

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7706603号
(P7706603)

(45)発行日 令和7年7月11日(2025.7.11)

(24)登録日 令和7年7月3日(2025.7.3)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 M 7/487(2007.01) H 0 2 M 7/487

H 0 2 M 7/48 (2007.01) H 0 2 M 7/48 E

請求項の数 11 (全15頁)

(21)出願番号	特願2024-82570(P2024-82570)	(73)特許権者	524192177
(22)出願日	令和6年5月21日(2024.5.21)		フォクセス カンパニー リミテッド
(65)公開番号	特開2024-180303(P2024-180303 A)		中華人民共和国 ゼージャン ロンワン
(43)公開日	令和6年12月26日(2024.12.26)		ディストリクト ウェンゾウ ニュー エ
審査請求日	令和6年6月4日(2024.6.4)		アポート インダストリー エリア ジン
(31)優先権主張番号	202310704136.X	(74)代理人	ハイ サード ロード ナンバー 9 3 9
(32)優先日	令和5年6月14日(2023.6.14)		110001210
(33)優先権主張国・地域又は機関	中国(CN)	(72)発明者	弁理士法人 Y K I 国際特許事務所
			イ コン
			中華人民共和国 ゼージャン ロンワン
			ディストリクト ウェンゾウ ニュー エ
			アポート インダストリー エリア ジン
			ハイ サード ロード ナンバー 9 3 9
		(72)発明者	ベン ジアン
			中華人民共和国 ゼージャン ロンワン
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 三レベル変換器およびその制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

三レベル変換器であって、第 1 直流入力端、第 2 直流入力端、中性端、第 1 電力スイッチ、第 2 電力スイッチ、第 3 電力スイッチ、第 4 電力スイッチ、第 5 電力スイッチ、第 6 電力スイッチおよび第 7 電力スイッチを含み、前記第 1 電力スイッチの第 1 端はそれぞれ前記第 1 直流入力端および前記第 3 電力スイッチの第 1 端に接続され、前記第 2 電力スイッチの第 2 端はそれぞれ前記第 2 直流入力端および前記第 4 電力スイッチの第 2 端に接続され、前記第 1 電力スイッチの第 2 端と前記第 2 電力スイッチの第 1 端の接続点は第 1 交流出力端とし、前記第 3 電力スイッチの第 2 端と前記第 4 電力スイッチの第 1 端の接続点は第 2 交流出力端とし、前記第 5 電力スイッチおよび前記第 6 電力スイッチは前記第 1 交流出力端と前記中性端との間に直列接続され、前記第 7 電力スイッチは、前記第 5 電力スイッチと前記第 6 電力スイッチの接続点と第 2 交流出力との間に接続されることを特徴とする三レベル変換器。

【請求項 2】

前記三レベル変換器がグリッドオフモードで動作する場合、前記第 1 交流出力端と前記中性端との間に第 1 負荷が接続され、前記第 2 交流出力端と前記中性端との間に第 2 負荷が接続されることを特徴とする請求項 1 に記載の三レベル変換器。

【請求項 3】

前記三レベル変換器がグリッド接続モードで動作する場合、前記第 1 交流出力端と前記第 2 交流出力端との間にグリッドが接続されることを特徴とする請求項 1 に記載の三レベ

ル変換器。

【請求項 4】

前記第 5 電力スイッチの第 1 端は、前記第 6 電力スイッチの第 1 端および前記第 7 電力スイッチの第 1 端にそれぞれ接続されることを特徴とする請求項 1 に記載の三レベル変換器。

【請求項 5】

前記第 5 電力スイッチの第 2 端は、前記第 6 電力スイッチの第 2 端および前記第 7 電力スイッチの第 2 端にそれぞれ接続されることを特徴とする請求項 1 に記載の三レベル変換器。

【請求項 6】

前記三レベル変換器が第 1 半周期で動作する場合、前記第 2 電力スイッチおよび前記第 3 電力スイッチは常時オフし、前記第 5 電力スイッチは常時オンし、前記第 1 電力スイッチと前記第 4 電力スイッチは同時にオンまたはオフし、前記第 6 電力スイッチと前記第 7 電力スイッチは同時にオンまたはオフし、ここでは、前記第 1 電力スイッチと前記第 6 電力スイッチは、相補的に導通していることを特徴とする請求項 1 に記載の三レベル変換器。

【請求項 7】

前記三レベル変換器が第 2 半周期で動作する場合、前記第 1 電力スイッチおよび前記第 4 電力スイッチは常時オフし、前記第 7 電力スイッチは常時オンし、前記第 2 電力スイッチと前記第 3 電力スイッチは同時にオンまたはオフし、前記第 5 電力スイッチと前記第 6 電力スイッチは同時にオンまたはオフし、ここでは、前記第 2 電力スイッチと前記第 5 電力スイッチは、相補的に導通していることを特徴とする請求項 6 に記載の三レベル変換器。

【請求項 8】

第 1 フリーホイールブランチと第 2 フリーホイールブランチをさらに含み、前記第 1 フリーホイールブランチは、前記第 1 交流出力端と前記中性端との間に接続され、前記第 2 フリーホイールブランチは、前記中性端と前記第 2 交流出力端との間に接続されることを特徴とする請求項 1 に記載の三レベル変換器。

【請求項 9】

前記第 1 フリーホイールブランチの導通方向は、前記第 2 フリーホイールブランチの導通方向と反対であることを特徴とする請求項 8 に記載の三レベル変換器。

【請求項 10】

前記第 1 フリーホイールブランチおよび前記第 2 フリーホイールブランチはいずれも直列に接続されるダイオードおよび電力スイッチを含むことを特徴とする請求項 8 に記載の三レベル変換器。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 5 および 8 ~ 10 のいずれか一項に記載の三レベル変換器に応用される制御方法であって、

前記三レベル変換器が第 1 半周期で動作する場合、前記第 2 電力スイッチおよび前記第 3 電力スイッチが常時オフし、前記第 5 電力スイッチが常時オンし、前記第 1 電力スイッチと前記第 4 電力スイッチが同時にオンまたはオフし、前記第 6 電力スイッチと前記第 7 電力スイッチが同時にオンまたはオフするように制御し、ここでは、前記第 1 電力スイッチと前記第 6 電力スイッチは相補的に導通していることと、

前記三レベル変換器が第 2 半周期で動作する時、前記第 1 電力スイッチと前記第 4 電力スイッチが常時オフし、前記第 7 電力スイッチが常時オンし、前記第 2 電力スイッチと前記第 3 電力スイッチが同時にオンまたはオフし、前記第 5 電力スイッチと前記第 6 電力スイッチが同時にオンまたはオフするように制御し、ここでは、前記第 2 電力スイッチと前記第 5 電力スイッチは、相補的に導通していることとを含むことを特徴とする制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は太陽光発電分野に関し、特に三レベル変換器およびその制御方法に関する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

本出願は、出願番号 2 0 2 3 1 0 7 0 4 1 3 6 . X で、出願日が 2 0 2 3 年 6 月 1 4 日の中国特許出願に基づいて提出され、かつ当該中国特許出願の優先権を出張しており、当該中国特許出願は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【 背景技術 】

【 0 0 0 3 】

太陽光発電システムでは、インバータは不可欠な部分であり、太陽光発電パネルから発生した可変直流電圧を交流電圧に変換したり、商用送電システムにフィードバックしたり、様々な電気消費負荷に供給したりすることができる。

【 0 0 0 4 】

北米戸用型光起電力インバータは動作時に分相して共に安定的にすることを必要とし、つまり 2 つの独立した交流電圧を出力でき、かつ位相が 1 8 0 ° ずれることができる。図 1 に示すように、光起電力インバータ 1 1 は、3 つの出力ポート L 1、L 2、N を有し、出力ポート L 1、L 2 は、火線ポートであり、出力ポート N は、ゼロラインポートであり、ここでは、出力ポート L 1 と L 2 との間の電圧は、出力ポート L 1 と N との間の電圧の 2 倍であり、あるいは、出力ポート L 1 と L 2 との間の電圧は、出力ポート L 2 と N との間の電圧の 2 倍である。出力ポート L 1 と N との間に負荷 1 が接続され、出力ポート L 1 と N との間の電圧によって負荷 1 に電力を供給し、出力ポート N と L 2 との間に負荷 2 が接続され、出力ポート L 2 と N との間の電圧によって負荷 2 に電力を供給し、出力ポート L 1 と L 2 との間に負荷 3 が接続され、出力ポート L 1 と L 2 との間の電圧によって負荷 3 に電力を供給する。

【 0 0 0 5 】

以下、出力ポート L 1 と L 2 との間の電圧は 2 4 0 V として説明するが、この光起電力インバータ 1 1 は、グリッドオフ出力時に、2 相 1 2 0 V を出力でき、すなわち、出力ポート L 1 と N との間の電圧が 1 2 0 V で、1 2 0 V の負荷 1 に電力を供給でき、出力ポート L 2 と N の間の電圧が 1 2 0 V で、1 2 0 V の負荷 2 に電力を供給することができ、2 4 0 V の負荷 3 にも電力を供給できる。光起電力インバータ 1 1 のグリッドオフ出力時、2 相 1 2 0 V の電圧の負荷 1 と負荷 2 とが全く同じであることは必要とせず、光起電力インバータ 1 1 は、この 2 相の電圧を独立して制御する必要がある。光起電力インバータ 1 1 がグリッドに接続される時、該光起電力インバータ 1 1 の出力電圧は 2 4 0 V であり、負荷バランスの問題はグリッドでバランスを取る必要があり、インバータ自身はバランス調整ができないため、光起電力インバータ 1 1 の出力ポート N をグリッドの N 線に接続する必要がなく、この場合、光起電力インバータ 1 1 は、通常の単相インバータであると考えられる。

【 0 0 0 6 】

従来のグリッドオフ光起電力インバータは、光起電力インバータがグリッド接続時とグリッドオフの両方において高効率であることを保証することができないという問題点がある。現在、一部の光起電力インバータはグリッド接続時に効率がよく、グリッドオフ時に効率が低く、システムの発熱が大きいが、一部の光起電力インバータがグリッド接続時に効率が低く、コストが高く、グリッドオフ時に効率が高い。従って、光起電力インバータがグリッド接続時とグリッドオフ時に高効率であることを保証することは、業界が早急に解決すべき技術問題である。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

本発明が解決しようとする技術的課題は、グリッド接続およびグリッドオフ効率を向上させ、システムの損失を減らすことができる三レベル変換器を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明は、三レベル変換器であって、第 1 直流入力端、第 2 直流入力端、中性端、第 1

10

20

30

40

50

電力スイッチ、第 1 電力スイッチ、第 2 電力スイッチ、第 3 電力スイッチ、第 4 電力スイッチ、第 5 電力スイッチ、第 6 電力スイッチおよび第 7 電力スイッチを含み、前記第 1 電力スイッチの第 1 端はそれぞれ前記第 1 直流入力端および前記第 3 電力スイッチの第 1 端に接続され、前記第 2 電力スイッチの第 2 端はそれぞれ前記第 2 直流入力端および前記第 4 電力スイッチの第 2 端に接続され、前記第 1 電力スイッチの第 2 端と前記第 2 電力スイッチの第 1 端の接続点は第 1 交流出力端とし、前記第 3 電力スイッチの第 2 端と前記第 4 電力スイッチの第 1 端の接続点は第 2 交流出力端とし、前記第 5 電力スイッチおよび第 6 電力スイッチは前記第 1 交流出力端と前記中性端との間に直列接続され、前記第 7 電力スイッチは、第 5 電力スイッチと第 6 電力スイッチの接続点と第 2 交流出力端との間に接続される三レベル変換器を提供する。

10

【 0 0 0 9 】

さらに、前記第 1 電力スイッチと、前記第 2 電力スイッチと、前記第 3 電力スイッチおよび前記第 4 電力スイッチは高周波スイッチ管であり、前記第 5 電力スイッチ、前記第 6 電力スイッチおよび前記第 7 電力スイッチは商用周波数フリーホイール管である。

【 0 0 1 0 】

さらに、前記三レベル変換器がグリッドオフモードで動作場合、前記第 1 交流出力端と前記中性端との間に第 1 負荷が接続され、前記第 2 交流出力端と前記中性端との間に第 2 負荷が接続される。

【 0 0 1 1 】

さらに、前記三レベル変換器がグリッド接続モードで動作する場合、前記第 1 交流出力端と前記第 2 交流出力端との間にグリッドが接続される。

20

【 0 0 1 2 】

さらに、前記第 5 電力スイッチの第 1 端は、前記第 6 電力スイッチの第 1 端および前記第 7 電力スイッチの第 1 端にそれぞれ接続される。

【 0 0 1 3 】

さらに、前記第 5 電力スイッチの第 2 端は、前記第 6 電力スイッチの第 2 端および前記第 7 電力スイッチの第 2 端にそれぞれ接続される。

さらに、前記三レベル変換器が第 1 半周期で動作する場合、前記第 2 電力スイッチおよび前記第 3 電力スイッチは常時オフし、前記第 5 電力スイッチは常時オンし、前記第 1 電力スイッチおよび前記第 4 電力スイッチは同時にオンまたはオフし、前記第 6 電力スイッチおよび前記第 7 電力スイッチは同時にオンまたはオフし、ここでは、前記第 1 電力スイッチおよび前記第 6 電力スイッチは、相補的に導通している。

30

【 0 0 1 4 】

さらに、前記三レベル変換器が第 2 半周期で動作する場合、前記第 1 電力スイッチおよび前記第 4 電力スイッチは常時オフし、前記第 7 電力スイッチは常時オンし、前記第 2 電力スイッチおよび前記第 3 電力スイッチは同時にオンまたはオフし、前記第 5 電力スイッチおよび前記第 6 電力スイッチは同時にオンまたはオフし、ここでは、前記第 2 電力スイッチおよび前記第 5 電力スイッチは、相補的に導通している。

【 0 0 1 5 】

さらに、第 1 フリーホイールブランチと第 2 フリーホイールブランチをさらに含み、前記第 1 フリーホイールブランチは、前記第 1 交流出力端と前記中性端との間に接続され、前記第 2 フリーホイールブランチは、前記中性端と前記第 2 交流出力端との間に接続される。

40

【 0 0 1 6 】

さらに、前記第 1 フリーホイールブランチの導通方向は、前記第 2 フリーホイールブランチの導通方向と反対である。

【 0 0 1 7 】

さらに、前記第 1 フリーホイールブランチおよび前記第 2 フリーホイールブランチはいずれも直列に接続されるダイオードおよび電力スイッチを含む。

【 0 0 1 8 】

50

本願は、以上に記載の三レベル変換器に応用される制御方法を提供し、前記制御方法は、前記三レベル変換器が第 1 半周期で動作する場合、前記第 2 電力スイッチおよび前記第 3 電力スイッチが常時オフし、前記第 5 電力スイッチが常時オンし、前記第 1 電力スイッチと前記第 4 電力スイッチが同時にオンまたはオフし、前記第 6 電力スイッチと前記第 7 電力スイッチが同時にオンまたはオフするように制御し、ここでは、前記第 1 電力スイッチと前記第 6 電力スイッチは相補的に導通していることと、前記三レベル変換器が第 2 半周期で動作する時、前記第 1 電力スイッチと前記第 4 電力スイッチが常時オフし、前記第 7 電力スイッチが常時オンし、前記第 2 電力スイッチと前記第 3 電力スイッチが同時にオンまたはオフし、前記第 5 電力スイッチと前記第 6 電力スイッチが同時にオンまたはオフするように制御し、ここでは、前記第 2 電力スイッチと前記第 5 電力スイッチは、相補的に導通していることを含む。

10

【発明の効果】**【0019】**

本発明の実施例の三レベル変換器は、第 1 直流入力端、第 2 直流入力端、中性端、第 1 電力スイッチ、第 2 電力スイッチ、第 3 電力スイッチ、第 4 電力スイッチ、第 5 電力スイッチ、第 6 電力スイッチおよび第 7 電力スイッチを含む。上記電力スイッチの接続関係および前記電力スイッチの相応する制御により、三レベル変換器をグリッド接続状態またはグリッドオフ状態で動作させることができ、且つグリッド接続状態およびグリッドオフ状態における三レベル変換器の効率を向上させてシステムの損失を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0020】

【図 1】従来技術による光起電力インバータおよびその負荷との接続構成を示す図である。

【図 2】従来技術による単相インバータがグリッド接続モードで動作する構成を示す図である。

【図 3】図 2 のインバータがグリッドオフモードで動作する構成を示す図である。

【図 4】従来の T 字型三レベルインバータがグリッド接続モードで動作する構成を示す図である。

【図 5】図 4 のインバータがグリッドオフモードで動作する構成を示す図である。

【図 6】本願の一実施例による、三レベル変換器がグリッドオフモードで動作する構成を示す図である。

30

【図 7】図 6 における三レベル変換器がグリッド接続モードで動作する構成を示す図である。

【図 8】図 6 および図 7 における三レベル変換器の電力スイッチの駆動波形図である。

【図 9】本願の別の実施例の三レベル変換器がグリッドオフモードで動作する構成を示す図である。

【図 10】本願の別の実施例の三レベル変換器がグリッドオフモードで動作する構成を示す図である。

【図 11】本願の別の実施例の三レベル変換器がグリッドオフモードで動作する構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0021】

以下、本発明における技術解決手段を明確かつ詳細に説明するが、説明した実施例は本発明の一部に過ぎず、すべての実施例ではないことは明らかである。追加の作業なく、本発明の実施例に基づいて当業者によって得られる他のすべての実施例は、本発明の保護範囲内に属するものである。

【0022】

当然のことながら、本発明は、様々な形態で実施されてもよく、本明細書に記載された実施例に限定されると解釈されるべきではない。むしろ、これらの実施例の提供は、開示を徹底的でかつ完全にし、本発明の範囲を当業者に完全に伝える。図面において、層および領域の寸法および相対寸法は、明確化のために誇張されている場合があり、全体を通し

50

て同じ参照符号は、同じ要素を示す。明らかなことに、要素または層が、他の要素または層に「...の上に」、「...に隣接している」、「接続されている」または「結合されている」と称される場合、直接、他の要素または層より上に、隣接され、接続され、または結合されることができ、あるいは、介在する要素または層が存在してもよいことを理解されたい。反対に、要素または層が、他の要素または層に「直接その上にある」、「直接隣接している」、「直接接続されている」、または「直接結合されている」と称される場合、介在する要素または層は存在していない。第1、第2、第3などの用語は、様々な要素、部品、領域、層、および/または部分を記述するために使用できるが、これらの要素、部品、領域、層および/または部分はこれらの用語によって限定されるべきではない。これらの用語は、単に、1つの要素、部品、領域、層または部分を、別の要素、部品、領域、層または部分から区別するために使用される。したがって、以下で論じる第1要素、部品、領域、層、または部分は、本発明の教示から逸脱することなく、第2要素、部品、領域、層または部分を示すことができる。

10

【0023】

空間的関係の用語、例えば、「下」、「下方」、「下の」、「の下に」、「の上に」、「上の」などは、本明細書では、説明の便宜上、図面に示された1つの要素または特徴と他の要素または特徴との関係を説明するために用いることができる。

【0024】

「上」や「上」など、本明細書では、説明の便宜上、図面に示された1つの要素または特徴と他の要素または特徴との関係を説明するために用いることができる。図に示される配向に加えて、空間的関係の用語は、使用中および動作中のデバイスの異なる配向も含むことが意図されることを理解されたい。例えば、図面中のデバイスが反転すると、「他の要素の下」または「その下」または「下」として記載される要素または特徴は、他の要素または特徴の「上に」配向される。したがって、例示的な用語「~の下方に」および「~の下に」は、上および下の両方の配向を包含することができる。デバイスは、付加的に配向（90度回転または他の配向）されてもよく、本明細書で使用される空間記述語は、それに応じて解釈される。

20

【0025】

本明細書で使用される用語は、特定の実施形態を説明することのみを目的とし、本発明を限定するものではない。本明細書において用いる場合、単数形「一」、「1つ」、および「前記/該」は、文脈が明らかに他の方式を示さない限り、複数形も含むものとする。用語「構成する」および/または「含む」は、本明細書で使用する場合、記載された特徴、整数、ステップ、動作、要素および/または部品の存在を特定するが、1つまたは複数の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、部品および/またはグループの存在または追加を排除するものではない。本明細書で使用される場合、用語「および/または」は、関連する列挙された項目の任意のおよびすべての組合せを含む。

30

【0026】

図2と図3を参照すると、図2は従来技術における単相インバータがグリッド接続モードで動作する構成を示す図であり、図3は、図2におけるインバータがグリッドオフモードで動作する構成を示す図である。該インバータは第1入力端、中性端N、第2入力端、および電力スイッチQ11-Q16を含み、ここでは、第1入力端と中性端Nとの間の電圧は上半母線電圧V1であり、中性端Nと第2入力端との間の電圧は下半母線電圧V2である。電力スイッチQ11の第1端は、電力スイッチQ13と第1入力端にそれぞれ接続され、電力スイッチQ12の第1端と電力スイッチQ11の第2端との接続点は第1交流出力端Aとし、電力スイッチQ13の第2端と電力スイッチQ14の第1端との接続点は第2交流出力端Bとし、電力スイッチQ12の第2端はそれぞれ電力スイッチQ14の第2端および第2入力端に接続され、電力スイッチQ15、Q16は、第1交流出力端Aと第2交流出力端Bとの間に直列に接続され、ここでは、電力スイッチQ15、Q16は双方向スイッチであり、すなわち、電力スイッチQ15の第1端は電力スイッチQ16の第1端に接続され、電力スイッチQ15の第2端は電力スイッチQ11の第2端に接続され

40

50

、電力スイッチQ 1 6の第2端は、電力スイッチQ 1 3の第2端に接続される。本実施例では、電力スイッチQ 1 1 - Q 1 6はIGBT、MOSFET等の制御可能なスイッチであってもよく、例えば電力スイッチQ 1 1 - Q 1 6はIGBTであり、電力スイッチQ 1 1 - Q 1 6の第1端はドレインであり、電力スイッチQ 1 1 - 1 6の第2端はドレインである。電力スイッチQ 1 1 - Q 1 6の各々は、制御可能なスイッチと、この制御可能なスイッチに逆並列に接続されるダイオードとを含む。

【0027】

図2を参照すると、インバータがグリッド接続モードで動作しているとき、第1交流出力端Aと第2交流出力端Bとの間にグリッドGが接続される。該インバータはインダクタL 1およびL 2をさらに含み、グリッドGの一端はインダクタL 1によって第1交流出力端Aに接続され、グリッドの他端はインダクタL 2によって第2交流出力端Bに接続される。

10

【0028】

本実施例では、電力スイッチQ 1 1 - Q 1 4は高周波スイッチ管であり、電力スイッチQ 1 5およびQ 1 6は商用フリーホイール管である。グリッドの正半周期において、コントローラ（図示せず）はそれぞれ電力スイッチQ 1 1 - Q 1 6の制御端に接続され、電力スイッチQ 1 2とQ 1 3を常時オフ、電力スイッチQ 1 5を常時オンに制御し、コントローラは電力スイッチQ 1 1とQ 1 4を同時にオンまたはオフに制御し、また、コントローラは、電力スイッチQ 1 1およびQ 1 6の相補的導通を制御する。グリッドの負半周期において、コントローラは電力スイッチQ 1 1とQ 1 4を常時オフ、電力スイッチQ 1 6を常時オンに制御し、コントローラは電力スイッチQ 1 2とQ 1 3を同時にオンまたはオフに制御し、また、コントローラは、電力スイッチQ 1 2およびQ 1 5の相補的導通を制御する。インバータのグリッド接続電流と電圧が同位相である場合、グリッドの正半周期を例にとると、電力スイッチQ 1 1とQ 1 4がオンの時、インバータの出力電圧は母線電圧、すなわち $V_1 + V_2$ であり、電力スイッチQ 1 1とQ 1 4がオフの時、インダクタL 1とL 2における電流は電力スイッチQ 1 5とQ 1 6を流れ、インバータの出力電圧は0である。インバータの入力端からグリッドへの回路全体を通して、常に2つの電力スイッチを電流が流れていることが分かる。このインバータは分裂相出力モードに用いることができず、分裂相の2相負荷が不均衡な動作モードを調節できない。

20

【0029】

図3を参照すると、このインバータがグリッドオフモードで動作する場合、インダクタL 1と負荷Z 1は第1交流出力端Aと中性端Nとの間に直列に接続され、インダクタL 2と負荷Z 2は第2交流出力端Bと中性端Nとの間に直列に接続されるが、この場合、電力スイッチQ 1 1 - Q 1 4を用いて双極性変調を行うしかなく、このような変調方式はシステム損失を著しく増大し、効率が低くなり、システムの発熱が大きい。

30

【0030】

図4と図5を参照すると、図4は従来技術におけるT字型三レベルインバータがグリッド接続モードで動作する構成を示す図であり、図5は、図4のインバータがグリッドオフモードで動作する構成を示す図である。該インバータは第1入力端、中性端N、第2入力端、および電力スイッチQ 2 1 - Q 2 7を含み、ここでは、第1入力端と中性端Nとの間の電圧は上半母線電圧 V_1 であり、中性端Nと第2入力端との間の電圧は下半母線電圧 V_2 である。電力スイッチQ 2 1の第1端は第1入力端と電力スイッチQ 2 3の第1端にそれぞれ接続され、電力スイッチQ 2 1の第2端と電力スイッチQ 2 2の第1端との接続点は第1交流出力端Aとし、電力スイッチQ 2 3の第2端と電力スイッチQ 2 4の第1端との接続点は第2交流出力端Bとし、電力スイッチQ 2 2の第2端はそれぞれ電力スイッチQ 2 4の第2端と第2入力端に接続され、電力スイッチQ 2 5とQ 2 6は第1交流出力端Aと中性端Nとの間に直列接続され、電力スイッチQ 2 7およびQ 2 8は、第2交流出力端Bと中性端Nとの間に直列に接続される。本実施例では、電力スイッチQ 2 5およびQ 2 6は双方向スイッチであり、電力スイッチQ 2 7およびQ 2 8は双方向スイッチである。本実施例では、電力スイッチQ 2 1 - Q 2 4は高周波スイッチ管であり、電力スイッチ

40

50

Q 2 5 - Q 2 8 は商用フリーホイール管である。電力スイッチ Q 2 1 - Q 2 8 は、制御可能なスイッチと、それに逆並列に接続されたダイオードとを含む。

【 0 0 3 1 】

図 4 を参照すると、インバータがグリッド接続モードで動作している時、第 1 交流出力端 A と第 2 交流出力端 B との間にグリッド G が接続される。該インバータはインダクタ L 1 および L 2 をさらに含み、グリッド G の一端はインダクタ L 1 によって第 1 交流出力端 A に接続され、グリッドの他端はインダクタ L 2 によって第 2 交流出力端 B に接続される。図 5 を参照すると、インバータがグリッドオフモードで動作する場合、インダクタ L 1 と負荷 Z 1 は第 1 交流出力端 A と中性端 N との間に直列に接続され、インダクタ L 2 と負荷 Z 2 は第 2 交流出力端 B と中性端 N との間に直列に接続される。

10

【 0 0 3 2 】

本実施例において、インバータは、電力スイッチ Q 2 1 - Q 2 8 の制御端にそれぞれ接続されたコントローラ（図示せず）をさらに含む。グリッドの正半周期において、コントローラは、電力スイッチ Q 2 5 および Q 2 8 を常時オン、電力スイッチ Q 2 2 および Q 2 3 を常時オフに制御し、コントローラは、電力スイッチ Q 2 1 および Q 2 4 を同時にオンまたはオフに制御し、電力スイッチ Q 2 6 および Q 2 7 を同時にオンまたはオフに制御し、ここでは、電力スイッチ Q 2 1 および Q 2 4 は、電力スイッチ Q 2 7 および Q 2 6 と相補的に導通している。電力スイッチ Q 2 1 と Q 2 4 が導通しているとき、インバータ入力端からグリッドに至る全回路に 2 つの電力スイッチを電流が流れ、電力スイッチ Q 2 6 と Q 2 7 が導通してフリーホイーリングする時、全回路で 4 つの電力スイッチを電流が流れる。該インバータは、フリーホイーリング時に 4 つの電力スイッチがフリーホイーリングに関与するが、図 2 のインバータは、フリーホイーリング時に 2 つの電力スイッチがフリーホイーリングに関与し、これから分かるように、フリーホイーリング時におけるインバータの総損失は、図 2 のインバータのフリーホイーリング時における総損失よりも大きい。

20

【 0 0 3 3 】

以上のように、インバータがグリッド接続モードで動作する場合、図 2 のインバータの効率は図 4 のインバータの効率よりも高く、しかも、2 つのフリーホイール管のコストを減らす。しかしながら、インバータがグリッドオフモードで動作する場合、図 2 のインバータは、図 4 よりも効率が低く、上記 2 種類のインバータにはそれぞれ長所と短所があり、インバータがグリッド接続モードとグリッドオフモードの両方で効率的に動作することを保証することは困難であることが分かる。

30

【 0 0 3 4 】

図 6 と図 7 を参照すると、図 6 は本願の一実施例の三レベル変換器がグリッドオフモードで動作する構成を示す図である、図 7 は、図 6 における三レベル変換器がグリッド接続モードで動作する構成を示す図である。三レベル変換器は、第 1 直流入力端、第 2 直流入力端、中性端 N、第 1 電力スイッチ Q 3 1、第 2 電力スイッチ Q 3 2、第 3 電力スイッチ Q 3 3、第 4 電力スイッチ Q 3 4、第 5 電力スイッチ Q 3 5、第 6 電力スイッチ Q 3 6 および第 7 電力スイッチ Q 3 7 を含み、前記第 1 電力スイッチ Q 3 1 の第 1 端はそれぞれ前記第 1 直流入力端および前記第 3 電力スイッチ Q 3 3 の第 1 端に接続され、前記第 2 電力スイッチ Q 3 2 の第 2 端はそれぞれ前記第 2 直流入力端および前記第 4 電力スイッチ Q 3 4 の第 2 端に接続され、前記第 1 電力スイッチ Q 3 1 の第 2 端と前記第 2 電力スイッチ Q 3 2 の第 1 端との接続点は第 1 交流出力端 A とし、前記第 3 電力スイッチ Q 3 3 の第 2 端と前記第 4 電力スイッチ Q 3 4 の第 1 端との接続点は、第 2 交流出力端 B とし、前記第 5 電力スイッチ Q 3 5 と前記第 6 電力スイッチ Q 3 6 は、前記第 1 交流出力端 A と前記中性端 N との間に直列に接続され、ここでは、前記第 5 電力スイッチ Q 3 5 および前記第 6 電力スイッチ Q 3 6 は双方向スイッチであり、前記第 7 電力スイッチ Q 3 7 は、前記第 5 電力スイッチ Q 3 5 と前記第 6 電力スイッチ（Q 3 6）との接続点と前記第 2 交流出力端 B との間に接続される。本実施例では、第 5 電力スイッチ Q 3 5 の第 1 端は、第 6 電力スイッチ Q 3 6 の第 1 端と第 7 電力スイッチ Q 3 7 の第 1 端にそれぞれ接続され、第 5 電力スイッチ Q 3 5 の第 2 端は、第 1 交流出力端 A に接続され、第 6 電力スイッチ Q 3 6 の第 2

40

50

端は、中性端 N に接続され、第 7 電力スイッチ Q 3 7 の第 2 端は、第 2 交流出力端 B に接続される。本実施例では、第 1 電力スイッチ Q 3 1 から第 7 電力スイッチ Q 3 7 は、いずれも制御可能なスイッチと、それに逆並列に接続されたダイオード D 3 1 - D 3 7 とを含み、ここでは、制御可能なスイッチは、I G B T、M O S F E T、I G C T などであってもよく、制御可能なスイッチが I G B T である場合、第 1 電力スイッチ Q 3 1 から第 7 電力スイッチ Q 3 7 の第 1 端は I G B T のドレインであり、第 1 電力スイッチ Q 3 1 から第 7 電力スイッチ Q 3 7 の第 2 端は、I G B T のソースである。

【 0 0 3 5 】

本実施例では、第 1 電力スイッチから第 4 電力スイッチ Q 3 1 - Q 3 4 は高周波スイッチ管であり、第 5 電力スイッチから第 7 電力スイッチ Q 3 5 - Q 3 7 は、商用周波数フリーホイール管である。

10

【 0 0 3 6 】

前記三レベル変換器がグリッドオフモードで動作する時、第 1 交流出力端 A と中性端 N との間に第 1 負荷 Z 1 が接続され、ここでは、第 1 負荷 Z 1 はインダクタ L 1 に直列接続されてから第 1 交流出力端 A と中性端 N との間に接続されることができ、第 2 交流出力端 B と中性端 N との間に第 2 負荷 Z 2 が接続され、ここでは、第 2 負荷 Z 2 はインダクタ L 2 に直列接続されてから第 2 交流出力端 B と中性端 N との間に接続されることができる。第 1 負荷 Z 1 および第 2 負荷 Z 2 は、それぞれ分相出力の負荷である。

【 0 0 3 7 】

前記三レベルインバータがグリッド接続モードで動作する場合、第 1 交流出力端 A と第 2 交流出力端 B との間にグリッド G が接続され、ここでは、グリッド G の一端と第 1 交流出力端 A との間にインダクタ L 1 が接続され、グリッド G の他端と第 2 交流出力端 B との間にインダクタ L 2 が接続される。

20

【 0 0 3 8 】

図 8 を参照すると、図 8 は、図 6 および図 7 における三レベル変換器の電力スイッチの駆動波形図である。三レベル変換器は、第 1 電力スイッチ Q 3 1 から第 7 電力スイッチ Q 3 7 の制御端に接続されるコントローラ（図示せず）をさらに含み、第 1 電力スイッチ Q 3 1 から第 7 電力スイッチ Q 3 7 のオンまたはオフを制御するために用いられる。三レベル変換器が第 1 半周期（例えば、グリッドの正半周期）で動作する場合、コントローラは、前記第 2 電力スイッチ Q 3 2 および前記第 3 電力スイッチ Q 3 3 を常時オフ、前記第 5 電力スイッチ Q 3 5 を常時オン、前記第 1 電力スイッチ Q 3 1 および前記第 4 電力スイッチ Q 3 4 を同時にオンまたはオフ、前記第 6 電力スイッチ Q 3 6 および前記第 7 電力スイッチ Q 3 7 を同時にオンまたはオフに制御し、ここでは、前記第 1 電力スイッチ Q 3 1 と前記第 6 電力スイッチ Q 3 6 は、相補的に導通している。三レベル変換器が第 2 半周期（例えば、グリッドの負半周期）で動作する場合、コントローラは、前記第 1 電力スイッチ Q 3 1 および第 4 電力スイッチ Q 3 4 を常時オフ、前記第 7 電力スイッチ Q 2 7 を常時オン、前記第 2 電力スイッチ Q 3 2 および前記第 3 電力スイッチ Q 3 3 を同時にオンまたはオフ、前記第 5 電力スイッチ Q 3 5 および前記第 6 電力スイッチ Q 3 6 を同時にオンまたはオフに制御し、ここでは、前記第 2 電力スイッチ Q 3 2 と前記第 5 電力スイッチ Q 3 5 は、相補的に導通している。

30

40

【 0 0 3 9 】

三レベル変換器がグリッド接続モードまたはグリッドオフモードで動作し、かつ二相負荷 Z 1 と Z 2 が整合する場合、中性端 N におけるライン電流は 0 であり、商用周波数フリーホイーリング時、電流は第 5 電力スイッチ Q 3 5 と第 7 電力スイッチ Q 3 7 を流れるが、第 6 電力スイッチ Q 3 6 に電流が流れないので、フリーホイールループは 2 つの電力スイッチしかなく、図 2 に示すような、インバータがグリッド接続モードで動作する効率を達成できる。三レベル変換器がグリッドオフモードで動作し、かつ第 1 負荷 Z 1 と第 2 負荷 Z 2 が非対称である場合、第 6 電力スイッチ Q 3 6 は、電流が流れる。仮に、第 2 交流出力端 B と中性点との間に接続される第 2 負荷 Z 2 がアイドル時、第 1 交流出力端 A と中性端 N との間にのみ電力を出力し、これは図 5 のインバータの電流経路と同じである。

50

【 0 0 4 0 】

図 7 における三レベル変換器がグリッド接続モードで動作する時の効率は、図 2 におけるインバータがグリッド接続モードで動作する時と同じであり、図 6 における三レベル変換器がグリッドオフモードで動作する時の効率が最も悪い状況は、図 4 におけるインバータがグリッドオフモードで動作する時と同じであり、最適な状況では、図 2 におけるインバータがグリッド接続モードで動作する効率と同じであることが分かる。図 6 および図 7 における三レベル変換器は、図 2 および図 4 におけるインバータの利点を生かし、グリッドオフモードおよびグリッド接続モードにおける三レベル変換器の動作効率を向上させる。

【 0 0 4 1 】

図 9 を参照すると、図 9 は本願の一実施例による、三レベル変換器がグリッドオフモードで動作する構成を示す図である。図 9 における三レベル変換器と図 6 における三レベル変換器の構成と接続関係とが同一である箇所については説明を省略するが、以下では、図 9 における三レベル変換器と図 6 における三レベル変換器の構成と接続関係との相違点を中心に説明するが、第 5 電力スイッチ Q 3 5 の第 2 端は第 6 電力スイッチ Q 3 6 の第 2 端および第 7 電力スイッチ Q 3 7 の第 2 端にそれぞれ接続され、第 5 電力スイッチ Q 3 5 の第 1 端は第 1 交流出力端 A に接続され、第 7 電力スイッチ Q 3 7 の第 1 端は、第 2 交流出力端 B に接続される。

【 0 0 4 2 】

図 1 0 および図 1 1 を参照すると、図 1 0 は本願の一実施例の三レベル変換器がグリッドオフモードで動作する構成を示す図であり、図 1 1 は、本発明の第 4 実施形態による三レベル変換器がグリッドオフモードで動作する構成を示す図である。三レベル変換器は、第 1 フリーホイールブランチと第 2 フリーホイールブランチをさらに含み、前記第 1 フリーホイールブランチは、前記第 1 交流出力端 A と前記中性端と N の間に接続され、前記第 2 フリーホイールブランチは、前記中性端 N と前記第 2 交流出力端 B との間に接続される。図 1 0 に示すように、第 1 フリーホイールブランチは、直列に接続されたダイオード D 3 8 と電力スイッチ Q 3 9 とを含み、ここでは、ダイオード D 3 8 の陽極は第 1 交流出力端 A に接続され、ダイオード D 3 8 の陰極は電力スイッチ Q 3 9 の第 1 端に接続され、電力スイッチ Q 3 9 の第 2 端は、中性端 N に接続される。第 2 フリーホイールブランチは、直列接続された電力スイッチ Q 4 0 とダイオード D 4 1 を含み、電力スイッチ Q 4 0 の第 2 端は中性端 N に接続され、電力スイッチ Q 4 0 の第 1 端はダイオード D 4 1 の陰極に接続され、ダイオード D 4 1 の陽極は、第 2 交流出力端 B に接続される。なお、ダイオード D 3 8 および D 4 1 は、制御可能なスイッチに置き換えることができる。図 1 1 に示すように、第 1 フリーホイールブランチは、直列に接続されたダイオード D 3 9 と、電力スイッチ Q 3 8 とを含み、ここでは、電力スイッチ Q 3 8 の第 2 端は第 1 交流出力端 A に接続され、電力スイッチ Q 3 8 の第 1 端はダイオード D 3 9 の陰極に接続され、ダイオード D 3 9 の陽極は中性端 N に接続される。第 2 フリーホイールブランチは、直列接続された電力スイッチ Q 4 1 とダイオード D 4 0 とを含み、ダイオード D 4 0 の陽極は中性端 N に接続され、ダイオード D 4 0 の陰極は電力スイッチ Q 4 1 の第 1 端に接続され、電力スイッチ Q 4 1 の第 2 端は、第 2 交流出力端 B に接続される。第 1 フリーホイールブランチおよび第 2 フリーホイールブランチの導通方向は反対であることが分かる。第 1 フリーホイールブランチと第 2 フリーホイールブランチは、第 2 電力スイッチ Q 3 2 と第 4 電力スイッチ Q 3 4 がオフになってから、第 5 電力スイッチ Q 3 5 から電力スイッチ Q 3 7 が導通するまでの不感帯時間内に、第 1 フリーホイールブランチまたは第 2 フリーホイールブランチによって一時的なフリーホイール通路を提供することができ、三レベル変換器をより確実に安全にする。

【 0 0 4 3 】

図 6、図 8 および図 1 0 を参照すると、三レベル変換器の動作原理は以下の通りである。

【 0 0 4 4 】

三レベル変換器が第 1 周期で動作する場合、第 1 電力スイッチ Q 3 1 と第 4 電力スイッチ Q 3 4 をオンにし、第 1 直流入力端、第 1 電力スイッチ Q 3 1 および第 1 負荷 Z 1 と中

10

20

30

40

50

性端Nは電流通路を構成し、第2直流入力端、中性端N、第4電力スイッチQ34および第2負荷Z2は、電流通路を構成する。第1電力スイッチQ31および第4電力スイッチQ34をオフにし、かつ第6電力スイッチQ36および前記第7電力スイッチQ37をまだオンにしない前に、中性端N、第2負荷Z2、電力スイッチQ40およびダイオードD41はフリーホイール通路を構成し、ダイオードD36、電力スイッチQ35、中性端Nおよび第1負荷Z1はフリーホイール通路を構成し、第6電力スイッチQ36と前記第7電力スイッチQ37をオンにした後に、第7電力スイッチQ37、第6電力スイッチQ36、中性端Nおよび第2負荷Z2はフリーホイール通路を構成し、第6電力スイッチQ36、第5電力スイッチQ35、第1負荷Z1および中性端Nは、フリーホイール通路を構成する。

10

【0045】

三レベル変換器が第2周期で動作する場合、第2電力スイッチQ32と第3電力スイッチQ33をオンにし、第2電力スイッチQ32、第2直流入力端、中性端Nと第1負荷Z1は電流通路を構成し、第1直流入力端、第3電力スイッチQ33、第2負荷Z2、および中性端Nは、電流通路を構成する。第2電力スイッチQ32および第3電力スイッチQ33をオフにし、かつ第6電力スイッチQ36および第5電力スイッチQ35をまだオンにしない前に、中性端N、第2負荷Z2、電力スイッチQ37とダイオードD36はフリーホイール通路を構成し、ダイオードD38、電力スイッチQ39、中性端Nおよび第1負荷Z1はフリーホイール通路を構成し、第6電力スイッチQ36と前記第5電力スイッチQ35をオンにした後、第6電力スイッチQ36、第7電力スイッチQ37、第2負荷Z2および中性端Nはフリーホイール通路を構成し、第5電力スイッチQ35、第6電力スイッチQ36、中性端N、および第1負荷Z1は、フリーホイール通路を構成する。

20

【0046】

明らかなことに、上記第1フリーホイールブランチと第2フリーホイールブランチは、第2電力スイッチQ32と第4電力スイッチQ34がオフになってから、第5電力スイッチQ35から電力スイッチQ37が導通するまでの不感帯時間内に、第1フリーホイールブランチまたは第2フリーホイールブランチによって一時的なフリーホイール通路を提供することができ、三レベル変換器をより確実に安全にする。

【0047】

図11は本願の別の実施例の三レベル変換器がグリッドオフモードで動作する構造を示す図である。図11の三レベル変換器の動作原理は、図10の動作原理に類似しているもので、ここではこれ以上説明しない。

30

【0048】

本発明の一実施例は、上記三レベル変換器に応用される制御方法を提供し、該制御方法は、前記三レベル変換器が第1半周期で動作する場合、前記第2電力スイッチQ32および前記第3電力スイッチQ33を常時オフ、前記第5電力スイッチQ35を常時オン、前記第1電力スイッチQ31および前記第4電力スイッチQ34を同時にオンまたはオフし、前記第6電力スイッチQ36および前記第7電力スイッチQ37を同時にオンまたはオフに制御し、ここでは、前記第1電力スイッチQ31および前記第6電力スイッチQ36は、相補的に導通していることと、前記三レベル変換器が第2半周期で動作する場合、前記第1電力スイッチQ31および前記第4電力スイッチQ34を常時オフ、前記第7電力スイッチQ37を常時オン、前記第2電力スイッチQ32および前記第3電力スイッチQ33を同時にオンまたはオフ、前記第5電力スイッチQ35および前記第6電力スイッチQ36を同時にオンまたはオフに制御し、ここでは、前記第2電力スイッチQ32および前記第5電力スイッチQ35は、相補的に導通していることとを含む。

40

【0049】

上述の実施例は、グリッドオフモードおよびグリッド接続モードにおける三レベル変換器の動作効率を向上させる。

【0050】

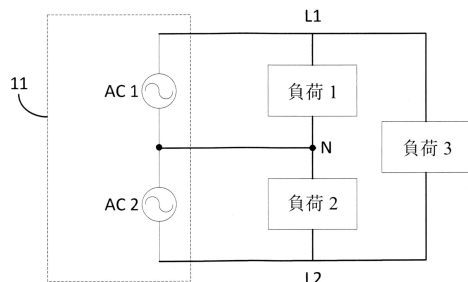
最後に、上記の各実施例は、本発明の技術案を限定するものではなく、本発明の技術案

50

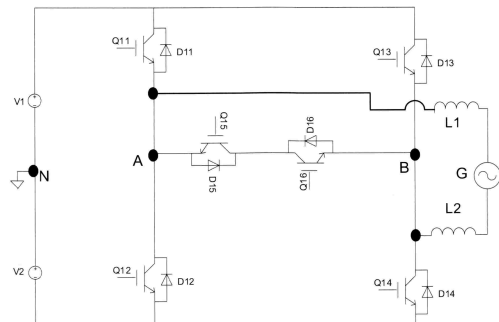
を説明するためのものにすぎない。前述の各実施例を参照して本発明を詳細に説明したが、当業者であれば、前述の各実施例に記載された技術案を修正し、またはその一部または全部を均等に置換することができることを理解するであろう。これらの修正および置換は、対応する技術案の本質を本発明の各実施例の技術案の範囲から逸脱するものではない。

【図面】

【図 1】

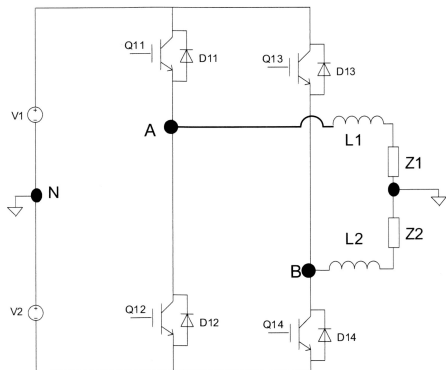


【図 2】

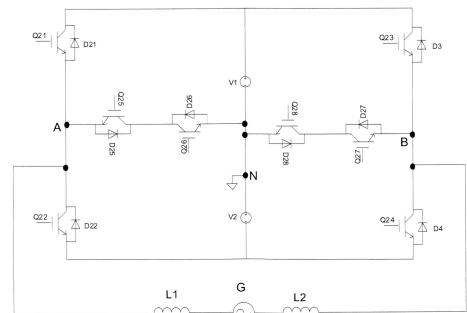


10

【図 3】



【図 4】



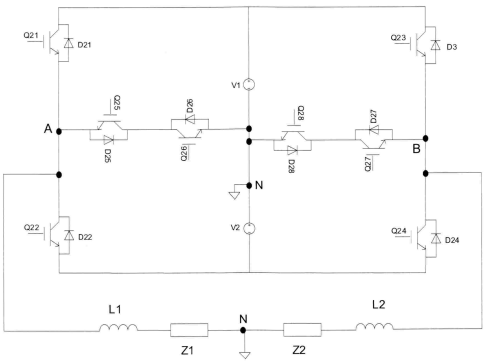
20

30

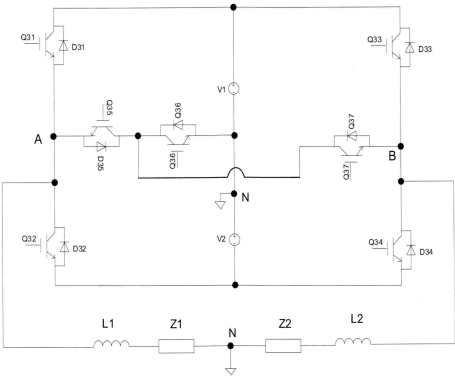
40

50

【図 5】

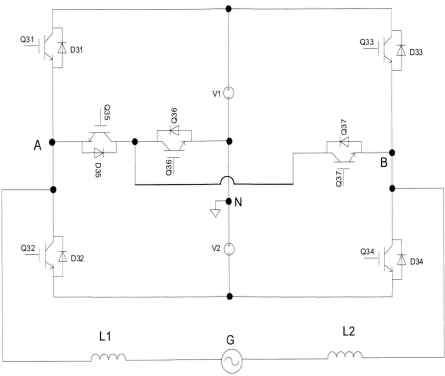


【図 6】

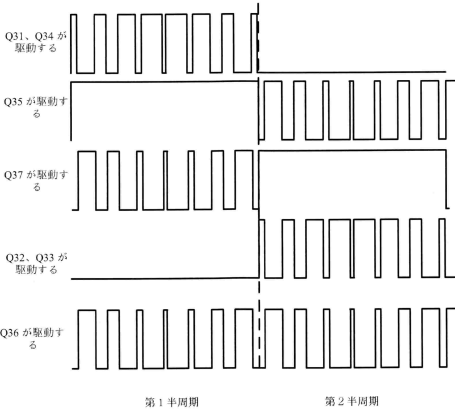


10

【図 7】



【図 8】



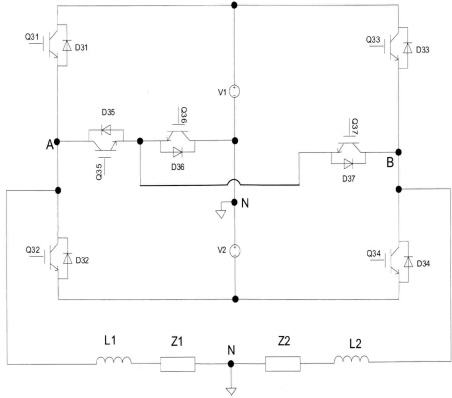
20

30

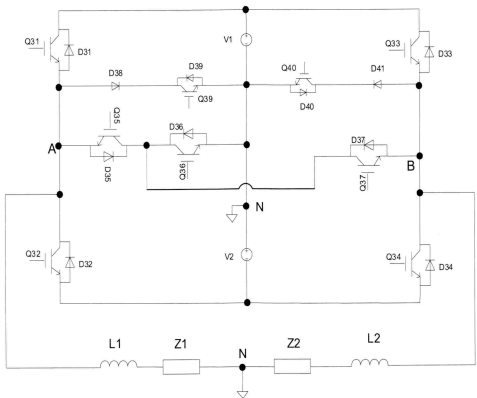
40

50

【図 9】

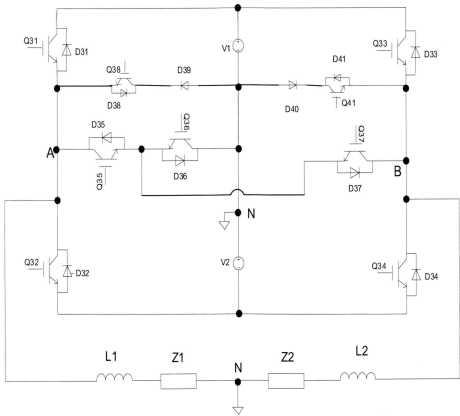


【図 10】



10

【図 11】



20

30

40

50

フロントページの続き

ディストリクト ウェンゾウ ニュー エアポート インダストリー エリア ジンハイ サード ロード
ナンバー 939

審査官 尾家 英樹

- (56)参考文献 特開 2014 - 176281 (JP, A)
特開 2013 - 188057 (JP, A)
特開 2016 - 086581 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB 名)
H02M 7/42 - 7/98