

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7596211号
(P7596211)

(45)発行日 令和6年12月9日(2024.12.9)

(24)登録日 令和6年11月29日(2024.11.29)

(51)国際特許分類

F I

H 0 5 K 1/02 (2006.01) H 0 5 K 1/02 B

H 0 5 K 3/46 (2006.01) H 0 5 K 1/02 N

H 0 5 K 3/46 L

請求項の数 11 (全31頁)

(21)出願番号	特願2021-83388(P2021-83388)	(73)特許権者	000230249
(22)出願日	令和3年5月17日(2021.5.17)		メクテック株式会社
(65)公開番号	特開2022-176786(P2022-176786		東京都港区芝大門1丁目12番15号
	A)	(74)代理人	100091487
(43)公開日	令和4年11月30日(2022.11.30)		弁理士 中村 行孝
審査請求日	令和5年11月20日(2023.11.20)	(74)代理人	100120031
			弁理士 宮嶋 学
		(74)代理人	100107582
			弁理士 関根 毅
		(74)代理人	100152205
			弁理士 吉田 昌司
		(72)発明者	高野 祥司
			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
		(72)発明者	松田 文彦
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 フレキシブル回路基板およびその製造方法、ならびに電子機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

アナログ信号を受信する無線通信アンテナおよびデジタル信号を受信するデジタル端子を有する第1モジュールと、前記アナログ信号および前記デジタル信号の信号処理を行う第2モジュールとを電気的に接続するためのフレキシブル回路基板であって、前記フレキシブル回路基板には、信号線領域と、コネクタ領域と、前記信号線領域と前記コネクタ領域とを接続する曲げ領域が設けられており、

前記信号線領域の長手方向に延在するように形成され、前記無線通信アンテナから受信したアナログ信号を伝送する1又は複数のアナログ信号線と、

前記信号線領域の前記長手方向に延在するように形成され、前記デジタル端子から受信したデジタル信号を伝送する1又は複数のデジタル信号線と、

絶縁層を介して前記アナログ信号線を覆うように形成されたグラウンド層と、
を備え、

前記曲げ領域は、前記信号線領域と比べて配線層および/または絶縁層の数が少ない減層構造を有する、

フレキシブル回路基板。

【請求項2】

前記コネクタ領域も、前記信号線領域と比べて配線層および/または絶縁層の数が少ない減層構造を有することを特徴とする、請求項1に記載のフレキシブル回路基板。

【請求項3】

10

アナログ信号を受信する無線通信アンテナおよびデジタル信号を受信するデジタル端子を有する第 1 モジュールと、前記アナログ信号および前記デジタル信号の信号処理を行う第 2 モジュールとを電氣的に接続するためのフレキシブル回路基板であって、前記フレキシブル回路基板には、信号線領域と、コネクタ領域と、前記信号線領域と前記コネクタ領域とを接続する曲げ領域が設けられており、

前記信号線領域の長手方向に延在するように形成され、前記無線通信アンテナから受信したアナログ信号を伝送する 1 又は複数のアナログ信号線と、

前記信号線領域の前記長手方向に延在するように形成され、前記デジタル端子から受信したデジタル信号を伝送する 1 又は複数のデジタル信号線と、

絶縁層を介して前記アナログ信号線を覆うように形成されたグラウンド層と、
を備え、

前記曲げ領域は、内部に配線層および絶縁層のいずれも設けられない中空領域が設けられた中空構造を有する、

フレキシブル回路基板。

【請求項 4】

前記フレキシブル回路基板の厚さ方向について前記中空領域の一侧または両側の領域に、前記信号線領域の長手方向と直交する幅方向の成分を有する切り込みが設けられていることを特徴とする、請求項 3 に記載のフレキシブル回路基板。

【請求項 5】

前記フレキシブル回路基板の厚さ方向について前記中空領域の一侧または両側の領域は、前記フレキシブル回路基板を平面視してミランダ状またはクランク状に形成されていることを特徴とする、請求項 3 に記載のフレキシブル回路基板。

【請求項 6】

前記コネクタ領域には、前記アナログ信号線または前記デジタル信号線と接続された層間接続路が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のフレキシブル回路基板。

【請求項 7】

前記層間接続路は、前記アナログ信号線または前記デジタル信号線と接続されためっきスルーホールと、導電層を介して前記めっきスルーホールと接続されたフィルドビアとを有することを特徴とする、請求項 6 に記載のフレキシブル回路基板。

【請求項 8】

前記コネクタ領域には、前記層間接続路を介して前記アナログ信号線および前記デジタル信号線に電氣的に接続されたコネクタ部品が実装されていることを特徴とする、

請求項 6 または 7 に記載のフレキシブル回路基板。

【請求項 9】

筐体と、

前記筐体内に配置された、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載のフレキシブル回路基板と、

前記筐体内に配置された前記第 1 モジュールと、

前記筐体内に配置された前記第 2 モジュールと、

前記筐体内において前記第 1 モジュールと前記第 2 モジュールの間に配置されたバッテリーと、

を備える、

電子機器。

【請求項 10】

前記フレキシブル回路基板は、前記筐体の側面と前記バッテリーの間を通るように配置されることを特徴とする、請求項 9 に記載の電子機器。

【請求項 11】

前記フレキシブル回路基板は、前記筐体の背面または正面と前記バッテリーの間を通るように配置されることを特徴とする、請求項 9 に記載の電子機器。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、フレキシブル回路基板およびその製造方法、ならびに電子機器に関し、より詳しくは、曲げ領域が減層構造または中空構造を有するフレキシブル回路基板およびその製造方法、ならびに当該フレキシブル回路基板が設けられた電子機器に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、第5世代移動通信システム（5G）の普及により、スマートフォン等の電子機器内のアンテナ接続ケーブルの本数が増している。加えて、スマートフォン等の筐体の小型化も進んでいる。このため、アンテナ接続ケーブルがさらに高密度に配線されたフレキシブル回路基板が求められている。

10

【0003】

5Gシステムにおいては、SUB6帯の電波とミリ波帯の電波が適用されるとともに、これまでの第4世代移動通信システム（4G）の周波数帯の電波も適用される。したがって、5Gシステムではアンテナ接続ケーブルの本数が増加する。従来は、アナログ信号を伝送する同軸ケーブルと、デジタル信号を伝送するケーブルを各々別個のものとして筐体内部に組み込んでいた。しかし、5Gシステムにおいてアンテナ接続ケーブルの本数が増加するに伴い、それら二種類のケーブルを多層フレキシブル回路基板に統合することが求められている。

20

なお、特許文献1および特許文献2には、一般的な多層フレキシブル回路基板が記載されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【文献】特許第5204871号公報

【文献】特開2004-311927号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

30

前述のように、5Gシステムの普及に伴い、スマートフォン等の電子機器内のアンテナ数が増加している。無線信号などのアナログ信号を伝送するケーブルのほか、USB等のデジタル端子が受信するデジタル信号を伝送するケーブル、および電源の電力を伝送するケーブルも必要である。これらのケーブルは、バッテリーの上面を跨ぐように配置される。一方、バッテリー上面には、無線給電等に使われるコイルが配置されることが増えている。このため、バッテリー上面に配置するケーブルの省スペース化が求められている。また、スマートフォン等の筐体の側面等にケーブルを配置するなど、ケーブルをバッテリー上面以外に配置する方法が併せて求められている。

【0006】

本発明は、上記の技術的認識に基づいてなされたものであり、アナログ信号とデジタル信号の両方を伝送させることが可能であり、スマートフォン等の電子機器の筐体内部に曲げた状態で容易に組み込むことが可能なフレキシブル回路基板およびその製造方法ならびに電子機器を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本発明の第1の態様に係るフレキシブル回路基板は、
アナログ信号を受信する無線通信アンテナおよびデジタル信号を受信するデジタル端子を有する第1モジュールと、前記アナログ信号および前記デジタル信号の信号処理を行う第2モジュールとを電氣的に接続するためのフレキシブル回路基板であって、前記フレキシブル回路基板には、信号線領域と、コネクタ領域と、前記信号線領域と前記コネクタ領

50

域とを接続する曲げ領域が設けられており、

前記信号線領域の長手方向に延在するように形成され、前記無線通信アンテナから受信したアナログ信号を伝送する１又は複数のアナログ信号線と、

前記信号線領域の前記長手方向に延在するように形成され、前記デジタル端子から受信したデジタル信号を伝送する１又は複数のデジタル信号線と、

絶縁層を介して前記アナログ信号線を覆うように形成されたグラウンド層と、
を備え、

前記曲げ領域は、前記信号線領域と比べて配線層および／または絶縁層の数が少ない減層構造を有する、ことを特徴とする。

【０００８】

10

また、前記フレキシブル回路基板において、

前記コネクタ領域も、前記信号線領域と比べて配線層および／または絶縁層の数が少ない減層構造を有してもよい。

【０００９】

本発明の第２の態様に係るフレキシブル回路基板は、

アナログ信号を受信する無線通信アンテナおよびデジタル信号を受信するデジタル端子を有する第１モジュールと、前記アナログ信号および前記デジタル信号の信号処理を行う第２モジュールとを電氣的に接続するためのフレキシブル回路基板であって、前記フレキシブル回路基板には、信号線領域と、コネクタ領域と、前記信号線領域と前記コネクタ領域とを接続する曲げ領域が設けられており、

20

前記信号線領域の長手方向に延在するように形成され、前記無線通信アンテナから受信したアナログ信号を伝送する１又は複数のアナログ信号線と、

前記信号線領域の前記長手方向に延在するように形成され、前記デジタル端子から受信したデジタル信号を伝送する１又は複数のデジタル信号線と、

絶縁層を介して前記アナログ信号線を覆うように形成されたグラウンド層と、
を備え、

前記曲げ領域は、内部に配線層および絶縁層のいずれも設けられない中空領域が設けられた中空構造を有する、ことを特徴とする。

【００１０】

30

また、前記フレキシブル回路基板において、

前記フレキシブル回路基板の厚さ方向について前記中空領域の一侧または両側の領域に、前記信号線領域の長手方向と直交する幅方向の成分を有する切り込みが設けられてもよい。

【００１１】

また、前記フレキシブル回路基板において、

前記フレキシブル回路基板の厚さ方向について前記中空領域の一侧または両側の領域は、前記フレキシブル回路基板を平面視してミランダ状またはクランク状に形成されてもよい。

【００１２】

40

また、前記フレキシブル回路基板において、

前記コネクタ領域には、前記アナログ信号線または前記デジタル信号線と接続された層間接続路が設けられてもよい。

【００１３】

また、前記フレキシブル回路基板において、

前記層間接続路は、前記アナログ信号線または前記デジタル信号線と接続されためっきスルーホールと、導電層を介して前記めっきスルーホールと接続されたフィルドビアとを有してもよい。

【００１４】

また、前記フレキシブル回路基板において、

前記コネクタ領域には、前記層間接続路を介して前記アナログ信号線および前記デジタ

50

ル信号線に電氣的に接続されたコネクタ部品が実装されてもよい。

【 0 0 1 5 】

本発明に係る電子機器は、
筐体と、
前記筐体内に配置された、前記フレキシブル回路基板と、
前記筐体内に配置された前記第 1 モジュールと、
前記筐体内に配置された前記第 2 モジュールと、
前記筐体内において前記第 1 モジュールと前記第 2 モジュールの間に配置されたバッテリと、
を備える、ことを特徴とする。

10

【 0 0 1 6 】

また、前記電子機器において、
前記フレキシブル回路基板は、前記筐体の側面と前記バッテリの間を通るように配置されてもよい。

【 0 0 1 7 】

また、前記電子機器において、
前記フレキシブル回路基板は、前記筐体の背面または正面と前記バッテリの間を通るように配置されてもよい。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 1 の態様に係るフレキシブル回路基板の製造方法は、
第 1 主面、および前記第 1 主面と反対側の第 2 主面を有する第 1 絶縁基材と、前記第 1 絶縁基材の前記第 1 主面に設けられた第 1 金属箔と、前記第 1 絶縁基材の前記第 2 主面に第 1 接着剤層を介して設けられた第 1 保護膜層と、を有する第 1 片面金属箔張積層板を用意する工程と、

20

前記第 1 金属箔をパターンニングして第 1 導電パターンを形成する工程と、
前記第 1 保護膜層、前記第 1 接着剤層および前記第 1 絶縁基材を貫通し、前記第 1 金属箔まで到達する第 1 有底孔を形成する工程と、

前記第 1 有底孔に第 1 導電ペーストを充填する工程と、
前記第 1 保護膜層を剥離し、第 1 配線基材を得る工程と、
第 3 主面、および前記第 3 主面と反対側の第 4 主面を有する第 2 絶縁基材と、前記第 2 絶縁基材の前記第 3 主面に設けられた第 2 金属箔と、前記第 2 絶縁基材の前記第 4 主面に設けられた第 3 金属箔と、を有する第 1 両面金属箔張積層板を用意する工程と、

30

前記第 2 金属箔をパターンニングして第 2 導電パターンを形成する工程と、
前記第 3 金属箔および前記第 2 絶縁基材を貫通し、前記第 2 金属箔まで到達する第 2 有底孔を形成する工程と、

前記第 2 有底孔の側壁および底面に第 1 金属めっきを堆積させる工程と、
前記第 3 金属箔をパターンニングして第 3 導電パターンを形成する工程と、
前記第 3 金属箔の前記第 3 導電パターンと、前記第 2 有底孔に堆積された前記第 1 金属めっきを埋設するように、前記第 3 金属箔の上に、第 2 接着剤層を形成する工程と、

40

前記第 2 接着剤層の上に、第 1 カバー材層を形成する工程と、
前記第 1 カバー材層の上に、第 1 開口部を有する第 3 接着剤層を形成する工程と、
前記第 3 接着剤層の前記第 1 開口部を充填するように前記第 3 接着剤層の上に第 2 保護膜層を形成する工程と、

前記第 2 保護膜層、前記第 3 接着剤層、前記第 1 カバー材層および前記第 2 接着剤層を貫通し、前記第 3 金属箔まで到達する第 3 有底孔を形成する工程と、

前記第 3 有底孔に第 2 導電ペーストを充填する工程と、
前記第 2 保護膜層を剥離し、第 2 配線基材を得る工程と、
第 5 主面、および前記第 5 主面と反対側の第 6 主面を有する第 3 絶縁基材と、前記第 3 絶縁基材の前記第 5 主面に設けられた第 4 金属箔と、前記第 3 絶縁基材の前記第 6 主面に設けられた第 5 金属箔と、を有する第 2 両面金属箔張積層板を用意する工程と、

50

前記第 4 金属箔をパターンニングして第 4 導電パターンを形成する工程と、
前記第 5 金属箔をパターンニングして第 5 導電パターンを形成する工程と、
前記第 3 絶縁基材を貫通し、前記第 5 金属箔に到達する第 4 有底孔を形成する工程と、
前記第 4 有底孔の側壁および底面に第 2 金属めっきを堆積させる工程と、
前記第 4 金属箔、前記第 3 絶縁基材および前記第 5 金属箔を貫通する第 1 貫通孔を形成し、第 3 配線基材を得る工程と、
前記第 1 導電ペーストが前記第 2 導電パターンに接触するように前記第 1 配線基材を前記第 2 配線基材に積層し、前記第 2 導電ペーストが前記第 3 導電パターンに接触するように前記第 3 配線基材を前記第 2 配線基材に積層する工程と、
を備えることを特徴とする。

10

【 0 0 1 9 】

本発明の第 2 の態様に係るフレキシブル回路基板の製造方法は、
第 1 主面、および前記第 1 主面と反対側の第 2 主面を有する第 1 絶縁基材と、前記第 1 絶縁基材の前記第 1 主面に設けられた第 1 金属箔と、前記第 1 絶縁基材の前記第 2 主面に第 1 接着剤層を介して設けられた第 1 保護膜層と、を有する第 1 片面金属箔張積層板を用意する工程と、
前記第 1 金属箔をパターンニングして第 1 導電パターンを形成する工程と、
前記第 1 保護膜層、前記第 1 接着剤層および前記第 1 絶縁基材を貫通し、前記第 1 金属箔まで到達する第 1 有底孔を形成する工程と、
前記第 1 有底孔に第 1 導電ペーストを充填する工程と、
前記第 1 保護膜層を剥離し、第 1 配線基材を得る工程と、
第 3 主面、および前記第 3 主面と反対側の第 4 主面を有する第 2 絶縁基材と、前記第 2 絶縁基材の前記第 3 主面に設けられた第 2 金属箔と、前記第 2 絶縁基材の前記第 4 主面に設けられた第 3 金属箔と、を有する第 1 両面金属箔張積層板を用意する工程と、
前記第 2 金属箔パターンニングして第 2 導電パターンを形成する工程と、
前記第 3 金属箔および前記第 2 絶縁基材を貫通し、前記第 2 金属箔まで到達する第 2 有底孔を形成する工程と、
前記第 2 有底孔の側壁および底面に第 1 金属めっきを堆積させる工程と、
前記第 3 金属箔をパターンニングして第 3 導電パターンを形成する工程と、
前記第 3 金属箔の前記第 3 導電パターンと、前記第 2 有底孔に堆積された前記第 1 金属めっきを埋設するように、前記第 3 金属箔の上に、第 2 接着剤層を形成する工程と、
前記第 2 接着剤層の上に、第 1 カバー材層を形成する工程と、
前記第 1 カバー材層の上に、第 1 開口部を有する第 3 接着剤層を形成する工程と、
前記第 3 接着剤層の前記第 1 開口部を充填するように前記第 3 接着剤層の上に第 2 保護膜層を形成する工程と、
前記第 2 保護膜層と、前記第 3 接着剤層、前記第 1 カバー材層、および前記第 2 接着剤層を貫通し、前記第 3 金属箔まで到達する第 3 有底孔を形成する工程と、
前記第 3 有底孔に第 2 導電ペーストを充填する工程と、
前記第 2 保護膜層を剥離し、第 2 配線基材を得る工程と、
第 5 主面、および前記第 5 主面と反対側の第 6 主面を有する第 3 絶縁基材と、前記第 3 絶縁基材の前記第 5 主面に設けられた第 4 金属箔と、前記第 3 絶縁基材の前記第 6 主面に設けられた第 5 金属箔と、を有する第 2 両面金属箔張積層板を用意する工程と、
前記第 4 金属箔をパターンニングして第 4 導電パターンを形成する工程と、前記第 5 金属箔をパターンニングして第 5 導電パターンを形成する工程と、
前記第 3 絶縁基材を貫通し、前記第 5 金属箔に到達する第 4 有底孔を形成する工程と、
前記第 4 有底孔の側壁および底面に第 2 金属めっきを堆積させる工程と、
前記第 4 金属箔の前記第 3 導電パターンと、前記第 4 有底孔に堆積された前記第 2 金属めっきを埋設するように、前記第 4 金属箔の上に、第 4 接着剤層を形成する工程と、
前記第 4 接着剤層の上に、第 2 カバー材層を形成する工程と、
前記第 2 カバー材層の上に、第 3 保護膜層を形成する工程と、

20

30

40

50

前記第 3 保護膜層の上に、第 4 保護膜層を形成する工程と、
前記第 4 保護膜層と、前記第 3 保護膜層と、前記第 2 カバー材層と、前記第 3 接着剤層とを貫通し、前記第 4 金属箔まで到達する第 5 有底孔を形成する工程と、
前記第 5 有底孔に第 3 導電ペーストを充填する工程と、
前記第 3 保護膜及び前記第 4 保護膜層を剥離し、第 3 配線基材を得る工程と、
前記第 1 導電ペーストが前記第 2 導電パターンに接触するように前記第 1 配線基材と前記第 2 配線基材に積層し、前記第 2 導電ペーストが前記第 3 導電パターンに接触するように前記第 3 配線基材を前記第 2 配線基材に積層する工程と、
を備えることを特徴とする。

【0020】

10

また、前記フレキシブル回路基板の製造方法において、
前記第 2 導電パターンはアナログ信号線を含んでいてもよい。

【0021】

また、前記フレキシブル回路基板の製造方法において、
前記第 5 導電パターンはデジタル信号線を含んでいてもよい。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、アナログ信号とデジタル信号の両方を高速かつ低損失で伝送させることが可能であり、電子機器の筐体内に曲げた状態で容易に組み込むことが可能なフレキシブル回路基板およびその製造方法ならびに電子機器を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図 1】実施形態に係るフレキシブル回路基板の平面図である。

【図 2】図 1 の領域 A における拡大平面図である。

【図 3】図 2 の B - B 線における模式断面図である。

【図 4】第 1 の実施形態に係るフレキシブル回路基板の製造方法を説明するための工程断面図である。

【図 5 A】図 4 に続く、第 1 の実施形態に係るフレキシブル回路基板の製造方法を説明するための工程断面図である。

【図 5 B】図 5 A に続く、第 1 の実施形態に係るフレキシブル回路基板の製造方法を説明するための工程断面図である。

30

【図 5 C】図 5 B に続く、第 1 の実施形態に係るフレキシブル回路基板の製造方法を説明するための工程断面図である。

【図 6】図 5 C に続く、第 1 の実施形態に係るフレキシブル回路基板の製造方法を説明するための工程断面図である。

【図 7】図 6 に続く、第 1 の実施形態に係るフレキシブル回路基板の製造方法を説明するための工程断面図である。

【図 8】第 2 の実施形態に係る図 2 の B - B 線における模式断面図である。

【図 9 A】第 2 の実施形態に係るフレキシブル回路基板の製造方法を説明するための工程断面図である。

40

【図 9 B】図 9 A に続く、第 2 の実施形態に係るフレキシブル回路基板の製造方法を説明するための工程断面図である。

【図 9 C】図 9 B に続く、第 2 の実施形態に係るフレキシブル回路基板の製造方法を説明するための工程断面図である。

【図 10】図 9 C に続く、第 2 の実施形態に係るフレキシブル回路基板の製造方法を説明するための工程断面図である。

【図 11 A】第 3 の実施形態に係る図 2 の領域 C における模式斜視図である。

【図 11 B】第 4 の実施形態（ミアンダ形状）に係る図 2 の領域 C における模式斜視図である。

【図 11 C】第 4 の実施形態（クランク形状）に係る図 2 の領域 C における模式斜視図で

50

ある。

【図 1 2】変形例に係るフレキシブル回路基板の平面図である。

【図 1 3 A】第 5 の実施形態に係る電子機器の模式斜視図である。

【図 1 3 B】第 6 の実施形態に係る電子機器の模式平面図および模式断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明に係る実施形態について図面を参照しながら説明する。各図において同等の機能を有する構成要素には同一の符号を付している。図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係（縦横比）、各層の厚みの比率等は現実のものと必ずしも一致しない。

【0025】

<フレキシブル回路基板 100 の全体構造>

【0026】

まず、図 1 を参照して、実施形態に係るフレキシブル回路基板 100 の全体構造について説明する。図 1 は、フレキシブル回路基板 100 の平面図を示している。フレキシブル回路基板 100 には、コネクタ領域 110 と、信号線領域 120 と、曲げ領域 130 とが設けられている。フレキシブル回路基板 100 は、アナログ信号を受信する無線通信アンテナおよびデジタル信号を受信するデジタル端子を有する第 1 モジュール（図 1 3 A の第 1 モジュール 200 参照）と、前記アナログ信号および前記デジタル信号の信号処理を行う第 2 モジュール（図 1 3 A の第 2 モジュール 300 参照）とを電氣的に接続する。

【0027】

コネクタ領域 110 は、信号線領域 120 の両端部に設けられている。一方のコネクタ領域 110 は、無線信号などのアナログ信号を送受信するアンテナモジュールに接続され、他方のコネクタ領域 110 は、信号処理チップが実装された信号処理モジュールに接続される。信号線領域 120 は、その長手方向に延材するように形成され、アナログ信号線とデジタル信号線とを含む。アナログ信号線は無線信号などのアナログ信号を伝送し、デジタル信号線はデジタル信号を伝送する。

【0028】

なお、アンテナモジュールはデジタル信号を受信するデジタル端子を有してもよい。第 1 の実施形態のフレキシブル回路基板 100 において、第 1 モジュールはアンテナモジュールであり、第 2 モジュールは信号処理モジュールである。フレキシブル回路基板 100 は、第 1 モジュールと第 2 モジュールを電氣的に接続する。具体的には、一方のコネクタ領域 110 が第 1 モジュールに電氣的に接続され、他方のコネクタ領域 110 が第 2 モジュールに電氣的に接続される。そして、信号線領域 120 に含まれるアナログ信号線とデジタル信号線が、それぞれのコネクタ領域 110 を電氣的に接続する。言い換えると、第 1 モジュールと第 2 モジュールとは、フレキシブル回路基板 100 のコネクタ領域 110 および信号線領域 120 を介して電氣的に接続される。

【0029】

次に、図 2 を参照して、曲げ領域 130 を説明する。図 2 は、図 1 における領域 A の拡大平面図であり、フレキシブル回路基板 100 の一端部を拡大して図示している。曲げ領域 130 は、コネクタ領域 110 と信号線領域 120 とを接続する。曲げ領域 130 においても、アナログ信号線とデジタル信号線とが含まれている。詳しくは後述するが、曲げ領域 130 は、信号線領域 120 と比べて配線層および／または絶縁層の数が少ない減層構造を有する。または、曲げ領域 130 は、内部に配線層および絶縁層のいずれも設けられない中空領域が設けられた中空構造を有する。

【0030】

（第 1 の実施形態）

<フレキシブル回路基板 100 の構造>

次に、図 3 を参照して、第 1 の実施形態に係るフレキシブル回路基板 100 の断面構造について説明する。図 3 は、図 2 の B - B 線における模式断面図である。図 3 では、図面の左側がコネクタ領域 110 に相当する領域を示し、図面の右側が信号線領域 120 に相

10

20

30

40

50

当する領域を示す。そして、曲げ領域 1 3 0 は、コネクタ領域 1 1 0 と信号線領域 1 2 0 との間に位置している。この曲げ領域 1 3 0 は、減層構造を有する。すなわち、第 1 の実施形態に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 の曲げ領域 1 3 0 は、コネクタ領域 1 1 0 および信号線領域 1 2 0 と比べて配線層および / または絶縁層の数が少ない減層構造を有する。
【 0 0 3 1 】

より詳細には、曲げ領域 1 3 0 は 3 層の配線層を有し、信号線領域 1 2 0 は 5 層の配線層を有している。具体的には、曲げ領域 1 3 0 は配線層として、導電パターン (配線 1 2 b、2 2 i および 2 3 b) を有し、信号線領域 1 2 0 は、配線層として、導電パターン (配線 1 2 b、2 2 i、2 3 b、3 2 b および 3 3 i) を有している。したがって、曲げ領域 1 3 0 は、信号線領域 1 2 0 に比べて 2 層分の配線層の数が少ない減層構造を有している。同様に、曲げ領域 1 3 0 は 2 層の絶縁層を有し、信号線領域 1 2 0 は 3 層の絶縁層を有している。具体的には、曲げ領域 1 3 0 は第 1 の絶縁層 (絶縁基材 1 1 と接着剤層 1 3)、第 2 の絶縁層 (絶縁基材 2 1) および第 3 の絶縁層 (接着剤層 2 4 とカバー材層 7 1) を有する。他方、信号線領域 1 2 0 は、第 1 の絶縁層 (絶縁基材 1 1 と接着剤層 1 3)、第 2 の絶縁層 (絶縁基材 2 1)、第 3 の絶縁層 (接着剤層 2 4 とカバー材層 7 1) および第 4 の絶縁層 (絶縁基材 3 1) を有する。したがって、曲げ領域 1 3 0 は、信号線領域 1 2 0 に比べて 1 層分の絶縁層が少ない減層構造を有している。

10

【 0 0 3 2 】

曲げ領域 1 3 0 は、上記のように、信号線領域 1 2 0 と比べて配線層および絶縁層の数が少ない減層構造を有する。このため、曲げ領域 1 3 0 は、信号線領域 1 2 0 に比べて曲げる際の応力が緩和される。したがって、スマートフォン等の電子機器の筐体内にフレキシブル回路基板 1 0 0 を組み込む際にフレキシブル回路基板 1 0 0 を曲げた状態で組み込むことが容易となる。具体的には、筐体内にフレキシブル回路基板 1 0 0 を曲げた状態で組み込む場合、フレキシブル回路基板 1 0 0 は曲げ領域 1 3 0 で曲げられて筐体に組み込まれる。この際、比較的応力が緩和された曲げ領域 1 3 0 は、比較的容易に曲げることができる。これにより、筐体内へのフレキシブル回路基板 1 0 0 の曲げ組み込みを容易に行うことができる。

20

【 0 0 3 3 】

なお、フレキシブル回路基板 1 0 0 においては、アナログ信号線は配線 2 2 i に配置され、デジタル信号線は配線 3 3 i に配置される。このように、フレキシブル回路基板 1 0 0 には、アナログ信号線およびデジタル信号線の両方が組み込まれている。これにより、フレキシブル回路基板 1 0 0 を用いることで、アナログ信号線およびデジタル信号線のいずれも配置することができ、電子機器の筐体内の省スペース化を図ることができる。

30

【 0 0 3 4 】

また、フレキシブル回路基板 1 0 0 においては、絶縁層を介してアナログ信号線を覆うように形成されたグラウンド層を有する。具体的には、グラウンド層 1 2 b および 2 3 b (配線 1 2 b および 2 3 b) は、アナログ信号線の配線 2 2 i を絶縁層を介して覆う。図 3 に示すように、配線 2 2 i の上には第 1 の絶縁層 (接着剤層 1 3 および絶縁基材 1 1) が積層され、第 1 の絶縁層の上にはグラウンド層 1 2 b (配線 1 2 b) が形成されている。同様に、配線 2 2 i の下には第 2 の絶縁層 (絶縁基材 2 1) が積層され、第 2 の絶縁層の下にはグラウンド層 2 3 b (配線 2 3 b) が積層されている。このように、フレキシブル回路基板 1 0 0 においては、第 1 および第 2 の絶縁層を介してアナログ信号線 (配線 2 2 i) を覆うように形成されたグラウンド層 1 2 b および 2 3 b) を有する。すなわち、フレキシブル回路基板 1 0 0 は 3 層ストリップライン構造を有する。

40

【 0 0 3 5 】

フレキシブル回路基板 1 0 0 のコネクタ領域 1 1 0 には、アナログ信号線またはデジタル信号線と電氣的に接続された層間接続路が設けられている。この層間接続路は、図 3 に示すコネクタ領域 1 1 0 のホール H 1 ~ H 4 に設けられ、アナログ信号線またはデジタル信号線に電氣的に接続される。たとえば、ホール H 2 に設けられた層間接続路と、アナログ信号線 (配線 2 2 i) とが電氣的に接続される。また、ホール H 4 に設けられた層間接

50

続路と、デジタル信号線（配線 3 3 i）とが電氣的に接続される。

【 0 0 3 6 】

なお、コネクタ領域 1 1 0 の層間接続路は、めっきスルーホールにより構成されてもよい。詳しくは、ホール H 2 には銅めっき 6 1 が堆積され、ホール H 4 には銅めっき 6 2 が堆積されて、それぞれめっきスルーホールが形成される。このように、コネクタ領域 1 1 0 の層間接続路は、アナログ信号線（配線 2 2 i）またはデジタル信号線（配線 3 3 i）に接続されためっきスルーホール（ホール H 2 またはホール H 4）を有する。

【 0 0 3 7 】

また、コネクタ領域 1 1 0 の層間接続路は、フィルドビアにより構成されてもよい。より詳細には、ホール H 1 には、導電ペーストが充填され、フィルドビアが形成されている。そして、ホール H 1 に形成されたフィルドビアは、配線 2 2 i に接続される。同様にして、ホール H 3 にも導電ペーストが充填され、フィルドビアが形成されている。そして、ホール H 3 に形成されたフィルドビアは、受けランド 3 2 a に接続される。受けランド 3 2 a は、ホール H 4 のめっきスルーホールに接続されている。コネクタ領域 1 1 0 の層間接続路は、めっきスルーホールと、導電層（受けランド 2 2 a または 3 2 a）を介して当該めっきスルーホールと接続されたフィルドビアとを有する。なお、コネクタ領域 1 1 0 には、上記の層間接続路を介してアナログ信号線およびデジタル信号線に電氣的に接続されたコネクタ部品（図示せず）が実装されていてもよい。

【 0 0 3 8 】

以上、第 1 の実施形態に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 の概略的な構成について説明した。第 1 の実施形態によれば、フレキシブル回路基板 1 0 0 の曲げ領域 1 3 0 は、信号線領域 1 2 0 と比べて配線層および絶縁基材の数が少ない減層構造を有する。このため、曲げ領域 1 3 0 を曲げる際の応力が緩和される。したがって、スマートフォン等の電子機器の筐体内へのフレキシブル回路基板 1 0 0 の曲げ組み込みを容易に行うことができる。

【 0 0 3 9 】

なお、フレキシブル回路基板 1 0 0 には、アナログ信号線およびデジタル信号線の両方が収容されている。これにより、アナログ信号線用のケーブルとデジタル信号線用のケーブルを別個に電子機器の筐体内に配置する必要がなくなり、スマートフォン等の電子機器の筐体内の省スペース化を図ることができる。

【 0 0 4 0 】

また、曲げ領域 1 3 0 では信号線領域 1 2 0 と比べて配線層および絶縁層の数が削減されることから、フレキシブル回路基板 1 0 0 の製造に要する配線層および絶縁基材の材料を低減することができ、製造コストを低減することができる。

【 0 0 4 1 】

< フレキシブル回路基板 1 0 0 の製造方法 >

次に、第 1 の実施形態に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 の製造方法について、図 4 ～ 6 の工程断面図を参照して説明する。

【 0 0 4 2 】

まず、図 4（1）に示すように、片面金属箔張積層板 1 0 を用意する。この片面金属箔張積層板 1 0 は、絶縁基材 1 1 と、この絶縁基材 1 1 の上面に設けられた金属箔 1 2 と、この絶縁基材 1 1 の下面に接着剤層（微粘着層）1 3 を介して設けられた保護膜層 1 4 とを有する。金属箔 1 2 は、絶縁基材 1 1 の主面に形成されたシード層（図示せず）を介して絶縁基材 1 1 上に形成されている。絶縁基材 1 1 は、液晶ポリマー（LCP）のほか、例えば、ポリイミド（PI）、変性ポリイミド（MPI）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、フッ素樹脂（PFA、PTFE 等）などでよく、特に限定されない。

【 0 0 4 3 】

絶縁基材 1 1 の厚さは、例えば、100 μm である。金属箔 1 2 は、銅のほか、例えば、銀、アルミニウムである。金属箔 1 2 の厚さは、例えば、12 μm である。保護膜層 1 4 は、接着剤層 1 3 を介して絶縁基材 1 1 の下面に設けられる。保護膜層 1 4 は、例えば

、PET（ポリエチレンテレフタレート）などの絶縁フィルムである。保護膜層14の厚さは、例えば、 $10\text{ }\mu\text{m}$ である。接着剤層13は、例えば、厚さ $10\text{ }\mu\text{m}$ である。

【0044】

次に、図4（2）に示すように、片面金属箔張積層板10の金属箔12を公知のフォトリソグラフィケーション手法によりパターンニングして、第1導電パターンを形成する。この第1導電パターンは、受けランド12aおよび配線12bを含む。受けランド12aの径は、例えば、 $\phi 350\text{ }\mu\text{m}$ である。配線12bは、フレキシブル回路基板100においてグラウンド層として機能する。

【0045】

次に、図4（2）に示すように、保護膜層14にレーザー光を照射することにより、保護膜層14、接着剤層13および絶縁基材11を除去して、底面に受けランド12aが露出した有底のホールH1を形成する。ホールH1の径は、例えば、 $\phi 150\sim 200\text{ }\mu\text{m}$ である。より詳しくは、炭酸ガスレーザーである赤外線レーザーを用いて、レーザーパルスを保護膜層14の所定の位置に照射して穿孔する。赤外線レーザーのビーム径は、ホールH1の径と同様の $150\text{ }\mu\text{m}$ に設定する。また、赤外線レーザーのパルス幅は $10\text{ }\mu\text{s}$ に設定し、赤外線レーザーの1パルス当たりのエネルギーを 5 mJ に設定する。

【0046】

上記の通り設定された赤外線レーザーのレーザー光を、保護膜層14に5ショット照射してホールH1を得る。なお、上記のように、赤外線レーザーのビーム径とホールH1の径とは略同一である。言い換えると、ホールH1の径に合わせるように赤外線レーザーのビーム径を調整すればよい。このため、ホールH1の形成において、赤外線レーザーはビーム径の調整が容易であり、好適である。なお、ホールH1の形成においては、UV-YAGレーザーなどを用いてもよく、赤外線レーザーに限定されない。

【0047】

赤外線レーザーでホールH1を穿孔した後、デスミア処理を行う。デスミア処理では、絶縁基材11と受けランド12aとの境界における樹脂残渣（残膜）、および、受けランド12aの裏面処理膜（NiまたはCrなど）を除去する。

【0048】

次に、図4（3）に示すように、スクリーン印刷等の印刷手法により、ホールH1の内部に導電ペースト51を充填する。導電ペースト51は、ペースト状の熱硬化性樹脂である樹脂バインダーに金属粒子を分散させたものである。

【0049】

次に、図4（4）に示すように、接着剤層13から保護膜層14を剥離する。これにより、ホールH1に充填された導電ペースト51の一部が突出し、突出部51aが形成される。なお、この突出部51aの高さは、保護膜層14の厚さと同程度である。

以上の工程により、配線基材101（第1配線基材）が得られる。

【0050】

次に、図5A（1）に示すように、両面金属箔張積層板20を用意する。この両面金属箔張積層板20は、絶縁基材21と、この絶縁基材21の上面に設けられた金属箔22と、この絶縁基材21の下面に設けられた金属箔23とを有する。絶縁基材21は、液晶ポリマー（LCP）のほか、例えば、ポリイミド（PI）、変性ポリイミド（MPI）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、フッ素樹脂（PFA、PTFE等）などでよく、特に限定されない。

【0051】

絶縁基材21の厚さは、例えば、 $100\text{ }\mu\text{m}$ である。金属箔22および金属箔23は、銅のほか、例えば、銀、アルミニウムである。金属箔22および金属箔23の厚さは、例えば、それぞれ $12\text{ }\mu\text{m}$ である。金属箔22は、絶縁基材21の上面に形成されたシード層（図示せず）を介して絶縁基材21上に形成される。同様に、金属箔23は、絶縁基材21の下面に形成されたシード層（図示せず）を介して絶縁基材21下に形成される。

【0052】

10

20

30

40

50

次に、図 5 A (2) に示すように、両面金属箔張積層板 2 0 の金属箔 2 2 を公知のフォトファブ리케이션手法によりパターンニングして、第 2 導電パターンを形成する。この第 2 導電パターンは、受けランド 2 2 a および配線 2 2 i を含む。受けランド 2 2 a の径は、例えば、 $\phi 350\text{ }\mu\text{m}$ である。配線 2 2 i は、フレキシブル回路基板 1 0 0 においてアナログ信号線として機能する。すなわち、第 2 導電パターンは、アナログ信号線を含む。
【 0 0 5 3 】

次に、図 5 A (3) に示すように、両面金属箔張積層板 2 0 の金属箔 2 3 を公知のフォトファブ리케이션手法によりパターンニングして、第 3 導電パターンを形成する。この第 3 導電パターンは、受けランド 2 3 a および配線 2 3 b を含む。受けランド 2 3 a の径は、例えば、 $\phi 350\text{ }\mu\text{m}$ である。配線 2 3 b は、フレキシブル回路基板 1 0 0 においてグラウンド層として機能する。

10

【 0 0 5 4 】

次に、図 5 A (4) に示すように、受けランド 2 3 a のコンフォーマルマスクにレーザー光を照射することにより、絶縁基材 2 1 を除去して、底面に受けランド 2 2 a が露出した有底のホール H 2 を形成する。ホール H 2 の径は、例えば、 $\phi 150 \sim 200\text{ }\mu\text{m}$ である。以下、ホール H 2 の形成はホール H 1 の形成と同様である。すなわち、炭酸ガスレーザーである赤外線レーザーを用いて、レーザーパルスを受けランド 2 3 a の所定の位置に照射してホール H 2 を穿孔する。赤外線レーザーのビーム径は、ホール H 2 の径と同様の $150\text{ }\mu\text{m}$ に設定する。また、赤外線レーザーのパルス幅は $10\text{ }\mu\text{s}$ に設定し、赤外線レーザーの 1 パルス当たりのエネルギーを 5 mJ に設定する。

20

【 0 0 5 5 】

上記の通り設定された赤外線レーザーのレーザー光を、5 ショット照射してホール H 2 を得る。なお、ホール H 2 の形成においては、UV - YAG レーザなどを用いてもよく、赤外線レーザーに限定されない。

【 0 0 5 6 】

赤外線レーザーでホール H 2 を穿孔した後、デスミア処理を行う。デスミア処理では、絶縁基材 2 1 と受けランド 2 3 a との境界における樹脂残渣 (残膜) を除去する。また、受けランド 2 3 a および受けランド 2 2 a の裏面処理膜 (Ni または Cr など) を除去する。

【 0 0 5 7 】

次に、図 5 A (5) に示すように、ホール H 2 の側壁および底面に、第 1 金属めっき 6 1 を堆積させる。第 1 金属めっき 6 1 は、例えば、銅めっきである。また、第 1 金属めっき 6 1 は、部分めっきまたはパネルめっきにより堆積される。第 1 金属めっき 6 1 のめっき厚は、例えば、 $16\text{ }\mu\text{m}$ である。

30

【 0 0 5 8 】

次に、図 5 B (1) に示すように、第 3 導電パターン (受けランド 2 3 a および配線 2 3 b) と、ホール H 2 に堆積された第 1 金属めっき 6 1 を埋設するように、接着剤層 2 4 を形成する。この接着剤層 2 4 は、例えば、厚さ $10\text{ }\mu\text{m}$ の微粘着層である。次に、図 5 B (2) に示すように、接着剤層 2 4 上にカバー材層 7 1 を形成する。カバー材層 7 1 は、例えば、絶縁樹脂フィルムである。絶縁樹脂フィルムとして、例えば、液晶ポリマー (LCP) またはポリイミドが用いられる。カバー材層 7 1 の厚さは、例えば、 $12\text{ }\mu\text{m}$ である。

40

【 0 0 5 9 】

次に、図 5 B (3) に示すように、カバー材層 7 1 の上に開口部 A 1 を有する接着剤層 2 5 を形成する。接着剤層 2 5 は、例えば、厚さ $10\text{ }\mu\text{m}$ の微粘着層である。次に、図 5 B (4) に示すように、接着剤層 2 5 の開口部 A 1 を充填するように、接着剤層 2 5 の上に保護膜層 2 6 を形成する。保護膜層 2 6 は、例えば、厚さ $20\text{ }\mu\text{m}$ の微粘着剤付き PET フィルムである。開口部 A 1 の径は、例えば、長手方向に 30 mm であり、短手方向に 2 mm である。

【 0 0 6 0 】

次に、図 5 C (1) に示すように、保護膜層 2 6 にレーザー光を照射することにより、保

50

護膜層 26、接着剤層 25、カバー材層 71 および接着剤層 24 を除去して、底面に受けランド 23a が露出した有底のホール H3 を穿孔する。ホール H3 の径は、例えば、 $\phi 150 \sim 200 \mu\text{m}$ である。以下、ホール H3 の形成はホール H1 の形成と同様である。すなわち、炭酸ガスレーザである赤外線レーザを用いて、レーザパルスを保護膜層 26 の所定の位置に照射して穿孔する。赤外線レーザのビーム径は、ホール H3 の径と同様の $150 \mu\text{m}$ に設定する。また、赤外線レーザのパルス幅は $10 \mu\text{s}$ に設定し、赤外線レーザの 1 パルス当たりのエネルギーを 5 mJ に設定する。

【0061】

次に、図 5C(2) に示すように、スクリーン印刷等の印刷手法により、ホール H3 の内部に導電ペースト 52 を充填する。導電ペースト 52 は、ペースト状の熱硬化性樹脂である樹脂バインダーに金属粒子を分散させたものである。

10

【0062】

次に、図 5C(3) に示すように、接着剤層 25 およびカバー材層 71 から保護膜層 26 を剥離する。これにより、ホール H3 に充填された導電ペースト 52 の一部が突出し、突出部 52a が形成される。なお、この突出部 52a の高さは、接着剤層 25 上に形成された保護膜層 26 の厚さと同程度である。

以上の工程により、配線基材 102 (第 2 配線基材) が得られる。

【0063】

次に、図 6(1) に示すように、両面金属箔張積層板 30 を用意する。この両面金属箔張積層板 30 は、絶縁基材 31 と、この絶縁基材 31 の上面に設けられた金属箔 32 と、この絶縁基材 31 の下面に設けられた金属箔 33 とを有する。絶縁基材 31 は、液晶ポリマー (LCP) のほか、例えば、ポリイミド (PI)、変性ポリイミド (MPI)、ポリエチレンナフタレート (PEN)、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、フッ素樹脂 (PFA、PTFE 等) などよく、特に限定されない。

20

【0064】

絶縁基材 31 の厚さは、例えば、 $50 \mu\text{m}$ である。金属箔 32 および金属箔 33 は、銅のほか、例えば、銀、アルミニウムである。金属箔 32 および金属箔 33 の厚さは、例えば、それぞれ $12 \mu\text{m}$ である。金属箔 32 は、絶縁基材 31 の上面に形成されたシード層 (図示せず) を介して絶縁基材 31 上に形成されている。同様に、金属箔 33 は、絶縁基材 31 の下面に形成されたシード層 (図示せず) を介して絶縁基材 31 下に形成されている。

30

【0065】

絶縁基材 31 の厚さを、比較的薄い $50 \mu\text{m}$ とすることで、より詳細には、 $Z_0 = \sqrt{L/C}$ で表される特性インピーダンスに整合した信号線 (配線 33i) の線幅を狭くすることができる。ここで、 L は単位長さ当たりのインダクタンスであり、 C は線間キャパシタンスである。これにより、信号線の線幅が狭くなることにより、フレキシブル回路基板 100 の幅を狭くすることができ、フレキシブル回路基板 100 をスマートフォン等の電子機器の筐体内に組み込む際に省スペース化を図ることができる。

【0066】

次に、図 6(2) に示すように、金属箔 32 をパターンニングして、コンフォーマルマスクである受けランド 32a を含む第 4 導電パターンを形成した後、図 6(3) に示すように、当該コンフォーマルマスクにレーザ光を照射することにより、絶縁基材 31 を除去して、底面に受けランド 33a が露出した有底のホール H4 を形成する。ホール H4 の径は、例えば、 $\phi 150 \sim 200 \mu\text{m}$ である。ホール H4 はホール H1 と同様に形成される。すなわち、炭酸ガスレーザである赤外線レーザを用いて、レーザパルスをコンフォーマルマスクの開口部に照射してホール H4 を穿孔する。赤外線レーザのビーム径は、ホール H4 の径と同様の $150 \mu\text{m}$ に設定する。なお、図 6(2) に示すように、金属箔 33 をパターンニングして第 5 導電パターン (受けランド 33a および配線 33i) を形成する。受けランド 33a の径は、例えば、 $\phi 350 \mu\text{m}$ である。なお、配線 33i は、フレキシブル回路基板 100 においてデジタル信号線として機能する。すなわち、第 5 導電パタ

40

50

ーンはデジタル信号線を含む。

【 0 0 6 7 】

赤外線レーザーでホール H 4 を穿孔した後、デスミア処理を行う。デスミア処理では、受けランド 3 3 a および絶縁基材 3 1 との境界における樹脂残渣（残膜）を除去する。また、受けランド 3 3 a の裏面処理膜（Ni または Cr など）を除去する。

【 0 0 6 8 】

次に、図 6（4）に示すように、ホール H 4 の側壁および底面に、第 2 金属めっき 6 2 を堆積させる。第 2 金属めっき 6 2 は、例えば、銅めっきである。また、第 2 金属めっき 6 2 は、部分めっきまたはパネルめっきにより堆積される。第 2 金属めっき 6 2 のめっき厚は、例えば、16 μm である。

10

【 0 0 6 9 】

次に、図 6（5）に示すように、刃型等で金属箔 3 2、絶縁基材 3 1 および受けランド 3 3 a の一部を除去して、窓開け部 W を形成する。窓開け部 W の大きさは、例えば、図 5 B（3）に示す接着剤層 2 5 の開口部 A 1 の大きさと同程度であり、例えば、長手方向に 30 mm であり、短手方向に 2 mm である。

以上の工程により、配線基材 1 0 3（第 3 配線基材）が得られる。

【 0 0 7 0 】

なお、上述の工程において、各配線基材 1 0 1、1 0 2、1 0 3 の金属箔に対して粗化処理を行ってもよい。粗化処理により、金属箔と絶縁基材との接着する強度を向上させることができる。

20

【 0 0 7 1 】

以下では、図 7 を参照して、上述の工程で得られた配線基材 1 0 1、配線基材 1 0 2 および配線基材 1 0 3 を積層する工程を説明する。

【 0 0 7 2 】

まず、配線基材 1 0 1 を配線基材 1 0 2 の上に積層する。具体的には、導電ペースト 5 1 の突出部 5 1 a が、受けランド 2 2 a に接触するように積層する。

【 0 0 7 3 】

次に、上記の工程で得られた配線基材 1 0 1 と配線基材 1 0 2 とからなる積層体を、配線基材 1 0 3 の上に積層する。具体的には、導電ペースト 5 2 の突出部 5 2 a が、受けランド 3 2 a に接触するように積層する。このようにして、配線基材 1 0 1、配線基材 1 0 2 および配線基材 1 0 3 が電氣的に層間接続される。なお、配線基材 1 0 1、1 0 2、1 0 3 の積層順序は上記に限られない。

30

【 0 0 7 4 】

配線基材 1 0 1、配線基材 1 0 2 および配線基材 1 0 3 からなる積層体を形成する上記の積層工程においては、真空プレス装置または真空ラミネータ装置を用いる。この真空プレス装置または真空ラミネータ装置により、積層体を加熱および加圧する。例えば、積層体を約 200 で加熱し、数 MPa（例えば、2.0 MPa）の圧力で加圧する。フレキシブル回路基板 1 0 0 を加熱する温度は、例えば、絶縁基材 1 1、2 1 および 3 1 を構成する液晶ポリマー（LCP）の軟化する温度よりも約 50 以上低い温度である。

【 0 0 7 5 】

40

積層工程において、真空プレス装置を用いる場合は上述の条件で約 30 ～ 60 分間、積層体を加熱および加圧する。このため、真空プレス装置による積層体の加熱および加圧において、接着剤層 1 3、2 4 および 2 5 の熱硬化が完了し、導電ペースト 5 1 および 5 2 の熱硬化についても完了する。

【 0 0 7 6 】

他方、積層工程において、真空ラミネータ装置を用いる場合は、上述の条件で約数分間、積層体を加熱および加圧する。このため、真空ラミネータ装置により積層体を加熱および加圧した後に、オープン装置に積層体を移動し、ポストキュア処理を行う。ポストキュア処理では、例えば、積層体を約 200 にて約 60 分間加熱する。このポストキュア処理により、接着剤層 1 3、2 4 および 2 5 の熱硬化が完了し、導電ペースト 5 1 および 5

50

２の熱硬化についても完了する。

【００７７】

次に、必要に応じて、外側に露出した第１および第５導電パターンの表面処理、ソルダレジストを行い、外形加工を行う。

以上の工程により、図３に示す断面構造を有するフレキシブル回路基板１００が得られる。

【００７８】

以上のように、第１の実施形態によるフレキシブル回路基板の製造方法によれば、曲げ領域１３０は、信号線領域１２０と比べて配線層および／または絶縁層の数が少ない減層構造を有するフレキシブル回路基板１００が得られる。このため、曲げ領域１３０は、信号線領域１２０に比べて曲げる際の応力が緩和され、スマートフォン等の電子機器の筐体内へのフレキシブル回路基板１００の曲げ組み込みを容易に行うことができる。

10

【００７９】

さらに、フレキシブル回路基板１００においては、アナログ信号線は配線２２ｉとして形成され、デジタル信号線は配線３３ｉとして形成される。図３に示すように、フレキシブル回路基板１００には、アナログ信号線およびデジタル信号線が組み込まれている。したがって、スマートフォン等の電子機器の筐体内にフレキシブル回路基板１００を組み込むことで、無線通信アンテナが受信したアナログ信号を伝送するアナログ信号線と、ＵＳＢ等のデジタル端子が受信したデジタル信号を伝送するデジタル信号線とを一度にまとめて配置することができる。その結果、スマートフォン等の電子機器の筐体内の省スペース化を図ることができる。

20

【００８０】

また、フレキシブル回路基板１００の曲げ領域１３０では、信号線領域１２０と比べて配線層および絶縁層の数が削減されているため、フレキシブル回路基板１００に要する配線層および絶縁基材の材料を低減することができ、製造コストを低減することができる。

【００８１】

また、フレキシブル回路基板１００は、配線基材１０１、配線基材１０２および配線基材１０３を積層することで製造される。すなわち、フレキシブル回路基板１００は、３つの配線基材を積層することで製造されるため、配線基材同士の位置ずれの発生が比較的抑制される。このため、フレキシブル回路基板１００の製造工程における歩留まりを抑制することができる。加えて、上記の位置ずれに係るマージンを比較的小さくすることができ、フレキシブル回路基板１００の配線層における配線構造を高密度化することができる。

30

【００８２】

（第２の実施形態）

<フレキシブル回路基板１００Ａの構造>

次に、図８を参照して、第２の実施形態に係るフレキシブル回路基板１００Ａの構造について説明する。第１の実施形態に係るフレキシブル回路基板１００は、曲げ領域１３０に減層構造を有していたが、第２の実施形態に係るフレキシブル回路基板１００Ａは、曲げ領域１３０に中空構造を有する。以下、第１の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【００８３】

40

図８は、図２のＢ－Ｂ線における模式断面図である。図８では、図面の左側がコネクタ領域１１０に相当する領域を示し、図面の右側が信号線領域１２０に相当する領域を示す。曲げ領域１３０は、コネクタ領域１１０と信号線領域１２０との間に位置する。この曲げ領域１３０は中空構造を有する。すなわち、図７が示すように、第２の実施形態に係るフレキシブル回路基板１００Ａの曲げ領域１３０は配線層および絶縁層のいずれも設けられない空間（中空領域）ＨＳを有する。

【００８４】

具体的には、曲げ領域１３０において、カバー材層７１とカバー材層７２との間に空間ＨＳが設けられている。このため、曲げ領域１３０は、信号線領域１２０に比べて曲げる際の応力が緩和される。したがって、スマートフォン等の電子機器の筐体内にフレキシブ

50

ル回路基板 100A を組み込む際にフレキシブル回路基板 100A を曲げた状態での組み込むことが容易となる。具体的には、筐体内へフレキシブル回路基板 100A を曲げた状態で組み込む場合、フレキシブル回路基板 100A は曲げ領域 130 で曲げられて筐体内に組み込まれる。この際、比較的応力が緩和された曲げ領域 130 は、比較的容易に曲げることができる。これにより、筐体内へのフレキシブル回路基板 100A の曲げ組み込みを容易に行うことができる。

【0085】

第1の実施形態の場合と同様に、フレキシブル回路基板 100A においては、アナログ信号線は配線 22i により構成され、デジタル信号線は配線 33i により構成される。すなわち、フレキシブル回路基板 100A には、アナログ信号線およびデジタル信号線が組み込まれ、筐体内の省スペース化を図ることができる。

10

【0086】

また、フレキシブル回路基板 100A においては、絶縁層を介してアナログ信号線を覆うように形成されたグラウンド層を有する。具体的には、第1の実施形態と同様に、フレキシブル回路基板 100A においては、第1の絶縁層（接着剤層 13 と絶縁基材 11）および第2の絶縁層（絶縁基材 21）を介してアナログ信号線（配線 22i）を覆うように形成されたグラウンド層 12b、23b（配線 12b、23b）を有する。すなわち、フレキシブル回路基板 100A は3層ストリップライン構造を有する。

【0087】

フレキシブル回路基板 100A のコネクタ領域 110 には、アナログ信号線またはデジタル信号線と接続された層間接続路が設けられている。第1の実施形態と同様に、この層間接続路は、図8に示すコネクタ領域 110 のホール H1 ~ H4 に設けられる。そして、ホール H2 に設けられた層間接続路と、アナログ信号線（配線 22i）とが接続される。また、ホール H4 に設けられた層間接続路と、デジタル信号線（配線 33i）とが接続される。

20

【0088】

なお、コネクタ領域 110 の層間接続路は、アナログ信号線またはデジタル信号線と接続されためっきスルーホールを有する。第1の実施形態と同様に、コネクタ領域 110 の層間接続路は、アナログ信号線（配線 22i）またはデジタル信号線（配線 33i）に接続されためっきスルーホール（ホール H2 またはホール H4）を有する。

30

【0089】

また、コネクタ領域 110 の層間接続路は、フィルドビアにより構成されてもよい。より詳細には、第1の実施形態と同様に、ホール H1、ホール H3 およびホール H5 に導電ペーストが充填され、フィルドビアが形成される。したがって、上記のように、コネクタ領域 110 の層間接続路は、めっきスルーホールと、導電層（受けランド 22a または 32a）を介して当該めっきスルーホールと接続されたフィルドビアを有する。なお、コネクタ領域には、上記の層間接続路を介してアナログ信号線およびデジタル信号線に電氣的に接続されたコネクタ部品（図示せず）が実装されていてもよい。

【0090】

以上が第2の実施形態に係るフレキシブル回路基板 100A の概念的な構成について説明した。第2の実施形態によれば、フレキシブル回路基板 100A の曲げ領域 130 は、配線層および絶縁基材のいずれもが設けられない中空構造を有する。このため、曲げ領域 130 の曲げる際の応力が緩和される。したがって、スマートフォン等の電子機器の筐体内へのフレキシブル回路基板 100A の曲げ組み込みを容易に行うことができる。

40

【0091】

なお、フレキシブル回路基板 100A には、アナログ信号線およびデジタル信号線の両方が収容されている。これにより、アナログ信号線用のケーブルとデジタル信号線用のケーブルを別個に電子機器の筐体内に配置する必要がなくなり、スマートフォン等の電子機器の筐体内の省スペース化を図ることができる。

【0092】

50

また、曲げ領域 130 では信号線領域 120 と比べて絶縁層の数が削減されることから、フレキシブル回路基板 100A の製造に要する配線層および絶縁基材の材料を低減することができる、製造コストを低減することができる。

【0093】

<フレキシブル回路基板 100A の製造方法>

次に、第 2 の実施形態に係るフレキシブル回路基板 100A の製造方法について、図 9A ~ 図 10 の工程断面図を参照して説明する。

【0094】

第 2 の実施形態においても、配線基材 101 (第 1 配線基材)、配線基材 102 (第 2 配線基材) および配線基材 103A (第 3 配線基材) を積層してフレキシブル回路基板 100A を製造する。なお、配線基材 101 および配線基材 102 の製造方法は第 1 実施形態と同様である。すなわち、第 2 の実施形態における配線基材 101 の製造方法は図 4 で示されており、配線基材 102 の製造方法は図 5A ~ 図 5C で示されているため説明は省略する。以下では、配線基材 103A の製造方法を説明する。

【0095】

図 9A (1) に示すように、両面金属箔張積層板 30 を用意する。この両面金属箔張積層板 30 は、絶縁基材 31 と、この絶縁基材 31 の上面に設けられた金属箔 32 と、この絶縁基材 31 の下面に設けられた金属箔 33 とを有する。絶縁基材 31 は、液晶ポリマー (LCP) のほか、例えば、ポリイミド (PI)、変性ポリイミド (MPI)、ポリエチレンナフタレート (PEN)、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、フッ素樹脂 (PFA、PTFE 等) などよく、特に限定されない。

【0096】

絶縁基材 31 の厚さは、例えば、50 μm である。金属箔 32 および金属箔 33 は、銅のほか、例えば、銀、アルミニウムである。金属箔 32 および金属箔 33 の厚さは、例えば、それぞれ 12 μm である。金属箔 32 は、絶縁基材 31 の上面に形成されたシード層 (図示せず) を介して絶縁基材 31 上に形成される。同様に、金属箔 33 は、絶縁基材 31 の下面に形成されたシード層 (図示せず) を介して絶縁基材 31 下に形成される。

【0097】

絶縁基材 31 の厚さを、比較的薄い 50 μm とすることで、より詳細には、 $Z_0 = \sqrt{L/C}$ (L/C) で表される特性インピーダンスに整合した信号線 (配線 33i) の線幅を狭くすることができる。ここで、L は単位長さ当たりのインダクタンスであり、C は線間キャパシタンスである。これにより、信号線の線幅が狭くなることにより、フレキシブル回路基板 100A の幅を狭くすることができ、フレキシブル回路基板 100A をスマートフォン等の電子機器の筐体内に組み込む際に省スペース化を図ることができる。

【0098】

次に、図 9A (2) に示すように、金属箔 32 をパターニングして、コンフォーマルマスクとして機能する受けランド 32a を含む第 4 導電パターンを形成する。そして、図 9A (3) に示すように、金属箔 33 をパターニングして、受けランド 33a および配線 33i を含む第 5 導電パターンを形成する。受けランド 33a の径は、例えば、 $\phi 350 \mu\text{m}$ である。なお、配線 33i は、フレキシブル回路基板 100 においてデジタル信号線として機能する。すなわち、第 5 導電パターンはデジタル信号線を含む。

【0099】

次に、図 9A (4) に示すように、コンフォーマルマスクである受けランド 32a にレーザー光を照射することにより、絶縁基材 31 を除去して、底面に受けランド 33a が露出したホール H4 を形成する。ホール H4 の径は、例えば、 $\phi 150 \sim 200 \mu\text{m}$ である。なお、ホール H4 の形成は第 1 の実施形態のホール H1 の形成と同様である。

【0100】

絶縁基材 31 を、赤外線レーザーで貫通した後、デスミア処理を行う。デスミア処理では、受けランド 33a と絶縁基材 31 との境界における樹脂残渣 (残膜) を除去する。また、受けランド 33a の裏面処理膜 (Ni または Cr など) を除去する。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 1 】

次に、図 9 A (5) に示すように、ホール H 4 の側壁および底面に、第 2 金属めっき 6 2 を堆積させる。第 2 金属めっき 6 2 は、例えば、銅めっきである。また、第 2 金属めっき 6 2 は、部分めっきまたはパネルめっきにより堆積される。第 2 金属めっき 6 2 のめっき厚は、例えば、16 μm である。

【 0 1 0 2 】

次に、図 9 B (1) に示すように、金属箔 3 2 をパターニングして形成された第 4 導電パターン (受けランド 3 2 a、配線 3 2 b) と、ホール H 4 に堆積された第 2 金属めっき 6 2 を埋設するように、金属箔 3 2 の上に接着剤層 3 4 を形成する。なお、接着剤層 3 4 の厚さは、例えば、10 μm である。次に、図 8 B (2) に示すように、接着剤層 3 4 の上にカバー材層 7 2 を形成する。なお、カバー材層 7 2 は、例えば、絶縁樹脂フィルムである。絶縁樹脂フィルムとして、例えば、液晶ポリマー (LCP) またはポリイミドが用いられる。カバー材層 7 2 の厚さは、例えば、12 μm である。次に、図 8 B (3) に示すように、カバー材層 7 2 の上に保護膜層 3 5 を形成する。なお、保護膜層 3 5 の厚さは、例えば、10 μm である。

【 0 1 0 3 】

次に、図 9 C (1) に示すように、保護膜層 3 5 にレーザ光を照射することにより、保護膜層 3 5、カバー材層 7 2 および接着剤層 3 4 を除去して、底面に受けランド 3 2 a が露出した有底のホール H 5 を穿孔する。ホール H 5 の径は、例えば、 $\phi 150 \sim 200 \mu\text{m}$ である。以下、ホール H 5 の形成は第 1 の実施形態におけるホール H 1 の形成と同様である。すなわち、炭酸ガスレーザである赤外線レーザを用いて、レーザパルスを保護膜層 3 5 の所定の位置に照射して穿孔する。赤外線レーザのビーム径は、ホール H 5 の径と同様の 150 μm に設定する。また、赤外線レーザのパルス幅は 10 μs に設定し、赤外線レーザの 1 パルス当たりのエネルギーを 5 mJ に設定する。

【 0 1 0 4 】

次に、図 9 C (2) に示すように、スクリーン印刷等の印刷手法により、ホール H 5 の内部に導電ペースト 5 3 を充填する。導電ペースト 5 3 は、ペースト状の熱硬化性樹脂である樹脂バインダーに金属粒子を分散させたものである。

【 0 1 0 5 】

次に、図 9 C (3) に示すように、カバー材層 7 2 から保護膜層 3 5 を剥離する。これにより、ホール H 5 に充填された導電ペースト 5 3 の一部が突出し、突出部 5 3 a が形成される。なお、この突出部 5 3 a の高さは、保護膜層 3 5 の厚さと同程度である。

以上の工程により、配線基材 1 0 3 A が得られる。

【 0 1 0 6 】

上述の工程において、各配線基材における金属箔の粗化処理を行ってもよい。粗化処理により、金属箔と絶縁基材との接着する強度を向上させることができる。

以下では、図 1 0 を参照して、上述の工程で得られた配線基材 1 0 1、配線基材 1 0 2 および配線基材 1 0 3 A を積層する工程を説明する。

【 0 1 0 7 】

まず、配線基材 1 0 1 を配線基材 1 0 2 の上に積層する。具体的には、導電ペースト 5 1 の突出部 5 1 a が、受けランド 2 2 a に接触するように積層する。

【 0 1 0 8 】

次に、上記の工程で得られた配線基材 1 0 1 と配線基材 1 0 2 とからなる積層体を、配線基材 1 0 3 A の上に積層する。具体的には、導電ペースト 5 2 の突出部 5 2 a が導電ペースト 5 3 の突出部 5 3 a に接触するように積層する。このようにして、配線基材 1 0 1、配線基材 1 0 2 および配線基材 1 0 3 A が電氣的に層間接続なされる。なお、配線基材 1 0 1、1 0 2、1 0 3 A の積層順序は上記に限られない。

【 0 1 0 9 】

配線基材 1 0 1、配線基材 1 0 2 および配線基材 1 0 3 A からなる積層体を形成する上記の積層工程においては、第 1 の実施形態と同様に、真空プレス装置または真空ラミネー

10

20

30

40

50

タ装置を用いる。この真空プレス装置または真空ラミネータ装置により、積層体を加熱および加圧する。例えば、積層体を約 200 で加熱し、数 MPa（例えば、2.0 MPa）の圧力で加圧する。積層体を加熱する温度は、例えば、絶縁基材 11、21 および 31 の液晶ポリマー（LCP）の軟化する温度よりも約 50 以上低い温度である。

【0110】

積層体の積層工程において、真空プレス装置を用いる場合は上述の条件で約 30 ~ 60 分間、積層体を加熱および加圧する。このため、真空プレス装置による積層体の加熱および加圧において、接着剤層 13、24、25 および 34 の熱硬化が完了し、導電ペースト 51 および 52 の熱硬化についても完了する。

【0111】

他方、積層工程において、真空ラミネータ装置を用いる場合は、上述の条件で約数分間、積層体を加熱および加圧する。このため、真空ラミネータ装置によるフレキシブル回路基板 100A の加熱および加圧の後に、オープン装置に積層体を移動し、ポストキュア処理を行う。ポストキュア処理では、例えば、約 200 にて約 60 分間加熱する。このポストキュア処理により、接着剤層 13、24、25 および 34 の熱硬化が完了し、導電ペースト 51 および 52 の熱硬化についても完了する。

【0112】

次に、必要に応じて、外側に露出した第 1 および第 5 導電パターンの表面処理、ソルダレジストを行い、外形加工を行う。

以上の工程により、図 8 に示す断面構造を有するフレキシブル回路基板 100A が得られる。

【0113】

以上のように、第 2 の実施形態によるフレキシブル回路基板 100A の製造方法によれば、曲げ領域 130 は、内部に配線層および絶縁層のいずれもが設けられない中空構造を有するフレキシブル回路基板 100A が得られる。このため、曲げ領域 130 は、信号線領域 120 に比べて曲げる際の応力が緩和され、スマートフォン等の電子機器の筐体内へのフレキシブル回路基板 100A の曲げ組み込みを容易に行うことができる。

【0114】

さらに、第 1 の実施形態と同様に、フレキシブル回路基板 100A においては、アナログ信号線は配線 22i として形成され、デジタル信号線は配線 33i として形成される。図 8 に示すように、フレキシブル回路基板 100A には、アナログ信号線およびデジタル信号線が組み込まれている。したがって、スマートフォン等の筐体内にフレキシブル回路基板 100A を組み込むことで、無線通信アンテナが受信したアナログ信号を伝送するアナログ信号線と、USB 等のデジタル端子が受信したデジタル信号を伝送するデジタル信号線とを一度にまとめて配置することができる。その結果、スマートフォン等の電子機器の筐体内の省スペース化を図ることができる。

【0115】

また、フレキシブル回路基板 100A の曲げ領域 130 では、信号線領域 120 と比べて配線層および絶縁層の数が削減されているため、フレキシブル回路基板 100A に要する配線層および絶縁基材の材料を低減することができ、製造コストを低減することができる。

【0116】

また、フレキシブル回路基板 100A は、配線基材 101、配線基材 102 および配線基材 103A を積層することで製造される。すなわち、フレキシブル回路基板 100A は、3つの配線基材を積層することで製造されるため、配線基材同士の位置ずれの発生が比較的抑制される。このため、フレキシブル回路基板 100A の製造工程における歩留まりを抑制することができる。加えて、上記の位置ずれに係るマージンを比較的小さくすることができ、フレキシブル回路基板 100A の配線層における配線構造を高密度化することができる。

【0117】

10

20

30

40

50

(第3の実施形態)

次に、図11Aを参照して、第3の実施形態に係るフレキシブル回路基板100Bについて説明する。第2の実施形態に係るフレキシブル回路基板100Aと同様に、フレキシブル回路基板100Bは曲げ領域130に中空構造を有する。加えて、フレキシブル回路基板100Bは、その曲げ領域130の一侧(図11Aでは下面側)に切り込みが設けられている。以下、第2の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0118】

図11Aは、フレキシブル回路基板100Bの曲げ領域130を示す模式斜視図である。この図11Aは、図2の領域Cに関する模式的な斜視図であり、コネクタ領域110の一部と、信号線領域120の一部と、曲げ領域130とを示している。

10

【0119】

より詳細には、フレキシブル回路基板100Bの曲げ領域130は、配線層および絶縁層のいずれもが設けられない空間HSを有している。すなわち、曲げ領域130は中空構造を有する。言い換えると、曲げ領域130における上面130aと、曲げ領域130における下面130bとの間に中空領域である空間HSが設けられている。

【0120】

図11Aが示すように、曲げ領域130の下面130bには、切り込みであるスリットST1およびスリットST2が設けられている。具体的には、スリットST1およびスリットST2は、フレキシブル回路基板100Bの厚さ方向について空間HSの一侧の領域に設けられている。なお、スリットST1およびスリットST2は、曲げ領域130の両側に設けてもよい。すなわち、スリットST1およびスリットST2は、曲げ領域130の両側である上面130aおよび下面130bに設けてもよい。スリットST1、ST2は信号線領域120の長手方向に直交する幅方向に沿って設けられている。なお、これに限らず、スリットST1、ST2は、曲げ領域130の幅方向と交差する方向に沿って設けられてもよい。一般的に言えば、スリットST1およびスリットST2は、フレキシブル回路基板100Bの信号線領域120の長手方向に直交する幅方向の成分を有するように設けられている。

20

【0121】

フレキシブル回路基板100Bのその他の構造は、第2の実施形態に係るフレキシブル回路基板100Aと同様であるから説明を省略する。また、フレキシブル回路基板100Bの製造方法についても、第2の実施形態に係るフレキシブル回路基板100Aと同様であるから説明を省略する。配線22i、33iは、スリットST1、ST2を避けるように進行して形成される。

30

【0122】

以上のように、フレキシブル回路基板100Bの曲げ領域130は、配線層および絶縁層のいずれもが設けられない空間HSを有しており、さらに、曲げ領域130の下面130bにスリットST1およびスリットST2を有している。このため、曲げ領域130は、信号線領域120に比べて曲げる際の応力がより緩和され、スマートフォン等の筐体内へのフレキシブル回路基板100Bの曲げ組み込みがより容易に行うことができる。

【0123】

40

なお、フレキシブル回路基板100Bにおいては、第2の実施形態と同様に、アナログ信号線およびデジタル信号線が組み込まれている。これにより、フレキシブル回路基板100Bを配置することで、アナログ信号線およびデジタル信号線とを一度にまとめて配置することができ、スマートフォン等の筐体内の省スペース化を図ることができる。

【0124】

また、フレキシブル回路基板100Bの曲げ領域130は、信号線領域120と比べて配線層および絶縁層の数が削減されているため、フレキシブル回路基板100Bに要する配線層および絶縁基材の材料を低減することができ、製造コストを低減することができる。

【0125】

また、フレキシブル回路基板100Bは、配線基材101(第1配線基材)、配線基材

50

１０２（第２配線基材）および配線基材１０３Ａ（第３配線基材）を積層することで製造される。すなわち、フレキシブル回路基板１００Ｂは、３つの配線基材を積層することで製造されるため、配線基材同士の位置ずれの発生が比較的抑制される。このため、フレキシブル回路基板１００Ｂの製造工程における歩留まりを抑制することができる。加えて、上記の位置ずれに係るマージンを比較的小さくすることができ、フレキシブル回路基板１００Ｂの配線層における配線構造を高密度化することができる。

【０１２６】

（第４の実施形態）

次に、図１１Ｂおよび図１１Ｃを参照して、第４の実施形態に係るフレキシブル回路基板１００Ｃについて説明する。第２の実施形態に係るフレキシブル回路基板１００Ａと同様に、フレキシブル回路基板１００Ｃは曲げ領域１３０に中空構造を有する。加えて、フレキシブル回路基板１００Ｃは、その曲げ領域１３０の一侧（図１１Ｂ，図１１Ｃの下面側）が、ミアンダ状またはクランク状に設けられている。以下、第２の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【０１２７】

図１１Ｂおよび図１１Ｃは、フレキシブル回路基板１００Ｃの曲げ領域１３０を示す模式斜視図である。この図１１Ｂおよび図１１Ｃは、図２の領域Ｃに関する模式的な斜視図であり、コネクタ領域１１０の一部と、信号線領域１２０の一部と、曲げ領域１３０とを示している。

【０１２８】

より詳細には、フレキシブル回路基板１００Ｃの曲げ領域１３０は、配線層および絶縁層のいずれもが設けられない空間ＨＳを有しており、すなわち、曲げ領域１３０は中空構造を有する。言い換えると、曲げ領域１３０における上面１３０ａと、曲げ領域１３０における下面１３０ｂとの間に空間ＨＳを有する。

【０１２９】

まず、図１１Ｂが示すように、曲げ領域１３０の下面１３０ｂは、蛇行するようなミアンダ形状を有する。具体的には、曲げ領域１３０の下面１３０ｂは、フレキシブル回路基板１００Ｃを平面視してミアンダ状に設けられている。言い換えると、このミアンダ状の下面１３０ｂは、フレキシブル回路基板１００Ｃの厚さ方向について空間ＨＳの一侧の領域に設けられている。なお、曲げ領域１３０の両側である上面１３０ａおよび下面１３０ｂがミアンダ状に設けてもよい。

【０１３０】

一方で、図１１Ｃが示すように、曲げ領域１３０の下面１３０ｂは、クランク形状を有してもよい。具体的には、曲げ領域１３０の下面１３０ｂは、フレキシブル回路基板１００Ｃを平面視してクランク状に設けられている。言い換えると、このクランク状の下面１３０ｂは、フレキシブル回路基板１００Ｃの厚さ方向について空間ＨＳの一侧の領域に設けられている。なお、曲げ領域１３０の両側である上面１３０ａおよび下面１３０ｂがクランク状に設けてもよい。

【０１３１】

フレキシブル回路基板１００Ｃのその他の構造は、第２の実施形態に係るフレキシブル回路基板１００Ａと同様であるから説明を省略する。また、フレキシブル回路基板１００Ｃの製造方法についても、第２の実施形態に係るフレキシブル回路基板１００Ａと同様であるから説明を省略する。配線２２ｉ，３３ｉは、ミアンダ形状またはクランク形状に沿って形成される。

【０１３２】

以上のように、フレキシブル回路基板１００Ｃの曲げ領域１３０は、配線層および絶縁層のいずれもが設けられない空間ＨＳを有しており、さらに、曲げ領域１３０の下面１３０ｂは、ミアンダ状またはクランク状に設けられている。このため、曲げ領域１３０は、信号線領域１２０に比べて曲げる際の応力がより緩和され、スマートフォン等の筐体内へのフレキシブル回路基板１００Ｃの曲げ組み込みがより容易に行うことができる。

【 0 1 3 3 】

なお、フレキシブル回路基板 1 0 0 C においては、第 2 の実施形態と同様に、アナログ信号線およびデジタル信号線が組み込まれている。これにより、フレキシブル回路基板 1 0 0 C を配置することで、アナログ信号線およびデジタル信号線とを一度にまとめて配置することができ、スマートフォン等の筐体内の省スペース化を図ることができる。

【 0 1 3 4 】

また、フレキシブル回路基板 1 0 0 C の曲げ領域 1 3 0 は、信号線領域 1 2 0 と比べて配線層および絶縁層の数が削減されているため、フレキシブル回路基板 1 0 0 C に要する配線層および絶縁基材の材料を低減することができ、製造コストを低減することができる。

【 0 1 3 5 】

また、フレキシブル回路基板 1 0 0 C は、配線基材 1 0 1 (第 1 配線基材)、配線基材 1 0 2 (第 2 配線基材) および配線基材 1 0 3 A (第 3 配線基材) を積層することで製造される。すなわち、フレキシブル回路基板 1 0 0 C は、3 つの配線基材を積層することで製造されるため、配線基材同士の位置ずれの発生が比較的抑制される。このため、フレキシブル回路基板 1 0 0 C の製造工程における歩留まりを抑制することができる。加えて、上記の位置ずれに係るマージンを比較的小さくすることができ、フレキシブル回路基板 1 0 0 C の配線層における配線構造を高密度化することができる。

【 0 1 3 6 】

(変形例)

次に、図 1 2 を参照して、変形例に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 D の構造について説明する。第 1 の実施形態に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 は、曲げ領域 1 3 0 に減層構造を有していたが、変形例に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 D は、コネクタ領域 1 1 0 A も減層構造を有する。以下、第 1 の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【 0 1 3 7 】

図 1 2 は、変形例に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 D の模式平面図である。図 1 2 に示すように、変形例に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 D は、コネクタ領域 1 1 0 および 1 1 0 A と、信号線領域 1 2 0 と、曲げ領域 1 3 0 とを備える。なお、図 1 2 においては、コネクタ領域 1 1 0 A にコネクタ部品 1 1 1 が実装されている状態が示されている。

【 0 1 3 8 】

変形例に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 D においても、曲げ領域 1 3 0 は減層構造を有する。すなわち、フレキシブル回路基板 1 0 0 D の曲げ領域 1 3 0 は、信号線領域 1 2 0 と比べて配線層および / または絶縁層の数が少ない減層構造を有する。

【 0 1 3 9 】

そして変形例においては、コネクタ領域 1 1 0 A も減層構造を有する。すなわち、コネクタ領域 1 1 0 A は、信号線領域 1 2 0 と比べて配線層および / または絶縁層の数が少ない減層構造を有する。なお、コネクタ領域 1 1 0 A の断面構造は、曲げ領域 1 3 0 と同様であってもよい。すなわち、コネクタ領域 1 1 0 A の断面構造は、図 3 に示す曲げ領域 1 3 0 の断面構造と同様であってもよい。また、図 1 2 に示すフレキシブル回路基板 1 0 0 D においては、一方のコネクタ領域が減層構造を有するコネクタ領域 1 1 0 A であるように図示されている。変形例に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 D は、両方のコネクタ領域が減層構造を有するコネクタ領域 1 1 0 A であってもよい。

【 0 1 4 0 】

フレキシブル回路基板 1 0 0 D のその他の構造は、第 1 の実施形態に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 と同様である。また、フレキシブル回路基板 1 0 0 D の製造方法についても、第 1 の実施形態に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 と同様である。すなわち、フレキシブル回路基板 1 0 0 D の製造方法において、曲げ領域 1 3 0 の減層構造の形成に係る工程を、コネクタ領域 1 1 0 A の減層構造の形成に係る工程に適用させればよい。

【 0 1 4 1 】

以上のように、変形例に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 D によれば、曲げ領域 1 3 0 に加えてコネクタ領域 1 1 0 A が、信号線領域 1 2 0 と比べて配線層および / または絶縁

10

20

30

40

50

層の数が少ない減層構造を有する。このため、フレキシブル回路基板 1 0 0 D に要する配線層および絶縁基材の材料をより削減することができ、製造コストをより削減することができる。

【 0 1 4 2 】

なお、コネクタ領域 1 1 0 A および曲げ領域 1 3 0 は、信号線領域 1 2 0 に比べて曲げる際の応力が緩和される。このため、第 1 の実施形態に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 と同様に、スマートフォン等の筐体内へのフレキシブル回路基板 1 0 0 D の曲げ組み込みを容易に行うことができる。

【 0 1 4 3 】

また、フレキシブル回路基板 1 0 0 D には、アナログ信号線およびデジタル信号線が組み込まれている。これにより、フレキシブル回路基板 1 0 0 D を配置することで、アナログ信号線およびデジタル信号線を一度にまとめて配置することができ、スマートフォン等の筐体内の省スペース化を図ることができる。

10

【 0 1 4 4 】

また、フレキシブル回路基板 1 0 0 D は、配線基材 1 0 1 (第 1 配線基材) 、配線基材 1 0 2 (第 2 配線基材) および配線基材 1 0 3 (第 3 配線基材) を積層することで製造される。すなわち、フレキシブル回路基板 1 0 0 D は、3 つの配線基材を積層することで製造されるため、配線基材同士の位置ずれの発生が比較的抑制される。このため、フレキシブル回路基板 1 0 0 D の製造工程における歩留まりを抑制することができる。加えて、上記の位置ずれに係るマージンを比較的小さくすることができ、フレキシブル回路基板 1 0 0 D の配線層における配線構造を高密度化することができる。

20

【 0 1 4 5 】

< フレキシブル回路基板を組み込んだ電子機器 >

(第 5 の実施形態)

次に、図 1 3 A を参照して、上述の第 1 ~ 第 4 の実施形態または変形例に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 が組み込まれた電子機器の実施形態について説明する。本実施形態に係る電子機器においては、電子機器の筐体内の側面に、フレキシブル回路基板 1 0 0 を曲げて組み込んでいる。

【 0 1 4 6 】

図 1 3 A の右側および中央の図は、フレキシブル回路基板 1 0 0 を曲げる前後の状態を模式的に示す図である。この図 1 3 A の右側および中央の図に示すように、電子機器の筐体内にフレキシブル回路基板 1 0 0 を組み込む際、所望の形状にフレキシブル回路基板 1 0 0 の曲げ領域 1 3 0 を曲げて組み込む。電子機器の筐体内の側面にフレキシブル回路基板 1 0 0 を組み込んでいる。このため、図 1 3 A の右側の図のように、信号線領域 1 2 0 の上にコネクタ領域 1 1 0 a および曲げ領域 1 3 0 が直立するような状態から、図 1 3 A の中央の図のように、曲げ領域 1 3 0 を前方に曲げてコネクタ領域 1 1 0 b が前方に倒れるような状態とする。

30

【 0 1 4 7 】

図 1 3 A の左側の図は、フレキシブル回路基板 1 0 0 が組み込まれた電子機器 U E を模式的に示す図である。電子機器 U E には、筐体 5 0 0 内にフレキシブル回路基板 1 0 0 およびその他の電子部品が組み込まれている。具体的には、この電子機器 U E は、筐体 5 0 0 と、筐体 5 0 0 内に上述の実施形態または変形例に係るフレキシブル回路基板 1 0 0 とが配置されている。さらに、筐体 5 0 0 の内部には、第 1 モジュール 2 0 0 および第 2 モジュール 3 0 0 が配置され、第 1 モジュール 2 0 0 と第 2 モジュール 3 0 0 との間にバッテリー 4 0 0 が配置されている。

40

【 0 1 4 8 】

本実施形態に係る電子機器 U E においては、第 1 モジュール 2 0 0 は、アナログ信号を受信する無線通信アンテナ、およびデジタル信号を受信するデジタル端子を有する。第 2 モジュール 3 0 0 は、第 1 モジュール 2 0 0 にて受信したアナログ信号およびデジタル信号の信号処理を行う。なお、図 1 3 A に示すように、電子機器 U E の全体制御を行うプロ

50

セッサ 210 を、第 1 モジュール 200 の上に配置してもよい。

【0149】

第 1 モジュール 200 にはコネクタ部品 220 が設けられている。このコネクタ部品 220 を介して、第 1 モジュール 200 とコネクタ領域 110a が電氣的に接続される。一方で、第 2 モジュール 300 にもコネクタ部品 310 が設けられている。このコネクタ部品 310 を介して、第 2 モジュール 300 とコネクタ領域 110b が電氣的に接続される。これにより、フレキシブル回路基板 100 を介して第 1 モジュール 200 と第 2 モジュール 300 とが電氣的に接続される。言い換えると、フレキシブル回路基板 100 は、第 1 モジュール 200 と第 2 モジュール 300 とを電氣的に接続する。

【0150】

上述のようにして本実施形態では、電子機器 UE の筐体 500 内の側面に沿ってフレキシブル回路基板 100 が組み込まれる。すなわち、コネクタ部品 220 およびコネクタ部品 310 が第 1 モジュール 200 および第 2 モジュール 300 にそれぞれ嵌合するように曲げ領域 130 を曲げ、信号線領域 120 が筐体 500 内の側面を沿うようにフレキシブル回路基板 100 を筐体 500 内に組み込む。

【0151】

以上のように、本実施形態によれば、第 1 モジュール 200 と第 2 モジュール 300 とをフレキシブル回路基板 100 で電氣的に接続することができる。このため、電子機器 UE の筐体内の省スペース化を図ることができ、バッテリー 400 の大型化などが可能となる。また、バッテリー 400 を跨ぐことなくフレキシブル回路基板 100 を配置できるので、バッテリー上面に無線給電等に使われるコイルを配置することができる。

【0152】

(第 6 の実施形態)

次に、図 13B を参照して、上述の第 1 ~ 第 4 の実施形態または変形例に係るフレキシブル回路基板 100 が組み込まれた電子機器の別の実施形態について説明する。本実施形態においては、電子機器の筐体内の底面に、フレキシブル回路基板 100 を曲げ領域 130 が曲げられた状態で組み込む。以下、第 5 の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0153】

図 13B は、フレキシブル回路基板 100 が組み込まれた電子機器 UE を示す図である。図 13B (1) は、電子機器 UE の平面の模式断面図であり、図 13B (2) は、電子機器 UE の側面の模式断面図である。この図 13B (1), (2) が示すように、電子機器 UE には、筐体 500 内にフレキシブル回路基板 100 およびその他の電子部品が組み込まれている。具体的には、この電子機器 UE は、筐体 500 と、筐体 500 内に上述の実施形態または変形例に係るフレキシブル回路基板 100 とが配置されている。さらに、筐体 500 の内部には、第 1 モジュール 200 および第 2 モジュール 300 が配置され、第 1 モジュール 200 と第 2 モジュール 300 との間にバッテリー 400 が配置されている。

【0154】

図 13B (3) は、筐体 500 内に組み込まれたフレキシブル回路基板 100 の斜視画像を示している。この図 13B (3) が示すように、フレキシブル回路基板 100 は、P1 および P2 で曲げ領域 130B が曲げられており、P3 および P4 で曲げ領域 130A が曲げられている。言い換えると、曲げ領域 130A および曲げ領域 130B は、それぞれ 2 箇所曲げられている。すなわち、第 1 ~ 第 4 の実施形態または変形例に係るフレキシブル回路基板 100 においては、曲げ領域 130 を曲げる際の応力が低減されているため、本実施形態のように曲げ領域 130 の 2 箇所を曲げることが可能となる。

【0155】

なお、第 5 の実施形態と同様に、第 1 モジュール 200 と第 2 モジュール 300 とをフレキシブル回路基板 100 で電氣的に接続することができる。このため、電子機器 UE の筐体内の省スペース化を図ることができ、バッテリー 400 の大型化などが可能となる。また、バッテリー 400 の上面を跨ぐことなくフレキシブル回路基板 100 を配置できるので、バッテリー上面に無線給電等に使われるコイルを配置することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 6 】

上記の記載に基づいて、当業者であれば、本発明の追加の効果や種々の変形を想到できるかもしれないが、本発明の態様は、上述した個々の実施形態に限定されるものではない。異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。特許請求の範囲に規定された内容及びその均等物から導き出される本発明の概念的な思想と趣旨を逸脱しない範囲で種々の追加、変更及び部分的削除が可能である。

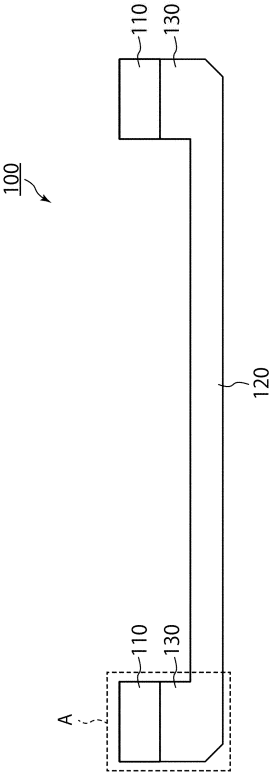
【符号の説明】

【 0 1 5 7 】

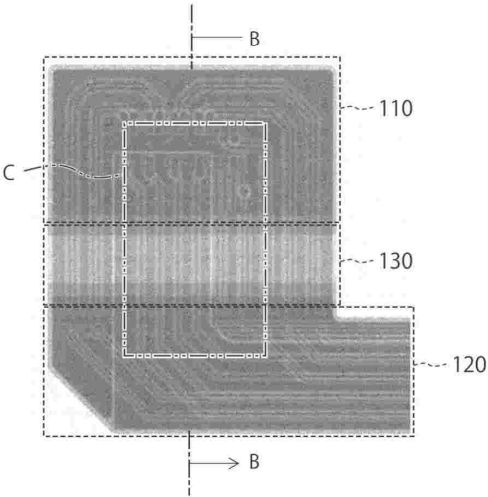
1 0	片面金属箔張積層板	
2 0、3 0	両面金属箔張積層板	10
1 1、2 1、3 1	絶縁基材	
1 2、2 2、2 3、3 2、3 3	金属箔	
1 3、2 4、2 5、3 4	接着剤層	
1 4、2 6、3 5	保護膜層	
1 2 a、2 2 a、2 3 a、3 2 a、3 3 a	受けランド	
1 2 b、2 3 b	グラント層（配線）	
2 2 i	配線（アナログ信号線）	
3 2 b	配線	
3 3 i	配線（デジタル信号線）	
5 1、5 2、5 3	導電ペースト	20
6 1、6 2	金属めっき	
7 1、7 2	カバー材層	
1 0 0	フレキシブル回路基板	
1 0 1、1 0 2、1 0 3	配線基材	
1 1 0、1 1 0 A	コネクタ領域	
1 2 0	信号線領域	
1 3 0、1 3 0 A、1 3 0 B	曲げ領域	
2 0 0	第1モジュール	
3 0 0	第2モジュール	
4 0 0	バッテリー	30
5 0 0	筐体	
A 1	開口部	
H 1、H 2、H 3、H 4、H 5	ホール	
H S	空間	
S T 1、S T 2	スリット	
W	窓開け部	
U E	電子機器	

【図面】

【図 1】



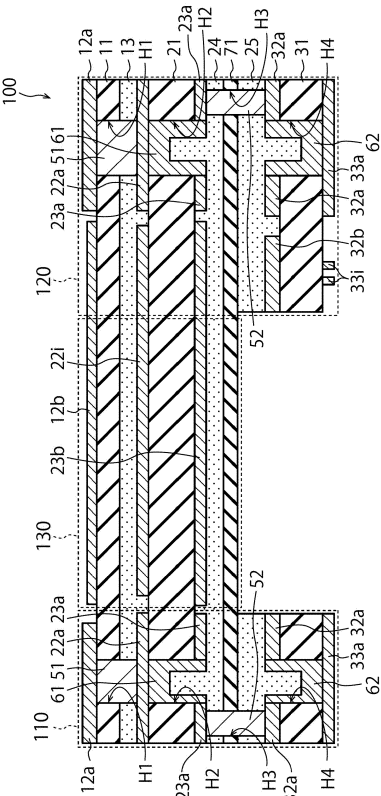
【図 2】



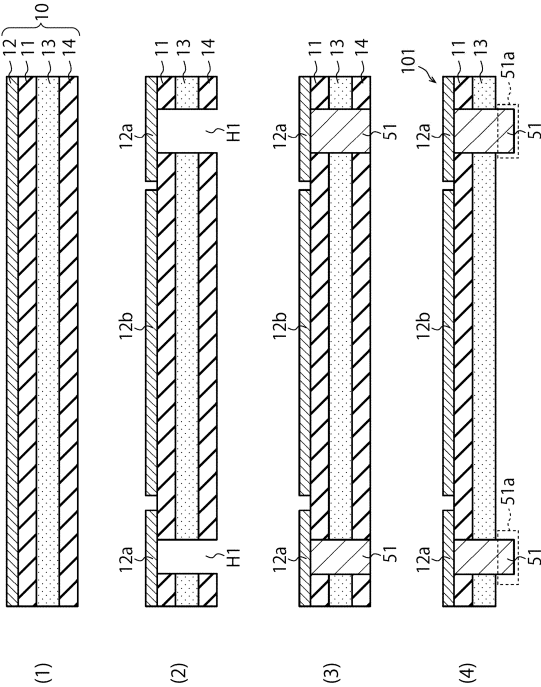
10

20

【図 3】



【図 4】

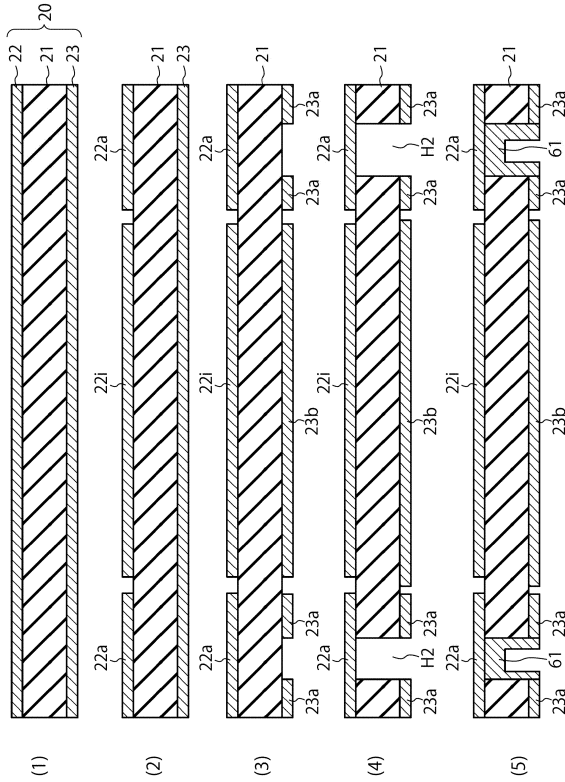


30

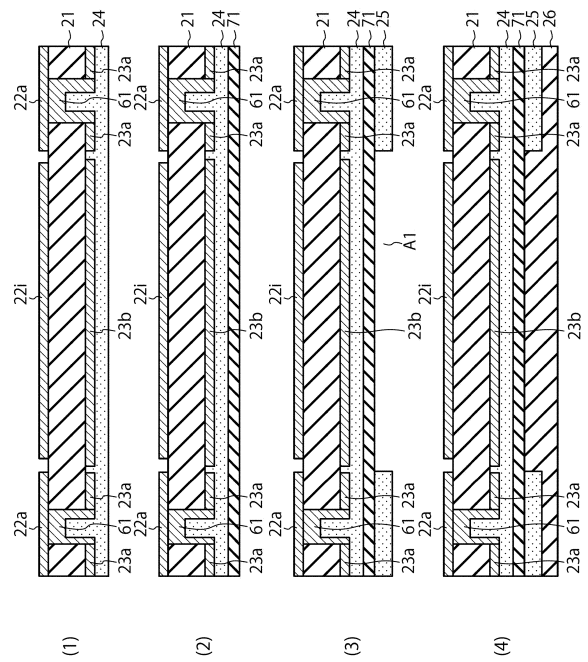
40

50

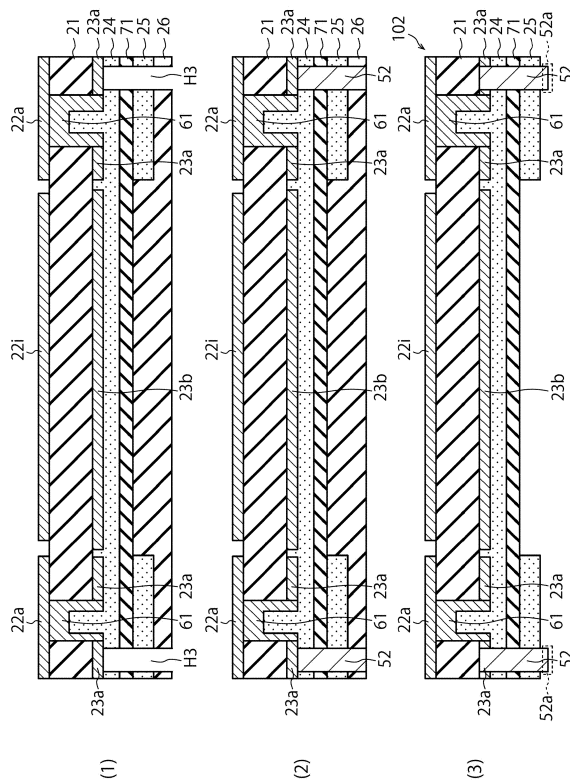
【 図 5 A 】



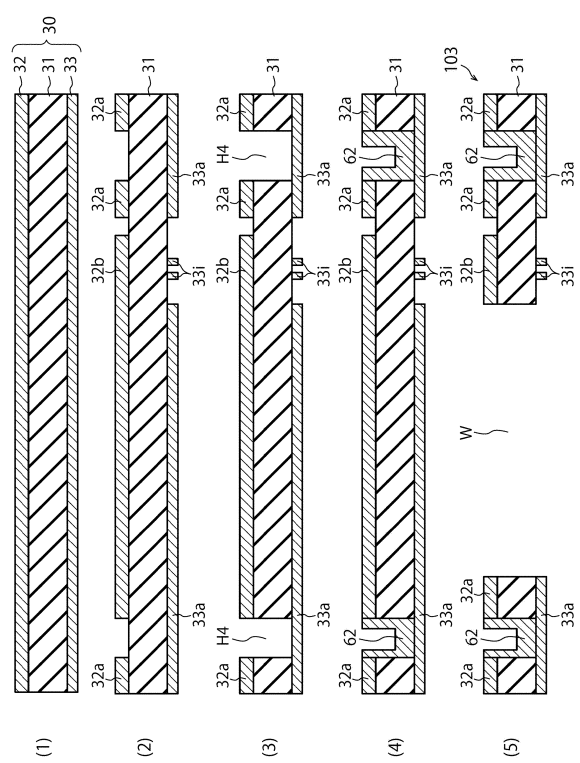
【 図 5 B 】



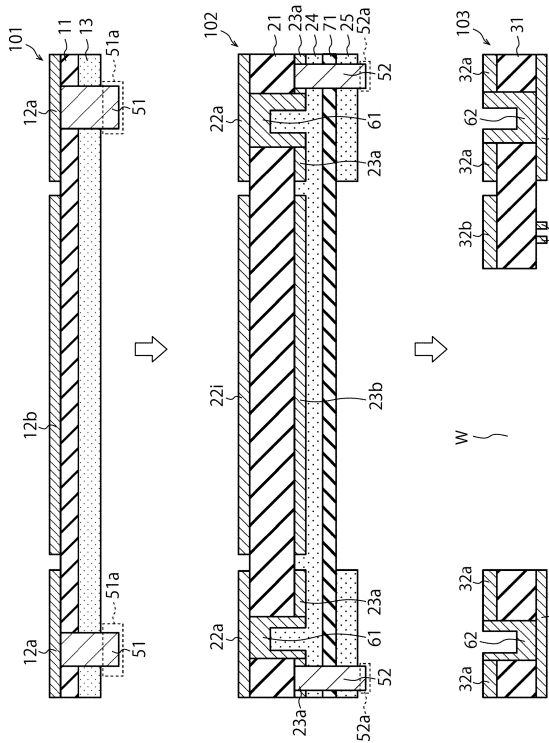
【 図 5 C 】



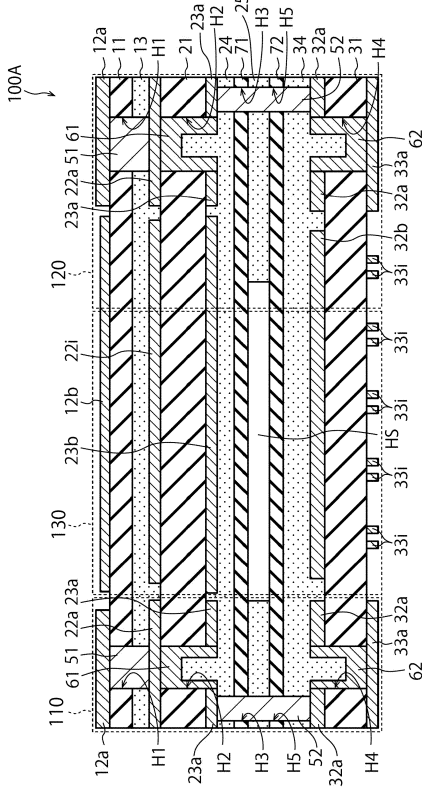
【 図 6 】



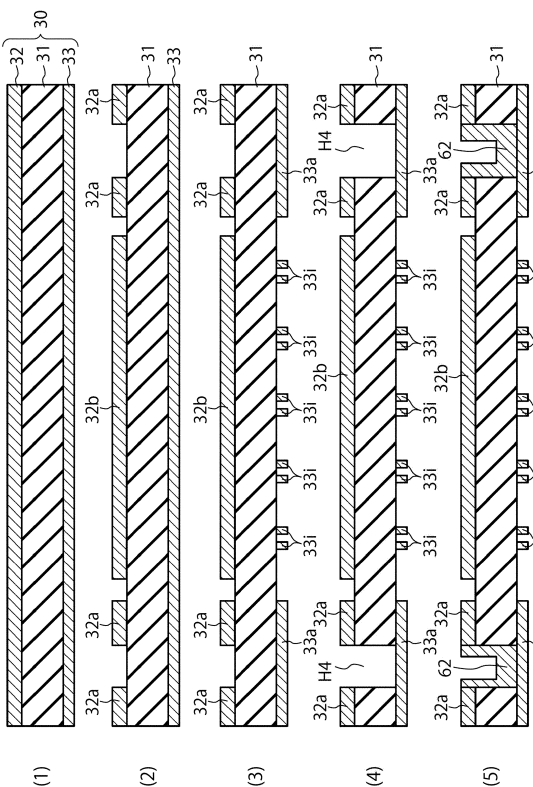
【図 7】



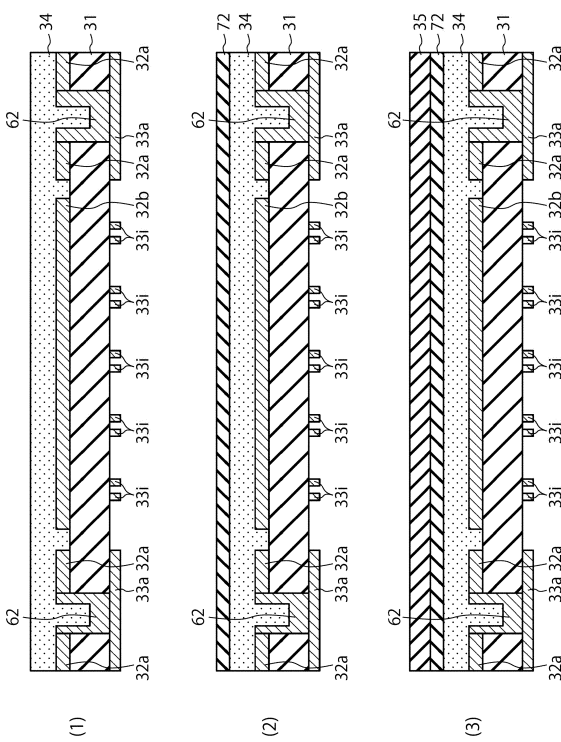
【図 8】



【図 9 A】



【図 9 B】



10

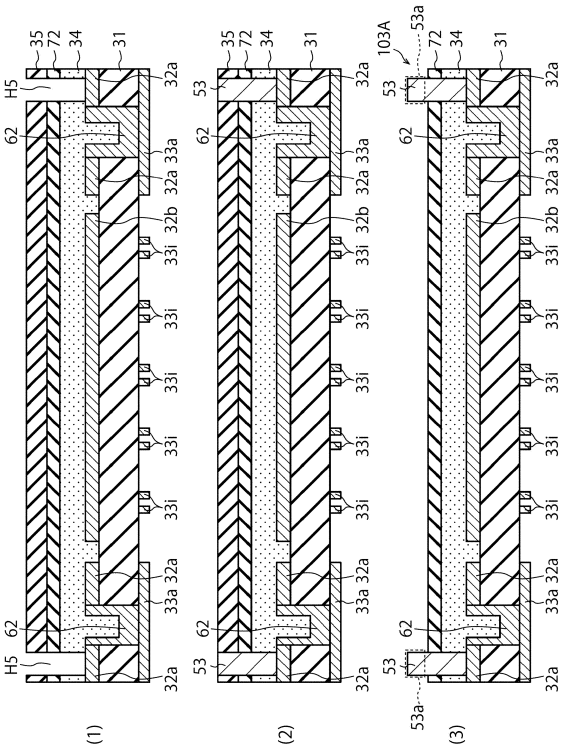
20

30

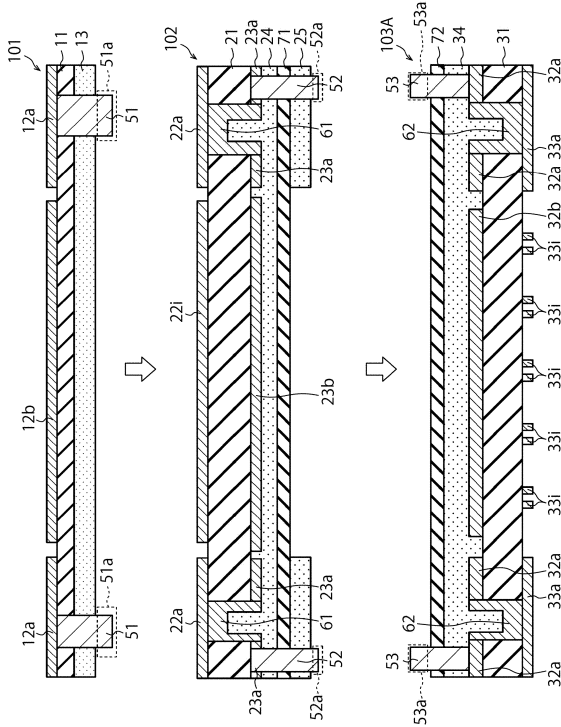
40

50

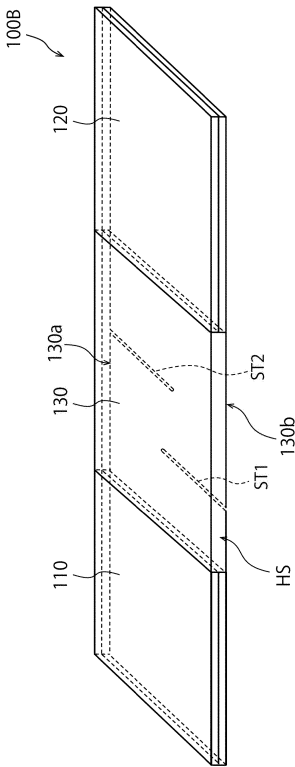
【図 9 C】



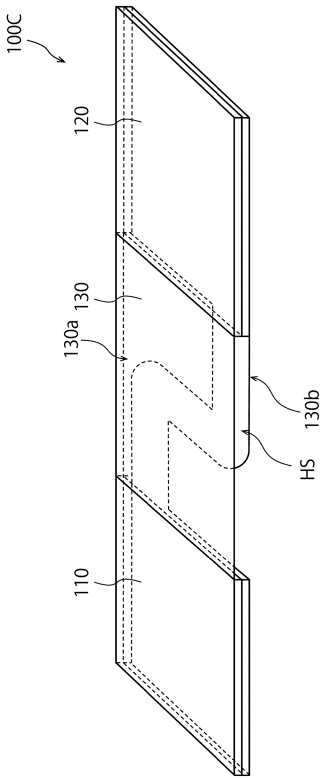
【図 1 0】



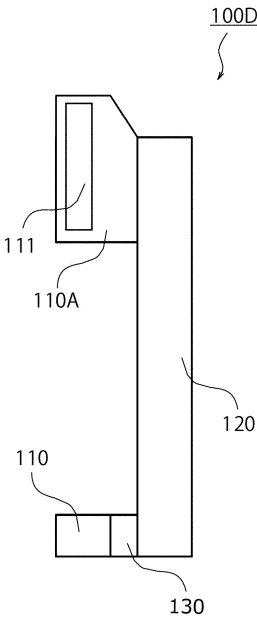
【図 1 1 A】



【図 1 1 C】



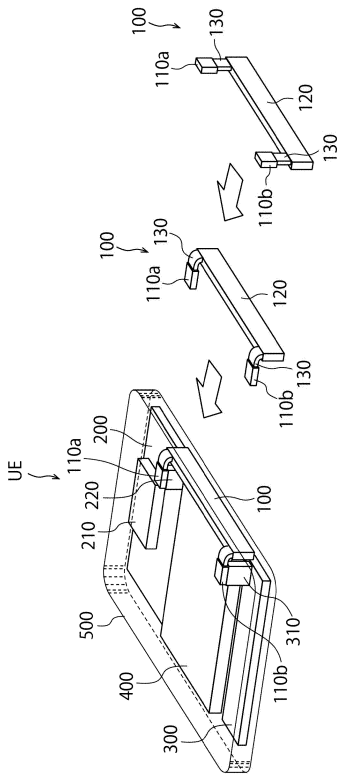
【図 1 2】



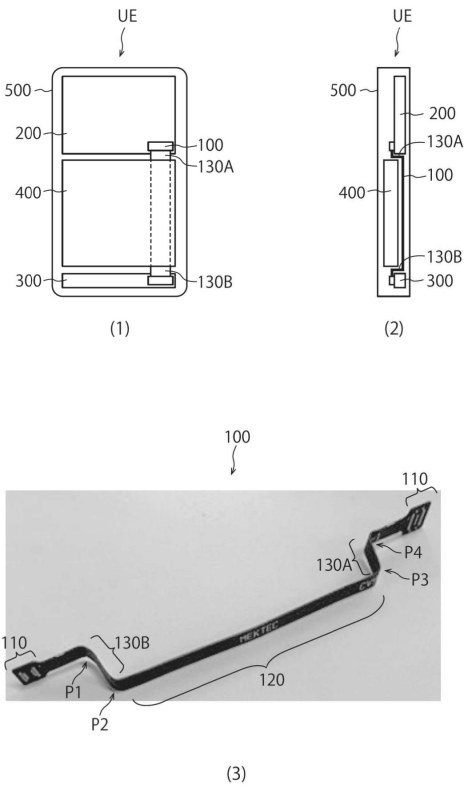
10

20

【図 1 3 A】



【図 1 3 B】



30

40

50

フロントページの続き

東京都港区芝大門一丁目 1 2 番 1 5 号 日本メクトロン株式会社内
(72)発明者 成澤 嘉彦
東京都港区芝大門一丁目 1 2 番 1 5 号 日本メクトロン株式会社内
(72)発明者 重岡 趙志
東京都港区芝大門一丁目 1 2 番 1 5 号 日本メクトロン株式会社内
審査官 井上 信
(56)参考文献 特開平 1 0 - 1 9 7 6 6 2 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 1 4 8 7 6 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 2 5 1 9 9 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 0 0 5 2 2 4 (U S , A 1)
特開 2 0 0 7 - 1 3 0 1 4 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 7 0 0 2 3 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 5 K 1 / 0 2
H 0 5 K 3 / 4 6