

(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2021-175314

(P2021-175314A)

(43) 公開日 令和3年11月1日(2021.11.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02M 7/487 (2007.01)	H02M 7/487	5H770
H02M 7/493 (2007.01)	H02M 7/493	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2020-79215 (P2020-79215)
 (22) 出願日 令和2年4月28日 (2020.4.28)

(71) 出願人 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
 (74) 代理人 100112737
 弁理士 藤田 考晴
 (74) 代理人 100140914
 弁理士 三苫 貴織
 (74) 代理人 100136168
 弁理士 川上 美紀
 (74) 代理人 100172524
 弁理士 長田 大輔
 (72) 発明者 丸山 真範
 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三
 菱重工業株式会社内

最終頁に続く

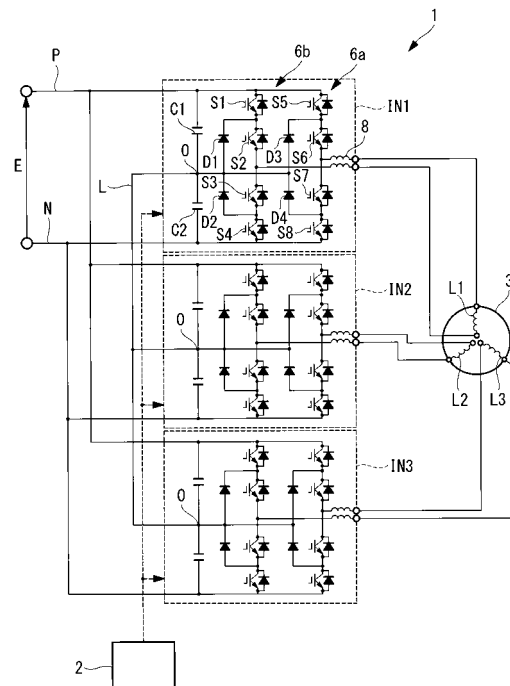
(54) 【発明の名称】 多相インバータシステム

(57) 【要約】

【課題】 出力の歪を効果的に抑制することのできる多相インバータシステムを提供することを目的とする。

【解決手段】 多相インバータシステム1は、複数の単相NPCインバータ回路IN1、IN2、IN3と、各単相NPCインバータ回路IN1、IN2、IN3における直流側の中性点Oを互いに接続する中性ラインLと、各単相NPCインバータ回路IN1、IN2、IN3を駆動して、それぞれ位相の異なる多相交流を生成する駆動回路2とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の単相 N P C インバータ回路と、
各前記単相 N P C インバータ回路における直流側の中性点を互いに接続する中性ラインと、
各前記単相 N P C インバータ回路を駆動して、それぞれ位相の異なる多相交流を生成する駆動回路と、
を備える多相インバータシステム。

【請求項 2】

前記中性点は、前記単相 N P C インバータ回路において、直流電源の電圧を等分圧した中間電位となっている請求項 1 に記載の多相インバータシステム。

10

【請求項 3】

前記単相 N P C インバータ回路は、
正極端子及び負極端子の間の直流電圧を等分圧して前記中性点を形成する複数のコンデンサと、
前記正極端子及び前記負極端子に接続されており、それぞれ異なる出力端子に出力をする 2 つのインバータ部と、
を備え、

前記インバータ部は、

一端が前記正極端子に接続された第 1 スイッチング部と、

20

一端が前記第 1 スイッチング部の他端に接続されており、他端が出力端子に接続された第 2 スイッチング部と、

一端が前記第 2 スイッチング部の他端に接続された第 3 スイッチング部と、

一端が前記第 3 スイッチング部の他端に接続されており、他端が前記負極端子に接続された第 4 スイッチング部と、

前記第 1 スイッチング部及び前記第 2 スイッチング部の間と、前記中性点との間に接続された第 1 クランプ部と、

前記第 3 スイッチング部及び前記第 4 スイッチング部の間と、前記中性点との間に接続された第 2 クランプ部と、

を備える請求項 1 または 2 に記載の多相インバータシステム。

30

【請求項 4】

各前記単相 N P C インバータ回路の出力は、各前記単相 N P C インバータ回路の設置数に等しい相数の多相独立巻線にそれぞれ接続されている請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の多相インバータシステム。

【請求項 5】

前記単相 N P C インバータ回路は 3 つ設けられており、

前記駆動回路は、各前記単相 N P C インバータ回路を制御して三相交流を生成する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の多相インバータシステム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、多相インバータシステムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

単相インバータとしては、スイッチング損失の低減やノイズ抑制等の観点から、単相 N P C インバータが用いられる場合がある（例えば特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【0003】

【特許文献1】特許第6303908号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

例えば船舶など、大出力のモータ駆動用途等では2レベルインバータよりも出力の歪が小さい単相NPCインバータの適用が考えられている。しかしながら、単相NPCインバータでは、中性点の電圧が変動して出力に歪が生じる場合がある。このような場合には、中性点の電圧変動を抑制するために大容量のコンデンサを用いる必要がある。大容量のコンデンサを用いる場合には、回路が増大化する。

10

【0005】

本開示は、このような事情に鑑みてなされたものであって、出力の歪を効果的に抑制することのできる多相インバータシステム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】

【0006】

本開示の第1態様は、複数の単相NPCインバータ回路と、各前記単相NPCインバータ回路における直流側の中性点を互いに接続する中性ラインと、各前記単相NPCインバータ回路を駆動して、それぞれ位相の異なる多相交流を生成する駆動回路と、を備える多相インバータシステムである。

【発明の効果】

20

【0007】

本開示によれば、出力の歪を効果的に抑制することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本開示の一実施形態に係る多相インバータシステムの概略構成を示す図である。

【図2】本開示の一実施形態に係る単相NPCインバータ回路を示す図である。

【図3】本開示の一実施形態に係る単相NPCインバータ回路の電流及び電圧波形の一例を示した図である。

【図4】本開示の一実施形態に係る単相NPCインバータ回路の各出力を示す図である。

【図5】本開示の一実施形態に係るn相の場合の多相インバータシステムの構成例を示した図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に、本開示に係る多相インバータシステムの一実施形態について、図面を参照して説明する。

【0010】

図1は、本開示の一実施形態に係る多相インバータシステム1の概略構成を示す図である。図1に示すように、本実施形態に係る多相インバータシステム1は、複数の単相NPCインバータ回路IN（IN1、IN2、IN3）と、中性ラインLと、駆動回路2とを主な構成として備えている。なお、本実施形態では、三相交流を発生させる場合を説明するが、多相交流であれば同様に適用することができる。なお、以下の説明では、各単相NPCインバータ回路INを区別して説明する場合にはIN1、IN2、IN3の符号を付し、区別しない場合には単にINを付して説明を行う。各単相NPCインバータ回路INはそれぞれ等しい回路構成である。

40

【0011】

単相NPCインバータ回路（単相中性点クランプ式3レベルインバータ回路）INは、生成する多相交流の相数に対応して複数設けられている。本実施形態では、三相交流を発生させるため、単相NPCインバータ回路INは3つ設けられている。すなわち、各単相NPCインバータ回路INより、多相交流の各相に対応する交流電圧が出力される。本実施形態では、3つ設けられた各単相NPCインバータ回路INが後述する駆動回路2によ

50

り制御されることで、三相交流が発生される。

【0012】

そして、各単相NPCインバータ回路INの出力は、各単相NPCインバータ回路INの設置数に等しい相数の多相独立巻線3に接続されている。具体的には、各単相NPCインバータ回路INの出力は、三相独立巻線（例えば電動機）3に接続されている。すなわち、三相独立巻線を構成する3つのコイル（三相コイルで）L1、L2、L3は、各単相NPCインバータ回路INの出力（2線）にそれぞれ独立して接続されており、それぞれ単相交流電圧（単相交流電流）が供給されている。このようにして、単相インバータ（単相NPCインバータ回路IN）による多相駆動が行われる。

【0013】

図1に示すように、各単相NPCインバータ回路INは構成が等しい。具体的には、単相NPCインバータ回路INは、コンデンサC1、C2と、インバータ部6a、6bとを備えている。

【0014】

コンデンサC1、C2は、直流電源Eから供給される直流電圧を分圧している。具体的には、正極端子P及び負極端子Nの間の直流電圧を等分圧して、中性点Oを形成する。このため、図1に示すように単相NPCインバータ回路INには2つのコンデンサC1、C2が設けられている。そしてコンデンサC1、C2の直列接続部が、中性点Oとなっている。コンデンサC1、C2の容量は等しく、中性点Oの電圧は、直流電圧の $1/2$ （中間電位）となる。このようにして、単相NPCインバータ回路INの直流側では、直流電圧の正極側電圧、負極側電圧、及び中性点電圧（中間電圧）とが形成される。そして、各電圧が後述するインバータ部6a、6bによって出力される。

【0015】

インバータ部6a、6bは、単相NPCインバータ回路INの出力（2線）に対応して、2つ設けられている。すなわち、インバータ部6a、6bは、正極端子P及び負極端子Nに接続されており、それぞれ異なる出力端子に出力をするこの2つのインバータ部6a、6bは、回路構成は互いに等しい。なお、図1に示すインバータ部6a、6bの構成は一例であり、他の構成を採用することとしてもよい。

【0016】

具体的には、インバータ部6a、6bは、Iタイプである（Tタイプとしてもよい）。すなわち、インバータ部6bは、一端が正極端子Pに接続された第1スイッチング部S1と、一端が第1スイッチング部S1の他端に接続されており、他端が出力端子に接続された第2スイッチング部S2とを備えている。第1スイッチング部S1と第2スイッチング部S2は、上アームを構成する。第1スイッチング部S1と第2スイッチング部S2は、IGBT等のスイッチング素子により構成される。

【0017】

インバータ部6bは、一端が第2スイッチング部S2の他端（出力端子）に接続された第3スイッチング部S3と、一端が第3スイッチング部S3の他端に接続されており、他端が負極端子Nに接続された第4スイッチング部S4とを備えている。第3スイッチング部S3と第4スイッチング部S4は、下アームを構成する。第3スイッチング部S3と第4スイッチング部S4は、IGBT等のスイッチング素子により構成される。

【0018】

インバータ部6bは、第1スイッチング部S1及び第2スイッチング部S2の間と、中性点Oとの間に接続された第1クランプ部D1と、第3スイッチング部S3及び第4スイッチング部S4の間と、中性点Oとの間に接続された第2クランプ部D2とを備えている。第1クランプ部D1及び第2クランプ部D2は、整流素子（ダイオード）により構成される。すなわち、第1クランプ部D1は、アノード側が中性点Oに接続されており、カソード側が第1スイッチング部S1及び第2スイッチング部S2の間へ接続されている。第2クランプ部D2は、カソード側が中性点Oに接続されており、アノード側が第3スイッチング部S3及び第4スイッチング部S4の間へ接続されている。

10

20

30

40

50

【0019】

なお、インバータ部6aについても、インバータ部6bと同様に、第1スイッチング部S5と、第2スイッチング部S6と、第3スイッチング部S7と、第4スイッチング部S8と、第1クランプ部D3と、第2クランプ部D4とを備えている。

【0020】

それぞれのインバータ部6a、6bから出力された電圧は変圧器8を介して、三相独立巻線（例えば電動機）3へ出力される。

【0021】

中性ラインLは、各単相NPCインバータ回路INにおける直流側の中性点Oを互いに接続している。図1に示すように、3つの単相NPCインバータ回路INを設けることとして
10
している場合には、各単相NPCインバータ回路INの中性点Oが中性ラインLによって接続されている。すなわち、中性ラインLは、各単相NPCインバータ回路INの中性点Oの電位を一致させるラインである。なお、中性ラインLが接続されることによって、単相NPCインバータ回路INの間で電流の流通が発生する。

【0022】

駆動回路2は、各単相NPCインバータ回路INを駆動する回路である。具体的には、各単相NPCインバータ回路INにおけるスイッチング部の導通状態を制御する。駆動回路2は、単相NPCインバータ回路INから交流電圧を出力させるとともに、各単相NPC
20
インバータ回路INから出力される交流電圧の位相を異ならせる。すなわち、駆動回路2は、各単相NPCインバータ回路INを制御することによって、それぞれ位相の異なる多相交流を生成する。本実施形態では三相交流を発生させているため、各単相NPCインバータ回路INから出力される交流電圧の位相は、互いに120°異なる。

【0023】

駆動回路2による各単相NPCインバータ回路INの駆動方法（PWM制御方式）については限定されず、例えば、ユニポーラ変調、バイポーラ変調など、様々な方法を用いることができる。

【0024】

駆動回路2は、例えば、図示しないCPU（中央演算装置）、RAM（Random Access Memory）等のメモリ、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体等を備えている。各種機能を実現するための一連の処理の過程は、プログラムの形式で記録
30
媒体等に記録されており、このプログラムをCPUがRAM等を読み出して、情報の加工・演算処理を実行することにより、各種機能を実現される。

【0025】

次に、単相NPCインバータ回路INの電流及び電圧波形の状態を説明する。図2は、1つの単相NPCインバータ回路INを示している。なお、図2は、STATCOMに適用した場合の例である。図3は、1つの単相NPCインバータ回路INの電流及び電圧波形の一例（ i_a 、 i_b 、 i_c 、 V_p 、 V_n 、 V_a 、 V_b 、及び V ）を示した図である。す
40
なわち、図2における i_a 、 i_b 、 i_c 、 V_p 、及び V が、図3に示す各波形に対応している。

【0026】

図3のVとして表されるように、単相NPCインバータ回路INからはT1を1周期とする正弦波が出力される。なお、各単相NPCインバータ回路INの出力は図4に示すように三相交流を構成している。図4では、単相NPCインバータ回路IN1の出力をV（IN1）と表し、単相NPCインバータ回路IN2の出力をV（IN2）と表し、単相NPC
50
インバータ回路IN3の出力をV（IN3）と表している。すなわち、各単相NPCインバータ回路INの出力は互いに120°異なっていて、3相交流となっている。

【0027】

インバータ部6aにおける i_a は、半周期の間において、前半1/4周期の間に正の電流が流れ、後半1/4周期の間に負の電流が流れる。そして、その後の半周期は電流が流
れない。

10

20

30

40

50

【0028】

インバータ部6bにおける i_b は、半周期の間に電流が流れず、その後の半周期の間に、前半 $1/4$ 周期の間に正の電流が流れ、後半 $1/4$ 周期の間に負の電流が流れる。

【0029】

これによって、 i_c としては、 i_a と i_b の合成電流が流れる。すなわち、 90° 周期で電流の向きが変わるため、コンデンサC1は 90° 周期で充放電がされる。

【0030】

すなわち、 i_c は、出力の半分の周期（2倍の周波数）で正負の電流が流れる。この時、各単相NPCインバータ回路INの出力は 120° 位相が異なっているため、各単相NPCインバータ回路INにおける i_c の位相差も 120° となっている。すなわち、各単相NPCインバータ回路INの中性点Oが接続されることによって、各単相NPCインバータ回路INにおける i_c が互いに相殺して、合計が0となる。このため、各単相NPCインバータ回路INの中性点Oが中性ラインLにより接続されることによって、図3の V_p として示すように、コンデンサC1、C2の電圧変動が抑制され、すなわち中性点Oの電圧変動が抑制される。

【0031】

中性点Oの電圧変動が抑制されるため、コンデンサC1、C2の容量を小さくしても出力への歪の影響が抑制される。

【0032】

上記の例では三相交流を生成する場合について説明したが、多相交流（二相以上）であれば同様に実現することができる。図5は、 n 相（ n は2以上の整数）の場合の多相インバータシステム1の構成例を示した図である。

【0033】

図5では、単相NPCインバータ回路INが n 個設けられている（ $IN1 \sim INn$ ）。そして、各単相NPCインバータ回路INの出力は、 n 相独立巻線 $3n$ の各コイルに接続されている。そして、 n 相交流が生成されるように、各単相NPCインバータ回路INが制御されている。

【0034】

図5のように単相NPCインバータ回路INを n 個設けた場合であっても、各単相NPCインバータ回路INの中性点Oを互いに接続することによって、中性点Oの電圧の変動を抑制することが可能となる。また、相数を多くすることによって、単相NPCインバータ回路INに故障が発生した場合であっても他の単相NPCインバータ回路INの出力によって n 相独立巻線（電動機）を駆動することができる場合がある。

【0035】

以上説明したように、本実施形態に係る多相インバータシステムによれば、単相NPCインバータ回路INにおける直流側の中性点Oが互いに接続されており、各単相NPCインバータ回路INを駆動して、それぞれ位相の異なる多相交流が生成される。このため、各単相NPCインバータ回路INを流れる電流によって中性点Oの電位が平滑化される。すなわち、中性点Oの電位の変動が抑制され、出力の歪が抑制される。

【0036】

中性点Oの電位変動は出力に影響を及ぼすため、変動を抑制するためにはコンデンサC1、C2の容量を大きくする必要がある。しかしながら、本実施形態では、中性点Oを接続することにより中性点Oの電位変動が抑制されるため、中性点Oを接続しない場合と比較して、使用するコンデンサC1、C2の容量を小さくすることができる。すなわち、コンデンサC1、C2の大容量化が抑制される。

【0037】

本開示は、上述の実施形態のみに限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々変形実施が可能である。

【0038】

以上説明した各実施形態に記載の多相インバータシステムは例えば以下のように把握される。

本開示に係る多相インバータシステム（１）は、複数の単相NPCインバータ回路（IN）と、各前記単相NPCインバータ回路（IN）における直流側の中性点（O）を互いに接続する中性ライン（L）と、各前記単相NPCインバータ回路（IN）を駆動して、それぞれ位相の異なる多相交流を生成する駆動回路（２）と、を備える。

【００３９】

本開示に係る多相インバータシステム（１）によれば、単相NPCインバータ回路（IN）における直流側の中性点（O）が互いに接続されており、各単相NPCインバータ回路（IN）を駆動して、それぞれ位相の異なる多相交流が生成される。このため、各単相NPCインバータ回路（IN）を流れる電流によって中性点（O）の電位が平滑化される。すなわち、中性点（O）の電位の変動が抑制され、出力の歪が抑制される。

10

【００４０】

本開示に係る多相インバータシステム（１）は、前記中性点（O）は、前記単相NPCインバータ回路（IN）において、直流電源（E）の電圧を等分圧した中間電位となっていることとしてもよい。

【００４１】

本開示に係る多相インバータシステム（１）によれば、中性点（O）は、直流電源（E）の電圧を等分圧した中間電位となっているため、歪の発生が抑制される。

【００４２】

本開示に係る多相インバータシステム（１）は、前記単相NPCインバータ回路（IN）は、正極端子（P）及び負極端子（N）の間の直流電圧を等分圧して前記中性点（O）を形成する複数のコンデンサ（C１、C２）と、前記正極端子（P）及び前記負極端子（N）に接続されており、それぞれ異なる出力端子に出力をする２つのインバータ部（６a、６b）と、を備え、前記インバータ部（６a、６b）は、一端が前記正極端子（P）に接続された第１スイッチング部（S１）と、一端が前記第１スイッチング部（S１）の他端に接続されており、他端が出力端子に接続された第２スイッチング部（S２）と、一端が前記第２スイッチング部（S２）の他端に接続された第３スイッチング部（S２）と、一端が前記第３スイッチング部（S２）の他端に接続されており、他端が前記負極端子（N）に接続された第４スイッチング部（S４）と、前記第１スイッチング部（S１）及び前記第２スイッチング部（S２）の間と、前記中性点（O）との間に接続された第１クランプ部（D１）と、前記第３スイッチング部（S２）及び前記第４スイッチング部（S４）の間と、前記中性点（O）との間に接続された第２クランプ部（D２）と、を備えることとしてもよい。

20

30

【００４３】

本開示に係る多相インバータシステム（１）によれば、コンデンサ（C１、C２）により電源電圧が等分圧され、スイッチング部（第１スイッチング部（S１）、第２スイッチング部（S２）、第３スイッチング部（S３）、及び第４スイッチング部（S４））とクランプ部（第１クランプ部（D１）、及び第２クランプ部（D２））とを備えるインバータ部（６a、６b）によってDC-AC変換がされることで、単相NPCインバータ回路（IN）が構成される。

40

【００４４】

本開示に係る多相インバータシステム（１）は、各前記単相NPCインバータ回路（IN）の出力は、各前記単相NPCインバータ回路（IN）の設置数に等しい相数の多相独立巻線にそれぞれ接続されていることとしてもよい。

【００４５】

本開示に係る多相インバータシステム（１）によれば、各単相NPCインバータ回路（IN）の出力は、それぞれ多相独立巻線に接続されている。このため、例えば、電動機等を駆動することが可能となる。

【００４６】

50

本開示に係る多相インバータシステム（１）は、前記単相NPCインバータ回路（IN）は３つ設けられており、前記駆動回路（２）は、各前記単相NPCインバータ回路（IN）を制御して三相交流を生成することとしてもよい。

【００４７】

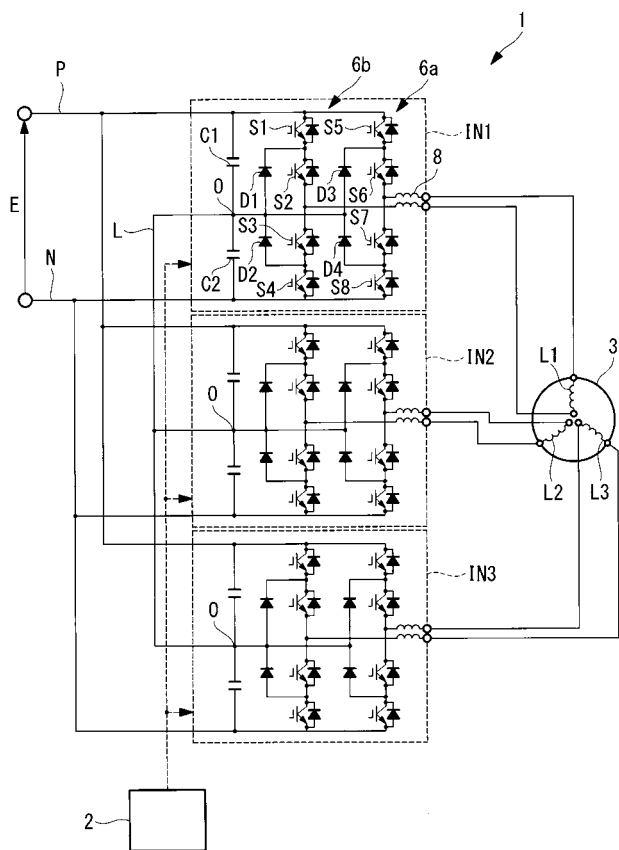
本開示に係る多相インバータシステム（１）によれば、３つの単相NPCインバータ回路（IN）が駆動回路（２）により駆動されることで三相交流が生成される。

【符号の説明】

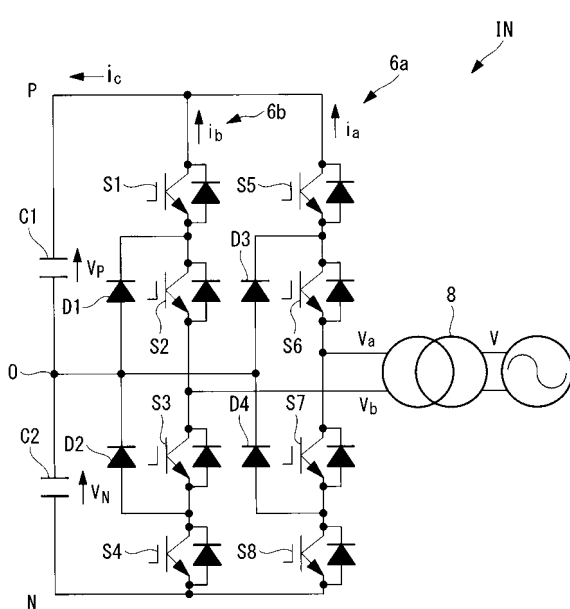
【００４８】

１	：多相インバータシステム	
２	：駆動回路	10
３	：多相独立巻線	
３n	：n相独立巻線	
６a	：インバータ部	
６b	：インバータ部	
８	：変圧器	
C１	：コンデンサ	
C２	：コンデンサ	
D１	：第１クランプ部	
D２	：第２クランプ部	
E	：直流電源	20
IN、IN１～IN３	：単相NPCインバータ回路	
L	：中性ライン	
N	：負極端子	
O	：中性点	
P	：正極端子	
S１	：第１スイッチング部	
S２	：第２スイッチング部	
S３	：第３スイッチング部	
S４	：第４スイッチング部	30

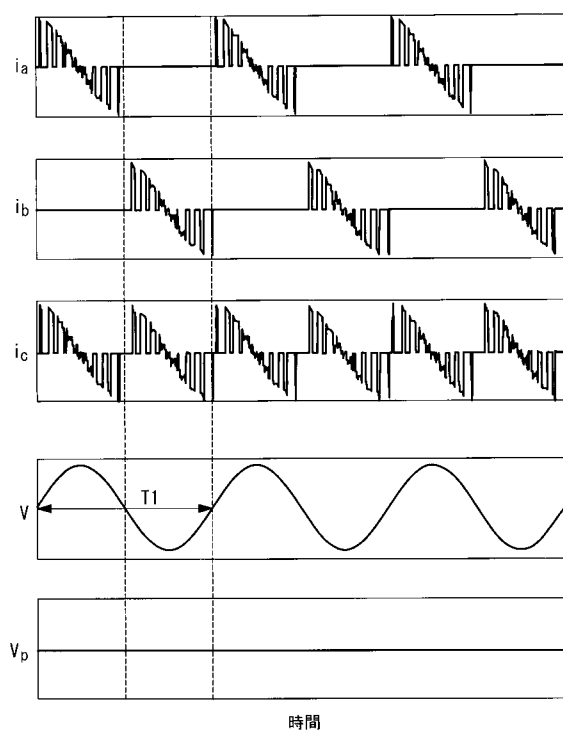
【図 1】



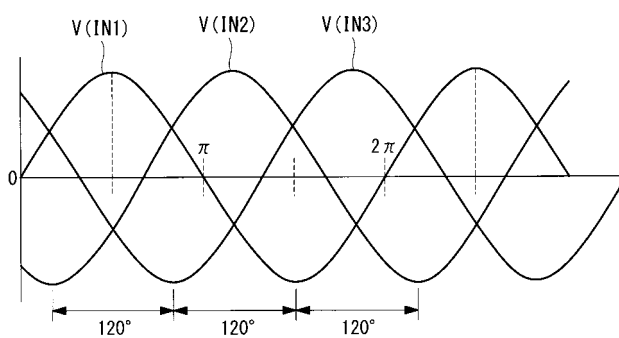
【図 2】



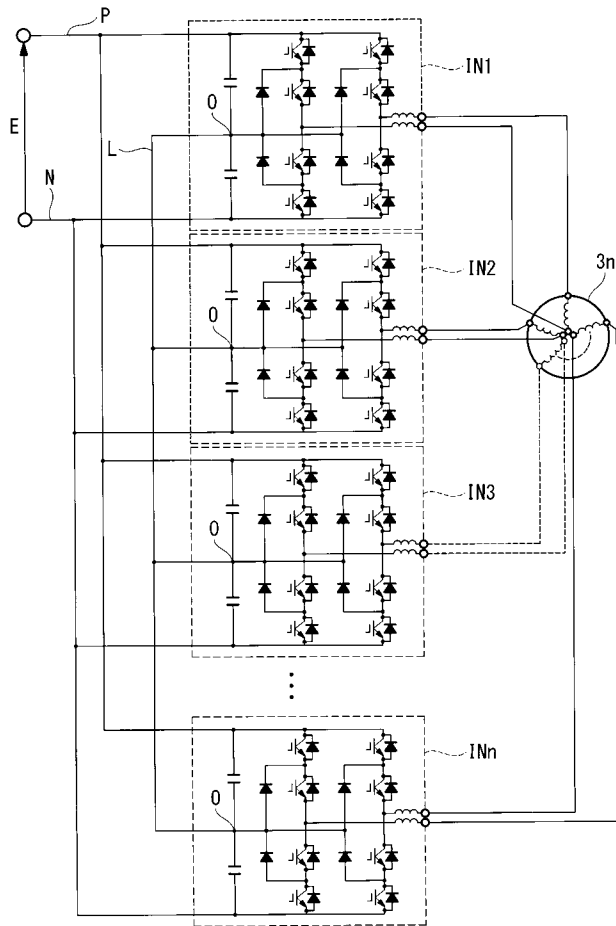
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H770 AA02 AA05 BA01 DA01 DA03 DA05 DA22 DA26 DA27 DA30
DA33 DA41 EA01