

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年4月2日(02.04.2020)



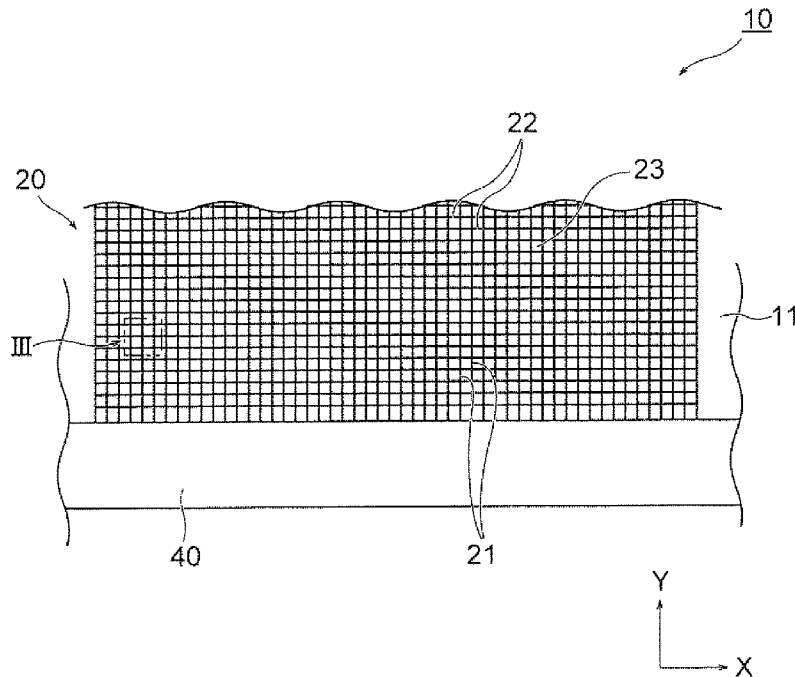
(10) 国際公開番号

WO 2020/066817 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 1/38 (2006.01) H05K 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/036679
- (22) 国際出願日: 2019年9月19日(19.09.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-186161 2018年9月28日(28.09.2018) JP
- (71) 出願人: 大日本印刷株式会社 (DAI NIPPON PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 綱一(SUZUKI Koichi); 〒1628001 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 Tokyo (JP). 武 誠司(TAKE Seiji); 〒1628001 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 Tokyo (JP). 松浦 大輔(MATSUURA Daisuke); 〒1628001 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 永井 浩之, 外(NAGAI Hiroshi et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番6号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: WIRING BOARD AND METHOD FOR MANUFACTURING WIRING BOARD

(54) 発明の名称: 配線基板および配線基板の製造方法



(57) Abstract: A wiring board (10) according to the present invention comprises: a transparent substrate (11); and a wiring pattern region (20) that is disposed on the substrate (11) and includes a plurality of wirings (21, 22). The wiring pattern region (20) has a sheet resistance value of $5 \Omega/\square$ or less, and the wirings (21, 22) have a maximum width of $3 \mu\text{m}$ or less when viewed at a viewing angle of 120° .

(57) 要約: 配線基板 (10) は、透明性を有する基板 (11) と、基板 (11) 上に配置され、複数の配線 (21、22) を含む配線パターン領域 (20) と、を備えている。配線パターン領域 (20) は、シート抵抗値が $5 \Omega/\square$ 以下であり、各配線 (21、22) を 120° の視野角で見たときの最長幅が $3 \mu\text{m}$ 以下である。



WO 2020/066817 A1

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：配線基板および配線基板の製造方法

技術分野

[0001] 本開示の実施の形態は、配線基板および配線基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 現在、スマートフォン、タブレット等の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とされる。例えば、携帯端末機器には、電話用アンテナ、W i F i (Wireless Fidelity) 用アンテナ、3 G (Generation) 用アンテナ、4 G (Generation) 用アンテナ、L T E (Long Term Evolution) 用アンテナ、Bluetooth (登録商標) 用アンテナ、N F C (Near Field Communication) 用アンテナ等の複数のアンテナが搭載されている。しかしながら、携帯端末機器の小型化に伴い、アンテナの搭載スペースは限られており、アンテナ設計の自由度は狭まっている。また、限られたスペース内にアンテナを内蔵していることから、電波感度が必ずしも満足できるものではない。

[0003] このため、携帯端末機器の表示領域に搭載することができるフィルムアンテナが開発されている。このフィルムアンテナは、透明基材上にアンテナパターンが形成された透明アンテナにおいて、アンテナパターンが、不透明な導電体層の形成部としての導体部と非形成部としての多数の開口部とによるメッシュ状の導電体メッシュ層によって形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-66610号公報

特許文献2：特許第5636735号明細書

特許文献3：特許第5695947号明細書

[0005] 従来フィルムアンテナにおいては、透明基材上に配線パターン領域（導

電体メッシュ層)が搭載されるが、配線パターン領域のメッシュ形状によっては、配線パターン領域が肉眼で見え易くなってしまふ。

[0006] 本実施の形態は、配線パターン領域を肉眼で視認しづらくすることが可能な、配線基板および配線基板の製造方法を提供する。

発明の開示

[0007] 本実施の形態による配線基板は、配線基板であつて、透明性を有する基板と、前記基板上に配置され、複数の配線を含む配線パターン領域と、を備え、前記配線パターン領域は、シート抵抗値が $5\ \Omega/\square$ 以下であり、各配線を 120° の視野角で見たときの最長幅が $3\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0008] 本実施の形態による配線基板において、各配線の断面において、高さと同幅のうち短い方が、各配線の表皮深さの2倍以下となつていても良い。

[0009] 本実施の形態による配線基板において、少なくとも1つの配線のアスペクト比が0.5以上であつても良い。

[0010] 本実施の形態による配線基板において、前記複数の配線はそれぞれ、天面と、底面と、前記天面と前記底面との間に位置する一対の側面とを有し、少なくとも1つの配線の前記一対の側面のうち、前記底面側の領域は、前記底面に向けて幅が狭まるよう湾曲する形状を有していても良い。

[0011] 本実施の形態による配線基板において、前記複数の配線はそれぞれ、天面と、底面と、前記天面と前記底面との間に位置する一対の側面とを有し、少なくとも1つの配線の前記一対の側面のうち、前記底面側の領域は、前記底面に向けて幅が狭まるよう湾曲する形状を有し、他の少なくとも1つの配線の前記一対の側面のうち、少なくとも一方の側面の前記底面側の領域に、テーパー面が形成されていても良い。

[0012] 本実施の形態による配線基板において、前記複数の配線はそれぞれ、天面と、底面と、前記天面と前記底面との間に位置する一対の側面とを有し、少なくとも1つの配線の天面は、前記基板の反対側に向けて突出していても良い。

[0013] 本実施の形態による配線基板において、前記基板上に、易接着層が形成さ

れていても良い。

[0014] 本実施の形態による配線基板において、前記易接着層上に、密着層が形成されていても良い。

[0015] 本実施の形態による配線基板において、前記基板の上に、前記複数の配線を覆うように保護層が形成されていても良い。

[0016] 本実施の形態による配線基板において、前記配線パターン領域は、アンテナとしての機能をもっているとしても良い。

[0017] 本実施の形態による配線基板において、前記配線パターン領域は複数設けられ、一部の配線パターン領域の長手方向と他の一部の配線パターン領域の長手方向とが、互いに異なる方向を向いていても良い。

[0018] 本実施の形態による配線基板の製造方法は、配線基板の製造方法であって、透明性を有する基板を準備する工程と、前記基板の上に、複数の配線を含む配線パターン領域を形成する工程と、を備え、前記配線パターン領域は、シート抵抗値が $5\ \Omega/\square$ 以下であり、各配線を 120° の視野角で見たときの最長幅が $3\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0019] 本開示の実施の形態によると、配線パターン領域を肉眼で視認しづらくすることができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]図1は、一実施の形態による配線基板を示す平面図。

[図2]図2は、一実施の形態による配線基板を示す拡大平面図（図1のII部拡大図）。

[図3]図3は、一実施の形態による配線基板を示す拡大平面図（図2のIII部拡大図）。

[図4]図4は、一実施の形態による配線基板を示す断面図（図3のVI-VI線断面図）。

[図5]図5は、一実施の形態による配線基板を示す断面図（図3のV-V線断面図）。

[図6]図6は、配線を示す断面図。

[図7]図7は、シート抵抗値と放射効率との関係をシミュレーションした結果を示すグラフ。

[図8]図8は、配線パターン領域を示す斜視図。

[図9]図9は、配線を示す断面図。

[図10]図10(a) - (e)は、一実施の形態による配線基板の製造方法を示す断面図。

[図11]図11(a) - (e)は、一実施の形態による配線基板の製造方法を示す断面図。

[図12]図12は、一実施の形態による画像表示装置を示す平面図。

[図13]図13は、第1の変形例による配線基板を示す平面図。

[図14]図14(a) (b)は、第2の変形例による配線基板の配線を示す断面図。

[図15]図15(a) (b)は、第3の変形例による配線基板の配線を示す断面図。

発明を実施するための形態

[0021] まず、図1乃至図12により、一実施の形態について説明する。図1乃至図12は本実施の形態を示す図である。

[0022] 以下に示す各図は、模式的に示したものである。そのため、各部の大きさ、形状は理解を容易にするために、適宜誇張している。また、技術思想を逸脱しない範囲において適宜変更して実施することが可能である。なお、以下に示す各図において、同一部分には同一の符号を付しており、一部詳細な説明を省略する場合がある。また、本明細書中に記載する各部材の寸法等の数値および材料名は、実施の形態としての一例であり、これに限定されるものではなく、適宜選択して使用することができる。本明細書において、形状や幾何学的条件を特定する用語、例えば平行や直交、垂直等の用語については、厳密に意味するところに加え、実質的に同じ状態も含むものとする。

[0023] また、以下の実施の形態において、「X方向」とは、基板の1つの辺に対して平行な方向である。「Y方向」とは、X方向に垂直かつ基板の他の辺に

対して平行な方向である。「Z方向」とは、X方向およびY方向の両方に垂直かつ配線基板の厚み方向に平行な方向である。また、「表面」とは、Z方向プラス側の面であって、基板に対して配線が設けられた面をいう。「裏面」とは、Z方向マイナス側の面であって、基板に対して配線が設けられた面と反対側の面をいう。

[0024] [配線基板の構成]

図1乃至図5を参照して、本実施の形態による配線基板の構成について説明する。図1乃至図5は、本実施の形態による配線基板を示す図である。

[0025] 図1に示すように、本実施の形態による配線基板10は、例えば画像表示装置のディスプレイ上に配置されるものである。このような配線基板10は、透明性を有する基板11と、基板11上に配置された配線パターン領域20と、を備えている。また、配線パターン領域20には、給電部40が電気的に接続されている。

[0026] このうち基板11は、平面視で略長形状であり、その長手方向がY方向に平行であり、その短手方向がX方向に平行となっている。基板11は、透明性を有するとともに略平板状であり、その厚みは全体として略均一となっている。基板11の長手方向（Y方向）の長さ L_1 は、例えば100mm以上200mm以下の範囲で選択することができ、基板11の短手方向（X方向）の長さ L_2 は、例えば50mm以上100mm以下の範囲で選択することができる。なお基板11は、その角部がそれぞれ丸みを帯びても良い。

[0027] 基板11の材料は、可視光線領域での透明性および電気絶縁性を有する材料であればよい。本実施の形態において基板11の材料はポリエチレンテレフタレートであるが、これに限定されない。基板11の材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート等のポリエステル系樹脂、ポメチルメタクリレート等のアクリル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリイミド系樹脂、或いは、シクロオレフィン重合体などのポリオレフィン系樹脂、トリアセチルセルロースなどのセルロース系樹脂材料等の有機絶縁性材料を用いることが好ましい。また、基板11の材料としては、用途に応じてガラス、セラ

ミックス等を適宜選択することもできる。なお、基板11は、単一の層によって構成された例を図示したが、これに限定されず、複数の基材又は層が積層された構造であってもよい。また、基板11はフィルム状であっても、板状であってもよい。このため、基板11の厚さは特に制限はなく、用途に応じて適宜選択できるが、一例として、基板11の厚み（Z方向） T_1 （図4および図5参照）は、例えば $10\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下の範囲とすることができる。

[0028] 本実施の形態において、配線パターン領域20は、アンテナとしての機能をもつアンテナパターン領域からなっている。図1において、配線パターン領域20は、基板11上に複数（3つ）形成されており、それぞれ異なる周波数帯に対応している。すなわち、複数の配線パターン領域20は、その長さ（Y方向の長さ） L_a が互いに異なっており、それぞれ特定の周波数帯に対応した長さを有している。なお、対応する周波数帯が低周波であるほど配線パターン領域20の長さ L_a が長くなっている。配線基板10が例えば画像表示装置90のディスプレイ91（後述する図12参照）上に配置される場合、各配線パターン領域20は、電話用アンテナ、Wi-Fi用アンテナ、3G用アンテナ、4G用アンテナ、LTE用アンテナ、Bluetooth（登録商標）用アンテナ、NFC用アンテナ等のいずれかに対応していても良い。

[0029] 各配線パターン領域20は、それぞれ平面視で略長形状である。各配線パターン領域20は、その長手方向がY方向に平行であり、その短手方向（幅方向）がX方向に平行となっている。各配線パターン領域20の長手方向（Y方向）の長さ L_a は、例えば 3mm 以上 100mm 以下の範囲で選択することができる。各配線パターン領域20の短手方向（幅方向）の幅 W_a は、後述するように、（i）第1方向配線21および第2方向配線22の表皮深さ、（ii）配線パターン領域20のシート抵抗値、および（iii）第1方向配線21および第2方向配線22の視野角等を考慮して決定される。具体的には、各配線パターン領域20の幅 W_a は、例えば 1mm 以上 25mm 以下の範囲で選択することができる。

- [0030] 配線パターン領域20は、それぞれ金属線が格子形状または網目形状に形成され、X方向およびY方向に繰り返しパターンを有している。すなわち配線パターン領域20は、X方向に延びる部分（第2方向配線22）とY方向に延びる部分（第1方向配線21）とから構成されるパターン形状を有している。
- [0031] 図2に示すように、各配線パターン領域20は、アンテナとしての機能をもつ複数の第1方向配線（アンテナ配線）21と、複数の第1方向配線21を連結する複数の第2方向配線（アンテナ連結配線）22とを含んでいる。具体的には、複数の第1方向配線21と複数の第2方向配線22とは、全体として一体となって、格子形状または網目形状を形成している。各第1方向配線21は、アンテナの周波数帯に対応する方向（長手方向、Y方向）に延びており、各第2方向配線22は、第1方向配線21に直交する方向（幅方向、X方向）に延びている。第1方向配線21は、所定の周波数帯に対応する長さ L_1 （上述した配線パターン領域20の長さ、図1参照）を有することにより、主としてアンテナとしての機能を発揮する。一方、第2方向配線22は、これらの第1方向配線21同士を連結することにより、第1方向配線21が断線したり、第1方向配線21と給電部40とが電氣的に接続しなくなったりする不具合を抑える役割を果たす。
- [0032] 各配線パターン領域20においては、互いに隣接する第1方向配線21と、互いに隣接する第2方向配線22とに取り囲まれることにより、複数の開口部23が形成されている。各開口部23は、それぞれ平面視略長方形形状または略正方形形状となっており、その面積は互いに均一である。また、各開口部23からは、透明性を有する基板11が露出している。このため、配線パターン領域20の単位面積あたりの開口部23の合計面積を広くすることにより、配線基板10全体としての透明性を高めることができる。
- [0033] 図3に示すように、複数の第1方向配線21は、配線パターン領域20の幅方向（X方向）に互いに間隔（ピッチ P_1 ）を空けて配置されている。この場合、複数の第1方向配線21は、配線パターン領域20の幅方向（X方向

) に沿って、互いに均一な間隔で配置されている。第1方向配線21のピッチ P_1 は、後述するように、(i) 第1方向配線21の表皮深さ、(ii) 配線パターン領域20のシート抵抗値、および(iii) 第1方向配線21の視野角等を考慮して決定される。具体的には、第1方向配線21のピッチ P_1 は、例えば0.01mm以上1mm以下の範囲とすることができる。なお、第1方向配線21のピッチ P_1 は、配線パターン領域20の幅方向(X方向)に沿って均一であるが、これに限らず幅方向(X方向)に沿って不均一としても良い。

[0034] 複数の第2方向配線22は、配線パターン領域20の長手方向(Y方向)に互いに等間隔に配置されている。第2方向配線22のピッチ P_2 は、後述するように、(i) 第2方向配線22の表皮深さ、(ii) 配線パターン領域20のシート抵抗値、および(iii) 第2方向配線22の視野角等を考慮して決定される。具体的には、第2方向配線22のピッチ P_2 は、例えば0.01mm以上1mm以下の範囲とすることができる。なお、各第1方向配線21と各第2方向配線22とは、互いに直交しているが、これに限らず、互いに鋭角または鈍角に交差していてもよい。また、第2方向配線22のピッチ P_2 は、配線パターン領域20の長手方向(Y方向)に沿って均一であるが、これに限らず長手方向(Y方向)に沿って不均一としても良い。さらに、本実施の形態において、第1方向配線21のピッチ P_1 は、第2方向配線22のピッチ P_2 と同一であるが、これに限らず、ピッチ P_1 とピッチ P_2 とが互いに異なっても良い。

[0035] 図4に示すように、各第1方向配線21は、その長手方向に垂直な断面(X方向断面)が略長方形形状又は略正方形形状となっている。この場合、第1方向配線21の断面形状は、第1方向配線21の長手方向(Y方向)に沿って略均一となっている。また、図5に示すように、各第2方向配線22の長手方向に垂直な断面(Y方向断面)の形状は、略長方形形状又は略正方形形状であり、上述した第1方向配線21の断面(X方向断面)形状と略同一である。この場合、第2方向配線22の断面形状は、第2方向配線22の長

手方向（X方向）に沿って略均一となっている。第1方向配線21と第2方向配線22の断面形状は、必ずしも略長方形形状又は略正方形形状でなくとも良く、例えば表面側（Z方向プラス側）が裏面側（Z方向マイナス側）よりも狭い略台形形状、あるいは、長手方向両側に位置する側面が湾曲した形状であっても良い。

[0036] 本実施の形態において、第1方向配線21の線幅 W_1 （X方向の長さ、図4参照）および高さ H_1 （Z方向の長さ、図4参照）は、後述するように、（i）第1方向配線21の表皮深さ、（ii）配線パターン領域20のシート抵抗値、および（iii）第1方向配線21の視野角等を考慮して決定される。例えば、第1方向配線21の線幅 W_1 は $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $3.0\ \mu\text{m}$ 以下の範囲で選択することができ、第1方向配線21の高さ H_1 は、例えば $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $3.0\ \mu\text{m}$ 以下の範囲で選択することができる。

[0037] 同様に、第2方向配線22の線幅 W_2 （Y方向の長さ、図5参照）および高さ H_2 （Z方向の長さ、図5参照）は、後述するように、（i）第2方向配線22の表皮深さ、（ii）配線パターン領域20のシート抵抗値、および（iii）第2方向配線22の視野角等を考慮して決定される。例えば、第2方向配線22の線幅 W_2 は、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $3.0\ \mu\text{m}$ 以下の範囲で選択することができ、第2方向配線22の高さ H_2 は、例えば $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $3.0\ \mu\text{m}$ 以下の範囲で選択することができる。

[0038] また、図4および図5に示すように、基板11上には易接着層15が形成されている。易接着層15は、基板11と第1方向配線21および第2方向配線22との接着性を高めるものであり、基板11の表面の略全域に形成されている。易接着層15は、絶縁性の被膜ならなっている。このような易接着層15の材料としては、例えばポリメチル（メタ）アクリレート、ポリエチル（メタ）アクリレート等のアクリル樹脂とそれらの変性樹脂と共重合体、ポリエステル、ポリビニルアルコール、ポリ酢酸ビニル、ポリビニルアセタール、ポリビニルブチラール等のポリビニル樹脂とそれらの共重合体、ポリウレタン、エポキシ樹脂、ポリアミド、塩素化ポリオレフィン等の無色透

明な樹脂を用いることができる。また、易接着層 15 の厚みは、10 nm 以上 800 nm 以下の範囲で適宜設定することができる。なお、易接着層 15 は、基板 11 の表面のうち少なくとも配線パターン領域 20 に形成されていれば良い。

[0039] 易接着層 15 上には、密着層 16 が形成されている。この密着層 16 は、第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 と、易接着層 15 との間に位置している。密着層 16 は、基板 11 と第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 との密着性を高めるものであり、第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 と同一の平面形状に形成されている。すなわち、密着層 16 は、平面視で格子形状または網目形状を有している。この密着層 16 の材料としては、例えばチタン、チタン酸化物、ニッケル、ニッケル酸化物、インジウム-亜鉛酸化物 (IZO: Indium-Zinc-Oxide) 等の金属酸化物を用いることができる。また、密着層 16 の厚みは、10 nm 以上 100 nm 以下の範囲で選択することができる。なお、密着層 16 は必ずしも設けられていなくても良い。

[0040] さらに、基板 11 の表面上であって、第 1 方向配線 21、第 2 方向配線 22 および易接着層 15 を覆うように保護層 17 が形成されている。保護層 17 は、第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 を保護するものであり、基板 11 の表面の略全域に形成されている。保護層 17 の材料としては、ポリメチル (メタ) アクリレート、ポリエチル (メタ) アクリレート等のアクリル樹脂とそれらの変性樹脂と共重合体、ポリエステル、ポリビニルアルコール、ポリ酢酸ビニル、ポリビニルアセタール、ポリビニルブチラール等のポリビニル樹脂とそれらの共重合体、ポリウレタン、エポキシ樹脂、ポリアミド、塩素化ポリオレフィン等の無色透明の絶縁性樹脂を用いることができる。また、保護層 17 の厚みは、0.3 μ m 以上 10 μ m 以下の範囲で選択することができる。なお、保護層 17 は、基板 11 のうち少なくとも配線パターン領域 20 を覆うように形成されていれば良い。

[0041] 配線パターン領域 20 の全体の開口率 A_t は、例えば 87% 以上 100% 未満の範囲とすることができる。配線基板 10 の全体の開口率 A_t をこの範

困とすることにより、配線基板 10 の導電性と透明性を確保することができる。なお、開口率とは、所定の領域（例えば配線パターン領域 20 の全域）の単位面積に占める、開口領域（第 1 方向配線 21、第 2 方向配線 22 等の金属部分が存在せず、基板 11 が露出する領域）の面積の割合（%）をいう。

[0042] 第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 の材料は、導電性を有する金属材料であればよい。本実施の形態において第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 の材料は銅であるが、これに限定されない。第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 の材料は、例えば、金、銀、銅、白金、錫、アルミニウム、鉄、ニッケルなどの金属材料（含む合金）を用いることができる。

[0043] 本実施の形態において、配線パターン領域 20 の第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 のメッシュ形状（寸法）は、（i）第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 の表皮深さ、（ii）配線パターン領域 20 のシート抵抗値、および（iii）第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 の視野角等を考慮して決定される。以下、このような配線パターン領域 20 のメッシュ形状（寸法）を決定する手法について説明する。

[0044] （i）表皮深さ

上述したように、配線パターン領域 20 の長さ（Y 方向の長さ） L_a は、特定の周波数帯に対応した長さを有しており、対応する周波数帯が低周波であるほど長さ L_a が長くなる。配線パターン領域 20 の長さ L_a を決定した後、第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 の線幅 W_1 、 W_2 および高さ H_1 、 H_2 を決定する。

[0045] すなわち、第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 の線幅 W_1 、 W_2 および高さ H_1 、 H_2 については、それぞれ、対応する周波数帯に応じて、表皮効果の影響のない寸法となるよう決定する。具体的には、第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 の断面において、それぞれ高さ H_1 、 H_2 と線幅 W_1 、 W_2 とのうち短い方が、各第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 の表皮深さの 2 倍以下となるようにする。

[0046] 一般に、交流電流を配線に流したとき、周波数が高くなるほど、配線の中心部分には電流が流れにくくなり、配線の表面を電流が流れるようになる。このように、配線に交流電流を流したときに表面にのみ電流が流れる現象のことを表皮効果という。また、表皮深さとは、最も電流が流れやすい配線の表面の電流に対して、 $1/e$ （約0.37）倍に減衰する、配線の表面からの深さのことをいう。この表皮深さ δ は、一般に下記の式によって求めることができる。

[0047] [数1]

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu \sigma}}$$

[0048] なお、上記式中、 ω は角周波数（ $=2\pi f$ ）、 μ は透磁率（真空中では $4\pi \times 10^{-7}$ [H/m]）、 σ は配線を構成する導体の導電率（銅の場合は 5.8×10^7 [S/m]）を意味する。銅の配線の表皮深さ δ は、周波数が0.8 GHzの場合、 $\delta =$ 約 $2.3 \mu\text{m}$ であり、周波数が2.4 GHzの場合、 $\delta =$ 約 $1.3 \mu\text{m}$ であり、周波数が4.4 GHzの場合、 $\delta =$ 約 $1.0 \mu\text{m}$ であり、周波数が6 GHzの場合、 $\delta =$ 約 $0.85 \mu\text{m}$ である。

[0049] 本実施の形態において、第1方向配線21（第2方向配線22）の高さ H_1 （ H_2 ）と線幅 W_1 （ W_2 ）とのうち短い方が、対応する周波数の表皮深さ δ の2倍（ 2δ ）以下となっている。例えば、図6に示すように、線幅 W_1 （ W_2 ）が、第1方向配線21（第2方向配線22）の高さ H_1 （ H_2 ）よりも短い場合（ $W_1 < H_1$ （ $W_2 < H_2$ ））、第1方向配線21（第2方向配線22）の線幅 W_1 （ W_2 ）を、対応する周波数の表皮深さ δ の2倍以下とする（ $W_1 \leq 2\delta$ （ $W_2 \leq 2\delta$ ））。例えば、配線パターン領域20の周波数が2.4 GHzである場合、 W_1 （ W_2 ）は $2.6 \mu\text{m}$ 以下となり、配線パターン領域20の周波数が6 GHzの場合、 W_1 （ W_2 ）は $1.7 \mu\text{m}$ 以下となる。

[0050] これにより、第1方向配線21（第2方向配線22）の断面の略全域にわたって電流を流すことが可能となる。このため、第1方向配線21（第2方

向配線 2 2) を効率良く利用することができ、第 1 方向配線 2 1 (第 2 方向配線 2 2) の断面積を最小に抑えることができる。この結果、配線パターン領域 2 0 の開口率 A_t を高めることが可能となり、配線パターン領域 2 0 を肉眼で視認しづらくすることができる。

[0051] (ii) シート抵抗値

また、配線パターン領域 2 0 のシート抵抗値は、 $5 \Omega/\square$ 以下となっている。シート抵抗値を $5 \Omega/\square$ 以下とすることにより、配線パターン領域 2 0 の性能を維持することができる。具体的には、アンテナとしての配線パターン領域 2 0 の放射効率 (配線パターン領域 2 0 の単体に入力された電力がどれだけ放射されたかを示す割合) を高めることができる。

[0052] 図 7 は、アンテナとしての配線パターン領域 2 0 に対応する周波数が 2.4 GHz である場合における、シート抵抗値と放射効率との関係をシミュレーションした結果を示す。図 7 から明らかなように、配線パターン領域 2 0 のシート抵抗値を $5 \Omega/\square$ 以下とすることにより、配線パターン領域 2 0 単体での放射効率が 75% 以上となり、そのアンテナ特性を維持することができる。一方、配線パターン領域 2 0 のシート抵抗値を $5 \Omega/\square$ 超となる場合、配線パターン領域 2 0 の放射効率が 75% 未満となるおそれがある。なお、配線パターン領域 2 0 に対応する周波数が 2.4 GHz 以外の周波数である場合も、シート抵抗値を $5 \Omega/\square$ 以下とすることにより、放射効率を良好に維持することができる。

[0053] ここで、配線パターン領域 2 0 のシート抵抗値 (Ω/\square) は、以下のようにして求めることができる。すなわち、配線パターン領域 2 0 の長手方向 (Y 方向) 両端部 20_{e1} 、 20_{e2} (図 8 参照) 間の抵抗値 R を実測する。次に、この抵抗値 R を配線パターン領域 2 0 の長さ L_a と幅 W_a との比 (L_a/W_a) で除することにより、配線パターン領域 2 0 のシート抵抗値 R_s (Ω/\square) を求めることができる。すなわちシート抵抗値 $R_s = R \times W_a / L_a$ となる。

[0054] このように、配線パターン領域 2 0 のシート抵抗値を $5 \Omega/\square$ 以下とすることにより、配線パターン領域 2 0 単体での放射効率を 75% 以上とすること

ができ、配線パターン領域20のアンテナとしての性能を高めることができる。また、上記シート抵抗値を満たす範囲で配線パターン領域20の幅 W_a および高さ H_1 、 H_2 を可能な限り最小に抑えることができる。このため、配線パターン領域20の開口率 A_t を高めることが可能となり、配線パターン領域20を視認しづらくすることができる。

[0055] (iii) 視野角

また、本実施の形態において、第1方向配線21および第2方向配線22をそれぞれ 120° の視野角で見たときの最長幅が $3\mu\text{m}$ 以下となっている。

[0056] すなわち、図9に示すように、第1方向配線21（第2方向配線22）の長手方向に対して垂直な断面において、第1方向配線21（第2方向配線22）を、所定の視線 L_D の方向から見た場合の幅 W_D が規定される。そしてこの視線 L_D を視野角 120° の範囲で移動したときの、最長となる第1方向配線21（第2方向配線22）の幅が $3\mu\text{m}$ 以下となっている。

[0057] ここで、視野角とは、基板11の表面に垂直な法線 N_L と、法線 N_L と基板11の表面との交点 O_z に向けた視線 L_D の角度を θ とした場合、 $2 \times \theta$ となる角度をいう。また、視線 L_D の方向から見た場合の幅 W_D とは、視線 L_D に平行な一对の直線 L_m 、 L_n が、断面視で第1方向配線21（第2方向配線22）に接触するときの、一对の直線 L_m 、 L_n 間の距離をいう。

[0058] 例えば、第1方向配線21（第2方向配線22）の高さ H_1 （ H_2 ）と、第1方向配線21（第2方向配線22）の線幅 W_1 （ W_2 ）とが同一である場合（ $H_1 = W_1$ （ $H_2 = W_2$ ））、 120° の視野角で見たときの幅 W_D は $\theta = 45^\circ$ の場合に最長となり、その値は $1.41 \times W_1$ となる。また、第1方向配線21（第2方向配線22）の高さ H_1 （ H_2 ）が、第1方向配線21（第2方向配線22）の線幅 W_1 （ W_2 ）の2倍となる場合（ $H_1 = 2 \times W_1$ （ $H_2 = 2 \times W_2$ ））、 120° の視野角で見たときの幅 W_D は、 $\theta = 60^\circ$ の場合に最長となり、その値は $2.23 \times W_1$ となる。

[0059] 一般に、使用者が配線基板10を視認する場合、その視野角は最大 120°

°程度であると考えられる。また、人間が視認できる第1方向配線21（第2方向配線22）の幅は最大3 μ m程度である。したがって、第1方向配線21（第2方向配線22）を120°の視野角で見たときの最長幅を3 μ m以下とすることにより、使用者が第1方向配線21（第2方向配線22）を肉眼で認識しにくくすることができる。

[0060] 再度図1を参照すると、給電部40は、配線パターン領域20に電氣的に接続されている。この給電部40は、略長形状の導電性の薄板状部材からなる。給電部40の長手方向はX方向に平行であり、給電部40の短手方向はY方向に平行である。また、給電部40は、基板11の長手方向端部（Y方向マイナス側端部）に配置されている。給電部40の材料は、例えば、金、銀、銅、白金、錫、アルミニウム、鉄、ニッケルなどの金属材料（含む合金）を用いることができる。この給電部40は、配線基板10が画像表示装置90（図12参照）に組み込まれた際、画像表示装置90の無線通信用回路92と電氣的に接続される。なお、給電部40は、基板11の表面に設けられているが、これに限らず、給電部40の一部又は全部が基板11の周縁よりも外側に位置していても良い。また、給電部40を柔軟に形成することにより、給電部40が画像表示装置90の側面や裏面に回り込んで、側面や裏面側で電氣的に接続できるようにしても良い。

[0061] [配線基板の製造方法]

次に、図10(a) - (e) および図11(a) - (e)を参照して、本実施の形態による配線基板の製造方法について説明する。図10(a) - (e) および図11(a) - (e)は、本実施の形態による配線基板の製造方法を示す断面図である。

[0062] まず、図10(a)に示すように、基板11を準備し、この基板11の表面の略全域に易接着層15および密着層16を順次形成する。易接着層15を形成する方法としては、ロールコート、グラビアコート、グラビアリバーコート、マイクログラビアコート、スロットダイコート、ダイコート、ナイフコート、インクジェットコート、ディスペンサーコート、キスコート、

スプレーコートを用いても良い。また、密着層16を形成する方法としては、蒸着法やスパッタリング法やプラズマCVD法を用いても良い。

[0063] 次に、図10(b)に示すように、基板11の表面の略全域であって、密着層16上に導電層51を形成する。本実施の形態において導電層51の厚さは、200nmである。しかしながらこれに限定されず、導電層51の厚さは10nm以上1000nm以下の範囲で適宜選択することができる。本実施の形態において導電層51は、銅を用いてスパッタリング法によって形成する。導電層51を形成する方法としては、プラズマCVD法を用いても良い。

[0064] 次に、図10(c)に示すように、基板11の表面の略全域であって、密着層16上に光硬化性絶縁レジスト52を供給する。この光硬化性絶縁レジスト52としては、例えばエポキシ系樹脂等の有機樹脂を挙げることができる。

[0065] 続いて、凸部53aを有する透明なインプリント用のモールド53を準備し(図10(d))、このモールド53と基板11とを近接させて、モールド53と基板11との間に光硬化性絶縁レジスト52を展開する。次いで、モールド53側から光照射を行い、光硬化性絶縁レジスト52を硬化させることにより、絶縁層54を形成する。これにより、絶縁層54の表面に、凸部53aが転写された形状をもつトレンチ54aが形成される。トレンチ54aは、第1方向配線21および第2方向配線22に対応する平面形状パターンを有する。

[0066] その後、モールド53を絶縁層54から剥離することにより、図10(e)に示す断面構造の絶縁層54を得る。モールド53を絶縁層54から剥離する方向は、より長い第1方向配線21が延長するY方向とすることが好ましい。

[0067] このように、絶縁層54の表面に、インプリント法によってトレンチ54aを形成することにより、トレンチ54aの形状を微細なものとすることができる。なお、これに限らず、絶縁層54をフォトリソグラフィ法により形

成しても良い。この場合、フォトリソグラフィ法により、第1方向配線21および第2方向配線22に対応する導電層51を露出するようにレジストパターンを形成する。

[0068] 続いて、図11(a)に示すように、絶縁層54のトレンチ54aの底部には、絶縁材料の残渣が残ることがある。このため過マンガン酸塩溶液やN-メチル-2-ピロリドン等の有機溶媒を用いたウェット処理や、酸素プラズマを用いたドライ処理を行うことによって、絶縁材料の残渣を除去する。このように、絶縁材料の残渣を除去することによって、図11(a)に示すように導電層51を露出したトレンチ54aを形成することができる。

[0069] 次に、図11(b)に示すように、絶縁層54のトレンチ54aを、導電体55で充填する。本実施の形態において、導電層51をシード層として、電解メッキ法を用いて絶縁層54のトレンチ54aを銅で充填する。

[0070] 続いて、図11(c)に示すように、絶縁層54を除去する。この場合、過マンガン酸塩溶液やN-メチル-2-ピロリドン等の有機溶媒を用いたウェット処理や、酸素プラズマを用いたドライ処理を行うことによって、基板11上の絶縁層54を除去する。

[0071] 次に、図11(d)に示すように、基板11の表面上の導電層51および密着層16を除去する。この際、塩化第二鉄水溶液、塩化第二銅水溶液、ペルオキソ二硫酸アンモニウム水溶液、ペルオキソ二硫酸ナトリウム水溶液、硫酸、過酸化水素水等の銅エッチング液を用いたウェット処理を行うことによって、基板11の表面が露出するように導電層51および密着層16をエッチングする。

[0072] その後、図11(e)に示すように、基板11上の易接着層15、導電体55および密着層16を覆うように保護層17を形成する。保護層17を形成する方法としては、ロールコート、グラビアコート、グラビアリバースコート、マイクログラビアコート、スロットダイコート、ダイコート、ナイフコート、インクジェットコート、ディスペンサーコート、キスコート、スプレーコート、スクリーン印刷、オフセット印刷、フレキソ印刷を用いても良

い。

[0073] このようにして、基板 11 と、基板 11 上に配置された配線パターン領域 20 と、を有する配線基板 10 が得られる (図 11 (e))。この場合、配線パターン領域 20 は、第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 を含む。上述した導電体 55 は、第 1 方向配線 21 と、第 2 方向配線 22 とを含んでいる。このとき、導電体 55 の一部によって、給電部 40 が形成されても良い。あるいは、平板状の給電部 40 を別途準備し、この給電部 40 を配線パターン領域 20 に電氣的に接続しても良い。

[0074] [本実施の形態の作用]

次に、このような構成からなる配線基板の作用について述べる。

[0075] 図 12 に示すように、配線基板 10 は、ディスプレイ 91 を有する画像表示装置 90 に組み込まれる。配線基板 10 は、ディスプレイ 91 上に配置される。このような画像表示装置 90 としては、例えばスマートフォン、タブレット等の携帯端末機器を挙げることができる。配線基板 10 の配線パターン領域 20 は、給電部 40 を介して画像表示装置 90 の無線通信用回路 92 に電氣的に接続される。このようにして、配線パターン領域 20 を介して、所定の周波数の電波を送受信することができ、画像表示装置 90 を用いて通信を行うことができる。

[0076] 以上説明したように、本実施の形態によれば、配線基板 10 の配線パターン領域 20 は、シート抵抗が $5 \Omega / \square$ 以下であり、第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 を 120° の視野角で見たときの最長幅がそれぞれ $3 \mu\text{m}$ 以下となっている。これにより、ディスプレイ 91 の表面上で配線パターン領域 20 を見えにくくすることができ、画像表示装置 90 の使用者が配線パターン領域 20 を肉眼で認識しにくくすることができる。すなわち、シート抵抗が $5 \Omega / \square$ 以下となる範囲で配線パターン領域 20 の幅 W_a および高さ H_1 、 H_2 を可能な限り最小に抑えることができるので、配線パターン領域 20 の開口率 A_t を高め、配線パターン領域 20 を視認しづらくすることができる。また、第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 を 120° の視野角で

見たときの最長幅がそれぞれ $3\ \mu\text{m}$ 以下となっているので、使用者が第1方向配線21および第2方向配線22を肉眼で認識しにくくすることができる。

[0077] また、本実施の形態によれば、配線パターン領域20のシート抵抗値を $5\ \Omega/\square$ 以下とすることより、配線パターン領域20単体での放射効率を75%以上とすることができる。これにより、配線パターン領域20のアンテナとしての性能を高めることができる。

[0078] また、本実施の形態によれば、第1方向配線21および第2方向配線22の断面において、高さ H_1 、 H_2 と線幅 W_1 、 W_2 とのうち短い方が、第1方向配線21および第2方向配線22の表皮深さの2倍以下となっている。これにより、断面において第1方向配線21および第2方向配線22を効率良く利用することができ、その断面積を最小に抑えることができる。この結果、配線パターン領域20の開口率 A_t を高めることが可能となり、配線パターン領域20を視認しづらくすることができる。

[0079] また、本実施の形態によれば、基板11上に、易接着層15が形成されているので、基板11と、第1方向配線21および第2方向配線22との接着性を高めることができる。さらに、易接着層15上に、密着層16が形成されているので、基板11と、第1方向配線21および第2方向配線22との密着性をより高めることができる。

[0080] また、本実施の形態によれば、基板11上に、第1方向配線21および第2方向配線22を覆うように保護層17が形成されているので、第1方向配線21および第2方向配線22を外部の衝撃等から保護することができる。

[0081] また、本実施の形態によれば、配線パターン領域20は、アンテナとしての機能をもつ。また、アンテナとしての配線パターン領域20を画像表示装置90の最表面側に配置することができる。このため、アンテナを画像表示装置90に内蔵させる場合と比べて通信性能を向上させることができる。また、アンテナとしての配線パターン領域20を画像表示装置90の面内に複数配置することができるので、通信性能をより向上させることができる。

[0082] (変形例)

次に、配線基板の各種変形例について説明する。

[0083] (第1の変形例)

図13は、配線基板の第1の変形例を示している。図13に示す変形例は、配線パターン領域20の構成が異なるものであり、他の構成は上述した図1乃至図12に示す実施の形態と略同一である。図13において、図1乃至図12に示す形態と同一部分には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0084] 図13に示す配線基板10Aにおいて、基板11上に複数の配線パターン領域20(20a~20d)が配置されている。この場合、一部の配線パターン領域20の長手方向と他の一部の配線パターン領域20の長手方向とが、互いに異なる方向を向いている。具体的には、複数の配線パターン領域20のうち、一部の配線パターン領域20(20a~20b)は、その長手方向が基板11の各辺(X方向又はY方向)に平行である。また、他の一部の配線パターン領域20(20c)は、その長手方向が基板11の各辺(X方向およびY方向)に対して非平行である(傾斜している)。さらに、一部の配線パターン領域20(20d)は、線対称に一对配置され、ダイポールアンテナを構成している。

[0085] 一般に、配線パターン領域20が受信する電波の周波数帯が高周波数であるほど、配線パターン領域20の長さが短くなる。このため、基板11上に配置する配線パターン領域20の数を増やすことができる。しかしながら、受信する電波の周波数帯が高周波数になるほど、アンテナとしての配線パターン領域20の指向性が低下する傾向がある。このため、基板11上に様々な方向を向く配線パターン領域20を配置することにより、このような指向性の低下を抑えることができる。

[0086] (第2の変形例)

図14(a)(b)は、本開示の第2の変形例を示している。図14(a)は、第1方向配線21の長手方向に垂直な断面図であり、図14(b)は

、第2方向配線22の長手方向に垂直な断面図である。図14(a)(b)に示す変形例は、第1方向配線21および第2方向配線22の形状が異なるものであり、他の構成は上述した図1乃至図12に示す実施の形態と略同一である。図14(a)(b)において、図1乃至図12に示す形態と同一部分には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0087] 図14(a)に示すように、第1方向配線21は、天面21aと、底面21bと、天面21aと底面21bとの間に位置する一对の側面21cとを有している。このうち天面21aは、基板11の反対側に位置する面であり、底面21bは、基板11側に位置する面である。天面21aおよび底面21bは、それぞれ基板11の主たる面と略平行な平面上に位置している。また一对の側面21cは、第1方向配線21の両側方(X方向プラス側およびX方向マイナス側)に位置する面である。

[0088] 各側面21cは、天面21a側から底面21b側に向けて、天面側突出部21dと、中間凹部21eと、中間突出部21fと、底面側湾曲部21gとを有している。天面側突出部21dは、天面21a側に位置する領域であり、第1方向配線21の幅方向(X方向)外側に膨らんでいる。中間凹部21eは、天面側突出部21dよりも第1方向配線21の幅方向内側に向けて湾曲している。中間突出部21fは、中間凹部21eよりも第1方向配線21の幅方向外側に膨らんでいる。底面側湾曲部21gは、第1方向配線21の底面21b側に位置する領域であり、中間突出部21fから底面21bに向けて幅が狭まるよう幅方向内側に湾曲する形状を有している。

[0089] このように、中間凹部21eが第1方向配線21の幅方向内側に凹んでいることにより、第1方向配線21と保護層17との密着性を高め、保護層17が第1方向配線21から剥離することを抑制することができる。また、第1方向配線21の底面21b側の領域(底面側湾曲部21g)が、底面21bに向けて幅が狭まるよう湾曲していることにより、使用者が第1方向配線21を肉眼で認識しにくくすることができる。なお、中間凹部21e、底面側湾曲部21gは、一对の側面21cのうちのいずれか一方の側面21cの

みに設けられていても良い。

[0090] この場合、第1方向配線21の線幅 W_1 は、第1方向配線21の幅の最も広い部分で規定される。具体的には、第1方向配線21の線幅 W_1 は、天面側突出部21dにおける第1方向配線21の幅をいう。この第1方向配線21の線幅 W_1 は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下の範囲で選択することができる。また、第1方向配線21の幅の最も狭い部分は、中間凹部21eであり、中間凹部21eにおける第1方向配線21の線幅 W_3 は、 $0.08\mu\text{m}$ 以上 $2.6\mu\text{m}$ 以下であっても良い。第1方向配線21の高さ H_1 は、例えば $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下の範囲で選択することができる。

[0091] 第1方向配線21のアスペクト比(W_1/H_1)は、 0.5 以上としても良く、より好ましくは 1.0 以上である。このように第1方向配線21のアスペクト比を高めることにより、表面側(Z方向プラス側)から見たときに第1方向配線21を肉眼で認識しにくくしつつ、第1方向配線21の断面積を大きくし、第1方向配線21の抵抗値を下げるができる。この結果、第1方向配線21の不可視性と性能(低抵抗化)の両方を向上させることができる。

[0092] 図14(b)に示すように、第2方向配線22は、天面22aと、底面22bと、天面22aと底面22bとの間に位置する一对の側面22cとを有している。このうち天面22aは、基板11の反対側に位置する面であり、底面22bは、基板11側に位置する面である。天面22aおよび底面22bは、それぞれ基板11の主たる面と略平行な平面上に位置している。また一对の側面22cは、第2方向配線22の両側方(Y方向プラス側およびY方向マイナス側)に位置する面である。

[0093] 各側面22cは、天面22a側から底面22b側に向けて、天面側突出部22dと、中間凹部22eと、底面側テーパ部22fとを有している。天面側突出部22dは、天面22a側に位置する領域であり、第2方向配線22の幅方向(Y方向)外側に膨らんでいる。中間凹部22eは、天面側突出部22dよりも第2方向配線22の幅方向内側に向けて湾曲している。底面

側テーパ一部 22 f は、第 2 方向配線 22 の底面 22 b 側に位置する領域であり、中間凹部 22 e から底面 22 b に向けて幅が広がる末広がり状のテーパ面である。

[0094] このように、中間凹部 22 e が第 2 方向配線 22 の幅方向内側に凹んでいることにより、第 2 方向配線 22 と保護層 17 との密着性を高め、保護層 17 が第 2 方向配線 22 から剥離することを抑制することができる。また、側面 22 c の底面 22 b 側の領域に、テーパ面（底面側テーパ一部 22 f）が形成されていることにより、第 2 方向配線 22 と基板 11 との密着性を向上させることができる。なお、中間凹部 22 e、テーパ面（底面側テーパ一部 22 f）は、一对の側面 22 c のうちのいずれか一方のみに設けられていても良い。

[0095] この場合、第 2 方向配線 22 の線幅 W_2 は、第 2 方向配線 22 の幅の最も広い部分で規定される。具体的には、第 2 方向配線 22 の線幅 W_2 は、底面側テーパ一部 22 f における第 2 方向配線 22 の幅をいう。この第 2 方向配線 22 の線幅 W_2 は、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上 $3.0 \mu\text{m}$ 以下の範囲で選択することができる。また、第 2 方向配線 22 の幅の最も狭い部分は、中間凹部 22 e であり、中間凹部 22 e における第 2 方向配線 22 の線幅 W_4 は、 $0.08 \mu\text{m}$ 以上 $2.6 \mu\text{m}$ 以下の範囲であっても良い。第 2 方向配線 22 の高さ H_2 は、例えば $0.1 \mu\text{m}$ 以上 $3.0 \mu\text{m}$ 以下の範囲で選択することができる。

[0096] 第 2 方向配線 22 のアスペクト比 (W_2/H_2) は、 0.5 以上としても良く、より好ましくは 1.0 以上である。このように第 2 方向配線 22 のアスペクト比を高めることにより、表面側（Z 方向プラス側）から見たときに第 2 方向配線 22 を肉眼で認識しにくくしつつ、第 2 方向配線 22 の断面積を大きくし、第 2 方向配線 22 の抵抗値を下げるができる。この結果、第 2 方向配線 22 の不可視性と性能（低抵抗化）の両方を向上させることができる。

[0097] 図 14 (a) (b) に示す第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 の断面形状は、エッチングによって形成される。具体的には、導電層 51 および

密着層 16 (図 11 (d) 参照) をエッチングする際のエッチング条件 (エッチング液の種類、濃度、エッチングの時間) 等を適宜設定することにより、第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 の形状 (側面の形状や湾曲面の形状等) を調整することができる。

[0098] このように本変形例においては、第 1 方向配線 21 の断面形状と第 2 方向配線 22 の断面形状とが互いに異なっている。具体的には、第 1 方向配線 21 の一对の側面 21c のうち底面 21b 側の領域は、底面 21b に向けて幅が狭まるよう湾曲しており、第 2 方向配線 22 の一对の側面 22c のうち底面 22b 側の領域には、テーパ面が形成されている。これにより、表面側 (Z 方向プラス側) から見たときに第 1 方向配線 21 を肉眼で認識しにくくしつつ、第 2 方向配線 22 と基板 11 との密着性を向上させることができる。

[0099] ところで配線基板 10 を画像表示装置 90 のディスプレイ 91 (図 12 参照) 上に配置する際には、標準的な使用方向があり、この方向で使用する際に、配線パターン領域 20 が見えにくいことが望ましい。標準的な使用方向で配線パターン領域 20 が見えにくくしつつ、配線パターン領域 20 と基板 11 との密着性を高めるよう、第 1 方向配線 21 の断面形状と第 2 方向配線 22 の断面形状とを設定することが好ましい。このため、標準的な使用方向によっては、第 1 方向配線 21 の断面形状と第 2 方向配線 22 の断面形状を上記と反対にしても良い。例えば、第 1 方向配線 21 が図 14 (b) に示す断面形状を有していても良く、第 2 方向配線 22 が図 14 (a) に示す断面形状を有していても良い。

[0100] また、複数の第 1 方向配線 21 がアンテナとしての機能をもつ場合、第 1 方向配線 21 同士のピッチを第 2 方向配線 22 同士のピッチよりも狭くすることにより、配線パターン領域 20 全体としての機能を向上させることができる。この場合、第 1 方向配線 21 の断面形状と第 2 方向配線 22 の断面形状を図 14 (a) (b) のようにすることにより、第 1 方向配線 21 の視認性を抑制しつつ第 2 方向配線 22 と基板 11 との密着性を高めることができ

る。

[0101] なお、第1方向配線21の断面形状と第2方向配線22の断面形状とは互いに異なっていなくても良い。例えば、第2方向配線22が第1方向配線21と同一の断面形状を有していても良い。また、第1方向配線21と第2方向配線22のアスペクト比が、両方とも0.5以上でなくても良い。例えば、第1方向配線21または第2方向配線22のアスペクト比は0.5未満でも良い。

[0102] なお、図14(a)(b)において、易接着層15および密着層16の表示を省略している(後述する図15(a)(b)についても同様)。

[0103] (第3の変形例)

図15(a)(b)は、本開示の第3の変形例を示している。図15(a)は、第1方向配線21の長手方向に垂直な断面図であり、図15(b)は、第2方向配線22の長手方向に垂直な断面図である。図15(a)(b)に示す変形例は、第1方向配線21および第2方向配線22の断面形状が異なるものであり、他の構成は上述した図14(a)(b)に示す変形例2の構成と略同一である。図15(a)(b)において、図1乃至図14に示す形態と同一部分には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0104] 図15(a)に示すように、第1方向配線21の天面21aには、凸部21hが形成されている。凸部21hは、山状に形成されており、表面側(基板11の反対側)に向けて突出している。また凸部21hは、第1方向配線21の幅方向略中央に位置している。

[0105] 図15(b)に示すように、第2方向配線22の天面22aには、凸部22hが形成されている。凸部22hは、山状に形成されており、表面側(基板11の反対側)に向けて突出している。また凸部22hは、第2方向配線22の幅方向略中央に位置している。

[0106] このように、第1方向配線21の天面21aおよび第2方向配線22の天面22aに、それぞれ凸部21h、22hが設けられていることにより、第1方向配線21および第2方向配線22と保護層17との密着性を高め、保

護層 17 が第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 から剥離することを抑制することができる。また、第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 の断面積を大きくし、第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 の抵抗値を下げるることができる。

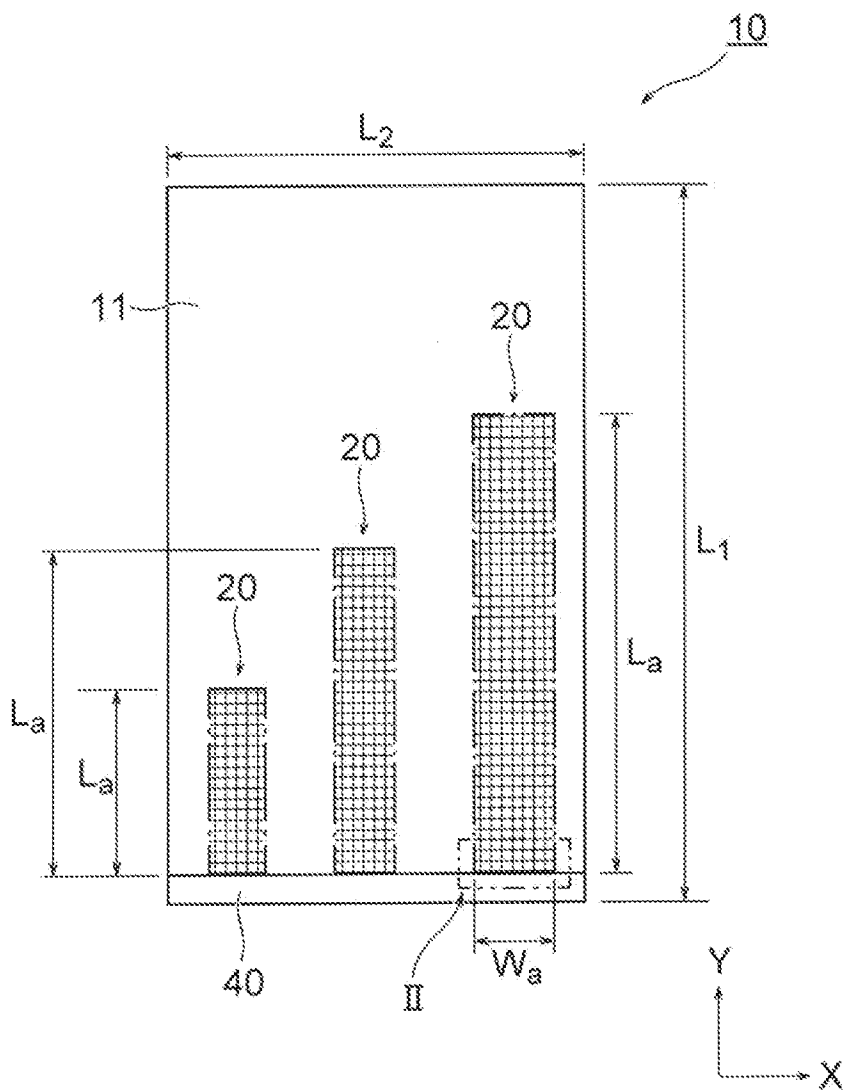
- [0107] なお、凸部 21h、22h は、第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 のいずれか一方のみに設けられていても良い。
- [0108] また、図 1 乃至図 15 において、配線パターン領域 20 がアンテナとしての機能をもつ場合を例にとって説明したが、これに限られるものではない。配線パターン領域 20 は、例えばホバリング（使用者がディスプレイに直接触れなくても操作可能となる機能）、指紋認証、ヒーター、ノイズカット（シールド）等の機能を果たしても良い。このような場合においても、配線パターン領域 20 のシート抵抗が $5 \Omega / \square$ 以下であり、第 1 方向配線 21 および第 2 方向配線 22 を 120° の視野角で見たときの最長幅が $3 \mu\text{m}$ 以下とすることにより、配線パターン領域 20 を見えにくくすることができ、使用者が配線パターン領域 20 を肉眼で認識しにくくすることができる。
- [0109] 上記実施の形態および変形例に開示されている複数の構成要素を必要に応じて適宜組合せることも可能である。あるいは、上記実施の形態および変形例に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。

請求の範囲

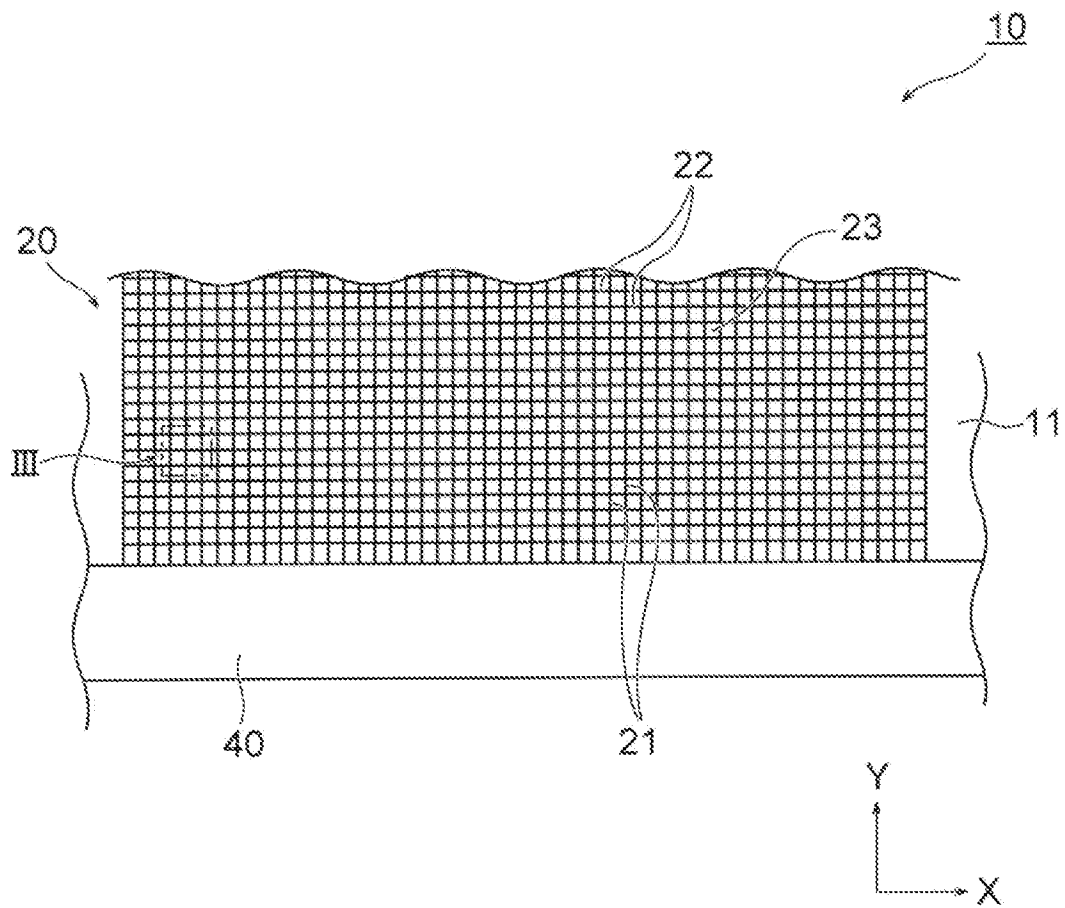
- [請求項1] 配線基板であって、
透明性を有する基板と、
前記基板上に配置され、複数の配線を含む配線パターン領域と、を
備え、
前記配線パターン領域は、シート抵抗値が $5\ \Omega/\square$ 以下であり、
各配線を 120° の視野角で見たときの最長幅が $3\ \mu\text{m}$ 以下である
、配線基板。
- [請求項2] 各配線の断面において、高さと線幅とのうち短い方が、各配線の表皮深さの2倍以下となる、請求項1に記載の配線基板。
- [請求項3] 少なくとも1つの配線のアスペクト比が0.5以上である、請求項1に記載の配線基板。
- [請求項4] 前記複数の配線はそれぞれ、天面と、底面と、前記天面と前記底面との間に位置する一对の側面とを有し、
少なくとも1つの配線の前記一对の側面のうち、前記底面側の領域は、前記底面に向けて幅が狭まるよう湾曲する形状を有している、請求項1に記載の配線基板。
- [請求項5] 前記複数の配線はそれぞれ、天面と、底面と、前記天面と前記底面との間に位置する一对の側面とを有し、
少なくとも1つの配線の前記一对の側面のうち、前記底面側の領域は、前記底面に向けて幅が狭まるよう湾曲する形状を有し、
他の少なくとも1つの配線の前記一对の側面のうち、少なくとも一方の側面の前記底面側の領域に、テーパ一面が形成されている、請求項1に記載の配線基板。
- [請求項6] 前記複数の配線はそれぞれ、天面と、底面と、前記天面と前記底面との間に位置する一对の側面とを有し、
少なくとも1つの配線の天面は、前記基板の反対側に向けて突出している、請求項1に記載の配線基板。

- [請求項7] 前記基板の上に、易接着層が形成されている、請求項1に記載の配線基板。
- [請求項8] 前記易接着層上に、密着層が形成されている、請求項7に記載の配線基板。
- [請求項9] 前記基板の上に、前記複数の配線を覆うように保護層が形成されている、請求項1に記載の配線基板。
- [請求項10] 前記配線パターン領域は、アンテナとしての機能をもつ、請求項1に記載の配線基板。
- [請求項11] 前記配線パターン領域は複数設けられ、一部の前記配線パターン領域の長手方向と他の一部の配線パターン領域の長手方向とが、互いに異なる方向を向いている、請求項1に記載の配線基板。
- [請求項12] 配線基板の製造方法であって、
透明性を有する基板を準備する工程と、
前記基板の上に、複数の配線を含む配線パターン領域を形成する工程と、を備え、
前記配線パターン領域は、シート抵抗値が $5\ \Omega/\square$ 以下であり、
各配線を 120° の視野角で見たときの最長幅が $3\ \mu\text{m}$ 以下である、配線基板の製造方法。

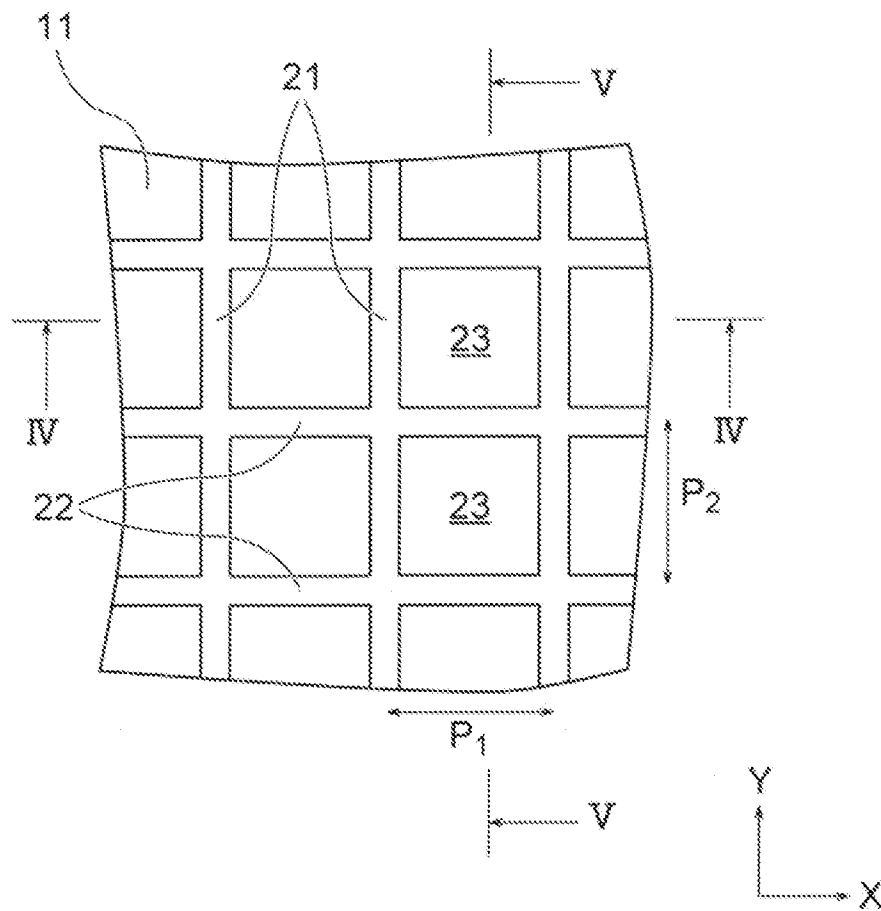
[図1]



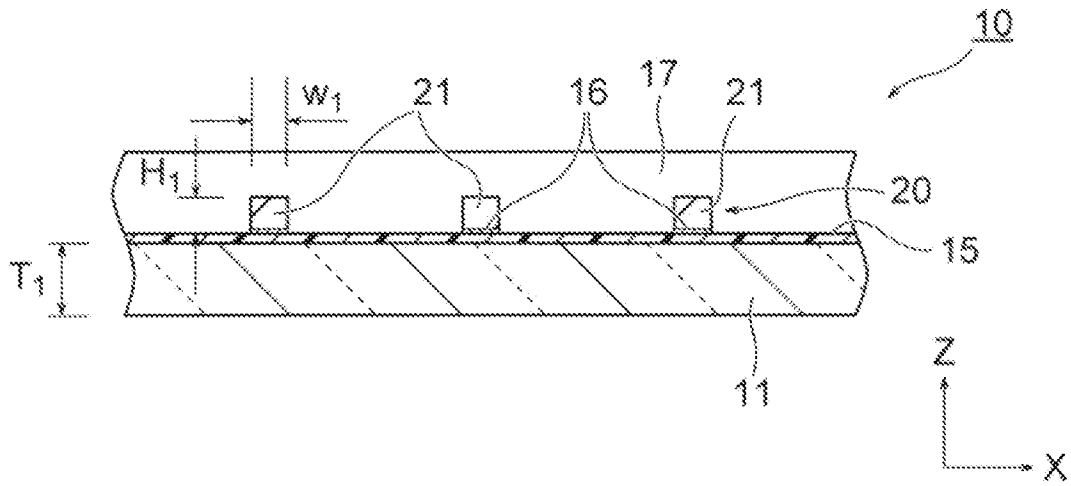
[図2]



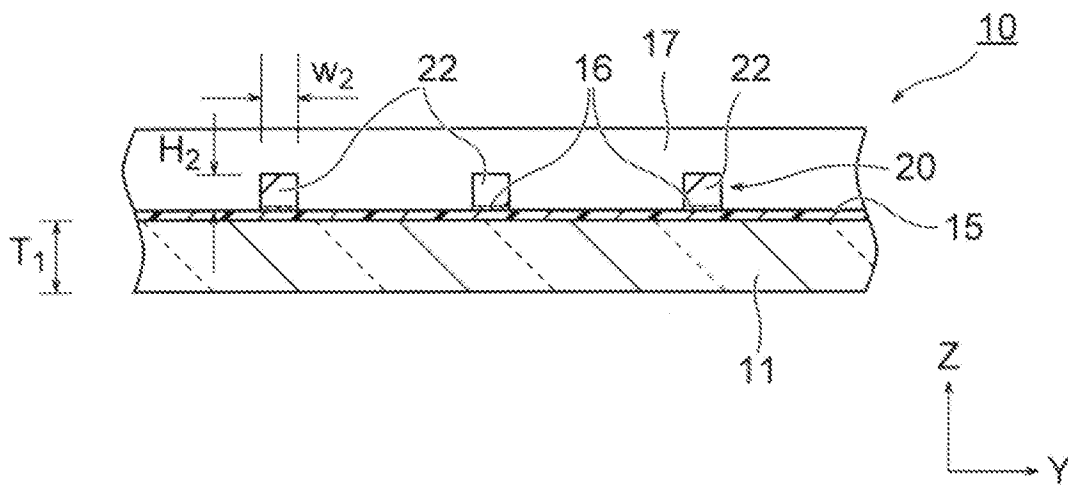
[図3]



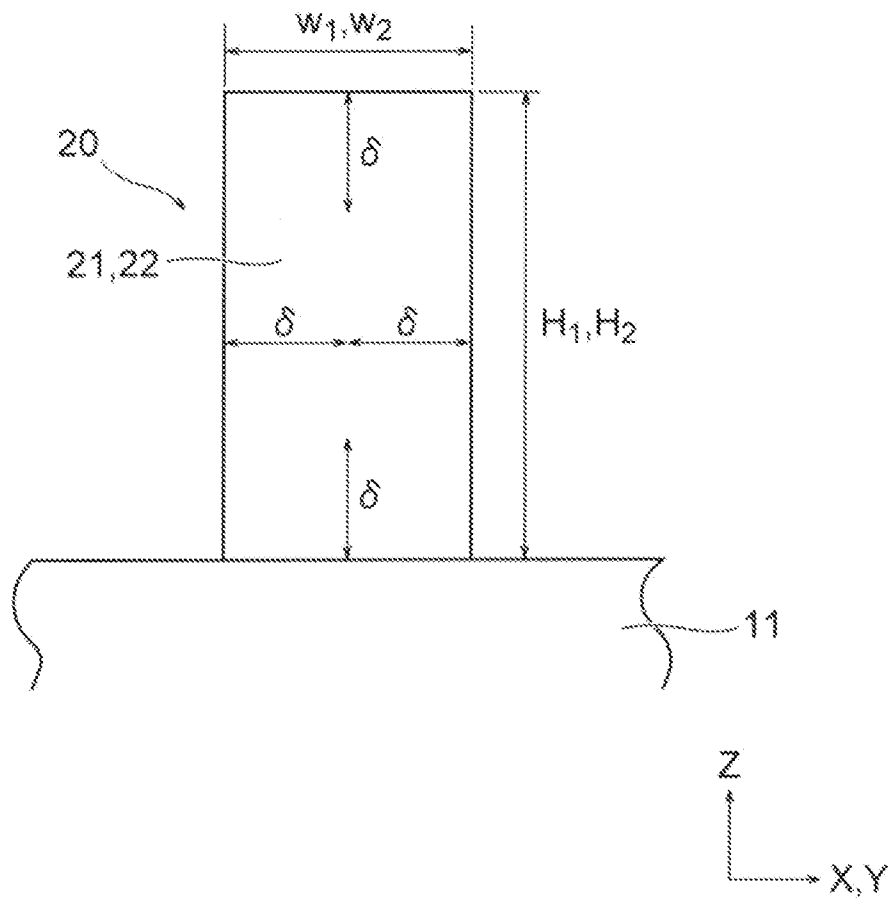
[図4]



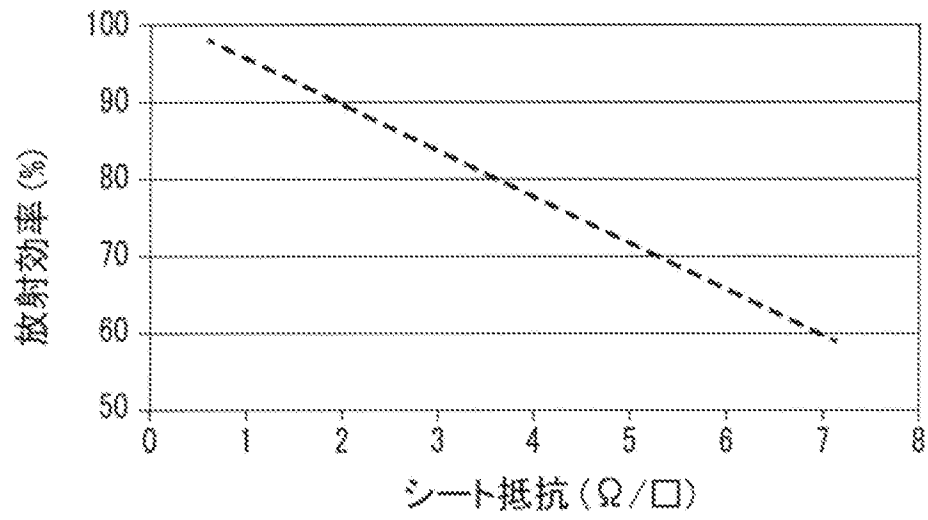
[図5]



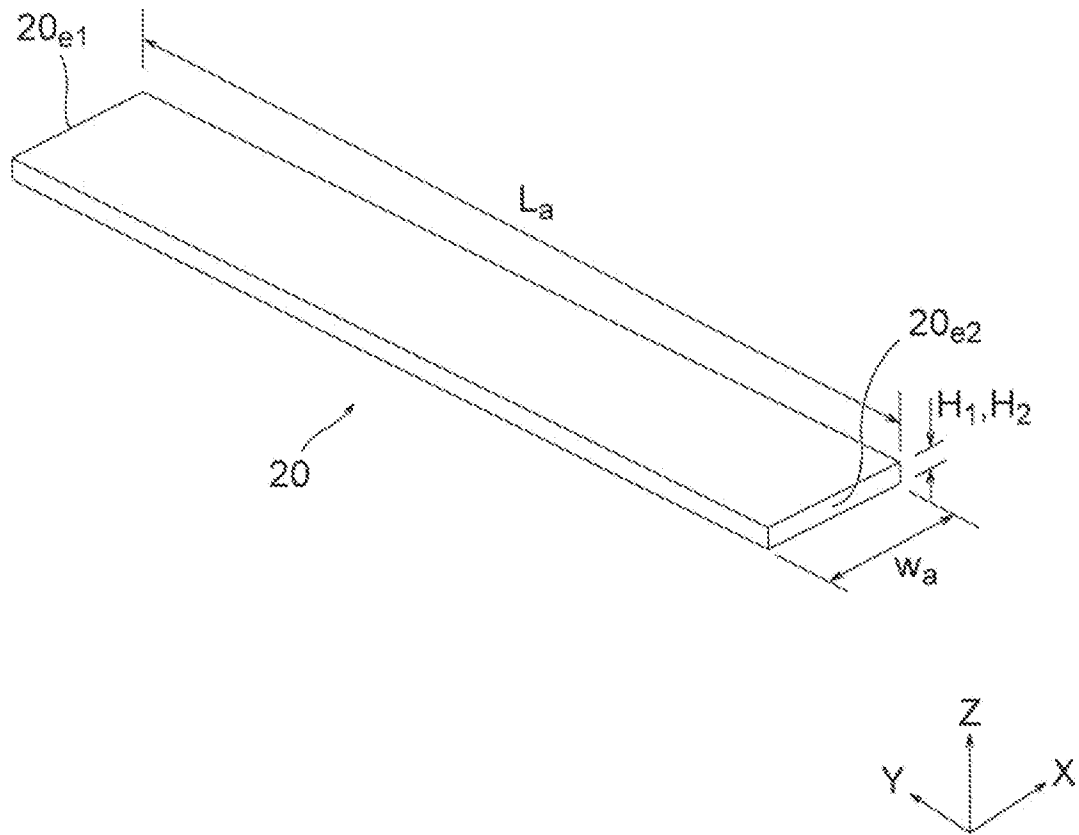
[図6]



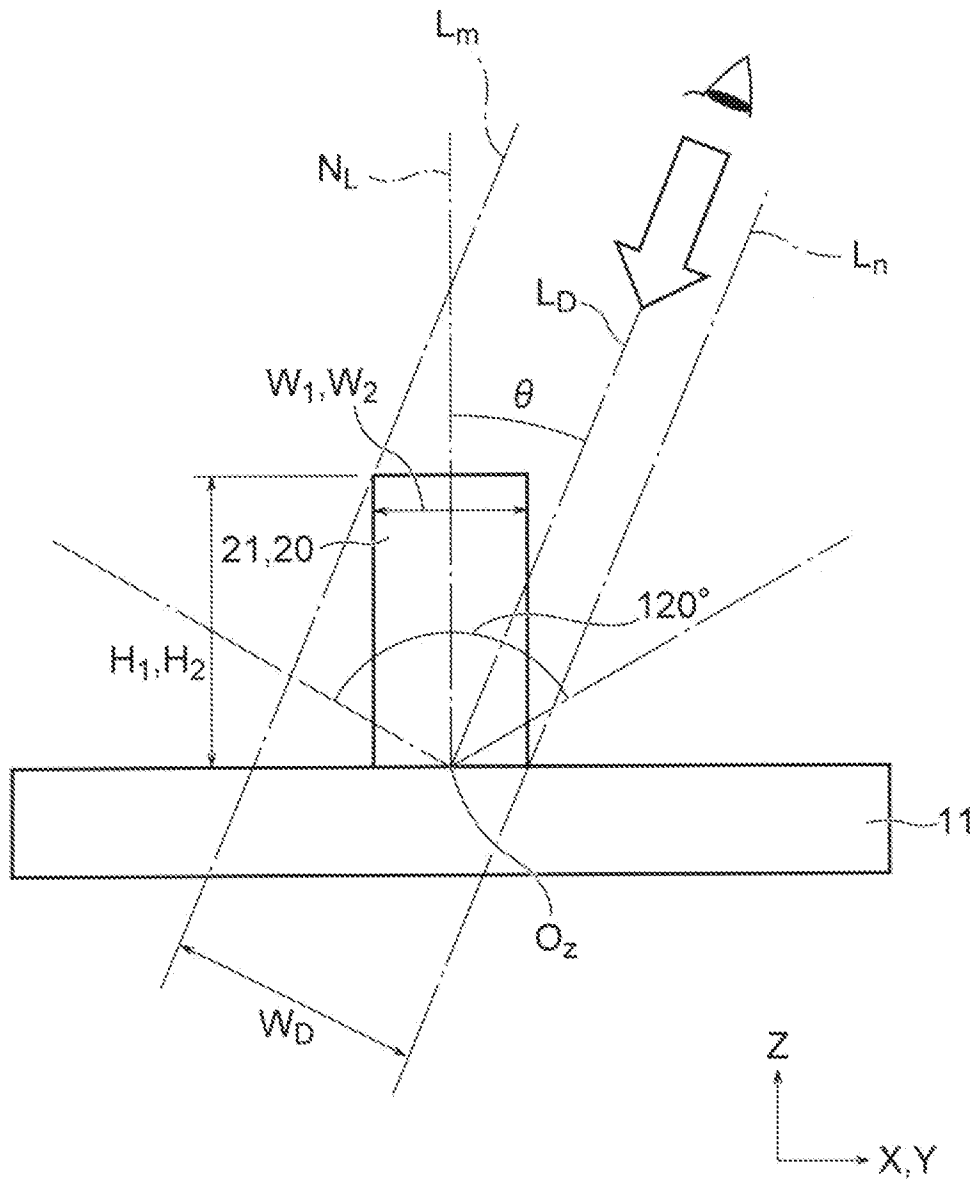
[図7]



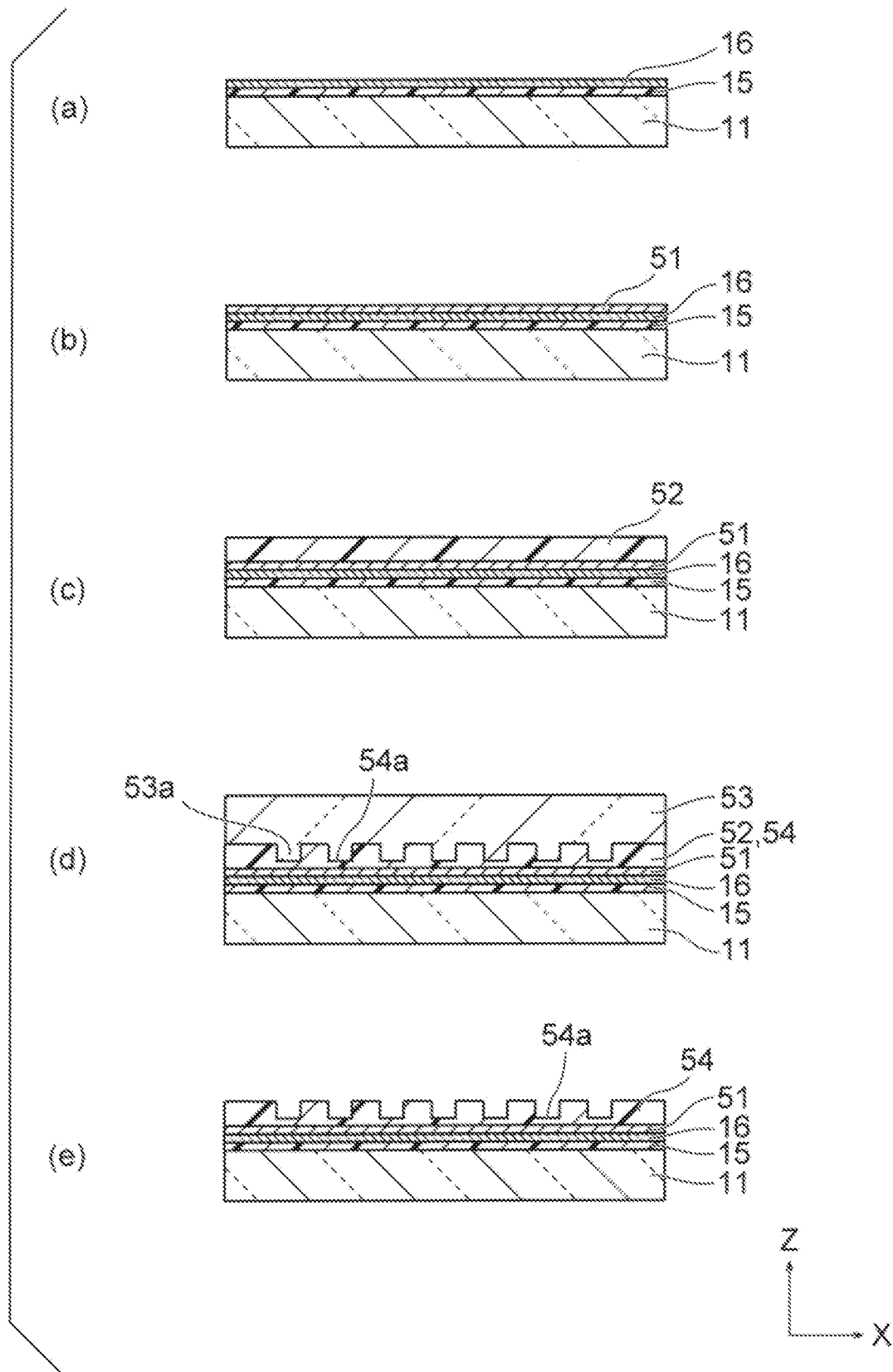
[図8]



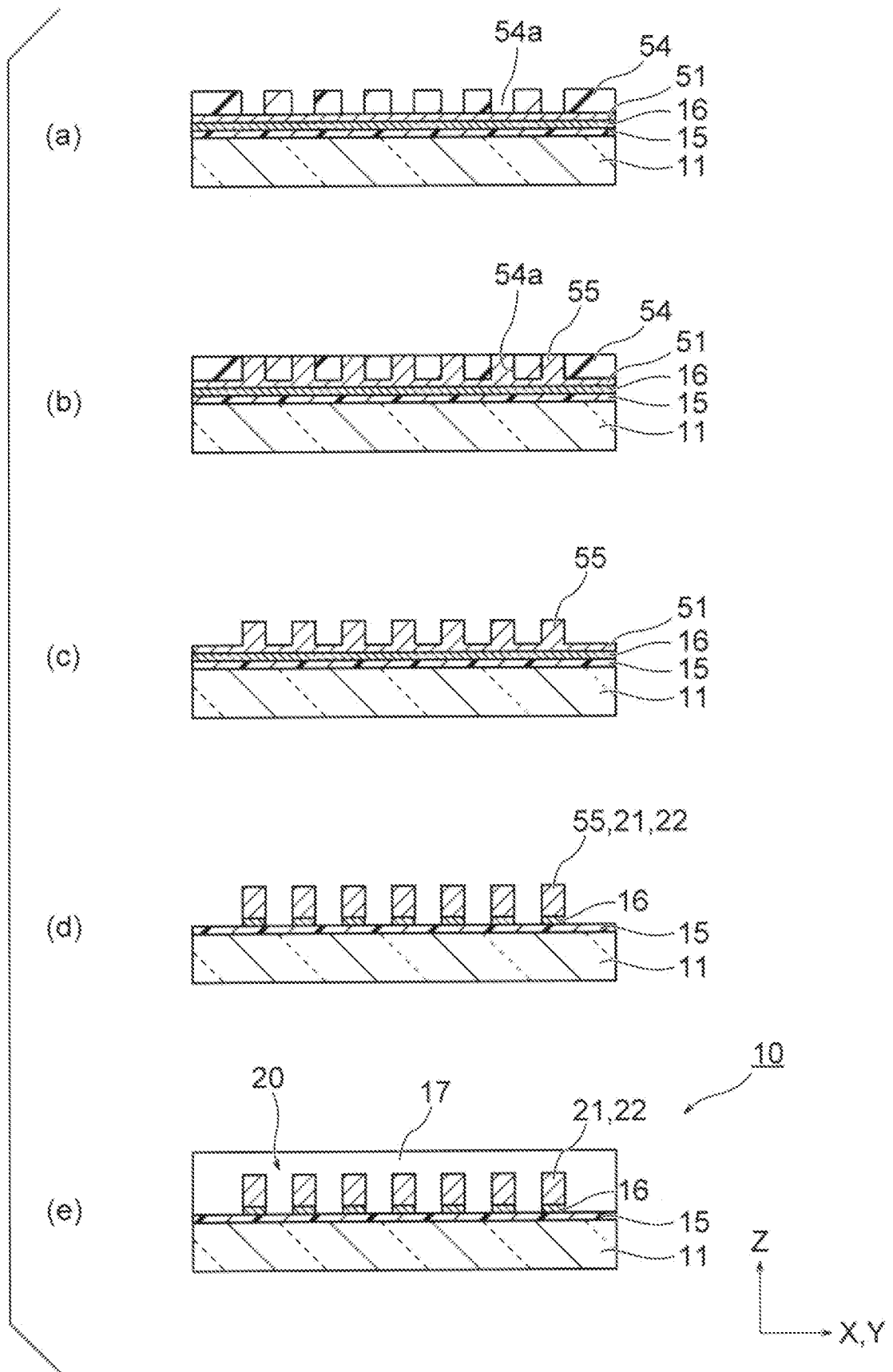
[図9]



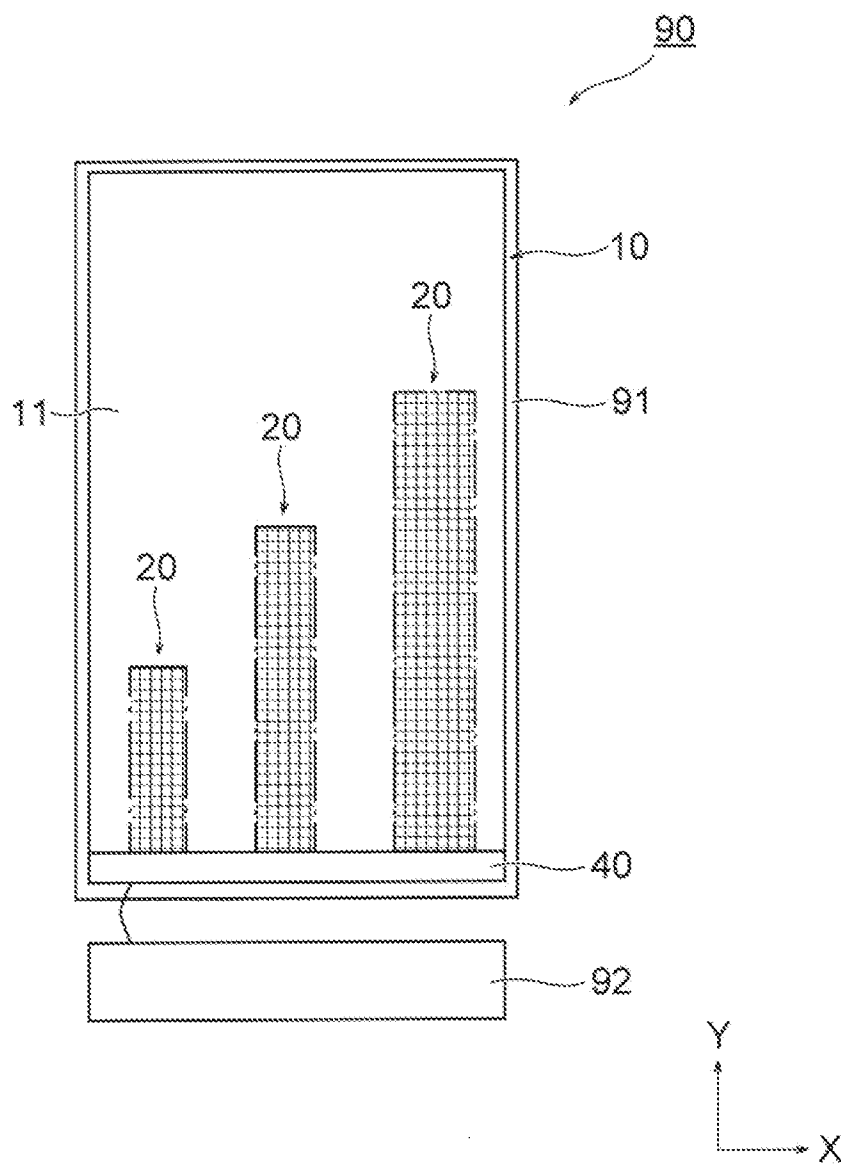
[図10]



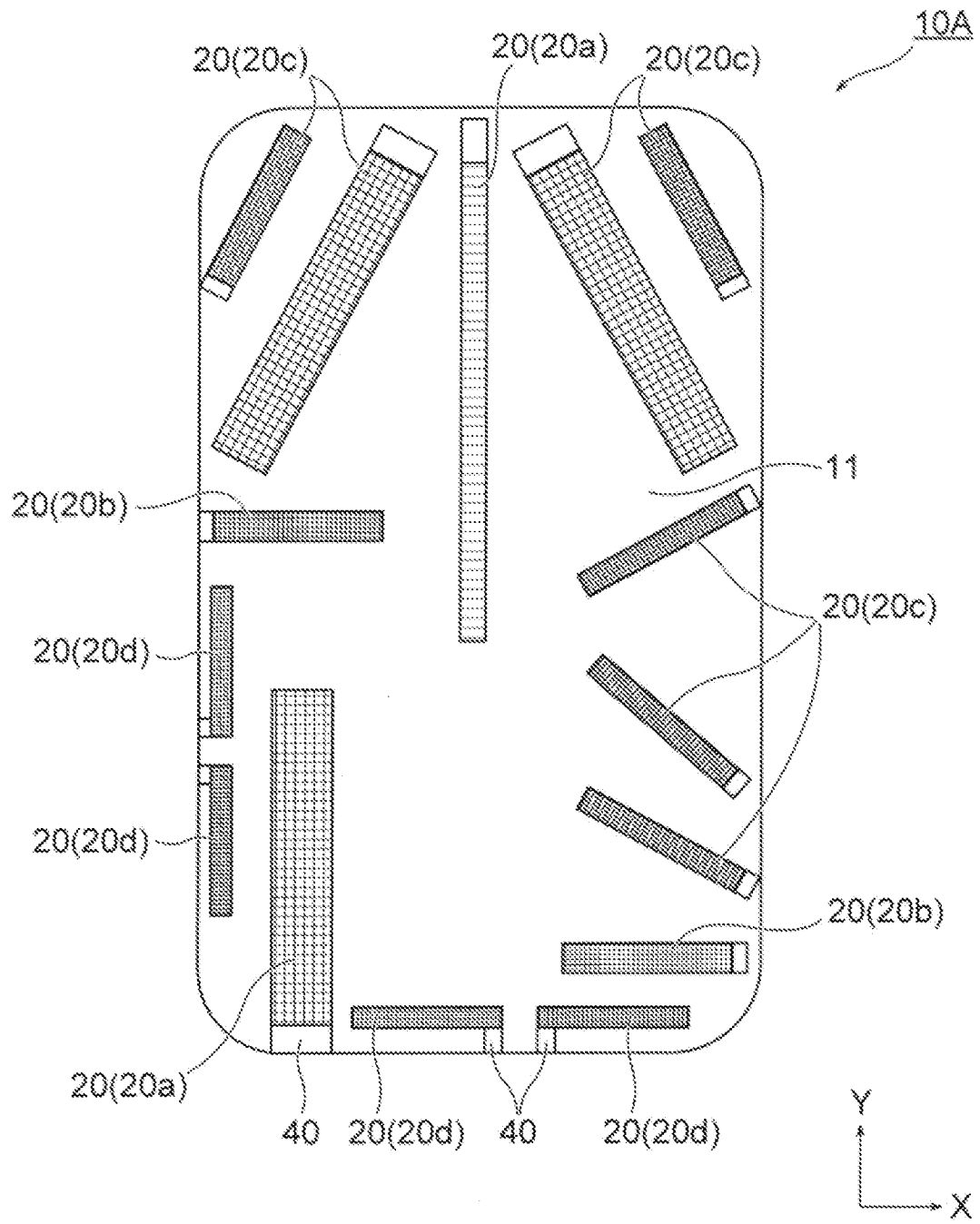
[図11]



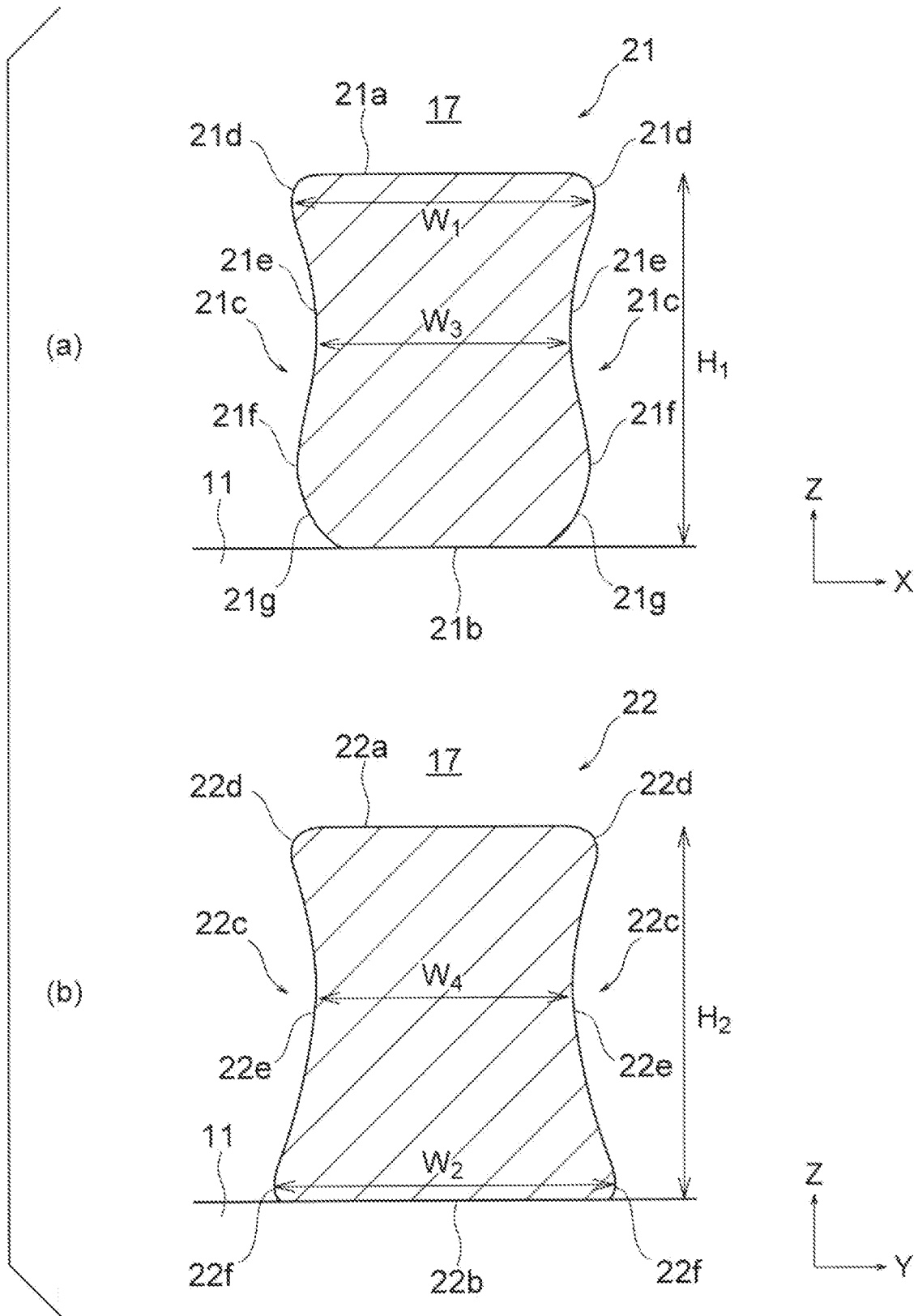
[図12]



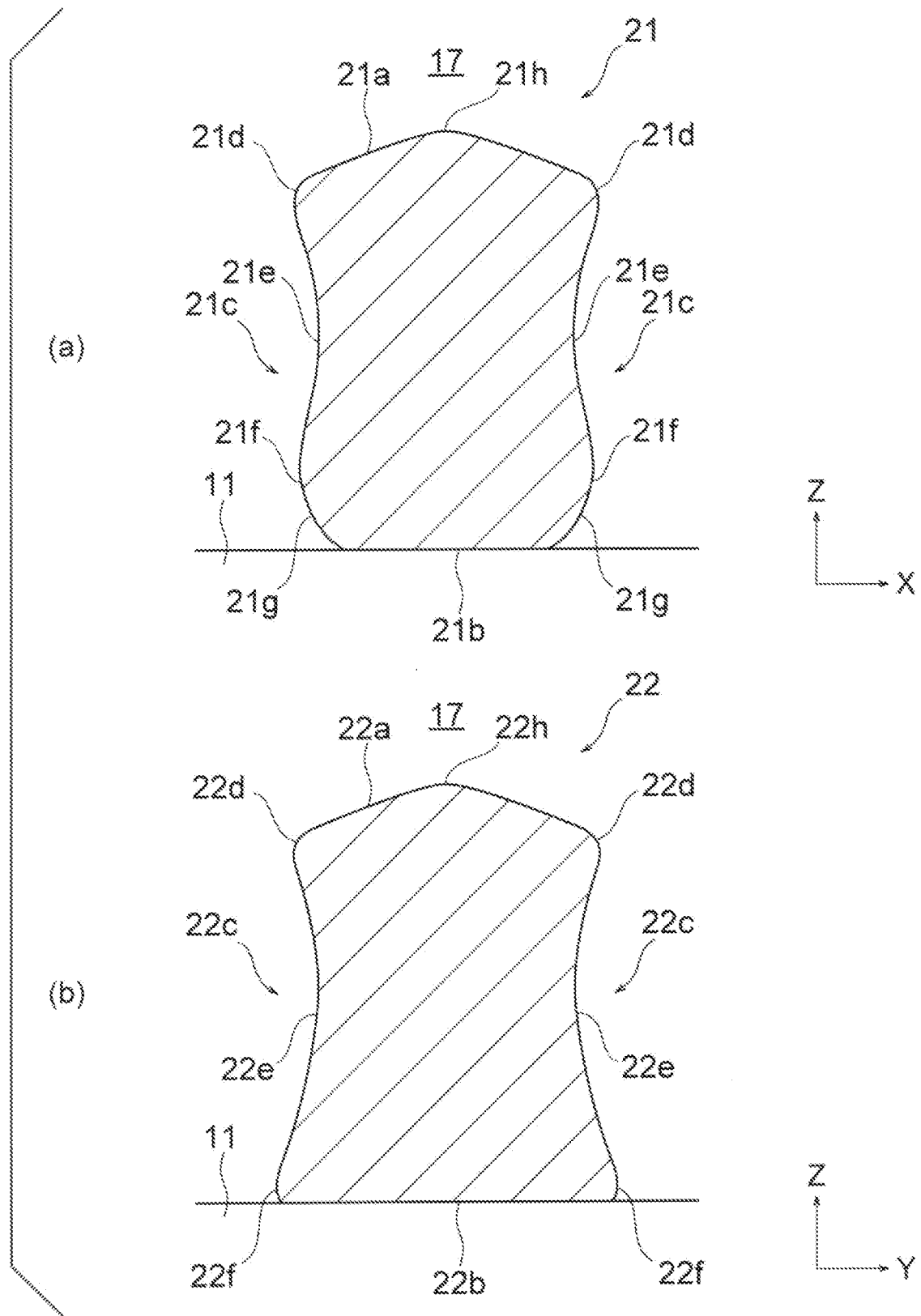
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/036679

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 Int.Cl. H01Q1/38 (2006.01) i, H05K9/00 (2006.01) i
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 Int.Cl. H01Q1/38, H05K9/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-91788 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 06 May 2011 (Family: none)	1-12
A	JP 2005-142984 A (SHIN-ETSU POLYMER CO., LTD.) 02 June 2005 (Family: none)	1-12
A	JP 2011-205635 A (SONY ERICSSON MOBILE COMMUNICATIONS JAPAN, INC.) 13 October 2011 & US 2011/0237309 A1 & EP 2369674 A2 & CN 102347527 A	1-12

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 31 October 2019 (31.10.2019)	Date of mailing of the international search report 12 November 2019 (12.11.2019)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/036679

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/106982 A1 (NISSHA PRINTING CO., LTD.) 12 October 2006 & US 2009/0051620 A1 & EP 1868263 A1 & CN 101180765 A & KR 10-2008-0002909 A & TW 200703773 A	1-12
A	WO 2006/129568 A1 (DAINIPPON INK AND CHEMICALS, INCORPORATED et al.) 07 December 2006, paragraphs [0081]-[0084] & US 2010/0018765 A1, paragraphs [0136]-[0142] & EP 1895828 A1 & CN 101185385 A & KR 10-2008-0005598 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01Q1/38(2006.01)i, H05K9/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01Q1/38, H05K9/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-91788 A (大日本印刷株式会社) 2011.05.06, (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2005-142984 A (信越ポリマー株式会社) 2005.06.02, (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2011-205635 A (ソニー・エリクソン・モバイルコミュニケーションズ株式会社) 2011.10.13, & US 2011/0237309 A1 & EP 2369674 A2 & CN 102347527 A	1-12

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31.10.2019

国際調査報告の発送日

12.11.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岸田 伸太郎

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

5K

9183

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2006/106982 A1 (日本写真印刷株式会社) 2006. 10. 12, & US 2009/0051620 A1 & EP 1868263 A1 & CN 101180765 A & KR 10-2008-0002909 A & TW 200703773 A	1-12
A	WO 2006/129568 A1 (大日本インキ化学工業株式会社 (外 1 名)) 2006. 12. 07, 段落[0081]-[0084] & US 2010/0018765 A1, 段落 [0136]-[0142] & EP 1895828 A1 & CN 101185385 A & KR 10-2008-0005598 A	1-12