

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6425375号  
(P6425375)

(45) 発行日 平成30年11月21日 (2018.11.21)

(24) 登録日 平成30年11月2日 (2018.11.2)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 F 17/00 (2006.01)	HO 1 F 17/00 D
HO 1 F 17/04 (2006.01)	HO 1 F 17/04 A
HO 1 F 41/04 (2006.01)	HO 1 F 41/04 C

請求項の数 13 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2013-214129 (P2013-214129)	(73) 特許権者	000190688 新光電気工業株式会社 長野県長野市小島田町80番地
(22) 出願日	平成25年10月11日 (2013.10.11)	(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(65) 公開番号	特開2015-76597 (P2015-76597A)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43) 公開日	平成27年4月20日 (2015.4.20)	(72) 発明者	中西 元 長野県長野市小島田町80番地 新光電気 工業株式会社内
審査請求日	平成28年7月28日 (2016.7.28)	(72) 発明者	中村 敦 長野県長野市小島田町80番地 新光電気 工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コイル基板及びその製造方法、インダクタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の絶縁層と、前記第1の絶縁層上に形成されたコイルの一部となる配線と、を備えた構造体を複数個積層した積層体と、  
 前記積層体の表面を被覆する絶縁膜と、を有し、  
 前記積層体を貫通する貫通孔が形成され、  
 1つの前記構造体に形成される前記配線は、コイルの1巻き以下であり、  
各々の前記構造体の前記配線において、  
前記積層体の外壁面に前記配線の一方の端面が露出し、前記外壁面に露出する前記配線の一方の端面は前記絶縁膜で被覆され、  
前記積層体の前記貫通孔の内壁面に前記配線の他方の端面が露出し、前記内壁面に露出する前記配線の他方の端面は前記絶縁膜で被覆され、  
各々の前記構造体の前記配線同士において、  
前記積層体の外壁面に露出する前記配線の一方の端面の位置が、平面視で一致し、  
前記積層体の内壁面に露出する前記配線の他方の端面の位置が、平面視で一致し、  
 隣接する前記構造体の前記配線同士を直列に接続して螺旋状のコイルを形成したコイル基板。

【請求項 2】

前記第1の絶縁層上に前記配線を被覆して形成された第2の絶縁層を有する請求項1記載のコイル基板。

## 【請求項 3】

前記配線の端部に、前記配線と同一層において前記配線と一体に形成された接続部が設けられている構造体を含み、

前記接続部の端面は、前記積層体の一の外壁面において前記絶縁膜から露出し、

前記接続部が設けられていない前記構造体の前記配線の前記一の外壁面側の端面は、平面視において前記一の外壁面よりも前記積層体の内方に位置し、前記第 2 の絶縁層に被覆されている請求項 2 記載のコイル基板。

## 【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れか一項記載のコイル基板となる複数の領域が配列されたコイル基板。

10

## 【請求項 5】

第 1 の絶縁層と、前記第 1 の絶縁層上に形成されたコイルの一部となる配線と、を備えた構造体を複数個積層した積層体と、

前記積層体の表面を被覆する絶縁膜と、を有し、

前記積層体を貫通する貫通孔が形成され、

1 つの前記構造体に形成される前記配線は、コイルの 1 巻き以下であり、

各々の前記構造体の前記配線において、

前記積層体の外壁面に前記配線の一方の端面が露出し、前記外壁面に露出する前記配線の一方の端面は前記絶縁膜で被覆され、

前記積層体の前記貫通孔の内壁面に前記配線他方の端面が露出し、前記内壁面に露出する前記配線他方の端面は前記絶縁膜で被覆され、

20

各々の前記構造体の前記配線同士において、

前記積層体の外壁面に露出する前記配線の一方の端面の位置が、平面視で一致し、

前記積層体の内壁面に露出する前記配線他方の端面の位置が、平面視で一致し、

隣接する前記構造体の前記配線同士を直列に接続して螺旋状のコイルを形成し、

前記配線の端部に前記配線と一体に形成された接続部が設けられている構造体を含み、

前記接続部の一部が前記絶縁膜から露出しているコイル基板と、

前記貫通孔内に充填され、かつ前記接続部の一部を除いて前記コイル基板を被覆する磁性体と、

前記磁性体の外側に形成され、前記接続部の一部と電気的に接続された電極と、を有するインダクタ。

30

## 【請求項 6】

前記磁性体は、前記磁性体を含む絶縁樹脂である請求項 5 記載のインダクタ。

## 【請求項 7】

前記配線の端部に、前記配線と同一層において前記配線と一体に形成された接続部が設けられている構造体を含み、

前記接続部の端面は、前記積層体の一の外壁面において前記絶縁膜から露出し、

前記接続部が設けられていない前記構造体の前記配線の前記一の外壁面側の端面は、平面視において前記一の外壁面よりも前記積層体の内方に位置し、前記第 1 の絶縁層上に前記配線を被覆して形成された第 2 の絶縁層に被覆されている請求項 5 又は 6 記載のインダクタ。

40

## 【請求項 8】

第 1 の絶縁層と、前記第 1 の絶縁層上に形成された金属層と、を備えた構造体を複数個作製する工程と、

隣接する前記構造体の前記金属層同士を接続しながら夫々の前記構造体を積層して積層体を形成する工程と、

前記積層体を成形して、夫々の前記構造体の金属層をコイルの一部を構成する形状の配線に同時に加工し、前記配線同士が直列に接続された螺旋状のコイルを形成する工程と、

前記積層体の表面を被覆する絶縁膜を形成する工程と、を有し、

前記積層体を貫通する貫通孔が形成され、

50

1つの前記構造体に形成される前記配線は、コイルの1巻き以下であり、  
各々の前記構造体の前記配線において、  
前記積層体の外壁面に前記配線の一方の端面が露出し、前記外壁面に露出する前記配線の一方の端面は前記絶縁膜で被覆され、  
前記積層体の前記貫通孔の内壁面に前記配線の他方の端面が露出し、前記内壁面に露出する前記配線の他方の端面は前記絶縁膜で被覆され、  
各々の前記構造体の前記配線同士において、  
前記積層体の外壁面に露出する前記配線の一方の端面の位置が、平面視で一致し、  
前記積層体の内壁面に露出する前記配線の他方の端面の位置が、平面視で一致するコイル基板の製造方法。

10

**【請求項9】**

前記構造体を複数個作製する工程では、第1の絶縁層と、前記第1の絶縁層上に形成された金属層と、前記第1の絶縁層上に前記金属層を被覆して形成された第2の絶縁層と、を備えた構造体を作製する請求項8記載のコイル基板の製造方法。

**【請求項10】**

前記配線の端部に、前記配線と同一層において前記配線と一体に形成された接続部が設けられている構造体を含み、

前記接続部の端面は、前記積層体の一の外壁面において前記絶縁膜から露出し、

前記接続部が設けられていない前記構造体の前記配線の前記一の外壁面側の端面は、平面視において前記一の外壁面よりも前記積層体の内方に位置し、前記第2の絶縁層に被覆される請求項9記載のコイル基板の製造方法。

20

**【請求項11】**

複数個の前記構造体を作製する工程は、

第1基板上に第1構造体を作製する工程と、

第2基板上に第2構造体を形成する工程と、を含み、

前記積層体を形成する工程は、

前記第1構造体と前記第2構造体とを対向配置し、前記第1基板と前記第2基板が外側になるように積層する工程と、

前記第1構造体の金属層と前記第2構造体の金属層とを直列に接続する工程と、を含む、請求項8乃至10の何れか一項記載のコイル基板の製造方法。

30

**【請求項12】**

前記積層体の成形をプレス加工により行う請求項8乃至11の何れか一項記載のコイル基板の製造方法。

**【請求項13】**

前記積層体の成形をレーザ加工により行う請求項8乃至11の何れか一項記載のコイル基板の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、コイル基板及びその製造方法、並びにコイル基板を備えたインダクタに関する。

40

**【背景技術】****【0002】**

近年、ゲーム機やスマートフォン等の電子機器の小型化が加速化しており、これに伴って、このような電子機器に搭載されるインダクタ等の各種素子に対しても小型化の要求がなされている。このような電子機器に搭載されるインダクタとしては、例えば、巻き線コイルを用いたものが知られている。巻き線コイルを用いたインダクタは、例えば、電子機器の電源回路等に用いられている（例えば、特許文献1参照）。

**【先行技術文献】****【特許文献】**

50

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 1 6 8 6 1 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、巻き線コイルを用いたインダクタの小型化の限界は、平面形状が 1 . 6 mm × 1 . 6 mm 程度であると考えられている。これは、巻き線の太さに限界があるため、これ以上に小型化しようとする、インダクタの総体積に対する巻き線の体積の割合が減少し、インダクタンスを大きくすることができないためである。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、従来よりも小型化が可能なコイル基板等を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本コイル基板は、第 1 の絶縁層と、前記第 1 の絶縁層上に形成されたコイルの一部となる配線と、を備えた構造体を複数個積層した積層体と、前記積層体の表面を被覆する絶縁膜と、を有し、前記積層体を貫通する貫通孔が形成され、1 つの前記構造体に形成される前記配線は、コイルの 1 巻き以下であり、各々の前記構造体の前記配線において、前記積層体の外壁面に前記配線の一方の端面が露出し、前記外壁面に露出する前記配線の一方の端面は前記絶縁膜で被覆され、前記積層体の前記貫通孔の内壁面に前記配線の他方の端面が露出し、前記内壁面に露出する前記配線の他方の端面は前記絶縁膜で被覆され、各々の前記構造体の前記配線同士において、前記積層体の外壁面に露出する前記配線の一方の端面の位置が、平面視で一致し、前記積層体の内壁面に露出する前記配線の他方の端面の位置が、平面視で一致し、隣接する前記構造体の前記配線同士を直列に接続して螺旋状のコイルを形成したことを要件とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

開示の技術によれば、従来よりも小型化が可能なコイル基板等を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】本実施の形態に係るコイル基板を例示する図である。

【図 2】本実施の形態に係るコイル基板を構成する各構造体の配線の形状を模式的に例示する斜視図である。

【図 3】本実施の形態に係るインダクタを例示する断面図である。

【図 4】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 1）である。

【図 5】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 2）である。

【図 6】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 3）である。

【図 7】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 4）である。

【図 8】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 5）である。

【図 9】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 6）である。

【図 1 0】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 7）である。

【図 1 1】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 8）である。

【図 1 2】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 9）である。

【図 1 3】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 1 0）である。

【図 1 4】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 1 1）である。

【図 1 5】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 1 2）である。

【図 1 6】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 1 3）である。

【図 1 7】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 1 4）である。

【図 1 8】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 1 5）である。

【図 1 9】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 1 6）である。

10

20

30

40

50

【図 20】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 17）である。

【図 21】本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図（その 18）である。

【図 22】本実施の形態に係るインダクタの製造工程を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照して発明を実施するための形態について説明する。なお、各図面において、同一構成部分には同一符号を付し、重複した説明を省略する場合がある。

【0010】

〔コイル基板の構造〕

まず、本実施の形態に係るコイル基板の構造について説明する。図 1 は、本実施の形態に係るコイル基板を例示する図である。なお、図 1（c）は平面図であり、図 1（a）は図 1（c）の A - A 線に沿う断面図、図 1（b）は図 1（c）の B - B 線に沿う断面図である。図 2 は、本実施の形態に係るコイル基板を構成する各構造体の配線の形状を模式的に例示する斜視図である。

10

【0011】

図 1 及び図 2 を参照するに、コイル基板 1 は、大略すると、第 1 構造体 1A と、第 2 構造体 1B と、第 3 構造体 1C と、第 4 構造体 1D と、第 5 構造体 1E と、第 6 構造体 1F と、第 7 構造体 1G と、接着層 50<sub>1</sub> ~ 50<sub>7</sub> と、絶縁膜 70 とを有する。なお、図 1（c）において、絶縁層 20<sub>7</sub>、接着層 50<sub>7</sub>、及び接着層 50<sub>7</sub> 上の絶縁膜 70 の図示は省略されている。又、図 1（c）において、便宜上、一部の部位を梨地模様で示している。

20

【0012】

又、以下の説明では、適宜、製造工程を示す図を参照するものとする。又、図 1 では、便宜上、各開口部の符号を省略し、適宜、製造工程を示す図中の符号を参照するものとする。

【0013】

なお、本実施の形態では、便宜上、接着層 50<sub>7</sub> 側を上側又は一方の側、絶縁層 20<sub>1</sub> 側を下側又は他方の側とする。又、各部位の接着層 50<sub>7</sub> 側の面を上面又は一方の面、絶縁層 20<sub>1</sub> 側の面を下面又は他方の面とする。但し、コイル基板 1 は天地逆の状態で見ることができ、又は任意の角度で配置することができる。又、平面視とは対象物を絶縁層 20<sub>1</sub> の一方の面の法線方向から視ることを指し、平面形状とは対象物を絶縁層 20<sub>1</sub> の一方の面の法線方向から見た形状を指すものとする。

30

【0014】

コイル基板 1 の平面形状は、例えば、コイル基板 1 を用いて後述のインダクタ 100（図 3 参照）を作製した際に、インダクタ 100 の平面形状が 1.6 mm × 0.8 mm 程度の略矩形状となる程度の大きさとするることができる。コイル基板 1 の厚さは、例えば、0.5 mm 程度とすることができる。

【0015】

コイル基板 1 の平面形状（外縁）は、単純な矩形状ではなく、コイル基板 1 を構成する各配線（第 7 配線 30<sub>7</sub> 等）の外縁に近い平面形状とされている。これは、コイル基板 1 を用いて後述のインダクタ 100（図 3 参照）を作製した際に、コイル基板 1 の周囲により多くの封止樹脂 110 を形成するためである。又、コイル基板 1 の略中央部には、貫通孔 1x が形成されている。これも同様に、コイル基板 1 を用いて後述のインダクタ 100（図 3 参照）を作製した際に、コイル基板 1 の周囲により多くの封止樹脂 110 を形成するためである。封止樹脂 110 として、例えば、フェライト等の磁性体のフィラーを含有する絶縁樹脂（例えば、エポキシ系絶縁樹脂等）を用い、貫通孔 1x 内を含むコイル基板 1 の周囲のより多くの部分を封止することで、インダクタ 100 のインダクタンスを大きくできる。

40

【0016】

第 1 構造体 1A は、絶縁層 20<sub>1</sub> と、第 1 配線 30<sub>1</sub> と、接続部 35 と、絶縁層 40<sub>1</sub>

50

とを有する。絶縁層 $20_1$ は、コイル基板1の最外層(図1では最下層)に形成されている。絶縁層 $20_1$ の材料としては、例えば、エポキシ系絶縁性樹脂等を用いることができる。絶縁層 $20_1$ の厚さは、例えば、 $8 \sim 12 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。

【0017】

第1配線 $30_1$ 及び接続部35は、絶縁層 $20_1$ 上に形成されている。第1配線 $30_1$ 及び接続部35の材料としては、例えば、銅(Cu)や銅合金等を用いることができる。第1配線 $30_1$ 及び接続部35の厚さは、例えば、 $12 \sim 50 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。第1配線 $30_1$ の幅は、例えば、 $50 \sim 130 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。第1配線 $30_1$ はコイルの一部となる1層目の配線(約1巻)であり、図2に示す方向に略楕円形にパターンニングされている。第1配線 $30_1$ の短手方向の断面形状は、略矩形状とすることができる。なお、渦巻きに沿う方向(Y方向)を長手方向、それに垂直な幅方向(X方向)を短手方向とする。

10

【0018】

接続部35は、第1配線 $30_1$ の一端部に形成されている。接続部35の側面は、コイル基板1の一方の側面1yから露出しており、露出部がインダクタの電極と接続される部分となる。なお、接続部35は、第1配線 $30_1$ と一体に形成されている。

【0019】

絶縁層 $40_1$ は、第1配線 $30_1$ 及び接続部35を被覆するように、絶縁層 $20_1$ 上に形成されている。言い換えれば、第1構造体1Aは、絶縁層 $20_1$ と、絶縁層 $20_1$ 上に形成されたコイルの一部となる第1配線 $30_1$ 及び接続部35と、絶縁層 $20_1$ 上に第1配線 $30_1$ 及び接続部35を被覆して形成された絶縁層 $40_1$ とを備えた構造体である。但し、接続部35の側面の一部は、絶縁層 $40_1$ から露出している。絶縁層 $40_1$ は、第1配線 $30_1$ の上面を露出する開口部(図5の開口部 $40_{11}$ )を備え、開口部内にはビア配線 $60_1$ の一部が充填され第1配線 $30_1$ と電気的に接続されている。絶縁層 $40_1$ の材料としては、例えば、感光性のエポキシ系絶縁性樹脂等を用いることができる。絶縁層 $40_1$ の厚さ(第1配線 $30_1$ の上面からの厚さ)は、例えば、 $5 \sim 30 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。

20

【0020】

第2構造体1Bは、接着層 $50_1$ を介して、第1構造体1A上に積層されている。第2構造体1Bは、絶縁層 $20_2$ と、第2配線 $30_2$ と、絶縁層 $40_2$ とを有する。接着層 $50_1$ としては、例えば、エポキシ系接着剤又はポリイミド系接着剤等の絶縁性樹脂製の耐熱性接着剤を用いることができる。接着層 $50_1$ の厚さは、例えば、 $10 \sim 40 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。なお、絶縁層 $20_n$ 、絶縁層 $40_n$ 、及び接着層 $50_n$ ( $n$ は2以上の自然数)の形状や厚さ、材料等は、特に説明しない場合には、絶縁層 $20_1$ 、絶縁層 $40_1$ 、及び接着層 $50_1$ と同様である。

30

【0021】

なお、絶縁層 $20_n$ を第1絶縁層、絶縁層 $40_n$ を第2絶縁層と称する場合がある。又、絶縁層 $20_n$ と絶縁層 $40_n$ とは便宜上別符号としているが、何れも配線を被覆する絶縁層として機能する。そこで、絶縁層 $20_n$ と絶縁層 $40_n$ とを合わせて、単に絶縁層と称する場合がある。但し、接着層 $50_n$ により確実に各構造体の配線間の絶縁を確保できる場合、絶縁層 $40_n$ を省くことが可能である。

40

【0022】

絶縁層 $40_2$ は、接着層 $50_1$ 上に積層されている。第2配線 $30_2$ は、底面及び側面を絶縁層 $40_2$ に被覆され、上面を絶縁層 $40_2$ から露出するように形成されている。第2配線 $30_2$ の材料や厚さ等は、第1配線 $30_1$ と同様とすることができる。第2配線 $30_2$ はコイルの一部となる2層目の配線(1巻の約 $3/4$ )であり、図2に示す方向に略半楕円形の一部をなすようにパターンニングされている。第2配線 $30_2$ の短手方向の断面形状は、略矩形状とすることができる。

【0023】

絶縁層 $20_2$ は、第2配線 $30_2$ 上及び絶縁層 $40_2$ 上に積層されている。言い換え

50

ば、第2構造体1Bは、絶縁層20<sub>2</sub>と、絶縁層20<sub>2</sub>上に形成されたコイルの一部となる第2配線30<sub>2</sub>と、絶縁層20<sub>2</sub>上に第2配線30<sub>2</sub>を被覆して形成された絶縁層40<sub>2</sub>とを備えた構造体を上下反転したものである。

【0024】

第2構造体1Bには、絶縁層20<sub>2</sub>、第2配線30<sub>2</sub>、及び絶縁層40<sub>2</sub>を貫通する開口部が設けられ、開口部の下側は、接着層50<sub>1</sub>の開口部及び絶縁層40<sub>1</sub>の開口部と連通している。連通する開口部(図7の開口部10<sub>23</sub>)内にはビア配線60<sub>1</sub>が充填されている。第2配線30<sub>2</sub>は、ビア配線60<sub>1</sub>を介して、第1配線30<sub>1</sub>と直列に接続されている。又、第2構造体1Bには、絶縁層20<sub>2</sub>を貫通し、第2配線30<sub>2</sub>の上面を露出する開口部(図7の開口部10<sub>21</sub>)が設けられ、開口部内にはビア配線60<sub>2</sub>が充填されている。第2配線30<sub>2</sub>は、ビア配線60<sub>2</sub>と電氣的に接続されている。

10

【0025】

第3構造体1Cは、接着層50<sub>2</sub>を介して、第2構造体1B上に積層されている。第3構造体1Cは、絶縁層20<sub>3</sub>と、第3配線30<sub>3</sub>と、絶縁層40<sub>3</sub>とを有する。

【0026】

絶縁層40<sub>3</sub>は、接着層50<sub>2</sub>上に積層されている。第3配線30<sub>3</sub>は、底面及び側面を絶縁層40<sub>3</sub>に被覆され、上面を絶縁層40<sub>3</sub>から露出するように形成されている。第3配線30<sub>3</sub>の材料や厚さは、第1配線30<sub>1</sub>と同様とすることができる。第3配線30<sub>3</sub>はコイルの一部となる3層目の配線(約1巻)であり、図2に示す方向に略半楕円形にパターンニングされている。第3配線30<sub>3</sub>の短手方向の断面形状は、略矩形状とすることができる。

20

【0027】

絶縁層20<sub>3</sub>は、第3配線30<sub>3</sub>上及び絶縁層40<sub>3</sub>上に積層されている。言い換えれば、第3構造体1Cは、絶縁層20<sub>3</sub>と、絶縁層20<sub>3</sub>上に形成されたコイルの一部となる第3配線30<sub>3</sub>と、絶縁層20<sub>3</sub>上に第3配線30<sub>3</sub>を被覆して形成された絶縁層40<sub>3</sub>とを備えた構造体を上下反転したものである。

【0028】

第3構造体1Cには、絶縁層20<sub>3</sub>、第3配線30<sub>3</sub>、及び絶縁層40<sub>3</sub>を貫通し、下側が接着層50<sub>2</sub>の開口部と連通する開口部が設けられ、連通する開口部(図9の開口部10<sub>33</sub>)内にはビア配線60<sub>3</sub>が充填されている。ビア配線60<sub>3</sub>は、第2構造体1Bの絶縁層20<sub>2</sub>の開口部に形成されたビア配線60<sub>2</sub>と電氣的に接続されている。第3配線30<sub>3</sub>は、ビア配線60<sub>2</sub>及び60<sub>3</sub>を介して、第2配線30<sub>2</sub>と直列に接続されている。又、第3構造体1Cには、絶縁層20<sub>3</sub>を貫通し、第3配線30<sub>3</sub>の上面を露出する開口部(図8の開口部10<sub>31</sub>)が設けられ、開口部内にはビア配線60<sub>4</sub>が充填されている。第3配線30<sub>3</sub>は、ビア配線60<sub>4</sub>と電氣的に接続されている。

30

【0029】

第4構造体1Dは、接着層50<sub>3</sub>を介して、第3構造体1C上に積層されている。第4構造体1Dは、絶縁層20<sub>4</sub>と、第4配線30<sub>4</sub>と、絶縁層40<sub>4</sub>とを有する。

【0030】

絶縁層40<sub>4</sub>は、接着層50<sub>3</sub>上に積層されている。第4配線30<sub>4</sub>は、底面及び側面を絶縁層40<sub>4</sub>に被覆され、上面を絶縁層40<sub>4</sub>から露出するように形成されている。第4配線30<sub>4</sub>の材料や厚さは、第1配線30<sub>1</sub>と同様とすることができる。第4配線30<sub>4</sub>はコイルの一部となる4層目の配線(1巻の約3/4)であり、図2に示す方向に略半楕円形の一部をなすようにパターンニングされている。

40

【0031】

絶縁層20<sub>4</sub>は、第4配線30<sub>4</sub>上及び絶縁層40<sub>4</sub>上に積層されている。言い換えれば、第4構造体1Dは、絶縁層20<sub>4</sub>と、絶縁層20<sub>4</sub>上に形成されたコイルの一部となる第4配線30<sub>4</sub>と、絶縁層20<sub>4</sub>上に第4配線30<sub>4</sub>を被覆して形成された絶縁層40<sub>4</sub>とを備えた構造体を上下反転したものである。

【0032】

50

第4構造体1Dには、絶縁層20<sub>4</sub>、第4配線30<sub>4</sub>、及び絶縁層40<sub>4</sub>を貫通し、下側が接着層50<sub>3</sub>の開口部と連通する開口部が設けられ、連通する開口部内にはビア配線60<sub>5</sub>が充填されている。ビア配線60<sub>5</sub>は、第3構造体1Cの絶縁層20<sub>3</sub>の開口部に形成されたビア配線60<sub>4</sub>と電氣的に接続されている。第4配線30<sub>4</sub>は、ビア配線60<sub>4</sub>及び60<sub>5</sub>を介して、第3配線30<sub>3</sub>と直列に接続されている。又、第4構造体1Dには、絶縁層20<sub>4</sub>を貫通し、第4配線30<sub>4</sub>の上面を露出する開口部が設けられ、開口部内にはビア配線60<sub>6</sub>が充填されている。第4配線30<sub>4</sub>は、ビア配線60<sub>6</sub>と電氣的に接続されている。

【0033】

なお、第4構造体1Dは、第2構造体1Bと同一構造であり、第2構造体1BをXY平面の法線を軸に180°回転させたものに相当する。開口部10<sub>41</sub>及び10<sub>42</sub>は夫々開口部10<sub>21</sub>及び10<sub>22</sub>に対応する。

【0034】

第5構造体1Eは、接着層50<sub>4</sub>を介して、第4構造体1D上に積層されている。第5構造体1Eは、絶縁層20<sub>5</sub>と、第5配線30<sub>5</sub>と、絶縁層40<sub>5</sub>とを有する。

【0035】

絶縁層40<sub>5</sub>は、接着層50<sub>4</sub>上に積層されている。第5配線30<sub>5</sub>は、底面及び側面を絶縁層40<sub>5</sub>に被覆され、上面を絶縁層40<sub>5</sub>から露出するように形成されている。第5配線30<sub>5</sub>の材料や厚さは、第1配線30<sub>1</sub>と同様とすることができる。第5配線30<sub>5</sub>はコイルの一部となる5層目の配線(約1巻)であり、図2に示す方向に略半楕円形にパターンニングされている。第5配線30<sub>5</sub>の短手方向の断面形状は、略矩形状とすることができる。

【0036】

絶縁層20<sub>5</sub>は、第5配線30<sub>5</sub>上及び絶縁層40<sub>5</sub>上に積層されている。言い換えれば、第5構造体1Eは、絶縁層20<sub>5</sub>と、絶縁層20<sub>5</sub>上に形成されたコイルの一部となる第5配線30<sub>5</sub>と、絶縁層20<sub>5</sub>上に第5配線30<sub>5</sub>を被覆して形成された絶縁層40<sub>5</sub>とを備えた構造体を上下反転したものである。

【0037】

第5構造体1Eには、絶縁層20<sub>5</sub>、第5配線30<sub>5</sub>、及び絶縁層40<sub>5</sub>を貫通し、下側が接着層50<sub>4</sub>の開口部と連通する開口部が設けられ、連通する開口部(図13の開口部10<sub>53</sub>)内にはビア配線60<sub>7</sub>が充填されている。ビア配線60<sub>7</sub>は、第4構造体1Dの絶縁層20<sub>4</sub>の開口部に形成されたビア配線60<sub>6</sub>と電氣的に接続されている。第5配線30<sub>5</sub>は、ビア配線60<sub>6</sub>及び60<sub>7</sub>を介して、第4配線30<sub>4</sub>と直列に接続されている。又、第5構造体1Eには、絶縁層20<sub>5</sub>を貫通し、第5配線30<sub>5</sub>の上面を露出する開口部(図12の開口部10<sub>51</sub>)が設けられ、開口部内にはビア配線60<sub>8</sub>が充填されている。第5配線30<sub>5</sub>は、ビア配線60<sub>8</sub>と電氣的に接続されている。

【0038】

なお、第5構造体1Eは、第3構造体1Cと同一構造であり、第3構造体1CをXY平面の法線を軸に180°回転させたものに相当する。開口部10<sub>51</sub>及び10<sub>52</sub>は夫々開口部10<sub>31</sub>及び10<sub>32</sub>に対応する。

【0039】

第6構造体1Fは、接着層50<sub>5</sub>を介して、第5構造体1E上に積層されている。第6構造体1Fは、絶縁層20<sub>6</sub>と、第6配線30<sub>6</sub>と、絶縁層40<sub>6</sub>とを有する。

【0040】

絶縁層40<sub>6</sub>は、接着層50<sub>5</sub>上に積層されている。第6配線30<sub>6</sub>は、底面及び側面を絶縁層40<sub>6</sub>に被覆され、上面を絶縁層40<sub>6</sub>から露出するように形成されている。第6配線30<sub>6</sub>の材料や厚さは、第1配線30<sub>1</sub>と同様とすることができる。第6配線30<sub>6</sub>はコイルの一部となる6層目の配線(1巻の約3/4)であり、図2に示す方向に略半楕円形の一部をなすようにパターンニングされている。第6配線30<sub>6</sub>の短手方向の断面形状は、略矩形状とすることができる。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 4 1 】

絶縁層 2 0<sub>6</sub> は、第 6 配線 3 0<sub>6</sub> 上及び絶縁層 4 0<sub>6</sub> 上に積層されている。言い換えれば、第 6 構造体 1 F は、絶縁層 2 0<sub>6</sub> と、絶縁層 2 0<sub>6</sub> 上に形成されたコイルの一部となる第 6 配線 3 0<sub>6</sub> と、絶縁層 2 0<sub>6</sub> 上に第 6 配線 3 0<sub>6</sub> を被覆して形成された絶縁層 4 0<sub>6</sub> とを備えた構造体を上下反転したものである。

## 【 0 0 4 2 】

第 6 構造体 1 F には、絶縁層 2 0<sub>6</sub>、第 6 配線 3 0<sub>6</sub>、及び絶縁層 4 0<sub>6</sub> を貫通し、下側が接着層 5 0<sub>5</sub> の開口部と連通する開口部が設けられ、連通する開口部（図 1 4 の開口部 1 0<sub>63</sub>）内にはビア配線 6 0<sub>9</sub> が充填されている。ビア配線 6 0<sub>9</sub> は、第 5 構造体 1 E の絶縁層 2 0<sub>5</sub> の開口部に形成されたビア配線 6 0<sub>8</sub> と電氣的に接続されている。第 6 配線 3 0<sub>6</sub> は、ビア配線 6 0<sub>8</sub> 及び 6 0<sub>9</sub> を介して、第 5 配線 3 0<sub>5</sub> と直列に接続されている。又、第 6 構造体 1 F には、絶縁層 2 0<sub>6</sub> を貫通し、第 6 配線 3 0<sub>6</sub> の上面を露出する開口部（図 1 4 の開口部 1 0<sub>61</sub>）が設けられ、開口部内にはビア配線 6 0<sub>10</sub> が充填されている。第 6 配線 3 0<sub>6</sub> は、ビア配線 6 0<sub>10</sub> と電氣的に接続されている。

10

## 【 0 0 4 3 】

なお、第 6 構造体 1 F は、便宜上別符合としているが、第 2 構造体 1 B と同一構造であり、開口部 1 0<sub>61</sub> 及び 1 0<sub>62</sub> は夫々開口部 1 0<sub>21</sub> 及び 1 0<sub>22</sub> に対応する。

## 【 0 0 4 4 】

第 7 構造体 1 G は、接着層 5 0<sub>6</sub> を介して、第 6 構造体 1 F 上に積層されている。第 7 構造体 1 G は、絶縁層 2 0<sub>7</sub> と、第 7 配線 3 0<sub>7</sub> と、接続部 3 7 と、絶縁層 4 0<sub>7</sub> とを有する。

20

## 【 0 0 4 5 】

絶縁層 4 0<sub>7</sub> は、接着層 5 0<sub>6</sub> 上に積層されている。第 7 配線 3 0<sub>7</sub> 及び接続部 3 7 は、底面及び側面を絶縁層 4 0<sub>7</sub> に被覆され、上面を絶縁層 4 0<sub>7</sub> から露出するように形成されている。第 7 配線 3 0<sub>7</sub> 及び接続部 3 7 の材料や厚さは、第 1 配線 3 0<sub>1</sub> と同様とすることができる。第 7 配線 3 0<sub>7</sub> は最上層の配線であり、図 2 に示す方向に略半楕円形にパターンニングされている。

## 【 0 0 4 6 】

接続部 3 7 は、第 7 配線 3 0<sub>7</sub> の一端部に形成されている。接続部 3 7 の側面は、コイル基板 1 の他方の側面 1 z から露出しており、露出部がインダクタの電極と接続される部分となる。なお、接続部 3 7 は、第 7 配線 3 0<sub>7</sub> と一体に形成されている。絶縁層 2 0<sub>7</sub> は、第 7 配線 3 0<sub>7</sub> 上、接続部 3 7 上、及び絶縁層 4 0<sub>7</sub> 上に積層されている。言い換えれば、第 7 構造体 1 G は、絶縁層 2 0<sub>7</sub> と、絶縁層 2 0<sub>7</sub> 上に形成された第 7 配線 3 0<sub>7</sub> 及び接続部 3 7 と、絶縁層 2 0<sub>7</sub> 上に第 7 配線 3 0<sub>7</sub> 及び接続部 3 7 を被覆して形成された絶縁層 4 0<sub>7</sub> とを備えた構造体を上下反転したものである。

30

## 【 0 0 4 7 】

第 7 構造体 1 G には、絶縁層 2 0<sub>7</sub>、第 7 配線 3 0<sub>7</sub>、及び絶縁層 4 0<sub>7</sub> を貫通し、下側が接着層 5 0<sub>6</sub> の開口部と連通する開口部が設けられ、連通する開口部（図 1 6 の開口部 1 0<sub>72</sub>）内にはビア配線 6 0<sub>11</sub> が充填されている。ビア配線 6 0<sub>11</sub> は、第 6 構造体 1 F の絶縁層 2 0<sub>6</sub> の開口部に形成されたビア配線 6 0<sub>10</sub> と電氣的に接続されている。第 7 配線 3 0<sub>7</sub> は、ビア配線 6 0<sub>10</sub> 及び 6 0<sub>11</sub> を介して、第 6 配線 3 0<sub>6</sub> と直列に接続されている。このように、コイル基板 1 では、隣接する構造体の配線同士を直列に接続して、接続部 3 5 から接続部 3 7 に至る螺旋状のコイルを形成している。

40

## 【 0 0 4 8 】

接着層 5 0<sub>7</sub> は、第 7 構造体 1 G 上に積層されている。接着層 5 0<sub>7</sub> には、開口部は形成されていない。つまり、第 1 構造体 1 A から第 7 構造体 1 G が積層された積層体の上側は、絶縁層である接着層 5 0<sub>7</sub> に被覆されており、導電体は露出していない。

## 【 0 0 4 9 】

第 1 構造体 1 A から第 7 構造体 1 G が積層された積層体において、底面並びに側面 1 y 及び 1 z を除く表面は絶縁膜 7 0 に被覆されている。貫通孔 1 x の内壁面も絶縁膜 7 0 に

50

被覆されている。絶縁膜 70 は、積層体から露出する各配線の端面が、インダクタ 100 (図 3 参照) を作製した際に、封止樹脂 110 に含有される場合がある導電体 (磁性体のフィラー等) と短絡することを防止するために設ける。絶縁膜 70 としては、例えば、エポキシ系やアクリル系絶縁性樹脂等を用いることができる。絶縁膜 70 は、シリカ等のフィラーを含有しても構わない。絶縁膜 70 の厚さは、例えば、20 ~ 50  $\mu\text{m}$  程度とすることができる。

#### 【0050】

図 3 は、本実施の形態に係るインダクタを例示する断面図である。図 3 を参照するに、インダクタ 100 は、コイル基板 1 を封止樹脂 110 で封止し、電極 120 及び 130 を形成したチップインダクタである。インダクタ 100 の平面形状は、例えば、1.6 mm  $\times$  0.8 mm 程度の略矩形形状とすることができる。インダクタ 100 の厚さは、例えば、1.0 mm 程度とすることができる。インダクタ 100 は、例えば、小型の電子機器の電圧変換回路等に用いることができる。

10

#### 【0051】

インダクタ 100 において、封止樹脂 110 は、コイル基板 1 の一方の側面 1y 及び他方の側面 1z を除く部分を封止している。つまり、封止樹脂 110 は、コイル基板 1 の接続部 35 及び 37 が露出する側面の一部を除いてコイル基板 1 を被覆している。なお、封止樹脂 110 は、貫通孔 1x 内にも形成されている。封止樹脂 110 としては、例えば、フェライト等の磁性体のフィラーを含有する絶縁樹脂 (例えば、エポキシ系絶縁樹脂等) を用いることができる。磁性体は、インダクタ 100 のインダクタンスを大きくする機能を有する。

20

#### 【0052】

このように、コイル基板 1 には貫通孔 1x が形成されており、貫通孔 1x も磁性体を含有するエポキシ系絶縁樹脂等の絶縁樹脂で充填されるため、インダクタンスをより向上できる。貫通孔 1x 内に、フェライト等の磁性体のコアを配置し、コアを含めて封止樹脂 110 を形成してもよい。コアの形状は、例えば、円柱状や直方体状等とすることができる。

#### 【0053】

電極 120 は、封止樹脂 110 の外側に形成され、接続部 35 の一部と電氣的に接続されている。具体的には、電極 120 は、封止樹脂 110 の一方の側面、並びに上面及び下面の一部に連続的に形成されている。電極 120 の内壁面は、コイル基板 1 の一方の側面 1y から露出する接続部 35 の側面と接し、両者は電氣的に接続されている。

30

#### 【0054】

電極 130 は、封止樹脂 110 の外側に形成され、接続部 37 の一部と電氣的に接続されている。具体的には、電極 130 は、封止樹脂 110 の他方の側面、並びに上面及び下面の一部に連続的に形成されている。電極 130 の内壁面は、コイル基板 1 の他方の側面 1z から露出する接続部 37 の側面と接し、両者は電氣的に接続されている。電極 120 及び 130 の材料としては、例えば、銅 (Cu) や銅合金等を用いることができる。電極 120 及び 130 は、例えば、銅ペーストの塗布、銅のスパッタ、又は無電解めっき等により形成することができる。なお、電極 120 及び 130 は、複数の金属層を積層した構造としてもよい。

40

#### 【0055】

##### [ コイル基板の製造方法 ]

次に、本実施の形態に係るコイル基板の製造方法について説明する。図 4 ~ 図 21 は、本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図である。まず、図 4 に示す工程について説明する。図 4 (a) は平面図であり、図 4 (b) は図 4 (a) の 1 つの個別領域 C (後述) の近傍についての図 4 (a) の YZ 平面に平行な方向の断面を示している。図 4 に示す工程では、まず、基板 10<sub>1</sub> (第 1 基板) として例えばリール状 (テープ状) の可撓性を有する絶縁樹脂フィルムを準備する。

#### 【0056】

50

そして、プレス加工法等により、基板 10<sub>1</sub> の短手方向（図中の縦（Y）方向）の両端部に、スプロケットホール 10<sub>2</sub> を、基板 10<sub>1</sub> の長手方向（図中の横（X）方向）に沿って略一定間隔で連続的に形成する。その後、スプロケットホール 10<sub>2</sub> が形成された基板 10<sub>1</sub> の両端部を除く領域において、基板 10<sub>1</sub> の一方の面に絶縁層 20<sub>1</sub> 及び金属箔 300<sub>1</sub> を順次積層する。具体的には、例えば、基板 10<sub>1</sub> の一方の面に半硬化状態の絶縁層 20<sub>1</sub> 及び金属箔 300<sub>1</sub> を順次積層し、加熱して半硬化状態の絶縁層 20<sub>1</sub> を硬化させる。

#### 【0057】

スプロケットホール 10<sub>2</sub> が形成された基板 10<sub>1</sub> の両端部の内側の点線で示した複数の領域 C は、最終的に点線に沿って切断されて個片化され、各々がコイル基板 1 となる領域（以降、個別領域 C とする）である。複数の個別領域 C は、例えば、縦横に配列することができる。その際、複数の個別領域 C は、図 4（a）に示すように所定の間隔を介して配列されてもよいし、互いに接するように配列されてもよい。又、個別領域 C の数やスプロケットホール 10<sub>2</sub> の数は、任意に決定できる。なお、D は、後工程でリール状（テープ状）の基板 10<sub>1</sub> 等を切断してシート状とするための切断位置（以降、切断位置 D とする）を示している。

#### 【0058】

基板 10<sub>1</sub> としては、例えば、ポリフェニレンサルファイドフィルムやポリイミドフィルム、ポリエチレンナフタレートフィルム等を用いることができる。基板 10<sub>1</sub> の厚さは、例えば、50～75 μm 程度とすることができる。

#### 【0059】

絶縁層 20<sub>1</sub> としては、例えば、フィルム状のエポキシ系絶縁性樹脂等を用いることができる。或いは、絶縁層 20<sub>1</sub> として、液状又はペースト状のエポキシ系絶縁性樹脂等を用いてもよい。絶縁層 20<sub>1</sub> の厚さは、例えば、8～12 μm 程度とすることができる。金属箔 300<sub>1</sub> は、パターンニングされて金属層 301<sub>1</sub> 及び接続部 35 となる部位であり、例えば、銅箔を用いることができる。金属箔 300<sub>1</sub> の厚さは、例えば、12～50 μm 程度とすることができる。

#### 【0060】

なお、スプロケットホール 10<sub>2</sub> は、コイル基板 1 を作製する過程で基板 10<sub>1</sub> が各種製造装置等に装着された際、モータ等により駆動されるスプロケットのピンと噛み合っており、基板 10<sub>1</sub> をピッチ送りするための貫通孔である。基板 10<sub>1</sub> の幅（スプロケットホール 10<sub>2</sub> の配列方向に垂直な方向（Y 方向））は、基板 10<sub>1</sub> が装着される製造装置に対応するように決定される。

#### 【0061】

基板 10<sub>1</sub> の幅は、例えば、40～90 mm 程度とすることができる。一方、基板 10<sub>1</sub> の長さ（スプロケットホール 10<sub>2</sub> の配列方向（X 方向））は、任意に決定することができる。図 4（a）では、個別領域 C は 5 行 10 列とされている。しかし、基板 10<sub>1</sub> をより長くして個別領域 C を例えば数 100 列程度とすることも可能である。

#### 【0062】

次に、図 5 に示す工程（図 5（b）は平面図、図 5（a）は図 5（b）の A-A 線に沿う断面図）では、基板 10<sub>1</sub> 上に、金属層 301<sub>1</sub> が形成された第 1 構造体 1A を作製する。金属層 301<sub>1</sub> は、最終的に成形（型抜き等）されて、コイルの一部となる 1 層目の配線（約 1 巻）である第 1 配線 30<sub>1</sub> となる部分である。具体的には、図 4（b）に示す金属箔 300<sub>1</sub> をパターンニングして、絶縁層 20<sub>1</sub> 上に金属層 301<sub>1</sub> 形成する。又、金属層 301<sub>1</sub> の一端部に接続部 35 を形成する。又、接続部 35 に接続するバスライン 36 を形成する。バスライン 36 は後工程において電解めっきの給電に使用するものであり、各個別領域 C の金属層 301<sub>1</sub> 及び接続部 35 と電氣的に接続される。なお、後工程において電解めっきを行わない場合にはバスライン 36 は形成しなくてもよい。金属層 301<sub>1</sub> には切れ込み部 301x が形成されている。切れ込み部 301x は、後工程でコイル基板を成形（型抜き等）する際に、コイルを構成する渦巻き形状を形成しやすくするた

10

20

30

40

50

めに設けるものである。

【0063】

金属箔300<sub>1</sub>のパターニングは、例えば、フォトリソグラフィ法により行うことができる。すなわち、金属箔300<sub>1</sub>上に感光性のレジストを塗布し、所定の領域を露光及び現像してレジストに開口部を形成し、開口部内に露出する金属箔300<sub>1</sub>をエッチングで除去することでパターニングできる。なお、金属層301<sub>1</sub>、接続部35、及びバスライン36は一体に形成されている。

【0064】

その後、金属層301<sub>1</sub>、接続部35、及びバスライン36を絶縁層40<sub>1</sub>で被覆する。絶縁層40<sub>1</sub>は、例えば、フィルム状の感光性のエポキシ系絶縁性樹脂等をラミネートすることで形成できる。或いは、液状又はペースト状の感光性のエポキシ系絶縁性樹脂等を塗布することで形成してもよい。絶縁層40<sub>1</sub>の厚さ（金属層301<sub>1</sub>の上面からの厚さ）は、例えば、5～30μm程度とすることができる。

10

【0065】

その後、第1構造体1Aの絶縁層40<sub>1</sub>に、金属層301<sub>1</sub>の上面を露出する開口部40<sub>11</sub>を形成する。開口部40<sub>11</sub>の平面形状は、例えば、直径150μm程度の円形状とすることができる。開口部40<sub>11</sub>は、例えば、プレス加工法やレーザ加工法等により形成できる。開口部40<sub>11</sub>は、感光性の絶縁層40<sub>1</sub>の露光及び現像で形成してもよい。なお、図5（b）において、絶縁層40<sub>1</sub>の図示は省略されている。又、図5（b）において、金属層301<sub>1</sub>の開口部40<sub>11</sub>に対応する領域を破線で示している。

20

【0066】

次に、図6に示す工程（図6（b）は平面図、図6（a）は図6（b）のA-A線に沿う断面図）では、基板10<sub>2</sub>（第2基板）上に、金属層301<sub>2</sub>が形成された第2構造体1Bを作製する。金属層301<sub>2</sub>は、最終的に成形（型抜き等）されて、コイルの一部となる2層目の配線（1巻の約3/4）である第2配線30<sub>2</sub>となる部分である。具体的には、図4に示す工程と同様に、基板10<sub>2</sub>にスプロケットホール10<sub>2z</sub>を形成後、スプロケットホール10<sub>2z</sub>が形成された基板10<sub>2</sub>の両端部を除く領域において、基板10<sub>2</sub>上に絶縁層20<sub>2</sub>及び金属箔300<sub>2</sub>（図示せず）を順次積層する。

【0067】

そして、図5に示す工程と同様に、金属箔300<sub>2</sub>をパターニングし、絶縁層20<sub>2</sub>上に、図6（b）に示すようにパターニングされた金属層301<sub>2</sub>を形成する。その後、金属層301<sub>2</sub>を絶縁層40<sub>2</sub>で被覆する。そして、基板10<sub>2</sub>及び第2構造体1Bの絶縁層20<sub>2</sub>に、金属層301<sub>2</sub>の下面を露出する開口部10<sub>21</sub>を形成する。又、基板10<sub>2</sub>、第2構造体1Bの絶縁層20<sub>2</sub>、金属層301<sub>2</sub>、及び絶縁層40<sub>2</sub>を貫通する開口部10<sub>22</sub>（貫通孔）を形成する。

30

【0068】

開口部10<sub>21</sub>及び10<sub>22</sub>の夫々の平面形状は、例えば、直径150μm程度の円形状とすることができる。開口部10<sub>21</sub>及び10<sub>22</sub>は、例えば、プレス加工法やレーザ加工法等により形成できる。開口部10<sub>22</sub>は、第1構造体1Aと第2構造体1Bが所定方向に積層された際に開口部40<sub>11</sub>と平面視で重複する位置に形成する。なお、図6（b）において、絶縁層40<sub>2</sub>の図示は省略されている。又、図6（b）において、金属層301<sub>2</sub>の開口部10<sub>21</sub>に対応する領域を破線で示している。

40

【0069】

なお、基板10<sub>n</sub>及び金属箔300<sub>n</sub>（nは2以上の自然数）の形状や厚さ、材料等は、特に説明しない場合には、基板10<sub>1</sub>及び金属箔300<sub>1</sub>と同様である。

【0070】

次に、図7（a）～図7（c）に示す工程について説明する。なお、図7（a）～図7（c）は、図6（a）に対応する断面図である。まず、図7（a）に示す工程では、接着層50<sub>1</sub>を準備し、接着層50<sub>1</sub>を貫通する開口部50<sub>11</sub>（貫通孔）を形成する。開口部50<sub>11</sub>は、第1構造体1Aと第2構造体1Bが接着層50<sub>1</sub>を介して所定方向に積層

50

された際に開口部 40<sub>11</sub> 及び 10<sub>22</sub> と平面視で重複する位置に形成する。接着層 50<sub>1</sub> としては、例えば、エポキシ系接着剤又はポリイミド系接着剤等の絶縁性樹脂製の耐熱性接着剤（熱硬化性）を用いることができる。接着層 50<sub>1</sub> の厚さは、例えば、10～40 μm 程度とすることができる。

#### 【0071】

次に、基板 10<sub>2</sub> 及び第 2 構造体 1B を図 6 に示す状態から反転させ、接着層 50<sub>1</sub> を介して、第 1 構造体 1A 上に積層する。つまり、第 1 構造体 1A と第 2 構造体 1B とを、接着層 50<sub>1</sub> を介して、対向配置し、基板 10<sub>1</sub> と基板 10<sub>2</sub> が外側になるように積層する。その後、接着層 50<sub>1</sub> を硬化させる。このとき、開口部 40<sub>11</sub>、開口部 50<sub>11</sub>、及び開口部 10<sub>22</sub> が連通して 1 つの開口部 10<sub>23</sub> が形成され、底部に金属層 30<sub>11</sub> の上面が露出する。

10

#### 【0072】

但し、図 6 及び図 7 (a) に示す工程において、各開口部を設ける前に第 2 構造体 1B を接着層 50<sub>1</sub> を介して第 1 構造体 1A 上に積層し、その後、開口部 10<sub>21</sub>、10<sub>22</sub>、及び 50<sub>11</sub> を設けてもよい。

#### 【0073】

次に、図 7 (b) に示す工程では、基板 10<sub>2</sub> を第 2 構造体 1B の絶縁層 20<sub>2</sub> から除去（剥離）する。例えば、基板 10<sub>2</sub> は第 2 構造体 1B の絶縁層 20<sub>2</sub> から機械的に剥離できる。

#### 【0074】

20

次に、図 7 (c) に示す工程では、開口部 10<sub>23</sub> の底部に露出する金属層 30<sub>11</sub> 上に、例えば銅 (Cu) 等からなるビア配線 60<sub>1</sub> を形成する。金属層 30<sub>11</sub> と金属層 30<sub>12</sub> とは、ビア配線 60<sub>1</sub> を介して直列に接続される。又、開口部 10<sub>21</sub> の底部に露出する金属層 30<sub>12</sub> 上に、例えば銅 (Cu) 等からなるビア配線 60<sub>2</sub> を形成する。金属層 30<sub>12</sub> とビア配線 60<sub>2</sub> とは電氣的に接続される。

#### 【0075】

ビア配線 60<sub>1</sub> 及び 60<sub>2</sub> は、例えば、金属層 30<sub>11</sub> 及び 30<sub>12</sub> 側から夫々バスライン 36 を給電に使用する電解めっき法により銅 (Cu) 等を析出させることで形成できる。又、ビア配線 60<sub>1</sub> 及び 60<sub>2</sub> は、例えば、開口部 10<sub>23</sub> の底部に露出する金属層 30<sub>11</sub> 上に銅 (Cu) 等の金属ペーストを充填し、開口部 10<sub>21</sub> の底部に露出する金属層 30<sub>12</sub> 上に銅 (Cu) 等の金属ペーストを充填して形成してもよい。ビア配線 60<sub>1</sub> 及び 60<sub>2</sub> の夫々の上面は、絶縁層 20<sub>2</sub> の上面と略面一とすることができる。この工程により、第 1 構造体 1A 上に第 2 構造体 1B が積層された積層体において、金属層 30<sub>11</sub>、ビア配線 60<sub>1</sub>、及び金属層 30<sub>12</sub> が直列に接続される。この直列に接続された部分は、最終的に成形（型抜き等）されて約 1 巻きと 3/4 のコイルとなる。

30

#### 【0076】

次に、図 8 に示す工程では、図 6 に示す工程と同様にして、基板 10<sub>3</sub> 上に、金属層 30<sub>13</sub> が形成された第 3 構造体 1C を作製する。なお、図 8 (c) は平面図、図 8 (a) は図 8 (c) の A-A 線に沿う断面図、図 8 (b) は図 8 (c) の E-E 線に沿う断面図である。金属層 30<sub>13</sub> は、最終的に成形（型抜き等）されて、コイルの一部となる 3 層目の配線（約 1 巻）である第 3 配線 30<sub>3</sub> となる部分である。金属層 30<sub>13</sub> には切れ込み部 30<sub>1y</sub> が形成されている。切れ込み部 30<sub>1y</sub> は、後工程でコイル基板を成形（型抜き等）する際に、コイルを構成する渦巻き形状を形成しやすくするために設けるものである。

40

#### 【0077】

次に、基板 10<sub>3</sub> 及び第 3 構造体 1C の絶縁層 20<sub>3</sub> に、金属層 30<sub>13</sub> の下面を露出する開口部 10<sub>31</sub> を形成する。又、基板 10<sub>3</sub>、第 3 構造体 1C の絶縁層 20<sub>3</sub>、金属層 30<sub>13</sub>、及び絶縁層 40<sub>3</sub> を貫通する開口部 10<sub>32</sub>（貫通孔）を形成する。

#### 【0078】

開口部 10<sub>31</sub> 及び 10<sub>32</sub> の平面形状や加工法は、例えば、開口部 10<sub>21</sub> 等と同様

50

とすることができる。開口部 10<sub>32</sub> は、第2構造体 1B と第3構造体 1C が所定方向に積層された際に開口部 10<sub>21</sub> と平面視で重複する位置に形成する。なお、図 8 (c) において、絶縁層 40<sub>3</sub> の図示は省略されている。又、図 8 (c) において、金属層 30<sub>13</sub> の開口部 10<sub>31</sub> に対応する領域を破線で示している。

#### 【0079】

次に、図 9 (a) ~ 図 9 (c) に示す工程について説明する。なお、図 9 (a) ~ 図 9 (c) は、図 7 (a) に対応する断面図である。まず、図 9 (a) に示す工程では、接着層 50<sub>2</sub> を準備し、接着層 50<sub>2</sub> を貫通する開口部 50<sub>21</sub> (貫通孔) を形成する。開口部 50<sub>21</sub> は、第2構造体 1B と第3構造体 1C が接着層 50<sub>2</sub> を介して所定方向に積層された際にビア配線 60<sub>2</sub> と平面視で重複する位置に形成する。なお、接着層 50<sub>n</sub> (n は2以上の自然数) の形状や厚さ、材料等は、特に説明しない場合には、接着層 50<sub>1</sub> と同様である。

10

#### 【0080】

次に、基板 10<sub>3</sub> 及び第3構造体 1C を図 8 に示す状態から反転させ、接着層 50<sub>2</sub> を介して、第2構造体 1B 上に積層する。つまり、第2構造体 1B と第3構造体 1C とを、接着層 50<sub>2</sub> を介して、対向配置し、基板 10<sub>1</sub> と基板 10<sub>3</sub> が外側になるように積層する。その後、接着層 50<sub>2</sub> を硬化させる。このとき、開口部 50<sub>21</sub> 及び開口部 10<sub>32</sub> が連通して1つの開口部 10<sub>33</sub> が形成され、底部にビア配線 60<sub>2</sub> の上面が露出する。

#### 【0081】

但し、図 8 及び図 9 (a) に示す工程において、各開口部を設ける前に第3構造体 1C を接着層 50<sub>2</sub> を介して第2構造体 1B 上に積層し、その後、開口部 10<sub>31</sub>、10<sub>32</sub>、及び50<sub>21</sub> を設けてもよい。

20

#### 【0082】

次に、図 9 (b) に示す工程では、基板 10<sub>3</sub> を第3構造体 1C の絶縁層 20<sub>3</sub> から除去 (剥離) する。

#### 【0083】

次に、図 9 (c) に示す工程では、開口部 10<sub>33</sub> の底部に露出するビア配線 60<sub>2</sub> 上にビア配線 60<sub>3</sub> を形成する。金属層 30<sub>12</sub> と金属層 30<sub>13</sub> とは、ビア配線 60<sub>2</sub> 及び60<sub>3</sub> を介して直列に接続される。又、開口部 10<sub>31</sub> (図示せず) の底部に露出する金属層 30<sub>13</sub> 上にビア配線 60<sub>4</sub> (図示せず) を形成する。金属層 30<sub>13</sub> とビア配線 60<sub>4</sub> とは電氣的に接続される。

30

#### 【0084】

ビア配線 60<sub>3</sub> 及び60<sub>4</sub> は、例えば、ビア配線 60<sub>1</sub> 等と同様に、バスライン 36 を給電に使用する電解めっき法や金属ペーストの充填により形成できる。ビア配線 60<sub>3</sub> 及び60<sub>4</sub> の材料としては、例えば、銅 (Cu) 等を用いることができる。ビア配線 60<sub>3</sub> 及び60<sub>4</sub> の夫々の上面は、絶縁層 20<sub>3</sub> の上面と略面一とすることができる。この工程により、第1構造体 1A から第3構造体 1C が積層された積層体において、金属層 30<sub>11</sub>、30<sub>12</sub>、及び30<sub>13</sub> がビア配線を介して直列に接続される。この直列に接続された部分は、最終的に成形 (型抜き等) されて約2巻きと3/4のコイルとなる。

#### 【0085】

次に、図 10 に示す工程 (図 10 (b) は平面図、図 10 (a) は図 10 (b) の F - F 線に沿う断面図) では、図 6 に示す工程と同様にして、基板 10<sub>4</sub> 上に、金属層 30<sub>14</sub> が形成された第4構造体 1D を作製する。金属層 30<sub>14</sub> は、最終的に成形 (型抜き等) されて、コイルの一部となる4層目の配線 (1巻の約3/4) である第4配線 30<sub>4</sub> となる部分である。

40

#### 【0086】

次に、基板 10<sub>4</sub> 及び第4構造体 1D の絶縁層 20<sub>4</sub> に、金属層 30<sub>14</sub> の下面を露出する開口部 10<sub>41</sub> を形成する。又、基板 10<sub>4</sub>、第4構造体 1D の絶縁層 20<sub>4</sub>、金属層 30<sub>14</sub>、及び絶縁層 40<sub>4</sub> を貫通する開口部 10<sub>42</sub> (貫通孔) を形成する。

#### 【0087】

50

開口部 10<sub>41</sub> 及び 10<sub>42</sub> の平面形状や加工法は、例えば、開口部 10<sub>21</sub> 等と同様とすることができる。開口部 10<sub>42</sub> は、第3構造体 1C と第4構造体 1D が所定方向に積層された際にビア配線 60<sub>4</sub> と平面視で重複する位置に形成する。なお、図 10 (b) において、絶縁層 40<sub>4</sub> の図示は省略されている。又、図 10 (b) において、金属層 30<sub>14</sub> の開口部 10<sub>41</sub> に対応する領域を破線で示している。

#### 【0088】

次に、図 11 (a) ~ 図 11 (c) に示す工程について説明する。なお、図 11 (a) ~ 図 11 (c) は、図 10 (a) に対応する断面図である。まず、図 11 (a) に示す工程では、接着層 50<sub>3</sub> を準備し、接着層 50<sub>3</sub> を貫通する開口部 50<sub>31</sub> (貫通孔) を形成する。開口部 50<sub>31</sub> は、第3構造体 1C と第4構造体 1D が接着層 50<sub>3</sub> を介して所定方向に積層された際にビア配線 60<sub>4</sub> と平面視で重複する位置に形成する。

10

#### 【0089】

次に、基板 10<sub>4</sub> 及び第4構造体 1D を図 10 に示す状態から反転させ、接着層 50<sub>3</sub> を介して、第3構造体 1C 上に積層する。つまり、第3構造体 1C と第4構造体 1D とを、接着層 50<sub>3</sub> を介して、対向配置し、基板 10<sub>1</sub> と基板 10<sub>4</sub> が外側になるように積層する。その後、接着層 50<sub>3</sub> を硬化させる。このとき、開口部 50<sub>31</sub> 及び開口部 10<sub>42</sub> が連通して1つの開口部 10<sub>43</sub> が形成され、底部にビア配線 60<sub>4</sub> の上面が露出する。

#### 【0090】

但し、図 10 及び図 11 (a) に示す工程において、各開口部を設ける前に第4構造体 1D を接着層 50<sub>3</sub> を介して第3構造体 1C 上に積層し、その後、開口部 10<sub>41</sub>、10<sub>42</sub>、及び 50<sub>31</sub> を設けてもよい。

20

#### 【0091】

次に、図 11 (b) に示す工程では、基板 10<sub>4</sub> を第4構造体 1D の絶縁層 20<sub>4</sub> から除去 (剥離) する。

#### 【0092】

次に、図 11 (c) に示す工程では、開口部 10<sub>43</sub> の底部に露出するビア配線 60<sub>4</sub> 上にビア配線 60<sub>5</sub> を形成する。金属層 30<sub>13</sub> と金属層 30<sub>14</sub> とは、ビア配線 60<sub>4</sub> 及び 60<sub>5</sub> を介して直列に接続される。又、開口部 10<sub>41</sub> の底部に露出する金属層 30<sub>14</sub> 上にビア配線 60<sub>6</sub> を形成する。金属層 30<sub>14</sub> とビア配線 60<sub>6</sub> とは電氣的に接続される。

30

#### 【0093】

ビア配線 60<sub>5</sub> 及び 60<sub>6</sub> は、例えば、ビア配線 60<sub>1</sub> 等と同様に、バスライン 36 を給電に使用する電解めっき法や金属ペーストの充填により形成できる。ビア配線 60<sub>5</sub> 及び 60<sub>6</sub> の材料としては、例えば、銅 (Cu) 等を用いることができる。ビア配線 60<sub>5</sub> 及び 60<sub>6</sub> の夫々の上面は、絶縁層 20<sub>4</sub> の上面と略面一とすることができる。この工程により、第1構造体 1A から第4構造体 1D が積層された積層体において、金属層 30<sub>11</sub>、30<sub>12</sub>、30<sub>13</sub>、及び 30<sub>14</sub> がビア配線を介して直列に接続される。この直列に接続された部分は、最終的に成形 (型抜き等) されて約 3 巻きのコイルとなる。

#### 【0094】

40

次に、図 12 に示す工程では、図 6 に示す工程と同様にして、基板 10<sub>5</sub> 上に、金属層 30<sub>15</sub> が形成された第5構造体 1E を作製する。なお、図 12 (c) は平面図、図 12 (a) は図 12 (c) の F - F 線に沿う断面図、図 21 (b) は図 12 (c) の G - G 線に沿う断面図である。金属層 30<sub>15</sub> は、最終的に成形 (型抜き等) されて、コイルの一部となる 5 層目の配線 (約 1 巻) である第5配線 30<sub>5</sub> となる部分である。金属層 30<sub>15</sub> には切れ込み部 30<sub>1y</sub> が形成されている。切れ込み部 30<sub>1y</sub> は、後工程でコイル基板を成形 (型抜き等) する際に、コイルを構成する渦巻き形状を形成しやすくするために設けるものである。

#### 【0095】

次に、基板 10<sub>5</sub> 及び第5構造体 1E の絶縁層 20<sub>5</sub> に、金属層 30<sub>15</sub> の下面を露出

50

する開口部 10<sub>51</sub> を形成する。又、基板 10<sub>5</sub>、第 5 構造体 1E の絶縁層 20<sub>5</sub>、金属層 301<sub>5</sub>、及び絶縁層 40<sub>5</sub> を貫通する開口部 10<sub>52</sub>（貫通孔）を形成する。

#### 【0096】

開口部 10<sub>51</sub> 及び 10<sub>52</sub> の平面形状や加工法は、例えば、開口部 10<sub>21</sub> 等と同様とすることができる。開口部 10<sub>52</sub> は、第 4 構造体 1D と第 5 構造体 1E が所定方向に積層された際に開口部 50<sub>41</sub> と平面視で重複する位置に形成する。なお、図 12（c）において、絶縁層 40<sub>5</sub> の図示は省略されている。又、図 12（c）において、金属層 301<sub>5</sub> の開口部 10<sub>51</sub> に対応する領域を破線で示している。

#### 【0097】

次に、図 13（a）～図 13（c）に示す工程について説明する。なお、図 13（a）～図 13（c）は、図 12（a）に対応する断面図である。まず、図 13（a）に示す工程では、接着層 50<sub>4</sub> を準備し、接着層 50<sub>4</sub> を貫通する開口部 50<sub>41</sub>（貫通孔）を形成する。開口部 50<sub>41</sub> は、第 4 構造体 1D と第 5 構造体 1E が接着層 50<sub>4</sub> を介して所定方向に積層された際にビア配線 60<sub>6</sub> と平面視で重複する位置に形成する。

#### 【0098】

次に、基板 10<sub>5</sub> 及び第 5 構造体 1E を図 12 に示す状態から反転させ、接着層 50<sub>4</sub> を介して、第 4 構造体 1D 上に積層する。つまり、第 4 構造体 1D と第 5 構造体 1E とを、接着層 50<sub>4</sub> を介して、対向配置し、基板 10<sub>1</sub> と基板 10<sub>5</sub> が外側になるように積層する。その後、接着層 50<sub>4</sub> を硬化させる。このとき、開口部 50<sub>41</sub> 及び開口部 10<sub>52</sub> が連通して 1 つの開口部 10<sub>53</sub> が形成され、底部にビア配線 60<sub>6</sub> の上面が露出する。

#### 【0099】

但し、図 12 及び図 13（a）に示す工程において、各開口部を設ける前に第 5 構造体 1E を接着層 50<sub>4</sub> を介して第 4 構造体 1D 上に積層し、その後、開口部 10<sub>51</sub>、10<sub>52</sub>、及び 50<sub>41</sub> を設けてもよい。

#### 【0100】

次に、図 13（b）に示す工程では、基板 10<sub>5</sub> を第 5 構造体 1E の絶縁層 20<sub>5</sub> から除去（剥離）する。

#### 【0101】

次に、図 13（c）に示す工程では、開口部 10<sub>53</sub> の底部に露出するビア配線 60<sub>6</sub> 上にビア配線 60<sub>7</sub> を形成する。金属層 301<sub>5</sub> と金属層 301<sub>4</sub> とは、ビア配線 60<sub>6</sub> 及び 60<sub>7</sub> を介して直列に接続される。又、開口部 10<sub>51</sub>（図示せず）の底部に露出する金属層 301<sub>5</sub> 上にビア配線 60<sub>8</sub>（図示せず）を形成する。金属層 301<sub>5</sub> とビア配線 60<sub>8</sub> とは電氣的に接続される。

#### 【0102】

ビア配線 60<sub>7</sub> 及び 60<sub>8</sub> は、例えば、ビア配線 60<sub>1</sub> 等と同様に、バスライン 36 を給電に使用する電解めっき法や金属ペーストの充填により形成できる。ビア配線 60<sub>7</sub> 及び 60<sub>8</sub> の材料としては、例えば、銅（Cu）等を用いることができる。ビア配線 60<sub>7</sub> 及び 60<sub>8</sub> の夫々の上面は、絶縁層 20<sub>5</sub> の上面と略面一とすることができる。この工程により、第 1 構造体 1A から第 5 構造体 1E が積層された積層体において、金属層 301<sub>1</sub>、301<sub>2</sub>、301<sub>3</sub>、301<sub>4</sub>、及び 301<sub>5</sub> がビア配線を介して直列に接続される。この直列に接続された部分は、最終的に成形（型抜き等）されて約 4 巻きのコイルとなる。

#### 【0103】

次に、図 14（a）～図 14（c）に示す工程について説明する。なお、図 14（a）～図 14（c）は、図 7（a）に対応する断面図である。まず、図 14（a）に示す工程では、基板 10<sub>6</sub> 上に、金属層 301<sub>6</sub> が形成された第 6 構造体 1F を作製する。金属層 301<sub>6</sub> は、最終的に成形（型抜き等）されて、コイルの一部となる 6 層目の配線（1 巻の約 3/4）である第 6 配線 30<sub>6</sub> となる部分である。そして、基板 10<sub>6</sub> 及び第 6 構造体 1F の絶縁層 20<sub>6</sub> に、金属層 301<sub>6</sub> の下面を露出する開口部 10<sub>61</sub> を形成する。



又、基板 10<sub>6</sub>、第 6 構造体 1 F の絶縁層 20<sub>6</sub>、金属層 301<sub>6</sub>、及び絶縁層 40<sub>6</sub> を貫通する開口部 10<sub>62</sub>（貫通孔）を形成する。なお、第 6 構造体 1 F は、便宜上別符合として示しているが、図 6 に示す第 2 構造体 1 B と同一構造であり、開口部 10<sub>61</sub> 及び 10<sub>62</sub> は夫々開口部 10<sub>21</sub> 及び 10<sub>22</sub> に対応する。

【0104】

次に、接着層 50<sub>5</sub> を準備し、接着層 50<sub>5</sub> を貫通する開口部 50<sub>51</sub>（貫通孔）を形成する。開口部 50<sub>51</sub> は、第 6 構造体 1 F と第 5 構造体 1 E が接着層 50<sub>5</sub> を介して所定方向に積層された際にビア配線 60<sub>8</sub> と平面視で重複する位置に形成する。そして、図 7（a）と同様にして、基板 10<sub>6</sub> 及び第 6 構造体 1 F を図 6 に示す状態から反転させ、接着層 50<sub>5</sub> を介して、第 5 構造体 1 E 上に積層する。つまり、第 5 構造体 1 E と第 6 構造体 1 F とを、接着層 50<sub>5</sub> を介して、対向配置し、基板 10<sub>1</sub> と基板 10<sub>6</sub> が外側になるように積層する。その後、接着層 50<sub>5</sub> を硬化させる。このとき、開口部 50<sub>51</sub> 及び開口部 10<sub>62</sub> が連通して 1 つの開口部 10<sub>63</sub> が形成され、底部にビア配線 60<sub>8</sub> の上面が露出する。

【0105】

但し、図 6 及び図 14（a）に示す工程において、各開口部を設ける前に第 6 構造体 1 F を接着層 50<sub>5</sub> を介して第 5 構造体 1 E 上に積層し、その後、開口部 10<sub>61</sub>、10<sub>62</sub>、及び 50<sub>51</sub> を設けてもよい。

【0106】

次に、図 14（b）に示す工程では、基板 10<sub>6</sub> を第 6 構造体 1 F の絶縁層 20<sub>6</sub> から除去（剥離）する。

【0107】

次に、図 14（c）に示す工程では、開口部 10<sub>63</sub> の底部に露出するビア配線 60<sub>8</sub> 上にビア配線 60<sub>9</sub> を形成する。金属層 301<sub>5</sub> と金属層 301<sub>6</sub> とは、ビア配線 60<sub>8</sub> 及び 60<sub>9</sub> を介して直列に接続される。又、開口部 10<sub>61</sub> の底部に露出する金属層 301<sub>6</sub> 上にビア配線 60<sub>10</sub> を形成する。金属層 301<sub>6</sub> とビア配線 60<sub>10</sub> とは電氣的に接続される。

【0108】

ビア配線 60<sub>9</sub> 及び 60<sub>10</sub> は、例えば、ビア配線 60<sub>1</sub> 等と同様に、バスライン 36 を給電に使用する電解めっき法や金属ペーストの充填により形成できる。ビア配線 60<sub>9</sub> 及び 60<sub>10</sub> の材料としては、例えば、銅（Cu）等を用いることができる。ビア配線 60<sub>9</sub> 及び 60<sub>10</sub> の夫々の上面は、絶縁層 20<sub>6</sub> の上面と略面一とすることができる。この工程により、第 1 構造体 1 A から第 6 構造体 1 F が積層された積層体において、金属層 301<sub>1</sub>、301<sub>2</sub>、301<sub>3</sub>、301<sub>4</sub>、301<sub>5</sub>、及び 301<sub>6</sub> がビア配線を介して直列に接続される。この直列に接続された部分は、最終的に成形（型抜き等）されて約 4 巻きと 3/4 のコイルとなる。

【0109】

次に、図 15 に示す工程では、図 6 に示す工程と同様にして、基板 10<sub>7</sub> 上に、金属層 301<sub>7</sub> が形成された第 7 構造体 1 G を作製する。金属層 301<sub>7</sub> は、最終的に成形（型抜き等）されて、コイルの一部となる 7 層目の配線（約 1 巻）である第 7 配線 30<sub>7</sub> となる部分である。具体的には、絶縁層 20<sub>7</sub> 上に金属層 301<sub>7</sub> を形成する。又、金属層 301<sub>7</sub> の一端部に接続部 37 を形成する。なお、金属層 301<sub>7</sub> 及び接続部 37 は一体に形成されている。金属層 301<sub>7</sub> には切れ込み部 301<sub>x</sub> が形成されている。切れ込み部 301<sub>x</sub> は、後工程でコイル基板を成形（型抜き等）する際に、コイルを構成する渦巻き形状を形成しやすくするために設けるものである。

【0110】

次に、基板 10<sub>7</sub>、第 7 構造体 1 G の絶縁層 20<sub>7</sub>、金属層 301<sub>7</sub>、及び絶縁層 40<sub>7</sub> を貫通する開口部 10<sub>72</sub>（貫通孔）を形成する。なお、図 15（b）は平面図、図 15（a）は図 15（b）の A - A 線に沿う断面図である。開口部 10<sub>72</sub> の平面形状や加工法は、例えば、開口部 10<sub>21</sub> 等と同様とすることができる。開口部 10<sub>72</sub> は、第 6

10

20

30

40

50

構造体 1 E と第 7 構造体 1 G が所定方向に積層された際にビア配線 6 0<sub>10</sub> と平面視で重複する位置に形成する。なお、図 1 5 ( b ) において、絶縁層 4 0<sub>7</sub> の図示は省略されている。

#### 【 0 1 1 1 】

次に、図 1 6 ( a ) ~ 図 1 6 ( c ) に示す工程について説明する。なお、図 1 6 ( a ) ~ 図 1 6 ( c ) は、図 1 5 ( a ) に対応する断面図である。まず、図 1 6 ( a ) に示す工程では、接着層 5 0<sub>6</sub> を準備し、接着層 5 0<sub>6</sub> を貫通する開口部 5 0<sub>61</sub> (貫通孔) を形成する。開口部 5 0<sub>61</sub> は、第 6 構造体 1 F と第 7 構造体 1 G が接着層 5 0<sub>6</sub> を介して所定方向に積層された際にビア配線 6 0<sub>10</sub> と平面視で重複する位置に形成する。

#### 【 0 1 1 2 】

次に、基板 1 0<sub>7</sub> 及び第 7 構造体 1 G を図 1 5 に示す状態から反転させ、接着層 5 0<sub>6</sub> を介して、第 6 構造体 1 F 上に積層する。つまり、第 6 構造体 1 F と第 7 構造体 1 G とを、接着層 5 0<sub>6</sub> を介して、対向配置し、基板 1 0<sub>1</sub> と基板 1 0<sub>7</sub> が外側になるように積層する。その後、接着層 5 0<sub>6</sub> を硬化させる。このとき、開口部 5 0<sub>61</sub> 及び開口部 1 0<sub>72</sub> が連通して 1 つの開口部 1 0<sub>73</sub> が形成され、底部にビア配線 6 0<sub>10</sub> の上面が露出する。

#### 【 0 1 1 3 】

但し、図 1 5 及び図 1 6 ( a ) に示す工程において、各開口部を設ける前に第 7 構造体 1 G を接着層 5 0<sub>6</sub> を介して第 6 構造体 1 F 上に積層し、その後、開口部 1 0<sub>72</sub> 及び 5 0<sub>61</sub> を設けてもよい。

#### 【 0 1 1 4 】

次に、図 1 6 ( b ) に示す工程では、基板 1 0<sub>7</sub> を第 7 構造体 1 G の絶縁層 2 0<sub>7</sub> から除去 (剥離) する。

#### 【 0 1 1 5 】

次に、図 1 6 ( c ) に示す工程では、開口部 1 0<sub>73</sub> の底部に露出するビア配線 6 0<sub>10</sub> 上にビア配線 6 0<sub>11</sub> を形成する。金属層 3 0<sub>16</sub> と金属層 3 0<sub>17</sub> とは、ビア配線 6 0<sub>10</sub> 及び 6 0<sub>11</sub> を介して直列に接続される。

#### 【 0 1 1 6 】

ビア配線 6 0<sub>11</sub> は、例えば、ビア配線 6 0<sub>1</sub> 等と同様に、バスライン 3 6 を給電に使用する電解めっき法や金属ペーストの充填により形成できる。ビア配線 6 0<sub>11</sub> の材料としては、例えば、銅 (Cu) 等を用いることができる。ビア配線 6 0<sub>11</sub> の上面は、絶縁層 2 0<sub>7</sub> の上面と略面一とすることができる。この工程により、第 1 構造体 1 A から第 7 構造体 1 G が積層された積層体において、金属層 3 0<sub>11</sub>、3 0<sub>12</sub>、3 0<sub>13</sub>、3 0<sub>14</sub>、3 0<sub>15</sub>、3 0<sub>16</sub>、及び 3 0<sub>17</sub> がビア配線を介して直列に接続される。この直列に接続された部分は、最終的に成形 (型抜き等) されて約 5 巻きと 1 / 2 のコイルとなる。

#### 【 0 1 1 7 】

次に、図 1 7 ( a ) に示す工程では、第 7 構造体 1 G 上に、開口部が形成されていない接着層 5 0<sub>7</sub> を積層する。次に、図 1 7 ( b ) に示す工程では、図 1 7 ( a ) に示す構造体を、図 4 に示す切断位置 D で切断して個片化し、シート状の基板 1 M とする。図 1 7 の例では、基板 1 M には、5 0 個の個別領域 C が形成されている。但し、図 1 7 ( b ) に示す工程を実行せず、図 2 1 に示す工程が終了したリール状 (テープ状) の構造体を、そのまま製品として出荷してもよい。

#### 【 0 1 1 8 】

次に、図 1 8 ~ 図 2 1 ( a ) に示す工程では、基板 1 M を成形 (型抜き等) して不要部分を除去し、各層に形成された金属層を螺旋状のコイルの一部を構成する形状の配線にする。図 1 8 は、基板 1 M を成形 (型抜き等) する前の金属層 3 0<sub>17</sub> を例示する平面図である (金属層 3 0<sub>17</sub> よりも上層の図示は省略)。図 1 9 は、基板 1 M を成形 (型抜き等) する前の各層に形成された金属層の形状を模式的に例示する斜視図である。図 1 8 及び図 1 9 に示した各金属層が形成された基板 1 M を金型を用いたプレス加工法等により成形

10

20

30

40

50

し、図20及び図21(a)に示す形状とする。なお、図20は図18に対応する平面図、図21(a)は図20のA-A線に沿う断面図である。なお、図20及び図21(a)に示す構造体の各層の配線の形状は、図2のようになる。基板1Mを金型を用いたプレス加工法等に代えて、レーザ加工法等により成形してもよい。

#### 【0119】

この工程により、第1構造体1Aから第7構造体1Gが積層された積層体において、金属層301<sub>1</sub>が成形されて第1配線30<sub>1</sub>となる。同様に、金属層301<sub>2</sub>、301<sub>3</sub>、301<sub>4</sub>、301<sub>5</sub>、301<sub>6</sub>、及び301<sub>7</sub>が成形されて、夫々第2配線30<sub>2</sub>、第3配線30<sub>3</sub>、第4配線30<sub>4</sub>、第5配線30<sub>5</sub>、第6配線30<sub>6</sub>、及び第7配線30<sub>7</sub>となる。第1配線30<sub>1</sub>、第2配線30<sub>2</sub>、第3配線30<sub>3</sub>、第4配線30<sub>4</sub>、第5配線30<sub>5</sub>、第6配線30<sub>6</sub>、及び第7配線30<sub>7</sub>はビア配線を介して直列に接続された、約5巻きと1/2の螺旋状のコイルである。

10

#### 【0120】

なお、第1構造体1Aから第7構造体1Gが積層された積層体は各個別領域Cに形成され、隣接する個別領域C間に形成された絶縁層40<sub>7</sub>等を含む連結部80を介して相互に連結している（電気的には接続されていない）。なお、各個別領域Cの積層体を構成する絶縁層40<sub>7</sub>等も配線と略同形状に成形され、積層体の略中央部に、各層を貫通する貫通孔1xが形成される。

#### 【0121】

次に、図21(b)に示す工程では、第1構造体1Aから第7構造体1Gが積層された積層体の底面を除く表面を被覆する絶縁膜70を形成する。すなわち、各個別領域Cに形成された積層体の外壁面（側壁）、接着層50<sub>7</sub>の上面、及び貫通孔1xの内壁面を連続的に被覆する絶縁膜70を形成する（平面形状は図1(c)参照）。積層体の外壁面（側壁）や貫通孔1xの内壁面には各配線の端面が露出しているため、インダクタ100（図3参照）を作製した際に、各配線が封止樹脂110に含有される場合がある導電体（磁性体のフィラー等）と短絡するおそれがある。そこで、積層体の表面に絶縁膜70を形成し、封止樹脂110に含有される場合がある導電体（磁性体のフィラー等）との短絡を防止する。

20

#### 【0122】

絶縁膜70としては、例えば、エポキシ系やアクリル系絶縁性樹脂等を用いることができる。絶縁膜70は、シリカ等のフィラーを含有しても構わない。絶縁膜70は、例えば、スピンコート法やスプレーコート法等により形成できる。絶縁膜70として電着レジストを用いてもよい。この場合には、電着塗装法により、積層体の外壁面（側壁）や貫通孔1xの内壁面に露出する各配線の端面のみに電着レジストが被着される。絶縁膜70の厚さは、例えば、20～50μm程度とすることができる。

30

#### 【0123】

次に、図21(c)に示す工程では、基板10<sub>1</sub>を絶縁層20<sub>1</sub>から剥離する。これにより、各個別領域Cにコイル基板1（図1参照）が完成する。なお、各個別領域Cのコイル基板1は、隣接する個別領域C間に形成された連結部80を介して相互に連結している（電気的には接続されていない）。

40

#### 【0124】

インダクタ100（図3参照）を作製するには、図22(a)に示すように、例えば、図21(c)に示すコイル基板1を個別領域C毎に切断する。これにより、連結部80が除去されて、個片化された複数のコイル基板1が完成する。各コイル基板1の一方の側面1yからは接続部35の側面が露出し、他方の側面1zから接続部37の側面が露出する。

#### 【0125】

次に、図22(b)に示すように、各コイル基板1の一方の側面1y及び他方の側面1zを除く部分を封止するように、例えば、トランスファーマールド法等により、封止樹脂110を形成する。封止樹脂110としては、例えば、フェライト等の磁性体のフィラー

50

を含有するエポキシ系絶縁樹脂等の絶縁樹脂を用いることができる。なお、図 2 1 ( c ) に示す連結部 8 0 を介して相互に連結されたコイル基板 1 の状態で個別領域 C 全体に封止樹脂 1 1 0 を形成し、次いで、封止樹脂 1 1 0 ごとコイル基板 1 を個別領域 C 毎に切断し、図 2 2 ( b ) の状態としてもよい。

#### 【 0 1 2 6 】

次に、図 2 2 ( c ) に示すように、めっき法やペースト塗布により、封止樹脂 1 1 0 の一方の側面、並びに上面及び下面の一部に銅 ( C u ) 等からなる電極 1 2 0 を連続的に形成する。電極 1 2 0 の内壁面は、コイル基板 1 の一方の側面 1 y から露出する接続部 3 5 の側面と接し、両者は電氣的に接続される。同様に、めっき法やペースト塗布により、封止樹脂 1 1 0 の他方の側面、並びに上面及び下面の一部に銅 ( C u ) 等からなる電極 1 3 0 を連続的に形成する。電極 1 3 0 の内壁面は、コイル基板 1 の他方の側面 1 z から露出する接続部 3 7 の側面と接し、両者は電氣的に接続される。これにより、インダクタ 1 0 0 が完成する。

10

#### 【 0 1 2 7 】

このように、本実施の形態に係るコイル基板 1 では、螺旋状のコイルの一部となる配線を絶縁層で被覆した構造体を複数個作製し、それらを接着層を介して積層して、各層の配線間をビア配線を介して直列に接続して、1本の螺旋状のコイルを作製する。これにより、構造体の積層数を増やすことで、平面形状を変更することなく任意の巻き数のコイルを実現できる。つまり、従来よりも小さなサイズ (例えば、平面形状が 1 . 6 m m × 0 . 8 m m ) で、コイルの巻き数 (ターン数) を増やすことが可能となる。

20

#### 【 0 1 2 8 】

又、例えば、コイルの一部を構成する形状の配線を予め各構造体に形成し、その後各構造体を積層する方法も考えられる。しかし、この方法では、各配線が左右にずれて平面視で完全に重複するようには積層できない。その後、積層体に貫通孔等を形成すると、ずれた配線の一部が除去されるおそれがある。このような不具合は、予め各構造体に形成する配線を細くすることで解決できるが、結果としてコイルの直流抵抗が増加してしまう。

#### 【 0 1 2 9 】

一方、本実施の形態に係るコイル基板の製造方法では、各構造体に予め配線よりも大きな平面形状の金属層を形成し、各構造体を積層して積層体を形成し、この積層体を厚さ方向に成形して、各金属層を螺旋状のコイルの一部を構成する形状の配線に同時に加工する。そのため、各配線が左右にずれすることなく、平面視で重複するように高精度に積層された配線から螺旋状のコイルを形成できる。その結果、直流抵抗を小さくできる。すなわち、各配線の左右へのずれを考慮する必要がないため、各配線を太くすることが可能となり、直流抵抗を小さくできる。

30

#### 【 0 1 3 0 】

又、構造体の積層数を増やすことで、平面形状を変更しなくてもコイルの巻き数を増やすため、小型でインダクタンスが大きなコイル基板を容易に形成できる。

#### 【 0 1 3 1 】

又、一の構造体 ( 1 層 ) に形成する配線をコイルの 1 巻き以下にできるため、構造体 ( 1 層 ) に形成する配線の幅を太くすることが可能である。つまり、配線の幅方向の断面積を増やすことが可能となり、インダクタの性能に直結する巻き線抵抗を低減できる。

40

#### 【 0 1 3 2 】

又、コイル基板 1 の製造工程では、基板 1 0 n として可撓性を有する絶縁樹脂フィルム (例えば、ポリフェニレンサルファイドフィルム等) を用いるが、最終的には剥離され、製品には残存しないため、コイル基板 1 の薄型化が可能となる。

#### 【 0 1 3 3 】

又、基板 1 0 n としてリール状 (テープ状) の可撓性を有する絶縁樹脂フィルム (例えば、ポリフェニレンサルファイドフィルム等) を用いることで、コイル基板 1 を基板 1 0 n 上にリールトゥリールで製造することが可能となる。これにより、大量生産によるコイル基板 1 の低コスト化を実現できる。

50

## 【 0 1 3 4 】

以上、好ましい実施の形態について詳説したが、上述した実施の形態に制限されることなく、特許請求の範囲に記載された範囲を逸脱することなく、上述した実施の形態に種々の変形及び置換を加えることができる。

## 【 0 1 3 5 】

例えば、一の構造体（１層）に形成する配線の巻き数は任意に組み合わせることができる。上記の実施の形態のように、約１巻きの配線と約３／４巻きの配線を組み合わせてもよいし、約１巻きの配線と約１／２巻きの配線を組み合わせてもよい。約３／４巻きの配線を用いると４パターン（上記例では、第２配線 3 0<sub>2</sub>、第３配線 3 0<sub>3</sub>、第４配線 3 0<sub>4</sub>、第５配線 3 0<sub>5</sub>）の配線が必要となるが、約１／２巻きの配線を用いると２パターンの配線のみで構成できる。

10

## 【符号の説明】

## 【 0 1 3 6 】

- 1 コイル基板
- 1 A 第１構造体
- 1 B 第２構造体
- 1 C 第３構造体
- 1 D 第４構造体
- 1 E 第５構造体
- 1 F 第６構造体
- 1 G 第７構造体
- 1 x 貫通孔
- 1 y コイル基板の一方の側面
- 1 z コイル基板の他方の側面
- 1 0<sub>1</sub> ~ 1 0<sub>7</sub>、1 M 基板
- 1 0 z スプロケットホール
- 2 0<sub>1</sub> ~ 2 0<sub>7</sub>、4 0<sub>1</sub> ~ 4 0<sub>7</sub> 絶縁層
- 3 0<sub>1</sub> 第１配線
- 3 0<sub>2</sub> 第２配線
- 3 0<sub>3</sub> 第３配線
- 3 0<sub>4</sub> 第４配線
- 3 0<sub>5</sub> 第５配線
- 3 0<sub>6</sub> 第６配線
- 3 0<sub>7</sub> 第７配線
- 3 5、3 7 接続部
- 3 6 バスライン
- 5 0<sub>1</sub> ~ 5 0<sub>7</sub> 接着層
- 6 0<sub>1</sub> ~ 6 0<sub>1 1</sub> ビア配線
- 7 0 絶縁膜
- 8 0 連結部
- 1 1 0 封止樹脂
- 1 2 0、1 3 0 電極
- 3 0 0<sub>1</sub> 金属箔
- 3 0 1<sub>1</sub> ~ 3 0 1<sub>7</sub> 金属層
- C 個別領域

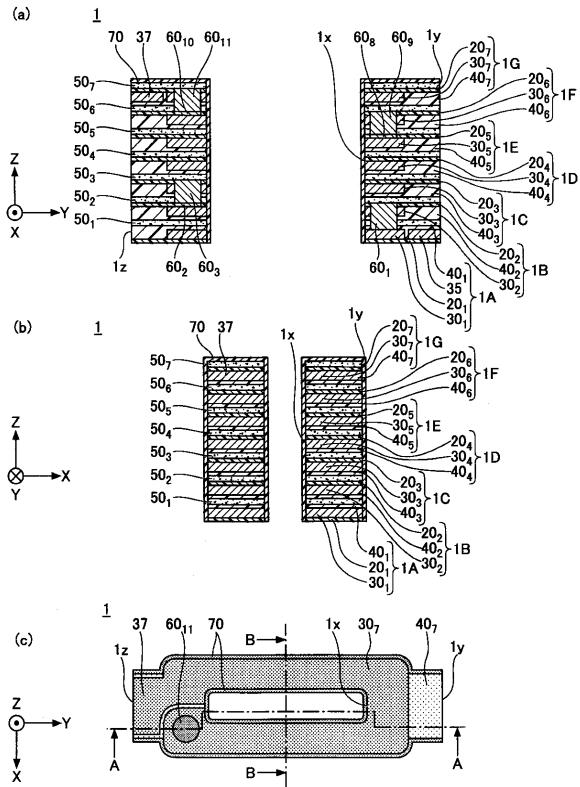
20

30

40

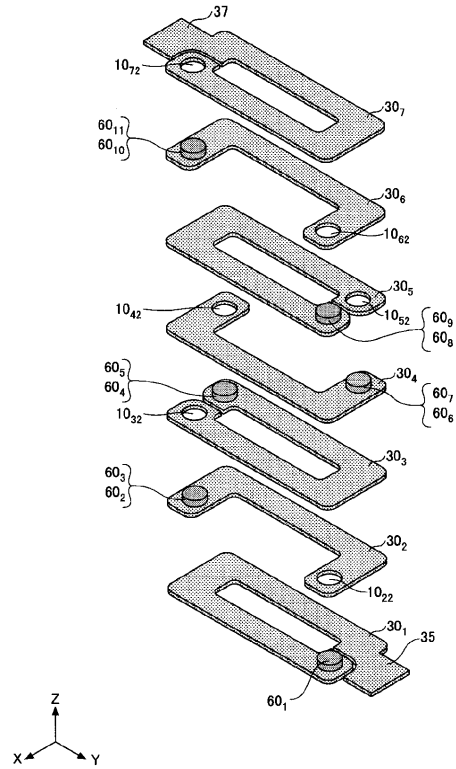
【図 1】

本実施の形態に係るコイル基板を例示する図



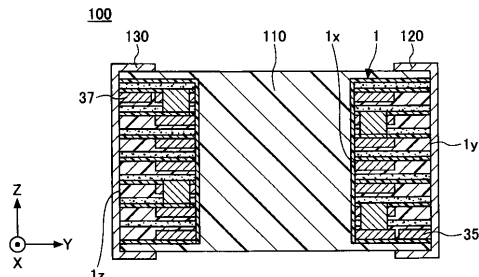
【図 2】

本実施の形態に係るコイル基板を構成する各構造体の配線の形状を模式的に例示する斜視図



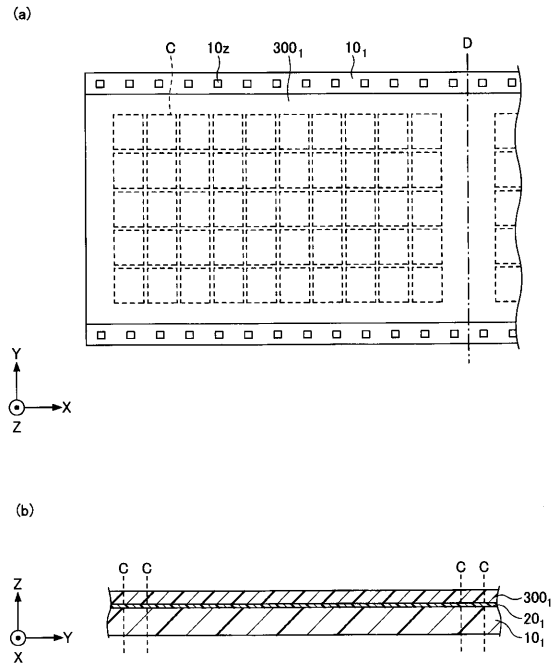
【図 3】

本実施の形態に係るインダクタを例示する断面図



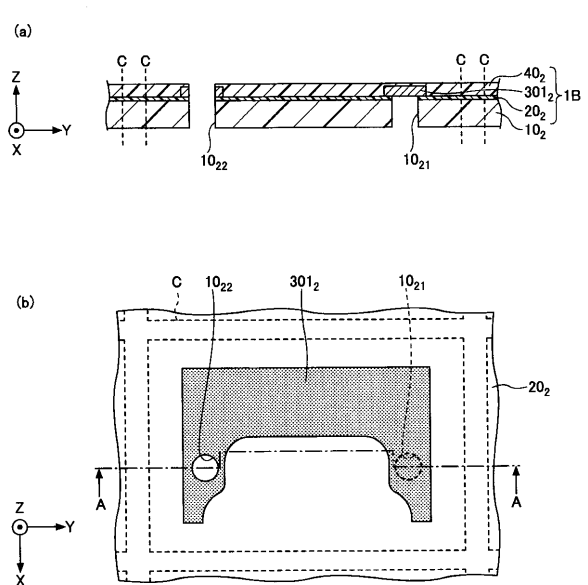
【図 4】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その1)



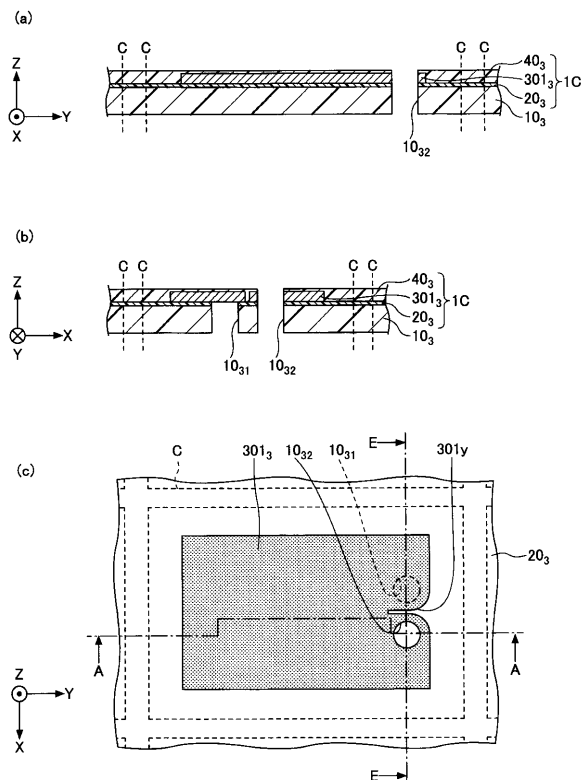
【 図 6 】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その3)



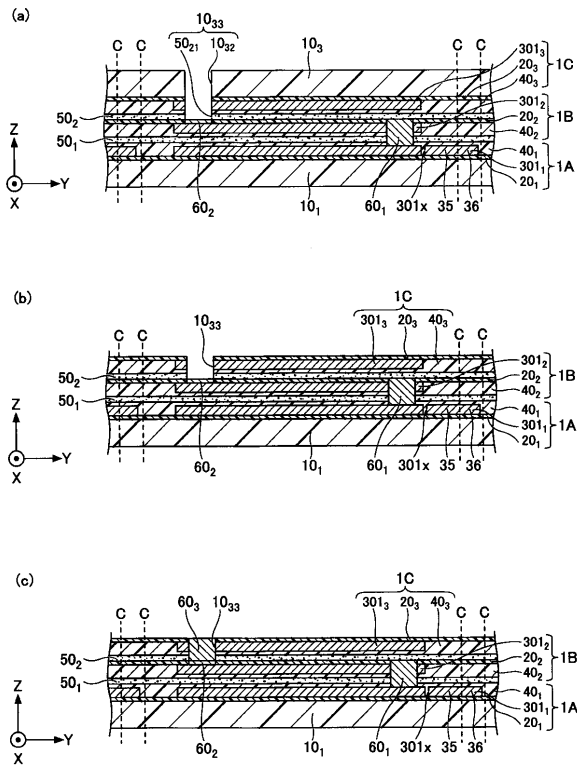
【 図 8 】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その5)



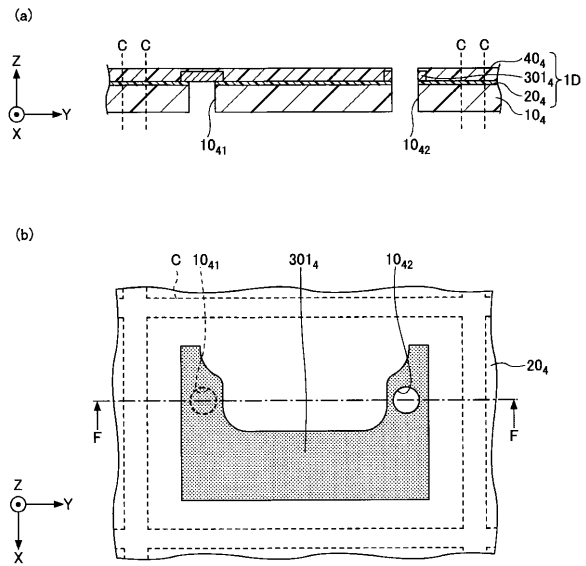
【圖 9】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その6)



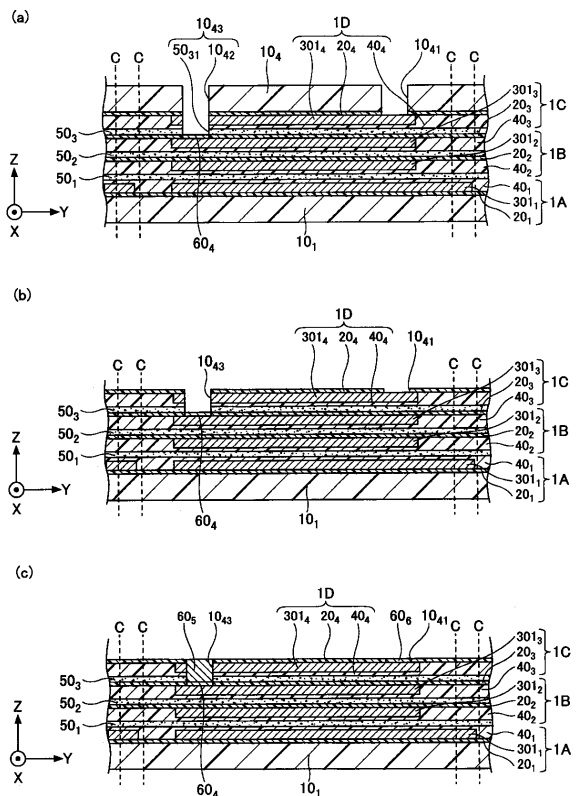
【 図 1 0 】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その7)



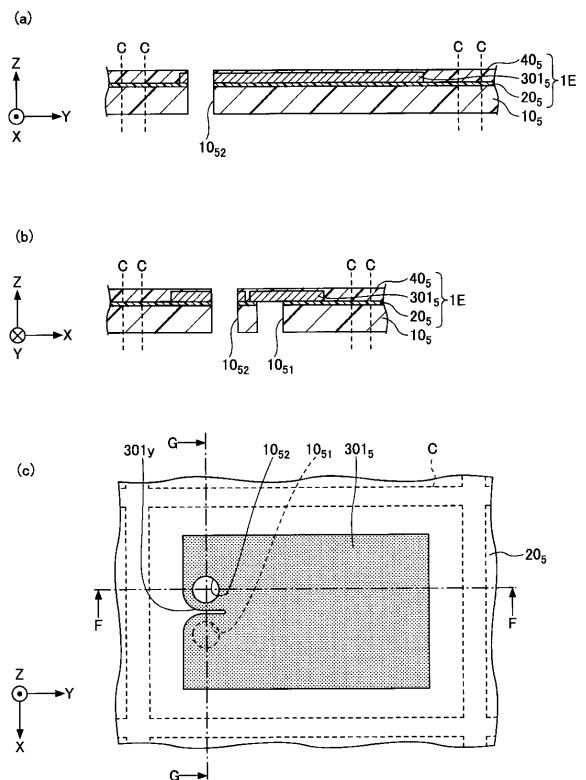
【 図 1 1 】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その8)



【圖 12】

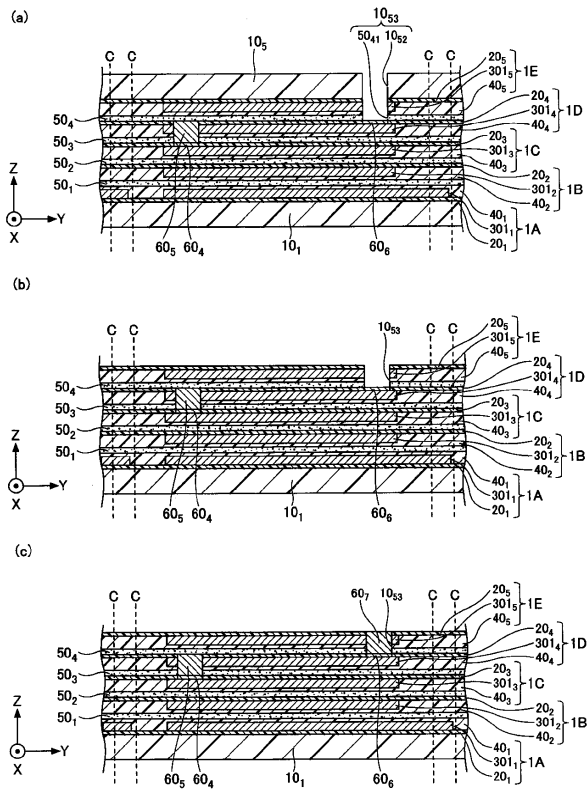
本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その9)





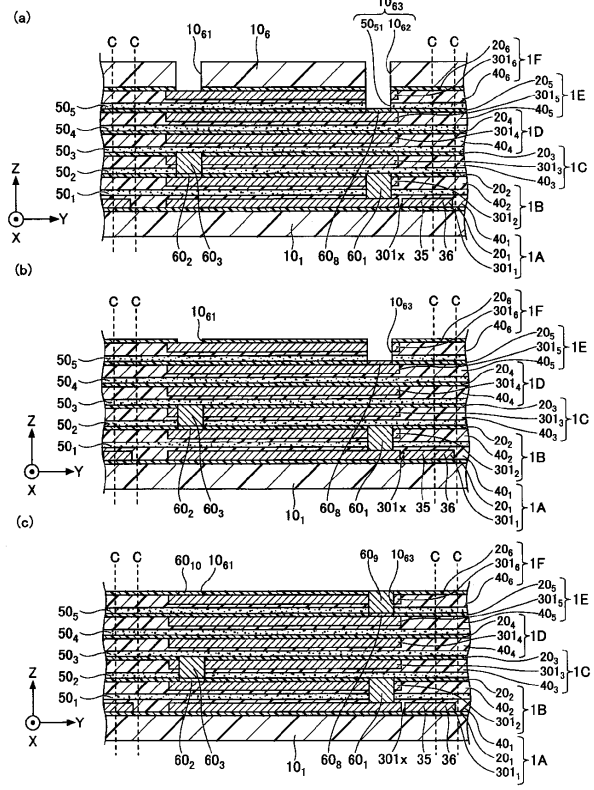
【 図 1 3 】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その10)



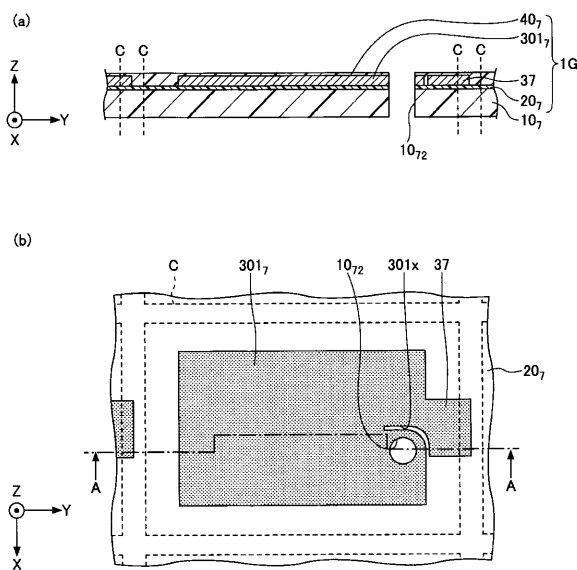
【 図 1 4 】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その11)



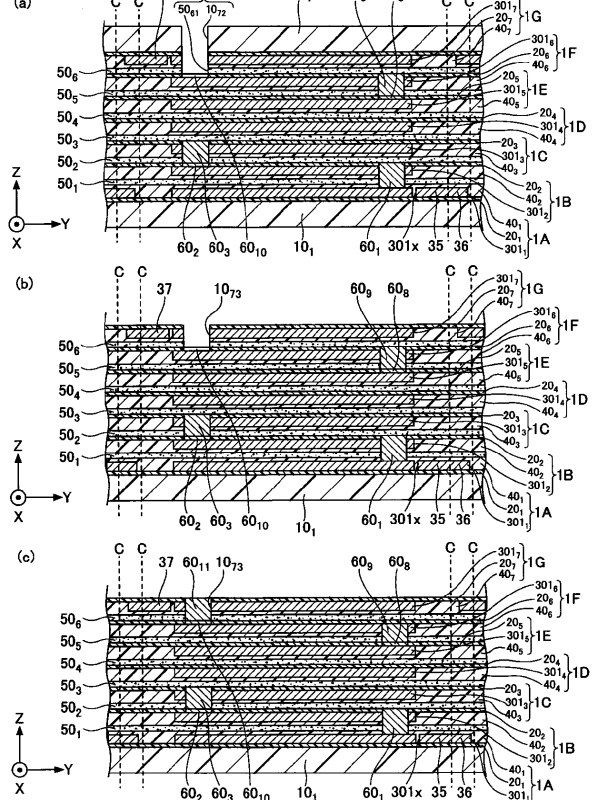
【 図 1 5 】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その12)



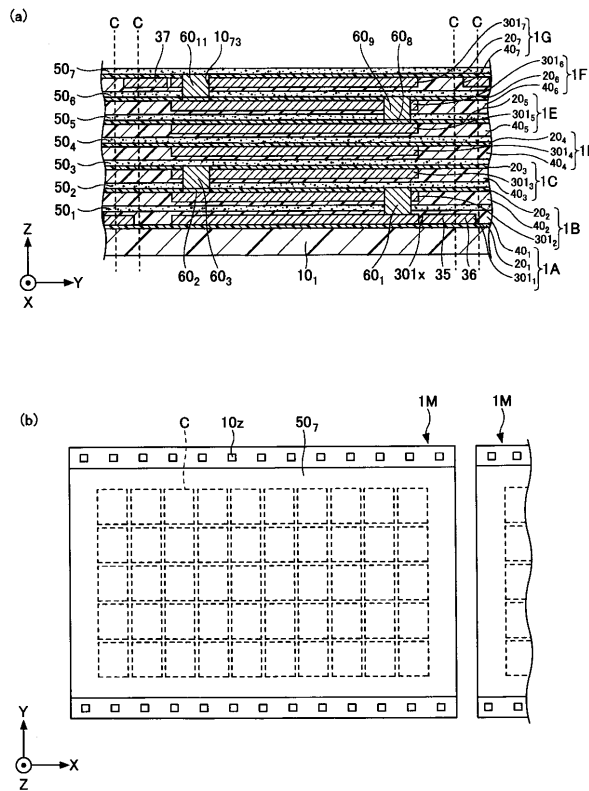
【 図 1 6 】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その13)



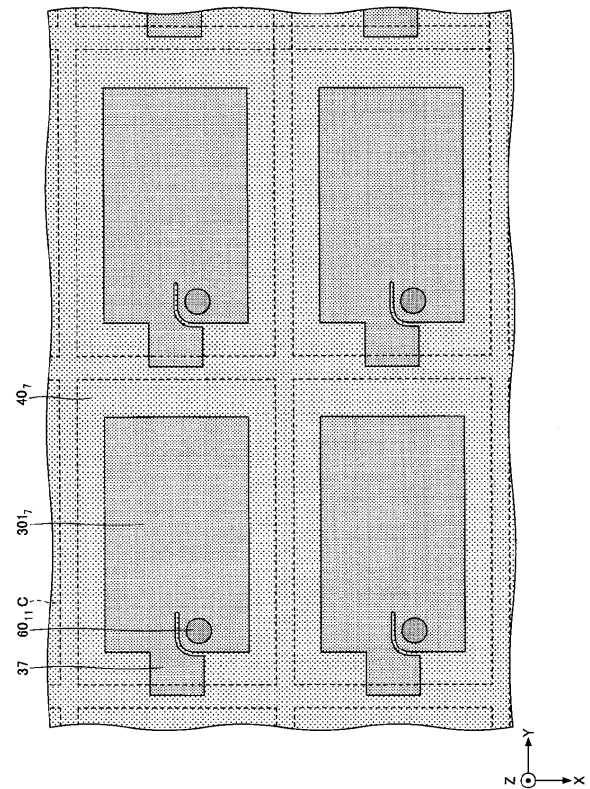
【図 17】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その14)



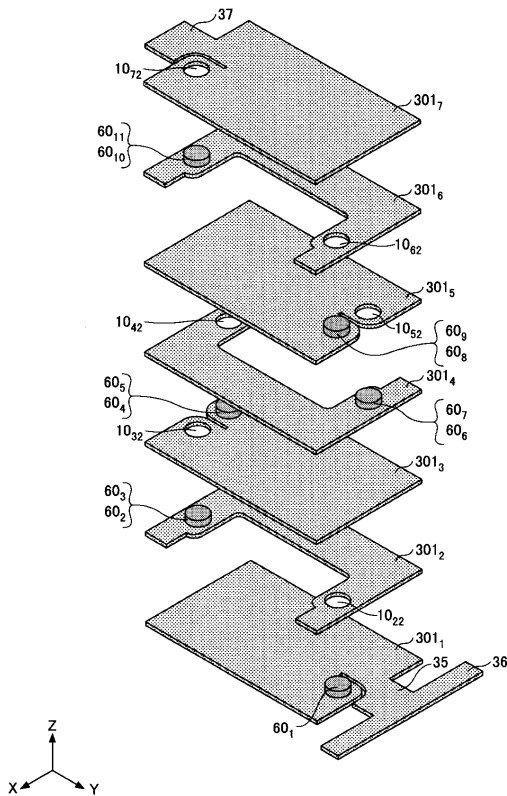
【図 18】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その15)



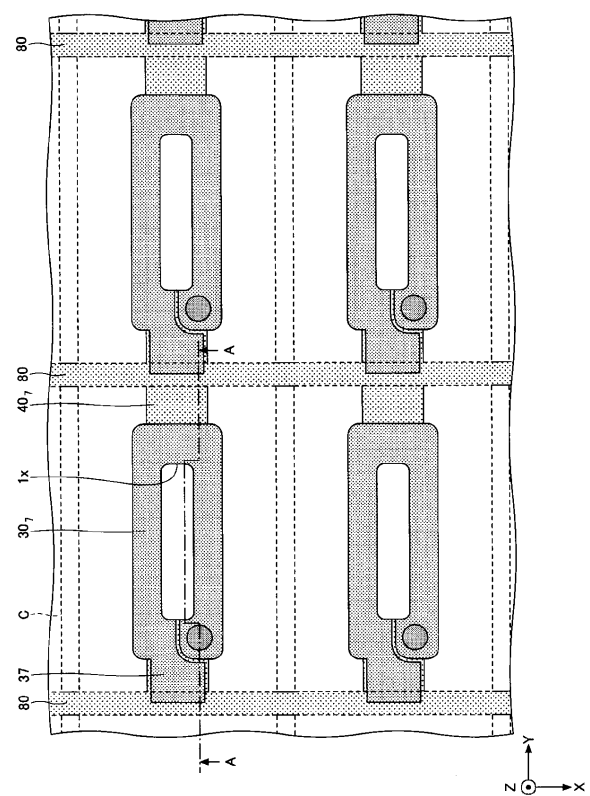
【図 19】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その16)



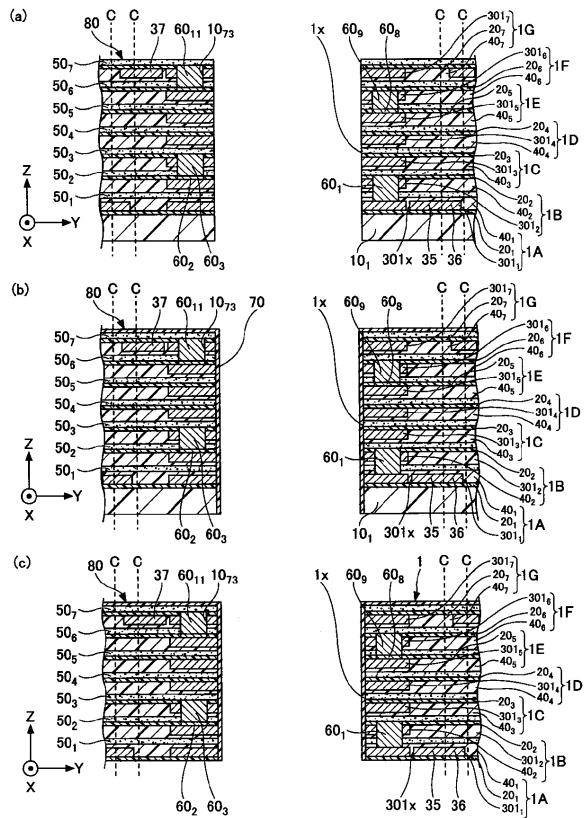
【図 20】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その17)



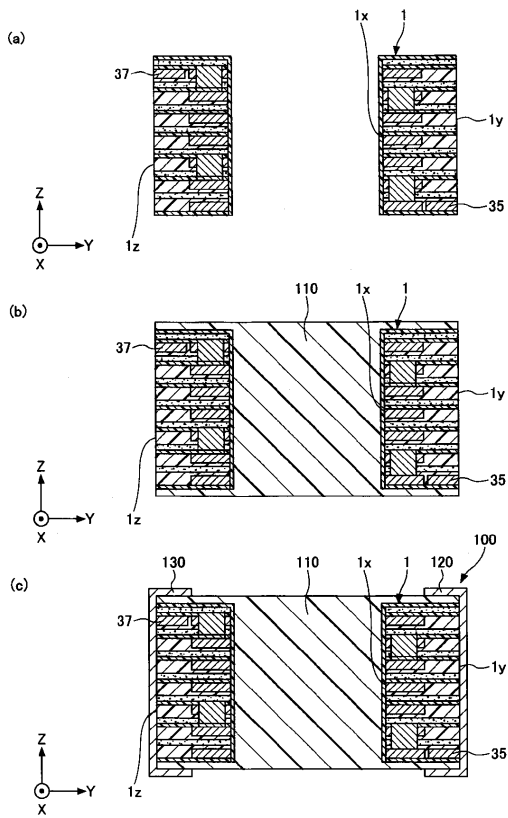
【図 2 1】

本実施の形態に係るコイル基板の製造工程を例示する図(その18)



【図 2 2】

本実施の形態に係るインダクタの製造工程を例示する図



---

フロントページの続き

(72)発明者 佐々田 洋一  
長野県長野市小島田町 8 0 番地 新光電気工業株式会社内

審査官 久保田 昌晴

(56)参考文献 特開平 0 5 - 3 4 7 2 3 2 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 3 1 3 2 1 2 ( J P , A )  
特開平 0 8 - 0 1 7 6 5 3 ( J P , A )  
実開平 0 2 - 0 5 4 2 0 5 ( J P , U )  
特開平 0 6 - 2 3 1 9 9 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 1 6 7 9 3 0 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 2 2 4 0 6 9 ( J P , A )  
実開昭 5 7 - 0 5 0 8 1 3 ( J P , U )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 F 1 7 / 0 0 - 1 9 / 0 8、2 7 / 2 8、3 0 / 1 0、3 7 / 0 0  
H 0 1 F 4 1 / 0 0 - 4 1 / 0 4  
H 0 5 K 1 / 0 9 - 1 / 1 1、1 / 1 6、  
H 0 5 K 3 / 0 0、3 / 4 0 - 3 / 4 2、3 / 4 6