

(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2016-4875

(P2016-4875A)

(43) 公開日 平成28年1月12日(2016.1.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05K 1/02 (2006.01)	H05K 1/02 N	5E338
	H05K 1/02 P	
	H05K 1/02 B	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2014-123753 (P2014-123753) (22) 出願日 平成26年6月16日 (2014.6.16) (特許庁注：以下のものは登録商標) 1. ビナクル	(71) 出願人 000230249 日本メクトロン株式会社 東京都港区芝大門1丁目12番15号 (74) 代理人 110000121 アイアット国際特許業務法人 (72) 発明者 松田 文彦 東京都港区芝大門一丁目12番15号 日 本メクトロン株式会社内 Fターム(参考) 5E338 AA03 AA05 AA12 AA16 BB54 CC02 CC06 CD23 CD25 EE22 EE27
---	--

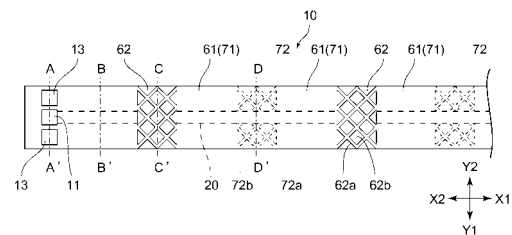
(54) 【発明の名称】 フレキシブルプリント基板およびフレキシブルプリント基板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】電気的な特性を維持した状態で、容易には断線しないフレキシブルプリント基板、およびフレキシブルプリント基板の製造方法を提供すること。

【解決手段】信号ライン20と、信号ライン20を両側から覆うと共に熱可塑性樹脂を材質とする絶縁層30、40を挟んで信号ライン20と対向する一対のグラウンド層60、70とを備えることで、少なくとも1組のストリップライン伝送路を有するフレキシブルプリント基板10であって、複数の湾曲部PL2が開くまたは閉じるように湾曲するブリーツ部分PLを備え、グラウンド層60、70には、導電部分62a、72aがメッシュ状に設けられているメッシュグラウンド層62、72と、導電部分62a、72aが面状に設けられているベタグラウンド層61、71とが設けられていて、メッシュグラウンド層62、72は湾曲部PL2の外周側に配置され、ベタグラウンド層61、71は湾曲部PL2の内周側に配置されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

信号ラインと、この信号ラインを両側から覆うと共に熱可塑性樹脂を材質とする絶縁層と、それぞれの前記絶縁層を挟んで前記信号ラインと対向する一対のグランド層とを備えることで、少なくとも 1 組のストリップライン伝送路を有するフレキシブルプリント基板であって、

複数個所に湾曲している湾曲部が成形されており、その湾曲部が開くまたは閉じるように湾曲するブリーツ部分を備え、

前記グランド層には、開口部を囲むように導電部分が存在することで前記導電部分がメッシュ状に設けられているメッシュグランド層と、導電部分が面状に設けられているベタグランド層とが設けられていて、

前記メッシュグランド層は前記湾曲部の外周側に配置されていると共に、前記ベタグランド層は前記湾曲部の内周側に配置されている、

ことを特徴とするフレキシブルプリント基板。

【請求項 2】

請求項 1 記載のフレキシブルプリント基板であって、

前記ブリーツ部分は、前記湾曲部のカーブの向きが交互に切り替わることで蛇腹状に設けられていて、

前記メッシュグランド層は、前記信号ラインの表面側と裏面側に交互に存在する状態で前記湾曲部の外周側に配置されている、

ことを特徴とするフレキシブルプリント基板。

【請求項 3】

請求項 1 記載のフレキシブルプリント基板であって、

前記ブリーツ部分は、前記湾曲部のカーブの向きが交互に切り替わることで蛇腹状に設けられていて、

前記メッシュグランド層は、前記信号ラインの表面側か裏面側のいずれか一方に存在する状態で前記湾曲部の外周側に配置されている、

ことを特徴とするフレキシブルプリント基板。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のフレキシブルプリント基板であって、

前記絶縁層は、熱可塑性樹脂である LCP (Liquid Crystal Polymer) を材質として形成されている、

ことを特徴とするフレキシブルプリント基板。

【請求項 5】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のフレキシブルプリント基板であって、

前記湾曲部に位置する前記グランド層には、層間接続用のめっき被膜が形成されていない、

ことを特徴とするフレキシブルプリント基板。

【請求項 6】

信号ラインと、この信号ラインを両側から覆うと共に熱可塑性樹脂を材質とする絶縁層と、それぞれの前記絶縁層を挟んで前記信号ラインと対向する一対のグランド層とを備えることで、少なくとも 1 組のストリップライン伝送路を有するフレキシブルプリント基板の製造方法であって、

前記絶縁層の両面にベース銅箔層を有する両面銅張積層板のうち、少なくとも 1 本の前記信号ラインを一方の面側の前記ベース銅箔層に形成する第 1 工程と、

前記前記絶縁層の片面にベース銅張積層板を有する片面銅張積層板を、積層接着材を介して積層する第 2 工程と、

前記第 2 工程により形成された中間生成物の所定部位に対して、貫通孔を形成する第 3 工程と、

前記貫通孔およびその開口周囲に導電被膜を形成して、導電スルーホールを形成する第

10

20

30

40

50

4 工程と、

前記第 4 工程で形成された中間生成物のうち、前記信号ラインと対向する前記ベース銅箔層に対してパターンニングを行うことで、いずれか一方の面側に開口部を囲むように導電部分が存在するメッシュグランド層を形成し、その反対の面側に導電部分が面状に設けられているベタグランド層を形成する第 5 工程と、

前記メッシュグランド層および前記ベタグランド層のうち、少なくとも加熱成形後に湾曲される湾曲部に対し、接着材層を介して絶縁樹脂層で被覆させる第 6 工程と、

前記第 6 工程で形成された加熱成形前のフレキシブルプリント基板に対し、複数の部位を湾曲させた状態で加熱成形を行い、その加熱成形の後に、前記メッシュグランド層が外周側に位置する複数の湾曲部が存在するブリーツ部分を形成する第 7 工程と、

を備えることを特徴とするフレキシブルプリント基板の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フレキシブルプリント基板およびフレキシブルプリント基板の製造方法に関する。

【背景技術】

20

【0002】

近年、多彩な動きをするロボットが登場する等、ロボットの発展が著しくなっている。また、人体や衣服に装着可能なウェアラブル電子機器も、様々な機器で開発、実用化が進んできている。これらのロボットやウェアラブル電子機器には、電力供給用や電気信号伝送用の電線が多数使用されているが、一般的に電線は銅線を芯とし、その外周を絶縁体で被覆した構造になっているため、電線自体に伸縮性はほとんどない。このため、たとえばロボット等においては、その関節の動き等を妨げないように、電線長に余裕を持たせる必要があり、このことが小型、軽量化等に向けた設計上、実用上の支障となる。

【0003】

特に、最先端のヒューマノイド型ロボットや、人体に装着して筋力を補助するパワーアシスト装置等の用途においては、多自由度関節を経由して末端のモータを動かすための電線や、末端に配置された各種センサーからの電気信号を伝送するための電線が多数配線されている。そして、多自由度関節におけるこれらの配線の自由度を高めるために、伸縮可能に構成された電線に対する要求が高まっている。

30

【0004】

一方、近年、産業用ロボットとしてアームロボットが多く使用されている。この種のアームロボットでは、ロボットアームの先端側に取り付けられているエンドエフェクタ（人体で言うところの手に相当）やロボットアームの関節部の駆動方式によっては、ロボットアームの根本側から先端側へかけて、電気ケーブル以外に、空圧印加用のエアホースや油圧ホースを配線する必要が生じることがある。かかるケーブルやホース類を関節部に配線した場合、ケーブルの折れ曲がりや断線を生じるおそれがある。そのため、ケーブルやホース類をロボットアーム類の関節部よりも基端寄りの位置で一旦外側に出し、関節部の外側空間にケーブルを配置し、関節部よりも先端寄りとなる位置で再びアーム内に導入するといった配線手法が採用されている。しかしながら、ロボットアームの外側空間にケーブルを配置する手法では、ロボットアームの関節部周囲にケーブルを弛ませるための空間が必要になる。

40

【0005】

また、たとえば特許文献 1 には、ロボットアームの関節部における関節回転中心位置に支持棒を設け、その支持棒にケーブルを巻回し、そのケーブルが予め巻かれた支持棒をロボットアームの内部に収納することで、ケーブルの折れ曲がりや断線を防止する構造が開

50

示されている。しかしながら、支持棒を別途設けることによる重量増加による機能低下（動作速度・精度等）が生じるおそれがある。その機能低下を補うためにスペックの高いモーター等を用いたり、必要部材が増える場合もあるが、その場合には、製造コストが増加してしまう。さらにはケーブルの収納部の構造が複雑になるため、ロボットアーム組み立て時のケーブルの配線、メンテナンス等で分解し、ケーブルを取り出し、交換する際に非常に煩雑になるという問題がある。このことから、ロボットアームにおいても、このような問題を回避できる伸縮可能な電気伝送部材に対する要求が高まっている。

【 0 0 0 6 】

そのような電気伝送部材に対する要求に対応するものとしては、たとえば特許文献 2 に開示の技術がある。かかる特許文献 2 には、治具に所望の R で形成されたピンをフレキシブルプリント基板が通せる間隔で複数本配置し、その治具へ一定テンションを加えながらフレキシブルプリント基板を通すことで、加熱成形する方法が記載されている。

10

【 0 0 0 7 】

また、特許文献 2 には、フレキシブルプリント基板の構造に関して、片面側のみに導体層を有する片面フレキシブルプリント基板の他に、導体層が 3 層となっている 3 層フレキシブルプリント基板についても開示している。3 層フレキシブルプリント基板を用いる用途としては、一般的に、内層に特性インピーダンス整合された信号線を配置し、外層を GND（グラウンド）とした、いわゆるストリップライン伝送路がある。たとえば、上述した可動部の先端側にイメージセンサを取り付け、高精細な動画データ等の大容量データを伸縮可能なフレキシブルプリント基板を介して伝送する際に必要とされていて、外部からの

20

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 3 には、フレキシブルプリント基板の外層のグラウンドを、ベタ塗り状態のベタ GND とすることに代えてメッシュ構造として、屈曲部へ応力集中が生じるのを緩和する構成が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 特開平 8 - 5 7 7 9 2 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 1 - 2 3 3 8 2 2 号公報

30

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 9 - 1 7 6 9 0 1 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

ところで、特許文献 2 に開示のようなストリップライン伝送路では、外層がベタ GND であるため、さらにその外層にはめっき被膜も存在している。そのため、フレキシブルプリント基板としては固い。そのため、治具に対する追従性も悪く、複数の曲げ部分が存在するブリーツ形状に成形することが困難となっている。特に、外層側はブリーツ形状への成形時の曲げ応力が大きく、またブリーツ形状における曲げ部分においては 1 0 0 0 回以内の伸縮で断線してしまう可能性が高い。そのため、断線したフレキシブルプリント基板を頻繁に交換する必要がある、メンテナンスコストが掛かるものとなっている。また、上記のフレキシブルプリント基板を生産設備に用いている場合には、断線によって生産が中断してしまうという問題もある。

40

【 0 0 1 1 】

そこで、特許文献 2 に開示のようなストリップライン伝送路において、特許文献 3 に開示のように、フレキシブルプリント基板の外層をメッシュ構造とすることが考えられる。しかしながら、特許文献 2 の構成に、特許文献 3 の構成を適用した場合、ブリーツ形状となっている部分で信号線同士が近接する。そして、その近接によって電氣的な干渉が生じて、特性インピーダンスが変動する虞がある。

【 0 0 1 2 】

50

本発明は上記の事情にもとづきなされたもので、その目的とするところは、電気的な特性を維持した状態で、繰り返して伸縮させた場合でも容易には断線しないフレキシブルプリント基板、およびフレキシブルプリント基板の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するために、本発明の第1の観点によると、信号ラインと、この信号ラインを両側から覆うと共に熱可塑性樹脂を材質とする絶縁層と、それぞれの絶縁層を挟んで信号ラインと対向する一对のグランド層とを備えることで、少なくとも1組のストリップライン伝送路を有するフレキシブルプリント基板であって、複数個所に湾曲している湾曲部が形成されており、その湾曲部が開くまたは閉じるように湾曲するブリーツ部分を備え、グランド層には、開口部を囲むように導電部分が存在することで導電部分がメッシュ状に設けられているメッシュグランド層と、導電部分が面状に設けられているベタグランド層とが設けられていて、メッシュグランド層は湾曲部の外周側に配置されていると共に、ベタグランド層は湾曲部の内周側に配置されている、ことを特徴とするフレキシブルプリント基板が提供される。

10

【0014】

また、本発明の他の側面は、上述の発明において、ブリーツ部分は、湾曲部のカーブの向きが交互に切り替わることで蛇腹状に設けられていて、メッシュグランド層は、信号ラインの表面側と裏面側に交互に存在する状態で湾曲部の外周側に配置されている、ことが好ましい。

20

【0015】

さらに、本発明の他の側面は、上述の発明において、ブリーツ部分は、湾曲部のカーブの向きが交互に切り替わることで蛇腹状に設けられていて、メッシュグランド層は、信号ラインの表面側か裏面側のいずれか一方に存在する状態で湾曲部の外周側に配置されている、ことが好ましい。

【0016】

また、本発明の他の側面は、上述の発明において、絶縁層は、熱可塑性樹脂であるLCP (Liquid Crystal Polymer) を材質として形成されている、ことが好ましい。

【0017】

さらに、本発明の他の側面は、上述の発明において、湾曲部に位置するグランド層には、層間接続用のめっき被膜が形成されていない、ことが好ましい。

30

【0018】

また、本発明の第2の観点によると、信号ラインと、この信号ラインを両側から覆うと共に熱可塑性樹脂を材質とする絶縁層と、それぞれの絶縁層を挟んで信号ラインと対向する一对のグランド層とを備えることで、少なくとも1組のストリップライン伝送路を有するフレキシブルプリント基板の製造方法であって、絶縁層の両面にベース銅箔層を有する両面銅張積層板のうち、少なくとも1本の信号ラインを一方の面側のベース銅箔層に形成する第1工程と、絶縁層の片面にベース銅張積層板を有する片面銅張積層板を、積層接着材を介して積層する第2工程と、第2工程により形成された中間生成物の所定部位に対して、貫通孔を形成する第3工程と、貫通孔およびその開口周囲に導電被膜を形成して、導電スルーホールを形成する第4工程と、第4工程で形成された中間生成物のうち、信号ラインと対向するベース銅箔層に対してパターンニングを行うことで、いずれか一方の面側に開口部を囲むように導電部分が存在するメッシュグランド層を形成し、その反対の面側に導電部分が面状に設けられているベタグランド層を形成する第5工程と、メッシュグランド層およびベタグランド層のうち、少なくとも加熱成形後に湾曲される湾曲部に対し、接着材層を介して絶縁樹脂層で被覆させる第6工程と、第6工程で形成された加熱成形前のフレキシブルプリント基板に対し、複数の部位を湾曲させた状態で加熱成形を行い、その加熱成形の後に、メッシュグランド層が外周側に位置する複数の湾曲部が存在するブリーツ部分を形成する第7工程と、を備えることを特徴とするフレキシブルプリント基板の製造方法が提供される。

40

50

【発明の効果】

【0019】

本発明によると、フレキシブルプリント基板は、電気的な特性を維持した状態で、繰り返して伸縮させた場合でも容易には断線しない状態となる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の一実施の形態に係り、成形前の第1構成例のフレキシブルプリント基板の構成を示す平面図である。

【図2】成形前後におけるフレキシブルプリント基板の断面図であり、図1のA - A線に沿って切断した状態を示す図である。

【図3】成形前後におけるフレキシブルプリント基板の断面図であり、図1のB - B線に沿って切断した状態を示す図である。

【図4】成形前後におけるフレキシブルプリント基板の断面図であり、図1のC - C線に沿って切断した状態を示す図である。

【図5】成形前後におけるフレキシブルプリント基板の断面図であり、図1のD - D線に沿って切断した状態を示す図である。

【図6】成形後のフレキシブルプリント基板の形状を示す側面図である。

【図7】信号ラインの幅の変化のイメージを示す平面図である。

【図8】図1の変形例に対応する、成形前のフレキシブルプリント基板の第2構成例を示す平面図である。

【図9】第2構成例における成形後のフレキシブルプリント基板の形状を示す側面図である。

【図10】第2構成例に係るフレキシブルプリント基板を、ロボット等のアームの関節等のような外部装置の回動部位に適用したイメージを示す図であり、2つのアームが水平状態を保っている状態を示す図である。

【図11】図10における2つのアームが回動した状態を示す図である。

【図12】第1工程に係り、図1および図8のA - A断面において信号ラインや受けランドが形成された状態を示す図である。

【図13】第1工程に係り、図1および図8のB - B断面、C - C断面、D - D断面において信号ラインが形成された状態を示す図である。

【図14】第2工程に係り、図1および図8のA - A断面において、両面銅張積層板に片面銅張積層板が積層される様子を示す図である。

【図15】第2工程に係り、図1および図8のB - B断面、C - C断面、D - D断面において、両面銅張積層板に片面銅張積層板が積層される様子を示す図である。

【図16】第3工程に係り、図1および図8のA - A断面において、導電スルーホールを形成した状態を示す図である。

【図17】第3工程に係り、図1および図8のB - B断面、C - C断面、D - D断面における構成を示す側断面図である。

【図18】第4工程に係り、図1および図8のA - A断面において、貫通孔に導電被膜を形成するための導電被膜層を形成した状態を示す図である。

【図19】第5工程に係り、図1および図8のA - A断面においてパターニングがなされた状態を示す図である。

【図20】第5工程に係り、図1および図8のB - B断面においてパターニングがなされた状態を示す図である。

【図21】図1および図8のC - C断面においてパターニングがなされた状態を示す図である。

【図22】図1および図8のD - D断面においてパターニングがなされた状態を示す図である。

【図23】第6工程に係り、カバー層が形成されたときの図1および図8のA - A断面における構成を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 2 4】第 6 工程に係り、図 1 および図 8 の B - B 断面においてカバー層が形成された状態を示す図である。

【図 2 5】図 1 および図 8 の C - C 断面においてカバー層が形成された状態を示す図である。

【図 2 6】図 1 および図 8 の D - D 断面においてカバー層が形成された状態を示す図である。

【図 2 7】第 7 工程に係り、治具に成形前のフレキシブルプリント基板をセットした状態を示す図である。

【図 2 8】従来構成のフレキシブルプリント基板の構成を示す平面図である。

【図 2 9】従来構成のフレキシブルプリント基板の断面図であり、図 2 8 の A - A 線に沿って切断した状態を示す図である。

【図 3 0】従来構成のフレキシブルプリント基板の断面図であり、図 2 8 の B - B 線に沿って切断した状態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の一実施の形態に係るフレキシブルプリント基板 10 について、以下に説明する。以下の説明においては、X Y Z 直交座標系を用いて説明することがある。そのうち、X 方向はフレキシブルプリント基板 10 の長手方向とし、X 1 側は図 1 の右側、X 2 側は左側とする。また、Y 方向はフレキシブルプリント基板 10 の幅方向とし、Y 1 側は図 1 における紙面手前側、Y 2 側は紙面奥側とする。また、Z 方向はフレキシブルプリント基板 10 の厚み方向とし、Z 1 は図 2 における紙面奥側、Z 2 は紙面手前側とする。

【0022】

<フレキシブルプリント基板について>

図 1 は、成形前のフレキシブルプリント基板 10 の構成を示す平面図である。図 2 は、成形前後におけるフレキシブルプリント基板 10 の断面図であり、図 1 の A - A 線に沿って切断した状態を示す図である。図 3 は、成形前後におけるフレキシブルプリント基板 10 の断面図であり、図 1 の B - B 線に沿って切断した状態を示す図である。図 4 は、成形前後におけるフレキシブルプリント基板 10 の断面図であり、図 1 の C - C 線に沿って切断した状態を示す図である。図 5 は、成形前後におけるフレキシブルプリント基板 10 の断面図であり、図 1 の D - D 線に沿って切断した状態を示す図である。

【0023】

図 1 から図 5 に示すように、本実施の形態におけるフレキシブルプリント基板 10 は、多層フレキシブルプリント基板の一種である 3 層フレキシブルプリント基板であり、導体部分が 3 層存在する構成となっている。具体的には、フレキシブルプリント基板 10 は、内層側に信号ライン 20 を有している。信号ライン 20 は、後述するような製造方法により、高速伝送用に特性インピーダンスが整合されるように、信号を伝達する銅箔部分をエッチング等で除去することで形成された部分である。

【0024】

なお、図 1 に示すように、フレキシブルプリント基板 10 は、細長い形状に設けられている。本実施の形態では、フレキシブルプリント基板 10 は、たとえば幅（Y 方向の寸法）が 5 mm、成形前の長さ（X 方向の寸法）が 400 mm となっている。ただし、後述する図 6 に示すように、湾曲部 P L 2 の半径が 1 mm となるようにブリーツ状（蛇腹状）に成形すると、長さがたとえば約 150 mm となっている。しかしながら、寸法例は、これに限られるものではなく、種々の寸法に設定することが可能である（後述の寸法例においても同様）。

【0025】

また、図 1 に示すように、フレキシブルプリント基板 10 には、その表裏に露出している信号パッド 11 が設けられている。すなわち、信号パッド 11 は、後述するカバー層 80, 90 で覆われずに、表面側および裏面側でそれぞれ外部に露出している。信号パッド 11 は、信号ライン 20 に対して電氣的に層間接続されて、信号ライン 20 に信号を入力

10

20

30

40

50

または出力するための部分である。そのため、この信号パッド 11 には、導電スルーホール 12 が電氣的に接続されている。導電スルーホール 12 は、フレキシブルプリント基板 10 を貫通する貫通孔 12a と、その貫通孔 12a の内壁側に形成されているめっき等の導電被膜 12b とを有して、この導電被膜 12b を介して信号パッド 11 が信号ライン 20 と電氣的に接続されている。

【0026】

また、フレキシブルプリント基板 10 には、上述の信号パッド 11 と同様に、フレキシブルプリント基板 10 の表裏において、後述するカバー層 80, 90 で覆われずに露出している GND パッド 13 も設けられている。GND パッド 13 も、表裏側の 2 つのグラ

10

【0027】

なお、導電スルーホール 12, 14 の直径としては、たとえば $25\mu\text{m}$ とするものがある。

【0028】

図 3 に示すように、信号ライン 20 は、絶縁層 30 に積層されている。さらに、信号ライン 20 および絶縁層 30 の上面側には、接着材層 50 を介して絶縁層 40 が積層されて

20

【0029】

また、図 3 に示すように、絶縁層 30 の上面側には、グラウンド層 60 が設けられている。さらに、絶縁層 40 の下面側にも、グラウンド層 70 が設けられている。グラウンド層 60, 70 は、たとえば銅箔を材質とした導電部分である。かかるグラウンド層 60, 70 が信号ライン 20 の上下両面に存在し、さらにこの信号ライン 20 を絶縁層 30, 40 とい

30

【0030】

なお、信号ライン 20、およびグラウンド層 60, 70 の厚みとしては、たとえば $12\mu\text{m}$ とするものがある。

【0031】

グラウンド層 60, 70 は、ベタグラウンド層 61, 71 と、メッシュグラウンド層 62, 72 を有している。ベタグラウンド層 61, 71 は、図 3 に示すように、グラウンド層 60, 70 のうち幅方向 (Y 方向) において一様な厚みを有する部分である。一方、メッシュグラウンド層 62, 72 は、ベタグラウンド層 61, 71 とは異なり、銅箔等の導電部分 62a, 72a が、メッシュ形状 (網目形状) に形成された部分である。すなわち、図 1、図 4 お

40

【0032】

上述の開口部 62b, 72b は多数設けられていて、また同一形状の開口部 62b, 72b が、所定方向およびそれに直交する方向に配列されている。したがって、開口部 62b, 72b を囲むように設けられる導電部分 62a, 72a も、規則的なパターンを形成している。

【0033】

10

20

30

40

50

本実施の形態では、開口部 6 2 b , 7 2 b は、正方形または菱形に設けられている。したがって、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 の 1 単位 (1 要素) も正方形または菱形形状となっている。しかしながら、開口部 6 2 b , 7 2 b は、正方形または菱形以外の形状であっても良い。たとえば、長方形でも良く、円形状でも良く、その他、三角形状を始めとする多角形状、長円形状、楕円形状でも良く、その他の規則的または不規則的な種々の形状を採用することができる。

【 0 0 3 4 】

なお、フレキシブルプリント基板 1 0 におけるメッシュグランド層 6 2 , 7 2 の配置については後述する。また、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 においては、開口部 6 2 b , 7 2 b は、信号ライン 2 0 で伝送を想定している電磁波の波長よりも小さな開口寸法となっている。

10

【 0 0 3 5 】

以上のような、ベタグランド層 6 1 , 7 1 とメッシュグランド層 6 2 , 7 2 を有するグランド層 6 0 , 7 0 層に対して、それぞれカバー層 8 0 , 9 0 が覆うように配置されている (図 3 から図 5 を参照) 。すなわち、グランド層 6 0 の上面側には、カバー層 8 0 が設けられていて、このカバー層 8 0 がグランド層 6 0 を覆っている。また、グランド層 7 0 の下面側には、カバー層 9 0 が設けられていて、このカバー層 9 0 がグランド層 7 0 を覆っている。

【 0 0 3 6 】

カバー層 8 0 , 9 0 は、たとえば L C P (Liquid Crystal Polymer : LCP) 等の熱可塑性樹脂を材質とする絶縁樹脂層 8 1 , 9 1 を有すると共に、接着性および電氣的な絶縁性を有する接着材層 8 2 , 9 2 を有している。なお、絶縁樹脂層 8 1 , 9 1 の厚みとしては、たとえば $12\mu\text{m}$ の厚みのグランド層 6 0 , 7 0 に対して、たとえば $25\mu\text{m}$ とするものがあり、接着材層 8 2 , 9 2 の厚みとしては、たとえば $15\mu\text{m}$ とするものがある。この場合、層間剥離 (デラミネーション) 等の問題がなく貼り合わせが行える状態となっている。

20

【 0 0 3 7 】

< メッシュグランド層 6 2 , 7 2 の配置 (第 1 構成例) について >

次に、フレキシブルプリント基板 1 0 におけるメッシュグランド層 6 2 , 7 2 の配置における、第 1 構成例について説明する。図 1 に示すように、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 は、フレキシブルプリント基板 1 0 の表面側と、裏面側に、交互に存在するように設けられている。すなわち、図 1 の C - C 線付近では、図 4 に示すように、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 は、フレキシブルプリント基板 1 0 の表面側に配置されている。一方、図 1 の D - D 線付近では、図 5 に示すように、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 は、フレキシブルプリント基板 1 0 の裏面側に配置されている。

30

【 0 0 3 8 】

以上のような配置を、図 6 に基づいて説明する。図 6 は、成形後のフレキシブルプリント基板 1 0 の形状を示す側面図である。図 6 に示すように、成形後のフレキシブルプリント基板 1 0 は、プリーツ状 (蛇腹状) に形成されたプリーツ部分 P L を有している。プリーツ部分 P L には、直線部 P L 1 と湾曲部 P L 2 とが設けられている。そして、湾曲部 P L 2 が変形することにより、成形後のフレキシブルプリント基板 1 0 においては、プリーツ部分 P L にて、短く畳んだり長く展開することが可能となっている。すなわち、成形後のフレキシブルプリント基板 1 0 においては、プリーツ部分 P L の存在により、その全長が伸縮可能に設けられている。また、成形後のフレキシブルプリント基板 1 0 は、プリーツ部分 P L の存在により、各方向へ曲がるような変形も容易に行える。

40

【 0 0 3 9 】

ここで、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 は、プリーツ部分 P L の湾曲部 P L 2 のうち、湾曲部 P L 2 が描くカーブの外周側に位置している。しかも、図 6 に示す成形後のフレキシブルプリント基板 1 0 の側面に沿って進行すると、湾曲部 P L 2 の描くカーブの向きは、交互に切り替わるように設けられている。図 6 では、フレキシブルプリント基板 1 0 に

50

沿って進行すると、湾曲部 P L 2 の描くカーブの向きは、交互に切り替わるように設けられている。そのため、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 は、図 1 に示すように、フレキシブルプリント基板 1 0 の表面側と、裏面側に、交互に存在するように設けられている。

【 0 0 4 0 】

なお、図 6 における B - B 線の部位が図 3 に対応し、C - C 線の部位が図 4 に対応し、D - D 線の部位が図 5 に対応している。

【 0 0 4 1 】

ここで、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 が、湾曲部 P L 2 が描くカーブの内周側に存在している場合、プリーツ部分 P L において信号ライン 2 0 同士が対向する部位では、電氣的な干渉が多少なりとも生じる場合がある。なぜなら、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 の開口部 6 2 b , 7 2 b が、互いに向かい合う位置関係となる部分が存在するからである。

【 0 0 4 2 】

しかしながら、本実施の形態のように、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 が、湾曲部 P L 2 の外周側に存在し、湾曲部 P L 2 の内周側にはベタグランド層 6 1 , 7 1 が存在している場合、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 の開口部 6 2 b , 7 2 b が、互いに向かい合う位置関係となる部分が存在しない。そのため、信号ライン 2 0 同士の電氣的な干渉を防ぐことができ、またフレキシブルプリント基板 1 0 における特性インピーダンスの変動も防止できる。

【 0 0 4 3 】

加えて、本実施の形態のように、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 が、湾曲部 P L 2 が描くカーブの外周側に存在している場合、フレキシブルプリント基板 1 0 をプリーツ状（蛇腹状）に成形する際の曲げ応力を小さくすることができる。しかも、曲げ応力が小さくなるので、フレキシブルプリント基板 1 0 を繰り返し伸縮する場合の耐久性も確保された構造となる。さらに、フレキシブルプリント基板 1 0 においては、電磁波を伝播するストリップ伝送路が構成されているので、外部からのノイズを遮断する機能も損なわれていない。

【 0 0 4 4 】

なお、以上のような構成のフレキシブルプリント基板 1 0 では、特性インピーダンスが 50Ω となる信号ライン 2 0 の線幅（図 7 における寸法 A）は、図 2 に示す A - A 線に沿った断面および図 3 に示す B - B 線に沿った断面で $35 \mu\text{m}$ となっている。また、図 4 に示す C - C 線に沿った断面および図 5 に示す D - D 線に沿った断面では、信号ライン 2 0 の線幅（図 7 における寸法 B）は、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 の開口率（銅箔を除去する比率）にも依るものの、開口率 75 % としたときには、特性インピーダンスが 50Ω となる線幅は $50 \mu\text{m}$ となっている。

【 0 0 4 5 】

また、上記のように開口率 75 % となるメッシュグランド層 6 2 , 7 2 の寸法例としては、導電部分 6 2 a の線幅を $120 \mu\text{m}$ 、開口の縦横寸法を $800 \mu\text{m}$ とするものがある。

【 0 0 4 6 】

図 7 は、信号ライン 2 0 の幅の変化のイメージを示す平面図である。図 7 や上述の寸法例におけるように、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 の存在する部位と、それが存在しない部位とでは、信号ライン 2 0 の線幅が異なっている。そのため、信号ライン 2 0 の線幅が異なる部位が不連続とならないように、線幅が連続的に変化する橋渡し部 6 3 , 7 3 が設けられている。橋渡し部 6 3 , 7 3 は、その長さ（図 7 における寸法 C）がたとえば 0 . 5 mm 程度となっており、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 の存在する部位から存在しない部位に向かい連続的に線幅が変化するように設けられている。なお、図 7 に示す構成では、X 方向に向かうにつれて線幅は比例的に変化しているが、比例的以外の変化としても良い。

【 0 0 4 7 】

ただし、信号ライン 2 0 の線幅は、メッシュグランド層 6 2 , 7 2 が存在する部位と存

10

20

30

40

50

在しない部位との中間的な線幅で統一しても良い。そのような寸法例としては、たとえば $40\text{ }\mu\text{m}$ とするものがある。かかる寸法例の中間的な線幅でも、 5 GHz 程度までの周波数帯までは、上記のような橋渡し部 63, 73 が存在するものと同等の伝送特性となっていることが確認されている。

【0048】

なお、かかる第1構成例のフレキシブルプリント基板10においては、湾曲部 PL2 の外周側にメッシュグランド層 62, 72 が配置されているので、その湾曲部 PL2 の外周側は、変形し易くなる。一方で、湾曲部 PL2 の内周側には、ベタグランド層 61, 71 が配置されている。したがって、メッシュグランド層 62, 72 は、圧縮されるように容易に変形し、それによって信号ライン 20 には圧縮応力を生じさせることが可能となっている。

10

【0049】

<メッシュグランド層 62, 72 の配置(第2構成例)について>

次に、フレキシブルプリント基板10におけるメッシュグランド層 62 (メッシュグランド層 72) の配置における、第2構成例について説明する。図8は、図1の変形例に対応する、成形前のフレキシブルプリント基板10の第2構成例を示す平面図である。なお、以下の第2構成例におけるフレキシブルプリント基板10の説明においては、第1構成例におけるフレキシブルプリント基板10と共通する部分については、その説明を省略する。

【0050】

図8に示すように、第2構成例におけるフレキシブルプリント基板10は、図1に示すような第1構成例におけるフレキシブルプリント基板10に対し、ほとんどの部分で構成が共通している。しかしながら、第2構成例のフレキシブルプリント基板10では、メッシュグランド層 62 (メッシュグランド層 72) の配置が、第1構成例のフレキシブルプリント基板10に対して異なっている。

20

【0051】

図9は、第2構成例における成形後のフレキシブルプリント基板10の形状を示す側面図である。図8および図9に示すように、第2構成例においては、成形後のフレキシブルプリント基板10のブリーツ部分 PL のうち、右曲りの湾曲部 PL2 の外周側か、または左曲りの湾曲部 PL2 の外周側に、メッシュグランド層 62, 72 が配置されている。そのため、メッシュグランド層 62 (メッシュグランド層 72) は、ある湾曲部 PL2 には設けられているが、その隣の湾曲部 PL2 には設けられていない、というような1つおき(1つ飛び)となる状態で、湾曲部 PL2 の外周側に設けられている。

30

【0052】

なお、図9から図11では、メッシュグランド層 72 のみが存在し、メッシュグランド層 62 は存在しない構成が示されているが、メッシュグランド層 62 のみが存在し、メッシュグランド層 72 が存在しない構成を採用しても良いのは勿論である。

【0053】

そのため、第2構成例のフレキシブルプリント基板10は、第1構成例のような、フレキシブルプリント基板10の表面側と、裏面側に、交互にメッシュグランド層 62, 72 が存在する構成とは大幅に異なっている。すなわち、第2構成例のフレキシブルプリント基板10では、フレキシブルプリント基板10の表面側(上面側)のみにメッシュグランド層 62 が存在するか、またはフレキシブルプリント基板10の裏面側(下面側)のみにメッシュグランド層 72 が存在するかのいずれか、となっている。

40

【0054】

かかる第2構成例のフレキシブルプリント基板10においても、図9から明らかなように、メッシュグランド層 72 (または図9等以外の構成ではメッシュグランド層 62 ; 以下同様) は、湾曲部 PL2 が描くカーブの外周側に存在している。そのため、メッシュグランド層 72 (メッシュグランド層 62) の開口部 72b (開口部 72b) が、互いに向かい合う位置関係となる部分が存在しない。それにより、信号ライン 20 同士の電氣的な

50

干渉を防ぐことができ、またフレキシブルプリント基板 10 における特性インピーダンスの変動も防止できる。

【0055】

図 10 は、第 2 構成例に係るフレキシブルプリント基板 10 を、ロボット等のアームの関節等のような外部装置の回動部位に適用したイメージを示す図であり、2つのアームが水平状態を保っている状態を示す図である。また、図 11 は、図 10 における2つのアームが回動した状態を示す図である。なお、図 10 および図 11 に示す適用例では、メッシュグランド層 72 は、回動部位の内径側の湾曲部 PL2 に位置している。すなわち、回動部位の外径側の湾曲部 PL2 に位置するメッシュグランド層 62 が存在しない構成となっている。

10

【0056】

図 10 に示すように、第 2 構成例のフレキシブルプリント基板 10 を、回動部位に沿わせる場合、内径側（内側）に位置している湾曲部 PL2 が大きく開くように変形する。そのため、内径側（内側）の湾曲部 PL2 の外周側（すなわち最も内径に位置する側）にメッシュグランド層 72 を配置することで、この内径側（内側）に位置している湾曲部 PL2 は、容易に大きく開くように変形する。

【0057】

このとき、内径側における湾曲部 PL2 においては、外周側のメッシュグランド層 72 は、圧縮応力の作用によって大きく変形するが、内周側のベタグランド層 61 には、引っ張り応力が作用するものの、内周側のベタグランド層 61 は、外周側のメッシュグランド層 72 よりも変形し難い。そのため、応力の中立軸は、外周側に移動して内周側から離れる。それにより、信号ライン 20 には、引っ張り応力ではなく圧縮応力が作用する。

20

【0058】

なお、図 11 に示すように、外径側（外側）に位置している湾曲部 PL2 は、閉じるように変形する。しかし、外径側（外側）に位置している湾曲部 PL2 においては、その内周側および外周側の双方に、ベタグランド層 61 が設けられている。そのため、外径側（外側）に位置している湾曲部 PL2 においては、閉じる向きの変形は、メッシュグランド層 72 における開くような変形と比較して、小さなものとなる。すなわち、図 11 に示すように、メッシュグランド層 72 の有無の相違により、内径側（内側）に位置している湾曲部 PL2 は、選択的に大きく開くように変形するが、外径側（外側）に位置している湾曲部 PL2 は小さくしか変形しない。

30

【0059】

以上のような構成により、ロボット等のアームの関節等のような外部装置の回動部位に第 2 構成例のフレキシブルプリント基板 10 を用いることで、動作時に信号ライン 20 に作用する応力を小さくすることができ、また繰り返し動作に耐える構造となる。

【0060】

<フレキシブルプリント基板 10 の製造方法について>

続いて、第 1 構成例および第 2 構成例におけるフレキシブルプリント基板 10 の製造方法について、以下に説明する。なお、以下の説明においては、第 1 工程から第 7 工程について順次記載するが、各実施の形態におけるフレキシブルプリント基板 10 の製造方法では、これ以外の種々の工程が存在していても良いのは勿論である。

40

【0061】

（1）第 1 工程：信号ライン 20 の形成

図 12 は、第 1 工程に係り、図 1 および図 8 の A - A 断面において信号ライン 20 や受けランド 21 が形成された状態を示す図である。図 13 は、第 1 工程に係り、図 1 および図 8 の B - B 断面、C - C 断面、D - D 断面において信号ライン 20 が形成された状態を示す図である。図 12 および図 13 に示すように、絶縁層 30 の両面にベース銅箔層 101, 102 を有する両面銅張積層板 100 を用意する。そして、後に内層側に位置することになる信号ライン 20 や、導電スルーホール 12, 14 の受けランド 21 を、エッチング等の通常のフォトファブ리케이션手法を用いて形成する。それにより、図 12 およ

50

び図 1 3 に示すような中間生成物 C 1 が形成される。

【 0 0 6 2 】

(2) 第 2 工程：片面銅張積層板 2 0 0 の積層

図 1 4 は、第 2 工程に係り、図 1 および図 8 の A - A 断面において、両面銅張積層板 1 0 0 に片面銅張積層板 2 0 0 が積層される様子を示す図である。図 1 5 は、第 2 工程に係り、図 1 および図 8 の B - B 断面、C - C 断面、D - D 断面において、両面銅張積層板 1 0 0 に片面銅張積層板 2 0 0 が積層される様子を示す図である。

【 0 0 6 3 】

図 1 4 および図 1 5 に示すように、片面銅張積層板 2 0 0 と積層接着材 3 0 0 を用意する。そして、積層接着材 3 0 0 を絶縁層 3 0 の上面側を覆うように貼り付け、その後に、積層接着材 3 0 0 の上面側に片面銅張積層板 2 0 0 を貼り付ける。片面銅張積層板 2 0 0 は、絶縁層 4 0 を備え、その一方側の面（上面）にはベース銅箔層 2 0 1 が設けられている。なお、貼り付け後の生成物を、中間生成物 C 2 とする。

【 0 0 6 4 】

積層接着材 3 0 0 は、貼付後に接着材層 5 0 となる部分である。かかる積層接着材 3 0 0 としては、後に成形する際の妨げにならないよう、低弾性のものが好ましい。具体的には、L C P フィルムの弾性係数が 3 ~ 4 G P a 程度であるので、この半分以下の 2 G P a 以下の弾性係数である積層接着材 3 0 0 を用いることで、成形性への影響なく、貼り合わせることが可能である。また、成形時には、2 0 0 程度で、3 0 分程度加熱する。そのため、積層接着材 3 0 0 としては、かかる熱履歴で接着性や電気絶縁特性が著しく劣化しないものが好適である。

【 0 0 6 5 】

(3) 第 3 工程：貫通孔 1 2 a , 1 4 a の形成

図 1 6 は、第 3 工程に係り、図 1 および図 8 の A - A 断面において、貫通孔 1 2 a , 1 4 a を形成した状態を示す図である。図 1 7 は、第 3 工程に係り、図 1 および図 8 の B - B 断面、C - C 断面、D - D 断面における構成を示す側断面図である。図 1 6 に示すように、中間生成物 C 2 に対して、後に信号パッド 1 1 や G N D パッド 1 3 と層間接続を行うための貫通孔 1 2 a , 1 4 a を形成する。かかる孔開け加工は、N C ドリルによる加工を行うものとしても良いが、レーザ等による非貫通の有底ビアホールでの層間接続としても良い。なお、かかる孔開け加工後の生成物を、中間生成物 C 3 とする。

【 0 0 6 6 】

(4) 第 4 工程：導電被膜 1 2 b , 1 4 b の形成

図 1 8 は、第 4 工程に係り、図 1 および図 8 の A - A 断面において、貫通孔 1 2 a , 1 4 a に導電被膜 1 2 b , 1 4 b を形成するための導電被膜層 1 5 を形成した状態を示す図である。図 1 8 に示すように、孔開け加工後の中間生成物 C 3 において、A - A 断面に相当する箇所に、部分めっきを施して、導電被膜 1 2 b , 1 4 b の元となる導電被膜層 1 5 を形成する。それにより、3 層間が電氣的に接続された層間導通が得られる。なお、部分めっきによる生成物を、中間生成物 C 4 とする。

【 0 0 6 7 】

(5) 第 5 工程：ベース銅箔層 1 0 1 , 1 0 2 のパターンニング

図 1 9 は、第 5 工程に係り、図 1 および図 8 の A - A 断面においてパターンニングがなされた状態を示す図である。図 2 0 は、第 5 工程に係り、図 1 および図 8 の B - B 断面においてパターンニングがなされた状態を示す図である。また、図 2 1 は、図 1 および図 8 の C - C 断面においてパターンニングがなされた状態を示す図である。図 2 2 は、図 1 および図 8 の D - D 断面においてパターンニングがなされた状態を示す図である。

【 0 0 6 8 】

図 1 9 から図 2 2 に示すように、導電被膜層 1 5 やベース銅箔層 1 0 1 , 1 0 2 に対して、エッチング等の通常のフォトリソレーション手法を用いて、パターンニングがなされ、必要なパターンが形成される。図 1 9 ~ 図 2 2 に示すように、かかるパターンニングによって形成されるものは、信号パッド 1 1 、G N D パッド 1 3 、ベタグラウンド層 6 1 , 7

10

20

30

40

50

1、メッシュグラウンド層 6 2 , 7 2 等のような、フレキシブルプリント基板 1 0 において必要なパターンとなっている。なお、パターニングにより得られた生成物を、中間生成物 C 5 とする。

【 0 0 6 9 】

(6) 第 6 工程：カバー層 8 0 , 9 0 の形成

図 2 3 は、第 6 工程に係り、カバー層 8 0 , 9 0 が形成されたときの図 1 および図 8 の A - A 断面における構成を示す図である。図 2 4 は、第 6 工程に係り、図 1 および図 8 の B - B 断面においてカバー層 8 0 , 9 0 が形成された状態を示す図である。また、図 2 5 は、図 1 および図 8 の C - C 断面においてカバー層 8 0 , 9 0 が形成された状態を示す図である。図 2 6 は、図 1 および図 8 の D - D 断面においてカバー層 8 0 , 9 0 が形成された状態を示す図である。

10

【 0 0 7 0 】

図 2 3 から図 2 6 に示すように、中間生成物 C 5 に対して、絶縁樹脂層 8 1 , 9 1 と接着材層 8 2 , 9 2 とを備えるカバー層 8 0 , 9 0 を形成する。かかるカバー層 8 0 , 9 0 の形成は、中間生成物 C 5 に対して接着材層 8 2 , 9 2 を貼り付けることにより行う。なお、信号パッド 1 1 および GND パッド 1 3 がカバー層 8 0 , 9 0 で覆われないようにする必要がある。そのため、カバー層 8 0 , 9 0 のうち、信号パッド 1 1 および GND パッド 1 3 に対応する部位は、フォトリソレジスト等の手法によって微細な開口を設けることも可能である。しかし、それ以外のベタグラウンド層 6 1 , 7 1 およびメッシュグラウンド層 6 2 , 7 2 は、カバー層 8 0 , 9 0 で覆われた状態となる。

20

【 0 0 7 1 】

なお、必要に応じて、カバー層 8 0 , 9 0 で被覆されていない箇所に無電解金めっき等の表面処理を行うことも可能である。以上のような工程を経て、成形前のフレキシブルプリント基板 1 0 が得られる。

【 0 0 7 2 】

(7) 第 7 工程：フレキシブルプリント基板 1 0 の加熱成形

図 2 7 は、第 7 工程に係り、治具 4 0 0 に成形前のフレキシブルプリント基板 1 0 をセットした状態を示す図である。図 2 7 に示すように、治具 4 0 0 には、成形前のフレキシブルプリント基板 1 0 が位置合わせされた状態でセットされる。ここで、治具 4 0 0 には、先端固定部材 4 1 0 が設けられている。先端固定部材 4 1 0 には、フレキシブルプリント基板 1 0 の先端側を載置する先端受部 4 1 1 が設けられていると共に、図示を省略するフレキシブルプリント基板 1 0 の先端側の孔部に差し込まれる掛止ピン 4 1 2 が設けられている。

30

【 0 0 7 3 】

かかる掛止ピン 4 1 2 に、フレキシブルプリント基板 1 0 の先端側の孔部を差し込み、その状態で、治具 4 0 0 の所定位置に配置された治具ピン 4 2 0 に沿うようにフレキシブルプリント基板 1 0 を蛇行させつつ、治具 4 0 0 へのフレキシブルプリント基板 1 0 のセットを完了する。そのセットの後に、フレキシブルプリント基板 1 0 の後端側に一定のテンションを加える。その状態で、オープン等で加熱することにより、熱可塑性である LCP 材料を含む 3 層構成のフレキシブルプリント基板 1 0 がブリーツ状（蛇腹状）に形成され、フレキシブルプリント基板 1 0 は、図 6 および図 9 に示すようなブリーツ部分 PL を有する状態となる。

40

【 0 0 7 4 】

ここで、オープン等での加熱成形は、たとえば 2 0 0 で、3 0 分加熱することにより行う。このようにして加熱成形する場合、フレキシブルプリント基板 1 0 のセット位置、治具 4 0 0 へのセット時のテンションが安定している状態で加熱成形される。そのため、成形後のフレキシブルプリント基板 1 0 においては、製品形状が安定しており、狙い通りに、湾曲部 PL 2 のうち所望する部位の外周側に、メッシュグラウンド層 6 2 , 7 2 が配置された状態となる。

【 0 0 7 5 】

50

なお、上述のように、成形前のフレキシブルプリント基板 10 の全長が、たとえば 400 mm である場合、ブリーツ部分 PL を有する成形後のフレキシブルプリント基板 10 では、その全長が約 150 mm となるものがある。

【0076】

また、この成形の後に、必要に応じて、フレキシブルプリント基板 10 のうち、先端固定部材 410 等で位置決めされる先端側等の不要部分をカットして、最終製品が完成する。かかる不要部分をカットする方法としては、フレキシブルプリント基板 10 のうち、掛止ピン 412 が差し込まれる孔部を流用し、始点側の位置決めを行い、反対側は突き当て等で位置決めする。そして、ピナクルや金型等のカット治具を用いてカットすることが可能である。しかしながら、不要部分のカットは、上述した手法以外の手法を用いても良い。そのような手法としては、たとえばレーザを用いたレーザカットや、ルータビットを用いたルータカット等が挙げられる。

10

【0077】

< 試験結果について >

以上のようにして形成される、ブリーツ部分 PL を有するフレキシブルプリント基板 10 について、伸縮試験を行った結果を、表 1 に示す。この伸縮試験においては、フレキシブルプリント基板 10 を繰り返して伸縮させて、その試験中における信号ライン 20 の断線の有無、試験前後でのフレキシブルプリント基板 10 の伸び量、試験前後でのフレキシブルプリント基板 10 の直流抵抗の変動、試験前後での特性インピーダンスの変動を評価した。

20

【0078】

また、従来構成および評価のための比較例についても、同様の試験を行った。なお、従来構成とは、図 28 から図 30 に示すようなフレキシブルプリント基板 10F が対応する。このフレキシブルプリント基板 10F は、メッシュグランド層 62, 72 が存在しない構成となっている。なお、図 28 は、従来構成のフレキシブルプリント基板 10F の構成を示す平面図である。図 29 は、従来構成のフレキシブルプリント基板 10F の断面図であり、図 28 の A - A 線に沿って切断した状態を示す図である。図 30 は、従来構成のフレキシブルプリント基板 10F の断面図であり、図 28 の B - B 線に沿って切断した状態を示す図である。また、比較例とは、湾曲部 PL2 の内周側および外周側の双方に、メッシュグランド層 62, 72 が形成された構成が対応する（図示省略）。

30

【0079】

この伸縮試験においては、フレキシブルプリント基板 10, 10F の全長に対し、50% 伸ばすこととし、500 万回まで行った。また、この試験後に、伸び量が 10% 以内であれば、伸びに関する試験は合格とした。また、各構造とも 10 個用いて試験を行った。

【0080】

【表 1】

繰り返し曲げ試験結果

	構造の特徴	断線の有無	500 万回試験後の伸び率	直流抵抗変化	特性インピーダンス変化
第1構成例	全ての湾曲部につき「内周ベタグラウンド＋外周メッシュグラウンド」	断線無	5%以下	3%以下	3%以下
第2構成例	表側または裏側の湾曲部のみ「内周ベタグラウンド＋外周メッシュグラウンド」	断線無	5%以下	3%以下	3%以下
従来構成	全面ベタグラウンド	1000 回以内に断線	5%以下	OPEN	測定不可
比較例2	全ての湾曲部につき「内周メッシュグラウンド＋外周メッシュグラウンド」	断線無	5%以下	3%以下	10%以上

【0081】

表1の結果から分かるように、第1構成例のフレキシブルプリント基板10と、第2構成例のフレキシブルプリント基板10とは、伸縮試験耐性が高く、また試験後においても電氣的な特性の変化も見られないことが確認された。また、特性インピーダンスについては、成形の前後でも変化が見られず、また信号ライン20同士の電氣的な干渉の影響が見られないことも確認している。

【0082】

一方、従来構成においては、1000回以内に、試験を行った10個のいずれについても信号ライン20が断線した。かかる従来構成の評価では、断線している状態ではあるが、伸び率5%以下、抵抗値は断線しているためにOPEN、特性インピーダンスも断線しているために測定不能であった。比較例の構成では、信号ライン20の断線はなく、また直流抵抗の変化率3%以下である。しかし、伸縮の動作中に特性インピーダンスが変化しており、特性インピーダンスは伸びた時と縮んだ時とで10%以上変化することを確認した。以上の結果より、従来構成は断線により用いることができず、また比較例も特性インピーダンスの変動があるために性能が劣ることが確認された。

【0083】

以上の結果から、本実施の形態における、第1構成例のフレキシブルプリント基板10と、第2構成例のフレキシブルプリント基板10は、高品位な信号伝送と伸縮性の両立が可能であることが判明した。

【0084】

<効果について>

以上のような構成のフレキシブルプリント基板10およびフレキシブルプリント基板10の製造方法によると、次のような効果が生じる。

【0085】

すなわち、ストリップライン伝送路を備えるフレキシブルプリント基板10のブリーツ部分PLにおける複数個所の湾曲部PL2は、開くまたは閉じるように変形する。一方で、グラウンド層60,70には、開口部62b,72bを囲むように導電部分62a,72aが存在することで導電部分62a,72aがメッシュ状となっているメッシュグラウンド層62,72と、導電部分が面状に設けられているベタグラウンド層61,71とが設けられている。そして、メッシュグラウンド層62,72は湾曲部PL2の外周側に配置されて

いると共に、ベタグラント層 6 1 , 7 1 は湾曲部 P L 2 の内周側に配置されている。

【 0 0 8 6 】

このため、湾曲部 P L 2 においては、メッシュグラント層 6 2 , 7 2 が湾曲部 P L 2 の外周側に存在しているので、フレキシブルプリント基板 1 0 をブリーツ状（蛇腹状）に成形する際の曲げ応力を小さくすることができる。しかも、曲げ応力が小さくなるので、フレキシブルプリント基板 1 0 を繰り返し伸縮する場合の耐久性も確保された構造となる。特に、湾曲部 P L 2 の外周側にメッシュグラント層 6 2 , 7 2 が配置され、かつ湾曲部 P L 2 の内周側にベタグラント層 6 1 , 7 1 が配置される構成とすることで、メッシュグラント層 6 2 , 7 2 は、圧縮されるように容易に変形する。それにより、信号ライン 2 0 には圧縮応力を生じさせることが可能となり、信号ライン 2 0 が断線し難くなる。

10

【 0 0 8 7 】

さらに、本実施の形態では、フレキシブルプリント基板 1 0 においては、電磁波を伝播するストリップ伝送路が構成されているので、外部からのノイズを遮断する機能も損なわれていない。特に、湾曲部 P L 2 では、湾曲部 P L 2 の内周側にはベタグラント層 6 1 , 7 1 が存在している場合、メッシュグラント層 6 2 , 7 2 の開口部 6 2 b , 7 2 b が、互いに向かい合う位置関係となる部分が存在しない。そのため、ブリーツ部分 P L において直線部 P L 1 同士が互いに近接しても、信号ライン 2 0 同士の電氣的な干渉を防ぐことができ、またフレキシブルプリント基板 1 0 における特性インピーダンスの変動も防止できる。

【 0 0 8 8 】

20

また、本実施の形態では、第 1 構成例で説明したように、ブリーツ部分 P L においてメッシュグラント層 6 2 , 7 2 は、信号ライン 2 0 の表面側と裏面側に交互に存在する状態で湾曲部 P L 2 の外周側に配置されている。そのため、フレキシブルプリント基板 1 0 は、容易に伸縮することができる。すなわち、第 1 構成例のフレキシブルプリント基板 1 0 においては、伸縮性を向上させることが可能となる。

【 0 0 8 9 】

さらに、本実施の形態では、第 2 構成例で説明したように、ブリーツ部分 P L においてメッシュグラント層 6 2 , 7 2 は、信号ライン 2 0 の表面側か裏面側のいずれか一方に存在する状態で湾曲部 P L 2 の外周側に配置されている。そのため、ロボット等のアームの関節等のような外部装置の回動部位に第 2 構成例のフレキシブルプリント基板 1 0 を用いることで、動作時に信号ライン 2 0 に作用する応力を小さくことができ、また繰り返し動作に耐える構造となる。

30

【 0 0 9 0 】

また、本実施の形態では、絶縁層 3 0 , 4 0 や絶縁樹脂層 8 1 , 9 1 は、熱可塑性樹脂である L C P (Liquid Crystal Polymer) を材質として形成されている。このため、加熱成形前のフレキシブルプリント基板 1 0 に対して加熱成形を行うと、複数の湾曲部 P L 2 を有するブリーツ部分 P L を容易に形成することが可能となる。

【 0 0 9 1 】

さらに、本実施の形態では、湾曲部 P L 2 に位置するグラント層 6 0 , 7 0 には、層間接続用のめっき被膜が形成されていない構成となっている。このため、湾曲部 P L 2 は曲がり易い状態となっている。

40

【 0 0 9 2 】

また、本実施の形態では、加熱成形前のフレキシブルプリント基板 1 0 を、治具 4 0 0 を用いて加熱成形している。このため、フレキシブルプリント基板 1 0 の先端側を先端固定部材 4 1 0 で位置決めし、さらにフレキシブルプリント基板 1 0 にテンションを加えた状態で加熱成形することで、位置ずれのない良好なブリーツ部分 P L を有するフレキシブルプリント基板 1 0 を成形することができる。

【 0 0 9 3 】

< 変形例 >

以上、本発明の一実施の形態について説明したが、本発明はこれ以外にも種々変形可能

50

となっている。以下、それについて述べる。

【 0 0 9 4 】

上述の実施の形態においては、信号ライン 2 0 は、1 本のみが示されている。しかしながら、信号ライン 2 0 は、1 本に限られるものではなく、ストリップライン伝送路を構成するものであれば、2 本以上存在しても良い。

【 0 0 9 5 】

また、上述の実施の形態における第 2 構成例では、ロボット等のアームの関節等のような外部装置の回動部位に対して、その回動部位の内径側の湾曲部 P L 2 にメッシュグランド層 7 2 が位置している。すなわち、回動部位の外径側の湾曲部 P L 2 に位置するメッシュグランド層 6 2 が存在しない構成となっている。しかしながら、回動部位の外径側の湾曲部 P L 2 に、メッシュグランド層 6 2 を配置する構成を採用しても良い。このように構成する場合、外径側の湾曲部 P L 2 は、大きく閉じるように変形するが、その場合でも、従来構成よりは曲げ易く、また信号ライン 2 0 に断線が生じ難い構成とすることができる。

10

【 0 0 9 6 】

なお、第 1 構成例および第 2 構成例において、湾曲部 P L 2 の内周側にメッシュグランド層 6 2 , 7 2 を配置し、湾曲部 P L 2 の外周側にベタグランド層 6 1 , 7 1 を配置する構成を採用しても良い。この場合にも、従来構成よりは曲げ易く、また信号ライン 2 0 に断線が生じ難い構成とすることができる。

【 0 0 9 7 】

また、上述の実施の形態においては、フレキシブルプリント基板 1 0 は、同一のピッチで同一の大きさの湾曲部 P L 2 が配置されたプリーツ部分 P L を有している。しかしながら、湾曲部 P L 2 が配置されるピッチは、同一でなくても良く、互いに異なるピッチまたは一部が異なるピッチとなるように湾曲部 P L 2 が配置されていても良い。また、ある湾曲部 P L 2 の大きさ（半径等）が、他の湾曲部 P L 2 の大きさ（半径等）に対して、異なっても良い。また、あるピッチや大きさで複数の湾曲部 P L 2 が配置されているものに対して、別のピッチや大きさで複数の湾曲部 P L 2 が配置されているものを組み合わせても良い。

20

【 符号の説明 】

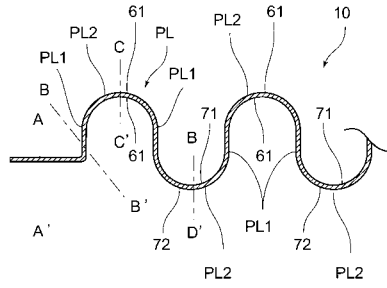
【 0 0 9 8 】

1 0 , 1 0 F ... フレキシブルプリント基板、1 1 ... 信号パッド、1 2 ... 導電スルーホール、1 2 a ... 貫通孔、1 2 b ... 導電被膜、1 3 ... G N D パッド、1 4 ... 導電スルーホール、1 4 a ... 貫通孔、1 4 b ... 導電被膜、1 5 ... 導電被膜層、2 0 ... 信号ライン、2 1 ... 受けランド、3 0 , 4 0 ... 絶縁層、5 0 ... 接着材層、6 0 , 7 0 ... グランド層、6 1 , 7 1 ... ベタグランド層、6 2 , 7 2 ... メッシュグランド層、6 2 a , 7 2 a ... 導電部分、6 2 b , 7 2 b ... 開口部、6 3 ... 橋渡し部、8 0 , 9 0 ... カバー層、8 1 , 9 1 ... 絶縁樹脂層、8 2 , 9 2 ... 接着材層、1 0 0 ... 両面銅張積層板、1 0 1 ... ベース銅箔層、2 0 0 ... 片面銅張積層板、2 0 1 ... ベース銅箔層、3 0 0 ... 積層接着材、4 0 0 ... 治具、4 1 0 ... 先端固定部材、4 1 1 ... 先端受部、4 1 2 ... 掛止ピン、4 2 0 ... 治具ピン、C 1 ~ C 5 ... 中間生成物、P L ... プリーツ部分、P L 1 ... 直線部、P L 2 ... 湾曲部

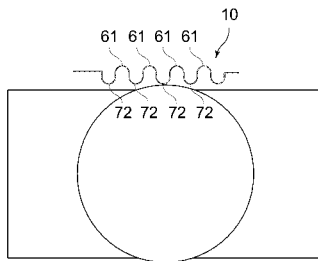
30

40

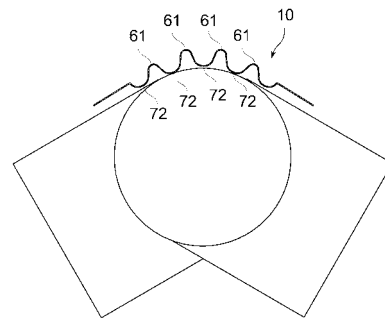
【図 9】



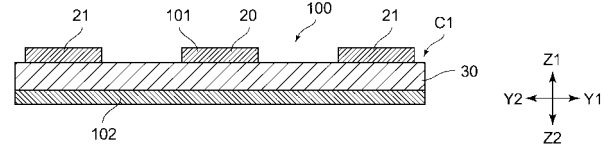
【図 10】



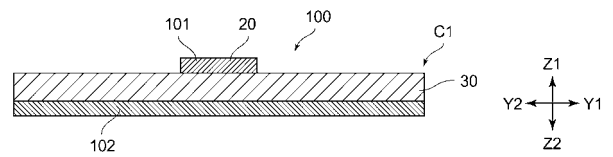
【図 11】



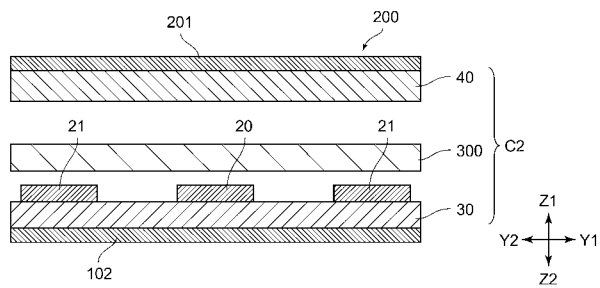
【図 12】



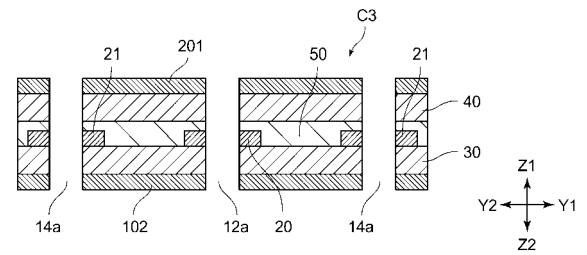
【図 13】



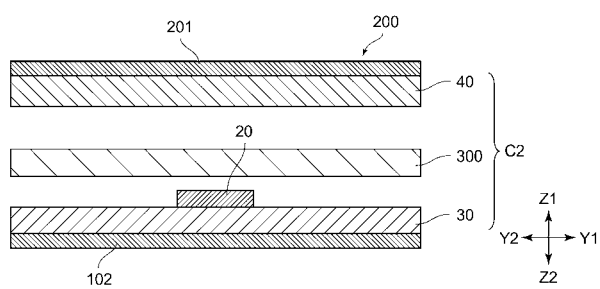
【図 14】



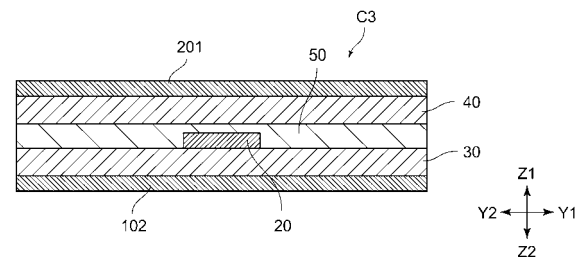
【図 16】



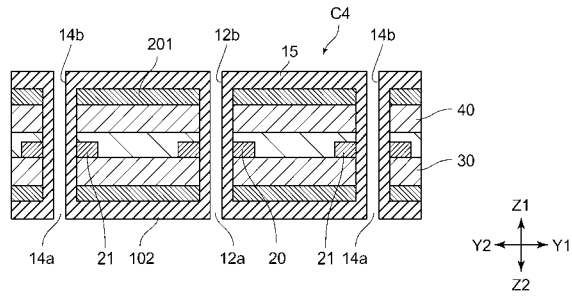
【図 15】



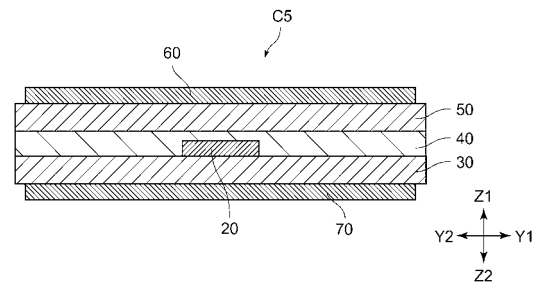
【図 17】



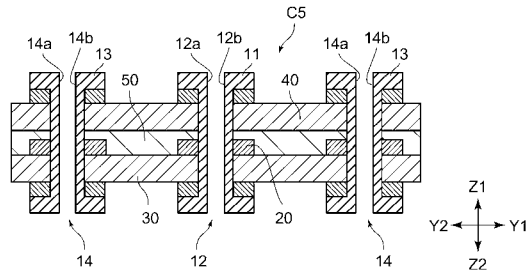
【図 18】



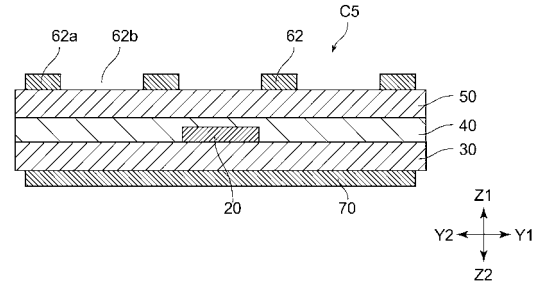
【図 20】



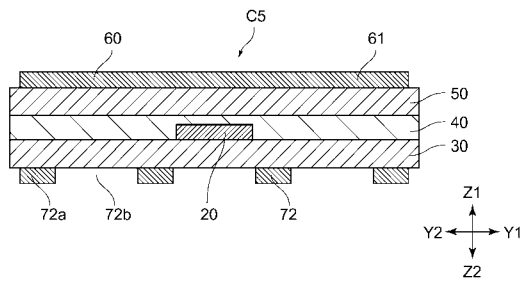
【図 19】



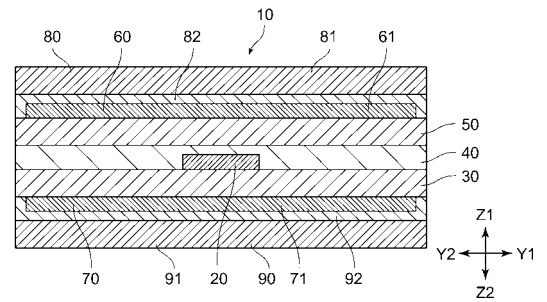
【図 21】



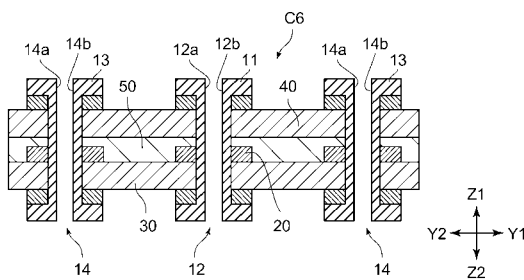
【図 22】



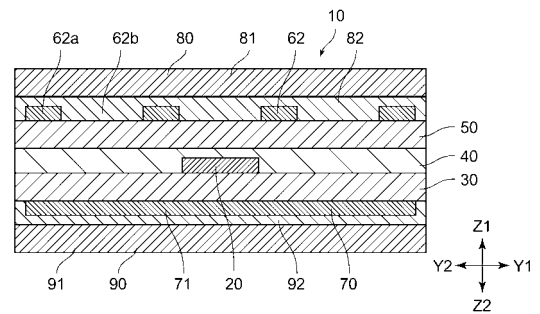
【図 24】



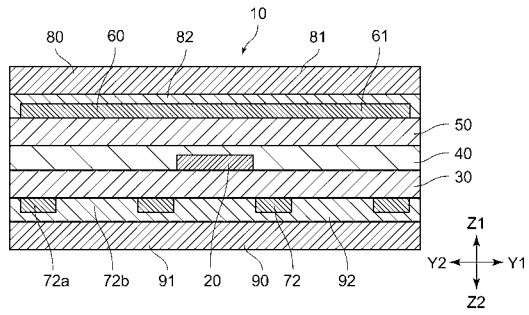
【図 23】



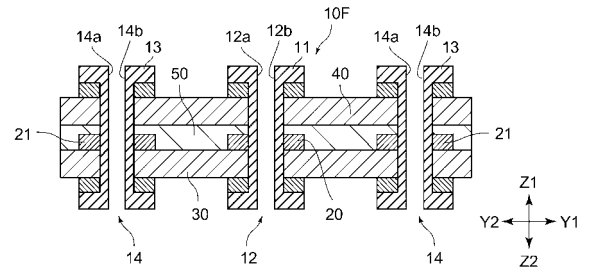
【図 25】



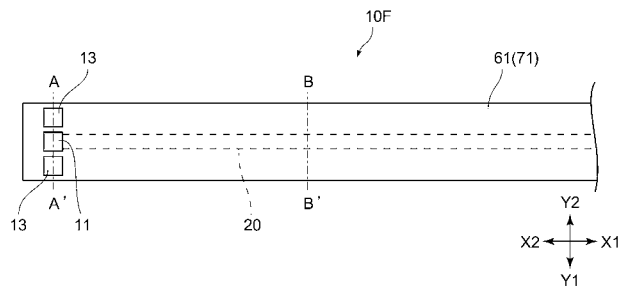
【図 26】



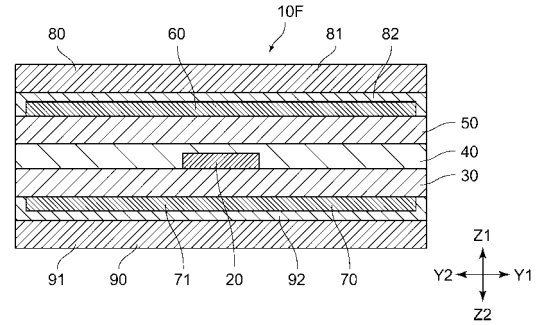
【図 29】



【図 28】



【図 30】



【図 27】

