

(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
2021年2月18日(18.02.2021)



(10) 国際公開番号

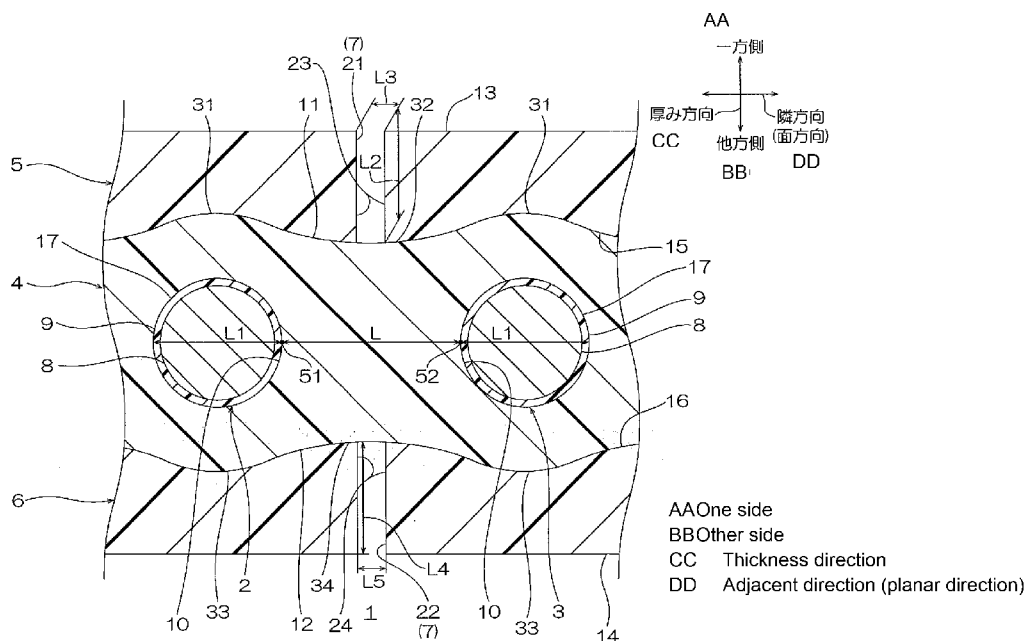
WO 2021/029142 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 17/04 (2006.01) H01F 27/24 (2006.01)
H01F 37/00 (2006.01) H01F 27/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/024103
- (22) 国際出願日: 2020年6月19日(19.06.2020)
- (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 2019-147348 2019年8月9日(09.08.2019) JP
特願 2020-024310 2020年2月17日(17.02.2020) JP
- (71) 出願人: 日東電工株式会社 (NITTO DENKO CORPORATION) [JP/JP]; 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 古川 佳宏 (FURUKAWA, Yoshihiro); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 奥村 圭佑 (OKUMURA, Keisuke); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 岡本 寛之, 外 (OKAMOTO, Hiroyuki et al.); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原4丁目5番36号 セントラル新大阪ビル3F いくみ特許事務所内 Osaka (JP).

(54) Title: INDUCTOR

(54) 発明の名称: インダクタ

図1



(57) Abstract: An inductor 1 is provided with: a first wire 2 and a second wire 3 which are disposed at an interval from each other; a first magnetic layer 4 which includes a first surface 11 continuous in a planar direction, a second surface 12 at an interval from the first surface 11 in a thickness direction and continuous in the planar direction, and inner peripheral surfaces 10 which contact an outer peripheral surface 17 of the first wire and an outer peripheral surface 17 of the second wire, between the first surface 11 and the second surface 12; a second magnetic layer 5 disposed on the first surface 11; and

(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, 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, 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, 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, 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))

a third magnetic layer 6 disposed on the second surface 12. The second magnetic layer 5 has a third surface 13 disposed opposite the first surface 11 at an interval in the thickness direction. The second magnetic layer 5 and the third magnetic layer 6 have relative magnetic permeabilities which are higher than a relative magnetic permeability of the first magnetic layer 4. The inductor 1 is further provided with a suppressing portion 7 which, when projected in the thickness direction, is positioned between the first wire 2 and the second wire 3, and which is configured to suppress magnetic coupling of the first wire 2 and the second wire 3. The suppressing portion 7 includes a slit 21 positioned between the first surface 11 and the third surface 13.

(57) 要約: インダクタ 1 は、互いに間隔を隔てて隣り合う第 1 配線 2 および第 2 配線 3 と、面方向に連続する第 1 面 1 1 と、第 1 面 1 1 に対して厚み方向に間隔が隔てられ、面方向に連続する第 2 面 1 2 と、第 1 面 1 1 および第 2 面 1 2 の間において、第 1 配線の外周面 1 7 および第 2 配線の外周面 1 7 に接触する内周面 1 0 とを有する第 1 磁性層 4 と、第 1 面 1 1 に配置される第 2 磁性層 5 と、第 2 面 1 2 に配置される第 3 磁性層 6 とを備える。第 2 磁性層 5 は、第 1 面 1 1 と厚み方向に間隔を隔てて対向配置される第 3 面 1 3 を有する。第 2 磁性層 5 および第 3 磁性層 6 のそれぞれの比透磁率が、第 1 磁性層 4 の比透磁率より高い。インダクタ 1 は、厚み方向に投影したときに、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 の間に位置しており、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 の磁氣的結合を抑制するように構成される抑制部 7 をさらに備える。抑制部 7 が、第 1 面 1 1 および第 3 面 1 3 の間に位置するスリット 2 1 を含む。

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] インダクタは、電子機器などに搭載されて、電圧変換部材などの受動素子として用いられることが知られている。

[0003] 例えば、磁性体材料からなる本体部と、その本体部の内部に埋設された銅からなる内部導体とを備えるインダクタが提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平10-144526号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 近年、電子機器の小型化／高性能化に伴い、インダクタにおいても同様の特性が要望され、小型化しつつインダクタンスを高めるために、密な内部導体を備えるインダクタが要望されている。しかしながら、インダクタが密な内部導体を備えると、磁性体材料によって、隣り合う内部導体同士において磁気的な結合（クロストーク）が生じるという不具合を生じる。

[0006] 一方、隣り合う内部導体の間隔を広げれば、上記したクロストークを抑制できるが、インダクタンスが低下するという不具合がある。

[0007] 他方、インダクタには、優れた直流重畳特性も求められる。

[0008] 本発明は、直流重畳特性に優れ、かつ、インダクタンスの低下を抑制できながら、隣り合う配線の間のクロストークを抑制できるインダクタを提供する。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明（１）は、互いに間隔を隔てて隣り合う第１配線および第２配線と、面方向に連続する第１面と、前記第１面に対して厚み方向に間隔が隔てられ、前記面方向に連続する第２面と、前記第１面および前記第２面の間に位置し、前記第１配線の外周面および前記第２配線の外周面に接触する内周面とを有する第１磁性層と、前記第１面に配置される第２磁性層と、前記第２面に配置される第３磁性層とを備え、前記第２磁性層は、前記第１面と前記厚み方向に間隔を隔てて対向配置される第３面を有し、前記第２磁性層および前記第３磁性層のそれぞれの比透磁率が、前記第１磁性層の比透磁率より高く、前記厚み方向に投影したときに、前記第１配線および前記第２配線の間に位置しており、前記第１配線および前記第２配線の磁氣的結合を抑制するように構成される抑制部をさらに備え、前記抑制部が、前記第１面および前記第３面の間に位置する第１抑制部を含む、インダクタを含む。

[0010] このインダクタでは、第２磁性層および第３磁性層のそれぞれの比透磁率が、第１磁性層の比透磁率より高く、抑制部が、第１面および第３面の間に位置する第１抑制部を含む。そのため、直流重畳特性に優れ、かつ、インダクタンスの低下を抑制できながら、第１配線および第２配線の間のクロストークを抑制できる。

[0011] 本発明（２）は、前記第１抑制部が、前記第１面に臨む、（１）に記載のインダクタを含む。

[0012] このインダクタでは、第１抑制部が第１面に臨むので、第１配線および第２配線の間のクロストークを有効に抑制できる。

[0013] 本発明（３）は、前記第１抑制部が、前記第３面から露出する、（１）または（２）に記載のインダクタを含む。

[0014] このインダクタでは、第１抑制部が、第３面から露出するので、第１抑制部を簡易に形成できる。

[0015] 本発明（４）は、前記厚み方向における前記第１抑制部の長さが、前記第１配線および前記第２配線が隣り合う隣方向における前記第１抑制部の長さより長い、（１）～（３）のいずれか一項に記載のインダクタを含む。

- [0016] このインダクタでは、インダクタンスの低下を極力抑制できながら、第1配線および第2配線の間のクロストークを有効に抑制できる。
- [0017] 本発明（5）は、前記第1抑制部は、前記第2磁性層に形成されるスリットである、（1）～（4）のいずれか一項に記載のインダクタを含む。
- [0018] このインダクタでは、第1抑制部が、スリットであるので、構成が簡易でありながら、比透磁率が最も低い空気がスリットに存在するので、第1配線および第2配線の間のクロストークを確実に抑制できる。
- [0019] 本発明（6）は、前記第1抑制部は、前記第2磁性層に形成される空隙に充填される第1充填部であり、前記第1充填部の比透磁率が、前記第1磁性層の比透磁率より低い、（1）～（4）のいずれか一項に記載のインダクタを含む。
- [0020] このインダクタでは、第1抑制部が、第1磁性層より比透磁率が低い第1充填部であるので、かかる第1充填部によって、第1配線および第2配線の間のクロストークを確実に抑制できる。
- [0021] 本発明（7）は、前記第2磁性層の前記第3面に配置される加工安定層をさらに備える、（1）～（6）のいずれか一項に記載のインダクタを含む。
- [0022] このインダクタは、加工安定層を備えるので、第2磁性層の加工安定性に優れる。
- [0023] 本発明（8）は、前記第3磁性層は、前記第2面と前記厚み方向に間隔を隔てて対向配置される第4面を有し、前記抑制部が、前記第2面および前記第4面の間に位置する第2抑制部をさらに含む、（1）～（7）のいずれか一項に記載のインダクタを含む。
- [0024] このインダクタでは、抑制部が、第2面および第4面の間に位置する第2抑制部をさらに含むので、インダクタンスの低下を抑制できながら、第1配線および第2配線の間のクロストークをより一層抑制できる。
- [0025] 本発明（9）は、前記第2抑制部が、前記第2面に臨む、（8）に記載のインダクタを含む。
- [0026] このインダクタでは、第2抑制部が第2面に臨むので、第1配線および第

2 配線の間のクロストークを有効に抑制できる。

[0027] 本発明（１０）は、前記第２抑制部が、前記第４面から露出する、（８）または（９）に記載のインダクタを含む。

[0028] このインダクタでは、第２抑制部が第４面から露出するので、第２抑制部を簡易に形成できる。

[0029] 本発明（１１）は、前記厚み方向における前記第２抑制部の長さが、前記第１配線および前記第２配線が隣り合う隣方向における前記第２抑制部の長さより長い、（８）～（１０）のいずれか一項に記載のインダクタを含む。

[0030] このインダクタでは、インダクタンスの低下を極力抑制できながら、第１配線および第２配線の間のクロストークを有効に抑制できる。

[0031] 本発明（１２）は、前記第２抑制部は、前記第３磁性層に形成される第２スリットである、（８）～（１１）のいずれか一項に記載のインダクタを含む。

[0032] このインダクタでは、第２抑制部が、第２スリットであるので、構成が簡易でありながら、比透磁率が最も低い空気が第２スリットに存在するので、第１配線および第２配線の間のクロストークを確実に抑制できる。

[0033] 本発明（１３）は、前記第２抑制部は、前記第３磁性層に形成される空隙に充填される第２充填部であり、前記第２充填部の比透磁率が、前記第１磁性層の比透磁率より低い、（８）～（１１）のいずれか一項に記載のインダクタを含む。

[0034] このインダクタでは、第２抑制部が、第１磁性層より比透磁率が低い第２充填部であるので、かかる第２充填部によって、第１配線および第２配線の間のクロストークを確実に抑制できる。

[0035] 本発明（１４）は、前記第３磁性層の前記第４面に配置される第２加工安定層をさらに備える、（８）～（１３）のいずれか一項に記載のインダクタを含む。

[0036] このインダクタは、第２加工安定性を備えるので、第３磁性層の表面加工性に優れる。

発明の効果

[0037] 本発明のインダクタは、直流重畳特性に優れ、かつ、インダクタンスの低下を抑制できながら、第1配線および第2配線の間のクロストークを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0038] [図1]図1は、本発明のインダクタの一実施形態の正断面図である。

[図2]図2A～図2Cは、図1に示すインダクタの製造方法を説明し、図2Aが、第1～第2配線と、第1～第3磁性シートとを準備する工程、図2Bが、それらを熱プレスする工程、図2Cが、スリットおよび第2スリットを形成する工程を示す。

[図3]図3は、図1に示すインダクタの変形例（第2スリットを備えない態様）の正断面図である。

[図4]図4は、図1に示すインダクタの変形例（スリットが、第1面に臨まず、第2スリットが、第2面に臨まない態様）の正断面図である。

[図5]図5は、図1に示すインダクタの変形例（スリットが、第3面から露出せず、第2スリットが、第4面から露出しない態様）の正断面図である。

[図6]図6は、図1に示すインダクタの変形例（スリットが、第1面に臨まず、第3面から露出せず、第2スリットが、第2面に臨まず、第4面から露出しない態様）の正断面図である。

[図7]図7は、図1に示すインダクタの変形例（スリットおよび第2スリットが互に通じる態様）の正断面図である。

[図8]図8は、図1に示すインダクタの変形例（スリットが、中間スリットに通じ、第2スリットが、第2中間スリットに通じる態様）の正断面図である。

[図9]図9は、図1に示すインダクタの変形例（厚み方向におけるスリットの長さ L_2 が、隣方向におけるスリットの長さ L_3 より短く、厚み方向における第2スリットの長さ L_4 が、隣方向における第2スリットの長さ L_5 より短い態様）の正断面図である。

[図10]図10は、図1に示すインダクタの変形例（凹部および第2凹部が、隣方向に投影したときに、第1配線および第2配線に重なる態様）の正断面図である。

[図11]図11は、図1に示すインダクタの変形例（スリットと第2スリットとがずれる態様）の正断面図である。

[図12]図12は、図1に示すインダクタの変形例（第1抑制部が第1充填部であり、第2抑制部が第2充填部である態様）の正断面図である。

[図13]図13は、図12に示すインダクタの変形例（第1充填部が第2磁性層に埋設され、第2充填部が第3磁性層に埋設される態様）の正断面図である。

[図14]図14は、図13に示すインダクタの変形例（第1充填部および第2充填部のそれぞれが断面視略円形状である態様）の正断面図である。

[図15]図15は、図1に示すインダクタの変形例（内側面および第2内側面のそれぞれがテーパ形状である態様）の正断面図である。

[図16]図16A～図16Bは、変形例のインダクタの製造方法（加工態様を含む）を説明し、図16Bが、加工安定性層および第2加工安定層を配置する工程、図16Bが、スリットおよび第2スリットを形成する工程を示す。

発明を実施するための形態

[0039] 本発明のインダクタの一実施形態を、図1～図2Cを参照して説明する。なお、図2A～図2Cにおいて、第1配線2～第2配線3と、第1磁性シート25～第3磁性シート27と、第1磁性層4～第3磁性層6と（いずれも後述）の相対配置を明確に示すため、導線8および絶縁膜9（後述）を省略し、単に、第1配線2および第2配線3（後述）を描画する。

[0040] 図1に示すように、インダクタ1は、面方向に延びるシート形状を有する。インダクタ1は、第1配線2と、第2配線3と、第1磁性層4と、第2磁性層5と、第3磁性層6と、抑制部7とを備える。

[0041] 第1配線2および第2配線3は、互いに間隔を隔てて隣り合う。第1配線2および第2配線3は、並行する。第1配線2および第2配線3のそれぞれ

は、電流を伝送する方向（図1における紙厚方向）（長手方向）に直交する断面（正断面）で切断したときに、略円形状を有する。第1配線2および第2配線3のそれぞれは、導線8と、それを被覆する絶縁膜9とを備える。

[0042] 導線8は、導体線である。導線8は、第1配線2および第2配線3のそれぞれと中心軸線を共有する断面視略円形状を有する。導線8の材料としては、例えば、銅、銀、金、アルミニウム、ニッケル、これらの合金などの金属導体が挙げられ、好ましくは、銅が挙げられる。導線8は、単層構造であってもよく、コア導体（例えば、銅）の表面にめっき（例えば、ニッケル）などがされた複層構造であってもよい。導線8の直径は、例えば、 $50\mu\text{m}$ 以上、 $5000\mu\text{m}$ 以下である。

[0043] 絶縁膜9は、導線8を薬品や水から保護し、また、導線8と第1磁性層4との短絡を防止する。絶縁膜9は、導線8の外周面（円周面）全面を被覆する。絶縁膜9は、第1配線2および第2配線3のそれぞれと中心軸線（中心）を共有する断面視略円環形状を有する。絶縁膜9は、第1配線2および第2配線3のそれぞれの外周面17を形成する。絶縁膜9の材料としては、例えば、ポリビニルホルマール、ポリエステル、ポリエステルイミド、ポリアミド（ナイロンを含む）、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリウレタンなどの絶縁性樹脂が挙げられる。これらは、1種単独で用いてもよく、2種以上併用してもよい。絶縁膜9は、単層から構成されていてもよく、複数の層から構成されていてもよい。絶縁膜9の厚みは、例えば、 $1\mu\text{m}$ 以上、 $100\mu\text{m}$ 以下である。絶縁膜9の厚みに対する導線8の半径の比は、例えば、2以上、500以下ある。

[0044] 第1配線2および第2配線3のそれぞれの直径 L_1 （最大長さの平均値）は、例えば、 $25\mu\text{m}$ 以上、 $2000\mu\text{m}$ 以下である。

[0045] 隣り合う第1配線2および第2配線3の間隔 L の下限は、例えば、10、好ましくは、50であり、また、上限は、例えば、5,000、好ましくは、3,000である。隣り合う第1配線2および第2配線3の間隔 L に対する、第1配線2および第2配線3のそれぞれの直径 L_1 の比（ L_1/L ）の

上限は、例えば、200、好ましくは、50、より好ましくは、30、さらに好ましくは、20であり、また、下限が、例えば、0.01である。比（ $L1/L$ ）が上記した上限以下であれば、インダクタンスの低下を抑制できる。

[0046] 第1磁性層4、第2磁性層5および第3磁性層6は、協働して、インダクタ1のインダクタンスを向上させながら、インダクタ1の直流重畳特性を向上させる。

[0047] 第1磁性層4は、第1配線2および第2配線3が延びる長手方向、および、第1配線2および第2配線3が隣り合う隣方向の両方向（面方向）に延びるシート形状を有する。第1磁性層4は、第1面11と、第2面12と、内周面10とを有する。

[0048] 第1面11は、第1磁性層4の面方向に連続する。第1面11は、第1配線2および第2配線3に対応する形状（例えば、波形状）を有する。第1面11は、第1配線2および第2配線3より厚み方向一方側に位置する。

[0049] 詳しくは、第1面11は、上記した波形状を有する場合には、凸部31と、凹部32とを有する。凸部31は、第1配線2および第2配線3のそれぞれの外周面17に沿う。

[0050] 凹部32は、2つの凸部31の間に位置しており、厚み方向他方側に向かって凹む。凹部32は、隣方向に投影したときに、第1配線2および第2配線3に重ならず、それらより厚み方向一方側に位置する。

[0051] 第2面12は、第1面11に対して厚み方向に他方側に間隔が隔てられる。第2面は、第1磁性層4の面方向に連続する。第2面12は、第1配線2および第2配線3に対応する形状（例えば、波形状）を有する。第2面12は、第1配線2および第2配線3より厚み方向他方側に位置する。

[0052] 詳しくは、第2面12は、上記した波形状を有する場合には、第2凸部33と、第2凹部34とを有する。第2凸部33は、第1配線2および第2配線3のそれぞれの外周面17に沿う。

[0053] 第2凹部34は、2つの第2凸部33の間に位置しており、厚み方向一方

側に向かって凹む。第2凹部34は、隣方向に投影したときに、第1配線2および第2配線3に重ならず、それらより厚み方向他方側に位置する。

[0054] 内周面10は、第1面11および第2面12の間に位置する。内周面10は、第1磁性層4の厚み方向途中に形成されている。内周面10は、第1配線2および第2配線3のそれぞれの外周面17に接触し、これを被覆する。

[0055] 第1磁性層4の比透磁率および材料等は、後で詳述する。

[0056] 第2磁性層5は、第1磁性層4の第1面11に配置されている。第2磁性層5は、面方向に延びるシート形状を有する。第2磁性層5は、第3面13と、第5面15とを有する。

[0057] 第3面13は、第1面11と厚み方向一方側に間隔を隔てて対向配置されている。第3面13は、インダクタ1の厚み方向一方面を形成する。第3面13は、平坦状であり、または、図示しないが、第1面11に沿う波形状を有することもできる。

[0058] 第5面15は、第3面13に対して厚み方向他方側に間隔を隔てて対向配置されている。第5面15は、第1面11に接触する。

[0059] 第2磁性層5の比透磁率および材料等は、後で詳述する。

[0060] 第3磁性層6は、第1磁性層4の第2面12に配置されている。第3磁性層6は、面方向に延びるシート形状を有する。第3磁性層6は、第4面14と、第6面16とを有する。

[0061] 第4面14は、第2面12と厚み方向他方側に間隔を隔てて対向配置されている。第4面14は、インダクタ1の厚み方向他方面を形成する。第4面14は、平坦状であり、または、図示しないが、第2面12に沿う波形状を有することもできる。

[0062] 第2磁性層5および第3磁性層6のそれぞれの比透磁率は、第1磁性層4の比透磁率より高い。第2磁性層5および第3磁性層6のそれぞれの比透磁率は、第1磁性層4の比透磁率より高いので、インダクタ1は、直流重畳特性に優れ、かつ、高いインダクタンス値を維持できる。

[0063] 第1磁性層4、第2磁性層5および第3磁性層6の比透磁率は、いずれも

、周波数 10 MHz で測定される。また、第 1 磁性層 4、第 2 磁性層 5 および第 3 磁性層 6 の前駆体である第 1 磁性シート 25、第 2 磁性シート 26 および第 3 磁性シート 27 の比透磁率を予め測定し、これらと第 1 磁性層 4、第 2 磁性層 5 および第 3 磁性層 6 の比透磁率とが実質的に同値であるとみなすことができる。

[0064] 具体的には、第 1 磁性層 4 の比透磁率に対する第 2 磁性層 5 の比透磁率の比 R_1 の下限は、例えば、1.1、好ましくは、1.5、より好ましくは、2、さらに好ましくは、5、とりわけ好ましくは、10、最も好ましくは、15 であり、また、上限が、例えば、10,000 である。第 1 磁性層 4 の比透磁率に対する第 3 磁性層 6 の比透磁率の比 R_2 は、上記した R_1 と同様である。比 R_1 および／または比 R_2 が上記した下限以上であれば、直流重畳特性により一層優れる。

[0065] 第 1 磁性層 4、第 2 磁性層 5 および第 3 磁性層 6 は、いずれも、磁性粒子を含有する。具体的には、第 1 磁性層 4、第 2 磁性層 5 および第 3 磁性層 6 の材料として、例えば、磁性粒子およびバインダを含有する磁性組成物などが挙げられる。

[0066] 磁性粒子を構成する磁性材料としては、例えば、軟磁性体、硬磁性体が挙げられる。好ましくは、インダクタンスおよび直流重畳特性の観点から、軟磁性体が挙げられる。

[0067] 軟磁性体としては、例えば、1 種類の金属元素を純物質の状態で含む単一金属体、例えば、1 種類以上の金属元素（第 1 金属元素）と、1 種類以上の金属元素（第 2 金属元素）および／または非金属元素（炭素、窒素、ケイ素、リンなど）との共融体（混合物）である合金体が挙げられる。これらは、単独または併用することができる。

[0068] 単一金属体としては、例えば、1 種類の金属元素（第 1 金属元素）のみからなる金属単体が挙げられる。第 1 金属元素としては、例えば、鉄 (Fe)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、その他、軟磁性体の第 1 金属元素として含有することが可能な金属元素の中から適宜選択される。

[0069] また、単一金属体としては、例えば、1種類の金属元素のみを含むコアと、そのコアの表面の一部または全部を修飾する無機物および／または有機物を含む表面層とを含む形態、例えば、第1金属元素を含む有機金属化合物や無機金属化合物が分解（熱分解など）された形態などが挙げられる。後者の形態として、より具体的には、第1金属元素として鉄を含む有機鉄化合物（具体的には、カルボニル鉄）が熱分解された鉄粉（カルボニル鉄粉と称される場合がある）などが挙げられる。なお、1種類の金属元素のみを含む部分を修飾する無機物および／または有機物を含む層の位置は、上記のような表面に限定されない。なお、単一金属体を得ることができる有機金属化合物や無機金属化合物としては、特に制限されず、軟磁性体の単一金属体を得ることができる公知乃至慣用の有機金属化合物や無機金属化合物から適宜選択することができる。

[0070] 合金体は、1種類以上の金属元素（第1金属元素）と、1種類以上の金属元素（第2金属元素）および／または非金属元素（炭素、窒素、ケイ素、リンなど）との共融体であり、軟磁性体の合金体として利用することができるものであれば特に制限されない。

[0071] 第1金属元素は、合金体における必須元素であり、例えば、鉄（F e）、コバルト（C o）、ニッケル（N i）などが挙げられる。なお、第1金属元素がF eであれば、合金体は、F e系合金とされ、第1金属元素がC oであれば、合金体は、C o系合金とされ、第1金属元素がN iであれば、合金体は、N i系合金とされる。

[0072] 第2金属元素は、合金体に副次的に含有される元素（副成分）であり、第1金属元素に相溶（共融）する金属元素であって、例えば、鉄（F e）（第1金属元素がF e以外である場合）、コバルト（C o）（第1金属元素がC o以外である場合）、ニッケル（N i）（第1金属元素N i以外である場合）、クロム（C r）、アルミニウム（A l）、ケイ素（S i）、銅（C u）、銀（A g）、マンガン（M n）、カルシウム（C a）、バリウム（B a）、チタン（T i）、ジルコニウム（Z r）、ハフニウム（H f）、バナジウ

ム（V）、ニオブ（Nb）、タンタル（Ta）、モリブデン（Mo）、タングステン（W）、ルテニウム（Ru）、ロジウム（Rh）、亜鉛（Zn）、ガリウム（Ga）、インジウム（In）、ゲルマニウム（Ge）、スズ（Sn）、鉛（Pb）、スカンジウム（Sc）、イットリウム（Y）、ストロンチウム（Sr）、各種希土類元素などが挙げられる。これらは、単独使用または2種以上併用することができる。

[0073] 非金属元素は、合金体に副次的に含有される元素（副成分）であり、第1金属元素に相溶（共融）する非金属元素であって、例えば、ホウ素（B）、炭素（C）、窒素（N）、ケイ素（Si）、リン（P）、硫黄（S）などが挙げられる。これらは、単独使用または2種以上併用することができる。

[0074] 合金体の一例であるFe系合金として、例えば、磁性ステンレス（Fe-Cr-Al-Si合金）（電磁ステンレスを含む）、センダスト（Fe-Si-Al合金）（スーパーセンダストを含む）、パーマロイ（Fe-Ni合金）、Fe-Ni-Mo合金、Fe-Ni-Mo-Cu合金、Fe-Ni-Co合金、Fe-Cr合金、Fe-Cr-Al合金、Fe-Ni-Cr合金、Fe-Ni-Cr-Si合金、ケイ素銅（Fe-Cu-Si合金）、Fe-Si合金、Fe-Si-B（-Cu-Nb）合金、Fe-B-Si-Cr合金、Fe-Si-Cr-Ni合金、Fe-Si-Cr合金、Fe-Si-Al-Ni-Cr合金、Fe-Ni-Si-Co合金、Fe-N合金、Fe-C合金、Fe-B合金、Fe-P合金、フェライト（ステンレス系フェライト、さらには、Mn-Mg系フェライト、Mn-Zn系フェライト、Ni-Zn系フェライト、Ni-Zn-Cu系フェライト、Cu-Zn系フェライト、Cu-Mg-Zn系フェライトなどのソフトフェライトを含む）、パーメンジュール（Fe-Co合金）、Fe-Co-V合金、Fe基アモルファス合金などが挙げられる。

[0075] 合金体の一例であるCo系合金としては、例えば、Co-Ta-Zr、コバルト（Co）基アモルファス合金などが挙げられる。

[0076] 合金体の一例であるNi系合金としては、例えば、Ni-Cr合金などが

挙げられる。

[0077] 磁性粒子の形状は、特に限定されず、略扁平形状（板形状）、略針形状（略紡錘（フットボール）形状を含む）などの異方性を示す形状、例えば、略球形状、略顆粒形状、略塊形状などの等方性を示す形状などが挙げられる。

[0078] 磁性粒子の最大長さの平均値の下限は、例えば、 $0.1\ \mu\text{m}$ 、好ましくは、 $0.5\ \mu\text{m}$ であり、また、上限は、例えば、 $200\ \mu\text{m}$ 、好ましくは、 $150\ \mu\text{m}$ である。磁性粒子の最大長さの平均値は、磁性粒子の中位粒子径として算出することができる。

[0079] 磁性粒子の磁性組成物における容積割合（充填率）の下限は、例えば、 10 容積%、好ましくは、 20 容積%であり、また、上限は、例えば、 90 容積%、好ましくは、 80 容積%である。

[0080] バインダとしては、例えば、アクリル樹脂などの熱可塑性成分、例えば、エポキシ樹脂組成物などの熱硬化性成分が挙げられる。アクリル樹脂は、例えば、カルボキシル基含有アクリル酸エステルコポリマーを含む。エポキシ樹脂組成物は、例えば、主剤であるエポキシ樹脂（クレゾールノボラック型エポキシ樹脂など）と、エポキシ樹脂用硬化剤（フェノール樹脂など）と、エポキシ樹脂用硬化促進剤（イミダゾール化合物など）とを含む。

[0081] バインダとしては、熱可塑性成分および熱硬化性成分をそれぞれ単独使用または併用することができ、好ましくは、熱可塑性成分および熱硬化性成分を併用する。

[0082] なお、上記した磁性組成物のより詳細な処方については、特開2014-165363号公報などに記載される。

[0083] 第2磁性層5および第3磁性層6の比透磁率が第1磁性層4の比透磁率より高くなるように、磁性組成物における磁性粒子の種類、形状、大きさ、容積割合などが適宜変更される。

[0084] 磁性粒子の形状を例示すれば、第1磁性層4の材料が、略球形状の磁性粒子を含み、第2磁性層5および第3磁性層6の材料が、いずれも、略扁平形状の磁性粒子を含む（例えば、後述する実施例1～実施例4）。または、第

1 磁性層 4、第 2 磁性層 5 および第 3 磁性層 6 のいずれの材料も、略球形状の磁性粒子を含む（例えば、後述する実施例 5～実施例 8）。

[0085] 抑制部 7 は、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 の磁氣的結合を抑制するように構成される。抑制部 7 は、厚み方向に投影したときに、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 の間に位置する。

詳しくは、抑制部 7 は、厚み方向に投影したときに、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 のいずれにも重ならない。抑制部 7 は、厚み方向に投影したときに、第 1 配線 2 の外周面 17 において第 2 配線 3 に最も近い第 1 点 51 と、第 2 配線 3 の外周面 17 において第 1 配線 2 に最も近い第 2 点 52 との間に位置する。

[0086] 抑制部 7 は、第 1 抑制部の一例としてのスリット 21 と、第 2 抑制部の一例としての第 2 スリット 22 とを備える。本実施形態において、好ましくは、抑制部 7 は、スリット 21 と、第 2 スリット 22 とのみを備える。

[0087] スリット 21 は、第 1 面 11 および第 3 面 13 の間に位置する。詳しくは、抑制部 7 は、第 2 磁性層 5 の厚み方向全体にわたって形成されている。具体的には、スリット 21 は、第 2 磁性層 5 を厚み方向に貫通する。但し、スリット 21 は、第 2 磁性層 5 を貫通するが、第 1 磁性層 4 を貫通も切り欠きもしない。スリット 21 は、第 1 面 11 に臨む。つまり、スリット 21 は、対応する第 1 面 11（の凹部 32）を露出する。また、スリット 21 は、第 3 面 13 から露出する。言い換えれば、スリット 21 は、厚み方向一方側に向かって開放されている。このスリット 21 は、第 1 磁性層 4 の第 1 面 11 の凹部 32 と、それを露出する第 2 磁性層 5 の 2 つの内側面 23 とによって、仕切られている。2 つの内側面 23 は、それらの間隔が、厚み方向にわたって同一であり、具体的には、平行する。

[0088] 厚み方向におけるスリット 21 の長さ L_2 は、隣方向におけるスリット 21 の長さ L_3 より長い。隣方向におけるスリット 21 の長さ L_3 に対する、厚み方向におけるスリット 21 の長さ L_2 の比（ L_2/L_3 ）は、1 を越え、具体的には、比（ L_2/L_3 ）の下限が、例えば、1.5、好ましくは、

3、より好ましくは、5、さらに好ましくは、10であり、また、上限は、例えば、1,000である。比 (L_2/L_3) が上記した下限以上であれば、第1配線2および第2配線3の間のクロストークを有効に抑制できる。

[0089] 隣り合う第1配線2および第2配線3の間隔Lに対する、隣方向におけるスリット21の長さL3の比 (L_3/L) の上限は、例えば、0.95、好ましくは、0.9であり、また、下限は、例えば、0.0001である。

[0090] 具体的には、隣方向におけるスリット21の長さL3の上限は、例えば、1,000 μm 、好ましくは、700 μm 、好ましくは、500 μm 、より好ましくは、300 μm であり、また、下限は、例えば、5 μm である。

[0091] 第2スリット22は、第2面12および第4面14の間に位置する。詳しくは、抑制部7は、第3磁性層6の厚み方向全体にわたって形成されている。第2スリット22は、第3磁性層6に形成されている。具体的には、第2スリット22は、第3磁性層6を厚み方向に貫通する。但し、第2スリット22は、第3磁性層6を貫通するが、第1磁性層4を貫通も切り欠きもしない。第2スリット22は、第2面12に臨む。つまり、第2スリット22は、対応する第3面13（の第2凹部34）を露出する。また、第2スリット22は、第4面14から露出する。言い換えれば、第2スリット22は、厚み方向他方側に向かって開放されている。この第2スリット22は、第2面12の第2凹部34と、それを露出する第3磁性層6の2つの第2内側面24とによって、仕切られている。2つの第2内側面24は、それらの間隔が、厚み方向にわたって同一であり、具体的には、平行する。

[0092] 厚み方向における第2スリット22の長さL4は、隣方向における第2スリット22の長さL5より長い。隣方向における第2スリット22の長さL5に対する、厚み方向における第2スリット22の長さL4の比 (L_4/L_5) の下限は、1を越え、具体的には、比 (L_4/L_5) が、例えば、1.5、好ましくは、3、より好ましくは、5、さらに好ましくは、10であり、また、上限は、例えば、1,000である。比 (L_4/L_5) が上記した下限以上であれば、第1配線2および第2配線3の間のクロストークを有効

に抑制できる。

[0093] 隣り合う第1配線2および第2配線3の間隔Lに対する、隣方向における第2スリット22の長さL5の比($L5/L$)の下限は、例えば、0.95、好ましくは、0.9であり、また、上限は、例えば、0.0001である。

[0094] 具体的には、隣方向における第2スリット22の長さL5は、上記した隣方向におけるスリット21の長さL3と同様である。

[0095] インダクタ1の厚みは、第3面13および第4面14の間の長さである。具体的には、インダクタ1の厚みの下限は、例えば、 $30\mu\text{m}$ 、好ましくは、 $50\mu\text{m}$ であり、また、上限が、例えば、 $10,000\mu\text{m}$ 、好ましくは、 $2,000\mu\text{m}$ である。

[0096] インダクタ1を得るには、図2Aに示すように、まず、第1配線2および第2配線3と、2つの第1磁性シート25と、1つの第2磁性シート26と、1つの第3磁性シート27とを準備する。

[0097] 2つの第1磁性シート25は、第1磁性層4を形成するための前駆体シートである。第2磁性シート26は、第2磁性層5を形成するための前駆体シートである。第3磁性シート27は、第3磁性層6を形成するための前駆体シートである。これら前駆体シートは、例えば、Bステージである。

[0098] 第2磁性シート26と、一方の第1磁性シート25と、第1配線2および第2配線3と、他方の第1磁性シート25と、第3磁性シート27とを、厚み方向他方側に向かって順に配置する。

[0099] 続いて、これらを、厚み方向に熱プレスする。2つの第1磁性シート25が、第1配線2および第2配線3を埋設するように変形して、第1磁性層4となる。第2磁性シート26が、第1面11に追従するように変形して、第2磁性層5となる。第3磁性シート27が、第2面12に追従するように変形し、第3磁性層6となる。なお、上記した熱プレスによって、前駆体シート(第1磁性シート25～第3磁性シート27)は、Cステージとなる。これにより、抑制部7を備えず、第1磁性層4～第3磁性層6を備えるインダ

クタ 1 を得る。

[0100] 図 2 C に示すように、その後、インダクタ 1 の第 2 磁性層 5 および第 3 磁性層 6 のそれぞれに、スリット 2 1 および第 2 スリット 2 2 のそれぞれを形成する。スリット 2 1 および第 2 スリット 2 2 を形成するには、例えば、切削装置が用いられる。

[0101] 切削装置として、例えば、ダイシング装置などの、第 2 磁性層 5 および／または第 3 磁性層 6 と物理的に接触する接触式切削装置、例えば、レーザー装置などの、第 2 磁性層 5 および／または第 3 磁性層 6 と物理的に接触しない非接触式切削装置などが挙げられる。

[0102] 接触式切削装置の一例であるダイシング装置は、支持台（図示せず）と、これと間隔を隔てて対向配置されるダイシングソー 2 8 と、これを移動させる移動装置（図示せず）とを備える。ダイシングソー 2 8 としては、例えば、円盤形状を有するダイシングブレードなどが挙げられる。

[0103] これにより、スリット 2 1 および第 2 スリット 2 2 を有する抑制部 7 を備えるインダクタ 1 が製造される。

[0104] <一実施形態の作用効果>

このインダクタ 1 では、第 2 磁性層 5 および第 3 磁性層 6 のそれぞれの比透磁率が、第 1 磁性層 4 の比透磁率より高く、抑制部 7 が、第 1 面 1 1 および第 3 面 1 3 の間に位置するスリット 2 1 を含む。そのため、直流重畳特性に優れ、かつ、インダクタンスの低下を抑制できながら、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 の間のクロストークを抑制できる。

[0105] このインダクタ 1 では、スリット 2 1 が第 1 面 1 1 に臨むので、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 の間のクロストークを有効に抑制できる。

[0106] このインダクタ 1 では、スリット 2 1 が、第 3 面 1 3 から露出するので、スリット 2 1 を簡易に形成できる。

[0107] このインダクタ 1 では、厚み方向におけるスリット 2 1 の長さ L_2 が、隣方向におけるスリット 2 1 の長さ L_3 より長いため、インダクタンスの低下を極力抑制できながら、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 の間のクロストークを

有効に抑制できる。

[0108] このインダクタ 1 では、第 1 抑制部が、スリット 2 1 であるので、構成が簡易でありながら、比透磁率が 1 と最も低い空気がスリット 2 1 に存在することから、かかるスリット 2 1 によって、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 の間のクロストークを確実に抑制できる。

[0109] このインダクタ 1 では、抑制部 7 が、第 2 面 1 2 および第 4 面 1 4 の間に位置する第 2 スリット 2 2 をさらに含むので、インダクタンスの低下を抑制できながら、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 の間のクロストークを抑制できる。

[0110] このインダクタ 1 では、第 2 スリット 2 2 が第 2 面 1 2 に臨むので、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 の間のクロストークを有効に抑制できる。

[0111] このインダクタ 1 では、第 2 スリット 2 2 が、第 4 面 1 4 から露出するので、第 2 スリット 2 2 を簡易に形成できる。

[0112] このインダクタ 1 では、厚み方向における第 2 スリット 2 2 の長さ L 4 が、隣方向における第 2 スリット 2 2 の長さ L 5 より長いため、インダクタンスの低下を極力抑制できながら、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 の間のクロストークを有効に抑制できる。

[0113] このインダクタ 1 では、第 2 抑制部が、第 2 スリット 2 2 であるので、構成が簡易でありながら、比透磁率が 1 と最も低い空気がスリット 2 1 に存在するので、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 の間のクロストークを確実に抑制できる。

[0114] <変形例>

変形例において、一実施形態と同様の部材および工程については、同一の参照符号を付し、その詳細な説明を省略する。また、変形例は、特記する以外、一実施形態と同様の作用効果を奏することができる。さらに、一実施形態およびその変形例を適宜組み合わせることができる。

[0115] 図 3 に示すように、このインダクタ 1 では、抑制部 7 が、第 2 スリット 2 2 (図 1 参照) を有さず、スリット 2 1 のみを備える。好ましくは、第 1 配

線 2 および第 2 配線 3 の間のクロストークの効率的な抑制の観点から、抑制部 7 は、スリット 2 1 および第 2 スリット 2 2 を備える。

[0116] 図 4 に示すように、スリット 2 1 は、第 1 面 1 1 に臨まず、第 1 面 1 1 と厚み方向に間隔が隔てられる。第 2 スリット 2 2 は、第 2 面 1 2 に臨まず、第 2 面 1 2 と厚み方向に間隔が隔てられる。好ましくは、一実施形態のように、スリット 2 1 が、第 1 面 1 1 に臨み、第 2 スリット 2 2 が、第 2 面 1 2 に臨む。

[0117] 図 5 に示すように、スリット 2 1 は、第 3 面 1 3 から露出せず、スリット 2 1 の厚み方向一端縁が第 2 磁性層 5 によって閉塞される。第 2 スリット 2 2 は、第 4 面 1 4 から露出せず、第 2 スリット 2 2 の厚み方向他端縁が第 3 磁性層 6 によって閉塞される。好ましくは、一実施形態のように、スリット 2 1 が、第 3 面 1 3 から露出し、第 2 スリット 2 2 が、第 4 面 1 4 から露出する。

[0118] 図 6 に示すように、スリット 2 1 は、第 1 面 1 1 に臨まず、第 3 面 1 3 から露出しない。スリット 2 1 は、第 1 面 1 1 および第 3 面 1 3 の厚み方向中間部に位置する。第 2 スリット 2 2 は、第 2 面 1 2 に臨まず、第 4 面 1 4 から露出しない。第 2 スリット 2 2 は、第 2 面 1 2 および第 4 面 1 4 の厚み方向中間部に位置する。

[0119] 図 7 に示すように、スリット 2 1 および第 2 スリット 2 2 は、中間スリット 2 9 を介して互に通じる。中間スリット 2 9 は、第 1 面 1 1 および第 2 面 1 2 の間に位置する。中間スリット 2 9 は、第 1 磁性層 4 を厚み方向に貫通する。好ましくは、一実施形態のように、インダクタ 1 には、中間スリット 2 9 が形成されない。

[0120] 図 8 に示すように、スリット 2 1 は、中間スリット 2 9 に通じる。中間スリット 2 9 は、第 1 磁性層 4 の第 1 面 1 1 から厚み方向中間部に向かって切り欠かれている。第 2 スリット 2 2 は、第 2 中間スリット 3 0 に通じる。第 2 中間スリット 3 0 は、第 1 磁性層 4 の第 2 面 1 2 から厚み方向中間部に向かって切り欠かれている。第 2 中間スリット 3 0 は、中間スリット 2 9 と厚

み方向に間隔を隔てて対向配置されている。

[0121] 図9に示すように、厚み方向におけるスリット21の長さ L_2 は、隣方向におけるスリット21の長さ L_3 より短い。また、図示しないが、スリット21における長さ L_2 および L_3 が同一であってもよい。隣方向におけるスリット21の長さ L_3 に対する、厚み方向におけるスリット21の長さ L_2 の比(L_2/L_3)の上限が、例えば、1以下、好ましくは、1未満であり、また、比(L_2/L_3)の下限が、0.01、好ましくは、0.05、より好ましくは、0.1、さらに好ましくは、0.2である。

[0122] 厚み方向における第2スリット22の長さ L_4 は、隣方向における第2スリット22の長さ L_5 より短い。また、図示しないが、第2スリット22における長さ L_4 および L_5 が同一であってもよい。隣方向における第2スリット22の長さ L_5 に対する、厚み方向における第2スリット22の長さ L_4 の比(L_4/L_5)の上限が、例えば、1以下、好ましくは、1未満であり、また、比(L_4/L_5)の下限が、0.01、好ましくは、0.05、より好ましくは、0.1、さらに好ましくは、0.2である。

[0123] 図10に示すように、第1面11における凹部32は、隣方向に投影したときに、第1配線2および第2配線3に重なる。第2面12における第2凹部34は、隣方向に投影したときに、第1配線2および第2配線3に重なる。

[0124] 図11に示すように、厚み方向に投影したときに、スリット21と第2スリット22とが、隣方向において、ずれている(オフセットされている)。

[0125] 図12に示すように、スリット21である空隙35に、第1充填部37が充填されている。第2スリット22である空隙35に、第2充填部38が充填されている。

[0126] 図13に示すように、第1充填部37は、第3面13から露出せず、第2磁性層5によって埋設される。第2充填部38は、第4面14から露出せず、第3磁性層6によって埋設される。第1充填部37および第2充填部38のそれぞれは、断面視略矩形状を有する。第1充填部37および第2充填部

38のそれぞれの比透磁率は、第1磁性層4の比透磁率より、低い。

[0127] 第1充填部37および第2充填部38のそれぞれの材料は、例えば、磁性粒子を含有せず、バインダを含有する非磁性組成物が挙げられる。バインダは、上記した磁性組成物で例示される。

[0128] このインダクタ1を得るには、図2Aが参照されるように、まず、2つの第1磁性シート25と、第1配線2および第2配線3とを準備し、これらを熱プレスする。第1磁性シート25が熱硬化性成分を含有する場合には、熱プレスによって、Cステージ化する。これにより、第1磁性層4を形成する。続いて、第1面11の凹部32および第2面12の第2凹部34のそれぞれに、常温固形状の第1充填部37および第2充填部38のそれぞれを配置し、さらに、それらを第2磁性シート26および第3磁性シート27で挟み、それらを熱プレスする。これによって、第1充填部37を埋設する第2磁性層5と、第2充填部38を埋設する第3磁性層6とが形成される。

[0129] 図14に示すように、第1充填部37および第2充填部38のそれぞれは、断面視略円形状を有する。

[0130] 図15に示すように、スリット21を区画する2つの内側面23は、第3面13から第1面11に向かって、対向長さが次第に短くなるテーパ形状を有する。第2スリット22を区画する2つの第2内側面24は、第4面14から第2面12に向かって、対向長さが次第に短くなるテーパ形状を有する。

[0131] 目的とする第1磁性層4の厚みに応じて、第1磁性シート25を複数枚から構成することができる。目的とする第2磁性層5の厚みに応じて、第2磁性シート26を複数枚から構成することができる。目的とする第3磁性層6の厚みに応じて、第3磁性シート27を複数枚から構成することができる。

[0132] 図示しないが、第1配線2および第3配線3の形状は、特に限定されず、例えば、断面矩形状であってもよい。

[0133] 図示しないが、スリット21が予め形成された第2磁性層5を、第1磁性層4の第1面11に貼着することもできる。第2スリット22が予め形成さ

れた第3磁性層6を、第1磁性層4の第2面12に貼着することもできる。

[0134] 図16Bに示すように、インダクタ1は、加工安定層71および加工安定層72をさらに備えることができる。

[0135] 加工安定層71および加工安定層72は、それぞれ、第2磁性層5の第3面13、および、第3磁性層6の第4面14に対する表面加工性を向上させる。

[0136] 加工安定層71は、第2磁性層5の第3面13に配置されている。加工安定層71にも、スリット21が形成されている。加工安定層71は、第3面13の全部に接触している。

[0137] 加工安定層71は、熱硬化性樹脂組成物の硬化物を含む。つまり、加工安定層71の材料は、熱硬化性樹脂組成物を含む。

[0138] 熱硬化性樹脂組成物は、熱硬化性樹脂を必須成分として含み、粒子を任意成分として含む。

[0139] 熱硬化性樹脂としては、主剤、硬化剤および硬化促進剤を含む。

[0140] 主剤としては、例えば、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂などが挙げられ、好ましくは、エポキシ樹脂が挙げられる。エポキシ樹脂としては、例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールS型エポキシ樹脂、変性ビスフェノールA型エポキシ樹脂、変性ビスフェノールF型エポキシ樹脂、変性ビスフェノールS型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂などの2官能エポキシ樹脂、例えば、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、トリスヒドロキシフェニルメタン型エポキシ樹脂、テトラフェニロールエタン型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂などの3官能以上の多官能エポキシ樹脂などが挙げられる。これらエポキシ樹脂は、単独で使用または2種以上を併用することができる。好ましくは、2官能エポキシ樹脂が挙げられ、より好ましくは、ビスフェノールA型エポキシ樹脂が挙げられる。

[0141] エポキシ樹脂のエポキシ当量の下限は、例えば、10g/eq.であり、また、上限は、例えば、1,000g/eq.である。

[0142] 硬化剤としては、主剤がエポキシ樹脂であれば、例えば、フェノール樹脂、イソシアネート樹脂などが挙げられる。フェノール樹脂としては、例えば、フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、フェノールアラキル樹脂、フェノールビフェニレン樹脂、ジシクロペンタジエン型フェノール樹脂、レゾール樹脂などの多官能フェノール樹脂が挙げられる。これらは、単独で使用または2種以上を併用することができる。フェノール樹脂として、好ましくは、フェノールノボラック樹脂、フェノールビフェニレン樹脂が挙げられる。主剤がエポキシ樹脂であり、硬化剤がフェノール樹脂であれば、エポキシ樹脂中のエポキシ基1当量に対して、フェノール樹脂中の水酸基の合計の下限が、例えば、0.7当量、好ましくは、0.9当量、また、上限が、例えば、1.5当量、好ましくは、1.2当量である。具体的には、硬化剤の質量部数の下限は、主剤100質量部に対して、例えば、1質量部であり、また、例えば、50質量部である。

[0143] 硬化促進剤としては、主剤の硬化を促進する触媒（熱硬化触媒）（好ましくは、エポキシ樹脂硬化促進剤）であって、例えば、有機リン系化合物、例えば、2-フェニル-4-メチル-5-ヒドロキシメチルイミダゾール（2P4MHZ）などのイミダゾール化合物などが挙げられる。硬化促進剤の質量部数の下限は、主剤100質量部に対して、例えば、0.05質量部であり、また、上限が、例えば、5質量部である。

[0144] 粒子は、熱硬化性樹脂組成物における任意成分である。粒子は、熱硬化性樹脂に分散されている。粒子は、第1粒子、および、第2粒子からなる群から選択される少なくとも1種類である。

[0145] 第1粒子は、略球形状を有する。第1粒子のメジアン径の下限は、例えば、1 μm 、好ましくは、5 μm であり、また、第1粒子のメジアン径の上限は、例えば、250 μm 、好ましくは、200 μm である。第1粒子のメジアン径は、レーザ回折式粒度分布測定装置で求められる。また、第1粒子のメジアン径は、例えば、積層シート1の断面観察による二値化処理によって、求めることもできる。

- [0146] 第1粒子の材料は、特に限定されない。第1粒子の材料としては、例えば、金属類、無機化合物、有機化合物などが挙げられ、熱膨張係数を上げるために、好ましくは、金属類、無機化合物が挙げられる。
- [0147] 金属類は、加工安定層71をインダクタンス向上層として機能させる場合に熱硬化性樹脂組成物に含まれる。金属類としては、磁性層5で例示した磁性体が挙げられ、好ましくは、第1金属元素として鉄を含む有機鉄化合物、より好ましくは、カルボニル鉄が挙げられる。
- [0148] 無機化合物は、加工安定層71を熱膨張係数抑制層として機能させる場合に熱硬化性樹脂組成物に含まれる。無機化合物としては、例えば、無機フィラーが挙げられ、具体的には、シリカ、アルミナなどが挙げられ、好ましくは、シリカが挙げられる。
- [0149] 具体的には、第1粒子として、好ましくは、球形状シリカが挙げられ、また、好ましくは、球形状カルボニル鉄が挙げられる。
- [0150] 第2粒子は、略扁平形状を有する。略扁平形状は、略板形状を含む。
- [0151] 第2粒子の扁平率（扁平度）の下限は、例えば、8、好ましくは、15であり、また、上限は、例えば、500、好ましくは、450である。第2粒子の扁平率は、上記した磁性層5における磁性粒子の扁平率と同じ算出方法で求められる。
- [0152] 第2粒子のメジアン径の下限は、例えば、1 μm 、好ましくは、5 μm であり、また、第2粒子のメジアン径の上限は、例えば、250 μm 、好ましくは、200 μm である。
- 第2粒子のメジアン径は、第1粒子のそれと同様の方法で求められる。
- [0153] 第2粒子の平均厚みの下限は、例えば、0.1 μm 、好ましくは、0.2 μm であり、また、上限は、例えば、3.0 μm 、好ましくは、2.5 μm である。
- [0154] 第2粒子の材料は、無機化合物である。無機化合物としては、例えば、窒化ホウ素などの熱伝導性化合物などが挙げられる。従って、好ましくは、無機化合物は、加工安定層71を熱伝導性向上層として機能させる場合に熱硬

化性樹脂組成物に含まれる。

[0155] 具体的には、第2粒子として、好ましくは、扁平形状の窒化ホウ素が挙げられる。

[0156] 第1粒子および第2粒子は、熱硬化性樹脂組成物に、単独種類が含まれ、または、両方が含まれる。

[0157] 熱硬化性樹脂100質量部に対する粒子（第1粒子および／または第2粒子）の質量部数の下限は、例えば、10質量部、好ましくは、50質量部であり、また、上限は、例えば、2,000質量部、好ましくは、1,500質量部である。また、硬化物における粒子の含有割合の下限は、例えば、10質量%、また、上限は、例えば、90質量%である。第1粒子および第2粒子の両方が熱硬化性樹脂組成物に含まれる場合には、第1粒子100質量部に対する第2粒子の質量部数の下限は、例えば、30質量部、また、上限は、例えば、300質量部である。

[0158] 粒子は、熱硬化性樹脂組成物における任意成分であることから、熱硬化性樹脂組成物が、粒子を含有しなくてもよい。

[0159] 加工安定層71の厚みの下限は、例えば、1 μ m、好ましくは、10 μ mであり、また、上限は、例えば、1,000 μ m、好ましくは、100 μ mである。積層シート1の厚みにおける加工安定層71の厚みの比の下限は、例えば、0.001、好ましくは、0.005、より好ましくは、0.01であり、また、上限は、例えば、0.5、好ましくは、0.3、より好ましくは、0.1である。

[0160] 第2加工安定層72の材料および寸法は、加工安定層71のそれらと同様である。

[0161] 加工安定層71および第2加工安定層72を備えるインダクタ1を製造するには、図2Bに示すように、抑制部7を備えないインダクタ1を作製し、続いて、図16Aに示すように、2つの加工安定シート73のそれぞれを、第3面13および第4面14のそれぞれに配置（積層）する。

[0162] 加工安定シート73は、加工安定層71および第2加工安定層72の材料

からシート形状にそれぞれ形成されている。加工安定シート 7 3 は、好ましくは、B ステージの熱硬化性樹脂組成物を含む。

[0163] なお、上記した材料を、上記した熱硬化性樹脂組成物に、溶媒をさらに配合して、ワニスとして調製することもできる。さらに、材料には、熱可塑性樹脂をさらに配合することもできる。

[0164] 溶媒としては、例えば、メタノールなどのアルコール化合物、ジメチルエーテルなどのエーテル化合物、メチルエチルケトン、シクロヘキサノンなどのケトン化合物が挙げられる。溶媒の配合割合は、ワニスにおける固形分の質量割合の下限が、例えば、10 質量%、また、上限が、例えば、95 質量%となるように、調整される。

[0165] この方法では、ワニスを図示しない剥離シートの表面に塗布および乾燥させて、2つの加工安定シート 7 3 を形成する。

[0166] 続いて、2つの加工安定シート 7 3 を、厚み方向両側からプレスする。2つの加工安定シート 7 3 を、第3面 1 3 および第4面 1 4 のそれぞれに貼付する。

[0167] その後、それらを加熱して、加工安定シート 7 3 をC ステージ化する。これによって、スリット 2 1 を加工安定層 7 1 と第2磁性層 5 とに形成する。また、第2スリット 2 2 を、第2加工安定層 7 2 と第3磁性層 6 とに形成する。これによって、スリット 2 1 および第2スリット 2 2 のそれぞれが、加工安定層 7 1 および第2磁性層 5 と、第2加工安定層 7 2 および第3磁性層 6 とのそれぞれに形成された積層シート 1 を得る。

[0168] 変形例のインダクタ 1 は、加工安定層 7 1 を備えるので、第2磁性層 5 の加工安定性に優れる。

[0169] 詳述すれば、図示しないが、インダクタ 1 が、加工安定層 7 1 を備えず、第1配線 2、第2配線 3、第1磁性層 4、第2磁性層 5 および第3磁性層 6 のみからなる場合には、第2磁性層 5 にスリット 2 1 を形成すると、第2磁性層 5 の第3面 1 3 におけるスリット 2 1 に臨む内端部が、厚み方向一方側に反り上がる（盛り上がる）。この事象は、スリット 2 1 を第2磁性層 5 に

形成する時に、磁性粒子は、金属類からなることから、割れにくく、また、その形状が、略扁平形状であることから、磁性粒子の周囲のバインダを巻き込みながら、第2磁性層5が厚み方向一方側に移動する。

[0170] しかし、この一実施形態のインダクタ1は、図16Bに示すように、加工安定層71を備え、その加工安定層71が、第1粒子および第2粒子からなる群から選択される少なくとも1種類の粒子を任意成分として含有する。

[0171] 具体的には、加工安定層71が粒子を含まない場合には、上記した粒子の移動に起因する加工安定層71の変形がなく、そのため、加工安定層71における硬化物によって第2磁性層5の変形を押さえ込むことができる。

[0172] 加工安定層71が略球形状である第1粒子を含む場合には、周囲のバインダを巻き込みながらの、加工安定層71における第1粒子の移動が抑制される。そのため、加工安定層71における硬化物によって第2磁性層5の変形を押さえ込むことができる。

[0173] 加工安定層71が、材料が無機化合物である第2粒子を含む場合には、それが、たとえ、略扁平形状であっても、スリット21を第2磁性層5に形成するときに、第2粒子の材料が脆い無機化合物であることから、第2粒子が割れ易い。そのため、加工安定層71における第2粒子の移動が抑制される。その結果、加工安定層71における硬化物によって第2磁性層5の変形を押さえ込むことができる。

[0174] 従って、変形例のインダクタ1は、上記した加工安定層71を備えるので、インダクタ1にスリット21を形成するときに、第2磁性層5の変形を抑制できる。

[0175] また、この変形例1のインダクタ1は、上記した第2加工安定層72を備えるので、上記した理由により、第3磁性層6にスリット22を形成するときに、第3磁性層6の変形を抑制できる。

[0176] なお、図示しないが、インダクタ1は、第2加工安定層72を備えず、加工安定層71のみを備えることもできる。

[0177] また、上記した変形例のインダクタ1（好ましくは、加工安定層71およ

び第2加工安定層72を備えるインダクタ1)は、例えば、試験(a)～試験(e)のうち、少なくともいずれか一つの試験を満足する。

- [0178] 試験(a)：インダクタ1を3cm角に外形加工してサンプルを作製し、その周波数10MHzにおける比透磁率 μ_1 を求める。その後、サンプルを、硫酸銅5水和物66g/L、硫酸濃度180g/L、塩素50ppm、トップルチナを含有する硫酸銅めっき溶液200mLに、25℃で、120分浸漬し、その後、サンプルの周波数10MHzにおける比透磁率 μ_2 を求める。下記式によって、浸漬前後における透磁率の変化率を求める。その結果、サンプルの透磁率の変化率が5%以下である。

[0179] 透磁率の変化率(%) = $|\mu_1 - \mu_2| / \mu_1 \times 100$

試験(b)：インダクタ1を3cm角に外形加工してサンプルを作製し、その周波数10MHzにおける比透磁率 μ_3 を求める。その後、サンプルを、硫酸55g/Lを含有する酸活性水溶液200mLに、25℃で、1分浸漬し、その後、サンプルの周波数10MHzにおける比透磁率 μ_4 を求める。下記式によって、浸漬前後における透磁率の変化率を求める。その結果、サンプルの透磁率の変化率が5%以下である。

[0180] 透磁率の変化率(%) = $|\mu_3 - \mu_4| / \mu_3 \times 100$

試験(c)：インダクタ1を3cm角に外形加工してサンプルを作製し、その周波数10MHzにおける比透磁率 μ_5 を求める。その後、サンプルを、アトテックジャパン社製のリダクションソリューション セキュリガントP 200mLに、45℃で、5分浸漬し、その後、サンプルの周波数10MHzにおける比透磁率 μ_6 を求める。下記式によって、浸漬前後における透磁率の変化率を求める。その結果、サンプルの透磁率の変化率が5%以下である。

[0181] 透磁率の変化率(%) = $|\mu_5 - \mu_6| / \mu_5 \times 100$

試験(d)：インダクタ1を3cm角に外形加工してサンプルを作製し、その周波数10MHzにおける比透磁率 μ_7 を求める。その後、サンプルを、アトテックジャパン社製のコンセントレート・コンパクトCP 200m

Lに、80℃で、15分浸漬し、その後、サンプルの周波数10MHzにおける比透磁率 μ_8 を求める。下記式によって、浸漬前後における透磁率の変化率を求める。その結果、サンプルの透磁率の変化率が5%以下である。

$$[0182] \quad \text{透磁率の変化率 (\%)} = |\mu_7 - \mu_8| / \mu_7 \times 100$$

試験(e)：インダクタ1を3cm角に外形加工してサンプルを作製し、その周波数10MHzにおける比透磁率 μ_9 を求める。その後、サンプルを、アトテックジャパン社製のスウェリングディップ・セキュリティガントP 200mLに、60℃で、5分浸漬し、その後、サンプルの周波数10MHzにおける比透磁率 μ_{10} を求める。下記式によって、浸漬前後における透磁率の変化率を求める。その結果、サンプルの透磁率の変化率が5%以下である。

$$[0183] \quad \text{透磁率の変化率 (\%)} = |\mu_9 - \mu_{10}| / \mu_9 \times 100$$

試験(a)を満足する場合において、試験(a)におけるサンプルの透磁率の変化率の上限は、好ましくは、4%、より好ましくは、3%である。

[0184] 試験(a)を満足すれば、インダクタ1は、電解銅めっきの硫酸銅溶液の浸漬に対する安定性に優れる。

[0185] 試験(b)を満足する場合において、試験(b)におけるサンプルの透磁率の変化率の上限は、好ましくは、4%、より好ましくは、3%である。

[0186] 試験(b)を満足すれば、インダクタ1は、酸活性溶液の浸漬に対する安定性に優れる。

[0187] 試験(c)を満足する場合において、試験(c)におけるサンプルの透磁率の変化率の上限は、好ましくは、4%、より好ましくは、3%である。

[0188] 試験(c)におけるアトテックジャパン社製のリダクションソリューション セキュリティガントPは、硫酸水溶液を含有しており、中和液(中和剤、または、中和用水溶液)として用いられる。従って、試験(c)を満足すれば、インダクタ1は、中和液浸漬に対する安定性に優れる。

[0189] 試験(d)を満足する場合において、試験(d)におけるサンプルの透磁率の変化率の上限は、好ましくは、4%、より好ましくは、3%である。

- [0190] 試験（d）におけるアトテックジャパン社製のコンセントレート・コンパクトCPは、過マンガン酸カリウム溶液を含有する。従って、試験（d）を満足すれば、インダクタ1は、デスミア（洗浄）の過マンガン酸カリウム溶液浸漬に対する安定性に優れる。
- [0191] 試験（e）を満足する場合において、試験（e）におけるサンプルの透磁率の変化率の上限は、好ましくは、4％、より好ましくは、3％である。
- [0192] 試験（e）におけるアトテックジャパン社製のスウェリングディップ・セキュリガントPは、グリコールエーテル類および水酸化ナトリウムを含有する水溶液であって、膨潤液として用いられる。従って、試験（e）を満足すれば、インダクタ1は、膨潤液浸漬に対する安定性に優れる。
- [0193] 好ましくは、試験（a）～試験（e）のいずれをも満足する。そのため、インダクタ1は、電解銅めっきの硫酸銅溶液、酸活性溶液、中和液、デスミア（洗浄）の過マンガン酸カリウム溶液および膨潤液の浸漬に対する安定性に優れ、これらの液を用いる各種プロセスに対する安定性に優れる。

実施例

- [0194] 以下に調製例、実施例および比較例を示し、本発明をさらに具体的に説明する。なお、本発明は、何ら調製例、実施例および比較例に限定されない。また、以下の記載において用いられる配合割合（含有割合）、物性値、パラメータなどの具体的数値は、上記の「発明を実施するための形態」において記載されている、それらに対応する配合割合（含有割合）、物性値、パラメータなど該当記載の上限（「以下」、「未満」として定義されている数値）または下限（「以上」、「超過」として定義されている数値）に代替することができる。

- [0195] 調製例1

（バインダーの調製）

エポキシ樹脂（主剤）24.5質量部、フェノール樹脂（硬化剤）24.5質量部、イミダゾール化合物（硬化促進剤）1質量部、アクリル樹脂（熱可塑性樹脂）50質量部を混合して、バインダーを調製した。

[0196] 比較例 1

まず、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 を準備した。第 1 配線 2 および第 2 配線 3 のそれぞれの直径 L_1 は、 $260\ \mu\text{m}$ であった。併せて、第 1 磁性シート 25、第 2 磁性シート 26 および第 3 磁性シート 27 を、表 1 に記載の磁性粒子の種類、充填率となるように、作製した。

[0197] 図 2 A に示すように、続いて、第 2 磁性シート 26 と、一方の第 1 磁性シート 25 と、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 と、他方の第 1 磁性シート 25 と、第 3 磁性シート 27 とを、厚み方向他方側に向かって順に配置した。なお、第 1 配線 2 および第 2 配線 3 の間隔 L は、 $240\ \mu\text{m}$ であった。

[0198] 図 2 B に示すように、続いて、これらを熱プレスし、これにより、第 1 磁性層 4、第 2 磁性層 5 および第 3 磁性層 6 を形成した。これにより、抑制部 7 を備えないインダクタ 1 を製造した。

[0199] 実施例 1

図 2 C および図 3 に示すように、比較例 1 のインダクタ 1 の第 2 磁性層 5 に、ダイシングソー 28 を用いて、長さ（幅） L_3 が $60\ \mu\text{m}$ であるスリット 21 を形成した。

[0200] これによって、スリット 21 を有する抑制部 7 を備えるインダクタ 1 を製造した。

[0201] 実施例 2

図 1 および図 2 C に示すように、第 3 磁性層 6 に、長さ（幅） L_5 が $60\ \mu\text{m}$ である第 2 スリット 22 をさらに形成した以外は、実施例 1 と同様に処理して、インダクタ 1 を製造した。なお、抑制部 7 は、スリット 21 および第 2 スリット 22 を有する。

[0202] 実施例 3

図 1 3 に示すように、スリット 21 および第 2 スリット 22 のそれぞれに代えて、第 1 充填部 37 および第 2 充填部 38 のそれぞれを、第 2 磁性層 5 および第 3 磁性層 6 のそれぞれに埋設した以外は、実施例 1 と同様にして、第 1 充填部 37 および第 2 充填部 38 を有する抑制部 7 を備えるインダクタ

1を製造した。

[0203] 第1充填部37および第2充填部38は、それぞれ、常温固形状ポリイミド樹脂からなり、比透磁率は、1であった。第1充填部37および第2充填部38のそれぞれは、第2磁性層5および第3磁性層6のそれぞれに埋設される前から、断面視矩形状を有していた。

[0204] 実施例4

図7に示すように、抑制部7に、スリット21および第2スリット22に通じる中間スリット29を形成した以外は、実施例2と同様に処理して、インダクタ1を製造した。

[0205] 比較例2および実施例5～8

第2磁性シート26および第3磁性シート27に含まれる扁平形状の磁性粒子に代えて、球形状の磁性粒子を用いた以外は、表2に示すように、比較例1および実施例1～4のそれぞれと同様に処理して、比較例2および実施例5～8のそれぞれのインダクタ1を製造した。

[0206] <評価>

下記の事項を評価し、それらの結果を表3～表4に記載する。

[0207] <クロストーク>

各実施例におけるインダクタ1の第1配線2および第2配線3の結合係数を測定した。また、参照として、比較例1のインダクタ1の第1配線2および第2配線3の結合係数も測定した。次いで、以下の基準に従って、クロストークを評価した。なお、測定では、インピーダンスアナライザ（Agilent社製、「4291B」）を用いた。

[0208] [基準]

◎：比較例1または比較例2と比較して結合係数が40%以上低下した。

○：比較例1または比較例2と比較して結合係数が20%以上、40%未満低下した。

[0209] <インダクタンス>

各実施例におけるインダクタ1の第1配線2および第2配線3の相互イン

ダクタンスを測定した。以下の基準に従って、インダクタンスを評価した。
なお、測定では、インピーダンスアナライザ（Agilent社製、「4291B」）を用いた。

[基準]

○：比較例1または比較例2と比較して自己インダクタンスを70%以上維持した。

△：比較例1または比較例2と比較して自己インダクタンスを50%以上、70%未満維持した。

[0210] <直流重畳特性>

各実施例におけるインダクタ1のインダクタンス低下率を測定して、直流重畳特性を評価した。なお、インダクタンス低下率の測定では、インピーダンスアナライザ（桑木エレクトロニクス社製、「65120B」）を用いた。以下の基準に従って、インダクタンス低下率を評価した。

$$\frac{[\text{DCバイアス電流を印加しない状態でのインダクタンス} - \text{DCバイアス電流10Aを印加した状態でのインダクタンス}]}{[\text{DCバイアス電流10Aを印加した状態でのインダクタンス}]} \times 100 (\%)$$

[基準]

○：比較例1または比較例2に対するインダクタンス低下率が、50%以下であった。

×：比較例1または比較例2に対するインダクタンス低下率が、50%超過であった。

[0211]

[表1]

表1	比較例1	磁性層			磁性粒子				製造に用いた 磁性シートの数
		面方向 比透磁率	厚み方向 比透磁率	各磁性シートの厚み (μm)	形状	中位粒子径 [μm]	種類	充填率 (容積%)	
磁性シート	一方の 第1磁性シート	12	12	60	球形状	5	カルボニ ル鉄	60	2
	他方の 第1磁性シート	12	12	60	球形状	5	カルボニ ル鉄	60	2
	第2磁性シート	53	5	28	扁平 形状	40	FeSi合金	60	6
	第3磁性シート	53	5	28	扁平 形状	40	FeSi合金	60	6

[0212]

[表2]

表2	比較例2	磁性層			磁性粒子				製造に用いた 磁性シートの数
		面方向 比透磁率	厚み方向 比透磁率	各磁性 シートの 厚み (μm)	形状	中位 粒子径 (μm)	種類	充填率 (容積%)	
磁性シート	一方の 第1磁性シート 他方の 第1磁性シート 第2磁性シート 第3磁性シート	12	12	60	球形状	5	カルボニ ル鉄	60	2
			12	60	球形状	5	カルボニ ル鉄	60	2
		30	30	56	球形状	10	カルボニ ル鉄	65	3
		30	30	56	球形状	10	カルボニ ル鉄	65	3

[0213]

[表3]

表3

	比較例1	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
対応図	図2B	図3	図1	図13	図7
抑制部	なし	第1抑制部 (スリット)	第1抑制部 (スリット)	第1抑制部 (第1充填部)	第1抑制部 (スリット)
		—	第2抑制部 (第2スリット)	第2抑制部 (第2充填部)	第2抑制部 (第2スリット)
			—	—	中間スリット
クロストーク	—	○	◎	○	◎
インダクタンス	○	○	△	○	△
直流重量特性	○	○	○	○	○

[0214]

[表4]

表4	比較例2	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
対応図	図2B	図3	図1	図13	図7
抑制部	なし	第1抑制部 (スリット)	第1抑制部 (スリット)	第1抑制部 (第1充填部)	第1抑制部 (スリット)
		—	第2抑制部 (第2スリット)	第2抑制部 (第2充填部)	第2抑制部 (第2スリット)
クロストーク	—	○	◎	○	◎
インダクタンス	○	○	△	○	△
直流重量特性	○	○	○	○	○

[0215] なお、上記発明は、本発明の例示の実施形態として提供したが、これは単なる例示に過ぎず、限定的に解釈してはならない。当該技術分野の当業者によって明らかな本発明の変形例は、後記請求の範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0216] インダクタは、電子機器などに搭載される。

符号の説明

- [0217] 1 インダクタ
 2 第1配線
 3 第2配線
 4 第1磁性層

- 5 第2磁性層
- 6 第3磁性層
- 7 抑制部
- 10 内周面
- 11 第1面
- 12 第2面
- 13 第3面
- 14 第4面
- 17 外周面
- 21 スリット
- 22 第2スリット
- 35 空隙
- 37 第1充填部
- 38 第2充填部
- 71 加工安定層
- 72 第2加工安定層
- L2 厚み方向におけるスリットの長さ
- L3 隣方向におけるスリットの長さ
- L4 厚み方向における第2スリットの長さ
- L5 隣方向における第2スリットの長さ

請求の範囲

- [請求項1] 互いに間隔を隔てて隣り合う第1配線および第2配線と、
面方向に連続する第1面と、前記第1面に対して厚み方向に間隔が隔てられ、前記面方向に連続する第2面と、前記第1面および前記第2面の間に位置し、前記第1配線の外周面および前記第2配線の外周面に接触する内周面とを有する第1磁性層と、
前記第1面に配置される第2磁性層と、
前記第2面に配置される第3磁性層とを備え、
前記第2磁性層は、前記第1面と前記厚み方向に間隔を隔てて対向配置される第3面を有し、
前記第2磁性層および前記第3磁性層のそれぞれの比透磁率が、前記第1磁性層の比透磁率より高く、
前記厚み方向に投影したときに、前記第1配線および前記第2配線の間に位置しており、前記第1配線および前記第2配線の磁氣的結合を抑制するように構成される抑制部をさらに備え、
前記抑制部が、前記第1面および前記第3面の間に位置する第1抑制部を含むことを特徴とする、インダクタ。
- [請求項2] 前記第1抑制部が、前記第1面に臨むことを特徴とする、請求項1に記載のインダクタ。
- [請求項3] 前記第1抑制部が、前記第3面から露出することを特徴とする、請求項1に記載のインダクタ。
- [請求項4] 前記厚み方向における前記第1抑制部の長さが、前記第1配線および前記第2配線が隣り合う隣方向における前記第1抑制部の長さより長いことを特徴とする、請求項1に記載のインダクタ。
- [請求項5] 前記第1抑制部は、前記第2磁性層に形成されるスリットであることを特徴とする、請求項1に記載のインダクタ。
- [請求項6] 前記第1抑制部は、前記第2磁性層に形成される空隙に充填される第1充填部であり、

前記第 1 充填部の比透磁率が、前記第 1 磁性層の比透磁率より低いことを特徴とする、

請求項 1 に記載のインダクタ。

[請求項7] 前記第 2 磁性層の前記第 3 面に配置される加工安定層をさらに備えることを特徴とする、請求項 1 に記載のインダクタ。

[請求項8] 前記第 3 磁性層は、前記第 2 面と前記厚み方向に間隔を隔てて対向配置される第 4 面を有し、

前記抑制部が、前記第 2 面および前記第 4 面の間に位置する第 2 抑制部をさらに含むことを特徴とする、請求項 1 に記載のインダクタ。

[請求項9] 前記第 2 抑制部が、前記第 2 面に臨むことを特徴とする、請求項 8 に記載のインダクタ。

[請求項10] 前記第 2 抑制部が、前記第 4 面から露出することを特徴とする、請求項 8 に記載のインダクタ。

[請求項11] 前記厚み方向における前記第 2 抑制部の長さが、前記第 1 配線および前記第 2 配線が隣り合う隣方向における前記第 2 抑制部の長さより長いことを特徴とする、請求項 8 に記載のインダクタ。

[請求項12] 前記第 2 抑制部は、前記第 3 磁性層に形成される第 2 スリットであることを特徴とする、請求項 8 に記載のインダクタ。

[請求項13] 前記第 2 抑制部は、前記第 3 磁性層に形成される空隙に充填される第 2 充填部であり、

前記第 2 充填部の比透磁率が、前記第 1 磁性層の比透磁率より低いことを特徴とする、

請求項 8 に記載のインダクタ。

[請求項14] 前記第 3 磁性層の前記第 4 面に配置される第 2 加工安定層をさらに備えることを特徴とする、請求項 8 に記載のインダクタ。

[図1]

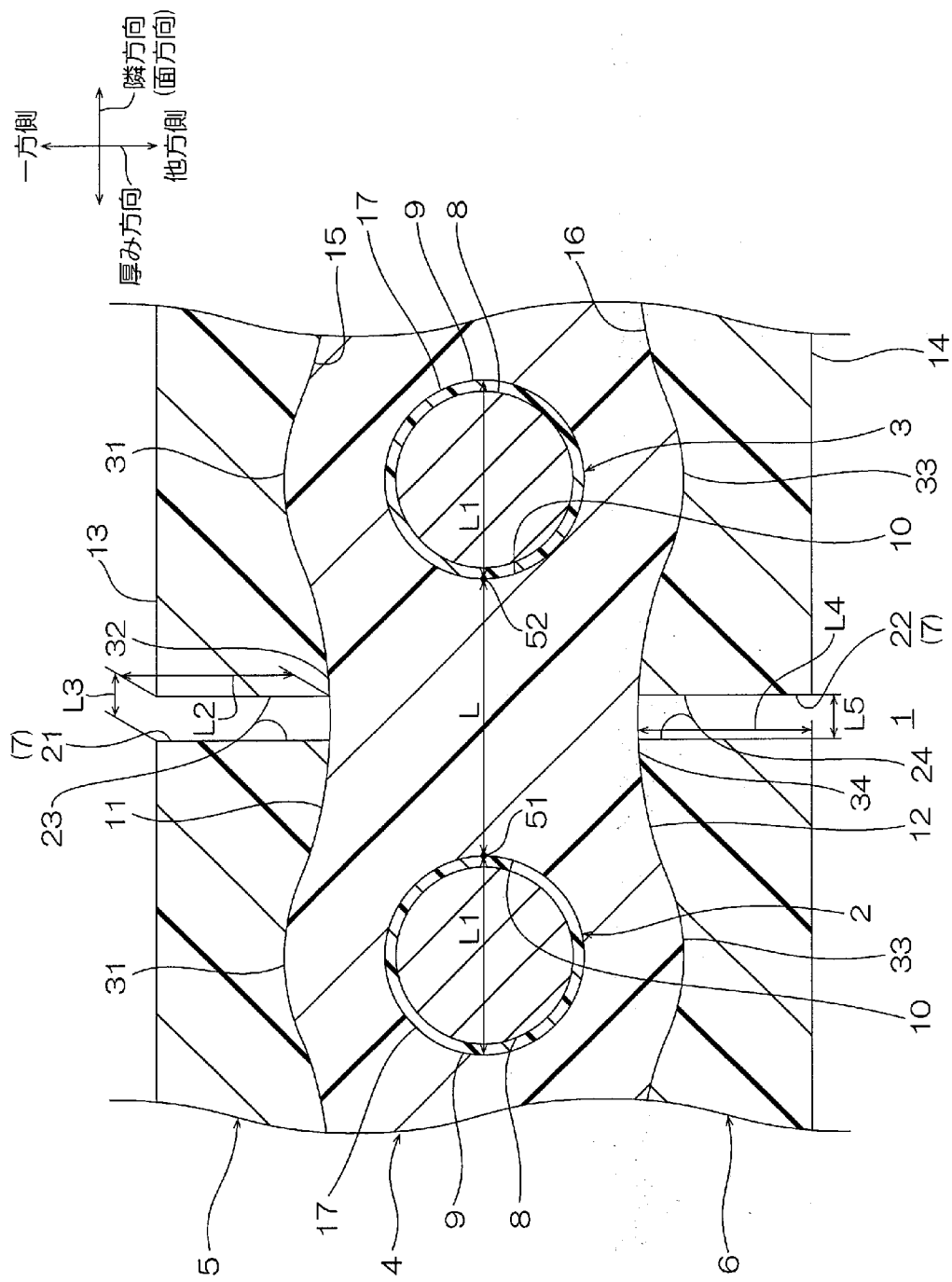
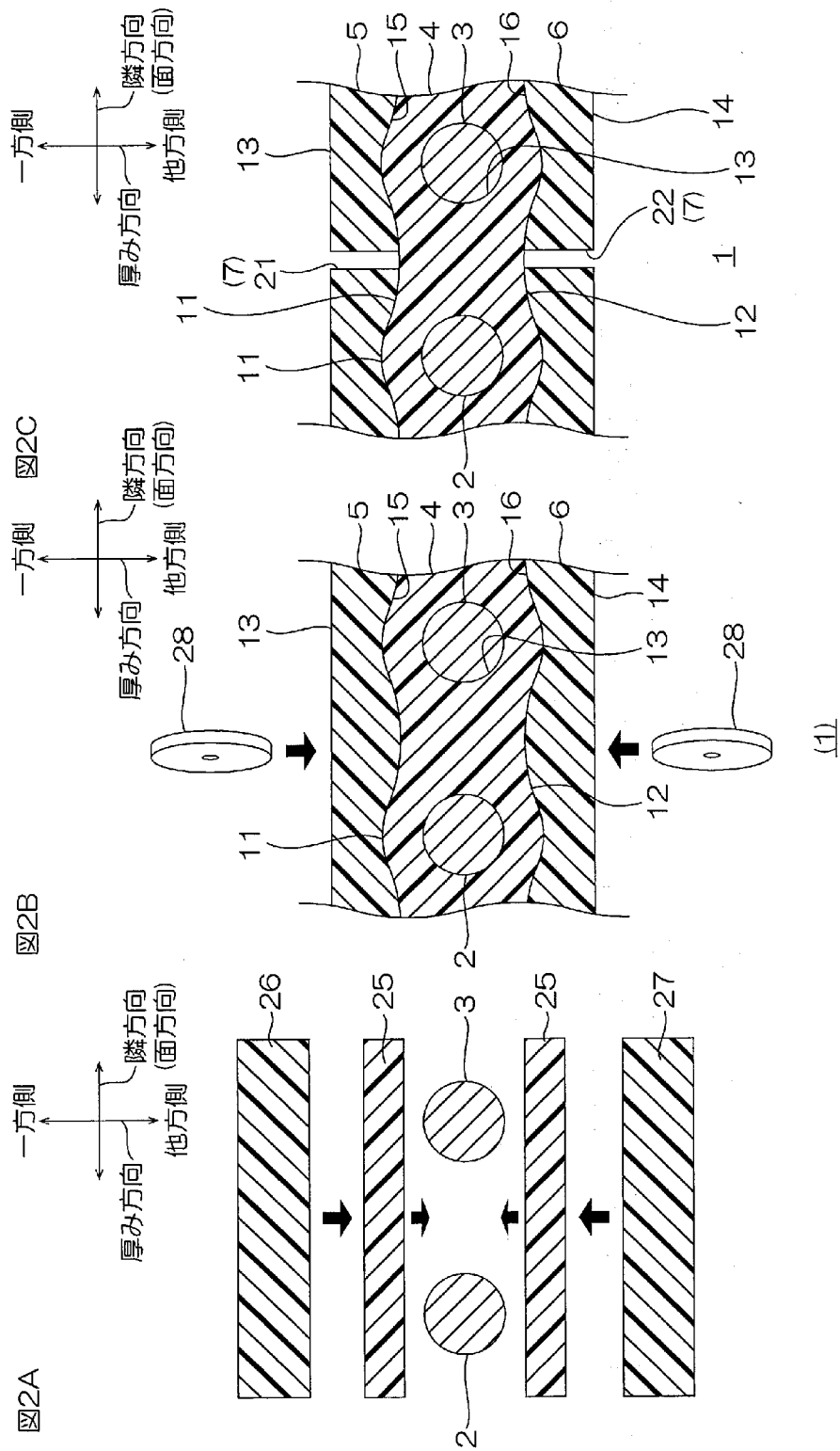


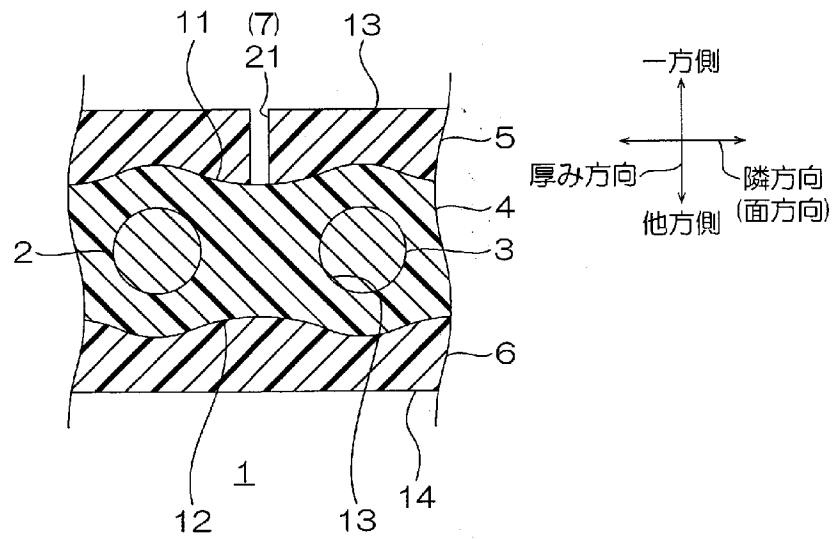
図1

[図2]



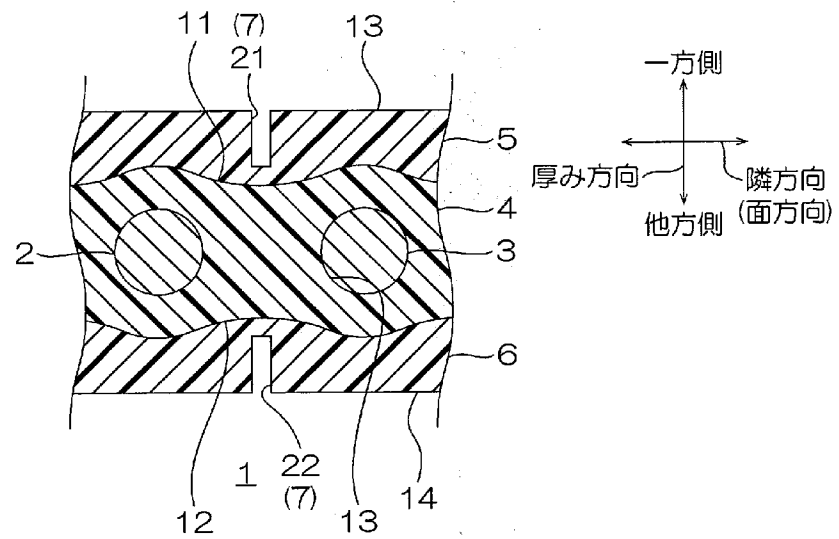
[図3]

図3



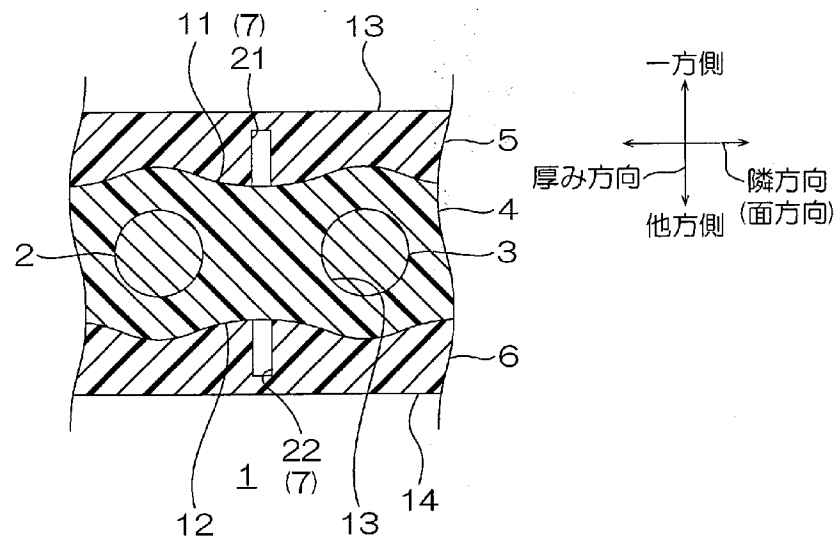
[図4]

図4



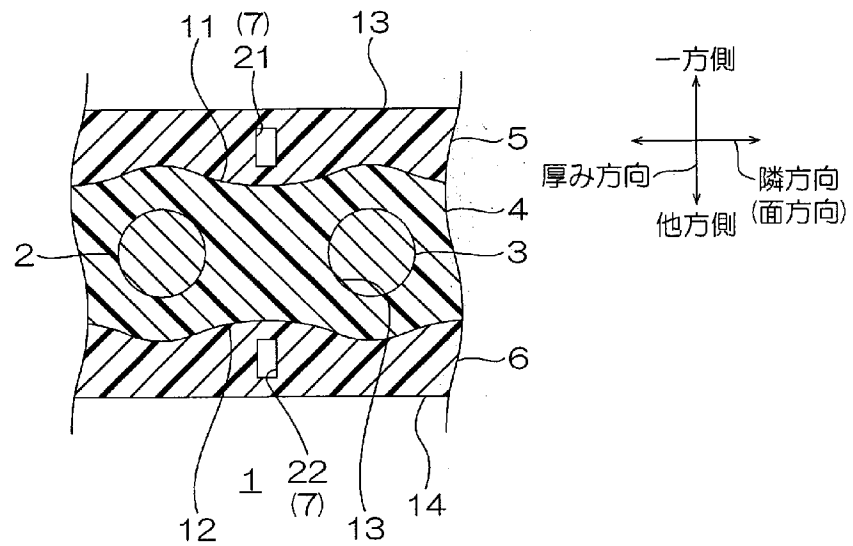
[図5]

図5



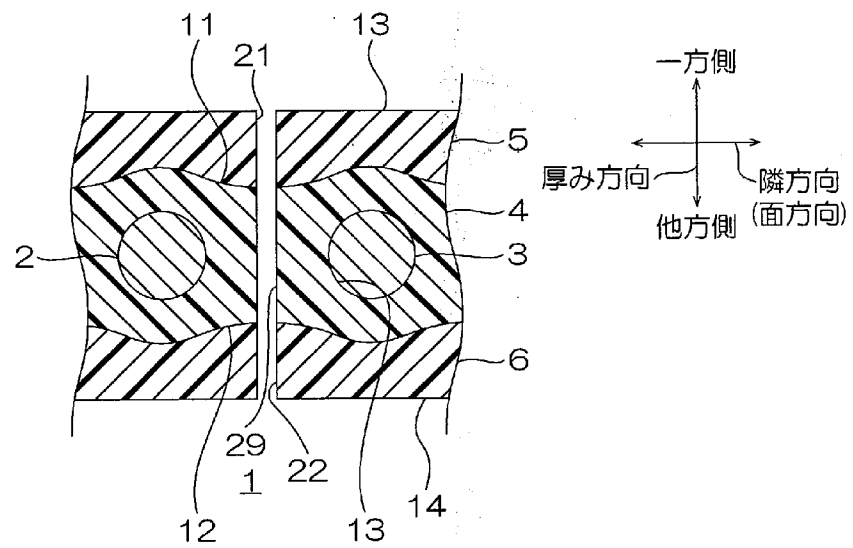
[図6]

図6



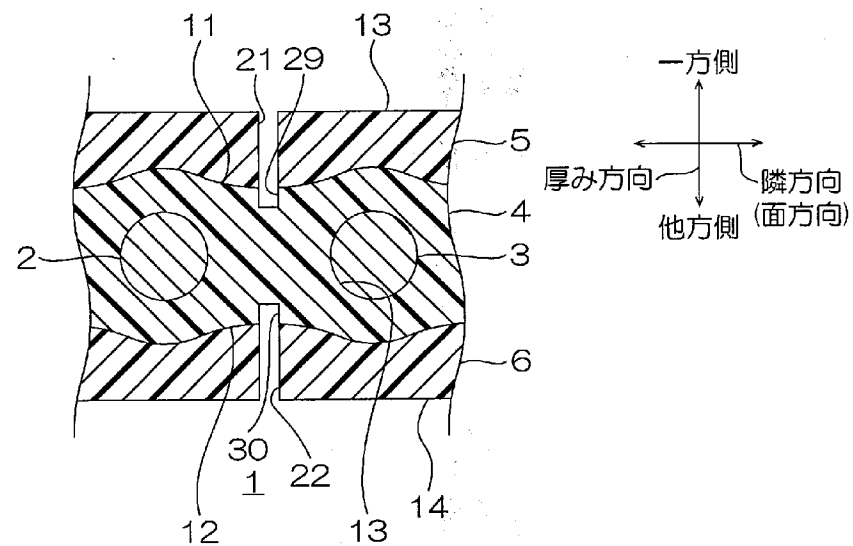
[図7]

図7



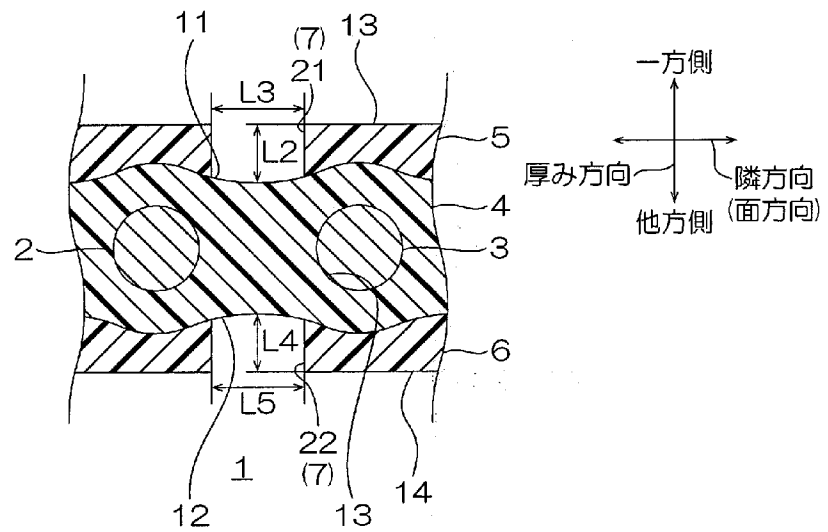
[図8]

図8



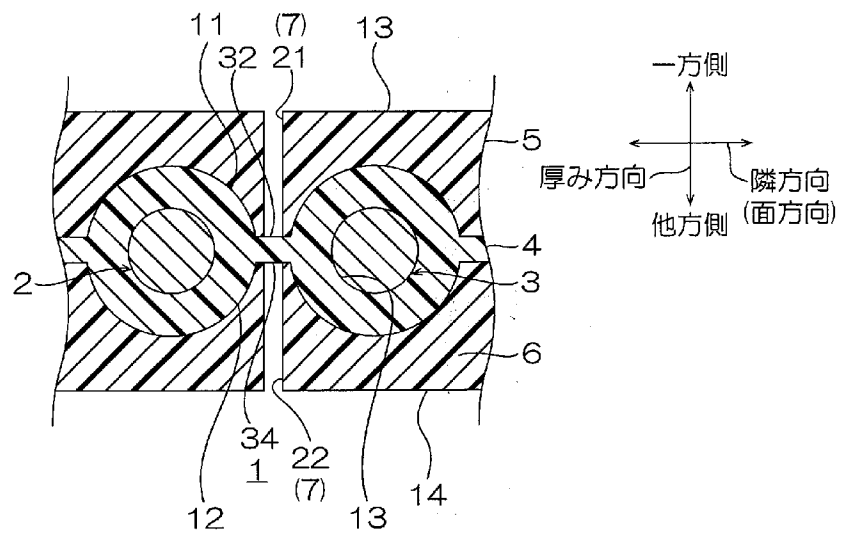
[図9]

図9



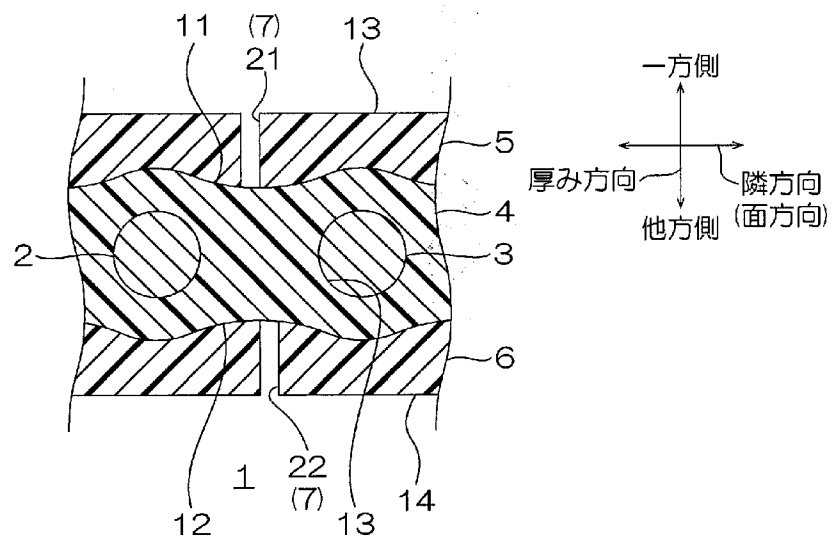
[図10]

図10



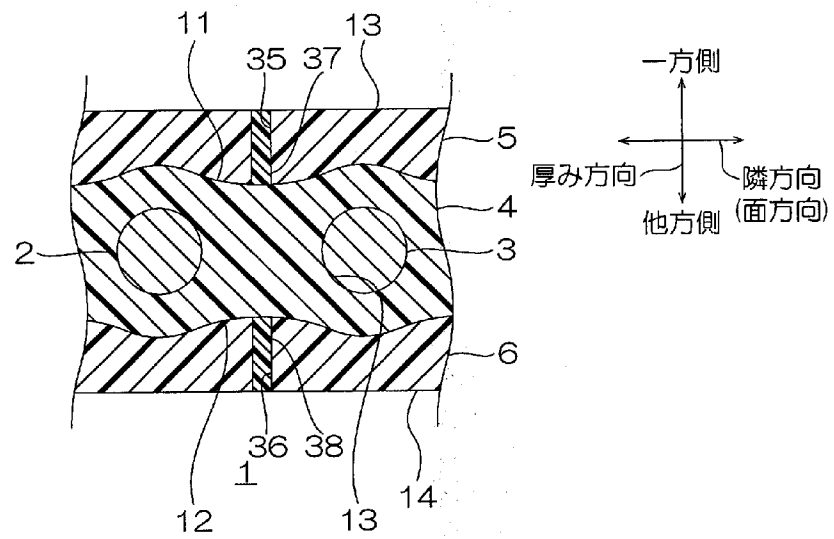
[図11]

図11



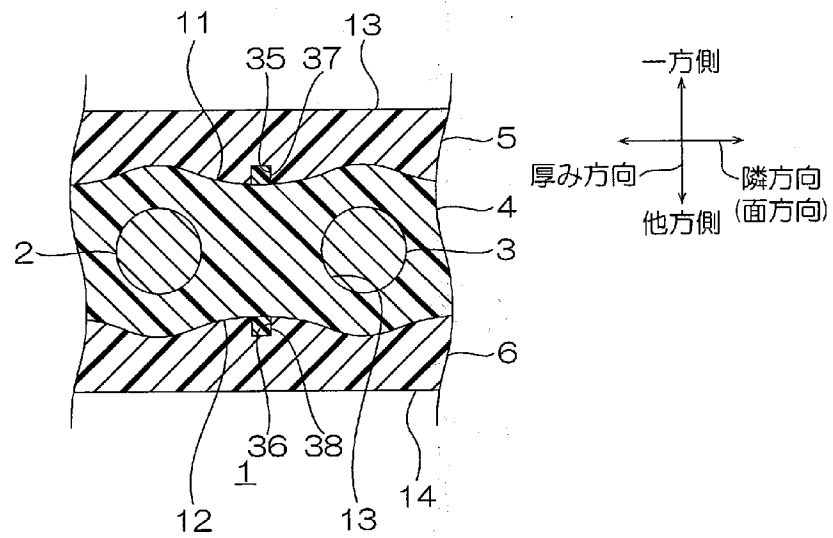
[図12]

図12



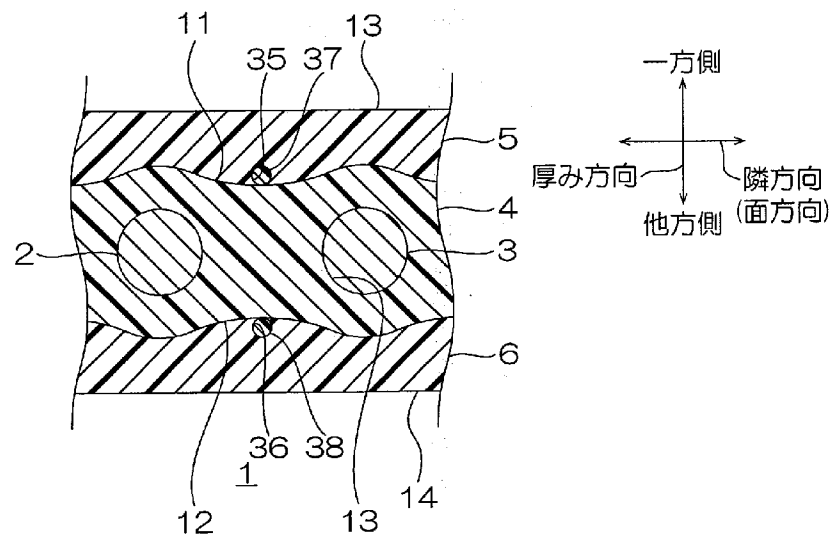
[図13]

図13



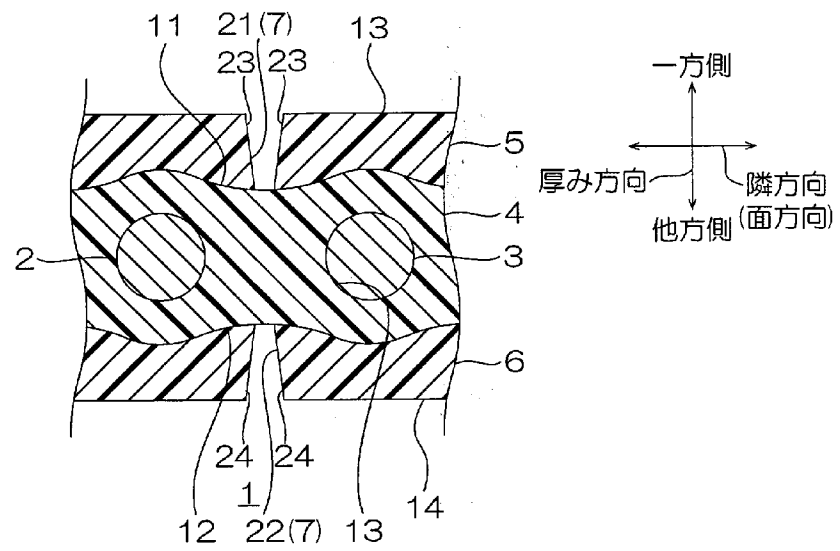
[図14]

図14

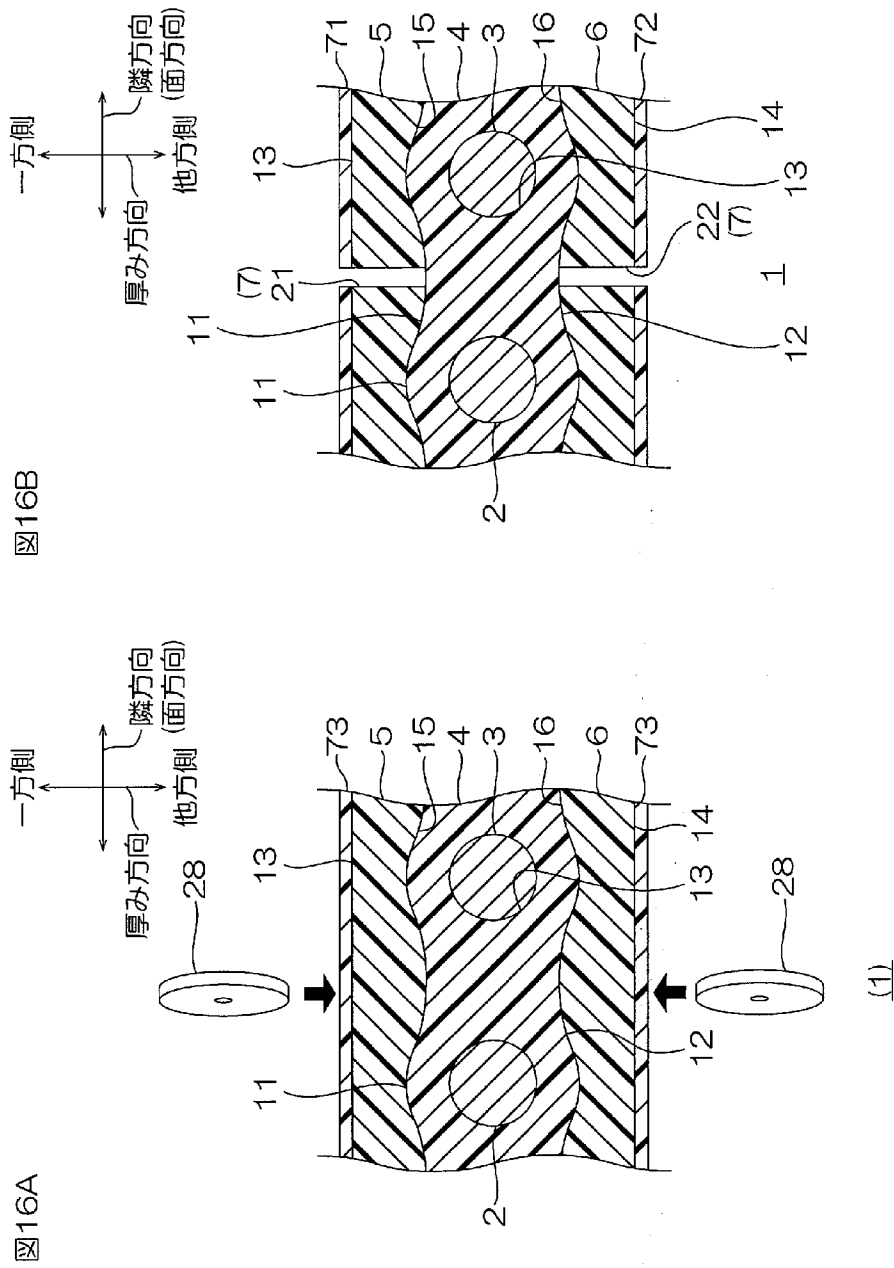


[図15]

図15



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/024103

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01F17/04 (2006.01) i, H01F37/00 (2006.01) i, H01F27/24 (2006.01) i, H01F27/36 (2006.01) i

FI: H01F27/36, H01F17/04F, H01F27/24H, H01F27/24J, H01F37/00R

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, H01F37/00, H01F27/24, H01F27/36

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 44109/1988 (Laid-open No. 146424/1989) (SONY CORPORATION) 09.10.1989 (1989-10-09), specification, page 2, line 5 to page 3, line 2, page 8, line 12 to page 9, line 2, page 9, lines 8-13, fig. 3, 4	1-14
Y	JP 2008-288370 A (NEC TOKIN CORPORATION) 27.11.2008 (2008-11-27), paragraphs [0010]-[0045], [0051], [0052], fig. 1	1-14
Y	JP 2013-543635 A (3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY) 05.12.2013 (2013-12-05), paragraphs [0018], [0019], [0101]-[0105], [0119], fig. 10b, 11f	1-14
Y	JP 5-152130 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 18.06.1993 (1993-06-18), paragraphs [0015]-[0022], fig. 7-12	6, 13



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

"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
18.08.2020

Date of mailing of the international search report
25.08.2020

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/024103

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 59-144107 A (HITACHI METALS LTD.) 18.08.1984 (1984-08-18), page 1, lower left column, lines 9-15, page 2, upper left column, lines 5-13, fig. 1, 2(d)	7, 14
Y	JP 62-169407 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 25.07.1987 (1987-07-25), page 3, upper left column, lines 3-15, fig. 2	7, 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/024103

JP 1-146424 U1	09.10.1989	(Family: none)
JP 2008-288370 A	27.11.2008	(Family: none)
JP 2013-543635 A	05.12.2013	US 2013/0168149 A1 paragraphs [0044], [0045], [0127]-[0130], [0145], fig. 10b, 11f WO 2012/039736 A1 CN 103119661 A
JP 5-152130 A	18.06.1993	(Family: none)
JP 59-144107 A	18.08.1984	(Family: none)
JP 62-169407 A	25.07.1987	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01F 17/04(2006.01)i; H01F 37/00(2006.01)i; H01F 27/24(2006.01)i; H01F 27/36(2006.01)i FI: H01F27/36; H01F17/04 F; H01F27/24 H; H01F27/24 J; H01F37/00 R														
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）） H01F17/04; H01F37/00; H01F27/24; H01F27/36														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020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												
Y	日本国実用新案登録出願63-44109号(日本国実用新案登録出願公開1-146424号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（ソニー株式会社）09.10.1989（1989-10-09）明細書第2頁第5行-第3頁第2行, 第8頁第12行-第9頁第2行, 第9頁第8-13行, 第3,4図	1-14												
Y	JP 2008-288370 A（NECトーキン株式会社）27.11.2008（2008-11-27） 段落0010-0045, 0051-0052, 図1	1-14												
Y	JP 2013-543635 A（スリーエム イノベイティブ プロパティズ カンパニー） 05.12.2013（2013-12-05） 段落0018-0019, 0101-0105, 0119, 図10b, 11f	1-14												
Y	JP 5-152130 A（松下電器産業株式会社）18.06.1993（1993-06-18） 段落0015-0022, 図7-12	6, 13												
Y	JP 59-144107 A（日立金属株式会社）18.08.1984（1984-08-18） 第1頁左下欄第9-15行, 第2頁左上欄第5-13行, 第1, 2(d)図	7, 14												
Y	JP 62-169407 A（松下電工株式会社）25.07.1987（1987-07-25） 第3頁左上欄第3-15行, 第2図	7, 14												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 18.08.2020	国際調査報告の発送日 25.08.2020													
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） 木下 直哉 5D 3858 電話番号 03-3581-1101 内線 3551													

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/JP2020/024103

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	1-146424	U1	09.10.1989	(ファミリーなし)	
JP	2008-288370	A	27.11.2008	(ファミリーなし)	
JP	2013-543635	A	05.12.2013	US 2013/0168149 A1	
				段落	
				0044-0045, 0127-0130, 0145,	
				図10b, 11f	
				WO 2012/039736 A1	
				CN 103119661 A	
JP	5-152130	A	18.06.1993	(ファミリーなし)	
JP	59-144107	A	18.08.1984	(ファミリーなし)	
JP	62-169407	A	25.07.1987	(ファミリーなし)	