

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6776868号
(P6776868)

(45) 発行日 令和2年10月28日 (2020. 10. 28)

(24) 登録日 令和2年10月12日 (2020. 10. 12)

(51) Int. Cl.	F I				
H05K 1/16 (2006.01)	H05K 1/16	B			
H05K 3/22 (2006.01)	H05K 3/22	E			
H05K 3/18 (2006.01)	H05K 3/18	H			
H01F 17/00 (2006.01)	H01F 17/00	B			
H01F 41/04 (2006.01)	H01F 41/04	C			
請求項の数 11 (全 15 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号	特願2016-243525 (P2016-243525)	(73) 特許権者	000003067
(22) 出願日	平成28年12月15日 (2016. 12. 15)		TDK株式会社
(65) 公開番号	特開2018-98416 (P2018-98416A)		東京都中央区日本橋二丁目5番1号
(43) 公開日	平成30年6月21日 (2018. 6. 21)	(74) 代理人	100115738
審査請求日	令和1年7月9日 (2019. 7. 9)		弁理士 鷲頭 光宏
		(74) 代理人	100121681
			弁理士 緒方 和文
		(74) 代理人	100130982
			弁理士 黒瀬 泰之
		(72) 発明者	堀川 雄平
			東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株
			式会社内
		(72) 発明者	折笠 誠
			東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株
			式会社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 平面コイルの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材上に、一端及び他端を有するコイル配線部と、外部電源と前記コイル配線部の第1の接続位置とを接続する給電配線部と、前記第1の接続位置よりも前記他端側である前記コイル配線部の第2の接続位置と前記第2の接続位置よりも前記一端側である前記コイル配線部の第3の接続位置とを短絡する接続配線部とを有する下地導体層を形成する工程と、

前記外部電源から給電を行うことによって、前記下地導体層上に配線導体層を電解めっきにより形成する工程と、

前記給電配線部及び前記接続配線部を除去する工程とを備えることを特徴とする平面コイルの製造方法。

【請求項 2】

前記下地導体層を形成する前に、前記基材上に下地樹脂層を形成する工程をさらに備える、

前記下地導体層を形成する工程は、前記下地樹脂層上に前記下地導体層を無電解めっきにより形成する、請求項1に記載の平面コイルの製造方法。

【請求項 3】

前記給電配線部及び前記接続配線部を除去する工程は、前記給電配線部及び前記接続配線部を前記基材と共に物理的に除去する、請求項1又は2に記載の平面コイルの製造方法。

。

【請求項 4】

前記給電配線部及び前記接続配線部を除去する工程は、前記給電配線部及び前記接続配線部を構成する前記下地導体層及び前記配線導体層をエッチングにより除去する、請求項 1 又は 2 に記載の平面コイルの製造方法。

【請求項 5】

前記コイル配線部がスパイラルパターンを含み、

前記コイル配線部の一端及び他端がそれぞれ前記スパイラルパターンの外周端及び内周端である、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の平面コイルの製造方法。

【請求項 6】

前記第 1 の接続位置が、前記スパイラルパターンの最外周ターンの範囲内であって、前記外周端よりも前記内周端側にある、請求項 5 に記載の平面コイルの製造方法。

10

【請求項 7】

前記第 2 の接続位置が、前記スパイラルパターンの前記内周端である、請求項 5 又は 6 に記載の平面コイルの製造方法。

【請求項 8】

前記第 3 の接続位置が、前記スパイラルパターンの最内周ターンの範囲内であって、前記内周端を通過して、前記外周端から前記内周端に向かう巻回方向の延長線上にある、請求項 7 に記載の平面コイルの製造方法。

【請求項 9】

前記基材が樹脂フィルムである、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の平面コイルの製造方法。

20

【請求項 10】

前記下地樹脂層が P d、C u、N i、A g、P t 及び A u から選ばれた少なくとも一種の金属を含む樹脂からなる、請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の平面コイルの製造方法。

【請求項 11】

前記下地導体層及び前記配線導体層が、それぞれ C u、A g 及び A u から選ばれた少なくとも一種の金属からなる、請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の平面コイルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】**【0001】**

本発明は、平面コイルの製造方法に関し、特に、平面コイルの前駆体としての配線部品を用いた電解めっきによる製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

I C タグや N F C (Near Field radio Communication) アンテナに代表される平面コイルは、基材上に金属層を形成し、金属層の所望の領域をエッチングレジストで覆い、レジストを形成していない領域をエッチングにより除去することで形成されている。しかし、この方法ではエッチングレジストを形成のためクリーンルームなどの設備が必要となるうえ、コイル形状を変更するたびに新規なフォトマスクが必要となることから初期費用が嵩んでしまう。これらの課題に対応するため、基材上にめっき触媒を所望のパターンで印刷し、無電解めっきを行うことでエッチングレジストを形成せずに所望の形状の金属層を形成する方法が検討されている（例えば特許文献 1 参照）。

40

【0003】

一般に無電解めっきは析出速度が遅く生産性が低いため、無電解めっきの後に電解めっきが行われている。しかし、電解めっきは無電解めっきと異なり均一析出性が低いため、平面コイルを電解めっきにより形成する場合には次のような問題がある。すなわち、平面コイルの一端からめっき電流を供給する場合、給電点に近い一端側では十分なめっき厚となるが、平面コイルの他端側は給電点から遠いため、めっき厚が不十分となり、平面コイ

50

ル内での膜厚分布（膜厚差）が生じてしまう。特に、平面コイルがスパイラルパターンである場合、その内周端はスパイラルパターンのループに囲まれた開放端となることから、外周端との間の膜厚差の問題が顕著である。

【 0 0 0 4 】

スパイラルパターンの立体構造を許容するのであれば、スパイラルパターンの内周端と外周端とを他の配線層を介して接続してその全体を 1 つのループにすることで両端の膜厚差の問題を容易に解消できる。しかし、単層の導体層で完結させようとする場合には上記問題が依然として残る。

【 0 0 0 5 】

コイルパターン全体にわたってめっき厚さのばらつきを抑えるため、コイルパターン全体の電位が同一となるように、めっき槽内の負極の電極棒を用いて電解めっき時にコイルパターンの各ターンを短絡接続した状態で電解めっきを施す方法も提案されている（特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 0 - 1 6 8 4 1 3 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 9 - 2 4 6 3 6 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、特許文献 2 に記載されているように短絡線として電解めっき用電極棒を用いる場合には、電極棒の接触位置におけるめっき成長が部分的に抑制され、コイルパターン全体が不均一な膜厚分布になることから、他の解決方法が望まれている。

【 0 0 0 8 】

したがって、本発明の目的は、エッチングレジストを用いた金属層のパターニング工程が不要であり、平面コイルを電解めっきにより形成する場合でもその両端の膜厚差を縮小することが可能な平面コイルの製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記課題を解決するため、本発明による平面コイルの製造方法は、基材上に、一端及び他端を有するコイル配線部と、前記コイル配線部の第 1 の接続位置と外部電源とを接続する給電配線部と、前記第 1 の接続位置よりも前記他端側である前記コイル配線部の第 2 の接続位置と前記第 2 の接続位置よりも前記一端側である前記コイル配線部の第 3 の接続位置とを短絡する接続配線部とを有する下地導体層を形成する工程と、前記外部電源から給電を行うことによって、前記下地導体層上に配線導体層を電解めっきにより形成する工程と、前記給電配線部及び前記接続配線部を除去する工程とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、電解めっき時に給電点からコイル配線部の他端までの距離が一時的に短くなるため、電解めっき処理後のコイル配線部の両端の膜厚差を縮小することができる。また配線導体層を電解めっきにより形成した後に給電配線部及び接続配線部を除去するので、所望の平面コイルパターンを確実に形成することができる。

【 0 0 1 1 】

本発明による平面コイルの製造方法は、前記下地導体層を形成する前に、前記基材上に下地樹脂層を形成する工程をさらに備え、前記下地導体層を形成する工程は、前記下地樹脂層上に前記下地導体層を無電解めっきにより形成することが好ましい。この方法によれば、エッチングレジストを用いて金属層をパターニングすることなく所望のコイルパターンを形成することができ、無電解めっきと電解めっきの組み合わせにより生産性を向上させることができる。

【 0 0 1 2 】

本発明において、前記給電配線部及び前記接続配線部を除去する工程は、前記給電配線部及び前記接続配線部を前記基材と共に物理的に除去してもよく、前記給電配線部及び前記接続配線部を構成する前記下地導体層及び前記配線導体層をエッチングにより除去してもよい。この方法によれば、給電配線部及び接続配線部を簡単に除去して平面コイルを完成させることができる。

【0013】

本発明において、前記コイル配線部はスパイラルパターンを含み、前記コイル配線部の一端及び他端はそれぞれ前記スパイラルパターンの外周端及び内周端であることが好ましい。スパイラルパターンの内周端はスパイラルのループに囲まれてどこにも接続されない開放端であるため、そのままでは外周端との電気抵抗差が大きく、膜厚差の問題が顕著である。しかし、本発明ではコイル配線部の内周端を当該内周端よりも外周端側の一点に短絡接続する接続配線部を設けているので、コイル配線部の内周端の膜厚を向上させることができ、コイル配線部の両端の膜厚差を縮小することができる。

10

【0014】

本発明において、前記第1の接続位置は、前記スパイラルパターンの最外周ターンの範囲内であって、前記外周端よりも前記内周端側にあることが好ましい。これによれば、給電位置から外周端までの距離と給電点から内周端までの距離をさらに縮めることができ、両端の導体層の膜厚差をさらに縮小することができる。

【0015】

本発明において、前記第2の接続位置は、前記スパイラルパターンの前記内周端であることが好ましい。この場合において、前記第3の接続位置は、前記スパイラルパターンの最内周ターンであって、前記内周端を通過して、前記外周端から前記内周端に向かう巻回方向の延長線上にあることが好ましい。このようにすることで、スパイラルパターンの両端の膜厚差を縮小することができ、また接続配線部の除去も容易に行うことができる。なお、スパイラルパターンのターン数が1ターンの場合、最内周ターンは最外周ターンと共通となる。

20

【0016】

本発明において、前記基材は樹脂フィルムであることが好ましい。この場合において、前記下地樹脂層はPd、Cu、Ni、Ag、Pt及びAuから選ばれた少なくとも一種の金属を含む樹脂からなることが好ましい。さらに、前記下地導体層及び前記配線導体層は、それぞれCu、Ag及びAuから選ばれた少なくとも一種の金属からなることが好ましい。これによれば、樹脂フィルム上に導体パターンを容易に形成することができ、高品質な平面コイルを低コストで製造することができる。

30

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、エッチングレジストを用いた金属層のパターニング工程が不要であり、平面コイルを電解めっきにより形成する場合でもその両端の膜厚差を縮小することが可能な平面コイルの製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

40

【図1】図1は、本発明の実施の形態による平面コイルの構成を示す図であって、(a)は平面図、(b)は(a)のY-Y線に沿った断面図である。

【図2】図2は、平面コイルの製造方法を説明するフローチャートである。

【図3】図3は、平面コイルの製造工程の一つ(印刷工程)を説明するための図であって、(a)は平面図、(b)は(a)のY-Y線に沿った断面図である。

【図4】図4は、平面コイルの製造工程の一つ(無電解めっき工程)を説明するための図であって、(a)は平面図、(b)は(a)のY-Y線に沿った断面図である。

【図5】図5は、平面コイルの製造工程の一つ(電解めっき工程)を説明するための図であって、(a)は平面図、(b)は(a)のY-Y線に沿った断面図である。

【図6】図6は、電解めっき方法を説明するための模式図である。

50

【図 7】図 7 は、平面コイルの製造工程の一つ（除去工程）を説明するための平面図である。

【図 8】図 8（a）～（f）は、平面コイルパターン（接続配線部及び給電配線部）の変形例を示す平面図である。

【図 9】図 9（a）～（c）は、平面コイルの評価試験に用いた配線部品の配線パターンの構成を示す平面図である。

【図 10】図 10 は、平面コイルの評価試験の結果を示す表である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

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

【0020】

図 1 は、本発明の実施の形態による平面コイルの構成を示す図であって、（a）は平面図、（b）は（a）の Y-Y 線に沿った断面図である。

【0021】

図 1（a）及び（b）に示すように、平面コイル 1 は、基材 10 と、基材 10 の一方の主面に形成されたスパイラル状の平面コイルパターン 11 とを備えている。基材 10 は例えば PET フィルム、ポリイミドフィルムなどの樹脂フィルム（フレキシブル基板）であることが好ましい。樹脂フィルムを用いた場合には非常に薄型で取り扱いが容易な平面コイル 1 を低コストで製造することができる。ただし、基材 10 はガラスエポキシ基板などのリジッド基板であってもよい。また基材 10 は単層構造であってもよく、多層構造であってもよい。

【0022】

平面コイルパターン 11 は、スパイラル状のコイル配線部 11a と、コイル配線部 11a の外周端 11a₁（一端）及び内周端 11a₂（他端）にそれぞれに設けられたパッド 11b、11c とを有している。本実施形態によるコイル配線部 11a は矩形スパイラルパターンであるが、円形スパイラルパターンであってもよく、楕円又は長円スパイラルパターンであってもよい。コイル配線部 11a のターン数は 1 ターン以上であることが好ましく、2～10 ターンであることが特に好ましい。ターン数が 1 ターン未満では本発明が解決しようとする課題がほとんど発生せず、またターン数があまりに大きすぎるとコイル配線部 11a の両端間の抵抗差を小さくするという本発明の効果が得られなくなるからである。

【0023】

コイル配線部 11a の幅は 0.05～1mm であることが好ましく、0.1～0.5mm であることが特に好ましい。配線幅が 0.05mm 未満となる非常に細いコイル配線部 11a を電解めっきにより形成することは難しく、また配線幅が 1mm を超える太いコイル配線部 11a ではその両端、つまり外周端 11a₁ と内周端 11a₂ との抵抗差に起因するコイル端末部の膜厚差の問題がほとんど生じないからである。

【0024】

平面コイルパターン 11 の断面構造は、下地樹脂層 L0 と、下地樹脂層 L0 上に無電解めっきにより形成された下地導体層 L1 と、下地導体層 L1 上に電解めっきにより形成された配線導体層 L2 とで構成されている。下地樹脂層 L0 及び下地導体層 L1 は、配線導体層 L2 に対する多層構造の下地層 LB を構成している。また、下地導体層 L1 及び配線導体層 L2 は、平面コイルパターン 11 を構成する導体パターンとしての導体層 LL を構成している。

【0025】

下地樹脂層 L0 は、Pd、Cu、Ni、Ag、Pt 及び Au から選ばれた少なくとも一種の金属を含む樹脂（導電性高分子）からなることが好ましい。下地樹脂層 L0 を設けることにより、基材 10 上に導体層 LL を形成することが可能となる。

【0026】

10

20

30

40

50

下地導体層 L 1 は、C u、A g 及び A u から選ばれた少なくとも一種の金属からなることが好ましい。下地導体層 L 1 を設けることにより、基材 1 0 上に配線導体層 L 2 を電解めっきにより形成することが可能となる。下地導体層 L 1 の厚さは 0 . 0 5 ~ 2 μ m であることが好ましい。

【 0 0 2 7 】

配線導体層 L 2 は下地導体層 L 1 よりも厚い層であり、C u、A g 及び A u から選ばれた少なくとも一種の金属からなることが好ましい。配線導体層 L 2 を設けることにより、基材 1 0 上に十分な厚さの導体層 L L を形成することができる。

【 0 0 2 8 】

導体層 L L の厚さは特に限定されないが、5 0 μ m 以下であることが好ましく、3 8 μ m 以下であることが特に好ましい。これは平面コイルパターン 1 1 を構成する導体層 L L の厚みが増えるほど電解めっきでの処理時間が増加し、生産性が低下するためである。一方、導体層 L L の厚さは 1 μ m 以上であることが好ましい。これは導体層 L L の厚さが薄ければ、均一析出性に優れた無電解めっきのみでも十分な生産性を有し、導体層 L L を電解めっきにより形成する意義が低いからである。

【 0 0 2 9 】

図 2 は、平面コイルの製造方法を説明するフローチャートである。また図 3 ~ 図 5 は、平面コイルの製造工程を説明するための図であって、(a) は平面図、(b) は (a) の Y - Y 線に沿った断面図である。

【 0 0 3 0 】

図 2 及び図 3 (a) 及び (b) に示すように、平面コイル 1 の製造では、まず基材 1 0 上に下地樹脂層 L 0 を形成する (図 2 : ステップ S 1)。下地樹脂層 L 0 は、無電解めっきによる下地導体層 L 1 の形成を促進させる触媒としての役割を果たすものである。下地樹脂層 L 0 は印刷により形成することが好ましく、例えばスクリーン印刷やインクジェット法により形成することができる。このように、下地樹脂層 L 0 が形成された基材 1 0 は、平面コイル 1 に対する第 1 の中間体としての配線部品 5 A を構成している。本実施形態による平面コイル 1 の製造方法は、このような平面コイル製造用配線部品 5 A を予め用意してその製造を開始することができる。

【 0 0 3 1 】

図 3 (a) に示すように、下地樹脂層 L 0 の平面形状は、平面コイルパターン 1 1 を構成するスパイラル状のコイル配線部 1 1 a と、コイル配線部 1 1 a の両端にそれぞれ設けられたパッド 1 1 b , 1 1 c と、コイル配線部 1 1 a の途中 (第 1 の接続位置) に接続された給電配線部 1 1 d と、コイル配線部 1 1 a の内周端 1 1 a₂ (第 2 の接続位置) と内周端 1 1 a₂ よりも外周端 1 1 a₁ 側の接続位置 (第 3 の接続位置) とを短絡する接続配線部 1 1 e とを有している。

【 0 0 3 2 】

給電配線部 1 1 d は、コイル配線部 1 1 a の外周端 1 1 a₁ 側に接続される配線パターンであり、電解めっきの際に外部電源からコイル配線部 1 1 a に給電するために設けられている。給電配線部 1 1 d の接続位置 (第 1 の接続位置) P₁ は、コイル配線部 1 1 a の最外周ターンの途中に接続されることが好ましく、最外周ターンのできるだけ内周端 1 1 a₂ 側に接続されることが特に好ましい。これにより、コイル配線部 1 1 a の給電配線部 1 1 d との接続点 (給電点) から内周端 1 1 a₂ までの配線長と給電点から外周端 1 1 a₁ までの配線長との差が縮まり、両端の抵抗差が減少することから、両端の膜厚差が小さいコイル配線部 1 1 a を得ることができる。ただし、給電配線部 1 1 d の接続位置 P₁ をあまり内周端 1 1 a₂ 側に近づけすぎると給電配線部 1 1 d とコイル配線部 1 1 a の外周端 1 1 a₁ との距離が近くなりすぎて給電配線部 1 1 d の形成及び後述する給電配線部 1 1 d の除去が困難となるため、両者の間には適度な間隔が必要である。

【 0 0 3 3 】

給電配線部 1 1 d の配線抵抗の影響を小さくするため、その幅はコイル配線部 1 1 a の幅以上であることが好ましく、コイル配線部 1 1 a の幅よりも大きいことが特に好ましい

10

20

30

40

50

。給電配線部 1 1 d の本数は特に限定されず、任意の本数の給電配線部 1 1 d を接続可能である。ただし平面コイル 1 を得るためには給電配線部 1 1 d を最終的に除去する必要があり、給電配線部 1 1 d の本数を過度に増やすことは製造コストの増加にもつながるため望ましくない。

【 0 0 3 4 】

接続配線部 1 1 e は、コイル配線部 1 1 a の内周端 1 1 a₂ (第 2 の接続位置 P₂) と当該内周端 1 1 a₂ よりも外周端 1 1 a₁ 側の任意の位置 (第 3 の接続位置 P₃) とを短絡する配線パターンであり、給電点から内周端 1 1 a₂ までの距離 (配線長) をできるだけ短くするために設けられている。本実施形態において、接続配線部 1 1 e は、内周端 1 1 a₂ を通過して、外周端 1 1 a₁ から内周端 1 1 a₂ に向かう巻回方向に真っ直ぐ延びて最内周ターンと交差する位置に接続されている。このように、接続配線部 1 1 e を設けてコイル配線部 1 1 a の給電点から内周端 1 1 a₂ までの配線長をできるだけ短くすることにより、電気抵抗に起因する内周端 1 1 a₂ の導体層 L L の膜厚不足を解消することができる。

【 0 0 3 5 】

次に、図 4 (a) 及び (b) に示すように、下地樹脂層 L 0 上に下地導体層 L 1 を無電解めっきにより形成する (図 2 : ステップ S 2)。無電解めっきの具体的な方法は特に限定されず、種々の方法により行うことができる。下地導体層 L 1 の厚さは 0 . 0 1 ~ 1 μ m であることが好ましく、0 . 0 5 ~ 0 . 5 μ m であることが特に好ましい。下地導体層 L 1 は Cu、Ag 及び Au から選ばれた少なくとも一種の金属からなることが好ましい。このように、下地樹脂層 L 0 及び下地導体層 L 1 が順に形成された基材 1 0 は、平面コイル 1 に対する第 2 の中間体としての配線部品 5 B を構成している。本実施形態による平面コイル 1 の製造方法は、このような平面コイル製造用配線部品 5 B を予め用意してその製造を開始してもよい。

【 0 0 3 6 】

なお図 4 (b) では下地樹脂層 L 0 の上面にのみ下地導体層 L 1 を形成しているが、実際には下地樹脂層 L 0 の上面のみならず側面にも下地導体層 L 1 が薄く形成される。すなわち、無電解めっきにより下地樹脂層 L 0 の露出面全体が下地導体層 L 1 で覆われることになる。

【 0 0 3 7 】

次に、図 5 (a) 及び (b) に示すように、配線部品 5 B に対する電解めっき処理を行い、下地導体層 L 1 上に配線導体層 L 2 を形成する (図 2 : ステップ S 3)。図 6 に示すように、電解めっき工程では、外部電源 5 0 を給電配線部 1 1 d に接続した状態で配線部品 5 B をめっき槽 5 1 内のめっき液 5 2 中に浸漬し、給電配線部 1 1 d を介してコイル配線部 1 1 a に電圧を印加する。なお電解めっきの具体的な方法は特に限定されず、種々の方法により行うことができる。このように、下地樹脂層 L 0、下地導体層 L 1 及び配線導体層 L 2 が順に形成された基材 1 0 は、平面コイル 1 に対する第 3 の中間体としての配線部品 5 C を構成している。

【 0 0 3 8 】

なお図 5 (b) では下地導体層 L 1 の上面にのみ配線導体層 L 2 を形成しているが、実際には下地導体層 L 1 の上面のみならず側面にも配線導体層 L 2 が薄く形成される。すなわち、電解めっきにより下地導体層 L 1 の露出面全体が配線導体層 L 2 で覆われることになる。

【 0 0 3 9 】

接続配線部 1 1 e を設けない従来の方法では、配線導体層 L 2 を形成する電解めっきにおいてコイル配線部 1 1 a の両端の抵抗差が大きく、そのためコイル配線部 1 1 a の両端の膜厚差が大きくなるという問題があった。しかし、本実施形態においては、接続配線部 1 1 e 及び給電配線部 1 1 d を設けたことによってコイル配線部 1 1 a の両端の抵抗差を小さくすることができるので、外周端 1 1 a₁ の内周端 1 1 a₂ との膜厚差を縮小することができる。

【 0 0 4 0 】

最後に、図 7 に示すように、配線部品 5 C における給電配線部 1 1 d 及び接続配線部 1 1 e を除去する（図 2：ステップ S 4）。除去方法は特に限定されず、パンチングやカットなどの物理的手段であってもよく、エッチングなどの化学的手段であってもよい。基材 1 0 が樹脂フィルムの場合には、パンチングやカットにより給電配線部 1 1 d 及び接続配線部 1 1 e を基材 1 0 と共に物理的に除去することが容易である。基材 1 0 を残したまま給電配線部 1 1 d 及び接続配線部 1 1 e を除去する場合、エッチングを用いることで給電配線部 1 1 d 及び接続配線部 1 1 e を構成する導体層 L L（下地導体層 L 1 及び配線導体層 L 2）を除去することができる。この際に基材 1 0 上に下地樹脂層 L 0 を残留させても良く、溶剤などを用いて除去しても良い。以上により、図 1 に示した平面コイル 1 が完成する。

10

【 0 0 4 1 】

図 8（a）～（f）は、平面コイルパターン 1 1 の変形例を示す平面図である。

【 0 0 4 2 】

図 8（a）に示す平面コイルパターン 1 1 は、接続配線部 1 1 e の一端の接続位置（第 2 の接続位置） P_2 がコイル配線部 1 1 a の内周端 1 1 a₂ に設定されると共に、接続配線部 1 1 e の他端の接続位置（第 3 の接続位置） P_3 がコイル配線部 1 1 a の内周端 1 1 a₂ からループの中央部を通過してその反対側のコイル配線部 1 1 a の最内周ターンの途中に設定されている。すなわち、接続配線部 1 1 e は内周端 1 1 a₂ を通過する巻回方向と直交する方向に進行して最内周ターンと交差する位置に接続されている。

20

【 0 0 4 3 】

図 8（b）に示す平面コイルパターン 1 1 は、接続配線部 1 1 e の一端の接続位置（第 2 の接続位置） P_2 がコイル配線部 1 1 a の内周端 1 1 a₂ に設定されると共に、接続配線部 1 1 e の他端の接続位置（第 3 の接続位置） P_3 がコイル配線部 1 1 a の内周端 1 1 a₂ からループの外側に向かって延びてコイル配線部 1 1 a の最内周ターンの始端位置に設定されている。すなわち、接続配線部 1 1 e はスパイラルパターンの隣接ターン間を短絡するように設けられている。これによれば、図 8（a）の場合よりもコイル配線部 1 1 a の内周端 1 1 a₂ を給電点により近い位置に短絡接続することができ、両端の膜厚差をさらに縮小することができるが、接続配線部 1 1 e の除去は図 8（a）の場合よりも難しい。

30

【 0 0 4 4 】

図 8（c）に示す平面コイルパターン 1 1 は、接続配線部 1 1 e の一端の接続位置（第 2 の接続位置） P_2 がコイル配線部 1 1 a の内周端 1 1 a₂ よりも外周端 1 1 a₁ 側に設定されており、接続配線部 1 1 e の他端の接続位置（第 3 の接続位置） P_3 がコイル配線部の内周端 1 1 a₂ を通過する巻回方向と平行に伸びて、最内周ターンの途中に設定されている。このように、接続配線部 1 1 e の一端及び他端は、コイル配線部 1 1 a の最内周ターンの任意の位置に設定することができる。

【 0 0 4 5 】

図 8（d）に示す平面コイルパターン 1 1 は、図 3 と比べて給電配線部 1 1 d の接続位置（第 1 の接続位置） P_1 がコイル配線部 1 1 a のさらに外周端 1 1 a₁ 側に設定されている。また、図 8（e）に示す平面コイルパターン 1 1 は、図 3 と比べて給電配線部 1 1 d の配線幅が狭く、コイル配線部 1 1 a と同じ太さの配線で構成されている。さらに、図 8（f）に示す平面コイルパターン 1 1 は、図 3 と比べて接続配線部 1 1 e の配線幅が広く、コイル配線部 1 1 a よりも太い配線で構成されている。このように、給電配線部 1 1 d 及び接続配線部 1 1 e には様々なパターンレイアウト及び配線幅を採用することが可能である。

40

【 0 0 4 6 】

以上説明したように、本実施形態による配線部品 5 B は、基材 1 0 と、基材 1 0 上に形成された平面コイルパターン 1 1 とを備え、平面コイルパターン 1 1 は、コイル配線部 1 1 a と、コイル配線部 1 1 a の第 1 の接続位置と外部電源とを接続する給電配線部 1 1 d

50

と、第1の接続位置よりも他端側であるコイル配線部の第2の接続位置と第2の接続位置よりも一端側であるコイル配線部の第3の接続位置とを短絡する接続配線部11eとを含み、平面コイルパターン11の断面構造が、基材10上に形成された下地樹脂層L0と、下地樹脂層L0上に形成された導体層(下地導体層L1)とを有し、接続配線部11eがコイル配線部11aの両端の抵抗差を小さくするので、電解めっき時に平面コイルパターン11の両端の膜厚差を縮小することができ、平面コイル1の品質の向上を図ることができる。また、平面コイルパターン11の断面構造が、基材10上に形成された下地樹脂層L0と、下地樹脂層L0上に形成された下地導体層L1とを有するので、配線導体層L2を電解めっきにより形成することができ、エッチングレジストを用いることなく平面コイルパターン11を容易に形成することができる。

10

【0047】

また、本実施形態による配線部品5Bは、給電配線部11dがコイル配線部11aの外周端11a₁よりも内周端11a₂側に接続されているので、電解めっき時に給電配線部11dがコイル配線部11aの両端の抵抗差をさらに小さくすることができる。したがって、平面コイルの両端の膜厚差を縮小することができ、平面コイルの品質の向上を図ることができる。

【0048】

また、本実施形態による平面コイルの製造方法は、コイル配線部11aと共に給電配線部11d及び接続配線部11eを電解めっきにより形成した後、給電配線部11d及び接続配線部11eを除去するので、平面コイルパターンの両端の膜厚差を縮小することができ、平面コイルの電気的特性の向上を図ることができる。

20

【0049】

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

【0050】

例えば、上記実施形態においては、無電解めっきのための触媒を含む下地樹脂層L0を印刷により形成した後、下地導体層L1を無電解めっきにより形成し、配線導体層L2を電解めっきにより形成する場合を例に挙げたが、本発明はこのような製造方法に限定されるものではなく、例えばエッチングレジストを用いた金属層のエッチングにより所望のコイルパターンを形成した後、金属層を電解めっきする従来の方法にも適用することが可能である。

30

【実施例】

【0051】

図9(a)~(c)に示す配線パターンを有する比較例1~4及び実施例1~5による配線部品5Aを用いてそれぞれ作製した平面コイル1の配線抵抗及び膜厚分布の評価試験を行った。

【0052】

比較例1の配線部品5Aは、図9(a)に示すように、スパイラル状のコイル配線部11aと、コイル配線部11aの外周端11a₁(すなわち外周端11a₁から0mmの位置)に接続された給電配線部11dを有するが、接続配線部11eは設けられていないものである。給電配線部11dは、基材10上に形成された主配線30を介して外部電源に接続される。これらの配線パターンを構成する下地樹脂層L0は、触媒としてのPdを含む樹脂をPETフィルム上にスクリーン印刷することにより形成した。コイル配線部11aの形状はすべての配線部品5Aに共通であり、コイル配線部11aのターン数は3ターン、外周端11a₁から内周端11a₂までの配線全長は450mm、配線幅は0.5mmとした。また最大ループサイズ(縦幅Wy×横幅Wx):50mm×50mmとした。

40

【0053】

比較例2~4の配線部品5Aは、図9(b)に示すように、スパイラル状のコイル配線

50

部 1 1 a と、コイル配線部 1 1 a の外周端 1 1 a₁ ではなく最外周ターンの終端位置近く（外周端 1 1 a₁ から 1 4 0 mm の位置 P₁）に接続された給電配線部 1 1 d を有するが、接続配線部 1 1 e は設けられていないものである。比較例 2 の配線幅は 0 . 5 mm としたが、比較例 3 の配線幅は 0 . 2 mm、比較例 4 の配線幅は 1 mm とした。その他の構成は図 9（a）と同じとした。

【 0 0 5 4 】

実施例 1 ~ 5 の配線部品 5 A は、図 9（c）に示すように、スパイラル状のコイル配線部 1 1 a と、コイル配線部 1 1 a の最外周ターンの終端位置近く（外周端 1 1 a₁ から 1 4 0 mm の位置 P₁）に接続された給電配線部 1 1 d と、コイル配線部 1 1 a の内周端 1 1 a₂ とそれよりも外周端 1 1 a₁ 側の位置とを短絡接続する接続配線部 1 1 e とを有するものである。接続配線部 1 1 e の一端の接続位置 P₂ は、実施例 1 ~ 5 のいずれも内周端 1 1 a₂ とし、接続配線部 1 1 e の他端の接続位置 P₃ は、実施例 1、3、4、5 では外周端 1 1 a₁ から 3 1 0 mm の位置とし、実施例 2 では外周端 1 1 a₁ から 2 5 0 mm の位置とした。さらに実施例 1、2 の配線幅は 0 . 5 mm、実施例 3 の配線幅は 1 mm、実施例 4 の配線幅は 0 . 2 mm、実施例 5 の配線幅は 0 . 1 mm とした。その他の構成は図 9（a）と同じとした。

【 0 0 5 5 】

次に、これら比較例 1 ~ 4 及び実施例 1 ~ 5 の配線部品 5 A に対して無電解銅めっきを行い、下地樹脂層 L 0 上に厚さ約 1 . 5 μm の Cu 膜からなる下地導体層 L 1 を形成することにより、平面コイル 1 の前駆体としての配線部品 5 B を得た。なお下地導体層 L 1 の膜厚測定には蛍光 X 線式膜厚計（日立ハイテクサイエンス製 FT9300）を使用した。その後、これら比較例 1 ~ 4 及び実施例 1 ~ 5 の平面コイル 1 の給電点から外周端 1 1 a₁ までの配線抵抗 R₁ 及び給電点から内周端 1 1 a₂ までの配線抵抗 R₂ をそれぞれ四端子法により測定し、抵抗比 R₂ / R₁ を求めた。

【 0 0 5 6 】

次に、4 A / d m² の電流密度で 3 0 分間の電解めっきを行い、下地導体層 L 1 上に Cu 膜からなる配線導体層 L 2 を形成し、これにより平面コイル 1 の前駆体としての配線部品 5 C を得た。さらに、給電配線部 1 1 d 及び接続配線部 1 1 e をパンチングにより除去して比較例 1 ~ 4 及び実施例 1 ~ 5 の平面コイル 1 を完成させた。その後、これらの平面コイル 1 の内周端 1 1 a₂ 及び外周端 1 1 a₁ の導体層 L L の膜厚をそれぞれ測定し、膜厚比 T₂ / T₁ を求めた。膜厚の測定には、抵抗式膜厚計（フィッシャーインストルメンツ製 RMP30-S）を使用した。また併せて導体層 L L の断面を露出させて SEM（島津製作所製 SS-550）による膜厚の観察評価も行った。その結果を図 1 0 の表に示す。

【 0 0 5 7 】

図 1 0 から分かるように、比較例 1 の平面コイル 1 では、給電配線部 1 1 d が外周端 1 1 a₁ に直接接続されていることから、給電点から外周端 1 1 a₁ までの配線抵抗 R₁ がほぼゼロとなったのに対し、給電点から内周端 1 1 a₂ までの配線抵抗 R₂ = 1 0 . 1 と大きく、そのため外周端 1 1 a₁ 側の配線抵抗 R₁ と内周端 1 1 a₂ 側の配線抵抗 R₂ との比 R₂ / R₁ = 1 0 1 0 と非常に大きくなった。また、コイル配線部 1 1 a の外周端 1 1 a₁ の膜厚 T₁ = 4 7 μm と非常に厚いのに対し、内周端 1 1 a₂ の膜厚 T₂ = 2 6 . 3 μm と非常に薄く、そのためコイル配線部 1 1 a の両端の膜厚比 T₂ / T₁ = 1 . 7 9 と大きくなった。

【 0 0 5 8 】

比較例 2 の平面コイル 1 では、給電配線部 1 1 d をコイル配線部 1 1 a の外周端 1 1 a₁ ではなく途中に設けたことにより、外周端 1 1 a₁ 側の配線抵抗 R₁ と内周端 1 1 a₂ 側の配線抵抗 R₂ との比 R₂ / R₁ = 2 . 0 8 に縮まり、コイル配線部 1 1 a の両端の膜厚比 T₂ / T₁ = 1 . 4 0 と小さくなった。

【 0 0 5 9 】

比較例 3 の平面コイル 1 では、比較例 2 よりも配線幅が狭くなったことにより、配線抵抗 R₁ = 7 . 8 5、配線抵抗 R₂ = 1 7 . 4 とそれぞれ大きくなり、抵抗比 R₂ / R₁ =

2.22となった。また両端の膜厚比 $T_2/T_1 = 1.45$ となり、比較例2よりも少し大きくなった。比較例4の平面コイル1では、比較例2よりも配線幅が広がったことにより、配線抵抗 $R_1 = 1.57$ 、配線抵抗 $R_2 = 5.2$ とそれぞれ小さくなり、抵抗比 $R_2/R_1 = 3.31$ となった。また両端の膜厚比 $T_2/T_1 = 1.23$ となり、比較例2よりも少し小さくなった。

【0060】

実施例1の平面コイル1では、接続配線部11eを設けたことにより、給電点から内周端11a₂までの配線抵抗 R_2 が3.98と小さくなり、抵抗比 $R_2/R_1 = 1.26$ となった。また、コイル配線部11aの外周端11a₁の膜厚 $T_1 = 37.8\mu\text{m}$ となり、内周端11a₂の膜厚 $T_2 = 26.3\mu\text{m}$ となり、両端の膜厚比 $T_2/T_1 = 1.17$ なり、比較例1~4よりも小さい膜厚比となった。膜厚比 T_2/T_1 が0.8~1.2の範囲内にあれば膜厚比が良好であると言える。

10

【0061】

実施例2の平面コイル1では、接続配線部11eの他端の接続位置を実施例1の310mmから250mmの位置に変更したことにより、内周端11a₂側の配線抵抗 R_2 がさらに縮小し、これにより抵抗比 $R_2/R_1 = 0.84$ とさらに縮小した。また、両端の膜厚比 $T_2/T_1 = 0.90$ なり、実施例1よりもさらに小さい膜厚比となった。

【0062】

実施例3の平面コイル1では、配線幅を実施例1の0.5mmから1mmに変更したことにより、配線抵抗 $R_1 = 1.57$ 、配線抵抗 $R_2 = 1.99$ とそれぞれ小さくなり、抵抗比 $R_2/R_1 = 1.27$ となった。また、両端の膜厚比 $T_2/T_1 = 1.15$ なり、実施例1と同様に良好な膜厚比となった。

20

【0063】

実施例4の平面コイル1では、配線幅を実施例1の0.5mmから0.2mmに変更したことにより、配線抵抗 $R_1 = 7.84$ 、配線抵抗 $R_2 = 9.97$ とそれぞれ大きくなったが、抵抗比 $R_2/R_1 = 1.27$ となった。また、両端の膜厚比 $T_2/T_1 = 1.18$ なり、実施例1と同様に良好な膜厚比となった。

【0064】

実施例5の平面コイル1では、配線幅を0.1mmとさらに小さくしたことにより、配線抵抗 $R_1 = 15.7$ 、配線抵抗 $R_2 = 19.9$ とそれぞれ大きくなったが、抵抗比 $R_2/R_1 = 1.27$ となった。また、両端の膜厚比 $T_2/T_1 = 1.18$ なり、実施例1と同様に良好な膜厚比となった。

30

【符号の説明】

【0065】

- 1 平面コイル
- 5A, 5B, 5C 配線部品
- 10 基材
- 11 平面コイルパターン
- 11a コイル配線部
- 11a₁ コイル配線部の外周端(一端)
- 11a₂ コイル配線部の内周端(他端)
- 11b, 11c パッド
- 11d 給電配線部
- 11d 給電配線部
- 11e 接続配線部
- 30 給電配線部の主配線
- 50 外部電源
- 51 めっき槽
- 52 めっき液
- L0 下地樹脂層

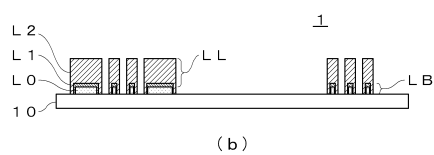
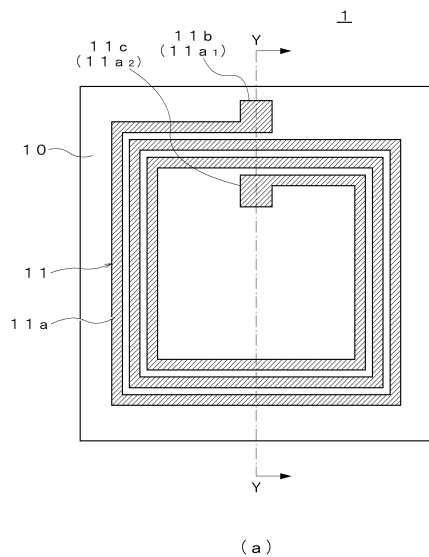
40

50

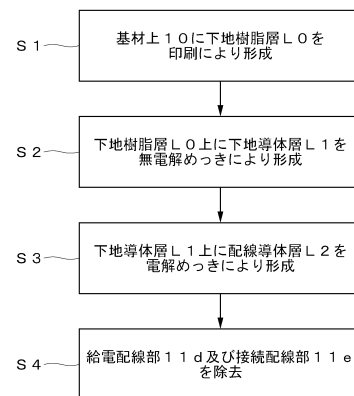
L 1 下地導体層
 L 2 配線導体層
 L B 下地層
 L L 導体層
 P₁ 第 1 の接続位置
 P₂ 第 2 の接続位置
 P₃ 第 3 の接続位置
 R 1 外周端側の配線抵抗
 R 2 内周端側の配線抵抗
 R 2 / R 1 抵抗比
 T 1 外周端の膜厚
 T 2 内周端の膜厚
 T 2 / T 1 膜厚比

10

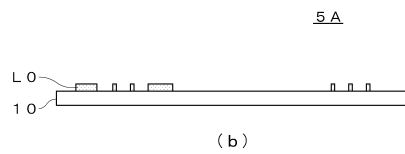
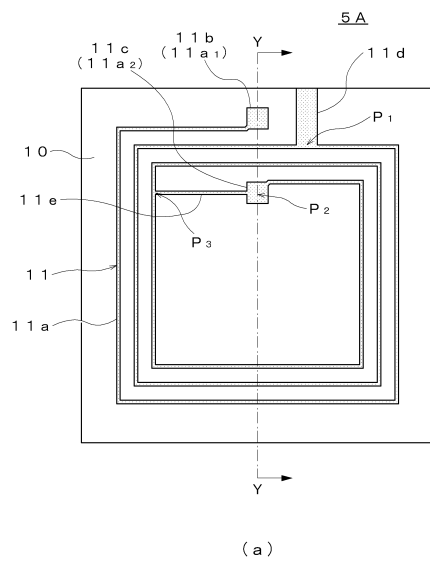
【図 1】



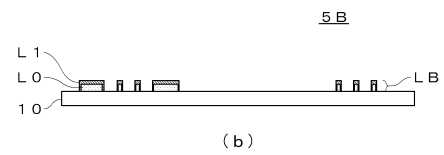
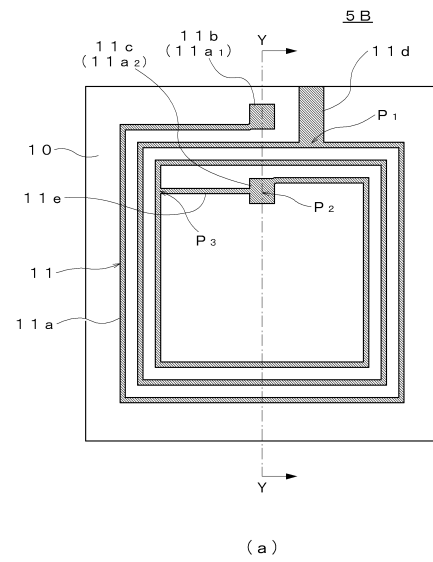
【図 2】



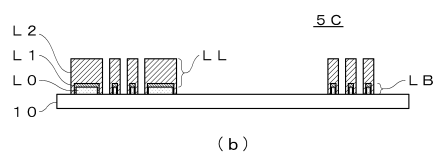
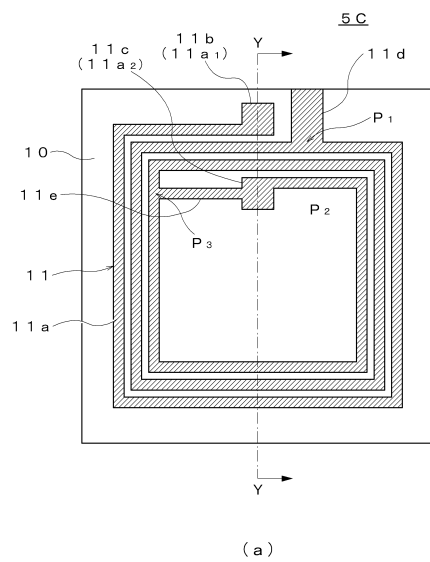
【図 3】



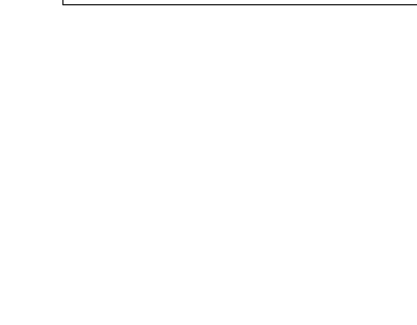
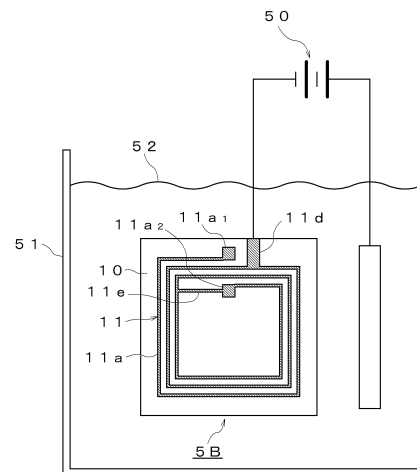
【図 4】



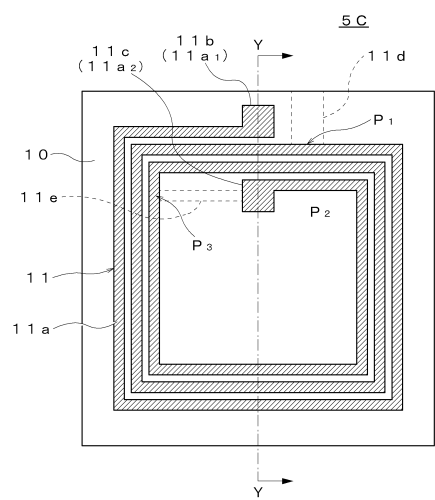
【図 5】



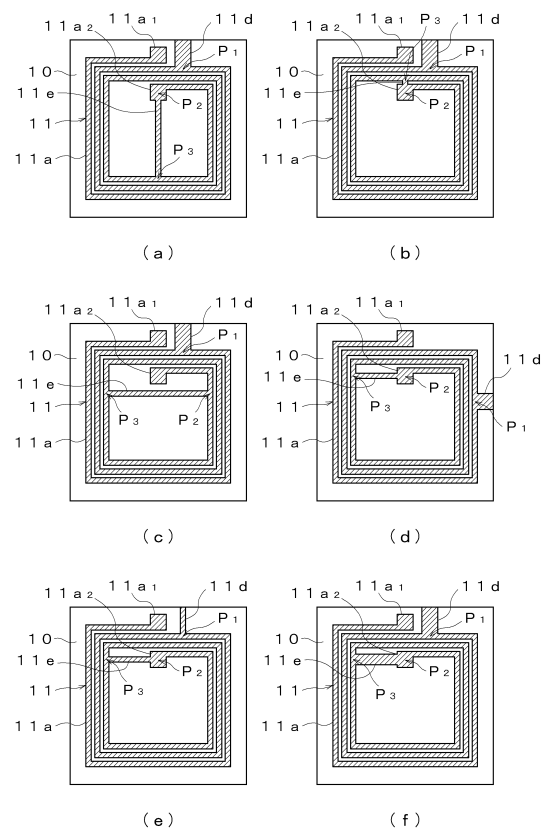
【図 6】



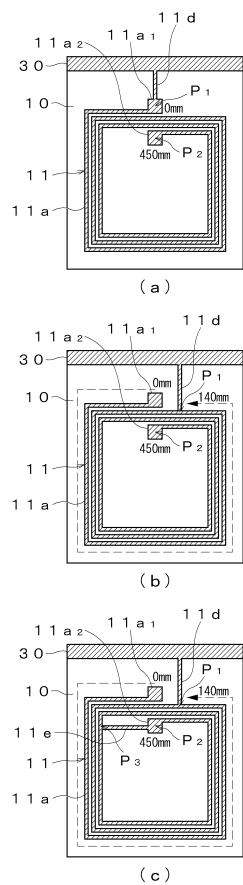
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

サンプル	配線幅 [mm]	給電配線部/接線配線部 [mm]	配線抵抗[Ω]		抵抗比 R2/R1	膜厚[μm]	
			給電-外周端 (R1)	給電-内周端 (R2)		外周端 (T1)	内周端 (T2)
実施例1	0.5	140	3.16	3.98	1.26	37.8	32.2
実施例2	0.5	140	3.15	2.64	0.84	33.3	37.2
実施例3	1	140	1.57	1.99	1.27	38	33.1
実施例4	0.2	140	7.84	9.97	1.27	32.5	27.6
実施例5	0.1	140	15.7	19.9	1.27	33.6	28.4
比較例1	0.5	0	0.01	10.1	1010	47	26.3
比較例2	0.5	140	3.39	7.04	2.08	31.7	22.7
比較例3	0.2	140	7.85	17.4	2.22	36.2	24.9
比較例4	1	140	1.57	5.2	3.31	38.2	31

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
C 2 5 D	5/02	(2006.01)	C 2 5 D 5/02 Z
C 2 5 D	5/48	(2006.01)	C 2 5 D 5/48
C 2 5 D	5/56	(2006.01)	C 2 5 D 5/56 A
C 2 3 C	18/16	(2006.01)	C 2 3 C 18/16 A
C 2 3 C	18/42	(2006.01)	C 2 3 C 18/42
C 2 3 C	18/38	(2006.01)	C 2 3 C 18/38

- (72)発明者 上林 義広
東京都港区芝浦三丁目9番1号 T D K株式会社内
- (72)発明者 阿部 寿之
東京都港区芝浦三丁目9番1号 T D K株式会社内
- (72)発明者 麻生 裕文
東京都港区芝浦三丁目9番1号 T D K株式会社内
- (72)発明者 國塚 光祐
東京都港区芝浦三丁目9番1号 T D K株式会社内

審査官 齊藤 健一

- (56)参考文献 特開2015-220719(JP,A)
特開2005-51050(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0262471(US,A1)
中国特許出願公開第106211561(CN,A)
特開2009-246363(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C 2 3 C 1 8 / 0 0 - 2 0 / 0 8
C 2 5 D 5 / 0 0 - 7 / 1 2
H 0 1 F 5 / 0 0 - 5 / 0 6 , 1 7 / 0 0 - 2 1 / 1 2 , 2 7 / 2 8 , 4 1 / 0 4
H 0 5 K 1 / 0 0 - 3 / 4 6