

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6421077号
(P6421077)

(45) 発行日 平成30年11月7日 (2018. 11. 7)

(24) 登録日 平成30年10月19日 (2018. 10. 19)

(51) Int. Cl.		F I	
H O 1 Q	1/22	(2006. 01)	H O 1 Q 1/22 Z
G O 6 F	3/041	(2006. 01)	G O 6 F 3/041 4 9 0
G O 6 F	3/044	(2006. 01)	G O 6 F 3/044 1 2 6
H O 1 Q	1/40	(2006. 01)	H O 1 Q 1/40

請求項の数 4 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2015-102219 (P2015-102219)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成27年5月19日 (2015. 5. 19)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2016-219999 (P2016-219999A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成28年12月22日 (2016. 12. 22)	(74) 代理人	100080159
審査請求日	平成29年8月4日 (2017. 8. 4)		弁理士 渡辺 望穂
		(74) 代理人	100090217
			弁理士 三和 晴子
		(74) 代理人	100152984
			弁理士 伊東 秀明
		(74) 代理人	100148080
			弁理士 三橋 史生
		(72) 発明者	吉田 昌史
			神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地
			富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナの製造方法およびタッチセンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可視光透明基板の上に配置される金属細線で構成された、複数の開口部を有するパターンを有するアンテナの製造方法であって、

無電解銅めっき処理により、前記金属細線の線幅が0. 5～5. 0 μmであり、開口率が70%以上の前記パターンを形成する工程を有し、

前記パターンを形成する工程には、アディティブ方法が用いられるアンテナの製造方法。

【請求項 2】

可視光透明基板と、

前記可視光透明基板に設けられる、導電性細線で複数の開口部が形成された検出電極を少なくとも備えるタッチセンサ部と、

前記可視光透明基板に設けられる、少なくとも1つのアンテナとを有し、

前記アンテナは、金属細線で構成された、複数の開口部を有するパターンを有し、

前記パターンは、前記金属細線の線幅が0. 5～5. 0 μmであり、開口率が70%以上であり、表面抵抗が9 Ω /sq. 以下であり、

前記タッチセンサ部と前記パターンとは開口率が異なり、

前記導電性細線と前記金属細線とは幅が異なることを特徴とするタッチセンサ。

【請求項 3】

前記アンテナを複数有し、前記タッチセンサ部と前記各アンテナは開口率が異なり、開

10

20

口率が異なる領域を3以上有する請求項2に記載のタッチセンサ。

【請求項4】

前記導電性細線および前記金属細線のうち、少なくとも前記金属細線は銅を含有する請求項2または3に記載のタッチセンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スマートフォン、タブレットまたはスマートウォッチ等と呼ばれる、タッチセンサを有する携帯端末機器に用いられるアンテナ、アンテナの製造方法およびタッチセンサに関し、特に、携帯端末機器の体積の占有が小さく、かつ視認性が低く感度が良好なアンテナ、アンテナの製造方法およびタッチセンサに関する。

10

【背景技術】

【0002】

現在、スマートフォン、タブレットまたはスマートウォッチ等と呼ばれる、タッチセンサを有する携帯端末機器の高機能、小型化、薄型化および軽量化が進んでいる。これら携帯端末機器は、複数の通信帯域を使用するため、通信帯域に応じた複数のアンテナが必要である。例えば、携帯端末機器には、電話用アンテナ、Wi-Fi (Wireless Fidelity) 用アンテナ、3G (Generation) 用アンテナ、4G (Generation) 用アンテナ、LTE (Long Term Evolution) 用アンテナ、Bluetooth (登録商標) 用アンテナ等の複数のアンテナが搭載されている。

20

【0003】

しかし、携帯端末機器の開発は、例えば、図4に示す携帯端末機器100のように、上述のアンテナ(図示せず)を収める筐体102の額縁部分102aを小さくする方向で進んでおり、設計の自由度が狭まっている。更には通信時に携帯端末機器100の額縁部分102aに手が接触することでアンテナの感度が著しく劣化するという問題が生じる。なお、図4において、符号104は表示画面を示す。

そのため、携帯端末機器の中央部分に設けられるアンテナが望まれており、サイズの小さなチップアンテナの開発が行われているが、アンテナ感度の特性劣化が生じたり、ロバスト性が低く、アンテナ感度の劣化を解決するに至っていない。上述のチップアンテナの代替としてシート状のアンテナが開発されている。

30

【0004】

特許文献1には、金微粒子を分散剤を用いてメッシュ状に配置し、樹脂に接着させた上で転写した通信用シートが記載されている。特許文献1の通信用シートは表面抵抗が $15 \sim 900 \Omega / \text{sq.}$ である。

【0005】

特許文献2のディスプレイ用透明アンテナは、絶縁性を有するシート状の透明基体と、この透明基体の表面に面状に形成されるアンテナパターンとを有し、アンテナパターンの導電部が網目構造の導電性薄膜からなり、各網目の輪郭が略等幅の極細帯で構成され、アンテナパターン形成部の光線透過率が70%以上である。アンテナパターンは、極細帯の帯幅が $15 \sim 30 \mu\text{m}$ である。アンテナパターンは、無電解めっき触媒を分散させた透明アンカー層を形成した後、無電解めっき、電気めっき処理を行い、フォトマスクを用いてパターンニングすることで形成される。これ以外にも銅箔にフォトマスクを用いてパターンニングすることでアンテナパターンが形成される。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2013-257755号公報

【特許文献2】国際公開第2006/106982号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0007】

特許文献1では、金微粒子の分散に用いる分散剤の存在により表面抵抗が $15 \sim 900 \Omega / sq.$ と、アンテナに用いるには表面抵抗が高いという問題点がある。

また、特許文献2のディスプレイ用透明アンテナでは、極細帯の帯幅が $15 \sim 30 \mu m$ であり、目視で視認可能な幅である。また、特許文献2では、極細帯の帯幅を細くし、電気メッキを行うと、発火するという問題点があり、帯幅を細くすることが難しい。

【0008】

本発明の目的は、前述の従来技術に基づく問題点を解消し、視認性が低く感度が良好であり、かつアンテナを設ける機器での体積の占有が小さいアンテナ、アンテナの製造方法およびタッチセンサを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述の目的を達成するために、本発明の第1の態様は、可視光透明基板と、可視光透明基板の上に配置される金属細線で構成された、複数の開口部を有するパターンとを有し、パターンは、金属細線の線幅が $0.5 \sim 5.0 \mu m$ であり、開口率が70%以上であり、表面抵抗が $9 \Omega / sq.$ 以下であることを特徴とするアンテナを提供するものである。

金属細線は銅を含有することが好ましい。

【0010】

本発明の第2の態様は、可視光透明基板の上に配置される金属細線で構成された、複数の開口部を有するパターンを有するアンテナの製造方法であって、無電解銅めっき処理により、金属細線の線幅が $0.5 \sim 5.0 \mu m$ であり、開口率が70%以上のパターンを形成する工程を有するアンテナの製造方法を提供するものである。

パターンを形成する工程には、アディティブ方法が用いられることが好ましい。

【0011】

本発明の第3の態様は、可視光透明基板と、可視光透明基板に設けられる、導電性細線で複数の開口部が形成された検出電極を少なくとも備えるタッチセンサ部と、基板に設けられる、少なくとも1つのアンテナとを有し、アンテナは、金属細線で構成された、複数の開口部を有するパターンを有し、パターンは、金属細線の線幅が $0.5 \sim 5.0 \mu m$ であり、開口率が70%以上であり、表面抵抗が $9 \Omega / sq.$ 以下であり、タッチセンサ部と第2のパターンとは開口率が異なることを特徴とするタッチセンサを提供するものである。

アンテナを複数有し、タッチセンサ部と各アンテナは開口率が異なり、開口率が異なる領域を3以上有することが好ましい。

導電性細線および金属細線のうち、少なくとも金属細線は銅を含有することが好ましい。

【発明の効果】

【0012】

本発明のアンテナおよびアンテナの製造方法によれば、視認性が低く感度が良好であり、かつアンテナを設ける機器での体積の占有が小さいアンテナを得ることができる。

本発明のタッチセンサによれば、視認性が低く感度が良好であり、かつ設ける機器での体積の占有が小さいアンテナを有するものとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】(a)は本発明の実施形態のタッチセンサパネルを有する携帯端末機器の構成を示す模式図であり、(b)は本発明の実施形態のタッチセンサパネルを示す模式的平面図である。

【図2】(a)は本発明の実施形態のタッチセンサパネルを示す模式的断面図であり、(b)は本発明の実施形態のタッチセンサパネルの他の例を示す模式的断面図であり、(c)は導電性細線により形成される導電パターンの一例を示す平面図である。

【図3】(a)は本発明の実施形態のアンテナを示す模式的平面図であり、(b)は本発

10

20

30

40

50

明の実施形態のアンテナを示す模式的断面図であり、(c)はアンテナを構成する金属細線の一例を示す模式的断面図であり、(d)は本発明の実施形態の不規則なパターンを有するアンテナの他の例を示す模式的平面図である。

【図4】従来の携帯端末機器を示す模式的斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に、添付の図面に示す好適実施形態に基づいて、本発明のアンテナ、アンテナの製造方法およびタッチセンサを詳細に説明する。

なお、以下において数値範囲を示す「～」とは両側に記載された数値を含む。例えば、 ε が数値 α ～数値 β とは、 ε の範囲は数値 α と数値 β を含む範囲であり、数学記号で示せば $\alpha \leq \varepsilon \leq \beta$ である。

可視光透明および単に透明とは、いずれも光透過率が、波長400～800nmの可視光波長域において、少なくとも60%以上のことであり、好ましくは75%以上であり、より好ましくは80%以上、更により好ましくは85%以上のことである。

光透過率は、例えば、JIS K 7375:2008に規定される「プラスチック--全光線透過率および全光線反射率の求め方」を用いて測定されるものである。

【0015】

図1(a)は本発明の実施形態のタッチセンサパネルを有する携帯端末機器の構成を示す模式図であり、(b)は本発明の実施形態のタッチセンサパネルを示す模式的平面図である。

本発明のタッチセンサパネルは、例えば、タッチセンサを搭載した携帯端末機器に利用されるものであるが、これを例にして説明する。本発明のタッチセンサパネルの用途としては、携帯端末機器に限定されるものではない。携帯端末機器とは、例えば、スマートフォン、タブレットまたはスマートウォッチ等と呼ばれるものである。

【0016】

図1(a)に示すように、本実施形態のタッチセンサパネル10は、液晶表示装置等の表示装置13とともに用いられ、表示装置13上に設けられる。このため、タッチセンサパネル10は、表示装置13で表示される画像を認識させるため表示装置13の表示画像に対応する領域が透明である。表示装置13は、動画等を含めて所定の画像を画面に表示することができれば、特に限定されるものではなく、上述の液晶表示装置以外に、例えば、有機EL(Organic Electro Luminescence)表示装置および電子ペーパー等を用いることができる。

タッチセンサパネル10および表示装置13で、タッチセンサを搭載し、通信可能な携帯端末機器17が構成される。タッチセンサパネル10には、反射防止層等の機能層を付与してもよい。

【0017】

図1(b)に示すタッチセンサパネル10は、タッチセンサ部12と、タッチセンサ部12を制御する制御基板14とを有する。図1(a)に示すようにタッチセンサ部12と制御基板14との間に表示装置13が配置されている。図1(b)に示すように、タッチセンサ部12の角部12cにアンテナ16が設けられている。

タッチセンサ部12、表示装置13および制御基板14は筐体11に収納されている。

筐体11にはタッチセンサ部12の表面12aに相当する領域に開口部11aが設けられている。筐体11の開口部11aは、表示装置13の表示領域を確保するために大きくされる傾向にあり、タッチセンサ部12の外縁の額縁部11bは幅が狭い。

図1(b)に示すようにタッチセンサ部12と制御基板14とは、例えば、フレキシブルプリント配線基板(FPC(Flexible printed circuits))15を介して電氣的に接続されている。タッチセンサ部12と制御基板14との電氣的な接続はフレキシブルプリント配線基板15に限定されず、コネクタ(図示せず)で電氣的に接続してもよい。アンテナ16は伝送線路部19およびフレキシブルプリント配線基板15を介して制御基板14と電氣的に接続されている。

【0018】

制御基板14は、表示装置13の制御、タッチセンサ部12の制御、アンテナ16を介したデータ通信の制御等を行う制御回路（図示せず）が実装されたものである。制御回路は、例えば、電子回路で構成される。制御基板14により、アンテナ16から送信信号が送信され、受信信号を受信することができ、外部機器との情報の授受が可能となる。

タッチセンサ部12の後に詳述するセンサ部18aを指等でタッチすると、タッチした位置が、静電容量式であれば静電容量の変化が生じるが、この静電容量の変化が制御基板14で検知されて、タッチした位置の座標が特定される。制御基板14には、一般的なタッチセンサの位置検出に利用される公知のもので構成される。なお、タッチセンサ部12が静電容量式であれば静電容量式の制御回路が利用される。また、タッチセンサ部12が抵抗膜式であれば抵抗膜式の制御回路が適宜利用される。

10

また、制御基板14において、表示装置13を制御する制御回路、およびデータ通信を制御する制御回路には、公知のものが適宜利用可能である。

【0019】

図1（b）に示す E_1 軸方向と E_2 軸方向とは直交している。タッチセンサパネル10のタッチセンサ部12では、 E_1 軸方向に伸びる第1の導電層30が E_2 軸方向に間隔を設けて複数配置されている。また、 E_2 軸方向に伸びる第2の導電層40が E_1 軸方向に間隔を設けて複数配置されている。

各第1の導電層30は、その一端において第1の配線32と電気的に接続されている。

各第2の導電層40は、その一端において第2の配線42と電気的に接続されている。

20

なお、第1の導電層30の一部については接続される第1の配線32の図示を省略している。第2の導電層40の一部についても接続される第2の配線42の図示を省略している。

各第1の配線32および各第2の配線42は基板20の下端部12eの結線領域12gに集約されて、それぞれフレキシブルプリント配線基板15により制御基板14に接続されている。

【0020】

第1の導電層30および第2の導電層40は、いずれもタッチセンサパネル10でのタッチを検出する検出電極として機能するものである。第1の導電層30と第2の導電層40でタッチを検出するセンサ部18aが構成される。第1の配線32と第2の配線42とをまとめて周辺配線部18bという。

30

第1の導電層30と第2の導電層40とは同じ構成であり、第1の配線32と第2の配線42は同じ構成である。

【0021】

図2（a）に示すように、タッチセンサ部12では、基板20の表面20aに第1の導電層30が形成され、基板20の裏面20bに第2の導電層40が形成されている。第1の導電層30上に接着層22を介して保護層24が設けられ、第2の導電層40上に接着層22を介して保護層24が設けられている。

第1の導電層30が形成された基板20の表面20aに、図2（a）では図示しないが、第1の配線32が形成されている。また、第2の導電層40が形成されている基板20の裏面20bに、図2（a）では図示しないが、第2の配線42が形成されている。

40

【0022】

1つの基板20の表面20aに第1の導電層30を形成し、裏面20bに第2の導電層40を形成することにより、基板20が収縮しても第1の導電層30と第2の導電層40との位置関係のズレを小さくすることができる。

【0023】

タッチセンサパネル10は、例えば、1つの基板20に1つの導電層を設ける構成でもよい。図2（b）に示すタッチセンサ部12では、裏面20bに第1の導電層30が形成された1つの基板20と、裏面20bに第2の導電層40が形成された1つの基板20とが、第1の導電層30を、第2の導電層40が形成された基板20の表面20aに向けて

50

接着層 22 を介して積層されている。さらに、第 2 の導電層 40 が形成された基板 20 が基板 21 と接着層 22 を介して積層されている。なお、基板 21 は基板 20 と同じ構成である。図 2 (b) のタッチセンサ部 12 では、基板 20 の表面 20a が最表面になるため、保護層 24 を設けなくてもよい。

【0024】

図 2 (c) に示すように、第 1 の導電層 30 および第 2 の導電層 40 は、それぞれ導電性細線 35 で構成される。

導電性細線 35 の線幅 d は、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上 $5 \mu\text{m}$ 以下が好ましく、更に好ましくは $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $4 \mu\text{m}$ 以下である。導電性細線 35 の線幅 d が上述の範囲であれば、第 1 の導電層 30 と第 2 の導電層 40 を比較的容易に低抵抗にできる。

10

【0025】

導電性細線 35 の厚みは特に制限されないが、 $0.1 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ が好ましく、 $0.5 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$ であることが最も好ましい。上述の範囲であれば、低抵抗、かつ耐久性に優れた第 1 の導電層 30 および第 2 の導電層 40 を比較的容易に得ることができる。

導電性細線 35 の線幅 d および導電性細線 35 の厚みは、例えば、光学顕微鏡、レーザ顕微鏡、デジタルマイクロスコプ等を用いて測定することができる。

【0026】

図 1 (b) では第 1 の導電層 30 および第 2 の導電層 40 は、いずれも模式的に棒状に図示しているが、図 2 (c) に示すように、例えば、第 1 の導電層 30 および第 2 の導電層 40 は、導電性細線 35 により構成されたセル 37 が多数組み合わせられてなるメッシュパターン 39 を有する。

20

各セル 37 は、例えば、多角形で構成されている。多角形としては、三角形、正方形、長方形、平行四辺形、ひし形等の四角形、五角形、六角形、ランダム多角形等が挙げられる。また、多角形を構成する辺の一部が曲線であってもよい。

【0027】

メッシュパターン 39 のセル 37 の一辺の長さ P_a が短すぎると、開口率および透過率が低下し、それに伴って、透明性が劣化するという問題がある。反対に、セル 37 の一辺の長さ P_a が長すぎると、高い分解能でタッチ位置の検出ができなくなる可能性がある。

メッシュパターン 39 のセル 37 の一辺の長さ P_a は特に制限されないが、 $50 \sim 500 \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $100 \sim 400 \mu\text{m}$ であることが更に好ましい。セル 37 の一辺の長さ P_a が上述の範囲である場合には、更に透明性も良好に保つことが可能であり、表示装置の前面にとりつけた際に、違和感なく表示を視認することができる。

30

可視光透過率の点から、導電性細線 35 より形成されるメッシュパターン 39 の開口率は 80% 以上であることが好ましく、85% 以上であることが更に好ましく、90% 以上であることが最も好ましい。開口率とは、導電性細線 35 を除いた透光性部分が全体に占める割合である。

【0028】

第 1 の導電層 30 と第 2 の導電層 40 を、導電性細線 35 が交差してメッシュ状となったメッシュ構造とすることで、抵抗を低くでき、かつ断線もしにくい。更には断線が発生した場合にも検出電極の抵抗値への影響を低減できる。

40

メッシュ構造の場合、メッシュ形状は同じ形が規則的に配列した定型形状でも良く、ランダム形状でも良い。定型形状の場合は、正方形、菱形、正六角形が好ましく、特に菱形が好ましい。菱形の場合、その鋭角の角度は、 $50^\circ \sim 80^\circ$ であることが、表示装置とのモアレを低減する観点から好ましい。メッシュピッチは $50 \mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$ であることが好ましく、メッシュの開口率は 82% $\sim$ 99% であることが好ましい。メッシュの開口率は、メッシュ部における導体細線の非占有面積率で定義される。

なお、メッシュ状金属電極としては、例えば、特開 2011-129501 号公報、および特開 2013-149236 号公報等に記載されている網目状のメッシュ状金属電極を用いることができる。これ以外にも、例えば、静電容量式のタッチセンサに用いられる検出電極を適宜用いることができる。

50

セル 37 の一辺の長さ $P a$ 、メッシュの角度、メッシュの開口率については、例えば、光学顕微鏡、レーザ顕微鏡、デジタルマイクロスコープ等を用いて測定することができる。

【0029】

周辺配線部 18b の厚みは特に制限されないが、 $0.1\mu m \sim 0.2mm$ が好ましく、 $0.5\mu m \sim 35\mu m$ であることが最も好ましい。上述の範囲であれば、低抵抗、かつ耐久性に優れた第 1 の配線 32 と第 2 の配線 42 を比較的容易に得ることができる。

周辺配線部 18b の厚みは、導電性細線 35 と同様に、例えば、光学顕微鏡、レーザ顕微鏡、デジタルマイクロスコープ等を用いて測定することができる。

【0030】

第 1 の導電層 30 と第 2 の導電層 40 を構成する導電性細線 35、アンテナ 16 を構成する金属細線 50 (図 3 (a)、(b) 参照)、周辺配線部 18b、および伝送線路部 19 は、例えば、金属で構成され、金属には一般的に導体と利用しているものが適宜利用可能であり、その組成は、特に限定されるものではない。導電性細線 35、金属細線 50、周辺配線部 18b、および伝送線路部 19 は、例えば、金 (Au)、銀 (Ag)、銅 (Cu)、ニッケル (Ni)、チタン (Ti)、パラジウム (Pd)、白金 (Pt)、アルミニウム (Al)、タングステン (W) またはモリブデン (Mo) で形成されるが、金、銀、銅がより好ましく、これらの金属の純度は 80% 以上が最も好ましい。マイグレーションの観点からは銅が最も好ましい。また、上述の金属の合金でもよく、本発明では後述するように合金、金属に含まれる。導電性細線 35、周辺配線部 18b および伝送線路部 19 は、例えば、化合物で構成してもよく、具体的には ITO (Indium Tin Oxide) で構成してもよい。

【0031】

導電性細線 35、金属細線 50、周辺配線部 18b、および伝送線路部 19 は、金 (Au)、銀 (Ag) または銅 (Cu) に、更にバインダーを含むもので構成してもよく、これも導電性細線 35、金属細線 50、周辺配線部 18b、伝送線路部 19 に含まれる。導電性細線 35、金属細線 50、周辺配線部 18b、伝送線路部 19 は、バインダーを含むことにより、曲げ加工しやすくなり、かつ曲げ耐性が向上する。バインダーとしては、導電性フィルムの配線に利用されるものを適宜用いることができ、例えば、特開 2013-149236 号公報に記載されているものを用いることができる。導電性細線 35 および金属細線 50 は、金属または合金で構成された場合、金属細線である。

なお、導電性細線 35、金属細線 50 は、銅 (Cu) を含有するものであることが好ましい。銅を含有するとは、銅単体で構成されること以外に、銅合金の形態、上述のようにバインダーを含む形態も含まれる。

導電性細線 35、金属細線 50 としては、金属微粒子を含有する形態のものもあるが、金属微粒子を含まないことが好ましい。

【0032】

基板 20 は、2 つの主面を有し、例えば、可視光透明基板で構成されるものである。基板 20 には導電層等が形成されるため、電気絶縁材料で構成される。また、基板 20 は、可撓性を有するものであってもよい。なお、可視光透明とは、上述の説明の通りである。

基板 20 は、例えば、プラスチックフィルム、プラスチック板等の可撓性を有するものを用いることができる。プラスチックフィルムおよびプラスチック板は、例えば、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレンナフタレート (PEN) 等のポリエステル類、ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP)、ポリスチレン、エチレンビニルアセテート (EVA)、シクロオレフィンポリマー (COP)、シクロオレフィンコポリマー (COC) 等のポリオレフィン類、ビニル系樹脂、その他、ポリカーボネート (PC)、ポリアミド、ポリイミド、アクリル樹脂、トリアセチルセルロース (TAC)、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 等で構成することができる。光透過性、熱収縮性、および加工性等の観点から、ポリエチレンテレフタレート (PET)、シクロオレフィンポリマー (COP)、シクロオレフィンコポリマー (COC) 等のポリオレフィン類で構成

することが好ましい。

なお、誘電損失を少なくするために基板 20 の誘電率は 3.2 以下が好ましく、2.4 以下が最も好ましい。

【0033】

基板 20 としては、大気圧プラズマ処理、コロナ放電処理、および紫外線照射処理のうち、少なくとも 1 つの処理が施された処理済支持体を用いることもできる。上述の処理が施されることにより、処理済支持体表面には OH 基等の親水性基が導入され、第 1 の導電層 30、第 1 の配線 32 および第 2 の導電層 40、第 2 の配線 42 ならびにアンテナ 16 との密着性がより向上する。上述の処理の中でも、第 1 の導電層 30、第 1 の配線 32 および第 2 の導電層 40、第 2 の配線 42 ならびにアンテナ 16 との密着性がより向上する点で、大気圧プラズマ処理が好ましい。

10

基板 20 の厚さは 5 ~ 350 μm であることが好ましく、30 ~ 150 μm であることが更に好ましい。5 ~ 350 μm の範囲であれば上述のように可視光の透過率が得られ、すなわち、可視光透明であり、かつ取り扱いも容易である。

【0034】

接着層 22 は、例えば、OCA (Optically Clear Adhesive) と呼ばれる光学的透明な粘着剤、または OCR (Optically Clear Resin) と呼ばれる紫外線硬化樹脂等の光学的透明な樹脂が用いられる。

保護層 24 は第 1 の導電層 30、第 2 の導電層 40、第 1 の配線 32、および第 2 の配線 42、伝送線路部 19、およびアンテナ 16 を保護するためのものである。保護層 24 の構成は、特に限定されるものではない。例えば、ガラス、ポリカーボネート (PC)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、アクリル樹脂 (PMMA) 等を用いることができる。以下、ポリエチレンテレフタレートのことを、単に PET ともいう。

20

【0035】

例えば、タッチセンサ部 12 の角部 12c (図 1 (a) 参照) にアンテナ 16 が設けられている。

アンテナ 16 は、モノポールアンテナである。アンテナ 16 の長さは利用する電波の波長に応じて適宜決定される。アンテナ 16 の長さは、例えば、周波数 5 GHz では 6 cm、周波数 2.4 GHz では 3 cm である。

例えば、アンテナ 16 は、タッチセンサ部 12 の表面 12a 側から見た場合、第 1 の導電層 30 を重ねて配置されており、第 1 の導電層 30 とは異なる面、例えば、基板 20 の裏面 20b に形成される。アンテナ 16 は、後に詳細に説明するが、金属細線 50 (図 3 (a)、(b) 参照)) で構成された、複数の開口部 52 (図 3 (a) 参照)) を有するパターン 54 (図 3 (a) 参照)) で構成される。アンテナ 16 は、モノポールアンテナに限定されるものではなく、仕様等に応じた各種構成のアンテナを利用することができ、例えば、ダイポールアンテナ等の電界型アンテナ、およびループアンテナ等の磁界型アンテナを利用することができる。磁界型アンテナは導電層の膜厚を 5 μm 以上必要とするケースが多いが、電界型アンテナは導電層の膜厚を 5 μm 未満以下で作成することができる。導電層の膜厚が大きいと斜めから見た際に金属光沢が発生するため、視認性に影響を与える。そのため、アンテナ 16 としては、電界型アンテナがより好ましい。また、エバネッセント波を使用するアンテナにも使用できるが、エバネッセント波を用いたアンテナの通信可能距離は数メートルと短いことから電界型アンテナが好ましい。

30

40

【0036】

伝送線路部 19 は、アンテナ 16 と制御基板 14 とを接続するものである。基板 20 に伝送線路部 19 が、タッチセンサ部 12 の角部 12c から、第 1 の配線 32 の外側を通り、第 1 の配線 32 および第 2 の配線 42 が集約された結線領域 12g まで引き回されている。伝送線路部 19 は、タッチセンサ部 12 の下端部 12e でフレキシブルプリント配線基板 15 と接続されている。伝送線路部 19 には、例えば、マイクロストリップライン構造のものを用いることができる。

伝送線路部 19 は特性インピーダンス整合、および送電損失を考慮する必要があり、予

50

め設定された特性インピーダンスと整合するように設定されている。

【0037】

次に、アンテナ16について説明する。

図3(a)は本発明の実施形態のアンテナを示す模式的平面図であり、(b)は本発明の実施形態のアンテナを示す模式的断面図であり、(c)はアンテナを構成する金属細線の一例を示す模式的断面図であり、(d)は本発明の実施形態の不規則なパターンを有するアンテナの他の例を示す模式的平面図である。

アンテナ16は、図3(a)に示すように基板20と、基板20の表面20a(図3(b)参照)上に配置される金属細線50で構成された、複数の開口部52を有するパターン54とを有する。基板20は上述のように可視光透明基板で構成される。

10

金属細線50は、導電性細線35に比して、線幅 t (図3(b)参照)が異なる点以外は、厚み等は同じ構成であり、組成も上述のように同じものとすることができるため、その詳細な説明は省略する。

アンテナ16は、例えば、モノポールアンテナであり、長さが L 、幅が D の長方形状である。複数の開口部52は、いずれも長方形状であり、かつ形状および大きさが同じである。

【0038】

アンテナ16では金属細線50の線幅 t (図3(b)参照)は、 $0.5 \sim 5.0 \mu\text{m}$ である。線幅 t が $0.5 \sim 5.0 \mu\text{m}$ であれば、アンテナ16の視認性を低下させることができ、アンテナ16の線見えを抑制することができる。線幅 t が $5.0 \mu\text{m}$ を超えると、アンテナ16の金属細線50が見えやすくなる。一方、線幅 t が $0.5 \mu\text{m}$ 未満であると、アンテナ16の表面抵抗が高くなり、電波の送受信の際に発熱が生じ、アンテナ16の特性が劣化する。

20

金属細線50の線幅 t は、例えば、光学顕微鏡、レーザ顕微鏡、デジタルマイクロスコップ等を用いて測定することができる。

【0039】

金属細線50の膜厚は斜め方向からの視認性の観点で $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ が好ましく、 $0.3 \sim 5 \mu\text{m}$ がより好ましく、 $0.5 \sim 4 \mu\text{m}$ が最も好ましい。

金属細線50を黒化処理した場合は膜厚による斜め方向からの視認性を気にする必要はない。黒化処理は一般的に知られている黒化処理を用いることができる。特開2015-82178号公報に記載されているテルル含有塩酸処理を用いることもできる。

30

【0040】

アンテナ16は、開口率が70%以上である。開口率が70%以上であれば、アンテナ16の視認性を低下させることができ、アンテナ16の金属細線50の線見えを抑制することができる。一方、開口率が70%未満であれば、アンテナ16の金属細線50が見えやすくなる。

アンテナ16の開口率は、アンテナ16の長さ $L \times$ 幅 D の範囲における導体性細線の非占有面積率で定義される。

開口率は、パターン54を撮像素子で撮影して、パターン54の撮影画像を得て、その後、撮影画像を二値化処理して、金属細線50を抽出する。そして、アンテナ16の長さ $L \times$ 幅 D の面積に対する金属細線50の割合を求めることで、開口率を得ることができる。

40

【0041】

アンテナ16は、表面抵抗が $9 \Omega / \text{sq.}$ 以下である。

アンテナ16に要求される特性から表面抵抗は低い方が好ましいため、金属細線50の表面抵抗は $9 \Omega / \text{sq.}$ 以下である。アンテナ16の表面抵抗の下限值としては、 $0.001 \Omega / \text{sq.}$ が好ましい。アンテナ16の表面抵抗は、好ましくは $0.01 \sim 5 \Omega / \text{sq.}$ である。アンテナ16は表面抵抗が $9 \Omega / \text{sq.}$ を超えると、電波の送受信の際に発熱が生じ、アンテナ16の特性が劣化する。また、表面抵抗が $9 \Omega / \text{sq.}$ を超えると、電波の送受信の際の発熱により基板を樹脂で構成した場合には、基板が変形する可能性も

50

ある。

金属細線 50 は、例えば、銅で構成することが好ましい。この場合、銅単体のみならず、バインダーを含む銅であってもよい。

表面抵抗は、測定対象となるアンテナ 16 を 10 mm 幅で切り出し、その両端に導電性銅テープをアンテナ 16 の長さが 10 mm になるように貼り、その両端の抵抗を Agilent 製 34405A マルチメータを用いて測定した抵抗値のことである。

【0042】

金属細線 50 の組成としては、上述の通り合金を含む金属である。金属細線 50 について更に詳細に説明すれば、金属細線 50 は、組成が単一金属元素、または複数の金属元素で構成されるものであり、酸化物を 20 質量%以上含まない。複数の金属元素で構成されるものについては、合金であっても複数の種の金属が独立して存在するものであってもよい。また、金属細線 50 には、金属元素だけで構成されるものに限定されず、金属粒子とバインダーとを有するものでもよい。この金属粒子は、単一金属元素で構成されても、複数の金属元素からなる合金でもよい。また、単一金属元素で構成されたものが、複数種であってもよい。金属細線 50 には ITO (Indium Tin Oxide) 等の酸化物で導電性を有するもの、樹脂等で導電性を有するものは含まれない。

【0043】

金属細線 50 は、上述の金属または合金で構成されるもの、金属または合金とバインダーを含むものに限定されるものではない。例えば、後に詳細に説明する金属細線を形成したい部分にのみめっき処理等を施すことにより、金属細線を形成する方法で形成することもできる。この場合、図 3 (c) に示すように、金属細線 50 は基板 20 の表面 20a に形成された被めっき層 60 と金属層 62 で構成され、構成被めっき層 60 が金属層 62 で覆われている。これ以外にも、金属細線 50 としては、図示はしないが、被めっき層 60 上面のみに金属層 62 が配置された態様であってもよい。

図 3 (c) に示すように、被めっき層 60 が金属層 62 で覆われた態様では、金属層 62 は金属光沢を有するものであるが、基板 20 の裏面 20b 側から金属細線 50 を見た場合、被めっき層 60 が黒色に見える。このため、基板 20 の表面 20a 側から、すなわち、金属層 62 側から見た場合に比して、被めっき層 60 側から見た場合には金属細線 50 の視認性が低下する。すなわち、金属細線 50 は見えにくくなる。

【0044】

なお、導電性細線 35 は金属細線 50 と同じ構成とすることができる。導電性細線 35 においても、金属細線 50 と同様に、被めっき層 60 側と、金属層 62 側とでは視認性が異なり、被めっき層 60 側から見た場合には導電性細線 35 の視認性が低下する。すなわち、導電性細線 35 は見えにくくなる。このため、上述の図 2 (a) のタッチセンサ部 12 の構成に比して、図 2 (b) に示すタッチセンサ部 12 の構成の方が、導電性細線 35 の視認性が低下する。すなわち、導電性細線 35 は見えにくくなる。視認性の観点からは図 2 (b) に示すタッチセンサ部 12 の構成の方が好ましい。

【0045】

アンテナ 16 の開口部の形状は、上述の線幅 t (図 3 (b) 参照)、開口率および表面抵抗を満たせば、図 3 (a) に示すパターン 54 に特に限定されるものではなく、例えば、図 3 (d) に示すように、菱形の開口部 52a を有するパターン 54a でもよい。開口部は、長方形、菱形以外に、三角形、正方形、平行四辺形、五角形、六角形、ランダム多角形等でもよく、多角形を構成する辺の一部が曲線であってもよい。

しかしながら、アンテナ 16 使用時の放熱性を考慮すると、図 3 (a) に示すパターン 54 が好ましい。

【0046】

ここで、検出電極として機能する第 1 の導電層 30 および第 2 の導電層 40 が重なった状態での、タッチセンサ部 12 の基板 20 の表面 20a 側における開口率と、アンテナ 16 の開口率とは同じであってもよいし、異なるものであってもよい。すなわち、開口率が異なる領域が 2 つある構成でもよい。アンテナ 16、および検出電極として機能する第 1

の導電層 30 および第 2 の導電層 40 においては、要求される性能等に応じて開口率は適宜決定されるものである。

なお、上述の検出電極として機能する第 1 の導電層 30 および第 2 の導電層 40 が重なった状態での開口率のことを、単にタッチセンサ部 12 の開口率という。

【0047】

また、アンテナ 16 は、複数設けてもよい。この場合、タッチセンサ部 12 の上端部 12h または側端部 12f にアンテナ 16 を設けてもよい。さらには、図 1 (b) に示すように、タッチセンサ部 12 の上端部 12h または側端部 12f において、アンテナ 16 をセンサ部 18a の第 1 の導電層 30 および第 2 の導電層 40 と重なるように設けてもよい。この場合、アンテナ 16 は、第 1 の導電層 30 または第 2 の導電層 40 と同一面上に、第 1 の導電層 30、第 1 の配線 32 または第 2 の導電層 40、第 2 の配線 42 が形成されていない領域に設けられる。

10

アンテナ 16 を複数設ける場合、各アンテナは全て同じ種類のアンテナでも異なる種類のアンテナであってもよく、特に限定されるものではない。複数のアンテナがある場合、各アンテナの開口率は同じであってもよく、互いに開口率が異なってもよい。また、各アンテナの開口率は、タッチセンサ部 12 の開口率と同じであってもよいし、異なってもよい。このように、タッチセンサ部 12 の開口率と各アンテナは開口率が異なり、開口率が異なる領域が 3 以上の構成でもよい。

【0048】

アンテナ 16 は受信感度の観点からタッチセンサ端部から離れている方が好ましい。この場合、アンテナ 16 は、タッチセンサ部 12 の内側に、すなわち、下端部 12e から第 2 の配線 42 側に設けられていることが好ましい。具体的には、アンテナ 16 はタッチセンサ端部から 0.5cm 以上離れていることが好ましく、1cm 以上離れていることがより好ましく、2cm 以上離れていることが最も好ましい。この場合の離れているとは、タッチセンサ端部とアンテナ 16 の距離が最も近い直線距離を指す。

20

【0049】

タッチセンサパネル 10 においては、上述のようにアンテナ 16 は視認性が低いため、タッチセンサ部 12 において筐体 11 の開口部 11a に相当する領域にアンテナ 16 を設けた場合でも、アンテナ 16 がタッチセンサ部 12 で視認されることが抑制される。このため、筐体 11 の開口部 11a に相当する領域に設けることができ、アンテナ 16 の携帯端末機器 17 の体積の占有を小さくすることもできる。

30

更には、アンテナ 16 は表面抵抗が低く良好な感度を得ることができる。

このようなことから、筐体 11 の開口部 11a に相当する領域に、良好な感度のアンテナ 16 を設けることができるため、筐体 11 の額縁部 11b を狭くすることができる。ひいては携帯端末機器 17 の表示領域が小さい場合でもアンテナ 16 を設けることができ、携帯端末機器 17 の小型化にも貢献できる。

【0050】

また、上述のようにアンテナ 16 は、筐体 11 の開口部 11a に相当する領域に設けることができ、更には第 1 の導電層 30 および第 2 の導電層 40 と重なるように設けることもできるため、アンテナ 16 を設ける位置の自由度が高い。ここで、上述のように、額縁部 11b を手で持った場合、アンテナ 16 が額縁部 11b の近くにあると、手が接触することでアンテナ 16 の感度が著しく低下するが、アンテナ 16 をタッチセンサ部 12 の中央に設けることもできるため、アンテナ 16 の感度低下も抑制することができる。

40

しかも、アンテナ 16 の携帯端末機器 17 の体積の占有が小さいため、筐体 11 の開口部 11a に相当する領域にアンテナ 16 を複数設けることもできる。

【0051】

また、第 1 の導電層 30、第 1 の配線 32 およびアンテナ 16 が同一面上に形成されており、第 1 の導電層 30 および第 1 の配線 32 を、露光を用いて形成する場合、露光パターンを各部のパターンとすることで、第 1 の導電層 30、第 1 の配線 32 およびアンテナ 16 を一括して形成することができる。これにより、製造工程を簡素化でき、製造コスト

50

を抑制することができる。しかも、これらを同一材料で形成することができる。更には厚みも同じに形成することもできる。

また、第1の導電層30と第1の配線32および第2の導電層40と第2の配線42を基板20に対して両面を同時に露光して形成する場合には、更に第2の導電層40と第2の配線42も一括して形成することができるため、生産効率を更に高めることができ、製造コストを更に抑制することができる。更には厚みも同じに形成することもできる。

【0052】

ここで、同一材料とは、組成成分の種類および含有量が一致していることをいう。この一致とは、組成成分の種類について同じであり、含有量については±10%の範囲が許容される。また、例えば、同じ工程で同じ材料を用いて形成されたものである場合には同一材料という。組成および含有量は、例えば、蛍光X線分析装置を用いて測定することができる。

10

もちろん、第1の導電層30、第1の配線32、第2の導電層40、第2の配線42ならびにアンテナ16および伝送線路部19は全て同一材料に形成されるべきものに限定されるものではなく、それぞれ異なる材料、異なる厚みとして形成することができる。

また、アンテナ16は、タッチセンサ部12と同じ基板20に設ける構成としたが、これに限定されるものではなく、アンテナ16単体の構成とすることもできる。この場合、基板20にはアンテナ16を構成するパターン54だけが形成される。

【0053】

第1の導電層30、第1の配線32、第2の導電層40、第2の配線42ならびにアンテナ16および伝送線路部19の形成方法は、特に限定されるものではない。例えば、めっき法を用いた配線形成方法を用いてもよい。めっき方法は無電解めっきのみでもよく、無電解めっき後電解めっきを行ってもよい。また、めっき法を用いた配線形成方法はアディティブ法を用いることができる。

20

【0054】

以下、第1の導電層30、第1の配線32、第2の導電層40、第2の配線42ならびにアンテナ16および伝送線路部19の形成方法について、金属細線の形成方法を例にして説明する。なお、金属細線の形成方法は、パターンが異なる以外は、タッチセンサパネル10の第1の導電層30、第1の配線32、第2の導電層40、第2の配線42ならびにアンテナ16および伝送線路部19と同じ形成方法であり、これらの形成にも適用することができる。ここで、金属細線とは、金属細線50と、金属または合金で構成される導電性細線35との総称のことである。

30

【0055】

金属細線の形成方法は特に制限されず、公知の方法を採用でき、アディティブ方法であってもサブトラクティブ方法であってもよいが、生産性等の点から、アディティブ方法であることが好ましい。なお、アディティブ法とは、可視光透明基板上の金属細線を形成したい部分にのみめっき処理等を施すことにより、金属細線を形成する方法である。また、サブトラクティブ方法とは、可視光透明基板上に導電層を形成して、エッチング処理（例えば、化学エッチング処理）により不要部分を除去して、金属細線を形成する方法である。

40

金属細線の形成方法としては、より具体的には、蒸着法等の乾式法、およびめっき処理等の湿式法が挙げられる。なかでも、製造適性の点から、めっき処理により金属細線を形成することが好ましい。特に、銅を含有する金属細線を形成する場合、銅めっき処理を実施することが好ましく、無電解銅めっき処理を実施することがより好ましい。

【0056】

金属細線の形成方法の好適態様の一つとしては、被めっき層を用いる態様が挙げられる。より具体的には、被めっき層形成用組成物を用いて可視光透明基板上に所定のパターンを有するパターン状被めっき層を形成して、その後、めっき処理を施すことにより、パターン状被めっき層上に金属細線を形成することができる。なお、パターン状被めっき層は、通常、可視光透明基板上的金属細線を形成したい部分（領域）に配置する。

50

なお、パターン状被めっき層のパターンは、第1の導電層30、第2の導電層40、周辺配線部18b、伝送線路部19、アンテナ16のパターンに対応するものであり、第1の導電層30、第2の導電層40、周辺配線部18b、伝送線路部19、アンテナ16の構成に応じて適宜決定される。

以下、上述の好適態様について詳述する。

【0057】

被めっき層形成用組成物としては、光照射により感光して所定のパターン状の被めっき層を形成できる組成物であることが好ましく、以下の化合物Xまたは組成物Yとを含む組成物であることが好ましい。

化合物X：めっき触媒またはその前駆体と相互作用する官能基（以後、単に「相互作用性基」とも称する）、および、重合性基を有する化合物

10

組成物Y：めっき触媒またはその前駆体と相互作用する官能基を有する化合物、および、重合性基を有する化合物を含む組成物

以下では、まず、被めっき層形成用組成物に含まれる材料について詳述する。

【0058】

（化合物X）

化合物Xは、相互作用性基と重合性基とを有する化合物である。

相互作用性基とは、めっき触媒またはその前駆体と相互作用できる官能基を意図し、例えば、めっき触媒またはその前駆体と静電相互作用を形成可能な官能基、または、めっき触媒またはその前駆体と配位形成可能な含窒素官能基、含硫黄官能基、含酸素官能基等を使用することができる。

20

相互作用性基としてより具体的には、アミノ基、アミド基、イミド基、ウレア基、3級のアミノ基、アンモニウム基、アミジノ基、トリアジン環、トリアゾール環、ベンゾトリアゾール基、イミダゾール基、ベンズイミダゾール基、キノリン基、ピリジン基、ピリミジン基、ピラジン基、ナゾリン基、キノキサリン基、プリン基、トリアジン基、ピペリジン基、ピペラジン基、ピロリジン基、ピラゾール基、アニリン基、アルキルアミン構造を含む基、イソシアヌル構造を含む基、ニトロ基、ニトロソ基、アゾ基、ジアゾ基、アジド基、シアノ基、シアネート基等の含窒素官能基；エーテル基、水酸基、フェノール性水酸基、カルボン酸基、カーボネート基、カルボニル基、エステル基、N-オキシド構造を含む基、S-オキシド構造を含む基、N-ヒドロキシ構造を含む基等の含酸素官能基；チオフェン基、チオール基、チオウレア基、チオシアヌール酸基、ベンズチアゾール基、メルカプトトリアジン基、チオエーテル基、チオキシ基、スルホキシド基、スルホン基、サルファイト基、スルホキシイミン構造を含む基、スルホキシニウム塩構造を含む基、スルホン酸基、スルホン酸エステル構造を含む基等の含硫黄官能基；ホスフォート基、ホスフロアミド基、ホスフィン基、リン酸エステル構造を含む基等の含リン官能基；塩素、臭素等のハロゲン原子を含む基等が挙げられ、塩構造をとりうる官能基においてはそれらの塩も使用することができる。

30

なかでも、極性が高く、めっき触媒またはその前駆体等への吸着能が高いことから、カルボン酸基、スルホン酸基、リン酸基、およびボロン酸基等のイオン性極性基、エーテル基、またはシアノ基が特に好ましく、カルボン酸基（カルボキシル基）またはシアノ基が更に好ましい。

40

化合物Xには、相互作用性基が2種以上含まれていてもよい。

【0059】

重合性基は、エネルギー付与により、化学結合を形成しうる官能基であり、例えば、ラジカル重合性基、カチオン重合性基等が挙げられる。なかでも、反応性がより優れる点から、ラジカル重合性基が好ましい。ラジカル重合性基としては、例えば、アクリル酸エステル基（アクリロイルオキシ基）、メタクリル酸エステル基（メタクリロイルオキシ基）、イタコン酸エステル基、クロトン酸エステル基、イソクロトン酸エステル基、マレイン酸エステル基等の不飽和カルボン酸エステル基、スチリル基、ビニル基、アクリルアミド基、メタクリルアミド基等が挙げられる。なかでも、メタクリロイルオキシ基、アクリロ

50

イルオキシ基、ビニル基、スチリル基、アクリルアミド基、メタクリルアミド基が好ましい。

化合物X中には、重合性基が2種以上含まれていてもよい。また、化合物X中に含まれる重合性基の数は特に制限されず、1つでも、2つ以上でもよい。

【0060】

上述の化合物Xは、低分子化合物であっても、高分子化合物であってもよい。低分子化合物は分子量が1000未満の化合物を意図し、高分子化合物とは分子量が1000以上の化合物を意図する。

なお、上述の重合性基を有する低分子化合物とは、いわゆるモノマー（単量体）に該当する。また、高分子化合物とは、所定の繰り返し単位を有するポリマーであってもよい。

また、化合物としては1種のみを使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

【0061】

上述の化合物Xがポリマーである場合、ポリマーの重量平均分子量は特に制限されないが、溶解性等取扱い性がより優れる点で、1000以上70万以下が好ましく、更に好ましくは2000以上20万以下である。特に、重合感度の観点から、20000以上であることが好ましい。

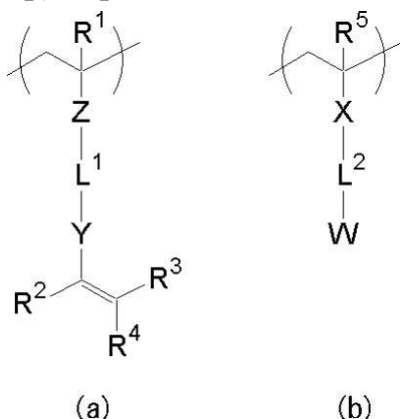
このような重合性基および相互作用性基を有するポリマーの合成方法は特に制限されず、公知の合成方法（特許公開2009-280905号公報の段落[0097]～[0125]参照）が使用される。

【0062】

ポリマーの好ましい態様として、下記式(a)で表される重合性基を有する繰り返し単位（以下、適宜重合性基ユニットとも称する）、および、下記式(b)で表される相互作用性基を有する繰り返し単位（以下、適宜相互作用性基ユニットとも称する）を含む共重合体が挙げられる。

【0063】

【化1】



【0064】

上述の式(a)および式(b)中、 $R^1 \sim R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、または、置換若しくは無置換のアルキル基を表す。

なお、 R^1 としては、水素原子、メチル基、または、臭素原子で置換されたメチル基が好ましい。 R^2 としては、水素原子、メチル基、または、臭素原子で置換されたメチル基が好ましい。 R^3 としては、水素原子が好ましい。 R^4 としては、水素原子が好ましい。 R^5 としては、水素原子、メチル基、または、臭素原子で置換されたメチル基が好ましい。

【0065】

上述の式(a)および式(b)中、X、Y、およびZは、それぞれ独立して、単結合、または、置換若しくは無置換の2価の有機基を表す。2価の有機基としては、置換若しくは無置換の2価の脂肪族炭化水素基（好ましくは炭素数1～8。例えば、メチレン基、エチレン基、プロピレン基等のアルキレン基）、置換若しくは無置換の2価の芳香族炭化水素基（好ましくは炭素数6～12。例えば、フェニレン基）、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-SO_2-$

、 $-N(R)-$ (R : アルキル基)、 $-CO-$ 、 $-NH-$ 、 $-COO-$ 、 $-CONH-$ 、またはこれらを組み合わせた基 (例えば、アルキレンオキシ基、アルキレンオキシカルボニル基、アルキレンカルボニルオキシ基等) 等が挙げられる。

【0066】

X 、 Y 、および Z としては、ポリマーの合成が容易で、金属層の密着性がより優れる点で、単結合、エステル基 ($-COO-$)、アミド基 ($-CONH-$)、エーテル基 ($-O-$)、または置換若しくは無置換の2価の芳香族炭化水素基が好ましく、単結合、エステル基 ($-COO-$)、アミド基 ($-CONH-$) がより好ましい。

【0067】

上述の式 (a) および式 (b) 中、 L^1 および L^2 は、それぞれ独立して、単結合、または、置換若しくは無置換の2価の有機基を表す。2価の有機基の定義としては、上述した X 、 Y 、および Z で述べた2価の有機基と同義である。

10

L^1 としては、ポリマーの合成が容易で、金属層の密着性がより優れる点で、脂肪族炭化水素基、または、ウレタン結合若しくはウレア結合を有する2価の有機基 (例えば、脂肪族炭化水素基) が好ましく、なかでも、総炭素数1~9であるものが好ましい。なお、ここで、 L^1 の総炭素数とは、 L^1 で表される置換または無置換の2価の有機基に含まれる総炭素原子数を意味する。

【0068】

また、 L^2 は、金属層の密着性がより優れる点で、単結合、または、2価の脂肪族炭化水素基、2価の芳香族炭化水素基、もしくはこれらを組み合わせた基であることが好ましい。なかでも、 L^2 は、単結合、または、総炭素数が1~15であることが好ましく、特に無置換であることが好ましい。なお、ここで、 L^2 の総炭素数とは、 L^2 で表される置換または無置換の2価の有機基に含まれる総炭素原子数を意味する。

20

【0069】

上述の式 (b) 中、 W は、相互作用性基を表す。相互作用性基の定義は、上述の通りである。

【0070】

上述の重合性基ユニットの含有量は、反応性 (硬化性、重合性) および合成の際のゲル化の抑制の点から、ポリマー中の全繰返し単位に対して、5~50モル%が好ましく、5~40モル%がより好ましい。

30

また、上述の相互作用性基ユニットの含有量は、めっき触媒またはその前駆体に対する吸着性の観点から、ポリマー中の全繰返し単位に対して、5~95モル%が好ましく、10~95モル%がより好ましい。

【0071】

(組成物 Y)

組成物 Y は、相互作用性基を有する化合物、および、重合性基を有する化合物を含む組成物である。つまり、被めっき層形成用層が、相互作用性基を有する化合物、および、重合性基を有する化合物の2種を含む。相互作用性基および重合性基の定義は、上述の通りである。

相互作用性基を有する化合物とは、相互作用性基を有する化合物である。相互作用性基の定義は上述の通りである。このような化合物としては、低分子化合物であっても、高分子化合物であってもよい。相互作用性基を有する化合物の好適態様としては、上述した式 (b) で表される繰返し単位を有する高分子 (例えば、ポリアクリル酸) が挙げられる。なお、相互作用性基を有する化合物には、重合性基は含まれない。

40

なお、相互作用性基を有する化合物の酸価は特に制限されないが、めっき触媒またはその前駆体との相互作用がより優れる点で、 3 mg/KOH 以上であることが好ましく、 10 mg/KOH 以上であることがより好ましい。上限は特に制限されないが、 30 mg/KOH 以下の場合が多い。

【0072】

重合性基を有する化合物とは、いわゆるモノマーであり、形成される被めっき層の硬度

50

がより優れる点で、2 個以上の重合性基を有する多官能モノマーであることが好ましい。

多官能モノマーとは、具体的には、2～6 個の重合性基を有するモノマーを使用することが好ましい。反応性に影響を与える架橋反応中の分子の運動性の観点から、用いる多官能モノマーの分子量としては150～1000が好ましく、更に好ましくは200～700である。また、複数存在する重合性基同士の間隔（距離）としては原子数で1～15であることが好ましく、6以上10以下であることが更に好ましい。

なお、重合性基を有する化合物としては、2 種以上のモノマーを使用してもよく、例えば、単官能モノマーと多官能モノマーとを併用してもよい。

【0073】

多官能モノマーの中でも、形成されるパターン状被めっき層の硬度がより一層優れるという点から、多官能（メタ）アクリルアミドを用いることが好ましい。

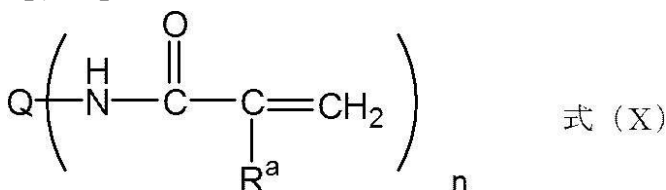
多官能（メタ）アクリルアミドとしては、（メタ）アクリルアミド基を2 以上（好ましくは、2 以上6 以下）有するものであれば特に限定されない。

【0074】

多官能モノマーの好適態様の一つとしては、本発明の効果がより優れる点で、式（X）で表される化合物が挙げられる。

【0075】

【化2】



【0076】

一般式（1）中、Qは、n 価の連結基を表し、R^aは、水素原子またはメチル基を表す。nは、2 以上の整数を表す。

【0077】

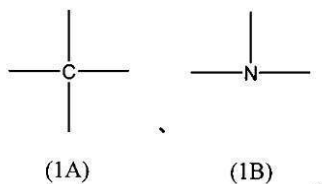
R^aは、水素原子またはメチル基を表し、好ましくは水素原子である。

Qの価数nは、本発明の効果がより優れる点から、2 以上であり、2 以上6 以下であることが好ましく、2 以上5 以下であることがより好ましく、2 以上4 以下であることが更に好ましい。

Qで表されるn 価の連結基としては、例えば、式（1A）で表される基、式（1B）で表される基、

【0078】

【化3】



【0079】

—NH—、—NR（R：アルキル基を表す）—、—O—、—S—、カルボニル基、アルキレン基、アルケニレン基、アルキニレン基、シクロアルキレン基、芳香族基、ヘテロ環基、および、これらを2 種以上組み合わせた基が挙げられる。

【0080】

式（X）で表される化合物については、特開2013-43946号公報の段落〔0019〕～〔0034〕、特開2013-43945号公報の段落〔0070〕～〔0080〕等の記載を適宜参照することができる。

【0081】

10

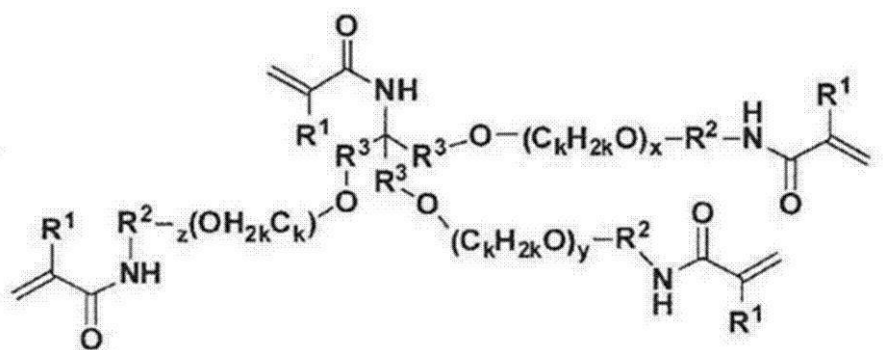
20

30

40

50

【化 4】



10

式(Y)中、 R^1 は、水素原子またはメチル基を表す。 R^2 は、炭素数2～4の直鎖または分岐のアルキレン基を表す。但し、 R^2 において、 R^2 の両端に結合する酸素原子と窒素原子とが R^2 の同一の炭素原子に結合した構造をとることはない。 R^3 は、2価の連結基を表す。 k は、2または3を表す。 x 、 y 、 z は、各々独立に、0～6の整数を表し、 $x+y+z$ は、0～18を満たす。

20

但し、 R^2 において、 R^2 の両端に結合する酸素原子と窒素原子とが R^2 の同一の炭素原子に結合した構造をとることはない。 R^2 は、酸素原子と（メタ）アクリルアミド基の窒素原子とを連結する直鎖または分岐のアルキレン基であり、このアルキレン基が分岐構造をとる場合、両端の酸素原子と（メタ）アクリルアミド基の窒素原子とがアルキレン基中の同一の炭素原子に結合した、 $-O-C-N-$ 構造（ヘミアミナル構造）をとることも考えられる。しかし、式（Y）で表される化合物には、このような構造の化合物は含まれない。

30

R³の2価の連結基としては、アルキレン基、アリーレン基、複素環基、またはこれらの組み合わせからなる基等が挙げられ、アルキレン基であることが好ましい。なお、2価の連結基がアルキレン基を含む場合、このアルキレン基中には、更に-O-、-S-、および-NR^b-から選ばれる少なくとも一種の基が含まれていてもよい。R^bは、水素原子または炭素数1～4のアルキル基を表す。

x、y、zは、各々独立に、0～6の整数を表し、0～5の整数であることが好ましく、0～3の整数であることがより好ましい。x+y+zは、0～18を満たし、0～15であることが好ましく、0～9であることがより好ましい。

40

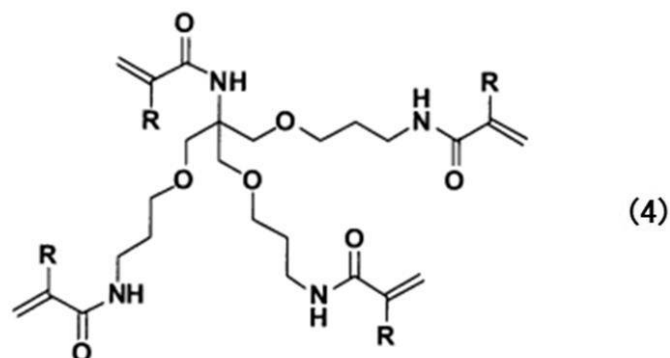
多官能（メタ）アクリルアミドの中でも、被めっき層前駆体層の硬化速度に優れる観点等から、下記式（４）で表される４官能（メタ）アクリルアミドをより好ましく用いることができる。

式(4)で表される4官能(メタ)アクリルアミドは、例えば、特許第5486536号公報に記載の製造方法によって製造できる。

50

【0088】

【化5】



10

【0089】

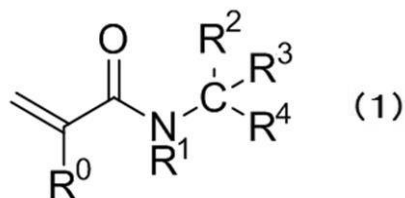
また、重合性基を有する化合物として、単官能モノマーを使用する場合（多官能モノマーと単官能モノマーとを併用する場合等）、下記式（1）で表される化合物が特に好ましい。

【0090】

20

式（1）

【化6】



【0091】

30

式（1）中、 R^0 は水素原子または炭素数1～4のアルキル基を表し、 R^1 は水素原子または炭素数1～4のアルキル基を表し、 R^2 、 R^3 および R^4 は、それぞれ独立して水素原子または炭素数1～10のアルキル基またはエーテル、カルボニル、カルボキシルおよびヒドロキシ基から選ばれる置換基を部分的に有する炭化水素鎖を表す。

【0092】

式（1）中、 R^0 は、水素原子または炭素数1～4のアルキル基を表し、水素原子、またはメチル基が好ましい。

R^1 は、水素原子または炭素数1～4のアルキル基を表し、水素原子、またはメチル基が好ましい。

【0093】

40

R^2 、 R^3 および R^4 は、それぞれ独立して水素原子または炭素数1～10のアルキル基またはエーテル基、カルボニル基、カルボキシル基およびヒドロキシ基から選ばれる置換基を部分的に有する炭化水素鎖を表す。

エーテル基、カルボニル基、カルボキシル基およびヒドロキシ基から選ばれる置換基を部分的に有する炭化水素鎖としては、例えば、ヒドロキシアルキル基、アルコキシアルキル基、アシルアルキル基、カルボキシルアルキル基が挙げられ、上述の置換基中の炭素数は含まずに炭素数1～5であることが好ましい。

R^2 、 R^3 および R^4 としては、水素原子、炭素数1～5のアルキル基、ヒドロキシアルキル基、アルコキシメチル基、アシルアルキル基が好ましく、水素原子、メチル基、炭素数1～3のアルキル基、ヒドロキシメチル基、ブトキシメチル基、アシルメチル基（好

50

ましくはアセチルメチル基)がより好ましい。

【0094】

重合性基を有する化合物には、相互作用性基が含まれていてもよい。

なお、相互作用性基を有する化合物と重合性基を有する化合物との質量比(相互作用性基を有する化合物の質量/重合性基を有する化合物の質量)は特に制限されないが、形成される被めっき層の強度およびめっき適性のバランスの点で、0.1~10が好ましく、0.5~5がより好ましい。

【0095】

被めっき層形成用組成物には、上述の化合物X、組成物Y以外の成分が含まれていてもよい。

例えば、被めっき層形成用組成物には、重合開始剤が含まれていてもよい。

重合開始剤としては特に制限はなく、公知の重合開始剤(例えば、ラジカル重合開始剤)等を用いることができる。

被めっき層形成用組成物中における重合開始剤の含有量は特に制限されないが、被めっき層の硬化性の点で、被めっき層形成用組成物中の全固形分に対して、0.01~5質量%であることが好ましく、0.1~3質量%であることがより好ましい。

【0096】

被めっき層形成用組成物には、取扱い性の点から、溶剤(水、または、有機溶媒)が含まれることが好ましい。

被めっき層形成用組成物中の溶剤の含有量は特に制限されないが、組成物全量に対して、50~98質量%が好ましく、70~98質量%がより好ましい。

被めっき層形成用組成物には、溶媒、他の添加剤(例えば、増感剤、硬化剤、重合禁止剤、酸化防止剤、帯電防止剤、フィラー、粒子、難燃剤、界面活性剤、滑剤、可塑剤等)を必要に応じて添加してもよい。

【0097】

被めっき層形成用組成物としては、上述した態様には限定されず、市販品(例えば、inox社のメタロイド)および特開2014-159620号公報に記載されているめっき触媒を担持したハイパーランチポリマーを使用することもできる。

なお、上述のメタロイドを使用する場合は、後述する工程1を実施せずに、可視光透明基板上に直接メタロイドを塗布して被めっき層を形成して、工程2を実施する方法が採用できる。

【0098】

(金属細線の製造手順)

金属細線を形成する方法としては、上述した化合物Xまたは組成物Yを含む被めっき層形成用組成物を使用する場合、以下の2つの工程を含むことが好ましい。

工程1：可視光透明基板上に、上述した被めっき層形成用組成物を用いて塗膜(被めっき層前駆体層)を形成した後、この塗膜にパターン状にエネルギーを付与して硬化させることでパターン状被めっき層を形成する、パターン状被めっき層形成工程

工程2：めっき処理によりパターン状被めっき層上に金属層を形成する、めっき工程

以下、上述の工程の手順について詳述する。

【0099】

(工程1の手順)

可視光透明基板上に被めっき層形成用組成物の塗膜を形成する方法は特に制限されず、例えば、上述の被めっき層形成用組成物を基板上に塗布する方法(塗布法)が挙げられ、公知の塗布方法(例えば、スピンコート、ダイコート、ディップコート等)を使用できる。

取り扱い性および製造効率の観点からは、被めっき層形成用組成物を基板上に塗布し、必要に応じて乾燥処理を行って残存する溶剤を除去して、塗膜を形成する態様が好ましい。

なお、乾燥処理の条件は特に制限されないが、生産性がより優れる点で、室温~220

10

20

30

40

50

℃（好ましくは50～120℃）で、1～30分間（好ましくは1～10分間）実施することが好ましい。

【0100】

可視光透明基板上の塗膜にパターン状にエネルギー付与する方法は特に制限されない。

例えば、加熱処理および露光処理（光照射処理）等が用いられることが好ましく、処理が短時間で終わる点より、露光処理が好ましい。塗膜にエネルギーを付与することにより、塗膜中の化合物に含まれる重合性官能基が活性化され、化合物間の架橋が生じ、層の硬化が進行する。

露光処理には、UV（紫外線）ランプ、可視光線等による光照射等が用いられる。光源としては、例えば、水銀灯、メタルハライドランプ、キセノンランプ、ケミカルランプ、カーボンアーク灯、等がある。放射線としては、電子線、X線、イオンビーム、遠赤外線等もある。具体的な態様としては、赤外線レーザによる走査露光、キセノン放電灯等の高照度フラッシュ露光、または赤外線ランプ露光等が好適に挙げられる。

露光時間としては、化合物の反応性および光源により異なるが、通常、10秒～5時間の間である。露光エネルギーとしては、10～8000mJ程度であればよく、好ましくは50～3000mJの範囲である。

なお、上述の露光処理をパターン状に実施する方法は特に制限されず、公知の方法が採用され、例えば、マスクを介して露光光を塗膜に照射すればよい。マスクには、例えば、形成アンテナのパターンに応じたマスクパターンが形成されている。

【0101】

また、エネルギー付与として加熱処理を用いる場合、送風乾燥機、オーブン、赤外線乾燥機、加熱ドラム等を用いることができる。

【0102】

次に、塗膜中のエネルギー付与が実施されなかった部分を除去して、パターン状被めっき層を形成する。

上述の除去方法は特に制限されず、使用される化合物によって適宜最適な方法が選択される。例えば、アルカリ性溶液を現像液として用いる方法が挙げられる。アルカリ性溶液を用いて、エネルギー未付与領域を除去する場合は、エネルギーが付与された塗膜を有する基板を溶液中に浸漬させる方法、その基板上に現像液を塗布する方法等が挙げられるが、浸漬する方法が好ましい。浸漬する方法の場合、浸漬時間としては生産性・作業性等の観点から、1分から30分程度が好ましい。

【0103】

上述の手順によって、可視光透明基板と、可視光透明基板上に配置されたパターン状被めっき層とを有するパターン状被めっき層含有積層体が得られる。

この積層体は、金属細線を形成する用途に好適に適用できる。つまり、積層体中のパターン状被めっき層にめっき触媒またはその前駆体を付与して、更に、めっき処理を施すことにより、パターン状被めっき層上に金属細線を形成することができる。つまり、パターン状被めっき層の形状を制御することにより、金属細線のパターンを制御することができる。

【0104】

（工程2の手順）

本工程は、パターン状被めっき層含有積層体中のパターン状被めっき層にめっき触媒またはその前駆体を付与して、めっき触媒またはその前駆体が付与されたパターン状被めっき層に対してめっき処理を行い、パターン状被めっき層上に金属細線を形成する工程である。

以下では、パターン状被めっき層にめっき触媒またはその前駆体を付与する工程（工程X）と、めっき触媒またはその前駆体が付与されたパターン状被めっき層に対してめっき処理を行う工程（工程Y）とに分けて説明する。

【0105】

（工程X：めっき触媒付与工程）

本工程では、まず、パターン状被めっき層にめっき触媒またはその前駆体を付与する。

上述の化合物由来の相互作用性基が、その機能に応じて、付与されためっき触媒またはその前駆体を付着（吸着）する。より具体的には、パターン状被めっき層中およびパターン状被めっき層表面上に、めっき触媒またはその前駆体が付与される。

めっき触媒またはその前駆体は、めっき処理の触媒、電極として機能するものである。

そのため、使用されるめっき触媒またはその前駆体の種類は、めっき処理の種類により適宜決定される。

なお、用いられるめっき触媒またはその前駆体は、無電解めっき触媒またはその前駆体であることが好ましい。以下で、主に、無電解めっき触媒またはその前駆体等について詳述する。

【0106】

本工程において用いられる無電解めっき触媒は、無電解めっき時の活性核となるものであれば、如何なるものも用いることができ、具体的には、自己触媒還元反応の触媒能を有する金属（Niよりイオン化傾向の低い無電解めっきできる金属として知られるもの）等が挙げられる。具体的には、Pd、Ag、Cu、Ni、Pt、Au、Co等が挙げられる。なかでも、触媒能の高さから、Ag、Pd、Pt、Cuが好ましく、この中で最も好ましいのはPdである。

この無電解めっき触媒としては、1～100nmサイズの金属微粒子または金属コロイドを用いてもよい。

本工程において用いられる無電解めっき触媒前駆体とは、化学反応により無電解めっき触媒となりうるものであれば、特に制限なく使用することができる。主には、上述の無電解めっき触媒として挙げた金属の金属イオンが用いられる。無電解めっき触媒前駆体である金属イオンは、還元反応により無電解めっき触媒である0価金属になる。無電解めっき触媒前駆体である金属イオンはパターン状被めっき層へ付与された後、無電解めっき浴への浸漬前に、別途還元反応により0価金属に変化させて無電解めっき触媒としてもよい。

また、無電解めっき触媒前駆体のまま無電解めっき浴に浸漬し、無電解めっき浴中の還元剤により金属（無電解めっき触媒）に変化させてもよい。

【0107】

無電解めっき触媒前駆体である金属イオンは、金属塩を用いてパターン状被めっき層に付与することが好ましい。使用される金属塩としては、適切な溶媒に溶解して金属イオンと塩基（陰イオン）とに解離されるものであれば特に制限はなく、 $M(NO_3)_n$ 、 MCl_n 、 $M_{2/n}(SO_4)$ 、 $M_{3/n}(PO_4)$ （Mは、n価の金属原子を表す）等が挙げられる。金属イオンとしては、上述の金属塩が解離したものを好適に用いることができる。例えば、Agイオン、Cuイオン、Niイオン、Coイオン、Ptイオン、Pdイオンが挙げられる。なかでも、多座配位可能なものが好ましく、特に、配位可能な官能基の種類数および触媒能の点で、Agイオン、Pdイオン、Cuイオンが好ましく、この中で最も好ましいのはPdイオンである。

本工程において、無電解めっきを行わず直接電気めっきを行うために用いられる触媒として、0価金属を使用することもできる。

【0108】

めっき触媒またはその前駆体をパターン状被めっき層に付与する方法としては、例えば、めっき触媒またはその前駆体を適切な溶剤に分散または溶解させた溶液を調製し、その溶液をパターン状被めっき層上に塗布するか、または、その溶液中にパターン状被めっき層が形成された積層体を浸漬すればよい。

上述の溶剤としては、水または有機溶剤が適宜使用される。有機溶剤としては、パターン状被めっき層に浸透しうる溶剤が好ましく、例えば、アセトン、アセト酢酸メチル、アセト酢酸エチル、エチレングリコールジアセテート、シクロヘキサノン、アセチルアセトン、アセトフェノン、2-（1-シクロヘキセニル）シクロヘキサノン、プロピレングリコールジアセテート、トリアセチン、ジエチレングリコールジアセテート、ジオキサン、N-メチルピロリドン、ジメチルカーボネート、ジメチルセロソルブ等を用いることがで

10

20

30

40

50

きる。なお、金属イオンを付与する際、めっき触媒の付与液はpH (potential hydrogen) が3～6であることが好ましく、4～5が最も好ましい。

【0109】

溶液中のめっき触媒またはその前駆体の濃度は特に制限されないが、0.001～50質量%であることが好ましく、0.005～30質量%であることがより好ましい。

また、接触時間としては、30秒～24時間程度であることが好ましく、1分～1時間程度であることがより好ましい。

【0110】

パターン状被めっき層のめっき触媒またはその前駆体の吸着量に関しては、使用するめっき浴種、触媒金属種、パターン状被めっき層の相互作用性基種、使用方法等により異なるが、めっきの析出性の観点から、5～1000mg/m²が好ましく、10～800mg/m²がより好ましく、特に20～600mg/m²が好ましい。

【0111】

(工程Y：めっき処理工程)

次に、めっき触媒またはその前駆体が付与されたパターン状被めっき層に対してめっき処理を行う。

めっき処理の方法は特に制限されず、例えば、無電解めっき処理、または、電解めっき処理(電気めっき処理)が挙げられる。本工程では、無電解めっき処理を単独で実施してもよいし、無電解めっき処理を実施した後に更に電解めっき処理を実施してもよい。

なお、本明細書においては、いわゆる銀鏡反応は、上述の無電解めっき処理の一種として含まれる。よって、例えば、銀鏡反応等によって、付着させた金属イオンを還元させて、所望のパターン状金属層を形成してもよく、更にその後電解めっき処理を実施してもよい。

以下、無電解めっき処理、および、電解めっき処理の手順について詳述する。

【0112】

無電解めっき処理とは、めっきとして析出させたい金属イオンを溶かした溶液を用いて、化学反応によって金属を析出させる操作のことをいう。

本工程における無電解めっきは、例えば、無電解めっき触媒が付与されたパターン状被めっき層を備える積層体を、水洗して余分な無電解めっき触媒(金属)を除去した後、無電解めっき浴に浸漬して行うことが好ましい。使用される無電解めっき浴としては、公知の無電解めっき浴を使用することができる。

また、無電解めっき触媒前駆体が付与されたパターン状被めっき層を備える基板を、無電解めっき触媒前駆体がパターン状被めっき層に吸着または含浸した状態で無電解めっき浴に浸漬する場合には、積層体を水洗して余分な無電解めっき触媒前駆体(金属塩等)を除去した後、無電解めっき浴中へ浸漬させることが好ましい。この場合には、無電解めっき浴中において、無電解めっき触媒前駆体の還元とこれに引き続き無電解めっきが行われる。ここで使用される無電解めっき浴としても、上述の同様、公知の無電解めっき浴を使用することができる。

なお、無電解めっき触媒前駆体の還元は、上述のような無電解めっき液を用いる態様とは別に、触媒活性化液(還元液)を準備し、無電解めっき前の別工程として行うことも可能である。

【0113】

一般的な無電解めっき浴の組成としては、溶剤(例えば、水)の他に、1.めっき用の金属イオン、2.還元剤、3.金属イオンの安定性を向上させる添加剤(安定剤)が主に含まれている。このめっき浴には、これらに加えて、めっき浴の安定剤等公知の添加剤が含まれていてもよい。

無電解めっき浴への浸漬時間としては、1分～6時間程度であることが好ましく、1分～3時間程度であることがより好ましい。

【0114】

本工程においては、パターン状被めっき層に付与されためっき触媒またはその前駆体が電

10

20

30

40

50

極としての機能を有する場合、その触媒またはその前駆体が付与されたパターン状被めっき層に対して、電気めっきを行うことができる。

パターン状非めっき層の線幅が10 μm以下の条件で電解めっきを行う場合、発熱が生じる場合があるため、電解めっきを行わないでよい場合もある。

なお、上述したように、本工程においては、上述の無電解めっき処理の後に、必要に応じて、電解めっき処理を行うことができる。このような態様では、形成される金属層の厚みを適宜調整可能である。

電気めっきの方法としては、従来公知の方法を用いることができる。なお、電気めっきに用いられる金属としては、銅、クロム、鉛、ニッケル、金、銀、すず、亜鉛等が挙げられ、導電性の観点から、銅、金、銀が好ましく、銅がより好ましい。

10

【0115】

上述の工程を実施することにより、パターン状被めっき層上に金属層（めっき層）を形成することができる。

【0116】

本発明は、基本的に以上のように構成されるものである。以上、本発明のアンテナ、アンテナの製造方法およびタッチセンサについて詳細に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々の改良または変更をしてもよいのはもちろんである。

【実施例】

【0117】

20

以下、実施例により、本発明について更に詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

第1実施例では、下記に示す実施例1～7、比較例1～5のアンテナを作製し、それぞれアンテナとして機能するかを共振周波数の測定を試みて評価し、更にはアンテナの視認性について線見えにより評価した。

以下、実施例1～7および比較例1～5について説明する。

【0118】

<実施例1>

イソプロパノール中に、ポリアクリル酸（粘度8000～12000 cP、和光純薬工業株式会社製）と、多官能モノマーとして4官能アクリルアミドA（下記式（4）の「R」が全てメチル基で表されるモノマー。特許第5486536号公報にしたがって合成。）と、単官能モノマーとして単官能アクリルアミド（N-tert-ブチルアクリルアミド）とを1：0.33：0.33の固形分質量比で溶解させ、続いて上述の多官能モノマーおよび単官能モノマーの合計質量に対して5wt%となるようにirgacure（登録商標）127（重合開始剤、BASF社製）を溶解させ、固形分濃度3質量%の被めっき層形成用組成物（以下「組成物」ともいう）を調製した。

30

【0119】

C=C(R)C(=O)N[C@@H](COCCOC(CCN(C)=C)CCCNC(=O)C=C(R))COCCOC(NC(=O)C=C(R))CCCNC(=O)C=C(R)

(4)

実施例 4 は、実施例 1 に比して、ハードコートポリエチレンテレフタレートフィルムにかえて基板にシクロオレフィンポリマー（22℃で誘電率 2.4）を用いた点以外は、実施例 1 と同じであるため、その詳細な説明は省略する。実施例 4 は共振周波数を測定したところ、周波数 950 MHz で -23 dB と良好な結果が得られた。線見え評価は実施例 1 と同じであった。

<実施例 5>

実施例 5 は、実施例 1 に比して、ハードコートポチエチレンテレフタレートフィルムにかえて基板に A 4 3 0 0 (商品名 東洋紡績 (株) 製) を用いた点以外は、実施例 1 と同じであるため、その詳細な説明は省略する。実施例 5 では、パターン状被めっき層上の銅層の厚さが $2\ \mu\text{m}$ であった。

実施例 5 は共振周波数を測定したところ、周波数 950MHz で -24dB と良好な結果を得られた。線見え評価は実施例 1 と同程度であった。

【0122】

<実施例 6>

実施例 6 は、実施例 1 に比して、実施例 1 で用いた基板を $22\text{cm} \times 16\text{cm}$ 角サイズとし、基板表面の中央部に $20\text{cm} \times 15\text{cm}$ 角サイズのタッチセンサ部を作製し、その際、実施例 1 と同じアンテナを基板裏面に、基板の端部から 0.5cm の位置に作製した点が異なる以外は、実施例 1 と同じであるため、その詳細な説明は省略する。

なお、タッチセンサ部のパターンは、US 2012/0262414 号明細書の図 1 に記載の検出電極が基板の片側にしかないパターンをとした。

実施例 6 は、指を基板の端部に触れながら共振周波数を測定したところ、周波数 950MHz で -18dB であった。

【0123】

<実施例 7>

実施例 7 は、実施例 6 に比して、アンテナを基板の端部から 2cm の位置に作製した点が異なる以外は、実施例 6 と同じであるため、その詳細な説明は省略する。

実施例 7 は、指を基板の端部に触れながら共振周波数を測定したところ、周波数 950MHz で -20dB であった。

【0124】

<比較例 1>

比較例 1 は、実施例 1 に比して、特開 2013-257755 号公報の製造例 1 に記載の金微粒子を用いた製造方法で表 1 に記載の条件で、金属細線の線幅が $4\ \mu\text{m}$ 、金属細線の本数が 200 の上述のパターンを作製した点以外は、実施例 1 と同じであるため、その詳細な説明は省略する。

<比較例 2>

比較例 2 は、比較例 1 に比して、金属細線の線幅が $6\ \mu\text{m}$ である点、金属細線の本数が 70 である点以外は、比較例 1 と同じであるため、その詳細な説明は省略する。

<比較例 3>

比較例 3 は、比較例 1 に比して、金属細線の線幅が $5\ \mu\text{m}$ である点、金属細線の本数が 128 である点以外は、比較例 1 と同じであるため、その詳細な説明は省略する。

【0125】

<比較例 4>

比較例 4 は、実施例 1 に比して、国際公開第 2006/106982 号の実施例 2 に基づいて、金属細線の線幅が $25\ \mu\text{m}$ 、金属細線の本数が 20 の上述のパターンを作製した点以外は、実施例 1 と同じであるため、その詳細な説明は省略する。比較例 4 は、金属細線の膜厚が $12\ \mu\text{m}$ である。

<比較例 5>

比較例 5 は、実施例 1 に比して、市販の ITO (Indium Tin Oxide) フィルムを用いて、金属細線の線幅が $5\ \mu\text{m}$ である点、金属細線の本数が 20 の上述のパターンをフォトリソグラフィの手法を用いて作製した点以外は、実施例 1 と同じであるため、その詳細な説明は省略する。なお、比較例 5 は、ITO を用いているため、金属細線ではないが、便宜上金属細線という。

【0126】

以下、共振周波数の測定方法および評価と、アンテナの視認性の評価方法について説明する。

【0127】

(共振評価)

アンテナについて、以下に示す手順で共振周波数を測定し、共振周波数のピーク周波数の測定を試みた。共振周波数のピーク周波数が測定できたものを下記表1に示す「共振」の欄に「有」と評価し、共振周波数のピーク周波数が測定できなかったもの「無」と評価した。

＜共振周波数の測定方法＞

測定装置に、アジレント社製ネットワークアナライザ、N5230A（モデル番号）を用いて測定した。この測定装置のPort1にDUT（Device Under Test）を接続し、特性インピーダンスを50Ωとし、下限700MHz、上限1200MHzに設定して共振周波数の測定を試みた。

10

なお、実施例1では、周波数950MHzで-20dBとなり、上述の700～1200MHzの範囲内において、周波数950MHz以外の範囲では0dB～-5dBであった。

【0128】

(線見え評価)

アンテナについて、太陽光光源下での線見えを観察し、以下の評価基準にて評価した。評価A、Bが理想的である。

なお、線見え評価は10人の被験者により行い、10人の被験者のうち、アンテナの金属細線の反射光を視認できた人数にて評価した。

20

評価基準

「A」：金属細線の反射光を視認できた人が0人（誰も視認できなかった）

「B」：金属細線の反射光を視認できた人が1～4人

「C」：金属細線の反射光を視認できた人が5～9人

「D」：金属細線の反射光を視認できた人が10人（全員が視認できた）

なお、金属細線の反射光を視認できたことを、単に金属細線が見えたともいい、また、金属細線の反射光を視認できなかったことを、単に金属細線が見えないともいう。

【0129】

【表 1】

	線幅(μm)	金属細線の本数	開口率(%)	表面抵抗($\Omega/\text{sq.}$)	共振	線見え
実施例1	4	125	75	2.0	有	A
実施例2	3	125	81	1.9	有	A
実施例3	5	40	90	2.0	有	A
実施例4	4	125	75	2.0	有	A
実施例5	4	125	75	2.0	有	A
実施例6	4	125	75	2.0	有	A
実施例7	4	125	75	2.0	有	A
比較例1	4	200	60	15	有	C
比較例2	6	134	60	14	有	D
比較例3	5	128	68	15	有	D
比較例4	25	20	75	2.1	有	D
比較例5	5	20	95	50	無	A

【0130】

表1に示すように、実施例1～7は、いずれも共振周波数を測定したところ、周波数950MHzが得られておりアンテナとして機能し、かつ視認性が低く金属細線が見えなかった。また、実施例1～7では、周波数950Hzの電波を受信させたが、受信時間が5分を超えても発熱により基板が屈曲するようなこともなかった。

比較例1は、線幅が狭いが開口率が低かった。比較例1は、視認性が高く金属細線が見えるものであった。また、比較例1では、表面抵抗が高く、周波数950MHzが得られたが、周波数950Hzの電波を受信させた際、受信時間が5分を超えると発熱が生じ、基板が屈曲し、アンテナとして十分に機能するものではなかった。

比較例2は、線幅が広く、開口率も低かった。比較例2は、視認性が高く金属細線が見えるものであった。また、比較例2では、表面抵抗が高く、周波数950MHzが得られたが、周波数950Hzの電波を受信させた際、受信時間が5分を超えると発熱が生じ、基板が屈曲し、アンテナとして十分に機能するものではなかった。

【0131】

比較例3は、線幅が狭いが開口率は低かった。比較例3は、視認性が高く金属細線が見えるものであった。また、比較例3では、表面抵抗が高く、周波数950MHzが得られたが、周波数950Hzの電波を受信させた際、受信時間が5分を超えると発熱が生じ、基板が屈曲し、アンテナとして十分に機能するものではなかった。

比較例4は、線幅が広いが開口率は高かった。比較例4は、周波数950MHzが得られアンテナとして機能するが、視認性が高く金属細線が見えるものであった。比較例4は、膜厚が12 μm であるため、斜めから線見えを評価すると他の実施例、比較例に比べて金属光沢が強く感じられた。

比較例5は、線幅が狭く、開口率は高いが、表面抵抗が高い。比較例5は、ITO (Indium Tin Oxide) を用いており、視認性が低く見えないものであったが、表面抵抗が高いことにより発熱量が多い。比較例5では、周波数950Hzの電波を受信させた際、受信

時間が5分を超えると発熱が生じ、基板が屈曲し、アンテナとして十分に機能するものではなかった。

【符号の説明】

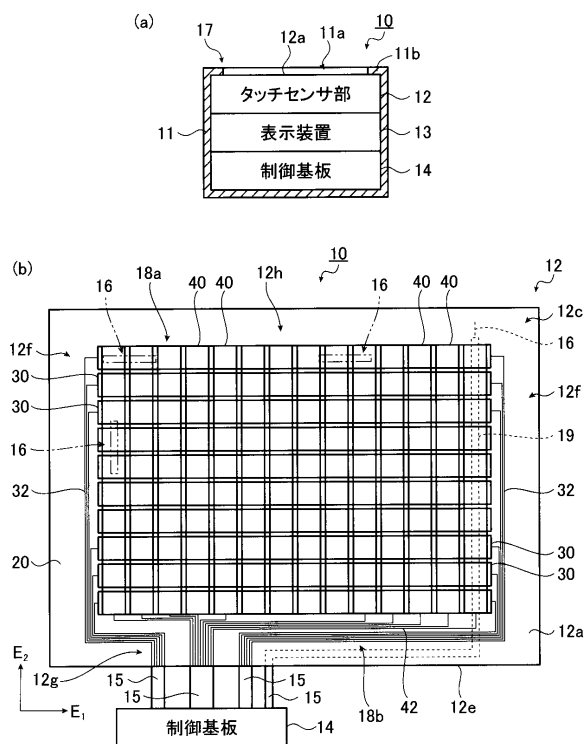
【0132】

- 10 タッチセンサパネル
- 12 タッチセンサ部
- 13 表示装置
- 14 制御基板
- 15 フレキシブルプリント配線基板
- 16 アンテナ
- 17 携帯端末機器
- 18a センサ部
- 18b 周辺配線部
- 19 伝送線路部
- 20 基板
- 22 接着層
- 24 保護層
- 35 導電性細線
- 50 金属細線
- 52、52a 開口部
- 54、54a パターン

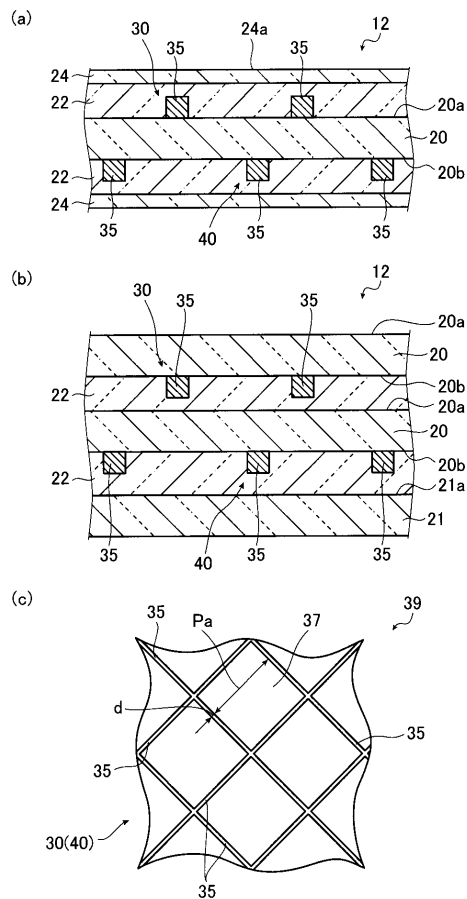
10

20

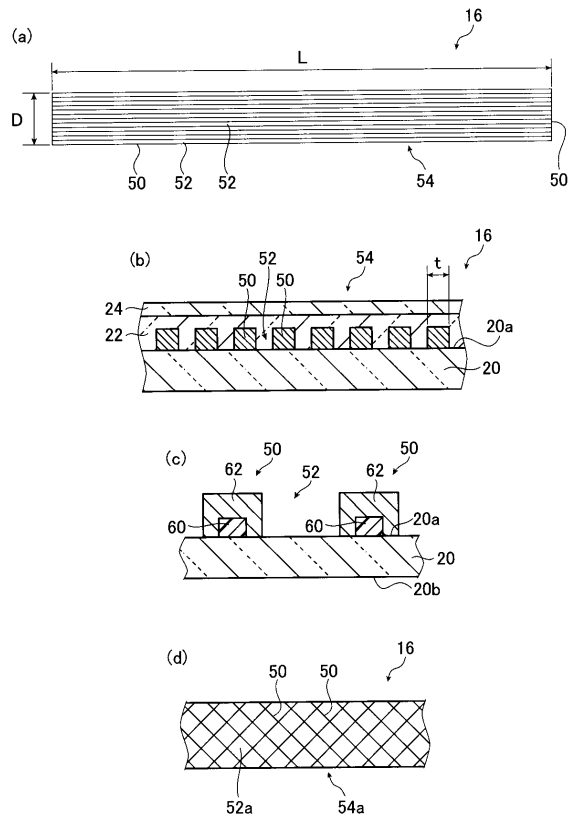
【図1】



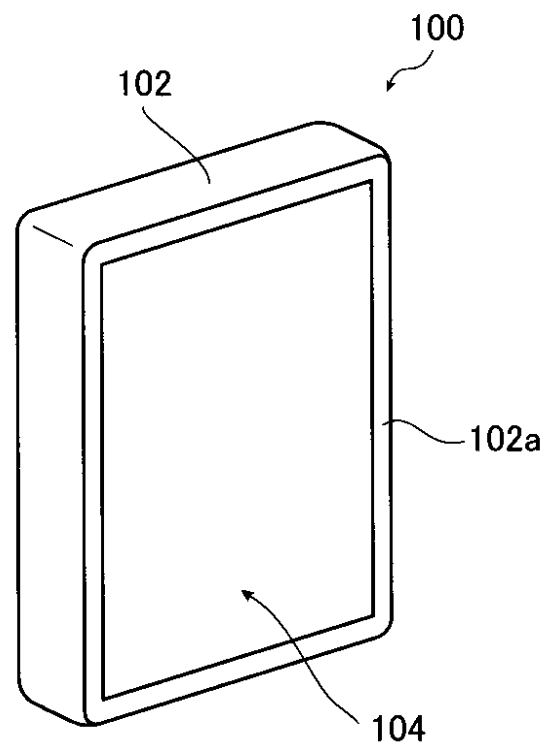
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 多田 信之
神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内

審査官 佐藤 当秀

(56)参考文献 特開2014-197531 (JP, A)
特開2013-257755 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F	3/041
H01B	5/14
H01Q	1/22
H01Q	1/38
H01Q	1/40
H05K	3/46