

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5644957号
(P5644957)

(45) 発行日 平成26年12月24日(2014.12.24)

(24) 登録日 平成26年11月14日(2014.11.14)

(51) Int.Cl. F I
HO 1 F 17/00 (2006.01) HO 1 F 17/00 D

請求項の数 7 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-538519 (P2013-538519) (86) (22) 出願日 平成24年10月4日 (2012.10.4) (86) 国際出願番号 PCT/JP2012/075825 (87) 国際公開番号 W02013/054736 (87) 国際公開日 平成25年4月18日 (2013.4.18) 審査請求日 平成25年8月5日 (2013.8.5) (31) 優先権主張番号 特願2011-226606 (P2011-226606) (32) 優先日 平成23年10月14日 (2011.10.14) (33) 優先権主張国 日本国 (JP)</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 (74) 代理人 110001449 特許業務法人プロフィック特許事務所 (72) 発明者 岩▲崎▼ 恵介 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 井上 健一</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の比透磁率を有する第1の絶縁体層及び該第1の比透磁率よりも低い第2の比透磁率を有する第2の絶縁体層が積層されて構成されている積層体であって、積層方向の両端に位置する第1の端面及び第2の端面、並びに、該第1の端面と該第2の端面とを接続する4つの側面を有している直方体状の積層体と、

前記積層体に内蔵され、積層方向に沿って延在するコイル軸を有するコイルであって、前記側面において該積層体から露出しているコイルと、

前記第1の端面に設けられている第1の外部電極と、

前記第1の外部電極と前記コイルとを接続する第1の接続部と、

前記第2の端面に設けられている第2の外部電極と、

前記第2の外部電極と前記コイルとを接続する第2の接続部と、

を備えており、

前記第2の絶縁体層は、積層方向において、前記コイルと前記第1の端面との間、及び、該コイルと前記第2の端面との間に設けられていること、

を特徴とする電子部品。

【請求項2】

Niを含有している第1の絶縁体層及びNiを含有していない第2の絶縁体層が積層されて構成されている積層体であって、積層方向の両端に位置する第1の端面及び第2の端面、並びに、該第1の端面と該第2の端面とを接続する4つの側面を有している直方体状

の積層体と、

前記積層体に内蔵され、積層方向に沿って延在するコイル軸を有するコイルであって、前記側面において該積層体から露出しているコイルと、

前記第 1 の端面に設けられている第 1 の外部電極と、

前記第 1 の外部電極と前記コイルとを接続する第 1 の接続部と、

前記第 2 の端面に設けられている第 2 の外部電極と、

前記第 2 の外部電極と前記コイルとを接続する第 2 の接続部と、

を備えており、

前記第 2 の絶縁体層は、積層方向において、前記コイルと前記第 1 の端面との間、及び、該コイルと前記第 2 の端面との間に設けられていること、

を特徴とする電子部品。

10

【請求項 3】

前記第 1 の外部電極は、前記第 1 の端面から前記側面に折り返されており、

前記第 2 の絶縁体層は、積層方向において、前記第 1 の外部電極が前記側面に折り返された部分の積層方向の先端と前記コイルとの間に設けられていること、

を特徴とする請求項 1 又は請求項 2 のいずれかに記載の電子部品。

【請求項 4】

前記第 2 の絶縁体層は、積層方向において、前記コイルと前記第 1 の端面との間に複数層設けられていること、

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。

20

【請求項 5】

積層方向において、前記コイルと前記第 1 の端面との間のいずれかの位置から前記第 1 の端面までの間の部分は、前記第 2 の絶縁体層により構成されていること、

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。

【請求項 6】

前記第 1 の絶縁体層は、磁性材料により作製されていること、

前記第 2 の絶縁体層は、非磁性材料により作製されていること、

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。

【請求項 7】

前記第 1 の接続部は、前記第 1 の絶縁体層及び前記第 2 の絶縁体層を積層方向に貫通するビアホール導体により構成されていること、

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。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子部品に関し、より特定的には、コイルを内蔵している電子部品に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の電子部品としては、例えば、特許文献 1 に記載の積層型コイルが知られている。以下に、特許文献 1 に記載の積層型コイルについて説明する。図 8 は、特許文献 1 に記載の積層型コイル 500 の断面構造図である。

40

【0003】

積層型コイル 500 は、図 8 に示すように、積層体 512、外部電極 514a、514b、絶縁樹脂 518 及びコイル L を備えている。積層体 512 は、複数の絶縁性シートが積層され、直方体状をなしている。コイル L は、積層体 512 に内蔵され、複数のコイル導体パターン 516 が接続されることにより構成されている螺旋状のコイルである。コイル導体パターン 516 は、図 8 に示すように、積層体 512 の側面から露出している。

【0004】

外部電極 514a、514b はそれぞれ、積層体 512 の積層方向の両端に位置する端

50

面に設けられ、コイルLに対して接続されている。絶縁性樹脂518は、積層体512の側面に設けられ、コイル導体パターン516が積層体512の側面から露出している部分を覆い隠している。

【0005】

以上のような構成を有する積層型コイル500によれば、コイル導体パターン516が絶縁性シートの外周縁部一杯に設けられるので、コイルLの内径を大きくすることができる。すなわち、コイルLのインダクタンス値を大きくすることができる。更に、積層型コイル500によれば、積層体512の側面が絶縁性樹脂518により被覆されているので、コイル導体パターン516が回路基板のパターン等とショートすることが防止される。

【0006】

ところで、特許文献1に記載の積層型コイル500は、外部電極514a, 514bにおいて渦電流が発生することによって、周波数が高くなるにつれてコイルLのインダクタンス値が低下するという問題を有している。つまり、該積層型コイル500は、インダクタンス値が高周波信号の周波数に依存するという問題を有している。より詳細には、積層型コイル500では、コイル軸は積層方向と平行であり、かつ、外部電極514a, 514bは積層型コイル500において積層方向の両端に位置する端面に設けられている。そのため、コイルLにより発生した磁束は、外部電極514a, 514bを通過する。そして、積層型コイル500には高周波信号が流れるので、コイルLにより発生した磁場も周期的に変動する。これにより、磁場の変動によって渦電流が外部電極514a, 514bに発生し、該渦電流が熱エネルギーとして消費される。その結果、積層型コイル500において、渦電流損が発生し、コイルLのインダクタンス値が低下してしまう。そして、高周波信号の周波数が高くなるにつれて渦電流が大きくなるので、インダクタンス値の低下が大きくなる。以上のように、積層型コイル500では、インダクタンス値が高周波信号の周波数に依存している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特許3077061号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

そこで、本発明の目的は、インダクタンス値が高周波信号の周波数に依存することを軽減できる電子部品を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第1の形態に係る電子部品は、第1の比透磁率を有する第1の絶縁体層及び該第1の比透磁率よりも低い第2の比透磁率を有する第2の絶縁体層が積層されて構成されている積層体であって、積層方向の両端に位置する第1の端面及び第2の端面、並びに、該第1の端面と該第2の端面とを接続する4つの側面を有している直方体状の積層体と、前記積層体に内蔵され、積層方向に沿って延在するコイル軸を有するコイルであって、前記側面において該積層体から露出しているコイルと、前記第1の端面に設けられている第1の外部電極と、前記第1の外部電極と前記コイルとを接続する第1の接続部と、前記第2の端面に設けられている第2の外部電極と、前記第2の外部電極と前記コイルとを接続する第2の接続部と、を備えており、前記第2の絶縁体層は、積層方向において、前記コイルと前記第1の端面との間、及び、該コイルと前記第2の端面との間に設けられていること、を特徴とする。

【0010】

本発明の第2の形態に係る電子部品は、Niを含有している第1の絶縁体層及びNiを含有していない第2の絶縁体層が積層されて構成されている積層体であって、積層方向の両端に位置する第1の端面及び第2の端面、並びに、該第1の端面と該第2の端面とを接

10

20

30

40

50

続する４つの側面を有している直方体状の積層体と、前記積層体に内蔵され、積層方向に沿って延在するコイル軸を有するコイルであって、前記側面において該積層体から露出しているコイルと、前記第１の端面に設けられている第１の外部電極と、前記第１の外部電極と前記コイルとを接続する第１の接続部と、前記第２の端面に設けられている第２の外部電極と、前記第２の外部電極と前記コイルとを接続する第２の接続部と、を備えており、前記第２の絶縁体層は、積層方向において、前記コイルと前記第１の端面との間、及び、該コイルと前記第２の端面との間に設けられていること、を特徴とする。

【発明の効果】

【００１１】

本発明によれば、インダクタンス値が高周波信号の周波数に依存することを軽減できる

10

【図面の簡単な説明】

【００１２】

【図１】本発明の実施形態に係る電子部品の外観斜視図である。

【図２】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の電子部品のＡ－Ａにおける断面構造図である。

【図４】図４（ａ）は、電子部品において発生する磁束を示した図である。図４（ｂ）は、比較例に係る電子部品において発生する磁束を示した図である。

【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２の変形例に係る電子部品の断面構造図である。

20

【図７】実験結果を示したグラフである。

【図８】特許文献１に記載の積層型コイルの断面構造図である。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

以下に、本発明の実施形態に係る電子部品について説明する。

【００１４】

（電子部品の構成）

本発明の実施形態に係る電子部品の構成について説明する。図１は、本発明の実施形態に係る電子部品１０の外観斜視図である。図２は、実施形態に係る電子部品１０の積層体１２の分解斜視図である。図３は、図１の電子部品１０のＡ－Ａにおける断面構造図である。

30

【００１５】

以下、電子部品１０の積層方向を z 軸方向と定義し、電子部品１０の z 軸方向の正方向側の面の２辺に沿った方向を x 軸方向及び y 軸方向と定義する。 x 軸方向と y 軸方向と z 軸方向とは直交している。

【００１６】

電子部品１０は、図１及び図２に示すように、積層体１２、外部電極１４（１４ａ，１４ｂ）、絶縁体膜２０、コイルＬ（図１には図示せず）及びビアホール導体 $v_1 \sim v_4$ ， $v_{10} \sim v_{13}$ を備えている。

【００１７】

40

積層体１２は、直方体状をなしており、コイルＬを内蔵している。積層体１２は、端面 S_1 ， S_2 及び側面 $S_3 \sim S_6$ を有している。端面 S_1 は、電子部品１０の z 軸方向の正方向側の端部に位置する面である。端面 S_2 は、電子部品１０の z 軸方向の負方向側の端部に位置する面である。側面 $S_3 \sim S_6$ は、端面 S_1 と端面 S_2 とを接続している面である。側面 S_3 は x 軸方向の正方向側に位置し、側面 S_4 は x 軸方向の負方向側に位置し、側面 S_5 は y 軸方向の正方向側に位置し、側面 S_6 は y 軸方向の負方向側に位置している。

【００１８】

外部電極１４ａ，１４ｂはそれぞれ、積層体１２の端面 S_1 及び端面 S_2 に設けられている。また、外部電極１４ａ，１４ｂはそれぞれ、端面 S_1 及び端面 S_2 から側面 $S_3 \sim$

50

S 6 に折り返されている。

【 0 0 1 9 】

積層体 1 2 は、図 2 に示すように、絶縁体層 1 6 a , 1 6 b , 1 7 a , 1 6 c ~ 1 6 i , 1 7 b , 1 6 j , 1 6 k が z 軸方向の正方向側から負方向側へこの順に並ぶように積層されることにより構成されている。絶縁体層 1 6 は、磁性材料（例えば、Ni - Cu - Zn系フェライト、比透磁率 μ_r : 1 0 0 ~ 2 0 0 ）からなる長形状の層である。なお、磁性材料とは、常温で磁性を示す材料（比透磁率 $\mu_r > 1$ ）を意味する。絶縁体層 1 7 は、非磁性材料（例えば、Cu - Zn系フェライト又はガラス）からなる長形状の層である。なお、非磁性材料とは、常温で磁性を示さない材料（比透磁率 $\mu_r = 1$ ）を意味する。以下では、絶縁体層 1 6 , 1 7 の z 軸方向の正方向側の面を表面と称し、絶縁体層 1 6 , 1 7 の z 軸方向の負方向側の面を裏面と称す。

10

【 0 0 2 0 】

コイル L は、積層体 1 2 に内蔵され、図 2 に示すように、コイル導体層 1 8 (1 8 a ~ 1 8 e) 及びビアホール導体 v 5 ~ v 8 により構成されている。コイル L は、コイル導体層 1 8 a ~ 1 8 e 及びビアホール導体 v 5 ~ v 8 が接続されることにより、z 軸方向に延在するコイル軸を有する螺旋状をなしている。

【 0 0 2 1 】

コイル導体層 1 8 a ~ 1 8 e は、図 2 に示すように、絶縁体層 1 6 d ~ 1 6 h の表面上に設けられており、図 3 に示すように、絶縁体層 1 6 d ~ 1 6 h の外縁からわずかにはみ出した状態で旋回するコ字型の線状導体層である。より詳細には、コイル導体層 1 8 a は、5 / 8 ターンのターン数を有しており、絶縁体層 1 6 d において、絶縁体層 1 6 d の中心（対角線の交点）から y 軸方向の負方向側の辺に引き出されており、x 軸方向の正方向側の辺以外の三辺に沿って設けられていると共に、該三辺からはみ出している。更に、コイル導体層 1 8 a は、x 軸方向の正方向側の辺の y 軸方向の正方向側の端部からもはみ出している。

20

【 0 0 2 2 】

また、コイル導体層 1 8 b ~ 1 8 d は、3 / 4 ターンのターン数を有しており、絶縁体層 1 6 e ~ 1 6 g の三辺に沿っていると共に、該三辺からはみ出している。更に、コイル導体層 1 8 b ~ 1 8 d は、残りの一辺の両端からもはみ出している。具体的には、コイル導体層 1 8 b は、絶縁体層 1 6 e において、y 軸方向の正方向側の辺以外の三辺に沿って設けられていると共に、該三辺からはみ出している。更に、コイル導体層 1 8 b は、y 軸方向の正方向側の辺の両端からはみ出している。コイル導体層 1 8 c は、絶縁体層 1 6 f において、x 軸方向の負方向側の辺以外の三辺に沿って設けられていると共に、該三辺からはみ出している。更に、コイル導体層 1 8 c は、x 軸方向の負方向側の辺の両端からはみ出している。コイル導体層 1 8 d は、絶縁体層 1 6 g において、y 軸方向の負方向側の辺以外の三辺に沿って設けられていると共に、該三辺からはみ出している。更に、コイル導体層 1 8 d は、y 軸方向の負方向側の辺の両端からはみ出している。

30

【 0 0 2 3 】

コイル導体層 1 8 e は、5 / 8 ターンのターン数を有しており、絶縁体層 1 6 h において、絶縁体層 1 6 h の中心（対角線の交点）から y 軸方向の正方向側の辺に引き出されており、x 軸方向の正方向側の辺以外の三辺に沿って設けられていると共に、該三辺からはみ出している。更に、コイル導体層 1 8 e は、x 軸方向の正方向側の辺の y 軸方向の負方向側の端部からもはみ出している。

40

【 0 0 2 4 】

以下では、コイル導体層 1 8 において、z 軸方向の正方向側から平面視したときに、時計回りの上流側の端部を上流端とし、時計回りの下流側の端部を下流端とする。なお、コイル導体層 1 8 のターン数は、5 / 8 ターン及び 3 / 4 ターンに限らない。よって、コイル導体層 1 8 のターン数は、例えば、1 / 2 ターンであってもよいし、7 / 8 ターンであってもよい。

【 0 0 2 5 】

50

ビアホール導体 $v_1 \sim v_{13}$ は、図 2 に示すように、絶縁体層 16a, 16b, 17a, 16c ~ 16i, 17b, 16j, 16k を z 軸方向に貫通するように設けられている。ビアホール導体 $v_1 \sim v_4$ はそれぞれ、絶縁体層 16a, 16b, 17a, 16c を z 軸方向に貫通しており、互いに接続されることにより 1 本のビアホール導体を構成している。ビアホール導体 v_1 の z 軸方向の正方向側の端部は、図 3 に示すように、外部電極 14a に接続されている。また、ビアホール導体 v_4 の z 軸方向の負方向側の端部は、コイル導体層 18a の上流端に接続されている。これにより、ビアホール導体 $v_1 \sim v_4$ は、外部電極 14a とコイル L とを接続する接続部として機能している。

【0026】

ビアホール導体 v_5 は、絶縁体層 16d を z 軸方向に貫通し、コイル導体層 18a の下流端及びコイル導体層 18b の上流端に接続されている。ビアホール導体 v_6 は、絶縁体層 16e を z 軸方向に貫通し、コイル導体層 18b の下流端及びコイル導体層 18c の上流端に接続されている。ビアホール導体 v_7 は、絶縁体層 16f を z 軸方向に貫通し、コイル導体層 18c の下流端及びコイル導体層 18d の上流端に接続されている。ビアホール導体 v_8 は、絶縁体層 16g を z 軸方向に貫通し、コイル導体層 18d の下流端及びコイル導体層 18e の上流端に接続されている。

【0027】

ビアホール導体 $v_9 \sim v_{13}$ は、絶縁体層 16h, 16i, 17b, 16j, 16k を z 軸方向に貫通しており、互いに接続されることにより 1 本のビアホール導体を構成している。ビアホール導体 v_9 の z 軸方向の正方向側の端部は、コイル導体層 18e の下流端に接続されている。また、ビアホール導体 v_{13} の z 軸方向の負方向側の端部は、図 3 に示すように、外部電極 14b に接続されている。これにより、ビアホール導体 $v_9 \sim v_{13}$ は、外部電極 14b とコイル L とを接続する接続部として機能している。

【0028】

以上のように構成されたコイル L を構成しているコイル導体層 18a ~ 18e は、図 3 に示すように、積層体 12 の側面 S3 ~ S6 において、積層体 12 から露出している。更に、コイル導体層 18a ~ 18e の外周は、積層体の側面 S3 ~ S6 から突出している。なお、コイル導体層 18a ~ 18e の外周は、積層体 12 の側面 S3 ~ S6 から突出しなくてもよい。

【0029】

絶縁体膜 20 は、図 1 及び図 3 に示すように、積層体 12 の側面 S3 ~ S6 において、外部電極 14a, 14b が設けられていない部分を覆うように設けられている。これにより、コイル L が積層体 12 から露出している部分は、絶縁体膜 20 により覆われている。絶縁体膜 20 は、積層体 12 の磁性材料とは異なる材料により構成されており、例えば、エポキシ樹脂により構成されている。

【0030】

ここで、絶縁体層 17a, 17b の位置についてより詳細に説明する。絶縁体層 17a は、図 3 に示すように、z 軸方向において、コイル L の z 軸方向の正方向側の端部と端面 S1 との間に設けられている。本実施形態に係る電子部品 10 では、絶縁体層 17a は、z 軸方向において、外部電極 14a が側面 S3 ~ S6 に折り返された部分の z 軸方向の負方向側の先端 t1 とコイル L の z 軸方向の正方向側の端部との間に設けられている。これにより、絶縁体層 17a は、コイル L と外部電極 14a との間を仕切っている。

【0031】

また、絶縁体層 17b は、図 3 に示すように、z 軸方向において、コイル L の z 軸方向の負方向側の端部と端面 S2 との間に設けられている。本実施形態に係る電子部品 10 では、絶縁体層 17b は、z 軸方向において、外部電極 14b が側面 S3 ~ S6 に折り返された部分の z 軸方向の負方向側の先端 t2 とコイル L の z 軸方向の負方向側の端部との間に設けられている。これにより、絶縁体層 17b は、コイル L と外部電極 14b との間を仕切っている。

【0032】

10

20

30

40

50

(電子部品の製造方法)

以下に、電子部品10の製造方法について図面を参照しながら説明する。

【0033】

まず、絶縁体層16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)、酸化ニッケル(NiO)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。

【0034】

このフェライトセラミック粉末に対して結合剤(酢酸ビニル、水溶性アクリル等)と可塑剤、湿潤材及び分散剤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う。得られた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、絶縁体層16となるべきセラミックグリーンシートを作製する。

【0035】

次に、絶縁体層17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

【0036】

このフェライトセラミック粉末に対して結合剤(酢酸ビニル、水溶性アクリル等)と可塑剤、湿潤材及び分散剤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う。得られた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、絶縁体層17となるべきセラミックグリーンシートを作製する。

【0037】

次に、絶縁体層16, 17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v1~v13となるべき導体を形成する。具体的には、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。更に、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材料からなるペーストを印刷塗布などの方法により充填して、ビアホール導体v1~v13となるべき導体を形成する。

【0038】

次に、絶縁体層16d~16hとなるべきセラミックグリーンシート上に、導電性材料からなるペーストをスクリーン印刷法やフォトリソグラフィ法などの方法で塗布することにより、コイル導体層18(18a~18e)となるべき導体層を形成する。導電性材料からなるペーストは、例えば、Agに、ワニス及び溶剤が加えられたものである。また、ペーストとして、通常のペーストよりも導電性材料の含有率が高いペーストを用いた。具体的には、通常のペーストは、導電性材料を70重量%の割合で含有しているのに対して、本実施形態で用いたペーストは、導電性材料を80重量%以上の割合で含有している。

【0039】

なお、コイル導体層18(18a~18e)となるべき導体層を形成する工程とビアホールに対して導電性材料からなる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。

【0040】

次に、絶縁体層16, 17となるべきセラミックグリーンシートを積層及び圧着して未焼成のマザー積層体を得る。具体的には、セラミックグリーンシートを1枚ずつ積層及び仮圧着する。この後、未焼成のマザー積層体に対して、静水圧プレスにて本圧着を施す。

10

20

30

40

50

静水圧プレスの特徴は、100MPaの圧力及び45の温度である。

【0041】

次に、未焼成のマザー積層体をカットして、個別の未焼成の積層体12を得る。この段階では、コイル導体層18となるべき導体層は、積層体12の側面S3～S6から露出はしているものの、突出はしていない。

【0042】

次に、積層体12の表面に、バレル研磨処理を施して、面取りを行う。この後、未焼成の積層体12に、脱バインダー処理及び焼成を施す。脱バインダー処理は、例えば、低酸素雰囲気中においておよそ500で2時間の条件で行う。焼成は、例えば、870～900で2.5時間の条件で行う。ここで、焼成時におけるセラミックグリーンシートの収縮率とコイル導体層18となるべき導体層の収縮率とは異なる。具体的には、セラミックグリーンシートの方がコイル導体層18となるべき導体層に比べて、焼成時に大きく縮む。特に、本実施形態では、コイル導体層18となるべき導体層を通常よりも導電性材料の含有率が高いペーストにより作製している。よって、コイル導体層18となるべき導体層の収縮率は、通常のコイル導体層となるべき導体層に比べて小さい。その結果、コイル導体層18は、図2及び図3に示すように、焼成後の積層体12の側面S3～S6から大きく突出する。

【0043】

次に、Agを主成分とする導電性材料からなる電極ペーストを、積層体12の端面S1、端面S2及び側面S3～S6の一部に塗布する。そして、塗布した電極ペーストを約800の温度で1時間の条件で焼き付ける。これにより、外部電極14の下地となるべき銀電極を形成する。更に、銀電極の表面に、Niめっき/Snめっきを施すことにより、外部電極14を形成する。

【0044】

最後に、図3に示すように、積層体12の側面S3～S6において、外部電極14a、14bが設けられていない部分にエポキシ樹脂等の樹脂を塗布することにより、絶縁体膜20を形成する。これにより、絶縁体層18が積層体12から露出している部分は、絶縁体膜20により覆い隠されるようになる。よって、コイルLが回路基板のパターン等とショートすることが絶縁体膜20により防止されるようになる。以上の工程により、電子部品10が完成する。

【0045】

(効果)

以上のような電子部品10によれば、インダクタンス値が高周波信号の周波数に依存することを軽減できる。図4(a)は、電子部品10において発生する磁束1及び磁束2を示した図である。図4(b)は、比較例に係る電子部品110において発生する磁束2を示した図である。電子部品110では、電子部品10の絶縁体層17が絶縁体層16に置き換えられている。なお、電子部品110において電子部品10と同じ構成については、電子部品10における参照符号に100を足した参照符号を用いた。

【0046】

比較例に係る電子部品110では、コイルLにより発生した磁束2は、図4(b)に示すように、コイルLの周囲を大きく周回して外部電極114a、114bを通過する。そして、電子部品110には高周波信号が流れるので、コイルLにより発生した磁場も周期的に変動する。そのため、磁場の変動によって渦電流が外部電極114a、114bに発生し、該渦電流が熱エネルギーとして消費される。その結果、電子部品110において、渦電流損が発生し、コイルLのインダクタンス値が低下してしまう。そして、高周波信号の周波数が高くなるにつれて渦電流が大きくなるので、インダクタンス値の低下が大きくなる。以上のように、電子部品110では、インダクタンス値が高周波信号の周波数に依存している。

【0047】

一方、電子部品10では、非磁性材料により作製されている絶縁体層17a、17bは

10

20

30

40

50

それぞれ、z軸方向において、コイルLと端面S1、S2との間に設けられている。磁束は、非磁性材料により作製されている絶縁体層17a、17bを通過しにくい。そのため、図4(a)に示すように、絶縁体層17a、17bを通過せずに絶縁体層17a、17bの間を周回する磁束1が相対的に多くなり、絶縁体層17a、17b及び外部電極14a、14bを通過する磁束2が相対的に少なくなる。これにより、電子部品10の外部電極14a、14bにおける端面S1、S2上の部分において渦電流が発生することが抑制され、コイルLのインダクタンス値の低下が抑制される。以上より、電子部品10では、インダクタンス値が高周波信号の周波数に依存することが軽減される。

【0048】

また、電子部品110では、コイルLは、側面S3～S6において積層体112から露出している。そのため、図4(b)に示すように、磁束2は、積層体12の側面S3～S6を介して積層体12内から積層体12外に出ると共に、側面S3～S6を介して積層体12外から積層体12内に戻る。この際、磁束2は、外部電極114a、114bの折り返し部分を通過する。よって、電子部品110では、渦電流によるコイルLのインダクタンス値の低下が発生する。すなわち、電子部品110では、外部電極114a、114bの折り返し部分における渦電流の対策も重要である。

【0049】

そこで、電子部品10では、非磁性材料により作製されている絶縁体層17a、17bはそれぞれ、z軸方向において、外部電極14a、14bの先端t1、t2とコイルLとの間に設けられている。これにより、絶縁体層17a、17bを通過せずに絶縁体層17a、17bの間を周回する磁束1が相対的に多くなり、絶縁体層17a、17b、外部電極14a、14b、および、外部電極14a、14bの折り返し部分を通過する磁束2が相対的に少なくなる。よって、電子部品10の外部電極14a、14bの折り返し部分において渦電流が発生することが抑制され、コイルLのインダクタンス値の低下が抑制される。以上より、電子部品10では、インダクタンス値が高周波信号の周波数に依存すること軽減される。

【0050】

また、電子部品10では、ビアホール導体v1～v4、v9～v13は、絶縁体層16、17の中心をz軸方向に貫通している。これにより、ビアホール導体v1～v4、v9～v13は、外部電極14a、14bの折り返し部分から離れた位置に設けられるようになる。その結果、ビアホール導体v1～v4、v9～v13により発生した磁束3が外部電極14a、14bの折り返し部分を通過しにくくなる。よって、電子部品10の外部電極14a、14bの折り返し部分において渦電流が発生することが抑制され、コイルLのインダクタンス値の低下が抑制される。以上より、電子部品10では、インダクタンス値が高周波信号の周波数に依存すること軽減される。

【0051】

また、電子部品10では、コイルLと外部電極14a、14bとは、ビアホール導体v1～v4、v9～v13により構成される接続部により接続されている。ビアホール導体v1～v4、v9～v13では、図4(a)に示すように、ビアホール導体v1～v4、v9～v13を周回するようにxy平面に平行に磁束3が発生する。そのため、磁束3は、絶縁体層17a、17bに対して略平行に発生しており、絶縁体層17a、17bを横切りにくい。したがって、磁束3は、絶縁体層17a、17bによる影響を受けにくい。その結果、ビアホール導体v1～v4、v9～v13の長さの分のインダクタンスが追加して得られ、コイルLのインダクタンスの値に加えて、より大きなインダクタンス値を有するようになる。

【0052】

(第1の変形例)

以下に、第1の変形例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5は、第1の変形例に係る電子部品10aの断面構造図である。

【0053】

10

20

30

40

50

図5に示すように、絶縁体層17は、z軸方向において、コイルLのz軸方向の正方向側の端部と端面S1との間に複数層設けられていてもよい。同様に、絶縁体層17は、z軸方向において、コイルLのz軸方向の負方向側の端部と端面S2との間に複数層設けられていてもよい。これにより、磁束1が外部電極14a, 14bを通過することがより効果的に抑制される。

【0054】

(第2の変形例)

以下に、第2の変形例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6は、第2の変形例に係る電子部品10bの断面構造図である。

【0055】

図6に示すように、z軸方向において、コイルLのz軸方向の正方向側の端部と端面S1との間の所定位置から端面S1までの間の部分は、全て絶縁体層17により構成されていてもよい。同様に、z軸方向において、コイルLのz軸方向の負方向側の端部と端面S2との間の所定位置から端面S2までの間の部分は、全て絶縁体層17により構成されていてもよい。これにより、磁束1が外部電極14a, 14bを通過することがより効果的に抑制される。

【0056】

(実験)

本願発明者は、本発明に係る電子部品が奏する効果をより明確にするために、以下に説明する実験を行った。具体的には、図6に示す第2の変形例に係る電子部品10bの第1のサンプル及び図4(b)に示す比較例に係る電子部品110の第2のサンプルを作製し、これらの入力信号の周波数とインダクタンス値との関係を調べた。この際、第1のサンプル及び第2のサンプルにおいて、外部電極14a, 14bの折り返し部分のz軸方向の長さを30 μ m、280 μ m、380 μ mの3種類に変化させた。図7は、実験結果を示したグラフである。縦軸はインダクタンス値を示し、横軸は入力信号の周波数を示している。以下に、第1のサンプル及び第2のサンプルの条件を列挙する。

【0057】

積層体のz軸方向の寸法：1.9mm

積層体のy軸方向の寸法：1.2mm

積層体のx軸方向の寸法：0.8mm

電子部品のz軸方向の寸法：2.0mm

電子部品のy軸方向の寸法：1.25mm

電子部品のx軸方向の寸法：0.85mm

絶縁体層17の厚み：積層体の端から420 μ m

絶縁体層16：Ni-Cu-Zn系フェライト(比透磁率 $\mu_r = 120$)

絶縁体層17：Cu-Zn系フェライト(比透磁率 $\mu_r = 1$)

【0058】

図7によれば、電子部品10bの方が電子部品110よりも、入力信号の周波数が大きくなったときのインダクタンス値の低下が緩やかである。すなわち、周波数が1~500MHzの範囲において、電子部品10bの方が、電子部品110よりもインダクタンス値の周波数依存性が軽減されていることが分かる。

【0059】

また、図7によれば、外部電極14a, 14b, 114a, 114bの折り返し部分のz軸方向の長さが長くなるにしたがって、インダクタンス値の周波数依存性が大きくなっていることが分かる。これは、外部電極14a, 14b, 114a, 114bの折り返し部分のz軸方向の長さが長くなれば、外部電極14a, 14b, 114a, 114bの折り返し部分を通過する磁束が増加し、外部電極14a, 14b, 114a, 114bの折り返し部分においてより多くの渦電流が発生していることを意味している。よって、本実験によれば、電子部品10bのように、絶縁体層17が設けられることにより、外部電極14a, 14bの折り返し部分のz軸方向の長さが長くなっても、インダクタンス値の周

10

20

30

40

50

波数依存性が軽減されると言える。

【 0 0 6 0 】

(その他の実施形態)

本発明に係る電子部品は、前記実施形態に係る電子部品 1 0 , 1 0 a , 1 0 b に限らずその要旨の範囲内において変更可能である。

【 0 0 6 1 】

例えば、絶縁体層 1 7 は、非磁性材料により作製されているものとしたが、磁性材料により作製されていてもよい。この場合には、絶縁体層 1 7 の比透磁率は、絶縁体層 1 6 の比透磁率よりも低ければよい。

【 0 0 6 2 】

なお、電子部品 1 0 , 1 0 a , 1 0 b を製造方法は、コイル導体層 1 8 a ~ 1 8 e となるべき導体層を表面に設けたセラミックグリーンシートを積層及び圧着した後に、一体的に焼成する逐次圧着法に限らない。よって、以下に説明する印刷工法によって電子部品 1 0 , 1 0 a , 1 0 b を製造してもよい。より詳細には、印刷等により絶縁性ペーストを塗布して絶縁体層を形成した後、該絶縁体層の表面に導電性ペーストを塗布してコイル導体層となるべき導体層を形成する。次に、絶縁性ペーストをコイル導体層となるべき導体層の上から塗布してコイル導体層となるべき導体層が内蔵された絶縁体層とする。以上の工程を繰り返して、電子部品 1 0 , 1 0 a , 1 0 b を製造してもよい。

【 0 0 6 3 】

また、電子部品 1 0 , 1 0 a , 1 0 b において、コイル L は、積層体 1 2 の側面 S 3 ~ S 6 の全ての面から露出していなくてもよく、側面 S 3 ~ S 6 の一部の面から露出していればよい。また、全てのコイル導体層 1 8 a ~ 1 8 e が側面 S 3 ~ S 6 から露出していなくてもよく、一部のコイル導体層 1 8 a ~ 1 8 e が側面 S 3 ~ S 6 から露出していればよい。

【 0 0 6 4 】

また、電子部品 1 0 , 1 0 a , 1 0 b では、ビアホール導体 v 1 ~ v 4 , v 9 ~ v 1 3 は、絶縁体層 1 6 , 1 7 の中心を z 軸方向に貫通しているが、絶縁体層 1 6 , 1 7 の中心以外の部分を z 軸方向に貫通していてもよい。

【 0 0 6 5 】

また、電子部品 1 0 , 1 0 a , 1 0 b は、コイル L のみを内蔵するコイル部品であるが、コイル L に加えてコンデンサや抵抗、その他の回路素子を内蔵する複合電子部品であってもよい。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 6 6 】

以上のように、本発明は、電子部品に有用であり、特に、インダクタンス値が高周波信号の周波数に依存することを軽減できる点において優れている。

【符号の説明】

【 0 0 6 7 】

L コイル
 S 1 , S 2 端面
 S 3 ~ S 6 側面
 t 1 , t 2 先端
 v 1 ~ v 1 3 ビアホール導体
 1 0 , 1 0 a , 1 0 b 電子部品
 1 2 積層体
 1 4 a , 1 4 b 外部電極
 1 6 a ~ 1 6 k , 1 7 a , 1 7 b 絶縁体層
 1 8 a ~ 1 8 e コイル導体層
 2 0 絶縁体膜

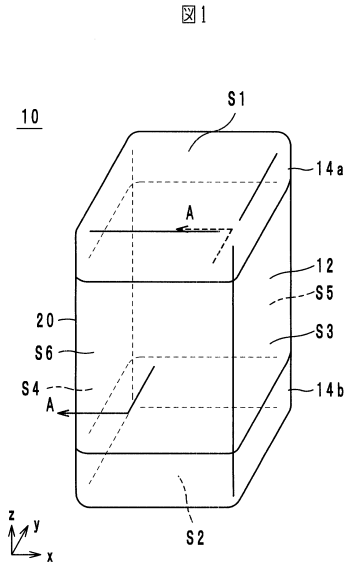
10

20

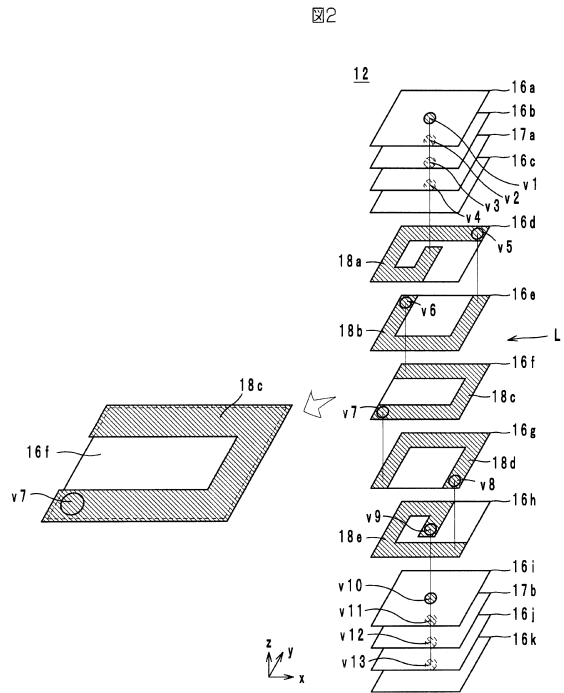
30

40

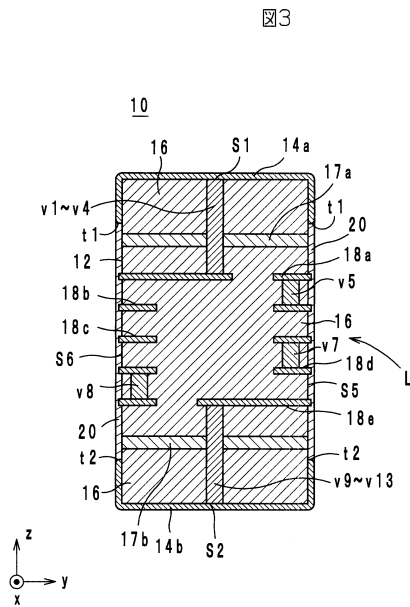
【 図 1 】



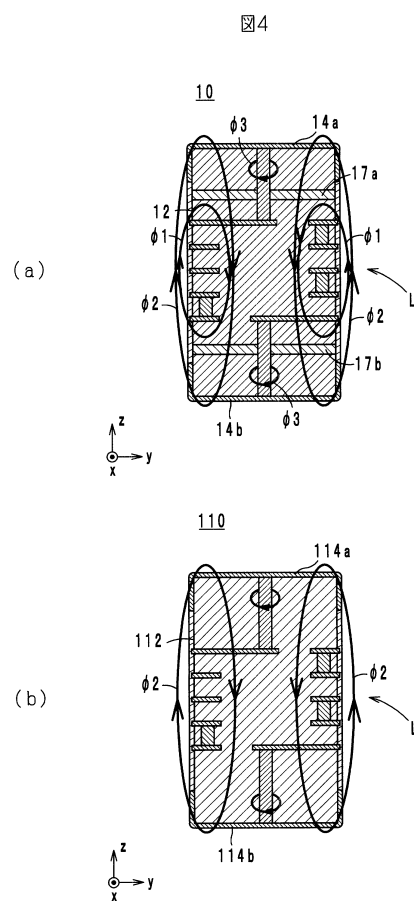
【 図 2 】



【 図 3 】

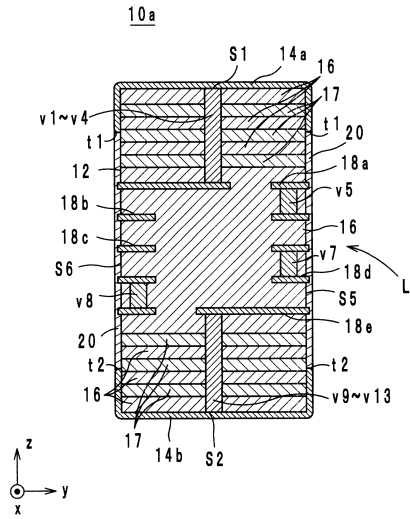


【 図 4 】



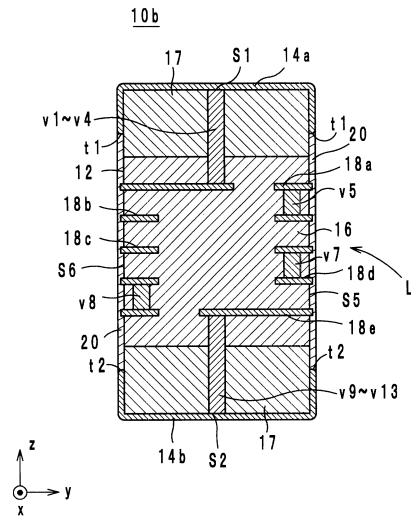
【 図 5 】

図5



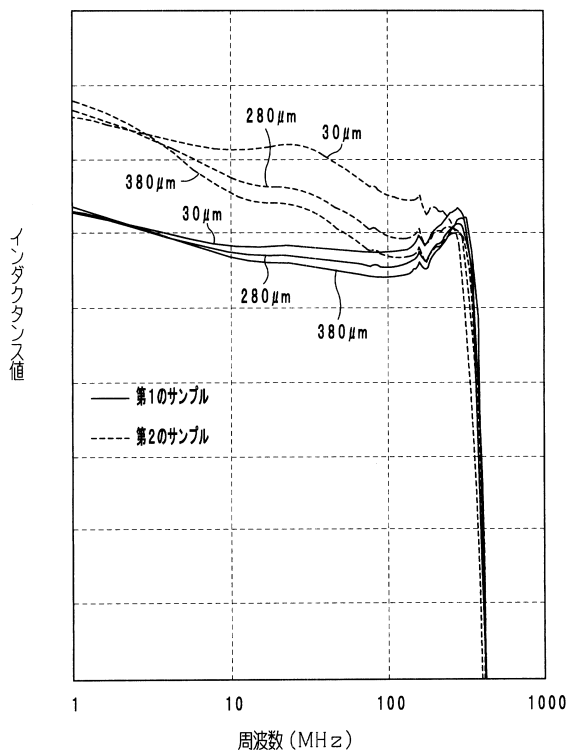
【 図 6 】

図6



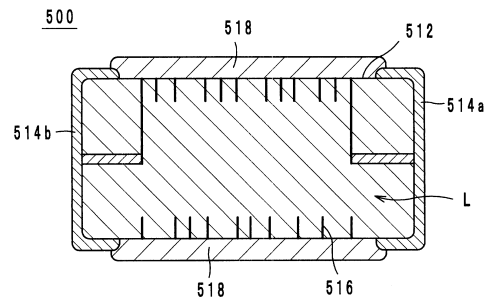
【 図 7 】

図7



【 図 8 】

図8



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-109195(JP,A)
特許第3077061(JP,B2)
特開2008-159738(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01F 17/00