

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6520480号
(P6520480)

(45) 発行日 令和1年5月29日(2019.5.29)

(24) 登録日 令和1年5月10日(2019.5.10)

(51) Int. Cl. F I
 H O 1 F 17/00 (2006.01) H O 1 F 17/00 B
 H O 1 F 27/32 (2006.01) H O 1 F 27/32 1 4 0

請求項の数 10 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-131267 (P2015-131267)	(73) 特許権者	000003067
(22) 出願日	平成27年6月30日 (2015.6.30)		TDK株式会社
(65) 公開番号	特開2017-17141 (P2017-17141A)		東京都中央区日本橋二丁目5番1号
(43) 公開日	平成29年1月19日 (2017.1.19)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成30年4月11日 (2018.4.11)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100124062
			弁理士 三上 敬史
		(72) 発明者	大久保 等
			東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株式会社内
		(72) 発明者	荒田 正純
			東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コイル部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、
 前記基板の主面上にめっき成長で設けられたコイルと、
 前記基板の主面上に設けられ、前記コイルの巻回部が間に延びる複数の樹脂壁を有する樹脂体と、
 磁性粉含有樹脂からなり、前記基板の主面の前記コイルと前記樹脂体とを一体的に覆う被覆樹脂と
 を備え、
 前記巻回部が、前記樹脂壁の下端部が前記基板の主面と接合される接合面から離間して
 いる、コイル部品。

10

【請求項2】

前記巻回部と前記接合面との間に空隙が存在し、該空隙を介して、前記巻回部が前記接合面から離間している、請求項1に記載のコイル部品。

【請求項3】

前記空隙は、前記巻回部の下に入り込むくさび部を含む断面形状を有している、請求項2に記載のコイル部品。

【請求項4】

前記コイルの巻回部の断面形状が四角形状である、請求項1または2に記載のコイル部品。

20

【請求項 5】

前記樹脂体の樹脂壁の断面形状が四角形状である、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のコイル部品。

【請求項 6】

前記樹脂体の樹脂壁の断面は底辺の長さに対する高さの比が 1 より大きく、該樹脂壁が前記基板の主面の法線方向に沿って長く延びている、請求項 5 に記載のコイル部品。

【請求項 7】

前記コイルの巻回部の断面は底辺の長さに対する高さの比が 1 より大きく、該巻回部の断面が前記基板の主面の法線方向に沿って長く延びている、請求項 6 に記載のコイル部品。

10

【請求項 8】

前記樹脂体の樹脂壁の高さが前記コイルの巻回部の高さより高い、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のコイル部品。

【請求項 9】

前記コイルの巻回部は、前記樹脂体の樹脂壁に接着されていない、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のコイル部品。

【請求項 10】

前記基板の主面上に複数並んだ樹脂壁のうち、最外に位置する樹脂壁の厚さが内側に位置する樹脂壁の厚さより厚い、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載のコイル部品。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】**【0001】**

本発明は、コイル部品に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、表面実装型の平面コイル素子等のコイル部品が、民生用機器、産業用機器等の電気製品に幅広く利用されている。中でも小型携帯機器においては、機能の充実化に伴い、各々のデバイスを駆動させるために単一の電源から複数の電圧を得る必要が生じてきている。そこで、このような電源用途等にも表面実装型の平面コイル素子が使用されている。

【0003】

30

このようなコイル部品は、たとえば、下記特許文献 1 に開示されている。この文献に開示されたコイル部品は、基板の表裏面にそれぞれ平面渦巻き状の空芯コイルが設けられ、空芯コイルの磁芯部分において基板を貫くように設けられたスルーホール導体により空芯コイル同士が接続されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2005 - 210010 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

40

【0005】

上述した空芯コイルは、基板上に設けられたシードパターンに、Cu などの導体材料をめっき成長させることで形成されるが、基板の面方向へのめっき成長によりコイルの巻回部の間隔が狭まる。コイルの巻回部の間隔が狭い場合には、コイルの絶縁性低下が懸念されるため、より確実に絶縁する技術が望まれている。

【0006】

そこで、コイルの隣り合う巻回部の間に樹脂壁を設けて確実な絶縁を図る技術の開発が進められている。ただし、樹脂壁が基板と別体で設けられる場合には、樹脂壁と基板との接合面はその他の箇所比べて耐圧が低くなることが考えられる。そのため、巻回部の間における高い絶縁耐圧を実現するためには、上記接合面における耐圧の向上が求められる。

50

【0007】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、巻回部の間の耐圧向上が図られたコイル部品を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一側面に係るコイル部品は、基板と、基板の主面上にめっき成長で設けられたコイルと、基板の主面上に設けられ、コイルの巻回部が間に延びる複数の樹脂壁を有する樹脂体と、磁性粉含有樹脂からなり、基板の主面のコイルと樹脂体とを一体的に覆う被覆樹脂とを備え、巻回部が、樹脂壁の下端部が基板の主面と接合される接合面から離間している。

10

【0009】

このようなコイル部品においては、樹脂壁の下端部と基板の主面との接合面から巻回部が離間しているために、樹脂壁を介して隣り合う巻回部同士が接合面付近において遠ざかっている。それにより、上記接合面を介しての短絡が抑制されることで、巻回部の間の耐圧向上が図られている。

【0010】

また、巻回部と接合面との間に空隙が存在し、該空隙を介して、巻回部が接合面から離間している態様であってもよい。

【0011】

また、空隙は、巻回部の下に入り込むくさび部を含む断面形状を有している態様であってもよい。

20

【0012】

また、樹脂体の樹脂壁の断面形状が四角形状である態様であってもよい。このとき、樹脂体の樹脂壁の断面は底辺の長さに対する高さの比が1より大きく、該樹脂壁が基板の主面の法線方向に沿って長く延びている態様であってもよい。

【0013】

また、コイルの巻回部の断面形状が四角形状である態様であってもよい。このとき、コイルの巻回部の断面は底辺の長さに対する高さの比が1より大きく、該巻回部の断面が基板の主面の法線方向に沿って長く延びている態様であってもよい。

【0014】

また、樹脂体の樹脂壁の高さがコイルの巻回部の高さより高い態様であってもよい。この場合、巻回部は、高さ方向にわたって設計寸法どおりの厚さとなり得る。また、巻回部同士が樹脂壁を越えて接する事態が有意に回避される。

30

【0015】

また、樹脂体は、基板の主面上にコイルがめっき成長される前に設けられ、コイルの巻回部は、樹脂体の樹脂壁に接着されていない態様であってもよい。

【0016】

また、基板の主面上に複数並んだ樹脂壁のうち、最外に位置する樹脂壁の厚さが内側に位置する樹脂壁の厚さより厚い態様であってもよい。

【発明の効果】

40

【0017】

本発明によれば、巻回部の間の耐圧向上が図られたコイル部品が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は、本発明の実施形態に係るコイル部品の概略斜視図である。

【図2】図2は、図1に示すコイル部品の製造に用いられる基板を示した斜視図である。

【図3】図3は、図2に示した基板のシードパターンを示した平面図である。

【図4】図4は、図1に示すコイル部品の製造方法の一工程を示した斜視図である。

【図5】図5は、図4のV-V線断面図である。

【図6】図6は、樹脂壁と基板との接合面付近を示した要部拡大図である。

50

【図 7】図 7 は、コイルの巻回部上に設けられる絶縁体を示した断面図である。

【図 8】図 8 は、図 1 に示すコイル部品の製造方法の一工程を示した斜視図である。

【図 9】図 9 は、図 1 に示すコイル部品の製造方法の一工程を示した斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には、同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。

【0020】

まず、本発明の実施形態に係るコイル部品の構造について、図 1 ~ 4 を参照しつつ説明する。説明の便宜上、図示のように X Y Z 座標を設定する。すなわち、平面コイル素子の厚さ方向を Z 方向、外部端子電極の対面方向を Y 方向、Z 方向と Y 方向とに直交する方向を X 方向と設定する。

10

【0021】

コイル部品 1 は、略直方体形状を呈する本体部 10 と、本体部 10 の対向する一对の端面を覆うようにして設けられた一对の外部端子電極 30A、30B とによって構成されている。コイル部品 1 は、一例として、長辺 2.0 mm、短辺 1.6 mm、高さ 0.9 mm の寸法で設計される。

【0022】

以下では、本体部 10 を作製する手順を示しつつ、併せて、コイル部品 1 の構造についても説明する。

20

【0023】

本体部 10 は、図 2 に示す基板 11 を含んでいる。基板 11 は、非磁性の絶縁材料で構成された平板形状の部材である。基板 11 の中央部分には、主面 11a、11b 間を繋ぐように貫通された略円形の開口 12 が設けられている。基板 11 としては、ガラスクロスにシアネート樹脂 (BT (ビスマレイミド・トリアジン) レジン: 登録商標) が含浸された基板で、板厚 60 μm のものを用いることができる。なお、BT レジンのほか、ポリイミド、アラミド等を用いることもできる。基板 11 の材料としては、セラミックやガラスを用いることもできる。基板 11 の材料としては、大量生産されているプリント基板材料が好ましく、特に BT プリント基板、FR4 プリント基板、あるいは FR5 プリント基板に用いられる樹脂材料が最も好ましい。

30

【0024】

基板 11 には、図 3 に示すように、それぞれの主面 11a、11b に、後述するコイル 13 をめっき成長させるためのシードパターン 13A が形成されている。シードパターン 13A は、基板 11 の開口 12 の周りを回る螺旋パターン 14A と、基板 11 の Y 方向に関する端部に形成された端部パターン 15A とを有し、これらのパターン 14A、15A が連続的かつ一体的に形成されている。なお、一方の主面 11a 側に設けられるコイル 13 と他方の主面 11b 側に設けられるコイル 13 とでは電極引き出し方向が逆であり、そのため、一方の主面 11a 側の端部パターン 15A と他方の主面 11b 側の端部パターンとは、基板 11 の Y 方向に関する互いに異なる端部に形成されている。

40

【0025】

図 2 に戻って、基板 11 の各主面 11a、11b 上には、樹脂体 17 が設けられている。樹脂体 17 は、公知のフォトリソグラフィによってパターンニングされた厚膜レジストである。樹脂体 17 は、コイル 13 の巻回部 14 の成長領域を画定する樹脂壁 18 と、コイル 13 の引出電極部 15 の成長領域を画定する樹脂壁 19 とを有している。

【0026】

図 4 は、シードパターン 13A を用いてコイル 13 をめっき成長させたときの基板 11 の状態を示している。コイル 13 のめっき成長には、公知のめっき成長方法を採用することができる。

【0027】

50

コイル13は、銅で構成されており、シードパターン13Aの螺旋パターン14A上に形成された巻回部14と、シードパターン13Aの端部パターン15A上に形成された引出電極部15とを有している。コイル13は、平面視したときに、シードパターン13A同様、基板11の主面11a、11bに平行に延在する平面渦巻き状の空芯コイルの形状となっている。より詳しくは、基板上面11aの巻回部14は、上面側から見て外側に向かう方向に沿って左回転の渦巻きであり、基板下面11bの巻回部14は、下面側から見て、外側に向かう方向に沿って左回転の渦巻きである。基板上面11aおよび基板下面11bの両コイル13は、たとえば、開口12の近傍に別途設けられた貫通孔を介して端部同士が接続される。両コイル13に一方向に電流を流したときには、両コイル13の電流の流れる回転方向が同一となるため、コイル13で発生する磁束が重畳して強め合う。

10

【0028】

図5は、図4に示しためっき成長後の基板11の状態を示しており、図4のV-V線断面図である。

【0029】

図5に示すように、基板11上には、基板11の法線方向(Z方向)に沿って長く延びる四角形状断面(図5では矩形状断面)の樹脂壁18が形成されており、これらの樹脂壁18の間においてコイル13の巻回部14がZ方向に成長する。コイル13の巻回部14は、その成長領域が、めっき成長前に基板11上に形成された樹脂壁18によって予め画定されている。

【0030】

20

コイル13の巻回部14は、螺旋パターン14Aの一部であるシード部14aと、シード部14a上にめっき成長させためっき部14bとで構成されており、シード部14a周りにめっき部14bが徐々に成長していくことにより形成される。このとき、コイル13の巻回部14は、隣り合う2つの樹脂壁18の間に画成された空間を充たすように成長して、樹脂壁18の間に画成された空間と同一の形状に形成され、その結果、コイル13の巻回部14は基板11の法線方向(Z方向)に沿って長く延びる四角形状断面(図5では矩形状断面)となる。すなわち、樹脂壁18の間に画成される空間の形状を調整することで、コイル13の巻回部14の形状が調整され、設計したとおりの形状にコイル13の巻回部14を形成することができる。

【0031】

30

コイル13の巻回部14は、隣り合う2つの樹脂壁18の間を成長する際、成長領域を画定する樹脂壁18の内側面に接しながら成長していく。このとき、コイル13の巻回部14と樹脂壁18との間には、機械的結合も化学的結合も生じない。すなわち、コイル13の巻回部14は、樹脂壁18と接着されないままめっき成長し、非接着状態で樹脂壁18の間に介在する。本明細書において「非接着状態」とは、アンカー効果等の機械的結合および共有結合等の化学的結合が生じていない状態をいう。

【0032】

コイル13の巻回部14の断面寸法は、一例として、高さ80~260 μm 、幅(厚さ)40~260 μm 、下端部の幅(底辺)に対する高さの比(アスペクト比)1~5である。コイル13の巻回部14のアスペクト比は2~5であってもよい。

40

【0033】

図5に示すとおり、コイル13の巻回部14の高さhは、樹脂壁18の高さHよりも低いこと($h < H$)が好ましい。すなわち、コイル13の巻回部14のめっき成長が樹脂壁18の高さHよりも低い位置で止まるように調整することが好ましい。コイル13の巻回部14の高さhが樹脂壁18の高さHよりも低いと、巻回部14は高さ方向にわたって設計寸法どおりの厚さとなる。また、コイル13の巻回部14の高さhが、樹脂壁18の高さHよりも高いと、隣り合う巻回部14同士が接触したり後述する絶縁体40や接合層41の厚さを十分に確保できなくなったりする事態が生じ、コイル13の耐圧抵抗が低下するためである。

【0034】

50

また、コイル13の巻回部14の厚さDは、高さ方向にわたって均一になっている。これは、隣り合う樹脂壁18の間隔が高さ方向にわたって均一になっているためである。

【0035】

さらに、図5に示すように、コイル13の巻回部14の上面14cは、上側に突き出た形状となっている。より詳しくは、コイル13の巻回部14の上面14cは、中央部では基板11の主面11aに対して略平行になっているが、樹脂壁18近傍の端部では曲線状に漸次下降している。そして、コイル13の巻回部14の上面14cにおいては、基板11の主面11aに対する相対位置に関し、上面14cの樹脂壁18と接する高さ位置が、上面14cの中央部に位置する最高の高さ位置よりも低くなっている。

【0036】

なお、図5に示した態様では、各樹脂壁18の厚さd1、d2も、コイル13の巻回部14同様、高さ方向にわたって均一となっている。その結果、隣り合うコイル13の巻回部14の間隔が、高さ方向にわたって均一になる。すなわち、コイル13の巻回部14は、高さ方向に関して局所的に薄くなっている箇所（つまり、局所的に耐圧抵抗が低下している箇所）が存在しない、または存在しにくい構造となっている。樹脂壁18の断面寸法は、一例として、高さ50～300μm、幅（厚さ）5～30μm、下端部の幅（底辺）に対する高さの比（アスペクト比）5～30である。樹脂壁18の断面寸法は、高さ180～300μm、幅（厚さ）5～12μm、アスペクト比15～30であってもよい。

【0037】

図6に示すように、樹脂壁18は、基板11とは別体に設けられており、その下端面18aは基板11の主面11aと接して接合面Sを形成している。接合面S付近には、空隙Gが形成されており、巻回部14が接合面Sおよび樹脂壁18の下端部から離間している。換言すると、巻回部14は、巻回部14と接合面Sとの間に存在する空隙Gを介して、接合面Sから離間している。

【0038】

空隙Gの断面形状は、図6に示したように、基板11の主面11aに沿って巻回部14の下に入り込むように延び、かつ、樹脂壁18の側面に沿って上方に延びた形状とすることができる。この場合、空隙Gは、巻回部14の下に入り込むくさび部gを含む断面形状を有する。空隙Gの断面形状は、接合面Sに対応する角が直角である直角三角形に近い形状とすることができる。空隙Gは、巻回部14をめっき成長により形成する際のめっき条件やめっき液の組成等を調整し、たとえば幅方向への成長を抑制することで容易に得ることができる。

【0039】

また、樹脂壁18によって画成された空間は、上端が開放されており、樹脂壁18の上端部が巻回部14の上側を覆うように回り込んでいないため、巻回部14の上側の設計自由度が高い。すなわち、巻回部14の上に任意の層を形成する態様も何の層も形成しない態様も選択し得る。

【0040】

巻回部14の上に層を形成する場合には、各種の層形態や層材料を選択し得る。たとえば、図7に示すように、巻回部14の上に、後述する被覆樹脂21に含まれる金属磁性粉と巻回部14との間の絶縁性を高めるために、絶縁体40を設けることができる。絶縁体40は、絶縁樹脂または絶縁磁性材料で構成することができる。また、絶縁体40は、巻回部14の上面14cに直接的または間接的に接するとともに、巻回部14と樹脂壁18とを一体的に覆っている。なお、絶縁体40は、巻回部14のみを選択的に覆う構成にすることもできる。また、巻回部14と絶縁体40との間の接合性を高めるために、所定の接合層（たとえば、酸化による銅めっきの黒化層）41を設けることができる。

【0041】

さらに、図5に示すとおり、複数の樹脂壁18のうち、最外に位置する樹脂壁18の厚さd1が内側に位置する樹脂壁18の厚さd2より厚いこと（ $d1 > d2$ ）が好ましい。この場合、コイル部品1の作製時や使用時に受けるZ方向の圧力に対して剛性が付与され

10

20

30

40

50

る。厚さが厚い樹脂壁 18 を最外位置に配置することで、この部分において主に上記圧力を受け止める。剛性の観点からは、両端に位置する樹脂壁 18 の両方が、内側に位置する樹脂壁 18 の厚さより厚いことが好ましい。

【0042】

なお、上述したコイル 13 のめっき成長は、基板 11 の両主面 11a、11b においておこなわれる。両主面 11a、11b のコイル 13 同士は、基板 11 の開口においてそれぞれの端部同士が接続されて導通される。

【0043】

基板 11 上にコイル 13 をめっき成長させた後、図 8 に示すように、基板 11 は被覆樹脂 21 で全体的に覆われる。すなわち、被覆樹脂 21 が、基板 11 の主面 11a、11b のコイル 13 と樹脂体 17 とを一体的に覆う。樹脂体 17 は、被覆樹脂 21 内に残ったままコイル部品 1 の一部を構成する。被覆樹脂 21 は、金属磁性粉含有樹脂からなり、ウエハ状態の基板 11 の上に形成され、その後、硬化されることにより形成される。

10

【0044】

被覆樹脂 21 を構成する金属磁性粉含有樹脂は、金属磁性粉が分散された樹脂で構成されている。金属磁性粉は、たとえば鉄ニッケル合金（パーマロイ合金）、カルボニル鉄、アモルファス、非晶質または結晶質の FeSiCr 系合金、センダスト等で構成され得る。金属磁性粉含有樹脂に用いられる樹脂は、たとえば熱硬化性のエポキシ樹脂である。金属磁性粉含有樹脂に含まれる金属磁性粉の含有量は、一例として、90～99wt%である。

20

【0045】

さらに、ダイシングしてチップ化することで、図 9 に示す本体部 10 が得られる。チップ化した後、必要に応じて平行研磨等によりエッジの面取りをおこなってもよい。

【0046】

最後に、本体部 10 の端部パターン 15A が露出した端面（Y 方向において対向する端面）に、端部パターン 15A と電氣的に接続されるように外部端子電極 30A、30B を設けることで、コイル部品 1 が完成する。外部端子電極 30A、30B は、コイル部品を搭載する基板の回路に接続するための電極であり、複数層構造とすることができる。たとえば、外部端子電極 30A、30B は、端面に樹脂電極材料を塗布した後、その樹脂電極材料に金属めっきを施すことにより形成することができる。外部端子電極 30A、30B の金属めっきには、Cr、Cu、Ni、Sn、Au、はんだ等を用いることができる。

30

【0047】

上述したコイル部品 1 によれば、樹脂壁 18 の下端部と基板 11 の主面 11a との接合面 S から巻回部 14 が離間しているために、樹脂壁 18 を介して隣り合う巻回部 14 同士が接合面 S 付近において遠ざかっている。これは、接合面 S を介して短絡するモードを考えたときに、隣り合う巻回部 14 同士の距離（すなわち、沿面距離）は、巻回部 14 同士が接合面 S 付近において遠ざかっていない（すなわち、空隙 G が存在しない）場合に比べて、延長されていることを意味している。それにより、接合面 S を介しての短絡が抑制され、その結果、巻回部 14 の間の耐圧向上が実現されている。

【0048】

40

その上、巻回部 14 が接合面 S から離間していることで、接合面 S の間にめっきが浸入して、耐圧が低下してしまう事態も生じにくくなっている。

【0049】

特に、空隙 G が、巻回部 14 の下に入り込むくさび部 g を含む断面形状を有する場合には、隣り合う巻回部 14 同士の距離がさらに延長されるため、さらなる耐圧向上が実現される。

【0050】

また、コイル部品 1 によれば、コイル 13 の巻回部 14 の上面 14c が樹脂壁 18 と接する高さ位置が、上面 14c における最高の高さ位置よりも低くなっている。そのため、巻回部 14 から、樹脂壁 18 を介して隣り合う巻回部 14 までの沿面距離の延長が図られ

50

ており、隣り合う巻回部 1 4 の間において耐圧が向上している。

【 0 0 5 1 】

さらに、コイル部品 1 によれば、複数の樹脂壁 1 8 の間にコイル 1 3 の巻回部 1 4 が非接着状態で介在するため、コイル 1 3 の巻回部 1 4 と樹脂壁 1 8 とが互いに対して変位可能である。そのため、コイル部品 1 の使用環境が高温になったときなどの周辺温度に変化があり、コイル 1 3 の巻回部 1 4 と樹脂壁 1 8 との間の熱膨張係数の差に起因する応力が生じた場合であっても、コイル 1 3 の巻回部 1 4 と樹脂壁 1 8 とが相対移動することでその応力が緩和される。

【 0 0 5 2 】

また、コイル部品 1 の製造方法によれば、樹脂体 1 7 の樹脂壁 1 8 の間に介在するように、コイル 1 3 の巻回部 1 4 がめっき成長されている。すなわち、被覆樹脂 2 1 でコイル 1 3 を覆う前に、コイル 1 3 の巻回部 1 4 間にはすでに樹脂壁 1 8 が介在している。そのため、コイル 1 3 の巻回部 1 4 間に樹脂を別途に充填する必要はなく、樹脂壁 1 8 によりコイル 1 3 の巻回部 1 4 間の樹脂の寸法精度の安定化が図られる。

【符号の説明】

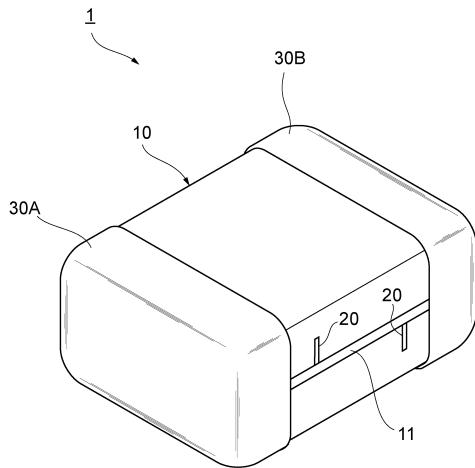
【 0 0 5 3 】

1 ...コイル部品、 1 1 ...基板、 1 3 ...コイル、 1 4 ...巻回部、 1 4 a ...シード部、 1 4 b ...めっき部、 1 4 c ...上面、 1 7 ...樹脂体、 1 8 ...樹脂壁、 1 8 a ...下端面、 2 1 ...被覆樹脂、 3 0 A、 3 0 B ...外部端子電極、 4 0 ...絶縁体、 G ...空隙、 g ...くさび部、 S ...接合面。

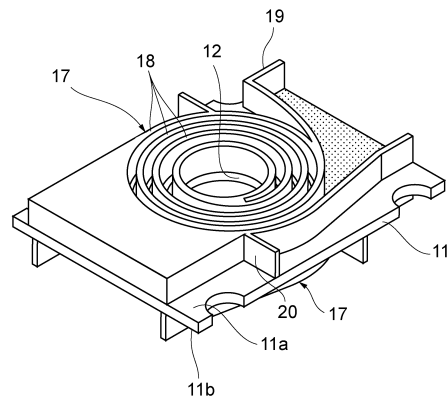
10

20

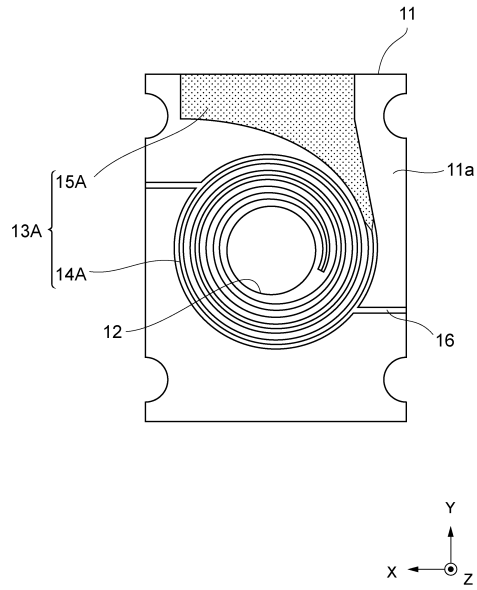
【 図 1 】



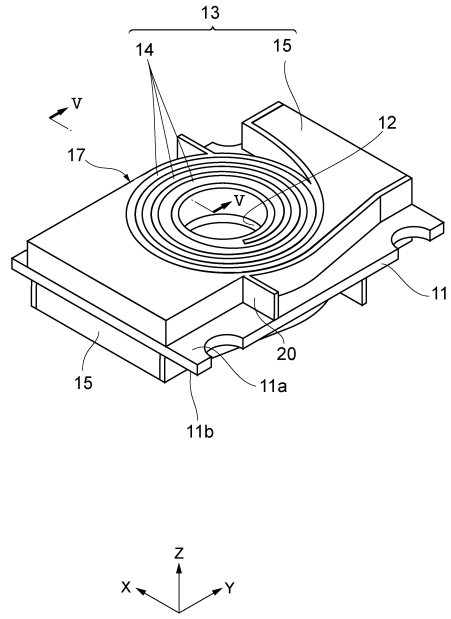
【 図 2 】



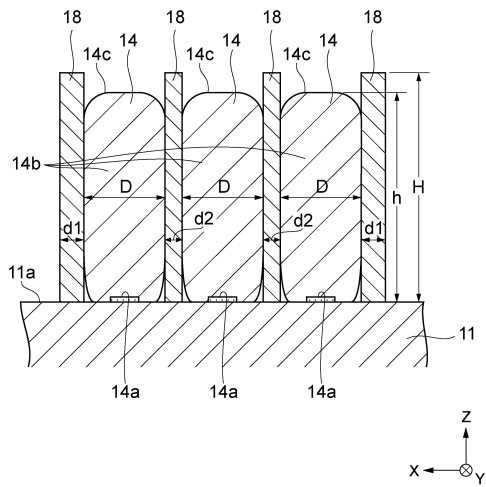
【図3】



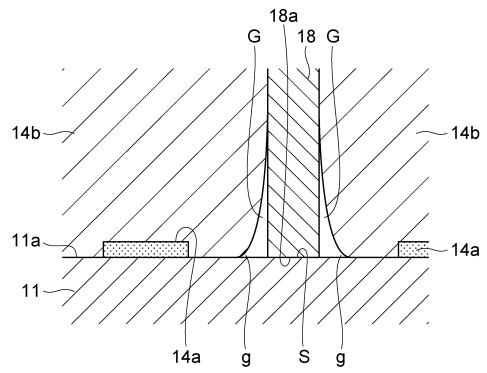
【図4】



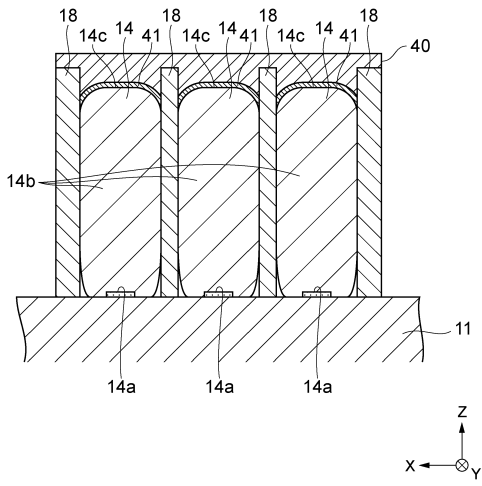
【図5】



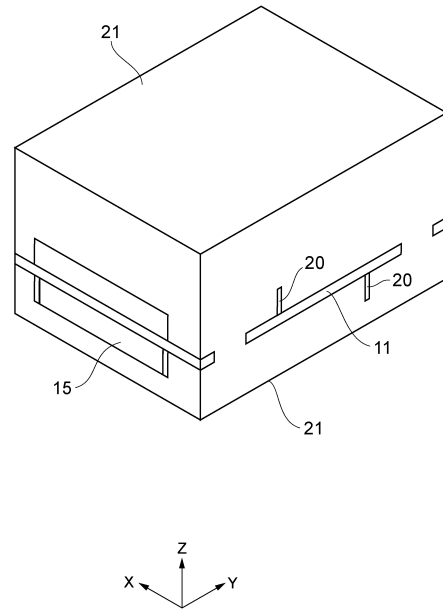
【図6】



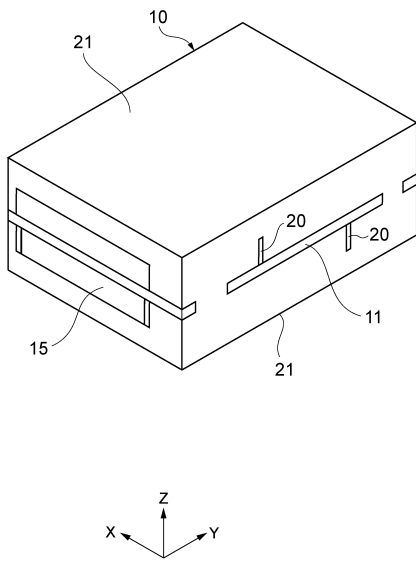
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (72)発明者 太田 学
東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株式会社内
- (72)発明者 要 優也
東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株式会社内
- (72)発明者 前田 佳宏
東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株式会社内
- (72)発明者 川原 崇宏
東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株式会社内
- (72)発明者 江田 北斗
東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株式会社内
- (72)発明者 佐藤 茂樹
東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株式会社内
- (72)発明者 田中 拓也
山形県鶴岡市山田字油田97 TDK庄内株式会社内

審査官 竹下 翔平

(56)参考文献 特開2015-032625(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 17/00 - 21/12
27/00
27/02
27/06
27/08
27/23
27/26
27/28 - 27/29
27/30 - 27/32
27/36
27/42
38/42
41/12