

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5795665号  
(P5795665)

(45) 発行日 平成27年10月14日(2015.10.14)

(24) 登録日 平成27年8月21日(2015.8.21)

(51) Int.Cl. F I  
**HO2M 7/483 (2007.01)** HO2M 7/483

請求項の数 6 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-108975 (P2014-108975)                  (22) 出願日 平成26年5月27日(2014.5.27)                  (65) 公開番号 特開2014-233198 (P2014-233198A)                  (43) 公開日 平成26年12月11日(2014.12.11)                  審査請求日 平成26年5月27日(2014.5.27)                  (31) 優先権主張番号 10-2013-0060102                  (32) 優先日 平成25年5月28日(2013.5.28)                  (33) 優先権主張国 韓国 (KR)</p>	<p>(73) 特許権者 593121379                  エルエス産電株式会社                  LSIS CO., LTD.                  大韓民国京畿道安養市東安区虎溪洞102                  6-6                  1026-6 Hogyedong, D                  ongan-gu, Anyang-si,                  Gyeonggi-do, 431-080                  , Republic of Korea</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチレベルコンバータの制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のアームを含み、各アームには複数のサブモジュールが直列連結され、前記複数のサブモジュールには各々スイッチング素子とキャパシタが備えられているマルチレベルコンバータの制御方法であって、

前記スイッチング素子の動作によりオン状態またはオフ状態と決定されるサブモジュールのモジュレーション状態値と充電または放電を決定するためのアームの電流の向きを検出する段階と、

前記状態値と電流の向きに応じて、前記アームの電圧出力波形一周期当たり前記複数のサブモジュールの中で発生する平均スイッチング数を指定する段階とを含み、

前記平均スイッチング数を指定する段階は、

前記複数のサブモジュールを現在サンプリング時点でサブモジュールの状態がオン状態であるかオフ状態であるかに基づいてグループ化し、オン状態のサブモジュールの数とオフ状態のサブモジュールの数を計算する段階と、

前記現在サンプリング時点において計算されたオン状態のサブモジュールの数とオフ状態のサブモジュールの数を直前サンプリング時点で計算された以前のオン状態のサブモジュールの数とオフ状態のサブモジュールの数とを比較して、その差だけ状態を変換する段階と、

充電状況で予定された値より、高い電圧を有するオン状態のサブモジュールと低い電圧値を有するオフ状態のサブモジュールの数を比較して、オン状態のサブモジュールの数が

10

20

多ければ、前記比較されたオン状態及びオフ状態のサブモジュールの状態をオフ状態及びオン状態に変化させる段階と、

放電状況で予定された値より、最も低い電圧を有するオン状態のサブモジュールと、高い電圧を有するオフ状態のサブモジュールとを比較して、オフ状態のサブモジュールの数が多い場合には、前記比較されたオン状態及びオフ状態のサブモジュールの状態をオフ状態からオン状態に変化させる段階とを含むことを特徴とするマルチレベルコンバータの制御方法。

【請求項 2】

前記以前のオン状態のサブモジュールの数とオフ状態のサブモジュールの数とを比較して、その差だけ状態を変換する段階は、

以前のオン状態のサブモジュールの数がオフの状態のサブモジュールよりも多い場合、その差だけ現在サンプリング時点におけるオフ状態のサブモジュールをオン状態に変換する、請求項 1 に記載のマルチレベルコンバータの制御方法。

【請求項 3】

前記以前のオン状態のサブモジュールの数とオフ状態のサブモジュールの数とを比較して、その差だけ状態を変換する段階は、

以前のオン状態のサブモジュールの数がオフ状態のサブモジュールよりも少ない場合、その差だけ現在サンプリング時点におけるオン状態のサブモジュールをオフ状態に変換する、請求項 1 または 2 に記載のマルチレベルコンバータの制御方法。

【請求項 4】

前記オフ状態のサブモジュールをオン状態に変換する段階は、

電流の向きに応じて、充電時には、最も低い電圧のサブモジュールから、放電時には、最も高い電圧を有するサブモジュールからオン状態に変換させる、請求項 2 に記載のマルチレベルコンバータの制御方法。

【請求項 5】

前記オン状態のサブモジュールをオフ状態に変換する段階は、

電流の向きに応じて、充電時には、最も高い電圧を有するサブモジュールから、放電時には、最も低い電圧を有するサブモジュールからオフ状態に変換させる、請求項 3 に記載のマルチレベルコンバータの制御方法。

【請求項 6】

前記充電状況で予定された値と、前記放電状況で予定された値は、同じ値である、請求項 1 乃至 5 のうちいずれか一項に記載のマルチレベルコンバータの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンバータの制御方法であり、より詳しくは、マルチレベル制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

マルチレベルコンバータシステムは、一般に用いられる電圧バランスを考慮したゲートスイッチング ( gate switching ) 手法を利用する。従来の電圧バランスは、モジュレーションの過程で投入された情報と、該当アーム ( arm ) 内部のすべてのサブモジュールから送られてきたキャパシタンス電圧の情報を電圧の大きさに応じて並べ替えを行う。このように加工された情報を利用して、サブモジュールを選択することになる。具体的には、アーム ( arm ) の電流の情報に基づいて最も高い電圧を有するサブモジュール、または最も低い電圧を有するサブモジュールが選択されている機構を有する。

【0003】

従来の電圧バランス方法によると、まず、いくつかのサブモジュールがオン ( ON ) 信号を出すかを決めることになると、一つのアームの内部のどのサブモジュールをオン

10

20

30

40

50

にするかを定める。この時、一般的に、各サブモジュールの電圧を均等に分散するために、各サブモジュールの電圧値を比較して並べ替えるソート ( s o r t i n g ) 過程が行われる。オン ( O N ) に該当するサブモジュールは、アームの電流の向きに応じて、充電と放電が行われるので、充電と放電に応じてサブモジュールが選択され、選択されたサブモジュールからの充電または放電が行われる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

本発明は、効率を高めたマルチレベルコンバータの制御方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

本願発明のマルチレベルコンバータの制御方法は、複数のアームを含み、各アームには複数のサブモジュールが直列連結され、前記複数のサブモジュールには各々スイッチング素子とキャパシタが備えられているマルチレベルコンバータの制御方法であって、前記スイッチング素子の動作によりオン状態またはオフ状態と決定されるサブモジュールのモジュレーション状態値と充電または放電を決定するためのアームの電流の向きを検出する段階と、前記状態値と電流の向きに応じて、前記アームの電圧出力波形一周期当たり前記複数のサブモジュールの中で発生する平均スイッチング数を指定する段階とを含み、前記平均スイッチング数を指定する段階は、前記複数のサブモジュールを現在サンプリング時点でサブモジュールの状態がオン状態であるかオフ状態であるかに基づいてグループ化し、オン状態のサブモジュールの数とオフ状態のサブモジュールの数を計算する段階と、前記現在サンプリング時点において計算されたオン状態のサブモジュールの数とオフ状態のサブモジュールの数を直前サンプリング時点で計算された以前のオン状態のサブモジュールの数とオフ状態のサブモジュールの数とを比較して、その差だけ状態を変換する段階と、充電状況で予定された値より、高い電圧を有するオン状態のサブモジュールと低い電圧値を有するオフ状態のサブモジュールの数を比較して、オン状態のサブモジュールの数が多ければ、前記比較されたオン状態及びオフ状態のサブモジュールの状態をオフ状態及びオン状態に変化させる段階と、放電状況で予定された値より、最も低い電圧を有するオン状態のサブモジュールと、高い電圧を有するオフ状態のサブモジュールとを比較して、オフ状態のサブモジュールの数が多き場合には、前記比較されたオン状態及びオフ状態のサブモジュールの状態をオフ状態からオン状態に変化させる段階とを含むことを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

また、前記以前のオン状態のサブモジュールの数とオフ状態のサブモジュールの数とを比較して、その差だけ状態を変換する段階は、以前のオン状態のサブモジュールの数がオフの状態のサブモジュールよりも多い場合、その差だけ現在サンプリング時点におけるオフ状態のサブモジュールをオン状態に変換することを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

また、前記以前のオン状態のサブモジュールの数とオフ状態のサブモジュールの数とを比較して、その差だけ状態を変換する段階は、以前のオン状態のサブモジュールの数がオフ状態のサブモジュールよりも少ない場合、その差だけ現在サンプリング時点におけるオン状態のサブモジュールをオフ状態に変換することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、前記オフ状態のサブモジュールをオン状態に変換する段階は、電流の向きに応じて、充電時には最も低い電圧のサブモジュールから、放電時には最も高い電圧を有するサブモジュールからオン状態に変換させることが特徴とする。

【 0 0 1 0 】

また、前記オン状態のサブモジュールをオフ状態に変換する段階は、電流の向きに応じて、充電時には、最も高い電圧を有するサブモジュールから、放電時には、最も低い電圧を有するサブモジュールからオフ状態に変換させることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

10

20

30

40

50

また、前記充電状況で予定された値と、前記放電状況で予定された値は、同じ値であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本実施形態に係るマルチレベルコンバータの制御方法は、一つのサブモジュールに集中的にスイッチングが起こらず均等にすることで、スイッチングデバイスとキャパシタンスを最適に用いることができる。マルチレベルコンバータの最適設計により製品の単価を下げるができる。

【0013】

また、本実施形態に係るマルチレベルコンバータの制御方法は、各サブモジュールのスイッチングが均等に行われるため、単に平均的にスイッチング数を増大させるのではなく、均等にスイッチング数を増やすことで、マルチレベルコンバータの寿命が延びる期待効果がある。

【0014】

また、前述のようなマルチレベルコンバータの制御方法は、制御のためのデジタルプロセッサの並べ替えの部分のコードを単に提案された方法に置き換えればよいため、別のハードウェアの置き換え、及び形状の変更など、他の付加的な費用が不要となる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明を説明するために提案されたもので、マルチレベルコンバータの制御方法を示すブロック図である。

【図2】図1に示された電圧バランス部分の制御方法を示すブロック図である。

【図3】図1に示された電圧バランス部分の制御方法を示すブロック図である。

【図4】本実施形態に係るマルチレベルコンバータの制御方法を示すブロック図である。

【図5】本実施形態に係るマルチレベルコンバータの制御方法を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が、本発明の技術的思想を容易に実施できる程度に詳細に説明するために、本発明の最も好ましい実施形態を添付図面を参照して説明する。

【0017】

本発明は、マルチレベルコンバータ (Modular Multilevel Converter) の電圧バランスのためのスイッチング手法に関するもので、特に基本周波数 (fundamental frequency) を1サイクルの間の手法に必要なとされる計算 (Computational Effort) を減らすことができる方法に関するものである。

【0018】

本発明は、マルチレベルコンバータ利用したいずれのパワーエレクトロニクスとそのパワーエレクトロニクス装置を利用した電力機器に適用可能である。特に、多数のサブモジュール (Sub-module) を用いる大容量の電源機器において有用に用いられる。単にマルチレベルコンバータの電圧バランス手法の変化を介して、電力機器の詳細容量選定の一つの基準とすることができる。即ち、一周期の間、サブモジュールのスイッチング数を任意に調節することにより、各サブモジュールに用いられるキャパシタンスの容量を選択的に減らすことができる。

【0019】

図1は、本発明を説明するために提案されたもので、マルチレベルコンバータの制御方式を示すブロック図である。

【0020】

図1を参照してみると、電力機器の使用目的に応じて、管理制御部100から基準信号を生成し、その信号を中央制御部230でマルチレベルコンバータに合わせて、つまり、

10

20

30

40

50

各サブモジュール ( sub - module ) は、ゲート信号を印加するようにサブモジュールを制御する。実質的に、各サブモジュール ( sub - module ) の集合であるコンバータ部 300 からゲート信号の双方向通信が起こるようになる。管理制御部 100 はフィードバック制御部 110、実効電力制御部 120、無効電力制御部 130 を含む。中央制御部 230 は、モジュレーション制御部 231 と電圧バランス制御部 232 を含む。コンバータ部 300 は複数のサブモジュール 310 とアーム電流測定 ( Arm current measure ) 部 320 を含んでいる。

#### 【0021】

図2は、本発明を説明するために提案されたもので、マルチレベルコンバータの制御方法を示すフローチャートであり、特に、電圧バランスに関するフローチャートである。

10

#### 【0022】

図2を参照してみると、電圧バランスの制御方法を見ると、ON条件を満たしているサブモジュールの数を決定し ( S10 )、サブモジュールを電圧値に基づいてソートする ( S20 )。以後、電流値の符号を判断し ( S30 )、電流値の符号が正の場合 ( S30 - YES )、最小電圧を選択し ( S40 )、電流値の符号が負の場合 ( S30 - NO )、最大電圧を選択する ( S50 )。前記技術によると、サブモジュールを電圧値に基づいてソートする過程 ( S20 ) で最も多い時間がかかる。大容量の電力機器に適用されるモジュールベースのマルチレベルコンバータの場合は、一つのアームに150 ~ 200以上のサブモジュールが備えられる。デジタル処理過程は、大きく4つの部分に分けられ、サブモジュールの電圧値をデジタル値に変換するプロセス、変換されたサブモジュール値をソートするプロセス、電流の向きに応じてサブモジュールを選択するプロセス、選択されたサブモジュールのゲート信号に適用するプロセスを含む。

20

#### 【0023】

サブモジュール ( 310、・・・ ) が有する各々のキャパシタンス ( Capacitance ) の電圧値を利用して、中央制御部 230 はゲート信号を生成するが、一般には、そのサブモジュール ( 310、・・・ ) の各キャパシタの電圧値の算術比較 ( sorting algorithm ) を使用して決めることになる。特に、モジュレーション制御部 231 から入ってきた信号と、各サブモジュールの算術的な比較を介して並べ替えられている値の情報を利用して、電流の向きに応じて最小キャパシタ電圧のサブモジュール ( 310、・・・ ) を選択するか高いものを選択するかを決める ( S30 )。

30

#### 【0024】

図3は、本発明を説明するために提案されたもので、マルチレベルコンバータの制御方法を示すフローチャートであり、電圧バランスに関するものである。

#### 【0025】

まず、( t - t ) 時間でのゲート信号を判断する ( 105 )。これは、サブモジュールの直前の状態が分かるようにする。つまり、直前のサブモジュールのオン/オフの状態を知ることができる。備えられた各サブモジュールのオン/オフの状態が判断されると、オン状態であるかオフ状態であるかに区分する ( 121 - 2、121 - 3 )。このように、オフ状態とオン状態を事前に分けて判断する理由は、サブモジュールの迅速な制御のためである。

40

#### 【0026】

オフ状態とオン状態に分かれた各サブモジュールは、以後その数の総和が求められる ( S121 - 1、S121 - 4 )。即ち、直前のゲート信号 105 を利用してオン状態のサブモジュールがいくつか、オフ状態のサブモジュールがいくつかを定める。以後、オン状態のサブモジュールの中で最も高い電圧を有するサブモジュールと最も低い電圧を有するサブモジュールを判断する。オフ状態のサブモジュールについても同様に最大電圧を有するサブモジュールと最低電圧を有するサブモジュールを判断する。

#### 【0027】

一周期当たり一回のサブモジュールのスイッチングのために、電圧バランス手法

50

を用いる場合は、過去のサンプリング ( s a m p l i n g ) 時間でのゲート信号を介して、 o n - s t a t e に該当するサブモジュールの集合と、 o f f - s t a t e に該当するサブモジュールの集合に区分する。区分された集合は、 o n - s t a t e に対応するサブモジュールの総和と o f f - s t a t e に対応するサブモジュールとの総和を計算することができる。

【 0 0 2 8 】

図 1 ~ 図 3 に示されたマルチレベルコンバータの制御方法に応じた電圧バランシング方法は、各サブモジュール ( s u b - m o d u l e ) のゲート信号を直接生成するための段階を示している。電圧バランシング手法は、中央制御部 ( C e n t r a l C o n t r o l ) で最も重要な制御部分の一つであり、これは、ソートアルゴリズム ( s o r t i n g a l g o r i t h m ) を介して具現される。しかし、ソートアルゴリズム ( s o r t i n g a l g o r i t h m ) は、一周期内であまりにも多くのスイッチングが起こる。これを解消するために、図 3 に示すように、マルチレベルコンバータの長点を最大化するために、一周期当たり一回のスイッチングが行われるように o n - s t a t e 集合と o f f - s t a t e 集合に区分して、現在のスイッチングが行われるサブモジュールを決めることができる。

10

【 0 0 2 9 】

図 1 と図 2 に示されたマルチレベルコンバータの制御方法では、ソートアルゴリズムのみを利用した電圧バランシング手法は、単に、各サブモジュールのキャパシタの電圧だけを基準とする。従って、一周期当たり一つのサブモジュールのスイッチング数を調節できないだけでなく、その数が多く、実質的に各サブモジュールで発生するスイッチング損失が多く発生することにより、マルチレベルコンバータの長点を利用することができない。即ち、一つのサブモジュールを基準に一周期当たりスイッチングが 2 0 回以上起こることがあり、これは多くの熱損失とスイッチング装置の寿命にも影響を及ぼす。

20

【 0 0 3 0 】

一つのサブモデルを基準に一周期当たりスイッチングが一回起こる方法が、図 3 に示された方法である o n - s t a t e と o f f - s t a t e グループに区分して決める方法である。しかし、これは、サブモジュールのスイッチングが一回しか起こらないので、サブモジュールのキャパシタ電圧の充電と放電が一回しか行われなため、高キャパシタンスが求められる。また、スイッチング損失が少ないため、スイッチングデバイスを最適に使用できないことがある。

30

【 0 0 3 1 】

本発明は、マルチレベルコンバータの電圧バランシングを介して行われるスイッチング手法に関するものである。スイッチングバランシング手法中ソートアルゴリズムを利用するように、サブモジュールの電圧を直接比較する方法を介してゲート信号を決めることが一般的である。しかし、ソート方法に応じて、サブモジュールのキャパシタの容量を決めることができ、一つのサブモジュールが一周期当たりスイッチングすべき数を定めると、コンバータの製作基準は、簡単に作ることができる。本発明は、一つのサブモジュールが一周期当たり行うべきスイッチング数を決めるアルゴリズムを提供するためのものであり、製作者のニーズに合わせてシステムを設計することができる。

40

【 0 0 3 2 】

図 4 と図 5 は、本実施形態に係るマルチレベルコンバータの制御方法を示すブロック図である。図 4 は、マルチレベルコンバータの初期化を示しており、図 5 は、マルチレベルコンバータの動作時に発生するさまざまなケースの数においてどのように制御するかを示している。

【 0 0 3 3 】

図 4 を参照してみると、本実施形態に係るマルチレベルコンバータの制御方法は、各グループ、つまり、 o n - s t a t e 、 o f f - s t a t e で各自の並べ替えを介してアーム ( A r m ) モジュール内のすべてのサブモジュールを配置することとは差がある。 O n - s t a t e に対応するグループをソートする段階 ( S 3 3 0 ) と o f f - s t a t e に

50

対応するグループをソートする段階 ( S 3 4 0 ) に区分される。

【 0 0 3 4 】

まず、( t - t ) 時間でのゲート信号を判断する ( S 3 0 5 )。これは、サブモジュールの直前の状態が分かるようにする。つまり、直前のサブモジュールのオン/オフ状態を知ることができる。備えられた各サブモジュールのオン/オフの状態を判断すると、オン状態であるかオフ状態であるかを区分する ( S 3 2 1 - 2、S 3 2 1 - 3 )。このように、オフ状態とオン状態を事前に分けて判断する理由は、サブモジュールの迅速な制御のためである。

【 0 0 3 5 】

オフ状態とオン状態に分かれた各サブモジュールは、以後その数の総和が求められる ( S 3 2 1 - 1、S 3 2 1 - 4 )。即ち、直前のゲート信号 3 0 5 を利用して、オン状態のサブモジュールがいくつか、オフ状態のサブモジュールがいくつかを定める。以後、オン状態のサブモジュールを並べ替え、オフ状態のサブモジュールを並べ替える ( S 3 3 0、S 3 4 0 )。

【 0 0 3 6 】

続いて、図 5 を参照すると、本実施形態に係るマルチレベルコンバータの制御方法は、主に現在のモジュレーション ( modulation ) の状態値 ( Diff ) と電流の向き ( i ) に応じて、大きく 4 つに区分される。モジュレーション ( modulation ) の状態値 ( Diff ) は、次のように求める。まず、オン状態を有するようになるサブモジュールの数 ( Number of ON condition gate at t ( n ) ) を求め、オン状態を有するようになるサブモジュールの数が求められると、計算された直前にオン状態のサブモジュール数を引く。その状態値 ( diff ) は、いくつかのサブモジュールの状態を制御するか否かの判断の基礎となり、オン状態を有するようになるサブモジュールの数が以前より多いと、状態値 ( diff ) は、正の値、少ないと、状態値 ( diff ) は負の値を示す。電流の向き ( i ) は、充電状態になると正、放電状態になると負の値を示す。

【 0 0 3 7 】

最初の場合は、on - state サブモジュールの数が増大して充電がされている状態 ( ( 1 ) )、二番目の場合は、on - state サブモジュールの数は増大するが、放電されている状態 ( ( 2 ) )、三番目の場合は、on - state サブモジュールの数が減少し、充電されている状態 ( ( 3 ) )、四番目の場合は、on - state サブモジュールの数が減少し、放電されている状態である ( ( 4 ) )。マルチレベルコンバータの動作中、この四つの状態のいずれか一つの状態だけが選択されることができる。二つの変数である状態値と電流の向き ( Diff、i ) に応じて、四つの状態のいずれかが選択されるが、現在の状態でサブモジュールをターンオンさせたり、ターンオフさせる段階を「 ( 5 ) 」と表記して、以降 on - state と off - state グループのサブモジュールの状態を強制的に変化させるステップを「 ( 6 ) 」に区分して表示する。

【 0 0 3 8 】

図 5 に示されるように、仮に充電状態である場合、on - state グループのサブモジュールが off - state グループのサブモジュールのそれよりも電圧が高い場合は、両方のサブモジュールの状態を変化させる ( ( 7 ) )。放電の場合は、on - state グループのサブモジュールが off - state グループのそれよりも電圧が小さいと、両方のサブモジュールの状態を変化させる ( ( 8 ) )。

【 0 0 3 9 】

本実施形態に係るマルチレベルコンバータは、まずアーム ( Arm ) の内部のすべてのサブモジュールを並べ替える方式ではなく、現在のゲート状態、即ち " on - state "、" off - state " の状態を区別して保存する。これにより、全体の数のサブモジュールのデータ処理ではなく、二つの部類に分けた状態のデータ処理であるため、その計算量が減り、一周期当たりのサブモジュールのスイッチング数を限定することができる。

【 0 0 4 0 】

モジュレーションの結果に基づいて、過去に比べ  $on - state$  のサブモジュールの数が多の場合、即ち、状態値が正である場合 ( $Diff > 0$ )、 $off - state$  のグループで状態値 ( $Diff$ ) の絶対値だけターンオンする。このとき、電流の向きに応じて、充電時には、最も低い電圧のサブモジュールから、放電時には、最も高い電圧を有するサブモジュールから " $on$ " にする。状態値が負の場合は ( $Diff < 0$ )、 $on - state$  のグループのサブモジュールをターンオフさせるが、充電時には、高電圧を有するサブモジュールから、放電時には、低電圧のサブモジュールからオフさせる。ここまでが一サブモジュールが一周期当たり一回のスイッチングが起こることができるアルゴリズムです。

#### 【0041】

10

スイッチング増大のためには、製作者が所望の変更値を決めることもできる。即ち、一つのサブモジュールが一周期当たり平均的に何回かさらに起こる値を決めることである。現在の状況が充電の状態であれば、変更する数だけ  $on - state$  の高電圧の値を有するサブモジュールと  $off - state$  の低電圧の値を有するサブモジュールとを比較して、 $on - state$  グループが  $off - state$  グループよりも高ければ、両方のサブモジュールの状態を変化させ、それ以外の場合、現在の状態に維持する。

#### 【0042】

そして、仮に、現在の状況が放電の状態であれば、 $on - state$  の低電圧を有するサブモジュールと  $off - state$  の高電圧を有するサブモジュールとを比較して、 $off - state$  グループのサブモジュールの電圧が高い場合は、両方のグループの間のサブモジュールの状態を変化させ、それ以外の場合、現在の状態に維持する。

20

#### 【0043】

前述したように、マルチレベルコンバータを制御するようになれば、一周期当たりのサブモジュールのスイッチング数を調節可能である。スイッチング数は、サブモジュール内のキャパシタ容量を決定する際の重要な要件となる。周期当たり発生するスイッチングが高いほど、キャパシタ容量を減らすことができるが、各スイッチングデバイス (例えば IGBT) の損失量を増加させ、適切なスイッチング数を決めなければならない。

#### 【0044】

本実施形態に係るマルチレベルコンバータの制御方法は、一つのサブモジュールに集中的にスイッチングが起こらず、均等にすることで、スイッチングデバイス及びキャパシタを最適に用いることができる。従って、マルチレベルコンバータの最適設計を介した製品の単価を下げるることができる。

30

#### 【0045】

また、本実施形態に係るマルチレベルコンバータの制御方法は、各サブモジュールのスイッチングが均等に行われるため、単に平均的にスイッチング数を増大させるのではなく、均等にスイッチング数を変更することにより、マルチレベルコンバータの寿命が延びる期待効果がある。

#### 【0046】

また、前述のようなマルチレベルコンバータの制御方法は、制御のためのデジタルプロセッサの並べ替え部分のコードを単に提案された方法に置き換えればよいので、別途のハードウェアの置換、及び形状の変更など、他の付加的な費用がさほど要しない。

40

#### 【0047】

以上、代表的な実施形態を挙げて本発明について詳細に説明したが、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者は、前述した実施形態に対して、本発明の範囲から逸脱しない範囲内で種々の変形が可能であることを理解するであろう。従って、本発明の権利範囲は、説明された実施形態に限定されて定まるのではなく、後述する特許請求の範囲だけでなく、この特許請求の範囲と均等物により定められなければならない。

#### 【符号の説明】

#### 【0048】

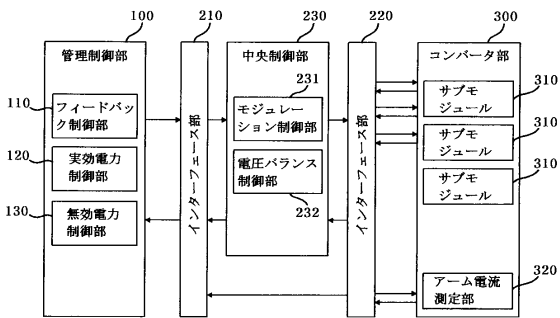
100 管理制御部

50

- 1 0 5      ゲート信号
- 2 3 0      中央制御部
- 2 3 1      モジュールーション制御部
- 2 3 2      電圧バランス制御部
- 3 0 0      コンバータ部
- 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0      サブモジュールゲート

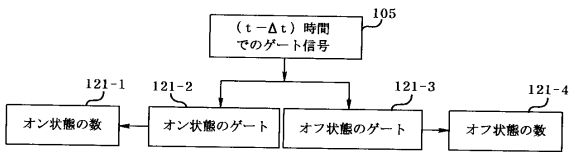
【図1】

図1



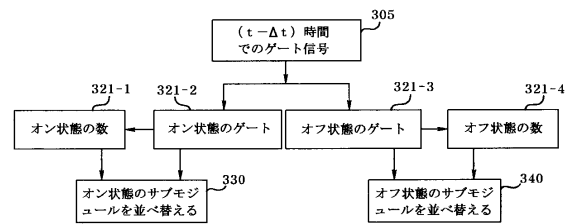
【図3】

図3



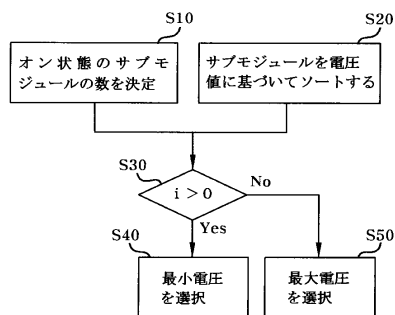
【図4】

図4



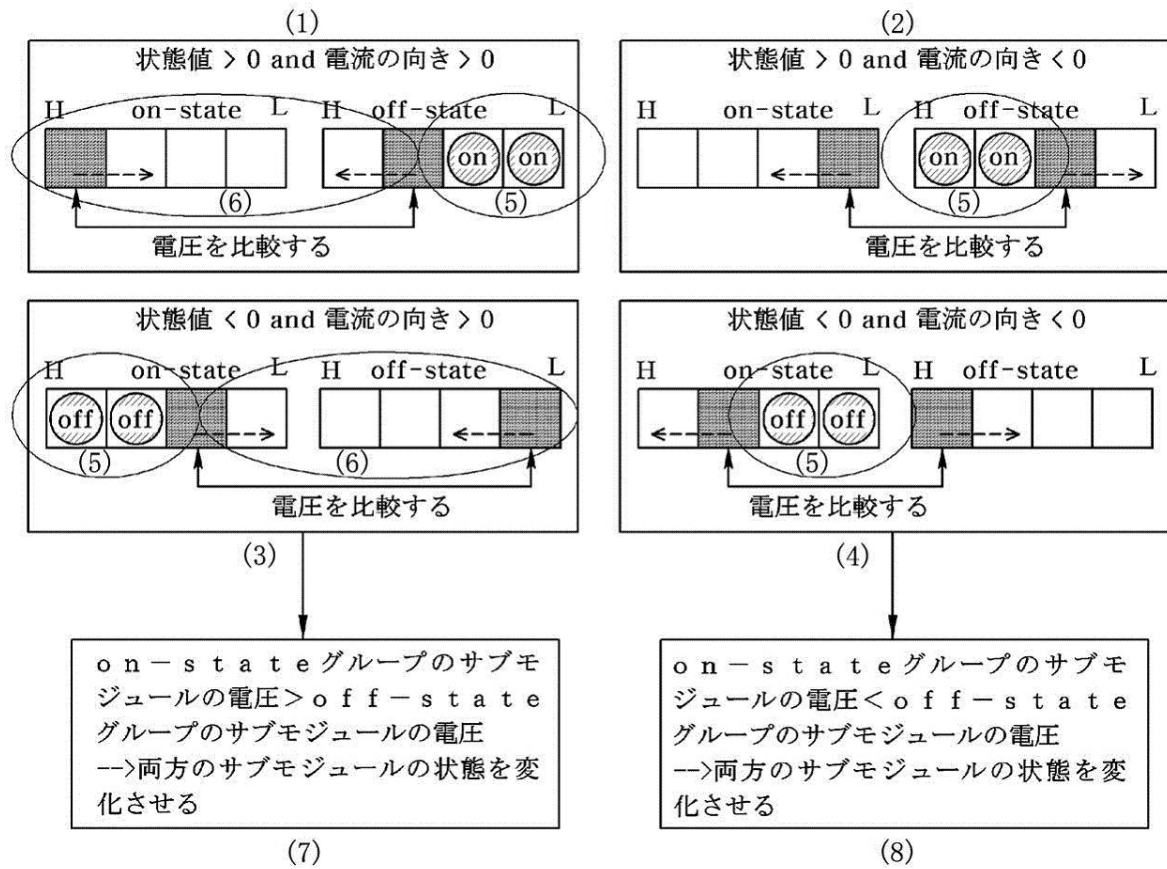
【図2】

図2



【図5】

図5



## フロントページの続き

(73)特許権者 513001008

インダストリー - アカデミック コーペレイション ファウンデーション, ヨンセイ ユニバーシ  
ティ  
大韓民国, ソウル, ソデムン - ク, ヨンセイロ 50, (シンチョン - ドン) ヨンセイ ユニバー  
シティ

(74)代理人 100099759

弁理士 青木 篤

(74)代理人 100092624

弁理士 鶴田 準一

(74)代理人 100114018

弁理士 南山 知広

(74)代理人 100165191

弁理士 河合 章

(74)代理人 100151459

弁理士 中村 健一

(72)発明者 ソン クム テ

大韓民国, 120 - 110, ソウル, ソデムン - ク, ヨンファイ - ロ 10ガ - ギル, 37, ドンソ  
ナムブク - ビル, 204

(72)発明者 ホ キョン

大韓民国, 138 - 795, ソウル, ソンパ - ク, オリピック - ロ, 397, ジンジュ アパー  
トメント, 9 - 102

(72)発明者 パク チュン ウク

大韓民国, 137 - 887, ソウル, ソチョ - ク, ナムブスンファン - ロ 350 - ギル, 29 -  
5, 401

(72)発明者 イ ヒ ジン

大韓民国, 120 - 823, ソウル, ソデムン - ク, ヨンファイ - ロ 16 - ギル, 33, 105

(72)発明者 ナム テ ジク

大韓民国, 134 - 794, ソウル, カントン - ク, ゴドク - ロ 80 - ギル, 134, ジュコン  
アパートメント, 621 - 404

(72)発明者 チュン ヨン ホ

大韓民国, 426 - 821, キョンギード, アンサン - シ, サンノク - ク, ソンホ - ロ 9 - ギル  
, 27, 5エー

(72)発明者 ペク スン テク

大韓民国, 431 - 748, キョンギード, アンサン - シ, トンアン - ク, クアナク - デロ, 17  
1, ピサン イー - ピョンハンセサン アpartment, 110 - 403

(72)発明者 イ ウク ファ

大韓民国, 401 - 762, インチョン - シ, トン - ク, ソンヒョン - ロ, 50, ソルビットマウ  
ル ジュゴン 1 (イル) - チャ アpartment, 117 - 1802

審査官 槻木澤 昌司

(56)参考文献 特表2010 - 517496 (JP, A)

特開2012 - 147559 (JP, A)

特開2001 - 061283 (JP, A)

特開昭62 - 210867 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/483