

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7180559号
(P7180559)

(45)発行日 令和4年11月30日(2022.11.30)

(24)登録日 令和4年11月21日(2022.11.21)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 F 17/04 (2006.01)	H 0 1 F 17/04 A
H 0 1 F 27/28 (2006.01)	H 0 1 F 27/28 K
H 0 1 F 37/00 (2006.01)	H 0 1 F 37/00 N

請求項の数 10 (全18頁)

(21)出願番号	特願2019-128019(P2019-128019)	(73)特許権者	000006231
(22)出願日	令和1年7月10日(2019.7.10)		株式会社村田製作所
(65)公開番号	特開2021-15819(P2021-15819A)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(43)公開日	令和3年2月12日(2021.2.12)	(74)代理人	100085143
審査請求日	令和3年3月16日(2021.3.16)		弁理士 小柴 雅昭
前置審査		(72)発明者	宮本 昌史
			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	秋山 直人

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

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

巻芯部ならびに前記巻芯部の軸線方向での第1端側に設けられた第1鰭部および前記巻芯部の軸線方向での前記第1端側とは逆の第2端側に設けられた第2鰭部を有するコアと、
前記巻芯部のまわりで並行しながらそれぞれ螺旋状に巻回された第1ワイヤ、第2ワイヤ、第3ワイヤおよび第4ワイヤと、

前記第1鰭部に設けられた第1端子電極および第3端子電極と、
前記第2鰭部に設けられた第2端子電極および第4端子電極と、
を備え、

前記第1ワイヤおよび前記第2ワイヤの各々の一方端は、前記第1端子電極に接続され、
前記第1ワイヤおよび前記第2ワイヤの各々の他方端は、前記第2端子電極に接続され、
前記第3ワイヤおよび前記第4ワイヤの各々の一方端は、前記第3端子電極に接続され、
前記第3ワイヤおよび前記第4ワイヤの各々の他方端は、前記第4端子電極に接続され、
前記第1ワイヤは、前記巻芯部のまわりで第1層を構成するように巻回され、

前記第3ワイヤは、その一部を前記第1ワイヤの隣り合うターン間に形成された凹部に
嵌り込ませながら、前記第1層の外周側において第2層を構成するように巻回され、

前記第4ワイヤは、その一部を前記第3ワイヤの隣り合うターン間に形成された凹部に
嵌り込ませながら、前記第2層の外周側において第3層を構成するように巻回され、

前記第2ワイヤは、その一部を前記第4ワイヤの隣り合うターン間に形成された凹部に
嵌り込ませながら、前記第3層の外周側において第4層を構成するように巻回され、

10

20

前記第 1 ワイヤおよび前記第 3 ワイヤは、前記第 1 端側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、前記第 1 ワイヤのターンがこれと同一番目の前記第 3 ワイヤのターンより前記第 2 端側に位置し、

前記第 2 ワイヤおよび前記第 4 ワイヤは、前記第 1 端側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、前記第 2 ワイヤのターンがこれと同一番目の前記第 4 ワイヤのターンより前記第 1 端側に位置している、

コモンモードチョークコイル。

【請求項 2】

前記第 1 ワイヤ、前記第 2 ワイヤ、前記第 3 ワイヤおよび前記第 4 ワイヤは、実質的に互いに同じターン数をもって前記巻芯部のまわりに巻回されている、請求項 1 に記載のコモンモードチョークコイル。

10

【請求項 3】

前記第 3 ワイヤおよび前記第 4 ワイヤは、前記第 1 端側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、前記第 3 ワイヤのターンがこれと同一番目の前記第 4 ワイヤのターンより前記第 1 端側に位置している、請求項 1 または 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 3 ワイヤおよび前記第 4 ワイヤは、前記第 1 端側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、前記第 3 ワイヤのターンがこれと同一番目の前記第 4 ワイヤのターンより前記第 2 端側に位置している、請求項 1 または 2 に記載のコモンモードチョークコイル。

20

【請求項 5】

前記第 1 ワイヤ、前記第 2 ワイヤ、前記第 3 ワイヤおよび前記第 4 ワイヤは、ともに断面円形であり、互いに同じ外径を有する、請求項 1 ないし 4 のいずれか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 ワイヤ、前記第 2 ワイヤ、前記第 3 ワイヤおよび前記第 4 ワイヤは、ともに導体からなりかつ断面円形の中心導線と前記中心導線の周面を覆う電気絶縁性の絶縁被覆層とを備え、前記第 1 ワイヤ、前記第 2 ワイヤ、前記第 3 ワイヤおよび前記第 4 ワイヤの各々の前記中心導線は、互いに同じ外形を有し、前記第 1 ワイヤ、前記第 2 ワイヤ、前記第 3 ワイヤおよび前記第 4 ワイヤの各々の前記絶縁被覆層は、互いに同じ厚みを有する、請求項 5 に記載のコモンモードチョークコイル。

30

【請求項 7】

巻芯部ならびに前記巻芯部の軸線方向での第 1 端側に設けられた第 1 鰭部および前記巻芯部の軸線方向での前記第 1 端側とは逆の第 2 端側に設けられた第 2 鰭部を有するコアと、

前記巻芯部のまわりで並行しながらそれぞれ螺旋状に巻回された第 1 ワイヤ、第 2 ワイヤおよび第 3 ワイヤと、

前記第 1 鰭部に設けられた第 1 端子電極および第 3 端子電極と、

前記第 2 鰭部に設けられた第 2 端子電極および第 4 端子電極と、

を備え、

40

前記第 1 ワイヤおよび前記第 2 ワイヤの各々の一方端は、前記第 1 端子電極に接続され、前記第 1 ワイヤおよび前記第 2 ワイヤの各々の他方端は、前記第 2 端子電極に接続され、前記第 3 ワイヤの一方端は、前記第 3 端子電極に接続され、前記第 3 ワイヤの他方端は、前記第 4 端子電極に接続され、

前記第 1 ワイヤは、前記巻芯部のまわりで第 1 層を構成するように巻回され、

前記第 3 ワイヤは、その一部を前記第 1 ワイヤの隣り合うターン間に形成された凹部に嵌り込ませながら、前記第 1 層の外周側において第 2 層を構成するように巻回され、

前記第 2 ワイヤは、その一部を前記第 3 ワイヤの隣り合うターン間に形成された凹部に嵌り込ませながら、前記第 2 層の外周側において第 3 層を構成するように巻回され、

前記第 1 ワイヤおよび前記第 3 ワイヤは、前記第 1 端側から数えて、各々の同一番目のタ

50

ーン同士が隣接しながら、前記第 1 ワイヤのターンがこれと同一番目の前記第 3 ワイヤのターンより前記第 2 端側に位置し、

前記第 2 ワイヤおよび前記第 3 ワイヤは、前記第 1 端側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、前記第 2 ワイヤのターンがこれと同一番目の前記第 3 ワイヤのターンより前記第 1 端側に位置している、

コモンモードチョークコイル。

【請求項 8】

前記第 1 ワイヤ、前記第 2 ワイヤおよび前記第 3 ワイヤは、実質的に互いに同じターン数をもって前記巻芯部のまわりに巻回されている、請求項 7 に記載のコモンモードチョークコイル。

【請求項 9】

前記第 1 ワイヤ、前記第 2 ワイヤおよび前記第 3 ワイヤは、ともに断面円形であり、互いに同じ外径を有する、請求項 7 または 8 に記載のコモンモードチョークコイル。

【請求項 10】

前記第 1 ワイヤ、前記第 2 ワイヤおよび前記第 3 ワイヤは、ともに断面円形の導体からなる中心導線と前記中心導線の周面を覆う電気絶縁性の絶縁被覆層とを備え、

前記第 3 ワイヤの前記中心導線の直径は、前記第 1 ワイヤおよび前記第 2 ワイヤの各々の前記中心導線の直径の 1.3 倍以上かつ 1.5 倍以下である、請求項 7 ないし 10 のいずれかに記載の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】

この発明は、コモンモードチョークコイルに関するもので、特に、コアに備える巻芯部に複数本のワイヤを巻回した構造を有する巻線型のコモンモードチョークコイルに関するものである。

【背景技術】

【0002】

図 9 および図 10 を参照して、この発明の対象となるコモンモードチョークコイル 31 の一般的な構成について説明する。

【0003】

図 9 に示すように、コモンモードチョークコイル 31 は、コア 32 と、それぞれインダクタを構成する第 1 ワイヤ 33 および第 2 ワイヤ 34 と、を備えている。コモンモードチョークコイル 31 は、天板 45 を備えることもある。

【0004】

コア 32 は、巻芯部 35 ならびに巻芯部 35 の軸線方向での第 1 端 38 側に設けられた第 1 鍔部 36 および同じく第 1 端 38 側とは逆の第 2 端 39 側に設けられた第 2 鍔部 37 を有する。

【0005】

第 1 鍔部 36 には、第 1 端子電極 41 および第 3 端子電極 43 が設けられ、第 2 鍔部 37 には、第 2 端子電極 42 および第 4 端子電極 44 が設けられる。なお、端子電極 41 ~ 44 の位置からわかるように、図 9 は、コモンモードチョークコイル 31 を、実装基板側に向けられる実装面を上方に向けた姿勢で図示している。

【0006】

第 1 ワイヤ 33 および第 2 ワイヤ 34 は、巻芯部 35 のまわりで第 1 端 38 側から第 2 端 39 側に向かって並行しながら螺旋状に巻回されている。第 1 ワイヤ 33 の各端部は、それぞれ、第 1 端子電極 41 および第 2 端子電極 42 に接続され、第 2 ワイヤ 34 の各端部は、それぞれ、第 3 端子電極 43 および第 4 端子電極 44 に接続される。

【0007】

以上のような構成を有するコモンモードチョークコイル 31 は、図 10 に示すような等価回路を与えている。図 10 において、図 9 に示す要素に相当する要素には同様の参照符

10

20

30

40

50

号を付している。

【 0 0 0 8 】

図 1 0 を参照して、コモンモードチョークコイル 3 1 は、第 1 端子電極 4 1 および第 2 端子電極 4 2 間に接続される第 1 ワイヤ 3 3 によって構成される第 1 インダクタ 4 6 と、第 3 端子電極 4 3 および第 4 の端子電極 4 4 間に接続される第 2 ワイヤ 3 4 によって構成される第 2 インダクタ 4 7 と、を備える。

【 0 0 0 9 】

図 9 では明瞭に表わされていないが、第 1 ワイヤ 3 3 は、巻芯部 3 5 の周面のまわりで第 1 層を構成するように巻回され、第 2 ワイヤ 3 4 は、その一部を第 1 ワイヤ 3 3 の隣り合うターン間に形成される凹部に嵌り込ませながら第 1 層の外周側において第 2 層を構成するように巻回されている。このようにして、上述の第 1 インダクタ 4 6 および第 2 インダクタ 4 7 は、互いに磁気結合される。

10

【 0 0 1 0 】

以上説明したコモンモードチョークコイル 3 1 において、そこに入力される信号周波数が高くなると、入力されたディファレンシャル信号成分のうち、コモンモードノイズに変換されて出力される割合であるモード変換特性が大きく現れるという問題に遭遇することがある。たとえば特開 2 0 1 4 - 1 2 0 7 3 0 号公報（特許文献 1）では、第 1 ワイヤ 3 3 および第 2 ワイヤ 3 4 の各々の異なるターン間に発生する浮遊容量（分布容量）のバランスが崩れることを、この問題の原因として挙げている。

【 0 0 1 1 】

20

そのため、図 1 1 に示すように、特許文献 1 に記載のコモンモードチョークコイル 3 1 a では、次のようなワイヤ 3 3 および 3 4 の巻回態様が採用される。

【 0 0 1 2 】

なお、図 1 1 では、第 1 ワイヤ 3 3 を示す断面には網掛けが施され、第 2 ワイヤ 3 4 との区別が明確になるようにしている。また、図 1 1 に示した第 1 ワイヤ 3 3 および第 2 ワイヤ 3 4 の各々の断面内には、巻芯部 3 5 の第 1 鏝部 3 6 が位置する第 1 端 3 8 側から数えたターン数「1」～「12」が記入されている。

【 0 0 1 3 】

図 1 1 において、巻芯部 3 5 の周囲に巻回される第 1 ワイヤ 3 3 および第 2 ワイヤ 3 4 の各部分のうち、巻芯部 3 5 の手前側に位置する部分は実線で、巻芯部 3 5 によって隠れる部分は破線でそれぞれ模式的に示されている。なお、図 1 1 では、ワイヤ 3 3 および 3 4 の、巻芯部 3 5 の手前側に位置する部分および巻芯部 3 5 によって隠れる部分の各々のすべてが図示されているわけではない。

30

【 0 0 1 4 】

図 1 1 を参照して、第 1 ワイヤ 3 3 および第 2 ワイヤ 3 4 の巻回状態に基づき分類したとき、

（ 1 ）第 1 ワイヤ 3 3 および第 2 ワイヤ 3 4 の各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 1 ワイヤ 3 3 のターンがこれと同一番目の第 2 ワイヤ 3 4 のターンより第 1 端 3 8 側に位置する第 1 巻回領域 A と、

（ 2 ）第 1 ワイヤ 3 3 および第 2 ワイヤ 3 4 の各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 1 ワイヤ 3 3 のターンがこれと同一番目の第 2 ワイヤ 3 4 のターンより第 2 端 3 9 側に位置する第 2 巻回領域 B と、

40

（ 3 ）第 1 巻回領域 A と第 2 巻回領域 B との間に位置し第 1 ワイヤ 3 3 と第 2 ワイヤ 3 4 とが交差することによって、第 1 ワイヤ 3 3 のターンと第 2 ワイヤ 3 4 のターンとの位置関係が切り替えられる切替領域 C と、が存在している。そして、これら第 1 巻回領域 A、切替領域 C および第 2 巻回領域 B は、この順序で巻芯部 3 5 の軸線方向に沿って配列されている。

【 0 0 1 5 】

特許文献 1 に記載の技術では、モード変換特性が大きく現れるという問題を解決するにあたり、第 1 ワイヤ 3 3 および第 2 ワイヤ 3 4 の異なるターン間に発生する浮遊容量（分

50

布容量)をバランスさせるため、第1巻回領域Aにおける第1ワイヤ33および第2ワイヤ34の巻回構造と、第2巻回領域Bにおける第1ワイヤ33および第2ワイヤ34の巻回構造とが、切替領域Cの中心線CLに関して、対称となるようにされている。言い換えると、第1巻回領域Aにおける第1ワイヤ33および第2ワイヤ34の各々のターン数と第2巻回領域Bにおける第1ワイヤ33および第2ワイヤ34の各々のターン数とが、互いに等しくなるようにされている。

【0016】

特許文献1に記載の技術では、上述のように、第1巻回領域A、切替領域Cおよび第2巻回領域Bを、この順序で巻芯部35の軸線方向に沿って配列することによって、ワイヤ33および34の巻回構造を、切替領域Cの中心線CLに関して、対称となるようにしている。そのため、異ターン間容量が第1ワイヤ33および第2ワイヤ34の両方に対して均一に発生するため、第1ワイヤ33および第2ワイヤ34のインピーダンスのアンバランスを抑えることができる。したがって、モード変換特性を低減することができ、高品質なコモンモードチョークコイルを実現することができる、とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0017】

【文献】特開2014-120730号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

特許文献1に記載の技術では、モード変換特性を低減するため、上述のように、ワイヤ33および34の巻回構造を対称にするという手段を採用している。したがって、図9および図10を参照して説明した一般的なコモンモードチョークコイル31に比べて、モード変換特性をある程度低減することができる。

【0019】

しかし、特許文献1に記載の技術によっても、モード変換特性は完全に0になるわけではない。その原因として、コモンモードチョークコイル31aに関連して形成される回路を、信号の進行方向に対して前半と後半との2つに割っているため、巨視的、すなわちターン全体では異なるターン間の浮遊容量の偏りは解消されるが、局所的、たとえば前半だけまたは後半だけを見た場合には、異なるターン間の浮遊容量が発生している。そのため、後述する図4に示すように、高周波域において徐々にモード変換特性が悪化することを本件発明者が発見した。

【0020】

この発明は、ワイヤの異なるターン間の浮遊容量の発生させ方の自由度を向上させることができる、必要に応じて、モード変換特性を低減させることも可能であることに着目してなされたものである。

そこで、この発明の目的は、異なるターン間の浮遊容量の発生させ方の自由度を飛躍的に向上させることができる、コモンモードチョークコイルを提供しようとするところである。

【課題を解決するための手段】

【0021】

この発明は、上述した技術的課題を解決するため、4本のワイヤを備える構成が採用される第1の局面と、3本のワイヤを備える構成が採用される第2の局面とを有する。

【0022】

この発明に係るコモンモードチョークコイルは、第1の局面では、巻芯部ならびに巻芯部の軸線方向での第1端側に設けられた第1鰐部および巻芯部の軸線方向での第1端側とは逆の第2端側に設けられた第2鰐部を有するコアと、巻芯部のまわりで並行しながらそれぞれ螺旋状に巻回された第1ワイヤ、第2ワイヤ、第3ワイヤおよび第4ワイヤと、第1鰐部に設けられた第1端子電極および第3端子電極と、第2鰐部に設けられた第2端子電極および第4端子電極と、を備えている。

【 0 0 2 3 】

第 1 ワイヤおよび第 2 ワイヤの各々の一方端は、第 1 端子電極に接続され、第 1 ワイヤおよび第 2 ワイヤの各々の他方端は、第 2 端子電極に接続され、第 3 ワイヤおよび第 4 ワイヤの各々の一方端は、第 3 端子電極に接続され、第 3 ワイヤおよび第 4 ワイヤの各々の他方端は、第 4 端子電極に接続される。

【 0 0 2 4 】

第 1 ワイヤは、巻芯部のまわりで第 1 層を構成するように巻回され、第 3 ワイヤは、その一部を第 1 ワイヤの隣り合うターン間に形成された凹部に嵌り込ませながら、第 1 層の外周側において第 2 層を構成するように巻回され、第 4 ワイヤは、その一部を第 3 ワイヤの隣り合うターン間に形成された凹部に嵌り込ませながら、第 2 層の外周側において第 3 層を構成するように巻回され、第 2 ワイヤは、その一部を第 4 ワイヤの隣り合うターン間に形成された凹部に嵌り込ませながら、第 3 層の外周側において第 4 層を構成するように巻回される。

10

第 1 ワイヤおよび第 3 ワイヤは、第 1 端側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 1 ワイヤのターンがこれと同一番目の第 3 ワイヤのターンより第 2 端側に位置し、第 2 ワイヤおよび第 4 ワイヤは、第 1 端側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 2 ワイヤのターンがこれと同一番目の第 4 ワイヤのターンより第 1 端側に位置している。

【 0 0 2 5 】

この発明に係るコモンモードチョークコイルは、第 2 の局面では、巻芯部ならびに巻芯部の軸線方向での第 1 端側に設けられた第 1 鏝部および巻芯部の軸線方向での第 1 端側とは逆の第 2 端側に設けられた第 2 鏝部を有するコアと、巻芯部のまわりで並行しながらそれぞれ螺旋状に巻回された第 1 ワイヤ、第 2 ワイヤおよび第 3 ワイヤと、第 1 鏝部に設けられた第 1 端子電極および第 3 端子電極と、第 2 鏝部に設けられた第 2 端子電極および第 4 端子電極と、を備えている。

20

【 0 0 2 6 】

第 1 ワイヤおよび第 2 ワイヤの各々の一方端は、第 1 端子電極に接続され、第 1 ワイヤおよび第 2 ワイヤの各々の他方端は、第 2 端子電極に接続され、第 3 ワイヤの一方端は、第 3 端子電極に接続され、第 3 ワイヤの他方端は、第 4 端子電極に接続される。

【 0 0 2 7 】

第 1 ワイヤは、巻芯部のまわりで第 1 層を構成するように巻回され、第 3 ワイヤは、その一部を第 1 ワイヤの隣り合うターン間に形成された凹部に嵌り込ませながら、第 1 層の外周側において第 2 層を構成するように巻回され、第 2 ワイヤは、その一部を第 3 ワイヤの隣り合うターン間に形成された凹部に嵌り込ませながら、第 2 層の外周側において第 3 層を構成するように巻回される。

30

第 1 ワイヤおよび第 3 ワイヤは、第 1 端側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 1 ワイヤのターンがこれと同一番目の第 3 ワイヤのターンより第 2 端側に位置し、第 2 ワイヤおよび第 3 ワイヤは、第 1 端側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 2 ワイヤのターンがこれと同一番目の第 3 ワイヤのターンより第 1 端側に位置している。

40

【 0 0 2 8 】

特許文献 1 に記載の技術では、対をなす 2 本のワイヤについての位置関係が互いに逆の第 1 巻回領域と第 2 巻回領域とを巻芯部の軸線方向に配列していたのに対し、この発明では、簡単に言えば、上記第 1 巻回領域に相当する領域と上記第 2 巻回領域に相当する領域とを巻芯部の軸線方向に直交する方向に積み重ねた構成が採用される。

【発明の効果】

【 0 0 2 9 】

この発明によれば、4 本のワイヤまたは 3 本のワイヤによって構成される第 1 インダクタまたは第 2 インダクタのあるターン間について、異なるターン間の浮遊容量の発生先を複数とできるため、異なるターン間の浮遊容量の発生させ方の自由度を飛躍的に向上させ

50

ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】この発明の第1の実施形態によるコモンモードチョークコイル1の外観を実装面側から示す平面図である。

【図2】図1に示したコモンモードチョークコイル1における第1ないし第4ワイヤ11～14の巻回状態を模式的に示す断面図である。

【図3】図2に示した第1ないし第4ワイヤ11～14間に発生する浮遊容量C1、C2を説明するため、第1ないし第4ワイヤ11～14の一部を拡大して示す断面図である。

【図4】コモンモードチョークコイルのモード変換特性の周波数特性を示す図であって、(A)は比較例としての特許文献1に記載のレイヤ巻きと呼ばれる2層巻きが採用されたコモンモードチョークコイルの特性を示し、(B)は比較例としての特許文献1に記載された第1の実施形態によるコモンモードチョークコイルの特性を示し、(C)はこの発明の実施例としてのコモンモードチョークコイルの特性を示す。

【図5】図2に示したコモンモードチョークコイル1の変形例としてのコモンモードチョークコイル1aにおける第1ないし第4ワイヤ11～14の巻回状態を模式的に示す断面図である。

【図6】この発明の第2の実施形態によるコモンモードチョークコイル1bの外観を実装面側から示す平面図である。

【図7】図6に示したコモンモードチョークコイル1bにおける第1ないし第3ワイヤ11～13の巻回状態を模式的に示す断面図である。

【図8】図7に示した第1ないし第3ワイヤ11～13の中心導線17および絶縁被覆層18の寸法関係を説明するため、第1ないし第3ワイヤ11～13の一部を拡大して示す断面図である。

【図9】従来の一般的なコモンモードチョークコイル31の外観を、実装面を上方に向けた姿勢で示す斜視図である。

【図10】図9に示したコモンモードチョークコイル31の等価回路図である。

【図11】特許文献1に記載されたコモンモードチョークコイル31aにおける第1および第2ワイヤ33および34の巻回状態を模式的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0031】

図1には、この発明の第1の実施形態によるコモンモードチョークコイル1が示されている。図1に示したコモンモードチョークコイル1は、コア2と、それぞれインダクタを構成する4本のワイヤ、すなわち、第1ワイヤ11、第2ワイヤ12、第3ワイヤ13および第4ワイヤ14と、を備えている。図2には、図1に示したコモンモードチョークコイル1における第1ワイヤ11、第2ワイヤ12、第3ワイヤ13および第4ワイヤ14の巻回状態が模式的断面図で示されている。図2において、第1ワイヤ11および第2ワイヤ12と、第3ワイヤ13および第4ワイヤ14とを明確に区別するため、第1ワイヤ11および第2ワイヤ12の断面は白抜きで示され、第3ワイヤ13および第4ワイヤ14の断面には網掛けが施されている。

【0032】

コア2は、非導電性材料、より具体的には、誘電体としてのアルミナ、磁性体としてのNi-Zn系フェライト、または樹脂などから構成される。コア2は、全体として断面四角形状をなしている。ワイヤ11～14は、たとえば、絶縁被覆された銅線から構成され、ともに断面円形であり、互いに同じ外径を有している。なお、コア2の材料および形状、ならびにワイヤ11～14の材料、形状および外径等については、ここで例示したものには限定されない。

【0033】

コア2は、巻芯部3ならびに巻芯部3の軸線方向での第1端4側に設けられた第1鏝部6および同じく第1端4側とは逆の第2端5側に設けられた第2鏝部7を有する。第1ワ

10

20

30

40

50

ワイヤ 1 1、第 2 ワイヤ 1 2、第 3 ワイヤ 1 3 および第 4 ワイヤ 1 4 は、巻芯部 3 のまわりで第 1 端 4 側から第 2 端 5 側に向かって互いに実質的に同じターン数をもって並行しながら螺旋状に巻回されている。なお、「実質的に同じターン数」としたのは、ワイヤ 1 1 ~ 1 4 のそれぞれの巻回の始端または終端の巻芯部 3 における位置が、互いに多少ずれる場合があるからである。

【 0 0 3 4 】

第 1 鍔部 6 には、第 1 端子電極 2 1 および第 3 端子電極 2 3 が設けられ、第 2 鍔部 7 には、第 2 端子電極 2 2 および第 4 端子電極 2 4 が設けられる。端子電極 2 1 ~ 2 4 は、たとえば、導電性ペーストの焼付け、導電性金属のめっき、金属板の接着剤による貼付け等によって与えられる。なお、図 1 は、コモンモードチョークコイル 1 を実装面側から示している。また、図 2 では、端子電極 2 1 ~ 2 4 の図示を省略している。

10

【 0 0 3 5 】

第 1 ワイヤ 1 1 および第 2 ワイヤ 1 2 の各々の一方端は、ともに第 1 端子電極 2 1 に接続され、第 1 ワイヤ 1 1 および第 2 ワイヤ 1 2 の各々の他方端は、ともに第 2 端子電極 2 2 に接続される。第 3 ワイヤ 1 3 および第 4 ワイヤ 1 4 の各々の一方端は、ともに第 3 端子電極 2 3 に接続され、第 3 ワイヤ 1 3 および第 4 ワイヤ 1 4 の各々の他方端は、ともに第 4 端子電極 2 4 に接続される。これらの接続には、たとえば、熱圧着またはレーザ溶接が適用される。

【 0 0 3 6 】

コモンモードチョークコイル 1 は、図 9 に示したコモンモードチョークコイル 3 1 に備える天板 4 5 に相当する天板を備えていてもよい。天板は、コア 2 と同様、たとえば、非磁性体としてのアルミナ、磁性体としての Ni - Zn 系フェライト、または樹脂などから構成される。コア 2 および天板が磁性体からなるとき、天板が第 1 鍔部 6 および第 2 鍔部 7 間を連結するように設けられることによって、コア 2 は、天板と協働して、閉磁路を構成する。

20

【 0 0 3 7 】

図 2 を主として参照して、まず、第 1 ワイヤ 1 1 が、巻芯部 3 のまわりで第 1 層を構成するように巻回される。次いで、第 3 ワイヤ 1 3 が、その一部、より正確には、その断面上の一部を第 1 ワイヤ 1 1 の隣り合うターン間に形成された凹部に嵌り込ませながら、上記第 1 層の外周側において第 2 層を構成するように巻回される。次いで、第 4 ワイヤ 1 4 が、その一部、より正確には、その断面上の一部を第 3 ワイヤ 1 3 の隣り合うターン間に形成された凹部に嵌り込ませながら、上記第 2 層の外周側において第 3 層を構成するように巻回される。最後に、第 2 ワイヤ 1 2 が、その一部、より正確には、その断面上の一部を第 4 ワイヤ 1 4 の隣り合うターン間に形成された凹部に嵌り込ませながら、上記第 3 層の外周側において第 4 層を構成するように巻回される。

30

【 0 0 3 8 】

図 2 において、第 1 ワイヤ 1 1、第 2 ワイヤ 1 2、第 3 ワイヤ 1 3 および第 4 ワイヤ 1 4 の各々の断面内には、巻芯部 3 の第 1 端 4 側から数えたターン数「1」~「20」が記入されている。ワイヤの断面内へのターン数の記入は、後述する図 5 および図 7 においても採用されている。

40

【 0 0 3 9 】

上述したターン数に注目すると、第 1 層を構成する第 1 ワイヤ 1 1 および第 2 層を構成する第 3 ワイヤ 1 3 は、巻芯部 3 の第 1 端 4 側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 1 ワイヤ 1 1 のターンがこれと同一番目の第 3 ワイヤ 1 3 のターンより巻芯部 3 の第 2 端 5 側に位置している。すなわち、 n を 2 から 20 までの自然数としたとき、第 3 ワイヤ 1 3 の第 n (n : 自然数) ターンは、第 1 ワイヤ 1 1 の第 $n - 1$ ターンと隣接する。

【 0 0 4 0 】

また、第 4 層を構成する第 2 ワイヤ 1 2 および第 3 層を構成する第 4 ワイヤ 1 4 は、巻芯部 3 の第 1 端 4 側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 2 ワイ

50

ヤ 1 2 のターンがこれと同一番目の第 4 ワイヤ 1 4 のターンより巻芯部 3 の第 1 端 4 側に位置している。すなわち、 n を 1 から 19 までの自然数としたとき、第 4 ワイヤ 1 4 の第 n (n : 自然数) ターンは、第 2 ワイヤ 1 2 の第 $n + 1$ ターンと隣接する。

【 0 0 4 1 】

そのため、図 3 に示すように、第 1 端子電極 2 1 と第 2 端子電極 2 2 とに接続される第 1 ワイヤ 1 1 と第 3 端子電極 2 3 と第 4 端子電極 2 4 とに接続される第 3 ワイヤ 1 3 との間では、異なるターン間に浮遊容量 C_1 が発生し、また、第 1 端子電極 2 1 と第 2 端子電極 2 2 とに接続される第 2 ワイヤ 1 2 と第 3 端子電極 2 3 と第 4 端子電極 2 4 とに接続される第 4 ワイヤ 1 4 との間では、異なるターン間に浮遊容量 C_2 が発生する。なお、第 1 ワイヤ 1 1 と第 2 ワイヤ 1 2、第 3 ワイヤ 1 3 と第 4 ワイヤ 1 4 は、それぞれ、同じ端子電極間に接続されるため、電氣的に並列接続され、差動信号線路において同じ信号ラインを形成していることになる。

10

【 0 0 4 2 】

上述した浮遊容量 C_1 および C_2 を発生させる原因となる第 1 ワイヤ 1 1 と第 3 ワイヤ 1 3 との間でのターンのずれ、ならびに第 2 ワイヤ 1 2 と第 4 ワイヤ 1 4 との間でのターンのずれに注目すると、第 3 ワイヤ 1 3 に対する第 1 ワイヤ 1 1 のずれ方向と第 4 ワイヤ 1 4 に対する第 2 ワイヤ 1 2 のずれ方向とは、互いに逆になっている。言い換えると、図 3 に示すように、第 3 ワイヤ 1 3 の第 n ターンは、第 1 ワイヤ 1 1 の第 n ターンの左上に位置し、第 4 ワイヤ 1 4 の第 n ターンは、第 2 ワイヤ 1 2 の第 n ターンの右下に位置している。すなわち、異なるターン間の浮遊容量 C_1 は、第 3 ワイヤ 1 3 の第 n ターンと第 1 ワイヤ 1 1 の第 $n - 1$ ターンとの間で発生し、異なるターン間の浮遊容量 C_2 は、第 4 ワイヤ 1 4 の第 n ターンと第 2 ワイヤ 1 2 の第 $n + 1$ ターンとの間で発生する。

20

【 0 0 4 3 】

その結果、第 1 層および第 2 層間の浮遊容量 C_1 と第 3 層および第 4 層間の浮遊容量 C_2 とは発生する方向が互いに逆となる。このように、発生する方向が互いに逆となる浮遊容量 C_1 と浮遊容量 C_2 とは、特許文献 1 に記載の技術のように、各ワイヤのターンの前半、後半に分割されるのではなく、電氣的に並列接続された 2 本のワイヤ (第 1 ワイヤ 1 1 と第 2 ワイヤ 1 2、第 3 ワイヤ 1 3 と第 4 ワイヤ 1 4) を利用して発生する。すなわち、一方の信号ラインの第 n ターンに対して、他方の信号ラインの第 $n - 1$ ターンと第 $n + 1$ ターンとの両方について浮遊容量 C_1 および C_2 を発生させることができる。したがって、コモンモードチョークコイル 1 では、巨視的、すなわち信号ライン全体だけではなく、局所的、具体的には各ターン単位で、浮遊容量の偏りが低減されている。このようなことから、高周波域までモード変換特性を低減することができる。

30

【 0 0 4 4 】

図 4 には、シミュレーションによって求めたコモンモードチョークコイルのモード変換特性の周波数特性が示されている。図 4 において、(A) は比較例としての特許文献 1 に記載のレイヤ巻きと呼ばれる 2 層巻きが採用されたコモンモードチョークコイルの特性を示し、(B) は比較例としての特許文献 1 に記載された第 1 の実施形態によるコモンモードチョークコイルの特性を示し、(C) はこの発明の実施例としてのコモンモードチョークコイルの特性を示す。これらの特性は、ワイヤのターン数が 10 ターンのコモンモードチョークコイルについて求めたものである。

40

【 0 0 4 5 】

図 4 に示すように、特許文献 1 に記載のレイヤ巻きと呼ばれる 2 層巻きが採用されたコモンモードチョークコイルのモード変換特性 (A) に比べて、特許文献 1 に記載された第 1 の実施形態によるコモンモードチョークコイルおよびこの発明の実施例としてのコモンモードチョークコイルの各々のモード変換特性 (B) および (C) は低減されている。さらに、この発明の実施例としてのコモンモードチョークコイルのモード変換特性 (C) は、特許文献 1 に記載された第 1 の実施形態によるコモンモードチョークコイルのモード変換特性 (B) に比べて、約 20 dB の改善効果が確認される。

【 0 0 4 6 】

50

なお、この改善効果のうち、高周波域での改善効果は、上述した異なるターン間の浮遊容量の局所的な偏りの低減によるものであるが、低周波域での改善効果は、異なる信号ライン間におけるインダクタンスの差異の低減による効果である。

【 0 0 4 7 】

特許文献 1 に記載のレイヤ巻きと呼ばれる 2 層巻きが採用されたコモンモードチョークコイルおよび特許文献 1 に記載された第 1 の実施形態によるコモンモードチョークコイルでは、常に、第 1 ワイヤは第 1 層を構成し、第 2 ワイヤは第 2 層を構成する。このとき、ワイヤの巻回径は第 2 層の方が大きく、ワイヤの線路長や、コアからの距離について、第 1 ワイヤと第 2 ワイヤとの間で差異が生じ、微小なインダクタンスの差異が発生する。一方、この発明の実施例としてのコモンモードチョークコイル 1 では、一方の信号ラインは第 1 ワイヤ 1 1 および第 2 ワイヤ 1 2、すなわち最内層の第 1 層および最外層の第 4 層で構成され、他方の信号ラインは第 3 ワイヤ 1 3 および第 4 ワイヤ 1 4、すなわち中間の第 2 層および第 3 層で構成されるため、平均的に見ると、ワイヤの線路長およびコアからの距離の差異が低減され、インダクタンスの差異も低減される。これによって、この発明の実施例としてのコモンモードチョークコイル 1 では、低周波域でのモード変換特性も低減できる。

10

【 0 0 4 8 】

なお、コモンモードチョークコイル 1 において、中間の第 2 層と第 3 層とをそれぞれ構成する第 3 ワイヤ 1 3 と第 4 ワイヤ 1 4 とは、ともに第 3 端子電極 2 3 と第 4 端子電極 2 4 との間に接続されるため、浮遊容量（分布容量）についてほとんど配慮する必要がない。しかしながら、第 3 ワイヤ 1 3 および第 4 ワイヤ 1 4 の各々の同一番目のターンがあまり離れていると、第 3 ワイヤ 1 3 と第 4 ワイヤ 1 4 との間での電位差が無視できなくなり、浮遊容量の問題を引き起こすことがある。この問題を回避するため、図 2 に示した実施形態では、第 3 ワイヤ 1 3 および第 4 ワイヤ 1 4 は、第 1 端 4 側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 3 ワイヤ 1 3 のターンがこれと同一番目の第 4 ワイヤ 1 4 のターンより第 1 端 4 側に位置している。この位置関係は、以下に説明する図 5 に示すように、逆にされてもよい。

20

【 0 0 4 9 】

図 5 には、図 2 に示したコモンモードチョークコイル 1 の変形例が示されている。図 5 は、図 2 に対応する図である。図 5 において、図 2 に示した要素に相当する要素には同様の参照符号を付し、重複する説明を省略する。

30

【 0 0 5 0 】

図 5 に示したコモンモードチョークコイル 1 a では、ワイヤ 1 1 ~ 1 4 の巻回態様が、図 2 に示したコモンモードチョークコイル 1 の場合と異なっている。図 2 に示したワイヤ 1 1 ~ 1 4 の巻回態様では、第 3 ワイヤ 1 3 の第 1 ターン 1 3 - 1、第 4 ワイヤ 1 4 の第 2 0 ターン 1 4 - 2 0、および第 2 ワイヤ 1 2 の第 1 ターン 1 2 - 1 をそれぞれ安定して受ける巻芯部またはワイヤが存在せず、半ば宙に浮いた状態となっている。したがって、上述した第 3 ワイヤ 1 3 の第 1 ターン 1 3 - 1、第 4 ワイヤ 1 4 の第 2 0 ターン 1 4 - 2 0、および第 2 ワイヤ 1 2 の第 1 ターン 1 2 - 1 については、これらを安定した状態で巻回し、かつ巻回した位置を維持することが難しい。

40

【 0 0 5 1 】

これに対して、図 5 に示したワイヤ 1 1 ~ 1 4 の巻回態様では、第 3 ワイヤ 1 3 の第 1 ターン 1 3 - 1 が第 1 ワイヤ 1 1 の第 1 ターン 1 1 - 1 より第 1 端 4 側において巻芯部 3 上に位置している。また、第 4 ワイヤ 1 4 の第 2 0 ターン 1 4 - 2 0 は、第 3 ワイヤ 1 3 の第 1 9 ターン 1 3 - 1 9 と第 2 0 ターン 1 3 - 2 0 との間に形成される凹部に嵌り込んでいる。したがって、すべてのワイヤ 1 1 ~ 1 4 のすべてのターンについて、巻回された位置を安定して維持されることができる。

【 0 0 5 2 】

なお、第 2 ワイヤ 1 2 の第 1 ターン 1 2 - 1 は、半ば宙に浮いた状態で図示されているが、この第 2 ワイヤ 1 2 の第 1 ターン 1 2 - 1 については、第 4 ワイヤ 1 4 の第 1 ターン

50

14-1と第1鏢部6との間に嵌り込んでもよい。第4ワイヤ14の第1ターン14-1は、第1ワイヤ11の第1ターン11-1と第3ワイヤ13の第1ターン13-1との間に形成された凹部に嵌り込んでいるので、その位置が安定的に維持され得る。

【0053】

このような図5に示した巻回態様は、現実的な巻回工程において採用される可能性が高い。

【0054】

なお、図5に示した実施形態では、第3ワイヤ13および第4ワイヤ14は、第1端4側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第3ワイヤ13のターンがこれと同一番目の第4ワイヤ14のターンより第2端5側に位置している。この位置関係は、図2に示した第3ワイヤ13と第4ワイヤ14との位置関係とは逆である。しかしながら、図5に示した実施形態によっても、図2に示した実施形態の場合と同様の効果が維持されることは言うまでもない。

【0055】

図2に示したコモンモードチョークコイル1および図5に示したコモンモードチョークコイル1aでは、第1ワイヤ11、第2ワイヤ12、第3ワイヤ13および第4ワイヤ14は、ともに断面円形であり、互いに同じ外径を有している。したがって、下層側のワイヤに対する上層側のワイヤ、すなわち、下層側の第1ワイヤ11に対して上層側の第3ワイヤ13、下層側の第3ワイヤ13に対して上層側の第4ワイヤ14、および下層側の第4ワイヤに対する上層側の第2ワイヤ12の各々の巻回状態を安定化させることができる。

【0056】

また、図2に示したコモンモードチョークコイル1および図5に示したコモンモードチョークコイル1aでは、図11に示したコモンモードチョークコイル31aにおける切替領域Cのような、複数のワイヤが交差する箇所を備える必要がない。そのため、図11に示したコモンモードチョークコイル31aの場合に比べて、コモンモードチョークコイル1および1aの場合には、製造がより容易であるとともに、ワイヤ11～14における絶縁被覆層18（図8参照）の損傷などのワイヤの品質低下をより生じにくくすることができる。

【0057】

次に、図6ないし図8を参照して、この発明の第2の実施形態によるコモンモードチョークコイル1bについて説明する。図6は図1に対応し、図7は図2に対応している。図6ないし図8において、図1および図2に示した要素に相当する要素には同様の参照符号を付し、重複する説明を省略する。

【0058】

コモンモードチョークコイル1bは、3本のワイヤを備えることを特徴としている。簡単に言えば、第2の実施形態によるコモンモードチョークコイル1bでは、前述した第1の実施形態によるコモンモードチョークコイル1における第3ワイヤ13および第4ワイヤ14の役割を第3ワイヤ13のみによって担わせていることを特徴としている。したがって、第2の実施形態によれば、第1の実施形態に比べて、ワイヤの巻回工程をより簡素化することができる。

【0059】

コモンモードチョークコイル1bは、コア2と、3本のワイヤ、すなわち、第1ワイヤ11、第2ワイヤ12および第3ワイヤ13と、を備えている。図7において、第1ワイヤ11および第2ワイヤ12と、第3ワイヤ13とを明確に区別するため、第1ワイヤ11および第2ワイヤ12の断面は白抜きで示され、第3ワイヤ13の断面には網掛けが施されている。

【0060】

コア2は、第1の実施形態におけるコア2と同様、巻芯部3ならびに巻芯部3の軸線方向での第1端4側に設けられた第1鏢部6および同じく第1端4側とは逆の第2端5側に設けられた第2鏢部7を有する。第1ワイヤ11、第2ワイヤ12および第3ワイヤ13

10

20

30

40

50

は、巻芯部 3 のまわりで第 1 端 4 側から第 2 端 5 側に向かって互いに実質的に同じターン数をもって並行しながら螺旋状に巻回されている。

【 0 0 6 1 】

第 1 の実施形態におけるコア 2 の場合と同様、第 1 鰐部 6 には、第 1 端子電極 2 1 および第 3 端子電極 2 3 が設けられ、第 2 鰐部 7 には、第 2 端子電極 2 2 および第 4 端子電極 2 4 が設けられる。図 7 では、端子電極 2 1 ~ 2 4 の図示を省略している。

【 0 0 6 2 】

第 1 ワイヤ 1 1 および第 2 ワイヤ 1 2 の各々の一方端は、ともに第 1 端子電極 2 1 に接続され、第 1 ワイヤ 1 1 および第 2 ワイヤ 1 2 の各々の他方端は、ともに第 2 端子電極 2 2 に接続される。第 3 ワイヤ 1 3 の一方端は、第 3 端子電極 2 3 に接続され、第 3 ワイヤ 1 3 の他方端は、第 4 端子電極 2 4 に接続される。

【 0 0 6 3 】

コモンモードチョークコイル 1 b においても、図 9 に示した天板 4 5 に相当する天板を備えていてもよい。

【 0 0 6 4 】

図 7 を主として参照して、まず、第 1 ワイヤ 1 1 が、巻芯部 3 のまわりで第 1 層を構成するように巻回される。次いで、第 3 ワイヤ 1 3 が、その一部、より正確には、その断面上の一部を第 1 ワイヤ 1 1 の隣り合うターン間に形成された凹部に嵌り込ませながら、上記第 1 層の外周側において第 2 層を構成するように巻回される。次いで、第 2 ワイヤ 1 2 が、その一部、より正確には、その断面上の一部を第 3 ワイヤ 1 3 の隣り合うターン間に形成された凹部に嵌り込ませながら、上記第 2 層の外周側において第 3 層を構成するように巻回される。

【 0 0 6 5 】

第 1 層を構成する第 1 ワイヤ 1 1 および第 2 層を構成する第 3 ワイヤ 1 3 は、巻芯部 3 の第 1 端 4 側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 1 ワイヤ 1 1 のターンがこれと同一番目の第 3 ワイヤ 1 3 のターンより巻芯部 3 の第 2 端 5 側に位置している。

【 0 0 6 6 】

また、第 3 層を構成する第 2 ワイヤ 1 2 および第 2 層を構成する第 3 ワイヤ 1 3 は、巻芯部 3 の第 1 端 4 側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 2 ワイヤ 1 2 のターンがこれと同一番目の第 3 ワイヤ 1 3 のターンより巻芯部 3 の第 1 端 4 側に位置している。なお、第 2 ワイヤ 1 2 の第 1 ターン 1 2 - 1 は、第 1 ワイヤ 1 1 の第 1 ターン 1 1 - 1 の第 1 端 4 側であって、巻芯部 3 上に位置している。このような巻回態様は、図 5 に示した巻回態様の場合と同様、現実的な巻回工程において採用される可能性が高い。

【 0 0 6 7 】

第 2 の実施形態によるコモンモードチョークコイル 1 b では、第 1 層および第 2 層間の浮遊容量と第 2 層および第 3 層間の浮遊容量とは発生する方向が互いに逆となる。このように、発生する方向が互いに逆となる 2 種類の浮遊容量は、上述した第 1 の実施形態の場合と同様、電氣的に並列接続された 2 本のワイヤ（第 1 ワイヤ 1 1 と第 2 ワイヤ 1 2）を利用して発生する。すなわち、一方の信号ラインの第 n ターンに対して、他方の信号ラインの第 $n - 1$ ターンと第 $n + 1$ ターンとの両方について浮遊容量 C_1 および C_2 を発生させることができる。したがって、コモンモードチョークコイル 1 b においても、巨視的、すなわち信号ライン全体だけではなく、局所的、具体的には各ターン単位で、浮遊容量の偏りが低減されている。このようなことから、高周波域までモード変換特性を低減することができる。

【 0 0 6 8 】

第 2 の実施形態によるコモンモードチョークコイル 1 b は、第 1 端子電極 2 1 および第 2 端子電極 2 2 間に接続される第 1 ワイヤ 1 1 および第 2 ワイヤ 1 2 によって構成される第 1 インダクタと、第 3 端子電極 2 3 および第 4 の端子電極 2 4 間に接続される第 3 ワイ

10

20

30

40

50

ヤ 1 3 によって構成される第 2 インダクタと、を備える。この場合、第 1 ワイヤ 1 1、第 2 ワイヤ 1 2 および第 3 ワイヤ 1 3 が互いに同じ仕様のワイヤから構成されていると、第 1 インダクタの直流抵抗と第 2 インダクタの直流抵抗との間に差が生じる。

【 0 0 6 9 】

上述のような直流抵抗の差に対して適正な対策を講じることにより、コモンモードチョークコイル 1 b において、特性をさらに改善することができる。この対策として、第 2 の実施形態では、以下のような構成を採用することが好ましい。

【 0 0 7 0 】

図 8 に示すように、第 1 ワイヤ 1 1、第 2 ワイヤ 1 2 および第 3 ワイヤ 1 3 は、ともに断面円形の銅などの導体からなる中心導線 1 7 と中心導線 1 7 の周面を覆う電気絶縁性の絶縁被覆層 1 8 とを備える。ここで、第 3 ワイヤ 1 3 の中心導線 1 7 の直径は、第 1 ワイヤ 1 1 および第 2 ワイヤ 1 2 の各々の中心導線 1 7 の直径の約 2 倍、すなわち 1 . 3 倍以上かつ 1 . 5 倍以下とされる。

【 0 0 7 1 】

上述のような構成が採用されることにより、第 1 ワイヤ 1 1 の中心導線 1 7 と第 2 ワイヤ 1 2 の中心導線 1 7 との合計断面積と、第 3 ワイヤ 1 3 の中心導線 1 7 の断面積とを等しく、またはほぼ等しくすることができる。その結果、第 1 ワイヤ 1 1 および第 2 ワイヤ 1 2 によって構成される第 1 インダクタと、第 3 ワイヤ 1 3 によって構成される第 2 インダクタとの間で、直流抵抗の差をなくす、またはほぼなくすことができる。

【 0 0 7 2 】

また、コモンモードチョークコイル 1 b において、第 1 ワイヤ 1 1、第 2 ワイヤ 1 2 および第 3 ワイヤ 1 3 は、ともに断面円形であり、互いに同じ外径を有している。このことは、第 1 の実施形態の場合と同様、下層側のワイヤに対する上層側のワイヤ、すなわち、下層側の第 1 ワイヤ 1 1 に対して上層側の第 3 ワイヤ 1 3、および下層側の第 3 ワイヤ 1 3 に対して上層側の第 2 ワイヤ 1 2 の各々の巻回状態の安定化に寄与する。

【 0 0 7 3 】

また、コモンモードチョークコイル 1 b の場合も、図 2 に示したコモンモードチョークコイル 1 および図 5 に示したコモンモードチョークコイル 1 a の場合と同様、図 1 1 に示したコモンモードチョークコイル 3 1 a における切替領域 C のような、複数のワイヤが交差する箇所を備える必要がない。そのため、図 1 1 に示したコモンモードチョークコイル 3 1 a の場合に比べて、コモンモードチョークコイル 1 b の場合には、製造がより容易であるとともに、ワイヤ 1 1 ~ 1 3 における絶縁被覆層 1 8 の損傷などのワイヤの品質低下をより生じにくくすることができる。

【 0 0 7 4 】

以上、図 2 に示したコモンモードチョークコイル 1 および図 5 に示したコモンモードチョークコイル 1 a では、第 1 ワイヤ 1 1 および第 3 ワイヤ 1 3 は、第 1 端 4 側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 1 ワイヤ 1 1 のターンがこれと同一番目の第 3 ワイヤ 1 3 のターンより第 2 端 5 側に位置し、かつ、第 2 ワイヤ 1 2 および第 4 ワイヤ 1 4 は、第 1 端 4 側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 2 ワイヤ 1 2 のターンがこれと同一番目の第 4 ワイヤ 1 4 のターンより第 1 端 4 側に位置している。

【 0 0 7 5 】

また、図 7 に示したコモンモードチョークコイル 1 b では、第 1 ワイヤ 1 1 および第 3 ワイヤ 1 3 は、第 1 端 4 側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 1 ワイヤ 1 1 のターンがこれと同一番目の第 3 ワイヤ 1 3 のターンより第 2 端 5 側に位置し、かつ、第 2 ワイヤ 1 2 および第 3 ワイヤ 1 3 は、第 1 端 4 側から数えて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、第 2 ワイヤ 1 2 のターンがこれと同一番目の第 3 ワイヤ 1 3 のターンより第 1 端 4 側に位置している。

【 0 0 7 6 】

すなわち、コモンモードチョークコイル 1、1 a および 1 b のいずれにおいても、隣り

10

20

30

40

50

合う層を形成して互いに対をなす２本のワイヤについての位置関係が互いに逆の２つの領域が、巻芯部の軸線方向に直交する方向に積み重なった構成を有している。そのため、特許文献１に記載のものに比べて、分布容量の偏在の度合いが低く、より高周波域までモード変換特性を低減することができる。

【００７７】

また、コモンモードチョークコイル１、１ａおよび１ｂのいずれにおいても、隣り合う層を形成して互いに対をなす２本のワイヤについて、各々の同一番目のターン同士が隣接しながら、一方のワイヤのターンがこれと同一番目の他方のワイヤのターンより１ターンだけずれている構成が採用されている。このように、１ターンだけずれる構成が採用されると、上記２本のワイヤ間に発生する浮遊容量を最小限に留めることができる。

10

【００７８】

しかしながら、この発明に関連する技術として、隣り合う層を形成して互いに対をなす２本のワイヤについて、同一番目のターン同士が１ターンだけずれる構成に限らず、２ターン以上ずれる構成が採用されてもよい。また、コモンモードチョークコイル１および１ａについて言えば、第１ワイヤ１１と第３ワイヤ１３との間のターンずれ量と第２ワイヤ１２と第４ワイヤ１４との間のターンずれ量とが互いに異なってもよい。同様に、コモンモードチョークコイル１ｂについて言えば、第１ワイヤ１１と第３ワイヤ１３との間のターンずれ量と第２ワイヤ１２と第３ワイヤ１３との間のターンずれ量とが互いに異なってもよい。

【００７９】

20

以上、この発明を図示した実施形態に関連して説明したが、この発明の範囲内において、その他種々の変形例が可能である。

【００８０】

たとえば、コモンモードチョークコイルに備えるワイヤのターン数は、任意に増減することができる。

【００８１】

また、実施形態の説明において採用したターン数の数える方向は、逆にしてもよい。

【００８２】

また、コモンモードチョークコイルに備える複数本のワイヤについて、一部において、交差する部分や互いに撚り合わせたツイスト巻き部分が存在してもよい。

30

【００８３】

また、図示した各実施形態は、例示的なものであり、異なる実施形態間において、構成の部分的な置換または組み合わせが可能である。

【符号の説明】

【００８４】

１，１ａ，１ｂ コモンモードチョークコイル

２ コア

３ 巻芯部

４ 第１端

５ 第２端

６ 第１鏝部

７ 第２鏝部

１１ 第１ワイヤ

１２ 第２ワイヤ

１３ 第３ワイヤ

１４ 第４ワイヤ

１７ 中心導線

１８ 絶縁被覆層

２１ 第１端子電極

２２ 第２端子電極

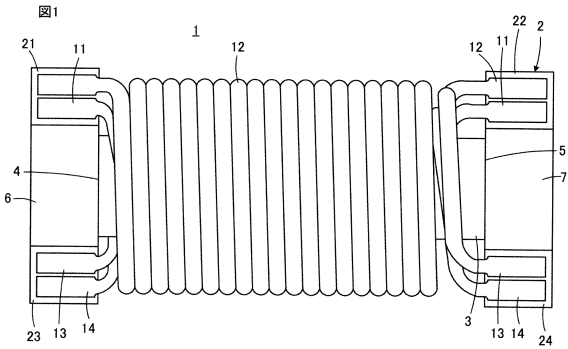
40

50

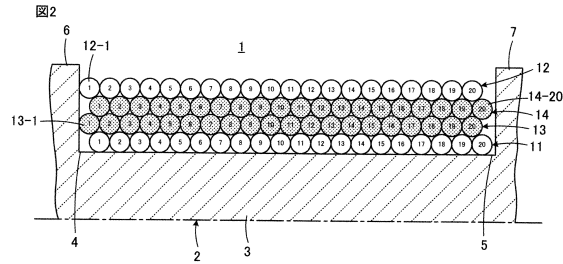
2 3 第3端子電極
2 4 第4端子電極

【図面】

【図 1】

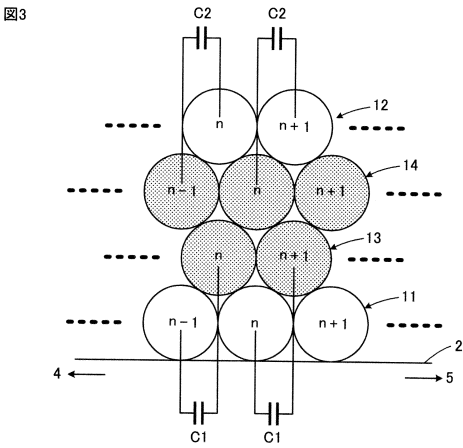


【図 2】

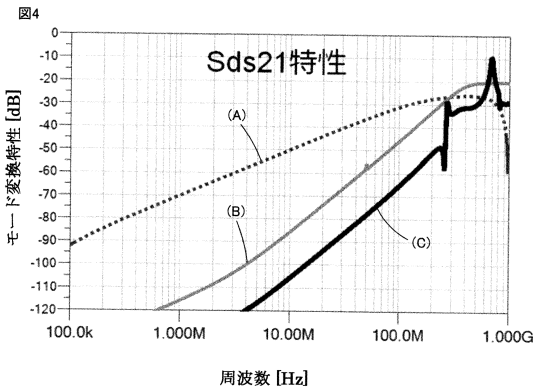


10

【図 3】



【図 4】



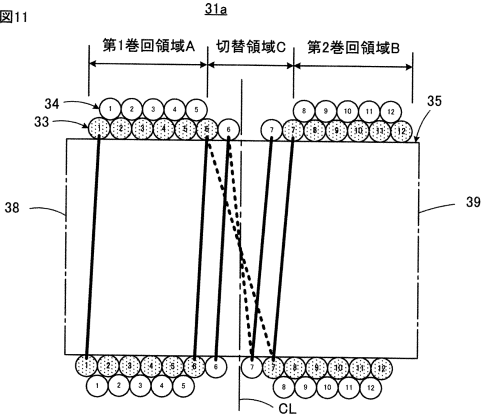
20

30

40

50

【 図 1 1 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 1 9 5 6 1 9 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 0 4 5 9 1 8 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 1 3 8 9 1 4 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 2 5 3 9 8 (J P , A)
中国実用新案第 2 0 4 6 5 1 1 3 6 (C N , U)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 F 1 7 / 0 4
H 0 1 F 2 7 / 2 8
H 0 1 F 3 7 / 0 0