

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6683183号
(P6683183)

(45) 発行日 令和2年4月15日(2020.4.15)

(24) 登録日 令和2年3月30日(2020.3.30)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 F	17/00	(2006.01)	HO 1 F	17/00	D
HO 1 F	41/00	(2006.01)	HO 1 F	41/00	F
HO 1 F	1/34	(2006.01)	HO 1 F	1/34	1 2 0

請求項の数 12 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-200133 (P2017-200133)</p> <p>(22) 出願日 平成29年10月16日 (2017.10.16)</p> <p>(65) 公開番号 特開2019-75447 (P2019-75447A)</p> <p>(43) 公開日 令和1年5月16日 (2019.5.16)</p> <p>審査請求日 平成31年4月16日 (2019.4.16)</p>	<p>(73) 特許権者 000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号</p> <p>(74) 代理人 100117477 弁理士 國弘 安俊</p> <p>(72) 発明者 立花 薫 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</p> <p>(72) 発明者 中尾 洸太 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</p> <p>審査官 木下 直哉</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層コイル部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の磁性体層と複数の内部電極層とが交互に積層され、前記複数の内部電極層がビア導体を介して電氣的に接続されて螺旋状のコイル導体を形成すると共に、該コイル導体が前記複数の磁性体層からなる部品素体に埋設され、かつ側面折り返し部を有する外部電極が前記部品素体の両端部に形成された縦巻き構造の積層コイル部品において、

前記コイル導体は、前記複数の内部電極層のうちの少なくとも1つの内部電極層が前記部品素体の長さ方向の両外縁に突起部を有し、

前記少なくとも1つの内部電極層は、前記突起部と前記ビア導体の接合領域とが重なり合わないことを特徴とする積層コイル部品。

【請求項 2】

前記突起部は、前記部品素体の幅方向に延びる突起長が5 ~ 15 μmであることを特徴とする請求項1記載の積層コイル部品。

【請求項 3】

前記突起部の先端と前記部品素体の幅方向端縁との間隙は、5 μm以上であることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の積層コイル部品。

【請求項 4】

前記間隙は、10 μm以上であることを特徴とする請求項3記載の積層コイル部品。

【請求項 5】

共振周波数が、2 GHz 以上であることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか

に記載の積層コイル部品。

【請求項 6】

前記部品素体が、少なくともフェライト材料とガラス材料とを含有した複合材料、及び少なくともフェライト材料と樹脂材料とを含有した複合材料のうちのいずれかで形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の積層コイル部品。

【請求項 7】

前記部品素体は、セラミックフィラーを含有していることを特徴とする請求項 6 記載の積層コイル部品。

【請求項 8】

前記突起部は前記内部電極層の各々に形成され、

前記磁性体層を介して前記部品素体の厚み方向に隣接する前記内部電極層の前記突起部は、平面視互いに重なり合わないよう形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の積層コイル部品。

10

【請求項 9】

前記内部電極層は、前記突起部が形成された第 1 及び第 2 の内部電極層と、前記突起部が形成されていない第 3 の内部電極層とを有し、前記第 1 の内部電極層と前記第 2 の内部電極層との間に少なくとも 1 層以上の前記第 3 の内部電極層が介在されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の積層コイル部品。

【請求項 10】

前記突起部は凸状に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれかに記載の積層コイル部品。

20

【請求項 11】

前記突起部は台形状に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれかに記載の積層コイル部品。

【請求項 12】

前記コイル導体は、前記突起部の形成部位の内周面が拡幅状に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 11 のいずれかに記載の積層コイル部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は積層コイル部品に関し、より詳しくは高周波帯で使用される通信機器のノイズ対策に適した積層コイル部品に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、無線通信を利用してデータの送受信を行う無線 LAN 等が急速に普及している。この種の無線 LAN 等では、通常、2.4 GHz や 5 GHz 等の GHz 帯の高周波帯で通信が行われることから、これら高周波帯でのノイズ対策が重要となる。

【0003】

ノイズ対策品は、上記高周波帯で高いインピーダンスを有し直流抵抗が低いことが要求され、従来より、部品素体にフェライトビーズを使用した積層コイル部品が広く使用されている。この種の積層コイル部品としては、螺旋状のコイル導体を部品素体の長さ方向に埋設させた横巻き構造と前記コイル導体を前記長さ方向に対し垂直方向に埋設させた縦巻き構造が知られている。

40

【0004】

横巻き構造の積層コイル部品は、コイル導体と外部電極との間で生じる浮遊容量を低くすることができることから、高周波帯での高いインピーダンスの確保が可能であるが、近年の大電流に対応した低直流抵抗用途には不向きである。

【0005】

一方、縦巻き構造の積層コイル部品は、横巻き構造に比べると概して浮遊容量が大きく、このためインピーダンスは比較的低い、直流抵抗が小さく、2 GHz 帯以上の高周波

50

帯でインピーダンスの共振周波数を得ることが可能である。したがって、ピーク周波数をノイズ対策が必要な高周波帯に近づけて共振によるインピーダンスの増加を利用することにより、ノイズ除去効果の良好な積層コイル部品の実現が可能と考えられる。

【0006】

そして、特許文献1には、図12に示すように、複数の磁性体層が積層された長さ l 、幅 w 、厚み t の部品素体101と、該部品素体101の内部に形成されたコイル導体102と、前記部品素体101の両端部に形成され前記コイル導体102と電氣的に接続された側面折り返し部103a、103bを有する外部電極103a、103bとを備えた積層型電子部品が開示されている。この積層コイル部品は、部品素体101がフェライト及びガラスを含み、ガラスはSi及びBからなる群より選択されたいずれか一つ以上の酸化物と、Li、K及びCaからなる群より選択されたいずれか一つ以上の酸化物と、V及びMnからなる群より選択されたいずれか一つ以上の酸化物と、Ti及びAlからなる群より選択されたいずれか一つ以上の酸化物とを含んでいる。

10

【0007】

すなわち、この特許文献1は、磁性体層が厚み t 方向に積層されて部品素体101を形成し、コイル導体102が厚み t 方向に埋設された縦巻き構造を有している。

【0008】

そして、この特許文献1では、部品素体101が、フェライトと該フェライトよりも誘電率の低いガラスとの複合材料で形成されており、これにより外部電極103a、103bとコイル導体102との間で生成される浮遊容量をある程度低減でき、浮遊容量に起因するインピーダンス特性の劣化を抑制することができると考えられる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2015-51908号公報（請求項8、図3等）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、特許文献1のような積層型電子部品は、通常、大判の積層体マザーブロックから多数の個片化された積層成形体を取得するいわゆる多数個取り方式で作製されることから、以下のような問題があった。

30

【0011】

図13は、図12の積層型電子部品を上面から見た透視図(LW面)である。

【0012】

すなわち、積層体マザーブロックがダイサー等の切断具で正常に縦横に切断された場合は、図13(a)に示すように、焼成後のコイル導体102が部品素体101の略中央部に位置するように大判の積層体マザーブロックから積層成形体を取得することができる。

【0013】

したがって、この状態では、長さ l 方向及び幅 w 方向のコイル導体102と部品素体101との間隔 l_1 、 w_1 をそれぞれ十分に確保することができ、また厚み t は作製時の磁性体シートのシート厚さで管理することができる。しかも、部品素体101は、フェライト材料とガラス材料の複合材料で形成されることから、上述したように浮遊容量の増加を抑制することができると考えられる。

40

【0014】

しかしながら、積層体マザーブロックの切断工程で該積層体マザーブロックが変形したり切断位置にずれが生じることがある。この場合は、図13(b)のa部に示すように、例えばコイル導体102が外部電極103bの側面折り返し部103bに近付くと、幅 w 方向の部品素体101とコイル導体102との間隔 w_1 が短くなり、コイル導体102と側面折り返し部103bとの間の浮遊容量が増加するおそれがある。そしてその結果、特に高周波帯でのインピーダンス特性の劣化を招き、所望のノイズ除去を行うことがで

50

きなくなるとい問題が生じる。

【0015】

しかも、高周波帯でのインピーダンス特性が劣化した積層型電子部品を低コストかつ高速で自動的に選別できる検査システムが現状では存在せず、このため十分なノイズ除去を行うことのできない製品が市場に流通するおそれがある。

【0016】

本発明はこのような事情に鑑みなされたものであって、高周波帯でのノイズ除去を効果的に行うことができる積層コイル部品を効率良く得ることができるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記目的を達成するために本発明に係る積層コイル部品は、複数の磁性体層と複数の内部電極層とが交互に積層され、前記複数の内部電極層がビア導体を介して電氣的に接続されて螺旋状のコイル導体を形成すると共に、該コイル導体が前記複数の磁性体層からなる部品素体に埋設され、かつ側面折り返し部を有する外部電極が前記部品素体の両端部に形成された縦巻き構造の積層コイル部品において、前記コイル導体は、前記複数の内部電極層のうちの少なくとも1つの内部電極層が前記部品素体の長さ方向の両外縁に突起部を有し、前記少なくとも1つの内部電極層は、前記突起部と前記ビア導体の接合領域とが重なり合わないことを特徴としている。

【0018】

また、本発明の積層コイル部品では、前記突起部は、前記部品本体の幅方向に延びる突起長が5～15μmであるのが好ましい。

【0019】

これにより製品歩留まりの低下を極力抑制しつつ、インピーダンス特性に影響を及ぼすような浮遊容量の大きな積層コイル部品を効率良く除去することができる。

【0020】

さらに、本発明の積層コイル部品では、前記突起部の先端と前記部品素体の幅方向端縁との間隙が、5μm以上であるのが好ましく、さらに10μm以上であるのがより好ましい。

【0021】

これにより突起部と外部電極間に浮遊容量が発生するのを効果的に抑制することができる。

【0022】

また、本発明の積層コイル部品では、共振周波数が、2GHz以上であるのが好ましい。

【0023】

これにより2GHz以上の高周波数帯域で自己共振することから、共振によるインピーダンスの増加を利用することにより、良好なノイズ除去効果を有する積層コイル部品を得ることができる。

【0024】

また、本発明の積層コイル部品では、前記部品素体が、少なくともフェライト材料とガラス材料とを含有した複合材料、及び少なくともフェライト材料と樹脂材料とを含有した複合材料のうちのいずれかで形成されているのが好ましい。

【0025】

これにより部品素体は、複素透磁率が良好なフェライト材料と低誘電率のガラス材料又は樹脂材料を併せ持つ複合材料で形成されているので、特に5GHz帯以上のより高周波帯域のノイズ除去に適した積層コイル部品を得ることができる。この場合、前記部品素体は、セラミックフィラーを含有しているのがより好ましい。

【0026】

また、本発明の積層コイル部品は、前記突起部が前記内部電極層の各々に形成され、前

10

20

30

40

50

記磁性体層を介して前記部品本体の厚み方向に隣接する前記内部電極層の前記突起部は、平面視互いに重なり合わないよう形成されているのが好ましい。

【0027】

これにより突起部に起因したコイル導体の導体幅が増加しても突起部同士が隣接する上層と下層で重なり合うこともなく、磁性体層と内部電極層との密着性を確保することができ、層間剥離（デラミネーション）等の構造欠陥が生じるのを抑制することができる。

【0028】

さらに、本発明の積層コイル部品では、前記内部電極層は、前記突起部が形成された第1及び第2の内部電極層と、前記突起部が形成されていない第3の内部電極層とを有し、前記第1の内部電極層と前記第2の内部電極層との間に少なくとも1層以上の前記第3の内部電極層が介在されているのも好ましい。

10

【0029】

これにより突起部が形成された内部電極層間には突起部が形成されていない内部電極層が介在されることとなり、この場合も磁性体層と内部電極層との密着性を確保することができ、層間剥離（デラミネーション）等の構造欠陥が生じるのを抑制することができる。

【0030】

また、本発明の積層コイル部品は、前記突起部は凸状に形成されているのが好ましい。

【0031】

さらに、本発明の積層コイル部品は、前記突起部は台形状に形成されているのも好ましい。

20

【0032】

また、本発明の積層コイル部品では、前記コイル導体は、前記突起部の形成部位の内周面が拡幅状に形成されているのも好ましい。

【0033】

これによりコイル導体の内側の面積を増加させることができ、インピーダンスを増加させることができる。

【発明の効果】

【0035】

本発明の積層コイル部品によれば、縦巻き構造の積層コイル部品において、コイル導体は、複数の内部電極層のうち少なくとも1つの内部電極層が前記部品素体の長さ方向の両外縁に突起部を有し、前記少なくとも1つの内部電極層は、前記突起部と前記ビア導体の接合領域とが重なり合わないので、製造ばらつきにより部品素体の幅方向端縁と導体パターンとの間隔が短くなり、導体パターンが外部電極に近付いて浮遊容量が大きくなった場合であっても、突起部が前記幅方向端縁から表面露出することから、これら突起部が表面露出した製品を除去することにより、高周波数帯域で使用してもノイズ除去を効果的に行うことができ、良好なインピーダンス特性を有する積層コイル部品を高効率で得ることができる。すなわち、積層コイル部品の品質を突起部で管理することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明に係る積層コイル部品の一実施の形態（第1の実施の形態）を模式的に示す断面図である。

40

【図2】上記積層コイル部品を上面から見た透視図（LW面）である。

【図3】部品素体の製造方法を示す分解平面図である。

【図4】本発明に係る積層コイル部品の第2の実施の形態を上面から見た透視図（LW面）である。

【図5】第2の実施の形態に係る部品素体の製造方法を示す分解平面図である。

【図6】本発明に係る積層コイル部品の第3の実施の形態を上面から見た透視図（LW面）である。

【図7】第3の実施の形態に係る部品素体の製造方法を示す分解平面図である。

【図8】本発明に係る積層コイル部品の第4の実施の形態を上面から見た透視図（LW面

50

)である。

【図9】本発明に係る積層コイル部品の第5の実施の形を上面から見た透視図(LW面)である。

【図10】本発明に係る積層コイル部品の第6の実施の形態を上面から見た透視図(LW面)である。

【図11】実施例1のWサイドギャップと浮遊容量の関係を示す図である。

【図12】特許文献1に記載された積層型電子部品の断面図である。

【図13】特許文献1の課題を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

次に、本発明の実施の形態を詳説する。

【0039】

図1は、本発明に係る積層コイル部品の一実施の形態(第1の実施の形態)を模式的に示す縦断面図(LT面)である。

【0040】

この積層コイル部品は、複数の磁性体層1a~1hと複数の内部電極層2a~2gとが交互に積層されている。そして、前記複数の内部電極層2a~2gが導通ビア(不図示)を介して電氣的に接続されて螺旋状のコイル導体2を形成し、該コイル導体2は前記複数の磁性体層1a~1hからなる長さL、幅W、厚みTの部品素体1に埋設されている。また、部品素体1の両端部には、長さSf1、Sf2の側面折り返し部3a、3bを有する外部電極3a、3bが形成されている。すなわち、本積層コイル部品は、コイル導体2が、部品素体1の長さL方向に対し垂直方向に埋設された縦巻き構造とされている。

【0041】

図2は、上記積層コイル部品を上面から見た透視図(LW面)である。ただし、この図2では、コイル導体2中、外部電極3a、3bに接続される引出部は省略している。

【0042】

すなわち、コイル導体2を構成する内部電極層2a~2gは、部品素体1の長さL方向の両外縁に突起幅D、突起長Rの凸状の突起部4a、4bが形成されている。

【0043】

これにより部品素体1の幅W方向の端縁(以下、「W端縁」という。)とコイル導体2の外周との間隔(以下、「Wサイドギャップ」という。)Gwを突起部4a、4bの突起長Rで管理することができる。すなわち、製造バラツキによりコイル導体2が部品素体1の略中央位置から偏移してWサイドギャップGwが小さくなった場合、突起部4a、4bがW端縁から表面露出することから、突起部4a、4bが表面露出した製品を外観検査で除去することにより、浮遊容量が大きくインピーダンス特性が劣化した製品が市場に流通するのを極力回避することが可能となる。

【0044】

ここで、突起部4a、4bの突起長Rは、浮遊容量の増加した製品を効果的に除去できる長さであれば特に限定されるものではないが、通常は5~15 μ mが好ましい。すなわち、突起長Rが5 μ m未満になると浮遊容量が急激に増加する傾向にあり、斯かる観点から突起部4a、4bの突起長Rは5 μ m以上が好ましい。一方、突起長Rが15 μ mを超えると、不良品として除去される製品が増加し、製品歩留まりの低下を招くおそれがある。

【0045】

また、突起部4a、4bの先端とW端縁との間隙W1も特に限定されるものではないが、間隙W1が短くなるとコイル導体2が外部電極3a、3bの側面折り返し部3a、3bに近接して浮遊容量の増加を招くおそれがあることから、少なくとも5 μ m以上、好ましくは10 μ m以上であるのが好ましい。

【0046】

尚、本発明はWサイドギャップGwを突起部の突起長Rで管理するものであることから

10

20

30

40

50

、WサイドギャップGwが一定間隔以下の場合に効果的であり、特にWサイドギャップGwが50 μ m以下の場合に有効であり、更には35 μ m以下の場合により有効である。

【0047】

そして、本積層コイル部品は、共振周波数が2GHz以上であるのが好ましい。これにより本積層コイル部品は、2GHz以上の高周波数帯で自己共振することから、共振によるインピーダンスの増加を利用することができ、良好なノイズ除去効果を有する積層コイル部品を得ることができる。

【0048】

尚、部品素体1を形成する材料としては特に限定されるものではなく、フェライト材料単独で使用することもできるが、フェライト材料とガラス材料又は樹脂材料との複合材料を使用するのがより好ましい。複素透磁率が良好なフェライト材料と低誘電率のガラス材料又は樹脂材料を併せ持つ複合材料で部品素体1を形成することにより、特に6GHz帯以上のより高周波帯域のノイズを効果的に除去することができる。

10

【0049】

ここで、上記フェライト材料としては特に限定されるものではないが、例えばFeをFe₂O₃に換算して40~49.5mol%、ZnをZnOに換算して5~35mol%、CuをCuOに換算して6~13mol%、残部がNiのNi-Zn-Cu系フェライトを好んで使用することができ、さらにBi、Sn、Mn、Co等の添加物を適量含有させるのも好ましく、特性に影響を及ぼさない範囲で不可避不純物の含有も許容される。

【0050】

20

部品素体1中にガラス材料を含有させる場合、該ガラス材料は特に限定されるものではないが、例えばSiをSiO₂に換算して70~85wt%、BをB₂O₃に換算して10~25wt%、KをK₂Oに換算して0.5~5wt%、AlをAl₂O₃に換算して5wt%以下のホウケイ酸系ガラスを好んで使用することができる。

【0051】

この場合、フェライト材料とガラス材料との混合比率は、体積比率でフェライト材料とガラス材料の合計に対し、フェライト材料が10~50体積%が好ましい。

【0052】

また、部品素体1中に樹脂材料を含有させる場合も、樹脂材料は特に限定されるものではなく、例えばエポキシ樹脂、シリコン樹脂等を使用することができる。

30

【0053】

この場合、フェライト材料と樹脂材料との混合比率は、体積比率でフェライト材料と樹脂材料の合計に対し、フェライト材料が50~80体積%が好ましい。

【0054】

また、部品素体1には適量のクォーツ(石英)、フォルステライト(Mg₂SiO₄)、Al₂O₃等のフィラー成分を含有させるのも好ましく、特に抗折強度を向上させる観点からは、フォルステライトを部品素体1中に含有させるのが好ましい。

【0055】

尚、コイル導体2及び外部電極3a、3bの形成材料は、導電性材料であれば特に限定されるものではなく、Ag、Cu、Niやこれらの合金を主成分とした材料を使用することができる。さらに外部電極3a、3bについてはCu等で下地電極を形成し、耐熱性や導電性等の観点から下地電極上にめっき皮膜を形成した多層構造とするのが好ましい。

40

【0056】

次に、部品素体1をフェライト材料とガラス材料との複合材料で形成した場合について、上記積層コイル部品の製造方法を詳述する。

【0057】

まず、磁性体原料を作製する。すなわち、Fe₂O₃、NiO、ZnO、CuO等のフェライト素原料を用意する。次いで、このフェライト素原料を所定量秤量した後、PSZ(部分安定化ジルコニア)ボール等の粉碎媒体と共にポットミルに投入し、湿式で十分に混合粉碎し、乾燥させた後、700程度の温度で2時間仮焼し、フェライト粉末を得る

50

【0058】

また、 SiO_2 、 B_2O_3 、 K_2O 等のガラス素原料を用意する。次いで、このガラス素原料を所定量秤量した後、この秤量物を白金坩堝に投入し、1500～1600程度の温度で溶融させてガラス融液を作製し、その後、このガラス融液を急冷した後、粉碎し、これによりガラス粉末を得る。

【0059】

次に、上記フェライト粉末、ガラス粉末、及び必要に応じてフォルステライト等のフィラー成分を各々所定量秤量し、この秤量物をポリビニルブチラル等の有機バインダ、エタノール及びノ又はトルエン等の有機溶剤、及び上記粉碎媒体と共にポットミルに投入して十分に混合粉碎し、これによりスラリー状の磁性体原料を作製する。

10

【0060】

図3は、積層コイル部品の製造方法を示す要部分解平面図である。

【0061】

すなわち、上記スラリー状の磁性体原料に対しドクターブレード法等を使用して成形加工し、厚みが25～30 μm の磁性体シート5a～5iを作製する。

【0062】

次に、これら磁性体シート5a～5iのうち、磁性体シート5b～5gについて所定箇所にレーザー照射等を行ってスルーホールを形成する。

【0063】

次いで、Ag等を主成分とする導電性ペーストを用意し、この導電性ペーストを使用して磁性体シート5b～5hにスクリーン印刷等を施し、スルーホールに導電性ペーストを充填してビア導体6a、6c、6e、6f、6i、6kを形成すると共に、前記ビア導体6a、6c、6e、6f、6i、6kを含む所定領域に凸部7a～7kを有する導体パターン8a～8gを作製する。

20

【0064】

その後、導体パターン8a～8gがビア導体6a、6c、6e、6f、6i、6kを介して螺旋状となるように磁性体シート5a～5iを適宜積層し、圧着して積層体マザーブロックを作製する。次いで、この積層体マザーブロックをダイサー等の切断具で縦横に切断して個片化し、これにより積層成形体を得る。

30

【0065】

次に、積層成形体を焼成炉に収容し、900程度の温度で2時間熱処理を行って導体パターン8a～8g、ビア導体6a、6c、6e、6f、6i、6k及び磁性体シート5a～5iを同時焼成する。そして、これら積層成形体の表面をバレル研磨等で研磨処理し、角部をR形状に加工し、これにより螺旋状のコイル導体2が厚みT方向に埋設された部品素体1を作製する。

【0066】

その後、Cu等を主成分とする導電性ペーストを用意し、該導電性ペーストを部品素体1の両端部に塗布して800程度で焼付処理を施し下地電極を形成した後、めっき法等を使用して下地電極上にNiやSnの皮膜を形成し、これにより側面折り返し部3a、3bを有する外部電極3a、3bを形成し、上記第1の実施の形態の積層コイル部品が作製される。

40

【0067】

図4は、本発明に係る積層コイル部品の第2の実施の形態を示す透視図(LW面)である。

【0068】

本第2の実施の形態は、第1の実施の形態と略同様、部品素体9を形成する複数の磁性体層とコイル導体10を形成する複数の内部電極層とが交互に積層されている。

【0069】

そして、本第2の実施の形態では、突起部11a～11dは内部電極層の各々に形成さ

50

れているが、磁性体層を介して部品素体 9 の厚み T 方向に隣接する内部電極層の各突起部は、平面視互いに重なり合わないよう形成されている。

【 0 0 7 0 】

すなわち、上記第 1 の実施の形態（図 2 参照）では、突起部 4 a、4 b は L W 面上で厚み T 方向に互いに重なり合うよう形成されているため、内部電極層 2 a ~ 2 g の厚みが、突起部 4 a、4 b の形成部位だけその他の部位に比べて若干厚くなる。このため積層体マザーブロックの形成時に加熱・加圧して圧着した際に、磁性体層と内部電極層との間の密着性を十分に確保できず、層間剥離（デラミネーション）等の構造欠陥が生じるおそれがある。

【 0 0 7 1 】

これに対し本第 2 の実施の形態では、磁性体層を介して隣接する内部電極層の突起部 1 1 a ~ 1 1 d が、平面視互いに重なり合わないよう形成されているので、積層体マザーブロックの形成時に加熱・加圧して圧着した際に、磁性体層と内部電極層との間の密着性を十分に確保することが可能となり、層間剥離（デラミネーション）等の構造欠陥の発生を抑制することができる。

【 0 0 7 2 】

この第 2 の実施の形態の積層コイル部品は、以下のようにして容易に作製することができる。

【 0 0 7 3 】

図 5 は、第 2 の実施の形態の製造方法を示す要部分解平面図である。

【 0 0 7 4 】

まず、第 1 の実施の形態と同様の方法・手順で磁性体シート 1 2 a ~ 1 2 i を作製する。

【 0 0 7 5 】

次に、これら磁性体シート 1 2 a ~ 1 2 i のうち、磁性体シート 1 2 b ~ 1 2 g の所定箇所にレーザー照射等を行ってスルーホールを形成する。

【 0 0 7 6 】

次いで、A g 等を主成分とする導電性ペーストを用意し、この導電性ペーストを使用して磁性体シート 1 2 b ~ 1 2 h にスクリーン印刷等を施し、スルーホールに導電性ペーストを充填してビア導体 1 3 a、1 3 c、1 3 e、1 3 g、1 3 i、1 3 k を形成すると共に、前記ビア導体 1 3 a、1 3 c、1 3 e、1 3 g、1 3 i、1 3 k を含む所定領域に凸部 1 4 a ~ 1 4 k を有する導体パターン 1 5 a ~ 1 5 g を形成する。すなわち、この第 2 の実施の形態では、導体パターン 1 5 a ~ 1 5 g が螺旋状となるように磁性体シート 1 2 a ~ 1 2 i を積層した場合、磁性体シート 1 2 a ~ 1 2 i を介して隣接する導体パターン 1 5 a ~ 1 5 g の凸部 1 4 a ~ 1 4 k 同士が平面視重なり合わないよう、導体パターン 1 5 a ~ 1 5 g を形成する。

【 0 0 7 7 】

そしてその後は第 1 の実施の形態と同様の方法・手順でコイル導体 1 0 が埋設された部品素体 9 を作製し、その後外部電極を形成し、これにより第 2 の実施の形態の積層コイル部品が作製される。

【 0 0 8 0 】

図 6 は、本発明に係る積層コイル部品の第 3 の実施の形態を示す透視図（L W 面）である。

【 0 0 8 1 】

本第 3 の実施の形態は、第 1 及び第 2 の実施の形態と同様、部品素体 1 6 を形成する複数の磁性体層とコイル導体 1 7 を形成する複数の内部電極層とが交互に積層されている。

【 0 0 8 2 】

具体的には、内部電極層は、突起部 1 8 a、1 8 b が形成された第 1 及び第 2 の内部電極層と、突起部が形成されていない第 3 の内部電極層とを有し、第 1 の内部電極層と第 2 の内部電極層との間に少なくとも 1 層以上の第 3 の内部電極層が介在されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

本第3の実施の形態では、突起部18a、18bを有する第1の内部電極層と第2の内部電極層との間に突起部を有さない少なくとも1層以上の第3の内部電極層が介在されることから、磁性体層を介して隣接する内部電極層の突起部18a、18b同士が平面視互いに重なり合うこともない。したがって第2の実施の形態と同様、積層体マザーブロックの形成時に加熱・加圧して圧着した際に、磁性体層と内部電極層との間の密着性を十分に確保することが可能となり、層間剥離（デラミネーション）等の構造欠陥の発生を抑制することができる。

【 0 0 8 4 】

この第3の実施の形態の積層コイル部品は、以下のようにして容易に作製することができる。

【 0 0 8 5 】

図7は、第3の実施の形態の製造方法を示す要部分解平面図である。

【 0 0 8 6 】

まず、第1の実施の形態と同様の方法・手順で磁性体シート19a～19iを作製する。

【 0 0 8 7 】

次に、これら磁性体シート19a～19iのうち、磁性体シート19b～19gの所定箇所にレーザー照射等を行ってスルーホールを形成する。

【 0 0 8 8 】

次いで、Ag等を主成分とする導電性ペーストを用意し、この導電性ペーストを使用して磁性体シート19b、19d、19hにスクリーン印刷等を施し、スルーホールに導電性ペーストを充填してビア導体20a、20eを形成すると共に、これらビア導体20a、20eを含む所定領域に凸部21a～21fを有する導体パターン22a、22c、22gを形成する。

【 0 0 8 9 】

次に、前記導電性ペーストを使用して磁性体シート19c、19e～19gにスクリーン印刷等を施し、スルーホールに導電性ペーストを充填してビア導体20b、20c、20f～20kを形成すると共に、ビア導体20c、20g、20i、20kを含む所定領域に凸部を有さない導体パターン22b、22d～22fを形成する。

【 0 0 9 0 】

そしてその後は第1及び第2の実施の形態と同様の方法・手順でコイル導体17が厚みT方向に埋設された部品素体16を形成し、この後外部電極3a、3bを形成し、これにより第3の実施の形態の積層コイル部品が作製される。

【 0 0 9 1 】

図8は、本発明に係る積層コイル部品の第4の実施の形態を示す透視図（LW面）である。

【 0 0 9 2 】

本第4の実施の形態は、第1の実施の形態と同様、部品素体23を形成する複数の磁性体層とコイル導体24を形成する複数の内部電極層とが交互に積層されている。そして、各内部電極層には台形状の突起部25a、25bが形成されている。

【 0 0 9 3 】

第1の実施の形態では、突起部4a、4bが凸状に形成されているが（図2参照）、本第4の実施の形態では、台形状に形成されており、これにより突起部を凸状に形成した場合に比べ、導体パターン形成時の印刷の滲みを低減することができ、また印刷版の耐久性向上を図ることが可能となる。

【 0 0 9 4 】

図9は、本発明に係る積層コイル部品の第5の実施の形態を示す透視図（LW面）である。

【 0 0 9 5 】

10

20

30

40

50

本第5の実施の形態も、第1の実施の形態と同様、部品素体26を形成する複数の磁性体層とコイル導体27を形成する複数の内部電極層とが交互に積層されている。そして、突起部28a、28bは、第1の実施の形態や第4の実施の形態に比べ、部品素体26に長さ方向に沿って線幅が広く形成されている。そしてこれにより導通領域が増加することから直流抵抗を低下させることができ、より大電流向けに好適な積層コイル部品を得ることが可能となる。

【0096】

図10は、本発明に係る積層コイル部品の第6の実施の形態を示す透視図(LW面)である。

【0097】

本第6の実施の形態も、第1の実施の形態と同様、部品素体29を形成する複数の磁性体層とコイル導体30を形成する複数の内部電極層とが交互に積層されている。そして、突起部31a、31bの形成部位の内周面が拡幅状に形成されている。そして、これにより部品素体29の占める領域が大きくなることから、インピーダンス特性を向上させることが可能となり、より高周波帯に適した高インピーダンス特性の積層コイル部品を得ることが可能となる。

【0098】

そして、突起部が部品素体のW端縁に表面露出しているか否かの外観検査を行うのみで製品の良否を識別できることから、低コストで迅速に各種積層コイル部品の品質を検査することができ、不良品が混入するのを効果的に回避することができる。

【0099】

尚、本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。上記各実施の形態では部品素体をフェライト材料とガラス材料又は樹脂材料との混合物で形成しているが、フェライト焼結体に形成される空孔にガラス材料や樹脂材料を充填し、更にガラス材料や樹脂材料にも空孔を形成した空孔フェライトで部品素体を形成してもよい。

【0100】

また、突起部についても上記第1及び第2の実施の形態では全ての内部電極層に形成し、第3の実施の形態では突起部が形成された内部電極層間に突起部が形成されていない内部電極層を介在させているが、本発明は浮遊容量が増大しないように突起部でWサイドギャップGwの長さを管理していることから、突起部は少なくとも1層の内部電極層に形成されていけばよい。

【0101】

次に、本発明の実施例を具体的に説明する。

【実施例1】

【0102】

部品素体に螺旋状のコイル導体を埋設させた積層コイル部品をソフト上で作成し、Wサイドギャップの寸法を2、8、12、22、32、42 μm と異ならせたときの浮遊容量をシミュレーションして求めた。

【0103】

図11は、Wサイドギャップと浮遊容量との関係のシミュレーション結果を示している。横軸がWサイドギャップ(μm)、縦軸が浮遊容量(pF)である。

【0104】

この図11から明らかなように、Wサイドギャップと浮遊容量との間には相関関係があり、Wサイドギャップが10 μm 以上になると浮遊容量は比較的安定するが、10 μm 未満、特に5 μm 未満になると浮遊容量が増大することが分かった。

【実施例2】

【0105】

[実施例試料の作製]

まず、 Fe_2O_3 、 NiO 、 ZnO 、 CuO のフェライト素原料を用意し、 Fe_2O_3 が48.5mol%、 NiO が14.0mol%、 ZnO が29.5mol%、 CuO が

10

20

30

40

50

8.0 mol %となるようにこれらフェライト素原料を秤量した。次いで、これらの秤量物をPSZ（部分安定化ジルコニア）ボールと共にポットミルに投入し、湿式で十分に混合粉碎し、乾燥させた後、700の温度で2時間仮焼し、これによりフェライト粉末を作製した。

【0106】

また、SiO₂、B₂O₃、K₂Oのガラス素原料を用意し、SiO₂が79.0 wt %、B₂O₃が19.0 wt %、K₂Oが2.0 wt %となるようにこれらガラス素原料を秤量した。次いで、これらの秤量物を白金坩堝に投入し、1500~1600の温度で熔融させてガラス融液を作製し、その後、このガラス融液を急冷した後、粉碎し、これによりガラス粉末を作製した。

10

【0107】

次に、フォルステライトを用意し、フェライト粉末、ガラス粉末、フォルステライトの混合比率が体積比率でフェライト粉末：ガラス粉末：フォルステライト=40.0：57.5：2.5となるように秤量した。そして、この秤量物を有機バインダとしてのポリビニルブチラール、有機溶剤としてのエタノール及びトルエンの混合溶液、及びPSZボールと共にポットミルに投入して十分に混合粉碎し、これにより磁性体スラリーを得た。そして、この後、ドクターブレード法を使用して磁性体スラリーを成形加工し、これにより厚みが25 μmの磁性体シートを作製した。

【0108】

次に、各磁性体シートの所定箇所にレーザー照射等を行ってスルーホールを形成した。

20

【0109】

次いで、Agペーストを用意し、このAgペーストを使用して磁性体シートにスクリーン印刷を施し、スルーホールにAgペーストを充填してビア導体を形成すると共に、これらビア導体を含む所定領域に凸部を有する導体パターンを形成した。

【0110】

その後、導体パターンがビア導体を介して螺旋状となるように磁性体シートを適宜積層し、圧着して積層体マザーブロックを作製した。次いで、この積層体マザーブロックをダイサーで縦横に切断して個片化し、これにより積層成形体が作製した。

【0111】

次に、積層成形体を焼成炉に收容し、900の温度で2時間熱処理を行って導体パターン、ビア導体及び磁性体シートを同時焼成した。そして、これら積層成形体の表面をバレル研磨等で研磨処理を行い、角部をR形状に加工し、これによりWサイドギャップGwが35 μm、幅Dが40 μm、突起長Rが10 μmの突起部を有するコイル導体が埋設された部品素体を作製した。

30

【0112】

その後、Cuペーストを用意し、該Cuペーストを部品素体の両端部に塗布して800程度で焼付処理を施し下地電極を形成した後、めっき法等を使用して下地電極上にNiやSnの皮膜を形成して側面折り返し部を有する外部電極を作製し、これにより実施例試料を得た。実施例試料の外形寸法は、長さLが0.60 mm、幅Wが0.30 mm、厚みTが0.30 mmであり、コイル導体の巻き数は5.5ターンであった。

40

【0113】

[比較例試料]

導体パターンに凸状の突起部を形成しなかった以外は、実施例試料と同様の方法・手順で比較例試料を作製した。

【0114】

[試料の評価]

実施例試料の各試料についてW端縁を確認し、W端縁から突起部やコイル導体が表面露出している試料を選別し不良品を除去した。同様に、比較例試料についてW端縁からコイル導体が表面露出している試料を選別し不良品を除去した。尚、不良品の発生率は実施例試料が0.3%、比較例試料が0.05%であった。

50

【0115】

次いで、不良品を除く実施例試料各100個について、インピーダンスアナライザ（アジレント・テクノロジー社製、E4991A）を使用し、自己共振周波数を測定した。その結果、自己共振周波数は全て6GHz以上であった。

【0116】

次に、実施例試料中、除去された不良品についても同様にして自己共振周波数を測定した。その結果、除去された不良品には自己共振周波数が6GHz未満のものが含まれていることが確認された。

【0117】

すなわち、実施例試料では、突起部をコイル導体に設けてWサイドギャップGwの寸法管理を行っているので、WサイドギャップGwが小さくなって自己共振周波数が低周波数側にシフトした試料を容易に除去することができ、その結果、自己共振周波数が6GHz以上の試料のみを得ることができたものと思われる。

10

【0118】

一方、比較例試料では、突起部がコイル導体に設けられておらず、WサイドギャップGwの寸法管理がなされていないため、WサイドギャップGwが小さくなって自己共振周波数が低周波数側にシフトした試料が良品中に混入すると考えられる。

【産業上の利用可能性】

【0119】

高周波帯でのノイズ除去を効果的に行うことができる積層コイル部品を効率良く得ることができ、積層コイル部品の良否を低コストで迅速に識別することができるようにする。

20

【符号の説明】

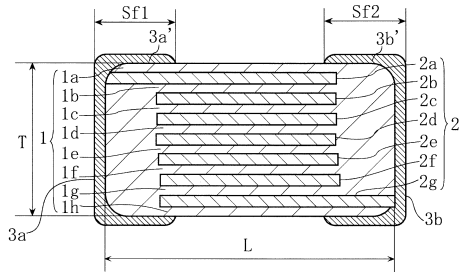
【0120】

- 1、9、16、23、26、29 部品素体
- 1a～1h 磁性体層
- 2、10、17、24、27、30 コイル導体
- 2a～2g 内部電極層
- 3a、3b 外部電極
- 4a、4b、11a～11d、18a、18b、25a、25b、28a、28b、31a、31b 突起部

30

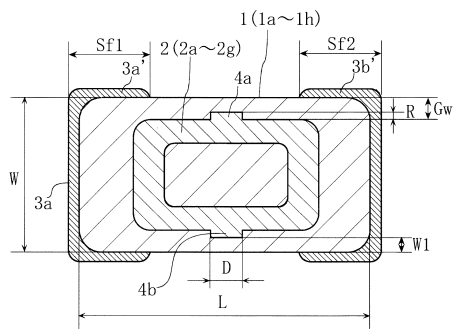
【 図 1 】

Fig. 1



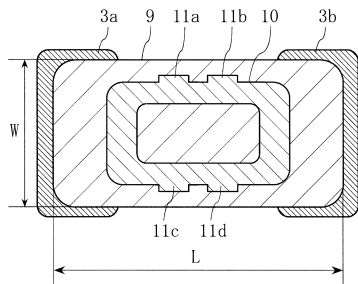
【 図 2 】

Fig. 2



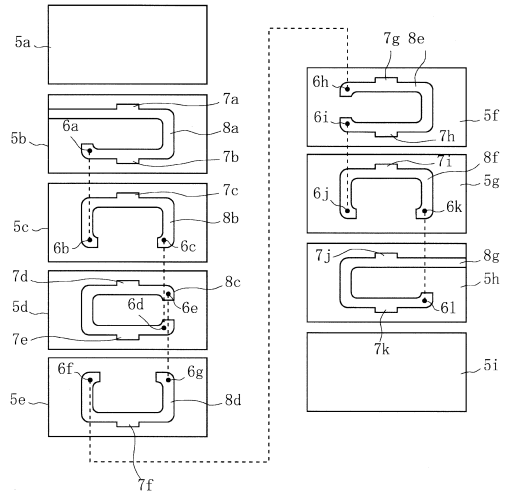
【 図 4 】

Fig. 4



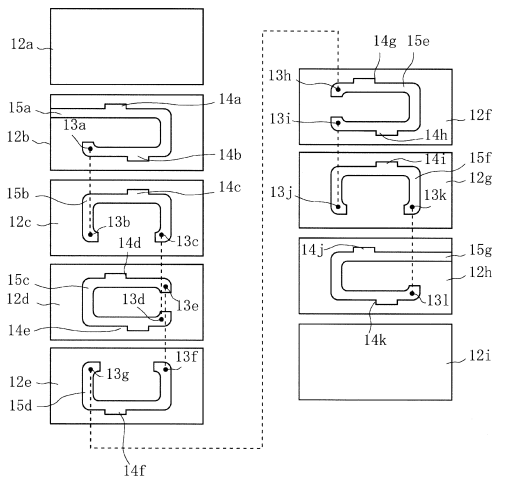
【 図 3 】

Fig. 3



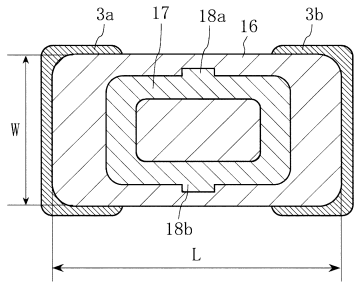
【 図 5 】

Fig. 5



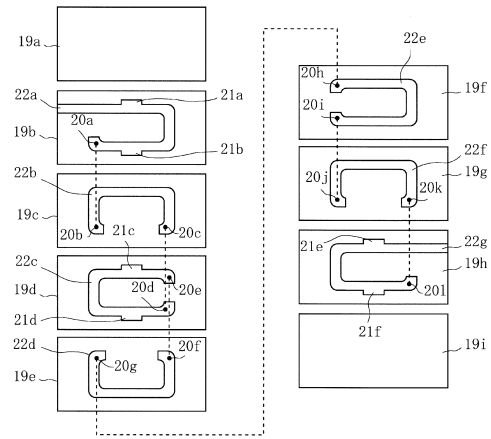
【図6】

Fig. 6



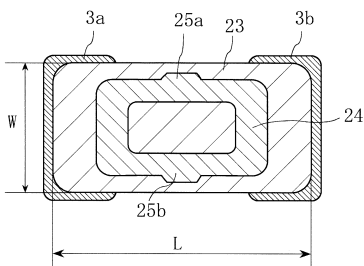
【図7】

Fig. 7



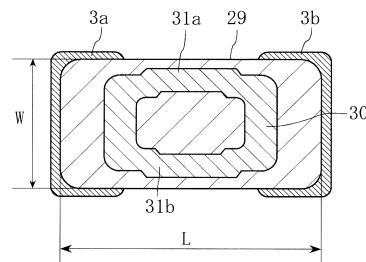
【図8】

Fig. 8



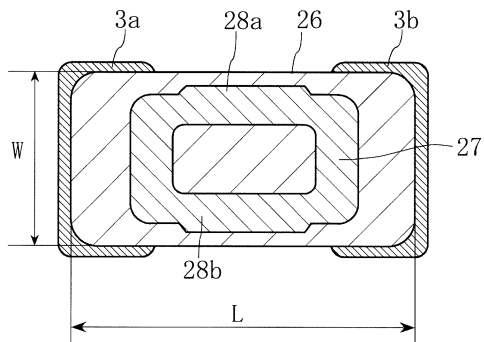
【図10】

Fig. 10



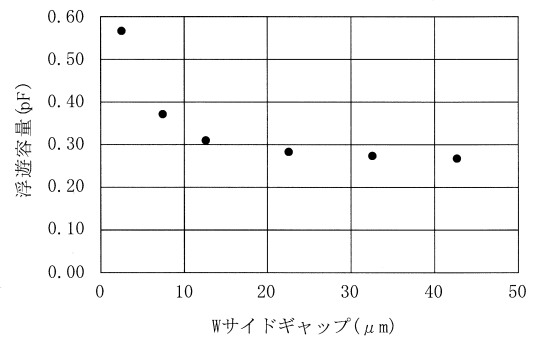
【図9】

Fig. 9



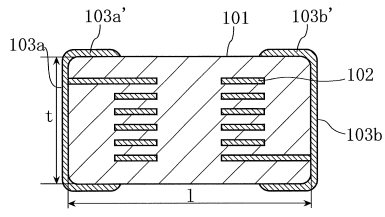
【図11】

Fig. 11



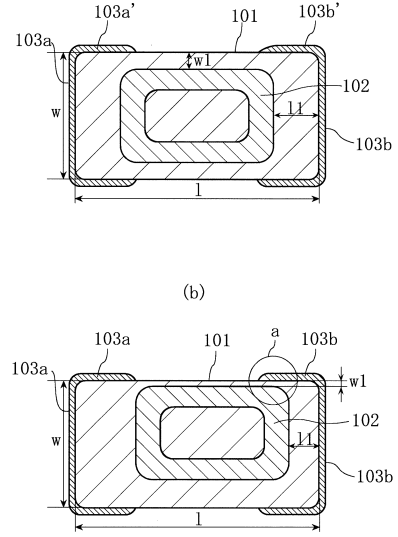
【 図 1 2 】

Fig. 12



【 図 1 3 】

Fig. 13



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-191191(JP,A)
特開2009-099699(JP,A)
国際公開第2010/029861(WO,A1)
特開2017-174888(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 17/00 - 17/08
H01F 27/28
H01F 41/00
H01F 1/34 - 1/375