

(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



(10) 国際公開番号

WO 2011/121828 A1

(43) 国際公開日

2011 年 10 月 6 日(06.10.2011)

PCT

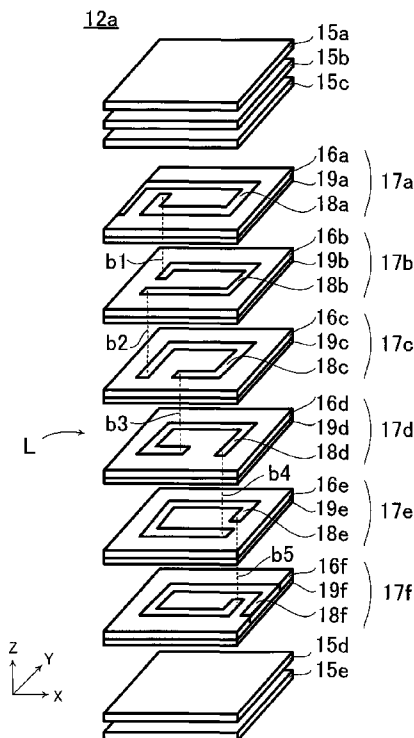
- (51) 国際特許分類:
H01F 41/04 (2006.01) H01F 17/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/068280
- (22) 国際出願日: 2010 年 10 月 18 日(18.10.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-082720 2010 年 3 月 31 日(31.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [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: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤 陽一郎(Ito, Yoichiro) [JP/JP]; 〒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).
- (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRONIC COMPONENT AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 電子部品及びその製造方法

[図2]



(57) Abstract: Disclosed are: an electronic component which is capable of suppressing the generation of magnetic saturation due to magnetic fluxes around coil conductors; and a method for manufacturing the electronic component. A first insulator layer (19) having a first Ni content is prepared. A coil conductor (18) and a second insulator layer (16) having a first Bi content and a second Ni content that is higher than the first Ni content are formed on the first insulator layer (19). The first insulator layer (19), the coil conductor (18) and the second insulator layer (16) form a first unit layer (17). A laminate (12) is obtained by laminating the first unit layer (17) and an insulator layer (15) for outer packaging. After that, the laminate (12) is fired. After the firing process of the laminate (12), the Ni content in a first portion of the first insulator layer (19), said first portion being sandwiched by the coil conductor (18) from the both sides in the z-axis direction, is lower than the Ni content in a second portion that is the portion other than the first portion in the first insulator layer (19).

(57) 要約: 各コイル導体の周囲を周回する磁束による磁気飽和の発生を抑制できる電子部品及びその製造方法を提供する。第1のNi含有率を有する第1の絶縁体層19を準備する。第1の絶縁体層19上にコイル導体18と第1のBi含有率を有し前記第1のNi含有率よりも高い第2のNi含有率を有する第2の絶縁体層16を形成する。第1の絶縁体層19、コイル導体18及び第2の絶縁体層16は、第1の単位層17を構成している。第1の単位層17及び外装用絶縁体層15を積層して積層体12を得る。この後、積層体12を焼成する。積層体12を焼成する工程の後には、第1の絶縁体層19におけるコイル導体18にz軸方向の両側から挟まれている第1の部分でのNi含有率は、第1の絶縁体層19における第1の部分以外の第2の部分でのNi含有率よりも低くなっている。

WO 2011/121828 A1



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に関し、より特定のには、コイルを内蔵している電子部品及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来のこの種の電子部品としては、例えば、特許文献１に記載の開磁路型積層コイル部品が知られている。図９は、特許文献１に記載の開磁路型積層コイル部品５００の断面構造図である。

[0003] 開磁路型積層コイル部品５００は、図９に示すように、積層体５０２及びコイルＬを備えている。積層体５０２は、複数の磁性体層が積層されることにより構成されている。コイルＬは、螺旋状をなし、複数のコイル導体５０６が接続されることにより構成されている。更に、開磁路型積層コイル部品５００は、非磁性体層５０４を備えている。非磁性体層５０４は、コイルＬを横切るように積層体５０２に設けられている。

[0004] 以上のような開磁路型積層コイル部品５００では、複数のコイル導体５０６の周囲を周回する磁束 ϕ ５１０が、非磁性体層５０４を通過するようになる。その結果、積層体５０２内において磁束が集中しすぎて磁気飽和が発生することが抑制されるようになる。その結果、開磁路型積層コイル部品５００は、優れた直流重畳特性を有するようになる。

[0005] ところで、開磁路型積層コイル部品５００では、複数のコイル導体５０６の周囲を周回する磁束 ϕ ５１０の他に、各コイル導体５０６の周囲を周回する磁束 ϕ ５１２も存在する。このような磁束 ϕ ５１２も、開磁路型積層コイル部品５００において磁気飽和を発生させる原因となっている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特開２００５－２５９７７４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] そこで、本発明の目的は、各コイル導体の周囲を周回する磁束による磁気飽和の発生を抑制でき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

- [0008] 上記問題点を解決するために本発明に係る電子部品の製造方法は、複数のコイル導体からなる螺旋状のコイルを内蔵している積層体を形成する工程と、前記積層体を焼成する工程と、を備えた電子部品の製造方法であって、前記積層体を形成する工程は、第1のN_i含有率を有する第1の絶縁体層を用意する過程と、前記第1の絶縁体層上に前記螺旋状のコイルを構成するコイル導体を設ける過程と、前記第1の絶縁体層上の前記コイル導体以外の部分に、第1のB_i含有率を有し前記第1のN_i含有率よりも高い第2のN_i含有率を有する第2の絶縁体層を設ける過程とでもって、第1の単位層を形成する工程と、前記第1の単位層を積層する工程と、を備えることを特徴とする。
- [0009] 更に、前記積層体を形成する工程は、第1のN_i含有率を有する第1の絶縁体層を用意する過程と、前記第1の絶縁体層上に前記螺旋状のコイルを構成するコイル導体を設ける過程と、前記第1の絶縁体層上の前記コイル導体以外の部分に、前記第1のB_i含有率よりも低い第2のB_i含有率を有し前記第1のN_i含有率よりも高い第3のN_i含有率を有する第3の絶縁体層を設ける過程とでもって、第2の単位層を形成する工程を更に含み、前記第1の単位層と前記第2の単位層とを積層する工程と、を備えることを特徴とする。
- [0010] あるいは、前記積層体を形成する工程は、第1のN_i含有率を有する第1の絶縁体層を用意する過程と、前記第1の絶縁体層上に前記螺旋状のコイルを構成するコイル導体を設ける過程と、前記第1の絶縁体層上の前記コイル導体以外の部分に、前記第2の絶縁体層および前記第1のB_i含有率よりも低い第2のB_i含有率を有し前記第1のN_i含有率よりも高い第3のN_i含

有率を有する第3の絶縁体層を設ける過程とでもって、第3の単位層を形成する工程を更に含み、前記第1の単位層と前記第3の単位層とを積層する工程と、を備えることを特徴とする。

[0011] また、前記第1の絶縁体層の厚みは、前記第2の絶縁体層および前記第3の絶縁体層の厚みよりも薄いこと、を特徴とし、前記第1の絶縁体層の厚みは、 $5\mu\text{m}$ 以上 $35\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

[0012] 更に、前記第1の絶縁体層は、Ni含有率が零の非磁性体層であることが好ましい。

[0013] また、前記第1の絶縁体層における前記コイル導体に積層方向の両側から挟まれている部分を第1の部分とし、前記第2の絶縁体層に積層方向の両側から挟まれている部分を第2の部分とした場合、前記積層体を焼成する工程の後には、前記第1の部分でのNi含有率は、前記第2の部分でのNi含有率よりも低くなっており、前記第2の部分でのNi含有率は、前記第2の絶縁体層でのNi含有率よりも低くなっていることが好ましい。

[0014] また、前記第1の絶縁体層における前記第3の絶縁体層に積層方向の両側から挟まれている部分を第3の部分とした場合、前記積層体を焼成する工程の後には、前記第3の部分でのNi含有率は、前記第2の部分でのNi含有率よりも低くなっており、前記第3の絶縁体層でのNi含有率よりも低くなっていることが好ましい。

[0015] 本発明に係る電子部品は、シート状の第1の絶縁体層と、前記第1の絶縁体層上に設けられているコイル導体と、前記第1の絶縁体層上の前記コイル導体以外の部分に設けられている第2の絶縁体層と、からなる第1の単位層を備えた電子部品であって、前記複数の第1の単位層が積層され複数の前記コイル導体が接続されることにより、螺旋状のコイルが構成されており、前記第1の絶縁体層における前記コイル導体に積層方向の両側から挟まれている部分を第1の部分とし、前記第2の絶縁体層に積層方向の両側から挟まれている部分を第2の部分とした場合、前記第1の部分でのNi含有率は、前記第2の部分でのNi含有率よりも低くなっており、前記第2の部分でのNi

i 含有率は、前記第 2 の絶縁体層での N i 含有率よりも低くなっていること、を特徴とする。

[0016] 更に、シート状の第 1 の絶縁体層と、前記第 1 の絶縁体層上に設けられているコイル導体と、前記第 1 の絶縁体層上の前記コイル導体以外の部分に設けられている第 3 の絶縁体層と、からなる第 2 の単位層を更に備えた電子部品であって、前記第 1 の単位層及び前記第 2 の単位層が積層され複数の前記コイル導体が接続されることにより、螺旋状のコイルが構成されており、前記第 1 の絶縁体層における前記第 3 の絶縁体層に積層方向の両側から挟まれている部分を第 3 の部分とした場合、前記第 3 の部分での N i 含有率は、前記第 2 の部分での N i 含有率よりも低くなっており、前記第 3 の絶縁体層での N i 含有率よりも低くなっていること、を特徴とする。

[0017] あるいは、シート状の第 1 の絶縁体層と、前記第 1 の絶縁体層上に設けられているコイル導体と、前記第 1 の絶縁体層上の前記コイル導体以外の部分に設けられている前記第 2 の絶縁体層および第 3 の絶縁体層と、からなる第 3 の単位層を更に備えた電子部品であって、前記第 1 の単位層及び前記第 3 の単位層が積層され複数の前記コイル導体が接続されることにより、螺旋状のコイルが構成されており、前記第 1 の絶縁体層における前記第 3 の絶縁体層に積層方向の両側から挟まれている部分を第 3 の部分とした場合、前記第 3 の部分での N i 含有率は、前記第 2 の部分での N i 含有率よりも低くなっており、前記第 3 の絶縁体層での N i 含有率よりも低くなっていること、を特徴とする。

発明の効果

[0018] 本発明の電子部品によれば、各コイル導体の周囲を周回する磁束による磁気飽和の発生を抑制でき、電流通電時のインダクタンス値の低下を抑えることができる。

[0019] また、本発明の電子部品の製造方法によれば、コイル導体に積層方向の両側から挟まれている非磁性体層を精度よく形成することができる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]本発明に係わる電子部品の実施形態の外観を示す斜視図である。
- [図2]一実施形態に係る電子部品の積層体の分解斜視図である。
- [図3]図1のA-Aにおける電子部品の断面構造図である。
- [図4]第1のモデルと第2のモデルにおけるシミュレーション結果を示したグラフである。
- [図5]第1の変形例に係る電子部品の断面構造図である。
- [図6]第3のモデルと第4のモデルにおけるシミュレーション結果を示したグラフである。
- [図7]第2の変形例に係る電子部品の断面構造図である。
- [図8]第3の変形例に係る電子部品の断面構造図である。
- [図9]特許文献1に記載の開磁路型積層コイル部品の断面構造図である。

発明を実施するための形態

- [0021] 以下に、本発明の実施形態に係る電子部品及びその製造方法について説明する。

(電子部品の構成)

以下に、本発明に係る電子部品について図面を参照しながら説明する。図1は、実施形態に係る電子部品10a～10dの外観を示す斜視図である。図2は、一実施形態に係る電子部品10aの積層体12aの分解斜視図である。図3は、図1のA-Aにおける電子部品10aの断面構造図である。図2に示す積層体12aは、焼成前の状態を示している。一方、図3に示す電子部品10aは、焼成後の状態を示している。以下、電子部品10aの積層方向をz軸方向と定義し、電子部品10aの長辺に沿った方向をx軸方向と定義し、電子部品10aの短辺に沿った方向をy軸方向と定義する。x軸、y軸及びz軸は互いに直交している。

- [0022] 電子部品10aは、図1に示すように、積層体12a及び外部電極14a、14bを備えている。積層体12aは、直方体状をなしており、コイルLを内蔵している。

- [0023] 外部電極14a、14bはそれぞれ、コイルLに電氣的に接続されており

、互いに対向している積層体 12 a の側面に設けられている。本実施形態では、外部電極 14 a、14 b は、x 軸方向の両端に位置する 2 つの側面を覆うように設けられている。

[0024] 積層体 12 a は、図 2 に示すように、外装用絶縁体層 15 a ~ 15 e、第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 f、第 2 の絶縁体層 16 a ~ 16 f、コイル導体 18 a ~ 18 f 及びビアホール導体 b 1 ~ b 5 により構成されている。

[0025] 外装用絶縁体層 15 a ~ 15 e はそれぞれ、長形状をなしており、後述の第 2 の絶縁体層 16 a ~ 16 f と同じ、第 1 の B i 含有率を有し第 1 の N i 含有率よりも高い第 2 の N i 含有率を有する絶縁体層である。すなわち、B i を含有する N i - C u - Z n 系フェライトからなる 1 枚のシート状の磁性体層である。外装用絶縁体層 15 c、15 b、15 a は、コイル導体 18 a ~ 18 f が設けられている領域よりも z 軸方向の正方向側においてこの順に積層され、外層を構成している。また、外装用絶縁体層 15 d、15 e は、コイル導体 18 a ~ 18 f が設けられている領域よりも z 軸方向の負方向側にこの順に積層され、外層を構成している。

[0026] 第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 f は、図 2 に示すように、長形状をなしており、第 1 の N i 含有率を有する絶縁体層である。本実施形態では、第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 f は、N i 含有率が零の C u - Z n 系フェライトからなる非磁性体層である。ただし、第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 f は、焼成前には非磁性体層であるが、焼成後には部分的に磁性体層となっている。この点については、後述する。

[0027] コイル導体 18 a ~ 18 f は、図 2 に示すように、A g からなる導電性材料からなり、7 / 8 ターンの長さを有しており、ビアホール導体 b 1 ~ b 5 と共にコイル L を構成している。コイル導体 18 a ~ 18 f はそれぞれ、第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 f 上に設けられている。また、コイル導体 18 a の一端は、第 1 の絶縁体層 19 a 上において x 軸方向の負方向側の辺に引き出されており、引き出し導体を構成している。コイル導体 18 a の一端は、図 1 の外部電極 14 a に接続されている。コイル導体 18 f の一端は、第 1

の絶縁体層 19 f 上において x 軸方向の正方向側の辺に引き出されており、引き出し導体を構成している。コイル導体 18 f の一端は、図 1 の外部電極 14 b に接続されている。また、コイル導体 18 a ~ 18 f は、z 軸方向から平面視したときに、互いに重なり合っ一つの長形状の環を形成している。

[0028] ビアホール導体 b 1 ~ b 5 は、図 2 に示すように、第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 e を z 軸方向に貫通しており、z 軸方向に隣り合っているコイル導体 18 a ~ 18 f を接続している。具体的には、ビアホール導体 b 1 は、コイル導体 18 a の他端とコイル導体 18 b の一端とを接続している。ビアホール導体 b 2 は、コイル導体 18 b の他端とコイル導体 18 c の一端とを接続している。ビアホール導体 b 3 は、コイル導体 18 c の他端とコイル導体 18 d の一端とを接続している。ビアホール導体 b 4 は、コイル導体 18 d の他端とコイル導体 18 e の一端とを接続している。ビアホール導体 b 5 は、コイル導体 18 e の他端とコイル導体 18 f の他端（なお、前記の通りコイル導体 18 f の一端は引き出し導体）とを接続している。以上のように、コイル導体 18 a ~ 18 f 及びビアホール導体 b 1 ~ b 5 は、z 軸方向に延在するコイル軸を有する螺旋状のコイル L を構成している。

[0029] 第 2 の絶縁体層 16 a ~ 16 f はそれぞれ、図 2 に示すように、第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 f 上においてコイル導体 18 a ~ 18 f 以外の部分に設けられている。よって、第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 f の主面は、第 2 の絶縁体層 16 a ~ 16 f 及びコイル導体 18 a ~ 18 f により覆い隠されている。更に、第 2 の絶縁体層 16 a ~ 16 f 及びコイル導体 18 a ~ 18 f の主面はそれぞれ、一つの平面を構成しており、面一となっている。また、第 2 の絶縁体層 16 a ~ 16 f は、第 1 の B i 含有率を有し第 1 の N i 含有率よりも高い第 2 の N i 含有率を有する絶縁体層である。すなわち、本実施形態では、第 2 の絶縁体層 16 a ~ 16 f は、B i を含有する N i - C u - Z n 系フェライトからなる磁性体層である。

[0030] ここで、第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 f の厚みは、第 2 の絶縁体層 16 a

～16fの厚みよりも薄い。具体的には、第1の絶縁体層19a～19fの厚みは、5 μ m以上35 μ m以下である。

[0031] 以上のように構成された第1の絶縁体層19a～19f、第2の絶縁体層16a～16f及びコイル導体18a～18fはそれぞれ、第1の単位層17a～17fを構成している。そして、第1の単位層17a～17fは、外装用絶縁体層15a～15cと外装用絶縁体層15d、15eとの間においてこの順に連続して積層されている。これにより、積層体12aが構成されている。

[0032] 以上のような積層体12aが焼成され、外部電極14a、14bが形成されると、電子部品10aは、図3に示す断面構造を有するようになる。具体的には、積層体12aの焼成時に、第1の絶縁体層19a～19fの一部におけるNi含有率が、第1のNi含有率よりも高くなる。すなわち、第1の絶縁体層19a～19fの一部が、非磁性体層から磁性体層へと変化する。

[0033] より詳細には、図3に示すように、電子部品10aでは、第1の絶縁体層19a～19fは、第1の部分20a～20e及び第2の部分22a～22fを含んでいる。第1の部分20a～20eは、第1の絶縁体層19a～19eにおいて、コイル導体18a～18fにz軸方向の両側から挟まれている部分である。具体的には、第1の部分20aは、第1の絶縁体層19aにおいて、コイル導体18aとコイル導体18bとに挟まれた部分である。第1の部分20bは、第1の絶縁体層19bにおいて、コイル導体18bとコイル導体18cとに挟まれた部分である。第1の部分20cは、第1の絶縁体層19cにおいて、コイル導体18cとコイル導体18dとに挟まれた部分である。第1の部分20dは、第1の絶縁体層19dにおいて、コイル導体18dとコイル導体18eとに挟まれた部分である。第1の部分20eは、第1の絶縁体層19eにおいて、コイル導体18eとコイル導体18fとに挟まれた部分である。

[0034] また、第2の部分22a～22fは、第1の絶縁体層19a～19fにおいて、第1の部分20a～20e以外の部分である。ただし、第1の絶縁体

層 19 f には、第 1 の部分 20 f は存在せず、第 2 の部分 22 f のみ存在する。これは、第 1 の絶縁体層 19 f は、z 軸方向の最も負方向側に位置するコイル導体 18 f よりも z 軸方向の負方向側に位置しているためである。

[0035] 第 1 の部分 20 a ~ 20 e での Ni 含有率は、第 2 の部分 22 a ~ 22 f での Ni 含有率よりも低くなっている。本実施形態では、第 1 の部分 20 a ~ 20 e には、Ni が含まれていない。よって、第 1 の部分 20 a ~ 20 e は、非磁性体層である。一方、第 2 の部分 22 a ~ 22 f には、Ni が含まれている。よって、第 2 の部分 22 a ~ 22 f は磁性体層である。また、第 2 の部分 22 a ~ 22 f での Ni 含有率は、第 2 の絶縁体層 16 a ~ 16 f での Ni 含有率よりも低くなっている。

(電子部品の製造方法)

以下に、電子部品 10 a の製造方法について図面を参照しながら説明する。なお、以下では、複数の電子部品 10 a を同時に作成する際の電子部品 10 a の製造方法について説明する。

[0036] まず、図 2 の第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 f となるべきセラミックグリーンシートを準備する。具体的には、酸化第二鉄 (Fe_2O_3)、酸化亜鉛 (ZnO) 及び酸化銅 (CuO) を所定の比率で秤量したそれぞれの材料を原材料としてボールミルに投入し、湿式調合を行う。得られた混合物を乾燥してから粉碎し、得られた粉末を 800℃で 1 時間仮焼する。得られた仮焼粉末をボールミルにて湿式粉碎した後、乾燥してから解砕して、フェライトセラミック粉末を得る。

[0037] このフェライトセラミック粉末に対して水系バインダー（酢酸ビニル、水溶性アクリル等）と有機バンダー（ポリビニルブチラールなど）、分散剤、消泡材を加えてボールミルで混合を行い、その後、減圧により脱泡を行い、セラミックスラリーを得る。このセラミックスラリーをドクターブレード法により、キャリアシート上にシート状に形成して乾燥させ、第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 f となるべきセラミックグリーンシートを作製する。

[0038] 次に、図 2 の外装用絶縁体層 15 a ~ 15 e となるべきセラミックグリーン

ンシートを準備する。具体的には、酸化第二鉄 (Fe_2O_3)、酸化亜鉛 (ZnO)、酸化ニッケル (NiO) 及び酸化銅 (CuO)、酸化ビスマス (Bi_2O_3) を所定の比率で秤量したそれぞれの材料を原材料としてボールミルに投入し、湿式調合を行う。得られた混合物を乾燥してから粉碎し、得られた粉末を 800°C で 1 時間仮焼する。得られた仮焼粉末をボールミルにて湿式粉碎した後、乾燥してから解砕して、フェライトセラミック粉末を得る。

[0039] このフェライトセラミック粉末に対して水系バインダー（酢酸ビニル、水溶性アクリル等）と有機バンダー（ポリビニルブチラールなど）、分散剤、消泡材を加えてボールミルで混合を行い、その後、減圧により脱泡を行い、セラミックスラリーを得る。このセラミックスラリーの酸化ビスマスの割合は、原料比で 1.5 重量%となるようにした。このセラミックスラリーをドクターブレード法により、キャリアシート上にシート状に形成して乾燥させ、外装用絶縁体層 15a ~ 15e となるべきセラミックグリーンシートを製作する。

[0040] 次に、図 2 の第 2 の絶縁体層 16a ~ 16f となるべきセラミックペースト層のセラミックペーストを準備する。具体的には、酸化第二鉄 (Fe_2O_3)、酸化亜鉛 (ZnO)、酸化ニッケル (NiO) 及び酸化銅 (CuO)、酸化ビスマス (Bi_2O_3) を所定の比率で秤量したそれぞれの材料を原材料としてボールミルに投入し、湿式調合を行う。得られた混合物を乾燥してから粉碎し、得られた粉末を 800°C で 1 時間仮焼する。得られた仮焼粉末をボールミルにて湿式粉碎した後、乾燥してから解砕して、フェライトセラミック粉末を得る。

[0041] このフェライトセラミック粉末に対して、バンダー（エチルセルロース、PVB、メチルセルロースやアクリル樹脂等）とテレピネールと分散剤、可塑剤を混合したものを配合して混練し、第 2 の絶縁体層 16a ~ 16f となるべきセラミックペースト層のセラミックペーストを得た。ここで、このセラミックペーストの酸化ビスマスの割合は、原料比で 1.5 重量%となるようにした。

- [0042] 次に、図2に示すように、第1の絶縁体層19a～19eとなるべきセラミックグリーンシートのそれぞれに、ビアホール導体b1～b5を形成する。具体的には、第1の絶縁体層19a～19eとなるべきセラミックグリーンシートにレーザビームを照射してビアホールを形成する。次に、このビアホールに対して、Ag, Pd, Cu, Auやこれらの合金などの導電性ペーストを印刷塗布などの方法により充填する。
- [0043] 次に、図2に示すように、第1の絶縁体層19a～19fとなるべきセラミックグリーンシート上にコイル導体18a～18fを形成する。具体的には、第1の絶縁体層19a～19fとなるべきセラミックグリーンシート上に、Ag, Pd, Cu, Auやこれらの合金などを主成分とする導電性ペーストをスクリーン印刷法などの方法で塗布することにより、コイル導体18a～18fを形成する。なお、コイル導体18a～18fを形成する工程とビアホールに対して導電性ペーストを充填する工程とは、同じ工程において行われてもよい。
- [0044] 次に、図2に示すように、第1の絶縁体層19a～19fとなるべきセラミックグリーンシート上のコイル導体18a～18f以外の部分に第2の絶縁体層16a～16fとなるセラミックペースト層を形成する。具体的には、このセラミックペーストをスクリーン印刷法などの方法で塗布することにより、第2の絶縁体層16a～16fとなるべきセラミックペースト層を形成する。以上の工程により、図2に示す第1の単位層17a～17fとなるべきセラミックグリーン層が形成される。
- [0045] 次に、図2に示すように、外装用絶縁体層15a～15cとなるべきセラミックグリーンシート、第1の単位層17a～17fとなるべきセラミックグリーン層及び外装用絶縁体層15d, 15eとなるべきセラミックグリーンシートをこの順に並ぶように積層・圧着して、未焼成のマザー積層体を得る。外装用絶縁体層15a～15cとなるべきセラミックグリーンシート、第1の単位層17a～17fとなるべきセラミックグリーン層及び外装用絶縁体層15d, 15eとなるべきセラミックグリーンシートの積層・圧着は

、１枚ずつ積層して仮圧着した後、未焼成のマザー積層体を静水圧プレスなどにより加圧して本圧着を行う。

[0046] なお、積層の際、第１の単位層１７ａ～１７ｆとなるべきセラミックグリーン層をｚ軸方向に連続して積層することにより、コイルＬを形成している。これにより、未焼成のマザー積層体では、図２に示すように、コイル導体１８ａ～１８ｆと第１の絶縁体層１９ａ～１９ｆが、ｚ軸方向に交互に並ぶようになる。

[0047] 次に、マザー積層体をカット刃により所定寸法の積層体１２ａにカットする。これにより未焼成の積層体１２ａが得られる。この未焼成の積層体１２ａには、脱バインダー処理及び焼成がなされる。脱バインダー処理は、例えば、低酸素雰囲気中において５００℃で２時間の条件で行われる。焼成は、例えば、８７０℃～９００℃で２．５時間の条件で行われる。

[0048] 焼成の際に、外装用絶縁体層１５ｄ、第２の絶縁体層１６ａ～１６ｆから第１の絶縁体層１９ａ～１９ｆへとＮｉの拡散が発生する。より詳細には、図３に示すように、第１の絶縁体層１９ａ～１９ｆの第２の部分２２ａ～２２ｆが、Ｎｉを含有する外装用絶縁体層１５ｄ、第２の絶縁体層１６ａ～１６ｆと接触しているので、第２の部分２２ａ～２２ｆには、外装用絶縁体層１５ｄ、第２の絶縁体層１６ａ～１６ｆからＮｉが拡散してくる。そのため、第２の部分２２ａ～２２ｆは磁性体層となる。ただし、第２の部分２２ａ～２２ｆでのＮｉ含有率は、外装用絶縁体層１５ｄ、第２の絶縁体層１６ａ～１６ｆでの第２のＮｉ含有率よりも低くなっている。

[0049] ここで、Ｎｉの拡散に関しては、外装用絶縁体層１５ｄと第２の絶縁体層１６ａ～１６ｆに含まれるＢｉの役割が非常に重要となる。

[0050] 外装用絶縁体層１５ｄおよび第２の絶縁体層１６ａ～１６ｆに含まれるＮｉが第１の絶縁体層１９ａ～１９ｆへ拡散する際、Ｂｉの量が多いほど、Ｎｉ拡散が促進される。つまり、外装用絶縁体層１５ｄと第２の絶縁体層１６ａ～１６ｆに含有されているＢｉがＮｉ拡散を助長する役割を果たす。したがって、本発明においては、外装用絶縁体層１５ｄおよび第２の絶縁体層１

6 a ~ 1 6 f には必ず B i が含有されている必要がある。

[0051] 一方、第 1 の絶縁体層 1 9 a ~ 1 9 e の第 1 の部分 2 0 a ~ 2 0 e は、外装用絶縁体層 1 5 d、第 2 の絶縁体層 1 6 a ~ 1 6 f と接触していないので、第 1 の部分 2 0 a ~ 2 0 e には、外装用絶縁体層 1 5 d、第 2 の絶縁体層 1 6 a ~ 1 6 f から N i が拡散してこない。そのため、第 1 の部分 2 0 a ~ 2 0 e は、N i を含有しない非磁性体層のままである。なお、第 1 の部分 2 0 a ~ 2 0 e は、原則として N i を含有していないものとしているが、第 2 の部分 2 2 a ~ 2 2 e を介して拡散してきた N i を含有しうる。よって、第 1 の部分 2 0 a ~ 2 0 e は、磁性を帯びない程度の僅かな量の N i を含有していてもよい。この場合でも、第 1 の部分 2 0 a ~ 2 0 e に N i 含有率は、第 2 の部分の N i 含有率よりは低くなっている。

[0052] 以上の工程により、焼成された積層体 1 2 a が得られる。積層体 1 2 a にバレル加工を施して、面取りを行う。その後、積層体 1 2 a の表面に、例えば、浸漬法等の方法により主成分が銀である電極ペーストを塗布及び焼き付けすることにより、外部電極 1 4 a、1 4 b となるべき銀電極を形成する。銀電極の焼き付けは、8 0 0 °C で 6 0 分間行われる。

[0053] 最後に、銀電極の表面に、N i めっき／S n めっきを施すことにより、外部電極 1 4 a、1 4 b を形成する。以上の工程を経て、図 1 に示すような電子部品 1 0 a が完成する。

(効果)

電子部品 1 0 a 及びその製造方法では、以下に説明するように、各コイル導体 1 8 a ~ 1 8 f の周囲を周回する磁束による磁気飽和の発生を抑制できる。より詳細には、電子部品 1 0 a のコイル L に電流が流れると、図 3 に示すようなコイル導体 1 8 a ~ 1 8 f の全体の周囲を周回する相対的に長い磁路を有する磁束 ϕ_1 が発生すると共に、各コイル導体 1 8 a ~ 1 8 f の周囲を周回する相対的に短い磁束を有する磁束 ϕ_2 (図 3 では、コイル導体 1 8 d の周囲に発生する磁束 ϕ_2 のみ記載) が発生する。そして、磁束 ϕ_2 は、磁束 ϕ_1 と同様に、電子部品 1 0 a において磁気飽和を発生させる原因とな

りうる。

[0054] そこで、上記製造方法により作製された電子部品 10 a では、第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 f において、コイル導体 18 a ~ 18 f により z 軸方向の両側から挟まれている第 1 の部分 20 a ~ 20 e は、非磁性体層となっている。そのため、各コイル導体 18 a ~ 18 f の周囲を周回する磁束 $\phi 2$ は、非磁性体層である第 1 の部分 20 a ~ 20 e を通過するようになる。よって、磁束 $\phi 2$ の磁束密度が高くなりすぎて電子部品 10 a において磁気飽和が発生することが抑制される。その結果、電子部品 10 a の直流重畳特性が向上する。

[0055] 本願発明者は、電子部品 10 a 及びその製造方法が奏する効果をより明確なものとするために、以下に説明するコンピュータシミュレーションを行った。具体的には、電子部品 10 a に相当する第 1 のモデルを作製すると共に、電子部品 10 a の第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 f を磁性体層とした第 2 のモデルを作製した。シミュレーション条件は、以下の通りである。

コイル L のターン数：8.5 ターン

電子部品のサイズ：2.5 mm × 2.0 mm × 1.0 mm

第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 f の厚み：10 μ m

図 4 は、シミュレーション結果を示したグラフである。横軸はそれぞれのモデルに与える電流値を示している。縦軸は電流値がほぼゼロ（0.001 A）の時のインダクタンス値を基準とした場合のインダクタンス変化率を示す。

[0056] 図 4 によれば、第 1 のモデルは、第 2 のモデルに比べて、電流値が大きくなっても、インダクタンス変化率が少ない。すなわち、第 1 のモデルは、第 2 のモデルに比べて優れた直流重畳特性を有していることが分かる。これは、第 2 のモデルでは、第 1 のモデルよりも、各コイル導体を周回する磁束によって磁気飽和が発生し易くなっていることを意味している。以上より、電子部品 10 a 及びその製造方法では、各コイル導体 18 a ~ 18 f の周囲を周回する磁束 $\phi 2$ による磁気飽和の発生を抑制できていることが分かる。

- [0057] 更に、電子部品 10a 及びその製造方法では、非磁性体層である第 1 の部分 20a ~ 20e を精度よく形成することができる。より詳細には、一般的な電子部品において、コイル導体に挟まれている部分に非磁性体層を形成する方法としては、例えば、コイル導体に挟まれる部分に非磁性体のペーストを印刷することが考えられる。
- [0058] しかしながら、非磁性体のペーストを印刷する方法の場合には、印刷ずれや積層ずれによって、非磁性体層がコイル導体に挟まれている部分からはみ出してしまうおそれがある。このように、非磁性体層がコイル導体に挟まれている部分からはみ出すと、コイル導体全体を周回する長い磁路を有する磁束を妨げてしまうおそれがある。すなわち、所望の磁束以外の磁束も非磁性体層を通過するようになってしまう。
- [0059] 一方、上記電子部品 10a 及びその製造方法では、積層体 12a が作製された後、焼成時に非磁性体層である第 1 の部分 20a ~ 20e が形成される。よって、印刷ずれや積層ずれによって、第 1 の部分 20a ~ 20e が、コイル導体 18a ~ 18f により挟まれた部分からはみ出すことがない。その結果、電子部品 10a 及びその製造方法では、非磁性体層である第 1 の部分 20a ~ 20e を精度よく形成することができる。その結果、所望の磁束 ϕ_2 以外の磁束 ϕ_1 が非磁性体層を通過することが抑制される。
- [0060] また、電子部品 10a では、第 1 の単位層 17a ~ 17f は、外装用絶縁体層 15a ~ 15c と外装用絶縁体層 15d, 15e との間においてこの順に連続して積層されている。これにより、非磁性体層は、コイル導体 18a ~ 18f に挟まれている第 1 の部分 20a ~ 20e にのみ設けられるようになる。そして、コイル L を横切るような非磁性体層は存在しなくなる。
- [0061] また、電子部品 10a 及びその製造方法では、第 1 の絶縁体層 19a ~ 19f の厚さは $5\mu\text{m}$ 以上 $35\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。
- [0062] 第 1 の絶縁体層 19a ~ 19f の厚さが $5\mu\text{m}$ より小さい場合には、第 1 の絶縁体層 19a ~ 19f となるべきセラミックグリーンシートの作製が困難となる。一方、第 1 の絶縁体層 19a ~ 19f の厚さが $35\mu\text{m}$ より大き

い場合には、Niが十分に拡散せず、第2の部分22a～22fを磁性体層とすることが困難となる。

[0063] なお、電子部品10aでは、コイルLを横切るような非磁性体層は存在しない。しかしながら、電子部品10aにおいて第1の部分20a～20e以外の部分にも非磁性体層が存在していてもよい。これによって、電子部品の直流重量特性を調整したり、インダクタンス値を調整したりできるからである。以下に、第1の部分20a～20e以外の部分に非磁性体層が設けられた変形例に係る電子部品について説明を行う。

(第1の変形例)

以下に、第1の変形例に係る電子部品10b及びその製造方法について図面を参照しながら説明する。図5は、第1の変形例に係る電子部品10bの断面構造図である。図5では、図面が煩雑になることを避けるために、図3と同じ構成の参照符号については一部省略してある。

[0064] 電子部品10aと電子部品10bとの相違点は、電子部品10bでは、磁性体層である第2の絶縁体層16c、16dの代わりに第1のBi含有率よりも低い第2のBi含有率を有し第1のNi含有率よりも高い第3のNi含有率を有する第3の絶縁体層26c、26dを用いている点である。

[0065] ここで、第3の絶縁体層26c、26dはそれぞれ、第1の絶縁体層19c、19d上においてコイル導体18c、18d以外の部分に設けられている。よって、第1の絶縁体層19c、19dの主面は、第3の絶縁体層26c、26d及びコイル導体18c、18dにより覆い隠されている。更に、第3の絶縁体層26c、26d及びコイル導体18c、18dの主面はそれぞれ、一つの平面を構成しており、面一となっている。また、第1の絶縁体層19c、19dの厚みは、第3の絶縁体層26c、26dの厚みよりも薄くなっている。

[0066] 第1の変形例に係る電子部品10bは、焼成の際に、第3の絶縁体層26c、26dから第1の絶縁体層19cへとNiが拡散してくる。

[0067] より詳細には、図6に示すように、第1の絶縁体層19cの第3の部分2

4 c（すなわち、第1の絶縁体層19 cにおいて、コイル導体18 cとコイル導体18 dとに挟まれた部分である第1の部分20 c以外の部分）が、第3の絶縁体層26 c、26 dと接触しているので、第3の部分24 cには、第3の絶縁体層26 c、26 dからNiが拡散してくる。

[0068] しかしながら、第2の絶縁体層16 a、16 b、16 e、16 fおよび外装用絶縁体層15 dから第1の絶縁体層19 a、19 b、19 d、19 eへのNiの拡散と比較して拡散量が少なくなる。

[0069] これは、前述したように、Niの拡散には、Biの役割が非常に重要であり、BiがNi拡散を助長する役割を果たす。一方で、第3の絶縁体層26 c、26 dのBi含有率が第2の絶縁体層16 a、16 b、16 e、16 fのBi含有率よりも低い。このため、第1の絶縁体層19 cの第3の部分24 cへのNiの拡散量が少なくなる。

[0070] したがって、第3の部分24 cは、磁性を帯びない程度の僅かな量のNiを含有する非磁性体層あるいは、第3の絶縁体層26 c、26 dと接触している極表層部分にのみNiを含有する非磁性体層となる。

[0071] ここで、第3の部分24 cでのNi含有率は、第2の部分22 a、22 b、22 d、22 eのNi含有率よりも低く、第3の絶縁体層26 c、26 dでのNi含有率よりも低くなっている。

[0072] この結果、電子部品10 bでは、コイルLの内側および外側に非磁性体層である第3の部分24 cが設けられる。これにより、磁束 ϕ_1 が、非磁性体層である第3の部分24 cを通過するようになり、その結果、電子部品10 bにおいて、磁束 ϕ_1 による磁気飽和の発生が抑制されるようになる。

[0073] なお、電子部品10 bの製造方法としては、まず、第3の絶縁体層26 c、26 dとなるべきセラミックペースト層のセラミックペーストは以下のように準備した。

[0074] 具体的には、酸化第二鉄（ Fe_2O_3 ）、酸化亜鉛（ ZnO ）、酸化ニッケル（ NiO ）及び酸化銅（ CuO ）、酸化ビスマス（ Bi_2O_3 ）を所定の比率で秤量したそれぞれの材料を原材料としてボールミルに投入し、湿式調合を行

う。得られた混合物を乾燥してから粉碎し、得られた粉末を800℃で1時間仮焼する。得られた仮焼粉末をボールミルにて湿式粉碎した後、乾燥してから解砕して、フェライトセラミック粉末を得る。

[0075] このフェライトセラミック粉末に対して、バンダー（エチルセルローズ、PVB、メチルセルローズやアクリル樹脂等）とテレピネールと分散剤、可塑剤を混合したものを配合して混練し、第3の絶縁体層26c、26dとなるべきセラミックペースト層のセラミックペーストを得た。ここで、このセラミックスラリーの酸化ビスマスの割合は、原料比で0.2重量%となるようにした。

[0076] 次に、第1の絶縁体層19c、19dとなるべきセラミックグリーンシートに、ビアホール導体b3、b4を形成する。ビアホール導体b3、b4の形成方法については既に説明を行ったので省略する。

[0077] 次に、第1の絶縁体層19c、19dとなるべきセラミックグリーンシート上にコイル導体18c、18dを形成する。コイル導体18c、18dの形成方法については既に説明を行ったので省略する。

[0078] 次に、第1の絶縁体層19c、19dとなるべきセラミックグリーンシート上のコイル導体18c、18c以外の部分に第3の絶縁体層26c、26dとなるセラミックペースト層を形成する。

[0079] 具体的には、このセラミックペーストをスクリーン印刷法などの方法で塗布することにより、第3の絶縁体層26c、26dとなるべきセラミックペースト層を形成する。

[0080] 以上の工程により、第2の単位層27c、27dとなるべきセラミックグリーン層が形成される。

[0081] 次に、外装用絶縁体層15a～15cとなるべきセラミックグリーンシート、第1の単位層17a～17b、第2の単位層27c、27d、第1の単位層17e～17fとなるべきセラミックグリーン層及び外装用絶縁体層15d、15eとなるべきセラミックグリーンシートをこの順に並ぶように積層・圧着して、未焼成のマザー積層体を得る。電子部品10bの製造方法に

おけるその他の工程は、電子部品 10a の製造方法におけるその他の工程と同じであるので説明を省略する。

- [0082] 電子部品 10b 及びその製造方法が奏する効果をより明確なものとするために、以下に説明するコンピュータシミュレーションを行った。具体的には、電子部品 10b に相当する第 3 のモデルを作製すると共に、電子部品 10b の第 1 の絶縁体層 19a、19b、19d、19e、19f を磁性体層とし、第 1 の絶縁体層 19c を非磁性体層とした第 4 のモデルを作製した。シミュレーション条件は、以下の通りである。

コイル L のターン数：8.5 ターン

電子部品のサイズ：2.5 mm × 2.0 mm × 1.0 mm

第 1 の絶縁体層 19a ~ 19f の厚み：10 μm

図 6 は、シミュレーション結果を示したグラフである。横軸はそれぞれのモデルに与える電流値を示している。縦軸は電流値がほぼゼロ（0.001 A）の時のインダクタンス値を基準とした場合のインダクタンス変化率を示す。

- [0083] 図 6 によれば、第 3 のモデルは、第 4 のモデルに比べて、電流値が大きくなっても、インダクタンス変化率が少ない。すなわち、第 3 のモデルは、第 4 のモデルに比べて優れた直流重畳特性を有していることが分かる。これは、第 4 のモデルでは、第 3 のモデルよりも、各コイル導体を周回する磁束によって磁気飽和が発生し易くなっていることを意味している。以上より、電子部品 10b 及びその製造方法では、各コイル導体 18a ~ 18f の周囲を周回する磁束 ϕ_2 による磁気飽和の発生を抑制できていることが分かる。

（第 2 の変形例）

以下に、第 2 の変形例に係る電子部品 10c 及びその製造方法について図面を参照しながら説明する。図 7 は、第 2 の変形例に係る電子部品 10c の断面構造図である。図 7 では、図面が煩雑になることを避けるために、図 3 と同じ構成の参照符号については一部省略してある。

- [0084] 電子部品 10a と電子部品 10c との相違点は、電子部品 10c では、磁

性体層である第2の絶縁体層16c, 16dの代わりに、第2の絶縁体層36c, 36dおよび第1のBi含有率よりも低い第2のBi含有率を有し第1のNi含有率よりも高い第3のNi含有率を有する第3の絶縁体層46c, 46dを用いている点である。

[0085] ここで、第2の絶縁体層36c, 36dおよび第3の絶縁体層46c, 46dはそれぞれ、第1の絶縁体層19c, 19d上においてコイル導体18c, 18d以外の部分に設けられている。

[0086] 具体的には、第1の絶縁体層19c, 19dとなるべきセラミックグリーンシート上のコイル導体18c, 18dよりも外側の部分に、第3の絶縁体層46c, 46dが設けられ、第1の絶縁体層19c, 19dとなるべきセラミックグリーンシート上のコイル導体18c, 18dよりも内側の部分に、第2の絶縁体層36c, 36dが設けられている。

[0087] また、第1の絶縁体層19c, 19dの主面は、第2の絶縁体層36c, 36dおよび第3の絶縁体層46c, 46d及びコイル導体18c, 18dにより覆い隠されている。更に、第2の絶縁体層36c, 36dおよび第3の絶縁体層46c, 46d及びコイル導体18c, 18dの主面はそれぞれ、一つの平面を構成しており、面一となっている。また、第1の絶縁体層19c, 19dの厚みは、第2の絶縁体層36c, 36dおよび第3の絶縁体層46c, 46dの厚みよりも薄くなっている。

[0088] 第2の変形例に係る電子部品10cは、焼成の際に、第3の絶縁体層46c, 46dから第1の絶縁体層19cへとNiが拡散してくる。

[0089] より詳細には、図7に示すように、第1の絶縁体層19cの第3の部分34c（すなわち、第1の絶縁体層19cにおいて、第3の絶縁体層46cと第3の絶縁体層46dとに挟まれた部分）が、第3の絶縁体層46c, 46dと接触しているので、第3の部分34cには、第3の絶縁体層46c, 46dからNiが拡散してくる。

[0090] しかしながら、第2の絶縁体層36c, 36dから第1の絶縁体層19cへのNiの拡散と比較して拡散量が少なくなる。

- [0091] これは、前述したように、 N_i の拡散には、 B_i の役割が非常に重要であり、 B_i が N_i 拡散を助長する役割を果たす。一方で、第3の絶縁体層46c, 46dの B_i 含有率が第2の絶縁体層36c, 36dの B_i 含有率よりも低い。このため、第1の絶縁体層19cの第3の部分34cへの N_i の拡散量が少なくなる。
- [0092] したがって、第3の部分34cは、磁性を帯びない程度の僅かな量の N_i を含有する非磁性体層あるいは、第3の絶縁体層46c, 46dと接触している極表層部分にのみ N_i を含有する非磁性体層となる。
- [0093] ここで、第3の部分34cでの N_i 含有率は、第2の部分22a, 22b, 22d, 22e, 32cの N_i 含有率よりも低く、第3の絶縁体層46c, 46dでの N_i 含有率よりも低くなっている。
- [0094] この結果、電子部品10cでは、コイルLの外側に非磁性体層である第3の部分34cが設けられる。これにより、磁束 ϕ_1 が、非磁性体層である第3の部分34cを通過するようになり、その結果、電子部品10cにおいて、磁束 ϕ_1 による磁気飽和の発生が抑制されるようになる。
- [0095] なお、電子部品10cの製造方法としては、まず、第2の絶縁体層36c, 36dおよび第3の絶縁体層46c, 46dとなるべきセラミックペースト層のセラミックペーストを準備する。具体的には、それぞれ第2の絶縁体層16c, 16dおよび第3の絶縁体層26c, 26dのセラミックペーストと製造方法と同じであるため省略する。
- [0096] 次に、第1の絶縁体層19c, 19dとなるべきセラミックグリーンシートに、ビアホール導体b3, b4を形成する。ビアホール導体b3, b4の形成方法については既に説明を行ったので省略する。
- [0097] 次に、第1の絶縁体層19c, 19dとなるべきセラミックグリーンシート上にコイル導体18c, 18dを形成する。コイル導体18c, 18dの形成方法については既に説明を行ったので省略する。
- [0098] 次に、第1の絶縁体層19c, 19dとなるべきセラミックグリーンシート上のコイル導体18c, 19d以外の部分に第2の絶縁体層36c, 36

dとなるセラミックペースト層と第3の絶縁体層46c, 46dとなるセラミックペースト層を形成する。

[0099] 具体的には、第1の絶縁体層19c, 19dとなるべきセラミックグリーンシート上のコイル導体18c, 18dよりも外側の部分に、第3の絶縁体層46c, 46dを形成し、第1の絶縁体層19c, 19dとなるべきセラミックグリーンシート上のコイル導体18c, 18dよりも内側の部分に、第2の絶縁体層36c, 36dを形成する。

[0100] そして、これらのセラミックペーストをスクリーン印刷法などの方法で塗布することにより、第2の絶縁体層36c, 36dと第3の絶縁体層46c, 46dとなるべきセラミックペースト層を形成する。

[0101] 以上の工程により、第3の単位層37c, 37dとなるべきセラミックグリーン層が形成される。

[0102] 次に、外装用絶縁体層15a~15cとなるべきセラミックグリーンシート、第1の単位層17a~17b, 第3の単位層37c, 37d、第1の単位層17e~17fとなるべきセラミックグリーン層及び外装用絶縁体層15d, 15eとなるべきセラミックグリーンシートをこの順に並ぶように積層・圧着して、未焼成のマザー積層体を得る。電子部品10cの製造方法におけるその他の工程は、電子部品10aの製造方法におけるその他の工程と同じであるので説明を省略する。

(第3の変形例)

以下に、第3の変形例に係る電子部品10d及びその製造方法について図面を参照しながら説明する。図8は、第3の変形例に係る電子部品10dの断面構造図である。図8では、図面が煩雑になることを避けるために、図3と同じ構成の参照符号については一部省略してある。

[0103] 電子部品10aと電子部品10dとの相違点は、電子部品10dでは、磁性体層である第2の絶縁体層16c, 16dの代わりに、第2の絶縁体層56c, 56dおよび第1のBi含有率よりも低い第2のBi含有率を有し第1のNi含有率よりも高い第3のNi含有率を有する第3の絶縁体層66c

、66dを用いている点である。

[0104] ここで、第2の絶縁体層56c、56dおよび第3の絶縁体層66c、66dはそれぞれ、第1の絶縁体層19c、19d上においてコイル導体18c、18d以外の部分に設けられている。

[0105] 具体的には、第1の絶縁体層19c、19dとなるべきセラミックグリーンシート上のコイル導体18c、18dよりも内側の部分に、第3の絶縁体層66c、66dが設けられ、第1の絶縁体層19c、19dとなるべきセラミックグリーンシート上のコイル導体18c、18dよりも外側の部分に、第2の絶縁体層56c、56dが設けられている。

[0106] また、第1の絶縁体層19c、19dの主面は、第2の絶縁体層56c、56dおよび第3の絶縁体層66c、66d及びコイル導体18c、18dにより覆い隠されている。更に、第2の絶縁体層56c、56dおよび第3の絶縁体層66c、66d及びコイル導体18c、18dの主面はそれぞれ、一つの平面を構成しており、面一となっている。また、第1の絶縁体層19c、19dの厚みは、第2の絶縁体層56c、56dおよび第3の絶縁体層66c、66dの厚みよりも薄くなっている。

[0107] 第3の変形例に係る電子部品10dは、焼成の際に、第3の絶縁体層66c、66dから第1の絶縁体層19cへとNiが拡散してくる。

[0108] より詳細には、図8に示すように、第1の絶縁体層19cの第3の部分44c（すなわち、第1の絶縁体層19cにおいて、第3の絶縁体層66cと第3の絶縁体層66dとに挟まれた部分）が、第3の絶縁体層66c、66dと接触しているので、第3の部分44cには、第3の絶縁体層66c、66dからNiが拡散してくる。

[0109] しかしながら、第2の絶縁体層56c、56dから第1の絶縁体層19cへのNiの拡散と比較して拡散量が少なくなる。

[0110] これは、前述したように、Niの拡散には、Biの役割が非常に重要であり、BiがNi拡散を助長する役割を果たす。一方で、第3の絶縁体層66c、66dのBi含有率が第2の絶縁体層56c、56dのBi含有率より

も低い。このため、第1の絶縁体層19cの第3の部分44cへのNiの拡散量が少なくなる。

[0111] したがって、第3の部分44cは、磁性を帯びない程度の僅かな量のNiを含有する非磁性体層あるいは、第3の絶縁体層66c, 66dと接触している極表層部分にのみNiを含有する非磁性体層となる。

[0112] ここで、第3の部分434cでのNi含有率は、第2の部分22a, 22b, 22d, 22e, 42cのNi含有率よりも低く、第3の絶縁体層66c, 66dでのNi含有率よりも低くなっている。

[0113] この結果、電子部品10dでは、コイルLの内側に非磁性体層である第3の部分44cが設けられる。これにより、磁束 ϕ_1 が、非磁性体層である第3の部分44cを通過するようになり、その結果、電子部品10dにおいて、磁束 ϕ_1 による磁気飽和の発生が抑制されるようになる。

[0114] なお、電子部品10dの製造方法としては、まず、第2の絶縁体層56c, 56dおよび第3の絶縁体層66c, 66dとなるべきセラミックペースト層のセラミックペーストを準備する。具体的には、それぞれ第2の絶縁体層16c, 16dおよび第3の絶縁体層26c, 26dのセラミックペーストと製造方法と同じであるため省略する。

[0115] 次に、第1の絶縁体層19c, 19dとなるべきセラミックグリーンシートに、ビアホール導体b3, b4を形成する。ビアホール導体b3, b4の形成方法については既に説明を行ったので省略する。

[0116] 次に、第1の絶縁体層19c, 19dとなるべきセラミックグリーンシート上にコイル導体18c, 18dを形成する。コイル導体18c, 18dの形成方法については既に説明を行ったので省略する。

[0117] 次に、第1の絶縁体層19c, 19dとなるべきセラミックグリーンシート上のコイル導体18c, 19d以外の部分に第2の絶縁体層56c, 56dとなるセラミックペースト層と第3の絶縁体層66c, 66dとなるセラミックペースト層を形成する。

[0118] 具体的には、第1の絶縁体層19c, 19dとなるべきセラミックグリー

ンシート上のコイル導体 18 c, 18 d よりも内側の部分に、第 3 の絶縁体層 66 c, 66 d を形成し、第 1 の絶縁体層 19 c, 19 d となるべきセラミックグリーンシート上のコイル導体 18 c, 18 d よりも外側の部分に、第 2 の絶縁体層 56 c, 56 d を形成する。

[0119] そして、これらのセラミックペーストをスクリーン印刷法などの方法で塗布することにより、第 2 の絶縁体層 56 c, 56 d と第 3 の絶縁体層 66 c, 66 d となるべきセラミックペースト層を形成する。

[0120] 以上の工程により、第 3 の単位層 47 c, 47 d となるべきセラミックグリーン層が形成される。

[0121] 次に、外装用絶縁体層 15 a ~ 15 c となるべきセラミックグリーンシート、第 1 の単位層 17 a ~ 17 b, 第 3 の単位層 47 c, 47 d, 第 1 の単位層 17 e ~ 17 f となるべきセラミックグリーン層及び外装用絶縁体層 15 d, 15 e となるべきセラミックグリーンシートをこの順に並ぶように積層・圧着して、未焼成のマザー積層体を得る。電子部品 10 d の製造方法におけるその他の工程は、電子部品 10 d の製造方法におけるその他の工程と同じであるので説明を省略する。

[0122] なお、電子部品 10 a ~ 10 d は、逐次圧着工法により作製されているが、例えば、印刷工法によって作製されてもよい。

[0123] また、本発明の第 1 から第 3 の変形例は、第 1 の絶縁体層 19 c の部分に非磁性体層が設けられた変形例を示したものであるが、同様の手段を用いて、第 1 の絶縁体層 19 c 以外の第 1 の絶縁体層 19 a, 19 b, 19 d, 19 e, 19 f に設けてもよく、更に、第 1 から第 3 の変形例を組み合わせ、第 1 の絶縁体層 19 a ~ 19 f の複数層に非磁性体層が設けられた電子部品であってもよい。

産業上の利用可能性

[0124] 本発明は、電子部品及びその製造方法に有用であり、特に、各コイル導体の周囲を周回する磁束による磁気飽和の発生を抑制できる点において優れている。

符号の説明

[0125] L・・・コイル

b 1 ～ b 5・・・ビアホール導体

1 0 a ～ 1 0 d・・・電子部品

1 2 a ～ 1 0 d、5 0 2・・・積層体

1 4 a, 1 4 b・・・外部電極

1 5 a ～ 1 5 e・・・外装用絶縁体層

1 8 a ～ 1 8 f、5 0 6・・・コイル導体

1 9 a ～ 1 9 f・・・第1の絶縁体層

1 6 a ～ 1 6 f, 3 6 c, 3 6 d, 5 6 c, 5 6 d・・・第2の絶縁体層

2 6 c, 2 6 d, 4 6 c, 4 6 d, 6 6 c, 6 6 d・・・第3の絶縁体層

1 7 a ～ 1 7 f・・・第1の単位層

2 7 c, 2 7 d・・・第2の単位層

3 7 c, 3 7 d, 4 7 c, 4 7 d・・・第3の単位層

2 0 a ～ 2 0 e・・・第1の部分

2 2 a ～ 2 2 f, 3 2 c, 4 2 c・・・第2の部分

2 4 c, 3 4 c, 4 4 c・・・第3の部分

5 0 0・・・開磁路型積層コイル部品

5 0 4・・・非磁性体層

請求の範囲

[請求項1] 複数のコイル導体からなる螺旋状のコイルを内蔵している積層体を形成する工程と、前記積層体を焼成する工程と、を備えた電子部品の製造方法であって、

前記積層体を形成する工程は、第1のN i 含有率を有する第1の絶縁体層を用意する過程と、前記第1の絶縁体層上に前記螺旋状のコイルを構成するコイル導体を設ける過程と、前記第1の絶縁体層上の前記コイル導体以外の部分に、第1のB i 含有率を有し前記第1のN i 含有率よりも高い第2のN i 含有率を有する第2の絶縁体層を設ける過程とでもって、第1の単位層を形成する工程と、
前記第1の単位層を積層する工程と、
を備えること特徴とする電子部品の製造方法。

[請求項2] 前記積層体を形成する工程は、第1のN i 含有率を有する第1の絶縁体層を用意する過程と、前記第1の絶縁体層上に前記螺旋状のコイルを構成するコイル導体を設ける過程と、前記第1の絶縁体層上の前記コイル導体以外の部分に、前記第1のB i 含有率よりも低い第2のB i 含有率を有し前記第1のN i 含有率よりも高い第3のN i 含有率を有する第3の絶縁体層を設ける過程とでもって、第2の単位層を形成する工程を更に含み、

前記第1の単位層と前記第2の単位層とを積層する工程と、
を備えること特徴とする請求項1に記載の電子部品の製造方法。

[請求項3] 前記積層体を形成する工程は、第1のN i 含有率を有する第1の絶縁体層を用意する過程と、前記第1の絶縁体層上に前記螺旋状のコイルを構成するコイル導体を設ける過程と、前記第1の絶縁体層上の前記コイル導体以外の部分に、前記第2の絶縁体層および前記第1のB i 含有率よりも低い第2のB i 含有率を有し前記第1のN i 含有率よりも高い第3のN i 含有率を有する第3の絶縁体層を設ける過程とでもって、第3の単位層を形成する工程を更に含み、

前記第 1 の単位層と前記第 3 の単位層とを積層する工程と、
を備えること特徴とする請求項 1 に記載の電子部品の製造方法。

[請求項 4] 前記第 1 の絶縁体層の厚みは、前記第 2 の絶縁体層および前記第 3 の絶縁体層の厚みよりも薄いこと、
を特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の電子部品の製造方法。

[請求項 5] 前記第 1 の絶縁体層の厚みは、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $35\ \mu\text{m}$ 以下であること、
を特徴とする請求項 4 に記載の電子部品の製造方法。

[請求項 6] 前記第 1 の絶縁体層は、Ni 含有率が零の非磁性体層であること、
を特徴とする請求項 1 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] 前記第 1 の絶縁体層における前記コイル導体に積層方向の両側から挟まれている部分を第 1 の部分とし、前記第 2 の絶縁体層に積層方向の両側から挟まれている部分を第 2 の部分とした場合、
前記積層体を焼成する工程の後には、
前記第 1 の部分での Ni 含有率は、前記第 2 の部分での Ni 含有率よりも低くなっており、前記第 2 の部分での Ni 含有率は、前記第 2 の絶縁体層での Ni 含有率よりも低くなっていること、
を特徴とする請求項 1 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] 前記第 1 の絶縁体層における前記第 3 の絶縁体層に積層方向の両側から挟まれている部分を第 3 の部分とした場合、
前記積層体を焼成する工程の後には、前記第 3 の部分での Ni 含有率は、前記第 2 の部分での Ni 含有率よりも低くなっており、前記第 3 の絶縁体層での Ni 含有率よりも低くなっていること、
を特徴とする請求項 1 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。

[請求項9] シート状の第1の絶縁体層と、前記第1の絶縁体層上に設けられているコイル導体と、前記第1の絶縁体層上の前記コイル導体以外の部分に設けられている第2の絶縁体層と、からなる第1の単位層を備えた電子部品であって、

前記複数の第1の単位層が積層され複数の前記コイル導体が接続されることにより、螺旋状のコイルが構成されており、

前記第1の絶縁体層における前記コイル導体に積層方向の両側から挟まれている部分を第1の部分とし、前記第2の絶縁体層に積層方向の両側から挟まれている部分を第2の部分とした場合、

前記第1の部分でのN_i含有率は、前記第2の部分でのN_i含有率よりも低くなっており、前記第2の部分でのN_i含有率は、前記第2の絶縁体層でのN_i含有率よりも低くなっていること、
を特徴とする電子部品。

[請求項10] シート状の第1の絶縁体層と、前記第1の絶縁体層上に設けられているコイル導体と、前記第1の絶縁体層上の前記コイル導体以外の部分に設けられている第3の絶縁体層と、からなる第2の単位層を更に備えた電子部品であって、

前記第1の単位層及び前記第2の単位層が積層され複数の前記コイル導体が接続されることにより、螺旋状のコイルが構成されており、

前記第1の絶縁体層における前記第3の絶縁体層に積層方向の両側から挟まれている部分を第3の部分とした場合、

前記第3の部分でのN_i含有率は、前記第2の部分でのN_i含有率よりも低くなっており、前記第3の絶縁体層でのN_i含有率よりも低くなっていること、

を特徴とする請求項9に記載の電子部品。

[請求項11] シート状の第1の絶縁体層と、前記第1の絶縁体層上に設けられているコイル導体と、前記第1の絶縁体層上の前記コイル導体以外の部分に設けられている前記第2の絶縁体層および第3の絶縁体層と、か

らなる第 3 の単位層を更に備えた電子部品であって、

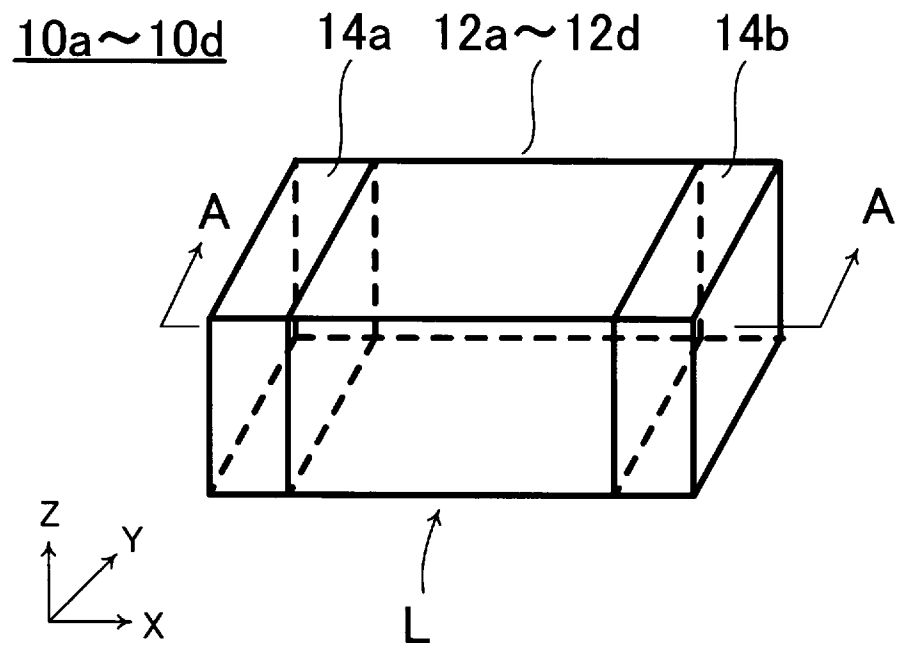
前記第 1 の単位層及び前記第 3 の単位層が積層され複数の前記コイル導体が接続されることにより、螺旋状のコイルが構成されており、

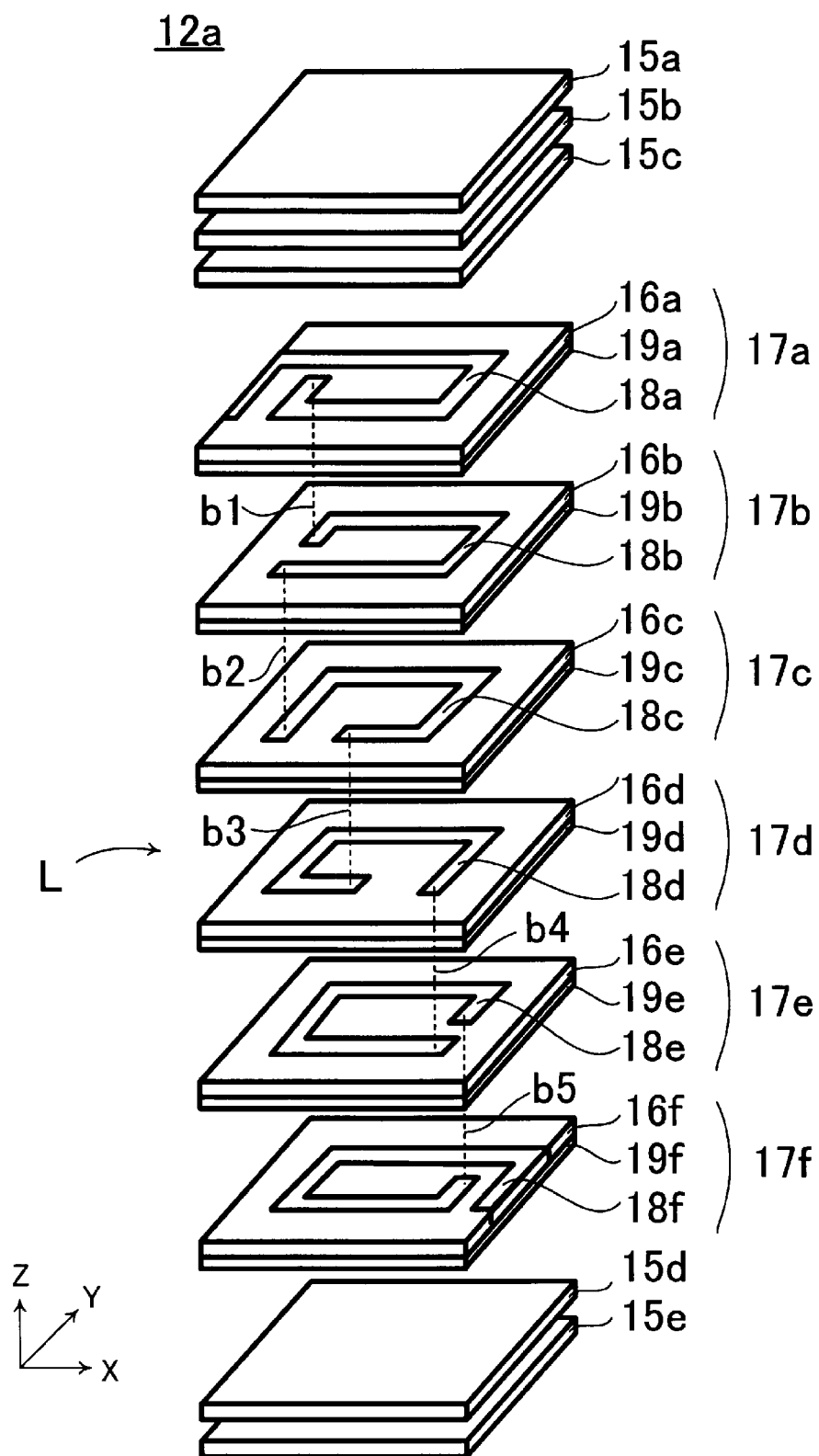
前記第 1 の絶縁体層における前記第 3 の絶縁体層に積層方向の両側から挟まれている部分を第 3 の部分とした場合、

前記第 3 の部分での N_i 含有率は、前記第 2 の部分での N_i 含有率よりも低くなっており、前記第 3 の絶縁体層での N_i 含有率よりも低くなっていること、

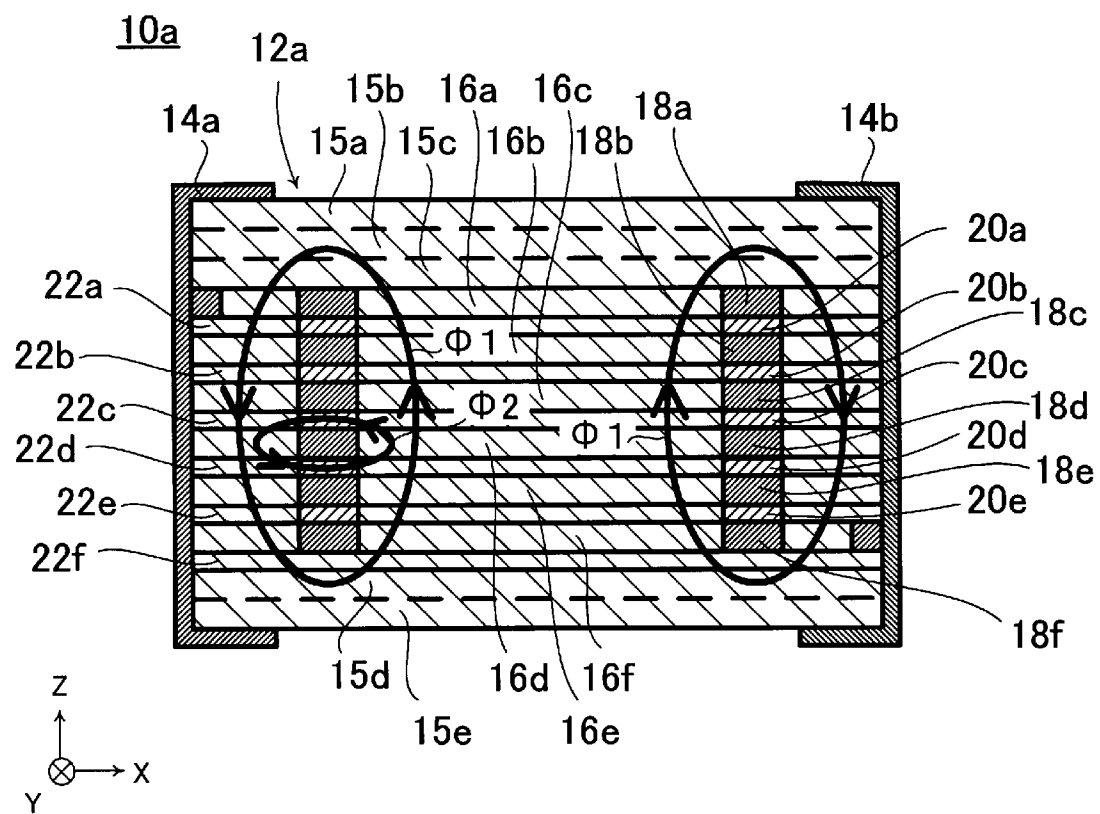
を特徴とする請求項 9 に記載の電子部品。

[図1]

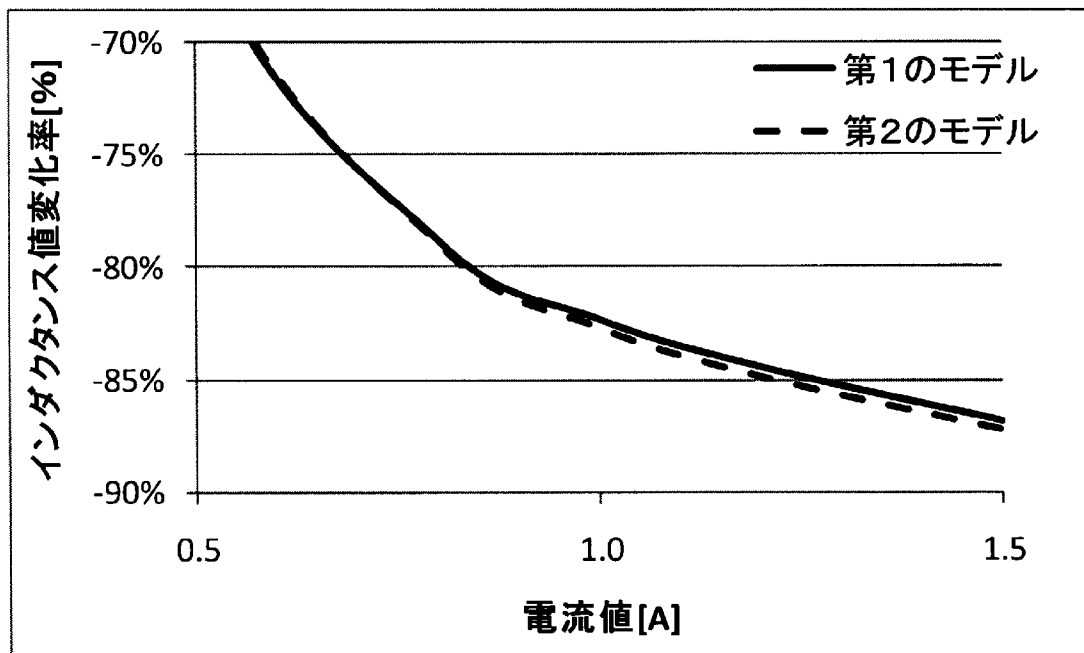




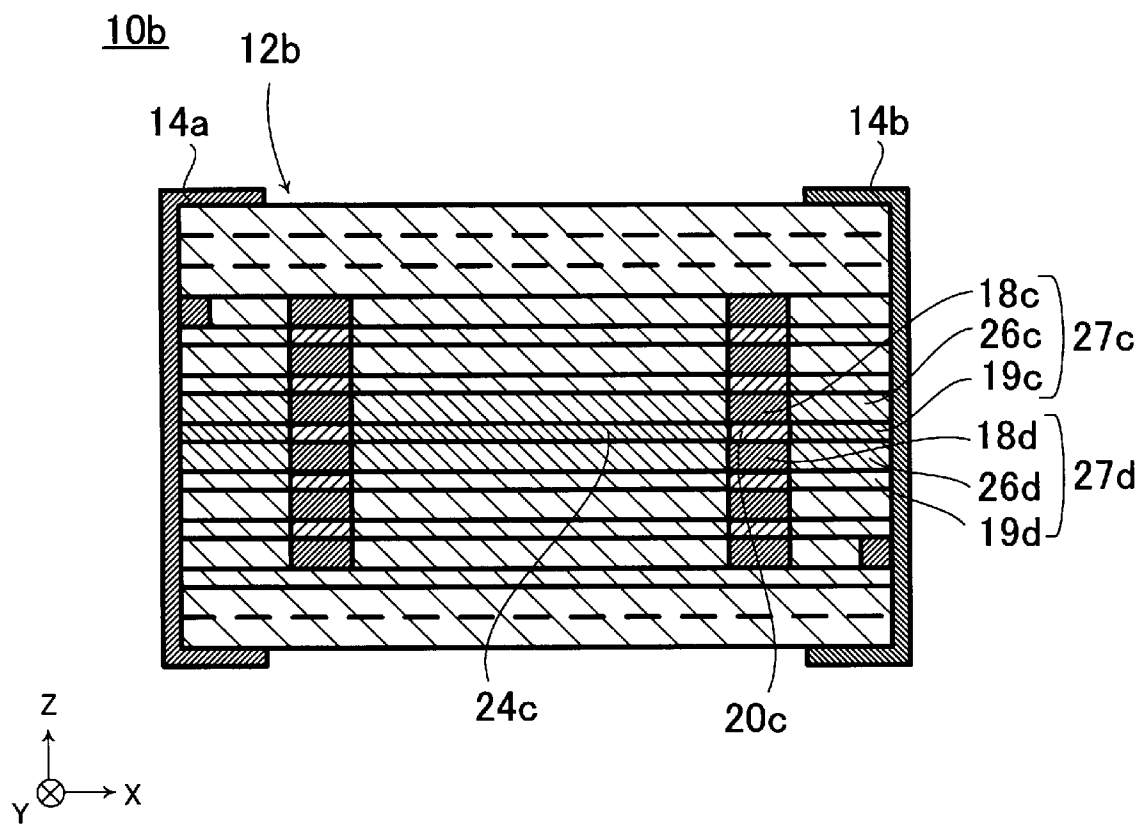
[図3]



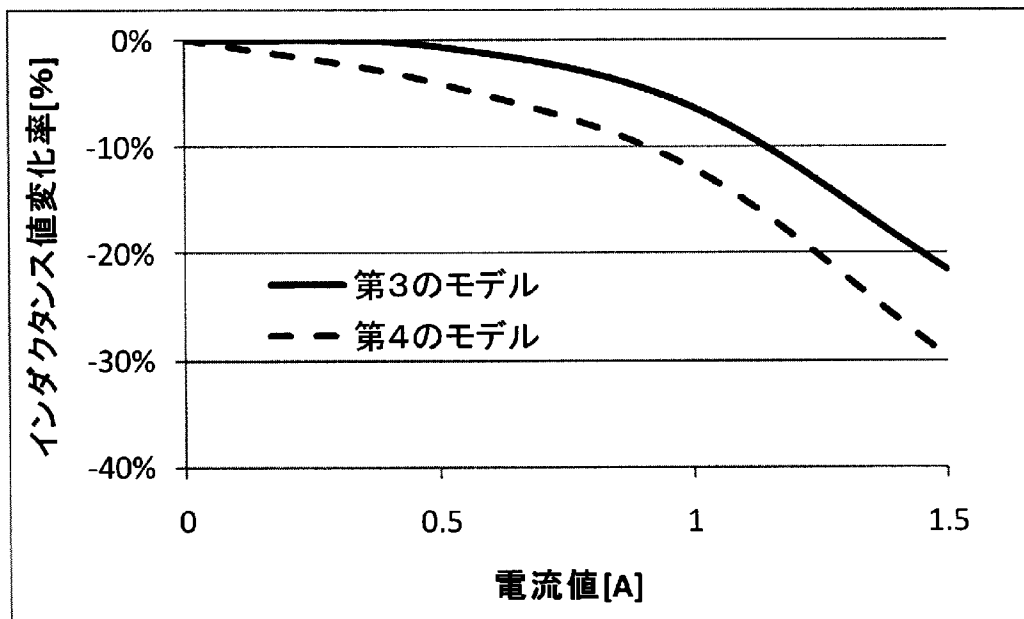
[図4]



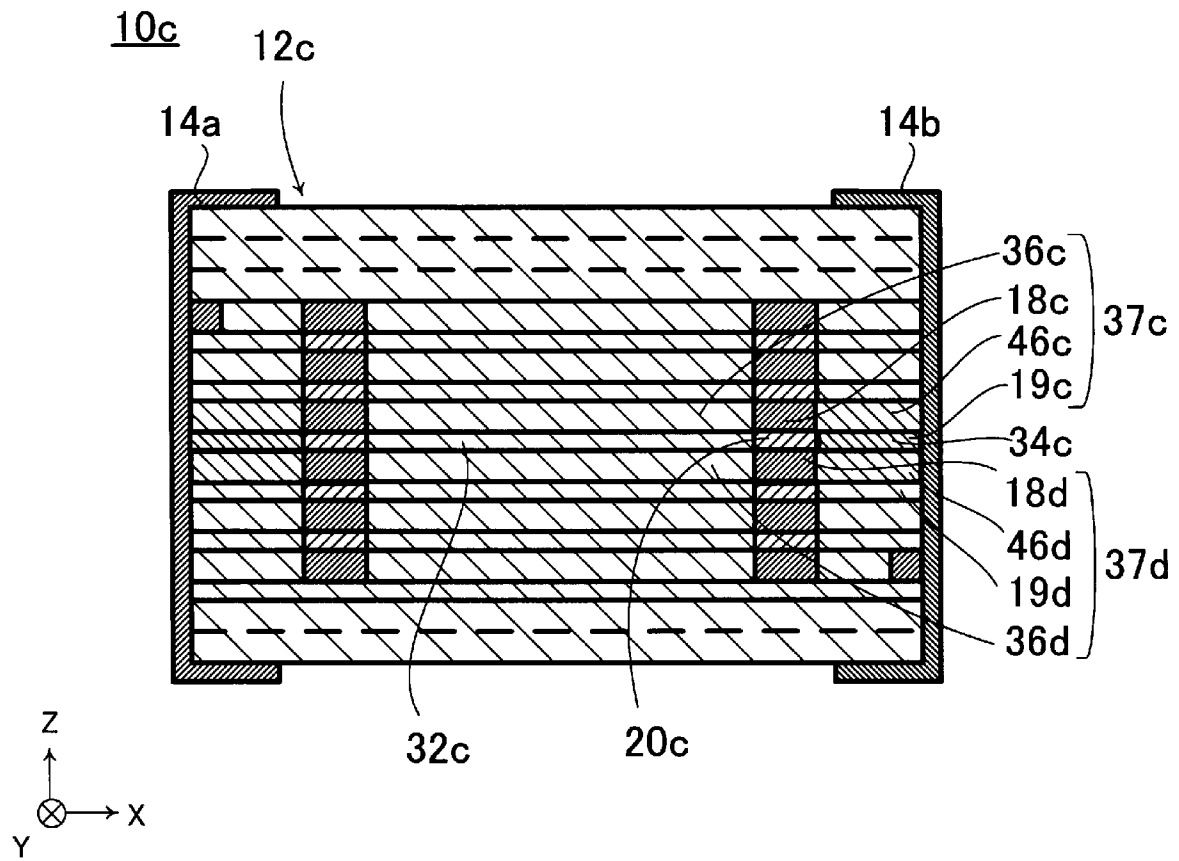
[図5]



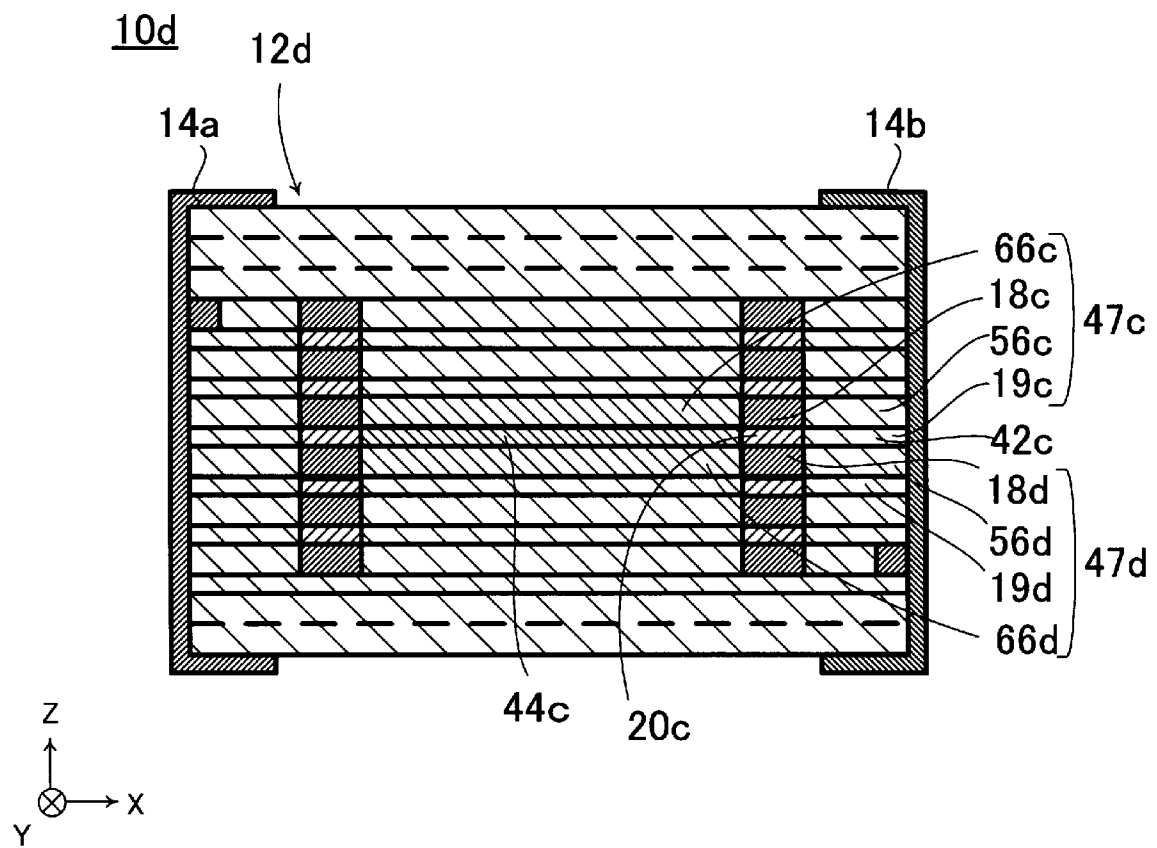
[図6]



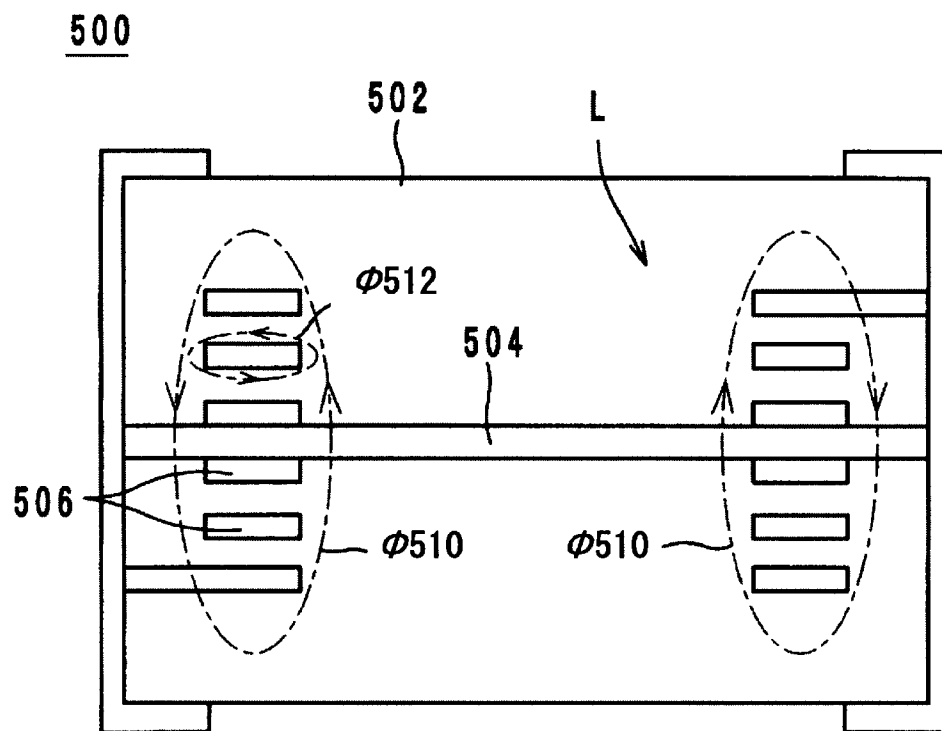
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/068280

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F41/04(2006.01)i, H01F17/00(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)

H01F17/00-21/12, H01F27/00-27/02, H01F27/06-27/08, H01F27/29, H01F27/36, H01F27/42, H01F30/00, H01F38/42, H01F41/00-41/044, H01F41/08-41/10

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-175917 A (Tokin Corp.), 21 June 2002 (21.06.2002), paragraphs [0016] to [0031], [0040] to [0044]; fig. 1 to 3, 6 (Family: none)	1-11
Y	JP 2002-175927 A (Tokin Corp.), 21 June 2002 (21.06.2002), paragraphs [0014] to [0024], [0030]; fig. 1 to 2, 5 (Family: none)	1-11
Y	JP 2003-92214 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 28 March 2003 (28.03.2003), paragraphs [0022] to [0026]; fig. 4 to 11 (Family: none)	1-11



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
11 January, 2011 (11.01.11)

Date of mailing of the international search report
18 January, 2011 (18.01.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/068280

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-68341 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 16 March 2001 (16.03.2001), paragraphs [0030] to [0038]; fig. 13 to 21 (Family: none)	1-11
Y	JP 2000-216024 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 04 August 2000 (04.08.2000), paragraphs [0016] to [0024]; fig. 1 to 10 (Family: none)	1-11
Y	JP 2000-30946 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 28 January 2000 (28.01.2000), paragraphs [0015] to [0023]; fig. 1 to 10 (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01F41/04(2006.01)i, H01F17/00(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 (I P C))

Int.Cl. H01F17/00-21/12, H01F27/00-27/02, H01F27/06-27/08, H01F27/29, H01F27/36, H01F27/42, H01F30/00, H01F38/42, H01F41/00-41/044, H01F41/08-41/10

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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	JP 2002-175917 A (株式会社トーキン) 2002.06.21, 段落【0016】-【0031】, 段落【0040】-【0044】,【図1】-【図3】,【図6】 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2002-175927 A (株式会社トーキン) 2002.06.21, 段落【0014】-【0024】, 段落【0030】,【図1】-【図2】,【図5】 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2003-92214 A (株式会社村田製作所) 2003.03.28, 段落【0022】-【0026】,【図4】-【図11】 (ファミリーなし)	1-11

☒ 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

1 1 . 0 1 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 1 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

田中 純一

5 R

9 0 7 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 5

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	JP 2001-68341 A (株式会社村田製作所) 2001.03.16, 段落【0030】－【0038】, 【図13】－【図21】 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2000-216024 A (株式会社村田製作所) 2000.08.04, 段落【0016】－【0024】, 【図1】－【図10】 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2000-30946 A (株式会社村田製作所) 2000.01.28, 段落【0015】－【0023】, 【図1】－【図10】 (ファミリーなし)	1-11