源電圧 V_{DD3} を受けて動作する。

【0030】

コンバータコントローラ106は、モータの力行運転時において、昇圧コンバータとして動作し、蓄電デバイス200の電圧 V_{BAT} を昇圧してDCリンク電圧 V_{DC} を安定化する。つまり、エンジンコンバータ120からインバータへの供給をアシストする。反対にコンバータコントローラ106は、モータの回生運転時には、降圧コンバータとして動作し、DCリンクバス102からエネルギーを蓄電デバイス200に回収し、DCリンク電圧 V_{DC} を安定化させる。

【0031】

放電抵抗R1および放電スイッチSW1は、平滑コンデンサC1と並列な経路に、言い換えればDCリンクバス102と接地ライン103の間に、直列に設けられる。内部制御電源110は、制御電源108とは別に設けられており、DCリンク電圧 V_{DC} を受け、第1電源電圧 V_{DD1} を生成する。

【0032】

放電コントローラ112は、内部制御電源110からの第1電源電圧 V_{DD1} を受け、放電スイッチSW1を制御する。具体的には放電コントローラ112は、電力変換装置100の動作停止時に、放電スイッチSW1をオンする。また放電コントローラ112は、電力変換装置100の動作中であっても、図示しないインバータあるいはエンジンコンバータ120からのDCリンクバス102への電力供給が過剰であるときには、放電スイッチSW1をオンし、DCリンク電圧 V_{DC} のオーバーシュートを抑制してもよい。たとえばバッテリコンバータ104の停止状態においてモータが回生運転するときには、DCリンクバス102への電力供給が過剰となる。そこで放電コントローラ112は、バッテリコンバータ104の停止状態においてモータが回生運転するときに放電スイッチSW1をオンする。放電コントローラ112は、外部からの制御指令に応じて放電スイッチSW1を制御してもよいし、自らが、発電機202、バッテリコンバータ104、エンジンコンバータ120、インバータやモータ等の状態を監視し、監視結果に基づいて適応的に放電スイッチSW1を制御してもよい。

【0033】

外部制御電源114は、外部からの電源電圧 V_{EXT} の供給を受け、第2電源電圧 V_D を生成する。

10

20

30

40

50

V_{D_2} を生成する。外部電源電圧 V_{EXT} は、整流回路 203 が生成する直流電圧 V_P であつてもよいし、外部から与えられる商用交流電圧であってもよく、その起源は問わない。

【0034】

放電コントローラ 112 には、第 1 電源電圧 V_{DD_1} に加えて、第 2 電源電圧 V_{DD_2} が供給可能であってもよい。たとえば放電コントローラ 112 は、ダイオード OR 回路 116 を介して、2 つの電源電圧 V_{DD_1} , V_{DD_2} が供給され、それらのうち、電圧レベルの高い一方を電源として動作してもよい。

【0035】

以上が電力変換装置 100 の構成である。続いてその動作を説明する。

図 3 は、図 2 の電力変換装置 100 の動作波形図である。ここでは外部制御電源 114 から第 2 電源電圧 V_{DD_2} は、放電コントローラ 112 に供給されておらず、放電コントローラ 112 には第 1 電源電圧 V_{DD_1} が供給されるものとする。

【0036】

時刻 t_0 より前は、電力変換装置 100 が動作状態であり、DC リンク電圧 V_{DC} は、所定電圧 V_{REF} に安定化されている。この間、放電コントローラ 112 には、内部制御電源 110 により生成される第 1 電源電圧 V_{DD_1} が供給され、放電スイッチ SW1 を制御可能となっている。時刻 t_0 より前、放電コントローラ 112 は、放電スイッチ SW1 をオフしており、したがって放電経路 130 は遮断され、無駄な電力消費が抑制されている。

【0037】

時刻 t_0 に発電機 202 が停止し、電力変換装置 100 も停止状態となる。電力変換装置 100 の停止状態では、エンジンコンバータ 120、バッテリコンバータ 104 はいずれも停止する。これを契機として放電コントローラ 112 は、放電スイッチ SW1 をタンオンする。これにより平滑コンデンサ C1 の電荷が放電抵抗 R1、放電スイッチ SW1 を含む放電経路 130 を介して放電され、DC リンク電圧 V_{DC} が時間とともに低下していく。やがて時刻 t_1 に、DC リンク電圧 V_{DC} は、人体が DC リンクバス 102 に接触しても危害が及ばない安全電圧 V_{SAFE} 以下となる。

【0038】

さらに DC リンク電圧 V_{DC} が低下すると、内部制御電源 110 が生成する第 1 電源電圧 V_{DD_1} が低下し始め、時刻 t_2 に第 1 電源電圧 V_{DD_1} は、放電コントローラ 112 の最低動作電圧 V_{LOW} を下回る。時刻 t_2 以降、放電コントローラ 112 は、放電スイッチ SW1 を制御不能となり、放電スイッチ SW1 のオン / オフ状態は不定となる。DC リンク電圧 V_{DC} は、安全電圧 V_{SAFE} より低い範囲で不定となり、リーク電流によって緩やかに低下していく。

【0039】

以上が電力変換装置 100 の動作である。続いてその効果を説明する。

第 1 に、電力変換装置 100 によれば、通常の動作時には放電スイッチ SW1 をオフすることで、放電経路 130 を遮断できるため、無駄な消費電力を低減できる。

【0040】

第 2 に、放電スイッチ SW1 を制御する放電コントローラ 112 の電源を、DC リンク電圧 V_{DC} にもとづいて生成することとしている。ここで安全電圧 V_{SAFE} は 60V 程度であり、放電コントローラ 112 の最低動作電圧 V_{LOW} は、数 V からせいぜい 20V 程度である。したがって、内部制御電源 110 は、DC リンク電圧 V_{DC} が安全電圧 V_{SAFE} より低くなった後しばらくの間は、第 1 電源電圧 V_{DD_1} を最低動作電圧 V_{LOW} よりも高い範囲に維持できる。

【0041】

したがって、放電スイッチ SW1 をオンすべき期間、つまり DC リンク電圧 V_{DC} が安全電圧 V_{SAFE} より高い状態では、放電コントローラ 112 を確実に動作させることができる。これにより、DC リンク電圧 V_{DC} を安全電圧 V_{SAFE} 以下まで確実に低下させることができる。

10

20

30

40

50

【0042】

第2の利点は、比較技術との対比によって明確となる。比較技術として、放電コントローラ112の電源電圧として、発電機202を起源とする電圧が供給される構成を考える。この構成では、発電機202の停止状態、つまり電力変換装置100の停止状態では、放電コントローラ112に電源電圧が供給されないため、放電スイッチSW1をターンオンすることができない。

【0043】

別の比較技術として、放電コントローラ112の電源電圧として、商用交流電圧を起源とする電圧が供給される構成を考える。この構成では、商用交流電圧が供給されない状況では、放電コントローラ112に電源電圧が供給されないため、放電スイッチSW1をターンオンすることができない。10

【0044】

これらの比較技術と対比して、実施の形態に係る電力変換装置100によれば、DCリンク電圧 V_{DC} を起源とした第1電源電圧 V_{DD1} を放電コントローラ112に供給することとしたため、確実に放電スイッチSW1をターンオンすることができる。

【0045】**(用途)**

続いて、電力変換装置100の用途を説明する。電力変換装置100は、産業機械のひとつであるクレーンに使用される。クレーンは、図1に示す電気系統を有し、たとえばモータ206は、巻き上げ、巻き下げ用の主巻電動機に対応する。クレーンの巻き上げ時には、モータ206は力行運転をし、このときエンジンコンバータ120、バッテリコンバータ104は昇圧動作し、インバータに電力を供給する。一方、クレーンの巻き下げ時には、モータ206は回生運転となり、このときエンジンコンバータ120は停止し、バッテリコンバータ104は降圧動作し、回生エネルギーを蓄電デバイス200に回収する。20

【0046】

電力変換装置100の動作中には、放電スイッチSW1をオフすることで消費電力が低減される。ただし電力変換装置100の動作であっても、巻き下げ動作中に、バッテリコンバータ104が故障あるいは制御下で停止した場合には、放電スイッチSW1をオンする。これによりDCリンクバス102に過大な電圧が生ずるのを防止でき、平滑コンデンサC1などの回路部品を保護できる。30

【0047】

別の実施の形態において、電力変換装置100は、産業機械のひとつであるハイブリッドショベルに使用される。ハイブリッドショベルも図1に示す電気系統を有し、たとえばモータ206は、上部旋回体を回転させる旋回モータに対応する。旋回時には、モータ206は力行運転をし、このときエンジンコンバータ120、バッテリコンバータ104は昇圧動作し、インバータに電力を供給する。一方、旋回のブレーキ時には、モータ206は回生運転となり、このときエンジンコンバータ120は停止し、バッテリコンバータ104は降圧動作し、回生エネルギーを蓄電デバイス200に回収する。

【0048】

ショベルにおいても電力変換装置100の動作中には、放電スイッチSW1をオフすることで消費電力が低減される。ただし電力変換装置100の動作であっても、旋回減速中に、バッテリコンバータ104が故障し、あるいは回路保護のためにバッテリコンバータ104を意図的に停止制御した場合には、放電スイッチSW1をオンする。これによりDCリンクバス102に過大な電圧が生ずるのを防止でき、平滑コンデンサC1などの回路部品を保護できる。40

【0049】

このような産業機械に実施の形態に係る電力変換装置100を搭載することにより、エネルギー効率を改善することができ、商品価値を高めることができる。

【0050】

以上、本発明を実施例にもとづいて説明した。本発明は上記実施形態に限定されず、種

50

々の設計変更が可能であり、様々な変形例が可能であること、またこうした変形例も本発明の範囲にあることは、当業者に理解されるところである。以下、こうした変形例を説明する。

【0051】

(第1変形例)

電力変換装置100は、ダイオードOR回路116に代えて、スイッチあるいはセレクタを備えてもよい。これにより、内部制御電源110、外部制御電源114が生成する電源電圧 V_{DD_1} 、 V_{DD_2} が選択的に放電コントローラ112に供給されるようにしてもよい。あるいは、ケーブルの差し替えによって、内部制御電源110と外部制御電源114が選択可能であってもよい。また外部制御電源114を省略してもよい。

10

【0052】

(第2変形例)

コンバータコントローラ106は、バッテリコンバータ104を、DCリンクバス102側を出力、蓄電デバイス200側を入力とする昇圧コンバータとして動作させ、電池電圧 V_{BAT} を昇圧し、DCリンクバス102に電力を供給し、DCリンク電圧 V_{DC} を上昇させてもよい。またエンジンコンバータ120に代えて、電動機等を駆動し、あるいは電動機からの回生電流を平滑コンデンサC1に回収するインバータが設けられてもよい。

【0053】

実施の形態にもとづき、具体的な語句を用いて本発明を説明したが、実施の形態は、本発明の原理、応用を示しているにすぎず、実施の形態には、請求の範囲に規定された本発明の思想を逸脱しない範囲において、多くの変形例や配置の変更が認められる。

20

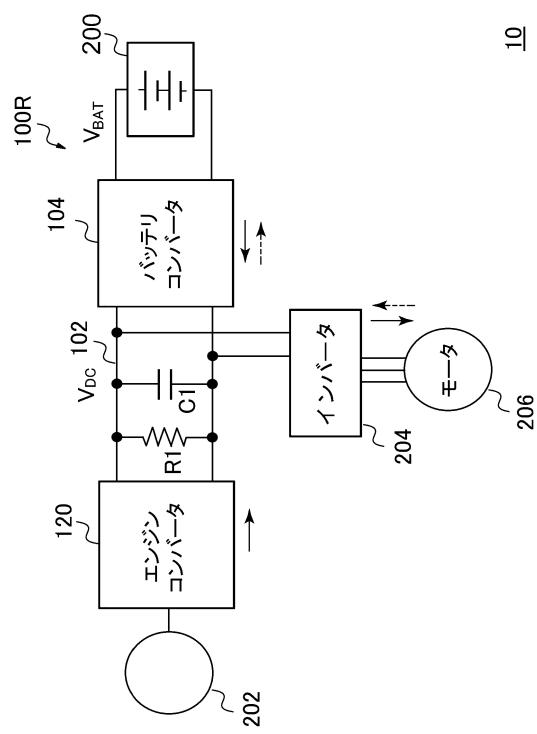
【符号の説明】

【0054】

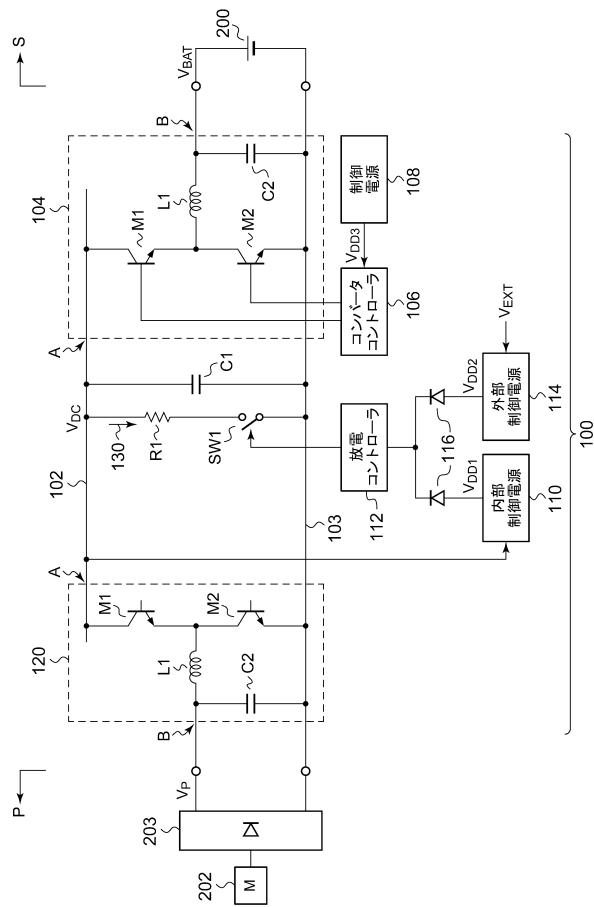
100…電力変換装置、102…DCリンクバス、104…バッテリコンバータ、106…コンバータコントローラ、108…制御電源、110…内部制御電源、112…放電コントローラ、114…外部制御電源、116…ダイオードOR回路、120…エンジンコンバータ、130…放電経路、200…蓄電デバイス、202…発電機、203…整流回路、L1…リアクトル、C1…平滑コンデンサ、M1，M2…スイッチング素子、C2…平滑コンデンサ、R1…放電抵抗、SW1…放電スイッチ、 V_{DD_1} …第1電源電圧、 V_{DD_2} …第2電源電圧。

30

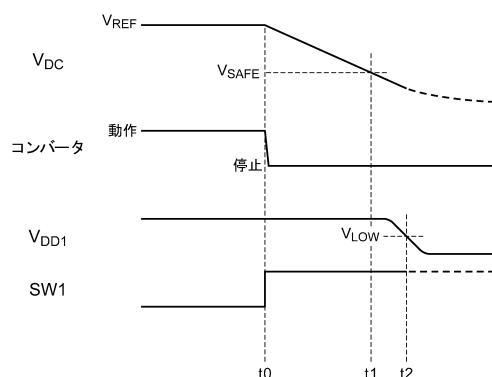
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-262283(JP,A)
特開2004-289950(JP,A)
特開2012-120436(JP,A)
特開2013-31329(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/155, 7/48
H02P 3/18