

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6865605号
(P6865605)

(45) 発行日 令和3年4月28日(2021.4.28)

(24) 登録日 令和3年4月8日(2021.4.8)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 F 37/00 (2006.01)	HO 1 F 37/00 N
HO 1 F 17/04 (2006.01)	HO 1 F 37/00 A
	HO 1 F 37/00 C
	HO 1 F 17/04 A
	HO 1 F 17/04 F

請求項の数 16 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2017-42937 (P2017-42937)
 (22) 出願日 平成29年3月7日(2017.3.7)
 (65) 公開番号 特開2018-148078 (P2018-148078A)
 (43) 公開日 平成30年9月20日(2018.9.20)
 審査請求日 平成30年10月9日(2018.10.9)
 審判番号 不服2020-5670 (P2020-5670/J1)
 審判請求日 令和2年4月27日(2020.4.27)

(73) 特許権者 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 100085143
 弁理士 小柴 雅昭
 (72) 発明者 五十嵐 啓雄
 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

合議体
 審判長 井上 信一
 審判官 山田 正文
 審判官 山本 章裕

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互いに逆の第1および第2の端部にそれぞれ設けられた第1および第2の鏢部を有するフェライトコアと、

線状の中心導体と前記中心導体の周面を覆う絶縁被覆層とを有し、前記巻芯部上において螺旋状に巻回された第1および第2のワイヤと、

前記第1のワイヤの第1端および前記第1端とは逆の第2端がそれぞれ電氣的に接続された第1および第2の端子電極と、

前記第2のワイヤの第1端および前記第1端とは逆の第2端がそれぞれ電氣的に接続された第3および第4の端子電極と、

を備え、

150 でのコモンモードインダクタンス値が100kHzにおいて160μH以上であり、かつ20 でのリターンロスが10MHzにおいて-27.1dB以下であり、

前記フェライトコアの比透磁率が1500以下である、

コモンモードチョークコイル。

【請求項2】

130 でのリターンロスが10MHzにおいて-27dB以下である、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】

前記フェライトコアのキュリー温度が150 以上である、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】

前記巻芯部の軸線方向に測定した前記フェライトコアの外形寸法は 3 . 4 mm 以下であり、前記巻芯部の軸線方向に直交する方向に測定した前記フェライトコアの外形寸法は 2 . 7 mm 以下である、請求項 1 ないし 3 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 5】

前記巻芯部の軸線方向に測定した前記第 1 および第 2 の鏝部の各々の厚み寸法は 0 . 7 mm 未満である、請求項 4 に記載のコモンモードチョークコイル。

【請求項 6】

当該コモンモードチョークコイルが実装面上に実装された状態において、前記第 1 および第 2 の鏝部の各々の、実装面に投影した面積は、1 . 7 5 mm² 未満である、請求項 4 または 5 に記載のコモンモードチョークコイル。

【請求項 7】

前記巻芯部の断面積は 1 . 0 mm² 未満である、請求項 4 ないし 6 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 8】

当該コモンモードチョークコイルが実装面上に実装された状態において、前記巻芯部と実装面との間の距離が 0 . 5 mm 以上である、請求項 4 ないし 7 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 9】

前記巻芯部上における前記第 1 および第 2 のワイヤの各々の巻き数が 4 2 ターン以下である、請求項 1 ないし 8 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 10】

前記第 1 および第 2 の鏝部間に渡された板状のフェライト板をさらに備え、前記フェライト板の厚み寸法は 0 . 7 5 mm 以下である、請求項 1 ないし 9 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 11】

前記第 1 および第 2 の鏝部と前記フェライト板との間の隙間は 1 0 μm 以下である、請求項 10 に記載のコモンモードチョークコイル。

【請求項 12】

前記ワイヤの前記中心導体の径は 3 5 μm 以下である、請求項 1 ないし 11 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 13】

前記ワイヤの前記中心導体の径は 2 8 μm 以上である、請求項 1 ないし 12 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 14】

前記ワイヤの前記絶縁被覆層の厚み寸法は 6 μm 以下である、請求項 1 ないし 13 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 15】

前記ワイヤの前記絶縁被覆層の厚み寸法は 3 μm 以上である、請求項 1 ないし 14 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 16】

前記ワイヤの前記絶縁被覆層は、少なくともイミド結合を含む樹脂からなる、請求項 1 ないし 15 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、フェライトコアと巻線とを備えるコモンモードチョークコイルに関するものである。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

この発明にとって興味ある技術として、たとえば特開2015-35473号公報(特許文献1)に記載されたものがある。特許文献1には、フェライトコアと巻線とを備えるコモンモードチョークコイルであって、特に車載用を意図したものが記載されている。

【0003】

車載用コモンモードチョークコイルは、電子機器間のデジタル通信におけるノイズの漏洩防止および外来ノイズの伝達抑制という目的のために利用される。このようなデジタル通信規格の一例は、CANおよびBroadR-Reachである。

【0004】

CANで利用されるコモンモードチョークコイルの特徴は、温度特性が良好であることで、たとえば、150でのコモンモードインダクタンス値が100 μ Hであるものが使用されている。

【0005】

BroadR-Reachで利用されるコモンモードチョークコイルの特徴は、コモンモードインダクタンス値が高く、たとえば125でのコモンモードインダクタンス値が160 μ Hであるものが使用されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2015-35473号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

この発明の目的は、従来では想定されていないソリューションを実現するためのコモンモードチョークコイルを提供しようとすることである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明は、巻芯部ならびに巻芯部の互いに逆の第1および第2の端部にそれぞれ設けられた第1および第2の鍔部を有するフェライトコアと、線状の中心導体と中心導体の周面を覆う絶縁被覆層とを有し、巻芯部上において螺旋状に巻回された第1および第2のワイヤと、第1のワイヤの第1端および第1端とは逆の第2端がそれぞれ電氣的に接続された第1および第2の端子電極と、第2のワイヤの第1端および第1端とは逆の第2端がそれぞれ電氣的に接続された第3および第4の端子電極と、を備える、コモンモードチョークコイルに向けられるものであって、上述した技術的課題を解決するため、次のような新規な特性を与える構成を備えることを特徴としている。

【0009】

すなわち、この発明に係るコモンモードチョークコイルは、150でのコモンモードインダクタンス値が100kHzにおいて160 μ H以上であり、かつ20でのリターンロスが10MHzにおいて-27.1dB以下であるといった構成を備えることを第1の特徴としている。

【0010】

上述した構成によれば、より高温で高速通信を最低限使用可能としつつ、常温ではより高品質な高速通信を実現するためのコモンモードチョークコイルを提供できる。なお、本明細書における「リターンロス」は、SパラメータにおけるS_{dd11}を意味する。また、以下では、「コモンモードインダクタンス値」を単に「インダクタンス値」と記載する場合がある。

【0011】

この発明において、好ましくは、130でのリターンロスが10MHzにおいて-27dB以下である。この構成によれば、より広い温度範囲で問題なく高速通信を実現する

10

20

30

40

50

ためのコモンモードチョークコイルを提供できる。

【0012】

また、この発明において、好ましくは、フェライトコアのキュリー温度が150以上である。この構成によれば、低温から150まで、インダクタンス値を一定以上に維持することができる。

【0013】

また、この発明は、フェライトコアの比透磁率が1500以下であることを第2の特徴としている。この構成によれば、フェライトコアの設計自由度が向上し、たとえばキュリー温度が150以上であるようなフェライトコアを容易に設計できる。このように、上記構成によれば、高温でのインダクタンス値が確保された、温度特性の良好なコモンモードチョークコイルを提供できる。

10

【0014】

また、この発明において、好ましくは、巻芯部の軸線方向に測定したフェライトコアの外形寸法は3.4mm以下であり、巻芯部の軸線方向に直交する方向に測定したフェライトコアの外形寸法は2.7mm以下である。この構成によれば、コモンモードチョークコイルの小型化を図ることで、低EMC部品に対してコモンモードチョークコイルをより近くに配置でき、実質的なノイズ低減効果を向上することができる。また、フェライトコアの体積が一定以下であることで、加熱冷却によるフェライトコアの膨張収縮の絶対量を低減でき、低温から高温までの特性変動を低減できる。

【0015】

上記好ましい実施態様において、より好ましくは、巻芯部の軸線方向に測定した第1および第2の鍔部の各々の厚み寸法は0.7mm未満である。この構成によれば、コモンモードチョークコイルの限られた外形寸法の範囲内で、巻芯部の軸線方向の長さを長くすることができる。このことは、ワイヤの巻き態様についての自由度が上がることを意味する。そのため、ワイヤの巻き数を多くでき、その結果、インダクタンス値を高めることができ、あるいは、巻回されるワイヤをより太くすることができ、その結果、ワイヤの断線を生じにくくするとともに、ワイヤが有する直流抵抗を減じることができる。また、ワイヤ間隔(絶縁被膜厚)を広げることでワイヤ間容量を低減することができる。

20

【0016】

また、前述した好ましい実施態様において、より好ましくは、次のように構成されてもよい。すなわち、当該コモンモードチョークコイルが実装面上に実装された状態において、第1および第2の鍔部の各々の、実装面に投影した面積は、1.75mm²未満である。この構成によれば、上述のより好ましい実施態様の場合と同様、コモンモードチョークコイルの限られた外形寸法の範囲内で、巻芯部の軸線方向の長さを長くことができ、そのため、上述のより好ましい実施態様の場合と同様の効果が期待できる。

30

【0017】

また、前述した好ましい実施態様において、より好ましくは、巻芯部の断面積は1.0mm²未満である。この構成によれば、ワイヤの巻き数を維持しながら、ワイヤの総長さを短くすることができるので、Sdd11特性の向上を図ることができる。

【0018】

また、前述した好ましい実施態様において、より好ましくは、次のように構成されてもよい。すなわち、当該コモンモードチョークコイルが実装面上に実装された状態において、巻芯部と実装面との間の距離が0.5mm以上である。この構成によれば、実装面側に存在し得るグラウンドパターンと、巻芯部上に巻回されたワイヤと、の間の距離を長くすることができるので、グラウンドパターンとワイヤとの間に形成される浮遊容量を減じることができる。そのため、モード変換特性をより良好なものとするすることができる。

40

【0019】

この発明において、好ましくは、巻芯部上における第1および第2のワイヤの各々の巻き数が42ターン以下である。この構成によれば、ワイヤの総長さを短くすることができるので、Sdd11特性をより良好なものとするすることができる。

50

【0020】

この発明に係るコモンモードチョークコイルは、第1および第2の鍔部間に渡された板状のフェライト板をさらに備えることが好ましい。フェライトコアとフェライト板とによって閉磁路が形成されるので、インダクタンス値を向上させることができる。この場合、フェライト板の厚み寸法は0.75 mm以下であることが好ましい。この構成によれば、コモンモードチョークコイルの総高さ寸法を小さくすることができる。あるいは、コモンモードチョークコイルの総高さ寸法を大きくすることなく、巻芯部の高さ位置を実装面から離してより高くすることができる。その結果、実装面側に存在するグラウンドパターンとワイヤとの間に形成される浮遊容量を減じることができ、そのため、モード変換特性をより良好なものとすることができる。

10

【0021】

上述のように、フェライト板を備える場合、第1および第2の鍔部とフェライト板との間の隙間は10 μm以下であることが好ましい。この構成によれば、フェライトコアとフェライト板とによって形成される磁路の磁気抵抗を低くすることができるので、インダクタンス値を高くすることができる。

【0022】

この発明において、好ましくは、ワイヤの中心導体の径は35 μm以下である。この構成によれば、ワイヤの径を細くできるので、巻芯部へのワイヤの巻き数を多くすることや、ワイヤの巻き数を変えずに小型化すること、ワイヤやコイル外形を変えずにワイヤ間隔を広げることなどができる。また、コイル外形に占めるワイヤの割合が減ること、たとえばフェライトコアなどの他の部分の寸法を拡大できるため、特性をさらに向上できる。

20

【0023】

また、この発明において、好ましくは、ワイヤの中心導体の径は28 μm以上である。この構成によれば、中心導体の断線を生じにくくすることができる。

【0024】

また、この発明において、好ましくは、ワイヤの絶縁被覆層の厚み寸法は6 μm以下である。この構成によれば、ワイヤの径を細くできるので、巻芯部へのワイヤの巻き数を多くすることや、ワイヤの巻き数を変えずに小型化すること、ワイヤやコイル外形を変えずにワイヤ間隔を広げることなどができる。また、コイル外形に占めるワイヤの割合が減ること、たとえばフェライトコアなどの他の部分の寸法を拡大できるため、特性をさらに向上できる。

30

【0025】

また、この発明において、好ましくは、ワイヤの絶縁被覆層の厚み寸法は3 μm以上である。この構成によれば、巻回状態で隣り合うワイヤの中心導体間の距離を長くできるので、線間容量が小さくなり、そのため、S d d 1 1特性を良好なものとすることができる。

【0026】

また、この発明において、好ましくは、ワイヤの絶縁被覆層は、たとえばポリアミドイミドやイミド変成ポリウレタンなどのような少なくともイミド結合を含む樹脂からなる。この構成によれば、絶縁被覆層に対して、たとえば150 °Cにおいても分解しないといった耐熱性を与えることができる。したがって、150 °Cといった高温でも、線間容量が変化せず、S d d 1 1特性を良好なものとすることができる。また、150 °Cといった高温でもノイズ抑制効果に優れるといった、この発明の効果の実効性を高めることができる。

40

【発明の効果】

【0027】

この発明によれば、従来にはない、より高温で高速通信を最低限使用可能としつつ、常温ではより高品質な高速通信を実現するためのコモンモードチョークコイルを得ることができ、従来では想定されていないソリューションを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

50

【図 1】この発明の一実施形態によるコモンモードチョークコイル 1 の外観を示す斜視図であり、(A) は比較的上方から見た図、(B) は比較的下方から見た図である。

【図 2】図 1 に示したコモンモードチョークコイル 1 の外観を示すもので、(A) は正面図、(B) は底面図、(C) は左側面図である。

【図 3】図 1 に示したコモンモードチョークコイル 1 に備えるワイヤ 2 3 の拡大断面図である。

【図 4】図 1 に示したコモンモードチョークコイル 1 において、ワイヤ 2 3 を端子電極 2 7 に電氣的に接続する工程を図解する図である。

【図 5】コモンモードチョークコイルの実際の製品におけるワイヤと端子電極との電氣的接続部分を正面方向から撮影した写真を示す図である。

10

【図 6】図 5 に示したワイヤと端子電極との電氣的接続部分の断面を拡大して撮影した写真を示す図である。

【図 7】図 6 に示した写真をトレースして作成したもので、図 6 の写真の説明図である。

【図 8】図 1 に示したコモンモードチョークコイル 1 における端子電極 2 7 のエッジ部分 4 4 とその周囲に引き回されるワイヤ 2 3 とを模式的に示す図であり、(A) はこの発明の実施例、(B) は従来例を示す。

【図 9】図 8 (A) に示した形態のエッジ部分 4 4 を有する端子電極 2 7 を得るための工程を図解する図である。

【図 10】図 8 (A) に対応する図であって、端子電極 2 7 のエッジ部分 4 4 の変形例を示す。

20

【図 11】図 8 (A) に対応する図であって、端子電極 2 7 のエッジ部分 4 4 の他の変形例を示す。

【図 12】コモンモードチョークコイルに備えるフェライトコアの透磁率の温度特性を、この発明の実施例に係るコモンモードチョークコイルとこの発明の範囲外の比較例に係るコモンモードチョークコイルとで比較して示す図である。

【図 13】この発明の実施例に係るコモンモードチョークコイルにおける鍔部の厚み寸法とコモンモード除去比との関係を示す図である。

【図 14】この発明の実施例に係るコモンモードチョークコイルにおける巻芯部の断面積とリターンロスとの関係を示す図である。

【図 15】この発明の実施例に係るコモンモードチョークコイルにおけるワイヤの巻き数とリターンロスとの関係を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0029】

図 1 および図 2 を主として参照して、この発明の一実施形態によるコモンモードチョークコイル 1 について説明する。

【0030】

コモンモードチョークコイル 1 は、巻芯部 2 を有するフェライトコア 3 を備えている。フェライトコア 3 は、ドラム状をなし、巻芯部 2 の互いに逆の第 1 および第 2 の端部にそれぞれ設けられた第 1 および第 2 の鍔部 4 および 5 を備えている。コモンモードチョークコイル 1 は、さらに、第 1 および第 2 の鍔部 4 および 5 間に渡された板状のフェライト板 6 を備えている。

40

【0031】

フェライトコア 3 は、キュリー温度が 150 以上であることが好ましい。低温から 150 まで、インダクタンス値を一定以上に維持することができるためである。また、フェライトコア 3 の比透磁率が 1500 以下である。この構成によれば、フェライトコア 3 の構成や材料に高透磁率用の特殊なものを用いる必要が無い。したがって、フェライトコア 3 の設計自由度が向上し、たとえばキュリー温度が 150 以上であるようなフェライトコア 3 を容易に設計できる。このように、上記構成によれば、高温でのインダクタンス値が確保された、温度特性の良好なコモンモードチョークコイル 1 を提供できる。

【0032】

50

なお、フェライト板 6 についても、キュリー温度が 150 以上であることが好ましく、また、比透磁率が 1500 以下であることが好ましい。

【0033】

鍔部 4 および 5 は、それぞれ、巻芯部 2 側に向きかつ巻芯部 2 の各端部を位置させる内側端面 7 および 8 と、内側端面 7 および 8 の反対側の外側に向く外側端面 9 および 10 とを有する。また、鍔部 4 および 5 は、それぞれ、実装時において実装基板（図示しない。）側に向けられる下面 11 および 12、ならびに下面 11 および 12 の反対側の上面 13 および 14 を有している。前述したフェライト板 6 は、鍔部 4 および 5 の上面 13 および 14 に接合されている。さらに、第 1 の鍔部 4 は、下面 11 と上面 13 とを連結する方向に延びかつ互いに逆の側方に向く第 1 および第 2 の側面 15 および 16 を有し、第 2 の鍔部 5 は、下面 12 と上面 14 とを連結する方向に延びかつ互いに逆の側方に向く第 1 および第 2 の側面 17 および 18 を有する。

10

【0034】

また、第 1 の鍔部 4 における下面 11 の両端部に、切欠き形状の窪み 19 および 20 が設けられる。同様に、第 2 の鍔部 5 における下面 12 の両端部に、切欠き形状の窪み 21 および 22 が設けられる。

【0035】

コモンモードチョークコイル 1 は、さらに、巻芯部 2 に螺旋状に巻回された第 1 および第 2 のワイヤ 23 および 24 を備えている。なお、図 1 および図 2 では、ワイヤ 23 および 24 の各々の端部のみが図示され、巻芯部 2 上でのワイヤ 23 および 24 の図示が省略されている。これらワイヤ 23 および 24 は、一方のワイヤ 23 について図 3 に図示するように、線状の中心導体 25 と、中心導体 25 の周面を覆う絶縁被覆層 26 とを有する。

20

【0036】

中心導体 25 は、たとえば銅線からなる。絶縁被覆層 26 は、好ましくは、たとえばポリアミドイミドや、イミド変成ポリウレタンのような少なくともイミド結合を含む樹脂からなる。この構成によれば、絶縁被覆層に対して、たとえば 150 においても分解しないといった耐熱性を与えることができる。したがって、150 といった高温でも、線間容量が変化せず、S d d 11 特性を良好なものとすることができる。また、150 といった高温でもノイズ抑制効果に優れるといった、この発明の効果の実効性を高めることができる。

30

【0037】

第 1 および第 2 のワイヤ 23 および 24 は、互いに並行しながら同方向に巻回される。このとき、ワイヤ 23 および 24 は、いずれか一方が内層側に、いずれか他方が外層側に、というように、2 層巻きにされても、巻芯部 2 の軸線方向において交互に配列されかつ互いに平行に並んだ状態で巻くバイファイラ巻きにされてもよい。

【0038】

中心導体 25 の径 D は 35 μm 以下であることが好ましい。この構成によれば、ワイヤ 23 および 24 の径を細くできるので、巻芯部 2 へのワイヤ 23 および 24 の巻き数を多くすることや、ワイヤ 23 および 24 の巻き数を変えずに小型化すること、ワイヤ 23 および 24 やコイル外形を変えずにワイヤ間隔を広げることなどができる。また、コイル外形に占めるワイヤ 23 および 24 の割合が減ること、たとえばフェライトコア 3 などの他の部分の寸法を拡大できるため、特性をさらに向上できる。

40

【0039】

また、中心導体 25 の径 D は 28 μm 以上であることが好ましい。この構成によれば、中心導体 25 の断線を生じにくくすることができる。

【0040】

また、絶縁被覆層 26 の厚み寸法 T 4 は 6 μm 以下であることが好ましい。この構成によれば、ワイヤ 23 および 24 の径を細くできるので、巻芯部 2 へのワイヤ 23 および 24 の巻き数を多くすることや、ワイヤ 23 および 24 の巻き数を変えずに小型化すること、ワイヤ 23 および 24 やコイル外形を変えずにワイヤ間隔を広げることなどができる。

50

また、コイル外形に占めるワイヤ 23 および 24 の割合が減ることで、たとえばフェライトコア 3 などの他の部分の寸法を拡大できるため、特性をさらに向上できる。

【0041】

また、絶縁被覆層 26 の厚み寸法 T4 は 3 μm 以上であることが好ましい。この構成によれば、巻回状態で隣り合うワイヤ 23 および 24 の中心導体 25 間の距離を長くできるので、線間容量が小さくなり、そのため、S d d 11 特性を良好なものとすることができる。

【0042】

コモンモードチョークコイル 1 は、さらに、第 1 ないし第 4 の端子電極 27 ~ 30 を備えている。これら第 1 ないし第 4 の端子電極 27 ~ 30 のうち、第 1 および第 3 の端子電極 27 および 29 は、第 1 および第 2 の側面 15 および 16 が対向する方向に配列されて、第 1 の鍔部 4 に接着剤を介して取り付けられる。第 2 および第 4 の端子電極 28 および 30 は、第 1 および第 2 の側面 17 および 18 が対向する方向に配列されて、第 2 の鍔部 5 に接着剤を介して取り付けられる。

【0043】

第 1 の端子電極 27 と第 4 の端子電極 30 とは、互いに同じ形状であり、第 2 の端子電極 28 と第 3 の端子電極 29 とは、互いに同じ形状である。また、第 1 の端子電極 27 と第 3 の端子電極 29 とは、互いに面对称形状をなし、第 2 の端子電極 28 と第 4 の端子電極 30 とは、互いに面对称形状をなしている。したがって、第 1 ないし第 4 の端子電極 27 ~ 30 のうちのいずれか 1 つの端子電極、たとえば図 1 (A) および (B) において最も良好に図示されている第 1 の端子電極 27 について、その詳細を説明し、第 2、第 3 および第 4 の端子電極 28、29 および 30 の詳細については、その説明を省略する。

【0044】

端子電極 27 は、通常、たとえばリン青銅やタフピッチ銅などの銅系合金からなる 1 枚の金属板に対して順送プレス加工を施すことにより製造される。端子電極 27 の材料となる金属板は、0.15 mm 以下の厚みを有しており、たとえば 0.1 mm の厚みである。

【0045】

図 1 (B) によく示されているように、端子電極 27 は、鍔部 4 の外側端面 9 に沿って延びる基部 31 と、当該基部 31 から、鍔部 4 の外側端面 9 と下面 11 とが交差する稜線部分を覆う第 1 の屈曲部 32 を介して、鍔部 4 の下面 11 に沿って延びる実装部 33 と、を備えている。実装部 33 は、コモンモードチョークコイル 1 が図示しない実装基板上に実装されるとき、実装基板上の導電ランドに対して、はんだ付け等によって電気的かつ機械的に接続される部分となる。

【0046】

さらに、図 1 (B) を参照して、端子電極 27 は、実装部 33 から第 2 の屈曲部 34 を介して延びる立上がり部 35、および立上がり部 35 から第 3 の屈曲部 36 を介して延びる受け部 37 を備えている。上記立上がり部 35 は、窪み 19 を規定する垂直壁 38 に沿って延び、上記受け部 37 は、窪み 19 を規定する底面壁 39 に沿って延びている。受け部 37 は、ワイヤ 23 の端部に沿うとともに、ワイヤ 23 を端子電極 27 に電気的かつ機械的に接続する部分となる。

【0047】

なお、上述の受け部 37 は、鍔部 4 から所定の間隔を置いて位置していることが好ましい。より特定的には、立上がり部 35 および受け部 37 は、窪み 19 を規定する垂直壁 38 および底面壁 39 から所定の間隔を置いて位置していて、垂直壁 38 および底面壁 39 に接していないことが好ましい。

【0048】

上述した第 1 の端子電極 27 における基部、第 1 の屈曲部、実装部、第 2 の屈曲部、立上がり部、第 3 の屈曲部および受け部をそれぞれ指すために用いた参照符号 31、32、33、34、35、36 および 37 は、必要に応じて、第 2、第 3 および第 4 の端子電極 28、29 および 30 における対応の基部、第 1 の屈曲部、実装部、第 2 の屈曲部、立上

10

20

30

40

50

がり部、第3の屈曲部および受け部をそれぞれ指すためにも用いることにする。

【0049】

前述した第1のワイヤ23の第1端は第1の端子電極27に電氣的に接続され、第1のワイヤ23の第1端とは逆の第2端は第2の端子電極28に電氣的に接続される。他方、第2のワイヤ24の第1端は第3の端子電極29に電氣的に接続され、第2のワイヤ24の第1端とは逆の第2端は第4の端子電極30に電氣的に接続される。

【0050】

通常、上述したワイヤ23および24と端子電極27～30との接続工程を実施する前に、ワイヤ23および24を巻芯部2上に巻回する工程が実施される。巻回工程では、フェライトコア3を巻芯部2の中心軸線まわりに回転させた状態で、ノズルからワイヤ23および24がトラバースされながら巻芯部2に向かって供給される。これによって、ワイヤ23および24が巻芯部2上で螺旋状に巻回される。

10

【0051】

この巻回工程において、フェライトコア3を上述のように回転させるため、フェライトコア3は、回転駆動源に接続されたチャックによって保持される。チャックは、フェライトコア3における一方の鉤部、たとえば第1の鉤部4を保持するように設計されている。

【0052】

第1の鉤部4の外側端面9に注目すると、そこには、上面13と外側端面9とが交差する稜線に沿って延びる凸状の段部40が形成されている。また、外側端面9における上記段部40が形成された領域より前記下面11に近い側の領域には平坦面41が形成されている。

20

【0053】

一方、フェライトコア3には、端子電極27～30が既に取り付けられている。したがって、端子電極27の基部31および端子電極29の基部31は、第1および第2の側面15および16が対向する方向に互いに隣接しながら、外側端面9における上記平坦面41に沿って位置している。これら端子電極27の基部31と端子電極29の基部31との間の間隔については、図2(C)に示すように、下面11により近い側での間隔S1が、上面13(あるいは段部40)により近い側での間隔S2より広くなっている。この実施形態では、2つの基部31が、ともにT字状とされることによって、上述のような $S1 > S2$ となる間隔を実現している。

30

【0054】

チャックのつかみ部は、鉤部4における(1)第1の側面15、(2)第2の側面16、(3)上面13、(4)段部40に加えて、(5)平坦面41の上記間隔S1で規定される部分、といった5つの異なる部分に接触した状態でフェライトコア3を保持する。したがって、ワイヤ23および24の巻回工程において、回転されるフェライトコア3の姿勢を安定させることができる。

【0055】

端子電極27の基部31と端子電極29の基部31との間隔について、下面11により近い側での間隔S1は、0.3mmより広いことが好ましい。これによって、チャックのつかみ部を平坦面41に当接させるのに十分な面積を確保することができる。また、上面13により近い側での間隔S2は、0.1mm以上かつ0.3mm以下であることが好ましい。通常、順送プレス加工を施す場合、ワークとしての金属板の厚み寸法より小さい寸法で打抜きを行なうことが困難である。したがって、前述したように、端子電極27～30の材料となる金属板の厚み寸法を0.1mmとしたとき、間隔S2を0.1mm以上かつ0.3mm以下とすることにより、順送プレス加工を容易に実施することができる。

40

【0056】

上述のように、回転駆動源に接続されたチャックによって保持されたフェライトコア3を巻芯部2の中心軸線まわりに回転させることによって、ノズルから供給されたワイヤ23および24がトラバースされながら巻芯部2上で螺旋状に巻回される。巻芯部2上における第1および第2のワイヤ23および24の各々の巻き数は42ターン以下であること

50

が好ましい。ワイヤ 23 および 24 の総長さを短くすることができるので、S d d 1 1 特性をより良好なものとすることができるためである。なお、インダクタンス値の確保のためには、ワイヤ 23 および 24 の各々の巻き数は 39 ターン以上であることが好ましい。

【 0 0 5 7 】

なお、巻回工程において、チャックは、一方の鍔部、たとえば第 1 の鍔部 4 のみをつかむように設計されているので、他方の鍔部、たとえば第 2 の鍔部 5 については、第 1 の鍔部 4 において採用された、段部 40 および平坦面 41 を有する構成は採用されなくてもよい。また、第 2 および第 4 の端子電極 28 および 30 についても、前述したような第 1 および第 3 の端子電極 27 および 29 において採用された、基部 31 の形状および配置は採用されなくてもよい。

10

【 0 0 5 8 】

しかしながら、上述したような特徴的構成が、第 1 および第 2 の鍔部 4 および 5 の双方に採用され、かつ、第 1 ないし第 4 の端子電極 27 ~ 30 のすべてに採用されると、巻回工程において、フェライトコア 3 の方向性をなくすことができ、チャックによるつかみ工程での方向ミスをなくすことができる。

【 0 0 5 9 】

上述の巻回工程を終えた後、以下に説明するワイヤ 23 および 24 と端子電極 27 ~ 30 との接続工程が実施される。

【 0 0 6 0 】

以下、代表して、第 1 のワイヤ 23 を第 1 の端子電極 27 に接続する工程について図 4 を参照して説明する。図 4 には、第 1 の端子電極 27 の受け部 37 および第 1 のワイヤ 23 の端部が模式的に図示されている。

20

【 0 0 6 1 】

前述の巻回工程を終えた段階では、ワイヤ 23 の端部は、図 4 (1) に示すように、受け部 37 および受け部 37 の先端にある先端部 37 a 上にまで引き出された状態となっている。また、ワイヤ 23 の端部は、その全周において、絶縁被覆層 26 が除去された状態とされる。絶縁被覆層 26 の除去には、たとえばレーザー光照射が適用される。

【 0 0 6 2 】

次に、同じく図 4 (1) に示すように、溶接のためのレーザー光 42 が、ワイヤ 23 における絶縁被覆層 26 から露出した中心導体 25 と先端部 37 a とが重なった領域に向かって照射される。これによって、中心導体 25 およびそれを受ける先端部 37 a が溶融する。このとき、図 4 (2) に示すように、溶融した中心導体 25 および先端部 37 a は、そこに作用する表面張力によって玉状となり、溶接塊部 43 が形成される。すなわち、溶接塊部 43 は、中心導体 25 および端子電極 27 (先端部 37 a) が一体化したものであり、中心導体 25 は、溶接塊部 43 の中に取り込まれる。

30

【 0 0 6 3 】

前述したように、好ましくは、受け部 37 は、鍔部 4 から所定の間隔を置いて位置していて、鍔部 4 に接していないようにされる。この構成は必須ではないが、この構成によれば、上述した溶接工程において、受け部 37 での温度上昇が鍔部 4 側に伝わりにくくなり、熱によるフェライトコア 3 への悪影響を低減することができる。

40

【 0 0 6 4 】

図 5 には、コモンモードチョークコイルの実際の製品におけるワイヤと端子電極との電氣的接続部分を正面方向から撮影した写真が示されている。図 5 において、右上の丸い部分が溶融玉、すなわち溶接塊部 43 に相当している。図 6 には、図 5 に示したワイヤと端子電極との電氣的接続部分の断面を拡大して撮影した写真が示されている。図 7 は、図 6 に示した写真をトレースして作成したもので、図 6 の写真の説明図である。なお、前述の図 4 は、レーザー光 42 を上から下に向かって照射するように図示されたため、図 5 ないし図 7 における天地関係と逆になっている。

【 0 0 6 5 】

図 6 と図 7 とを対照ながら説明すると、溶接工程により、先端部 37 a だけでなく、溶

50

接後において残存している受け部 3 7 と溶接塊部 4 3 とは溶接され合い、互いに接触している。ワイヤ 2 3 の中心導体 2 5 は、受け部 3 7 と溶接塊部 4 3 との間に位置し、溶接塊部 4 3 に内包されている。また、絶縁被覆層 2 6 がワイヤ 2 3 の端部の全周において除去されることで、ワイヤ 2 3 の端部では、ワイヤ 2 3 の中心導体 2 5 についても、受け部 3 7 および溶接塊部 4 3 と溶接され合っていることが好ましい。さらに、好ましくは、溶接塊部 4 3 の中には、絶縁被覆層 2 6 に由来する物質が存在していない。なお、受け部 3 7 と溶接塊部 4 3 との区別については、外縁形状が板状のままである部分を受け部 3 7、外縁形状が曲面状となっている部分を溶接塊部 4 3 とすることができる。

【 0 0 6 6 】

このようにして、強固な溶接が達成される。また、ワイヤ 2 3 の中心導体 2 5 は、受け部 3 7 と溶接塊部 4 3 との間に位置し、その全周が溶接塊部 4 3 に内包されるので、より高い機械的強度、より低い電気抵抗、より高い耐ストレス性、より高い化学的な耐浸食性等が得られ、溶接構造に対するより高い信頼性が実現される。また、溶接塊部 4 3 の中に絶縁被覆層 2 6 に由来する物質が存在しないので、溶融時のブローホールを低減させることができ、この点においても、信頼性の高い溶接構造を得ることができる。

【 0 0 6 7 】

以上、第 1 の端子電極 2 7 と第 1 のワイヤ 2 3 との接続について説明したが、他の端子電極 2 8 ~ 3 0 とワイヤ 2 3 または 2 4 との接続についても同様の工程が実施される。

【 0 0 6 8 】

上述したワイヤ 2 3 および 2 4 の巻回工程、ならびにワイヤ 2 3 および 2 4 の端子電極 2 7 ~ 3 0 への接続工程を終えた後、フェライト板 6 が第 1 および第 2 の鏝部 4 および 5 の各々の上面 1 3 および 1 4 に接着剤を介して接合される。このようにして、フェライトコア 3 とフェライト板 6 とによって閉磁路が形成されるので、インダクタンス値を向上させることができる。

【 0 0 6 9 】

なお、フェライト板 6 は、磁路を形成できる磁性樹脂板または金属板に置き換えられてもよい。あるいは、フェライト板 6 は、コモンモードチョークコイル 1 において省略されてもよい。

【 0 0 7 0 】

上述のようにして完成されたコモンモードチョークコイル 1 において熱膨張および収縮等によるストレスを受けた場合、あるいはコモンモードチョークコイル 1 の製造途中においてワイヤ 2 3 および 2 4 が引き回された場合、ワイヤ 2 3 および 2 4 の少なくとも一方が端子電極 2 7 ~ 3 0 の少なくとも 1 つに接触している箇所において、絶縁被覆層 2 6 が損傷したり、中心導体 2 5 が断線したりすることがある。特に、コモンモードチョークコイル 1 が車載用に向けられるとき、熱膨張および収縮等によるストレスをより受けやすい。なお、このような接触箇所は、たとえば、図 2 (B) において円で囲んだ箇所 C に見出すことができる。

【 0 0 7 1 】

上述の状況を、ワイヤ 2 3 および 2 4 と端子電極 2 7 ~ 3 0 とを代表して、図 8 に示した第 1 のワイヤ 2 3 と第 1 の端子電極 2 7 とに関連して説明する。

【 0 0 7 2 】

前述したように、端子電極 2 7 は、たとえばリン青銅やタフピッチ銅などの銅系合金からなる 1 枚の金属板に対して順送プレス加工を施すことにより製造される。端子電極 2 7 の材料となる金属板は、0 . 1 5 mm 以下の厚みを有しており、たとえば 0 . 1 mm の厚みである。このような場合、プレス加工後の端子電極 2 7 において、そのエッジ部分 4 4 には、プレスによるせん断の結果、鋭利な「ダレ」または「バリ」が生じやすい。したがって、鋭利な「ダレ」または「バリ」が生じたエッジ部分 4 4 に、図 8 (B) に示すように、ワイヤ 2 3 が接触すると、前述したような絶縁被覆層 2 6 の損傷や中心導体 2 5 の断線が生じることがある。

【 0 0 7 3 】

10

20

30

40

50

そこで、この実施形態では、図8(A)に示すように、上述のエッジ部分44において面取りが施されている。このように面取りをエッジ部分44に施すことにより、ワイヤ23が端子電極27に接触しても、接触面積の拡大や接触箇所の複数化により、端子電極27からワイヤ23に及ぼされる荷重が分散される。したがって、前述した絶縁被覆層26の損傷や中心導体25の断線を生じにくくすることができる。その結果、ワイヤ23におけるエッジ部分44に接触する部分では、中心導体25が絶縁被覆層26で適正に覆われている状態とすることができる。

【0074】

上述したように面取りが施されたエッジ部分44を備える端子電極27は、好ましくは、プレス加工に含まれる複数の工程の中に、コイニング工程を挿入することによって得られる。

10

【0075】

図9を参照して、より具体的に説明すると、まず、(1)に示すように、端子電極27の材料となる金属板45が用意される。次に、(2)に示すように、コイニング金型46が金属板45に向かって圧入され、金属板45の一方主面側に型模様が付与される。コイニング金型46に凸状アール面47が形成されていると、金属板45側に対応の凹状アール面48を有する型模様が付与される。次に、(3)に示すように、パンチ49とダイ50とを用いて、金属板45に対してせん断に基づく板抜き加工が施され、コイニング金型46による圧入領域より内側の位置で金属板45が切断され、端子電極27が得られる。

【0076】

20

得られた端子電極27のエッジ部分44には、上述のコイニング金型46による凸状アール面47に対応する凹状アール面48を形成した面取り部が残される。このように、凹状アール面48を形成したエッジ部分44によれば、2点においてワイヤ23に接触することになる。すなわち、エッジ部分44におけるワイヤ23に接触する2点に挟まれた領域は、凹面をなしているためである。

【0077】

図8(A)に示した端子電極27のエッジ部分44には、凹状アール面48を形成した面取りが施されていたが、その変形例として、たとえば図10に示すように、断面V字状凹面51を形成した面取りが施されてもよい。この場合であっても、エッジ部分44におけるワイヤ23に接触する2点に挟まれた領域は、凹面をなしている。そして、エッジ部分44は、2点においてワイヤ23に接触することになり、ワイヤ23に及ぼされる損傷を低減することができる。

30

【0078】

面取りの他の変形例として、たとえば図11に示すように、2個の断面V字状凹面51を形成した面取りが施されてもよい。この変形例によれば、図10に示した変形例の場合よりも、ワイヤ23に接触する箇所を増やすことができ、ワイヤ23に及ぼされる損傷をより低減することができる。なお、ワイヤ23に接触する箇所は、断面V字状凹面の数に応じて、さらに増やすこともできる。

【0079】

面取りの形状については、さらに他の変形例が多数あり得る。たとえば、上述の断面V字状凹面のV字の屈曲部のみを曲面とした形状、面取りの底面が端子電極を構成する金属板の主面と平行でない形状、などに変更することができる。また、ワイヤと端子電極を構成する金属板との接触面積をより大きくするように、たとえば凸状アール面のような形状に変更されてもよい。

40

【0080】

上述したような面取りの形状は、図9(2)に示したコイニング金型46に相当する金型の形状を変更することにより、容易に変更することができる。ただし、面取りを施す方法は、上記のコイニング工程の挿入に限られず、同様の構造を得られるのであれば、方法に制限はない。

【0081】

50

なお、ワイヤ23が端子電極27のエッジ部分44に接触する箇所として、図2(B)において円で囲んだ箇所Cを例示したが、同様の接触状態を、ワイヤ23および24の引き回し経路に関連して、他の箇所にも見出すことができる。一方で、端子電極27のうち、ワイヤ23が接触しない部分には面取りを施す必要は無い。

【0082】

図2(B)に示すように、フェライトコア3の外形寸法に関して、コモンモードチョークコイル1の小型化を図るため、巻芯部2の軸線方向に測定した外形寸法L1は3.4mm以下であり、巻芯部2の軸線方向に直交する方向に測定した外形寸法L2は2.7mm以下であることが好ましい。この構成によれば、コモンモードチョークコイル1の小型化を図ることで、低EMC部品に対してコモンモードチョークコイル1をより近くに配置でき、実質的なノイズ低減効果を向上することができる。また、フェライトコア3の体積が一定以下であることで、加熱冷却によるフェライトコア3の膨張収縮の絶対量を低減でき、低温から高温までの特性変動を低減できる。

10

【0083】

また、図2(A)に示すように、巻芯部2の軸線方向に測定した第1および第2の鍔部の各々の厚み寸法T1およびT2は0.7mm未満であることが好ましい。この構成によれば、コモンモードチョークコイル1の限られた外形寸法L1およびL2の範囲内で、巻芯部2の軸線方向の長さを長くすることができる。このことは、ワイヤ23および24の巻き態様についての自由度が上がることを意味する。そのため、ワイヤ23および24の巻き数を多くでき、その結果、インダクタンス値を高めることができ、あるいは、巻回されるワイヤ23および24をより太くすることができ、その結果、ワイヤ23および24の断線を生じにくくするとともに、ワイヤ23および24が有する直流抵抗を減じることができる。また、ワイヤ間隔(絶縁被膜厚)を広げることでワイヤ間容量を低減することができる。

20

【0084】

また、コモンモードチョークコイル1が実装面上に実装された状態において、第1および第2の鍔部4および5の各々の、実装面に投影した面積、すなわち、図2(B)に現れた鍔部4および5の各々の面積は、1.75mm²未満であることが好ましい。この構成によれば、上述の場合と同様、コモンモードチョークコイル1の限られた外形寸法L1およびL2の範囲内で、巻芯部2の軸線方向の長さを長くことができ、そのため、上述の場合と同様の効果が期待できる。

30

【0085】

また、巻芯部2の断面積は1.0mm²未満であることが好ましい。この構成によれば、ワイヤ23および24の巻き数を維持しながら、ワイヤ23および24の総長さを短くすることができるので、Sdd11特性の向上を図ることができる。

【0086】

また、コモンモードチョークコイル1が実装面上に実装された状態において、巻芯部2と実装面との間の距離、すなわち、図2(A)に示した距離L3は、0.5mm以上であることが好ましい。この構成によれば、実装面側に存在し得るグラウンドパターンと、巻芯部2上に巻回されたワイヤ23および24と、の間の距離を長くすることができるので、グラウンドパターンとワイヤワイヤ23および24との間に形成される浮遊容量を減じることができる。そのため、モード変換特性をより良好なものとするすることができる。

40

【0087】

また、図2(A)に示すように、フェライト板6の厚み寸法T3は0.75mm以下であることが好ましい。この構成によれば、コモンモードチョークコイル1の総高さ寸法を小さくすることができる。あるいは、コモンモードチョークコイル1の総高さ寸法を大きくすることなく、巻芯部2の高さ位置を実装面から離してより高くすることができる。その結果、実装面側に存在するグラウンドパターンとワイヤ23および24との間に形成される浮遊容量を減じることができ、そのため、モード変換特性をより良好なものとするすることができる。

50

【0088】

また、第1および第2の鍔部4および5とフェライト板6との間の隙間は10 μm以下であることが好ましい。この構成によれば、フェライトコア3とフェライト板6とによって形成される磁路の磁気抵抗を低くすることができるので、インダクタンス値を高くすることができる。ここで、第1および第2の鍔部4および5とフェライト板6との間の隙間は、たとえば、一方の鍔部4または5の端面に平行な面が現れるように、コモンモードチョークコイル1を研磨した試料について、上記隙間の寸法をたとえば幅方向(図2(B))におけるL2が示す方向)に均等間隔で設定された5箇所測定し、それら測定値を算術平均することにより求めることができる。

【0089】

以上のように説明したコモンモードチョークコイル1は、150 でのコモンモードインダクタンス値が100 kHzにおいて160 μH以上であり、かつ20 でのリターンロスが10 MHzにおいて-27.1 dB以下であるといった構成を備えることを特徴としている。コモンモードインダクタンス値が160 μH以上であると、BroadR-Reachなどの高速通信で求められるノイズ除去性能である、コモンモード除去比-45 dB以下を満足することができる。また、上記高速通信では、コモンモードチョークコイル1における通信信号の通過特性を向上させ、通信品質を確保している。特に、リターンロスが-27 dB以下であれば、問題なく通信が実現できる。よって、リターンロスが-27.1 dB以下であると、より高品質な高速通信を実現できる。したがって、コモンモードチョークコイル1によれば、より高温で高速通信を最低限使用可能としつつ、常温ではより高品質な高速通信を実現できる。

【0090】

また、コモンモードチョークコイル1は、好ましくは、130 でのリターンロスが10 MHzにおいて-27 dB以下である。この構成によれば、より広い温度範囲で問題なく通信を実現するためのコモンモードチョークコイル1を提供できる。

【0091】

この発明の一実施例として、以下のような設計とされたコモンモードチョークコイル1を作製した。

- ・フェライトコア3の比透磁率：1000
- ・フェライトコア3の外形寸法L1×L2：3.2 mm×2.5 mm
- ・フェライト板6の厚み寸法T3：0.7 mm
- ・フェライト板6と鍔部4, 5との隙間：5 μm。

【0092】

図12には、上記実施例に係るコモンモードチョークコイル1に備えるフェライトコア3の透磁率の温度特性(A)が、この発明の範囲外の比較例としてのコモンモードチョークコイルに備えるフェライトコアの透磁率の温度特性(B)と比較して示されている。比較例としてのコモンモードチョークコイルに備えるフェライトコアとしては、比透磁率：1700のものを用いた。比較例としてのコモンモードチョークコイルにおけるその他の点については、実施例に係るコモンモードチョークコイル1と同様とした。なお、図12において、縦軸の「規格化透磁率」は、25 での透磁率を1とした場合の相対値を示すものである。また、図12の横軸の「温度」は、いわゆる雰囲気温度であり、具体的には実施例(A)、比較例(B)を恒温槽に入れた際の恒温槽の表示温度である。

【0093】

図12に示すように、実施例(A)では、150 においても規格化透磁率は1を超えている。一方、比較例(B)では、140 付近でキュリー温度を超え、規格化透磁率が1よりも低下している。

【0094】

図13には、この発明の上記実施例に係るコモンモードチョークコイル1における鍔部4, 5の厚み寸法T1, T2と20 におけるコモンモード除去比との関係が示されている。コモンモード除去比は、コモンモードノイズの除去性能を示すとともに、インダクタ

10

20

30

40

50

ンス値の代替特性であり、マイナスの数値が大きいほど、インダクタンス値が高いことを示している。

【0095】

鍔部4, 5の厚み寸法 T_1 , T_2 を、図13に示すように、0.6mmとすると、コモンモード除去比を-45dB以下とできる。ここで、図12に示すように、実施例(A)では、150における規格化透磁率が1を超えているため、150でもコモンモード除去比を-45dB以下とできることがわかる。したがって、実施例に係るコモンモードチョークコイル1では、より高温で高速通信を最低限使用可能とできることがわかる。なお、このとき、コモンモードインダクタンス値は160 μ H以上となっている。一方、比較例(B)では、図12に示すように、150において、フェライトコアが透磁率をほぼ消失するため、コモンモード除去比を-45dB以下に維持することはできない。

10

【0096】

図14には、この発明の上記実施例に係るコモンモードチョークコイル1における巻芯部2の断面積と20におけるリターンロスとの関係が示されている。

【0097】

巻芯部2の断面積を、図14に示すように、0.92mm以下とすると、リターンロスを-27.1dB以下とできる。したがって、実施例に係るコモンモードチョークコイル1では、より高品質な高速通信を実現できることがわかる。

【0098】

図15には、この発明の上記実施例に係るコモンモードチョークコイル1におけるワイヤ23, 24の巻き数と20におけるリターンロスとの関係が示されている。

20

【0099】

ワイヤ23, 24の巻き数を、図15に示すように、42ターン以下とすると、リターンロスを-27.1dB以下とできる。したがって、実施例に係るコモンモードチョークコイル1では、より高品質な高速通信を実現できることがわかる。

【0100】

以上、この発明に係るコモンモードチョークコイルを、より具体的な実施形態に基づいて説明したが、この実施形態は、例示的なものであり、その他種々の変形例が可能である。

【0101】

たとえば、図14および図15によく示されているように、20でのリターンロスが10MHzにおいて-27.1dB以下となる構成は、1つではない。このように、150のコモンモードインダクタンス値が100kHzにおいて160 μ H以上であり、かつ20でのリターンロスが10MHzにおいて-27.1dB以下である構成は、実施例で説明した構成に限定されず、明細書中の説明および当業者の技術常識を用いて、適宜変更され得る。

30

【0102】

すなわち、本開示は、特定の構成により特定の特性が得られることを示すだけのものではなく、高速通信に対して高温と常温における実現可能範囲を選択することにより、従来では想定されていないソリューションを実現するコモンモードチョークコイルが提供されることを主に示すものである。

40

【符号の説明】

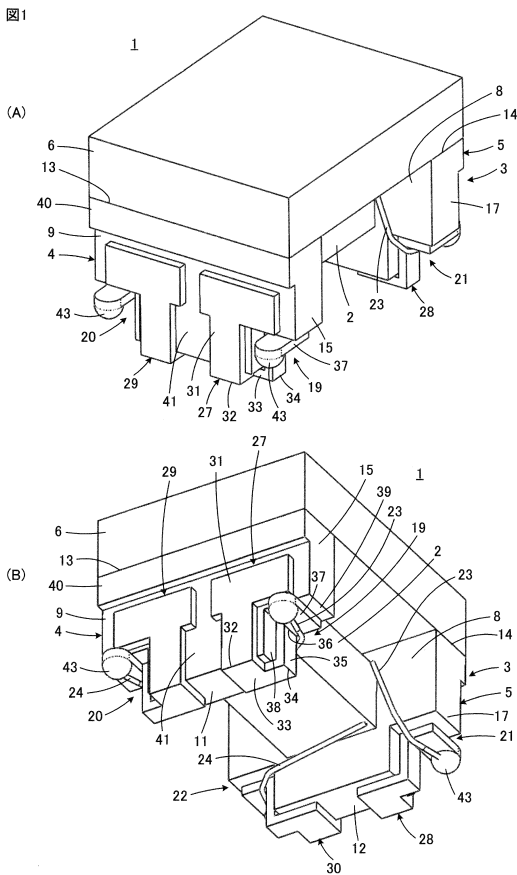
【0103】

- 1 コモンモードチョークコイル
- 2 巻芯部
- 3 フェライトコア
- 4, 5 鍔部
- 6 フェライト板
- 7, 8 内側端面
- 9, 10 外側端面

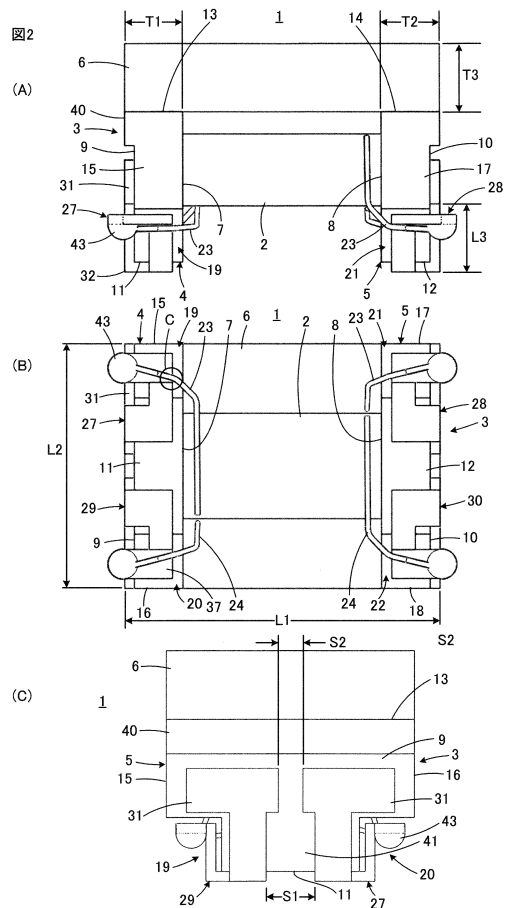
50

- 1 1 , 1 2 下面
- 1 3 , 1 4 上面
- 1 5 ~ 1 8 側面
- 2 3 , 2 4 ワイヤ
- 2 5 中心導体
- 2 6 絶縁被覆層
- 2 7 ~ 3 0 端子電極
- 4 3 溶接塊部

【 図 1 】

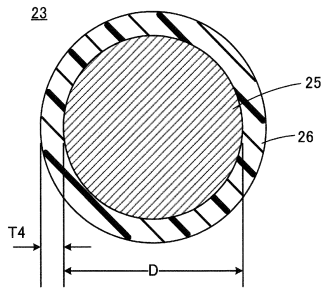


【 図 2 】



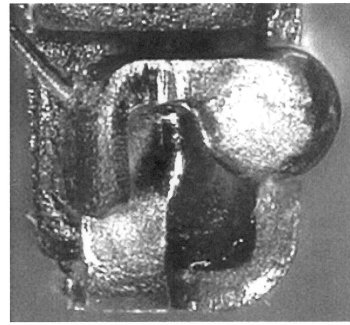
【 図 3 】

図3



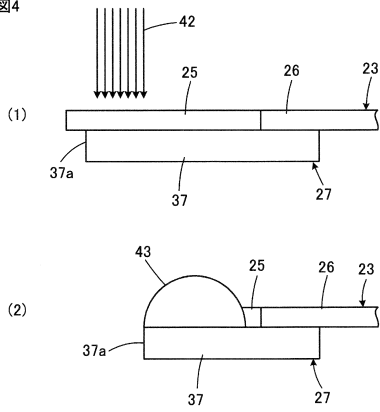
【 図 5 】

図5



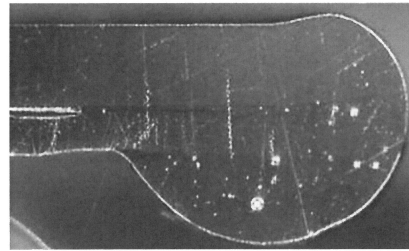
【 図 4 】

図4



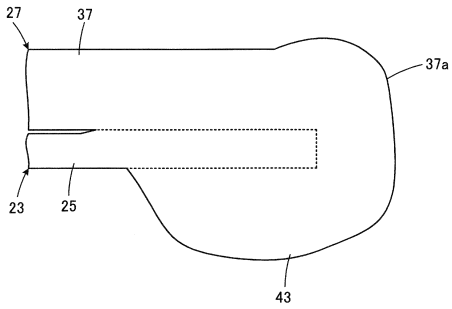
【 図 6 】

図6



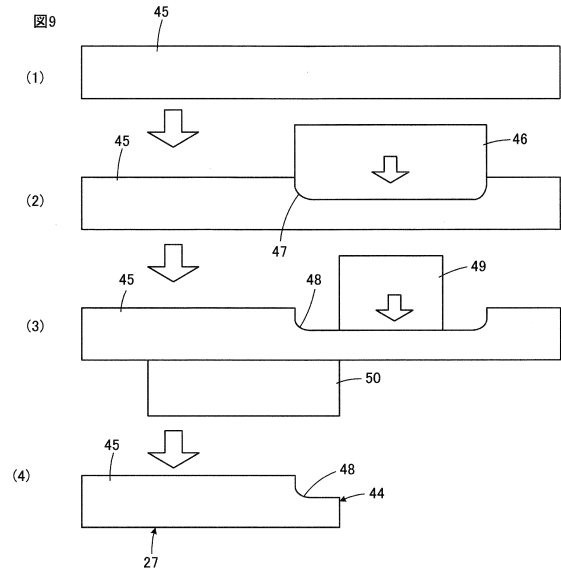
【 図 7 】

図7



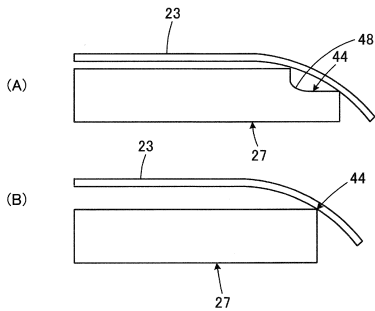
【 図 9 】

図9



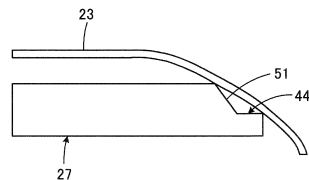
【 図 8 】

図8



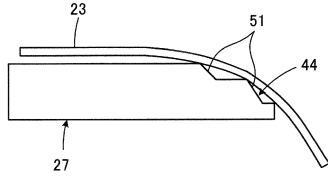
【 図 10 】

図10



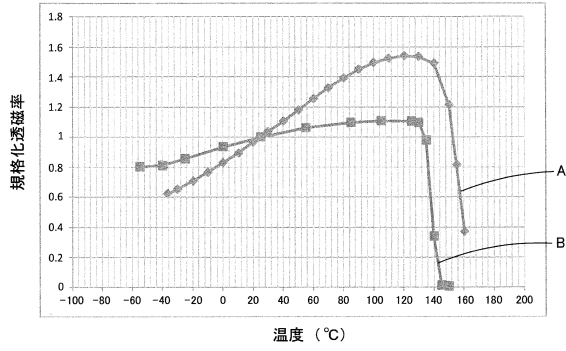
【図 1 1】

図11



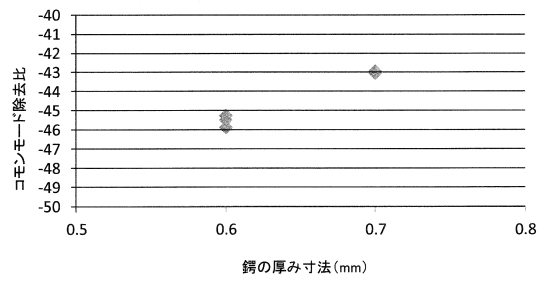
【図 1 2】

図12



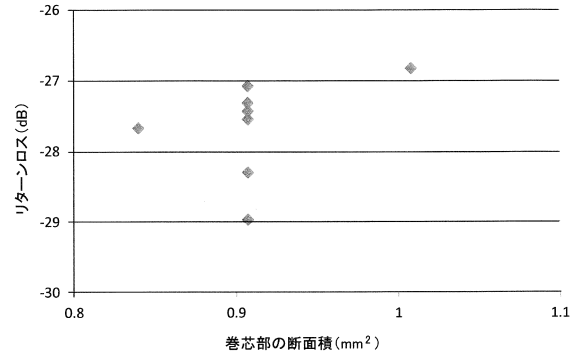
【図 1 3】

図13



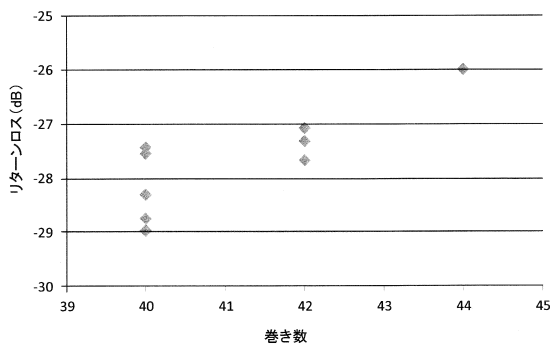
【図 1 4】

図14



【図 1 5】

図15



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2017-5079(JP,A)
特開2012-153556(JP,A)
特開2005-213115(JP,A)
特開平10-200360(JP,A)
実開昭50-25014(JP,U)
特開2004-247697(JP,A)
特開2014-120730(JP,A)
特開2016-82091(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F17/00-19/08

H01F37/00

H03H7/09