

(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
2014 年 3 月 20 日(20.03.2014)



(10) 国際公開番号

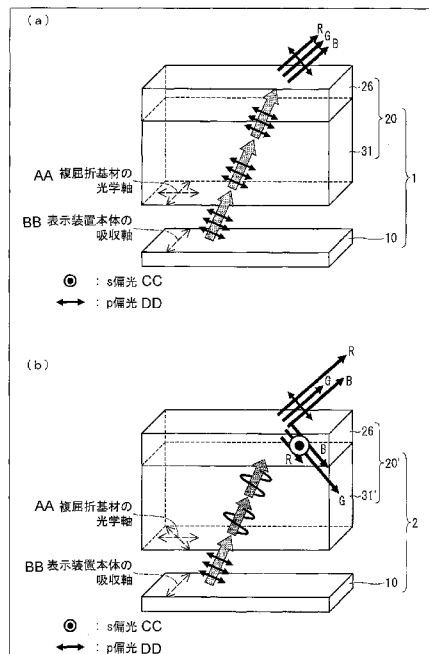
WO 2014/041841 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/1333 (2006.01) G02F 1/1335 (2006.01)
G06F 3/041 (2006.01) G02F 1/13363 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/062092
- (22) 国際出願日: 2013 年 4 月 24 日(24.04.2013)
- (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 2012-199990 2012 年 9 月 11 日(11.09.2012) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 八代 有史(YASHIRO, Yuhji). 木田 和寿(KIDA, Kazutoshi). 加藤 浩巳(KATOH, Hiromi).
- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所(HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋 2 丁目北 2 番 6 号 大和南森町ビル Osaka (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: DISPLAY APPARATUS

(54) 発明の名称 : 表示装置



AA Optical axis of birefringent base material
BB Absorption axis of display apparatus main body
CC s polarization
DD p polarization

(57) Abstract: A display apparatus (1) is provided with: a polarization plate that is provided on the surface of a display apparatus main body (10); and a touch panel (20) having a birefringent base material (31). The optical axis of the birefringent base material (31) and the absorption axis of the polarization plate are parallel to or perpendicular to each other.

(57) 要約: 表示装置(1)は、表示装置本体(10)の表面に設けられた偏光板と、複屈折基材(31)を有するタッチパネル(20)とを備え、複屈折基材(31)の光学軸と上記偏光板の吸収軸とは平行または垂直である。

WO 2014/041841 A1

WO 2014/041841 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、液晶パネル等の、表面に偏光板を有する表示パネルから出射された偏向光が、複屈折基材を備えたタッチパネルに入射するタッチパネル付きの表示装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、タッチパネルとしては、指や入力用のペン等の検出対象物を表示画面に接触させたときの静電容量の変化を検出することで接触位置を検出する静電容量方式のタッチパネルが知られている。

[0003] このようなタッチパネルにおけるタッチセンサの基材には、例えば、コスト、熱的耐性等の点から、従来、ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムが一般的に使用されている（例えば、特許文献1、2等参照）。

[0004] しかしながら、PETフィルムのような複屈折基材を用いたタッチパネルを液晶表示装置本体の前面に配すると、観測者が偏光めがねをかけている場合、虹ムラが発生する（例えば、特許文献1、2参照）。

[0005] 特許文献1には、偏光めがねで、静電容量方式のタッチセンサを備えた液晶表示装置を見たときに、静電容量方式のタッチセンサを通過して位相差を生じた光が再び偏光めがねを通過するときに重ね合わされることで発生する虹ムラを、タッチセンサと液晶表示装置との間に1/4波長板を配置して光学補償することで解消することが開示されている。

[0006] また、特許文献2には、抵抗膜圧式タッチパネル付き液晶表示装置において、上部電極板における透明導電膜を備えた面とは反対の面、もしくは、下部電極板における透明導電膜を備えた面とは反対の面と液晶表示装置との間に、1/4波長板を形成し、液晶表示装置から発せられる直線偏光を円偏光に変換することで、偏光めがねでタッチパネルを見たときの虹ムラの発生を抑えることが開示されている。

[0007] また、特許文献2には、1／4波長板と偏光板とを組み合わせることで、外部からの入射光による内部反射を吸収することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2012-27622号（2012年2月9日公開）」

特許文献2：日本国公開特許公報「特開2009-169837号（2009年7月30日公開）」

特許文献3：日本国公開特許公報「特開2008-191544号（2008年8月21日公開）」

特許文献4：日本国公開特許公報「特開2010-122599号（2010年6月3日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献1、2は、何れも、偏光めがねでタッチパネルを備えた液晶表示装置を見たときに特有の虹ムラを解消するものである。

[0010] このように、偏光めがねでタッチパネルを備えた液晶表示装置を見たときに虹ムラが発生することは知られているが、ある視角において、偏光めがねを介さずに目視でタッチパネルを備えた液晶表示装置を見たときに虹ムラが発生することは、知られていない。

[0011] 従来、大型のタッチパネルには、ガラス基材を用いたガラスセンサが用いられており、このようなタッチパネルを、液晶表示装置のような表示装置の前面に配置しても、虹ムラが発生することはない。

[0012] また、携帯端末等の小型のタッチパネル付き表示装置を、通常使用されるように例えば手に持った状態で画面正面から見る場合のように通常の使用形態で使用しても、虹ムラは確認されない。

[0013] しかしながら、本願発明者らは、基材として、PETフィルムのような複屈折基材を用いたタッチパネルを、液晶パネルのように偏向光を出射する表示パネル上に配置した場合、ある視角において虹ムラが発生することを見出した。また、大型のタッチパネルを、例えば水平に配置した状態で斜め方向から見るような場合においては、定常的に虹ムラが観察されるとともに、小型のタッチパネルを用いた場合にも、視角によっては虹ムラが確認されることを見出した。

[0014] さらに、本願発明者らは、PETフィルムのような複屈折基材に直線偏光が入射すると、その位相がずれる結果、このような複屈折基材を用いたタッチパネルを、液晶パネルのように偏向光を出射する表示装置本体上に配置すると、複屈折基材による波長毎の偏向状態の変化と、空気層との界面での界面反射の偏向作用とにより、視角によって、目視であっても虹ムラが発生することを見出した。換言すれば、本願発明者らは、PETフィルムのような複屈折基材を用いたタッチパネルを、液晶パネルのように偏向光を出射する表示装置本体上に配置すると、以下に説明する理由から、視角によっては、目視であっても虹ムラが発生することを見出した。すなわち、複屈折基材に直線偏光が入射すると、直線偏光の位相が、波長毎にずれる。また、複屈折基材を用いたタッチパネルと空気層との界面における界面反射は偏向作用を有する。これらの、複屈折基材による波長毎の偏向状態の変化と、タッチパネルと空気層との界面での界面反射の偏向作用とにより、複屈折基材を用いたタッチパネルを、偏向光を出射する表示装置本体上に配置すると、視角によっては、目視であっても虹ムラが発生する。

[0015] また、このような虹ムラは、特許文献1、2のように、液晶パネルのように偏向光を出射する表示パネルから出射される光を円偏光に変換しても、複屈折基材と隣接する他の材料からなる層との界面において生じる界面反射により直線偏光化が進むため、解消されないことも見出した。

[0016] 本発明は、このように、本願発明者らが見出した、偏向光を出射する表示装置本体側から発せられる偏向光の偏向状態の変化と、このような表示装置

本体の前面に配された、複屈折基材を有するタッチパネルにおける空気層との界面での界面反射の偏向作用とにより発生する虹ムラを解消するという、新規な課題を解決するものである。

課題を解決するための手段

- [0017] 上記の課題を解決するために、本発明にかかる表示装置は、偏向光を出射する表示パネルと、面内の2方向に光学軸がある複屈折基材を有するタッチパネルとを備え、上記表示パネルの出射した偏向光が上記複屈折基材に入射する表示装置であって、上記複屈折基材の光学軸の一方と、上記複屈折基材に入射する上記偏向光の偏光方向とが、平行または垂直であることを特徴としている。
- [0018] 本願発明者らは、上述したように複屈折基材を用いたタッチパネルを、液晶パネルのように偏向光を出射する表示パネル上に配置した場合、ある視角、特に、上記タッチパネルにおける偏向作用を有する界面でのs波とp波との透過率差が10%以上となる視角において、偏光めがねを介さずとも目視で虹ムラ（虹状色帯）が視認されることを見出した。
- [0019] そして、さらに検討を行った結果、このような虹ムラは、複屈折基材による波長毎の偏向状態の変化と、カバーガラス等のタッチパネルの表面と空気層との界面での界面反射の偏向状態依存性に起因し、複屈折基材の複屈折性により直線偏光の位相がずれ、さらに偏光作用を受けることで、このような虹ムラが生じることを見出した。
- [0020] このように、上記虹ムラの発生要因の1つは、複屈折基材の複屈折性による直線偏光の位相ズレである。したがって、複屈折基材の光学軸と、複屈折基材に直線偏光を入射させる表示パネルの偏光板の偏光方向とを制御する、つまり光学軸と偏光方向とを平行または垂直にすることで、直線偏光の位相ズレの発生を抑制し、虹ムラを抑えることができる。
- [0021] 本発明に係るタッチパネル付き表示装置は、
- (1)表面に偏光板を有する表示パネルと、
 - (2)面内の2方向に光学軸がある複屈折基材と、該複屈折基材に対し当該表示

パネルの側とは反対の側に設けられた保護板とを有するタッチパネルとを備え、上記偏光板から出射した偏向光が上記複屈折基材に入射する表示装置であって、

(A)上記偏光板の偏光方向は、上記表示装置の表示面の縦方向もしくは横方向に平行であって、

(B)上記複屈折基材の光学軸の一方と、上記偏光板の偏光方向とのズレが $\pm 11^\circ$ 以内となるように、上記表示パネルに上記タッチパネルが設けられていることを特徴としている。

[0022] デジタルサイネージ、電子黒板などに使用されるタッチパネル付き表示装置は、実際には、斜め上および斜め下からの視聴に供されることは稀であり、したがって、現実的な利用の観点から言えば、水平横方向からの視聴の際の虹ムラの発生を抑制することができれば十分である。

[0023] ここで、本願発明者らは、表示パネルの反対側の表面に、つまり最も視聴者側の表面に保護板を有するタッチパネル付き表示装置にあって、目視での虹ムラの視認を抑制する方法を鋭意研究した結果、下記の成果を得た。

[0024] すなわち、上記表示装置の表示面に平行な $x-y$ 平面を想定し、上記表示装置を立て掛けて水平横方向から視聴する場合の、水平横方向を y 方向とすると、水平横方向から上記表示装置を視聴する際に発生し得る虹ムラを抑制するには、下記2つの条件が満たされることが必要である。

[0025] 第1に、上記表示パネルの偏光板の吸収軸が、上記表示装置の表示面の縦方向もしくは横方向に、つまり、 x 方向もしくは y 方向に平行である必要がある。

[0026] 第2に、複屈折基材の光学軸と表示パネルの偏光板の吸収軸とのズレは、 11° 以内である必要がある。

[0027] まず、本願発明者らは、保護板を有するタッチパネル付き表示装置にあっては、虹ムラを最も強く目視で視認するのは視角が 78° の場合であること、虹状色帯が目視で視認されるようになるのは、表示面に設けられている保護層と空気層との界面での s 波の反射率が 12% よりも大きい場合であるこ

とを見出した。

[0028] 従って、視角 78° において、表示面に設けられている保護層と空気層との界面での s 波の反射率を 12% 以下にすれば、目視での虹ムラの認識を抑制することができる。

[0029] 次に、本願発明者らは、上記複屈折基材の光学軸の一方と上記偏光板の偏光方向とのズレを $\pm 11^\circ$ 以内にするることにより、視角 78° において、表示面に設けられている保護層と空気層との界面での s 波の反射率を 12% 以下にすることができることを見出した。

[0030] したがって、保護板を有するタッチパネル付き表示装置にあっては、表示パネルの偏光板の吸収軸を、当該表示装置の表示面の縦もしくは横方向に平行にし、上記複屈折基材の光学軸の一方と表示パネルの偏光板の吸収軸とのズレ角度を 11° 以内にするることによって、当該表示装置の現実的な視聴方法である、横からの視聴において、視聴者が目視で虹ムラを視認するという事態の発生を軽減することができる。

[0031] また当然、上記複屈折基材の光学軸の一方と、上記偏光板の偏光方向とを、平行または垂直にすることによって、より虹ムラの発生を抑制することができる。

[0032] さらに、本願発明は、一般的なタッチパネル付き表示装置に対し $1/4$ 波長板等の追加フィルムを必要とせずに虹ムラの発生を抑制することができ、製造コストを抑制することが可能となる。

発明の効果

[0033] 複屈折基材を有するタッチパネルを上記表示パネル上に配置した場合に発生する虹ムラは、複屈折基材による波長毎の偏向状態の変化と、カバーガラス等のタッチパネルの表面と空気層との界面での界面反射の偏向状態依存性に起因し、複屈折基材の複屈折性により直線偏光の位相がずれ、さらに偏光作用を受けることで発生する。

[0034] このため、上記のように、上記複屈折基材の光学軸と、上記複屈折基材に入射する上記偏向光の偏光方向とのズレを制御し、光学軸と偏光方向とを平

行または垂直にすることで、直線偏光の位相ズレの発生を抑制し、虹ムラを抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1] (a) は、本発明の 1 実施形態に係る、複屈折基材の光学軸と表示装置本体の偏光方向とが揃った表示装置を示す斜視図であり、(b) は、従来から一般的な、複屈折基材の光学軸と表示装置本体の偏光方向とが揃っていない表示装置を示す斜視図である。

[図2] 図 1 (a) の表示装置の構成を示す分解断面図である。

[図3] (a) は、図 1 (a) の表示装置に設けられたタッチパネルにおける Y 電極パターンのパターン形状を示す平面図であり、(b) は、上記タッチパネルにおける X 電極パターンのパターン形状を示す平面図である。

[図4] (a) ~ (e) は、上記タッチパネルのセンサ本体の作製方法を、工程順に示す断面図である。

[図5] (a) ・ (b) は、複屈折性フィルム基材を、液晶パネルの上面側に設けられた偏光板と、複屈折性フィルム基材の上面側に設けられた偏光板とで挟んだときの偏向光を模式的に示す分解斜視図である。

[図6] 虹ムラの発生メカニズムを模式的に示す分解断面図である。

[図7] O C A T (Optical Clear Adhesive Tape) と P E T フィルムとの界面における s 波および p 波の透過率およびガラスと O C A T との界面における s 波および p 波の透過率と視角との関係を示すグラフである。

[図8] ガラスと空気層との界面における s 波および p 波の透過率と視角との関係を示すグラフである。

[図9] p 波と s 波との透過率差と視角との関係を示すグラフである。

[図10] 図 6 に示す構成を有する表示装置におけるディスプレイサイズと視角 $\theta_1 \sim \theta_3$ および視距離 L との関係を示す図である。

[図11] 視距離 L が 40 cm、中心視角 θ_1 が 30° のときの、ディスプレイサイズ毎の視角範囲を示すグラフである。

[図12] 図 1 の (b) および図 6 に示すタッチパネル付き表示装置 2 について

、複屈折基材の光学軸と表示装置本体の吸収軸との関係を説明するための図である。

[図13]表示装置2について、複屈折基材の光学軸と表示装置本体の吸収軸とのズレを、説明のために強調して描いた図である。

[図14]保護層と空気との界面における各偏向方向の透過光エネルギーの、複屈折基材の光学軸と、偏光板の吸収軸とのズレ角度への依存性を示す図である。

[図15](a)～(e)は、上記タッチパネルの他のセンサ本体の作製方法を、工程順に示す断面図である。

[図16](a)～(g)は、上記タッチパネルのさらに他のセンサ本体の作製方法を、工程順に示す断面図である。

[図17](a)～(e)は、上記タッチパネルのさらに他のセンサ本体の作製方法を、工程順に示す断面図である。

[図18]片面センサフィルムにおけるY電極パターンおよびX電極パターンのパターン形状を示す平面図である。

[図19](a)～(c)は、上記タッチパネルのさらに他のセンサ本体の作製方法を、工程順に示す断面図である。

[図20](a)～(e)は、上記タッチパネルのさらに他のセンサ本体の作製方法を、工程順に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0036] 本発明にかかる実施の一形態について、図1ないし図20の(a)～(e)に基づいて説明すれば、以下の通りである。

[0037] <本発明の概要>

図1の(a)は、本発明の1実施形態に係る、複屈折基材の光学軸と表示装置本体の偏光方向とが揃った表示装置1を示す斜視図である。一方、図1の(b)は、従来から一般的な、複屈折基材の光学軸と表示装置本体の偏光方向とが揃っていない表示装置2を示す斜視図である。なお、偏光方向とは、光の電場振動方向をいう。

- [0038] 表示装置 1 と表示装置 2 とは、表示装置 1 にあっては複屈折基材の光学軸と表示装置本体の偏光方向とが揃っているのに対し、表示装置 2 にあっては複屈折基材の光学軸と表示装置本体の偏光方向とが揃っていないことを除けば、同じ構成である。
- [0039] 本発明は、複屈折基材の光学軸と表示装置本体の偏光方向とが揃った表示装置を提供することで、複屈折基材に入射した直線偏光について、波長毎の位相ズレの発生を抑えることを可能とするものであり、表示画面における虹状色帯の発生を抑えるものである。
- [0040] 以下に、複屈折基材の光学軸と表示装置本体の偏光方向とを揃えることによって虹状色帯の発生を抑制する方法の概要を説明する。
- [0041] さて、タッチパネル付き表示装置において、表面に保護層を備え、ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムのような複屈折基材を用いたタッチパネルを、偏向光を出射する液晶表示装置本体の前面に配する構成は一般的である。
- [0042] 上記のような構成のタッチパネル付き表示装置にあっては、詳細は後述するが、視角によって、目視であっても虹ムラが発生することがある。
- [0043] 図 1（b）に示すように、複屈折基材の光学軸と表示装置本体の偏光方向とが揃っていない表示装置 2 にあっては、表示装置本体から出射された偏向光は、複屈折基材内で波長毎に異なる偏向状態となり、タッチパネル表面の保護層と空気との界面での界面反射の偏向作用により、透過光は色を帯びる。視角が異なるとリタデーションが異なるため、偏光子として作用するタッチパネル表面の保護層と空気との界面を透過する光は、視角によって波長が異なる。したがって、虹状色帯が認識されるのである。
- [0044] 表示装置 1 にあっては、複屈折基材の光学軸と表示装置本体の偏光方向とが揃っている。したがって、表示装置本体から出射された偏向光は、複屈折基材内で波長毎に異なる偏向状態となることがない。したがって、タッチパネル表面の保護層と空気との界面での界面反射の偏向作用が働いても、透過光が色を帯びることはない。

[0045] 次に、図2を用いて、表示装置1の構成を詳細に説明する。

[0046] <表示装置1の概略構成>

図2は、表示装置1の構成を示す分解断面図である。

[0047] 図2に示すように、表示装置1は、タッチパネル付き表示装置であり、偏向光を出射する偏光板を含む表示装置本体10（表示部）と、複屈折基材（複屈折性基材）を含むタッチパネル20（センサ部）とを備えている。

[0048] なお、以下、本実施の形態では、観察者側（表示面側）を上面側もしくは表面側とし、その反対面側を下面側もしくは裏面側として説明する。

[0049] <表示装置本体10>

偏向光を出射する表示装置本体10としては、表示パネルを備え、該表示パネルの表面に偏光板を有する、液晶表示装置等の表示装置が挙げられる。

[0050] 液晶表示装置等の表示装置本体10は、図2に示すように、液晶パネル等の表示パネル12と、該表示パネル12に光を入射させるバックライト11等とを備えている。

[0051] 液晶パネル等の表示パネル12は、一对の基板13・14間に、光学変調層15として、液晶等の表示媒体からなる層が挟持されてなる表示セル16を備え、該表示セル16の外側、つまり、表示セル16における光学変調層15とは反対側の表面に、偏光子および検光子として、一对の偏光板17・18（上偏光板および下偏光板）が設けられた構成を有している。換言すれば、表示パネル12は、光学変調層15として表示セル16を備え、該表示セル16の外側に、偏光子および検光子として、一对の偏光板17・18（上偏光板および下偏光板）が設けられた構成を有している。表示セル16は、液晶等の表示媒体からなる層が一对の基板13・14間に挟持されてなる。

[0052] なお、上記一对の基板13・14のうち少なくとも一方の基板における他方の基板との対向面側には、上記光学変調層15に印加する電界を発生させる図示しない電極等が設けられている。

[0053] 以下、本実施の形態では、表示パネル12が液晶パネルであり、表示装置

本体 10 が液晶表示装置である場合を例に挙げて説明する。

[0054] 本実施の形態で用いられる液晶パネルとしては、特に限定されるものではなく、公知の各種液晶パネルを用いることができる。また、表示パネルの表示方式（駆動方式）も特に限定されるものではなく、例えば TN（Twisted Nematic）方式等、公知の各種方式を用いることができる。なお、このような液晶パネルの構成は従来公知であることから、ここでは、その詳細な説明および図示は省略する。

[0055] <タッチパネル 20>

本実施の形態にかかるタッチパネル 20 は、静電容量方式を用いたタッチパネルであり、図 2 に示すように、表示装置本体 10 上に配される、タッチセンサからなるセンサ本体 21 と、該センサ本体 21 に接続された回路部 22 とを備えている。

[0056] 静電容量方式のタッチセンサは、複屈折基材（複屈折性基材）単体もしくはその積層体の片面もしくは両面に形成された電極パターン（センサ電極パターン）を備えている。

[0057] 本実施の形態にかかる本実施の形態にかかるセンサ本体 21 は、図 2 に示すように、保護フィルム 23（第 1 の保護層）、接着層 24（第 1 の接着層）、両面センサフィルム 30、接着層 25（第 2 の接着層）、保護板 26（第 2 の保護層）が、表示装置本体 10 側からこの順に設けられた構成を有している。

[0058] <両面センサフィルム 30>

両面センサフィルム 30 は、複屈折基材 31 の表裏両面に、電極パターンとして、Y 電極パターン 32（第 1 の電極パターン）および X 電極パターン 33（第 2 の電極パターン）がそれぞれ設けられた構成を有している。

[0059] 図 3 の（a）は、Y 電極パターン 32 のパターン形状を示す平面図であり、図 3 の（b）は、X 電極パターン 33 のパターン形状を示す平面図である。

[0060] 図 3 の（a）に示すように、Y 電極パターン 32 は、Y 電極 34 が、Y 方

向（列方向であるＹ軸方向、第１の方向）に複数配列された、複数のＹ電極列３５からなるＹ電極群により形成されている。Ｙ電極３４は、略矩形用の島状電極からなり、その角部で、接続配線３４ａにより、Ｙ方向に複数接続されている。

[0061] 一方、図３の（ｂ）に示すように、Ｘ電極パターン３３は、Ｘ電極３７が、Ｘ方向（行方向であるＸ軸方向、第２の方向）に複数配列された、複数のＸ電極列３８からなるＸ電極群により形成されている。Ｘ電極３７は、略矩形形状の島状電極からなり、その角部で、接続配線３７ａにより、Ｘ方向に複数接続されている。

[0062] これらＹ電極３４およびＸ電極３７は、それぞれ、平面視で（すなわち、両面センサフィルム３０のフィルム面に垂直な方向から見たときに）、一方の電極間に他方の電極が位置するように配置されている。これにより、Ｙ電極３４とＸ電極３７とは、平面視で、斜め方向から見たときに市松状に互い違いに配置されており、Ｙ方向およびＸ方向に交互に配列されている。

[0063] これらＹ電極３４およびＸ電極３７は、静電容量の変化により、指等の検出対象物の指示座標の位置を検出する位置検出電極であり、それぞれ、表示パネル１２における表示領域に対応する領域に配されている。

[0064] また、図３の（ａ）・（ｂ）に示すように、各Ｙ電極列３５およびＸ電極列３８の端部には、その延設方向に、それぞれ引き出し配線３６・３９が設けられている。これら引き出し配線３６・３９は、それぞれ、対応するＹ電極列３５およびＸ電極列３８からの検出信号を引き出すための検出ラインであり、それぞれ、表示パネル１２における額縁領域に対応する領域に配されている。これら引き出し配線３６・３９は、図２に示すように、それぞれ、回路部２２に接続される。

[0065] これらＹ電極３４およびＸ電極３７は、一方がドライブ電極として用いられ、他方がセンス電極として用いられる。これらＹ電極３４およびＸ電極３７には、図示しない駆動回路部から、それぞれ駆動電圧が印加されるようになっている。

[0066] これら Y 電極 3 4 および X 電極 3 7 に駆動電圧が印加されると、これら Y 電極 3 4 と X 電極 3 7 との間に静電容量が形成される。このような状態で、検出対象物として、導体である指先をタッチパネル 2 0 の表面に接触させると、Y 電極 3 4 と X 電極 3 7 との間の静電容量が変化するので、この静電容量の変化量を検出することによって、指先が接触した X 座標および Y 座標の座標位置を検出することができる。

[0067] <回路部 2 2>

上述したように、両面センサフィルム 3 0 における各 Y 電極列 3 5 および X 電極列 3 8 の端部に設けられた引き出し配線 3 6 ・ 3 9 は、図 2 に示すように、それぞれ、回路部 2 2 に接続されている。

[0068] 回路部 2 2 には、例えば、I C チップや F P C（フレキシブルプリント回路）基板等が用いられる。

[0069] 回路部 2 2 は、検出対象物の座標位置を検出するための図示しない位置検出回路等を備えている。位置検出回路は、上記 Y 電極 3 4 と X 電極 3 7 との間の静電容量の変化量を検出し、この変化量に基づいて指先の位置を演算する。

[0070] なお、上記位置検出回路としては、静電容量方式のタッチパネルの主流である相互容量方式を用いた位置検出回路等、周知の回路を用いることができ、特に限定されるものではない。

[0071] <保護層および接着層>

上述したように、両面センサフィルム 3 0 の裏面側（下面側）には、該両面センサフィルム 3 0 の裏面側（下面側）のセンサ面（電極形成面）を保護する保護フィルム 2 3 が、接着層 2 4 により接着されている。また、両面センサフィルム 3 0 の表面側（上面側）には、該両面センサフィルム 3 0 の表面側（上面側）のセンサ面を保護する保護板 2 6 が、接着層 2 5 により接着されている。

[0072] これら保護層（保護フィルム 2 3 および保護板 2 6）としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート（P E T）、トリアセチルセルロース（T A C

）、ポリカーボネート（PC）、ポリメチルメタクリレート（PMMA）等の透明な樹脂からなるプラスチックフィルムまたはプラスチック基板、カバーガラス等のガラス基板等が挙げられる。

[0073] これら保護層は、例えば、これらプラスチックフィルムまたはプラスチック基板、ガラス基板等を、接着層24・25を介して両面センサフィルム30に貼り合わせることで、両面センサフィルム30に接着することができる。

[0074] なお、これら保護層の厚みは、特に限定されるものではなく、従来、タッチパネルに用いられている保護層（保護板、保護シート）と同様に設定することができる。

[0075] なお、これら接着層24および25としては、OCA（光学透明両面テープ：Optical Clear Adhesive Tape）のような接着材を用いることができる。

[0076] ＜タッチパネル20の製造方法＞

次に、上記タッチパネル20の製造方法として、タッチパネル20のセンサ本体21の作製方法について、図4の（a）～（e）を参照して以下に説明する。

[0077] 図4の（a）～（e）は、タッチパネル20のセンサ本体21の作製方法を、工程順に示す断面図である。なお、図4の（a）では、引き出し配線36・39の図示を省略している。また、図4の（b）～（e）では、Y電極パターン32、X電極パターン33、引き出し配線36・39の図示を省略している。

[0078] まず、図4の（a）に示すように、複屈折基材31の表裏面に、透明電極もしくはメッシュ状の金属細線等により、Y電極パターン32およびX電極パターン33をそれぞれ形成することにより、両面センサフィルム30を形成する。

[0079] これらY電極パターン32およびX電極パターン33は、例えば、（1）複屈折基材31上に金属箔を貼り合わせた後、この貼り合わせた金属箔を、

公知のリソグラフィ技術等によりエッチングしたり、（２）複屈折基材３１上に金属をスパッタしたり、（３）複屈折基材３１上に金属ペーストを印刷したりすることで、形成することができる。

[0080] 上記複屈折基材３１としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリカーボネート（PC）、ポリメチルメタクリレート（PMMA）等の透明な樹脂からなる絶縁基材が挙げられる。

[0081] 一般的には、複屈折基材の複屈折率は、制御されておらず、面内で均一ではない。すなわち、面内バラツキを有している。

[0082] ただし、前述のように、本実施形態においては、複屈折基材３１の光学軸と、表示装置本体１０の偏光基板１８の偏光方向とは揃えられている。具体的には、複屈折基材３１の光学軸の１成分であるｙ方向は、偏光基板１８の吸収軸（ｙ方向）に、一致している。

[0083] そのため、表示装置本体１０からの直線偏光が複屈折基材３１に入射しても、複屈折基材３１内で波長毎に異なる偏向状態となることがない。したがって、タッチパネル２０表面の保護層２６と空気との界面での界面反射の偏向作用が働いても、透過光が色を帯びることはない。

[0084] また、上記金属箔としては、例えば銅箔等が挙げられる。また、上記スパッタ材料としては、例えば銀等が挙げられ、金属ペーストとしては、例えば金属微粒子として銀を含む銀ペースト等が挙げられる。

[0085] また、これらＹ電極パターン３２およびＸ電極パターン３３を透明電極により形成する場合、電極材料としては、例えば、ITO（インジウム錫酸化物）、IZO（インジウム亜鉛酸化物）、酸化亜鉛、酸化スズ等の酸化物からなる透明導電材料を用いることができる。

[0086] なお、これらＹ電極パターン３２およびＸ電極パターン３３における各電極（Ｙ電極３４およびＸ電極３７）の大きさや厚み、線幅等は、従来のタッチパネルと同様に設定することができ、所望の物性が得られるように、電極材料に応じて適宜決定すればよい。

[0087] 次いで、このようにして得られた両面センサフィルム３０の下面側に、図

4の(b)に示すように、OCA T等により接着層24を形成した後、図4の(c)に示すように、該接着層24を介して、両面センサフィルム30に、保護フィルム23を接着する。

[0088] 次いで、両面センサフィルム30の上面側に、図4の(d)に示すように、OCA T等により接着層25を形成した後、図4の(e)に示すように、該接着層25を介して、両面センサフィルム30に、保護板26を接着する。

[0089] <虹状色帯(虹ムラ)の発生メカニズム>

ここで、本実施の形態にかかる表示装置1の効果を説明するために、まず、虹状色帯(虹ムラ)の発生メカニズムについて説明する。

[0090] タッチセンサにおけるセンサフィルムの基材には、例えば、コスト、熱的耐性等の点から、PET等の複屈折基材が一般的に使用されているが、上述したように、このような複屈折基材の複屈折率は、通常は制御されておらず、面内で均一ではない。

[0091] 複屈折率が面内で均一ではない、このような複屈折基材に直線偏光が入射すると、その位相がずれる。この結果、このような複屈折基材を用いたタッチパネルを、液晶パネルのように偏光(偏向光)を出射する表示パネル上に配置すると、ある視角において、表示画面上に虹状色帯が発生する。

[0092] 虹状色帯は、直線偏光が複屈折基材により波長毎に異なった偏光の向きに変換されるため、その後が存在する直線偏光作用を有する層を透過できる光量が波長毎に異なることで発生する現象である。

[0093] 以下に、図5の(a)・(b)～図11を参照して、具体的に説明する。

[0094] 図5の(a)・(b)は、複屈折基材として複屈折性フィルム基材を使用し、該複屈折性フィルム基材を、液晶パネルの上面側に設けられた偏光板(偏光子)と、複屈折性フィルム基材の上面側に設けられた偏光板(検光子)とで挟んだときの偏光(偏向光)を模式的に示す分解斜視図である。

[0095] なお、図5の(a)は、複屈折性フィルム基材の光学軸と液晶パネルの偏光板の吸収軸とが一致していないときの分解斜視図を示し、図5の(b)は

、複屈折性フィルム基材の光学軸と液晶パネルの偏光板の吸収軸とが一致しているときの分解斜視図を示す。なお、図5の(a)・(b)中、両矢印は、p偏光を示す。

[0096] 図5の(b)に示すように、複屈折性フィルム基材102の光学軸と液晶パネルの偏光板101の吸収軸とが一致している場合、複屈折性フィルム基材102の光学軸に沿って振動電場が分解されることがないため、入射した偏光は、そのまま保持される。このため、複屈折性フィルム基材102に入射された偏光は、偏光板103で吸収される。

[0097] 一方、図5の(a)に示すように、複屈折性フィルム基材102の光学軸と液晶パネルの偏光板101の吸収軸とが一致していない場合（つまり、複屈折性フィルム基材102の光学軸と液晶パネルから出射される偏光の偏向方向とが揃っていない場合）、複屈折性フィルム基材102の光学軸に沿って振動電場が分解される。このとき、p偏光とs偏光とでそれぞれ伝搬速度が異なるため、位相差（リタデーション）が生じ、複屈折性フィルム基材102に入射された偏光は旋光する。

[0098] なお、位相差は、波長によって異なるので、波長によって偏光度が異なる。このため、複屈折性フィルム基材102に入射された偏光は、図5の(a)に示すように、偏光板103を通過後に分光する。

[0099] このように、液晶パネルの上面側の偏光板101を通して直線偏光となった光が複屈折性フィルム基材102のような複屈折基材を通過すると、偏光が崩れる（消偏する）。この結果、虹ムラが発生する。

[0100] なお、図5の(b)に示す場合でも、複屈折性フィルム基材102の光学軸に沿わない方向では、複屈折性フィルム基材102内で偏光が保持されない（偏光が崩れる）ため、虹ムラが発生する。つまり、複屈折性フィルム基材102の光学軸と偏光板101の吸収軸とが、平行または垂直からズレている場合に、虹ムラが発生する。

[0101] これと同じことが、液晶パネル上に、複屈折基材を用いたタッチセンサを配置した場合にも言える。

- [0102] 図6は、虹ムラの発生メカニズムを模式的に示す分解断面図である。
- [0103] 図6に示す表示装置2は、図1の(b)に示した表示装置2と同じ表示装置であり、複屈折基材31'の光学軸と表示装置本体10の偏光方向とが揃っていないことを除けば、図1の(a)に示す表示装置1と同じ構成を示している。つまり、図1の(a)に示す表示装置1の複屈折基材31の光学軸と表示装置本体10の偏光方向とはそろっているのに対し、図6および図1の(b)に示す表示装置2の複屈折基材31'の光学軸と表示装置本体10の偏光方向とはそろっていない。
- [0104] なお、図6では、偏光板18以外の表示装置本体10の構成並びに回路部22、引き出し配線36・39の図示を省略している。
- [0105] 上述したように、複屈折による消偏性を考えた場合、図6に示すセンサ本体21は、複屈折基材31'上に、接着層25を介して保護板26が設けられた構成を有していると言える。
- [0106] なお、前述したように、タッチセンサにおけるセンサフィルムの基材の材料には、コスト、熱的耐性等の点から、例えば、PETが一般的に使用されている。また、保護板26としては、ガラスが多く使用されている。
- [0107] そこで、ここでは、複屈折基材31'としてPETフィルムを使用し、接着層25としてOCA Tを使用し、保護板26としてガラスを使用した場合を例に挙げて説明する。
- [0108] 図7は、OCA TとPETフィルムとの界面におけるs波(s偏光)およびp波(p偏光)の透過率およびガラスとOCA Tとの界面におけるs波およびp波の透過率と視角との関係を示すグラフである。また、図8は、ガラスと空気層との界面におけるs波およびp波の透過率と視角との関係を示すグラフである。
- [0109] 図7に示すように、OCA TとPETフィルムとの界面におけるs波およびp波の透過率およびガラスとOCA Tとの界面におけるs波およびp波の透過率は、視角に拘らず一定である。
- [0110] しかしながら、図8に示すように、ガラスと空気層との界面では、偏向方

向によって偏光の透過率が異なる。すなわち、ガラスと空気層との界面反射では、視角によって、s波の透過率とp波の透過率とが異なる。このs波とp波との透過率差により、ガラスと空気層との界面が、検光子として作用する。

[0111] なお、図8では、ガラスと空気層との界面におけるs波およびp波の透過率と視角との関係を示しているが、ガラス以外の空気層との界面でも、同様の現象が生じる。

[0112] このため、上述したように、液晶パネル等の表示パネルにおける上側の偏光板上にタッチパネルを設けると、複屈折基材を偏光子と検光子とで挟んだに等しい構造となり、図5の(a)に示す構造と同様の虹ムラが観察されることになる。

[0113] なお、上述したように、タッチパネル付き表示装置における虹ムラは、視角に密接に関係している。

[0114] そこで、図6を参照して、タッチパネル付き表示装置における虹ムラについて説明する。

[0115] 図6に示すように、偏光板18を介して表示装置本体10から出射される直線偏光は、複屈折基材31'に入射されると、複屈折基材31'の複屈折性（波長分散特性）により、波長毎に異なる偏光状態となる。また、複屈折基材31'内の偏光は、視角が異なるとリタデーションが異なるので、視角によって偏向状態が異なる。

[0116] 複屈折基材31'を通過した光は、保護板26と空気層（空気）との界面で界面反射される。反射率は偏向状態により異なり、波長によって偏向状態は異なるので、透過光は色を帯びる。

[0117] つまり、波長によって偏光度が異なるため、波長が異なれば、反射される光量が異なる。このため、波長毎に透過強度が異なる。このように、偏光が、複屈折性を有する複屈折基材31'を透過することで、複屈折の波長分散特性により、波長毎に透過強度が変化する。この結果、透過光が色を帯びる。

[0118] また、視角が異なるとリタデーションが異なるので、検光子として作用する、保護板 26 と空気層との界面を透過する光は、視角によって波長が異なる。このため、虹ムラ（虹状色帯）として認識される。

[0119] 上述したように PET は複屈折基材であり、通常、面内で不均一な屈折率を有している。このような複屈折基材に直線偏光が入射したときに該複屈折基材を通過する光を、 x y z 軸方向の 3 つの直線偏光に分解して考えると、複屈折（屈折率差）により、位相差（リタデーション）が生じる。

[0120] ここで、複屈折基材 31' の面内の主屈折率、すなわち、基材面に平行かつ図 6 の左右方向（ x 軸方向）、および基材面に平行かつ図 6 の奥行き方向（ y 軸方向）の主屈折率をそれぞれ n_x および n_y とし、基材面に垂直な方向（ z 軸方向）の主屈折率を n_z とし、ある視点 P からの視角を θ とすると、複屈折基材 31' の基材面に垂直な方向に対し、角度 θ だけ斜めの方向から見たときの、例えば x z 平面での複屈折 N_θ は、次式で示される。

[0121] [数1]

$$N_\theta = \frac{n_x n_z}{\sqrt{n_x^2 \cos^2 \theta + n_z^2 \sin^2 \theta}}$$

[0122] したがって、複屈折基材 31' の厚みを d とすると、 x z 平面でのリタデーション R は、次式で示される。

[0123] [数2]

$$R = \frac{n_x n_z d}{\cos \theta \sqrt{n_x^2 \cos^2 \theta + n_z^2 \sin^2 \theta}}$$

[0124] このため、上記保護板 26 と空気層との界面を透過する光の波長を λ とすると、 x z 平面での位相ずれは、次式で示される。

[0125] [数3]

$$\frac{n_x n_z d}{\lambda \cos \theta \sqrt{n_x^2 \cos^2 \theta + n_z^2 \sin^2 \theta}}$$

[0126] なお、上述したように複屈折基材 31' が PET からなる場合、PET の

屈折率は、 $n_x = 1.665$ 、 $n_y = 1.661$ 、 $n_z = 1.492$ である。

[0127] このように、 λ （波長）、 θ （視角、観察位置）によって、位相ずれが異なる。このため、視角によって、検光子（保護板26と空気層との界面）を透過する波長の強度が異なる。

[0128] 図6に示す例では、視角が θ_1 の場合、青色光（B）、緑色光（G）、赤色光（R）の順に、反射される光量が小さくなり、この順に、透過強度が大きくなる一方、視角が θ_2 の場合、赤色光（R）、青色光（B）、緑色光（G）の順に、反射される光量が小さくなり、この順に、透過強度が大きくなることを示している。

[0129] なお、図8に示したように、界面反射では、偏光の偏向状態によって透過率が異なる。

[0130] 図9は、p波とs波との透過率差と視角との関係を示すグラフである。

[0131] 図9に示すように、保護板26がガラスの場合、s波とp波との透過率差が100%の場合を1とすると、透過率差が0.1（つまり、10%）の辺り（視角 $\theta = \text{約} 48^\circ$ ）で色が認識されはじめ、視角 θ が $\text{約} 80^\circ$ （度）のときに透過率差が最大となり、透過光は強く色を帯びる。

[0132] このように、ブリュースター角近傍では、界面反射による偏光化により、虹ムラは目視で認識される。

[0133] ブリュースター角は、屈折率の異なる物質の界面で反射される光が完全にS偏光となる入射角度であり、入射側の屈折率を n_1 とし、透過側の屈折率を n_2 とすると、 $\arctan(n_2/n_1)$ で規定される。

[0134] 入射面に平行な方向の電場で振動するp偏光は、ブリュースター角においては、反射率が0（0%）となり、入射面に垂直な方向の電場で振動するs偏光のみが反射される。

[0135] このため、ブリュースター角近傍の角度で入射した光は、界面反射におけるp偏光の反射率が0となり、s偏光が反射されることで、透過光がp偏光寄りとなる。これにより、直線偏光化が進むため、虹ムラの発生は顕著とな

り、目視で認識される。なお、入射角がブリュースター角のとき、透過光（屈折光）と反射光とのなす角度は90度となる。

[0136] なお、真上（視角 $\theta = 0^\circ$ ）の光は、s波とp波との透過率差がないので、センサ本体21を構成する積層膜は、何れも検光子として作用しない。このため、視角 0° では、虹ムラは観察されない。

[0137] 図10は、図6に示す構成を有する表示装置2における表示面の大きさ（ディスプレイサイズ）と視角 $\theta_1 \sim \theta_3$ および視距離Lとの関係を示す図である。なお、図10では、水平に配された表示装置2の表示面を、斜め上方から見たときの図を示している。

[0138] また、図11は、図10に示すように、表示装置2の表示画面を斜め方向から観察したときに、上記表示画面の中心点p1に対する中心視角（ディスプレイ中心視角）を θ_1 とし、観察者から見て近端側における上記表示画面の中心線上の点p2に対する視角を θ_2 とし、観察者から見て遠端側における上記表示画面の中心線上の点p3に対する視角を θ_3 とし、中心視角 θ_1 での視距離（すなわち、上記中心点p1と観察者の視点Pとを結ぶ距離）をLとしたときに、視距離 $L = 40\text{ cm}$ 、中心視角 $\theta_1 = 30^\circ$ のときの、ディスプレイサイズ毎の視角範囲（ $\theta_2 \sim \theta_3$ ）を示すグラフである。

[0139] 図11に示すように、ディスプレイサイズが15インチの表示装置2を、視距離 $L = 40\text{ cm}$ 、中心視角 $\theta_1 = 30^\circ$ で観察したとき、表示画面の最端部への視角は、透過光の色帯びが認識され始める、透過率差が約0.1となる視角である約 48° となる。したがって、ディスプレイサイズが15インチ以上の表示装置2では、定常的に虹ムラが観察される。

[0140] <利用上許容される虹状色帯（虹ムラ）とその対策>

虹ムラは、表示装置の性能を著しく損なうものであるから、これを解消する必要がある。

[0141] ただし、より正確に述べるのであれば、タッチパネル付き表示装置の実際の利用において問題となる虹状色帯を抑制すればよい。

[0142] 具体的には、デジタルサイネージ、電子黒板などに使用されるタッチパネ

ル付き表示装置は、横からの視野において、虹状色帯を抑える必要がある。そこで、横からの視野で虹状色帯が発生しないように、表示装置本体の偏光板の吸収軸と複屈折基材の光学軸とを調整する。

[0143] つまり、上記デジタルサイネージ、電子黒板などで縦置きされる表示装置においては、斜め上、または斜め下からの視聴に供されることは稀であり、虹状色帯が発生したとしても、この斜め上、または斜め下に限定した虹状色帯の発現であれば、視聴上の障害とはならない。

[0144] ここで、横からの視野で虹状色帯が発生しないようにするためには、表示装置本体の偏光板の吸収軸が縦もしくは横方向（ x 方向もしくは y 方向）に平行であり、かつ複屈折基材に存在する3つの光学軸と光の偏向方向とが平行もしくは垂直である必要がある。

[0145] なお、縦方向（ x 方向）および横方向（ y 方向）とは、タッチパネル付き表示装置の表示面に平行な面として $x-y$ 平面を想定し、この表示装置を縦置きにして水平横方向から視聴する際の、当該横方向を y 方向とするものである。

[0146] 表示装置の縦方向（ x 方向）または横方向（ y 方向）に平行な偏光板の吸収軸と、複屈折基材の光学軸とが、平行または垂直である場合には、当該偏光板を通して複屈折基材内に入射する直線偏向光は、複屈折基材内で波長毎に位相がズレることはない。

[0147] しかし、この方向設定からズレた場合、光学軸に沿って、光の偏向方向はベクトル分解され、ベクトル分解された光は波長毎で異なる位相差が生じ、空気との界面での界面反射により虹状色帯が生じる。

[0148] 以下に、図12～14を用いて、利用上許容される虹状色帯の発生と、複屈折基材31の光学軸と表示装置本体10の偏光方向とのズレ角度の許容値について説明する。

[0149] 図12は、図1の（b）および図6に示したタッチパネル付き表示装置2について、複屈折基材31'の光学軸と表示装置本体10の吸収軸との関係を説明するための図であり、図13は、複屈折基材31'の光学軸と表示装

置本体 10 の吸収軸とのズレを強調して描いた図である。

[0150] 図 14 は、保護層と空気との界面における各偏向方向の透過光エネルギーの、複屈折基材の光学軸と、偏光板の吸収軸とのズレ角度への依存性を示す図である。

[0151] 図 12 および図 13 に示すように、表示装置本体 10 の、つまり偏光板 18 の吸収軸は y 方向に一致している。一方、複屈折基材 31' の光学軸 n_x および n_y は、 x 方向および y 方向からズレており、複屈折基材 31' の光学軸 n_y と、偏光板 18 の吸収軸 (y 方向) との軸ズレ角度は Φ である。

[0152] 図 13 に示すように、 y 軸方向に吸収軸があり、光の電場振動方向が x 軸方向で、吸収軸と光学軸との角度ズレが Φ のとき、光の電場の振幅を A として、光学軸方向に偏向を分解し、さらに光の電場振動方向にそれぞれを分離すると、以下の通りである。

[0153] まず、光学軸方向に、つまり n_x 方向および n_y 方向に、偏向を分解すると、 $n_x : A \sin \Phi$ 、 $n_y : -A \cos \Phi$ となる。

[0154] さらに、 n_x 方向および n_y 方向の偏向光のそれぞれについて、光の電場振動方向に、つまり x 方向および y 方向に分離すると、 $n_x : A \sin \Phi$ は、 $x : A \sin^2 \Phi$ と、 $y : A \sin \Phi \cos \Phi$ とに分離することができる。一方、 $n_y : -A \cos \Phi$ は、 $x : A \cos^2 \Phi$ と、 $y : -A \sin \Phi \cos \Phi$ とに分離することができる。

[0155] 発生する位相のズレは複屈折基材 31' の厚みで異なるが、複屈折基材 31' の中で n_x 軸方向と n_z 軸方向とで半波長分位相がズレた場合、 x 軸方向および y 軸方向の偏向成分の振幅は、以下の通りである。

[0156] すなわち、 p 偏光は $x : A (\sin^2 \Phi - \cos^2 \Phi) = -A \cos 2\Phi$ であり、一方、 s 偏光は $y : 2 A \sin \Phi \cos \Phi = A \sin 2\Phi$ である。ここで、光のエネルギーは振幅の 2 乗に対応するから、保護層と空気との界面における各偏向方向の透過光エネルギーの、複屈折基材の光学軸と、偏光板の吸収軸とのズレ角度 Φ への依存性は、図 14 のように示すことができる。

[0157] ここで、図 8 に示すように、虹状色帯を発生させる界面反射による偏向作

用は、保護層 26 がガラスである場合、視角 78° 付近で最大となり、このときの s 波反射率は 50% であり、s 波反射率が小さくなるほど、虹状色帯の影響は小さくなる。

[0158] また、既に説明したように、透過光の色帯びが認識され始めるのは、透過率差が約 10% となる視角である約 48° 付近であり、このときの s 波反射率は 12% である。

[0159] つまり、吸収軸と光学軸との角度ズレの許容範囲は、複屈折により半波長分位相がズレたとき（位相ズレ最大）で、かつ最大透過率差が最大となる視角 78° において、s 波での反射率が 12% 以下になる場合である。

[0160] 図 14 は、各偏向方向の透過光エネルギーのズレ角度依存性を示しており、縦軸は s 波と p 波の成分割合を示し、横軸は、図 13 に示す、複屈折基材 31' の光学軸 n_y と、偏光板 18 の吸収軸（y 方向）との軸ズレ角度 ϕ を示している。

[0161] ここで、上記のように、「保護層と空気との界面の透過率が約 10% となる」ときの反射率 12% は、s 波のみにおける反射率を示す。「保護層と空気での界面の透過率」で表された反射率を、s 波と p 波とが半々の混合状態で示すと、s 波の反射率は半分となる。つまり、s 波のみの中で反射率 12% であるので、s 波と p 波との混合する光では、全体の光量のうち 6% が s 波として反射する。従って、s 波と p 波との混合する光では、全体の光量のうち 6% 以下が s 波として反射することが、虹ムラ防止のための上限となる。

[0162] 以上を整理すると、入射角 78° では全 s 波のうちの s 波の反射率は 50% であるので、s 波の存在割合が 12% のとき、全光量に対して、s 波の反射光の比率は 6% となり、虹ムラは視認されない。s 波の存在割合が 12% となるズレ角は 11° であるため、ズレ角 11° 以下であれば、虹ムラの視認は抑えられる。

[0163] 図 14 から、s 波割合が 12% 以下となるのは、ズレ角度 11° 以下となる。

- [0164] したがって、偏光板の吸収軸が表示装置の縦方向（ x 方向）または横方向（ y 方向）に平行にした上で、当該偏光板の吸収軸と、各複屈折基材の光学軸とのズレを 11° 以下に抑えることで、横からの視野に対して、虹ムラを抑えることができる。
- [0165] なお、上記の説明から明らかなように、保護層と空気との界面における反射率、透過率は保護層の材質等によって変化する。従って、当該偏光板の吸収軸と、各複屈折基材の光学軸とのズレ角の許容範囲も、保護層の材質によって変化するものであり、ズレ角の許容範囲は保護層の材質等によって適宜求めることができることは言うまでもない。
- [0166] ここで、保護層として主に用いられる素材としては、上記で説明したガラス以外に、アクリル樹脂、ポリカーボネートを挙げることができるが、アクリル樹脂、ポリカーボネートもガラスと同等の屈折率、つまり 1.5 前後である。
- [0167] 従って、上記では、保護層として一般に用いられているガラスを例として、偏光板の吸収軸と、各複屈折基材の光学軸とのズレ角の許容範囲を説明したが、アクリル樹脂、またはポリカーボネートを保護層として用いる場合にも、上記の各複屈折基材の光学軸とのズレ角の説明は適用可能である。
- [0168] つまり、保護層の素材として一般的に用いられる、ガラス、アクリル樹脂、ポリカーボネートについて、これらの内の1つを素材とする保護層を備える表示装置について、偏光板の吸収軸を表示装置の縦方向（ x 方向）または横方向（ y 方向）に平行にした上で、当該偏光板の吸収軸と、各複屈折基材の光学軸とのズレを 11° 以下に抑えることで、横からの視野に対して、虹ムラを抑えることができる。
- [0169] 本発明は、偏光板の吸収軸が表示装置の縦方向（ x 方向）または横方向（ y 方向）に平行にした上で、表示装置本体の偏光板の吸収軸と、複屈折基材の光学軸とのズレ角を制御するものである。
- [0170] ズレ角の許容範囲は、保護層と空気との界面における s 波と p 波との透過率差が最大となる角度において、透過光の位相が複屈折基材により半波長分

位相がズレたとき（位相ズレ最大）でさえも、透過率差が10%以下となるよう、s波の反射率を制御することができるものであればよい。

[0171] なお当然、本発明に係るタッチパネル付き表示装置にあっては、タッチパネル側に設けられる複屈折基材は複数であってもよく、その場合には、各複屈折基材の光学軸と、表示装置本体の偏光板の吸収軸とのズレ角は、保護層の材質に応じたズレ角の許容範囲内であればよい。

[0172] 上述したように、虹ムラは、複屈折基材による波長毎の偏向状態変化と、空気層との界面での界面反射の偏向状態依存性に起因する。

[0173] 具体的には、複屈折基材31の複屈折性により直線偏光の位相がずれ、さらに偏光作用を受けることで、虹ムラが生じる。特に、ブリュースター角近傍での界面反射の偏光作用により、虹ムラが発生する。

[0174] なお、表示装置本体10からの光を円偏光に変換しても、複屈折基材と隣接する他の材料からなる層との界面において生じる界面反射により、直線偏光化が進む。このため、表示装置本体10からの光を円偏光に変換しても、特に、ブリュースター角近傍での虹ムラの発生を抑えきれない。

[0175] しかしながら、本実施の形態によれば、このような虹ムラの発生を抑えることができる。

[0176] つまり、虹ムラの発生要因の1つは、複屈折基材の複屈折性による直線偏光の位相ズレである。このため、複屈折基材における直線偏光の波長毎の位相ズレを抑制することで、虹ムラを抑えることができる。

[0177] したがって、図1の(a)に示すように、複屈折基材31の光学軸と、複屈折基材31に直線偏光を入射させる表示装置本体10の偏光板18の偏光方向とを揃える、つまり光学軸と偏光方向とを平行または垂直にするで、虹ムラを低減することができる。

[0178] 特に、上述したように、色帯びは、s波とp波との透過率差が0.1（10%）以上で認識されはじめる。そして、s波とp波との透過率差が0.1（10%）であるときの、保護板26と空気との界面でのs波の反射率は12%である。

[0179] したがって、保護板 26 と空気との界面での s 波の反射率が 12% 以下になるよう、複屈折基材 31 の光学軸と、表示装置本体 10 の偏光板 18 の偏光方向とを揃えればよい。

[0180] また、虹状色帯が最も強く目視で視認されるのは、視角が 78° のときである。

[0181] したがって、視角が 78° のときの s 波の反射率が 12% 以下になるよう、複屈折基材 31 の光学軸と、表示装置本体 10 の偏光板 18 の偏光方向とを揃えればよい。

[0182] 図 12～図 15 を用いて既に説明したように、複屈折基材 31 の光学軸と、表示装置本体 10 の偏光板 18 の偏光方向とのズレ角を 11° 以内にすることで、虹ムラが目視で認識されなくなる。

[0183] なお、図 2 では、センサ本体 21 に、センサフィルムとして両面センサフィルム 30 を用いたタッチセンサ構造を例に挙げて示した。しかしながら、本実施の形態は、これに限定されるものではない。

[0184] 以下では、センサ本体 21 におけるタッチセンサ構造の変形例について、図 15 の (a)～(e) ないし図 20 の (a)～(e) を参照して、その形成方法と併せて説明する。

[0185] なお、以下では、図 4 の (a)～(e) に示す方法との相違点について説明する。

[0186] <タッチセンサ構造の変形例 1>

図 15 の (a)～(e) は、タッチパネル 20 のセンサ本体 21 の作製方法を、工程順に示す断面図である。なお、図 15 の (a)～(e) では、Y 電極パターン 32、X 電極パターン 33、引き出し配線 36・39 の図示を省略している。

[0187] 本変形例にかかるセンサ本体 21 は、図 15 の (e) に示すように、図 4 の (e) に示す、保護フィルム 23、接着層 24、両面センサフィルム 30 に代えて、複屈折基材 31 の片面に Y 電極パターン 32 (図示せず) が設けられた片面センサフィルム 81、接着層 82、複屈折基材 31 の片面に X 電

極パターン 33（図示せず）が設けられた片面センサフィルム 83 が、下面側からこの順に設けられた構成を有している。

[0188] このようなセンサ本体 21 は、例えば、以下のようにして形成される。

[0189] まず、図 15 の（a）に示すように、複屈折基材 31 の片面に、図 4 の（a）と同様にして、図示しない Y 電極パターン 32 を形成することにより、Y 電極パターン 32 を有する片面センサフィルム 81 を形成する。

[0190] 次に、このようにして得られた片面センサフィルム 81 におけるセンサ面 81a（すなわち、Y 電極パターン 32 形成面）を上面側とし、該センサ面 81a 上に、図 15 の（b）に示すように、OCA 等により接着層 82 を形成する。

[0191] 一方、図 15 の（c）に示すように、他の複屈折基材 31 の片面に、図 4 の（a）と同様にして、図示しない X 電極パターン 33 を形成することにより、X 電極パターン 33 を有する片面センサフィルム 83 を形成する。

[0192] その後、図 15 の（c）に示すように、上記片面センサフィルム 83 におけるセンサ面 83a（すなわち、X 電極パターン 33 形成面）を上面側とし、接着層 82 を介して、両面センサフィルム 30 と同様に、図示しない Y 電極 34 および X 電極 37 が、それぞれ、平面視で、一方の電極間に他方の電極が位置するように重ねて貼り合わせる。

[0193] 次に、図 15 の（d）に示すように、上記片面センサフィルム 83 のセンサ面 83a 上に、OCA 等により接着層 25 を形成した後、図 15 の（e）に示すように、該接着層 25 を介して、上記片面センサフィルム 83 のセンサ面 83a 上に、保護板 26 を接着する。

[0194] ＜タッチセンサ構造の変形例 2＞

図 16 の（a）～（g）は、タッチパネル 20 のセンサ本体 21 の作製方法を、工程順に示す断面図である。なお、図 16 の（a）～（g）でも、Y 電極パターン 32、X 電極パターン 33、引き出し配線 36・39 の図示を省略している。

[0195] 本変形例にかかるセンサ本体 21 は、図 16 の（h）に示すように、図 4

の（e）に示す両面センサフィルム30に代えて、Y電極パターン32（図示せず）を有する片面センサフィルム81、接着層82、X電極パターン33（図示せず）を有する片面センサフィルム83が、各片面センサフィルム81・83のセンサ面81a・83aを下面側にして、下面側からこの順に設けられた構成を有している。

[0196] このようなセンサ本体21は、例えば、以下のようにして形成される。

[0197] まず、図16の（a）に示すように、複屈折基材31の片面に、図4の（a）と同様にして、図示しないX電極パターン33を形成することにより、X電極パターン33を有する片面センサフィルム83を形成する。

[0198] 次に、このようにして得られた片面センサフィルム83におけるセンサ面83aを下面側とし、該センサ面83a上に、図16の（b）に示すように、OCA等により接着層82を形成する。

[0199] 一方、図16の（c）に示すように、他の複屈折基材31の片面に、図4の（a）と同様にして、図示しないY電極パターン32を形成することにより、Y電極パターン32を有する片面センサフィルム81を形成する。

[0200] その後、図16の（c）に示すように、上記片面センサフィルム81におけるセンサ面81aを下面側とし、接着層82を介して、両面センサフィルム30と同様に、図示しないY電極34およびX電極37が、それぞれ、平面視で、一方の電極間に他方の電極が位置するように重ねて貼り合わせる。

[0201] 次に、図16の（d）に示すように、上記片面センサフィルム81のセンサ面81a上に、OCA等により接着層24を形成した後、図16の（e）に示すように、該接着層24を介して、上記片面センサフィルム81のセンサ面81a上に、保護フィルム23を接着する。

[0202] 次に、図16の（f）に示すように、上面側の片面センサフィルム83の上面側、つまり、該片面センサフィルム83におけるセンサ面83a上に、OCA等により接着層25を形成した後、図16の（g）に示すように、該接着層25を介して、上記片面センサフィルム83のセンサ面83a上に、保護板26を接着する。

[0203] <タッチセンサ構造の変形例3>

図17の(a)～(e)は、タッチパネル20のセンサ本体21の作製方法を、工程順に示す断面図である。なお、図17の(a)～(e)でも、Y電極パターン32、X電極パターン33、引き出し配線36・39の図示を省略している。また、図18は、片面センサフィルム83におけるY電極パターン32およびX電極パターン33のパターン形状を示す平面図である。

[0204] 本変形例にかかるセンサ本体21は、図17の(e)に示すように、図4の(e)に示す両面センサフィルム30に代えて、Y電極パターン32（図示せず）およびX電極パターン33（図示せず）が同一面に設けられた片面センサフィルム84が、該片面センサフィルム84のセンサ面84a（つまり、Y電極パターン32およびX電極パターン33形成面）を下面側にして、下面側からこの順に設けられた構成を有している。

[0205] このようなセンサ本体21は、例えば、以下のようにして形成される。

[0206] まず、図17の(a)に示すように、複屈折基材31の片面に、図18に示すようにY電極34およびX電極37が、それぞれ、一方の電極間に他方の電極が位置するように形成することにより、Y電極パターン32およびX電極パターン33が同一面に設けられた片面センサフィルム84を形成する。

[0207] このように、Y電極パターン32およびX電極パターン33を同一面に設ける場合、図18に示すように、各Y電極34とX電極37との間には、これらY電極34とX電極37とが導通しないように、隙間85が形成される。

[0208] なお、図18では、各Y電極列35における各Y電極34を接続する接続配線34aをジャンパーとし、該接続配線34aが、各X電極列38における各X電極37を接続する接続配線37aを跨ぐように各Y電極34をブリッジ接続する場合を例に挙げて示している。但し、接続配線37aがジャンパー構造を有し、接続配線34aを跨ぐように各X電極37をブリッジ接続していても構わない。このように、Y電極34およびX電極37のうち一方

の電極間を、他方の電極の配列方向に交差する方向に跨ぐようにジャンパー等でブリッジ接続することにより、Y電極34とX電極37とが導通することなく、Y電極パターン32およびX電極パターン33とを同一平面内に形成することができる。

[0209] なお、この場合、接続配線34aと接続配線37aとの間（すなわち、平面視で接続配線34aと接続配線37aとが交差する部分における接続配線34aと接続配線37aとの間）には、絶縁層が設けられていることが好ましい。該絶縁層の材料としては、特に限定されるものではなく、公知の各種絶縁材料を用いることができる。

[0210] また、上記隙間85には、絶縁層が設けられていても設けられていなくてもよい。また、接着層24の材料や形成方法によっては、接着層24が、上記隙間85間に充填されていてもよい。

[0211] なお、上記隙間85の大きさ（すなわち、Y電極34とX電極37との間の電極間距離）は、Y電極34とX電極37との間の絶縁性を確保することができれば、特に限定されるものではない。

[0212] 次いで、このようにして得られた片面センサフィルム84におけるセンサ面84aを下面側とし、該センサ面84a上に、図17の（b）に示すように、OCA等により接着層24を形成した後、図17の（c）に示すように、該接着層24を介して、上記片面センサフィルム84のセンサ面84a上に、保護フィルム23を接着する。

[0213] 次いで、図17の（d）に示すように、上記片面センサフィルム84の上面側、つまり、該片面センサフィルム84における、センサ面84aとは反対面側に、OCA等により接着層25を形成した後、図19の（e）に示すように、該接着層25を介して、上記片面センサフィルム84の上面側に、保護板26を接着する。

[0214] ＜タッチセンサ構造の変形例4＞

図19の（a）～（c）は、タッチパネル20のセンサ本体21の作製方法を、工程順に示す断面図である。なお、図19の（a）～（c）でも、Y

電極パターン 32、X電極パターン 33、引き出し配線 36・39の図示を省略している。

[0215] 本変形例にかかるセンサ本体 21は、図 19の(c)に示すように、Y電極パターン 32（図示せず）およびX電極パターン 33（図示せず）が同一面に設けられた片面センサフィルム 84が、該片面センサフィルム 84のセンサ面 84aを上面側とすることで、接着層 24および保護フィルム 23を設けることなく、片面センサフィルム 84、接着層 25、保護板 26が、下面側からこの順に設けられた構成を有している。

[0216] このようなセンサ本体 21は、例えば、以下のようにして形成される。

[0217] まず、図 19の(a)に示すように、図 17の(a)と同様にして、Y電極パターン 32およびX電極パターン 33が同一面に設けられた片面センサフィルム 84を形成する。

[0218] 次に、このようにして得られた片面センサフィルム 84におけるセンサ面 84aを上面側とし、該センサ面 84a上に、図 19の(b)に示すように、OCA等により接着層 25を形成した後、図 19の(c)に示すように、該接着層 25を介して、上記片面センサフィルム 84の上面側に、保護板 26を接着する。

[0219] <タッチセンサ構造の変形例 5>

図 20の(a)～(e)は、タッチパネル 20のセンサ本体 21の作製方法を、工程順に示す断面図である。なお、図 20の(a)～(e)でも、Y電極パターン 32、X電極パターン 33、引き出し配線 36・39の図示を省略している。

[0220] 本変形例にかかるセンサ本体 21は、図 20の(e)に示すように、図 16の(g)に示すセンサ本体 21において、片面センサフィルム 83の上面側に、接着層 25および保護板 26を設けることなく、接着層 27を介して反射防止層 28が形成されている構成を有している。

[0221] したがって、図 20の(a)～(e)に示す工程は、図 16の(a)～(e)に示す工程と同じである。

[0222] 本例にかかるセンサ本体 21 は、図 16 の (e) に示すように、該接着層 24 を介して、上記片面センサフィルム 81 のセンサ面 81a 上に、保護フィルム 23 を接着する。図 16 においては、その後さらに、片面センサフィルム 83 の上面側に、OCA 等により接着層 25 を形成した後、該接着層 25 を介して、上記片面センサフィルム 83 のセンサ面 83a 上に、保護板 26 を接着する。

[0223] しかし、図 20 に示すセンサ本体 21 では、片面センサフィルム 83 が最上面となる。

[0224] このように、本実施の形態で用いられるタッチパネル 20 (センサ本体 21) は、複屈折基材 31 が複数設けられている構成を有していてもよい。

[0225] <表示装置本体 10 の変形例>

なお、本実施の形態では、偏向光を出射する表示装置本体 10 として液晶表示装置を用いた場合を例に挙げて説明した。しかしながら、本実施の形態は、これに限定されるものではない。表示装置本体 10 としては、例えば、液晶表示装置における液晶の代わりに表示媒体として誘電性液体を用いた表示装置等、偏光板 (偏光子) を有する各種表示装置を用いることができる。

[0226] <タッチパネル 20 の検出方式の変形例>

また、本実施の形態では、タッチパネル 20 として、静電容量方式のタッチパネルを用いた場合を例に挙げて説明した。しかしながら、本実施の形態は、表示領域に、基材として複屈折基材を用いたタッチパネル全般に適用が可能であり、タッチパネル 20 の検出方式そのものは特に限定されるものではない。

[0227] <両面センサフィルム 30 等におけるタッチセンサ構造の変形例>

また、両面センサフィルム 30 では、一例として、Y 電極パターン 32 が複屈折基材 31 の下面側に設けられており、X 電極パターン 33 が複屈折基材 31 の上面側に設けられている場合を例に挙げて示したが、Y 電極パターン 32 が複屈折基材 31 の上面側に設けられており、X 電極パターン 33 が複屈折基材 31 の下面側に設けられていても構わない。

[0228] 同様に、タッチセンサ構造の他の変形例においても、Y電極パターン32とX電極パターン33との積層順は、逆であっても構わない。

[0229] <保護層の変形例>

なお、本実施の形態では、プラスチックフィルムまたはプラスチック基板、ガラス基板等を、接着層25・32を介して例えば両面センサフィルム30に貼り合わせることで、保護層（保護フィルム23および保護板26）を両面センサフィルム30に接着する場合を例に挙げて説明した。

[0230] しかしながら、本実施の形態はこれに限定されるものではなく、例えば、プラスチックフィルムを両面センサフィルム30上にラミネートしたり、上記保護層の材料を両面センサフィルム30上に塗布したりすることにより、両面センサフィルム30上に積層することができる。

[0231] すなわち、これら保護層は、両面センサフィルム30に接着層を介して貼り合わせることで一体化されていてもよく、両面センサフィルム30上に直接積層されることで、両面センサフィルム30と一体化されていてもよい。

[0232] <表面に反射板を備えたタッチパネル>

保護板26上に、例えば、OCA等により接着層27を形成し、該接着層27を介して、保護板26上、つまり、タッチパネル20の最表面（センサ本体21の最表面）に、ARフィルム等の反射防止層28（図示しない）を接着してもよい。

[0233] 本願発明者が特願2012-125459（2012年5月31日出願）において開示しているように、反射防止層28を保護板26上に設けることにより、さらに虹状色帯の発生を抑制することが可能となる。

[0234] ここで、反射防止層28は、表示パネル12から出射された偏向光の反射を低減する層であり、例えば、偏向作用を持つ界面でのs波とp波との透過率差が10%以上となる視角における該偏向作用を持つ界面における上記表示パネル12から出射されて複屈折基材31を通った偏向光の反射を低減する。

[0235] すなわち、上記反射防止層28は、タッチパネル20における表示パネル

12とは反対側の表面に設けられることで、上記表面で、s波とp波との透過率差が10%以上となる視角での上記表面における上記偏向光の上記表示パネル12側への反射を低減する。

[0236] 上記反射防止層28としては、例えば、誘電体を用いた反射防止層や、微小構造体として微小凹凸構造を有する反射防止層が挙げられる。

[0237] このような反射防止層28としては、好適には、例えば、干渉により反射を抑える、多層膜からなるAR（反射防止：Anti Reflective）フィルム、表面に曲線状の突起を有し、厚み方向の屈折率が連続的に変化する、いわゆるモスアイ（蛾の目）構造を有する無反射フィルム等を用いることができる。

[0238] 上記ARフィルムとしては、例えば、TACもしくはPET等のプラスチックフィルムを基材として、屈折率の異なる誘電体を複数積層したフィルムが挙げられる。

[0239] このようなフィルムとしては、公知のARフィルムを用いることができる。例えば、基材にハードコート層を形成し、そこに高屈折率層（イオン液体を含有する）と低屈折率層（中空シリカ系微粒子を含有する）とを交互に積層してなるフィルムが挙げられる（例えば、特許文献3参照）。

[0240] また、微小凹凸構造を有する反射防止層としては、例えば、凹凸の周期が可視光の波長以下に制御された微細な凹凸パターンをフィルム表面に形成してなるフィルムが挙げられる。

[0241] このようなフィルムとしては、例えば、モスアイ構造を有する公知のフィルムを用いることができる。このようなフィルムは、例えば、金型等を用いて、フィルム基材上で熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂を微細構造化することで、形成することができる（例えば、特許文献4参照）。

[0242] このような反射防止層28は、図1に示すように、例えば、OCA（光学透明両面テープ：Optical Clear Adhesive Tape）のような接着材を用いて保護板26上に貼り付けることで、接着層27を介して保護板26上に積層することができる。

[0243] 但し、上記反射防止層28と保護板26との間には、上述したように接着

層 27 が設けられている必要は、必ずしもない。反射防止層 28 は、例えばラミネートや印刷等により、保護板 26 上に直接積層されていてもよい。

[0244] また、反射防止層 28 は、必ずしも、上述したように保護板 26 上に積層されている必要はなく、保護板 26 の表面を微細加工することで、保護板 26 の上面に直接形成されていてもよい。つまり、言い換えれば、反射防止層 28 が、保護板 26 を兼ねていてもよい。

[0245] なお、反射防止層 28 に上述したように反射防止フィルムを用いる場合、該反射防止フィルムとしては、市販の反射防止フィルムを用いることができる。

[0246] しかしながら、虹ムラが発生し易い視角に合わせて反射光の消滅が起こるように反射防止層 28 を形成することで、反射防止層 28 を最適設計することができる。

[0247] この場合、上記反射防止層 28 としては、反射防止効果並びに設計性の観点から、屈折率が異なる誘電体層を複数積層してなる積層膜を備えた積層体であることがより望ましい。

[0248] <複屈折基材の変形例>

これまで、複屈折基材 31 は PET であるとして説明を行ってきたが、本発明に係るタッチパネル付き表示装置の複屈折基材はこれに限定されるものではなく、例えば、光学軸が管理されている波長板を複屈折基材 31 として用いてもよい。

[0249] 本発明においては、タッチセンサ基材である複屈折基材の光学軸と、表示装置本体の偏光方向とが平行または垂直となるよう制御することによって、虹状色帯の発生を抑制するものであって、複屈折基材の材料等については種々の変更が可能である。

[0250] 以上のように、表示装置 1 は、表示装置本体 10 の表面に設けられた偏光板と、複屈折基材 31 を有するタッチパネル 20 とを備え、複屈折基材 31 の光学軸と上記偏光板の吸収軸とは平行または垂直である。

[0251] これにより、偏向光を出射する表示装置本体側から発せられる偏向光の偏

向状態の変化と、この表示装置本体の前面に配された、複屈折基材を有するタッチパネルにおける空気層との界面での界面反射の偏向作用とにより発生する虹ムラを解消する。

[0252] 以上のように、本発明にかかる表示装置は、偏向光を出射する表示パネルと、面内の2方向に光学軸がある複屈折基材を有するタッチパネルとを備え、上記表示パネルの出射した偏向光が上記複屈折基材に入射する表示装置であって、上記複屈折基材の光学軸の一方と、上記複屈折基材に入射する上記偏向光の偏光方向とが、平行または垂直であることを特徴としている。

[0253] 本願発明者らは、上述したように複屈折基材を用いたタッチパネルを、液晶パネルのように偏向光を出射する表示パネル上に配置した場合、ある視角、特に、上記タッチパネルにおける偏向作用を有する界面でのs波とp波との透過率差が10%以上となる視角において、偏光めがねを介さずとも目視で虹ムラ（虹状色帯）が視認されることを見出した。

[0254] そして、さらに検討を行った結果、このような虹ムラは、複屈折基材による波長毎の偏向状態の変化と、カバーガラス等のタッチパネルの表面と空気層との界面での界面反射の偏向状態依存性に起因し、複屈折基材の複屈折性により直線偏光の位相がずれ、さらに偏光作用を受けることで、このような虹ムラが生じることを見出した。

[0255] このように、上記虹ムラの発生要因の1つは、複屈折基材の複屈折性による直線偏光の位相ズレである。したがって、複屈折基材の光学軸と、複屈折基材に直線偏光を入射させる表示パネルの偏光板の偏光方向とを制御する、つまり光学軸と偏光方向とを平行または垂直にすることで、直線偏光の位相ズレの発生を抑制し、虹ムラを抑えることができる。

[0256] 本発明に係るタッチパネル付き表示装置は、
(1)表面に偏光板を有する表示パネルと、
(2)面内の2方向に光学軸がある複屈折基材と、該複屈折基材に対し当該表示パネルの側とは反対の側に設けられた保護板とを有するタッチパネルとを備え、上記偏光板から出射した偏向光が上記複屈折基材に入射する表示装

置であって、

(A)上記偏光板の偏光方向は、上記表示装置の表示面の縦方向もしくは横方向に平行であって、

(B)上記複屈折基材の光学軸の一方と、上記偏光板の偏光方向とのズレが $\pm 11^\circ$ 以内となるように、上記表示パネルに上記タッチパネルが設けられていることを特徴としている。

[0257] デジタルサイネージ、電子黒板などに使用されるタッチパネル付き表示装置は、実際には、斜め上および斜め下からの視聴に供されることは稀であり、したがって、現実的な利用の観点から言えば、水平横方向からの視聴の際の虹ムラの発生を抑制することができれば十分である。

[0258] ここで、本願発明者らは、表示パネルの反対側の表面に、つまり最も視聴者側の表面に保護板を有するタッチパネル付き表示装置にあって、目視での虹ムラの視認を抑制する方法を鋭意研究した結果、下記の成果を得た。

[0259] すなわち、上記表示装置の表示面に平行な $x-y$ 平面を想定し、上記表示装置を立て掛けて水平横方向から視聴する場合の、水平横方向を y 方向とすると、水平横方向から上記表示装置を視聴する際に発生し得る虹ムラを抑制するには、下記2つの条件が満たされることが必要である。

[0260] 第1に、上記表示パネルの偏光板の吸収軸が、上記表示装置の表示面の縦方向もしくは横方向に、つまり、 x 方向もしくは y 方向に平行である必要がある。

[0261] 第2に、複屈折基材の光学軸と表示パネルの偏光板の吸収軸とのズレは、 11° 以内である必要がある。

[0262] まず、本願発明者らは、保護板を有するタッチパネル付き表示装置にあっては、虹ムラを最も強く目視で視認するのは視角が 78° の場合であること、虹状色帯が目視で視認されるようになるのは、表示面に設けられている保護層と空気層との界面での s 波の反射率が 12% よりも大きい場合であることを見出した。

[0263] 従って、視角 78° において、表示面に設けられている保護層と空気層と

の界面での s 波の反射率を 12%以下にすれば、目視での虹ムラの認識を抑制することができる。

[0264] 次に、本願発明者らは、上記複屈折基材の光学軸の一方と上記偏光板の偏光方向とのズレを $\pm 11^\circ$ 以内にすることにより、視角 78° において、表示面に設けられている保護層と空気層との界面での s 波の反射率を 12%以下にすることができることを見出した。

[0265] したがって、保護板を有するタッチパネル付き表示装置にあっては、表示パネルの偏光板の吸収軸を、当該表示装置の表示面の縦もしくは横方向に平行にし、上記複屈折基材の光学軸の一方と表示パネルの偏光板の吸収軸とのズレ角度を 11° 以内にすることによって、当該表示装置の現実的な視聴方法である、横からの視聴において、視聴者が目視で虹ムラを視認するという事態の発生を軽減することができる。

[0266] また当然、上記複屈折基材の光学軸の一方と、上記偏光板の偏光方向とを、平行または垂直にすることによって、より虹ムラの発生を抑制することができる。

[0267] さらに、本願発明は、一般的なタッチパネル付き表示装置に対し 1/4 波長板等の追加フィルムを必要とせずに虹ムラの発生を抑制することができ、製造コストを抑制することが可能となる。

[0268] また、上記複屈折基材は、コスト、熱的耐性等の点から、ポリエチレンテレフタレートであることが好ましいが、上記複屈折基材が波長板であることも好ましい。光学軸の管理されている波長板を複屈折基材として用いることにより、複屈折基材の光学軸と、上記偏光板の吸収軸とのズレを制御することがより容易となる。

[0269] さらに、本発明に係るタッチパネル付き表示装置は、上記複屈折基材は複数あり、各複屈折基材のそれぞれに位置検出対象物のタッチ位置を検出する電極が設けられ、各複屈折基材の光学軸は互いに揃っていることが好ましい。

[0270] 上記の構成によれば、さらに、複数の複屈折基材のそれぞれに、位置検出

対象物のタッチ位置を検出する電極が設けられているタイプの、タッチパネル付き表示装置においても、追加的 1 / 4 波長板等の追加フィルムを必要とせずに虹ムラの発生を抑制できる。

[0271] なお、このようなタッチパネル付きの表示装置を、例えば、机の上に置く等、水平に配置した状態で斜め方向から見るような場合を想定して、視距離 40 cm、中心視角 30° で観察したとすると、表示面の大きさ（ディスプレイサイズ）が 15 インチの表示装置を、上記視距離および中心視角で観察したとき、表示面の最端部への視角は、透過光の色帯びが認識され始める、透過率差が約 10% となる視角である約 48° となる。

[0272] したがって、15 インチ以上の大きさの表示面を有する表示装置では、定常的に虹ムラが観察されることになる。

[0273] このため、本発明は、15 インチ以上の大きさの表示面を有する場合に、特に効果的である。

[0274] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0275] 本発明は、液晶パネル等の、表面に偏光板を有する表示パネルから出射された偏向光が、複屈折基材を備えたタッチパネルに入射するタッチパネル付きの表示装置に利用することができる。

符号の説明

[0276]	1	表示装置
	10	表示装置本体
	11	バックライト
	12	表示パネル
	13・14	基板
	15	光学変調層

1 6	表示セル
1 7 ・ 1 8	偏光板
2 0	タッチパネル
2 1	センサ本体
2 2	回路部
2 3	保護フィルム
2 4 ・ 2 5	接着層
2 6	保護板
2 7	接着層
2 8	反射防止層
3 0	両面センサフィルム
3 1	複屈折基材
3 2	Y電極パターン
3 3	X電極パターン
3 4	Y電極
3 4 a	接続配線
3 5	Y電極列
3 6	引き出し配線
3 7	X電極
3 7 a	接続配線
3 8	X電極列
8 1	片面センサフィルム
8 1 a	センサ面
8 2	接着層
8 3	片面センサフィルム
8 3 a	センサ面
8 4	片面センサフィルム
8 4 a	センサ面

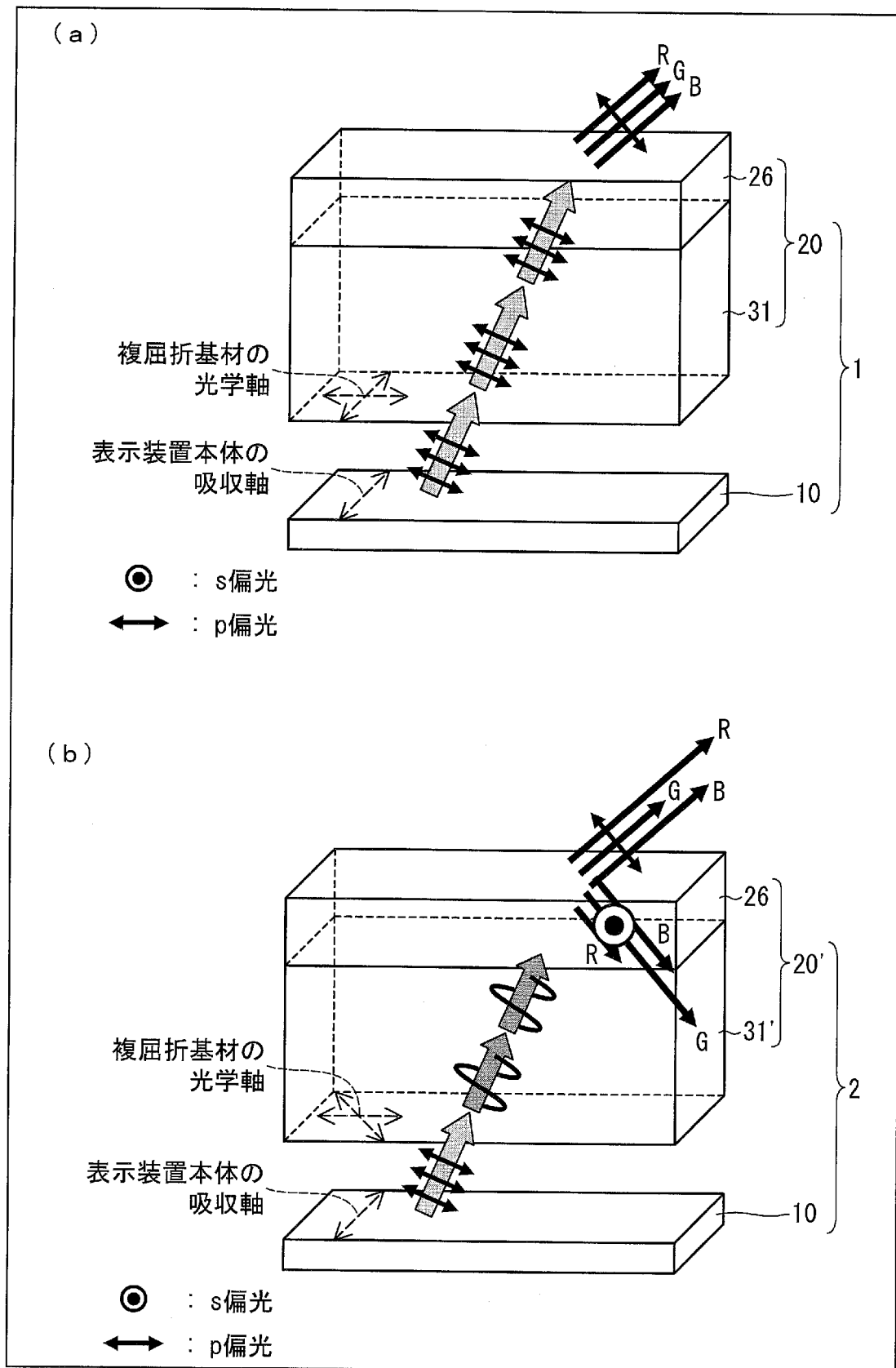
8 5	隙間
1 0 1	偏光板
1 0 2	複屈折性フィルム基材
1 0 3	偏光板

請求の範囲

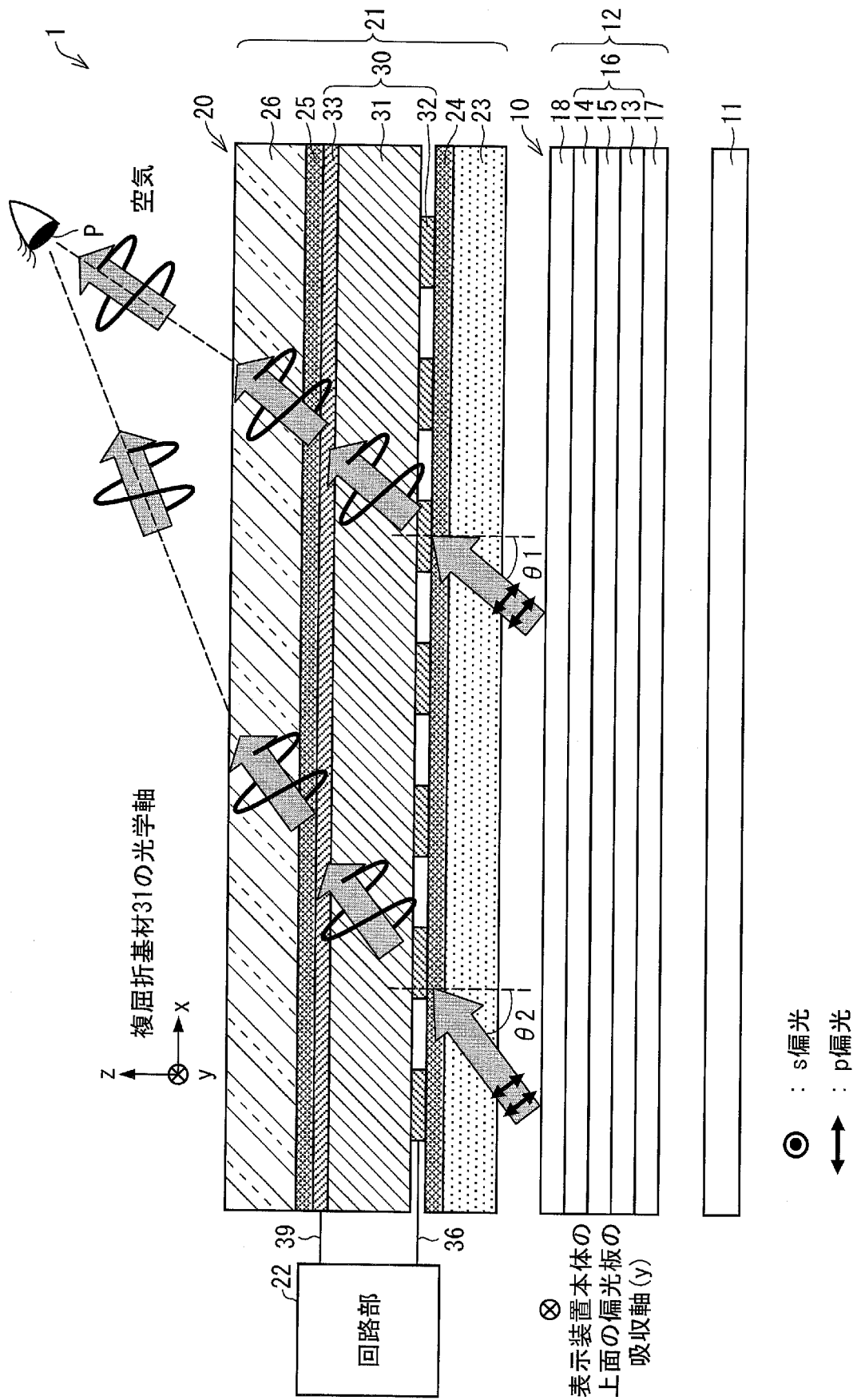
- [請求項1] 偏向光を出射する表示パネルと、
面内の2方向に光学軸がある複屈折基材を有するタッチパネルとを備え、上記表示パネルの出射した偏向光が上記複屈折基材に入射する表示装置であって、
上記複屈折基材の光学軸の一方と、上記複屈折基材に入射する上記偏向光の偏光方向とが、平行または垂直であることを特徴とする表示装置。
- [請求項2] 表面に偏光板を有する表示パネルと、
面内の2方向に光学軸がある複屈折基材と、該複屈折基材に対し当該表示パネルの側とは反対の側に設けられた保護板とを有するタッチパネルと
を備え、上記偏光板から出射した偏向光が上記複屈折基材に入射する表示装置であって、
上記偏光板の偏光方向は、上記表示装置の表示面の縦方向もしくは横方向に平行であって、
上記複屈折基材の光学軸の一方と、上記偏光板の偏光方向とのズレが $\pm 11^\circ$ 以内となるように、上記表示パネルに上記タッチパネルが設けられている
ことを特徴とする表示装置。
- [請求項3] 上記複屈折基材はポリエチレンテレフタレートであることを特徴とする請求項1または2に記載の表示装置。
- [請求項4] 上記複屈折基材は波長板であることを特徴とする請求項1または2に記載の表示装置。
- [請求項5] 上記複屈折基材は複数あり、各複屈折基材の光学軸は互いに揃っている
ことを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の表示装置。
- [請求項6] 15インチ以上の大きさの表示面を有することを特徴とする請求項

1 から 5 のいずれか 1 項に記載の表示装置。

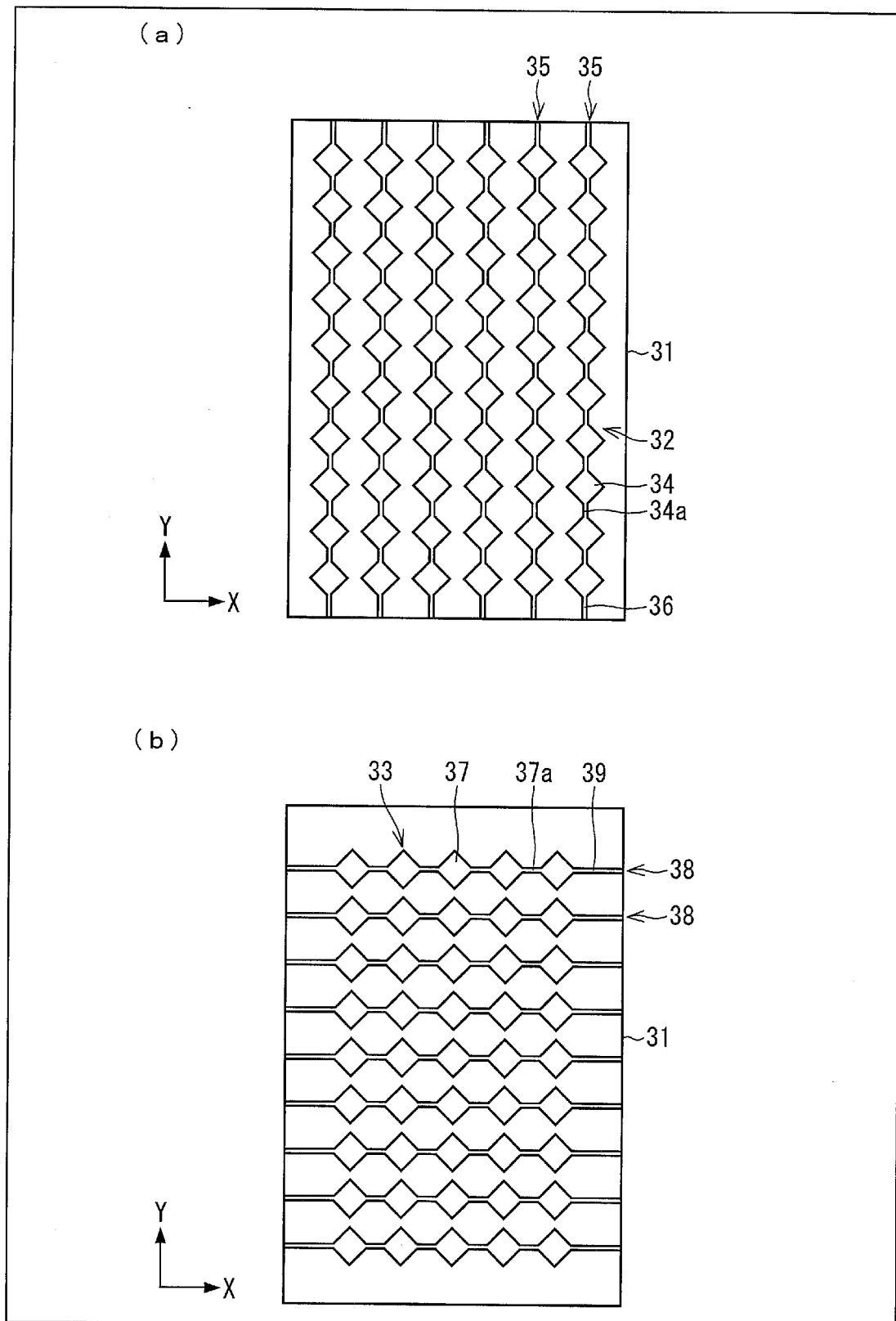
[図1]



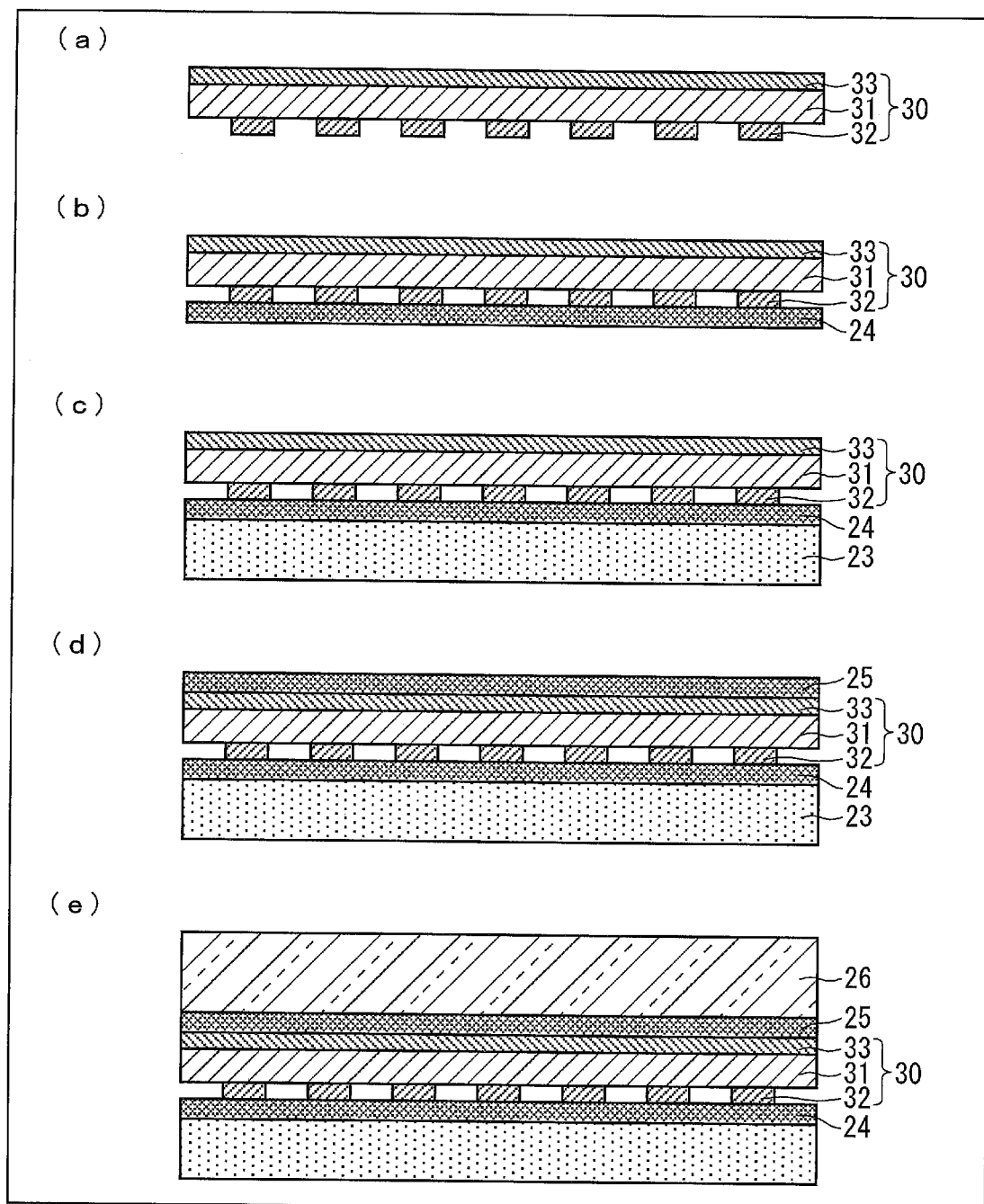
[図2]



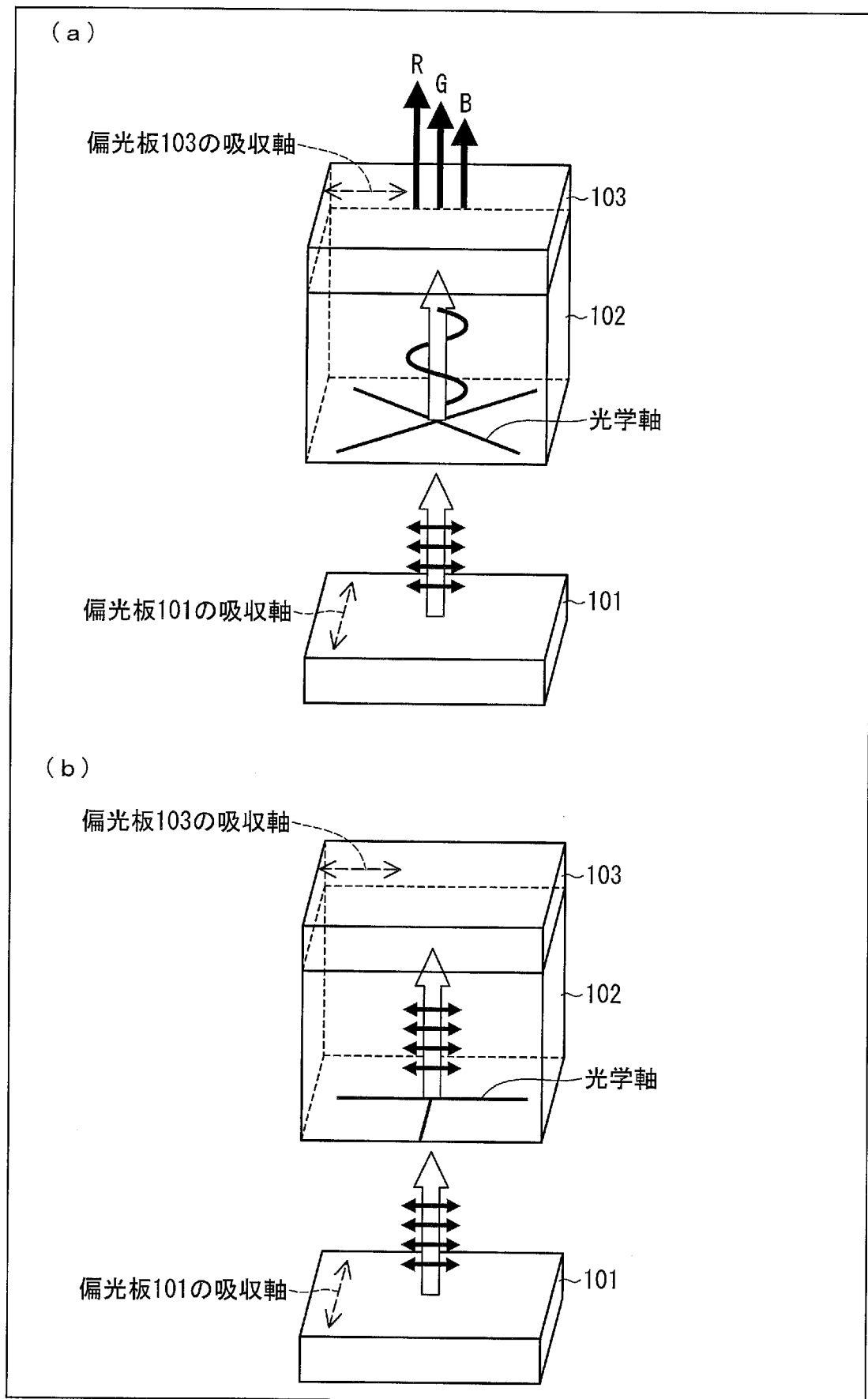
[図3]



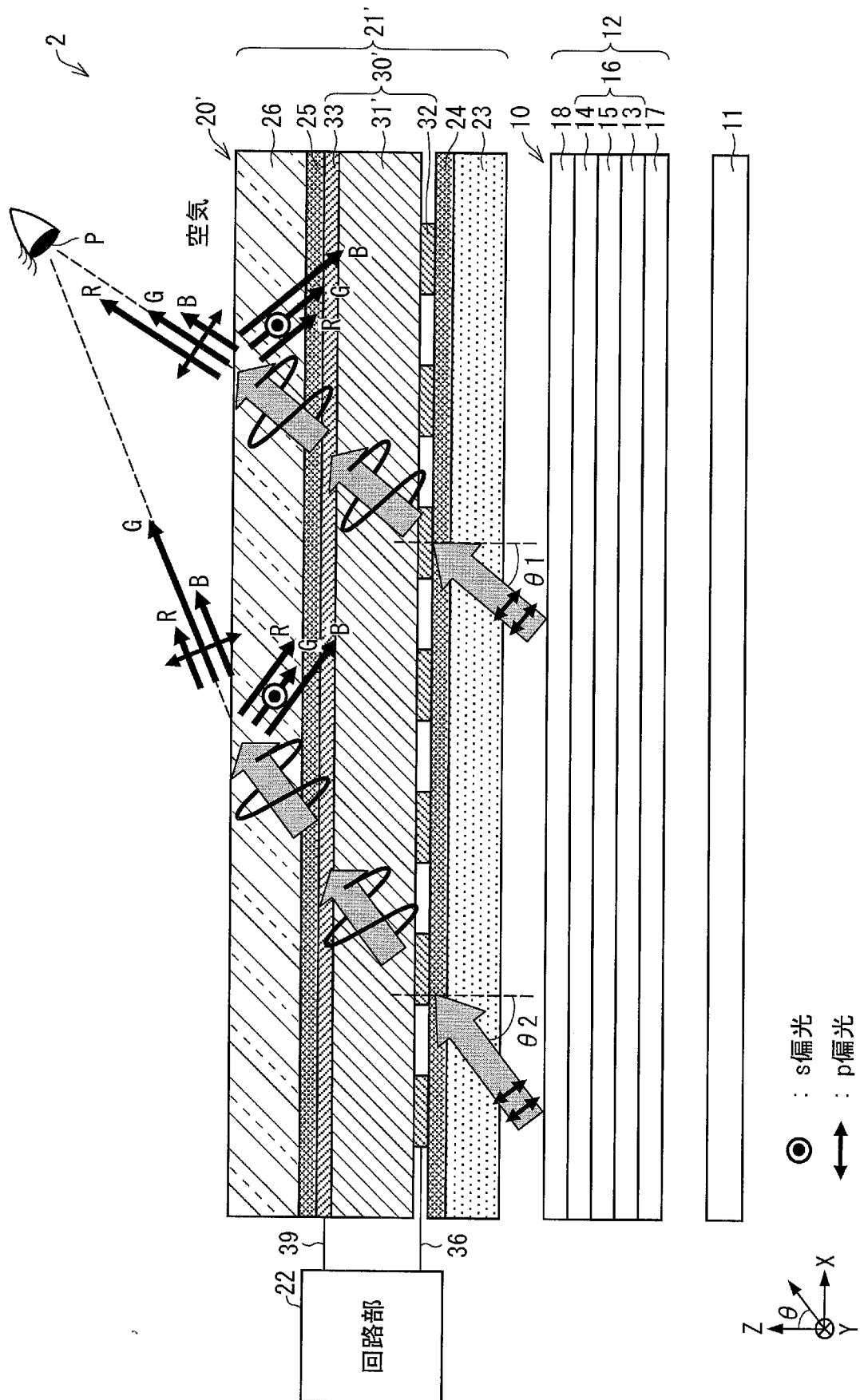
[図4]



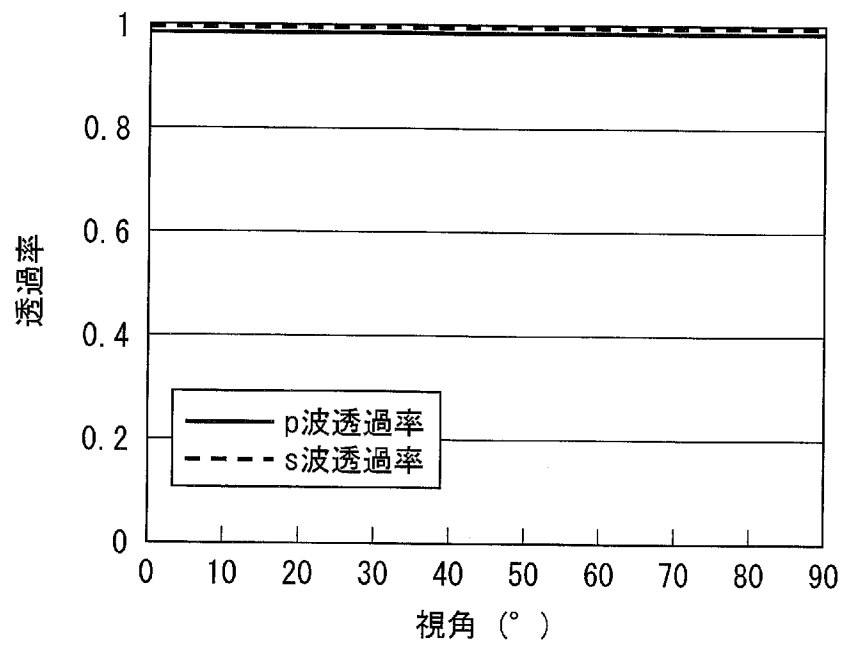
[図5]



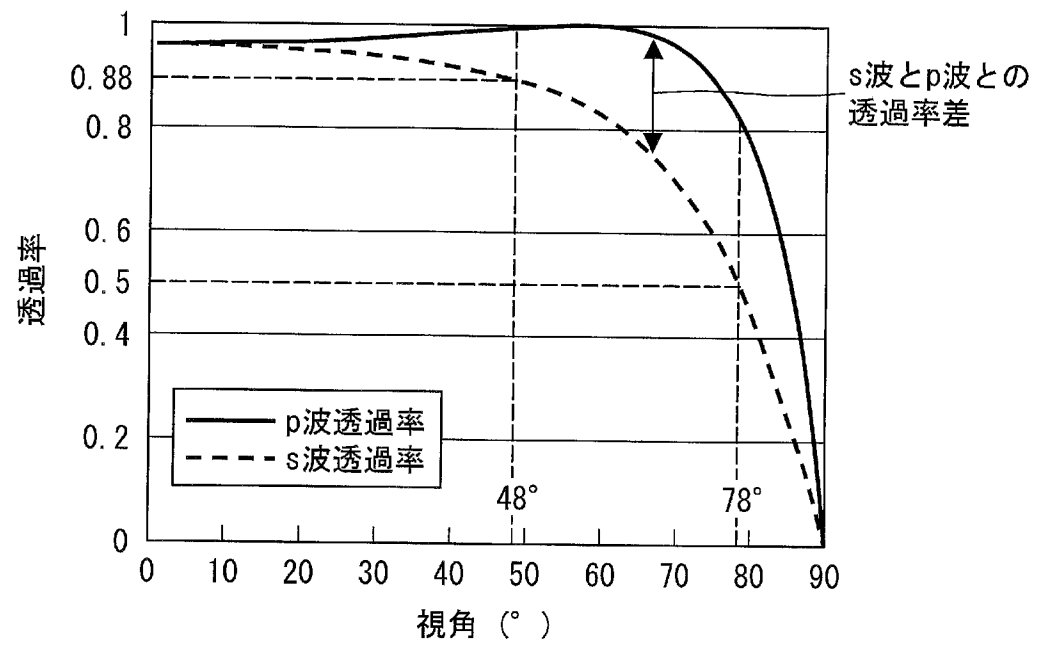
[図6]



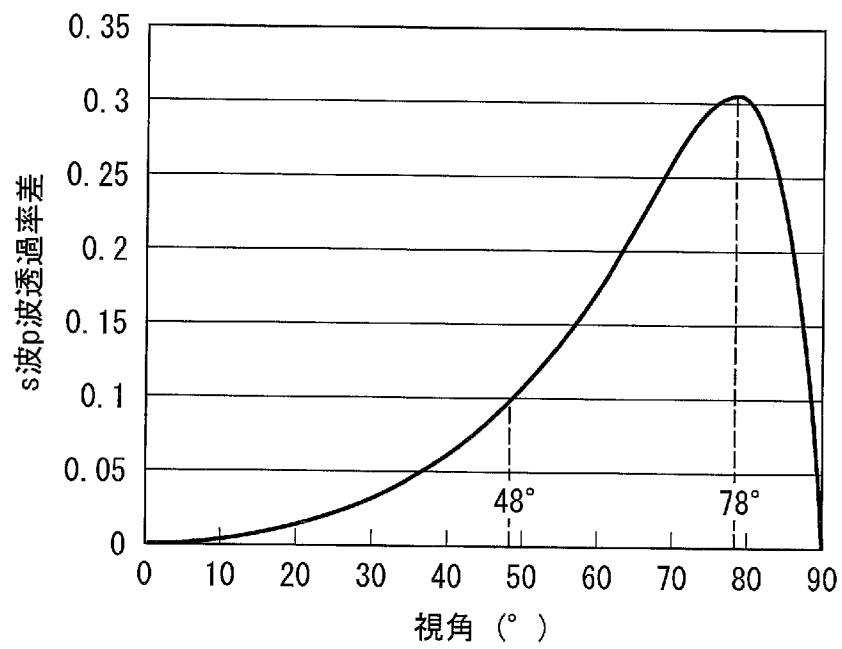
[図7]



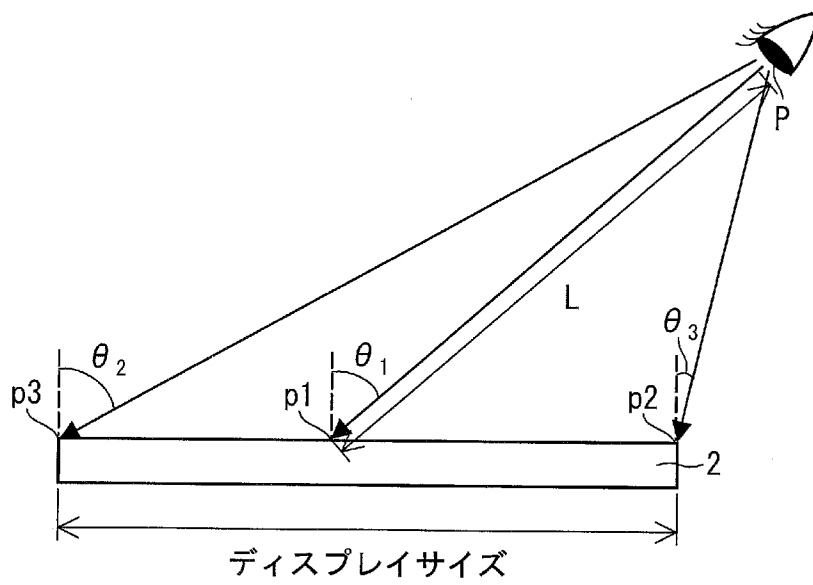
[図8]



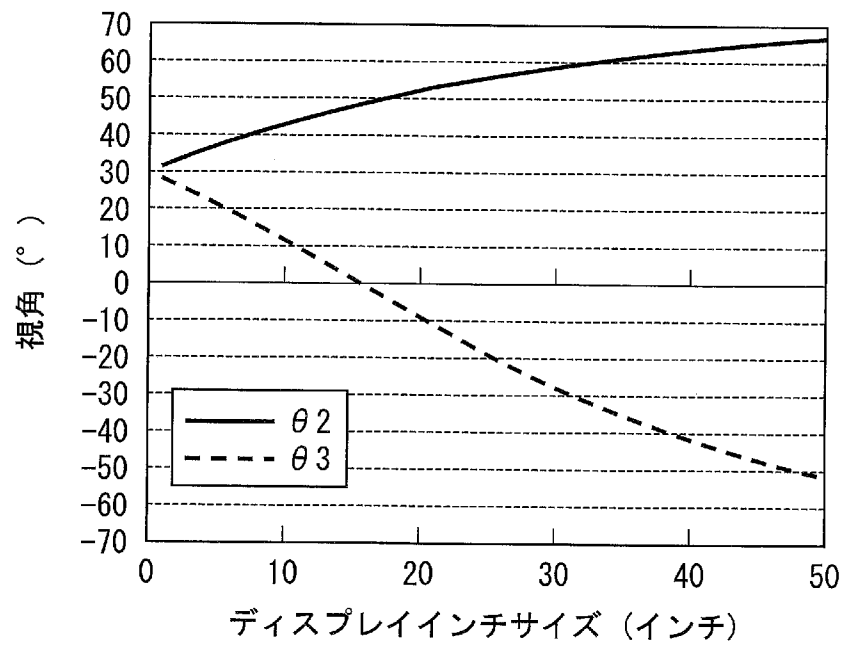
[図9]



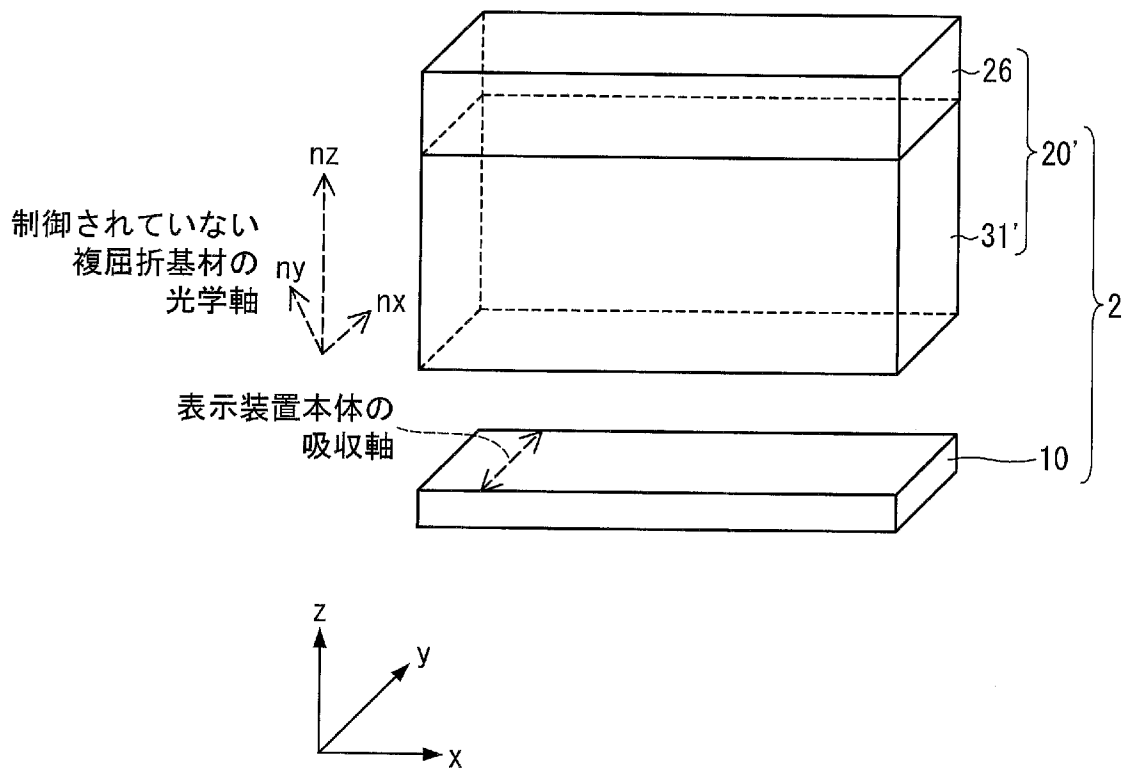
[図10]



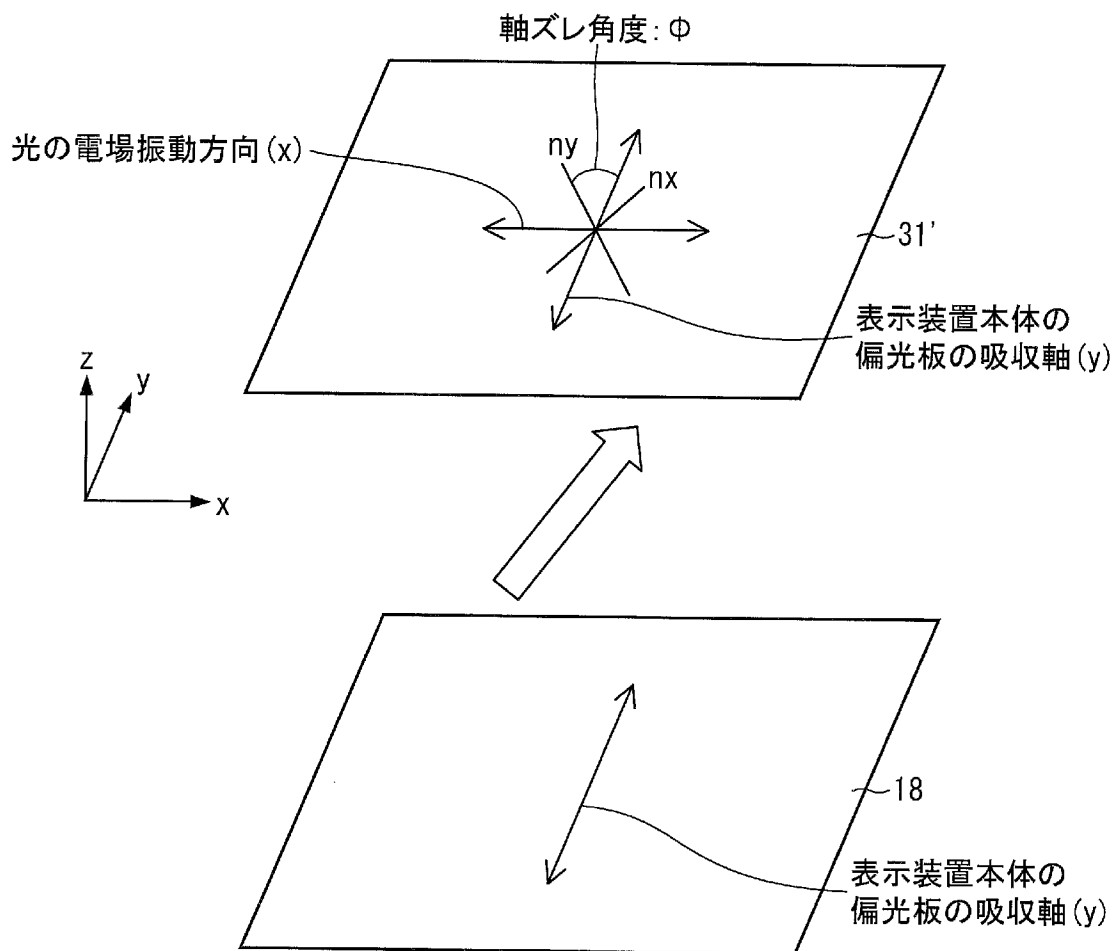
[図11]



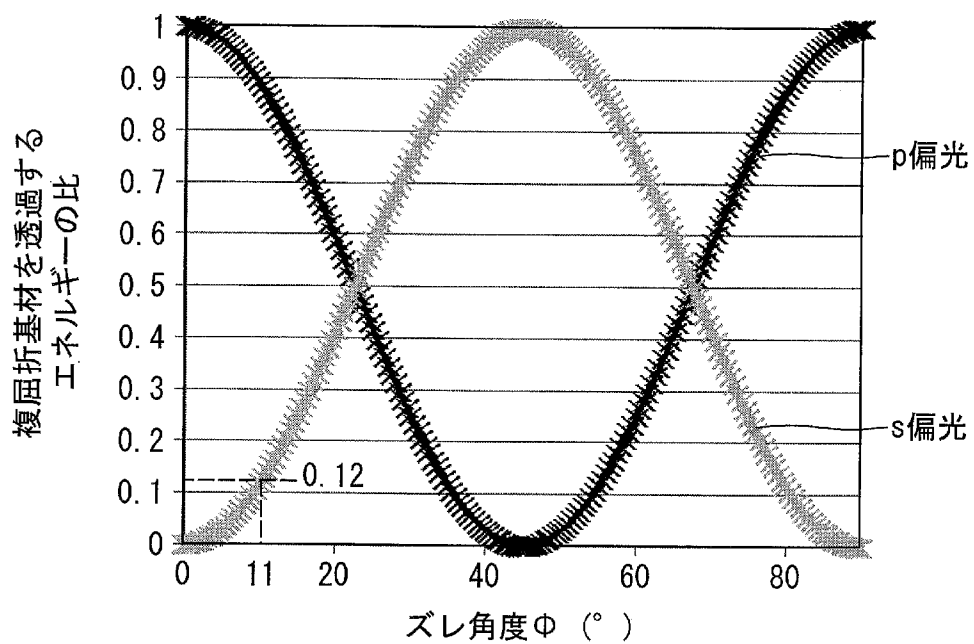
[図12]



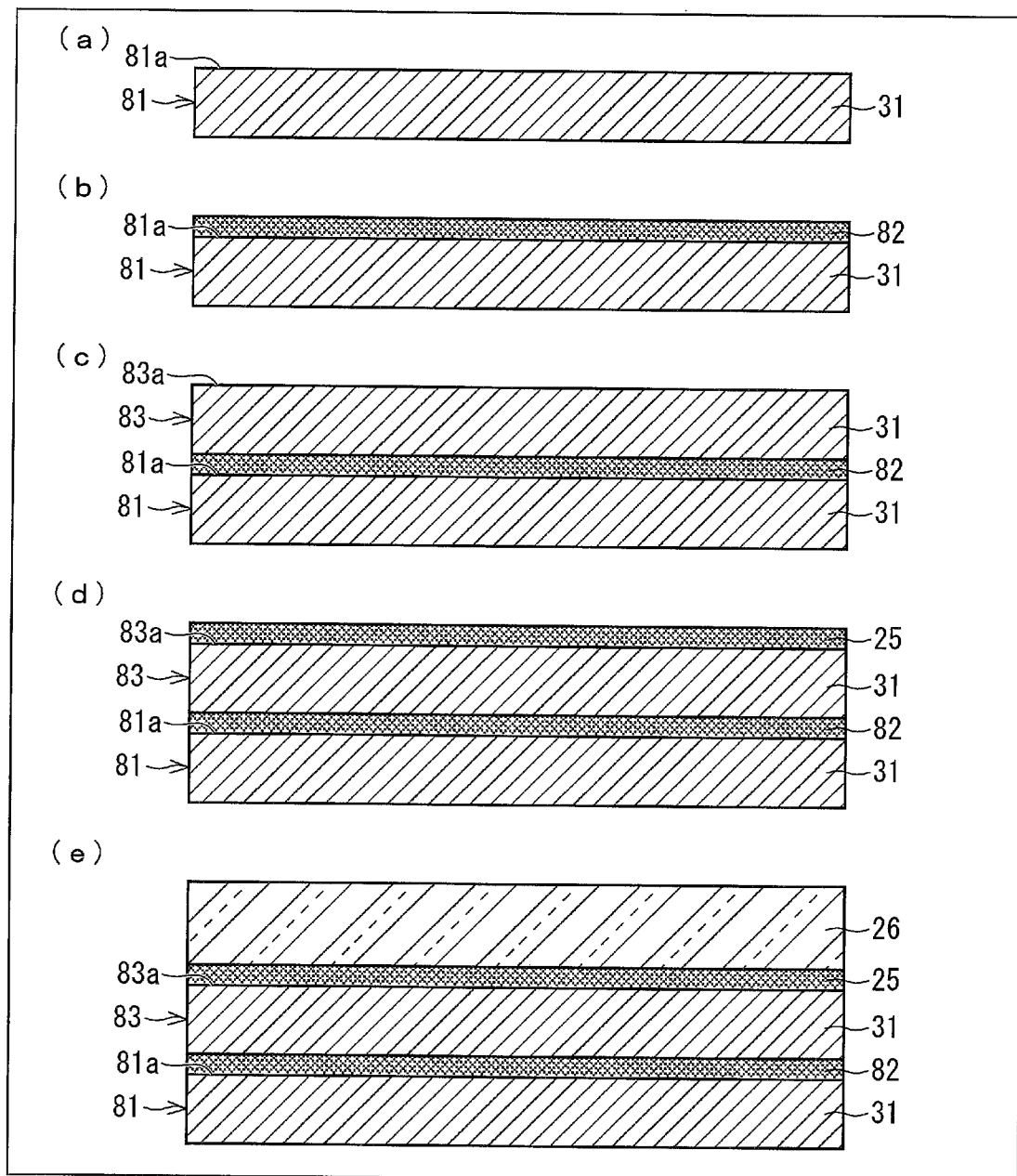
[図13]



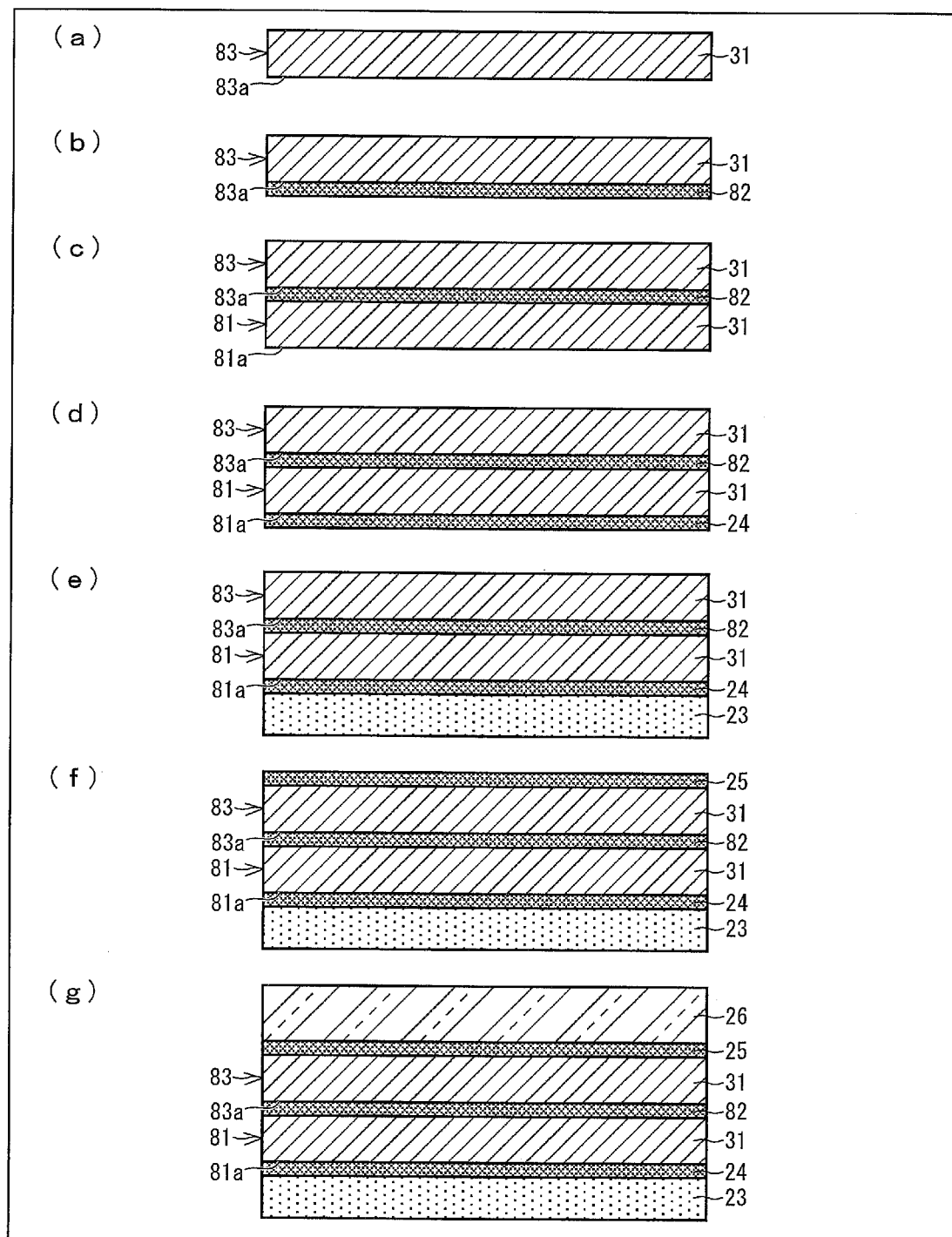
[図14]



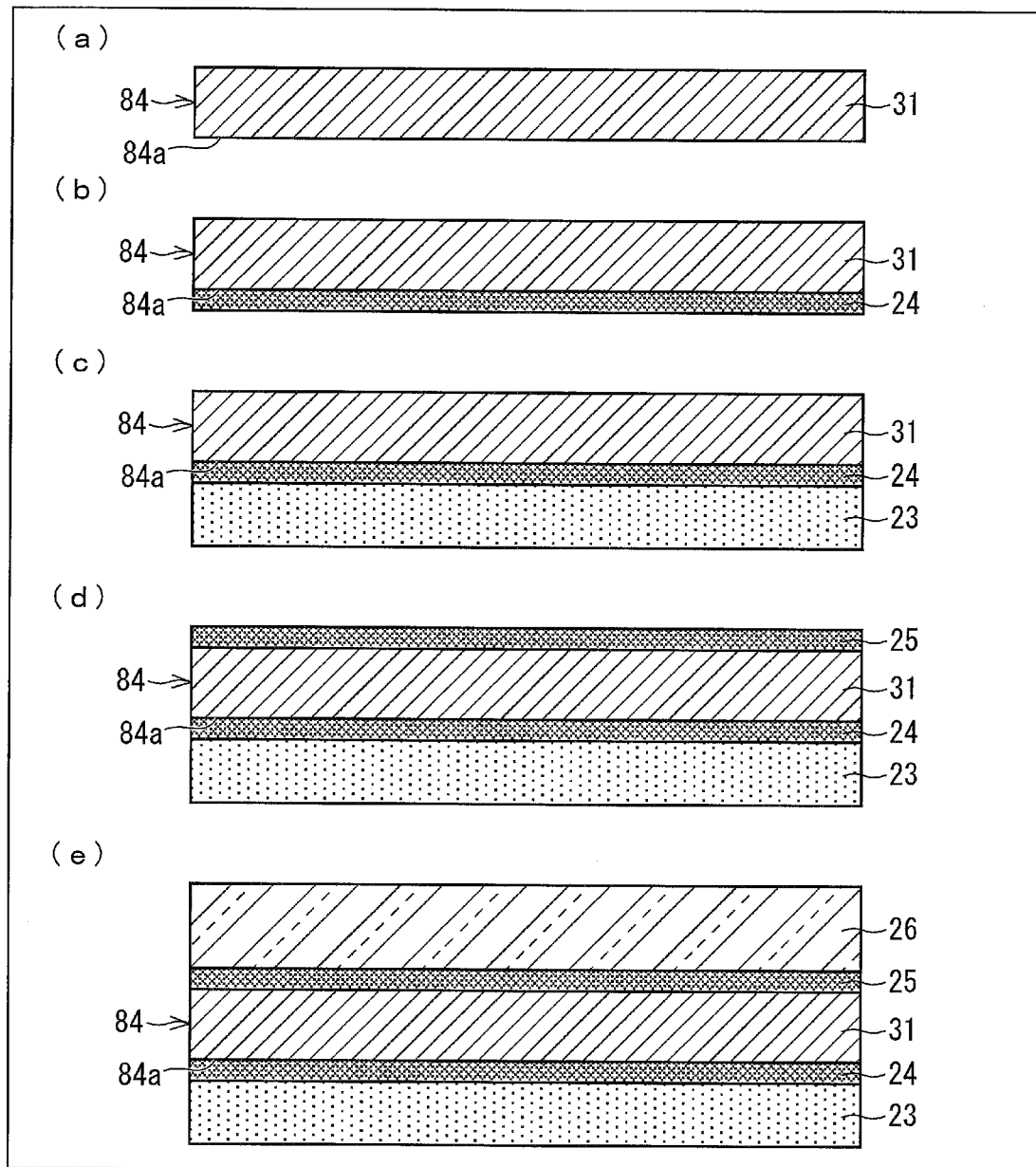
[図15]



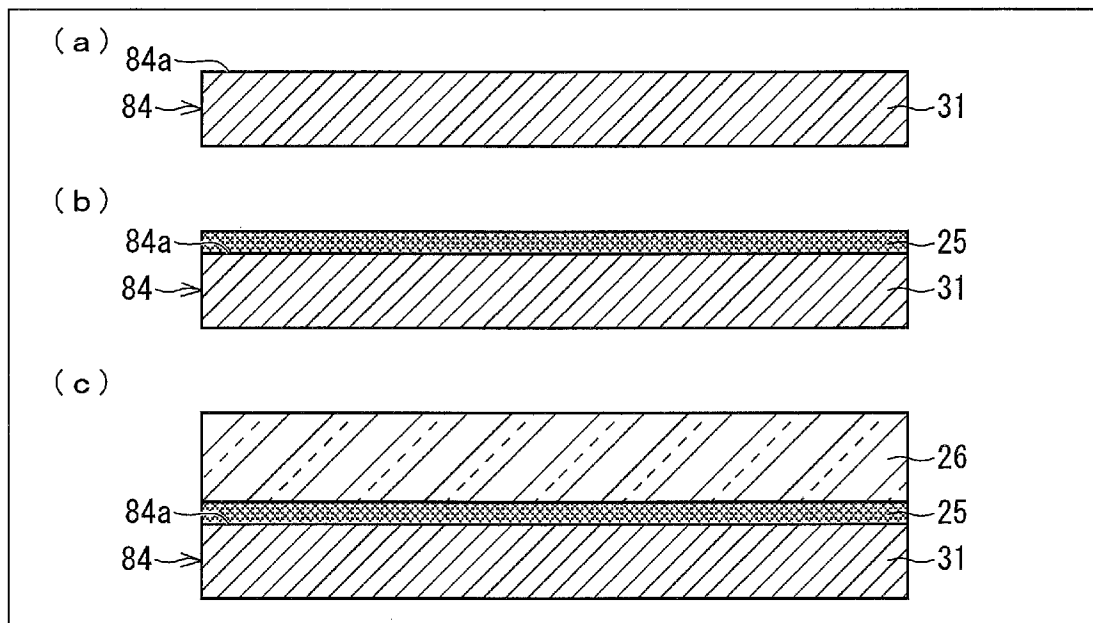
[図16]



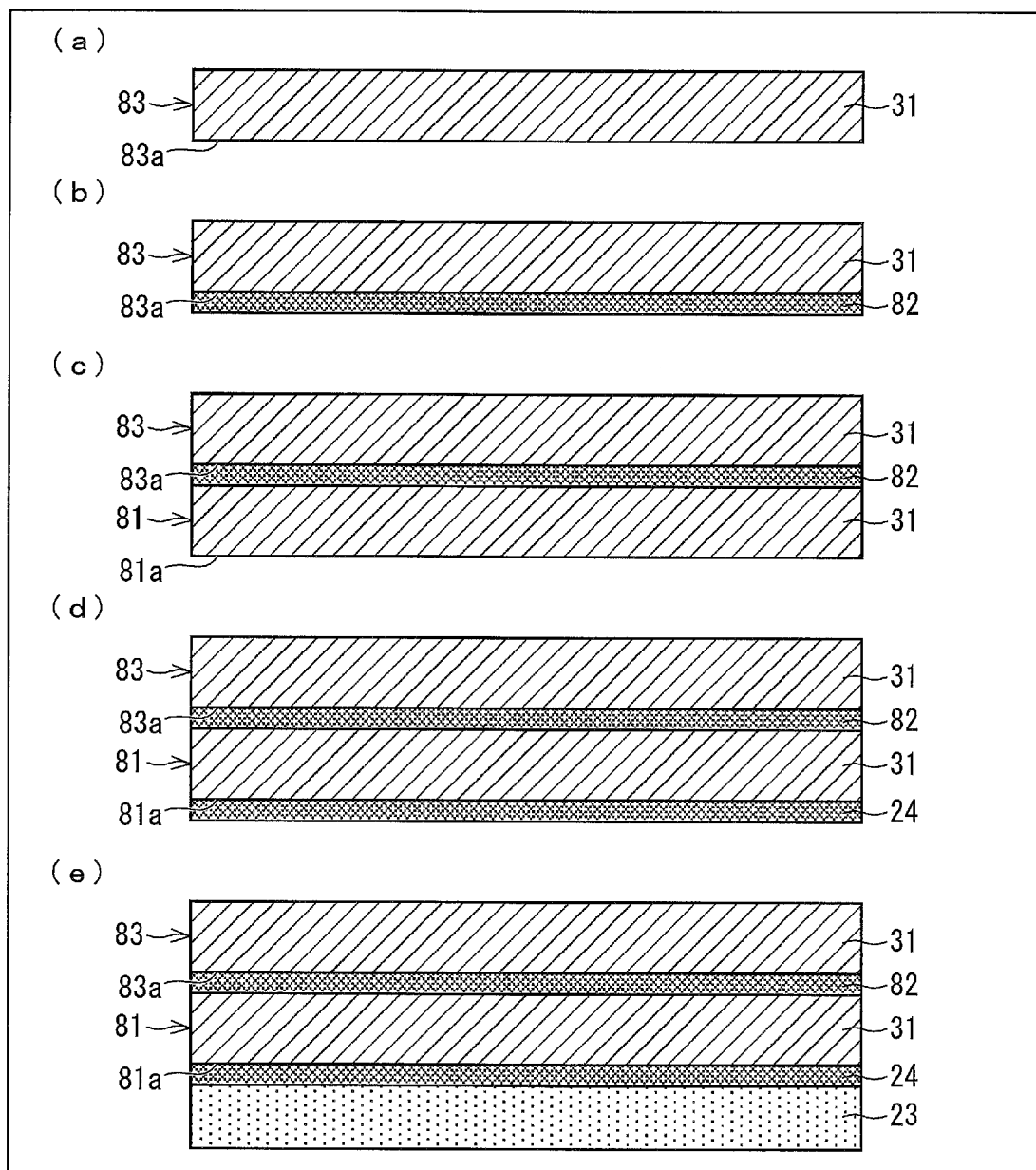
[図17]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/062092

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/1333(2006.01)i, G06F3/041(2006.01)i, G02F1/1335(2006.01)n,
G02F1/13363(2006.01)n

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)

G02F1/1333, G06F3/041, G02F1/1335, G02F1/13363

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
X Y A	JP 2005-202816 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 28 July 2005 (28.07.2005), entire text; fig. 1 to 4 (Family: none)	1, 3, 5, 6 4 2
X	JP 11-84131 A (Sharp Corp.), 26 March 1999 (26.03.1999), paragraphs [0044] to [0045], [0076] to [0079]; fig. 8, 26 & US 6046849 A & US 6055103 A & GB 2326727 A & EP 887692 A2 & EP 860728 A1	1, 4, 6

☒ 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
24 July, 2013 (24.07.13)

Date of mailing of the international search report
06 August, 2013 (06.08.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/062092

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-276301 A (Sumitomo Chemical Co., Ltd.), 06 October 2000 (06.10.2000), claims 8, 10 (Family: none)	4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02F1/1333 (2006.01)i, G06F3/041 (2006.01)i, G02F1/1335 (2006.01)n, G02F1/13363 (2006.01)n

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 (I P C))

Int.Cl. G02F1/1333, G06F3/041, G02F1/1335, G02F1/13363

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
X Y A	JP 2005-202816 A (松下電器産業株式会社) 2005.07.28, 全文, 第 1-4 図 (ファミリーなし)	1, 3, 5, 6 4 2
X	JP 11-84131 A (シャープ株式会社) 1999.03.26, 段落【0044】 - 【0045】, 【0076】 - 【0079】, 第 8, 26 図 & US 6046849 A & US 6055103 A & GB 2326727 A & EP 887692 A2 & EP 860728 A1	1, 4, 6

☒ 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

2 4 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

鈴木 俊光

2 L

9 1 1 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5

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
Y	JP 2000-276301 A (住友化学工業株式会社) 2000.10.06, 【請求項 8】 , 【請求項 10】 (ファミリーなし)	4