

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7629102号
(P7629102)

(45)発行日 令和7年2月12日(2025.2.12)

(24)登録日 令和7年2月3日(2025.2.3)

(51)国際特許分類	F I				
H 0 5 K	1/16	(2006.01)	H 0 5 K	1/16	B
H 0 5 K	1/11	(2006.01)	H 0 5 K	1/11	A
H 0 1 F	17/00	(2006.01)	H 0 1 F	17/00	B
H 0 1 F	27/28	(2006.01)	H 0 1 F	27/28	1 0 4

請求項の数 8 (全16頁)

(21)出願番号	特願2023-545427(P2023-545427)	(73)特許権者	000002130
(86)(22)出願日	令和4年8月17日(2022.8.17)		住友電気工業株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/031070		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(87)国際公開番号	WO2023/032671	(73)特許権者	500400216
(87)国際公開日	令和5年3月9日(2023.3.9)		住友電工プリントサーキット株式会社
審査請求日	令和5年6月20日(2023.6.20)		滋賀県甲賀市水口町ひのきが丘30番地
(31)優先権主張番号	特願2021-140101(P2021-140101)	(74)代理人	110001195
(32)優先日	令和3年8月30日(2021.8.30)		弁理士法人深見特許事務所
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	津田 幸枝
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内
		(72)発明者	新田 耕司
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プリント配線板

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

主面を有するベースフィルムと、
前記主面上に形成されているコイル配線と、
前記コイル配線の一方端及び他方端に接続されている第1接続ランド及び第2接続ランドとを備え、
前記主面は、第1主面と、前記第1主面の反対面である第2主面とを有し、
前記コイル配線は、前記第1主面上に渦巻状に形成されている第1コイル配線と、前記第2主面上に渦巻状に形成されており、かつ前記第1コイル配線に電氣的に接続されている第2コイル配線とを有し、
前記第1接続ランド及び前記第2接続ランドは、前記第2主面上に形成されており、
前記第1コイル配線の巻き数は、前記第2コイル配線の巻き数よりも多い、プリント配線板。

【請求項2】

前記第1コイル配線の巻き数は、前記第2コイル配線の巻き数の1.1倍以上4.3倍以下である、請求項1に記載のプリント配線板。

【請求項3】

前記第1コイル配線は、前記第2コイル配線よりも長い、請求項1に記載のプリント配線板。

【請求項4】

前記第 1 コイル配線の面積率は、前記第 2 コイル配線の面積率よりも大きい、請求項 1 に記載のプリント配線板。

【請求項 5】

前記第 1 コイル配線の長さは、前記第 2 コイル配線の長さの 1 . 1 倍以上 3 . 0 倍以下である、請求項 3 に記載のプリント配線板。

【請求項 6】

前記第 1 コイル配線の面積率は、前記第 2 コイル配線の面積率の 1 . 1 倍以上 2 . 5 倍以下である、請求項 4 に記載のプリント配線板。

【請求項 7】

前記第 1 主面が磁石と対向するように配置される、請求項 1 に記載のプリント配線板。

10

【請求項 8】

平面視において隣り合う前記第 1 コイル配線の 2 つの部分の間の間隔及び平面視において隣り合う前記第 2 コイル配線の 2 つの部分の間の間隔は、20 μ m 以下である、請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載のプリント配線板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、プリント配線板に関する。本出願は、2021 年 8 月 30 日に出願した日本特許出願である特願 2021 - 140101 号に基づく優先権を主張する。当該日本特許出願に記載された全ての記載内容は、参照によって本明細書に援用される。

20

【背景技術】

【0002】

例えば、特開 2016 - 9854 号公報（特許文献 1）には、プリント配線板が記載されている。特許文献 1 に記載のプリント配線板は、ベースフィルムと、配線とを有している。ベースフィルムは、第 1 主面と、第 1 主面の反対面である第 2 主面とを有している。配線は、第 1 主面上に配置されている第 1 配線と、第 2 主面上に配置されている第 2 配線とを有している。第 1 配線及び第 2 配線は、ベースフィルムに形成されているスルーホールの内壁面上に配置されているめっき層を介して互いに電氣的に接続されている。第 1 配線及び第 2 配線は、渦巻状に巻回されていることにより、コイルを構成している。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2016 - 9854 号公報

【発明の概要】

【0004】

本開示のプリント配線板は、主面を有するベースフィルムと、主面上に形成されているコイル配線と、コイル配線の一方端及び他方端に接続されている第 1 接続ランド及び第 2 接続ランドとを備える。主面は、第 1 主面と、第 1 主面の反対面である第 2 主面とを有する。コイル配線は、第 1 主面上に渦巻状に形成されている第 1 コイル配線と、第 2 主面上に渦巻状に形成されており、かつ第 1 コイル配線に電氣的に接続されている第 2 コイル配線とを有する。第 1 接続ランド及び第 2 接続ランドは、第 2 主面上に形成されている。第 1 コイル配線の巻き数は、第 2 コイル配線の巻き数よりも多い。

40

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図 1】図 1 は、プリント配線板 100 の平面図である。

【図 2】図 2 は、プリント配線板 100 の底面図である。

【図 3】図 3 は、図 1 の I I I - I I I における断面図である。

【図 4】図 4 は、図 1 の I V - I V における断面図である。

【図 5】図 5 は、図 1 の V - V における断面図である。

【図 6】図 6 は、プリント配線板 100 を用いたアクチュエータの模式図である。

50

【図 7】図 7 は、プリント配線板 100 の製造方法を示す工程図である。

【図 8】図 8 は、シード層形成工程 S2 を説明する断面図である。

【図 9】図 9 は、レジスト形成工程 S3 を説明する断面図である。

【図 10】図 10 は、第 1 電解めっき工程 S4 を説明する断面図である。

【図 11】図 11 は、レジスト除去工程 S5 を説明する断面図である。

【図 12】図 12 は、エッチング工程 S6 を説明する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

[本開示が解決しようとする課題]

特許文献 1 に記載のプリント配線板では、配線の一方端及び他方端が接続ランドに電気的に接続されている必要がある。接続ランドは、別のプリント配線板に配置することが考えられる。しかしながら、この場合、特許文献 1 に記載のプリント配線板以外のプリント配線板が必要になるため、特許文献 1 に記載のプリント配線板を用いたコイル装置の厚さが増大してしまう。

10

【0007】

本開示は、上記のような従来技術の問題点に鑑みてなされたものである。本開示は、コイル装置の厚さを小さくすることが可能なプリント配線板を提供するものである。

【0008】

[本開示の効果]

本開示のプリント配線板によれば、コイル装置の厚さを小さくすることが可能である。

20

【0009】

[本開示の実施形態の説明]

まず、本開示の実施形態を列記して説明する。

【0010】

(1) プリント配線板は、主面を有するベースフィルムと、主面上に形成されているコイル配線と、コイル配線の一方端及び他方端に接続されている第 1 接続ランド及び第 2 接続ランドとを備えている。主面は、第 1 主面と、第 1 主面の反対面である第 2 主面とを有する。コイル配線は、第 1 主面上に渦巻状に形成されている第 1 コイル配線と、第 2 主面上に渦巻状に形成されており、かつ第 1 コイル配線に電気的に接続されている第 2 コイル配線とを有する。第 1 接続ランド及び第 2 接続ランドは、第 2 主面上に形成されている。第 1 コイル配線の巻き数は、第 2 コイル配線の巻き数よりも多い。

30

【0011】

上記 (1) のプリント配線板によると、コイル装置の厚さを小さくすることが可能である。

【0012】

(2) 上記 (1) のプリント配線板では、第 1 コイル配線の巻き数が、第 2 コイル配線の巻き数の 1 . 1 倍以上 4 . 3 倍以下であってもよい。

【0013】

(3) 上記 (1) 又は (2) のプリント配線板では、第 1 コイル配線が、第 2 コイル配線よりも長くてもよい。

40

【0014】

(4) 上記 (1) から (3) のプリント配線板では、第 1 コイル配線の面積率が、第 2 コイル配線の面積率よりも大きくてもよい。

【0015】

(5) 上記 (3) のプリント配線板では、第 1 コイル配線の長さが、第 2 コイル配線の長さの 1 . 1 倍以上 3 . 0 倍以下であってもよい。

【0016】

(6) 上記 (4) のプリント配線板では、第 1 コイル配線の面積率が、第 2 コイル配線の面積率の 1 . 1 倍以上 2 . 5 倍以下であってもよい。

【0017】

50

(7) 上記 (1) から上記 (6) のプリント配線板は、第 1 主面が磁石と対向するように配置されてもよい。

【 0 0 1 8 】

上記 (7) のプリント配線板によると、コイル装置の厚さを小さくしつつ、コイル装置の推力を確保することが可能である。

【 0 0 1 9 】

(8) 上記 (1) から上記 (7) のプリント配線板では、隣り合うコイル配線の 2 つの部分の間の間隔が、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

【 0 0 2 0 】

上記 (8) のプリント配線板によると、第 1 コイル配線の巻き数 (長さ、面積率) 及び第 2 コイル配線の巻き数 (長さ、面積率) を向上させることができるため、コイル装置の厚さを小さくしつつ、コイル装置の推力を確保することが可能である。

10

【 0 0 2 1 】

[本開示の実施形態の詳細]

次に、本開示の実施形態の詳細を、図面を参照しながら説明する。以下の図面では、同一又は相当する部分に同一の参照符号を付し、重複する説明は繰り返さないものとする。

【 0 0 2 2 】

(実施形態に係るプリント配線板の構成)

以下に、実施形態に係るプリント配線板 (「プリント配線板 1 0 0」 とする) の構成を説明する。

20

【 0 0 2 3 】

図 1 は、プリント配線板 1 0 0 の平面図である。図 2 は、プリント配線板 1 0 0 の底面図である。図 2 には、図 1 とは反対側から見たプリント配線板 1 0 0 が示されている。図 3 は、図 1 の I I I - I I I における断面図である。図 4 は、図 1 の I V - I V における断面図である。図 5 は、図 1 の V - V における断面図である。図 1 から図 5 に示されるように、プリント配線板 1 0 0 は、ベースフィルム 1 0 と、コイル配線 2 0 と、第 1 接続ランド 3 0 及び第 2 接続ランド 4 0 とを有している。プリント配線板 1 0 0 は、コイル装置として機能する。

【 0 0 2 4 】

ベースフィルム 1 0 は、第 1 主面 1 0 a と、第 2 主面 1 0 b とを有している。第 1 主面 1 0 a 及び第 2 主面 1 0 b は、厚さ方向におけるベースフィルム 1 0 の端面を構成している。第 2 主面 1 0 b は、第 1 主面 1 0 a の反対面である。ベースフィルム 1 0 は、可撓性を有する絶縁性の材料により形成されている。ベースフィルム 1 0 を構成している材料の具体例としては、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート及びフッ素樹脂が挙げられる。

30

【 0 0 2 5 】

ベースフィルム 1 0 の厚さは、例えば、 $80\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。ベースフィルム 1 0 の厚さは、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。ベースフィルム 1 0 の厚さは、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。ベースフィルム 1 0 の厚さは、第 1 主面 1 0 a と第 2 主面 1 0 b との間の距離である。

【 0 0 2 6 】

ベースフィルム 1 0 には、貫通穴 1 0 c 及び貫通穴 1 0 d が形成されている。貫通穴 1 0 c 及び貫通穴 1 0 d は、厚さ方向に沿ってベースフィルム 1 0 を貫通している。

40

【 0 0 2 7 】

コイル配線 2 0 は、ベースフィルム 1 0 の主面上に配置されている。コイル配線 2 0 は、第 1 コイル配線 2 1 と、第 2 コイル配線 2 2 とを有している。第 1 コイル配線 2 1 は、第 1 主面 1 0 a 上に配置されている。第 2 コイル配線 2 2 は、第 2 主面 1 0 b 上に配置されている。第 1 コイル配線 2 1 及び第 2 コイル配線 2 2 は、互いに電氣的に接続されている。

【 0 0 2 8 】

第 1 コイル配線 2 1 は、ベースフィルム 1 0 の厚さ方向に沿って第 1 主面 1 0 a 側から

50

見た際に、渦巻状に巻回されている。このことを別の観点から言えば、第1コイル配線21は、コイル(第1コイル)を構成している。第1コイル配線21の一方端は、第1コイルの外側にある。第1コイル配線21の他方端は、第1コイルの内側にある。第1コイル配線21の一方端は、ランド21aになっている。第1コイル配線21の他方端は、ランド21bになっている。

【0029】

第2コイル配線22は、ベースフィルム10の厚さ方向に沿って第2主面10b側から見た際に渦巻状に巻回されている。このことを別の観点から言えば、第2コイル配線22は、コイル(第2コイル)を構成している。第2コイル配線22の一方端は、第2コイルの内側にある。第2コイル配線22の他方端は、第2コイルの外側にある。第2コイル配線22の一方端は、ランド22aになっている。ランド22aは、貫通穴10cの内壁面上に配置されている第2層23b、第1電解めっき層24及び第2電解めっき層25により、ランド21bに電氣的に接続されている。なお、ランド22aは、貫通穴10c内に第1電解めっき層24及び第2電解めっき層25が充填されていることにより、ランド21bに電氣的に接続されていてもよい。

10

【0030】

コイル配線20(第1コイル配線21及び第2コイル配線22)は、シード層23と、第1電解めっき層24と、第2電解めっき層25とを有している。

【0031】

シード層23は、ベースフィルム10の主面(第1主面10a及び第2主面10b)上に配置されている。シード層23は、第1層23aと、第2層23bとを有している。

20

【0032】

第1層23aは、ベースフィルム10の主面(第1主面10a及び第2主面10b)上に配置されている。第1層23aは、例えば、ニッケル-クロム合金により形成されているスパッタ層(スパッタリングにより形成されている層)である。第2層23bは、第1層23a上に配置されている。第2層23bは、例えば、銅により形成されている無電解めっき層(無電解めっきにより形成されている層)である。なお、第2層23bは、貫通穴10c及び貫通穴10dの内壁面上にも形成されている。

【0033】

第1電解めっき層24は、電解めっきにより形成されている層である。第1電解めっき層24はシード層23(第2層23b)上に配置されている。第1電解めっき層24は、例えば、銅により形成されている。なお、第1電解めっき層24は、貫通穴10c及び貫通穴10dの内壁面上にある第2層23b上にも配置されている。

30

【0034】

第2電解めっき層25は、電解めっきにより形成されている層である。第2電解めっき層25は、第1電解めっき層24を覆っている。より具体的には、第2電解めっき層25は、シード層23の上並びに第1電解めっき層24の側面及び上面上に配置されている。なお、第2電解めっき層25は、貫通穴10c及び貫通穴10dの内壁面上にある第1電解めっき層24上にも配置されている。

【0035】

40

隣り合うコイル配線20の部分の間の間隔を間隔SPとする。コイル配線20の幅を幅Wとする。間隔SPは、例えば20 μ m以下である。間隔SPは、15 μ m以下であることが好ましい。間隔SPは、10 μ m以下であることがさらに好ましい。間隔SPは、幅Wよりも小さいことが好ましい。幅Wは、例えば25 μ m以下である。なお、コイル配線20の高さは、幅Wよりも大きいことが好ましい。コイル配線20の高さは、例えば、35 μ m以上である。

【0036】

間隔SP及び幅Wの測定では、第1に、コイル配線20の長さ方向において、5点の測定点が設定される。これらの測定点の間隔は、コイル配線20の長さ方向において、等間隔となるように設定される。但し、これらの測定点の間隔は、概ね等間隔であれば足り、

50

厳密には等間隔でなくてもよい。第 2 に、測定点ごとに、コイル配線 2 0 の長さ方向に直交している断面において、隣り合うコイル配線 2 0 の部分の間隔及びコイル配線 2 0 の幅が測定される。そして、測定された値の平均値が、間隔 S P 及び幅 W とされる。

【 0 0 3 7 】

第 1 コイル配線 2 1 の巻き数は、第 2 コイル配線 2 2 の巻き数よりも多くなっている。第 1 コイル配線 2 1 の巻き数は、第 2 コイル配線 2 2 の巻き数の 1 . 1 倍以上 4 . 3 倍以下であることが好ましい。

【 0 0 3 8 】

第 1 コイル配線 2 1 の巻き数は、第 1 コイル配線 2 1 により構成されるコイルの長手方向に直交する断面において、当該コイルの中央よりも一方側にある第 1 コイル配線 2 1 の数及び当該コイルの中央よりも他方側にある第 1 コイル配線 2 1 の数の平均値である。第 2 コイル配線 2 2 の巻き数は、第 1 コイル配線 2 1 と同一の方法で算出される。なお、図 1 及び図 2 に示される例では、第 1 コイル配線 2 1 の巻き数は 5 であり、第 2 コイル配線 2 2 の巻き数は 3 . 5 である。

10

【 0 0 3 9 】

第 1 コイル配線 2 1 は第 2 コイル配線 2 2 よりも長い。第 1 コイル配線 2 1 の長さは、第 1 コイル配線 2 1 の一方端と第 1 コイル配線 2 1 の他方端との間の距離である。第 2 コイル配線 2 2 の長さは、第 2 コイル配線 2 2 の一方端と第 2 コイル配線 2 2 の他方端との間の距離である。第 1 コイル配線 2 1 の長さは、第 2 コイル配線 2 2 の長さの 1 . 1 倍以上 3 . 0 倍以下であることが好ましい。第 1 コイル配線 2 1 の長さと第 2 コイル配線 2 2 の長さとの比をこのようにすることにより、第 1 コイル配線 2 1 及び第 2 コイル配線 2 2 を好ましい巻き数にすることができる。

20

【 0 0 4 0 】

第 1 コイル配線 2 1 の長さは、第 1 コイル配線 2 1 の両端にあるランドの間における第 1 コイル配線 2 1 の長さである。より具体的には、第 1 コイル配線 2 1 の長さは、ランド 2 1 a とランド 2 1 b との間における第 1 コイル配線 2 1 の長さである。第 2 コイル配線 2 2 の長さは、第 2 コイル配線 2 2 の両端にあるランドの間における第 2 コイル配線 2 2 の長さである。より具体的には、第 2 コイル配線 2 2 の長さは、ランド 2 2 a と第 2 接続ランド 4 0 との間における第 2 コイル配線 2 2 の長さである。

【 0 0 4 1 】

30

第 1 コイル配線 2 1 の面積率は、第 2 コイル配線 2 2 の面積率よりも大きい。第 1 コイル配線 2 1 の面積率は、第 2 コイル配線 2 2 の面積率の 1 . 1 倍以上 2 . 5 倍以下であることが好ましい。第 1 コイル配線 2 1 の面積率と第 2 コイル配線 2 2 の面積率との比をこのようにすることにより、第 1 コイル配線 2 1 及び第 2 コイル配線 2 2 を好ましい巻き数にすることができる。

【 0 0 4 2 】

第 1 コイル配線 2 1 の面積率は、第 1 主面 1 0 a 側からベースフィルム 1 0 の厚さ方向に沿って見た際の第 1 コイル配線 2 1 の面積及び隣り合う第 1 コイル配線 2 1 の部分の間にある第 1 主面 1 0 a の面積の合計を第 1 主面 1 0 a の総面積で除した値である。第 2 コイル配線 2 2 の面積率は、第 2 主面 1 0 b 側からベースフィルム 1 0 の厚さ方向に沿って見た際の第 2 コイル配線 2 2 の面積及び隣り合う第 2 コイル配線 2 2 の部分の間にある第 2 主面 1 0 b の面積の合計を第 2 主面 1 0 b の総面積で除した値である。

40

【 0 0 4 3 】

第 1 接続ランド 3 0 及び第 2 接続ランド 4 0 は、第 2 主面 1 0 b 上に配置されている。第 1 接続ランド 3 0 は、貫通穴 1 0 d の内壁面上に配置されている第 2 層 2 3 b、第 1 電解めっき層 2 4 及び第 2 電解めっき層 2 5 により、ランド 2 1 a に電氣的に接続されている。なお、第 1 接続ランド 3 0 は、貫通穴 1 0 d 内に第 1 電解めっき層 2 4 及び第 2 電解めっき層 2 5 が充填されていることにより、ランド 2 1 a に電氣的に接続されていてもよい。

【 0 0 4 4 】

50

第 2 接続ランド 4 0 は、第 2 コイル配線 2 2 の他方端に接続されている。このように、第 1 接続ランド 3 0 及び第 2 接続ランド 4 0 は、それぞれ、コイル配線 2 0 の一方端及び他方端に電氣的に接続されている。

【 0 0 4 5 】

プリント配線板 1 0 0 は、第 1 接続ランド 3 0 及び第 2 接続ランド 4 0 において、外部装置に電氣的に接続される。これにより、コイル配線 2 0 が通電され、第 1 コイル及び第 2 コイルが磁場を発生される。なお、第 1 接続ランド 3 0 及び第 2 接続ランド 4 0 は、コイル配線 2 0 と同様に、シード層 2 3、第 1 電解めっき層 2 4 及び第 2 電解めっき層 2 5 により構成されている。

【 0 0 4 6 】

プリント配線板 1 0 0 は、例えば、磁石 1 1 0 とともにアクチュエータを構成する。図 6 は、プリント配線板 1 0 0 を用いたアクチュエータの模式図である。図 6 に示されるように、プリント配線板 1 0 0 は、好ましくは、第 1 主面 1 0 a が磁石 1 1 0 と対向するように配置される。

【 0 0 4 7 】

(実施形態に係るプリント配線板の製造方法)

以下に、プリント配線板 1 0 0 の製造方法を説明する。

【 0 0 4 8 】

プリント配線板 1 0 0 は、例えばセミアディティブ工法を用いて製造される。図 7 は、プリント配線板 1 0 0 の製造方法を示す工程図である。図 7 に示されているように、プリント配線板 1 0 0 の製造方法は、準備工程 S 1 と、シード層形成工程 S 2 と、レジスト形成工程 S 3 と、第 1 電解めっき工程 S 4 と、レジスト除去工程 S 5 と、エッチング工程 S 6 と、第 2 電解めっき工程 S 7 とを有している。

【 0 0 4 9 】

準備工程 S 1 では、ベースフィルム 1 0 が準備される。準備工程 S 1 において準備されるベースフィルムの主面上には、コイル配線 2 0 が形成されていない。

【 0 0 5 0 】

図 8 は、シード層形成工程 S 2 を説明する断面図である。シード層形成工程 S 2 では、シード層 2 3 が形成される。シード層形成工程 S 2 では、第 1 に、第 1 層 2 3 a が、例えばスパッタリングにより形成される。シード層形成工程 S 2 では、第 2 に、第 2 層 2 3 b が、例えば無電解めっきにより形成される。

【 0 0 5 1 】

図示されていないが、第 1 層 2 3 a が形成された後であって第 2 層 2 3 b が形成される前には、貫通穴 1 0 c 及び貫通穴 1 0 d が形成される。貫通穴 1 0 c 及び貫通穴 1 0 d の形成は、例えば、レーザ又はドリルを用いて行われる。そのため、貫通穴 1 0 c 及び貫通穴 1 0 d の内壁面上には、第 2 層 2 3 b が形成されることになる。

【 0 0 5 2 】

図 9 は、レジスト形成工程 S 3 を説明する断面図である。図 9 に示されるように、レジスト形成工程 S 3 では、シード層 2 3 上にレジスト 5 0 が形成される。レジスト 5 0 は、感光性の有機材料を塗布するとともに、塗布された感光性の有機材料を露光及び現像してパターンニングすることにより形成される。レジスト 5 0 は、シード層 2 3 上にドライフィルムレジストを貼付するとともに、貼付されたドライフィルムレジストを露光及び現像してパターンニングすることにより形成されてもよい。レジスト 5 0 は、開口を有している。レジスト 5 0 の開口からは、シード層 2 3 が露出している。

【 0 0 5 3 】

図 1 0 は、第 1 電解めっき工程 S 4 を説明する断面図である。図 1 0 に示されているように、第 1 電解めっき工程 S 4 では、第 1 電解めっき層 2 4 が形成される。第 1 電解めっき工程 S 4 では、めっき液中においてシード層 2 3 に通電を行うことにより、レジスト 5 0 の開口から露出しているシード層 2 3 上に第 1 電解めっき層 2 4 が成長する。図示されていないが、この際には、貫通穴 1 0 c 及び貫通穴 1 0 d 上にある第 2 層 2 3 b 上にも、

10

20

30

40

50

第 1 電解めっき層 2 4 が成長する。

【 0 0 5 4 】

図 1 1 は、レジスト除去工程 S 5 を説明する断面図である。図 1 1 に示されるように、レジスト除去工程 S 5 では、レジスト 5 0 が除去される。レジスト 5 0 の除去後には、隣り合う第 1 電解めっき層 2 4 の間から、シード層 2 3 が露出している。

【 0 0 5 5 】

図 1 2 は、エッチング工程 S 6 を説明する断面図である。図 1 2 に示されるように、エッチング工程 S 6 では、隣り合う第 1 電解めっき層 2 4 の間から露出しているシード層 2 3 が、エッチングにより除去される。

【 0 0 5 6 】

エッチング工程 S 6 では、第 1 に、第 2 層 2 3 b に対するエッチングが行われる。第 2 層 2 3 b に対するエッチングは、隣り合う第 1 電解めっき層 2 4 の間にエッチング液を供給することにより行われる。エッチング液は、エッチング液中の反応種のエッチング対象近傍への拡散ではなくエッチング液中の反応種とエッチング対象との反応によりエッチングが律速されるように選択される。

【 0 0 5 7 】

より具体的には、エッチング液には、第 2 層 2 3 b を構成している材料（すなわち銅）に対する溶解反応速度が $1.0 \mu\text{m}/\text{分}$ 以下となるエッチング液が用いられる。上記のエッチング液の具体例としては、硫酸過酸化水素水溶液又はペルオキシ二硫酸ナトリウム水溶液が挙げられる。なお、上記のエッチング液の溶解反応速度は、エッチング後に減少した銅の重量及びエッチング時間に基づいて測定される。

【 0 0 5 8 】

エッチング工程 S 6 では、第 2 に、第 1 層 2 3 a に対するエッチングが行われる。第 1 層 2 3 a のエッチングが行われる際には、エッチング液の切り換えが行われる。切り換え後のエッチング液には、第 1 層 2 3 a を構成している材料（すなわち、ニッケル - クロム合金）に対する選択比が高いエッチング液が用いられる。そのため、エッチング液の切り換え後には、第 1 電解めっき層 2 4 に対するエッチングは進行しにくい。

【 0 0 5 9 】

第 2 電解めっき工程 S 7 では、第 2 電解めっき層 2 5 が形成される。第 2 電解めっき工程 S 7 では、めっき液中においてシード層 2 3 及び第 1 電解めっき層 2 4 に通電を行うことにより、シード層 2 3 及び第 1 電解めっき層 2 4 を覆うように第 2 電解めっき層 2 5 が成長する。図示されていないが、この際には、貫通穴 1 0 c 及び貫通穴 1 0 d 上にある第 1 電解めっき層 2 4 上にも、第 2 電解めっき層 2 5 が成長する。以上により、図 1 から図 5 に示される構造のプリント配線板 1 0 0 が製造される。

【 0 0 6 0 】

（実施形態に係るプリント配線板の効果）

以下に、プリント配線板 1 0 0 の効果を説明する。

【 0 0 6 1 】

コイル配線 2 0 に通電を行うためには、コイル配線 2 0 に第 1 接続ランド 3 0 及び第 2 接続ランド 4 0 が電氣的に接続されている必要がある。第 1 接続ランド 3 0 及び第 2 接続ランド 4 0 を配置する方法としては、プリント配線板 1 0 0 とは別のプリント配線板に第 1 接続ランド 3 0 及び第 2 接続ランド 4 0 を配置することが考えられる。しかしながら、この場合には、コイル装置を構成するためにプリント配線板 1 0 0 とは別のプリント配線板が必要となり、コイル装置の厚さが増大してしまうことになる。

【 0 0 6 2 】

プリント配線板 1 0 0 では、第 1 接続ランド 3 0 及び第 2 接続ランド 4 0 が第 2 主面 1 0 b 上に配置されているため、コイル装置を構成するためにプリント配線板 1 0 0 とは別のプリント配線板が不要となる。そのため、コイル装置をプリント配線板 1 0 0 のみで構成可能となり、コイル装置の薄型化が可能となる。

【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

50

プリント配線板 100 では、第 1 接続ランド 30 及び第 2 接続ランド 40 が第 2 主面 10b 上に配置されるため、第 2 コイル配線 22 の巻き数が第 1 コイル配線 21 の巻き数よりも小さくなる（第 2 コイル配線 22 が第 1 コイル配線 21 よりも短くなる、第 2 コイル配線 22 の面積割合が第 1 コイル配線 21 の面積割合よりも小さくなる）。

【0064】

しかしながら、後述するように、プリント配線板 100 では、第 1 主面 10a が磁石 110 と対向するように配置されることにより、第 2 コイル配線 22 の巻き数（長さ、面積割合）の減少にもかかわらず、アクチュエータに用いる際の推力を維持することが可能である。

【0065】

従来、シード層を構成している材料に対する溶解反応速度が大きいエッチング液（すなわち、エッチング液中の反応種のエッチング対象近傍への拡散がエッチングを律速するエッチング液）が用いられていた。隣り合うコイル配線の部分の間の距離を短くすると、エッチング液が隣り合うコイル配線 20 の部分の間に供給されにくくなる。その結果、上記のようなエッチング液を用いる場合、シード層に対するエッチングのばらつきが大きくなり、確実なシード層の除去を行うためにエッチング量が増加する。以上のような原因により、従来は隣り合うコイル配線の部分の間の距離を短くすることができなかった。

【0066】

プリント配線板 100 では、エッチング工程 S6 において第 2 層 23b を構成している材料に対する溶解反応速度が低いエッチング液が用いられる。その結果、エッチング工程 S6 のエッチングがエッチング液中の反応種とエッチング対象との反応により律速されるようになり、隣り合う第 1 電解めっき層 24 の間にエッチング液が供給されにくくても、第 2 層 23b のエッチングにばらつきが生じにくい。

【0067】

そのため、プリント配線板 100 によると、隣り合うコイル配線 20 の部分の間の距離を短くすることができ、第 1 コイル配線 21 及び第 2 コイル配線 22 の巻き数（長さ、面積割合）を増加させることができる。その結果、プリント配線板 100 によると、コイル装置を薄型化しつつ、アクチュエータに用いる際の推力を維持することが可能である。

【0068】

<シミュレーション>

プリント配線板 100 の効果を確認するため、シミュレーションを行った。シミュレーションでは、第 1 コイル配線 21 の巻き数及び第 2 コイル配線 22 の巻き数の和が同一となるように第 1 コイル配線 21 の巻き数及び第 2 コイル配線 22 の巻き数が変化させながら、プリント配線板 100 が磁石 110 に対して発生させる推力を算出した。

【0069】

10

20

30

40

50

【表 1】

表 1		サンプル 1	サンプル 2	サンプル 3	サンプル 4	サンプル 5
	幅 W (μm)	25	25	25	25	25
	間隔 SP (μm)	25	5	8	15	19
	第 1 コイル配線 21 の巻き数	16	26	24	20	18
	第 2 コイル配線 22 の巻き数	16	6	8	12	14
	第 1 コイル配線 21 の巻き数/第 2 コイル配線 22 の巻き数	1	4.3	3	1.67	1.29
	推力 (mN/(mm・A))	13.0	14.4	14.3	14.0	13.7
		12.2	13.9	13.7	13.2	12.8

【 0 0 7 0 】

シミュレーションには、プリント配線板 1 0 0 のサンプルとして、サンプル 1 からサンプル 5 が供された。サンプル 1 では、第 1 コイル配線 2 1 の巻き数及び第 2 コイル配線 2 2 の巻き数が等しくされた。他方で、サンプル 2 からサンプル 5 では、第 1 コイル配線 2 1 の巻き数が第 2 コイル配線 2 2 の巻き数よりも大きくされた。サンプル 1 からサンプル 5 は、第 1 主面 1 0 a が磁石 1 1 0 と対向するように配置された。また、各々のサンプルでは、ベースフィルム 1 0 の厚さとして、2 種類の厚さが適用された。

【 0 0 7 1 】

サンプル 1 からサンプル 5 では、幅 W が 2 5 μ m で一定とされた。サンプル 2 からサンプル 5 では、第 1 コイル配線 2 1 の巻き数を増加させることができるように、間隔 S P を

10

20

30

40

50

順次減少させた。

【 0 0 7 2 】

サンプル 2 からサンプル 5 では、第 1 コイル配線 2 1 の巻き数及び第 2 コイル配線 2 2 の巻き数の和が同一であるにもかかわらずサンプル 1 よりも磁石 1 1 0 に対して発生させる推力が大きくなっていた。この比較から、第 1 コイル配線 2 1 の巻き数を第 2 コイル配線 2 2 の巻き数よりも大きくし、かつ第 1 主面 1 0 a が磁石 1 1 0 に対向するように配置することにより、アクチュエータに用いる際の推力を維持できることが明らかにされた。

【 0 0 7 3 】

サンプル 2 からサンプル 5 では、第 1 コイル配線 2 1 の巻き数を第 2 コイル配線 2 2 の巻き数で除した値が大きくなるにつれて、磁石 1 1 0 に対して発生させる推力が大きくなっていた。このことから、第 1 コイル配線 2 1 の巻き数を第 2 コイル配線 2 2 の巻き数で除した値を大きくすることによりアクチュエータに用いる際の推力がさらに改善されることが明らかになった。

10

【 0 0 7 4 】

サンプル 2 からサンプル 5 では、ベースフィルム 1 0 の厚さが小さい場合に、ベースフィルム 1 0 の厚さが大きい場合と比較して、磁石 1 1 0 に対して発生させる推力が大きくなっていた。このことから、ベースフィルム 1 0 の厚さを小さくすることによりアクチュエータに用いる際の推力がさらに改善されることが明らかになった。

【 0 0 7 5 】

(付記)

20

本開示に係るプリント配線板の構成を、以下に付記する。

【 0 0 7 6 】

< 付記 1 >

主面を有するベースフィルムと、

前記主面上に形成されているコイル配線と、

前記コイル配線的一方端及び他方端に接続されている第 1 接続ランド及び第 2 接続ランドとを備え、

前記主面は、第 1 主面と、前記第 1 主面の反対面である第 2 主面とを有し、

前記コイル配線は、前記第 1 主面上に渦巻状に形成されている第 1 コイル配線と、前記第 2 主面上に渦巻状に形成されており、かつ前記第 1 コイル配線に電氣的に接続されている第 2 コイル配線とを有し、

30

前記第 1 接続ランド及び前記第 2 接続ランドは、前記第 2 主面上に形成されており、

前記第 1 コイル配線は、前記第 2 コイル配線よりも長い、プリント配線板。

【 0 0 7 7 】

付記 1 に係るプリント配線板によると、コイル配線の長さを調整することにより第 1 接続ランド及び第 2 接続ランドを第 2 主面上に形成することができるため、コイル装置の厚さを小さくすることができる。

【 0 0 7 8 】

< 付記 2 >

前記第 1 コイル配線の長さは、前記第 2 コイル配線の長さの 1 . 1 倍以上 3 . 0 倍以下である、付記 1 に記載のプリント配線板。

40

【 0 0 7 9 】

< 付記 3 >

主面を有するベースフィルムと、

前記主面上に形成されているコイル配線と、

前記コイル配線的一方端及び他方端に接続されている第 1 接続ランド及び第 2 接続ランドとを備え、

前記主面は、第 1 主面と、前記第 1 主面の反対面である第 2 主面とを有し、

前記コイル配線は、前記第 1 主面上に渦巻状に形成されている第 1 コイル配線と、前記第 2 主面上に渦巻状に形成されており、かつ前記第 1 コイル配線に電氣的に接続されてい

50

る第 2 コイル配線とを有し、

前記第 1 接続ランド及び前記第 2 接続ランドは、前記第 2 主面上に形成されており、

前記第 1 コイル配線の面積率は、前記第 2 コイル配線の面積率よりも大きい、プリント配線板。

【 0 0 8 0 】

付記 3 に係るプリント配線板によると、コイル配線の面積率を調整することにより第 1 接続ランド及び第 2 接続ランドを第 2 主面上に形成することができるため、コイル装置の厚さを小さくすることができる。

【 0 0 8 1 】

< 付記 4 >

前記第 1 コイル配線の面積率は、前記第 2 コイル配線の面積率の 1 . 1 倍以上 2 . 5 倍以下である、付記 3 に記載のプリント配線板。

【 0 0 8 2 】

今回開示された実施形態は全ての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記の実施形態ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全て変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

【 0 0 8 3 】

1 0 ベースフィルム、1 0 a 第 1 主面、1 0 b 第 2 主面、1 0 c 貫通穴、1 0 d 貫通穴、2 0 コイル配線、2 1 第 1 コイル配線、2 1 a ランド、2 1 b ランド、2 2 第 2 コイル配線、2 2 a ランド、2 3 シード層、2 3 a 第 1 層、2 3 b 第 2 層、2 4 第 1 電解めっき層、2 5 第 2 電解めっき層、3 0 第 1 接続ランド、4 0 第 2 接続ランド、5 0 レジスト、1 0 0 プリント配線板、1 1 0 磁石、S 1 準備工程、S 2 シード層形成工程、S 3 レジスト形成工程、S 4 第 1 電解めっき工程、S 5 レジスト除去工程、S 6 エッチング工程、S 7 第 2 電解めっき工程、S P 間隔、W 幅。

10

20

30

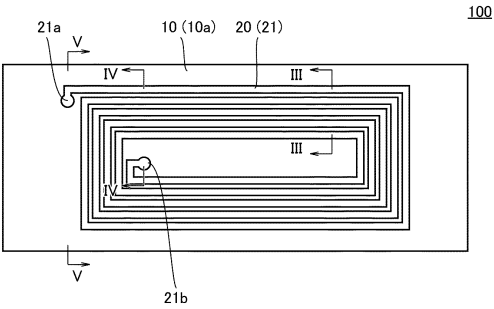
40

50

【図面】

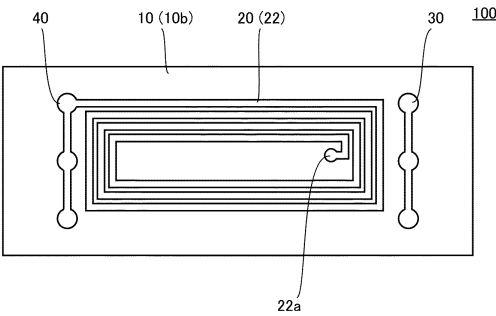
【図 1】

FIG. 1



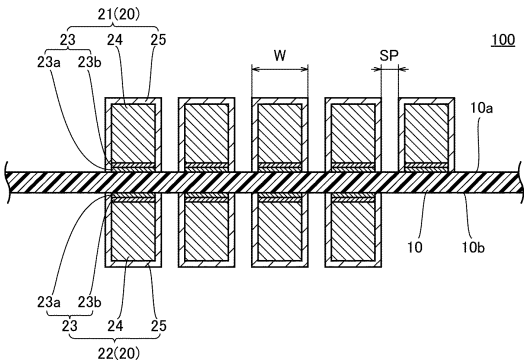
【図 2】

FIG. 2



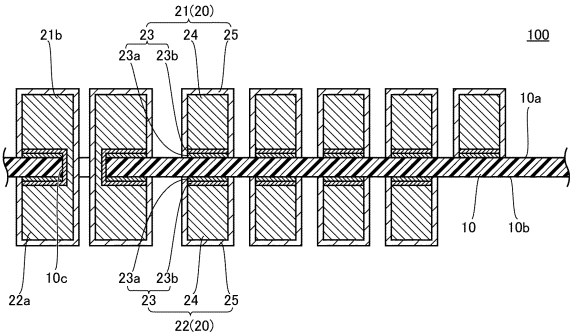
【図 3】

FIG. 3



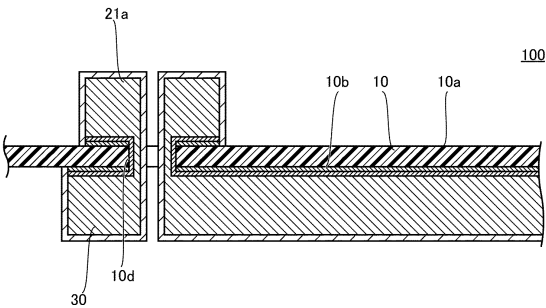
【図 4】

FIG. 4



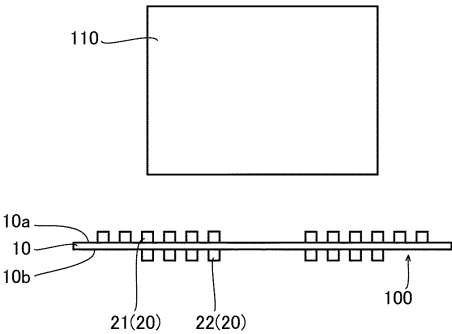
【図 5】

FIG. 5



【図 6】

FIG. 6



10

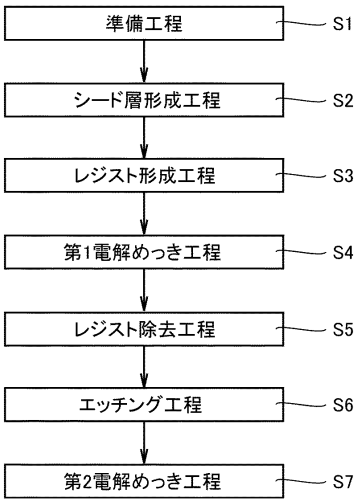
20

30

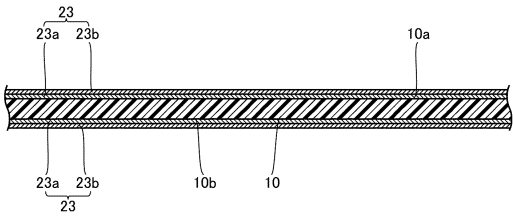
40

50

【図 7】
FIG. 7

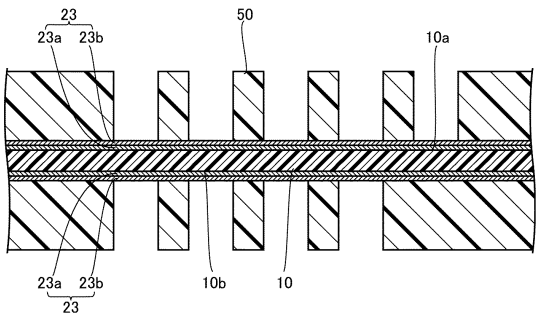


【図 8】
FIG. 8

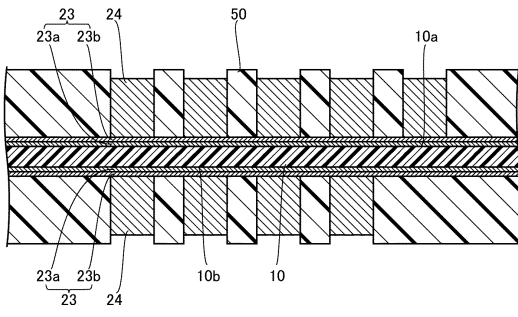


10

【図 9】
FIG. 9



【図 10】
FIG. 10



20

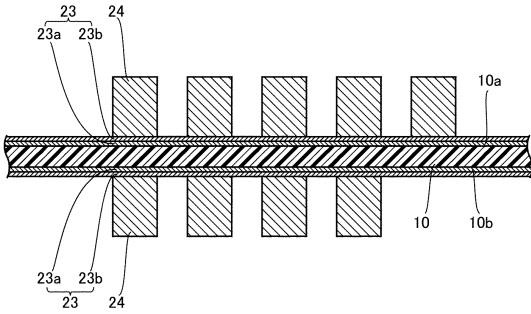
30

40

50

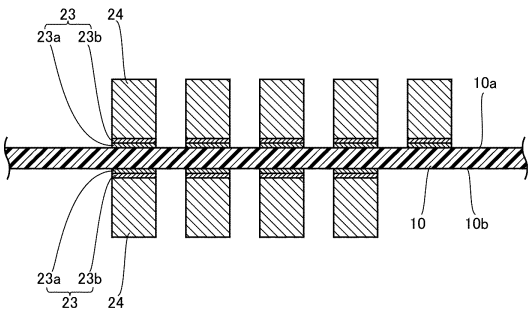
【図 1 1】

FIG. 11



【図 1 2】

FIG. 12



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 野口 航

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 住友電気工業株式会社内

審査官 関 信之

(56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 2 9 4 0 8 5 (J P , A)

実開昭 5 8 - 1 3 3 9 0 6 (J P , U)

特開 2 0 0 2 - 2 6 2 4 6 8 (J P , A)

特開昭 5 8 - 1 4 0 1 0 4 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 5 K 1 / 1 6

H 0 5 K 1 / 1 1

H 0 1 F 1 7 / 0 0

H 0 1 F 2 7 / 2 8