

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7409334号
(P7409334)

(45)発行日 令和6年1月9日(2024.1.9)

(24)登録日 令和5年12月25日(2023.12.25)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 1 F	17/00 (2006.01)	H 0 1 F	17/00 D
H 0 1 F	17/04 (2006.01)	H 0 1 F	17/04 F
H 0 1 F	27/29 (2006.01)	H 0 1 F	27/29 1 2 3
H 0 1 F	1/34 (2006.01)	H 0 1 F	1/34 1 4 0
請求項の数 7 (全34頁)			
(21)出願番号	特願2021-23405(P2021-23405)	(73)特許権者	000006231
(22)出願日	令和3年2月17日(2021.2.17)		株式会社村田製作所
(65)公開番号	特開2022-125680(P2022-125680 A)	(74)代理人	京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 110000914
(43)公開日	令和4年8月29日(2022.8.29)		弁理士法人W i s e P l u s
審査請求日	令和4年9月20日(2022.9.20)	(72)発明者	比留川 敦夫
			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
		(72)発明者	スラデット ノーシャイ
			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
		(72)発明者	高井 駿
			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
		(72)発明者	越路 健二郎
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 積層型コイル部品

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の絶縁層が積層方向に積層されてなり、かつ、長さ方向に対向する第1端面及び第2端面と、前記長さ方向に直交する高さ方向に対向する第1主面及び第2主面と、前記長さ方向及び前記高さ方向に直交する幅方向に対向する第1側面及び第2側面と、を有する、素体と、

前記素体の内部に設けられ、かつ、複数のコイル導体が電氣的に接続されてなるコイルと、

前記素体の前記第1端面の少なくとも一部から前記第1主面の一部にわたって延在し、かつ、前記コイルに電氣的に接続された第1外部電極と、を備え、

前記絶縁層の前記積層方向と前記コイルのコイル軸の方向とは、実装面である前記素体の前記第1主面に平行であり、

前記第1外部電極は、前記素体側から順に、下地電極と、前記下地電極上に設けられためっき電極と、を有し、

前記素体の前記長さ方向の中心位置で前記高さ方向及び前記幅方向に沿う界面を定義したとき、前記素体は、前記界面を境に前記長さ方向に並んだ、前記第1端面を含む第1素体部分と、前記第2端面を含む第2素体部分と、を有し、

前記下地電極における前記素体の前記第1主面上に存在する部分の前記長さ方向の先端と前記高さ方向に重なる第1基準位置を定義したとき、前記第1素体部分には、前記第1基準位置から前記第2端面に向かって前記長さ方向における寸法が20μmである範囲を

少なくとも含む第1領域と、前記第1領域以外の第2領域と、が存在し、

前記第1領域において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、60体積%以上であり、

前記第2領域において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、50体積%以下であり、

前記第1領域は、全量を100重量%としたとき、SiをSiO₂換算で30.0重量%以上、85.0重量%以下、BをB₂O₃換算で4.0重量%以上、15.0重量%以下、FeをFe₂O₃換算で0重量%以上、45.0重量%以下、NiをNiO換算で0重量%以上、15.0重量%以下、ZnをZnO換算で0重量%以上、8.0重量%以下、CuをCuO換算で0重量%以上、5.0重量%以下含む、ことを特徴とする積層型コイル部品。

10

【請求項2】

前記第1領域における前記第2端面側の端は、前記第1基準位置からの前記長さ方向における距離が20μm以上、60μm以下の位置に存在する、請求項1に記載の積層型コイル部品。

【請求項3】

前記第1領域は、更に、前記第1基準位置から前記第1端面に向かって前記長さ方向における寸法が20μmである範囲を少なくとも含む、請求項1又は2に記載の積層型コイル部品。

【請求項4】

前記第1領域における前記第1端面側の端は、前記第1基準位置からの前記長さ方向における距離が20μm以上、60μm以下の位置に存在する、請求項3に記載の積層型コイル部品。

20

【請求項5】

前記第1領域は、全量を100重量%としたとき、更に、KをK₂O換算で0.3重量%以上、1.5重量%以下、MgをMgO換算で0.9重量%以上、3.5重量%以下含む、請求項1～4のいずれかに記載の積層型コイル部品。

【請求項6】

前記第2領域は、全量を100重量%としたとき、SiをSiO₂換算で0重量%以上、25.0重量%以下、BをB₂O₃換算で0重量%以上、5.0重量%以下、FeをFe₂O₃換算で45.0重量%以上、70.0重量%以下、NiをNiO換算で10.0重量%以上、20.0重量%以下、ZnをZnO換算で5.0重量%以上、12.0重量%以下含む、請求項1～5のいずれかに記載の積層型コイル部品。

30

【請求項7】

前記第1領域における全量を100重量%としたときのSiの含有量は、前記第2領域における全量を100重量%としたときのSiの含有量よりも、SiO₂換算で7.0重量%以上多い、請求項1～6のいずれかに記載の積層型コイル部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、積層型コイル部品に関する。

40

【背景技術】

【0002】

高周波特性に優れた積層型コイル部品として、特許文献1には、40GHzにおける透過係数S₂₁が-1.0dB以上、0dB以下である、積層型コイル部品が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2019-186255号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、高速・大容量通信の進展に伴い、積層型コイル部品には、より高周波帯まで透過係数 S_{21} が大きく、かつ、高周波帯までの透過係数 S_{21} のばらつきが小さいことが求められている。

【0005】

本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、高周波帯での透過係数 S_{21} が大きく、かつ、そのばらつきが小さい積層型コイル部品を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の積層型コイル部品は、第1態様において、複数の絶縁層が積層方向に積層されてなり、かつ、長さ方向に対向する第1端面及び第2端面と、上記長さ方向に直交する高さ方向に対向する第1主面及び第2主面と、上記長さ方向及び上記高さ方向に直交する幅方向に対向する第1側面及び第2側面と、を有する、素体と、上記素体の内部に設けられ、かつ、複数のコイル導体が電氣的に接続されてなるコイルと、上記素体の上記第1端面の少なくとも一部から上記第1主面の一部にわたって延在し、かつ、上記コイルに電氣的に接続された第1外部電極と、を備え、上記絶縁層の上記積層方向と上記コイルのコイル軸の方向とは、実装面である上記素体の上記第1主面に平行であり、上記第1外部電極は、上記素体側から順に、下地電極と、上記下地電極上に設けられためっき電極と、を有し、上記素体の上記長さ方向の中心位置で上記高さ方向及び上記幅方向に沿う界面を定義したとき、上記素体は、上記界面を境に上記長さ方向に並んだ、上記第1端面を含む第1素体部分と、上記第2端面を含む第2素体部分と、を有し、上記下地電極における上記素体の上記第1主面上に存在する部分の上記長さ方向の先端と上記高さ方向に重なる第1基準位置を定義したとき、上記第1素体部分には、上記第1基準位置から上記第2端面に向かって上記長さ方向における寸法が $20\mu\text{m}$ である範囲を少なくとも含む第1領域と、上記第1領域以外の第2領域と、が存在し、上記第1領域において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、 $60\text{体積}\%$ 以上であり、上記第2領域において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、 $50\text{体積}\%$ 以下である、ことを特徴とする。

【0007】

本発明の積層型コイル部品は、第2態様において、複数の絶縁層が積層方向に積層されてなり、かつ、長さ方向に対向する第1端面及び第2端面と、上記長さ方向に直交する高さ方向に対向する第1主面及び第2主面と、上記長さ方向及び上記高さ方向に直交する幅方向に対向する第1側面及び第2側面と、を有する、素体と、上記素体の内部に設けられ、かつ、複数のコイル導体が電氣的に接続されてなるコイルと、上記素体の上記第1端面の少なくとも一部から上記第1主面の一部にわたって延在し、かつ、上記コイルに電氣的に接続された第1外部電極と、を備え、上記絶縁層の上記積層方向と上記コイルのコイル軸の方向とは、実装面である上記素体の上記第1主面に平行であり、上記第1外部電極は、上記素体側から順に、下地電極と、上記下地電極上に設けられためっき電極と、を有し、上記素体の上記長さ方向の中心位置で上記高さ方向及び上記幅方向に沿う界面を定義したとき、上記素体は、上記界面を境に上記長さ方向に並んだ、上記第1端面を含む第1素体部分と、上記第2端面を含む第2素体部分と、を有し、上記下地電極における上記素体の上記第1主面上に存在する部分の上記長さ方向の先端と上記高さ方向に重なる第1基準位置を定義したとき、上記第1素体部分には、上記第1基準位置から上記第2端面に向かって上記長さ方向における寸法が $20\mu\text{m}$ である範囲を少なくとも含む第1領域と、上記第1領域以外の第2領域と、が存在し、上記第1領域は、全量を $100\text{重量}\%$ としたとき、 Si を SiO_2 換算で $30.0\text{重量}\%$ 以上、 $85.0\text{重量}\%$ 以下、 B を B_2O_3 換算で $4.0\text{重量}\%$ 以上、 $15.0\text{重量}\%$ 以下、 Fe を Fe_2O_3 換算で $0\text{重量}\%$ 以上、 45.0

10

20

30

40

50

重量%以下、NiをNiO換算で0重量%以上、15.0重量%以下、ZnをZnO換算で0重量%以上、8.0重量%以下、CuをCuO換算で0重量%以上、5.0重量%以下含み、上記第2領域は、全量を100重量%としたとき、SiをSiO₂換算で0重量%以上、25.0重量%以下、BをB₂O₃換算で0重量%以上、5.0重量%以下、FeをFe₂O₃換算で45.0重量%以上、70.0重量%以下、NiをNiO換算で10.0重量%以上、20.0重量%以下、ZnをZnO換算で5.0重量%以上、12.0重量%以下含む、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、高周波帯での透過係数S₂₁が大きく、かつ、そのばらつきが小さい積層型コイル部品を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、本発明の積層型コイル部品の一例を示す斜視模式図である。

【図2】図2は、図1中の積層型コイル部品の素体の第1端面側から見た状態を示す平面模式図である。

【図3】図3は、図1中の積層型コイル部品の素体の第1主面側から見た状態を示す平面模式図である。

【図4】図4は、図1中の積層型コイル部品の素体の第1側面側から見た状態を示す平面模式図である。

【図5】図5は、図1中の積層型コイル部品の素体の第2側面側から見た状態を示す平面模式図である。

【図6】図6は、図1中の積層型コイル部品の素体の第2端面側から見た状態を示す平面模式図である。

【図7】図7は、図1中の線分A1-A2に対応する部分の一例を示す断面模式図である。

【図8】図8は、図7中の素体及びコイルを分解した状態の一例を示す斜視模式図である。

【図9】図9は、図7中の素体及びコイルを分解した状態の一例を示す平面模式図である。

【図10】図10は、図1中の積層型コイル部品の側面模式図である。

【図11】図11は、図10中の第1素体部分及び第1外部電極の長さ方向及び高さ方向に沿う断面の一部を示す模式図である。

【図12】図12は、図10中の第2素体部分及び第2外部電極の長さ方向及び高さ方向に沿う断面の一部を示す模式図である。

【図13】図13は、積層型コイル部品の試料1、試料3、及び、試料4の透過係数S₂₁の測定結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の積層型コイル部品について説明する。なお、本発明は、以下の構成に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更されてもよい。また、以下において記載する個々の好ましい構成を複数組み合わせたものもまた本発明である。

【0011】

本発明の積層型コイル部品は、第1態様及び第2態様において、複数の絶縁層が積層方向に積層されてなり、かつ、長さ方向に対向する第1端面及び第2端面と、長さ方向に直交する高さ方向に対向する第1主面及び第2主面と、長さ方向及び高さ方向に直交する幅方向に対向する第1側面及び第2側面と、を有する、素体と、素体の内部に設けられ、かつ、複数のコイル導体が電氣的に接続されてなるコイルと、素体の第1端面の少なくとも一部から第1主面の一部にわたって延在し、かつ、コイルに電氣的に接続された第1外部電極と、を備える。

【0012】

本明細書では、本発明の積層型コイル部品の第1態様及び第2態様を特に区別しない場

10

20

30

40

50

合、単に「本発明の積層型コイル部品」と言う。

【0013】

図1は、本発明の積層型コイル部品の一例を示す斜視模式図である。

【0014】

図1に示すように、積層型コイル部品1は、素体10と、第1外部電極21と、第2外部電極22と、を有している。図1に示していないが、後述するように、積層型コイル部品1は、素体10の内部に設けられたコイルも有している。

【0015】

本明細書中、長さ方向、高さ方向、及び、幅方向を、図1等に示すように、各々、L、T、及び、Wで定められる方向とする。ここで、長さ方向Lと高さ方向Tと幅方向Wとは、互いに直交している。

【0016】

素体10は、長さ方向Lに対向する第1端面11a及び第2端面11bと、高さ方向Tに対向する第1主面12a及び第2主面12bと、幅方向Wに対向する第1側面13a及び第2側面13bと、を有しており、例えば、直方体状又は略直方体状である。

【0017】

素体10の第1端面11a及び第2端面11bは、長さ方向Lに厳密に直交している必要はない。また、素体10の第1主面12a及び第2主面12bは、高さ方向Tに厳密に直交している必要はない。更に、素体10の第1側面13a及び第2側面13bは、幅方向Wに厳密に直交している必要はない。

【0018】

積層型コイル部品1を基板に実装する場合、素体10の第1主面12aが実装面となる。

【0019】

素体10は、角部及び稜線部に丸みが付けられていることが好ましい。素体10の角部は、素体10の3面が交わる部分である。素体10の稜線部は、素体10の2面が交わる部分である。

【0020】

図2は、図1中の積層型コイル部品を素体の第1端面側から見た状態を示す平面模式図である。図3は、図1中の積層型コイル部品を素体の第1主面側から見た状態を示す平面模式図である。図4は、図1中の積層型コイル部品を素体の第1側面側から見た状態を示す平面模式図である。図5は、図1中の積層型コイル部品を素体の第2側面側から見た状態を示す平面模式図である。図6は、図1中の積層型コイル部品を素体の第2端面側から見た状態を示す平面模式図である。

【0021】

図1、図2、及び、図3に示すように、第1外部電極21は、素体10の第1端面11aの少なくとも一部から、ここでは、素体10の第1端面11aの一部から、第1主面12aの一部にわたって延在している。第1外部電極21が、実装面である素体10の第1主面12a上に設けられていると、積層型コイル部品1の実装性が向上する。

【0022】

図2に示すように、第1外部電極21は、素体10の第1端面11aのうち、第1主面12aと交わる稜線部を含む領域を覆っており、第2主面12bと交わる稜線部を含む領域を覆っていない。そのため、素体10の第1端面11aは、第2主面12bと交わる稜線部を含む領域で露出している。

【0023】

長さ方向Lから見たとき、第1外部電極21の高さ方向Tにおける寸法E₁は、図2では幅方向Wに沿って一定であるが、一定でなくてもよい。例えば、長さ方向Lから見たとき、第1外部電極21は、高さ方向Tにおける寸法E₁が幅方向Wに沿って端部から中央部に向かうにつれて大きくなる山なり形状であってもよい。

【0024】

第1外部電極21は、図1及び図2に示すように素体10の第1端面11aの一部上に

10

20

30

40

50

設けられていてもよいし、素体10の第1端面11aの全体上に設けられていてもよい。

【0025】

図3に示すように、第1外部電極21は、素体10の第1主面12aのうち、第1端面11aと交わる稜線部を含む領域を覆っており、第2端面11bと交わる稜線部を含む領域を覆っていない。

【0026】

高さ方向Tから見たとき、第1外部電極21の長さ方向Lにおける寸法E₂は、図3では幅方向Wに沿って一定であるが、一定でなくてもよい。例えば、高さ方向Tから見たとき、第1外部電極21は、長さ方向Lにおける寸法E₂が幅方向Wに沿って端部から中央部に向かうにつれて大きくなる山なり形状であってもよい。

【0027】

図1、図4、及び、図5に示すように、第1外部電極21は、素体10の第1端面11aの一部から、第1主面12aの一部と、更には、第1側面13aの一部と、第2側面13bの一部とにわたって延在していてもよい。より具体的には、第1外部電極21は、素体10の第1側面13aのうち、第1端面11a及び第1主面12aと交わる頂点を含む領域を覆い、かつ、第1端面11a及び第2主面12bと交わる頂点を含む領域を覆っていてもよい。また、第1外部電極21は、素体10の第2側面13bのうち、第1端面11a及び第1主面12aと交わる頂点を含む領域を覆い、かつ、第1端面11a及び第2主面12bと交わる頂点を含む領域を覆っていてもよい。

【0028】

図4に示すように、第1外部電極21において、素体10の第1側面13aを覆う部分の輪郭線は、第1側面13a及び第1端面11aが交わる稜線部と対向する第1輪郭線50aと、第1側面13a及び第1主面12aが交わる稜線部と対向する第2輪郭線50bとに加えて、第1輪郭線50a及び第2輪郭線50bに対して斜めである輪郭線を含んでいることが好ましい。

【0029】

図5に示すように、第1外部電極21において、素体10の第2側面13bを覆う部分の輪郭線は、第2側面13b及び第1端面11aが交わる稜線部と対向する第3輪郭線50cと、第2側面13b及び第1主面12aが交わる稜線部と対向する第4輪郭線50dとに加えて、第3輪郭線50c及び第4輪郭線50dに対して斜めである輪郭線を含んでいることが好ましい。

【0030】

第1外部電極21は、素体10の第1側面13a上に設けられていなくてもよい。また、第1外部電極21は、素体10の第2側面13b上に設けられていなくてもよい。

【0031】

第1外部電極21は、素体10の第1端面11aから、第1主面12a、第2主面12b、第1側面13a、及び、第2側面13bの各面の一部にわたって延在していてもよい。

【0032】

図1、図3、及び、図6に示すように、第2外部電極22は、素体10の第2端面11bの少なくとも一部から、ここでは、素体10の第2端面11bの一部から、第1主面12aの一部にわたって延在している。第2外部電極22が、実装面である素体10の第1主面12a上に設けられていると、積層型コイル部品1の実装性が向上する。

【0033】

図6に示すように、第2外部電極22は、素体10の第2端面11bのうち、第1主面12aと交わる稜線部を含む領域を覆っており、第2主面12bと交わる稜線部を含む領域を覆っていない。そのため、素体10の第2端面11bは、第2主面12bと交わる稜線部を含む領域で露出している。

【0034】

長さ方向Lから見たとき、第2外部電極22の高さ方向Tにおける寸法E₃は、図6では幅方向Wに沿って一定であるが、一定でなくてもよい。例えば、長さ方向Lから見たと

10

20

30

40

50

き、第2外部電極22は、高さ方向Tにおける寸法E₃が幅方向Wに沿って端部から中央部に向かうにつれて大きくなる山なり形状であってもよい。

【0035】

第2外部電極22は、図1及び図6に示すように素体10の第2端面11bの一部上に設けられていてもよいし、素体10の第2端面11bの全体上に設けられていてもよい。

【0036】

図3に示すように、第2外部電極22は、素体10の第1主面12aのうち、第2端面11bと交わる稜線部を含む領域を覆っており、第1端面11aと交わる稜線部を含む領域を覆っていない。

【0037】

高さ方向Tから見たとき、第2外部電極22の長さ方向Lにおける寸法E₄は、図3では幅方向Wに沿って一定であるが、一定でなくてもよい。例えば、高さ方向Tから見たとき、第2外部電極22は、長さ方向Lにおける寸法E₄が幅方向Wに沿って端部から中央部に向かうにつれて大きくなる山なり形状であってもよい。

【0038】

図1、図4、及び、図5に示すように、第2外部電極22は、素体10の第2端面11bの一部から、第1主面12aの一部と、更には、第1側面13aの一部と、第2側面13bの一部とにわたって延在していてもよい。より具体的には、第2外部電極22は、素体10の第1側面13aのうち、第2端面11b及び第1主面12aと交わる頂点を含む領域を覆い、かつ、第2端面11b及び第2主面12bと交わる頂点を含む領域を覆って

いなくてもよい。また、第2外部電極22は、素体10の第2側面13bのうち、第2端面11b及び第1主面12aと交わる頂点を含む領域を覆い、かつ、第2端面11b及び第2主面12bと交わる頂点を含む領域を覆って

いなくてもよい。図4に示すように、第2外部電極22において、素体10の第1側面13aを覆う部分の輪郭線は、第1側面13a及び第2端面11bが交わる稜線部と対向する第5輪郭線50eと、第1側面13a及び第1主面12aが交わる稜線部と対向する第6輪郭線50fとに加えて、第5輪郭線50e及び第6輪郭線50fに対して斜めである輪郭線を含んでいることが好ましい。

【0040】

図5に示すように、第2外部電極22において、素体10の第2側面13bを覆う部分の輪郭線は、第2側面13b及び第2端面11bが交わる稜線部と対向する第7輪郭線50gと、第2側面13b及び第1主面12aが交わる稜線部と対向する第8輪郭線50hとに加えて、第7輪郭線50g及び第8輪郭線50hに対して斜めである輪郭線を含んでいることが好ましい。

【0041】

第2外部電極22は、素体10の第1側面13a上に設けられていなくてもよい。また、第2外部電極22は、素体10の第2側面13b上に設けられていなくてもよい。

【0042】

第2外部電極22は、素体10の第2端面11bから、第1主面12a、第2主面12b、第1側面13a、及び、第2側面13bの各面の一部にわたって延在していてもよい。

【0043】

積層型コイル部品1のサイズは、特に限定されないが、0603サイズ、0402サイズ、又は、1005サイズであることが好ましい。

【0044】

積層型コイル部品1が0603サイズ、0402サイズ、又は、1005サイズである場合について、積層型コイル部品1、素体10、第1外部電極21、及び、第2外部電極22の好ましい寸法の具体例を以下に示す。

【0045】

(1) 積層型コイル部品1が0603サイズである場合

10

20

30

40

50

・積層型コイル部品1の長さ方向Lにおける寸法 L_1 は、好ましくは0.57mm以上である。また、積層型コイル部品1の長さ方向Lにおける寸法 L_1 は、好ましくは0.63mm以下である。

・積層型コイル部品1の高さ方向Tにおける寸法 T_1 は、好ましくは0.27mm以上である。また、積層型コイル部品1の高さ方向Tにおける寸法 T_1 は、好ましくは0.33mm以下である。

・積層型コイル部品1の幅方向Wにおける寸法 W_1 は、好ましくは0.27mm以上である。また、積層型コイル部品1の幅方向Wにおける寸法 W_1 は、好ましくは0.33mm以下である。

・素体10の長さ方向Lにおける寸法 L_2 は、好ましくは0.57mm以上である。また、素体10の長さ方向Lにおける寸法 L_2 は、好ましくは0.63mm以下である。

・素体10の高さ方向Tにおける寸法 T_2 は、好ましくは0.27mm以上である。また、素体10の高さ方向Tにおける寸法 T_2 は、好ましくは0.33mm以下である。

・素体10の幅方向Wにおける寸法 W_2 は、好ましくは0.27mm以上である。また、素体10の幅方向Wにおける寸法 W_2 は、好ましくは0.33mm以下である。

・第1外部電極21の高さ方向Tにおける寸法 E_1 は、好ましくは0.10mm以上、0.20mm以下である。なお、第1外部電極21の高さ方向Tにおける寸法 E_1 が幅方向Wに沿って一定でない場合、その最大値が上記範囲内であることが好ましい。

・第1外部電極21の長さ方向Lにおける寸法 E_2 は、好ましくは0.12mm以上、0.22mm以下である。なお、第1外部電極21の長さ方向Lにおける寸法 E_2 が幅方向Wに沿って一定でない場合、その最大値が上記範囲内であることが好ましい。

・第2外部電極22の高さ方向Tにおける寸法 E_3 は、好ましくは0.10mm以上、0.20mm以下である。なお、第2外部電極22の高さ方向Tにおける寸法 E_3 が幅方向Wに沿って一定でない場合、その最大値が上記範囲内であることが好ましい。

・第2外部電極22の長さ方向Lにおける寸法 E_4 は、好ましくは0.12mm以上、0.22mm以下である。なお、第2外部電極22の長さ方向Lにおける寸法 E_4 が幅方向Wに沿って一定でない場合、その最大値が上記範囲内であることが好ましい。

【0046】

(2) 積層型コイル部品1が0402サイズである場合

・積層型コイル部品1の長さ方向Lにおける寸法 L_1 は、好ましくは0.38mm以上である。また、積層型コイル部品1の長さ方向Lにおける寸法 L_1 は、好ましくは0.42mm以下である。

・積層型コイル部品1の高さ方向Tにおける寸法 T_1 は、好ましくは0.18mm以上である。また、積層型コイル部品1の高さ方向Tにおける寸法 T_1 は、好ましくは0.22mm以下である。

・積層型コイル部品1の幅方向Wにおける寸法 W_1 は、好ましくは0.18mm以上である。また、積層型コイル部品1の幅方向Wにおける寸法 W_1 は、好ましくは0.22mm以下である。

・素体10の長さ方向Lにおける寸法 L_2 は、好ましくは0.38mm以上である。また、素体10の長さ方向Lにおける寸法 L_2 は、好ましくは0.42mm以下である。

・素体10の高さ方向Tにおける寸法 T_2 は、好ましくは0.18mm以上である。また、素体10の高さ方向Tにおける寸法 T_2 は、好ましくは0.22mm以下である。

・素体10の幅方向Wにおける寸法 W_2 は、好ましくは0.18mm以上である。また、素体10の幅方向Wにおける寸法 W_2 は、好ましくは0.22mm以下である。

・第1外部電極21の高さ方向Tにおける寸法 E_1 は、好ましくは0.06mm以上、0.13mm以下である。なお、第1外部電極21の高さ方向Tにおける寸法 E_1 が幅方向Wに沿って一定でない場合、その最大値が上記範囲内であることが好ましい。

・第1外部電極21の長さ方向Lにおける寸法 E_2 は、好ましくは0.08mm以上、0.15mm以下である。なお、第1外部電極21の長さ方向Lにおける寸法 E_2 が幅方向Wに沿って一定でない場合、その最大値が上記範囲内であることが好ましい。

・第2外部電極22の高さ方向Tにおける寸法E₃は、好ましくは0.06mm以上、0.13mm以下である。なお、第2外部電極22の高さ方向Tにおける寸法E₃が幅方向Wに沿って一定でない場合、その最大値が上記範囲内であることが好ましい。

・第2外部電極22の長さ方向Lにおける寸法E₄は、好ましくは0.08mm以上、0.15mm以下である。なお、第2外部電極22の長さ方向Lにおける寸法E₄が幅方向Wに沿って一定でない場合、その最大値が上記範囲内であることが好ましい。

【0047】

(3) 積層型コイル部品1が1005サイズである場合

・積層型コイル部品1の長さ方向Lにおける寸法L₁は、好ましくは0.95mm以上である。また、積層型コイル部品1の長さ方向Lにおける寸法L₁は、好ましくは1.05mm以下である。

・積層型コイル部品1の高さ方向Tにおける寸法T₁は、好ましくは0.45mm以上である。また、積層型コイル部品1の高さ方向Tにおける寸法T₁は、好ましくは0.55mm以下である。

・積層型コイル部品1の幅方向Wにおける寸法W₁は、好ましくは0.45mm以上である。また、積層型コイル部品1の幅方向Wにおける寸法W₁は、好ましくは0.55mm以下である。

・素体10の長さ方向Lにおける寸法L₂は、好ましくは0.95mm以上である。また、素体10の長さ方向Lにおける寸法L₂は、好ましくは1.05mm以下である。

・素体10の高さ方向Tにおける寸法T₂は、好ましくは0.45mm以上である。また、素体10の高さ方向Tにおける寸法T₂は、好ましくは0.55mm以下である。

・素体10の幅方向Wにおける寸法W₂は、好ましくは0.45mm以上である。また、素体10の幅方向Wにおける寸法W₂は、好ましくは0.55mm以下である。

・第1外部電極21の高さ方向Tにおける寸法E₁は、好ましくは0.15mm以上、0.33mm以下である。なお、第1外部電極21の高さ方向Tにおける寸法E₁が幅方向Wに沿って一定でない場合、その最大値が上記範囲内であることが好ましい。

・第1外部電極21の長さ方向Lにおける寸法E₂は、好ましくは0.20mm以上、0.38mm以下である。なお、第1外部電極21の長さ方向Lにおける寸法E₂が幅方向Wに沿って一定でない場合、その最大値が上記範囲内であることが好ましい。

・第2外部電極22の高さ方向Tにおける寸法E₃は、好ましくは0.15mm以上、0.33mm以下である。なお、第2外部電極22の高さ方向Tにおける寸法E₃が幅方向Wに沿って一定でない場合、その最大値が上記範囲内であることが好ましい。

・第2外部電極22の長さ方向Lにおける寸法E₄は、好ましくは0.20mm以上、0.38mm以下である。なお、第2外部電極22の長さ方向Lにおける寸法E₄が幅方向Wに沿って一定でない場合、その最大値が上記範囲内であることが好ましい。

【0048】

本発明の積層型コイル部品の第1態様及び第2態様では、絶縁層の積層方向とコイルのコイル軸の方向とは、実装面である素体の第1主面に平行である。

【0049】

図7は、図1中の線分A1-A2に対応する部分の一例を示す断面模式図である。

【0050】

図7に示すように、素体10は、複数の絶縁層15が、積層方向、ここでは、長さ方向Lに積層されてなる。つまり、絶縁層15の積層方向は、長さ方向Lに平行であり、実装面である素体10の第1主面12aに平行である。なお、図7では、説明の便宜上、これらの絶縁層15の境界が示されているが、実際には境界が明瞭に現れていない。

【0051】

素体10の内部には、コイル30が設けられている。コイル30は、複数のコイル導体31が電氣的に接続されてなり、例えば、ソレノイド状である。コイル導体31は、絶縁層15とともに長さ方向Lに積層されている。なお、図7では、コイル30の形状、コイル導体31の位置、コイル導体31の接続等が厳密に示されていない。例えば、長さ方向

10

20

30

40

50

Lに隣り合うコイル導体31は、図7に示していないビア導体を介して互いに電氣的に接続されている。

【0052】

コイル30は、コイル軸Cを有している。コイル30のコイル軸Cは、長さ方向Lに延伸し、かつ、素体10の第1端面11aと第2端面11bとの間を貫通している。つまり、コイル30のコイル軸Cの方向は、実装面である素体10の第1主面12aに平行である。また、コイル30のコイル軸Cは、長さ方向Lから見たときのコイル30の形状の中心を通る。

【0053】

以上より、絶縁層15の積層方向とコイル30のコイル軸Cの方向とは、実装面である素体10の第1主面12aに平行である。

10

【0054】

絶縁層15の積層方向とコイル30のコイル軸Cの方向とは、図7に示すように長さ方向Lに平行であってもよいし、平行でなくてもよい。例えば、絶縁層15の積層方向が幅方向Wに平行であり、かつ、コイル30のコイル軸Cの方向が長さ方向Lに平行であってもよい。この場合でも、絶縁層15の積層方向とコイル30のコイル軸Cの方向とは、実装面である素体10の第1主面12aに平行である。

【0055】

積層型コイル部品1は、第1連結導体41及び第2連結導体42を更に有していてもよい。

20

【0056】

第1連結導体41は、図7に示していない複数のビア導体が電氣的に接続されつつ絶縁層15とともに長さ方向Lに積層されてなる。第1連結導体41は、素体10の第1端面11aから露出している。

【0057】

第1外部電極21は、第1連結導体41を介して、コイル30に電氣的に接続されている。ここで、複数のコイル導体31のうち、素体10の第1端面11aに最も近い位置には、コイル導体31aが設けられている。つまり、第1外部電極21は、第1連結導体41を介して、コイル導体31aに電氣的に接続されている。

【0058】

第1連結導体41は、第1外部電極21とコイル30とを接続している。第1連結導体41は、第1外部電極21とコイル30との間、ここでは、第1外部電極21とコイル導体31aとの間を直線状に接続することが好ましい。また、長さ方向Lから見たとき、第1連結導体41は、コイル導体31aと重なり、かつ、コイル軸Cよりも、実装面である素体10の第1主面12a側に位置することが好ましい。これらにより、第1外部電極21とコイル30との電氣的な接続が容易になる。

30

【0059】

第1連結導体41が第1外部電極21とコイル30との間を直線状に接続するとは、長さ方向Lから見たとき、第1連結導体41を構成するビア導体同士が重なっていることを示す。したがって、第1連結導体41を構成するビア導体同士は、厳密に直線状に並んでいなくてもよい。

40

【0060】

第1連結導体41は、コイル導体31aにおける、素体10の第1主面12aに最も近い部分に接続されていることが好ましい。これにより、第1外部電極21における素体10の第1端面11a上の部分の面積を小さくできる。その結果、第1外部電極21とコイル30との間の浮遊容量が小さくなるため、その分、積層型コイル部品1の高周波特性が向上する。

【0061】

第1連結導体41は、1つのみ設けられていてもよいし、複数設けられていてもよい。

【0062】

50

第2連結導体42は、図7に示していない複数のビア導体が電氣的に接続されつつ絶縁層15とともに長さ方向Lに積層されてなる。第2連結導体42は、素体10の第2端面11bから露出している。

【0063】

第2外部電極22は、第2連結導体42を介して、コイル30に電氣的に接続されている。ここで、複数のコイル導体31のうち、素体10の第2端面11bに最も近い位置には、コイル導体31dが設けられている。つまり、第2外部電極22は、第2連結導体42を介して、コイル導体31dに電氣的に接続されている。

【0064】

第2連結導体42は、第2外部電極22とコイル30とを接続している。第2連結導体42は、第2外部電極22とコイル30との間、ここでは、第2外部電極22とコイル導体31dとの間を直線状に接続することが好ましい。また、長さ方向Lから見たとき、第2連結導体42は、コイル導体31dと重なり、かつ、コイル軸Cよりも、実装面である素体10の第1主面12a側に位置することが好ましい。これらにより、第2外部電極22とコイル30との電氣的な接続が容易になる。

【0065】

第2連結導体42が第2外部電極22とコイル30との間を直線状に接続するとは、長さ方向Lから見たとき、第2連結導体42を構成するビア導体同士が重なっていることを示す。したがって、第2連結導体42を構成するビア導体同士は、厳密に直線状に並んでいなくてもよい。

【0066】

第2連結導体42は、コイル導体31dにおける、素体10の第1主面12aに最も近い部分に接続されていることが好ましい。これにより、第2外部電極22における素体10の第2端面11b上の部分の面積を小さくできる。その結果、第2外部電極22とコイル30との間の浮遊容量が小さくなるため、その分、積層型コイル部品1の高周波特性が向上する。

【0067】

第2連結導体42は、1つのみ設けられていてもよいし、複数設けられていてもよい。

【0068】

コイル30の長さ方向Lにおける寸法 L_3 は、素体10の長さ方向Lにおける寸法 L_2 の、好ましくは85%以上、94%以下であり、より好ましくは90%以上、94%以下である。

【0069】

コイル30の長さ方向Lにおける寸法 L_3 は、第1連結導体41を介して第1外部電極21に電氣的に接続されたコイル導体31aから、第2連結導体42を介して第2外部電極22に電氣的に接続されたコイル導体31dまでの、長さ方向Lにおける距離（コイル導体31a及びコイル導体31dの長さ方向Lにおける寸法を含む）を示す。つまり、コイル30の長さ方向Lにおける寸法 L_3 は、コイル導体31の配置領域の長さ方向Lにおける寸法を示す。

【0070】

コイル30の長さ方向Lにおける寸法 L_3 が素体10の長さ方向Lにおける寸法 L_2 の85%よりも小さい場合、コイル30の浮遊容量が大きくなるため、積層型コイル部品1の高周波特性が低下するおそれがある。コイル30の長さ方向Lにおける寸法 L_3 が素体10の長さ方向Lにおける寸法 L_2 の94%よりも大きい場合、第1外部電極21とコイル30との間の浮遊容量が大きくなり、また、第2外部電極22とコイル30との間の浮遊容量が大きくなるため、積層型コイル部品1の高周波特性が低下するおそれがある。

【0071】

図8は、図7中の素体及びコイルを分解した状態の一例を示す斜視模式図である。図9は、図7中の素体及びコイルを分解した状態の一例を示す平面模式図である。

【0072】

図 8 及び図 9 に示す例では、素体 10 は、絶縁層 15 としての、絶縁層 15 a、絶縁層 15 b、絶縁層 15 c、絶縁層 15 d、及び、絶縁層 15 e が、積層方向、ここでは、長さ方向 L に積層されてなる。

【0073】

本明細書中、絶縁層 15 a、絶縁層 15 b、絶縁層 15 c、絶縁層 15 d、及び、絶縁層 15 e を特に区別しない場合、絶縁層 15 と言う。

【0074】

絶縁層 15 a、絶縁層 15 b、絶縁層 15 c、及び、絶縁層 15 d の主面上には、各々、コイル導体 31 としての、コイル導体 31 a、コイル導体 31 b、コイル導体 31 c、及び、コイル導体 31 d が設けられている。コイル導体 31 a、コイル導体 31 b、コイル導体 31 c、及び、コイル導体 31 d は、絶縁層 15 a、絶縁層 15 b、絶縁層 15 c、及び、絶縁層 15 d とともに長さ方向 L に積層されており、各コイル導体は電氣的に接続されている。

【0075】

本明細書中、コイル導体 31 a、コイル導体 31 b、コイル導体 31 c、及び、コイル導体 31 d を特に区別しない場合、コイル導体 31 と言う。

【0076】

図 8 及び図 9 に示す例では、コイル導体 31 a、コイル導体 31 b、コイル導体 31 c、及び、コイル導体 31 d の長さは、各々、コイル 30 の 3/4 ターンの長さである。つまり、コイル 30 の 3 ターンを構成するためのコイル導体の積層数は、4 である。素体 10 では、コイル導体 31 a、コイル導体 31 b、コイル導体 31 c、及び、コイル導体 31 d が 1 つの単位（3 ターン分）として繰り返し積層されている。

【0077】

コイル導体 31 の両端には、ランド部が設けられていてもよい。より具体的には、コイル導体 31 a、コイル導体 31 b、コイル導体 31 c、及び、コイル導体 31 d の各両端には、ランド部が設けられていてもよい。

【0078】

長さ方向 L から見たとき、コイル導体 31 のランド部は、円形状であってもよいし、多角形状であってもよい。

【0079】

絶縁層 15 a、絶縁層 15 b、絶縁層 15 c、及び、絶縁層 15 d には、各々、ビア導体 34 a、ビア導体 34 b、ビア導体 34 c、及び、ビア導体 34 d が長さ方向 L に貫通するように設けられている。

【0080】

ビア導体 34 a、ビア導体 34 b、ビア導体 34 c、及び、ビア導体 34 d は、各々、コイル導体 31 a、コイル導体 31 b、コイル導体 31 c、及び、コイル導体 31 d の一端に接続されている。上述したように、コイル導体 31 a、コイル導体 31 b、コイル導体 31 c、及び、コイル導体 31 d の各両端にランド部が設けられている場合、ビア導体 34 a、ビア導体 34 b、ビア導体 34 c、及び、ビア導体 34 d は、各々、コイル導体 31 a のランド部、コイル導体 31 b のランド部、コイル導体 31 c のランド部、及び、コイル導体 31 d のランド部に接続されていることになる。

【0081】

コイル導体 31 a 及びビア導体 34 a 付きの絶縁層 15 a と、コイル導体 31 b 及びビア導体 34 b 付きの絶縁層 15 b と、コイル導体 31 c 及びビア導体 34 c 付きの絶縁層 15 c と、コイル導体 31 d 及びビア導体 34 d 付きの絶縁層 15 d とは、1 つの単位（図 8 及び図 9 中の点線で囲まれた部分）として繰り返し積層されている。これにより、コイル導体 31 a と、コイル導体 31 b と、コイル導体 31 c と、コイル導体 31 d とは、ビア導体 34 a、ビア導体 34 b、ビア導体 34 c、及び、ビア導体 34 d を介して電氣的に接続される。つまり、長さ方向 L に隣り合うコイル導体は、ビア導体を介して互いに電氣的に接続される。

10

20

30

40

50

【0082】

以上により、素体10の内部に設けられたソレノイド状のコイル30が構成される。

【0083】

長さ方向Lから見たとき、コイル30は、円形状であってもよいし、多角形状であってもよい。なお、コイル30がランド部を含む場合、例えば、コイル導体31の両端にランド部が設けられている場合、コイル30の形状は、ランド部を除いた形状を示す。

【0084】

長さ方向Lから見たとき、コイル導体31の内径は、素体10の幅方向Wにおける寸法 W_2 の、好ましくは15%以上、40%以下である。コイル導体31の内径は、コイル30のコイル径と同義である。長さ方向Lから見たとき、コイル30が多角形状である場合、多角形の面積相当円の直径をコイル30のコイル径、すなわち、コイル導体31の内径とする。

【0085】

コイル30のターン数は、好ましくは35以上、より好ましくは35以上、45以下である。コイル30のターン数が35以上であると、積層型コイル部品1のインピーダンスが大きくなり、高周波帯での透過係数 S_{21} も大きくなる。その結果、積層型コイル部品1の高周波特性が向上する。

【0086】

絶縁層15eには、ビア導体34eが長さ方向Lに貫通するように設けられている。

【0087】

絶縁層15eの主面上には、ビア導体34eに接続されたランド部が設けられていてもよい。

【0088】

ビア導体34e付きの絶縁層15eは、コイル30の一端側に位置する、コイル導体31a及びビア導体34a付きの絶縁層15aに重なるように複数積層されている。これにより、ビア導体34e同士が電氣的に接続されて第1連結導体41を構成し、第1連結導体41が素体10の第1端面11aから露出する。その結果、第1外部電極21とコイル導体31aとが、第1連結導体41を介して互いに電氣的に接続される。

【0089】

ビア導体34e付きの絶縁層15eは、コイル30の他端側に位置する、コイル導体31d及びビア導体34d付きの絶縁層15dに重なるように複数積層されている。これにより、ビア導体34e同士が電氣的に接続されて第2連結導体42を構成し、第2連結導体42が素体10の第2端面11bから露出する。その結果、第2外部電極22とコイル導体31dとが、第2連結導体42を介して互いに電氣的に接続される。

【0090】

第1連結導体41及び第2連結導体42の長さ方向Lにおける寸法は、各々、素体10の長さ方向Lにおける寸法 L_2 の、好ましくは2.5%以上、7.5%以下、より好ましくは2.5%以上、5.0%以下である。これにより、第1連結導体41及び第2連結導体42のインダクタンスが小さくなるため、積層型コイル部品1の高周波特性が向上する。

【0091】

第1連結導体41及び第2連結導体42の幅方向Wにおける寸法は、各々、素体10の幅方向Wにおける寸法 W_2 の、好ましくは8.0%以上、20%以下である。

【0092】

積層型コイル部品1が0603サイズ、0402サイズ、又は、1005サイズである場合について、コイル導体31、第1連結導体41、及び、第2連結導体42の好ましい寸法の具体例を以下に示す。

【0093】

(1) 積層型コイル部品1が0603サイズである場合

・長さ方向Lから見たとき、コイル導体31の内径は、好ましくは $50\mu\text{m}$ 以上、 $100\mu\text{m}$ 以下である。

10

20

30

40

50

・第1連結導体41及び第2連結導体42の長さ方向Lにおける寸法は、各々、好ましくは15 μm 以上、45 μm 以下、より好ましくは15 μm 以上、30 μm 以下である。

・第1連結導体41及び第2連結導体42の幅方向Wにおける寸法は、各々、好ましくは30 μm 以上、60 μm 以下である。

【0094】

(2) 積層型コイル部品1が0402サイズである場合

・長さ方向Lから見たとき、コイル導体31の内径は、好ましくは30 μm 以上、70 μm 以下である。

・第1連結導体41及び第2連結導体42の長さ方向Lにおける寸法は、各々、好ましくは10 μm 以上、30 μm 以下、より好ましくは10 μm 以上、25 μm 以下である。

・第1連結導体41及び第2連結導体42の幅方向Wにおける寸法は、各々、好ましくは20 μm 以上、40 μm 以下である。

【0095】

(3) 積層型コイル部品1が1005サイズである場合

・長さ方向Lから見たとき、コイル導体31の内径は、好ましくは80 μm 以上、170 μm 以下である。

・第1連結導体41及び第2連結導体42の長さ方向Lにおける寸法は、各々、好ましくは25 μm 以上、75 μm 以下、より好ましくは25 μm 以上、50 μm 以下である。

・第1連結導体41及び第2連結導体42の幅方向Wにおける寸法は、各々、好ましくは40 μm 以上、100 μm 以下である。

【0096】

コイル導体31a、コイル導体31b、コイル導体31c、コイル導体31d、ビア導体34a、ビア導体34b、ビア導体34c、ビア導体34d、及び、ビア導体34eの構成材料としては、例えば、Ag、Au、Cu、Pd、Ni、Al、これらの金属の少なくとも1種を含有する合金等が挙げられる。

【0097】

本発明の積層型コイル部品の第1態様及び第2態様では、素体の長さ方向の中心位置で高さ方向及び幅方向に沿う界面を定義したとき、素体は、界面を境に長さ方向に並んだ、第1端面を含む第1素体部分と、第2端面を含む第2素体部分と、を有する。

【0098】

図10は、図1中の積層型コイル部品の側面模式図である。

【0099】

図10に示すように、積層型コイル部品1において、素体10の長さ方向Lの中心位置で高さ方向T及び幅方向Wに沿う界面Gを定義したとき、素体10は、界面Gを境に長さ方向Lに並んだ、第1端面11aを含む第1素体部分61と、第2端面11bを含む第2素体部分62と、を有している。つまり、素体10は、長さ方向Lにおいて、界面Gにより第1素体部分61と第2素体部分62とに2分割されている。

【0100】

界面Gについて、素体10の長さ方向Lの中心位置は、素体10の長さ方向Lにおける最大寸法を2等分する位置として定められる。

【0101】

第1外部電極21は、第1素体部分61の表面上に設けられている。

【0102】

第2外部電極22は、第2素体部分62の表面上に設けられている。

【0103】

本発明の積層型コイル部品の第1態様及び第2態様では、第1外部電極は、素体側から順に、下地電極と、下地電極上に設けられためっき電極と、を有する。

【0104】

図11は、図10中の第1素体部分及び第1外部電極の長さ方向及び高さ方向に沿う断面の一部を示す模式図である。

【0105】

図11に示すように、第1外部電極21は、素体10側から順に、下地電極21aと、下地電極21a上に設けられためっき電極21bと、を有している。

【0106】

めっき電極21bにおける素体10の第1主面12a上に存在する部分の長さ方向Lの先端21baは、下地電極21aにおける素体10の第1主面12a上に存在する部分の長さ方向Lの先端21aaよりも、素体10の第2端面11b側（図11では、右側）に位置している。

【0107】

下地電極における素体の第1主面上に存在する部分の長さ方向の先端と、めっき電極における素体の第1主面上に存在する部分の長さ方向の先端とは、積層型コイル部品において、幅方向の略中央部での長さ方向及び高さ方向に沿う断面で定められる。

10

【0108】

めっき電極21bにおける素体10の第1主面12a上に存在する部分の長さ方向Lの先端21baと、下地電極21aにおける素体10の第1主面12a上に存在する部分の長さ方向Lの先端21aaとの間の長さ方向Lにおける距離aは、好ましくは $30\mu\text{m}$ 以下である。より具体的には、めっき電極21bの先端21baと下地電極21aの先端21aaとの間の長さ方向Lにおける距離aは、好ましくは $0\mu\text{m}$ よりも大きく、 $30\mu\text{m}$ 以下である。

【0109】

下地電極21aは、Agを含むことが好ましい。

20

【0110】

めっき電極21bは、Ni及びSnの少なくとも一方を含むことが好ましい。

【0111】

めっき電極21bは、単層構造であってもよいし、複層構造であってもよいが、複層構造であることが好ましい。めっき電極21bが複層構造である場合、めっき電極21bは、下地電極21a側から順に、Niめっき電極と、Snめっき電極と、を有することが好ましい。

【0112】

めっき電極21bのようなめっき電極は、エネルギー分散型X線分析（EDX）での元素分析に加えて、図11に示すような長さ方向及び高さ方向に沿う断面において緻密であること等の情報により、めっき以外の方法で形成された下地電極21aのような下地電極と区別される。

30

【0113】

本発明の積層型コイル部品の第1態様及び第2態様では、下地電極における素体の第1主面上に存在する部分の長さ方向の先端と高さ方向に重なる第1基準位置を定義したとき、第1素体部分には、第1基準位置から第2端面に向かって長さ方向における寸法が $20\mu\text{m}$ である範囲を少なくとも含む第1領域と、第1領域以外の第2領域と、が存在する。

【0114】

積層型コイル部品1では、下地電極21aにおける素体10の第1主面12a上に存在する部分の長さ方向Lの先端21aaと高さ方向Tに重なる第1基準位置H1を定義したとき、第1素体部分61には、第1基準位置H1から第2端面11bに向かって（図11では、右側に向かって）長さ方向Lにおける寸法 P_1 が $20\mu\text{m}$ である範囲を少なくとも含む第1領域61aが存在している。つまり、第1領域61aは、第1基準位置H1から第2端面11bに向かう長さ方向Lにおける距離 P_1 が $0\mu\text{m}$ の位置から $20\mu\text{m}$ の位置までの範囲を少なくとも含んでいる。

40

【0115】

第1領域61aにおける第2端面11b側の端61aaは、第1基準位置H1からの長さ方向Lにおける距離 P_1 が $20\mu\text{m}$ 以上、 $60\mu\text{m}$ 以下の位置に存在することが好ましい。つまり、第1領域61aは、第1基準位置H1から第2端面11bに向かう長さ方向

50

Lにおける距離 P_1 が $0\ \mu\text{m}$ の位置から $\alpha_1\ \mu\text{m}$ の位置までの範囲($20 \leq \alpha_1 \leq 60$)を含むことが好ましい。

【0116】

第1領域61aは、更に、第1基準位置H1から第1端面11aに向かって(図11では、左側に向かって)長さ方向Lにおける寸法 P_2 が $20\ \mu\text{m}$ である範囲を少なくとも含むことが好ましい。つまり、第1領域61aは、更に、第1基準位置H1から第1端面11aに向かう長さ方向Lにおける距離 P_2 が $0\ \mu\text{m}$ の位置から $20\ \mu\text{m}$ の位置までの範囲を少なくとも含むことが好ましい。

【0117】

第1領域61aにおける第1端面11a側の端61abは、第1基準位置H1からの長さ方向Lにおける距離 P_2 が $20\ \mu\text{m}$ 以上、 $60\ \mu\text{m}$ 以下の位置に存在することが好ましい。つまり、第1領域61aは、更に、第1基準位置H1から第1端面11aに向かう長さ方向Lにおける距離 P_2 が $0\ \mu\text{m}$ の位置から $\alpha_2\ \mu\text{m}$ の位置までの範囲($20 \leq \alpha_2 \leq 60$)を含むことが好ましい。

【0118】

本発明の積層型コイル部品のように、下地電極及びめっき電極を有する外部電極においては、めっき電極が素体の表面に沿って下地電極に対して大きく伸びた状態となることがある。このように、めっき電極が大きく伸びた状態で外部電極が形成されると、外部電極とコイルとの間の浮遊容量が大きくなり、結果的に、積層型コイル部品の高周波特性が低下するおそれがある。

【0119】

これに対して、本発明の積層型コイル部品の第1態様では、第1領域において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、60体積%以上である。

【0120】

積層型コイル部品1では、第1領域61aにおいて、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、60体積%以上である。より具体的には、第1領域61aにおいて、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、60体積%以上、100体積%以下である。これにより、めっき電極21bの形成時に、めっき電極21bが素体10の第1主面12aに沿って下地電極21aに対して大きく伸びることが抑制される。その結果、めっき電極21bの先端21baは、好ましくは、図11に示すように第1領域61aと重なる位置にとどめられる。以上により、コイル30と第1外部電極21との間の浮遊容量が大きくなることが抑制されるため、その分、積層型コイル部品1の高周波特性が向上する。

【0121】

第1領域61aにおいて、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合が60体積%よりも小さい場合、素体10の第1主面12aに金属が偏析しやすくなるため、めっき電極21bの形成時に、めっき電極21bが、素体10の第1主面12aに沿って下地電極21aに対して大きく伸びやすくなる。

【0122】

第1領域61aにおいて、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、100体積%であってもよい。つまり、第1領域61aには、非磁性相のみが存在していてもよい。

【0123】

第1素体部分61には、更に、第1領域61a以外の第2領域61bが存在している。

【0124】

本発明の積層型コイル部品の第1態様では、第2領域において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、50体積%以下である。

【0125】

積層型コイル部品1では、第2領域61bにおいて、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、50体積%以下である。より具体的には、第2領域61b

において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、0体積%以上、50体積%以下である。これにより、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する磁性相の体積割合が、第2領域61bで第1領域61aよりも大きくなるため、積層型コイル部品1のインピーダンスが大きくなる。その結果、積層型コイル部品1の高周波特性が向上する。

【0126】

第2領域61bにおいて、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、0体積%であってもよい。つまり、第2領域61bには、磁性相のみが存在していてもよい。

【0127】

以上のように、本発明の積層型コイル部品の第1態様では、第1領域において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合が60体積%以上であり、かつ、第2領域において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合が50体積%以下であるため、外部電極、ここでは、第1外部電極がめっき電極を有していても高周波特性が優れたものとなる。つまり、本発明の積層型コイル部品の第1態様では、高周波帯での透過係数 S_{21} が大きく、かつ、高周波帯までの透過係数 S_{21} のばらつきが小さくなる。

【0128】

磁性相は、例えば、Fe、Ni、Zn、及び、Cuを含む。

【0129】

磁性相は、Co、Bi、Sn、Mn等を更に含んでもよい。

【0130】

磁性相は、Ni-Cu-Zn系フェライト材料で構成されることが好ましい。

【0131】

Ni-Cu-Zn系フェライト材料は、全量を100mol%としたとき、Feを Fe_2O_3 換算で40mol%以上、49.5mol%以下、NiをNiO換算で10mol%以上、45mol%以下、ZnをZnO換算で2mol%以上、35mol%以下、CuをCuO換算で6mol%以上、13mol%以下含むことが好ましい。

【0132】

Ni-Cu-Zn系フェライト材料は、Co、Bi、Sn、Mn等の添加物、不可避不純物等を更に含んでもよい。

【0133】

非磁性相は、例えば、Siを含む。

【0134】

非磁性相は、ホウケイ酸ガラス材料で構成されることが好ましい。

【0135】

ホウケイ酸ガラス材料は、全量を100重量%としたとき、Siを SiO_2 換算で70重量%以上、85重量%以下、Bを B_2O_3 換算で10重量%以上、25重量%以下、アルカリ金属Aを A_2O 換算で0.5重量%以上、5重量%以下、Alを Al_2O_3 換算で0重量%以上、5重量%以下含むことが好ましい。

【0136】

ホウケイ酸ガラス材料は、フィラーとして、フォルステライト($2MgO \cdot SiO_2$)、石英(SiO_2)等を更に含んでもよい。

【0137】

非磁性相は、 $aZnO \cdot SiO_2$ (aは、1.8以上、2.2以下)で表される酸化物で構成されてもよい。このような酸化物としては、例えば、ウィルマイトと呼ばれる Zn_2SiO_4 等が挙げられる。このような酸化物において、Znの一部は、Cuで置換されていてもよい。

【0138】

磁性相及び非磁性相は、以下のようにして区別される。まず、積層型コイル部品に対し

10

20

30

40

50

て、幅方向の略中央部まで研磨を施すことにより、図7、図11等に応示するような長さ方向及び高さ方向に沿う断面を露出させる。次に、素体の露出断面に対して、走査型透過電子顕微鏡－エネルギー分散型X線分析（STEM－EDX）で元素マッピングを行う。そして、Feが存在する領域を磁性相、Siが存在する領域を非磁性相として、両相を区別する。

【0139】

第1領域及び第2領域の各々において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、以下のようにして定められる。まず、積層型コイル部品に対して、幅方向の略中央部まで研磨を施すことにより、図7、図11等に応示するような長さ方向及び高さ方向に沿う断面を露出させる。次に、第1素体部分の露出断面において、第1領域での非磁性相の体積割合を測定する場合は、第1基準位置から第2端面に向かって長さ方向における寸法が20μmである範囲を対象領域として選択する。また、第1素体部分の露出断面において、第2領域での非磁性相の体積割合を測定する場合は、第1端面から第2端面に向かって長さ方向における寸法が20μmである範囲を対象領域として選択する。そして、各対象領域において20μm角の領域を3箇所抽出した後、走査型透過電子顕微鏡－エネルギー分散型X線分析で元素マッピングを行うことにより、上述したように磁性相と非磁性相とを区別する。その後、上述した3箇所の各領域について、得られた元素マッピング画像から、磁性相及び非磁性相の合計面積に対する非磁性相の面積割合を、画像解析ソフトにより測定する。そして、これらの面積割合の測定値から平均値を算出し、この平均値を、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合とする。

【0140】

本発明の積層型コイル部品の第1態様では、第1領域は、全量を100重量%としたとき、SiをSiO₂換算で30.0重量%以上、85.0重量%以下、BをB₂O₃換算で4.0重量%以上、15.0重量%以下、FeをFe₂O₃換算で0重量%以上、45.0重量%以下、NiをNiO換算で0重量%以上、15.0重量%以下、ZnをZnO換算で0重量%以上、8.0重量%以下、CuをCuO換算で0重量%以上、5.0重量%以下含むことが好ましい。

【0141】

積層型コイル部品1では、第1領域61aは、全量を100重量%としたとき、SiをSiO₂換算で30.0重量%以上、85.0重量%以下、BをB₂O₃換算で4.0重量%以上、15.0重量%以下、FeをFe₂O₃換算で0重量%以上、45.0重量%以下、NiをNiO換算で0重量%以上、15.0重量%以下、ZnをZnO換算で0重量%以上、8.0重量%以下、CuをCuO換算で0重量%以上、5.0重量%以下含むことが好ましい。

【0142】

第1領域61aは、全量を100重量%としたとき、更に、KをK₂O換算で0.3重量%以上、1.5重量%以下、MgをMgO換算で0.9重量%以上、3.5重量%以下含むことが好ましい。

【0143】

本発明の積層型コイル部品の第1態様では、第2領域は、全量を100重量%としたとき、SiをSiO₂換算で0重量%以上、25.0重量%以下、BをB₂O₃換算で0重量%以上、5.0重量%以下、FeをFe₂O₃換算で45.0重量%以上、70.0重量%以下、NiをNiO換算で10.0重量%以上、20.0重量%以下、ZnをZnO換算で5.0重量%以上、12.0重量%以下含むことが好ましい。

【0144】

積層型コイル部品1では、第2領域61bは、全量を100重量%としたとき、SiをSiO₂換算で0重量%以上、25.0重量%以下、BをB₂O₃換算で0重量%以上、5.0重量%以下、FeをFe₂O₃換算で45.0重量%以上、70.0重量%以下、NiをNiO換算で10.0重量%以上、20.0重量%以下、ZnをZnO換算で5.0重量%以上、12.0重量%以下含むことが好ましい。

【0145】

第1領域61aにおける全量を100重量%としたときのSiの含有量は、第2領域61bにおける全量を100重量%としたときのSiの含有量よりも、SiO₂換算で7.0重量%以上多いことが好ましい。つまり、第1領域61aにおける全量を100重量%としたときのSiの含有量と、第2領域61bにおける全量を100重量%としたときのSiの含有量との差は、SiO₂換算で7.0重量%以上であることが好ましい。また、第1領域61aにおける全量を100重量%としたときのSiの含有量と、第2領域61bにおける全量を100重量%としたときのSiの含有量との差は、60.0重量%以下であることが好ましい。なお、第2領域61bにおける全量を100重量%としたときのSiの含有量は、0重量%であってもよい。

10

【0146】

第1領域及び第2領域の組成は、上述した各対象領域に対して、誘導結合プラズマ発光／質量分光法（ICP-AES／MS）による分析を行うことにより確認される。

【0147】

第2素体部分62及び第2外部電極22についても、以下に示すように、第1素体部分61及び第1外部電極21と同様の構成を有することが好ましい。

【0148】

図12は、図10中の第2素体部分及び第2外部電極の長さ方向及び高さ方向に沿う断面の一部を示す模式図である。

【0149】

図12に示すように、第2外部電極22は、素体10側から順に、下地電極22aと、下地電極22a上に設けられためっき電極22bと、を有している。

20

【0150】

めっき電極22bにおける素体10の第1主面12a上に存在する部分の長さ方向Lの先端22baは、下地電極22aにおける素体10の第1主面12a上に存在する部分の長さ方向Lの先端22aaよりも、素体10の第1端面11a側（図11では、左側）に位置している。

【0151】

めっき電極22bにおける素体10の第1主面12a上に存在する部分の長さ方向Lの先端22baと、下地電極22aにおける素体10の第1主面12a上に存在する部分の長さ方向Lの先端22aaとの間の長さ方向Lにおける距離bは、好ましくは30μm以下である。より具体的には、めっき電極22bの先端22baと下地電極22aの先端22aaとの間の長さ方向Lにおける距離bは、好ましくは0μmよりも大きく、30μm以下である。

30

【0152】

下地電極22a及びめっき電極22bの好ましい構成は、各々、下地電極21a及びめっき電極21bの好ましい構成と同様である。

【0153】

下地電極22aにおける素体10の第1主面12a上に存在する部分の長さ方向Lの先端22aaと高さ方向Tに重なる第2基準位置H2を定義したとき、第2素体部分62には、第2基準位置H2から第1端面11aに向かって（図12では、左側に向かって）長さ方向Lにおける寸法Q₁が20μmである範囲を少なくとも含む第1領域62aが存在している。つまり、第1領域62aは、第2基準位置H2から第1端面11aに向かう長さ方向Lにおける距離Q₁が0μmの位置から20μmの位置までの範囲を少なくとも含んでいる。

40

【0154】

第1領域62aにおける第1端面11a側の端62aaは、第2基準位置H2からの長さ方向Lにおける距離Q₁が20μm以上、60μm以下の位置に存在することが好ましい。つまり、第1領域62aは、第2基準位置H2から第1端面11aに向かう長さ方向Lにおける距離Q₁が0μmの位置からβ₁μmの位置までの範囲（20 ≤ β₁ ≤ 60）を

50

含むことが好ましい。

【0155】

第1領域62aは、更に、第2基準位置H2から第2端面11bに向かって（図12では、右側に向かって）長さ方向Lにおける寸法 Q_2 が $20\mu\text{m}$ である範囲を少なくとも含むことが好ましい。つまり、第1領域62aは、更に、第2基準位置H2から第2端面11bに向かう長さ方向Lにおける距離 Q_2 が $0\mu\text{m}$ の位置から $20\mu\text{m}$ の位置までの範囲を少なくとも含むことが好ましい。

【0156】

第1領域62aにおける第2端面11b側の端62abは、第2基準位置H2からの長さ方向Lにおける距離 Q_2 が $20\mu\text{m}$ 以上、 $60\mu\text{m}$ 以下の位置に存在することが好ましい。つまり、第1領域62aは、更に、第2基準位置H2から第2端面11bに向かう長さ方向Lにおける距離 Q_2 が $0\mu\text{m}$ の位置から $\beta_2\mu\text{m}$ の位置までの範囲（ $20 \leq \beta_2 \leq 60$ ）を含むことが好ましい。

10

【0157】

第1領域62aにおいて、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、60体積%以上である。より具体的には、第1領域62aにおいて、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、60体積%以上、100体積%以下である。

【0158】

第2素体部分62には、更に、第1領域62a以外の第2領域62bが存在している。

20

【0159】

第2領域62bにおいて、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、50体積%以下である。より具体的には、第2領域62bにおいて、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、0体積%以上、50体積%以下である。

【0160】

第2素体部分についても、第1領域及び第2領域の各々における、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合は、上述したように定められる。なお、第2素体部分の露出断面において、第1領域での非磁性相の体積割合を測定する場合は、第2基準位置から第1端面に向かって長さ方向における寸法が $20\mu\text{m}$ である範囲を対象領域として選択する。また、第2素体部分の露出断面において、第2領域での非磁性相の体積割合を測定する場合は、第2端面から第1端面に向かって長さ方向における寸法が $20\mu\text{m}$ である範囲を対象領域として選択する。

30

【0161】

第1領域62a及び第2領域62bの好ましい組成は、各々、第1領域61a及び第2領域61bの好ましい組成と同様である。

【0162】

本発明の積層型コイル部品の第2態様では、第1素体部分について、上述した本発明の積層型コイル部品の第1態様の好ましい構成と同様に、第1領域は、全量を100重量%としたとき、Siを SiO_2 換算で30.0重量%以上、85.0重量%以下、Bを B_2O_3 換算で4.0重量%以上、15.0重量%以下、Feを Fe_2O_3 換算で0重量%以上、45.0重量%以下、NiをNiO換算で0重量%以上、15.0重量%以下、ZnをZnO換算で0重量%以上、8.0重量%以下、CuをCuO換算で0重量%以上、5.0重量%以下含む。

40

【0163】

本発明の積層型コイル部品の第2態様では、第1素体部分について、上述した本発明の積層型コイル部品の第1態様の好ましい構成と同様に、第2領域は、全量を100重量%としたとき、Siを SiO_2 換算で0重量%以上、25.0重量%以下、Bを B_2O_3 換算で0重量%以上、5.0重量%以下、Feを Fe_2O_3 換算で45.0重量%以上、70.0重量%以下、NiをNiO換算で10.0重量%以上、20.0重量%以下、ZnをZnO換算で5.0重量%以上、12.0重量%以下含む。

50

【0164】

本発明の積層型コイル部品の第2態様においても、本発明の積層型コイル部品の第1態様と同様に、高周波帯での透過係数 S_{21} が大きく、かつ、そのばらつきが小さくなる。

【0165】

本発明の積層型コイル部品の第2態様における、第1素体部分の第1領域及び第2領域の好ましい組成（ Si 等の化学組成）は、各々、上述した本発明の積層型コイル部品の第1態様における、第1素体部分の第1領域及び第2領域の好ましい組成と同様である。

【0166】

本発明の積層型コイル部品の第2態様も、第1素体部分及び第1外部電極と各々同様の構成である第2素体部分及び第2外部電極を有することが好ましい。

10

【0167】

本発明の積層型コイル部品の第2態様において、第2素体部分の第1領域及び第2領域の好ましい組成（ Si 等の化学組成）は、各々、第1素体部分の第1領域及び第2領域の好ましい組成と同様である。

【0168】

積層型コイル部品1は、例えば、以下の方法で製造される。

【0169】

<磁性材料作製工程>

まず、 Fe_2O_3 、 NiO 、 ZnO 、及び、 CuO を所定の割合になるように秤量する。

【0170】

次に、これらの秤量物を湿式で混合した後、粉碎することにより、スラリーを作製する。秤量物の混合時間については、例えば、4時間以上、8時間以下とする。

20

【0171】

そして、得られたスラリーを乾燥させた後、仮焼成する。仮焼成温度については、例えば、 $700^{\circ}C$ 以上、 $800^{\circ}C$ 以下とする。仮焼成時間については、例えば、2時間以上、5時間以下とする。

【0172】

このようにして、粉末状の磁性材料、より具体的には、粉末状のフェライト材料を作製する。

【0173】

フェライト材料は、全量を $100mol\%$ としたとき、 Fe を Fe_2O_3 換算で $40mol\%$ 以上、 $49.5mol\%$ 以下、 Ni を NiO 換算で $10mol\%$ 以上、 $45mol\%$ 以下、 Zn を ZnO 換算で $2mol\%$ 以上、 $35mol\%$ 以下、 Cu を CuO 換算で $6mol\%$ 以上、 $13mol\%$ 以下含むことが好ましい。

30

【0174】

<非磁性材料作製工程>

まず、 Si 、 B 、アルカリ金属、 Al を所定の割合で含むホウケイ酸ガラス粉末を準備する。

【0175】

ホウケイ酸ガラス材料は、全量を 100 重量%としたとき、 Si を SiO_2 換算で 70 重量%以上、 85 重量%以下、 B を B_2O_3 換算で 10 重量%以上、 25 重量%以下、アルカリ金属 A を A_2O 換算で 0.5 重量%以上、 5 重量%以下、 Al を Al_2O_3 換算で 0 重量%以上、 5 重量%以下含むことが好ましい。

40

【0176】

次に、フィラーとして、フォスフェライト粉末及び石英粉末を準備する。

【0177】

そして、ホウケイ酸ガラス粉末、フォスフェライト粉末、及び、石英粉末を所定の割合になるように湿式で混合した後、粉碎することにより、非磁性材料を作製する。

【0178】

<グリーンシート作製工程>

50

まず、磁性材料及び非磁性材料を所定の割合になるように秤量する。次に、これらの秤量物と、ポリビニルブチラル系樹脂等の有機バインダと、エタノール、トルエン等の有機溶剤と、可塑剤と、等を混合した後、粉碎することにより、スラリーを作製する。そして、得られたスラリーをドクターブレード法等で、所定の厚みのシート状に成形した後、所定の形状に打ち抜くことにより、グリーンシートを作製する。

【0179】

グリーンシートを作製する際、磁性材料及び非磁性材料の配合割合を調整することにより、磁性材料及び非磁性材料の合計体積に対する非磁性材料の体積割合が60体積%以上である第1種グリーンシートと、磁性材料及び非磁性材料の合計体積に対する非磁性材料の体積割合が50体積%以下である第2種グリーンシートとを作製する。

10

【0180】

以下では、第1種グリーンシート及び第2種グリーンシートを特に区別しない場合、単に「グリーンシート」と言う。

【0181】

<導体パターン形成工程>

まず、グリーンシートの所定の箇所にレーザー照射を行うことにより、ビアホールを形成する。

【0182】

次に、Agペースト等の導電性ペーストを、スクリーン印刷法等により、ビアホールに充填しつつグリーンシートの表面に塗工する。これにより、グリーンシートに対して、ビア導体用導体パターンをビアホールに形成しつつ、ビア導体用導体パターンに接続されたコイル導体用導体パターンを表面上に形成する。このようにして、グリーンシートにコイル導体用導体パターン及びビア導体用導体パターンが形成されたコイルシートを作製する。コイルシートについては複数枚作製し、各コイルシートに対して、図8及び図9に示したコイル導体に相当するコイル導体用導体パターンと、図8及び図9に示したビア導体に相当するビア導体用導体パターンとを形成する。

20

【0183】

また、Agペースト等の導電性ペーストを、スクリーン印刷法等により、ビアホールに充填することにより、グリーンシートにビア導体用導体パターンが形成されたビアシートを、コイルシートとは別に作製する。ビアシートについても複数枚作製し、各ビアシートに対して、図8及び図9に示したビア導体に相当するビア導体用導体パターンを形成する。

30

【0184】

コイルシート及びビアシートを作製する際、後に形成される素体の第1素体部分及び第2素体部分において、第1領域としたい領域に配置するものには第1種グリーンシートを用い、第2領域としたい領域に配置するものには第2種グリーンシートを用いる。

【0185】

<積層体ブロック作製工程>

コイルシート及びビアシートを、図8及び図9に相当する順序で積層方向に積層した後、熱圧着することにより、積層体ブロックを作製する。これにより、積層体ブロックでは、後に形成される素体の第1素体部分及び第2素体部分において、第1領域としたい領域に第1種グリーンシートが配置され、第2領域としたい領域に第2種グリーンシートが配置されることになる。

40

【0186】

<素体及びコイル作製工程>

まず、積層体ブロックをダイサー等で所定の大きさに切断することにより、個片化されたチップを作製する。

【0187】

次に、個片化されたチップを焼成する。焼成温度については、例えば、900℃以上、920℃以下とする。また、焼成時間については、例えば、2時間以上、4時間以下とする。

50

【0188】

個片化されたチップを焼成することにより、コイルシート及びビアシートのグリーンシートは、絶縁層となる。その結果、複数の絶縁層が、積層方向、ここでは、長さ方向に積層されてなる素体で作製される。

【0189】

ここで、上述したように、積層体ブロックを作製する際には、素体の第1素体部分及び第2素体部分において、第1領域としたい領域に第1種グリーンシートを配置し、第2領域としたい領域に第2種グリーンシートを配置している。そのため、本工程で作製された素体の第1素体部分及び第2素体部分では、第1領域において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合が60体積%以上となり、更に、第2領域において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合が50体積%以下となる。

10

【0190】

個片化されたチップを焼成することにより、コイルシートのコイル導体用導体パターン及びビア導体用導体パターンは、各々、コイル導体及びビア導体となる。その結果、複数のコイル導体が長さ方向に積層されつつ、ビア導体を介して電氣的に接続されてなるコイルが作製される。

【0191】

以上により、素体と、素体の内部に設けられたコイルとが作製される。絶縁層の積層方向とコイルのコイル軸の方向とは、実装面である素体の第1主面に平行となり、ここでは、長さ方向に平行となる。

20

【0192】

個片化されたチップを焼成することにより、ビアシートのビア導体用導体パターンは、ビア導体となる。その結果、複数のビア導体が長さ方向に積層されつつ電氣的に接続されてなる、第1連結導体及び第2連結導体で作製される。第1連結導体は、素体の第1端面から露出することになる。第2連結導体は、素体の第2端面から露出することになる。

【0193】

素体に対しては、例えば、バレル研磨を施すことにより、角部及び稜線部に丸みを付けてもよい。

【0194】

<外部電極形成工程>

30

まず、Ag及びガラスフリットを含む導電性ペーストを所定の厚みに引き伸ばした層に、素体を斜めに浸漬する。次に、得られた塗膜を焼き付けることにより、素体の第1端面の一部から、第1主面、第1側面、及び、第2側面の各面の一部にわたって延在する下地電極を形成する。同様にして、素体の第2端面の一部から、第1主面、第1側面、及び、第2側面の各面の一部にわたって延在する下地電極を形成する。塗膜の焼き付け温度については、例えば、800℃以上、820℃以下とする。

【0195】

その後、電解めっき等により、各下地電極上に、Niめっき電極とSnめっき電極とを順に形成する。

【0196】

40

このようにして、第1連結導体を介してコイルに電氣的に接続された第1外部電極と、第2連結導体を介してコイルに電氣的に接続された第2外部電極とを形成する。

【0197】

以上により、積層型コイル部品1が製造される。

【実施例】

【0198】

以下、本発明の積層型コイル部品をより具体的に開示した実施例を示す。なお、本発明は、これらの実施例に限定されるものではない。

【0199】

積層型コイル部品の試料1～5を、以下の方法で製造した。

50

【0200】

<磁性材料作製工程>

まず、 Fe_2O_3 を48.0mol%、 NiO を14.0mol%、 ZnO を30.0mol%、 CuO を8.0mol%の割合になるように秤量した。次に、これらの秤量物を、純水と、PSZ（部分安定化ジルコニア）メディアとともにボールミルに入れて6時間混合した後、粉碎することにより、スラリーを作製した。そして、得られたスラリーを乾燥させた後、800℃で2時間仮焼成した。このようにして、粉末状の磁性材料、より具体的には、粉末状のフェライト材料を作製した。

【0201】

<非磁性材料作製工程>

まず、Si、B、アルカリ金属、Alを所定の割合で含むホウケイ酸ガラス粉末を準備した。次に、フィラーとして、フォスフェイト粉末及び石英粉末を準備した。そして、ホウケイ酸ガラス粉末を72重量%、フォスフェイト粉末を4重量%、石英粉末を24重量%の割合になるように湿式で混合した後、粉碎することにより、非磁性材料を作製した。

【0202】

ここで、後に得られる積層型コイル部品の試料1～5の素体の組成を確認するための素体試料を、以下の方法で別に作製した。まず、磁性材料を100体積%、非磁性材料を0体積%の割合になるように秤量した。次に、これらの秤量物と、有機バインダとしてのポリビニルブチラル系樹脂と、有機溶剤としてのエタノール及びトルエンと、可塑剤とを、PSZメディアとともにボールミルに入れて混合した後、粉碎することにより、スラリーを作製した。そして、得られたスラリーをドクターブレード法でシート状に成形した後、積層して熱圧着することにより、グリーンブロックを作製した。その後、グリーンブロックを打ち抜き、910℃で4時間焼成することにより、厚みが0.5mmで直径が10mmの円板状の素体試料Aを作製した。

【0203】

更に、磁性材料及び非磁性材料を表1に示す割合になるように配合したこと以外、素体試料Aと同様にして、素体試料B、素体試料C、及び、素体試料Dを作製した。

【0204】

素体試料A、素体試料B、素体試料C、及び、素体試料Dについて、誘導結合プラズマ発光／質量分光法による分析を行うことにより、表1に示す組成を確認した。

【0205】

10

20

30

40

50

【表 1】

		素体試料			
		A	B	C	D
体積割合 (体積%)	磁性材料	100	50	40	0
	非磁性材料	0	50	60	100
組成 (重量%)	K ₂ O	—	0. 4	0. 5	1. 2
	B ₂ O ₃	—	3. 8	4. 9	12. 9
	SiO ₂	—	23. 9	31. 4	82. 3
	Al ₂ O ₃	—	0. 1	0. 1	0. 2
	MgO	—	1. 0	1. 3	3. 4
	Fe ₂ O ₃	66. 1	46. 8	40. 8	—
	NiO	18. 8	13. 3	11. 6	—
	ZnO	9. 7	6. 9	6. 0	—
	CuO	5. 4	3. 8	3. 4	—

【0206】

<グリーンシート作製工程>

素体試料 A と同じ組成の材料を用いて、上述したグリーンブロックを構成するグリーンシート A を作製した。つまり、後に作製される素体において、グリーンシート A から構成される領域は、素体試料 A と同じ組成を有することになる。

【0207】

同様に、素体試料 B と同じ組成の材料を用いてグリーンシート B を作製し、素体試料 C と同じ組成の材料を用いてグリーンシート C を作製し、素体試料 D と同じ組成の材料を用いてグリーンシート D を作製した。後に作製される素体において、グリーンシート B から構成される領域は素体試料 B と同じ組成を有することになり、グリーンシート C から構成される領域は素体試料 C と同じ組成を有することになり、グリーンシート D から構成される領域は素体試料 D と同じ組成を有することになる。

【0208】

グリーンシート C 及びグリーンシート D は、磁性材料及び非磁性材料の合計体積に対する非磁性材料の体積割合が 60 体積% 以上である第 1 種グリーンシートに該当する。グリーンシート A 及びグリーンシート B は、磁性材料及び非磁性材料の合計体積に対する非磁性材料の体積割合が 50 体積% 以下である第 2 種グリーンシートに該当する。

【0209】

<導体パターン形成工程>

まず、グリーンシートの所定の箇所にレーザー照射を行うことにより、ビアホールを形成した。

【0210】

次に、A g ペーストを、スクリーン印刷法により、ビアホールに充填しつつグリーンシ

ートの表面に塗工した。これにより、グリーンシートに対して、ビア導体用導体パターンをビアホールに形成しつつ、ビア導体用導体パターンに接続されたコイル導体用導体パターンを表面上に形成した。このようにして、グリーンシートにコイル導体用導体パターン及びビア導体用導体パターンが形成されたコイルシートを作製した。コイルシートについては複数枚作製し、各コイルシートに対して、図8及び図9に示したコイル導体に相当するコイル導体用導体パターンと、図8及び図9に示したビア導体に相当するビア導体用導体パターンとを形成した。

【0211】

また、Agペーストを、スクリーン印刷法により、ビアホールに充填することにより、グリーンシートにビア導体用導体パターンが形成されたビアシートを、コイルシートとは別に作製した。ビアシートについても複数枚作製し、各ビアシートに対して、図8及び図9に示したビア導体に相当するビア導体用導体パターンを形成した。

10

【0212】

<積層体ブロック作製工程>

コイルシート及びビアシートを、図8及び図9に相当する順序で積層方向に積層した後、熱圧着することにより、積層体ブロックを作製した。

【0213】

<素体及びコイル作製工程>

まず、積層体ブロックをダイサーで所定の大きさに切断することにより、個片化されたチップを作製した。

20

【0214】

次に、個片化されたチップを、910℃で4時間焼成した。

【0215】

個片化されたチップを焼成することにより、コイルシート及びビアシートのグリーンシートは、絶縁層となった。その結果、複数の絶縁層が、積層方向、ここでは、長さ方向に積層されてなる素体を作製された。

【0216】

個片化されたチップを焼成することにより、コイルシートのコイル導体用導体パターン及びビア導体用導体パターンは、各々、コイル導体及びビア導体となった。その結果、複数のコイル導体が長さ方向に積層されつつ、ビア導体を介して電氣的に接続されてなるコイルが作製された。

30

【0217】

以上により、素体と、素体の内部に設けられたコイルとが作製された。絶縁層の積層方向とコイルのコイル軸の方向とは、実装面である素体の第1主面に平行となり、ここでは、長さ方向に平行となった。

【0218】

個片化されたチップを焼成することにより、ビアシートのビア導体用導体パターンは、ビア導体となった。その結果、複数のビア導体が長さ方向に積層されつつ電氣的に接続されてなる、第1連結導体及び第2連結導体を作製された。第1連結導体は、素体の第1端面から露出した。第2連結導体は、素体の第2端面から露出した。

40

【0219】

そして、素体をメディアとともに回転バレル機に入れて、素体にバレル研磨を施すことにより、角部及び稜線部に丸みを付けた。

【0220】

<外部電極形成工程>

まず、Ag及びガラスフリットを含む導電性ペーストを所定の厚みに引き伸ばした層に、素体を斜めに浸漬した。次に、得られた塗膜を、810℃で焼き付けることにより、素体の第1端面の一部から、第1主面、第1側面、及び、第2側面の各面の一部にわたって延在する下地電極を形成した。同様に、素体の第2端面の一部から、第1主面、第1側面、及び、第2側面の各面の一部にわたって延在する下地電極を形成した。各下地電極

50

の厚みは、 $5\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0221】

その後、電解めっきにより、各下地電極上に、Niめっき電極とSnめっき電極とを順に形成した。

【0222】

このようにして、第1連結導体を介してコイルに電氣的に接続された第1外部電極と、第2連結導体を介してコイルに電氣的に接続された第2外部電極とを形成した。

【0223】

以上により、積層型コイル部品の試料1～5を製造した。積層型コイル部品の試料1～5は、各々、長さ方向における寸法が 0.6 mm 、高さ方向における寸法が 0.3 mm 、幅方向における寸法が 0.3 mm であった。

10

【0224】

積層型コイル部品の試料1～5では、第1外部電極の下地電極における素体の第1主面上に存在する部分の長さ方向の先端と高さ方向に重なる第1基準位置を定義したとき、素体の第1素体部分の第1領域を、第1基準位置から第2端面に向かって長さ方向における寸法（図11中の寸法 P_1 ）が $20\text{ }\mu\text{m}$ である範囲と、第1基準位置から第1端面に向かって長さ方向における寸法（図11中の寸法 P_2 ）が $20\text{ }\mu\text{m}$ である範囲とを合わせた範囲とした。また、積層型コイル部品の試料1～5では、素体の第1素体部分において、第1領域以外を第2領域とした。

【0225】

20

積層型コイル部品の試料1～5では、第2外部電極の下地電極における素体の第1主面上に存在する部分の長さ方向の先端と高さ方向に重なる第2基準位置を定義したとき、素体の第2素体部分の第1領域を、第2基準位置から第1端面に向かって長さ方向における寸法（図12中の寸法 Q_1 ）が $20\text{ }\mu\text{m}$ である範囲と、第2基準位置から第2端面に向かって長さ方向における寸法（図12中の寸法 Q_2 ）が $20\text{ }\mu\text{m}$ である範囲とを合わせた範囲とした。また、積層型コイル部品の試料1～5では、素体の第2素体部分において、第1領域以外を第2領域とした。

【0226】

積層型コイル部品の試料1～5では、第1素体部分及び第2素体部分について、第1領域及び第2領域を構成するグリーンシートとして、表2に示す組み合わせを用いた。その結果、積層型コイル部品の試料1～5では、第1素体部分及び第2素体部分について、第1領域における磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合と、第2領域における磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合とは、表2に示す通りとなった。また、積層型コイル部品の試料1～5では、第1素体部分及び第2素体部分について、第1領域における SiO_2 換算でのSiの含有量と、第2領域における SiO_2 換算でのSiの含有量とは、表2に示す通り（表2では、「 SiO_2 含有量」と表記）となった。

30

【0227】

【評価】

積層型コイル部品の試料1～5について、以下の評価を行った。

40

【0228】

<下地電極及びめっき電極の位置>

まず、積層型コイル部品の試料を第1側面が上側に露出するように垂直に立てた状態で、周囲を樹脂で封止した。次に、積層型コイル部品の試料に対して、研磨機を用いて幅方向の略中央部まで研磨を施すことにより、長さ方向及び高さ方向に沿う断面を露出させた。その後、積層型コイル部品の試料の露出断面に対して、エスアイアイ・ナノテクノロジー社製の集束イオンビーム加工装置「SMI3050R」を用いて、集束イオンビーム（FIB）加工を施すことにより、観察用断面を得た。

【0229】

そして、積層型コイル部品の試料の観察用断面に対して、走査型電子顕微鏡（SEM）

50

を用いて、第1外部電極の下地電極及びめっき電極における素体の第1主面上に存在する部分の写真を撮影した。同様にして、第2外部電極の下地電極及びめっき電極における素体の第1主面上に存在する部分の写真を撮影した。その後、撮影された写真で下地電極及びめっき電極の位置を確認したところ、長さ方向において、めっき電極の先端は下地電極の先端よりも素体の中心位置側に存在しており、また、めっき電極の先端と下地電極の先端との間の長さ方向における距離は、表2に示す通りであった。

【0230】

【表2】

	* 試料1	* 試料2	試料3	試料4	試料5
第1領域	A	B	C	C	D
	0	50	60	60	100
	—	23.9	31.4	31.4	82.3
第2領域	A	A	A	B	B
	0	0	0	50	50
	—	—	—	23.9	23.9
第1領域と第2領域との SiO ₂ 含有量の差(重量%)	—	23.9	31.4	7.5	58.4
めっき電極の先端と 下地電極の先端との間の 長さ方向における距離(μm)	40	50	22	20	15

【0231】

表2において、試料名に*を付したものは、本発明の範囲外の比較例である。

【0232】

表2に示すように、積層型コイル部品の試料3、試料4、及び、試料5では、第1領域において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合が60体積%以上であり、かつ、第2領域において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合が50体積%以下であった。

【0233】

一方、積層型コイル部品の試料1及び試料2では、第2領域において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合が50体積%以下であったものの、第1領域において、磁性相及び非磁性相の合計体積に対する非磁性相の体積割合が60体積%よりも小さかった。

10

【0234】

積層型コイル部品の試料3、試料4、及び、試料5では、積層型コイル部品の試料1及び試料2と比較して、めっき電極の先端と下地電極の先端との間の長さ方向における距離が小さくなり、つまり、めっき電極が素体の第1主面に沿って下地電極に対して伸びることが抑制されていた。

【0235】

<透過係数S21>

積層型コイル部品の試料1、試料3、及び、試料4について、ネットワークアナライザを用いて、入力信号に対する透過信号の電力の比から求められる透過係数S21を、30GHzから70GHzまで周波数を変化させながら測定した。

20

【0236】

図13は、積層型コイル部品の試料1、試料3、及び、試料4の透過係数S21の測定結果を示すグラフである。

【0237】

図13に示すように、積層型コイル部品の試料3及び試料4では、積層型コイル部品の試料1と比較して、40GHz、50GHzといった高周波帯での透過係数S21が大きく、かつ、高周波帯までの透過係数S21のばらつきが小さかった。なお、図示していないが、積層型コイル部品の試料5についても、積層型コイル部品の試料3及び試料4と同様に、高周波帯での透過係数S21が大きく、かつ、そのばらつきが小さいことが確認された。

30

【符号の説明】

【0238】

1 積層型コイル部品

10 素体

11a 第1端面

11b 第2端面

12a 第1主面

12b 第2主面

13a 第1側面

13b 第2側面

40

15、15a、15b、15c、15d、15e 絶縁層

21 第1外部電極

21a、22a 下地電極

21aa、22aa 下地電極における素体の第1主面上に存在する部分の長さ方向の先端

21b、22b めっき電極

21ba、22ba めっき電極における素体の第1主面上に存在する部分の長さ方向の先端

22 第2外部電極

30 コイル

31、31a、31b、31c、31d コイル導体

50

3 4 a、3 4 b、3 4 c、3 4 d、3 4 e ビア導体

4 1 第1連結導体

4 2 第2連結導体

5 0 a 第1輪郭線

5 0 b 第2輪郭線

5 0 c 第3輪郭線

5 0 d 第4輪郭線

5 0 e 第5輪郭線

5 0 f 第6輪郭線

5 0 g 第7輪郭線

5 0 h 第8輪郭線

10

6 1 第1素体部分

6 1 a、6 2 a 第1領域

6 1 a a、6 2 a b 第1領域における第2端面側の端

6 1 a b、6 2 a a 第1領域における第1端面側の端

6 1 b、6 2 b 第2領域

6 2 第2素体部分

a、b めっき電極における素体の第1主面上に存在する部分の長さ方向の先端と、下地電極における素体の第1主面上に存在する部分の長さ方向の先端との間の長さ方向における距離

20

C コイル軸

E 1 第1外部電極の高さ方向における寸法

E 2 第1外部電極の長さ方向における寸法

E 3 第2外部電極の高さ方向における寸法

E 4 第2外部電極の長さ方向における寸法

G 界面

H 1 第1基準位置

H 2 第2基準位置

L 長さ方向

L 1 積層型コイル部品の長さ方向における寸法

30

L 2 素体の長さ方向における寸法

L 3 コイルの長さ方向における寸法

P 1、P 2 第1基準位置からの長さ方向における寸法又は距離

Q 1、Q 2 第2基準位置からの長さ方向における寸法又は距離

T 高さ方向

T 1 積層型コイル部品の高さ方向における寸法

T 2 素体の高さ方向における寸法

W 幅方向

W 1 積層型コイル部品の幅方向における寸法

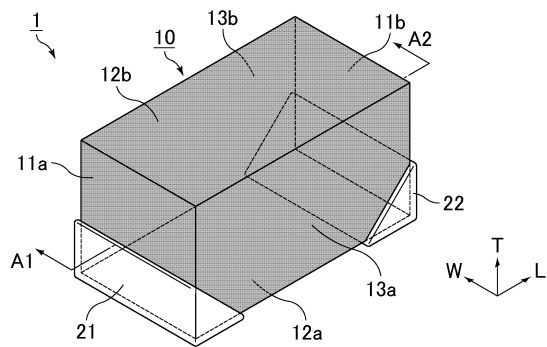
W 2 素体の幅方向における寸法

40

【図面】

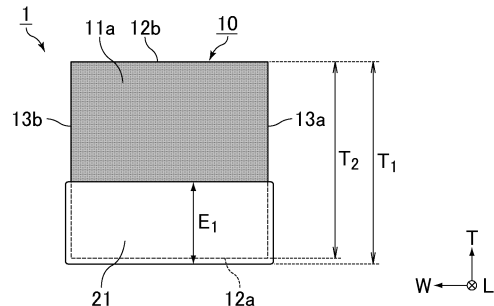
【図 1】

図1



【図 2】

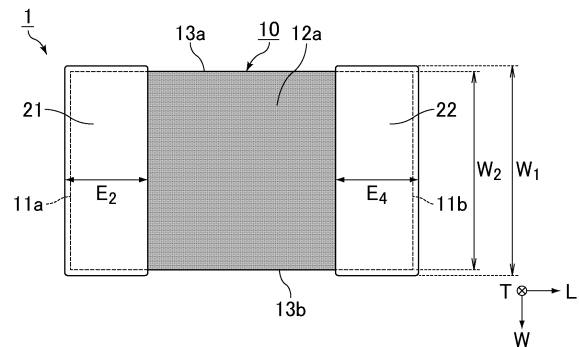
図2



10

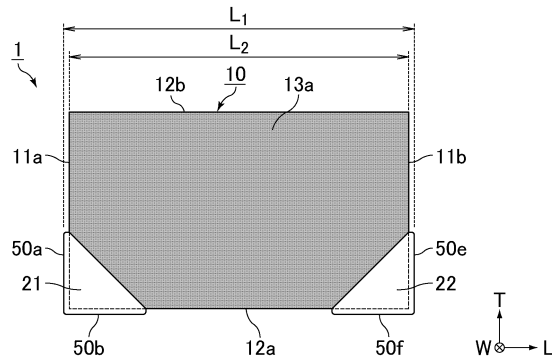
【図 3】

図3



【図 4】

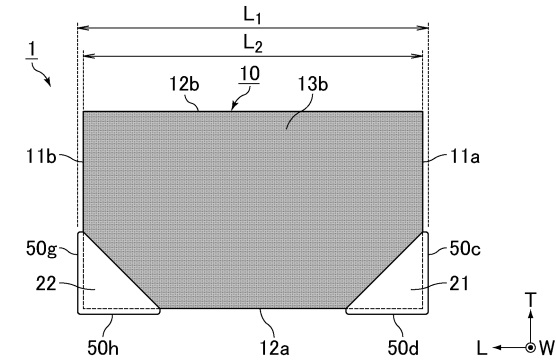
図4



20

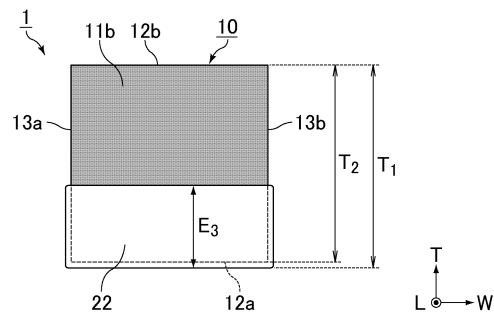
【図 5】

図5



【図 6】

図6

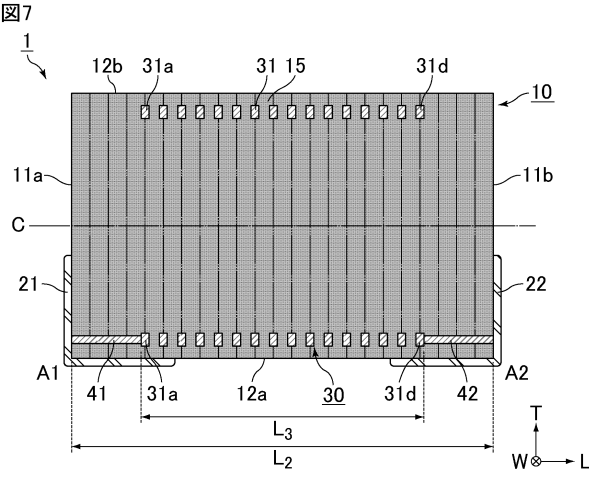


30

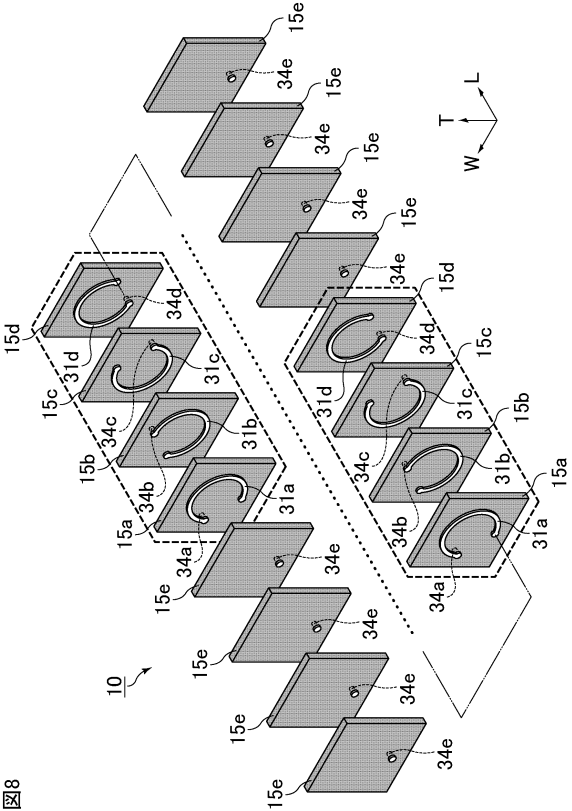
40

50

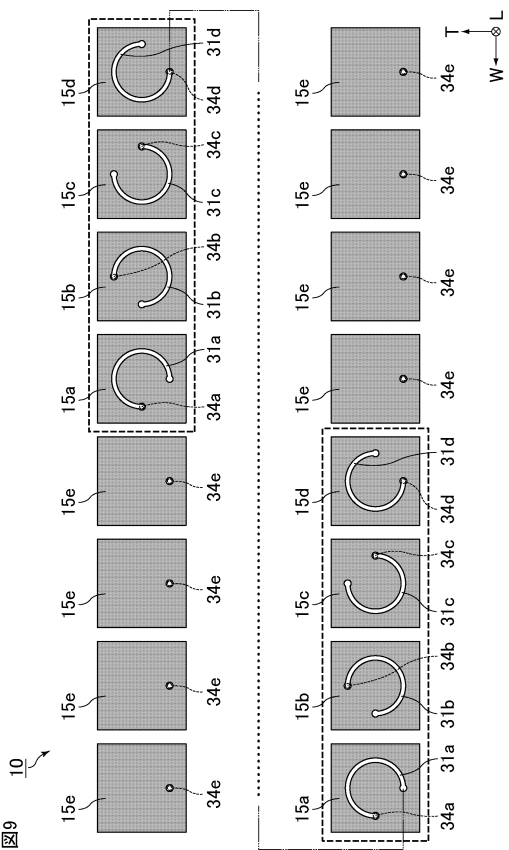
【図 7】



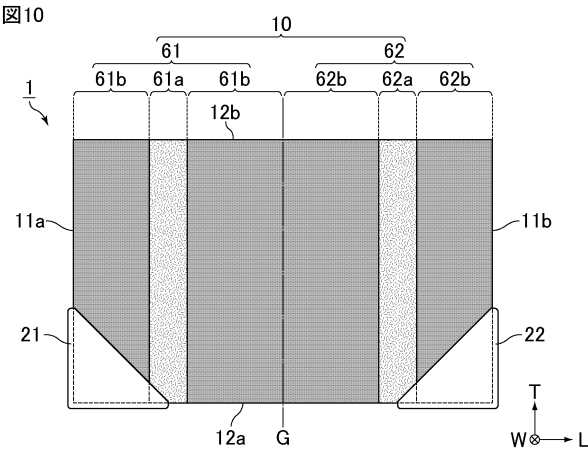
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

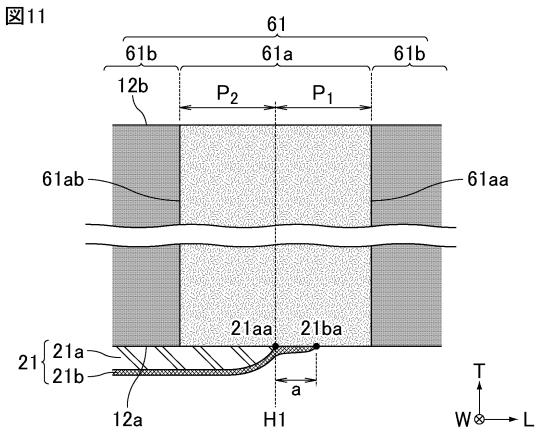
20

30

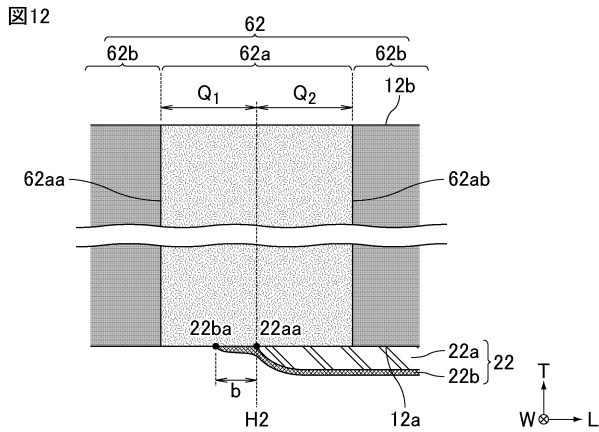
40

50

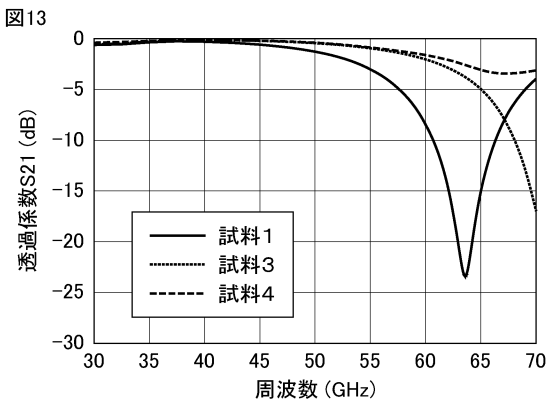
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

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

審査官 後藤 嘉宏

(56)参考文献 特開2020-061522 (JP, A)

特開2017-212372 (JP, A)

特開2020-145223 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01F 17/00

H01F 17/04

H01F 27/29

H01F 1/34