(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
2024年12月5日(05.12.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/247819 A1

(51) 国際特許分類:
H01F 27/29 (2006.01) *H01F 41/02* (2006.01)
H01F 17/04 (2006.01) *H01F 41/04* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/018672

(22) 国際出願日： 2024年5月21日(21.05.2024)

(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 2023-090999 2023年6月1日(01.06.2023) 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).

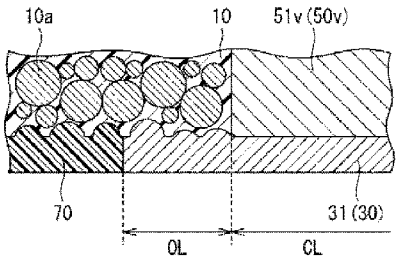
(72) 発明者: 大▲崎▼ 昂平 (**OSAKI, Kouhei**); 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). ▲濱▼田 顕徳(**HAMADA, Akinori**); 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 儀武 穂(**GIBU, Minoru**); 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 山尾 憲人, 外(**YAMAO, Norihito** et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町８番１号 大阪梅田ツインタワーズ・ノース 青山特許事務所 Osaka (JP).

(54) **Title:** INDUCTOR AND METHOD FOR MANUFACTURING INDUCTOR

(54) 発明の名称： インダクタおよびインダクタの製造方法

図4



(57) **Abstract:** The present invention provides an inductor and a method for producing an inductor which reduce formation abnormalities in an external terminal. An inductor 1 according to the present disclosure which comprises an element body 10 that includes a coil conductor 50 therein and contains metal magnetic particles 10a and a resin, and further comprises an external terminal 30 which is provided on a mounting surface (first main surface 11) of the element body 10 and is electrically connected to the coil conductor 50, wherein: the element body 10 has a first main surface 11 and a second main surface 12 that face each other in the height direction, a first end surface 13 and a second end surface 14 that are orthogonal to the height direction and face each other in the lengthwise direction, and a first side surface 15 and a second side surface 16 that face each other in the widthwise direction, which is orthogonal to the lengthwise direction and the height direction; the external terminal 30 has a coil conductor connection region CL positioned in an exposed region in which a coil conductor 50 is exposed from the element body 10 in a plan view seen from the mounting surface side of the element body 10, and an overlap region OL which overlaps the element body; and the length of contact between the metal magnetic particles 10a and the external terminal 30 is 10% or less of the average length of the overlap region OL of the external

WO 2024/247819 A1

［続葉有］

(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, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)）

terminal 30 along a cut surface obtained by cutting in the height direction of the element body 10 along the lengthwise direction of the element body 10 at a position which passes through the external terminal 30 and the coil conductor connection region CL from the mounting surface side of the element body 10.

(57) 要約：外部端子の形成異常を低減するインダクタおよびインダクタの製造方法を提供する。本開示のインダクタ１は、内部にコイル導体５０を備え、金属磁性粒子１０ａと樹脂を含有する素体１０と、素体１０の実装面（第１主面１１）に設けられ、コイル導体５０と電気的に接続する外部端子３０と、を備え、素体１０は、高さ方向に相対する第１主面１１と第２主面１２と、高さ方向に直交し長さ方向に相対する第１端面１３と第２端面１４と、長さ方向及び高さ方向に直交する幅方向に相対する第１側面１５及び第２側面１６とを有し、外部端子３０は、素体１０の実装面側から見た平面透視においてコイル導体５０が素体１０から露出する露出領域上に位置するコイル導体接続領域ＣＬと、素体と重複するオーバーラップ領域ＯＬを有しており、素体１０の実装面側から外部端子３０とコイル導体接続領域ＣＬを通る位置で素体１０の長さ方向に沿って素体１０の高さ方向に切断した切断面における外部端子３０のオーバーラップ領域ＯＬの平均の長さに対し、金属磁性粒子１０ａと外部端子３０とが接触する長さが１０％以下である。

明　細　書

発明の名称 ： インダクタおよびインダクタの製造方法

技術分野

[0001]　本開示は、インダクタおよびインダクタの製造方法に関する。

背景技術

[0002]　特許文献１には、樹脂および金属磁性粉のコンポジット材料からなるコンポジット体と、コンポジット体内に設けられ、コンポジット体の外面から端面が露出する内部電極と、内部電極と電気的に接続される外部端子と、を備えたインダクタが開示されている。また、特許文献１の図１によれば、平面透視において外部端子の平面積が内部電極の平面積よりも大きい点を見て取れる。つまり、外部端子が金属磁性粉を含有するコンポジット体と接している点を把握できる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０２２－１８９１０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　インダクタの外部端子は、当該インダクタを実装する実装基板の電極と電気的に接続される。インダクタを実装基板に実装する際、実装基板とのアライメントの観点から、外部端子の平面積を大きくすることが望まれる場合がある。外部端子の平面積を大きくすると、内部電極周囲に配置されているコンポジット体（インダクタの素体）と外部端子とが接することとなる。

[0005]　ここで、外部端子をめっき（一例として無電解めっき）で形成する場合、内部電極に対するめっき形成メカニズムと、金属磁性粉を含有するコンポジット体に対するめっき形成メカニズムは異なる。つまり、めっきによって外部端子を形成すると、コンポジット体が含有する金属磁性粉を起因とするめっき成長が生じ、外部端子の形成異常が発生するため、インダクタの歩留ま

りが低下する虞があった。

[0006] 本開示は、かかる課題に鑑みて為されたものである。即ち、本開示の主たる目的は、外部端子の形成異常を低減するインダクタおよびインダクタの製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示のインダクタは、

内部にコイル導体を備え、金属磁性粒子と樹脂を含有する素体と、

前記素体の実装面に設けられ、前記コイル導体と電気的に接続する外部端子と、を備え、

前記素体は、高さ方向に相対する第１主面と第２主面と、高さ方向に直交し長さ方向に相対する第１端面と第２端面と、長さ方向及び高さ方向に直交する幅方向に相対する第１側面及び第２側面とを有し、

前記外部端子は、素体の実装面側から見た平面透視において前記コイル導体が前記素体から露出する露出領域上に位置するコイル導体接続領域と、前記素体と重複するオーバーラップ領域を有しており、

前記素体の実装面側から前記外部端子と前記コイル導体接続領域を通る位置で前記素体の長さ方向に沿って前記素体の高さ方向に切断した切断面における前記外部端子のオーバーラップ領域の長さに対し、前記金属磁性粒子と前記外部端子とが接触する平均の長さが１０％以下である。

[0008] また、本開示のインダクタは、

内部にコイル導体を備え、金属磁性粒子と樹脂を含んでいる素体と、

前記素体の実装面に設けられ、前記コイル導体と電気的に接続する外部端子と、を備え、

素体の実装面側から見た平面透視において、前記コイル導体が前記素体から露出する露出領域の内側に前記外部端子が配置されている。

[0009] 本開示のインダクタの製造方法は、

内部にコイル導体を備え、金属磁性粒子と樹脂を含有する素体を形成する素体形成工程と、

前記コイル導体の外部端子接続領域を前記素体から露出させる露出工程と、

前記素体の実装面において前記金属磁性粒子を脱粒させる脱粒工程と、

前記脱粒工程によって金属磁性粒子を脱粒させた脱粒箇所および前記露出工程によって露出させた前記コイル導体の外部端子接続領域の箇所に、外部端子を形成する外部端子形成工程と、

を備えている。

[0010] また、本開示のインダクタの製造方法は、

内部にコイル導体を備え、金属磁性粒子と樹脂を含有する素体を形成する素体形成工程と、

前記コイル導体の外部端子接続領域を前記素体から露出させる露出工程と、

前記素体から前記コイル導体の外部端子接続領域が露出している露出領域の内側に、外部端子を形成する外部端子形成工程と、

を備えている。

発明の効果

[0011] 本開示によれば、外部端子の形成異常を低減するインダクタおよびインダクタの製造方法を提供できる。より具体的には、本開示のインダクタは、素体の実装面側から外部端子とコイル導体接続領域を通る位置で素体の長さ方向に沿って素体の高さ方向に切断した切断面における外部端子のオーバーラップ領域の長さに対し、金属磁性粒子と外部端子とが接触する平均の長さが１０％以下であるため、金属磁性粒子を起因とするめっき成長を低減することができる。したがって、外部端子の形成異常を低減することができる。

[0012] また、本開示の別のインダクタは、素体の実装面側から見た平面透視において、コイル導体が素体から露出する露出領域よりも内側に外部端子が配置されているため、金属磁性粒子と外部端子とが接触することを防ぎ、外部端子の形成異常を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図１は、本開示のインダクタの斜視図である。

[図2]図２は、第１実施形態のインダクタの分解斜視図である。

[図3]図３は、図２のIII－III線の矢視方向の断面図である。

[図4]図４は、図３の要部拡大断面図である。

[図5]図５は、第２実施形態のインダクタの分解斜視図である。

[図6]図６は、図５のVI－VI線の矢視方向の断面図である。

[図7]図７は、図６の要部拡大断面図である。

[図8]図８は、第２実施形態の変形例のインダクタの要部拡大断面図である。

[図9]図９は、他の実施形態のインダクタの断面図である。

[図10]図１０は、本開示のインダクタの製造方法を示すフロー図である。

[図11]図１１は、元素分析結果を説明する元素分析写真である。

[図12]図１２は、金属磁性粒子の脱粒状態を説明する断面図である。

[図13]図１３は、めっき形成状態を説明する断面図である。

[図14]図１４は、金属磁性粒子と外部端子との接触状態を説明する断面写真である。

[図15]図１５は、本開示のインダクタの別の実施態様の斜視図である。

[図16]図１６は、本開示のインダクタの別の実施態様の分解斜視図である。

[図17]図１７は、図１６のXVII－XVII線の矢視方向の断面図である。

[図18]図１８は、本開示のインダクタの更に別の実施態様の斜視図である。

[図19]図１９は、本開示のインダクタの更に別の実施態様の分解斜視図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本開示のインダクタについて説明する。なお、本開示は、以下の構成に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更されてもよい。また、以下において記載する個々の好ましい構成を複数組み合わせたものもまた本開示である。

[0015] 本開示のインダクタは、例えば、ＤＣ－ＤＣコンバータに用いられる。また、本開示のインダクタは、ＤＣ－ＤＣコンバータ以外の用途にも適用可能

である。

[0016] 本明細書中、要素間の関係性を示す用語（例えば、「平行」、「直交」等）及び要素の形状を示す用語は、文字どおりの厳密な態様のみを意味するだけではなく、実質的に同等な範囲、例えば、数％程度の差異を含む範囲も意味する。なお、本明細書では、素体を構成する磁性層およびコイル導体が積層される方向を「積層方向」とする。

[0017] また、本明細書の説明において、方向または向きなどに関する言及は、単に説明の便宜のためであり、特に明示的な説明がされない限り、本開示の範囲を限定することは意図されていない。例えば、「外（または外側、外部もしくは外周）」、「内（または内側、内部もしくは内周）」などの相対的な用語、ならびに、それらの派生用語などは、記載された如くまたは図示される如くの方向に言及すると解すべきである。つまり、特段の明示的な説明がされない限り、特定の方向・向き・形態などにのみ発明が限定されることを要するものではない。また、「設けられ」、「配置され」、「接続され」、「接する」、「貼り付けられ」などの用語、ならびにそれらの派生用語もまた同様であり、特段の明示的な説明がされない限り、直接的な態様に限らず、介在物などの他要素が介在する態様であってよい。

[0018] 以下に示す図面は模式図であり、その寸法、縦横比の縮尺等は実際の製品と異なる場合がある。

[0019] ＜第１実施形態のインダクタ＞

本開示のインダクタの第１実施形態について図１～４を参照しながら説明する。図１は、本開示のインダクタの斜視図、図２は、第１実施形態のインダクタの分解斜視図、図３は、図２のIII－III線の矢視方向の断面図、図４は、図３の要部拡大断面図である。なお、インダクタ及び各構成要素の形状及び配置等は、図示する例に限定されない。

[0020] 本開示のインダクタ１は、内部にコイル導体５０を備え、金属磁性粒子１０ａと樹脂を含有する素体１０と、素体１０の実装面（第１主面１１）に設けられ、内部にコイル導体５０を備えた素体１０の実装面の外部端子３０が

設けられていない領域に設けられた絶縁層７０と、と電気的に接続する外部端子３０と、を備える。

[0021] 本実施形態では、素体１０に第１コイル２１と、第１コイル２１よりも高さ方向Ｔの上側に第２コイル２２と、を備える。なお、素体１０の内部に備えるコイルは上記形態に限定されず、１つのコイルを備える形態、または、２つ以上のコイルを備える形態としてもよい。例えば、図９に示すように素体１０に４つのコイルを備える形態としてもよい。また、第１コイル２１は、後述する積層グループＧ４およびＧ５（図２参照）を複数積層することにより第１コイル導体５１がビア導体（不図示）を介して螺旋状に巻回されることによって構成されてよい。第２コイル２２は、後述する積層グループＧ２およびＧ３（図２参照）を複数積層することにより第２コイル導体５２がビア導体（不図示）を介して螺旋状に巻回されることによって構成されてよい。以下、各構成要素について詳述する。

[0022] －素体－

素体１０は、例えば、六面を有する直方体形状又は略直方体形状である。素体１０は、角部及び稜線部に丸みが付けられていてもよい。角部は、素体１０の三面が交わる部分であり、稜線部は、素体１０の二面が交わる部分である。

[0023] 図１には、インダクタ１及び素体１０における長さ方向、幅方向、高さ方向を、それぞれＬ方向、W方向、Ｔ方向として示している。長さ方向Ｌと幅方向Wと高さ方向Ｔとは互いに直交する。インダクタ１の実装面は、例えば、長さ方向Ｌと幅方向Wに平行な面（ＬW面）である。

[0024] 図１に示す素体１０は、高さ方向Ｔに相対する第１主面１１及び第２主面１２と、高さ方向Ｔに直交し長さ方向Ｌに相対する第１端面１３及び第２端面１４と、長さ方向Ｌ及び高さ方向Ｔに直交する幅方向Wに相対する第１側面１５及び第２側面１６とを有する。図１に示す例では、素体１０の第１主面１１が素体１０の実装面（底面）に相当する。なお、第２主面１２が素体１０の実装面であってもよい。

[0025] 素体１０は、磁性層Ｓおよびコイル導体５０（図２参照）を含む。また、素体１０は、積層構造を有してよい。具体的には、素体１０は、複数の磁性層Ｓおよびコイル導体５０を積層方向（例えば高さ方向Ｔ）に含んでよい。本実施形態では、図２に示すように少なくとも１層の磁性層Ｓおよびコイル導体５０（または磁性層Ｓのみ）を含む積層グループＧ１～Ｇ７を積層させることによって構成されている。なお、素体１０が有する積層構造の各層の境界は消失している。また、各積層グループ層は、同一のパターンを複数積層して構成されていてよい。

[0026] 積層グループＧ１は、磁性層Ｓを有しており、素体１０の第２主面１２を構成する。

[0027] 積層グループＧ２は、磁性層Ｓおよび第２コイル２２の一部を構成する第２コイル導体５２が設けられている。積層グループＧ２の第２コイル導体５２によって第２コイル２２の一つの巻回を構成する。より具体的には、第２コイル導体５２は、磁性層Ｓの略外周縁に沿って配置されている。また、第２コイル導体５２の端部の一方は、積層グループＧ３の第２コイル導体５２と接続するための導体層（またはビア導体）（不図示）が設けられ、第２コイル導体５２の端部の他方は、第４外部端子３４と電気的に接続するための第４コイル導体接続部（不図示）が設けられている。

[0028] 積層グループＧ３は、磁性層Ｓおよび第２コイル２２の一部を構成する第２コイル導体５２が設けられている。積層グループＧ２の第２コイル導体５２によって第２コイル２２の他の巻回を構成する。第２コイル導体５２の端部の一方は、積層グループＧ２の第２コイル導体５２と接続され、第２コイル導体５２の端部の他方は、第３外部端子３３と電気的に接続するための第３コイル導体接続部（不図示）が設けられている。また、磁性層Ｓにおける平面視で第２コイル導体５２から離れた隅部には、積層グループＧ２の第４コイル導体接続部（不図示）と電気的に接続するように、第４コイル導体接続部５４ｖが設けられている。

[0029] 積層グループＧ４は、磁性層Ｓおよび第１コイル２１の一部を構成する第

１コイル導体５１が設けられている。積層グループＧ４の第１コイル導体５１によって第１コイル２１の一つの巻回を構成する。第１コイル導体５１の端部の一方は、積層グループＧ５の第１コイル導体５１と接続するための導体層（またはビア導体）（不図示）が設けられ、第１コイル導体５１の端部の他方は、第２外部端子３２と電気的に接続するための第２コイル導体接続部（不図示）が設けられている。また、磁性層Ｓにおける平面視で第１コイル導体５１から離れた各隅部には、積層グループＧ３の第４コイル導体接続部と電気的に接続するように、第４コイル導体接続部５４ｖが設けられ、積層グループＧ３の第３コイル導体接続部と電気的に接続するように、第３コイル導体接続部５３ｖが設けられている。

[0030] 積層グループＧ５は、磁性層Ｓおよび第１コイル２１の一部を構成する第１コイル導体５１が設けられている。積層グループＧ５の第１コイル導体５１によって第１コイル２１の他の巻回を構成する。第１コイル導体５１の端部の一方は、積層グループＧ４の第１コイル導体５１と接続され、第１コイル導体５１の端部の他方は、第１外部端子３１と電気的に接続するための第１コイル導体接続部（不図示）が設けられている。また、磁性層Ｓにおける平面視で第１コイル導体５１から離れた各隅部には、積層グループＧ４の第４コイル導体接続部５４ｖと電気的に接続するように、第４コイル導体接続部５４ｖが設けられ、積層グループＧ４の第３コイル導体接続部５３ｖと電気的に接続するように、第３コイル導体接続部５３ｖが設けられ、積層グループＧ４の第２コイル導体接続部５２ｖと電気的に接続するように、第２コイル導体接続部５２ｖが設けられている。

[0031] 積層グループＧ６は、磁性層Ｓおよび隅部において第１コイル導体接続部５１ｖ、第２コイル導体接続部５２ｖ、第３コイル導体接続部５３ｖおよび第４コイル導体接続部５４ｖが設けられている。

[0032] 積層グループＧ７は、磁性層Ｓおよび隅部において積層グループＧ６の第１～第４コイル導体接続部よりも平面積の大きい第１コイル導体接続部５１ｖ、第２コイル導体接続部５２ｖ、第３コイル導体接続部５３ｖおよび第４

コイル導体接続部５４ｖが設けられている。積層グループＧ７の第１～第４コイル導体接続部の平面積を、積層グループＧ６の第１～第４コイル導体接続部の平面積よりも大きくすることにより、コイル導体接続部同士の位置合わせを容易に行うことができる。

[0033] 以上のように、素体１０が積層グループＧ１～Ｇ７を備える積層構造を有すると、インダクタ１の設計の自由度がより高くなる。例えば、素体１０の底面（第１主面１１）に第１外部端子３１、第２外部端子３２、第３外部端子３３及び第４外部端子３４を備えるインダクタ１を製造する場合、底面側への第１コイル２１及び第２コイル２２の引き出しが行いやすくなる。なお、上記積層グループＧ１～Ｇ７を備える積層構造は、素体１０の第２主面１２側から又は第１主面１１側から磁性層Ｓを構成する材料、コイル導体５０を構成する材料、コイル導体接続部５０ｖを構成する材料を順次印刷（例えば、スクリーン印刷等）することにより積み重ねて形成してもよい。この場合、積層グループＧ１～Ｇ７のそれぞれは、磁性層Ｓ、コイル導体５０、コイル導体接続部５０ｖが所望の厚みになるまで繰り返し印刷を行ってもよい。

[0034] 磁性層Ｓは、磁性材料で構成される金属磁性粒子１０ａ（図４参照）を含む。金属磁性粒子１０ａは、ＦｅおよびまたはＳｉを含んでいてよい。より具体的には、Ｆｅ粒子又はＦｅ合金粒子であってよい。Ｆｅ合金としては、Ｆｅ－Ｓｉ系合金、Ｆｅ－Ｓｉ－Ｃｒ系合金、Ｆｅ－Ｓｉ－Ａｌ系合金、Ｆｅ－Ｓｉ－Ｂ－Ｐ－Ｃｕ－Ｃ系合金、Ｆｅ－Ｓｉ－Ｂ－Ｎｂ－Ｃｕ系合金等であってよい。また、金属磁性粒子１０ａには、製造上意図しないＣｒ、Ｍｎ、Ｃｕ、Ｎｉ、Ｐ、ＳまたはＣｏ等の不純物を含んでいてもよい。また、金属磁性粒子１０ａは、製造方法の説明にて詳述するが、磁性ペーストに含有されてよい。そのため、金属磁性粒子には、磁性ペースト作製時に添加されるＦｅよりも酸化し易い元素（例えば、Ｃｒ、Ａｌ、Ｌｉ、Ｚｎ）が含まれていてもよい。

[0035] 上述の金属磁性材料からなる金属磁性粒子１０ａの表面は、絶縁被膜（不

図示）で覆われていてよい。金属磁性粒子の表面が絶縁被膜で覆われていると、金属磁性粒子間の絶縁性を高くすることができる。金属磁性粒子の表面に絶縁被膜を形成する方法としては、ゾルーゲル法、メカノケミカル法等を用いることができる。絶縁被膜を構成する材料は、Ｐ、Ｓｉ等の酸化物であってよい。また、絶縁被膜は金属磁性粒子の表面が酸化されることで形成された酸化膜であってもよい。絶縁被膜の厚みは、好ましくは１ｎｍ以上５０ｎｍ以下、より好ましくは１ｎｍ以上３０ｎｍ以下、さらに好ましくは１ｎｍ以上２０ｎｍ以下である。例えば、インダクタの試料を研磨することで得られた断面を走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）で撮影し、得られたＳＥＭ写真から、金属磁性粒子の表面を覆う絶縁被膜の厚みを測定することができる。

[0036] 磁性層Ｓ中の金属磁性粒子１０ａの平均粒径は、好ましくは１μｍ以上３０μｍ以下、より好ましくは１μｍ以上２０μｍ以下、さらに好ましくは１μｍ以上１０μｍ以下である。磁性層中の金属磁性粒子１０ａの平均粒径は、以下に説明する手順で測定することができる。インダクタの試料を切断して試料断面を得る。具体的には、素体の中心部を通って素体の実装面と端面に直交する様に切断して試料断面を得る。得られた断面について、複数箇所（例えば５箇所）の領域（例えば１３０μｍ×１００μｍ）をＳＥＭで撮影し、得られたＳＥＭ画像を画像解析ソフト（例えば、画像解析ソフトウェアＷｉｎＲＯＯＦ２０２１（三谷商事株式会社製））を用いて解析し、金属磁性粒子の円相当径を求める。得られた円相当径の平均値を金属磁性粒子の平均粒径とする。

[0037] 素体１０を形成する際には、熱処理が施される。この場合、素体１０に含まれる金属磁性粒子１０ａは表面に酸化膜を有する。この酸化膜は、金属磁性粒子１０ａに由来するものであり、熱処理により形成される。素体１０において、隣接する金属磁性粒子１０ａは酸化膜を介して互いに接合されている。

[0038] 素体１０は、第１コイル２１と第２コイル２２との間に非磁性層を含んでもよい。第１コイル２１と第２コイル２２との間に非磁性層を設けることに

より、第１コイル２１と第２コイル２２との間の絶縁性を高めることができ、両者の短絡を防止することができる。

[0039] 非磁性層は、非磁性材料として、ガラスセラミック材料及び非磁性フェライト材料等を含んでよい。非磁性層は、非磁性材料として非磁性フェライト材料を含んでよい。非磁性フェライト材料としては、ＦｅがＦｅ$_2$Ｏ$_3$に換算して非磁性層全体基準で４０ｍｏｌ％以上４９．５ｍｏｌ％以下、ＣｕがＣｕＯに換算して非磁性層全体基準で６ｍｏｌ％以上１２ｍｏｌ％以下、残部がＺｎＯである組成を有する非磁性フェライト材料を用いることができる。非磁性材料は、必要に応じて添加物としてＭｎ$_3$Ｏ$_4$、Ｃｏ$_3$Ｏ$_4$、ＳｎＯ$_2$、Ｂｉ$_2$Ｏ$_3$及びＳｉＯ$_2$等を含有していてもよく、微量な不可避不純物を含有していてもよい。非磁性層は、好ましくはＺｎ－Ｃｕ系フェライトを含有する。

[0040] 非磁性層の厚みは、以下に説明する手順で測定することができる。インダクタの試料を垂直になるように立てて、試料の周りを樹脂で固める。このときＬＴ面が露出するようにする。研磨機で試料のW方向の約１／２の深さで研磨を終了し、ＬＴ面に平行な断面を露出させる。研磨による内部導体の垂れを除去するために、研磨終了後、イオンミリング（株式会社日立ハイテク社製イオンミリング装置ＩＭ４０００）により研磨表面を加工する。研磨した試料における非磁性層の略中央部をＳＥＭで撮影し、得られたＳＥＭ写真から非磁性層の略中央部の厚みを測定し、これを非磁性層の厚みと定義する。

[0041] 素体１０は、第１コイル２１を構成する第１コイル導体５１同士の間、又は、第２コイル２２を構成する第２コイル導体５２同士の間に非磁性部を含んでもよい。その場合、非磁性部は、第１コイル導体５１及び第２コイル導体５２のうち、隣接するコイル導体間の少なくとも１箇所に設けられる。隣接するコイル導体間に非磁性部を設けることにより、磁束がコイル導体間へ漏れ、インダクタンス値が低下することを防ぐことができる。

[0042] 非磁性層及び非磁性部は、同じ組成を有してよい。例えば、非磁性層及び非磁性部は、Ｚｎ－Ｃｕ系フェライトで構成されてよい。

[0043] 素体１０の内部には、第１コイル２１及び第２コイル２２が設けられている。第１コイル２１及び第２コイル２２は磁気的に結合していてよい。例えば、第１コイル２１と第２コイル２２間の結合係数は、０．１以上０．８以下である。なお、素体１０の内部には、第１コイル２１及び第２コイル２２のみを含む２つのコイルが設けられていてもよく、第１コイル２１及び第２コイル２２を含む３つ以上のコイルが設けられていてもよい。

[0044] －第１コイル－

第１コイル２１は、複数の第１コイル導体５１を積層方向（例えば高さ方向Ｔ）に含む。隣接する第１コイル導体５１同士は、ビア導体を介して接続されている。なお、第１コイル２１は、２つの異なる積層グループに形成された第１コイル導体５１を積層方向に含むことにより、巻回数を１．７５としてよい。なお、巻回数は１．７５に限定されず、第１コイル導体５１を積層方向に積層させることによってたとえば２以上としてもよい。

[0045] 第１コイル導体５１の厚みは、各々、同じであってよい。また、第１コイル導体５１の厚みは、後述する第２コイル導体５２の厚みと同等であってよい。

[0046] 第１コイル導体５１は、その材料の一例として、Ａｇ、Ｃｕおよび／またはＰｄ等の金属導体であってよい。第１コイル導体５１は、例えば上述の磁性層Ｓに導電性ペーストを印刷することによって形成されてよい。

[0047] －第２コイル－

第２コイル２２は、複数の第２コイル導体５２を積層方向（例えば高さ方向Ｔ）に含む。隣接する第２コイル導体５２同士は、ビア導体を介して接続されている。なお、第２コイル２２は、２つの異なる積層グループに形成された第２コイル導体５２を積層方向に含むことにより、巻回数を１．７５としてよい。なお、巻回数は図示例である１．７５に限定されず、第１コイル導体５１を積層方向に積層させることによってたとえば２以上としてもよい。また、第２コイル導体５２の積層数は、第１コイル導体５１の積層数と同じであってもよく、異なっていてもよい。

[0048] 第２コイル導体５２の厚みは、各々、同じであってよい。また、第２コイル導体５２の厚みは、第１コイル導体５１の厚みと同等であってよい。

[0049] 第２コイル導体５２は、その材料の一例として、Ａｇ、Ｃｕおよび／またはＰｄ等の金属導体であってよい。また、第２コイル導体５２の材料は、第１コイル導体５１と同種の材料を用いてもよいし、異種の材料を用いてもよい。第２コイル導体５２は、例えば上述の磁性層Ｓに導電性ペーストを印刷することによって形成されてよい。

[0050] －コイル導体接続部－

コイル導体５０は、コイル導体接続部５０ｖを包含する。コイル導体接続部５０ｖは、第１コイル導体接続部５１ｖ、第２コイル導体接続部５２ｖ、第３コイル導体接続部５３ｖおよび第４コイル導体接続部５４ｖを含んでいる。第１コイル導体接続部５１ｖ、第２コイル導体接続部５２ｖ、第３コイル導体接続部５３ｖ及び第４コイル導体接続部５４ｖは、素体１０の内部に設けられている。そして、第１コイル導体接続部５１ｖ、第２コイル導体接続部５２ｖ、第３コイル導体接続部５３ｖ及び第４コイル導体接続部５４ｖは、素体１０の実装面（第１主面１１）から露出している。

[0051] コイル導体接続部５０ｖは、その材料の一例として、Ａｇ、Ｃｕおよび／またはＰｄ等の金属導体であってよい。また、コイル導体接続部５０ｖの材料は、第１コイル導体５１および／または第２コイル導体５２と同種の材料を用いてもよいし、異種の材料を用いてもよい。コイル導体接続部５０ｖは、例えば上述の磁性層Ｓに貫通孔を形成し、その貫通孔内に導電性ペーストを印刷することによって形成されてよい。

[0052] 第１コイル導体接続部５１ｖは、第１コイル２１の端部のうち、素体１０の底面（第１主面１１）に最も近い第１コイル導体５１の端部と第１外部端子３１とを接続する。第１コイル導体接続部５１ｖは、積層方向（例えば高さ方向Ｔ）に沿って延びていてよい。第１コイル導体接続部５１ｖは、積層構造を有してもよい。

[0053] 第２コイル導体接続部５２ｖは、第１コイル２１の他方の端部と第２外部

端子３２とを接続する。第２コイル導体接続部５２ｖは、積層方向（例えば高さ方向Ｔ）に沿って延びていてよい。第２コイル導体接続部５２ｖは、積層構造を有してもよい。

[0054] 第３コイル導体接続部５３ｖは、第２コイル２２の端部のうち、素体１０の底面（第１主面１１）に最も近い第２コイル導体５２の端部と第３外部端子３３とを接続する。第３コイル導体接続部５３ｖは、積層方向（例えば高さ方向Ｔ）に沿って延びていてよい。第３コイル導体接続部５３ｖは、積層構造を有してもよい。

[0055] 第４コイル導体接続部５４ｖは、第２コイル２２の他方の端部と第４外部端子３４とを接続する。第４コイル導体接続部５４ｖは、積層方向（例えば高さ方向Ｔ）に沿って延びていてよい。第４コイル導体接続部５４ｖは、積層構造を有してもよい。

[0056] ここで、好適なコイル導体接続部５０ｖの配置として、インダクタ１の出力電極と電気的に接続される第２コイル導体接続部５２ｖ及び第３コイル導体接続部５３ｖは、素体１０の外縁を構成する一辺に沿って配置されている。言い換えると、第２コイル導体接続部５２ｖと第３コイル導体接続部５３ｖとは、積層方向からの平面視で素体１０の対角線上に沿って配置されていない。このようにコイル導体接続部５０ｖを配置することにより、出力電極および入力電極を同じ方向に揃えることができる。

[0057] －外部端子－

外部端子３０は、図２に示すとおり、第１外部端子３１、第２外部端子３２、第３外部端子３３および第４外部端子３４を含んでいる。第１外部端子３１及び第２外部端子３２は、素体１０の第１主面１１に設けられ、第１コイル２１に電気的に接続されている。第３外部端子３３及び第４外部端子３４は、素体１０の第１主面１１に設けられ、第２コイル２２に電気的に接続されている。インダクタ１では、素体１０の第１主面１１を実装面とすることができる。

[0058] 第１外部端子３１は、第１コイル２１に対する入力電極として作用する。

第１外部端子３１は、素体１０の第１主面１１のみに設けられていてもよいが、素体１０の第１主面１１と、第１端面１３及び第２側面１６の少なくとも一方とに跨って設けられていてもよい。

[0059] 第２外部端子３２は、第１コイル２１に対する出力電極として作用する。第２外部端子３２は、素体１０の第１主面１１のみに設けられていてもよいが、素体１０の第１主面１１と、第２端面１４及び第２側面１６の少なくとも一方とに跨って設けられていてもよい。

[0060] 第３外部端子３３は、第２コイル２２に対する出力電極として作用する。第３外部端子３３は、素体１０の第１主面１１のみに設けられていてもよいが、素体１０の第１主面１１と、第２端面１４及び第１側面１５の少なくとも一方とに跨って設けられていてもよい。

[0061] 第４外部端子３４は、第２コイル２２に対する入力電極として作用する。第４外部端子３４は、素体１０の第１主面１１のみに設けられていてもよいが、素体１０の第１主面１１と、第１端面１３及び第１側面１５の少なくとも一方とに跨って設けられていてもよい。

[0062] 外部端子３０は、素体１０の実装面側から見た平面透視においてコイル導体５０が素体から露出する露出領域（コイル導体接続部５０ｖが露出する領域）上に位置するコイル導体接続領域ＣＬと、素体１０と重複するオーバーラップ領域ＯＬと、を有している。言い換えると、素体１０の実装面側から見た平面透視において外部端子３０の平面積は、コイル導体接続部５０ｖの平面積よりも大きくなっている。外部端子３０の平面積を比較的に大きくすることにより、インダクタ１を実装基板等に実装する際、実装基板の電極とインダクタ１の外部端子３０との位置合わせを容易に行うことができる。

[0063] 外部端子３０は、一例として、Ｃｕ、Ｎｉ等様々な材料を用いてよい。また、外部端子３０は、一層で形成されていてもよいし、二層以上の積層構造としてもよい。外部端子３０の形成は、どのような手法で形成されてもよいが、一例として、めっき（例えば、無電解めっき）で形成されてよい。外部端子３０をめっきで形成する場合、コイル導体接続部５０ｖに対するめっき

形成メカニズムと、金属磁性粒子１０ａを含有する素体１０に対するめっき形成メカニズムが異なる。そのため、本実施形態に係るインダクタ１は、素体１０の実装面（第１主面１１）側から外部端子３０を通る位置で素体１０の長さ方向に沿って素体１０の高さ方向に切断した切断面における外部端子３０のオーバーラップ領域ＯＬの長さに対し、金属磁性粒子１０ａと外部端子３０とが接触する平均の長さが１０％以下、好ましくは８％以下、さらに好ましくは４％以下、さらに好ましくは０％であることとする（図４参照）。なお、本明細書に記載の「金属磁性粒子と外部端子とが接触する平均の長さ」の算出手法は、後述の実施例にて詳述する。

[0064] ここで、具体的なめっき形成メカニズムについて詳述する。一例として金属磁性粒子１０ａをＦｅ、コイル導体接続部５０ｖをＡｇとし、外部端子３０をＣｕとした場合、コイル導体接続部（Ａｇ）のイオン化傾向よりも金属磁性粒子（Ｆｅ）のイオン化傾向が大きく、めっき成長の反応はイオン化傾向が大きい金属磁性粒子側が優先的に開始されることとなる。そのため、従来の「外部端子が金属磁性粉を含有する素体と接し、素体１０の実装面側から見た平面透視において外部端子の平面積がコイル導体接続部の平面積よりも大きいインダクタ」は、金属磁性粒子を起因とするめっき成長が生じることにより、外部端子の形成異常が発生していた。

[0065] しかしながら、本実施形態に係るインダクタ１によれば、オーバーラップ領域ＯＬの長さに対し、金属磁性粒子１０ａと外部端子３０とが接触する平均の長さが１０％以下であるため（図４参照）、金属磁性粒子１０ａを起因とするめっき成長を低減することができる。したがって、外部端子３０の形成異常を低減することができる。

[0066] オーバーラップ領域ＯＬの長さに対し、金属磁性粒子１０ａと外部端子３０とが接触する平均の長さが１０％以下とする手法の一例として、素体１０の実装面（第１主面１１）において金属磁性粒子１０ａを脱粒させることによって実現してよい。このような構成によれば、素体１０の実装面における金属磁性粒子１０ａが取り除かれているため、実装面における金属磁性粒子

１０ａの割合をより低減し、金属磁性粒子１０ａと外部端子３０とが接触することをより低減することができる。

[0067] また、金属磁性粒子１０ａの脱粒は、素体１０の実装面に限定されず、素体１０の実装面以外の面（例えば、第２主面１２、第１端面１３、第２端面１４、第１側面１５および／または第２側面１６）において金属磁性粒子１０ａが脱粒していてもよい。このような構成によれば、素体１０の周囲の意図しない金属磁性粒子１０ａが取り除かれているため、当該金属磁性粒子１０ａに起因して成長されるめっきの形成を低減することができる。

[0068] 金属磁性粒子１０ａの脱粒に関し、素体１０の実装面（第１主面１１）の表面粗さは、素体１０の実装面と反対側の面（第２主面１２）の表面粗さよりも大きくなっている。本明細書において、表面粗さは、以下の手法によって測定可能である。

[0069] （１）素体１０の実装面の外部端子とコイル導体接続領域を通り、素体の長さ方向Ｌに延びる仮想線に沿って、実装面側から素体１０の高さ方向Ｔ（図１参照）と平行に切断した切断面を作成する。この切断面は、素体の幅方向Ｗ（図１参照）に沿って３か所作成する。

（２）それらの切断面において、素体１０の第１主面で外部端子３０のコイル導体接続領域の両側でコイル導体接続領域よりも外側に延びて素体１０と接触している部分のうち、コイル導体接続領域から先端までの距離が長い方の外部端子の中央および両端の計３か所の撮影箇所と、素体１０の第２主面１２であって当該撮影箇所に対応する３か所の撮影箇所を５０００倍の倍率でＳＥＭ（メーカー名　日本電子株式会社、ショットキー電界放出形走査電子顕微鏡、型番JSM-7900F）とＥＤＸ（メーカー名　日本電子株式会社、ショットキー電界放出形走査電子顕微鏡、型番JSM-7900F）で撮影する。

（３）それぞれ撮影した撮影視野において、それぞれＥＤＸで素体１０に含有されている金属磁性粒子１０ａの組成（例えば、Ｆｅ）、および、外部端子３０の組成（例えば、Ｃｕ）の位置を確認することにより、ＳＥＭにおける金属磁性粒子の位置関係を確認できる。

次に、ＳＥＭ画像を画像解析ソフト「Ｗｉｎ　ＲｏｏＦ」(三谷商事株式会社製)に読み込ませ、ＥＤＸの金属磁性粒子の組成画像（例えば、Ｆｅ組成画像）に基づいてＳＥＭ画像にて金属磁性粒子の素体表面側の外縁を特定する。

そして、撮影視野内の金属磁性粒子の外縁の中で一番目に素体表面側に位置する金属磁性粒子の外縁と二番目に素体表面側に位置する金属磁性粒子の外縁に接線を引き、金属磁性粒子の外縁の中で一番目に素体内部側に凹んでいる金属磁性粒子の外縁と接線の距離を測定する。当該測定を素体１０の第１主面１１および第２主面１２に行うことにより、第１主面１１の表面粗さと、第２主面１２の表面粗さ(最大凹凸)を測定することが可能である。

[0070] 好適な外部端子３０の態様として、外部端子３０は、素体１０の実装面（第１主面１１）において金属磁性粒子１０ａが脱粒した凹部に入り込んでいてよい。このような構成によれば、金属磁性粒子１０ａが脱粒した凹部に外部端子３０が入り込むことでアンカー効果を及ぼすため、素体１０と外部端子３０との接着性を向上させることができる。

[0071] －絶縁層－

絶縁層７０は、素体１０の実装面（第１主面１１）において外部端子３０を除く表面を被覆する。具体的には、素体１０の第１主面１１に対して積層される層であり（図１～４参照）、一例としてフォトレジストが挙げられる。このように本実施形態のインダクタ１において、絶縁層７０を備えることにより、インダクタ１とインダクタ１を実装する実装基板との間で短絡することを防止することができる。

[0072] また、好適な絶縁層７０の態様として、絶縁層７０は、素体１０の実装面（第１主面１１）において金属磁性粒子１０ａが脱粒した凹部に入り込んでいてよい（図４参照）。このような構成によれば、金属磁性粒子１０ａが脱粒した凹部に絶縁層７０が入り込むことでアンカー効果を及ぼすため、素体１０と絶縁層７０との接着性を向上させることができる。

[0073] ＜第２実施形態のインダクタ＞

次に、第２実施形態のインダクタについて図５～８を参照しながら説明する。図５は、第２実施形態のインダクタの分解斜視図、図６は、図５のVI－VI線の矢視方向の断面図、図７は、図６の要部拡大断面図、図８は、第２実施形態の変形例のインダクタの要部拡大断面図である。第２実施形態のインダクタは、外部端子に関する構成が上述の第１実施形態のインダクタと異なっている。以下の説明では、上述の実施形態で説明したインダクタと異なる点を中心に説明する。

[0074] 本実施形態のインダクタ１は、内部にコイル導体５０を備え、金属磁性粒子１０ａを含んでいる素体１０と、コイル導体５０と電気的に接続し、素体１０から露出するコイル導体接続部５０ｖと、素体１０の実装面（第１主面１１）に設けられ、コイル導体接続部５０ｖと電気的に接続する外部端子３０と、を備えている。そして、素体１０の実装面側から見た平面透視において、コイル導体接続部５０ｖが素体１０から露出する露出領域Ｅの内側に外部端子３０が配置されている（図６および図７参照）。

[0075] より具体的には、本実施形態のインダクタ１は、第１実施形態と異なり、素体１０の実装面側から見た平面透視において外部端子３０の平面積は、コイル導体接続部５０ｖの平面積よりも小さくなっている。言い換えると、素体１０の実装面側から見た平面透視において外部端子３０と素体１０とが重複するオーバーラップ領域を有していない。しかしながら、「素体に含まれる金属磁性粒子を起因とするめっき成長を生じさせない」との技術的思想を備える点で第１実施形態のインダクタと第２実施形態のインダクタとは、共通する技術的思想を備えている。

[0076] つまり、第２実施形態のインダクタ１は、素体１０の実装面側から見た平面透視において、コイル導体接続部５０ｖが素体１０から露出する露出領域Ｅの内側に外部端子３０が配置されており、素体１０と外部端子３０とを接触させていないため、外部端子３０をめっきで形成しても、外部端子３０の形成異常を低減することができる。

[0077] 好適なインダクタの実施形態として、金属磁性粒子１０ａが脱粒した凹部

の深さは、金属磁性粒子１０ａの最大粒子径以上最大粒子径の２倍以下としてよい。なお、最大粒子径の測定方法は、＜第１実施形態のインダクタ＞で説明した手法を採用する。具体的には、素体の中心部を通って素体の実装面と端面に直交する様に切断して試料断面を得る。得られた断面について、複数箇所（例えば５箇所）の領域（例えば１３０μｍ×１００μｍ）をＳＥＭで撮影し、得られたＳＥＭ画像を画像解析ソフト（例えば、画像解析ソフトウェアＷｉｎＲＯＯＦ２０２１（三谷商事株式会社製））を用いて解析し、金属磁性粒子の円相当径を求める。得られた円相当径の最大値を金属磁性粒子の粒径の最大値とする。このような構成であれば、絶縁層７０の厚みを確保することができるので、インダクタの強度を高めることができる。なお、当該脱粒した凹部の深さに関する特定は、第１実施形態に係るインダクタに適用してもよい。

[0078] ＜第１実施形態のインダクタの製造方法＞

「第１実施形態のインダクタ」の製造方法について、図１０を参照しながら説明する。図１０は、本開示のインダクタの製造方法を示すフロー図である。第１実施形態のインダクタの製造方法は、素体形成工程と、露出工程と、脱粒工程と、外部端子形成工程と、絶縁層形成工程と、を備えてよい。以下、工程に沿って詳述する。

[0079] －素体形成工程－

素体形成工程は、素体１０を構成する積層体を形成する積層体形成工程と、積層体を焼成する焼成工程を備える。

[0080] ・積層体形成工程

まず、図２で説明した磁性層Ｓを準備する。磁性層Ｓは、平均粒径が好ましくは１μｍ以上３０μｍ以下、より好ましくは１μｍ以上２０μｍ以下、さらに好ましくは１μｍ以上１０μｍ以下の金属磁性粒子１０ａを含有する磁性ペーストを印刷して塗り重ねることによって準備される。

[0081] 次に、準備された磁性層Ｓ上にコイル導体５０となる導電性ペーストを印刷し、コイル導体５０同士を接続する導体層（またはビア導体）となる導電

性ペーストを印刷し、コイル導体接続部５０ｖとなる導電性ペーストを印刷し、コイル導体、導体層、コイル導体接続部以外の部分に磁性ペースト印刷する。これにより、図２で説明した積層グループＧ１～Ｇ７を準備する。そして、準備した積層グループＧ１～Ｇ７を積層・圧着することによって積層体を形成する。

[0082] ・焼成工程

形成した積層体に対し、磁性ペーストおよび導電性ペーストに含まれるバインダーを除去する脱脂を行った上で、焼成を行う。焼成温度は、積層体を焼き固める程度の温度であり、例えば、７００℃程度としてよい。さらに、積層体の強度を高めるために積層体に樹脂を含浸して硬化を行う。積層体に含侵される樹脂は、エポキシ樹脂が用いられるが、フェノール樹脂、ポリエステル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリオレフィン樹脂、シリコーン樹脂、アクリル樹脂、ポリビニルブチラール樹脂、セルロース樹脂及びアルキド樹脂等からなる群より選択される１種以上の樹脂が用いられても良い。上記工程を経ることにより、内部にコイル導体５０を備え、金属磁性粒子１０ａと樹脂を含有する素体１０が形成される。

[0083] －露出工程－

露出工程は、コイル導体５０と電気的に接続するコイル導体接続部５０ｖを素体１０から露出させる工程である。具体的には、素体１０の第１主面１１に対して研削を行うことにより素体１０からコイル導体接続部５０ｖを露出させ、後述する外部端子３０との電気的な接続性を確保する。つまり、積層体の実装面側は、上述した積層体に含浸された樹脂が除去されることにより、コイル導体接続部５０ｖが露出されている。なお、当該研削は、素体１０の形状を整えるため、素体１０の第２主面１２、第１端面１３、第２端面１４、第１側面１５および／または第２側面に対しても行ってよい。ここで、露出工程は、研削による手法に限定されるものではなく、素体１０からコイル導体接続部５０ｖを露出させることができれば、どのような手法を採用してもよい。一例として、素体１０を化学エッチングすることによってコイ

ル導体接続部５０ｖを素体１０から露出させてもよい。

[0084] －脱粒工程－

脱粒工程は、素体１０の実装面（第１主面１１）において金属磁性粒子１０ａを脱粒させる工程である。具体的には、金属磁性粒子１０ａを含む素体１０を酸性溶液に浸漬させることにより、素体１０の実装面（第１主面１１）の金属磁性粒子１０ａを取り除いている。金属磁性粒子１０ａを取り除く酸性溶液の一例として、硫酸が挙げられる。なお、酸性溶液に浸漬させて金属磁性粒子１０ａを脱粒させた後に、当該箇所に薄い樹脂膜の形成や、酸化処理によって酸化皮膜を形成してもよい。

[0085] －絶縁層形成工程－

絶縁層形成工程は、少なくともコイル導体接続部５０ｖが素体１０から露出する位置を除く素体１０の実装面（第１主面１１）に絶縁層７０を形成する工程である。具体的には、絶縁層７０は、例えばフィラーとしてシリカを含有する感光性を有するレジスト樹脂としてよい。当該レジスト樹脂は、スクリーン印刷等によって素体１０の実装面全面に塗布される。実装面全面に塗布された感光性のレジスト樹脂に対し、後述する外部端子３０の形状に沿ってパターン露光を行った後に現像液に浸し、外部端子３０が形成される箇所の絶縁層７０を除去する。ここで、第１実施形態のインダクタを製造する際は、外部端子３０が素体１０の実装面側から見た平面透視において素体１０と重複するオーバーラップ領域を有するように、絶縁層７０を形成する。なお、上述の絶縁層形成工程において、感光性を有するレジスト樹脂を用いる手法を説明したが、スクリーン印刷以外の絶縁層形成手法として、レジストフィルムを素体１０の実装面に貼り付けても良い。

[0086] －外部端子形成工程－

外部端子形成工程は、金属磁性粒子の脱粒箇所および素体からコイル導体接続部が露出されている箇所に、外部端子を形成する工程である。具体的には、素体１０の実装面（第１主面１１）における絶縁層７０が除去された領域にＰｄ触媒を付与して無電解めっきによって外部端子を形成する。めっき

の構成はコイル導体接続部にＣｕめっきを形成する。その他にＮｉ－Ｓｎ、Ｎｉ－Ａｕ、Ｎｉ－Ｃｕ、Ｃｕ－Ｎｉ－Ａｕ等が挙げられるがこれに限定されるものではない。外部端子形成後に素子個片化カットを行って、本実施形態のインダクタを製造することができる。

[0087] 以上のとおり、本実施形態で説明したインダクタの製造方法によれば、素体の実装面において金属磁性粒子が脱粒されており、金属磁性粒子の脱粒箇所および素体からコイル導体接続部が露出されている箇所に、外部端子が形成されるため、金属磁性粒子を起因とするめっき成長を低減することができる。したがって、外部端子の形成異常を低減することができる。

[0088] ＜第２実施形態のインダクタの製造方法＞

「第２実施形態のインダクタ」の製造方法について説明する。なお、第２実施形態のインダクタの製造方法において、素体形成工程、露出工程および脱粒工程は第１実施形態のインダクタの製造方法と実質的に同じ工程であるため、説明を省略する。以下の説明では、上述の第１実施形態のインダクタの製造方法と異なる点を中心に説明する。

[0089] －絶縁層形成工程－

第２実施形態のインダクタの製造方法の絶縁層形成工程は、素体１０の実装面側から見た平面透視において、コイル導体接続部５０ｖが素体１０から露出する露出領域Ｅの内側に外部端子３０が配置されるように絶縁層７０を形成する。言い換えると、素体１０の実装面側から見た平面透視において、コイル導体接続部５０ｖの一部を被覆するように絶縁層７０を形成する。

[0090] －外部端子形成工程－

外部端子形成工程は、素体１０からコイル導体接続部５０ｖが露出されている露出領域Ｅ（図６，７参照）の内側に、外部端子３０を形成する。言い換えると、素体１０と接触しないようにして、コイル導体接続部５０ｖのみと接触するように外部端子３０を形成する。

[0091] 以上のとおり、本実施形態で説明したインダクタの製造方法によれば、素体１０の実装面側から見た平面透視において、コイル導体接続部５０ｖが素

体１０から露出する露出領域Ｅの内側に外部端子３０が配置されており、素体１０と外部端子３０とを接触させていないため、外部端子３０をめっきで形成しても、外部端子３０の形成異常を低減することができる。

実施例

[0092] 本開示のインダクタに関する実証試験について詳述する。

[0093] ＜実証試験１：組成分析＞

以下に示す実施例および比較例に対して、ＥＤＸによる組成分析を行った。

[0094] ・実施例

図４に示す第１実施形態のインダクタであり、図１０に示す脱粒工程を行った。

・比較例

図１０に示す脱粒工程を行っていない、インダクタ。

[0095] ＥＤＸによる組成分析は、ＥＤＸ（メーカー名　日本電子株式会社、型番JSM-7900F）を使用し、組成分析を行う際の観察条件としては、観察倍率を５０００倍で行った。

[0096] 組成分析結果を図１１に示す。図１１の組成分析結果によれば、実施例のインダクタでは、素体における金属磁性粒子が含有されている位置にＦｅ元素が検出され、外部端子としてのめっき成分を構成する元素（例えば、Ｃｕ元素）が、素体における脱粒した凹部に入り込んでいる様子を確認することができた。一方で、比較例のインダクタでは、金属磁性粒子としてのＦｅ元素と、外部端子としてのめっき成分を構成する元素（例えば、Ｃｕ元素）の境界が明確に分かれており、外部端子が素体に入り込んでいない点を確認することができた。

[0097] ＜実証試験２：ＳＥＭ観察１＞

上述した実施例のインダクタおよび比較例のインダクタに対し、ＳＥＭ観察を行った。ＳＥＭ観察は、ＳＥＭ（メーカー名　日本電子株式会社、型番JSM-7900F）を使用し、観察条件として、観察倍率は、１５００倍および５０

００倍の２つの条件で行った。

[0098] ＳＥＭ画像の模式図を図１２に示す。なお、図１２に示す模式図は、金属磁性粒子を含有する素体と絶縁層の境界位置付近を示している。図１２によれば、実施例のインダクタにおける絶縁層は、金属磁性粒子が脱粒した凹部に入り込んでいる様子を確認することができた。特に、５０００倍まで拡大することにより、明らかに絶縁層が素体に入り込んでいることを確認することができた。一方で、比較例のインダクタは、絶縁層と素体の境界が明確に分かれており、絶縁層が素体に入り込んでいなかった。

[0099] ＜実証試験３：ＳＥＭ観察２＞

実証試験３では、実施例および比較例に対し、めっきの異常成長の有無について、ＳＥＭ観察を行った。観察条件として、５００倍程度で行った。

[0100] ＳＥＭ画像の模式図を図１３に示す。比較例のインダクタでは、オーバーラップ領域の長さに対し、金属磁性粒子と外部端子とが接触する平均の長さが１０％を超えているため、素体の表面に露出している金属磁性粒子１０ａの影響が大きく、金属磁性粒子１０ａを含有する素体１０に対するめっき形成メカニズムと、コイル導体接続部５０ｖに対するめっき形成メカニズムとが異なるため、外部端子における素体側にめっき異常成長が起こっている。本明細書でいう「めっき異常成長」とは、コイル導体接続領域上のめっきの厚みの平均厚みに対して、素体上のめっきの厚みの平均厚みが２０％以上厚いことを意図している。一方で、実施例のインダクタでは、後述する実証試験４で説明するが、素体の実装面側から見た平面透視において外部端子と素体とが重複するオーバーラップ領域において、オーバーラップ領域の長さに対し、金属磁性粒子と外部端子とが接触する平均の長さが１０％以下であるため、比較例のインダクタのようなめっき異常成長が生じていないことを確認することができた。

[0101] ＜実証試験４：ＳＥＭ観察３＞

実証試験４では、実施例に対し金属磁性粒子と外部端子との接触比率についてＳＥＭ観察による算出を行った。算出手法について、以下詳述する。

[0102] （１）素体１０の実装面の外部端子とコイル導体接続領域を通り、素体の長さ方向Ｌに延びる仮想線に沿って、実装面（第１主面１１）側から素体１０の高さ方向Ｔ（図１参照）と平行に切断した切断面を作成する。この切断面は、素体の幅方向Ｗ（図１参照）に沿って３か所作成する。

（２）それぞれの切断面において、素体１０の第１主面でそれぞれの外部端子３０について、外部端子３０のコイル導体接続領域の両側でコイル導体接続領域よりも外側に延びて素体１０と接触している部分のうち、コイル導体接続領域から先端までの距離が長い方の外部端子の中央および両端の計３か所の撮影箇所を５０００倍の倍率でＳＥＭ（メーカー名日本電子株式会社、型番JSM-7900F）とＥＤＸ（メーカー名日本電子株式会社、型番JSM-7900F）で撮影する。

（３）それぞれ撮影した撮影視野において、それぞれＥＤＸで素体１０を構成している金属磁性粒子１０ａの組成（例えば、Ｆｅ）、素体における樹脂の組成（例えば、Ｃ）、外部端子の組成（Ｃｕ）を確認し、金属磁性粒子、素体、外部端子の位置関係を確認する。

次に、ＳＥＭ画像を画像解析ソフト「Ｗｉｎ　ＲｏｏＦ」(三谷商事株式会社製)に読み込ませ、ＥＤＸの外部端子の組成画像（例えば、Ｃｕ組成画像）に基づいてＳＥＭ画像にて外部端子の外縁を画像処理によって特定する（図１４の画像処理後のＳＥＭ写真参照）。そして、外部端子の金属磁性粒子側の外縁の長さを画像処理によって算出する。

次に、ＥＤＸの金属磁性粒子の組成画像（例えば、Ｆｅ組成画像）および樹脂の組成画像（例えば、Ｃ組成画像）に基づいて、金属磁性粒子の周囲に樹脂が存在せずに、金属磁性粒子と外部端子とが接触している金属磁性粒子の外縁を画像処理によって特定する。

そして、それぞれの外部端子について撮影した複数の撮影視野について外部端子の金属磁性粒子側の外縁の長さに対し、金属磁性粒子と外部端子とが接触している接触長さの割合をそれぞれ算出し、全ての外部端子についてその平均を算出することにより、図１４に示す接触比率として算出した。

[0103] 金属磁性粒子と外部端子との接触比率の算出結果を図１４に示す。素体の幅方向における３箇所の撮影箇所いずれにおいても、接触比率は１０％以下であることを確認した（位置１：４％，位置２：０％，位置３：８％）。そして、３箇所いずれにおいても、実証試験３で説明しためっき異常成長が確認されなかった。

[0104] 以上説明したとおり、本開示のインダクタおよびインダクタの製造方法によれば、外部端子の形成異常を低減し、インダクタの歩留まりを改善することが可能となる。

[0105] なお、今回開示した実施態様は、すべての点で例示であって、限定的な解釈の根拠となるものではない。例えば、上述の実施形態では、コイル導体を積層させて構成するコイルを開示したが、当該コイルに限定されずに、導線を巻回させて構成するコイルとしてもよい。より詳細には、導線の巻始めと巻終わりの引出部が、外周に位置するように渦巻状に２段に巻回された空芯コイルを、巻回軸が素体の実装面と垂直になる様に埋設する態様としてもよい。

[0106] また、第１実施形態のインダクタおよび第２実施形態のインダクタにおいて、図１５～１７に示すような素体１０および外部端子３０の態様に代えてもよい。以下、素体１０および外部端子３０の態様について詳述する。

[0107] －素体－

図１５に示す素体１０は、第２主面１２に第２コイル２２の一端と電気的に接続される第３外部端子３３、および、第２コイル２２の他端と電気的に接続される第４外部端子３４が配置されている。また、第３外部端子３３と第４外部端子３４とは、第２主面１２の長辺（または短辺）に沿って配置されている。

[0108] 更に、図１５に示す素体１０は、第１主面１１に第１コイル２１の一端と電気的に接続される第１外部端子３１、および、第１コイル２１の他端と電気的に接続される第２外部端子３２が配置されている。また、第１外部端子３１と第２外部端子３２とは、第１主面１１の長辺（または短辺）に沿って

配置されている。

[0109] 図１５に示す素体１０は、図１６に示す積層グループＧ１～Ｇ９を積層させることによって構成されていてよい。以下、積層グループＧ１～Ｇ９について詳述するが、上述の図２と共通する要素には同じ符号を付し、説明は適宜省略する。

[0110] 積層グループＧ１は、素体１０の第２主面１２を構成する。そして、第２主面１２の長辺（または短辺）に沿って第３外部端子３３および第４外部端子３４が配置されている。

[0111] 積層グループＧ２は、第３外部端子３３および第４外部端子３４の配置に対応して、第３コイル導体接続部５３ｖおよび第４コイル導体接続部５４ｖが配置されている。

[0112] 積層グループＧ３および積層グループＧ４によって第２コイル２２が構成されるように、第２コイル導体５２が配置されている。

[0113] 積層グループＧ５は、第１コイル２１と第２コイル２２とを電気的に絶縁するための磁性層Ｓが配置されている。

[0114] 積層グループＧ６および積層グループＧ７によって第１コイル２１が構成されるように、第１コイル導体５１が配置されている。

[0115] 積層グループＧ８は、第１外部端子３１および第２外部端子３２の配置に対応して、第１コイル導体接続部５１ｖおよび第２コイル導体接続部５２ｖが配置されている。

[0116] 積層グループＧ９は、素体１０の第１主面１１を構成する。そして、第１主面１１の長辺（または短辺）に沿って第１外部端子３１および第４外部端子３４が配置されている。

[0117] また、絶縁層７０は、素体１０の実装面（第１主面１１および第２主面１２）において外部端子３０を除く表面を被覆している。

[0118] 上述したインダクタにおいても、第１実施形態のインダクタで説明したとおり、素体１０の実装面（第１主面１１および／または第２主面１２）側から外部端子３０とコイル導体接続領域ＣＬを通る位置で素体１０の長さ方向

に沿って素体１０の高さ方向に切断した切断面における外部端子３０のオーバーラップ領域ＯＬの平均の長さに対し、金属磁性粒子１０ａと外部端子３０とが接触する長さが１０％以下である。そのため、金属磁性粒子を起因とするめっき成長を低減することができ、外部端子の形成異常を低減することができる。

[0119] なお、上述したインダクタにおいて、第２実施形態のインダクタで説明したとおり、素体の実装面側から見た平面透視において、コイル導体が素体から露出する露出領域よりも内側に外部端子が配置してもよい。このような第２実施形態のインダクタであれば、金属磁性粒子と外部端子とが接触することを防ぎ、外部端子の形成異常を低減することができる。

[0120] また、第１実施形態のインダクタおよび第２実施形態のインダクタにおいて、図１８～１９に示すような素体１０および外部端子３０の態様に代えてもよい。以下、素体１０および外部端子３０の態様について詳述する。

[0121] －素体－

図１８に示す素体１０は、第２主面１２に第１コイル２１の一端と電気的に接続される第１外部端子３１、および、第２コイル２２の一端と電気的に接続される第４外部端子３４が配置されている。また、第１外部端子３１と第４外部端子３４とは、第２主面１２の対角線上に配置されている。

[0122] 更に、図１８に示す素体１０は、第１主面１１に第１コイル２１の他端と電気的に接続される第２外部端子３２、および、第２コイル２２の他端と電気的に接続される第３外部端子３３が配置されている。また、第２外部端子３２と第３外部端子３３とは、第１主面１１の対角線（第２主面１２の対角線と異なる対角線）上に配置されている。

[0123] 図１８に示す素体１０は、図１９に示す積層グループＧ１～Ｇ９を積層させることによって構成されていてよい。以下、積層グループＧ１～Ｇ９について詳述するが、上述の図２または図１６と共通する要素には同じ符号を付し、説明は適宜省略する。

[0124] 積層グループＧ１は、素体１０の第２主面１２を構成する。そして、第２

主面１２の対角線上に第１外部端子３１および第４外部端子３４が配置されている。

[0125] 積層グループＧ２は、第１外部端子３１および第４外部端子３４の配置に対応して、第１コイル導体接続部５１ｖおよび第４コイル導体接続部５４ｖが配置されている。

[0126] 積層グループＧ３、積層グループＧ５、積層グループＧ７の一部には、第１コイル２１が構成されるように、第１コイル導体５１が配置されている。より具体的には、積層グループＧ３における平面透視で第２外部端子３２に対応する角部を構成する磁性層Ｓの２辺に沿って第１コイル導体５１が配置され、積層グループＧ５における平面透視で第３外部端子３３に対応する角部および第４外部端子３４に対応する角部を含む連続する磁性層Ｓの３辺に沿って第１コイル導体５１が配置され、積層グループＧ７における平面透視で第１外部端子３１に対応する角部および第２外部端子３２に対応する角部を含む連続する磁性層Ｓの３辺に沿って第１コイル導体５１が配置されている。各第１コイル導体５１同士は、ビア導体Ｖによって電気的に接続されている。

[0127] さらに、積層グループＧ３、積層グループＧ５、積層グループＧ７の一部には、第２コイル２２が構成されるように、第２コイル導体５２が配置されている。より具体的には、積層グループＧ３における平面透視で第３外部端子３３に対応する角部を構成する磁性層Ｓの２辺に沿って第２コイル導体５２が配置され、積層グループＧ５における平面透視で第１外部端子３１に対応する角部および第２外部端子３２に対応する角部を含む連続する磁性層Ｓの３辺に沿って第２コイル導体５２が配置され、積層グループＧ７における平面透視で第３外部端子３３に対応する角部および第４外部端子３４に対応する角部を含む連続する磁性層Ｓの３辺に沿って第２コイル導体５２が配置されている。各第２コイル導体５２同士は、ビア導体Ｖによって電気的に接続されている。

[0128] 上記第１コイル導体５１および第２コイル導体５２の配置関係を言い換え

ると、各積層グループＧ３、Ｇ５、Ｇ７の中心を軸として、第１コイル導体５１および第２コイル導体５２が点対称の関係にあってよい。

[0129] 積層グループＧ８は、第２外部端子３２および第３外部端子３３の配置に対応して、第２コイル導体接続部５２ｖおよび第３コイル導体接続部５３ｖが配置されている。

[0130] 積層グループＧ９は、素体１０の第１主面１１を構成する。そして、第１主面１１の対角線上に第２外部端子３２および第３外部端子３３が配置されている。

[0131] また、絶縁層７０は、素体１０の実装面（第１主面１１および第２主面１２）において外部端子３０を除く表面を被覆している。

[0132] 上述したインダクタにおいても、第１実施形態のインダクタで説明したとおり、素体１０の実装面（第１主面１１および／または第２主面１２）側から外部端子３０とコイル導体接続領域ＣＬを通る位置で素体１０の長さ方向に沿って素体１０の高さ方向に切断した切断面における外部端子３０のオーバーラップ領域ＯＬの平均の長さに対し、金属磁性粒子１０ａと外部端子３０とが接触する長さが１０％以下である。そのため、金属磁性粒子を起因とするめっき成長を低減することができ、外部端子の形成異常を低減することができる。

[0133] なお、上述したインダクタにおいて、第２実施形態のインダクタで説明したとおり、素体の実装面側から見た平面透視において、コイル導体が素体から露出する露出領域よりも内側に外部端子が配置してもよい。このような第２実施形態のインダクタであれば、金属磁性粒子と外部端子とが接触することを防ぎ、外部端子の形成異常を低減することができる。

[0134] また、本発明の技術的範囲は、上記した実施態様のみによって解釈されるものではなく、特許請求の範囲の記載に基づいて画定される。また、本発明の技術的範囲には、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

[0135] 本開示のインダクタおよびインダクタの製造方法は、以下の態様を包含す

る。

＜１＞内部にコイル導体を備え、金属磁性粒子と樹脂を含有する素体と、

前記素体の実装面に設けられ、前記コイル導体と電気的に接続する外部端子と、を備え、

前記素体は、高さ方向に相対する第１主面と第２主面と、高さ方向に直交し長さ方向に相対する第１端面と第２端面と、長さ方向及び高さ方向に直交する幅方向に相対する第１側面及び第２側面とを有し、

前記外部端子は、前記素体の実装面側から見た平面透視において前記コイル導体が前記素体から露出する露出領域上に位置するコイル導体接続領域と、前記素体と重複するオーバーラップ領域を有しており、

前記素体の実装面側から前記外部端子と前記コイル導体接続領域を通る位置で前記素体の長さ方向に沿って前記素体の高さ方向に切断した切断面における前記外部端子のオーバーラップ領域の長さに対し、前記金属磁性粒子と前記外部端子とが接触する平均の長さが１０％以下である、インダクタ。

＜２＞内部にコイル導体を備え、金属磁性粒子と樹脂を含んでいる素体と、

前記素体の実装面に設けられ、前記コイル導体と電気的に接続する外部端子と、を備え、

前記素体の実装面側から見た平面透視において、前記コイル導体が前記素体から露出する露出領域の内側に前記外部端子が配置されている、インダクタ。

＜３＞前記素体の前記実装面において前記金属磁性粒子が脱粒している、＜１＞または＜２＞に記載のインダクタ。

＜４＞前記素体の前記実装面以外の面において前記金属磁性粒子が脱粒している、＜１＞～＜３＞のいずれか１つに記載のインダクタ。

＜５＞前記素体の実装面において前記金属磁性粒子が脱粒した凹部に前記外部端子が入り込んでいる、＜１＞を引用しかつ＜２＞を引用しない、＜１＞，＜３＞または＜４＞のいずれか１つに記載のインダクタ。

＜６＞前記素体の実装面には、前記外部端子と接触する表面を除く表面を被

覆する絶縁層が設けられている、＜１＞～＜５＞のいずれか１つに記載のインダクタ。

＜７＞前記絶縁層は、前記素体の実装面において前記金属磁性粒子が脱粒した凹部に入り込んでいる、＜６＞に記載のインダクタ。

＜８＞前記金属磁性粒子が脱粒した凹部の深さは、前記金属磁性粒子の最大粒子径以上最大粒子径の２倍以下である、＜１＞～＜７＞のいずれか１つに記載のインダクタ。

＜９＞内部にコイル導体を備え、金属磁性粒子と樹脂を含有する素体を形成する素体形成工程と、

前記コイル導体の外部端子接続領域を前記素体から露出させる露出工程と、

前記素体の実装面において前記金属磁性粒子を脱粒させる脱粒工程と、

前記脱粒工程によって前記金属磁性粒子を脱粒させた脱粒箇所および前記露出工程によって露出させた前記コイル導体の外部端子接続領域の箇所に、外部端子を形成する外部端子形成工程と、

を備えた、インダクタの製造方法。

＜１０＞内部にコイル導体を備え、金属磁性粒子と樹脂を含有する素体を形成する素体形成工程と、

前記コイル導体の外部端子接続領域を前記素体から露出させる露出工程と、

前記素体から前記コイル導体の外部端子接続領域が露出している露出領域の内側に、外部端子を形成する外部端子形成工程と、

を備えた、インダクタの製造方法。

＜１１＞前記素体の実装面の前記外部端子と接触する表面を除く表面に絶縁層を形成する絶縁層形成工程を備えた、＜９＞または＜１０＞に記載のインダクタの製造方法。

＜１２＞前記素体形成工程は、

前記コイル導体と前記金属磁性粒子とを含有する磁性層を積層させて積層

体を形成する工程と、

前記積層体を焼成する焼成工程と、

を備えた、＜９＞～＜１１＞のいずれか１つに記載のインダクタの製造方法。

＜１３＞前記露出工程は、前記素体の実装面を研削することによって施される、＜９＞～＜１２＞のいずれか１つに記載のインダクタの製造方法。

＜１４＞前記脱粒工程は、酸性溶液によるエッチングによって施される、＜９＞または、＜９＞を引用する＜１１＞または＜１２＞に記載のインダクタの製造方法。

＜１５＞前記外部端子形成工程は、無電解めっきによって施される、＜９＞～＜１４＞のいずれか１つに記載のインダクタの製造方法。

産業上の利用可能性

[0136] 本開示は、外部端子の形成異常を低減するインダクタに利用することができる。

符号の説明

[0137] １　インダクタ

１０　素体

１０ａ　金属磁性粒子

１１　第１主面

１２　第２主面

１３　第１端面

１４　第２端面

１５　第１側面

１６　第２側面

２１　第１コイル

２２　第２コイル

３０　外部端子

３１　第１外部端子

３２　第２外部端子

３３　第３外部端子

３４　第４外部端子

５０　コイル導体

５１　第１コイル導体

５２　第２コイル導体

５０ｖ　コイル導体接続部

５１ｖ　第１コイル導体接続部

５２ｖ　第２コイル導体接続部

５３ｖ　第３コイル導体接続部

５４ｖ　第４コイル導体接続部

Ｇ１～Ｇ７　積層グループ

７０　絶縁層

Ｓ　磁性層

ＯＬ　オーバーラップ領域

ＣＬ　コイル導体接続領域

Ｅ　露出領域

請求の範囲

[請求項1] 内部にコイル導体を備え、金属磁性粒子と樹脂を含有する素体と、

前記素体の実装面に設けられ、前記コイル導体と電気的に接続する外部端子と、を備え、

前記素体は、高さ方向に相対する第１主面と第２主面と、高さ方向に直交し長さ方向に相対する第１端面と第２端面と、長さ方向及び高さ方向に直交する幅方向に相対する第１側面及び第２側面とを有し、

前記外部端子は、前記素体の実装面側から見た平面透視において前記コイル導体が前記素体から露出する露出領域上に位置するコイル導体接続領域と、前記素体と重複するオーバーラップ領域を有しており、

前記素体の実装面側から前記外部端子と前記コイル導体接続領域を通る位置で前記素体の長さ方向に沿って前記素体の高さ方向に切断した切断面における前記外部端子のオーバーラップ領域の長さに対し、前記金属磁性粒子と前記外部端子とが接触する平均の長さが１０％以下である、インダクタ。

[請求項2] 内部にコイル導体を備え、金属磁性粒子と樹脂を含んでいる素体と、

前記素体の実装面に設けられ、前記コイル導体と電気的に接続する外部端子と、を備え、

前記素体の実装面側から見た平面透視において、前記コイル導体が前記素体から露出する露出領域の内側に前記外部端子が配置されている、インダクタ。

[請求項3] 前記素体の前記実装面において前記金属磁性粒子が脱粒している、請求項１または２に記載のインダクタ。

[請求項4] 前記素体の前記実装面以外の面において前記金属磁性粒子が脱粒している、請求項１～３のいずれか１項に記載のインダクタ。

[請求項5] 前記素体の実装面において前記金属磁性粒子が脱粒した凹部に前記

外部端子が入り込んでいる、請求項１を引用し、かつ、請求項２を引用しない、請求項１，請求項３、または、請求項４に記載のインダクタ。

[請求項6] 前記素体の実装面には、前記外部端子と接触する表面を除く表面を被覆する絶縁層が設けられている、請求項１～５のいずれか１項に記載のインダクタ。

[請求項7] 前記絶縁層は、前記素体の実装面において前記金属磁性粒子が脱粒した凹部に入り込んでいる、請求項６に記載のインダクタ。

[請求項8] 前記金属磁性粒子が脱粒した凹部の深さは、前記金属磁性粒子の最大粒子径以上最大粒子径の２倍以下である、請求項１～７のいずれか１項に記載のインダクタ。

[請求項9] 内部にコイル導体を備え、金属磁性粒子と樹脂を含有する素体を形成する素体形成工程と、

前記コイル導体の外部端子接続領域を前記素体から露出させる露出工程と、

前記素体の実装面において前記金属磁性粒子を脱粒させる脱粒工程と、

前記脱粒工程によって前記金属磁性粒子を脱粒させた脱粒箇所および前記露出工程によって露出させた前記コイル導体の外部端子接続領域の箇所に、外部端子を形成する外部端子形成工程と、

を備えた、インダクタの製造方法。

[請求項10] 内部にコイル導体を備え、金属磁性粒子と樹脂を含有する素体を形成する素体形成工程と、

前記コイル導体の外部端子接続領域を前記素体から露出させる露出工程と、

前記素体から前記コイル導体の外部端子接続領域が露出している露出領域の内側に、外部端子を形成する外部端子形成工程と、

を備えた、インダクタの製造方法。

[請求項11] 前記素体の実装面の前記外部端子と接触する表面を除く表面に絶縁層を形成する絶縁層形成工程を備えた、請求項９または１０に記載のインダクタの製造方法。

[請求項12] 前記素体形成工程は、

前記コイル導体と前記金属磁性粒子とを含有する磁性層を積層させて積層体を形成する工程と、

前記積層体を焼成する焼成工程と、

を備えた、請求項９～１１のいずれか１項に記載のインダクタの製造方法。

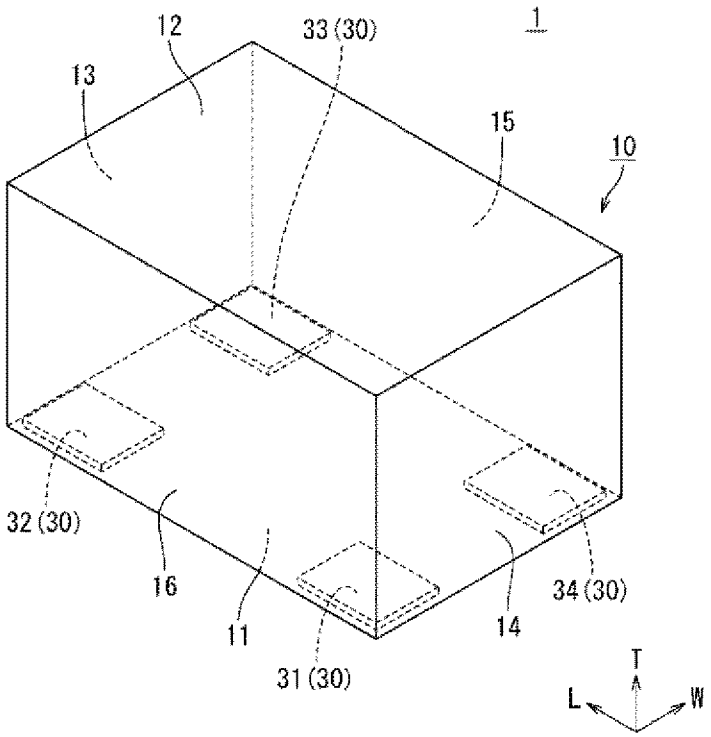
[請求項13] 前記露出工程は、前記素体の実装面を研削することによって施される、請求項９または１０に記載のインダクタの製造方法。

[請求項14] 前記脱粒工程は、酸性溶液によるエッチングによって施される、請求項９または、請求項９を引用する請求項１１または請求項１２に記載のインダクタの製造方法。

[請求項15] 前記外部端子形成工程は、無電解めっきによって施される、請求項９～１４のいずれか１項に記載のインダクタの製造方法。

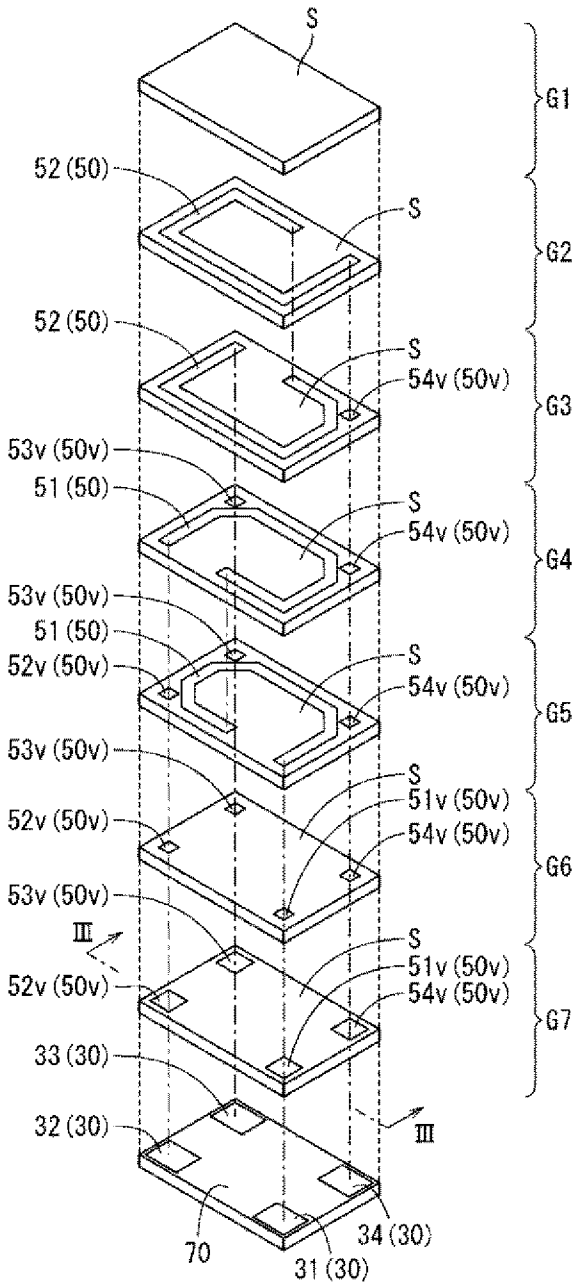
[図1]

図1



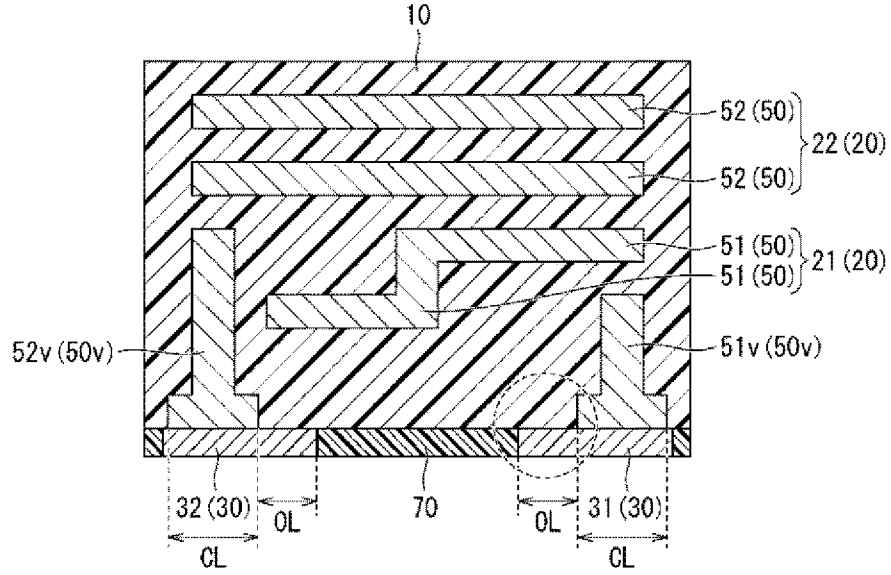
[図2]

図2


S
G1
52 (50)
S
G2
52 (50)
S
54v (50v)
G3
53v (50v)
51 (50)
S
54v (50v)
G4
53v (50v)
51 (50)
52v (50v)
S
54v (50v)
G5
53v (50v)
S
51v (50v)
52v (50v)
54v (50v)
G6
53v (50v)
Ⅲ
S
51v (50v)
52v (50v)
54v (50v)
G7
33 (30)
32 (30)
Ⅲ
70
31 (30)
34 (30)

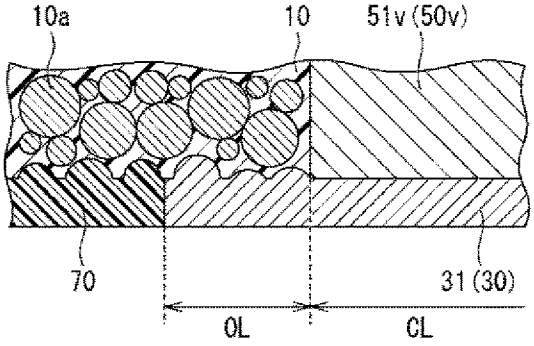
[図3]

図3


10
52 (50)
52 (50)
22 (20)
51 (50)
51 (50)
21 (20)
52v (50v)
51v (50v)
32 (30)
OL
70
OL
31 (30)
CL
CL

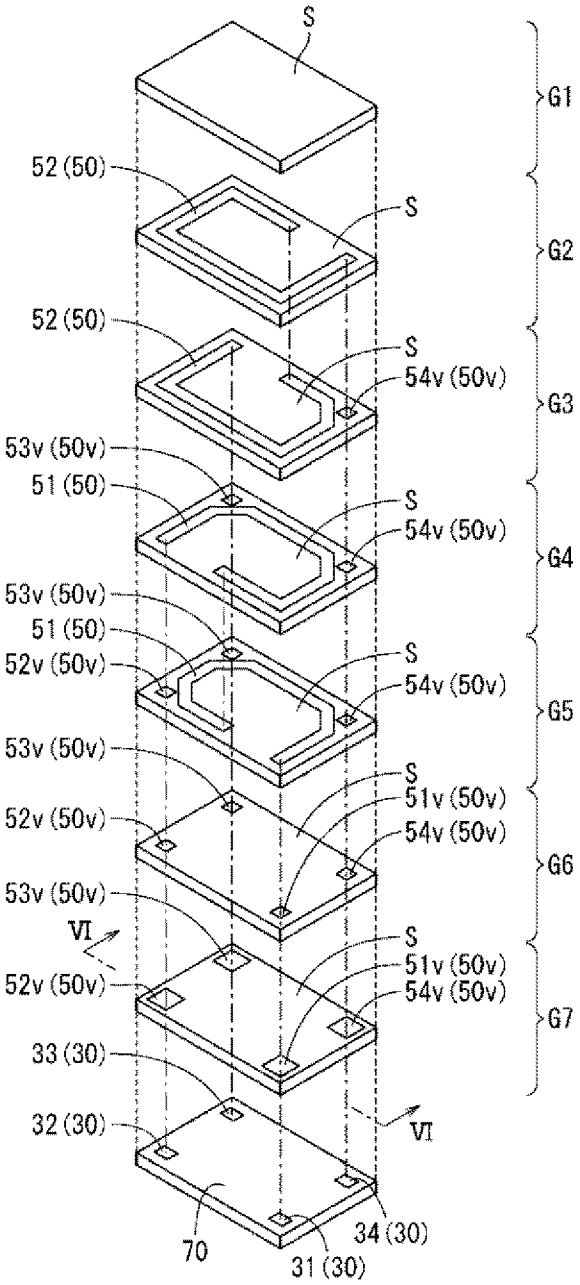
[図4]

図4


10a
10
51v (50v)
70
31 (30)
OL
CL

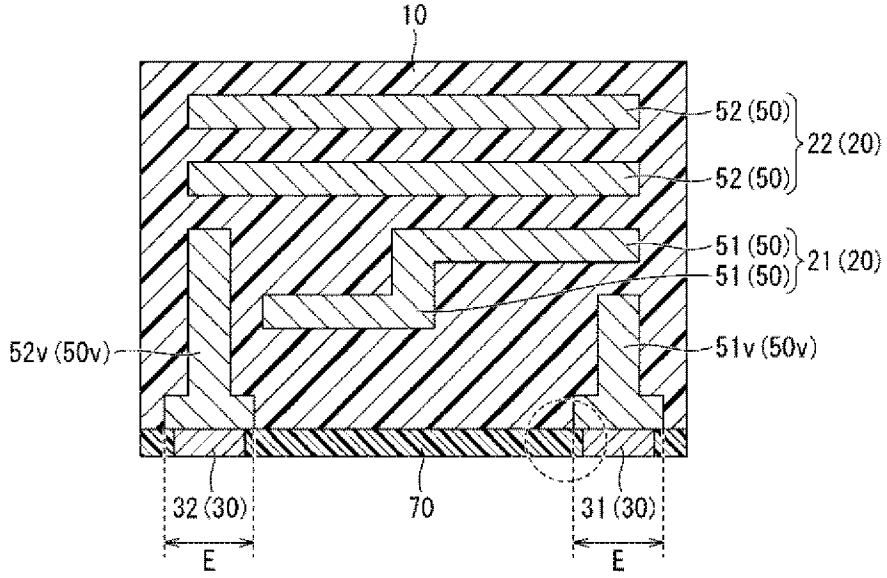
[図5]

図5


S
G1
52 (50)
S
G2
52 (50)
S
54v (50v)
G3
53v (50v)
51 (50)
S
54v (50v)
G4
53v (50v)
51 (50)
52v (50v)
S
54v (50v)
G5
53v (50v)
S
51v (50v)
52v (50v)
54v (50v)
G6
53v (50v)
VI
S
51v (50v)
52v (50v)
54v (50v)
G7
33 (30)
32 (30)
VI
70
31 (30)
34 (30)

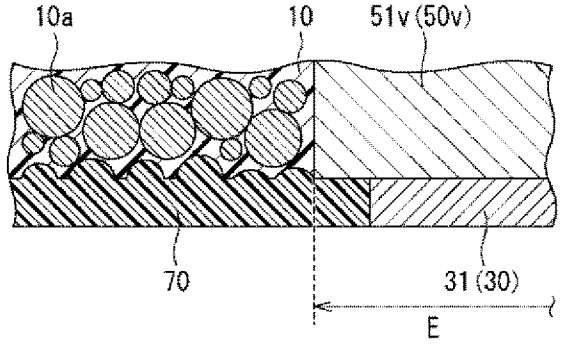
[図6]

図6



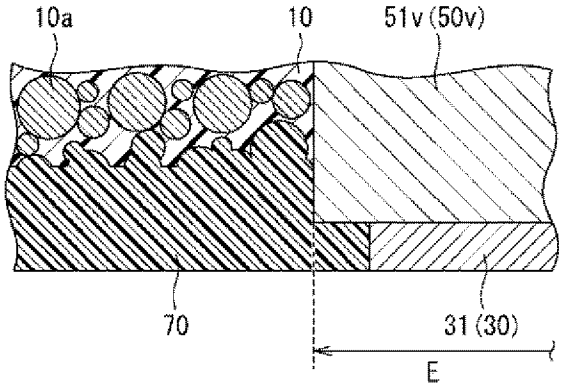
[図7]

図7



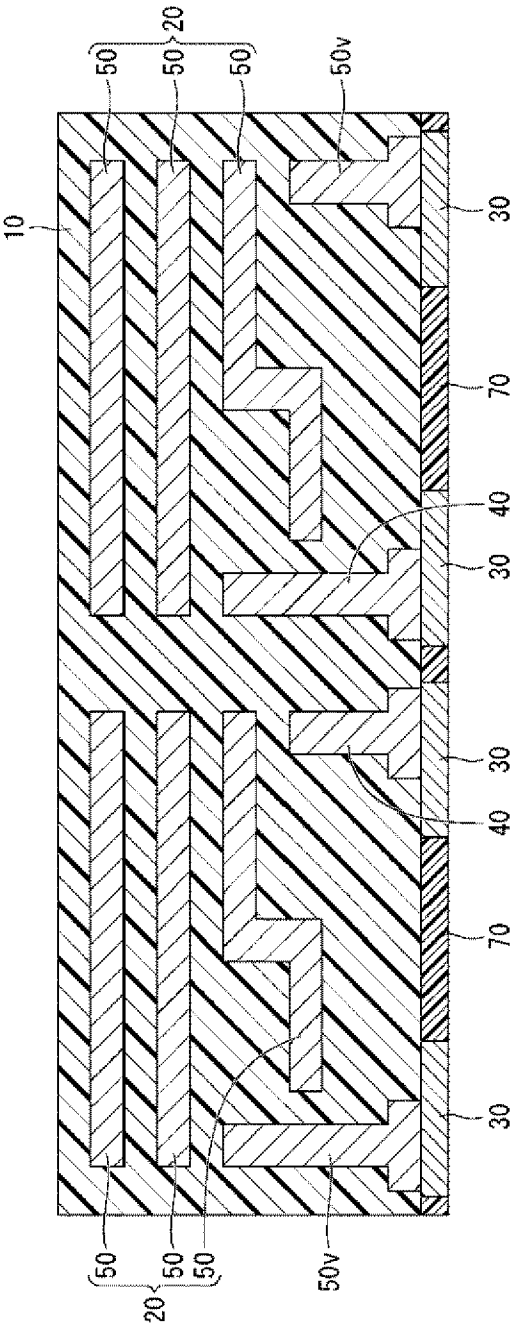
[図8]

図8



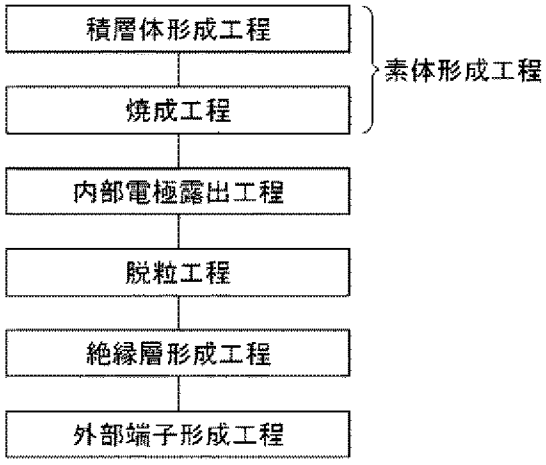
[図9]

図9


20
50
50
50
50v
10
30
70
40
30
30
40
70
30
50
50
50
50v
20

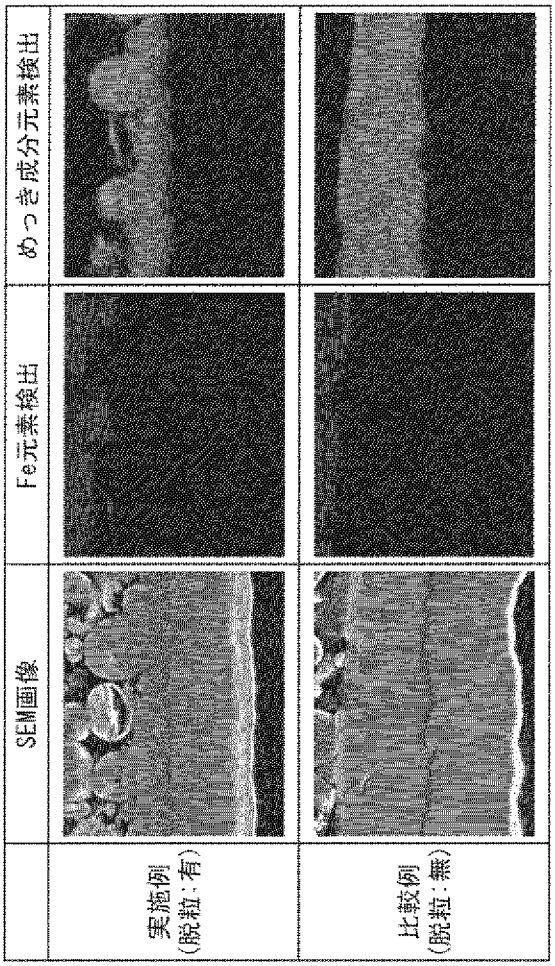
[図10]

図10


積層体形成工程
焼成工程
素体形成工程
内部電極露出工程
脱粒工程
絶縁層形成工程
外部端子形成工程

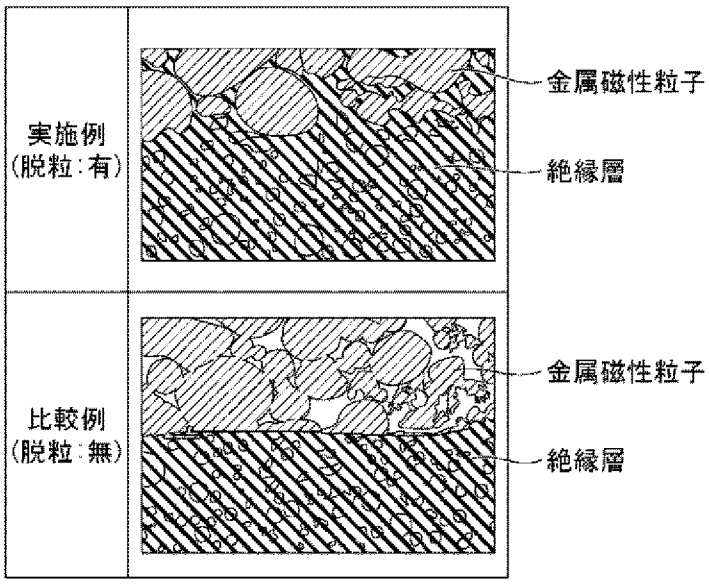
[図11]

図11



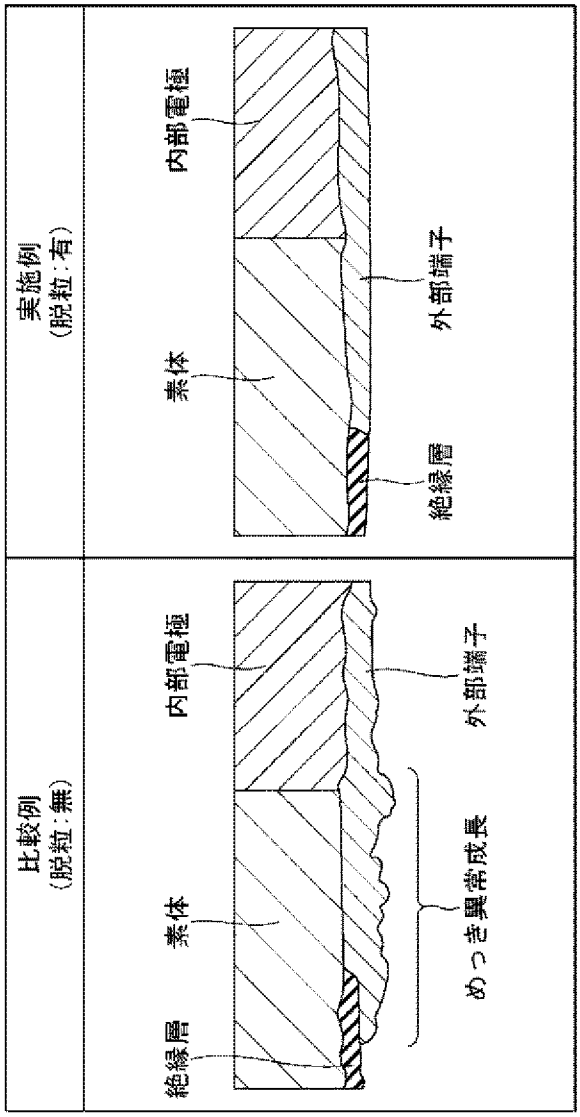
[図12]

図12



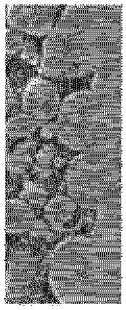
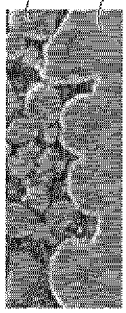
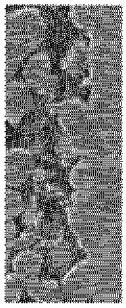
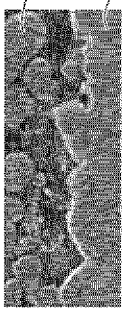
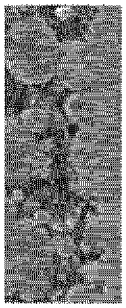
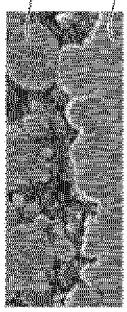
[図13]

図13



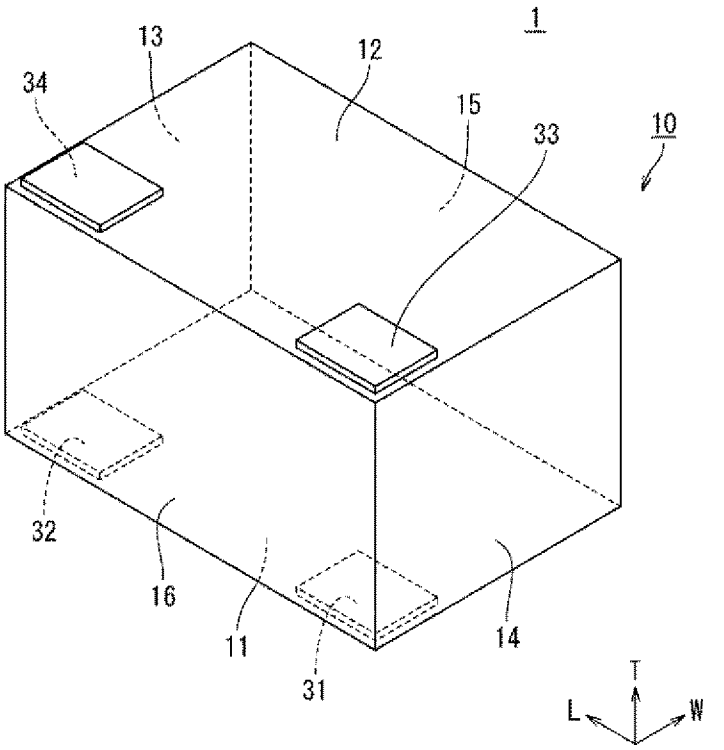
[図14]

図14

	画像処理前	画像処理後	外部端子と金属磁性粒子との接触比率
位置1			4%
位置2			0%
位置3			8%

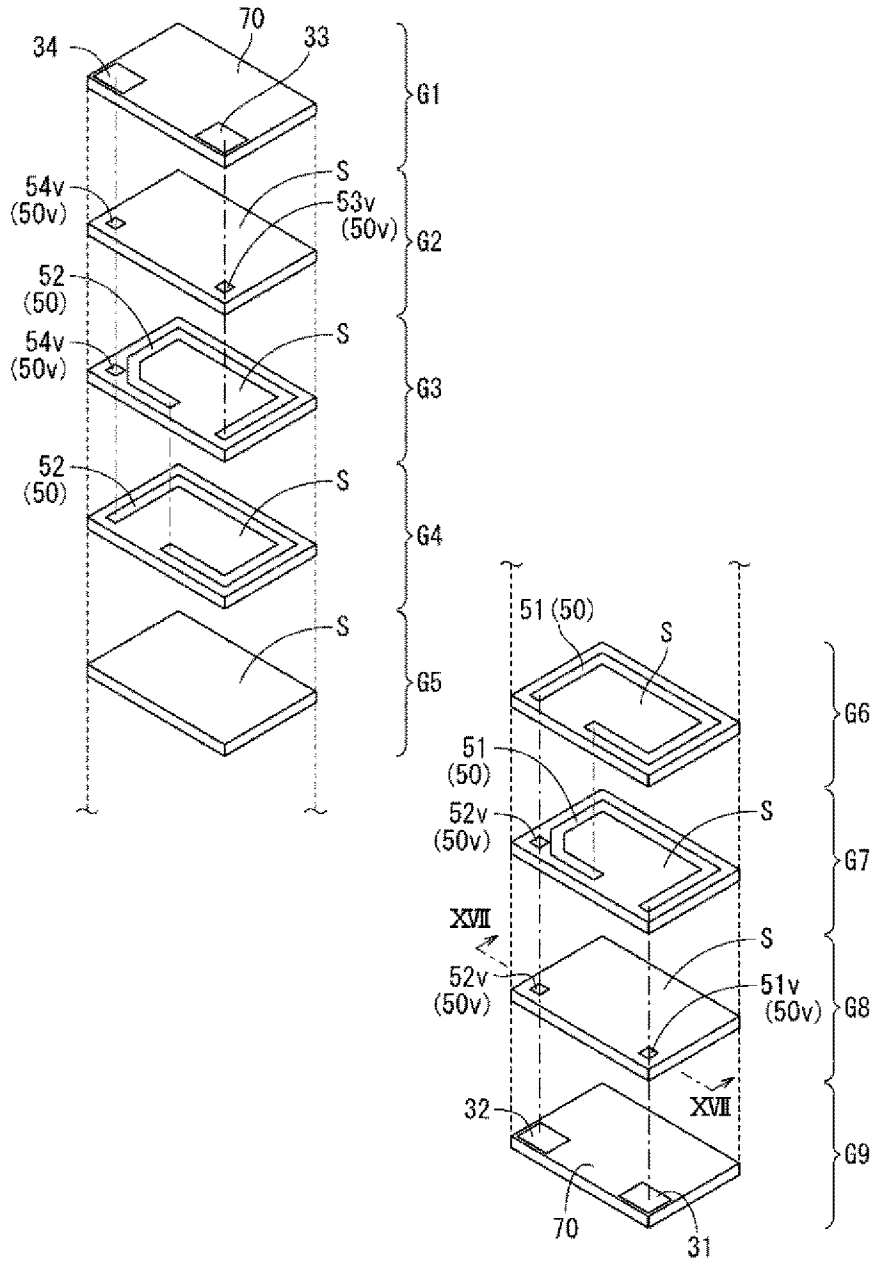
[図15]

図15



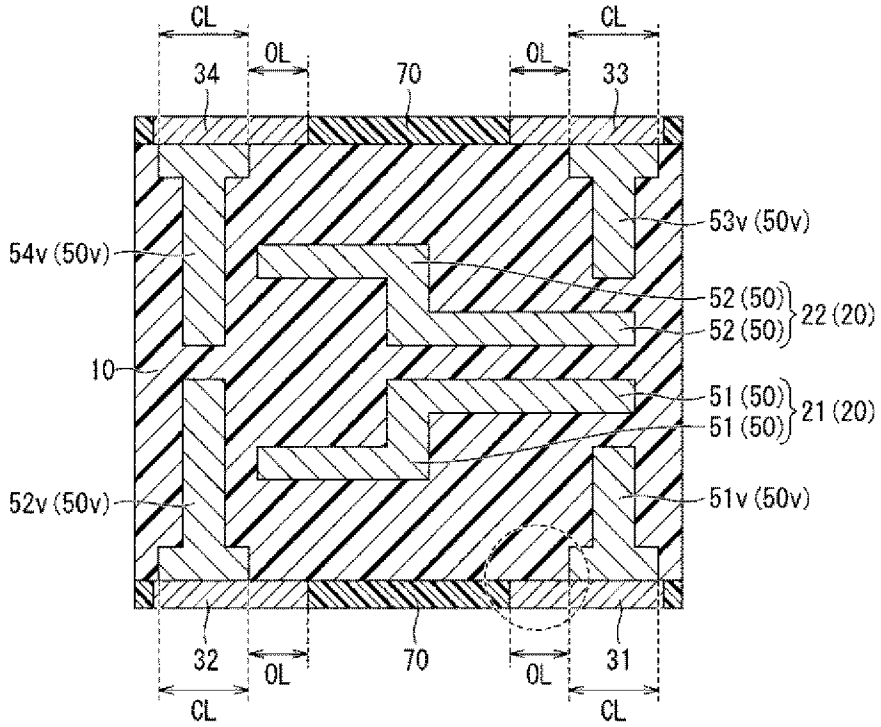
[図16]

図16


70
34
33
G1
S
54v
(50v)
53v
(50v)
G2
52
(50)
54v
(50v)
S
G3
52
(50)
S
G4
S
G5
51 (50)
S
G6
51
(50)
52v
(50v)
S
G7
XVII
S
52v
(50v)
51v
(50v)
G8
XVII
32
G9
70
31

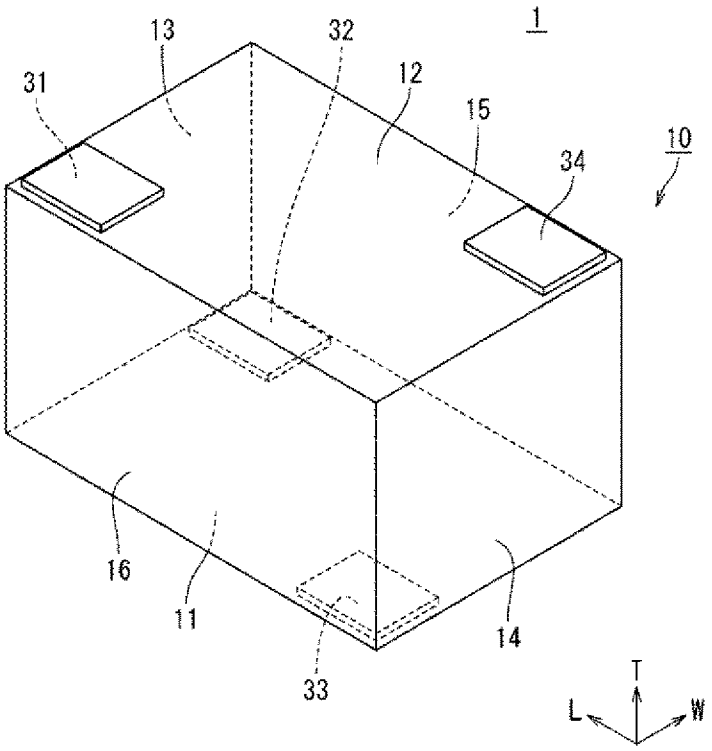
[図17]

図17



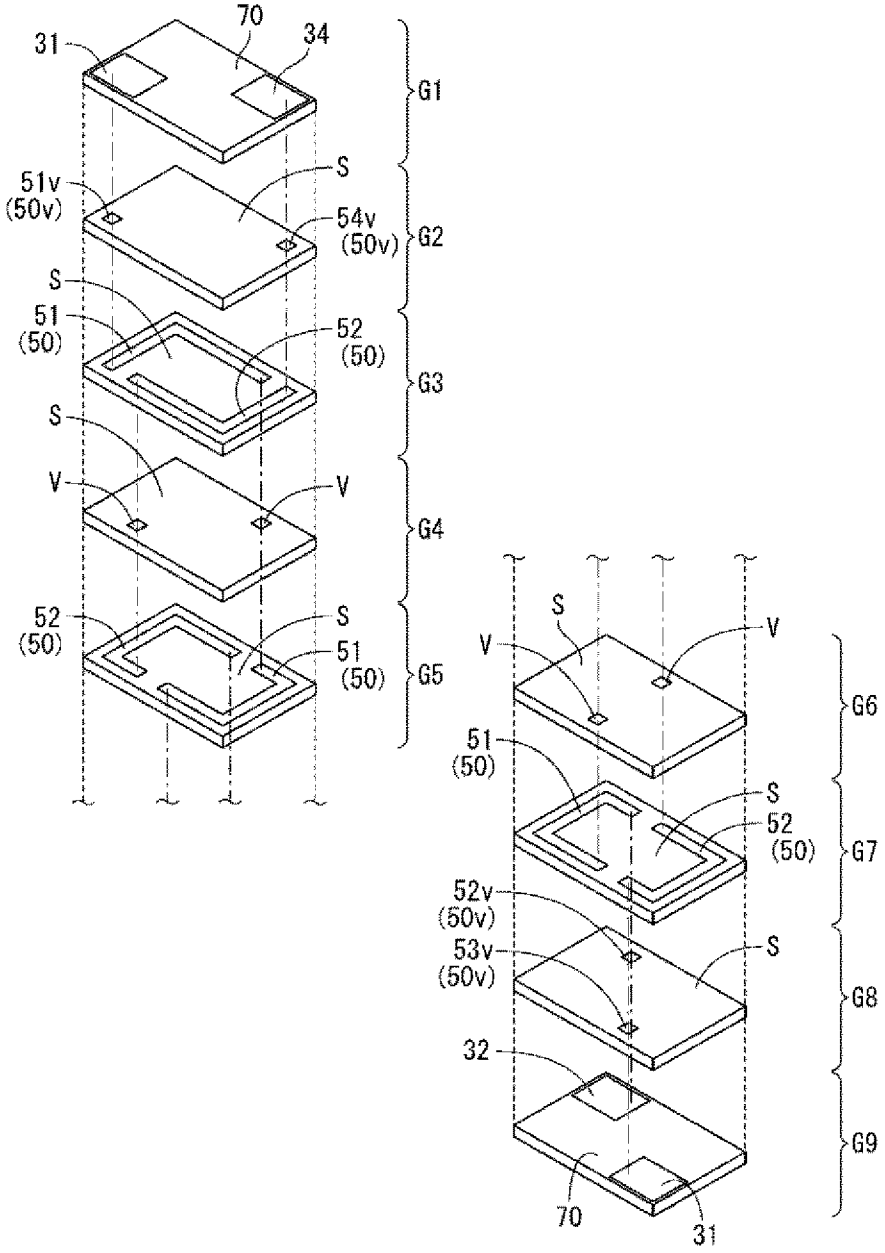
[図18]

図18



[図19]

図19


70
31
34
G1
S
51v
(50v)
54v
(50v)
G2
S
51
(50)
52
(50)
G3
S
V
V
G4
52
(50)
S
51
(50)
G5
S
V
V
G6
51
(50)
S
52
(50)
G7
52v
(50v)
53v
(50v)
S
G8
32
G9
70
31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/018672

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F 27/29(2006.01)i; ***H01F 17/04***(2006.01)i; ***H01F 41/02***(2006.01)i; ***H01F 41/04***(2006.01)i
FI: H01F27/29 F; H01F17/04 F; H01F17/04 A; H01F27/29 123; H01F41/02 D; H01F41/04 B

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)

H01F17/00-27/00; H01F41/00

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
A	JP 2022-145086 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 03 October 2022 (2022-10-03) entire text, all drawings	1-15
A	JP 2022-60771 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 15 April 2022 (2022-04-15) entire text, all drawings	1-15

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

☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
25 June 2024	**09 July 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/018672

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2022-145086 A	03 October 2022	US 2022/0301763 A1 entire text, all drawings CN 115116715 A	
JP 2022-60771 A	15 April 2022	US 2022/0108824 A1 entire text, all drawings CN 114388216 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/018672

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01F 27/29(2006.01)i; H01F 17/04(2006.01)i; H01F 41/02(2006.01)i; H01F 41/04(2006.01)i
FI: H01F27/29 F; H01F17/04 F; H01F17/04 A; H01F27/29 123; H01F41/02 D; H01F41/04 B

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（ＩＰＣ））

H01F17/00-27/00; H01F41/00

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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
A	JP 2022-145086 A (太陽誘電株式会社) 03.10.2022 (2022-10-03) 全文,全図	1-15
A	JP 2022-60771 A (株式会社村田製作所) 15.04.2022 (2022-04-15) 全文,全図	1-15

☐ 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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
25.06.2024	09.07.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
古河　雅輝 5D 3242
電話番号 03-3581-1101 内線 3549

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/018672

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2022-145086 A	03.10.2022	US 2022/0301763 A1 全文,全図 CN 115116715 A	
JP 2022-60771 A	15.04.2022	US 2022/0108824 A1 全文,全図 CN 114388216 A	