

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年5月3日(03.05.2018)



(10) 国際公開番号

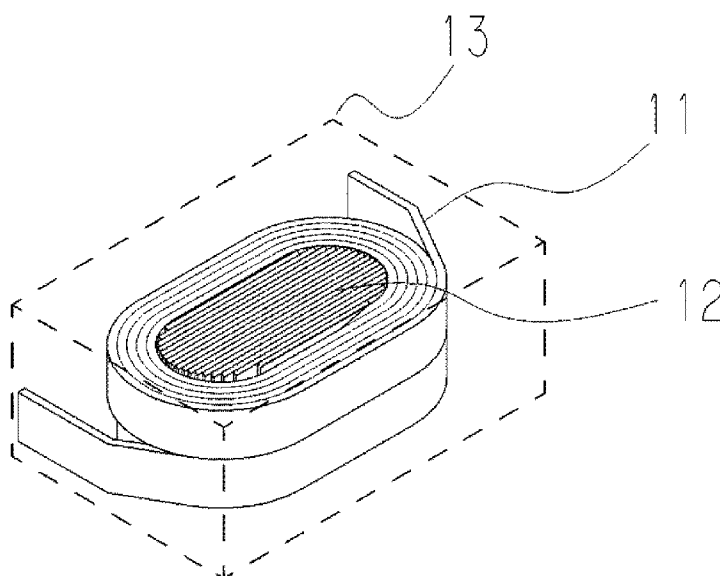
WO 2018/079402 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 17/04 (2006.01) *H01F 27/255* (2006.01)
H01F 27/24 (2006.01) *H01F 41/02* (2006.01)
H01F 27/245 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/037839
- (22) 国際出願日: 2017年10月19日(19.10.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-213578 2016年10月31日(31.10.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
- JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 白井 正剛 (SHIRAI, Seigo); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 佐藤 嘉千安 (SATO, Kachiyasu); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外 (SAMEJIMA, Mutsumi et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町 8 番 1 号 梅田阪急ビルオフィスタワー 青山特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: INDUCTOR

(54) 発明の名称: インダクタ

図 1



(57) **Abstract:** Provided is an inductor in which direct-current resistance is low and the current value of an eddy current is suppressed. This inductor is provided with: a core comprising a laminate part in which soft magnetic material layers and insulator layers are alternately laminated; a coil comprising a conductor being wound around the periphery of the core; and an element body that houses the core and the coil, wherein the laminate part of the core is disposed in such a manner as to be laminated in a direction orthogonal to a winding axis of the coil.

(57) 要約: 直流抵抗が低く、渦電流の電流値が抑制されるインダクタが提供される。インダクタは、軟磁性体層と絶縁体層とが交互に積層された積層部を含むコアと、前記コアの周囲に巻回された導体を含むコイルと、前記コア及び前記コイルを収容する素体と、を備え、前記コアは、前記積層部の積層方向が前記コイルの巻軸と直交して配置されている。

[続葉有]



WO 2018/079402 A1



BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： インダクタ

技術分野

[0001] 本発明は、インダクタに関する。

背景技術

[0002] 従来から、磁性体粉末と樹脂とを混練した封止材で巻線を封止したインダクタが、広く利用されている。特開2016-119385号公報に示されるインダクタでは、加圧成形した封止材でコイルが挟まれ、さらに加圧されることによって成形される。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] しかし、上記のような封止材は、フェライトや軟磁性体に比べて透磁率が低く、所望のインダクタンスを得るために、コイルの巻数を多く巻かなければならない場合がある。このため、インダクタの直流抵抗が高くなり易いという課題があった。また、封止材の代わりにフェライトや軟磁性体を使用すると、磁気飽和しやすくなるため、インダクタに流すことのできる電流が小さくなる傾向があった。さらに、高い周波数で駆動すると、渦電流による損失が大きくなり、効率が落ちてしまうという課題があった。

[0004] 上記の課題を鑑み、本発明は、直流抵抗が低く、渦電流の電流値が抑制されるインダクタの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明のインダクタは、軟磁性体層と絶縁体層とが交互に積層された積層部を含むコアと、前記コアの周囲に巻回された導体を含むコイルと、前記コア及び前記コイルを収容する素体と、を備え、前記コアは、前記積層部の積層方向が前記コイルの巻軸と直交して配置されている。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、直流抵抗が低く、さらに、渦電流の電流値が抑制される

インダクタを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の実施例1のインダクタの透過斜視図である。

[図2]本発明の実施例1のインダクタに使用するコイルの斜視図である。

[図3]本発明の実施例1のインダクタに使用するコアの斜視図である。

[図4]本発明の実施例1のインダクタに使用するコア上面の拡大図である。

[図5]本発明の実施例2のインダクタに使用するコアの、分解斜視図である。

[図6]本発明の実施例2のインダクタに使用するコアの斜視図である。

[図7]本発明の実施例2のインダクタの透過斜視図である。

[図8]本発明の実施例3のインダクタに使用するコアの斜視図である。

[図9]本発明の実施例3のインダクタの透過斜視図である。

[図10A]インダクタのコアを通過する磁束を可視化した、コアの透過斜視図である。

[図10B]インダクタのコアを通過する磁束を可視化した、コアの透過平面図である。

[図10C]インダクタのコアを通過する磁束を可視化した、コアの透過斜視図である。

[図10D]インダクタのコアを通過する磁束を可視化した、コアの透過平面図である。

発明を実施するための形態

[0008] インダクタは、軟磁性体層と絶縁体層とが交互に積層された積層部を含むコアと、コアの周囲に巻回された導体を含むコイルと、コア及びコイルを収容する素体と、を備え、コアは、積層部の積層方向がコイルの巻軸と直交して配置されている。これにより、所望のインダクタンスを達成しても、直流抵抗が低く、コアにおける渦電流の電流値が抑制される。

[0009] 前記素体は、磁性粉と樹脂とを含む封止材の加圧成形体であって、コアよりも低い透磁率を有していてもよい。これにより、直流抵抗がより低く、コアにおける渦電流の電流値がより抑制される。

[0010] コアは、複数の積層部と前記軟磁性体層よりも低い透磁率を有する板状のギャップ部とを備え、ギャップ部は複数の積層部のうちの2つに挟まれ、前記積層部の外周部まで延在して配置されていてもよい。これにより磁気飽和が効果的に抑制される。またギャップ部が複数であって、それぞれが積層部に挟まれていてもよい。これにより磁気飽和がより効果的に抑制される。さらにギャップ部は、ギャップ部の厚み方向と積層部の積層方向とが直交して配置されていてもよい。これにより磁気飽和がさらに効果的に抑制される。

[0011] コアは、積層部の積層方向の両端部のそれぞれに配置されるフェライト部をさらに備えていてもよい。これにより渦電流の電流値をより抑制することができる。またコアはフェライト部に加えて、コアの軟磁性体層よりも低い透磁率を有するギャップ部を備え、ギャップ部が2つの積層部に挟まれて積層部の外周部まで延在し、ギャップ部の厚み方向と積層部の積層方向とが直交して配置されていてもよい。これにより磁気飽和と渦電流の電流値をより効果的に抑制することができる。

[0012] 積層部は、軟磁性体層の厚みに対する絶縁体層の厚みの比率が、0.2以下であってもよい。これにより磁気飽和特性がより向上する。また絶縁体層は、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂及びポリイミドアミド樹脂からなる群から選択される少なくとも1種を含んでいてもよい。これにより、絶縁体層を薄く形成することができるので、コア全体の体積に対する軟磁性体層の体積割合が増加し、磁気飽和をより効果的に抑制することができる。また、コアの透磁率も向上するため、所定のインダクタンスを得るために必要な、コイルの巻数が減り、直流抵抗値をより低くすることが可能になる。

実施例

[0013] 以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。ただし、以下に示す実施例は、本発明の技術思想を具体化するための、インダクタを例示するものであって、本発明は、インダクタを以下のものに限定しない。なお、特許請求の範囲に示される部材を、実施例の部材に限定するものでは決していない。特に実施例に記載されている構成部材の寸法、材質、形状、その相対的配置

等は特に特定の記載がない限りは、本発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。なお、各図面が示す部材の大きさや位置関係等は、説明を明確にするため誇張していることがある。さらに以下の説明において、同一の名称、符号については同一もしくは同質の部材を示しており、詳細説明を適宜省略する。さらに、本発明を構成する各要素は、複数の要素を同一の部材で構成して一の部材で複数の要素を兼用する態様としてもよいし、逆に一の部材の機能を複数の部材で分担して実現することもできる。また、一部の実施例において説明された内容は、他の実施例に利用可能なものもある。

実施例 1

[0014] 実施例 1 のインダクタを、図 1 から図 4 を参照して説明する。

図 1 は、本発明の実施例 1 のインダクタの透過斜視図である。図 2 は、本発明の実施例 1 のインダクタに使用するコイルの斜視図である。図 3 は本発明の実施例 1 のインダクタに使用するコアの斜視図である。図 4 は本発明の実施例 1 のインダクタに使用するコアの上面、すなわち積層方向に平行な面のうち、コイルに包囲されない面の一方の面の拡大図である。

[0015] 図 1 に示すように、実施例 1 のインダクタ 10 は、導体が巻回されてなるコイル 11 と、コイル 11 の内部に配置されたコア 12 と、コア 12 とコイル 11 とを封止する素体 13 と、を備えている。素体 13 は、磁性体粉末と樹脂とを混練して得られる封止材に圧力をかけて形成される。素体 13 の側面、すなわちコイルの巻軸方向と平行な面には、コイル 11 の 2 つの末端がそれぞれ引き出されて露出し、図示しない外部端子と電氣的に接続される。コイル 11 の末端はそれぞれ、導体の長さ方向に直交する断面を露出しているてもよく、導体の長さ方向に平行な側面を露出してもよい。

[0016] 図 2 に示すように、コイル 11 は、絶縁被覆がなされた、断面矩形の導体（以下、平角線と呼ぶ）を、単方向の巻軸に沿って巻回したものである。コイル 11 の外形は楕円形状であり、楕円の最外周からそれぞれ、平角線の末端が引き出されている。そして、コイル 11 の内部には、コア 12 を収納す

る空間を有している。

[0017] 図3と図4に示すように、コア12は、薄い平板形状の軟磁性体層12aと、軟磁性体層12aよりもさらに薄い平板形状の絶縁体層12bとを交互に積層してなる積層部として形成する。そして、軟磁性体層12aの幅の広い面であって、積層方向に直交する面のうち最表層の面を、幅広面12cとする。コア12を構成する軟磁性体層12aの透磁率は、素体13を構成する封止材の透磁率よりも高い。また絶縁体層12bの透磁率は、素体13を構成する封止材の透磁率よりも低い。

[0018] コア12は、コイル11の巻軸と幅広面12cとが平行となるよう、コイル11の内部に配置される。すなわち、コア12は積層部の積層方向とコイル11の巻軸とが直交するように配置される。そして、図4に示すように、軟磁性体層12aと絶縁体層12bとは、隙間なく交互に配置されている。絶縁体層12bは、軟磁性体層12a同士を接着するとともに、軟磁性体層12a同士の間を電氣的に絶縁する。

[0019] コア12が高い飽和磁束密度を保有するためには、軟磁性体層12aの厚みaに対する絶縁体層12bの厚みbの比率(b/a 、以下「厚み比率」ともいう)が0.2以下、好ましくは0.1以下、かつ、絶縁体層12bの厚みbが数 μm であることが望ましい。絶縁体層12bは、例えば、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂及びポリイミドアミド樹脂からなる群から選択される少なくとも1種を含む材料で形成される。

[0020] ここで厚み比率(b/a)を求める方法の一例を説明する。厚み比率(b/a)は、積層部を構成する軟磁性体層12aの厚みaの平均値で、絶縁体層12bの厚みbの平均値を除いて求められる。厚みaの平均値は、コアの断面観察画像において任意に選択される10層の軟磁性体層12aについてそれぞれの最大厚みを測定し、その測定値の平均値として求められる。厚みbの平均値は、コアの断面観察画像において任意に選択される10層の絶縁体層12bについてそれぞれの最小厚みを測定し、その測定値の平均値として求められる。

[0021] 図1では、コア12の幅広面と楕円形状のコイル11の長手方向とが平行になるようにコアが形成されているが、コア12の幅広面と楕円形状のコイル11の短手方向とが平行になるようにコアが形成されていてもよく、コア12の幅広面と楕円形状のコイル11の長手方向とが任意の角度で交差していてもよい。

[0022] また図1及び図2では、コイル11は、いわゆる α 巻線形状（例えば、特開2009-239076号公報参照）で形成されているが、エッジワイズ巻、めっき導体パターン等で形成されていてもよい。

[0023] このような構造のインダクタは、以下のメリットを有する。

第1のメリットは、インダクタの直流抵抗が低いことである。透磁率の高い軟磁性体層を含む積層部でコアを構成しているので、所定のインダクタンスを得るためのコイルの巻数が少なく、直流抵抗を低減することができる。

[0024] 第2のメリットは、渦電流によるインダクタの損失が小さいことである。一般的に、導体板を積層したコアを用いたインダクタにおいて、渦電流が原因で発生する渦電流損失 P_e は、導体板の厚みの2乗に比例する。実施例1のインダクタにおける導体板の厚み、すなわち、軟磁性体層の厚みは十分に薄い。したがって、コイルの磁束によって発生する渦電流損失 P_e を低減することができる。

[0025] 第3のメリットは、磁気飽和しにくいことである。軟磁性体層12aには高い飽和磁束密度 B_s を持った材料を使用する。軟磁性体層12aと絶縁体層12bの厚みにおいて、軟磁性体層12aの比率を大きくすることで高い磁気飽和特性を持つコアとなる。例えば、厚みを軟磁性体層12aの厚み $a = 19$ に対して、絶縁体層12bの厚み $b = 1$ とすると、軟磁性体層を構成する材料の飽和磁束密度 B_s の95%の磁気飽和特性を持ったコアとなる。

[0026] このようなインダクタは、磁気回路的に、高透磁率の軟磁性体層12aと低透磁率の磁気抵抗の高い素体13との直列接続となり、素体13の高磁気抵抗特性により磁束が抑制され、その結果、磁気飽和しにくい構造となっている。そして、前述した通り、絶縁体層に対する軟磁性体層の割合を増やし

、コア 1 2 そのものの飽和磁束密度 B_s を高くすることによって、より磁気飽和しにくいインダクタとなる。

実施例 2

[0027] 実施例 2 のインダクタを、図 5 から図 7 を参照して説明する。

図 5 は、本発明の実施例 2 のインダクタに使用するコアの分解斜視図である。図 6 は、本発明の実施例 2 のインダクタに使用するコアの斜視図である。図 7 は、本発明の実施例 2 のインダクタの透過斜視図である。実施例 2 のインダクタでは、コアが透磁率の低い板状のギャップ部で分割されている。

[0028] 実施例 2 のインダクタに使用するコアについて説明する。図 5 に示すように、コア 2 2 は、軟磁性体層と絶縁体層とが交互に積層されてなる 2 つの積層部 2 2 a と、2 つの積層部 2 2 a に挟まれてコアを 2 つに分割する板状のギャップ部 2 2 b とで構成される。そして、図 6 に示すように、ギャップ部 2 2 b の外周部は、コア側面でコアの外部に露出している。すなわち、ギャップ部 2 2 b は積層部 2 2 a の外周部まで延在している。またギャップ部 2 2 b は、その厚み方向が 2 つの積層部 2 2 a の積層方向のそれぞれと直交するように積層部 2 2 a と接して配置される。

[0029] 積層部 2 2 a は、実施例 1 のコア 1 2 と同様に、軟磁性体層 1 2 a と絶縁体層 1 2 b を交互に積層して形成される。ギャップ部 2 2 b は、積層部 2 2 a 同士を接着する物質で構成される。そして、ギャップ部 2 2 b の透磁率は、積層部 2 2 a の軟磁性体層の透磁率よりも小さい。またギャップ部 2 2 b の透磁率は、積層部 2 2 a を構成する絶縁体層の透磁率よりも高くても、低くても、または同じでもよい。

[0030] 図 6 では、2 つの積層部 2 2 a は、それぞれの積層方向が平行になるようにギャップ部 2 2 b を挟んでいるが、2 つの積層部 2 2 a のそれぞれの積層方向が直交または任意の角度で交差し、ギャップ部 2 2 b の厚み方向とそれぞれ直交するようにギャップ部 2 2 b を挟んでいてもよい。

[0031] 図 7 に示すように、インダクタ 2 0 は、コア 2 2 と、コア 2 2 を内部の空間に有するコイル 1 1 と、コイル 1 1 とコア 2 2 を封止する素体 1 3 と、を

備えている。コア 2 2 は、コイル 1 1 の巻軸と幅広面 1 2 c とが平行となるように、コイル 1 1 の内部の空間に配置される。素体 1 3 を構成する封止材の透磁率は、ギャップ部の透磁率以上であり、コアを構成する軟磁性体層の透磁率よりも低い。

[0032] 図 7 では、コア 2 2 の幅広面と楕円形状のコイル 1 1 の長手方向とが平行になるようにコア 2 2 が形成されているが、コア 2 2 の幅広面と楕円形状のコイル 1 1 の短手方向とが平行になるようにコア 2 2 が形成されていてもよく、コア 2 2 の幅広面と楕円形状のコイル 1 1 の長手方向とが任意の角度で交差していてもよい。また、コア 2 2 を構成する一方の積層部 2 2 a の幅広面と楕円形状のコイル 1 1 の長手方向とが平行であり、他方の積層部 2 2 a の幅広面と楕円形状のコイル 1 1 の短手方向とが平行であってもよい。

[0033] また図 7 では、コイル 1 1 は、いわゆる α 巻線形状で形成されているが、エッジワイズ巻、めっき導体パターン等で形成されていてもよい。

[0034] インダクタ 2 0 は、以下の特性を持つ。コア 2 2 は実施例 1 のコア 1 2 に比べ、コイル 1 1 の巻軸方向における形状磁気異方性が小さくなるとともに、コア内部に低透磁率の材料または非磁性材料の磁気ギャップを持つので、コイル 1 1 の巻軸方向における磁気抵抗も高くなる。そのため、コア 2 2 を構成する積層部 2 2 a 内部の磁束密度は、実施例 1 のインダクタに比べ小さくなる。その結果、コア 2 2 は磁気飽和しにくくなるうえ、渦電流による損失が小さくなる。

[0035] インダクタとしては、実施例 1 で述べたメリットである、低い直流抵抗をある程度保ちながら、磁気飽和しにくくなり、または、直流電流の重畳による L 値の低下が緩和され、交流損失が小さくなる。これにより Q 値は上昇する。

[0036] 実施例 3 のインダクタを、図 8 から図 1 0 を参照して説明する。

図 8 は、本発明の実施例 3 のインダクタに使用するコアの斜視図である。

図 9 は、本発明の実施例 3 のインダクタの透過斜視図である。図 1 0 は、インダクタのコアを通過する磁束を可視化した、コアの透過図である。実施例

３のインダクタでは、コアが積層部の積層方向の両端部である幅広面上にそれぞれフェライト部を備えている。

[0037] 図８に示すように、コア３２は、実施例１のコア１２と同様に、軟磁性体層１２ａと絶縁体層１２ｂを積層した積層部３２ａと、積層部３２ａの積層方向の両端部に配置された、薄い平板状のフェライト部３２ｂと、から成る。フェライト部３２ｂは、コア３２の積層方向の両端の積層面である幅広面１２ｃを覆うように貼り付けられている。フェライト部３２ｂの透磁率は、軟磁性体層１２ａの透磁率よりも低く、素体１３の透磁率よりも高い。

[0038] 図８では、フェライト部３２ｂは積層部３２ａの積層方向の両端部にのみ配置されているが、積層部３２ａの他の面にフェライト部３２ｂがさらに配置されていてもよい。例えば、積層部３２ａの両端部を含む側面にフェライト部３２ｂが配置されていてもよい。

[0039] 一般的に、実施例１のインダクタを高周波で駆動すると、コイルから発生する磁束がコアを通過する。この時、コイルの電流量が小さい場合、コアを通過する磁束は、コアの積層方向の両端に集中する。そして、磁束が集中する部分には渦電流が発生し、渦電流損失 P_e が増加する。渦電流損失 P_e を低減するために、実施例３のインダクタ３０は、以下に記載する構造となっている。

[0040] 図９に示すように、インダクタ３０は、コア３２と、コア３２を内部の空間に有するコイル１１と、コイル１１とコア３２を封止する素体１３と、を備えている。コア３２は、コイル１１の巻軸と、幅広面１２ｃとが平行となるように、コイルの内部の空間に配置される。軟磁性体層１２ａよりも透磁率の低いフェライト板からなるフェライト部３２ｂを、コア３２の積層方向の両端に配置することによって、コア３２の両端に集中していた磁束密度を緩和することができる。さらに、フェライト部３２ｂは軟磁性体層１２ａよりも電気抵抗率が高いので、渦電流が発生しにくい。以上の理由から、インダクタ３０の渦電流損失 P_e を抑え、Ｑ値の改善ができる。

[0041] コアの磁束密度についてシミュレーションを行ったので、図１０ＡからＤ

を用いて説明する。図10AからDは、有限要素法解析ソフトウェアF e m t e t（ムラタソフトウェア社製）を用いた周波数1MHzの調和磁場解析で得られる磁束密度を、可視化したコアの透過図である。図10Aは、フェライト部を配置していないコアの透過斜視図を示し、図10Bは、フェライト部を配置していないコアを上方から見た透過平面図を示す。図10Cは、コアの両端にフェライト部を配置したコアの透過斜視図を示し、図10Dは、コアの両端にフェライト部を配置したコアを上方から見た透過平面図を示す。そして、コアを構成する軟磁性体層の透磁率はフェライト部の透磁率よりも高く、フェライト部の透磁率は素体を構成する封止材よりも高い。

[0042] 図10Aと図10Bに示すように、フェライト部を配置していないコアを通過する磁束は、コアの積層方向の両端部に集中し、磁束密度も両端部において約10mTから32mTと大きく、約12mT以上を示す部分が多くなっている。そして、図10Cと図10Dに示すように、フェライト部を配置したコアの積層方向の両端を通過する磁束は、コアの積層方向の両端に集中しているものの、図10Aと図10Bよりも少なく、磁束密度は両端部においても約12mT以下となっている。以上より、コアの積層方向の両端にフェライト部を配置することにより、コアの積層方向の両端に集中する磁束の量を抑制することができる。その結果、インダクタの渦電流損失 P_e を抑え、Q値の改善ができる。

[0043] 図9では、コア32の幅広面、すなわちフェライト部32bの幅広面と楕円形状のコイル11の長手方向とが平行になるようにコアが形成されているが、コア32の幅広面と楕円形状のコイル11の短手方向とが平行になるようにコアが形成されていてもよい。また、コア32の幅広面と楕円形状のコイル11の長手方向とが任意の角度で交差していてもよい。

[0044] また図9では、コイル11は、いわゆる α 巻線形状で形成されているが、エッジワイズ巻、めっき導体パターン等で形成されていてもよい。

[0045] 以上、実施例について説明したが、本発明は実施例に限るものではない。コア形状は、コイルの内側を全て埋めた形状でなくともよい。角柱形状で

もよいし、円柱形状でもよいし、コイルの内側に配置されていれば、どのような形状でもよい。また、コアの高さ寸法はコイルの高さと同じでなくてもよい。インダクタに望む特性によって、コアの高さ寸法はコイルの高さより大きくても小さくてもよい。さらに、コアを形成する積層部の積層方向は、図1のような楕円形状のコイルの長手方向と垂直だけでなく、コイルの長手方向と平行になってもよく、積層部の積層方向とコイルの長手方向の角度は任意に設定できる。軟磁性体層の幅広面がコイルの巻軸と平行でさえあればよい。すなわち、積層部の積層方向とコイルの巻軸とが直交していればよい。

[0046] 更に言えば、実施例2における2分割にしたコアの積層部は、積層方向が同じでなくてもよい。また、積層部は2つに限らず、3つ以上でもよいし、それぞれの積層部の積層方向は同じでなくてもよい。ギャップ部は1つに限らず、2つ以上でもよい。コアが、積層方向が異なる複数の積層部から構成される場合、ギャップがあることによって渦電流損失をより小さくできるため、ギャップ部を設けることが好ましい。

[0047] コアを構成する軟磁性体層は、例えば、鉄、ケイ素鋼、パーマロイ、センダスト、パーメンジュール、ソフトフェライト、アモルファス磁性合金、ナノクリスタル磁性合金、もしくはこれらの合金からなる。また、高い透磁率を有していれば、軟磁性体に限らず、他の材料を用いてもよい。

[0048] コアを形成する絶縁体層の形状は平板形状に限らず、軟磁性体層同士の間で絶縁を取ることができれば、どのような形状でもよい。

[0049] コイルを構成する導体は、平角線に限らず、断面が円状の丸線でもよく、また、他の形状でも良い。またコイルの形状は、楕円形状に限らず、略円形状等であってもよい。

[0050] 素体を構成する材料は、磁性粉と樹脂を混練した封止材としたが、磁性粉は、金属磁性粉であっても、フェライト系磁性粉等であってもよい。また、素体は磁性粉と樹脂を混練した封止材に限らず、フェライトなど、他の材料で素体を構成してもよい。

[0051] インダクタは、実施例の形態に限らない。たとえば、実施例 2 と実施例 3 とを組み合わせ、ギャップ部とフェライト部との両方を備えたコアを使用したインダクタでも良い。

[0052] 日本国特許出願 2016-213578 号（出願日：2016 年 10 月 31 日）の開示はその全体が参照により本明細書に取り込まれる。本明細書に記載された全ての文献、特許出願、及び技術規格は、個々の文献、特許出願、及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書に参照により取り込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 軟磁性体層と絶縁体層とが交互に積層された積層部を含むコアと、
前記コアの周囲に巻回された導体を含むコイルと、
前記コア及び前記コイルを収容する素体と、
を備え、
前記コアは、前記積層部の積層方向が前記コイルの巻軸と直交して配置されているインダクタ。
- [請求項2] 前記素体は、磁性粉と樹脂とを含む封止材の加圧成形体であり、前記コアよりも低い透磁率を有している、請求項1に記載のインダクタ。
- [請求項3] 前記コアは、複数の積層部と、前記軟磁性体層よりも低い透磁率を有するギャップ部とを備え、
前記ギャップ部は、前記複数の積層部の内の2つに挟まれ、前記積層部の外周部まで延在して配置されている、請求項1又は請求項2に記載のインダクタ。
- [請求項4] 前記コアは、前記ギャップ部を複数備える、請求項3に記載のインダクタ。
- [請求項5] 前記ギャップ部は、その厚み方向と前記積層部の積層方向とが直交して配置される、請求項3又は請求項4に記載のインダクタ。
- [請求項6] 前記コアは、積層部の積層方向の両端部のそれぞれに配置されるフェライト部をさらに備える、請求項1から請求項5のいずれかに記載のインダクタ。
- [請求項7] 前記フェライト部の透磁率は、前記素体の透磁率よりも高く、前記軟磁性体層の透磁率よりも低い、請求項6に記載のインダクタ。
- [請求項8] 前記コアは、前記フェライト部を有する複数の積層部と、前記軟磁性体層よりも低い透磁率を有する板状のギャップ部とを備え、
前記ギャップ部は、前記積層部の2つに挟まれて前記積層部の外周部まで延在し、前記ギャップ部の厚み方向と前記積層部の積層方向と

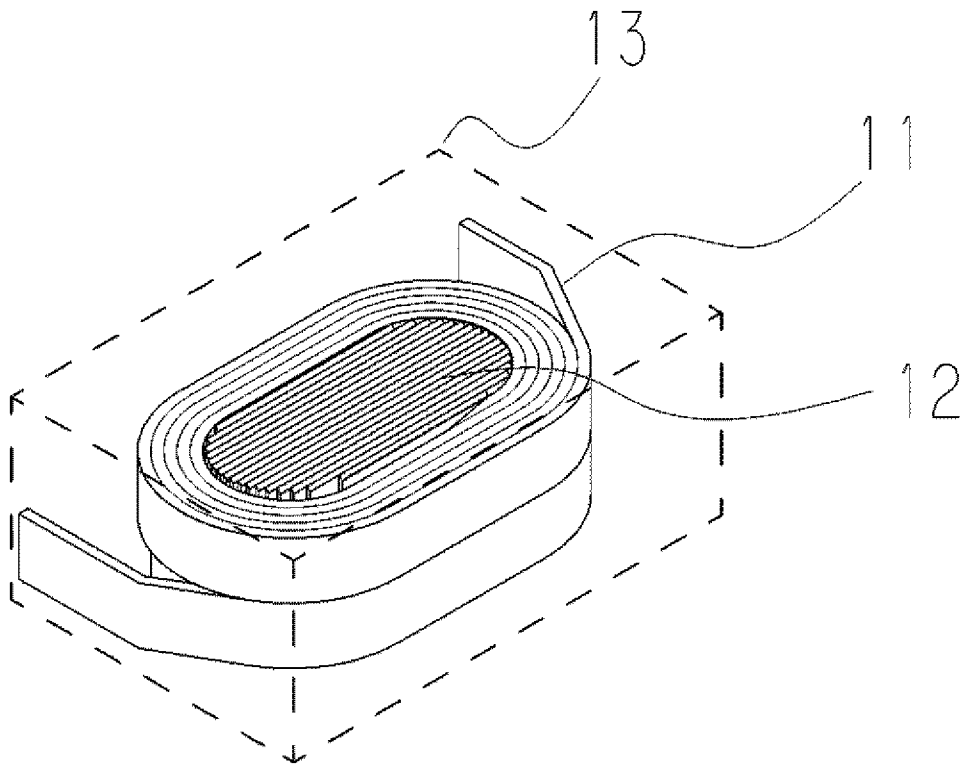
が直交して配置される、請求項 6 又は請求項 7 に記載のインダクタ。

[請求項 9] 前記積層部は、前記軟磁性体層の厚みに対する前記絶縁体層の厚みの比率が、0.2 以下である、請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載のインダクタ。

[請求項 10] 前記絶縁体層は、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂及びポリイミドアミド樹脂からなる群から選択される少なくとも 1 種を含む、請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載のインダクタ。

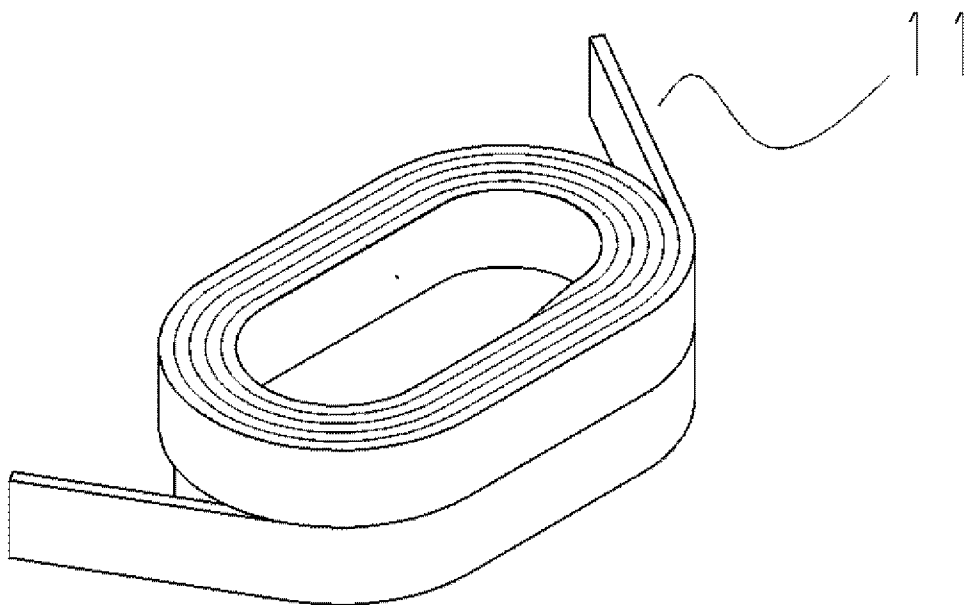
[図1]

図 1



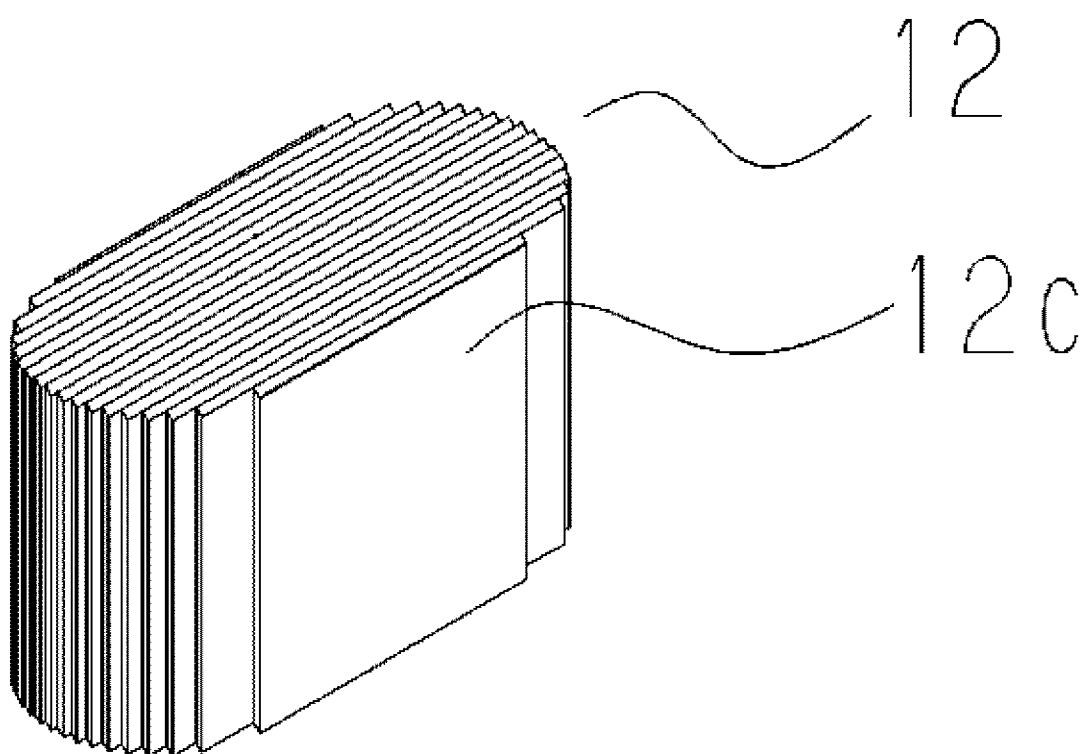
[図2]

図 2



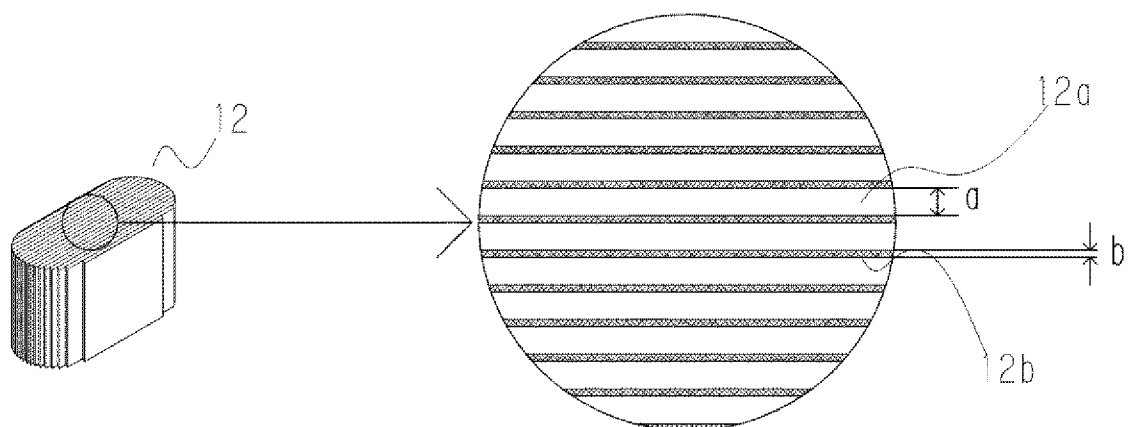
[図3]

図3



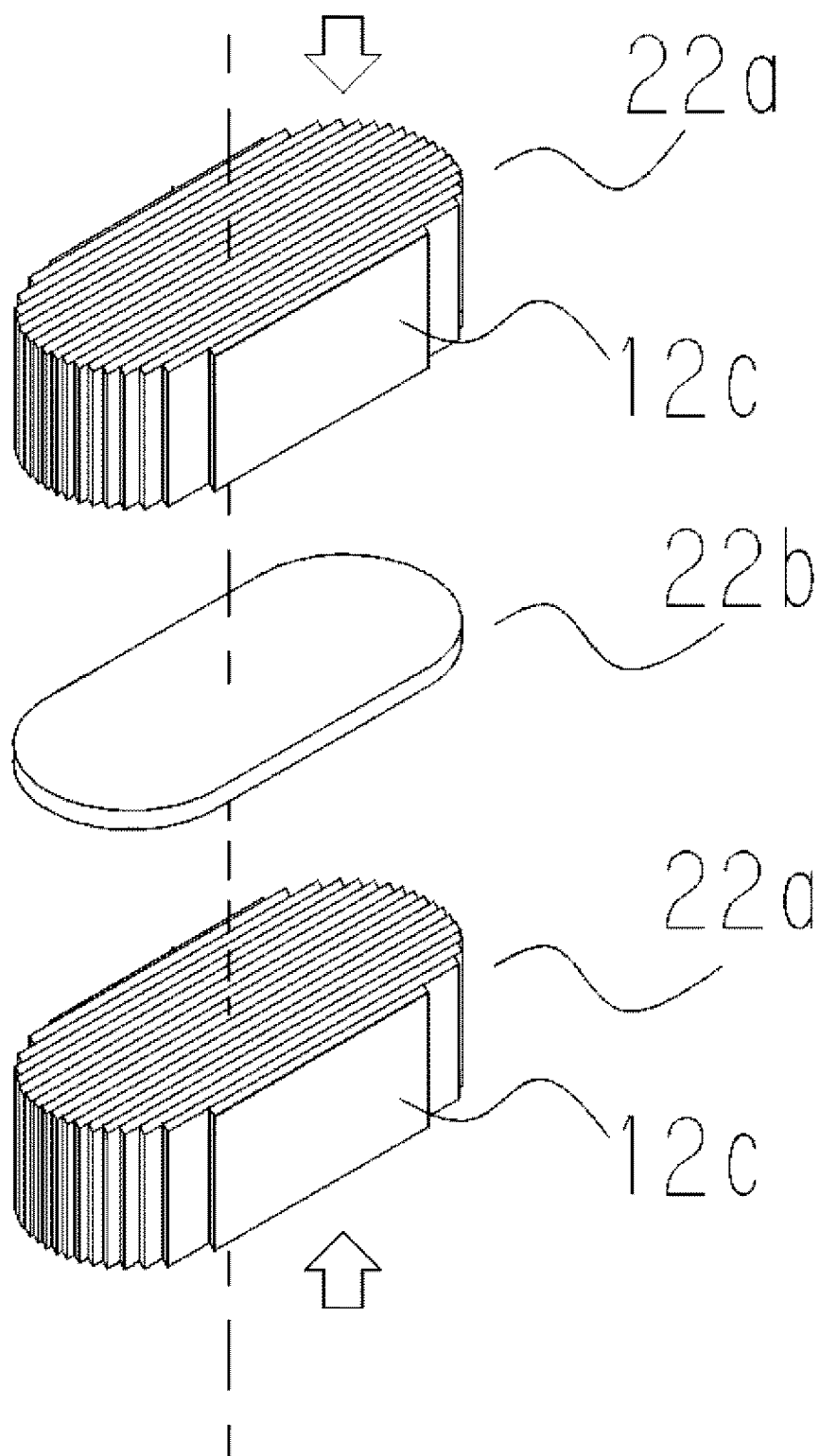
[図4]

図4



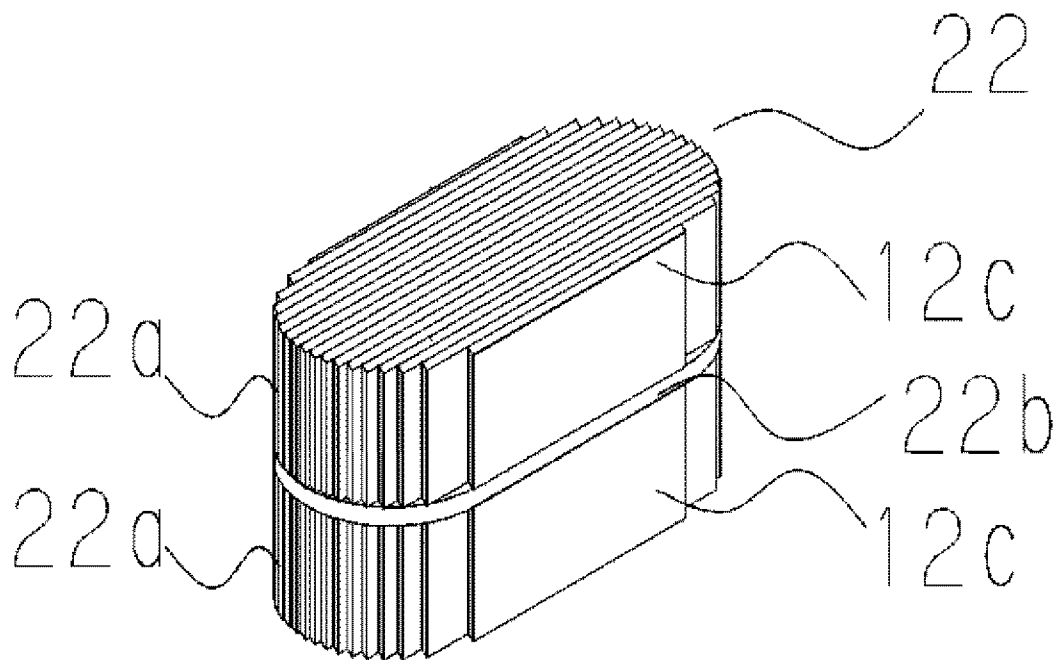
[図5]

図5



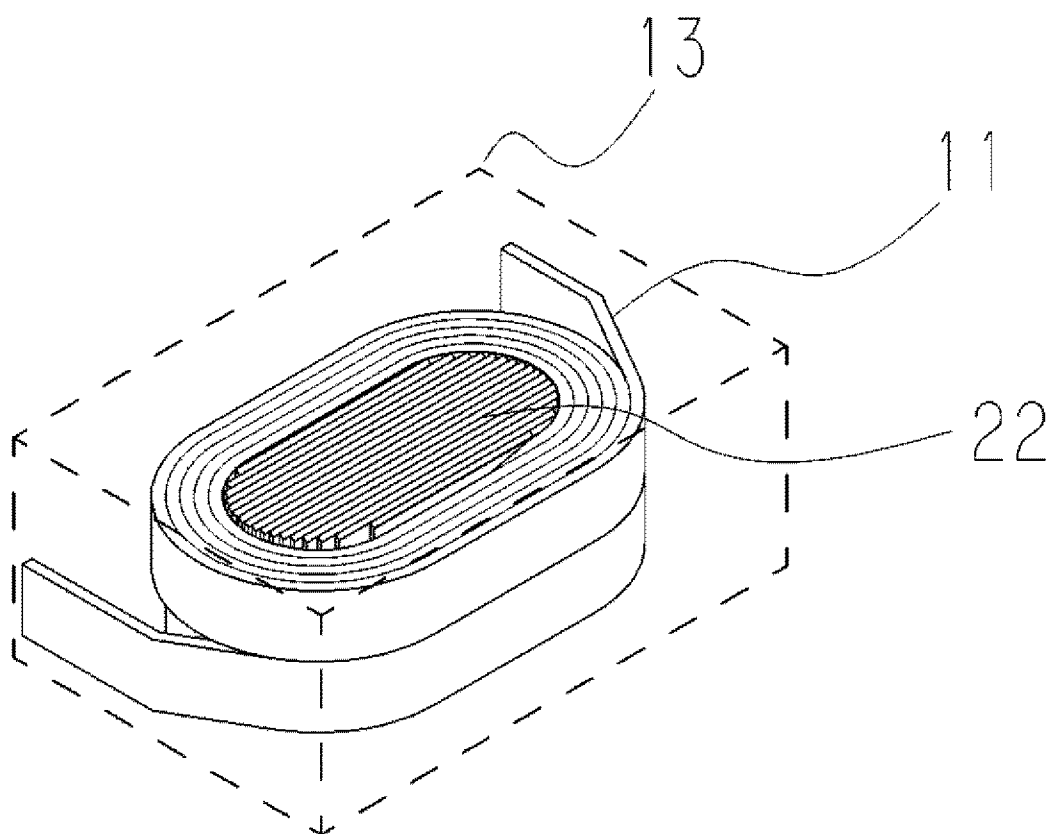
[図6]

図6



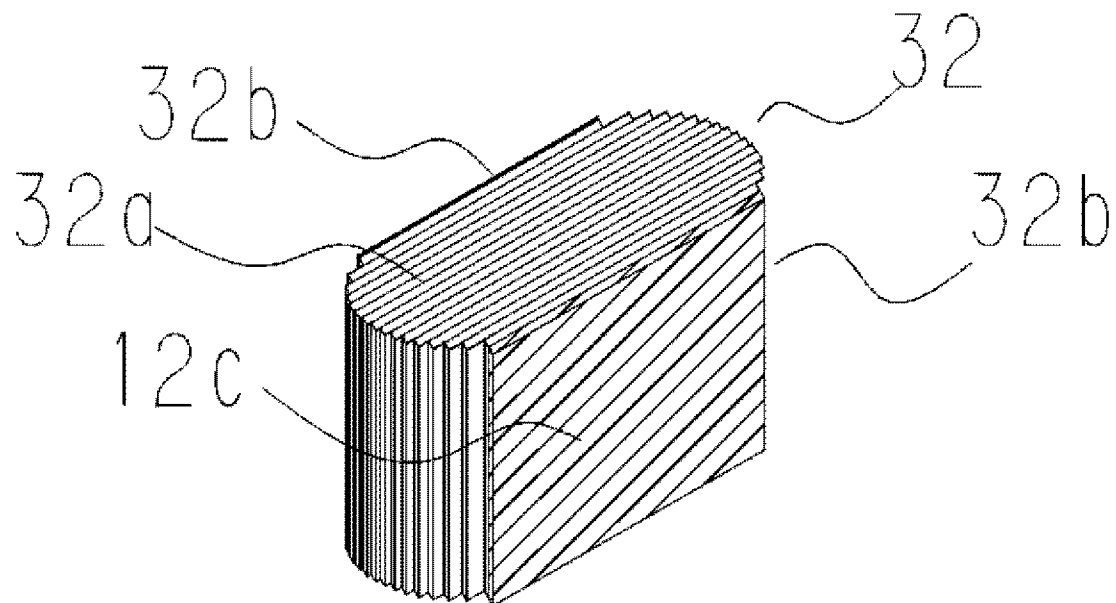
[図7]

図7



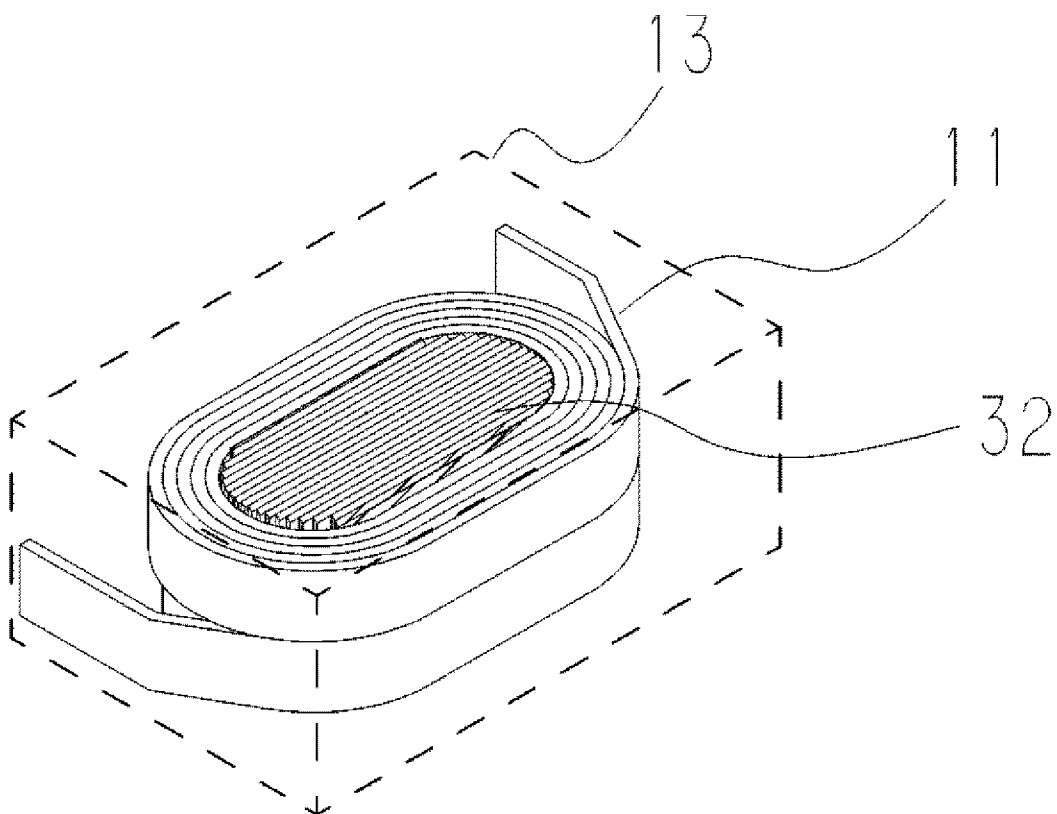
[図8]

図8



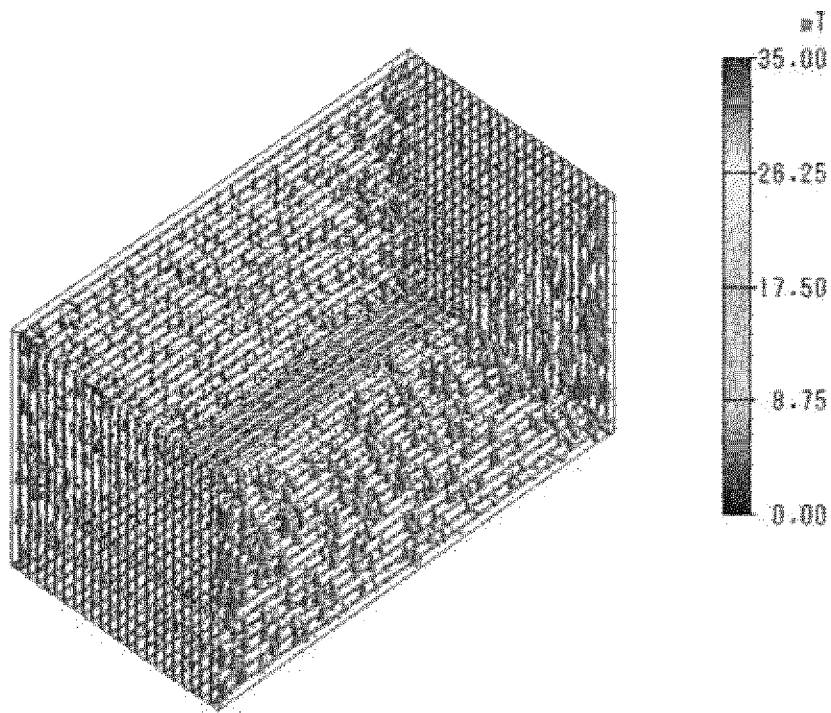
[図9]

図9



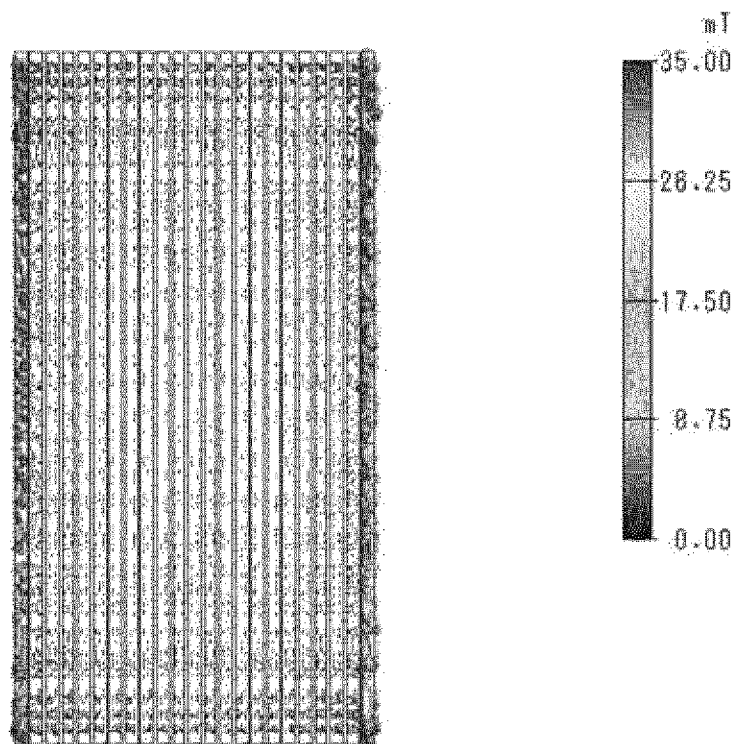
[図10A]

図10A



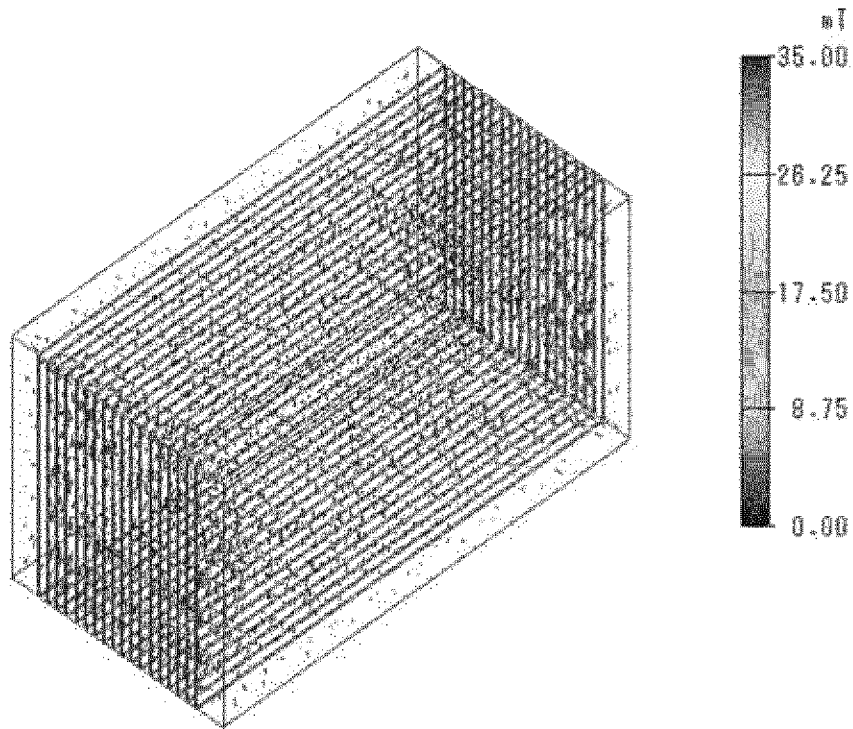
[図10B]

図10B



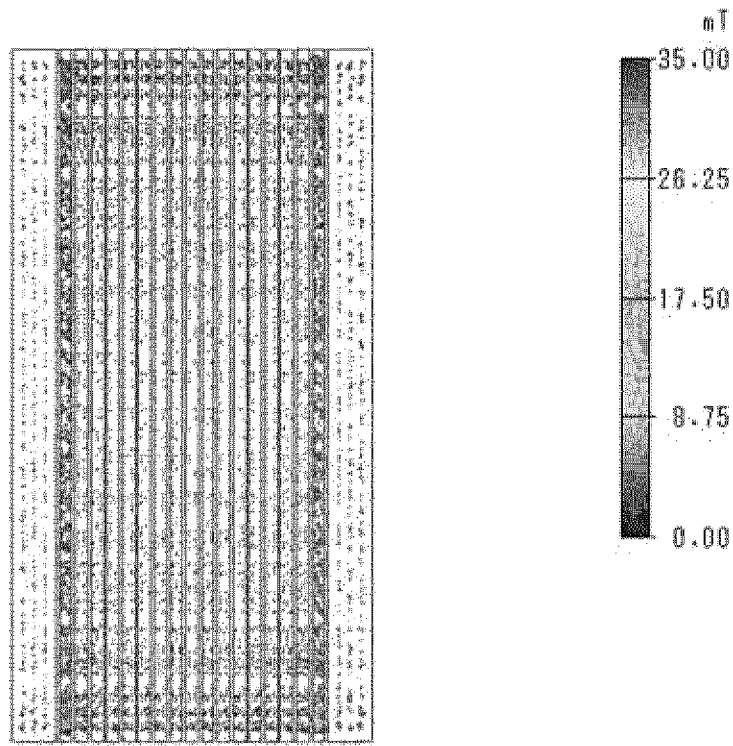
[図10C]

図10C



[図10D]

図10D



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/037839

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01F17/04 (2006.01) i, H01F27/24 (2006.01) i, H01F27/245 (2006.01) i,
H01F27/255 (2006.01) i, H01F41/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H01F17/04, H01F27/24, H01F27/245, H01F27/255, H01F41/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-217941 A (TOKO, INC.) 31 July 2003, paragraphs [0005], [0007]-[0008], fig. 1-2 (Family: none)	1-2
Y		3-10
Y	JP 2015-138911 A (JFE STEEL CORPORATION) 30 July 2015, paragraph [0002] (Family: none)	3-10
Y	JP 2011-129728 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 30 June 2011, paragraphs [0011]-[0012], [0017], fig. 1 (Family: none)	6-10
Y	JP 2013-46032 A (NEC TOKIN CORP.) 04 March 2013, paragraph [0037], table 1 (Family: none)	9-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
05 January 2018 (05.01.2018)

Date of mailing of the international search report
23 January 2018 (23.01.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01F17/04(2006.01)i, H01F27/24(2006.01)i, H01F27/245(2006.01)i, H01F27/255(2006.01)i, H01F41/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01F17/04, H01F27/24, H01F27/245, H01F27/255, H01F41/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 8 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2003-217941 A (東光株式会社) 2003.07.31, 段落[0005]、 [0007]-[0008]、図 1-2 (ファミリーなし)	1-2 3-10
Y	JP 2015-138911 A (J F E スチール株式会社) 2015.07.30, 段落 [0002] (ファミリーなし)	3-10
Y	JP 2011-129728 A (住友電気工業株式会社) 2011.06.30, 段落 [0011]-[0012], [0017], 図 1 (ファミリーなし)	6-10

☑ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 5 . 0 1 . 2 0 1 8

国際調査報告の発送日

2 3 . 0 1 . 2 0 1 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

右田 勝則

5 D

8 3 9 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 4 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2013-46032 A (NEC トーキン株式会社) 2013. 03. 04, 段落 [0037], 表 1 (ファミリーなし)	9-10