(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
2022年12月15日(15.12.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/259891 A1

(51) 国際特許分類:
H01P 1/18 (2006.01) *H01Q 3/36* (2006.01)
G02F 1/13 (2006.01) *H01Q 15/14* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/021750

(22) 国際出願日： 2022年5月27日(27.05.2022)

(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 2021-096553 2021年6月9日(09.06.2021) JP

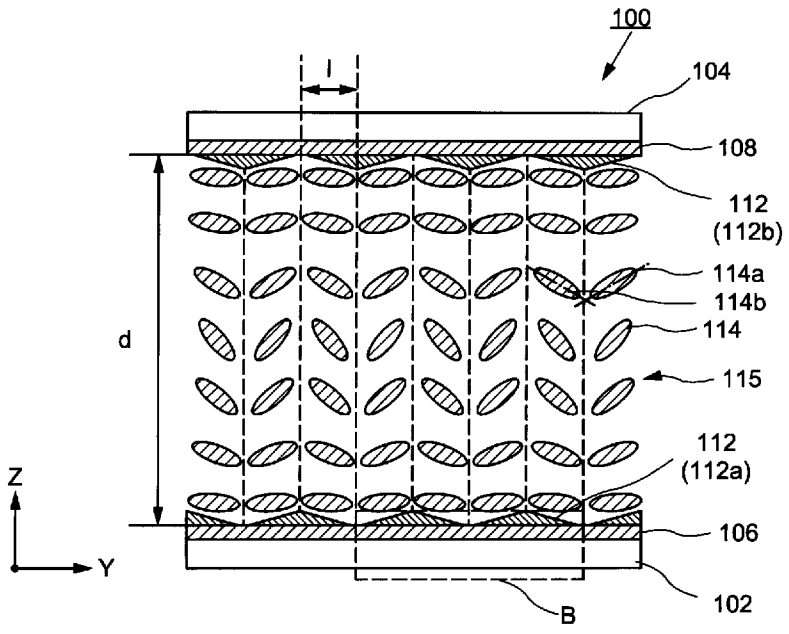
(71) 出願人:株式会社ジャパンディスプレイ(**JAPAN DISPLAY INC.**) [JP/JP]; 〒1050003 東京都港区西新橋三丁目７番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 新木 盛右 (**ARAKI Shigesumi**); 〒1050003 東京都港区西新橋三丁目７番１号 株式会社ジャパンディスプレイ内 Tokyo (JP). 沖田 光隆(**OKITA Mitsutaka**); 〒1050003 東京都港区西新橋三丁目７番１号 株式会社ジャパンディスプレイ内 Tokyo (JP). 鈴木 大一(**SUZUKI Daiichi**); 〒1050003 東京都港区西新橋三丁目７番１号 株式会社ジャパンディスプレイ内 Tokyo (JP). 岡 真一郎(**OKA Shinichiro**); 〒1050003 東京都港区西新橋三丁目７番１号 株式会社ジャパンディスプレイ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人高橋・林アンドパートナーズ(**TAKAHASHI, HAYASHI AND PARTNER PATENT ATTORNEYS, INC.**); 〒1440052 東京

(54) **Title:** LIQUID CRYSTAL PHASE MODULATOR, PHASE SHIFTER, PHASED ARRAY ANTENNA DEVICE, AND RADIO WAVE REFLECTOR

(54) 発明の名称： 液晶位相変調装置、移相器、フェーズドアレイアンテナ装置、及び電波反射板



(57) **Abstract:** This phase modulator comprises a first electrode, a second electrode, and a liquid crystal layer which contains a plurality of liquid crystal molecules and is disposed between the first electrode and the second electrode, wherein: the height of the liquid crystal layer from the first electrode to the second electrode is 30-50 μm; and in a planar view of a first surface which includes the first electrode, the liquid crystal layer, and the second electrode and which intersects the in-plane direction of the first electrode, at least two liquid crystal molecules disposed adjacently in a direction parallel to the in-plane direction of the first electrode and having different orientations are included.

WO 2022/259891 A1

［続葉有］

都大田区蒲田５－２４－２ 損保ジャパン蒲田ビル９階 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, 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, IQ, IR, IS, IT, JM, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)）

(57) 要約：位相変調装置は、第１の電極と、第２の電極と、複数の液晶分子を含み、第１の電極と第２の電極との間に配置され液晶層と、を備え、前記第１の電極から前記第２の電極へ向かう前記液晶層の高さが３０μｍ以上且つ５０μｍ以下であり、第１の電極の面内方向に交差する、第１の電極、液晶層及び第２の電極を含む第１の面の平面視において、第１の電極の面内方向と平行な方向に隣接して配置され、互いに配向が異なる少なくとも２つの液晶分子を含む。

明　細　書

発明の名称 ：

液晶位相変調装置、移相器、フェーズドアレイアンテナ装置、及び電波反射板

技術分野

[0001] 本発明の一実施形態は、液晶材料が用いられた位相変調装置に関する。特に、本発明の一実施形態は、液晶材料が用いられた移相器、又はその移相器を有するフェーズドアレイアンテナ装置に関する。または、本発明の一実施形態は、液晶材料が用いられたメタマテリアル電波反射板に関する。

背景技術

[0002] フェーズドアレイアンテナ（Phased Array Antenna）装置は、複数のアンテナ素子の一部又は全部にそれぞれ高周波信号を印加するときに、それぞれの高周波信号の振幅と位相を制御することで、アンテナの向きを一方向に固定したままで、アンテナの放射指向性を制御できるという特性を有する。フェーズドアレイアンテナ装置は、アンテナ素子に印加する高周波信号の位相を制御するために移相器が用いられている。

[0003] 移相器の方式としては、伝送線路の長さを物理的に変化させて高周波信号の位相を変化させる方式、伝送線路の途中でインピーダンスを変化させ反射により高周波の位相をさせる方式、位相が異なる２つの信号を増幅する増幅器の利得を制御して合成することで所望の位相を有する信号を生成する方式など様々な方式が採用されている。また、これら以外にも、特許文献１には、移相器の一例として、印加する電圧によって誘電率が変化するという液晶材料特有の性質を利用する方式が開示されている。

[0004] 一方、液晶の誘電率異方性を利用し、パッチ電極に入射した電波の反射波に位相変化を与えるメタマテリアル反射板が知られている。メタマテリアル反射板は、隣り合うパッチ電極にそれぞれ異なる電圧を印加することにより、各々での位相変化量を異ならせ、見かけ上、電波の反射方向が変わったよ

うに振る舞わせることが可能である。例えば、特許文献２には、反射位相が電子的に再構成され、電子的に調整可能なメタサーフェスが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平１１－１０３２０１号公報

特許文献2：特表２０１９－５３０３８７号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Y. Iimura, S. Kobayashi, T. Sugiyama, Y. Toko, T. Hashimoto, K. Kato,” EO Characteristics of Amorphous and Super-Multidomain TN-LCDs Prepared by a Non-Rubbing Method” The institute of Image Information and Television Engineers Technical Report, Volume 18 (Issue 43), pp.31-36, 1994.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 液晶を用いた移相器やメタマテリアル反射板等の位相変調装置において、十分な位相変化量を得るためには、液晶ディスプレイと比較すると、液晶層の厚み（セルギャップ）が１０倍以上も必要となるため、応答速度が数秒程度まで遅くなるという課題があった。より高速な応答速度を実現し得る位相変調装置が求められている。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一実施形態に係る位相変調装置は、第１の電極と、第２の電極と、複数の液晶分子を含み、第１の電極と第２の電極との間に配置され液晶層と、を備え、第１の電極と第２の電極との間の距離が３０μｍ以上且つ５０μｍ以下であり、第１の電極の面内方向に交差する、第１の電極、液晶層及び第２の電極を含む第１の面の平面視において、第１の電極の面内方向と平行な方向に隣接して配置され、互いに配向が異なる少なくとも２つの液晶分

子を含む。

図面の簡単な説明

[0009] [図1A]本発明の一実施形態に係る位相変調装置の構成を示し、第１の基板と第２の基板が重ね合わされた状態の平面図を示す。

[図1B]本発明の一実施形態に係る位相変調装置の第１の基板の平面図を示す。

[図1C]本発明の一実施形態に係る位相変調装置の第２の基板の平面図を示す。

[図2A]本発明の一実施形態に係る位相変調装置の図１Ａに対応する構造を示し、Ａ１－Ａ２線に対応する断面端図を示す。

[図2B]図２Ａの破線部Ｂで囲んだ部分の拡大図を示す。

[図3A]本実施形態に係る位相変調装置の構造を示し、図１ＡのＡ１－Ａ２線に対応する断面端図を示す。

[図3B]図３Ａの破線部Ｂで囲んだ部分の拡大図を示す。

[図4A]本実施形態に係る位相変調装置の構造を示し、図１ＡのＡ１－Ａ２線に対応する断面端図を示す。

[図4B]アモルファス化した液晶層を第１の電極から観察した図（非特許文献１より引用）を示す。

[図5A]本発明の一実施形態に係る位相変調装置の構成を示し、第１の基板と第２の基板が重ね合わされた状態の平面図を示す。

[図5B]本発明の一実施形態に係る位相変調装置の第１の基板の平面図を示す。

[図5C]本発明の一実施形態に係る位相変調装置の第２の基板の平面図を示す。

[図6]本発明の一実施形態に係る位相変調装置の図５ＡのＡ１－Ａ２線に対応する断面端図を示す。

[図7A]本発明の一実施形態に係る位相変調装置の構成を示し、第１の基板と第２の基板が重ね合わされた状態の平面図を示す。

[図7B]本発明の一実施形態に係る位相変調装置の第１の基板の平面図を示す。

[図7C]本発明の一実施形態に係る位相変調装置の第２の基板の平面図を示す。

[図8]本発明の一実施形態に係る位相変調装置の図７ＡのＡ１－Ａ２線に対応する断面端図を示す。

[図9]本発明の一実施形態に係るフェーズドアレイアンテナ装置１０００の一構成例を示す。

[図10]図９においてＢ１－Ｂ２線に対応する断面構造を示す。

[図11]パッチ電極に対応させて位相変調装置を用いた電波反射板の一構成例を示す。

[図12A]パッチ電極に対応させて位相変調装置を用いた電波反射板の一構成例を示す。

[図12B]図１２Ａの破線部Ｅを拡大した平面である。

[図13]電波反射板に配置するＴＦＴの一例を示す断面端図を示す。

[図14A]第１の電極の平面図を示し示す。

[図14B]第２の電極の平面図を示す。

[図15]第１の電極の配置の変形例を示す。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施の形態を、図面等を参照しながら説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、以下に例示する実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。図面は説明をより明確にするため、実際の態様に比べ、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。また、本明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には、同一の符号（又は数字の後にａ、ｂなどを付した符号）を付して、詳細な説明を適宜省略することがある。さらに各要素に対する「第１」、「第２」と付記された文字は、各要素を区別するために用いら

れる便宜的な標識であり、特段
の説明がない限りそれ以上の意味を有しない。

[0011] 本明細書において、ある部材又は領域が他の部材又は領域の「上に（又は下に）」あるとする場合、特段の限定がない限りこれは他の部材又は領域の直上（又は直下）にある場合のみでなく他の部材又は領域の上方（又は下方）にある場合を含み、すなわち、他の部材又は領域の上方（又は下方）において間に別の構成要素が含まれている場合も含む。なお、以下の説明では、特に断りのない限り、断面視において、図の正位置に対して上方を「上」又は「上方」といい、「上」又は「上方」から見た面を「上面」又は「上面側」というものとし、その逆を「下」、「下方」、「下面」又は「下面側」というものとする。

[0012] 図１Ａに、本発明の一実施形態に係る位相変調装置１００の平面図を示す。位相変調装置１００は、第１の電極１０６と、第２の電極１０８とが、対向するように配置された構造を有する。は、第１の電極１０６から第２の電極１０８を見た平面視、又は第２の電極１０８から第１の電極１０６を見た平面視において、略同一の平板形状を有するが、第１の電極１０６と第２の電極１０８とは、これに限定されない。例えば、第２の電極１０８がグランド電極である場合には、第２の電極１０８よりも、第１の電極１０６のＹ軸方向（後述する第２の方向）の幅が短くてもよい。

[0013] 図１Ｂに、第１の基板１０２の平面図を示す。第１の基板１０２は平板状の基体であり、絶縁表面を有している。第１の電極１０６は、この絶縁表面上に設けられている。図１Ｂにおいては、一例として、第１の基板１０２と略同一の第１の電極１０６が配置された構造を示したが、第１の基板１０２に対して、第１の電極１０６のＹ軸方向の幅が短くてもよい。

[0014] 第１の電極１０６は、第１の基板１０２の表面に少なくとも１層の導電膜を形成することにより、作製することができる。または、形成した導電膜をエッチングによりパターニングすることにより、第１の基板１０２又は第２の電極１０８に対して、Ｙ軸方向の幅が短くなるように、第１の電極１０６

を作製してもよい。第１の基板１０２は、ガラス、セラミック等の絶縁材料で形成され、それ自体の物性により絶縁表面が形成されていてもよいし、表面に絶縁膜が形成されることによって絶縁表面が形成されていてもよい。導電膜は、アルミニウム、銅等の金属膜であり、真空蒸着、スパッタリングによって作製することができる。また、導電膜に代えて金属箔が第１の電極１０６として用いられてもよい。

[0015] 図１Ｃに、第２の基板１０４の平面図を示す。第２の基板１０４は平板状の基体であり、絶縁表面を有している。第２の基板１０４の一主面には、略全面に第２の電極１０８が設けられている。第２の電極１０８もまた、導電膜によって形成されている。

[0016] 図２Ａは、図１Ａに示すＡ１－Ａ２線に沿った断面構造について、破線で囲んだ部分Ａの断面構造を示す。第１の電極１０６と第２の電極１０８との間には、液晶層１１５が配置される。液晶層１１５には、液晶が充填されており、換言すれば、液晶層１１５は、複数の液晶分子１１４を含む。第１の電極１０６から第２の電極１０８へ向かうＺ軸方向の液晶層１１５の高さｄは、３０μｍ以上５０μｍ以下である。図２Ａに示したように、第１の電極１０６の面内方向に交差する、第１の電極１０６、液晶層１１５及び第２の電極１０８を含む断面（以下、第１の面とも称する）の平面視において、第１の電極１０６の面内方向と平行な方向に隣接して配置された２つの液晶分子１１４は、互いに配向が異なる。位相変調装置１００は、このような隣接する少なくとも２つの液晶分子１１４の配向が異なるように液晶分子１１４の配向を制御することを特徴とする。

[0017] 一実施形態において、液晶分子１１４ａは、第１の電極１０６に対して傾斜しており（第１の傾斜角）、第１の電極１０６の面内方向と平行な方向に隣接して配置された液晶分子１１４ｂは、第１の傾斜角とは異なる第２の傾斜角で、第１の電極１０６に対して傾斜している。

[0018] このような液晶分子１１４の配向制御は、一実施形態において、位相変調装置１００に凸構造１１２を配置することにより、実現することができる。

第１の電極１０６には、第２の電極１０８に向かって突出した複数の第１の凸構造１１２ａが配置される。また、第２の電極１０８には、第１の電極１０６に向かって突出した複数の第２の凸構造１１２ｂが配置される。なお、第１の電極１０６に複数の第１の凸構造１１２ａが配置されることにより、液晶分子１１４の配向を制御することは可能である。したがって、第２の凸構造１１２ｂを配置しない構成であっても、液晶分子１１４の配向制御が可能である。

[0019] 図２Ｂは、図２Ａに示した破線部Ｂで囲まれた凸構造１１２を示す拡大図である。なお、図２Ｂに示した凸構造１１２は、第１の凸構造１１２ａと第２の凸構造１１２ｂに適用される。凸構造１１２は、第１の面での断面視において三角形状の断面を有する。凸構造１１２は、第１の電極１０６の面内方向と平行な第１の方向（Ｘ軸方向）に延伸し、且つ第１の方向に直交する第２の方向（Ｙ軸方向）に配置された複数の三角柱状の構造を有する。一実施形態において、三角形状の断面は、三角形状の底面に対して、３°～５°の傾斜角θを有する二等辺三角形である。三角形状の断面は、液晶層１１５の高さｄに対して、１／２０～１／１０の高さｈを有する（ｈ＝ｄ／２０～ｄ／１０）。

[0020] また、図２Ａに示したように、第１の凸構造１１２ａと第２の凸構造１１２ｂとは対向するように配置される。しかし、第２の電極１０８に向かって突出した第１の凸構造１１２ａの角部（第１の角部）は、第１の電極１０６に向かって突出した第２の凸構造１１２ｂの角部（第２の角部）とは、第２の方向（Ｙ軸方向）に対して所定の距離ｌだけ離隔して配置される。換言すると、第１の角部から第２の電極１０８に向う垂線は、第２の角部から第１の電極１０６に向う垂線とは、平行な位置関係となり、一致しない。このような第１の凸構造１１２ａと第２の凸構造１１２ｂとの配置により、第１の電極１０６から第２の電極１０８に向う複数の液晶分子１１４が配置される区画が、幅ｌにより規定される。本実施形態おいて、区画の幅ｌは、液晶層１１５の高さｄよりも小さい（ｌ＜ｄ）。

[0021] 一例として、液晶層１１５の高さｄを３０μｍ～５０μｍとしたときに、凸構造１１２は、底辺が３４～５７μｍ、傾斜角が３～５°、高さが３μｍとなる三角形状の断面を有する構造であってもよい。または、凸構造１１２は、底辺が５．７μｍ、傾斜角が３～５°、高さが０．３μｍ～０．５μｍとなる三角形状の断面を有する構造であってもよい。

[0022] 液晶分子１１４の配向制御は、例えば、液晶表示装置においては公知の技術ではあるが、液晶表示装置は、位相変調装置１００のような３０μｍ～５０μｍの液晶層１１５の高さには設計されない。このような液晶層１１５の厚みは、位相変調装置１００に特有の構造である。また、視認性を要求される液晶表示装置においては、液晶分子１１４は、液晶層１１５の高さｄよりも小さい幅Ｉの区画には配置されない。このような、小さな区画を用いた液晶分子１１４の配向制御は、従来用いられていない技術である。位相変調装置１００においては、このような、小さな区画により液晶分子１１４を配向制御するため、従来にない高速な位相変調制御を実現することができる。本実施形態においては、誘電率の変化量を最大化することができる。

[0023] このような凸構造１１２は、感光性有機膜と配向膜とを積層して実現することができる。感光性有機膜の材料としては、液晶表示装置のアレイ基板に含まれる有機平坦化膜に用いる感光性有機膜としての公知の樹脂、例えば、アクリル系樹脂やポリイミド樹脂等を用いることができる。第１の電極１０６及び第２の電極１０８の表面にポリイミド等の樹脂を塗布し、感光、現像を経て凸構造を形成した上で、ラビング法を用いて、液晶が配向する凸構造１１２を形成することができる。

[0024] 図３Ａに、凸構造１１２の変形例である凸構造２１２を配置した位相変調装置２００の第１の面における断面端図を示す。図３Ｂは、図３Ａに示した破線部Ｂで囲まれた凸構造２１２を示す拡大図である。なお、図３Ｂに示した凸構造２１２は、第１の凸構造２１２ａと第２の凸構造２１２ｂに適用される。凸構造２１２は、第１の面での断面視において三角形状の断面を有するが、凸構造１１２と比較すると、その底辺は小さく、第１の電極１０６に

配置した突起である。

[0025] 凸構造２１２は、第１の電極１０６の面内方向と平行な第１の方向（Ｘ軸方向）に延伸し、且つ第１の方向に直交する第２の方向（Ｙ軸方向）に配置された複数の三角柱状の構造を有する。一実施形態において、三角形状の断面は、液晶層２１５の高さｄに対して、１／２０～１／１０の高さｈ（ｈ＝ｄ／２０～ｄ／１０）を備えていればよく、底辺の長さや傾斜角は特には限定されない。

[0026] また、図３Ａに示したように、第１の凸構造２１２ａと第２の凸構造２１２ｂとは対向するように配置される。しかし、第２の電極１０８に向かって突出した第１の凸構造２１２ａの角部（第１の角部）は、第１の電極１０６に向かって突出した第２の凸構造２１２ｂの角部（第２の角部）とは、第２の方向（Ｙ軸方向）に対して所定の距離Ｉだけ離隔して配置される。換言すると、第１の角部から第２の電極１０８に向う垂線は、第２の角部から第１の電極１０６に向う垂線とは、平行な位置関係となり、一致しない。このような第１の凸構造２１２ａと第２の凸構造２１２ｂとの配置により、第１の電極１０６から第２の電極１０８に向う複数の液晶分子１１４が配置される区画が、幅Ｉにより規定される。本実施形態おいて、区画の幅Ｉは、液晶層２１５の高さｄよりも小さい（Ｉ＜ｄ）。

[0027] このような凸構造２１２は、凸構造１１２と同様の材料及び製造方法により作成することができため、詳細な説明は省略する。

[0028] 上述した液晶分子１１４の配向制御は、一実施形態において、液晶層をアモルファス化することにより、実現することもできる。図４Ａは、液晶層３１５をアモルファス化した位相変調装置３００の第１の面における断面端図を示す。図４Ｂは、アモルファス化した液晶層３１５を第１の電極１０６から観察した図である（非特許文献１より引用）。図４Ｂにおいて観察される干渉縞は、配向が異なる液晶分子１１４が隣接した境界、即ち区画を示す。液晶層３１５は、液晶分子１１４がランダムに配向した構造を備えている。また、区画の幅Ｉ１と、隣接する区画の幅Ｉ２とは異なることも液晶層３１

５の特徴であり、液晶層３１５全体として規則性は示さない。また、液晶層３１５の高さｄを３０μｍ～５０μｍであり、本実施形態おいても、区画の幅Ｉ１や幅Ｉ２は、液晶層３１５の高さｄよりも小さい（Ｉ＜ｄ）。

[0029] 本明細書において、「ランダムに配向した構造」とは、液晶層３１５に含まれる液晶分子１１４の配向が、全体として規則性を示さないことを意味し、微視的な観察において同じ配向を有する液晶分子が隣接して配置されることを排除するものではない。

[0030] このような液晶層３１５は、第１の電極１０６と第２の電極１０８とのいずれか一方、あるいは双方の表面を覆うように配向膜を塗布した後、ラビング等の配向処理を行わず、第１の電極１０６と第２の電極１０８との間の空間に液晶分子１１４を封入し、等方相まで加熱した後に急冷してカイラルネマティック層を形成することにより実現することができる。なお、少なくとも第１の電極１０６上には、配向膜を配置する。

[0031] 本実施形態においては、液晶層３１５をアモルファス化することにより、区画の幅Ｉを液晶層３１５の高さｄよりも小さくすることにより、液晶分子１１４の高速な配向制御を実現することができる。

[0032] 液晶層における区画を形成する方法として、第１の電極４０６と第２の電極４０８の配置を用いる実施形態について説明する。図５Ａに、本発明の一実施形態に係る位相変調装置４００の平面図を示す。本実施形態においては、第１の電極４０６及び第２の電極４０８はストリップ状の構造である。また、第１の電極４０６から第２の電極４０８に向かった方向での平面視において、第１の電極４０６と第２の電極４０８の配置をずらすことにより、第１の電極４０６に対して、電界を斜めに生じさせることにより液晶分子１１４の配向を制御する。

[0033] 図５Ｂ及び図５Ｃを参照して、より詳細に説明する。図５Ｂに、第１の基板４０２の平面図を示す。第１の基板４０２の構成は、第１の基板１０２の構成と同様の構成であってもよく、詳細な説明は省略する。第１の電極４０６は、第１の電極４０６の面内方向と平行な第１の方向（Ｘ軸方向）に延伸

し、且つ第１の方向に直交する第２の方向（Ｙ軸方向）に配置された複数の線条部（第１の線条部）４１６を備える。また、第１の電極４０６は、複数の第１の線条部４１６の間にそれぞれ配置されたスリット部（第１のスリット部）４０６Ｓ１を備える。第１の電極４０６は、上述した第１の電極１０６に対して形状が異なるが、その材料や製造方法については、第１の電極１０６と同様の構成であってもよく、詳細な説明は省略する。

[0034] 図５Ｃに、第２の基板４０４の平面図を示す。第２の基板４０４の構成は、第２の基板１０４の構成と同様の構成であってもよく、詳細な説明は省略する。第２の電極４０８は、第１の方向（Ｘ軸方向）に延伸し、且つ第２の方向（Ｙ軸方向）に配置された複数の第２の線条部４１８を備える。また、第２の電極４０８は、複数の第２の線条部４１８の間にそれぞれ配置された第２のスリット部（４０８Ｓ１及び４０８Ｓ２）を備える。第２の電極４０８は、上述した第２の電極１０８に対して形状が異なるが、その材料や製造方法については、第２の電極１０８と同様の構成であってもよく、詳細な説明は省略する。

[0035] 図６を参照する。図６は、図５Ａに示すＡ１－Ａ２線に沿った断面構造について、破線で囲んだ部分Ａの断面構造を示す。第１の電極４０６と第２の電極４０８との間には、液晶層４１５が配置される。液晶層４１５には、液晶が充填されており、換言すれば、液晶層４１５は、複数の液晶分子１１４を含む。第１の電極４０６から第２の電極４０８へ向かうＺ軸方向の液晶層４１５の高さｄは、３０μｍ以上５０μｍ以下である。

[0036] 位相変調装置４００において、第１の線条部４１６の第２の方向（Ｙ軸方向）の幅と、第２の線条部４１８の第２の方向の幅は同じである。第１の電極４０６において、第１の線条部４１６の間に配置された第１のスリット部４０６Ｓ１の第２の方向の幅Ｗ１はそれぞれ同じである。したがって、第１の線条部４１６が第２の方向に等間隔に配置されることにより、第１の電極４０６が構成される。一方、第２の電極４０８において、第２の線条部４１８の間に配置された第２のスリット部４０８Ｓ１の第２の方向の幅Ｗ２と、

第３のスリット部４０８Ｓ２の第２の方向の幅Ｗ３とは互いに異なる。第２の電極４０８においては、ｗ２＞ｗ３の関係にある。また、第２のスリット部４０８Ｓ１と、前記第３のスリット部４０８Ｓ２とは、第２の方向に交互に配置される。

[0037] さらに、位相変調装置４００においては、ｗ２＞ｗ１＞ｗ３の関係にある。このため、図５Ａにも示したように、位相変調装置４００においては、第１の電極４０６から第２の電極４０８に向かった方向での平面視において、複数の第１の線条部４１６は、第２の方向（Ｙ軸方向）において、複数の第２の線条部４１８の一部分のみとそれぞれ重畳するように配置される。なお、第１の電極４０６の構成と第２の電極４０８の構成を逆にしてもよい。

[0038] 位相変調装置４００においては、このような第１の電極４０６と第２の電極４０８との配置により第１の電極４０６から第２の電極４０８に向う複数の液晶分子１１４が配置される区画が、幅Ｉにより規定される。本実施形態おいて、区画の幅Ｉは、液晶層４１５の高さｄよりも小さい（Ｉ＜ｄ）。なお、第１の電極から第２の電極に向かった方向での平面視において、第１のスリット部４０６Ｓ１と第２のスリット部４０８Ｓ１とが重畳する位置、及び第１のスリット部４０６Ｓ１と第３のスリット部４０８Ｓ２とが重畳する位置においては、液晶分子１１４の位相変化が生じないため、液晶層４１５における区画を形成可能な範囲で、ｗ１、ｗ２及びｗ３を小さくすることが好ましい。

[0039] 位相変調装置４００において説明した第１の電極４０６と第２の電極４０８との配置は、視認性を要求される液晶表示装置においては選択されることのない配置であり、３０μｍ～５０μｍの液晶層４１５の高さには設計される位相変調装置４００に特有の構造である。位相変調装置４００においては、このような、小さな区画により液晶分子１１４を配向制御するため、従来にない高速な位相変調制御を実現することができる。

[0040] 位相変調装置４００においては、第１のスリット部４０６Ｓ１の幅が一定である場合に、第２のスリット部４０８Ｓ１と第３のスリット部４０８Ｓ２

との幅を調整することにより、液晶分子１１４を配向制御する方法を説明した。位相変調装置５００においては、第１のスリット部５０６Ｓ１と第２のスリット部５０８Ｓ１の幅が同じ場合に、第１の電極５０６と第２の電極５０８とが平面視で重畳する位置を調整することにより、液晶分子１１４を配向制御する方法を説明する。

[0041] 図７Ａに、本発明の一実施形態に係る位相変調装置５００の平面図を示す。本実施形態においては、第１の電極５０６及び第２の電極５０８はストリップ状の構造である。また、第１の電極５０６から前記第２の電極５０８に向かった方向での平面視において、第１の電極５０６と第２の電極５０８の配置をずらすことにより、第１の電極５０６に対して、電界を斜めに生じさせることにより液晶分子１１４の配向を制御する。

[0042] 図７Ｂ及び図７Ｃを参照して、より詳細に説明する。図７Ｂに、第１の基板５０２の平面図を示す。第１の基板５０２の構成は、第１の基板１０２の構成と同様の構成であってもよく、詳細な説明は省略する。第１の電極５０６は、第１の電極５０６の面内方向と平行な第１の方向（Ｘ軸方向）に延伸し、且つ第１の方向に直交する第２の方向（Ｙ軸方向）に配置された複数の線条部（第１の線条部５１６）を備える。また、第１の電極５０６は、複数の第１の線条部５１６の間にそれぞれ配置されたスリット部（第１のスリット部）５０６Ｓ１を備える。第１の電極５０６は、上述した第１の電極１０６に対して形状が異なるが、その材料や製造方法については、第１の電極１０６と同様の構成であってもよく、詳細な説明は省略する。

[0043] 図７Ｃに、第２の基板５０４の平面図を示す。第２の基板５０４の構成は、第２の基板１０４の構成と同様の構成であってもよく、詳細な説明は省略する。第２の電極５０８は、第１の方向（Ｘ軸方向）に延伸し、且つ第２の方向（Ｙ軸方向）に配置された複数の第２の線条部５１８を備える。また、第２の電極５０８は、複数の第２の線条部５１８の間にそれぞれ配置された第２のスリット部５０８Ｓ１を備える。第２の電極５０８は、上述した第２の電極１０８に対して形状が異なるが、その材料や製造方法については、第

２の電極１０８と同様の構成であってもよく、詳細な説明は省略する。

[0044] 図８を参照する。図８は、図７Ａに示すＡ１－Ａ２線に沿った断面構造について、破線で囲んだ部分Ａの断面構造を示す。第１の電極５０６と第２の電極５０８との間には、液晶層５１５が配置される。液晶層５１５には、液晶が充填されており、換言すれば、液晶層５１５は、複数の液晶分子１１４を含む。第１の電極５０６から第２の電極５０８へ向かうＺ軸方向の液晶層５１５の高さｄは、３０μｍ以上５０μｍ以下である。

[0045] 第１の電極５０６において、第１の線条部５１６の間に配置された第１のスリット部５０６Ｓ１の第２の方向の幅ｗｓ１はそれぞれ同じである。また、第２の電極５０８において、第２の線条部５１８の間に配置された第２のスリット部５０８Ｓ１の第２の方向の幅ｗｓ２もそれぞれ同じである。さらに、ｗｓ１＝ｗｓ２の関係にある。一方、位相変調装置５００において、第１の電極５０６を構成する第１の線条部５１６の第２の方向（Ｙ軸方向）の幅ｗｅ１と、第２の電極５０８を構成する第２の線条部５１８の第２の方向（Ｙ方向）の幅ｗｅ２もそれぞれ同じであり、ｗｅ１＝ｗｅ２の関係にある。

[0046] 図７Ａにも示したように、位相変調装置５００においては、第１の電極５０６から第２の電極５０８に向かった方向での平面視において、第１の線条部５１６は、２つの第２の線条部５１８と、一部分が重畳する。さらに、第２の線条部５１８は、２つの第１の線条部５１６と、一部分が重畳するように配置される。なお、第１の電極５０６の構成と第２の電極５０８の構成を逆にしてもよい。また、面内の応答速度を均等化させるために、それぞれの重畳幅が一定となるように配置することが好ましい。

[0047] 位相変調装置５００においては、このような第１の電極５０６と第２の電極５０８との配置により第１の電極５０６から第２の電極５０８に向う複数の液晶分子１１４が配置される区画が、幅ｌにより規定される。本実施形態おいて、区画の幅ｌは、液晶層５１５の高さｄよりも小さい（ｌ＜ｄ）。なお、第１の電極５０６から第２の電極５０８に向かった方向での平面視にお

いて、第１のスリット部５０６Ｓ１と第２の線条部５１８が重畳する位置、及び第２のスリット部５０８Ｓ１と第１の線条部５１６が重畳する位置においては、液晶分子１１４の位相変化が生じないため、液晶層５１５における区画を形成可能な範囲で、ｗｓ１及びｗｓ２を小さくすることが好ましい。

[0048] 位相変調装置５００において説明した第１の電極５０６と第２の電極５０８との配置は、視認性を要求される液晶表示装置においては選択されることのない配置であり、３０μｍ～５０μｍの液晶層５１５の高さには設計される位相変調装置５００に特有の構造である。位相変調装置５００においては、このような、小さな区画により液晶分子１１４を配向制御するため、従来にない高速な位相変調制御を実現することができる。

[0049] ［フェーズドアレイアンテナ装置］

上述した各実施形態より説明した位相変調装置を、移相器として用いることができる。位相変調装置を移相器として用いることにより、高速な応答速度を実現するフェーズドアレイアンテナ装置を構成することができる。図９は、移相器として位相変調装置１００が用いられたフェーズドアレイアンテナ装置１０００の一構成例を示す。図９は、フェーズドアレイアンテナ装置１０００の平面図を示す。また、図１０は、図９においてＢ１－Ｂ２線に対応する断面構造を示す。以下においては、図９及び図１０を参照して説明する。

[0050] フェーズドアレイアンテナ装置１０００は、位相変調装置１００とアンテナ素子１１３０を含む。アンテナ素子１１３０は、直線状、円弧状、面状に複数個が配列されてアンテナ素子アレイを形成する。位相変調装置１００は複数のアンテナ素子１１３０のそれぞれに対応して設けられる。また、フェーズドアレイアンテナ装置１０００は、図示されない位相制御回路を有している。位相制御回路は位相変調装置１００の位相を制御する信号を出力する機能を有している。

[0051] なお、図９及び図１０は、フェーズドアレイアンテナ装置１０００が送信用である場合を示す。フェーズドアレイアンテナ装置１０００は、マイクロ

ストリップ線路である第１の電極１０６のそれぞれと接続される端子部１１６０を有している。各端子部１１６０は、分配器１１８０と接続されている。分配器１１８０は発振器１２００と接続されている。発振器１２００から出力された高周波信号は、分配器１１８０によってそれぞれの位相変調装置１００に分配される。

[0052] 複数のアンテナ素子１１３０のそれぞれから放射される電磁波はコヒーレント性を有している。そのため、複数のアンテナ素子１１３０のそれぞれから放射される電磁波によって、位相が揃った波面が形成される。アンテナ素子１１３０から放射される電磁波の位相は位相変調装置１００によって調整される。位相変調装置１００は、図示されない位相制御回路によって、電磁波として放射される高周波信号の位相が制御される。位相変調装置１００はマイクロストリップ線路である第１の電極１０６での損失を低減するため線幅が広げられているものの、接地導体層である第２の電極１０８との間に凸構造１１２を配置することにより、液晶の応答速度の高速化を実現している。なお、フェーズドアレイアンテナ装置１０００を受信用に使用する場合も同様の効果を得ることができる。

[0053] 上述したフェーズドアレイアンテナ装置においては、位相変調装置１００を用いた例を示したが、上述した位相変調装置２００～５００の何れの位相変調装置を用いてフェーズドアレイアンテナ装置を構成してもよい。

[0054] ［電波反射板］

上述した各実施形態より説明した位相変調装置を、パッチ電極として用いることにより、高速な応答速度を実現するメタマテリアル反射板を構成することができる。図１１は、パッチ電極に対応させて位相変調装置１００を用いた電波反射板２０００の一構成例を示す。図１１は、一軸反射制御の電波反射板２０００の平面図を示す。電波反射板２０００は、アレイ基板２１００と対向基板２１３０が対向するように配置され、アレイ基板２１００と対向基板２１３０との間には液晶層１１５が配置されている。液晶層１１５は、シール２１５０により封止されている。アレイ基板２１００には、複数の

第１の電極１０６が第１の方向（Ｘ軸方向）に配置され、且つ複数の第１の電極１０６が第１の方向に直交する第２の方向（Ｙ軸方向）にも配置されている。第１の方向に配置された複数の第１の電極１０６は、細線パターン２４１０により電気的に接続される。駆動回路２１７０と、細線パターン２４１０とは、配線２１９５により電気的に接続される。また、電波反射板２０００は、第１の方向に平行な反射軸２３００を有する。

[0055] 位相変調装置１００における第２の電極１０８は、対向基板２１３０に配置される。一実施形態において、第１の電極１０６が配置された領域に対応する対向基板２１３０の領域全体に第２の電極１０８が配置されてもよい。

[0056] 電波反射板２０００においては、細線パターン２４１０により電気的に接続された第１の電極１０６の方向（第１の方向）の一列に同一信号を入力するため、図１１において破線で囲んだ、反射軸２３００に平行な一列方向のパッチ電極は全て互いに電気的に接続される。

[0057] 本実施形態においては、第１の電極１０６を第１の方向及び第２の方向に対して対称となる正方形、円形、円環形、矩形枠形（中空とした矩形）、又は十字形のパッチ電極としてアレイ状に配置し、反射軸に平行な方向に第１の電極１０６を電気的に接続することにより、垂直偏波と水平偏波とに対する振る舞いが等しくなるように調整し、目的の波長に対して高い感度を実現することができる。また、本実施形態に係る位相変調装置を、パッチ電極として用いることにより、高速な応答速度を実現することができる。

[0058] 上述した電波反射板２０００は、反射軸２３００が１つのみであったため、反射軸２３００を回転軸とした方向のみ、反射角を制御することができる。二軸反射制御の電波反射板３０００について、以下に説明する。図１２Ａは、パッチ電極に対応させて位相変調装置１００を用いた電波反射板３０００の一構成例を示す。図１２Ａは、二軸反射制御の電波反射板３０００の平面図を示す。電波反射板３０００は、アレイ基板３１００と対向基板３１３０が対向するように配置され、アレイ基板３１００と対向基板３１３０との間には液晶層１１５が配置されている。液晶層１１５は、シール３１５０に

より封止されている。アレイ基板３１００には、複数の第１の電極１０６が第１の方向（Ｘ軸方向）に配置され、且つ複数の第１の電極１０６が第１の方向に直交する第２の方向（Ｙ軸方向）にも配置されている。第１の方向に配置された複数の第１の電極１０６は、細線パターン３４１０により電気的に接続される。信号線駆動回路３１７０と、細線パターン３４１０とは、配線３１９５により電気的に接続される。また、電波反射板３０００は、第１の方向に平行な反射軸３３００を有する。

[0059] また、第２の方向に配置された複数の第１の電極１０６は、細線パターン３４３０により電気的に接続される。細線パターン３４３０は、走査線駆動回路３１９０に電気的に接続される。また、電波反射板３０００は、第２の方向に平行な反射軸３３１０を有する。

[0060] 図１２Ｂは、図１２Ａの破線部Ｅを拡大した平面である。細線パターン３４１０と細線パターン３４３０は、薄膜トランジスタ（ＴＦＴ）３４５０に接続する。図１３は、ＴＦＴ３４５０の一例を示す断面端図である。ＴＦＴ３４５０は、例えば、第１の基板１０２、アンダーコート層１５１０、ゲート電極１５３０、ボトムゲート絶縁膜１５５０、酸化物半導体層１５７０、第１の接続配線層１５９０、トップゲート絶縁膜１６１０、バックゲート電極１６３０、パッシベーション膜１６５０、第２の接続配線層１６７０、信号線１６９０、絶縁膜１７１０が順次積層した構造を有する。ＴＦＴ３４５０には、オーバーコート層１７３０、絶縁膜１７５０、第１の電極１０６、第１の凸構造１１２ａ、液晶層１１５、第２の凸構造１１２ｂ、第２の電極１０８、第２の基板１０４が順次積層される。

[0061] アンダーコート層１５１０は、例えば、シリコン酸化膜で構成されてもよい。ボトムゲート絶縁膜１５５０は、例えば、ＳｉＮ／ＳｉＯの積層構造で構成されてもよい。ゲート電極１５３０は、例えば、モリブデン、タングステン又はこれらの合金で構成されてもよい。トップゲート絶縁膜１６１０は、例えば、シリコン酸化膜で構成されてもよい。また、第１の接続配線層１５９０及び第２の接続配線層１６７０は、例えば、Ｔｉ／Ａｌ／Ｔｉの積層

構造、又はＭｏ／Ａｌ／Ｍｏの積層構造で構成されてもよい。パッシベーション膜１６５０は、例えば、窒化シリコン膜で構成されてもよい。絶縁膜１７１０は、例えば、シリコン酸化膜又は窒化シリコン膜で構成されてもよい。第１の電極１０６は、例えば、Ｔｉ／Ａｌ／Ｔｉの積層構造、又はＭｏ／Ａｌ／Ｍｏの積層構造で構成されてもよい。第２の電極１０８は、例えば、モリブデン、タングステン又はこれらの合金で構成されてもよい。

[0062] なお、図１３においては、ＴＦＴ３４５０を、酸化物半導体を用いたデュアルゲート型ＴＦＴとして示しているが、アモルファスシリコンを用いてもよく、低温ポリシリコン（ＬＴＰＳ）を用いてもよい。また、図１３においては、縦電界駆動の例を示したが、横電界駆動を用いてもよい。

[0063] 電波反射板３０００は、第１の方向に平行な反射軸３３００と、第２の方向に平行な反射軸３３１０を有するため、反射軸３３００を回転軸とした方向、及び反射軸３３１０を回転軸とした方向を組み合わせた位相分布の設定次第で、当該電波反射板の前方全方位に対して、反射角を制御することができる。

[0064] 位相変調装置１００における第２の電極１０８は、対向基板３１３０に配置される。一実施形態において、第１の電極１０６が配置された領域に対応する対向基板３１３０の領域全体に第２の電極１０８が配置されてもよい。

[0065] 電波反射板３０００においては、複数の第１の電極１０６は、複数配置されたＴＦＴ３４５０にそれぞれ接続される。これにより、電波反射板３０００は、各ＴＦＴ３４５０を介して対応する第１の電極１０６から個々に独立した駆動電圧を液晶層１１５に印加するように構成される。

[0066] 本実施形態においては、第１の電極１０６を第１の方向及び第２の方向に対して対称となる正方形、円形、円環形、矩形枠形、又は十字形のパッチ電極としてアレイ状に配置し、反射軸に平行な方向に第１の電極１０６を電気的に接続することにより、垂直偏波と水平偏波とに対する振る舞いが等しくなるように調整し、目的の波長に対して高い感度を実現することができる。また、本実施形態に係る位相変調装置を、パッチ電極として用いることによ

り、高速な応答速度を実現することができる。

[0067] 上述した電波反射板においては、位相変調装置１００を用いた例を示したが、上述した位相変調装置２００～５００の何れの位相変調装置を用いて電波反射板を構成してもよい。

[0068] 上述した位相変調装置４００を電波反射板２０００又は電波反射板３０００に適用する例について説明する。図１４Ａは、第１の電極７０６の平面図を示す。また、図１４Ｂは、第２の電極７０８の平面図を示す。また、図１４Ａにおいて、４つの第１の電極７０６を配置し、１つの第２の電極７０８を対向するように配置する構成としてもよい。

[0069] 図１５に、第１の電極の配置の変形例を示す。第１の電極８０６ｘと第１の電極８０６ｙを交互に、市松模様のように配置してもよい。図示しないが、この場合には、第１の電極８０６ｘと第１の電極８０６ｙに対応するように、第２の電極も１つ１つ交互に向きを変えた配置である。

符号の説明

[0070] １００ 位相変調装置、１０２ 第１の基板、１０４ 第２の基板、１０６ 第１の電極、１０８ 第２の電極、１１２ 凸構造、１１２ａ 第１の凸構造、１１２ｂ 第２の凸構造、１１４ 液晶分子、１１４ａ 液晶分子、１１４ｂ 液晶分子、１１５ 液晶層、２００ 位相変調装置、２１２ 凸構造、２１２ａ 第１の凸構造、２１２ｂ 第２の凸構造、２１５ 液晶層、３００ 位相変調装置、３１５ 液晶層、４００ 位相変調装置、４０２ 第１の基板、４０４ 第２の基板、４０６ 第１の電極、４０６Ｓ１ 第１のスリット部、４０８ 第２の電極、４０８Ｓ１ 第２のスリット部、４０８Ｓ２ 第３のスリット部、４１５ 液晶層、４１６ 第１の線条部、４１６ 第１の線条部、４１８ 第２の線条部、５００ 位相変調装置、５０２ 第１の基板、５０４ 第２の基板、５０６ 第１の電極、５０６Ｓ１ 第１のスリット部、５０８ 第２の電極、５０８Ｓ１ 第２のスリット部、５１５ 液晶層、５１６ 第１の線条部、５１７ 第３の線条部、５１８ 第２の線条部、７０６ 第１の電極、７０８ 第２の電極、８０６ｘ 第１

の電極、８０６ｙ　第１の電極、１０００　フェーズドアレイアンテナ装置、１１３０　アンテナ素子、１１６０　端子部、１１８０　分配器、１２００　発振器、１５１０　アンダーコート層、１５３０　ゲート電極、１５５０　ボトムゲート絶縁膜、１５７０　酸化物半導体層、１５９０　第１の接続配線層、１６１０　トップゲート絶縁膜、１６３０　バックゲート電極、１６５０　パッシベーション膜、１６７０　第２の接続配線層、１６９０　信号線、１７１０　絶縁膜、１７３０　オーバーコート層、１７５０　絶縁膜、２０００　電波反射板、２０１９　特表、２１００　アレイ基板、２１３０　対向基板、２１５０　シール、２１７０　駆動回路、２１９５　配線、２３００　反射軸、２４１０　細線パターン、３０００　電波反射板、３１００　アレイ基板、３１３０　対向基板、３１５０　シール、３１７０　信号線駆動回路、３１９０　走査線駆動回路、３１９５　配線、３３００　反射軸、３３１０　反射軸、３４１０　細線パターン、３４３０　細線パターン

請求の範囲

[請求項1] 第１の電極と、第２の電極と、複数の液晶分子を含み、前記第１の電極と前記第２の電極との間に配置され液晶層と、を備え、

前記第１の電極から前記第２の電極へ向かう前記液晶層の高さが３０μｍ以上且つ５０μｍ以下であり、

前記第１の電極の面内方向に交差する、前記第１の電極、前記液晶層及び前記第２の電極を含む第１の面の平面視において、前記第１の電極の面内方向と平行な方向に隣接して配置され、互いに配向が異なる少なくとも２つの液晶分子を含む、位相変調装置。

[請求項2] 前記第１の面において、前記第１の電極に対して、第１の傾斜角を有する液晶分子と、前記第１の電極の面内方向と平行な方向に隣接して配置され、前記第１の傾斜角とは異なる第２の傾斜角を有する液晶分子と、を含む請求項１に記載の位相変調装置。

[請求項3] 前記第１の電極に配置され、前記第２の電極に向かって突出した複数の第１の凸構造をさらに備え、

前記複数の第１の凸構造は、前記第１の面での断面視において三角形状の断面を有し、前記第１の電極の面内方向と平行な第１の方向に延伸し、且つ前記第１の方向に直交する第２の方向に配置された複数の三角柱状の構造を有する、請求項１に記載の位相変調装置。

[請求項4] 前記第２の電極に配置され、前記第１の電極に向かって突出した複数の第２の凸構造をさらに備え、

前記複数の第２の凸構造は、前記第１の面での断面視において三角形状の断面を有し、前記第１の電極の面内方向と平行な第１の方向に延伸し、且つ前記第１の方向に直交する第２の方向に配置された複数の三角柱状の構造を有し、

前記複数の第１の凸構造の前記第２の電極に向かって突出した第１の角部と、前記複数の第２の凸構造の前記第１の電極に向かって突出した第２の角部とは、前記第２の方向に対して所定の距離だけ離隔す

る、請求項３に記載の位相変調装置。

[請求項5] 前記第１の面の平面視において、前記三角形状の断面は、前記液晶層の高さに対して、１／２０～１／１０の高さを有する、請求項３に記載の位相変調装置。

[請求項6] 前記第１の面の平面視において、前記三角形状の断面は、前記三角形状の底面に対して、３°～５°の傾斜角を有する、請求項５に記載の位相変調装置。

[請求項7] 前記第１の電極は、前記第１の電極の面内方向と平行な第１の方向に延伸し、且つ前記第１の方向に直交する第２の方向に配置された複数の第１の線条部と、前記複数の第１の線条部の間にそれぞれ配置された第１のスリット部と、を備え、

前記第２の電極は、前記第１の方向に延伸し、且つ前記第２の方向に配置された複数の第２の線条部と、前記複数の第２の線条部の間にそれぞれ配置された第２のスリット部と、を備え、

前記第１の電極から前記第２の電極に向かった方向での平面視において、前記複数の第１の線条部は、前記第２の方向において、前記複数の第２の線条部の一部分のみとそれぞれ重畳する、請求項１に記載の位相変調装置。

[請求項8] 前記第２の電極は、第２のスリット部とは前記第２の方向に対する幅が異なる第３のスリット部を有し、

前記第２の電極において、前記第２のスリット部と、前記第３のスリット部とは、前記第２の方向に交互に配置される、請求項７に記載の位相変調装置。

[請求項9] 前記第１の電極から前記第２の電極に向かった方向での平面視において、前記複数の第１の線条部の中の１つの第１の線条部は、前記複数の第２の線条部の中の２つの第２の線条部と、一部分が重畳する、請求項７に記載の位相変調装置。

[請求項10] 請求項１乃至９のいずれか一項に記載の位相変調装置を含み、

前記第１の電極がマイクロストリップ線路であり、前記第２の電極が接地導体層である、移相器。

[請求項11] 請求項１０に記載の移相器を有するフェーズドアレイアンテナ装置。

[請求項12] 請求項１乃至９のいずれか一項に記載の位相変調装置を含む電波反射板であって、

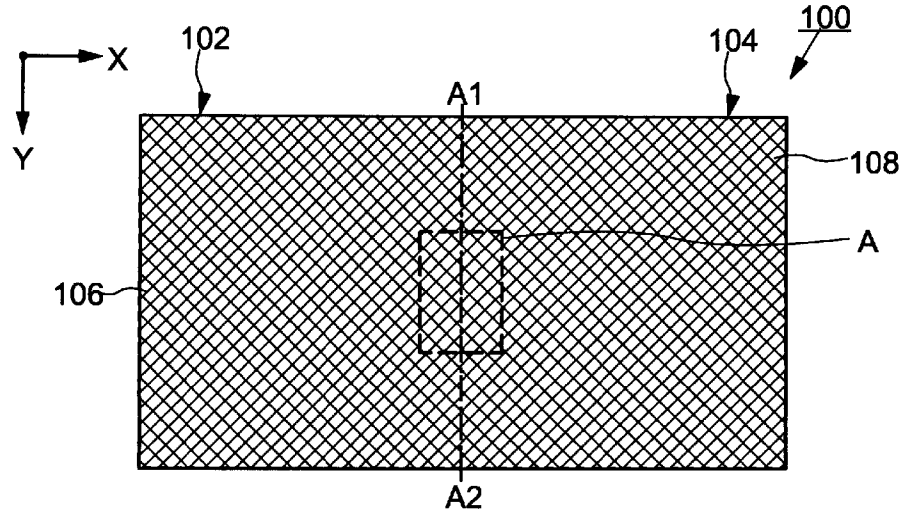
前記第１の面と交差する面の第１の方向と、前記第１の方向に直交する第２の方向とに、前記第１の電極がそれぞれ複数配置されたアレイ基板と、

前記第１の電極が複数配置された前記アレイ基板の領域と対向する位置に配置され、前記第２の電極が配置された対向基板と、を備える電波反射板。

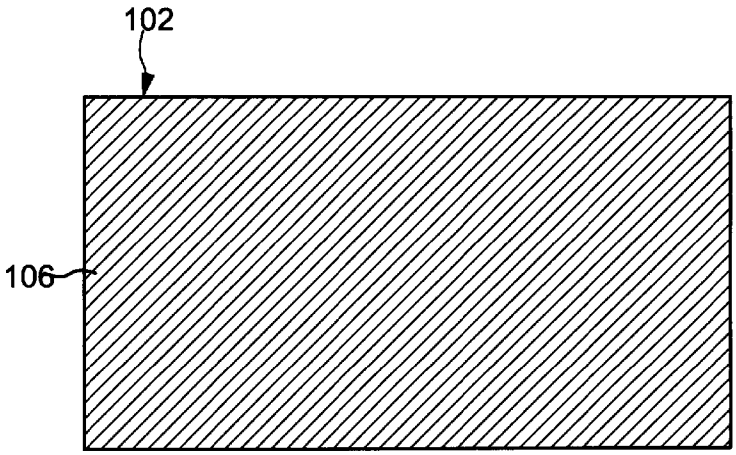
[請求項13] 前記第１の方向に配置された複数の前記第１の電極が電気的に接続される、請求項１２に記載の電波反射板。

[請求項14] 前記複数の第１の電極はそれぞれ、複数配置されたトランジスタに接続され、前記トランジスタを介して個々に独立した駆動電圧を印加するように構成される、請求項１２に記載の電波反射板。

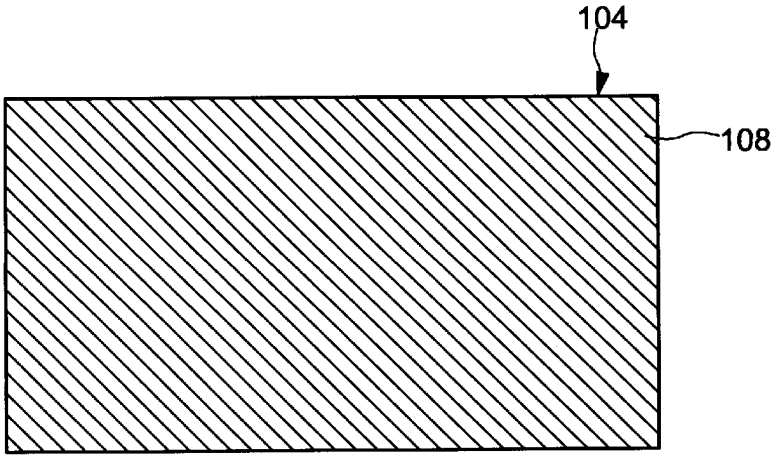
[図1A]



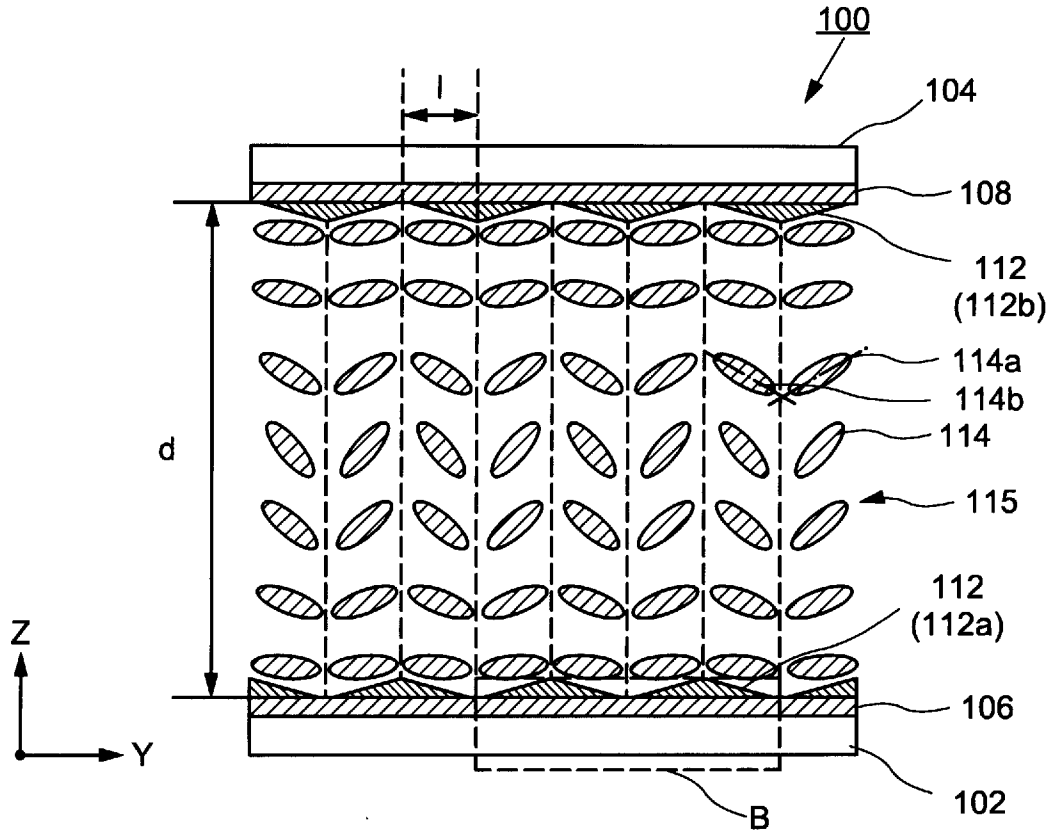
[図1B]



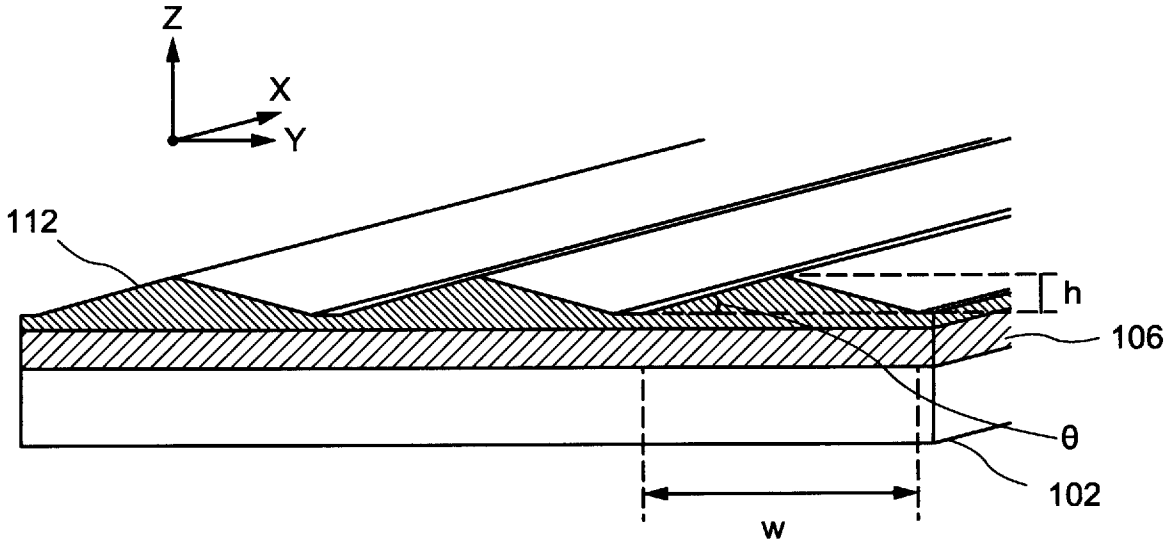
[図1C]



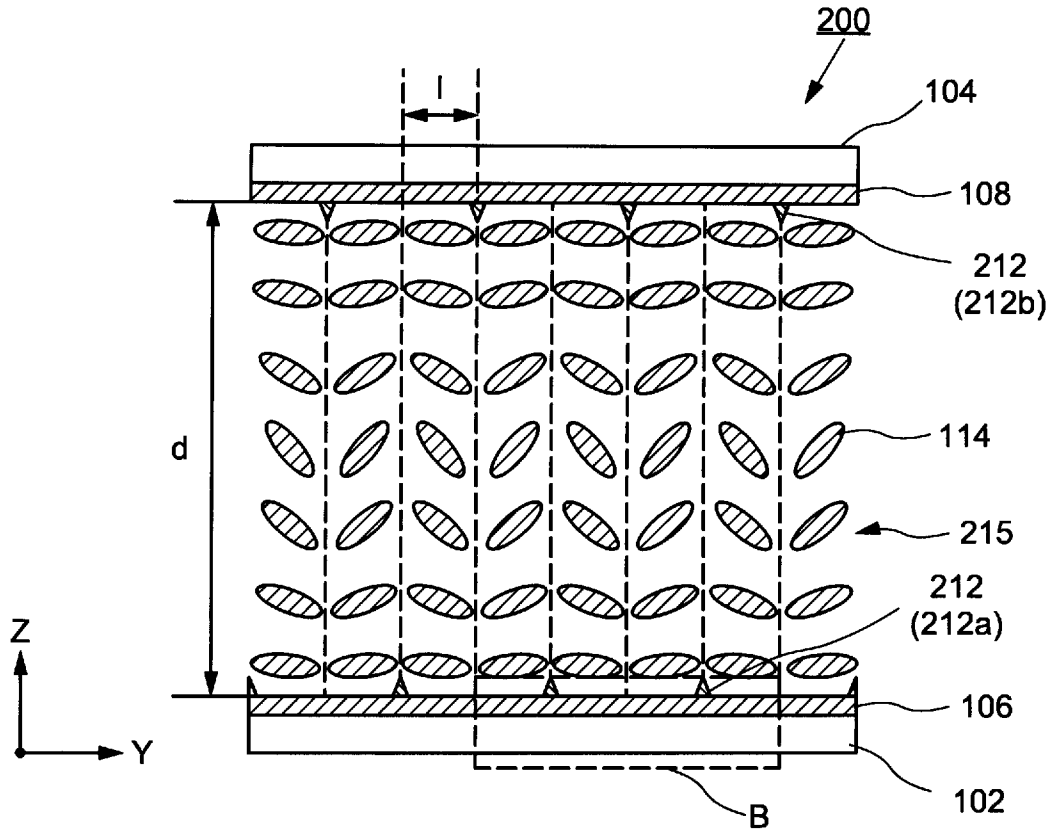
[図2A]


100
l
104
108
112
(112b)
114a
114b
114
115
112
(112a)
106
102
B
d
Z
Y

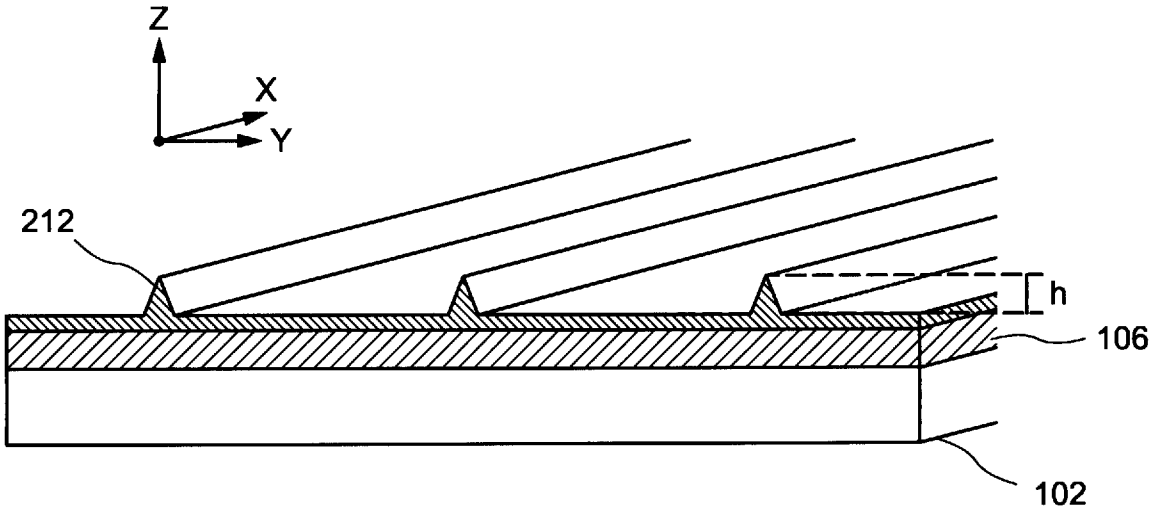
[図2B]


Z
X
Y
112
h
106
θ
102
w

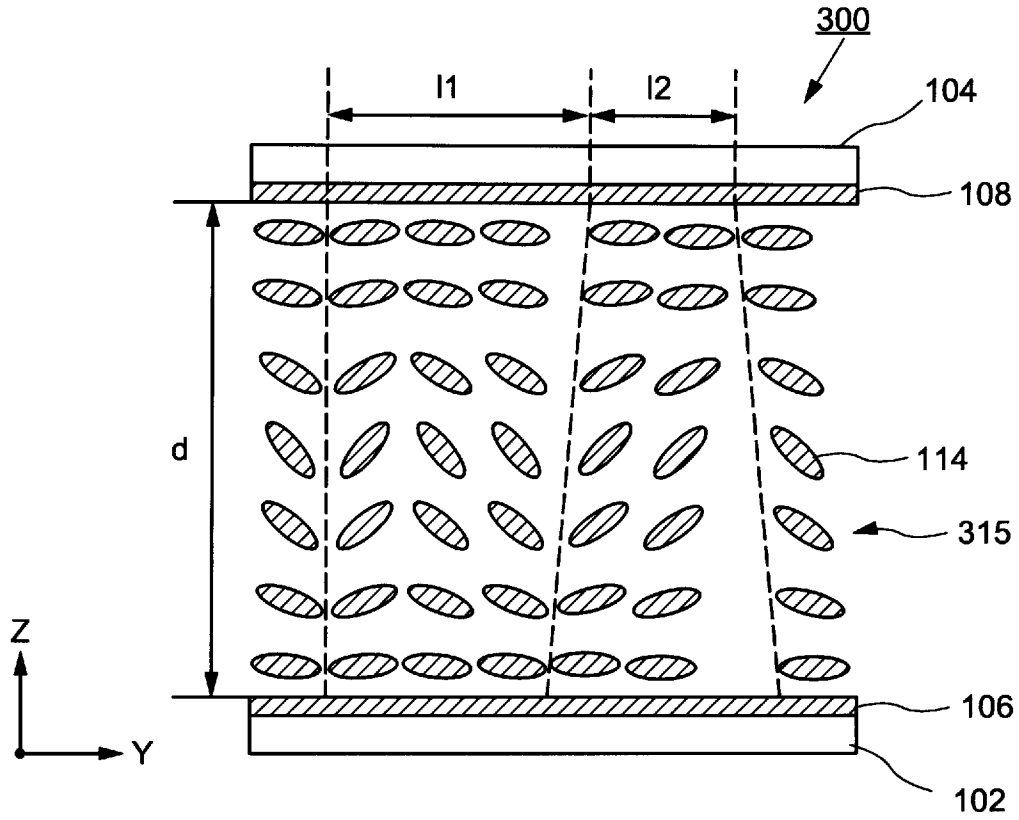
[図3A]


200
l
104
108
212
(212b)
d
114
215
212
(212a)
Z
Y
106
102
B

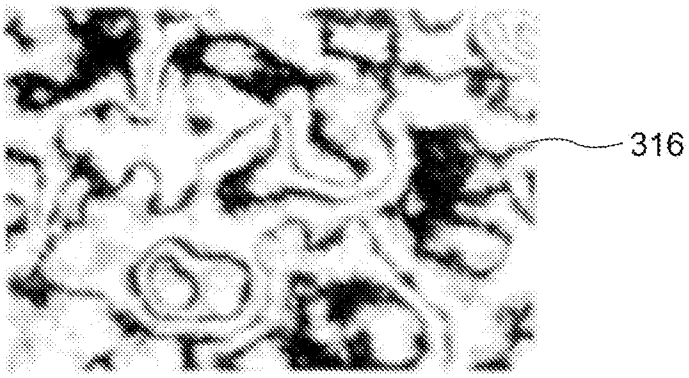
[図3B]


Z
X
Y
212
h
106
102

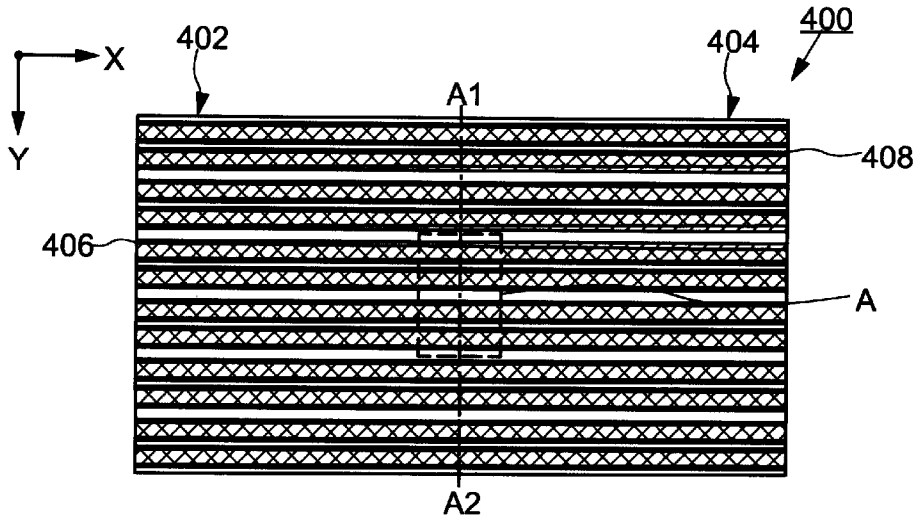
[図4A]



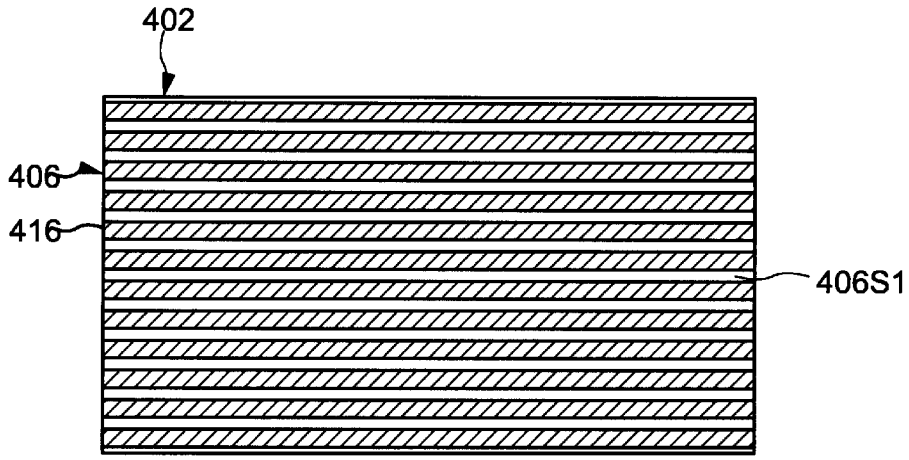
[図4B]



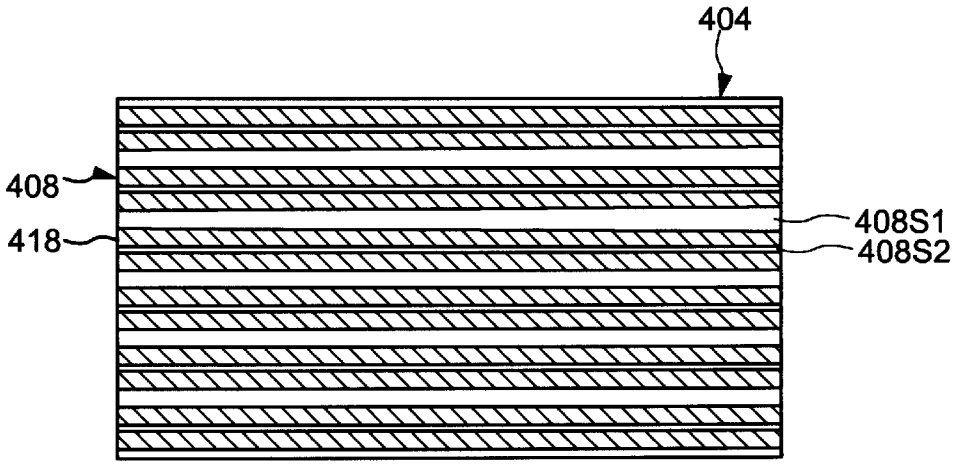
[図5A]


X
Y
402
404
400
A1
408
406
A
A2

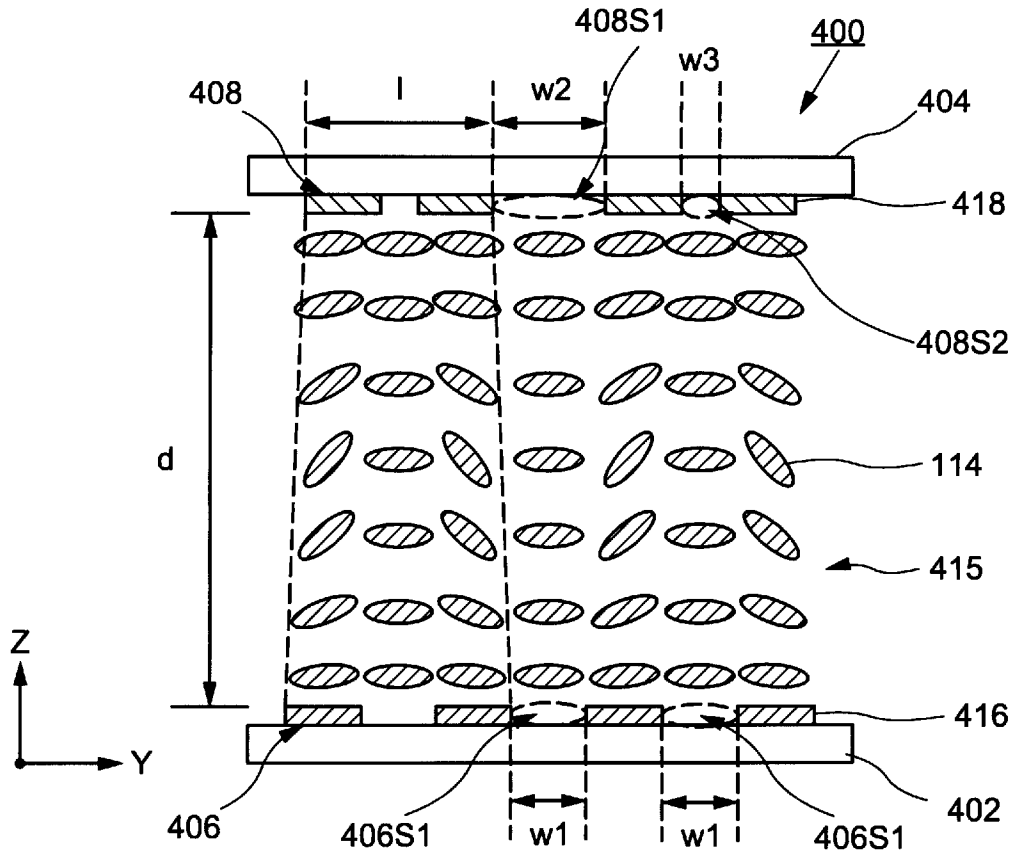
[図5B]


402
406
416
406S1

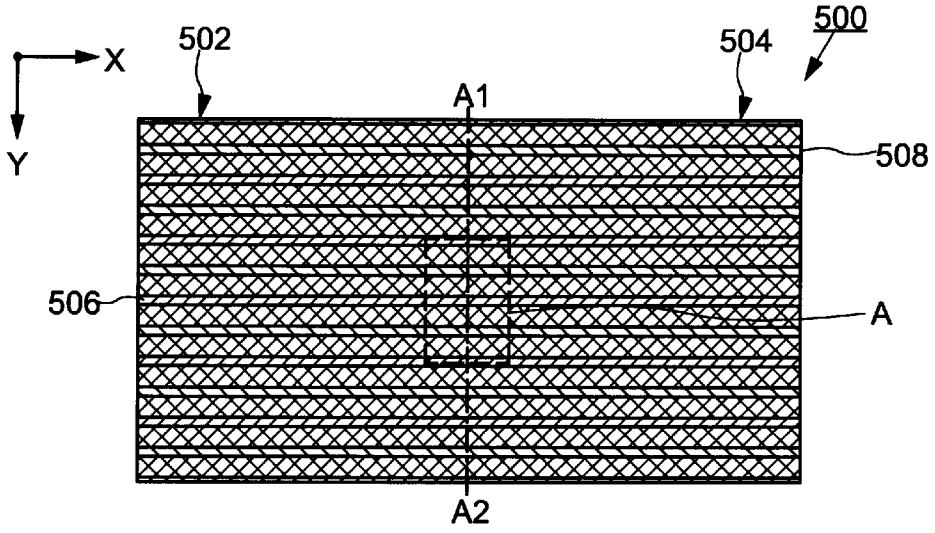
[図5C]


404
408
418
408S1
408S2

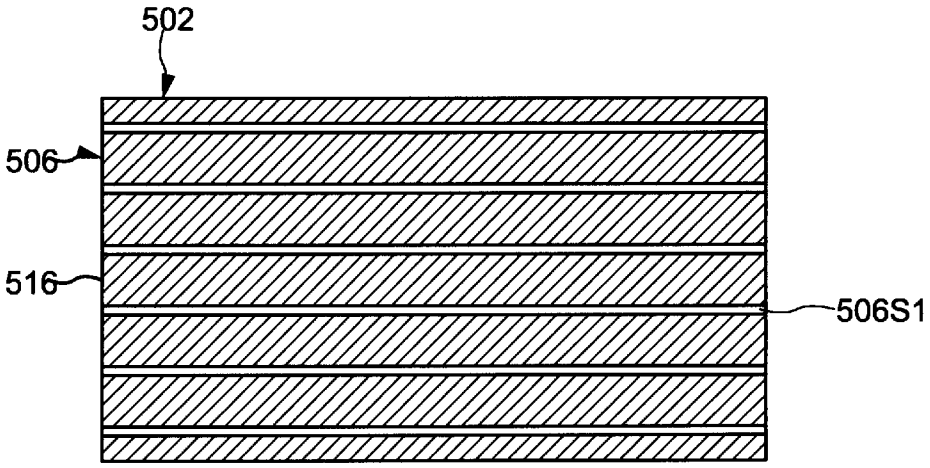
[図6]


408S1
400
w3
408
l
w2
404
418
408S2
d
114
415
Z
Y
416
402
406
406S1
w1
w1
406S1

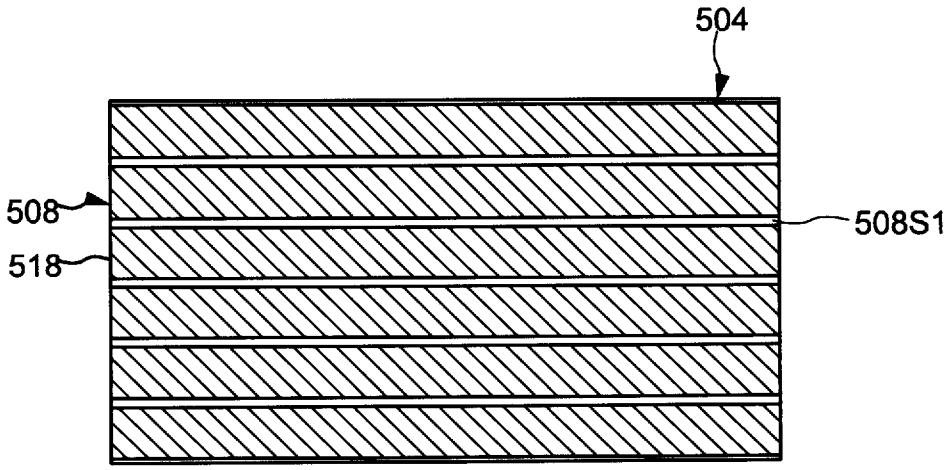
[図7A]


X
Y
502
504
500
A1
508
506
A
A2

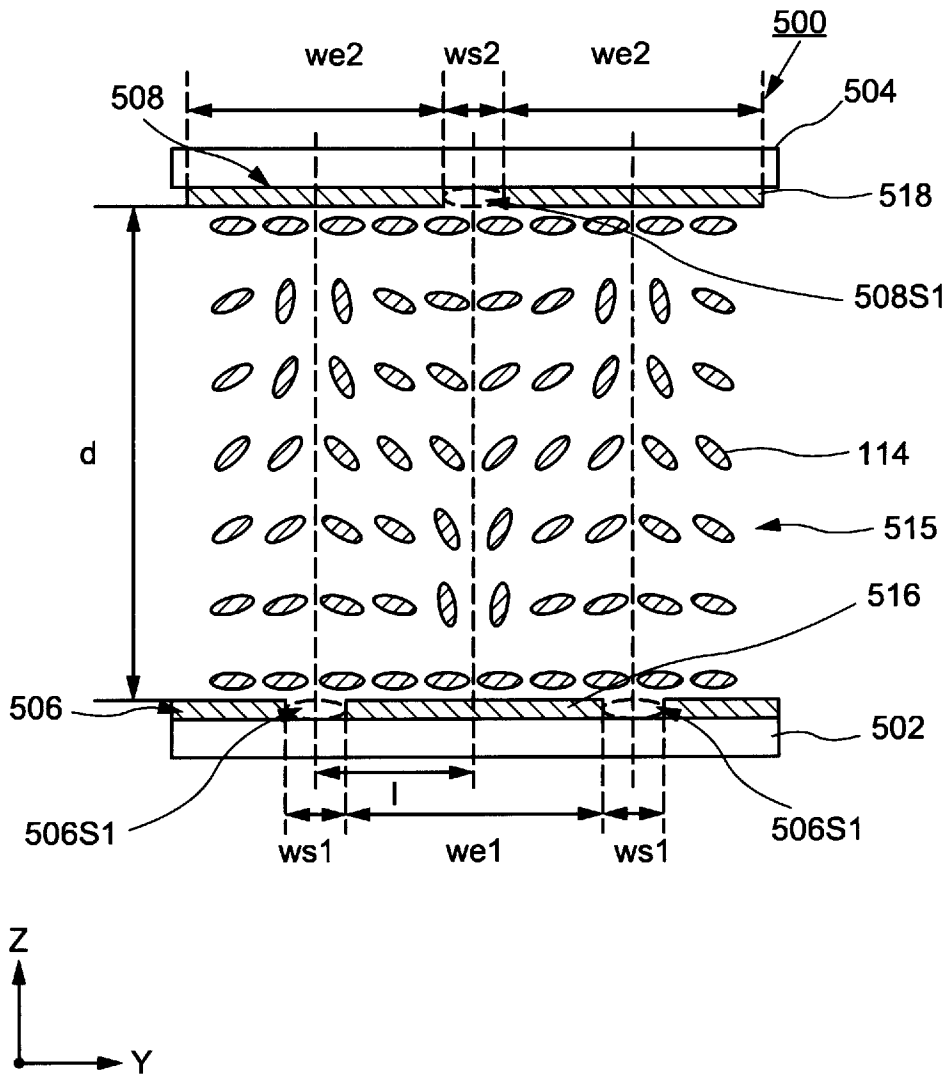
[図7B]


502
506
516
506S1

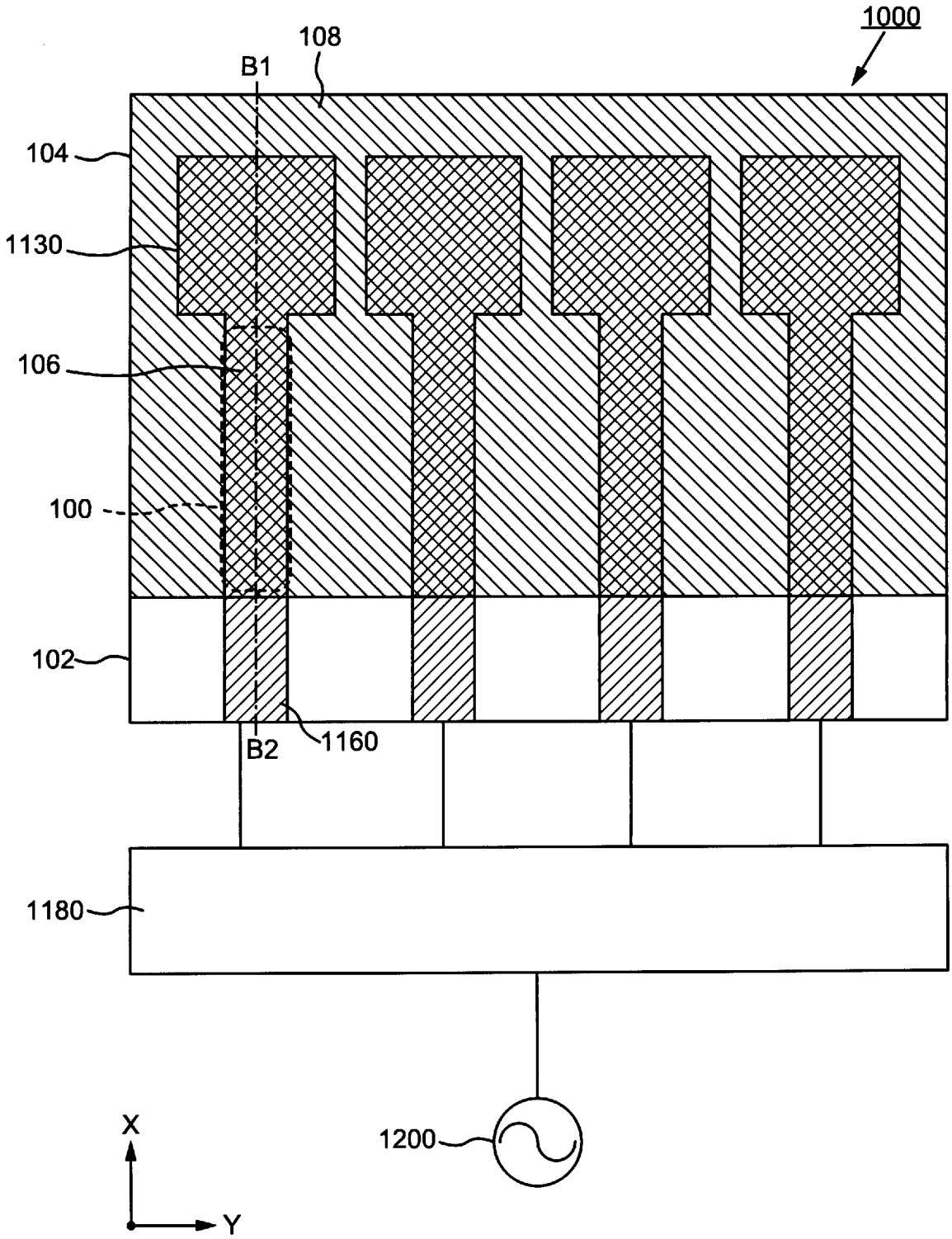
[図7C]


504
508
518
508S1

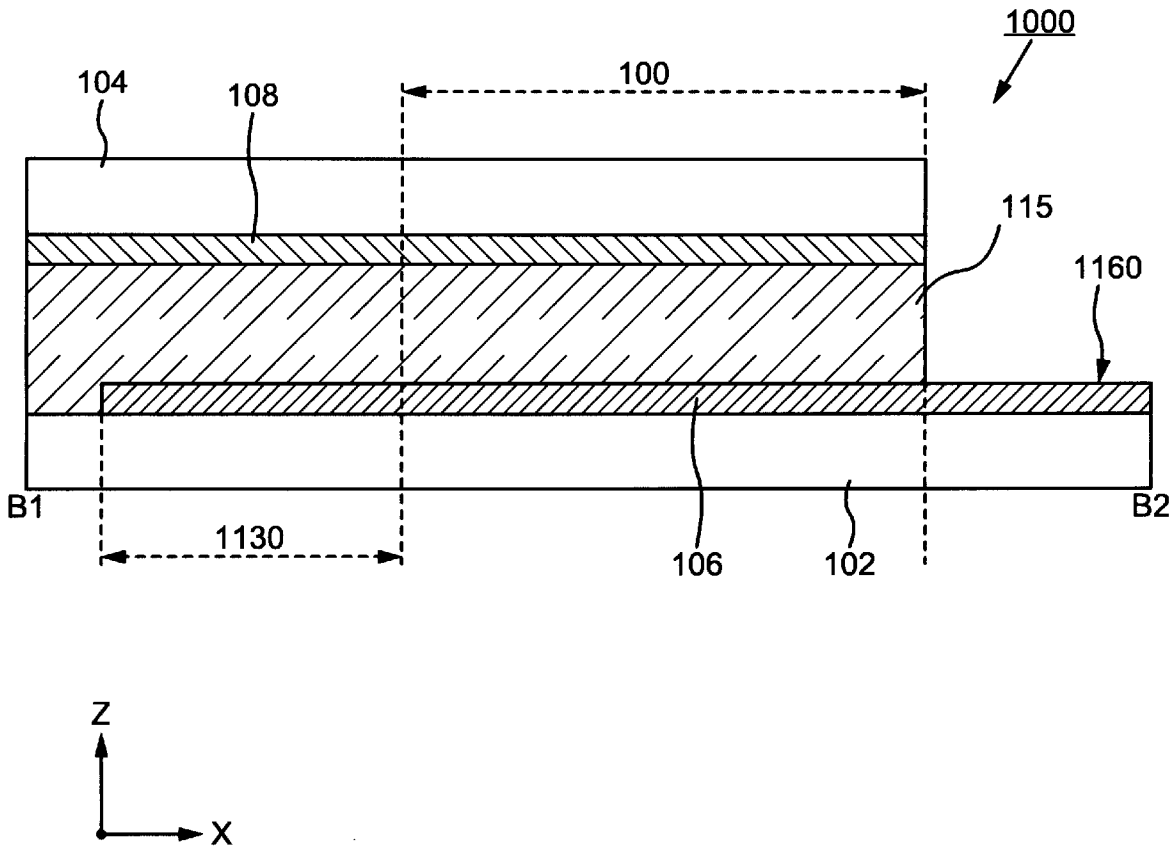
[図8]


500
we2
ws2
we2
508
504
518
508S1
d
114
515
516
506
502
506S1
l
506S1
ws1
we1
ws1
Z
Y

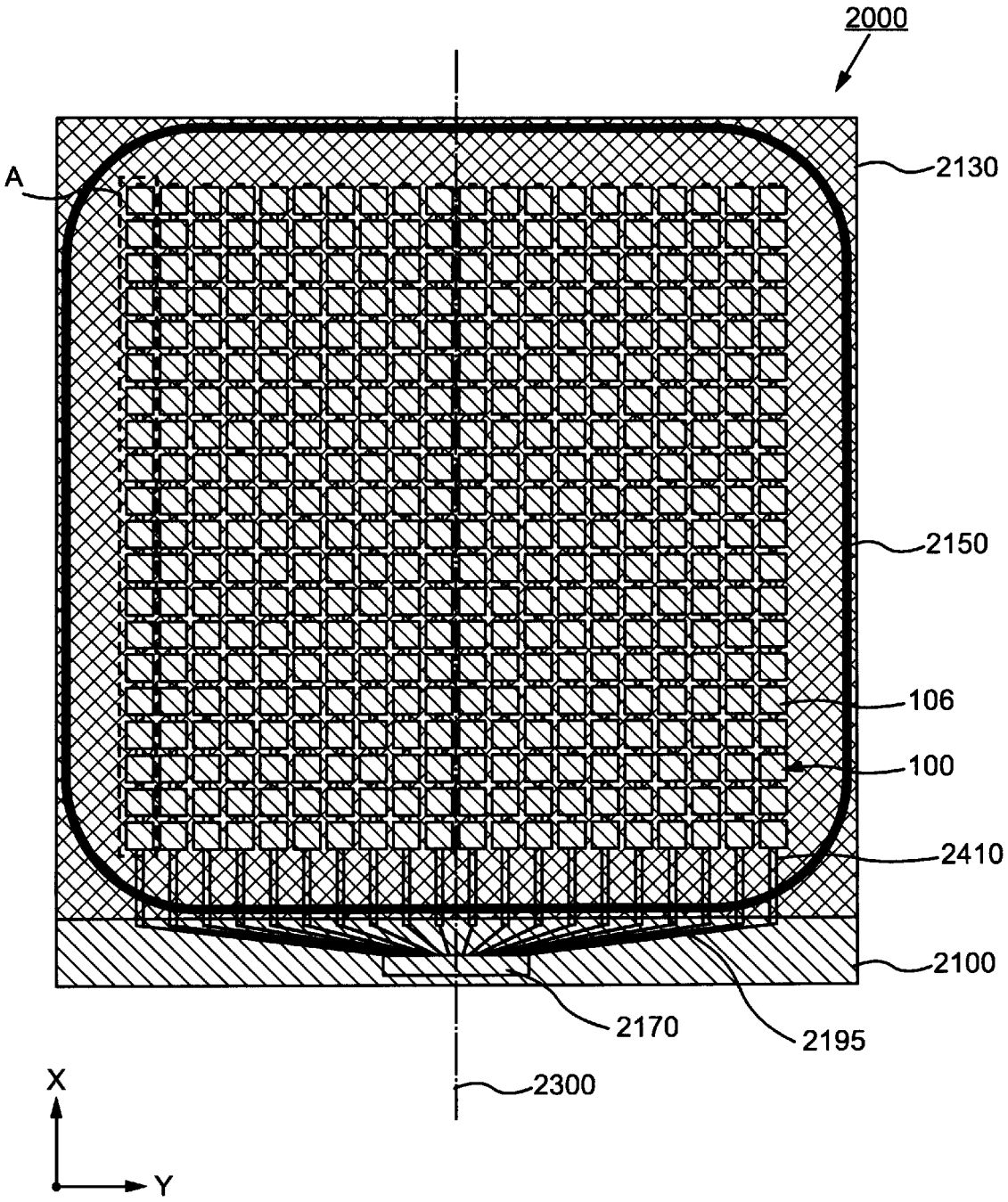
[図9]



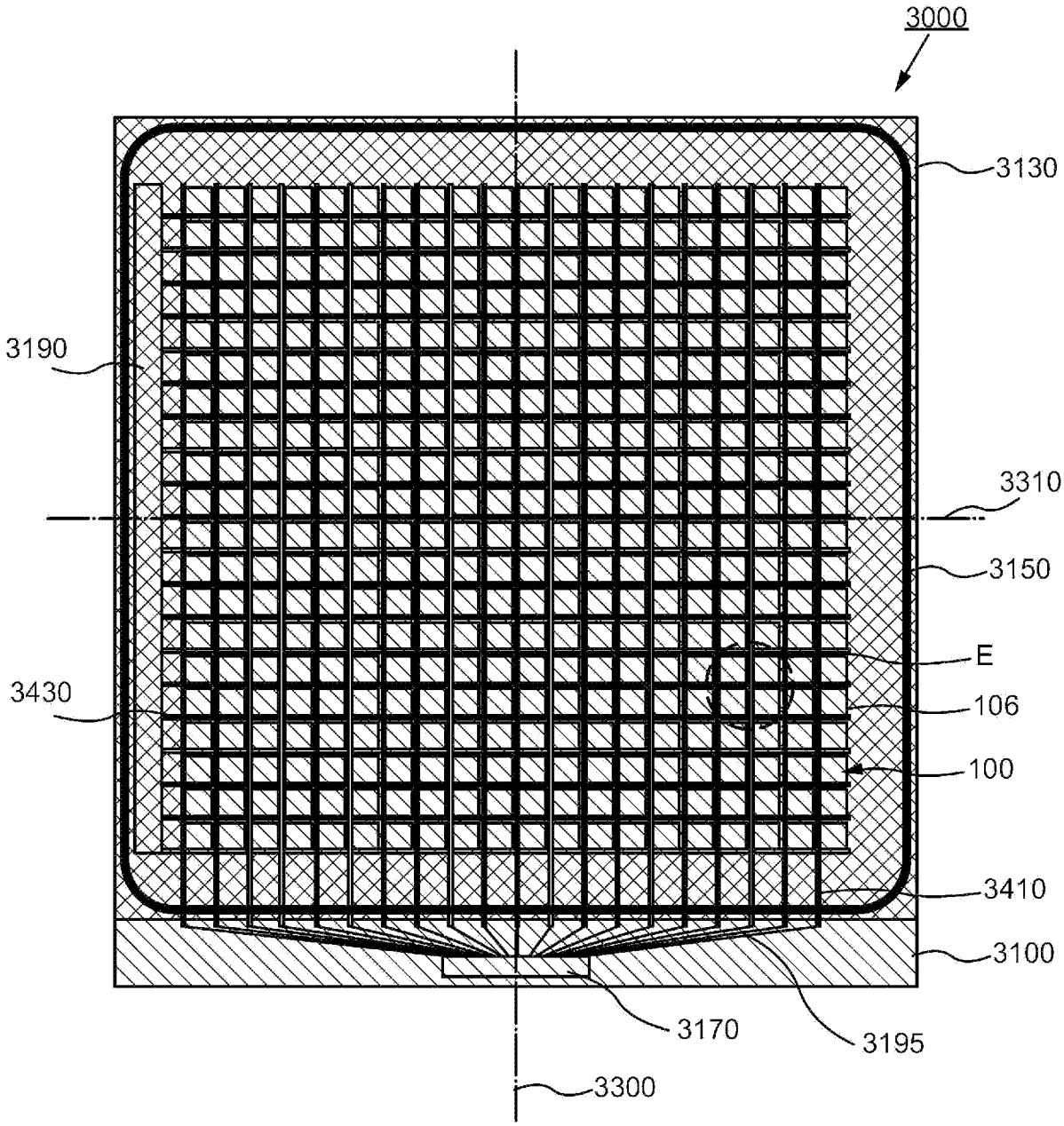
[図10]



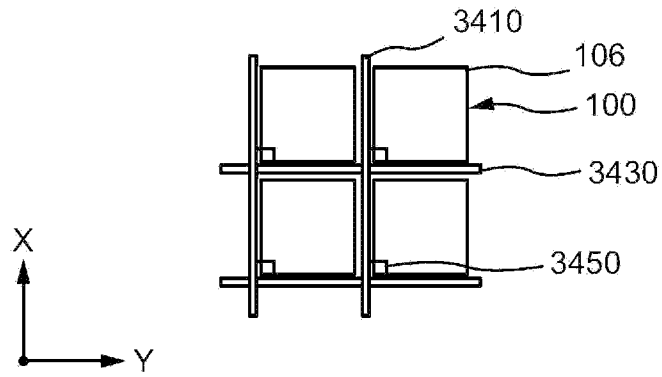
[図11]



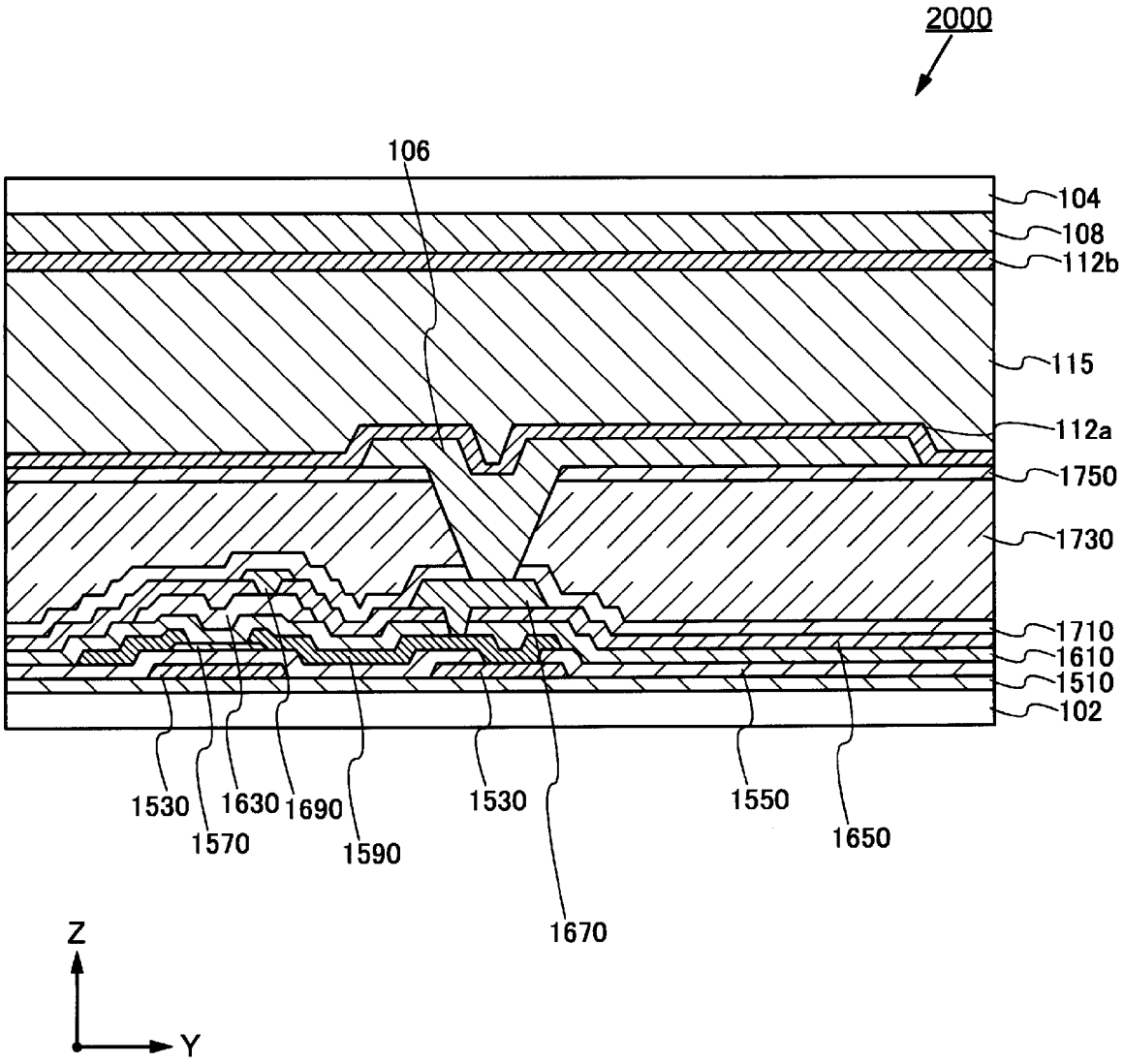
[図12A]


3000
3130
3190
3310
3150
E
3430
106
100
3410
3100
3170
3195
3300

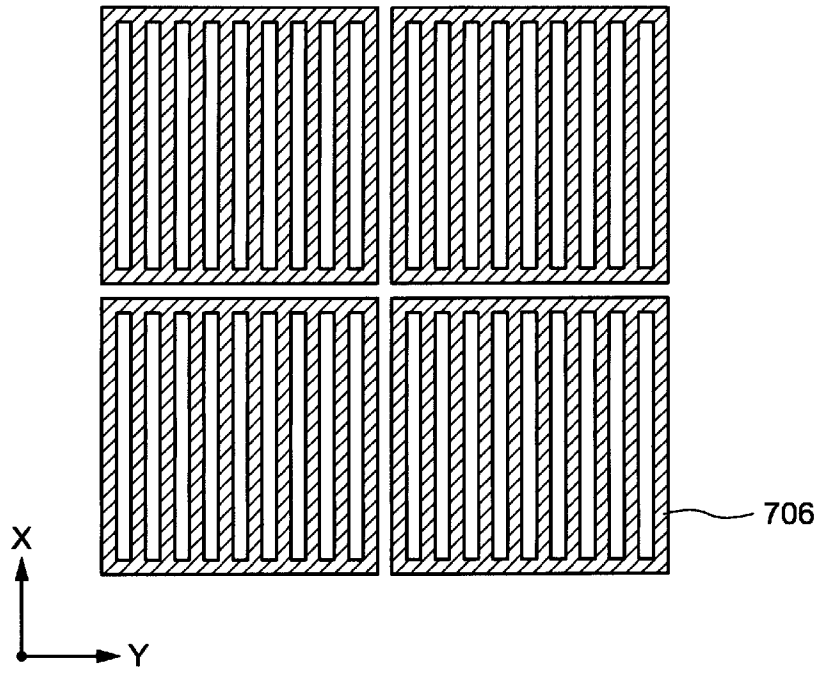
[図12B]


3410
106
100
3430
3450
X
Y

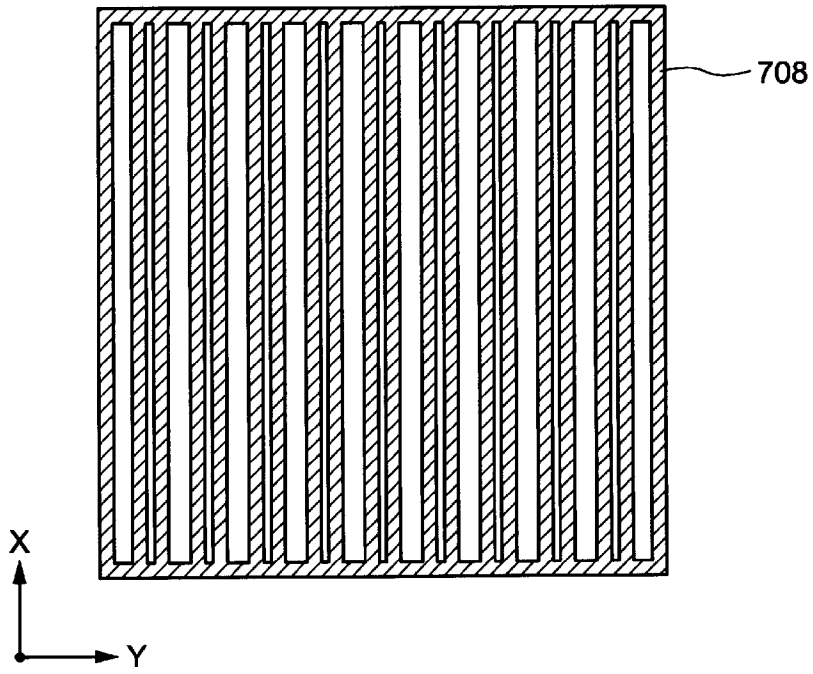
[図13]


2000
106
104
108
112b
115
112a
1750
1730
1710
1610
1510
102
1530
1570
1630
1690
1590
1530
1670
1550
1650
Z
Y

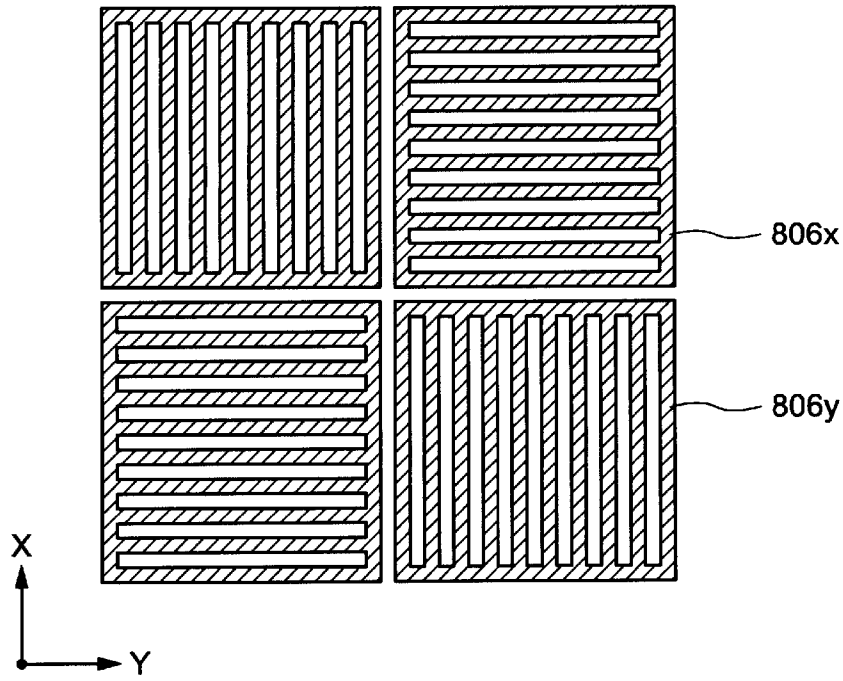
[図14A]



[図14B]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/021750

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01P 1/18(2006.01)i; ***G02F 1/13***(2006.01)i; ***H01Q 3/36***(2006.01)i; ***H01Q 15/14***(2006.01)i
FI: H01P1/18; G02F1/13 505; H01Q3/36; H01Q15/14 Z

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)

H01P1/18; G02F1/13; H01Q3/36; H01Q15/14

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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

IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2020-532911 A (WAFER LLC) 12 November 2020 (2020-11-12) paragraphs [0023]-[0034], fig. 2-4	1-2, 10-14
A		3-9
Y	WO 2017/061526 A1 (SHARP KK) 13 April 2017 (2017-04-13) paragraphs [0052]-[0065], fig. 1	1-2, 10-14
Y	JP 2020-150496 A (JAPAN DISPLAY INC.) 17 September 2020 (2020-09-17) paragraphs [0013]-[0044], fig. 1, paragraphs [0065]-[0070], fig. 11	10-11
Y	DOYLE, D. T. Development of liquid crystal reflectarrays utilizing a passive matrix control scheme. 2014 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium. 2014, pages 1031-1032 fig. 1 and description thereof	12-14

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"T" 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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 July 2022	**09 August 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/021750

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-532911 A	12 November 2020	US 2019/0064609 A1 paragraphs [0027]-[0038], fig. 2-4 WO 2019/046655 A1 EP 3676908 A1 TW 201913203 A CN 111201667 A KR 10-2020-0103620 A	
WO 2017/061526 A1	13 April 2017	US 2018/0287254 A1 paragraphs [0075]-[0088], fig. 1 CN 108140945 A	
JP 2020-150496 A	17 September 2020	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/021750

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01P 1/18(2006.01)i; G02F 1/13(2006.01)i; H01Q 3/36(2006.01)i; H01Q 15/14(2006.01)i
FI: H01P1/18; G02F1/13 505; H01Q3/36; H01Q15/14 Z

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））

H01P1/18; G02F1/13; H01Q3/36; H01Q15/14

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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）

IEEE Xplore

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
Y	JP 2020-532911 A (ウェハー エルエルシー) 12.11.2020 (2020-11-12) 段落[0023]-[0034], 図2-4	1-2,10-14
A		3-9
Y	WO 2017/061526 A1 (シャープ株式会社) 13.04.2017 (2017-04-13) 段落[0052]-[0065], 図１	1-2,10-14
Y	JP 2020-150496 A (株式会社ジャパンディスプレイ) 17.09.2020 (2020-09-17) 段落[0013]-[0044], 図１および段落[0065]-[0070], 図11	10-11
Y	DOYLE,D.T., "Development of Liquid Crystal Reflectarrays Utilizing a Passive Matrix Control Scheme", 2014 IEEE Antennas and Propagation Society Interenational Symposium, 2014, pp.1031-1032 Figure 1 およびその説明	12-14

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
22.07.2022	09.08.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
岸田　伸太郎 5K 9183
電話番号 03-3581-1101 内線 3556

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/021750

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-532911 A	12.11.2020	US 2019/0064609 A1 [0027]-[0038], Figures 2-4 WO 2019/046655 A1 EP 3676908 A1 TW 201913203 A CN 111201667 A KR 10-2020-0103620 A	
WO 2017/061526 A1	13.04.2017	US 2018/0287254 A1 [0075]-[0088], FIG.1 CN 108140945 A	
JP 2020-150496 A	17.09.2020	（ファミリーなし）	