

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7115831号
(P7115831)

(45)発行日 令和4年8月9日(2022.8.9)

(24)登録日 令和4年8月1日(2022.8.1)

(51)国際特許分類 F I
H 0 1 F 17/00 (2006.01) H 0 1 F 17/00 D

請求項の数 9 (全25頁)

(21)出願番号	特願2017-190553(P2017-190553)	(73)特許権者	000204284 太陽誘電株式会社 東京都中央区京橋二丁目7番19号
(22)出願日	平成29年9月29日(2017.9.29)	(74)代理人	100126572 弁理士 村越 智史
(65)公開番号	特開2019-67870(P2019-67870A)	(74)代理人	100140822 弁理士 今村 光広
(43)公開日	平成31年4月25日(2019.4.25)	(72)発明者	長野 将典 東京都中央区京橋二丁目7番19号 太陽誘電株式会社内
審査請求日	令和2年9月14日(2020.9.14)	(72)発明者	勅使川原 秀多 東京都中央区京橋二丁目7番19号 太陽誘電株式会社内
		審査官	森岡 俊行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 積層コイル部品

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の絶縁層がコイル軸の方向に積層された積層体と、
前記積層体の表面に設けられた第1の外部電極と、
前記積層体の表面に設けられた第2の外部電極と、
前記コイル軸の周りに巻回された複数の導体パターンを有し、前記積層体内において前記第1の外部電極と前記第2の外部電極との間に設けられたコイル導体と、
を備え、

前記複数の導体パターンのうち前記第1の外部電極から数えて1ターン目の導体パターン(a1)が前記第1の外部電極と接続され、前記複数の導体パターンのうち前記第1の外部電極から数えてNターン目(ただし、Nは、2以上の任意の整数とする。)の導体パターン(aN)が前記第2の外部電極と接続され、

前記複数の導体パターンの各々の内周を含む面は、前記複数の絶縁層が積層される積層方向と平行に延伸し、

前記コイル導体は、前記複数の導体パターンのうち前記第1の外部電極から数えてmターン目(ただし、mは、2 m Nを満たす任意の整数とする。)の導体パターン(am)の前記第2の外部電極と対向する端部と前記第2の外部電極との距離d(m)が、d(1) × (N - m + 1) / N d(m) d(1) (ただし、d(N) < d(1)である。)という関係を満たし、且つ、前記複数の導体パターンのうち前記第2の外部電極から数えてnターン目(ただし、nは、2 n Nを満たす任意の整数とする。)の導体パタ

10

20

ーン (b_n) の前記第 1 の外部電極と対向する端部と前記第 1 の外部電極との距離 $D(n)$ が、 $D(1) \times (N - m + 1) / N$ $D(n) < D(1)$ (ただし、 $D(N) < D(1)$) である。) という関係を満たすように構成されている、
積層コイル部品。

【請求項 2】

前記コイル導体は、前記距離 $d(m)$ が、 $d(N) < d(m) < d(1)$ (ただし、 $m < N$ とする。) という関係を満たすように構成されている、請求項 1 に記載の積層コイル部品。

【請求項 3】

前記コイル軸を囲む閉ループには、前記第 1 の外部電極に最も近い第 1 の位置、及び、前記第 2 の外部電極に最も近い第 2 の位置が存在し、

10

前記導体パターン (a_1) は、前記コイル軸の方向から見たときに前記第 1 の位置における幅が前記第 2 の位置における幅よりも大きく、前記閉ループの前記第 1 の位置における断面積が前記閉ループの前記第 2 の位置における断面積と同じになるように形成される、請求項 1 又は請求項 2 に記載の積層コイル部品。

【請求項 4】

前記コイル導体は、第 1 の引出導体を介して前記第 1 の外部電極と接続され、第 2 の引出導体を介して前記第 2 の外部電極と接続される、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の積層コイル部品。

【請求項 5】

20

複数の絶縁層がコイル軸の方向に積層された積層体と、
前記積層体の表面に設けられた第 1 の外部電極と、
前記積層体の表面に設けられた第 2 の外部電極と、
前記コイル軸の周りに巻回された複数の導体パターンを有し、前記積層体内において前記第 1 の外部電極と前記第 2 の外部電極との間に設けられたコイル導体と、
を備え、

前記複数の導体パターンのうち前記第 1 の外部電極から数えて 1 ターン目の導体パターン (a_1) が前記第 1 の外部電極と接続され、前記複数の導体パターンのうち前記第 1 の外部電極から数えて N ターン目 (ただし、 N は、2 以上の任意の整数とする。) の導体パターン (a_N) が前記第 2 の外部電極と接続され、

30

前記複数の導体パターンの各々の内周を含む面は、前記複数の絶縁層が積層される積層方向と平行に延伸しており、

前記コイル導体は、前記複数の導体パターンのうち前記第 1 の外部電極から数えて m ターン目の導体パターン (a_m) の前記第 2 の外部電極と対向する端部と前記第 2 の外部電極との距離 $d(m)$ が、前記複数の導体パターンのうち前記第 1 の外部電極から数えて ($m + 1$) ターン目の導体パターン ($a_{(m+1)}$) と前記第 2 の外部電極との距離 $d(m+1)$ 以上となり (ただし、 m は、 $1 \leq m \leq N - 1$ を満たす任意の整数とする。) 、前記複数の導体パターンのうち前記第 2 の外部電極から数えて n ターン目の導体パターン (b_n) の前記第 1 の外部電極と対向する端部と前記第 1 の外部電極との距離 $D(n)$ が、前記複数の導体パターンのうち前記第 2 の外部電極から数えて ($n + 1$) ターン目の導体パターン ($b_{(n+1)}$) と前記第 1 の外部電極との距離 $D(n+1)$ 以上となり (ただし、 n は、 $1 \leq n \leq N - 1$ を満たす任意の整数とする。) 、且つ、 $d(N) < d(1)$ 及び $D(N) < D(1)$ という関係を満たすように構成されている、

40

積層コイル部品。

【請求項 6】

前記コイル導体は、前記距離 $d(m)$ が、 $d(N) < d(m+1) < d(1)$ (ただし、 $m < N - 1$ とする。) という関係を満たすように構成されている、請求項 5 に記載の積層コイル部品。

【請求項 7】

前記コイル軸を囲む閉ループには、前記第 1 の外部電極に最も近い第 1 の位置、及び、前

50

記第 2 の外部電極に最も近い第 2 の位置が存在し、

前記導体パターン (a 1) は、前記コイル軸の方向から見たときに前記第 1 の位置における幅が前記第 2 の位置における幅よりも大きく、前記閉ループの前記第 1 の位置における断面積が前記閉ループの前記第 2 の位置における断面積と同じになるように形成される、請求項 5 又は請求項 6 に記載の積層コイル部品。

【請求項 8】

前記コイル導体は、第 1 の引出導体を介して前記第 1 の外部電極と接続され、第 2 の引出導体を介して前記第 2 の外部電極と接続される、請求項 5 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の積層コイル部品。

【請求項 9】

前記複数の導体パターンの各々の内周を含む面は、前記複数の絶縁層が積層される積層方向と平行に延伸する、請求項 5 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の積層コイル部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子回路に用いられる積層コイル部品に関する。より具体的には、本発明は、積層コイル部品におけるインダクタンスの改善に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、複数の絶縁層が積層された積層体と、当該積層体に埋設されたコイル導体と、を備える積層コイル部品が知られている。積層コイル部品の一つの例として積層インダクタが挙げられる。積層インダクタは、電子回路において用いられる受動素子である。積層インダクタは、例えば、電源ラインや信号ラインにおいて、ノイズを除去するために用いられる。

【0003】

積層コイル部品の積層体は、複数のグリーンシートを積層し、この積層されたグリーンシートを焼成することにより作成される。グリーンシートは、フェライト等の磁性材料から成る。当該複数のグリーンシートの各々には、積層前に、対応する導体パターンが形成される。コイル導体は、導体パターンが形成されたグリーンシートを積層し、各グリーンシートに形成された導体パターンを他のグリーンシートに形成された導体パターンとピアで電氣的に接続することで形成される。

【0004】

積層コイル部品には小型化が求められている。積層コイル部品が小型化されると、そのコア面積が小さくなりやすい。このため、積層コイル部品の小型化は、インダクタンスを低下させる要因となる。

【0005】

積層コイル部品が高周波回路において用いられる場合には、周波数特性の向上も求められる。積層コイル部品の周波数特性は、コイル導体と外部導体との間の浮遊容量を小さくすることにより改善可能である。

【0006】

高インダクタンス及び優れた周波数特性を実現するための積層コイル部品が特開平 10 - 199729 号公報 (特許文献 1) に開示されている。特許文献 1 の積層コイル部品では、コイル導体は、コイル軸が積層体の積層方向に対して傾くように形成されている。当該積層コイル部品によれば、外部電極とコイル導体との間の浮遊容量を低下させることができる。この浮遊容量の低下は、コイル導体を小径化することなく実現できるので、特許文献 1 の積層コイル部品によれば、コア面積の縮小に起因するインダクタンスの低下も防ぐことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

10

20

30

40

50

【文献】特開平10-199729号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

積層コイル部品においては、インダクタンスのさらなる改善が求められる。上記特許文献1の積層コイル部品のコイル導体においては、コイル軸が積層体の積層方向に対して傾いているため、当該積層コイル部品により励磁された磁束は、傾いたコイル軸に沿って当該積層コイル部品のコアを通過しなければならない。したがって、引用文献1の積層コイル部品においては、コイル軸が積層体の積層方向と平行となるように形成されたコイル導体と比べて、励磁された磁束が通過する経路の長さ（磁路長）が長くなる。積層コイル部品において磁路長が長くなるとインダクタンスが劣化する。

10

【0009】

高い透磁率を得るために、積層体の絶縁層を構成する絶縁材料として、フェライトに代えて、軟磁性材料の金属粒子を含む複合樹脂材料が用いられるようになっている。金属粒子を含む複合樹脂材料から成る絶縁層は、フェライトに比べて絶縁性が低いため、コイル導体と外部電極との間で絶縁が確保されないおそれがある。よって、コイル導体と外部電極との間の絶縁信頼性の向上が望まれる。

【0010】

本発明の目的の一つは、高インダクタンスが得られ、且つ、絶縁信頼性に優れた新規の積層コイル部品を提供することである。本発明のこれ以外の目的は、明細書全体の記載を通じて明らかにされる。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一実施形態による積層コイル部品は、積層体と、前記積層体の表面に設けられた第1の外部電極と、前記積層体の表面に設けられた第2の外部電極と、複数の導体パターンを有するコイル導体と、を備える。当該積層体は、所定方向に積層された複数の絶縁層を有する。コイル導体は、そのコイル軸が前記複数の絶縁層の積層方向と一致するように形成される。

【0012】

上記コイル導体は、前記第1の外部電極と前記第2の外部電極との間に設けられている。上記コイル導体を構成する複数の導体パターンは、第1の外部電極から数えて1ターン目の導体パターン（a1）と、第1の外部電極から数えてNターン目の導体パターン（aN）とを含む。この導体パターン（a1）は、その一端が第1の引出導体に接続され、当該第1の引出導体を介して上記第1の外部電極に接続されてもよい。導体パターン（aN）は、その一端が第2の引出導体に接続され、当該第2の引出導体を介して上記第2の外部電極に接続されてもよい。上記複数の導体パターンは、第1の外部電極から数えてmターン目の導体パターン（am）をさらに含んでもよい。この導体パターン（am）は、その一端が上記導体パターン（a1）に接続され、その他端が上記導体パターン（aN）に接続される。

30

【0013】

本発明の一実施形態において、上記コイル導体は、前記複数の導体パターンのうち前記第1の外部電極から数えてmターン目（ただし、mは、 $2 \leq m \leq N$ を満たす任意の整数とする。）の導体パターン（am）と前記第2の外部電極との距離d（m）が、 $d(1) \times (N - m + 1) / N \leq d(m) \leq d(1)$ （ただし、いずれかのmの値においてd（m）とd（1）とが異なる値をとる）、という関係を満たすように構成される。

40

【0014】

上記コイル部品において、電流が第1の外部電極から第2の外部電極に向かって流れる場合には、当該電流は、第1の外部電極から導体パターン（a1）、導体パターン（am）、導体パターン（aN）をこの順に経由して上記第2の外部電極へ流れる。この電流経路において、導体パターン（a1）は導体パターン（am）よりも第1の外部電極の近く

50

に配されているので、導体パターン (a 1) と第 2 の外部電極との間の電位差は、導体パターン (a m) と第 2 の外部電極との間の電位差よりも大きい。上記実施形態によれば、 $d (1) \times (N - m + 1) / N > d (m) > d (1)$ (ただし、いずれかの m の値において $d (m)$ と $d (1)$ とが異なる値をとる) という関係が満たされているから、上記第 2 の外部電極との電位差が最も大きい導体パターン (a 1) が上記第 2 の外部電極から最も遠位に配されている。例えば、 $N = 2$ の場合には、 $m = 2$ であるから、上記の不等式は、 $d (1) \times 1 / 2 > d (2) > d (1)$ と表される。そして、この $m = 2$ において、 $d (2)$ と $d (1)$ とが異なる値を取る必要があるため、この条件も考慮すると、上記の不等式は、 $d (1) \times 1 / 2 > d (2) < d (1)$ と表される。したがって、第 1 の外部電極から数えて 1 ターン目の導体パターン (a 1) の方が、当該第 1 の外部電極から数えて 2 ターン目の導体パターン (a 2) よりも、第 2 の電極から遠位に配される。 $N > 3$ の場合にも同様に、第 2 の外部電極との電位差がより大きい導体パターンの方が上記第 2 の外部電極からより遠位に配される。例えば、 $N = 3$ の場合には、上記不等式は、 $d (1) \times (4 - m) / 3 > d (m) > d (1)$ となる。よって、 $m = 2$ の場合は、 $d (1) \times 2 / 3 > d (2) > d (1)$ となり、 $m = 3$ の場合は、 $d (1) \times 1 / 3 > d (3) > d (1)$ となる。いずれかの m の値において $d (m)$ と $d (1)$ とが異なる値をとるという条件を考慮すると、 $d (1) = d (2)$ の場合には、 $d (3) > d (1)$ であるから、 $d (3) < d (1)$ となる。 $d (1) = d (3)$ の場合には、 $d (2) > d (1)$ であるから、 $d (2) < d (1)$ となる。よって、 $N = 3$ の場合における、 $d (1)$ 、 $d (2)$ 、 $d (3)$ の大小関係を整理すると、 $d (3) < d (2) > d (1)$ 、又は、 $d (2) < d (3) > d (1)$ となる。このように、第 2 の外部電極との電位差が大きい導体パターン (a 1) と当該第 2 の外部電極との距離を大きく取ることにより、上記コイル導体と上記第 2 の外部電極との間の絶縁性が確保される。

【 0 0 1 5 】

本発明の一実施形態において、上記コイル導体は、前記複数の導体パターンのうち前記第 2 の外部電極から数えて n ターン目 (ただし、 n は、 $2 \leq n \leq N$ を満たす任意の整数とする。) の導体パターン (b n) と前記第 1 の外部電極との距離 $D (n)$ が、 $D (1) \times (N - m + 1) / N > D (n) > D (1)$ (ただし、いずれかの n の値において $D (n)$ と $D (1)$ とが異なる値をとる) という関係満たすように構成される。

【 0 0 1 6 】

上記コイル部品において、電流が第 2 の外部電極から第 1 の外部電極に向かって流れる場合には、当該電流は、上記第 2 の外部電極から導体パターン (b 1)、導体パターン (b n)、導体パターン (b N) をこの順に経由して上記第 1 の外部電極へ流れる。この電流経路において、導体パターン (b 1) は導体パターン (b n) よりも第 2 の外部電極の近くに配されているので、導体パターン (b 1) と第 1 の外部電極との間の電位差は、導体パターン (b n) と第 1 の外部電極との間の電位差よりも大きい。上記実施形態によれば、 $D (1) \times (N - m + 1) / N > D (n) > D (1)$ (ただし、いずれかの n の値において $D (n)$ と $D (1)$ とが異なる値をとる) という関係が満たされているから、上記第 1 の外部電極との電位差が最も大きい導体パターン (b 1) の方が、上記第 1 の外部電極から最も遠位に配されている。 $N = 2$ の場合における、 $D (1)$ と $D (2)$ との大小関係は、既に説明した $d (1)$ と $d (2)$ との関係に準じて考えることができる。 $N = 3$ の場合における、 $D (1)$ 、 $D (2)$ 、 $D (3)$ との大小関係は、既に説明した $d (1)$ 、 $d (2)$ 、 $d (3)$ との関係に準じて考えることができる。このように、第 1 の外部電極との電位差が大きい導体パターン (b 1) と当該第 2 の外部電極との距離を大きく取ることにより、上記コイル導体と上記第 2 の外部電極との間の絶縁性が確保される。

【 0 0 1 7 】

本発明の一実施形態においては、前記コイル軸の方向から見たときに、コイル導体を構成する複数の導体パターンの各々の内周は、前記コイル軸を囲む閉ループの少なくとも一部に沿って延伸している。これにより、当該複数の導体パターンの各々の内周を含む面は、前記複数の絶縁層が積層される積層方向と平行に延伸する。よって、当該複数の導体パ

10

20

30

40

50

ターンの各々の内周面で画定されるコアを通過する磁束は、前記複数の絶縁層の積層方向と平行な方向を向く。これにより、コアを通過する磁束の向きがコイル軸に対して傾くことによるインダクタンスの劣化を防ぐことができる。

【0018】

前記閉ループ上には、前記第1の外部電極に最も近い第1の位置、及び、前記第2の外部電極に最も近い第2の位置が存在する。上記のように、コイル導体は、導体パターン(a1)と第2の外部電極との距離がその他の導体パターン(導体パターン(am))と当該第2の外部電極との距離よりも大きくなるように形成される。かかる関係は、例えば、上記第2の位置において、上記導体パターン(a1)の内周を上記閉ループ上に固定したまま、その幅方向の寸法を小さくすることで実現される。この場合、当該第2の位置において、導体パターン(a1)の直流抵抗(Rdc)が大きくなってしまふ。そこで、本発明の一実施形態において、導体パターン(a1)は、上記第1の位置における断面積が上記第2の位置における断面積と同じになるように形成される。これにより、第1の位置においても第2の位置においても導体パターン(a1)の直流抵抗を等しくすることができる。

10

【発明の効果】

【0019】

上記実施形態によれば、高インダクタンスが得られ、且つ、絶縁信頼性に優れた積層コイル部品が提供される。

【図面の簡単な説明】

20

【0020】

【図1】本発明の一実施形態に係る積層コイル部品の斜視図である。

【図2】図1の積層コイル部品の分解斜視図である。

【図3a】図2の絶縁層11の平面図である。

【図3b】図2の絶縁層12の平面図である。

【図3c】図2の絶縁層13の平面図である。

【図3d】図2の絶縁層14の平面図である。

【図3e】図2の絶縁層15の平面図である。

【図3f】図2の絶縁層16の平面図である。

【図4】図1のコイル部品をI-I線で切断した断面を模式的に示す図である。

30

【図5a】図3aのII-II線に沿った導体パターンC11の第1の部分C11aの断面図である。

【図5b】図3aのIII-III線に沿った導体パターンC11の第3の部分C11cの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、適宜図面を参照し、本発明の様々な実施形態を説明する。なお、複数の図面において共通する構成要素には当該複数の図面を通じて同一の参照符号が付されている。各図面は、説明の便宜上、必ずしも正確な縮尺で記載されているとは限らない点に留意されたい。

40

【0022】

図1は、本発明の一実施形態に係るコイル部品1の斜視図であり、図2は、図1に示したコイル部品1の分解斜視図である。

【0023】

これらの図には、コイル部品1の一例として、様々な回路で受動素子として用いられる積層インダクタが示されている。積層インダクタは、本発明を適用可能な積層コイル部品の一例である。本発明は、電源ラインに組み込まれるパワーインダクタ及びそれ以外の様々な積層コイル部品に適用することができる。

【0024】

図示の実施形態におけるコイル部品1は、磁性材料から成る絶縁層が積層された積層体

50

10と、この積層体10に埋設された導体パターンC11~C16と、当該導体パターンC11の一端と電氣的に接続された外部電極21と、当該導体パターンC16の一端と電氣的に接続された外部電極22と、を備える。導体パターンC11~C16の各々は、隣接する導体パターンと後述するビアV1~ビアV5を介して電氣的に接続され、このようにして接続された導体パターンC11~C16がコイル導体25を構成する。導体パターンC11は、後述する引出導体23を介して外部電極21と接続され、導体パターンC16は、後述する引出導体24を介して外部電極22と接続される。

【0025】

図示のように、本発明の一実施形態において、積層体10は概ね直方体の形状に形成される。積層体10は、第1の主面10e、第2の主面10f、第1の端面10a、第2の端面10c、第1の側面10b、及び第2の側面10dを有する。積層体10は、これらの6つの面によってその外面が画定される。第1の主面10eと第2の主面10fとは互いに対向し、第1の端面10aと第2の端面10cとは互いに対向し、第1の側面10bと第2の側面10dとは互いに対向している。積層体10が直方体形状に形成される場合には、第1の主面10eと第2の主面10fとは平行であり、第1の端面10aと第2の端面10cとは平行であり、第1の側面10bと第2の側面10dとは平行である。

10

【0026】

図1の実施形態において、第1の主面10eは積層体10の上側にあるため、本明細書において第1の主面10eを「上面」と呼ぶことがある。同様に、第2の主面10fを「下面」と呼ぶことがある。コイル部品1は、第2の主面10fが回路基板（不図示）と対向するように配置されるので、本明細書において第2の主面10fを「実装面」と呼ぶこともある。また、コイル部品1の上下方向に言及する際には、図1の上下方向を基準とする。

20

【0027】

本明細書においては、文脈上別に解される場合を除き、コイル部品1の「長さ」方向、「幅」方向、及び「厚さ」方向はそれぞれ、図1の「L」軸方向、「W」軸方向、及び「T」軸方向とする。

【0028】

本発明の一実施形態において、コイル部品1は、長さ寸法（L軸方向の寸法）が0.2~6.0mm、幅寸法（W軸方向の寸法）が0.1~4.5mm、厚さ寸法（T軸方向の寸法）が0.1~4.0mmとなるように形成される。これらの寸法はあくまで例示であり、本発明を適用可能なコイル部品1は、本発明の趣旨に反しない限り、任意の寸法を取ることができる。一実施形態において、コイル部品1は、低背に形成される。例えば、コイル部品1は、その幅寸法が厚さ寸法よりも大きくなるように形成される。

30

【0029】

図2は、図1のコイル部品1の分解斜視図である。図2においては、図示の便宜上、外部電極21及び外部電極22を省略している。図示のように、積層体10は、絶縁体部20、この絶縁体部20の上面に設けられた上部カバー層18、及びこの絶縁体部20の下面に設けられた下部カバー層19を備える。絶縁体部20は、積層された絶縁層11~16を含む。この積層体10においては、図2の上から下に向かって、上部カバー層18、絶縁層11、絶縁層12、絶縁層13、絶縁層14、絶縁層15、絶縁層16、絶縁層17、下部カバー層19の順に積層されている。

40

【0030】

上部カバー層18は、4枚の絶縁層18a~18dを含む。この上部カバー層18においては、図2の下から上に向かって、絶縁層18a、絶縁層18b、絶縁層18c、絶縁層18dの順に積層されている。

【0031】

下部カバー層19は、4枚の絶縁層19a~19dを含む。この下部カバー層19においては、図2の上から下に向かって、絶縁層19a、絶縁層19b、絶縁層19c、絶縁層19dの順に積層されている。

50

【 0 0 3 2 】

後述するように、絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6 の各々には、対応する導体パターン C 1 1 ~ C 1 6 が形成される。これらの導体パターン C 1 1 ~ C 1 6 及び引出導体 2 3 , 2 4 によりコイル導体 2 5 が構成される。このコイル導体 2 5 は、コイル軸 A を有する。各導体パターン C 1 1 ~ C 1 6 は、コイル軸 A の周りに延伸するように形成される。図示の実施形態において、コイル軸 A は、T 軸方向に延伸しており、絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6 も T 軸方向に積層されている。よって、コイル軸 A の方向は、絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6 の積層方向と一致する。

【 0 0 3 3 】

本発明の他の実施形態においては、絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6 を L 軸方向に積層しても良い。この場合、絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6 の表面に導体パターン C 1 1 ~ C 1 6 を形成することにより、コイル軸 A は、絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6 の積層方向と同じ L 軸方向を向く。本発明の他の実施形態においては、絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6 を W 軸方向に積層しても良い。この場合、絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6 の表面に導体パターン C 1 1 ~ C 1 6 を形成することにより、コイル軸 A は、絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6 の積層方向と同じ W 軸方向を向く。

【 0 0 3 4 】

絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6、絶縁層 1 8 a ~ 1 8 d、及び絶縁層 1 9 a ~ 1 9 d に含まれる樹脂は、絶縁材料から形成される。一実施形態において、この絶縁材料は、絶縁性に優れた樹脂材料である。この樹脂材料として、例えば、ポリビニルブチラル（PVB）樹脂、エチルセルロース樹脂、ポリビニルアルコール樹脂、又はアクリル樹脂を用いることができる。絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6、絶縁層 1 8 a ~ 1 8 d、及び絶縁層 1 9 a ~ 1 9 d に含まれる樹脂は、絶縁性に優れた熱硬化性樹脂であってもよい。この熱硬化性樹脂として、例えばエポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリスチレン（PS）樹脂、高密度ポリエチレン（HDPE）樹脂、ポリオキシメチレン（POM）樹脂、ポリカーボネート（PC）樹脂、ポリフッ化ビニルデン（PVDF）樹脂、フェノール（Phenolic）樹脂、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）樹脂、又はポリベンゾオキサゾール（PBO）樹脂を用いることができる。各絶縁層及び各シートに含まれる樹脂は、他の絶縁層及び他のシートに含まれる樹脂と同種であってもよく異種であってもよい。

【 0 0 3 5 】

絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6、絶縁層 1 8 a ~ 1 8 d、及び絶縁層 1 9 a ~ 1 9 d が樹脂材料から作成される場合には、これらの絶縁層はフィラー粒子を含んでもよい。このフィラー粒子は、例えば、フェライト材料の粒子、軟磁性金属粒子、SiO₂やAl₂O₃などの無機材料粒子、又はガラス系粒子である。本発明に適用可能なフェライト材料の粒子は、例えば、Ni-Znフェライトの粒子またはNi-Zn-Cuフェライトの粒子である。本発明に適用可能な軟磁性金属粒子は、酸化されていない金属部分において磁性が発現する材料であり、例えば、酸化されていない金属粒子や合金粒子を含む粒子である。本発明に適用可能な軟磁性金属粒子には、例えば、合金系のFe-Si-Cr、Fe-Si-Al、もしくはFe-Ni、非晶質のFe-Si-Cr-B-C、もしくはFe-Si-B-Cr、Fe、またはこれらの混合材料の粒子が含まれる。

【 0 0 3 6 】

絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6、絶縁層 1 8 a ~ 1 8 d、及び絶縁層 1 9 a ~ 1 9 d は、表面に絶縁被膜が形成された軟磁性金属粒子を多数結合させることによって形成されてもよい。この絶縁被膜は、例えば、軟磁性金属の表面が酸化することで形成される酸化皮膜である。結合した多数の軟磁性金属粒子から成る絶縁層は、樹脂を含まなくともよい。本発明に適用可能な軟磁性金属粒子には、例えば、合金系のFe-Si-Cr、Fe-Si-Al、もしくはFe-Ni、非晶質のFe-Si-Cr-B-C、もしくはFe-Si-B-Cr、Fe、またはこれらの混合材料の粒子が含まれる。絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6、絶縁層 1 8 a ~ 1 8 d、及び絶縁層 1 9 a ~ 1 9 d として用いることができる、軟磁性金属粒子から成る構造物は、例えば、特開 2 0 1 3 - 1 5 3 1 1 9 号公報に開示されている。

【 0 0 3 7 】

10

20

30

40

50

コイル部品 1 は、絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6、絶縁層 1 8 a ~ 1 8 d、及び絶縁層 1 9 a ~ 1 9 d 以外にも、必要に応じて、任意の数の絶縁層を含むことができる。絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6、絶縁層 1 8 a ~ 1 8 d、及び絶縁層 1 9 a ~ 1 9 d の一部は、適宜省略することができる。

【 0 0 3 8 】

導体パターン C 1 1 ~ C 1 6 は、対応する絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6 上にそれぞれ形成される。導体パターン C 1 1 ~ C 1 6 は、スクリーン印刷等の印刷、メッキ、エッチング、又はこれら以外の任意の公知の手法を用いて形成される。導体パターン C 1 1 ~ C 1 6 の形状及び配置については後述する。

【 0 0 3 9 】

絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 5 の所定の位置には、ビア V 1 ~ V 5 がそれぞれ形成される。ビア V 1 ~ V 5 は、絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 5 の所定の位置に、絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 5 を T 軸方向に貫く貫通孔を形成し、当該貫通孔に金属材料を埋め込むことにより形成される。

【 0 0 4 0 】

導体パターン C 1 1 ~ C 1 6 及びビア V 1 ~ V 5 は、導電性に優れた金属を含むように形成され、例えば、A g、P d、C u、A l 又はこれらの合金から形成される。

【 0 0 4 1 】

本明細書で説明される具体的な材料は例示であり、本明細書で例示されない材料もコイル部品 1 の構成要素の材料として適宜用いることができる。

【 0 0 4 2 】

一実施形態において、外部電極 2 1 は、積層体 1 0 の第 1 の端面 1 0 a に設けられ、外部電極 2 2 は、積層体 1 0 の第 2 の端面 1 0 c に設けられる。外部電極 2 1 及び外部電極 2 2 は、図示のように、積層体 1 0 の上面 1 0 e、下面 1 0 f、第 1 の側面 1 0 b、及び第 2 の側面 1 0 d まで延伸しても良い。この場合、外部電極 2 1 は、積層体 1 0 の第 1 の端面 1 0 a の全体と、上面 1 0 e、下面 1 0 f、第 1 の側面 1 0 b、及び第 2 の側面 1 0 d の各々の一部を覆うように設けられ、外部電極 2 2 は、積層体 1 0 の第 2 の端面 1 0 c の全体と、上面 1 0 e、下面 1 0 f、第 1 の側面 1 0 b、及び第 2 の側面 1 0 d の各々の一部を覆うように設けられる。

【 0 0 4 3 】

次に、図 3 a ~ 図 3 f 及び図 4 を参照してコイル部品 1 についてさらに説明する。図 3 a ~ 図 3 f はそれぞれ、絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6 の平面図である。よって、図 3 a ~ 図 3 f には、コイル軸 A の方向から見た絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6 が示されている。図 4 は、コイル部品 1 を図 1 の I - I 線で切断した断面を模式的に示す図である。

【 0 0 4 4 】

図 3 a に示されているように、絶縁層 1 1 の上面には、導体パターン C 1 1 及び引出導体 2 3 が形成される。引出導体 2 3 は、辺 1 1 a の W 軸方向における中央付近から内方に延伸している。引出導体 2 3 は、外部電極 2 1 と電氣的に接するように形成される。

【 0 0 4 5 】

本発明の一実施形態において、導体パターン C 1 1 は、引出導体 2 3 の端部から、コイル軸 A を囲む閉ループ B に沿って、時計回り方向に、概ね 3 / 4 ターンだけ延伸するように形成される。導体パターン C 1 1 は、9 時の位置から閉ループ B に沿って時計回り方向に、6 時の位置まで延伸している。導体パターン C 1 1 は、内周面 C 1 1 g と、外周面 C 1 1 h とを有している。導体パターン C 1 1 は、コイル軸 A の方向から見たときにその内周面 C 1 1 g が閉ループ B の一部（辺 B a の一部、辺 B b の全部、辺 B c の全部、及び辺 B d の一部）に沿って延伸するように形成される。

【 0 0 4 6 】

図示の実施形態では、閉ループ B は、コイル軸 A が貫通する長方形の辺に相当する形状を有する。具体的には、閉ループ B は、絶縁層 1 1 の辺 1 1 a に平行に延びる辺 B a、当該辺 B a の一端に接続され絶縁層 1 1 の辺 1 1 b に平行に延びる辺 B b、当該辺 B b の一端に接続され絶縁層 1 1 の辺 1 1 c に平行に延びる辺 B c、及び当該辺 B c の一端に接続

10

20

30

40

50

され絶縁層 11 の辺 11 d に平行に延びる辺 B d を含む。閉ループ B の形状は長方形以外の様々な形状を取り得る。閉ループ B は、例えば、円周に相当する形状、楕円の周に相当する形状、矩形その他の多角形の辺に相当する形状、またはこれら以外の様々な形状を取ることができる。

【0047】

図示の実施形態において、導体パターン C 11 は、引出導体 23 の右端から W 軸正方向に延伸する第 1 の部分 C 11 a と、この C 11 a の上端から L 軸負方向に延伸する第 2 の部分 C 11 b と、この第 2 の部分 C 11 b の右端から W 軸負方向に延伸する第 3 の部分 C 11 c と、この第 3 の部分 C 11 c の下端から L 軸正方向に延伸する第 4 の部分 C 11 d と、を有している。

10

【0048】

図示のように、導体パターン C 11 の第 1 の部分 C 11 a は、その幅が W 1 a であり、その外周と辺 11 a との間隔が d 1 a となるように形成される。外部電極 21 は、その一部が辺 11 a に沿って延伸しているので、第 1 の部分 C 11 a の外周と外部電極 21 との間隔は d 1 a となる。

【0049】

第 2 の部分 C 11 b は、第 1 の部分 C 11 a に接続される幅広部と、第 3 の部分 C 11 c に接続される幅狭部と、を有する。第 2 の部分 C 11 b は、当該幅広部が外部電極 21 と対向し、当該幅狭部が外部電極 22 と対向するように形成及び配置されてもよい。第 2 の部分 C 11 b の幅広部は、その幅が W 1 b 1 であり、その外周と辺 11 b との間隔が d 1 b 1 となるように形成される。外部電極 21 は、その一部が辺 11 b に沿って延伸しているので、第 2 の部分 C 11 b の外周と外部電極 21 との間隔は d 1 b 1 となる。第 2 の部分 C 11 b の幅狭部は、その幅が W 1 b 2 であり、その外周と辺 11 b との間隔が d 1 b 2 となるように形成される。外部電極 22 は、その一部が辺 11 b に沿って延伸しているので、第 2 の部分 C 11 b の外周と外部電極 22 との間隔は d 1 b 2 となる。

20

【0050】

第 3 の部分 C 11 c は、その幅が W 1 c であり、その外周と辺 11 c との間隔が d 1 c となるように形成される。外部電極 22 は、その一部が辺 11 c に沿って延伸しているので、第 3 の部分 C 11 c の外周と外部電極 22 との間隔は d 1 c となる。

【0051】

第 4 の部分 C 11 d は、第 3 の部分 C 11 c に接続される幅狭部と、当該幅狭部の端部から L 軸正方向に延伸する幅広部と、を有する。第 4 の部分 C 11 d は、当該幅広部が外部電極 22 と対向するように形成及び配置されてもよい。第 4 の部分 C 11 d の幅狭部は、その幅が W 1 d 1 であり、その外周と辺 11 d との間隔が d 1 d 1 となるように形成される。第 4 の部分 C 11 d の幅広部は、その幅が W 1 d 2 であり、その外周と辺 11 d との間隔が d 1 d 2 となるように形成される。外部電極 22 は、その一部が辺 11 d に沿って延伸しているので、第 4 の部分 C 11 d の外周と外部電極 22 との間隔は d 1 d 1 となる。

30

【0052】

本発明の一実施形態において、導体パターン C 11 は、その第 3 の部分 C 11 c の外周と外部電極 22 との間隔 d 1 c が、第 2 の部分 C 11 b の外周と外部電極 22 との間隔 d 1 b 2 及び第 4 の部分 C 11 d の外周と外部電極 22 との間隔 d 1 d 1 よりも小さくなるように形成及び配置される。

40

【0053】

図 4 に示すように、導体パターン C 11 は、積層体 10 の上面 10 e との間隔が d 1 e となるように形成される。外部電極 22 は、その一部が積層体 10 の上面 10 e に沿って延伸しているので、導体パターン C 11 と外部電極 22 との間隔は d 1 e となる。本発明の一実施形態において、導体パターン C 11 は、 $d 1 c < d 1 e$ となるように形成及び配置される。

【0054】

50

導体パターンC 1 1の幅は、当該導体パターンC 1 1の延伸方向（閉ループBに沿って延伸する方向）に垂直な方向における寸法を意味する。他の導体パターンの幅も同様の意味に理解される。

【0055】

図3bに示されているように、絶縁層12の上面上には、導体パターンC 1 2が形成される。この導体パターンC 1 2は、ビアV 1を介して導体パターンC 1 1と電氣的に接続されている。

【0056】

導体パターンC 1 2は、ビアV 1と接続される位置から、閉ループBに沿って、時計回りに、概ね1/2ターンだけ延伸するように形成されている。導体パターンC 1 2は、6時の位置から閉ループBに沿って時計回り方向に12時の位置まで延伸している。

10

【0057】

導体パターンC 1 2は、内周面C 1 2 gと、外周面C 1 2 hとを有している。図示の実施形態において、導体パターンC 1 2は、その内周面C 1 2 gが閉ループBの一部（辺B dの一部、辺B aの全部、及び辺B bの一部）に沿って延伸するように形成される。具体的には、導体パターンC 1 2は、ビアV 1との接続位置からL軸正方向に延伸する第1の部分C 1 2 dと、この第1の部分C 1 2 dの左端からW軸正方向に延伸する第2の部分C 1 2 aと、この第2の部分C 1 2 aの上部からL軸負方向に延伸する第3の部分C 1 2 bと、を有している。

【0058】

導体パターンC 1 2の第1の部分C 1 2 dは、その幅がW 2 dであり、その外周と辺1 2 dとの間隔がd 2 dとなるように形成される。第2の部分C 1 2 aは、その幅がW 2 aであり、その外周と辺1 2 aとの間隔がd 2 aとなるように形成される。第3の部分C 1 2 bは、その幅がW 2 bであり、その外周と辺1 2 bとの間隔がd 2 bとなるように形成される。

20

【0059】

図3cに示されているように、絶縁層13の上面上には、導体パターンC 1 3が形成される。この導体パターンC 1 3は、ビアV 2を介して導体パターンC 1 2と電氣的に接続されている。図示の実施形態において、導体パターンC 1 3は、ビアV 2と接続される位置から、閉ループBに沿って、時計回りに、概ね1/2ターンだけ延伸するように形成されている。導体パターンC 1 3は、12時の位置から閉ループBに沿って時計回り方向に6時の位置まで延伸している。

30

【0060】

導体パターンC 1 3は、内周面C 1 3 gと、外周面C 1 3 hとを有している。導体パターンC 1 3は、その内周面C 1 3 gが閉ループBの一部（辺B bの一部、辺B cの全部、及び辺B dの一部）に沿って延伸するように形成される。具体的には、導体パターンC 1 3は、ビアV 2との接続位置からL軸負方向に延伸する第1の部分C 1 3 bと、この第1の部分C 1 3 bの右端からW軸負方向に延伸する第2の部分C 1 3 cと、この第2の部分C 1 3 cの下端からL軸正方向に延伸する第3の部分C 1 3 dと、を有している。

【0061】

導体パターンC 1 3の第1の部分C 1 3 bは、その幅がW 3 bであり、その外周と辺1 3 bとの間隔がd 3 bとなるように形成される。第2の部分C 1 3 cは、その幅がW 3 cであり、その外周と辺1 3 cとの間隔がd 3 cとなるように形成される。第3の部分C 1 3 dは、その幅がW 3 dであり、その外周と辺1 3 dとの間隔がd 3 dとなるように形成される。

40

【0062】

図3dに示されているように、絶縁層14の上面上には、導体パターンC 1 4が形成される。この導体パターンC 1 4は、ビアV 3を介して導体パターンC 1 3と電氣的に接続されている。導体パターンC 1 4は、導体パターンC 1 2と概ね同じ形状に形成される。図示の実施形態において、導体パターンC 1 4は、ビアV 3と接続される位置から、閉ループ

50

ブ B に沿って、時計回りに、概ね 1 / 2 ターンだけ延伸するように形成されている。導体パターン C 1 4 は、6 時の位置から閉ループ B に沿って時計回り方向に 1 2 時の位置まで延伸している。

【 0 0 6 3 】

導体パターン C 1 4 は、内周面 C 1 4 g と、外周面 C 1 4 h とを有している。導体パターン C 1 4 は、その内周面 C 1 4 g が閉ループ B の一部（辺 B d の一部、辺 B a の全部、及び辺 B b の一部）に沿って延伸するように形成される。具体的には、導体パターン C 1 4 は、ビア V 3 との接続位置から L 軸正方向に延伸する第 1 の部分 C 1 4 d と、この第 1 の部分 C 1 4 d の左端から W 軸正方向に延伸する第 2 の部分 C 1 4 a と、この第 2 の部分 C 1 4 a の上端から L 軸負方向に延伸する第 3 の部分 C 1 4 b と、を有している。

10

【 0 0 6 4 】

導体パターン C 1 4 の第 1 の部分 C 1 4 d は、その幅が W 4 d であり、その外周と辺 1 4 d との間隔が d 4 d となるように形成される。第 2 の部分 C 1 4 a は、その幅が W 4 a であり、その外周と辺 1 4 a との間隔が d_{4a} となるように形成される。第 3 の部分 C 1 4 b は、その幅が W 4 b であり、その外周と辺 1 4 b との間隔が d 4 b となるように形成される。

【 0 0 6 5 】

図 3 e に示されているように、絶縁層 1 5 上面には、導体パターン C 1 5 が形成される。この導体パターン C 1 5 は、ビア V 4 を介して導体パターン C 1 4 と電氣的に接続されている。図示の実施形態において、導体パターン C 1 5 は、ビア V 4 と接続される位置から、閉ループ B に沿って、時計回りに、概ね 1 / 2 ターンだけ延伸するように形成されている。導体パターン C 1 5 は、1 2 時の位置から閉ループ B に沿って時計回り方向に 6 時の位置まで延伸している。

20

【 0 0 6 6 】

導体パターン C 1 5 は、内周面 C 1 5 g と、外周面 C 1 5 h とを有している。導体パターン C 1 5 は、その内周面 C 1 5 g が閉ループ B の一部（辺 B b の一部、辺 B c の全部、及び辺 B d の一部）に沿って延伸するように形成される。具体的には、導体パターン C 1 5 は、ビア V 4 との接続位置から L 軸負方向に延伸する第 1 の部分 C 1 5 b と、この第 1 の部分 C 1 5 b の右端から W 軸負方向に延伸する第 2 の部分 C 1 5 c と、この第 2 の部分 C 1 5 c の下端から L 軸正方向に延伸する第 3 の部分 C 1 5 d と、を有している。

30

【 0 0 6 7 】

導体パターン C 1 5 の第 1 の部分 C 1 5 b は、その幅が W 5 b であり、その外周と辺 1 5 b との間隔が d 5 b となるように形成される。第 2 の部分 C 1 5 c は、その幅が W 5 c であり、その外周と辺 1 5 c との間隔が d 5 c となるように形成される。第 3 の部分 C 1 5 d は、その幅が W 5 d であり、その外周と辺 1 5 d との間隔が d 5 d となるように形成される。

【 0 0 6 8 】

図 3 f に示されているように、絶縁層 1 6 の上面には、導体パターン C 1 6 及び引出導体 2 4 が形成される。この導体パターン C 1 6 は、ビア V 5 を介して導体パターン C 1 5 と電氣的に接続されている。引出導体 2 4 は、辺 1 6 c の W 軸方向の中央付近から内方に延伸している。引出導体 2 4 は、外部電極 2 2 と電氣的に接するように形成される。

40

【 0 0 6 9 】

図示の実施形態において、導体パターン C 1 6 は、ビア V 5 と接続される位置から、閉ループ B に沿って、時計回りに、概ね 3 / 4 ターンだけ延伸するように形成されている。導体パターン C 1 6 は、6 時の位置から閉ループ B に沿って時計回り方向に 3 時の位置まで延伸している。導体パターン C 1 6 の一端は、引出導体 2 4 の端部に接続される。

【 0 0 7 0 】

導体パターン C 1 6 は、内周面 C 1 6 g と、外周面 C 1 6 h とを有している。導体パターン C 1 6 は、その内周面 C 1 6 g が閉ループ B の一部（辺 B d の一部、辺 B a 及び辺 B b の全部、並びに辺 B c の一部）に沿って延伸するように形成される。具体的には、導体

50

パターンC 1 6は、ビアV 5との接続位置からL軸正方向に延伸する第1の部分C 1 6 dと、この第1の部分C 1 6 dの左端からW軸正方向に延伸する第2の部分C 1 6 aと、この第2の部分C 1 6 aの上端からL軸負方向に延伸する第3の部分C 1 6 bと、この第3の部分C 1 6 bの右端からW軸負方向に延伸する第4の部分C 1 6 cと、を有している。
【0071】

図示のように、導体パターンC 1 6の第1の部分C 1 6 dは、ビアV 5との接続位置からL軸正方向に延伸する幅広部と、当該幅広部の左端から第2の部分C 1 6 aとの接続位置まで延伸する幅狭部と、を有する。第1の部分C 1 6 dは、当該幅狭部が外部電極2 1と対向するように形成及び配置されてもよい。第1の部分C 1 6 dの幅広部は、その幅がW 6 d 1であり、その外周と辺1 6 dとの間隔がd 6 d 1となるように形成される。第1の部分C 1 6 dの幅狭部は、その幅がW 6 d 2であり、その外周と辺1 6 dとの間隔がd 6 d 2となるように形成される。外部電極2 1は、その一部が辺1 6 dに沿って延伸しているため、第1の部分C 1 6 dの外周と外部電極2 1との間隔はd 6 d 2となる。

10

【0072】

第2の部分C 1 6 aは、その幅がW 6 aであり、その外周と辺1 6 aとの間隔がd 6 aとなるように形成される。外部電極2 1は、その一部が辺1 6 aに沿って延伸しているため、第2の部分C 1 6 aの外周と外部電極2 1との間隔はd 6 aとなる。

【0073】

第3の部分C 1 6 bは、第2の部分C 1 6 aからL軸負方向に延伸する幅狭部と、当該幅狭部の右端から第4の部分C 1 6 cとの接続位置まで延伸する幅広部と、を有する。第3の部分C 1 6 bは、当該幅狭部が外部電極2 1と対向し、当該幅広部が外部電極2 2と対向するように形成及び配置されてもよい。第3の部分C 1 6 bの幅狭部は、その幅がW 6 b 1であり、その外周と辺1 6 bとの間隔がd 6 b 1となるように形成される。外部電極2 1は、その一部が辺1 6 bに沿って延伸しているため、第3の部分C 1 6 bの外周と外部電極2 1との間隔はd 6 b 1となる。第3の部分C 1 6 bの幅広部は、その幅がW 6 b 2であり、その外周と辺1 6 bとの間隔がd 6 b 2となるように形成される。外部電極2 2は、その一部が辺1 6 bに沿って延伸しているため、第3の部分C 1 6 bの外周と外部電極2 2との間隔はd 6 b 2となる。

20

【0074】

第4の部分C 1 6 cは、その幅がW 6 cであり、その外周と辺1 6 cとの間隔がd 6 cとなるように形成される。外部電極2 2は、その一部が辺1 6 cに沿って延伸しているため、第4の部分C 1 6 cの外周と外部電極2 2との間隔はd 6 cとなる。

30

【0075】

本発明の一実施形態において、導体パターンC 1 6は、その第2の部分C 1 6 aの外周と外部電極2 1との間隔d 6 aが、第1の部分C 1 6 dの外周と外部電極2 1との間隔d 6 d 2及び第3の部分C 1 6 bの外周と外部電極2 1との間隔d 6 b 1よりも大きくなるように形成及び配置される。

【0076】

図4に示すように、導体パターンC 1 6は、積層体1 0の下面1 0 fとの間隔がd 6 fとなるように形成される。外部電極2 1は、その一部が積層体1 0の下面1 0 fに沿って延伸しているため、導体パターンC 1 6と外部電極2 1との間隔はd 6 fとなる。本発明の一実施形態において、導体パターンC 1 6は、 $d 6 a < d 6 f$ となるように形成及び配置される。

40

【0077】

上述のように、図示の実施形態において、コイル導体2 5は、導体パターンC 1 1 ~ C 1 6により構成されている。導体パターンC 1 1, C 1 6はそれぞれコイル軸Aの周りに3/4ターンだけ巻回されており、また、導体パターンC 1 2 ~ C 1 5はそれぞれコイル軸Aの周りに1/2ターンだけ巻回されている。よって、これらの導体パターンC 1 1 ~ C 1 6が連結されているコイル導体2 5は、3.5ターンだけコイル軸Aの周りに巻回されている。

50

【 0 0 7 8 】

コイル導体 2 5 のうち、外部電極 2 1 から数えて 1 ターン目の導体パターンは、導体パターン C 1 1 の全部と、導体パターン C 1 2 のうちビア V 1 との接続点から導体パターン C 1 1 の巻回開始位置（導体パターン C 1 1 が引出導体 2 3 と接続される位置）に平面視において重複する位置まで時計回りに延伸している部分と、で構成される。図示の実施形態においては、外部電極 2 1 から数えて 1 ターン目の導体パターンは、導体パターン C 1 1 の全部と、導体パターン C 1 2 のうちビア V 1 との接続点から時計回りに 90° だけ延伸している部分（導体パターン C 1 2 のうち 6 時の位置から 9 時の位置まで延伸している部分）と、で構成される。

【 0 0 7 9 】

1 ターン目の導体パターンと同様に、外部電極 2 1 から数えて 2 ターン目の導体パターンは、導体パターン C 1 2 のうち 1 ターン目の導体パターンとの接続点からビア V 2 まで時計回りに延伸している部分と、導体パターン C 1 3 の全部と、導体パターン C 1 4 のうちビア V 3 との接続点から導体パターン C 1 1 の巻回開始位置に平面視において重複する位置まで時計回りに延伸している部分と、で構成される。図示の実施形態においては、外部電極 2 1 から数えて 2 ターン目の導体パターンは、導体パターン C 1 2 のうち 1 ターン目の導体パターンとの接続点から時計回りに 90° だけ延伸している部分（導体パターン C 1 2 のうち 9 時の位置から 12 時の位置まで延伸している部分）と、導体パターン C 1 3 の全部と、導体パターン C 1 4 のうちビア V 3 との接続点から時計回りに 90° 延伸している部分（導体パターン C 1 4 のうち 6 時の位置から 9 時の位置まで延伸している部分）と、で構成される。同様に、外部電極 2 1 から数えて 3 ターン目の導体パターンは、導体パターン C 1 4 のうち 2 ターン目の導体パターンとの接続点からビア V 4 まで延伸している部分と、導体パターン C 1 5 の全部と、導体パターン C 1 6 のうちビア V 5 との接続点から導体パターン C 1 1 の巻回開始位置に平面視において重複する位置まで延伸している部分と、で構成される。図示の実施形態においては、外部電極 2 1 から数えて 2 ターン目の導体パターンは、導体パターン C 1 4 のうち 3 ターン目の導体パターンとの接続点から時計回りに 90° だけ延伸している部分（導体パターン C 1 4 のうち 9 時の位置から 12 時の位置まで延伸している部分）と、導体パターン C 1 5 の全部と、導体パターン C 1 6 のうちビア V 5 との接続点から時計回りに 90° 延伸している部分（導体パターン C 1 6 のうち 6 時の位置から 9 時の位置まで延伸している部分）と、で構成される。最後に、外部電極 2 1 から数えて 4 ターン目の導体パターンは、導体パターン C 1 6 のうち 3 ターン目の導体パターンとの接続点から時計回りに引出導体 2 4 との接続位置まで延伸している部分で構成される。図示の実施形態においては、外部電極 2 1 から数えて 4 ターン目の導体パターンは、導体パターン C 1 6 のうち 3 ターン目の導体パターンとの接続点から時計回りに 90° だけ延伸している部分（導体パターン C 1 6 のうち 9 時の位置から 3 時の位置まで延伸している部分）で構成される。このように、外部電極 2 1 から数えて 4 ターン目の導体パターンは、コイル導体 2 5 のうち、3 ターン目の導体パターンとの接続点から 0.5 ターンだけ巻回された位置まで延伸する導体パターンで形成される。すなわち、図示の実施形態において、4 ターン目の導体パターンは、1 ターン未満だけ巻回された導体パターンで構成される。4 ターン目の導体パターンは、丁度 1 ターンだけ巻回された導体パターンで構成されてもよく、1 ターン未満だけ巻回された導体パターンで構成されてもよい。

【 0 0 8 0 】

本明細書では、これらの外部電極 2 1 から数えて 1 ターン目の導体パターンを導体パターン (a 1) と呼ぶことがある。また、より一般的に外部電極 2 1 から数えて m ターン目の導体パターンを導体パターン (a m) と呼ぶことがある。ただし、m は、任意の正の整数である。導体パターン (a m) に 1 ターン目の導体パターンを含めない場合には、m は 2 以上の正の整数とされる。m の上限は、コイル導体 2 5 の最大ターン数である。図示の実施形態においては、コイル導体 2 5 は 3.5 ターンだけ巻回されているので、その最大ターン数は 4 である。したがって、m の上限も 4 とされる。ただし、導体パターン (a m

10

20

30

40

50

)の次のターンの導体パターン ($a(m+1)$) について言及するときには、 m の上限は最大ターン数から1を減じた数とする。

【0081】

コイル導体25のうち、外部電極22から数えて1ターン目の導体パターンは、導体パターンC16の全部と、導体パターンC15のうちビアV5との接続点から導体パターンC16の巻回開始位置(導体パターンC16が引出導体24と接続される位置)に平面視において重複する位置まで反時計回りに延伸している部分と、で構成される。図示の実施形態においては、外部電極22から数えて1ターン目の導体パターンは、導体パターンC16の全部と、導体パターンC15のうちビアV5との接続点から反時計回りに90°だけ延伸している部分(導体パターンC15のうち6時の位置から3時の位置まで延伸している部分)と、で構成される。同様に、外部電極22から数えて2ターン目の導体パターンは、導体パターンC15のうち1ターン目の導体パターンとの接続点からビアV4まで反時計回りに延伸している部分と、導体パターンC14の全部と、導体パターンC13のうちビアV3との接続点から導体パターンC16の巻回開始位置に平面視において重複する位置まで反時計回りに延伸している部分と、で構成される。図示の実施形態においては、外部電極22から数えて2ターン目の導体パターンは、導体パターンC15のうち1ターン目の導体パターンとの接続点から反時計回りに90°だけ延伸している部分(導体パターンC15のうち3時の位置から12時の位置まで延伸している部分)と、導体パターンC14の全部と、導体パターンC13のうちビアV3との接続点から反時計回りに90°延伸している部分(導体パターンC13のうち6時の位置から3時の位置まで延伸している部分)と、で構成される。同様に、外部電極22から数えて3ターン目の導体パターンは、導体パターンC13のうち2ターン目の導体パターンとの接続点からビアV2まで反時計回りに延伸している部分と、導体パターンC12の全部と、導体パターンC11のうちビアV1との接続点から導体パターンC16の巻回開始位置に平面視において重複する位置まで反時計回りに延伸している部分と、で構成される。図示の実施形態においては、外部電極22から数えて2ターン目の導体パターンは、導体パターンC13のうち3ターン目の導体パターンとの接続点から反時計回りに90°だけ延伸している部分(導体パターンC13のうち3時の位置から12時の位置まで延伸している部分)と、導体パターンC12の全部と、導体パターンC11のうちビアV1との接続点から反時計回りに90°延伸している部分(導体パターンC11のうち6時の位置から3時の位置まで延伸している部分)と、で構成される。最後に、外部電極22から数えて4ターン目の導体パターンは、導体パターンC11のうち3ターン目の導体パターンとの接続点から反時計回りに引出導体23との接続位置まで延伸している部分で構成される。図示の実施形態においては、外部電極22から数えて4ターン目の導体パターンは、導体パターンC11のうち3ターン目の導体パターンとの接続点から反時計回りに90°だけ延伸している部分(導体パターンC11のうち3時の位置から9時の位置まで延伸している部分)で構成される。このように、外部電極22から数えて4ターン目の導体パターンは、コイル導体25のうち、3ターン目の導体パターンとの接続点から0.5ターンだけ巻回された位置まで延伸する導体パターンで形成される。すなわち、図示の実施形態において、4ターン目の導体パターンは、1ターン未満だけ巻回された導体パターンで構成される。4ターン目の導体パターンは、丁度1ターンだけ巻回された導体パターンで構成されてもよく、1ターン未満だけ巻回された導体パターンで構成されてもよい。

【0082】

本明細書では、これらの外部電極22から数えて1ターン目の導体パターンを導体パターン(b_1)と呼ぶことがある。また、より一般的に外部電極22から数えて n ターン目の導体パターンを導体パターン(b_n)と呼ぶことがある。ただし、 n は、任意の正の整数である。導体パターン(b_n)に1ターン目の導体パターンを含めない場合には、 n は2以上の正の整数とされる。 n の上限は、コイル導体25の最大ターン数である。図示の実施形態においては、コイル導体25は3.5ターンだけ巻回されているので、その最大ターン数は4である。したがって、 n の上限も4とされる。ただし、導体パターン(b_n

10

20

30

40

50

)の次のターンの導体パターン($b(n+1)$)について言及するときには、 n の上限は最大ターン数から1を減じた数とする。

【0083】

外部電極21から数えて1ターン目、2ターン目、3ターン目の導体パターンはそれぞれコイル軸Aの周りを1周分だけ延伸しているが、4ターン目の導体パターンはコイル軸Aの周りを半周分だけ延伸している。同様に、外部電極22から数えて1ターン目、2ターン目、3ターン目の導体パターンはそれぞれコイル軸Aの周りを1周分だけ延伸しているが、4ターン目の導体パターンはコイル軸Aの周りを半周分だけ延伸している。

【0084】

本発明の一実施形態におけるコイル導体25は、コイル導体25の最大ターン数を N としたときに、外部電極21から数えて m ターン目の導体パターン(a_m)と外部電極22との距離 $d(m)$ が、 $d(1) \times (N - m + 1) / N$ $d(m)$ $d(1)$ (ただし、いずれかの m の値において $d(m)$ と $d(1)$ とが異なる値をとる)、という関係を満たすように構成される(ただし、 $2 \leq m$ とする。)。本明細書において、所定の導体パターンと外部電極22との距離は、当該導体パターンと外部電極22との間隔のうち最も小さいものを意味する。

10

【0085】

上記のとおり、図示の実施形態において、外部電極21から数えて1ターン目の導体パターン(a_1)は、導体パターンC11の全部と、導体パターンC12のうちビアV1との接続点から時計回りに 90° だけ延伸している部分と、を有する。図示の実施形態においては、導体パターンC11の少なくとも一部は、導体パターンC12よりも外部電極22かの近くに配される。よって、1ターン目の導体パターン(a_1)と外部電極22との距離は、導体パターンC11の各部と外部電極22との間隔 d_{1c} 、 d_{1b2} 、 d_{1d1} 、 d_{1e} のうち最も小さいものとなる。この導体パターン(a_1)と外部電極22との距離は、導体パターン(a_1)と外部電極22との間で絶縁性が確保されるように定められる。

20

【0086】

本発明の一実施形態においては、上述したように、導体パターンC11は、 d_{1c} 、 d_{1b2} 、 d_{1d1} 、及び d_{1e} のうち、 d_{1c} が最も小さくなるように形成及び配置される。この場合、1ターン目の導体パターン(a_1)と外部電極22との距離は、第3の部分C11cと外部電極22との間隔 d_{1c} と等しくなる。

30

【0087】

本発明の他の実施形態においては、導体パターンC11は、 d_{1c} 、 d_{1b2} 、 d_{1d1} 、及び d_{1e} のうち d_{1c} 以外の任意のものが最も小さくなるように形成及び配置され得る。例えば、 d_{1c} 、 d_{1b2} 、 d_{1d1} 、 d_{1e} のうち d_{1b2} が最も小さいときには、導体パターン(a_1)と外部電極22との距離は d_{1b2} であり、 d_{1d1} が最も小さいときには導体パターン(a_1)と外部電極22との距離は d_{1d1} であり、 d_{1e} が最も小さいときには導体パターン(a_1)と外部電極22との距離は d_{1e} である。

【0088】

2ターン目及びそれ以降の導体パターンと外部電極22との距離も、1ターン目の導体パターン(a_1)と外部電極22との距離と同様に定義される。すなわち、外部電極21から数えて m ターン目の導体パターン(a_m)と外部電極22との距離は、当該導体パターン(a_m)と外部電極22との間隔のうち最も小さいものを意味する。この導体パターン(a_m)と外部電極22との距離は、当該導体パターン(a_m)と外部電極22との間で絶縁性が確保されるように定められる。

40

【0089】

図示の実施形態では、 $N = 4$ であり、 $d(1) = d_{1c}$ であるから、導体パターン(a_m)と外部電極22との距離 $d(m)$ は、 $d_{1c} \times (5 - m) / 4$ $d(m)$ d_{1c} とされる。この関係を満たすためには、外部電極21から数えて2ターン目の導体パターンと外部電極22との距離 $d(2)$ は、 $m = 2$ であるから、 $d_{1c} \times 3 / 4$ $d(2)$ d

50

1 c とされる。2 ターン目の導体パターンと外部電極 2 2 との距離 $d(2)$ が導体パターン C 1 3 と外部電極 2 2 との間隔 d_{3c} と等しい場合には、 $d_{1c} \times 3/4 = d_{3c} = d_{1c}$ となる。同様に、外部電極 2 1 から数えて 3 ターン目の導体パターンと外部電極 2 2 との距離 $d(3)$ は、 $m = 3$ であるから、 $d_{1c} \times 1/2 = d(3) = d_{1c}$ とされる。3 ターン目の導体パターンと外部電極 2 2 との距離 $d(3)$ が導体パターン C 1 5 と外部電極 2 2 との間隔 d_{5c} と等しい場合には、 $d_{1c} \times 1/2 = d_{5c} = d_{1c}$ となる。同様に、外部電極 2 1 から数えて 4 ターン目の導体パターンと外部電極 2 2 との距離 $d(4)$ は、 $m = 4$ であるから、 $d_{1c} \times 1/4 = d(4) = d_{1c}$ とされる。4 ターン目の導体パターンと外部電極 2 2 との距離 $d(4)$ が導体パターン C 1 6 と外部電極 2 2 との間隔 d_{6c} と等しい場合には、 $d_{1c} \times 1/4 = d_{6c} = d_{1c}$ となる。ただし、いずれかの m の値において $d(m)$ と $d(1)$ とが異なる値をとるという条件も満たす必要があるから、 $d(1)$ ($= d_{1c}$) は、 $d(2)$ 、 $d(3)$ 、及び $d(4)$ の少なくとも 1 つとは異なる値をとる。

10

【0090】

外部電極 2 1 と外部電極 2 2 とを結ぶ電流経路において、導体パターン (a 1) は、導体パターン (a m) よりも外部電極 2 1 の近くに配されているので、外部電極 2 1 と外部電極 2 2 との間に電圧を印加すると、導体パターン (a 1) との外部電極 2 2 との間の電位差は、導体パターン (a m) と外部電極 2 2 との間の電位差よりも大きくなる。上記実施形態によれば、 $d(1) \times (N - m + 1) / N = d(m) = d(1)$ (ただし、いずれかの m の値において $d(m)$ と $d(1)$ とが異なる値をとる) という関係が満たされているから、外部電極 2 2 との電位差が最も大きい導体パターン (a 1) が、外部電極 2 2 から最も遠位に配される。上記のように、導体パターン (a 1) と外部電極 2 2 との距離 $d(1)$ は、導体パターン (a 1) と外部電極 2 2 との間の絶縁性が確保されるように定められる。このように、外部電極 2 2 との電位差が大きい導体パターン (a 1) と外部電極 2 2 との距離を大きく取ることにより、導体パターン (a 1) と外部電極 2 2 との間の絶縁性が確保される。導体パターン (a m) は、 $d(1)$ 以下の距離でも外部電極 2 2 との間の絶縁性を確保することができる。

20

【0091】

本発明の一実施形態におけるコイル導体 2 5 は、コイル導体 2 5 の最大ターン数を N としたときに、外部電極 2 2 から数えて n ターン目の導体パターン (b n) と外部電極 2 1 との距離 $D(n)$ が、 $D(1) \times (N - m + 1) / N = D(n) = D(1)$ (ただし、いずれかの n の値において $D(n)$ と $D(1)$ とが異なる値をとる)、という関係を満たすように構成される (ただし、 $2 \leq n$ とする)。

30

【0092】

上記のとおり、図示の実施形態において、外部電極 2 2 から数えて 1 ターン目の導体パターン (b 1) は、導体パターン C 1 6 の全部と、導体パターン C 1 5 のうちビア V 5 との接続点から反時計回りに 90° だけ延伸している部分と、を有する。図示の実施形態において、導体パターン C 1 6 の少なくとも一部は、導体パターン C 1 5 よりも外部電極 2 1 の近くに配される。よって、1 ターン目の導体パターン (b 1) と外部電極 2 1 との距離は、導体パターン C 1 6 の各部と外部電極 2 1 との間隔 d_{6a} 、 d_{6b1} 、 d_{6d2} 、 d_{6f} のうち最も小さいものとなる。この導体パターン (b) と外部電極 2 1 との距離は、導体パターン (b 1) と外部電極 2 1 との間で絶縁性が確保されるように定められる。

40

【0093】

本発明の一実施形態においては、上述したように、導体パターン C 1 6 は、 d_{6a} 、 d_{6b1} 、 d_{6d2} 、 d_{6f} のうち、 d_{6a} が最も小さくなるように形成及び配置される。この場合、1 ターン目の導体パターン (b 1) と外部電極 2 1 との距離は、第 2 の部分 C 1 6 a と外部電極 2 1 との間隔 d_{6a} と等しくなる。

【0094】

2 ターン目及びそれ以降の導体パターンと外部電極 2 1 との距離も、1 ターン目の導体

50

パターン (b1) と外部電極 21 との距離と同様に定義される。すなわち、外部電極 22 から数えて n ターン目の導体パターン (bn) と外部電極 21 との距離は、当該導体パターン (bn) と外部電極 21 との間隔のうち最も小さいものを意味する。この導体パターン (bn) と外部電極 21 との距離は、当該導体パターン (bn) と外部電極 21 との間で絶縁性が確保されるように定められる。

【0095】

本発明の他の実施形態においては、導体パターン C16 は、d6a、d6b1、d6d2、d1f のうち d6a 以外の任意のものが最も小さくなるように形成及び配置され得る。例えば、d6a、d6b1、d6d2、d6f のうち d6b1 が最も小さいときには、導体パターン (b1) と外部電極 21 との距離は d6b1 であり、d6d2 が最も小さいときには導体パターン (b1) と外部電極 21 との距離は d6d2 であり、d6f が最も小さいときには導体パターン (b1) と外部電極 21 との距離は d6f である。

10

【0096】

図示の実施形態では、 $N = 4$ であり、 $D(1) = d6a$ であるから、導体パターン (bn) と外部電極 21 との距離 $D(n)$ は、 $d6a \times (5 - n) / 4$ $D(n) < d6a$ とされる。この関係を満たすためには、外部電極 22 から数えて 2 ターン目の導体パターンと外部電極 21 との距離 $D(2)$ は、 $n = 2$ であるから、 $d6a \times 3 / 4$ $D(2) < d6a$ とされる。2 ターン目の導体パターンと外部電極 21 との距離 $D(2)$ が導体パターン C14 と外部電極 21 との間隔 $d4a$ と等しい場合には、 $d6a \times 3 / 4 = d4a$ $d6a$ となる。同様に、外部電極 22 から数えて 3 ターン目の導体パターンと外部電極 21 との距離 $D(3)$ は、 $n = 3$ であるから、 $d6a \times 1 / 2$ $D(3) < d6a$ とされる。3 ターン目の導体パターンと外部電極 21 との距離 $D(3)$ が導体パターン C12 と外部電極 21 との間隔 $d2a$ と等しい場合には、 $d6a \times 1 / 2 = d2a$ $d6a$ となる。同様に、外部電極 22 から数えて 4 ターン目の導体パターンと外部電極 21 との距離 $D(4)$ は、 $n = 4$ であるから、 $d6a \times 1 / 4$ $D(4) < d6a$ とされる。4 ターン目の導体パターンと外部電極 21 との距離 $D(4)$ が導体パターン C11 と外部電極 21 との間隔 $d1a$ と等しい場合には、 $d6a \times 1 / 4 = d1a$ $d6a$ となる。ただし、いずれかの n の値において $D(n)$ と $D(1)$ とが異なる値をとるという条件も満たす必要があるから、 $D(1) (= d6a)$ は、 $D(2)$ 、 $D(3)$ 、及び $D(4)$ の少なくとも 1 つとは異なる値をとる。

20

30

【0097】

上記実施形態によれば、 $D(1) \times (N - m + 1) / N < D(n) < D(1)$ (ただし、いずれかの n の値において $D(n)$ と $D(1)$ とが異なる値をとる)、という関係が満たされているから、外部電極 21 との電位差が最も大きい導体パターン (b1) が、外部電極 21 から最も遠位に配される。このように、外部電極 21 との電位差が大きい導体パターン (b1) と外部電極 21 との距離を大きく取ることにより、導体パターン (b1) と外部電極 21 との間の絶縁性が確保される。導体パターン (b1) 以外の導体パターン (bn) は、 $D(1)$ 以下の距離でも外部電極 21 との間の絶縁性を確保することができる。

【0098】

本発明の一実施形態において、コイル導体 25 は、外部電極 21 から数えて m ターン目の導体パターン (am) と外部電極 22 との距離 $d(m)$ が、外部電極 21 から数えて (m + 1) ターン目の導体パターン (a(m + 1)) と外部電極 22 との距離 $d(m + 1)$ 以上となり (ただし、N を最大ターン数としたとき、m は、 $1 \leq m \leq N - 1$ を満たす任意の整数とする。)、且つ、いずれかの m の値において $d(m)$ と $d(m + 1)$ とが異なる値をとるように構成される。

40

【0099】

本発明の一実施形態において、コイル導体 25 は、外部電極 22 から数えて n ターン目の導体パターン (bn) と外部電極 21 との距離 $D(n)$ が、外部電極 22 から数えて (n + 1) ターン目の導体パターン (b(n + 1)) と外部電極 21 との距離 $D(n + 1)$

50

以上となり（ただし、 n は、 $1 \leq n \leq N - 1$ を満たす任意の整数とする。）、且つ、いずれかの n の値において $D(n)$ と $D(n + 1)$ とが異なる値をとるように構成されている。

【0100】

図示の実施形態においては、外部電極21から数えて1ターン目の導体パターン（ a_1 ）と外部電極22との間隔 d_{1c} は、外部電極21から数えて2ターン目の導体パターン（ a_2 ）と外部電極22との間隔 d_{3c} よりも大きい。また、この間隔 d_{3c} は、外部電極21から数えて3ターン目の導体パターン（ a_3 ）と外部電極22との間隔 d_{5c} よりも大きい。また、この間隔 d_{5c} は、外部電極21から数えて4ターン目の導体パターン（ a_4 ）と外部電極22との間隔 d_{6c} よりも大きい。このように、図示の実施形態においては、 $d_{6c} < d_{5c} < d_{3c} < d_{1c}$ の関係が成り立っている。外部電極21から数えて m ターン目の導体パターンと外部電極22との各々の間隔の大小関係は、 $d_{6c} < d_{5c} < d_{3c} < d_{1c}$ には限られない。 d_{1c} 、 d_{3c} 、 d_{5c} 、及び d_{6c} から選択された任意の2つの値又は3つの値は、互いに等しくてもよい。例えば、各間隔のうちの2つの値である d_{3c} と d_{5c} とが等しい場合には、各間隔の大小関係は、 $d_{6c} < d_{5c} = d_{3c} < d_{1c}$ となる。各間隔のうちの2つの値である d_{1c} と d_{3c} とが等しい場合には、各間隔の大小関係は、 $d_{6c} < d_{5c} < d_{3c} = d_{1c}$ となる。各間隔のうちの3つの値である d_{3c} と d_{5c} と d_{6c} が等しい場合には、 $d_{6c} = d_{5c} = d_{3c} < d_{1c}$ となる。これら以外の組み合わせで選択された各間隔の大小関係についても同様に考えることができる。

10

【0101】

同様の関係が、外部電極22を基点としてターン数をカウントする場合にも当てはまる。具体的には、図示の実施形態においては、外部電極22から数えて1ターン目の導体パターン（ b_1 ）と外部電極21との間隔 d_{6a} は、外部電極22から数えて2ターン目の導体パターン（ b_2 ）と外部電極21との間隔 d_{4a} よりも大きい。また、この間隔 d_{4a} は、外部電極22から数えて3ターン目の導体パターン（ b_3 ）と外部電極21との間隔 d_{2a} よりも大きい。また、この間隔 d_{2a} は、外部電極22から数えて4ターン目の導体パターン（ b_4 ）と外部電極21との間隔 d_{1a} よりも大きい。このように、図示の実施形態においては、 $d_{1a} < d_{2a} < d_{4a} < d_{6a}$ の関係が成り立っている。 d_{1a} 、 d_{2a} 、 d_{4a} 、及び d_{6a} から選択された任意の2つの値又は3つの値は、互いに等しくてもよい。例えば、各間隔のうちの2つの値である d_{2a} と d_{4a} とが等しい場合には、各間隔の大小関係は、 $d_{1a} < d_{2a} = d_{4a} < d_{6a}$ となる。各間隔のうちの2つの値である d_{6a} と d_{4a} とが等しい場合には、各間隔の大小関係は、 $d_{1a} < d_{2a} < d_{4a} = d_{6a}$ となる。各間隔のうちの3つの値である d_{1a} と d_{2a} と d_{4a} とが等しい場合には、 $d_{1a} = d_{2a} = d_{4a} < d_{6a}$ となる。これら以外の組み合わせで選択された各間隔の大小関係についても同様に考えることができる。

20

30

【0102】

上記実施形態によれば、外部電極21から数えて1ターン目の導体パターン（ a_1 ）と外部電極22との距離 $d(1)$ （図示の実施形態では、 d_{1c} ）が外部電極21から数えて m ターン目の導体パターン（ a_m ）と外部電極22との距離 $d(m)$ のいずれよりも大きい関係が満たされているから、外部電極22との電位差が最も大きい導体パターン（ a_1 ）が、外部電極22から最も遠位に配される。このように、外部電極22との電位差が大きい導体パターン（ a_1 ）と外部電極22との距離を大きく取ることにより、導体パターン（ a_1 ）と外部電極22との間の絶縁性が確保される。コイル導体25の導体パターン（ a_1 ）以外の導体パターン（ a_m ）と外部電極22との電位差は、導体パターン（ a_1 ）と外部電極22との電位差よりも小さいため、距離 $d(m)$ が $d(1)$ 以下でも導体パターン（ a_1 ）と外部電極22との間の絶縁性を確保することができる。

40

【0103】

同様に、外部電極22から数えて1ターン目の導体パターン（ b_1 ）と外部電極21との距離 $D(1)$ （図示の実施形態では、 d_{6a} ）が外部電極22から数えて n ターン目の導体パターン（ b_n ）と外部電極21との距離 $D(n)$ のいずれよりも大きいとの関係

50

が満たされているから、外部電極 2 1 との電位差が最も大きい導体パターン (b 1) が、外部電極 2 1 から最も遠位に配される。このように、外部電極 2 1 との電位差が大きい導体パターン (b 1) と外部電極 2 1 との距離を大きく取ることにより、導体パターン (b 1) と外部電極 2 1 との間の絶縁性が確保される。コイル導体 2 5 の導体パターン (b 1) 以外の導体パターン (b n) と外部電極 2 1 との電位差は導体パターン (b 1) と外部電極 2 1 との電位差よりも小さいため、距離 D (n) が D (1) 以下でも導体パターン (b 1) と外部電極 2 1 との間の絶縁性を確保することができる。

【 0 1 0 4 】

上述のように、図示の実施形態においては、コイル軸 A の方向から見たときに、導体パターン C 1 1 ~ C 1 6 の各々の内周は、閉ループ B の少なくとも一部に沿って延伸している。したがって、図 4 に示すように、導体パターン C 1 1 ~ C 1 6 の内周面 C 1 1 g ~ C 1 6 g を通る面 C は、コイル軸 A と平行に延伸する。よって、導体パターン C 1 1 ~ C 1 6 の各々の内周面 C 1 1 g ~ C 1 6 g 面で画定されるコアを通過する磁束は、コイル軸 A と平行な方向を向く。これにより、コアを通過する磁束の向きがコイル軸 A に対して傾くことによるインダクタンスの劣化を防ぐことができる。

10

【 0 1 0 5 】

図 3 a に示したように、閉ループ B には、外部電極 2 1 に最も近い第 1 の位置 P 1、及び、外部電極 2 2 に最も近い第 2 の位置 P 2 が存在する。図示の実施形態では、絶縁層 1 1 の外縁及び閉ループ B がいずれも長方形の形状を有しているため、第 1 の位置 P 1 は、閉ループ B の辺 B a 上の任意の位置であり、第 2 の位置 P 2 は、閉ループ B の辺 B c 上の任意の位置である。第 1 の位置 P 1 及び第 2 の位置 P 2 の配置は、積層体 1 0 の形状及び閉ループ B の形状に応じて適宜定められる。

20

【 0 1 0 6 】

図 5 a は、第 1 の位置 P 1 を通り導体パターン C 1 1 の延伸方向に垂直な方向で導体パターン C 1 1 を切断した断面図である。具体的には、図 5 a は、図 3 a の I I - I I 線に沿った導体パターン C 1 1 の第 1 の部分 C 1 1 a の断面図である。図 5 b は、第 2 の位置 P 2 を通り導体パターン C 1 1 の延伸方向に垂直な方向で導体パターン C 1 1 を切断した断面図である。具体的には、図 5 b は、図 3 a の I I I - I I I 線に沿った導体パターン C 1 1 の第 3 の部分 C 1 1 c の断面図である。

【 0 1 0 7 】

上記のように、コイル導体 2 5 は、外部電極 2 1 から数えて 1 ターン目の導体パターン (a 1) と外部電極 2 2 との距離がその他の導体パターン (導体パターン (a m)) と外部電極 2 2 との距離よりも大きくなるように形成される。かかる関係は、例えば、第 2 の位置 P 2 において、導体パターン (a 1) の内周を閉ループ B 上に固定したまま、その幅方向の寸法 W 1 c を小さくすることで実現される。この場合、当該第 2 の位置 P 2 において、導体パターン C 1 1 の直流抵抗 (R d c) が大きくなってしまふ。そこで、この第 2 の位置 P 2 における導体パターン C 1 1 の厚さを他の部分よりも厚くすることで、第 2 の位置 P 2 において導体パターン C 1 1 の直流抵抗 (R d c) が大きくなることを防止できる。例えば、第 2 の位置 P 2 における導体パターン C 1 1 の断面積が第 1 の位置 P 1 における断面積と同じになるようにすればよい。第 1 の位置 P 1 における導体パターン C 1 1 の断面積は、図 5 a に示す寸法に基づくと、W 1 a と H 1 a との積となり、第 2 の位置 P 2 における導体パターン C 1 1 の断面積は、図 5 b に示す寸法に基づくと、W 1 c と H 1 c との積となる。導体パターン C 1 1 は、W 1 a と H 1 a との積が、W 1 c と H 1 c との積と等しくなるように形成される。同様に、導体パターン C 1 6 は、その断面積が第 2 の位置 P 2 と第 1 の位置 P 1 とで同じになるように形成されてもよい。

30

40

【 0 1 0 8 】

次に、コイル部品 1 の製造方法の一例を説明する。まず、絶縁層 1 1 ~ 絶縁層 1 6、絶縁層 1 8 a ~ 1 8 d、及び絶縁層 1 9 a ~ 絶縁層 1 9 d となる磁性体シートを作成する。具体的には、樹脂材料へ溶剤を加えてスラリーを作成する。この樹脂材料は、例えば、フィラー粒子を分散させた樹脂 (例えば、ポリビニルブチラール (P V B) 樹脂、エポキシ

50

樹脂等の絶縁性に優れた樹脂)である。このスラリーをプラスチック製のベースフィルムの表面に塗布して乾燥させ、この乾燥後のスラリーを所定サイズに切断することで磁性体シートが得られる。

【0109】

次に、絶縁層11～絶縁層15となる磁性体シートの所定の位置に、各絶縁層をT軸方向に貫く貫通孔を形成する。

【0110】

次に、スクリーン印刷等の印刷、メッキ、エッチング、又はこれら以外の任意の公知の手法により、絶縁層11となる磁性体シートの上面に導体パターンC11及び引出導体23に相当する導体パターンを金属材料(例えばAg)から多数形成するとともに、当該磁性体シートに形成された貫通孔に当該金属材料を埋め込む。同様に、絶縁層12～絶縁層14となる磁性体シートの各々の上面に導体パターンC12～C15に相当する導体パターンをそれぞれ多数形成するとともに、当該磁性体シートの各々に形成された貫通孔に当該金属材料を埋め込む。また、絶縁層16となる磁性体シートの上面に導体パターンC16及び引出導体24に相当する導体パターンを金属材料(例えばAg)から多数形成する。このようにして貫通孔に埋め込まれた金属がビアV1～V5となる。

10

【0111】

次に、導体パターンC11～C16に相当する導体パターンが形成された磁性体シートを積層して中間積層体を得る。これらの磁性体シートは、各磁性体シートに形成されている導体パターンC11～C16の各々が隣接する導体パターンとビアV1～V5を介して電氣的に接続されるように積層される。

20

【0112】

次に、絶縁層18a～絶縁層18dとなる磁性体シートを積層して、上部カバー層18に相当する上部積層体を形成し、絶縁層19a～絶縁層19dとなる磁性体シートを積層して、下部カバー層19に相当する下部積層体を形成する。

【0113】

次に、上記のようにして作成された中間積層体を上下から上部積層体及び下部積層体で挟み込み、この上部積層体及び下部積層体を中間積層体に熱圧着して本体積層体を得る。次に、ダイシング機やレーザ加工機等の切断機を用いて当該本体積層体を所望のサイズに個片化することで、積層体10に相当するチップ積層体を得られる。次に、このチップ積層体を脱脂し、脱脂されたチップ積層体を加熱処理する。次に、加熱処理されたチップ積層体の両端部に導体ペーストを塗布することにより、外部電極21及び外部電極22を形成する。以上により、コイル部品1が得られる。

30

【0114】

本明細書で説明された各構成要素の寸法、材料、及び配置は、実施形態中で明示的に説明されたものに限定されず、この各構成要素は、本発明の範囲に含まれうる任意の寸法、材料、及び配置を有するように変形することができる。また、本明細書において明示的に説明していない構成要素を、説明した実施形態に付加することもできるし、各実施形態において説明した構成要素の一部を省略することもできる。

【符号の説明】

40

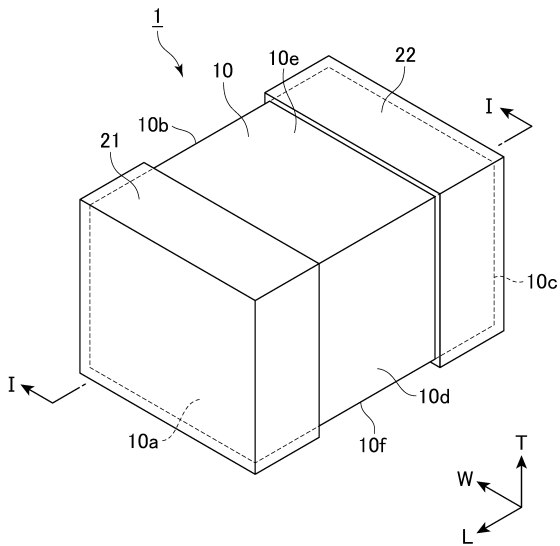
【0115】

- 1 コイル部品
- 10 積層体
- 11～16 磁性体層
- 18 上部カバー層
- 19 下部カバー層
- 21, 22 外部電極
- 25 コイル導体
- C11～C16 導体パターン

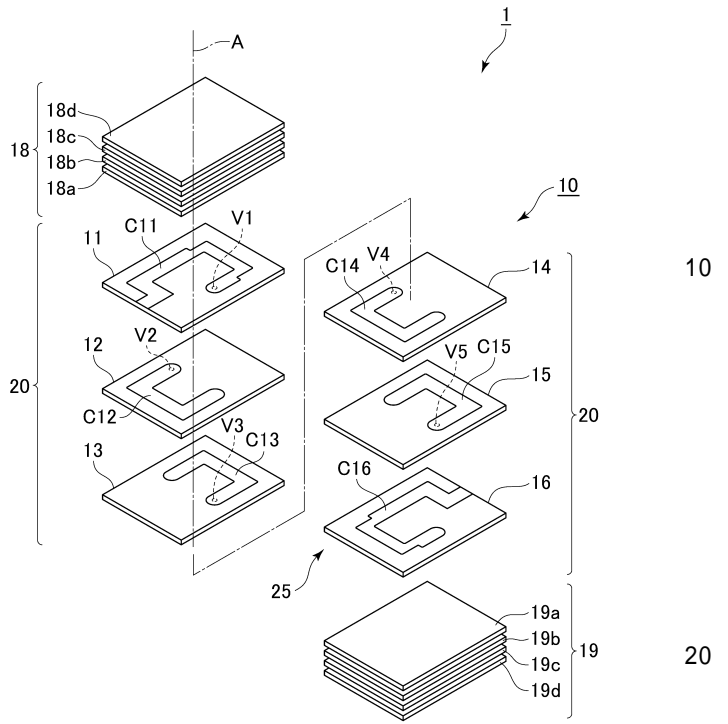
50

【図面】

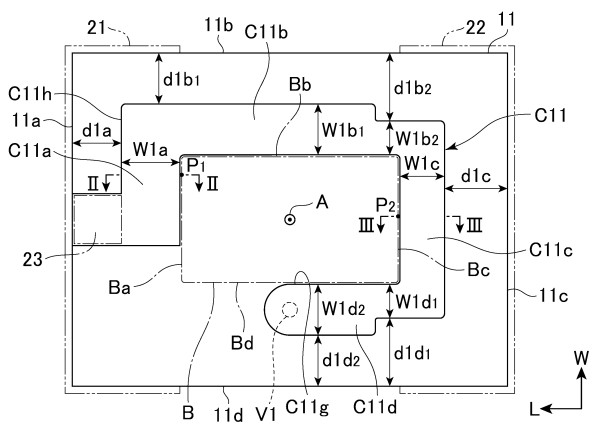
【図 1】



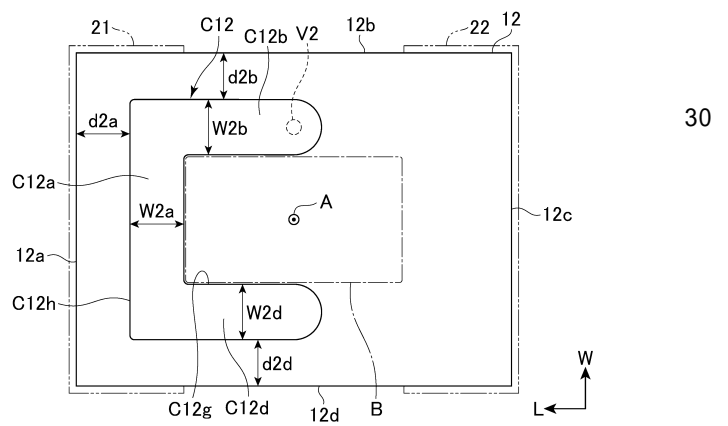
【図 2】



【図 3 a】



【図 3 b】



10

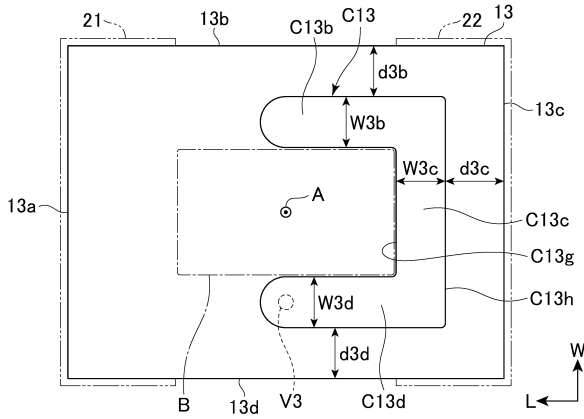
20

30

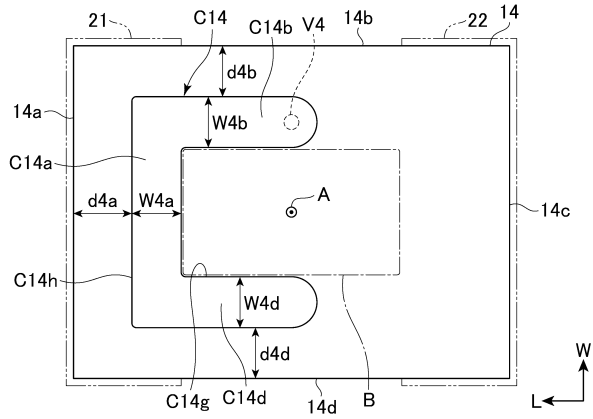
40

50

【図 3 c】

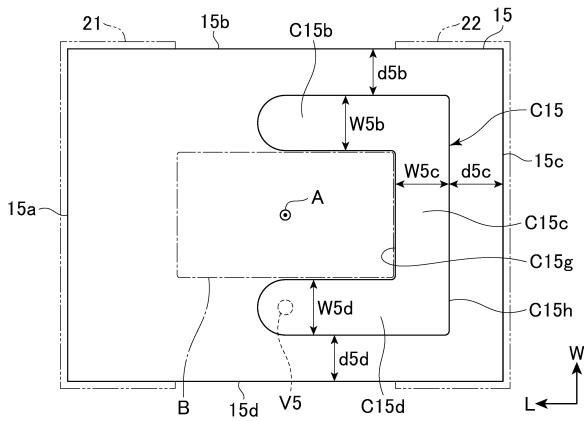


【図 3 d】

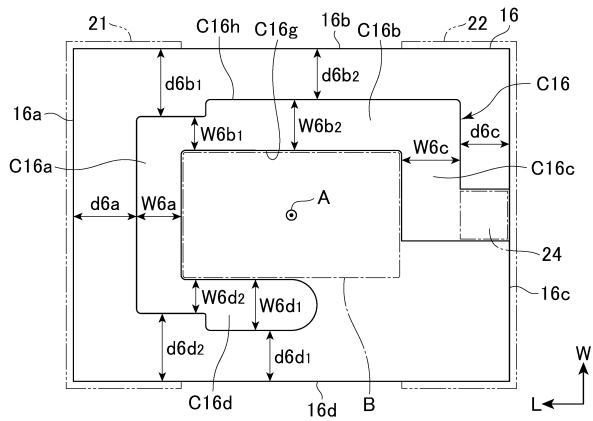


10

【図 3 e】



【図 3 f】



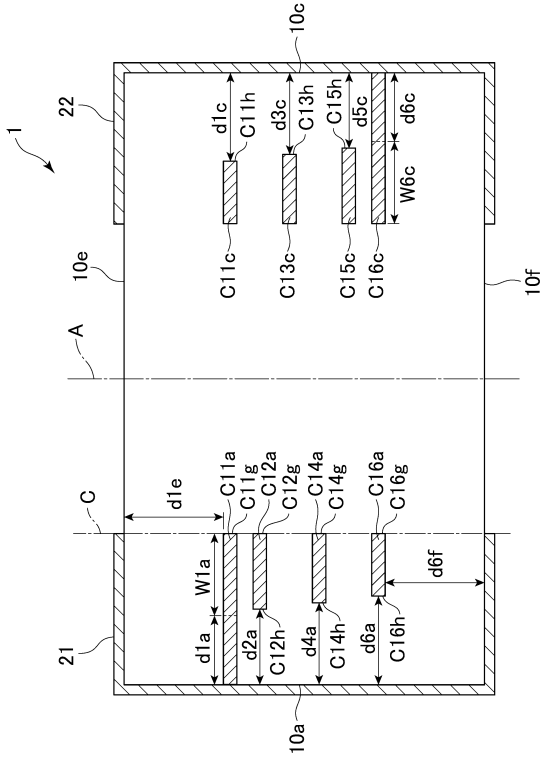
20

30

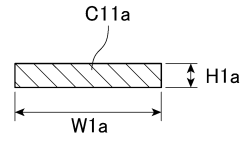
40

50

【 4 】



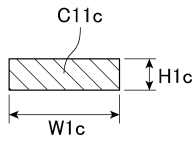
【 5 a 】



10

20

【 5 b 】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 10 - 199729 (JP, A)
特開 2003 - 017327 (JP, A)
特開 2003 - 124027 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01F 17/00
H01F 27/29