

(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2017-191936

(P2017-191936A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017.10.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1F 30/10 (2006.01)	HO1F 30/10 A	5E043
HO2M 7/48 (2007.01)	HO2M 7/48 P	5H730
HO2M 3/28 (2006.01)	HO2M 3/28 Q	5H770
HO1F 27/24 (2006.01)	HO2M 3/28 Y	
HO1F 27/28 (2006.01)	HO1F 30/10 M	

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L 外国語出願 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-76650 (P2017-76650)  
 (22) 出願日 平成29年4月7日(2017.4.7)  
 (31) 優先権主張番号 1653154  
 (32) 優先日 平成28年4月8日(2016.4.8)  
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(71) 出願人 517123977  
 ヴァレオ システムズ デ コントロール  
 モトゥール  
 フランス国 95892 セルジー ポン  
 トワーズ, ビービー 68532 セデッ  
 クス, アヴェニュー デ ブギヌ 14  
 (74) 代理人 110002572  
 特許業務法人平木国際特許事務所  
 (72) 発明者 ガン ヤン  
 フランス国 92400 クルブボア, リ  
 ュ ブロンデル 28  
 Fターム(参考) 5E043 BA03  
 5H730 AA14 BB26 BB66 EE04 EE07  
 ZZ16  
 5H770 AA05 DA01 DA11 DA18 DA20  
 DA46 QA25

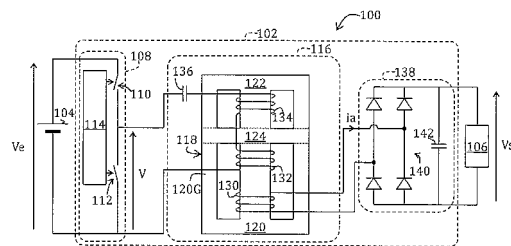
(54) 【発明の名称】 磁気コンポーネント、共振電気回路、電気コンバータ、および電気システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 正確かつ信頼性高く直列インダクタンス  $L_r$  の値をセットできるとともに、容積を抑えることができる、磁気コンポーネントを提供する。

【解決手段】 磁気コンポーネントはE字型の下部120、E字型の上部122およびI字型の中央部124を有し、中央部124が下部120と上部122を閉じ、これにより下部120と中央部124が2つの下部磁気回路を形成するとともに上部122と中央部124が2つの上部磁気回路を形成する磁気コア118と、下部120の中央ブランチの周りに巻き回され、互いに接続された第1コイル130と第2コイル132と、上部122の中央ブランチの周りに巻き回され、第2コイル132と直列接続された、第3コイル134と、を備える。中央部124は、各下部磁気回路に沿って下部120よりも小さいリラクタンスを有するとともに、各上部磁気回路に沿って上部122よりも小さいリラクタンスを有する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

E字型の下部、E字型の上部、およびI字型の中央部を有し、前記中央部は前記下部と前記上部を閉じ、これにより前記下部と前記中央部は2つの下部磁気回路を形成するとともに前記上部と前記中央部は2つの上部磁気回路を形成する、磁気コア、

前記下部の中央ブランチの周りに巻き回され、互いに接続された第1コイルと第2コイル、

前記上部の中央ブランチの周りに巻き回され、前記第2コイルと直列接続された、第3コイル、

を備え、

前記中央部は、各前記下部磁気回路に沿って前記下部よりも小さいリラクタンスを有するとともに、各前記上部磁気回路に沿って前記上部よりも小さいリラクタンスを有することを特徴とする磁気コンポーネント。

**【請求項 2】**

前記上部は第1エアギャップを有する

ことを特徴とする請求項1記載の磁気コンポーネント。

**【請求項 3】**

前記上部の前記中央ブランチは前記第1エアギャップを有する

ことを特徴とする請求項2記載の磁気コンポーネント。

**【請求項 4】**

前記上部の前記中央ブランチはバーを有し、前記バーの一端は前記中央部からある距離離れたところで終端して前記第1エアギャップを形成する

ことを特徴とする請求項2記載の磁気コンポーネント。

**【請求項 5】**

前記上部は第2エアギャップを有する

ことを特徴とする請求項1から4のいずれか1項記載の磁気コンポーネント。

**【請求項 6】**

前記下部の前記中央ブランチは前記第2エアギャップを有する

ことを特徴とする請求項5記載の磁気コンポーネント。

**【請求項 7】**

前記下部の前記中央ブランチは、2つの整列されたバーを有し、前記2つのバーは互いに対向する端部を有し、前記端部は互いから離隔して前記第2エアギャップを形成する

ことを特徴とする請求項6記載の磁気コンポーネント。

**【請求項 8】**

前記下部の前記中央ブランチと前記上部の前記中央ブランチは、エアギャップを有していない

ことを特徴とする請求項1記載の磁気コンポーネント。

**【請求項 9】**

前記磁気コアの前記下部と前記上部は、最大比透磁率100未満の材料で作られており、前記中央部は最大比透磁率100超の、望ましくは1000超の材料で作られている

ことを特徴とする請求項1から8のいずれか1項記載の磁気コンポーネント。

**【請求項 10】**

前記第1コイルと前記第2コイルはそれぞれ自己インダクタンス $L_1$ 、 $L_2$ を有し、互いに接続されることによりゼロではない相互インダクタンス $M$ を有し、前記自己インダクタンス $L_1$ および $L_2$ と下記式の結合係数 $k$ で結合し、

10

20

30

40

【数 1】

$$k = \frac{M}{\sqrt{L1 \cdot L2}}$$

前記結合係数  $k$  は 0.9 以上であり、望ましくは 0.95 以上であり、さらに望ましくは 0.99 以上である

ことを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載の磁気コンポーネント。

【請求項 1 1】

前記磁気コアは前記上部と前記下部の前記中央ブランチを中心とする垂直軸に対して軸対称である

ことを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項記載の磁気コンポーネント。

【請求項 1 2】

前記磁気コンポーネントは、横断バーをそれぞれ有する 3 つの E 字型の機械部品を備え、前記横断バーから 2 つのサイドバーと中央バーが延伸し、

前記機械部品のうち 2 つは互いに対向して組み立てられて前記サイドバーと前記中央バーが互いに整列されて前記磁気コアの前記下部と前記中央部を形成し、前記中央部は前記横断バーによって形成され、

前記機械部品のうち 3 つ目は前記中央部を形成する前記横断バーに対向して組み立てられて前記磁気コアの前記上部を形成する

ことを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか 1 項記載の磁気コンポーネント。

【請求項 1 3】

請求項 1 から 1 2 いずれか 1 項記載の磁気コンポーネント、

前記第 2 コイルと前記第 3 コイルに直列接続されたキャパシタンス、を備えることを特徴とする共振電気回路。

【請求項 1 4】

直流電圧から可変電圧を提供する電圧生成器、

前記可変電圧から交流電流を提供する請求項 1 3 記載の共振電気回路、

前記交流電流から電荷部に対して直流電圧を提供する整流器、

を備えることを特徴とする電気コンバータ。

【請求項 1 5】

前記整流器は、

前記電荷部と並列接続された整流キャパシタンス、

前記第 1 コイルの端部に入力として接続され、前記整流キャパシタンスの端子に出力として接続された、ダイオードブリッジ、

を備えることを特徴とする請求項 1 4 記載の電気コンバータ。

【請求項 1 6】

前記整流器は、

前記電荷部と並列接続され、一端が前記第 1 コイルの midpoint に接続された、整流キャパシタンス、

前記整流キャパシタンスの他端を前記第 1 コイルの両端に接続する 2 つのダイオード、

を備えることを特徴とする請求項 1 4 記載の電気コンバータ。

【請求項 1 7】

自動車バッテリーなどの電圧源、電気自動車付属品などの電荷部、前記電圧源と前記電荷部との間に配置された請求項 1 4 から 1 6 のいずれか 1 項記載の電気コンバータ、を備えることを特徴とする電気システム。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

**【技術分野】****【0001】**

本発明は、共振電気回路に関する。具体的には、電気コンバータにおいて用いられるものに関する。

**【背景技術】****【0002】**

会議“Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, 2008. SPEEDAM 2008”の一部として公開されたDe Simone等による論文“Design guideline for magnetic integration in LLC resonant converters”は、以下を備える磁気コンポーネントを記載している：

10

- ・両端において結合しそれぞれリラクタンスを有する第1ブランチ、第2ブランチ、および第3ブランチを有する磁気コア；
- ・前記第1ブランチの周りに巻き回されて互いに接続された第1コイルおよび第2コイル。

**【0003】**

この論文において、LLCタイプの共振電気回路を形成することが提案されている。この共振電気回路は、インダクタンスの直列キャパシタンスを追加して、2つのコイル間の接続を減衰させ、これにより磁化インダクタンス $L_m$ に加えて直列インダクタンス $L_r$ を生成する。この不完全結合は、コイルを互いから分離することによって得られる。したがって、共振電気回路の容積を減少させることができる。

20

**【0004】**

ただし、磁気コアのサイズを増やすことなく、かつ渦電流による損失を生じさせることなく、大きな直列インダクタンス値 $L_r$ を実現することは困難である。さらに、直列インダクタンス $L_r$ の値はコイルの位置に依拠するので、正確かつ信頼性高く、すなわち再現可能な態様で、設置することは困難である。

**【0005】**

本発明は、正確かつ信頼性高く直列インダクタンス $L_r$ の値をセットできるとともに、容積を抑えることができる、磁気コンポーネントを提案することを目的とする。

30

**【発明の概要】****【課題を解決するための手段】****【0006】**

提案する磁気コンポーネントは以下を備える：

- ・E字型の下部、E字型の上部、およびI字型の中央部を有し、前記中央部は前記下部と前記上部を閉じ、これにより前記下部と前記中央部は2つの下部磁気回路を形成するとともに前記上部と前記中央部は2つの上部磁気回路を形成する、磁気コア；
- ・前記下部の中央ブランチの周りに巻き回され互いに接続された第1コイルと第2コイル；
- ・前記上部の中央ブランチの周りに巻き回され、前記第2コイルと直列接続された、第3コイル；

40

前記中央部は、各前記下部磁気回路に沿って前記下部よりも小さいリラクタンスを有するとともに、各前記上部磁気回路に沿って前記上部よりも小さいリラクタンスを有する。

**【0007】**

オプションとして、前記上部は第1エアギャップを有する。

**【0008】**

オプションとして、前記上部の前記中央ブランチは前記第1エアギャップを有する。

**【0009】**

オプションとして、前記上部の前記中央ブランチはバーを有し、前記バーの一端は前記中央部からある距離離れたところで終端して前記第1エアギャップを形成する。

50

## 【0010】

オプションとして、前記下部は第2エアギャップを有する。

## 【0011】

オプションとして、前記下部の前記中央ブランチは前記第2エアギャップを有する。

## 【0012】

オプションとして、前記下部の前記中央ブランチは、2つの整列されたバーを有し、前記2つのバーは互いに対向する端部を有し、前記端部は互いから離隔して前記第2エアギャップを形成する。

## 【0013】

オプションとして、前記下部の前記中央ブランチと前記上部の前記中央ブランチは、エアギャップを有していない。

10

## 【0014】

オプションとして、前記磁気コアの前記下部と前記上部は、最大比透磁率100未満の材料で作られており、前記中央部は最大比透磁率100超の、望ましくは1000超の材料で作られている。

## 【0015】

オプションとして、前記第1コイルと前記第2コイルはそれぞれ自己インダクタンスL1、L2を有し、互いに接続されることによりゼロではない相互インダクタンスMを有し、前記自己インダクタンスL1およびL2と下記式の結合係数kで結合し、

## 【数1】

20

$$k = \frac{M}{\sqrt{L1 \cdot L2}}$$

前記結合係数kは0.9以上であり、望ましくは0.95以上であり、さらに望ましくは0.99以上である。

## 【0016】

オプションとして、前記磁気コアは前記上部と前記下部の前記中央ブランチを中心とする垂直軸に対して軸対称である。

## 【0017】

30

オプションとして、前記磁気コンポーネントは、横断バーをそれぞれ有する3つのE字型の機械部品を備え、前記横断バーから2つのサイドバーと中央バーが延伸し、前記機械部品のうち2つは互いに対向して組み立てられて前記サイドバーと前記中央バーが互いに整列されて前記磁気コアの前記下部と前記中央部を形成し、前記中央部は前記横断バーによって形成され、前記機械部品のうち3つ目は前記中央部を形成する前記横断バーに対向して組み立てられて前記磁気コアの前記上部を形成する。

## 【0018】

提案する共振電気回路は以下を備える：

- ・本発明に係る磁気コンポーネント；
- ・前記第2コイルと前記第3コイルに直列接続されたキャパシタンス。

40

## 【0019】

提案する電気コンバータは以下を備える：

- ・直流電圧から可変電圧を提供する電圧生成器；
- ・前記可変電圧から交流電流を提供する本発明に係る共振電気回路；
- ・前記交流電流から電荷部に対して直流電圧を提供する整流器。

## 【0020】

オプションとして、前記整流器は以下を備える：

- ・前記電荷部と並列接続された整流キャパシタンス；
- ・前記第1コイルの端部に入力として接続され、前記整流キャパシタンスの端子に出力として接続された、ダイオードブリッジ。

50

## 【0021】

オプションとして、前記整流器は以下を備える：

- ・前記電荷部と並列接続され、一端が前記第1コイルの midpoint に接続された、整流キャパシタンス；
- ・前記整流キャパシタンスの他端を前記第1コイルの両端に接続する2つのダイオード。

## 【0022】

提案する電気システムは、自動車バッテリーなどの電圧源、電気自動車付属品などの電荷部、前記電圧源と前記電荷部との間に配置された本発明に係る電気コンバータ、を備える。

10

## 【図面の簡単な説明】

## 【0023】

【図1】本発明に係る電気コンバータを備える電気システムの電気回路図である。

【図2】図1の電気コンバータの磁気コアの正面図である。

【図3】図1の電気コンバータの共振電気回路の等価電気回路図である。

【図4】磁気コアとその周りに巻き回されたコイルの断面図であり、図1と図2の共振電気回路の一部である。

【図5】図3の磁気コアを通過する磁束のタイミング図である。

【図6】本発明に係る別の磁気コアの断面図である。

【図7】本発明に係る別の共振電気回路の電気回路図である。

20

## 【発明を実施するための形態】

## 【0024】

本発明に係る電気コンバータ102を備える電気システム100を、図1を参照して説明する。電気システム100は、例えば自動車において用いることができる。

## 【0025】

電気システム100は、直流の入力電圧 $V_e$ を提供するように設計された電圧源104を備える。電圧源104は例えば自動車バッテリーである。

## 【0026】

電気システム100はさらに、電荷部106を備える。電荷部106は例えば電気自動車付属品である。

30

## 【0027】

電気コンバータ102は、入力電圧 $V_e$ を受け取り、電荷部106に対して出力電圧 $V_s$ を提供するように設計されている。

## 【0028】

本例において、電気コンバータ102はDC-DCタイプであり、出力電圧 $V_s$ は直流である。より具体的には、本例において電気コンバータ102はLLC共振コンバータである。

## 【0029】

電気コンバータ102は、入力電圧 $V_e$ から所望周波数で可変電圧 $V$ を提供するように設計された電圧生成器108を備える。

40

## 【0030】

可変電圧 $V$ は直流であることが望ましい(すなわち符号が変化しない)。本例において可変電圧 $V$ は、方形波電圧である。そのため電圧生成器108は、2つのスイッチ110、112と、スイッチ110、112の制御デバイス114を備え、可変電圧が入力電圧 $V_e$ とゼロ値の間で交互に変化するようにする。

## 【0031】

電気コンバータ102はさらに、可変電圧 $V$ と同じ周波数で可変電圧から交流電流 $i_a$ を提供するように設計された共振電気回路116を備える。

## 【0032】

共振電気回路116は、磁気コア118を備える。

50

## 【 0 0 3 3 】

図 1 の例において、磁気コアは例えばフェライト材料から作られている。

## 【 0 0 3 4 】

磁気コア 1 1 8 は、E 字型の下部 1 2 0、E 字型の上部 1 2 2、I 字型の中央部 1 2 4 を備える。

## 【 0 0 3 5 】

図 2 を参照して、磁気コア 1 1 8 の形状を詳細に説明する。

## 【 0 0 3 6 】

下部 1 2 0 は、左垂直ブランチ 1 2 0 G、中央垂直ブランチ 1 2 0 C、右垂直ブランチ 1 2 0 D を備え、これら 3 つは直線状かつ互いに平行である。下部 1 2 0 はさらに、水平ブランチ 1 2 0 T を備える。水平ブランチ 1 2 0 T は、直線状かつ 3 つの垂直ブランチ 1 2 0 G、1 2 0 C、1 2 0 D に対して垂直である。3 つの垂直ブランチ 1 2 0 G、1 2 0 C、1 2 0 D それぞれの第 1 端部は、水平ブランチ 1 2 0 T と接続されている。

10

## 【 0 0 3 7 】

上部 1 2 2 は、左垂直ブランチ 1 2 2 G、中央垂直ブランチ 1 2 2 C、右垂直ブランチ 1 2 2 D を備え、これら 3 つは直線状かつ互いに平行である。上部 1 2 2 はさらに、水平ブランチ 1 2 2 T を備える。水平ブランチ 1 2 2 T は、直線状かつ 3 つの垂直ブランチ 1 2 2 G、1 2 2 C、1 2 2 D に対して垂直である。3 つの垂直ブランチ 1 2 2 G、1 2 2 C、1 2 2 D それぞれの第 1 端部は、水平ブランチ 1 2 2 T と接続されている。

20

## 【 0 0 3 8 】

中央部 1 2 4 は、水平ブランチ 1 2 4 T を備える。水平ブランチ 1 2 4 T は、直線状であり、下部 1 2 0 の 3 つの水平ブランチ 1 2 0 G、1 2 0 C、1 2 0 D および上部 1 2 2 の 3 つの水平ブランチ 1 2 2 G、1 2 2 C、1 2 2 D に対して垂直である。下部 1 2 0 の 3 つの垂直ブランチ 1 2 0 G、1 2 0 C、1 2 0 D それぞれの 3 つの第 2 端部と、上部 1 2 2 の 3 つの垂直ブランチ 1 2 2 G、1 2 2 C、1 2 2 D の 3 つの第 2 端部は、水平ブランチ 1 2 4 T と接続されている。したがって中央部 1 2 4 は、磁気コア 1 2 0 の上部 1 2 2 と下部 1 2 0 を閉じている。

## 【 0 0 3 9 】

左垂直ブランチ 1 2 0 G、1 2 2 G は、互いに連続している。中央垂直ブランチ 1 2 0 C、1 2 2 C は、互いに連続している。右垂直ブランチ 1 2 0 D、1 2 2 D は、互いに連続している。

30

## 【 0 0 4 0 】

さらに磁気コア 1 1 8 は、中央垂直ブランチ 1 2 0 C、1 2 2 C を中心とする垂直軸に対して軸対称である。

## 【 0 0 4 1 】

したがって下部 1 2 0 と中央部 1 2 4 は、2 つの閉じた下部磁気回路 1 2 6 G、1 2 6 D をループ状に形成する。中央部 1 2 4 は、各下部磁気回路 1 2 6 G、1 2 6 D に沿って、下部 1 2 0 のリラクタンスよりも小さい、望ましくはその 10 分の 1 よりも小さい、さらに望ましくはその 100 分の 1 よりも小さい、リラクタンスを有する。

## 【 0 0 4 2 】

同様に上部 1 2 2 と中央部 1 2 4 は、2 つの閉じた下部磁気回路 1 2 8 G、1 2 8 D をループ状に形成する。中央部 1 2 4 は、各下部磁気回路 1 2 8 G、1 2 8 D に沿って、上部 1 2 2 のリラクタンスよりも小さい、望ましくはその 10 分の 1 よりも小さい、さらに望ましくはその 100 分の 1 よりも小さい、リラクタンスを有する。

40

## 【 0 0 4 3 】

図 1 に戻って、共振電気回路 1 1 6 はさらに、下部 1 2 0 の中央垂直ブランチ 1 2 0 C の周りに巻き回された第 1 コイル 1 3 0 と第 2 コイル 1 3 2 を備える。コイル 1 3 0、1 3 2 は、それぞれ自己インダクタンス  $L_1$ 、 $L_2$  を有し、互いに接続されてゼロでない相互インダクタンス  $M$  を有し、下記式の結合係数  $k$  で自己インダクタンス  $L_1$ 、 $L_2$  と接続されている：

50

【数 2】

$$k = \frac{M}{\sqrt{L1 \cdot L2}}$$

【0044】

コイル 130、132 は、互いに強く結合され、結合係数  $k$  は 0.9 以上であることが望ましい。より望ましくは 0.95 以上、さらに望ましくは 0.99 以上である。

【0045】

共振電気回路 116 はさらに、上部 122 の中央垂直ブランチ 122C の周りに巻き回された第 3 コイル 134 を備える。 10

【0046】

共振電気回路 116 はさらに、コイル 132、134 と直列接続されたキャパシタンス 136 を備える。

【0047】

コイル 132、134 は直列であるので、単一線によって形成することができる。これにより線終端損失を抑制することができる。

【0048】

電気コンバータ 102 はさらに、交流電流  $i_a$  から出力電圧  $V_s$  を供給するように設計された整流器 138 を備える。 20

【0049】

本例において、整流器 138 はダイオードブリッジ 140 と整流キャパシタンス 142 を備える。ダイオードブリッジ 140 は、コイル 130 の両端に入力として接続され、整流キャパシタンス 142 と電荷部 106 の端子に出力として接続されている。

【0050】

図 3 において、磁気コア 118 とコイル 130、132 の共振電気回路 116 の等価電気回路図を示す。

【0051】

コイル 130、132 は、理想変圧器  $T$  と、理想変圧器  $T$  の一次側の磁化インダクタンス  $L_m$  を形成する。磁化インダクタンス  $L_m$  の値は、エアギャップ  $e_2$  の幅によって規定される。第 3 コイル 134 は、直列インダクタンス  $L_r$  を形成する。直列インダクタンス  $L_r$  の値は、エアギャップ  $e_1$  の幅によって規定される。 30

【0052】

図 4 に、磁気コア 118 の実施形態と、コイル 130、132、134 の巻き付けを示す。

【0053】

図 1 と図 2 において、磁気コア 118 の形状を 3 つの部分 120、122、124 に分けて記載したが、これは磁気コア 118 が必ず 3 つの部品 120、122、124 によって得られるということではない。本例において、磁気コア 118 は 3 つの E 字型機械部品 402、404、406 を組み立てることにより得られる。これら機械部品はそれぞれ横断バーを有し、横断バーから 2 つのサイドバーと中央バーが延伸している。 40

【0054】

部品 402、404 は、互に対向して組み立てられ、サイドバーと中央バーが互いに揃えられている。さらにサイドバーの開放端が接続されている。部品 402、404 のうち少なくとも 1 つの中央バーは、両側のサイドバーよりも短く、これにより部品 402、404 の中央バーは対向する端部を有し、端部は互いに離隔してエアギャップ  $e_2$  を形成する。

【0055】

部品 406 は、部品 404 の横断バーに対向して組み立てられ、サイドバーが部品 404 の横断バーと接続されている。部品 406 の中央バーは周りのサイドバーよりも短く、 50

これにより部品406の中央バーの端部は部品404の横断バーから離れたところで終端して、エアギャップe1を形成する。

【0056】

したがって本例において、磁気コア118の上部122は、部品406とエアギャップe1によって形成される。さらに磁気コア118の中央部124は、部品404の横断バーによって形成される。さらに磁気コア118の下部120は、部品402、部品404のサイドバーと中央バー、およびエアギャップe2によって形成される。

【0057】

エアギャップe1、e2それぞれには、空気を充填するか、または低透磁率の材料を充填することができる(最大比透磁率100未満)。

【0058】

具体的には、エアギャップe1は長さe1を有し、例えば下記式による直列インダクタンスLrが得られるように選択される：

【数3】

$$e1 = N^2 \cdot \mu_0 \cdot Se1 / Lr$$

Nはコイル134の巻き数を表し、 $\mu_0$ は真空透磁率を表し、Se1はブランチ124の断面積を表す。

【0059】

さらにエアギャップe2は、例えば下記式による磁化インダクタンスLmが得られるように選択される：

【数4】

$$e2 = N1^2 \cdot \mu_0 \cdot Se2 / Lm$$

N1はコイル132の巻き数を表し、 $\mu_0$ は真空透磁率を表し、Se2はブランチ120の断面積を表す。

【0060】

さらにコイル130をコイル132の周りに巻き回して、これらの結合を強化することもできる。

【0061】

コイル132は、磁気コア118の下部120と中央部124において磁束302を生成することを意図したものである。コイル134は、磁気コアの上部122と中央部124において磁束304を生成することを意図したものである。

【0062】

磁気コア118の中央部124はリラクタンスが小さいので、磁束302、304はこの中央ブランチにループして戻る。このように、コイル134は磁氣的にコイル130、132から独立しており、これにより、コイル130、132によって形成される変圧器とコイル134によって形成される直列インダクタンスLrは互いに独立して動作する。

【0063】

コイル132、134の巻方向は、磁束302、304が中央部124を反対方向に通過するように選択される。したがって中央部124における磁束306は弱まる。例えばコイル132、134は、同じ方向に巻き回される。

【0064】

コイル130、132、134は、リッツ線で作成することが望ましい。リッツ線により、渦電流損失を抑制することができる。例えば円形導体は銅板などの他のタイプの導体を用いることもできる。

【0065】

10

20

30

40

50

図5は、磁束302、304、306の経時変化の例を示す。磁束306が他の2つの磁束302、304よりも弱いことが理解されるであろう。したがって磁気コア118の中央部124における損失は抑制され、ホットスポットが現れるリスクも抑制される。さらに中央部124の断面積も抑制され、これにより共振電気回路116の小型化を改善できる。さらに、コイル130、132によって形成される変圧器とコイル134は同じ磁気コア(具体的には中央部124)を共有するので、磁気コアが少なくすむ。

【0066】

電気システム100の動作を説明する。

【0067】

電圧生成器108は、入力電圧 $V_e$ を所望周波数にカットすることにより、方形波可変電圧 $V$ を生成する。

【0068】

可変電圧 $V$ は、キャパシタンス136とコイル132、134の端子に印加され、これにより可変電圧 $V$ の周波数で励起される。励起の結果、交流電流 $i_a$ がコイル130に現れる。

【0069】

整流器140は、交流電流 $i_a$ を整流し、電荷部106と整流キャパシタンス142に対して整流電流を提供する。整流キャパシタンス142は出力電圧 $V_s$ を直流に整流する。

【0070】

したがって選択的に、入力電圧 $V_e$ よりも小さいまたは大きい出力電圧 $V_s$ を得ることができる。

【0071】

図6は、磁気コア118の別実施形態を示す。

【0072】

この別実施形態において、磁気コア118はエアギャップを有していない。部品120、122、124は、3つの部品を組み立てることによって作成されている。したがって同じ符号を付した。部品120、122は、例えば粉末金属などの低透磁率の材料(最大比透磁率100未満)から作られており、部品124は高透磁率の材料(最大比透磁率100超、望ましくは1000超)から作られている。

【0073】

図7は、共振電気回路116と整流器138の別実施形態を示す。

【0074】

この別実施形態において、整流器138はセンタータップによってコイル130に接続されている。具体的には、整流キャパシタンス142と電荷部106の他端は、2つのダイオード602、604を介してコイル130の両端に接続されている。これによりコイル130からの電流を通過させることができる。

【0075】

以上説明したように、本発明は磁化インダクタンス $L_m$ と直列インダクタンス $L_r$ を正確かつ信頼性高く生成し、工業製品の要件に準拠することができる。

【0076】

さらに、磁場は磁気コア118からエアギャップ $e_1$ と $e_2$ において外に出る。エアギャップ $e_1$ と $e_2$ は、左右ブランチ120G、122G、120D、122Dによって囲まれた中央ブランチ120C、122Cに形成されているので、この外に出た磁場は磁気コア118の容積内に保持され、したがって周辺の電気部品を阻害するリスクはない。よってEMC(電磁環境両立性)が改善する。

【0077】

さらに、3つのE字型部品(図4)の場合であっても2つのE字型部品と1つのI字型部品(図6)の場合であっても、磁気コア118の形状は非常に容易に製造できるものである。

10

20

30

40

50

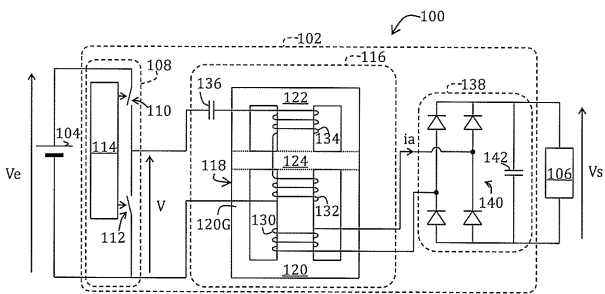
【0078】

本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、特許請求範囲によって定義されるものである。変形が可能であることは当業者にとって明らかであろう。

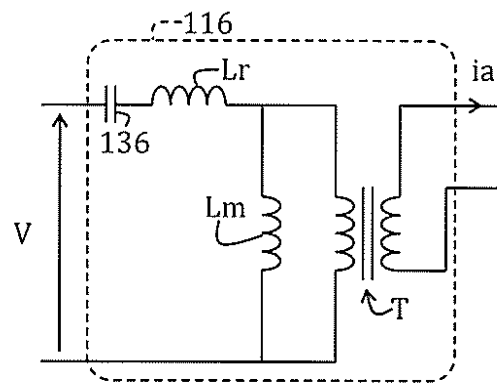
【0079】

さらに、特許請求範囲において用いる用語は、上記実施形態の要素に限定して理解すべきではなく、当業者の一般的知識から想定できる全ての等価物をカバーするものと理解すべきである。

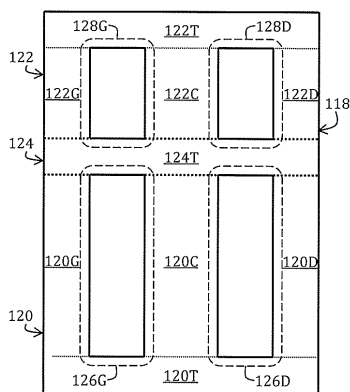
【図1】



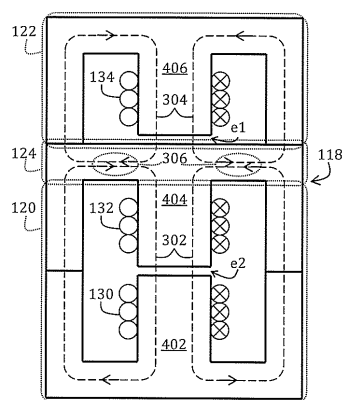
【図3】



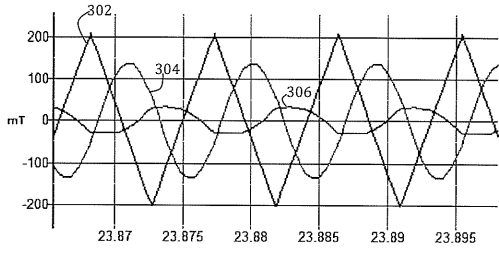
【図2】



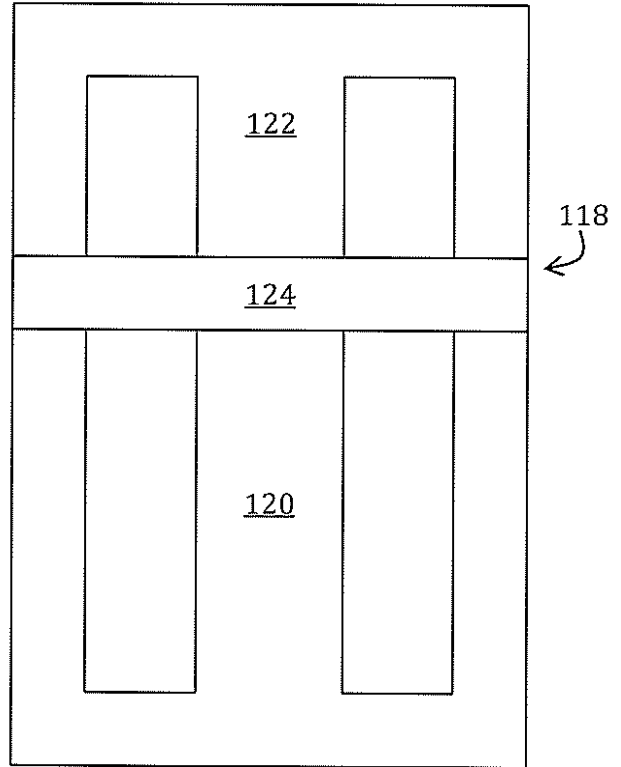
【図4】



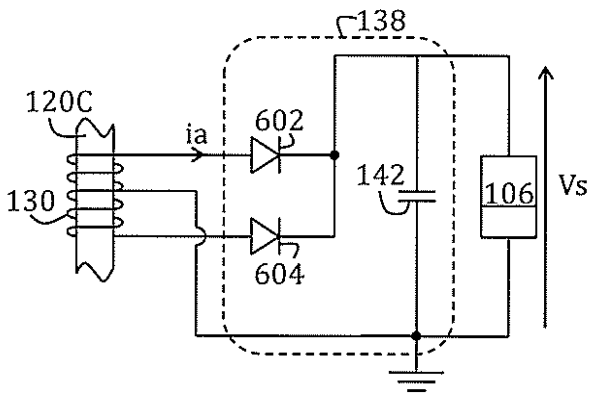
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 F 30/10

C

H 0 1 F 27/24

H

H 0 1 F 27/28

K

【外国語明細書】

2017191936000001.pdf