

(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
2018年4月5日(05.04.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/062274 A1

(51) 国際特許分類:
H01F 27/245 (2006.01) *H01F 27/24* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/034960

(22) 国際出願日: 2017年9月27日(27.09.2017)

(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 2016-195059 2016年9月30日(30.09.2016) JP

(71) 出願人: 日立金属株式会社 (HITACHI METALS, LTD.) [JP/JP]; 〒1088224 東京都港区港南一丁目2番70号 Tokyo (JP). メトグラス・インコーポレーテッド (METGLAS,

INC.) [US/US]; 29526 サウスカロライナ州コンウェイ、アライド・ドライブ 440 South Carolina (US).

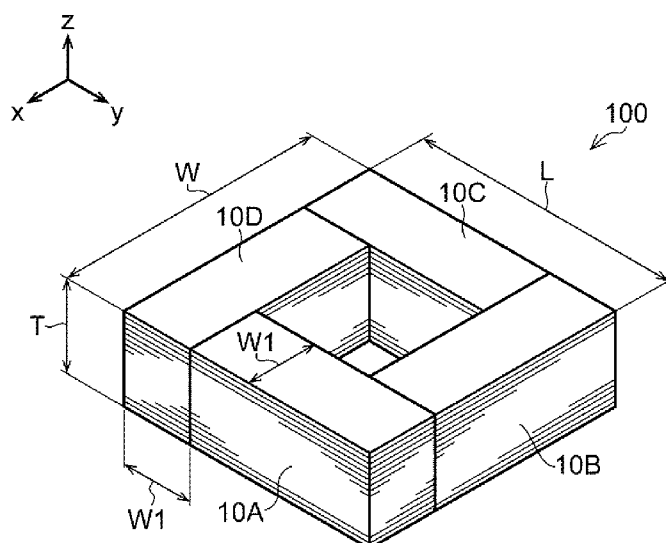
(72) 発明者: 東 大地 (AZUMA, Daichi); 〒1088224 東京都港区港南一丁目2番70号 日立金属株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 中島 淳, 外 (NAKAJIMA, Jun et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 HK 新宿ビル7階 太陽国際特許事務所 Tokyo (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: MAGNETIC CORE PIECE AND MAGNETIC CORE

(54) 発明の名称: 磁心片及び磁心



(57) Abstract: According to one embodiment of the present invention, a magnetic core and a magnetic core piece are provided, the magnetic core having a plurality of magnetic core blocks constituting a closed magnetic path, and the magnetic block being a laminate of a plurality of magnetic core pieces. The magnetic core piece includes: a laminated structure in which a plurality of amorphous thin strip pieces are laminated; and an electromagnetic steel plate disposed on at least one end surface of the laminated structure in the lamination direction. The laminated structure and the electromagnetic steel plate are fixed at a lamination surface.

(57) 要約: 本発明の一実施形態は、閉磁路を構成する複数の磁心ブロックを有し、前記磁心ブロックは、複数の磁心片の積層体であり、前記磁心片は、複数のアモルファス薄帯片が積層された積層構造と、前記積層構造の積層方向における少なくとも一方の端面に配置された電磁鋼板と、を含み、前記積層構造及び前記電磁鋼板が積層面で固定化された磁心、及び磁心片を提供する。

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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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))

明 細 書

発明の名称：磁心片及び磁心

技術分野

[0001] 本開示は、磁心片及び磁心に関する。

背景技術

[0002] トランス、リアクトル、チョークコイル、モーター、ノイズ対策部品、レーザー電源、加速器用パルスパワー磁性部品、発電機等に用いられる磁心（コア）として、珪素鋼、ソフトフェライト、パーマロイ、Fe基アモルファス合金、Fe基ナノ結晶合金等の軟磁性材料が用いられている。その中では、板もしくは薄帯状の軟磁性材料を巻回して製造されたコアが知られている。

このようなコアは、長尺状の板もしくは薄帯が巻き回されて製造されることから、巻磁心又は巻コア等と呼ばれている。

[0003] 巻磁心は、薄帯を所望とする内径及び外径となるように巻回し、巻き回すことより導入される歪を除去するための熱処理を行うことによって製造されることが通例である。ところが、薄帯が巻き回された形態では、製造上、巻磁心の大きさが制限される場合があるだけでなく、珪素鋼等とは特性の異なるアモルファス薄帯が有する優れた特性が十分に発揮されない。これは、アモルファス薄帯に対してアモルファス構造を維持するために行う熱処理の温度が珪素鋼より低いため、巻き回すことによって導入される歪を十分に取り除けないためと考えられる。すなわち、巻磁心の形態は、設計の自由度が乏しく、アモルファス薄帯の持つ優れた特性が損なわれやすいという問題がある。

[0004] 磁心の形態としては、巻磁心以外に、薄帯の断片を積載した積層磁心が知られている。積層磁心に関する技術として、方向性電磁鋼板とアモルファス等の箔とを交互に積層した鉄心（例えば、特開平5-275255号公報参照）が開示されている。また、帯状の非晶質磁性材料を複数枚積層し、積層した非晶質磁性材料の積層端部に接着剤を含浸又は塗布することを含む鉄心

の製造方法（例えば、特開昭62-108513号公報参照）が開示されている。更に、非晶質合金薄帯を複数枚積み重ね、珪素鋼板とほぼ同程度の厚さを有する単位積層板をつくり、この積層板同士を積み重ねて変圧器鉄心の積層体を形成する方法（例えば、特開昭61-74314号公報参照）が開示されている。

また、広幅の非アモルファス板間に非アモルファス板より狭幅のアモルファス薄材を配置し、アモルファス薄材の端部から非アモルファス板が存在する領域に非アモルファス材料を配置し、この領域で積層構造の全体がボルト固定された積層アモルファスコアが開示されている（例えば、米国特許第4506248号明細書参照）。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特開平5-275255号公報では、方向性電磁鋼板とアモルファス等の箔とを交互に配置しているため、アモルファス等の体積分率が低く、エネルギー損失を低く抑えることは困難である。

また、特開昭62-108513号公報では、帯状の非晶質磁性材料を複数枚（3～5枚程度）積層し、積層体の端部を接着する技術であり、その後、変圧器へ組み込む際の磁心とコイルの組み立て容易性については考慮されていない。

特開昭61-74314号公報では、非晶質合金薄帯を複数積み重ねて積層体を製造する技術に関するものであるが、珪素鋼板と同程度の作業性を保持することを目的とするものである。これにより、作業性は、薄帯をそのまま取り扱う場合に比べ、珪素鋼板を用いる際の作業性に近づくと考えられるが、極めて薄いアモルファス薄帯が数千枚以上積み重ねて作製される磁心の製造プロセスの工程の簡易化までは実現し得ないのが実情である。加えて、その後の変圧器へ組み込む際の磁心とコイルの組み立て容易性については考慮されていない。

更に、米国特許第4506248号明細書では、アモルファス薄材が積層

された構造が開示されている。しかし、アモルファス薄材が非アモルファス板に比べて狭幅であるためにアモルファス体積分率が低くなり、したがってエネルギー損失を低く抑えることは困難なことに加え、積層構造とした後の構造全体がボルトで機械的に固定されて一体化した構造となっており、アモルファス薄材を枚様に扱うものである。そのため、磁心の組み立て作業は煩雑になる。

[0006] 本開示は、上記のような状況に鑑みてなされたものである。

本開示において解決しようとする課題は、アモルファス薄帯片を用いた積層磁心を作製する際のアモルファス薄帯片の取り扱い性及びアモルファス薄帯片を用いた積層磁心の組み立て作業が飛躍的に改善される磁心片及び磁心を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 薄厚のアモルファス薄帯の断片を積み重ねて積層磁心を組み立てる際の作業性を飛躍的に改善するには、磁心を幾つかの構造部分（ブロック構造）に分割し、分割されたブロック構造を用いて組み立てる作業工程を設け、かつ、分割されたブロック構造の任意の形状及び大きさに適合し得る薄帯片単位を用意することが有意義である。

上記した課題を解決するための具体的手段には、以下の態様が含まれる。

[0008] 本発明の第1の態様である磁心は、

<1> 閉磁路を形成する複数の磁心ブロックを備え、前記磁心ブロックは、複数の磁心片の積層体であり、前記磁心片は、複数のアモルファス薄帯片が積層された積層構造と、前記積層構造の積層方向における両方の端面のそれぞれの少なくとも一部に配置された電磁鋼板と、を含み、前記積層構造及び前記電磁鋼板が積層面で固定化されている。

[0009] 第1の態様の磁心は、磁心ブロックが複数の磁心片を用いて構成されている。そのため、極めて薄いアモルファス薄帯片の取り扱いが容易になるだけでなく、任意の形状及び大きさの積層磁心における組み立て作業性が飛躍的に改善される。つまり、第1の態様では、複数のアモルファス薄帯片を積み

重ね、アモルファス薄帯片の積層部分の積層方向における両方の端面の少なくとも一部に電磁鋼板を配置し、かつ、積層部分及び電磁鋼板が積層面にて固定化された磁心片が、アモルファス薄帯片の一単位として用いられる。これにより、磁心に求められる任意の形状及び大きさに適用し得、製造時の積み精度、及びアモルファス薄帯片に必要な強度を安定的に確保することが可能である。

アモルファス薄帯の積層方向を法線とする面ではなく、積層されたアモルファス薄帯及び電磁鋼板からなる積層面で固定化するので、樹脂又は接着剤等に起因する応力による特性劣化が小さい。

[0010] なお、「積層面」とは、アモルファス薄帯の積層方向を法線とする面ではなく、積層された複数のアモルファス薄帯及び電磁鋼板の各厚みに相当する側面が集まって形成される面を指す。

[0011] 前記<1>に記載の第1の態様の磁心では、

<2> 前記閉磁路は、四つの前記磁心ブロックが四角環状に接合されて形成されており、互いに隣り合う二つの磁心ブロック間に、それぞれの磁心片の、複数の積層構造を磁心ブロックの長手方向にずらして階段状に形成された段差における、前記長手方向に対して傾斜角 θ で傾斜した傾斜面が互いに接合する接合部を有する態様が好ましい。

[0012] 前記<2>に記載の第1の態様の磁心では、

<3> 前記接合部において、磁心ブロックの長手方向に積層構造をずらすことで階段状に形成された段差における傾斜面は、磁心ブロックの長手方向に対して $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の傾斜角（すなわち、 45° に対して $-15^{\circ} \sim +15^{\circ}$ の振れ角）で傾斜させて形成されている態様がより好ましい。

[0013] 例えば四つの磁心ブロックを四角環状に接合することで、四角環構造を有する磁心（コア）を作製することができる。この場合、各磁心ブロックにおける磁化容易方向が長手方向にある場合、磁化容易方向と直角に接合する接合部における磁心ブロック同士の接合箇所（繋ぎ目）では、一方の磁心ブロック中で長手方向（磁化容易方向）と直角方向に磁束が流れることとなり、

鉄損と皮相電力が増加しやすい。この点に関し、二つの磁心ブロックのそれぞれの磁心片の、磁心ブロックの長手方向に対して傾斜角 θ で傾斜した傾斜面が互いに接合し、磁心片間において、階段状に設けられた傾斜面同士が互いに接合されていることにより、一方の磁心ブロックの磁束が他方の磁心ブロックの磁束と交差するのを防ぎ、エネルギー損失を低く抑えることができる。

[0014] 前記<1>に記載の第1の態様の磁心では、

<4> 互いに隣り合う二つの磁心ブロック間に、それぞれの磁心片が前記積層方向における端面で互いに接合する接合部を有し、前記接合部において、一方の磁心ブロックにおける磁心片の電磁鋼板と、他方の磁心ブロックにおける磁心片の電磁鋼板と、が対向配置されて接している態様が好ましい。

[0015] 接合部では、二つの磁心ブロックが互いに重なった状態にある。そのため、一方の磁心ブロックの電磁鋼板と、他方の磁心ブロックの電磁鋼板と、が互いに向き合う状態であると、滑り性を保持しやすく、磁心ブロック間における磁心片の抜き差しが容易になる。これにより、磁心の組み立て又は解体が容易に行える。

[0016] 前記<1>に記載の第1の態様の磁心において、

<5> 前記磁心片は、二つの前記積層構造と、前記二つの積層構造の、互いに対向する側とは反対側の各端面に配置された二つの第1の電磁鋼板と、前記二つの積層構造の間に配置された第2の電磁鋼板と、を有し、

前記二つの積層構造は、一方の積層構造の長手方向の一端と他方の積層構造の長手方向の一端とが、前記長手方向において互いに重なる位置から前記長手方向にずらされ、前記二つの積層構造が一部で重なる状態で配置され、前記二つの積層構造の積層部分における積層端面を含む平面において前記積層構造と前記第1の電磁鋼板と前記第2の電磁鋼板とが固定化されている態様が好ましい。

[0017] このような態様では、所定数のアモルファス薄帯片を束ねて電磁鋼板で挟

んだ構造を有し、かつ、一方の積層構造の長手方向の一端と他方の積層構造の長手方向の一端とが、前記長手方向において、互いに重なる位置から前記長手方向に所定の距離ずらされ、前記二つの積層構造が一部で重なる状態で配置される。そのため、極めて薄厚のアモルファス薄帯片の取り扱いが容易であり、かつ、磁心片同士の接合が容易に行える。また、あらかじめ積み重ねられた単位をもって磁心ブロックが製造されるので、積み精度に優れ、生産性にも優れたものとなる。

また、二つの積層構造の間に配置される第2の電磁鋼板は、磁心片の長手方向の全長に相当する積層構造の表面全体に配置し得る大きさの1枚の電磁鋼板で構成されてもよいし、二つの積層構造の各々の端面の全面に配置し得る大きさの2枚の電磁鋼板を用いて構成されてもよい。

[0018] 前記<1>～<5>のいずれか1つに記載の第1の態様の磁心において、
<6> 前記磁心片における前記積層構造と前記電磁鋼板とは、エポキシ系樹脂を用いて固定化されている態様が好ましい。

[0019] 磁心片における、積層構造を形成する複数のアモルファス薄帯片と電磁鋼板とは、積み重ねただけでは位置ずれを起こす等により所定の形状を保ち難い。しかし、エポキシ系樹脂を用いて少なくとも一部が固定化されることで、長期間にわたって安定的に所望とする形状を維持することができる。

[0020] 前記<1>～<6>のいずれか1つに記載の第1の態様の磁心において、
<7> 前記積層構造は、前記電磁鋼板の短手方向の表面全体に配置されている態様が好ましい。

[0021] 積層されている複数のアモルファス薄帯片の、長手方向と直交する短手方向（幅長）の長さが、電磁鋼板の、長手方向と直交する短手方向（幅長）の長さと同様以上であるので、組立性が向上する。更に、磁心におけるアモルファスの体積分率が高くなり、エネルギー損失がより低く抑えられる。

[0022] 本発明の第2の態様である磁心片は、
<8> 複数のアモルファス薄帯片が積層された積層構造と、前記積層構造の積層方向における両方の端面の少なくとも一部に配置された電磁鋼板と

、を含み、前記積層構造及び前記電磁鋼板が積層面で固定化されている。

[0023] 第2の態様の磁心片は、積層構造をなす複数のアモルファス薄帯片と、積層構造の積層方向における両方の端面に配置された電磁鋼板と、が固定化されている。これにより、極めて薄いアモルファス薄帯が取り扱いやすくなり、任意の形状及び大きさの磁心の製造（組み立て作業）を効率良く行うことができる。

発明の効果

[0024] 本開示によれば、アモルファス薄帯片を用いた積層磁心を作製する際のアモルファス薄帯片の取り扱い性及びアモルファス薄帯片を用いた積層磁心の組み立て作業が飛躍的に改善される磁心片及び磁心が提供される。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]図1は、一実施形態の積層コアを概念的に示す斜視図である。

[図2A]図2Aは、積層コアを形成する奇数層の四角環構造を示す平面図である。

[図2B]図2Bは、積層コアを形成する偶数層の四角環構造を示す平面図である。

[図3]図3は、複数のアモルファス薄帯片の積層単位体である積層パケットの一例を示す斜視図である。

[図4]図4は、（A）が図3の概略平面図であり、（B）が図3の概略側面図である。

[図5]図5は、図3の積層パケットを複数繋ぎ合わせた形態を示す概略側面図である。

[図6]図6は、複数のアモルファス薄帯片の積層単位体である積層パケットの他の例を示す斜視図である。

[図7]図7は、（A）が図6の概略平面図であり、（B）が図6の概略側面図である。

[図8]図8は、図6の積層パケットを複数繋ぎ合わせた形態を示す概略側面図である。

[図9]図9は、(A)が積層パケットの概略平面図であり、(B)が積層パケットの概略側面図である。

[図10]図10は、図9の積層パケットを複数繋ぎ合わせた形態を示す概略側面図である。

[図11]図11は、(A)が積層パケットの概略平面図であり、(B)が積層パケットの概略側面図である。

[図12]図12は、図11の積層パケットを複数繋ぎ合わせた形態を示す概略側面図である。

[図13]図13は、四つの積層パケットを接合した2種の四角環を交互に重ねて磁心とすることを説明するための概略説明図である。

[図14]接合部をステップラップ構造にする際に好適な積層パケットの一例を示す図であり、(A)は積層パケットを水平な机面に載置し、積層パケットを積層方向上方から観察した際の平面図であり、(B)は(A)を側部から観察した際の側面図である。

[図15]図15は、四つの積層パケットの接合部をステップラップ構造にして接合した積層コアを示す平面図である。

[図16]図16は、接合部のステップラップ構造を説明するための概略断面図である。

[図17]図17は、複数のアモルファス薄帯片の積層単位体である積層パケットの他の例を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明の一実施形態について説明する。

本発明の一実施形態の磁心は、閉磁路を構成する複数の磁心ブロックを有し、前記磁心ブロックは、複数の磁心片の積層体である。前記磁心片は、複数のアモルファス薄帯片が積層された積層構造と、前記積層構造の積層方向における両方の端面のそれぞれの少なくとも一部に配置された電磁鋼板と、を含み、積層構造及び電磁鋼板が積層面で固定化されたものである。

[0027] 本発明の実施形態に係る磁心は、閉磁路を構成する複数の磁心ブロックを

形成するための磁心片を備えている。アモルファス薄帯片を磁心片単位として用いるので、極めて薄厚なアモルファス薄帯片の取り扱いが容易であることに加え、任意の形状及び大きさの磁心に対する組み立て作業性が飛躍的に改善される。

[0028] 本明細書において、「アモルファス薄帯」とは、アモルファス相を有する長尺状の合金薄帯を意味する。また、「アモルファス薄帯片」とは、長尺状のアモルファス合金薄帯から短冊状に切り出された金属片（断片）を意味する。

[0029] 磁心（以下、積層コアともいう。）とは、複数のアモルファス薄帯片を積み重ねて例えば四角環状に形成された積層磁心のことを指し、長尺状のアモルファス薄帯が巻回された巻磁心と区別されるものである。

磁心ブロックとは、磁心の形状が例えば四辺形（正方形又は矩形等）である場合、複数の磁心片（以下、積層パケットともいう。）がその外縁の少なくとも一部（例えば磁心片の長手方向の端部）において互いに重なるように積層されることで、四辺形の四つの辺をなす構造部分を指し、クランプ等で一時的に拘束固定された状態のもの、及び樹脂等で固定化された状態のものが含まれる。

磁心片（積層パケット）とは、複数枚のアモルファス薄帯片と複数枚の電磁鋼板とを積層した積層物であり、磁心の製造に用いられる単位片のことである。

[0030] なお、本明細書において、「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。

[0031] 以下、図面を参照して、本発明の磁心の具体的な実施形態として第1実施形態及び第2実施形態について説明し、本発明の磁心片の実施形態についても詳述する。但し、本発明の磁心及び磁心片の実施形態は、以下に示す第1実施形態及び第2実施形態に制限されるものではない。

[0032] （第1実施形態）

本発明の磁心の第1実施形態について、図1～図13を参照して説明する

。

第1実施形態は、複数のアモルファス薄帯片が積層された二つの積層構造と、二つの積層構造の、互いに対向する側とは反対側の各端面に配置された二つの第1の電磁鋼板と、二つの積層構造の間に配置された第2の電磁鋼板と、を有する磁心片（以下、積層パケットともいう。）を単位片とし、積層パケットを積み重ねて作製された四角環構造の積層コア（磁心）を一例に詳細に説明する。

[0033] 第1実施形態の積層コア100は、図1に示すように、四つの磁心ブロック10A、10B、10C及び10Dを備え、四つの磁心ブロックが互いに90°の角度をなして四角環状に配置され、四つの磁心ブロックはそれぞれ長手方向の端面で接合されている。四つの磁心ブロックは、それぞれ互いに隣り合う二つの磁心ブロック間において、各磁心ブロックの積層パケット同士が90°の角度をなすように接合されて四角環構造が形成されている。四つの磁心ブロックを四角環状に接合することで、閉磁路を形成している。

また、四つの磁心ブロックは、それぞれ、アモルファス薄帯片が積層された磁心片である積層パケットを積み重ねた積層体となっている。

[0034] 第1実施形態における積層パケットは、複数のアモルファス薄帯片が積層された二つの積層構造（図3中の符号23）と、二つの積層構造の、互いに対向する側とは反対側の各端面に配置された二つの第1の電磁鋼板（図3中の符号25A）と、二つの積層構造の間に配置された単一の第2の電磁鋼板（図3中の符号25B）と、を積み重ねて形成されたものである。なお、図3は、第1実施形態の積層パケット（磁心）を示している。

[0035] なお、図1は、第1実施形態の積層コア100を概念的に示す斜視図である。図1では、四角環状に配置されている四つの磁心ブロック10A、10B、10C及び10Dの配置面をxy平面（x軸及びy軸を含む平面）とし、xy平面の法線方向をz軸方向とする。

[0036] また、四つの磁心ブロック10A、10B、10C及び10Dは、外観上、全て長さL-w1、幅w1、及び高さTが同一の形状（直方体）を有して

おり、積層コア 100 は、長さ L の正方形の四角環となっている。

[0037] 第 1 実施形態の積層コア 100 は、同一の積層パッケージを複数個用い、複数個の積層パッケージを正方形の環の形状に配置して各積層パッケージの長手方向両端を互いに接合することで作製されている。すなわち、積層コア 100 は、四つの積層パッケージを接合して正方形の環状体を得、1 つの環状体を 1 層として z 方向に積み重ねたものである。

第 1 実施形態の積層コア 100 は、正方形に形成されている例であるが、正方形に限られず、長方形等の他の四辺形とすることができる。

[0038] 第 1 実施形態のように、積層パッケージを用いて積層コアを作製する場合には、環状体の奇数番目の層（奇数層）と偶数番目の層（偶数層）とで積み方を変える必要はないが、場合により、図 2 A 及び図 2 B に示すように、奇数層（第 1 層、第 3 層・・・）と偶数層（第 2 層、第 4 層・・・）とで積み方を変えることもできる。具体的には、積層コア 100 をなす環状体は、奇数層と偶数層とを図 1 3 に示すように交互に重ねて形成されてもよい。

[0039] 奇数層は、図 2 A に示すように、積層パッケージ 20 A の一端上に積層パッケージ 20 D の一端を重ね、積層パッケージ 20 D の他端上に積層パッケージ 20 C の一端を重ね、積層パッケージ 20 C の他端上に積層パッケージ 20 B の一端を重ね、積層パッケージ 20 B の他端上に積層パッケージ 20 A の他端を重ねた四角環構造を有している。

[0040] また、偶数層は、図 2 B に示すように、奇数層における重ね方向とは逆方向に重ねて四角環構造としている。具体的には、積層パッケージ 30 A の一端上に積層パッケージ 30 B の一端を重ね、積層パッケージ 30 B の他端上に積層パッケージ 30 C の一端を重ね、積層パッケージ 30 C の他端上に積層パッケージ 30 D の一端を重ね、積層パッケージ 30 D の他端上に積層パッケージ 30 A の他端を重ねた四角環構造を有している。

[0041] 積層コア 100 は、図 1 3 に示すように、上記した奇数層と偶数層とを交互に所望の積層数（積層パッケージ数）になるように積層（例えば図 1 3 のように第 1 層（奇数層）C 1、第 2 層（偶数層）C 2、第 3 層（奇数層）C 3

・・・が順に積層）されて作製されたものである。第1実施形態の積層コア100では、四角環の4辺のそれぞれに11個の積層パッケージが積層された構造となっている。

[0042] 第1実施形態の積層コア100を形成している磁心ブロック10A、10B、10C及び10Dは、それぞれ図3に示す構造の積層パッケージ20を重ねて形成されている。

積層パッケージは、積層コアをなす四つの磁心ブロックを形成している複数のアモルファス薄帯片が積層された積層単位体である。本発明の第1実施形態では、複数のアモルファス薄帯片の積層単位体が用いられるので、極めて薄厚のアモルファス薄帯片の取り扱いが容易になり、積み精度に優れた磁心ブロックを作製することができる。

[0043] 積層パッケージ20は、図3に示すように、複数のアモルファス薄帯片21が積層された積層構造を有する二つの薄片束23と、二つの薄片束23の、互いに対向する側とは反対側の各端面に配置された二つの電磁鋼板（第1の電磁鋼板）25Aと、二つの薄片束23の間に配置された電磁鋼板（第2の電磁鋼板）25Bと、二つの薄片束23及び電磁鋼板25A、25Bを固定する樹脂層27と、を備えている。

この状態では、複数のアモルファス薄帯片が積層された薄片束23と、薄片束23の積層方向に重ねて配置された電磁鋼板25A、25Bと、が積層面に形成した樹脂層27によって固定化されている。

[0044] 薄片束23は、複数のアモルファス薄帯片が積層されたものであり、二つの薄片束におけるアモルファス薄帯片の積層数は同一である。第1実施形態では、1つの薄片束には30枚のアモルファス薄帯片が積層されている。したがって、第1実施形態の積層パッケージ20におけるアモルファス薄帯片の積層数は60枚である。なお、アモルファス薄帯片のサイズは、長さ426mm×幅142mmである。

[0045] 電磁鋼板25Aは、アモルファス薄帯片の薄片束23と幅方向（短手方向）が同一寸法となっている。すなわち、アモルファス薄帯片の薄片束23は

、電磁鋼板の短手方向の表面全体に配置されている。

電磁鋼板 25 B は、2つの薄片束 23 の間に配置され、2つの薄片束 23 の一方の表面全体に接すると共に、他方の表面と一部において接している。したがって、電磁鋼板 25 B は、2つの薄片束 23 の間に配置されているが、2つの薄片束が互いに重なる部分以外の薄片束上において露出した状態にある。

[0046] 電磁鋼板の主平面の表面粗さは、JIS B0601-2001 に準拠して測定される算術平均粗さにて $0.10\mu\text{m}$ ~ $0.20\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましく、 $0.1\mu\text{m}$ ~ $0.15\mu\text{m}$ の範囲であることがより好ましい。

電磁鋼板の表面粗さが $0.20\mu\text{m}$ 以下であると、電磁鋼板同士が接している場合等において滑り性が良好になり、製造効率を高める点で有利である。

[0047] ここで、図4を参照して積層パケット20について更に説明する。

図4(A)は、図3に示す積層パケット20を水平な机面に載置し、電磁鋼板25Aを上方より平面視した際の平面図である。また、図4(B)は、図3に示す積層パケット20を側部からみた側面図である。なお、図4では、図3中の樹脂層27を図示していない。

[0048] 第1実施形態の積層パケット20は、図4(A)のように、一方を他方に対して長手方向端部（長さ y_1 又は y_2 ($L - w_1$) の方向における端部）の端面の位置が揃わないようにずらして配置された二つの薄片束23によって、図1に示す長さLの四角環の1辺をなしている。

第1実施形態の積層パケット20は、積層パケット20を側部からみた図4(B)に示されるように、電磁鋼板25A／薄片束23／電磁鋼板25B／薄片束23／電磁鋼板25Aの積層部分を有している。積層部分は、樹脂層27によって固定化されている。そして、第1実施形態では、図5に示すように、電磁鋼板25A／薄片束23／電磁鋼板25B／薄片束23／電磁鋼板25Aの積層部分において、電磁鋼板25Bの一部が二つの薄片束23により共有されている。

二つの薄片束23の一方は、図4（B）に示すように、電磁鋼板25Aが配置されている側と反対側に電磁鋼板25Bが配置されている。二つの薄片束23は、電磁鋼板25Bの面方向に互いにずらして配置されている。これにより、一方の薄片束23では、電磁鋼板25Bの表面の一部が露出し、他方の薄片束23では、電磁鋼板25Aが配置されている側と反対側の表面が露出した状態になっている。

また、図3に示す積層パケット20を使用する場合、図5に示すように複数の積層パケット20を組み合わせることで段差なく繋ぎ合わせることができる。

[0049] 積層パケットの変形例として、図6～図8に示すように、二つの薄片束（積層構造）23の間に、二つの薄片層の互いに向き合う両表面の全面に配置される、薄片束23より長尺の単一の電磁鋼板25Cを挟んで積層したものでよい。

具体的には、図6のように、電磁鋼板25A／薄片束23／電磁鋼板25C／薄片束23／電磁鋼板25Aの積層部分を有する積層パケット120でもよい。積層パケット120の積層部分は、樹脂層27によって固定化されている。

この場合、図7に示すように、電磁鋼板25Cは、一方を他方に対して長手方向端部の端面の位置が揃わないようにずらして配置された2つの薄片束で規定される合計の長さ（図7中の距離L）、つまり積層パケット120の長手方向の全長と同一の長さで幅長とを有している。電磁鋼板25Cは、電磁鋼板25A／薄片束23／電磁鋼板25C／薄片束23／電磁鋼板25Aの積層部分において電磁鋼板25Cが二つの薄片束23により共有され、積層部分以外の部分（二つの薄片束23が重なっていない部分）では、電磁鋼板25Cが一方の薄片束及び他方の薄片束の表面の一部を覆って配置され、電磁鋼板25Cが露出する状態にある。

図6に示す積層パケット120を使用する場合、図8に示すように、積層構造の異なる積層パケット121を用意することで複数の積層パケットを繋

ぎ合わせた形態を得ることができる。

[0050] 更に、積層パケットの他の変形例として、図9～図10に示すように、二つの薄片束（積層構造）23間に二枚の電磁鋼板が配置された構造であってもよい。

具体的には、図9のように、複数のアモルファス薄片が積層された二つの薄片束（積層構造）23と、二つの薄片束の、互いに対向する側とは反対側の一方面に配置された二つの第1の電磁鋼板25Aと、二つの薄片束が互いに対向する側の他方面に各薄片束にそれぞれ配置された第2の電磁鋼板25Bと、を積み重ねた積層パケット220でもよい。この場合、それぞれ二枚の電磁鋼板で挟んだ薄片束23は、電磁鋼板25Bの面方向に互いにずらして配置されることにより、積層パケットの薄片束が重なっていない部分の電磁鋼板25Bの表面の一部が露出する状態になっている。

[0051] 積層パケット220は、図9のように、電磁鋼板で挟んだ二つの薄片束23の一方を他方に対して長手方向端部（長さy1又はy2の方向における端部）の端面の位置が揃わないようにずらして作製されている。積層パケット220は、積層パケットを側部からみた図9（B）に示されるように、電磁鋼板25A／薄片束23／電磁鋼板25B／電磁鋼板25B／薄片束23／電磁鋼板25Aの積層構造を有している。この場合、積層構造における二枚の電磁鋼板25Bは、二枚重ねた状態で共有されている。

図9に示す積層パケット220を使用する場合、図10に示すように複数の積層パケット220を組み合わせることで繋ぎ合わせた形態とすることができる。

[0052] また、積層パケットの他の変形例として、図11～図12に示すように、二つの薄片束23間には電磁鋼板を設けず、互いに対向する側とは反対側の各端面に電磁鋼板25Aが配置された構造となってもよい。本変形例によると、後述の第2実施形態にて説明するステップラップ形状とし、鉄損を低く抑える点で好ましい。

具体的には、図11のように、複数のアモルファス薄片が積層された二

つの薄片束（積層構造）23と、二つの薄片束の、互いに対向する側とは反対側の一方面に配置された二つの第1の電磁鋼板25Aと、を積み重ねた積層パケット320でもよい。この場合、一方面に電磁鋼板が配置された二つの薄片束23は、一方を他方に対して長手方向端部（長さy1又はy2の方向における端部）の端面の位置が揃わないように面方向に互いにずらして配置されることにより、積層パケットの薄片束が重なっていない部分の薄片束の表面の一部が露出する状態になっている。

積層パケット320は、積層パケットを側部からみた図11に示されるように、電磁鋼板25A／薄片束23／薄片束23／電磁鋼板25Aの積層構造を有している。

図11に示す積層パケット320を使用する場合、図12に示すように複数の積層パケット320を組み合わせて繋ぎ合わせた形態とすることが可能である。

[0053] ここで、アモルファス薄帯を形成するアモルファス合金（組成）について説明する。

アモルファス合金薄帯については、国際公開第2013/137117号公報、国際公開第2013/137118号公報、国際公開第2016/084741号公報等に記載の合金の組成を適宜参照することができる。

アモルファス合金薄帯の中でも、Fe基アモルファス合金が好ましい。Fe基アモルファス合金とは、Feを主成分とするアモルファス合金を指す。なお、「主成分」とは、含有比率が最も高い成分を指す。

Fe基アモルファス合金としては、Fe、Si及びBを含み、Fe、Si及びBの総含有量を100原子%とした場合に、Feの含有量が50原子%以上（好ましくは60原子%以上、より好ましくは70原子%以上）であるFe基アモルファス合金が特に好ましい。

[0054] アモルファス合金薄帯を形成するアモルファス合金の特性、特にトランスとして必要とされる特性を得るためには、薄帯長手方向に磁化容易方向を持つように熱処理されたアモルファス薄帯が有効である。そのようなアモルフ

アス薄帯を得るための方法として、熱処理する場合に、例えば、張架した状態で熱処理（テンションアニール）する方法、又は薄帯長手方向に磁場をかけた状態で熱処理する方法、張架しながら薄帯長手方向に磁場をかけた状態で熱処理する方法、等が好適である。

また、熱処理は、複数のアモルファス薄帯片を積層した積層物を金属板間に挟んで仮留めして炉に入れ、積層物のまま熱処理してもよい。

[0055] アモルファス薄帯片の表面の表面粗さは、JIS B0601-2001に準拠して測定される算術平均粗さにて $0.20\mu\text{m}$ ～ $0.50\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましく、 $0.20\mu\text{m}$ ～ $0.40\mu\text{m}$ の範囲であることがより好ましい。

表面粗さが $0.20\mu\text{m}$ 以上であると、アモルファス薄帯を積層したときの層間絶縁を確保する観点で有利である。表面粗さが $0.40\mu\text{m}$ 以下であると、積層磁心の占積率を高める点で有利である。

[0056] 一般的に冷間圧延とその後に表面被膜を形成することで製造される電磁鋼板は、液体急冷法により作製するアモルファス薄帯より表面精度が高い、すなわち表面粗さは小さい。

電磁鋼板の表面粗さとアモルファス薄帯片の表面粗さとの差の絶対値としては、 $0.4\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $0.2\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。両者の表面粗さの差の絶対値が $0.2\mu\text{m}$ 以下であると、積層鉄心の占積率を高くできる点で有利である。

[0057] 樹脂層27は、例えば電磁鋼板25A／薄片束／電磁鋼板25B／薄片束／電磁鋼板25A等の積層部分における積層面（薄帯片及び電磁鋼板の各厚みに相当する側面が集まって形成される面）に付設されており、積層部分において電磁鋼板及び薄片側を固定している。

[0058] 樹脂層27は、エポキシ系樹脂を用いて形成されている。

アモルファス薄帯片を積層し、アモルファス薄帯の積層構造における積層面の少なくとも一部に硬化性の樹脂（例えば、エポキシ系樹脂）を塗布して硬化させることにより、樹脂層が形成されていることが好ましい。樹脂が硬

化されることにより、複数のアモルファス薄帯片及び電磁鋼板が固定されるので、アモルファス薄帯片の積み精度が向上し、積層パケットの形状を良好に維持し易い。

アモルファス薄帯の積層構造において、アモルファス薄帯の積層方向を法線とする主要面に硬化性の樹脂を付与せず、積層面に硬化性の樹脂を塗布等して樹脂層を形成することで、硬化に伴う収縮等で生じやすい歪みを低く抑え、応力による特性劣化が抑制される。

[0059] 積層パケットは、例えば以下のようにして製造することができる。

長尺状のアモルファス合金薄帯に張力を印加しながら連続熱処理した後、所望のサイズに裁断（切断、打ち抜き）及び積層し、得られた積層物の積層面にエポキシ系樹脂等を付与して樹脂層を付設することにより固定化する。

また、別の方法として、まず所望の組成のアモルファス合金薄帯を作製して所望とするサイズに裁断し、裁断されたアモルファス薄帯片を複数枚重ね、積層物とした状態で金属板間に挟み込み、仮留めして固定する。その後、炉内に入れ、熱処理を施し、冷却した後、積層物の積層面にエポキシ系樹脂等を付与して樹脂層を付設して固定化してもよい。

[0060] 樹脂層の形成には、硬化性の樹脂を用いることができ、例えば、エポキシ系樹脂は好適に用いられる。エポキシ系樹脂の例としては、エポキシ樹脂を含有するA液と、硬化剤を含有するB液と、からなる2液混合型のエポキシ樹脂組成物をもちいてもよい。

[0061] 樹脂層を形成する方法としては、特に制限はなく、公知の塗布方法を用いることができ、例えば、複数のアモルファス薄帯片と電磁鋼板とを積層した際の積層面の一部に、ブラシ又はヘラ等の塗布部材を用いて塗布する方法が好適である。

[0062] 樹脂層27の厚みは、特に制限はなく、固定された積層部分に求められる強度、長期間にわたる耐久性等を考慮して適宜選択すればよい。

[0063] 上記した実施形態では、図3及び図6のように、複数のアモルファス薄帯片を積層してなる二つの薄片束を、一方の薄片束の一端が他方の薄片束の一

端から薄片束長手方向の他端に向けて所定距離ずれた状態で配置した形態の磁心片（積層パケット）を中心に説明したが、このような形態に限られるものではなく、任意の積層単位を選択して一単位（積層単位体）としてもよい。

具体的な例として、図 17 に示すように、複数のアモルファス薄帯片 21 を積層した積層構造 23 とこの積層構造 23 を挟む二つの電磁鋼板 25A とを樹脂層 27 で固定した形態の磁心片（積層パケット 420）としてもよい。

[0064] （第 2 実施形態）

本発明の磁心の第 2 実施形態について図 14 ～図 16 を参照して説明する。

第 2 実施形態は、上記の第 1 実施形態の積層コア（磁心）を形成する磁心ブロックにおける積層パケット同士が接合する接合部を階段形状に形成し、積層パケット同士が長手方向に対して 45° 傾斜した傾斜面で互いに接合されることで積層されたステップラップ構造としたものである。

[0065] なお、第 1 実施形態と同様の構成要素には同一の参照符号を付してその詳細な説明を省略する。

[0066] 積層パケット（磁心片）140 は、図 14 に示すように、5 つの薄片束 30 と、5 つの薄片束 30 を挟むように配置された一对の電磁鋼板 35 と、を備えている。この状態では、五つの薄片束 30 及び二つの電磁鋼板 35 は、薄片層及び電磁鋼板が重ねられて形成される積層面にエポキシ系樹脂を塗布し硬化されることで形成された不図示の樹脂層によって固定化されている。

なお、図 14（A）は、積層パケットを水平な机面に載置し、積層パケットを積層方向上方から観察した際の平面図であり、図 14（B）は、積層パケットを側部から観察した際の側面図である。図 14 では、積層パケットの各薄片束を形成しているアモルファス合金薄帯及び樹脂層を図示していない。

[0067] 積層パケット 140 は、図 14 に示すように、五つの薄片束 30 をそれぞ

れあらかじめ定められた距離 t_1 ずつずらして積層することにより形成されており、薄片束の積層方向の両方の端面には、二つの電磁鋼板 35 が、それぞれ薄片束と同様に長手方向に距離 t_1 ずつずらして積層された積層構造とされている。積層された薄片束 30 の各々は、複数のアモルファス薄帯片が積層されたものである。

[0068] 薄片束 30 は、図 14 (A) に示すように、長手方向の長さが長さ L である長方形の両端が、長手方向に対して 45° の傾斜角 ($\theta_1 = 45^\circ$, $\theta_2 (= 180^\circ - \theta_1) = 135^\circ$) をもって切断されて形成された、下底及び上底の長さがそれぞれ L_1 、 L_2 の台形状とされている。図示しないが、電磁鋼板についても同様である。

傾斜角 θ_1 は、 0° を超えて 90° 未満の鋭角の範囲から選択され、傾斜角 θ_2 は、 90° を超えて 180° 未満の鈍角の範囲から選択される角度とすることができ、中でも、傾斜角 θ_1 は $30^\circ \sim 60^\circ$ の鋭角 (45° に対して $-15^\circ \sim +15^\circ$ の振れ角) の範囲が好ましい。

[0069] 次に、四角環を形成する積層パケット同士が接合する接合部を説明する。

第 2 実施形態における接合部は、ステップラップ構造による接合形態となっている。磁心ブロックを形成する四角環は、上記のように、四つの積層パケットをそれぞれの長手方向両端を互いに接合することで形成されている。

積層パケットの各々は、台形状の薄片束 30 を距離 t_1 ずつずらして配置することにより、図 14 (A) のように、長手方向両端には、 θ_1 、 θ_2 の傾斜角で斜めに形成された薄片束による階段状の段差が形成されている。

[0070] このような積層パケットを四つ用意し、例えば図 15 に示すように、まず、積層パケット 140A の、接合部となる二つの領域 ($w_2 \times w_2$ 四方の領域) のうちの一方の領域の視認面の上に、積層パケット 140B の、接合部となる二つの領域 ($w_2 \times w_2$ 四方の領域) のうちの他方の領域の非視認面 (裏面) を重ねる。積層パケット 140B の一方の領域の視認面の上に、積層パケット 140C の、接合部となる二つの領域 ($w_2 \times w_2$ 四方の領域) のうちの他方の領域の非視認面 (裏面) を重ねる。積層パケット 140C の

一方の領域の視認面の上に、積層パケット 140D の、接合部となる二つの領域（ $w2 \times w2$ 四方の領域）のうちの他方の領域の非視認面（裏面）を重ねる。そして、積層パケット 140D の一方の領域の上に積層パケット 140A の他方の領域の非視認面を重ねる。これにより、四角環構造とすることができる。

[0071] 第2実施形態では、四つの積層パケット A～D が接合されて形成された四角環構造を複数個積み重ねることにより、所望の形状を有する磁心（積層コア）を作製することができる。第2実施形態では、四角環構造を積み重ねて作製された積層コアの四つの辺をなす構造部分が磁心ブロックであり、具体的には、図示しないが、四角環構造が積まれることで例えば積層パケット 140A が積まれて形成された積層部分が磁心ブロックである。

[0072] 例えば、積層パケット 140A の前記二つの領域のうちの一方の領域の視認面の上に、積層パケット 140B の前記二つの領域のうちの他方の領域の非視認面（裏面）を重ねる場合、視認面に形成されている階段状の段差部と、非視認面に形成されている階段状の段差部と、が互いに向き合って複数の接合面が形成される。つまり、図16のように、例えば積層パケット 140A と積層パケット 140B との間におけるアモルファス薄帯片の接合場所 R が階段状にずれて存在する構造（ステップラップ構造）となる。

[0073] このようなステップラップ構造は、接合場所が順次ずれて存在するため、接合場所で局所的に磁束が集中する現象が生じにくく、鉄損及び皮相電力を低く抑えられる。

[0074] 2016年9月30日に出願された日本出願2016-195059の開示はその全体が参照により本明細書に取り込まれる。

本明細書に記載された全ての文献、特許出願、及び技術規格は、個々の文献、特許出願、および技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 閉磁路を形成する複数の磁心ブロックを備え、
前記磁心ブロックは、複数の磁心片の積層体であり、
前記磁心片は、複数のアモルファス薄帯片が積層された積層構造と、前記積層構造の積層方向における両方の端面のそれぞれの少なくとも一部に配置された電磁鋼板と、を含み、前記積層構造及び前記電磁鋼板が積層面で固定化された、磁心。
- [請求項2] 前記閉磁路は、四つの前記磁心ブロックが四角環状に接合されて形成されており、
互いに隣り合う二つの磁心ブロック間に、それぞれの磁心片の、複数の積層構造を磁心ブロックの長手方向にずらして階段状に形成された段差における、前記長手方向に対して傾斜角 θ で傾斜した傾斜面が互いに接合する接合部を有する請求項1に記載の磁心。
- [請求項3] 前記接合部における前記傾斜面は、磁心ブロックの長手方向に対して $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の傾斜角で傾斜させて形成されている請求項2に記載の磁心。
- [請求項4] 互いに隣り合う二つの磁心ブロック間に、それぞれの磁心片が前記積層方向における端面で互いに接合する接合部を有し、前記接合部において、一方の磁心ブロックにおける磁心片の電磁鋼板と、他方の磁心ブロックにおける磁心片の電磁鋼板と、が対向配置されて接している、請求項1に記載の磁心。
- [請求項5] 前記磁心片は、二つの前記積層構造と、前記二つの積層構造の、互いに対向する側とは反対側の各端面に配置された二つの第1の電磁鋼板と、前記二つの積層構造の間に配置された第2の電磁鋼板と、を有し、
前記二つの積層構造は、一方の積層構造の長手方向の一端と他方の積層構造の長手方向の一端とが、前記長手方向において互いに重なる位置から前記長手方向にずらされ、前記二つの積層構造が一部で重な

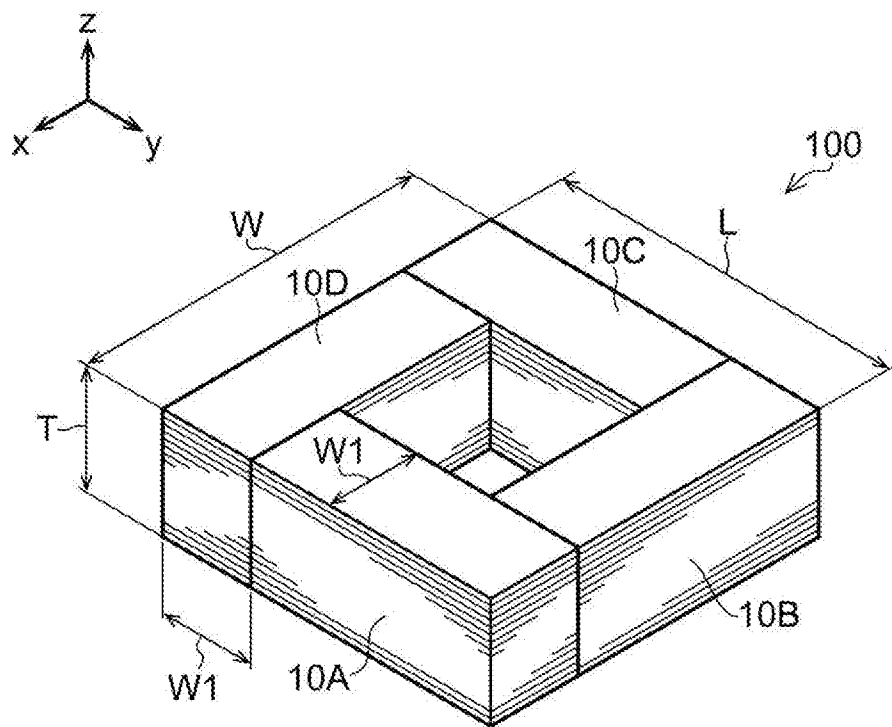
る状態で配置され、前記積層構造の前記長手方向と直交する短手方向における積層面を含む平面において前記積層構造と前記第 1 の電磁鋼板と前記第 2 の電磁鋼板とが固定化されている、請求項 1 に記載の磁心。

[請求項6] 前記磁心片における前記積層構造と前記電磁鋼板とは、エポキシ系樹脂を用いて固定化されている、請求項 1 ～請求項 5 のいずれか 1 項に記載の磁心。

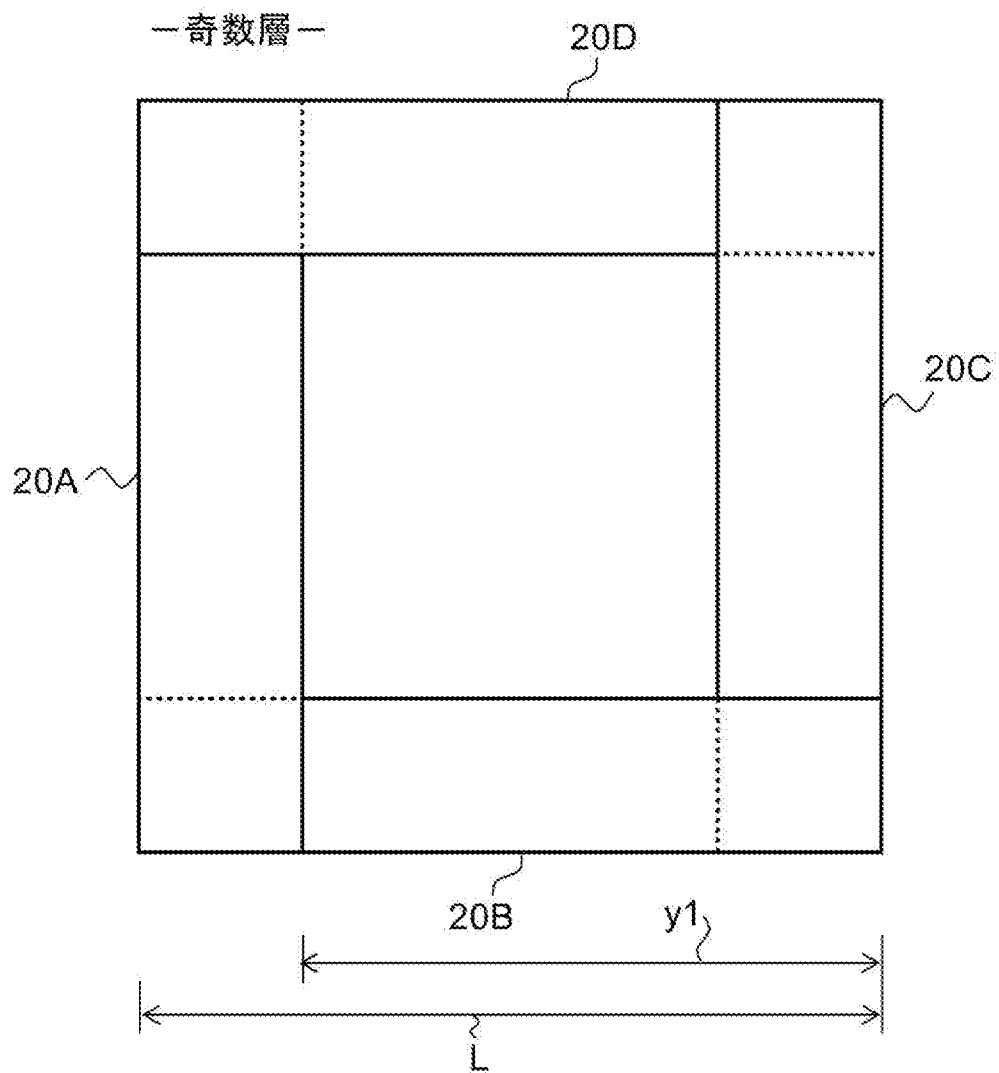
[請求項7] 前記積層構造は、前記電磁鋼板の短手方向の表面全体に配置されている請求項 1 ～請求項 6 のいずれか 1 項に記載の磁心。

[請求項8] 複数のアモルファス薄帯片が積層された積層構造と、前記積層構造の積層方向における両方の端面のそれぞれの少なくとも一部に配置された電磁鋼板と、を含み、前記積層構造及び前記電磁鋼板が積層面で固定化された、磁心片。

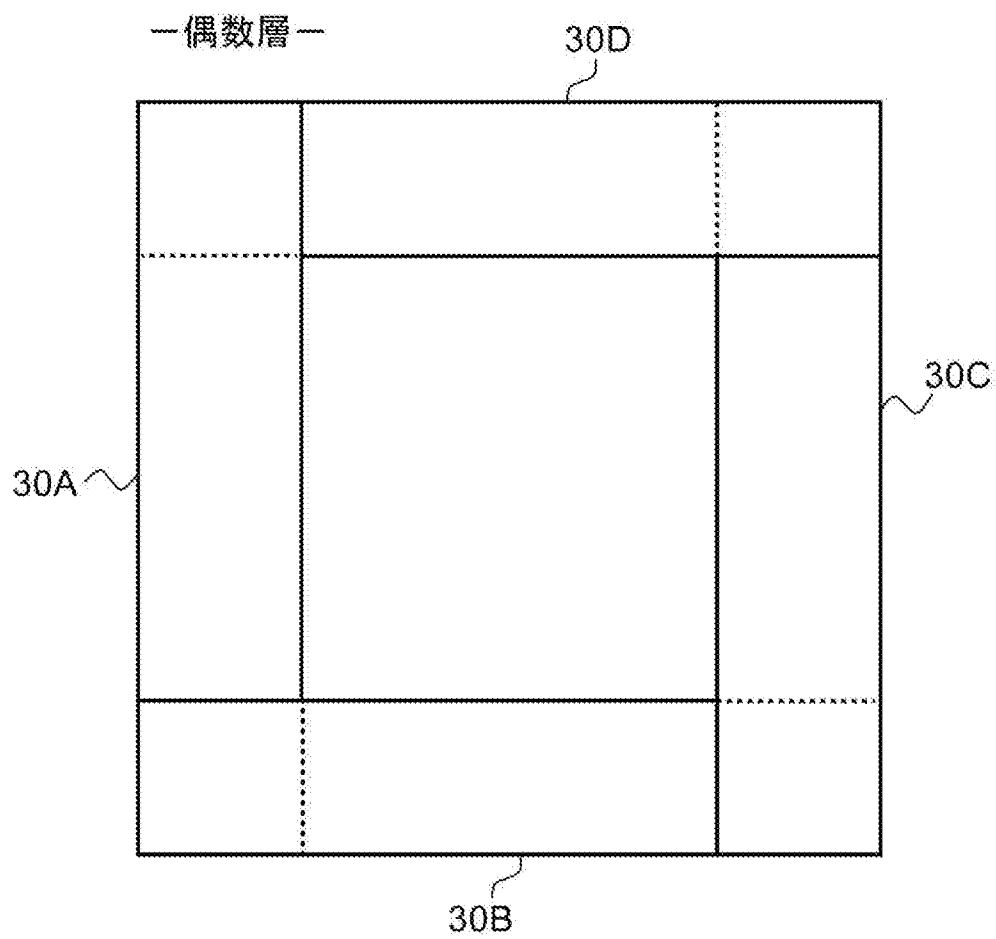
[図1]



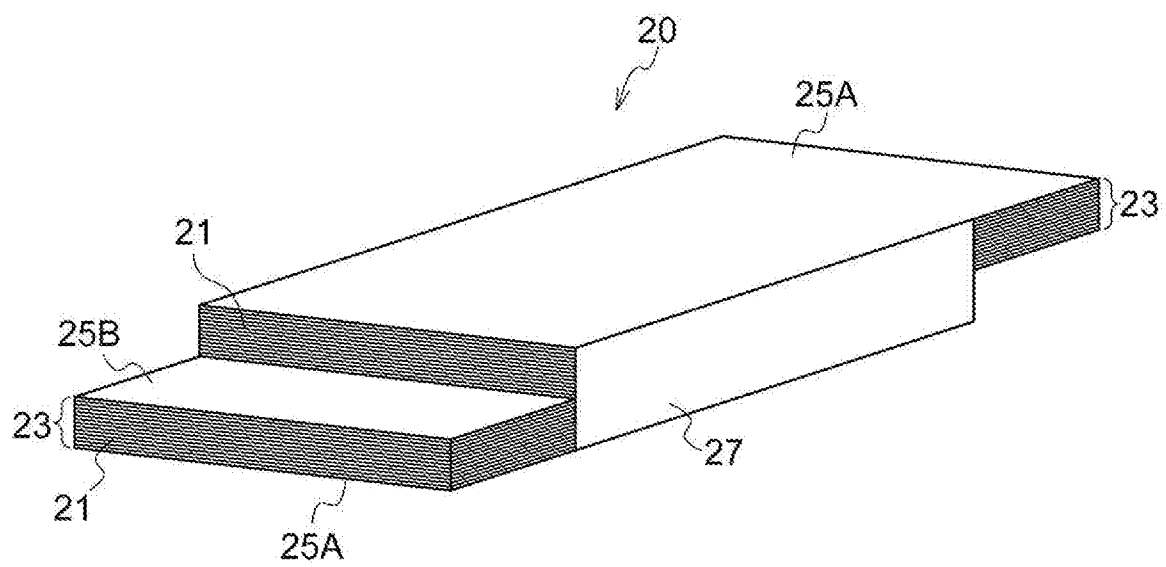
[図2A]



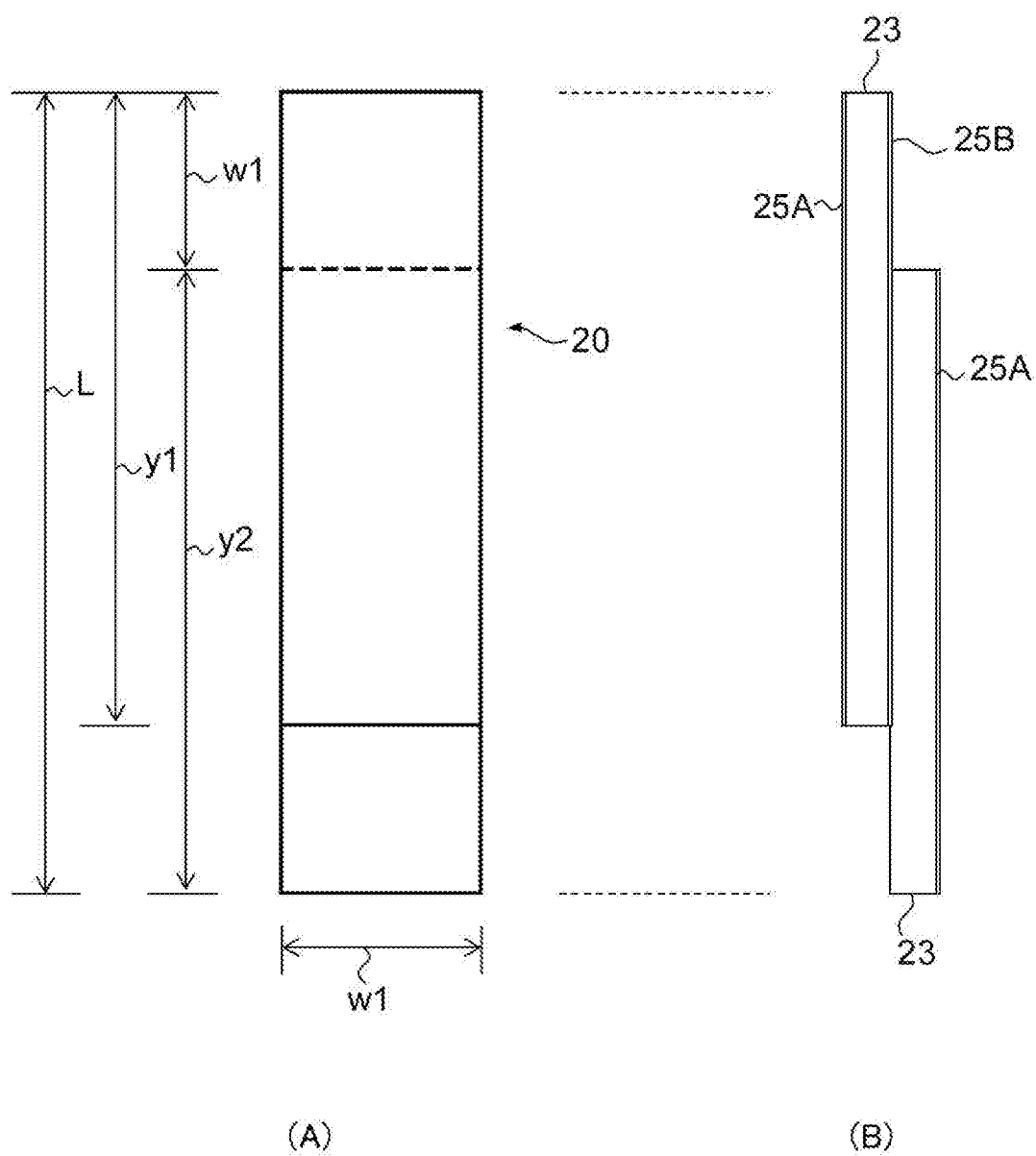
[図2B]



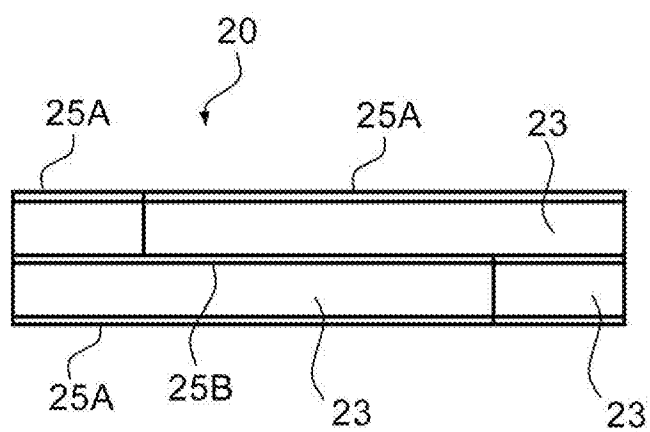
[図3]



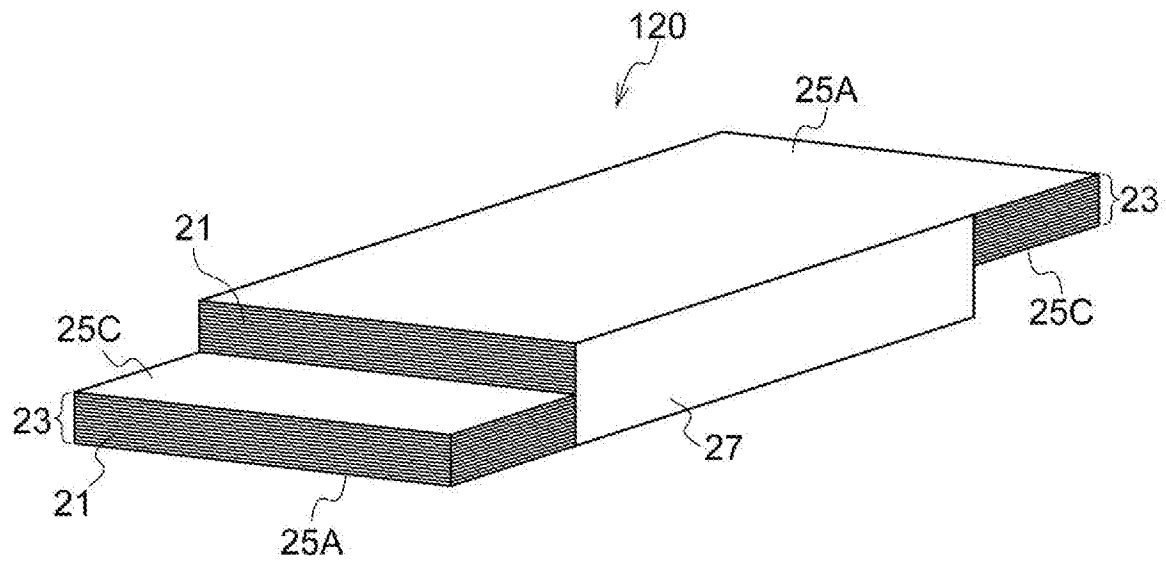
[図4]



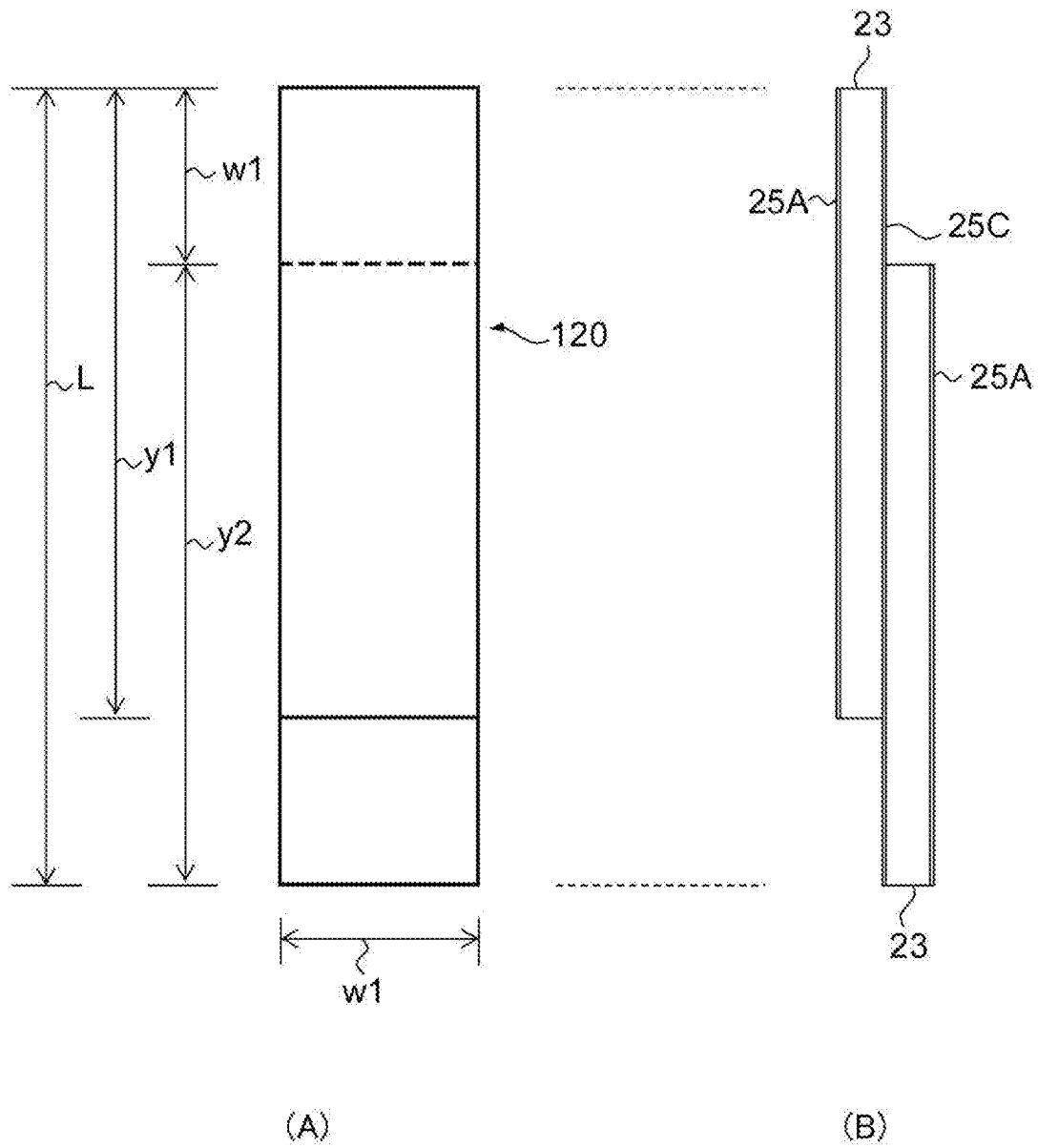
[図5]



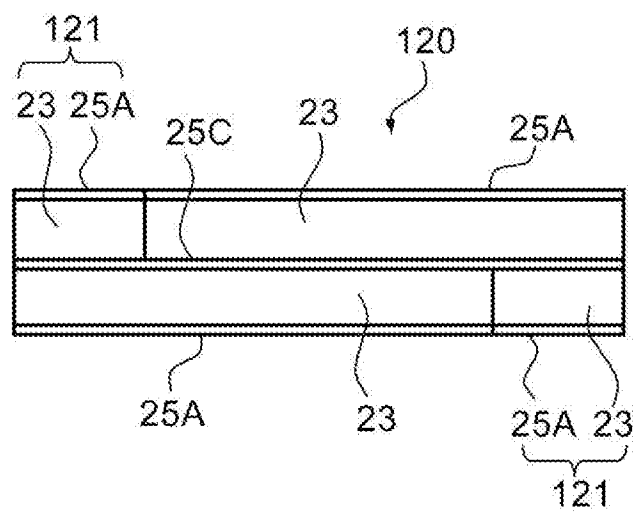
[図6]



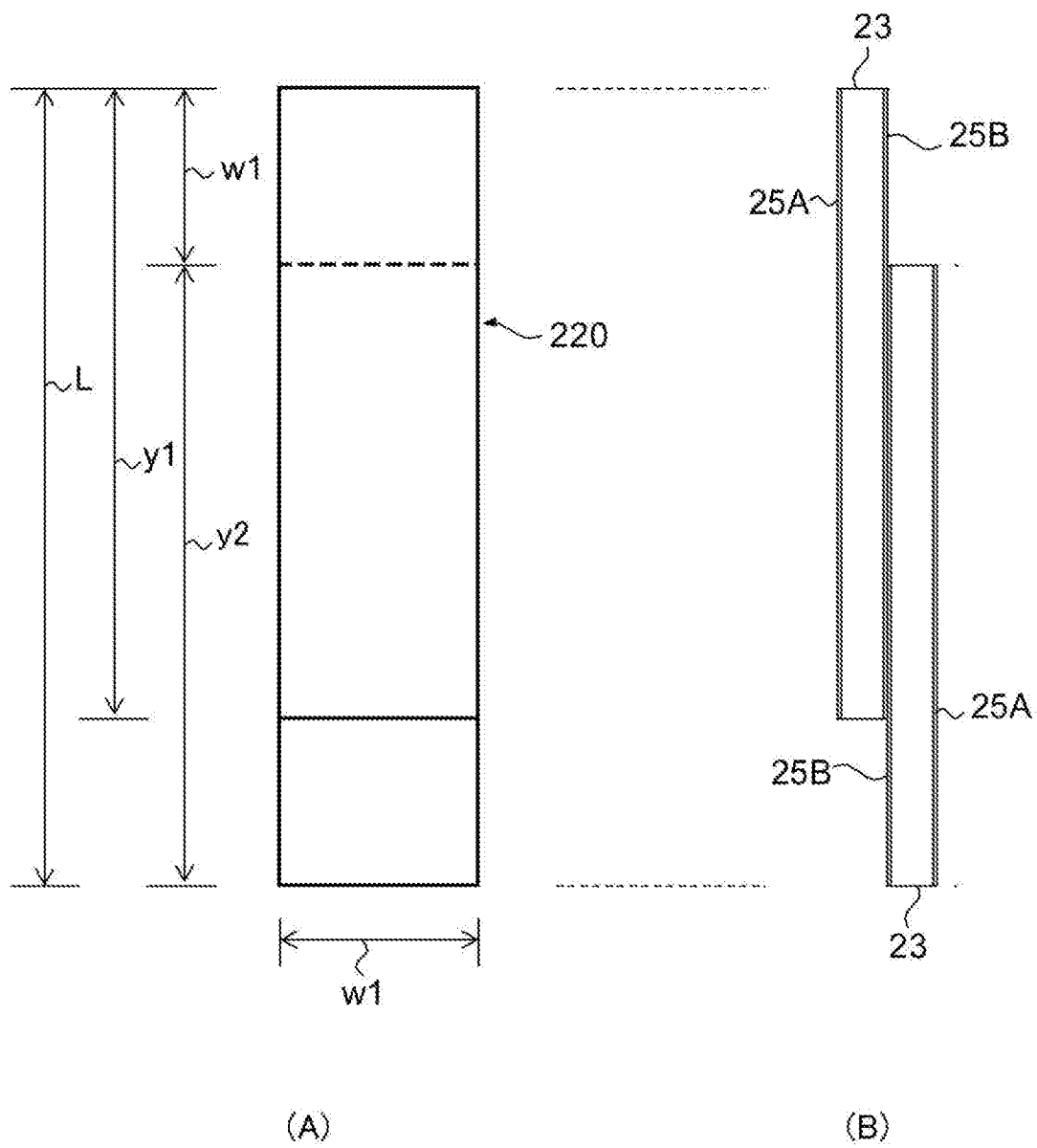
[図7]



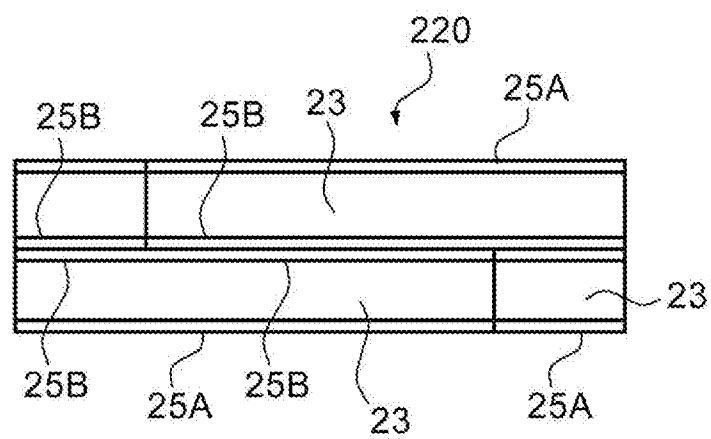
[図8]



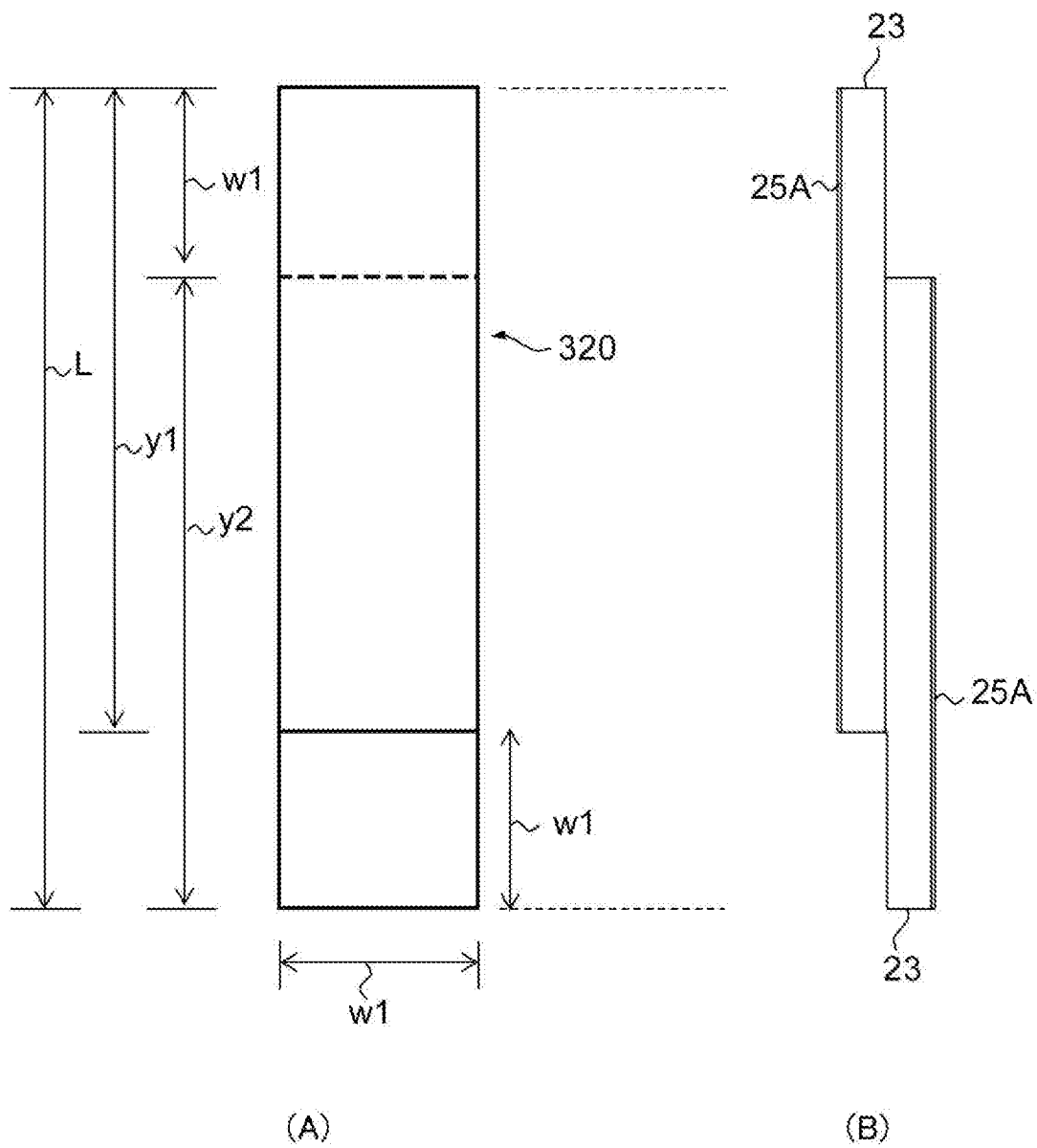
[図9]



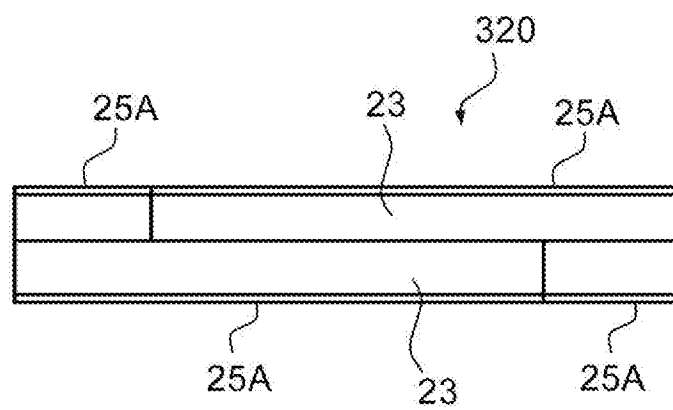
[図10]



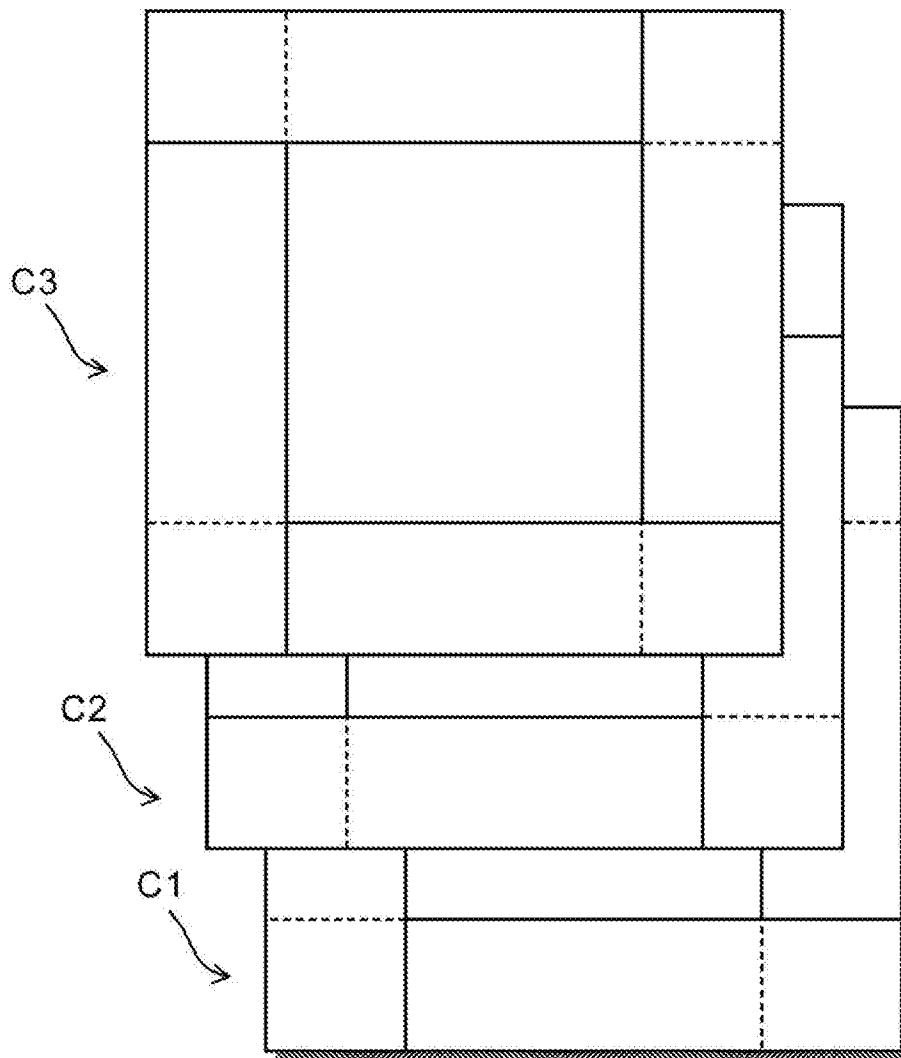
[図11]



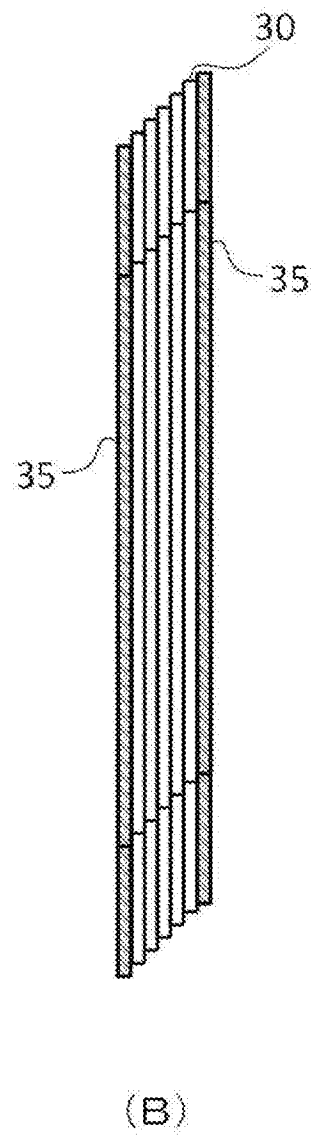
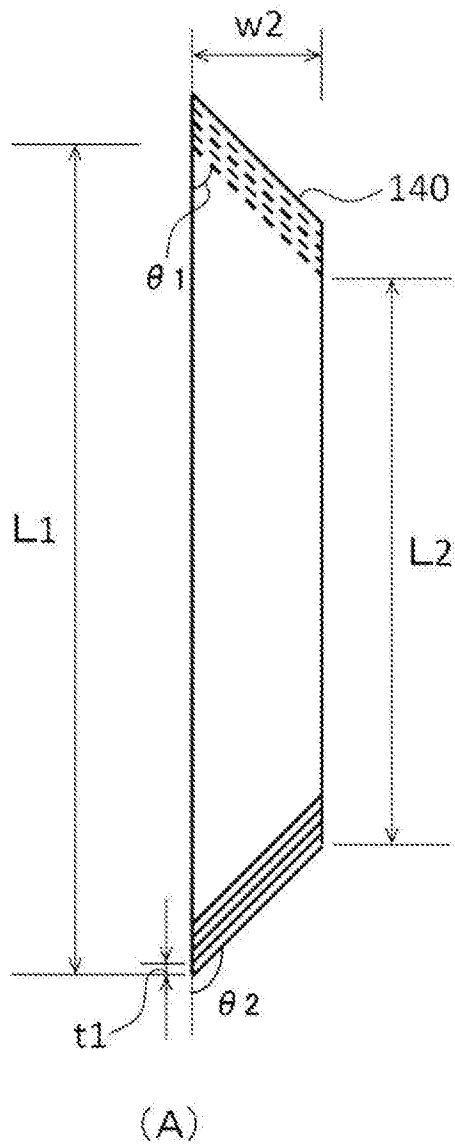
[図12]



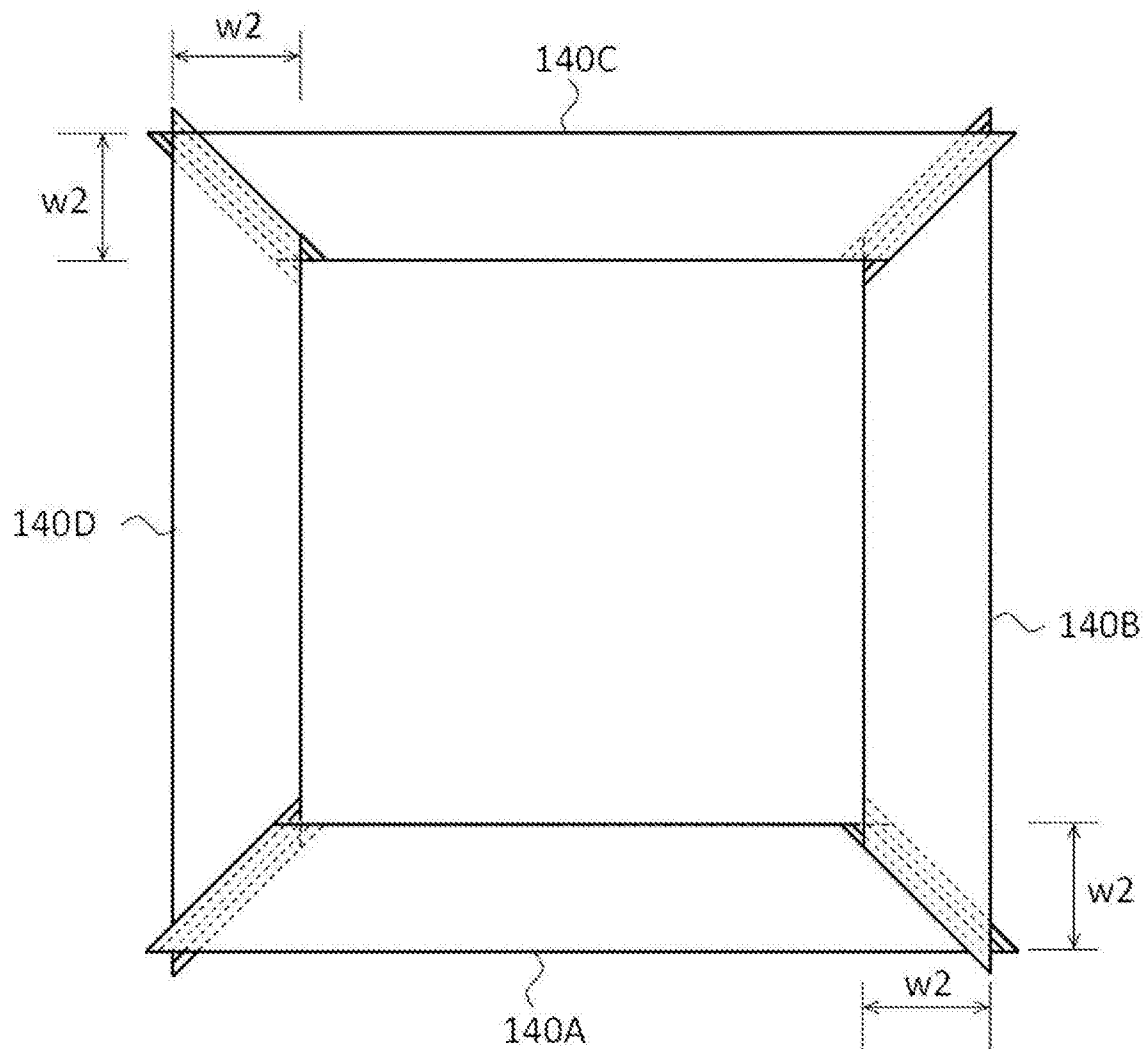
[図13]



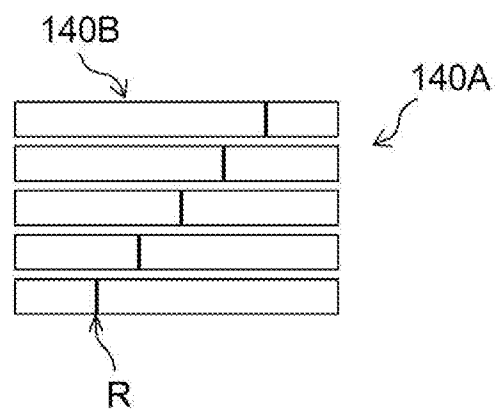
[図14]



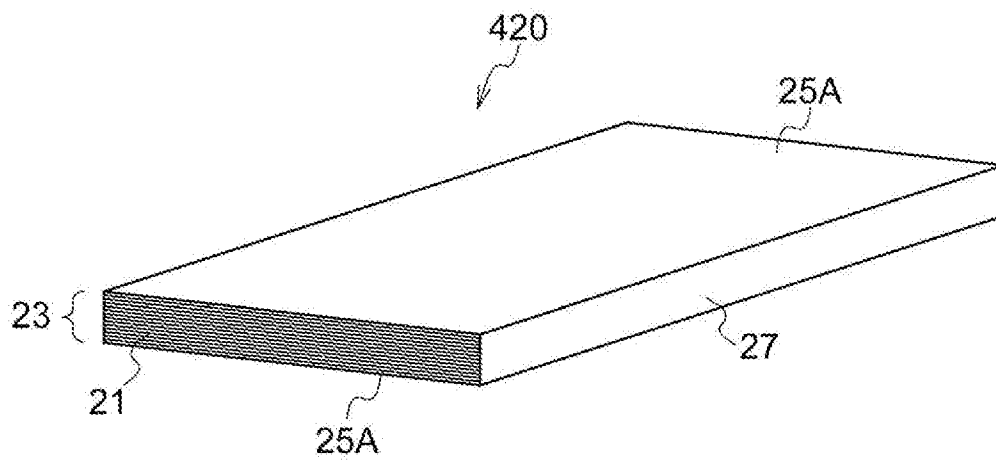
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/034960

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F27/245 (2006.01) i, H01F27/24 (2006.01) i

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)

H01F27/245, H01F27/24

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 1971-2017

Registered utility model specifications of Japan 1996-2017

Published registered utility model applications of Japan 1994-2017

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 54-50918 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 21 April 1979, page 2, lower left column, lines 6-9, page 2, lower left column, lines 12-15, fig. 3	1-3, 6-8
A	page 2, lower left column, lines 6-9, page 2, lower left column, lines 12-15, fig. 3 (Family: none)	4, 5



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

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/034960

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 62-108513 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 19 May 1987, page 2, lower left column, lines 5-7 page 2, lower left column, line 20 to lower right column, line 7 fig. 1	1-3 6-8
A	page 2, lower left column, lines 5-7 page 2, lower left column, line 20 to lower right column, line 7 fig. 1 (Family: none)	4, 5
Y	JP 3-77304 A (TOSHIBA CORP.) 02 April 1991, page 2, lower left column, lines 6-15, fig. 1-5	2, 3
A	page 2, lower left column, line 6-15 fig. 1-5 (Family: none)	4, 5
A	JP 2-39404 A (AICHI ELECTRIC CO., LTD.) 08 February 1990, all pages, fig. 1-9 (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01F27/245(2006.01)i, H01F27/24(2006.01)i

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））

Int.Cl. H01F27/245, H01F27/24

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	J P 54-50918 A（松下電器産業株式会社） 1979.04.21, 第2頁左下欄第6行-第9行, 第2頁左下欄第12行-第15行, 第3図	1-3, 6-8
A	第2頁左下欄第6行-第9行, 第2頁左下欄第12行-第15行, 第3図 (ファミリーなし)	4, 5

☑ 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矛盾するものではなく、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

30.11.2017

国際調査報告の発送日

12.12.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

五貫 昭一

5D

9368

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

C (続き) . 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	J P 62-108513 A (三菱電機株式会社) 1987.05.19, 第2頁左下欄第5行-第7行, 第2頁左下欄第20行-右下欄第7行, 第1図	1-3, 6-8
A	第2頁左下欄第5行-第7行, 第2頁左下欄第20行-右下欄第7行, 第1図 (ファミリーなし)	4, 5
Y	J P 3-77304 A (株式会社東芝) 1991.04.02, 第2頁左上欄第6行-第15行, 第1-5図	2, 3
A	第2頁左上欄第6行-第15行, 第1-5図 (ファミリーなし)	4, 5
A	J P 2-39404 A (愛知電機株式会社) 1990.02.08, 全頁, 第1-9図 (ファミリーなし)	1-8