

(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2007-282334
(P2007-282334A)

(43) 公開日 平成19年10月25日(2007.10.25)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2M 7/483 (2007.01)	HO2M 7/48	5H007
HO2M 7/48 (2007.01)	HO2M 7/48	K

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2006-103149 (P2006-103149)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成18年4月4日(2006.4.4)	(74) 代理人	100078019 弁理士 山下 一
		(72) 発明者	松下 晃久 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所内
		Fターム(参考)	5H007 AA03 BB01 BB11 CA01 CA02 CB04 CB05 CB12 CC04 CC05 CC07 CC14 DB03 FA03 FA13 FA20

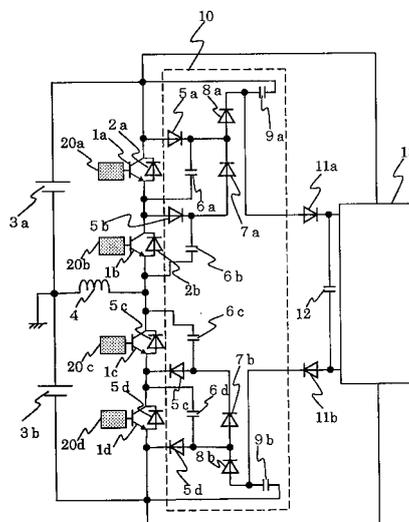
(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【要約】

【課題】 アクティブゲート駆動技術によるサージ電圧抑制を行ないながら、スナバ回路の損失を低減することが可能な多直列の電力変換装置を提供する。

【解決手段】 複数の直流電位を有する直流電源3と、直流電源3に並列に接続され、ノンラッチング型のスイッチング素子1を多直列接続した変換アームを有する複数のスイッチングレグと、スイッチング素子1の各々の電圧上昇率を抑えるため、スナバダイオード5を介して当該スイッチング素子の正負極間に接続されたスナバコンデンサ6と、スイッチング素子1の正負極間の電圧に応じて当該スイッチング素子の制御電極に印加される電圧あるいは前記制御電極に流れる電流を制御する制御手段20と、各々のスナバコンデンサ6に蓄えられたエネルギーを回生用コンデンサ12に移行させる移行手段と、回生用コンデンサ12に蓄えられたエネルギーを直流電源3に回生する回生手段13とで構成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の直流電位を有する直流電源と、
この直流電源に並列に接続され、ノンラッチング型のスイッチング素子を多直列接続した変換アームを有する複数個のスイッチングレグと、
前記スイッチング素子の各々の電圧上昇率を抑えるため、スナバダイオードを介して当該スイッチング素子の正負極間に接続されたスナバコンデンサと、
前記スイッチング素子の正負極間の電圧に応じて当該スイッチング素子の制御電極に印加される電圧あるいは前記制御電極に流れる電流を制御する制御手段と、
前記各々のスナバコンデンサに蓄えられたエネルギーを回生用コンデンサに移行させる移行手段と、
前記回生コンデンサに蓄えられたエネルギーを前記直流電源に回生する回生手段と
から成る電力変換装置。

【請求項 2】

前記移行手段は、
前記スイッチングレグ毎に設けられた単位移行手段から成り、
前記各々の単位移行手段の出力を夫々回生用ダイオードを介して共通に設けられた前記回生用コンデンサに移行させるようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置

【請求項 3】

前記単位移行手段は、
前記スイッチングレグの正側の前記変換アームに属する各々の前記スナバコンデンサのエネルギーを夫々移行用ダイオードを介して前記直流電源の最大電位端子との間に設けられた正側移行用コンデンサに蓄え、当該正側移行用コンデンサのエネルギーを正側の前記回生ダイオードを介して前記回生用コンデンサに移行し、
前記スイッチングレグの負側の前記変換アームに属する各々の前記スナバコンデンサのエネルギーを夫々移行用ダイオードを介して前記直流電源の最小電位端子との間に設けられた負側移行用コンデンサに蓄え、当該負側移行用コンデンサのエネルギーを負の前記回生ダイオードを介して前記回生用コンデンサに移行するようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載の電力変換装置。

【請求項 4】

前記単位移行手段は、
出力側に正側及び負側のスイッチングレグ回生ダイオードを介して接続されたスイッチングレグ回生コンデンサを有し、
前記スイッチングレグ回生コンデンサの両端の端子をその出力としたことを特徴とする請求項 2 に記載の電力変換装置。

【請求項 5】

前記移行手段は、
回生エネルギーの変化率を抑制するためのリアクトルを有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電力用変換装置に係り、特に電力用のスイッチング素子を多直列接続したスイッチングレグを有する電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電力用のスイッチング素子を応用した電力変換装置は、スイッチング素子の大容量化及び高速化に伴い、その応用範囲を着実に広げている。このようなスイッチング素子のうち、最近特に応用分野を伸ばしてきたのが MOS ゲート型のスイッチング素子である IGB

10

20

30

40

50

TやMOSFETである。

【0003】

IGBTやMOSFETは、オン状態及びオフ状態を自己継続しない所謂ノンラッチング型のスイッチング素子であり、サイリスタ等のラッチング型のスイッチング素子に比べて、ゲート駆動による優れた制御性を有することが大きな利点である。このノンラッチング型のスイッチング素子は、ターンオン/ターンオフ時のスイッチング過渡期においても、ゲート制御によってサージ電圧やサージ電流を抑制したり、またスイッチング過渡期の電流や電圧の傾きを自在に制御することが可能になる。

【0004】

こうしたノンラッチング型のスイッチング素子の特徴を生かした応用例として、アクティブゲート駆動技術を用いた多直列の電力変換装置がある。多直列の電力変換装置は、限られた耐圧のスイッチング素子を複数個直列に接続することによって、電力系統などの高電圧用途に用いることが可能な高圧の電力変換装置を実現するものである。多直列の電力変換装置においては、直列に接続された複数個のスイッチング素子間における僅かなスイッチングタイミングのずれによって、大きな電圧分担のばらつきが生じるという問題がある。これに対する対応策として、スイッチング素子のターンオフ時に異常電圧が発生したとき、当該スイッチング素子へのゲート電流を増大させて異常電圧を抑制するアクティブゲート駆動技術が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

10

【特許文献1】特開2005-86940号公報（第8頁、図1）

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載の発明においては、スイッチング素子の正負極間電圧 V_{ce} をゲート駆動回路にフィードバック制御することによってサージ電圧の発生を抑制するものである。こうした方式の場合、スイッチング素子以外には何らの主回路素子も要しないという点では、回路構成が簡素となる利点があるが、一方、スイッチング素子が損失のすべてを分担しなければならないために、スイッチング素子の損失が増大するという問題がある。このスイッチング素子の損失には、多直列に接続されたスイッチング素子の電圧バランスをとるための上記損失のほか、電磁障害の防止などのためターンオフ時の電圧上昇率やターンオン時の電流上昇率を抑制する場合の損失がある。また、スイッチング素子のターンオフ時のサージ電圧を抑制するために通常スナバ回路を設けるようにしており、このスナバ回路によってスイッチング素子自身の損失は低減されるが、スナバ回路の損失が大きくなってしまいうという問題があった。

30

【0006】

本発明は、上記問題点に鑑みて為されたもので、アクティブゲート駆動技術によるサージ電圧抑制を行ないながら、スナバ回路の損失を低減することが可能な多直列の電力変換装置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】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の電力変換装置は、複数の直流電位を有する直流電源と、この直流電源に並列に接続され、ノンラッチング型のスイッチング素子を多直列接続した変換アームを有する複数個のスイッチングレグと、前記スイッチング素子の各々の電圧上昇率を抑えるため、スナバダイオードを介して当該スイッチング素子の正負極間に接続されたスナバコンデンサと、前記スイッチング素子の正負極間の電圧に応じて当該スイッチング素子の制御電極に印加される電圧あるいは前記制御電極に流れる電流を制御する制御手段と、前記各々のスナバコンデンサに蓄えられたエネルギーを回生用コンデンサに移行させる移行手段と、前記回生コンデンサに蓄えられたエネルギーを前記直流電源に回生する回生手段とから構成されている。

40

【発明の効果】

【0008】

50

本発明によれば、アクティブゲート駆動技術によるサージ電圧抑制を行ないながら、スナバ回路の損失を低減することが可能な多直列の電力変換装置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】

【0009】

以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【実施例1】

【0010】

以下、図1および図2を参照して、本発明の実施例1に係る電力変換装置を説明する。

図1は本発明の実施例1に係る電力変換装置の回路構成図である。

【0011】

スイッチング素子1a、1b、1c及び1dは直列接続され、各々のスイッチング素子と逆並列にフライホイールダイオード2a、2b、2c及び2dが夫々接続されている。直列接続されたスイッチング素子1a、1b、1c及び1dは所謂スイッチングレグを構成し、このスイッチングレグに直列接続された正側の直流電源3a及び負側の直流電源3bから直流電圧が供給されている。スイッチングレグの midpoint 即ちスイッチング素子1b及び1cの midpoint と正側の直流電源3a及び負側の直流電源3bの midpoint 間には負荷4が接続されている。直列接続されたスイッチング素子1a及び1bはスイッチングレグ内の正側の変換アームを構成し、直列接続されたスイッチング素子1c及び1dはスイッチングレグ内の負側の変換アームを構成している。正側変換アームのスイッチング素子1a及び1b、並びに負側変換アームのスイッチング素子1c及び1dは夫々同じタイミングでオン/オフ動作を行う。このようにスイッチングレグ内の正側または負側の変換アームのスイッチング素子を直列接続して構成した電力変換装置を多直列の電力変換装置と呼称する。

10

20

【0012】

スイッチング素子1a、1b、1c及び1dの各々は、その詳細は後述するアクティブゲート回路20a、20b、20c及び20dにより夫々駆動されている。

【0013】

スイッチング素子1a、1b、1c及び1dの各々の正負極間の電圧はスナバ回路10に供給される。スナバ回路10の出力は、正側の回生用ダイオード11a及び、負側の回生用ダイオード11bを介して回生用コンデンサ12に接続され、回生用コンデンサ12の両端の電圧はDC-DCコンバータである回生用コンバータ13に与えられる。回生用コンバータ13は入力された回生用コンデンサ12の両端の電圧を絶縁された適切な直流電圧に変換して直列接続された正側の直流電源3a及び負側の直流電源3bに回生する。

30

【0014】

以下、スナバ回路10の内部構成について説明する。スイッチング素子1aに並列にスナバダイオード5aとスナバコンデンサ6aの直列回路が、またスイッチング素子1bに並列にスナバダイオード5bとスナバコンデンサ6bの直列回路が設けられている。スナバコンデンサ6bの正側端子は移行用ダイオード7aを介してスナバコンデンサ6aの正側端子に接続され、更に正側の移行用ダイオード8aと正側の移行用コンデンサ9aの直列回路を介してスイッチング素子1aの正極に接続される。そして、正側の移行用ダイオード8aと正側の移行用コンデンサ9aの直列回路の midpoint と回生用コンバータ13の正側入力端子間に正側の回生用ダイオード11aが接続されている。

40

【0015】

同様に、スイッチング素子1cに並列にスナバダイオード5cとスナバコンデンサ6cの直列回路が、またスイッチング素子1dに並列にスナバダイオード5dとスナバコンデンサ6dの直列回路が設けられている。スナバコンデンサ6cの負側端子は移行用ダイオード7bを介してスナバコンデンサ6dの負側端子に接続され、更に負側の移行用ダイオード8bと負側の移行用コンデンサ9bの直列回路を介してスイッチング素子1dの負極に接続される。そして、負側の移行用ダイオード8bと負側の移行用コンデンサ9bの直列回路の midpoint と回生用コンバータ13の負側入力間に負側の回生用ダイオード11bが接続されている。

50

【0016】

次に、図2を参照してアクティブゲート回路20の回路構成を説明する。図2はアクティブゲート回路20の回路構成図である。

【0017】

図示しない電力変換装置の制御部から与えられるゲート指令は、電圧増幅器14によって増幅され、ゲート抵抗15を介してスイッチング素子1のゲートに接続されている。スイッチング素子1の正負極間の電圧 V_{ce} は分圧抵抗16a及び16bによって分圧され、この分圧点から電圧増幅器17を介して制御電流源18を制御する。この構成によって、スイッチング素子1の正負極間の電圧に応じて制御電流源18からスイッチング素子1のゲートにゲート電流を注入することが可能となる。このことによってスイッチング素子1の正負極間の電圧を制御することが可能となる。尚、図2においては、制御電流源18を適用しているが、必ずしも電流源である必要はなく、電圧源であっても良い。

【0018】

以上説明した本発明の実施例1の動作について以下説明する。

【0019】

スナバダイオード5a、5b、5c及び5dとスナバコンデンサ6a、6b、6c及び6dによって構成される各々のスナバ部は、スイッチング素子1a、1b、1c及び1dまたはフライホイールダイオード2a、2b、2c及び2dがオンしている間に移行用ダイオード7a、7b及び移行用ダイオード8a、8bを経由して放電し、スナバコンデンサ6a、6b、6c及び6dの電荷が0になる。この状態で、スイッチング素子1a、1b、1c及び1dがオフ動作を開始し、スイッチング素子1a、1b、1c及び1dのコレクタ電流が急速に減少すると、それまでスイッチング素子1a、1b、1c及び1dに流れていた主電流がスナバダイオード5a、5b、5c及び5d及びスナバコンデンサ6a、6b、6c及び6dに転流する。スナバ回路のインダクタンス成分が十分小さければ、主電流のスナバ回路への転流は速やかに行なわれ、スイッチング素子1a、1b、1c及び1dの正負極間の電圧 V_{ce} はスナバコンデンサ6a、6b、6c及び6dの容量と主電流の値とによって決まる一定の電圧上昇率を持ってゆるやかに上昇を始める。スイッチング素子1a、1b、1c及び1dのコレクタ電流の減少率は、ゲート回路内部のゲート抵抗14によって決まるので、ゲート抵抗14を十分小さくしておけば、スイッチング素子1a、1b、1c及び1dのコレクタ電流は非常に急速に減少する。従って、スイッチング素子1a、1b、1c及び1dのターンオフ損失を非常に小さくすることが可能になる。その場合であっても、スナバ部の作用によって、電圧上昇率はある一定の値に抑えることができる。

【0020】

また、移行用ダイオード8a、8bを介して放電したエネルギーは移行用コンデンサ9a、9b及び回生用ダイオード11a、11bを介して回生用コンデンサ12に流入して回生用コンデンサ12に蓄えられる電荷が増え、回生用コンデンサ12の電圧が上昇する。この結果、回生用コンデンサ12から回生コンバータ8へ電流が流れ、回生コンバータ8を介して直流主回路へスナバエネルギーが回生される。このように、スナバエネルギーを抵抗などで消費するのではなく、主回路側へ回生することによって、電力変換装置の効率を上げることができる。また、この実施例1の回路構成によれば、各々のスイッチング素子に個別の回生コンバータを用意せずに、全スイッチング素子のスナバエネルギーを移行して一括回生することが可能となり、スナバ回路及びその付属回路の小型化/低コスト化が可能となる。また、このスナバ回路はスイッチング素子が直列接続された状態で機能するため、電力変換装置の大容量化が可能となる。

【0021】

ここで、スナバコンデンサ6a、6b、6c及び6dの容量を、例えば5nF以下と小さく選定すると電圧上昇率を抑えることができず、スイッチング素子の損失は低減されない。逆に、1 μ F以上と大きく選定すると、そのエネルギーが回生用コンデンサ12に流れるため、回生用コンデンサ12の電位変動が大きくなってしまふ。従って、スナバコンデ

ンサ 6 a、6 b、6 c 及び 6 d の容量は 5 n F 乃至 5 0 0 n F 程度とし、それに対して十分大きい容量の回生用コンデンサ 1 2 を接続するのが良い。これにより、スナバコンデンサ 6 a、6 b、6 c 及び 6 d のエネルギーが回生用コンデンサ 1 2 に移行しても、回生用コンデンサ 1 2 の電位変動を主回路電圧に対して小さく抑えることができる。この結果、回生コンバータ内の損失も低減可能となる。

【 0 0 2 2 】

上述のとおり、本実施例によれば、アクティブゲート駆動回路によるサージ電圧抑制機能を持たせながら、同時に、スナバ回路によって電圧上昇率を抑え、これによって素子損失の増大も抑制させることができる。また、スナバエネルギーを回生することにより、電力変換器としての効率を上げ、大容量化を行うことが可能になる。

10

【 実施例 2 】

【 0 0 2 3 】

図 3 は本発明の実施例 2 に係る電力変換装置の回路構成図である。この実施例 2 の各部について、図 1 の実施例 1 に係る電力変換装置の回路構成図の各部と同一部分は同一符号で示し、その説明は省略する。この実施例 2 が実施例 1 と異なる点は、夫々フライホイールダイオード 2 e、2 f、2 g 及び 2 h を逆並列接続したスイッチング素子 1 e、1 f、1 g 及び 1 h を直列接続して成るスイッチングレグ並びに夫々フライホイールダイオード 2 i、2 j、2 k 及び 2 l を逆並列接続したスイッチング素子 1 i、1 j、1 k 及び 1 l を直列接続して成るスイッチングレグを直流電源 3 a 及び直流電源 3 b の直列回路に並列に接続し、合計 3 相の出力が得られる主回路構成とした点、3 相各々のスイッチングレグ用に設けられたスナバ回路 1 0 a、1 0 b 及び 1 0 c の正側出力を夫々回生用ダイオード 1 1 a、1 1 c 及び 1 1 e を介して回生コンデンサ 1 2 の正側端子に並列接続し、負側出力を夫々回生用ダイオード 1 1 b、1 1 d 及び 1 1 f を介して回生コンデンサ 1 2 の負側端子に並列接続するように構成した点である。

20

【 0 0 2 4 】

スナバ回路 1 0 a、1 0 b 及び 1 0 c の内部構成は実施例 1 におけるスナバ回路 1 0 と同一であるので図示を省略している。また各スイッチングレグの midpoint から接続される負荷の図示も省略している。

【 0 0 2 5 】

この実施例 2 によれば、3 相に対して共通の回生コンデンサ及び回生コンバータを設け、3 相分のスナバエネルギーを一括して直流電源に回生することが可能となる。尚、回生用コンデンサ 1 2 の電圧変動を抑えるため、回生用コンデンサ 1 2 の容量を適切に確保する必要がある。

30

このように、本実施例によれば、電力変換装置としての効率を上げ、大容量化を行うことが可能になる。

【 0 0 2 6 】

尚、図 3 の主回路構成においては直流電源 9 a と直流電源 9 b の midpoint を接地する接地系の構成としているが、直流電源を 1 つとして非接地系の構成としても良い。また、図 2 においては 3 相の主回路構成の例を示したが、本実施例 2 は任意の相数の電力変換装置に適用可能である。

40

【 実施例 3 】

【 0 0 2 7 】

図 4 は本発明の実施例 3 に係る電力変換装置の回路構成図である。この実施例 3 の各部について、図 1 の実施例 1 に係る電力変換装置の回路構成図の各部と同一部分は同一符号で示し、その説明は省略する。この実施例 3 が実施例 1 と異なる点は、スナバ回路 1 0 a の正側出力にスイッチングレグ回生ダイオード 2 1 a を、スナバ回路 1 0 a の負側出力にスイッチングレグ回生ダイオード 2 1 b を接続し、これらのスイッチングレグ回生ダイオードの出力間に各相用のスイッチングレグ回生コンデンサ 2 0 a を接続し、この各相用のスイッチングレグ回生コンデンサ 2 0 a の出力を回生用ダイオード 1 1 a、1 1 b を介して共通に設けられた回生用コンデンサ 1 2 に接続するように構成した点である。尚、図 4

50

においては、3相構成のうち、スナバ回路10aが接続されるスイッチングレグ1相分だけを図示し、スナバ回路10aの内部構成も図示している。

【0028】

本実施例の動作を以下に説明する。実施例2においては、例えば全く同一のタイミングで2つ以上の相のスイッチング素子がターンオンしたとき、回生用コンデンサ12の電位が上昇し、各々の相のスナバ回路のエネルギーを完全には移行させることができない恐れがある。そこで、各相にスイッチングレグ回生コンデンサを接続することにより、一度、他の相との相関が無い状態でスイッチングレグ回生ダイオード21a、21bを介して回生コンデンサ20aにエネルギーを移し、さらに回生用ダイオード11a、11bを介して共通の回生用コンデンサ12へエネルギーを移行させる。回生用コンバータ8によりエネルギー回生が行なわれると、共通の回生用コンデンサ12の電位は下り、スイッチングレグ回生コンデンサ20aのエネルギーは回生用ダイオード11a、11bを介して回生用コンデンサ12に移行する。図示しない他の相についても同様の動作が行なわれ、これにより各相のスナバエネルギーが均一に回生可能となる。

10

【実施例4】

【0029】

図5は本発明の実施例4に係る電力変換装置の回路構成図である。この実施例4の各部について、図1の実施例1に係る電力変換装置の回路構成図の各部と同一部分は同一符号で示し、その説明は省略する。この実施例4が実施例1と異なる点は、スナバ回路10の正側の出力に直列リアクトル23aを、負側の出力に直列にリアクトル23bを挿入する構成とした点である。

20

【0030】

図1に示した実施例1あるいは図3に示した実施例2の構成において、スナバエネルギーが回生用コンデンサ12に移行することによって回生用コンデンサ12の電位は急激に変化する。この結果、回生用コンバータ8の入力電圧が急激に変動し回生用コンバータ8の動作に悪影響を与える恐れがある。そこで本実施例においては、スナバ回路からのエネルギーをリアクトル23a、23bと回生用ダイオード11a、11bを介して、回生用コンデンサ12にエネルギーを蓄えるようにする。このようにリアクトル23a、23bを介してエネルギー回生を行えば回生電流即ち回生エネルギーの変化率が抑えられ、回生コンデンサ12の電位変動を抑制することが可能となる。

30

【0031】

以上説明した実施例1乃至実施例4は、多直列アームを有するスイッチングレグ複数個で構成される主回路を備えた電力変換装置であれば何れの電力変換装置にも適用可能である。例えば、多レベルの電位を持つ直流電源を適用した3レベル以上の電力変換装置であっても良い。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明の実施例1に係る電力変換装置の回路構成図。

【図2】本発明に用いられるアクティブゲート回路の1例を示す回路構成図。

【図3】本発明の実施例2に係る電力変換装置の回路構成図。

40

【図4】本発明の実施例3に係る電力変換装置の回路構成図。

【図5】本発明の実施例4に係る電力変換装置の回路構成図。

【符号の説明】

【0033】

1、1a、1b、1c、1d、1e、1f、1g、1h、1i、1j、1k、1l スイッチング素子

2、2a、2b、2c、2d、2e、2f、2g、2h、2i、2j、2k、2l フライホイールダイオード

3a、3b 直流電源

4 負荷

50

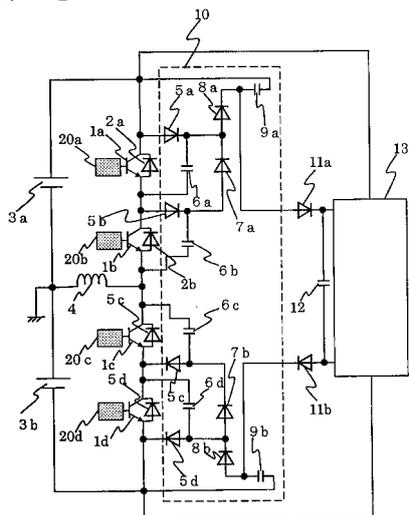
- 5 a、5 b、5 c、5 d スナバダイオード
- 6 a、6 b、6 c、6 d スナバコンデンサ
- 7 a、7 b 移行用ダイオード
- 8 a、8 b 移行用ダイオード
- 9 a、9 b 移行用コンデンサ
- 10、10 a、10 b、10 c スナバ回路
- 11 a、11 b、11 c、11 d、11 e、11 f 回生用ダイオード
- 12 回生用コンデンサ
- 13 回生用コンバータ
- 14 電圧増幅器
- 15 ゲート抵抗
- 16 a、16 b 分圧抵抗
- 17 電圧増幅器
- 18 制御電流源

10

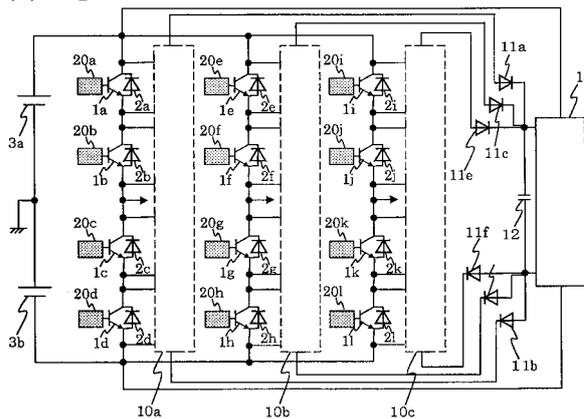
- 20 a、20 b、20 c、20 d、20 e、20 f、20 g、20 h、20 i、20 j、20 k、20 l アクティブゲート回路
- 21 a、21 b スイッチングレグ回生ダイオード
- 22 a スイッチングレグ回生コンデンサ
- 23 a、23 b リアクトル

20

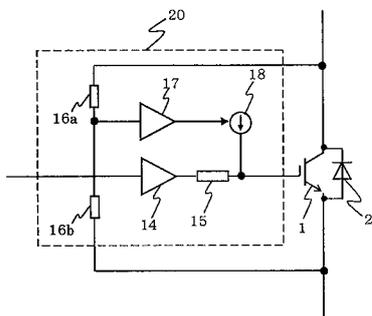
【図1】



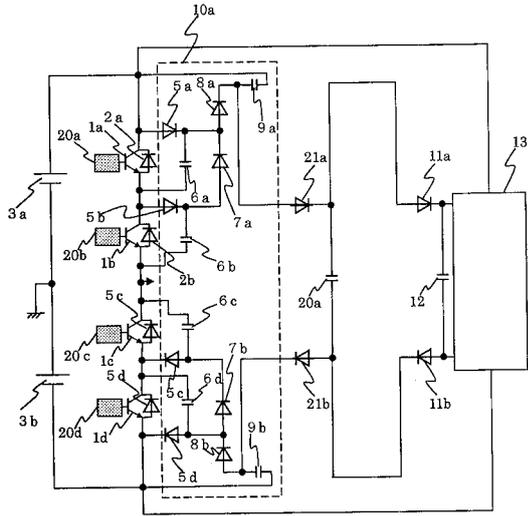
【図3】



【図2】



【 図 4 】



【 図 5 】

