

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4683026号  
(P4683026)

(45) 発行日 平成23年5月11日(2011.5.11)

(24) 登録日 平成23年2月18日(2011.2.18)

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

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2007-232244 (P2007-232244)	(73) 特許権者	000003067
(22) 出願日	平成19年9月7日(2007.9.7)		T D K株式会社
(65) 公開番号	特開2009-64997 (P2009-64997A)		東京都中央区日本橋一丁目13番1号
(43) 公開日	平成21年3月26日(2009.3.26)	(74) 代理人	100115738
審査請求日	平成20年2月21日(2008.2.21)		弁理士 鷲頭 光宏
		(74) 代理人	100121681
			弁理士 緒方 和文
		(74) 代理人	100130982
			弁理士 黒瀬 泰之
		(72) 発明者	伊藤 知一
			東京都中央区日本橋一丁目13番1号T D K株式会社内
		(72) 発明者	西川 朋永
			東京都中央区日本橋一丁目13番1号T D K株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コモンモードチョークコイル及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1及び第2の端子電極と、積層された樹脂からなる少なくとも第1乃至第3の絶縁層と、前記第1の絶縁層上に形成された第1のスパイラル導体と、前記第2の絶縁層上に形成された第2のスパイラル導体と、前記第3の絶縁層上に形成され、前記第1のスパイラル導体の内周端と前記第1の端子電極とを接続する第1の引き出し導体と、前記第3の絶縁層上に形成され、前記第2のスパイラル導体の内周端と前記第2の端子電極とを接続する第2の引き出し導体とを備え、

前記第3の絶縁層のうち、前記第1の引き出し導体に覆われた第1の部分と前記第2の引き出し導体に覆われた第2の部分との間には凹部が設けられ、前記凹部は、前記第3の絶縁層とは異なる他の絶縁層によって埋め込まれていることを特徴とするコモンモードチョークコイル。

【請求項2】

前記第3の絶縁層が前記第1及び第2の絶縁層間に位置していることを特徴とする請求項1に記載のコモンモードチョークコイル。

【請求項3】

前記凹部は、少なくとも、前記第1の引き出し導体と前記第2の引き出し導体との平面的な距離が最も近接する部分に設けられていることを特徴とする請求項1又は2に記載のコモンモードチョークコイル。

【請求項4】

前記第 1 及び第 2 のスパイラル導体が円弧状であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のコモンモードチョークコイル。

【請求項 5】

少なくとも前記第 3 の絶縁層が感光性絶縁樹脂によって構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のコモンモードチョークコイル。

【請求項 6】

前記第 1 乃至第 3 の絶縁層には開口が設けられており、前記開口の内部には磁性体が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のコモンモードチョークコイル。

【請求項 7】

前記第 1 の端子電極と前記第 1 の引き出し導体との間に接続された第 3 のスパイラル導体と、前記第 2 の端子電極と前記第 2 の引き出し導体との間に接続された第 4 のスパイラル導体とをさらに備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のコモンモードチョークコイル。

【請求項 8】

積層された第 1 及び第 2 のスパイラル導体と、第 1 及び第 2 の端子電極と、前記第 1 のスパイラル導体の内周端と前記第 1 の端子電極とを接続する第 1 の引き出し導体と、前記第 2 のスパイラル導体の内周端と前記第 2 の端子電極とを接続する第 2 の引き出し導体とを備えるコモンモードチョークコイルの製造方法であって、

前記第 1 のスパイラル導体を形成する第 1 の工程と、前記第 2 のスパイラル導体を形成する第 2 の工程と、前記第 1 及び第 2 の引き出し導体を形成する第 3 の工程とを備え、

前記第 1 乃至第 3 の工程はいずれも、絶縁層の材料である感光性絶縁樹脂を形成する樹脂形成工程と、前記感光性絶縁樹脂を露光及び現像することにより、開口を有する絶縁層を形成する露光現像工程と、前記絶縁層上に導体を形成する導体形成工程とを含み、

前記第 3 の工程に含まれる前記露光現像工程においては、前記感光性絶縁樹脂を露光及び現像することにより、前記絶縁層に前記開口及び凹部を同時に形成し、

前記第 3 の工程に含まれる前記導体形成工程においては、前記凹部を介して対向するよう前記絶縁層上に前記第 1 及び第 2 の引き出し導体を形成し、

前記凹部は、前記第 3 の工程によって形成された前記絶縁層とは異なる他の絶縁層で埋め込まれ、

前記第 1 乃至第 3 の工程によって形成された前記開口に磁性体を埋め込む第 4 の工程をさらに備えることを特徴とするコモンモードチョークコイルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はコモンモードチョークコイル及びその製造方法に関し、特に、ディファレンシャルモード信号に対するカットオフ周波数の高いコモンモードチョークコイル及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、高速な信号伝送インターフェースとして、USB 2.0 規格や IEEE 1394 規格が広く普及し、パーソナルコンピュータやデジタルカメラなど数多くのデジタル機器に用いられている。USB 2.0 規格や IEEE インターフェースのインターフェースは、古くから一般的であったシングルエンド伝送方式とは異なり、一对の信号線を用いて差動信号（ディファレンシャルモード信号）を伝送する差動信号方式が採用されている。

【0003】

差動伝送方式は、シングルエンド伝送方式と比べて信号線から発生する放射電磁界が少ないだけでなく、外来ノイズの影響を受けにくいという優れた特徴を有している。このため、信号の小振幅化が容易であり、小振幅化による立ち上がり時間及び立ち下がり時間の短縮によって、シングルエンド伝送方式よりも高速な信号伝送を行うことが可能となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 4 】

図 1 2 は、一般的な差動伝送回路の回路図である。

## 【 0 0 0 5 】

図 1 2 に示す差動伝送回路は、一对の信号線 2, 4 と、信号線 2, 4 にディファレンシャルモード信号を供給する出力バッファ 6 と、信号線 2, 4 からのディファレンシャルモード信号を受ける入力バッファ 8 とを備えている。かかる構成により、出力バッファ 6 に与えられる入力信号 I N は、一对の信号線 2, 4 を経由して入力バッファ 8 へ伝えられ、出力信号 O U T として再生される。このような差動伝送回路は、上述の通り、信号線 2, 4 から発生する放射電磁界が少ないという特徴を有しているが、信号線 2, 4 に共通のノイズ(コモンモードノイズ)が重畳した場合には比較的大きな放射電磁界を発生させてしま 10  
う。コモンモードノイズによって発生する放射電磁界を低減するためには、図 1 2 に示すように、信号線 2, 4 にコモンモードチョークコイル 1 0 を挿入することが有効である。

## 【 0 0 0 6 】

コモンモードチョークコイル 1 0 は、信号線 2, 4 を伝わる差動成分(ディファレンシャルモード信号)に対するインピーダンスが低く、同相成分(コモンモードノイズ)に対するインピーダンスが高いという特性を有している。このため、信号線 2, 4 にコモンモードチョークコイル 1 0 を挿入することにより、ディファレンシャルモード信号を実質的に減衰させることなく、一对の信号線 2, 4 を伝わるコモンモードノイズを遮断することが 20  
できる。コモンモードチョークコイル 1 0 としては、例えば特許文献 1 に記載された積層型のコモンモードチョークコイルが知られている。

## 【 0 0 0 7 】

近年、コモンモードチョークコイルには、より高速且つ低損失な信号伝送特性が求められている。これを実現するためには、コモンモードチョークコイルを構成するスパイラル導体の導体幅を広くすることが有効であるが、スパイラル導体の導体幅を広くすると、その分、一对のスパイラル導体間の寄生容量が増大してしまう。スパイラル導体間の寄生容量は、伝送すべき信号の周波数が高くなるほど信号品質に大きな影響を与えるため、伝送すべき信号の周波数が特に高い場合には、スパイラル導体間の寄生容量を低減させることが 30  
不可欠である。

## 【 0 0 0 8 】

スパイラル導体間の寄生容量を低減させる最も簡単な方法は、これらスパイラル導体間の距離を広げるとともに、スパイラル導体間に設けられる絶縁層の材料として低誘電率の樹脂を用いることである。しかしながら、単純にスパイラル導体間の距離を広げると、チップの高さが増大してしまい、低背化の要求に反してしまう。しかも、絶縁層の材料として樹脂材料を用いる場合には、スピンコート法によって樹脂絶縁層が形成されることから、十分な平坦性を確保しつつスパイラル導体間の距離を広くするためには、スパイラル導体間にてスピンコートを複数回行う必要があり、工程数が増大してしまう。 40

## 【 0 0 0 9 】

したがって、スパイラル導体間の距離を広げる場合、特許文献 1 の図 1 4 に記載されているように、スパイラル導体間に引き出し導体を配置する構造を採用することが好ましいと考えられる。つまり、スパイラル導体の上下に配置されていた引き出し導体をスパイラル導体間に配置することにより、絶縁層の層数を増やすことなく、スパイラル導体間の距離を広げることが可能となる。 40

【特許文献 1】特開平 8 - 2 0 3 7 3 7 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 1 0 】

しかしながら、スパイラル導体間に引き出し導体を配置すると、一对の引き出し導体間の距離が近接してしまう。このため耐圧が低下し、場合によってはショート不良を引き起こす可能性が生じる。このような問題は、スパイラル導体が円弧状である場合において特 50

に顕著となる。図13はこれを説明するための模式的な平面図であり、(a)はスパイラル導体が四角形状である場合における引き出し電極の形成位置を示し、(b)及び(c)はスパイラル導体が円弧状である場合における引き出し導体の形成位置を示している。

【0011】

図13に示すように、スパイラル導体102は、その内周端102aにて図示しないスルーホールを介して引き出し導体112に接続される。同様に、スパイラル導体104は、その内周端104aにて図示しないスルーホールを介して引き出し導体114に接続される。ここで、引き出し導体112、114間の距離を十分に引き離すためには、スパイラル導体102、104の内周端102a、104aの位置を十分に離す必要がある。この時、図13(a)に示すようにスパイラル導体102、104が四角形状であれば、内周端102a、104aの距離をスパイラル導体102、104の内周径に相当する距離D1に設定すれば、スパイラル導体102、104の内周部における巻数差は1/4ターンとなる。

10

【0012】

これに対し、図13(b)に示すようにスパイラル導体102、104が円弧状であると、内周端102a、104aの距離をスパイラル導体102、104の内周径に相当する距離D2に設定すると、スパイラル導体102、104の内周部における巻数差は1/2ターンとなってしまふ。つまり、スパイラル導体102、104が四角形状である場合と比べて、巻数差が増大してしまふ。

【0013】

このように、スパイラル導体102、104が円弧状である場合、内周端102a、104aの平面位置の相違によって対称性が崩れやすく、このため、スパイラル導体102、104が円弧状である場合は、内周端102a、104aの平面位置を近づける必要性が特に高くなる。例えば、スパイラル導体102、104の内周部における巻数差を図13(a)と同じ1/4ターンとするためには、図13(c)に示すように、内周端102a、104aの距離をかなり近づけなければならない。その結果、引き出し導体112、114の距離D3が必然的に近くなり、耐圧低下ひいてはショート不良が生じやすくなってしまう。

20

【0014】

このような問題は、スパイラル導体間に引き出し導体を配置するケースに限らず、一對の引き出し導体を同じ絶縁層上に形成する場合において共通に生じる問題である。

30

【0015】

本発明は、このような問題を解決すべくなされたものであって、一對の引き出し導体を同じ絶縁層上に形成しつつ、これらの間の耐圧が高められたコモンモードチョークコイル及びその製造方法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】

【0016】

本発明によるコモンモードチョークコイルは、第1及び第2の端子電極と、積層された少なくとも第1乃至第3の絶縁層と、第1の絶縁層上に形成された第1のスパイラル導体と、第2の絶縁層上に形成された第2のスパイラル導体と、第3の絶縁層上に形成され、第1のスパイラル導体の内周端と第1の端子電極とを接続する第1の引き出し導体と、第3の絶縁層上に形成され、第2のスパイラル導体の内周端と第2の端子電極とを接続する第2の引き出し導体とを備え、第3の絶縁層のうち、第1の引き出し導体に覆われた第1の部分と第2の引き出し導体に覆われた第2の部分との間には凹部が設けられ、凹部は第3の絶縁層とは異なる他の絶縁層によって埋め込まれていることを特徴とする。ここで、「他の絶縁層」とは、第1又は第2の絶縁層であっても構わないし、第1乃至第3の絶縁層とは異なる第4の絶縁層であっても構わない。

40

【0017】

本発明によれば、第1及び第2の引き出し導体が形成された部分における第3の絶縁層が平坦ではないことから、第3の絶縁層の表面に沿った第1及び第2の引き出し導体間の

50

距離が長くなる。このため、第3の絶縁層の表面に沿ったイオンの移動（マイグレーション）などによって生じる電流パスが形成されにくくなることから、引き出し導体間の平面的な距離が近い場合であっても高い耐圧を得ることが可能となる。

【0018】

本発明においては、第3の絶縁層が第1及び第2の絶縁層間に位置していることが好ましい。これによれば、絶縁層の層数を増やすことなく、スパイラル導体間の距離を広げることが可能となる。

【0019】

本発明においては、凹部が少なくとも第1の引き出し導体と第2の引き出し導体との平面的な距離が最も近接する部分に設けられていることが好ましい。これによれば、最も耐圧が不足する部分において、耐圧を高めることが可能となる。

10

【0020】

本発明においては、第1及び第2のスパイラル導体が円弧状であることが好ましい。上述の通り、スパイラル導体が円弧状である場合には、引き出し導体の距離が近くなりやすいため、本発明を適用する意義が大きいからである。本発明において「円弧状」とは、略真円形状、楕円形状、さらには、直線部分を有するが全体的に円形である形状などを含む概念である。

【0021】

本発明においては、少なくとも第3の絶縁層が感光性絶縁樹脂によって構成されていることが好ましい。これによれば、第1の部分と第2の部分との間に凹部を簡単に形成することが可能となる。特に、第1乃至第3の絶縁層に開口を設け、開口の内部に磁性体を設ける構造を採用する場合には、開口を形成するための露光・現像工程が必要であることから、工程を増やすことなく凹部を形成することが可能となる。

20

【0022】

本発明によるコモンモードチョークコイルは、第1の端子電極と第1の引き出し導体との間に接続された第3のスパイラル導体と、第2の端子電極と第2の引き出し導体との間に接続された第4のスパイラル導体とをさらに備えていることが好ましい。これによれば、容量性素子を伝送線路に挿入することによるインピーダンス不整合を解消することが可能となる。しかも、第1のスパイラル導体と第3のスパイラル導体は、第1の引き出し導体を経由して直列接続され、第2のスパイラル導体と第4のスパイラル導体は、第2の引き出し導体を経由して直列接続されることから、第3のスパイラル導体と他のスパイラル導体との磁気結合、並びに、第4のスパイラル導体と他のスパイラル導体との磁気結合を抑制することが可能となる。

30

【0023】

本発明によるコモンモードチョークコイルの製造方法は、積層された第1及び第2のスパイラル導体と、第1及び第2の端子電極と、第1のスパイラル導体の内周端と第1の端子電極とを接続する第1の引き出し導体と、第2のスパイラル導体の内周端と第2の端子電極とを接続する第2の引き出し導体とを備えるコモンモードチョークコイルの製造方法であって、感光性絶縁樹脂を形成する工程と、感光性絶縁樹脂を露光及び現像することにより、開口及び凹部を有する絶縁層を形成する工程と、凹部を介して対向するよう絶縁層上に第1及び第2の引き出し導体を形成する工程と、凹部を他の絶縁層で埋め込む工程と、開口に磁性体を設ける工程と、を備えることを特徴とする。

40

【0024】

本発明によれば、開口を形成するための露光・現像と同時に凹部を形成していることから、工程を増やすことなく耐圧の高められたコモンモードチョークコイルを作製することが可能となる。

【発明の効果】

【0025】

このように、本発明によれば、一对の引き出し導体間の耐圧を高めることが可能となることから、信頼性の高いコモンモードチョークコイルを提供することが可能となる。

50

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0026】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施の形態について詳細に説明する。

## 【0027】

図1は、本発明の好ましい実施形態によるコモンモードチョークコイル100の構成を示す略斜視図である。

## 【0028】

図1に示すように、本実施形態によるコモンモードチョークコイル100は、薄膜タイプのコモンモードチョークコイルであって、第1及び第2の磁性基板11A、11Bと、第1の磁性基板11Aと第2の磁性基板11Bに挟まれた層構造体12とを備えている。第1の磁性基板11A、層構造体12、第2の磁性基板11Bからなる積層体の外周面には、端子電極14a~14dが形成されている。

10

## 【0029】

第1及び第2の磁性基板11A、11Bは、層構造体12を物理的に保護すると共に、コモンモードチョークコイルの閉磁路としての役割を果たすものである。第1及び第2の磁性基板11A、11Bの材料としては、焼結フェライト、複合フェライト（粉状のフェライトを含有した樹脂）等を用いることができる。

## 【0030】

図2は、層構造体12の略分解斜視図である。

20

## 【0031】

図2に示すように、層構造体12は、複数の層が薄膜成形技術により積層形成されたものであり、第1~第4の樹脂絶縁層15A~15Dと、実際のコモンモードチョークコイルとして機能する第1及び第2のスパイラル導体21、22と、第1~第4の引き出し導体31~34とを備えている。本実施形態の層構造体12は、第1乃至第4の樹脂絶縁層15A~15Dの間に設けられた3層構造の導電層を有している。

## 【0032】

第1~第4の樹脂絶縁層15A~15Dは、各導体パターン間、或いは導体パターンと磁性基板とを絶縁すると共に、導体パターンが形成される平面の平坦性を確保する役割を果たす。特に、第1及び第4の樹脂絶縁層15A、15Dは第1及び第2の磁性基板11A、11Bの表面の凹凸を緩和し、導体パターンの密着性を高める役割を果たす。樹脂絶縁層15A~15Dとしては、特に限定されるものではないが、ポリイミド樹脂やエポキシ樹脂等、電氣的及び磁氣的な絶縁性に優れ、加工性のよい樹脂材料を用いることが好ましい。

30

## 【0033】

第1及び第2のスパイラル導体21、22の内側の中央領域には、第1~第4の樹脂絶縁層15A~15Dを貫通する開口25が設けられている。この開口25の内部には、第1の磁性基板11Aと第2の磁性基板11Bとの間に閉磁路を形成するための磁性体26が設けられている。磁性体26としては、複合フェライト等の磁性材料を用いることができる。

40

## 【0034】

第1のスパイラル導体21は、第1の樹脂絶縁層15A上に設けられている。第1のスパイラル導体21はCu等の金属材料からなる。第1のスパイラル導体21の外周端は、第3の引き出し導体33を介して端子電極14aに接続されている。一方、第1のスパイラル導体21の内周端は、第2の樹脂絶縁層15Bを貫通するコンタクトホール24a及び第1の引き出し導体31を介して、端子電極14cに接続されている。

## 【0035】

第2のスパイラル導体22は、第3の樹脂絶縁層15C上に設けられている。第2のスパイラル導体22もまたCu等の金属材料からなり、第1のスパイラル導体21と同一の平面形状を有している。第2のスパイラル導体22は、第1のスパイラル導体21と平面

50

視で同じ位置に設けられており、第1のスパイラル導体21と完全に重なり合っていることから、第1のスパイラル導体21と第2のスパイラル導体22との間には強い磁気結合が生じている。第2のスパイラル導体22の外周端は、第4の引き出し導体34を介して端子電極14bに接続されている。一方、第2のスパイラル導体22の内周端は、第3の樹脂絶縁層15Cを貫通するコンタクトホール24b及び第2の引き出し導体32を介して、端子電極14dに接続されている。

【0036】

図2に示すように、第1及び第2の引き出し導体31, 32は、同じ樹脂絶縁層15B上に形成されている。このため、第1の引き出し導体31と第2の引き出し導体32との平面的な距離は必然的に近くなり、耐圧が不足しやすい構造となる。特に、コンタクトホール24a, 24bに近い領域Xにおいては、第1の引き出し導体31と第2の引き出し導体32とを離間させることができないため、この部分において最も耐圧が不足する。

10

【0037】

図3は、図2に示す領域Xの略断面図である。尚、図3においては、スパイラル導体21, 22は省略されている(図4~図8においても同様)。

【0038】

図3に示すように、引き出し導体31, 32が形成された樹脂絶縁層15Bのうち、引き出し導体31に覆われた第1の部分51と引き出し導体32に覆われた第2の部分52との間には、凹部(またはスリット)53が形成されている。この凹部53の内部には、上層の樹脂絶縁層15Cが埋め込まれ、これにより、第1の部分51と第2の部分52との間に他の絶縁層が介在した状態となっている。

20

【0039】

このように、引き出し導体31, 32が形成された部分における樹脂絶縁層15Bは平坦ではなく、凹凸形状を有している。その結果、樹脂絶縁層15Bの表面に沿った引き出し導体31, 32間の距離が長くなるため、樹脂絶縁層15Bの表面に沿ったイオンの移動(マイグレーション)などによって生じる電流パスが形成されにくくなる。このため、平面的な距離が非常に近いにもかかわらず、高い耐圧を得ることが可能となる。

【0040】

このような凹部53は、引き出し導体31, 32間の全域に亘って形成しても構わないが、少なくとも、引き出し導体31, 32間の平面的な距離が最も近接する部分に設けることが好ましい。これによれば、最も耐圧が不足する部分において、耐圧を高めることが可能となる。

30

【0041】

尚、図3に示した例では、第1の部分51と第2の部分52との間に1つの凹部53のみが形成されているが、図4に示すように、これらの間に2つの凹部53が存在していても構わない。これによれば、樹脂絶縁層15Bの表面に沿った引き出し導体31, 32間の距離がより長くなることから、さらに高い耐圧を得ることが可能となる。

【0042】

さらに、図3に示した例では、凹部53の幅が引き出し導体31, 32間の距離よりも狭いが、図5に示すように、凹部53の幅が引き出し導体31, 32間の距離とほぼ一致していても構わない。このような構造は、引き出し導体31, 32をマスクとして樹脂絶縁層15Bをエッチバックすることにより得られる。

40

【0043】

さらに、図3に示した例では、凹部53の内部に樹脂絶縁層15Cが埋め込まれているが、図6に示すように、樹脂絶縁層15Bと15Cとの間に他の樹脂絶縁層15Eを介在させ、凹部53の内部にこの樹脂絶縁層15Eを埋め込む構造としても構わない。これによれば、凹部53による凹凸形状が樹脂絶縁層15Cの表面にほとんど反映されなくなることから、スパイラル導体22が形成される樹脂絶縁層15Cの平坦性を高めることが可能となる。

【0044】

50

さらに、図3に示した例では、凹部53が樹脂絶縁層15Bを貫通していないが、図7に示すように、樹脂絶縁層15Bの下部に他の樹脂絶縁層15Fを介在させ、凹部53が樹脂絶縁層15Bを貫通していても構わない。これによれば、樹脂絶縁層15Aに形成されるスパイラル導体21に影響を与えることなく、樹脂絶縁層15B（及び樹脂絶縁層15F）の表面に沿った引き出し導体31，32間の距離をより長くすることが可能となる。

【0045】

この場合、図8に示すように、樹脂絶縁層15Fにも凹部54を設け、凹部53，54の全体としての深さをより大きくしても構わない。これによれば、樹脂絶縁層15B（及び樹脂絶縁層15F）の表面に沿った引き出し導体31，32間の距離がよりいっそう長くなることから、さらに高い耐圧を得ることが可能となる。

10

【0046】

このように、本実施形態によるコモンモードチョークコイル100は、引き出し導体31，32の平面的な距離が非常に近いにもかかわらず、高い耐圧を得ることが可能となる。しかも、第1及び第2のスパイラル導体21，22間に複数の樹脂絶縁層15B，15C（及び樹脂絶縁層15E，15F（図6～図8参照））が設けられており、これによって、第1のスパイラル導体21と第2のスパイラル導体22との距離が確保されている。このため、第1及び第2のスパイラル導体21，22間に生じる寄生容量が低減されることから、ディファレンシャルモード信号に対するカットオフ周波数を高めることが可能となる。

20

【0047】

特に限定されるものではないが、第1及び第2のスパイラル導体21，22間に介在する樹脂絶縁層15B，15C（及び樹脂絶縁層15E，15F）の合計厚さは、10 $\mu$ m以上であることが好ましく、20 $\mu$ m程度であることが特に好ましい。これによれば、寄生容量が十分に低減されることから、カットオフ周波数を例えば5GHz以上とすることが可能となる。

【0048】

次に、本実施形態によるコモンモードチョークコイル100の製造方法について説明する。

【0049】

図9は、本実施形態によるコモンモードチョークコイル100の製造工程を示すフローチャートである。

30

【0050】

まず、第1の磁性基板11Aを用意する（ステップS1）。第1の磁性基板11Aとしては、多数のチップを同時形成可能なウェハ状の基板を用いることが好ましい。次に、磁性基板11A上に感光性樹脂（例えば感光性ポリイミド樹脂）をスピンコートし（ステップS2）、これを露光・現像することによって（ステップS3）、開口25を有する第1の樹脂絶縁層15Aを形成する。そして、蒸着法又はスパッタリング法により下地導電層を形成し、これを給電体としたメッキを行うことにより第1の樹脂絶縁層15A上に第1のスパイラル導体21を形成する（ステップS4）。この場合、下地導電層の全表面にレジストを形成し、フォトリソグラフィー法によって所定領域の下地導電層を露出させた後、メッキを行っても構わないし、或いは、フォトリソグラフィー法によって下地導電層をパターンニングした後、メッキを行っても構わない。このようなステップS2～S4を繰り返し実行することにより、図2に示した層構造体12が形成される。

40

【0051】

ここで、第2の樹脂絶縁層15Bの形成においては、感光性樹脂の露光及び現像により、開口25及び凹部53を同時に形成することができる。凹部53の深さとして、樹脂絶縁層15Bを貫通しない深さに設定する場合には（図3参照）、露光時に使用するマスクの開口幅を十分に狭く設定すればよい。マスクの開口幅を狭く設定すれば、当該領域における感光性樹脂の上部が未硬化状態、下部が硬化状態となることから、樹脂絶縁層15B

50



を貫通しない深さの凹部 5 3 を形成することができる。

【 0 0 5 2 】

また、第 3 の樹脂絶縁層 1 5 C の形成においては、未硬化状態の感光性樹脂が凹部 5 3 の内部に埋め込まれることから、凹部 5 3 にはほとんど空洞は残らない。

【 0 0 5 3 】

このようにして第 1 の磁性基板 1 1 A 上に層構造体 1 2 を形成した後、開口 2 5 に磁性体 2 6 を埋め込み (ステップ S 5)、さらに第 2 の磁性基板 1 1 B を貼り付ける (ステップ S 6)。そして、ダイシングにより個別のチップに分割した後、端子電極 1 4 a ~ 1 4 d を形成すれば (ステップ S 7)、本実施形態による共通モードチョークコイル 1 0 0 が完成する。

10

【 0 0 5 4 】

ここで、感光性樹脂のスピンコートにおいて高い平坦性を得るためには、塗布液の粘度を十分に低く調製する必要がある。その結果、1 回のスピンコートによって形成可能な樹脂絶縁層の厚さは数  $\mu\text{m}$  程度に制限される。このため、第 1 及び第 2 のスパイラル導体 2 1, 2 2 間の距離を 1 0  $\mu\text{m}$  以上、例えば 2 0  $\mu\text{m}$  程度とするためには、第 1 及び第 2 のスパイラル導体 2 1, 2 2 間に形成する樹脂絶縁層を複数層とする必要が生じる。つまり複数回のスピンコートを行う必要が生じる。このような場合には、図 6 ~ 図 8 に示したように、他の樹脂絶縁層 1 5 E, 1 5 F を追加すればよい。

【 0 0 5 5 】

尚、上記実施形態では、第 1 及び第 2 のスパイラル導体 2 1, 2 2 が円弧状であるが、本発明がこれに限定されるものではなく、図 1 0 に示すようにスパイラル導体が四角形状であっても構わない。さらに、図 1 1 に示すように、樹脂絶縁層 1 5 A 上に第 3 のスパイラル導体 4 1 を追加し、樹脂絶縁層 1 5 C 上に第 4 のスパイラル導体 4 2 を追加することも可能である。

20

【 0 0 5 6 】

第 3 のスパイラル導体 4 1 は他のスパイラル導体と磁気結合しない導体であり、その内周端は、第 2 の樹脂絶縁層 1 5 B を貫通するコンタクトホール 2 4 c を介して、第 1 の引き出し導体 3 1 に接続されている。すなわち、第 3 のスパイラル導体 4 1 は、第 1 の引き出し導体 3 1 を介して第 1 のスパイラル導体 2 1 に直列接続されている。第 3 のスパイラル導体 4 1 の外周端は、端子電極 1 4 c に接続されている。

30

【 0 0 5 7 】

第 4 のスパイラル導体 4 2 も他のスパイラル導体と磁気結合しない導体であり、その内周端は、第 3 の樹脂絶縁層 1 5 C を貫通するコンタクトホール 2 4 d を介して、第 2 の引き出し導体 3 2 に接続されている。すなわち、第 4 のスパイラル導体 4 2 は、第 2 の引き出し導体 3 2 を介して第 2 のスパイラル導体 2 2 に直列接続されている。第 4 のスパイラル導体 4 2 の外周端は、端子電極 1 4 d に接続されている。

【 0 0 5 8 】

このようなスパイラル導体 4 1, 4 2 を付加することにより、特性インピーダンスの調整を行うことができる。つまり、HDMI 等の高速インターフェースでは、IC 自体の構造が ESD (Electrostatic Discharge : 静電気放電) に対して脆弱であるため、その対策としてバリスタ、ツェナーダイオード等の容量性素子が伝送線路に挿入されることが多い。しかしながら、容量性素子を伝送線路に挿入すると、当該伝送線路を伝わる信号、特に高周波 (2 0 0 MHz 以上) や高速のパルス信号が反射、減衰してしまうという問題がある。これは、容量性素子を伝送線路に挿入した場合、容量性素子が有する容量成分により、伝送線路における容量性素子を挿入した位置での特性インピーダンスが低下して、当該位置にてインピーダンス不整合となることに起因するものである。

40

【 0 0 5 9 】

このようなインピーダンスの不整合は、図 1 1 に示す共通モードチョークコイルを用いることにより解消することが可能である。しかも、図 1 1 に示す共通モードチョークコイルは、第 3 のスパイラル導体 4 1 と第 4 のスパイラル導体 4 2 がほぼ線対称な関係を

50

有していることから、両者のインダクタンスのばらつきを低減することができ、特性インピーダンスの低下を確実に抑制することができる。

【0060】

また、第1のスパイラル導体21と第3のスパイラル導体41は、互いの内周端において接続されており、同様に、第2のスパイラル導体22と第4のスパイラル導体42は、互いの内周端において接続されている。このため、両者を接続するためには必ず別の層に形成された引き出し導体31, 32を経由する必要があるため、両者を接続する配線距離は必然的に長くなる。このため、この部分において第1のスパイラル導体21と第2のスパイラル導体22の磁氣的結合が大きく低下することになる。図11に示す例では、そのような磁氣的結合が大きく低下する部分に第3及び第4のスパイラル導体41, 42を設けていることから、第1及び第2のスパイラル導体21, 22と、第3及び第4のスパイラル導体41, 42との磁氣結合を確実に抑制することができる。

10

【0061】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、上記の実施形態に限定されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に含まれるものであることはいうまでもない。

【0062】

例えば、上記実施形態では、感光性樹脂をスピコートした後、これを露光・現像することによって開口及び凹部を有する樹脂絶縁層を形成しているが、樹脂絶縁層に開口及び凹部を形成する方法としてはこれに限定されるものではない。例えば、スピコートによって樹脂絶縁層を形成した後、感光性レジストを形成し、これをマスクとしてエッチングを行うことによって樹脂絶縁層に開口及び凹部を形成しても構わない。或いは、スピコートによって樹脂絶縁層を形成した後、レーザビームを照射することによって樹脂絶縁層に開口及び凹部を形成しても構わない。また、絶縁層の材料としては樹脂材料に限定されるものではなく、他の絶縁材料を用いても構わない。

20

【0063】

また、上記実施形態では、引き出し導体31, 32が一对のスパイラル導体21, 22間に位置しているが、本発明がこれに限定されるものではない。したがって、引き出し導体31, 32がスパイラル導体21の下方に位置していても構わないし、スパイラル導体22の上方に位置していても構わない。但し、引き出し導体31, 32をスパイラル導体21, 22間に配置すれば、全体の厚みを抑制しつつ、スパイラル導体21, 22間の距離を拡大することが可能となる。

30

【0064】

さらに、上記実施形態では、樹脂絶縁層15A~15Dに開口25が設けられ、ここに磁性体26が挿入されているが、本発明においてこのような開口及び磁性体を設けることは必須でない。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】本発明の好ましい実施形態によるコモンモードチョークコイル100の構成を示す略斜視図である。

40

【図2】層構造体12の略分解斜視図である。

【図3】図2に示す領域Xの一例を示す略断面図である。

【図4】図2に示す領域Xの他の例を示す略断面図である。

【図5】図2に示す領域Xのさらに他の例を示す略断面図である。

【図6】図2に示す領域Xのさらに他の例を示す略断面図である。

【図7】図2に示す領域Xのさらに他の例を示す略断面図である。

【図8】図2に示す領域Xのさらに他の例を示す略断面図である。

【図9】コモンモードチョークコイル100の製造工程を示すフローチャートである。

【図10】層構造体12の一変形例を示す略分解斜視図である。

【図11】層構造体12の他の変形例を示す略分解斜視図である。

50

【図12】一般的な差動伝送回路の回路図である。

【図13】(a)はスパイラル導体が四角形状である場合における引き出し電極の形成位置を示す模式的な平面図、(b)及び(c)はスパイラル導体が円弧状である場合における引き出し導体の形成位置を示す模式的な平面図である。

【符号の説明】

【0066】

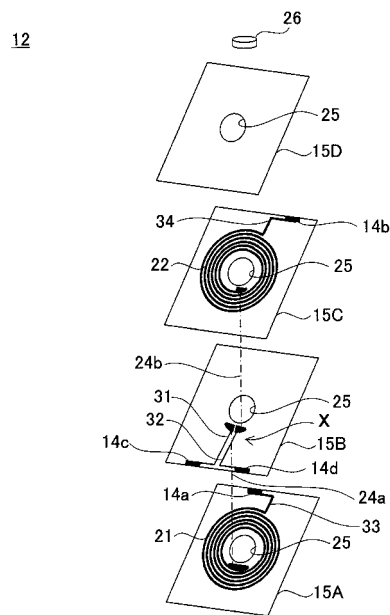
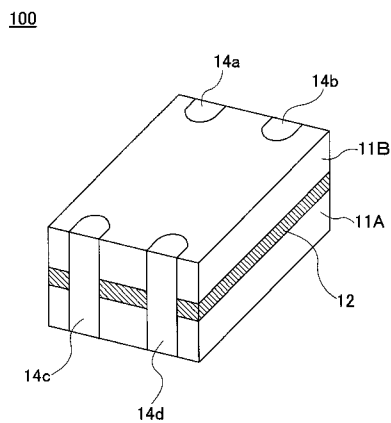
- 11A 第1の磁性基板
- 11B 第2の磁性基板
- 12 層構造体
- 14a ~ 14d 端子電極
- 15A ~ 15F 樹脂絶縁層
- 21 第1のスパイラル導体
- 22 第2のスパイラル導体
- 24a ~ 24d コンタクトホール
- 25 開口
- 26 磁性体
- 31 ~ 34 引き出し導体
- 41 第3のスパイラル導体
- 42 第4のスパイラル導体
- 51 第1の部分
- 52 第2の部分
- 53, 54 凹部
- 100 コモンモードチョークコイル

10

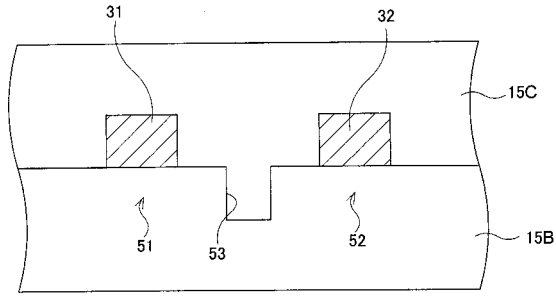
20

【図1】

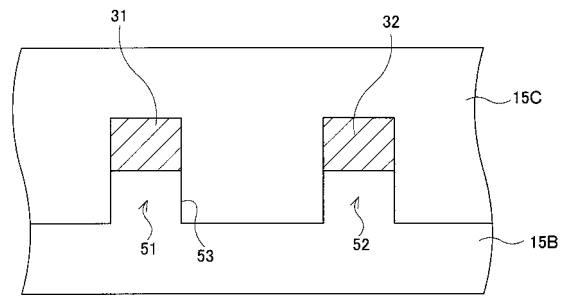
【図2】



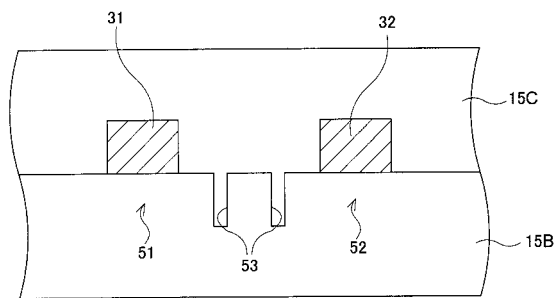
【図3】



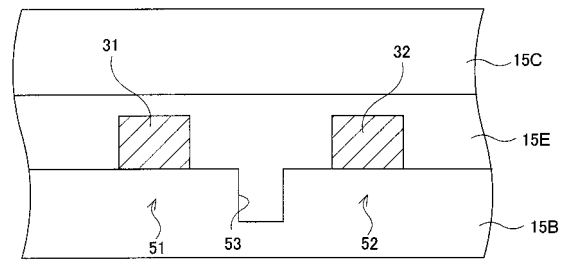
【図5】



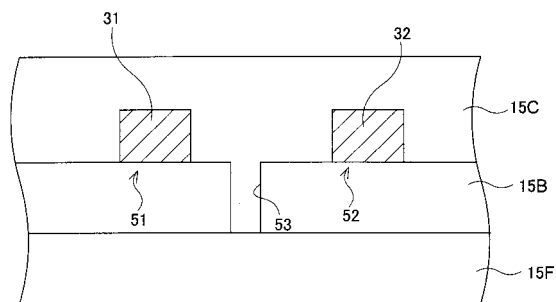
【図4】



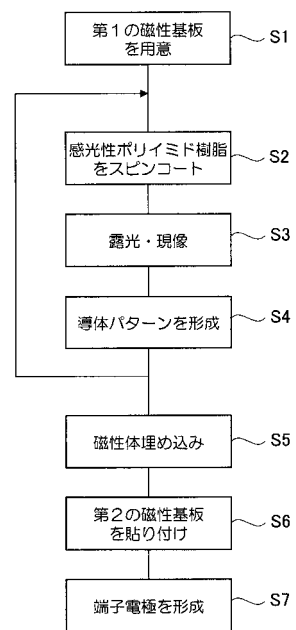
【図6】



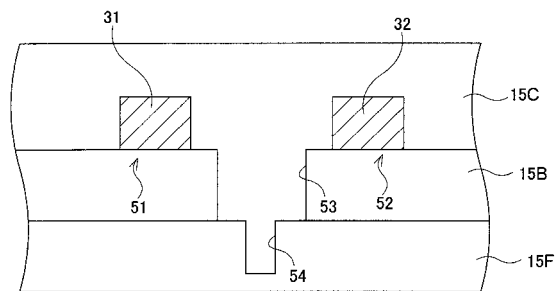
【図7】



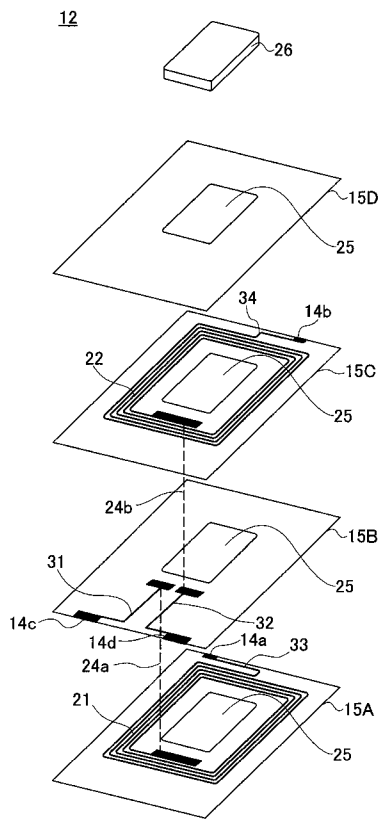
【図9】



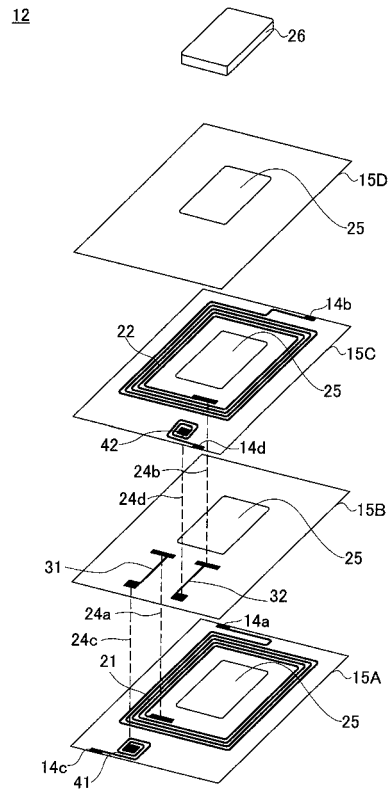
【図8】



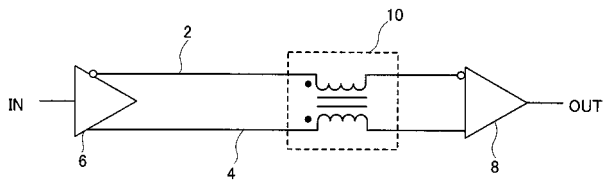
【 図 1 0 】



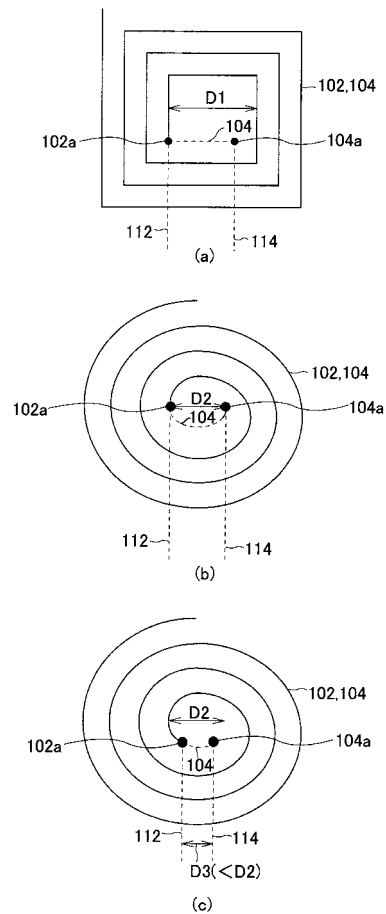
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



## フロントページの続き

審査官 田中 純一

- (56)参考文献 特開2006-147615(JP,A)  
特開2002-368069(JP,A)  
国際公開第00/058205(WO,A1)  
特開2007-123352(JP,A)  
特開平11-340041(JP,A)  
特開2006-140229(JP,A)  
特開2003-077740(JP,A)  
実開平03-048262(JP,U)  
特開2004-158599(JP,A)  
特開2008-288505(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 5/00 - 5/06  
H01F 17/00 - 21/12  
H01F 27/00 - 27/02  
H01F 27/06 - 27/08  
H01F 27/28 - 27/32  
H01F 27/36  
H01F 27/42  
H01F 30/00  
H01F 38/42  
H01F 41/00 - 41/04  
H01F 41/08 - 41/12