

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6778400号  
(P6778400)

(45) 発行日 令和2年11月4日(2020.11.4)

(24) 登録日 令和2年10月14日(2020.10.14)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 F	17/04	(2006.01)	HO 1 F	17/04	F
HO 1 F	17/00	(2006.01)	HO 1 F	17/00	B
HO 1 F	41/04	(2006.01)	HO 1 F	41/04	C

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2017-228579 (P2017-228579)	(73) 特許権者	000006231
(22) 出願日	平成29年11月29日(2017.11.29)		株式会社村田製作所
(65) 公開番号	特開2019-102507 (P2019-102507A)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(43) 公開日	令和1年6月24日(2019.6.24)	(74) 代理人	100117477
審査請求日	令和1年6月10日(2019.6.10)		弁理士 國弘 安俊
		(72) 発明者	都築 慶一
			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	田中 賢二
			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	松原 正志
			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

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】

内部導体が埋設された第1の誘電体ガラス層の両主面に一対の磁性体層が形成されると共に、該一対の磁性体層の各々主面に一対の第2の誘電体ガラス層が形成され、基板に実装される積層コイル部品において、

前記一対の第2の誘電体ガラス層のうち少なくとも前記基板と対向する一方の第2の誘電体ガラス層は、厚みが10～64 μmであり、

前記磁性体層は、気孔率が面積比率で1～13%であることを特徴とする積層コイル部品。

【請求項2】

前記一方の第2の誘電体ガラス層の厚みは、前記磁性体層と前記一方の誘電体ガラス層の合計厚みに対し、比率換算で0.05～0.35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】

前記第1及び第2の誘電体ガラス層は、ホウケイ酸系ガラスを主成分とするガラス材料を含有してい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】

前記第1及び第2の誘電体ガラス層は、石英を含有してい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】

前記第2の誘電体ガラス層は、フォスフェライトを含有していることを特徴とする請求項3又は請求項4記載の積層コイル部品。

【請求項6】

前記第2の誘電体ガラス層は、少なくともFe、Ni、Zn、及びCuを含有したフェライト材料を含んでいることを特徴とする請求項3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】

前記フェライト材料の含有量は、体積比率で10～60vol%であ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】

前記内部導体は、渦巻き状又は螺旋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7のいずれかに記載の積層コイル部品。

【請求項9】

積層コモンモードチョークコイルであることを特徴とする請求項1乃至請求項8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、より詳しくは内部導体が埋設された誘電体ガラス層の両主面に磁性体層が形成された積層コモンモードチョークコイル等の積層コイル部品に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、各種電子機器の信号ラインや電源ラインとGND（グラウンド）間で発生するコモンモードのノイズ除去にはコモンモードチョークコイルが広く使用されている。

【0003】

このコモンモードチョークコイルでは、ノイズ成分はコモンモードで伝送され、信号成分はノーマルモードで伝送されることから、これらの伝送モードの相違を利用し、信号とノイズとに分離してノイズ除去を行っている。

【0004】

コモンモードチョークコイルのうち、小型で低背な積層タイプのコモンモードチョークコイルも開発されている。

【0005】

積層タイプのコモンモードチョークコイルとしては、コイル導体が埋設された誘電体ガラス層の両主面に一対の磁性体層を形成した積層構造を有する積層コイル部品が広く知られている。

【0006】

しかしながら、この種の積層コイル部品では、誘電体ガラス層は低温で焼結する一方で、磁性体層は高温で焼成を開始するため、誘電体ガラス層と磁性体層とで収縮挙動が異なり、斯かる収縮挙動の差に起因し、誘電体ガラス層と磁性体層との界面が層間剥離を招くおそれがある。また、誘電体ガラス層の線膨張係数は、通常、磁性体層の線膨張係数よりも小さいことから、焼成後の冷却過程で両者の線膨張係数の差に起因する応力が、誘電体ガラス層と磁性体層との界面に作用し、これによっても層間剥離を招くおそれがある。

【0007】

そこで、例えば、特許文献1では、図4に示すように、コイル導体101が埋設された誘電体ガラス層（ガラス材料からなる非磁性体層）102の両主面に磁性体層103a、103bを形成して積層体104を構成すると共に、積層体104の両主面に更に誘電体ガラス層（非磁性体層）105a、105bを形成し、誘電体ガラス層102と磁性体層103とが層間剥離しないように誘電体ガラス層105a、105bで積層体104を拘束した積層コイル部品が提案されている。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2017-73475号公報（請求項1、図1等）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1では、積層コイル部品を基板実装した場合、基板近傍部分の誘電体ガラス層にクラック等の構造欠陥が発生するおそれがある。

【0010】

図5は、積層コイル部品の実装状態を示す断面図である。

【0011】

すなわち、積層コイル部品は、積層体104及び誘電体ガラス層105a、105bを備えた部品本体（チップ本体）106の両端部に外部電極107a、107bが形成されており、外部電極107a、107bと基板108とははんだ109を介して接続されている。

【0012】

基板実装は、通常、リフロー炉を使用した加熱処理により行われるため、実装時に熱衝撃が負荷されたり基板108に歪みが生じることがある。そして、このように熱衝撃が負荷されたり基板108に歪みが生じると、基板108と対向するガラス層105bに引張応力が作用し、基板108とガラス層105bの接続部分やガラス層105bにクラック等の構造欠陥110、111が発生するおそれがある。

【0013】

本発明はこのような事情に鑑みなされたものであって、基板実装時に熱衝撃が負荷されたり基板が歪んだりした場合であってもクラック等の構造欠陥の発生を抑制できる信頼性の良好な積層コモンモードチョークコイル等の積層コイル部品を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

内部導体が埋設された誘電体ガラス層を一对の磁性体層で挟持するタイプの積層コイル部品では、誘電体ガラス層と磁性体層との界面で層間剥離が生じないように、誘電体ガラス層を一对の磁性体層で挟持した積層体を更に一对の誘電体ガラス層を外層側に設け、外層側の一对の誘電体ガラス層で積層体を拘束するのが好ましい。

【0015】

ところで、誘電体ガラス層を形成するガラス材料は、磁性体層の主成分であるフェライト材料に比べて線膨張係数が小さいことが知られている。したがって、焼成工程や外部電極形成工程における焼付処理で高温から常温に冷却する過程において、磁性体層に接する外層側の誘電体ガラス層には圧縮応力が負荷される。また、誘電体ガラス層表面の圧縮応力が高い程、外的応力に対して機械的強度が増すことが知られている。また、本発明者らの鋭意研究の結果、外層側の誘電体ガラス層の厚みが圧縮応力に影響を及ぼすことが分かった。

【0016】

そして、本発明者らが更に鋭意研究を進めたところ、実装基板と対向する磁性体層の外層側の誘電体ガラス層の厚みが、 $10 \sim 64 \mu\text{m}$ の範囲となるように薄くすることにより、圧縮応力を十分に高めることができ、これにより機械的強度が向上し、積層体間で層間剥離が生じることなくクラック等の構造欠陥が生じるのを抑制することができるという知見を得た。また、前記磁性体層の気孔率を面積比率で $1 \sim 1.3\%$ とすることにより、磁性体層は緻密に焼結されることから、磁性体層の強度が向上し、実装時に熱衝撃が負荷されたり基板に歪みが生じた場合であっても、磁性体層にクラック等の構造欠陥が生じるのを抑制することができる。

10

20

30

40

50

## 【0017】

本発明はこのような知見に基づきなされたものであって、本発明に係る積層コイル部品は、内部導体が埋設された第1の誘電体ガラス層の両主面に一对の磁性体層が形成されると共に、該一对の磁性体層の各々主面に一对の第2の誘電体ガラス層が形成され、基板に実装される積層コイル部品において、前記一对の第2の誘電体ガラス層のうちの少なくとも前記基板と対向する一方の第2の誘電体ガラス層は、厚みが10～64 μmであり、前記磁性体層は、気孔率が面積比率で1～13%であることを特徴としている。

## 【0018】

また、本発明の積層コイル部品は、前記一方の第2の誘電体ガラス層の厚みは、前記磁性体層と前記一方の誘電体ガラス層の合計厚みに対し、比率換算で0.05～0.35であるのが好ましい。

10

## 【0019】

このように第2の誘電体ガラス層の厚みと磁性体層の厚みとの関係を規定することにより所望の低背な積層コイル部品を得ることができる。

## 【0020】

また、本発明の積層コイル部品は、前記第1及び第2の誘電体ガラス層は、ホウケイ酸ガラスを主成分とするガラス材料を含有しているのが好ましい。

## 【0021】

これにより、ホウケイ酸ガラスの比誘電率は比較的低いことから、高周波特性の良好な積層コイル部品を得ることができる。

20

## 【0022】

さらに、本発明の積層コイル部品は、前記第1及び第2の誘電体ガラス層は、石英を含有しているのが好ましい。

## 【0023】

石英の比誘電率はホウケイ酸ガラスの比誘電率よりも更に低いことから、より低比誘電率の積層コイル部品を得ることができ、より一層の高周波特性の向上を図ることができる。

## 【0024】

また、本発明の積層コイル部品は、前記第2の誘電体ガラス層は、更にフォルステライトを含有しているのが好ましい。

30

## 【0025】

フォルステライトは抗折強度が高いことから、第2の誘電体ガラス層にフォルステライトを含有させることにより、機械的強度がより一層向上した積層コイル部品を得ることができる。

## 【0026】

また、本発明の積層コイル部品は、前記第2の誘電体ガラス層が、少なくともFe、Ni、Zn、及びCuを含有したフェライト材料を含んでいるのも好ましい。

## 【0027】

フェライト材料は抗折強度が高いことから、第2の誘電体ガラス層にフェライト材料を含有させることにより、機械的強度がより一層向上した積層コイル部品を得ることができる。

40

## 【0028】

この場合、前記フェライト材料の含有量は、体積比率で10～60 vol%であるのが好ましい。

## 【0031】

また、本発明の積層コイル部品は、前記内部導体が、渦巻状又は螺旋状に形成されているのが好ましい。

## 【0032】

また、本発明の積層コイル部品は、積層コモンモードチョークコイルであるのが好ましい。

50

## 【0033】

これにより高強度で高周波特性の良好な積層コモンモードチョークコイルを得ることができる。

## 【発明の効果】

## 【0034】

本発明の積層コイル部品によれば、内部導体が埋設された第1の誘電体ガラス層の両主面に一对の磁性体層が形成されると共に、該一对の磁性体層の各々主面に一对の第2の誘電体ガラス層が形成され、基板に実装される積層コイル部品において、前記一对の第2の誘電体ガラス層のうちの少なくとも前記基板と対向する一方の第2の誘電体ガラス層は、厚みが10～64μmであり、前記磁性体層は、気孔率が面積比率で1～13%であるので、第2の誘電体ガラス層表面の圧縮応力を高めることができ、機械的強度を向上させることができる。しかも、磁性体層は緻密に焼結されることから、実装時に熱衝撃が負荷されたり基板に歪が生じた場合であっても、積層体間で層間剥離が生じることもなくクラック等の構造欠陥が生じるのを抑制することができる。

10

## 【図面の簡単な説明】

## 【0035】

【図1】本発明に係る積層コイル部品としての積層コモンモードチョークコイルの一実施の形態を示す模式的に示す斜視図である。

【図2】図1のA-A矢視断面図である。

【図3】積層成形体を模式的に示す分解斜視図である。

20

【図4】特許文献1に記載された積層コモンモードチョークコイルを示す断面図である。

【図5】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】

## 【0036】

次に、本発明の実施の形態を詳説する。

## 【0037】

図1は、本発明に係る積層コイル部品としての積層コモンモードチョークコイルの一実施の形態を示す斜視図であり、図2は、図1のA-A矢視断面図である。

## 【0038】

この積層コモンモードチョークコイルは、部品本体1は、内部導体2が埋設された厚みT1の第1の誘電体ガラス層3がフェライト材料を主成分とする一对の磁性体層4a、4bに挟持され、さらにこの一对の磁性体層4a、4bの各々主面には一对の第2の誘電体ガラス層5a、5bが形成され、厚みTの積層構造を有している。また、部品本体1の両端部には第1～第4の外部電極6a～6dが形成されている。

30

## 【0039】

第1の誘電体ガラス層3は、図2に示すように、第1～第5の誘電体ガラスシート8a～8eが積層された焼結体で形成されると共に、内部導体2は、巻き方向が互いに同一方向となるようにコイル状（渦巻状）に形成された第1及び第2のコイル導体9、10を有し、前記第1コイル導体9と第2のコイル導体10とが、前記第1の誘電体ガラス層3に埋設されている。そして、第1のコイル導体9は、第2の誘電体ガラスシート8b上に形成された第1のコイル部11aと、第2の誘電体ガラスシート8bを貫通する第1の導通ビア11bと、第1の誘電体ガラスシート8a上に形成された第1の引出導体部11cとを有し、第1のコイル部11a、第1の導通ビア11b、及び第1の引出導体部11cが電氣的に接続されている。また、第2のコイル導体10は、第3の誘電体ガラスシート8c上に形成された第2のコイル部12aと、第4の誘電体ガラスシート8dを貫通する第2の導通ビア12bと、第4の誘電体ガラスシート8d上に形成された第2の引出導体部12cとを有し、第2のコイル部12a、第2の導通ビア12b、及び第2の引出導体部12cが電氣的に接続されている。そして、本積層コモンモードチョークコイルは、第2の誘電体ガラス層5aが実装基板（不図示）と対向するように配され、はんだを介して実装基板に電氣的に接続される。

40

50

## 【 0 0 4 0 】

このように構成された積層コモンモードチョークコイルは、第1及び第2のコイル導体9、10にノーマルモードの電流が流れると、該第1及び第2のコイル導体9、10には互いに逆方向に磁束が発生し、磁束が打ち消しあうことからインダクタとしての機能は生じない。一方、第1及び第2のコイル導体9、10にコモンモードの電流が流れると、該第1及び第2のコイル導体9、10には同一方向に磁束が発生し、インダクタとして機能する。このように積層コモンモードチョークコイルでは、ノーマルモードに対してはインダクタとして機能せず、コモンモードに対してのみインダクタとして機能することにより、ノイズ成分を除去している。

## 【 0 0 4 1 】

そして、本発明では、第2の誘電体ガラス層5a、5bの厚みT3が、10～64 μmに形成されており、実装基板と対向する第2の誘電体ガラス層5aの厚みT3が薄いことから、第2の誘電体ガラス層5a表面の圧縮応力を高めることができ、機械的強度が向上し、これにより積層体間で層間剥離が生じることもなくクラック等の構造欠陥が生じるのを抑制することができる。

## 【 0 0 4 2 】

すなわち、ガラス材料は、フェライト材料に比べ線膨張係数が小さいことから、焼成工程や外部電極形成工程の焼付処理で高温から常温に冷却する際に実装基板に対向する第2の誘電体ガラス層5aに圧縮応力が負荷される。

## 【 0 0 4 3 】

しかるに、本発明者らの研究結果により、実装基板に対向する第2の誘電体ガラス層5aの厚みT3が圧縮応力に影響を及ぼし、第2の誘電体ガラス層5aの厚みT3を薄くし、第2の誘電体ガラス層5aの厚みT3を10～64 μmに規定することにより、所望の圧縮応力が得られて機械的強度が増すことを見出した。

## 【 0 0 4 4 】

すなわち、第2の誘電体ガラス層5a、5bの厚みT3が10 μm未満になると、第2の誘電体ガラス層5a、5bで磁性体層4a、4b及び第1の誘電体ガラス層3を拘束するという機能を発揮することができず、磁性体層4a、4bと第1の誘電体ガラス層3との界面で層間剥離が生じたり或いは第2の誘電体ガラス層5aにクラック等の構造欠陥が生じるおそれがある。

## 【 0 0 4 5 】

一方、第2の誘電体ガラス層5a、5bの厚みT3が64 μmを超えると、十分な圧縮応力が第2の誘電体ガラス層5aに負荷されず、第2の誘電体ガラス層5aには引張応力が作用して該第2の誘電体ガラス層5aにクラック等の構造欠陥が生じるおそれがある。

## 【 0 0 4 6 】

そして、本積層コモンモードチョークコイルは、低背化の要請を踏まえて全体の厚みTを0.5 mm又はそれ以下とするのが好ましく、斯かる観点からは第2の誘電体ガラス層5a、5bの厚みT3は、磁性体層4及び第2の誘電体ガラス層5a、5bの合計厚み(T2 + T3)に対し、比率換算で、すなわち{ T3 / ( T2 + T3 ) }値で0.05～0.35が好ましい。

## 【 0 0 4 7 】

第1及び第2の誘電体ガラス層3、5a、5bを形成するガラス材料としては、特に限定されるものではないが、Si及びBを主成分としたホウケイ酸系ガラスを使用するのが好ましい。ホウケイ酸系ガラスは比誘電率が4.0～5.0と低く、良好な高周波特性を得ることができる。例えば、SiO<sub>2</sub> : 70～85 wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 10～25 wt%、K<sub>2</sub>O : 0.5～5 wt%、及びAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0～5 wt%とされたホウケイ酸系ガラスを好んで使用することができる。

## 【 0 0 4 8 】

また、この第1及び第2の誘電体ガラス層3、5a、5bには石英(SiO<sub>2</sub>)、フォルステライト(2MgO・SiO<sub>2</sub>)、アルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)等のフィラー成分を2～

10

20

30

40

50

30wt%程度含有させるのも好ましい。

【0049】

石英は、比誘電率が約3.8であり、ホウケイ酸系ガラスに比べて更に低いことから、例えば、石英を2~30wt%の範囲で第1の誘電体ガラス層3に含有させることにより、第1の誘電体ガラス層3の比誘電率の更なる低下が可能となり、より一層の高周波特性の向上を図ることができる。

【0050】

また、磁性体層4a、4bの外層となる第2の誘電体ガラス層5a、5bには、前記石英と共に或いは前記石英に代えてフォルステライトを含有させるのも好ましい。フォルステライトは、比誘電率が約6.5であり、ホウケイ酸系ガラスや石英に比べて高いが、抗折強度が高く、機械的強度を向上させることができる。したがって、クラック等の構造欠陥が生じないように機械的強度を高める観点からは、例えば、石英と共に又は石英に代えてフォルステライトを総計で2~30wt%の範囲で第2の誘電体ガラス層5a、5bに含有させるのが好ましい。

10

【0051】

さらに前記第2の誘電体ガラス層5a、5bには、石英やフォルステライトに代えて或いは石英やフォルステライトに加えてフェライト材料を含有させるのも好ましい。フェライト材料も、比誘電率が約10であり、ホウケイ酸系ガラスに比べて高いが、抗折強度が高く、機械的強度を向上させることができる。したがって、クラック等の構造欠陥が生じないように機械的強度を高める観点からは、例えば、フェライト材料を総計で10~60vol%の範囲で第2の誘電体ガラス層5a、5bに含有させるのも好ましい。

20

【0052】

ここで、磁性体層4a、4bを形成するフェライト材料及び第2の誘電体ガラス層5a、5bに含有され得るフェライト材料については、特に限定されるものではなく、例えば、スピネル型結晶構造を有するZn-Cu-Ni系フェライト材料、Zn-Ni系フェライト材料、Ni系フェライト材料等を使用することができるが、ガラス材料と収縮挙動が近似するZn-Cu-Ni系フェライト材料を好んで使用することができる。この場合、フェライト材料の組成範囲も特に限定されるものではなく、例えば、Zn-Cu-Ni系フェライト材料の場合であれば、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:40~49.5mol%、ZnO:5~35mol%、CuO:4~12mol%、残部:NiO及び微量添加剤(不可避不純物を含む。)となるように配合されたものを好んで使用することができる。

30

【0053】

また、磁性体層4a、4bは、気孔率が面積比率で1~13%であるのが好ましい。これにより磁性体層は緻密に焼結されることから、磁性体層の強度が向上し、実装時に熱衝撃が負荷されたり実装基板に歪みが生じた場合であっても、磁性体層にクラック等の構造欠陥が生じるのをより一層抑制することができる。さらに、気孔率が面積比率で1~5%とすることにより、絶縁抵抗が高くなり、外部電極形成時のめっき成長を抑制することが可能となる。

【0054】

尚、第1及び第2のコイル導体9、10の導体材料としては、特に限定されるものではなく、Ag、Ag-Pd、Au、Cu、Ni等の各種導電性材料を使用することが可能であるが、通常は比較的安価で大気雰囲気中で焼成可能なAgを主成分とした導電性材料を好んで使用することができる。

40

【0055】

次に、上記積層コモンモードチョークコイルの製造方法を詳述する。

【0056】

図3は本積層コモンモードチョークコイルの中間生成物である積層成形体を模式的に示す分解斜視図である。

【0057】

[磁性体シート13a、13bの作製]

50

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CuO、NiO等のフェライト素原料を所定量秤量し、これら秤量物を純水及びP S Z（部分安定化ジルコニア）ボール等の玉石と共にポットミルに投入し、湿式で十分に混合粉碎し、蒸発乾燥させた後、700～800の温度で所定時間仮焼し、仮焼粉末を作製する。

【0058】

次いで、この仮焼粉末にポリビニルブチラール系等の有機バインダ、エタノール、トルエン等の有機溶剤をP S Zボールと共に、再びポットミルに投入し、十分に混合粉碎し、磁性体スラリーを作製する。

【0059】

次に、ドクターブレード法等の成形加工法を使用し、前記磁性体スラリーをシート状に成形加工し、これにより膜厚30～40μmの複数枚の磁性体シート13a、13bを得る。

10

【0060】

[第1～第5の誘電体ガラスシート8a～8e、外層用誘電体ガラスシート14a、14bの作製]

焼成後のガラス成分の組成が、所定組成となるようにSi化合物、B化合物等のガラス素原料を秤量し、この秤量物を白金坩堝に投入し、1500～1600の温度で所定時間熔融させ、ガラス融液を作製する。次いで、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。

【0061】

20

次に、このガラス粉末に対し必要に応じて石英、フォステライト、及びアルミナ等のフィラー成分を所定量混合した後、これをポリビニルブチラール系等の有機バインダ、エタノール、トルエン等の有機溶剤、及び可塑剤をP S Zボールと共に、ポットミルに投入し、十分に混合粉碎し、誘電体ガラススラリーを作製する。

【0062】

次に、ドクターブレード法等の成形加工法を使用し、前記誘電体ガラススラリーをシート状に成形加工し、これにより膜厚10～30μmの第1～第5の誘電体ガラスシート8a～8e及び外層用誘電体ガラスシート14a、14bを作製する。

【0063】

[第1及び第2の導電膜15、16の作製]

30

Ag等を主成分とする導電性ペーストを用意する。そして、スクリーン印刷法等の塗布法を使用し、第1の誘電体ガラスシート8a上に導電性ペーストを塗布し、所定形状の第1の引出導体パターン15aを作製する。次に、レーザー照射等により第2の誘電体ガラスシート8bの所定箇所にビアホールを形成し、該ビアホールに導電性ペーストが充填して第1のビア導体15bを形成する。その後スクリーン印刷法等の塗布法を使用し、誘電体ガラスシート8b上に渦巻状に第1のコイルパターン15cを形成し、第1の引出導体パターン15a、第1のビア導体15b、及び第1のコイルパターン15cからなる第1の導電膜15を作製する。

【0064】

同様に、スクリーン印刷法等の塗布法を使用して第3の誘電体ガラスシート8c上に導電性ペーストを塗布し、渦巻状に第2のコイルパターン16aを作製する。次に、レーザー照射等により第4の誘電体ガラスシート8dの所定箇所にビアホールを形成し、該ビアホールに導電性ペーストが充填して第2のビア導体16bを形成する。その後スクリーン印刷法等の塗布法を使用して第4の誘電体ガラスシート8d上に第2の引出導体パターン16cを形成し、第2のコイルパターン16a、第2のビア導体16b及び第2の引出導体パターン16cを有する第2の導電膜16を形成する。

40

【0065】

焼成後の第2の誘電体ガラス層5aの厚みが10～64μmとなるように所定枚数の外層用誘電体ガラスシート14aを積層した後、磁性体シート13aを積層し、次いで第1及び第2の導電膜15、16が形成された第1～第5の誘電体ガラスシート8a～8eを

50

順次積層し、さらに第5の誘電体ガラスシート8e上に所定枚数の磁性体シート13b及び外層用誘電体ガラスシート14bを積層した状態で、これを加熱・圧着させ、これにより積層成形体を作製する。

【0066】

次いで、この積層成形体を匣に入れ、大気雰囲気下、350～500の加熱温度で脱バイнда処理を行い、その後、850～920の温度で2時間焼成処理を行い、これにより外層用誘電体ガラスシート14a、14b、磁性体シート13a、13b、第1～第5の誘電体ガラスシート8a～8e、第1及び第2の導電膜15、16が共焼成される。そして、内部導体2（第1及び第2のコイル導体9、10）が埋設された第1の誘電体ガラス層3、該第1の誘電体ガラス層3を挟持する一対の磁性体層4a、4b、及び磁性体層4a、4bの主面に形成された一対の第2の誘電体ガラス層5a、5bからなる部品本体1を得る。

10

【0067】

その後、この部品本体1の両端部の所定箇所にAg等を主成分とした外部電極用導電性ペーストを塗布し、900程度の温度で焼き付け処理を行って下地電極を形成し、その上にNiめっき及びSnめっきを順次行って下地電極上にNi皮膜及びSn皮膜を形成し、これにより第1～第4の外部電極6a～6dを作製する。すなわち、第1の引出導体部11cが第1の外部電極6aに電氣的に接続されると共に第1のコイル部11aが第3の外部電極6cに電氣的に接続され、また、第2のコイル部12aが第4の外部電極6dに電氣的に接続されると共に第2の引出導体部12cが第2の外部電極6bに電氣的に接続され、これにより図1及び図2のような積層コモンモードチョークコイルが作製される。

20

【0068】

尚、本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。例えば、上記実施の形態では、一対の第2の誘電体ガラス層5a、5bの厚みT3を同一厚みに形成しているが、本発明は実装基板に対向する第2の誘電体ガラス層5aの厚みを10～64 $\mu$ mにして圧縮応力を高めるのが肝要であることから、一方の第2の誘電体ガラス5aとは反対側の他方の第2の誘電体ガラス層5bについては、その厚みは特に限定されるものではない。

【0069】

また、第1及び第2の誘電体ガラス層3、5a、5bや磁性体層4a、4bの形成材料についても、性能に影響を与えない範囲で上述した材料以外に適宜添加物を含有させてもよい。

30

【0070】

また、上記実施の形態ではコイル形状が渦巻状の2つの内部導体2（第1及び第2のコイル導体9、10）を第1の誘電体ガラス層3に埋設させているが、内部導体の形態はコイル形状であれば特に限定されるものではなく、複数の導通ビアを介して螺旋状に形成した内部導体を第1の誘電体ガラス層3に埋設させてもよい。

【0071】

また、上記実施の形態では、積層コモンモードチョークコイルを例示して説明したが、その他の積層コイル部品に適用可能であるのはいうまでもない。

【0072】

次に、本発明の実施例を具体的に説明する。

40

【実施例1】

【0073】

[試料の作製]

(磁性体シートの作製)

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が48mol%、ZnOが26mol%、CuOが8mol%、残部がNiOとなるようにこれらフェライト素原料を所定量秤量し、その秤量物を純水及びPSZ（部分安定化ジルコニア）ボール等の玉石と共にポットミルに投入し、湿式で十分に混合粉碎し、蒸発乾燥させた後、700～800の温度で所定時間仮焼し、仮焼粉末を作製した。

50

## 【0074】

次いで、この仮焼粉末にポリビニルブチラル系等の有機バインダ、エタノール、トルエン等の有機溶剤をPSZボールと共に、再びポットミルに投入し、十分に混合粉碎し、磁性体スラリーを作製した。

## 【0075】

次に、ドクターブレード法を使用し、前記磁性体スラリーをシート状に成形加工し、これにより膜厚30～40μmの磁性体シートを作製した。

## 【0076】

(誘電体ガラスシートの作製)

SiO<sub>2</sub>が78wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が20wt%、K<sub>2</sub>Oが2wt%となるように、これらのガラス素原料を秤量し、その秤量物を白金坩堝に投入し、組成成分に応じて1500～1600の温度で2時間熔融させ、ガラス融液を得た。次に、このガラス融液を急冷した後、粉碎し、平均粒径1.0μmのガラス粉末を得た。

10

## 【0077】

次いで、フィラー成分として平均粒径が0.5～1.5μmの石英粉末及びアルミナ粉末を用意した。そして、ガラス粉末が85wt%、石英粉末が12wt%、及びアルミナ粉末が3wt%となるようにこれらガラス粉末、石英粉末及びアルミナ粉末を秤量して混合し、ポリビニルブチラル系樹脂等の有機バインダ、エタノール、トルエン等の有機溶剤、及び可塑剤をPSZボールと共に、ポットミルに投入し、十分に混合粉碎し、誘電体ガラススラリーを作製した。

20

## 【0078】

次に、ドクターブレード法を使用し、前記誘電体ガラススラリーをシート状に成形加工し、これにより膜厚が7～30μmの誘電体ガラスシートを作製した。

## 【0079】

(導電膜の作製)

Ag系導電性ペーストを用意し、上記誘電体ガラスシートのうちの一部の誘電体ガラスシートにスクリーン印刷法を使用して前記Ag系導電性ペーストを塗布し、渦巻状のコイルパターン又は引出導体パターンを形成した。また、誘電体ガラスシートの他の一部の誘電体ガラスシートに対し所定箇所にレーザ照射を行ってピアホールを形成し、該ピアホールにAg系導電性ペーストを充填し、ピア導体を形成した。

30

## 【0080】

(焼成処理)

焼成後の第1の誘電体ガラス層の厚みT<sub>1</sub>、磁性体層の厚みT<sub>2</sub>、及び第2の誘電体ガラス層の厚みT<sub>3</sub>が、表1となるように磁性体シート、導電膜が形成された誘電体ガラスシート、及び導電膜が形成されていない誘電体ガラスシートを所定順序で積層し、加熱下、加圧して圧着し、これにより積層成形体を得た。そして、この積層成形体を匣に入れて大気雰囲気下、500で脱バインダ処理を行い、その後、900の焼成温度で2時間焼成し、これにより試料番号1～6の部品本体を得た。

## 【0081】

この部品本体の両端面にAg系導電性ペーストを塗布し、900程度の温度で焼き付け処理を行って下地電極を形成し、その上にNiめっき及びSnめっきを順次行って下地電極上にNi皮膜及びSn皮膜を形成し、これにより第1～第4の外部電極を作製し、試料番号1～6の試料を得た。

40

## 【0082】

得られた試料の外形寸法は、長さLが0.8mm、幅Wが0.65mm、厚みTが0.45mmであった。

## 【0083】

[試料の評価]

試料番号1～6の各試料30個について、リフロー前検査を行った。すなわち各試料30個について、試料表面を光学顕微鏡で観察し、リフロー加熱処理を行う前に層間剥離や

50

クラック等の構造欠陥が発生していないか否かを確認した。そして、各試料30個について、1つでも構造欠陥が認められた試料を不良(×)と判断した。

【0084】

次に、リフロー前検査で良品と判断された試料について、リフロー加熱処理を行い、構造欠陥の発生有無を確認した。

【0085】

すなわち、表面にランド電極が形成されたガラスエポキシ樹脂製の実装基板を用意した、そしてSn-Ag-Cu系の溶剤ペーストをランド電極に塗布し、塗布された溶剤ペースト上に各試料30個を搭載し、以下のリフロー条件で加熱処理を行った。

【0086】

<リフロー条件>

リフロー炉：タムラ製作所社製、TNR25-435PH

コンベア速度：0.75m/min

ブロー回転数：2500rpm

最高温度：230

加熱処理後の各試料について、平面方向に研磨した後、研磨面を光学顕微鏡で観察し、クラック等の構造欠陥が発生していないか否かを確認した。そして、各試料30個のうち1つでも構造欠陥が認められた試料を不良(×)と判断した。

【0087】

表1は試料番号1~6の各試料の第1の誘電体ガラス層の厚みT1、磁性体層の厚みT2、及び第2の誘電体ガラス層T3の各厚み、磁性体層と第2の誘電体ガラス層の合計厚み(T2+T3)に対する第2の誘電体ガラス層の厚みT3、すなわち{T3/(T2+T3)}値、及びリフロー前後における構造欠陥発生の有無を示している。

【0088】

【表1】

試料 No.	試料の厚み(μm)			T3/(T2+T3)	構造欠陥発生の有無	
	第1の誘電体ガラス層 T1	磁性体層 T2	第2の誘電体ガラス層 T3		リフロー前	リフロー後
1 <sup>*1)</sup>	95	182	0	0	×	—
2 <sup>*1)</sup>	93	179	7	0.04	×	—
3	94	174	10	0.05	○	○
4	92	159	28	0.15	○	○
5	94	122	64	0.34	○	○
6 <sup>*1)</sup>	95	102	80	0.44	○	×

\*1)は本発明(請求項1)範囲外

【0089】

試料番号1は、第2の誘電体ガラス層が形成されておらず、第1の誘電体ガラス層を磁性体層で挟持しているのみであるので、第1の誘電体ガラス層と磁性体層との間の収縮挙動の差を十分に吸収することができず、内部応力を十分に緩和することができないことから、層間剥離やクラック等の構造欠陥が発生した。

【0090】

試料番号2は、第2の誘電体ガラス層の厚みが7μmと薄く、このため試料番号1と同様の理由から、層間剥離やクラック等の構造欠陥が発生した。

【0091】

一方、試料番号6は、第1の誘電体ガラス層と磁性体層との間の内部応力を十分に緩和することができ、リフロー前検査では層間剥離やクラック等の構造欠陥は発生しなかった。しかしながら、第2の誘電体ガラス層の厚みT3が80μmと厚いことから、リフロー加熱処理時の熱衝撃等で第2の誘電体ガラス層には引張応力が負荷され、その結果、第2

10

20

30

40

50

の誘電体ガラス層にクラック等の構造欠陥が発生した。

【0092】

これに対し試料番号3～5は、第2の誘電体ガラス層の厚み $T_3$ が $10 \sim 64 \mu\text{m}$ であり、本発明範囲内であるので、リフロー前及びリフロー後の双方で層間剥離やクラック等の構造欠陥が発生しないことが分かった。

【0093】

そして、第2の誘電体ガラス層と磁性体層の合計厚み $(T_2 + T_3)$ に対する第2の誘電体ガラス層の厚み $T_3$ 、すなわち $\{T_3 / (T_2 + T_3)\}$ 値は $0.05 \sim 0.35$ が好ましいことが分かった。

【実施例2】

【0094】

石英及び/又はフォルステライトが表2に示す含有量となるように第1及び第2の誘電体ガラス層のガラス組成を調製にした以外は、実施例1の試料番号4と同様の方法・手順で試料番号11～17の試料を作製した。

【0095】

次いで、試料番号11～17の各試料について、最高温度を $230$ 又は $270$ とした以外は実施例1と同様のリフロー条件で加熱処理を行った。

【0096】

そして、加熱処理後の各試料について実施例1と同様の評価を行い、各試料30個のうち1つでも構造欠陥が認められた試料を不良( $\times$ )と判断した。

【0097】

【表2】

試料 No.	第1の誘電体ガラス層 (wt%)		第2の誘電体ガラス層 (wt%)			リフロー後の 構造欠陥発生の有無	
	ガラス材料	石英	ガラス材料	フォルステライト	石英	温度:230°C	温度:270°C
11*2)	100	0	100	0	0	○	×
12	100	0	98	2	0	○	○
13	100	0	80	20	0	○	○
14	100	0	70	30	0	○	○
15	100	0	70	15	15	○	○
16	70	30	70	15	15	○	○
17	70	30	70	30	0	○	○

\*2)は本発明(請求項5)範囲外

【0098】

この表2から明らかなように、試料番号11は、第2の誘電体ガラス層にフォルステライトが含有されていないため、機械的強度が若干劣り、最高温度が $230$ のリフロー加熱処理では不良は認められなかったものの、最高温度が $270$ のリフロー加熱処理では不良が認められた。

【0099】

これに対し試料番号12～17は、第2の誘電体ガラス層がフィラーとしてフォルステライトを $2 \sim 30 \text{ wt}\%$ の範囲で含有しているので、第2の誘電体ガラス層の機械的強度が向上し、その結果、磁性体層と第1及び第2の誘電体ガラス層との間で構造欠陥は生じないことが確認された。

【実施例3】

【0100】

第1の誘電体ガラス層をガラス材料： $70 \text{ wt}\%$ 、石英： $30 \text{ wt}\%$ とし、第2の誘電体ガラス層を表3に示すような体積含有量でフェライト材料を含有させた以外は、実施例

1の試料番号4と同様の方法・手順で試料番号21～25の試料を作製した。

【0101】

ここで、フェライト材料及びガラス材料の体積含有量は以下のようにして求めた。

【0102】

すなわち、各試料が垂直になるように立てて、長さL及び幅Wで規定されるLW面が表面露出するように試料周りを樹脂で固めた。そして、研磨機で上方から下方方向に架けて磁性体層の略中央部分まで研磨した。そして、この研磨面を走査型顕微鏡(SEM)で撮像し、画像解析ソフト(旭化成エンジニアリング社製、A像くん)を使用してSEM画像を解析し、フェライト相とガラス相の面積をそれぞれ算出し、画像領域中でのフェライト相の占める面積比率をフェライト相の体積含有量、ガラス相の占める面積比率をガラス相の体積含有量とした。

10

【0103】

尚、フェライト材料としては実施例1の磁性体シートと同様の成分組成のものを使用した。

【0104】

次いで、試料番号21～25の各試料について、実施例2と同様、最高温度を230又は270とし、リフロー加熱処理を行った。

【0105】

そして、加熱処理後の各試料について実施例1と同様の評価を行い、各試料30個のうち1つでも構造欠陥が認められた試料を不良(×)と判断した。

20

【0106】

【表3】

試料 No.	第1の誘電体ガラス層 (wt%)		第2の誘電体ガラス層 (vol%)		リフロー後の 構造欠陥発生の有無	
	ガラス材料	石英	ガラス材料	フェライト材料	温度:230℃	温度:270℃
21 <sup>*3)</sup>	70	30	100	0	○	×
22	70	30	90	10	○	○
23	70	30	70	30	○	○
24	70	30	55	45	○	○
25	70	30	40	60	○	○

\*3)は本発明(請求項6)範囲外

30

【0107】

この表3から明らかかなように、試料番号21は、第2の誘電体ガラス層にフェライト材料が含有されていないため、機械的強度が若干劣り、最高温度が230のリフロー加熱処理では不良は認められなかったものの、270のリフロー加熱処理では不良が認められた。

【0108】

これに対し試料番号22～25は、第2の誘電体ガラス層にフェライト材料を10～60vol%の範囲で含有しているため、第2の誘電体ガラス層の機械的強度が向上し、その結果、磁性体層と第1及び第2の誘電体ガラス層との間で構造欠陥は生じないことが確認された。

40

【産業上の利用可能性】

【0109】

外層が誘電体ガラス層で形成されたタイプの積層コイル部品において、実装時に熱衝撃が負荷された基板が歪んでも外層の誘電体ガラス層に層間剥離やクラック等の構造欠陥が生じるのを抑制する。

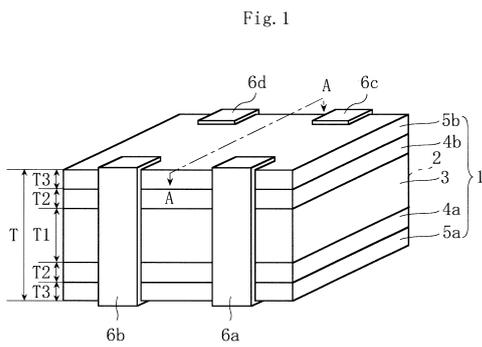
【符号の説明】

50

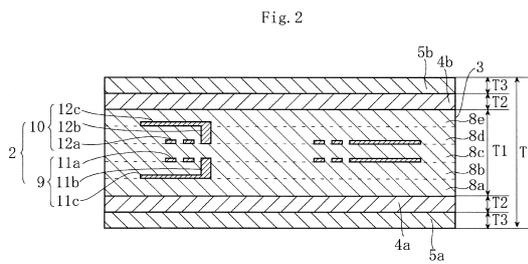
【 0 1 1 0 】

- 2 内部導体
- 3 第1の誘電体ガラス層
- 4 a、4 b 磁性体層
- 5 a、5 b 第2の誘電体ガラス層

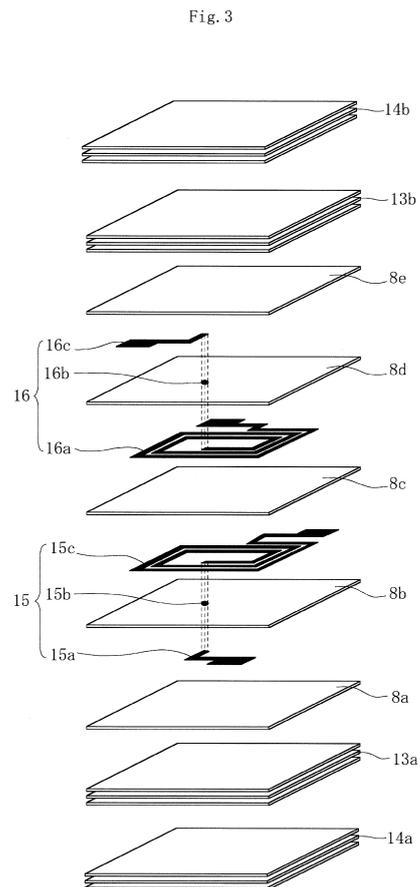
【 図 1 】



【 図 2 】

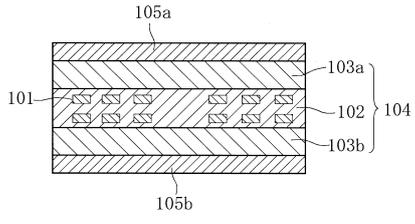


【 図 3 】



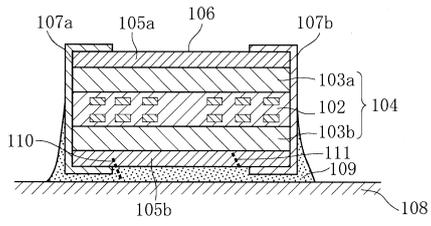
【 図 4 】

Fig. 4



【 図 5 】

Fig. 5



---

フロントページの続き

審査官 井上 健一

- (56)参考文献 特開2006-319009(JP,A)  
特開2013-118395(JP,A)  
特開2014-093341(JP,A)  
特開2017-073475(JP,A)  
米国特許出願公開第2009/0003191(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01F 17/04  
H01F 17/00  
H01F 41/04