

(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)



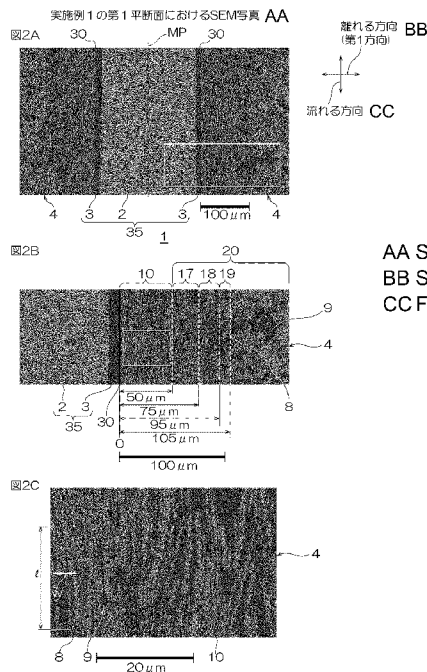
(10) 国際公開番号

WO 2020/183993 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 17/06 (2006.01) *H01F 1/28* (2006.01)
H01F 1/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/004232
- (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 2019-044778 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: 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 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



AA SEM photograph in first planar cross-section of example 1
BB Separation direction (first direction)
CC Flow direction

(57) Abstract: An inductor 1 is provided with a wire 35 and a sheet-shaped magnetic layer 4 in which the wire 35 is embedded. The wire 35 is provided with a conductor 2 and an insulating film 3 positioned on the circumferential surface of the conductor 2. The magnetic layer 4 contains at least 40 vol% of anisotropic magnetic particles 8. When viewed in at least two planar cross-sections among a first planar cross-section 11, a second planar cross-section 12 and a third planar cross-section 13 along the surface direction of the magnetic layer 4, in a first direction that is orthogonal to a flow direction

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))

and a thickness direction, an alignment area in which the anisotropic magnetic particles 8 are aligned in the flow direction is observed in a proximity area 10 within 50 μm to the outside from the outer edge 30 of the insulating film 3, in the first direction. The first planar cross-section 11 passes through a midpoint MP of a line segment L of the conductor 2. The second planar cross-section 12 passes through a first point P1 which is a position where a length $1/4$ L extends to one side in the thickness direction from the midpoint MP. The third planar cross-section 13 passes through a second point P2 which is a position where the length $1/4$ L extends to the other side in the thickness direction from the midpoint MP.

(57) 要約: インダクタ 1 は、配線 3 5 と、シート形状を有し、配線 3 5 を埋設する磁性層 4 とを備える。配線 3 5 は、導線 2 および導線 2 の導線円周面 7 に配置される絶縁膜 3 を備える。磁性層 4 は、異方性磁性粒子 8 を 40 体積%以上含む。磁性層 4 の面方向に沿う下記の第 1 平断面 1 1、第 2 平断面 1 2 および第 3 平断面 1 3 のうち、少なくとも 2 つの平断面のそれぞれで視たときに、流れ方向および厚み方向に直交する第 1 方向において、絶縁膜 3 の第 1 方向外端縁 3 0 から外側に 50 μm 以内の近傍領域 1 0 において、異方性磁性粒子 8 が流れ方向に配向する配向領域が観察される。第 1 平断面 1 1: 導線 2 の線分 L の中点 MP を通過する。第 2 平断面 1 2: 長さ $1/4$ L を中点 MP から厚み方向一方側に進んだ位置にある第 1 点 P 1 を通過する。第 3 平断面 1 3: 長さ $1/4$ L を中点 MP から厚み方向他方側に進んだ位置にある第 2 点 P 2 を通過する。

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] 従来、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、下記特許文献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、インダクタには、高いレベルのインダクタンスが要求される。しかし、特許文献1のインダクタは、上記した要求を満足することができないという不具合がある。

[0006] 本発明は、インダクタンスに優れるインダクタを提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明（1）は、導線、および、前記導線の周面に配置される絶縁膜を備える配線と、前記配線を埋設する磁性層とを備えるインダクタであって、前記磁性層は、異方性磁性粒子を40体積%以上含み、前記磁性層の厚み方向に直交する面方向に沿う第1平断面、第2平断面および第3平断面のうち、少なくとも2つの前記平断面のそれぞれで見たときに、前記流れ方向および厚み方向に直交する第1方向において、前記絶縁膜の外端縁から外側に50 μ m以内の近傍領域において、前記異方性磁性粒子が前記流れ方向に配向す

る配向領域が観察される、インダクタを含む。

[0008] 前記第1平断面：前記導線の前記厚み方向一端縁および他端縁間を結ぶ線分 L の中点を通過する。

[0009] 前記第2平断面：前記線分 L の $1/4$ の長さ（ $1/4 L$ ）を前記中点から前記厚み方向一方側に進んだ位置にある第1点を通過する。

[0010] 前記第3平断面：前記長さ（ $1/4 L$ ）を前記中点から前記厚み方向他方側に進んだ位置にある第2点を通過する。

[0011] このインダクタでは、第1平断面、第2平断面および第3平断面のうち、少なくとも2つの平断面のそれぞれで見たときに、近傍領域において、異方性磁性粒子が流れ方向に配向する配向領域が観察される。そのため、インダクタのインダクタンスに強い影響を及ぼす近傍領域では、流れ方向に沿う磁路が形成される。

[0012] また、磁性層は、異方性磁性粒子を40体積%以上と高い割合で含む。

[0013] 従って、このインダクタは、インダクタンスに優れる。

[0014] 本発明（2）は、前記第1平断面、前記第2平断面および前記第3平断面のそれぞれで前記磁性層を見たときに、前記近傍領域において、前記配向領域が観察される、（1）に記載のインダクタを含む。

[0015] このインダクタ1では、第1平断面、第2平断面および第3平断面の全てにおいて、近傍領域で、配向領域が観察されるので、インダクタは、インダクタンスにより一層優れる。

[0016] 本発明（3）は、前記導線は、前記配線に沿う方向に直交する断面で見たときに、略円形状を有し、前記異方性磁性粒子が、略板状を有し、前記配向領域では、前記異方性磁性粒子の面方向が、前記導線の周方向に沿っている、（1）または（2）に記載のインダクタを含む。

[0017] このインダクタの配向領域では、異方性磁性粒子の面方向が、導線の周方向に配向される。そのため、導線を囲む磁路が形成される。その結果、インダクタンスにより一層優れる。

発明の効果

[0018] 本発明のインダクタは、インダクタンスに優れる。

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具体例である実施例1の縦断面のSEM写真の画像処理図を示す。

[図2]図2A～図2Cは、図1に示すインダクタの第1平断面のSEM写真の画像処理図であり、図2Aが、第1平断面の図、図2Bが、図2Aの拡大図、図2Cが、図2Bの拡大図を示す。

[図3]図3A～図3Cは、図1に示すインダクタの第2平断面のSEM写真の画像処理図であり、図3Aが、第2平断面の図、図3Bが、図3Aの拡大図、図3Cが、図3Bの拡大図を示す。

[図4]図4A～図4Cは、図1に示すインダクタの第3平断面のSEM写真の画像処理図であり、図4Aが、第3平断面の図、図4Bが、図4Aの拡大図、図4Cが、図4Bの拡大図を示す。

[図5]図5A～図5Cは、図1に示すインダクタの製造を説明する工程図であり、図5Aが、第1磁性シートおよび配線を準備する工程、図5Bが、第1磁性シートで配線を埋設する工程、および、第2磁性シートおよび第3磁性シートを準備する工程、図5Cが、第2磁性シートおよび第3磁性シートで配線および第1磁性シートを挟み込む工程を示す。

[図6]図6は、図1に示すインダクタの変形例の具体例である実施例2の縦断面のSEM写真の画像処理図を示す。

[図7]図7は、本発明のインダクタの変形例の具体例である実施例3の縦断面のSEM写真の画像処理図を示す。

[図8]図8A～図8Cは、図7に示すインダクタの第1平断面～第3平断面のSEM写真の画像処理図であり、図2Aが、第1平断面の図、図2Bが、第2平断面の図、図2Cが、第3平断面の図を示す。

[図9]図9A～図9Bは、比較例1の縦断面～第1平断面のSEM写真の画像処理図であり、図9Aが、縦断面の図、図9Bが、第1平断面の図を示す。

[図10]図10は、比較例3の第1平断面のSEM写真の画像処理図を示す。

発明を実施するための形態

- [0020] 本発明のインダクタの一実施形態を、図1A～図4Cで示すSEM写真に基づいて、説明する。
- [0021] 図1に示すように、インダクタ1は、厚み方向に直交する面方向（図2A～図4Cにおける紙面に沿う方向）に延びる形状を有する。インダクタ1は、厚み方向に対向する一方向5および他方向6を有する。一方向5および他方向6は、互いに実質的に平行し、それぞれ、略平坦形状を有する。
- [0022] インダクタ1は、配線35と、磁性層4とを備える。
- [0023] 配線35は、配線35に沿う方向に直交する縦断面16で見たときに、インダクタ1において面方向に互いに間隔を隔てて複数設けられている。なお、以下の説明は、一の配線35について説明するが、他の配線35についても同様である。
- [0024] 配線35は、図2Aに示すように、インダクタ1の面方向に含まれる一方向に沿って延びる形状を有する。また、図1に示すように、配線35は、縦断面16で見たときに、略円形状を有する。
- [0025] なお、「縦断面16で見たとき」とは、縦断面16に沿う切断面を作製し、これをSEM観察したときを含む。後述する縦断面16、第1平断面11、第2平断面12および第3平断面13で見たときも、上記と同様である。
- [0026] 配線35は、導線2および絶縁膜3を備える。
- [0027] 導線2は、上記した一方向に沿って延びる形状を有する。また、図1に示すように、導線2は、流れ方向（沿う方向）に直交する方向に沿う縦断面16で見たときに、略円形状を有する。これにより、導線2は、縦断面16で見たときに、導線円周面7を有する。
- [0028] 導線2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2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。
- [0029] 導線2の半径は、例えば、 $25\mu\text{m}$ 以上、好ましくは、 $50\mu\text{m}$ 以上であ

り、また、例えば、 $2000\mu\text{m}$ 以下、好ましくは、 $200\mu\text{m}$ 以下である。

[0030] 絶縁膜3は、導線2を薬品や水から保護し、また、導線2と磁性層4との短絡を防止する。絶縁膜3は、縦断面16で視たときに、導線2の周面に配置されている。具体的には、絶縁膜3は、縦断面16で視たときに、導線2の導線円周面7（外周面）全面を被覆する。また、絶縁膜3は、導線2と中心軸線（中心）を共有する断面視略円環形状を有する。これにより、絶縁膜3は、縦断面16で視たときに、絶縁円周面25を有する。

[0031] 絶縁膜3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。

[0032] 絶縁膜3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。

[0033] 絶縁膜3の厚みは、円周方向のいずれの位置においても導線2の径方向において略均一であり、例えば、 $1\mu\text{m}$ 以上、好ましくは、 $3\mu\text{m}$ 以上であり、また、例えば、 $100\mu\text{m}$ 以下、好ましくは、 $50\mu\text{m}$ 以下である。

[0034] 絶縁膜3の厚みに対する、導線2の半径の比は、例えば、1以上、好ましくは、10以上であり、例えば、500以下、好ましくは、100以下である。

[0035] 配線35の半径は、例えば、 $25\mu\text{m}$ 以上、好ましくは、 $50\mu\text{m}$ 以上であり、また、例えば、 $2000\mu\text{m}$ 以下、好ましくは、 $200\mu\text{m}$ 以下である。

[0036] 磁性層4は、インダクタ1のインダクタンスを向上させる。磁性層4は、配線35を埋設している。磁性層4は、縦断面16で視たときに、絶縁膜3の周面に配置されている。
具体的には、磁性層4は、絶縁膜3の絶縁円周面25（外周面）全面を被覆する。

[0037] また、磁性層 4 は、インダクタ 1 の外形を形成する。具体的には、磁性層 4 は、シート形状を有し、面方向に延びる矩形状を有する。より具体的には、磁性層 4 は、厚み方向に対向する一方面および他方面を有しており、磁性層 4 の一方面および他方面のそれぞれが、インダクタ 1 の一方面 5 および他方面 6 のそれぞれを形成する。

[0038] 磁性層 4 は、異方性磁性粒子 8 を含有する。具体的には、磁性層 4 の材料は、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である。好ましくは、磁性層 4 は、熱硬化性樹脂組成物（異方性磁性粒子 8 および後述する熱硬化性成分を含む組成物）の硬化体である。

[0039] 異方性磁性粒子 8 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、インダクタンスの観点から、軟磁性体が挙げられる。

[0040] 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を含む単一金属体、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。

[0041] 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。

[0042] 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。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 異方性磁性粒子8の形状としては、異方性（あるいは配向性）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4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、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上、好ましくは、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上であり、また、例えば、 $200\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは、 $150\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0052] なお、扁平状の異方性磁性粒子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、異方性磁性粒子8の平均粒子径（平均長さ）（後述）を異方性磁性粒子8の平均厚さで除したアスペクト比として算出される。

[0053] 異方性磁性粒子8の平均粒子径（平均長さ）は、例えば、 $3.5\ \mu\text{m}$ 以上、好ましくは、 $10\ \mu\text{m}$ 以上であり、また、例えば、 $200\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは、 $150\ \mu\text{m}$ 以下である。異方性磁性粒子8が扁平状であれば、その平均厚みが、例えば、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上、好ましくは、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上であり、また、例えば、 $3.0\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは、 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0054] 異方性磁性粒子8の磁性層4における割合は、40体積%以上、好ましくは、45体積%以上、より好ましくは、50体積%以上、さらに好ましくは、55体積%以上、とりわけ好ましくは、60体積%以上である。異方性磁性粒子8の磁性層4における割合が上記下限に満たなければ、インダクタ1が優れたインダクタンスを得ることができない。

[0055] また、異方性磁性粒子8の磁性層4における割合は、例えば、95体積%以下、好ましくは、90体積%以下である。異方性磁性粒子8の割合が上記した上限以下であれば、インダクタ1は優れた機械強度を有する。

[0056] バインダ9は、磁性層3内において異方性磁性粒子8を分散するマトリクスである。また、バインダ9は、磁性層3において所定方向に分散する。

[0057] 具体的には、バインダ9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。好ましくは、バイнда9は、熱硬化性成分の硬化物を含有する。バイнда9の磁性組成物における割合は、異方性磁性粒子8の残部である。

[0058] また、縦断面16で磁性層4を視たときに、絶縁膜3の絶縁円周面25を被覆する異方性磁性粒子8は、例えば、導線2の周方向に沿って配向されている。さらに、異方性磁性粒子8が扁平状であれば、縦断面16で磁性層4を視たときに、絶縁円周面25を被覆する異方性磁性粒子8は、周方向に配向する。

[0059] 図2A～図2Cに示す第1平断面11、図3A～図3Bに示す第2平断面12、および、図4A～図4Bに示す第3平断面13の3つの平断面のそれぞれで視たときに、磁性層4では、近傍領域10および外側領域20が観察される。つまり、第1平断面11、第2平断面12および第3平断面13では、磁性層4は、近傍領域10および外側領域20を有する。

[0060] 第1平断面11、第2平断面12および第3平断面13は、以下の通りに定義される。

[0061] 図1に示すように、第1平断面11は、導線2の厚み方向一端縁36および他端縁37間を結ぶ線分Lの中点MPを通過する中央平断面である。第1平断面11は、インダクタ1の面方向に沿う。具体的には、第1平断面11は、インダクタ1の厚み方向における少なくとも他方面6に実質的に平行する。

[0062] 第2平断面12は、線分Lの $1/4$ の長さ（ $1/4 L$ ）を中点MPから厚み方向一方側に進んだ位置にある第1点P1を通過する一方平断面である。第2平断面12は、インダクタ1の面方向に沿う。具体的には、第2平断面12は、第1平断面11に平行する。

- [0063] 第3平断面13は、長さ $(1/4L)$ を中点MPから厚み方向他方側に進んだ位置にある第2点P2を通過する他方平断面である。第3平断面33は、インダクタ1の面方向に沿う。具体的には、第3平断面33は、第1平断面11に平行する。
- [0064] 図2B、図3Bおよび図4Bに示すように、近傍領域10および外側領域20は、その順で、流れ方向および厚み方向に直交する第1方向（図2A～図4Cの左右方向に相当）において、絶縁膜3の外端縁30から、第1方向外側に向かって順に配置されており、近傍領域10および外側領域20間には、隙間がなく、互いに連続している。
- [0065] 近傍領域10は、第1方向において、絶縁膜3の第1方向外端縁30から、外側に $50\mu\text{m}$ 以内の領域であって、流れ方向に沿う帯状領域である。また、近傍領域10は、次に説明する外側領域20に比べて、インダクタ1のインダクタンスに強い影響を及ぼす部分である。
- [0066] 外側領域20は、第1外側領域17、第2外側領域18および第3外側領域19を有する。第1外側領域17、第2外側領域18および第3外側領域19は、その順で第1方向外側に向かって並列配置されている。
- [0067] 第1外側領域17は、近傍領域10の第1方向外側に隣接する。具体的には、第1外側領域17は、第1方向において、絶縁膜3の第1方向外端縁30から、外側に $50\mu\text{m}$ 超過 $75\mu\text{m}$ 以内の領域であって、流れ方向に沿う帯状領域である。つまり、第1外側領域17は、近傍領域10の第1方向外端縁から $25\mu\text{m}$ 以内の領域である。
- [0068] 第2外側領域18は、第1外側領域17の第1方向外側に隣接する。具体的には、第2外側領域18は、第1方向において、絶縁膜3の第1方向外端縁30から、外側に $75\mu\text{m}$ 超過 $95\mu\text{m}$ 以下の領域であって、流れ方向に沿う帯状領域である。つまり、第2外側領域18は、第1外側領域17の第1方向外端縁から $20\mu\text{m}$ 以内の領域である。
- [0069] 第3外側領域19は、第2外側領域18の第1方向外側に隣接する。具体的には、第3外側領域19は、第1方向において、絶縁膜3の第1方向外端

縁30から、外側に95 μm 超過105 μm 以下の領域であって、流れ方向に沿う帯状領域である。つまり、第3外側領域19は、第2外側領域18の第1方向外端縁から10 μm 以内の領域である。

[0070] 図2A～図4Cに示すように、第1平断面11、第2平断面12および第3平断面13のいずれで視たときでも、少なくとも近傍領域10では、異方性磁性粒子8が電氣の流れ方向に沿う略直線形状に配向される配向領域が観察される。

[0071] 上記平断面で視たときに、異方性磁性粒子8の直線方向と、電氣の流れ方向とのなす角度が15度以下である場合を「異方性磁性粒子8が流れ方向に配向する」と定義する一方、上記した角度が15度超過である場合を、「異方性磁性粒子8が流れ方向に配向していない」と定義される。

[0072] 配向領域は、流れ方向に配向する異方性磁性粒子8の数の、流れ方向に配向する異方性磁性粒子8の数、および、流れ方向に配向しない異方性磁性粒子8の数の合計に対する割合が、50%超過、好ましくは、60%以上、より好ましくは、70%以上、さらに好ましくは、75%以上、とりわけ好ましくは、80%以上である領域である。

[0073] 好ましくは、第1平断面11、第2平断面12および第3平断面13のいずれで視たときでも、配向領域が、近傍領域10および第1外側領域17において観察される。

[0074] より好ましくは、第1平断面11、第2平断面12および第3平断面13のうち、1つの平断面（第1平断面11、または、第2平断面12）で、さらには、2つの平断面（例えば、第1平断面11および第2平断面12）で視たときに、配向領域が、近傍領域10、第1外側領域17および第2外側領域18において観察される。

[0075] とりわけ好ましくは、第1平断面11、第2平断面12および第3平断面13のうち、1つの平断面（具体的には、第1平断面11）で視たときに、配向領域が、近傍領域10、第1外側領域17、第2外側領域18および第3外側領域19において観察される。

[0076] また、好ましくは、表2の実施例1欄が参照されるように、図2Bに示すように、第1平断面11で視たときに、配向領域は、近傍領域10、第1外側領域17、第2外側領域18および第3外側領域19において、観察される。また、図3Bに示すように、第2平断面12で視たときに、配向領域は、近傍領域10、第1外側領域17および第2外側領域18で観察される一方、第3外側領域19で観察されない。さらに、図4Bに示すように、第3平断面13で視たときに、配向領域は、近傍領域10および第1外側領域17で観察される一方、第2外側領域18および第3外側領域19で観察されない。つまり、好ましくは、図2B、図3Bおよび図4Bに示すように、配向領域は、近傍領域10および外側領域20の両方において、観察される。

[0077] なお、上記した第1平断面11、第2平断面12および第3平断面13において観察される配向領域では、異方性磁性粒子8が流れ方向に沿って配向されるとともに、縦断面16を参照して、導線2の周方向に沿って配向されることが観察される。異方性磁性粒子8自体のアスペクト比が100であれば、第1平断面11で観察されるアスペクト比、具体的には、上記した断面視における異方性磁性粒子8の縦横比（縦方向長さ l ／横方向長さ w ）（図2C、図3C、および、図4C参照）が、例えば、50以上、好ましくは、75以上であれば、異方性磁性粒子8が、流れ方向および導線2の周方向に沿って配向されると定義できる。

[0078] 異方性磁性粒子8が流れ方向および周方向の両方に配向されていれば、磁性層4において、導線2を囲み、かつ、電気の流れに沿う磁路が形成され、これによって、インダクタ1のインダクタンスを向上させることができる。

[0079] また、第1平断面11、第2平断面12および第3平断面13で視たときに、外側領域20において、第3外側領域19より外側部分においても、配向領域が観察されていてもよく、あるいは、観察されなくてもよい。

[0080] なお、図1に示すように、縦断面16で視たときに、配向方向が異なる2種類の異方性磁性粒子8により交差部（頂部）50が形成されている。この一実施形態では、交差部50は、第3平断面13より厚み方向他方側に位置

する。なお、交差部50は、導線2の他端縁37を通過し、第3平断面13に平行する第5断面（図示せず）の厚み方向一方側に位置する。つまり、交差部50は、第3断面13および第5断面（図示せず）の間に位置する。

[0081] 磁性層4の厚みは、導線2の半径の、例えば、2倍以上、好ましくは、3倍以上であり、また、例えば、20倍以下である。具体的には、磁性層4の厚みは、例えば、100 μ m以上、好ましくは、200 μ m以上であり、また、例えば、2000 μ m以下、好ましくは、1000 μ m以下である。なお、磁性層4の厚みは、磁性層4の一方面5および他方面6間の距離である。

[0082] インダクタ1の厚みは、上記した磁性層4の厚みと同様である。

[0083] このインダクタ1を得るには、例えば、図5Aに示すように、まず、配線35を準備するとともに、磁性シート24を準備し、図5Bに示すように、続いて、磁性シート24により配線35をまとめて埋設して、磁性層4を形成する。

[0084] 磁性シート24は、1つのシートでもよく、また、複数のシートを含むことができる。具体的には、磁性シート24は、少なくとも、第1磁性シート21（図5A）を含み、好ましくは、第1磁性シート21、第2磁性シート22（図5B）および第3磁性シート23（図5B）を別体で含む。

[0085] 第1磁性シート21、第2磁性シート22および第3磁性シート23のそれぞれの材料は、上記した異方性磁性粒子8およびバインダ9を含んでおり、面方向に延びるシート形状を有する。第1磁性シート21、第2磁性シート22および第3磁性シート23のそれぞれの、好ましくは、Bステージシートとして準備する。第1磁性シート21、第2磁性シート22および第3磁性シート23のそれぞれの、単層であってもよく、また、多層（具体的には、内側シート、および、内側シートに対して導線2の反対側に位置する外側シートなど）で構成されていてもよい。第1磁性シート21、第2磁性シート22および第3磁性シート23としては、例えば、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

フィルムなどが挙げられる。

[0086] 図5 Aの矢印および図5 Bに示すように、例えば、まず、実線で示す第1磁性シート21によって、配線35を埋設する（好ましくは、配線35に対して熱プレスする）。これによって、第1磁性シート21に交差部50が形成される。

[0087] 図5 Bの矢印および図5 Cに示すように、その後、必要により、第2磁性シート22および第3磁性シート23のそれぞれを、配線35および第1磁性シート21を厚み方向に挟むようにして、第1磁性シート21の厚み方向一方向および他方向のそれぞれに配置する（好ましくは、熱プレスする）。これにより、一方向5および他方向6を有する磁性層4が形成される。

[0088] その後、磁性層4がBステージであれば、これをCステージ化する。

[0089] なお、図5 Cでは、第1磁性シート21および第2磁性シート22の境界と、第1磁性シート21および第3磁性シート23の境界を示しているが、図1のSEM写真から分かるように、それらが不明瞭であってもよい。

[0090] そして、このインダクタ1では、第1平断面11、第2平断面12および第3平断面13のうち、少なくとも2つの平断面のそれぞれで見たときに、インダクタ1のインダクタンスに強い影響を及ぼす近傍領域10において、異方性磁性粒子8が流れ方向に配向する配向領域が観察される。そのため、近傍領域10では、流れ方向に沿う磁路が形成される。

[0091] また、導線2は、縦断面で見たときに、導線円周面7を有するので、かかる導線円周面7に対向する磁性層4では、異方性磁性粒子8が、流れ方向により配向し易い。

[0092] さらに、磁性層4は、異方性磁性粒子8を40体積%以上含む。

[0093] 従って、このインダクタ1は、インダクタンスに優れる。

[0094] とりわけ、この一実施形態のインダクタ1では、第1平断面11、第2平断面12および第3平断面13の3つのそれぞれで磁性層4を見たときに、近傍領域10において、配向領域が観察されるので、インダクタ1は、インダクタンスにより一層優れる。

[0095] さらに、このインダクタ 1 の配向領域では、異方性磁性粒子 8 の面方向が、導線 2 の周方向に配向される。そのため、導線 2 を囲む磁路が形成される。その結果、インダクタンスにより一層優れる。

[0096] <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。

[0097] 一実施形態では、図 2 B、図 3 B および図 4 B に示すように、配向領域は、第 1 平断面 1 1、第 2 平断面 1 2 および第 3 平断面 1 3 のいずれの近傍領域 1 0 においても、観察される。

[0098] しかし、配向領域が観察される断面は、上記の 3 つのうちの全て（3 つ）に限定されず、2 つであってもよい。例えば、第 1 平断面 1 1、第 2 平断面 1 2 および第 3 平断面 1 3 として描画しないが、表 1 の実施例 2 欄が参照されるように、第 2 平断面 1 2 および第 3 平断面 1 3 で視たときに、配向領域が、近傍領域 1 0（さらには、第 1 外側領域 1 7 および第 2 外側領域 1 8）で観察される一方、第 1 平断面 1 1 で視たときに、配向領域が近傍領域 1 0 で観察されない。なお、上記の変形例では、図 6 に示すように、交差部 5 0 は、例えば、第 1 平断面 1 1 上に位置する。

[0099] また、図示しないが、上記した変形例では、第 2 平断面 1 2 および第 3 平断面 1 3 において、配向領域が近傍領域 1 0 に観察される。しかし、3 つの平断面のうちの 2 つとして、上記した第 2 平断面 1 2 および第 3 平断面 1 3 に限定されず、第 1 平断面 1 1 および第 2 平断面 1 2（後述する図 7～図 8 C 参照）、あるいは、第 1 平断面 1 1 および第 3 平断面 1 3 のいずれであってもよい。

[0100] なお、第 1 平断面 1 1 および第 2 平断面 1 2 で視たときに、配向領域が近傍領域 1 0 に観察される場合には、第 3 平断面 1 3 で視たときに、配向領域が近傍領域 1 0 に観察されない。また、第 1 平断面 1 1 および第 3 平断面 1

3で視たときに、配向領域が近傍領域10に観察される場合には、第2平断面12で視たときに、配向領域が近傍領域10に観察されない。

[0101] 好ましくは、図1～図4Cに示す一実施形態のように、第1平断面11、第2平断面12および第3平断面13のそれぞれで視たときに、近傍領域10で、配向領域が観察される。図1～図4Cに示す一実施形態のインダクタ1は、図6～図7Cに示す変形例インダクタ1より、インダクタンスにより一層優れる。

[0102] また、一実施形態では、図1に示すように、配線35および導線2は、縦断面16で視たときに、略円形状であるが、例えば、図7に示すように、略矩形状であってもよい。

[0103] このインダクタ1は、導線の一例としての導体パターン38と、絶縁膜3と、磁性層4とを備える。なお、このインダクタ1は、3つの平断面のうちの2つの平断面である第1平断面11および第2平断面12において、配向領域が近傍領域10で観察される変形例である。

[0104] 導体パターン38は、縦断面16で視たときに、厚み方向に対向する一方39および他方面40と、一方面39および他方面40の第1方向両端縁を連結する2つの連結面41とを一体的に備える。

[0105] 一方面39および他方面40のそれぞれは、平坦面であり、互いに平行する。

[0106] さらに、図7に示す変形例において、絶縁膜3が、導線2の外周面全面を被覆してもよい。

[0107] また、導体パターン38は、一方面39と、連結面41とが成す2つの隅部42を有し、2つの隅部42のそれぞれは、湾曲部（湾曲面）を構成する。隅部42の湾曲面の曲率半径は、例えば、5 μ m以上、また、30 μ m以下である。

[0108] 導体パターン38の厚みは、一方面39および他方面40間の距離である。導体パターン38の幅は、2つの連結面41間の平均距離であって、例えば、20 μ m以上、1000 μ m以下である。

- [0109] 絶縁膜 3 は、導体パターン 3 8 の一方面 3 9、他方面 4 0 および連結面 4 1 に配置されている。
- [0110] 磁性層 4 は、第 1 磁性層 4 5 および第 2 磁性層 4 6 を有する。
- [0111] 第 1 磁性層 4 5 は、面方向に延びる略板形状を有する。第 1 磁性層 4 5 の材料は、上記した磁性組成物である。なお、第 1 磁性層 4 5 において、異方性磁性粒子 8 は、流れ方向および面方向に配向している。
- [0112] 第 2 磁性層 4 6 は、面方向に延びるシート形状を有する。第 2 磁性層 4 6 の厚み方向一方面は、厚み方向一方側に向かって露出しており、第 2 磁性層 4 6 の他方面は、導体パターン 3 8 の一方面 3 9 および連結面 4 1 を被覆し、導体パターン 3 8 から露出する第 1 磁性層 4 5 の一方面に接触している。
- [0113] 第 2 磁性層 4 6 では、一方面 3 9 に対向する異方性磁性粒子 8 は、面方向および流れ方向に配向し、連結面 4 1 に対向する異方性磁性粒子 8 は、後述するように、厚み方向および流れ方向に沿って配向し、また、隅部 4 2 に対向する異方性磁性粒子 8 は、隅部 4 2 の中心とする周方向および流れ方向に沿って配向する。
- [0114] そして、この変形例では、第 1 平断面 1 1 および第 2 平断面 1 2 のそれぞれで視たときに、少なくとも近傍領域 1 0 で、図示しないが、配向領域が観察される。但し、第 3 平断面 1 3 で視たときに、近傍領域 1 0 で配向領域が観察されないことが許容される。
- [0115] また、図示しないが、導体パターン 3 8 の隅部 4 2 は、湾曲部でなく、つまり、湾曲面を有さなくてもよい。隅部 4 2 は、例えば、45 度以上、60 度以上、75 度以上、また、例えば、135 度以下、120 度以下、105 度以下（より具体的には、90 度）で屈曲する屈曲部であってもよい。
- [0116] また、一実施形態では、インダクタ 1 は、複数の配線 3 5 を備えるが、例えば、1 本の配線 3 5 を備えることもできる。
- [0117] 上記した説明では、近傍領域 1 0 の定義を第 1 方向外端縁 3 0 からの絶対距離を用いて表したが、相対距離を用いて表すことができ、例えば、異方性磁性粒子 8 が扁平状であれば、第 1 方向外端縁 3 0 から第 1 方向外側に異方

性磁性粒子 8 の平均厚み対して 0.08 以内の領域として定義することができる。つまり、異方性磁性粒子 8 の平均厚みに対する上記した距離の比が 0.08 とすることができる。また、近傍領域 10 と同様に、第 1 外側領域 17 は、第 1 方向外端縁 30 から、第 1 方向外側に 0.08 超過 0.13 以内の領域と定義することができ、第 2 外側領域 18 は、第 1 方向外端縁 30 から、0.13 超過 0.175 以内の領域と定義することができ、第 3 外側領域 19 は、第 1 方向外端縁 30 から、第 1 方向外側に 0.175 超過 0.225 以内の領域と定義することができる。

[0118] また、磁性層 4 における異方性磁性粒子 8 の割合は、磁性層 4 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。

磁性層 4 における異方性磁性粒子 8 の割合が、配線 35 から離れるに従って、高くなるインダクタ 1 を製造するには、例えば、図 5 B に示すように、第 2 磁性シート 22 における異方性磁性粒子 8 の存在割合、および、第 3 磁性シート 23 における異方性磁性粒子 8 の存在割合を、第 1 磁性シート 21 における異方性磁性粒子 8 の存在割合に比べて高く設定する。

実施例

[0119] 以下に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。

[0120] 実施例 1

：図 1 ～図 4 C で描画される例

＜一実施形態に基づくインダクタ＞

一実施形態に基づいて、インダクタ 1 を製造した。具体的には、半径が 1

00 μm の銅からなる導線2と、厚みが10 μm の絶縁膜3とを備える配線35を準備した。別途、第1磁性シート21をBステージシートとして準備した。第1磁性シート21の層構成および処方は、表1に示す。

[0121] 図5Aに示すように、次いで、第1磁性シート21を、配線35に貼着（熱プレス）した。

[0122] 図5Bに示すように、続いて、第2磁性シート22および第3磁性シート23をBステージシートとして準備した。第2磁性シート22および第3磁性シート23の層構成および処方は、表1に示す。

[0123] 図5Bの矢印で示すように、第2磁性シート22および第3磁性シート23によって、配線35および第1磁性シート21を挟み込み、それらを貼着（熱プレス）した。

[0124] その後、第1磁性シート21、第2磁性シート22および第3磁性シート23における熱硬化性成分をCステージ化した。

[0125] これにより、Cステージの第1磁性シート21、第2磁性シート22および第3磁性シート23からなる磁性層4によって、配線35を埋設して、図1に示すように、配線35および磁性層4を備えるインダクタ1を製造した。

[0126] その後、得られたインダクタ1について、縦断面16、第1平断面11、第2平断面12、および、第3平断面13のそれぞれのSEM観察を実施し、配向領域の観察を試みた。それらの画像処理図を、図1～図4Cに示し、配向領域の観察結果を表2に記載する。

[0127] 実施例2

：図6で描画される例

<一実施形態の変形例に基づくインダクタの製造例>

第1磁性シート21を用いず、第2磁性シート22および第3磁性シート23のみによって、配線35を挟み込んだ以外は、実施例1と同様にして、図6に示すインダクタ1を得、第1平断面11、第2平断面12および第3平断面13のそれぞれのSEM観察を実施した。

[0128] 配向領域の観察結果を表 2 に記載する。

[0129] 実施例 3

: 図 7 ～図 8 C で描画される例

<一実施形態の変形例に基づくインダクタの製造例>

縦断面 1 6 における断面積（正断面積）が実施例 1 と同一であるが、略矩形状の導線 2 を用いた以外は、実施例 1 と同様にして、インダクタ 1 を得て、第 1 平断面 1 1、第 2 平断面 1 2 および第 3 平断面 1 3 のそれぞれの S E M 観察を実施した。なお、第 1 磁性層 4 5 は、B ステージシートにより、導線 2 を絶縁膜 3 を介して被覆した。

[0130] 配向領域の観察結果を表 2 に記載する。

[0131] 比較例 1

: 図 9 A ～図 9 B で描画される例

配線 3 5 への貼り合わせ時の第 2 磁性シート 2 2 および第 3 磁性シート 2 3 を、C ステージの硬化体に変更した実施例 2 と同様にして、インダクタ 1 を得て、第 1 平断面 1 1、第 2 平断面 1 2 および第 3 平断面 1 3 のそれぞれの S E M 観察を実施した。

[0132] 配向領域の観察結果を表 3 に記載する。

[0133] 比較例 2

貼り合わせ時の第 2 磁性シート 2 2 および第 3 磁性シート 2 3 を、C ステージの硬化体に変更した実施例 3 と同様にして、インダクタ 1 を得て、第 1 平断面 1 1、第 2 平断面 1 2 および第 3 平断面 1 3 のそれぞれの S E M 観察を実施した。

[0134] 配向領域の観察結果を表 3 に記載する。

[0135] 比較例 3

: 図 1 0 で描画される例

異方性磁性粒子 8 に代えて、球状磁性粒子（平均粒子径 $20\mu\text{m}$ 、Fe - Si - Al 合金）を用いた以外は、実施例 1 1 と同様にして、インダクタ 1 を得て、第 1 平断面 1 1、第 2 平断面 1 2 および第 3 平断面 1 3 のそれぞれ

のSEM観察を実施した。

[0136] 配向領域の観察結果を表3に記載する。

[0137] <インダクタンス>

導線2における流れ方向両端部における一端縁36を絶縁膜3および磁性層4から露出させ、導線2の流れ方向両端部をインピーダンス・アナライザ（Agilent社製：4294A）に接続して、インダクタ1のインダクタンスを求めた。

[0138] それらの結果を表2および表3に示す。

[0139]

[表1]

表 1

	磁性組成物			第1磁性シート		第2磁性シート	第3磁性シート	
				Bステージシート		Bステージシート	Bステージシート	
				内側シート	外側シート	5枚のシート	1枚の内側シート	5枚の外側シート
				体積%	体積%	体積%	体積%	体積%
磁性粒子	扁平状の軟磁性粒子	Fe-Si-Al合金 (平均粒子径40 μ m)		50	60	60	50	60
熱可塑性成分	カルボキシシル基含有 アクリル酸 エステルコポリマー	ナガセケムテックス社製の テイサンレジン SG-70L		23.7	18.8	18.8	23.7	18.8
熱硬化性成分 (エポキシ樹脂 組成物)	クレゾールノボラック型 エポキシ樹脂 (主剤)	新日鉄住金化学社製の KI-3000-4 エポキシ当量199g/eq		12.2	9.7	9.7	12.2	9.7
	フェノール樹脂 (硬化剤)	明和化成社製の MEH-7851SS		12.4	9.8	9.8	12.4	9.8
	イミダゾール化合物 (硬化促進剤)	四国化成工業社製の 2PHZ-PW		0.4	0.3	0.3	0.4	0.3

[0140]

[表2]

表2

実施例／比較例		実施例1				実施例2				実施例3			
異方性磁性粒子の形状	異方性磁性粒子の形状	偏平状				偏平状				偏平状			
	導線の縦断面における形状	円形状				円形状				略矩形状			
	交差部の位置	第1平断面より他方側				第1平断面と重複				-			
	貼付時の第1磁性シート	Bステージシート				Bステージシート				Bステージシート			
異方性磁性粒子の磁性層における含有割合(体積%)		60				60				60			
断面	領域	近傍領域	第1外側領域	第2外側領域	第3外側領域	近傍領域	第1外側領域	第2外側領域	第3外側領域	近傍領域	第1外側領域	第2外側領域	第3外側領域
	第2平断面	あり	あり	あり	なし	あり	あり	なし	なし	あり	あり	なし	なし
配向領域の有無	第1平断面	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし	なし	あり	あり	なし	なし
	第3平断面	あり	あり	なし	なし	あり	あり	なし	なし	なし	なし	なし	なし
インダクタンス[H]		120				110				78			

[0141]

[表3]

実施例／比較例	比較例1		比較例2		比較例3	
	偏平状		偏平状		球状	
異方性磁性粒子の形状	円形状		略矩形形状		略矩形形状	
導線の縦断面における形状	-		-		-	
交差部の位置	-		-		-	
貼付時の第1磁性シート	Cステージの硬化体		Cステージの硬化体		Bステージシート	
異方性磁性粒子の磁性層における含有割合(体積%)	60		60		60	
近傍領域における配向領域の有無	第2平断面		なし		なし	
	第1平断面		なし		なし	
	第3平断面		なし		なし	
インダクタンス[H]	50		63.5		39.6	

表3

[0142] 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

[0143] インダクタは、例えば、電子機器などに搭載される。

符号の説明

[0144] 1 インダクタ

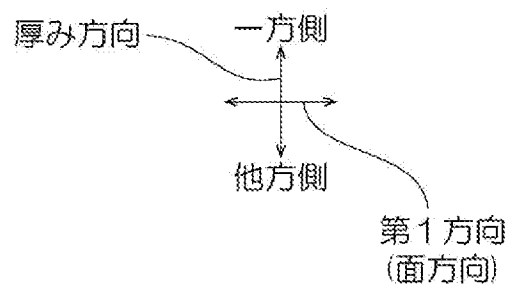
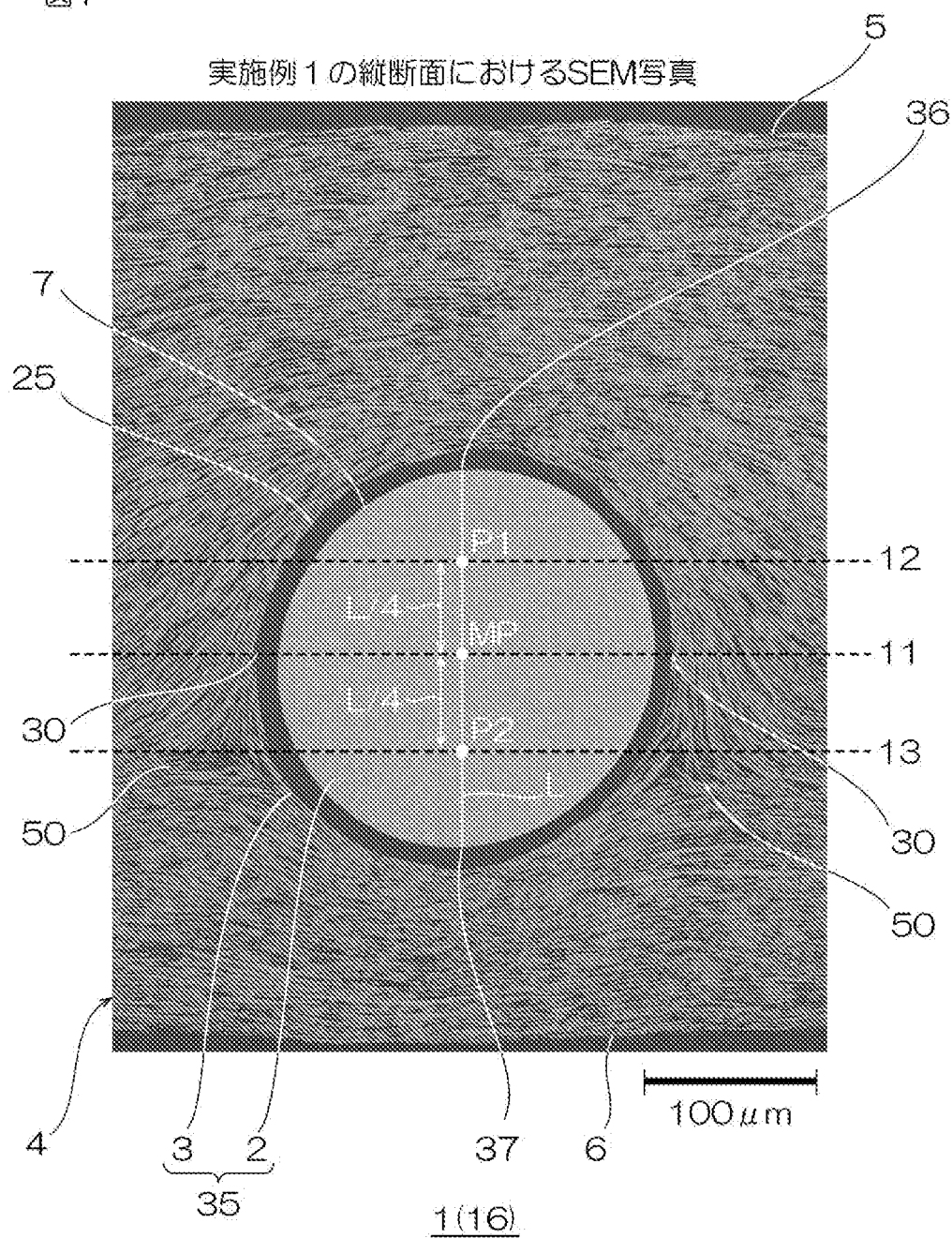
2 導線
3 絶縁膜
4 磁性層
8 異方性磁性粒子
1 0 近傍領域
1 6 縦断面
1 1 第 1 平断面
1 2 第 2 平断面
1 3 第 3 平断面
1 5 配向領域
1 6 縦断面
2 5 絶縁円周面
3 5 配線
3 8 導体パターン
L 線分
M P 中点
P 1 第 1 点
P 2 第 2 点

請求の範囲

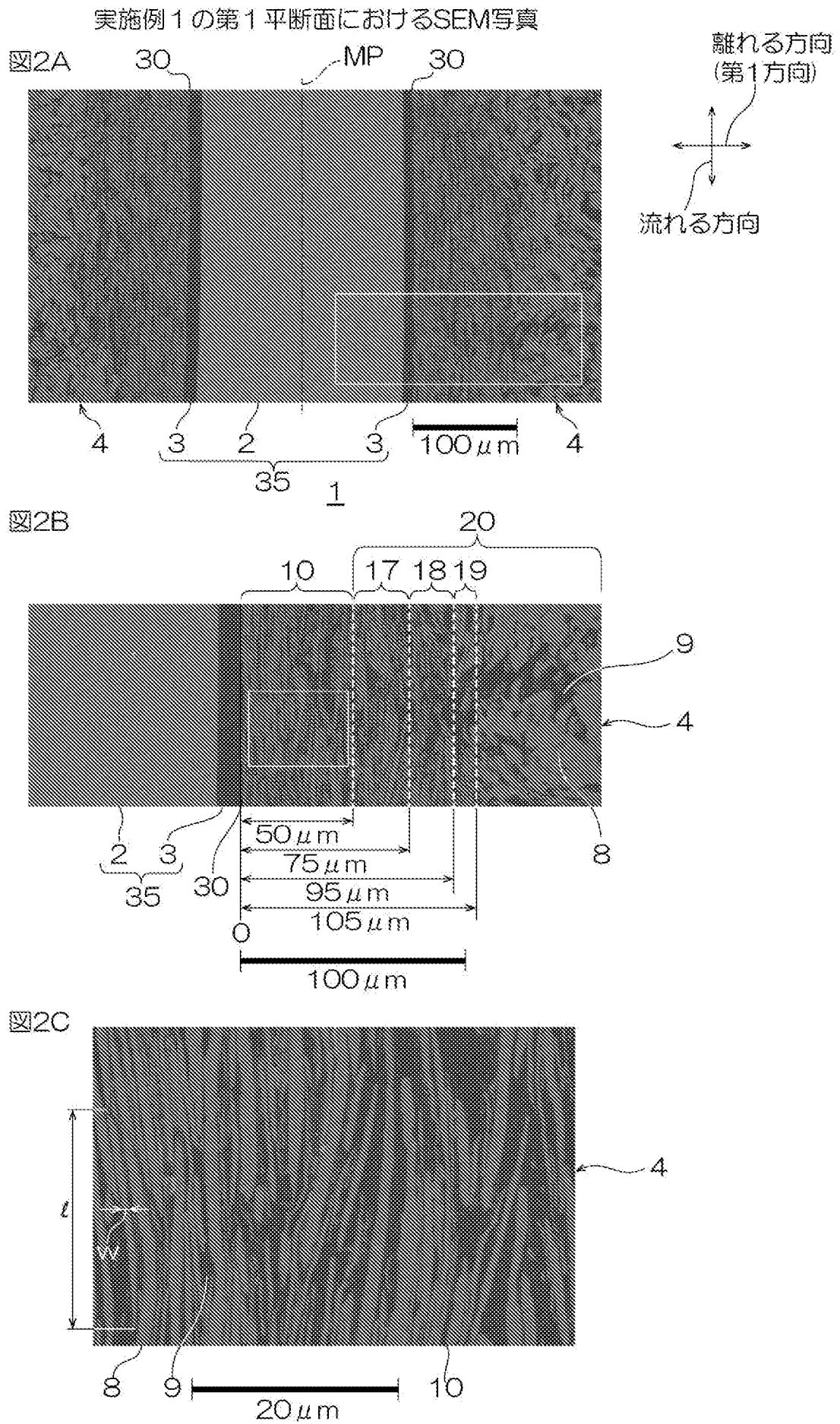
- [請求項1] 導線、および、前記導線の周面に配置される絶縁膜を備える配線と、
- 前記配線を埋設する磁性層とを備えるインダクタであって、
- 前記磁性層は、異方性磁性粒子を40体積%以上含み、
- 前記磁性層の厚み方向に直交する面方向に沿う第1平断面、第2平断面および第3平断面のうち、少なくとも2つの前記平断面のそれぞれで見たときに、前記流れ方向および厚み方向に直交する第1方向において、前記絶縁膜の外端縁から外側に50 μ m以内の近傍領域において、前記異方性磁性粒子が前記流れ方向に配向する配向領域が観察されることを特徴とする、インダクタ。
- 前記第1平断面：前記導線の前記厚み方向一端縁および他端縁間を結ぶ線分Lの中点を通過する。
- 前記第2平断面：前記線分Lの1/4の長さ(1/4L)を前記中点から前記厚み方向一方側に進んだ位置にある第1点を通過する。
- 前記第3平断面：前記長さ(1/4L)を前記中点から前記厚み方向他方側に進んだ位置にある第2点を通過する。
- [請求項2] 前記第1平断面、前記第2平断面および前記第3平断面のそれぞれで見たときに、前記近傍領域において、前記配向領域が観察され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] 前記導線は、前記配線に沿う方向に直交する断面で見たときに、略円形状を有し、
- 前記異方性磁性粒子が、略板状を有し、
- 前記配向領域では、前記異方性磁性粒子の面方向が、前記導線の周方向に沿っていることを特徴とする、請求項1または2に記載のインダクタ。

[図1]

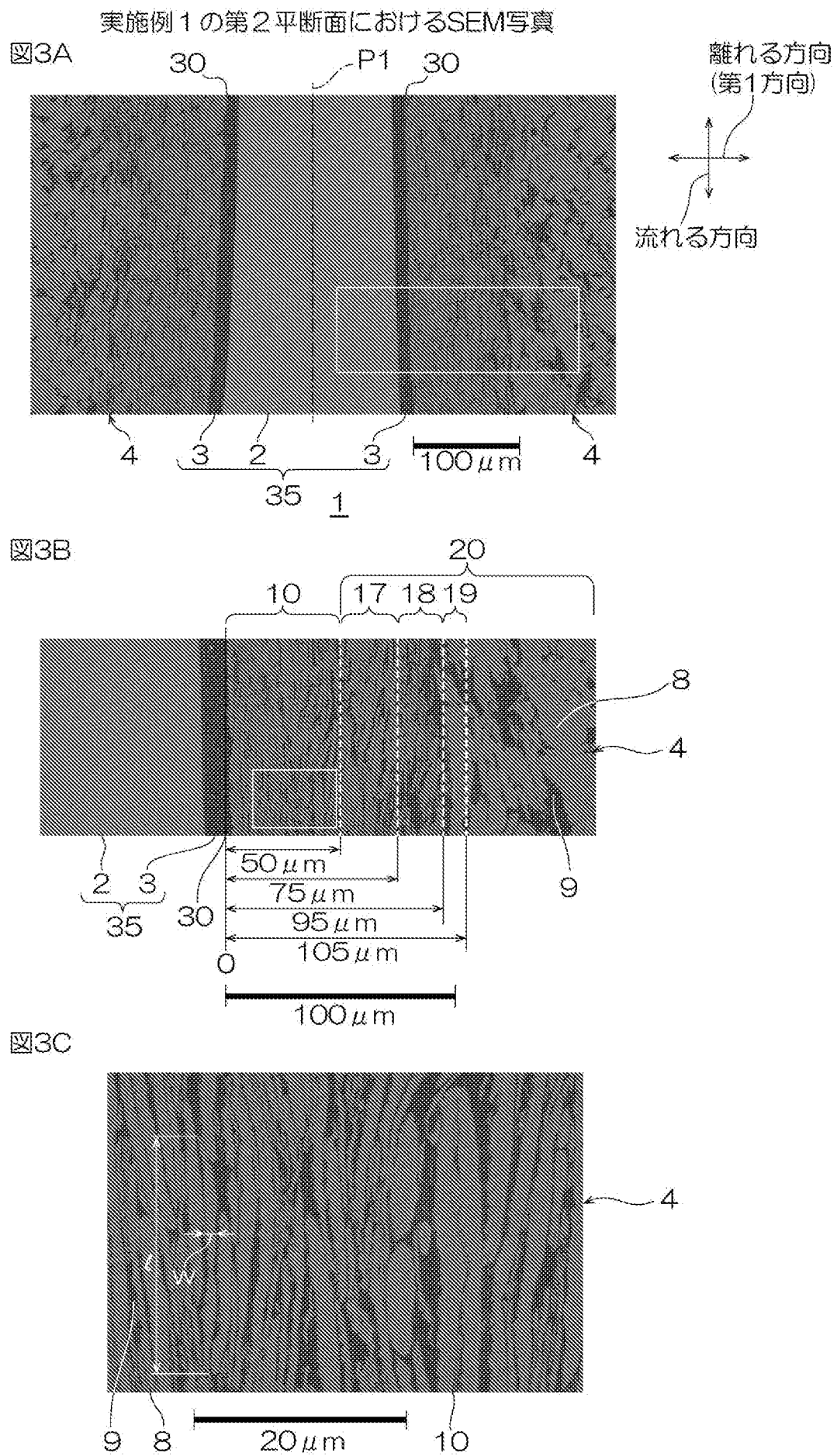
図1



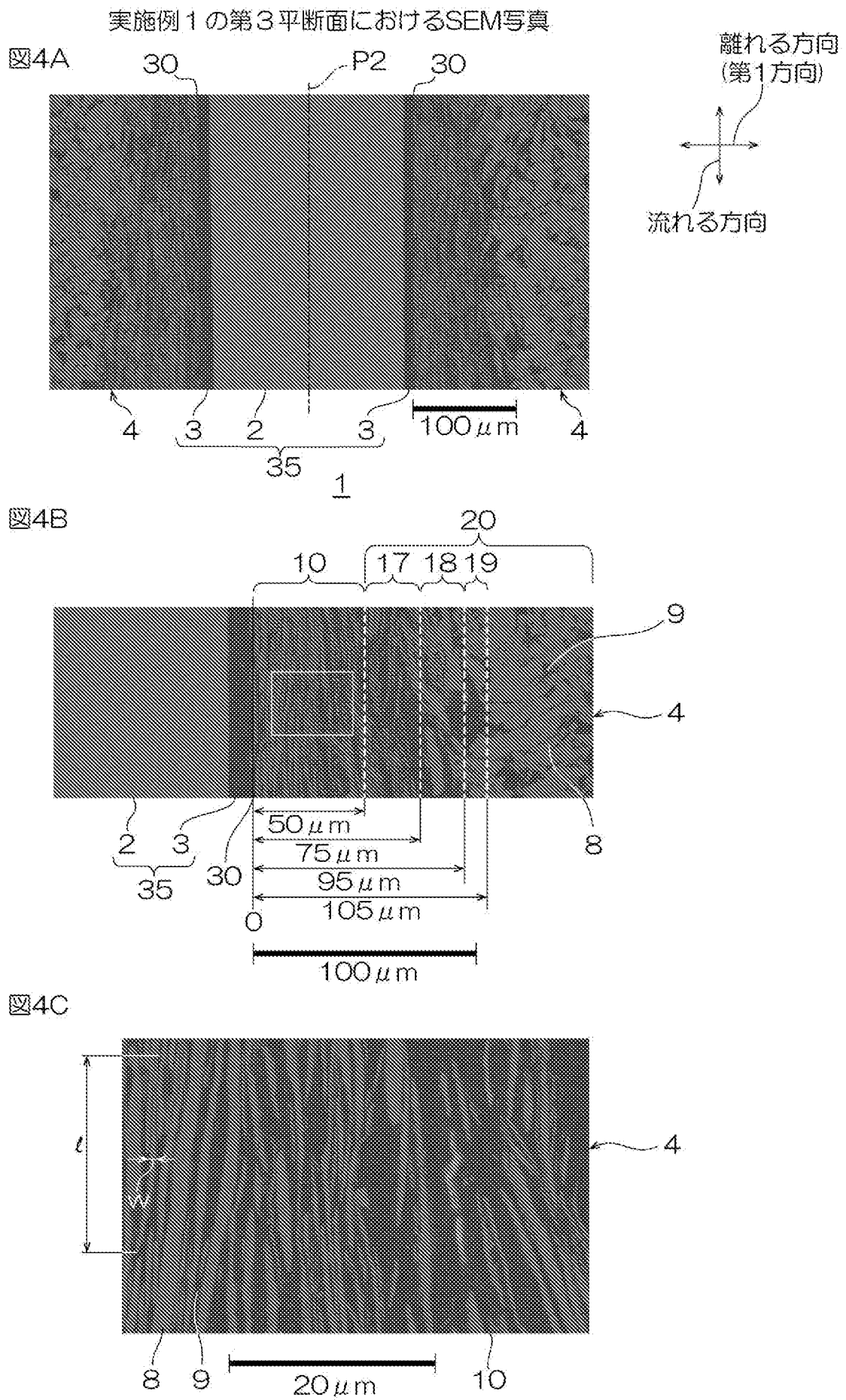
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

図5A

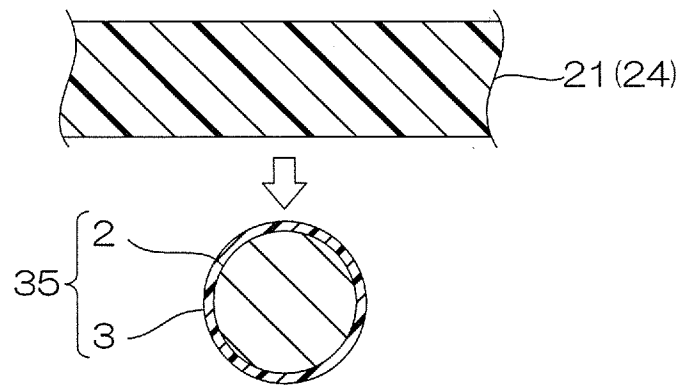


図5B

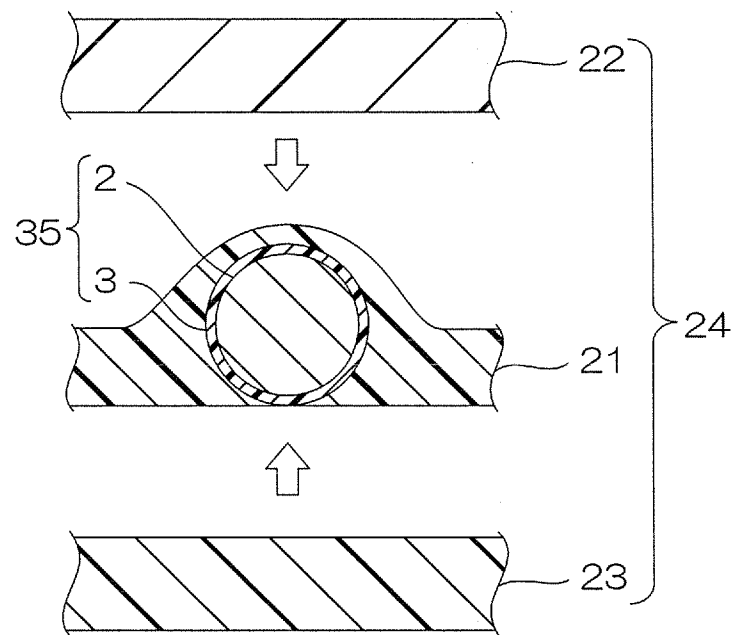
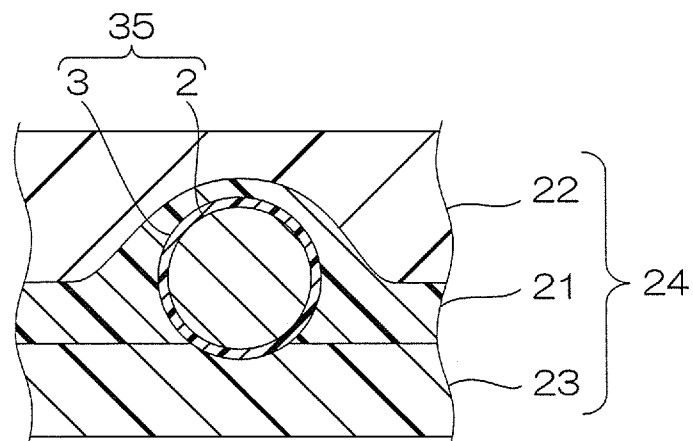
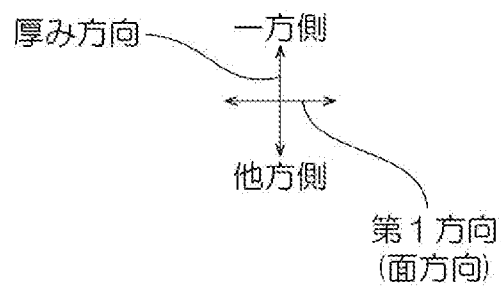
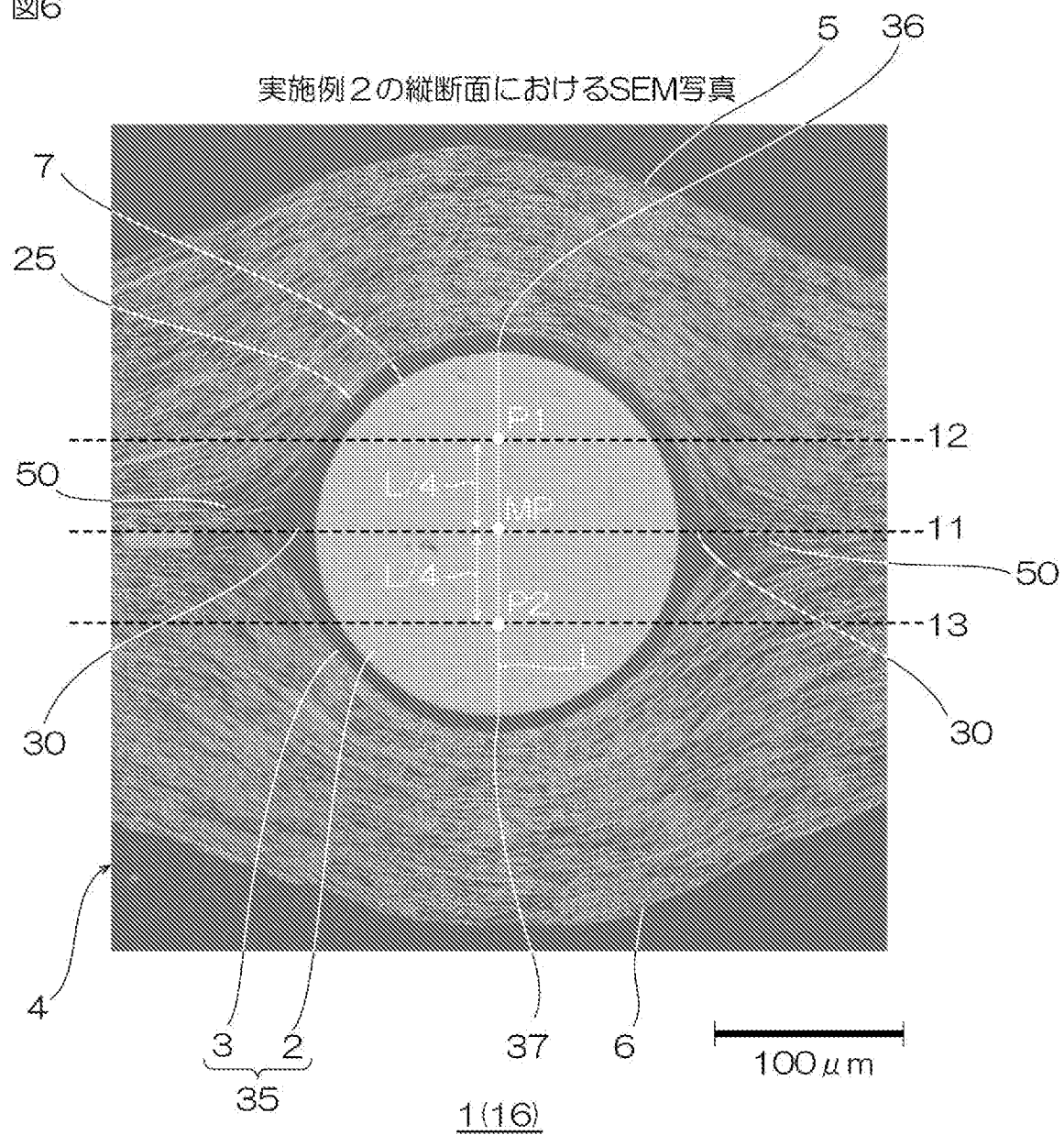


図5B



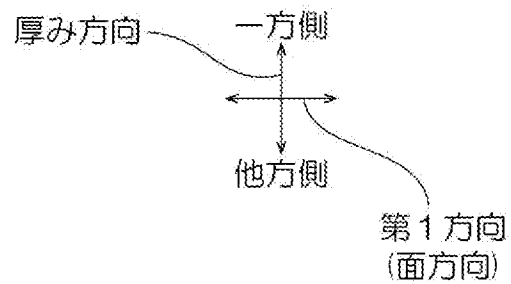
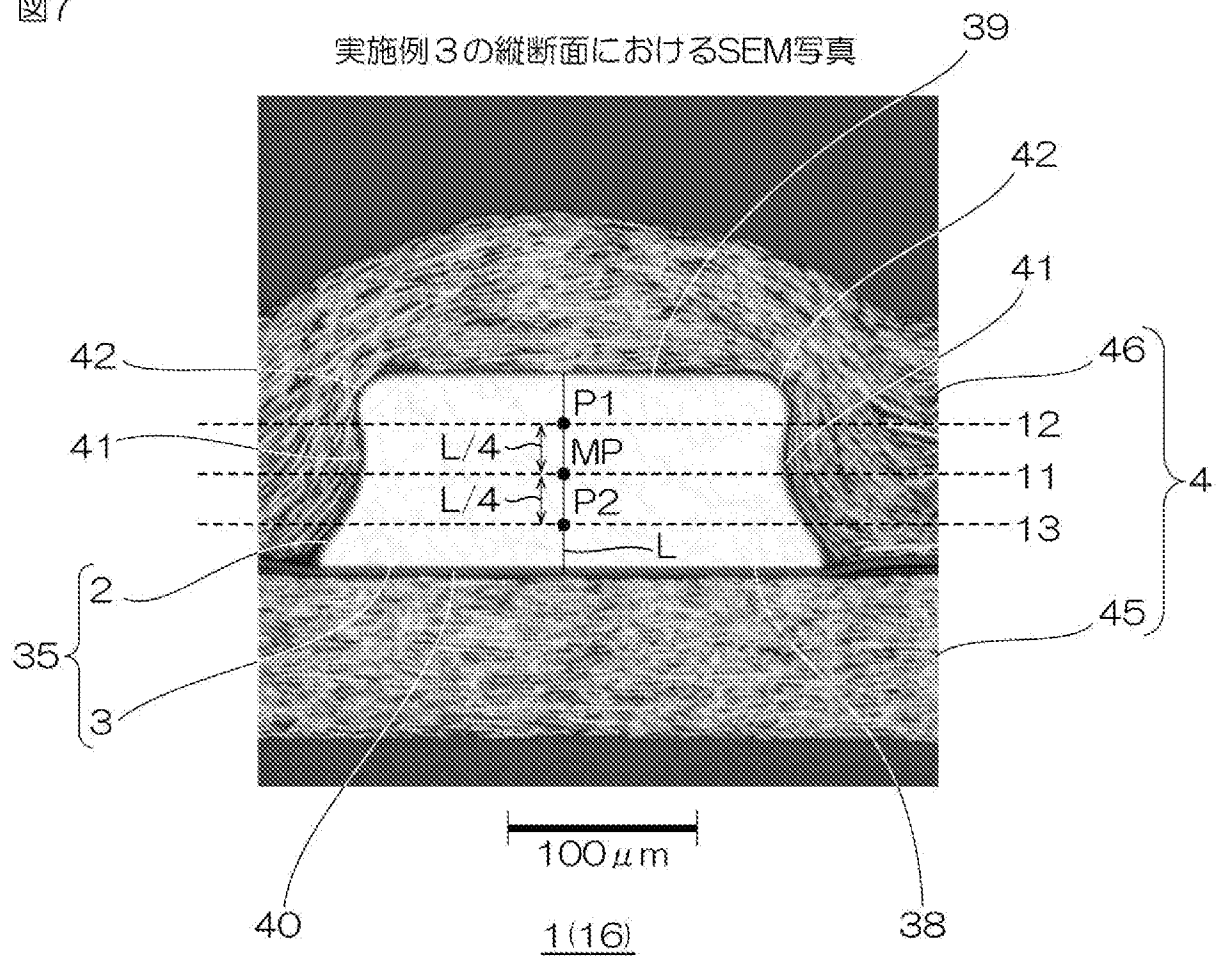
[図6]

図6



[図7]

図7



[図8]

図8A

実施例3の第1平断面におけるSEM写真

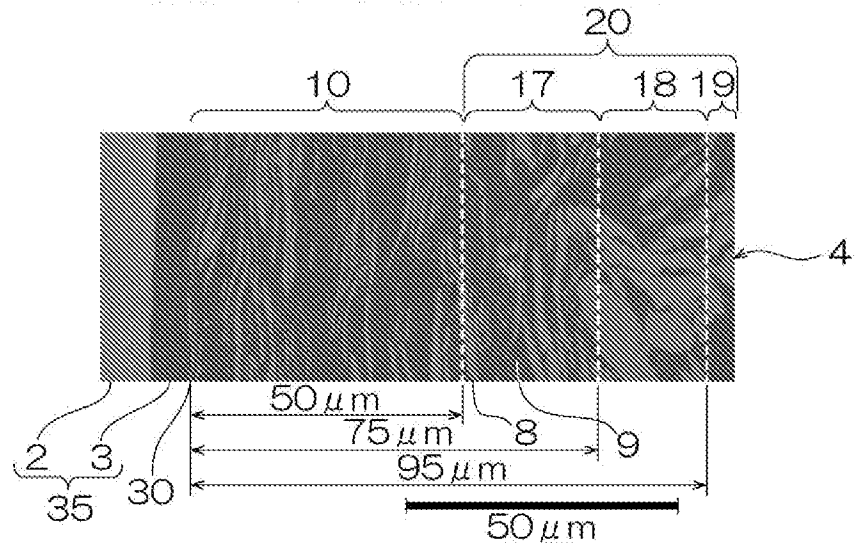


図8B

実施例3の第2平断面におけるSEM写真

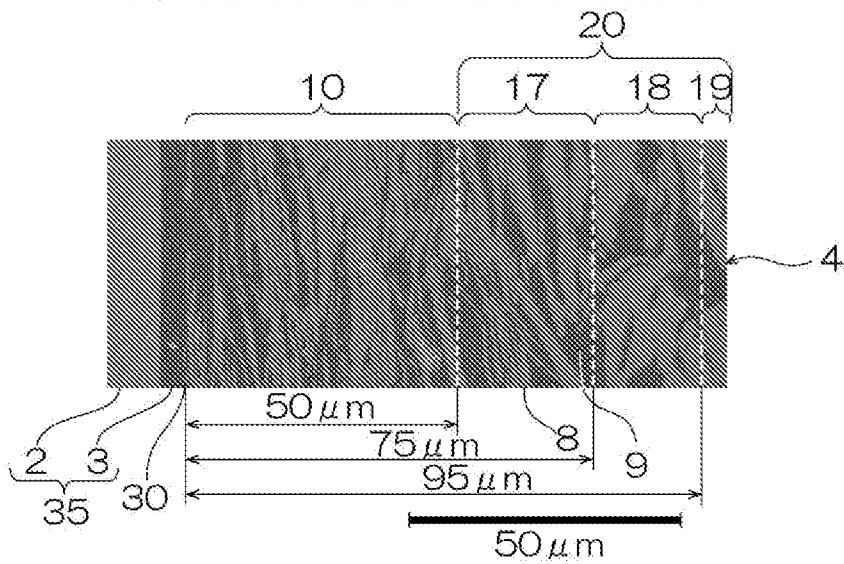
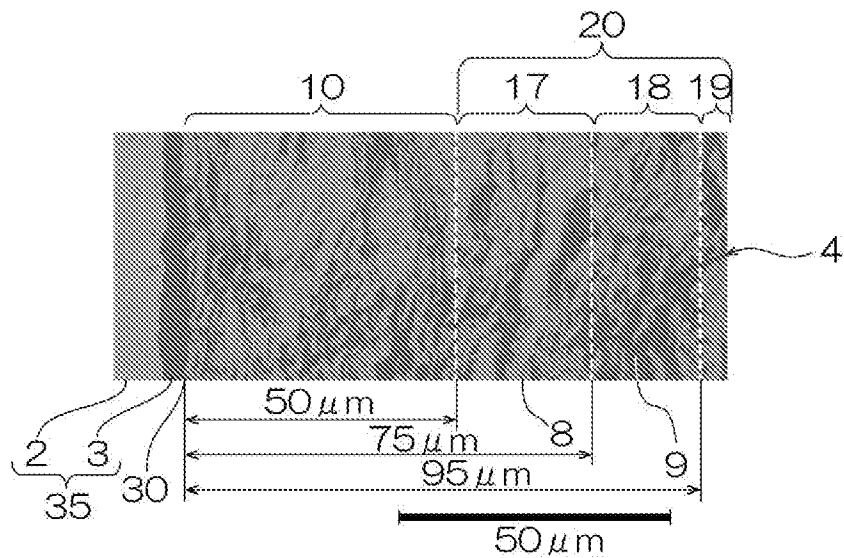


図8C

実施例3の第3平断面におけるSEM写真



[図9]

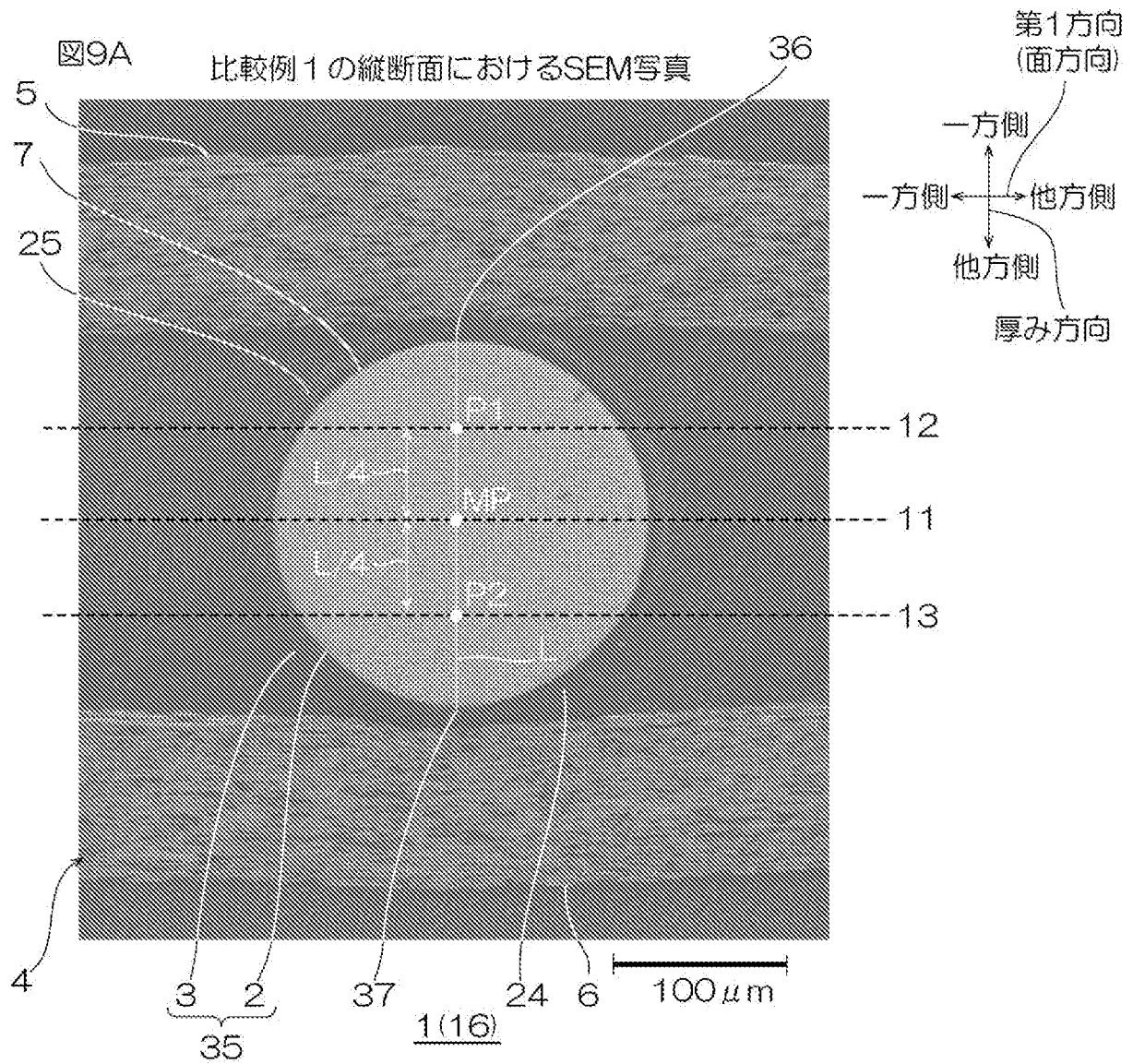
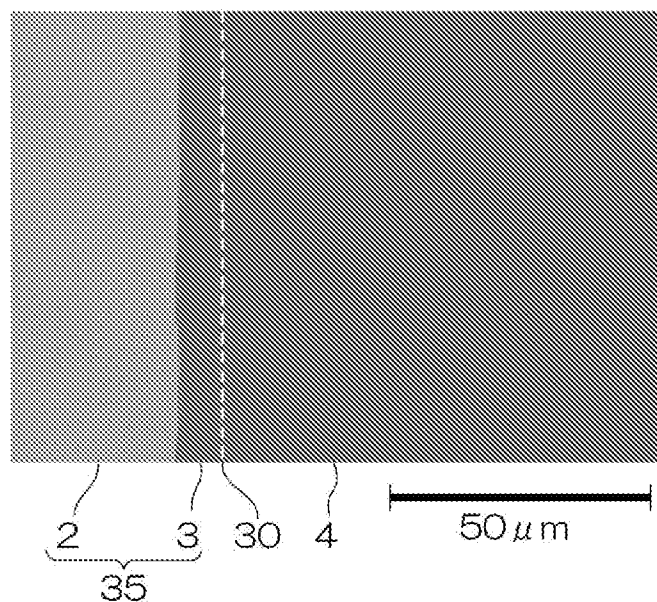


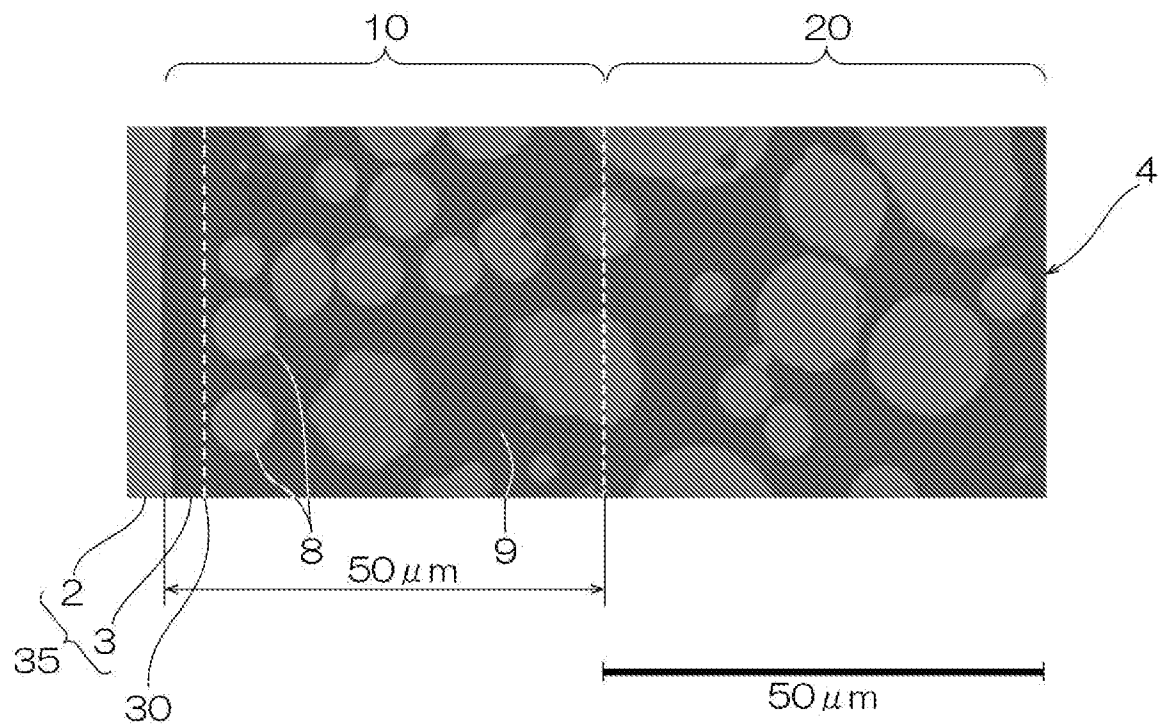
図9B 比較例1の第2断面におけるSEM写真



[図10]

図10

実施例3の第1平断面におけるSEM写真



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/004232

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01F17/06(2006.01) i, H01F1/26(2006.01) i, H01F1/28(2006.01) i
FI: H01F17/06 F, H01F1/26, H01F1/28

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. H01F17/06, H01F1/26, 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.
Y	JP 2001-185421 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 06 July 2001, paragraphs [0031]-[0038], [0044]-[0055], [0065], [0066], fig. 9-11	1-3
Y	JP 2017-37888 A (SHINSHU UNIVERSITY) 16 February 2017, paragraphs [0019], [0025], [0038]-[0041], fig. 1, 3	1-3

☐ 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
07.04.2020

Date of mailing of the international search report
21.04.2020

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/004232

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2001-185421 A	06.07.2001	US 6392525 B1 description, column 6, line 55 to column 8, line 17, column 9, line 26 to column 11, line 19, column 13, lines 9-46, fig. 9-11	
JP 2017-37888 A	16.02.2017	(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; H01F 1/28(2006.01)i FI: H01F17/06 F; H01F1/26; H01F1/28														
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; 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														
<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	JP 2001-185421 A（松下電器産業株式会社）06.07.2001（2001 - 07 - 06） 段落0031-0038, 0044-0055, 0065-0066, 図9-11	1-3												
Y	JP 2017-37888 A（国立大学法人信州大学）16.02.2017（2017 - 02 - 16） 段落0019, 0025, 0038-0041, 図1, 3	1-3												
☐ 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 07.04.2020	国際調査報告の発送日 21.04.2020													
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） 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/JP2020/004232

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2001-185421	A	06.07.2001	US 6392525 B1 明細書第6欄第55行-第8欄 第17行, 第9欄第26行-第11欄 第19行, 第13欄第9-46行, 図 9-11	
JP	2017-37888	A	16.02.2017	(ファミリーなし)	