

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-108328

(P2021-108328A)

(43) 公開日 令和3年7月29日(2021.7.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1F 27/29 (2006.01)	HO1F 27/29 123	5E001
HO1G 4/228 (2006.01)	HO1G 4/228 B	5E070
HO1G 4/30 (2006.01)	HO1G 4/30 516	5E082
	HO1G 4/30 513	
	HO1G 4/30 201F	
審査請求 未請求 請求項の数 11 OL (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2019-238965 (P2019-238965)
 (22) 出願日 令和1年12月27日 (2019.12.27)

(71) 出願人 000204284
 太陽誘電株式会社
 東京都中央区京橋二丁目7番19号
 (74) 代理人 100126572
 弁理士 村越 智史
 (72) 発明者 若林 博孝
 東京都中央区京橋二丁目7番19号 太陽
 誘電株式会社内
 Fターム(参考) 5E001 AB03 AF06 AH03 AJ03
 5E070 AA01 BB03 EA01 EB04
 5E082 AA01 AB03 BC32 GG10 GG12
 GG28 JJ06 JJ13 PP09

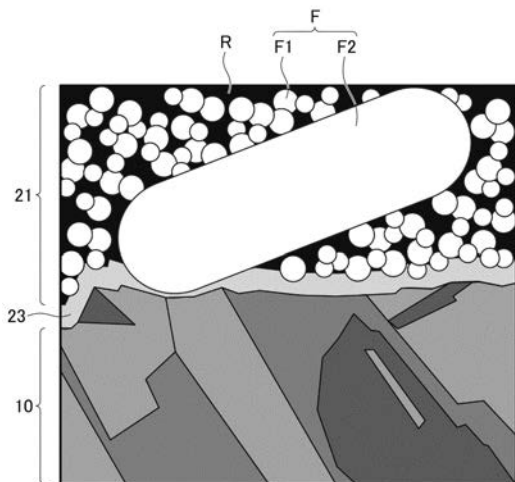
(54) 【発明の名称】 電子部品及び電子部品の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 導体と外部電極との間における不純物原子のマイグレーションを抑制することが可能な電子部品を提供する。

【解決手段】 電子部品であるコイル部品1は、基体10と、導体25と、導体25の一方の端部と電氣的に接続される外部電極21と、導体25の他方の端部と電氣的に接続される外部電極22と、導体25の一方の端部と外部電極21との間に位置する第1の膜23と、導体25の他方の端部と外部電極22との間に位置する第2の膜と、を備え、第1の膜23及び第2の膜における拡散速度は、外部電極21及び外部電極22における拡散速度より遅い。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基体と、

前記基体の内部又は外部に設けられる導体と、

前記導体に電氣的に接続される第 1 の外部電極及び第 2 の外部電極と、

前記第 1 の外部電極に電氣的に接続される前記導体の端部と前記第 1 の外部電極との間に位置する第 1 の膜と、

前記第 2 の外部電極に電氣的に接続される前記導体の端部と前記第 2 の外部電極との間に位置する第 2 の膜と、を備え、

前記第 1 の膜及び前記第 2 の膜における拡散速度は、前記第 1 の外部電極及び前記第 2 の外部電極における拡散速度より遅い、電子部品。 10

【請求項 2】

前記第 1 の膜の厚さ及び前記第 2 の膜の厚さは 10 nm 以上 200 nm 以下である、請求項 1 に記載の電子部品。

【請求項 3】

前記第 1 の膜及び前記第 2 の膜は酸化膜である、請求項 1 又は 2 に記載の電子部品。

【請求項 4】

前記第 1 の膜及び前記第 2 の膜は、前記導体を構成する材料のイオン化傾向と同一又は小さいイオン化傾向を有する金属材料の酸化物である、請求項 3 に記載の電子部品。

【請求項 5】

前記第 1 の膜及び前記第 2 の膜は、窒化膜、炭化膜、又は酸窒化膜である、請求項 1 又は 2 に記載の電子部品。 20

【請求項 6】

前記第 1 の膜及び前記第 2 の膜は、非晶質である、請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の電子部品。

【請求項 7】

前記第 1 の膜と前記第 1 の外部電極との界面及び前記第 2 の膜と前記第 2 の外部電極との界面における凹凸は、前記第 1 の外部電極及び前記第 2 の外部電極の表面における凹凸より大きい、請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の電子部品。

【請求項 8】

前記導体は、コイル軸の周りに巻回された部分を含む、請求項 1 ~ 7 の何れか一項に記載の電子部品。 30

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 の何れか一項に記載の電子部品を備える、回路基板。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の回路基板を備える、電子機器。

【請求項 11】

基体と、前記基体の内部又は外部に設けられる導体と、前記導体と電氣的に接続される第 1 の外部電極及び第 2 の外部電極とを備える電子部品の製造方法であって、

前記第 1 の外部電極と電氣的に接続される前記導体の第 1 の端部及び前記第 2 の外部電極と電氣的に接続される前記導体の第 2 の端部を前記基体の表面に配置させる第 1 の工程と、 40

前記第 1 の端部と電氣的に接続される第 1 の膜及び前記第 2 の端部と電氣的に接続される第 2 の膜を形成する第 2 の工程と、

前記第 1 の膜と電氣的に接続される第 1 の外部電極及び前記第 2 の膜と電氣的に接続される第 2 の外部電極を形成する第 3 の工程と、を含み、

前記第 2 の工程において、前記第 1 の外部電極及び前記第 2 の外部電極を構成する材料における拡散速度より遅い拡散速度を有する材料を用いて、前記第 1 の膜及び前記第 2 の膜を形成する、コイル部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】 50

【技術分野】

【0001】

本明細書の開示は、電子部品及び電子部品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電子部品として、例えばインダクタ等のコイル部品が知られている。従来のコイル部品は、典型的に、磁性材料からなる磁性基体と、当該磁性基体内に設けられ、コイル軸の周りに巻回されている導体と、当該導体の端部に接続された外部電極と、を備える。このコイル部品は、例えばはんだを用いて外部電極と基板とを電氣的に接続することによって実装され、様々な電子機器の部品として用いられる。従来のコイル部品は、例えば、特許文献1に開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2019-140371号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

電子部品の導体と外部電極との間では、熱又は電圧印加等によってはんだ等に含まれる不純物原子のマイグレーションが発生することがある。マイグレーションが発生すると、不純物原子と、導体又は外部電極を構成する材料との合金化により、導体及び/又は外部電極にポイドが形成される。その結果、導体と外部電極との接合強度が低下するという問題がある。

20

【0005】

本発明の目的の一つは、導体と外部電極との間における不純物原子のマイグレーションを抑制することが可能な電子部品及び電子部品の製造方法を提供することである。本発明のこれ以外の目的は、明細書全体の記載を通じて明らかにされる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一実施形態に係る電子部品は、基体と、基体の内部又は外部に設けられる導体と、導体と電氣的に接続される第1の外部電極及び第2の外部電極と、第1の外部電極と電氣的に接続される導体の端部と第1の外部電極との間に位置する第1の膜と、第2の外部電極と電氣的に接続される導体の端部と第2の外部電極との間に位置する第2の膜と、を備え、第1の膜及び第2の膜における拡散速度は、第1の外部電極及び第2の外部電極における拡散速度より遅い。

30

【0007】

本発明の一実施形態において、第1の膜の厚さ及び第2の膜の厚さは10nm以上200nm以下であってもよい。

【0008】

本発明の一実施形態において、第1の膜及び第2の膜は酸化膜であってもよい。

40

【0009】

本発明の一実施形態において、第1の膜及び第2の膜は、導体を構成する材料のイオン化傾向と同一又は小さいイオン化傾向を有する金属材料の酸化物であってもよい。

【0010】

本発明の一実施形態において、第1の膜及び第2の膜は、窒化膜又は炭化膜、又は酸窒化膜(オキシナイトライド)であってもよい。

【0011】

本発明の一実施形態において、第1の膜及び第2の膜は、非晶質であってもよい。

【0012】

本発明の一実施形態において、第1の膜と第1の外部電極との界面及び第2の膜と第2

50

の外部電極との界面における凹凸は、第1の外部電極及び第2の外部電極の表面における凹凸より大きくてもよい。

【0013】

本発明の一実施形態において、導体は、コイル軸の周りに巻回された部分を含んでもよい。

【0014】

本発明の一実施形態は、上記の何れかのコイル部品を備える回路基板に関する。また、本発明の一実施形態は、上記の回路基板を備える電子機器に関する。

【0015】

本発明の一実施形態に係る電子部品の製造方法は、基体と、基体の内部又は外部に設けられる導体と、導体と電氣的に接続される第1の外部電極及び第2の外部電極とを備えるコイル部品の製造方法であって、第1の外部電極と電氣的に接続される導体の第1の端部及び第2の外部電極と電氣的に接続される導体の第2の端部を基体の表面に配置させる第1の工程と、第1の端部と電氣的に接続される第1の膜及び第2の端部と電氣的に接続される第2の膜を形成する第2の工程と、第1の膜と電氣的に接続される第1の外部電極及び第2の膜と電氣的に接続される第2の外部電極を形成する第3の工程と、を含み、第2の工程において、第1の外部電極及び第2の外部電極を構成する材料における拡散速度より遅い拡散速度を有する材料を用いて、第1の膜及び第2の膜を形成する。

10

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、導体と外部電極との間における不純物原子のマイグレーションを抑制することが可能な電子部品及び電子部品の製造方法が提供される。

20

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態に係る電子部品であるコイル部品を模式的に示す斜視図である。

【図2】図1のコイル部品の磁性基体の断面を拡大して模式的に示す拡大断面図である。

【図3】図1のコイル部品の導体の一方の端部と外部電極との接合部分の周辺の断面を拡大して示す拡大断面図である。

【図4】図1のコイル部品の導体の端面と膜との接合部分の断面の電子顕微鏡像の模式図である。

30

【図5】本発明の別の実施形態に係るコイル部品を模式的に示す斜視図である。

【図6】本発明の別の実施形態に係る電子部品であるキャパシタを模式的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、適宜図面を参照し、本発明の様々な実施形態を説明する。なお、複数の図面において共通する構成要素には、当該複数の図面を通して同一の参照符号が付されている。各図面は、説明の便宜上、必ずしも正確な縮尺で記載されているとは限らない点に留意されたい。

40

【0019】

図1を参照して、本発明の一実施形態に係る電子部品であるコイル部品1の概要を説明する。図1は、コイル部品1を模式的に示す斜視図である。図1に示されるように、コイル部品1は、基体10と、基体10の内部に設けられたコイル導体25と、基体10の表面に設けられた外部電極(第1の外部電極)21と、磁性基体10の表面において外部電極21から離間した位置に設けられた外部電極(第2の外部電極)22と、を備える。

【0020】

本明細書においては、文脈上別と解される場合を除き、コイル部品1の「長さ」方向、「幅」方向及び「厚さ」方向はそれぞれ、図1の「L軸」方向、「W軸」方向及び「T軸」方向とする。「厚さ」方向は、「高さ」方向と呼ぶこともある。

50

【0021】

コイル部品1は、不図示の回路基板に実装される。この回路基板には、2つのランド部が設けられている。コイル部品1は、外部電極21、22と、当該外部電極21、22に対応するランド部とをそれぞれ接合することで回路基板に実装され得る。この回路基板が搭載され得る電子機器には、スマートフォン、タブレット、ゲームコンソール、及びこれら以外の様々な電子機器が含まれる。この回路基板は、電子機器の一種である自動車の電装品に搭載されてもよい。

【0022】

コイル部品1は、インダクタ、トランス、フィルタ、リアクトル、及びこれら以外の様々なコイル部品に適用され得る。コイル部品1は、カップル度インダクタ、チョークコイル、及びこれら以外の様々な磁気結合型コイル部品にも適用することができる。コイル部品1の用途は、本明細書で明示されるものに限定されない。

10

【0023】

基体10は、絶縁材料で構成される。一実施形態において、磁性基体10は主に磁性材料で構成され、直方体形状に形成されている。本発明の一実施形態に係るコイル部品1の基体10は、長さ寸法(L軸方向の寸法)が1.0mm~4.5mm、幅寸法(W軸方向の寸法)が0.5mm~3.2mm、高さ寸法(T軸方向の寸法)が0.5mm~5.0mmとなるように形成されている。基体10の寸法は、本明細書で具体的に説明される寸法には限定されない。本明細書において「直方体」又は「直方体形状」という場合には、数学的に厳密な意味での「直方体」のみを意味するものではない。

20

【0024】

基体10は、第1の主面10a、第2の主面10b、第1の端面10c、第2の端面10d、第1の側面10e、及び第2の側面10fを有する。基体10の外面は、これらの6つの面によって画定されている。第1の主面10aと第2の主面10bとはそれぞれ高さ方向両端の面を成し、第1の端面10cと第2の端面10dとはそれぞれ長さ方向両端の面を成し、第1の側面10eと第2の側面10fとはそれぞれ幅方向両端の面を成している。

【0025】

図1に示されるように、第1の主面10aは磁性基体10の上側にあるため、第1の主面10aを「上面」と呼ぶことがある。同様に、第2の主面10bを「下面」と呼ぶことがある。コイル部品1は、第1の主面10aが回路基板と対向するように配置されるので、第1の主面10aを「実装面」と呼ぶこともある。コイル部品1の上下方向に言及する際には、図1の上下方向を基準とする。

30

【0026】

次に、図2を参照して磁性を持つ基体10について更に説明する。図2は、基体10の断面を拡大して模式的に示す拡大断面図である。図示のように、基体10は、複数の第1金属磁性粒子11、複数の第2金属磁性粒子12、及び結着材13を含む。結着材13は、複数の第1金属磁性粒子11及び複数の第2金属磁性粒子12を互いに結着させている。言い換えると、基体10は、結着材13並びに結着材13により結着されている複数の第1金属磁性粒子11及び複数の第2金属磁性粒子12によって構成されている。

40

【0027】

複数の第1金属磁性粒子11は、複数の第2金属磁性粒子12よりも大きな平均粒径を有する。すなわち、複数の第1金属磁性粒子11の平均粒径(以下、第1平均粒径と呼ぶ。)と、複数の第2金属磁性粒子12の平均粒径(以下、第2平均粒径と呼ぶ。)とは、異なっている。第1平均粒径は例えば30 μ mであり、第2平均粒径は例えば0.1 μ mであるが、それぞれ、これらと異なる平均粒径であってもよい。本発明の一の実施形態において、磁性基体10は、第1平均粒径及び第2平均粒径と異なる平均粒径を有する不図示の複数の第3金属磁性粒子(以下、第3金属磁性粒子の平均粒径を第3平均粒径と呼ぶ。)を更に含んでもよい。第3平均粒径は第1平均粒径よりも小さく第2平均粒径より大きくても、第2平均粒径より小さくてもよい。以下の説明では、本明細書においては、第

50

1 金属磁性粒子 1 1、第 2 金属磁性粒子 1 2 及び第 3 金属磁性粒子を互いに区別する必要がない場合には、磁性基体 1 0 に含まれる第 1 金属磁性粒子 1 1、第 2 金属磁性粒子 1 2 及び第 3 金属磁性粒子を「金属磁性粒子」と総称することがある。

【0028】

第 1 金属磁性粒子 1 1 及び第 2 金属磁性粒子 1 2 は、様々な軟磁性材料から成る。第 1 金属磁性粒子 1 1 は、例えば、Fe を主成分とする。具体的には、1 金属磁性粒子 1 1 は、(1) Fe、Ni 等の金属粒子、(2) Fe - Si - Cr 合金、Fe - Si - Al 合金、Fe - Ni 合金等の結晶合金粒子、(3) Fe - Si - Cr - B - C 合金、Fe - Si - Cr - B 合金等の非晶質合金粒子、又は(4) これらが混合された混合粒子である。磁性基体 1 0 に含まれる金属磁性粒子の組成は、前記のものに限られない。第 1 金属磁性粒子 1 1 は、例えば、Fe を 85 wt % 以上含む。これにより、優れた透磁率を有する磁性基体 1 0 を得ることができる。第 2 金属磁性粒子 1 2 の組成は、第 1 金属磁性粒子 1 1 の組成と同じであってもよいし異なってもよい。磁性基体 1 0 が不図示の複数の第 3 金属磁性粒子を含む場合、第 3 金属磁性粒子の組成は、第 2 金属磁性粒子 1 2 の組成と同様に、第 1 金属磁性粒子 1 1 の組成と同じであってもよいし異なってもよい。

10

【0029】

金属磁性粒子は、その表面を不図示の絶縁膜で被覆されていてもよい。例えば、この絶縁膜は、ガラス、樹脂又はこれら以外の絶縁性に優れた材料から形成されている。この絶縁膜は、例えば、第 1 金属磁性粒子 1 1 とガラス材料の粉末とを不図示の摩擦混合機内で混合することにより第 1 金属磁性粒子 1 1 の表面に形成される。ガラス材料から形成される絶縁膜は、摩擦混合機内において圧縮摩擦作用により第 1 金属磁性粒子 1 1 の表面に固着している。ガラス材料は、ZnO 及び P₂O₅ を含んでもよい。この絶縁膜は、様々なガラス材料から形成され得る。絶縁膜 1 4 は、ガラス粉に代えて又はガラス粉に加えて、アルミナ粉、ジルコニア粉又はこれら以外の絶縁性に優れた酸化物の粉末から形成されてもよい。絶縁膜の厚さは、例えば 100 nm 以下とされる。

20

【0030】

第 2 金属磁性粒子 1 2 は、第 1 金属磁性粒子 1 1 の絶縁膜と異なる絶縁膜で被覆されていてもよい。この絶縁膜は、第 2 金属磁性粒子 1 2 が酸化してできる酸化膜であってもよい。この絶縁膜の厚さは、例えば 20 nm 以下とされる。この絶縁膜は、大気中雰囲気にて第 2 金属磁性粒子 1 2 を熱処理することで、第 2 金属磁性粒子 1 2 の表面に形成される酸化膜であってもよい。この絶縁膜は、Fe 及びこれ以外の第 2 金属磁性粒子 1 2 に含有される元素の酸化物を含む酸化膜であってもよい。この絶縁膜は、第 2 金属磁性粒子 1 2 をリン酸へ投入して攪拌することにより、第 2 金属磁性粒子 1 2 の表面に形成されるリン酸鉄膜であってもよい。第 1 金属磁性粒子 1 1 の絶縁膜は第 1 金属磁性粒子 1 1 が酸化してできる酸化膜であってもよく、第 2 金属磁性粒子 1 2 の絶縁膜は第 2 金属磁性粒子 1 2 の酸化によらず、別途設けられる被覆膜としてもよい。

30

【0031】

結着材 1 3 は、例えば、絶縁性に優れた熱硬化性樹脂である。結着材 1 3 には、例えば、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリスチレン (PS) 樹脂、高密度ポリエチレン (HDPE) 樹脂、ポリオキシメチレン (POM) 樹脂、ポリカーボネート (PC) 樹脂、ポリフッ化ビニルデン (PVDF) 樹脂、フェノール (Phenolic) 樹脂、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 樹脂、又はポリベンゾオキサゾール (PBO) 樹脂が用いられ得る。また、結合材 1 3 としてガラス等を用いてもよく、結合剤 1 3 は絶縁フィラー等を含んでもよい。

40

【0032】

導体 2 5 は、所定のパターンを有するように形成されている。図示の実施形態では、導体 2 5 は、コイル軸 Ax の周りに巻回されている (図 1 参照)。導体 2 5 は、例えば、平面視において、スパイラル形状、ミアンダ形状、直線形状、又はこれらを組み合わせた形状を有する。

【0033】

50

導体 25 は、Cu、Ag、又はこれら以外の導電性材料からめっき法により形成されている。導体 25 は、端面 25 a 2 及び端面 25 b 2 以外の表面の全域が絶縁膜に覆われていてもよい。図示のように導体 25 がコイル軸 Ax の周りに複数ターン巻回されている場合には、導体 25 の各ターンは、隣接する他のターンと離間していてもよい。この場合、隣接するターン同士の間には基体 10 が介在している。

【0034】

導体 25 は、その一方の端部（すなわち、外部電極 22 と電氣的に接続される端部）に引出導体 25 a 1 を有し、その他方の端部（すなわち、外部電極 21 と電氣的に接続される端部）に引出導体 25 b 1 を有する。引出導体 25 a 1 の端部には端面 25 a 2 が形成され、引出導体 25 b 1 の端部には端面 25 b 2 が形成されている。導体 25 の一方の端部である引出導体 25 a 1 は外部電極 21 と電氣的に接続され、導体 25 の他方の端部である引出導体 25 b 1 は外部電極 22 と電氣的に接続されている。

10

【0035】

本発明の一実施形態において、外部電極 21 は、基体 10 の第 1 の主面 10 a、第 2 の主面 10 b、第 2 の端面 10 c、第 1 の側面 10 e、及び第 2 の側面 10 f の一部に設けられている。外部電極 22 は、基体 10 の第 1 の主面 10 a、第 2 の主面 10 b、第 2 の端面 10 d、第 1 の側面 10 e、及び第 2 の側面 10 f の一部に設けられている。外部電極 21 と外部電極 22 とは、互いに離間して配置されている。各外部電極 21、22 の形状及び配置は、図示された例には限定されない。引出導体 25 a 1 及び引出導体 25 b 1 は、それぞれ基体 10 の第 1 の主面（すなわち、実装面）10 a に引き出されており、引出導体 25 a 1 の端面 25 a 2 及び引出導体 25 b 1 の端面 25 b 2 は第 1 の主面 10 a において基体 10 から露出する。すなわち、引出導体 25 a 1 の端面 25 a 2 及び引出導体 25 b 1 の端面 25 b 2 は、同一の面において基体 10 から露出する。引出導体 25 a 1 の端面 25 a 2 及び引出導体 25 b 1 の端面 25 b 2 は、互いに異なる面において基体 10 から露出していてもよい。

20

【0036】

外部電極 21、22 は、全体が金属製であっても、一部に樹脂等の金属以外の材料が含まれていてもよい。一部に樹脂等の金属以外の材料が含まれる例としては、導電性樹脂膜がある。図示の実施形態では、外部電極 21、22 は、金属フィラー F 及び導電性樹脂 R を含む導電性樹脂膜である（図 4 参照）。金属フィラー F は、相対的に小さな粒径を有する第 1 金属フィラー F 1 と、相対的に大きな粒径を有する第 2 金属フィラーとを含んでもよい。第 1 金属フィラー F 1 の平均粒径は $0.1 \mu\text{m} \sim 2.0 \mu\text{m}$ 程度であり、第 2 金属フィラー F 2 の平均粒径は $2.0 \mu\text{m} \sim 15 \mu\text{m}$ 程度である。第 1 金属フィラー F 1 及び第 2 金属フィラー F 2 は、例えば Ag によって構成される。金属フィラー F は、1 種類の大きさのフィラーであってもよい。この導電性樹脂膜の表面には、例えばめっき層が設けられてもよい。めっき層は、例えば、Niメッキ層、Snめっき層等の単層のめっき層、ニッケルめっき層及び当該ニッケルめっき層の上に形成されるスズめっき層の 2 層から成るめっき層であってもよい。

30

【0037】

図 3 は、図 1 のコイル部品 1 の導体 25 の一方の端部と外部電極 21 との接合部分の周辺の断面を拡大して示す拡大断面図である。図 3 に示されるように、コイル部品 1 は、外部電極 21 と導体 25 の一方の端部（すなわち、引出導体 25 a 1）との間に位置する第 1 の膜 23 を有する。すなわち、外部電極 21 と導体 25 の一方の端部とは、第 1 の膜 23 を介して電氣的に接続されている。また、コイル部品 1 は、外部電極 22 と導体 25 の他方の端部（すなわち、引出導体 25 b 1）との間に位置する第 2 の膜（不図示）を有する。図示の実施形態では、第 1 の膜 23 と第 2 の膜とは同じ機能及び形状を有し、同じ材料によって構成される。以下の説明では、特段の事情がない限り、第 1 の膜 23 の説明は第 2 の膜にも援用される。また、図 3 及び図 4 は第 1 の膜 23 を説明する図であるが、第 2 の膜についても援用される。

40

【0038】

50

第1の膜23は、導体25の端部（すなわち、引出導体25a1）と外部電極21の間にあり、導体25の端部と外部電極21とは第1の膜23を介して電氣的に接続されている。第1の膜23は、導体25の端部と外部電極21とが電氣的に導通してれば、導体25の端部及び外部電極21と物理的に接していなくてもよい。導体25の端部と外部電極21の間には、第1の膜23に加えて、優れた導電性を有する材質からなる他の層又は膜等が存在していてもよい。第1の膜23は、外部電極21を構成する材料における拡散速度より大幅に遅い拡散速度を有する材料によって構成される。図示の実施形態において、第1の膜23は酸化膜である。より具体的に、第1の膜23は、導体25を構成する材料のイオン化傾向と同一又は小さいイオン化傾向を有する金属材料の酸化膜である。すなわち、図示の実施形態の第1の膜23は金属酸化膜である。一例として、導体25が銅によ

10

第1の膜23を構成している場合、第1の膜23を構成する材料は、CuO又はCu₂O等の酸化銅とすることができる。第1の膜23を構成する材料は金属材料の酸化物に限定されず、例えばSiの酸化物、Fe、Ag、Sn、Cr、Zn、Al、Ti、Ta、Nb、Zr、Hf、Ru、In、Ga、Ge等のバルブ金属等の酸化物、又はこれらのバルブ金属を含む合金の酸化物であってもよい。また、第1の膜23は酸化膜に限定されず、窒化膜、炭化膜、又は酸窒化膜であってもよい。窒化膜としては、例えばTiN、Ta₂N、FeN、SiN、AlN等が挙げられる。炭化膜としては、例えばSiC、FeC、WC、ダイヤモンドライクカーボン、ダイヤモンド等が挙げられる。酸窒化膜としては、例えばTaON等が挙げられる。第1の膜23及び第2の膜を構成する材料は1種類に限られず、複数種類の材料によって第1の膜23及び第2の膜が構成されていてもよい。一般的に、外部

20

電極21を構成する金属材料に比較して、第1の膜23を構成する、上記金属材料の酸化物、窒化膜、炭化膜、酸窒化膜の各材料の拡散速度は桁違いに遅く、不純物原子のマイグレーションを大きく抑制することができる。

【0039】

第1の膜23と導体25の一方の端部（すなわち、引出導体25a1の端面25a2）との少なくとも一部は、イオン結合によって接続されている。ここで、「少なくとも一部」とは、端面25a2の何れかの領域を意味する。例えば、第1の膜23と端面25a1とは、端面25a2の周縁PP（図3参照）においてイオン結合によって接続されていてもよい。図3は、端面25a2の全面において、第1の膜23と導体25の端面25a1とがイオン結合により接続されている例を示している。図3の例では、第1の膜23と端

30

部25a1とは、端面25a2の周縁PPにおいてもイオン結合している。

【0040】

図4に示されるように、第1の膜23と外部電極21との界面には複数の凹凸が形成されており、第1の膜23と外部電極21との界面における凹凸は、外部電極21の表面の凹凸より大きい。第1の膜23と外部電極21との界面における凹凸は、例えば第1の膜23の表面における酸化反応によって形成される。

【0041】

第1の膜23の厚さTは、10nm以上200nm以下である。本明細書において、第1の膜23の厚さTとは、第1の膜23と導体25の端面25a1との境界面に垂直な方向における寸法のことをいう。第1の膜23の厚さTが200nm以下である場合、第1

40

の膜23にはショットキー電流が流れるので、外部電極21と導体25の一方の端部との間の電氣的な接続を保つことができる。第1の膜23の厚さTは、50nm以下であることがより好ましい。第1の膜23の厚さTが50nm以下である場合、第1の膜23にはトンネル電流が流れるので、外部電極21と導体25の一方の端部との間の電気抵抗をより低減することができる。

【0042】

次に、電子部品としてコイル部品1の製造方法について説明する。まず、金属材料等によってコイル状に形成された導体25と、第1金属磁性粒子11及び第2金属磁性粒子12を含む粒子群と樹脂等からなる結着剤13とを混練して作製された混合樹脂組成物と、を成形金型に入れて、導体25の引出導体25a1の端面25a2、及び、引出導体25

50

b 1の端面25 b 2が、表面に露出するように圧縮成形する。コイル状に形成された導体25は、例えば、導線をスパイラル状に巻線して形成されたものを用いるが、巻線以外には、平面コイルとしてもよく、特にコイル形状を制限するものではない。導体25は絶縁被覆を有することもできる。成形体中の樹脂を硬化することで、導体25が埋め込まれた磁性基体10が得られる。コイル部品は、巻線型のコイルであってもよい。この場合、第1金属磁性粒子11及び第2金属磁性粒子12を含む粒子群と、樹脂等からなる結着剤13とを混練して作製された混合樹脂組成物を成形金型に入れて作成された基体10に導体25を巻回し、基体10の表面に端面を配置してもよい。

【0043】

次に、導体25の引出導体25 a 1の端面25 a 2、及び、引出導体25 b 1の端面25 b 2が露出した磁性基体10の表面を平滑化し、自然酸化膜を取り除く(第1の工程)。磁性基体10の表面の平滑化は、例えば研磨剤を用いて研磨することにより行われる。この研磨剤の粒径としては、第1金属磁性粒子11より小さい粒径のものを用いることが好ましい。例えば、第1金属粒子11の平均粒径が30 µmであれば、25 µmの粒径が選ばれる。自然酸化膜の除去は、例えばアルゴンガスを用いたプラズマエッチング、又はスパッタリング等により行われる。自然酸化膜を除去する方法は特に限定されず、磁性基体10の表面の酸化物を除去することができる方法であればよい。

【0044】

次に、導体25の一方の端部と接触する第1の膜23及び導体25の他方の端部と接触する第2の膜を形成する(第2の工程)。第2工程では、外部電極21、22を構成する材料における拡散速度より遅い拡散速度を有する材料を用いて第1の膜23及び第2の膜を形成する。以下では、第1の膜23及び第2の膜が金属酸化膜である場合の製造方法について説明する。

【0045】

第1の膜23及び第2の膜として厚さTが10 nm ~ 50 nm程度の金属酸化膜を形成するには、大気下で120 ~ 200 の条件で10 ~ 60分間熱処理を行う。また、露出した導体25の端面25 a 2及び端面25 b 2をpHが7 ~ 13に管理された純水に浸漬した後、大気中で乾燥することによっても厚さTが10 nm ~ 50 nm程度の金属酸化膜を形成することができる。さらに、露出した導体25の端面25 a 2及び端面25 b 2を80% RH以上の雰囲気中に10 ~ 30分暴露した後、乾燥することによっても厚さTが10 nm ~ 50 nm程度の金属酸化膜を形成することができる。第1の膜23及び第2の膜として厚さTが50 nm ~ 100 nm程度の金属酸化膜を形成するには、露出した導体25の端面25 a 2及び端面25 b 2をpHが13より大きいアルカリ性に管理された水溶液に浸漬し、大気中で乾燥する。第1の膜23及び第2の膜は、スパッタリング蒸着法、イオンビーム蒸着法、及びCVD法等の気相堆積法によって形成することも可能である。

【0046】

第1の膜23及び第2の膜は、露出した導体25の端面25 a 2及び端面25 b 2に不働態の酸化膜を形成する効果を有する化合物を含有する樹脂を塗布することによっても形成され得る。このような化合物としては、カルボン酸類、スルホン酸類、酸無水物類、アルコール類、アミン類、イミダゾール類、ホスホニウム類、シラン類等が挙げられる。一例として、第1の膜23及び第2の膜は、金属フィラー及び上記の化合物の何れかを含む導電性樹脂ペーストを露出した導体25の端面25 a 2及び端面25 b 2に塗布し、100 ~ 200 の熱処理を複数回行うことによっても形成することができる。

【0047】

最後に、第1の膜23と接触する外部電極21及び第2の膜と接触する外部電極22を形成する(第3の工程)。以上の工程により、コイル部品1が製造される。製造されたコイル部品1は、外部電極21、22がそれぞれ回路基板のランド部にはんだ接合されることで、回路基板に実装される。

【0048】

10

20

30

40

50

以上説明したように、コイル部品1は、導体25の一方の端部（すなわち、引出導体25a1）と外部電極21との間に位置する第1の膜23と、導体25の他方の端部（すなわち、引出導体25b1）と外部電極22との間に位置する第2の膜と、を備え、第1の膜23及び第2の膜における拡散速度は、外部電極21及び外部電極22における拡散速度より遅い。

【0049】

一般的に、コイル部品においては、当該コイル部品に電流が流れることによるジュール熱及びコイル部品が使用される環境温度等により、熱膨張及び熱収縮が発生する。このような熱膨張及び熱収縮はコイル部品に歪みを蓄積させ、コイル部品の故障の原因となり得るので、コイル部品においては、特に導体と外部電極との接合の安定性が求められる。このため、一般的なコイル部品においては、導体の端部と外部電極との間に残存する酸化物を除去することが好ましいと考えられている。これに対し、本発明では不純物原子と導体25を構成する材料との合金化に起因する導体25と外部電極21、22との接合強度の低下に着目し、積極的に外部電極21及び外部電極22より遅い拡散速度を有する第1の膜23及び第2の膜をコイル部品1に設けている。このように、外部電極21及び外部電極22より遅い拡散速度を有する第1の膜23及び第2の膜が設けられていることにより、不純物原子の移動は第1の膜23又は第2の膜によって抑制される。したがって、導体25と外部電極21との間及び導体25と外部電極22との間における不純物原子のマイグレーションを抑制することができる。その結果、不純物原子と導体25を構成する材料との合金化に起因する導体25と外部電極21、22との接合強度の低下を抑制することができる。

10

20

【0050】

本発明の一実施形態に係るコイル部品1の第1の膜23の厚さT及び第2の膜の厚さは10nm以上200nm以下である。これにより、第1の膜23及び第2の膜にショットキー電流又はトンネル電流が流れ得るので、第1の膜23による導体25と外部電極21との電気的な接続への影響（例えば、第1の膜23による導体25と外部電極21との間の抵抗の増加）を低減できる。同様に、第2の膜による導体25と外部電極22との電気的な接続への影響を低減できる。したがって、導体25と外部電極21、22との電気的な接続を保ちつつ、不純物原子のマイグレーションを抑制することができる。

30

【0051】

本発明の一実施形態に係るコイル部品1の第1の膜23及び第2の膜は、導体25を構成する材料のイオン化傾向と同一又は小さいイオン化傾向を有する金属材料の酸化物である。この構成によれば、第1の膜23及び第2の膜によって不純物原子のマイグレーションを更に抑制することができる。

【0052】

本発明の一実施形態に係るコイル部品1において、第1の膜23と外部電極21との界面及び第2の膜と外部電極22との界面における凹凸は、外部電極21及び外部電極22の表面における凹凸より大きい。この構成によれば、アンカー効果により、第1の膜23と外部電極21との密着性及び第2の膜と外部電極22との密着性の向上を図ることができる。

40

【0053】

本発明の一実施形態に係るコイル部品1の製造方法は、導体25の一方の端部（すなわち、引出導体25a1）と電気的に接続される第1の膜23及び導体25の他方の端部（すなわち、引出導体25b1）と電気的に接続される第2の膜を形成する第2の工程を含み、第2の工程において、外部電極21及び外部電極22を構成する材料における拡散速度より遅い拡散速度を有する材料を用いて、第1の膜及び第2の膜を形成する。このように、第1の膜23及び第2の膜は、外部電極21及び外部電極22を構成する材料における拡散速度より遅い拡散速度を有する材料を用いて形成されるので、不純物原子の移動は第1の膜23又は第2の膜によって抑制される。したがって、導体25と外部電極21との間及び導体25と外部電極22との間における不純物原子のマイグレーションを抑制す

50

ることができる。

【0054】

次に、図5を参照して本発明の別の実施形態のコイル部品100について説明する。図8は、コイル部品100を模式的に示す斜視図である。図示のように、コイル部品100は、コイル部品1と同様に、基体10内にコイル導体25と、基体10の表面に設けられた外部電極21と、基体10の表面において外部電極21から離間した位置に設けられた外部電極22と、を備える。コイル部品100は、基体10内に設けられた絶縁板50を備え、導体25が絶縁板50の上面及び下面に設けられている点でコイル部品1と相違している。

【0055】

コイル部品100も、コイル部品1と同様に、導体25の一方の端部（すなわち、引出導体25a1）と外部電極21との間に位置する第1の膜23と、導体25の他方の端部（すなわち、引出導体25b1）と外部電極22との間に位置する第2の膜と、を備えており、第1の膜23及び第2の膜における拡散速度は、外部電極21及び外部電極22における拡散速度より遅い。したがって、コイル部品1と同様の理由により、導体25と外部電極21との間及び導体25と外部電極22との間における不純物原子のマイグレーションを抑制することができる。

【0056】

前述の様々な実施形態で説明された各構成要素の寸法、材料及び配置は、それぞれ、各実施形態で明示的に説明されたものに限定されず、当該各構成要素は、本発明の範囲に含まれ得る任意の寸法、材料及び配置を有するように変形することができる。また、本明細書において明示的に説明していない構成要素を、上述の各実施形態に付加することもできるし、各実施形態において説明した構成要素の一部を省略することもできる。

【0057】

本発明に係る電子部品はコイル部品に限定されず、例えばキャパシタであってもよい。図6は、本発明の別の実施形態に係る電子部品であるキャパシタ200を模式的に示す断面図である。図6に示されるように、キャパシタ200は、基体210と、基体210の内部に設けられた導体225と、基体210の外側に設けられた外部電極202、203と、を備えている。図6に示される実施形態ではキャパシタ200はいわゆるMLCCであり、導体225は複数の第1電極層221と複数の第2電極層222とを含む。第1電極層221と第2電極層222とは、基材210を介して交互に配置されている。第1電極層221と第2電極層222との間に位置する基材210の部分は、誘電体として機能する。キャパシタ200は、コイル部品1と同様に、外部電極202と導体225との間に位置する第1の膜23と、外部電極203と導体225との間に位置する他の膜とを有する。

【0058】

上記のキャパシタ200も、コイル部品1と同様に、外部電極202に電氣的に接続される導体225の端部と外部電極202との間に位置する第1の膜23と、外部電極203に電氣的に接続される導体225の他方の端部と外部電極203との間に位置する第2の膜と、を備えており、第1の膜23及び第2の膜における拡散速度は、外部電極202及び外部電極203における拡散速度より遅い。したがって、コイル部品1と同様の理由により、導体225と外部電極202との間及び導体225と外部電極203との間における不純物原子のマイグレーションを抑制することができる。

【符号の説明】

【0059】

1, 100 ... コイル部品（電子部品）、10 ... 磁性基体、11 ... 第1金属磁性粒子、12 ... 第2金属磁性粒子、13 ... 結着材、21 ... 外部電極（第1の外部電極）、22 ... 外部電極（第2の外部電極）、23 ... 第1の膜、25 ... 導体、25a1 ... 引出導体（一方の端部）、25b1 ... 引出導体（他方の端部）、200 ... キャパシタ（電子部品）。

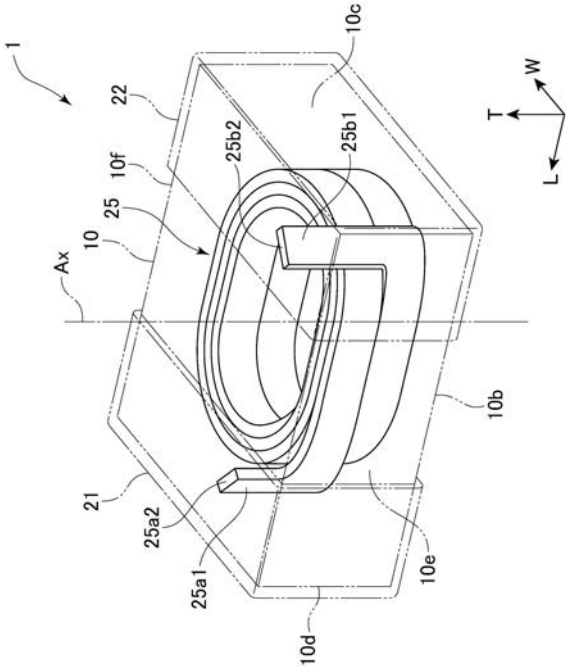
10

20

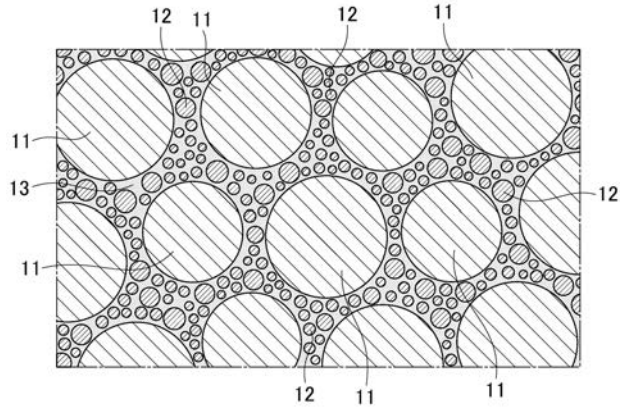
30

40

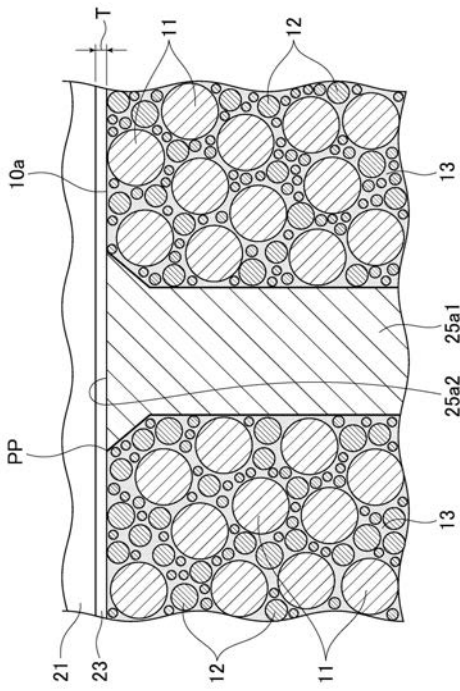
【 図 1 】



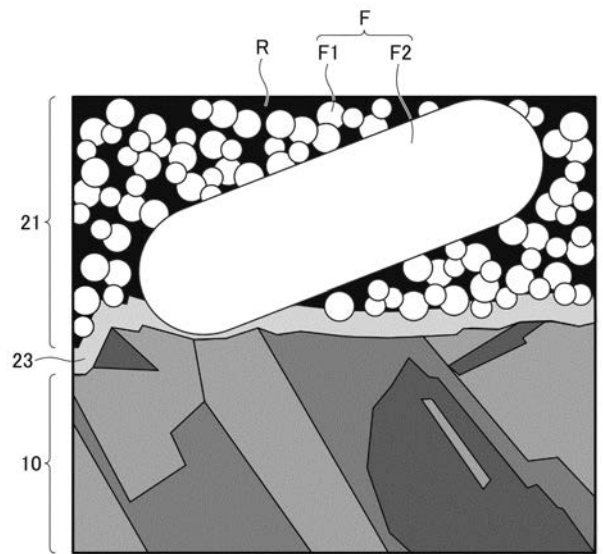
【 図 2 】



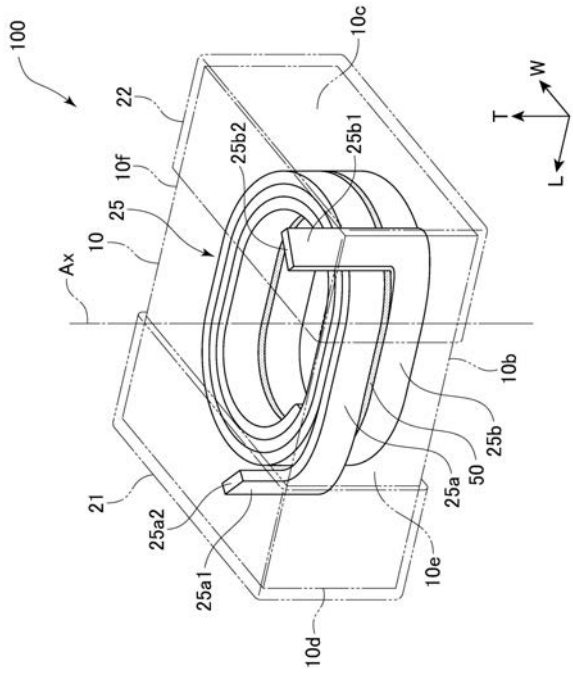
【 図 3 】



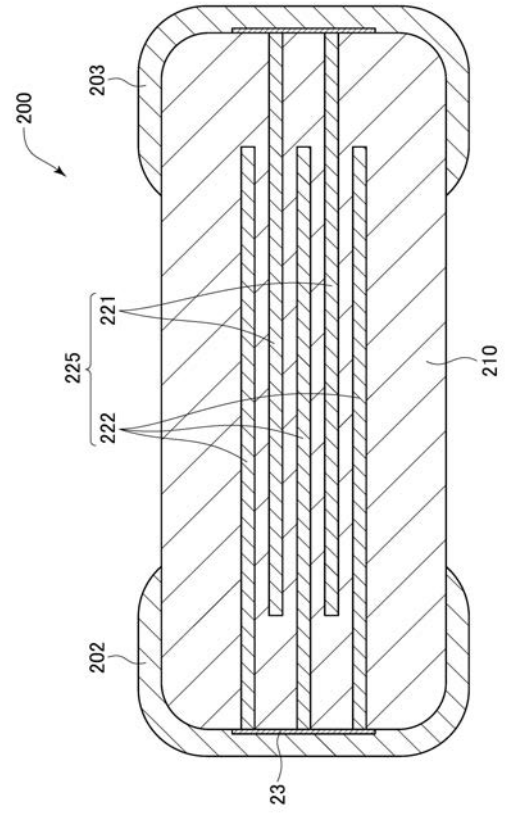
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 G 4/30 2 0 1 G