

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-129367

(P2012-129367A)

(43) 公開日 平成24年7月5日(2012.7.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05K 3/46 (2006.01)	H05K 3/46 Q	4E351
H05K 1/16 (2006.01)	H05K 3/46 N	5E346
	H05K 3/46 H	
	H05K 1/16 B	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-279695 (P2010-279695)	(71) 出願人	000006231
(22) 出願日	平成22年12月15日 (2010.12.15)		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	100114502
			弁理士 山本 俊則
		(72) 発明者	冢田 章弘
			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	矢崎 浩和
			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
		Fターム(参考)	4E351 AA07 BB09 BB31 CC12 DD01
			GG20
			5E346 AA12 AA15 AA43 CC16 EE24
			FF18 FF45 GG03 HH21 HH40

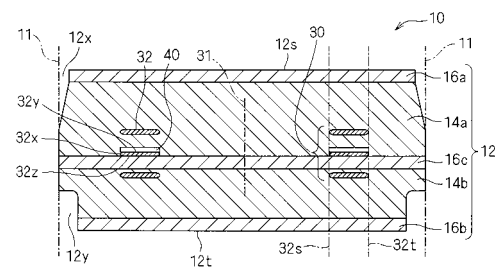
(54) 【発明の名称】 コイル内蔵基板の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】コイル内蔵基板の表面のうねりを抑制することができるコイル内蔵基板の製造方法を提供する。

【解決手段】未焼成積層体は、積層された未焼成セラミック基材層と、積層方向から透視すると互いに重なり合う未焼成コイル要素と、未焼成セラミック基材層を貫通して未焼成コイル要素同士を接続する未焼成層間接続導体と、未焼成セラミック基材層が焼結する焼結温度では消失する空隙部形成用材料を用いて未焼成セラミック基材層と未焼成コイル要素との間に形成された消失層とを備える。未焼成積層体を焼成するとき、(i)未焼成セラミック基材層が収縮を開始する収縮開始温度まで昇温する第1期間に、消失層の空隙部形成用材料の一部のみを消失させ、(ii)さらに昇温して未焼成セラミック基材層の収縮を開始させた第2期間にも、消失層の空隙部形成用材料の消失を継続させ、空隙部を形成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに積層された複数の未焼成セラミック基材層と、

互いに隣接する前記未焼成セラミック基材層の異なる組の当該未焼成セラミック基材層間において、前記未焼成セラミック基材層が積層された積層方向に延在する仮想中心軸のまわりに形成され、前記積層方向から透視すると互いに重なり合う複数の未焼成コイル要素と、

前記未焼成セラミック基材層を貫通して前記未焼成コイル要素同士を接続する未焼成層間接続導体と、

前記未焼成セラミック基材層と少なくとも一つの前記未焼成コイル要素との間に、前記未焼成セラミック基材層が焼結する焼結温度では消失する空隙部形成用材料を用いて形成された少なくとも一つの消失層と、

を備えた未焼成積層体を形成する第 1 の工程と、

前記未焼成積層体を焼成して、前記未焼成セラミック基材層と前記未焼成コイル要素と前記未焼成層間接続導体とを焼結させるとともに、前記消失層の前記空隙部形成用材料を消失させて空隙部を形成する第 2 の工程と、

前記未焼成積層体の焼成により形成された焼結済み積層体を分割して、1 個又は 2 個以上のコイル内蔵基板を取り出す第 3 の工程と、

を備え、

前記第 2 の工程において、前記消失層の前記空隙部形成用材料は、前記未焼成セラミック基材層が収縮を開始するときには一部が残るようにし、該一部を、前記未焼成セラミック基材層の収縮に伴って徐々に消失させて、前記空隙部を形成することを特徴とする、コイル内蔵基板の製造方法。

【請求項 2】

前記未焼成積層体は、

前記未焼成コイル要素の一方の主面と前記未焼成セラミック基材層との間に前記消失層が形成され、当該未焼成コイル要素の他方の主面は他の前記未焼成セラミック基材層と接していることを特徴とする、請求項 1 に記載のコイル内蔵基板の製造方法。

【請求項 3】

前記空隙部の前記積層方向の厚さは $25\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載のコイル内蔵基板の製造方法。

【請求項 4】

前記未焼成コイル要素の焼結後の前記積層方向の厚さは $1\ \mu\text{m}$ 以上、 $25\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項 1 乃至 3 のいずれか一つに記載のコイル内蔵基板の製造方法。

【請求項 5】

互いに積層された複数のセラミック基材層と、

互いに隣接する前記セラミック基材層の異なる組の当該セラミック基材層間において、前記セラミック基材層が積層された積層方向に延在する仮想中心軸のまわりに形成され、前記積層方向から透視すると互いに重なり合う複数のコイル要素と、

前記セラミック基材層を貫通して前記コイル要素同士を接続する層間接続導体と、を備え、

少なくとも一つの前記コイル要素の一方の主面と前記セラミック基材層との間に空隙部が形成され、当該コイル要素の他方の主面は他の前記セラミック基材層と接し、

前記空隙部の前記積層方向の厚さは $25\ \mu\text{m}$ 以下であり、

前記コイル要素の前記積層方向の厚さは $1\ \mu\text{m}$ 以上、 $25\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、コイル内蔵基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、コイル内蔵基板の製造方法に関し、詳しくは、積層されたセラミック基材層の間にコイル要素を備えるコイル内蔵基板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、未焼成のセラミック基材層を積層、圧着した未焼成の積層体を焼成して製造されたセラミック多層基板について、種々提案されている。

【0003】

例えば、特許文献1には、未焼成のセラミック基材層を未焼成のセラミック補助層で挟み込んだ未焼成の積層体を同時に焼成してセラミック多層基板を製造する場合に、焼結後のセラミック基材層の線膨張係数 α_1 と、焼結後のセラミック補助層の線膨張係数 α_2 との差 $\alpha_1 - \alpha_2$ を $0.2 \sim 5 \text{ ppm}$ となるようにしておくことで、焼結したセラミック多層基板の機械的強度が増すことが開示されている。

10

【0004】

特許文献2には、積層されたセラミック基材層の間に内部電極を備えるセラミック多層基板において、内部電極となる導電体ペーストに接する収縮抑制用グリーン層を設けた未焼成の積層体を焼成し、焼成の際に導電性ペーストの面方向の収縮を収縮抑制用グリーン層によって抑制し、導電性ペーストの厚み方向の収縮を、周囲のセラミックグリーンシートの厚み方向の収縮度より大きくすることにより、基板表面のうねりを低減することが開示されている。

20

【0005】

特許文献3には、フェライト基板用の未焼成の積層体を焼成する際に、炉内温度を段階的に昇温し、脱バインダ過程後に本焼過程を行うことが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】国際公開2007/145189号

【特許文献2】特開2001-257473号公報

【特許文献3】特開2010-245088号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0007】

セラミック基材層の間にコイル要素を備えているコイル内蔵基板は、積層方向から透視するとコイル要素が互いに重なり合うように配置されている。このようなコイル内蔵基板を製造する場合、未焼成のコイル要素が形成されたセラミックグリーンシートを積層すると、未焼成のコイル要素が重なり合う部分が他の部分よりも隆起する。この状態で圧下し、セラミックグリーンシートを圧着して、表面を平らにした未焼成の積層体を形成し、焼成すると、焼成後の積層体、すなわちコイル内蔵基板の表面にうねりが発生する。

【0008】

コイル内蔵基板には、コイル内蔵基板をマザーボード等の他の回路基板に実装するための端子電極が形成されている。また、コイル内蔵基板自体に電子部品が実装される場合、コイル内蔵基板には、ランド電極が形成されている。コイル内蔵基板の表面がうねっていると、コイル内蔵基板を他の回路基板に実装する場合や、コイル内蔵基板に電子部品を実装する場合に、不都合が生じる。

40

【0009】

本発明は、かかる実情に鑑み、コイル内蔵基板の表面のうねりを抑制することができるコイル内蔵基板の製造方法を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、上記課題を解決するために、以下のように構成したコイル内蔵基板の製造方法を提供する。

50

【 0 0 1 1 】

コイル内蔵基板の製造方法は、第 1 乃至第 3 の工程を備える。前記第 1 の工程において、(a) 互いに積層された複数の未焼成セラミック基材層と、(b) 互いに隣接する前記未焼成セラミック基材層の異なる組の当該未焼成セラミック基材層間において、前記未焼成セラミック基材層が積層された積層方向に延在する仮想中心軸のまわりに形成され、前記積層方向から透視すると互いに重なり合う複数の未焼成コイル要素と、(c) 前記未焼成セラミック基材層を貫通して前記未焼成コイル要素同士を接続する未焼成層間接続導体と、(d) 前記未焼成セラミック基材層と少なくとも一つの前記未焼成コイル要素との間に、前記未焼成セラミック基材層が焼結する焼結温度では消失する空隙部形成用材料を用いて形成された少なくとも一つの消失層とを備えた未焼成積層体を形成する。前記第 2 の工程において、前記未焼成積層体を焼成して、前記未焼成セラミック基材層と前記未焼成コイル要素と前記未焼成層間接続導体とを焼結させるとともに、前記消失層の前記空隙部形成用材料を消失させて空隙部を形成する。前記第 3 の工程において、前記未焼成積層体の焼成により形成された焼結済み積層体を分割して、1 個又は 2 個以上のコイル内蔵基板を取り出す。前記第 2 の工程において、前記消失層の前記空隙部形成用材料は、前記未焼成セラミック基材層が収縮を開始するときには一部が残るようにし、該一部を、前記未焼成セラミック基材層の収縮に伴って徐々に消失させて、前記空隙部を形成する。

【 0 0 1 2 】

上記方法によれば、積層方向にコイル要素が重なり合う部分に空隙部が形成された未焼成積層体を焼成することにより、焼結済み積層体の表面のうねりを抑制し、焼結済み積層体から形成されるコイル内蔵基板の表面のうねりを抑制できる。また、空隙部により、焼結後のコイル要素の残留応力が抑制され、コイルのインダクタンス値の増加、効率の向上が得られる。

【 0 0 1 3 】

好ましくは、前記未焼成積層体は、前記未焼成コイル要素の一方の主面と前記未焼成セラミック基材層との間に前記消失層が形成され、当該未焼成コイル要素の他方の主面は他の前記未焼成セラミック基材層と接している。

【 0 0 1 4 】

この場合、コイル要素の片側のみに空隙部が形成される。コイル要素の両側に空隙部が形成される場合と比べると、基板強度の低下を抑制することができ、焼結済み積層体を分割するとき、基板にクラックが発生しにくい。

【 0 0 1 5 】

好ましくは、前記空隙部の前記積層方向の厚さは $2.5 \mu\text{m}$ 以下である。

【 0 0 1 6 】

この場合、基板の強度を確保しながら、基板のうねりを抑制することができる。

【 0 0 1 7 】

好ましくは、前記未焼成コイル要素の焼結後の前記積層方向の厚さは $1 \mu\text{m}$ 以上、 $2.5 \mu\text{m}$ 以下である。

【 0 0 1 8 】

この場合、コイルの特性を確保しながら、基板のうねりを抑制することができる。

【 0 0 1 9 】

また、本発明は、以下のように構成されたコイル内蔵基板を提供する。

【 0 0 2 0 】

コイル内蔵基板は、(a) 互いに積層された複数のセラミック基材層と、(b) 互いに隣接する前記セラミック基材層の異なる組の当該セラミック基材層間において、前記セラミック基材層が積層された積層方向に延在する仮想中心軸のまわりに形成され、前記積層方向から透視すると互いに重なり合う複数のコイル要素と、(c) 前記セラミック基材層を貫通して前記コイル要素同士を接続する層間接続導体とを備える。少なくとも一つの前記コイル要素の一方の主面と前記セラミック基材層との間に空隙部が形成され、当該コイル要素の他方の主面は他の前記セラミック基材層と接する。前記空隙部の前記積層方向の

厚さは25 μm以下である。前記コイル要素の前記積層方向の厚さは1 μm以上、25 μm以下である。

【0021】

上記構成によれば、コイル要素とセラミック基材層とが重なり合った部分に空隙部を設けることにより、セラミック基材層のみが重なり合った部分との厚みの差を小さくして、コイル内蔵基板の表面のうねりを抑制することができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、コイル内蔵基板の表面のうねりを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0023】

【図1】コイル内蔵基板の断面図である。(実施例1)

【図2】コイル内蔵基板の断面図である。(実施例2)

【図3】コイル内蔵基板の断面図である。(実施例3)

【図4】コイル内蔵基板の断面図である。(実施例4)

【図5】コイル内蔵基板の断面図である。(実施例5)

【図6】コイル内蔵基板の断面図である。(実施例6)

【図7】セラミックグリーンシートの焼成収縮を示すグラフである。(実施例1)

【図8】カーボンペーストのTG曲線及びDTA曲線を示すグラフである。(実施例1)

【図9】コイル内蔵基板の断面図である。(説明例)

20

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明の実施の形態について、図1～図9を参照しながら説明する。

【0025】

<実施例1> 実施例1のコイル内蔵基板について、図1、図6及び図7を参照しながら説明する。

【0026】

図1は、コイル内蔵基板10の主要な構成部分のみを模式的に図示した断面図である。図1に示すように、コイル内蔵基板10は、鎖線11で示すように、複数個分の基板本体12となる部分を含む集合基板がブレイク溝12x、12yに沿って切断され分割された個片である。

30

【0027】

基板本体12は、図1において上から順に、第1の非磁性体フェライト層16a、第1の磁性体フェライト層14a、中間非磁性体フェライト層16c、第2の磁性体フェライト層14b、第2の非磁性体フェライト層16bが積層されている。第1及び第2の磁性体フェライト層14a、14bは、磁性体セラミック材料、例えば、酸化鉄、酸化亜鉛、酸化ニッケル及び酸化銅を主成分とする磁性体フェライトとセラミック材料を含む。第1及び第2の非磁性体フェライト層16a、16bと中間非磁性体フェライト層16cとは、例えば、酸化鉄、酸化亜鉛及び酸化銅を主成分とする非磁性体フェライトとセラミック材料を含む。基板本体12の各層14a、14b、16a、16b、16cは、1層又は積層された2層以上のセラミック材料を含むセラミック基材層からなる。

40

【0028】

図示していないが、基板本体12の下面12tには、コイル内蔵基板10をマザーボード等の他の回路基板に実装するための端子電極が形成されている。基板本体12の上面12sに、コイル内蔵基板10に電子部品を実装するためのランド電極を形成してもよい。

【0029】

基板本体12の内部には、コイル30と、不図示の層間接続導体及び面内接続導体が形成されている。層間接続導体は、セラミック基材層を貫通する導体である。面内接続導体は隣接するセラミック基材層の間に形成された導体である。層間接続導体及び面内接続導体は、コイル30と、基板本体12の表面12s、12tに形成された端子電極やランド

50

電極とを接続したり、基板本体 1 2 の内部に抵抗やコンデンサなどの回路素子を形成したりする。

【0030】

コイル 3 0 は、第 1 及び第 2 の磁性体フェライト層 1 4 a , 1 4 b と中間非磁性体フェライト層 1 6 c の内部に形成されているコイル要素 3 2 を含む。コイル要素 3 2 は、互いに隣接するセラミック基材層の異なる組の当該セラミック基材層間に形成されている。コイル要素 3 2 は、基板本体 1 2 の各層 1 4 a , 1 4 b , 1 6 a , 1 6 b , 1 6 c が積層された積層方向（図 1 において上下方向）から基板本体 1 2 を透視すると、積層方向に延在する仮想中心軸 3 1 のまわりに略 C 字形状にそれぞれ形成され、環状の領域内において互いに重なり合っている。鎖線 3 2 s は、積層方向から透視したときにコイル要素 3 2 が互いに重なり合う領域の内周の位置を示している。鎖線 3 2 t は、積層方向から透視したときにコイル要素 3 2 が互いに重なり合う領域の外周の位置を示している。

10

【0031】

コイル 3 0 は、積層方向に隣接するコイル要素 3 2 の端部同士が不図示の層間接続導体を介して互いに接続されている。

【0032】

基板本体 1 2 の内部には、一つのコイル要素 3 2 x に接する空隙部 4 0 が形成されている。空隙部 4 0 内には、コイル要素 3 2 x の上面 3 2 y が露出しており、コイル要素 3 2 x の下面 3 2 z はセラミック基材層に接している。積層方向から透視すると、空隙部 4 0 は、コイル要素 3 2 が互いに重なり合う環状の領域に重なるように形成され、コイル要素 3 2 が互いに重なり合う環状の領域からはみ出ないように形成されている。例えば、空隙部 4 0 は、積層方向から透視すると、環状に形成され、コイル要素 3 2 x と重なり合う。

20

【0033】

コイル要素 3 2 が互いに重なり合う環状の領域の内周より内側や、外周より外側は磁束が通るため、空隙部が形成されていると、そこを通る磁束が減り、インダクタの L 値が低下する。また、コイル要素 3 2 が互いに重なり合う環状の領域の外周より外側に空隙部が形成されていると、ブレイク溝 1 2 x , 1 2 y と空隙部との間のギャップが狭くなり、集合基板から基板本体 1 2 を分割するときに、空隙部を起点とするクラックが発生しやすい。これらの不都合を防ぐため、空隙部 4 0 は、積層方向から透視すると、コイル要素 3 2 が互いに重なり合う環状の領域からはみ出ないように形成する。すなわち、空隙部 4 0 は、積層方向から透視すると、コイル要素 3 2 が互いに重なり合う環状の領域の内周より内側にも、外周より外側にも形成しない。

30

【0034】

空隙部 4 0 は、コイル要素 3 2 x の片側のみに形成されるため、コイル要素 3 2 x の両側に空隙部が形成される場合と比べると、基板本体 1 2 の強度の低下を抑制することができ、焼結済み積層体を分割するとき基板本体 1 2 にクラックが発生しにくい。

【0035】

空隙部 4 0 を形成すると、焼結後のコイル要素 3 2 の残留応力が抑制され、コイル 3 0 のインダクタンス値の増加、効率の向上が得られる。

【0036】

空隙部 4 0 は、基板本体 1 2 を形成するための未焼成積層体の内部に配置されたカーボンペースト等の空隙部形成用材料が、焼成の際に消失することによって形成される。

40

【0037】

空隙部 4 0 は、積層方向の厚さを大きくし過ぎると、基板本体 1 2 の強度が低下する。そのため、空隙部 4 0 の積層方向の厚さは 25 μm 以下として、基板本体 1 2 の強度を確保しながら、基板のうねりを抑制することが好ましい。

【0038】

コイル要素 3 2 の積層方向の厚さは、コイル要素 3 2 の積層方向の厚さや層数と、空隙部 4 0 の積層方向の厚さや層数とに応じて、1 μm 以上、25 μm 以下の範囲で選択し、コイルの特性を確保しながら、基板のうねりを抑制することが好ましい。

50

【 0 0 3 9 】

次に、コイル内蔵基板 10 を、集合基板状態で作製する場合の製造工程について説明する。

【 0 0 4 0 】

(1) まず、基板本体 12 の各層を形成するため、セラミック材料粉末を含み、シート状に成形された未焼結のセラミックグリーンシートを準備する。

【 0 0 4 1 】

第 1 及び第 2 の磁性体フェライト層 14 a , 14 b を形成するためのセラミックグリーンシートには、例えば、酸化鉄、酸化亜鉛、酸化ニッケル及び酸化銅を主成分とする磁性体フェライトを用いる。第 1 及び第 2 の非磁性体フェライト層 16 a , 16 b と中間非磁性体フェライト層 16 c を形成するためのセラミックグリーンシートには、例えば、酸化鉄、酸化亜鉛及び酸化銅を主成分とする非磁性体フェライトを用いる。

10

【 0 0 4 2 】

図 7 のグラフは、セラミックグリーンシートの焼成時の収縮挙動を示すグラフである。セラミックグリーンシートを一定速度で温度を上げて焼成し、焼成前後の寸法 L_0 、 L_1 から求めた収縮率 $(L_0 - L_1) / L_0$ を縦軸に示し、横軸に温度 () を示している。実線は、第 1 及び第 2 の磁性体フェライト層 14 a , 14 b を形成するためのセラミックグリーンシートを示す。破線は、第 1 及び第 2 の非磁性体フェライト層 16 a , 16 b と中間非磁性体フェライト層 16 c を形成するためのセラミックグリーンシートを示す。図 7 から、セラミックグリーンシートが収縮を開始する温度は、約 600 であることが分

20

【 0 0 4 3 】

セラミックグリーンシートの適宜位置にレーザー加工やパンチング加工等により貫通孔を加工し、この貫通孔に導体ペーストを印刷等により埋め込むことによって、未焼成層間接続導体を形成する。

【 0 0 4 4 】

また、セラミックグリーンシートの一方主面に、導体ペーストをスクリーン印刷法やグラビア印刷法等により印刷して、コイル要素、面内配線導体、ランド電極、端子電極の導体パターンを形成する。

【 0 0 4 5 】

30

さらに、コイル要素 32 x が形成されるセラミックグリーンシートについては、空隙部形成用材料として、溶媒にカーボン粒子が混合しているカーボンペーストを未焼成のコイル要素 32 x に塗布しておく。カーボンペースト中のカーボンの D50 は、0.1 ~ 5.0 μm とする。D50 とは、レーザー回折散乱法で測定された粒度分布における累積 50 体積 % 径である。

【 0 0 4 6 】

図 8 のグラフに、コイル要素 32 x に塗布したカーボンペーストの T G 曲線と、D T A 曲線を示す。T G 曲線は、雰囲気温度の上昇によるサンプルの重量変化を温度に対して記録したものである。D T A 曲線は、サンプルホルダーに設けられた熱電対の起電力により、リファレンスとサンプルとの温度差を検出したものである。図 8 の T G 曲線から、カーボンペーストは、昇温に伴い徐々に消失することが分かる。

40

【 0 0 4 7 】

(2) 次いで、基板本体 12 の各層を形成する未焼結のセラミックグリーンシートを積層して、未焼成積層体を形成する。このとき、台板上にセラミックグリーンシートを重ねると、コイル要素が重なり合う部分は他の部分より隆起するが、平面で圧下してセラミックグリーンシートを圧着することにより、表面が平らな未焼成積層体を形成する。

【 0 0 4 8 】

(3) 次いで、未焼成積層体を焼成する。

【 0 0 4 9 】

まず、室温から、セラミックグリーンシートが収縮を開始する温度を越えない温度まで

50

、例えば400 まで、焼成炉の温度を上げる。焼成炉内の酸素濃度は、5～25%とする。このとき、セラミックグリーンシートや消失層のカーボンペーストに含まれる溶媒が加熱に伴って気化したり、有機材料が熱分解して気化したりして、未焼成積層体内から消失するが、消失層にはカーボンペースト中のカーボンが残る。

【0050】

次いで、セラミックグリーンシートや導電ペーストが焼結する温度まで、例えば約900 まで焼成炉の温度を上げる。焼成炉内の酸素濃度は、0.1～10.0%とする。温度の上昇に伴ってセラミックグリーンシートが収縮し、焼結する。消失層に残っているカーボンペースト中のカーボンは、セラミックグリーンシートが収縮するときに、徐々に消失させることができる。これによって、基板のうねりを抑制しながら、焼結済み積層体の内部に空隙部40を形成できる。カーボンの消失速度は、カーボンの粒径を大きくすると遅くすることでき、小さくすると速くすることができる。

【0051】

(4) 次いで、室温まで冷却した後、焼結済み積層体、すなわちコイル内蔵基板10の集合基板に、レーザー加工やダイシング加工によりブレイク溝12x, 12yを形成する。必要に応じて、基板本体12の上面12sに形成されたランド電極と、下面12tに形成された端子電極にメッキを行い、ランド電極に表面実装部品やICチップなどの電子部品を実装する。

【0052】

(5) 以上の工程により完成したコイル内蔵基板10の集合基板をブレイク溝12x, 12y溝に沿って切断し、コイル内蔵基板10の個片に分割する。

【0053】

空隙部形成用材料(例えば、カーボンペースト中のカーボンの粒径)や焼成条件(例えば、酸素濃度、温度プロファイル)を調整し、焼成の際に空隙部形成用材料の消失速度と積層体の収縮速度を制御することにより、基板のうねり、すなわち基板本体12の表面12s, 12tのうねりを抑制することができる。

【0054】

<実施例2> 実施例2のコイル内蔵基板10aについて、図2を参照しながら説明する。

【0055】

図2は、コイル内蔵基板10aの主要な構成部分のみを模式的に図示した断面図である。図2に示すように、コイル内蔵基板10aは、実施例1のコイル内蔵基板10と略同様に構成されている。以下では、実施例1と同じ構成部分には同じ符号を用い、実施例1との相違点を中心に説明する。

【0056】

図2に示すように、コイル内蔵基板10aの基板本体12の内部には、コイル要素32aを含むコイル30aが形成されている。実施例1と同じく、コイル要素32aに接する空隙部40aが形成されることにより、基板本体12の表面12s, 12tのうねりが抑制されている。

【0057】

各コイル要素32aは、実施例1と同様に仮想中心軸31のまわりに略C字形状にそれぞれ形成されているが、実施例1のコイル要素32よりも厚く、層数も多い。空隙部40aは、すべてのコイル要素32aに対して形成されている。コイル要素が厚いほど、コイル要素の層数が多いほど、コイル要素が積層方向に重なり合っているコイル部分の隆起量が大きくなるため、基板表面のうねり抑制効果を高めるように、空隙部の層数を増やしている。

【0058】

ただし、コイル要素の膜厚や層数に対して、空隙部の層数が多過ぎると、焼結するとコイル部分が陥没するため、基板本体の各層の厚みやコイル要素の厚みに応じて、適切な層数の空隙部を形成する必要がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

< 実施例 3 > 実施例 3 のコイル内蔵基板 1 0 b について、図 3 を参照しながら説明する。

【 0 0 6 0 】

図 3 は、コイル内蔵基板 1 0 b の主要な構成部分のみを模式的に図示した断面図である。図 3 に示すように、基板本体 1 2 の内部に形成されたコイル 3 0 b は、第 1 のコイル要素 3 2 b と第 2 のコイル要素 3 4 b とを含んでいる。

【 0 0 6 1 】

基板本体 1 2 を積層方向から透視すると、第 1 のコイル要素 3 2 b は、仮想中心軸 3 1 のまわりに略 C 字形状に形成され、互いに重なり合っている。

10

【 0 0 6 2 】

基板本体 1 2 を積層方向から透視すると、第 2 のコイル要素 3 4 b は、仮想中心軸 3 1 のまわりに略 C 字形状に形成され、第 1 のコイル要素 3 2 b が互いに重なり合っている領域より内側において、互いに重なり合っている。

【 0 0 6 3 】

積層方向に隣接する第 1 のコイル要素 3 2 b と第 2 のコイル要素 3 4 b とが層間接続導体を介して直列に接続されてコイル 3 0 b が構成されている。

【 0 0 6 4 】

空隙部 4 0 b は、第 1 のコイル要素 3 2 b に接するように形成され、空隙部 4 0 b 内には、第 1 のコイル要素 3 2 b の上面が露出しており、コイル要素 3 2 b の下面はセラミック基材層に接している。空隙部 4 0 は、積層方向から透視すると、第 1 のコイル要素 3 2 b が重なり合う環状の領域のみに重なるように、環状に形成され、第 1 のコイル要素 3 2 b が重なり合う環状の領域の内周より内側にも、外周より外側にも形成されていない。

20

【 0 0 6 5 】

< 実施例 4 > 実施例 4 のコイル内蔵基板 1 0 c について、図 4 を参照しながら説明する。

【 0 0 6 6 】

図 4 は、コイル内蔵基板 1 0 c の主要な構成部分のみを模式的に図示した断面図である。図 4 に示すように、基板本体 1 2 の内部に形成されたコイル 3 0 c は、実施例 3 と同様に、第 1 のコイル要素 3 2 b と第 2 のコイル要素 3 4 b とを含んでいる。

30

【 0 0 6 7 】

実施例 3 と異なり、第 2 のコイル要素 3 4 b に接する空隙部 4 0 c が形成され、空隙部 4 0 c 内には、コイル要素 3 4 b の上面が露出しており、コイル要素 3 4 b の下面はセラミック基材層に接している。空隙部 4 0 c は、積層方向から透視すると、第 2 のコイル要素 3 4 b が重なり合う環状の領域のみに重なるように、環状に形成され、第 2 のコイル要素 3 4 b が重なり合う環状の領域の内周より内側にも、外周より外側にも形成されていない。

【 0 0 6 8 】

< 実施例 5 > 実施例 5 のコイル内蔵基板 1 0 d について、図 5 を参照しながら説明する。

40

【 0 0 6 9 】

図 5 は、コイル内蔵基板 1 0 d の主要な構成部分のみを模式的に図示した断面図である。図 5 に示すように、基板本体 1 2 の内部に形成されたコイル 3 0 d は、実施例 3 及び実施例 4 と同様に、第 1 のコイル要素 3 2 b と第 2 のコイル要素 3 4 b とを含んでいる。

【 0 0 7 0 】

実施例 3 及び実施例 4 と異なり、第 1 のコイル要素 3 2 b に接する空隙部 4 0 b と、第 2 のコイル要素 3 4 b に接する空隙部 4 0 c の両方が形成されている。

【 0 0 7 1 】

上述した実施例 3 ～ 5 のように、コイル要素 3 0 b ～ 3 0 d が第 1 及び第 2 のコイル要素 3 2 b , 3 4 b を含む場合には、第 1 のコイル要素 3 2 b に接する空隙部 4 0 b と第 2

50

のコイル要素 3 4 b に接する空隙部 4 0 c との少なくとも一方を形成すれば、基板本体 1 2 の表面 1 2 s , 1 2 t のうねりを抑制することができる。

【 0 0 7 2 】

< 実施例 6 > 実施例 6 のコイル内蔵基板 1 0 e について、図 6 を参照しながら説明する。

【 0 0 7 3 】

図 6 は、コイル内蔵基板 1 0 e の主要な構成部分のみを模式的に図示した断面図である。図 6 に示すように、コイル内蔵基板 1 0 e の基板本体 1 2 の内部には、9 層のコイル要素 3 2 e を含むコイル 3 0 e が形成されている。コイル要素 3 0 e は、仮想中心軸 3 1 のまわりに形成されている。

10

【 0 0 7 4 】

9 層のコイル要素 3 0 e のうち 3 層に接する空隙部 4 0 e が形成されている。空隙部 4 0 e の内周 4 0 q は、基板本体 1 2 を積層方向から透視したときに、コイル要素 3 0 e が重なり合う領域の内周に接している。

【 0 0 7 5 】

一方、空隙部 4 0 e の外周 4 0 p は、コイル要素 3 0 e が重なり合う領域の外周との間に間隔を設けて該外周より内側に延在している。これにより、ブレイク溝 1 2 x , 1 2 y と空隙部 4 0 e との間のギャップが広がるため、集合基板から基板本体 1 2 を分割するときに、空隙部 4 0 e を起点とするクラックが発生しにくくなる。

【 0 0 7 6 】

20

空隙部 4 0 e を設けることにより、基板のうねりを抑制することができる。例えば、コイル要素 3 2 e の厚さが 1 0 ~ 1 2 μm 、コイル要素 3 2 e が 9 層、基板本体 1 2 の厚さが 0 . 6 0 0 mm の試作品において、空隙部 4 0 e を全く形成しない比較例では、基板本体 1 2 の表面 1 2 s , 1 2 t のうねり量（厚みの最大値と最小値の差）が 5 0 μm であったが、実施例 6 のように空隙部 4 0 e を 3 層形成することにより基板本体 1 2 の表面 1 2 s , 1 2 t のうねり量を 1 5 μm まで低減することができた。

【 0 0 7 7 】

< まとめ > 以上に説明した製造方法により、コイル要素に接する空隙部を形成すると、コイル内蔵基板の表面のうねりを抑制することができる。

【 0 0 7 8 】

30

すなわち、図 9 (a) の断面図に模式的に示すように、基板本体 2 x の内部に空隙部を形成しない場合には、コイル要素 4 が積層方向に重なり合う領域 4 x が焼成により隆起して、表面 2 s にうねりが発生する。図 9 (b) の断面図に模式的に示すように、基板本体 2 の内部に、コイル要素 4 に接する空隙部 6 を形成すると、焼成による隆起を抑制し、表面 2 t のうねりを抑制できる。

【 0 0 7 9 】

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではなく、種々変更を加えて実施することが可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 0 】

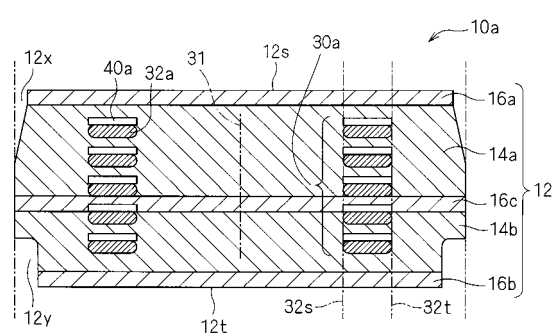
40

- 2 , 2 x 基板本体
- 2 s , 2 t 表面
- 4 コイル要素
- 6 空隙部
- 1 0 , 1 0 a ~ 1 0 e コイル内蔵基板
- 1 2 基板本体
- 1 2 s 上面（表面）
- 1 2 t 下面（表面）
- 1 2 x , 1 2 y ブレイク溝
- 1 4 a 第 1 の磁性体フェライト層

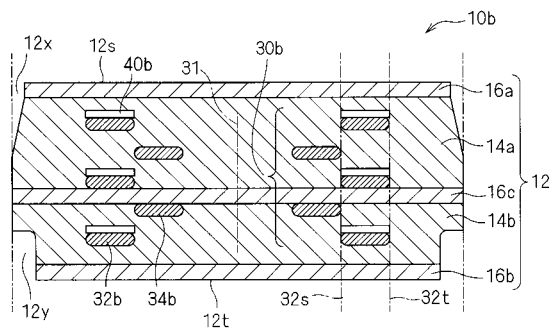
50

- 10

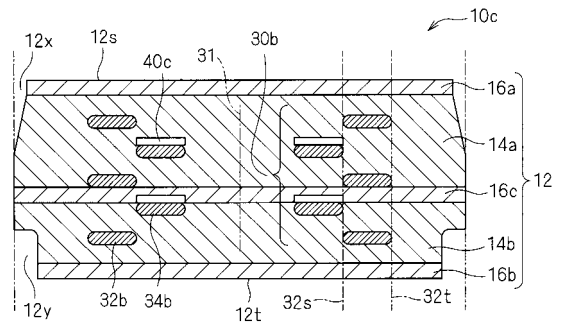
【 図 2 】



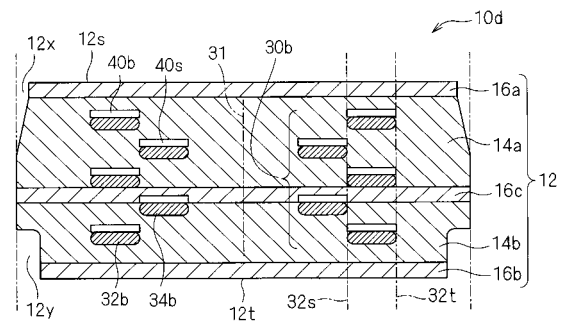
【図 3】



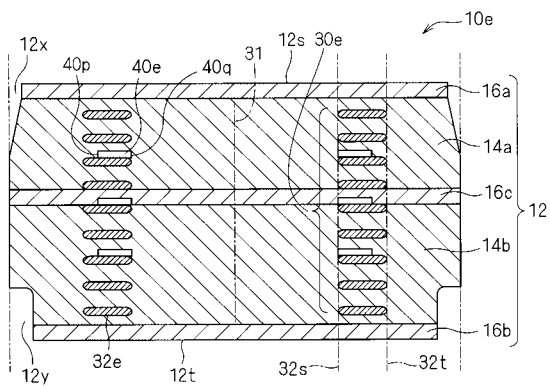
【図 4】



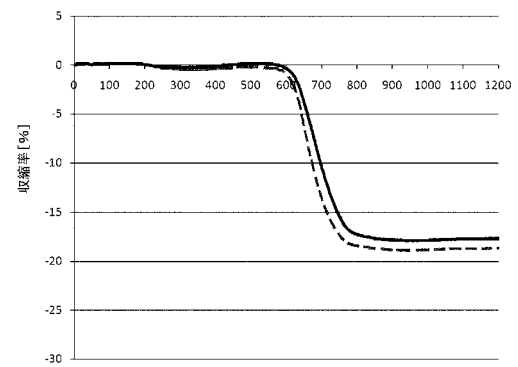
【図 5】



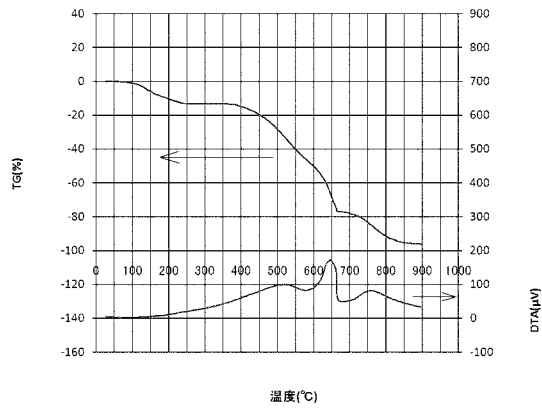
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

