

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7167959号
(P7167959)

(45)発行日 令和4年11月9日(2022.11.9)

(24)登録日 令和4年10月31日(2022.10.31)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 M 7/48 (2007.01)

H 0 2 M 7/48

Z

H 0 1 G 4/228(2006.01)

H 0 1 G 4/228

S

H 0 1 G 4/38 (2006.01)

H 0 1 G 4/38

A

請求項の数 8 (全23頁)

(21)出願番号 特願2020-60724(P2020-60724)
(22)出願日 令和2年3月30日(2020.3.30)
(65)公開番号 特開2021-164169(P2021-164169
A)
(43)公開日 令和3年10月11日(2021.10.11)
審査請求日 令和4年1月21日(2022.1.21)

(73)特許権者 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(74)代理人 100106149
弁理士 矢作 和行
(74)代理人 100121991
弁理士 野々部 泰平
(74)代理人 100145595
弁理士 久保 貴則
(72)発明者 西町 誠一郎
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
会社デンソー内
審査官 栗栖 正和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 コンデンサ素子用バスバ、コンデンサ、および、電力変換装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

端面(321a, 321b)に正電極および負電極を備えるインダクタンスの同等な複数のコンデンサ素子(320a~320h)それぞれとスイッチ素子(361, 362)を含む電気回路(350)とを電氣的に接続する正極バスバ(301, 330)および負極バスバ(302, 340)を有し、

前記正極バスバおよび前記負極バスバそれぞれは、下面(370b)または上面(370a)が上端面(321a)または下端面(321b)に対向する態様で設けられるとともに前記電気回路に電氣的に接続される主バスバ(370)と、それぞれ前記主バスバの異なる場所に一端が連結され、複数の前記コンデンサ素子それぞれの前記正電極または前記負電極に他端が個別に連結される複数の枝バスバ(380a~380h)と、を有し、

複数の前記枝バスバそれぞれの前記一端と前記コンデンサ素子に接続される前記他端との間のインピーダンスは、前記主バスバにおける前記電気回路の接続箇所(370e)と前記一端の連結箇所との間のインピーダンスが大きくなるほどに、小さくなっているコンデンサ素子用バスバ。

【請求項2】

複数の前記枝バスバの少なくとも一部における前記枝バスバの延長方向に直交する断面積が異なっている請求項1に記載のコンデンサ素子用バスバ。

【請求項3】

複数の前記枝バスバの少なくとも一部における前記コンデンサ素子との接続面積が異な

10

20

っている請求項 1 または請求項 2 に記載のコンデンサ素子用バスバ。

【請求項 4】

複数の前記枝バスバの少なくとも一部における前記一端と前記他端との間の長さが異なっている請求項 1 ~ 3 いずれか 1 項に記載のコンデンサ素子用バスバ。

【請求項 5】

複数の前記枝バスバの少なくとも 1 つに切り欠き (3 8 1) が形成されている請求項 1 ~ 4 いずれか 1 項に記載のコンデンサ素子用バスバ。

【請求項 6】

複数の前記枝バスバの少なくとも 1 つは前記主バスバの構成材料とは異なる異種材料を含んでいる請求項 1 ~ 5 いずれか 1 項に記載のコンデンサ素子用バスバ。

10

【請求項 7】

端面 (3 2 1 a , 3 2 1 b) に正電極および負電極を備えるインダクタンスの同等な複数のコンデンサ素子 (3 2 0 a ~ 3 2 0 h) と、

複数の前記コンデンサ素子それぞれとスイッチ素子 (3 6 1 , 3 6 2) を含む電気回路 (3 5 0) とを電氣的に接続する正極バスバ (3 0 1 , 3 3 0) および負極バスバ (3 0 2 , 3 4 0) と、を有し、

前記正極バスバおよび前記負極バスバそれぞれは、下面 (3 7 0 b) または上面 (3 7 0 a) が上端面 (3 2 1 a) または下端面 (3 2 1 b) に対向する態様で設けられるとともに前記電気回路に電氣的に接続される主バスバ (3 7 0) と、それぞれ前記主バスバの異なる場所に一端が連結され、複数の前記コンデンサ素子それぞれの前記正電極または前記負電極に他端が個別に連結される複数の枝バスバ (3 8 0 a ~ 3 8 0 h) と、を有し、

20

複数の前記枝バスバそれぞれの前記一端と前記コンデンサ素子に接続される前記他端との間のインピーダンスは、前記主バスバにおける前記電気回路の接続箇所 (3 7 0 e) と前記一端の連結箇所との間のインピーダンスが大きくなるほどに、小さくなっているコンデンサ。

【請求項 8】

スイッチ素子 (3 6 1 , 3 6 2) を含む電気回路 (3 5 0) と、

端面 (3 2 1 a , 3 2 1 b) に正電極および負電極を備えるインダクタンスの同等な複数のコンデンサ素子 (3 2 0 a ~ 3 2 0 h) と、

複数の前記コンデンサ素子それぞれと前記電気回路とを電氣的に接続する正極バスバ (3 0 1 , 3 3 0) および負極バスバ (3 0 2 , 3 4 0) と、を有し、

30

前記正極バスバおよび前記負極バスバそれぞれは、下面 (3 7 0 b) または上面 (3 7 0 a) が上端面 (3 2 1 a) または下端面 (3 2 1 b) に対向する態様で設けられるとともに前記電気回路に電氣的に接続される主バスバ (3 7 0) と、それぞれ前記主バスバの異なる場所に一端が連結され、複数の前記コンデンサ素子それぞれの前記正電極または前記負電極に他端が個別に連結される複数の枝バスバ (3 8 0 a ~ 3 8 0 h) と、を有し、

複数の前記枝バスバそれぞれの前記一端と前記コンデンサ素子に接続される前記他端との間のインピーダンスは、前記主バスバにおける前記電気回路の接続箇所 (3 7 0 e) と前記一端の連結箇所との間のインピーダンスが大きくなるほどに、小さくなっている電力変換装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に記載の開示は、正極バスバと負極バスバを有するコンデンサ素子用バスバ、コンデンサ、および、電力変換装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に示されるように、P 極バスバと N 極バスバの連結された複数のコンデンサを備えるケースモールド型コンデンサが知られている。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【 0 0 0 3 】

【文献】特開 2 0 0 8 - 2 5 1 5 9 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 に示されるケースモールド側コンデンサにおいて、複数のコンデンサそれぞれに流れる電流の量に偏りが生じると、複数のコンデンサそれぞれの発熱量に差が生じる。この発熱量の差のために複数のコンデンサ（コンデンサ素子）それぞれの寿命に差が生じる虞がある。

【 0 0 0 5 】

本開示の目的は、複数のコンデンサ素子それぞれに流れる電流の量に差の生じることの抑制されたコンデンサ素子用バスバ、コンデンサ、および、電力変換装置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 6 】

本開示の一態様によるコンデンサ素子用バスバは、端面（3 2 1 a , 3 2 1 b ）に正電極および負電極を備えるインダクタンスの同等な複数のコンデンサ素子（3 2 0 a ~ 3 2 0 h ）それぞれとスイッチ素子（3 6 1 , 3 6 2 ）を含む電気回路（3 5 0 ）とを電氣的に接続する正極バスバ（3 0 1 , 3 3 0 ）および負極バスバ（3 0 2 , 3 4 0 ）を有し、

正極バスバおよび負極バスバそれぞれは、下面（3 7 0 b ）または上面（3 7 0 a ）が上端面（3 2 1 a ）または下端面（3 2 1 b ）に対向する態様で設けられるとともに電気回路に電氣的に接続される主バスバ（3 7 0 ）と、それぞれ主バスバの異なる場所に一端が連結され、複数のコンデンサ素子それぞれの正電極または負電極に他端が個別に連結される複数の枝バスバ（3 8 0 a ~ 3 8 0 h ）と、を有し、

複数の枝バスバそれぞれの一端とコンデンサ素子に接続される他端との間のインピーダンスは、主バスバにおける電気回路の接続箇所（3 7 0 e ）と一端の連結箇所との間のインピーダンスが大きくなるほどに、小さくなっている。

【 0 0 0 7 】

本開示の一態様によるコンデンサは、端面（3 2 1 a , 3 2 1 b ）に正電極および負電極を備えるインダクタンスの同等な複数のコンデンサ素子（3 2 0 a ~ 3 2 0 h ）と、

複数のコンデンサ素子それぞれとスイッチ素子（3 6 1 , 3 6 2 ）を含む電気回路（3 5 0 ）とを電氣的に接続する正極バスバ（3 0 1 , 3 3 0 ）および負極バスバ（3 0 2 , 3 4 0 ）と、を有し、

正極バスバおよび負極バスバそれぞれは、下面（3 7 0 b ）または上面（3 7 0 a ）が上端面（3 2 1 a ）または下端面（3 2 1 b ）に対向する態様で設けられるとともに電気回路に電氣的に接続される主バスバ（3 7 0 ）と、それぞれ主バスバの異なる場所に一端が連結され、複数のコンデンサ素子それぞれの正電極または負電極に他端が個別に連結される複数の枝バスバ（3 8 0 a ~ 3 8 0 h ）と、を有し、

複数の枝バスバそれぞれの一端とコンデンサ素子に接続される他端との間のインピーダンスは、主バスバにおける電気回路の接続箇所（3 7 0 e ）と一端の連結箇所との間のインピーダンスが大きくなるほどに、小さくなっている。

【 0 0 0 8 】

本開示の一態様による電力変換装置は、スイッチ素子（3 6 1 , 3 6 2 ）を含む電気回路（3 5 0 ）と、

端面（3 2 1 a , 3 2 1 b ）に正電極および負電極を備えるインダクタンスの同等な複数のコンデンサ素子（3 2 0 a ~ 3 2 0 h ）と、

複数のコンデンサ素子それぞれと電気回路とを電氣的に接続する正極バスバ（3 0 1 , 3 3 0 ）および負極バスバ（3 0 2 , 3 4 0 ）と、を有し、

正極バスバおよび負極バスバそれぞれは、下面（3 7 0 b ）または上面（3 7 0 a ）が

10

20

30

40

50

上端面(321a)または下端面(321b)に対向する態様で設けられるとともに電気回路に電氣的に接続される主バスバ(370)と、それぞれ主バスバの異なる場所に一端が連結され、複数のコンデンサ素子それぞれの正電極または負電極に他端が個別に連結される複数の枝バスバ(380a~380h)と、を有し、

複数の枝バスバそれぞれの一端とコンデンサ素子に接続される他端との間のインピーダンスは、主バスバにおける電気回路の接続箇所(370e)と一端の連結箇所との間のインピーダンスが大きくなるほどに、小さくなっている。

【0009】

これによれば、複数のコンデンサ素子(320a~320h)それぞれと電気回路(350)との間のインピーダンスに差が生じることが抑制される。そのためにインダクタンスが同等な複数のコンデンサ素子(320a~320h)それぞれに流れる電流の量に差が生じることが抑制される。

10

【0010】

この結果、複数のコンデンサ素子(320a~320h)それぞれに発生するジュール熱に差が生じることが抑制される。そのために複数のコンデンサ素子(320a~320h)それぞれの寿命に差が生じることが抑制される。

【0011】

また、複数のコンデンサ素子(320a~320h)の一部に発生するクーロン力が極端に高くなることが抑制される。電流の時間変化によるクーロン力の作用方向の変化によって複数のコンデンサ素子(320a~320h)が振動する振る舞いを示したとしても、その振動振幅が一部で増大することが抑制される。コンデンサ素子(320a~320h)の振動による異音の発生が抑制される。

20

【0012】

なお、上記の括弧内の参照番号は、後述の実施形態に記載の構成との対応関係を示すものに過ぎず、技術的範囲を何ら制限するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】 車載システムを説明するための回路図である。

【図2】 第1実施形態の平滑コンデンサを示す斜視図である。

【図3】 平滑コンデンサを示す上面図である。

30

【図4】 平滑コンデンサを示す側面図である。

【図5】 平滑コンデンサを示す下面図である。

【図6】 正極バスバのインピーダンスを説明するための上面図である。

【図7】 負極バスバのインピーダンスを説明するための下面図である。

【図8】 平滑コンデンサの通電経路のインピーダンスを説明するための回路図である。

【図9】 図8に示すインピーダンスを簡略化した回路図である。

【図10】 第2実施形態の平滑コンデンサを示す上面図である。

【図11】 平滑コンデンサを示す側面図である。

【図12】 第3実施形態の平滑コンデンサを示す上面図である。

【図13】 平滑コンデンサを示す側面図である。

40

【図14】 第4実施形態の平滑コンデンサを示す上面図である。

【図15】 第5実施形態の平滑コンデンサを示す上面図である。

【図16】 第6実施形態の平滑コンデンサを示す上面図である。

【図17】 平滑コンデンサの変形例を示す上面図である。

【図18】 平滑コンデンサの変形例を示す上面図である。

【図19】 平滑コンデンサの変形例を示す上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照しながら本開示を実施するための複数の形態を説明する。各形態において先行する形態で説明した事項に対応する部分には同一の参照符号を付して重複する説

50

明を省略する場合がある。各形態において構成の一部のみを説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した他の形態を適用することができる。

【 0 0 1 5 】

各実施形態で具体的に組み合わせが可能であることを明示している部分同士の組み合わせが可能である。また、特に組み合わせに支障が生じなければ、組み合わせが可能であることを明示していなくても、実施形態同士、実施形態と変形例、および、変形例同士を部分的に組み合わせることも可能である。

【 0 0 1 6 】

(第 1 実施形態)

< 車載システム >

まず、図 1 に基づいて電力変換装置 3 0 0 の設けられる車載システム 1 0 0 を説明する。この車載システム 1 0 0 は電気自動車用のシステムを構成している。車載システム 1 0 0 は、バッテリー 2 0 0、電力変換装置 3 0 0、および、モータ 4 0 0 を有する。

【 0 0 1 7 】

また車載システム 1 0 0 は図示しない複数の E C U を有する。これら複数の E C U はバス配線を介して相互に信号を送受信している。複数の E C U は協調して電気自動車を制御している。複数の E C U の制御により、バッテリー 2 0 0 の S O C に応じたモータ 4 0 0 の力行と回生が制御される。S O C はstate of chargeの略である。E C U はelectronic control unitの略である。

【 0 0 1 8 】

バッテリー 2 0 0 は複数の二次電池を有する。これら複数の二次電池は直列接続された電池スタックを構成している。この電池スタックの S O C がバッテリー 2 0 0 の S O C に相当する。二次電池としてはリチウムイオン二次電池、ニッケル水素二次電池、および、有機ラジカル電池などを採用することができる。

【 0 0 1 9 】

電力変換装置 3 0 0 はバッテリー 2 0 0 とモータ 4 0 0 との間の電力変換を行う。電力変換装置 3 0 0 はバッテリー 2 0 0 の直流電力を交流電力に変換する。電力変換装置 3 0 0 はモータ 4 0 0 の発電 (回生) によって生成された交流電力を直流電力に変換する。

【 0 0 2 0 】

モータ 4 0 0 は図示しない電気自動車の車軸に連結されている。モータ 4 0 0 の回転エネルギーは車軸を介して電気自動車の走行輪に伝達される。逆に、走行輪の回転エネルギーは車軸を介してモータ 4 0 0 に伝達される。

【 0 0 2 1 】

モータ 4 0 0 は電力変換装置 3 0 0 から供給される交流電力によって力行する。これにより推進力が走行輪に付与される。またモータ 4 0 0 は走行輪から伝達される回転エネルギーによって回生する。この回生で発生した交流電力は、電力変換装置 3 0 0 によって直流電力に変換される。この直流電力がバッテリー 2 0 0 に供給される。また直流電力は電気自動車に搭載された各種電気負荷にも供給される。

【 0 0 2 2 】

< 電力変換装置 >

次に電力変換装置 3 0 0 を説明する。電力変換装置 3 0 0 はインバータを含んでいる。インバータはバッテリー 2 0 0 の直流電力を交流電力に変換する。この交流電力がモータ 4 0 0 に供給される。またインバータはモータ 4 0 0 で生成された交流電力を直流電力に変換する。この直流電力がバッテリー 2 0 0 に供給される。

【 0 0 2 3 】

図 1 に示すように電力変換装置 3 0 0 には P バスバ 3 0 1 と N バスバ 3 0 2 が含まれている。これら P バスバ 3 0 1 と N バスバ 3 0 2 にバッテリー 2 0 0 が接続される。P バスバ 3 0 1 はバッテリー 2 0 0 の正極に接続される。N バスバ 3 0 2 はバッテリー 2 0 0 の負極に接続される。

【 0 0 2 4 】

10

20

30

40

50

また、電力変換装置 300 には U 相バスバ 303、V 相バスバ 304、および、W 相バスバ 305 が含まれている。これら U 相バスバ 303、V 相バスバ 304、および、W 相バスバ 305 にモータ 400 が接続される。図 1 では各種バスバの接続部位を白丸で示している。これら接続部位は例えばボルトや溶接などによって電氣的に接続されている。

【0025】

電力変換装置 300 は平滑コンデンサ 310 とスイッチ群 350 を有する。平滑コンデンサ 310 とスイッチ群 350 それぞれに P バスバ 301 と N バスバ 302 が電氣的に接続されている。平滑コンデンサ 310 については後で詳説する。

【0026】

スイッチ群 350 は U 相スイッチモジュール 351 ~ W 相スイッチモジュール 353 を有する。これら 3 相のスイッチモジュールそれぞれはハイサイドスイッチ 361 とローサイドスイッチ 362 を有する。また 3 相のスイッチモジュールそれぞれはハイサイドダイオード 361a とローサイドダイオード 362a を有する。これらスイッチとダイオードは封止樹脂によって被覆保護されている。スイッチ群 350 は電気回路に含まれている。

【0027】

本実施形態では、ハイサイドスイッチ 361 とローサイドスイッチ 362 として n チャネル型の IGBT を採用している。図 1 に示すようにハイサイドスイッチ 361 のエミッタ電極とローサイドスイッチ 362 のコレクタ電極とが接続されている。これによりハイサイドスイッチ 361 とローサイドスイッチ 362 とが直列接続されている。

【0028】

また、ハイサイドスイッチ 361 のコレクタ電極にハイサイドダイオード 361a のカソード電極が接続されている。ハイサイドスイッチ 361 のエミッタ電極にハイサイドダイオード 361a のアノード電極が接続されている。これによりハイサイドスイッチ 361 にハイサイドダイオード 361a が逆並列接続されている。

【0029】

同様にして、ローサイドスイッチ 362 のコレクタ電極にローサイドダイオード 362a のカソード電極が接続されている。ローサイドスイッチ 362 のエミッタ電極にローサイドダイオード 362a のアノード電極が接続されている。これによりローサイドスイッチ 362 にローサイドダイオード 362a が逆並列接続されている。

【0030】

上記したようにスイッチは封止樹脂によって被覆保護されている。この封止樹脂から、ハイサイドスイッチ 361 のコレクタ電極、ハイサイドスイッチ 361 とローサイドスイッチ 362 との間の中点、および、ローサイドスイッチ 362 のエミッタ電極それぞれに接続された端子の先端が露出されている。ハイサイドスイッチ 361 とローサイドスイッチ 362 それぞれのゲート電極に接続された端子の先端が封止樹脂から露出されている。以下においてはこれら端子を、コレクタ端子 360a、中点端子 360c、エミッタ端子 360b、および、ゲート端子 360d と示す。

【0031】

図 1 に示すようにコレクタ端子 360a は P バスバ 301 に接続される。エミッタ端子 360b は N バスバ 302 に接続される。係る電氣的な接続によりハイサイドスイッチ 361 とローサイドスイッチ 362 とが P バスバ 301 から N バスバ 302 へ向かって順に直列接続されている。

【0032】

U 相スイッチモジュール 351 の中点端子 360c は U 相バスバ 303 に接続されている。V 相スイッチモジュール 352 の中点端子 360c は V 相バスバ 304 に接続されている。W 相スイッチモジュール 353 の中点端子 360c は W 相バスバ 305 に接続されている。

【0033】

そして、U 相バスバ 303 はモータ 400 の U 相ステータコイルに接続されている。V 相バスバ 304 は V 相ステータコイルに接続されている。W 相バスバ 305 は W 相ステー

10

20

30

40

50

タコイルに接続されている。

【 0 0 3 4 】

U相スイッチモジュール351～W相スイッチモジュール353に含まれるハイサイドスイッチ361とローサイドスイッチ362それぞれのゲート端子360dはゲートドライバに接続されている。ゲートドライバは上記のECUに接続されている。

【 0 0 3 5 】

ECUは制御信号を生成し、それをゲートドライバに出力する。ゲートドライバは制御信号を増幅し、それをゲート端子360dに出力する。これによりハイサイドスイッチ361とローサイドスイッチ362はECUによって開閉制御される。ECUは制御信号としてパルス信号を生成している。ECUはこのパルス信号のオンデューティ比と周波数を調整している。このオンデューティ比と周波数は図示しない電流センサや回転角センサの出力などに基づいて決定される。

10

【 0 0 3 6 】

モータ400を力行する場合、ECUからの制御信号の出力によって3相のスイッチモジュールの備えるハイサイドスイッチ361とローサイドスイッチ362それぞれがPWM制御される。これにより電力変換装置300で3相交流が生成される。この3相交流が3つの相バスバを介して3つの相ステータコイルに入力される。これによりステータコイルで三相回転磁界が発生する。この三相回転磁界とモータ400のロータから発生される磁界の相互作用によって、ロータに回転トルクが発生する。

【 0 0 3 7 】

20

走行輪の回転エネルギーによってモータ400が発電（回生）する場合、ECUは例えば制御信号の出力を停止する。これにより発電によって生成された交流電力が3相のスイッチモジュールの備えるダイオードを通る。この結果、交流電力が直流電力に変換される。

【 0 0 3 8 】

なお、U相スイッチモジュール351～W相スイッチモジュール353それぞれの備えるスイッチ素子の種類としては特に限定されず、例えばMOSFETを採用することもできる。そしてこれらスイッチモジュールに含まれるスイッチやダイオードなどの半導体素子は、Siなどの半導体、および、SiCなどのワイドギャップ半導体によって製造することができる。半導体素子の構成材料としては特に限定されない。

【 0 0 3 9 】

30

また、3つの相スイッチモジュールが備えるハイサイドスイッチ361とローサイドスイッチ362それぞれの数は単数に限定されない。3つの相スイッチモジュールの少なくとも1つは並列接続された複数のハイサイドスイッチ361や並列接続された複数のローサイドスイッチ362を備えてもよい。

【 0 0 4 0 】

< 平滑コンデンサ >

次に、平滑コンデンサ310を説明する。それに当たって、以下においては互いに直交の関係にある3方向を、x方向、y方向、z方向と示す。図面においては「方向」の記載を省略して、単に、x、y、zと図示する。

【 0 0 4 1 】

40

図1に示すように平滑コンデンサ310は、コンデンサ素子320、正極バスバ330、および、負極バスバ340を有する。また平滑コンデンサ310は図示しない絶縁ケースを有する。この絶縁ケースにコンデンサ素子320、正極バスバ330、および、負極バスバ340それぞれが収納されている。そしてこれらは絶縁ケース内で樹脂材料によって被覆されている。絶縁ケースは上記のスイッチ群350とともに電力変換装置300のケースに固定される。固定形態としては例えばボルト止めが採用される。平滑コンデンサ310がコンデンサに相当する。

【 0 0 4 2 】

< コンデンサ素子 >

図2に示すように平滑コンデンサ310はコンデンサ素子320を8個有している。こ

50

れら 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれは同等の製品である。そのために 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれの静電容量とインダクタンスは同等になっている。ただし、これら 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 の静電容量とインダクタンスには製造誤差などのために $\pm 5\%$ 程度の差がある。以下においては説明を簡便とするため、8 個のコンデンサ素子 3 2 0 に序数を付与して、必要に応じて、第 1 コンデンサ素子 3 2 0 a ~ 第 8 コンデンサ素子 3 2 0 h と示す。

【0043】

8 個のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれは、セパレータを介して対向配置する正電極と負電極、および、これらを収納するコンデンサケース 3 2 1 を有する。例えば図 2 に示すようにコンデンサケース 3 2 1 は z 方向を軸方向とする柱形状をなしている。コンデンサケース 3 2 1 は z 方向で離間して並ぶ上端面 3 2 1 a と下端面 3 2 1 b、および、これら 2 つの端面を連結する環状の側面 3 2 1 c を有する。

10

【0044】

図示しないが、上端面 3 2 1 a には上記の正電極と電氣的に接続された正端子が設けられている。下端面 3 2 1 b には負電極と電氣的に接続された負端子が設けられている。

【0045】

8 個のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれは、図 2 に示すように y 方向を行方向、x 方向を列方向として行列配置される。本実施形態では 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 が 2 行 4 列に配置されている。

【0046】

20

図 3 と図 5 に示すように、序数が徐々に増加する態様で 4 つのコンデンサ素子 3 2 0 が行方向に並んでいる。1 行目で序数が奇数の 4 つのコンデンサ素子 3 2 0 が並んでいる。2 行目で序数が偶数の 4 つのコンデンサ素子 3 2 0 が並んでいる。そして、序数が連番の 2 つのコンデンサ素子 3 2 0 が列方向で並んでいる。

【0047】

詳しく言えば、第 1 コンデンサ素子 3 2 0 a、第 3 コンデンサ素子 3 2 0 c、第 5 コンデンサ素子 3 2 0 e、第 7 コンデンサ素子 3 2 0 g が 1 行目で順に y 方向に並んでいる。第 2 コンデンサ素子 3 2 0 b、第 4 コンデンサ素子 3 2 0 d、第 6 コンデンサ素子 3 2 0 f、第 8 コンデンサ素子 3 2 0 h が 2 行目で順に y 方向に並んでいる。

【0048】

30

図面においては、行列配置された 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 に、n を行番号、m を列番号として、記号 C n m を付与している。1 行目に位置する序数が奇数の 4 つのコンデンサ素子 3 2 0 に記号 C 1 1 , C 1 2 , C 1 3 , C 1 4 を付与している。2 行目に位置する序数が偶数の 4 つのコンデンサ素子 3 2 0 に記号 C 2 1 , C 2 2 , C 2 3 , C 2 4 を付与している。

【0049】

図 4 に示すように 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 の上端面 3 2 1 a それぞれの z 方向の位置は同等になっている。8 個の上端面 3 2 1 a は面一になっている。そのために 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれの正端子の z 方向の位置が同等になっている。8 個の正端子も 2 行 4 列に行列配置されている。これら 8 個の正端子が正極バスバ 3 3 0 に接続される。

40

【0050】

同様にして、8 個のコンデンサ素子 3 2 0 の下端面 3 2 1 b それぞれの z 方向の位置は同等になっている。8 個の下端面 3 2 1 b は面一になっている。そのために 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれの負端子の z 方向の位置が同等になっている。8 個の負端子も 2 行 4 列に行列配置されている。これら 8 個の負端子が負極バスバ 3 4 0 に接続される。

【0051】

< 正極バスバと負極バスバ >

正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 は金属製の平板をプレス加工することで製造される。正極バスバ 3 3 0 は 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれの上端面 3 2 1 a 側に設けられる。負極バスバ 3 4 0 は 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれの下端面 3 2 1 b 側に

50

設けられる。正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 がコンデンサ素子用バスバに相当する。

【 0 0 5 2 】

正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 それぞれは主バスバ 3 7 0 と枝バスバ 3 8 0 を有する。本実施形態では 1 個の主バスバ 3 7 0 に 8 個の枝バスバ 3 8 0 が一体的に連結されている。

【 0 0 5 3 】

正極バスバ 3 3 0 の主バスバ 3 7 0 は P バスバ 3 0 1 にボルト止めされる。そして 8 個の枝バスバ 3 8 0 それぞれは 8 個の正端子それぞれにはんだや溶接などによって個別に接合される。

【 0 0 5 4 】

負極バスバ 3 4 0 の主バスバ 3 7 0 は N バスバ 3 0 2 にボルト止めされる。そして 8 個の枝バスバ 3 8 0 それぞれは 8 個の負端子それぞれにはんだや溶接などによって個別に接合される。

【 0 0 5 5 】

以上に示した電気的な接続構成により、8 個のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれは正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 を介して P バスバ 3 0 1 と N バスバ 3 0 2 との間で並列接続されている。8 個のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれの P バスバ 3 0 1 と N バスバ 3 0 2 との間の通電経路のインピーダンスは正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 それぞれの電気抵抗とインダクタンス、および、コンデンサ素子 3 2 0 のコンダクタンスによって決定されている。

【 0 0 5 6 】

< 主バスバ >

図 2 ~ 図 5 に示すように主バスバ 3 7 0 は、延長方向の異なる第 1 延長部 3 7 1 と第 2 延長部 3 7 2 を有する。これら延長部の延長方向に直交する断面積は延長方向で一定になっている。そのためにこれら延長部の延長方向におけるインピーダンスは一定になっている。

【 0 0 5 7 】

第 1 延長部 3 7 1 と第 2 延長部 3 7 2 とは互いに端部が連結されている。第 1 延長部 3 7 1 は第 2 延長部 3 7 2 との連結部位から離間する態様で z 方向に延びている。第 2 延長部 3 7 2 は第 1 延長部 3 7 1 との連結部位から離間する態様で y 方向に延びている。

【 0 0 5 8 】

第 1 延長部 3 7 1 は y 方向の厚さの薄い平板形状をなしている。第 2 延長部 3 7 2 は z 方向の厚さの薄い平板形状をなしている。第 1 延長部 3 7 1 と第 2 延長部 3 7 2 それぞれは自身の厚さ方向で並ぶ上面 3 7 0 a と下面 3 7 0 b を有する。第 1 延長部 3 7 1 と第 2 延長部 3 7 2 それぞれの上面 3 7 0 a の間の角度が 90° になっている。第 1 延長部 3 7 1 と第 2 延長部 3 7 2 それぞれの下面 3 7 0 b の間の角度が 270° になっている。そのために主バスバ 3 7 0 の x 方向に面する平面の形状は、L 字形状になっている。なお当然ではあるが、この第 1 延長部 3 7 1 と第 2 延長部 3 7 2 との間の角度は適宜変更可能である。

【 0 0 5 9 】

第 1 延長部 3 7 1 における第 2 延長部 3 7 2 との連結部位から離間した先端側には、上面 3 7 0 a と下面 3 7 0 b とに開口する貫通孔 3 7 0 e が形成されている。この貫通孔 3 7 0 e は P バスバ 3 0 1 若しくは N バスバ 3 0 2 を第 1 延長部 3 7 1 にボルト止めするためのものである。貫通孔 3 7 0 e が電気回路の接続箇所に対応する。

【 0 0 6 0 】

第 1 延長部 3 7 1 と第 2 延長部 3 7 2 それぞれは x 方向で並ぶ第 1 側面 3 7 0 c と第 2 側面 3 7 0 d を有する。第 2 延長部 3 7 2 の第 1 側面 3 7 0 c と第 2 側面 3 7 0 d それぞれに枝バスバ 3 8 0 が一体的に連結されている。主バスバ 3 7 0 における枝バスバ 3 8 0 の連結されている場所が連結個所に相当する。

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

< 枝バスバ >

図 3 と図 5 に示すように、枝バスバ 380 は第 2 延長部 372 の側面から離間する態様で x 方向に延びている。第 1 側面 370c に連結された枝バスバ 380 と第 2 側面 370d に連結された枝バスバ 380 の延長方向は x 方向で逆向きになっている。枝バスバ 380 における主バスバ 370 の側面との連結端が一端に相当する。

【0062】

第 1 側面 370c と第 2 側面 370d それぞれに枝バスバ 380 が 4 つ連結されている。これら 4 つの枝バスバ 380 それぞれの側面での連結位置は y 方向で異なっている。第 1 側面 370c に連結された 4 つの枝バスバ 380 は y 方向で離間して並んでいる。第 2 側面 370d に連結された 4 つの枝バスバ 380 は y 方向で離間して並んでいる。

10

【0063】

これら計 8 個の枝バスバ 380 は y 方向を行方向、x 方向を列方向として 2 行 4 列に行列配置されている。以下においては説明を簡便とするために、8 個の枝バスバ 380 に序数を付与して、必要に応じて、第 1 枝バスバ 380a ~ 第 8 枝バスバ 380h と示す。

【0064】

第 1 側面 370c に第 1 枝バスバ 380a、第 3 枝バスバ 380c、第 5 枝バスバ 380e、第 7 枝バスバ 380g が連結されている。これら 4 つの枝バスバ 380 に付与した序数は、バスバの通電経路において第 2 延長部 372 と第 1 延長部 371 との連結部位から離間するほどに増大している。換言すれば、これら 4 つの枝バスバ 380 に付与した序数は、バスバの通電経路において第 1 延長部 371 の貫通孔 370e から離間するほどに増大している。

20

【0065】

第 2 側面 370d に第 2 枝バスバ 380b、第 4 枝バスバ 380d、第 6 枝バスバ 380f、第 8 枝バスバ 380h が連結されている。これら 4 つの枝バスバ 380 に付与した序数も、バスバの通電経路において第 2 延長部 372 と第 1 延長部 371 との連結部位から離間するほどに増大している。換言すれば、これら 4 つの枝バスバ 380 に付与した序数も、バスバの通電経路において第 1 延長部 371 の貫通孔 370e から離間するほどに増大している。

【0066】

第 1 枝バスバ 380a と第 2 枝バスバ 380b は x 方向で並んでいる。第 3 枝バスバ 380c と第 4 枝バスバ 380d は x 方向で並んでいる。第 5 枝バスバ 380e と第 6 枝バスバ 380f は x 方向で並んでいる。第 7 枝バスバ 380g と第 8 枝バスバ 380h は x 方向で並んでいる。

30

【0067】

本実施形態では、8 個の枝バスバ 380 それぞれの z 方向の厚さと x 方向（延長方向）の長さは互いに相等しくなっている。そして、x 方向で並ぶ 2 つの枝バスバ 380 の y 方向の長さ（幅）が相等しくなっている。そのため、x 方向で並ぶ序数が連番の 2 つの枝バスバ 380 の形状は同等になっている。

【0068】

しかしながら、y 方向で並ぶ 4 つの枝バスバ 380 それぞれの y 方向の長さ（幅）が異なっている。そのため、y 方向で並ぶ序数が奇数の 4 つの枝バスバ 380 の形状は相異なっている。y 方向で並ぶ序数が偶数の 4 つの枝バスバ 380 の形状も相異なっている。

40

【0069】

これら y 方向で並ぶ 4 つの枝バスバ 380 の幅は、図 3 ~ 図 5 に w1, w2, w3, w4 と示すように、序数が大きくなるにしたがって広がっている。そのため、序数が大きくなるにしたがって枝バスバ 380 の延長方向に直交する断面積が増大している。序数が大きくなるにしたがって枝バスバ 380 の延長方向のインピーダンスが小さくなっている。

【0070】

< コンデンサ素子とバスバの連結 >

50

図 3 と図 4 に示すように正極バスバ 3 3 0 は、第 2 延長部 3 7 2 の下面 3 7 0 b がコンデンサ素子 3 2 0 の上端面 3 2 1 a と z 方向で対向する態様で 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 に設けられる。この対向配置状態で、正極バスバ 3 3 0 の第 1 延長部 3 7 1 は 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 の z 方向への投影領域外に位置している。

【 0 0 7 1 】

正極バスバ 3 3 0 の第 1 延長部 3 7 1 はコンデンサ素子 3 2 0 の上端面 3 2 1 a 側と下端面 3 2 1 b 側それぞれから離間する態様で z 方向に延びている。第 1 延長部 3 7 1 の y 方向の位置は、2 行 4 列に配置される 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 のうち、1 列目に位置する序数が最も小さい 2 個のコンデンサ素子 3 2 0 と最も近くなっている。

【 0 0 7 2 】

図 4 と図 5 に示すように負極バスバ 3 4 0 は、第 2 延長部 3 7 2 の上面 3 7 0 a がコンデンサ素子 3 2 0 の下端面 3 2 1 b と z 方向で対向する態様で 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 に設けられる。この対向配置状態で、負極バスバ 3 4 0 の第 1 延長部 3 7 1 は 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 の z 方向への投影領域外に位置している。

【 0 0 7 3 】

負極バスバ 3 4 0 の第 1 延長部 3 7 1 は z 方向において下端面 3 2 1 b 側から上端面 3 2 1 a 側へと向かって延びている。この第 1 延長部 3 7 1 の y 方向の位置も、2 行 4 列に配置される 8 個のコンデンサ素子 3 2 0 のうち、1 列目に位置する序数が最も小さい 2 個のコンデンサ素子 3 2 0 と最も近くなっている。

【 0 0 7 4 】

正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 それぞれの第 1 延長部 3 7 1 は x 方向で隣り合って並んでいる。正極バスバ 3 3 0 の第 1 延長部 3 7 1 の x 方向の位置は第 1 行目に位置する序数が奇数の 4 個のコンデンサ素子 3 2 0 の x 方向の位置と同等になっている。負極バスバ 3 4 0 の第 1 延長部 3 7 1 の x 方向の位置は第 2 行目に位置する序数が偶数の 4 個のコンデンサ素子 3 2 0 の x 方向の位置と同等になっている。正極バスバ 3 3 0 の第 1 延長部 3 7 1 の第 2 側面 3 7 0 d と負極バスバ 3 4 0 の第 1 延長部 3 7 1 の第 1 側面 3 7 0 c とが x 方向で離間しつつ対向している。

【 0 0 7 5 】

正極バスバ 3 3 0 の第 2 延長部 3 7 2 は、上端面 3 2 1 a において 1 行目の 4 つの正端子と 2 行目の 4 つの正端子との間に設けられる。第 2 延長部 3 7 2 の第 1 側面 3 7 0 c から 1 行目の 4 つの正端子それぞれに向かって、序数が奇数の 4 つの枝バスバ 3 8 0 それぞれが個別に x 方向に沿って延びている。第 2 延長部 3 7 2 の第 2 側面 3 7 0 d から 2 行目の 4 つの正端子それぞれに向かって、序数が偶数の 4 つの枝バスバ 3 8 0 それぞれが個別に x 方向に沿って延びている。これら 8 つの枝バスバ 3 8 0 の先端と 8 つの正端子とがそれぞれ個別に電氣的に接続されている。

【 0 0 7 6 】

負極バスバ 3 4 0 の第 2 延長部 3 7 2 は、下端面 3 2 1 b において 1 行目の 4 つの負端子と 2 行目の 4 つの負端子との間に設けられる。第 2 延長部 3 7 2 の第 1 側面 3 7 0 c から 1 行目の 4 つの負端子それぞれに向かって、序数が奇数の 4 つの枝バスバ 3 8 0 それぞれが個別に x 方向に沿って延びている。第 2 延長部 3 7 2 の第 2 側面 3 7 0 d から 2 行目の 4 つの負端子それぞれに向かって、序数が偶数の 4 つの枝バスバ 3 8 0 それぞれが個別に x 方向に沿って延びている。これら 8 つの枝バスバ 3 8 0 の先端と 8 つの負端子とがそれぞれ個別に電氣的に接続されている。枝バスバ 3 8 0 の先端が他端に相当する。

【 0 0 7 7 】

< インピーダンス >

以上に詳説した平滑コンデンサ 3 1 0 の構成のため、正極バスバ 3 3 0 における P バスバ 3 0 1 の接続される貫通孔 3 7 0 e とコンデンサ素子 3 2 0 の正端子との間の通電経路長は、接続対象のコンデンサ素子 3 2 0 の位置する列番号が大きくなるにしたがって長くなっている。負極バスバ 3 4 0 における N バスバ 3 0 2 の接続される貫通孔 3 7 0 e とコンデンサ素子 3 2 0 の負端子との間の通電経路長は、接続対象のコンデンサ素子 3 2 0 の

10

20

30

40

50

位置する列番号が大きくなるにしたがって長くなっている。

【 0 0 7 8 】

8 個のコンデンサ素子 3 2 0 に付与した記号で表せば、正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 それぞれの通電経路長は、接続対象のコンデンサ素子 3 2 0 が C 1 1 , C 1 2 , C 1 3 , C 1 4 となるにしたがって長くなっている。正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 それぞれの通電経路長は、接続対象のコンデンサ素子 3 2 0 が C 2 1 , C 2 2 , C 2 3 , C 2 4 となるにしたがって長くなっている。

【 0 0 7 9 】

本実施形態の場合、この正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 の通電経路長の延長は、主バスバ 3 7 0 と枝バスバ 3 8 0 のうち主バスバ 3 7 0 で生じる。主バスバ 3 7 0 における貫通孔 3 7 0 e と枝バスバ 3 8 0 との間の通電経路のインピーダンスが、その枝バスバ 3 8 0 の位置する列番号が大きくなるにしたがって大きくなっている。換言すれば、主バスバ 3 7 0 における貫通孔 3 7 0 e と枝バスバ 3 8 0 との間の通電経路のインピーダンスは、その枝バスバ 3 8 0 の主バスバ 3 7 0 における連結位置が貫通孔 3 7 0 e から遠ざかるほどに大きくなっている。

【 0 0 8 0 】

これに対して、1 行目と 2 行目のそれぞれで y 方向に並ぶ 4 つの枝バスバ 3 8 0 の幅は、位置する列番号が大きくなるにしたがって広がっている。主バスバ 3 7 0 とコンデンサ素子 3 2 0 とを接続する枝バスバ 3 8 0 のインピーダンスは、その枝バスバ 3 8 0 の列番号が大きくなるにしたがって小さくなっている。換言すれば、枝バスバ 3 8 0 のインピーダンスは、その枝バスバ 3 8 0 の主バスバ 3 7 0 における連結位置がバスバの通電経路において貫通孔 3 7 0 e から遠ざかるほどに小さくなっている。

【 0 0 8 1 】

上記の通電経路のインピーダンスを詳説するため、図 6 と図 7 に主バスバ 3 7 0 と枝バスバ 3 8 0 それぞれのインピーダンスを記号で表記する。インピーダンスであることを記号 Z、正極バスバ 3 3 0 であることを添え字 p、負極バスバ 3 4 0 であることを添え字 n で示している。また、主バスバ 3 7 0 であることを添え字 m、枝バスバ 3 8 0 であることを添え字 b で示している。

【 0 0 8 2 】

正極バスバ 3 3 0 においては、主バスバ 3 7 0 における貫通孔 3 7 0 e と 1 列目の枝バスバ 3 8 0 との間のインピーダンスを Z_{pm1} 、1 列目の枝バスバ 3 8 0 と 2 列目の枝バスバ 3 8 0 との間のインピーダンスを Z_{pm2} と示す。主バスバ 3 7 0 における 2 列目の枝バスバ 3 8 0 と 3 列目の枝バスバ 3 8 0 との間のインピーダンスを Z_{pm3} 、3 列目の枝バスバ 3 8 0 と 4 列目の枝バスバ 3 8 0 との間のインピーダンスを Z_{pm4} と示す。そして、1 列目から 4 列目の枝バスバ 3 8 0 それぞれのインピーダンスを順に Z_{pb1} , Z_{pb2} , Z_{pb3} , Z_{pb4} と示す。

【 0 0 8 3 】

負極バスバ 3 4 0 においては、主バスバ 3 7 0 における貫通孔 3 7 0 e と 1 列目の枝バスバ 3 8 0 との間のインピーダンスを Z_{nm1} 、1 列目の枝バスバ 3 8 0 と 2 列目の枝バスバ 3 8 0 との間のインピーダンスを Z_{nm2} と示す。主バスバ 3 7 0 における 2 列目の枝バスバ 3 8 0 と 3 列目の枝バスバ 3 8 0 との間のインピーダンスを Z_{nm3} 、3 列目の枝バスバ 3 8 0 と 4 列目の枝バスバ 3 8 0 との間のインピーダンスを Z_{nm4} と示す。そして、1 列目から 4 列目の枝バスバ 3 8 0 それぞれのインピーダンスを順に Z_{nb1} , Z_{nb2} , Z_{nb3} , Z_{nb4} と示す。

【 0 0 8 4 】

これらインピーダンスに基づく平滑コンデンサ 3 1 0 の回路図を図 8 に示す。1 列目から 4 列目のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれの通電経路に対する正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 のインピーダンスの総計を $Z_1 \sim Z_4$ とすると、これら 4 つのインピーダンスは以下の数式であらわされる。

【 0 0 8 5 】

(数 1)

$$Z 1 = (Z p m 1 + Z p b 1) + (Z n b 1 + Z n m 1)$$

$$Z 2 = (Z p m 1 + Z p m 2 + Z p b 2) + (Z n b 2 + Z n m 2 + Z n m 1)$$

$$Z 3 = (Z p m 1 + Z p m 2 + Z p m 3 + Z p b 3) + (Z n b 3 + Z n m 3 + Z n m 2 + Z n m 1)$$

$$Z 4 = (Z p m 1 + Z p m 2 + Z p m 3 + Z p m 4 + Z p b 4) + (Z n b 4 + Z n m 4 + Z n m 3 + Z n m 2 + Z n m 1)$$

【 0 0 8 6 】

正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 との区別をなくすと、図 8 に示す回路図は図 9 に示す等価回路に変換することができる。この等価回路では、正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 との区別を除去している。図 9 の等価回路に基づくと、インピーダンス $Z 1 \sim Z 4$ は以下の数式であらわされる。

10

【 0 0 8 7 】

(数 2)

$$Z 1 = Z m 1 + Z b 1$$

$$Z 2 = Z m 1 + Z m 2 + Z b 2$$

$$Z 3 = Z m 1 + Z m 2 + Z m 3 + Z b 3$$

$$Z 4 = Z m 1 + Z m 2 + Z m 3 + Z m 4 + Z b 4$$

【 0 0 8 8 】

また、上記したように枝バスバ 3 8 0 のインピーダンスは、枝バスバ 3 8 0 の列番号が大きくなるにしたがって小さくなっている。そのために 1 列目から 4 列目の枝バスバ 3 8 0 のインピーダンスの大小関係は、以下の数式であらわされる。

20

【 0 0 8 9 】

(数 3)

$$Z b 1 < Z b 2 < Z b 3 < Z b 4$$

【 0 0 9 0 】

これら数 2 と数 3 にあらわされる関係のため、1 列目～4 列目のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれに対する正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 のインピーダンス $Z 1 \sim Z 4$ の値に差が生じることが抑制されている。

【 0 0 9 1 】

30

本実施形態では、 $Z 1 = Z 2 = Z 3 = Z 4$ が成立するように、8 個の枝バスバ 3 8 0 の幅が調整されている。この等式と数 2 により、以下に示す数式が満たされるように、枝バスバ 3 8 0 の幅が調整されている。

【 0 0 9 2 】

(数 4)

$$Z b 1 = Z m 2 + Z b 2 = Z m 2 + Z m 3 + Z b 3 = Z m 2 + Z m 3 + Z m 4 + Z b 4$$

【 0 0 9 3 】

ただし、製造誤差や接続抵抗などのため、数 4 で示される関係は厳密には成立しない。インピーダンス $Z 1 \sim Z 4$ それぞれの値には、少なくとも $\pm 5 \%$ 程度の差がある。

【 0 0 9 4 】

40

< 作用効果 >

上記したように、主バスバ 3 7 0 における貫通孔 3 7 0 e と枝バスバ 3 8 0 との間の通電経路のインピーダンスは、その枝バスバ 3 8 0 の主バスバ 3 7 0 における連結位置が貫通孔 3 7 0 e から遠ざかるほどに大きくなっている。これに反して、枝バスバ 3 8 0 の通電経路のインピーダンスは、その枝バスバ 3 8 0 の主バスバ 3 7 0 における連結位置が貫通孔 3 7 0 e から遠ざかるほどに小さくなっている。そのため、複数のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれの正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 における通電経路のインピーダンスに差が生じることが抑制される。

【 0 0 9 5 】

また、複数のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれのコンダクタンスは同等になっている。そ

50

のため、複数のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれの P バスバ 3 0 1 と N バスバ 3 0 2 との間の通電経路のインピーダンスに差が生じることが抑制される。図 8 と図 9 に示す 1 列目 ~ 4 列目のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれに流れる電流 $I_1 \sim I_4$ の量に差が生じることが抑制されている。

【 0 0 9 6 】

この結果、複数のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれに発生するジュール熱に差が生じることが抑制される。複数のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれの寿命に差が生じることが抑制される。

【 0 0 9 7 】

また、複数のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれに発生するクーロン力が一部で極端に高くなることが抑制される。スイッチ群 3 5 0 に含まれるスイッチの PWM 制御のために、電流の時間変化によるクーロン力の作用方向の変化によって複数のコンデンサ素子 3 2 0 が振動する振る舞いを示したとしても、その振動振幅が一部で極端に増大することが抑制される。コンデンサ素子 3 2 0 の振動による異音の発生が抑制される。

【 0 0 9 8 】

(第 2 実施形態)

次に、第 2 実施形態を図 1 0 および図 1 1 に基づいて説明する。

【 0 0 9 9 】

第 1 実施形態では、y 方向に並ぶ 4 つの枝バスバ 3 8 0 の幅が異なる例を示した。これに対して本実施形態では y 方向に並ぶ 4 つの枝バスバ 3 8 0 の厚さが異なっている。

【 0 1 0 0 】

これら y 方向で並ぶ 4 つの枝バスバ 3 8 0 の厚さは、図 1 1 に t_1 , t_2 , t_3 , t_4 として示すように、序数が大きくなるにしたがって厚くなっている。そのため、序数が大きくなるにしたがって枝バスバ 3 8 0 の延長方向に直交する断面積が増大している。枝バスバ 3 8 0 の通電経路のインピーダンスは、その枝バスバ 3 8 0 の主バスバ 3 7 0 における連結位置が貫通孔 3 7 0 e から遠ざかるほど小さくなっている。

【 0 1 0 1 】

このように本実施形態に係る電力変換装置 3 0 0 には第 1 実施形態に記載の電力変換装置 3 0 0 と同様の構成要素が含まれている。そのため本実施形態に係る電力変換装置 3 0 0 も第 1 実施形態に記載の電力変換装置 3 0 0 と同等の作用効果を奏することは言うまでもない。以下に示す他の実施形態においても作用効果については同等である。そのためその記載を省略する。

【 0 1 0 2 】

(第 3 実施形態)

次に、第 3 実施形態を図 1 2 および図 1 3 に基づいて説明する。

【 0 1 0 3 】

第 1 実施形態では、y 方向に並ぶ 4 つの枝バスバ 3 8 0 の幅が、その枝バスバ 3 8 0 の主バスバ 3 7 0 における連結位置が貫通孔 3 7 0 e から遠ざかるほどに広がっている例を示した。これに対して本実施形態では y 方向に並ぶ 4 つの枝バスバ 3 8 0 それぞれの形状は同等になっている。しかしながら図 1 2 と図 1 3 において白丸の数の相違で示すように、4 つの枝バスバ 3 8 0 それぞれのコンデンサ素子 3 2 0 との接続面積が、その枝バスバ 3 8 0 の主バスバ 3 7 0 における連結位置が貫通孔 3 7 0 e から遠ざかるほどに広がっている。

【 0 1 0 4 】

そのため、枝バスバ 3 8 0 とコンデンサ素子 3 2 0 との間のインピーダンスは、枝バスバ 3 8 0 の主バスバ 3 7 0 における連結位置が貫通孔 3 7 0 e から遠ざかるほどに小さくなっている。なお、上記の接続面積の大小関係は、半田接続であれば、半田の塗布量や塗布面積の調整などによって実現される。接続面積の大小関係は、レーザ溶接であれば、溶接点の数の調整などによって実現される。

【 0 1 0 5 】

10

20

30

40

50

(第4実施形態)

次に、第4実施形態を図14に基づいて説明する。

【0106】

第1実施形態ではy方向に並ぶ4つの枝バスバ380の幅が異なる例を示した。これに対して本実施形態ではy方向に並ぶ4つの枝バスバ380の延長方向(x方向)の長さが異なっている。

【0107】

これらy方向で並ぶ4つの枝バスバ380の長さは、図14に11, 12, 13, 14として示すように、序数が大きくなるにしたがって短くなっている。そのため、枝バスバ380の通電経路のインピーダンスは、その枝バスバ380の主バスバ370における連結位置が貫通孔370eから遠ざかるほど小さくなっている。

10

【0108】

(第5実施形態)

次に、第5実施形態を図15に基づいて説明する。

【0109】

第1実施形態ではy方向に並ぶ4つの枝バスバ380の幅が異なる例を示した。これに対して本実施形態ではy方向に並ぶ4つの枝バスバ380それぞれに切り欠き381が形成されている。

【0110】

これらy方向で並ぶ4つの枝バスバ380に形成される切り欠き381の大きさは、序数が大きくなるにしたがって小さくなっている。そのため、枝バスバ380の通電経路のインピーダンスは、その枝バスバ380の主バスバ370における連結位置が貫通孔370eに近いほど大きくなっている。

20

【0111】

なお、図15においてはy方向に並ぶ4つの枝バスバ380のうちの序数が最も大きい枝バスバ380に切り欠き381が形成されていない例を示した。しかしながら、4つの枝バスバ380のすべてに切り欠き381が形成された構成を採用することもできる。

【0112】

また、図15においては枝バスバ380に孔形状の切り欠き381が形成された例を示した。しかしながらこの形態に限らず、枝バスバ380の厚さ、幅、長さの少なくとも1つが局所的に切り欠くことで、枝バスバ380に切り欠き381の形成された構成を採用することもできる。

30

【0113】

(第6実施形態)

次に、第6実施形態を図16に基づいて説明する。

【0114】

これまでに例示した実施形態では8つの枝バスバ380それぞれが主バスバ370に一体的に連結された例を示した。これに対して本実施形態では8つの枝バスバ380の一部が主バスバ370に溶接などによって接合された構成になっている。8つの枝バスバ380の一部が導電性の異種材料(金属)で構成されている。

40

【0115】

1列目に位置する2つの枝バスバ380それぞれは主バスバ370と同一の金属材料で構成されている。しかしながら2列目に位置する2つの枝バスバ380と3列目に位置する枝バスバ380それぞれは、主バスバ370と同一の金属材料と、他の異種材料とによって構成されている。4列目に位置する2つの枝バスバ380は異種材料で構成されている。図面においては異種材料にハッチングを付与するとともに、この異種材料と主バスバ370と同一の金属材料との接合部位に破線を付与している。以下においては表記を簡明とするために主バスバ370と同一の金属材料を同種材料と示す。

【0116】

これら1列目から4列目の枝バスバ380それぞれの形状は同一である。異種材料は同

50

種材料よりも低効率若しくは透磁率が低くなっている。そのために異種材料は同種材料よりも低インピーダンスになっている。そして、2列目の枝バスバ380に含まれる異種材料よりも3列目の枝バスバ380に含まれる異種材料が多くなっている。

【0117】

係る構成のため、枝バスバ380の通電経路のインピーダンスは、その枝バスバ380の位置する列番号が大きくなるにしたがって小さくなっている。換言すれば、枝バスバ380のインピーダンスは、その枝バスバ380の主バスバ370における連結位置が貫通孔370eから遠いほどに小さくなっている。

【0118】

なお、本実施形態では枝バスバ380の構成材料として、同種材料と、1種類の異種材料と、が採用される例を示した。しかしながら枝バスバ380の構成材料としてはこれら2種類に限定されない。例えば図17においてハッチングを異ならせて示すように、1列目から4列目それぞれの枝バスバ380の構成材料を異ならせてもよい。図17に示す変形例の場合、枝バスバ380の構成材料のインピーダンスは、その枝バスバ380の位置する列番号が大きくなるにしたがって小さくなっている。

【0119】

本実施形態では複数の枝バスバ380の一部が主バスバ370に一体的に連結される例を示した。しかしながら例えば図17に示すようにすべての枝バスバ380が主バスバ370と別体であり、その別体の枝バスバ380が主バスバ370に溶接などによって接合される構成を採用することもできる。係る変形例の場合、主バスバ370の形状を簡素化することができる。

【0120】

(第1の変形例)

各実施形態ではy方向で並ぶ4つの枝バスバ380それぞれがy方向で離間する例を示した。しかしながら例えば図18に示すようにy方向で並ぶ4つの枝バスバ380の一部が互いに連結された構成を採用することもできる。

【0121】

図18に示す変形例では、2列目の枝バスバ380に破線で示す第1追加部分382が追加されている。3列目の枝バスバ380に一点鎖線で示す第2追加部分383が追加されている。4列目の枝バスバ380に二点鎖線で示す第3追加部分384が追加されている。

【0122】

第1追加部分382は第2追加部分383よりも幅と長さとは短くなっている。第1追加部分382と第2追加部分383とが連結されている。

【0123】

第2追加部分383は第3追加部分384よりも幅と長さとは短くなっている。第2追加部分383と第3追加部分384とが連結されている。

【0124】

(第2の変形例)

各実施形態では平滑コンデンサ310が8個のコンデンサ素子320を有する例を示した。しかしながら平滑コンデンサ310が備えるコンデンサ素子320の数としては複数であればよく上記例に限定されない。

【0125】

例えば図19に示すように平滑コンデンサ310は4個のコンデンサ素子320を有してもよい。これら4個のコンデンサ素子320は1行4列に配置されている。正極バスバ330と負極バスバ340それぞれは4つの枝バスバ380を備えている。

【0126】

図示しないが、他の複数のコンデンサ素子320の行列配置においても、これまでに提示した実施形態と変形例に記載の枝バスバ380の構成を適宜組み合わせることで、第1実施形態に記載の作用効果と同等の作用効果を奏することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 7 】

(その他の変形例)

本実施形態では電力変換装置 3 0 0 が電気自動車用の車載システムに適用される例を示した。しかしながら電力変換装置 3 0 0、これに含まれる平滑コンデンサ 3 1 0、および、これに含まれる正極バスバ 3 3 0 と負極バスバ 3 4 0 それぞれは、他の例えばハイブリッド自動車用の車載システムに適用することもできる。

【 0 1 2 8 】

本実施形態では電力変換装置 3 0 0 がインバータを含む例を示した。しかしながら電力変換装置 3 0 0 はコンバータを含んでもよい。そして本実施形態に記載の平滑コンデンサ 3 1 0 に適用された各種構成を、コンバータに含まれるフィルタコンデンサに適用してもよい。

10

【 0 1 2 9 】

さらに言えば、本開示に記載の平滑コンデンサ 3 1 0 に適用された各種構成は、電力変換回路に含まれるコンデンサだけではなく、電力変換回路に電氣的に接続される電気回路に含まれるコンデンサに適用することもできる。平滑コンデンサ 3 1 0 に適用された各種構成は、第 1 実施形態に記載した、複数のコンデンサ素子 3 2 0 の電流量の差に起因するジュール熱差などの課題のあるコンデンサ、および、それを含む電気回路に適用可能である。

【 0 1 3 0 】

本実施形態では正極バスバ 3 3 0 が P バスバ 3 0 1 にボルト止めされ、負極バスバ 3 4 0 が N バスバ 3 0 2 にボルト止めされる例を示した。しかしながら正極バスバ 3 3 0 と P バスバ 3 0 1 とは別体ではなく一体でもよい。負極バスバ 3 4 0 と N バスバ 3 0 2 とは別体ではなく一体でもよい。複数のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれに P バスバ 3 0 1 と N バスバ 3 0 2 がはんだなどによって接続された構成を採用することもできる。

20

【 0 1 3 1 】

この変形例においては、複数のコンデンサ素子 3 2 0 それぞれのスイッチ群 3 5 0 に含まれるハイサイドスイッチ 3 6 1 とローサイドスイッチ 3 6 2 との間の通電経路のインピーダンスに差が生じることが抑制される。

【 0 1 3 2 】

本開示では、複数の枝バスバ 3 8 0 のインピーダンスに差を設けるための構成例を実施形態と変形例で種々説明した。延長方向に直交する断面積の大きさ、コンデンサ素子 3 2 0 との接続面積の大きさ、延長方向の長さ、切り欠き 3 8 1 の有無と大きさ、異種材料の有無と物性と大きさなどに差を設けることで複数の枝バスバ 3 8 0 のインピーダンスに差を設ける例などを説明した。これらのうちの少なくとも 2 つを選択することで、複数の枝バスバ 3 8 0 のインピーダンスに差を設けてもよい。

30

【 0 1 3 3 】

本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態が本開示に示されているが、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

40

【 符号の説明 】

【 0 1 3 4 】

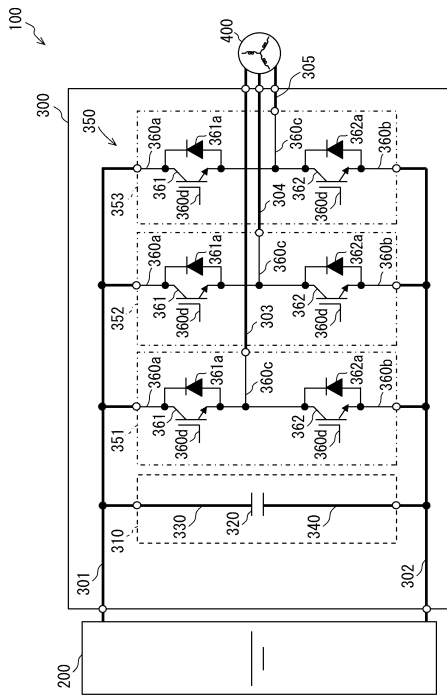
1 0 0 ... 車載システム、 2 0 0 ... バッテリ、 3 0 0 ... 電力変換装置、 3 0 1 ... P バスバ、 3 0 2 ... N バスバ、 3 1 0 ... 平滑コンデンサ、 3 2 0 ... コンデンサ素子、 3 2 0 a ~ 3 2 0 h ... 第 1 コンデンサ素子 ~ 第 8 コンデンサ素子、 3 3 0 ... 正極バスバ、 3 4 0 ... 負極バスバ、 3 5 0 ... スwitch 群、 3 6 1 ... ハイサイドスイッチ、 3 6 2 ... ローサイドスイッチ、 3 7 0 ... 主バスバ、 3 7 0 e ... 貫通孔、 3 8 0 ... 枝バスバ、 3 8 0 a ~ 3 8 0 h ... 第 1 枝バスバ ~ 第 8 枝バスバ、 3 8 1 ... 切り欠き、 4 0 0 ... モータ

50

【図面】

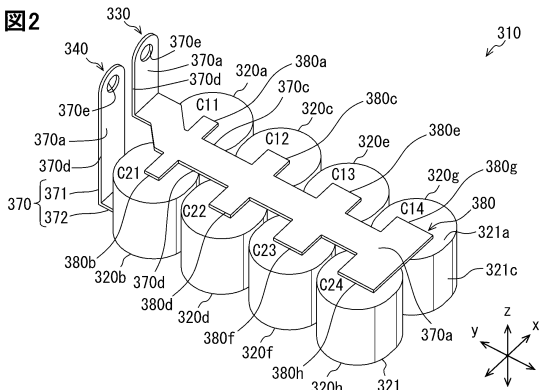
【図 1】

図 1



【図 2】

図 2

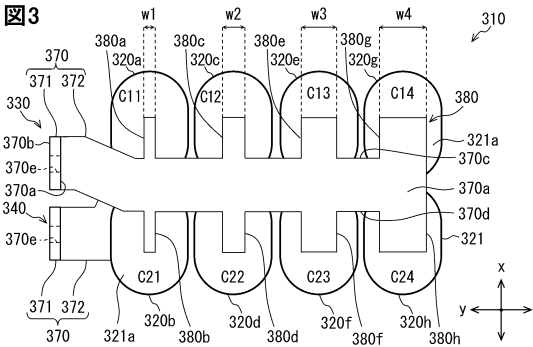


10

20

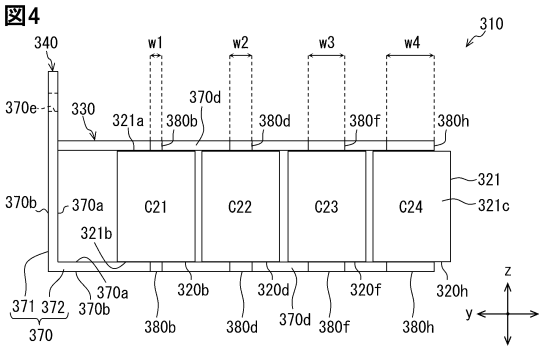
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4



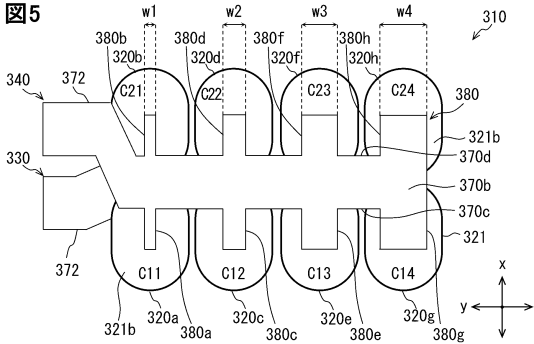
30

40

50

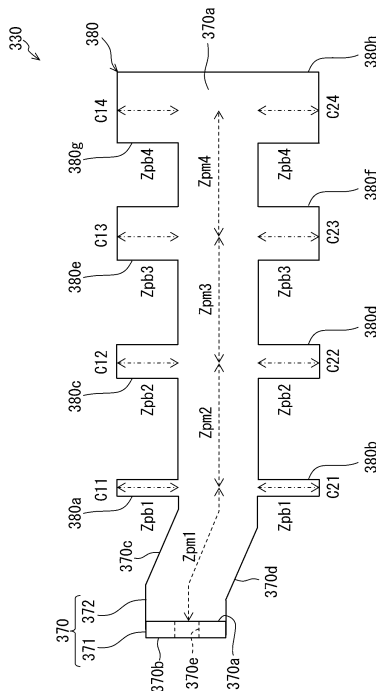
【図 5】

図 5



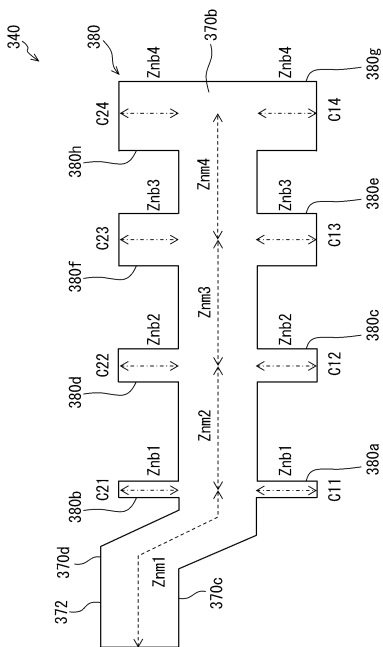
【図 6】

図 6



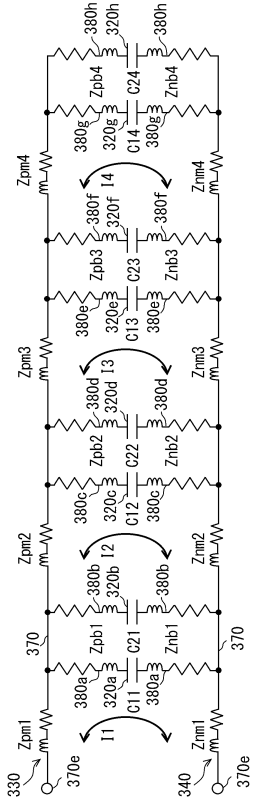
【図 7】

図 7



【図 8】

図 8



10

20

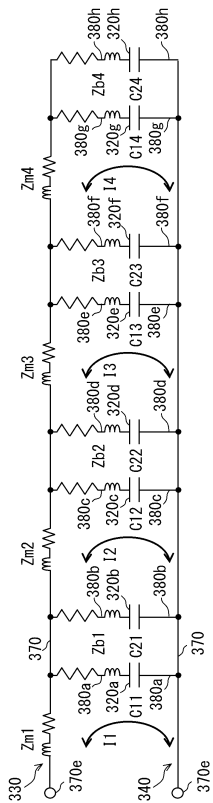
30

40

50

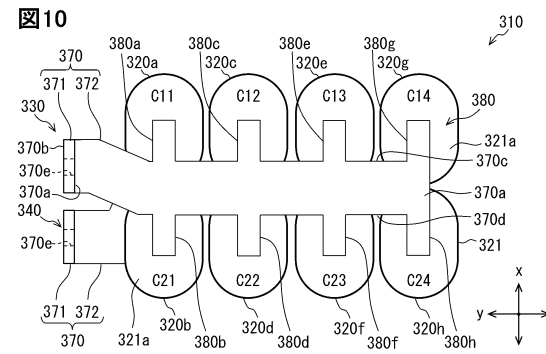
【図 9】

図 9



【図 10】

図 10

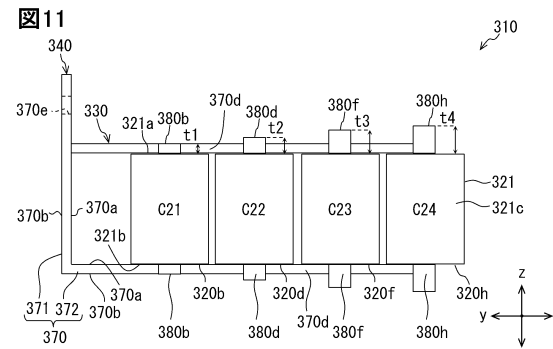


10

20

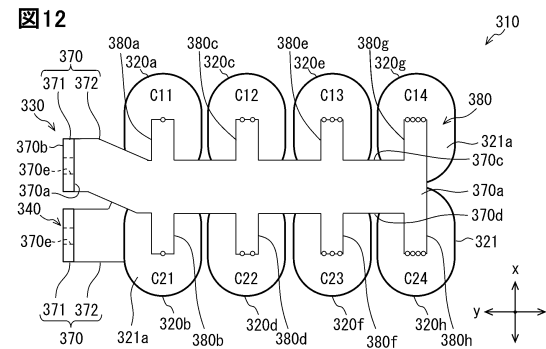
【図 11】

図 11



【図 12】

図 12



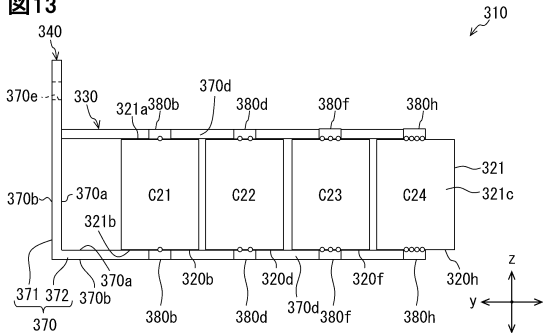
30

40

50

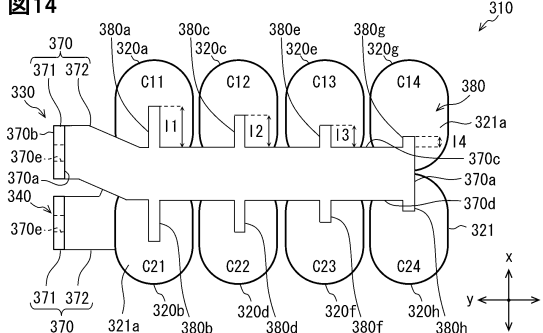
【図 1 3】

図 13



【図 1 4】

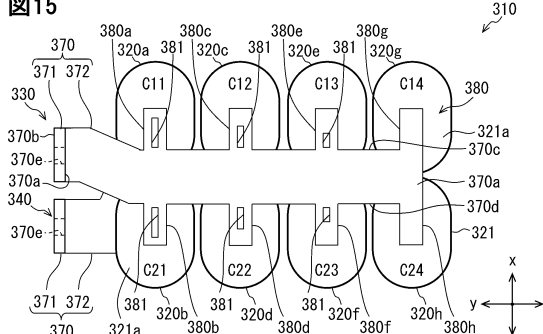
図 14



10

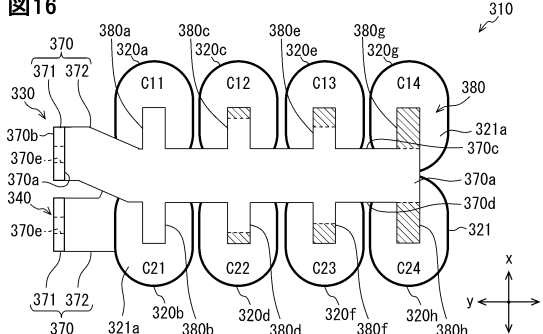
【図 1 5】

図 15



【図 1 6】

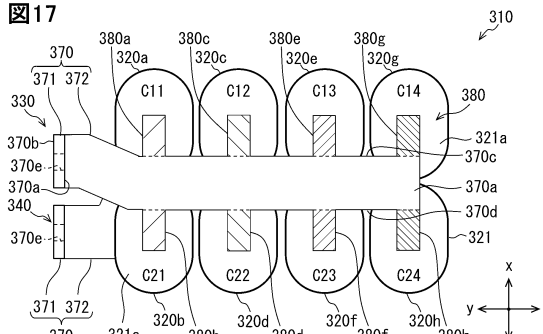
図 16



20

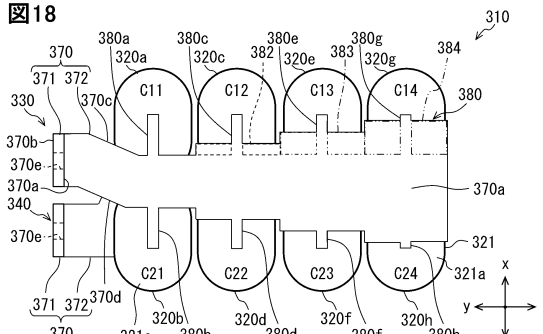
【図 1 7】

図 17



【図 1 8】

図 18

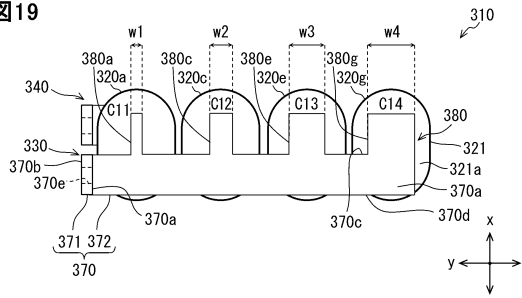


30

40

50

【図 19】
図 19



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 0 9 9 8 8 4 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 9 6 9 1 7 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 5 1 5 9 4 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 1 2 4 4 3 4 (J P , A)
特開平 0 9 - 3 2 0 8 9 1 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 3 5 0 2 7 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 4 6 0 6 4 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| H 0 2 M | 7 / 4 8 |
| H 0 1 G | 4 / 3 8 |
| H 0 1 G | 4 / 2 2 8 |