

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-16642

(P2019-16642A)

(43) 公開日 平成31年1月31日(2019.1.31)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO 1 F 17/00	(2006.01)	HO 1 F 17/00	D	5E062
HO 1 F 17/04	(2006.01)	HO 1 F 17/04	F	5E070
HO 1 F 41/04	(2006.01)	HO 1 F 41/04	C	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2017-131207 (P2017-131207)	(71) 出願人	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(22) 出願日	平成29年7月4日(2017.7.4)	(74) 代理人	100158207 弁理士 河本 尚志
		(72) 発明者	米森 啓人 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
		Fターム(参考)	5E062 DD04 FF01 5E070 AA01 AB02 AB03 BA12 CB13 CB17 DB08

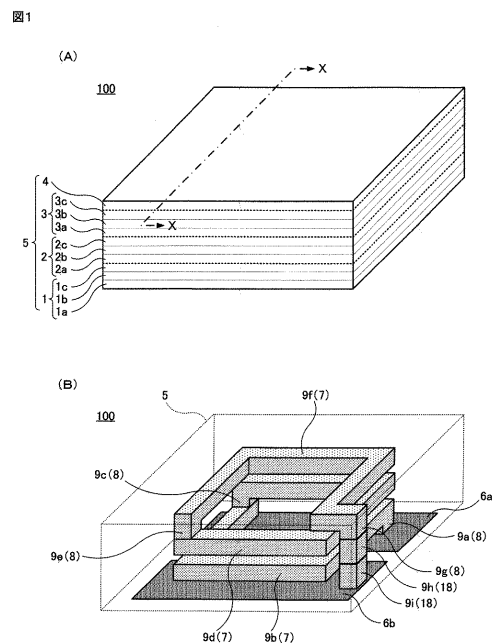
(54) 【発明の名称】 コイル、基板、電子モジュールおよびコイルの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 導電体の断面積が大きく、挿入損失が小さいコイルを提供する。

【解決手段】 ユニット1、2、3が積層された積層体5を備える。ユニット1は、複数の基材層1a~1cが積層され、かつ、第1主面と第2主面を有する。ユニット1は、第1主面に、基材層1a~1cの少なくとも1層以上の深さの溝7が形成され、溝7の底部に、第2主面に至る孔8が形成されている。溝7に導電体9bが充填され、孔8に導電体9aが充填されている。ユニット2、3も同様の構成である。ユニット1、2、3が積層されることによって、積層体5の内部に、導電体9a~9iが螺旋状に接続される。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数のユニットが積層された積層体を備え、  
前記ユニットは、複数の基材層が積層され、かつ、第 1 主面と第 2 主面を有し、  
前記ユニットは、前記第 1 主面に、前記基材層の少なくとも 1 層以上の深さの溝が形成され、

少なくとも 1 つの前記ユニットは、前記溝の底部に、前記第 2 主面に至る孔が形成され、

前記溝および前記孔に、それぞれ、導電体が充填され、

複数の前記ユニットが積層されることによって、隣接する一方の前記ユニットの前記孔に充填された前記導電体と、隣接する他方の前記ユニットの前記溝に充填された前記導電体とが接続され、

前記積層体の内部に、前記導電体が、前記ユニットの積層方向を軸として螺旋状に接続された、コイル。

## 【請求項 2】

前記孔が、前記溝の端部に形成された、請求項 1 に記載されたコイル。

## 【請求項 3】

前記溝が、少なくとも 1 か所で折れ曲っている、請求項 1 または 2 に記載されたコイル。

## 【請求項 4】

前記溝の深さが、前記孔の深さよりも大きい、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載されたコイル。

## 【請求項 5】

前記溝の前記底部が、前記基材層のうちの 1 層の厚み方向の中間に位置している、請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載されたコイル。

## 【請求項 6】

少なくとも 1 つの前記ユニットの、少なくとも 1 つの前記基材層が磁性体である、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載されたコイル。

## 【請求項 7】

少なくとも 1 つの前記ユニットの、少なくとも 1 つの前記基材層が磁性体であり、かつ、他の少なくとも 1 つの前記基材層が非磁性体である、請求項 6 に記載されたコイル。

## 【請求項 8】

少なくとも 1 つの前記ユニット同士の層間、および/または、少なくとも 1 つの前記ユニットの少なくとも 1 つの前記基材層同士の層間に、導電体が配置され、層間電極が形成された、請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載されたコイル。

## 【請求項 9】

前記層間電極の少なくとも一方の主面に、非磁性体の前記基材層が接している、請求項 8 に記載されたコイル。

## 【請求項 10】

請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載されたコイルを備えた、基板。

## 【請求項 11】

請求項 10 に記載された基板の主面に電子部品が実装された、電子モジュール。

## 【請求項 12】

DC-DC コンバータを構成した、請求項 11 に記載された電子モジュール。

## 【請求項 13】

複数のセラミックグリーンシートを積層し、第 1 主面と第 2 主面を有する未焼成ユニットを作製する工程と、

前記未焼成ユニットの第 1 主面に溝を形成する工程と、

少なくとも 1 つの前記未焼成ユニットの前記溝の底部に、前記第 2 主面に至る孔を形成する工程と、

10

20

30

40

50

前記溝および前記孔に導電材料を充填する工程と、

複数の前記未焼成ユニットを積層することによって、隣接する一方の前記未焼成ユニットの前記孔に充填された前記導電材料と、隣接する他方の前記未焼成ユニットの前記溝に充填された前記導電材料とを接続し、内部に前記導電材料が螺旋状に接続された未焼成積層体を作製する工程と、

前記未焼成積層体を焼成することによって、前記セラミックグリーンシートから基材層を作製し、前記導電材料から導電体を作製し、内部に前記導電体が螺旋状に接続された積層体を作製する工程と、を備えたコイルの製造方法。

10

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、複数のユニットが積層された積層体を備えたコイルに関する。

#### 【0002】

また、本発明は、本発明のコイルを備えた基板に関する。さらに、本発明は、本発明の基板に電子部品を実装した電子モジュールに関する。

#### 【0003】

また、本発明は、本発明のコイルを製造するのに適した、コイルの製造方法に関する。

#### 【背景技術】

20

#### 【0004】

コイルや、コイルを内蔵した基板や、コイルを内蔵した基板に電子部品を実装した電子モジュールが、電子機器に広く使用されている。

#### 【0005】

特許文献1(WO2015/152333A1公報)に、コイルが開示されている。図13に、特許文献1が開示されたコイル1000を示す。

#### 【0006】

コイル1000は、積層された複数の基材層(絶縁層体)101a~101hを備えている。基材層101aの上側主面には、1対の外部電極(第1の外部電極、第2の外部電極)102a、102bが形成されている。また、基材層101b~101hの上側主面には、それぞれ、コイル電極(パターン導体部)103a~103gのいずれかが形成されている。また、基材層101a~101gには、それぞれ、両主面間を貫通してビア電極(層間接続導体)104a~104hのいずれか2つが形成されている。

30

#### 【0007】

コイル1000は、ビア電極104a~104hによって、コイル電極103a~103gが順番に接続されている。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0008】

【特許文献1】WO2015/152333A1公報

40

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

コイル1000は、コイル電極103a~103gが、それぞれ、基材層101a~101hの層間に設けられた電極であるため、厚みが小さく、断面積が小さい。そのため、コイル1000は、コイル電極103a~103gの導電率が低く、挿入損失が大きいという問題があった。

#### 【0010】

また、コイル1000には、コイル電極103a~103gが基材層101a~101hの層間に設けられているため、断面の両側に角度の小さい部分が形成され易いという問

50

題があった。図14に、基材層の層間に設けられたコイル電極を示す。図14に示すように、基材層の層間に設けられたコイル電極は、断面が凸レンズ状になり易い。一般に、コイルは、コイル電極の断面が円形であれば略均一な磁束が発生するが、円形から異なる形状では、角度の小さい部分に磁束が集中し、直流重畳特性が悪化する。コイル1000は、コイル電極103a~103gの断面の両側が角度の小さい部分になり易く、直流重畳特性が悪化し易いという問題があった。なお、図14は、特許文献1に記載されたものではなく、本件出願人が、本件出願の説明のために作成したものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、上述した従来の問題を解決するためになされたものであり、その手段として本発明のコイルは、複数のユニットが積層された積層体を備え、ユニットは、複数の基材層が積層され、かつ、第1主面と第2主面を有し、ユニットは、第1主面に、基材層の少なくとも1層以上の深さの溝が形成され、少なくとも1つのユニットは、溝の底部に、第2主面に至る孔が形成され、溝および孔に、それぞれ、導電体が充填され、複数のユニットが積層されることによって、隣接する一方のユニットの孔に充填された導電体と隣接する他方のユニットの溝に充填された導電体とが接続され、積層体の内部に、導電体が、ユニットの積層方向を軸として螺旋状に接続されたものとする。

10

【0012】

孔は、溝の端部に形成されることが好ましい。この場合には、溝に充填された導電体を、無駄なくコイルの一部として活用することができる。なお、孔は、溝の一端に形成されてもよく、あるいは溝の両端に形成されてもよい。また、ユニットによっては、溝の底部に孔が形成されない場合もある。

20

【0013】

また、溝が、少なくとも1カ所で折れ曲っていることも好ましい。この場合には、溝の長さを長くすることができ、充填された導電体を使って構成されたコイルのインダクタンス値を大きくすることができる。

【0014】

また、溝の深さが、孔の深さよりも大きいことも好ましい。この場合には、溝に充填された導電体の断面積を大きくし、導電体の単位長さあたりの導電率をより大きくすることができる。そして、充填された導電体を使って構成されたコイルの挿入損失をより小さくすることができる。

30

【0015】

また、溝の底部が、基材層のうちの1層の厚み方向の中間に位置していることも好ましい。この場合には、溝に充填された導電体の断面積を可能な範囲で、最大限に大きくし、導電体の単位長さあたりの導電率をより大きくすることができる。そして、充填された導電体を使って構成されたコイルの挿入損失をより小さくすることができる。

【0016】

少なくとも1つのユニットの、少なくとも1つの基材層が磁性体であることも好ましい。この場合には、溝に充填された導電体を使って構成されたコイルのインダクタンス値を大きくすることができる。

40

【0017】

少なくとも1つのユニットの、少なくとも1つの基材層が磁性体であり、かつ、他の少なくとも1つの基材層が非磁性体であることも好ましい。この場合には、非磁性体の基材層を備えることにより、溝に充填された導電体を使って構成されたコイルの直流重畳特性を改善することができる。

【0018】

少なくとも1つのユニット同士の層間、および/または、少なくとも1つのユニットの少なくとも1つの基材層同士の層間に、導電体が配置され、層間電極が形成されることも好ましい。この場合には、本発明のコイルを使って作製した基板等の内部に、上記層間電極を使って、所望の内部配線を容易に形成することができる。

50

## 【 0 0 1 9 】

この場合において、層間電極の少なくとも一方の主面に、非磁性体の基材層が接していることも好ましい。この場合には、層間電極が磁性体で囲まれないので、層間電極に不要なインダクタンスが発生することを抑制することができる。

## 【 0 0 2 0 】

本発明のコイルを内蔵させて基板を、作製することができる。また、コイルが内蔵された本発明の基板に電子部品を実装して、電子モジュールを作製することができる。電子モジュールとしては、たとえば、DC DCコンバータを作製することができる。

## 【 0 0 2 1 】

また、本発明のコイルの製造方法は、複数のセラミックグリーンシートを積層し、第1主面と第2主面を有する未焼成ユニットを作製する工程と、未焼成ユニットの第1主面に溝を形成する工程と、少なくとも1つの未焼成ユニットの溝の底部に、第2主面に至る孔を形成する工程と、溝および孔に導電材料を充填する工程と、複数の未焼成ユニットを積層することによって、隣接する一方の未焼成ユニットの孔に充填された導電材料と、隣接する他方の未焼成ユニットの溝に充填された導電材料とを接続し、内部に導電材料が螺旋状に接続された未焼成積層体を作製する工程と、未焼成積層体を焼成することによって、セラミックグリーンシートから基材層を作製し、導電材料から導電体を作製し、内部に導電体が螺旋状に接続された積層体を作製する工程と、を備えたものとする。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 2 】

本発明のコイルは、溝に充填された導電体の断面積が大きく、単位長さあたりの導電率が大きいため、挿入損失が小さい。

## 【 0 0 2 3 】

また、本発明のコイルは、溝に充填された導電体の断面の両端部の厚みが薄くなり難く、角度が小さくなり難いため、直流重畳特性が優れている。

## 【 0 0 2 4 】

本発明の基板は、内蔵されたコイルの挿入損失が小さい。また、本発明の電子モジュールは、基板に内蔵されたコイルの挿入損失が小さいため、電子モジュールの挿入損失も小さい。

## 【 0 0 2 5 】

本発明のコイルの製造方法によれば、本発明のコイルを容易に製造することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 図 1 ( A ) は、第 1 実施形態にかかるコイル 1 0 0 の斜視図である。図 1 ( B ) は、コイル 1 0 0 の透視斜視図である。

【 図 2 】 コイル 1 0 0 の分解斜視図である。

【 図 3 】 コイル 1 0 0 の分解透視図である。

【 図 4 】 図 4 ( A ) は、コイル 1 0 0 の断面図である。図 4 ( B ) は、コイル 1 0 0 の分解断面図である。

【 図 5 】 図 5 ( A )、( B ) は、それぞれ、コイル 1 0 0 の製造方法の一例において実施される工程を示す断面図である。

【 図 6 】 図 6 ( C )、( D ) は、図 5 ( B ) の続きであり、それぞれ、コイル 1 0 0 の製造方法の一例において実施される工程を示す断面図である。

【 図 7 】 図 7 ( E )、( F ) は、図 6 ( D ) の続きであり、それぞれ、コイル 1 0 0 の製造方法の一例において実施される工程を示す断面図である。

【 図 8 】 第 2 実施形態にかかる基板 2 0 0 を示す断面図である。

【 図 9 】 第 3 実施形態にかかる電子モジュール 3 0 0 を示す断面図である。

【 図 1 0 】 第 4 実施形態にかかるコイル 4 0 0 を示す断面図である。

【 図 1 1 】 第 5 実施形態にかかる基板 5 0 0 を示す断面図である。

【 図 1 2 】 第 6 実施形態にかかるコイル 6 0 0 を示す断面図である。

【図 1 3】特許文献 1 に開示されたコイル 1 0 0 0 を示す分解斜視図である。

【図 1 4】基材層の層間に設けられたコイル電極を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 7 】

以下、図面とともに、本発明を実施するための形態について説明する。

【 0 0 2 8 】

なお、各実施形態は、本発明の実施の形態を例示的に示したものであり、本発明が実施形態の内容に限定されることはない。また、異なる実施形態に記載された内容を組合せて実施することも可能であり、その場合の実施内容も本発明に含まれる。

【 0 0 2 9 】

[ 第 1 実施形態 ]

図 1 ( A )、( B )、図 2、図 3、図 4 ( A )、( B ) に、第 1 実施形態にかかるコイル 1 0 0 を示す。ただし、図 1 ( A ) は、コイル 1 0 0 の斜視図である。図 1 ( B ) は、コイル 1 0 0 の透視斜視図である。図 2 は、コイル 1 0 0 をユニット 1、2、3 および保護層 4 ごとに分けて示した分解斜視図である。図 3 は、コイル 1 0 0 をユニット 1、2、3 および保護層 4 ごとに分けて示した分解透視図である。図 4 ( A ) はコイル 1 0 0 の断面図であり、図 1 ( A ) の一点鎖線 X X 部分を示している。図 4 ( B ) は、コイル 1 0 0 をユニット 1、2、3 および保護層 4 ごとに分解して示した分解断面図である。

【 0 0 3 0 】

コイル 1 0 0 は、ユニット 1、2、3 と保護層 4 とが積層された積層体 5 を備えている

。

【 0 0 3 1 】

図 1 ( B ) などに示すように、積層体 5 の下側主面に、1 対の外部電極 6 a、6 b が形成されている。本実施形態においては、外部電極 6 a、6 b を、A g によって形成した。ただし、外部電極 6 a、6 b の材質は任意であり、他の種類の金属を使用してもよい。また、外部電極 6 a、6 b の表面に、めっき層を形成してもよい。

【 0 0 3 2 】

ユニット 1 は、図 2 などに示すように、下から順に積層された基材層 1 a、1 b、1 c を備えている。基材層 1 a、1 b、1 c は、いずれも、磁性体セラミックによって作製されている。ユニット 1 は、上側主面 ( 第 1 主面 ) と下側主面 ( 第 2 主面 ) とを有している

。

【 0 0 3 3 】

ユニット 1 の下側主面に、上述した外部電極 6 a、6 b が形成されている。

【 0 0 3 4 】

ユニット 1 の上側主面に、約 3 / 4 ターンの長さの溝 7 が形成され、溝 7 の一端の底部に、ユニット 1 の下側主面に至る孔 8 が形成されている。溝 7 は、途中、2 カ所で折れ曲っている。そして、孔 8 に導電体 9 a が充填され、溝 7 に導電体 9 b が充填されている。

【 0 0 3 5 】

本実施形態においては、ユニット 1 に形成する溝 7 の深さを、基材層 1 b、1 c の 2 層分の深さとしている。また、溝 7 の底部に形成する孔 8 の深さを、基材層 1 a の 1 層分の深さとしている。したがって、導電体 9 b の厚みは 2 層分の基材層の厚みと等しく、導電体 9 a の厚みは 1 層分の基材層の厚みと等しい。

【 0 0 3 6 】

また、ユニット 1 には、両主面間を貫通して別の孔 1 8 が形成され、その孔 1 8 に導電体 9 i が充填されている。

【 0 0 3 7 】

導電体 9 a は、外部電極 6 a に接続されている。導電体 9 i は、外部電極 6 b に接続されている。

【 0 0 3 8 】

ユニット 2 は、図 2 などに示すように、下から順に積層された基材層 2 a、2 b、2 c

10

20

30

40

50

を備えている。基材層 2 a、2 b、2 c は、いずれも、磁性体セラミックによって作製されている。ユニット 2 は、上側主面（第 1 主面）と下側主面（第 2 主面）とを有している。

【0039】

ユニット 2 の上側主面に、約 3 / 4 ターンの長さの溝 7 が形成され、溝 7 の一端の底部に、ユニット 2 の下側主面に至る孔 8 が形成されている。溝 7 は、途中、2 カ所で折れ曲っている。そして、孔 8 に導電体 9 c が充填され、溝 7 に導電体 9 d が充填されている。

【0040】

本実施形態においては、ユニット 2 に形成する溝 7 の深さを、基材層 2 b、2 c の 2 層分の深さとしている。また、溝 7 の底部に形成する孔 8 の深さを、基材層 2 a の 1 層分の深さとしている。したがって、導電体 9 d の厚みは 2 層分の基材層の厚みと等しく、導電体 9 c の厚みは 1 層分の基材層の厚みと等しい。

10

【0041】

また、ユニット 2 には、両主面間を貫通して別の孔 1 8 が形成され、その孔 1 8 に導電体 9 h が充填されている。

【0042】

導電体 9 c は、導電体 9 b に接続されている。導電体 9 h は、導電体 9 i に接続されている。

【0043】

ユニット 3 は、図 2 などに示すように、下から順に積層された基材層 3 a、3 b、3 c を備えている。基材層 3 a、3 b、3 c は、いずれも、磁性体セラミックによって作製されている。ユニット 3 は、上側主面（第 1 主面）と下側主面（第 2 主面）とを有している。

20

【0044】

ユニット 3 の上側主面に、約 3 / 4 ターンの長さの溝 7 が形成され、溝 7 の両端の底部に、それぞれ、ユニット 3 の下側主面に至る孔 8 が形成されている。溝 7 は、途中、2 カ所で折れ曲っている。そして、一方の孔 8 に導電体 9 e が充填され、他方の孔 8 に導電体 9 g が充填され、溝 7 に導電体 9 f が充填されている。

【0045】

本実施形態においては、ユニット 3 に形成する溝 7 の深さを、基材層 3 b、3 c の 2 層分の深さとしている。また、溝 7 の底部に形成する孔 8 の深さを、基材層 3 a の 1 層分の深さとしている。したがって、導電体 9 f の厚みは 2 層分の基材層の厚みと等しく、導電体 9 e の厚みは 1 層分の基材層の厚みと等しい。

30

【0046】

導電体 9 e は、導電体 9 d に接続されている。導電体 9 g は、導電体 9 h に接続されている。

【0047】

保護層 4 は、磁性体セラミックによって作製されている。

【0048】

本実施形態においては、導電体 9 a ~ 9 i を、A g によって形成した。ただし、導電体 9 a ~ 9 i の材質は任意であり、他の種類の金属を使用してもよい。

40

【0049】

コイル 1 0 0 は、図 1 ( B ) などに示すように、ユニット 1、2、3 と保護層 4 とを積層して積層体 5 とすることによって、積層体 5 の内部に、導電体 9 a ~ 9 i が順番に螺旋状に接続されている。なお、導電体 9 b、9 d、9 f はコイル電極であり、導電体 9 a、9 c、9 e、9 g、9 h、9 i はビア電極である。

【0050】

コイル 1 0 0 は、ユニット 1 に形成されたコイル電極である導電体 9 b、ユニット 2 に形成されたコイル電極である導電体 9 d、ユニット 3 に形成されたコイル電極である導電体 9 f が、それぞれ、2 層分の基材層の厚みと等しい厚みを備えている。そのため、導電

50

体 9 b、9 d、9 f は断面積が大きく、単位長さあたりの導電率が大きい。したがって、コイル 100 は、挿入損失が小さい。

【0051】

また、コイル 100 は、ユニット 1、2、3、保護層 4 が、それぞれ磁性体セラミックによって作製されているため、インダクタンス値が大きい。

【0052】

また、コイル 100 は、各ユニットに形成された溝 7 が、それぞれ、2カ所で折り曲げられて約 3 / 4 ターンの長さを有しているため、全体のコイル長が大きく、インダクタンス値が大きい。

【0053】

また、コイル 100 は、コイル電極である導電体 9 b、9 d、9 f の断面が矩形であり、導電体の断面の両端部の厚みが薄くなり難く、角度が小さくなり難いため、直流重畳特性が優れている。

【0054】

次に、図 5 ( A ) ~ 図 7 ( F ) を参照して、コイル 100 の製造方法の一例について説明する。

【0055】

まず、図 5 ( A ) に示すように、ユニット 1 の基材層 1 a、1 b、1 c を作製するためのセラミックグリーンシート 1 a'、1 b'、1 c' と、ユニット 2 の基材層 2 a、2 b、2 c を作製するためのセラミックグリーンシート 2 a'、2 b'、2 c' と、ユニット 3 の基材層 3 a、3 b、3 c を作製するためのセラミックグリーンシート 3 a'、3 b'、3 c' と、保護層 4 を作製するためのセラミックグリーンシート 4' と、を用意する。セラミックグリーンシートは、たとえば、磁性体フェライトを主成分にして形成されている。

【0056】

次に、図 5 ( B ) に示すように、セラミックグリーンシート 1 a'、1 b'、1 c' を積層して一体化させて未焼成ユニット 1' を作製し、セラミックグリーンシート 2 a'、2 b'、2 c' を積層して一体化させて未焼成ユニット 2' を作製し、セラミックグリーンシート 3 a'、3 b'、3 c' を積層して一体化させて未焼成ユニット 3' を作製する。続いて、未焼成ユニット 1' の上側主面にキャリアフィルム 10 a、未焼成ユニット 2' の上側主面にキャリアフィルム 10 b、未焼成ユニット 3' の上側主面にキャリアフィルム 10 c を、それぞれ貼着させる。キャリアフィルム 10 a ~ 10 c には、たとえば、PET ( Polyethylene terephthalate ; ポリエチレンテレフタレート ) を使用する。

【0057】

次に、図 6 ( C ) に示すように、未焼成ユニット 1'、2'、3' それぞれに、たとえば、レーザー光を照射することによって、溝 7 および孔 8 を形成する。レーザー光の照射は、キャリアフィルム 10 a ~ 10 c 側からおこなう。したがって、溝 7 および孔 8 の形成にともない、キャリアフィルム 10 a ~ 10 c にも開口が形成される。

【0058】

次に、図 6 ( D ) に示すように、未焼成ユニット 1'、2'、3' に形成した溝 7 および孔 8 に、それぞれ、導電ペースト ( 導電材料 ) 11 を充填する。導電ペースト 11 は、キャリアフィルム 10 a ~ 10 c 側から充填する。このとき併せて、未焼成ユニット 1' の下側主面に、導電ペーストを印刷して、外部電極 6 a、6 b を形成するための導電ペーストパターン 12 を形成する。

【0059】

次に、図 7 ( E ) に示すように、未焼成ユニット 1'、2'、3' から、キャリアフィルム 10 a ~ 10 c を、それぞれ除去する。なお、キャリアフィルム 10 a ~ 10 c に形成された開口の中に導電ペースト 11 が充填されている場合や、キャリアフィルム 10 a ~ 10 c の上面に不要な導電ペースト 11 が付着している場合は、これらの導電ペースト 11 も同時に除去される。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 6 0 】

次に、図 7 ( F ) に示すように、未焼成ユニット 1 '、2 '、3 ' と、セラミックグリーンシート 4 ' とを積層して、一体化させて、未焼成積層体 5 ' を作製する。

## 【 0 0 6 1 】

次に、図示を省略するが、未焼成積層体 5 ' を、所定のプロファイルで焼成して、積層体 5 を作製する。この結果、セラミックグリーンシート 1 a '、1 b '、1 c ' から、基材層 1 a、1 b、1 c を有するユニット 1 が作製される。セラミックグリーンシート 2 a '、2 b '、2 c ' から、基材層 2 a、2 b、2 c を有するユニット 2 が作製される。セラミックグリーンシート 3 a '、3 b '、3 c ' から、基材層 3 a、3 b、3 c を有するユニット 3 が作製される。また、このとき、未焼成ユニット 1 '、2 '、3 ' に形成した溝 7 および孔 8 に充填した導電ペースト 1 1 も同時に焼成され、ユニット 1 に導電体 9 a、9 b、9 i が形成され、ユニット 2 に導電体 9 c、9 d、9 h が形成され、ユニット 3 に導電体 9 e、9 f、9 g が形成される。さらに、このとき、未焼成ユニット 1 ' の下側主面に形成した導電ペーストパターン 1 2 も同時に焼成され、ユニット 1 の下側主面に外部電極 6 a、6 b が形成される。

10

## 【 0 0 6 2 】

最後に、必要に応じて、外部電極 6 a、6 b の表面にめっきを形成し、コイル 1 0 0 を完成させる。コイル 1 0 0 の積層体 5 の内部には、導電体 9 a ~ 9 i が順番に螺旋状に接続されている。

## 【 0 0 6 3 】

## [ 第 2 実施形態 ]

図 8 に、第 2 実施形態にかかる基板 2 0 0 を示す。ただし、図 8 は、基板 2 0 0 の断面図である。基板 2 0 0 は、コイル L を内蔵している。

20

## 【 0 0 6 4 】

基板 2 0 0 は、ユニット 2 1、2 2、2 3 と保護層 2 4 とが積層された積層体 2 5 を備えている。

## 【 0 0 6 5 】

積層体 2 5 の下側主面に、外部電極 2 6 a ~ 2 6 d が形成されている。ただし、外部電極 2 6 a ~ 2 6 d は、図 8 に示す断面に現れたものであり、積層体 2 5 の下側主面に形成された全ての外部電極ではない。

30

## 【 0 0 6 6 】

積層体 2 5 の上側主面に、ランド電極 2 8 a ~ 2 8 i が形成されている。ただし、ランド電極 2 8 a ~ 2 8 i は、図 8 に示す断面に現れたものであり、積層体 2 5 の上側主面に形成された全てのランド電極ではない。

## 【 0 0 6 7 】

ユニット 2 1 は、下から順に積層された基材層 2 1 a、2 1 b、2 1 c を備えている。

## 【 0 0 6 8 】

ユニット 2 1 の上側主面に、約 3 / 4 ターンの長さの溝 7 が形成され、溝 7 の一端の底部に、ユニット 2 1 の下側主面に至る孔 8 が形成されている。そして、孔 8 に導電体 2 9 a が充填され、溝 7 に導電体 2 9 b が充填されている。なお、導電体 2 9 b は、基材層 2 1 b と 2 1 c との 2 層分の厚さを有している。

40

## 【 0 0 6 9 】

導電体 2 9 a は、外部電極 2 6 c に接続されている。

## 【 0 0 7 0 】

ユニット 2 2 は、下から順に積層された基材層 2 2 a、2 2 b、2 2 c を備えている。

## 【 0 0 7 1 】

ユニット 2 2 の上側主面に、約 3 / 4 ターンの長さの溝 7 が形成され、溝 7 の一端の底部に、ユニット 2 2 の下側主面に至る孔 8 が形成されている。そして、孔 8 に導電体 2 9 c が充填され、溝 7 に導電体 2 9 d が充填されている。なお、導電体 2 9 d は、基材層 2 2 b と 2 2 c との 2 層分の厚さを有している。

50

## 【 0 0 7 2 】

導電体 2 9 c は、導電体 2 9 b に接続されている。

## 【 0 0 7 3 】

ユニット 2 3 は、下から順に積層された基材層 2 3 a、2 3 b、2 3 c を備えている。

## 【 0 0 7 4 】

ユニット 2 3 の上側主面に、約 3 / 4 ターンの長さの溝 7 が形成され、溝 7 の一端の底部に、ユニット 2 3 の下側主面に至る孔 8 が形成されている。そして、孔 8 に導電体 2 9 e が充填され、溝 7 に導電体 2 9 f が充填されている。なお、導電体 2 9 f は、基材層 2 3 b と 2 3 c との 2 層分の厚さを有している。

## 【 0 0 7 5 】

導電体 2 9 e は、導電体 2 9 d に接続されている。

## 【 0 0 7 6 】

保護層 2 4 の両主面間を貫通して、孔 8 が形成されている。そして、孔 8 に導電体 2 9 g が充填されている。

## 【 0 0 7 7 】

導電体 2 9 g は、導電体 2 9 f およびランド電極 2 8 c に、それぞれ接続されている。

## 【 0 0 7 8 】

基板 2 0 0 は、ユニット 2 1、2 2、2 3 と保護層 2 4 とを積層して積層体 2 5 とすることによって、積層体 2 5 の内部に、導電体 2 9 a ~ 2 9 g が順番に螺旋状に接続されてコイル L が構成されている。なお、コイル L は、外部電極 2 6 c とランド電極 2 8 c との間に挿入されている。

## 【 0 0 7 9 】

さらに、積層体 2 5 の内部には、所定の基材層 2 1 a ~ 2 1 c、2 2 a ~ 2 2 c、2 3 a ~ 2 3 c、2 4 の両主面間を貫通して、ビア電極 2 9 が形成されている。また、積層体 2 5 の内部には、基材層 2 1 a ~ 2 1 c、2 2 a ~ 2 2 c、2 3 a ~ 2 3 c、2 4 の所定の層間に、層間電極 3 0 が形成されている。

## 【 0 0 8 0 】

積層体 2 5 の内部に、ビア電極 2 9 および層間電極 3 0 によって内部配線が形成され、内部配線によって所定の外部電極 2 6 a ~ 2 6 d と所定のランド電極 2 8 a ~ 2 8 i とが接続されている。

## 【 0 0 8 1 】

基板 2 0 0 は、ユニット 2 1 に形成されたコイル電極である導電体 2 9 b、ユニット 2 2 に形成されたコイル電極である導電体 2 9 d、ユニット 2 3 に形成されたコイル電極である導電体 2 9 f が、それぞれ、2 層分の基材層の厚みと等しい厚みを備えている。そのため、導電体 2 9 b、2 9 d、2 9 f は断面積が大きく、単位長さあたりの導電率が大きい。したがって、基板 2 0 0 に内蔵されたコイル L は、挿入損失が小さい。また、2 層分の厚みのコイル電極が形成された基材層 2 3 b、2 3 c の層間に層間電極 3 0 が形成されている。つまり、基材層 2 3 b、2 3 c には、2 層分の厚みのコイル電極が形成されており、かつ、コイル電極以外の領域には層間電極 3 0 が設けられている。したがって、2 層分の厚みのコイル電極が形成された基材層 2 3 b、2 3 c のコイル電極以外の領域の有効活用が図れている。

## 【 0 0 8 2 】

[ 第 3 実施形態 ]

図 9 に、第 3 実施形態にかかる電子モジュール 3 0 0 を示す。ただし、図 9 は、電子モジュール 3 0 0 の断面図である。

## 【 0 0 8 3 】

電子モジュール 3 0 0 は、上述した第 2 実施形態にかかる基板 2 0 0 に、電子部品 3 1 ~ 3 4 を実装して形成した DC - DC コンバータである。より具体的には、基板 2 0 0 の上側主面に形成されたランド電極 2 8 a ~ 2 8 i に、電子部品 3 1 ~ 3 4 が実装されている。電子部品 3 1、3 3、3 4 は、コンデンサ、コイル、抵抗などの受動部品である。電

10

20

30

40

50

子部品 3 2 は、半導体などの能動部品である。

【 0 0 8 4 】

電子モジュール 3 0 0 は、基板 2 0 0 に内蔵されたコイル L の挿入損失が小さいため、電子モジュールの挿入損失も小さい。

【 0 0 8 5 】

[ 第 4 実施形態 ]

図 1 0 に、第 4 実施形態にかかるコイル 4 0 0 を示す。ただし、図 1 0 は、コイル 4 0 0 の断面図である。

【 0 0 8 6 】

コイル 4 0 0 は、第 1 実施形態にかかるコイル 1 0 0 の構成の一部に変更を加えた。具体的には、コイル 1 0 0 では、ユニット 1 の基材層 1 a、1 b、1 c、ユニット 2 の基材層 2 a、2 b、2 c、ユニット 3 の基材層 3 a、3 b、3 c、保護層 4 の全てを、磁性体セラミックによって作製していた。コイル 4 0 0 では、これに代えて、ユニット 2 の基材層 2 b のみを、非磁性体セラミックによって作製された基材層 4 2 b に置換えた。

10

【 0 0 8 7 】

コイル 4 0 0 は、積層体 5 が非磁性体セラミックによって作製された基材層 4 2 b を備えているため、直流重畳特性が改善されている。

【 0 0 8 8 】

[ 第 5 実施形態 ]

図 1 1 に、第 5 実施形態にかかる基板 5 0 0 を示す。ただし、図 1 1 は、基板 5 0 0 の断面図である。

20

【 0 0 8 9 】

基板 5 0 0 は、第 2 実施形態にかかる基板 2 0 0 の構成の一部に変更を加えた。具体的には、基板 2 0 0 では、ユニット 2 1 の基材層 2 1 a、2 1 b、2 1 c、ユニット 2 2 の基材層 2 2 a、2 2 b、2 2 c、ユニット 2 3 の基材層 2 3 a、2 3 b、2 3 c、保護層 2 4 の全てを、磁性体セラミックによって作製していた。基板 5 0 0 では、これに代えて、ユニット 2 1 の基材層 2 1 b を非磁性体セラミックによって作製された基材層 5 1 b に置換え、ユニット 2 2 の基材層 2 2 b を非磁性体セラミックによって作製された基材層 5 2 b に置換え、ユニット 2 3 の基材層 2 3 b を非磁性体セラミックによって作製された基材層 5 3 b に置換えた。また、基板 5 0 0 では、層間電極 3 0 の一方の主面が、基材層 5 1 b、5 2 b、5 3 b のいずれかと接するように、一部の層間電極 3 0 の形成位置を変更した。

30

【 0 0 9 0 】

基板 5 0 0 は、積層体 2 5 が非磁性体セラミックによって作製された基材層 5 1 b、5 2 b、5 3 b を備えているため、コイル L の直流重畳特性が改善されている。

【 0 0 9 1 】

また、基板 5 0 0 は、層間電極 3 0 の一方の主面が、非磁性体セラミックによって作製された基材層 5 1 b、5 2 b、5 3 b のいずれかと接しているため、層間電極 3 0 が磁性体セラミックのみで囲まれない。したがって層間電極 3 0 に不要なインダクタンスが発生することが抑制されている。

40

【 0 0 9 2 】

[ 第 6 実施形態 ]

図 1 2 に、第 6 実施形態にかかるコイル 6 0 0 を示す。ただし、図 1 2 は、コイル 6 0 0 の断面図である。

【 0 0 9 3 】

コイル 6 0 0 は、第 1 実施形態にかかるコイル 1 0 0 の構成の一部に変更を加えた。具体的には、コイル 1 0 0 では、ユニット 1 に形成された溝 7 に充填された導電体 9 b、ユニット 2 に形成された溝 7 に充填された導電体 9 d、ユニット 3 に形成された溝 7 に充填された導電体 9 f が、それぞれ、2 層分の基材層の厚みと等しい厚みを有していた。コイル 6 0 0 では、これに代えて、溝 7 の深さを大きくすることにより、ユニット 1 に形成さ

50

れた溝 7 に充填された導電体 5 9 b、ユニット 2 に形成された溝 7 に充填された導電体 5 9 d、ユニット 3 に形成された溝 7 に充填された導電体 5 9 f の厚みを、それぞれ、2.5 層分の基材層の厚みと等しくした。つまり、導電体 5 9 b、5 9 d、5 9 f それぞれが充填される溝 7 の底部は、基材層 1 a、2 a、3 a それぞれの厚み方向の中間に位置している。

#### 【0094】

コイル 6 0 0 は、コイル 1 0 0 に比べて、導電体 5 9 b、5 9 d、5 9 f の厚みがさらに大きく、断面積がさらに大きいため、導電体 5 9 b、5 9 d、5 9 f の単位長さあたりの導電率がさらに大きくなっており、挿入損失がさらに小さくなっている。

#### 【0095】

以上、第 1 実施形態にかかるコイル 1 0 0、第 2 実施形態にかかる基板 2 0 0、第 3 実施形態にかかる電子モジュール 3 0 0、第 4 実施形態にかかるコイル 4 0 0、第 5 実施形態にかかる基板 5 0 0、第 6 実施形態にかかるコイル 6 0 0 について説明した。しかしながら、本発明が上述した内容に限定されることはなく、発明の趣旨に沿って、種々の変更をなすことができる。

#### 【0096】

たとえば、コイル 1 0 0、4 0 0 では、ユニット 1 ~ 3 の上側主面にそれぞれ形成される溝 7 の深さを、2 層分の基材層の厚みと等しくした。また、コイル 6 0 0 では、ユニット 1 ~ 3 の上側主面にそれぞれ形成される溝 7 の深さを、2.5 層分の基材層の厚みと等しくした。しかしながら、ユニット 1 ~ 3 の上側主面にそれぞれ形成される溝 7 の深さは、1 層分の基材層の厚み以上であればよく、上記の大きさには限定されない。

#### 【0097】

また、上記実施形態では、いずれも、ユニットの数を 3 つとしたが、ユニットの数は任意であり、増減することができる。

#### 【0098】

また、上記実施形態では、いずれも、ユニット 1 ~ 3、2 1 ~ 2 3 の上側主面に形成される溝 7 が約 3 / 4 ターンの長さであったが、溝 7 の長さは任意であり、増減することができる。また、形成される溝 7 の平面方向の形状も任意であり、実施形態の内容には限定されない。

#### 【0099】

また、上記実施形態では、いずれも、ユニット 1 ~ 3、2 1 ~ 2 3 を、それぞれ、3 層の基材層 1 a ~ 1 c、2 a ~ 2 c、3 a ~ 3 c、2 1 a ~ 2 1 c、2 2 a ~ 2 2 c、2 3 a ~ 2 3 c で構成したが、各ユニットを構成する基材層の層数は任意であり、増減することができる。

#### 【符号の説明】

#### 【0100】

- 1、2、3、2 1、2 2、2 3・・・ユニット
- 1 a ~ 1 c、2 a ~ 2 c、3 a ~ 3 c、2 1 a ~ 2 1 c、2 2 a ~ 2 2 c、2 3 a ~ 2 3 c・・・基材層（磁性体）
- 4 2 b、5 1 b、5 2 b、5 3 b・・・基材層（非磁性体）
- 4・・・保護層
- 5・・・積層体
- 6 a、6 b、2 6 a ~ 2 6 d・・・外部電極
- 7・・・溝
- 8・・・孔
- 9 a ~ 9 i、2 9 a ~ 2 9 g、5 9 b、5 9 d、5 9 f・・・導電体
- 2 8 a ~ 2 8 i・・・ランド電極
- 1'、2'、3'・・・未焼成ユニット
- 1 a' ~ 1 c'、2 a' ~ 2 c'、3 a' ~ 3 c'、4'・・・セラミックグリーンシート

10

20

30

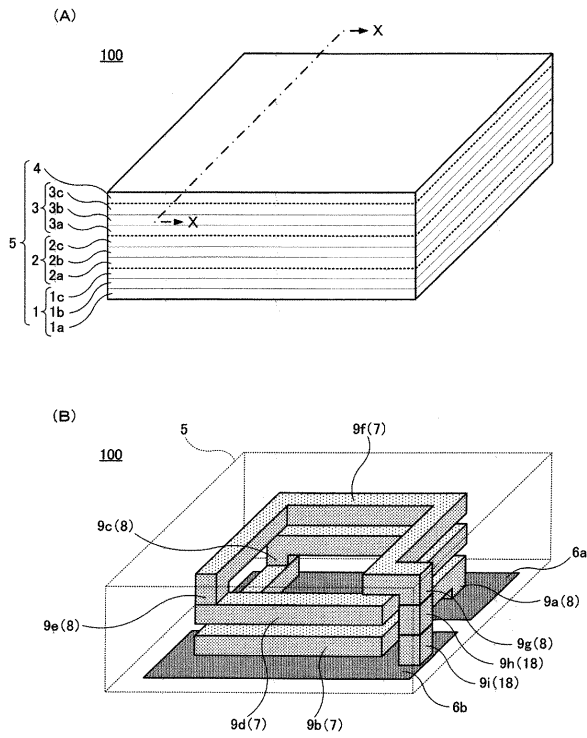
40

50

- 5 ′ . . . 未焼成積層体
- 10 a ~ 10 c . . . キャリアフィルム
- 11 . . . 導電ペースト
- 12 . . . 導電ペーストパターン
- 30 . . . 層間電極
- 31 ~ 34 . . . 電子部品
- 100、400、600 . . . コイル
- 200、500 . . . 基板
- 300 . . . 電子モジュール

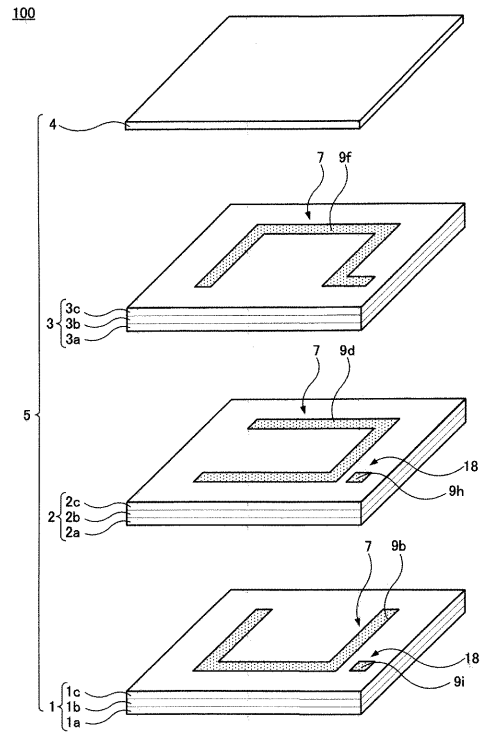
【 図 1 】

図1



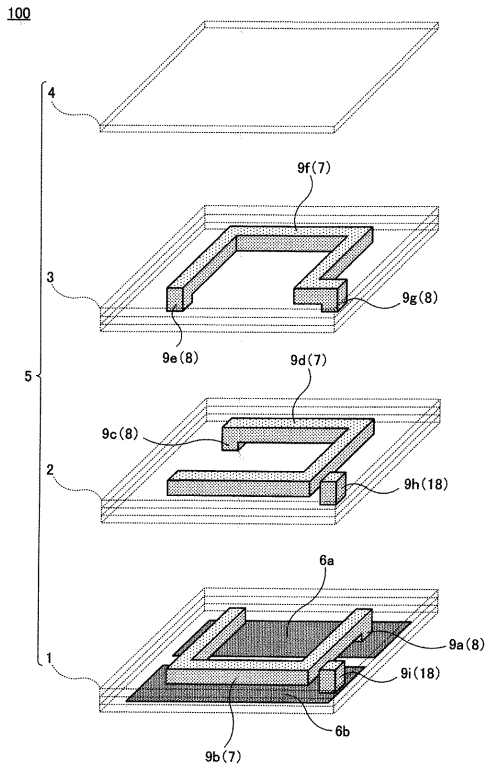
【 図 2 】

図2



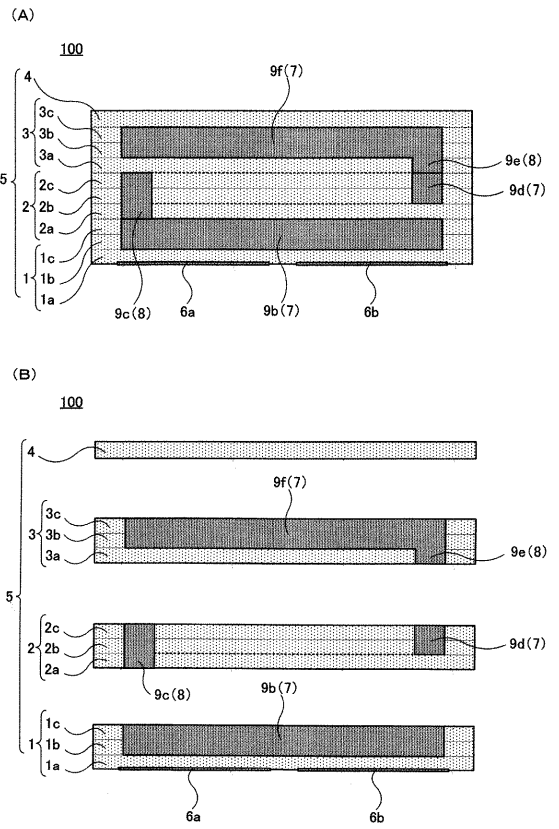
【 図 3 】

図3



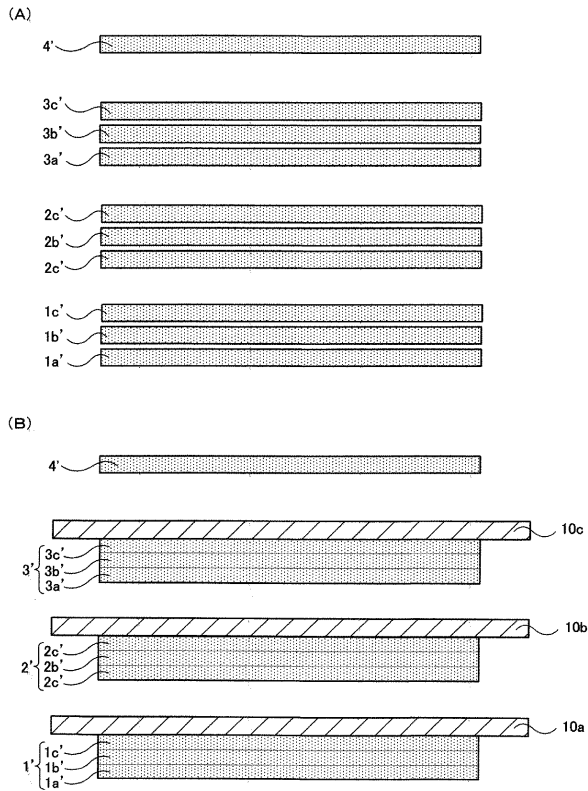
【 図 4 】

図4



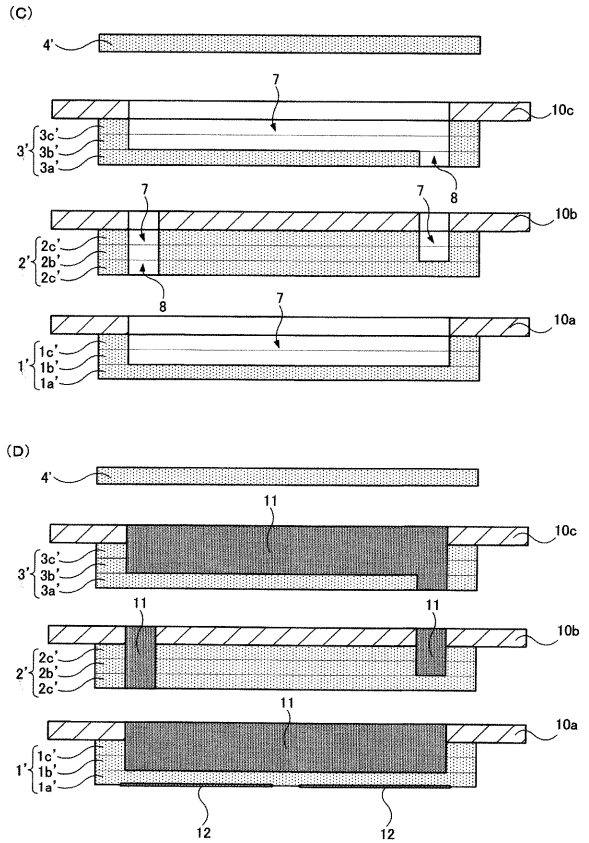
【 図 5 】

図5



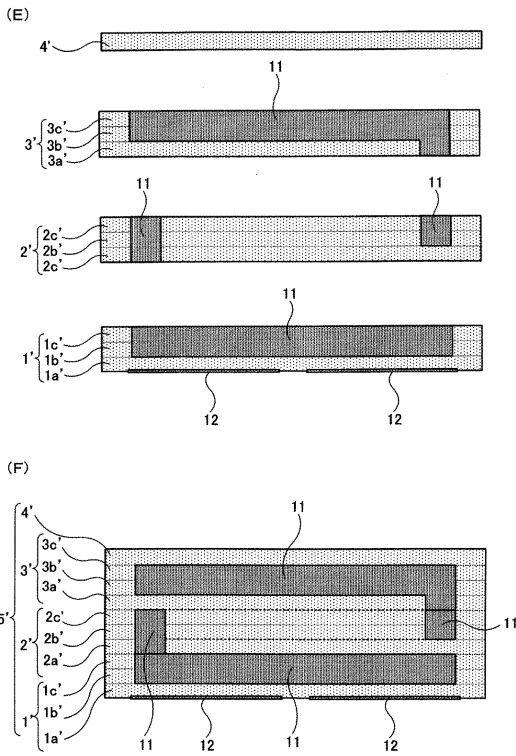
【 図 6 】

図6



【 図 7 】

図7



【 図 8 】

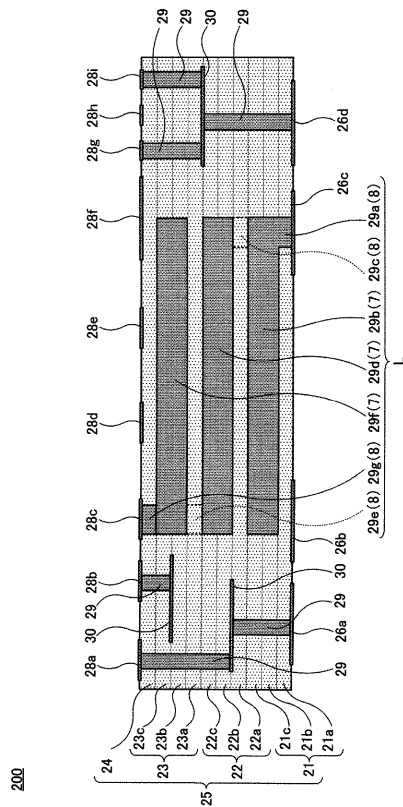


図8

【 図 9 】

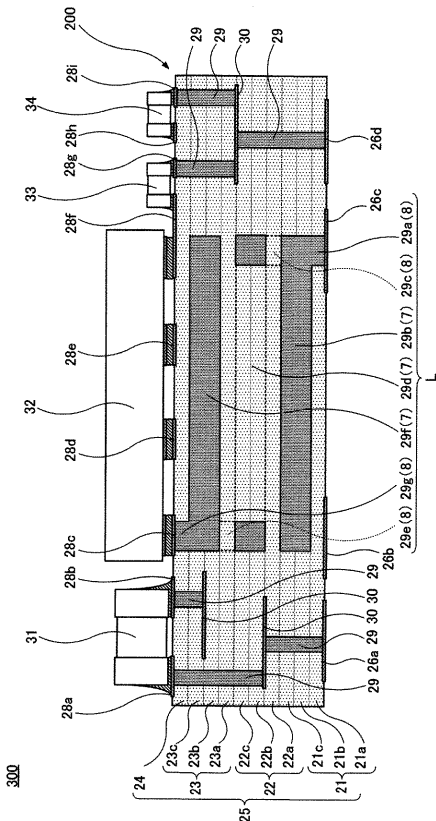
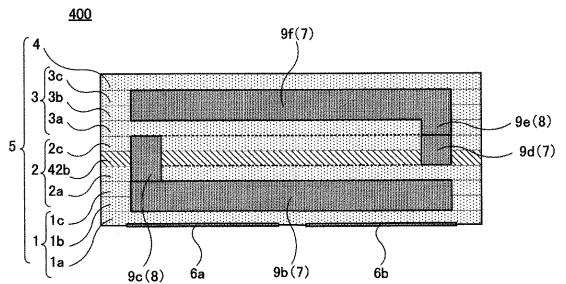


図9

【 図 10 】

図10



【図 1 1】

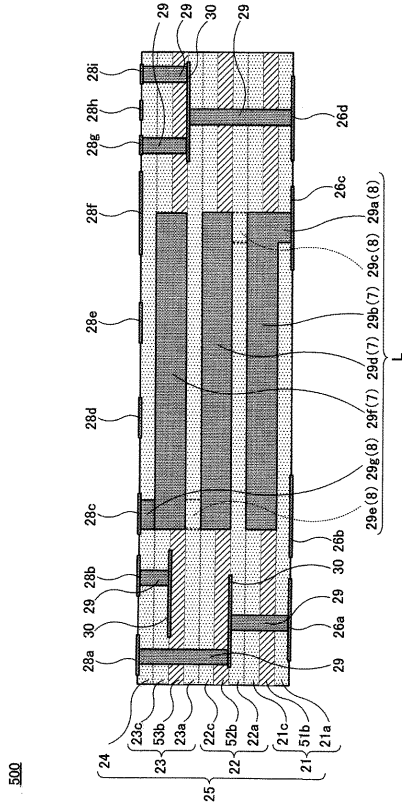
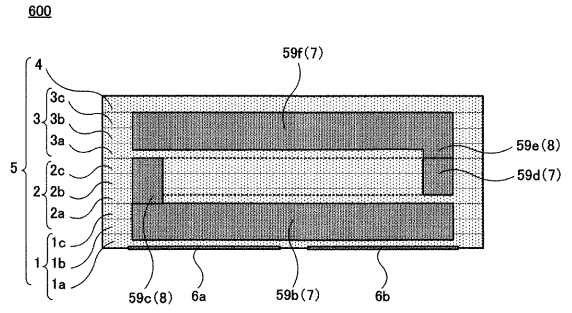


図 11

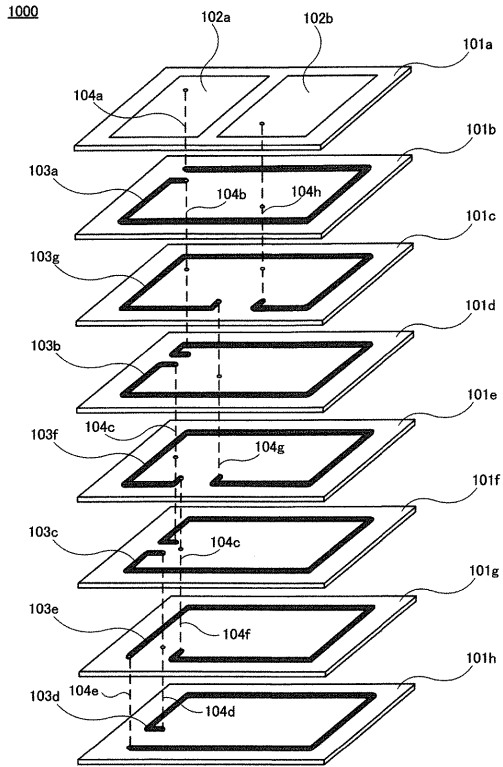
【図 1 2】

図 12



【図 1 3】

図 13



【図 1 4】

図 14

