

(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2008-205466
(P2008-205466A)

(43) 公開日 平成20年9月4日(2008.9.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 F 30/00 (2006.01)	HO 1 F 31/00 A	5 E 0 4 3
HO 1 F 27/28 (2006.01)	HO 1 F 31/00 C	
HO 1 F 27/24 (2006.01)	HO 1 F 27/28 L	
	HO 1 F 27/24 V	
	HO 1 F 27/24 W	
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-33779 (P2008-33779)
 (22) 出願日 平成20年2月14日 (2008.2.14)
 (31) 優先権主張番号 PCT/CN2007/000592
 (32) 優先日 平成19年2月17日 (2007.2.17)
 (33) 優先権主張国 中国 (CN)
 (31) 優先権主張番号 200710070573.1
 (32) 優先日 平成19年8月28日 (2007.8.28)
 (33) 優先権主張国 中国 (CN)
 (31) 優先権主張番号 200710186467.X
 (32) 優先日 平成19年11月16日 (2007.11.16)
 (33) 優先権主張国 中国 (CN)

(71) 出願人 505072650
 浙江大学
 中華人民共和国浙江省杭州市浙大路38号
 (71) 出願人 591083244
 富士電機システムズ株式会社
 東京都品川区大崎一丁目11番2号
 (74) 代理人 100074099
 弁理士 大菅 義之
 (72) 発明者 張艶軍
 中華人民共和国浙江省杭州市浙大路38号
 浙江大学内
 (72) 発明者 徐▲徳▼鴻
 中華人民共和国浙江省杭州市浙大路38号
 浙江大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気部品

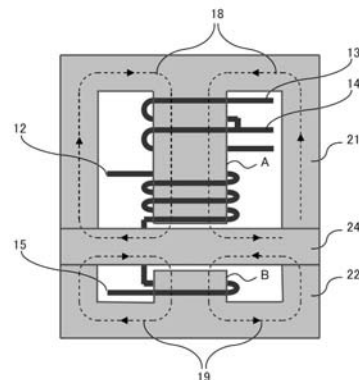
(57) 【要約】

【課題】 多くの巻線を構成する変圧器側は巻線密度が高く、直列コイル側は巻線が疎密になってしまうことから、銅損の増加、コスト高になるという課題があった。

【解決手段】 変圧器を構成する巻線と並列コイルのインダクタンス成分とが捲回された第1の鉄心コアと、直列コイルのインダクタンス成分が捲回された第2の鉄心コアとを有する磁気部品において、第1の鉄心コアと第2の鉄心コアの寸法比を、巻線密度に応じて設定することにより、例えば、適当な巻線の太さで変圧器側の巻線を構成することができ、銅損を低減することができる。

【選択図】 図1

実施例1による磁気部品の構成例を示す図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

変圧器を構成する巻線と並列コイルのインダクタンス成分とが捲回された第 1 の鉄心コアと、直列コイルのインダクタンス成分が捲回された第 2 の鉄心コアとを有する磁気部品において、

前記第 1 の鉄心コアと前記第 2 の鉄心コアの寸法比が、巻線密度に応じて設定されていることを特徴とする磁気部品。

【請求項 2】

前記第 1 の鉄心コアは E 型コアと I 型コアによって形成され、前記第 2 の鉄心コアは別の E 型コアと、前記第 1 の鉄心コアと共有する前記 I 型コアとによって形成されることを特徴とする請求項 1 記載の磁気部品。

10

【請求項 3】

前記第 1 の鉄心コアは E 型コアと I 型コアによって形成され、前記第 2 の鉄心コアは別の E 型コアとによって形成されることを特徴とする請求項 1 記載の磁気部品。

【請求項 4】

前記第 1 の鉄心コアは 1 対の E 型コアによって形成され、前記第 2 の鉄心コアはこの 1 対の E 型コアの片方の E 型コアと、この片方の E 型コアに接続された別の E 型コアとによって形成されることを特徴とする請求項 1 記載の磁気部品。

【請求項 5】

前記別の E 型コアの外形は、一対の E 型コアの一方の E 型コアの外形と同じことを特徴とする請求項 4 記載の磁気部品。

20

【請求項 6】

前記寸法比は鉄心コアの長さであることを特徴とする請求項 1 記載の磁気部品。

【請求項 7】

前記寸法比は鉄心コアの幅であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気部品。

【請求項 8】

前記巻線密度は前記巻線の巻き数であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気部品。

【請求項 9】

前記巻線密度は前記巻線の太さであることを特徴とする請求項 1 記載の磁気部品。

【請求項 10】

前記巻線密度は前記巻線の長さであることを特徴とする請求項 1 記載の磁気部品。

30

【請求項 11】

前記巻線密度は前記巻線の材質であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、変圧器とコイルを集積化する磁気部品に関する。

【背景技術】

【0002】

図 5 に従来技術に基づく回路例を示す。これは、絶縁形の DC-DC コンバータであり、直流電源 1 の電圧を絶縁し、負荷 11 に直流電圧を出力することができる。さらに、コンデンサ 4、直列コイル 5、並列コイル 6 によって共振動作となるため、スイッチング素子 2、3、ダイオード 8、9 はソフトスイッチング動作となり、スイッチング損失が低減される。

40

【0003】

図 5 のコイル 5、6、および変圧器 7 の磁気部品を集積化した例を図 6 に示す。

ここでは、一対の E 型コア（以下“EE コア”という）によって形成させる 3 つの支柱の一つに変圧器 7 の 1 次巻線 12、2 次巻線 13、3 次巻線 14 が巻かれている。このように、変圧器 7 の 1 次巻線 12 と同じ磁束の経路に変圧器 7 の 2 次巻線 13 と 3 次巻線 14 を構成することで、1 次巻線 12 と 2 次巻線 13、3 次巻線 14 は磁気結合し、変圧器 7 が構成できる。ここで、変圧器 7 の 1 次巻線 12 によって並列コイル 6 も同時に形成され、1 次巻線 12 の巻き数とエアギ

50

ギャップ16の長さを変化させることによって、並列コイル6のインダクタンス値を調整することができる。

【0004】

1次巻線12に電圧が印加されることによって発生する磁束は図6に矢印18で示すような経路となる。また、1次巻線12の巻線はコイルの巻線15のように直列に他の支柱にも巻かれ直列のコイル5を形成している。直列コイル5のインダクタンス値も同様にコイルの巻線15の巻き数とエアギャップ17の長さによって調整可能である。

【0005】

ここで、コイルの巻線15に電流が流れることによって発生する磁束は図6に矢印19で示す経路となり、中心部の支柱では変圧器の1次巻線12によって発生する磁束18と逆方向となる。よって、中心部の支柱では磁束は低減され、鉄損が低減される。このような技術を用いることによって、変圧器7、コイル5、6を一つの部品として集積化することができ、小形、低コスト化を図ることができる。

10

【0006】

このような従来構成を示すものとして非特許文献1がある。

また、図7にEEコアの一方のE型コアと他方のE型コアの間にI型コアを挿入することで、図5に示す変圧器7とコイル5、6を集積化する技術を示す。ここでは、2つのE型コア21と22の間にI型コア24を挿入した構成であり、E型コア21の中心部の支柱に変圧器7の1次巻線12、2次巻線13、3次巻線14、E型コア22の中心部の支柱に直列コイル5の巻線15を巻いている。

20

【0007】

図6と同様に、図7においても変圧器7の1次巻線と2次巻線および3次巻線を同じ磁気経路に巻くことによって、磁気結合し、変圧器として動作する。さらに、変圧器の1次巻線12の巻き数とエアギャップ16の長さによって並列コイル6のインダクタンス値を調整することができ、コイルの巻線15の巻き数とエアギャップ17の長さによって直列コイル5のインダクタンス値を調整することができる。変圧器の1次巻線12に電圧を印加することによって生じる磁束は矢印18で示す経路となり、コイルの巻線15に電流が流れることによって生じる磁束は磁束19の経路となる。

【0008】

ここで、I型コア内では、磁束18と磁束19がお互いに打ち消し合うような方向になり、磁束密度は低下し、鉄損も低減される。このような技術を用いることによって、変圧器7、コイル5、6を一つの部品として集積化することができ、小形、低コスト化することができる。

30

【非特許文献1】Bo Yang, Rengang Chen, F.C.Lee, "Integrated Magnetic for LLC Resonant Converter", IEEE APEC 2002, pp. 346-351.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

図6では、二つのE型コアを接続する部分は中心部の支柱のみになり、固定箇所が一箇所となるので、物理的に不安定となる。よって、物理的振動や衝撃によって破損してしまったり、エアギャップの距離が変化して並列コイルや直列コイルのインダクタンス値が変化してしまう可能性が高く、信頼性が低下する。さらに、変圧器を構成するための第1の鉄心コアの巻線スペース（ここでは図6の左側）には1次巻線12、2次巻線13、3次巻線15が形成されるのに対して、直列コイル5を構成するための第2の鉄心コアの巻線スペース（ここでは図6の右側）にはコイルの巻線15のみが構成される。

40

【0010】

通常、変圧器の1次巻線12の巻線は10~30回巻く必要があるのに対して、コイルの巻線15は1~5回程度で良い。よって、多くの巻線を構成する変圧器側は巻線密度が高く、直列コイル5側は巻線が疎密になってしまう。変圧器側の巻線スペースに必要な巻き数を構成させるためには、巻線を細くしなければならず、巻線抵抗が増加し、銅損が増加してし

50

まう。一方、巻線を太くし、銅損を低減させるためには、変圧器側に必要な巻き数を確保できるように巻線スペースを増加（コア形状を大きく）しなければならない、磁気部品が大形化し、コストが高くなってしまふ。

【0011】

図7では、両側の支柱でE型コアとI型コアを接続しているのので、図6と比較して物理的に安定であり、衝撃や振動に対しても強く、信頼性が高い。しかし、図6と同様に変圧器側の巻線密度が高く、直列コイル5側の巻線は疎密となる。よって、多くの巻線を構成する変圧器側は巻線密度が高く、直列コイル5側は巻線が疎密になってしまう。変圧器側の巻線スペースに必要な巻き数を構成させるためには、巻線を細くしなければならない、巻線抵抗が増加し、銅損が増加してしまう。

10

【0012】

一方、巻線を太くし、銅損を低減させるためには、変圧器側に必要な巻き数を確保できるように巻線スペースを増加（コア形状を大きく）しなければならない、磁気部品が大形化し、コストが高くなってしまふ。

【0013】

本発明の課題は、変圧器側の鉄心コアと直列コイル側の鉄心コアの寸法比を、必要な巻線スペースに応じて設定することで、巻線を細くする必要がなくなるので銅損を低減することができ、更に小形化、低コスト化が図れる磁気部品を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は従来技術における上記の課題を解決するためになされたもので、請求項1に記載の発明は、変圧器を構成する巻線と並列コイルのインダクタンス成分とが捲回された第1の鉄心コアと、直列コイルのインダクタンス成分が巻回された第2の鉄心コアとを有する磁気部品において、第1の鉄心コアと第2の鉄心コアの寸法比を、巻線密度に応じて設定することを特徴とする。

20

【0015】

請求項1に記載の発明において、第1の鉄心コアはE型コアとI型コアによって形成され、第2の鉄心コアは別のE型コアと、第1の鉄心コアと共有するI型コアとによって形成されてよい（請求項2に記載の発明）。

【0016】

また、請求項1に記載の発明において、第1の鉄心コアはE型コアとI型コアによって形成され、第2の鉄心コアは別のE型コアとによって形成されてよい（請求項3に記載の発明）。

30

【0017】

更に、請求項1に記載の発明において、第1の鉄心コアは1対のE型コアによって形成され、第2の鉄心コアはこの1対のE型コアの片方のE型コアと、この片方のE型コアに接続された別のE型コアとによって形成されてよく（請求項4に記載の発明）、別のE型コアの外形は、1対のE型コアの一方のE型コアの外形と同じであってもよい（請求項5に記載の発明）。

【0018】

更にまた、請求項1に記載の発明において、寸法比は鉄心コアの長さあるいは鉄心コアの幅（請求項7）であってもよく、巻線密度は巻き線の巻き数（請求項8に記載の発明）、巻き線の太さ（請求項9に記載の発明）、巻き線の長さ（請求項10に記載の発明）あるいは巻き線の材質（請求項11に記載の発明）であってもよい。

40

【発明の効果】

【0019】

本発明により、変圧器側の鉄心コア（第1の鉄心コア）と直列コイル側の鉄心コア（第2の鉄心コア）の寸法比を、巻線密度に応じて設定することができ、巻線を細くする必要がなくなるので銅損を低減することができる。また、直列コイル側の巻線スペースを削減することができるので、磁気部品の磁性体を削減し、小形化、低コスト化が図れる。

50

【発明を実施するための最良の形態】**【0020】**

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

以下に実施例1～4について説明するが、これら各実施例1～4は基本的に、大きな巻線スペースを必要とする変圧器側の巻線スペースを増やし、少ない巻線スペースしか必要としない直列コイル側の巻線スペースを減少させるものである。これにより、適当な巻線の太さで変圧器側の巻線を構成することができ、銅損を低減することができる。さらに、必要な巻線スペースに調整することで、磁性体の材料を削減し、小形化、低コスト化を図ることである。

【0021】

図1に、請求項1または2に対応する実施例1による磁気部品の構成例を示す。

図示の磁気部品は、図7等に示す従来技術と同様、上記変圧器7及びコイル5、6を一つの部品として集積化したものである。

【0022】

尚、図1において、図7に示す磁気部品における各構成要素と略同様の構成要素には同一符号を付してあり、詳しい説明は省略し、以下に簡単に説明する。

図1に示す構成は、図7と同様、EEコアの一方のE型コア21と他方のE型コア22間にI型コア24を挿入して構成で、E型コア21の中心部の支柱Aに変圧器7の1次巻線12、2次巻線13、3次巻線14、E型コア22の中心部の支柱Bに直列コイル5の巻線15を巻いた構成となっている。

【0023】

上記構成は、換言すれば、変圧器7を構成する巻線と並列コイル6のインダクタンス成分とが第1の鉄心コアに捲回され、直列コイル5のインダクタンス成分が第2の鉄心コアに捲回された構成であり、第1の鉄心コアは一方のE型コア21とI型コア24によって形成され、第2の鉄心コアは他方のE型コア22と第1の鉄心コアと共有する上記I型コア24によって形成されているものと言える。

【0024】

上記実施例1の構成では、まず、図7に示す従来技術と同様にE型コア21とE型コア22における両側の支柱の2箇所コアが固定されているので、物理的に強固であり、衝撃や振動に強く、信頼性が高い。

【0025】

そして更に、図1の構成では、第1の鉄心コアの長さ（E型コア21の中心部の支柱Aの長さ）と第2の鉄心コアの長さ（E型コア22の中心部の支柱Bの長さ）との比、すなわち第1の鉄心コアと第2の鉄心コアの寸法比が、巻線密度に応じて設定されている。

【0026】

巻線密度は、例えば巻線の巻き数や巻線径である。ここで、全ての巻線で同じ直径（面積）の線材をもちいるならば、変圧器7側に関しては1次巻線12、2次巻線13、及び3次巻線14の巻き数の合計であり、直列コイル5側に関しては巻線15の巻き数である。仮に、変圧器7側の巻き数が‘100回’、直列コイル5側の巻き数が‘20回’であったならば、この巻線密度の比（5：1）に基づいて、第1の鉄心コアと第2の鉄心コアの寸法比を決定する（例えば一例としては巻線密度の比そのままに5：1等とするが、この例に限らない）。例えば、磁気部品の寸法を図7と略同様にする（少なくとも大型化はしない）ならば、全体の長さ（第1の鉄心コアの長さとの合計の長さ）は、ほぼ決まっているので、上記寸法比に基づいて第1の鉄心コア、第2の鉄心コアの長さを決定できる。尚、巻線径によっても巻線密度が異なる。たとえば、巻線12、15の直径（面積）に対して、巻線13、14の直径（面積）が異なる場合、それらの面積×巻数によって決まる巻線スペースに応じて、第1の鉄心や第2の鉄心の寸法を決定すればよい。たとえば、12、15の巻線径よりも13、14の巻線径が大きい場合、第1の鉄心コアの長さ（幅）を長く、第2の鉄心コアの長さ（幅）を短く設定する。ここで、巻線の直径（面積）は流れる電流値を許容できる、あるいは巻線によって生じる銅損を低減するように決定される。さらに

10

20

30

40

50

、巻線の材質が異なる場合、例えば12,15の巻線の材質と13、14の巻線の材質が異なる場合、それぞれの材質の抵抗率も異なる。よって、電流が流れた時に生じる損失や発熱を許容できるように、あるいは損失を低減できるようにそれぞれの巻線径（面積）に設定し、それに応じた巻線スペース（巻線面積×巻数）の比で第1の鉄心や第2の鉄心の寸法を決定すればよい。

【0027】

尚、上記寸法比は、長さの比に限らず、鉄心コアの幅の比等としてもよい。

すなわち、直列コイル5側の巻線15を構成する巻線スペースを減らし、変圧器と並列コイルの巻線12、13、14を構成するスペースを増やしている。換言すれば、変圧器側の鉄心コア（第1の鉄心コア）と直列コイル側の鉄心コア（第2の鉄心コア）の寸法比を、巻線密度に応じて設定している。これにより、従来技術では、細い巻線でしか構成できなかった変圧器の巻線を太くすることができ、銅損を低減させることができる。勿論、これは、コア形状を大きくすることなく実現できるので、磁気部品が大形化しコストが高くなってしまふという問題も起こらない（小型化・低コスト化が図れる）。

10

【0028】

ここで、変圧器側の巻線スペースを増加させても直列コイル側の巻線スペースを減少させているので、磁気部品は大きくなることはなく、逆に各巻線スペースを最適に調整できるので、小形化できる。さらに、最適調整することによって、磁性体材料を削減することができるので、低コスト化することができる。ただし、変圧器側で発生する磁束18と直列コイル5側で生じる磁束19はお互い打ち消し合う方向になるので、従来技術の利点をそのまま活かした構成となり、さらに損失の低減、小形、低コスト化が図れる。

20

【0029】

図2は、請求項1または3に対応する実施例2における磁気部品の構成例である。図示の磁気部品は、EI型コアにE型コアを接続させた構成となっている。すなわち上記第1の鉄心コアはE型コア21とI型コア24によって形成され、上記第2の鉄心コアは別のE型コア22によって形成される。E型コア22がその両側の支柱の2箇所E型コア21の背面に接続されている。

【0030】

図2の磁気部品の動作や効果は、実施例1の磁気部品と同様である。特に、第1の鉄心コアの長さ/幅（E型コア21の中心部の支柱Aの長さ/幅）と第2の鉄心コアの長さ/幅（E型コア22の中心部の支柱Bの長さ/幅）との比、すなわち第1の鉄心コアと第2の鉄心コアの寸法比が、巻線密度に応じて設定されている。

30

【0031】

図3に請求項1又は4に対応する実施例3における磁気部品の構成例を示す。

ここでは、E型コアを3つ接続した構成であり、実施例1と同等の構成を実現している。すなわち、図3に示す磁気部品は、図示のE型コア21,22,23の3つのE型コアより成り、E型コア21と23とは、これらの両側の支柱同士で接続され（支柱同士が対向する形で接続され）、E型コア22がその両側の支柱の2箇所E型コア23の背面に接続されている。これは、換言すれば、上記第1の鉄心コアは1対のE型コア21,23によって形成され、上記第2の鉄心コアはこの上記1対のE型コアの片方のE型コア23と、この片方のE型コア23に接続された別のE型コア22とによって形成されるものと言える。

40

【0032】

図3の磁気部品の動作や効果は、実施例1の磁気部品と同様である。特に、第1の鉄心コアの長さ/幅（E型コア21及び23の中心部の支柱の長さの合計、または支柱の幅）と第2の鉄心コアの長さ（E型コア22の中心部の支柱の長さ/幅）との比、すなわち第1の鉄心コアと第2の鉄心コアの寸法比が、巻線密度に応じて設定されている。

【0033】

図4に請求項5に対応する実施例4における磁気部品の構成例を示す。

図4では、同一外形寸法のE型コアを3つ使用して構成している。図4の構成は、図3の構成とほぼ同じであるが、3つのE型コア21,22,23の外形寸法が同一である点が異なる。

50

すなわち、図3に示す例では、E型コア22の外形寸法は、他のE型コア21及び23の外形寸法とは異なっている（長さが短くなっている）。これに対して、実施例4では、外形寸法が同一の3つのE型コア21,22,23を用いるようにしている（換言するならば、上記別のE型コア22の外形は、上記一对のE型コア21,23の一方のE型コアの外形と同じであるものと言える）。

【0034】

E型コアを3つ接続した構成の磁気部品において同一外形のE型コアを使用することで、変圧器側の巻線スペースは直列コイル側の巻線スペースの2倍となり、変圧器側の巻線スペースを増加、直列コイル5側の巻線スペースを減少させることができる。よって、実施例1等と同等の効果が得られる。

10

【0035】

さらに、一種類のコアを使って構成できるので、コアを製作するための金型の種類やプロセスを簡略化することができ、製作コストを削減することができる。また、EE型コアを3つ購入して、2つの集積化した磁気部品を製作することができるので、特注品を使うことなく、安価な標準製品で製作できる。

【0036】

なお、上記の実施例において、変圧器側の鉄心コア（第1の鉄心コア）と直列コイル側の鉄心コア（第2の鉄心コア）の寸法比は、鉄心コアの長さの比（E型コアの中心部の支柱の長さの比）であってもよく、あるいは鉄心コアの幅の比（中心部の支柱の幅の比）であってもよい。

20

【0037】

また、巻線密度はインダクタンス調整のための巻き線（巻線12、13、14と、巻線15）の巻き数であってもよく、要求される絶縁耐圧レベルに応じた巻き線の被服厚を考慮した太さや、巻き線の長さ、あるいは巻き線の材質であってもよい。巻き線材質については、硬さや絶縁性によって巻き数、スペースに影響する。

【0038】

本例の磁気部品は、変圧器やコイルを用いる変換回路、例えばDC-DCコンバータに適用の可能性がある。

【図面の簡単な説明】

【0039】

30

【図1】実施例1による磁気部品の構成例を示す図である。

【図2】実施例2による磁気部品の構成例を示す図である。

【図3】実施例3による磁気部品の構成例を示す図である。

【図4】実施例4による磁気部品の構成例を示す図である。

【図5】従来技術に基づく回路例を示す図である。

【図6】図5のコイルおよび変圧器を集積化した磁気部品を示す図である。

【図7】従来技術に基づく磁気部品の他の構成例を示す図である。

【符号の説明】

【0040】

40

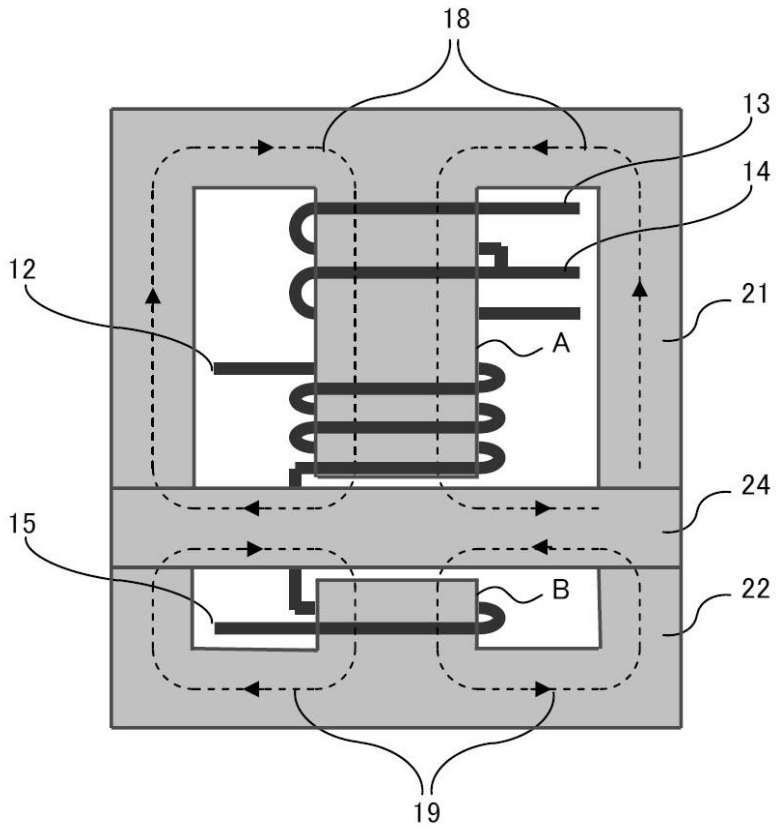
- 1 直流電源
- 2,3 スイッチング素子
- 4,10 コンデンサ
- 5 直列コイル
- 6 並列コイル
- 7 変圧器
- 8,9 ダイオード
- 11 負荷
- 12 変圧器の1次巻線
- 13 変圧器の2次巻線
- 14 変圧器の3次巻線

50

- 15 コイル5の巻線
- 16,17 エアギャップ
- 18,19 磁束
- 21 ~ 23 E型コア
- 24 I型コア

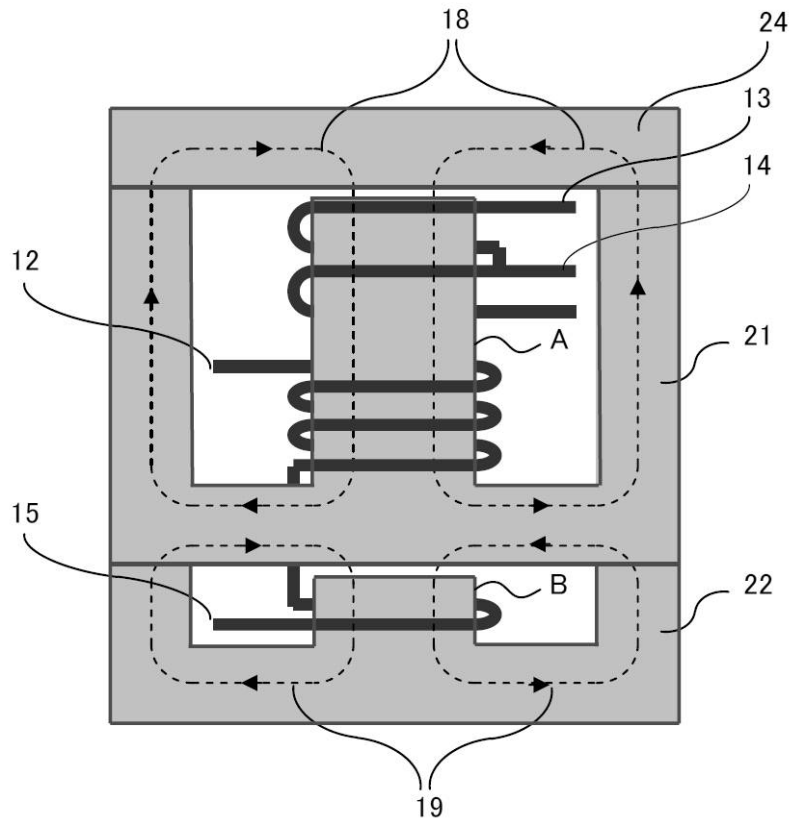
【 図 1 】

実施例1による磁気部品の構成例を示す図



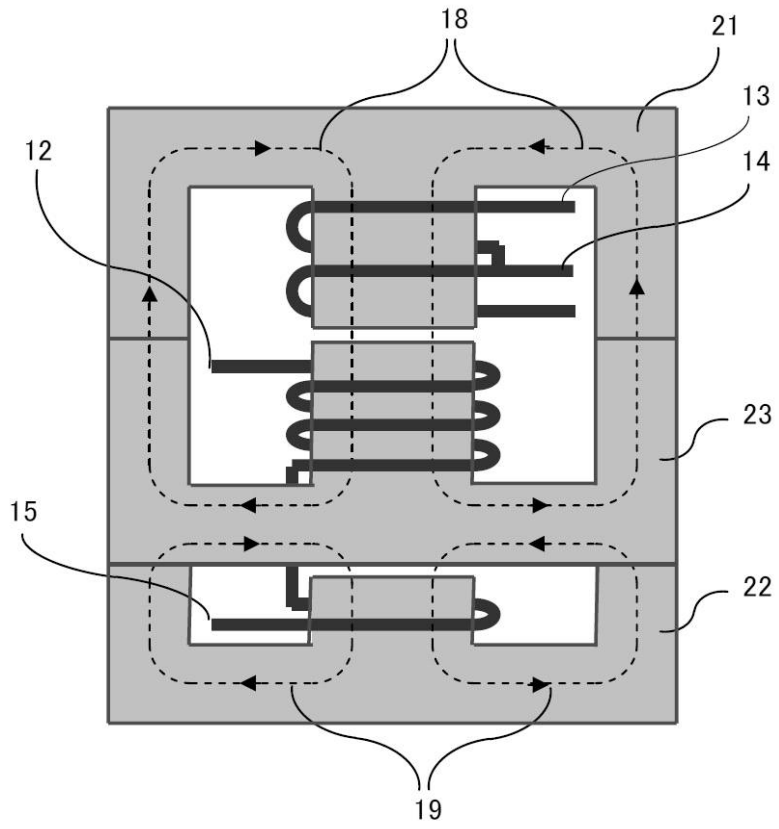
【 図 2 】

実施例2による磁気部品の構成例を示す図



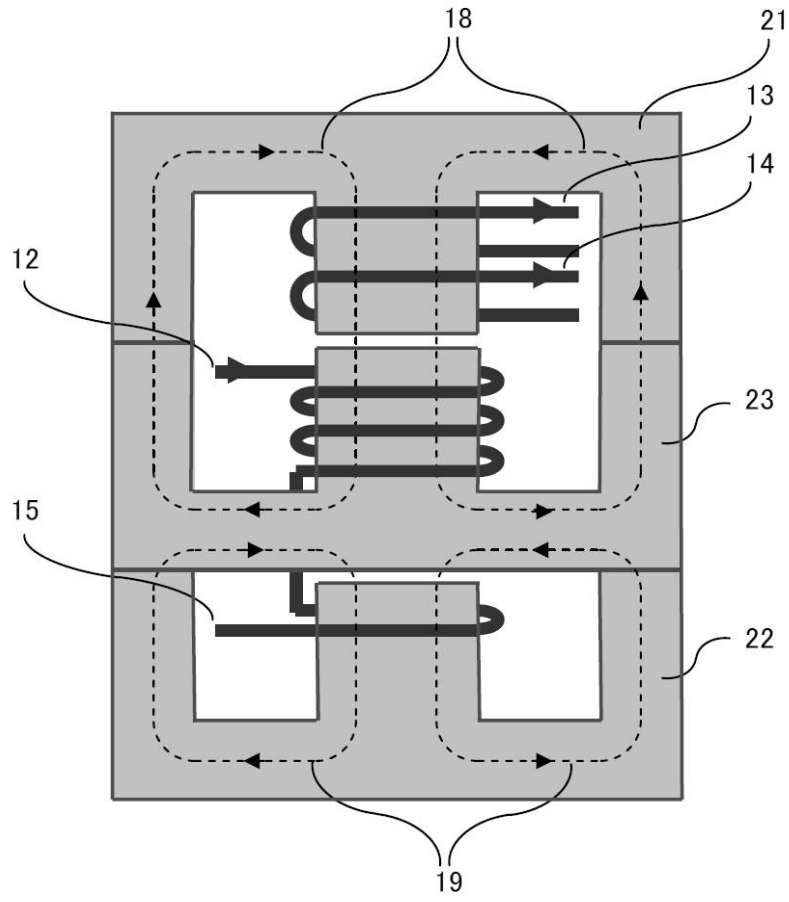
【 図 3 】

実施例3による磁気部品構成例を示す図



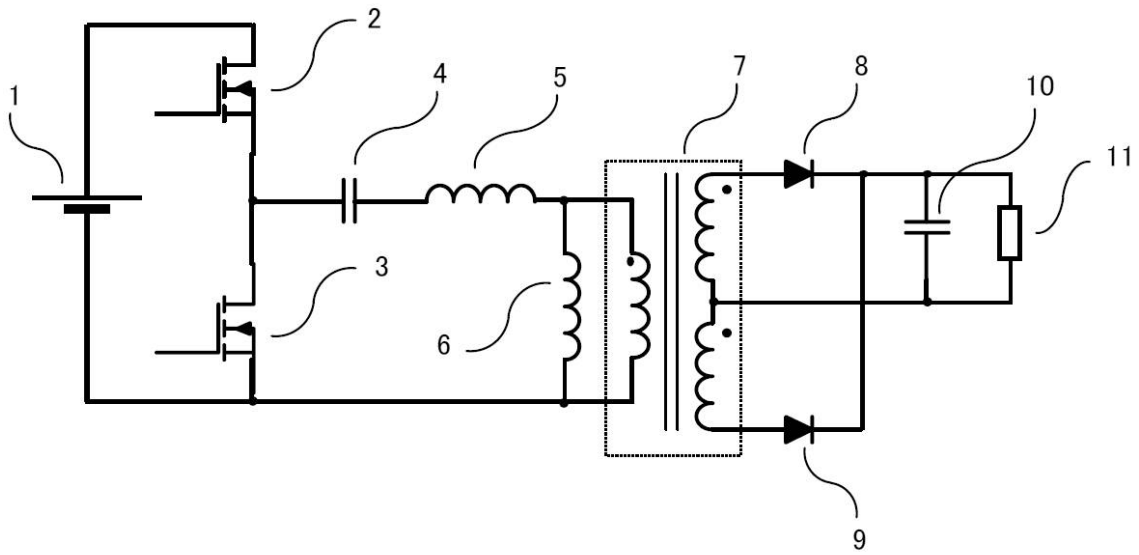
【 図 4 】

実施例4による磁気部品の構成例を示す図



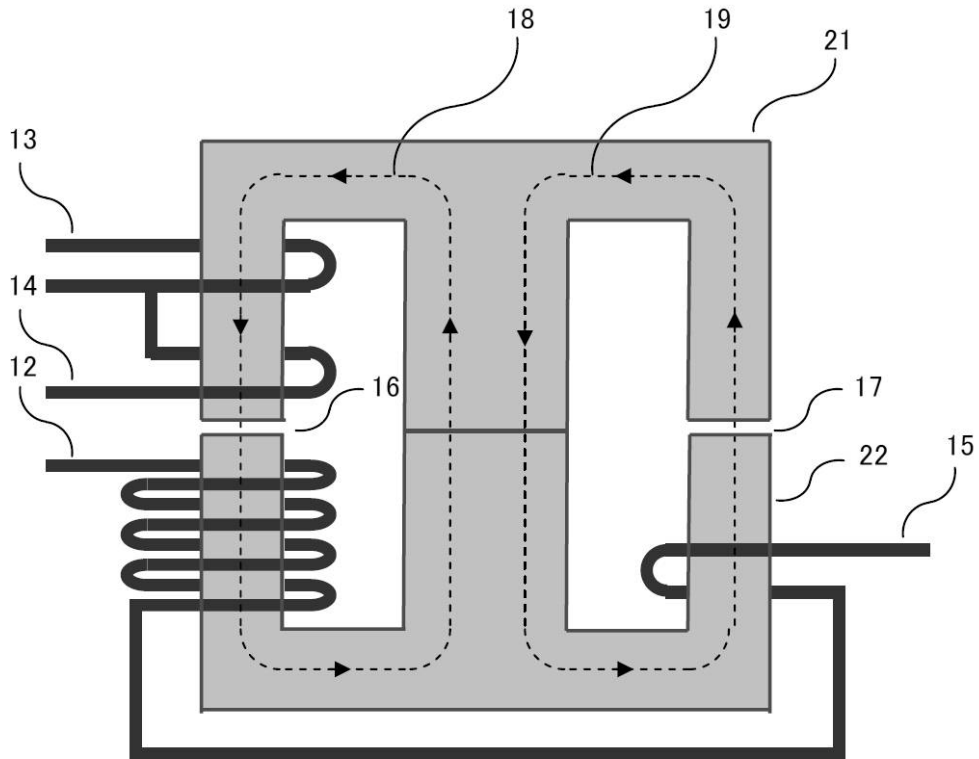
【図5】

従来技術に基づく回路例を示す図



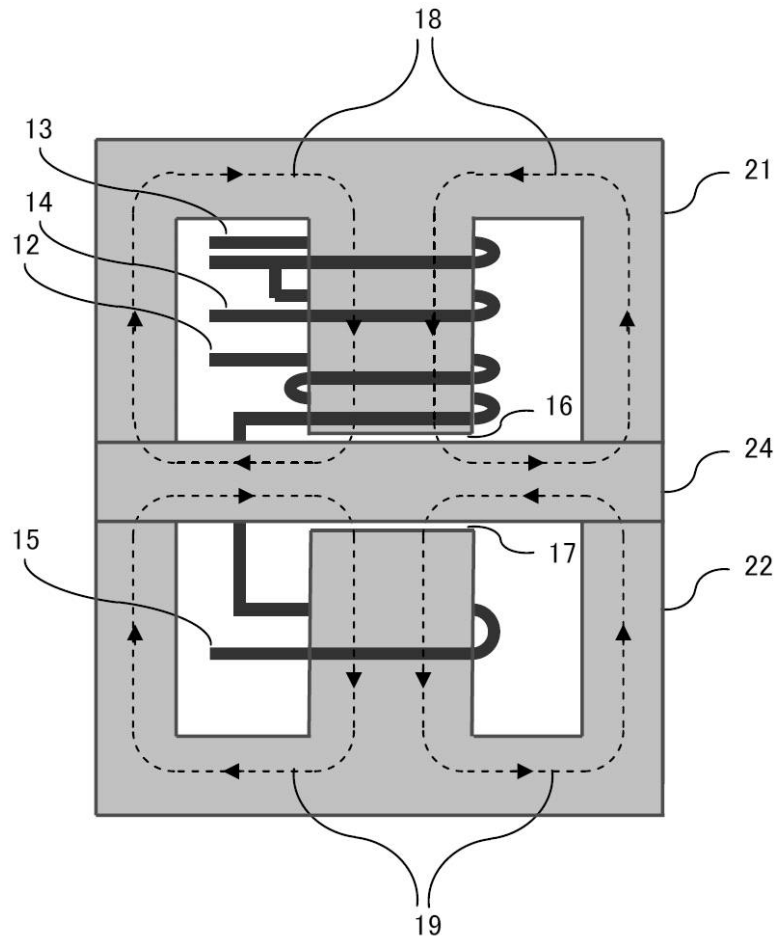
【 図 6 】

図5のコイルおよび変圧器を集積化した磁気部品を示す図



【 図 7 】

従来技術に基づく磁気部品の他の構成例を示す図



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 27/28 Z

(72)発明者 三野 和明
東京都日野市富士町1番地 富士電機アドバンステクノロジー株式会社内

(72)発明者 笹川 清明
東京都日野市富士町1番地 富士電機アドバンステクノロジー株式会社内

Fターム(参考) 5E043 AB01 BA01