

(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2008-98625
(P2008-98625A)

(43) 公開日 平成20年4月24日(2008.4.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1F 17/04 (2006.01)	HO1F 17/04 A	5E043
HO1F 17/00 (2006.01)	HO1F 17/00 B	5E070
HO1F 27/29 (2006.01)	HO1F 17/04 F	
HO1F 37/00 (2006.01)	HO1F 15/10 C	
HO1F 27/28 (2006.01)	HO1F 37/00 N	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-236770 (P2007-236770)
 (22) 出願日 平成19年9月12日 (2007.9.12)
 (31) 優先権主張番号 特願2006-247050 (P2006-247050)
 (32) 優先日 平成18年9月12日 (2006.9.12)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 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 100079441
 弁理士 広瀬 和彦
 (72) 発明者 山長 功
 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 工藤 和秀
 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) 5E043 AA08 BA01 EA01 EB01
 5E070 AA01 AB01 BA12 CB02 CB12
 CB17 EA01 EB03 EB04

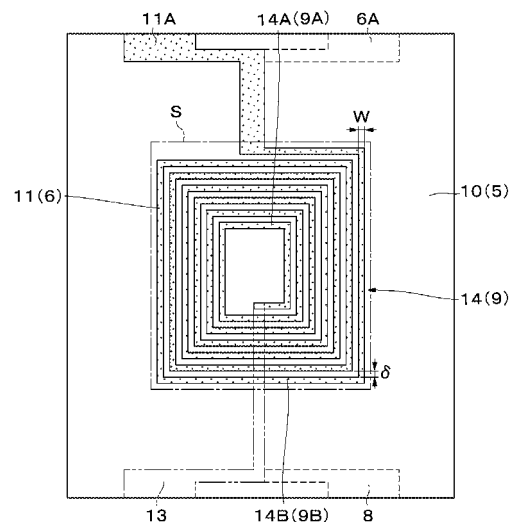
(54) 【発明の名称】 コモンモードチョークコイル

(57) 【要約】

【課題】 小型で、かつ高周波のノイズを除去可能なコモンモードチョークコイルを提供する。

【解決手段】 コモンモードチョークコイル1は、第1、第2の磁性体基板2、3の間に積層体4を設けて構成する。また、積層体4は、第1の絶縁層5、1次コイル9、コイル間絶縁層10、2次コイル14、第2の絶縁層15等を積み重ねることによって形成する。そして、各コイル9、14は、渦巻状のコイルパターン6、11を用いて形成すると共に、コイルパターン6、11の線路の幅寸法Wを1~25μmの範囲内の値に設定し、隣合う線路の間隔寸法を16μm以下に設定する。これにより、各コイル9、14の面積を小さくして、各コイル9、14の浮遊容量を低下させることができる。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の磁性体基板と、

該第 1 の磁性体基板の表面に形成され、第 1 の絶縁層、1 次コイル、コイル間絶縁層、2 次コイルおよび第 2 の絶縁層を厚さ方向に積み重ねた積層体と、

前記第 1 の磁性体基板との間に該積層体を挟む第 2 の磁性体基板とを備えたコモンモードチョークコイルにおいて、

前記 1 次コイル、2 次コイルは、渦巻状のコイルパターンを用いて形成し、

該コイルパターンは、その線路の幅寸法を $1 \sim 25 \mu\text{m}$ の範囲内の値に設定し、かつ隣合う線路の間隔寸法を $16 \mu\text{m}$ 以下に設定し、

該コイルパターンの外形の面積は、 $0.19 \sim 0.38 \text{m}^2$ の範囲内の値に設定したことを特徴とするコモンモードチョークコイル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、2 枚の磁性体基板の間に挟まれた状態で 2 つのコイルが厚さ方向に対向して配置されたコモンモードチョークコイルに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、コモンモードチョークコイルとして、第 1 の磁性体基板と、該第 1 の磁性体基板の表面に形成され、第 1 の絶縁層、1 次コイル、コイル間絶縁層、2 次コイルおよび第 2 の絶縁層を厚さ方向に積み重ねた積層体と、前記第 1 の磁性体基板との間に該積層体を挟む第 2 の磁性体基板とを備えたものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。このような従来技術によるコモンモードチョークコイルでは、1 次コイル、2 次コイルに互いに同じ方向の信号が伝搬するコモンモードに対して、インピーダンス（コモンモードインピーダンス）が高くなる。これに対し、1 次コイル、2 次コイルに互いに逆方向の信号が伝搬するノーマルモードに対して、インピーダンス（ノーマルモードインピーダンス）が低くなる。これにより、コモンモードチョークコイルは、ノーマルモードの信号を通過させるのに対し、コモンモードのノイズを除去する構成となっている。

【0003】

【特許文献 1】特開 2001-160510 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、近年、小型液晶の高解像度化に伴って差動信号の高周波化が進んでいる。また、映像と音声を 1 本のケーブルで出力可能な超高速差動伝送方式 H D M I（High Definition Multimedia Interface）のモバイル機器への搭載が進められている。このため、小型で高周波のノイズを除去可能なコモンモードチョークコイルが要求されている。

【0005】

特に、C I S P R（国際無線障害特別委員会）において、新たに $1 \sim 6 \text{GHz}$ での輻射ノイズに関する規格が制定されることに伴って、 $1 \sim 6 \text{GHz}$ の高周波帯域におけるノイズ除去効果の高いコモンモードチョークコイルが望まれている。

【0006】

一方、小型で、かつ高周波のコモンモードノイズの除去効果が高いコモンモードチョークコイルを実現するためには、1 次コイルと 2 次コイルのそれぞれについて浮遊容量を削減する必要がある。しかし、従来技術では、例えば 1GHz 以上の高周波帯域でのコイルの浮遊容量を削減する方法が提示されておらず、小型で高周波のノイズを除去可能なコモンモードチョークコイルは提供されていなかった。

【0007】

本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、本発明の目的は、小型で、か

10

20

30

40

50

つ高周波のノイズを除去可能なコモンモードチョークコイルを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した課題を解決するために、請求項1の発明は、第1の磁性体基板と、該第1の磁性体基板の表面に形成され、第1の絶縁層、1次コイル、コイル間絶縁層、2次コイルおよび第2の絶縁層を厚さ方向に積み重ねた積層体と、前記第1の磁性体基板との間に該積層体を挟む第2の磁性体基板とを備えたコモンモードチョークコイルにおいて、前記1次コイル、2次コイルは、渦巻状のコイルパターンを用いて形成し、該コイルパターンは、その線路の幅寸法を1～25 μm の範囲内の値に設定し、かつ隣合う線路の間隔寸法を16 μm 以下に設定し、該コイルパターンの外形の面積は、0.19～0.38 mm^2 の範囲内の値に設定したことを特徴としている。

10

【発明の効果】

【0009】

請求項1の発明によれば、1次コイル、2次コイルを渦巻状をなすコイルパターンを用いて形成したから、コイルパターンの内周側と外周側との間には、大きな電位差が生じる。このため、コイルパターンの内周側と外周側との間には、他の部位に比べて、多数の電気力線が形成されるから、この電気力線によって大きな浮遊容量が生じ易い。

【0010】

これに対し、本発明のコイルパターンは、その線路の幅寸法を1～25 μm の範囲内の値に設定している。これにより、例えば線路の幅寸法を30 μm 以上に設定した場合に比べて、コイルパターンの内周側と外周側との間の距離寸法が小さくなるから、これらの間に生じる容量はこの距離寸法に反比例して大きくなる傾向がある。一方、コイルパターンの内周側と外周側との間の距離寸法が小さくなると、コイルパターンの占める面積はこの距離寸法の2乗に比例して小さくなると共に、コイルパターンの内周側と外周側との間に生じる容量はコイルパターンの面積に比例して小さくなる傾向がある。

20

【0011】

これら2つの関係から、コイルパターンの内周側と外周側との間に生じる容量は、コイルパターンの内周側と外周側との間の距離寸法に比例して小さくなる傾向がある。この結果、コイルパターンの周囲に形成される浮遊容量を小さくすることができるから、1次コイル、2次コイルの自己共振周波数を高周波側に移動させることができ、高周波のコモンモードノイズに対する減衰量を増加させることができる。これにより、全体の外形形状を小型化しつつ、例えば1GHz以上の高周波のコモンモードノイズに対する除去効果を高めることができる。

30

【0012】

また、コイルパターンは、隣合う線路の間隔寸法を16 μm 以下に設定したから、コイルパターンの内周側と外周側との間の距離寸法を小さくできると共に、コイルパターンの占める面積を小さくすることができる。このため、コイルパターンの周囲に形成される浮遊容量を小さくして、高周波のコモンモードノイズに対する減衰量を増加させることができる。

【0013】

さらに、コイルパターンの外形の面積が大きくなるに従って、コモンモードインピーダンスが増加し、コモンモードノイズの除去効果が向上する。これに対し、コイルパターンの外形の面積が大きくなるに従って、ノーマルモード信号のカットオフ周波数が低下し、ノーマルモードで伝送可能な信号の周波数が低下する。これに対し、本発明では、コイルパターンの外形の面積を0.19 mm^2 以上に設定したから、コモンモードインピーダンスを一般的に必要最小限な値となる35以上にするすることができる。また、コイルパターンの外形の面積を0.38 mm^2 以下に設定したから、ノーマルモードの信号のカットオフ周波数を6GHz以上にすることができる。これにより、ノーマルモードで伝送可能な信号の周波数を高めることができ、伝送可能な信号のビットレートを向上することができる。

40

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態によるコモンモードチョークコイルについて添付図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0015】

図1ないし図4に示すように、コモンモードチョークコイル1は、第1、第2の磁性体基板2、3と該磁性体基板2、3の間に挟まれた積層体4とによって構成されている。ここで、磁性体基板2、3は、フェライト等の磁性体材料を用いて形成されている。特に、磁性体基板2、3にフェライトを使用した場合には、コモンモードチョークコイル1は高インダクタンスで、高周波特性が優れたものになる。また、磁性体基板2、3は、例えば1.4程度の誘電率（比誘電率）を有している。

10

【0016】

積層体4は、後述する絶縁層5、10、15、コイル9、14等を厚み方向に積み重ねることによって形成されている。

【0017】

第1の絶縁層5は、磁性体基板2の表面に位置して、スピン塗布法、スクリーン印刷等の方法を用いて形成されている。絶縁層5は、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、環状オレフィン樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂等の種々の樹脂材料、またはSiO₂等のガラス、ガラスセラミックス、誘電体材料等の非磁性体の絶縁材料が用いられる。絶縁層5の材料は、その目的に応じて複数材料を組み合わせたものを使用してもよい。そして、絶縁層5は、磁性体基板2の誘電率よりも低い値として例えば3.3程度の誘電率（比誘電率）を有している。

20

【0018】

コイルパターン6は、第1の絶縁層5の表面に設けられ、後述の引出パターン8等と共に1次コイル9を構成している。コイルパターン6の材料には、導電性に優れた材料として、例えばAg、Pd、Cu、Al等の金属、またはこれらの合金等が採用される。コイルパターン6等の電極材料と絶縁層5等の絶縁材料との組み合わせは、加工性・密着性等を考慮して選択するのが望ましい。

【0019】

そして、コイルパターン6は、絶縁層5の表面に導電性材料膜を形成した後に、レジストの塗布、露光、現像、エッチング等の一連のフォトリソグラフィ技術を用いて渦巻形状に形成される。なお、導電性材料膜は、スパッタリング、真空蒸着等の薄膜形成法、またはスクリーン印刷等の厚膜形成法といった成膜技術を用いて形成される。

30

【0020】

また、渦巻状のコイルパターン6の中心位置は、例えば磁性体基板2、3の中心位置とほぼ一致している。そして、コイルパターン6のうち外周側の端部は、絶縁層5の外縁側に位置して引出電極部6Aとなっている。一方、コイルパターン6のうち内周側の端部は、後述する引出パターン8に電氣的に接続されている。

【0021】

このとき、図4に示すように、コイルパターン6の線路の幅寸法Wは、1μm以上で25μm以下の範囲内の値（例えば16μm）に設定されている。また、コイルパターン6は、複数回に亘って巻回した渦巻状に形成されると共に、互いに隣合う内周側の線路と外周側の線路との間隔寸法は、これらの線路間の絶縁が確保できる範囲（例えば1μm以上）で16μm以下の値（例えば16μm）に設定されている。これにより、例えば磁性体基板2、3の面積を1mm²としたときに、コイルパターン6の外形の面積Sは0.27mm²程度となり、例えば線路の幅寸法Wを33μmに設定した場合に比べて、40%程度の面積を有している。

40

【0022】

この場合、後述するように、コモンモードインピーダンスZcおよびノーマルモード信号のカットオフ周波数Fcを考慮すると、コイルパターン6の外形の面積Sは、0.19

50

mm^2 以上で 0.38mm^2 以下の範囲内の値に設定するものである。

【0023】

そして、図2および図3に示すように、コイルパターン6の表面には、例えば絶縁層5と同じ材料を用いて層間絶縁層7が形成される。層間絶縁層7には、例えばフォトリソグラフィ技術を用いて複数のビアホール7Aが形成されている。このとき、ビアホール7Aは、層間絶縁層7を貫通した状態で形成され、例えばコイルパターン6の内周側の端部と対応した位置に配置されている。

【0024】

なお、フォトリソグラフィ技術を用いる場合には、層間絶縁層7の材料として感光性機能を付加した材料が用いられる。本実施の形態では、層間絶縁層7は、例えば感光性のポリイミド樹脂材料が用いられる。

10

【0025】

また、層間絶縁層7の表面には、層間絶縁層7の内側から外縁側に向けて延びる引出パターン8が形成されている。このとき、引出パターン8の一端側は、ビアホール7Aを介してコイルパターン6の内周側の端部に電氣的に接続されている。一方、引出パターン8の他端側は、層間絶縁層7の外縁側に位置して引出電極部8Aとなっている。また、引出電極部8Aは、例えばコイルパターン6を挟んで引出電極部6Aとは図2中の前、後方向の反対側に配置されている。

【0026】

そして、コイルパターン6および引出パターン8によって、1次コイル9が形成されている。

20

【0027】

コイル間絶縁層10は、引出パターン8の表面に位置して、例えば絶縁層5、7と同じ材料を用いて成膜されている。そして、コイル間絶縁層10は、1次コイル9と2次コイル14との間を絶縁している。

【0028】

コイル間絶縁層10の表面には、1次コイル9と同様な成膜工程等を繰返すことによって、コイルパターン6、層間絶縁層7、引出パターン8とほぼ同様な、コイルパターン11、層間絶縁層12、引出パターン13がそれぞれ形成されている。

【0029】

このため、図4に示すように、コイルパターン11の線路の幅寸法Wも、コイルパターン6とほぼ同様に、 $1\sim 25\mu\text{m}$ の範囲内の値(例えば $16\mu\text{m}$)に設定されている。また、コイルパターン11の隣合う線路の間隔寸法は、これらの線路間の絶縁が確保できる範囲で $16\mu\text{m}$ 以下の値(例えば $16\mu\text{m}$)に設定されている。さらに、コイルパターン11の外形の面積Sも、コイルパターン6と同様に、 0.19mm^2 以上で 0.38mm^2 以下の範囲内の値に設定するものである。

30

【0030】

但し、コイルパターン11と引出パターン13の引出電極部11A、13Aは、コイルパターン6と引出パターン8の引出電極部6A、8Aと異なる位置として、例えば引出電極部6A、8Aから図2中の左、右方向に離間した位置に配置されている。

40

【0031】

そして、コイルパターン11および引出パターン13によって、2次コイル14が形成されている。また、コイルパターン11は、その中心位置が磁性体基板2、3の中心位置とほぼ一致すると共に、コイル間絶縁層10等を挟んでコイルパターン6と対面した状態で配置されている。これにより、1次コイル9と2次コイル14とは、厚さ方向に積層された状態で磁氣的に密接に結合するものである。

【0032】

第2の絶縁層15は2次コイル14と第2の磁性体基板3との間に位置して、例えば第1の絶縁層5と同じ材料を用いて形成されている。このため、第2の絶縁層15も、第1の絶縁層5と同様に、磁性体基板3の誘電率よりも低い値として例えば3.3程度の誘電

50

率を有している。

【0033】

また、第2の絶縁層15は、例えば熱硬化性のポリイミド樹脂が用いられ、第2の磁性体基板3を2次コイル14の表面に接着するための接着剤を兼ねている。即ち、コモンモードチョークコイル1の製造時には、まず第1の磁性体基板2の表面に、第1の絶縁層5、1次コイル9、コイル間絶縁層10、2次コイル14を成膜工程等を繰返して積み重ねる。その後、第2の磁性体基板3の裏面側に接着剤としての第2の絶縁層15を塗布した後に、2次コイル14（引出パターン13）の表面に第2の磁性体基板3の裏面側を貼り合わせる。このとき、第2の磁性体基板3の接合は、真空中または不活性ガス中にて加熱、加圧した状態で行い、冷却後に圧力を解除するものである。

10

【0034】

これにより、第2の絶縁層15は、2次コイル14と第2の磁性体基板3との間に配置される。この結果、第1、第2の磁性体基板2、3の間には、第1、第2の絶縁層5、15、1次コイル9、2次コイル14、コイル間絶縁層10からなる積層体4が形成される。

【0035】

なお、1次コイル9、2次コイル14のインダクタンスの取得効率を高めるためには、各絶縁層5、7、10、12、15の厚さ寸法はそれぞれ例えば10 μ m以下に設定するのが好ましい。

【0036】

図1に示すように、コモンモードチョークコイル1の後側端面には外部電極16、17が設けられ、前側端面には外部電極18、19が設けられている。外部電極16、17、18、19はそれぞれ引出電極部6A、11A、8A、13Aに電気的に接続されている。外部電極16～19は、例えばAg、Cu、NiCrまたはNiCu等の材料を含む導電性ペーストを塗布したり、これらの材料を蒸着、スパッタリング、無電解めっき等の手段にて形成され、コモンモードチョークコイル1の端面に堅固に密着している。さらに、必要であれば、例えば湿式電解めっきによりNi、Sn、Sn-Pb等の金属膜を形成し、外部電極16～19の膜厚を厚くしてもよい。

20

【0037】

本実施の形態によるコモンモードチョークコイル1は上述の如き構成を有するもので、次にコイルパターン6、11の線路の幅寸法Wと浮遊容量との関係について、図4ないし図8を参照しつつ検討する。

30

【0038】

まず、図6および図7に示す比較例によるコモンモードチョークコイル21について検討する。比較例のコモンモードチョークコイル21では、1次コイル9、2次コイル14のコイルパターン22、23は、その線路の幅寸法Wが例えば33 μ mに設定されている。また、コイルパターン22、23の隣合う線路の間隔寸法は、16 μ mに設定されている。この比較例について、コモンモードノイズの減衰量S_{cc21}の周波数特性を測定した。その結果を図8中に点線で示す。

【0039】

図8の結果より、比較例のコモンモードチョークコイル21では、800MHz付近で減衰量が最大（28dB程度）となり、それよりも高周波側では減衰量S_{cc21}が低下する。このため、例えば2GHz付近では減衰量S_{cc21}が13dB程度になっている。この理由は、1次コイル9や2次コイル14に並列接続された状態で浮遊容量が生じるためと考えられる。即ち、信号の周波数が高くなるに従って、各コイル9、14のインダクタンスは増加する。一方、信号の周波数が高くなるに従って、浮遊容量によるインピーダンスは低下する。このため、高周波側ではコモンモードインピーダンスZ_cに対する浮遊容量の影響が大きくなり、コモンモードインピーダンスZ_cが減少し、コモンモードノイズの減衰量S_{cc21}が低下するものと考えられる。

40

【0040】

50

ここで、浮遊容量は、各コイル 9, 14 の周囲、各コイル 9, 14 と外部電極 16 ~ 19 との間等のように種々の箇所が生じる。しかし、従来技術では、大きな浮遊容量が生じる箇所を十分に特定できていなかった。

【0041】

本発明者達の鋭意検討の結果として、各コイル 9, 14 の内周側 9A, 14A と外周側 9B, 14B との間（コイルパターン 22, 23 の内周側と外周側との間）に大きな浮遊容量 C が生じることが分かった。これは、例えば 1 次コイル 9 の内周側 9A と外周側 9B は、それぞれ 1 次コイル 9 の両端に近く、他の部位に比べて、1 次コイル 9 の内周側 9A と外周側 9B との間に大きな電位差が生じることが原因と考えられる。即ち、図 7 に示すように、1 次コイル 9 の内周側 9A と外周側 9B との間には、他の部位に比べて、電位差 10 に応じて多数の電気力線 E が形成されるから、この電気力線 E によって大きな浮遊容量 C が生じ易い。この原因は、2 次コイル 14 についても同様である。

【0042】

このとき、1 次コイル 9、2 次コイル 14 のコイルパターン 22, 23 は略平面状に広がった渦巻形状をなしている。このため、各コイル 9, 14 の略全面に亘って、内周側 9A, 14A と外周側 9B, 14B との間に電気力線 E が形成される。従って、各コイル 9, 14 に生じる浮遊容量 C の大きさは、各コイル 9, 14 の内周側 9A, 14A と外周側 9B, 14B との間の距離に反比例すると共に、各コイル 9, 14 の占める面積に比例する関係がある。

【0043】

一方、各コイル 9, 14 の内周側 9A, 14A と外周側 9B, 14B との間の距離および各コイル 9, 14 の面積は、コイルパターン 22, 23 の線路の幅寸法 W および間隔寸法 20 によって決定される。

【0044】

ここで、比較例（従来技術）では、コイルパターン 22, 23 の線路の幅寸法 W はいずれも $33 \mu\text{m}$ ($25 \mu\text{m}$ 以上) に設定している。この理由は、各コイル 9, 14 の抵抗成分を減少させるために、線路の幅寸法 W をできるだけ大きな値に設定していたためである。

【0045】

これにより、比較例では、線路の幅寸法 W に比例して各コイル 9, 14 の内周側 9A, 14A と外周側 9B, 14B との間の距離が大きくなると共に、線路の幅寸法 W の 2 乗に比例して各コイル 9, 14 の面積が大きくなる。この関係から、比較例では、各コイル 9, 14 に生じる浮遊容量 C は、各コイル 9, 14 の内周側 9A, 14A と外周側 9B, 14B との間の距離寸法に比例して大きくなる傾向がある。この結果、1 GHz 以上の高周波信号に対するコモンモードノイズの減衰量 S_{cc21} が低下するという問題があった。

【0046】

次に、本実施の形態によるコモンモードチョークコイル 1 について検討する。図 4 および図 5 に示す本実施の形態によるコモンモードチョークコイル 1 では、1 次コイル 9、2 次コイル 14 のコイルパターン 6, 11 は、その線路の幅寸法 W が $16 \mu\text{m}$ に設定されている。また、コイルパターン 6, 11 の隣合う線路の間隔寸法 40 は、 $16 \mu\text{m}$ に設定されている。この実施の形態について、コモンモードノイズの減衰量 S_{cc21} の周波数特性を測定した。その結果を図 8 中に実線で示す。

【0047】

図 8 の結果より、実施の形態のコモンモードチョークコイル 1 では、線路の幅寸法 W を $16 \mu\text{m}$ に設定したときには、1 GHz 付近で減衰量が最大 (26 dB 程度) となると共に、1 GHz 以上の高周波側の減衰量は、比較例の場合よりも増加している。

【0048】

このように、各コイルパターン 6, 11 の幅寸法 W を減少させることによって、減衰量 S_{cc21} のピークが高周波側に移動すると共に、1 GHz 以上の高周波側の減衰量 S_{cc21} が増加することが分かる。

10

20

30

40

50

【0049】

この理由は、各コイルパターン6, 11の幅寸法 W を減少させることによって、各コイル9, 14の内周側9A, 14Aと外周側9B, 14Bとの間(コイルパターン6, 11の内周側と外周側との間)の距離寸法が減少すると共に、各コイル9, 14の面積が減少したためと考えられる。即ち、各コイル9, 14の周囲に形成される浮遊容量 C は、各コイル9, 14の内周側9A, 14Aと外周側9B, 14Bとの間の距離寸法に反比例して大きくなるものの、各コイル9, 14の面積に比例して小さくなる。このとき、各コイル9, 14の面積は、各コイル9, 14の内周側9A, 14Aと外周側9B, 14Bとの間の距離寸法の2乗に比例するから、各コイル9, 14の浮遊容量 C は、各コイル9, 14の内周側9A, 14Aと外周側9B, 14Bとの間の距離寸法に比例して小さくなる傾向がある。

10

【0050】

この結果、本実施の形態では、各コイル9, 14の内周側9A, 14Aと外周側9B, 14Bとの間の浮遊容量 C を低下させることができ、1GHz以上の高周波信号に対するコモンモードノイズの減衰量 S_{cc21} を増加させることができる。

【0051】

なお、コイルパターン6, 11の線路の幅寸法 W を小さくすると、各コイルパターン6, 11の単位長さ当りの直流抵抗は大きくなり、ノーマルモードインピーダンスが大きくなる傾向がある。しかし、コイルパターン6, 11の線路の幅寸法 W を小さくすると、単位長さ当りのインダクタンスの取得効率が上がるため、同じインピーダンスを取得するために必要なコイルパターン6, 11の全長は短くなる。従って、従来技術に比べてコイルパターン6, 11の線路の幅寸法 W を小さい値に設定した場合でも、コイルパターン6, 11の全長に対する直流抵抗は、従来技術の場合とほぼ同程度となる。

20

【0052】

このため、各コイルパターン6, 11の線路の幅寸法 W は、断線が生じない範囲でできるだけ小さい値に設定するのが好ましい。また、例えば2GHzのコモンモードノイズに対して15dB以上の減衰量 S_{cc21} を確保するためには、各コイルパターン6, 11の線路の幅寸法 W は、少なくとも $25\mu\text{m}$ 以下に設定するのが好ましい。一方、各コイルパターン6, 11の隣合う線路の間隔寸法は、これらの線路間の絶縁が確保できる範囲でできるだけ小さい値に設定するのが好ましい。

30

【0053】

次に、コイルパターン6, 11の外形の面積 S とコモンモードインピーダンス Z_c およびノーマルモード信号のカットオフ周波数 F_c との関係について、図9を参照しつつ検討する。

【0054】

本実施の形態によるコモンモードチョークコイル1について、コイルパターン6, 11の外形の面積 S を種々の値に変化させると共に、このときのコモンモードインピーダンス Z_c およびノーマルモード信号のカットオフ周波数 F_c を測定した。この結果を図9に示す。

【0055】

なお、図9の測定では、1次コイル9、2次コイル14のコイルパターン6, 11は、その線路の幅寸法 W が $23\mu\text{m}$ に設定した。また、コイルパターン6, 11の隣合う線路の間隔寸法は、 $15\mu\text{m}$ に設定した。さらに、2つのコイルパターン6, 11の外形の面積 S は、いずれも同じ値に設定した。

40

【0056】

図9中に四角形のプロットで示すように、コイルパターン6, 11の外形の面積 S が大きくなるに従って、コモンモードインピーダンス Z_c が増加する。これに対し、図9中に円形のプロットで示すように、コイルパターン6, 11の外形の面積 S が大きくなるに従って、ノーマルモード信号のカットオフ周波数 F_c は低下する。このため、所望のコモンモードインピーダンス Z_c を得るために、コイルパターン6, 11の外形の面積 S が大き

50

くしたときには、挿入損失 S_{dd21} が増加してノーマルモード信号のカットオフ周波数 F_c が低下してしまい、ノーマルモードで伝送可能な信号の周波数が低下する傾向がある。

【0057】

そこで、本実施の形態では、コイルパターン 6, 11 の外形の面積 S は $0.19 \sim 0.38 \text{ mm}^2$ の範囲内の値に設定している。このようにコイルパターン 6, 11 の外形の面積 S を 0.19 mm^2 以上に設定したから、コモンモードインピーダンス Z_c を一般的に必要な最小限な値となる 35 以上にすることができる。また、コイルパターン 6, 11 の外形の面積 S を 0.38 mm^2 以下に設定したから、ノーマルモードの信号のカットオフ周波数 F_c を 6 GHz 以上にすることができる。これにより、ノーマルモードで伝送可能な信号の周波数を高めることができ、伝送可能な信号のビットレートを向上することができる。

10

【0058】

なお、図 9 には、コイルパターン 6, 11 の巻き数 (ターン数) を 4 回巻にした場合と 3 回巻にした場合とについて、それぞれの測定結果を示した。図 9 の結果より、コイルパターン 6, 11 の巻き数を増加させた方が、コイルパターン 6, 11 の外形の面積 S に対するコモンモードインピーダンス Z_c の取得効率が向上するものの、ノーマルモードの信号のカットオフ周波数 F_c は低下し易くなることが分かる。コイルパターン 6, 11 の巻き数を 4 回巻にした場合には、コイルパターン 6, 11 の外形の面積 S を $0.19 \sim 0.38 \text{ mm}^2$ の範囲内の値に設定したときでも、コモンモードインピーダンス Z_c を 35 ~ 90 程度までの広い範囲で設定することができる。

20

【0059】

かくして、本実施の形態では、コイルパターン 6, 11 の線路の幅寸法 W を従来技術に比べて小さい値として $1 \sim 2.5 \mu\text{m}$ の範囲内の値に設定したから、各コイル 9, 14 の内周側 9A, 14A と外周側 9B, 14B との間の距離寸法を小さくすることができる。

【0060】

また、コイルパターン 6, 11 は、隣合う線路の間隔寸法 G を $1.6 \mu\text{m}$ 以下に設定したから、これによっても、各コイル 9, 14 の内周側 9A, 14A と外周側 9B, 14B との間の距離寸法を小さくすることができる。

【0061】

このとき、各コイル 9, 14 の内周側 9A, 14A と外周側 9B, 14B との間に生じる浮遊容量は、各コイル 9, 14 の内周側 9A, 14A と外周側 9B, 14B との間の距離寸法に応じて変化する。このため、本実施の形態では、各コイル 9, 14 の周囲に形成される浮遊容量 C を、コイルパターン 6, 11 の線路の幅寸法 W および間隔寸法 G に応じて小さくすることができる。

30

【0062】

この結果、各コイルパターン 6, 11 の周囲に形成される浮遊容量 C を小さくすることができるから、1 次コイル 9、2 次コイル 14 の自己共振周波数を高周波側に移動させることができ、高周波のコモンモードノイズに対する減衰量 S_{cc21} を増加させることができる。これにより、全体の外形形状を小型化しつつ、例えば 1 GHz 以上の高周波のコモンモードノイズに対する除去効果を高めることができる。

40

【0063】

また、コイルパターン 6, 11 の外形の面積 S を 0.19 mm^2 以上に設定したから、コモンモードインピーダンス Z_c を一般的に必要な最小限な値となる 35 以上にすることができる。また、コイルパターン 6, 11 の外形の面積 S を 0.38 mm^2 以下に設定したから、ノーマルモードの信号のカットオフ周波数 F_c を 6 GHz 以上にすることができる。これにより、ノーマルモードで伝送可能な信号の周波数を高めることができ、伝送可能な信号のビットレートを向上することができる。

【0064】

なお、前記実施の形態では、1 次コイル 9、2 次コイル 14 は、コイルパターン 6, 11 と引出パターン 8, 13 によって構成するものとした。しかし、本発明はこれに限らず

50

、例えば図10に示す変形例によるコモンモードチョークコイル31のように、各コイル9, 14は、コイルパターン6, 11に並列接続されたラダーコイルパターン32, 33を備える構成としてもよい。

【0065】

この場合、各ラダーコイルパターン32, 33は、例えば引出パターン8, 13と同じ層に位置して略C字状に形成され、コイルパターン6, 11に沿って延びている。また、各ラダーコイルパターン32, 33は、その両端側がビアホール7A, 12Aを介してコイルパターン6, 11の途中位置に電氣的に接続されている。これにより、ラダーコイルパターン32, 33は、コイルパターン6, 11に並列接続され、各コイル9, 14の直流抵抗を低下させるものである。

10

【0066】

また、コイル9, 14は、絶縁層5, 15を挟んで磁性体基板2, 3と対向した状態で配置されている。このとき、磁性体基板2, 3の誘電率は、絶縁層5, 15の誘電率に比べて大きい値となっている。このため、各コイル9, 14が磁性体基板2, 3に近づくに従って、各コイル9, 14の周囲に生じる電気力線Eが磁性体基板2, 3の内部を通過する割合が増加し、各コイル9, 14の浮遊容量Cが増加する傾向がある。

【0067】

そこで、各コイル9, 14の浮遊容量Cを減少させるためには、絶縁層5, 15の厚さ寸法T1, T2は、例えば12.5 μm 以上の値にそれぞれ設定するのが好ましい。但し、コイル9, 14と磁性体基板2, 3との距離が離れるに従って、磁気抵抗が増加してコイル9, 14のインダクタンスの取得効率が低下する。このため、コイル9, 14のインダクタンスの取得効率を考慮すると、絶縁層5, 15の厚さ寸法T1, T2は、例えば60 μm 以下に設定するのが好ましい。

20

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】本発明の実施の形態によるコモンモードチョークコイルを示す斜視図である。

【図2】図1中のコモンモードチョークコイルを分解して示す分解斜視図である。

【図3】実施の形態によるコモンモードチョークコイルを図1中の矢示III-III方向からみた断面図である。

【図4】実施の形態によるコイルパターン等を図2中の矢示IV-IV方向からみた平面図である。

30

【図5】実施の形態によるコモンモードチョークコイルに生じる電気力線を示す説明図である。

【図6】比較例によるコイルパターン等を示す図4と同様位置の平面図である。

【図7】比較例によるコモンモードチョークコイルに生じる電気力線を示す説明図である。

【図8】コモンモードチョークコイルのコモンモードノイズの減衰量と周波数との関係を示す特性線図である。

【図9】コイルパターンの外形の面積とコモンモードインピーダンスおよびノーマルモード信号のカットオフ周波数との関係を示す特性線図である。

40

【図10】変形例によるコモンモードチョークコイルを分解して示す分解斜視図である。

【符号の説明】

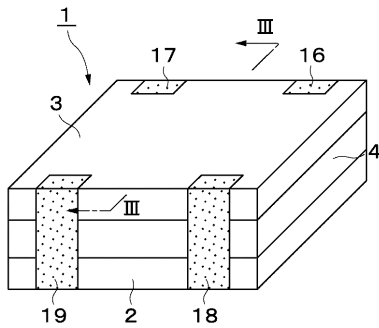
【0069】

- 1, 31 コモンモードチョークコイル
- 2 第1の磁性体基板
- 3 第2の磁性体基板
- 4 積層体
- 5 第1の絶縁層
- 6, 11 コイルパターン
- 9 1次コイル

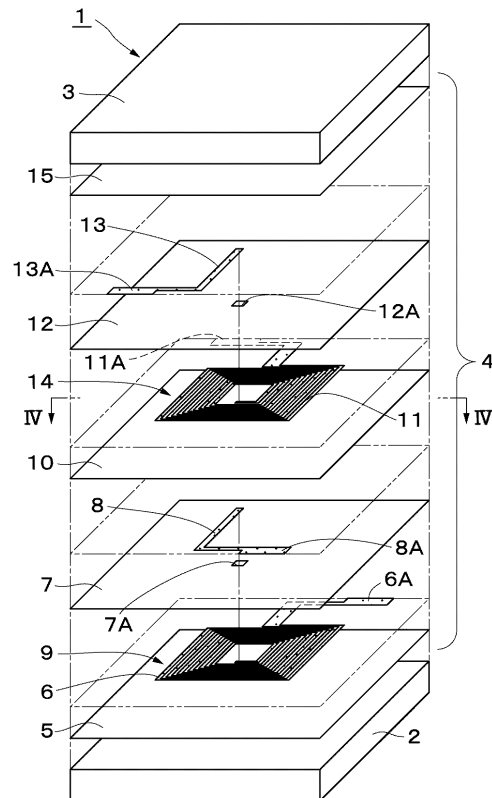
50

- 10 コイル間絶縁層
- 14 2次コイル
- 15 第2の絶縁層

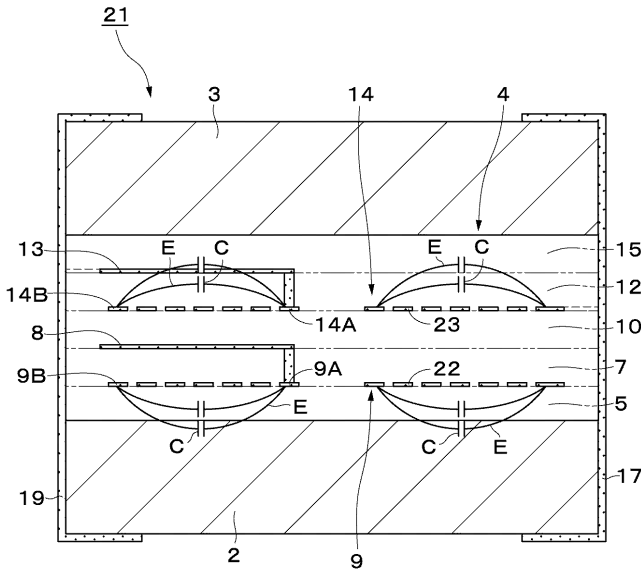
【図1】



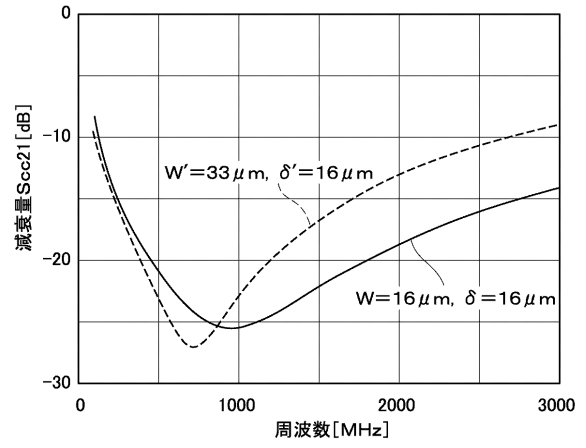
【図2】



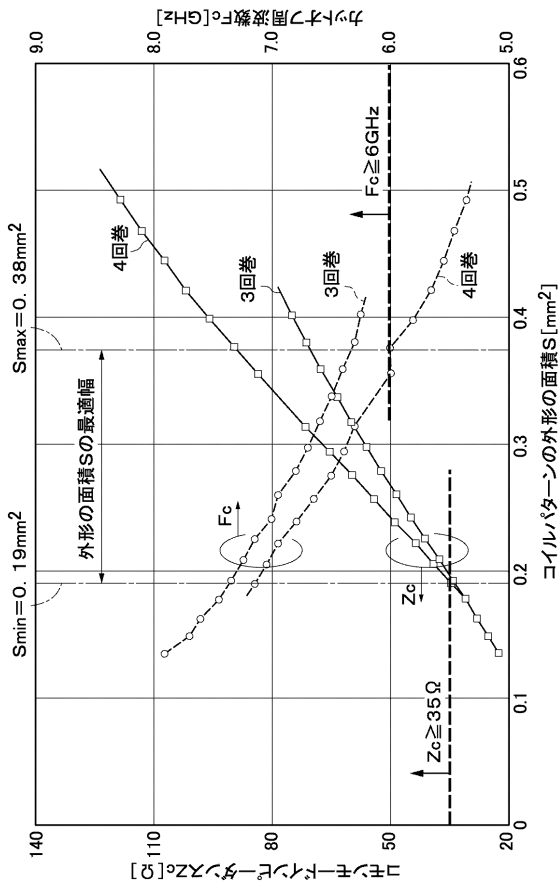
【 図 7 】



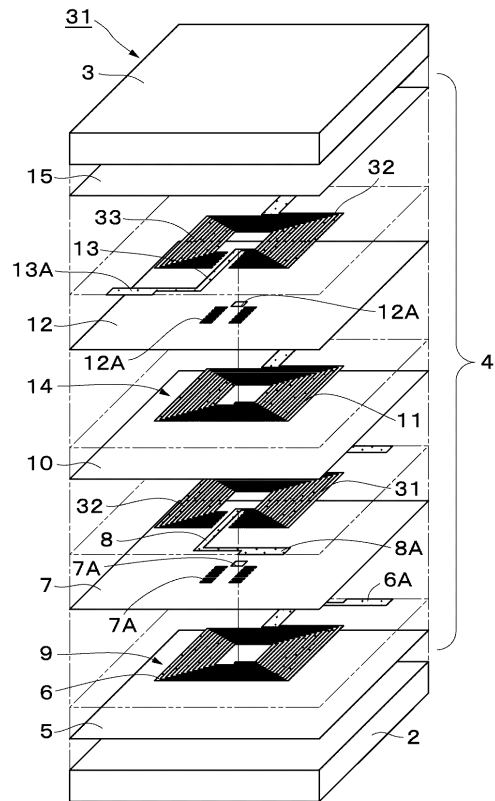
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 F 37/00

D

H 0 1 F 27/28

K