

(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
2022年8月25日(25.08.2022)



(10) 国際公開番号

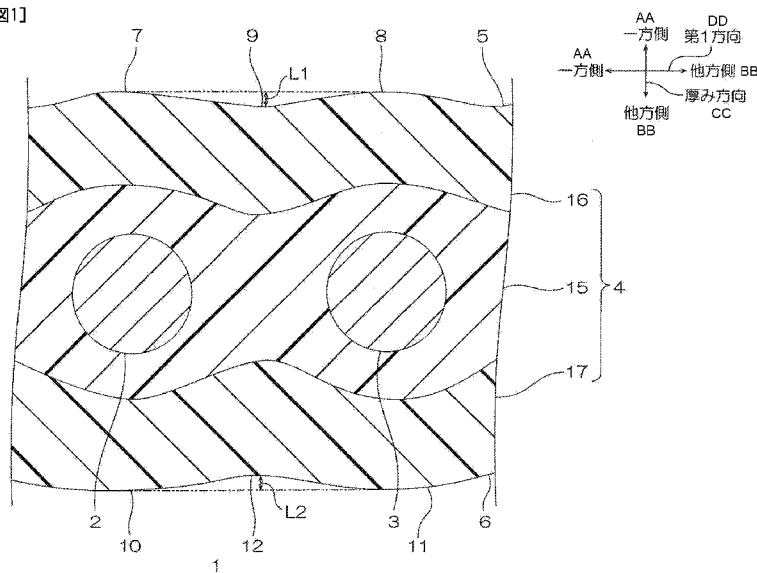
WO 2022/176879 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 17/06 (2006.01) H01F 1/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/006068
- (22) 国際出願日: 2022年2月16日(16.02.2022)
- (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 2021-023674 2021年2月17日(17.02.2021) 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: 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). 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).
- (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 ONE ST 新大阪スクエア3階 いくみ特許事務所内 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, 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, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: INDUCTOR AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: インダクタおよびその製造方法

[図1]



AA One side
BB Other side
CC Thickness direction
DD First direction

(57) Abstract: This inductor (1) has the form of a sheet. The inductor (1) comprises a first wiring (2) and second wiring (3), and a magnetic layer (4) in which the first wiring (2) and second wiring (3) are embedded. The magnetic layer (4) has a first main surface (5) and a second main surface (6). The first main surface (5) has a first recess (9). The second main surface (6) has a second recess (12). The ratio of depth L1 of the first recess (9) with respect to depth L2 of the second recess (12) (L1/L2) is 0.67 to 1.50.

[続葉有]



WO 2022/176879 A1

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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: インダクタ (1) は、シート形状を有する。インダクタ (1) は、第1配線 (2) および第2配線 (3) と、それらを埋設する磁性層 (4) とを備える。磁性層 (4) は、第1主面 (5) と第2主面 (6) とを有する。第1主面 (5) は、第1凹部 (9) を有する。第2主面 (6) は、第2凹部 (12) を有する。第2凹部 (12) の深さL2に対する第1凹部 (9) の深さL1の比 ($L1/L2$) が、0.67以上、1.50以下である。

明 細 書

発明の名称： インダクタおよびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、インダクタおよびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 横方向に隣接する2つの配線と、それらを埋設する磁性層とを備え、シート形状を有するインダクタが知られている（例えば、下記特許文献1参照。）。特許文献1に記載のインダクタでは、磁性層の厚み方向の一方面は、2つの配線に対向する第1対向部分と、2つの対向部分の間において他方側に向かって凹む第1凹部とを有する。磁性層の厚み方向の他方面は、2つの配線に対向する第2対向部分と、2つの第2対向部分の間において一方側に向かって凹む第2凹部を有する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2020-150059号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1では、第1凹部は、第2凹部に対して、顕著に深い。そうすると、上記した深さの相違に起因して、インダクタの横方向両端部が横方向中央部に対して厚み方向の一方側に移動するように、インダクタが反る。そうすると、インダクタを外部基板に実装しにくく、また、電子素子をインダクタに実装しにくい。つまり、インダクタの実装性が低下するという不具合がある。

[0005] また、上記した反りに起因してインダクタの取扱性が低下するという不具合がある。

[0006] 本発明は、実装性および取扱性の低下を抑制できるインダクタおよびその製造方法を提供する。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明（１）は、シート形状を有するインダクタであって、厚み方向に直交する方向において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、前記第１配線と前記第２配線とを埋設する磁性層とを備え、前記磁性層は、前記厚み方向の一方側に露出する第１主面と、前記厚み方向の他方側に露出する第２主面とを有し、前記第１主面は、前記第１配線と前記厚み方向に対向する第１対向部と、前記第２配線と前記厚み方向に対向する第２対向部との間において、それらから窪む第１凹部を有し、前記第２主面は、前記第１配線と前記厚み方向に対向する第３対向部と、前記第２配線と前記厚み方向に対向する第４対向部との間において、それらから窪む第２凹部を有し、前記第２凹部の深さ L_2 に対する前記第１凹部の深さ L_1 の比（ L_1 / L_2 ）が、 0.67 以上、 1.50 以下である、インダクタを含む。
- [0008] このインダクタでは、第２凹部の深さ L_2 に対する第１凹部の深さ L_1 の比（ L_1 / L_2 ）が、 0.67 以上、 1.50 以下であるので、インダクタの反りが抑制される。そのため、インダクタを外部基板に確実に実装できる。また、インダクタの反りが抑制されるので、電子素子をインダクタに確実に実装できる。従って、インダクタの実装性の低下が抑制される。
- [0009] また、上記した反りに基づくインダクタの取扱性の低下を抑制できる。
- [0010] そのため、このインダクタは、後工程における加工寸法の精度および実装時の位置精度に優れる。
- [0011] 本発明（２）は、下記の測定に求められる反りが、 $200\ \mu\text{m}$ 以下である、（１）に記載のインダクタを含む。
- [0012] 前記インダクタを縦 $60\ \text{mm}$ 、横 $60\ \text{mm}$ の大きさに外形加工してサンプルを作製する。前記サンプルの前記第２主面が水平台の表面に面するように、前記サンプルを前記水平台に配置する。前記インダクタの中央における縦 $30\ \text{mm}$ 、横 $30\ \text{mm}$ のエリアにおいて、前記水平台の前記表面から前記第２主面までの最長長さ L_3 と最短長さ L_4 とを求める。前記最長高さ L_3 と前記最短高さ L_4 との差（ $L_3 - L_4$ ）を反りとして求める。

- [0013] このインダクタでは、最長高さL3と最短高さL4との差(L3-L4)として反りが200 μ m以下であるので、反りを確実に低減できる。
- [0014] 本発明(3)は、磁性粒子と、熱硬化性樹脂とを含む磁性シートと、前記磁性シートの厚み方向に直交する方向において互いに間隔が隔てられる複数の配線と、を備えるプレス用積層体を熱プレスする工程を含むインダクタの製造方法であって、前記プレス用積層体は、前記磁性シートおよび前記複数の配線を厚み方向で挟む第1樹脂シートおよび第2樹脂シートをさらに備え、前記工程では、流動性柔軟シートと、前記第1樹脂シートと、前記第2樹脂シートとを用い、前記工程では、前記第2樹脂シートと、第1樹脂シートと、前記流動性柔軟シートとが厚み方向の一方側に向かって順に配置され、前記第2樹脂シートの前記熱プレスの温度における引張貯蔵弾性率E'は、前記第1樹脂シートの前記熱プレスの温度における引張貯蔵弾性率E'より低い、インダクタの製造方法を含む。
- [0015] 本発明(4)は、前記第2樹脂シートの170 $^{\circ}$ Cにおける引張貯蔵弾性率E'は、前記第1樹脂シートの170 $^{\circ}$ Cにおける引張貯蔵弾性率E'より低い、請求項3に記載のインダクタの製造方法を含む。
- [0016] 本発明(5)は、前記磁性シートは、複数であり、前記プレス用積層体では、複数の前記磁性シートは、厚み方向において前記複数の配線を挟んでいる、請求項3または請求項4に記載のインダクタの製造方法を含む。
- [0017] 本発明(6)は、前記工程では、前記複数の配線と前記磁性シートとからの反力により、流動性柔軟シートおよび第1樹脂シートからなる積層シートと、第2樹脂シートとには、それぞれ、同程度の応力変形が生じる、請求項3から請求項5のいずれか一項に記載のインダクタの製造方法を含む。

発明の効果

- [0018] 本発明の製造方法により製造されるインダクタは、実装性および取扱性の低下を抑制できる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]図1は、本発明のインダクタの一実施形態の断面図である。

[図2]図2は、図1に示すインダクタの磁性層における磁性粒子の配向を示す。

[図3]図3Aおよび図3Bは、インダクタの反りの測定方法を説明する概略図である。図3Aは、第1方向の両端部が中央部より厚み方向の他方側に配置される反りを示す。図3Bは、第1方向の両端部が中央部より厚み方向の一方側に配置される反りを示す。

[図4]図4は、インダクタの製造方法を説明する概略図である。

[図5]図5は、プレス用積層体を熱プレス装置にセットする工程を示す。

[図6]図6は、図5に引き続き、減圧空間を形成する工程を示す。

[図7]図7は、図6に引き続き、磁性シートを熱プレスする工程を示す。

発明を実施するための形態

[0020] <一実施形態>

本発明のインダクタの一実施形態を、図1から図2を参照して説明する。

[0021] <インダクタ1>

このインダクタ1は、シート形状を有する。インダクタ1は、厚み方向に直交する第1方向に延びる。厚み方向は、図1から図2における上下方向である。第1方向は、図1から図2における左右（横）方向である。インダクタ1は、第1配線2と、第2配線3と、磁性層4とを備える。

[0022] <第1配線2と第2配線3>

第1配線2と第2配線3とは、第1方向において互いに間隔を隔てて隣り合う。第1配線2と第2配線3とのそれぞれは、長手方向と厚み方向とに直交する隣接方向に互いに間隔が隔てられる。上記した長手方向は、図1から図2における紙厚方向である。第1配線2と第2配線3とのうち、第1配線2は、第1方向の一方側に配置される。第2配線3は、第1方向の他方側に配置される。第1配線2と第2配線3とのそれぞれは、例えば、断面視略円形状を有する。第1配線2と第2配線3とのそれぞれの構成および寸法は、例えば、特開2020-150057号公報に記載される。

[0023] <磁性層4>

磁性層 4 は、インダクタ 1 と同一の外形形状を有する。具体的には、磁性層 4 は、第 1 方向に延びるシート形状を有する。磁性層 4 は、第 1 配線 2 と第 2 配線 3 とを埋設する。

磁性層 4 は、第 1 主面 5 と、第 2 主面 6 とを有する。

[0024] 第 1 主面 5 は、厚み方向の一方側に露出する。第 1 主面 5 は、インダクタ 1 の厚み方向の一方面である。第 1 主面 5 は、第 1 方向に投影したときに、第 1 配線 2 と第 2 配線 3 とに対して厚み方向の一方側に配置される。第 1 主面 5 は、第 1 対向部 7 と、第 2 対向部 8 と、第 1 凹部 9 とを有する。

[0025] 第 1 対向部 7 は、第 1 配線 2 の厚み方向の一方側に間隔を隔てて対向する。具体的には、第 1 対向部 7 は、第 1 配線 2 の厚み方向の一方面に沿って湾曲する。第 1 対向部 7 は、第 1 隆起部である。

[0026] 第 2 対向部 8 は、第 2 配線 3 の厚み方向の一方側に間隔を隔てて対向する。具体的には、第 2 対向部 8 は、第 2 配線 3 の厚み方向の一方面に沿って湾曲する。第 2 対向部 8 は、第 2 隆起部である。第 2 対向部 8 は、第 1 対向部 7 に対して第 1 方向の他方側に間隔が隔てられる。

[0027] 第 1 凹部 9 は、第 1 対向部 7 と第 2 対向部 8 との間に配置される。第 1 凹部 9 は、第 1 対向部 7 の第 1 方向の他端縁と、第 2 対向部 8 の第 1 方向の一端縁とから、厚み方向の他方側に向かって窪む。第 1 凹部 9 の深さ L_1 は、後述する比 (L_1 / L_2) が所望範囲内であれば、限定されない。深さ L_1 は、例えば、 $1 \mu\text{m}$ 以上であり、また、例えば、 $500 \mu\text{m}$ 以下である。第 1 凹部 9 の深さ L_1 は、第 1 対向部 7 および第 2 対向部 8 のうち厚み方向において最も一方側に配置される部分と、第 1 凹部 9 において厚み方向で最も他方側に配置される部分との距離である。

[0028] 第 2 主面 6 は、厚み方向の他方側に露出する。第 2 主面 6 は、インダクタ 1 の厚み方向の他方面である。第 2 主面 6 は、第 1 方向に投影したときに、第 1 配線 2 と第 2 配線 3 とに対して厚み方向の他方側に配置される。第 2 主面 6 は、第 3 対向部 10 と、第 4 対向部 11 と、第 2 凹部 12 とを有する。

[0029] 第 3 対向部 10 は、第 1 配線 2 の厚み方向の他方側に間隔を隔てて対向す

る。具体的には、第3対向部10は、第1配線2の厚み方向の他方面に沿って湾曲する。第3対向部10は、第3隆起部である。第3対向部10は、厚み方向において、第1配線2に対して第1対向部7の反対側に配置される。

[0030] 第4対向部11は、第2配線3の厚み方向の他方側に間隔を隔てて対向する。具体的には、第4対向部11は、第2配線3の厚み方向の他方面に沿って湾曲する。第4対向部11は、第4隆起部である。第4対向部11は、厚み方向において、第2配線3に対して第2対向部8の反対側に配置される。第4対向部11は、第1方向において、第3対向部10の他方側に間隔が隔てられる。

[0031] 第2凹部12は、第3対向部10と第4対向部11との間に配置される。第2凹部12は、第3対向部10の第1方向の他端縁と、第4対向部11の第1方向の一端縁とから、厚み方向の一方側に向かって窪む。第2凹部12の深さL2は、次に説明する比(L1/L2)が所望範囲内であれば、限定されない。深さL2は、例えば、1μm以上であり、また、例えば、500μm以下である。第2凹部12の深さL2は、第3対向部10および第4対向部11のうち厚み方向において最も他方側に配置される部分と、第2凹部12において厚み方向で最も一方側に配置される部分との距離である。

[0032] 第2凹部12の深さL2に対する第1凹部9の深さL1の比(L1/L2)は、0.67以上であり、1.50以下である。上記した比が0.67未満、または、1.50超過であれば、インダクタ1の反りが大きくなる。

[0033] 第2凹部12の深さL2に対する第1凹部9の深さL1の比(L1/L2)は、好ましくは、0.75以上、より好ましくは、0.85以上、さらに好ましくは、0.90以上である。上記した比が上記した下限以上であれば、第1方向の両端部13が中央部14より厚み方向の一方側に配置されるような反り(図3B参照)を低減できる。

[0034] 第2凹部12の深さL2に対する第1凹部9の深さL1の比(L1/L2)は、好ましくは、1.30以下、より好ましくは、1.20以下、さらに好ましくは、1.10以下である。上記した比が上記した上限以下であれば

、第1方向の両端部13が中央部より厚み方向の他方側に配置されるような反り（図3A参照）を低減できる。

[0035] また、第1凹部9の深さL1と第2凹部12の深さL2との差は、例えば、50 μ m以下、好ましくは、20 μ m以下、さらに好ましくは、10 μ m以下、とりわけ好ましくは、5 μ m以下、最も好ましくは、2 μ m以下である。差は、 $|L1 - L2|$ である。差が上記した上限以下であれば、インダクタ1の反りを抑制できる。

[0036] 磁性層4の材料および物性は、例えば、特開2020-150057号公報に記載される。具体的には、磁性層4は、磁性粒子と、樹脂とを含有する。磁性粒子として、例えば、カルボニル鉄粉およびFe-Si合金が挙げられる。磁性粒子の形状としては、具体的には、球形状および略扁平形状（板形状）が挙げられる。磁性粒子として、好ましくは、球形状を有するカルボニル鉄粉が挙げられる。樹脂は、例えば、熱硬化性樹脂を含む。

[0037] 磁性層4は、単層または複層である。磁性層4が複層である場合には、磁性層4は、好ましくは、球形状の磁性粒子を含有する。

[0038] 磁性層4が複層である場合には、磁性層4は、例えば、第1磁性層15と、第2磁性層16と、第3磁性層17とを備える。本実施形態では、第3磁性層17と第1磁性層15と第2磁性層16とが、厚み方向の一方側に向かって順に配置される。

[0039] 第1磁性層15は、第1配線2と第2配線3との外周面に接触して、それらを埋設する。図2に示すように、第1磁性層15は、好ましくは、球形状の磁性粒子を含む。これによって、インダクタ1は、直流重畳特性に優れる。第1磁性層15は、厚み方向において互いに間隔が隔てられる一方面と他方面とを有する。

[0040] 第2磁性層16は、第1磁性層15の厚み方向の一方面に配置される。第2磁性層16は、上記した第1主面5を含む。第2磁性層16は、好ましくは、扁平形状の磁性粒子を含む。扁平形状の磁性粒子は、第1対向部7および第2対向部8の湾曲形状に配向できる。そのため、インダクタ1のインダ

クタンスを向上できる。

[0041] 第3磁性層17は、第1磁性層15の厚み方向の他方面に配置される。第3磁性層17は、上記した第2主面6を含む。第3磁性層17は、好ましくは、扁平形状の磁性粒子を含む。扁平形状の磁性粒子は、第3対向部10および第4対向部11の湾曲形状に配向できる。そのため、インダクタ1のインダクタンスを向上できる。

[0042] <インダクタ1の物性>

下記の測定に求められるインダクタ1の反りは、例えば、 $250\mu\text{m}$ 以下、好ましくは、 $200\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは、 $150\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは、 $100\mu\text{m}$ 以下、とりわけ好ましくは、 $75\mu\text{m}$ 以下、さらには、 $50\mu\text{m}$ 以下、さらには、 $30\mu\text{m}$ 以下が好適である。インダクタ1の反りが上記した上限以下であれば、インダクタ1の反りを確実に低減できる。

[0043] <インダクタ1の反りの測定>

インダクタ1を縦 60mm 、横 60mm の大きさに外形加工してサンプル18を作製する。図3Aおよび図3Bに示すように、サンプル18の第2主面6が水平台19の表面20に面するように、サンプル18を水平台19に配置する。インダクタ1の縦 30mm 、横 30mm の中央エリア21において、水平台19の表面20から第1主面5までの最長長さ $L3$ と最短長さ $L4$ とを求める。最高高さ $L3$ と最低高さ $L4$ との差($L3-L4$)を反りとして求める。

[0044] 図3Aは、サンプル18の両端部13が中央エリア21に対して厚み方向の他方側に配置される湾曲、すなわち、略逆U形状の湾曲を描画する。この場合には、中央エリア21は、水平台19の表面20と鉛直方向に間隔が隔てられる。この場合には、 $L3$ は、水平台19の表面20から、中央エリア21の第1主面5の中央部14までの距離である。 $L4$ は、水平台19の表面20から、中央エリア21の第1主面5の端部までの距離である。

[0045] 対して、図3Bは、サンプル18の両端部13が中央エリア21に対して

厚み方向の他方側に配置される湾曲、すなわち、略U形状の湾曲を描画する。この場合には、中央エリア21は、表面20に接触する部分を含む。この場合には、L3は、水平台19の表面20から、中央エリア21の第1主面5の端部までの距離である。L4は、水平台19の表面20から、中央エリア21の第1主面5の中央部14までの距離である。L4は、より具体的には、上記した部分と表面20とが接触することから、中央部14の厚みTである。

[0046] インダクタ1の製造方法は、限定されない。例えば、図4に示すように、第1配線2と、第2配線3と、磁性シート30からインダクタ1を製造する方法が挙げられる。また、この製造方法では、第1樹脂シート25と、第2樹脂シート26と、流動性柔軟シート81とを用いる。具体的には、後述する熱プレス工程において、第1樹脂シート25と、第2樹脂シート26と、流動性柔軟シート81とが用いられる。

[0047] 磁性シート30は、単数または複数である。磁性シート30は、第1配線2と第2配線3とに対して、厚み方向の一方側および／または他方側に配置される。

[0048] 磁性シート30が複数である場合には、磁性シート30は、例えば、第1シート31と、第2シート32と、第3シート33とを含む。第1シート31は、例えば、第1磁性層15（図1および図2参照）を作製するための磁性シートである。第2シート32は、第2磁性層16（図1および図2参照）を作製するための磁性シートである。第3シート33は、第3磁性層17（図1および図2参照）を作製するための磁性シートである。第1シート31と、第2シート32と、第3シート33とのそれぞれは、単数または複数である。磁性シート30は、特開2020-150057号公報に記載される磁性組成物からなる。なお、磁性シート30をなす磁性組成物中、熱硬化性樹脂は、Bステージである。

[0049] 第1シート31が複数である場合には、第2シート32と、一の第1シート31と、第1配線2および第2配線3と、他の第1シート31と、第3シ

ート33とをプレス方向の下流側に向けて順に積層する。プレス方向は、図5から図7における上下方向である。

[0050] 第1樹脂シート25と第2樹脂シート26とは、いずれも、インダクタ1に含まれず、熱プレスで用いられる緩衝シートであり、離型シートである。また、第1樹脂シート25と第2樹脂シート26と流動性柔軟シート81とのそれぞれは、耐熱性および追従性も有する。

[0051] 第1樹脂シート25は、第1配線2と第2配線3とに対して厚み方向の一方側に配置されて用いられる。磁性シート30が複数である場合には、第1樹脂シート25は、一の第1シート31および第2シート32に対して、第1配線2および第2配線3の反対側に配置される。第1樹脂シート25の170℃における引張貯蔵弾性率 E' は、例えば、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ 以上、好ましくは、 $2 \times 10^5 \text{ Pa}$ 以上、さらに好ましくは、 $1 \times 10^8 \text{ Pa}$ 以上、とりわけ好ましくは、 $2 \times 10^8 \text{ Pa}$ 以上であり、また、例えば、 $1 \times 10^{10} \text{ Pa}$ 以下、好ましくは、 $5 \times 10^9 \text{ Pa}$ 以下である。第1樹脂シート25の引張貯蔵弾性率 E' は、例えば、カタログ値が採用され、また、実測することもできる。引張貯蔵弾性率 E' の温度「170℃」は、熱プレスの温度範囲に含まれる温度である。

[0052] 第2樹脂シート26は、第1配線2と第2配線3とに対して、第1樹脂シート25の反対側に配置される。つまり、第2樹脂シート26は、第1配線2と第2配線3とに対して、厚み方向の他方側に配置されて用いられる。磁性シート30が複数である場合には、第2樹脂シート26は、他の第1シート31および第3シート33に対して、第1配線2および第2配線3との反対側に配置される。

[0053] 第2樹脂シート26は、例えば、第1樹脂シート25より軟らかい。第2樹脂シート26が第1樹脂シート25と同じ硬さ（または後述する引張貯蔵弾性率 E' ）であれば、次に説明する流動性柔軟シート81によって柔軟に支持される第1樹脂シート25に接触する第1主面5の第1凹部9の深さ L_1 が、第2凹部12の深さ L_2 に対して顕著に深くなる場合がある。しかし

、上記のように、第2樹脂シート26が第1樹脂シート25より軟らかければ、流動性柔軟シート81によって柔軟に接触される第1樹脂シート25と同様に、第2樹脂シート26が第2主面6を柔軟に接触できるので、第2凹部12の深さL2を第1凹部9の深さL1と同程度に設定できる。

[0054] 第2樹脂シート26の170℃における引張貯蔵弾性率E'は、例えば、 1×10^5 Pa以上、好ましくは、 1×10^6 Pa以上であり、また、例えば、 1×10^9 Pa以下、好ましくは、 1×10^8 Pa以下である。第2樹脂シート26の引張貯蔵弾性率E'は、例えば、カタログ値が採用され、また、実測することもできる。第2樹脂シート26の170℃における引張貯蔵弾性率E'は、好ましくは、第1樹脂シート25の170℃における引張貯蔵弾性率E'より低い。

[0055] 第2樹脂シート26の170℃における引張貯蔵弾性率E'が、第1樹脂シート25の170℃における引張貯蔵弾性率E'より低い場合には、第2凹部12の深さL2に対する第1凹部9の深さL1の比(L1/L2)を1.50以下にすることができる。

[0056] 第2樹脂シート26の170℃における引張貯蔵弾性率E'に対する第1樹脂シート25の170℃における引張貯蔵弾性率E'の比は、例えば、1超過、好ましくは、2以上、より好ましくは、3以上、さらに好ましくは、4以上、とりわけ好ましくは、5以上、最も好ましくは、7以上である。上記した比は、例えば、10,000以下、好ましくは、1,000以下、より好ましくは、100以下、さらに好ましくは、20以下である。上記した比が上記した下限以上、または、上記した上限以下であれば、反りが低減されたインダクタ1を製造できる。

[0057] なお、第1樹脂シート25と第2樹脂シート26とのそれぞれが複数層である場合には、複数層のうち、最も低い値を引張貯蔵弾性率E'とする。最も低い引張貯蔵弾性率E'を有する層が、磁性層4に追従する。

[0058] 第1樹脂シート25と第2樹脂シート26との厚みは、例えば、次の比を満足すれば、限定されない。第2樹脂シート26の厚みに対する第1樹脂シ

ート25の厚みの比は、例えば、0.01以上、好ましくは、0.1以上、より好ましくは、0.5以上であり、また、例えば、2以下、好ましくは、1以下、より好ましくは、1未満、さらに好ましくは、0.8以下である。上記した比が上記した下限以上、または、上限以下であれば、インダクタ1の反りをより一層低減できる。第1樹脂シート25が複層である場合には、第1樹脂シート25の厚みは、複層の厚みの合計である。第2樹脂シート26が複層である場合には、第2樹脂シート26の厚みは、複層の厚みの合計である。

[0059] 第1樹脂シート25と第2樹脂シート26との材料は、樹脂である。樹脂は、限定されない。樹脂としては、例えば、ポリエステル、ポリオレフィン、および、フッ素樹脂が挙げられる。ポリエステルとしては、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、および、ポリブチレンテレフタレート（PBT）が挙げられる。ポリエステルは、特殊ポリエステルを含む。ポリオレフィンとしては、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレンおよびポリメチルペンテン（TPX）が挙げられる。第1樹脂シート25と第2樹脂シート26とは、それぞれ、無孔質および／または多孔質である。

[0060] 第1樹脂シート25は、単層または複層である。第2樹脂シート26は、単層または複層である。

[0061] 流動性柔軟シート81は、第1樹脂シート25に対して厚み方向の一方側に配置される。流動性柔軟シート81は、第1樹脂シート25に対して、一の第1シート31および第2シート32の反対側に配置される。

[0062] 流動性柔軟シート81の材料は、熱プレス時に流動性および柔軟性を発現できる材料であれば限定されない。流動性柔軟シート81の材料としては、例えば、ゲルまたは軟質エラストマーが挙げられる。流動性柔軟シート81の材料は、市販品であってもよく、例えば、 α GELシリーズ（タイカ社製）、および、リケンエラストマーシリーズ（リケンテクノス社製）が挙げられる。流動性柔軟シート81の厚みは、限定されない。流動性柔軟シート81の厚みの下限が、例えば、1mm、好ましくは、2mmであり、また、流

動性柔軟シート 81 の厚みの上限が、例えば、1,000 mm、好ましくは、100 mm である。

[0063] 図 4 に示すように、流動性柔軟シート 81 と第 1 樹脂シート 25 とからなる積層シート 28 は、例えば、第 2 樹脂シート 26 と同じ軟らかさ（硬さ）を有する。具体的には、流動性柔軟シート 81 と第 1 樹脂シート 25 とからなる積層シート 28 における 170℃ の引張貯蔵弾性率 E' は、例えば、第 2 樹脂シート 26 の 170℃ の引張貯蔵弾性率 E' と近似する。

[0064] 次に、インダクタ 1 の製造方法の一例として熱プレス装置 50 を用いる製造方法を、図 5 から図 7 を参照して説明する。

[0065] このインダクタ 1 の製造方法は、熱プレス装置 50 によって、磁性シート 30 と第 1 配線 2 と第 2 配線 3 とを、流動性柔軟シート 81 と第 1 樹脂シート 25 と第 2 樹脂シート 26 とを介して熱プレスする。

[0066] 熱プレス装置 50 は、例えば、磁性シート 30 と第 1 配線 2 と第 2 配線 3 と（図 5 参照）を等方的に熱プレス（等方圧プレス）可能な等方圧プレス装置である。この熱プレス装置 50 は、第 1 型 73 と、第 2 型 74 と、内枠部材 75 と、外枠部材 76 と、流動性柔軟シート 81 とを備える。

[0067] 本例では、熱プレス装置 50 は、第 2 型 74、内枠部材 75 および外枠部材 76 が第 1 型 73 に対して近づき、プレス（密着）可能に構成されている。なお、第 1 型 73 は、熱プレス装置 50 のプレス方向において不動である。

[0068] 第 1 型 73 は、略板（プレート）形状を有する。第 1 型 73 は、次に説明する第 2 型 74 に面する第 1 プレス面 61 を有する。第 1 プレス面 61 は、プレス方向に直交する方向（面方向）に延びる。第 1 プレス面 61 は、平坦である。さらに、第 1 型 73 は、図示しないヒータを含む。

[0069] 第 2 型 74 は、プレス方向において、第 1 型 73 と間隔が隔てられる。第 2 型 74 は、第 1 型 73 に対してプレス方向に移動可能である。第 2 型 74 は、第 1 型 73 より小さい略板（プレート）形状を有する。具体的には、第 2 型 74 は、プレス方向に投影したときに、第 1 型 73 に包含される。詳し

くは、第2型74は、プレス方向に投影したときに、第1型73の面方向中央部と重なる。第2型74は、第1型73の第1プレス面61の面方向中央部に面する第2プレス面62を有する。第2プレス面62は、面方向に延びる。

第2プレス面62は、第1プレス面61に平行する。また、第2型74は、図示しないヒータを含む。

[0070] 内枠部材75は、第2型74の周りを囲む。詳しくは、図示しないが、内枠部材75は、第2型74の周り全部を囲む。また、内枠部材75は、第1型73の周端部とプレス方向に間隔が隔てられる。つまり、内枠部材75は、第1型73の周端部とプレス方向において間隔を隔てて対向配置されている。内枠部材75は、第1プレス面61の周端部に面する第3プレス面98と、内側に向く内側面99とを一体的に有する。内枠部材75は、第1型73に対してプレス方向に移動可能である。他方、内枠部材75は、第2型74とともにプレス方向に連動して移動可能である。

[0071] 外枠部材76は、内枠部材75の周りを囲む。詳しくは、図示しないが、外枠部材76は、内枠部材75の周り全部を囲む。また、外枠部材76は、第1型73の周端部とプレス方向に間隔が隔てられる。つまり、外枠部材76は、第1型73の周端部とプレス方向において間隔を隔てて対向配置されている。外枠部材76は、第1プレス面61の周端部に面する接触面82と、内側に向くチャンバ内側面83とを一体的に有する。外枠部材76は、第1型73および内枠部材75の両方に対してプレス方向に移動可能である。

[0072] また、外枠部材76は、排気口77を有する。排気口77は、その排気方向上流側端部が、チャンバ内側面83に臨んでいる。排気口77は、排気ライン79を介して真空ポンプ78に接続されている。なお、排気ライン79は、常には、閉鎖されている。

[0073] 流動性柔軟シート81は、後述するプレス用積層体40に備えられず、熱プレス装置50に予め備えられる。流動性柔軟シート81は、第2型74における第2プレス面62に配置されている。また、流動性柔軟シート81は

、内枠部材75の内側面99にも配置されている。より具体的には、流動性柔軟シート81は、第2プレス面62の全面と、内側面99のプレス方向下流側部分とに接触している。流動性柔軟シート81に対して、内枠部材75は、プレス方向に移動可能である。

[0074] 熱プレス装置50は、例えば、特開2004-296746号公報に詳述される。また、熱プレス装置50は、市販品を用いることができる。熱プレス装置50として、例えば、日機装社製のドライラミネータシリーズが用いられる。

[0075] この方法では、図5に示すように、まず、プレス用積層体40を準備して、これを熱プレス装置50にセットする。プレス用積層体40は、第1配線2と、第2配線3と、磁性シート30と、第1樹脂シート25と、第2樹脂シート26とを備える。具体的には、このプレス用積層体40では、第2樹脂シート26と、第3シート33と、他の第1シート31と、第1配線2および第2配線3と、一の第1シート31と、第2シート32と、第1樹脂シート25とが、厚み方向の一方側に向かって順に配置される。

[0076] プレス用積層体40を準備するには、まず、第3シート33と他の第1シート31とを第2樹脂シート26の厚み方向の一方側に順に配置する。

[0077] 次に、第1配線2と第2配線3とを、他の第1シート31の厚み方向の一方側に配置する。

[0078] その後、一の第1シート31と第2シート32とを、第1配線2と第2配線3とに対して順に配置する。

[0079] 続いて、第1樹脂シート25を第2シート32の厚み方向の一方側に配置する。

[0080] これにより、プレス用積層体40を準備する。

[0081] 続いて、準備したプレス用積層体40を熱プレス装置50にセットする。具体的には、第2樹脂シート26を、第1型73の第1プレス面61に配置する。また、プレス用積層体40における第1樹脂シート25は、流動性柔軟シート81に面する。

- [0082] その後、図5の矢印および図6に示すように、外枠部材76を第1型73に接触させて、減圧空間85を形成する。
- [0083] 具体的には、外枠部材76を、第1型73の第1プレス面61の周端部に対して押し付ける。これにより、外枠部材76の接触面82と、第1型73の第1プレス面61の周端部とが、互いに密着状に接触（密着）（好ましくは、プレス）する。これにより、密閉空間84が形成される。
- [0084] 密閉空間84は、外枠部材76のチャンバ内側面83と、内枠部材75の第3プレス面98と、流動性柔軟シート81と、第1型73の第1プレス面61と、によって仕切られる。
- [0085] 外枠部材76の第1型73に対する圧力は、上記した接触面82および第1プレス面61の密着によって、後述する減圧空間85の気密性（外部に通じないこと）が確保できる程度に設定され、具体的には、0.1MPa以上、20MPa以下である。
- [0086] これによって、第1型73と、外枠部材76と、第2型74との間に、密閉空間84が形成される。密閉空間84は、外部から遮蔽されている。但し、排気ライン79は、密閉空間84に通じることができる。
- [0087] 一方、第1樹脂シート25と、流動性柔軟シート81とは、まだ、プレス方向に間隔が隔てられている。
- [0088] 続いて、密閉空間84を減圧して、減圧空間85を形成する。
- [0089] 具体的には、真空ポンプ78を駆動し、続いて、排気ライン79を開放する。これによって、排気口77に連通する密閉空間84が減圧される。これによって、密閉空間84が、減圧空間85となる。
- [0090] 熱プレス装置50が設置された環境下の気圧から減圧空間85（および排気ライン79）の気圧を差し引いた差の上限は、例えば、1,000,000Paであり、また、上記した差の下限は、例えば、1Paである。
- [0091] その後、図6の矢印および図7に示すように、第2型74と内枠部材75とを第1型73に近づけて、流動性柔軟シート81、第1樹脂シート25および第2樹脂シート26を介して、磁性シート30と第1配線2と第2配線

3とを熱プレスする。

[0092] 第2型74をプレス方向に移動する。すると、流動性柔軟シート81が、第2型74および内枠部材75の移動に従って、第1樹脂シート25に近づく。内枠部材75は、第2型74と連動する。

[0093] すると、流動性柔軟シート81は、第1樹脂シート25のプレス方向上流側面において、周端部以外の全てに柔軟に接触する。このとき、流動性柔軟シート81は、流動性および柔軟性を有することから、第1樹脂シート25とともに、第1配線2と第2配線3との形状に沿って、密着する。このとき、内枠部材75が第2型74と連動して移動することから、内枠部材75の内側面99の一部には、流動性柔軟シート81の周側面に接触している。内枠部材75の第3プレス面98は、第1型73の第1プレス面61の周端部に接触する。

[0094] さらに、第2型74を第1型73に向けて熱プレスする。

[0095] 熱プレスの圧力の下限は、例えば、0.1MPa、好ましくは、1MPa、より好ましくは、2MPaであり、また、上限が、例えば、30MPa、好ましくは、20MPa、より好ましくは、10MPaである。加熱温度の下限が、例えば、100℃、好ましくは、110℃、より好ましくは、130℃であり、また、上限が、例えば、200℃、好ましくは、185℃、より好ましくは、175℃である。加熱時間の下限が、例えば、1分、好ましくは、5分、より好ましくは、10分であり、また、上限が、例えば、1時間、好ましくは、30分である。

[0096] すると、磁性シート30と第1配線2と第2配線3とは、磁性シート30の厚み方向および面方向の両側から、等しい圧力で、プレスされる。要するに、磁性シート30および第1配線2と第2配線3とは、等方圧プレスされる。

[0097] すると、磁性シート30は、第1配線2と第2配線3とを埋設するように、流動する。

[0098] また、磁性シート30の周側面は、流動性柔軟シート81によって側方（

外側) から内側に向けてプレスされる。そのため、磁性シート 30 の周側面が外側に流れ出ることが抑制される。

[0099] 上記した熱プレスにおいて、第1樹脂シート 25 は、第2樹脂シート 26 より硬い一方、柔軟で流動性の流動性柔軟シート 81 によって支持されるので、結果として、インダクタ 1 の第2主面 6 を柔軟に支持 (接触) する。一方、第2樹脂シート 26 は、第1樹脂シート 25 より軟らかいので、インダクタ 1 の第1凹部 9 を、第2樹脂シート 26 と同程度の柔らかさで支持 (接触) できる。従って、上記した比を有する第1凹部 9 と第2凹部 12 とを有するインダクタ 1 が製造される。

[0100] 具体的には、流動性柔軟シート 81 と第1樹脂シート 25 とからなる積層シート 28 における 170℃ の引張貯蔵弾性率 E' は、第2樹脂シート 26 の 170℃ の引張貯蔵弾性率 E' と近似する場合には、上記した熱プレスにおいて、第1配線 2 および第2配線 3 と磁性シート 30 とからの反力により、流動性柔軟シート 81 および第1樹脂シート 25 からなる積層シート 28 と、第2樹脂シート 26 とには、それぞれ、同程度の応力変形が生じる。これにより、2つのシートプレス面 29A, 29B が、プレス対象である第1配線 2 および第2配線 3 と磁性シート 30 との形状に追従する。そのため、第2凹部の深さ L_2 に対する1凹部の深さ L_1 の比 (L_1 / L_2) を所定の範囲 (具体的には、0.67 以上、1.50 以下) にすることができる。なお、熱プレスにおける上記したシートプレス面 29A は、厚み方向における第1樹脂シート 25 の他方面である。熱プレスにおける上記したシートプレス面 29B は、厚み方向における第2樹脂シート 26 の一方面である。

[0101] なお、上記した磁性シート 30 の流動は、第1型 73 および第2型 74 のヒータの加熱に基づく、Bステージの熱硬化性樹脂の流動、および、必要により配合される熱可塑性樹脂の流動に起因する。

[0102] 上記したヒータのさらなる加熱によって、熱硬化性樹脂が、Cステージとなる。つまり、磁性粒子、および、熱硬化性樹脂の硬化体 (Cステージ体) を含有する磁性層 4 が形成される。

[0103] これによって、第1配線2と、第2配線3と、磁性層4とを備えるインダクタ1を製造する。

[0104] [一実施形態の作用効果]

このインダクタ1では、第2凹部の深さ L_2 に対する1凹部の深さ L_1 の比(L_1/L_2)が、0.67以上、1.50以下である。そのため、インダクタ1の反りが抑制される。その結果、インダクタ1を図示しない外部基板に確実に実装できる。また、インダクタ1の反りが抑制されるので、図示しない電子素子をインダクタ1に確実に実装できる。

[0105] 従って、インダクタ1の実装性の低下が抑制される。

[0106] また、上記した反りに基づくインダクタ1の取扱性の低下を抑制できる。

[0107] そのため、このインダクタ1は、後工程における加工寸法の精度および実装時の位置精度に優れる。後工程としては、例えば、アライメントマークを付与するためのドリル穴あけ工程が挙げられる。

[0108] また、このインダクタ1では、反り(L_3-L_4)が $200\mu\text{m}$ 以下であれば、上記したような反りを確実に低減できる。

[0109] 第2樹脂シート26の 170°C における引張貯蔵弾性率 E' が、第1樹脂シート25の 170°C における引張貯蔵弾性率 E' より低い場合には、第2凹部の深さ L_2 に対する1凹部の深さ L_1 の比(L_1/L_2)を1.50以下にすることができる。

[0110] <一実施形態の変形例>

以下の変形例において、上記した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。

[0111] 一実施形態では、複数の磁性シート30を一括して熱プレスしているが、図示しないが、例えば、第1シート31と、第2シート32と、第3シート33とのそれぞれを、順に、熱プレスすることもできる。

[0112] 第1配線2と第2配線3とのそれぞれは、例えば、図示しないが、断面視

略多角形状を有することもできる。多角形状は、矩形状を含む。第1配線2と第2配線3との形状としては、例えば、スパイラル形状、ループ形状、ミアンダ形状、コの字形状、および、直線形状が挙げられる。

[0113] 配線の数は、3以上であってもよい。

[0114] 第1型73の第1プレス面61、および/または、流動性柔軟シート81の厚み方向の他方面に、離型フィルムを配置することができる。また、第1型73の第1プレス面61に金属板を配置することもできる。金属板の材料としては、例えば、ステンレス、ジュラルミン、および、真鍮が挙げられる。

実施例

[0115] 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。

[0116] 調製例1

（バインダーの調製）

エポキシ樹脂（主剤）27質量部、フェノール樹脂（硬化剤）27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）44質量部、分散剤1質量部を混合して、バインダーを調製した。上記した各成分の詳細は、表1に示す。

[0117] 実施例1

図5に示すように、まず、上記した熱プレス装置50としてドライラミネータ（日機装社製）を準備した。熱プレス装置50には、流動性柔軟シート81として α GEL（タイカ社製）が備えられていた。

- [0118] また、磁性粒子および調製例1のバインダーを、表2に記載の体積割合となるように配合および混合して、第1シート31と、第2シート32と、第3シート33と（磁性シート30）を作製した。
- [0119] 次に、プレス用積層体40を作製した。具体的には、厚み120 μ mのJRR120（無孔質の離型フィルム、品番：JRR120、材質：特殊ポリエステル、積水化学工業社製）からなる第2樹脂シート26に、4枚の第3シート33と2枚の第1シート31とを配置した。次に、第1配線2と第2配線3とを第1シート31に配置した。第1配線2と第2配線3とのそれぞれは、断面円形状を有し、260 μ mの直径を有する。その後、さらに2枚の第1シート31と、4枚の第2シート32とを、上記した第1配線2と第2配線3との厚み方向の一方側に配置した。
- [0120] 続いて、厚み38 μ mのMRAフィルム（ポリエチレンテレフタレート、三菱ケミカル社製）からなる第1樹脂シート25を、第2シート32に配置した。これにより、プレス用積層体40を作製した。
- [0121] 作製したプレス用積層体40を第1型73に配置した。
- [0122] その後、図6に示すように、外枠部材76を第1型73に密着させて、密閉空間84を形成した。続いて、真空ポンプ78を駆動して、密閉空間84を減圧して、減圧空間85を形成した。熱プレス装置50が設置された環境下の気圧から減圧空間85の気圧を差し引いた差は、101kPaであった。
- [0123] その後、図7に示すように、第2型74と内枠部材75とを第1型73に近づけて、流動性柔軟シート81、第1樹脂シート25および第2樹脂シート26を介して、磁性シート30、第1配線2と第2配線3とを熱プレスした。熱プレスの温度は、170 $^{\circ}$ C、時間は、15分である。熱プレスの圧力は、9.0MPaであった。
- [0124] これによって、第1配線2と、第2配線3と、磁性層4とを備えるインダクタ1を製造した。
- [0125] 実施例2

実施例 1 と同様に処理して、インダクタ 1 を作製した。但し、第 2 樹脂シート 26 として、厚み 50 μm の TPX からなるフィルム（無孔質フィルム）と、厚み 1000 μm の多孔質のフッ素樹脂フィルム（FSB735N、マクセルクレハ社製）とを用いた。無孔質のフィルムを第 3 シート 33 に接触させた。

[0126] 実施例 3

実施例 1 と同様に処理して、インダクタ 1 を作製した。但し、第 1 樹脂シート 25 の厚みを 38 μm から 75 μm に変更した。

[0127] 実施例 4

実施例 1 と同様に処理して、インダクタ 1 を作製した。但し、第 1 樹脂シート 25 の厚みを 38 μm から 150 μm に変更した。

[0128] 比較例 1

実施例 1 と同様に処理して、インダクタ 1 を作製した。但し、第 2 樹脂シート 26 として、厚み 110 μm の OT フィルム（柔軟フィルム、ポリブチレンテレフタレート、積水化学社製）と、厚み 50 μm の TPX からなるフィルムとを用いた。TPX からなるフィルムを第 3 シート 33 に接触させた。また、第 1 樹脂シート 25 として、上記した OT フィルムと TPX からなるフィルムとを用いた。TPX からなるフィルムを第 2 シート 32 に接触させた。

[0129] 評価

実施例 1 から実施例 4 と比較例 1 について、下記の事項を評価した。評価の結果を、表 3 に示す。

[0130] <反りの観察および測定>

インダクタ 1 の反りを下記の手順に従って測定した。

[0131] インダクタ 1 を縦 60 mm、横 60 mm の大きさに外形加工してサンプル 18 を作製した。サンプル 18 の第 2 主面 6 が水平台 19 の表面 20 に接触するように、サンプル 18 を水平台 19 に配置した。インダクタ 1 の縦 30 mm、横 30 mm の中央エリア 21 において、水平台 19 の表面 20 から第

1主面5までの最長長さL3と最短長さL4とを求めた。最長高さL3と最短高さL4との差(L3-L4)を反りとして求めた。測定では、形状測定機を用いた。装置および条件を以下に示す。

[0132] 装置：VR-5200、キーエンス社製
ソフト：解析アプリケーション
モード：平均段差

[0133] 併せて、反りの状態を目視で観察した。実施例1と比較例1とでは、図3Aに示すように、サンプル18の両端部13が中央エリア21に対して厚み方向の他方側に配置されるような湾曲を有していた。対して、実施例2から実施例4では、図3Bに示すように、サンプル18の両端部13が中央エリア21に対して厚み方向の一方側に配置されるような湾曲を有していた。

[0134] <第1樹脂シート25と第2樹脂シート26との170℃における引張貯蔵弾性率E'>

第1樹脂シート25と第2樹脂シート26との170℃における引張貯蔵弾性率E'を求めた。具体的には、以下の装置を用い、以下の条件で、シートの170℃における引張貯蔵弾性率E'を測定した。

[0135] 装置：UBM製のRheogel-E4000（レオメータ）
測定法：動的粘弾性測定
測定モード：温度依存性
測定温度：0℃から300℃まで
昇温速度：2℃/min
チャック：引張
チャック間距離：20mm
歪：0.1%
サンプルサイズ：幅4mm
周波数：1Hz
測定雰囲気：大気（空気）

[0136] ただし、シートが複数層である場合には、複数層のうち、最も低い値を引

張貯蔵弾性率E'として取得した。具体的には、実施例2の第2樹脂シート26では、多孔質のフッ素樹脂フィルムの引張貯蔵弾性率E'を取得した。比較例1の第1樹脂シート25と第2樹脂シート26とのそれぞれは、OTフィルムの引張貯蔵弾性率E'を取得した。

[0137] [表1]

表1

エポキシ樹脂	エポキシ樹脂型 (主剤)	EPICRON N665-EXP-s DIC社製	27質量部
フェノール樹脂	硬化剤	MEHC-7851SS 明和化成社製	27質量部
イミダゾール化合物	硬化促進剤	2PHZ-PW 四国化成工業社製	1質量部
アクリル樹脂 (熱可塑性樹脂)	カルボキシル基含有 アクリル酸エステル コポリマー	テイサンレジン SG-70L カネマテックス社製	44質量部
分散剤	リン酸エステル	HIPLAAD ED 152 楠本化成製	1質量部

[0138]

[表2]

表2

磁性シート	厚み (μm)	磁性粒子	体積%	磁性層
第1配線と第2配線とに対して 厚み方向の一方側の磁性シート (Bステージ)	第1シート	カルボニル鉄粉*1	61.5	第1磁性層 (Cステージ)
	第1シート	カルボニル鉄粉*1	61.5	
	第2シート	Fe-Si合金*2	55	第2磁性層 (Cステージ)
	第2シート	Fe-Si合金*2	55	
	第2シート	Fe-Si合金*2	55	
	第2シート	Fe-Si合金*2	55	
第1配線と第2配線とに対して 厚み方向の他方側の磁性シート (Bステージ)	第1シート	カルボニル鉄粉*1	61.5	第1磁性層 (Cステージ)
	第1シート	カルボニル鉄粉*1	61.5	
	第3シート	Fe-Si合金*2	55	第2磁性層 (Cステージ)
	第3シート	Fe-Si合金*2	55	
	第3シート	Fe-Si合金*2	55	
	第3シート	Fe-Si合金*2	55	

*1 中位粒子径4.1 μm

*2 中位粒子径40 μm

[表3]

表3

実施例・比較例		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	比較例1
第1 樹脂	種類	MRA741A	MRA741A	MRA741A	MRA741A	OT741A+TPX741A A
シート	厚み (μm)	38	38	75	150	110+50
	170°Cの引張貯蔵弾性率E' (Pa)	4.1×10 ⁸	4.1×10 ⁸	4.1×10 ⁸	4.1×10 ⁸	8.6×10 ⁵
第2 樹脂	種類	JRR120	TPX741A+多孔質 のポリオレフィン樹脂	JRR120	JRR120	OT741A+ TPX741A
シート	厚み (μm)	120	50+1000	120	120	110+50
	170°Cの引張貯蔵弾性率E' (Pa)	2.5×10 ⁷	5.4×10 ⁵	2.5×10 ⁷	2.5×10 ⁷	8.6×10 ⁵
比	引張貯蔵弾性率E' (第1/第2)	16.4	759	16.4	16.4	1.0
	厚み (第1/第2)	0.3	0.03	0.6	1.25	1.0
	第1凹部の深さL1	36.3	36.5	29.6	18.5	44.4
深さ	第2凹部の深さL2	28.1	44.5	31.1	21.4	22.2
	比 (L1/L2)	1.29	0.82	0.95	0.85	2.00
	L3-L4 (μm)	121	92	23	49	226
反り	態様	図3A	図3B	図3B	図3B	図3A

[0140] 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

[0141] インダクタは、直流電流で動く電子回路の電源回路等に用いられる。

符号の説明

- [0142] 1 インダクタ
2 第1配線
3 第2配線
4 磁性層
5 第1主面
6 第2主面
7 第1対向部
8 第2対向部
9 第1凹部
10 第3対向部
11 第4対向部
12 第2凹部
18 サンプル
19 水平台
20 表面
21 中央エリア
25 第1樹脂シート
26 第2樹脂シート
28 積層シート
30 磁性シート
31 第1シート
32 第2シート

- 33 第3シート
- 40 プレス用積層体
- 60 第2凹部
- 81 流動性柔軟シート
- L1/L2 比（2つの凹部の深さの比）
- L3-L4 差（反り）

請求の範囲

- [請求項1] シート形状を有するインダクタであって、
厚み方向に直交する方向において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、
前記第1配線と前記第2配線とを埋設する磁性層とを備え、
前記磁性層は、
前記厚み方向の一方側に露出する第1主面と、
前記厚み方向の他方側に露出する第2主面とを有し、
前記第1主面は、前記第1配線と前記厚み方向に対向する第1対向部と、前記第2配線と前記厚み方向に対向する第2対向部との間において、それらから窪む第1凹部を有し、
前記第2主面は、前記第1配線と前記厚み方向に対向する第3対向部と、前記第2配線と前記厚み方向に対向する第4対向部との間において、それらから窪む第2凹部を有し、
前記第2凹部の深さ L_2 に対する前記第1凹部の深さ L_1 の比 (L_1 / L_2) が、0.67以上、1.50以下である、インダクタ。
- [請求項2] 下記の測定に求められる反りが、 $200\mu\text{m}$ 以下である、請求項1に記載のインダクタ。
前記インダクタを縦60mm、横60mmの大きさに外形加工してサンプルを作製する。前記サンプルの前記第2主面が水平台の表面に面するように、前記サンプルを前記水平台に配置する。前記インダクタの縦30mm、横30mmの中央エリアにおいて、前記水平台の前記表面から前記第1主面までの最長長さ L_3 と最短長さ L_4 とを求める。前記最高高さ L_3 と前記最低高さ L_4 との差 ($L_3 - L_4$) を反りとして求める。
- [請求項3] 磁性粒子と、熱硬化性樹脂とを含む磁性シートと、前記磁性シートの厚み方向に直交する方向において互いに間隔が隔てられる複数の配線と、を備えるプレス用積層体を熱プレスする工程を含むインダクタ

の製造方法であって、

前記プレス用積層体は、前記磁性シートおよび前記複数の配線を厚み方向で挟む第1樹脂シートおよび第2樹脂シートをさらに備え、

前記工程では、流動性柔軟シートと、前記第1樹脂シートと、前記第2樹脂シートとを用い、

前記工程では、前記第2樹脂シートと、第1樹脂シートと、前記流動性柔軟シートとが厚み方向の一方側に向かって順に配置され、

前記第2樹脂シートの前記熱プレスの温度における引張貯蔵弾性率 E' は、前記第1樹脂シートの前記熱プレスの温度における引張貯蔵弾性率 E' より低い、インダクタの製造方法。

[請求項4] 前記第2樹脂シートの 170°C における引張貯蔵弾性率 E' は、前記第1樹脂シートの 170°C における引張貯蔵弾性率 E' より低い、請求項3に記載のインダクタの製造方法。

[請求項5] 前記磁性シートは、複数であり、
前記プレス用積層体では、複数の前記磁性シートは、厚み方向において前記複数の配線を挟んでいる、請求項3または請求項4に記載のインダクタの製造方法。

[請求項6] 前記工程では、前記複数の配線と前記磁性シートとからの反力により、流動性柔軟シートおよび第1樹脂シートからなる積層シートと、第2樹脂シートとは、それぞれ、同程度の応力変形が生じる、請求項3から請求項5のいずれか一項に記載のインダクタの製造方法。

[図1]

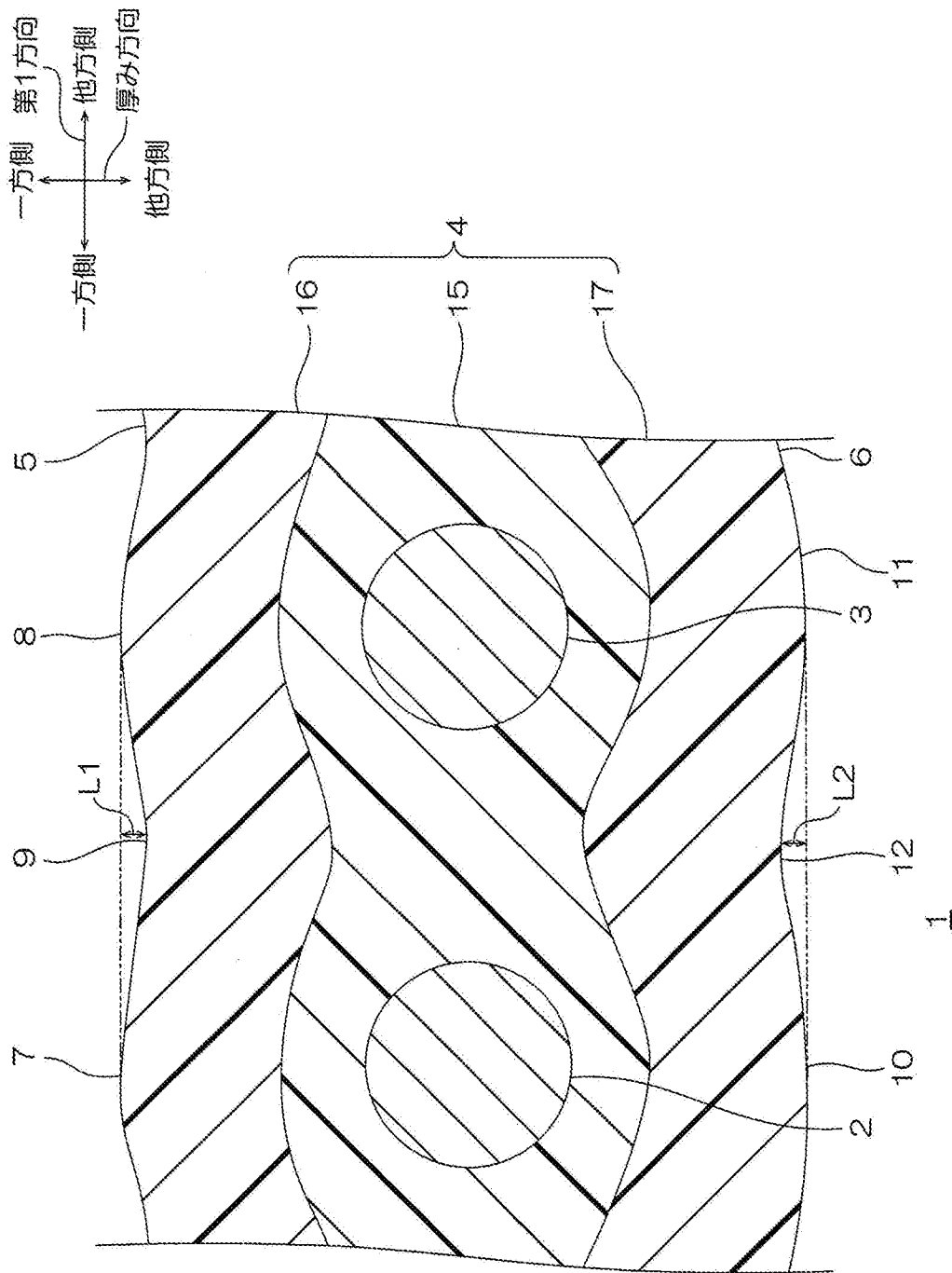
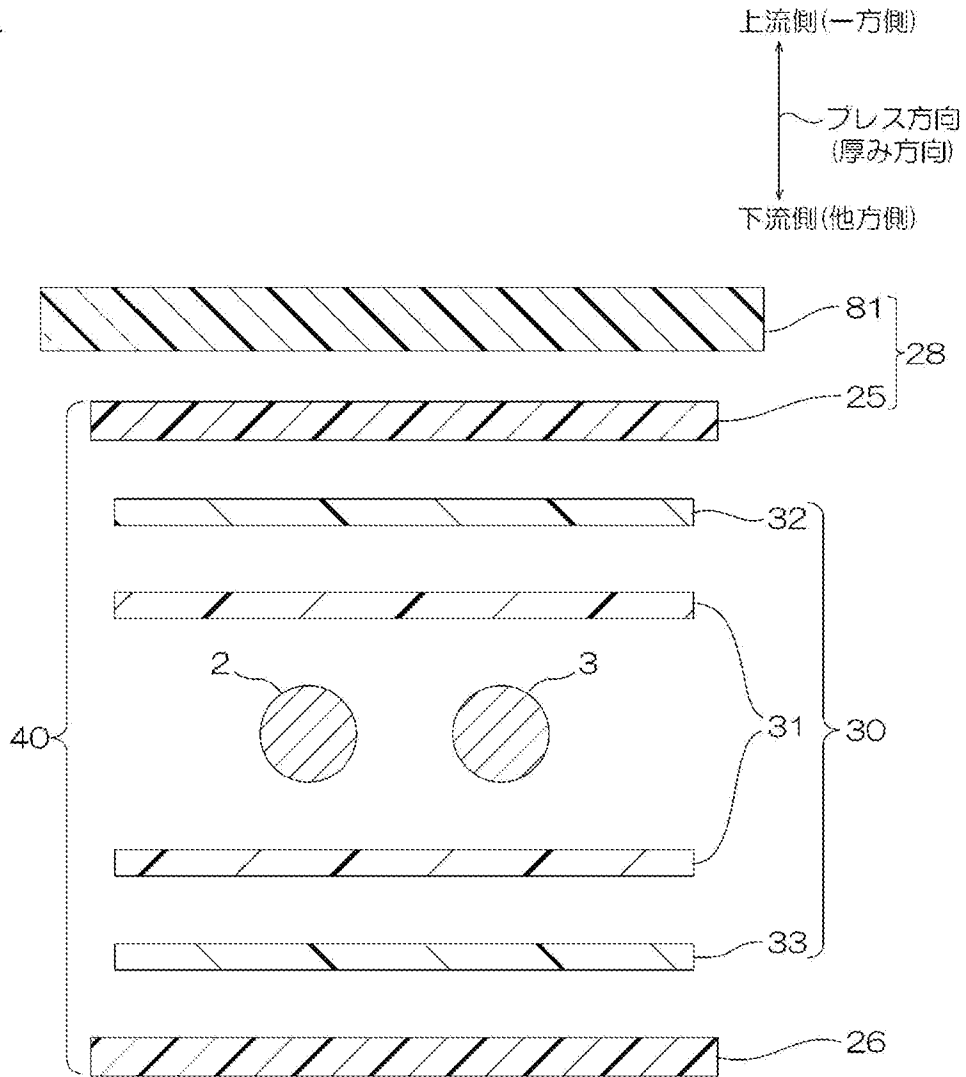


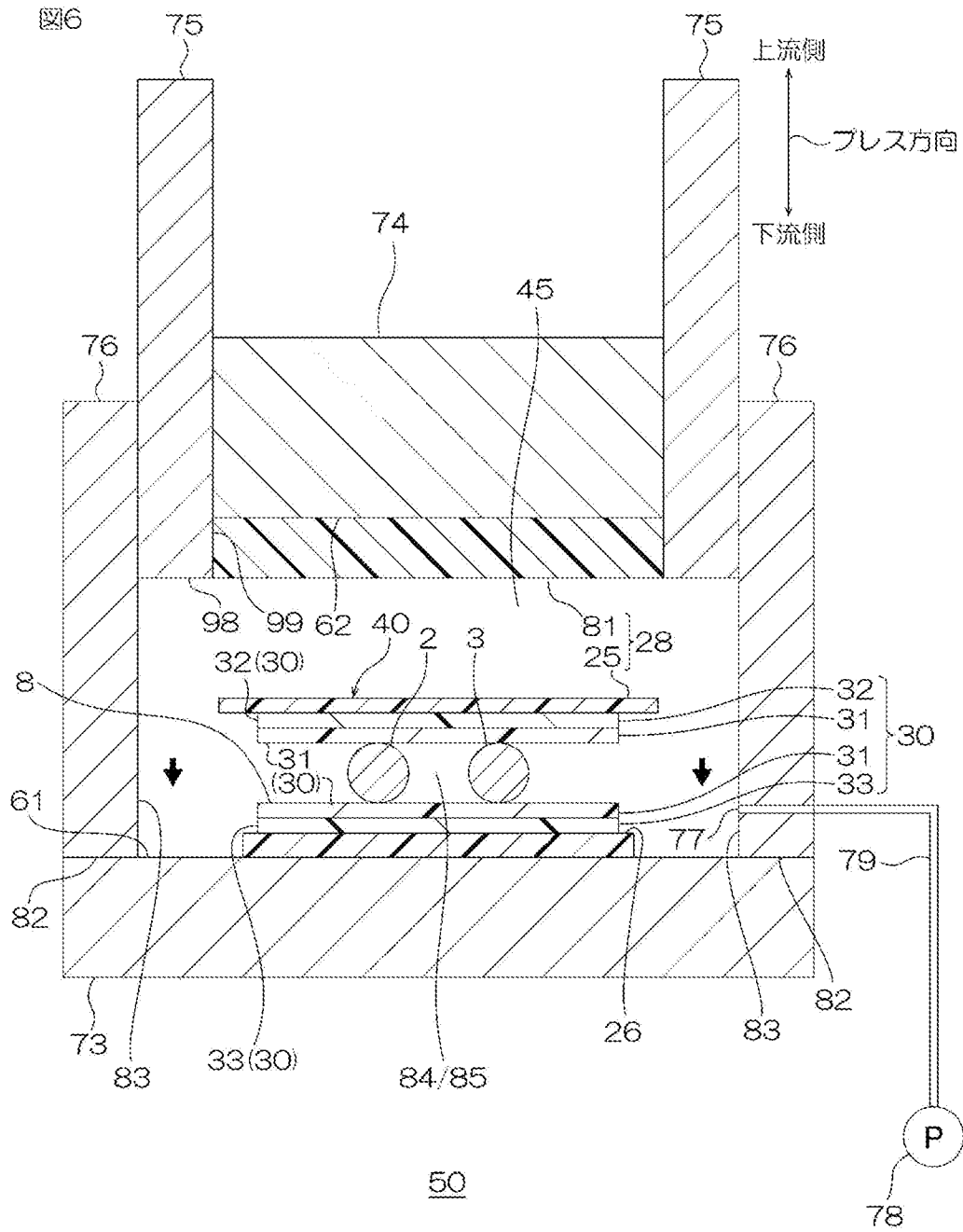
图1

[図4]

図4



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/006068

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01F 17/06 (2006.01)i; H01F 1/26 (2006.01)i FI: H01F17/06 F; H01F1/26		
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) H01F17/06; H01F1/26		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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 CORP) 09 October 1989 (1989-10-09), p. 2, line 5 to p. 3, line 2, p. 8, line 12 to p. 9, line 2, p. 9, lines 8-13, fig. 3-4	1-2
A		3-6
Y	JP 2020-150059 A (NITTO DENKO CORP) 17 September 2020 (2020-09-17) fig. 1A-2	1-2
A		3-6
A	WO 2014/132701 A1 (NITTO DENKO CORP) 04 September 2014 (2014-09-04) paragraphs [0001]-[0142], fig. 1	1-6
A	JP 45-37680 B1 (WESTERN ELECTRIC COMPANY, INC.) 28 November 1970 (1970-11-28) p. 1, column 2, line 2 to p. 4, column 8, line 40	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 07 April 2022		Date of mailing of the international search report 26 April 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2022/006068

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 1-146424 U1	09 October 1989	(Family: none)	
JP 2020-150059 A	17 September 2020	TW 202040602 A fig. 1A-2	
WO 2014/132701 A1	04 September 2014	EP 2963094 A1 paragraphs [0001]-[0142], fig. 1A-1D	
JP 45-37680 B1	28 November 1970	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01F 17/06(2006.01)i; H01F 1/26(2006.01)i FI: H01F17/06 F; H01F1/26		
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）） H01F17/06; H01F1/26 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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) 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	1-2
A		3-6
Y	JP 2020-150059 A (日東電工株式会社) 17.09.2020 (2020-09-17) 図1A-2	1-2
A		3-6
A	WO 2014/132701 A1 (日東電工株式会社) 04.09.2014 (2014-09-04) 段落[0001]-[0142], 図1	1-6
A	JP 45-37680 B1 (ウエスタン・エレクトリック・カムパニー・インコーポレーテッド) 28.11.1970 (1970-11-28) 第1頁第2欄第2行~第4頁第8欄第40行	1-6
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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 07.04.2022	国際調査報告の発送日 26.04.2022	
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） 森岡 俊行 5D 1598 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/JP2022/006068

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 2020-150059 A	17.09.2020	TW 202040602 A 図1A-2	
WO 2014/132701 A1	04.09.2014	EP 2963094 A1 段落[0001]-[0142], FIG. 1A-1D	
JP 45-37680 B1	28.11.1970	(ファミリーなし)	