

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成21年9月10日(2009.9.10)

【公開番号】特開2009-105465(P2009-105465A)

【公開日】平成21年5月14日(2009.5.14)

【年通号数】公開・登録公報2009-019

【出願番号】特願2009-32110(P2009-32110)

【国際特許分類】

H 0 1 F 27/24 (2006.01)

H 0 1 F 17/04 (2006.01)

H 0 1 F 27/255 (2006.01)

【F I】

H 0 1 F 27/24 E

H 0 1 F 17/04 F

H 0 1 F 27/24 D

【手続補正書】

【提出日】平成21年7月23日(2009.7.23)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

巻回されたコイルと、
このコイルの内周に挿通する芯コアと、
この芯コアの両端側にそれぞれ配設される 2 つの板コアと、
上記 2 つの板コアの間であって上記コイルの外周側に配設される側部コアと、
を備えるコア体とを有する 磁性素子であって、
上記側部コアは、上記コイルの周囲に、上記 2 つの板コアの間に開放部が形成されるように配設される とともに、 上記コイルに面する部分に、上記コイルの一部が収容される凹面部が形成されていることを特徴とする磁性素子。

【請求項 2】

前記コイルの周囲に磁性体入り接着剤を塗布したことを特徴とする請求項 1 に記載の磁性素子。

【請求項 3】

前記芯コア、前記板状コア、前記側部コアの少なくとも 1 のコアを圧粉コアで形成したことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の磁性素子。

【請求項 4】

前記側部コアの断面積は、前記芯コアの断面積の 1 倍以上、5 倍以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の磁性素子。

【請求項 5】

前記 2 つの板コアのいずれか一方の板コアには、前記芯コアおよび前記側部コアが一体的に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の磁性素子。

【請求項 6】

前記芯コアは、2 つ形成され、前記側部コアを間に挟んで配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の磁性素子。

【請求項 7】

前記側部コアの断面積は、前記２つの芯コアの断面積の合計に対して１倍以上、５倍以下であることを特徴とする請求項６に記載の磁性素子。

【請求項８】

前記芯コアと前記側部コアは、それぞれ２つずつ設けられ、
上記２つの芯コアは、間隔を空けて２箇所に設けられ、
上記２つの側部コアは、上記２つの芯コアが配設される方向であって、上記２つの芯コアの両側にそれぞれ配設されていることを特徴とする請求項１に記載の磁性素子。

【請求項９】

前記芯コアと前記側部コアは、それぞれ２つずつ設けられ、
上記２つの側部コアは、間隔を空けて２箇所に設けられ、
上記２つの芯コアは、上記２つの側部コアの間に、上記２つの側部コアが配設される方向に対して交差する方向に配置されていることを特徴とする請求項１に記載の磁性素子。

【請求項１０】

前記芯コア、前記板コア、前記側部コアのうち少なくとも１つのコアについては、他のコアに比べて磁気飽和密度の高い材料で形成したことを特徴とする請求項１乃至９に記載の磁性素子。

【手続補正２】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】磁性素子

【技術分野】

【０００１】

本発明は、磁性素子に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

従来、巻軸にコイルを巻回した円形のドラムコアの周囲に、矩形あるいは円筒形状のリングコアを配置する構造の磁性素子が、多数知られている（例えば、特許文献１参照）。しかし、上記の構造の磁性素子では、ドラムコアの周囲をリングコアで囲んでいるため、端子とコイルとを接続させる際に、ドラムコアの巻軸に巻回されているコイルの端部を端子側に引き出しにくいという問題がある。

【０００３】

この問題を解決する構成として、円柱状のコアに巻回されたコイルを挟んで、巻き軸方向の両側と、巻き軸方向に直交する方向の両側との４方向に板状コアを配設し、上記の板状コアが備えられる４方向に直交する方向を開放し、この開放している箇所からコイルの端部を引き出す構成が、特許文献２に開示されている。

【０００４】

図１１は、特許文献２の磁性素子５００の構成を示す分解斜視図である。この磁性素子５００は、上側の第１コア５０１と下側の第２コア５０２と２個のコイル５０３、５０４とから構成されている。

【０００５】

図１１（Ａ）に示す第１コア５０１は、平板部５０１ａと、この平板部５０１ａの対向する一対の短辺及びその中間に立設される３個の板状の側脚５０１ｂ、５０１ｂ、５０１ｂと、隣り合う側脚５０１ｂ、５０１ｂに囲まれている２箇所の凹部５０１ｃ、５０１ｃ夫々の中央に立設される円柱状の中央脚５０１ｄ、５０１ｄとを備えている。また、側脚５０１ｂが設けられていない対向する一対の長辺は、４箇所の開口部５０１ｅ、５０１ｅ、５０１ｅ、５０１ｅとなっている。

【０００６】

図 1 1 (B) に示す 2 個のコイル 5 0 3 , 5 0 4 夫々は、絶縁被膜処理された平角導線を巻回してなるエッジワイズコイルである。コイル 5 0 3 , 5 0 4 のその巻き始めと巻き終わりとは、絶縁被膜が剥がされ、はんだめっきされて、更に L 字状に変形されて、電氣的に接続する端子である端部 5 0 3 a , 5 0 4 a となっている。

【 0 0 0 7 】

図 1 1 (C) に示す第 2 コア 5 0 2 は、第 1 コア 5 0 1 の短辺と長辺とそれぞれ略同じ長さの短辺と長辺を有する矩形の平板状を呈している。

【 0 0 0 8 】

各コイル 5 0 3 , 5 0 4 は、中央の空間 5 0 3 b , 5 0 4 b を各中央脚 5 0 1 d , 5 0 1 d に嵌挿された態様で、第 1 コア 5 0 1 の各凹部 5 0 1 c , 5 0 1 c に収容される。そして、第 1 コア 5 0 1 の各凹部 5 0 1 c , 5 0 1 c に、各コイル 5 0 3 , 5 0 4 が収容された状態で、第 2 コア 5 0 2 と第 1 コア 5 0 1 とを突き合わせ、凹部 5 0 1 c , 5 0 1 c を第 2 コア 5 0 2 により閉鎖する。

【 0 0 0 9 】

したがって、各コイル 5 0 3 , 5 0 4 の巻き軸方向の両側に、第 1 コア 5 0 1 の平板部 5 0 1 a と第 2 コア 5 0 2 が配設される。そして、コイル 5 0 3 の巻き軸と直交する方向には、コイル 5 0 3 を挟んで、側脚 5 0 1 b , 5 0 1 b が配設され、また、コイル 5 0 4 の巻き軸と直交する方向にも、コイル 5 0 4 を挟んで、側脚 5 0 1 b , 5 0 1 b が配設される。すなわち、コイル 5 0 3 の 4 方向には、第 1 コア 5 0 1 の平板部 5 0 1 a 、第 2 コア 5 0 2 、側脚 5 0 1 b および 5 0 1 b によって閉磁路が形成される。また、コイル 5 0 4 の 4 方向にも、第 1 コア 5 0 1 の平板部 5 0 1 a と第 2 コア 5 0 2 、側脚 5 0 1 b および 5 0 1 b によって閉磁路が形成される。

【 0 0 1 0 】

一方、コイル 5 0 3 が収容される凹部 5 0 1 c には、開口部 5 0 1 e , 5 0 1 e が形成され、また、コイル 5 0 4 が収容される凹部 5 0 1 c にも、開口部 5 0 1 e , 5 0 1 e が形成されている。そのため、この開口部 5 0 1 e , 5 0 1 e , 5 0 1 e , 5 0 1 e から、各コイル 5 0 3 , 5 0 4 の端部 5 0 3 a , 5 0 4 a を、容易に引き出すことができる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 1 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 6 - 7 3 8 4 7 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 4 - 1 1 1 7 5 4 号公報 (図 2 等参照)

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 2 】

しかし、特許文献 2 に開示される構造の磁性素子では、側脚 5 0 1 b , 5 0 1 b , 5 0 1 b が板状であるため、側脚 5 0 1 b の断面積が小さく、磁気飽和が起き易いという問題がある。

【 0 0 1 3 】

側脚 5 0 1 b , 5 0 1 b , 5 0 1 b の厚さを厚くして、断面積を大きくする構成とした場合に、磁気素子 5 0 0 の実装面積を大きくしないようにするためには、コイル 5 0 3 , 5 0 4 の側に向けて側脚 5 0 1 b , 5 0 1 b , 5 0 1 b の厚さを厚くする必要がある。このようにした場合には、側脚 5 0 1 b , 5 0 1 b , 5 0 1 b と中央脚 5 0 1 d , 5 0 1 d との間の間隔が狭くなり、コイル 5 0 3 , 5 0 4 の巻き数を増やすことが制限され、インダクタンス値を十分に大きくすることができないという問題が生じる。また、該間隔が狭くなると、コイル 5 0 3 , 5 0 4 の巻き数を増やそうとしたときに、巻線の太さを細くする必要があり、低 D C R 化 (直流抵抗低減) が図れないという問題も生じる。逆に、コイル 5 0 3 , 5 0 4 の側と反対側に向けて側脚 5 0 1 b , 5 0 1 b , 5 0 1 b の厚さを厚くすると、磁気素子 5 0 0 が大型化してしまうという問題がある。

【 0 0 1 4 】

そこで、本発明は、上記のような問題を解消するため、コア体からコイルの端部を取り出し易く、小型で、かつ、磁気飽和を起し難い磁性素子を提供することを目的とする。また、コイルの巻き数の制限を緩和し、大きなインダクタンス値を得ることができ、あるいは、巻き数を増やした場合でも、使用する巻線の太さの制限を緩和し、低DCR化が図られる磁性素子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】

【0015】

上述の目的を達成するため、本発明の磁性素子は、巻回されたコイルと、このコイルの内周に挿通する芯コアと、この芯コアの両端側にそれぞれ配設される2つの板コアと、2つの板コアの間であってコイルの外周側に配設される側部コアとを備えるコア体とを有し、側部コアは、コイルの周囲に、2つの板コアの間に開放部が形成されるように配設されるとともに、コイルに面する部分に、コイルの一部が収容される凹面部が形成されている。

【0016】

磁性素子をこのように構成することにより、開放部から、容易に、コイルの端部をコア体の外部に引き出すことができる。また、側部コアのコイルに面する部分に、コイルの一部が収容される凹面部に形成することによって、磁性素子が大型化しないように、しかも、側部コアの断面積を大きくすることができ、磁気飽和を起し難くすることができる。また、芯コアと側部コアとの間の間隔を確保することができるため、巻き数の制限が緩和され、大きなインダクタンス値を得ることができる。あるいは、巻き数を増やした場合でも、使用する巻線の太さの制限が緩和され、低DCR化を図ることができる。

【0017】

また、他の発明は、上記発明に加え、コイルの周囲に磁性体入り接着剤を塗布するようにしている。

【0018】

磁性素子をこのように構成することにより、コイルの周囲が磁性体入り接着剤により覆われるため、漏れ磁束を減らすことができる。

【0019】

また、他の発明は、上記発明に加え、芯コア、板状コア、側部コアの少なくとも1のコアを圧粉コアで形成するようにしている。

【0020】

磁性素子をこのように構成することにより、飽和磁束密度を大きくすることができるので、磁性素子の小型化をさらに図ることができる。

【0021】

また、他の発明は、上記発明に加え、側部コアの断面積は、芯コアの断面積の1倍以上、5倍以下であることとする。

【0022】

また、他の発明は、上記発明に加え、2つの板コアのいずれか一方の板コアには、芯コアおよび側部コアが一体的に形成されていることとする。

【0023】

また、他の発明は、上記発明に加え、芯コアは、2つ形成され、側部コアを間に挟んで配置されていることとする。

【0024】

また、他の発明は、上記発明に加え、側部コアの断面積は、2つの芯コアの断面積の合計に対して1倍以上、5倍以下であることとする。

【0025】

また、他の発明は、上記発明に加え、芯コアと側部コアは、それぞれ2つずつ設けられ、2つの芯コアは、間隔を空けて2箇所設けられ、2つの側部コアは、2つの芯コアが配設される方向であって、2つの芯コアの両側にそれぞれ配設されていることとする。

【0026】

また、他の発明は、上記発明に加え、芯コアと側部コアは、それぞれ２つずつ設けられ、２つの側部コアは、間隔を空けて２箇所に設けられ、２つの芯コアは、２の側部コアの間に、２つの側部コアが配設される方向に対して交差する方向に配置されていることとする。

【００２７】

また、他の発明は、上記発明に加え、芯コア、板コア、側部コアのうち少なくとも１つのコアについては、他のコアに比べて磁気飽和密度の高い材料で形成することとする。

【発明の効果】

【００２８】

本発明によれば、コア体からコイルの端部を取り出し易く、小型で、かつ、磁気飽和を起こし難い磁性素子を得ることができる。また、コイルの巻き数の制限を緩和し、大きなインダクタンス値を得ることができ、あるいは、巻き数を増やした場合でも、使用する巻線の太さの制限を緩和し、低ＤＣＲ化を図ることができる磁性素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【００２９】

【図１】本発明の第１の実施形態に係るインダクタンス素子の斜視図である。

【図２】図１に示すインダクタンス素子の分解斜視図である。

【図３】図１に示すインダクタンス素子における板コアの縁部とコイルとの間のデッドスペースを示す、板コアを上方から見た図である。

【図４】図１に示すコア体において、一方の板コアに芯コアのみを設け、他方の板コアに側部コアを設ける構成とした図である。

【図５】本発明の第２の実施形態に係るインダクタンス素子の斜視図である。

【図６】図５に示すインダクタンス素子の分解斜視図である。

【図７】本発明の第３の実施形態に係るインダクタンス素子の斜視図である。

【図８】図７に示すインダクタンス素子の分解斜視図である。

【図９】本発明の第４の実施形態に係るインダクタンス素子の斜視図である。

【図１０】図９に示すインダクタンス素子の分解斜視図である。

【図１１】従来技術の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００３０】

以下、本発明を実施するための最良の形態について図面を参照して説明するが、本発明は、以下の形態に限定されるものではない。

【００３１】

（第１の実施の形態）

まず、本発明に係る磁性素子の第１の実施の形態について説明する。

【００３２】

図１は、本発明の第１の実施の形態に係る磁性素子の斜視図である。また、図２は、本発明の第１の実施の形態に係る磁性素子の分解斜視図である。

【００３３】

磁性素子としてのインダクタンス素子１００は、コア体１０１とコイル１０２を有している。コア体１０１は、板コア１０３、１０４、芯コア１０５および側部コア１０６を有している。板コア１０３、１０４は、全体として、芯コア１０５の長さ方向に薄い扁平した直方体を呈し、ともに略同一形状となっている。

【００３４】

以下の説明において、板コア１０４の短辺側面１０４ａから短辺側面１０４ｂに向かう方向を前方（前側）、その反対方向を後方（後側）とし、後方から前方を見て、右手方向を右方（右側）、左手方向を左方（左側）として説明を行う。また、板コア１０４に対して、板コア１０３が配設される方向を上方（上側）、その反対方向を下方（下側）として説明する。すなわち、図中、Ｘ方向が前方であり、Ｙ方向が左方、そしてＺ方向が上方である。

【 0 0 3 5 】

芯コア 1 0 5 は、長さ方向を上下方向に向ける円柱体である。

【 0 0 3 6 】

側部コア 1 0 6 は、板コア 1 0 4 の左右および前後方向に沿う面、すなわち X - Y 平面に沿う面における断面の形状が略鞍形の柱状体である。すなわち、側部コア 1 0 6 の後側面 1 0 6 a、左右の側面 1 0 6 b, 1 0 6 c および上端面 1 0 6 d は、共に平面であり、前側面 1 0 6 f には、内側（後方）に向けて円弧状に湾曲した凹面部 1 0 6 g が形成されている。なお、側部コア 1 0 6 は柱状体であり、断面の形状は、板コア 1 0 4 との接合部分 1 0 6 e から上端面 1 0 6 d に亘って同一形状となっている。

【 0 0 3 7 】

板コア 1 0 4、芯コア 1 0 5 および側部コア 1 0 6 は、フェライト等の磁性粉体を焼結等することにより一体化されている。芯コア 1 0 5 と側部コア 1 0 6 は、板コア 1 0 4 の上側の幅広面 1 0 4 c に、上方に向けて立脚して設けられている。芯コア 1 0 5 は、板コア 1 0 4 の幅広面 1 0 4 c の略中央の位置に配設されている。

【 0 0 3 8 】

側部コア 1 0 6 は、芯コア 1 0 5 の後方に配設されている。後側面 1 0 6 a が、板コア 1 0 4 の短辺側面 1 0 4 a と面一となるように配設されている。また、側部コア 1 0 6 の左右方向の幅は、板コア 1 0 4 の左右方向の幅と同一であり、側部コア 1 0 6 の左右の側面 1 0 6 b, 1 0 6 c は、それぞれ、板コア 1 0 4 の左右の長辺側面 1 0 4 d, 1 0 4 e に対して面一となるように配設されている。

【 0 0 3 9 】

コイル 1 0 2 は、銅線を円筒状に巻回して構成した巻線コイルであり、その内周には中空部 1 0 2 a が形成されている。そして、コイル 1 0 2 は、その中空部 1 0 2 a を芯コア 1 0 5 に挿通させて、板コア 1 0 4 に載置されている。

【 0 0 4 0 】

なお、芯コア 1 0 5 と側部コア 1 0 6 とは、コイル 1 0 2 を、芯コア 1 0 5 に挿通したときに、側部コア 1 0 6 とコイル 1 0 2 が干渉しない間隔を確保できる位置に、それぞれ配設されている。

【 0 0 4 1 】

芯コア 1 0 5 にコイル 1 0 2 を挿入した後、板コア 1 0 3 の幅広面 1 0 3 a を、芯コア 1 0 5 の上端面 1 0 5 a と側部コア 1 0 6 の上端面 1 0 6 d に対して突き合わせ、突き合わせた面を、接着剤により接着固定することで、板コア 1 0 3, 1 0 4、芯コア 1 0 5 および側部コア 1 0 6 とを一体化し、コア体 1 0 1 とする。

【 0 0 4 2 】

したがって、コア体 1 0 1 には、コイル 1 0 2 に電流を流したときに、芯コア 1 0 5、板コア 1 0 3、側部コア 1 0 6、板コア 1 0 4、および芯コア 1 0 5 を通る磁界（磁束 A）が発生する。すなわち、芯コア 1 0 5、板コア 1 0 3、側部コア 1 0 6、板コア 1 0 4、および芯コア 1 0 5 は、閉磁路となる。なお、磁束の向きは、コイル 1 0 2 に流れる電流の向きによって変化する。

【 0 0 4 3 】

コア体 1 0 1 は、側部コア 1 0 6 が、芯コア 1 0 5 の後方となる板コア 1 0 4 の短辺側面 1 0 4 a 側に設けられているため、芯コア 1 0 5 の前方および左右方向に、板コア 1 0 3 と板コア 1 0 4 との間に開放部 1 0 7 が形成されることになる。そのため、コイル 1 0 2 の端部を、開放部 1 0 7 からコア体 1 0 1 の外部に、容易に取り出すことができる。

【 0 0 4 4 】

ところで、コイル 1 0 2 が載置される板コア 1 0 4 の幅広面 1 0 4 c の左右方向の縁部 1 0 4 f, 1 0 4 g は直線であるのに対し、コイル 1 0 2 の外周面は円筒面である。したがって、コイル 1 0 2 の後側の左右の側面と縁部 1 0 4 f, 1 0 4 g との間に、図 3 に点線で示すように、斜辺が円弧状の略三角形のスペース 1 0 8 がデッドスペースとして形成される。なお、図 3 は、板コア 1 0 4 を上方から見た図であり、説明の便宜上、側部コア

106を省略して描かれている。

【0045】

前側面106fに形成される凹面部106gは、コイル102の外周面102bの形状に対応させて、外周面102bより小さな曲率の同心円の円弧状に凹んだ曲面である。すなわち、側部コア106は、左右方向の中央側から側面106b, 106cの側に向かうに従って、スペース108に延設される形状となっており、凹面部106gに、コイル102の一部が収容されるようになっている。そのため、側部コア106は、コイル102に干渉することなく、断面積、すなわち上端面106dの面積を大きくとることができる。

【0046】

したがって、板コア103から側部コア106を通して板コア104に抜ける磁束Aの磁気飽和を起き難くすることができる。例えば、側部コア106の前側面106fに凹面部106gを形成することなく、前側面106fを平面とし、側部コア106を直方体としたときには、側部コア106の断面積を大きくしようとすると、側部コア106の前後方向の厚さが全体的に厚くなり、コイル102を配置するためのスペース（いわゆる巻枠）が減少してしまう。

【0047】

これに対し、コイル102と対向する面である前側面106fに、コイル102の外周面102bの面形状に合わせて凹んだ凹面部106gを形成することで、巻枠を減らさずに、側部コア106の断面積を大きくすることができる。言い換えれば、コイル102の大きさを小さくすることなく、側部コア106の断面積を大きくすることができる。また、芯コア105と側部コア106との間の間隔を確保することができるため、コイル102の巻き数を増やすことができ、大きなインダクタンス値を得ることができる。あるいは、巻き数を増やした場合でも、コイル102の巻線を太くすることができ、低DCR化を図ることができる。

【0048】

また、側部コア106の断面積を大きくしても、側部コア106は、デッドスペースであるスペース108に延設されるため、インダクタンス素子100の実装面積を大きくすることはない。すなわち、インダクタンス素子100においては、板コア103, 104の幅広面103a, 104cの面積が実装面積となる。側部コア106をスペース108に延設することで、側部コア106の断面積を大きくしているので、板コア103, 104の幅広面103a, 104cの面積が広がることはない。

【0049】

側部コア106の断面積（上端面106d） S_1 は、芯コア105の断面積、すなわち上端面105aの面積 S_2 に対して、 $S_2 \leq S_1 \leq 5 \times S_2$ とすることで、側部コア106における磁気飽和の発生を効果的に起き難くすることができる。

【0050】

また、板コア103, 104の上下方向の断面の断面積 S_3 を、芯コア105の断面積の面積 S_2 に対して、 $S_2 \leq S_3 \leq 5 \times S_2$ とすることで、板コア103, 104内における磁気飽和の発生についても効果的に起き難くすることができる。

【0051】

さらに、芯コア105の上下方向の高さを側部コア106の上下方向の高さよりやや短くし（例えば、1mm短くし）、板コア103を側部コア106の上端面106dに接着し、板コア103を側部コア106だけに支持させ、芯コア105の上端面105aと幅広面103aとの間に、磁気ギャップとしての空隙を形成するようにしてもよい。このように芯コア105の上端面105aと板コア103との間に磁気ギャップを形成することで、インダクタンス素子100の直流重畳特性を向上させることができる。なお、芯コア105の上端面105aと幅広面103aとの間の磁気ギャップは、非磁性の絶縁テープを挟むことにより形成する、いわゆるスペーサーギャップとしてもよい。

【0052】

なお、側部コア１０６の側の上下方向の高さを芯コア１０５の上下方向の高さよりやや短くし、板コア１０３を芯コア１０５の上端面１０５aに接着し、板コア１０３を芯コア１０５だけに支持させ、側部コア１０６の上端面１０６dと幅広面１０３aとの間に、磁気ギャップとしての空隙を形成するようにしてもよい。側部コア１０６の上端面１０６dと幅広面１０３aとの間の磁気ギャップは、スパーサーギャップとしてもよい。

【００５３】

図１および図２に示す構成においては、芯コア１０５と側部コア１０６の両方を、一方の板コア１０４に設けているが、図４に示すように、板コア１０４には、芯コア１０５のみを設け、側部コア１０６を他方の板コア１０３に設ける構成としてもよい。この場合には、板コア１０４と芯コア１０５をフェライト等の磁性粉体を焼結等することにより一体化し、また、側部コア１０６と板コア１０３についてもフェライト等の磁性粉体を焼結等することにより一体化する。

【００５４】

次に、芯コア１０５の上端面１０５aと板コア１０３とを接着剤で接着し、また、側部コア１０６の下端面（図１、図２において、板コア１０４との接合部分１０６eとなっている面に相当する面）と板コア１０４とについても接着剤で接着することでコア体１０１とする。このように、板コア１０４に芯コア１０５のみを設ける構成とすると、芯コア１０５の周りに障害物がないため、芯コア１０５に直接、巻線機により銅線を巻回することができる。

【００５５】

なお、このように、板コア１０４に芯コア１０５のみを設け、また、側部コア１０６を板コア１０３の側に設ける構成とした場合にも、芯コア１０５と側部コア１０６の高さに差を設けることにより、芯コア１０５の上端面１０５aと板コア１０３との間、あるいは側部コア１０６の下端面と板コア１０４との間に、磁気ギャップとしての空隙を形成することができる。芯コア１０５の上端面１０５aと板コア１０３との間、あるいは側部コア１０６の下端面と板コア１０４との間の磁気ギャップは、スパーサーギャップとしてもよい。

【００５６】

また、図１および図２、または図４に示す構成においては、芯コア１０５および側部コア１０６を、いずれかの板コア１０３，１０４に一体成型する例を示しているが、芯コア１０５、板コア１０３，１０４および側部コア１０６をそれぞれ別々に形成するようにしてもよい。この場合には、芯コア１０５、板コア１０３，１０４および側部コア１０６をそれぞれ互いに接着剤により接着することで、全体として一体化させ、コア体１０１として構成することになる。この場合にも、芯コア１０５と側部コア１０６の高さに差を設けることにより、芯コア１０５の一端面と板コア１０３，１０４のいずれか一方との間、あるいは側部コア１０６の一端面と板コア１０３，１０４のいずれか一方との間に、磁気ギャップとしての空隙を形成することができる。該磁気ギャップは、スパーサーギャップとしてもよい。

【００５７】

また、コア体１０１を構成する各コア、すなわち、板コア１０３，１０４、芯コア１０５、側部コア１０６のうち、少なくとも１つのコアを、パーマロイ粉、センダスト等の粉末を圧縮成型して形成した、いわゆる圧粉コアを用いる構成としてもよい。コア体１０１の圧粉コアの部分においては、飽和磁束密度を大きくすることができるため、インダクタンス素子１００の小型化を図ることができる。

【００５８】

特に、板コア１０３，１０４を圧粉コアにより形成すると、板コア１０３，１０４の断面積Ｓ３を小さくすることができ、板コア１０３，１０４の厚さを薄くすることができる。したがって、インダクタンス素子１００の上下方向の高さを低くすることができる。

【００５９】

（第２の実施の形態）

次に、本発明に係る磁性素子の第２の実施の形態について説明する。

【００６０】

図５は、本発明の第２の実施の形態に係る磁性素子の斜視図である。また、図６は、本発明の第２の実施の形態に係る磁性素子の分解斜視図である。以下の説明において、図１から図３と同様に、図中、Ｘ方向を前方（前側）とし、Ｙ方向を左方（左側）とし、そしてＺ方向を上方（上側）として説明を行う。

【００６１】

磁性素子としてのインダクタンス素子２００は、コア体２０１と２つのコイル２０２，２０３を有している。コア体２０１は、板コア２０４，２０５、芯コア２０６，２０７および側部コア２０８を有している。板コア２０４，２０５は、全体として上下方向に扁平した直方体を呈し、ともに略同一形状である。芯コア２０６，２０７は、長さ方向を上下方向に向ける円柱体であり、共に略同一形状となっている。

【００６２】

側部コア２０８は、Ｘ－Ｙ平面に沿う面における断面の形状が略分銅形の柱状体である。すなわち、側部コア２０８は、左右の側面２０８ａ，２０８ｂおよび上端面２０８ｃは平面であり、前後の側面２０８ｅ，２０８ｆには、内側に向けて円弧状に湾曲した凹面部２０８ｇ，２０８ｈが形成されている。なお、側部コア２０８は柱状体である。その断面の形状は、板コア２０５との接合部分２０８ｄから上端面２０８ｃに亘って同一形状となっている。

【００６３】

板コア２０５、芯コア２０６，２０７および側部コア２０８は、フェライト等の磁性粉体を焼結等により一体化したものである。芯コア２０６，２０７および側部コア２０８は、板コア２０５の上側の幅広面２０５ａに、上方に向けて立脚して設けられている。

【００６４】

側部コア２０８は、板コア２０５の前後方向の中央部に配設されている。側部コア２０８の左右方向の幅は、板コア２０５の左右方向の幅と同一であり、左右の側面２０８ａ，２０８ｂは、それぞれ、板コア２０５の左右の長辺側面２０５ｂ，２０５ｃに対して面一となるように配設されている。芯コア２０６，２０７は、それぞれ、側部コア２０８の前後方向両側に、側部コア２０８と、板コア２０５の短辺側面２０５ｄ，２０５ｅとの略中央の位置に配設されている。

【００６５】

コイル２０２，２０３は、銅線を円筒状に巻回して構成した巻線コイルであり、内周に中空部２０２ａ，２０３ａが形成されている。そして、コイル２０２，２０３は、それぞれ、中空部２０２ａ，２０３ａを芯コア２０６，２０７に挿通し、板コア２０５に載置されている。

【００６６】

なお、芯コア２０６，２０７と側部コア２０８は、コイル２０２，２０３を、芯コア２０６，２０７に挿通したときに、側部コア２０８とコイル２０２，２０３が干渉しない間隔を確保できる位置にそれぞれ配設されている。

【００６７】

芯コア２０６，２０７にそれぞれコイル２０２，２０３を挿入した後、板コア２０４の幅広面２０４ａを、芯コア２０６，２０７の上端面２０６ａ，２０７ａと側部コア２０８の上端面２０８ｃとに対して突き合わせ、その突き合わせた面を、接着剤により接着固定することで、板コア２０４，２０５、側部コア２０８および芯コア２０６，２０７とを一体化し、コア体２０１とする。

【００６８】

したがって、コア体２０１には、コイル２０２に電流を流すと、芯コア２０６、板コア２０４、側部コア２０８、板コア２０５、および芯コア２０６を通る磁界（磁束Ｂ）が発生する。また、コイル２０３に電流を流すと、芯コア２０７、板コア２０４、側部コア２０８、板コア２０５、および芯コア２０７を通る磁界（磁束Ｃ）が発生する。すなわ

ち、芯コア206、板コア204、側部コア208、板コア205、および芯コア206は、閉磁路となる。また、芯コア207、板コア204、側部コア208、板コア205、および芯コア207も、閉磁路となる。なお、磁束の向きは、コイル202, 203に流れる電流の向きによって変化する。

【0069】

側部コア208は、前後方向に配設される芯コア206と芯コア207との間に配設されている。すなわち、側部コア208は、芯コア206に対しては後方に、また、芯コア207に対しては前方に配設されている。したがって、芯コア206の前方および左右方向には、板コア204と板コア205との間に開放部209aが形成されることになる。また、芯コア207の後方および左右方向には、板コア204と板コア205との間に開放部209bが形成されることになる。そのため、コイル202の端部を開放部209aからコア体201の外部に容易に取り出すことができる。また、コイル203の端部についても開放部209bからコア体201の外部に容易に取り出すことができる。

【0070】

ところで、コイル202, 203が載置される板コア205の幅広面205aの左右方向の縁部205f, 205gは直線であるのに対し、コイル202, 203の外周面は円筒面である。したがって、コイル202の後側の左右の側面と縁部205f, 205gとの間に、図6に点線で示すように、斜辺が円弧状の略三角形のスペース210aがデッドスペースとして形成される。また、コイル203についても、前側の左右の側面と縁部205f, 205gとの間に、同じく図6に点線で示すように、斜辺が円弧状の略三角形のスペース210bがデッドスペースとして形成される。

【0071】

前側面208eに形成される凹面部208gは、コイル202の外周面202bの形状に対応させて、外周面202bより小さな曲率の同心円の円弧状に凹んだ曲面となっている。また、後側面208fに形成される凹面部208hは、コイル203の外周面203bの形状に対応させて、外周面203bより小さな曲率の同心円の円弧状に凹んだ曲面となっている。

【0072】

すなわち、側部コア208は、左右方向の中央側から側面208a, 208bの側に向かうに従って、スペース210a, 210bに延設される形状となっている。凹面部208gには、コイル202の一部が収容され、また、凹面部208hにも、コイル203の一部が収容されるようになっている。

【0073】

そのため、側部コア208は、コイル202, 203を配置するためのスペース(いわゆる巻枠)を減少させることなく、断面積、すなわち、上端面208cの面積を大きくすることができる。言い換えれば、コイル202, 203の大きさを小さくすることなく、側部コア208の断面積を大きくすることができる。したがって、板コア204から側部コア208を通して板コア205に抜ける磁束B, Cの磁気飽和を起き難くすることができる。また、芯コア206, 207と側部コア208との間の間隔を確保することができるため、コイル202, 203の巻き数を増やすことができ、大きなインダクタンス値を得ることができる。あるいは、コイル202, 203の巻線を太くすることができ、低DCR化を図ることができる。

【0074】

また、側部コア208は、デッドスペースであるスペース210a, 210bに延設されることで、断面積が大きくなっている。そのため、インダクタンス素子200の実装面積が大きくなることはない。すなわち、インダクタンス素子200においては、板コア204, 205の幅広面204a, 205aの面積が実装面積となる。側部コア208をスペース210a, 210bに延設して、側部コア208の断面積を大きくしているので、板コア204, 205の幅広面204a, 205aの面積が広がることはない。

【0075】

側部コア 208 の断面積（上端面 208 c の面積） S_4 は、芯コア 206 の断面積、すなわち上端面 206 a の面積 S_5 、あるいは芯コア 207 の断面積、すなわち上端面 207 a の面積 S_5 に対して、 $S_5 + S_5 \leq S_4 \leq 5 \times (S_5 + S_5)$ とすることで、側部コア 208 における磁気飽和の発生を効果的に起き難くすることができる。すなわち、側部コア 208 の断面積を、芯コア 206 の断面積と芯コア 207 の断面積との合計面積の 1 倍から 5 倍とすることとで、側部コア 208 における磁気飽和の発生を効果的に起き難くすることができる。

【0076】

また、板コア 204、205 の上下方向の断面積 S_6 を、芯コア 206、207 の断面積 S_5 に対して、 $S_5 \leq S_6 \leq 5 \times S_5$ とすることで、板コア 204、205 内における磁気飽和の発生についても効果的に起き難くすることができる。

【0077】

芯コア 206 と芯コア 207 の太さが異なる場合には、板コア 204、205 の断面積 S_6 は、太い方の芯コアの断面積の 1 倍から 5 倍とすることで、板コア 204、205 内における磁気飽和の発生についても効果的に起き難くすることができる。

【0078】

さらに、芯コア 206、207 の上下方向の高さを側部コア 208 の上下方向の高さよりやや短くし（例えば、1 mm 短くし）、板コア 204 を側部コア 208 の上端面 208 c に接着し、板コア 204 を側部コア 208 だけに支持させ、芯コア 206 の上端面 206 a および芯コア 207 の上端面 207 a と幅広面 204 a との間に、磁気ギャップとしての空隙を形成するようにしてもよい。このように芯コア 206、207 の各上端面 206 a、207 a と板コア 204 との間に磁気ギャップを形成することで、インダクタンス素子 200 の直流重畳特性を向上させることができる。なお、芯コア 206、207 の各上端面 206 a、207 a と板コア 204 との間の磁気ギャップは、スペーサーギャップとしてもよい。

【0079】

なお、側部コア 208 の側の上下方向の高さを芯コア 206、207 の上下方向の高さよりやや短くし、板コア 204 を芯コア 206、207 の上端面 206 a、207 a に接着し、板コア 204 を芯コア 206、207 だけに支持させ、側部コア 208 の上端面 208 c と幅広面 204 a との間に、磁気ギャップとしての空隙を形成するようにしてもよい。側部コア 208 の上端面 208 c と幅広面 204 a との間の磁気ギャップは、スペーサーギャップとしてもよい。

【0080】

図 5 および図 6 に示す構成においては、芯コア 206、207 と側部コア 208 の両方を、一方の板コア 205 に設けているが、板コア 205 には、芯コア 206、207 のみを設け、側部コア 208 を他方の板コア 204 に設ける構成としてもよい。この場合には、板コア 205 と芯コア 206、207 をフェライト等の磁性粉体を焼結等により一体化し、また、側部コア 208 と板コア 204 についてもフェライト等の磁性粉体を焼結等により一体化する。

【0081】

次に、芯コア 206、207 の上端面 206 a、207 a と板コア 204 とを接着剤で接着し、また、側部コア 208 の下端面（図 5、図 6 において、板コア 210 5 との接合部分 208 d となっている面に相当する面）と板コア 205 とについても接着剤で接着することでコア体 201 として構成する。

【0082】

なお、このように、板コア 205 に芯コア 206、207 のみを設け、また、側部コア 208 を板コア 204 の側に設ける構成とした場合にも、芯コア 206、207 と側部コア 208 の高さに差を設けることにより、芯コア 206、207 の上端面 206 a、207 a と板コア 204 との間、あるいは側部コア 208 の下端面と板コア 204 との間に、磁気ギャップとしての空隙を形成することができる。芯コア 206、207 の上端面 20

6 a , 2 0 7 a と板コア 2 0 4 との間、あるいは側部コア 2 0 8 の下端面と板コア 2 0 4 との間の磁気ギャップは、スペーサーギャップとしてもよい。

【 0 0 8 3 】

また、図 5 および図 6 に示す構成においては、芯コア 2 0 6 , 2 0 7、側部コア 2 0 8 および板コア 2 0 5 を一体化する例を示しているが、芯コア 2 0 6 , 2 0 7、板コア 2 0 5 および側部コア 2 0 8 をそれぞれ別々に形成するようにしてもよい。この場合には、芯コア 2 0 6 , 2 0 7、板コア 2 0 4 , 2 0 5 および側部コア 2 0 8 をそれぞれ互いに接着剤により接着することで、全体として一体化したコア体 2 0 1 とすることになる。この場合にも、芯コア 2 0 6 , 2 0 7 と側部コア 2 0 8 の高さに差を設けることにより、芯コア 2 0 6 , 2 0 7 の一端面と板コア 2 0 4 , 2 0 5 のいずれか一方との間、あるいは側部コア 2 0 8 の一端面と板コア 2 0 4 , 2 0 5 のいずれか一方との間に、磁気ギャップとしての空隙を形成することができる。該ギャップは、スペーサーギャップとしてもよい。

【 0 0 8 4 】

また、コア体 2 0 1 を構成する各コア、すなわち、板コア 2 0 4 , 2 0 5、芯コア 2 0 6 , 2 0 7、側部コア 2 0 8 のうち、少なくとも 1 つのコアを、パーマロイ粉、センダスト等の粉末を圧縮成型して形成した、いわゆる圧粉コアを用いる構成としてもよい。コア体 2 0 1 の圧粉コアの部分においては、飽和磁束密度を大きくすることができるため、インダクタンス素子 2 0 0 の小型化を図ることができる。

【 0 0 8 5 】

特に、板コア 2 0 4 , 2 0 5 を圧粉コアにより形成すると、板コア 2 0 4 , 2 0 5 の断面積 S 6 を小さくすることができ、板コア 2 0 4 , 2 0 5 の厚さを薄くすることができる。したがって、インダクタンス素子 2 0 0 の上下方向の高さを低く構成することができる。

【 0 0 8 6 】

(第 3 の実施の形態)

次に、本発明に係る磁性素子の第 3 の実施の形態について説明する。

【 0 0 8 7 】

図 7 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る磁性素子の斜視図である。また、図 8 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る磁性素子の分解斜視図である。以下の説明において、図 1 から図 3 と同様に、図中、X 方向を前方（前側）とし、Y 方向を左方（左側）とし、そして Z 方向を上方（上側）として説明を行う。

【 0 0 8 8 】

磁性素子としてのインダクタンス素子 3 0 0 は、コア体 3 0 1 と 2 つのコイル 3 0 2 , 3 0 3 を有している。コア体 3 0 1 は、板コア 3 0 4 , 3 0 5、芯コア 3 0 6 , 3 0 7 および側部コア 3 0 8 , 3 0 9 を有している。板コア 3 0 4 , 3 0 5 は、全体として上下方向に扁平な直方体を呈し、ともに略同一形状となっている。芯コア 3 0 6 , 3 0 7 は、長さ方向を上下方向に向ける円柱体であり、共に略同一形状となっている。

【 0 0 8 9 】

側部コア 3 0 8 , 3 0 9 は、X - Y 平面に沿う面における断面の形状が、略鞍形の柱状体である。すなわち、側部コア 3 0 8 は、前側面 3 0 8 a、左右の側面 3 0 8 b , 3 0 8 c および上端面 3 0 8 d は平面であり、後側面 3 0 8 f には、内側（前方）に向けて円弧状に湾曲した凹面部 3 0 8 g が形成されている。また、側部コア 3 0 9 も、後側面 3 0 9 a、左右の側面 3 0 9 b , 3 0 9 c および上端面 3 0 9 d は平面であり、前側面 3 0 9 f には、内側（後方）に向けて円弧状に湾曲した凹面部 3 0 9 g が形成されている。なお、側部コア 3 0 8 は柱状体である。その断面の形状は、板コア 3 0 5 との接合部分 3 0 8 e から上端面 3 0 8 d に亘って同一形状となっている。側部コア 3 0 8 も柱状体である。その断面の形状は、板コア 3 0 5 との接合部分 3 0 9 e から上端面 3 0 9 d に亘って同一形状となっている。

【 0 0 9 0 】

板コア 3 0 5、芯コア 3 0 6 , 3 0 7 および側部コア 3 0 8 , 3 0 9 は、フェライト等

の磁性粉体を焼結等により一体化したものである。また、芯コア 306, 307 および側部コア 308, 309 は、それぞれ板コア 305 の上側の幅広面 305a に、上方に向けて立脚して設けられている。

【0091】

側部コア 308, 309 および芯コア 306, 307 は、それぞれ板コア 305 の上側の幅広面 305a に、上方に向けて立脚して設けられている。側部コア 308 および芯コア 306 と、側部コア 309 および芯コア 307 とは、配設位置および形状が、板コア 305 の前後方向の中央に対して対称となるように構成されている。

【0092】

側部コア 308 は、板コア 305 の幅広面 305a の前側に、前側面 308a が、板コア 305 の短辺側面 305a と面一となるように配設されている。また、側部コア 308 の左右方向の幅は、板コア 305 の左右方向の幅と同一である。側部コア 308 の左右の側面 308b, 308c は、それぞれ、板コア 305 の左右の長辺側面 305c, 305d に対して面一となるように配設されている。

【0093】

一方、側部コア 309 は、板コア 305 の幅広面 306a の後側に、後側面 309a が、板コア 305 の短辺側面 305b と面一となるように配設されている。また、側部コア 309 の左右方向の幅も、板コア 305 の左右方向の幅と同一である。側部コア 309 の左右の側面 309b, 309c は、それぞれ、板コア 305 の左右の長辺側面 305c, 305d に対して面一となるように配設されている。

【0094】

芯コア 306 は、板コア 305 の前後方向の中央と側部コア 308 との間における略中央位置に配設されている。また、芯コア 307 も、板コア 305 の前後方向の中央と側部コア 309 との間における略中央位置に配設されている。

【0095】

コイル 302, 303 は、銅線を円筒状に巻回して構成した巻線コイルであり、内周に中空部 302a, 303a が形成されている。コイル 302, 303 は、それぞれ、中空部 302a, 303a を芯コア 306, 307 に挿通し、板コア 305 に載置されている。

【0096】

なお、芯コア 306, 307 と側部コア 308, 309 は、コイル 302, 303 を、芯コア 306, 307 に挿通したときに、側部コア 308, 309 とコイル 302, 303 が干渉したり、あるいはコイル 302, 303 同士が互いに干渉しない間隔を確保できる位置にそれぞれ配設されている。

【0097】

芯コア 306, 307 にそれぞれコイル 302, 303 を挿入した後、板コア 304 の幅広面 304a を芯コア 306, 307 の上端面 304a, 305a と側部コア 308, 309 の上端面 308c, 309c に対して突き合わせ、その突き合わせた面を、接着剤により接着固定することで、板コア 304, 305、側部コア 308, 309 および芯コア 306, 307 とを一体化し、コア体 301 とする。

【0098】

したがって、コア体 301 には、コイル 302 に電流を流すと、芯コア 306、板コア 304、側部コア 308、板コア 305、および芯コア 306 を通る磁界（磁束 D）が発生する。また、コイル 303 に電流を流すと、芯コア 307、板コア 304、側部コア 309、板コア 305、および芯コア 307 を通る磁界（磁束 E）が発生する。すなわち、芯コア 306、板コア 304、側部コア 308、板コア 305、および芯コア 306 は、閉磁路となる。また、芯コア 307、板コア 304、側部コア 309、板コア 305、および芯コア 307 も閉磁路となる。なお、磁束の向きは、コイル 302, 303 に流れる電流の向きによって変化する。

【0099】

側部コア 308, 309 は、芯コア 306, 307 を挟んで、板コア 304, 305 の前後方向に配設されている。したがって、芯コア 306, 307 の左右方向には、板コア 304 と板コア 305 との間に開放部 310 が形成されることになる。そのため、コイル 302, 303 の端部を、この開放部 310 からコア体 301 の外部に容易に取り出すことができる。

【0100】

ところで、コイル 302, 303 が載置される板コア 305 の幅広面 305a と左右方向の縁部 307b, 307c は直線であるのに対し、コイル 302, 303 の外周面は円筒面である。したがって、コイル 302 の前側の左右の側面と縁部 305f, 305g との間に、図 8 に点線で示すように、斜辺が円弧状の略三角形のスペース 311a がデッドスペースとして形成される。また、コイル 303 についても、後側の左右の側面と縁部 305f, 305g との間に、同じく図 8 に点線で示すように、斜辺が円弧状の略三角形のスペース 311b がデッドスペースとして形成される。

【0101】

後側面 308f に形成される凹面部 308g は、コイル 302 の外周面 302b の形状に対応させて、外周面 302b より 小さな 曲率の同心円の円弧状に凹んだ曲面となっている。すなわち、側部コア 308 は、左右方向の中央側から側面 308b, 308c の側に向かうに従って、スペース 311a に延設される形状となっており、凹面部 308g に、コイル 302 の一部が収容されるようになっている。そのため、側部コア 308 は、コイル 302 を配置する巻枠を減少させることなく、断面積、すなわち上端面 308d の面積を大きくとることができる。

【0102】

また、側部コア 309 についても同様に、前側面 309f に形成される凹面部 309g は、コイル 303 の外周面 303b の形状に対応させて、外周面 303b より 小さな 曲率の同心円の円弧状に凹んだ曲面となっている。すなわち、側部コア 309 は、左右方向の中央側から側面 309b, 309c の側に向かうに従って、スペース 311b に延設される形状となっており、凹面部 309g に、コイル 303 の一部が収容されるようになっている。そのため、側部コア 309 も、コイル 302 を配置する巻枠を減少させることなく、端面面積、すなわち上端面 309d の面積も大きくとることができる。言い換えれば、コイル 302, 303 の大きさを小さくすることなく、側部コア 308, 309 の断面積を大きくすることができる。したがって、板コア 304 から側部コア 308 を通って板コア 305 に抜ける磁束 D の磁気飽和を起き難くすることができる。また、同様に、板コア 304 から側部コア 309 を通って板コア 305 に抜ける磁束 E の磁気飽和についても起き難くすることができる。また、芯コア 306 と側部コア 308 との間の間隔、および芯コア 307 と側部コア 309 との間の間隔を確保することができるため、コイル 302, 303 の巻き数を増やすことができ、大きなインダクタンス値を得ることができる。あるいは、コイル 302, 303 の巻線を太くすることができ、低 DCR 化を図ることができる。

【0103】

側部コア 308, 309 は、デッドスペースであるスペース 311a, 311b に延設されることで、断面積が大きくなっている。そのため、インダクタンス素子 300 の実装面積が大きくなることはない。すなわち、インダクタンス素子 300 においては、板コア 304, 305 の幅広面 304a, 305a の面積が実装面積となる。側部コア 308, 309 をスペース 311a, 311b に延設して、側部コア 308, 309 の断面積を大きくしているので、板コア 304, 305 の幅広面 306a, 309a の面積が広くなることはない。

【0104】

側部コア 308, 309 の断面積（上端面 308d, 309d の面積） S_7 は、芯コア 306, 307 の断面積、すなわち上端面 306a, 307a の面積 S_8 に対して、 $S_7 = 5 \times S_8$ とすることで、側部コア 308, 309 における磁気飽和の発生を効果

的に起き難くすることができる。

【0105】

また、板コア304, 305の上下方向の断面積 S_9 を、芯コア306, 307の断面積 S_8 に対して、 $S_8 \leq S_9 \leq 5 \times S_8$ とすることで、板コア304, 305内における磁気飽和の発生についても効果的に起き難くすることができる。

【0106】

芯コア306と芯コア307の太さが異なる場合には、板コア304, 305の断面積 S_9 は、太い方の芯コアの断面積の1倍から5倍とすることで、板コア304, 305内における磁気飽和の発生についても効果的に起き難くすることができる。

【0107】

さらに、芯コア306, 307の上下方向の高さを側部コア307, 308の上下方向の高さよりやや短くし（例えば、1mm短くし）、板コア304を側部コア308, 309の上端面308d, 309dに接着し、板コア304を側部コア308, 309だけに支持させ、芯コア306, 307の上端面306a, 307aと幅広面304aとの間に、磁気ギャップとしての空隙を形成するようにしてもよい。このように芯コア306, 307の上端面304a, 305aと板コア304との間に磁気ギャップを形成することで、インダクタンス素子300の直流重畳特性を向上させることができる。なお、芯コア306, 307の上端面304a, 305aと板コア304との間の磁気ギャップは、スペーサーギャップとしてもよい。

【0108】

なお、側部コア308, 309の側の上下方向の高さを芯コア306, 307の上下方向の高さよりやや短くし、板コア304を芯コア306, 307の上端面304a, 305aに接着し、板コア304を芯コア306, 307だけに支持させ、側部コア308, 309の上端面308d, 309dと幅広面304aとの間に、磁気ギャップとしての空隙を形成するようにしてもよい。側部コア308, 309の上端面308d, 309dと幅広面304aとの間の磁気ギャップは、スペーサーギャップとしてもよい。

【0109】

図7および図8に示す構成においては、芯コア306, 307と側部コア308, 309の両方を、一方の板コア305に設けているが、板コア305には、芯コア306, 307のみを設け、側部コア308, 309を他方の板コア304に設ける構成としてもよい。この場合には、板コア305と芯コア306, 307をフェライト等の磁性粉体を焼結等により一体化し、また、側部コア308, 309と板コア304についてもフェライト等の磁性粉体を焼結等により一体化する。

【0110】

次に、芯コア306, 307の上端面304a, 305aと板コア304とを接着剤で接着し、また、側部コア308, 309の下端面（図7、図8において、板コア305との接合部分308e, 309eとなっている面に相当する面）と板コア305とについても接着剤で接着することでコア体301とする。

【0111】

なお、このように、板コア305に芯コア306, 307のみを設け、また、側部コア308, 309を板コア304の側に設ける構成とした場合にも、芯コア306, 307と側部コア308, 309の高さに差を設けることにより、芯コア306, 307の上端面306a, 307aと板コア304との間、あるいは側部コア308, 309のそれぞれの下端面と板コア305との間に、磁気ギャップとしての空隙を形成することができる。芯コア306, 307の上端面306a, 307aと板コア304との間、あるいは側部コア308, 309のそれぞれの下端面と板コア305との間の磁気ギャップは、スペーサーギャップとしてもよい。

【0112】

また、図7および図8に示す構成においては、芯コア306, 307、側部コア308, 309および板コア305を一体化する例を示しているが、芯コア306, 307、側

部コア308, 309および板コア305をそれぞれ別々に形成するようにしてもよい。この場合には、芯コア306, 307、板コア304, 305および側部コア308, 309をそれぞれ互いに接着剤により接着することで、全体として一体化したコア体301とすることになる。この場合にも、芯コア306, 307と側部コア308, 309の高さに差を設けることにより、芯コア306, 307の一端面と板コア304, 305のいずれか一方との間、あるいは側部コア308, 309の一端面と板コア304, 305のいずれか一方との間に、磁気ギャップとしての空隙を形成することができる。該磁気ギャップは、スパーサーギャップとしてもよい。

【0113】

また、コア体301を構成する各コア、すなわち、板コア304, 305、芯コア306, 307、側部コア308, 309のうち、少なくとも1つのコアを、パーマロイ粉、センダスト等の粉末を圧縮成型して形成した、いわゆる圧粉コアを用いる構成としてもよい。コア体301の圧粉コアの部分においては、飽和磁束密度を大きくすることができるため、インダクタンス素子300の小型化を図ることができる。

【0114】

特に、板コア304, 305を圧粉コアにより形成すると、板コア304, 305の断面積S9を小さくすることができ、板コア304, 305の厚さを薄くすることができる。したがって、インダクタンス素子300の上下方向の高さを低く構成することができる。

【0115】

(第4の実施の形態)

次に、本発明に係る磁性素子の第4の形態について説明する。

【0116】

図9は、本発明の第4の実施の形態に係る磁性素子の斜視図である。また、図10は、本発明の第4の実施の形態に係る磁性素子の分解斜視図である。以下の説明において、図1から図3と同様に、図中、X方向を前方(前側)とし、Y方向を左方(左側)とし、そしてZ方向を上方(上側)として説明を行う。

【0117】

磁性素子としてのインダクタンス素子400は、コア体401と2つのコイル402, 403を有している。コア体401は、板コア404, 405、芯コア406, 407および側部コア408, 409を有している。板コア404, 405は、全体として上下方向に扁平した直方体を呈し、ともに略同一形状である。芯コア406, 407は、長さ方向を上下方向に向ける円柱体であり、共に略同一形状となっている。

【0118】

側部コア408, 409は、前後方向に細長い、全体として略四角柱体である。

【0119】

芯コア406, 407、板コア405および側部コア408, 409は、フェライト等の磁性粉体を焼結等により一体化したものである。側部コア408, 409および芯コア406, 407は、それぞれ板コア405の上側の幅広面405aに、上方に向けて立脚して設けられている。

【0120】

側部コア408の左側面408a、前後の端面408b, 408cは、それぞれ、板コア405の左側面405b, 前後の端面405c, 405dとに面一になっている。また、側部コア409についても、右側面409a、前後の端面409b, 409cは、それぞれ、板コア405の右側面405e, 前後の端面405c, 405dとに面一になっている。

【0121】

コイル402, 403は、銅線を円筒状に巻回して構成した巻線コイルであり、内周に中空部402a, 403aが形成されている。そして、コイル402, 403は、それぞれ、中空部402a, 403aを芯コア406, 407に挿通し、板コア405に載置さ

れている。

【0122】

芯コア406, 407は、コイル402, 403を、芯コア406, 407に挿通したときに、側部コア408, 409とコイル402, 403が干渉したり、あるいはコイル402, 403が互いに干渉しない間隔を確保できる位置に配設されている。

【0123】

芯コア406, 407にコイル402, 403を挿入した後、板コア404の幅広面404aを芯コア406, 407の上端面406a, 407aと側部コア408, 409の上端面408d, 409dに対して突き合わせ、その突き合わせた面を、接着剤により接着固定することで、板コア404, 405、側部コア408, 409および芯コア406, 407とを一体化し、コア体401とする。

【0124】

したがって、コイル402に電流を流すと、芯コア406、板コア404、側部コア408、板コア405、および芯コア406を通る磁界（磁束 F1）と、芯コア406、板コア404、側部コア409、板コア405、および芯コア406を通る磁界（磁束 F2）が発生する。

【0125】

また、コイル403に電流を流すと、芯コア407、板コア404、側部コア408、板コア405、および芯コア407を通る磁界（磁束 G1）と、芯コア407、板コア404、側部コア409、板コア405、および芯コア407を通る磁界（磁束 G2）が発生する。

【0126】

すなわち、芯コア406、板コア404、側部コア408、板コア405、および芯コア406と、芯コア406、板コア404、側部コア409、板コア405、および芯コア406は、ともに閉磁路となる。また、芯コア407、板コア404、側部コア408、板コア405、および芯コア407と、芯コア407、板コア404、側部コア409、板コア405、芯コア407も、ともに閉磁路となる。なお、磁束の向きは、コイル404, 405に流れる電流の向きによって変化する。

【0127】

側部コア408, 409は、芯コア406, 407の左右方向に設けられている。したがって、芯コア406の前方には、板コア404と板コア405との間に、開放部410aが形成されることになる。また、芯コア407の後方にも、板コア404と板コア405との間に、開放部410bが形成されることになる。そのため、開放部410aからはコイル402の端部をコア体401の外部に容易に取り出すことができ、また、開放部410bからはコイル403の端部をコア体401の外部に容易に取り出すことができる。

【0128】

ところで、側部コア408, 409のコイル402, 403側に向いた面である内側面408e, 409eは、コイル402, 403と対向する部分に、コイル402, 403の外周面402b, 403bの形状に沿うように、外周面402b, 403bより小さな曲率の同心円の円弧状に凹んだ凹面部408e1, 408e2, 409e1, 409e2を有する面に形成されている。そして、凹面部408e1と凹面部409e1には、コイル402の一部が収容されている。また、凹面部408e2と凹面部409e2にも、コイル403の一部が収容されるようになっている。

【0129】

そのため、側部コア408, 409は、コイル402, 403に干渉することなく、側部コア408, 409の左右方向の厚さを、板コア405の左右方向の側面405a, 405bの側からコイル402, 403に向かって厚くすることができる。つまり、側部コア408, 409は、コイル402, 403を巻回するためのスペース（巻枠）を減少させることなく、断面積、すなわち、上端面408d, 409dの面積を大きくすることができる。言い換えれば、コイル402, 403の大きさを小さくすることなく、側部コア

408, 409の断面積を大きくすることができる。したがって、側部コア408, 409における磁気飽和を起き難くすることができる。また、芯コア406, 407と側部コア408, 409との間の間隔を確保することができるため、コイル402, 403の巻き数を増やすことができ、大きなインダクタンス値を得ることができる。あるいは、コイル402, 403の巻線を太くすることができ、低DCR化を図ることができる。

【0130】

また、側部コア408, 409は、凹曲部408e1, 408e2, 409e1, 409e2により、巻枠の減少を避けながら、板コア404, 405の左右方向の内側に厚さを厚くしている。そのため、側部コア408, 409の断面積が大きくなっても、インダクタンス素子400の実装面積が大きくなることがない。すなわち、インダクタンス素子400においては、板コア404, 405の幅広面404a, 405aの面積が実装面積となる。側部コア408, 409の左右方向の厚さをコイル402, 403に向けて厚くしているため、板コア404, 405の幅広面404a, 405aの面積が広がることはない。

【0131】

側部コア408, 409の断面積(上端面408d, 409dの面積)S10は、芯コア406の断面積, すなわち上端面406aの面積S11、あるいは、芯コア407の断面積、すなわち上端面407aの面積S11に対して、 $S11 + S11 \leq S10 \leq 5 \times (S11 + S11)$ とすることで、側部コア408, 409における磁気飽和の発生を効果的に遅らせることができる。

【0132】

また、板コア404, 405の上下方向の断面積S12を、芯コア406, 407の断面積S11に対して、 $S11 \leq S12 \leq 5 \times S11$ とすることで、板コア404, 405内における磁気飽和の発生についても効果的に起き難くすることができる。

【0133】

芯コア406と芯コア407の太さが異なる場合には、側部コア408, 409の断面積S10は、太い方の芯コアの断面の面積の2倍から10倍とすることで、側部コア408, 409における磁気飽和の発生を効果的に起き難くすることができる。

【0134】

また、板コア404, 405の断面積S12についても、太い方の芯コアの断面積の1倍から5倍とすることで、板コア404, 405内における磁気飽和の発生についても効果的に起き難くすることができる。

【0135】

さらに、芯コア406, 407の上下方向の高さを側部コア408, 409の上下方向の高さよりやや短くし(例えば、1mm短くし)、板コア404を側部コア408, 409の上端面408d, 409dに接着し、板コア404を側部コア408d, 409dだけに支持させ、芯コア406, 407の上端面406a, 407aと幅広面404aとの間に、磁気ギャップとしての空隙を形成するようにしてもよい。このように芯コア406, 407の上端面406a, 407aと板コア404との間に磁気ギャップを形成することで、インダクタンス素子400の直流重畳特性を向上させることができる。なお、芯コア406, 407の上端面406a, 407aと板コア404との間の磁気ギャップは、スペーサーギャップとしてもよい。

【0136】

なお、側部コア408, 409の側の上下方向の高さを芯コア406, 407の上下方向の高さよりやや短くし、板コア404を芯コア406, 407の上端面406a, 407aに接着し、板コア404を芯コア406, 407だけに支持させ、側部コア408, 409の上端面408d, 409dと幅広面404aとの間に、磁気ギャップとしての空隙を形成するようにしてもよい。側部コア408, 409の上端面408d, 409dと幅広面404aとの間の磁気ギャップは、スペーサーギャップとしてもよい。

【0137】

図 9 および図 10 に示す構成においては、芯コア 406, 407 と側部コア 408, 409 の両方を、一方の板コア 405 に設けているが、板コア 405 には、芯コア 406, 407 のみを設け、側部コア 408, 409 を他方の板コア 404 に設ける構成としてもよい。この場合には、板コア 405 と芯コア 406, 407 をフェライト等の磁性粉体を焼結等により一体化し、また、側部コア 408, 409 と板コア 404 についてもフェライト等の磁性粉体を焼結等により一体化する。

【0138】

次に、芯コア 406, 407 の上端面 406a, 407a と板コア 404 とを接着剤で接着し、また、側部コア 408, 409 の下端面（図 9、図 10 において板コア 405 との接合部分となっている面）と板コア 405 についても接着剤で接着することでコア体 401 とする。

【0139】

なお、このように、板コア 405 に芯コア 406, 407 のみを設け、また、側部コア 408, 409 を板コア 404 の側に設ける構成とした場合にも、芯コア 406, 407 と側部コア 408, 409 の高さに差を設けることにより、芯コア 406, 407 の上端面 406a, 407a と板コア 404 との間、あるいは側部コア 408, 409 の下端面と板コア 405 との間に、磁気ギャップとしての空隙を形成することができる。芯コア 406, 407 の上端面 406a, 407a と板コア 404 との間、あるいは側部コア 408, 409 の下端面と板コア 405 との間の磁気ギャップは、スペーサーギャップとしてもよい。

【0140】

また、図 9 および図 10 に示す構成においては、芯コア 406, 407、板コア 405 および側部コア 408, 409 を一体化する例を示しているが、芯コア 406, 407、板コア 405 および側部コア 408, 409 をそれぞれ別々に形成するようにしてもよい。この場合には、芯コア 406, 407、板コア 404, 405 および側部コア 408, 409 をそれぞれ互いに接着剤により接着することで、全体として一体化したコア体 401 として構成することになる。この場合にも、芯コア 406, 407 と側部コア 408, 409 の高さに差を設けることにより、芯コア 406, 407 の一端面と板コア 404, 405 のいずれか一方との間、あるいは側部コア 408, 409 の一端面と板コア 404, 405 のいずれか一方との間に、磁気ギャップとしての空隙を形成することができる。該磁気ギャップは、スペーサーギャップとしてもよい。

【0141】

また、コア体 401 を構成する各コア、すなわち、板コア 404, 405、芯コア 406, 407、側部コア 408, 409 のうち、少なくとも 1 つのコアを、パーマロイ粉、センダスト等の粉末を圧縮成型して形成した、いわゆる圧粉コアを用いる構成としてもよい。コア体 401 の圧粉コアの部分においては、飽和磁束密度を大きくすることができるため、インダクタンス素子 400 の小型化を図ることができる。

【0142】

特に、板コア 404, 405 を圧粉コアにより形成すると、板コア 404, 405 の断面積 S_{12} を小さくすることができ、板コア 404, 405 の厚さを薄くすることができる。したがって、インダクタンス素子 400 の上下方向の高さを低く構成することができる。

【0143】

上述した各実施の形態におけるインダクタンス素子 100 (200, 300, 400) において、コイル 102 (202, 203, 302, 303, 402, 403) の周りに、フェライト粉末等の磁性粉末をエポキシ樹脂あるいはアクリル樹脂等に混合し磁性体入り接着剤を塗布し、磁束漏れを抑える構成にしてもよい。また、その塗布量を適宜変えることにより、磁気的特性を変更することができる。

【0144】

また、インダクタンス素子 100 (200, 300, 400) において、コイル 102

(202, 203, 302, 303, 402, 403)とコア体101(201, 301, 401)の内部との間の空間に、磁性体入り接着剤を充填することで、磁束漏れを抑える構成にしてもよい。また、その充填量を適宜変えることにより、磁気的特性を変更してもよい。

【0145】

上述した各実施の形態におけるコア体101(201, 301, 401)の形成に用いる磁性材料は、Ni-Zn系フェライトやMn-Zn系フェライト等のフェライトの他、金属系磁性材料、アモルファス系磁性材料等を用いてもよい。

【0146】

このように、コア体101(201, 301, 401)を圧粉コアとすると、飽和磁束密度を大きくすることができ、インダクタンス素子100(200, 300, 400)の小型化を一層図ることができる。

【0147】

なお、インダクタンス素子に備えるコイルの数は、上記の実施の形態に示したように、1個または2個に限ることなく3個またはそれ以上であってもよい。

【0148】

また、上述した、各実施の形態における凹面部106g, 208g, 208h, 308g, 308h, 408b1, 408b2, 409b1, 409b2は、円弧状の凹面としたが、円弧状に限らず、楕円状であってもよく、また矩形状であってもよい。しかしながら、円弧状として、コイルとの隙間を小さくすることで磁束漏れを効果的に少なくすることができる。

【符号の説明】

【0149】

100、200、300、400 ... インダクタンス素子（磁性素子）
 101、201、301、401 ... コア体
 102、202、203、302、303、402、403 ... コイル
 103、104、204、205、304、305、404、405 ... 板コア
 105、205、206、306、307、406、407 ... 芯コア
 106、208、306、307、408、409 ... 側部コア
 106g、208g、208h、308g、309g、408e1、408e2、409e1、409e2 ... 凹面部