

(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2009-106081

(P2009-106081A)

(43) 公開日 平成21年5月14日(2009.5.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2M 7/515 (2007.01)	HO2M 7/515 C	5H007
HO2M 7/797 (2006.01)	HO2M 7/797	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2007-275707 (P2007-275707)	(71) 出願人	000006208 三菱重工業株式会社 東京都港区港南二丁目16番5号
(22) 出願日	平成19年10月23日(2007.10.23)	(74) 代理人	100100077 弁理士 大場 充
		(74) 代理人	100136010 弁理士 堀川 美夕紀
		(72) 発明者	河島 裕 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂製作所内
		(72) 発明者	杉本 志郎 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂製作所内
		Fターム(参考)	5H007 BB06 CA01 CB05 CC01 CC04 DA01 FA03 FA13

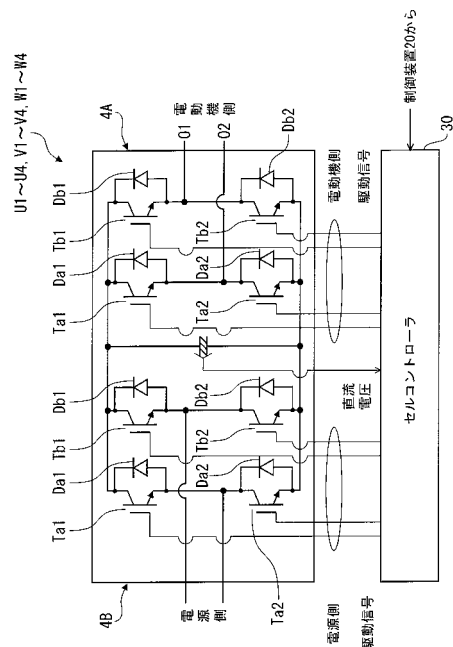
(54) 【発明の名称】 電力変換器

(57) 【要約】

【課題】容易に双方向の電力変換システムを構成でき、電源回生を実現できる電力変換器を提供することを目的とする。

【解決手段】各相ごとに、単相インバータ4A、4Bを備えたセルパワーモジュールU1~U4、V1~V4、W1~W4が直列接続され、さらにこれらが三相設けられ、電源から入力された電力を変換して出力する電力変換器において、各セルパワーモジュールU1~U4、V1~V4、W1~W4と電源側との間、または、各セルパワーモジュールU1~U4、V1~V4、W1~W4と出力側との間に、絶縁トランスを備えた。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2組の単相インバータを備えたセルパワーモジュールがN台（Nは整数）直列接続されてなる相が三相設けられ、電源から入力された電力を変換して出力することを特徴とする電力変換器。

【請求項 2】

各前記セルパワーモジュールと前記電源との間、または、各前記セルパワーモジュールと出力側との間に、絶縁トランスを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換器。

【請求項 3】

前記絶縁トランスは、各前記セルパワーモジュールと前記電源との間に設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電力変換器。

【請求項 4】

前記電源側から入力された電力が前記セルパワーモジュールにより電力変換されて前記出力側に設けられた電動機が駆動されるとともに、前記電動機で電力を発生したときには前記電力が前記セルパワーモジュールにより電力変換されて前記電源側に回生されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の電力変換器。

【請求項 5】

前記セルパワーモジュールの前記単相インバータの直流部にエネルギー貯蔵体を備え、前記電源としての発電機から入力された電力が、前記セルパワーモジュールにより電力変換され、前記エネルギー貯蔵体により電力が充放電されることにより、前記発電機の出力変動が平滑化されることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の電力変換器。

【請求項 6】

前記電動機側の前記単相インバータにおいて、前記電動機の要求する電力供給または前記電源側へ電力回生を実施し、

前記電源側の前記単相インバータにおいて、前記セルパワーモジュールに供給される直流電圧を目標値に保つよう調整する制御を行う制御部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の電力変換器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マルチセルインバータ等の電力変換器に関する。

【背景技術】

【0002】

マルチセル型インバータは、セルインバータと呼ばれる低電圧単相インバータを多数直列接続し、さらに中性点を中心に、三相のスターの形に組み合わせ、その頂点間で、所定の高圧および大容量出力を直接得る直列多重型インバータである。

セルインバータの出力電圧は、汎用 IGBT 素子の耐圧より、450～650V程度の低圧に選ばれ、一般に出力容量とは無関係に、出力電圧 3.3kV で 9～12 台、6.6kV では 18～24 台のセルインバータの合計数となるが、数が多いことにより、一台当りの出力は、6600V の出力でも 280～370kVA と小さくなる。

【0003】

マルチセルインバータは、各相において単相インバータを複数台直列接続し、更にこれを三相配置することにより、高電圧、大容量変換器を構成するものであり、素子数は多くなるが、素子単体の仕様に対し、出力トランス無しで高電圧、大容量の電力変換の実施ができることが特徴である。また、出力電圧の多レベル化、直列接続による等価スイッチングキャリア増により、セル毎のスイッチングキャリアを低減でき、低高調波、高効率の変換器が構築できることも特徴である。

【特許文献 1】特開 2007-37290 号公報

【発明の開示】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

しかしながら、可変速仕様の電動機と組み合わせられるマルチセル電力変換装置では、電源入力側は、ダイオードを備えた整流器による三相整流を基本とした多相整流回路となっている。このため、電源回生を行うことができず、制動運転が実施できなかった。

【0005】

また、整流器の代わりにスイッチング素子を使用してコンバータ運転を行うことで電源回生することも考えられるが、セル台数分の三相コンバータを構成する素子が必要で数が多くなり、複雑化および高コスト化を招くという問題があった。

さらにコンバータの出力側で出力が並列合成されることにより、各セルの直流中間電圧を均等に保つための各セル毎の電力バランス制御を行うことが困難で、セル毎にバランス用リアクトルの設置も必要となる。

【0006】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、容易に双方向の電力変換システムを構成でき、電源回生を実現できる電力変換器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、本発明の電力変換器は、2組の単相インバータを備えたセルパワーモジュールがN台（Nは整数）直列接続されてなる相が三相設けられ、電源から入力された電力を変換して出力することを特徴とする。

このような電力変換器においては、電源側から入力された電力がセルパワーモジュールより電力変換されて出力側に設けられた電動機が駆動されるとともに、電動機で電力を発生したときには電力がセルパワーモジュールにより電力変換されて電源側に回生される。

本構成のように、電源側に対しても単相インバータを設けることにより、電源側から出力側だけでなく、出力側から電源側へと電力を送ることが可能となり、入出力の双方をマルチセル接続とした、双方向の電力変換が実現する。つまり電源回生を行うことが可能となり、これによって制動力を発揮することが可能となる。

【0008】

このような電力変換器において、各セルパワーモジュールと電源との間、または、各セルパワーモジュールと出力側との間に、絶縁トランスを備えるのが好ましい。

絶縁トランスを備える構成とすることにより、電源回生時等におけるセル間の干渉（回り込み）を防止することができる。また、高調波を低減することが可能となる。さらに、絶縁トランスの1次・2次の巻線比を異ならせることにより、変換器の電圧を最適値に設定できる。絶縁トランスは、各セルパワーモジュール毎に設けても良いし、例えば五脚鉄心の三相トランスを用い、セルパワーモジュールの全体に対して一括して設けてもよい。

【0009】

絶縁トランスは、各セルパワーモジュールと電源との間、または、各セルパワーモジュールと出力側との間に設けるが、このうち、各セルパワーモジュールと電源との間に設けるのが好ましい。電源側に絶縁トランスを設けることで、雷のサージ等、設置の環境からの影響を抑制できる。

【0010】

また、セルパワーモジュールの単相インバータの直流部にエネルギー貯蔵体を備え、電源としての発電機から入力された電力が、セルパワーモジュールにより電力変換され、エネルギー貯蔵体により電力が充放電されることにより、発電機の出力変動が平滑化されるようにしてもよい。

【0011】

このような電力変換器は、電動機側の単相インバータにおいて、電動機の要求する電力供給または電源側へ電力回生を実施し、電源側の単相インバータにおいて、セルパワーモジュールに供給される直流電圧を目標値に保つよう調整する制御を行う制御部をさらに備えるのが好ましい。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0012】

本発明の電力変換器によれば、電源側と出力側とで2組の単相インバータを設けることにより、電源側から出力側だけでなく、出力側から電源側へと電力を送ることが可能となり、入出力の双方をマルチセル接続とした、双方向の電力変換が実現する。これにより電源回生を行うことが可能となり、制動力を発揮することが可能となる。

また、絶縁トランスを備えたことにより、セル間の干渉（回り込み）を防止することができ、電源側に対しても単相インバータを設けることが可能となる。したがって、これにより双方向マルチセルの電力変換器を容易に実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

次に、本発明の第1実施形態について図面を参照して説明する。図1は、本実施形態における電力変換器の全体構成を示すブロック図であり、図2は同電力変換器の一つのセル部分の接続を模式的に示したブロック図である。

図1に示したように、本実施形態の電力変換器1は、12セル構成の例であり、位相差が120度となるU相、V相、W相をY結線で接続したもので、U相、V相、W相それぞれが、直列に接続された複数台（本実施の形態では例えば4台）のセルパワーモジュールU1～U4、V1～V4、W1～W4によって構成される。すなわち、セルパワーモジュールU1、V1、W1それぞれが中性点で接続され、セルパワーモジュールU1～U4、V1～V4、W1～W4が、それぞれが直列に接続され、セルパワーモジュールU4、V4、W4が電動機側に接続される。

さらに、各セル毎に単相の絶縁トランス3が設けられ、絶縁トランス3の出口側で各セルが直列接続されてマルチセル構造とし、連系リアクトル2を介して電源に接続される。

【0014】

セルパワーモジュールU1～U4、V1～V4、W1～W4はそれぞれ、図2のように、出力側に単相インバータ4Aを備え、電源側に単相インバータ4Bを備える。さらに、セルパワーモジュールU1～U4、V1～V4、W1～W4のそれぞれには、絶縁と電圧調整を兼ねた絶縁トランス3が設けられていることにより、電動機側と電源側双方をマルチセル構成とする双方向電力変換器を構成する。

【0015】

出力側の単相インバータ4Aは、電源側にコレクタが接続されたIGBT素子Ta1、Tb1と、電源側にエミッタが接続されたIGBT素子Ta2、Tb2と、電源側にカソードが接続されたダイオードDa1、Db1と、電源側にアノードが接続されたダイオードDa2、Db2と、を備える。そして、この単相インバータ4Aにおいて、IGBT素子Ta1のエミッタ及びIGBT素子Ta2のコレクタとダイオードDa1のアノード及びダイオードDa2のカソードが接続されて一方の出力端子O1となるとともに、IGBT素子Tb1のエミッタ及びIGBT素子Tb2のコレクタとダイオードDb1のアノード及びダイオードDb2のカソードが接続されて他方の出力端子O2となる。

【0016】

また、電源側の単相インバータ4Bも同様に構成されており、同一の構成については同一の符号を付して説明を省略する。単相インバータ4Bは、単相インバータ4Aと異なり、IGBT素子Ta1のエミッタ及びIGBT素子Ta2のコレクタとダイオードDa1のアノード及びダイオードDa2のカソードの間、並びに、IGBT素子Tb1のエミッタ及びIGBT素子Tb2のコレクタとダイオードDb1のアノード及びダイオードDb2のカソードの間に、図1に示したように、絶縁トランス3が接続される。

【0017】

このように構成された本実施形態の電力変換器1においては、その全体を制御する制御装置20からの指令に基づいて、セルパワーモジュールU1～U4、V1～V4、W1～W4のそれぞれに設けられたセルコントローラ30が単相インバータ4A、4Bの作動を制御する。

10

20

30

40

50

すなわち、セルパワーモジュールU1～U4，V1～V4，W1～W4において、制御装置20は、セルコントローラ30によって電動機7側の単相インバータ4AのIGBT素子Ta1，Ta2，Tb1，Tb2それぞれのゲートに与える駆動信号を制御することによって、単相交流の電力を出力し、電動機制御（加速、減速、一定速等）を行うための電力供給または電源側への電力回生を実施する。

また、セルパワーモジュールU1～U4，V1～V4，W1～W4において、制御装置20は、セルコントローラ30によって、電源側の単相インバータ4Bの集合体を制御することで、電動機制御に対応した電力制御を実施する。具体的には、電動機7の加速・一定速時には電源から電力を取り出し、セルパワーモジュールU1～U4，V1～V4，W1～W4に供給される直流電圧を目標値に保つよう調整しながら電力供給を実施し、電動機7の減速時には、電動機7側から戻ってくる減速電力を電源側に戻す制御を実施する。

制御装置20においては、電力変換器1の電源側において、電源側の電力制御や過電流・過負荷保護のために、三相交流の電圧・電流を検出するとともに、電力変換器1の電動機7側において、過電流・過負荷保護のために電流を検出している。

【0018】

ここで、制御装置20における制御内容を説明する。制御装置20は、設定目標値（直流電圧指令）と、検出したセルパワーモジュールの直流電圧（各セルの平均値）とから、電源側の交流電流の指令値を決定する。ここで、電力変換器1の電源側において検出した三相交流の電圧・電流に基づき、過電流・過負荷が生じないように、電源側の交流電流の指令値を決定する。決定した電源側の交流電流の指令値に基づき、U相、V相、W相の各相に電圧指令を出力する。この電圧指令により、セルパワーモジュールU1～U4，V1～V4，W1～W4において、セルコントローラ30が電源側の単相インバータ4BのIGBT素子Ta1，Ta2，Tb1，Tb2を駆動する。

また、制御装置20は、上位制御装置からの指令（周波数指令）を受けると、電動機7の加減速を設定する。このとき、指定された目標周波数とするために必要な周波数の変化量が、予め定められた範囲内となるように制約する。これは、急峻な周波数変化を生じさせると、過電流等の発生の要因となるからである。これにより、電動機7の加減速が設定されることで周波数が決定され、予め設定された周波数と電圧との相関から電圧も決定される（いわゆるV/f制御）。これに基づき、U相、V相、W相の各相に電圧指令を出力する。この電圧指令により、セルパワーモジュールU1～U4，V1～V4，W1～W4において、セルコントローラ30が電動機7側の単相インバータ4AのIGBT素子Ta1，Ta2，Tb1，Tb2を駆動する。

【0019】

上記したような制御装置20の制御による作用を図3を用いて説明する。

電力変換器1において、図3（a）に示すように、電源側の電力P1と電動機7側の電力P2とがバランスした状態から、図3（b）に示すように、電動機7側の負荷が増加した場合、 $P1 < P2$ となり、これにより各セルにおける直流電圧が減少する。

すると、図3（c）に示すように、制御装置20においては、各セルにおける直流電圧を目標値に保とうとし、電源側の電力P1を増加させる制御を行う。これにより $P1 > P2$ となり、図3（d）に示すように、各セルにおける直流電圧が目標値まで増加し、電源側の電力P1と電動機7側の電力P2とがバランスした状態となる。

【0020】

また、電力変換器1において、図3（a）に示すように、電源側の電力P1と電動機7側の電力P2とがバランスした状態から、図3（e）に示すように、電動機7側の負荷が増加した場合、 $P1 > P2$ となり、これにより各セルにおける直流電圧が増加する。

すると、図3（f）に示すように、制御装置20においては、各セルにおける直流電圧を目標値に保とうとし、電源側の電力P1を減少させる制御を行う。これにより $P1 < P2$ となり、図3（g）に示すように、各セルにおける直流電圧が目標値まで減少し、電源側の電力P1と電動機7側の電力P2とがバランスした状態となる。

【0021】

10

20

30

40

50

電力変換器 1 において、図 3 (a) に示すように、電源側の電力 P 1 と電動機 7 側の電力 P 2 とがバランスした状態から、図 3 (h) に示すように、電動機 7 側から電源回生が行われた場合は、 $P 1 > P 2$ (このときの電力 P 2 は負：回生方向) となり、これにより各セルにおける直流電圧が増加する。

すると、図 3 (i) に示すように、制御装置 2 0 においては、電源側の単相インバータ 4 B において電力 P 1 を減少させ、 $P 1 < P 2$ として、電源回生を行う。そして、図 3 (j) に示すように、電源側の電力 P 1 と電動機 7 側の電力 P 2 とがバランスした状態となる。

【 0 0 2 2 】

このようにして、電動機 7 側の単相インバータ 4 A においては、電動機 7 の要求する電力供給や電力回生を実施する。一方、電源側の単相インバータ 4 B においては、各セルにおける直流電圧を目標値に保つ制御を実施する。

【 0 0 2 3 】

このように、本実施形態に係る電力変換器 1 においては、電動機 7 側の単相インバータ 4 A に加え、電源側に単相インバータ 4 B を備えることで、電源側から出力側だけでなく、出力側から電源側へと電力を送ることが可能となり、入出力の双方をマルチセル接続とした、双方向の電力変換が実現する。これにより電源回生を行うことが可能となり、制動力を発揮することが可能となる。

また、セルパワーモジュール U 1 ~ U 2 , V 1 ~ V 4 , W 1 ~ W 4 のそれぞれにおいて、絶縁トランス 3 を備えることにより、インバータ同士の干渉を防止するとともに、直流中間回路の短絡を防止することができる。これにより、前記したような、入出力側ともにマルチセル接続とした双方向の電力変換器 1 を構成することができる。

【 0 0 2 4 】

また、絶縁トランス 3 の設置に関し、1 次・2 次の巻線数比を変えることにより、変換器の電圧を系統側電圧と無関係で最適値に設定でき、系統側から見るとスター巻線となることにより、低抵抗の接地回路を容易に設けることができる。

【 0 0 2 5 】

次に、本発明の第 2 実施形態について図 4 を用いて説明する。

図 4 は本実施形態における電力変換器の全体構成を示すブロック図であり、本実施形態は、発電機 (風車等) 5 の出力を系統側に与えるものであって、発電機 5 の出力とマルチセル構成 (各セルパワーモジュール U 1 ~ U 2 , V 1 ~ V 2 , W 1 ~ W 2 の単相インバータ 4 A、4 B の集合体) とを接続する。

各セルパワーモジュール U 1 ~ U 2 , V 1 ~ V 2 , W 1 ~ W 2 の構成は上記第 1 実施形態のセルと略同一であり、詳細な説明を省略するが、各セルパワーモジュール U 1 ~ U 2 , V 1 ~ V 2 , W 1 ~ W 2 の単相インバータ 4 A、4 B の直流部に、超電導コイル等のエネルギー貯蔵体 1 0 が接続されている点が異なる。エネルギー貯蔵体 1 0 に対しては、複数の IGBT 及びダイオードが組み合わせられている。発電機 5 側にコレクタが接続された IGBT 素子 T c 1 と、発電機 5 側にエミッタが接続された IGBT 素子 T d 2 と、発電機 5 側にカソードが接続されたダイオード D c 1、D d 1 と、発電機 5 側にアノードが接続されたダイオード D c 2、D d 2 と、を備え、IGBT 素子 T c 1 のエミッタ、ダイオード D c 1 のアノード及びダイオード D c 2 のカソードが、エネルギー貯蔵体 1 0 の一端側に接続され、IGBT 素子 T d 2 のコレクタ、ダイオード D d 1 のアノード及びダイオード D d 2 のカソードが接続されてエネルギー貯蔵体 1 0 の他端側に接続される。

また、系統側のアイソレーション、電圧整合を考慮し、系統側に対して絶縁と電圧調整を兼ねた絶縁トランス 3 を介している。

【 0 0 2 6 】

発電機側マルチセル (各セルの単相インバータ 4 B 集合体) は、発電機出力電圧・周波数が変動しても出力可能範囲の電力を取り出し系統側マルチセル (各セルパワーモジュール U 1 ~ U 2 , V 1 ~ V 2 , W 1 ~ W 2 における単相インバータ 4 A の集合体) に電力を供給する。系統側マルチセルは、系統周波数 (5 0 / 6 0 H z) に対応して、系統に電力

10

20

30

40

50

を供給する。

各単相インバータ直流部のエネルギー貯蔵体 10 は発電機側出力変動の平滑化用に電力の充放電を実施する。

【0027】

本構成により、発電機側出力周波数・電圧変動に対して、系統へは一定周波数・電圧出力が可能となる。また、変換器内にエネルギー貯蔵部 10 を設置することにより、発電機出力変動に対して、系統への出力変動を抑えることが可能となる。

【0028】

なお、上記第 2 実施形態において、エネルギー貯蔵体 10 は必須の構成ではなく、これを省略した構成とすることも可能である。

【0029】

なお、上記各実施形態において、絶縁トランス 3 は電源系統側と発電機 5 (または電動機 7) とのどちらの側に設けても良いが、電源系統側に設けることにより、接地条件からの影響を抑制できる。

また、絶縁トランス 3 を複数設ける代わりに五脚鉄心の三相トランスを適用しても良い。これにより、絶縁トランス 3 を数多く用いなくてよく、省スペース・小型化となる。

また、上記各絶縁トランス 3 のリアクトル効果を用いることで、連系リアクトル 2 を省略してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図 1】本発明に係る電力変換器の第 1 実施形態を示した回路構成図である。

【図 2】同電力変換器の一つのセルを示した図である。

【図 3】同電力変換器を作動させたときの状態変化を示す図である。

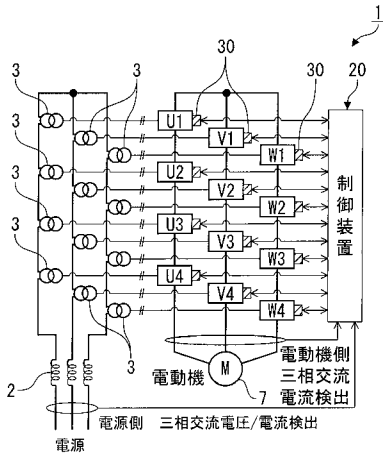
【図 4】本発明に係る電力変換器の第 2 実施形態を示した回路構成図である。

【符号の説明】

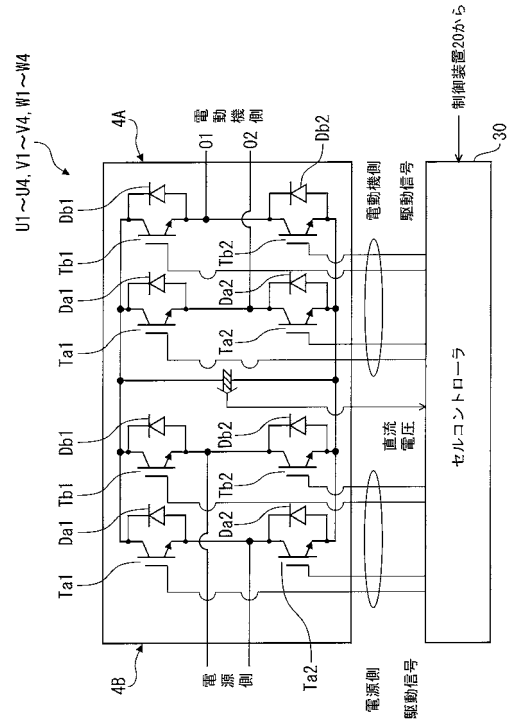
【0031】

1 ... 電力変換器、 3 ... 絶縁トランス、 4 A、 4 B ... 単相インバータ、 7 ... 電動機、 10 ... エネルギー貯蔵体、 20 ... 制御装置、 30 ... セルコントローラ、 U1 ~ U4, V1 ~ V4, W1 ~ W4 ... セルパワーモジュール

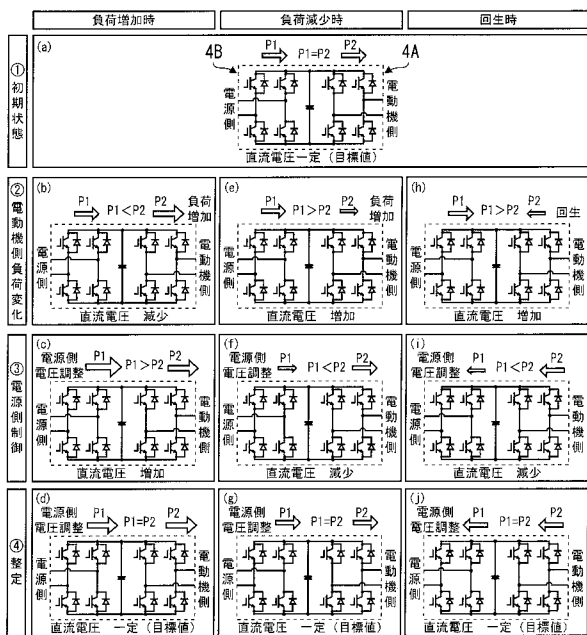
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

