(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
2020年9月17日(17.09.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/183994 A1

(51) 国際特許分類:
*H01F 17/04* (2006.01) *H01F 1/28* (2006.01)
*H01F 41/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/004233

(22) 国際出願日： 2020年2月5日(05.02.2020)

(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 2019-044771 2019年3月12日(12.03.2019) 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).

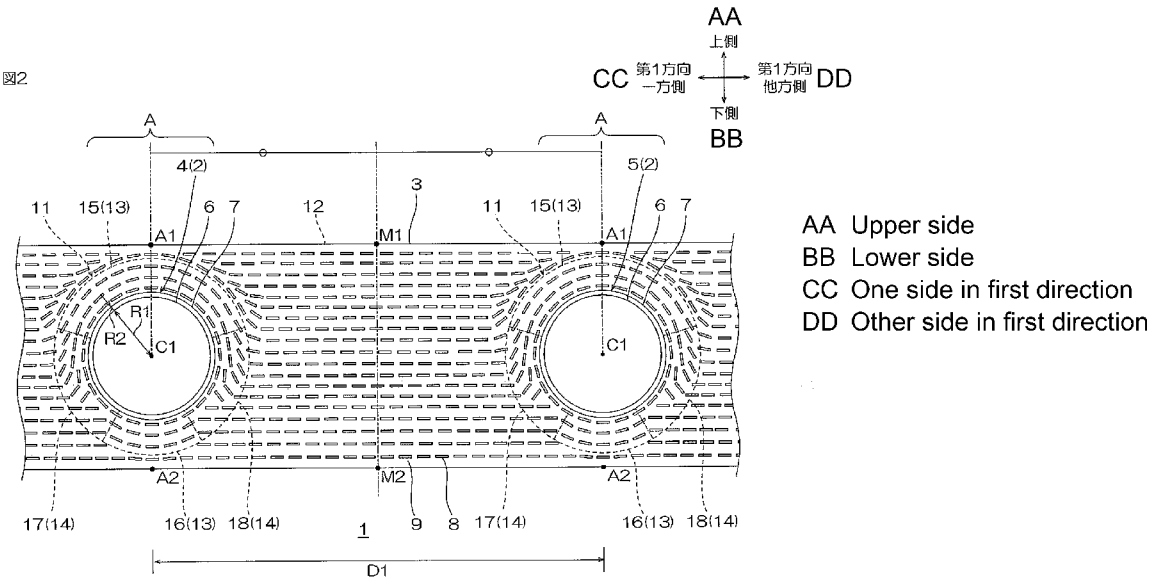
(74) 代理人: 岡本 寛之, 外 (**OKAMOTO, Hiroyuki** et al.); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原４丁目５番３６号 セントラル新大阪ビル３Ｆ いくみ特許事務所内 Osaka (JP).

(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,

(54) **Title:** INDUCTOR

(54) 発明の名称： インダクタ

図2




(57) **Abstract:** This inductor (1) has a wire (2) and a magnetic layer (3) that coats the wire (2). The wire (2) has a conductor (6) and an insulating layer (7). The magnetic layer (3) contains anisotropic magnetic particles (8) and a binder (9). In a peripheral region (11) of the wire (2), the magnetic layer (3) has an aligned region (13) in which the anisotropic magnetic particles (8) are aligned along the circumference of the wire (2). In cross sectional view, the peripheral region (11) extends outwards from the outer surface of the wire (2) by a value 1.5 times the average of the maximum length and the minimum length from the center of gravity of the wire (2) to the outer surface of the wire (2). The upper surface and lower surface

WO 2020/183994 A1

[続葉有]

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:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

of the inductor (1) are flat.

**(57)** 要約:インダクタ(1)は、配線(2)と、配線(2)を被覆する磁性層(3)とを備え、配線(2)は、導線(6)と絶縁層(7)とを備え、磁性層(3)は、異方性磁性粒子(8)とバインダ(9)とを含有し、配線(2)の周辺領域(11)において、磁性層(3)は、異方性磁性粒子(8)が配線(2)の周囲に沿って配向する配向領域(13)を備え、周辺領域(11)は、断面視において、配線(2)の重心から配線(2)の外面までの最長長さおよび最短長さの平均の1.5倍値を、配線(2)の外面から外側に進んだ領域であり、インダクタ(1)の上面および下面は、平坦である。

# 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直方体状のチップ本体部と、そのチップ本体部の内部に埋設された銅などの内部導体とを備え、チップ本体部の断面形状と内部導体の断面形状とが相似形であるインダクタが提案されている（特許文献１参照。）。すなわち、特許文献１のインダクタでは、断面視矩形状（直方体状）の配線（内部導体）の周囲に磁性体材料が被覆されている。

## 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] ところで、磁性体材料として、扁平状磁性粒子などの異方性磁性粒子を用いて、配線の周囲に、その異方性磁性粒子を配向させて、インダクタのインダクタンスを向上させることが検討されている。

[0006] しかしながら、特許文献１のインダクタでは、配線が、断面視矩形状であるため、角部などの存在によって、その配線の周囲に異方性磁性粒子を配向させにくい不具合が生じる。そのため、インダクタンスの向上が不十分となる場合がある。

[0007] そこで、断面視円形状の配線を用いて、その配線の周囲に異方性磁性粒子を配向することがさらに検討される。

[0008] しかしながら、異方性磁性粒子を配線の周囲に配向させた場合、図１２に

参照されるように、インダクタの上面に、配線に起因する凹凸が生じる。そうすると、このようなインダクタは、実装性に劣る不具合が生じる。すなわち、インダクタは、コレットなどの吸引搬送装置によって搬送され、所望の配線基板の上に配置する必要があるが、インダクタ表面の凹凸の影響によって、インダクタを吸引しようとしてもコレットに吸着できない不具合が生じる。加えて、インダクタを配線基板の上に配置する際、インダクタが傾かずに配置する必要も生じる。

[0009] 本発明は、良好なインダクタンスおよび実装性を両立することが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

[0010] 本発明［１］は、配線と、前記配線を被覆する磁性層とを備えるインダクタであって、前記配線は、導線と、前記導線を被覆する絶縁層とを備え、前記磁性層は、異方性磁性粒子と、バインダとを含有し、前記配線の周辺領域において、前記磁性層は、前記異方性磁性粒子が前記配線の周囲に沿って配向する配向領域を備え、前記周辺領域は、断面視において、前記配線の重心から前記配線の外面までの最長長さおよび最短長さの平均の１．５倍値を、前記配線の前記外面から外側に進んだ領域であり、前記インダクタの厚み方向一方面および厚み方向他方面は、平坦である、インダクタを含む。

[0011] このインダクタによれば、配線の周辺には、それぞれ、異方性磁性粒子が配線の周囲に沿って配向する配向領域が存在するため、インダクタンスが良好である。

[0012] また、インダクタの厚み方向一方面が平坦であるため、厚み方向一方面をコレットなどの搬送装置で確実に吸引することができ、インダクタを確実に搬送することができる。また、インダクタの厚み方向他方面が平坦であるため、厚み方向他方面を実装対象に傾かずに配置することができる。よって、実装性に優れる。

[0013] 本発明［２］は、前記配線は、前記厚み方向と直交する直交方向に間隔を隔てて複数配置されており、前記複数の配線は、前記磁性層を介して連続し

ている、［１］に記載のインダクタを含む。

[0014] このインダクタによれば、複数の配線間に、これらに直交方向に連続する磁性層が配置されているため、インダクタンスが良好である。

[0015] 本発明［３］は、前記インダクタの厚み方向一方面および厚み方向他方面の少なくとも一方は、前記磁性層からなる、［１］または［２］に記載のインダクタを含む。

[0016] このインダクタによれば、インダクタの厚み方向一方面および厚み方向他方面の少なくとも一方は、磁性層であるため、インダクタンスが良好である。

[0017] 本発明［４］は、前記磁性層は、前記インダクタの厚み方向一方面から厚み方向他方面に至るまで連続しており、前記インダクタの厚み方向一方面および厚み方向他方面の両方が、前記磁性層からなる、［３］に記載のインダクタを含む。

[0018] このインダクタによれば、インダクタの厚み方向一方面および厚み方向他方面の両方が、磁性層であるため、インダクタは、配線の領域を除き、磁性層で満たされている。したがって、インダクタンスがさらに良好である。

## 発明の効果

[0019] 本発明のインダクタによれば、良好なインダクタンスおよび実装性を両立することができる。

## 図面の簡単な説明

[0020] [図1]図１Ａ－Ｂは、本発明のインダクタの第１実施形態であって、図１Ａは、平面視図、図１Ｂは、図１ＡのＡ－Ａ断面図を示す。

[図2]図２は、図１Ｂの破線部の部分拡大図を示す。

[図3]図３は、図２の変形例（インダクタの上面の平坦性を分かり易くした形態）を示す。

[図4]図４Ａ－Ｂは、図１Ａ－Ｂに示すインダクタの製造工程図であって、図４Ａは、配置工程、図４Ｂは、積層工程を示す。

[図5]図５は、図１Ａ－Ｂに示すインダクタの実際のＳＥＭ写真断面図を示す

。

[図6]図６Ａ－Ｂは、インダクタの実装を示す工程図であって、図６Ａは、個別化工程、図６Ｂは、搬送工程、図６Ｃは、配置工程を示す。

[図7]図７は、図１Ａ－Ｂに示すインダクタの変形例（配線が単数である形態）を示す。

[図8]図８は、本発明のインダクタの第２実施形態の部分拡大断面図を示す。

[図9]図９は、本発明のインダクタの第３実施形態の部分拡大断面図を示す。

[図10]図１０は、本発明のインダクタの第４実施形態の部分拡大断面図を示す。

[図11]図１１は、本発明のインダクタの第５実施形態の部分拡大断面図を示す。

[図12]図１２は、本発明の参考となるインダクタ（上面が平坦でないインダクタ）の部分拡大断面図を示す。

## 発明を実施するための形態

[0021] 図１Ａにおいて、紙面左右方向は、第１方向であって、紙面左側が第１方向一方側、紙面右側が第１方向他方側である。紙面上下方向は、第２方向（第１方向と直交する方向）であって、紙面上側が第２方向一方側（配線軸方向一方向）、紙面下側が第２方向他方側（配線軸他方向）である。紙面紙厚方向は、上下方向（第１方向および第２方向と直交する第３方向、厚み方向）であって、紙面手前側が上側（第３方向一方側、厚み方向一方側）、紙面奥側が下側（第３方向他方側、厚み方向他方側）である。具体的には、各図の方向矢印に準拠する。

[0022] ＜第１実施形態＞

１．インダクタ

本発明のインダクタの第１実施形態の一実施形態を、図１Ａ－図２を参照して説明する。

[0023] 図１Ａ－Ｂに示すように、インダクタ１は、面方向（第１方向および第２方向）に延びる平面視略矩形状を有する。

[0024] インダクタ１は、複数（２つ）の配線２と、磁性層３とを備える。

[0025] 複数の配線２は、それぞれ、第１配線４と、第１配線４と幅方向（第１方向；厚み方向と直交する直交方向）に間隔を隔てて配置される第２配線５とを備える。

[0026] 第１配線４は、図１Ａ－Ｂに示すように、第２方向に長尺に延び、例えば、平面視略Ｕ字形状を有する。また、第１配線４は、断面視略円形状を有する。

[0027] 第１配線４は、導線６と、それを被覆する絶縁層７とを備える。

[0028] 導線６は、第２方向に長尺に延び、例えば、平面視略Ｕ字形状を有する。また、導線６は、第１配線４と中心軸線を共有する断面視略円形状を有する。

[0029] 導線６の材料は、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であり、好ましくは、銅が挙げられる。導線６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。

[0030] 導線６の半径Ｒ１は、例えば、２５μｍ以上、好ましくは、５０μｍ以上であり、また、例えば、２０００μｍ以下、好ましくは、２００μｍ以下である。

[0031] 絶縁層７は、導線６を薬品や水から保護し、また、導線６の短絡を防止するための層である。絶縁層７は、導線６の外周面全面を被覆するように、配置されている。

[0032] 絶縁層７は、第１配線４と中心軸線（中心Ｃ１）を共有する断面視略円環形状を有する。

[0033] 絶縁層７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。

[0034] 絶縁層７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。

[0035] 絶縁層７の厚みＲ２は、円周方向のいずれの位置においても配線２の径方向において略均一であり、例えば、１μｍ以上、好ましくは、３μｍ以上であり、また、例えば、１００μｍ以下、好ましくは、５０μｍ以下である。

[0036] 絶縁層７の厚みＲ２に対する、導線６の半径Ｒ１の比（Ｒ１／Ｒ２）は、例えば、１以上、好ましくは、１０以上であり、例えば、２００以下、好ましくは、１００以下である。

[0037] 第１配線４の半径（Ｒ１＋Ｒ２）は、例えば、２５μｍ以上、好ましくは、５０μｍ以上であり、また、例えば、２０００μｍ以下、好ましくは、２００μｍ以下である。

[0038] 第１配線４が略Ｕ字形状である場合、第１配線４の中心間距離Ｄ２は、後述する複数の配線２間の中心間距離Ｄ１と同一距離であり、例えば、２０μｍ以上、好ましくは、５０μｍ以上であり、また、例えば、３０００μｍ以下、好ましくは、２０００μｍ以下である。

[0039] 第２配線５は、第１配線４と同一形状であり、同一の構成、寸法および材料を備える。すなわち、第２配線５は、第１配線４と同様に、導線６と、それを被覆する絶縁層７とを備える。

[0040] 複数の配線２（第１配線４および第２配線５）は、後述する磁性層３を介して連続している。すなわち、第１配線４と第２配線５との間に、第１方向に延びる磁性層３が配置されており、磁性層３は、第１配線４および第２配線５の両方に接触している。

[0041] 第１配線４と第２配線５との中心間距離Ｄ１は、例えば、２０μｍ以上、好ましくは、５０μｍ以上であり、また、例えば、３０００μｍ以下、好ましくは、２０００μｍ以下である。

[0042] 磁性層３は、インダクタンスを向上させるための層である。

[0043] 磁性層３は、複数の配線２の外周面全面を被覆するように、配置されている。磁性層３は、インダクタ１の外形をなす。具体的には、磁性層３は、面方向（第１方向および第２方向）に延びる平面視略矩形状を有する。また、

磁性層３は、その第２方向他方面において、複数の配線２の第２方向端縁を露出する。

[0044] 磁性層３は、異方性磁性粒子８およびバインダ９を含有する磁性組成物から形成されている。

[0045] 異方性磁性粒子（以下、「粒子」とも略する。）８を構成する材料としては、軟磁性体、硬磁性体が挙げられる。好ましくは、インダクタンスの観点から、軟磁性体が挙げられる。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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（Ｆｅ）、コバルト（Ｃｏ）、ニッケル（Ｎｉ）などが挙げられる。なお、第１金属元素がＦｅであれば、合金体は、Ｆｅ系合金とされ、第１金属元素がＣｏであれば、合金体は、Ｃｏ系合金とされ、第１金属元素がＮｉであれば、合金体は、Ｎｉ系合金とされる。

[0051] 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（Ｆｅ）（第１金属元素がＦｅ以外である場合）、コバルト（Ｃｏ）（第１金属元素がＣｏ以外である場合）、ニッケル（Ｎｉ）（第１金属元素がＮｉ以外である場合）、クロム（Ｃｒ）、アルミニウム（Ａｌ）、ケイ素（Ｓｉ）、銅（Ｃｕ）、銀（Ａｇ）、マンガン（Ｍｎ）、カルシウム（Ｃａ）、バリウム（Ｂａ）、チタン（Ｔｉ）、ジルコニウム（Ｚｒ）、ハフニウム（Ｈｆ）、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。

[0052] 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。

[0053] 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－Ｓ

ｉ－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。

[0054] 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。

[0055] 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。

[0056] これら軟磁性体の中でも、磁気特性の点から、好ましくは、合金体、より好ましくは、Ｆｅ系合金、さらに好ましくは、センダスト（Ｆｅ－Ｓｉ－Ａｌ合金）が挙げられる。また、軟磁性体として、好ましくは、単一金属体、より好ましくは、鉄元素を純物質の状態で含む単一金属体、さらに好ましくは、鉄単体、あるいは、鉄粉（カルボニル鉄粉）が挙げられる。

[0057] 粒子８の形状としては、異方性の観点から、例えば、扁平状(板状）、針状などが挙げられ、好ましくは、面方向（二次元）に比透磁率が良好である観点から、扁平状が挙げられる。なお、磁性層３は、異方性磁性粒子８に加え、非異方性磁性粒子をさらに含有することもできる。非異方性磁性粒子は、例えば、球状、顆粒状、塊状、ペレット状などの形状を有していてもよい。非異方性磁性粒子の平均粒子径は、例えば、０．１μｍ以上、好ましくは、

０．５μｍ以上であり、また、例えば、２００μｍ以下、好ましくは、１５０μｍ以下である。

[0058] なお、扁平状の粒子８の扁平率（扁平度）は、例えば、８以上、好ましくは、１５以上であり、また、例えば、５００以下、好ましくは、４５０以下である。扁平率は、例えば、粒子８の平均粒子径（平均長さ）（後述）を粒子８の平均厚さで除したアスペクト比として算出される。

[0059] 粒子８（異方性磁性粒子）の平均粒子径（平均長さ）は、例えば、３．５μｍ以上、好ましくは、１０μｍ以上であり、また、例えば、２００μｍ以下、好ましくは、１５０μｍ以下である。粒子８が扁平状であれば、その平均厚みが、例えば、０．１μｍ以上、好ましくは、０．２μｍ以上であり、また、例えば、３．０μｍ以下、好ましくは、２．５μｍ以下である。

[0060] バインダ９としては、例えば、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂が挙げられる。

[0061] 熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、熱硬化性ポリイミド樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂、シリコーン樹脂などが挙げられる。接着性、耐熱性などの観点から、好ましくは、エポキシ樹脂、フェノール樹脂が挙げられる。

[0062] 熱可塑性樹脂としては、例えば、アクリル樹脂、エチレン－酢酸ビニル共重合体、ポリカーボネート樹脂、ポリアミド樹脂（６－ナイロン、６，６－ナイロンなど）、熱可塑性ポリイミド樹脂、飽和ポリエステル樹脂（ＰＥＴ、ＰＢＴなど）などが挙げられる。好ましくは、アクリル樹脂が挙げられる。

[0063] 好ましくは、バインダ９として、熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂の併用が挙げられる。より好ましくは、アクリル樹脂、エポキシ樹脂およびフェノール樹脂の併用が挙げられる。これにより、粒子８を所定の配向状態で、かつ、高充填で、配線２の周囲により確実に固定できる。

[0064] また、磁性組成物は、必要に応じて、熱硬化触媒、無機粒子、有機粒子、架橋剤などの添加剤を含有することもできる。

[0065] 磁性層３では、粒子８がバインダ９内に配向しながら均一に配置されている。磁性層３は、インダクタ１の上面（厚み方向一方面）から下面（厚み方向他方面）に至るまで連続している。磁性層３は、面方向に投影したときに、配線２を含む。すなわち、磁性層３の上面は、配線２の上端よりも上方に位置し、磁性層３の下面は、配線２の下端よりも下方に位置する。

[0066] 磁性層３は、断面視において、周辺領域１１と、外側領域１２とを有する。

[0067] 周辺領域１１は、配線２の周辺領域であって、複数の配線２と接触するように複数の配線２の周囲に位置する。周辺領域１１は、配線２と中心軸線を共有する断面視略円環状を有する。より具体的には、周辺領域１１は、磁性層３のうち、配線２の半径（配線２の中心（重心）Ｃ１から外周面までの距離の平均；Ｒ１＋Ｒ２）の１．５倍値（好ましくは、１．２倍値、より好ましくは、１倍値、さらに好ましくは、０．８倍値、とりわけ好ましくは、０．５倍値）、配線２の外周面から径方向外側に進んだ領域である。

[0068] 周辺領域１１は、複数の配線２のそれぞれの周囲、すなわち、第１配線４および第２配線５の周囲に配置されている。

[0069] 周辺領域１１は、それぞれ、複数（２つ）の配向領域１３と、複数（２つ）の非配向領域１４とを備える。

[0070] 複数の配向領域１３は、円周方向配向領域である。すなわち、配向領域１３では、粒子８が配線２（第１配線４または第２配線５）の円周方向（周囲）に沿って配向する。

[0071] 複数の配向領域１３は、配線２の上側（第３方向一方側）および下側（第３方向他方側）に、配線２の中心Ｃ１を挟んで互いに対向配置されている。すなわち、複数の配向領域１３は、配線２の上側に配置される上側配向領域１５と、配線２の下側に配置される下側配向領域１６とを備える。また、上側配向領域１５と下側配向領域１６との上下方向中央に、配線２の中心Ｃ１が位置する。

[0072] それぞれの配向領域１３では、粒子８の比透磁率が高い方向（例えば、扁

平状異方性磁性粒子では、粒子の面方向）が、配線２の中心Ｃ１を中心とした円の接線と略一致する。

より具体的には、粒子８の面方向と、その粒子８が位置する円の接線とがなす角度が、１５°以下である場合を、粒子８が円周方向に配向していると定義する。

[0073] 配向領域１３に含まれる粒子８全体の数に対して、円周方向に配向している粒子８の数の割合は、例えば、５０％を超過し、好ましくは、７０％以上、より好ましくは、８０％以上である。すなわち、配向領域１３では、円周方向に配向していない粒子８を、例えば、５０％未満、好ましくは、３０％以下、より好ましくは、２０％以下含んでいてもよい。

[0074] 複数の配向領域１３の総面積割合は、周辺領域１１全体に対して、例えば、４０％以上、好ましくは、５０％以上、より好ましくは、６０％以上であり、また、例えば、９０％以下、好ましくは、８０％以下である。

[0075] 配向領域１３の円周方向の比透磁率は、例えば、５以上、好ましくは、１０以上、より好ましくは、３０以上であり、また、例えば、５００以下である。径方向の比透磁率は、例えば、１以上、好ましくは、５以上であり、また、例えば、１００以下、好ましくは、５０以下、より好ましくは、２５以下である。また、径方向に対する円周方向の比透磁率の比（円周方向／径方向）は、例えば、２以上、好ましくは、５以上であり、また、例えば、５０以下である。比透磁率が上記範囲であれば、インダクタンスに優れる。

[0076] 比透磁率は、例えば、磁性材料テストフィクスチャを使用したインピーダンスアナライザ（Ａｇｉｌｅｎｔ社製、「４２９１Ｂ」）によって測定することができる。

[0077] 複数の非配向領域１４は、円周方向非配向領域である。すなわち、非配向領域１４では、粒子８が、配線２の円周方向に沿って配向していない。換言すると、非配向領域１４では、粒子８が、配線２の円周方向以外の方向（例えば、径方向）に沿って配向するか、または、配向していない。

[0078] 複数の非配向領域１４は、配線２の第１方向一方側および他方側に、配線

２を挟んで互いに対向配置されている。すなわち、複数の非配向領域１４は、配線２（第１配線４または第２配線５）の第１方向一方側に配置される一方側非配向領域１７と、配線２の第１方向他方側に配置される他方側非配向領域１８とを有する。一方側非配向領域１７と他方側非配向領域１８とは、中心Ｃ１を上下方向に通る直線を基準に略線対称である。

[0079] それぞれの非配向領域１４では、粒子８の比透磁率が高い方向（例えば、扁平状異方性磁性粒子では、粒子の面方向）が、配線２の中心Ｃ１を中心とした円の接線と一致しない。より具体的には、粒子８の面方向と、その粒子８が位置する円の接線とがなす角度が、１５°を超過する場合を、粒子８が円周方向に配向していないと定義する。

[0080] 非配向領域１４に含まれる粒子８全体の数に対して、円周方向に配向していない粒子８の数の割合は、５０％を超過し、好ましくは、７０％以上であり、また、例えば、９５％以下、好ましくは、９０％以下である。

[0081] 非配向領域１４では、例えば、円周方向に配向する粒子８を含んでいてもよい。非配向領域１４に含まれる粒子８全体の数に対して、円周方向に配向する粒子８の数の割合は、５０％未満であり、好ましくは、３０％以下であり、また、例えば、５％以上、好ましくは、１０％以上である。

[0082] なお、円周方向に配向する粒子８を含む場合、好ましくは、その円周方向に配向する粒子８は、非配向領域１４の最内側、すなわち、配線２の表面に配置されている。

[0083] 複数の非配向領域１４の総面積割合は、周辺領域１１全体に対して、例えば、１０％以上、好ましくは、２０％以上であり、また、例えば、６０％以下、好ましくは、５０％以下、より好ましくは、４０％以下である。

[0084] 周辺領域１１（特に、配向領域１３および非配向領域１４のそれぞれ）において、粒子８の充填率は、例えば、４０体積％以上、好ましくは、４５体積％以上であり、また、例えば、９０体積％以下、好ましくは、７０体積％以下である。充填率が上記下限以上であれば、インダクタンスに優れる。

[0085] 充填率は、実比重の測定、ＳＥＭ写真断面図の二値化などによって算出す

ることができる。

[0086] 周辺領域１１において、複数の配向領域１３と複数の非配向領域１４とは、円周方向に互いに隣接するように、配置されている。具体的には、上側配向領域１５、一方側非配向領域１７、下側配向領域１６および他方側非配向領域１８は、円周方向に、この順で連続する。なお、配向領域１３と非配向領域１４との円周方向における境界（一端縁または他端縁）は、配線２の中心から径方向外側に延びる仮想直線とする。

[0087] 外側領域１２は、磁性層３のうち、周辺領域１１以外の領域である。外側領域１２は、周辺領域１１の外側において、周辺領域１１と連続するように配置されている。

[0088] 外側領域１２では、粒子８が面方向（特に第１方向）に沿って配向している。

[0089] 外側領域１２では、粒子８の比透磁率が高い方向（例えば、扁平状異方性磁性粒子では、粒子の面方向）が、第１方向と略一致する。より具体的には、粒子８の面方向と、第１方向とがなす角度が、１５°以下である場合を、粒子８が第１方向に配向していると定義する。

[0090] 外側領域１２では、外側領域１２に含まれる粒子８全体の数に対して、第１方向に配向している粒子８の数の割合が、５０％を超過し、好ましくは、７０％以上、より好ましくは、９０％以上である。すなわち、外側領域１２では、第１方向に配向していない粒子８を５０％未満、好ましくは、３０％以下、より好ましくは、１０％以下含んでいてもよい。

[0091] 外側領域１２において、第１方向の比透磁率は、例えば、５以上、好ましくは、１０以上、より好ましくは、３０以上であり、また、例えば、５００以下である。上下方向の比透磁率は、例えば、１以上、好ましくは、５以上であり、また、例えば、１００以下、好ましくは、５０以下、より好ましくは、２５以下である。また、上下方向に対する第１方向の比透磁率の比（第１方向／上下方向）は、例えば、２以上、好ましくは、５以上であり、また、例えば、５０以下である。比透磁率が上記範囲であれば、インダクタンス

に優れる。

[0092] 外側領域１２において、粒子８の充填率は、例えば、４０体積％以上、好ましくは、４５体積％以上であり、また、例えば、９０体積％以下、好ましくは、７０体積％以下である。充填率が上記下限以上であれば、インダクタンスに優れる。

[0093] 磁性層３の上面は、インダクタ１の上面を形成する。すなわち、インダクタ１の上面は、磁性層３からなる。

[0094] 磁性層３の上面、すなわち、インダクタ１の上面は、平坦である。具体的には、磁性層３の上面において、配線領域Ａにおける最上端Ａ１と、配線２間の中点Ｍ１との上下方向距離Ｈ１が、３０μｍ以下、好ましくは、２０μｍ以下、より好ましくは、５μｍ未満である。

[0095] 磁性層３の下面は、インダクタ１の下面を形成する。すなわち、インダクタ１の下面は、磁性層３からなる。

[0096] 磁性層３の下面、すなわち、インダクタ１の下面は、平坦である。具体的には、磁性層３の下面において、配線領域Ａにおける最下端Ａ２と、配線２間の中点Ｍ２との上下方向距離Ｈ２が、３０μｍ以下、好ましくは、２０μｍ以下、より好ましくは、５μｍ未満である。

[0097] 配線領域Ａは、厚み方向に投影したときに配線２（第１配線４または第２配線５）と重複する領域である。中点Ｍ１および中点Ｍ２は、それぞれ、隣接する２つの配線２の中心（重心）Ｃ１を結ぶ直線において、第１方向の中心に位置する。

[0098] なお、図２では、上下方向距離Ｈ１およびＨ２が、それぞれ０μｍである場合（完全に平坦である場合）を図示しているが、上下方向距離を分かり易くするために、参考までに、上下方向距離Ｈ１およびＨ２が、それぞれ、１μｍ以上３０μｍ以下である場合を、図３に図示する。

[0099] 磁性層３の第１方向長さ$Ｔ_{1}$は、例えば、５ｍｍ以上、好ましくは、１０ｍｍ以上であり、また、例えば、５０００ｍｍ以下、好ましくは、２０００ｍｍ以下である。

[0100] 磁性層３の第２方向長さＴ$_2$は、例えば、５ｍｍ以上、好ましくは、１０ｍｍ以上であり、また、例えば、５０００ｍｍ以下、好ましくは、２０００ｍｍ以下である。

[0101] 磁性層３の上下方向長さ（特に、中点Ｍ１における厚さ）Ｔ$_3$は、例えば、１００μｍ以上、好ましくは、２００μｍ以上であり、また、例えば、２０００μｍ以下、好ましくは、１０００μｍ以下である。

[0102] ２．インダクタの製造方法

図４Ａ－Ｂを参照して、インダクタ１の製造方法の一実施形態について説明する。インダクタ１の製造方法は、例えば、用意工程、配置工程および積層工程を順に備える。

[0103] 用意工程では、複数の配線２、および、２つの異方性磁性シート２０を用意する。

[0104] ２つの異方性磁性シート２０は、それぞれ、面方向に延びるシート状を有し、磁性組成物から形成されている。異方性磁性シート２０では、粒子８が、面方向に配向されている。好ましくは、２つの半硬化状態（Ｂステージ）の異方性磁性シート２０を用いる。

[0105] このような異方性磁性シート２０としては、特開２０１４－１６５３６３号、特開２０１５－９２５４４号などに記載の軟磁性熱硬化性接着フィルムや軟磁性フィルムなどが挙げられる。

[0106] 配置工程では、図４Ａに示すように、一方の異方性磁性シート２０の上面に複数の配線２を配置するとともに、複数の配線２の上方に、他方の異方性磁性シート２０を対向配置する。

[0107] 具体的には、下側異方性磁性シート２１を、上面が平坦な水平台２３に載置し、続いて、下側異方性磁性シート２１の上面に複数の配線２を第１方向に所望の間隔を隔てて配置する。

[0108] 次いで、上側異方性磁性シート２２を、下側異方性磁性シート２１および複数の配線２の上側に、間隔を隔てて対向配置する。

[0109] 積層工程では、図４Ｂに示すように、複数の配線２を埋設するように、２

つの異方性磁性シート２０を、積層する。

[0110] 具体的には、下面が平坦である剛性または可撓性の押圧部材２４を用いて、上側異方性磁性シート２２を、下側に向かって押圧する。すなわち、押圧部材２４の下面を上側異方性磁性シート２２の上面に接触させ、押圧部材２４を下側異方性磁性シート２１に向かって押圧する。

[0111] ２つの平坦な部材（水平台２３および押圧部材２４）によって挟まれることにより、得られるインダクタ１の上面および下面は平坦となるように形成される。

[0112] この際、２つの異方性磁性シート２０が半硬化状態である場合は、押圧によって、複数の配線２は、下側異方性磁性シート２１内にわずかに沈み込み、沈み込み部分において、粒子８が複数の配線２に沿って配向する。すなわち、下側配向領域１６が形成される。

[0113] また、上側異方性磁性シート２２は、複数の配線２に沿って被覆され、その粒子８が複数の配線２に沿って配向するとともに、下側異方性磁性シート２１の上面に積層される。すなわち、配線２の上側では、上側異方性磁性シート２２によって、上側配向領域１５が形成されるとともに、配線２の第１方向両側（側方）では、下側異方性磁性シート２１と上側異方性磁性シート２２との接触付近にて、これらに配向している粒子８が衝突し、その結果、非配向領域１４が形成される。

[0114] なお、異方性磁性シート２０が半硬化状態である場合は、加熱する。これにより、異方性磁性シート２０が硬化状態（Ｃステージ）となる。また、２つの異方性磁性シート２０の接触界面２９が消滅し、２つの異方性磁性シート２０は、一の磁性層３を形成する。

[0115] これにより、図２に示すように、断面視略円形状の配線２と、それを被覆する磁性層３とを備えるインダクタ１が得られる。すなわち、インダクタ１は、複数（２つ）の異方性磁性シート２０を、配線２を挟むように、積層してなるものである。なお、実際のインダクタ１の一例の断面図（ＳＥＭ写真）を図５に示す。

[0116] ３．用途

インダクタ１は、電子機器の一部品、すなわち、電子機器を作製するための部品であり、電子素子（チップ、キャパシタなど）や、電子素子を実装する配線基板を含まず、部品単独で流通し、産業上利用可能なデバイスである。

[0117] インダクタ１は、例えば、電子機器などに搭載（実装）される。具体的には、インダクタ１の実装は、例えば、図６Ａ－Ｃに示すように、個片化工程、搬送工程、配置工程、および、接続工程を順に備える。

[0118] 個片化工程では、図６Ａの破線に示すように、インダクタ１を切断して、個片化する。

[0119] すなわち、インダクタ１を、一つの配線２（第１配線４または第２配線５）を備えるように、インダクタ１の磁性層３を厚み方向に完全に切断する。

[0120] インダクタ１を切断する方法としては、例えば、円盤状のダイシングソーを用いる方法、カッターを用いる方法、レーザーを用いる方法などが挙げられる。

[0121] 搬送工程では、個片化されたインダクタ１を搬送する。すなわち、コレット２５などの吸引搬送装置を用いて、インダクタ１を配線基板２８の上方に移動させる。

[0122] 具体的には、図６Ａの仮想線に示すように、複数（２つ）のコレット２５をインダクタ１の上方に移動させる。この際、各コレット２５の先端面２６が配線２の上方に位置するように、各コレット２５を移動させる（図６Ａの矢印参照）。

[0123] 続いて、図６Ｂに示すように、コレット２５を下方に移動させ、コレット２５の先端面２６をインダクタ１の上面に接触させる。続いて、コレット２５の先端面２６から吸引することにより、コレット２５の先端面２６とインダクタ１の上面とを密着させる。

[0124] この際、インダクタ１の上面が平坦であるため、コレット２５の先端面２６とインダクタ１との間に隙間が発生しにくい。このため、コレット２５は

、インダクタ１に強固に固定される。

[0125] 続いて、コレット２５を、インダクタ１を密着させたまま、上方に移動する。すなわち、インダクタ１を持ち上げる。その後、コレット２５を、所望の配線基板２８の上方に移動させる。

[0126] 配置工程では、インダクタ１を配線基板２８の上面に配置させる。

[0127] 具体的には、コレット２５を、インダクタ１の下面が配線基板２８の上面と接触するように、下方に移動させる。続いて、コレット２５の吸引を解除し、コレット２５をインダクタ１から離隔する（図６Ｃの矢印参照）。

[0128] これにより、図６Ｃに示すように、インダクタ１は、配線基板２８の上面に配置される。

[0129] 接続工程では、インダクタ１および配線基板２８を電気的に接続させる。すなわち、インダクタ１と配線基板２８とを、直接、または、別の電子素子（半導体チップ、キャパシタなど）を介して、電気的に接続する。

[0130] 具体的には、例えば、インダクタ１に、導線６へのビア２７を形成する（図６Ｃの仮想線参照）。続いて、ビア２７を介して、ワイヤボンディング実装、フリップチップ実装、はんだ付けなどにより、導線６と、配線基板２８または電子素子などと、電気的に接続させる。

[0131] このようなインダクタ１は、例えば、コイルなどの受動素子として作用する。

[0132] そして、インダクタ１では、配線２の周辺に、粒子８が配線２の周囲に沿って配向する配向領域１３（円周方向配向領域）が存在する。よって、粒子８の磁化容易軸が配線周囲に発生する磁力線の方向と同一となる。したがって、インダクタンスが良好である。

[0133] また、インダクタ１では、配線２の周辺に、配線２の円周方向に沿って配向していない非配向領域１４（円周方向非配向領域）を有する。よって、粒子８の磁化困難軸が配線周囲に発生する磁力線の方向と同一となる。したがって、直流重畳特性が良好である。

[0134] また、インダクタ１の上面が平坦であるため、その上面をコレット２５な

どの搬送装置で吸引して、インダクタ１をコレット２５に確実に固定することができる。そのため、搬送時にコレット２５からの脱落を抑制でき、インダクタ１を確実に搬送することができる。また、インダクタ１の下面が平坦であるため、配線基板２８の上面に傾かずに配置することができる。よって、実装性に優れる。

[0135] また、配線２は、第１方向に間隔を隔てて複数配置されており、複数の配線２は、磁性層３を介して連続している。このため、複数の配線２間に磁性層３が配置されている。その結果、磁性層３の存在量が多くなり、インダクタンスがより一層優れる。

[0136] また、磁性層３は、インダクタ１の上面から下面に至るまで連続しており、インダクタ１の上面および下面の両方が、磁性層３からなる。このインダクタ１によれば、インダクタ１は、配線２の領域を除き、磁性層３で満たされている。したがって、インダクタンスが非常に優れる。

[0137] ４．変形例

図７を参照して、図１Ａ－図２に示す一実施形態の変形例について説明する。なお、変形例において、上記した一実施形態と同様の部材には、同様の符号を付し、その説明を省略する。

[0138] 図１Ｂに示す実施形態では、配線２は、平面視略Ｕ字形状を有しているが、その形状は限定されず、適宜設定できる。

[0139] また、図１Ａ－Ｂに示す実施形態では、２つの配線２を備えているが、その数は、限定されず、例えば、単数または３つ以上とすることもできる。

[0140] 例えば、図７に、単数の配線２を備えているインダクタ１を示す。図７に示すインダクタ１の上面は、平坦である。具体的には、配線領域Ａにおける最上端Ａ１と、最上端Ａ１から面方向に５０μｍ離れた地点Ｍ´１との上下方向距離が、３０μｍ以下（好ましくは、２０μｍ以下、より好ましくは、５μｍ未満）である。すなわち、中点Ｍ１の代わりに、最上端Ａ１から面方向に５０μｍ離れた地点Ｍ´１を平坦の基準とする。

[0141] 磁性層３の下面も平坦であり、その平坦の基準についても、磁性層３の上

面の平坦の基準と同様である。すなわち、中点Ｍ２の代わりに面方向に５０μｍ離れた地点Ｍ´２を基準とする。

[0142] また、図１Ａ－Ｂに示す実施形態では、配線２の断面視形状が、略円形状であるが、その形状は限定されず、例えば、略楕円形状、略矩形状（正方形および長方形状を含む）、略不定形状であってもよい。なお、配線２が略矩形状を含む態様として、少なくとも１つの辺が湾曲してもよく、また、少なくとも１つの角が湾曲してもよい。

[0143] 上記のいずれにおいても、周辺領域１１は、断面視において、配線２の重心Ｃ１から配線２の外周面までの最長長さおよび最短長さの平均（［最長長さ＋最短長さ］／２）の１．５倍値、配線２の外周面から外側に進んだ領域である。

[0144] また、図１Ａ－Ｂに示す実施形態において、磁性層３における異方性磁性粒子８の割合は、磁性層３において一様でもよく、また、各配線２から離れるに従って、高くなってもよく、あるいは、低くなってもよい。

[0145] ＜第２～５実施形態＞

図８～図１１を参照して、本発明のインダクタの第２～５実施形態を説明する。なお、これら実施形態において、上記した第１実施形態と同様の部材には、同様の符号を付し、その説明を省略する。これら実施形態についても、第１実施形態と同様の作用効果を奏する。また、これら実施形態についても、第１実施形態の変形例を同様に適用することができる。

[0146] （１）第２実施形態

第１実施形態では、インダクタ１の上面および上面の両方が、磁性層３からなるが、例えば、第２実施形態では、インダクタ１の上面および下面の少なくとも一方が、磁性層３からなっていてもよい。例えば、第２実施形態の一実施形態では、図８に示すように、インダクタ１の下面のみが、磁性層３からなる。

[0147] 図８に示す形態では、インダクタ１の上面は、粒子８を含まない非磁性樹脂層３０から形成されている。具体的には、インダクタ１は、複数（２つ）

の配線２と、磁性層３と、非磁性樹脂層３０とを備える。

[0148] 非磁性樹脂層３０は、磁性層３の上面に、磁性層３の上面全面と接触するように配置されている。非磁性樹脂層３０の上面は、平坦であり、非磁性樹脂層３０の下面は、非平坦である。

[0149] 非磁性樹脂層３０は、バインダを含有する樹脂組成物から形成されている。バインダとしては、磁性組成物で例示したバインダ９が挙げられる。また、樹脂組成物は、必要に応じて、熱硬化触媒、無機粒子、有機粒子、架橋剤などの添加剤を含有することもできる。

[0150] 非磁性樹脂層３０の中点Ｍ１における厚みＴ４は、磁性層３の中点Ｍ１における厚みＴ５に対して、例えば、０．０１倍以上、好ましくは、０．０５倍以上であり、また、例えば、１０倍以下、好ましくは、５倍以下である。具体的には、非磁性樹脂層３０の中点Ｍにおける厚みＴ４は、例えば、５μｍ以上、好ましくは、１０μｍ以上であり、また、例えば、５００μｍ以下、好ましくは、２００μｍ以下である。

[0151] 好ましくは、インダクタ１に占める磁性層３の範囲が広く、インダクタンスがより良好である観点から、第１実施形態が挙げられる。

[0152] （２）第３実施形態

第１実施形態では、インダクタ１の上面および上面の両方が、磁性層３からなるが、例えば、第３実施形態では、図９に示すように、インダクタ１の上面および下面が、非磁性樹脂層３０からなっていてもよい。

[0153] 図９に示す形態では、インダクタ１の上面および下面は、粒子８を含まない非磁性樹脂層３０から形成されている。具体的には、インダクタ１は、複数（２つ）の配線２と、磁性層３と、第１非磁性樹脂層３１と、第２非磁性樹脂層３２とを備える。

[0154] 第１非磁性樹脂層３１は、磁性層３の上面に、磁性層３の上面全面と接触するように配置されている。第１非磁性樹脂層３１の上面は、平坦であり、第１非磁性樹脂層３１の下面は、非平坦である。

[0155] 第２非磁性樹脂層３２は、磁性層３の下面に、磁性層３の下面全面と接触

するように配置されている。第２非磁性樹脂層３２の下面は、平坦であり、第２非磁性樹脂層３２の上面は、非平坦である。

[0156] 好ましくは、インダクタ１に占める磁性層３の範囲が広く、インダクタンスがより良好である観点から、第１実施形態が挙げられる。

[0157] （３）第４～第５実施形態

第１実施形態では、複数の配線２は、磁性層３を介して連続しているが、例えば、第４～第５実施形態では、図１０～図１１に示すように、複数の配線２は、磁性層３を介して連続していなくてもよい。すなわち、第４～第５実施形態は、第１方向に間隔を隔てて配置される複数の磁性層３を備えており、複数の磁性層３は、それぞれ、配線２を囲むように形成されている。

[0158] 具体的には、第４実施形態では、図１０に示すように、磁性層３は、配線２の周囲を囲み、インダクタ１の下面から露出するように形成されている。磁性層３は、インダクタ１の下面の一部を形成している。すなわち、インダクタ１の下面の一部が、磁性層３からなる。具体的には、インダクタ１の上面は、非磁性樹脂層３０からなり、インダクタ１の下面は、磁性層３および非磁性樹脂層からなる。

[0159] また、第５実施形態では、図１１に示すように、磁性層３は、配線２の周囲を囲むように形成されている。磁性層３の周囲は、非磁性樹脂層３０に被覆されている。すなわち、インダクタ１の上面および下面は、非磁性樹脂層３０からなる。

[0160] 第４～第５実施形態の中では、好ましくは、第４実施形態が挙げられる。磁性層３が、インダクタ１の下面の一部が磁性層３からなるため、インダクタ１に含まれる磁性層３の割合が多い。そのため、インダクタンスに優れる。

[0161] また、第１～第５実施形態の中では、好ましくは、第１～第３実施形態が挙げられる。これら実施形態では、配線２は、磁性層３を介して連続しているため、配線２の間に多くの磁性層３が存在している。そのため、インダクタンスに優れる。

## 産業上の利用可能性

[0162] 本発明のインダクタは、例えば、電圧変換部材などの受動素子として用いることができる。

## 符号の説明

[0163] １ インダクタ

２ 配線

３ 磁性層

６ 導線

７ 絶縁層

８ 異方性磁性粒子

１３ 配向領域

# 請求の範囲

[請求項1] 配線と、前記配線を被覆する磁性層とを備えるインダクタであって、

前記配線は、導線と、前記導線を被覆する絶縁層とを備え、

前記磁性層は、異方性磁性粒子と、バインダとを含有し、

前記配線の周辺領域において、前記磁性層は、前記異方性磁性粒子が前記配線の周囲に沿って配向する配向領域を備え、

前記周辺領域は、断面視において、前記配線の重心から前記配線の外面までの最長長さおよび最短長さの平均の１．５倍値を、前記配線の前記外面から外側に進んだ領域であり、

前記インダクタの厚み方向一方面および厚み方向他方面は、平坦であることを特徴とする、インダクタ。

[請求項2] 前記配線は、前記厚み方向と直交する直交方向に間隔を隔てて複数配置されており、

前記複数の配線は、前記磁性層を介して連続してい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3] 前記インダクタの厚み方向一方面および厚み方向他方面の少なくとも一方は、前記磁性層からな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] 前記磁性層は、前記インダクタの厚み方向一方面から厚み方向他方面に至るまで連続しており、

前記インダクタの厚み方向一方面および厚み方向他方面の両方が、前記磁性層からなることを特徴とする、請求項３に記載のインダクタ。

[図1]

図1A

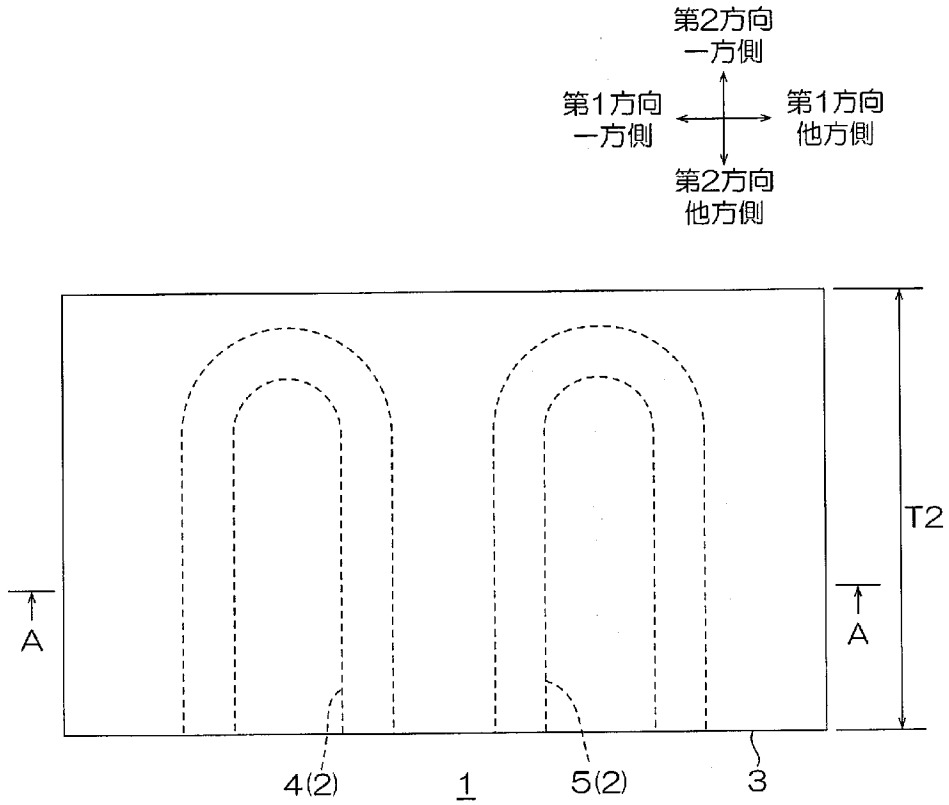
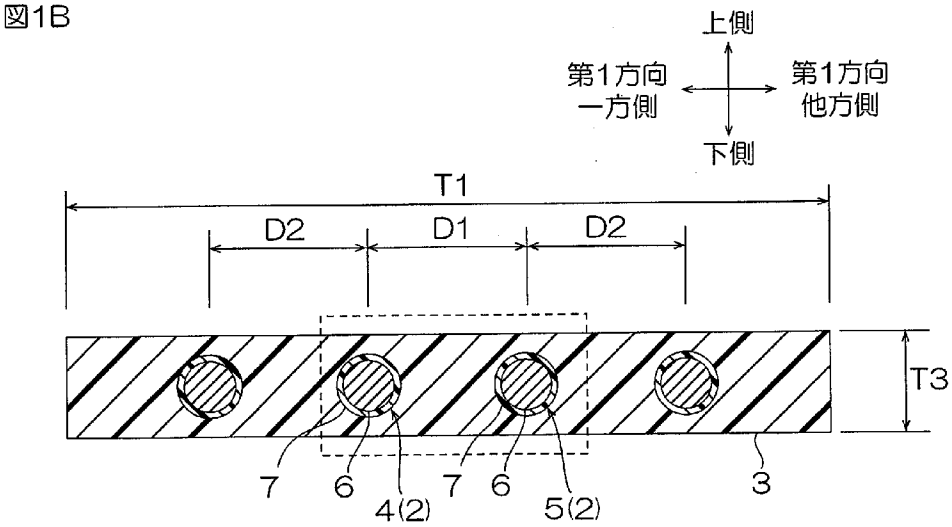

第2方向
一方側
第1方向
一方側
第1方向
他方側
第2方向
他方側
T2
A
A
4(2)
1
5(2)
3

図1B


上側
第1方向
一方側
第1方向
他方側
下側
T1
D2
D1
D2
T3
7
6
4(2)
7
6
5(2)
3
1

[図2]

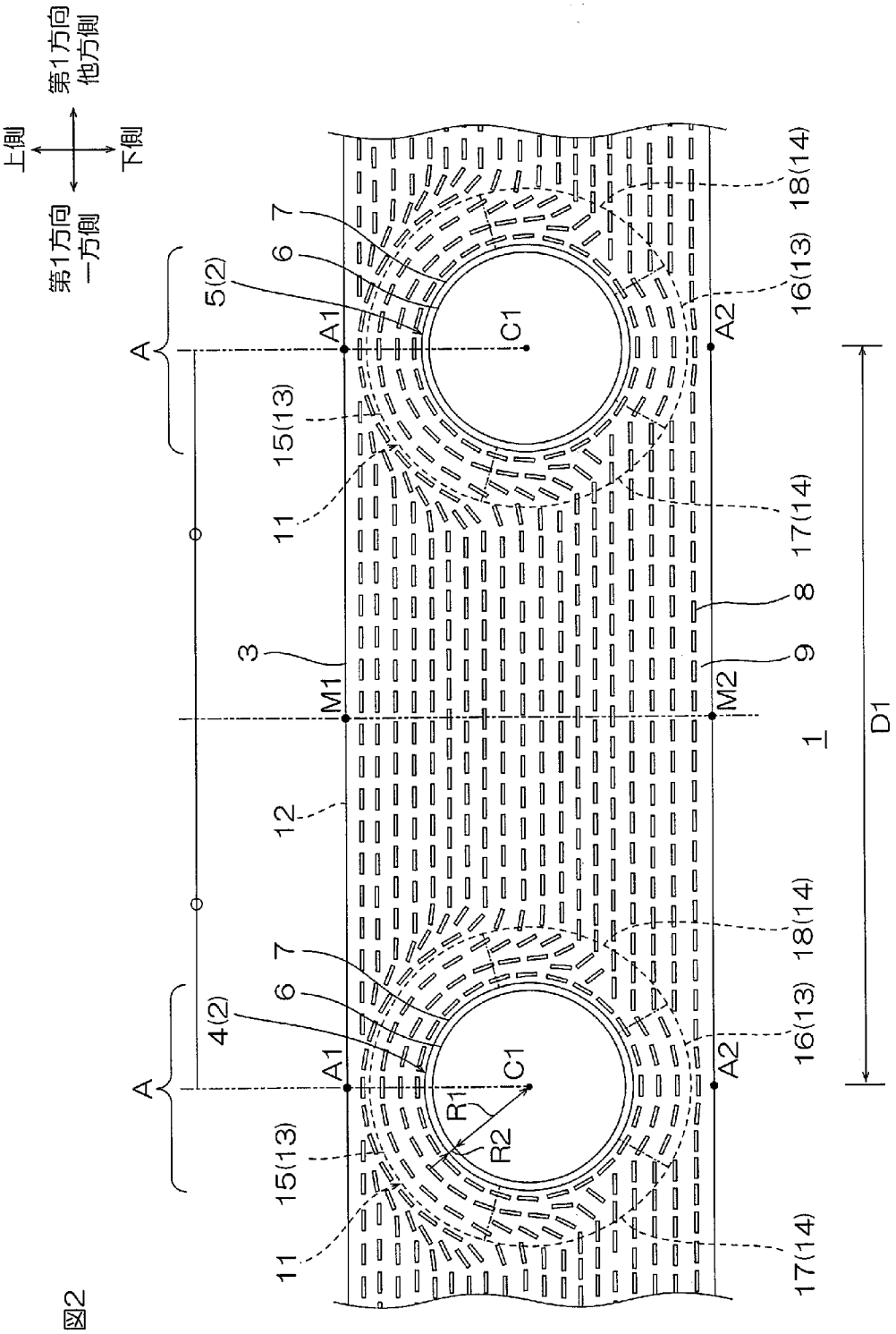

上側
下側
第1方向一方側
第1方向他方側
A
A
5(2)
4(2)
A1
A2
C1
R1
R2
M1
M2
1
3
6
7
8
9
11
12
15(13)
16(13)
17(14)
18(14)
D1

図2

[図3]

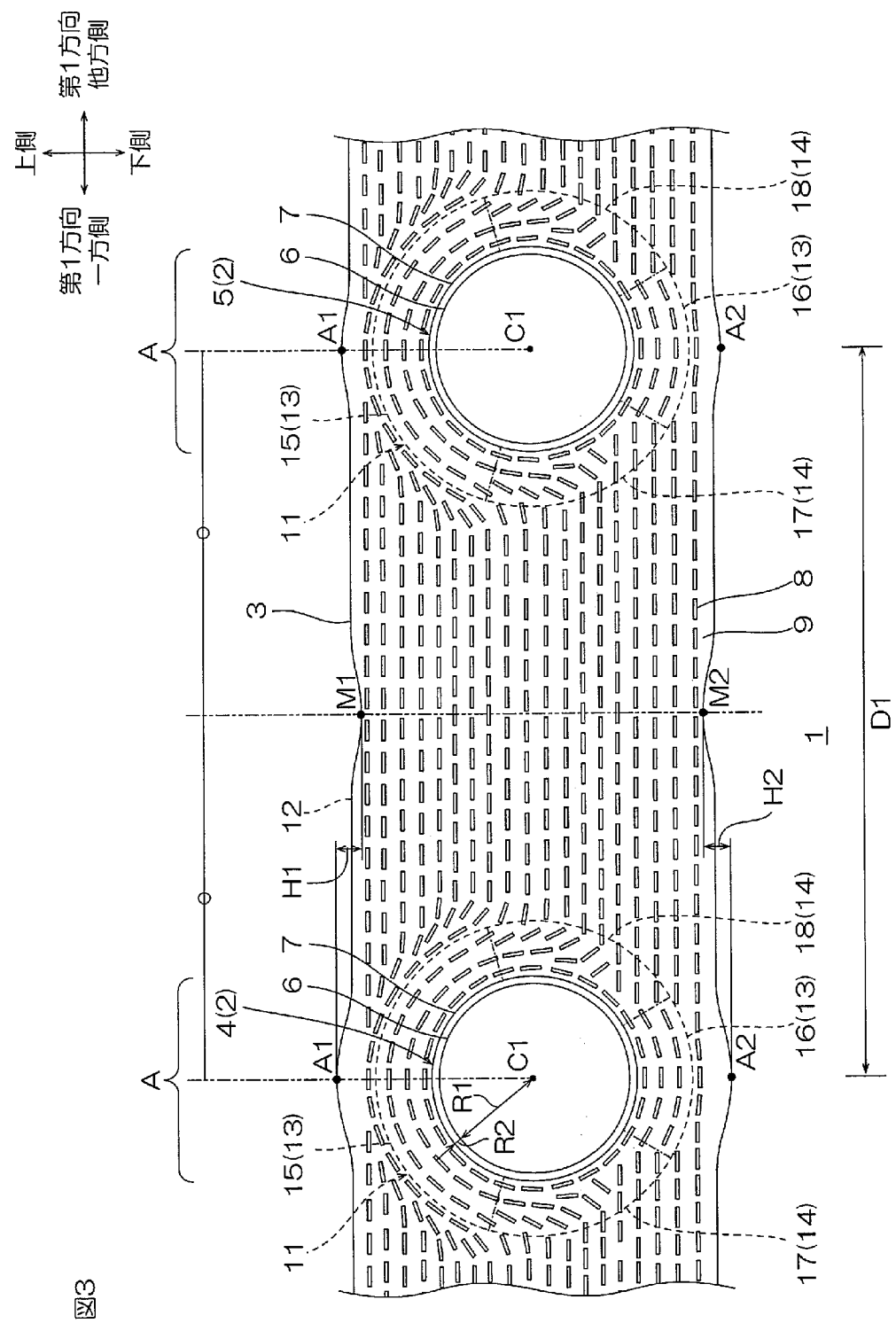

第1方向
他方側
上側
下側
第1方向
一方側
A
A
5(2)
4(2)
6
7
A1
C1
A2
15(13)
11
3
M1
M2
1
D1
12
H1
H2
R1
R2
16(13)
18(14)
17(14)
8
9

図3

[図4]

図4A

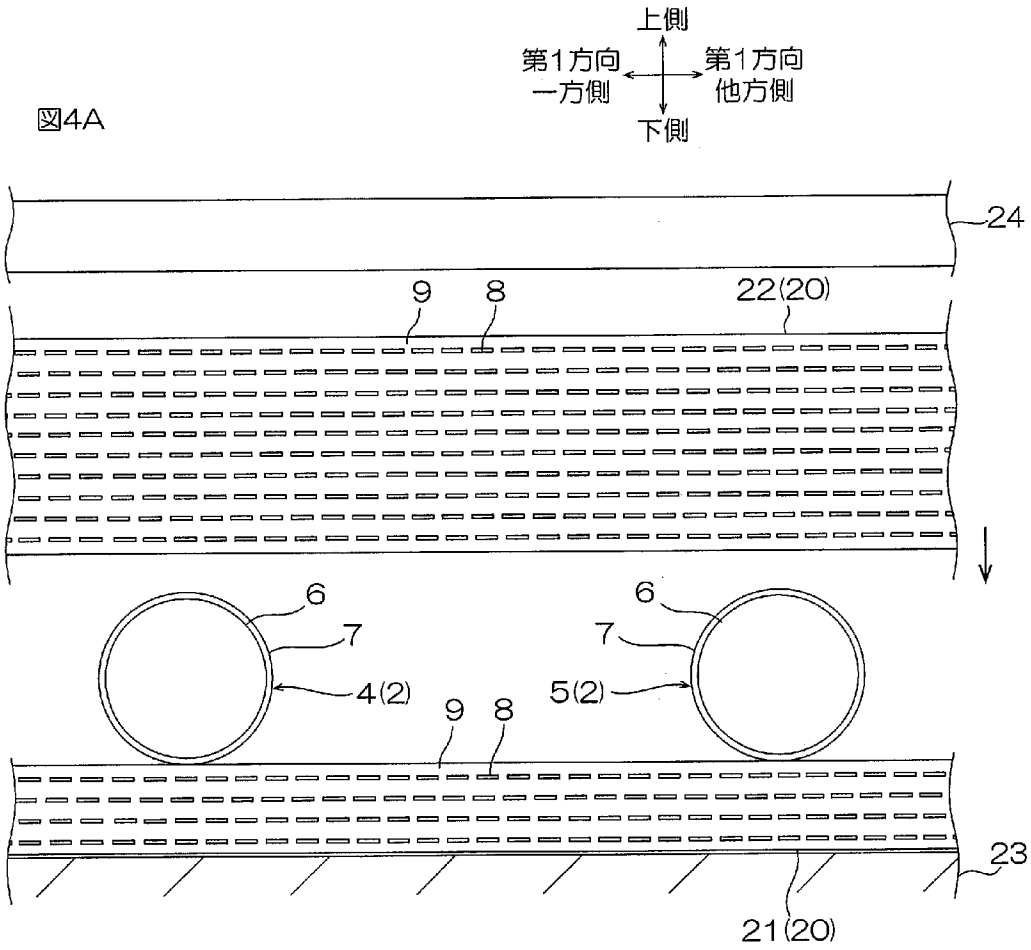
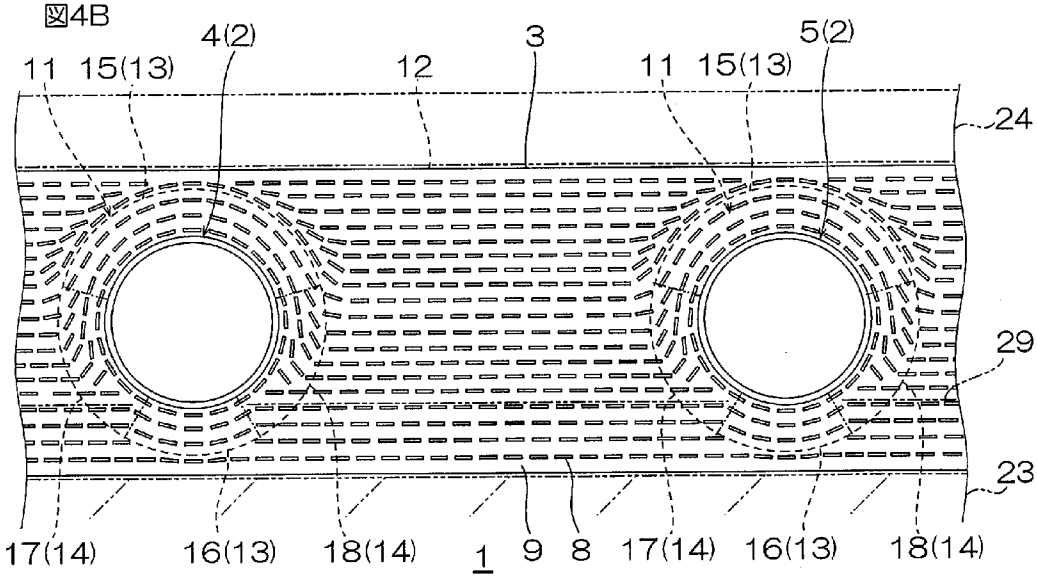

上側
第1方向
一方側
第1方向
他方側
下側
24
9
8
22(20)
6
7
4(2)
6
7
5(2)
9
8
23
21(20)

図4B


11
15(13)
4(2)
12
3
11
15(13)
5(2)
24
29
23
17(14)
16(13)
18(14)
1
9
8
17(14)
16(13)
18(14)

[図5]

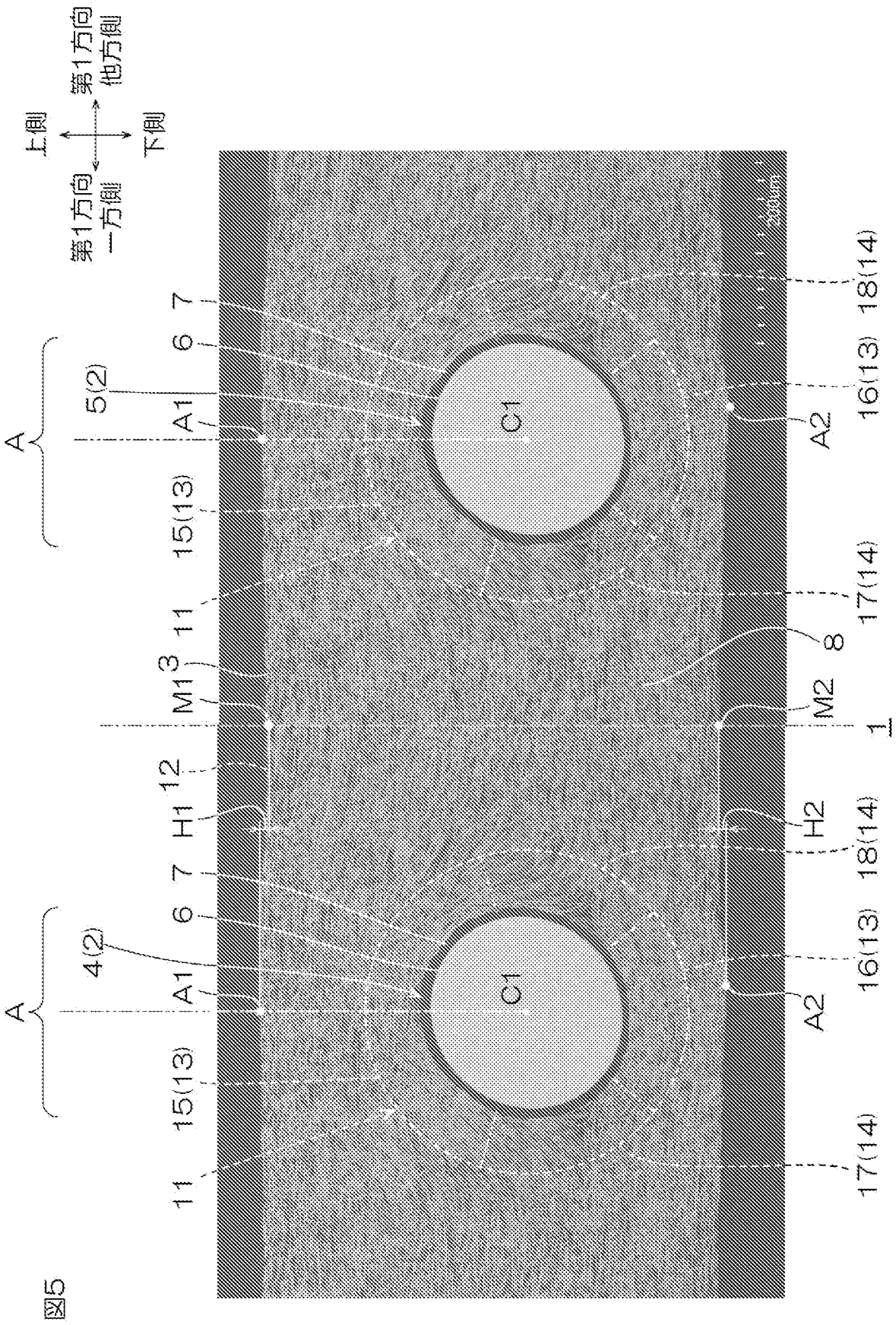
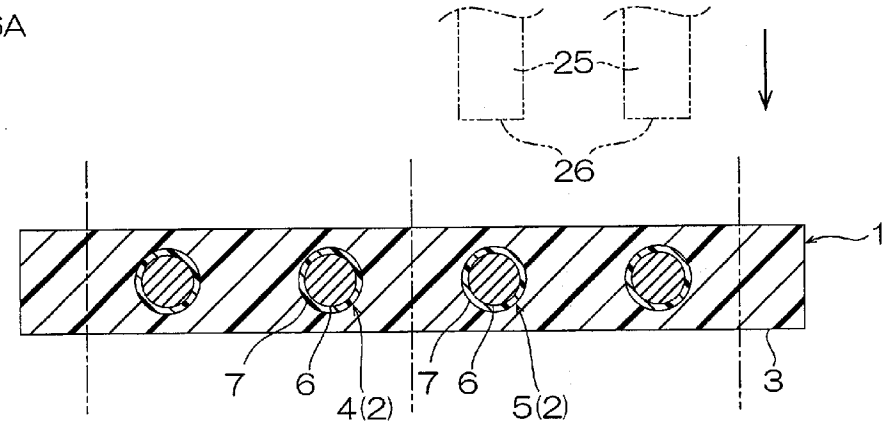

上側
下側
第1方向一方側
第1方向他方側
A
A
4(2)
5(2)
A1
A1
6
7
11
15(13)
M1
3
H1
12
C1
C1
M2
8
H2
A2
A2
16(13)
16(13)
17(14)
17(14)
18(14)
18(14)
1
250μm

図5

[図6]

図6A




1

図6B

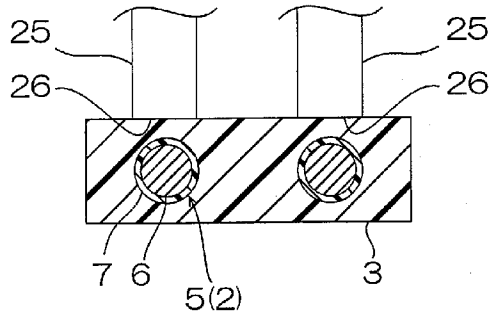
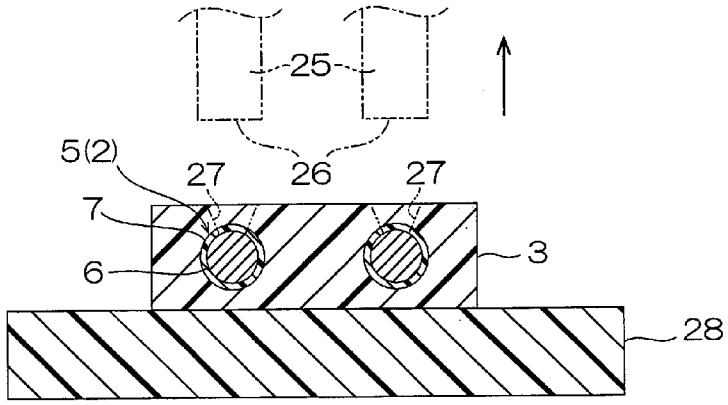
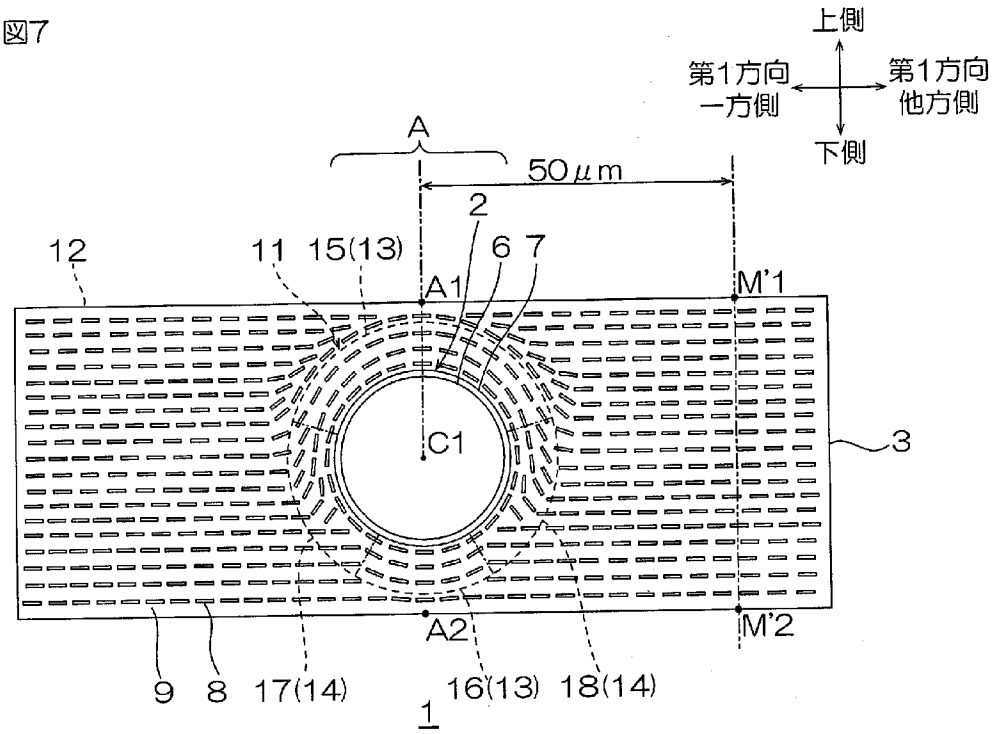



図6C



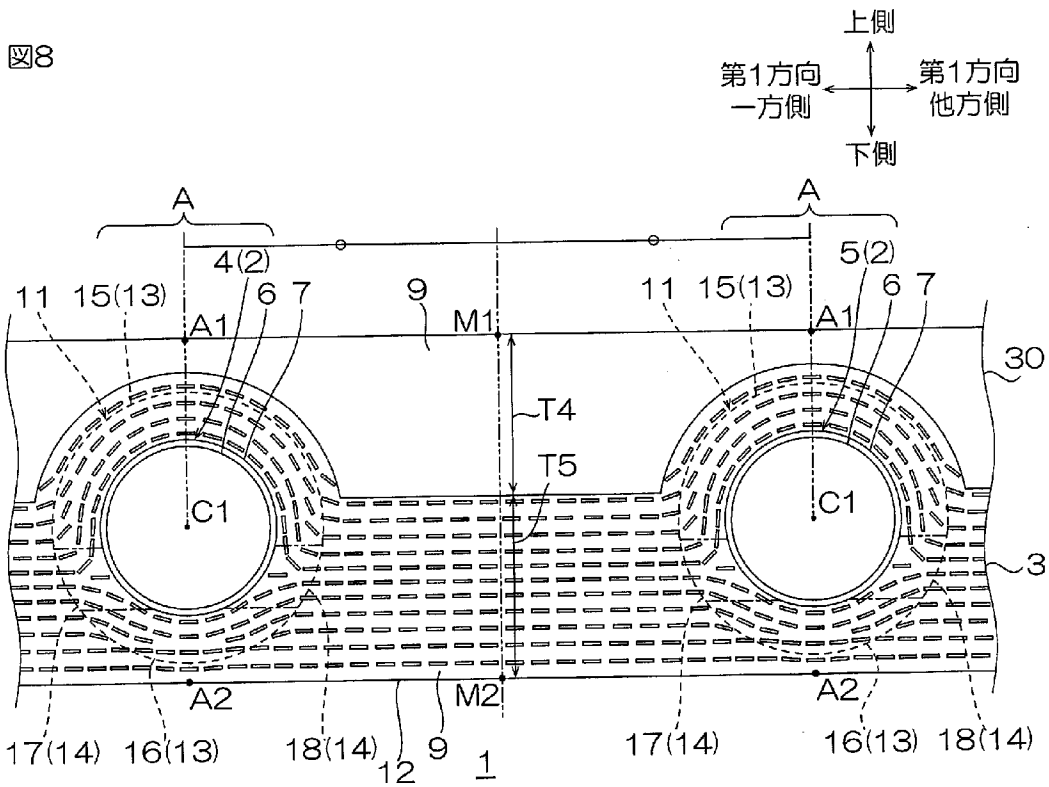
[図7]

図7


上側
第1方向
一方側
第1方向
他方側
下側
A
50μm
2
12
11
15(13)
6
7
A1
M'1
C1
3
A2
M'2
9
8
17(14)
16(13)
18(14)
1

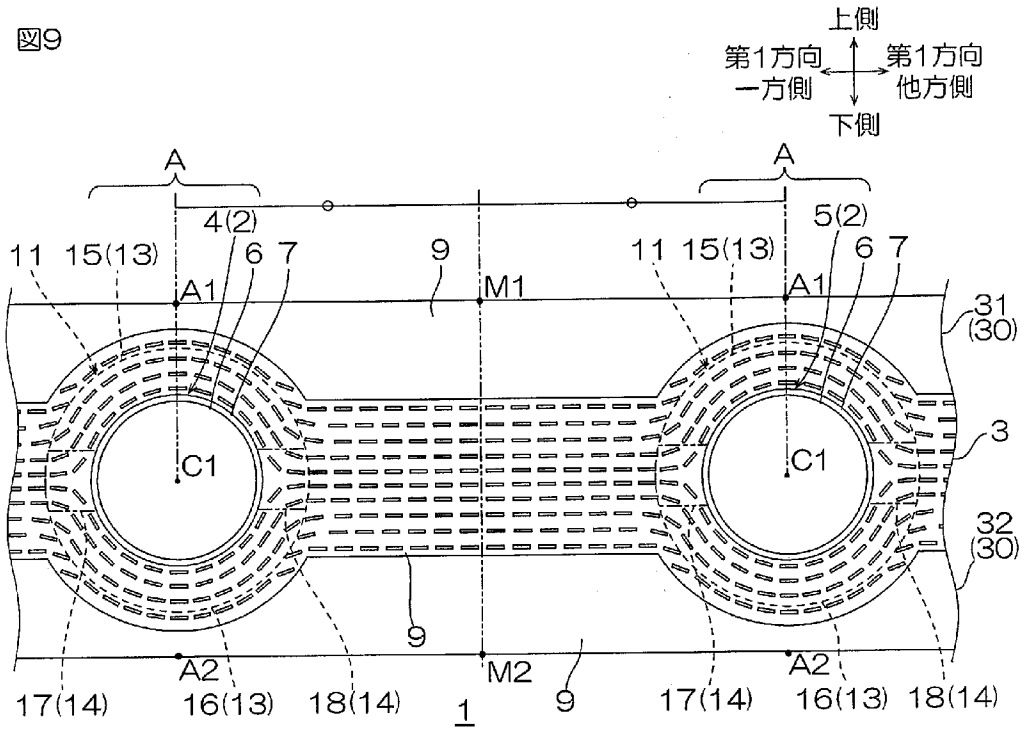
[図8]

図8


上側
第1方向
一方側
第1方向
他方側
下側
A
A
4(2)
5(2)
11
15(13)
6
7
9
M1
A1
A1
30
T4
T5
C1
C1
3
A2
M2
A2
17(14)
16(13)
18(14)
12
9
1
17(14)
16(13)
18(14)

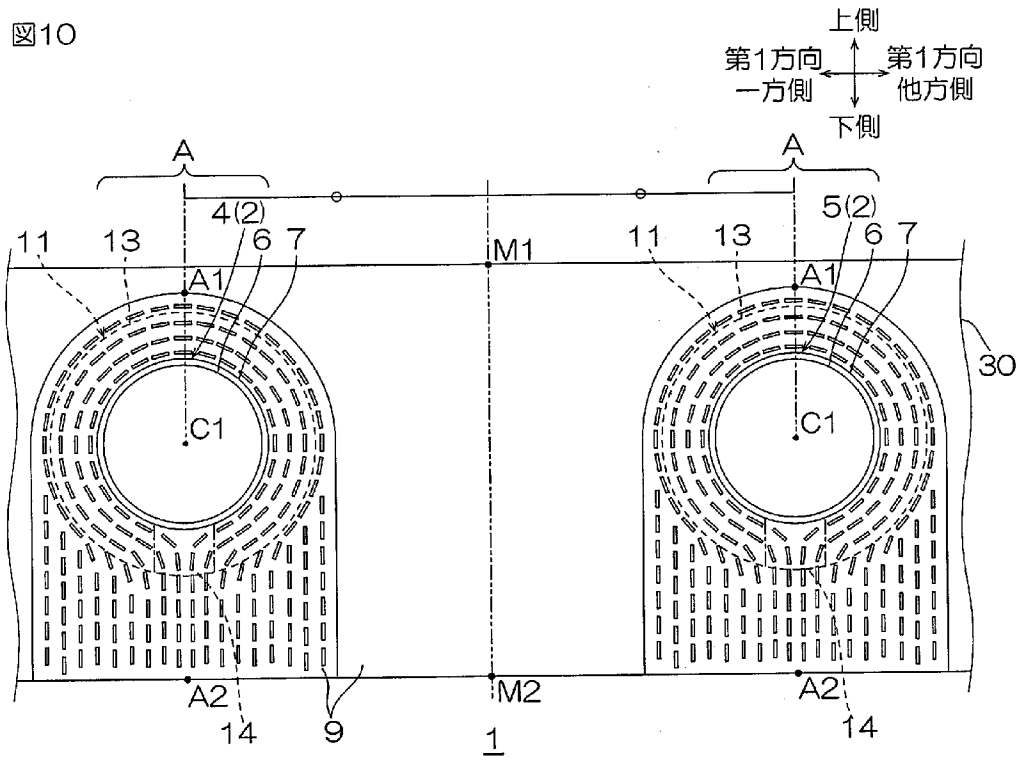
[図9]

図9


上側
第1方向
一方側
第1方向
他方側
下側
A
A
4(2)
5(2)
11
15(13)
6
7
9
M1
11
15(13)
6
7
A1
A1
31
(30)
3
C1
C1
32
(30)
9
A2
M2
A2
17(14)
16(13)
18(14)
1
9
17(14)
16(13)
18(14)

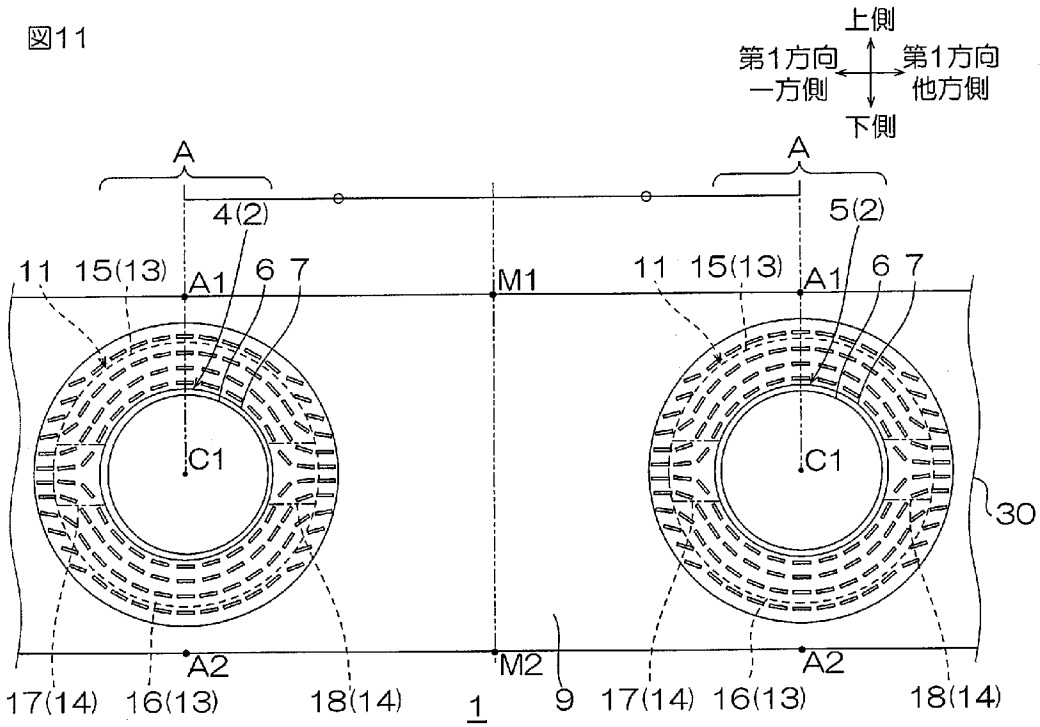
[図10]

図10


上側
第1方向
一方側
第1方向
他方側
下側
A
A
4(2)
5(2)
11
13
6
7
M1
11
13
6
7
A1
A1
30
C1
C1
A2
M2
A2
14
9
1
14

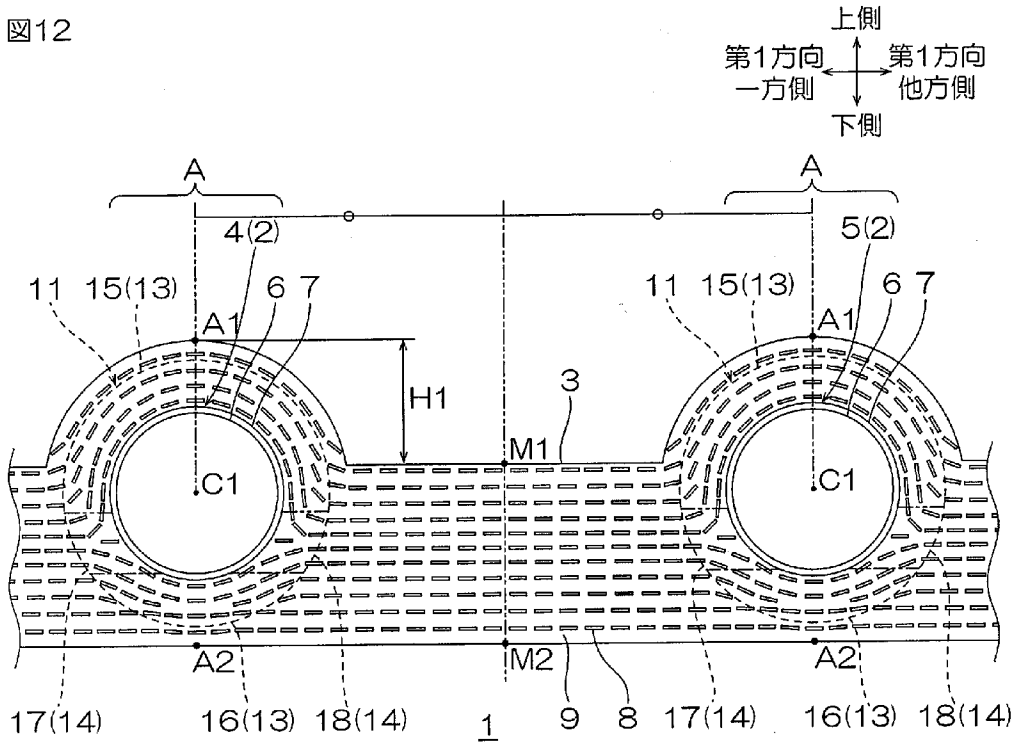
[図11]

図11




[図12]

図12



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/004233

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H01F17/04(2006.01)i, H01F41/02(2006.01)i, H01F1/28(2006.01)i
FI: H01F17/04 F, H01F1/28, H01F41/02 D

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, H01F41/02, H01F1/28

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. |
|---|---|---|
| X | JP 2009-9985 A (SUMIDA CORP.) 15 January 2009, paragraphs [0016], [0029], [0030], [0035], [0039], [0051], [0055], fig. 2, 3, 5 | 1-4 |
| X | JP 2017-37888 A (SHINSHU UNIVERSITY) 16 February 2017, paragraphs [0018], [0019], [0022], [0023], [0041], [0043], [0045], [0046], fig. 3 | 1, 3-4 |

☐ 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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 06.04.2020 | 28.04.2020 |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/004233

| Patent Documents referred to in the Report | Publication Date | Patent Family | Publication Date |
|---|---|---|---|
| JP 2009-9985 A | 15.01.2009 | US 2009/0002117 A1<br>paragraphs [0040], [0060], [0061], [0070], [0080]-[0087], [0096], [0102], fig. 2A-3F, 5C<br>CN 101615490 A<br>TW 200908034 A | |
| JP 2017-37888 A | 16.02.2017 | (Family: none) | |

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/004233

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 41/02(2006.01)i; H01F 1/28(2006.01)i
FI: H01F17/04 F; H01F1/28; H01F41/02 D

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; H01F41/02; H01F1/28

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 | １９７１－２０２０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 |
|---|---|---|
| X | JP 2009-9985 A (スミダコーポレーション株式会社) 15.01.2009 (2009-01-15)<br>段落[0016],[0029]-[0030],[0035],[0039],[0051],[0055],図2-3,5 | 1-4 |
| X | JP 2017-37888 A (国立大学法人信州大学) 16.02.2017 (2017-02-16)<br>段落[0018]-[0019],[0022]-[0023],[0041],[0043],[0045]-[0046],図3 | 1,3-4 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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 |
|---|---|
| 06.04.2020 | 28.04.2020 |

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）
佐久　聖子 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/JP2020/004233

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|---|---|---|---|
| JP 2009-9985 A | 15.01.2009 | US 2009/0002117 A1<br>段落[0040],[0060]-[0061],[0070],[0080]-[0087],[0096],[0102],図2A-3F,図5C<br>CN 101615490 A<br>TW 200908034 A | |
| JP 2017-37888 A | 16.02.2017 | （ファミリーなし） | |