

(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9月7日(07.09.2018)



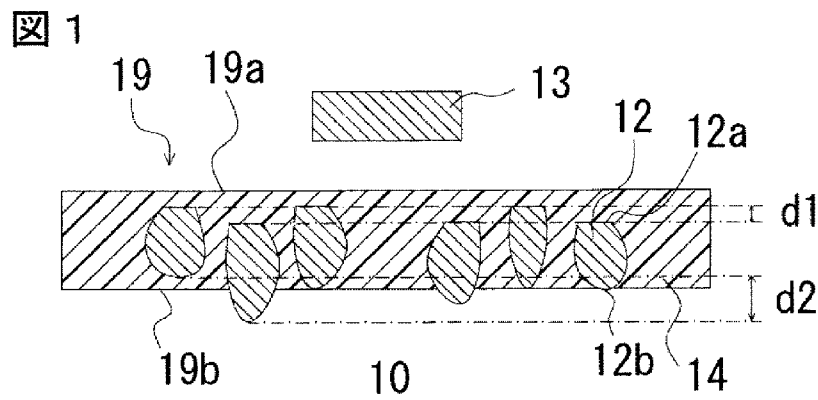
(10) 国際公開番号

WO 2018/159455 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 17/00 (2006.01) H01F 41/04 (2006.01)
B06B 1/04 (2006.01) H04R 9/00 (2006.01)
H01F 5/00 (2006.01) H05K 1/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/006504
- (22) 国際出願日: 2018年2月22日(22.02.2018)
- (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 2017-038551 2017年3月1日(01.03.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 伊藤 慎悟(ITO, Shingo); 〒6178555 京
都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株
式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外 (SAMEJIMA, Mutsumi et
al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町
8 番 1 号 梅田阪急ビルオフィスタワー
青山特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: ELECTRIC ELEMENT

(54) 発明の名称: 電気素子



(57) **Abstract:** Provided is an electric element whereby difference in characteristics between electric elements is suppressed. The electric element comprises: a substrate including resin layer and a first conductor having a surface coming in contact with the resin layer; and a magnet. The substrate has a smooth first main surface facing the magnet. The first conductor includes a coil that: has a winding axis arranged orthogonal to the first main surface; and is positioned closest to the first main surface side. The coil includes a series of coil conductors having: a first coil surface facing the first main surface; and a second coil surface on the opposite side to the first coil surface. The coil conductors have a non-uniform thickness in the winding axis direction such that the distance between the first coil surface and the second coil surface varies along the winding direction. The difference between the maximum value and the minimum value for the distance between the first coil surface and the first main surface is smaller than the difference between the maximum value and the minimum value for the distance between the second coil surface and the first main surface.

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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 電気素子間での特性差が抑制される電気素子が提供される。電気素子は、樹脂層および前記樹脂層と接触面を有する第1導電体を含む基板と、磁石と、を備える。前記基板は、前記磁石と対向する平滑な第1主面を有する。前記第1導電体は、巻軸が前記第1主面と直交して配置され、最も前記第1主面側に位置するコイル部を含む。前記コイル部は、前記第1主面と対向する第1コイル面と、前記第1コイル面と反対側の第2コイル面とを有する一連のコイル導体を含む。前記コイル導体は、巻回し方向に沿って前記第1コイル面と前記第2コイル面との距離が変化する不均一な巻軸方向の厚みを有し、前記第1コイル面と前記第1主面との距離の最大値と最小値の差が、前記第2コイル面と前記第1主面との距離の最大値と最小値の差よりも小さい。

明 細 書

発明の名称：電気素子

技術分野

[0001] 本発明は、電気素子に関する。

背景技術

[0002] コイル部品の構造としてプリント回路基板技術を応用した平面コイル構造が知られている。例えば特開2012-248630号公報には、基板の両面に電解めっきによって形成された平面スパイラル導体を含むコイル部品が記載されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] 電解めっきによって平面スパイラル導体を形成すると、導体幅に対する導体厚みの比であるアスペクト比が大きいコイルパターンを効率的に得ることができる。しかしながら、電解めっきによって導体パターンを形成すると、電解めっきによる導体の成長速度にばらつきが生じやすいため、形成される導体パターンの導体厚みが不均一になり易く、特に導体パターンの導体厚みを厚く形成する場合に、導体厚みの差が大きくなる傾向がある。このような導体パターンを有するコイル部品を、磁石と組み合わせる電気素子に適用する場合、導体厚みの差が大きくなることに起因して、電気素子間での特性差が大きくなるという課題がある。例えば図12に示す電気素子70は、絶縁基材層71の一方の面上にコイル導体72が配置される基板79と、磁石73とを備える。コイル導体72は、絶縁基材層71の一方の面から他方の面とは反対の方向へ導体をめっき成長させることで形成される。コイル導体72は絶縁基材層71に接する第1コイル面72aと反対側の第2コイル面72bを有して形成されるが、電解めっきによる導体の成長速度のばらつきにより、コイルの巻回し方向に沿って第1コイル面72aと第2コイル面72bとの距離が不均一になっている。そのため、電気素子70では、磁石73

の基板 7 9 に対向する面と、コイル導体 7 2 の第 2 コイル面 7 2 b との距離の差が、導体部分間で大きくなっている。このような電気素子ではコイルから生じる電磁界と磁石との相互作用が磁石と第 2 コイル面との距離差に依存して不均一な状態となる。また、めっき成長速度は製造ロット間でも差が生じるため、このような基板 7 9 を備える電気素子では、電気素子間で特性差が生じることになる。上記課題に鑑み、本発明は、電気素子間での特性差が抑制される電気素子を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0004] 本発明の一実施形態は、樹脂層および前記樹脂層と接触面を有する第 1 導電体を含む基板と、磁石と、を備える電気素子である。前記基板は、前記磁石と対向する平滑な第 1 主面を有する。前記第 1 導電体は、巻軸が前記第 1 主面と直交して配置され、最も前記第 1 主面側に位置するコイル部を含む。前記コイル部は、前記第 1 主面と対向する第 1 コイル面と、前記第 1 コイル面と反対側の第 2 コイル面とを有する一連のコイル導体を含む。前記コイル導体は、巻回し方向に沿って前記第 1 コイル面と前記第 2 コイル面との距離が変化する不均一な巻軸方向の厚みを有し、前記第 1 コイル面と前記第 1 主面との距離の最大値と最小値の差が、前記第 2 コイル面と前記第 1 主面との距離の最大値と最小値の差よりも小さく構成されている。

発明の効果

[0005] 本発明によれば、電気素子間での特性差が抑制される電気素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]第 1 実施形態に係る電気素子の断面図の一例である。

[図2]第 2 実施形態に係る電気素子の断面図の一例である。

[図3]第 2 実施形態に係る電気素子に用いる基板を平面視した端面図の一例である。

[図4]第 2 実施形態に係る電気素子に用いる基板の製造工程の一部を示す概略図である。

[図5]電気素子に用いる基板の製造工程の別例を示す概略図である。

[図6]第3実施形態に係る電気素子の断面図の一例である。

[図7]第3実施形態に係る電気素子に用いる基板を平面視した端面図の一例である。

[図8]第4実施形態に係る電気素子の断面図の一例である。

[図9]第4実施形態に係る電気素子に用いる基板の製造工程を示す概略図である。

[図10]第5実施形態に係る電気素子の断面図の一例である。

[図11]第6実施形態に係る電気素子の断面図の一例である。

[図12]従来技術に係る電気素子の断面図の一例である。

発明を実施するための形態

[0007] 本実施形態の電気素子は、樹脂層および前記樹脂層と接触面を有する第1導電体を含む基板と、磁石と、を備える。基板は、磁石と対向する平滑な第1主面を有する。第1導電体は、巻軸が第1主面と直交して配置され、最も前記第1主面側に位置するコイル部を含む。コイル部は、第1主面と対向する第1コイル面と、第1コイル面と反対側の第2コイル面とを有する一連のコイル導体を含む。コイル導体は、巻回し方向に沿って第1コイル面と第2コイル面との距離が変化する不均一な巻軸方向の厚みを有し、第1コイル面と前記第1主面との距離の最大値と最小値の差が、第2コイル面と第1主面との距離の最大値と最小値の差よりも小さくなっている。

[0008] 電気素子では、基板を構成する第1導電体のコイル部の第1コイル面側におけるコイル導体の凹凸差が、第2コイル面側におけるコイル導体の凹凸差よりも小さくなっている。そして第1コイル面に対向する第1主面側に磁石が配置されることで、磁石と第1コイル面との距離の差のばらつきを電気素子間において抑制することができる。これにより安定した特性を有する電気素子を効率的に製造することができる。なお、第1コイル面と第1主面との距離の最大値と最小値の差は、最大値から最小値を差し引いて算出され、第2コイル面と第1主面との距離の最大値と最小値の差も同様である。

[0009] コイル導体は、巻軸方向および巻回し方向に直交する幅方向の厚みに対する巻軸方向の厚みの比の平均値が1以上であってよい。コイル導体は、巻回し方向に直交する断面において巻軸方向の厚みである導体厚みと、巻軸方向に直交する方向の幅である導体幅とを有する。コイル導体が、導体幅に対する導体厚みの比であるアスペクト比の平均値が1以上で形成されていることで、コイルパターンの巻数をより多くしつつ、コイル導体の断面積を大きくすることができる。これによりコイル導体が形成する電磁界強度を大きくすることができる。なお、アスペクト比の平均値は、任意の5カ所についての算術平均として求める。

[0010] コイル部は、隣接する前記コイル導体部分間の間隙の、一方の前記コイル導体部分の巻軸方向の厚みに対する比の平均値が0.5以下であってよい。コイル部では一連のコイル導体の導体部分どうしが互いに隣接して形成されている場合がある。コイル導体の導体厚みを厚く、また隣接するコイル導体部分間の間隙を小さくすることで、コイルパターンの巻数をより多くしつつ、コイル導体の断面積を大きくすることができる。これによりコイル導体が形成する電磁界強度を大きくすることができ、より大きな駆動力を有し、導体損が小さな電気素子を構成することができる。なお、一方のコイル導体部分の巻軸方向の厚みに対する導体部分間の間隙の比の平均値は、任意の5カ所についての算術平均として求める。

[0011] 電気素子は、第1主面と第1コイル面との距離の平均値が、第1コイル面と第2コイル面との距離の最小値よりも小さく形成されてもよい。これにより、より大きな駆動力を有し、導体損が小さな電気素子を構成することができる。第1主面と第1コイル面との距離の平均値は、任意の5カ所についての算術平均として求める。

[0012] コイル部は、平面スパイラル形状を有していてもよい。これにより、より大きな駆動力を有する電気素子を構成することができる。ここで平面スパイラル形状とは、一連の導電体が、実質的に同一面上で螺旋状に巻回されて形

成され、内周部と外周部とを有する形状を意味する。実質的に同一面上とは、スパイラル形状が巻軸方向に連続的に延伸していないことを意味する。平面スパイラル形状では、導電体が直線部を含んで螺旋状に巻回されていてもよく、円形又は楕円形様の曲線をなして螺旋状に巻回されてもよい。

[0013] 基板は、対向する2つ面が平滑な第1絶縁基材層を含み、第1絶縁基材層の一方の面が第1主面をなし、第1導電体が、第1絶縁基材層の他方の面と第1コイル面を接して配置されていてもよい。第1絶縁基材層は、層の厚み方向に直交する2つの面がそれぞれ平滑に形成される。第1導電体が、第1絶縁基材層の平滑な面と第1コイル面を接して配置されることで、第1導電体の第1コイル面が平滑に形成され、略同一面上に配置される。これにより、磁石と第1コイル面との距離が、コイルの巻回し方向に沿ってほぼ等しくなり、特性がより安定する。

[0014] 基板は、第1導電体を樹脂層中に内蔵して第1主面とは反対側に平滑な第2主面を有し、樹脂層中の第2主面側に内蔵され、第1導電体と接続する第2導電体を含み、第2導電体は、巻軸が第2主面と直交して配置され、最も前記第2主面側に位置するコイル部を含み、第2導電体のコイル部は、第2主面と対向する第3コイル面と、第3コイル面と反対側の第4コイル面とを有する一連のコイル導体を含んでいてもよい。基板が第1導電体に加えて、第2導電体を含むことで、より大きな駆動力を有する電気素子を構成することができる。

[0015] 第2導電体のコイル部のコイル導体は、巻回し方向に沿って第3コイル面と第4コイル面との距離が変化する不均一な巻軸方向の厚みを有し、第3コイル面と第2主面との距離の最大値と最小値の差が、第4コイル面と第2主面との距離の最大値と最小値の差よりも小さく構成されてもよい。これにより、第2主面側に磁石を配置する場合でも、安定した特性を有する電気素子を構成することができる。

[0016] 第2導電体のコイル部のコイル導体は、巻軸方向および巻回し方向に直交する幅方向の厚みに対する巻軸方向の厚みの比の平均値が1以上であっても

よい。これにより、第2導電体のコイル部におけるコイルパターンの巻数をより多くしつつ、コイル導体の断面積を大きくすることができ、コイル導体が形成する電磁界強度を大きくすることができ、より大きな駆動力を有し、導体損が小さな電気素子を構成することができる。

[0017] 第2導電体のコイル部は、隣接するコイル導体部分間の間隙の、一方のコイル導体部分の巻軸方向の厚みに対する比の平均値が0.5以下であってもよい。これにより、第2導電体のコイル部におけるコイルパターンの巻数をより多くしつつ、コイル導体の断面積を大きくすることができ、コイル導体が形成する電磁界強度を大きくすることができ、より大きな駆動力を有し、導体損が小さな電気素子を構成することができる。

[0018] 電気素子は、第2主面と第3コイル面との距離の平均値が、第3コイル面と第4コイル面との距離の最小値よりも小さく構成されてもよい。これにより、より大きな駆動力を有する電気素子を、基板全体厚みを抑制しつつ構成することができる。

[0019] 第2導電体のコイル部は、平面スパイラル形状を有していてもよい。これにより、より大きな駆動力を有する電気素子を構成することができる。

[0020] 基板は、対向する2つの面が平滑な第2絶縁基材層を含み、第2絶縁基材層の一方の面が前記第2主面をなし、第2導電体が、第2絶縁基材層の他方の面と第3コイル面を接して配置されていてもよい。第2絶縁基材層は、層の厚み方向に直交する2つの面がそれぞれ平滑に形成される。第2導電体が、第2絶縁基材層の平滑な面と第3コイル面を接して配置されることで、第2導電体の第1コイル面が平滑に形成され、略同一面上に配置される。これにより、第2主面側に配置される磁石と第2導電体の第3コイル面との距離が、コイルの巻回し方向に沿ってほぼ等しくなり、特性がより安定する。

[0021] 電気素子は、第2主面に対向して配置される磁石を更に含んでいてもよい。これにより、より大きな駆動力を有する電気素子を構成することができる。

[0022] 電気素子は、樹脂層並びに樹脂層と接触面を有する第1導電体および第2

導電体を含む基板と、基板を挟んで配置される少なくとも2つの磁石と、を備える。基板は、磁石とそれぞれ対向する平滑な第1主面および第2主面を有する。第1導電体は、巻軸が第1主面と直交して配置され、最も第1主面側に位置する第1コイル部を含む。第1コイル部は、第1主面と対向する第1コイル面と、第1コイル面と反対側の第2コイル面とを有する一連の第1コイル導体を含む。第1コイル導体は、巻回し方向に沿って第1コイル面と第2コイル面との距離が変化する不均一な巻軸方向の厚みを有し、第1コイル面と第1主面との距離の最大値と最小値の差が、第2コイル面と第1主面との距離の最大値と最小値の差よりも小さくなっている。第2導電体は、巻軸が第2主面と直交して配置され、最も第2主面側に位置する第2コイル部を含む。第2コイル部は、第2主面と対向する第3コイル面と、前記第3コイル面と反対側の第4コイル面とを有する一連の第2コイル導体を含む。第2コイル導体は、巻回し方向に沿って第3コイル面と第4コイル面との距離が変化する不均一な巻軸方向の厚みを有し、前記第3コイル面と前記第2主面との距離の最大値と最小値の差が、前記第4コイル面と前記第2主面との距離の最大値と最小値の差よりも小さくなっている。これにより、安定した特性を有しつつ、より大きな駆動力を有する電気素子を構成することができる。

[0023] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。ただし、以下に示す実施形態は、本発明の技術思想を具体化するための、電気素子を例示するものであって、本発明は、電気素子を以下のものに限定しない。なお特許請求の範囲に示される部材を、実施形態の部材に限定するものでは決していない。特に実施形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は特に特定の記載がない限りは、本発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。なお、各図中には同一箇所に同一符号を付している。要点の説明または理解の容易性を考慮して、便宜上実施形態を分けて示すが、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能である。第2実施形態以降では第1実施形態と共通の事柄に

ついでに記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については実施形態毎には逐次言及しない。

[0024] 第1実施形態

図1は、第1実施形態に係る電気素子10の概略断面図である。電気素子10は、樹脂層14と第1導電体12を含む基板19と、磁石13とを備える。基板19では、第1導電体12が樹脂層14と接触面を有している。図1では第1導電体12は、樹脂層14に全体が埋設される導電体部分と、一部が埋設され、一部が露出する導電体部分とを有している。基板19は、磁石13と対向する平滑な第1主面19aと、第1主面19aとは反対側の第2主面19bとを、樹脂層14の対向する2つの面として有している。第1導電体12は巻軸が前記第1主面19aと直交して配置されるコイル部を有している。これにより、磁石13からの磁束の少なくとも一部は、コイル部の巻軸方向にコイル部を貫通する。第1導電体12のコイル部は一連のコイル導体からなり、第1主面と対向する第1コイル面12aと、第1コイル面12aとは反対側の第2コイル面12bとを有する。コイル導体は、コイルの巻回し方向に沿って第1コイル面12aと第2コイル面12bとの距離が変化する不均一な巻軸方向の厚みを有している。例えば図1では、断面に現れる各導電体部分の第1主面に直交する方向の高さである巻軸方向の厚みが、各導電体部分によって異なる厚みとなっている。また図1では第1主面19aとコイル導体の第1コイル面12aとの距離も不均一になっている。コイル導体は、第1主面19aと第1コイル面12aとの距離の最大値と最小値の差d1が、第1主面19aと第2コイル面12bとの距離の最大値と最小値の差d2よりも小さく形成される。前記d1は例えば、0 μ m以上5 μ m以下であり、前記d2は例えば、0 μ mより大きく10 μ m以下である。第1導電体12は、銅等の金属から形成され、樹脂層14は、熱可塑性樹脂および熱硬化性樹脂の少なくとも一方を含んで形成される。

[0025] 電気素子10では、基板を構成する第1導電体が、第1コイル面側におけるコイル導体の凹凸差が、第2コイル面側におけるコイル導体の凹凸差より

も小さくなるコイル部を有することで、第1主面側に配置される磁石13と、第1コイル面12aとの距離の差のばらつきを電気素子間において抑制することができる。これにより安定した特性を有する電気素子を効率的に製造することができる。

[0026] ある導電体部分における第1主面19aと第1コイル面12aとの距離は、第1主面19aに平行な面であって第1コイル面12aと接する面と、第1主面19aとの距離の最小値として測定される。また、ある導電体部分における第1主面19aと第2コイル面12bとの距離は、第1主面19aに平行な面であって第2コイル面12bと接する面と、第1主面19aとの距離の最大値として測定される。更にある導電体部分における第1コイル面12aと第2コイル面12bとの距離は、第1主面19aに平行で第1コイル面12aと接する面と、第1主面19aに平行で第2コイル面12bと接する面との距離の最大値として測定される。

[0027] 巻軸方向の厚みが不均一なコイル導体は例えば、電解めっき工法でコイル導体を形成することで得られる。図1では、コイル導体の第1コイル面12aが第1主面19aに平行な面を有しており、第2コイル面12bが丸みを帯びた形状をなしている。このようなコイル導体は例えば、第1主面12a側から第2主面12b側にめっき成長させることで形成される。本実施形態では、d1がd2よりも小さくなっていればよく、第1コイル面12aが丸みを帯びた形状であってもよい。図1に示される基板19は、例えば、熱可塑性樹脂層上でコイル導体をめっき成長させた後、コイル導体上に熱可塑性樹脂を積層して一括プレスすることで形成することができる。簡易な工程で基板を形成できる一方、その際に熱可塑性樹脂の流動によりコイル導体が積層方向に位置ずれしている。図1では、第1導電体12の一部が樹脂層14から露出しているが、第1導電体12の全体が樹脂層14に内蔵されていてもよい。また基板19は磁石13に対向する面上に、磁石に対向する面が平滑な第1絶縁基材層を有していてもよい。

[0028] 第1導電体12のコイル部は例えば、平面スパイラル形状を有していても

よく、いわゆるミアンダコイル形状を有していてもよい。

[0029] 第1実施形態の電気素子10は、例えば、磁石13の位置を固定し、第1導電体12の内周部と外周部の間に駆動電流を流すことで、基板19が駆動電流に応じて積層方向に振動する振動板として機能する振動素子を構成する。

[0030] 第2実施形態

図2は、第2実施形態に係る電気素子20の概略断面図である。電気素子20では、基板29が磁石23と対向する面側に、両面が平滑な平板状の樹脂層である第1絶縁基材層21を備え、第1絶縁基材層21に接して第1導電体22が配置され、第1導電体22が樹脂層24に内蔵されていること以外は第1実施形態に係る電気素子と同様に構成される。基板29は、第1絶縁基材層21と、第1絶縁基材層21上に配置される平面スパイラル形状の第1導電体22と、第1導電体22を内蔵する樹脂層24とを備える。基板29では、第1絶縁基材層21の樹脂層24と接する面とは反対側の面が、平滑に形成されて磁石23と対向する第1主面29aとなっている。また樹脂層24の第1絶縁基材層21と接する面とは反対側の面が第2主面29bとなっている。第1導電体22は、第1絶縁基材層21の樹脂層24と対向する面上に第1絶縁基材層21と接して配置される。第1導電体22のコイル部は、第1絶縁基材層21上で平面スパイラル形状を有し、平面スパイラル形状の内周部と外周部との間に螺旋状に延伸して配置される一連のコイル導体を含んでいる。またコイル導体は第1絶縁基材層21に接する第1コイル面22aと、第1コイル面22aとは反対側の第2コイル面22bとを有する。コイル導体の第1コイル面22aと第2コイル面22bとの距離はコイルの巻回し方向に沿って変化し、巻軸方向の厚みが不均一に形成される。基板29では、第1導電体22が、平板状の第1絶縁基材層21に接して配置されるため、第1主面29aと第1コイル面22aとの距離は、第1導電体22の全体についてほぼ一定となっている。そのため第1主面と第1コイル面との距離の最大値と最小値の差はほぼ0になっている。一方、第1主面

29aと第2コイル面22bとの距離は、コイルの巻回し方向に沿って変化し、不均一になっている。すなわち、第1主面29aと第1コイル面22aとの距離の最大値と最小値の差が、第1主面29aと第2コイル面22bとの距離の最大値と最小値の差よりも小さくなっている。

[0031] 第1導電体22は、第1主面29aと直交する方向に巻軸方向の厚み h と、第1導電体22の巻回し方向に直交する面、例えば図2の断面における横方向の幅 w とを有し、第1絶縁基材層21上で隣接する導電体部分が間隙 g を有して配置される。ここで例えば、第1導電体22の巻軸方向の厚み h は、ある導電体部分において第1コイル面22aと第2コイル面22bとの距離として計測される。幅 w 及び間隙 g は、巻軸方向に平行で、ある導電体部分に接する2つ面の間の距離として計測される。具体的には、ある導電体部分の厚み h は、第1主面29aに平行で第1コイル面22aと接する面と、第1主面29aに平行で第2コイル面22bと接する面との距離として測定される。また幅 w は、第1主面29aと直交し、巻回し方向に平行な2つの面であって、ある導電体部分と接する2つの面の間の距離として測定される。導電体部分間の間隙 g は、第1主面29aと直交し、巻回し方向に平行な2つの面であって、隣接する2つの導電体部分の対向するそれぞれの面に接する2つの面の間の距離として測定される。

[0032] 基板29の一態様において、第1導電体22の巻軸方向の厚み h は例えば、 $30\mu\text{m}$ 以上 $45\mu\text{m}$ 以下であり、幅 w は例えば、 $25\mu\text{m}$ 以上 $45\mu\text{m}$ 以下であり、間隙 g は例えば、 $5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下である。

[0033] 図2では、第1導電体22の厚み h は、第1導電体22の巻回し方向の全体を通して一定の値ではなく、他位置とは異なる値を有する位置を有して不均一になっている。また第1導電体22の幅 w は、第1導電体22の巻回し方向の全体を通して一定の値ではなく、他位置とは異なる値を有する位置を有して不均一になっている。

[0034] 第1導電体22は、隣接する2つの導電体部分の一方の厚み h に対する、隣接する導電体部分間の間隙 g の比 g/h の平均値が、例えば0.5以下で

あり、好ましくは0.3以下になっている部分を有する。ここで、2つの導電体部分の一方の厚み h としては、それぞれ導電体部分の厚みのうち大きい方の値を用いる。また平均値は、任意の5カ所について算出される比の平均値として求める。比 g/h の平均値が所定値以下であると、導電体が狭ギャップでコイルが形成されるため、単位面積当たりのコイル巻数を多くすることができる。

[0035] 第1導電体22は、幅 w に対する厚み h の比 h/w の平均値が、例えば1以上である。比 h/w の平均値が所定値以上であると、高アスペクトの導電体でコイルが形成されるため、単位面積当たりのコイル巻数を多くすることができる。

[0036] 基板29では、第1主面29aと第1コイル面22aとの距離 d の平均値が、第1コイル面22aと第2コイル面22bとの距離、すなわち、第1導電体22の巻軸方向の厚み h の最小値よりも小さく形成されている。これにより、基板29の全体としての厚みを薄く形成することができる。第1主面29aと第1コイル面22aとの距離 d の平均値は、任意の5カ所についての測定値の平均値として求める。基板29の一態様において、距離 d の平均値は例えば、 $5\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下である。

[0037] 電気素子20では、第1導電体22は平面スパイラル形状のコイル部を有している。図3は、基板29の第1絶縁基材層21と樹脂層24との界面を第1主面側から見た端面図の一例である。図3では、第1導電体22のコイル部が、内周部と外周部とが面上で螺旋状に延伸して配置される一連の導電体で接続されて形成されている。図3では平面スパイラル形状が、直交する直線部を含んで直線部の長さが交差する直線毎に変化する矩形状に構成されているが、直線部を含む多角形状に形成されていてもよく、略円形、略楕円形等の曲線を含んで形成されていてもよい。

[0038] 図2では、第1導電体22が樹脂層24に内蔵されているが、基板29は樹脂層24を有していなくてもよい。すなわち、電気素子20は、樹脂層である第1絶縁基材層21および第1絶縁基材層21に接して配置される第1

導電体 2 2 を含む基板 2 9 と、磁石 2 3 とを備えるものであってもよい。また、基板 2 9 は樹脂層 2 4 の第 1 絶縁基材層 2 1 と接する面とは反対側の面上に第 2 絶縁基材層をさらに備えるものであってもよい。第 1 絶縁基材層 2 1 と樹脂層 2 4 とは同じ材料で形成されていてもよく、異なる材料で形成されてもよい。第 1 絶縁基材層 2 1 は例えば、液晶ポリマー（LCP）等の熱可塑樹脂で形成されてもよく、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂で形成されてよい。樹脂層 2 4 は例えば、流動性を有するスラリー状の絶縁性樹脂で形成されてもよく、絶縁性樹脂は熱可塑樹脂および熱硬化性樹脂のいずれであってもよい。樹脂層 2 4 が流動性を有するスラリー状の絶縁性樹脂で形成されることにより、第 1 導電体 2 2 が積層方向に位置ずれを起こすことなく、第 1 コイル面 2 2 a が略同一面上に配置される。

[0039] 電気素子 2 0 において、磁石 2 3 は、基板 2 9 の平滑に形成される第 1 主面 2 9 a 側に配置される。また磁石 2 3 は、第 1 導電体 2 2 の第 1 絶縁基材層 2 1 との接触面である第 1 コイル面 2 2 a と対向して配置され、磁石 2 3 の磁束が第 1 導電体 2 2 の平面スパイラル形状の巻軸方向に通過する。図 2 に示すように、電気素子 2 0 では第 1 導電体 2 2 の第 1 コイル面 2 2 a と磁石 2 3 との距離の差を、不均一に形成される第 1 導電体 2 2 の厚みとは無関係に所定の範囲内で設定できる。これに対して電気素子 2 0 において磁石 2 3 を基板 2 9 の第 2 主面側に配置すると、磁石 2 3 と第 1 導電体 2 2 の第 2 コイル面 2 2 b との距離差が大きく、また製造される基板 2 9 に含まれる第 1 導電体 2 2 の厚みに依存して変動するため、電気素子 1 0 としての特性がばらつくことになる。さらに電気素子 2 0 では、第 1 コイル面 2 2 a が第 1 絶縁基材層 2 1 の平滑な面と接して形成されるため、第 1 コイル面 2 2 a が平滑に形成される。これにより、コイルの巻回し方向に沿って磁石 2 3 と第 1 コイル面 2 2 a との距離がほぼ一定になり、特性がより安定する。

[0040] 第 2 実施形態の電気素子 2 0 は、例えば、磁石 2 3 の位置を固定し、第 1 導電体 2 2 の内周部と外周部の間に駆動電流を流すことで、基板 2 9 が駆動電流に応じて積層方向に振動する振動板として機能する振動素子を構成する

。

[0041] 図4は、第2実施形態に係る電気素子20に用いる基板29の製造工程のうち、第1絶縁基材層21上に不均一な厚みを有する第1導電体22を形成する製造工程を示す概略図である。図4(A)では第1絶縁基材層21を準備する。第1絶縁基材層21は、例えば、エポキシ樹脂、液晶ポリマー(LCP)等の絶縁性の熱可塑性樹脂を含む。図4(B)では準備した第1絶縁基材層21の一方の面上に下地金属層25を配置する。下地金属層25は、金属箔を第1絶縁基材層21と積層して配置してもよく、第1絶縁基材層21に無電解めっきを施して配置してもよい。図4(C)では下地金属層25上に、導電体22Aの鋳型となるレジスト26を、例えばフォトリソグラフィを用いて形成する。レジスト26は例えば、平面スパイラル形状に下地金属層25を露出して形成される。図4(D)では電解めっきにより、下地金属層25上に導電体22Aをめっき成長させる。導電体22Aはレジスト26の形状に沿って、第1絶縁基材層21とは反対側の方向にめっき成長して形成される。電解めっきによって形成される導電体22Aは、めっき成長速度の局所的な変動に応じて、その厚みが隣接する導電体部分間でわずかに変動し、めっき成長の成長端部である最上面が円弧状等の曲面をなす。図4(E)ではレジスト26を除去する。レジスト26の除去に際しては、下地金属層25のレジスト26で被覆された部分も同時に除去し、導電体22Aの間に第1絶縁基材層21を露出させる。下地金属層25の除去はエッチングで行ってもよい。図4(F)では電解めっきにより、導電体22Aをさらにめっき成長させて第1導電体22を形成する。第1導電体22は導電体22Aをめっき成長させて得られるため、第1導電体22の断面における幅 w に対する厚み h の比 h/w が1よりも大きくなり、また厚み h 及び幅 w が第1導電体の巻回し方向に沿って不均一に形成される。まためっき成長して形成される第1導電体22においては、隣接する導電体間の間隙がめっき成長前に比べて狭くなる。

[0042] 図5は、電気素子20に適用することができる基板の製造工程の別例を示

す概略図である。図5（A）では、図4に示すようにして製造され、第1絶縁基材層21と第1絶縁基材層21の一方の面上に接して配置される第1導電体22とを有する基板を用意する。電気素子20は、図5（A）の基板を用いて構成されてもよい。図5（B）では、第1絶縁基材層21の第1導電体22が配置される面上に絶縁性の樹脂層24を積層することで基板19を形成する。樹脂層24の積層には例えば、流動性を有するスラリー状の材料を用いることができる。スラリー状の材料を用いることで、第1導電体22の導電体部分間に空隙が形成されることが抑制され、第1絶縁基材層21上に隙間なくレベリングされた樹脂層24を形成することができる。さらに樹脂層24の積層時に第1絶縁基材層21の変形により第1導電体22が実装面側に不均一に突出することが抑制される。図5（C）では、樹脂層24から第1絶縁基材層21を剥離する。第1絶縁基材層21が剥離されることで、樹脂層24および樹脂層24と接触面を有する第1導電体22を含む基板が得られる。図5（C）の基板では、第1導電体22の第1コイル面が樹脂層24の実装面側の面上に露出している。電気素子20は、図5（C）で得られる基板を用いて構成されてよい。図5（D）では、樹脂層24の実装面側の面上にレジスト層24aを積層する。レジスト層24aは例えば、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂等を含んで構成される。レジスト層24aは樹脂層24と同じ材料を用いて積層されてもよく、異なる材料を用いて積層されてもよい。レジスト層24aを樹脂層24の実装面側に配置することで第1導電体22の第1コイル面が被覆される。電気素子20は、図5（D）で得られる基板を用いて構成されてよい。

[0043] 第3実施形態

図6は、第3実施形態に係る電気素子30の概略断面図である。第3実施形態に係る電気素子30では、基板39における第1導電体32のコイル部がミアンダコイルパターンを有していること、磁石33がコイル形状に対応して第1主面39a側に複数配置されることが、および基板39が筐体35上に配置されることが以外は、第1実施形態又は第2実施形態の電気素子10又

は20と同様に構成される。

[0044] 電気素子30は、第1絶縁基材層31と第1絶縁基材層31の一方の面上に接して配置される第1導電体32を含む基板39と、基板39の第1主面39a側に配置される磁石33とを備える。電気素子30では、第1導電体32はコイル部とコイル部から連続して延伸される接続部とを含む。電気素子30では、第1導電体32のコイル部のコイル形状は、ミアンダコイルパターンとなっている。図7は、基板39の第1絶縁基材層31と樹脂層34との界面を第1主面側から見た端面図の一例である。図7では、第1導電体32のコイル部32aが、一方の端部から他方の端部へ蛇行しながら延伸するミアンダコイルパターンを形成している。図7ではコイル部32aが、直交する直線部を含んで連続する矩形状に構成されているが、連続する曲線を含んで構成されていてもよい。第1導電体32の両方の端部にはコイル部32aと一体に形成される接続部32bが配置される。第1導電体32の接続部32bは例えば、はんだ等の接続材料を介して、筐体35上に配置される接続端子36に接続される。

[0045] 図6では、磁石33が第1導電体のコイル形状に応じて、筐体38の第1主面39aと対向する面上に複数配置される。磁石33は例えば、隣り合う磁石が逆の極性を有するように配置される。また磁石33は、第1導電体32の第1絶縁基材層31との接触面である第1コイル面32aと対向して配置され、磁石33の磁束が第1導電体32のミアンダコイルパターンの各巻軸方向に通過する。筐体35は、第1導電体32の接続部が接続される接続端子36を備える。電気素子30が電子機器に組み込まれた際、接続端子36が電子機器の回路に接続される。基板39が内蔵する第1導電体32のコイル部のミアンダコイルパターンに、第1導電体の接続部を介して駆動電流が流れることにより、基板39は第1主面に直交する積層方向に運動する。

[0046] 第4実施形態

図8は、第4実施形態に係る電気素子40の概略断面図である。第4実施形態に係る電気素子40では、基板49が第1絶縁基材層41Aと、樹脂層

4 4 と、第 2 絶縁基材層 4 1 B とを備えること、樹脂層 4 4 が第 1 導電体 4 2 A に加えて第 1 導電体 4 2 A と接続し、第 2 絶縁基材層 4 1 B 上に接して配置される第 2 導電体 4 2 B を内蔵することと、基板 4 9 を支持し、磁石 4 3 を収容する筐体 4 5 を有することを除いて第 1 実施形態又は第 2 実施形態の電気素子 1 0 または 2 0 と同様に構成される。第 4 実施形態に係る電気素子 4 0 では、基板 4 9 が平面スパイラル形状の導電体を 2 層に渡って含むため、駆動電流によって発生する電磁界がより大きくなり、より大きな駆動力を得ることができる。

[0047] 電気素子 4 0 は、基板 4 9 と、磁石 4 3 と、筐体 4 5 とを備える。基板 4 9 は、両面が平滑な第 1 絶縁基材層 4 1 A と、第 1 絶縁基材層 4 1 A の一方の面上に接して配置される平面スパイラル形状の第 1 導電体 4 2 A と、第 1 絶縁基材層 4 1 A と共に樹脂層 4 4 を挟持し、両面が平滑な第 2 絶縁基材層 4 1 B と、第 2 絶縁基材層 4 1 B の第 1 絶縁基材層 4 1 A に対向する面上に接して配置される平面スパイラル形状の第 2 導電体 4 2 B とを含む。第 1 導電体 4 2 A は、第 1 絶縁基材層 4 1 A と第 1 コイル面 4 2 A a を接して配置され、第 2 コイル面 4 2 A b が第 2 導電体 4 2 B の第 4 コイル面 4 2 B b と対向している。第 2 導電体 4 2 B は、第 2 絶縁基材層 4 1 B と第 3 コイル面 4 2 B a を接して配置される。基板 4 9 の第 1 絶縁基材層 4 1 A 側の第 1 主面 4 9 a 上には外部接続端子 4 8 が配置されている。第 1 絶縁基材層 4 1 A と第 2 絶縁基材層 4 1 B とは、第 1 導電体 4 2 A 及び第 2 導電体 4 2 B を内包する絶縁性の樹脂層 4 4 で接合されている。第 1 導電体 4 2 A 及び第 2 導電体 4 2 B はそれぞれ、第 1 絶縁基材層 4 1 A 又は第 2 絶縁基材層 4 1 B 上で平面スパイラル形状を有し、内周部と外周部とを螺旋状に導通する一連の導電体からなるコイル部を有している。第 1 導電体 4 2 A は、外周部で基板 4 9 の積層方向に沿って配置される内部接続導体 4 7 A を介して外部接続端子 4 8 と接続され、内周部で内部接続導体 4 7 B を介して第 2 導電体 4 2 B の内周部と接続される。第 2 導電体 4 2 B の外周部は、内部接続導体 4 7 C を介して外部接続端子 4 8 と接続される。外部接続端子 4 8 は筐体 4 5 に配

置される接続端子 4 6 とそれぞれ接続される。これにより、一方の外部接続端子 4 8 と、他方の外部接続端子 4 8 とが、第 1 導電体 4 2 A 及び第 2 導電体 4 2 B を介して接続される。

[0048] 筐体 4 5 は、磁石 4 3 が配置される凹部を有する。磁石 4 3 は、基板 4 9 の第 1 絶縁基材層 4 1 A の第 1 導電体 4 2 A が配置されている面とは反対の面である第 1 主面 4 9 a 側に配置される。また磁石 4 3 は、第 1 導電体 4 2 A の第 1 絶縁基材層 4 1 A との接触面である第 1 コイル面 4 2 A a と対向して配置され、磁石 4 3 の磁束が第 1 導電体 4 2 A 及び第 2 導電体 4 2 B の平面スパイラル形状の巻軸方向に通過する。筐体 4 5 は、基板 4 9 の外部端子が接続される接続端子 4 6 を備える。電気素子 4 0 が電子機器に組み込まれた際、接続端子 4 6 が電子機器の回路に接続される。外部接続端子 4 8 を介して基板 4 9 が内蔵する第 1 導電体および第 2 導電体のコイル部からなる平面スパイラル形状のコイルに駆動電流が流れることにより、基板 4 9 は、基板 4 9 の積層方向に運動する。

[0049] 第 4 実施形態に係る電気素子 4 0 を構成する基板 4 9 は、2 層に渡る平面スパイラル形状の導電体を含むが、第 1 導電体 4 2 A と第 2 導電体 4 2 B との間に、第 1 導電体 4 2 A と第 2 導電体 4 2 B とを接続する平面スパイラル形状の導電体の少なくとも 1 層を更に含んでいてもよい。

[0050] 図 9 は、第 4 実施形態に係る電気素子 4 0 に用いる基板 4 9 の製造方法を示す概略図である。図 9 (A) では、一方の面上に平面スパイラル形状の第 1 導電体 4 2 A が配置される第 1 絶縁基材層 4 1 A と、絶縁性の樹脂層 4 4 と、一方の面上に平面スパイラル形状の第 2 導電体 4 2 B が配置される第 2 絶縁基材層 4 1 B とを用意する。導電体が配置される絶縁基材層は、例えば既述の方法で用意される。第 1 絶縁基材層 4 1 A の第 1 導電体 4 2 A が配置される面とは反対の面である実装面上には外部接続端子 4 8 が配置される。外部接続端子 4 8 は、例えば導電性ペーストを用いて形成される。第 1 絶縁基材層 4 1 A 及び第 2 絶縁基材層 4 1 B は、第 1 導電体 4 2 A 又は第 2 導電体 4 2 B が配置されるそれぞれの面が、樹脂層 4 4 を間に挟んで対向するよ

うに配置される。樹脂層 4 4 は、第 1 導電体 4 2 A および第 2 導電体 4 2 B が内包される厚みで形成される。樹脂層 4 4 は例えば、流動性のあるスラリー状の絶縁性材料で形成されてもよい。次いで第 1 主面と直交する方向に加圧して、図 9 (B) に示すように第 1 導電体 4 2 A 及び第 2 導電体 4 2 B が樹脂層 4 4 にそれぞれ埋設され、第 1 絶縁基材層 4 1 A 及び第 2 絶縁基材層 4 1 B が樹脂層 4 4 を介して接合された積層体を得る。図 9 (C) では第 1 絶縁基材層 4 1 A の第 1 導電体 4 2 A が配置される面とは反対の面である第 1 主面側から、第 1 絶縁基材層 4 1 A を貫通し、第 1 導電体 4 2 A の外周部の導電体部分に達する穴と、第 1 絶縁基材層 4 1 A を貫通し、第 2 導電体 4 2 B の外周部の導電体部分に達する穴とを形成する。また第 2 絶縁基材層 4 1 B の第 2 導電体 4 2 B が配置される面とは反対の面から、第 2 絶縁基材層 4 1 B を貫通し、第 2 導電体 4 2 B の内周部の導電体部分と第 1 導電体 4 2 A の内周部の導電体部分とに達する穴を形成する。それぞれの穴は、例えば、レーザー、ドリル等を用いて形成される。図 9 (D) では、図 9 (C) で形成された穴に内部接続導体 4 7 A、4 7 B 及び 4 7 C を配置する。内部接続導体 4 7 A 及び 4 7 C はそれぞれ外部接続端子 4 8 とも接続される。内部接続導体 4 7 A、4 7 B 及び 4 7 C は、例えば、めっき処理、導電ペーストを充填して熱硬化させる方法等を用いて形成される。

[0051] 第 5 実施形態

図 1 0 は、第 5 実施形態に係る電気素子 5 0 の概略断面図である。第 5 実施形態に係る電気素子 5 0 では、基板 5 9 の第 1 主面 5 9 a 側に配置される第 1 磁石 5 3 A に加えて、第 2 主面 5 9 b 側に第 2 磁石 5 3 B が配置されること、基板 5 9 が、開口部を有する筐体 5 5 の内部に配置されることを除いて第 4 実施形態の電気素子 4 0 と同様に構成される。第 5 実施形態に係る電気素子 5 0 では、安定した特性を有しつつ、基板 5 9 の両方の面側に磁石が配置されるため、磁石から発生する磁界と導電体から発生する電磁界との相互作用がより大きくなり、より大きな駆動力を得ることができる。

[0052] 電気素子 5 0 は、基板 5 9 と、基板 5 9 を挟んで配置される第 1 磁石 5 3

A及び第2磁石53Bと、筐体55とを備える。電気素子50は、開口部を有する筐体55の内部に基板59と、第1磁石53A及び第2磁石53Bとを内蔵する。第1磁石53Aは、基板59の第1絶縁基材層51Aの第1導電体52Aが接して配置される面とは反対側の面である第1主面59aと対向して配置される。第2磁石53Bは、基板59の第2絶縁基材層51Bの第2導電体52Bが接して配置される面とは反対側の面である第2主面59bと対向して配置される。基板59では、第1主面59aおよび第2主面59bは平滑に形成されている。

[0053] 第1導電体52Aは、巻軸が第1主面59aと直交して配置され、最も第1主面59a側に位置する第1コイル部を含んでいる。第1コイル部は、第1主面59aと対向する第1コイル面52Aaと、前記第1コイル面と反対側の第2コイル面52Abとを有する一連の第1コイル導体を含んでいる。第1コイル導体は、巻回し方向に沿って第1コイル面52Aaと第2コイル面52Abとの距離が変化する不均一な巻軸方向の厚みを有しており、第1コイル面52Aaと第1主面59aとの距離の最大値と最小値の差が、第2コイル面52Abと第1主面59aとの距離の最大値と最小値の差よりも小さくなっている。また、第2導電体52Bは、巻軸が第2主面59bと直交して配置され、最も第2主面59b側に位置する第2コイル部を含んでいる。第2コイル部は、第2主面59bと対向する第3コイル面52Baと、第3コイル面と反対側の第4コイル面52Bbとを有する一連の第2コイル導体を含んでいる。第2コイル導体は、巻回し方向に沿って第3コイル面52Baと第4コイル面52Bbとの距離が変化する不均一な巻軸方向の厚みを有しており、第3コイル面52Baと第2主面59bとの距離の最大値と最小値の差が、第4コイル面52Bbと第2主面59bとの距離の最大値と最小値の差よりも小さくなっている。

[0054] 電気素子50では、第1導電体52Aの第1絶縁基材層51Aとの接触面である第1コイル面52Aaと第1磁石53Aとの距離、及び第2導電体52Bの第2絶縁基材層51Bとの接触面である第3コイル面52Baと磁石

5 3 Bとの距離はそれぞれ、第1導電体5 2 A及び第2導電体5 2 Bの不揃いに形成される巻軸方向の厚みとは無関係に安定して設定できる。これにより第1磁石5 3 A及び第2磁石5 3 Bの両方に対する基板5 9が発生する電磁界の相互作用状態が所定の範囲に安定して制御され、安定した特性を有する電気素子5 0を構成することができる。

[0055] 電気素子5 0では、第1導電体5 2 Aが、第1絶縁基材層5 1 Aと第1コイル面5 2 A aを接して配置され、第2コイル面5 2 A bが第2導電体5 2 Bの第4コイル面5 2 B bと対向している。第2導電体5 2 Bは、第2絶縁基材層5 1 Bと第3コイル面5 2 B aを接して配置される。電気素子5 0では、第1導電体5 2 Aの第1コイル面5 2 A aが第1絶縁基材層5 1 Aの平滑な面と接して形成されるため、第1コイル面5 2 A aが平滑に形成される。これにより、コイルの巻回し方向に沿って磁石5 3 Aと第1コイル面5 2 A aとの距離がほぼ一定になり、特性がより安定する。さらに電気素子5 0では、第2導電体5 2 Bの第3コイル面5 2 B aが第2絶縁基材層5 1 Bの平滑な面と接して形成されるため、第3コイル面5 2 B aが平滑に形成される。これにより、コイルの巻回し方向に沿って磁石5 3 Bと第3コイル面5 2 B aとの距離がほぼ一定になり、特性がさらに安定する。

[0056] 第6実施形態

図1 1は、第6実施形態に係る電気素子6 0の概略断面図である。第6実施形態に係る電気素子6 0では、基板6 9が筐体6 5に固定されて運動せず、磁石6 3を有する基材6 7が移動可能に構成されている点で第4実施形態と異なるが、基板6 9は第2実施形態と同様に構成される。電気素子6 0では、第1導電体6 2 Aは、第1絶縁基材層6 1 Aと第1コイル面6 2 A aを接して配置され、第2コイル面6 2 A bが第2導電体6 2 Bの第2コイル面6 2 B bと対向している。第2導電体6 2 Bは、第2絶縁基材層6 1 Bと第1コイル面6 2 B aを接して配置される。

[0057] 図1 1では、基板6 9の第2絶縁基材層6 1 B側に配置される外部接続端子6 8と、筐体6 5上に配置される接続端子6 6とが接合されて、基板6 9

が筐体 65 上に固定される。基板 69 の第 1 主面 69 a 側には、磁石 63 を有する基材 67 が、基板 69 の第 1 主面 69 a と平行な方向に移動可能に配置される。磁石 63 は、第 1 導電体 62 A の第 1 絶縁基材層 61 A との接触面である第 1 コイル面と対向して配置される。基板 69 に駆動電流を流すことで、磁石 63 が配置される基材 67 が、基板 69 の第 1 主面 69 a と平行な方向に移動する。このように電気素子 60 は、駆動電流によって基材 67 が直線的に移動するリニアアクチュエータとして機能する。電気素子 60 では、第 1 導電体 62 A の第 1 コイル面 62 A a と磁石 63 との距離を、第 1 導電体 62 A の巻軸方向の厚みとは無関係に安定した状態で設定できるため、安定した特性を有する電気素子 60 を構成することができる。

[0058] 日本国特許出願 2017-038551 号（出願日：2017 年 3 月 1 日）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、及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、本明細書に参照により取り込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 樹脂層および前記樹脂層と接触面を有する第1導電体を含む基板と、磁石と、を備え、
- 前記基板は、前記磁石と対向する平滑な第1主面を有し、
- 前記第1導電体は、巻軸が前記第1主面と直交して配置され、最も前記第1主面側に位置するコイル部を含み、
- 前記コイル部は、前記第1主面と対向する第1コイル面と、前記第1コイル面と反対側の第2コイル面とを有する一連のコイル導体を含み、
- 前記コイル導体は、巻回し方向に沿って前記第1コイル面と前記第2コイル面との距離が変化する不均一な巻軸方向の厚みを有し、
- 前記第1コイル面と前記第1主面との距離の最大値と最小値の差が、前記第2コイル面と前記第1主面との距離の最大値と最小値の差よりも小さい、電気素子。
- [請求項2] 前記コイル導体は、前記巻軸方向および前記巻回し方向に直交する幅方向の厚みに対する巻軸方向の厚みの比の平均値が1以上である、請求項1に記載の電気素子。
- [請求項3] 前記コイル部は、隣接する前記コイル導体部分間の間隙の、一方の前記コイル導体部分の巻軸方向の厚みに対する比の平均値が0.5以下である、請求項1または請求項2に記載の電気素子。
- [請求項4] 前記第1主面と前記第1コイル面との距離の平均値が、前記第1コイル面と前記第2コイル面との距離の最小値よりも小さい、請求項1から請求項3のいずれかに記載の電気素子。
- [請求項5] 前記コイル部は、平面スパイラル形状を有する、請求項1から請求項4のいずれかに記載の電気素子。
- [請求項6] 前記基板は、対向する2つの面が平滑な第1絶縁基材層を含み、前記第1絶縁基材層の一方の面が前記第1主面をなし、前記第1導電体が、前記第1絶縁基材層の他方の面と前記第1コイル面を接して配置

される、請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の電気素子。

[請求項7] 前記基板は、前記第 1 導電体を前記樹脂層中に内蔵して前記第 1 主面とは反対側に平滑な第 2 主面を有し、

前記樹脂層中の第 2 主面側に内蔵され、前記第 1 導電体と接続する第 2 導電体を含み、

前記第 2 導電体は、巻軸が前記第 2 主面と直交して配置され、最も前記第 2 主面側に位置するコイル部を含み、

前記第 2 導電体のコイル部は、前記第 2 主面と対向する第 3 コイル面と、前記第 3 コイル面と反対側の第 4 コイル面とを有する一連のコイル導体を含む、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の電気素子。

[請求項8] 前記第 2 導電体のコイル部のコイル導体は、巻回し方向に沿って前記第 3 コイル面と前記第 4 コイル面との距離が変化する不均一な巻軸方向の厚みを有し、

前記第 3 コイル面と前記第 2 主面との距離の最大値と最小値の差が、前記第 4 コイル面と前記第 2 主面との距離の最大値と最小値の差よりも小さい、請求項 7 に記載の電気素子。

[請求項9] 前記第 2 導電体のコイル部のコイル導体は、前記巻軸方向および前記巻回し方向に直交する幅方向の厚みに対する巻軸方向の厚みの比の平均値が 1 以上である、請求項 7 または請求項 8 に記載の電気素子。

[請求項10] 前記第 2 導電体のコイル部は、隣接する前記コイル導体部分間の間隙の、一方のコイル導体部分の巻軸方向の厚みに対する比の平均値が 0.5 以下である、請求項 7 から請求項 9 のいずれかに記載の電気素子。

[請求項11] 前記第 2 主面と前記第 3 コイル面との距離の平均値が、前記第 3 コイル面と前記第 4 コイル面との距離の最小値よりも小さい、請求項 7 から請求項 10 のいずれかに記載の電気素子。

[請求項12] 前記第 2 導電体のコイル部は、平面スパイラル形状を有する、請求項 7 から請求項 11 のいずれかに記載の電気素子。

[請求項13] 前記基板は、対向する2つの面が平滑な第2絶縁基材層を含み、前記第2絶縁基材層の一方の面が前記第2主面をなし、前記第2導電体が、前記第2絶縁基材層の他方の面と前記第3コイル面を接して配置される、請求項7から請求項12のいずれかに記載の電気素子。

[請求項14] 前記第2主面に対向して配置される磁石を更に含む、請求項7から請求項13のいずれかに記載の電気素子。

[請求項15] 樹脂層並びに前記樹脂層と接触面を有する第1導電体および第2導電体を含む基板と、前記基板を挟んで配置される少なくとも2つの磁石と、を備え、

前記基板は、前記磁石とそれぞれ対向する平滑な第1主面および第2主面を有し、

前記第1導電体は、巻軸が前記第1主面と直交して配置され、最も前記第1主面側に位置する第1コイル部を含み、

前記第1コイル部は、前記第1主面と対向する第1コイル面と、前記第1コイル面と反対側の第2コイル面とを有する一連の第1コイル導体を含み、

前記第1コイル導体は、巻回し方向に沿って前記第1コイル面と前記第2コイル面との距離が変化する不均一な巻軸方向の厚みを有し、

前記第1コイル面と前記第1主面との距離の最大値と最小値の差が、前記第2コイル面と前記第1主面との距離の最大値と最小値の差よりも小さく、

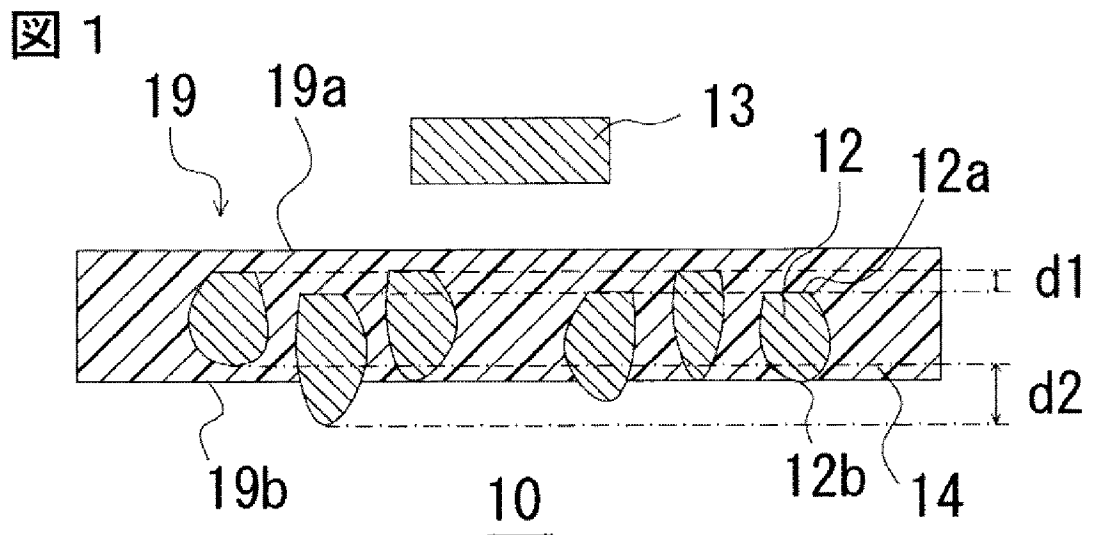
前記第2導電体は、巻軸が前記第2主面と直交して配置され、最も前記第2主面側に位置する第2コイル部を含み、

前記第2コイル部は、前記第2主面と対向する第3コイル面と、前記第3コイル面と反対側の第4コイル面とを有する一連の第2コイル導体を含み、

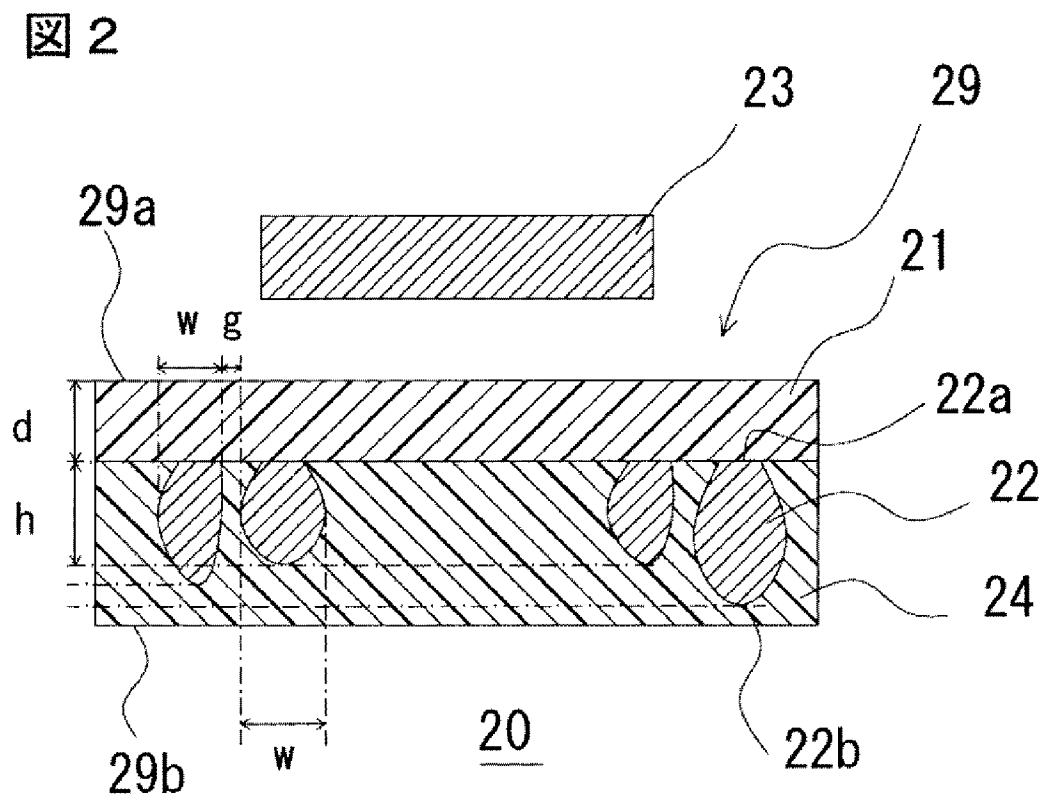
前記第2コイル導体は、巻回し方向に沿って前記第3コイル面と前記第4コイル面との距離が変化する不均一な巻軸方向の厚みを有し、

前記第 3 コイル面と前記第 2 主面との距離の最大値と最小値の差が、前記第 4 コイル面と前記第 2 主面との距離の最大値と最小値の差よりも小さい、電気素子。

[図1]

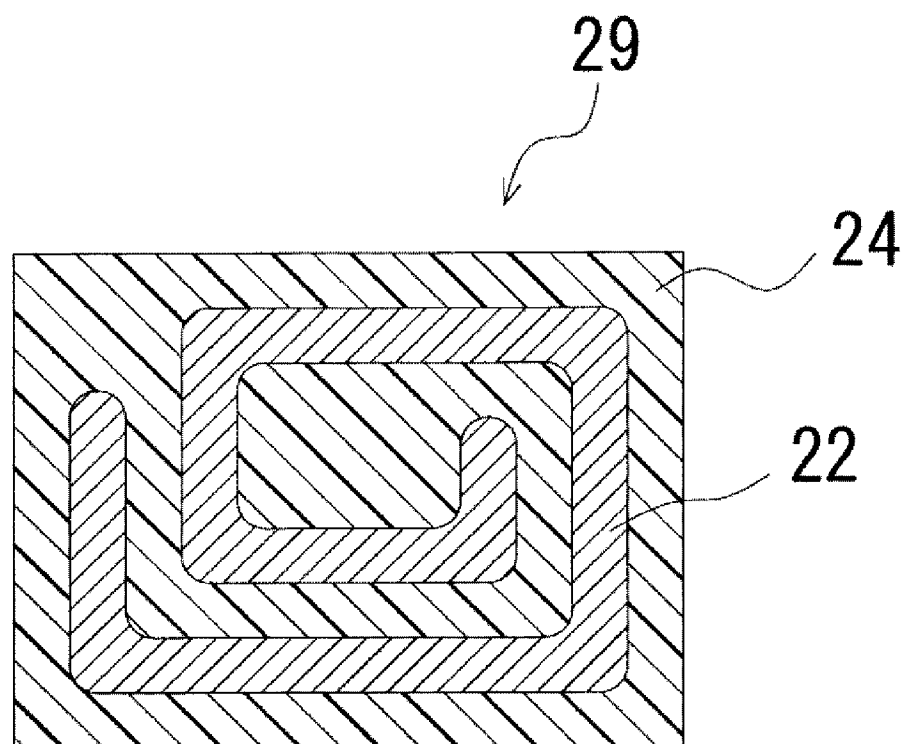


[図2]



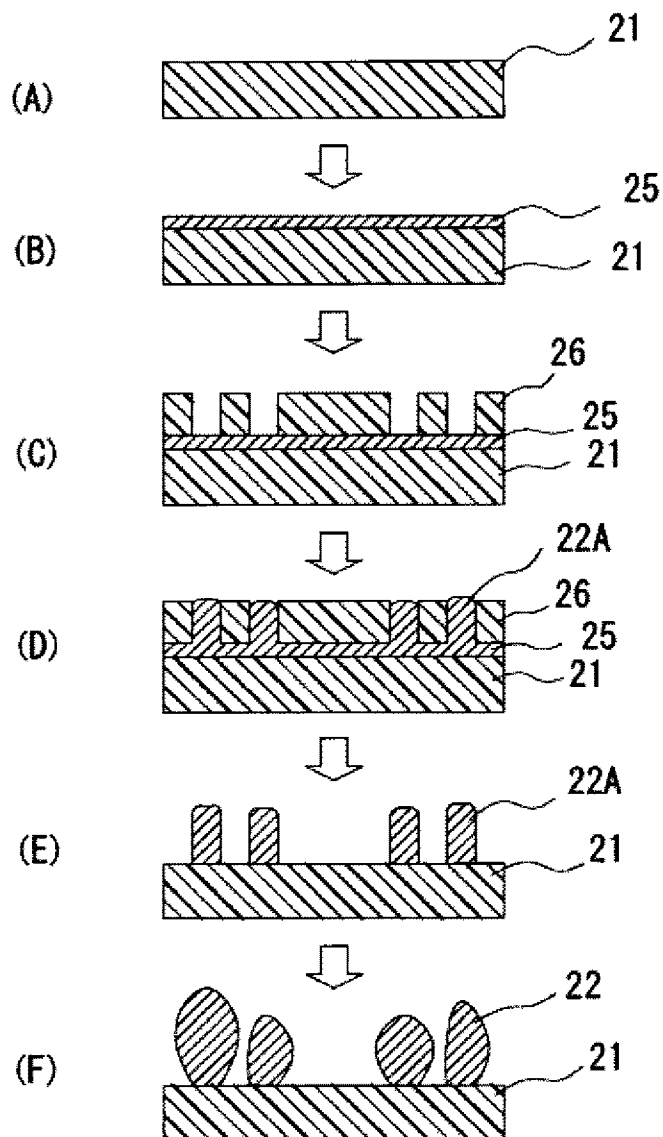
[図3]

図 3



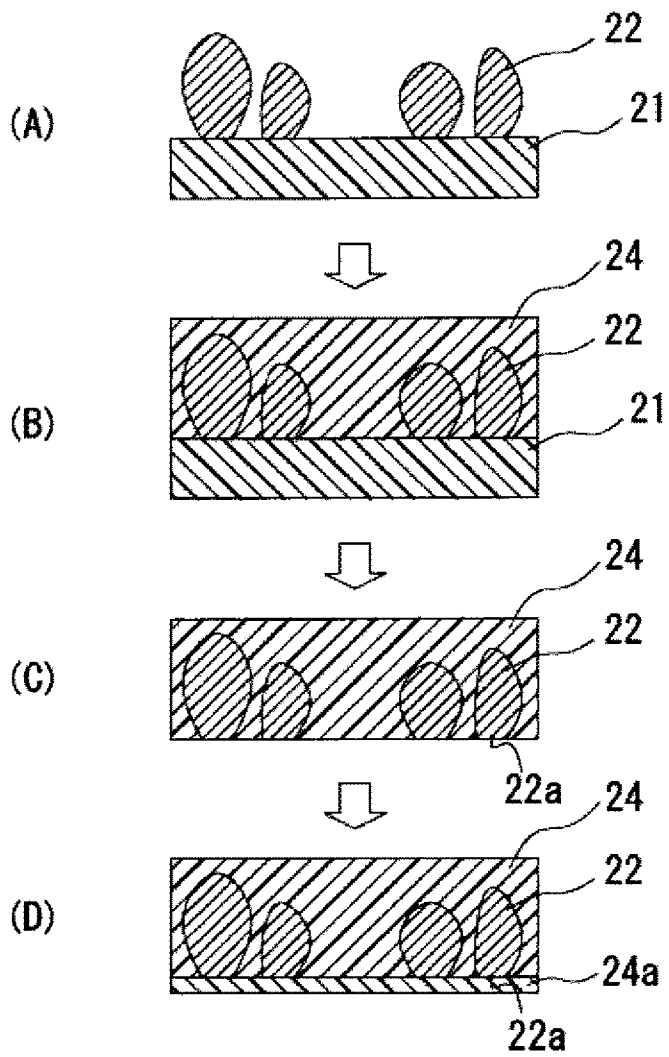
[図4]

図 4



[図5]

図 5



[図6]

図 6

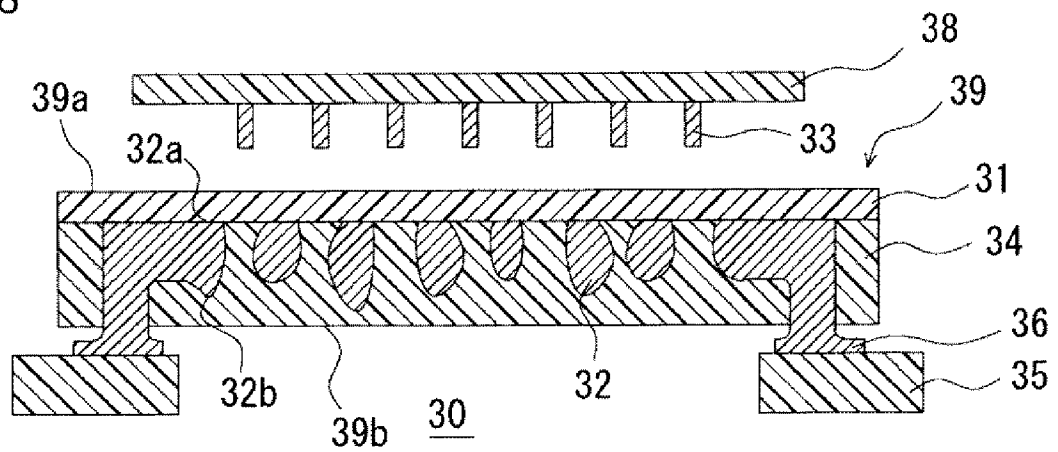
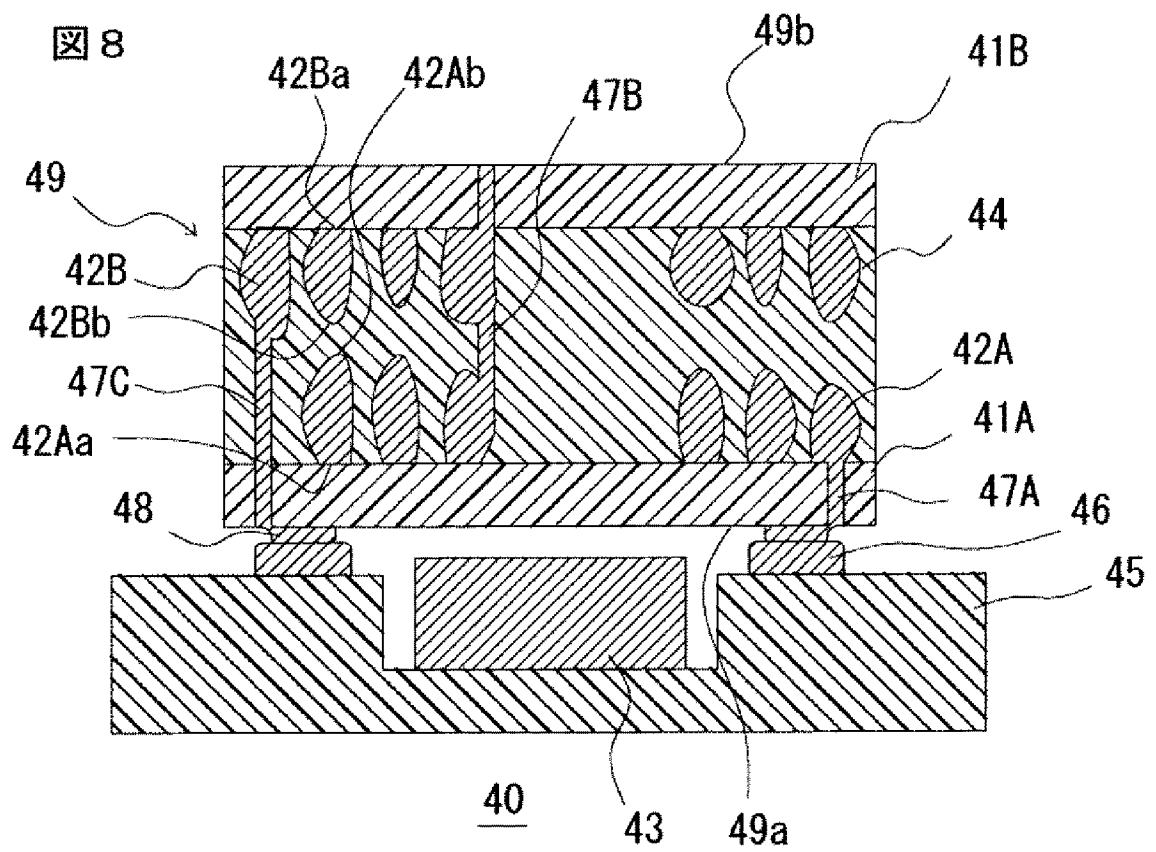
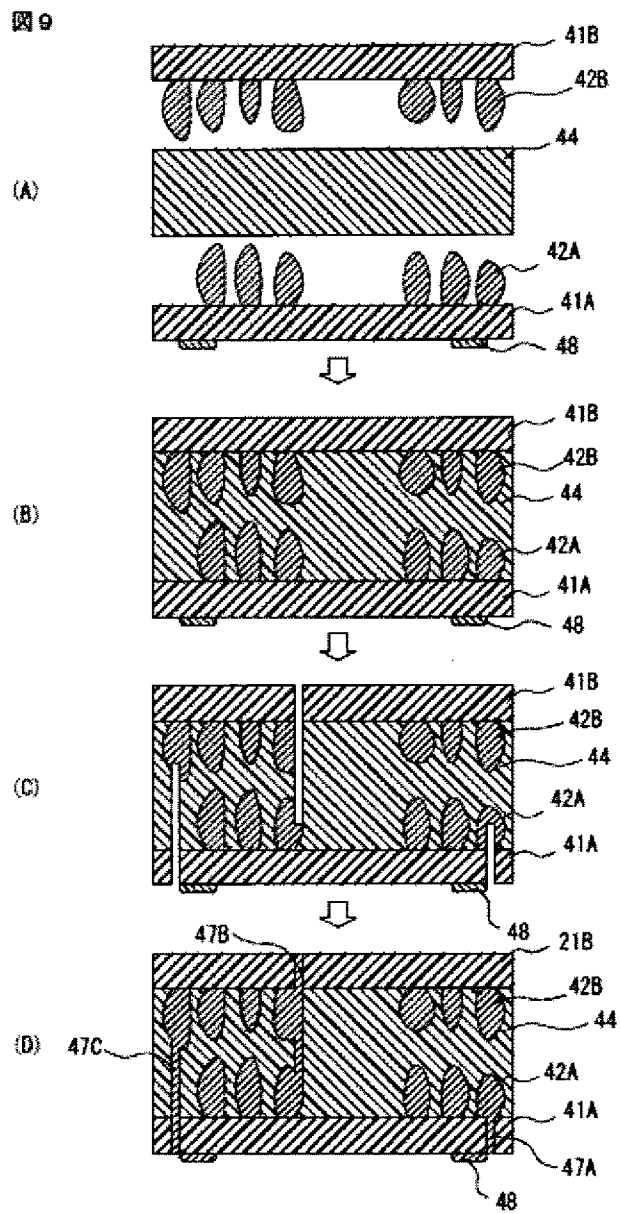


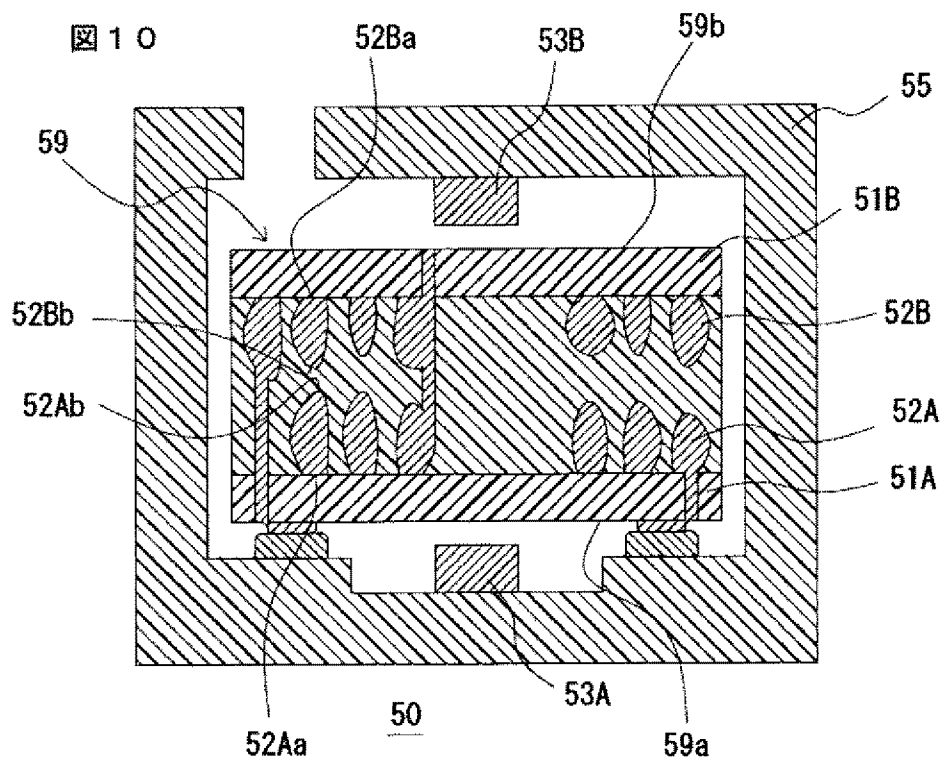
图 7



[図9]

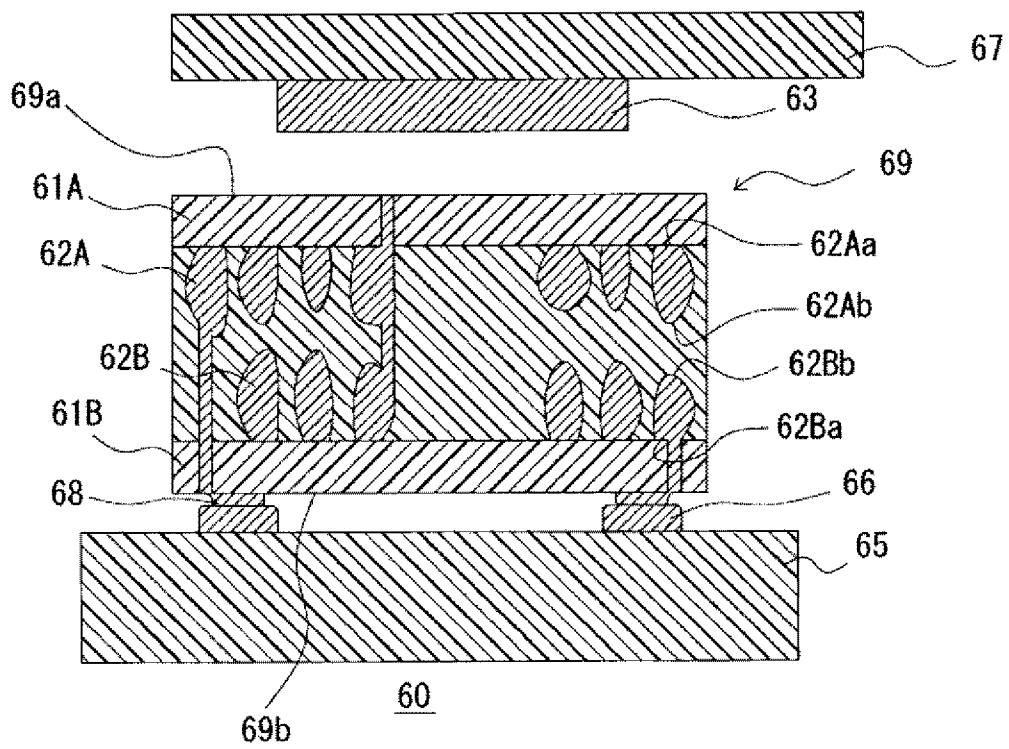


[図10]

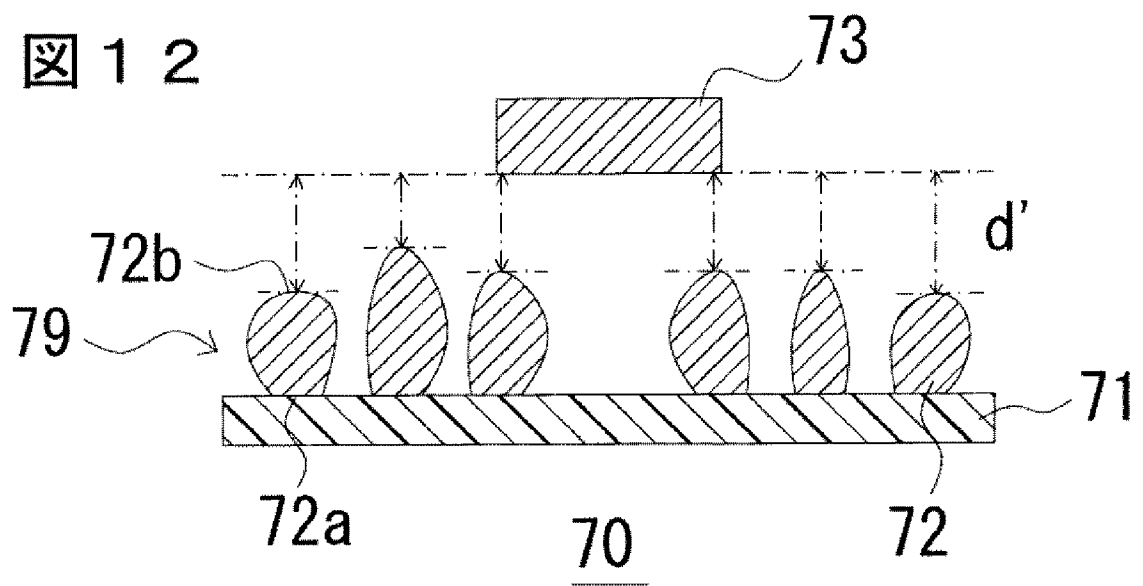


[図11]

図11



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/006504

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01F17/00 (2006.01) i, B06B1/04 (2006.01) i, H01F5/00 (2006.01) i, H01F41/04 (2006.01) i, H04R9/00 (2006.01) i, H05K1/16 (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)

Int. Cl. H01F17/00, B06B1/04, H01F5/00, H01F41/04, H04R9/00, H05K1/16

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 A	JP 2003-299184 A (ASAHI KASEI CORP.) 17 October 2003, paragraphs [0007]-[0014], [0018], fig. 1, 2, 5, 6 (Family: none)	1-6, 15 7-14
Y A	JP 2000-152378 A (SONIC WINDOW KK) 30 May 2000, paragraphs [0034]-[0053], fig. 4-8 (Family: none)	1-6, 15 7-14
Y A	WO 2005/085508 A1 (KB SEIREN, LTD.) 15 September 2005, paragraphs [0051], [0052], [0061], fig. 3-8 & US 2007/0190881 A1, paragraphs [0064]-[0067], [0076], fig. 3-8 & US 2011/0188699 A1 & EP 1731643 A1 & CN 1934302 A & HK 1101706 A & KR 10-2006-0132694 A & AT 498720 T & TW 200536973 A & KR 10-1160529 B1	1-6, 15 7-14



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
16.04.2018

Date of mailing of the international search report
15.05.2018

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/JP2018/006504

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2012-248630 A (TDK CORP.) 13 December 2012, paragraph [0039], fig. 4 & US 2013/0222101 A1, paragraph [0140], fig. 20 & WO 2012/053439 A1 & CN 103180919 A & KR 10-2013-0049207 A	1-6, 15 7-14
Y A	JP 2016-9854 A (SUMITOMO ELECTRIC PRINTED CIRCUITS) 18 January 2016, paragraphs [0028]-[0043], fig. 1B & US 2017/0135206 A1, paragraphs [0040]-[0055], fig. 1B & WO 2015/199116 A1 & CN 106664800 A	2-6 7-14
A	JP 2009-10268 A (ASAHI KASEI EMD CORP.) 15 January 2009 (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01F17/00(2006.01)i, B06B1/04(2006.01)i, H01F5/00(2006.01)i, H01F41/04(2006.01)i,
H04R9/00(2006.01)i, H05K1/16(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. H01F17/00, B06B1/04, H01F5/00, H01F41/04, H04R9/00, H05K1/16

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 A	JP 2003-299184 A（旭化成株式会社）2003.10.17, [0007] - [0014], [0018], 図1-2, 5-6（ファミリーなし）	1-6, 15 7-14
Y A	JP 2000-152378 A（ソニックウインドウ株式会社）2000.05.30, [0 034] - [0053], 図4-8（ファミリーなし）	1-6, 15 7-14

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 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

16.04.2018

国際調査報告の発送日

15.05.2018

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）

井上 健一

5D

9373

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 A	WO 2005/085508 A1 (K Bセーレン株式会社) 2005.09.15, [0051] - [0052], [0061], 図3-8 & US 2007/0190881 A1, [0064]-[0067], [0076], Fig. 3-8 & US 2011/0188699 A1 & EP 1731643 A1 & CN 1934302 A & HK 1101706 A & KR 10-2006-0132694 A & AT 498720 T & TW 200536973 A & KR 10-1160529 B1	1-6, 15 7-14
Y A	JP 2012-248630 A (TDK株式会社) 2012.12.13, [0039], 図4 & US 2013/0222101 A1, [0140], FIG. 20 & WO 2012/053439 A1 & CN 103180919 A & KR 10-2013-0049207 A	1-6, 15 7-14
Y A	JP 2016-9854 A (住友電工プリントサーキット株式会社) 2016.01.18, [0028] - [0043], 図1 B & US 2017/0135206 A1, [0040]-[0055], FIG. 1B & WO 2015/199116 A1 & CN 106664800 A	2-6 7-14
A	JP 2009-10268 A (旭化成エレクトロニクス株式会社) 2009.01.15, (ファミリーなし)	1-15