

明 細 書

発明の名称：多層基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、多層基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 様々な電子機器に、回路を構成する配線を持つ基板に種々の電子部品を取付けたものが内蔵されている。そして、基板の中に、多層基板と呼ばれるものが存在している。

多層基板は、複数枚の基板を積層して構成される。各基板は板状又はシート状の基材を備えており、基材の少なくとも一方の表面には、配線が設けられている。配線をそれぞれ持つ基板を複数積層した構造を持つ多層基板は、もちろん厚さは大きくなるものの、同じ面積の中に単層の基板よりも多くの回路と電子部品を含めることができ、高い集積性を発揮させることが可能であるから、広く実用されている。

[0003] 多層基板に含まれる各基板中の回路は一般に、互いに導通させる必要がある。

そのため、多層基板においては、重ね合わせられた状態の多層基板に含まれる各基板をまとめて貫くスルーホールと呼ばれる孔が穿たれるのが一般的である。一般的にはスルーホールの内周面に例えば導電性を有する金属によるメッキによる金属層を設け、そして、各基板における配線を金属層と導通させることにより、多層基板に含まれる各基板中の配線を、スルーホール内の金属層を介して互いに導通させるようにする。例えば、1つの基板の両面のそれぞれに設けられた配線を、スルーホール内の金属層を介して互いに導通させる。

或いは、1つの基板の両面、或いは複数の基板の任意の面に設けられた配線同士を、導電性を有する基板外の接続線で接続することにより、離れた位置に存在する配線同士を導通させることも可能であり、そのような技術も実

用されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 多層基板は上述の如きものであるが、改良の余地がある。

従来の多層基板は、上述のようにスルーホールや基板外の接続線を備える。

スルーホールが存在する場合、スルーホールを形成するために基板に孔開けを行う工程、及びスルーホールの内周面に金属層を形成する工程の実施が必要となることにより多層基板の製造コストが押し上げられる。

また、スルーホールは、上述したように、多層基板に含まれる各基板が有する配線と導通させられるため、各基板において基材に対する配線の位置決めを正確に行うことと、複数の基板を積層するにあたって積層される複数の基板の相対的な位置決めを正確に行うことが必要となる。もちろん、上述のような理由で求められる位置決めに関する2つの正確性は、技術的に実現可能ではある。しかしながら、それらの実現には手間がかかり、コストの上昇の原因となりやすい。

また、従来の多層基板の製造工程は、積層される複数の基板をそれぞれ別に製造し、その後別に製造された複数の基板を重ね合わせるというものである。あるいは、基板の上下にカバーシートと銅箔を積層して基板の上下面に回路形成し、その手順を繰り返して順次層数を増やしていく場合もある。ここで、各基板を製造する場合においては、例えば、基材に貼った銅箔に回路を切る、金でメッキを行う等の共通する工程が各基板毎に行われるのが一般的であるため、共通する工程を各基板において繰り返し実行することに起因するコストの上昇も生じやすい。基板の上下にカバーシートと銅箔を積層する場合も同様である。

基板外の接続線を設ける場合においても、その工程を行うことにより多層基板の製造コストが膨らむ。加えて、共通する工程を各基板において繰り返し実行することに起因するコストの上昇が生じやすいという事情も変わりが

ない。

- [0005] 本願発明は、低コストで多層基板を製造可能な多層基板の製造技術を提供することをその主な課題とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 上述する課題を解決するための本願発明は以下のようなものである。

本願発明は、表側の面に導電性を有する配線が適宜の配置で設けられた、熱可塑性樹脂でできた絶縁性を有する矩形のシートである基材シートの前記表側の面に、後に電子部品が配される位置に少なくとも1つの孔が設けられた、熱可塑性樹脂でできた絶縁性を有する、前記基材シートと事実上同じ形状、大きさのシートであるカバーシートを、前記基材シートの輪郭と前記カバーシートの輪郭とが一致するような状態で重ね合わせる重ね合わせ工程、重ね合わせられた前記基材シート、及び前記カバーシートを、前記孔が外部に露出するようにして折り曲げて折り畳む折り曲げ工程、折り畳まれた前記基材シート、及び前記カバーシートを加熱して前記カバーシートの少なくとも一部を熔融させた後冷却して硬化させることにより、隣接する前記基材シート、及び前記カバーシートを固着させる固着工程、前記孔に挿入した電子部品を、前記孔から覗く前記基材シートの表側の面における前記配線に前記電子部品を導通させた状態で、前記孔から覗く前記基材シートに固定する、電子部品取付け工程、を含む、多層基板の製造方法である。

- [0007] この多層基板の製造方法では、上述したように、重ね合わせ工程、折り曲げ工程、固着工程、電子部品取付け工程がその順で実施される。

重ね合わせ工程では、基材シートの表側の面に、カバーシートを重ね合わせる。基材シートは、熱可塑性樹脂でできた絶縁性を有する矩形のシートである。基材シートの表側の面には、配線が設けられている。配線はカバーシートには設けられず、基材シートにのみ設けられる。配線はまた、基材シートの一方側の面にのみ設けられる。基材シートの両面のうち配線が設けられる側の面が表側の面である。配線は、導電性を有し、一般的には導電性を有する金属でできている。配線を基材シートに設ける方法には制限がなく、公

知或いは周知の方法で配線を基材シートの表側の面に設けることができる。例えば、銅箔を接着剤で基材シートの表側の面の全面に張り付け、配線部分を残して不要な部分を化学エッチングで取り去るサブトラクティブ法や、基材シートの表側の面に配線をめっき（多くの場合は、無電解めっきおよび電解めっき）するアディティブ法などを、基材シートに配線を設ける技術として利用することができる。カバーシートは、基材シートと事実上同じ形状、大きさとされた矩形のシートである。カバーシートは、熱可塑性樹脂でできている絶縁性を有する。カバーシートには少なくとも1つの孔が設けられている。カバーシートに設けられた孔は、後に基材シートに対して電子部品が配される位置に対応する位置に設けられている。カバーシートは、基材シートに対して輪郭が一致するようにして重ね合わせられる。

次いで実行される折り曲げ工程では、重ね合わせられた状態の基材シート、及びカバーシートをまとめて折り曲げる。折り曲げは少なくとも1回であり、山折り、谷折りのいずれの場合もあり、山折りと谷折りが組合せられる場合もある。折り曲げ工程が実行された後において、カバーシートに設けられた上述の孔は、外部に露出する状態となるようにする。カバーシートとともに折り曲げられることによって、基材シートの少なくとも一部は、間にカバーシートが入ることもあるであろうが、基材シートの残部と少なくとも二重に重なり合った状態となる。それにより、基材シートの表側の面に設けられた配線も、少なくとも二重に積層された状態となる。

次いで実行される固着工程では、折り曲げられた状態で隣接している基材シート、及びカバーシートを固着させる。かかる固着を行う場合、折り曲げられた基材シート、及びカバーシートを加熱して、カバーシートの少なくとも一部を溶融させた後冷却して硬化させることにより、溶融したカバーシートを接着剤のように利用することによって隣接する基材シート、及びカバーシートを固着させる。本願でいう「冷却」は冷やすための処理を積極的に行うことを必要とせず、カバーシートを構成する熱可塑性樹脂の融点よりも低い温度（例えば室温）の雰囲気中に加熱後の基材シート及びカバーシートを

放置する場合も含む意味である。なお、カバーシートのみならず、基材シートの一部を溶融させた後冷却して硬化することも許容される。また、固着工程では、重ね合わせられた前記基材シート、及び前記カバーシートのうち、隣接する前記カバーシート同士をも固着させるようにしてもよい。いずれにせよ、固着工程を実行することにより、折り畳まれた基材シート、及びカバーシートは一体化され、全体としての互いの相対的な位置関係が基本的に固定された状態となる。

そして、電子部品を基材シートに取付ける電子部品取付け工程を実行する。上述したように、折り曲げ工程が終わった後、カバーシートに設けられた孔は外部に露出している。そして、カバーシートに設けられた孔は、電子部品が取付けられる位置に対応している。電子部品は、孔から挿入され、孔から覗く基材シートの表側の面における配線に電氣的に導通させた状態で、孔から覗く基材シートに固定する。基材シートに設けられた配線は、言うまでもないが、基材シートに予定された少なくとも1つの電子部品が取付けられたときに、電子部品との組合せにより、電気回路が構成されるように設計されている。

このようにして、多層基板が製造される。

なお、多層基板を製造する際に用いられる電子部品は、I C (integrated circuit) チップ、B G A (ball grid array)、C S P (Chip Size Package)、抵抗、コンデンサ等であり、一般的な基板に取付けられる電子部品と変わらない。

[0008] 以上で説明した本願の多層基板の製造方法によって製造される多層基板は、基材シートに予定された少なくとも1つの電子部品が取付けられたときに、電子部品との組合せにより、電気回路が構成されるため、スルーホールや基板外の接続線が不要である。したがって、それらを作製するための工程を省略することができるため、多層基板を製造する場合のコストを抑制することができる。

また、上述の多層基板の製造方法では、折り曲げ工程における、重ね合わ

せられた基材シート、及びカバーシートの折り曲げ方によって、様々な構造の多層基板を得ることができるようになる。

また、上述の多層基板の製造方法によって製造される多層基板は、基材シートの表側の面は、孔が開けられた部分を除いてカバーシートに覆われた状態となっている。それにより配線がカバーシートにより保護されることになるため、配線が断線しにくくなる。

[0009] 上述したように、本願発明で用いられる基材シートと、カバーシートとはともに、熱可塑性樹脂でできている。

基材シートとカバーシートとを構成する熱可塑性樹脂は同じものであっても良いし、そうでなくても良い。

基材シートとカバーシートとを構成する熱可塑性樹脂として用いることのできる材料は、例えば、液晶ポリマー（LCP：Liquid Crystal Polymer）である。他に用いることのできる材料は、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、フッ素樹脂（FR）等であるが、それ以外の熱可塑性樹脂も使用可能である。

液晶ポリマーは素材としては公知であり、また低損失で高周波特性に優れた素材として知られており、基材シートとカバーシートとの材料として用いることに向いている。

基材シートとカバーシートの厚さは、両者を重ねた状態で折り曲げ工程を実施することができる程度に薄くする必要がある。他方、カバーシートの厚さは、基材シートに形成された配線の厚みを上回るのが好ましい。前述したように固着工程を経た後にカバーシートは配線を保護することになるが、配線の厚みよりカバーシートの厚みが薄いと配線の保護が不十分で配線箇所がカバーシートで覆われずに上部が剥き出しの状態になることがあり得る。また、カバーシートにより配線を覆うことにより配線を保護できた場合でも配線の厚みがカバーシート上に凸部として現れて多層基板としての平坦性が保持できなくなる可能性があるが、そのようなことが生じた場合、最終的に平坦性が劣る表面への電子部品の実装時に接合不良などの不具合が発生するお

それがある。また、前記カバーシートの厚みが、前記基材シートの厚みより薄くても良い。カバーシートの厚さを基材シートよりも薄くすることにより、折り曲げ工程時の剛性が低減されて折り曲げ性が向上し、また、加工費用や材料費用コスト削減にもつながる。

[0010] 上述したように、本願発明で用いられる基材シートは矩形であり、カバーシートは、基材シートと同じ形状、大きさの矩形である。

基材シートは、正方形であっても構わない。基材シートとカバーシートは上述したように、互いに重ね合わせられた状態で折り曲げられることにより折り畳まれるが、基材シート及びカバーシートが正方形であれば、日本の伝統文化である折り紙で用いられる様々な折り畳み方を応用することができ、例えば、厚さ方向のすべての部分で、そこに存在する基材シートとカバーシートを足したシートの枚数を同じとする矩形や三角形といった規則的な形状の多層基板を得られることになる。

例えば、前記電子部品取付け工程が終了した後の前記基材シート、及び前記カバーシートの形状を、正方形、又は直角二等辺三角形とすることができる。そのような規則的な形状は、最終製品に多層基板を組み込む場合に便利である。直角二等辺三角形の多層基板は、2枚組み合わせることにより正方形にすることも可能である。

[0011] 本願発明では、前記電子部品取付け工程が終了した後の前記基材シートと、前記カバーシートとのすべての部分が、折り曲げられた部分を除いて事実上平行となるように、前記折り曲げ工程を実行することができる。

このようにして製造された多層基板は、基材シートとカバーシートとが、それらが折り曲げられている部分を除き、事実上平行に積層された状態となっており、全体として板状となる。板状の多層基板は、従来の多くの多層基板或いは単層基板と同様の形状であり、多くの応用が期待される。

他方、電子部品取付け工程が終了した後の基材シートと、カバーシートの一部が、基材シートとカバーシートの他の部分との関係で平行でない状態となるようにすることもできる。この場合における多層基板は、板状ではない

、立体的な形状となり得る。基板が取付けられることになる最終製品次第では、立体的な形状を持つ多層基板が便利なことと考えられる。

同じような製造方法でこのような様々な形状の多層基板を得ることができるというのも、本願発明による多層基板の製造方法の利点の一つであるといえる。

前記電子部品取付け工程が終了した後における、折り曲げられた部分以外におけるある部分において重ね合わせられた前記基材シート、及び前記カバーシートの枚数が、他の部分において重ね合わせられた前記基材シート、及び前記カバーシートの枚数と異なった数となるように、前記折り曲げ工程を実行することも可能である。

例えば、多層基板の製造方法により板状の多層基板が製造されたとする。そして、でき上がった多層基板のある範囲では、基材シートとカバーシートがそれぞれ4枚ずつ重ね合わせられた状態となっており、他の範囲では基材シートとカバーシートとがそれぞれ8枚ずつ重ね合わせられた状態となっているとする。そうすると、当然に、多層基板の上記ある範囲よりも、多層基板の上記他の範囲の方が厚さが大きくなる。同じような製造方法で、そのような部分によって厚さの異なる多層基板を得ることができるというのも、本願発明による多層基板の製造方法の利点の一つであるといえる。部分的に厚さが異なる基板を製造することが可能となるので、薄い厚さの基板部分は使用する基材が少なくなることから材料費のコスト削減や、工程費用削減にも貢献できる利点がある。

[0012] 上述したように、固着工程では、重ね合わせられた基材シート、及びカバーシートを加熱する。前記固着工程では、重ね合わせられた前記基材シート、及び前記カバーシートを、加圧しながら加熱してもよい。そうすることにより、基材シートとカバーシート、或いはカバーシートとカバーシートの固着を、むらなく強固に行えるようになる。

固着工程は、折り曲げ工程が終わった後の基材シート、及びカバーシートの全体を一度に加熱（又は、加熱及び加圧）するようにして実行されても良

いし、折り曲げ工程が終わった後の基材シート、及びカバーシートの一部と他の部分を複数回にわけて加熱（又は、加熱及び加圧）するようにして実行されても良い。でき上がった多層基板が立体的な形状とされる場合には、後者のようにして固着工程が実行される場合が多い。

[0013] 本願発明の多層基板の製造方法では、前記重ね合わせ工程の前に、前記基材シートの表側の面に前記配線を設ける配線工程を実行してもよい。配線工程において基材シートの表側の面に配線を設けるために用いることのできる技術に特に制限がなく、公知或いは周知の技術を用いることができるのは既に述べたとおりである。

前記配線は、前記基材シートが折り曲げられる部分での幅が、その長さ方向の両側の部分の幅よりも広くなるようにされていてもよい。本願の多層基板の製造方法では、配線は、基材シートとともに折り曲げられる。それにより、配線が断線するおそれも幾らかは存在する。基材シートが折り曲げられる部分における配線の幅を、その長さ方向の両側の部分の幅よりも広くなるようにしておけば、基材シートとともに折り曲げられる配線の断線を防止するのに役立つ。

重ね合わせ工程の前に配線工程が実行される場合において、基材シートが折り曲げられる部分における配線の幅を、その長さ方向の両側の部分の幅よりも広くなるように配線を作製することも可能である。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本願発明の一実施形態で使用される基材シートを表側から見たところを示す図。

[図2]配線が設けられた基材シートを表側から見たところを示す図。

[図3]図2の符号X近辺を拡大した図。

[図4]カバーシートを表側から見たところを示す図。

[図5]一実施形態で重ね合わせ工程が終了したときの基材シートとカバーシートを表側から見た図。

[図6]一実施形態における折り曲げ工程の実行方法を示す図。

[図7]一実施形態における電子部品取付け工程終了後の完成した多層基板を示す図。

[図8] (A) から (D) は、変形例 1 における折り曲げ工程の実行方法を示す図、(E) は (D) に示した基材シート、及びカバーシートの側面図。

[図9]変形例 2 で重ね合わせ工程が終了したときの基材シートとカバーシートを表側から見た図。

[図10]変形例 2 における折り曲げ工程の実行方法を示す図。

[図11]変形例 2 における電子部品取付け工程終了後の完成した多層基板を示す図。

[図12]変形例 3 で重ね合わせ工程が終了したときの基材シートとカバーシートを表側から見た図。

[図13]変形例 3 における折り曲げ工程の実行方法を示す図。

[図14]変形例 3 における電子部品取付け工程終了後の完成した多層基板を示す図。

[図15]変形例 4 で重ね合わせ工程が終了したときの基材シートとカバーシートを表側から見た図。

[図16]変形例 4 における折り曲げ工程の実行方法を示す図。

[図17]変形例 4 における電子部品取付け工程終了後の完成した多層基板を示す斜視図。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照しつつ、本発明の一実施形態とその変形例について説明する。

[0016] この実施形態では、多層基板の製造方法について説明する。以下に説明するような各工程を実行することによって多層基板は製造される。

多層基板は、基材シート、カバーシート、及び電子部品を素材として用いて製造される。

[0017] まず、基材シートについて説明する。

基材シート 1 を表側の面から見た状態を図 1 に示す。この基材シート 1 に

はまだ、後述する配線が設けられていない。

基材シート 1 は矩形である。基材シート 1 は、後述するように正方形である場合もあるが、図 1 に示された例では正方形ではない。

基材シート 1 は、熱可塑性樹脂でできており、絶縁性を有する。基材シート 1 を構成する熱可塑性樹脂としては、例えば、液晶ポリマー（LCP）ポリフェニレンサルファイド（PPE）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、フッ素樹脂（FR）を例示することができる。これには限られないがこの実施形態では、液晶ポリマー（LCP）を基材シート 1 を構成する熱可塑性樹脂として選択している。

基材シート 1 の厚さは、基材シート 1 を後述するようにしてカバーシートとともに折り曲げることができる範囲で適宜選択することができる。その厚さは例えば、 $20\mu\text{m}$ から $200\mu\text{m}$ 、好ましくは $25\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ とすることができる。

[0018] この実施形態では、このような基材シート 1 に対して、配線 11 を設ける（図 2）。なお、図 2 において 12 の符号が付された二点鎖線は、後に基材シート 1 が折り曲げられる場所を示す折曲げ線である。

配線 11 は、基材シート 1 の表側の面にのみ設ける。基材シート 1 の配線 11 が設けられる側の面が基材シート 1 の表側の面である。

配線 11 は、導電性を有し、一般的には導電性を有する金属でできている。これには限られないがこの実施形態では配線 11 は、導電性を有する金属で構成される。

配線 11 を基材シート 1 に設けるために利用できる技術には特に制限がなく、公知、或いは周知の技術を用いることができる。例えば、銅箔を接着剤で基材シートの表側の面の全面に張り付け、配線部分をマスクで覆った状態で不要な部分（銅箔のマスクで覆われていない部分）を化学エッチングで除去し、最後にマスクを除去することによりマスクで覆われていた銅箔を基材シート 1 の表側の面に配線 11 として残すサブトラクティブ法や、基材シート 1 の表側の面に、配線 11 に対応する部分のみが露出するようにしてマス

クを設けた上でめっき（例えば、無電解めっきおよび電解めっき）を行うことでマスクの存在しない部分に金属のめっき層を設け、その後マスクを除去することで基材シート 1 に配線 1 1 を得るアディティブ法によって、基材シート 1 の表側の面に配線 1 1 を設けることができる。配線 1 1 は、基材シート 1 の上に配線を行うための工程、例えば、サブトラクティブ法やアディティブ法を一回実施することによりまとめて設けることが可能であり、これには限られないがこの実施形態ではそうしている。

なお、図 2 において符号 1 3 が付された破線で囲まれた位置が、後に電子部品が取付けられる位置である予定位置である。予定位置 Y の大きさが均一ではないのは、予定位置 1 3 は、そこに取付けられる予定の電子部品の大きさに合わせられているからである。

また、配線 1 1 は、必ずしも図 1 に示した基材シート 1 に対して設ける必要はない。例えば、図 1 に示した基材シート 1 よりもより大判の基材シート（例えば、図 1 に示した基材シート 1 の縦横の長さがそれぞれ 10 倍の基材シート）に対して、 $10 \times 10 = 100$ 個の配線 1 1 を設け、その後、その基材シート 1 を縦横それぞれ 10 個ずつに切断することで、図 2 に示した配線 1 1 付きの同一の基材シート 1 を一度に 100 個得るといった方法を採用することも当然に可能である。そのような配線 1 1 の作製方法は、多層基板の効率的な量産を可能とする。この場合においても、大判の基材シートに対して設けられる $10 \times 10 = 100$ 個の配線は、大判の基材シートの上に配線を行うための工程を一回実施することによりまとめて設けることが可能であり、そうすることで基材シート 1 製造のコスト抑制を図ることができる。

[0019] 配線 1 1 はすべての部分で同じ幅となるようにされていても良いし、そうでなくてもよい。後述するようにして基材シート 1 に取付けられる電子部品間を結ぶ線状の配線 1 1 のそれぞれに適切な幅を与えることも可能である。例えば、線状の配線 1 1 のうちの少なくとも 1 つの幅が他の線状の配線 1 1 の幅と異なっても良い。

また、線状の 1 本の配線 1 1 の全長においてその幅が一定である必要はな

い。線状の配線 1 1 は、図 2 から読み取れるように、折曲げ線 1 2 を跨ぐ場合がある。そのような場合において、配線 1 1 は、折曲げ線 1 2 を跨ぐ位置での幅が、配線 1 1 の長さ方向におけるその両側での幅よりも広がっていても構わない。その場合の例を、図 3 に示す。図 3 は、図 2 における破線 X の部分の拡大図である。このように、配線 1 1 は、折曲げ線 1 2 を跨ぐ部分で、その長さ方向の両側或いは前後よりも幅広となっている。これには限られないが、この実施形態における折曲げ線 1 2 を跨ぐすべての配線 1 1 は、折曲げ線 1 2 を跨ぐ部分での幅が、その長さ方向の両側或いは前後よりも幅広となっている。この実施形態では、基材シート 1 に配線 1 1 を設ける場合に、配線 1 1 の折曲げ線 1 2 を跨ぐ部分での幅がその長さ方向の両側或いは前後よりも幅広とするようにする。もちろん図 3 は例示である。図 3 では、配線 1 1 は、折曲げ線 1 2 を跨ぐ部分での幅が、その長さ方向の両側或いは前後よりも直線的に幅広となっているが、配線 1 1 は、例えば、折曲げ線 1 2 を跨ぐ部分での幅が、その両側或いは前後よりも曲線的に幅広となってもよいし、ある位置からクランク状に幅広となってもよい。

[0020] 次に、カバーシートについて説明する。

図 4 にカバーシート 2 を表側から見た図を示す。カバーシート 2 の表側は、後にカバーシート 2 が基材シート 1 と重ね合わせられた場合において基材シート 1 に面しない側である。

カバーシート 2 は、基材シート 1 と事実上同じ形状、大きさとされた矩形のシートである。カバーシート 2 には配線は設けられない。

カバーシート 2 は、熱可塑性樹脂でできており絶縁性を有する。カバーシート 2 を構成する熱可塑性樹脂としては、例えば、液晶ポリマー（LCP）ポリフェニレンサルファイド（PPE）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、フッ素樹脂（FR）を例示することができる。

これには限られないがこの実施形態では、液晶ポリマー（LCP）をカバーシート 2 を構成する熱可塑性樹脂として選択している。なお、カバーシート 2 を構成する熱可塑性樹脂と、基材シート 1 を構成する熱可塑性樹脂とは

、同じであってもそうでなくても良い。基材シート1とカバーシート2との素材を同じとするにしても、異なるものとするにしても、追って説明する固着工程における加熱時の温度や加熱時間、必要に応じてなされる圧力等の加工条件を調整することにより、基材シート1とカバーシート2とに必要な加工を行うことができる。

カバーシート2の厚さは、カバーシート2を後述するようにして基材シート1とともに折り曲げることができる範囲で適宜選択することができる。その厚さは例えば、 $20\mu\text{m}$ から $200\mu\text{m}$ 、好ましくは $25\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ とすることができる。

基材シート1の厚さとカバーシート2の厚さとは、同じであってもそうでなくてもよい。基材シート1とカバーシート2の厚さは、両者を重ねた状態で折り曲げ工程を実施することができる程度に薄くする必要があるのは既に述べた通りである。

他方、カバーシート2の厚さは、基材シート1に形成された配線11の厚みを上回るのが好ましい。カバーシート2の厚さを配線11の厚さよりも薄くすると、後に説明する固着工程が実施されたあとにカバーシート2が配線11を良く覆わない場合も生じうるからである。また、カバーシート2が配線11の厚さよりも薄いと、固着工程を経た後にカバーシート2が配線11を覆えたにせよ、配線11を覆うカバーシート2の表面（基材シート1と当接しない側の表面）に配線11の厚さが凸部として現れることがあるからである。カバーシート2の表面に配線11の厚さが凸部として現れると、平坦性の劣る表面への電子部品の実装時に接合不良等の不具合を生じるおそれがあるが、配線11の厚さよりもカバーシート2の厚さを厚くしておけばそのような不具合は生じにくい。

また、カバーシート2の厚みは、基材シート1の厚みより薄くても良い。カバーシート2の厚さを基材シート1よりも薄くすることにより、後述する折り曲げ工程時の剛性が低減されて折り曲げ性が向上し、また、加工費用や材料費用のコスト削減にもつながる。

カバーシート2には少なくとも1つの孔21が設けられている。孔21は、後に基材シート1に対して電子部品が配される位置、つまり予定位置13に対応する位置に設けられている。孔21の大きさが均一ではないのは、孔21は、そこに取付けられる予定の電子部品の大きさに合わせられているからである。これには限られないが、この実施形態におけるカバーシート2には、7つの孔21が設けられている。

なお、図4における22の符号が付された二点鎖線は、後にカバーシート2が基材シート1とともに折り曲げられる場所を示す折曲げ線である。基材シート1の折曲げ線12とカバーシート2の折曲げ線22は、重ね合わせられた基材シート1とカバーシート2とがまとめて折り曲げられることから、対応した位置に位置することになる。

[0021] 以上で説明した基材シート1とカバーシート2とを準備したら、まず、重ね合わせ工程を実行する。

重ね合わせ工程では、基材シート1の表側の面にカバーシート2を、両者の輪郭が一致するようにして重ね合わせる（図5）。それにより、カバーシート2における孔21はそれぞれ、基材シート1における予定位置13と一致することになる。各孔21の中の周辺付近には、配線11が覗いた状態となる。

[0022] 次に、折り曲げ工程が実施される。

折り曲げ工程では、重ね合わせられた状態の基材シート1、及びカバーシート2をまとめて折り曲げる。折り曲げは、互いに重複する基材シート1の折曲げ線12、及びカバーシート2の折曲げ線22に沿って行う。折り曲げは少なくとも1回行われる。折り曲げは、山折り、谷折りのいずれの場合もあり、山折りと谷折りが組合せられる場合もある。ただし、折り曲げ工程が実行された後において、カバーシート2に設けられた上述の孔21は、外部に露出する状態となるようにする。孔21が外部に露出するというのは、孔21が基材シート1やカバーシート2で覆われていない、という意味である。

なお、重ね合わせ工程を実行した後、折り曲げ工程を実行する前に、折り曲げ工程を実施する際に重ね合わせられた基材シート 1、及びカバーシート 2 の輪郭がずれるのを防止するために、基材シート 1、及びカバーシート 2 を仮止めする仮止め工程を実施してもよく、必ずしもこの限りではないが、この実施形態ではそうしている。仮止めは、基材シート 1 とカバーシート 2 の当接している部分の一部（例えば四隅）を、接着剤にて接着することにより行うことができる。もっとも、仮止めの手法には制限はない。一般的な多層基板製造工法で用いる、孔が穿たれた基板を積層し、各基板に設けられた孔にピンを貫通させることで各基板を位置決めするピンラミネーション法を用いてもよいし、基材シート 1 とカバーシート 2 とをまとめて挟持する仮固定治具（クリップ等）を用いて仮止めを行ってもよい。

[0023] これには限られないが、この実施形態における折り曲げ工程ではまず、重ね合わせ工程が実行された結果重ね合わせられた基材シート 1、及びカバーシート 2（図 5、図 6（A））で横方向に走る折曲げ線 1 2、2 2 よりも上方の部分を、横方向に走る折曲げ線 1 2、2 2 の部分で図 6 の裏側方向に折り返す。そうすると、基材シート 1、及びカバーシート 2 は、図 6（B）に示した状態となる。

次いで、図 6（B）の状態となった基材シート 1、及びカバーシート 2 の図 6（B）で縦方向に走る折曲げ線 1 2、2 2 よりも右側の部分を、縦方向に走る折曲げ線 1 2、2 2 の部分で図 6 の裏側方向に折り返す。そうすると、折り曲げられることにより折り畳まれた基材シート 1、及びカバーシート 2 は、図 6（C）に示した状態となる。この折り畳まれた基材シート 1、及びカバーシート 2 を図 6（C）の裏側から見ると、図 6（D）に示した状態となる。

この実施形態における折り曲げ工程は以上で終了する。折り曲げ工程を終了した状態で、孔 2 1 は、図 6（C）に示した面に 4 つ、同（D）に示した面に 3 つ露出した状態となっている。つまり、元々 7 つ存在していたカバーシート 2 の孔 2 1 はすべて、折り曲げ工程が終了した状態で外部に露出して

いる。

また、図6を用いて説明した例では、基材シート1と、カバーシート2とのすべての部分が、折り曲げられた部分を除いて事実上すべて平行となっている。つまり、折り曲げられた基材シート1及びカバーシート2は、図6（C）に示された面から図6（D）に示された面にかけて、カバーシート2、基材シート1、基材シート1、カバーシート2、カバーシート2、基材シート1、基材シート1、カバーシート2の順に基材シート1とカバーシート2が積層された状態となる。

折曲げ線12を跨ぐすべての配線11は、折曲げ線12を跨ぐ部分での幅が、その長さ方向の両側或いは前後よりも幅広となっているため、基材シート1とともに配線11が折り曲げられても配線11が断線する等の損傷を受けるおそれは小さい。

[0024] 次いで固着工程を実行する。

固着工程では、折り曲げ工程が実施された後の基材シート1、及びカバーシート2を固着させる。

かかる固着工程は、折り曲げられた基材シート1及びカバーシート2を加熱することによって行う。固着工程を行うとき、基材シート1及びカバーシート2を加熱するのみでなく、折り畳まれた基材シート1、及びカバーシート2を、図6（C）に示された面と、図6（D）に示された面の両面から挟み込むように加圧するのが良い。この実施形態ではそうしている。

基材シート1と、カバーシート2の加熱と加圧の条件は、材料の厚みと融点により調整可能である。以下に説明する加熱と加圧の条件は、基材シート1とカバーシート2とを構成する熱可塑性樹脂がともに液晶ポリマー、より正確には、基材シート1が融点335℃の液晶ポリマーであり、カバーシート2が融点280℃の液晶ポリマーである場合の一例である。カバーシート2を構成する熱可塑性樹脂として、基材シート1を構成する熱可塑性樹脂としての液晶ポリマーの融点よりも融点の低いものを選択しているのは、固着工程において基材シート1よりもカバーシート2を優先的に軟化させられる

ようにすることにより、軟化して流動化することになったカバーシート2を構成する液晶ポリマーによって、隣接する基材シート1とカバーシート2間の隙間（そこには、配線11による凹凸が存在する場合がある）、又は隣接するカバーシート2間の隙間を良く埋められるようにするためである。このように、本願では、基材シート1を構成する熱可塑性樹脂の融点よりも、カバーシート2を構成する熱可塑性樹脂の融点が低くなるように、基材シート1とカバーシート2とをそれぞれ構成する熱可塑性樹脂を選択することができる。

例えば基材シート1と、カバーシート2の加熱は、一般的なプレス装置を用いて、行うことができる。

（1）まず、基材シート1とカバーシート2の温度を、室温から、それらを構成する熱可塑性樹脂（特にカバーシートを構成する熱可塑性樹脂）が少し軟化する温度、例えば150℃まで昇温させ、その温度を数分間保持する。この工程は、基材シート1とカバーシート2とのうちの少なくともカバーシート2を軟化させることにより、軟化して流動化することになった熱可塑性樹脂により、隣接する基材シート1とカバーシート2間の隙間、又は隣接するカバーシート2間の隙間をある程度埋めていくことを目的として実行される。

（2）次いで、基材シート1とカバーシート2の温度を、それらを構成する熱可塑性樹脂（特にカバーシートを構成する熱可塑性樹脂）の融点近くの温度、例えば290℃まで昇温させ、30分程度その温度を保持する。この工程は、基材シート1とカバーシート2とのうちの少なくともカバーシート2を更に軟化させることにより、軟化して流動化することになった熱可塑性樹脂により、隣接する基材シート1とカバーシート2間の隙間、又は隣接するカバーシート2間の隙間を事実上完全に埋めることを目的として実行される。

（3）最後に、基材シート1とカバーシート2の温度を、例えば室温まで冷却していく。この過程により、隣接する基材シート1とカバーシート2間

の隙間、又は隣接するカバーシート2間の隙間を事実上完全に埋めた熱可塑性樹脂が硬化する。それにより、隣接する基材シート1とカバーシート2間の隙間、又は隣接するカバーシート2間の隙間は熱可塑性樹脂により事実上埋まった状態となり、且つ隣接する基材シート1とカバーシート2、又は隣接するカバーシート2同士が互いに固定された状態となる。

上述の(1)から(3)の工程を実施するにあたり、プレス装置の中で基材シート1と、カバーシート2を加圧する。

この実施形態では、例えば、上述の(1)の工程の開始からしばらくは加圧を行わず、同工程における、基材シート1とカバーシート2との温度を150℃に保持する時間帯の中程あたりから終了するまでの時間では、例えば3MPaで基材シート1とカバーシート2とを、圧力を一定に保ちながら加圧する。これは、隣接する基材シート1とカバーシート2間の隙間、又は隣接するカバーシート2間の隙間を流動化した熱可塑性樹脂により良く埋めるためである。

そして、その後、上述の(2)の工程の開始時から、(3)の工程の終了時まで、1MPaの一定の圧力で基材シート1とカバーシート2とを加圧する。このときの加圧力を(1)の工程の基材シート1とカバーシート2との温度を150度に保持する時間帯の加圧力(この例では上述したように、この加圧力は3MPaである。)よりも小さくするのは、隣接する基材シート1とカバーシート2間の隙間、又は隣接するカバーシート2間の隙間を流動化した熱可塑性樹脂により良く埋めるためには一定の加圧を行うことが必要であるものの、加圧を強く行い過ぎると、流動化した熱可塑性樹脂が、隣接する基材シート1とカバーシート2間の隙間、又は隣接するカバーシート2間の隙間から外側に漏れ出すおそれがあるからである。

[0025] 上述したように、折り曲げ工程が終了した状態の折り畳まれた基材シート1及びカバーシート2には、図6(C)に示された面から図6(D)に示された面にかけて、カバーシート2、基材シート1、基材シート1、カバーシート2、カバーシート2、基材シート1、基材シート1、カバーシート2の

順に基材シート1とカバーシート2が積層された状態となっている。加熱によって少なくともカバーシート2は一部が溶融して、加熱終了後に硬化し、この実施形態では基材シート1もその一部が溶融して、加熱終了後に硬化する。したがって、折り畳まれた基材シート1、及びカバーシート2に含まれる上述の各層のうち、隣接する基材シート1とカバーシート2、隣接する基材シート1と基材シート1、隣接するカバーシート2とカバーシート2とは、互いに溶着し合う。

それにより、固着工程が終了すると、折り畳まれた基材シート1、及びカバーシート2は、板状の形状に固定されることになる。

[0026] 固着工程が終了したら、電子部品取付け工程を実施する。

電子部品は、ICチップ、BGA、CSP、抵抗、コンデンサ等であり、多層基板に求められる性能にしたがって適宜選択される。

電子部品3は、固着工程が終了した状態における板状となった基材シート1、及びカバーシート2に含まれる基材シート1の表側の面に設けられた配線11に対して、導通させた状態で接続され（図7（A）、（B））、それにより基材シート1に固定される。

電子部品3は、カバーシート2に穿たれている孔21に挿入され、電子部品3から突出している端子を、配線11に対して例えばはんだ付けされることによって、配線11に対して導通させた状態で接続する。電子部品3を配線11に対して固定するためには孔21に電子部品3を挿入することが必要であるため、孔21は電子部品3よりも一回り大きくしておく必要がある。さもなくば、孔21を介しての基材シート1に対する電子部品3の取付けの際における孔21への電子部品3の挿入時に圧力がかかって電子部品3が損傷したり、電子部品3を基材シート1の表側の面に対して水平に移動させることが難しくなるおそれがあるからである。また、電子部品3を配線11に導通させた状態で接続することを可能とするために、孔21は、その周縁部分から配線11の端部が覗くような大きさ、形状となっていることが必要である。この実施形態における孔21はそのようなものとなっている。

なお、近距離で隣接する孔 2 1 は、一つの孔 2 1 にまとめることも可能である。例えば、図 7 (A) の左上に左右横並びに位置する他の孔 2 1 よりも小さい 2 つの孔 2 1 は、1 つにまとめることも可能である。そうした場合には、1 つの孔 2 1 の中に 2 つの電子部品 3 が取付けられることになる。

予定された電子部品 3 すべてを基材シート 1 に固定し、配線 1 1 と電子部品 3 によって電気回路を構成することによって、多層基板は完成する。

この実施形態で製造された多層基板は、折り曲げられた部分以外では、基材シート 1 とカバーシート 2 が事実上平行となるようになっており、また、重ね合わせられた基材シート 1、及びカバーシート 2 の枚数（それらを足した枚数）が、多層基板のすべての部分で同一の枚数（この実施形態では 8 枚）となるようになっている。このような構造を持つ多層基板は、板状となる。

この多層基板の製造方法によって製造される多層基板では、基材シート 1 の表側の面は、孔 2 1 が開けられた部分を除いてカバーシート 2 に覆われた状態となっている。それにより配線 1 1 がカバーシート 2 により保護されることになるため、配線 1 1 が断線しにくくなっている。

[0027] <変形例 1>

変形例 1 の多層基板の製造方法は、実施形態で説明した多層基板の製造方法と殆ど変わらない。

多層基板は、基材シート 1、カバーシート 2、及び電子部品 3 を素材として用いて製造される。

基材シート 1、カバーシート 2 の構成は、変形例 1 と上述の実施形態とで基本的に変わらない。ただし、図 4 に示されたカバーシート 2 の右下の孔 2 1 が変形例 1 ではやや小さく、また、その孔 2 1 の位置がややカバーシート 2 の左下の角に寄っている。

また、変形例 1 では、この孔 2 1 の位置と大きさの変更にしたがって、基材シート 1 の表側の面に設けられる配線 1 1 の構成が適宜修正されている。

[0028] 変形例 1 でも、上述の実施形態の場合と同一の重ね合わせ工程が実行され

る。

また、変形例 1 でも、上述の実施形態の場合と同一の折り曲げ工程が実行される。上述の実施形態では、重ね合わせられた基材シート 1、及びカバーシート 2 は 2 回折り曲げられたが、変形例 1 でも同じようにして、基材シート 1、及びカバーシート 2 は 2 回折り曲げられる。その結果、基材シート 1、及びカバーシート 2 は、図 8 (A)、(B) に示した状態となる。図 8 (A)、(B) は、図 6 (C)、(D) に準じた図である。

変形例 1 の折り曲げ工程では、この状態から、更にもう一度、重ね合わせられた基材シート 1、及びカバーシート 2 を折り曲げる。この 3 度目の折り曲げは、図 8 (A)、(B) に示した折曲げ線 1 2、2 2 に沿って行われる。

3 度目の折り曲げは、図 8 (A) において重ね合わせられた基材シート 1、及びカバーシート 2 における横方向に走る折曲げ線 1 2、2 2 よりも下方の部分を、横方向に走る折曲げ線 1 2、2 2 の部分で図 8 (A) の裏側方向に折り返す。そうすると、基材シート 1、及びカバーシート 2 は、図 8 (C)、(D) に示した状態となる。図 8 (C)、(D) は、基材シート 1、及びカバーシート 2 をそれぞれ、図 8 (A)、(B) と同じ方向から見た図である。

これにて、変形例 1 の折り曲げ工程は終了する。

この場合においても、折り曲げ工程が終了した後において、カバーシート 2 の 7 つの孔 2 1 はすべて外部に露出している。

また、この場合においても折り曲げ工程が終了した後における基材シート 1 と、カバーシート 2 とのすべての部分が、折り曲げられた部分を除いて事実上すべて平行となっている。

また、このようにして折り曲げられた基材シート 1、及びカバーシート 2 は、折り曲げられた基材シート 1、及びカバーシート 2 の上方の部分は、基材シート 1 とカバーシート 2 を併せて 8 枚のシートが積層された状態となっており、下方の部分は基材シート 1 とカバーシート 2 を併せて 16 枚のシー

トが積層された状態となっている。その結果、変形例 1 では、折り曲げ工程が終了した後の基材シート 1、及びカバーシート 2 は、図 8（E）に示したような段差を持つ、言い換えれば階段状の断面を持つことになる。

[0029] その後、変形例 1 でも上述の実施形態と同様に固着工程と、電子部品取付け工程を実行することで、多層基板が完成する。

完成後の多層基板は、電子部品 3 が取付けられていることを除けば図 8（C）、（D）、（E）に示した通りのものとなる。その結果、変形例 1 の製造方法によって製造された多層基板は、図 8（E）に示したような段差を持つ、言い換えれば階段状の断面を持ったものとなる。

[0030] <変形例 2>

変形例 2 の多層基板の製造方法は、実施形態で説明した多層基板の製造方法と殆ど変わらない。

多層基板は、基材シート 1、カバーシート 2、及び電子部品 3 を素材として用いて製造される。

基材シート 1、カバーシート 2 の構成は、変形例 2 と上述の実施形態とで基本的に変わらない。ただし、変形例 2 では、基材シート 1 とカバーシート 2 とはいずれも正方形である。

変形例 2 の基材シート 1 の表側の面には、改めてその全体を図示することはしないが、上述の実施形態の場合と同様の配線 1 1 が設けられている。

[0031] 変形例 2 でも、上述の実施形態の場合と同様に重ね合わせ工程が実行される（図 9）。カバーシート 2 には、上述の実施形態の場合と同じように孔 2 1 が穿たれている。孔 2 1 の数は変形例 2 ではこれには限られないが 8 つである。

また、変形例 2 でも、上述の実施形態の場合と同様に、重ね合わせ工程の後に折り曲げ工程が実行される。図 9 に示された破線 2 2 A は、そこで基材シート 1、及びカバーシート 2 が山折りされる山折り線、二点鎖線 2 2 B は、そこで基材シート 1、及びカバーシート 2 が谷折りされる谷折り線である。

この実施形態では、基材シート 1、及びカバーシート 2 は、山折り線 2 2 A に沿う山折りと、谷折り線 2 2 B に沿う谷折りとを同時に行うことにより、図 1 0 (A) の状態から、同 (B) の状態を経て、同 (C) に示された板状の状態にまで折り畳まれる。このような折り方は、折り紙によくある折り方である。なお、図 1 0 (B) では、基材シート 1 とカバーシート 2 の中心が紙面の手前側、基材シート 1 とカバーシート 2 の縁が紙面の奥側に位置している。

これにて、変形例 2 の折り曲げ工程は終了する。

この場合においても、折り曲げ工程が終了した後において、カバーシート 2 の 8 つの孔 2 1 はすべて外部に露出している (図 1 1)。なお、図 1 1 (A) は、折り曲げ工程が終了して板状となった変形例 2 の基材シート 1、及びカバーシート 2 の一方側の面の図であり、同 (B) は他方側の面の図である。

また、この場合においても折り曲げ工程が終了した後における基材シート 1 と、カバーシート 2 とのすべての部分が、折り曲げられた部分を除いて事実上すべて平行となっている。

[0032] その後、変形例 2 でも上述の実施形態と同様に固着工程と、電子部品取付け工程を実行することで、多層基板が完成する。

完成後の多層基板は、電子部品 3 が取付けられていることを除けば図 1 0 (C) と図 1 1 に示した通りのものとなる。その結果、変形例 2 の製造方法によって製造された多層基板は、表裏両面に電子部品 3 が取付けられた、直角二等辺三角形の板状となる。

[0033] <変形例 3>

変形例 3 の多層基板の製造方法は、変形例 2 と、折り曲げ工程での基材シート 1、及びカバーシート 2 の折り曲げ方が異なるものとなっているが、それ以外の点では変形例 2 と変わらない。

多層基板は、基材シート 1、カバーシート 2、及び電子部品 3 を素材として用いて製造される。

基材シート 1、カバーシート 2 の構成は、変形例 3 と変形例 2 とで基本的
に変わらない。変形例 3 でも、基材シート 1 とカバーシート 2 とはいずれも
正方形である。

変形例 3 の基材シート 1 の表側の面には、改めてその全体を図示すること
はしないが、上述の実施形態の場合と同様の配線 1 1 が設けられている。

[0034] 変形例 3 でも、変形例 2 の場合と同様に重ね合わせ工程が実行される（図
1 2）。カバーシート 2 には、上述の実施形態の場合と同じように孔 2 1 が
穿たれている。孔 2 1 の数は変形例 3 ではこれには限られないが 8 つである
。

また、変形例 3 でも、上述の実施形態の場合と同様に、重ね合わせ工程の
後に折り曲げ工程が実行される。図 1 2 に示された破線 2 2 A は、そこで基
材シート 1、及びカバーシート 2 が山折りされる山折り線、二点鎖線 2 2 B
は、そこで基材シート 1、及びカバーシート 2 が谷折りされる谷折り線であ
る。

この実施形態では、基材シート 1、及びカバーシート 2 は、山折り線 2 2
A に沿う山折りと、谷折り線 2 2 B に沿う谷折りとを同時に行うことにより
、図 1 3（A）の状態から、同（B）の状態を経て、同（C）に示された板
状の状態にまで折り畳まれる。このような折り方は、折り紙によくある折り
方である。なお、図 1 3（B）では、基材シート 1 とカバーシート 2 の中心
が紙面の手前側、基材シート 1 とカバーシート 2 の縁が紙面の奥側に位置し
ている。

これにて、変形例 3 の折り曲げ工程は終了する。

この場合においても、折り曲げ工程が終了した後において、カバーシート
2 の 8 つの孔 2 1 はすべて外部に露出している（図 1 4）。なお、図 1 4（
A）は、折り曲げ工程が終了して板状となった変形例 3 の基材シート 1、及
びカバーシート 2 の一方側の面の図であり、同（B）は他方側の面の図であ
る。

また、この場合においても折り曲げ工程が終了した後における基材シート

１と、カバーシート２とのすべての部分が、折り曲げられた部分を除いて事実上すべて平行となっている。

[0035] その後、変形例３でも上述の実施形態と同様に固着工程と、電子部品取付け工程を実行することで、多層基板が完成する。

完成後の多層基板は、電子部品３が取付けられていることを除けば図１３（Ｃ）と図１４に示した通りのものとなる。その結果、変形例３の製造方法によって製造された多層基板は、表裏両面に電子部品３が取付けられた、板状の正方形となる。

[0036] ＜変形例４＞

変形例４の多層基板の製造方法は、変形例２と、折り曲げ工程での基材シート１、及びカバーシート２の折り曲げ方が異なるものとなっている点と、固着工程の実行方法が異なるものとなっている点で異なるが、それ以外の点では変形例２と変わらない。

多層基板は、基材シート１、カバーシート２、及び電子部品３を素材として用いて製造される。

基材シート１、カバーシート２の構成は、変形例４と変形例２とで基本的に変わらない。変形例４でも、基材シート１とカバーシート２とはいずれも正方形である。

変形例４の基材シート１の表側の面には、改めてその全体を図示することはしないが、上述の実施形態の場合と同様の配線１１が設けられている。

[0037] 変形例４でも、変形例２の場合と同様に重ね合わせ工程が実行される（図１５）。カバーシート２には、上述の実施形態の場合と同じように孔２１が穿たれている。孔２１の数は変形例４ではこれには限られないが１０個である。

また、変形例４でも、上述の実施形態の場合と同様に、重ね合わせ工程の後に折り曲げ工程が実行される。図１２に示された破線２２Ａは、そこで基材シート１、及びカバーシート２が山折りされる山折り線、二点鎖線２２Ｂは、そこで基材シート１、及びカバーシート２が谷折りされる谷折り線であ

る。

この実施形態では、基材シート 1、及びカバーシート 2 は、山折り線 2 2 A に沿う山折りと、谷折り線 2 2 B に沿う谷折りとを同時に行うことにより、図 1 6 (A) の状態から、同 (B) の状態を経て、同 (C) に示された板状の状態にまで折り畳まれる。このような折り方は、折り紙によくある折り方である。なお、図 1 6 (B) では、基材シート 1 とカバーシート 2 の中心が紙面の手前側、基材シート 1 とカバーシート 2 の縁が紙面の奥側に位置している。また、図 1 6 (B) では、カバーシート 2 における孔 2 1 と孔 2 1 から覗く基材シート 1 における配線 1 1 の描画を省略している。

これにて、変形例 4 の折り曲げ工程は終了する。

変形例 4 の場合には、折り曲げ工程が終了した後の基材シート 1、及びカバーシート 2 は、平面視した場合に対称な 4 方向に伸びる同一の大きさの直角二等辺三角形の板が、直角二等辺三角形の斜辺でない辺が重複するようにして接続された形状となっている（図 1 6 (C)、図 1 7 参照）。

この場合においても、折り曲げ工程が終了した後において、カバーシート 2 の 1 0 個の孔 2 1 はすべて外部に露出している。1 0 個の孔 2 1 はいずれも、折り曲げ工程が終了した後における上述した直角二等辺三角形の 4 枚の板状の部分の両面のいずれかに位置するからである。なお、図 1 7 は、折り曲げ工程が終了した変形例 4 の基材シート 1、及びカバーシート 2 の斜視図である。

変形例 4 では、折り曲げ工程が終了した後における基材シート 1 と、カバーシート 2 との一部が、基材シート 1 とカバーシート 2 の他の部分との関係で平行でない状態となるようになっている。それにより、変形例 4 では、折り曲げ工程が終了した後の基材シート 1 と、カバーシート 2 は、立体的な形状を持つようになっている。

[0038] その後、変形例 4 でも上述の実施形態と同様に固着工程と、電子部品取付け工程を実行することで、多層基板が完成する。

ただし、この実施形態では、固着工程を、上述した直角二等辺三角形の板

状の部分ごとに、4回に分けて行うことにしている。直角二等辺三角形の板状の部分ごとに、圧力をかけつつ加熱するのである。そうすることにより、4枚の板状の部分ではそれぞれ、互いに当接する基材シート1とカバーシート2とが、また、互いに当接する基材シート1と基材シート1とが、固定されることになる。

完成後の多層基板は、電子部品3が取付けられていることを除けば図16(C)と図17に示した通りのものとなる。その結果、変形例4の製造方法によって製造された多層基板は、上述したような立体的な構成を持ったものとなる。

なお、平面視した場合における各直角二等辺三角形の隣接する板状の部分の間の角度(図17における θ)は、基本的には90度であるが、この角度は、4つの板状の部分で重複する斜辺でない辺を軸として、直角二等辺三角形の板状の部分が回転可能となっているため、可変である。

符号の説明

- [0039]
- 1 基材シート
 - 2 カバーシート
 - 3 電子部品
 - 11 配線
 - 12 折曲げ線
 - 21 孔
 - 22 折曲げ線

請求の範囲

- [請求項1] 表側の面に導電性を有する配線が適宜の配置で設けられた、熱可塑性樹脂でできた絶縁性を有する矩形のシートである基材シートの前記表側の面に、後に電子部品が配される位置に少なくとも1つの孔が設けられた、熱可塑性樹脂でできた絶縁性を有する、前記基材シートと事実上同じ形状、大きさのシートであるカバーシートを、前記基材シートの輪郭と前記カバーシートの輪郭とが一致するような状態で重ね合わせる重ね合わせ工程、
- 重ね合わせられた前記基材シート、及び前記カバーシートを、前記孔が外部に露出するようにして折り曲げて折り畳む折り曲げ工程、
- 折り畳まれた前記基材シート、及び前記カバーシートを加熱して前記カバーシートの少なくとも一部を溶融させた後冷却して硬化させることにより、隣接する前記基材シート、及び前記カバーシートを固着させる固着工程、
- 前記孔に挿入した電子部品を、前記孔から覗く前記基材シートの表側の面における前記配線に前記電子部品を導通させた状態で、前記孔から覗く前記基材シートに固定する、電子部品取付け工程、
- を含む、
- 多層基板の製造方法。
- [請求項2] 前記基材シートは、正方形である、
- 請求項1記載の多層基板の製造方法。
- [請求項3] 前記電子部品取付け工程が終了した後の前記基材シート、及び前記カバーシートの形状が、正方形、又は直角二等辺三角形である、
- 請求項2記載の多層基板の製造方法。
- [請求項4] 前記電子部品取付け工程が終了した後の前記基材シートと、前記カバーシートとのすべての部分が、折り曲げられた部分を除いて事実上平行となるように、前記折り曲げ工程を実行する、
- 請求項1記載の多層基板の製造方法。

- [請求項5] 前記電子部品取付け工程が終了した後における、折り曲げられた部分以外におけるある部分において重ね合わせられた前記基材シート、及び前記カバーシートの枚数が、他の部分において重ね合わせられた前記基材シート、及び前記カバーシートの枚数と異なった数となるように、前記折り曲げ工程を実行する、
請求項4記載の多層基板の製造方法。
- [請求項6] 前記固着工程では、重ね合わせられた前記基材シート、及び前記カバーシートのうち、隣接する前記カバーシート同士をも固着させるようにする、
請求項1記載の多層基板の製造方法。
- [請求項7] 前記固着工程では、重ね合わせられた前記基材シート、及び前記カバーシートを、加圧しながら加熱する、
請求項1又は5記載の多層基板の製造方法。
- [請求項8] 前記重ね合わせ工程の前に、前記基材シートの表側の面に前記配線を設ける配線工程を実行する、
請求項1記載の多層基板の製造方法。
- [請求項9] 前記配線は、前記基材シートが折り曲げられる部分での幅が、その長さ方向の両側の部分の幅よりも広くなるようにされている、
請求項1又は8記載の多層基板の製造方法。
- [請求項10] 前記カバーシートの厚みが、前記基材シートの厚みより薄い、
請求項1又は9記載の多層基板の製造方法。