

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6582155号
(P6582155)

(45) 発行日 令和1年9月25日(2019.9.25)

(24) 登録日 令和1年9月6日(2019.9.6)

(51) Int.Cl.	F 1
H05K 1/02	(2006.01) HO5K 1/02 B
H05K 1/03	(2006.01) HO5K 1/02 D
H05K 3/00	(2006.01) HO5K 1/03 670Z
H01B 5/14	(2006.01) HO5K 3/00 A
H01B 7/06	(2006.01) HO1B 5/14 Z

請求項の数 24 (全 35 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2019-519357 (P2019-519357)	(73) 特許権者 000002897 大日本印刷株式会社 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(86) (22) 出願日	平成30年10月12日(2018.10.12)	(73) 特許権者 504137912 国立大学法人 東京大学 東京都文京区本郷七丁目3番1号
(86) 国際出願番号	PCT/JP2018/038196	(74) 代理人 100091982 弁理士 永井 浩之
(87) 国際公開番号	W02019/074115	(74) 代理人 100091487 弁理士 中村 行孝
(87) 国際公開日	平成31年4月18日(2019.4.18)	(74) 代理人 100082991 弁理士 佐藤 泰和
審査請求日	平成31年4月10日(2019.4.10)	(74) 代理人 100105153 弁理士 朝倉 悟
(31) 優先権主張番号	特願2017-198758 (P2017-198758)	
(32) 優先日	平成29年10月12日(2017.10.12)	
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】配線基板及び配線基板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含み、第1の弾性係数を有する基材と、

前記基材の前記第1面側に位置し、配線基板に搭載される電子部品の電極に接続される配線と、

前記基材の前記第1面側、又は前記基材の前記第2面側に位置し、前記基材の前記第1面の法線方向に沿って見た場合に前記配線基板に搭載される電子部品に少なくとも部分的に重なる第1補強部を少なくとも含み、前記第1の弾性係数よりも大きい第2の弾性係数を有する補強部材と、を備え、

前記配線のうち前記第1面の法線方向に沿って見た場合に前記補強部材と重ならない部分は、前記基材の前記第1面の面内方向に沿って並ぶ複数の山部及び谷部を含む蛇腹形状部を有し、

前記基材の前記第2面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の振幅が、前記基材の前記第1面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の振幅よりも小さい、配線基板。

【請求項 2】

前記基材の前記第2面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の振幅が、前記基材の前記第1面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の振幅の0.9倍以下である、請求項1に記載の配線基板。

【請求項 3】

前記基材の前記第2面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の周期が、前記基材の前記第1面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の周期よりも大きい、請求項1又は2に記載の配線基板。

【請求項 4】

第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含み、第1の弾性係数を有する基材と、

前記基材の前記第1面側に位置し、配線基板に搭載される電子部品の電極に接続される配線と、

前記基材の前記第1面側、又は前記基材の前記第2面側に位置し、前記基材の前記第1面の法線方向に沿って見た場合に前記配線基板に搭載される電子部品に少なくとも部分的に重なる第1補強部を少なくとも含み、前記第1の弾性係数よりも大きい第2の弾性係数を有する補強部材と、を備え、

前記配線のうち前記第1面の法線方向に沿って見た場合に前記補強部材と重ならない部分は、前記基材の前記第1面の面内方向に沿って並ぶ複数の山部及び谷部を含む蛇腹形状部を有し、

前記基材の前記第2面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の周期が、前記基材の前記第1面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の周期よりも大きい、配線基板。

【請求項 5】

前記基材の前記第2面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の周期が、前記基材の前記第1面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の周期の1.1倍以上である、請求項3又は4に記載の配線基板。

【請求項 6】

前記補強部材は、前記第1面の法線方向に沿って見た場合に2本の前記配線の間に位置する第2補強部を更に含む、請求項1乃至5のいずれか一項に記載の配線基板。

【請求項 7】

前記配線基板は、前記配線に電気的に接続された、又は、前記配線基板に搭載される電子部品に電気的に接続される電極パッドを更に備え、

前記補強部材は、前記第1面の法線方向に沿って見た場合に前記電極パッドに重なる第3補強部を更に含む、請求項1乃至6のいずれか一項に記載の配線基板。

【請求項 8】

前記配線の前記蛇腹形状部の振幅が1μm以上である、請求項1乃至7のいずれか一項に記載の配線基板。

【請求項 9】

前記基材の前記第1面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の周期をFとする場合、前記基材の前記第2面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の位置が、前記基材の前記第1面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる谷部及び山部の位置からずれている、請求項1乃至8のいずれか一項に記載の配線基板。

【請求項 10】

前記基材の前記第2面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の位置が、前記基材の前記第1面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる谷部及び山部の位置から0.1×F以上ずれている、請求項9に記載の配線基板。

【請求項 11】

前記基材の前記第1面の面内方向に沿う引張応力が前記基材に加えられていない第1状態における前記配線の抵抗値を第1抵抗値と称し、前記基材に引張応力を加えて前記基材を前記第1面の面内方向において前記第1状態に比べて30%伸長させた第2状態における前記配線の抵抗値を第2抵抗値と称する場合、前記第1抵抗値に対する、前記第1抵抗値と前記第2抵抗値の差の絶対値の比率が、20%以下である、請求項1乃至10のいずれか一項に記載の配線基板。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

前記配線と前記基材の前記第1面との間に位置し、前記第1の弾性係数よりも大きい第3の弾性係数を有し、前記配線を支持する支持基板を更に備える、請求項1乃至11のいずれか一項に記載の配線基板。

【請求項 1 3】

前記補強部材は、前記基材の前記第2面側に位置する、請求項12に記載の配線基板。

【請求項 1 4】

前記補強部材は、前記基材の前記第1面と前記配線基板に搭載される電子部品との間に位置する、請求項12に記載の配線基板。

【請求項 1 5】

前記補強部材は、前記基材の前記第2面側、及び、前記基材の前記第1面と前記配線基板に搭載される電子部品との間のいずれにも位置する、請求項12に記載の配線基板。

【請求項 1 6】

前記補強部材は、前記基材の前記第2面側に位置し、

前記配線は、前記基材の第1面に位置する、請求項1乃至11のいずれか一項に記載の配線基板。

【請求項 1 7】

前記基材は、シリコーンゴムを含む、請求項1乃至16のいずれか一項に記載の配線基板。

【請求項 1 8】

前記補強部材は、金属層を含む、請求項1乃至17のいずれか一項に記載の配線基板。

【請求項 1 9】

前記配線は、複数の導電性粒子を含む、請求項1乃至18のいずれか一項に記載の配線基板。

【請求項 2 0】

前記基材の前記第1面側に位置し、前記配線に電気的に接続される電極を有する電子部品を更に備える、請求項1乃至19のいずれか一項に記載の配線基板。

【請求項 2 1】

配線基板の製造方法であって、

第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含み、第1の弾性係数を有する基材に引張応力を加えて、前記基材を伸長させる第1工程と、

伸長した状態の前記基材の前記第1面側に配線を設ける第2工程と、

前記基材から前記引張応力を取り除く第3工程と、を備え、

前記配線基板は、前記基材の前記第1面側、又は前記基材の前記第2面側に位置する第1補強部を少なくとも含み、前記第1の弾性係数よりも大きい第2の弾性係数を有する補強部材を備え、

前記基材から前記引張応力が取り除かれた後、前記配線のうち前記第1面の法線方向に沿って見た場合に前記補強部材と重ならない部分は、前記基材の前記第1面の面内方向に沿って並ぶ複数の山部及び谷部を含む蛇腹形状部を有し、

前記配線基板の製造方法は、

前記基材の前記第2面に前記補強部材を設ける基材準備工程と、

第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含み、前記第1の弾性係数よりも大きい第3の弾性係数を有する支持基板を準備し、前記支持基板の前記第1面に前記配線を設ける支持基板準備工程と、を更に備え、

前記第2工程においては、前記補強部材が設けられた、伸長した状態の前記基材の前記第1面に、前記配線が設けられた前記支持基板を、前記支持基板の前記第2面側から接合させる、配線基板の製造方法。

【請求項 2 2】

配線基板の製造方法であって、

第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含み、第1の弾性係数を有する基材

10

20

30

40

50

に引張応力を加えて、前記基材を伸長させる第1工程と、
 伸長した状態の前記基材の前記第1面側に配線を設ける第2工程と、
 前記基材から前記引張応力を取り除く第3工程と、を備え、
 前記配線基板は、前記基材の前記第1面側、又は前記基材の前記第2面側に位置する第1補強部を少なくとも含み、前記第1の弾性係数よりも大きい第2の弾性係数を有する補強部材を備え、
 前記基材から前記引張応力が取り除かれた後、前記配線のうち前記第1面の法線方向に沿って見た場合に前記補強部材と重ならない部分は、前記基材の前記第1面の面内方向に沿って並ぶ複数の山部及び谷部を含む蛇腹形状部を有し、
前記配線基板の製造方法は、

10

第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含み、前記第1の弾性係数よりも大きい第3の弾性係数を有する支持基板を準備し、前記支持基板の前記第1面に前記配線を設け、前記支持基板の前記第2面に前記補強部材を設ける支持基板準備工程を更に備え、
前記第2工程においては、伸長した状態の前記基材の前記第1面に、前記配線及び前記補強部材が設けられた前記支持基板を、前記支持基板の前記第2面側から接合させる、配線基板の製造方法。

【請求項23】

配線基板の製造方法であって、
 第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含み、第1の弾性係数を有する基材に引張応力を加えて、前記基材を伸長させる第1工程と、
 伸長した状態の前記基材の前記第1面側に配線を設ける第2工程と、
 前記基材から前記引張応力を取り除く第3工程と、を備え、
 前記配線基板は、前記基材の前記第1面側、又は前記基材の前記第2面側に位置する第1補強部を少なくとも含み、前記第1の弾性係数よりも大きい第2の弾性係数を有する補強部材を備え、
 前記基材から前記引張応力が取り除かれた後、前記配線のうち前記第1面の法線方向に沿って見た場合に前記補強部材と重ならない部分は、前記基材の前記第1面の面内方向に沿って並ぶ複数の山部及び谷部を含む蛇腹形状部を有し、
前記配線基板の製造方法は、

20

前記基材の前記第2面に前記補強部材を設ける基材準備工程と、
第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含み、前記第1の弾性係数よりも大きい第3の弾性係数を有する支持基板を準備し、前記支持基板の前記第1面に前記配線を設け、前記支持基板の前記第2面に前記補強部材を更に設ける支持基板準備工程を更に備え、
前記第2工程においては、前記補強部材が設けられた、伸長した状態の前記基材の前記第1面に、前記配線及び前記補強部材が設けられた前記支持基板を、前記支持基板の前記第2面側から接合させる、配線基板の製造方法。

30

【請求項24】

配線基板の製造方法であって、
 第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含み、第1の弾性係数を有する基材に引張応力を加えて、前記基材を伸長させる第1工程と、
 伸長した状態の前記基材の前記第1面側に配線を設ける第2工程と、
 前記基材から前記引張応力を取り除く第3工程と、を備え、
 前記配線基板は、前記基材の前記第1面側、又は前記基材の前記第2面側に位置する第1補強部を少なくとも含み、前記第1の弾性係数よりも大きい第2の弾性係数を有する補強部材を備え、
 前記基材から前記引張応力が取り除かれた後、前記配線のうち前記第1面の法線方向に沿って見た場合に前記補強部材と重ならない部分は、前記基材の前記第1面の面内方向に沿って並ぶ複数の山部及び谷部を含む蛇腹形状部を有し、
前記配線基板の製造方法は、

40

50

前記基材の前記第2面に前記補強部材を設ける基材準備工程を更に備え、
前記第2工程においては、前記第2面に前記補強部材が設けられた、伸長した状態の前記基材の前記第1面側に、前記配線基板に搭載される電子部品の電極に接続される配線を設ける、配線基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は、基材と、基材の第1面側に位置する電子部品及び配線とを備える配線基板に関する。また、本開示の実施形態は、配線基板の製造方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

近年、伸縮性などの変形性を有する電子デバイスの研究がおこなわれている。例えば特許文献1は、基材と、基材に設けられた配線と、を備え、伸縮性を有する配線基板を開示している。特許文献1においては、予め伸長させた状態の基材に回路を設け、回路を形成した後に基材を弛緩させる、という製造方法を採用している。特許文献1は、基材の伸長状態及び弛緩状態のいずれにおいても基材上の薄膜トランジスタを良好に動作させることを意図している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【特許文献1】特開2007-281406号公報

【発明の開示】

【0004】

配線基板は、伸縮などの変形に対する耐性を有する部分だけでなく、変形に起因して破損し易い部分も含む。このため、予め伸長させた状態の基材に回路を設けると、配線基板に破損などの不具合が生じ易くなってしまう。

【0005】

本開示の実施形態は、このような課題を効果的に解決し得る配線基板及び配線基板の製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

30

本開示の一実施形態は、第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含み、第1の弾性係数を有する基材と、前記基材の前記第1面側に位置し、配線基板に搭載される電子部品の電極に接続される配線と、前記基材の前記第1面側、又は前記基材の前記第2面側に位置し、前記基材の前記第1面の法線方向に沿って見た場合に前記配線基板に搭載される電子部品に少なくとも部分的に重なる第1補強部を少なくとも含み、前記第1の弾性係数よりも大きい第2の弾性係数を有する補強部材と、を備え、前記配線のうち前記第1面の法線方向に沿って見た場合に前記補強部材と重ならない部分は、前記基材の前記第1面の面内方向に沿って並ぶ複数の山部及び谷部を含む蛇腹形状部を有する、配線基板である。

【0007】

40

本開示の一実施形態による配線基板において、前記補強部材は、前記第1面の法線方向に沿って見た場合に2本の前記配線の間に位置する第2補強部を更に含んでいてもよい。

【0008】

本開示の一実施形態による配線基板は、前記配線に電気的に接続された、又は、前記配線基板に搭載される電子部品に電気的に接続される電極パッドを更に備えていてもよい。この場合、前記補強部材は、前記第1面の法線方向に沿って見た場合に前記電極パッドに重なる第3補強部を更に含んでいてもよい。

【0009】

本開示の一実施形態による配線基板において、前記配線の前記蛇腹形状部の振幅が1μm以上であってもよい。

50

【0010】

本開示の一実施形態による配線基板において、前記基材の前記第2面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の振幅が、前記基材の前記第1面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の振幅よりも小さくてもよく、例えば0.9倍以下であってもよく、0.8倍以下であってもよい。

【0011】

本開示の一実施形態による配線基板において、前記基材の前記第2面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の周期が、前記基材の前記第1面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の周期よりも大きくてもよく、例えば1.1倍以上であってもよく、1.2倍以上であってもよい。

10

【0012】

本開示の一実施形態による配線基板において、前記基材の前記第1面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の周期をFとする場合、前記基材の前記第2面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる山部及び谷部の位置が、前記基材の前記第1面のうち前記蛇腹形状部に重なる部分に現れる谷部及び山部の位置からずれていてもよく、例えば $0.1 \times F$ 以上ずれていってもよい。

【0013】

本開示の一実施形態による配線基板において、前記基材の前記第1面の面内方向に沿う引張応力が前記基材に加えられていない第1状態における前記配線の抵抗値を第1抵抗値と称し、前記基材に引張応力を加えて前記基材を前記第1面の面内方向において前記第1状態に比べて30%伸長させた第2状態における前記配線の抵抗値を第2抵抗値と称する場合、前記第1抵抗値に対する、前記第1抵抗値と前記第2抵抗値の差の絶対値の比率が、20%以下であってもよい。

20

【0014】

本開示の一実施形態による配線基板は、前記配線と前記基材の前記第1面との間に位置し、前記第1の弾性係数よりも大きい第3の弾性係数を有し、前記配線を支持する支持基板を更に備えていてもよい。

【0015】

本開示の一実施形態による配線基板において、前記補強部材は、前記基材の前記第2面側に位置していてもよい。

30

【0016】

本開示の一実施形態による配線基板において、前記補強部材は、前記基材の前記第1面と前記配線基板に搭載される電子部品との間に位置していてもよい。

【0017】

本開示の一実施形態による配線基板において、前記補強部材は、前記基材の前記第2面側、及び、前記基材の前記第1面と前記配線基板に搭載される電子部品との間のいずれにも位置していてもよい。

【0018】

本開示の一実施形態による配線基板において、前記補強部材は、前記基材の前記第2面側に位置し、前記配線は、前記基材の第1面に位置していてもよい。

40

【0019】

本開示の一実施形態による配線基板において、前記基材は、シリコーンゴムを含んでいてもよい。

【0020】

本開示の一実施形態による配線基板において、前記補強部材は、金属層を含んでいてもよい。

【0021】

本開示の一実施形態による配線基板において、前記配線は、複数の導電性粒子を含んでいてもよい。

【0022】

50

本開示の一実施形態による配線基板は、前記基材の前記第1面側に位置し、前記配線に電気的に接続される電極を有する電子部品を更に備えていてもよい。

【0023】

本開示の一実施形態は、配線基板の製造方法であって、第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含み、第1の弾性係数を有する基材に引張応力を加えて、前記基材を伸長させる第1工程と、伸長した状態の前記基材の前記第1面側に配線を設ける第2工程と、前記基材から前記引張応力を取り除く第3工程と、を備え、前記配線基板は、前記基材の前記第1面側、又は前記基材の前記第2面側に位置する第1補強部を少なくとも含み、前記第1の弾性係数よりも大きい第2の弾性係数を有する補強部材と、を備え、前記基材から前記引張応力が取り除かれた後、前記配線のうち前記第1面の法線方向に沿って見た場合に前記補強部材と重ならない部分は、前記基材の前記第1面の面内方向に沿って並ぶ複数の山部及び谷部を含む蛇腹形状部を有する、配線基板の製造方法である。

【0024】

本開示の一実施形態による配線基板の製造方法は、前記基材の前記第2面に前記補強部材を設ける基材準備工程と、第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含み、前記第1の弾性係数よりも大きい第3の弾性係数を有する支持基板を準備し、前記支持基板の前記第1面に前記配線を設ける支持基板準備工程と、を更に備え、前記第2工程においては、前記補強部材が設けられた、伸長した状態の前記基材の前記第1面に、前記配線が設けられた前記支持基板を、前記支持基板の前記第2面側から接合させてよい。

【0025】

本開示の一実施形態による配線基板の製造方法は、第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含み、前記第1の弾性係数よりも大きい第3の弾性係数を有する支持基板を準備し、前記支持基板の前記第1面に前記配線を設け、前記支持基板の前記第2面に前記補強部材を設ける支持基板準備工程を更に備え、前記第2工程においては、伸長した状態の前記基材の前記第1面に、前記配線及び前記補強部材が設けられた前記支持基板を、前記支持基板の前記第2面側から接合させてよい。

【0026】

本開示の一実施形態による配線基板の製造方法は、前記基材の前記第2面に前記補強部材を設ける基材準備工程と、第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含み、前記第1の弾性係数よりも大きい第3の弾性係数を有する支持基板を準備し、前記支持基板の前記第1面に前記配線を設け、前記支持基板の前記第2面に前記補強部材を更に設ける支持基板準備工程を更に備え、前記第2工程においては、前記補強部材が設けられた、伸長した状態の前記基材の前記第1面に、前記配線及び前記補強部材が設けられた前記支持基板を、前記支持基板の前記第2面側から接合させてよい。

【0027】

本開示の一実施形態による配線基板の製造方法は、前記基材の前記第2面に前記補強部材を設ける基材準備工程を更に備え、前記第2工程においては、前記第2面に前記補強部材が設けられた、伸長した状態の前記基材の前記第1面側に、前記配線基板に搭載される電子部品の電極に接続された配線と、を設けてよい。

【0028】

本開示の実施形態によれば、基材の伸縮に起因して配線基板に不具合が生じることを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】一実施の形態に係る配線基板を示す断面図である。

【図2】一実施の形態に係る配線基板を示す平面図である。

【図3】図2の配線基板を線B-Bに沿って切断した場合を示す断面図である。

【図4】図1に示す配線基板の配線及びその周辺の構成要素の一例を拡大して示す断面図である。

【図5A】図1に示す配線基板の配線及びその周辺の構成要素のその他の例を拡大して示す断面図である。

10

20

30

40

50

す断面図である。

【図 5 B】図 1 に示す配線基板の配線及びその周辺の構成要素のその他の例を拡大して示す断面図である。

【図 5 C】図 1 に示す配線基板の配線及びその周辺の構成要素のその他の例を拡大して示す断面図である。

【図 6】図 2 に示す配線基板の配線及びその周辺の構成要素の一例を拡大して示す平面図である。

【図 7】図 1 に示す配線基板の製造方法を説明するための図である。

【図 8】第 1 の変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 9】図 8 に示す配線基板の配線及びその周辺の構成要素の一例を拡大して示す断面図である。

10

【図 10】図 8 に示す配線基板の製造方法を説明するための図である。

【図 11】第 2 の変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 12】図 11 に示す配線基板の配線及びその周辺の構成要素の一例を拡大して示す断面図である。

【図 13】図 11 に示す配線基板の製造方法を説明するための図である。

【図 14】第 3 の変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 15】図 14 に示す配線基板の配線及びその周辺の構成要素の一例を拡大して示す断面図である。

【図 16】図 14 に示す配線基板の製造方法を説明するための図である。

20

【図 17】第 4 の変形例に係る配線基板を示す平面図である。

【図 18 A】一変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 18 B】一変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 19】一変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 20】一変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 21】第 5 の変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 22】第 5 の変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 23】第 5 の変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 24】第 6 の変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 25】第 6 の変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 26】第 6 の変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 27】第 6 の変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 28】第 7 の変形例に係る配線基板を示す平面図である。

【図 29 A】第 8 の変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 29 B】第 8 の変形例に係る配線基板のその他の例を示す断面図である。

【図 29 C】第 8 の変形例に係る配線基板のその他の例を示す断面図である。

【図 30】第 9 の変形例に係る電子部品を示す断面図である。

【図 31】第 9 の変形例に係る電子部品の一例を示す平面図である。

【図 32】第 9 の変形例に係る電子部品の一例を示す平面図である。

【図 33 A】第 9 の変形例に係る電子部品の一例を示す断面図である。

40

【図 33 B】第 9 の変形例に係る電子部品のその他の例を示す断面図である。

【図 34】第 10 の変形例に係る配線基板を示す平面図である。

【図 35】第 10 の変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【図 36】第 11 の変形例に係る配線基板を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本開示の実施形態に係る配線基板の構成及びその製造方法について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態は本開示の実施形態の一例であって、本開示はこれらの実施形態に限定して解釈されるものではない。また、本明細書において、「基板」、「基材」、「シート」や「フィルム」など用語は、呼称の違いのみに基づ

50

いて、互いから区別されるものではない。例えば、「基材」は、基板、シートやフィルムと呼ばれ得るような部材も含む概念である。更に、本明細書において用いる、形状や幾何学的条件並びにそれらの程度を特定する、例えば、「平行」や「直交」等の用語や長さや角度の値等については、厳密な意味に縛られることなく、同様の機能を期待し得る程度の範囲を含めて解釈することとする。また、本実施形態で参照する図面において、同一部分または同様な機能を有する部分には同一の符号または類似の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する場合がある。また、図面の寸法比率は説明の都合上実際の比率とは異なる場合や、構成の一部が図面から省略される場合がある。

【0031】

以下、図1乃至図7を参照して、本開示の一実施の形態について説明する。

10

【0032】

(配線基板)

まず、本実施の形態に係る配線基板10について説明する。図1及び図2はそれぞれ、配線基板10を示す断面図及び平面図である。図1に示す断面図は、図2の配線基板10を線A-Aに沿って切断した場合の図である。

【0033】

図1に示す配線基板10は、基材20、補強部材30、支持基板40、電子部品51、配線52を備える。以下、配線基板10の各構成要素について説明する。

【0034】

(基材)

20

基材20は、伸縮性を有するよう構成された部材である。基材20は、電子部品51及び配線52側に位置する第1面21と、第1面21の反対側に位置する第2面22と、を含む。基材20の厚みは、例えば10mm以下であり、より好ましくは1mm以下である。基材20の厚みを小さくすることにより、基材20の伸縮に要する力を低減することができる。また、基材20の厚みを小さくすることにより、配線基板10を用いた製品全体の厚みを小さくすることができる。これにより、例えば、配線基板10を用いた製品が、人の腕などの身体の一部に取り付けるセンサである場合に、装着感を低減することができる。基材20の厚みは、10μm以上であってもよい。

【0035】

基材20の伸縮性を表すパラメータの例として、基材20の弾性係数を挙げることができる。基材20の弾性係数は、例えば10MPa以下であり、より好ましくは1MPa以下である。このような弾性係数を有する基材20を用いることにより、配線基板10全体に伸縮性を持たせることができる。以下の説明において、基材20の弾性係数のことを、第1の弾性係数とも称する。基材20の第1の弾性係数は、1kPa以上であってもよい。

30

【0036】

基材20の第1の弾性係数を算出する方法としては、基材20のサンプルを用いて、JIS K6251に準拠して引張試験を実施するという方法を採用することができる。また、基材20のサンプルの弾性係数を、ISO14577に準拠してナノインデンテーション法によって測定するという方法を採用することもできる。ナノインデンテーション法において用いる測定器としては、ナノインデンターを用いることができる。基材20のサンプルを準備する方法としては、配線基板10から基材20の一部をサンプルとして取り出す方法や、配線基板10を構成する前の基材20の一部をサンプルとして取り出す方法が考えられる。その他にも、基材20の第1の弾性係数を算出する方法として、基材20を構成する材料を分析し、材料の既存のデータベースに基づいて基材20の第1の弾性係数を算出するという方法を採用することもできる。なお、本願における弾性係数は、25の環境下における弾性係数である。

40

【0037】

基材20の伸縮性を表すパラメータのその他の例として、基材20の曲げ剛性を挙げることができる。曲げ剛性は、対象となる部材の断面二次モーメントと、対象となる部材を

50

構成する材料の弾性係数との積であり、単位は $N \cdot m^2$ 又は $Pa \cdot m^4$ である。基材 20 の断面二次モーメントは、配線基板 10 の伸縮方向に直交する平面によって、基材 20 のうち配線 52 と重なっている部分を切断した場合の断面に基づいて算出される。以下の説明において、基材 20 の曲げ剛性のことを、第 1 の曲げ剛性とも称する。

【0038】

基材 20 を構成する材料の例としては、熱可塑性エラストマー、シリコーンゴム、ウレタンゲル、シリコンゲル等を挙げることができる。また、基材 20 の材料として、例えば、織物、編物、不織布などの布を用いることもできる。熱可塑性エラストマーとしては、ポリウレタン系エラストマー、スチレン系熱可塑性エラストマー、オレフィン系熱可塑性エラストマー、塩ビ系熱可塑性エラストマー、エステル系熱可塑性エラストマー、アミド系熱可塑性エラストマー、1,2-BR 系熱可塑性エラストマー、フッ素系熱可塑性エラストマー等を用いることができる。機械的強度や耐磨耗性を考慮すると、ウレタン系エラストマーを用いることが好ましい。さらに、シリコーンゴムは、耐熱性・耐薬品性・難燃性に優れており、基材 20 の材料として好ましい。

【0039】

〔補強部材〕

補強部材 30 は、基材 20 の伸縮を制御するために配線基板 10 に設けられた部材である。図 1 に示す例において、補強部材 30 は、基材 20 の第 2 面 22 側に位置する。例えば、補強部材 30 は、基材 20 の第 2 面 22 に設けられている。

【0040】

補強部材 30 は、基材 20 の第 1 の弾性係数よりも大きい弾性係数を有する。補強部材 30 の弾性係数は、例えば 1 GPa 以上であり、より好ましくは 10 GPa 以上である。補強部材 30 の弾性係数は、基材 20 の第 1 の弾性係数の 100 倍以上であってもよく、1000 倍以上であってもよい。このような補強部材 30 を基材 20 に設けることにより、基材 20 のうち補強部材 30 と重なる部分が伸縮することを抑制することができる。これにより、基材 20 を、伸縮が生じやすい部分と、伸縮が生じにくい部分とに区画することができる。以下の説明において、補強部材 30 の弾性係数のことを、第 2 の弾性係数とも称する。補強部材 30 の第 2 の弾性係数は、500 GPa 以下であってもよい。また、補強部材 30 の第 2 の弾性係数は、基材 20 の第 1 の弾性係数の 500000 倍以下であってもよい。なお、「重なる」とは、基材 20 の第 1 面 21 の法線方向に沿って見た場合に 2 つの構成要素が重なることを意味している。

【0041】

補強部材 30 の第 2 の弾性係数を算出する方法は、補強部材 30 の形態に応じて適宜定められる。例えば、補強部材 30 の第 2 の弾性係数を算出する方法は、上述の基材 20 の弾性係数を算出する方法と同様であってもよく、異なっていてもよい。後述する支持基板 40 の弾性係数も同様である。例えば、補強部材 30 又は支持基板 40 の弾性係数を算出する方法として、補強部材 30 又は支持基板 40 のサンプルを用いて、ASTM D 882 に準拠して引張試験を実施するという方法を採用することができる。

【0042】

また、補強部材 30 は、基材 20 の第 1 の曲げ剛性よりも大きい曲げ剛性を有する。補強部材 30 の曲げ剛性は、基材 20 の第 1 の曲げ剛性の 100 倍以上であってもよく、1000 倍以上であってもよい。以下の説明において、補強部材 30 の曲げ剛性のことを、第 2 の曲げ剛性とも称する。

【0043】

補強部材 30 を構成する材料の例としては、金属材料を含む金属層や、一般的な熱可塑性エラストマー、アクリル系、ウレタン系、エポキシ系、ポリエステル系、エポキシ系、ビニルエーテル系、ポリエン・チオール系、シリコーン系等のオリゴマー、ポリマー等を挙げることができる。金属材料の例としては、銅、アルミニウム、ステンレス鋼等を挙げることができる。補強部材 30 の厚みは、例えば $10 \mu m$ 以上である。上述の材料のうち、金属層は、弾性率が大きくエッティング加工などにより微細加工可能であり、より好まし

10

20

30

40

50

い。

【0044】

補強部材30を構成する材料として、オリゴマー又はポリマーを用いる場合、補強部材30は、透明性を有していてもよい。また、補強部材30は、遮光性、例えば紫外線を遮蔽する特性を有していてもよい。例えば、補強部材30は黒色であってもよい。また、補強部材30の色と基材20の色とが同一であってもよい。

【0045】

補強部材30は、図1に示すように、第1補強部31を少なくとも含む。補強部材30は、図2及び図3に示すように、第2補強部32を更に含んでいてもよい。図3は、図2の配線基板10を線B-Bに沿って切断した場合を示す断面図である。第1補強部31及び第2補強部32については、電子部品51及び配線52との位置関係に基づいて後に詳細に説明する。なお、図2は、配線基板10を基材20の第1面21側から見た場合を示す平面図であるので、基材20の第2面22側に位置する補強部材30は点線で表されている。

10

【0046】

〔支持基板〕

支持基板40は、基材20よりも低い伸縮性を有するよう構成された板状の部材である。支持基板40は、基材20側に位置する第2面42と、第2面42の反対側に位置する第1面41と、を含む。図1に示す例において、支持基板40は、その第1面41側において電子部品51及び配線52を支持している。また、支持基板40は、その第2面42側において基材20の第1面に接合されている。例えば、基材20と支持基板40との間に、接着剤を含む接着層60が設けられていてもよい。接着層60を構成する材料としては、例えばアクリル系接着剤、シリコーン系接着剤等を用いることができる。接着層60の厚みは、例えば5μm以上且つ200μm以下である。また、図18Aに示すように、常温接合又は分子接着によって支持基板40の第2面42が基材20の第1面21に接合されていてもよい。この場合、基材20と支持基板40との間に接着層が設けられていないてもよい。また、基材20の第1面21又は支持基板40の第2面42の一方又は両方に、常温接合、分子接着の接着性を向上させるプライマー層を設けてもよい。常温接合又は分子接着によって支持基板40の第2面42が基材20の第1面21に接合される場合、図18Bに示すように、第1補強部31は、基材20の第1面21又は第2面22に露出しないよう基材20に埋め込まれていることが好ましい。

20

【0047】

後述するように、支持基板40に接合された基材20から引張応力が取り除かれて基材20が収縮するとき、支持基板40には蛇腹形状部が形成される。支持基板40の特性や寸法は、このような蛇腹形状部が形成され易くなるよう設定されている。例えば、支持基板40は、基材20の第1の弾性係数よりも大きい弾性係数を有する。以下の説明において、支持基板40の弾性係数のことを、第3の弾性係数とも称する。

30

【0048】

支持基板40の第3の弾性係数は、例えば100MPa以上であり、より好ましくは1GPa以上である。支持基板40の第3の弾性係数は、基材20の第1の弾性係数の100倍以上であってもよく、1000倍以上であってもよい。また、支持基板40の厚みは、例えば10μm以下であり、より好ましくは5μm以下である。支持基板40の弾性係数を高くしたり、支持基板40の厚みを小さくしたりすることにより、基材20の収縮に伴って支持基板40に蛇腹形状部が形成され易くなる。支持基板40を構成する材料としては、例えば、ポリエチレンナフタレート、ポリイミド、ポリカーボネート、アクリル樹脂、ポリエチレンテレフタラート等を用いることができる。

40

【0049】

支持基板40の第3の弾性係数は、基材20の第1の弾性係数の100倍以下であってもよい。支持基板40の第3の弾性係数を算出する方法は、基材20の場合と同様である。また、支持基板40の厚みは、500nm以上であってもよい。

50

【0050】

〔電子部品〕

図1に示す例において、電子部品51は、配線52に接続される電極を少なくとも有する。電子部品51は、能動部品であってもよく、受動部品であってもよく、機構部品であってもよい。

電子部品51の例としては、トランジスタ、LSI (Large-Scale Integration)、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems)、リレー、LED、OLED、LCDなどの発光素子、センサ、ブザー等の発音部品、振動を発する振動部品、冷却発熱をコントロールするペルチェ素子や電熱線などの冷発熱部品、抵抗器、キャパシタ、インダクタ、圧電素子、スイッチ、コネクタなどを挙げることができる。電子部品51の上述の例のうち、センサが好ましく用いられる。センサとしては、例えば、温度センサ、圧力センサ、光センサ、光電センサ、近接センサ、せん断力センサ、生体センサ、レーザーセンサ、マイクロ波センサ、湿度センサ、歪みセンサ、ジャイロセンサ、加速度センサ、変位センサ、磁気センサ、ガスセンサ、GPSセンサ、超音波センサ、臭いセンサ、脳波センサ、電流センサ、振動センサ、脈波センサ、心電センサ、光度センサ等を挙げることができる。これらのセンサのうち、生体センサが特に好ましい。生体センサは、心拍や脈拍、心電、血圧、体温、血中酸素濃度等の生体情報を測定することができる。

【0051】

〔配線〕

配線52は、電子部品51の電極に接続された、導電性を有する部材である。例えば図2に示すように、配線52の一端及び他端が、2つの電子部品51の電極にそれぞれ接続されている。図2に示すように、複数の配線52が2つの電子部品51の間に設けられているよい。

【0052】

後述するように、支持基板40に接合された基材20から引張応力が取り除かれて基材20が収縮するとき、配線52は蛇腹状に変形する。この点を考慮し、好ましくは、配線52は、変形に対する耐性を有する構造を備える。例えば、配線52は、ベース材と、ベース材の中に分散された複数の導電性粒子とを有する。この場合、ベース材として、樹脂などの変形可能な材料を用いることにより、基材20の伸縮に応じて配線52も変形することができる。また、変形が生じた場合であっても複数の導電性粒子の間の接触が維持されるように導電性粒子の分布や形状を設定することにより、配線52の導電性を維持することができる。

【0053】

配線52のベース材を構成する材料としては、例えば、一般的な熱可塑性エラストマーおよび熱硬化性エラストマーを用いることができ、例えば、スチレン系エラストマー、アクリル系エラストマー、オレフィン系エラストマー、ウレタン系エラストマー、シリコーンゴム、ウレタンゴム、フッ素ゴム、ニトリルゴム、ポリブタジエン、ポリクロロブレン等を用いることができる。中でも、ウレタン系、シリコーン系構造を含む樹脂やゴムが、その伸縮性や耐久性などの面から好ましく用いられる。また、配線52の導電性粒子を構成する材料としては、例えば銀、銅、金、ニッケル、パラジウム、白金、カーボン等の粒子を用いることができる。中でも、銀粒子が、価格と導電性の観点から好ましく用いられる。

【0054】

なお、配線52に求められることは、蛇腹形状部57の解消及び生成を利用して基材20の伸張及び収縮に追従することである。この点を考慮すると、配線52の材料としては、上述のようにそれ自体が変形性や伸縮性を有しているものだけでなく、それ自体は変形性や伸縮性を有していないものも採用可能である。

配線52に用いられ得る、それ自体は伸縮性を有さない材料としては、例えば、金、銀、銅、アルミニウム、白金、クロム等の金属や、これらの金属を含む合金が挙げられる。配線52の材料自体が伸縮性を有さない場合、配線52としては、金属膜を用いることが

10

20

30

40

50

できる。

【0055】

配線52の厚みは、電子部品51の厚みよりも小さく、例えば50μm以下である。配線52の幅は、例えば50μm以上且つ10mm以下である。

【0056】

〔補強部材の第1補強部及び第2補強部〕

次に、補強部材30の第1補強部31及び第2補強部32について、電子部品51及び配線52との位置関係に基づいて説明する。

【0057】

まず、第1補強部31について説明する。図1及び図2に示すように、第1補強部31は、基材20の第1面21の法線方向に沿って見た場合に電子部品51と少なくとも部分的に重なるように配置されている。好ましくは、第1補強部31は、基材20の第1面21の法線方向に沿って見た場合に電子部品51の全域にわたって電子部品51に重なっている。このため、基材20のうち電子部品51と重なる部分は、すなわち第1補強部31と重なる部分は、基材20のうち補強部材30と重ならない部分に比べて変形しにくい。これにより、基材20に引張応力などの力を加えたときや、基材20から引張応力などの力を取り除いたときなどに、基材20のうち電子部品51と重なる部分に変形が生じることを抑制することができる。このことにより、基材20の変形に起因する応力が電子部品51に加わることを抑制することができ、電子部品51が変形したり破損したりしてしまうことを抑制することができる。また、電子部品51と配線52との間の電気接合部が破損してしまうことを抑制することができる。

10

【0058】

なお、図1においては、基材20の第2面22に第1補強部31が位置する例が示されているが、第1補強部31の位置は任意である。例えば、図19に示すように、基材20の第1面21に第1補強部31が位置していてもよい。

【0059】

次に、第2補強部32について説明する。図2及び図3に示すように、第2補強部32は、第1面の法線方向に沿って見た場合に2本の配線52の間に位置する。これにより、基材20のうち第1面の法線方向に沿って見た場合に2本の配線52の間に位置する部分が変形することを抑制することができる。このことにより、基材20の変形に起因して2本の配線52の間の間隔が縮まって配線52の間のショートが生じてしまうことを抑制することができる。

30

【0060】

図2に示す例においては、配線52が延びる方向において、複数の第2補強部32が断続的に並んでいる。図示はしないが、配線52に沿って連続的に延びる1本の第2補強部32が2本の配線52の間に設けられていてもよい。

【0061】

〔配線の構造〕

続いて、配線52の断面構造について、図4を参照して詳細に説明する。図4は、図1に示す配線基板10の配線52及びその周辺の構成要素の一例を拡大して示す断面図である。

40

【0062】

図1乃至図3に示すように、配線52全体は、若しくは配線52の大部分は、第1補強部31や第2補強部32などを含む補強部材30と重ならないように配置されている。このため、基材20に収縮などの変形が生じたとき、配線52は、基材20の変形に伴って変形しやすい。例えば、伸長させた状態の基材20に配線52を設けた後、基材20を弛緩させると、図4に示すように、配線52のうち補強部材30と重なっていない部分に、蛇腹形状部57が生じる。

【0063】

蛇腹形状部57は、基材20の第1面21の法線方向における山部及び谷部を含む。図

50

4において、符号53は、配線52の表面に現れる山部を表し、符号54は、配線52の裏面に現れる山部を表す。また、符号55は、配線52の表面に現れる谷部を表し、符号56は、配線52の裏面に現れる谷部を表す。表面とは、配線52の面のうち基材20から遠い側に位置する面であり、裏面とは、配線52の面のうち基材20に近い側に位置する面である。また、図4において、符号26及び27は、基材20の第1面21に現れる山部及び谷部を表す。第1面21に山部26及び谷部27が現れるように基材20が変形することにより、配線52が蛇腹状に変形して蛇腹形状部57を有するようになる。基材20の第1面21の山部26が、配線52の蛇腹形状部57の山部53, 54に対応し、基材20の第1面21の谷部27が、配線52の蛇腹形状部57の谷部55, 56に対応している。

10

【0064】

山部53, 54及び谷部55, 56は、基材20の第1面21の面内方向に沿って繰り返し現れる。山部53, 54及び谷部55, 56が繰り返し現れる周期Fは、例えば10 μm 以上且つ100 μm 以下である。なお、図4においては、蛇腹形状部57の複数の山部及び谷部が一定の周期で並ぶ例が示されているが、これに限られることはない。図示はしないが、蛇腹形状部57の複数の山部及び谷部は、第1面21の面内方向に沿って不規則に並んでいてもよい。例えば、第1面21の面内方向において隣り合う2つの山部の間の間隔が一定でなくてもよい。

【0065】

図4において、符号S1は、配線52の表面における蛇腹形状部57の振幅を表す。振幅S1は、例えば1 μm 以上であり、より好ましくは10 μm 以上である。振幅S1を10 μm 以上とすることにより、基材20の伸張に追従して配線52が変形し易くなる。また、振幅S1は、例えば500 μm 以下であってもよい。

20

【0066】

振幅S1は、例えば、配線52の長さ方向における一定の範囲にわたって、隣り合う山部53と谷部55との間の、第1面21の法線方向における距離を測定し、それらの平均を求ることにより算出される。「配線52の長さ方向における一定の範囲」は、例えば10 mm である。隣り合う山部53と谷部55との間の距離を測定する測定器としては、レーザー顕微鏡などを用いた非接触式の測定器を用いてもよく、接触式の測定器を用いてもよい。また、断面写真などの画像に基づいて、隣り合う山部53と谷部55との間の距離を測定してもよい。後述する振幅S2, S3, S4の算出方法も同様である。

30

【0067】

図4において、符号S2は、配線52の裏面における蛇腹形状部57の振幅を表す。振幅S2は、振幅S1と同様に、例えば1 μm 以上であり、より好ましくは10 μm 以上である。また、振幅S2は、例えば500 μm 以下であってもよい。

【0068】

図4に示すように、支持基板40、接着層60や基材20の第1面21にも、配線52と同様の蛇腹形状部が形成されていてもよい。図4において、符号S3は、基材20の第1面21における蛇腹形状部の振幅を表す。第1面21における蛇腹形状部は、複数の山部26及び谷部27を含む。振幅S3は、例えば1 μm 以上であり、より好ましくは10 μm 以上である。また、振幅S3は、例えば500 μm 以下であってもよい。

40

【0069】

図5Aは、図1に示す配線基板10の配線52及びその周辺の構成要素のその他の例を拡大して示す断面図である。図5Aに示すように、基材20の第1面21には蛇腹形状部が形成されていなくてもよい。

【0070】

図5Bは、図1に示す配線基板10の配線52及びその周辺の構成要素のその他の例を拡大して示す断面図である。図5Bに示すように、基材20の第1面21だけでなく第2面22にも蛇腹形状部が形成されていてもよい。第2面22における蛇腹形状部は、複数の山部28及び谷部29を含む。図5Bに示す例において、第2面22の山部28は、第

50

1面21の谷部27に重なる位置に現れ、第2面22の谷部29は、第1面21の山部26に重なる位置に現れている。なお、図示はしないが、基材20の第2面22の山部28及び谷部29の位置は、第1面21の谷部27及び山部26に重なっていなくてもよい。また、基材20の第2面22の山部28及び谷部29の数又は周期は、第1面21の山部26及び谷部27の数又は周期と同一であってもよく、異なっていてもよい。例えば、基材20の第2面22の山部28及び谷部29の周期が、第1面21の山部26及び谷部27の周期よりも大きくてよい。この場合、基材20の第2面22の山部28及び谷部29の周期は、第1面21の山部26及び谷部27の周期の1.1倍以上であってもよく、1.2倍以上であってもよく、1.5倍以上であってもよく、2.0倍以上であってもよい。なお、「基材20の第2面22の山部28及び谷部29の周期が、第1面21の山部26及び谷部27の周期よりも大きい」とは、基材20の第2面22に山部及び谷部が現れない場合を含む概念である。10

【0071】

図5Bにおいて、符号S4は、基材20の第2面22に現れる山部28及び谷部29の振幅を表す。第2面22の振幅S4は、第1面21の振幅S3と同一であってもよく、異なっていてもよい。例えば、第2面22の振幅S4が、第1面21の振幅S3よりも小さくてもよい。例えば、第2面22の振幅S4が、第1面21の振幅S3の0.9倍以下であってもよく、0.8倍以下であってもよく、0.6倍以下であってもよい。また、第2面22の振幅S4は、第1面21の振幅S3の0.1倍以上であってもよく、0.2倍以上であってもよい。基材20の厚みが小さい場合、第1面21の振幅S3に対する第2面22の振幅S4の比率が大きくなり易い。なお、「基材20の第2面22の山部28及び谷部29の振幅が、第1面21の山部26及び谷部27の振幅よりも小さい」とは、基材20の第2面22に山部及び谷部が現れない場合を含む概念である。20

【0072】

また、図5Bにおいては、第2面22の山部28及び谷部29の位置が、第1面21の谷部27及び山部26の位置に一致する例を示したが、これに限られることはない。図5Cに示すように、第2面22の山部28及び谷部29の位置が、第1面21の谷部27及び山部26の位置からJだけずれていてもよい。ずれ量Jは、例えば0.1×F以上であり、0.2×F以上であってもよい。30

【0073】

図4や図5A、5B、5Cに示す蛇腹形状部57が配線52に形成されていることの利点について説明する。上述のように、基材20は、10MPa以下の弾性係数を有する。このため、配線基板10に引張応力を加えた場合、基材20は、弾性変形によって伸長することができる。ここで、仮に配線52も同様に弾性変形によって伸長すると、配線52の全長が増加し、配線52の断面積が減少するので、配線52の抵抗値が増加してしまう。また、配線52の弾性変形に起因して配線52にクラックなどの破損が生じてしまうことも考えられる。40

【0074】

これに対して、本実施の形態においては、配線52が蛇腹形状部57を有している。このため、基材20が伸張する際、配線52は、蛇腹形状部57の起伏を低減するように変形することによって、すなわち蛇腹形状を解消することによって、基材20の伸張に追従することができる。このため、基材20の伸張に伴って配線52の全長が増加することや、配線52の断面積が減少することを抑制することができる。このことにより、配線基板10の伸張に起因して配線52の抵抗値が増加することを抑制することができる。また、配線52にクラックなどの破損が生じてしまうことを抑制することができる。50

【0075】

続いて、配線52の平面構造について、図6を参照して詳細に説明する。図6は、図1に示す配線基板10の配線52及びその周辺の構成要素の一例を拡大して示す平面図である。

【0076】

伸長させた状態の基材20に配線52を設けた後、基材20を弛緩させると、基材20の第1面21の法線方向だけでなく第1面21の面内方向においても、図6に示すように、配線52に蛇腹形状部が形成されることがある。この場合であっても、本実施の形態に係る配線基板10においては、上述のように、第1面の法線方向に沿って見た場合に2本の配線52の間に位置する第2補強部32が設けられている。このため、基材20の変形に起因して2本の配線52の間の間隔が縮まって配線52の間のショートが生じてしまうことを抑制することができる。

【0077】

図6において、符号W1は、2本の配線52の間の間隔を表し、符号W2は、配線52が並ぶ方向における第2補強部32の幅を表す。間隔W1は、例えば5μm以上且つ500μm以下である。また、幅W2は、例えば10μm以上且つ1mm以下である。

10

【0078】

(配線基板の製造方法)

以下、図7(a)~(d)を参照して、配線基板10の製造方法について説明する。

【0079】

まず、基材20を準備する基材準備工程を実施する。本実施の形態においては、基材準備工程において、図7(a)に示すように、基材20の第2面22に第1補強部31を設ける。例えば、まず、基材20の第2面22の全域にわたって金属層を形成し、続いて、エッティングなどによって金属層を部分的に除去する。これによって、金属層を含む第1補強部31を有する補強部材30を形成することができる。図示はしないが、第1補強部31と同時に第2補強部32を基材20の第2面22に形成してもよい。

20

【0080】

また、支持基板40を準備する支持基板準備工程を実施する。本実施の形態においては、支持基板準備工程において、図7(b)に示すように、支持基板40の第1面41に電子部品51及び配線52を設ける。配線52を設ける方法としては、例えば、ベース材及び導電性粒子を含む導電性ペーストを支持基板40の第1面41に印刷する方法を採用することができる。

【0081】

続いて、基材20に引張応力Tを加えて基材20を伸長させる第1工程を実施する。基材20の伸張率は、例えば10%以上且つ200%以下である。第1工程は、基材20を加熱した状態で実施してもよく、常温で実施してもよい。基材20を加熱する場合、基材20の温度は例えば50以上且つ100以下である。

30

【0082】

続いて、引張応力Tによって伸長した状態の基材20の第1面21側に、電子部品51及び配線52を設ける第2工程を実施する。本実施の形態の第2工程においては、図7(c)に示すように、補強部材30が設けられた基材20の第1面21に、電子部品51及び配線52が設けられた支持基板40を、支持基板40の第2面42側から接合させる。この際、基材20と支持基板40との間に接着層60を設けてよい。

【0083】

その後、基材20から引張応力Tを取り除く第3工程を実施する。これにより、図7(d)において矢印Cで示すように、基材20が収縮し、基材20に接合されている支持基板40及び配線52にも変形が生じる。支持基板40の第3の弾性係数は、基材20の第1の弾性係数よりも大きい。このため、支持基板40及び配線52の変形を、蛇腹形状部の生成として生じさせることができる。

40

【0084】

また、本実施の形態においては、基材20の第1面21に、電子部品51と重なるよう第1補強部31が配置されている。このため、第1工程において基材20のうち電子部品51と重なる部分が伸張することを抑制することができる。従って、第3工程において基材20のうち電子部品51と重なる部分が収縮することを抑制することができる。このことにより、基材20の変形に起因する応力が電子部品51に加わることを抑制することができる。

50

でき、電子部品 5 1 が変形したり破損したりしてしまうことを抑制することができる。また、電子部品 5 1 と配線 5 2 との間の電気接合部が破損してしまうことを抑制することができる。このように、本実施の形態によれば、基材 2 0 に生じる変形を位置に応じて制御することにより、電子部品 5 1 の実装のし易さや電子部品 5 1 及び配線 5 2 の信頼性を高めることができる。

【 0 0 8 5 】

なお、基材 2 0 が伸張する際、図 2 0 に示すように、第 1 補強部 3 1 に反りなどの変形が生じる可能性はある。仮に第 1 補強部 3 1 に変形が生じたとしても、第 1 補強部 3 1 の変形量は、基材 2 0 のうち第 1 補強部 3 1 と重ならない部分で生じる変形量に比べて小さい。従って、電子部品 5 1 が変形したり破損したりしてしまうことを抑制することができる。また、電子部品 5 1 と配線 5 2 との間の電気接合部が破損してしまうことを抑制することができる。10

【 0 0 8 6 】

配線 5 2 の蛇腹形状部 5 7 によって得られる、配線 5 2 の抵抗値に関する効果の一例について説明する。ここでは、基材 2 0 の第 1 面 2 1 の面内方向に沿う引張応力が基材 2 0 に加えられていない第 1 状態における配線 5 2 の抵抗値を、第 1 抵抗値と称する。また、基材 2 0 に引張応力を加えて基材 2 0 を第 1 面 2 1 の面内方向において第 1 状態に比べて 30 % 伸長させた第 2 状態における配線 5 2 の抵抗値を、第 2 抵抗値と称する。本実施の形態によれば、配線 5 2 に蛇腹形状部 5 7 を形成することにより、第 1 抵抗値に対する、第 1 抵抗値と第 2 抵抗値の差の絶対値の比率を、20 % 以下にすることができ、より好ましくは 10 % 以下にすることができ、更に好ましくは 5 % 以下にすることができる。20

【 0 0 8 7 】

配線基板 1 0 の用途としては、ヘルスケア分野、医療分野、介護分野、エレクトロニクス分野、スポーツ・フィットネス分野、美容分野、モビリティ分野、畜産・ペット分野、アミューズメント分野、ファッショニ・アパレル分野、セキュリティ分野、ミリタリー分野、流通分野、教育分野、建材・家具・装飾分野、環境エネルギー分野、農林水産分野、ロボット分野などを挙げることができる。例えば、人の腕などの身体の一部に取り付ける製品を、本実施の形態による配線基板 1 0 を用いて構成する。配線基板 1 0 は伸張することができるので、例えば配線基板 1 0 を伸長させた状態で身体に取り付けることにより、配線基板 1 0 を身体の一部により密着させることができる。このため、良好な着用感を実現することができる。また、配線基板 1 0 が伸張した場合に配線 5 2 の抵抗値が低下することを抑制することができるので、配線基板 1 0 の良好な電気特性を実現することができる。他にも配線基板 1 0 は伸長することができるので、人などの生体に限らず曲面や立体形状に沿わせて設置や組込むことが可能である。それらの製品の一例としては、バイタルセンサ、マスク、補聴器、歯ブラシ、絆創膏、湿布、コンタクトレンズ、義手、義足、義眼、カテーテル、ガーゼ、薬液パック、包帯、ディスポーザブル生体電極、おむつ、家電製品、スポーツウェア、リストバンド、はちまき、手袋、水着、サポーター、ボール、ラケット、薬液浸透美容マスク、電気刺激ダイエット用品、懐炉、自動車内装、シート、インパネ、ベビーカー、ドローン、車椅子、タイヤ、首輪、リード、ハブティクスデバイス、ランチョンマット、帽子、服、メガネ、靴、インソール、靴下、ストッキング、インナーウェア、マフラー、耳あて、鞄、アクセサリー、指輪、付け爪、時計、個人ID認識デバイス、ヘルメット、パッケージ、ICタグ、ペットボトル、文具、書籍、カーペット、ソファ、寝具、照明、ドアノブ、花瓶、ベッド、マットレス、座布団、ワイヤレス給電アンテナ、電池、ビニールハウス、ロボットハンド、ロボット外装を挙げることができる。3040

【 0 0 8 8 】

なお、上述した実施の形態に対して様々な変更を加えることができる。以下、必要に応じて図面を参照しながら、変形例について説明する。以下の説明および以下の説明で用いる図面では、上述した実施の形態と同様に構成され得る部分について、上述の実施の形態における対応する部分に対して用いた符号と同一の符号を用いることとし、重複する説明を省略する。また、上述した実施の形態において得られる作用効果が変形例において50

も得られることが明らかである場合、その説明を省略することもある。

【0089】

(第1の変形例)

上述の実施の形態においては、補強部材30が基材20の第2面22側に位置する例を示したが、これに限られることはなく、補強部材30が基材20の第1面21側に設けられてもよい。例えば、図8に示すように、補強部材30の第1補強部31は、基材20の第1面21と電子部品51との間に位置していてもよい。図8に示す例において、第1補強部31は、支持基板40の第2面42に位置している。図示はしないが、補強部材30の第2補強部32が更に支持基板40の第2面42に設けられてもよい。

【0090】

10

図9は、図8に示す配線基板10の配線52及びその周辺の構成要素の一例を拡大して示す断面図である。本変形例においても、上述の実施の形態の場合と同様に、配線52のうち補強部材30と重なっていない部分には蛇腹形状部57が形成されている。このため、基材20の変形に伴って配線52の全長が増加することや、配線52の断面積が減少することを抑制することができる。

【0091】

図10(a)~(d)は、図8に示す配線基板10の製造方法を説明するための図である。

【0092】

20

まず、図10(a)に示すように、基材20を準備する基材準備工程を実施する。続いて、図10(b)に示すように、支持基板40を準備する支持基板準備工程を実施する。本変形例においては、支持基板準備工程において、図10(b)に示すように、支持基板40の第1面41に電子部品51及び配線52を設ける。また、支持基板40の第2面42に第1補強部31などを含む補強部材30を設ける。支持基板40に補強部材30、電子部品51、配線52を設ける順序は任意である。

【0093】

続いて、基材20に引張応力Tを加えて基材20を伸長させる第1工程を実施する。続いて、引張応力Tによって伸長した状態の基材20の第1面21側に、電子部品51及び配線52を設ける第2工程を実施する。本変形例においては、第2工程において、図10(c)に示すように、基材20の第1面21に、補強部材30、電子部品51及び配線52が設けられた支持基板40を、支持基板40の第2面42側から接合させる。

30

【0094】

その後、基材20から引張応力Tを取り除く第3工程を実施する。これにより、図10(d)において矢印Cで示すように、基材20が収縮し、基材20に接合されている支持基板40及び配線52にも変形が生じる。支持基板40の第3の弾性係数は、基材20の第1の弾性係数よりも大きい。このため、支持基板40及び配線52の変形を、蛇腹形状部の生成として生じさせることができる。

30

【0095】

また、本変形例においては、支持基板40の第2面42に、電子部品51と重なるよう第1補強部31が配置されている。このため、第3工程において基材20が収縮することの影響を電子部品51が受けることを抑制することができる。これにより、電子部品51が変形したり破損したりしてしまうことを抑制することができる。

40

【0096】

(第2の変形例)

上述の実施の形態及び第1の変形例においては、補強部材30が基材20の第2面22又は支持基板40の第2面42のいずれか一方に位置する例を示したが、これに限られることはない。図11に示すように、補強部材30の第1補強部31は、基材20の第2面22側、及び基材20の第1面21と電子部品51との間のいずれにも位置していてもよい。図11に示す例において、配線基板10は、基材20の第2面22に位置する第1補強部31と、支持基板40の第2面42に位置する第1補強部31とを含む。図示はしな

50

いが、補強部材 30 の第 2 補強部 32 が更に基材 20 の第 2 面 22 や支持基板 40 の第 2 面 42 に設けられていてもよい。

【0097】

図 12 は、図 11 に示す配線基板 10 の配線 52 及びその周辺の構成要素の一例を拡大して示す断面図である。本変形例においても、上述の実施の形態の場合と同様に、配線 52 のうち補強部材 30 と重なっていない部分には蛇腹形状部 57 が形成されている。このため、基材 20 の変形に伴って配線 52 の全長が増加することや、配線 52 の断面積が減少することを抑制することができる。

【0098】

図 13 (a) ~ (d) は、図 11 に示す配線基板 10 の製造方法を説明するための図である。

10

【0099】

まず、図 13 (a) に示すように、基材 20 を準備する基材準備工程を実施する。本変形例においては、基材準備工程において、図 13 (a) に示すように、基材 20 の第 2 面 22 に第 1 補強部 31 を設ける。続いて、図 13 (b) に示すように、支持基板 40 を準備する支持基板準備工程を実施する。本変形例においては、支持基板準備工程において、図 13 (b) に示すように、支持基板 40 の第 1 面 41 に電子部品 51 及び配線 52 を設ける。また、支持基板 40 の第 2 面 42 に第 1 補強部 31 などを含む補強部材 30 を設ける。支持基板 40 に補強部材 30 、電子部品 51 、配線 52 を設ける順序は任意である。

【0100】

20

続いて、基材 20 に引張応力 T を加えて基材 20 を伸長させる第 1 工程を実施する。続いて、引張応力 T によって伸長した状態の基材 20 の第 1 面 21 側に、電子部品 51 及び配線 52 を設ける第 2 工程を実施する。本変形例の第 2 工程においては、図 13 (c) に示すように、補強部材 30 が設けられた基材 20 の第 1 面 21 に、補強部材 30 、電子部品 51 及び配線 52 が設けられた支持基板 40 を、支持基板 40 の第 2 面 42 側から接合させる。

【0101】

その後、基材 20 から引張応力 T を取り除く第 3 工程を実施する。これにより、図 13 (d) において矢印 C で示すように、基材 20 が収縮し、基材 20 に接合されている支持基板 40 及び配線 52 にも変形が生じる。支持基板 40 の第 3 の弾性係数は、基材 20 の第 1 の弾性係数よりも大きい。このため、支持基板 40 及び配線 52 の変形を、蛇腹形状部の生成として生じさせることができる。

30

【0102】

また、本変形例においては、基材 20 の第 2 面 22 及び支持基板 40 の第 2 面 42 の両方に、電子部品 51 と重なるよう第 1 補強部 31 が配置されている。このため、第 1 工程において基材 20 のうち電子部品 51 と重なる部分が伸張することをより抑制することができる。従って、第 3 工程において基材 20 のうち電子部品 51 と重なる部分が収縮することを抑制することができる。このことにより、基材 20 の変形に起因する応力が電子部品 51 に加わることを抑制することができ、電子部品 51 が変形したり破損したりしてしまうことを抑制することができる。また、電子部品 51 と配線 52 との間の電気接合部が破損してしまうことを抑制することができる。

40

【0103】

(第 3 の変形例)

上述の実施の形態及び各変形例においては、電子部品 51 及び配線 52 が、基材 20 の第 1 の弾性係数よりも高い第 3 の弾性係数を有する支持基板 40 によって支持される例を示したが、これに限られることはない。図 14 に示すように、電子部品 51 及び配線 52 は、基材 20 の第 1 面 21 に設けられていてもよい。この場合、少なくとも第 1 補強部 31 を含む補強部材 30 は、基材 20 の第 2 面 22 側に位置している。

【0104】

図 15 は、図 14 に示す配線基板 10 の配線 52 及びその周辺の構成要素の一例を拡大

50

して示す断面図である。本変形例においても、上述の実施の形態の場合と同様に、配線 52 のうち補強部材 30 と重なっていない部分には蛇腹形状部 57 が形成されている。このため、基材 20 の変形に伴って配線 52 の全長が増加することや、配線 52 の断面積が減少することを抑制することができる。

【0105】

図 16 (a) ~ (d) は、図 14 に示す配線基板 10 の製造方法を説明するための図である。

【0106】

まず、図 16 (a) に示すように、基材 20 を準備する基材準備工程を実施する。本変形例においては、基材準備工程において、図 16 (a) に示すように、基材 20 の第 2 面 22 に第 1 補強部 31 を設ける。

10

【0107】

続いて、図 16 (b) に示すように、基材 20 に引張応力 T を加えて基材 20 を伸長させる第 1 工程を実施する。続いて、図 16 (c) に示すように、引張応力 T によって伸長した状態の基材 20 の第 1 面 21 に、電子部品 51 及び配線 52 を設ける第 2 工程を実施する。

20

【0108】

その後、基材 20 から引張応力 T を取り除く第 3 工程を実施する。これにより、図 16 (d) において矢印 C で示すように、基材 20 が収縮し、基材 20 に設けられている配線 52 にも変形が生じる。補強部材 30 は、配線 52 全体若しくは配線 52 の大部分と重ならないように配置されている。このため、配線 52 の変形は、蛇腹形状部の生成として生じる。

20

【0109】

また、本変形例においては、基材 20 の第 2 面 22 に第 1 補強部 31 が配置されている。このため、第 1 工程において基材 20 のうち電子部品 51 と重なる予定の部分が伸張することを抑制することができる。従って、第 3 工程において基材 20 のうち電子部品 51 と重なる部分が収縮することを抑制することができる。このことにより、基材 20 の変形に起因する応力が電子部品 51 に加わることを抑制することができ、電子部品 51 が変形したり破損したりしてしまうことを抑制することができる。

30

【0110】

(第 4 の変形例)

本変形例においては、補強部材 30 が第 3 補強部 33 を含む例について説明する。図 17 は、本変形例に係る配線基板 10 を示す平面図である。図 17 に示すように、第 3 補強部 33 は、基材 20 の第 1 面 21 の法線方向に沿って見た場合に、基材 20 の第 1 面 21 側に位置する支持基板 40 に設けられた電極パッド 58 と少なくとも部分的に重なっている。図 17 に示す例において、第 3 補強部 33 は、電極パッド 58 を囲う輪郭を有している。

【0111】

電極パッド 58 は、外部の装置や機器を配線基板 10 の電子部品 51 又は配線 52 に電気的に接続するための部材である。電極パッド 58 は、電子部品 51 又は配線 52 と電気的に接続されている。また、電極パッド 58 は、配線 52 と同様の導電性を有する部材によって構成されている。電極パッド 58 には、検査用のプローブなど、電子部品 51 のファームウェアを書き換えるためのコネクタや端子など、配線基板 10 と外部機器とを電気的に接続するためのコネクタや端子などが接続される。

40

【0112】

本変形例によれば、電極パッド 58 と重なるように第 3 補強部 33 を配線基板 10 に設けることにより、基材 20 の変形に起因する応力が電極パッド 58 に加わることを抑制することができる。これにより、電極パッド 58 と配線 52 との間の電気接合部が破損してしまうことなどを抑制することができる。

【0113】

50

(第5の変形例)

上述の実施の形態及び各変形例においては、電子部品51及び配線52が支持基板40の第1面41に位置する例を示した。しかしながら、これに限られることはなく、図21、図22又は図23に示すように、電子部品51及び配線52は、支持基板40の第2面42に位置していてもよい。この場合、第1補強部31は、図21に示すように、基材20の第2面22に位置していてもよく、図22に示すように、基材20の第1面21に位置していてもよく、図23に示すように、支持基板の第1面41に位置していてもよい。

【0114】

(第6の変形例)

上述の実施の形態及び各変形例においては、第1補強部31が、基材20の面上又は支持基板40の面上に位置する例を示した。しかしながら、これに限られることはなく、第1補強部31は、基材20又は接着層60に埋め込まれていてもよい。例えば、図24に示すように、第1補強部31は、基材20の第1面21又は第2面22に露出しないよう基材20に埋め込まれていてもよい。また、図25に示すように、第1補強部31は、基材20の第1面21に露出するよう基材20に埋め込まれていてもよい。また、図26に示すように、第1補強部31は、基材20の第2面22に露出するよう基材20に埋め込まれていてもよい。また、図27に示すように、第1補強部31は、接着層60に埋め込まれていてもよい。

【0115】

(第7の変形例)

上述の実施の形態及び各変形例においては、第1補強部31が、基材20の第1面21の法線方向に沿って見た場合に電子部品51の全域にわたって電子部品51に重なっている例を示した。しかしながら、これに限られることはなく、第1補強部31の外縁が、電子部品51の外縁よりも少なくとも部分的に外側に位置していればよい。例えば図28に示すように、第1補強部31のうち電子部品51の外縁よりも内側の位置に、第1補強部31を貫通する開口部31pが形成されていてもよい。図28に示す例においても、第1補強部31の外縁は、電子部品51の外縁よりも外側にまで広がっている。このため、基材20の変形に起因する応力が電子部品51に加わることを抑制することができ、電子部品51が変形したり破損したりしてしまうことを抑制することができる。また、電子部品51と配線52との間の電気接合部が破損してしまうことを抑制することができる。

【0116】

(第8の変形例)

上述の実施の形態及び各変形例においては、電子部品51が、配線基板10に実装される前の段階で予めパッケージ化されたものである例を示した。しかしながら、これに限られることはなく、電子部品51は、電子部品51の構成要素の一部が配線基板10に実装された後、一部の構成要素を封止することによって構成されるものであってもよい。例えば図29Aに示すように、電子部品51は、チップ513と、チップ513と配線52とを接続するワイヤ514と、チップ513及びワイヤ514とを覆う樹脂515と、を有していてもよい。ワイヤ514が、配線52に接続される電極として機能する。このような電子部品51を設ける工程においては、まず、チップ513を配線基板10の例えば支持基板40上に載置する。この際、接着剤などを用いてチップ513を配線基板10に固定してもよい。続いて、ワイヤ514をチップ513及び配線52に接続する。ワイヤ514は、金、アルミニウム、銅などを含む。続いて、チップ513及びワイヤ514上に液状の樹脂を滴下して、チップ513及びワイヤ514を覆う樹脂515を形成する。この工程は、ポッティングとも称されるものである。樹脂515としては、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂などを用いることができる。図29Aに示すように電子部品51が樹脂515を含む場合、樹脂515の端部が電子部品51の外縁512となる。

【0117】

基材20のうち樹脂515と重なる部分は、基材20のうち樹脂515と重ならない部分に比べて変形しにくい。この場合、基材20に伸縮が生じると、配線基板10のうち樹

10

20

30

40

50

脂 515 と重なる部分と、配線基板 10 のうち樹脂 515 と重ならない部分との間の境界部に応力が集中する。この点を考慮し、図 29A に示すように、第 1 補強部 31 は、電子部品 51 の外縁 512 よりも外側にまで広がるよう設けられる。これにより、基材 20 の変形に起因する応力が電子部品 51 に加わることを抑制することができ、電子部品 51 が変形したり破損したりしてしまうことを抑制することができる。また、電子部品 51 と配線 52 との間の電気接合部が破損してしまうことを抑制することができる。

【0118】

なお、図 29A においては、ポッティング用の樹脂 515 がチップ 513 の全体を覆う例を示したが、これに限られることはない。図 29B 及び図 29C に示すように、パッケージ化された電子部品 51 を補強するために、ポッティング用の樹脂 50 を設けてもよい。この場合、図 29B に示すように、樹脂 50 は、電子部品 51 の全体を覆っていてもよい。若しくは、図 29C に示すように、樹脂 50 は、電子部品 51 の全体を覆っていないてもよい。例えば、樹脂 50 は、電子部品 51 の周囲を補強するよう、電子部品 51 の周囲で第 1 補強部 31 の端部と電子部品 51 の端部との間に位置していてもよい。図 29B 及び図 29C のいずれの例においても、樹脂 50 は、第 1 補強部 31 の端部よりも内側（電子部品 51 側）に位置することが好ましい。

【0119】

（第 9 の変形例）

上述の実施の形態及び各変形例においては、電子部品 51 が、配線基板 10 の各構成要素とは別の部材からなる部品である例を示した。下記の変形例においては、電子部品 51 が、配線基板 10 の複数の構成要素のうちの少なくとも 1 つの構成要素と一体的な部材を含む例について説明する。

【0120】

図 30 は、一変形例に係る配線基板 10 を拡大して示す断面図である。図 30 に示すように、電子部品 51 は、配線基板 10 の配線 52 を構成する導電層と一体的な導電層を含む。図 30 に示す例において、配線 52 を構成する導電層及び電子部品 51 を構成する導電層はいずれも、支持基板 40 の第 1 面 41 上に位置している。配線 52 を構成する導電層には、蛇腹形状部 57 が現れている。一方、電子部品 51 を構成する導電層には第 1 補強部 31 が重ねられており、このため、電子部品 51 を構成する導電層には蛇腹形状部が現れていない。

【0121】

図 31 は、図 30 に示す電子部品 51 の一例を示す平面図である。図 31 に示す例において、電子部品 51 を構成する導電層は、配線 52 を構成する導電層よりも広い幅を有する。導電層の幅が変化する部分が、電子部品 51 の外縁 512 である。図 31 に示す電子部品 51 は、例えばパッドとして機能することができる。パッドには、検査用のプローブ、ソフトウェア書き換え用の端子などが接続される。

【0122】

図 32 は、図 30 に示す電子部品 51 のその他の例を示す平面図である。図 32 に示す例において、電子部品 51 を構成する導電層は、らせん状に延びる形状を有する。導電層がらせん状に延び始める部分が、電子部品 51 の外縁 512 である。図 32 に示すような、所定のパターンを有する導電層を含む電子部品 51 は、アンテナや圧力センサとして機能することができる。

【0123】

図 33A 及び図 33B は、一変形例に係る配線基板 10 を拡大して示す断面図である。図 33 に示すように、電子部品 51 は、配線基板 10 に設けられた貫通孔と、貫通孔の壁面に設けられた導電層と、を含む。貫通孔は、図 33A に示すように配線基板 10 の全体を貫通していてもよく、図 33B に示すように配線基板 10 の一部を貫通していてもよい。図 33B に示す例において、貫通孔は、支持基板 40 を貫通するが、基材 20 は貫通していない。電子部品 51 の導電層は、配線 52 を構成する導電層と一体的に構成されている。

10

20

30

40

50

【0124】

第1補強部31は図33A及び図33Bに示すように、配線52を構成する導電層と電子部品51を構成する導電層に跨るように設けられている。これにより、配線52を構成する導電層と電子部品51を構成する導電層との間の境界において導電層などが破損してしまうことを抑制することができる。図33Aに示すように、電子部品51の貫通孔は、第1補強部31の開口部31pに部分的に位置していてもよい。

【0125】

(第10の変形例)

図34は、配線基板10の一変形例を示す平面図である。配線基板10には、配線52に加えて電極52Aが更に設けられている。配線52は、2つの構成要素を電気的に接続するよう延びている。図34に示す例において、配線52は、2つの電子部品51を電気的に接続するよう延びている。これに対して、電極52Aは、1つの構成要素にのみ電気的に接続されている。図34に示す例において、電極52Aは、配線52を介して1つの電子部品51に電気的に接続されている。図34に示すように、電極52Aは、配線52よりも広い幅を有していてもよい。また、電極52Aは、配線52と同一の方向に延びる形状を有していてもよい。

10

【0126】

図35は、図34の配線基板を線C-Cに沿って切断した場合を示す断面図である。図35に示すように、電極52Aは、配線52を構成する導電層と一体的な導電層を含んでいてもよい。

20

【0127】

電極52Aには、配線52と同様に、基材20から引張応力が取り除かれて基材20が収縮するときに蛇腹形状部が生じ得る。この点を考慮し、図34に示すように、配線52と電極52Aとの間の領域に第2補強部32を設けてもよい。これにより、基材20の変形に起因して配線52と電極52Aの間の間隔が縮まってショートが生じてしまうことを抑制することができる。

【0128】

(第11の変形例)

図36は、配線基板10の一変形例を示す平面図である。配線基板10には、配線52に加えて、絶縁層45を介して配線52に積層された交差配線59が更に設けられている。本変形例においては、交差配線59が電子部品51を構成する。交差配線59は、平面視において配線52と交差するよう延びている。配線52と交差配線59との間に絶縁層45を設けることにより、交差配線59が配線52とショートが生じてしまうことを抑制することができる。絶縁層45を構成する材料としては、ポリイミド、アクリル、ウレタン、エポキシ等の有機系樹脂、あるいは、SiO₂、アルミナ等の無機系材料が用いられ得る。

30

【0129】

第1補強部31は、図36に示すように、配線52を構成する導電層と電子部品51を構成する交差配線59の導電層に跨るように設けられている。これにより、配線基板10に例えれば伸長や曲げ等の応力が加えられた際に、絶縁層45が割れたり絶縁性能が低下したりして、配線52と交差配線59とのショートが生じてしまうことを防ぐことができる。

40

【0130】

(配線基板の変形例)

上述の実施の形態及び各変形例においては、配線基板10が、基材20の第1面21側に搭載された電子部品51を備える例を示した。しかしながら、これに限られることはなく、配線基板10は、電子部品51を備えていなくてもよい。例えば、電子部品51が搭載されていない状態の基材20に蛇腹形状部57が生じていてもよい。また、電子部品51が搭載されていない状態の支持基板40が基材20に貼り合されてもよい。また、配線基板10は、電子部品51が搭載されていない状態で出荷されてもよい。

50

【0131】

なお、上述した実施の形態に対するいくつかの変形例を説明してきたが、当然に、複数の変形例を適宜組み合わせて適用することも可能である。

【実施例】

【0132】

次に、本発明を実施例及び比較例により更に具体的に説明するが、本発明はその要旨を超えない限り、以下の実施例の記載に限定されるものではない。

【0133】

(実施例1)

配線基板10として、図14に示すような、基材20の第1面21に配線52が設けられ、基材20の第2面22に補強部材30が設けられたものを作製した。以下、配線基板10の作製方法について説明する。

10

【0134】

基材及び補強部材の準備

基材20として機能する、厚み80μmのウレタンシートと、ウレタンシートの第2面に熱ラミネートにより接着させた厚み12μmの圧延銅箔と、を備える積層体を準備した。次いで、積層体の銅箔を、ポジ型のフォトレジストを用いたフォトリソグラフィーおよびエッティング加工によりパターニングした。エッティング液としては、FE-350Z(アデカケミカル社製)を用いた。パターニングした銅箔は、補強部材30として機能する。本実施例において、補強部材30は、上述の第1補強部31として機能する、一辺が5mmの四角形状の銅箔ベタパターンを含む。

20

【0135】

また、積層体の一部分をサンプルとして取り出し、基材20及び補強部材30の弾性係数を引張試験により測定した。具体的には、基材20の弾性係数を、JIS K6251に準拠した引張試験により測定した。結果、基材20の弾性係数は5Mpaであった。また、補強部材30の弾性係数を、ASTM D882に準拠した引張試験により測定した。結果、補強部材30の弾性係数は100Gpaであった。

【0136】

配線の形成

ウレタンシートからなる基材20の第2面22に第1補強部31を設けた後、基材20を1.5倍に二軸伸長させた。続いて、二軸伸長された状態の基材20の第1面に、溶媒、バインダー樹脂及び導電性粒子を含む導電性ペーストをスクリーン印刷によりパターニングした。溶媒としては、ジエチレングリコールモノエチルエーテルアセテートを用いた。バインダー樹脂としては、ウレタンを用いた。導電性粒子としては、銀粒子を用いた。パターニング後、オーブンにて80~30分間にわたってアニールを実施して溶媒を揮発させて、配線52を形成した。配線52は、20μmの厚み、100μmの線幅を有し、且つ、第1補強部31の中央において500μmの間隔が空けられた電極対となるよう、構成された。

30

【0137】

次いで、電極対の間に、1.0×0.5mmの寸法を有するLEDチップを、導電性接着剤を用いて搭載した。導電性接着剤としては、化研テック社製のCL-3160を用いた。その後、基材20の伸長を解放した。これにより、第1補強部31以外の領域において、配線52の表面に蛇腹形状部が生じ、配線基板10が収縮した。この際、LEDチップの導通接続は維持されており、LEDチップは点灯し続けていた。

40

【0138】

(実施例2)

配線基板10として、図1に示すような、基材20の第2面22に補強部材30が設けられ、基材20の第1面21に貼り合された支持基板40の第1面に配線52を設けたものを作製した。以下、配線基板10の作製方法について説明する。

【0139】

50

実施例 1 の場合と同様にして、基材 20 の第 2 面 22 に第 1 補強部 31 を設けた。また、基材 20 の第 1 面 21 に、接着層 60 として機能する、3M 社製の粘着シート 8146 を積層した。

【0140】

また、支持基板 40 として機能する、厚さ 1 μm のポリエチレンナフタレート (PEN) フィルムを準備した。続いて、支持基板 40 の第 1 面 41 に、溶媒、バインダー樹脂及び導電性粒子を含む導電性ペーストをスクリーン印刷によりパターニングした。溶媒としては、ジエチレングリコールモノエチルエーテルアセテートを用いた。バインダー樹脂としては、ウレタンを用いた。導電性粒子としては、銀粒子を用いた。パターニング後、オーブンにて 80 30 分間にわたってアニールを実施して溶媒を揮発させて、配線 52 を形成した。配線 52 は、20 μm の厚み、100 μm の線幅を有し、500 μm の間隔が空けられた電極対となるよう、構成された。
10

【0141】

また、支持基板 40 の一部分をサンプルとして取り出し、支持基板 40 の弾性係数を、ASTM D882 に準拠した引張試験により測定した。結果、支持基板 40 の弾性係数は 2.2 GPa であった。

【0142】

次いで、第 1 補強部 31 及び接着層 60 が設けられた基材 20 を 1.5 倍に二軸伸長させた。続いて、二軸伸長された状態の基材 20 の第 1 面に、配線 52 が設けられた支持基板 40 を貼り合わせた。この際、配線 52 が、第 1 補強部 31 の中央において 500 μm の間隔が空けられた電極対となるよう、基材 20 と支持基板 40 とを貼り合わせた。
20

【0143】

次いで、電極対の間に、1.0 × 0.5 mm の寸法を有する LED チップを、導電性接着剤を用いて搭載した。導電性接着剤としては、化研テック社製の CL-3160 を用いた。その後、基材 20 の伸長を解放した。これにより、第 1 補強部 31 以外の領域において、配線 52 の表面に蛇腹形状部が生じ、配線基板 10 が収縮した。この際、LED チップの導通接続は維持されており、LED チップは点灯し続けていた。

【0144】

(比較例 1)

第 1 補強部 31 を設けなかったこと以外は、実施例 1 の場合と同様にして、配線基板 10 を作製した。この場合、基材 20 の伸長を解放した後、配線基板 10 が収縮する際に、収縮に伴って LED チップの導通接続が外れて LED が不点灯になった。
30

【0145】

(比較例 2)

第 1 補強部 31 を設けなかったこと以外は、実施例 2 の場合と同様にして、配線基板 10 を作製した。この場合、基材 20 の伸長を解放した後、配線基板 10 が収縮する際に、収縮に伴って LED チップの導通接続が外れて LED が不点灯になった。

【0146】

(実施例 3)

実施例 1 の場合と同様にして、基材 20 として機能する、厚み 80 μm のウレタンシートと、ウレタンシートの第 2 面に熱ラミネートにより接着させた厚み 12 μm の圧延銅箔と、を備える積層体を準備した。次いで、積層体の銅箔を、ポジ型のフォトレジストを用いたフォトリソグラフィーおよびエッチング加工によりパターニングした。これにより、上述の第 2 補強部 32 として機能する、50 $\mu\text{m} \times 1\text{mm}$ の形状を有する複数の銅箔ベタパターンを、基材 20 の第 2 面 22 に形成した。
40

【0147】

続いて、実施例 1 の場合と同様にして、第 2 補強部 32 が設けられた基材 20 を 1.5 倍に二軸伸長させた。続いて、実施例 1 の場合と同様にして、二軸伸長された状態の基材 20 の第 1 面に配線 52 を形成した。本実施例においては、線幅 100 μm の 1 対の配線 52 が平行になるように 100 μm の間隔にて配置した。この際、上述の第 2 補強部 32 50

は、1対の配線52の間に、第2補強部32の長辺方向が配線52の方向と平行になるよう100μmの間隔で配置されていた。

【0148】

次いで、基材20の伸長を解放した。この際、1対の配線52に短絡は生じなかった。

【0149】

(実施例4)

実施例3の場合と同様にして、基材20の第2面22に複数の第2補強部32を設けた。また、基材20の第1面21に、接着層60として機能する、3M社製の粘着シート8146を積層した。

【0150】

また、実施例2の場合と同様にして、支持基板40として機能する、厚さ1μmのポリエチレンナフタレート(PEN)フィルムを準備した。続いて、支持基板40の第1面41に配線52を形成した。本実施例においては、実施例3の場合と同様に、線幅100μmの1対の配線52が平行になるように100μmの間隔にて配置した。

【0151】

次いで、実施例2の場合と同様にして、第2補強部32及び接着層60が設けられた基材20を1.5倍に二軸伸長させた後、基材20の第1面に、配線52が設けられた支持基板40を貼り合わせた。この際、上述の第2補強部32が、1対の配線52の間に、第2補強部32の長辺方向が配線52の方向と平行になるよう100μmの間隔で配置されるよう、基材20と支持基板40とを貼り合わせた。

【0152】

次いで、基材20の伸長を解放した。この際、1対の配線52に短絡は生じなかった。

【0153】

(比較例3)

第2補強部32を設けなかったこと以外は、実施例3の場合と同様にして、配線基板10を作製した。この場合、基材20の伸長を解放した後、1対の配線52に短絡が生じていた。

【0154】

(比較例4)

第2補強部32を設けなかったこと以外は、実施例4の場合と同様にして、配線基板10を作製した。この場合、基材20の伸長を解放した後、1対の配線52に短絡が生じていた。

【0155】

(実施例5)

実施例2に示す第1補強部31に加えて、実施例4に示す第2補強部32が第2面22に設けられた基材20を準備した。また、基材20の第1面21に、接着層60として機能する、3M社製の粘着シート8146を積層した。

【0156】

また、実施例2の場合と同様にして、支持基板40として機能する、厚さ1μmのポリエチレンナフタレート(PEN)フィルムを準備した。続いて、実施例2の場合と同様にして、支持基板40の第1面41に配線52を形成した。配線52は、20μmの厚み、100μmの線幅を有し、500μmの間隔が空けられた電極対となるよう、構成された。

【0157】

次いで、第1補強部31、第2補強部32及び接着層60が設けられた基材20を1.5倍に二軸伸長させた後、基材20の第1面に、配線52が設けられた支持基板40を貼り合わせた。この際、配線52が、第1補強部31の中央において500μmの間隔が空けられた電極対となり、且つ、上述の第2補強部32が、第1補強部31から離れた位置で配線52と重なるよう、基材20と支持基板40とを貼り合わせた。

【0158】

10

20

30

40

50

次いで、電極対の間に、 $1.0 \times 0.5 \text{ mm}$ の寸法を有するLEDチップを、導電性接着剤を用いて搭載した。導電性接着剤としては、化研テック社製のCL-3160を用いた。その後、基材20の伸長を解放した。これにより、第1補強部31以外の領域において、配線52の表面に蛇腹形状部が生じ、配線基板10が収縮した。

【0159】

その後、第2補強部32と重なる配線52に電源端子を接続させ、これによりLEDチップが点灯することを確認した。この際、第2補強部32と重なる配線52に凹凸が生じていなかつたので、安定した接続が可能であった。

【0160】

(実施例6)

10

配線基板10として、図25に示すような第1補強部31が、基材20の第1面21に露出するよう基材20に埋め込まれたものを作製した。以下、配線基板10の作製方法について説明する。

【0161】

基材及び補強部材の準備

接着層60として粘着シート8146(3M社製)を準備した。続いて、粘着シート上に、第1補強部31として $5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ サイズのポリイミドフィルム(宇興産社製:ユーピレックス 厚み $125 \mu\text{m}$)を設けた。続いて、基材20として、2液付加縮合のポリジメチルシロキサン(以下、PDMSと称する)を、厚さが約 1 mm となるように、接着層60のうち第1補強部31を設置した側に、第1補強部材が埋没するように塗布し、硬化させた。これにより、図25に示す配線基板10の一部を構成する積層体を得た。積層体において、第1補強部31は、第1面21側で基材20に埋没し、且つ基材20の第1面21に接着層60が設けられている。

20

【0162】

また、積層体の一部分をサンプルとして取り出し、基材20及び第1補強部31の弾性係数を引張試験により測定した。具体的には、基材20の弾性係数を、JIS K6251に準拠した引張試験により測定した。結果、基材20の弾性係数は 0.05 MPa であった。また、第1補強部31の弾性係数を、ASTM D882に準拠した引張試験により測定した。結果、弾性係数は 7 GPa であった。

【0163】

30

支持基板の準備及び配線の形成

また、支持基板40として機能する、厚さ $1 \mu\text{m}$ のPENフィルムを準備した。続いて、支持基板40の第1面41に、 $1 \mu\text{m}$ の厚みを有する銅層を蒸着法により形成した。続いて、フォトリソグラフィー法およびエッティング法を用いて銅層をパターン加工し、配線52を形成した。配線52は、 $200 \mu\text{m}$ の線幅を有し、 $500 \mu\text{m}$ の間隔が空けられた電極対となるよう、構成された。

【0164】

また、支持基板40の一部分をサンプルとして取り出し、支持基板40の弾性係数を、ASTM D882に準拠した引張試験により測定した。結果、支持基板40の弾性係数は 2.2 GPa であった。

40

【0165】

続いて、第1補強部31及び接着層60が設けられた基材20を 1.5 倍に二軸伸長させた後、接着層60に、配線52が設けられた支持基板40の第2面42を貼り合せた。この際、配線52が、第1補強部31の中央において $500 \mu\text{m}$ の間隔が空けられた電極対となるよう、貼り合せた。

【0166】

続いて、電極対の間に、 $1.0 \times 0.5 \text{ mm}$ の寸法を有するLEDチップを、導電性接着剤を用いて搭載した。導電性接着剤としては、化研テック社製のCL-3160を用いた。その後、基材20の伸長を解放した。これにより、第1補強部31以外の領域において、配線52の表面に蛇腹形状部が生じ、配線基板10が収縮した。この際、LEDチッ

50

の導通接続は維持されており、LEDチップは点灯し続けていた。

【0167】

(比較例5)

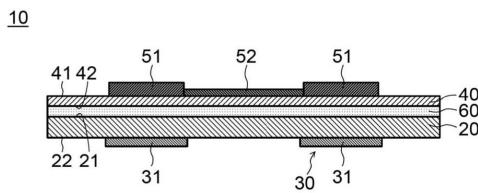
第1補強部31を設けなかったこと以外は、実施例6の場合と同様にして、配線基板10を作製した。この場合、基材20の伸長を解放した後、配線基板10が収縮する際に、収縮に伴ってLEDチップの導通接続が外れてLEDが不点灯になった。

【符号の説明】

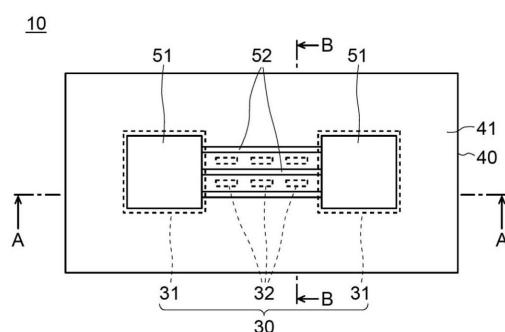
【0168】

10	配線基板	10
20	基材	
21	第1面	
22	第2面	
30	補強部材	
31	第1補強部	
32	第2補強部	
33	第3補強部	
40	支持基板	
41	第1面	
42	第2面	
51	電子部品	20
52	配線	
53、54	山部	
55、56	谷部	
57	蛇腹形状部	
58	電極パッド	
60	接着層	

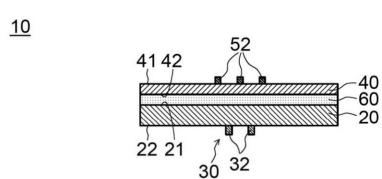
【図1】



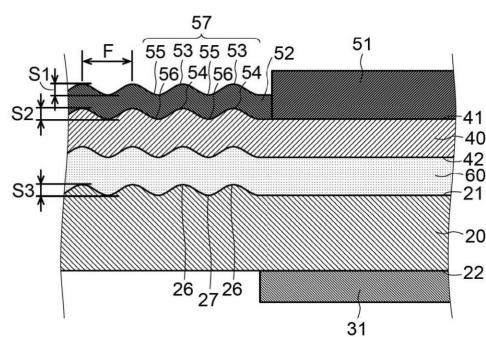
【図2】



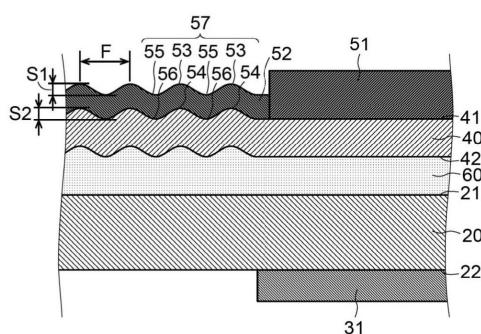
【図3】



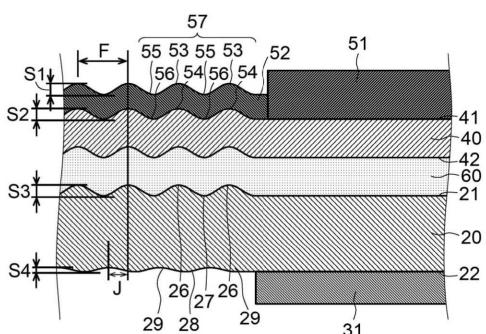
【図4】



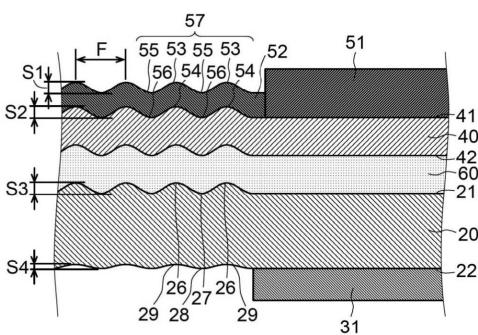
【図5 A】



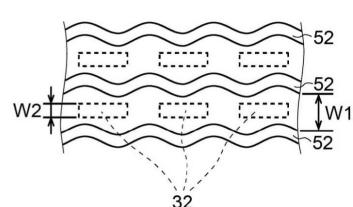
【図5 C】



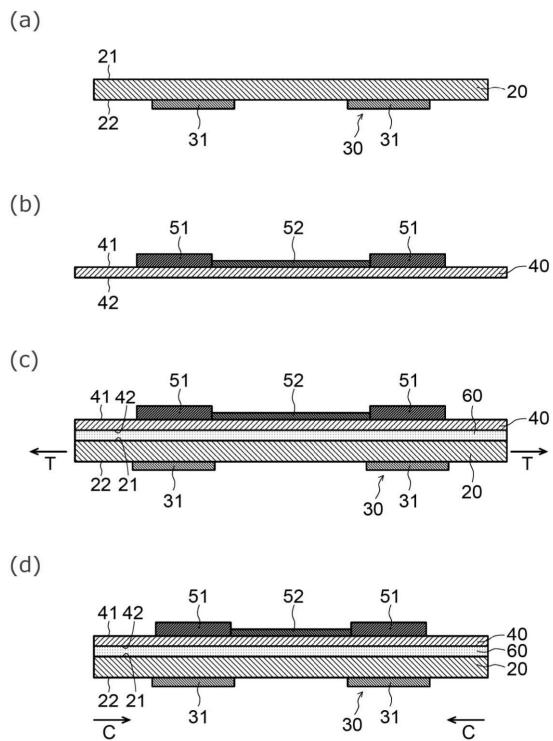
【図5 B】



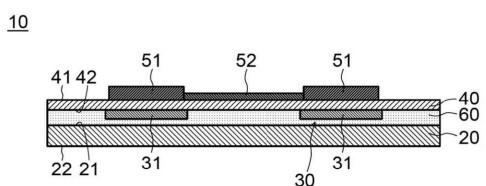
【図6】



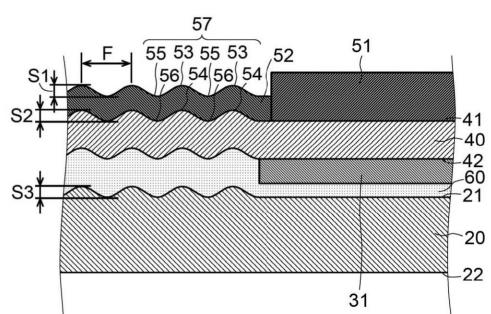
【図7】



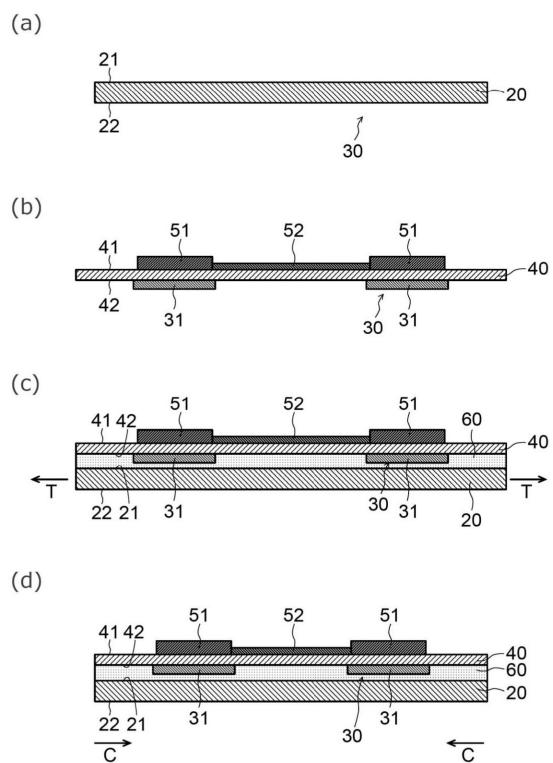
【図8】



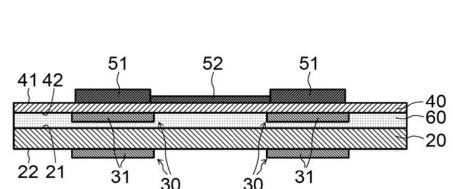
【図9】



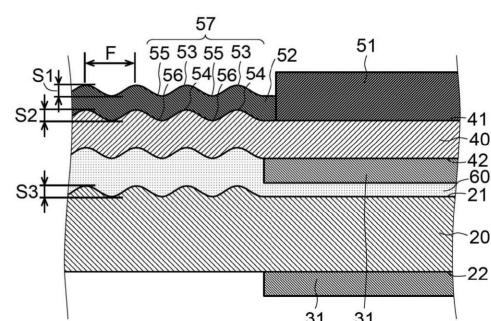
【図10】



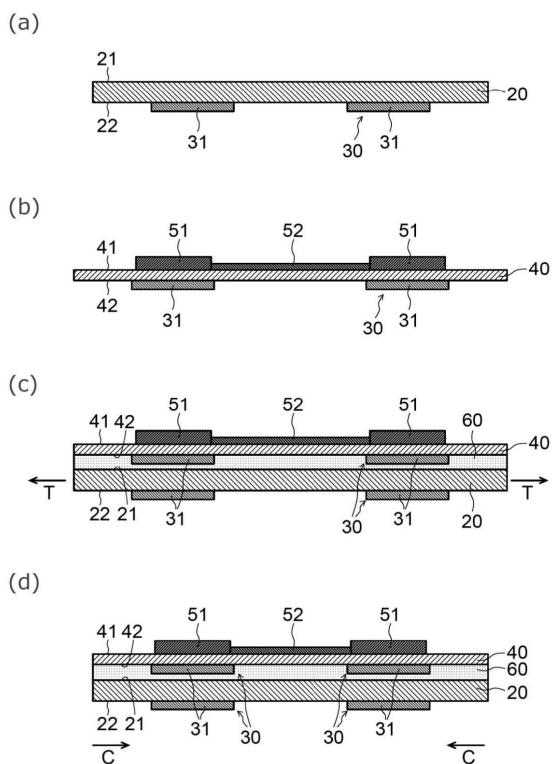
【図11】



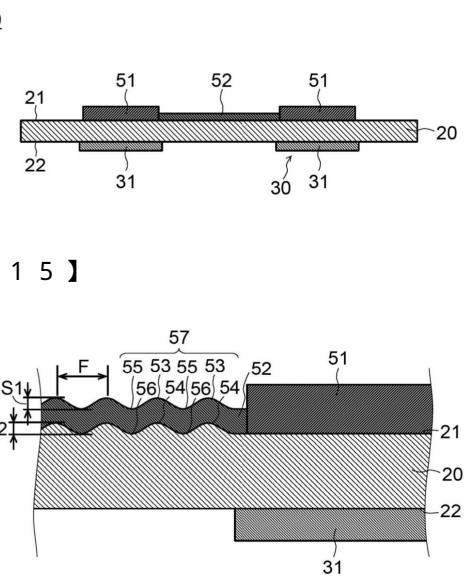
【図12】



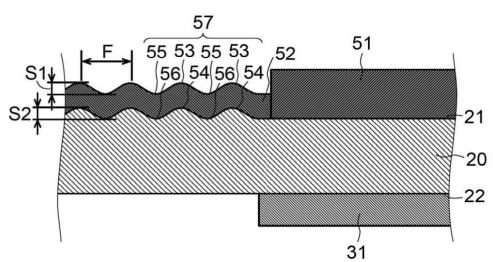
【図13】



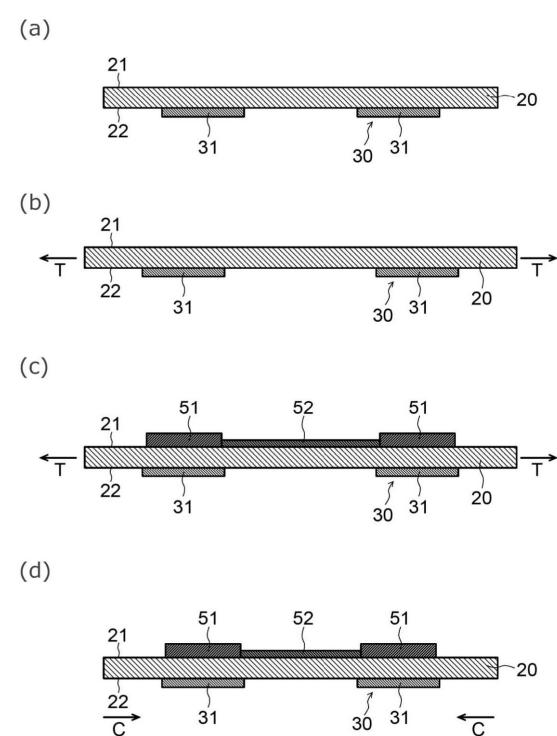
【図14】



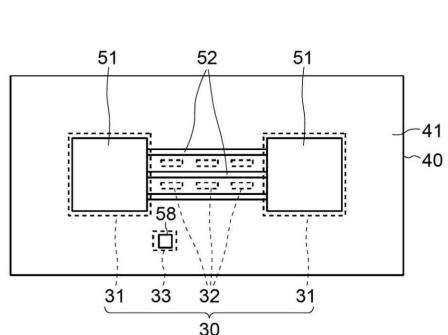
【図15】



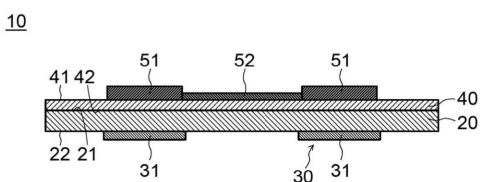
【図16】



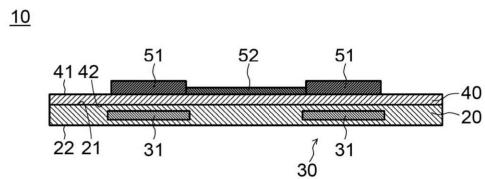
【図17】



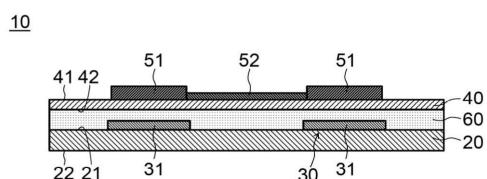
【図18A】



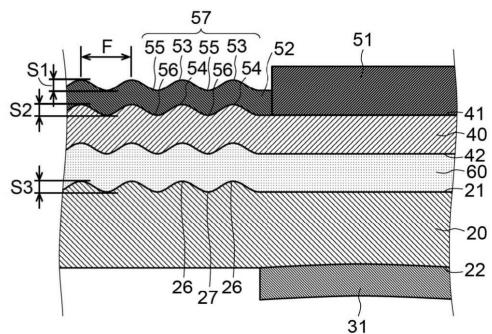
【図18B】



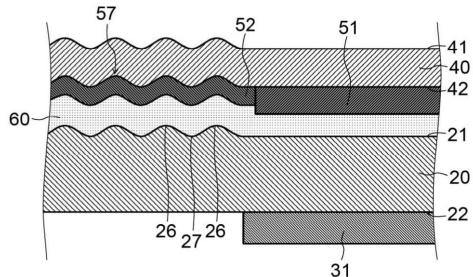
【図19】



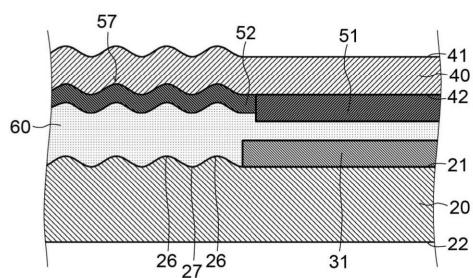
【図20】



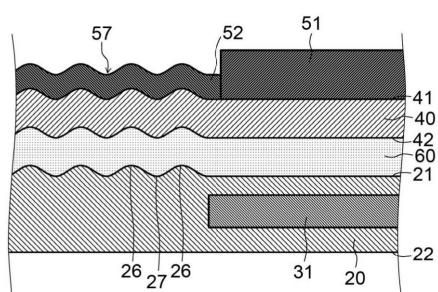
【図21】



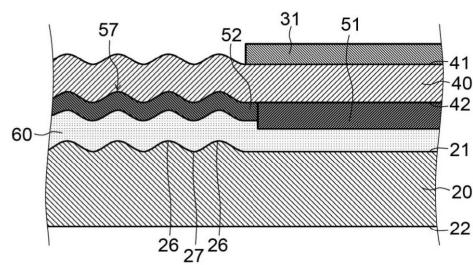
【図22】



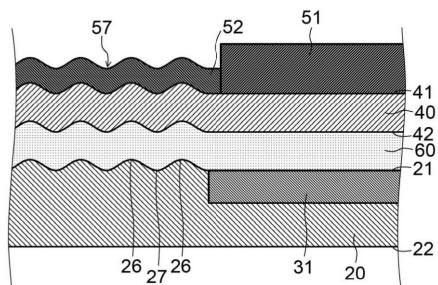
【図24】



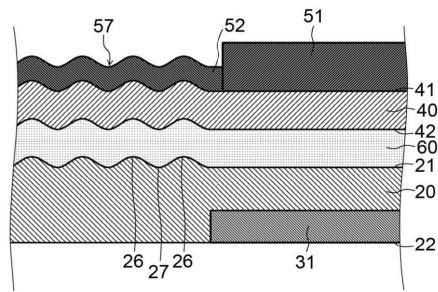
【図23】



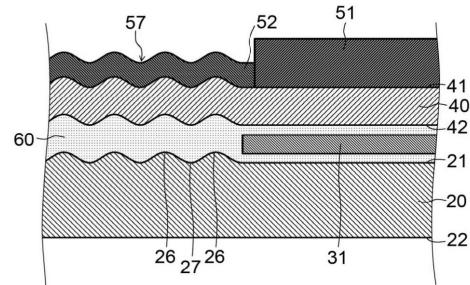
【図25】



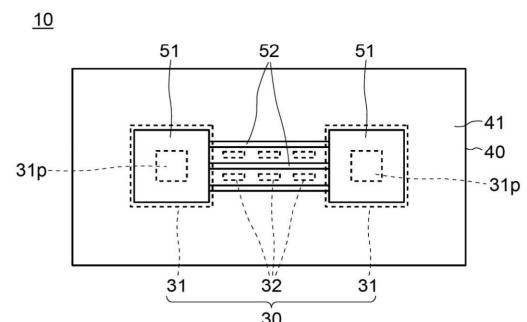
【図26】



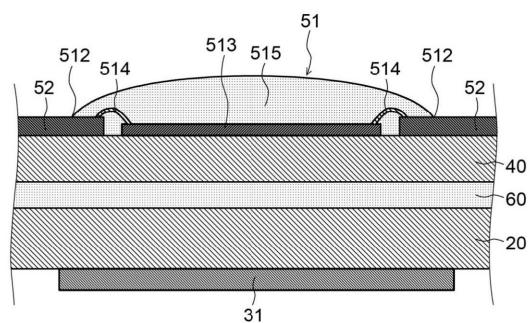
【図27】



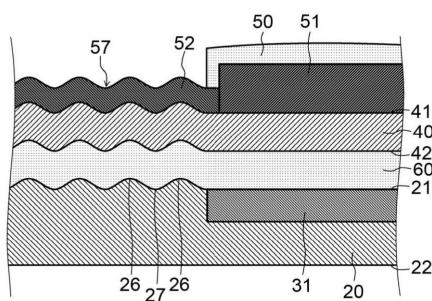
【図28】



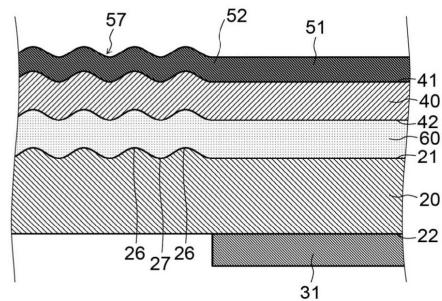
【図29A】



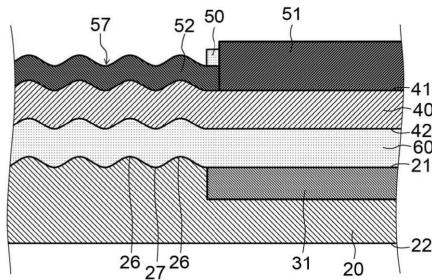
【図29B】



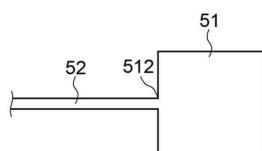
【図30】



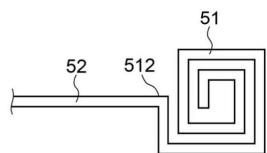
【図29C】



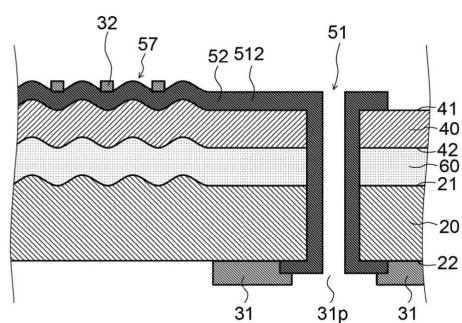
【図31】



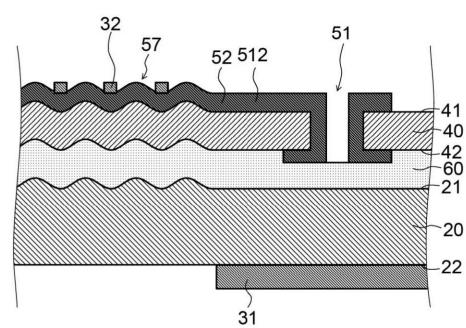
【図3 2】



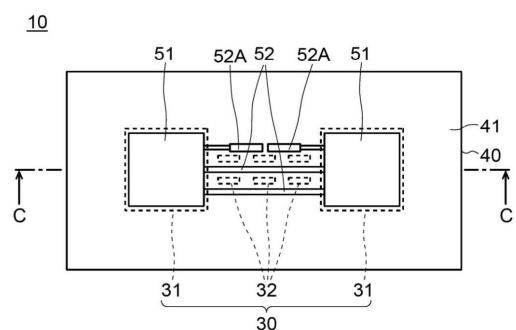
【図3 3 A】



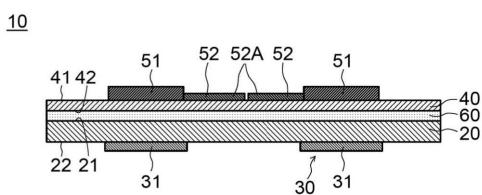
【図3 3 B】



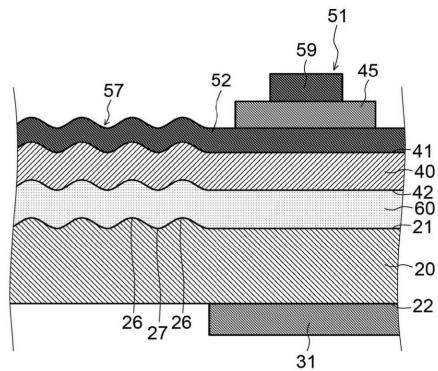
【図3 4】



【図3 5】



【図3 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I
H 01 B 13/00 (2006.01)	H 01 B 7/06
H 01 B 13/008 (2006.01)	H 01 B 13/00 503Z
	H 01 B 13/008

(74)代理人 100127465
弁理士 堀田 幸裕
(74)代理人 100158964
弁理士 岡村 和郎
(72)発明者 小川 健一
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
(72)発明者 染谷 隆夫
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
審査官 齊藤 健一

(56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0299362(US, A1)
特表2016-509375(JP, A)
米国特許出願公開第2012/0052268(US, A1)
韓国公開特許第10-2014-0058239(KR, A)
米国特許出願公開第2014/0218872(US, A1)
韓国公開特許第10-2009-0092982(KR, A)
特開2012-204170(JP, A)
米国特許出願公開第2004/0238819(US, A1)
米国特許出願公開第2011/0123724(US, A1)
米国特許出願公開第2015/0348800(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 05 K 1/00 - 3/46
H 01 B 1/00 - 1/24, 5/14, 7/04 - 7/08, 13/00 - 13/008