



可撓性を有する高周波信号線路において特性インピーダンスが所定の特性インピーダンスからずれることを抑制することである。誘電体素体（１２）は、可撓性を有する複数の誘電体シート（１８）が積層されることにより構成されている。信号線（２０）は、誘電体素体（１２）に設けられ、かつ、誘電体素体（１２）に沿って延在している。基準グランド導体（２２）は、誘電体素体（１２）に設けられ、かつ、信号線（２０）に沿って延在しており、 z 軸方向に互いに対向する表面及び裏面を有する。表面には信号線（２０）に沿って延在する筋状の溝が形成され、裏面には信号線（２０）に沿って延在する筋状の突起が形成されている。

明 細 書

発明の名称： 高周波信号線路及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、高周波信号線路及びその製造方法に関し、より特定的には、高周波信号の伝送に用いられる高周波信号線路及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来の高周波信号線路に関する発明としては、例えば、特許文献 1 に記載の高周波信号線路が知られている。該高周波信号線路は、誘電体素体、信号線及び 2 つのグランド導体を備えている。誘電体素体は、可撓性材料からなる複数の誘電体シートが積層されて構成されおり、所定方向に直線状に延在している。信号線は、誘電体シート上に設けられている線状導体である。2 つのグランド導体は、誘電体シート上に設けられており、積層方向において信号線を挟んでいる。これにより、信号線及び 2 つのグランド導体は、ストリップライン構造をなしている。該高周波信号線路は、例えば、電子機器内の 2 つの回路基板の接続に用いられる。

[0003] ところで、特許文献 1 に記載の高周波信号線路は、電子機器内において折り曲げて用いられる。そのため、高周波信号線路の誘電体素体は可撓性を有している。ところが、高周波信号線路が全体にわたって可撓性を有しているために、例えば、高周波信号線路において湾曲せずに直線状に延在してほしい部分が湾曲する場合がある。このような場合、高周波信号線路の湾曲した部分における信号線とグランド導体との間隔が小さくなるので、信号線とグランド導体との間に形成される容量が大きくなる可能性がある。その結果、高周波信号線路において湾曲した部分の特性インピーダンスは、湾曲前の特性インピーダンスよりも低くなる。すなわち、特許文献 1 に記載の高周波信号線路では、特性インピーダンスが所定の特性インピーダンス（例えば、50 Ω）からずれてしまうおそれがある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2012/073591号パンフレット

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] そこで、本発明の目的は、可撓性を有する高周波信号線路において特性インピーダンスが所定の特性インピーダンスからずれることを抑制することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一形態に係る高周波信号線路は、可撓性を有する複数の誘電体層が積層されることにより構成されている線状の誘電体素体と、前記誘電体素体に設けられ、かつ、該誘電体素体に沿って延在している線状の信号線と、前記誘電体素体に設けられ、かつ、前記信号線に沿って延在している第1のグラウンド導体であって、積層方向に互いに対向する第1の主面及び第2の主面を有する第1のグラウンド導体と、を備えており、前記第1のグラウンド導体の前記第2の主面には、前記信号線に沿って延在する筋状の突起が形成されていること、を特徴とする。

[0007] 本発明の一形態に係る高周波信号線路の製造方法は、第1の誘電体層上に線状の信号線を形成する工程と、第2の誘電体層上に第1のグラウンド導体を形成する工程と、前記第1のグラウンド導体が前記信号線と対向するように前記第1の誘電体層と前記第2の誘電体層とを積層及び圧着することによって、誘電体素体を形成する工程と、を備えており、前記積層及び圧着する工程では、前記信号線に直交する断面において前記第1のグラウンド導体の一部が積層方向の他方側に向けて突出するように該第1のグラウンド導体の一部を湾曲させて、該信号線に向かって突出し、かつ、該信号線に沿って延在する筋状の突起を該第1のグラウンド導体に形成すること、を特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、可撓性を有する高周波信号線路において特性インピーダ

ンスが所定の特性インピーダンスからずれることを抑制できる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本発明の一実施形態に係る高周波信号線路の外観斜視図である。
- [図2]図1の高周波信号線路の誘電体素体の分解図である。
- [図3]高周波信号線路の線路部の分解斜視図である。
- [図4]図2のA-Aにおける断面構造図である。
- [図5]図2のB-Bにおける断面構造図である。
- [図6]図2のC-Cにおける断面構造図である。
- [図7]高周波信号線路のコネクタの外観斜視図である。
- [図8]高周波信号線路のコネクタの断面構造図である。
- [図9]高周波信号線路が用いられた電子機器をy軸方向から平面視した図である。
- [図10]高周波信号線路が用いられた電子機器をz軸方向から平面視した図である。
- [図11]高周波信号線路の圧着時の工程断面図である。
- [図12]高周波信号線路の圧着時の工程断面図である。
- [図13]高周波信号線路の圧着時の工程断面図である。
- [図14]高周波信号線路の圧着時の工程断面図である。
- [図15]第1の変形例に係る高周波信号線路の線路部のブリッジ部における断面構造図である。
- [図16]第1の変形例に係る高周波信号線路の線路部の開口における断面構造図である。
- [図17]高周波信号線路の圧着時の工程断面図である。
- [図18]高周波信号線路の圧着時の工程断面図である。
- [図19]第2の変形例に係る高周波信号線路の誘電体素体の分解図である。
- [図20]高周波信号線路の線路部のブリッジ部における断面構造図である。
- [図21]線路部の開口における断面構造図である。
- [図22]高周波信号線路の圧着時の工程断面図である。

[図23]高周波信号線路の圧着時の工程断面図である。

[図24]高周波信号線路の圧着時の工程断面図である。

[図25]高周波信号線路の圧着時の工程断面図である。

[図26]第3の変形例に係る高周波信号線路の分解図である。

[図27]高周波信号線路の圧着時の工程断面図である。

[図28]高周波信号線路の圧着時の工程断面図である。

[図29]高周波信号線路の圧着時の工程断面図である。

[図30]高周波信号線路の圧着時の工程断面図である。

[図31]高周波信号線路の線路部の開口における断面構造図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本発明の実施形態に係る高周波信号線路及びその製造方法について図面を参照しながら説明する。

[0011] (高周波信号線路の構成)

以下に、本発明の一実施形態に係る高周波信号線路の構成について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る高周波信号線路10の外観斜視図である。図2は、図1の高周波信号線路10の誘電体素体12の分解図である。図3は、高周波信号線路10の線路部12aの分解斜視図である。図4は、図2のA-Aにおける断面構造図である。図2は、図3のB-Bにおける断面構造図である。図6は、図2のC-Cにおける断面構造図である。以下では、高周波信号線路10の積層方向をz軸方向と定義する。また、高周波信号線路10の長手方向をx軸方向と定義し、x軸方向及びz軸方向に直交する方向をy軸方向と定義する。

[0012] 高周波信号線路10は、例えば、携帯電話等の電子機器内において、2つの高周波回路を接続するために用いられるフラットケーブルである。高周波信号線路10は、図1ないし図3に示すように、誘電体素体12、外部端子16a、16b、信号線20、基準グランド導体22、補助グランド導体24、絶縁部材60a、60b、ビアホール導体b1～b4、B1～B6及びコネクタ100a、100bを備えている。

[0013] 誘電体素体 12 は、図 1 に示すように、z 軸方向から平面視したときに、x 軸方向に延在する線状をなす可撓性を有する板状部材であり、線路部 12 a、接続部 12 b、12 c を含んでいる。誘電体素体 12 は、図 2 に示すように、保護層 14、誘電体シート 18 a～18 c 及び保護層 15 が z 軸方向の正方向側から負方向側へとの順に積層されて構成されている積層体である。以下では、誘電体素体 12 の z 軸方向の正方向側の主面を表面と称し、誘電体素体 12 の z 軸方向の負方向側の主面を裏面と称す。

[0014] 線路部 12 a は、図 1 に示すように、x 軸方向に延在している。接続部 12 b、12 c はそれぞれ、線路部 12 a の x 軸方向の負方向側の端部及び x 軸方向の正方向側の端部に接続されており、矩形状をなしている。接続部 12 b、12 c の y 軸方向の幅は、線路部 12 a の y 軸方向の幅よりも大きい。

[0015] 誘電体シート 18 a～18 c は、図 2 に示すように、z 軸方向から平面視したときに、x 軸方向に延在しており、誘電体素体 12 と同じ形状をなしている。誘電体シート 18 a～18 c は、ポリイミドや液晶ポリマ等の可撓性を有する熱可塑性樹脂により構成されているシートである。以下では、誘電体シート 18 a～18 c の z 軸方向の正方向側の主面を表面と称し、誘電体シート 18 a～18 c の z 軸方向の負方向側の主面を裏面と称す。

[0016] 誘電体シート 18 a の厚さ D1 と誘電体シート 18 b の厚さ D2 との合計は、図 4 及び図 5 に示すように、誘電体シート 18 c の厚さ D3 よりも大きい。誘電体シート 18 a～18 c の積層後において、厚さ D1 と厚さ D2 との合計は、例えば、 $50\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ である。本実施形態では、厚さ D1 と厚さ D2 との合計は $150\mu\text{m}$ である。そして、厚さ D1 は、 $75\mu\text{m}$ である。厚さ D2 は、 $75\mu\text{m}$ である。また、厚さ D3 は、例えば、 $10\mu\text{m}$ ～ $100\mu\text{m}$ である。本実施形態では、厚さ D3 は $50\mu\text{m}$ である。

[0017] また、誘電体シート 18 a は、図 2 に示すように、線路部 18 a-a 及び接続部 18 a-b、18 a-c により構成されている。誘電体シート 18 b は、図 2 に示すように、線路部 18 b-a 及び接続部 18 b-b、18 b-

cにより構成されている。誘電体シート18cは、線路部18c-a及び接続部18c-b, 18c-cにより構成されている。線路部18a-a, 18b-a, 18c-aは、線路部12aを構成している。接続部18a-b, 18b-b, 18c-bは、接続部12bを構成している。接続部18a-c, 18b-c, 18c-cは、接続部12cを構成している。

[0018] 信号線20は、図2ないし図6に示すように、高周波信号が伝送され、誘電体素体12内に設けられている線状の導体である。本実施形態では、信号線20は、誘電体シート18bの裏面上に形成されており、誘電体素体12に沿ってx軸方向に延在する直線状の導体である。信号線20のx軸方向の負方向側の端部は、図2に示すように、接続部18b-bの中央に位置している。信号線20のx軸方向の正方向側の端部は、図2に示すように、接続部18b-cの中央に位置している。

[0019] 信号線20は、銀や銅を主成分とする比抵抗の小さな金属材料により作製されている。ここで、信号線20が誘電体シート18bの裏面に形成されているとは、誘電体シート18bの裏面にめっきにより形成された金属箔がパターンニングされて信号線20が形成されていることや、誘電体シート18bの表面に張り付けられた金属箔がパターンニングされて信号線20が形成されていることを指す。また、信号線20の表面には平滑化が施されるので、信号線20において誘電体シート18bに接している面の表面粗さは、信号線20において誘電体シート18bに接していない面の表面粗さよりも大きくなる。

[0020] 基準グランド導体22は、図2ないし図6に示すように、信号線20よりもz軸方向の正方向側に設けられており、信号線20に沿ってx軸方向に延在しているベタ状の導体層である。より詳細には、基準グランド導体22は、誘電体シート18aの表面に形成され、誘電体シート18a, 18bを介して信号線20と対向している。基準グランド導体22には、信号線20と重なる位置には開口が設けられていない。以下では、基準グランド導体22のz軸方向の正方向側の主面を表面と称し、基準グランド導体22のz軸方

向の負方向側の主面を裏面と称す。

[0021] 基準グラウンド導体 22 は、銀や銅を主成分とする比抵抗の小さな金属材料により作製されている。ここで、基準グラウンド導体 22 が誘電体シート 18 a の表面に形成されているとは、誘電体シート 18 a の表面にめっきにより形成された金属箔がパターンニングされて基準グラウンド導体 22 が形成されていることや、誘電体シート 18 a の表面に張り付けられた金属箔がパターンニングされて基準グラウンド導体 22 が形成されていることを指す。また、基準グラウンド導体 22 の表面には平滑化が施されるので、基準グラウンド導体 22 において誘電体シート 18 a に接している面（裏面）の表面粗さは、基準グラウンド導体 22 において誘電体シート 18 a に接していない面（表面）の表面粗さよりも大きくなる。

[0022] また、基準グラウンド導体 22 は、図 2 に示すように、線路部 22 a 及び端子部 22 b、22 c により構成されている。線路部 22 a は、線路部 18 a - a の表面に設けられ、x 軸方向に沿って延在している。端子部 22 b は、線路部 18 a - b の表面に設けられ、矩形状の環をなしている。端子部 22 b は、線路部 22 a の x 軸方向の負方向側の端部に接続されている。端子部 22 c は、接続部 18 a - c の表面に設けられ、矩形状の環をなしている。端子部 22 c は、線路部 22 a の x 軸方向の正方向側の端部に接続されている。

[0023] 補助グラウンド導体 24 は、図 2 に示すように、信号線 20 よりも z 軸方向の負方向側に設けられており、信号線 20 に沿って x 軸方向に延在している導体層である。より詳細には、補助グラウンド導体 24 は、誘電体シート 18 c の裏面に形成され、誘電体シート 18 c を介して信号線 20 と対向している。補助グラウンド導体 24 は、銀や銅を主成分とする比抵抗の小さな金属材料により作製されている。ここで、補助グラウンド導体 24 が誘電体シート 18 c の裏面に形成されているとは、誘電体シート 18 c の裏面にめっきにより形成された金属箔がパターンニングされて補助グラウンド導体 24 が形成されていることや、誘電体シート 18 c の裏面に張り付けられた金属箔がパター

ニングされて補助グランド導体 24 が形成されていることを指す。また、補助グランド導体 24 の表面には平滑化が施されるので、補助グランド導体 24 において誘電体シート 18 c に接している面の表面粗さは、補助グランド導体 24 において誘電体シート 18 c に接していない面の表面粗さよりも大きくなる。

[0024] また、補助グランド導体 24 は、図 2 ないし図 6 に示すように、線路部 24 a 及び端子部 24 b, 24 c により構成されている。線路部 24 a は、線路部 18 c - a の裏面に設けられ、x 軸方向に沿って延在している。端子部 24 b は、線路部 18 c - b の裏面に設けられ、矩形状の環をなしている。端子部 24 b は、線路部 24 a の x 軸方向の負方向側の端部に接続されている。端子部 24 c は、接続部 18 c - c の裏面に設けられ、矩形状の環をなしている。端子部 24 c は、線路部 24 a の x 軸方向の正方向側の端部に接続されている。

[0025] また、線路部 24 a には、図 2 及び図 3 に示すように、x 軸方向に沿って並び、かつ、長方形をなす複数の開口 30 が設けられている。これにより、線路部 24 a は、梯子状をなしている。また、補助グランド導体 24 において、隣り合う開口 30 に挟まれた部分をブリッジ部 60 と呼ぶ。ブリッジ部 60 は、y 軸方向に延在している。複数の開口 30 及び複数のブリッジ部 60 とは、z 軸方向から平面視したときに、信号線 20 に交互に重なっている。そして、本実施形態では、信号線 20 は、開口 30 及びブリッジ部 60 の y 軸方向の中央を x 軸方向に横切っている。

[0026] 以上のように、基準グランド導体 22 には開口が設けられず、補助グランド導体 24 には開口 30 が設けられている。よって、基準グランド導体 22 と信号線 20 とが重なっている面積は、補助グランド導体 24 と信号線 20 とが重なっている面積よりも大きい。

[0027] 外部端子 16 a は、図 2 に示すように、接続部 18 a - b の表面上の中央に形成されている矩形状の導体である。よって、外部端子 16 a は、z 軸方向から平面視したときに、信号線 20 の x 軸方向の負方向側の端部と重なっ

ている。外部端子 16 b は、図 2 に示すように、接続部 18 a - c の表面上の中央に形成されている矩形状の導体である。よって、外部端子 16 b は、z 軸方向から平面視したときに、信号線 20 の x 軸方向の正方向側の端部と重なっている。

[0028] 外部端子 16 a, 16 b は、銀や銅を主成分とする比抵抗の小さな金属材料により作製されている。また、外部端子 16 a, 16 b の表面には、Ni / Au めっきが施されている。ここで、外部端子 16 a, 16 b が誘電体シート 18 a の表面に形成されているとは、誘電体シート 18 a の表面にめっきにより形成された金属箔がパターニングされて外部端子 16 a, 16 b が形成されていることや、誘電体シート 18 a の表面に張り付けられた金属箔がパターニングされて外部端子 16 a, 16 b が形成されていることを指す。また、外部端子 16 a, 16 b の表面には平滑化が施されるので、外部端子 16 a, 16 b が誘電体シート 18 a に接している面の表面粗さは外部端子 16 a, 16 b が誘電体シート 18 a に接していない面の表面粗さよりも大きくなる。

[0029] 外部端子 16 a, 16 b、信号線 20、基準グランド導体 22 及び補助グランド導体 24 は、略等しい厚さを有している。外部端子 16 a, 16 b、信号線 20、基準グランド導体 22 及び補助グランド導体 24 の厚さは、例えば、 $10\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ である。

[0030] 以上のように、信号線 20 は、基準グランド導体 22 及び補助グランド導体 24 によって z 軸方向の両側から挟まれている。すなわち、信号線 20、基準グランド導体 22 及び補助グランド導体 24 は、トリプレート型のストリップライン構造をなしている。また、信号線 20 と基準グランド導体 22 との間隔（z 軸方向における距離）は、図 4 及び図 5 に示すように誘電体シート 18 a の厚さ D1 及び誘電体シート 18 b の厚さ D2 の合計と略等しく、例えば、 $50\mu\text{m} \sim 300\mu\text{m}$ である。本実施形態では、信号線 20 と基準グランド導体 22 との間隔は、 $150\mu\text{m}$ である。また、信号線 20 と補助グランド導体 24 との間隔（z 軸方向における距離）は、図 4 及び図 5 に

示すように誘電体シート 18 c の厚さ D 3 と略等しく、例えば、 $10\ \mu\text{m}$ ~ $100\ \mu\text{m}$ である。本実施形態では、信号線 20 と補助グランド導体 24 との間隔は、 $50\ \mu\text{m}$ である。よって、信号線 20 と基準グランド導体 22 との z 軸方向の距離は、信号線 20 と補助グランド導体 24 との z 軸方向の距離よりも大きい。

[0031] 複数のビアホール導体 B 1 は、図 2 に示すように、信号線 20 よりも y 軸方向の正方向側において誘電体シート 18 a を z 軸方向に貫通しており、x 軸方向に一系列に等間隔に並んでいる。複数のビアホール導体 B 2 は、図 2 に示すように、信号線 20 よりも y 軸方向の正方向側において誘電体シート 18 b を z 軸方向に貫通しており、x 軸方向に一系列に等間隔に並んでいる。複数のビアホール導体 B 3 は、図 2 に示すように、信号線 20 よりも y 軸方向の正方向側において誘電体シート 18 c を z 軸方向に貫通しており、x 軸方向に一系列に等間隔に並んでいる。ビアホール導体 B 1 ~ B 3 は、互いに接続されることにより 1 本のビアホール導体を構成している。また、ビアホール導体 B 1 の z 軸方向の正方向側の端部は、基準グランド導体 22 に接続されている。ビアホール導体 B 3 の z 軸方向の負方向側の端部は、補助グランド導体 24 に接続されており、より詳細には、ブリッジ部 60 よりも y 軸方向の正方向側において補助グランド導体 24 に接続されている。ビアホール導体 B 1 ~ B 3 は、誘電体シート 18 a ~ 18 c に形成されたビアホールに対して銀、スズ、または銅等を主成分とする導電性ペーストが充填され、固化されることによって形成される。

[0032] 複数のビアホール導体 B 4 は、図 2 に示すように、信号線 20 よりも y 軸方向の負方向側において誘電体シート 18 a を z 軸方向に貫通しており、x 軸方向に一系列に等間隔に並んでいる。複数のビアホール導体 B 5 は、図 2 に示すように、信号線 20 よりも y 軸方向の負方向側において誘電体シート 18 b を z 軸方向に貫通しており、x 軸方向に一系列に等間隔に並んでいる。複数のビアホール導体 B 6 は、図 2 に示すように、信号線 20 よりも y 軸方向の負方向側において誘電体シート 18 c を z 軸方向に貫通しており、x 軸方

向に一行に等間隔に並んでいる。ビアホール導体 B 4 ~ B 6 は、互いに接続されることにより 1 本のビアホール導体を構成している。また、ビアホール導体 B 4 の z 軸方向の正方向側の端部は、基準グランド導体 2 2 に接続されている。ビアホール導体 B 6 の z 軸方向の負方向側の端部は、補助グランド導体 2 4 に接続されており、より詳細には、ブリッジ部 6 0 よりも y 軸方向の負方向側において補助グランド導体 2 4 に接続されている。ビアホール導体 B 4 ~ B 6 は、誘電体シート 1 8 a ~ 1 8 c に形成されたビアホールに対して銀、スズ、または銅等を主成分とする導電性ペーストが充填され、固化されることによって形成される。

[0033] ビアホール導体 b 1 は、図 2 に示すように、誘電体シート 1 8 a の接続部 1 8 a - b を z 軸方向に貫通している。ビアホール導体 b 3 は、図 2 に示すように、誘電体シート 1 8 b の接続部 1 8 b - b を z 軸方向に貫通している。ビアホール導体 b 1, b 3 は、互いに接続されることにより 1 本のビアホール導体を構成している。また、ビアホール導体 b 1 の z 軸方向の正方向側の端部は、外部端子 1 6 a に接続されている。ビアホール導体 b 3 の z 軸方向の負方向側の端部は、信号線 2 0 の x 軸方向の負方向側の端部に接続されている。

[0034] ビアホール導体 b 2 は、図 2 に示すように、誘電体シート 1 8 a の接続部 1 8 a - c を z 軸方向に貫通している。ビアホール導体 b 4 は、図 2 に示すように、誘電体シート 1 8 b の接続部 1 8 b - c を z 軸方向に貫通している。ビアホール導体 b 2, b 4 は、互いに接続されることにより 1 本のビアホール導体を構成している。また、ビアホール導体 b 2 の z 軸方向の正方向側の端部は、外部端子 1 6 b に接続されている。ビアホール導体 b 4 の z 軸方向の負方向側の端部は、信号線 2 0 の x 軸方向の正方向側の端部に接続されている。これにより、信号線 2 0 は、外部端子 1 6 a, 1 6 b 間に接続されている。ビアホール導体 b 1 ~ b 4 は、誘電体シート 1 8 a, 1 8 b に形成されたビアホールに対して銀、スズ、または銅等を主成分とする導電性ペーストが充填され、固化されることによって形成される。

- [0035] 保護層 14 は、z 軸方向の最も正方向側に設けられている誘電体シート 18 a の表面上に設けられている絶縁膜であり、誘電体シート 18 a の表面の略全面を覆っている絶縁膜である。すなわち、保護層 14 は、基準グランド導体 22 の z 軸方向の正方向側に積層されており、基準グランド導体 22 を覆っている。保護層 14 は、保護層 14 は、例えば、レジスト材等の可撓性樹脂からなる。
- [0036] また、保護層 14 は、図 2 に示すように、線路部 14 a 及び接続部 14 b , 14 c により構成されている。線路部 14 a は、線路部 18 a - a の表面の全面を覆うことにより、線路部 22 a を覆っている。
- [0037] 接続部 14 b は、線路部 14 a の x 軸方向の負方向側の端部に接続されており、接続部 18 a - b の表面を覆っている。ただし、接続部 14 b には、開口 H a ~ H d が設けられている。開口 H a は、接続部 14 b の中央に設けられている矩形状の開口である。外部端子 16 a は、開口 H a を介して外部に露出している。また、開口 H b は、開口 H a よりも y 軸方向の正方向側に設けられている矩形状の開口である。開口 H c は、開口 H a よりも x 軸方向の負方向側に設けられている矩形状の開口である。開口 H d は、開口 H a よりも y 軸方向の負方向側に設けられている矩形状の開口である。端子部 22 b は、開口 H b ~ H d を介して外部に露出することにより、外部端子として機能する。
- [0038] 接続部 14 c は、線路部 14 a の x 軸方向の正方向側の端部に接続されており、接続部 18 a - c の表面を覆っている。ただし、接続部 14 c には、開口 H e ~ H h が設けられている。開口 H e は、接続部 14 c の中央に設けられている矩形状の開口である。外部端子 16 b は、開口 H e を介して外部に露出している。また、開口 H f は、開口 H e よりも y 軸方向の正方向側に設けられている矩形状の開口である。開口 H g は、開口 H e よりも x 軸方向の正方向側に設けられている矩形状の開口である。開口 H h は、開口 H e よりも y 軸方向の負方向側に設けられている矩形状の開口である。端子部 22 c は、開口 H f ~ H h を介して外部に露出することにより、外部端子として

機能する。

[0039] 保護層 15 は、 z 軸方向の最も負方向側に設けられている誘電体シート 18c の裏面上に設けられている絶縁膜であり、補助グランド導体 24 の z 軸方向の負方向側に積層されており、誘電体シート 18c の裏面の略全面を覆っている絶縁膜である。これにより、保護層 15 は、補助グランド導体 24 を覆っている。保護層 15 は、例えば、レジスト材等の可撓性樹脂からなる。

[0040] ところで、高周波信号線路 10 の線路部 12a には、使用時に折り曲げられたくない区間 E1 及び使用時に折り曲げられてもよい区間 E2, E3 が設けられている。本実施形態では、区間 E2 は、区間 E1 よりも x 軸方向の負方向側に設けられており、区間 E3 は、区間 E1 よりも x 軸方向の正方向側に設けられている。区間 E1 における線路部 12a が区間 E2, E3 における線路部 12a よりも折り曲げられにくくするために、図 4 及び図 5 に示すように、区間 E1 における基準グランド導体 22 は、信号線 20 に直交する断面（ x 軸方向に直交する断面）において波打った形状をなしている。一方、図 6 に示すように、区間 E2, E3 における基準グランド導体 22 は、信号線 20 に直交する断面（ x 軸方向に直交する断面）において波打っていない。以下に、より詳細に説明する。

[0041] 図 4 及び図 5 に示すように、 x 軸方向に直交する断面において、 z 軸方向に信号線 20 と重なる領域を領域 A13 と定義する。また、 x 軸方向に直交する断面において、 z 軸方向に開口 30 と重なりと共に信号線 20 と重ならない領域を領域 A11, A12 と定義する。領域 A11 は、領域 A13 よりも y 軸方向の正方向側に位置し、領域 A12 は、領域 A13 よりも y 軸方向の負方向側に位置する。また、領域 A11, A12 は、信号線 20 に沿って x 軸方向に延在している。したがって、領域 A11, A12 は、図 4 に示すように、ブリッジ部 60 における高周波信号線路 10 の断面においても、開口 30 における高周波信号線路 10 の断面と同様に存在している。

[0042] また、 x 軸方向に直交する断面において、領域 A11 よりも y 軸方向の正

方向側の領域を領域 A 1 4 と定義し、領域 A 1 2 よりも y 軸方向の負方向側の領域を領域 A 1 5 と定義する。

[0043] 領域 A 1 1 における基準グランド導体 2 2 の表面には、図 4 及び図 5 に示すように、溝 G 1 が設けられている。溝 G 1 は、区間 E 1 の領域 A 1 1 における基準グランド導体 2 2 の表面において、信号線 2 0 に沿って x 軸方向に延在している筋状（線状）の溝である。一方、領域 A 1 1 における基準グランド導体 2 2 の裏面には、図 4 及び図 5 に示すように、z 軸方向の負方向側に突出する突起 P 1 が設けられている。突起 P 1 は、区間 E 1 の領域 A 1 1 における基準グランド導体 2 2 の裏面において、信号線 2 0 に沿って x 軸方向に延在している筋状（線状）の突起である。このように、x 軸方向に直交する断面において基準グランド導体 2 2 の一部が z 軸方向の負方向側に向かって突出するように湾曲していることによって、基準グランド導体 2 2 の表面に溝 G 1 が形成され、基準グランド導体 2 2 の裏面に突起 P 1 が形成されている。そして、溝 G 1、突起 P 1 は、z 軸方向から平面視したときに、信号線 2 0 よりも y 軸方向の正方向側に設けられており、信号線 2 0 と重なっていない。

[0044] また、絶縁部材 6 0 a は、図 2 ないし図 5 に示すように、溝 G 1 内に埋め込まれ、信号線 2 0 に沿って x 軸方向に延在している。絶縁部材 6 0 a は、保護層 1 4 とは異なる部材であり、誘電体シート 1 8 a ~ 1 8 c よりも硬質な材料により作製されている。絶縁部材 6 0 a は、例えば、樹脂等により作製されている。

[0045] 領域 A 1 2 における基準グランド導体 2 2 の表面には、図 4 及び図 5 に示すように、溝 G 2 が設けられている。溝 G 2 は、区間 E 1 の領域 A 1 2 における基準グランド導体 2 2 の表面において、信号線 2 0 に沿って x 軸方向に延在している筋状（線状）の溝である。一方、領域 A 1 2 における基準グランド導体 2 2 の裏面には、図 4 及び図 5 に示すように、z 軸方向の負方向側に突出する突起 P 2 が設けられている。突起 P 2 は、区間 E 1 の領域 A 1 2 における基準グランド導体 2 2 の裏面において、信号線 2 0 に沿って x 軸方

向に延在している筋状（線状）の突起である。このように、 x 軸方向に直交する断面において基準グランド導体22の一部が z 軸方向の負方向側に向かって突出するように湾曲していることによって、基準グランド導体22の表面に溝G2が形成され、基準グランド導体22の裏面に突起P2が形成されている。そして、溝G2、突起P2は、 z 軸方向から平面視したときに、信号線20よりも y 軸方向の負方向側に設けられており、信号線20と重なっていない。

[0046] また、絶縁部材60bは、図2ないし図5に示すように、溝G2内に埋め込まれ、信号線20に沿って x 軸方向に延在している。絶縁部材60bは、絶縁部材60aと同様に保護層14とは異なる部材であり、誘電体シート18a～18cよりも硬質な材料により作製されている。絶縁部材60bは、例えば、樹脂等により作製されている。

[0047] 以上のように構成された高周波信号線路10では、高周波信号線路10の特性インピーダンスは、インピーダンス Z_1 とインピーダンス Z_2 との間を周期的に変動する。より詳細には、信号線20において開口30と重なっている区間A1では、信号線20と補助グランド導体24との間に相対的に小さな容量が形成される。そのため、区間A1における高周波信号線路10の特性インピーダンスは、相対的に高いインピーダンス Z_1 となる。

[0048] 一方、信号線20においてブリッジ部60と重なっている区間A2では、信号線20と補助グランド導体24との間に相対的に大きな容量が形成される。そのため、区間A2における高周波信号線路10の特性インピーダンスは、相対的に低いインピーダンス Z_2 となる。そして、区間A1と区間A2とは、 x 軸方向に交互に並んでいる。よって、高周波信号線路10の信号線20の特性インピーダンスは、インピーダンス Z_1 とインピーダンス Z_2 との間を周期的に変動する。インピーダンス Z_1 は、例えば、 55Ω であり、インピーダンス Z_2 は、例えば、 45Ω である。そして、高周波信号線路10全体の平均の特性インピーダンスは、例えば、 50Ω である。

[0049] コネクタ100a、100bはそれぞれ、図1に示すように、接続部12

b, 12cの表面上に実装される。コネクタ100a, 100bの構成は同じであるので、以下にコネクタ100bの構成を例に挙げて説明する。図7は、高周波信号線路10のコネクタ100bの外観斜視図である。図8は、高周波信号線路10のコネクタ100bの断面構造図である。

[0050] コネクタ100bは、図1、図7及び図8に示すように、コネクタ本体102、外部端子104, 106、中心導体108及び外部導体110により構成されている。コネクタ本体102は、矩形状の板部材に円筒部材が連結された形状をなしており、樹脂等の絶縁材料により作製されている。

[0051] 外部端子104は、コネクタ本体102の板部材のz軸方向の負方向側の面において、外部端子16bと対向する位置に設けられている。外部端子106は、コネクタ本体102の板部材のz軸方向の負方向側の面において、開口Hf～Hhを介して露出している端子部22cに対応する位置に設けられている。

[0052] 中心導体108は、コネクタ本体102の円筒部材の中心に設けられており、外部端子104と接続されている。中心導体108は、高周波信号が入力又は出力する信号端子である。外部導体110は、コネクタ本体102の円筒部材の内周面に設けられており、外部端子106と接続されている。外部導体110は、接地電位に保たれるグランド端子である。

[0053] 以上のように構成されたコネクタ100bは、図7及び図8に示すように、外部端子104が外部端子16bと接続され、外部端子106が端子部22cと接続されるように、接続部12cの表面上に実装される。これにより、信号線20は、中心導体108に電氣的に接続されている。また、基準グランド導体22及び補助グランド導体24は、外部導体110に電氣的に接続されている。

[0054] 高周波信号線路10は、以下に説明するように用いられる。図9は、高周波信号線路10が用いられた電子機器200をy軸方向から平面視した図である。図10は、高周波信号線路10が用いられた電子機器200をz軸方向から平面視した図である。なお、図9及び図10における区間E1～E3

の長さは、図2及び図3における区間E1～E3の長さとは一致していない。図2及び図3では、単純化のために、区間E1を短く表記した。

[0055] 電子機器200は、高周波信号線路10、回路基板202a、202b、レセプタクル204a、204b、バッテリーパック（金属体）206及び筐体210を備えている。

[0056] 回路基板202aには、例えば、アンテナを含む送信回路又は受信回路が設けられている。回路基板202bには、例えば、給電回路が設けられている。バッテリーパック206は、例えば、リチウムイオン2次電池であり、その表面が金属カバーにより覆われた構造を有している。回路基板202a、バッテリーパック206及び回路基板202bは、x軸方向の負方向側から正方向側へとの順に並んでいる。

[0057] レセプタクル204a、204bはそれぞれ、回路基板202a、202bのz軸方向の負方向側の主面上に設けられている。レセプタクル204a、204bにはそれぞれ、コネクタ100a、100bが接続される。これにより、コネクタ100a、100bの中心導体108には、回路基板202a、202b間を伝送される例えば2GHzの周波数を有する高周波信号がレセプタクル204a、204bを介して印加される。また、コネクタ100a、100bの外部導体110には、回路基板202a、202b及びレセプタクル204a、204bを介して、グランド電位に保たれる。これにより、高周波信号線路10は、回路基板202a、202b間を接続している。

[0058] また、図9に示すように、区間E1における誘電体素体12の表面がバッテリーパック206に接触している。そして、誘電体素体12とバッテリーパック206とは、接着剤等により固定されている。これにより、信号線20とバッテリーパック206との間には、開口が設けられていないベタ状の基準グランド導体22が存在している。

[0059] また、区間E2、E3における誘電体素体12は、バッテリーパック206の角に沿うように折り曲げられている。

[0060] (高周波信号線路の製造方法)

以下に、高周波信号線路 10 の製造方法について図面を参照しながら説明する。図 11 ないし図 14 は、高周波信号線路 10 の圧着時の工程断面図である。以下では、一つの高周波信号線路 10 が作製される場合を例にとって説明するが、実際には、大判の誘電体シートが積層及びカットされることにより、同時に複数の高周波信号線路 10 が作製される。

[0061] まず、一方の主面の全面に銅箔（金属膜）が形成された熱可塑性樹脂からなる誘電体シート 18a～18c を準備する。具体的には、誘電体シート 18a～18c の一方の主面に銅箔を張り付ける。更に、誘電体シート 18a～18c の銅箔の表面に、例えば、防錆のための亜鉛鍍金を施して、平滑化する。誘電体シート 18a～18c は、液晶ポリマである。また、銅箔の厚さは、 $10\mu\text{m}$ ～ $20\mu\text{m}$ である。

[0062] 次に、誘電体シート 18a の表面上に形成された銅箔をパターニングすることにより、図 2 に示すように、外部端子 16a、16b 及び基準グランド導体 22 を誘電体シート 18a の表面上に形成する。具体的には、誘電体シート 18a の表面の銅箔上に、図 2 に示す外部端子 16a、16b 及び基準グランド導体 22 と同じ形状のレジストを印刷する。そして、銅箔に対してエッチング処理を施すことにより、レジストにより覆われていない部分の銅箔を除去する。その後、洗浄液を吹き付けてレジストを除去する。これにより、図 2 に示すような、外部端子 16a、16b 及び基準グランド導体 22 が誘電体シート 18a の表面上にフォトリソグラフィ工程により形成される。

[0063] 次に、図 2 に示すように、信号線 20 を誘電体シート 18b の裏面上に形成する。また、図 2 に示すように、補助グランド導体 24 を誘電体シート 18c の裏面上に形成する。なお、信号線 20 及び補助グランド導体 24 の形成工程は、外部端子 16a、16b、信号線 20 及び基準グランド導体 22 の形成工程と同じであるので説明を省略する。

[0064] 次に、誘電体シート 18a～18c のビアホール導体 b1～b4、B1～

B 6 が形成される位置にレーザービームを照射することによって貫通孔を形成する。そして、貫通孔に導電性ペーストを充填し、ビアホール導体 b 1 ～ b 4, B 1 ～ B 6 を形成する。

[0065] 次に、図 1 1 及び図 1 2 に示すように、区間 E 1 の領域 A 1 1, A 1 2 における誘電体シート 1 8 a の表面上に絶縁部材 6 0 a, 6 0 b を配置する。更に、信号線 2 0 と基準グランド導体 2 2 及び補助グランド導体 2 4 とが対向するように、誘電体シート 1 8 a ～ 1 8 c を z 軸方向の正方向側から負方向側へとこの順に積層する。

[0066] 次に、図 1 3 及び図 1 4 に示すように、基準グランド導体 2 2 上に絶縁部材 6 0 a, 6 0 b を配置した状態で、圧着ツール T 1, T 2 により誘電体シート 1 8 a ～ 1 8 c に対して z 軸方向の両側から圧着処理及び加熱処理を施す。この際、絶縁部材 6 0 a, 6 0 b は、圧着ツール T 1 により基準グランド導体 2 2 の表面に押さえ付けられて、基準グランド導体 2 2 に対してめり込む。その結果、絶縁部材 6 0 a, 6 0 b が基準グランド導体 2 2 に埋め込まれて、x 軸方向に直交する断面において、基準グランド導体 2 2 が波打った形状をなすようになる。以上のように、誘電体素体 1 2 を形成する工程では、x 軸方向に直交する断面において、基準グランド導体 2 2 の一部が z 軸方向の負方向側に向けて突出するように基準グランド導体 2 2 を湾曲させて、信号線 2 0 に沿って延在する筋状（線状）の溝 G 1, G 2 及び突起 P 1, P 2 を基準グランド導体 2 2 に形成している。

[0067] 次に、図 2 に示すように、樹脂（レジスト）ペーストをスクリーン印刷により塗布することにより、誘電体シート 1 8 a の表面上に基準グランド導体 2 2 を覆う保護層 1 4 を形成する。

[0068] 次に、図 2 に示すように、樹脂（レジスト）ペーストをスクリーン印刷により塗布することにより、誘電体シート 1 8 c の裏面上に補助グランド導体 2 4 を覆う保護層 1 5 を形成する。なお、保護層 1 5 の裏面には凹凸が形成されていない。これにより、誘電体素体 1 2 が形成される。

[0069] 最後に、接続部 1 2 b, 1 2 c 上の外部端子 1 6 a, 1 6 b 及び端子部 2

2 b, 2 2 c 上にはんだを用いてコネクタ 1 0 0 a, 1 0 0 b を実装する。
これにより、図 1 に示す高周波信号線路 1 0 が得られる。

[0070] (効果)

以上のように構成された高周波信号線路 1 0 によれば、可撓性を有する高周波信号線路 1 0 において特性インピーダンスが所定の特性インピーダンスからずれることを抑制できる。より詳細には、高周波信号線路 1 0 では、図 4 及び図 5 に示すように、x 軸方向に直交する断面において、区間 E 1 の領域 A 1 1, A 1 2 における基準グラウンド導体 2 2 が z 軸方向の負方向側に向かって突出するように湾曲している。そのため、x 軸方向に直交する断面において、区間 E 1 における基準グラウンド導体 2 2 が波打った形状をなすようになる。これにより、x 軸方向に直交する断面において、区間 E 1 における基準グラウンド導体 2 2 の y 軸方向の断面二次モーメントが、区間 E 2, E 3 における基準グラウンド導体 2 2 の y 軸方向の断面二次モーメントよりも大きくなる。その結果、区間 E 1 における高周波信号線路 1 0 は、区間 E 2, E 3 における高周波信号線路 1 0 よりも湾曲しにくくなる。以上より、区間 E 1 における高周波信号線路 1 0 が湾曲することによって、区間 E 1 における高周波信号線路 1 0 の特性インピーダンスが所定の特性インピーダンスからずれることが抑制される。

[0071] また、高周波信号線路 1 0 では、区間 E 1 に絶縁部材 6 0 a, 6 0 b が設けられている。これにより、区間 E 1 における高周波信号線路 1 0 が湾曲することが抑制され、区間 E 1 における高周波信号線路 1 0 の特性インピーダンスが所定の特性インピーダンスからずれることが抑制される。

[0072] また、区間 E 1 における高周波信号線路 1 0 が湾曲しにくくなるので、区間 E 1 において信号線 2 0 に加わる引っ張り応力が小さくなる。その結果、信号線 2 0 に断線が発生することが抑制される。

[0073] また、高周波信号線路 1 0 によれば、薄型化を図ることができる。より詳細には、高周波信号線路 1 0 では、図 2 に示すように、区間 A 1 において、信号線 2 0 は、z 軸方向から平面視したときに、補助グラウンド導体 2 4 と重

なっていない。そのため、信号線 20 と補助グランド導体 24 との間に容量が形成されにくい。したがって、信号線 20 と補助グランド導体 24 との z 軸方向における距離を小さくしても、信号線 20 と補助グランド導体 24 との間に形成される容量が大きくなり過ぎない。よって、信号線 20 の特性インピーダンスが所定の特性インピーダンス（例えば、50 Ω）からずれにくい。その結果、高周波信号線路 10 によれば、信号線 20 の特性インピーダンスを所定の特性インピーダンスに維持しつつ、薄型化を図ることが可能である。

[0074] また、高周波信号線路 10 によれば、高周波信号線路 10 がバッテリーパック 206 等の金属体に貼り付けられた場合に、信号線 20 の特性インピーダンスが変動することが抑制される。より詳細には、高周波信号線路 10 は、信号線 20 とバッテリーパック 206 との間にベタ状の基準グランド導体 22 が位置するように、バッテリーパック 206 に貼り付けられる。これにより、信号線 20 とバッテリーパック 206 とが開口を介して対向しなくなり、信号線 20 とバッテリーパック 206 との間に容量が形成されることが抑制される。その結果、高周波信号線路 10 がバッテリーパック 206 に貼り付けられることによって、信号線 20 の特性インピーダンスが低下することが抑制される。

[0075] また、高周波信号線路 10 では、挿入損失を低減できる。より詳細には、信号線 20 に電流が流れると、基準グランド導体 22 と信号線 20 との間に電気力線が発生する。この電気力線は、基準グランド導体 22 と信号線 20 との距離が小さいところほど電流密度が高くなる。よって、基準グランド導体 22 において電流が流れる領域が狭くなり、基準グランド導体 22 に電流が流れにくくなる。

[0076] そこで、突起 P1、P2 は、図 5 に示すように、z 軸方向から平面視したときに、信号線 20 の y 軸方向の両側に設けられている。これにより、基準グランド導体 22 において信号線 20 とほぼ等距離となる領域が広がる。その結果、基準グランド導体 22 のより広い領域に分散して電流が流れるよ

うになり、信号線 20 に電流が流れやすくなる。以上より、高周波信号線路 10 における、挿入損失が低減される。

[0077] (第 1 の変形例)

以下に、第 1 の変形例に係る高周波信号線路について図面を参照しながら説明する。図 15 は、第 1 の変形例に係る高周波信号線路 10 a の線路部 12 a のブリッジ部 60 における断面構造図である。図 16 は、第 1 の変形例に係る高周波信号線路 10 a の線路部 12 a の開口 30 における断面構造図である。高周波信号線路 10 a の外観斜視図について図 1 を援用する。

[0078] 高周波信号線路 10 a は、保護層 14 の代わりに誘電体シート 18 d が、誘電体シート 18 a の z 軸方向の正方向側に積層されている点において、高周波信号線路 10 と相違する。これにより、基準グランド導体 22 は、誘電体シート 18 d によって覆われている。

[0079] 次に、高周波信号線路 10 a の製造方法について説明する。以下では、高周波信号線路 10 a の製造方法において、高周波信号線路 10 の製造方法と相違する点について説明し、高周波信号線路 10 の製造方法と同じ点について説明を省略する。図 17 及び図 18 は、高周波信号線路 10 の圧着時の工程断面図である。

[0080] 図 17 及び図 18 に示すように、誘電体シート 18 d の裏面に、絶縁部材 60 a, 60 b を張り付ける。更に、信号線 20 と基準グランド導体 22 及び補助グランド導体 24 とが対向するように、誘電体シート 18 d, 18 a ~ 18 c を z 軸方向の正方向側から負方向側へこの順に積層する。

[0081] 次に、圧着ツール T1, T2 により誘電体シート 18 d, 18 a ~ 18 c に対して z 軸方向の両側から圧着処理及び加熱処理を施している。この際、絶縁部材 60 a, 60 b は、圧着ツール T1 からの圧力が誘電体シート 18 d を介して伝わってくることで基準グランド導体 22 の表面に押さえ付けられて、基準グランド導体 22 に対してめり込む。その結果、絶縁部材 60 a, 60 b が基準グランド導体 22 に埋め込まれて、x 軸方向に直交する断面において、基準グランド導体 22 が波打った形状をなすようになる。

[0082] 以上のように構成された高周波信号線路 10a 及びその製造方法によっても、高周波信号線路 10 と同様に、可撓性を有する高周波信号線路 10a において特性インピーダンスが所定の特性インピーダンスからずれることを抑制できる。

[0083] (第 2 の変形例)

以下に、第 2 の変形例に係る高周波信号線路について図面を参照しながら説明する。図 19 は、第 2 の変形例に係る高周波信号線路 10b の誘電体素体 12 の分解図である。図 20 は、高周波信号線路 10b の線路部 12a のブリッジ部 60 における断面構造図である。図 21 は、線路部 12a の開口 30 における断面構造図である。高周波信号線路 10b の外観斜視図は図 1 を援用する。

[0084] 高周波信号線路 10b は、図 19 ないし図 21 に示すように、絶縁部材 60a, 60b が設けられていない点において高周波信号線路 10a と相違する。よって、高周波信号線路 10b では、図 20 及び図 21 に示すように、溝 G1, G2 内には保護層 14 が充填されている。

[0085] 次に、高周波信号線路 10b の製造方法について説明する。以下では、高周波信号線路 10b の製造方法において、高周波信号線路 10 の製造方法と相違する点について説明し、高周波信号線路 10 の製造方法と同じ点について説明を省略する。図 22 ないし図 25 は、高周波信号線路 10b の圧着時の工程断面図である。

[0086] 図 22 及び図 23 に示すように、信号線 20 と基準グランド導体 22 及び補助グランド導体 24 とが対向するように、誘電体シート 18a ~ 18c を z 軸方向の正方向側から負方向側へとの順に積層する。

[0087] 次に、図 24 及び図 25 に示すように、圧着ツール T1', T2 により誘電体シート 18a ~ 18c に対して z 軸方向の両側から圧着処理及び加熱処理を施す。以下に、圧着ツール T1', T2 について説明する。

[0088] 圧着ツール T1' は、図 24 及び図 25 に示すように、誘電体シート 18a の表面及び基準グランド導体 22 の表面に接触する。誘電体シート 18a の

表面及び基準グランド導体 22 の表面に対する圧着ツール T 1' の接触面は凹凸面である。より詳細には、圧着ツール T 1' の接触面には、z 軸方向の負方向側に向かって突出し、かつ、x 軸方向に延在する突起 P 11, P 12 が設けられている。突起 P 11 が設けられている位置は、溝 G 1 が形成される位置（すなわち、区間 E 1 の領域 A 11）に対応しており、突起 P 12 が設けられている位置は、溝 G 2 が形成される位置（区間 E 1 の領域 A 12）に対応している。一方、圧着ツール T 2 は、図 24 及び図 25 に示すように、誘電体シート 18c の裏面及び補助グランド導体 24 に接触する。誘電体シート 18a の表面及び補助グランド導体 24 に対する圧着ツール T 2 の接触面は平坦面である。

[0089] 以上のような圧着ツール T 1', T 2 には、ヒータが内蔵されている。そして、圧着ツール T 1', T 2 により、誘電体シート 18a ~ 18c に対して加熱処理及び加圧処理を施すことにより、誘電体シート 18a ~ 18c が軟化する。これにより、図 13 及び図 14 に示すように、誘電体シート 18a ~ 18c が接合される。更に、突起 P 11, P 12 が基準グランド導体 22 に対してめり込む。その結果、x 軸方向に直交する断面において、基準グランド導体 22 が波打った形状をなすようになる。すなわち、高周波信号線路 10b の製造方法では、誘電体素体 12 を形成する工程において、基準グランド導体 22 に型押しを行うことにより、筋状（線状）の溝 G 1, G 2 及び突起 P 1, P 2 を形成している。

[0090] 以上のように構成された高周波信号線路 10b 及びその製造方法によっても、高周波信号線路 10 と同様に、可撓性を有する高周波信号線路 10b において特性インピーダンスが所定の特性インピーダンスからずれることを抑制できる。

[0091] （第 3 の変形例）

以下に、第 3 の変形例に係る高周波信号線路 10c 及びその製造方法について図面を参照しながら説明する。図 26 は、第 3 の変形例に係る高周波信号線路 10c の分解図である。高周波信号線路 10c の外観斜視図について

は図 1 を援用する。

[0092] 高周波信号線路 10c では、図 26 に示すように、補強グランド導体 40、42 が設けられている点において、高周波信号線路 10b と相違する。より詳細には、補強グランド導体 40 は、区間 E1 において誘電体シート 18b の裏面に形成されており、x 軸方向に延在している。補強グランド導体 40 は、z 軸方向から平面視したときに、信号線 20 よりも、y 軸方向の正方向側に設けられており、開口 30 及びブリッジ部 60 とは重なっておらず、補助グランド導体 24 と重なっている。すなわち、補強グランド導体 40 は、領域 A11 とは重なっていない。補強グランド導体 40 には、ビアホール導体 B2、B3 が接続されている。

[0093] また、補強グランド導体 42 は、区間 E1 において誘電体シート 18b の裏面に形成されており、x 軸方向に延在している。補強グランド導体 42 は、z 軸方向から平面視したときに、信号線 20 よりも、y 軸方向の負方向側に設けられており、開口 30 及びブリッジ部 60 とは重なっておらず、補助グランド導体 24 と重なっている。すなわち、補強グランド導体 42 は、領域 A12 と重なっていない。補強グランド導体 42 には、ビアホール導体 B5、B6 が接続されている。

[0094] これにより、x 軸に直交する断面において、領域 A13 では、信号線 20、基準グランド導体 22 及び補助グランド導体 24 の 3 層の導体が存在している。また、x 軸方向に直交する断面において、領域 A14、A15 では、基準グランド導体 22、補助グランド導体 24 及び補強グランド導体 40 の 3 層の導体が設けられている。一方、x 軸に直交する断面において、領域 A11、A12 では、基準グランド導体 22 及び補助グランド導体 24 の 2 層の導体しか設けられていない。このように、x 軸方向に直交する断面において、筋状（線状）の溝 G1、G2 及び突起 P1、P2 と z 軸方向に重なる領域 A11 において導体が占める割合は、筋状（線状）の突起 P1、P2 と重ならない領域 A13～A15 において導体が占める割合よりも少ない。

[0095] 以上のように構成された高周波信号線路 10c の製造方法について図面を

参照しながら説明する。図 27 ないし図 30 は、高周波信号線路 10c の圧着時の工程断面図である。以下では、一つの高周波信号線路 10c が作製される場合を例にとって説明するが、実際には、大判の誘電体シートが積層及びカットされることにより、同時に複数の高周波信号線路 10c が作製される。

[0096] 高周波信号線路 10c の製造方法は、圧着工程において高周波信号線路 10 の製造方法と相違する。そこで、以下では、圧着工程について説明する。

[0097] まず、図 27 及び図 28 に示すように、信号線 20 と基準グランド導体 22 及び補助グランド導体 24 とが対向するように、誘電体シート 18a ~ 18c を z 軸方向の正方向側から負方向側へとの順に積層する。

[0098] 次に、図 29 及び図 30 に示すように、圧着ツール T3, T4 及びクッション材 C1 により誘電体シート 18a ~ 18c に対して z 軸方向の両側から圧着処理及び加熱処理を施す。以下に、圧着ツール T3, T4 及びクッション材 C1 について説明する。

[0099] 圧着ツール T3 は、クッション材 C1 を介して誘電体シート 18a の表面及び基準グランド導体 22 の表面を押圧する。クッション材 C1 に対する圧着ツール T3 の接触面は平坦面である。クッション材 C1 は、ゴム等の弾性体からなるシートである。圧着ツール T4 は、誘電体シート 18c の裏面及び補助グランド導体 24 を押圧する。誘電体シート 18c の裏面及び補助グランド導体 24 に対する圧着ツール T4 の接触面は平坦面である。以上のような圧着ツール T3, T4 には、ヒータが内蔵されている。

[0100] 以上のような圧着ツール T3, T4 及びクッション材 C1 により、誘電体シート 18a ~ 18c に対して加熱処理及び加圧処理を施すと、誘電体シート 18a ~ 18c が軟化する。ここで、x 軸方向に直交する断面において、筋状（線状）の溝 G1, G2 及び突起 P1, P2 と z 軸方向に重なる領域 A11 において導体が占める割合は、筋状（線状）の突起 P1, P2 と重ならない領域 A13 ~ A15 において導体が占める割合よりも少ない。導体は、誘電体シート 18a ~ 18c に比べて変形しやすい。そのため、領域 A11

， A 1 2 における基準グランド導体 2 2 が、領域 A 1 3 ～ A 1 5 における基準グランド導体 2 2 よりも変形しやすくなる。その結果、図 2 9 及び図 3 0 に示すように、クッション材 C 1 が変形して、基準グランド導体 2 2 が、 x 軸方向に直交する断面において、基準グランド導体 2 2 が波打った形状をなすようになる。

[0101] 以上のように構成された高周波信号線路 1 0 c 及びその製造方法によっても、高周波信号線路 1 0 と同様に、可撓性を有する高周波信号線路 1 0 c において特性インピーダンスが所定の特性インピーダンスからずれることを抑制できる。

[0102] (第 4 の変形例)

以下に、第 4 の変形例に係る高周波信号線路について図面を参照しながら説明する。図 3 1 は、高周波信号線路 1 0 d の線路部 1 2 a の開口 3 0 における断面構造図である。高周波信号線路 1 0 d の外観斜視図は図 1 を援用する。

[0103] 高周波信号線路 1 0 d は、溝 G 3 ～ G 6 及び突起 P 3 ～ P 6 の数において高周波信号線路 1 0 と相違する。また、溝 G 3 ～ G 6 には、絶縁部材 6 0 c ～ 6 0 f が埋め込まれている。

[0104] 以上のように構成された高周波信号線路 1 0 d によっても、高周波信号線路 1 0 と同様に、可撓性を有する高周波信号線路 1 0 d において特性インピーダンスが所定の特性インピーダンスからずれることを抑制できる。

[0105] (その他の実施形態)

本発明に係る高周波信号線路及びその製造方法は、高周波信号線路 1 0 ， 1 0 a ～ 1 0 d 及びその製造方法に限らず、その要旨の範囲内において変更可能である。

[0106] なお、高周波信号線路 1 0 ， 1 0 a ～ 1 0 d の構成や製造方法の各工程を組み合わせてもよい。

[0107] 保護層 1 4 ， 1 5 は、スクリーン印刷によって形成されているが、フォトリソグラフィ工程によって形成されてもよい。

- [0108] なお、高周波信号線路 10, 10a~10d において、コネクタ 100a, 100b が実装されていなくてもよい。この場合、高周波信号線路 10, 10a~10c の端部と回路基板とがはんだによって接続される。なお、高周波信号線路 10, 10a の一方の端部のみにコネクタ 100a が実装されてもよい。
- [0109] また、コネクタ 100a, 100b は、高周波信号線路 10, 10a~10d の表面に実装されているが、高周波信号線路 10, 10a~10d の裏面に実装されていてもよい。また、コネクタ 100a が高周波信号線路 10, 10a~10d の表面に実装され、コネクタ 100b が高周波信号線路 10, 10a~10d の裏面に実装されてもよい。
- [0110] また、高周波信号線路 10, 10a~10d において、基準グランド導体 22 又は補助グランド導体 24 のいずれか一方が設けられていなくてもよい。すなわち、高周波信号線路 10, 10a~10d は、トリプレート型のマイクロストリップラインであってもよい。
- [0111] また、高周波信号線路 10, 10a~10d において、基準グランド導体 22 及び補助グランド導体 24 の代わりに、誘電体シート 18b の裏面上に信号線 20 に沿って延在するグランド導体が設けられていてもよい。すなわち、高周波信号線路 10, 10a~10d は、コプレナー構造を有する高周波信号線路であってもよい。
- [0112] また、高周波信号線路 10, 10a~10d において、信号線 20 の y 軸方向の両側に溝 G1, G2 及び突起 P1, P2 が設けられているが、信号線 20 の y 軸方向の少なくとも一方に溝 G1 及び突起 P1 又は溝 G2 又は突起 P2 が設けられていればよい。
- [0113] なお、高周波信号線路 10, 10a~10d において、基準グランド導体 22 には、溝 G1, G2 が設けられておらず、突起 P1, P2 のみが設けられていてもよい。このような基準グランド導体 22 の断面二次モーメントは、突起 P1, P2 が設けられていない平坦な基準グランド導体の断面二次モーメントよりも大きくなる。そのため、可撓性を有する高周波信号線路にお

いて特性インピーダンスが所定の特性インピーダンスからずれることを抑制できる。

[0114] なお、絶縁部材 60a～60f の代わりに、金属等の導電性部材が用いられてもよい。

[0115] なお、高周波信号線路 10, 10a～10d は、アンテナフロントエンドモジュールなど RF 回路基板における高周波信号線路として用いられてもよい。

産業上の利用可能性

[0116] 以上のように、本発明は、高周波信号線路及びその製造方法に有用であり、特に、可撓性を有する高周波信号線路において特性インピーダンスが所定の特性インピーダンスからずれることを抑制できる点において優れている。

符号の説明

[0117] C1 クッション材
G1～G6 溝
P1～P6, P11, P12 突起
T1～T4 圧着ツール
10, 10a～10d 高周波信号線路
12 誘電体素体
14 保護層
20 信号線
22 基準グランド導体
24 補助グランド導体
30 開口
40, 42 補強グランド導体
60 ブリッジ部
60a～60f 絶縁部材

請求の範囲

- [請求項1] 可撓性を有する複数の誘電体層が積層されることにより構成されている線状の誘電体素体と、
前記誘電体素体に設けられ、かつ、該誘電体素体に沿って延在している線状の信号線と、
前記誘電体素体に設けられ、かつ、前記信号線に沿って延在している第1のグラウンド導体であって、積層方向に互に対向する第1の主面及び第2の主面を有する第1のグラウンド導体と、
を備えており、
前記第1のグラウンド導体の前記第2の主面には、前記信号線に沿って延在する筋状の突起が形成されていること、
を特徴とする高周波信号線路。
- [請求項2] 前記第1のグラウンド導体は、前記信号線よりも積層方向の一方側に設けられ、かつ、該信号線と対向しており、
前記第1の主面は、積層方向の一方側の主面であり、
前記第2の主面は、積層方向の他方側の主面であり、
前記第2の主面には、前記信号線に沿って延在する筋状の突起が設けられていること、
を特徴とする請求項1に記載の高周波信号線路。
- [請求項3] 前記第2の主面に設けられている前記筋状の突起は、前記信号線に直交する断面において前記第1のグラウンド導体の一部が積層方向の他方側に向かって突出するように湾曲していることによって形成されていること、
を特徴とする請求項2に記載の高周波信号線路。
- [請求項4] 前記信号線に直交する断面において前記第1のグラウンド導体の一部が積層方向の他方側に向かって突出するように湾曲していることによって、前記第1の主面には筋状の溝が形成されており、
前記第1のグラウンド導体の積層方向の一方側には、絶縁体層が積層

されており、

前記筋状の溝内には、前記絶縁体層とは異なる部材が埋め込まれていること、

を特徴とする請求項 3 に記載の高周波信号線路。

[請求項5] 前記第 2 の主面に設けられている前記筋状の突起は、積層方向から平面視したときに、前記信号線よりも該信号線の線幅方向の少なくともいずれか一方に設けられていること、

を特徴とする請求項 2 ないし請求項 4 のいずれかに記載の高周波信号線路。

[請求項6] 前記第 2 の主面に設けられている前記筋状の突起は、積層方向から平面視したときに、前記信号線に対して該信号線の線幅方向の両側に設けられていること、

を特徴とする請求項 5 に記載の高周波信号線路。

[請求項7] 前記信号線に沿って延在しているグラウンド導体であって、該信号線よりも積層方向の他方側に設けられ、かつ、該信号線と対向する第 2 のグラウンド導体を、

を更に備えていること、

を特徴とする請求項 2 ないし請求項 6 のいずれかに記載の高周波信号線路。

[請求項8] 前記誘電体素体の一部の区間において、前記第 1 の主面及び／又は前記第 2 の主面には、前記信号線に沿って延在する筋状の突起が形成されていること、

を特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の高周波信号線路。

[請求項9] 第 1 の誘電体層上に線状の信号線を形成する工程と、

第 2 の誘電体層上に第 1 のグラウンド導体を形成する工程と、

前記第 1 のグラウンド導体が前記信号線と対向するように前記第 1 の誘電体層と前記第 2 の誘電体層とを積層及び圧着することによって、

誘電体素体を形成する工程と、

を備えており、

前記積層及び圧着する工程では、前記信号線に直交する断面において前記第 1 のグラウンド導体の一部が積層方向の他方側に向けて突出するように該第 1 のグラウンド導体の一部を湾曲させて、該信号線に向かって突出し、かつ、該信号線に沿って延在する筋状の突起を該第 1 のグラウンド導体に形成すること、

を特徴とする高周波信号線路の製造方法。

[請求項10] 前記信号線に直交する断面において、前記筋状の突起と積層方向に重なる領域に占める導体の割合は、該筋状の突起と積層方向に重ならない領域に占める導体の割合よりも少ないこと、

を特徴とする請求項 9 に記載の高周波信号線路の製造方法。

[請求項11] 前記積層及び圧着する工程では、前記第 1 のグラウンド導体を弾性体で押圧することにより圧着処理を施すこと、

を特徴とする請求項 10 に記載の高周波信号線路の製造方法。

[請求項12] 前記積層及び圧着する工程では、前記第 1 のグラウンド導体上に前記信号線に沿って延在する部材を配置した状態で圧着処理を施すこと、

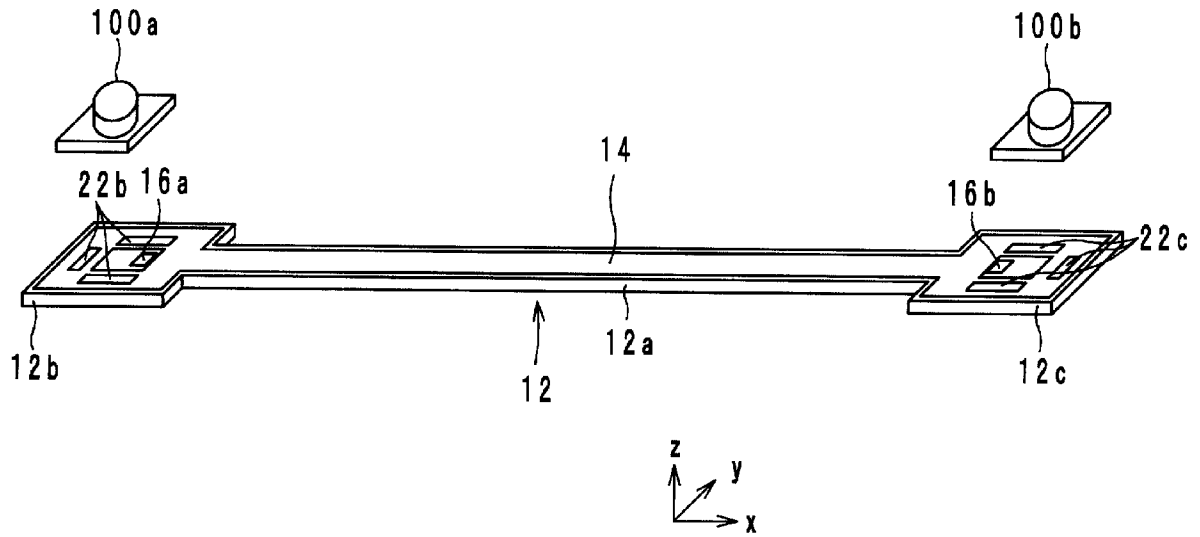
を特徴とする請求項 9 又は請求項 10 のいずれかに記載の高周波信号線路の製造方法。

[請求項13] 前記積層及び圧着する工程では、前記第 1 のグラウンド導体に型押しを行うことにより、前記筋状の突起を形成すること、

を特徴とする請求項 9 又は請求項 10 のいずれかに記載の高周波信号線路の製造方法。

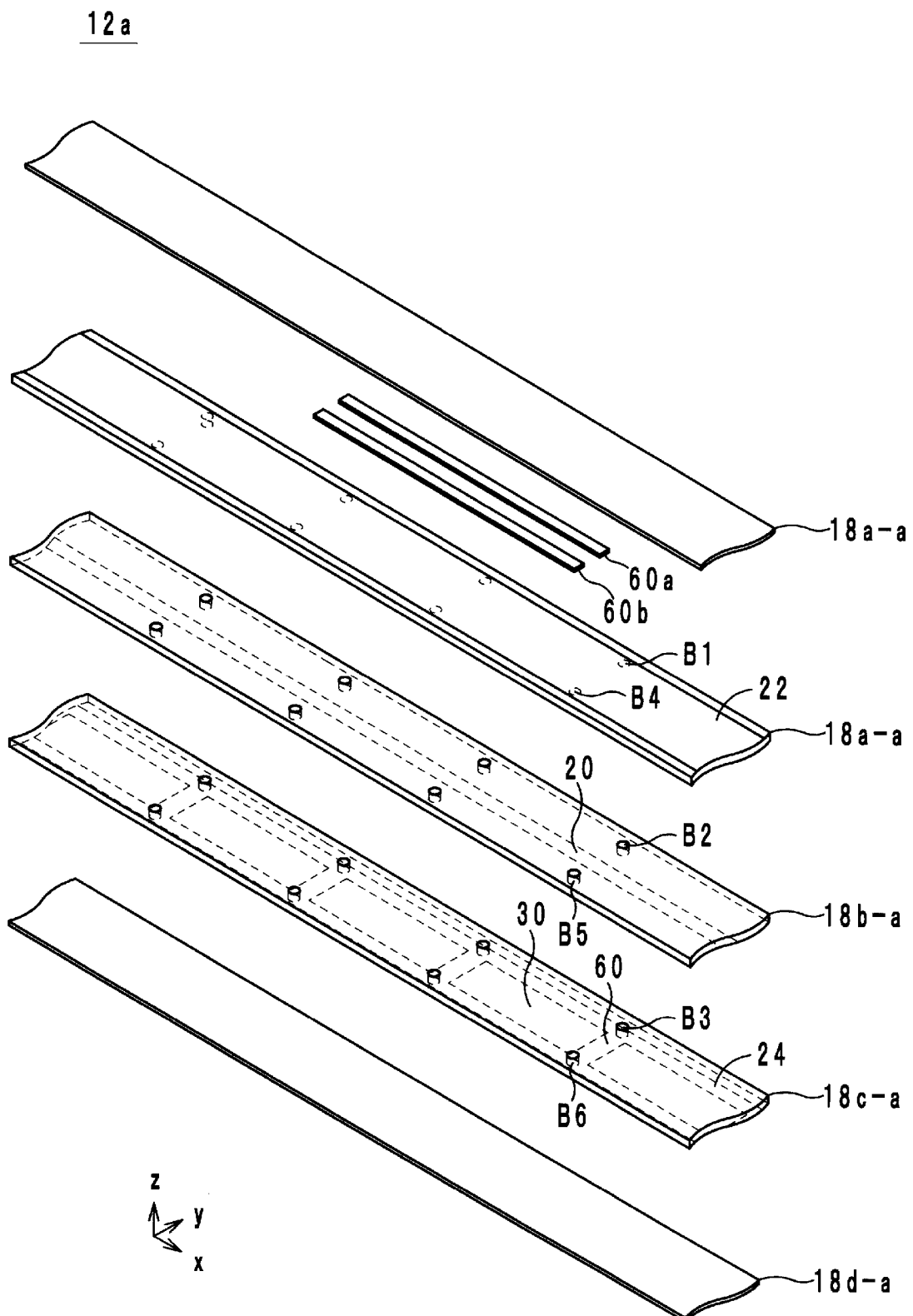
[図1]

10, 10a~10d



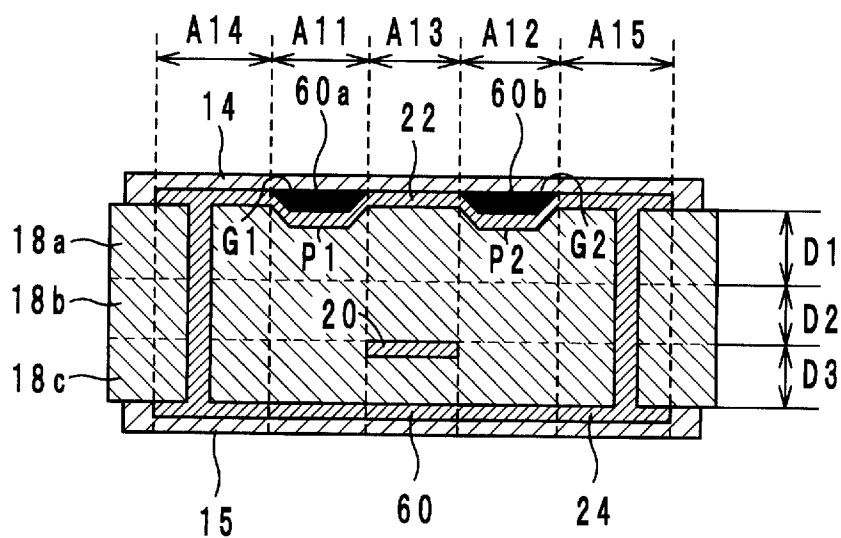
[図3]

図3



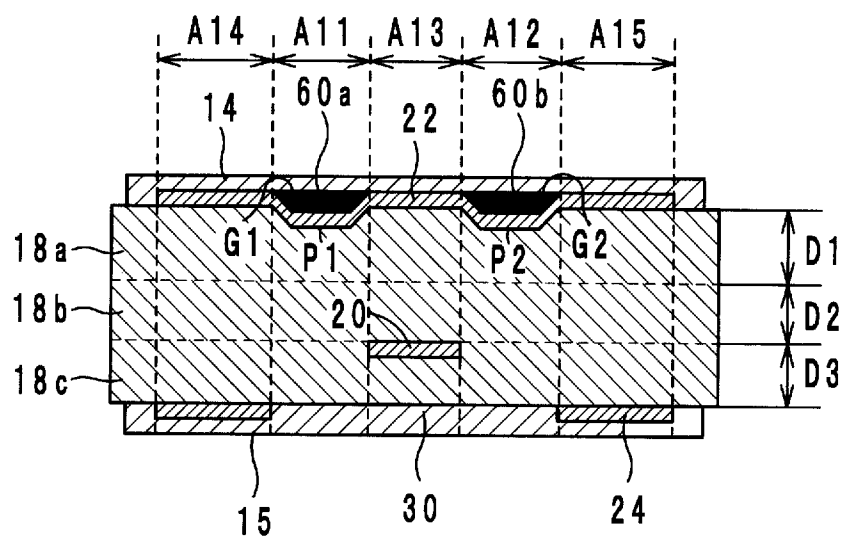
[図4]

図4



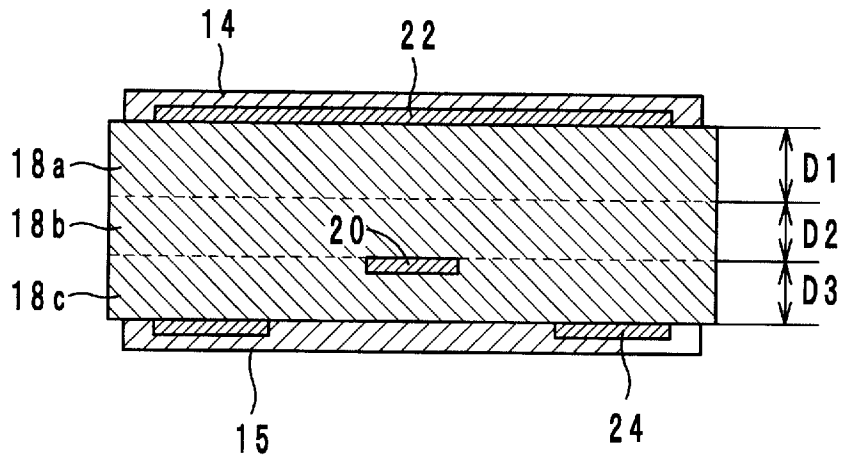
[図5]

図5



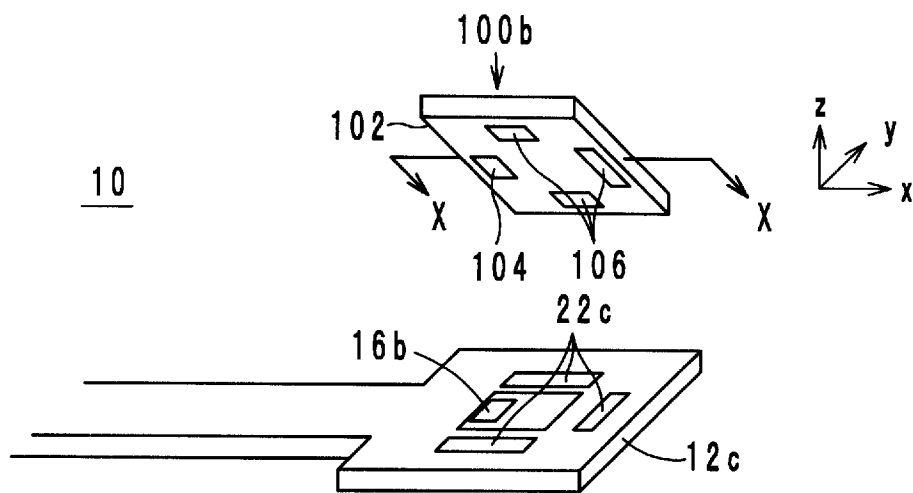
[図6]

図6



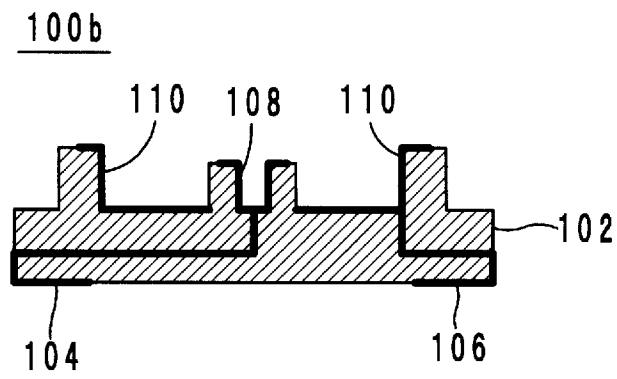
[図7]

図7



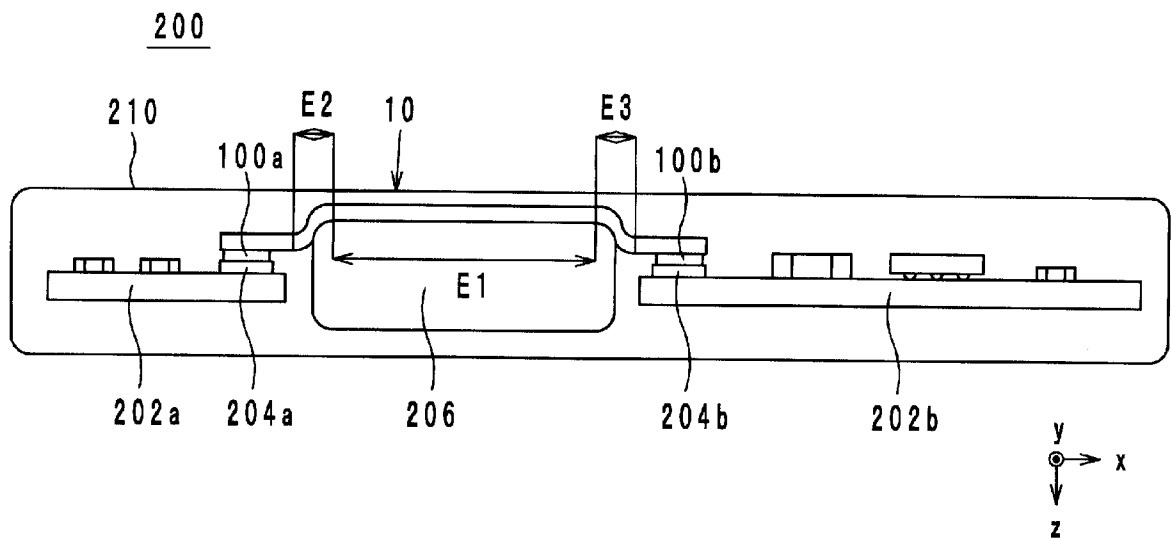
[図8]

図8



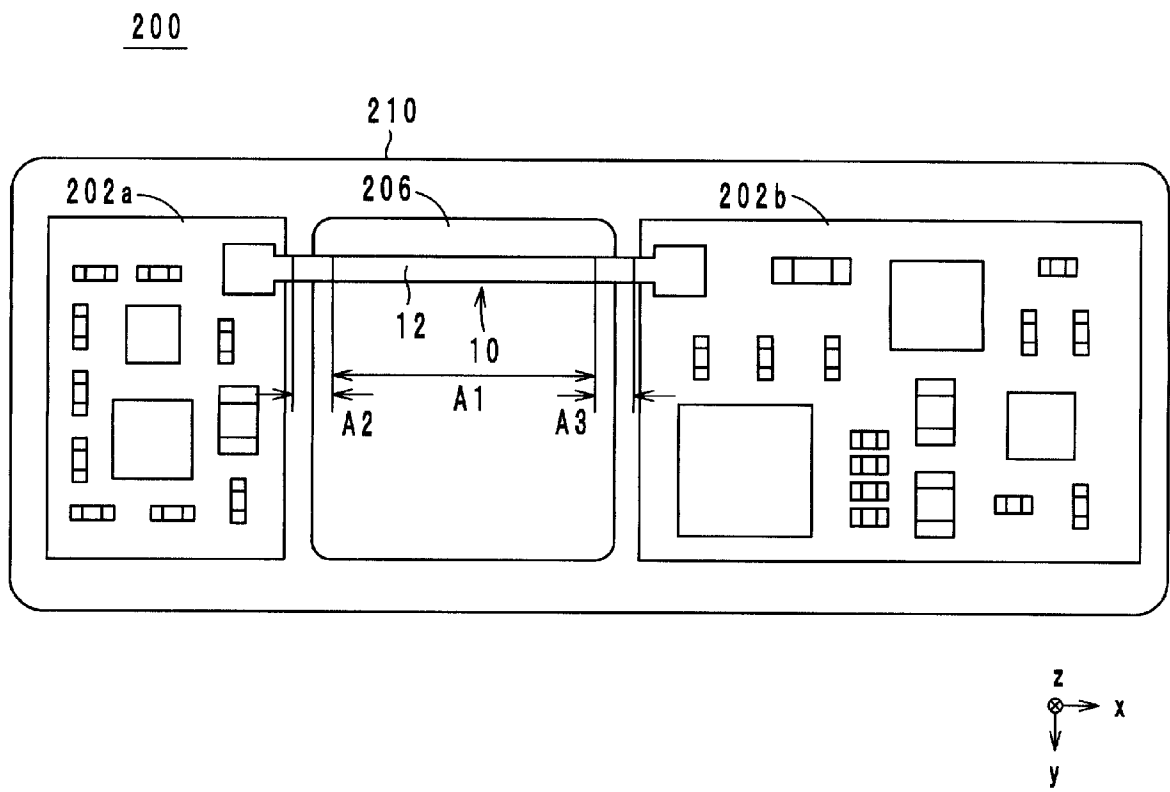
[図9]

図9



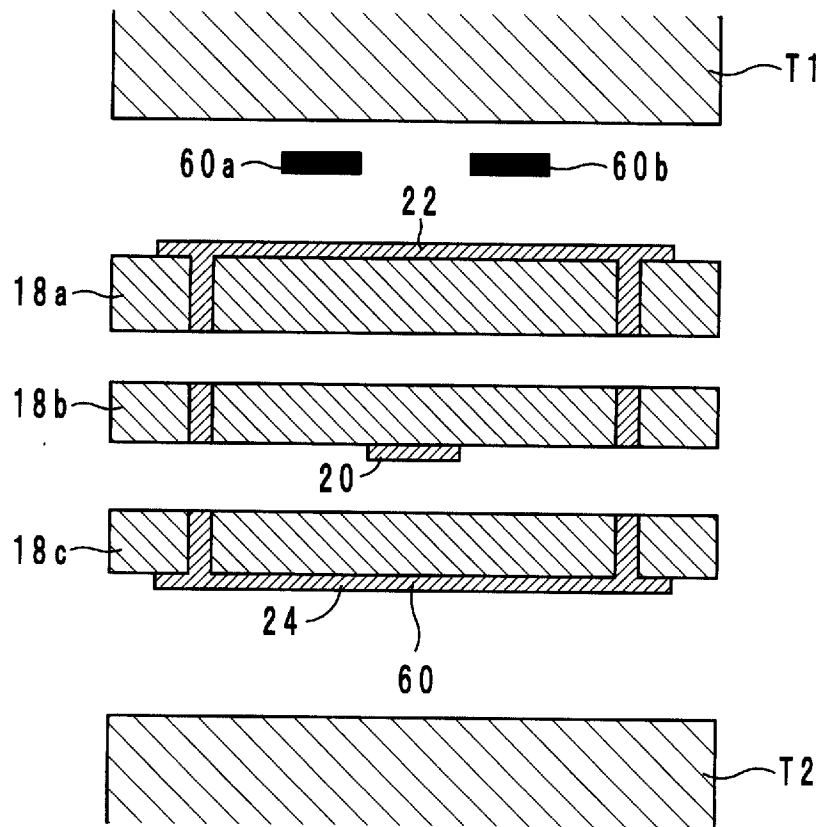
[図10]

図10



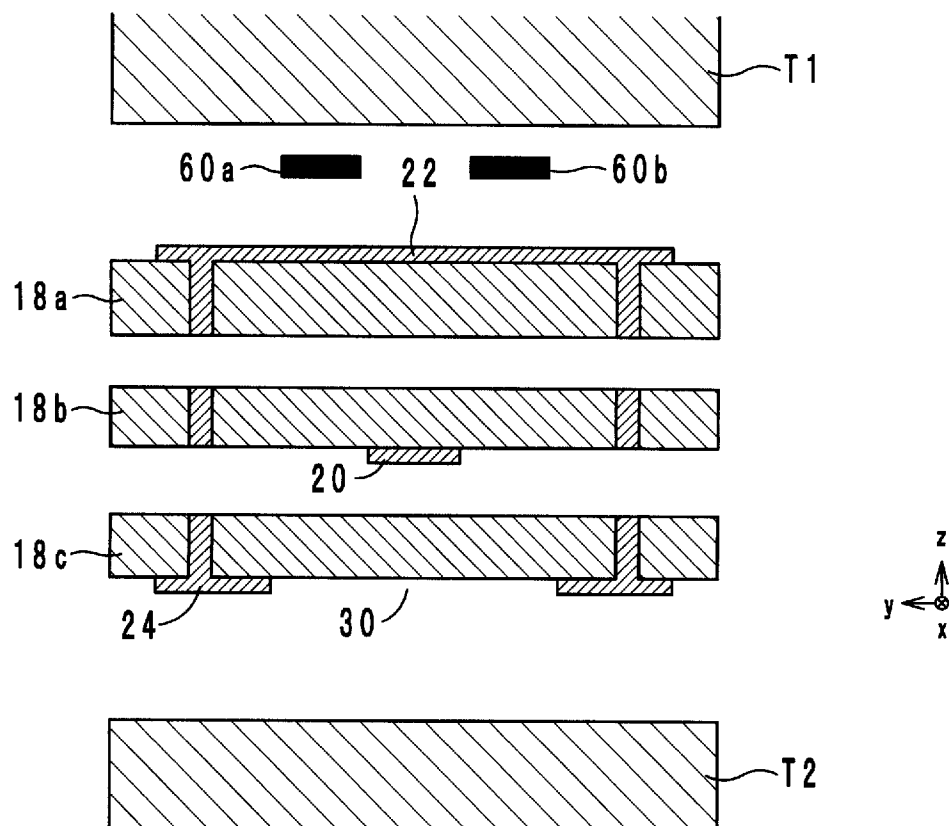
[図11]

図 11



[図12]

図12



[図13]

図13

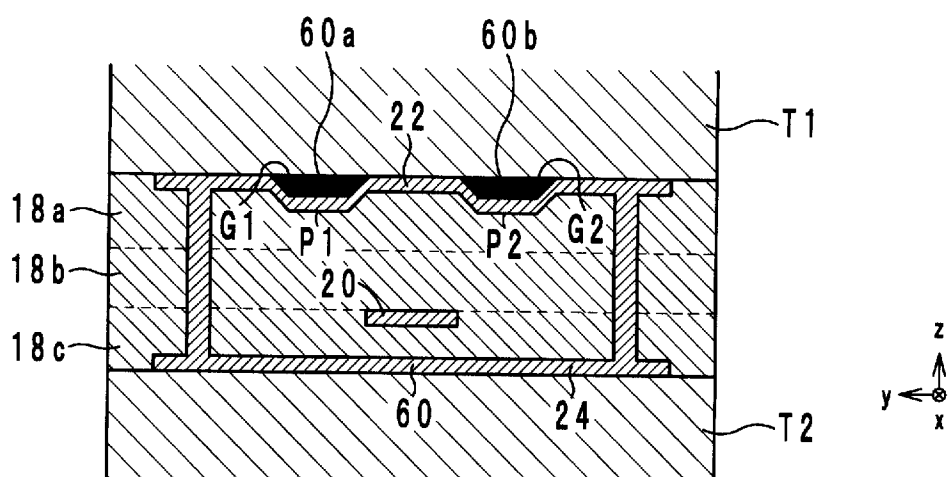


图 14

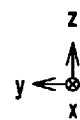


图 15

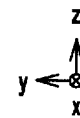
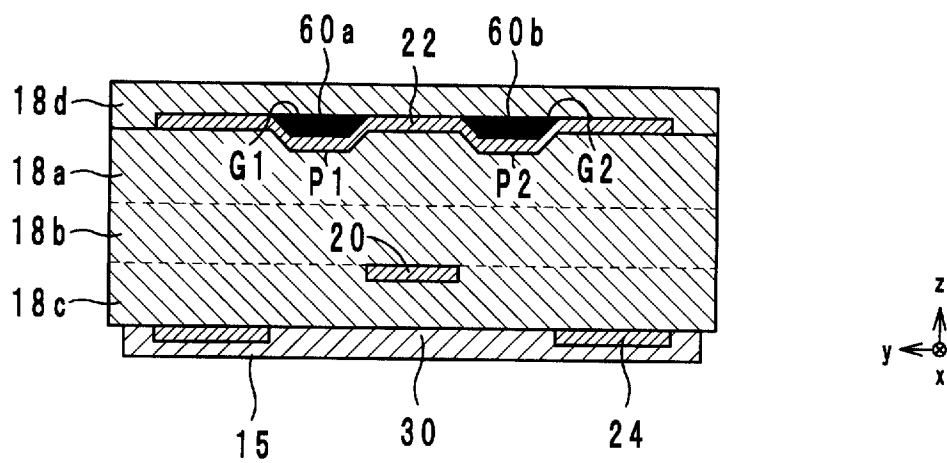
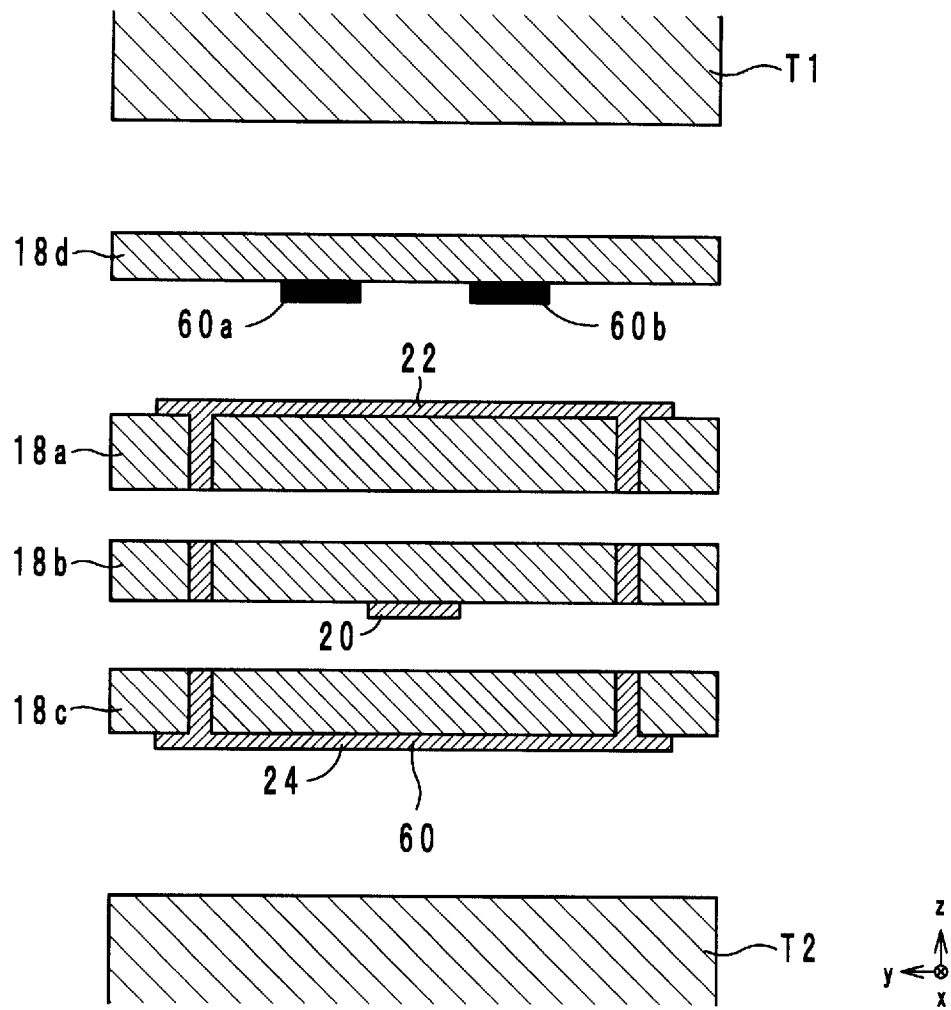


图 16



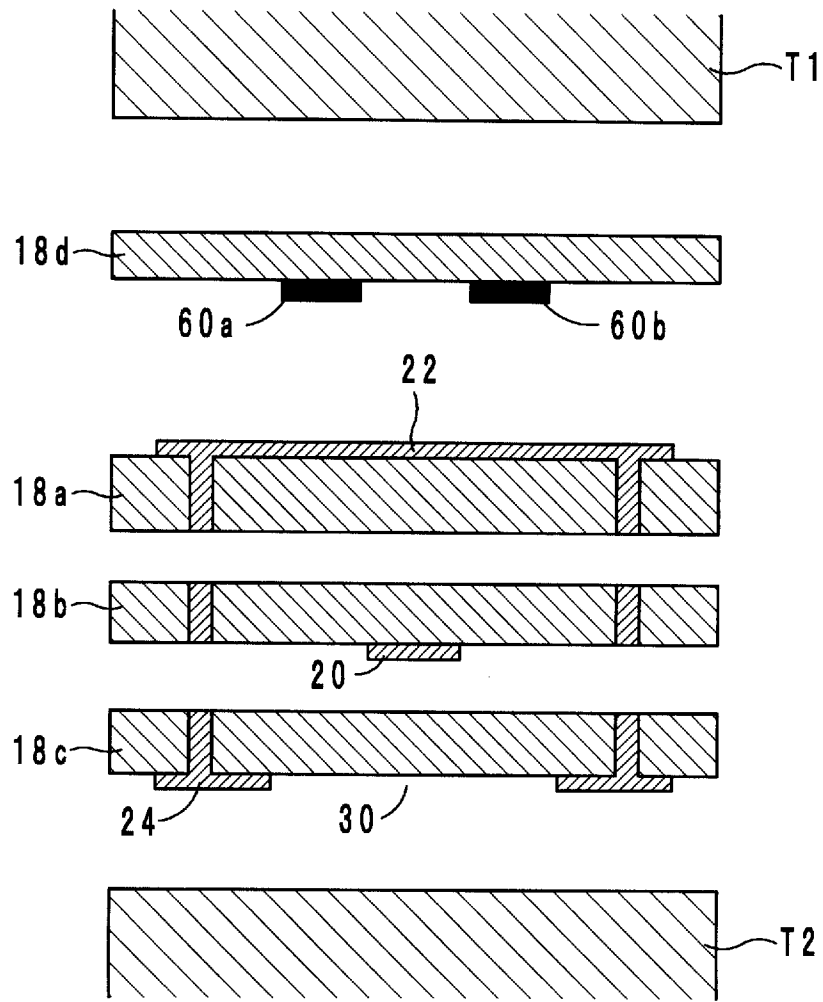
[図17]

図17



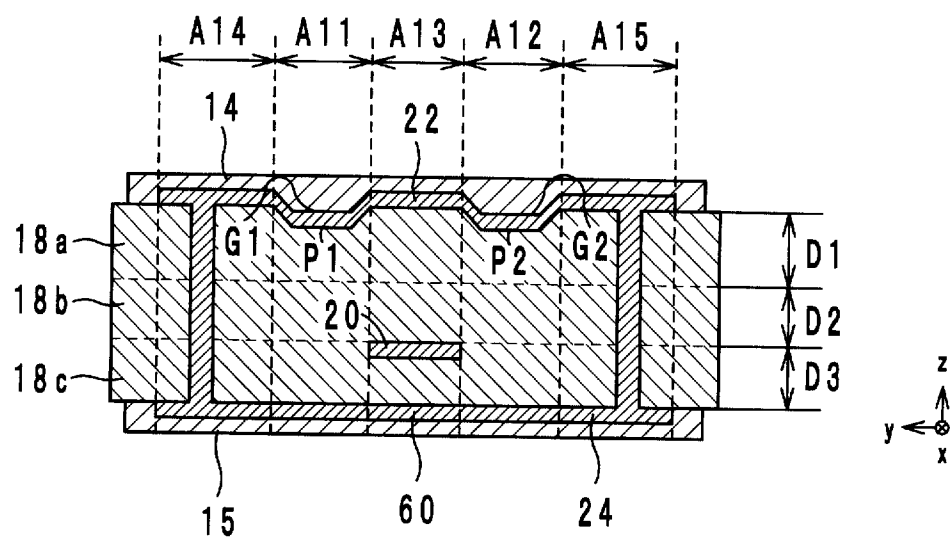
[図18]

図18



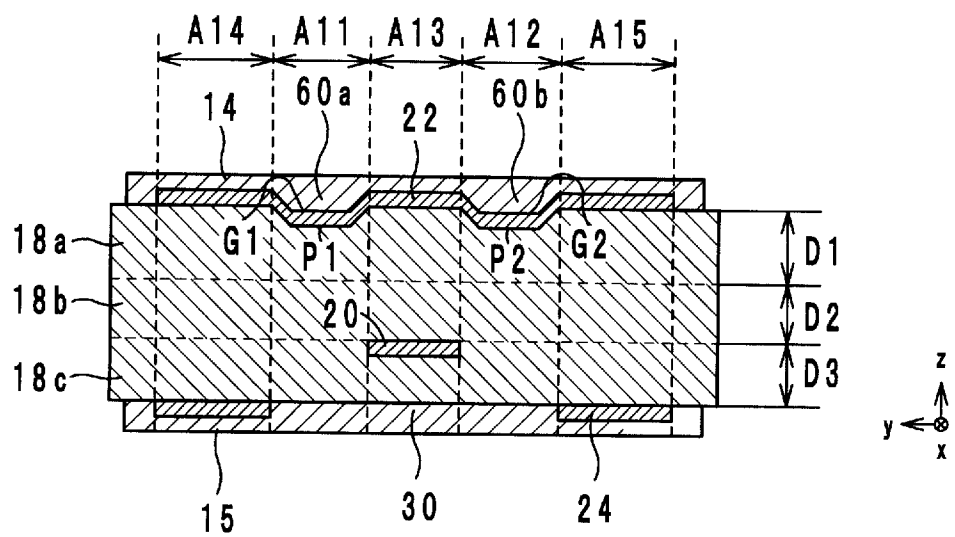
[図20]

図20



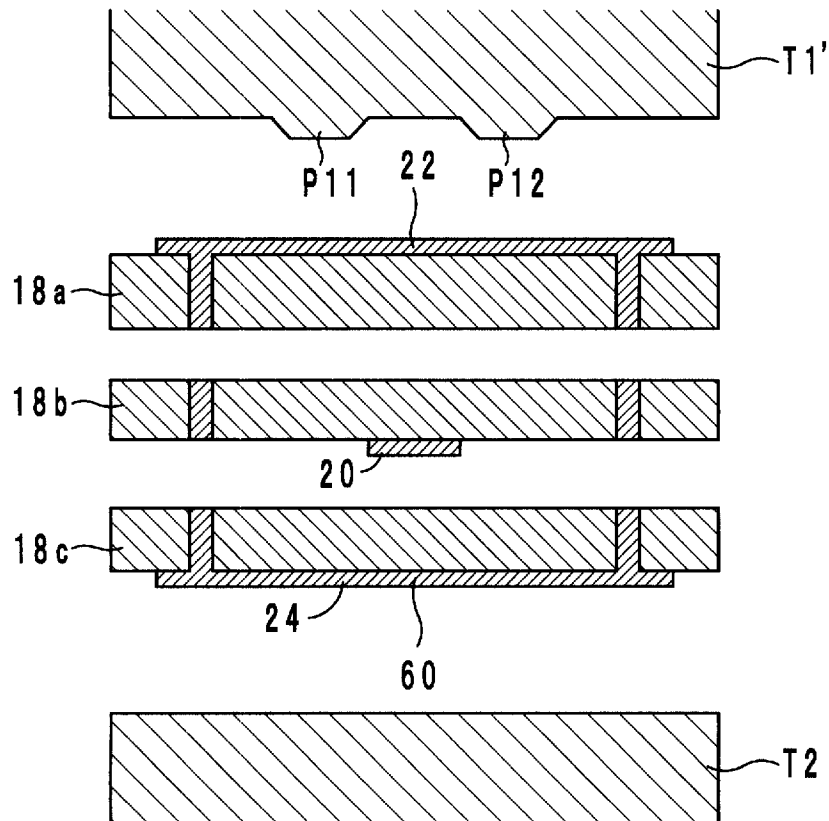
[図21]

図21



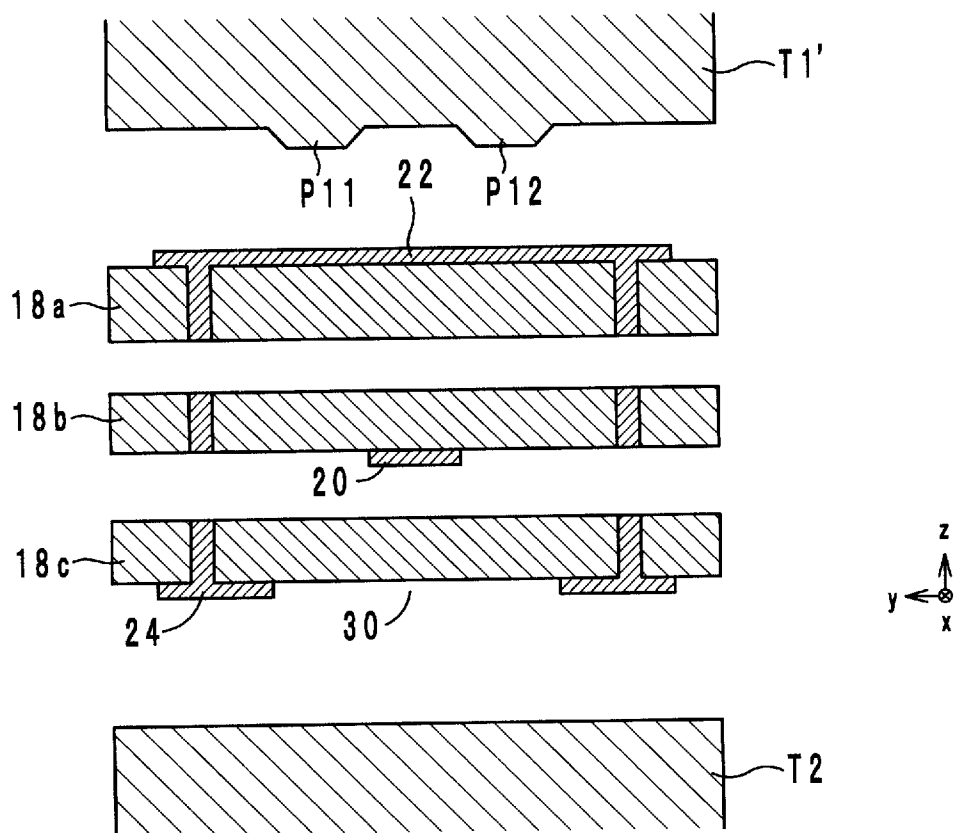
[図22]

図22



[図23]

図23



[図24]

図24

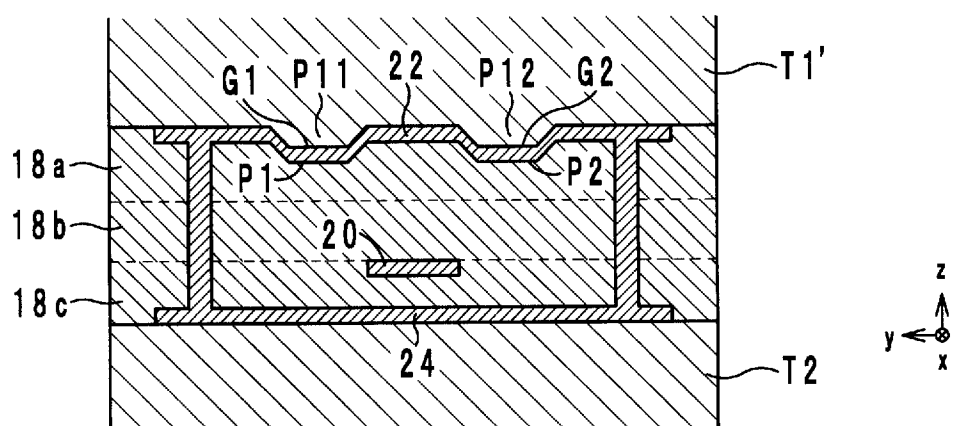
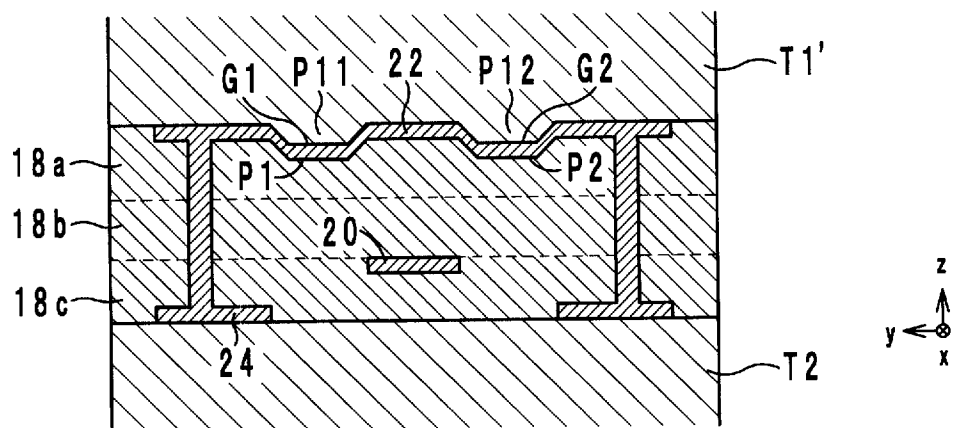
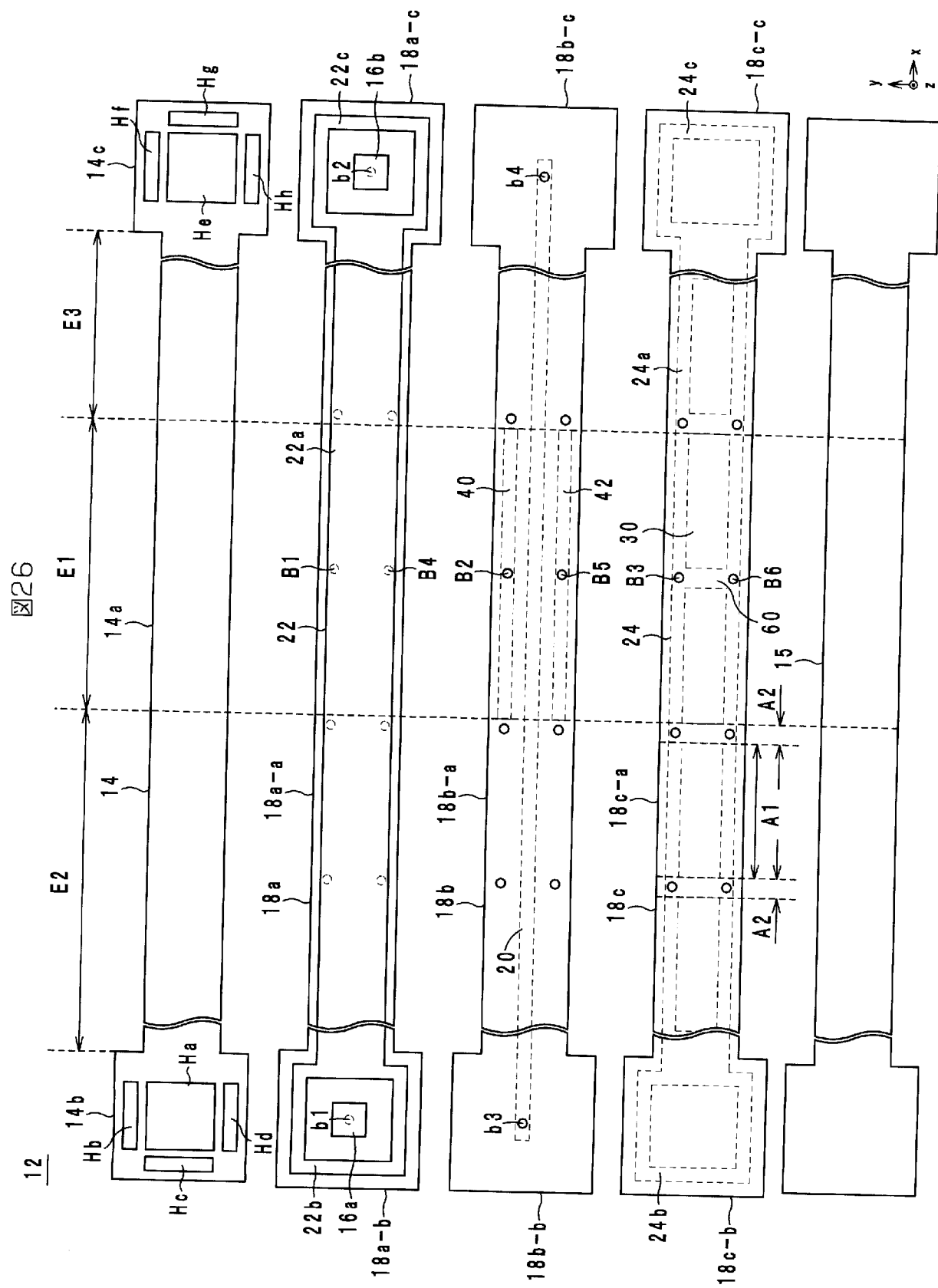


图25

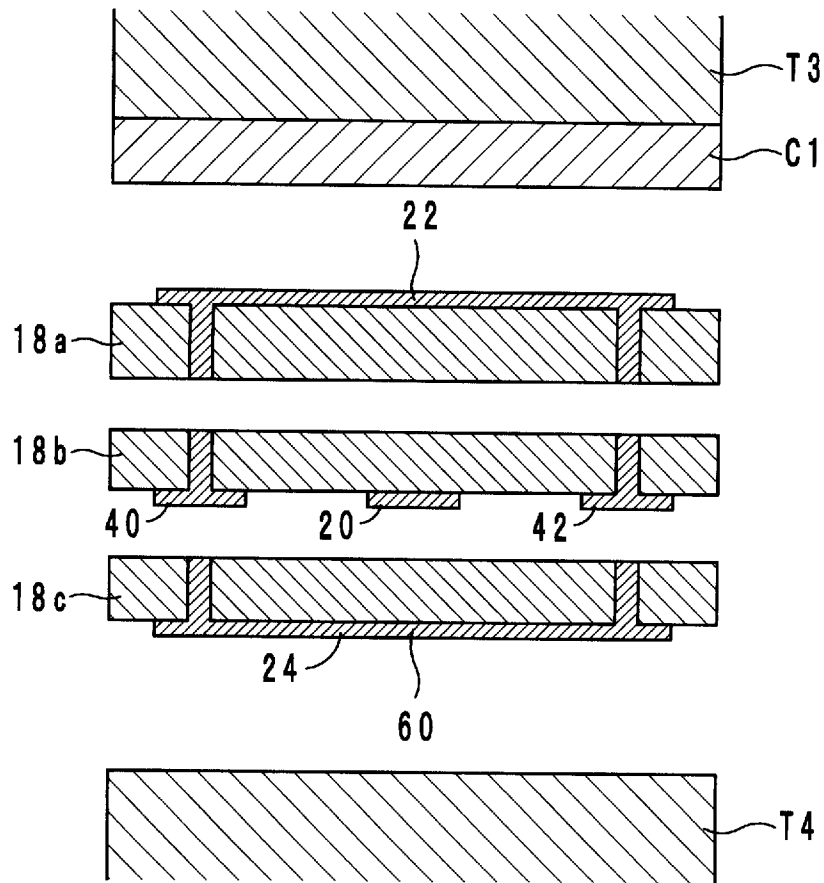


[図26]



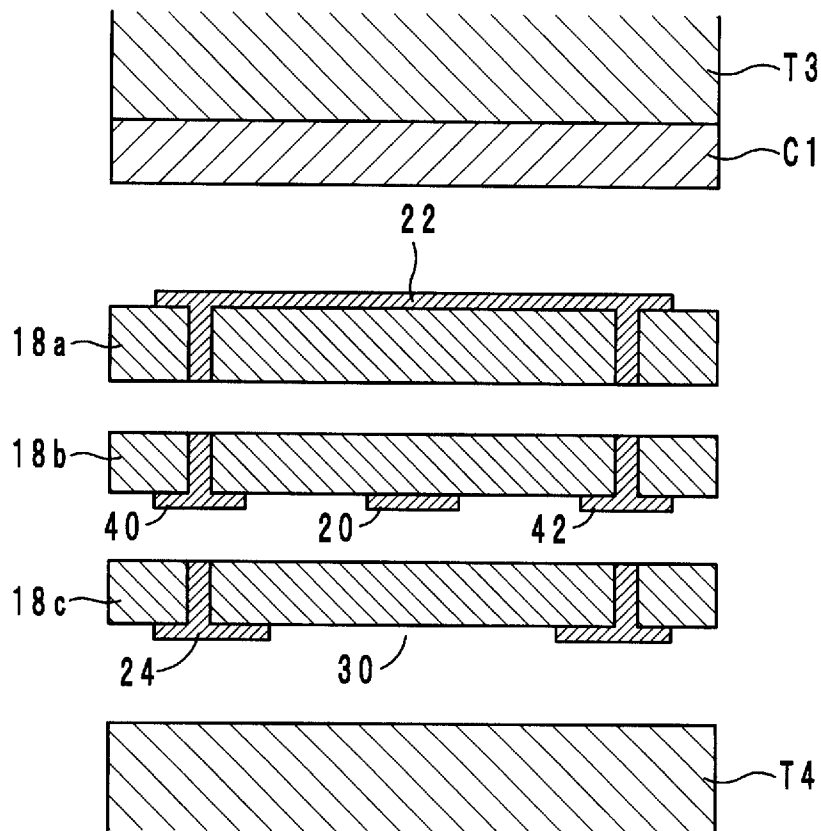
[図27]

図27



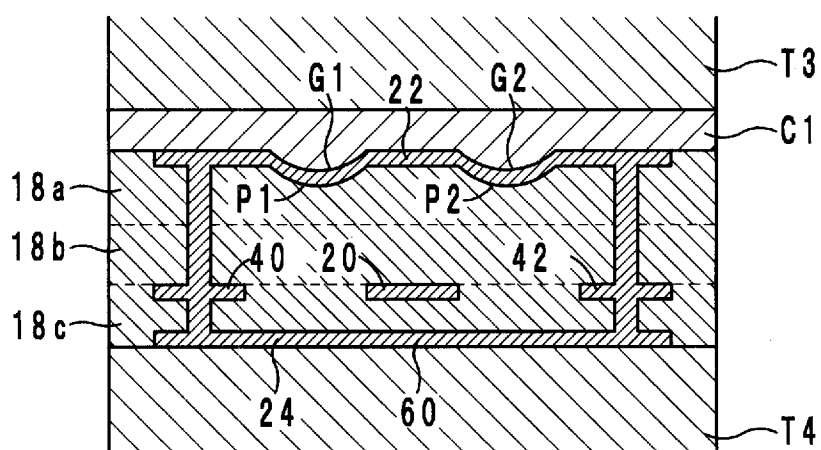
[図28]

図28



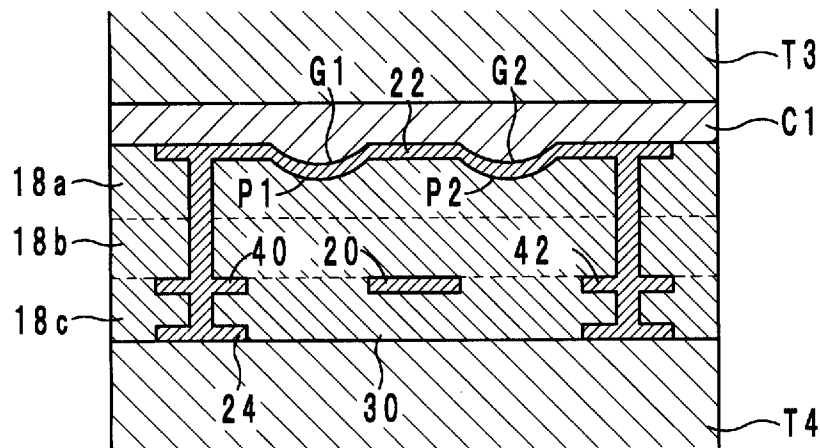
[図29]

図29



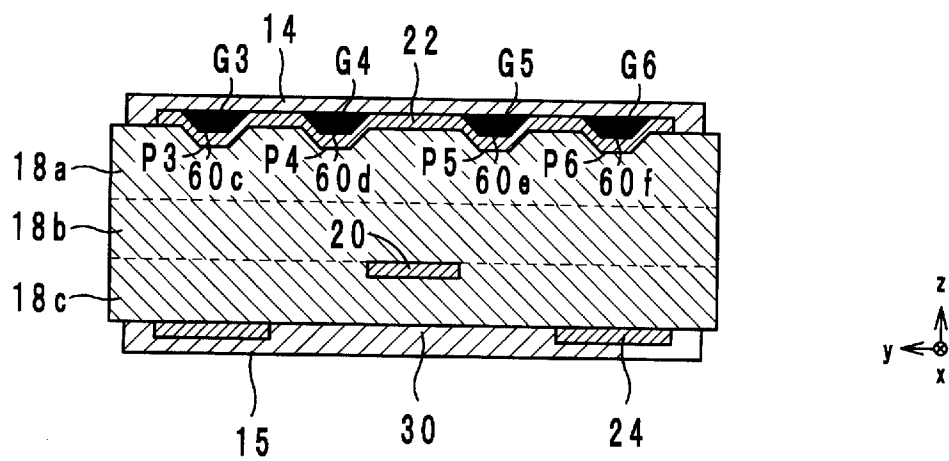
[図30]

図30



[図31]

図31



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078327

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01P3/08 (2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01P3/08		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2012/074100 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 07 June 2012 (07.06.2012), fig. 2 to 4 & JP 3173143 U & CN 202335067 U & TW 201236517 A & KR 10-2012-0102728 A & CN 102687600 A & US 2012/0274423 A1 & EP 2574155 A1	1-13
Y	JP 10-313203 A (Kyocera Corp.), 24 November 1998 (24.11.1998), fig. 1 (Family: none)	1-5, 7-13
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 26 December, 2013 (26.12.13)		Date of mailing of the international search report 21 January, 2014 (21.01.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078327

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-226450 A (Panasonic Electric Works Co., Ltd.), 07 October 2010 (07.10.2010), fig. 3 & WO 2010/110315 A1	1-5, 7-13
Y	JP 2005-123995 A (Mitsubishi Electric Corp.), 12 May 2005 (12.05.2005), fig. 1 (Family: none)	6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H01P3/08(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H01P3/08			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
Y	WO 2012/074100 A1（株式会社村田製作所）2012.06.07, 図2-4 & JP 3173143 U & CN 202335067 U & TW 201236517 A & KR 10-2012-0102728 A & CN 102687600 A & US 2012/0274423 A1 & EP 2574155 A1	1-13	
Y	JP 10-313203 A（京セラ株式会社）1998.11.24, 図1 （ファミリーなし）	1-5, 7-13	
Y	JP 2010-226450 A（パナソニック電工株式会社）2010.10.07, 図3 & WO 2010/110315 A1	1-5, 7-13	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 26.12.2013		国際調査報告の発送日 21.01.2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 麻生 哲朗 電話番号 03-3581-1101 内線 3556	5K 2953

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2005-123995 A (三菱電機株式会社) 2005.05.12, 図1 (ファミリーなし)	6