(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
2016 年 1 月 28 日(28.01.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/013643 A1

(51) 国際特許分類:
H01F 27/02 (2006.01) *H01F 41/04* (2006.01)
H01F 17/00 (2006.01) *H01G 4/12* (2006.01)
H01F 27/23 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/071057

(22) 国際出願日: 2015 年 7 月 24 日(24.07.2015)

(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 2014-151348 2014 年 7 月 25 日(25.07.2014) JP
特願 2015-021907 2015 年 2 月 6 日(06.02.2015) 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: 久保田　博信 (KUBOTA, Hironobu); 〒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). 井上　光典(INOUE, Mitsunori); 〒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). 森　智彦 (MORI, Tomohiko); 〒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). 篠原　剛太(SHINOHARA, Gota); 〒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). 西山　健次(NISHIYAMA, Kenji); 〒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: 岡田　全啓(OKADA, Masahiro); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町４丁目２番２１号 イヨビル３階　岡田特許事務所内 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

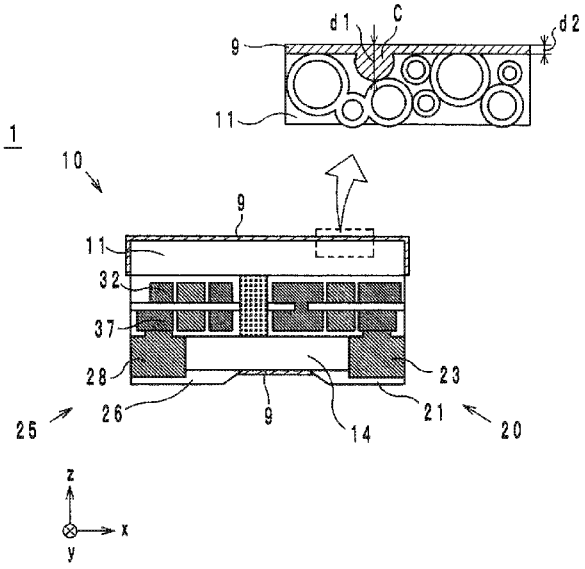
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) **Title**: ELECTRONIC COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称 : 電子部品及びその製造方法

図3



(57) **Abstract**: The purpose of the present invention is to provide: an electronic component which uses an insulting body containing a metal magnetic powder and comprises a resin coating film on the insulating body; and a method for producing this electronic component. An electronic component (1) is provided with a main body (10) that is formed of an insulating body, a coating film (9) that covers the main body (10), a circuit element (30) that is positioned within the main body (10), and external electrodes (20, 25). The insulating body contains a metal magnetic powder. The coating film (9) is configured from a resin and a cationic element that is contained in the insulating body.

(57) 要約:　本発明の目的は、金属磁性粉を含む絶縁体を用いた電子部品であって、該絶縁体上に樹脂のコーティング膜を有する電子部品、及びその製造方法を提供することである。　電子部品１は、絶縁体から成る本体１０と、本体１０を覆うコーティング膜９と、本体１０の内部に位置する回路素子３０と、外部電極２０，２５と備えている。絶縁体は、金属磁性粉を含んでいる。コーティング膜９は、樹脂及び絶縁体に含まれるカチオン性の元素により構成されている。

WO 2016/013643 A1

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 ： 電子部品及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、電子部品及びその製造方法、特に、金属磁性粉を含む絶縁体を用いた電子部品及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 金属磁性粉を含む絶縁体を用いた電子部品として、特許文献１に記載のコイル部品が知られている。この種の電子部品（以下、従来の電子部品と称す）では、内部の回路素子を、金属磁性粉を含む絶縁体で覆っている。そして、従来の電子部品では、絶縁体に含まれる金属磁性粉の防錆等を目的として、リン酸塩による化成処理が行われている。ただし、リン酸塩による化成処理によって形成されたコーティング膜は一般的に薄く、電子部品に要求されるコーティング膜の品質に対して、耐湿性、耐薬品性等が不十分である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１３－２２５７１８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明の目的は、金属磁性粉を含む絶縁体を用いた電子部品において、該絶縁体上に樹脂のコーティング膜を有する電子部品、及びその製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0005] この発明に係る電子部品は、金属磁性粉と絶縁性樹脂とから形成される素体と、素体の内部に位置する内部導体と、を備える本体と、本体を覆うコーティング膜と、内部導体と接続された外部電極と、を備え、コーティング膜は、金属磁性粉を構成する元素のカチオンと樹脂とを含む電子部品である。

この発明に係る電子部品では、金属磁性粉は、Ｆｅ又はＦｅ合金の粉であ

り、内部導体は、Ｃｕ又はＡｇであることが好ましい。

また、この発明に係る電子部品の製造方法は、金属磁性粉と絶縁性樹脂とから形成される素体と、素体の内部に位置する内部導体と、を備える本体を準備する工程と、金属磁性粉を構成する金属をイオン化させるエッチング成分と、アニオン性界面活性剤と、樹脂成分とを含む樹脂エマルジョンを準備する工程と、樹脂エマルジョンを本体に塗布し、乾燥する工程と、内部導体に接続される外部電極を形成する工程と、を備えることを特徴とする、電子部品の製造方法である。

また、この発明に係る電子部品の製造方法では、金属磁性粉は、Ｆｅ又はＦｅ合金の粉であり、内部導体は、Ｃｕ又はＡｇであることが好ましい。

さらに、この発明に係る電子部品の製造方法では、エッチング成分は、フッ化水素酸、硫酸、酢酸、硝酸又は塩酸であることが好ましい。

また、この発明に係る電子部品の製造方法では、アニオン性界面活性剤は、スルホン酸基を有することが好ましい。

さらにまた、この発明に係る電子部品の製造方法では、樹脂エマルジョンは、さらに、エッチング促進成分として酸化剤を含むことが好ましい。

また、この発明に係る電子部品の製造方法では、樹脂エマルジョンは、さらに、添加剤としてフッ化鉄を含むことが好ましい。

[0006] この発明に係る電子部品によれば、本体を覆うコーティング膜が樹脂及び絶縁体に含まれるカチオン性の元素により構成されている。このような構成のコーティング膜は、一般的にリン酸塩化成処理により形成されたコーティング膜よりも耐湿性や耐薬品性等に優れている。

また、この発明に係る電子部品では、金属磁性粉がＦｅ又はＦｅ合金の粉であり、内部導体がＣｕ又はＡｇである場合、Ｆｅは、ＣｕあるいはＡｇよりもイオン化傾向が大きいため、内部導体よりも素体に含まれる金属磁性粉に選択的にコーティング膜がつきやすくすることができる。一方、内部導体にコーティング膜が形成されてしまうと、内部導体と外部電極との導通性が低下するところ、上述の構成であると、この導通性の低下を回避することが

できる。

この発明に係る電子部品の製造方法によれば、金属磁性粉と絶縁性樹脂とから形成される素体と、素体の内部に位置する内部導体と、を備える本体を準備する工程と、金属磁性粉を構成する金属をイオン化させるエッチング成分と、アニオン性界面活性剤と、樹脂成分とを含む樹脂エマルジョンを準備する工程と、樹脂エマルジョンを本体に塗布し、乾燥する工程と、内部導体に接続される外部電極を形成する工程と、を備えるので、耐湿性や耐薬品性等に優れた電子部品を得ることができる。

また、この発明に係る電子部品の製造方法では、金属磁性粉がＦｅ又はＦｅ合金の粉であり、内部導体がＣｕ又はＡｇである場合、Ｆｅは、ＣｕまたはＡｇよりもイオン化傾向が大きいため、内部導体よりも素体に含まれる金属磁性粉に選択的にコーティング膜がつきやすくすることができる。

さらに、この発明に係る電子部品の製造方法では、エッチング成分が、フッ化水素酸、硫酸、酢酸、硝酸又は塩酸である場合、コーティング膜の成膜性が向上する。

また、界面活性剤が失活しにくいとコーティング膜が形成されず、界面活性剤があまりに失活しやすいと、樹脂エマルジョンが不安定になりすぎて扱いにくいところ、この発明に係る電子部品の製造方法では、アニオン性界面活性剤が、スルホン酸基を有する場合、界面活性剤の失活の程度が適している。

さらにまた、この発明に係る電子部品の製造方法では、樹脂エマルジョンが、さらに、エッチング促進成分として酸化剤を含む場合、金属のイオン化が進行しやすく、コーティング膜の形成が促進される。

また、この発明に係る電子部品の製造方法では、樹脂エマルジョンが、さらに、添加剤としてフッ化鉄を含む場合、樹脂エマルジョンによるエッチングにより発生するカチオンと界面活性剤の失活のバランスがよく、均一なコーティング膜の形成が可能となる。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、金属磁性粉を含む絶縁体を用いた電子部品において、該絶縁体上に樹脂のコーティング膜を得ることができ、耐湿性や耐薬品性等に優れた電子部品を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第１の実施の形態である電子部品の外観図である。

[図2]第１の実施の形態である電子部品の内部構造を示す分解斜視図である。

[図3]第１の実施の形態である電子部品の断面図である。

[図4]第１の実施の形態である電子部品を底面から平面視した図である。

[図5]第１の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図6]第１の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図7]第１の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図8]第１の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図9]第１の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図10]第１の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図11]第１の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図12]製造段階における柱状電極を底面から平面視した図である。

[図13]第１の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図14]第１の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図15]第１の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図16]第１の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図17]第１の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図18]接続信頼性試験（固着力試験）の様子を示す図である。

[図19]第２の実施の形態である電子部品の外観図である。

[図20]第２の実施の形態である電子部品の内部構造を示す分解斜視図である。

[図21]第２の実施の形態である電子部品の断面図である。

[図22]第２の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図23]第２の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図24]第２の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図25]第２の実施の形態の電子部品の製造過程を示す図である。

[図26]第３の実施の形態である電子部品の斜視図である。

[図27]第３の実施の形態である電子部品を示す図２６のＩ－Ｉ断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] （第１の実施の形態）

（電子部品の構成、図１～図４参照）

第１の実施の形態である電子部品１について図面を参照しながら説明する。以下で、電子部品１の底面と直交する方向をｚ軸方向と定義する。また、ｚ軸方向から平面視したとき、電子部品１の長辺に沿った方向をｘ軸方向と定義し、電子部品１の短辺に沿った方向をｙ軸方向と定義する。なお、ｘ軸、ｙ軸及びｚ軸は互いに直交している。

[0010] 電子部品１は、図１に示すように、本体１０及び外部電極２０，２５を備えている。さらに、電子部品１は、本体１０を覆うコーティング膜９及び回路素子３０を備えている。また、電子部品１は、略直方体状を成している。

[0011] 本体１０は、図２に示すように、絶縁体層１１～１４、絶縁体基板１６及び磁路１８から構成されている素体を有する。また、本体１０において、ｚ軸方向の正方向側から負方向側に向かって、絶縁体層１１，１２、絶縁体基板１６、絶縁体層１３，１４の順に積層されている。

[0012] 絶縁体層１１，１４は、金属磁性粉入りのエポキシ系樹脂等からなる。本実施の形態では、絶縁体層における金属磁性粉の密度を高めるため、絶縁体層１１，１４は、粒径の異なる２種類の金属磁性粉を含んでいる。具体的には、平均粒径８０μｍのＦｅ－Ｓｉ－Ｃｒ合金からなる磁性粉（最大粒径１００μｍ）、及び平均粒径３μｍのカルボニルＦｅからなる磁性粉の混合粉である。なお、金属磁性粉としては、Ｆｅ又はＦｅを含む合金の粉を含んでもよい。Ｆｅ合金とは、例えば、Ｆｅ－Ｓｉ合金、Ｆｅ－Ｓｉ－Ｃｒ合金、Ｆｅ－Ｓｉ－Ａｌ合金である。また、これらの粉末に対しては化成処理によ

り、金属酸化物からなる絶縁性の被覆が絶縁膜として予め施されている。絶縁膜は、例えば、シリコン樹脂、ガラス、金属酸化物で形成されている。さらに、電子部品１のＬ値及び直流重畳特性を考慮して、金属磁性粉は、絶縁体層１１，１４に対して９０ｗｔ％以上含まれている。なお、絶縁体層１１，１４に含まれる樹脂は、ガラスセラミックス等の絶縁性無機材料やポリイミド樹脂でもよい。また、絶縁体層１１，１４の材料を金属磁性粉のみとすることも可能である。

[0013] そして、絶縁体層１１は、本体１０のｚ軸方向の正方向側の端部に位置している。また、絶縁体層１４は、電子部品１のｚ軸方向の負方向側の端部に位置し、絶縁体層１４のｚ軸方向の負方向側の面である底面Ｓ１は、電子部品１を回路基板に実装する際の実装面である。なお、本実施の形態における絶縁体層１１，１４の厚みは、約６０μｍであり、該絶縁体層１１，１４に含まれる金属磁性粉の最大粒径よりも小さい。

[0014] 絶縁体層１２，１３は、エポキシ樹脂等から成る。また、絶縁体層１２は、絶縁体層１１に対してｚ軸方向の負方向側に位置し、絶縁体層１３は、絶縁体層１４に対して、ｚ軸の正方向側に位置する。なお、絶縁体層１２，１３の材料は、ベンゾジクロブテン等の絶縁性樹脂や、ガラスセラミックス等の絶縁性無機材料でもよい。

[0015] 絶縁体基板１６は、ガラスクロスにエポキシ樹脂を含浸させたプリント配線基板であり、ｚ軸方向において絶縁体層１２と絶縁体層１３との間に挟まれている。なお、絶縁体基板１６の材料は、ベンゾジクロブテン等の絶縁性樹脂や、ガラスセラミックス等の絶縁性無機材料でもよい。

[0016] 磁路１８は、本体１０の内部の略中央に位置する磁性粉入りの樹脂から成る。ここで、本実施の形態では、電子部品１のＬ値及び直流重畳特性を考慮して、磁性粉を９０ｗｔ％以上含んでいる。さらに、磁路１８への充填性を高めるため、磁性粉として、粒度の異なる２種類の粉体を混在させている。また、磁路１８は、絶縁体層１２，１３及び絶縁体基板１６をｚ軸方向に貫き、断面がオーバル状の柱状を成している。さらに、磁路１８は、後述する

コイル３２，３７の内周に位置するように設けられている。

[0017] ところで、本体１０の表面、つまり、絶縁体層１１，１４の表面は、図３に示すように、その表面に露出した金属磁性粉を含めてコーティング膜９により覆われている。ただし、絶縁体層１１，１４と後述する外部電極２０，２５との界面には、コーティング膜９は存在していない。また、コーティング膜９は、アクリル系樹脂及び絶縁体層１１，１４に含まれる金属磁性粉の構成元素であるＦｅを含んでいる。そして、コーティング膜９に含まれるアクリル系樹脂は、架橋構造を成している。なお、電子部品１を回路基板に実装する際にはんだを用いることを考慮し、熱分解温度は高い方が好ましい。例えば、コーティング膜９を構成する樹脂が５％程度質量減少する温度を熱分解温度とした場合、その熱分解温度は２４０℃以上である。ここで、熱分解温度は以下の分析装置及び分析条件により測定できる。

・分析装置：ＴＧ－ＤＴＡ　２０００ＳＡ（ネッチ・ジャパン社製）

・分析条件

温度プロファイル　：ＲＴ→３００℃（１０℃/ｍｉｎ）

測定雰囲気　：減圧（ロータリーポンプを使用：０．１Ｐａ）

試料容器（セル）材質：Ａｌ

測定試料重量　：１００ｍｇ

[0018] また、コーティング膜９に含まれる金属磁性粉を構成する元素のイオン（カチオン）を確認する分析手法の一つとして、Ｘ線光電子分光分析（ＸＰＳ）が挙げられる。ＸＰＳの測定条件は、以下のとおりである。

・測定装置：アルバック・ファイ社製　ＰＨＩ　５０００　ＶｅｒｓａＰｒｏｂｅ

・Ｘ線源：Ａｌ－Ｋα線

・測定領域：１００μｍφ

・Ｘ線の加速エネルギー：９３．９ｅＶ

・測定１ステップ当りの時間：１００ｍｓ

・Ｆｅ２ｐ積算数：５００

・エネルギー補正：Ｃ１ｓ＝２８４．６ｅＶ

[0019] コーティング膜９をＸＰＳで分析すると、Ｆｅ２ｐ３スペクトルにおいて、Ｆｅカチオンの存在を示す７１０ｅＶ近傍のピークを確認することができる。一方、Ｆｅメタルの存在を示す７０７ｅＶ近傍にはピークは確認されない。これにより、コーティング膜９に含まれる金属磁性粉を構成する元素のイオン（カチオン）の存在を証明することができる。

[0020] なお、コーティング膜９に含まれている樹脂成分は、アクリル系樹脂以外にエポキシ系樹脂、ポリイミド系樹脂、シリコーン系樹脂、ポリアミドイミド系樹脂、ポリエーテルエーテルケトン系樹脂、フッ素系樹脂、アクリルシリコーン系樹脂等であってもよい。これら以外にも、コーティング膜９に含まれている樹脂成分は、たとえば、メタクリル酸メチル樹脂、アクリロニトリル－スチレン－アクリル系共重合体、スチレン－アクリル系共重合体等のアクリル系樹脂エマルジョンが挙げられる。具体的な製品名として、日本ゼオン社より、Ｎｉｐｏｌ　ＳＸ１７０６Ａ，ＳＸ１５０３Ａ，ＬＸ８１４，ＬＸ８５５ＥＸが挙げられ、楠本化成社より、Ｎｅｏｃｒｙｌ　Ａ－６３９，Ａ－６５５，Ａ－６０１５等が挙げられる。

また、コーティング膜９に含まれる樹脂成分に用いられるモノマーとしては、特に限定されず、（メタ）アクリル酸、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸ｎ－ブチル、アクリル酸イソブチル、アクリル酸ｔ－ブチル、アクリル酸ドデシル、アクリル酸ステアリル、アクリル酸２－エチルヘキシル、アクリル酸テトラヒドロフルフリル、アクリル酸ジエチルアミノエチル、アクリル酸２－ヒドロキシエチル、アクリル酸２－ヒドロキシプロピル、メタクリル酸、メタクリル酸メチル、メタクリル酸プロピル、メタクリル酸ｎ－ブチル、メタクリル酸イソブチル、メタクリル酸ｔ－ブチル、メタクリル酸ｎ－オクチル、メタクリル酸ドデシル、メタクリル酸２－エチルヘキシル、メタクリル酸ステアリル、メタクリル酸ジエチルアミノエチル、メタクリル酸２－ヒドロキシエチル、メタクリル酸２－ヒドロキシプロピル、エチレングリコールモノ（メタ）クリレート、ポリエチレングリコールモ

ノ（メタ）アクリレータ等の（メタ）アクリル酸のグリコールエステル類、メチルビニルエーテル、エチルビニルエーテル等のアルキルビニルエーテル類、酢酸ビニル等のビニルエステル類、Ｎ－メチルアクリルアミド、Ｎ－エチルアクリルアミド、Ｎ－メチルメタクリルアミド、Ｎ－エチルメタクリルアミド等のＮ－アルキル置換（メタ）アクリルアミド類、アクリロニトリル、メタアクリロニトリル等のニトリル類、スチレン、エチレン、ブタジエン、塩化ビニル、塩化ビニリデン、ビニルアセテート、ｐ－メチルスチレン、α－メチルスチレン等のスチレン系単量体が挙げられる。これら他の単量体は、単独で使用してもよく、２種以上併用してもよい。（メタ）アクリルとは、アクリル又はメタクリルを意味する。

[0021] また、コーティング膜９は、絶縁体層１１，１４に含まれる金属磁性粉が、該絶縁体層１１，１４から脱落したことによって生じた凹部Ｃにも入り込み、凹部Ｃを略埋め尽くしている。結果として、凹部Ｃにおけるコーティング膜９の厚さｄ１は、本体１０の表面における他の部分でのコーティング膜９の厚さｄ２よりも厚い。

[0022] 外部電極２０は、本体１０の外部から見ると、図１に示すように、底面Ｓ１及び本体１０のｘ軸方向の正方向側の側面Ｓ２に設けられている。また、外部電極２０は、金属と樹脂のコンポジット材から成る底面電極２１、及びＣｕを材料とする柱状電極２３から構成されている。なお、柱状電極２３に用いることが可能な他の材料として、Ａｕ，Ａｇ，Ｐｄ，Ｎｉ等が挙げられる。なお、外部電極２０は、めっきやスパッタ等、既存の外部電極形成方法により作製されたものを用いてもよい。

[0023] 底面電極２１は、フェノール系の樹脂に低抵抗な金属粉体、本実施の形態ではＡｇコートされた平均粒径１００ｎｍのＣｕの粉体が分散した、いわゆる樹脂電極である。また、底面電極２１は、絶縁体層１４の底面Ｓ１におけるｘ軸方向の正方向側の領域に設けられている平板状の電極である。さらに、底面電極２１を、ｚ軸方向の負方向側から平面視すると、長方形状を成している。

[0024] 柱状電極２３は、基本的に、本体１０内におけるｘ軸方向の正方向側の領域に設けられ、図２に示すように、絶縁体層１４をｚ軸方向に貫くように延在する電極である。ただし、柱状電極２３のｘ軸方向の正方向側の側面Ｓ４は、図１に示すように、本体１０の側面Ｓ２に露出している。また、柱状電極２３は、ｚ軸方向から平面視すると、図４に示すように、側面Ｓ２に露出している外縁Ｌ１を上底とし、本体１０の最も内部側に位置している外縁Ｌ２を下底とする台形状を成している。なお、外縁Ｌ２は外縁Ｌ１よりも長い。さらに、柱状電極２３を、ｚ軸方向から平面視すると、柱状電極２３は、底面電極２１内に収まっている。これに加え、柱状電極２３の側面Ｓ４の面積は、底面電極２１の面積よりも小さい。そして、図３に示すように、柱状電極２３のｚ軸方向の負方向側の面（以下で、「ｚ軸方向の負方向側の面」を下面と称す）は、底面電極２１のｚ軸方向の正方向側の面（以下で、「ｚ軸方向の正方向側の面」を上面と称す）と接している。

[0025] 外部電極２５は、外部電極２０と同一形状の電極であり、底面Ｓ１の中心点Ｐ１を通り、ｚ軸及びｙ軸に平行な平面Ｓ１０について、外部電極２０と対称に配置されている。つまり、本体１０の外部から見ると、図１に示すように、底面Ｓ１及び本体１０のｘ軸方向の負方向側の側面Ｓ３に設けられている。そして、外部電極２５は、底面電極と同じ材料から成る底面電極２６、及びＣｕ等を材料とする柱状電極２８から構成されている。

[0026] 内部導体である回路素子３０は、本体１０における素体の内部に位置し、Ａｕ，Ａｇ，Ｃｕ，Ｐｄ，Ｎｉ等の導電性材料から成る。また、内部導体である回路素子３０は、コイル３２、ビア導体３３、コイル３７、ビア導体３８，３９から構成されている。

[0027] コイル３２は、図２に示すように、絶縁体基板１６の上面に設けられており、ｚ軸方向の正方向側から平面視したときに、時計回りに旋回しながら中心に近づく螺旋状の導体である。また、コイル３２における外周側の一端は、本体１０の側面Ｓ２に向かって延びている。なお、コイル３２の周回方向と直交する断面の断面積は、柱状電極２３，２８の延在方向であるｚ軸方向

と直交する断面の断面積よりも小さい。

[0028] ビア導体３３は、コイル３２における外周側の一端と柱状電極２３とを接続している。従って、ビア導体３３は、絶縁体基板１６及び絶縁体層１３をｚ軸方向に貫通している。

[0029] コイル３７は、絶縁体基板１６の下面、つまり、絶縁体層１３の上面に設けられており、ｚ軸方向の正方向側から平面視したときに、時計回りに旋回しながら中心から外側に向かう螺旋状の導体である。また、コイル３７における外周側の一端は、本体１０の側面Ｓ３に向かって延びている。さらに、コイル３７における内周側の他端は、ｚ軸方向から見たときに、コイル３２の内周側の他端と重なるように設けられている。なお、コイル３７の周回方向と直交する断面の断面積は、柱状電極２３，２８の延在方向であるｚ軸方向と直交する断面の断面積よりも小さい。

[0030] ビア導体３８は、コイル３７における外周側の一端と柱状電極２８とを接続している。従って、ビア導体３８は、絶縁体層１３をｚ軸方向に貫通している。

[0031] ビア導体３９は、絶縁体基板１６をｚ軸方向に貫通し、コイル３２における内周側の他端とコイル３７における内周側の他端とを接続している。

[0032] 以上のように構成された電子部品１は、外部電極２０又は外部電極２５から入力された信号が、回路素子３０を経由して、外部電極２０又は外部電極２５から出力されることで、インダクタとして機能する。

[0033]（製造方法　図５～図１７参照）

以下に、第１の実施の形態である電子部品１の製造方法について説明する。製造方法の説明の際に用いられるｚ軸方向は、該製造方法で製造される電子部品１の底面と直交する方向である。

[0034] まず、図５に示すように、複数の絶縁体基板１６となるべきマザー絶縁体基板１１６を用意する。そして、図６に示すように、マザー絶縁体基板１１６にビア導体３９を設けるための複数のスルーホールＨ１をレーザー加工等により形成する。なお、インダクタンス値の取得効率を高めるため、絶縁体

基板の厚さは６０μｍ以下が好ましい。

[0035] 次に、図７に示すように、複数のスルーホールが形成されたマザー絶縁体基板１１６の上面及び下面にＣｕめっきを施す。このとき、スルーホール内もめっきされ複数のビア導体３９が設けられる。その後、フォトリソグラフィにより、マザー絶縁体基板１１６の上面及び下面に、コイル３２，３７に対応する複数の導体パターン１３２，１３７が形成される。

[0036] 複数の導体パターン１３２，１３７の形成後、さらにＣｕめっきを施し、図８に示すような、十分な太さの複数のコイル３２，３７を得る。

[0037] そして、複数のコイル３２，３７が形成されたマザー絶縁体基板１１６に対し、図９に示すように、複数の絶縁体層１２，１３となるべき絶縁体シート１１２，１１３でｚ軸方向から挟み込む。また、絶縁体シート１１２，１１３で挟み込む工程は、コイル間の微小な隙間に絶縁体シートを入り込ませることを目的として、真空中で行うことが好ましい。これに加え、コイル３２，３７に起因する浮遊容量の発生を抑制するために、絶縁体シート１１２，１１３の比誘電率は、４以下が好ましい。

[0038] 次に、図１０に示すように、絶縁体シート１１３に対して、レーザー加工等によりビア導体３３，３８を設けるための複数のスルーホールＨ２を形成する。さらに、スルーホール形成によって発生したスミアを除去するために、デスミア処理を行う。

[0039] デスミア処理後に絶縁体シート１１３に対して、まず、無電解Ｃｕめっきを施す。この無電解めっきは、その後のＣｕ電解めっきのためのシード層の形成を目的とする。シード層形成後に、Ｃｕ電解めっきを絶縁体シート１１３に対して施す。これにより、絶縁体シート１１３の表面及びスルーホール内がめっきされ、複数のビア導体３３，３８が設けられる。

[0040] その後、フォトリソグラフィ及びＣｕめっきにより、図１１に示すように、絶縁体シート１１３上に、柱状電極２３，２８に対応する十分な太さの複数の導体パターン１２３が形成される。ここで、図１２に示すように、一つの導体パターン１２３は、ｚ軸方向から見たときに、２つの線対称な台形α

，βがそれらの対象軸γである上底同士で接続された形状を成している。

[0041] 次に、磁路１８を設けるために、レーザー加工等により、図１３に示すように、マザー絶縁体基板１１６及び絶縁体シート１１２，１１３をｚ軸方向に貫通する複数の貫通孔δを形成する。なお、貫通孔δを形成する位置は、ｘｙ平面において、マザー絶縁体基板１１６に設けられた複数のコイル３２，３７それぞれの内周側である。

[0042] そして、絶縁体シート１１２、マザー絶縁体基板１１６及び絶縁体シート１１３の順で積層された積層体を、図１４に示すように、絶縁体層１１，１４に対応する金属磁性粉入り樹脂シート１１１，１１４で、図９で示した絶縁体シート１１２，１１３と同様に、ｚ軸方向から挟み、圧着する。このとき、金属磁性粉入り樹脂シート１１１は、絶縁体シート１１２側から圧着され、金属磁性粉入り樹脂シート１１４は、絶縁体シート１１３側から圧着される。また、この圧着により、複数の貫通孔δに対して、金属磁性粉入り樹脂シート１１１，１１４が入り込み、複数の磁路１８が設けられる。その後、オーブン等の恒温槽を用いて熱処理を施すことで硬化させる。

[0043] 次に、樹脂シート１１４の表面を、バフ研磨、ラップ研磨及びグラインダ等により研削する。これにより、図１５に示すように、樹脂シート１１４の表面に導体パターン１２３が露出する。なお、樹脂シート１１４に対する研削処理の際に、厚みの調整として、樹脂シート１１１の表面を研削してもよい。

[0044] 樹脂シート１１４の表面に露出した導体パターン１２３上に、スクリーン印刷により、Ａｇコートされた平均粒径１００ｎｍのＣｕの粉体を分散させたフェノール系の樹脂を塗布し、乾燥させることで、図１６に示すような、底面電極２１，２６に対応する複数の樹脂電極パターン１２１が、樹脂シート１１４の表面に設けられる。これにより、複数の電子部品の集合体であるマザー基板１０１が完成する。

[0045] その後、マザー基板１０１を複数の電子部品に分割する。具体的には、ｚ軸方向からみたとき、導体パターン１２３の中心に位置する図１２に示され

る対象軸γがカットラインと重なるように、ダイサー等でマザー基板１０１をカットし、図１７に示すように、マザー基板１０１を複数の電子部品に分割する。このとき、導体パターン１２３は、対象軸γを中心として二つに分割され、これが柱状導体２３，２８となる。さらに、樹脂電極パターン１２１も分割され、底面電極２１，２６となる。

[0046] 前工程で得られた複数の電子部品を、エッチング成分と樹脂成分が水系の溶媒に分散した市販のラテックスに、エッチング促進成分と界面活性剤を添加したものを含む混合溶液（樹脂エマルジョン）に浸漬する。混合溶液の具体的な組成の一例を表１に示す。この浸漬により、各電子部品の表面がエッチングされる。このエッチングは、混合溶液に含まれる硫酸及び過酸化水素の作用によるものである。なお、硫酸は、エッチング成分であり、過酸化水素は、エッチング促進成分である。エッチング促進成分として、過酸化水素を含む場合、金属のイオン化が進行しやすく、コーティング膜９の形成が促進される。なお、エッチング促進成分は、混合溶液に必ずしも含まれていなくてもよい。

[0047] [表1]

材料名	分量(ml／l)
NipolLATEX SX－1706A	100
エレミノール JS－2	35
5%硫酸	50
30%過酸化水素水	2
純水	813

[0048] また、このエッチングによって、絶縁体層１１，１４の構成元素であるカチオン性の元素であるＦｅがイオン化される。さらに、イオン化したカチオン性の元素は、混合溶液中のアクリル－エステル系共重合体（ＮｉｐｏｌＬＡＴＥＸ　ＳＸ－１７０６Ａ（日本ゼオン社製））に含まれている樹脂成分と反応する。その結果、混合溶液中の樹脂成分が中和され、電子部品を構成する本体１０の表面に沈降し、本体１０がコーティング膜９に覆われる。ただし、外部電極２０，２５はコーティング膜９に覆われない。これは、外部電極２０，２５の構成元素であるＣｕ等の導電性材料は、Ｆｅに対して貴な

元素であるためイオン化されにくく、結果として、樹脂成分と反応しにくいためである。また、内部導体である回路素子３０の材料もＣｕ等の導電性材料であるため、外部電極２０，２５と同様にコーティング膜９に覆われない。なお、混合溶液に含まれるエレミノールＪＳ－２（三洋化成社製）は、Ｆｅと樹脂成分との反応量を調節する界面活性剤である。

[0049] その後、純水による洗浄及び液きりを経て、コーティング膜９に対して加熱処理を施す。この加熱処理により、コーティング膜９に含まれる樹脂成分がＦｅを介して、若しくは、樹脂成分同士で架橋する。

[0050] なお、コーティング膜９を作製するために用いられる樹脂成分は、アクリル系樹脂以外にエポキシ系樹脂、ポリイミド系樹脂、シリコーン系樹脂、ポリアミドイミド系樹脂、ポリエーテルエーテルケトン系樹脂、フッ素系樹脂、アクリルシリコーン系樹脂等であってもよい。これら以外にも、コーティング膜９に含まれている樹脂成分は、たとえば、メタクリル酸メチル樹脂、アクリロニトリル－スチレン－アクリル系共重合体、スチレン－アクリル系共重合体等のアクリル系樹脂エマルジョンが挙げられる。具体的な製品名として、日本ゼオン社より、Ｎｉｐｏｌ　ＳＸ１７０６Ａ，ＳＸ１５０３Ａ，ＬＸ８１４，ＬＸ８５５ＥＸが挙げられ、楠本化成社より、Ｎｅｏｃｒｙｌ Ａ－６３９，Ａ－６５５，Ａ－６０１５等が挙げられる。

また、コーティング膜９に含まれる樹脂成分に用いられるモノマーとしては、特に限定されず、（メタ）アクリル酸、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸ｎ－ブチル、アクリル酸イソブチル、アクリル酸ｔ－ブチル、アクリル酸ドデシル、アクリル酸ステアリル、アクリル酸２－エチルヘキシル、アクリル酸テトラヒドロフルフリル、アクリル酸ジエチルアミノエチル、アクリル酸２－ヒドロキシエチル、アクリル酸２－ヒドロキシプロピル、メタクリル酸、メタクリル酸メチル、メタクリル酸プロピル、メタクリル酸ｎ－ブチル、メタクリル酸イソブチル、メタクリル酸ｔ－ブチル、メタクリル酸ｎ－オクチル、メタクリル酸ドデシル、メタクリル酸２－エチルヘキシル、メタクリル酸ステアリル、メタクリル酸ジエチルアミノエチル、

メタクリル酸２－ヒドロキシエチル、メタクリル酸２－ヒドロキシプロピル、エチレングリコールモノ（メタ）クリレート、ポリエチレングリコールモノ（メタ）アクリレータ等の（メタ）アクリル酸のグリコールエステル類、メチルビニルエーテル、エチルビニルエーテル等のアルキルビニルエーテル類、酢酸ビニル等のビニルエステル類、Ｎ－メチルアクリルアミド、Ｎ－エチルアクリルアミド、Ｎ－メチルメタクリルアミド、Ｎ－エチルメタクリルアミド等のＮ－アルキル置換（メタ）アクリルアミド類、アクリロニトリル、メタアクリロニトリル等のニトリル類、スチレン、エチレン、ブタジエン、塩化ビニル、塩化ビニリデン、ビニルアセテート、ｐ－メチルスチレン、α－メチルスチレン等のスチレン系単量体が挙げられる。これら他の単量体は、単独で使用してもよく、２種以上併用してもよい。（メタ）アクリルとは、アクリル又はメタクリルを意味する。

[0051] 混合溶液（樹脂エマルジョン）の製造工程で使用される重合開始剤は、コーティング膜９の特性には影響しない。また、重合開始剤は、特に限定されず、公知の重合開始剤のいずれも使用できる。重合開始剤としては、たとえば、過硫酸アンモニウム、過硫酸カリウム、ｔ－ブチルハイドロパーオキシドの他、過硫酸カリウム、過酸化ベンゾイル、過酸化ラウロイル、ジ－ｔ－ブチルパーオキシヘキサハイドロテレフタレート、ｔ－ブチルバーオキシイソブチレート等の過酸化物類、アゾビスイソバレロニトリル、２，２－アゾビス－（２－メチルプロピオネート）等のアゾ類が挙げられる。製造する際の重合は、４０℃以上９０℃以下で、２時間以上２０時間以下加熱することにより実施できる。重合方法として、乳化重合、ソープフリー乳化重合、懸濁重合法等が挙げられる。

[0052] 水系の溶媒としては、特に限定されず、例えば、水、水と水溶性有機媒体（メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノール、エチレングリコール、グリセリン、２，２，４－トリメチルペンタン－１，３－ジオールモノイソブチラート等のアルコール類、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノブチルエーテル等のグリコールエーテル類、酢酸

２－エトキシエチル等のエステル類、メチルエチルケトン等のケトン類）との混合媒体が挙げられる。

[0053] エッチング成分としては、硫酸、フッ化水素酸、硝酸、塩酸、リン酸及びカルボン酸（例えば、酢酸）であってよい。この中で、硫酸、硝酸、塩酸、フッ化水素酸及び酢酸を用いることで、コーティング膜９の成膜性が向上することから、特に好ましい。また、エッチング成分は、フッ化水素酸、硫酸、酢酸、硝酸、及び塩酸から選ばれる２種以上であってもよい。

また、エッチング促進成分として、酸化剤を含むのが好ましい。具体的な酸化剤として、過酸化水素、ペルオキソ二硫酸塩を含むことが好ましい。ペルオキソ二硫酸塩は、たとえば、ペルオキソ二硫酸ナトリウムである。

なお、フッ化鉄は、添加剤として混合されてもよい。添加剤としてフッ化鉄を含む場合、樹脂エマルジョンによるエッチングにより発生するカチオンと界面活性剤の失活のバランスがよく、均一なコーティング膜の形成が可能となる。

[0054] 界面活性剤としては、アニオン性界面活性剤やノニオン性界面活性材が用いられるが、アニオン性界面活性剤が特に好ましい。アニオン性界面活性剤としては、例えば、オレイン酸ナトリウム、ヒマシ油カリ等の脂肪酸油、ラウリル硫酸ナトリウム、ラウリル硫酸アンモニウム等のアルキル硫酸エステル塩、ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム等のアルキルベンゼンスルホン酸塩、アルキルナフタレンスルホン酸塩、アルカンスルホン酸塩、ジアルキルスルホコハク酸塩、アルキルリン酸エステル塩、ナフタレンスルホン酸ホルマリン縮合物、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル硫酸エステル塩、ポリオキシエチレンアルキル硫酸エステル塩等が挙げられる。上記界面活性剤は、単独又は２種以上を組み合わせて用いてもよい。特に、アニオン性界面活性剤にスルホン酸基を有する場合、界面活性剤の失活の程度が適している。なお、界面活性剤が失活しにくいとコーティング膜が形成されず、界面活性剤があまりに失活しやすいと、樹脂エマルジョンが不安定になりすぎて扱いにくい。

一方、ノニオン性界面活性剤としては、ポリオキシエチレンアルキルエーテル（アルキル基；オクチル、デシル、ラウリル、ステアリル、オレイル等）、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル（アルキル基；オクチル、ノニル等）、ポリオキシエチレン・ポリオキシプロピレンブロックコポリマー等が挙げられる。

また、スルホン酸基及びその塩、カルボキシル基及びその塩、並びにリン酸基及びその塩等を有する水溶性の樹脂が挙げられる。

[0055] さらに、コーティング膜９の塗膜強度及び耐薬品性の向上を目的として、エチルアミン、プロピルアミン、イソプロピルアミン、ブチルアミン、ジメチルアミン、ジエチルアミン、ジプロピルアミン、ジブチルアミン、トリエチルアミン、トリプロピルアミン、アリルアミン、ジアリルアミン、トリアリルアミン、ジメメルエタノールアミン、ジエエルエタノールアミン、エタノールアミン、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン等のアミン化合物や、メラミン樹脂、グアナミン樹脂、尿素樹脂等のアミノ樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、イソシアネート化合物等の硬化剤を加え、熱処理を行うなどの処理を追加してもよい。

[0056] 最後に、外部電極２０，２５のはんだ濡れ性の向上のため、外部電極２０，２５の表面にＮｉ／Ｓｎめっきを施す。以上の工程により、電子部品１が完成する。

[0057] （効果）

第１の実施の形態である電子部品１では、本体１０を覆うコーティング膜９が、樹脂及び絶縁体層１１，１４に含まれるカチオン性の元素により構成されている。このような構成のコーティング膜９は、リン酸塩の化成処理により形成されたコーティング膜よりも厚く、耐摩耗性、絶縁性、耐湿性、耐薬品性等に優れている。なお、カチオン性の元素の分析は、飛行時間型２次イオン質量分析法により得られるマッピング図及びイオン強度プロファイルにより可能である。

[0058] また、絶縁体層１１，１４に含まれる金属磁性粉は、化成処理により金属

酸化物からなる絶縁性の被覆が予め施されている。しかし、電子部品１の製造過程の一つである研削工程において該絶縁性の被覆は剥離する虞がある。ここで、電子部品１では、本体１０を覆うコーティング膜９が、樹脂及びカチオン性の元素により構成されており、該カチオン性の元素は、絶縁体層１１，１４に含まれる金属磁性粉からイオン化したことにより生じたものである。したがって、研削工程等より、金属磁性粉に施された絶縁性の被覆が剥離した場合でも、その後の工程により、該金属磁性粉からカチオン性の元素が溶け出し、これがコーティング膜９を形成する。その結果、電子部品１では、絶縁性や防錆性がより優れている。

[0059] これに加え、研削工程等において、金属磁性粉に施された絶縁性の被覆が剥離した場合でも、その後の工程により、コーティング膜９が金属磁性粉上に形成されることは、電子部品１の小型化及び低背化に貢献する。具体的には、電子部品１を小型化及び低背化するために、絶縁体層１１，１４を可能な限り薄くする必要がある。そこで、絶縁体層１１，１４を薄くするために研削工程が必須の工程となる。ただし、従来の電子部品では、金属磁性粉から化成処理による絶縁性の被覆が剥がれることを懸念して、金属磁性粉を含む絶縁体層を該金属磁性粉の粒径よりも厚くしていた。しかし、電子部品１では、コーティング膜９によって金属磁性粉が保護されるため、絶縁体層１１，１４の厚さを金属磁性粉の粒径よりも薄くできる。その結果、電子部品１を小型化及び低背化することが可能となる。

[0060] ところで、金属磁性粉含有の樹脂を絶縁体に用いると、切削等の加工により、その加工面の金属磁性粉の一部が脱粒し、本体１０の表面、具体的には、絶縁体層１１，１４の表面に凹部Ｃが発生する。凹部Ｃが発生することにより、本体１０の大気へ露出する面積が増加する。その結果、絶縁体層１１，１４は、大気中の水分を吸水しやすくなる。さらに、凹部Ｃの発生により、本体１０における素体の内部に位置する回路素子３０と、本体１０の表面との距離が小さくなる。以上の理由から、凹部Ｃの発生によって、回路素子３０が腐食されやすくなる。ここで、従来の電子部品のように、リン酸塩化

成処理によりコーティング膜を形成した場合、形成される膜厚が薄いため、該凹部Ｃを埋めることは困難である。しかし、電子部品１では、リン酸塩化成処理によるコーティング膜ではなく、絶縁体層１１，１４から溶け出したカチオン性の元素と樹脂とで構成されるコーティング膜９を用いている。このようなコーティング膜９は、リン酸塩化成処理によるコーティング膜より厚いため、金属磁性粉の脱粒により生じた凹部Ｃを埋めることができる。従って、電子部品１では、回路素子３０の腐食を抑制することができる。つまり、電子部品１は、耐湿性に優れている。

[0061] ここで、本願発明者は、電子部品１の耐湿性に対する効果を明確なものとするために、実験を行った。実験では、電子部品１に相当する第１のサンプル、及び電子部品１のコーティング膜９をリン酸塩化成処理により形成したコーティング膜に置き換えた第２のサンプルそれぞれ５０個を用いて、高温、かつ、高湿度の下で、各サンプルが正常に通電するか否かを確認した。実験の具体的条件は、温度が８５±２℃、湿度が８５±２％の下で、６Ａの電流を流し続けた。そして、実験開始から２４時間後に、各サンプルの通電状態を確認した。すなわち、評価基準は、実験開始から２４時間後に通電した各サンプルを良品と判定し、実験開始から２４時間後に通電しなかった部品を不良品と判定した。実験の結果、第１のサンプルは５０個中１個で通電せず、第２のサンプルでは５０個中１６個で通電しなかった。つまり、第１のサンプルの不良率は２％であり、第２のサンプルの不良率は３２％であった。この結果は、カチオン性の元素と樹脂とで構成されるコーティング膜９が、リン酸塩化成処理により形成されたコーティング膜よりも耐湿性に優れていることを示している。

[0062] また、コーティング膜９が金属磁性粉の脱粒により生じた凹部Ｃを埋めることが、電子部品１の外部電極２０，２５と電子部品１を搭載する回路基板との接続信頼性に寄与する。具体的には、外部電極２０，２５近傍の本体１０の表面に凹部Ｃが存在する場合、リン酸塩化成処理によるコーティング膜では、この凹部Ｃを埋めることができない。結果として、Ｎｉ／Ｓｎめっき

を外部電極２０，２５に施す際に、外部電極２０，２５近傍の凹部Ｃから、外部電極２０，２５と本体１０との界面にめっき液が浸入し、外部電極２０，２５が本体１０から浮き上がる。この状態で、電子部品を回路基板にはんだ付けすると、電子部品の回路基板に対する固着力が不十分となり、外部電極２０，２５と回路基板との接続信頼性を損ねる。一方、第１の実施の形態である電子部品１では、コーティング膜９が金属磁性粉の脱粒により生じた凹部Ｃを埋めるため、外部電極２０，２５と回路基板との接続信頼性を維持することができる。

[0063] ここで、本願発明者は、電子部品１の接続信頼性に対する効果を確認する実験を行った。実験ではまず、第１のサンプル及び第２のサンプルをそれぞれ５０個用意した。次に、各サンプルを回路基板Ｂ１にはんだ付けし、図１８に示すように、該回路基板Ｂ１を垂直に立て、各サンプルの側面に対して垂直方向下側に力Ｆを加えた。そして、各サンプルが回路基板Ｂ１から外れた際の、各サンプルの側面に加えた力Ｆを計測した。

[0064] 実験の結果、第１のサンプルにおける最小の力は３２Ｎであり、第２のサンプルにおける最小の力は２５Ｎであった。つまり、この結果は、カチオン性の元素と樹脂とで構成されるコーティング膜９が、電子部品１の外部電極２０，２５と電子部品１を搭載する回路基板との接続信頼性に寄与することを示している。

[0065] ところで、電子部品１の製造工程において、エッチング成分と樹脂成分が水系の溶媒に分散した市販のラテックスに、エッチング促進成分と界面活性剤を添加したものを含む混合溶液を用いている。これにより、エッチングと同時にコーティング膜９を形成することが可能となる。従って、電子部品１の製造工程は、エッチング成分のみの溶液と、樹脂成分のみの溶液とを別々に用いた製造工程に対して簡素である。

[0066] さらに、電子部品１の製造工程において、コーティング膜９を形成する際に、絶縁体層１１，１４に含まれるＦｅはイオン化されるものの、外部電極２０，２５、内部導体である回路素子３０等に含まれるＣｕ等の導電性材料

はほとんどイオン化されない。結果として、外部電極２０，２５及び回路素子３０はコーティング膜９に覆われない。つまり、電子部品１の製造方法では、主としてエッチング成分による溶解性の差を利用することによって、コーティングが必要な部分のみに選択的にコーティング膜９を形成することが可能である。

[0067] （第２の実施の形態　図１９～図２５参照）

第２の実施の形態である電子部品１Ａと第１の実施の形態である電子部品１との相違点は、外部電極２０，２５の構成、回路素子３０の構成、絶縁体層１２，１３の材料、絶縁体基板１６の材料及びコーティング膜９が形成される位置である。以下で、具体的に説明する。

[0068] 電子部品１Ａでは、図１９に示すように、外部電極２０は、本体１０のｘ軸方向の正方向側の側面Ｓ２及びその周囲の面の一部を覆うように設けられている。また、外部電極２５は、本体１０のｘ軸方向の負方向側の側面Ｓ３及びその周囲の面の一部を覆うように設けられている。

[0069] さらに、電子部品１Ａには、図２０に示すように、ビア導体３３が存在しない。その代わり、図２１に示すように、内部導体であるコイル３２の外周側の一端３２ａが、本体１０の側面Ｓ２から露出している。これにより、コイル３２と外部電極２０とが接続されている。また、電子部品１Ａには、図２０に示すように、ビア導体３８が存在しない。その代わり、内部導体であるコイル３７の外周側の一端３７ａが、図２１に示すように、本体１０の側面Ｓ３から露出している。これにより、コイル３７と外部電極２５とが接続されている。

[0070] そして、電子部品１Ａでは、絶縁体層１２，１３の材料及び絶縁体基板１６の材料が、絶縁体層１１，１４と同じ金属磁性粉入りの樹脂で構成されている。

[0071] また、電子部品１Ａでは、外部電極２０，２５等の構成が、電子部品１と異なるため、その製造方法が一部で異なる。電子部品１Ａの製造では、複数のコイル３２，３７が形成されたマザー絶縁体基板１１６を、図９と同様に

絶縁体シート１１２，１１３で挟み込んだ後に、図２２に示すように、磁路１８を形成するための貫通孔δを形成する。なお、マザー絶縁体基板１１６及び絶縁体シート１１２，１１３を構成する材料は、金属磁性粉入りの樹脂である。

[0072] 次に、絶縁体シート１１２、マザー絶縁体基板１１６及び絶縁体シート１１３の順で積層された積層体を、図２３に示すように、樹脂シート１１１，１１４で、図９で示した絶縁体シート１１２，１１３と同様にｚ軸方向から挟み、圧着する。この圧着により、複数の貫通孔δに対して、金属磁性粉入り樹脂シート１１１，１１４が入り込み、複数の磁路１８が設けられる。その後、オーブン等の恒温槽を用いて熱処理を施すことで硬化させる。

[0073] 硬化後、厚さを調整するために、樹脂シート１１１，１１４の表面を、バフ研磨、ラップ研磨及びグラインダ等により研削する。これにより、複数の電子部品の集合体であるマザー基板が完成する。

[0074] 次に、図２４に示すように、マザー基板をダイサー等でカットし、複数の電子部品に分割する。この分割によって、その切断面にコイル３２の外周側の一端３２ａ及びコイル３７の外周側の一端３７ａが露出する。

[0075] 前工程で得られた複数の電子部品を、エッチング成分と樹脂成分が水系の溶媒に分散した市販のラテックスに、エッチング促進成分と界面活性剤を添加したものを含む混合溶液（樹脂エマルジョン）に浸漬する。なお、エッチング促進成分は、混合溶液に必ずしも含まれていなくてもよい。これにより電子部品を構成する本体１０の表面がコーティング膜９に覆われる。ただし、コイル３２の外周側の一端３２ａ及びコイル３７の外周側の一端３７ａは、コーティング膜９に覆われない。これは、内部導体であるコイル３２，３７の構成元素であるＣｕ等の導電性材料は、Ｆｅに対して貴な元素であるためほとんどイオン化されず、結果として、樹脂成分と反応しにくいためである。

[0076] その後、純水による洗浄及び液きりを経て、コーティング膜９に対して加熱処理を施す。この加熱処理により、コーティング膜９に含まれる樹脂成分

がＦｅを介して、若しくは、樹脂成分同士で架橋する。

[0077] 最後に、外部電極２０，２５を形成する。まず、Ａｇを主成分とする導電性材料からなる電極ペーストをコーティング膜９で覆われた本体１０に塗布する。次に、塗布した電極ペーストを、例えば、８０～２００℃の温度下で５～１２分間熱処理する。これにより、形成された外部電極２０，２５の下地電極の表面にＣｕ／Ｎｉ／Ｓｎめっきを施すことにより、外部電極２０，２５が形成される。以上の工程により、電子部品１Ａが完成する。

[0078] （効果）

以上のように構成された電子部品１Ａでは、コーティング膜９の形成後に外部電極２０，２５を設けているため、図２１に示すように、本体１０と外部電極２０，２５との界面にコーティング膜９が存在している。ここで、本体１０と外部電極２０，２５との界面にコーティング膜９が存在していることで、電子部品１Ａの外部電極２０，２５と電子部品１Ａを搭載する回路基板との接続信頼性が向上する。具体的に以下で説明する。

[0079] 金属磁性粉含有の樹脂を絶縁体に用いると、切削等の加工により、その加工面の金属磁性粉の一部が脱粒し、本体１０の表面に凹部Ｃが発生する。例えば、第２の実施の形態では、側面Ｓ２，Ｓ３に発生する。この凹部Ｃ上に外部電極２０，２５を直に形成すると、Ｃｕ／Ｎｉ／ＳｎめっきによるＡｇ下地電極の被覆が不十分になる。結果として、凹部Ｃ上のほとんどのＣｕ／Ｎｉ／Ｓｎめっきがはんだ内に溶け出す、いわゆるはんだ食われを生ずる。はんだ食われが生ずると、Ａｇの下地電極が露出して、はんだによる接続ができない、又は不十分となり、外部電極２０，２５と電子部品１Ａを搭載する回路基板との接続信頼性が損なわれる。しかし、電子部品１Ａでは、コーティング膜９により凹部Ｃが埋まるため、Ａｇ下地電極はＣｕ／Ｎｉ／Ｓｎめっきにより十分に被覆される。従って、電子部品１Ａでは、本体１０と外部電極２０，２５との界面にコーティング膜９が存在していることで、電子部品１Ａの外部電極２０，２５と電子部品１Ａを搭載する回路基板との接続信頼性を向上させることができる。

[0080] ここで、本願発明者は、電子部品１Ａに相当する第３のサンプルを５０個用いて、電子部品１Ａの接続信頼性に対する効果を確認した。接続信頼性を確認するための実験は、第１のサンプル及び第２のサンプルに対して行われた実験と同様とした。そして、実験の結果、第３のサンプルにおける最小の力は３５Ｎであった。つまり、この結果は、カチオン性の元素と樹脂とで構成されるコーティング膜９が、電子部品１Ａの外部電極２０，２５と電子部品１Ａを搭載する回路基板との接続信頼性を向上させることを示している。

[0081] さらに、本願発明者は、第３のサンプルを５０個用いて、耐湿性の効果を確認した。耐湿性を確認するための実験は、第１のサンプル及び第２のサンプルに対して行われた実験と同様とした。そして、実験の結果、第３のサンプルの不良率は４％であった。この結果は、電子部品１Ａにおいても、カチオン性の元素と樹脂とで構成されるコーティング膜９が、リン酸塩化成処理により形成されたコーティング膜よりも耐湿性に優れていることを示している。

[0082] （第３の実施の形態　図２６および図２７参照）

さらに、本発明は、図２６に示すような第３の実施の形態である電子部品に対しても適用することができる。図２６は、第３の実施の形態である電子部品の斜視図であり、図２７は、第３の実施の形態である電子部品を示す図２６のＩ－Ｉ断面図である。

[0083] 電子部品１Ｂは、図２６に示すように、本体１０及び外部電極２０，２５を備えている。本体１０は、略直方体状に形成され、絶縁体層１１，１４と同じ金属磁性粉入りの樹脂により形成される素体１０ａを有する。素体１０ａの内部には、内部導体であるコイル３５を含む。コイル３５は、導線を用いて形成され、導線の端部３５ａ，３５ｂが、最外周となるように渦巻き状に２段の外巻きに巻回して形成される。コイル３５の端部３５ａ，３５ｂは、本体１０の表面（ｙ軸方向の正方向側の側面）上に露出している。

[0084] また、電子部品１Ｂは、図２６に示すように、外部電極２０は、本体１０のｘ軸方向の正方向側の側面Ｓ２及びその周囲の面の一部を覆うように設け

られている。また、外部電極２５は、本体１０のｘ軸方向の負方向側の側面Ｓ３及びその周囲の面の一部を覆うように設けられている。これにより、外部電極２０は、端部３５ａと接続され、外部電極２５が、端部３５ｂと接続される。そして、図２７に示すように、電子部品１Ｂは、本体１０と外部電極２０，２５との界面にコーティング膜９が存在するように構成される。

[0085] 次に、第３の実施の形態にかかる電子部品１Ｂの製造方法について説明する。

まず、内部導体であるコイル３５が、導線を用いて形成されて準備される。

次に、コイル３５が、素体１０ａとなる絶縁体層１１，１４と同じ金属磁性粉を含む絶縁体シートにより上下方向より圧縮成形法にて挟み込まれて、本体１０が成形される。このとき、コイル３５の端部３５ａ，３５ｂは、本体１０の表面（ｙ軸方向の正方向側の側面）に露出するように成形される。

[0086] 続いて、素体１０ａに含まれる金属磁性粉を構成する金属をイオン化させるエッチング成分と樹脂成分が水系の溶媒に分散した市販のラテックスに、エッチング促進成分と界面活性剤を添加したものを含む混合溶液（樹脂エマルジョン）が準備される。なお、エッチング促進成分は、混合溶液に必ずしも含まれていなくてもよい。そして、成形された本体１０を、準備された混合溶液に浸漬する。これにより電子部品を構成する本体１０の表面が混合溶液に覆われ、本体１０の表面がエッチングされる。ただし、コイル３５の端部３５ａ（３５ｂ）はエッチングされないので、コイル３５の端部３５ａ（３５ｂ）の表面にはコーティング膜９は形成されない（図２７を参照）。これは、内部導体であるコイル３５の構成元素であるＣｕ等の導電性材料は、Ｆｅに対して貴な元素であるためほとんどイオン化されず、結果として、樹脂成分と反応しにくいためである。

[0087] なお、混合溶液に含まれる樹脂成分、水系の溶媒、エッチング成分および界面活性剤は、当然、第１の実施の形態の電子部品１の製造方法において用いられる材料とそれぞれ同一の材料を用いることができる。

[0088] その後、純水による洗浄及び液きりを経て、混合溶液により覆われることで、その表面がエッチングされた本体１０に対して加熱（乾燥）処理を施す。この加熱処理により、混合溶液に含まれる樹脂成分が金属磁性粉であるＦｅを介して、若しくは樹脂成分同士で架橋し、図２７に示すように、本体１０の表面にコーティング膜９が形成される。

[0089] 最後に、コーディング膜が形成された本体１０に外部電極２０，２５を形成する。まず、Ａｇを主成分とする導電性材料からなる電極ペーストをコーティング膜９で覆われた本体１０に塗布する。次に、塗布した電極ペーストを、例えば、８０～２００℃の温度下で５～１２分間熱処理する。これにより、形成された外部電極２０，２５の下地電極の表面にＣｕ／Ｎｉ／Ｓｎめっきを施すことにより、外部電極２０，２５が形成される。以上の工程により、電子部品１Ｂが完成する。

[0090] 以上のように構成された電子部品１Ｂは、電子部品１あるいは電子部品１Ａと同様の効果を奏する。すなわち、第３の実施の形態に係る電子部品１Ｂは、優れた接続信頼性および耐湿性を有する。

[0091] ここで、本願発明者は、電子部品１Ｂに相当する実施例および比較例の各サンプルを作製した。実施例および比較例の各サンプルは、コーティング膜９を形成するための混合溶液（樹脂エマルジョン）に含まれる、樹脂成分、エッチング成分、界面活性剤、エッチング促進成分の材料や含有量をそれぞれ変化させた。実験例では、実施例および比較例の各サンプルに対して、接続信頼性および耐湿性を確認するための実験を行った。

[0092] （実施例）

まず、表２に示す実施例１～実施例２９の各サンプルが、前述の電子部品の製造方法に従って作製された。ここで、コーティング膜９は、室温で５分混合溶液に浸漬した後、純水で洗浄を行い、１８０℃のオーブンで１０分間加熱することで硬化することにより形成した。実施例１～実施例２９の電子部品１Ｂに相当する各サンプルは、各実験に対して、それぞれ１００個準備された。

[0093] 実施例１は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有する樹脂成分をアクリル－エステル系共重合体（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＳＸ１７０６Ａ（日本ゼオン社製））とし、エッチング成分を硫酸とし、界面活性剤をアルキルアリルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：エレミノールＪＳ－２（三洋化成社製））とし、エッチング促進成分及び添加剤を含有しなかった。

[0094] 実施例２は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有する樹脂成分をアクリル－エステル系共重合体（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＳＸ１７０６Ａ（日本ゼオン社製））とし、エッチング成分を硫酸とし、界面活性剤をアルキルアリルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：エレミノールＪＳ－２（三洋化成社製））とし、添加剤をフッ化鉄（ＩＩＩ）とし、エッチング促進成分を含有しなかった。

[0095] 実施例３～実施例５は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有する樹脂成分をアクリル－エステル系共重合体（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＳＸ１７０６Ａ（日本ゼオン社製））とし、エッチング成分を硫酸とし、界面活性剤をアルキルアリルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：エレミノールＪＳ－２（三洋化成社製））とし、エッチング促進成分を過酸化水素としたうえで、樹脂成分の混合溶液に対する含有量を０．５ｇから１．５ｇの間でそれぞれ変化させた。

[0096] 実施例６～実施例８は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有する樹脂成分をアクリル－エステル系共重合体（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＳＸ１７０６Ａ（日本ゼオン社製））とし、エッチング成分を硫酸とし、界面活性剤をアルキルアリルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：エレミノールＪＳ－２（三洋化成社製））とし、エッチング促進成分を過酸化水素とし、添加剤をフッ化鉄（ＩＩＩ）としたうえで、エッチング成分である硫酸の混合溶液に対する含有量を０．０２ｇから０．１ｇの間で変化させた。なお、実施例６および実施例７では界面活性剤の含有量を０．２ｇとし、実施例８では０．１ｇとした。

[0097] 実施例９～実施例１１は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に

含有する樹脂成分をアクリル－エステル系共重合体（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＳＸ１７０６Ａ（日本ゼオン社製））とし、エッチング成分を硫酸とし、界面活性剤をアルキルアリルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：エレミノールＪＳ－２（三洋化成社製））とし、エッチング促進成分を過酸化水素とし、添加剤をフッ化鉄（ＩＩＩ）としたうえで、エッチング促進成分の混合溶液に対する含有量を０．０１ｇから０．３ｇの間で変化させた。なお、実施例９では、界面活性剤の含有量を０．５ｇとし、実施例１０および実施例１１では０．２ｇとした。

[0098] 実施例１２～実施例１４は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有する樹脂成分をアクリル－エステル系共重合体（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＳＸ１７０６Ａ（日本ゼオン社製））とし、エッチング成分を硫酸とし、界面活性剤をアルキルアリルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：エレミノールＪＳ－２（三洋化成社製））とし、エッチング促進成分を過酸化水素とし、添加剤をフッ化鉄（ＩＩＩ）としたうえで、エッチング成分であるフッ化鉄（ＩＩＩ）の混合溶液に対する含有量を０ｇ（含有しない）から０．００５ｇの間で変化させた。

[0099] 実施例１５は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有する樹脂成分をアクリル－エステル系共重合体（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＳＸ１７０６Ａ（日本ゼオン社製））とし、エッチング成分を硫酸とし、界面活性剤をアルキルアリルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：エレミノールＪＳ－２（三洋化成社製））とし、エッチング促進成分をペルオキソ二硫酸ナトリウムとし、添加剤をフッ化鉄（ＩＩＩ）とした。

[0100] 実施例１６～実施例１８は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有する樹脂成分をアクリル－エステル系共重合体（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＳＸ１７０６Ａ（日本ゼオン社製））とし、エッチング成分を硫酸とし、エッチング促進成分を過酸化水素とし、添加剤をフッ化鉄（ＩＩＩ）とした。そして、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有される界面活性剤について、実施例１６ではβ－ナフタリンスルホン酸ホルマリン縮合物

ナトリウム塩（商品名：デモールＮ（花王社製））とし、実施例１７ではジオクチルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：ラピゾールＡ－８０（日本油脂株式会社製））とし、実施例１８では直鎖型アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム（ニューレックスＲ（日油株式会社製））とした。

[0101] 実施例１９は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有する樹脂成分をスチレン－アクリル系共重合体（商品名：Ｎｅｏｃｒｙｌ　Ａ－６５５（楠本化成社製））とし、実施例２０は、アクリル－エステル系共重合体（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＬＸ８１４（日本ゼオン社製））とした。また、実施例１９および実施例２０は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有するエッチング成分を硫酸とし、界面活性剤をアルキルアリルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：エレミノールＪＳ－２（三洋化成社製））とし、エッチング促進成分を過酸化水素とし、添加剤をフッ化鉄（ＩＩＩ）とした。

[0102] 実施例２１～実施例２３は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有する樹脂成分をアクリル－エステル系共重合体（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＳＸ１７０６Ａ（日本ゼオン社製））とし、界面活性剤をアルキルアリルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：エレミノールＪＳ－２（三洋化成社製））とし、エッチング促進成分を過酸化水素とし、添加剤をフッ化鉄（ＩＩＩ）とした。また、そして、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有されるエッチング成分について、実施例２１では硝酸とし、実施例２２では塩酸とし、実施例２３では酢酸とした。

[0103] 実施例２４～実施例２６は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有する樹脂成分をアクリル－エステル系共重合体（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＳＸ１７０６Ａ（日本ゼオン社製））とし、エッチング成分をフッ化水素酸とし、界面活性剤をアルキルアリルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：エレミノールＪＳ－２（三洋化成社製））とし、エッチング促進成分を過酸化水素とし、添加剤をフッ化鉄（ＩＩＩ）としたうえで、エッチング成分であるフッ化水素酸の混合溶液に対する含有量を０．０２ｇから０．１ｇの間

で変化させた。

[0104] 実施例２７は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有する樹脂成分をシリコーン系樹脂（商品名：ＰＯＬＯＮ－ＭＦ－５６（信越シリコーン社製））とし、実施例２８は、シリコーン系樹脂（商品名：Ｘ－５１－１３１８（信越シリコーン社製））とし、実施例２９は、エポキシ－アクリル系樹脂（商品名：モデピクス－３０２（荒川化学工業社製））とした。また、実施例２７～実施例２９は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有するエッチング成分をフッ化水素酸とし、界面活性剤をアルキルアリルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：エレミノールＪＳ－２（三洋化成社製））とし、エッチング促進成分を過酸化水素とし、添加剤をフッ化鉄（ＩＩＩ）とした。

[0105] 次に、表３に示す比較例１および比較例２の各サンプルが作製された。比較例１および比較例２の各サンプルは、各実験に対して、それぞれ１００個準備された。

[0106]（比較例）

比較例１は、電子部品１Ｂのコーティング膜９をリン酸化成処理により形成した。

また、比較例２は、コーティング膜９を形成するための混合溶液に含有する樹脂成分をアクリル－エステル系共重合体（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＳＸ１７０６Ａ（日本ゼオン社製））とし、界面活性剤をアルキルアリルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：エレミノールＪＳ－２（三洋化成社製））とし、添加剤をフッ化鉄（ＩＩＩ）とし、エッチング成分及びエッチング促進成分を含有しなかった。

[0107]（評価方法）

電子部品１Ｂの接続信頼性を評価するための実験を行った。この接続信頼性を確認するための実験（固着力試験）は、第１の実施の形態に係る電子部品１及び第２の実施の形態に係る電子部品１Ａに対して行った実験と同様とした。すなわち、図１８に示すように、各サンプルを回路基板Ｂ１にはんだ

付けし、該回路基板Ｂ１を垂直に立て、サンプルの側面に垂直方向下側に力Ｆを加えた。そして、評価サンプルが回路基板Ｂ１から外れた際の、各サンプルの側面に加えた力Ｆを計測した。

[0108] また、電子部品１Ｂの耐湿性を評価するための実験を行った。耐湿性を確認するための実験（耐湿性試験）も、第１の実施の形態に係る電子部品１及び第２の実施の形態に係る電子部品１Ａに対して行った試験と同様とした。すなわち、各サンプルを高温、かつ、高湿度の下で、各サンプルが正常に通電するか否かを確認した。実験の具体的条件は、温度が８５±２℃、湿度が８５±２％の下で、６Ａの電流を流し続けた。そして、実験開始から２４時間後に、評価サンプルの通電状態を確認した。すなわち、評価基準は、実験開始から２４時間後に通電した各サンプルを良品と判定し、実験開始から２４時間後に通電しなかった部品を不良品と判定した。そして、各サンプルにおいて、良品が含まれる確率（良品率）が７０％以上を良好と判定した。

[0109] 表２は、実施例１～実施例２９の評価結果を示す。

また、表３は、比較例１および比較例２の評価結果を示す。

[0110]

[表2]

	番号	樹脂成分		エッチング成分		界面活性剤成分		酸化剤		添加剤		落葉		固着力試験		耐湿性試験
	No.	種類（商品名）	量（固形分）	種類	量	種類（商品名）	量	種類	量	種類	量	種類	量	最小値[N]	平均値[N]	良品率 [%]
実施例	1	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	-	-	-	-	純水	15.7g	23	24	70
	2	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	-	-	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	25	26	70
	3	Nipol SX1706A	0.5g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	32	33	92
	4	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	32	34	95
	5	Nipol SX1706A	1.5g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	29	30	95
	6	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.02g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	32	34	91
	7	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.10g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	32	34	95
	8	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.1g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	30	33	94
	9	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.5g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	30	32	92
	10	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.01g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	31	32	91
	11	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.30g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	31	34	93
	12	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.0005g	純水	15.7g	32	34	90
	13	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.005g	純水	15.7g	32	33	94
	14	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	-	-	純水	15.7g	31	31	84
	15	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	ペルオキソ二硫酸ナトリウム	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	32	33	94
	16	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.05g	デモールN	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	29	30	81
	17	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.05g	ラピゾールA-80	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	31	32	91
	18	Nipol SX1706A	1g	硫酸	0.05g	ニューレックスR	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	30	32	90
	19	Neocryl A-655	1g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	30	30	85
	20	Nipol LX814A	1g	硫酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	30	33	90
	21	Nipol SX1706A	1g	硝酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	32	33	87
	22	Nipol SX1706A	1g	塩酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	30	31	92
	23	Nipol SX1706A	1g	酢酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	30	30	86
	24	Nipol SX1706A	1g	フッ化水素酸	0.02g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	31	34	94
	25	Nipol SX1706A	1g	フッ化水素酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	34	37	99
	26	Nipol SX1706A	1g	フッ化水素酸	0.10g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	32	34	95
	27	POLON-MF-56	1g	フッ化水素酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	28	29	98
	28	X-51-1318	1g	フッ化水素酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	27	29	99
	29	モデビクス-302	1g	フッ化水素酸	0.05g	エレミノールJS-2	0.2g	過酸化水素	0.06g	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	15.7g	30	32	94

[0111]

[表3]

	番号	樹脂成分		エッチング成分		界面活性剤成分		酸化剤		添加剤		溶媒		固着力試験		耐湿性試験
	No.	種類（商品名）	量（固形分）	種類	量	種類（商品名）	量	種類	量	種類	量	種類	量	最小値[N]	平均値[N]	良品率 [%]
比較例	1	リン酸化性処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	26	67
	2	Nipol SX1706A	-	-	-	エレミノールJS-2	-	-	-	フッ化鉄（III）	0.002g	純水	-	-	-	-

[0112] 表２より、実施例１～実施例２９の場合、金属磁性粉を構成する金属をイオン化させるエッチング成分と、アニオン性の界面活性剤と、樹脂成分とを含んだ混合溶液（樹脂エマルジョン）を用いてコーティング膜９が形成されていることから、固着力試験において、各サンプルの側面に加えた力Ｆの最

小の力が２３Ｎであり、かつ、耐湿性試験において、良品率がすべて７０％以上であり、いずれの実施例においても良好な結果が得られた。

[0113] 一方、表３より、比較例１の場合、コーティング膜をリン酸化成処理により形成しているため、サンプルの側面に加えた力Ｆの最小の力が２５Ｎであったが、耐湿性試験において、良品率が６７％であることから、不良と判断された。また、比較例２の場合、コーティング膜を形成するための混合溶液（樹脂エマルジョン）にエッチング成分が含まれていないことから、コーティング膜が形成されなかった。したがって、固着力試験および耐湿性試験を行うことができなかった。

[0114] なお、本体１０にコーティング膜９を形成する際は、コーティング膜９の成膜性が重要である。この成膜性は、コーティング膜９の本体１０に対する密着性、コーティング膜９の均一性、および中和反応が遅すぎず、本体１０にコーティング膜９を構成する樹脂成分がより短時間で析出することを示す析出性により評価される。このうち、生産効率の観点から、特に、析出性が重要である。

本実験の結果から、樹脂成分について着目すると、実施例のいずれの樹脂成分も成膜性は良好であったが、特に、アクリル－エステル系共重合体（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＳＸ１７０６Ａ（日本ゼオン社製））、アクリル－エステル系共重合体（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＬＸ８１４（日本ゼオン社製））、スチレン－アクリル系共重合体（商品名：Ｎｅｏｃｒｙｌ　Ａ－６５５（楠本化成社製））の順で、成膜性（析出性）が良好であった。

また、エッチング成分について着目すると、実施例のいずれのエッチング成分も成膜性は良好であったが、特に、フッ化水素酸、硫酸、酢酸、硝酸・塩酸の順で、成膜性（析出性）が良好であった。

また、界面活性剤について着目すると、実施例のいずれの界面活性剤も成膜性は良好であったが、特に、アルキルアリルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：エレミノールＪＳ－２（三洋化成社製））、直鎖型アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム（ニューレックスＲ（日油株式会社製））、ジオク

チルスルホコハク酸ナトリウム（商品名：ラピゾールＡ－８０（日本油脂株式会社製）、β－ナフタリンスルホン酸ホルマリン縮合物ナトリウム塩（商品名：デモールＮ（花王社製））の順で、成膜性（析出性）が良好であった。

[0115] さらに、実施例１とその他の実施例とを比較すると、添加剤として、混合溶液にフッ化鉄（ＩＩＩ）が含まれている電子部品１Ｂの方が、フッ化鉄（ＩＩＩ）が含まれていない電子部品１Ｂよりも固着力試験の結果が良好であった。

[0116] なお、本発明に係る電子部品及びその製造方法は、前記実施の形態に限定するものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。

[0117] コーティング膜９を形成するための混合溶液に、耐腐食性を向上させるタンニン、コーティング膜９に柔軟性を付与するジブチルフタレートといった可塑剤、コーティング膜９の成膜性を向上させるフッ化銀などの金属イオン、及びコーティング膜９の表面の傷付き防止及び耐水性を向上させる潤滑剤、例えば、フッ素樹脂系潤滑剤、ポリオレフィン系ワックス、メラミンシアヌレート、二硫化モリブデンを混合溶液に添加してもよい。

[0118] さらに、コーティング膜９を形成するための混合溶液に、コーティング膜９の耐腐食性の向上と電子部品の着色を目的として、カーボンブラックやフタロシアニンブルー等の顔料を添加してもよい。

[0119] そして、コーティング膜９を形成するための混合溶液に、リンを含有する酸基を有する高分子重合体、例えば、リン酸基、亜リン酸基、ホスホン酸基、ホスフィン酸基等を主鎖、又は側鎖に有する有機高分子化合物を添加することで、耐腐食性、耐薬品性を向上させることができる。

[0120] また、コーティング膜９の強度や熱伝導性、電気伝導性向上等の観点から、ガラス繊維、炭酸カルシウム、アラミド繊維、グラファイト、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化ホウ素などのフィラー等を混合溶液に添加してもよい。さらに、素体内部に位置する内部導体である回路素子は、インダクタに限られない。そして、各実施例の構成を組み合わせてもよい。

産業上の利用可能性

[0121] 以上のように、本発明は、電子部品及びその製造方法に有用であり、特に、金属磁性粉を含む絶縁体を用いた電子部品において、該絶縁体上に樹脂のコーティング膜を得ることができ、耐湿性や耐薬品性に優れた電子部品を得ることができる。

符号の説明

[0122] Ｃ　凹部

ｄ１、ｄ２　厚み

Ｓ２～Ｓ５　側面

１，１Ａ　電子部品

９　コーティング膜

１０　本体

１１，１４　絶縁体層

２０，２５　外部電極

２１，２６　底面電極

２３，２８　柱状電極

３０　回路素子

請求の範囲

[請求項1] 金属磁性粉と絶縁性樹脂とから形成される素体と、前記素体の内部に位置する内部導体と、を備える本体と、

前記本体を覆うコーティング膜と、

前記内部導体と接続された外部電極と、

を備え、

前記コーティング膜は、前記金属磁性粉を構成する元素のカチオンと樹脂とを含む電子部品。

[請求項2] 前記金属磁性粉は、Ｆｅ又はＦｅ合金の粉であり、

前記内部導体は、Ｃｕ又はＡｇであること、

を特徴とする請求項１に記載の電子部品。

[請求項3] 金属磁性粉と絶縁性樹脂とから形成される素体と、前記素体の内部に位置する内部導体と、を備える本体を準備する工程と、

前記金属磁性粉を構成する金属をイオン化させるエッチング成分と、アニオン性界面活性剤と、樹脂成分とを含む樹脂エマルジョンを準備する工程と、

前記樹脂エマルジョンを前記本体に塗布し、乾燥する工程と、

前記内部導体に接続される外部電極を形成する工程と、

を備えることを特徴とする、電子部品の製造方法。

[請求項4] 前記金属磁性粉は、Ｆｅ又はＦｅ合金の粉であり、

前記内部導体は、Ｃｕ又はＡｇであること、

を特徴とする、請求項３に記載の電子部品の製造方法。

[請求項5] 前記エッチング成分は、フッ化水素酸、硫酸、酢酸、硝酸又は塩酸である、請求項３または請求項４に記載の電子部品の製造方法。

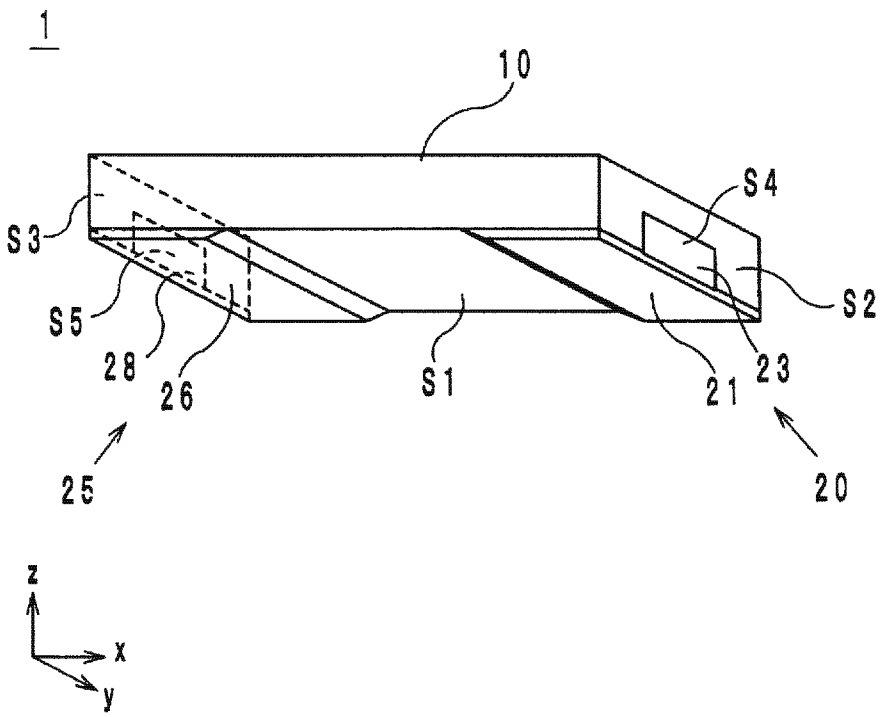
[請求項6] 前記アニオン性界面活性剤は、スルホン酸基を有すること、を特徴とする、請求項３ないし請求項５のいずれかに記載の電子部品の製造方法。

[請求項7] 前記樹脂エマルジョンは、さらに、エッチング促進成分として酸化

剤を含むこと、を特徴とする、請求項３ないし請求項６のいずれかに記載の電子部品の製造方法。

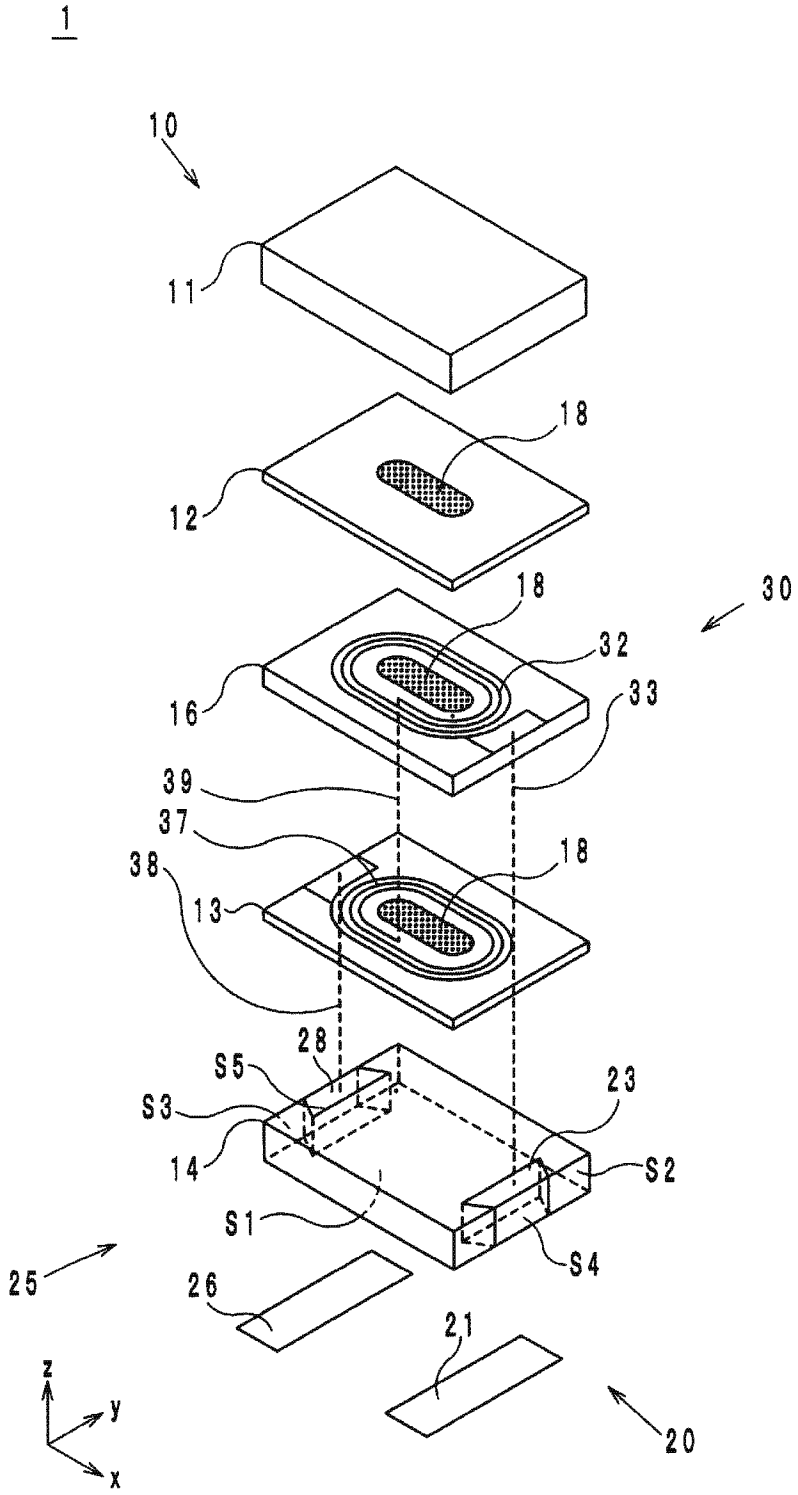
[請求項8] 前記樹脂エマルジョンは、さらに、添加剤としてフッ化鉄を含むこと、を特徴とする、請求項３ないし請求項７のいずれかに記載の電子部品の製造方法。

[図1]
図1



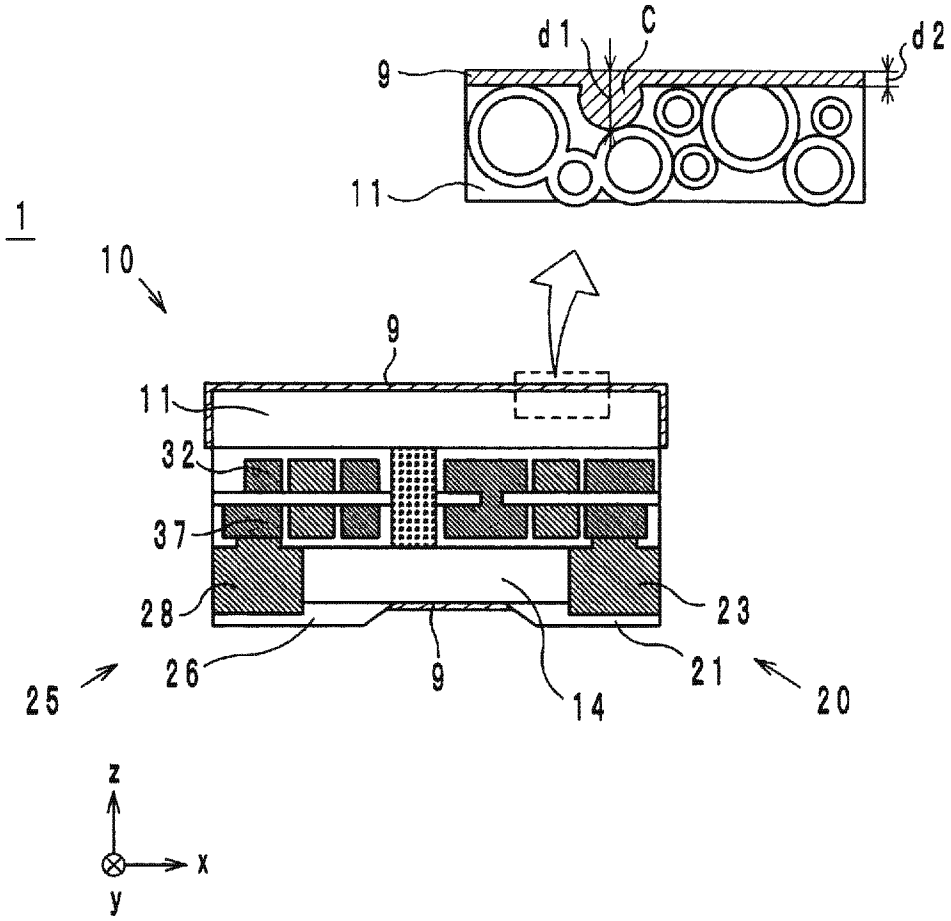
[図2]

図2

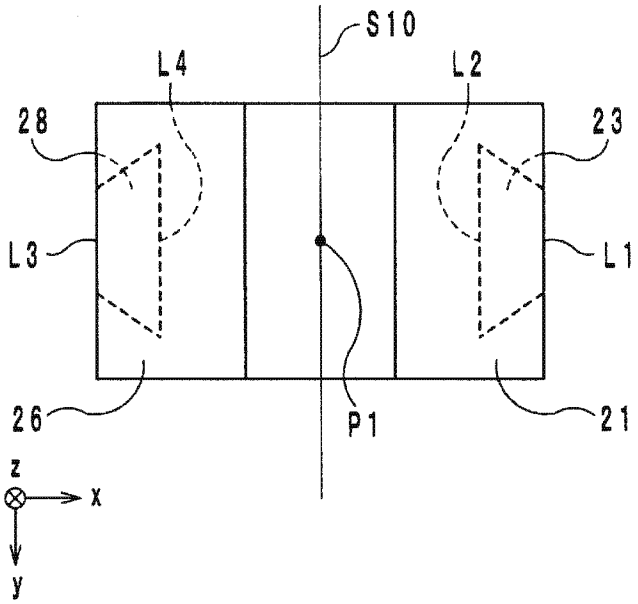

1
10
11
18
12
18
30
32
16
33
39
37
18
38
13
28
S5
23
S3
14
S2
S1
S4
25
26
21
20
z
y
x

[図3]

図3



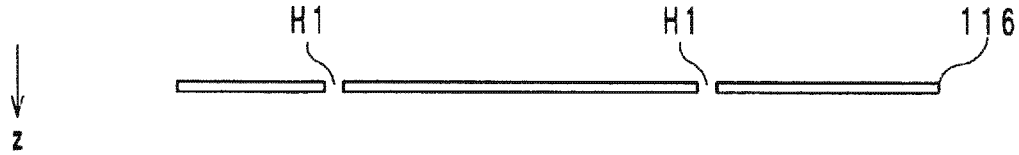
[図4]
図4



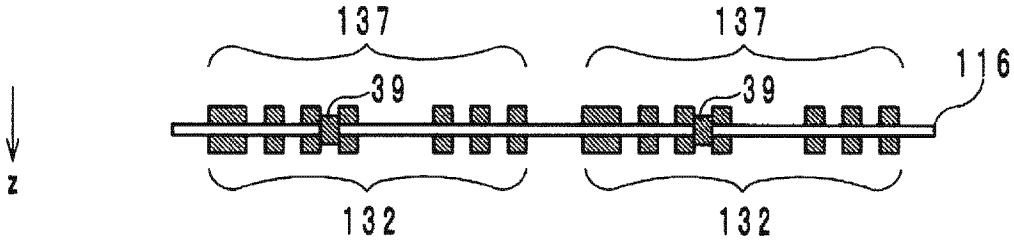
[図5]
図5



[図6]
図6

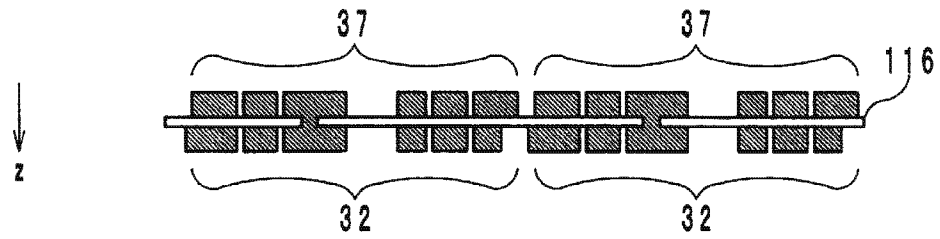


[図7]
図7



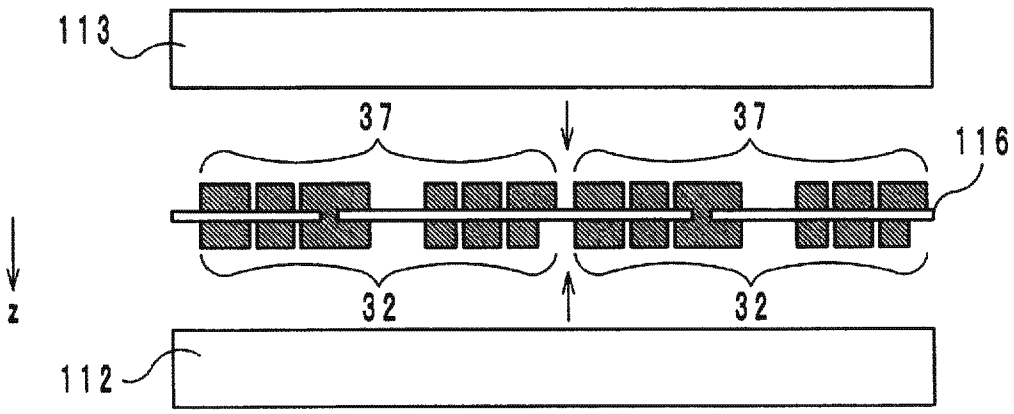
[図8]

図8



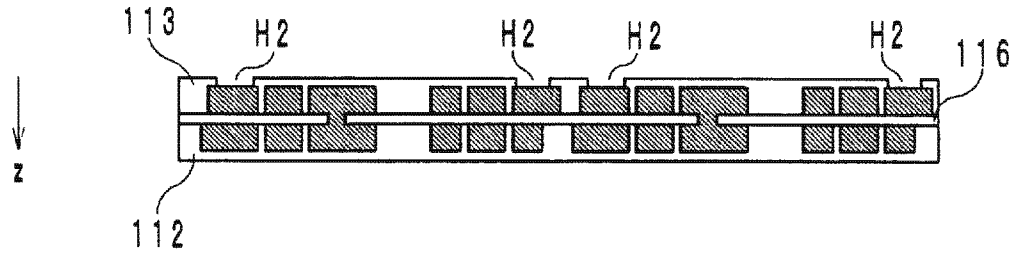
[図9]

図9



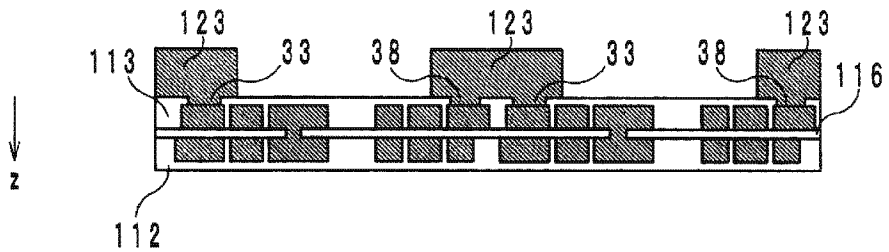
[図10]

図10



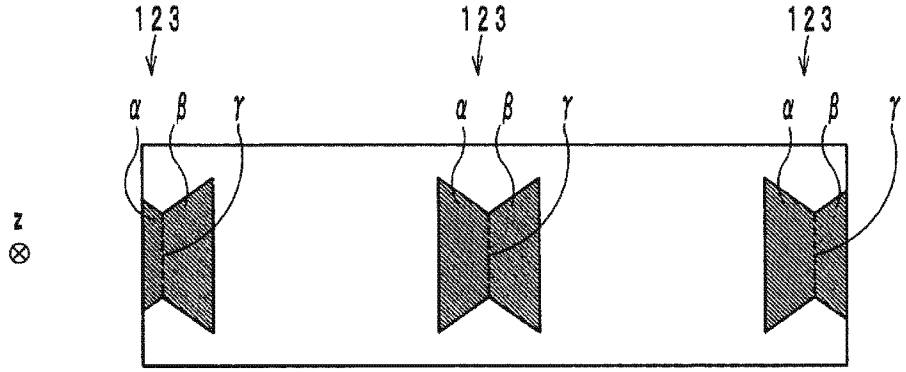
[図11]

図11



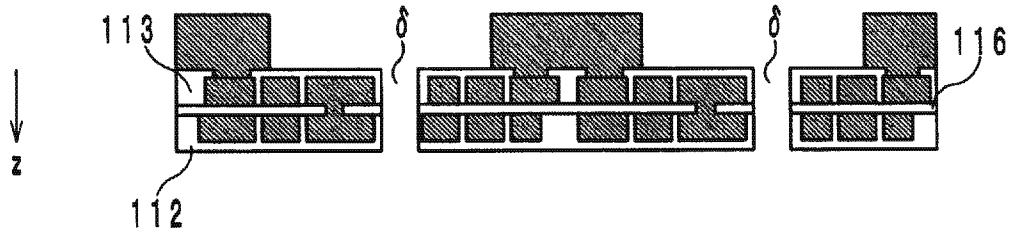
[図12]

図12



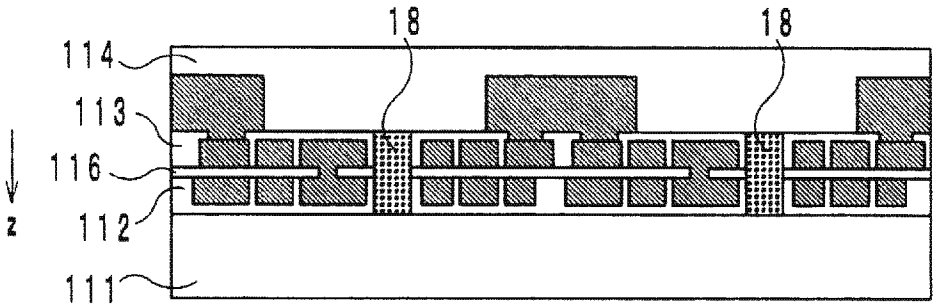
[図13]

図13



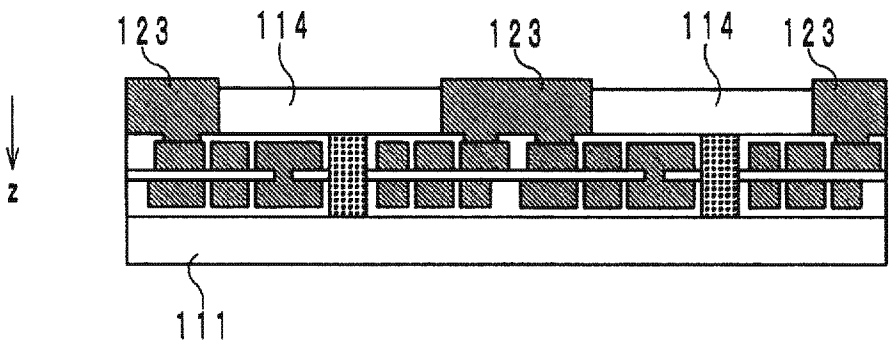
[図14]

図14



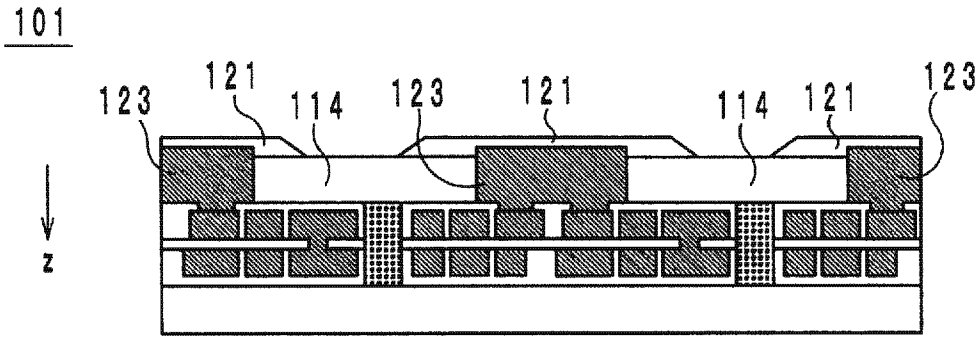
[図15]

図15



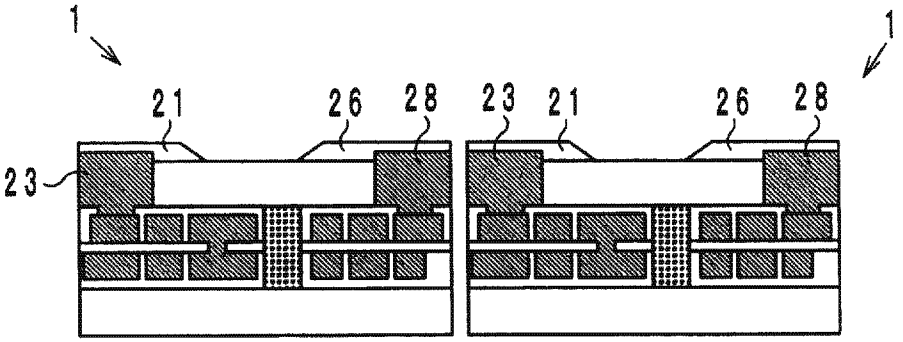
[図16]

図16



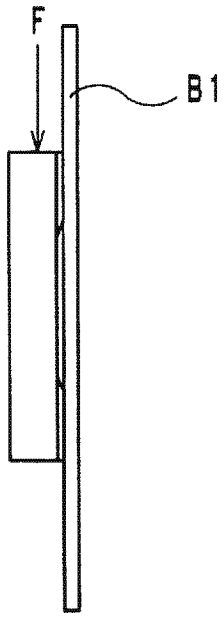
[図17]

図17



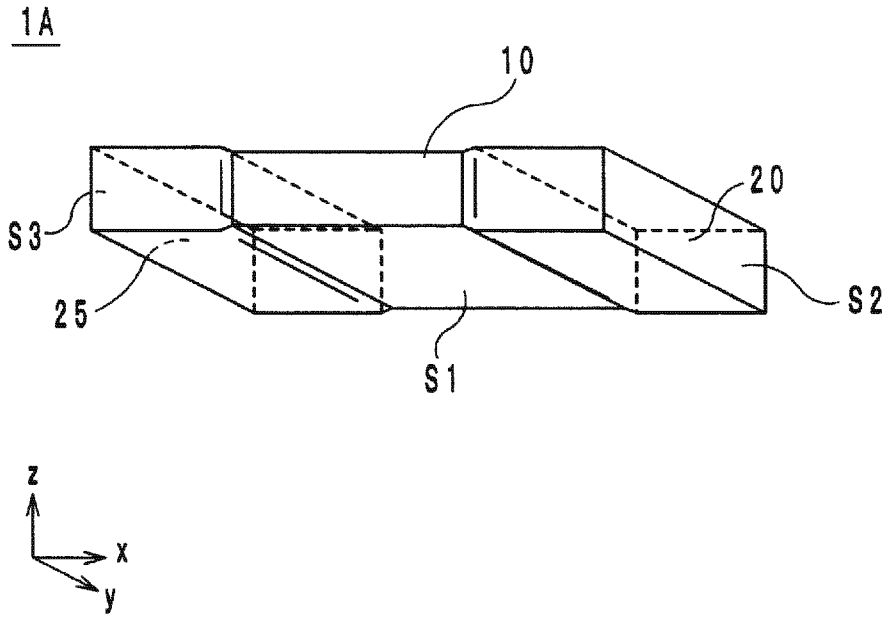
[図18]

図18



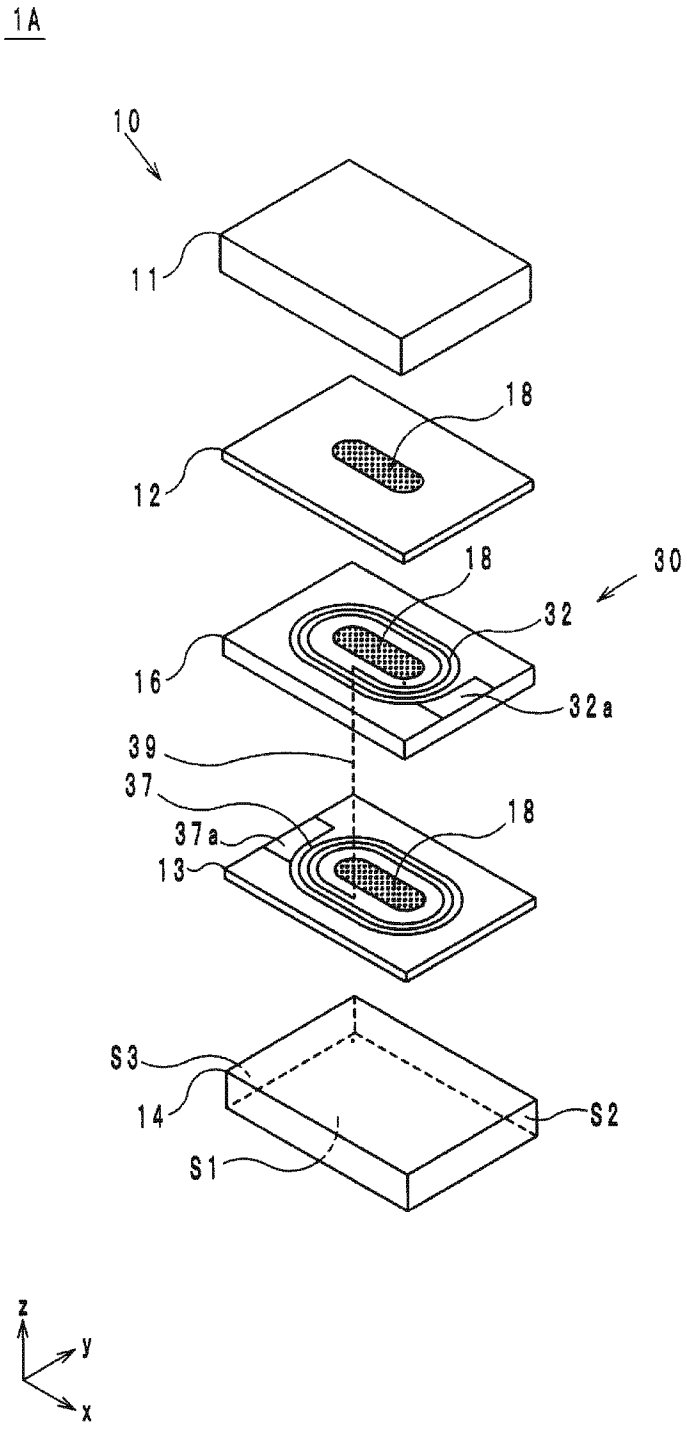
[図19]

図19

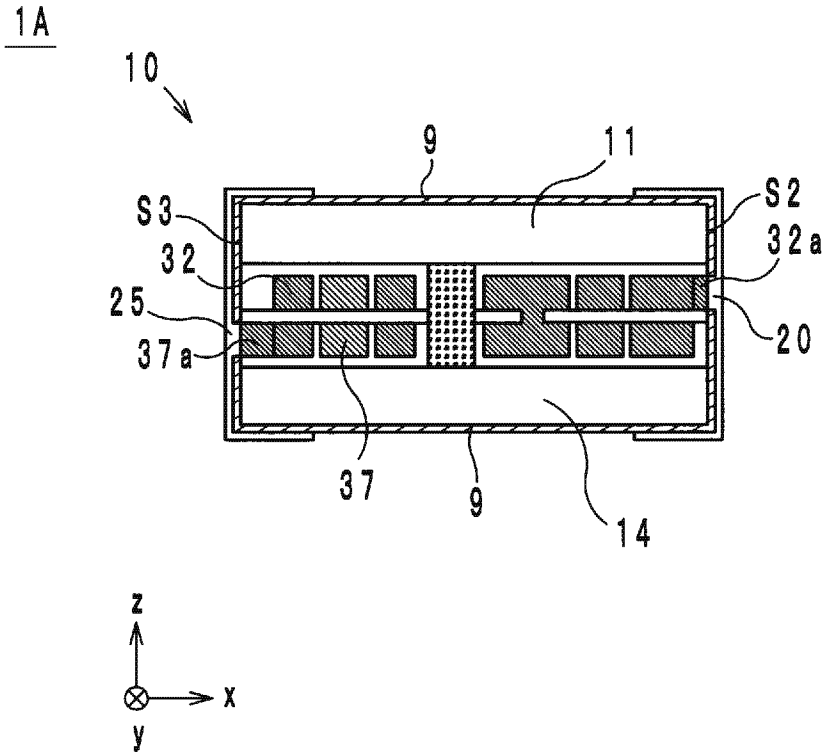


[図20]

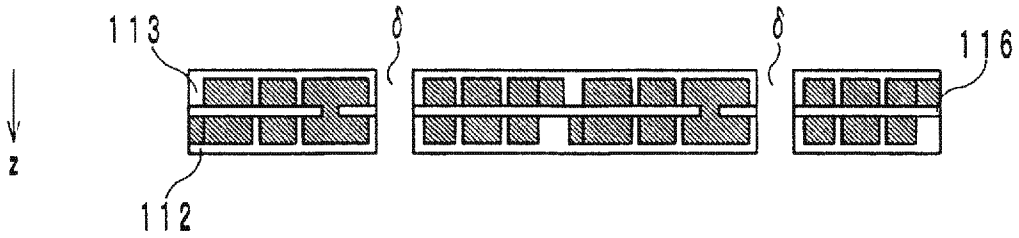
図20



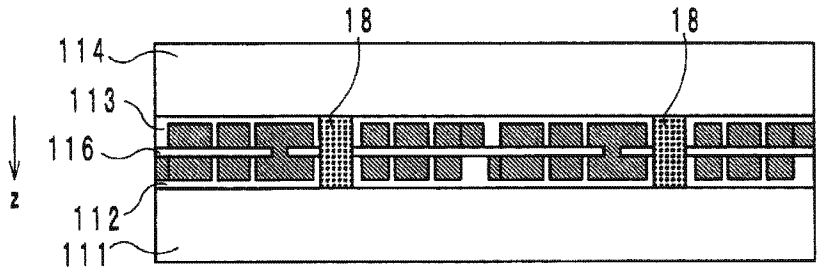
[図21]
図21



[図22]
図22

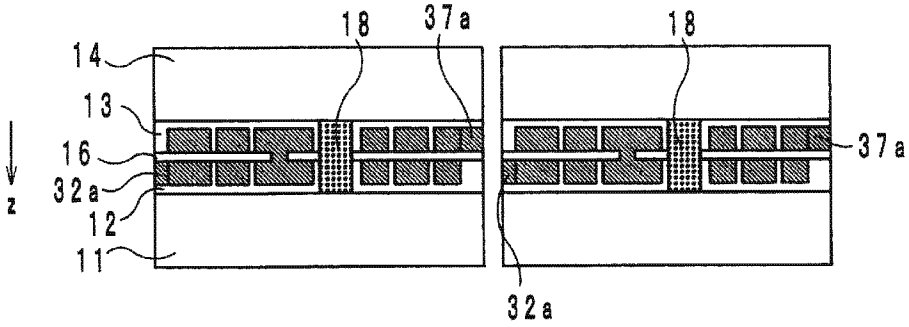


[図23]
図23



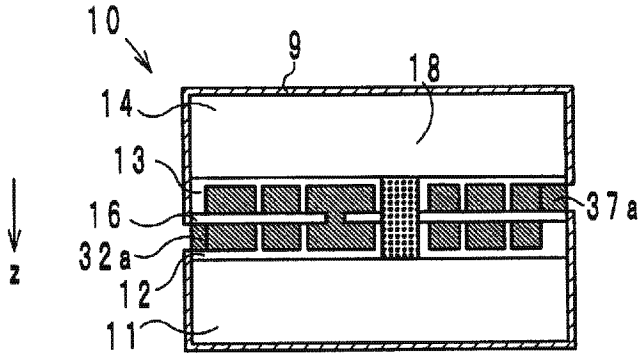
[図24]

図24



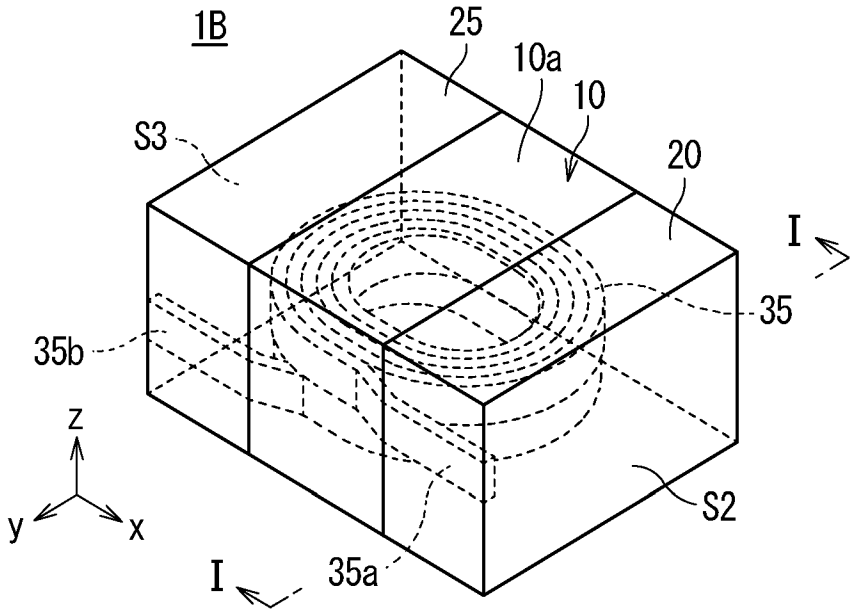
[図25]

図25



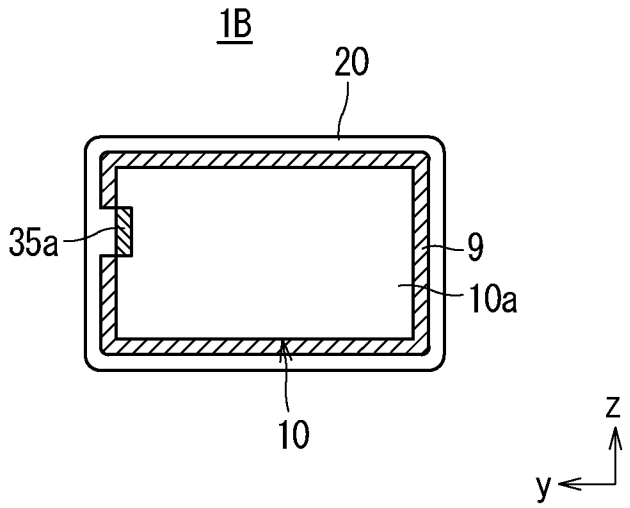
[図26]

図26



[図27]

図２７



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/071057

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01F27/02(2006.01)i, *H01F17/00*(2006.01)i, *H01F27/23*(2006.01)i, *H01F41/04*(2006.01)i, *H01G4/12*(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)
H01F27/02, H01F17/00, H01F27/23, H01F41/04, H01G4/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 2012-15395 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 19 January 2012 (19.01.2012), paragraph [0022]; fig. 3 (Family: none)	1-8
A	JP 2009-55412 A (TDK Corp.), 12 March 2009 (12.03.2009), paragraph [0048]; fig. 5B (Family: none)	1-8
A	JP 10-223407 A (Mitsubishi Materials Corp.), 21 August 1998 (21.08.1998), paragraphs [0024] to [0031] (Family: none)	1-8

☒ 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
10 September 2015 (10.09.15)	29 September 2015 (29.09.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/071057

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-33237 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 31 January 2002 (31.01.2002), paragraphs [0020] to [0031] & US 2003/0134133 A1 & EP 1335392 A1 & DE 60201329 D & DE 60201329 T & AT 277415 T	1-8
A	JP 9-148105 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 06 June 1997 (06.06.1997), paragraphs [0012] to [0014] (Family: none)	1-8
A	JP 2011-249615 A (Mitsubishi Materials Corp.), 08 December 2011 (08.12.2011), paragraphs [0023] to [0026] (Family: none)	1-8
P,X P,A	WO 2014/119564 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 07 August 2014 (07.08.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-6 7,8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０７１０５７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01F27/02(2006.01)i, H01F17/00(2006.01)i, H01F27/23(2006.01)i, H01F41/04(2006.01)i, H01G4/12(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.　H01F27/02, H01F17/00, H01F27/23, H01F41/04, H01G4/12

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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
A	JP 2012-15395 A (株式会社村田製作所) 2012.01.19, 段落[0022], 図３ (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2009-55412 A (ＴＤＫ株式会社) 2009.03.12, 段落[0048], 図5B (ファミリーなし)	1-8
A	JP 10-223407 A (三菱マテリアル株式会社) 1998.08.21, 段落[0024]-[0031] (ファミリーなし)	1-8

☑　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	国際調査報告の発送日
１０．０９．２０１５	２９．０９．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｄ　４４４５
堀　拓也
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
A	JP 2002-33237 A（松下電器産業株式会社）2002.01.31, 段落[0020]-[0031] & US 2003/0134133 A1 & EP 1335392 A1 & DE 60201329 D & DE 60201329 T & AT 277415 T	1-8
A	JP 9-148105 A（松下電器産業株式会社）1997.06.06, 段落[0012]-[0014]（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2011-249615 A（三菱マテリアル株式会社）2011.12.08, 段落[0023]-[0026]（ファミリーなし）	1-8
P,X P,A	WO 2014/119564 A1（株式会社村田製作所）2014.08.07, 全文,全図（ファミリーなし）	1-6 7,8