

(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



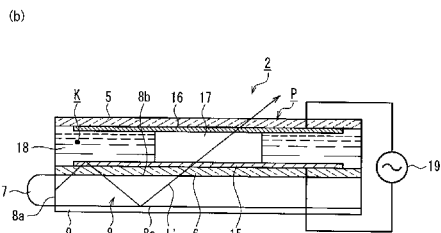
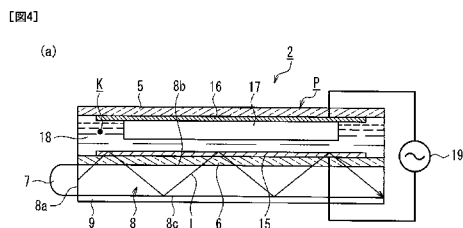
(43) 国際公開日
2012 年 4 月 26 日(26.04.2012)

(10) 国際公開番号
WO 2012/053364 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/17 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/073047
- (22) 国際出願日: 2011 年 10 月 6 日(06.10.2011)
- (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 2010-233714 2010 年 10 月 18 日(18.10.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 片山 崇 (KATAYAMA Takashi).
- (74) 代理人: 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ (IKEUCHI SATO & PARTNER PATENT ATTORNEYS); 〒5306026 大阪府大阪市北区天満橋 1 丁目 8 番 3 0 号 OAP タワー 2 6 階 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, 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, 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), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: DISPLAY ELEMENT AND ELECTRICAL DEVICE

(54) 発明の名称: 表示素子、及び電気機器



(57) Abstract: Disclosed is a display element (2) wherein a soft material (17) and a transparent liquid (an insulating fluid) (18) are sealed inside a space (K) for display, said space being formed between an upper substrate (a first transparent substrate) (5) and a lower substrate (a second transparent substrate) (6). The color displayed on the display surface side is changed by changing the contact area of the soft material (17) in contact with the lower substrate (6) by deforming, namely expanding or contracting the soft material (17).

(57) 要約: 上部基板 (第 1 の透明基板) (5) と下部基板 (第 2 の透明基板) (6) との間に形成された表示用空間 (K) の内部にソフトマテリアル (17) と透明液体 (絶縁性流体) (18) とを封入した表示素子 (2) であって、ソフトマテリアル (17) を伸縮変形させて当該ソフトマテリアル (17) と下部基板 (6) 側との接触面積を変化させることにより、表示面側の表示色を変更する。

明 細 書

発明の名称 : 表示素子、及び電気機器

技術分野

[0001] 本発明は、液晶エラストマーなどのソフトマテリアルに対して、電圧印加を行うことにより、表示色を変更可能に構成された表示素子、及びこれを用いた電気機器に関する。

背景技術

[0002] 近年、例えば液晶表示装置は、在来ブラウン管に比べて薄型、軽量などの特長を有するフラットパネルディスプレイとして、液晶テレビ、モニター、携帯電話などに幅広く利用されている。このような液晶表示装置では、液晶層への印加電圧に応じて当該液晶層の光学的異方性を変化させることにより、光透過率を変化させて、文字や画像等の情報の表示が行われている。

[0003] ところが、上記のような液晶表示装置では、その液晶表示素子に一对の偏光板を設けていたので、表示に利用する光、つまり照明装置からの光や外光の利用効率が著しく低く、光利用効率を向上させ難いという問題点があった。

[0004] そこで、従来の表示素子には、例えば下記特許文献1に記載されているように、外部電界による導電性の液滴の移動現象を利用して、情報の表示を行うエレクトロウェットティング方式のものが開発され、実用化されている。すなわち、この従来の表示素子では、一对の透明な支持板と、これら支持板との間に封入された第1及び第2の流体を備えている。第1の流体は、所定色に着色された着色オイルであり、第2の流体は、導電性の液滴である。そして、この従来の表示素子では、電界印加を行うことにより、第1及び第2の流体の各形状を変化させるようになっており、偏光板を用いることなく、表示面側の表示色を変更可能とされて、光利用効率を向上できるとされていた。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表2007-531917号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記のような従来の表示素子では、第1及び第2の流体が隣接する画素の内部に漏れ出るのを防止するために、画素毎に壁を設けて、画素どうしを区切る必要があった。このため、従来の表示素子では、構造が複雑なものとなり、また製造プロセスも複雑なものとなって著しいコストアップが生じるのを防ぐことができないという問題点があった。

[0007] 上記の課題を鑑み、本発明は、表示に利用する光の利用効率を向上させることができるとともに、構造簡単で、コスト安価な表示素子、及びこれを用いた電気機器を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記の目的を達成するために、本発明にかかる表示素子は、表示面側に設けられた第1の透明基板と、

所定の表示用空間が前記第1の透明基板との間に形成されるように、当該第1の透明基板の非表示面側に設けられた第2の透明基板と、

前記第1及び第2の透明基板の少なくとも一方側に設けられた第1の電極及び第2の電極と、

前記第1及び第2の電極の間に電界が生じるように、前記第1及び第2の電極の少なくとも一方の電極に電圧を印加する電圧印加部と、

前記第1の透明基板に接触するように設けられ、かつ、前記表示用空間の内部に伸縮変形可能に封入されるとともに、前記第1及び第2の電極の間に電界が生じたときに、その生じた電界に応じて、前記第2の透明基板側に対して接触または離間するように伸縮変形するソフトマテリアルと、

前記表示用空間の内部に移動可能に封入されるとともに、前記ソフトマテリアルと互いに混じり合わない絶縁性流体と、

所定の光を発光する光源と、

前記第2の透明基板の非表示面側に設けられ、かつ、前記光源からの光を所定の伝搬方向に導くとともに、前記第2の透明基板側に当該光を出射する導光板と、

外部から指示信号が入力されるとともに、入力された指示信号に基づいて、前記電圧印加部の駆動制御を行う制御部を備え、

前記ソフトマテリアルとして、前記導光板の屈折率以上の屈折率を有するものが用いられ、

前記絶縁性流体として、前記導光板の屈折率よりも小さい屈折率を有するものが用いられ、

前記制御部は、前記ソフトマテリアルを伸縮変形させて当該ソフトマテリアルと前記第2の透明基板側との接触面積を変化させることにより、前記表示面側の表示色を変更することを特徴とするものである。

[0009] 上記のように構成された表示素子では、第1及び第2の透明基板の間に、所定の表示用空間が形成されている。また、この表示用空間の内部には、第2の透明基板側に対して接触または離間するように伸縮変形するソフトマテリアルと、当該ソフトマテリアルと互いに混じり合わない絶縁性流体が封入されている。また、第2の透明基板の非表示面側には、光源からの光を所定の伝搬方向に導くとともに、第2の透明基板側に当該光を出射する導光板が設けられている。また、ソフトマテリアルには、導光板の屈折率以上の屈折率を有するものが用いられ、絶縁性流体には、導光板の屈折率よりも小さい屈折率を有するものが用いられている。また、制御部は、ソフトマテリアルを伸縮変形させて当該ソフトマテリアルと第2の透明基板側との接触面積を変化させることにより、表示面側の表示色を変更する。これにより、偏光板を用いることなく、表示を行うことができる表示素子を構成することができ、表示に利用する光の利用効率を向上させることができる。また、上記従来例と異なり、上記表示用空間の内部に壁等の構造物を設ける必要がない。この結果、上記従来例と異なり、構造簡単で、コスト安価な表示素子を構成す

ることができる。

[0010] また、上記表示素子において、前記表示面側には、複数の画素領域がマトリクス状に設けられ、

前記第 1 及び第 2 の電極として、透明な透明電極が用いられ、

前記複数の各画素領域では、前記第 1 の電極が前記第 1 及び第 2 の透明基板の一方側に設けられるとともに、前記第 2 の電極が前記第 1 及び第 2 の透明基板の他方側に設けられてもよい。

[0011] この場合、複数の各画素領域において、ソフトマテリアルは第 1 及び第 2 の透明基板に垂直な方向に生じた縦電界に応じて、伸縮変形されることとなり、画素領域毎に、表示面側の表示色を変更することができる。

[0012] また、上記表示素子において、前記第 2 の透明基板として、前記導光板の屈折率以上の屈折率を有するものが用いられ、

前記第 2 の透明基板側に設けられた前記第 1 または第 2 の電極として、前記第 2 の透明基板の屈折率以上で、前記ソフトマテリアルの屈折率以下で、かつ、前記絶縁性流体の屈折率よりも大きい屈折率を有するものが用いられていることが好ましい。

[0013] この場合、第 2 の透明基板と導光板との界面、第 2 の透明基板と当該第 2 の透明基板側に設けられた第 1 または第 2 の電極との界面、第 2 の透明基板側に設けられた第 1 または第 2 の電極とソフトマテリアルとの界面、及び第 2 の透明基板側に設けられた第 1 または第 2 の電極と絶縁性流体との界面の各界面において、反射によるロスが生じるのを防ぐことができ、光源の光をほぼ 100% 利用することが可能となる。

[0014] また、上記表示素子において、前記光源は、その光が前記絶縁性流体と前記第 2 の透明基板側に設けられた前記第 1 または第 2 の電極との界面にて全反射を生じるように、前記導光板に対して、所定の角度範囲の光を出射することが好ましい。

[0015] この場合、ソフトマテリアルが第 2 の透明基板側に接触していない場合での表示面側からの漏れ光を少なくすることができ、表示素子のコントラスト

を向上させることができる。

[0016] また、上記表示素子において、前記表示面側には、複数の画素領域がマトリクス状に設けられ、

前記複数の各画素領域では、前記第 1 及び第 2 の電極が前記第 1 の透明基板側に設けられてもよい。

[0017] この場合、複数の各画素領域において、ソフトマテリアルは第 1 及び第 2 の透明基板に平行な方向に生じた横電界に応じて、伸縮変形されることとなり、画素領域毎に、表示面側の表示色を変更することができる。

[0018] また、上記表示素子において、前記第 1 及び第 2 の透明基板の一方側には、複数のデータ配線及び複数の走査配線がマトリクス状に設けられ、

前記複数の各画素領域は、前記データ配線と前記走査配線との交差部単位に設けられ、かつ、前記データ配線と前記走査配線との交差部の近傍には、前記第 1 の電極に接続されたスイッチング素子が画素領域単位に設置され、

前記電圧印加部として、前記制御部からの指示信号に応じて、前記データ配線に対し電圧信号を出力するデータ配線駆動回路が用いられていることが好ましい。

[0019] この場合、優れた表示品位を有するマトリクス駆動方式の表示素子を構成することができる。

[0020] また、上記表示素子において、前記複数の各画素領域には、複数の前記ソフトマテリアルが設けられてもよい。

[0021] この場合、複数のソフトマテリアルを伸縮変形させることにより、高精度な階調表示を容易に行うことができる。

[0022] また、上記表示素子において、前記第 2 の透明基板と前記導光板とは、互いに密着するように、固定されてもよい。

[0023] この場合、コンパクトな表示素子を容易に構成することができる。

[0024] また、上記表示素子において、前記第 2 の透明基板が、前記導光板を兼用してもよい。

[0025] この場合、表示素子の部品点数を削減することができるとともに、よりコ

ンパクトで、コスト安価な表示素子を容易に構成することができる。また、光の透過率を向上させることができ、高輝度な表示素子を容易に構成することができる。

[0026] また、上記表示素子において、前記ソフトマテリアルは、前記第2の透明基板側に接触したときに、当該第2の透明基板と垂直な方向に対し、傾斜した傾斜面が発生するように、伸縮変形することが好ましい。

[0027] この場合、表示素子の視野角を改善することができる。

[0028] また、上記表示素子において、前記第1の透明基板の表示面側には、光を散乱する散乱体が設けられてもよい。

[0029] この場合、散乱体により表示素子の視野角を確実に改善することができる。

[0030] また、上記表示素子において、前記絶縁性流体として、黒色に着色された液体が用いられてもよい。

[0031] この場合、表示素子のコントラストを向上させることができる。

[0032] また、上記表示素子において、前記ソフトマテリアルとして、正の誘電率異方性を有する液晶エラストマーが用いられてもよい。

[0033] この場合、ノーマリーブラックモードまたはノーマリーホワイトモードの表示素子を構成することができる。

[0034] また、上記表示素子において、前記ソフトマテリアルとして、負の誘電率異方性を有する液晶エラストマーが用いられてもよい。

[0035] この場合、ノーマリーブラックモードまたはノーマリーホワイトモードの表示素子を構成することができる。

[0036] また、上記表示素子において、前記導光板の非表示面側には、光を反射する反射部が設けられていることが好ましい。

[0037] この場合、反射部によって光源の光利用効率が低下するのを防ぐことができる。

[0038] また、本発明の電気機器は、上記いずれかの表示素子を用いたことを特徴とするものである。

[0039] 上記のように構成された電気機器では、表示に利用する光の利用効率を向上させることができるとともに、構造簡単で、コスト安価な表示素子が用いられているので、消費電力が少なく、高性能で、かつ、コスト安価な電気機器を構成することができる。

[0040] また、上記電気機器において、文字及び画像を含んだ情報を表示する表示部を備えるとともに、

前記表示部に、上記いずれかの表示素子を用いてもよい。

[0041] この場合、高輝度で、コスト安価な表示部を有する電気機器を容易に構成することができる。

発明の効果

[0042] 本発明によれば、表示に利用する光の利用効率を向上させることができるとともに、構造簡単で、コスト安価な表示素子、及びこれを用いた電気機器を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0043] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態にかかる表示素子及び表示装置を説明する断面図である。

[図2]図2は、上記表示素子の概略構成を説明する平面図である。

[図3]図3（a）は、上記表示素子の要部構成を示す断面図であり、図3（b）は、図3（a）に示したソフトマテリアルを示す斜視図である。

[図4]図4は上記表示素子の動作例を説明する図であり、図4（a）及び図4（b）はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図5]図5（a）及び図5（b）は、それぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記ソフトマテリアルの具体的なマクロ伸縮挙動を説明する図である。

[図6]図6（a）及び図6（b）は、それぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記ソフトマテリアルの具体的なミクロ伸縮挙動を説明する図である。

[図7]図7は、上記表示素子での具体的な光の進行動作を説明する図である。

[図8]図8は、光源の出射角と上記表示素子において白表示時での光の射出角との具体的な関係の一例を示すグラフである。

[図9]図9(a)は、本発明の第2の実施形態にかかる表示素子の要部構成を示す断面図であり、図9(b)は、図9(a)に示したソフトマテリアルを示す斜視図である。

[図10]図10は図9(a)に示した表示素子の動作例を説明する図であり、図10(a)及び図10(b)はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図11]図11(a)は、本発明の第3の実施形態にかかる表示素子の要部構成を示す断面図であり、図11(b)は、図11(a)に示したソフトマテリアルを示す斜視図である。

[図12]図12は図11(a)に示した表示素子の動作例を説明する図であり、図12(a)及び図12(b)はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図13]図13は、本発明の第4の実施形態にかかる表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図14]図14は図13に示した表示素子の動作例を説明する図であり、図14(a)及び図14(b)はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図15]図15は、本発明の第5の実施形態にかかる表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図16]図16は図15に示した表示素子の動作例を説明する図であり、図16(a)及び図16(b)はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図17]図17は、本発明の第6の実施形態にかかる表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図18]図18は図17に示した表示素子の動作例を説明する図であり、図1

8（a）及び図18（b）はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図19]図19は、本発明の第7の実施形態にかかる表示素子の概略構成を説明する平面図である。

[図20]図20は、図19に示した表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図21]図21は図19に示した表示素子の動作例を説明する図であり、図21（a）及び図21（b）はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図22]図22（a）は、本発明の第8の実施形態にかかる表示素子の要部構成を示す断面図であり、図22（b）は、図22（a）に示したソフトマテリアルを示す斜視図である。

[図23]図23は図22（a）に示した表示素子の動作例を説明する図であり、図23（a）及び図23（b）はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図24]図24（a）及び図24（b）はそれぞれ別のソフトマテリアルを示す断面図及び平面図であり、図24（c）及び図24（d）はそれぞれ別のソフトマテリアルを示す断面図及び平面図である。

[図25]図25（a）及び図25（b）はそれぞれ別のソフトマテリアルを示す断面図及び平面図であり、図25（c）及び図25（d）はそれぞれ別のソフトマテリアルを示す断面図及び平面図である。

[図26]図26（a）及び図26（b）はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、別のソフトマテリアルの具体的なマクロ伸縮挙動を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0044] 以下、本発明の表示素子、及び電気機器の好ましい実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下の説明では、本発明を電気機器としての透過型の表示装置に適用した場合を例示して説明する。また、各図中の構成部材の寸法は、実際の構成部材の寸法及び各構成部材の寸法比率等を忠

実に表したものである。

[0045] [第1の実施形態]

図1は、本発明の第1の実施形態にかかる表示素子及び表示装置を説明する断面図である。図において、本実施形態の表示装置1には、図の上側が視認側（表示面側）として設置される表示部としての本発明の表示素子2と、表示素子2の非表示面側（図の下側）に配置されて、当該表示素子2を照明する照明光を発生する照明装置3とが設けられている。表示素子2は、後に詳述するように、表示面側において、マトリクス状の複数の画素領域が設けられた矩形状の表示パネルを構成しており、表示素子2では、各画素領域において、照明装置3からの照明光を透過または遮断することにより、表示面側の表示色を白色または黒色とすることができるよう構成されている。

[0046] また、表示素子2は、後述のソフトマテリアルを含んだソフトマテリアル層4と、ソフトマテリアル層4を挟持する上部基板5及び下部基板6を備えている。上部基板5及び下部基板6は、例えば透明なガラス基板により構成されており、それぞれ第1及び第2の透明基板として用いられている。また、下部基板6には、後に詳述するように、ソース配線及びゲート配線が設けられており、パネル制御部によってソフトマテリアル層4が画素単位に駆動されるようになっている。

[0047] 照明装置3は、所定の光を発光する光源7、下部基板6の非表示面側に設けられた導光板8、この導光板8の非表示面側に設けられた反射板9、及び光源7に対向するように設けられた反射板10を備えている。光源7には、例えば白色の光を発光する発光ダイオードが用いられている。また、本実施形態の光源7は、その光が後述の透明液体（絶縁性流体）と下部基板（第2の透明基板）側に設けられた後述の画素電極との界面にて全反射を生じるように、導光板8に対して、所定の角度範囲の光を出射する、狭指向性を有するものが用いられており、表示素子のコントラストを向上させることができる（詳細は後述。）。

[0048] 尚、上記の説明以外に、例えば冷陰極蛍光管や熱陰極蛍光管などの放電管

を光源 7 として用いることもできる。

[0049] 導光板 8 は、光源 7 からの光を所定の伝搬方向（図 1 の右方向）に導くとともに、下部基板 6 側に当該光を出射するようになっている。すなわち、導光板 8 では、その一側面が光源 7 からの光を入光する入光面 8 a として用いられている。また、導光板 8 では、光を出射する発光面 8 b が下部基板 6 の非表示面側の表面に直接的に固着されている。言い換えれば、下部基板（第 2 の透明基板）6 と導光板 8 とは、互いに密着するように、固定されている。

[0050] また、導光板 8 では、発光面 8 b に対向する対向面 8 c に、下部基板 6 側に光を反射する反射部としての上記反射板 9 が設けられている。さらに、導光板 8 では、入光面 8 a に対向する側面 8 d に、上記反射板 10 が取り付けられており、当該側面 8 d まで到達した光源 7 からの光を導光板 8 の内部側に反射するようになっている。そして、照明装置 3 では、導光板 8 が下部基板 6 に固定されることにより、照明装置 3 は表示素子 2 に組み付けられ、当該照明装置 3 からの照明光が表示素子 2 に入射される透過型の表示装置 1 として一体化されている。

[0051] さらに、導光板 8 には、アクリル樹脂などの合成樹脂が用いられている。また、導光板 8 には、好ましくは下部基板 6 よりも屈折率の小さいものが用いられている。

[0052] 次に、図 2 及び図 3 も参照して、本実施形態の表示素子 2 について具体的に説明する。

[0053] 図 2 は、上記表示素子の概略構成を説明する平面図である。図 3（a）は、上記表示素子の要部構成を示す断面図であり、図 3（b）は、図 3（a）に示したソフトマテリアルを示す斜視図である。

[0054] まず、図 2 を使用して、本実施形態の表示素子 2 の全体的な構成について具体的に説明する。

[0055] 図 2 において、パネル制御部 11 は、外部から指示信号が入力されるとともに、入力された指示信号に基づいて、電圧印加部としてのソースドライバ

12の駆動制御を行う制御部を構成している。すなわち、パネル制御部11には、表示装置1の外部から映像信号（指示信号）が入力されるようになっている。また、パネル制御部11は、入力された映像信号に対して所定の画像処理を行ってソースドライバ12及びゲートドライバ13への各指示信号を生成する画像処理部11aと、入力された映像信号に含まれた1フレーム分の表示データを記憶可能なフレームバッファ11bとを備えている。そして、パネル制御部11が、入力された映像信号に応じて、ソースドライバ12及びゲートドライバ13の駆動制御を行うことにより、その映像信号に応じた情報が表示素子2に表示される。

[0056] ソースドライバ12は、ソフトマテリアル層4を画素単位に駆動するドライバであり、例えば図示しないフレキシブルプリント回路基板に実装されている。また、ソースドライバ12は、後述の画素電極（第1の電極）に対して、電圧を印加する電圧印加部を構成している。同様に、ゲートドライバ13は、例えば図示しないフレキシブルプリント回路基板に実装されている。また、これらのソースドライバ12及びゲートドライバ13は、表示素子2の有効表示領域（表示面）A内に設けられた複数の画素領域Pを画素単位に駆動する駆動回路であり、ソースドライバ12及びゲートドライバ13には、複数のソース配線S1～SM（Mは、2以上の整数、以下、“S”にて総称する。）及び複数のゲート配線G1～GN（Nは、2以上の整数、以下、“G”にて総称する。）がそれぞれ接続されている。

[0057] また、ソース配線S及びゲート配線Gは、下部基板6の表面上に設けられており、それぞれデータ配線及び走査配線を構成している。また、これらのソース配線S及びゲート配線Gは、少なくとも有効表示領域A内において、マトリクス状に配列されており、当該マトリクス状に区画された各領域には、上記複数の各画素領域Pが形成されている。すなわち、表示素子2では、複数の各画素領域Pは、ソース配線Sとゲート配線Gとの交差部単位に設けられている。また、表示素子2では、ソース配線Sとゲート配線Gとの交差部の近傍には、スイッチング素子としての薄膜トランジスタ（TFT）14

が画素領域P単位に設けられている。

[0058] 具体的にいえば、各ゲート配線Gには、薄膜トランジスタ14のゲートが接続されている。一方、各ソース配線Sには、薄膜トランジスタ14のソースが接続されている。また、各薄膜トランジスタ14のドレインには、画素毎に設けられた第1の電極としての画素電極15が接続されている。また、各画素では、第2の電極としての対向電極16が上記ソフトマテリアル層4を間に挟んだ状態で画素電極15に対向するように構成されている（詳細は後述）。そして、ゲートドライバ13は、画像処理部11aからの指示信号に基づいて、ゲート配線Gに対して、対応する薄膜トランジスタ14のゲートをオン状態にするゲート信号を順次出力する。一方、ソースドライバ12は、パネル制御部11からの指示信号に応じて、ソース配線Sに対し電圧信号を出力するデータ配線駆動回路として機能するようになっている。すなわち、ソースドライバ12は、画像処理部11aからの指示信号に基づいて、表示画像の輝度（階調）に応じた電圧信号（階調電圧）を対応するソース配線Sに出力する。

[0059] 尚、上記の説明では、スイッチング素子に薄膜トランジスタ14を使用した場合について説明したが、本発明のスイッチング素子はこれに限定されるものではなく、電界効果トランジスタなどの他の3端子あるいは薄膜ダイオードなどの2端子のスイッチング素子を使用することもできる。

[0060] 次に、図3を用いて、本実施形態の表示素子2における、画素領域Pでの具体的な構成について説明する。

[0061] 図3(a)に示すように、表示素子2では、所定の表示用空間Kが、表示面側及び非表示面側にそれぞれ設けられた上部基板（第1の透明基板）5及び下部基板（第2の透明基板）6の間に形成されている。この表示用空間Kの内部には、ソフトマテリアル層4に含まれたソフトマテリアル17と透明液体18とが封入されている。つまり、表示素子2では、複数の各画素領域Pは、隣接する2本のソース配線S及び隣接する2本のゲート配線Gによって区画される領域で規定されており、複数の各画素領域Pでは、ソフトマテ

リアル 17 が表示用空間 K の内部で伸縮変形可能に封入されている。

[0062] また、図 3 (a) に示すように、上部基板 5 の表示用空間 K 側の表面には、対向電極（第 2 の電極）16 が設けられている。一方、下部基板 6 の表示用空間 K 側の表面には、画素電極（第 1 の電極）15 が設けられている。画素電極 15 及び対向電極 16 は、ITO 膜などの透明電極により構成されている。また、画素電極 15 は、薄膜トランジスタ 14 を介してソース配線 S に接続されており、ソースドライバ 12 から電圧が印加されて、対向電極 16 との間で縦方向（上部基板 5 及び下部基板 6 に垂直な方向）の電界（縦電界）を生じるように構成されている。

[0063] ソフトマテリアル 17 には、無色透明なポジ型の液晶エラストマーが用いられており、ソフトマテリアル 17 は、画素電極 15 と対向電極 16 との間に生じた電界に応じて、下部基板 6 側に対して接触または離間するように伸縮変形するようになっている。すなわち、ソフトマテリアル 17 は、図 3 (a) に示す状態から厚さ方向（つまり、上部基板 5 及び下部基板 6 に垂直な方向）に伸縮変形するようになっている（詳細は後述。）。また、このソフトマテリアル 17 は、図 3 (b) に示すように、上記電界が生じていないときでの形状が四角柱状で、上部基板 5 側の対向電極 16 に接触するように、表示用空間 K の内部に封入されている。

[0064] さらに、ソフトマテリアル 17 には、導光板 8 の屈折率以上の屈折率を有するものが用いられており、画素電極 15（下部基板 6 側）に接触したときに、光源 7 からの光を表示面側に出射して、画素領域 P での表示色を白色とするようになっている（詳細は後述。）。

[0065] また、透明液体 18 は、ソフトマテリアル 17 と互いに混じり合わない絶縁性流体であり、この透明液体 18 には、例えば側鎖高級アルコール、側鎖高級脂肪酸、アルカン炭化水素、シリコンオイル、マッチングオイルから選択された 1 種または複数種からなる無極性（非導電性）のオイルが用いられている。また、透明液体 18 は、ソフトマテリアル 17 の伸縮変形に伴って、表示用空間 K の内部を移動するようになっている。

[0066] さらに、透明液体 18 には、導光板 8 の屈折率よりも小さい屈折率を有するものが用いられており、画素電極 15（下部基板 6 側）と接触しているときに、光源 7 からの光が表示面側に出射されるのを阻止するようになっている。そして、本実施形態の表示素子 2 では、図 3（a）に示すように、画素電極 15 と対向電極 16 との間に生じた電界が生じていないときでは、透明液体 18 はソフトマテリアル 17 と画素電極 15 との間に配置されて、ソフトマテリアル 17 が画素電極 15 と接触するのを阻害することにより、光源 7 からの光が表示面側に出射されるのを阻止するように構成されている。つまり、本実施形態の表示素子 2 では、電圧オフ時に黒色表示が行われる、いわゆるノーマリーブラックモードの表示素子が構成されている。

[0067] ここで、図 4～図 6 も参照して、本実施形態の表示素子 2 の動作について具体的に説明する。

[0068] 図 4 は上記表示素子の動作例を説明する図であり、図 4（a）及び図 4（b）はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。図 5（a）及び図 5（b）は、それぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記ソフトマテリアルの具体的なマクロ伸縮挙動を説明する図である。図 6（a）及び図 6（b）は、それぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記ソフトマテリアルの具体的なミクロ伸縮挙動を説明する図である。

[0069] まず、図 4 を用いて、本実施形態の表示素子 2 における、画素領域 P での具体的な動作例について説明する。

[0070] 図 4（a）に示すように、本実施形態の表示素子 2 では、電圧オフ時であるとき、つまり画素電極 15 に対して、ソースドライバ 12 内に設けられた上記電圧印加部を実質的に構成する電源 19 から電圧が印加されていないときでは、ソフトマテリアル 17 は、表示用空間 K の内部に封入された初期状態から伸縮変形せずに、当該初期状態の形状で維持される。従って、本実施形態の表示素子 2 では、図 4（a）に示すように、ソフトマテリアル 17 が画素電極 15 と接触するのを阻害するように、透明液体 18 がソフトマテリ

アル 17 と画素電極 15 との間に配置された状態となる。この結果、本実施形態の表示素子 2 では、図 4 (a) に矢印 L にて示すように、光源 7 からの光は透明液体 18 と画素電極 15 または下部基板 6 との界面で全反射されて、表示面側から出射されない。それ故、本実施形態の表示素子 2 では、表示面側の表示色は黒色表示となる。

[0071] また、図 4 (b) において、電源 19 が映像信号の階調に応じて、最大電圧を画素電極 15 に対して印加すると、画素電極 15 と対向電極 16 との間に、最大の印加電圧に応じた電界が発生する。この結果、ソフトマテリアル 17 は、図 4 (b) に示すように、発生した電界に応じて、下部基板 6 側に対して接触するように上記厚さ方向に最大限に伸縮変形して、先端部が下部基板 6 側の画素電極 15 に最大限に接触する。これにより、本実施形態の表示素子 2 では、図 4 (b) に矢印 L' にて示すように、光源 7 からの光は下部基板 6、画素電極 15、ソフトマテリアル 17、対向電極 16、及び上部基板 5 を順次透過して、表示面側から外部に出射される。また、このとき、本実施形態の表示素子 2 では、ソフトマテリアル 17 の下部基板 6 側との接触面積が、最も大きくなるため、表示面側の表示色は、完全な白色表示となる。また、この電源 19 から画素電極 15 に印加される最大電圧の具体的な値は、例えば数 V ～数十 V の交流電圧値である。

[0072] また、本実施形態の表示素子 2 では、電源 19 が映像信号の階調に応じた中間的な（階調）電圧を画素電極 15 に対して印加すると、画素電極 15 と対向電極 16 との間に、印加電圧に応じた電界が発生する。この結果、ソフトマテリアル 17 は、発生した電界に応じて、下部基板 6 側に対して接触するように上記厚さ方向に伸縮変形して、先端部が下部基板 6 側の画素電極 15 に接触する。これにより、本実施形態の表示素子 2 では、光源 7 からの光が下部基板 6、画素電極 15、ソフトマテリアル 17、対向電極 16、及び上部基板 5 を順次透過して、表示面側から外部に出射される。また、このとき、本実施形態の表示素子 2 では、ソフトマテリアル 17 の下部基板 6 側との接触面積が、上述の最大電圧を印加したときに比べて、小さいため、表示

面側の表示色は、印加電圧に応じた黒色と白色の中間調の色、つまり、灰色の表示となる。

[0073] 尚、上記の説明では、ソースドライバ12に設けた電源19から画素電極15に対して、交流電圧を印加する場合について説明したが、本実施形態の表示素子2は画素電極（第1の電極）15と対向電極（第2の電極）16との間に電界を発生できるものであればこれに限定されるものではなく、画素電極15及び対向電極16の双方の電極に対して、電圧を適宜印加する構成でもよい。また、交流電圧に代えて、直流電圧を印加する構成でもよい。

[0074] 次に、図5及び図6も参照して、ソフトマテリアル17の具体的なマクロ伸縮挙動及びミクロ伸縮挙動について、それぞれ具体的に説明する。

[0075] 図5（a）及び図5（b）において、本実施形態の表示素子2では、画素電極（第1の電極）15と対向電極（第2の電極）16とを互いに対向して配置することにより、上記縦電界（図のZ方向に平行な電界）を発生可能に構成されている。そして、本実施形態の表示素子2では、画素電極15と対向電極16との間に、ポジ型の液晶エラストマー20を用いたソフトマテリアル17が封入されている。

[0076] 具体的にいえば、ソフトマテリアル17では、図5（a）の電圧オフ時において、液晶エラストマー20は、X方向に平行となるように、例えば水平配向膜（図示せず）を介して、ラビングまたは光配向などにより水平配向されている。そして、電圧が印加されると、ソフトマテリアル17では、図5（b）に示すように、液晶エラストマー20は、電界方向であるZ方向に伸びる。すなわち、図5（b）に示すように、ソフトマテリアル17では、電圧オフ時に比べて、Z方向の寸法が Δ だけ加算され、かつ、X方向の寸法が Δ だけ減算されるように、当該ソフトマテリアル17は伸縮変形する。また、この電圧オフ時と電圧オン時とでは、液晶エラストマー20では、その体積は変化していない。さらに、液晶エラストマー20では、Y方向は電界による再配向に関わらないため、当該Y方向での変形は生じない。

[0077] より詳細にいえば、図6（a）及び図6（b）に示すように、液晶エラス

トマー 20 には、低分子液晶 20 a（図にドットにて図示）と、液晶性主鎖 20 b 1 及び液晶性側鎖 20 b 2 を有する光重合液晶性モノマー 20 b と、光重合液晶性モノマー 20 b どうしを繋ぐ架橋剤 20 c（図にハッチにて図示）とが含まれており、液晶エラストマー 20 は、光重合液晶性モノマー 20 b を低分子液晶 20 a で膨潤させることによって構成されている。尚、低分子液晶 20 a の具体的な材料は、例えば 6 O C B（4' -(pentyloxy)-4-biphenylcarbonitrile）または 5 C B（4' -Pentyl-4-biphenylcarbonitrile）である。また、光重合液晶性モノマー 20 b の具体的な材料は、例えば 6-[4-(4-Cyanophenyl)phenoxy] methacrylate である。さらに、架橋剤 20 c の具体的な材料は、例えば 1, 6-ヘキサンジオールジアクリラート（1,6-hexanediol diacrylate）である。

[0078] そして、図 6（a）の電圧オフ時では、液晶エラストマー 20 において、低分子液晶 20 a と液晶性側鎖 20 b 2 が上記 X 方向（配向方向）に平行となるように配向されている。一方、図 6（b）の電圧オン時では、液晶エラストマー 20 において、低分子液晶 20 a と液晶性側鎖 20 b 2 が電界方向に再配向され、かつ、液晶性主鎖 20 b 1 が電界方向に沿うように伸縮される。この結果、ソフトマテリアル 17 では、図 5（b）に示したように、電圧オン時では、液晶エラストマー 20 が Z 方向（電界方向）に伸びて、ソフトマテリアル 17 は、上部基板 5 側に接触する。

[0079] ここで、図 7 及び図 8 を参照して、本実施形態の表示素子 2 における。光源 7 からの光の進行動作について具体的に説明する。

[0080] 図 7 は、上記表示素子での具体的な光の進行動作を説明する図である。図 8 は、光源の出射角と上記表示素子において白表示時での光の射出角との具体的な関係の一例を示すグラフである。

[0081] 図 7 において、本実施形態の表示素子 2 が黒色表示を行っているとき、画素電極 15 には、透明液体 18 が接触している。また、この黒色表示を行っているとき、光源 7 からの光は、図 7 に矢印 L0 にて示すように、導光板 8、下部基板 6、及び画素電極 15 を経て、当該画素電極 15 と透明液体 18

との界面に到達する。そして、図 7 に矢印 L 0 2 にて示すように、この光は、上記界面にて全反射して、画素電極 1 5 側に進む。

[0082] 一方、本実施形態の表示素子 2 が白色表示を行っているとき、画素電極 1 5 には、ソフトマテリアル 1 7 が接触している。また、この白色表示を行っているとき、光源 7 からの光は、図 7 に矢印 L 0 にて示すように、導光板 8、下部基板 6、及び画素電極 1 5 を経て、当該画素電極 1 5 とソフトマテリアル 1 7 との界面に到達する。そして、図 7 に矢印 L 0 1 にて示すように、この光は、上記界面にて屈折して、ソフトマテリアル 1 7 側に進む。

[0083] より具体的にいえば、導光板 8、下部基板 6、画素電極 1 5、透明液体 1 8、及びソフトマテリアル 1 7 の屈折率を、それぞれ $n_l g$ （例えば、1.49）、 n_g （例えば、1.5）、 n_i （例えば、1.8）、 n_l （例えば、1.3）、及び n_s （例えば、1.6）とする。そして、導光板 8 と下部基板 6 との界面では、スネルの法則により、下記（1）式が成立する。

$$[0084] \quad \sin \theta 2 = n_l g / n_g \times \sin \theta 1 \quad \text{——— (1)}$$

同様に、下部基板 6 と画素電極 1 5 の界面では、スネルの法則により、下記（2）式が成立する。

$$[0085] \quad \sin \theta 3 = n_g / n_i \times \sin \theta 2 \quad \text{——— (2)}$$

同様に、画素電極 1 5 と透明液体 1 8 との界面では、スネルの法則により、下記（3）式が成立する。

$$[0086] \quad \sin \theta 4 = n_i / n_l \times \sin \theta 3 \quad \text{——— (3)}$$

同様に、画素電極 1 5 とソフトマテリアル 1 7 との界面では、スネルの法則により、下記（4）式が成立する。

$$[0087] \quad \sin \theta 4 = n_i / n_s \times \sin \theta 3 \quad \text{——— (4)}$$

ここで、表示素子 2 が白色表示を行っているとき、つまりソフトマテリアル 1 7 が画素電極 1 5 に接触しているとき、上記（4）式に（2）式を代入し、さらに（1）式を代入すると、下記の（4）' 式が求められる。

$$[0088] \quad \sin \theta 4 = n_l g / n_s \times \sin \theta 1 \quad \text{——— (4)'}$$

ここで、 $\theta 1 = 90 - \theta 0$ であるので、（4）' 式は、次の（5）式に変

換できる。

$$\begin{aligned}
 [0089] \quad \sin \theta_4 &= n_l g / n_s \times \sin (90 - \theta_0) \\
 &= n_l g / n_s \times \cos \theta_0 \quad \text{--- (5)}
 \end{aligned}$$

ここで、(5)式に屈折率 $n_l g = 1.49$ 、及び屈折率 $n_s = 1.6$ を代入する。また、光源 7 では、その光の出射角 θ_0 が導光板 8 の内部での光の伝搬方向 CL (図 7 の左右方向) に対して、 $0^\circ < \theta_0 < 90^\circ$ の範囲で、光が出射されるから、(5)式より、白色表示を行っているときの射出角 θ_4 は、次の不等式 (1) 式の範囲で表示面側から外部に向かって透過される。

$$[0090] \quad 0^\circ < \theta_4 < 68.6^\circ \quad \text{--- (1)}$$

また、表示素子 2 が黒色表示を行っているとき、つまり透明液体 18 が画素電極 15 に接触しているとき、上記 (3) 式に (2) 式を代入し、さらに (1) 式を代入すると、下記の (3)' 式が求められる。

$$[0091] \quad \sin \theta_4 = n_l g / n_l \times \sin \theta_1 \quad \text{--- (3)'}$$

ここで、 $\theta_1 = 90 - \theta_0$ であるので、(3)' 式は、次の (6) 式に変換できる。

$$\begin{aligned}
 [0092] \quad \sin \theta_4 &= n_l g / n_l \times \sin (90 - \theta_0) \\
 &= n_l g / n_l \times \cos \theta_0 \quad \text{--- (6)}
 \end{aligned}$$

また、上記 (6) 式において、全反射を起こす光源 7 の出射角 θ_0 を考えると、全反射条件、 $\sin \theta_4 = 1$ を (6) 式に代入すると、 $\cos \theta_0 = n_l / n_l g$ となる。つまり、全反射を起こす光源 7 の出射角 θ_0 は、次の (7) 式から求められる。

$$[0093] \quad \theta_0 = \arccos (n_l / n_l g) \quad \text{--- (7)}$$

また、出射角 θ_0 が黒色表示での全反射臨界角となる、それぞれの屈折率の値から、 $\theta_0 = 29.3$ となる。すなわち、黒色表示を行うときにおいて、表示面側への漏れ光を生じることなく、画素電極 15 と透明液体 18 との界面で全反射をさせるための光源 7 の光の出射角は、次の不等式 (2) 式で求められる。

[0094] $\theta_0 < 29.3^\circ$ ——— (2)

すなわち、本実施形態の表示素子 2 では、光源 7 は、上記不等式 (2) 式を満足する範囲で光を出射するようになっており、ソフトマテリアル 17 が下部基板 (第 2 の透明基板) 6 側に接触していない場合での表示面側からの漏れ光を少なくすることができ、表示素子 2 のコントラストを向上させることができるように構成されている。

[0095] また、光源 7 の出射角 θ_0 が上記不等式 (2) 式を満足しているので、白色表示を行っているときでの射出角 θ_4 は、上記不等式 (1) 式に示す範囲に代わり、下記の不等式 (3) 式に示す範囲となる。具体的には、出射角 θ_0 と射出角 θ_4 は、図 8 に曲線 80 を満足する関係となる。

[0096] $54.5^\circ < \theta_4 < 68.6^\circ$ ——— (3)

尚、上記の説明以外に、下部基板 6 として、導光板 8 の屈折率 $n_l g$ 以上の屈折率 n_g を有するものが用いられ、画素電極 15 として、下部基板 6 の屈折率 n_g 以上で、ソフトマテリアル 17 の屈折率 n_s 以下で、かつ、透明液体 (絶縁性流体) 18 の屈折率 n_l よりも大きい屈折率 n_i を有するものが用いられた場合、各界面において、反射によるロスが生じるのを防ぐことができ、光源 7 からの光をほぼ 100% 利用可能な理想状態とすることができる。

[0097] 以上のように構成された本実施形態の表示素子 2 では、上部基板 (第 1 の透明基板) 5 と下部基板 (第 2 の透明基板) 6 との間に、所定の表示用空間 K が形成されている。また、この表示用空間 K の内部には、下部基板 6 側に対して接触または離間するように伸縮変形するソフトマテリアル 17 と、当該ソフトマテリアル 17 と互いに混じり合わない透明液体 (絶縁性流体) 18 が封入されている。また、下部基板 6 の非表示面側には、光源 7 からの光を所定の伝搬方向に導くとともに、下部基板 6 側に当該光を出射する導光板 8 が設けられている。

[0098] また、ソフトマテリアル 17 には、導光板 8 の屈折率以上の屈折率を有するものが用いられ、透明液体 18 には、導光板 8 の屈折率よりも小さい屈折

率を有するものが用いられている。また、パネル制御部（制御部）１１は、ソフトマテリアル１７を伸縮変形させて当該ソフトマテリアル１７と下部基板６側との接触面積を変化させることにより、表示面側の表示色を変更する。これにより、本実施形態では、偏光板を用いることなく、表示を行うことができる表示素子２を構成することができ、表示に利用する光の利用効率を向上させることができる。また、本実施形態の表示素子２では、上記従来例と異なり、上記表示用空間Ｋの内部に壁等の構造物を設ける必要がない。この結果、本実施形態では、上記従来例と異なり、構造簡単で、コスト安価な表示素子２を構成することができる。

[0099] また、本実施形態の表示素子２では、表示面側には、複数の画素領域Ｐがマトリクス状に設けられるとともに、複数の各画素領域Ｐでは、透明な画素電極（第１の電極）１５及び透明な対向電極（第２の電極）１６がそれぞれ下部基板６及び上部基板５に設けられている。これにより、本実施形態の表示素子２では、複数の各画素領域Ｐにおいて、ソフトマテリアル１７は上記縦電界に応じて、伸縮変形されることとなり、画素領域Ｐ毎に、表示面側の表示色を変更することができる。

[0100] また、本実施形態の表示素子２では、複数のソース配線（データ配線）Ｓ及び複数のゲート配線（走査配線）Ｇが下部基板６側にマトリクス状に設けられている。また、複数の各画素領域Ｐは、ソース配線Ｓとゲート配線Ｇとの交差部単位に設けられ、かつ、ソース配線Ｓとゲート配線Ｇとの交差部の近傍には、画素電極１５に接続された薄膜トランジスタ（スイッチング素子）１４が画素領域Ｐ単位に設置されている。さらに、電圧印加部として、パネル制御部１１からの指示信号に応じて、ソース配線Ｓに対し電圧信号を出力するソースドライバ（データ配線駆動回路）１２が用いられている。これにより、本実施形態では、優れた表示品位を有するマトリクス駆動方式の表示素子２を構成することができる。

[0101] また、本実施形態の表示装置１では、表示に利用する光の利用効率を向上させることができるとともに、構造簡単で、コスト安価な表示素子２が用い

られているので、消費電力が少なく、高性能で、かつ、コスト安価な表示装置（電気機器）１を構成することができる。さらに、表示素子２が表示部に用いられているので、高輝度で、コスト安価な表示部を有する表示装置１を容易に構成することができる。

[0102] [第２の実施形態]

図９（ａ）は、本発明の第２の実施形態にかかる表示素子の要部構成を示す断面図であり、図９（ｂ）は、図９（ａ）に示したソフトマテリアルを示す斜視図である。図において、本実施形態と上記第１の実施形態との主な相違点は、下部基板（第２の透明基板）側に接触したときに、当該下部基板と垂直な方向に対し、傾斜した傾斜面が発生する、台形状のソフトマテリアルを用いた点である。なお、上記第１の実施形態と共通する要素については、同じ符号を付して、その重複した説明を省略する。

[0103] すなわち、図９（ａ）及び図９（ｂ）に示すように、本実施形態の表示素子２では、台形状のソフトマテリアル２１が設けられている。このソフトマテリアル２１は、第１の実施形態のものと同様に、導光板８の屈折率以上の屈折率を有する、無色透明なポジ型の液晶エラストマーが用いられている。さらに、ソフトマテリアル２１は、第１の実施形態のものと同様に、画素電極１５と対向電極１６との間に電界が生じていないときでは、上部基板５側の対向電極１６に接触するように、表示用空間Ｋの内部に封入されており、上記電界に応じて、下部基板６側に対して接触または離間するように伸縮変形するようになっている。

[0104] ここで、図１０も参照して、本実施形態の表示素子２における、画素領域Ｐでの具体的な動作例について説明する。

[0105] 図１０は図９（ａ）に示した表示素子の動作例を説明する図であり、図１０（ａ）及び図１０（ｂ）はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。

[0106] 図１０（ａ）に示すように、本実施形態の表示素子２では、電圧オフ時であるとき、つまり画素電極１５に対して、電源１９から電圧が印加されてい

ないときでは、ソフトマテリアル 21 は、表示用空間 K の内部に封入された初期状態から伸縮変形せずに、当該初期状態の形状で維持される。従って、本実施形態の表示素子 2 では、図 10 (a) に示すように、ソフトマテリアル 21 が画素電極 15 と接触するのを阻害するように、透明液体 18 がソフトマテリアル 21 と画素電極 15 との間に配置された状態となる。この結果、本実施形態の表示素子 2 では、図 4 (a) に示した第 1 の実施形態のものと同様に、光源 7 からの光は透明液体 18 と画素電極 15 または下部基板 6 との界面で全反射されて、表示面側から出射されない。それ故、本実施形態の表示素子 2 では、表示面側の表示色は黒色表示となる。

[0107] また、図 10 (b) において、電源 19 が映像信号の階調に応じて、最大電圧を画素電極 15 に対して印加すると、画素電極 15 と対向電極 16 との間に、最大の印加電圧に応じた電界が発生する。この結果、ソフトマテリアル 21 は、図 10 (b) に示すように、発生した電界に応じて、下部基板 6 側に対して接触するように上記厚さ方向に最大限に伸縮変形して、先端部が下部基板 6 側の画素電極 15 に最大限に接触する。これにより、本実施形態の表示素子 2 では、図 10 (b) に矢印 L1 にて示すように、光源 7 からの光は下部基板 6、画素電極 15、ソフトマテリアル 21、対向電極 16、及び上部基板 5 を順次透過して、表示面側から外部に出射される。また、このとき、本実施形態の表示素子 2 では、ソフトマテリアル 21 の下部基板 6 側との接触面積が、最も大きくなるため、表示面側の表示色は、完全な白色表示となる。

[0108] さらに、ソフトマテリアル 21 は、図 10 (b) に示すように、台形状を保ったまま下部基板 6 側の画素電極 15 に接触するので、下部基板 6 側に接触したときに、当該下部基板 6 と垂直な方向に対し、傾斜した傾斜面 21a、21b が生じる。本実施形態では、上記のような傾斜面 21a、21b により、表示素子 2 の視野角を向上させることができる。すなわち、図 10 (b) の矢印 L2、L3 に例示するように、光源 7 からの光は、傾斜面 21b にて反射されて、表示面側から外部に出射されるからである。

[0109] また、本実施形態の表示素子 2 では、第 1 の実施形態のものと同様に、中間調の灰色表示を行うこともできる。

[0110] 以上の構成により、本実施形態では、上記第 1 の実施形態と同様な作用・効果を奏することができる。また、本実施形態の表示素子 2 では、ソフトマテリアル 2 1 は、下部基板（第 2 の透明基板）6 側に接触したときに、当該下部基板 6 と垂直な方向に対し、傾斜した傾斜面 2 1 a、2 1 b が発生するように、伸縮変形している。これにより、本実施形態では、表示素子 2 の視野角を改善することができる。

[0111] [第 3 の実施形態]

図 1 1（a）は、本発明の第 3 の実施形態にかかる表示素子の要部構成を示す断面図であり、図 1 1（b）は、図 1 1（a）に示したソフトマテリアルを示す斜視図である。図において、本実施形態と上記第 1 の実施形態との主な相違点は、下部基板（第 2 の透明基板）側に接触したときに、当該下部基板と垂直な方向に対し、傾斜した傾斜面が発生する、半楕円柱状及び半角丸四角柱のソフトマテリアルを用いた点である。なお、上記第 1 の実施形態と共通する要素については、同じ符号を付して、その重複した説明を省略する。

[0112] すなわち、図 1 1（a）及び図 1 1（b）に示すように、本実施形態の表示素子 2 では、半楕円柱状及び半角丸四角柱のソフトマテリアル 2 2 が設けられている。このソフトマテリアル 2 2 は、第 1 の実施形態のものと同様に、導光板 8 の屈折率以上の屈折率を有する、無色透明なポジ型の液晶エラストマーが用いられている。さらに、ソフトマテリアル 2 2 は、第 1 の実施形態のものと同様に、画素電極 1 5 と対向電極 1 6 との間に電界が生じていないときでは、上部基板 5 側の対向電極 1 6 に接触するように、表示用空間 K の内部に封入されており、上記電界に応じて、下部基板 6 側に対して接触または離間するように伸縮変形するようになっている。

[0113] ここで、図 1 2 も参照して、本実施形態の表示素子 2 における、画素領域 P での具体的な動作例について説明する。

[0114] 図12は図11(a)に示した表示素子の動作例を説明する図であり、図12(a)及び図12(b)はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。

[0115] 図12(a)に示すように、本実施形態の表示素子2では、電圧オフ時であるとき、つまり画素電極15に対して、電源19から電圧が印加されていないときでは、ソフトマテリアル22は、表示用空間Kの内部に封入された初期状態から伸縮変形せずに、当該初期状態の形状で維持される。従って、本実施形態の表示素子2では、図12(a)に示すように、ソフトマテリアル22が画素電極15と接触するのを阻害するように、透明液体18がソフトマテリアル22と画素電極15との間に配置された状態となる。この結果、本実施形態の表示素子2では、図4(a)に示した第1の実施形態のものと同様に、光源7からの光は透明液体18と画素電極15または下部基板6との界面で全反射されて、表示面側から出射されない。それ故、本実施形態の表示素子2では、表示面側の表示色は黒色表示となる。

[0116] また、図12(b)において、電源19が映像信号の階調に応じて、最大電圧を画素電極15に対して印加すると、画素電極15と対向電極16との間に、最大の印加電圧に応じた電界が発生する。この結果、ソフトマテリアル22は、図12(b)に示すように、発生した電界に応じて、下部基板6側に対して接触するように上記厚さ方向に最大限に伸縮変形して、先端部が下部基板6側の画素電極15に最大限に接触する。これにより、本実施形態の表示素子2では、図12(b)に矢印L4にて示すように、光源7からの光は下部基板6、画素電極15、ソフトマテリアル22、対向電極16、及び上部基板5を順次透過して、表示面側から外部に出射される。また、このとき、本実施形態の表示素子2では、ソフトマテリアル22の下部基板6側との接触面積が、最も大きくなるため、表示面側の表示色は、完全な白色表示となる。

[0117] さらに、ソフトマテリアル22は、図12(b)に示すように、半楕円柱状及び半角丸四角柱を保ったまま下部基板6側の画素電極15に接触するの

で、下部基板 6 側に接触したときに、当該下部基板 6 と垂直な方向に対し、傾斜した傾斜面としての曲面 2 2 a、2 2 b が生じる。本実施形態では、上記のような曲面 2 2 a、2 2 b により、表示素子 2 の視野角を向上させることができる。すなわち、図 1 2 (b) の矢印 L 5、L 6 に例示するように、光源 7 からの光は、曲面 2 2 b にて反射されて、表示面側から外部に出射されるからである。

[0118] また、本実施形態の表示素子 2 では、第 1 の実施形態のものと同様に、中間調の灰色表示を行うこともできる。

[0119] 以上の構成により、本実施形態では、上記第 1 の実施形態と同様な作用・効果を奏することができる。また、本実施形態の表示素子 2 では、ソフトマテリアル 2 2 は、下部基板（第 2 の透明基板）6 側に接触したときに、当該下部基板 6 と垂直な方向に対し、傾斜した曲面 2 2 a、2 2 b が発生するように、伸縮変形している。これにより、本実施形態では、表示素子 2 の視野角を改善することができる。

[0120] 尚、上記第 2 及び第 3 の実施形態の説明では、それぞれ台形状及び半楕円柱状のソフトマテリアル 2 1、2 2 を用いた場合について説明したが、本実施形態のソフトマテリアルは、第 2 の透明基板側に接触したときに、当該第 2 の透明基板と垂直な方向に対し、傾斜した傾斜面が発生するように、伸縮変形するものであれば何等限定されない。ここで、傾斜面とは、第 2 の透明基板と垂直な方向に対し、傾斜したものであればよく、第 2 の実施形態での平面状の傾斜面 2 1 a、2 1 b や第 3 の実施形態での曲面 2 2 a、2 2 b を含む。

[0121] [第 4 の実施形態]

図 1 3 は、本発明の第 4 の実施形態にかかる表示素子の要部構成を示す断面図である。図において、本実施形態と上記第 2 の実施形態との主な相違点は、上部基板（第 1 の透明基板）の表示面側に、光を散乱する散乱体を設けた点である。なお、上記第 2 の実施形態と共通する要素については、同じ符号を付して、その重複した説明を省略する。

- [0122] すなわち、図 1 3 に示すように、本実施形態の表示素子 2 では、散乱体 2 3 が上部基板（第 1 の透明基板） 5 の表示面側に設けられており、表示面側から外部に向かって出射される光を散乱するようになっている。この散乱体 2 3 には、異方性散乱フィルム、あるいは拡散シート、またはシボ加工などが用いられている。
- [0123] ここで、図 1 4 も参照して、本実施形態の表示素子 2 における、画素領域 P での具体的な動作例について説明する。
- [0124] 図 1 4 は図 1 3 に示した表示素子の動作例を説明する図であり、図 1 4 （ a ） 及び図 1 4 （ b ） はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。
- [0125] 図 1 4 （ a ） に示すように、本実施形態の表示素子 2 では、電圧オフ時であるとき、つまり画素電極 1 5 に対して、電源 1 9 から電圧が印加されていないときでは、ソフトマテリアル 2 1 は、表示用空間 K の内部に封入された初期状態から伸縮変形せずに、当該初期状態の形状で維持される。従って、本実施形態の表示素子 2 では、図 1 4 （ a ） に示すように、ソフトマテリアル 2 1 が画素電極 1 5 と接触するのを阻害するように、透明液体 1 8 がソフトマテリアル 2 1 と画素電極 1 5 との間に配置された状態となる。この結果、本実施形態の表示素子 2 では、図 4 （ a ） に示した第 1 の実施形態のものと同様に、光源 7 からの光は透明液体 1 8 と画素電極 1 5 または下部基板 6 との界面で全反射されて、表示面側から出射されない。それ故、本実施形態の表示素子 2 では、表示面側の表示色は黒色表示となる。
- [0126] また、図 1 4 （ b ） において、電源 1 9 が映像信号の階調に応じて、最大電圧を画素電極 1 5 に対して印加すると、画素電極 1 5 と対向電極 1 6 との間に、最大の印加電圧に応じた電界が発生する。この結果、ソフトマテリアル 2 1 は、図 1 4 （ b ） に示すように、発生した電界に応じて、下部基板 6 側に対して接触するように上記厚さ方向に最大限に伸縮変形して、先端部が下部基板 6 側の画素電極 1 5 に最大限に接触する。これにより、本実施形態の表示素子 2 では、図 1 4 （ b ） に矢印 L 7 にて示すように、光源 7 からの

光は下部基板 6、画素電極 15、ソフトマテリアル 21、対向電極 16、及び上部基板 5 を順次透過して、表示面側から外部に出射される。また、このとき、本実施形態の表示素子 2 では、ソフトマテリアル 21 の下部基板 6 側との接触面積が、最も大きくなるため、表示面側の表示色は、完全な白色表示となる。

[0127] さらに、ソフトマテリアル 21 は、図 14 (b) に示すように、台形状を保ったまま下部基板 6 側の画素電極 15 に接触するので、下部基板 6 側に接触したときに、当該下部基板 6 と垂直な方向に対し、傾斜した傾斜面 21a、21b が生じる。本実施形態では、上記のような傾斜面 21a、21b により、表示素子 2 の視野角を向上させることができる。すなわち、図 14 (b) の矢印 L8、L9 に例示するように、光源 7 からの光は、傾斜面 21b にて反射されて、表示面側から外部に出射されるからである。

[0128] また、本実施形態の表示素子 2 では、矢印 L7、L8、L9 にて例示した光は、散乱体 23 により、図 14 (b) に矢印 L13 にて示すように、散乱される。同様に、矢印 L10、L11、L12 にて例示する光は、散乱体 23 により、図 14 (b) に矢印 L14 にて示すように、散乱される。

[0129] また、本実施形態の表示素子 2 では、第 2 の実施形態のものと同様に、中間調の灰色表示を行うこともできる。

[0130] 以上の構成により、本実施形態では、上記第 2 の実施形態と同様な作用・効果を奏することができる。また、本実施形態の表示素子 2 では、上部基板（第 1 の透明基板）5 の表示面側に、光を散乱する散乱体 23 が設けられているので、散乱体 23 により、表示素子 2 の視野角を確実に改善することができる。

[0131] [第 5 の実施形態]

図 15 は、本発明の第 5 の実施形態にかかる表示素子の要部構成を示す断面図である。図において、本実施形態と上記第 2 の実施形態との主な相違点は、透明液体に代えて、黒色に着色された液体を用いた点である。なお、上記第 2 の実施形態と共通する要素については、同じ符号を付して、その重複

した説明を省略する。

[0132] すなわち、図 1 5 に示すように、本実施形態の表示素子 2 では、表示用空間 K の内部に、黒色に着色された液体 2 4 が移動可能に封入されている。この液体 2 4 は、ソフトマテリアル 2 1 と互いに混じり合わない絶縁性流体であり、この液体 2 4 には、導光板 8 の屈折率よりも小さい屈折率を有するものが用いられている。また、液体 2 4 には、オイル等に対して、黒色の顔料や染料などが添加されることによって黒色に着色されており、液体 2 4 は、全反射条件を満足しない光を吸収するようになっている。

[0133] ここで、図 1 6 も参照して、本実施形態の表示素子 2 における、画素領域 P での具体的な動作例について説明する。

[0134] 図 1 6 は図 1 5 に示した表示素子の動作例を説明する図であり、図 1 6 (a) 及び図 1 6 (b) はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。

[0135] 図 1 6 (a) に示すように、本実施形態の表示素子 2 では、電圧オフ時であるとき、つまり画素電極 1 5 に対して、電源 1 9 から電圧が印加されていないときでは、ソフトマテリアル 2 1 は、表示用空間 K の内部に封入された初期状態から伸縮変形せずに、当該初期状態の形状で維持される。従って、本実施形態の表示素子 2 では、図 1 6 (a) に示すように、ソフトマテリアル 2 1 が画素電極 1 5 と接触するのを阻害するように、液体 2 4 がソフトマテリアル 2 1 と画素電極 1 5 との間に配置された状態となる。この結果、本実施形態の表示素子 2 では、図 4 (a) に示した第 1 の実施形態のものと同様に、光源 7 からの光は液体 2 4 と画素電極 1 5 または下部基板 6 との界面で全反射されて、表示面側から出射されない。それ故、本実施形態の表示素子 2 では、表示面側の表示色は黒色表示となる。

[0136] また、図 1 6 (b) において、電源 1 9 が映像信号の階調に応じて、最大電圧を画素電極 1 5 に対して印加すると、画素電極 1 5 と対向電極 1 6 との間に、最大の印加電圧に応じた電界が発生する。この結果、ソフトマテリアル 2 1 は、図 1 6 (b) に示すように、発生した電界に応じて、下部基板 6

側に対して接触するように上記厚さ方向に最大限に伸縮変形して、先端部が下部基板 6 側の画素電極 15 に最大限に接触する。これにより、本実施形態の表示素子 2 では、図 16 (b) に矢印 L 15 にて示すように、光源 7 からの光は下部基板 6、画素電極 15、ソフトマテリアル 21、対向電極 16、及び上部基板 5 を順次透過して、表示面側から外部に出射される。また、このとき、本実施形態の表示素子 2 では、ソフトマテリアル 21 の下部基板 6 側との接触面積が、最も大きくなるため、表示面側の表示色は、完全な白色表示となる。

[0137] また、この白色表示を行っているとき、ソフトマテリアル 21 の内部を通過する、導光板 8 側からの光が、黒色に着色された液体 24 によって、当該ソフトマテリアル 21 と上部基板 5 側との接触部分以外の表示面側の部分から外部に漏れることを防ぐ。これにより、白色表示を行っているときでの混色が発生するのを防ぐことができ、鮮明な白色表示を容易に行うことができる。

[0138] さらに、ソフトマテリアル 21 は、図 16 (b) に示すように、台形状を保ったまま下部基板 6 側の画素電極 15 に接触するので、下部基板 6 側に接触したときに、当該下部基板 6 と垂直な方向に対し、傾斜した傾斜面 21 a、21 b が生じる。本実施形態では、上記のような傾斜面 21 a、21 b により、表示素子 2 の視野角を向上させることができる。すなわち、図 16 (b) の矢印 L 16、L 17 に例示するように、光源 7 からの光は、傾斜面 21 b にて反射されて、表示面側から外部に出射されるからである。

[0139] また、本実施形態の表示素子 2 では、各傾斜面 21 a、21 b でのソフトマテリアル 21 と液体 24 との界面において、全反射条件を満足しない光は、液体 24 に内部側に屈折して進行しようとする。しかしながら、この光（散乱等による迷光）は、黒色に着色された液体 24 によって吸収され、表示面側から外部に向かって出射されるのが防がれる。この結果、画素領域 P でのコントラストを向上させることができる。

[0140] また、本実施形態の表示素子 2 では、第 2 の実施形態のものと同様に、中

間調の灰色表示を行うこともできる。

[0141] 以上の構成により、本実施形態では、上記第2の実施形態と同様な作用・効果を奏することができる。また、本実施形態の表示素子2では、絶縁性流体として、黒色に着色された液体24が用いられているので、表示素子2のコントラストを向上させることができる。また、本実施形態の表示素子2では、黒色に着色された液体24が用いられているので、狭指向性の光源7を用いる必要がない。すなわち、光源7の出射角 θ_0 が上記不等式(2)式での 29.3° よりも、大きい角度を有する広指向性の光源を用いたときでも、液体24により、ソフトマテリアル17が下部基板(第2の透明基板)6側に接触していない場合での表示面側からの漏れ光を吸収することができるからである。さらに、四角柱状などの傾斜面を有さないソフトマテリアルを用いた場合でも、液体24は、上記実施形態と同様な効果を奏することができる。

[0142] [第6の実施形態]

図17は、本発明の第6の実施形態にかかる表示素子の要部構成を示す断面図である。図において、本実施形態と上記第3の実施形態との主な相違点は、下部基板(第2の透明基板)を、導光板として用いた点である。なお、上記第3の実施形態と共通する要素については、同じ符号を付して、その重複した説明を省略する。

[0143] すなわち、図17に示すように、本実施形態の表示素子2では、下部基板(第2の透明基板)25が導光板を兼用するように構成されている。具体的には、この下部基板25には、光源7に対向するとともに、当該光源7からの光を入光する入光面25aが設けられている。また、下部基板25では、光源7からの光を発光する発光面25bが上部基板5と対向して設けられて、当該上部基板5との間に表示用空間Kが形成されるとともに、発光面25b上に画素電極15が設けられている。また、下部基板25では、発光面25bに対向する対向面25cに、反射板9が設けられている。

[0144] ここで、図18も参照して、本実施形態の表示素子2における、画素領域

Pでの具体的な動作例について説明する。

[0145] 図18は図17に示した表示素子の動作例を説明する図であり、図18(a)及び図18(b)はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。

[0146] 図18(a)に示すように、本実施形態の表示素子2では、電圧オフ時であるとき、つまり画素電極15に対して、電源19から電圧が印加されていないときでは、ソフトマテリアル22は、表示用空間Kの内部に封入された初期状態から伸縮変形せずに、当該初期状態の形状で維持される。従って、本実施形態の表示素子2では、図18(a)に示すように、ソフトマテリアル22が画素電極15と接触するのを阻害するように、透明液体18がソフトマテリアル22と画素電極15との間に配置された状態となる。この結果、本実施形態の表示素子2では、図18(a)の矢印L18にて示すように、光源7からの光は透明液体18と画素電極15または下部基板25との界面で全反射されて、表示面側から出射されない。それ故、本実施形態の表示素子2では、表示面側の表示色は黒色表示となる。

[0147] また、図18(b)において、電源19が映像信号の階調に応じて、最大電圧を画素電極15に対して印加すると、画素電極15と対向電極16との間に、最大の印加電圧に応じた電界が発生する。この結果、ソフトマテリアル22は、図18(b)に示すように、発生した電界に応じて、下部基板25側に対して接触するように上記厚さ方向に最大限に伸縮変形して、先端部が下部基板25側の画素電極15に最大限に接触する。これにより、本実施形態の表示素子2では、図18(b)に矢印L18'にて示すように、光源7からの光は下部基板25、画素電極15、ソフトマテリアル22、対向電極16、及び上部基板5を順次透過して、表示面側から外部に出射される。また、このとき、本実施形態の表示素子2では、ソフトマテリアル22の下部基板25側との接触面積が、最も大きくなるため、表示面側の表示色は、完全な白色表示となる。

[0148] また、本実施形態の表示素子2では、第3の実施形態のものと同様に、中

間調の灰色表示を行うこともできる。

[0149] 以上の構成により、本実施形態では、上記第3の実施形態と同様な作用・効果を奏することができる。また、本実施形態の表示素子2では、下部基板（第2の透明基板）25が導光板を兼用している。これにより、本実施形態では、表示素子2の部品点数を削減することができるとともに、よりコンパクトで、コスト安価な表示素子2を容易に構成することができる。また、本実施形態では、光の透過率を向上させることができ、高輝度な表示素子2を容易に構成することができる。

[0150] [第7の実施形態]

図19は、本発明の第7の実施形態にかかる表示素子の概略構成を説明する平面図である。図20は、図19に示した表示素子の要部構成を示す断面図である。図において、本実施形態と上記第3の実施形態との主な相違点は、画素電極を上部基板（第1の透明基板）側に設けるとともに、対向電極に代えて、第2の電極としての共通電極を上部基板側に設けて、画素電極との間で横電界を発生させる点である。なお、上記第3の実施形態と共通する要素については、同じ符号を付して、その重複した説明を省略する。

[0151] すなわち、図19に示すように、本実施形態の表示素子2では、表示面側には、複数の画素領域Pがマトリクス状に設けられている。また、本実施形態の表示素子2では、複数の共通電極T1～TL（Lは、2以上の整数、以下、“T”にて総称する。）が設けられている。これら共通電極Tは、ゲートドライバ13に接続されるとともに、各画素領域Pの内部でソース配線Sに平行となるように設けられている。

[0152] また、図20に示すように、本実施形態の表示素子2では、画素電極15は上部基板（第1の透明基板）5側に設けられている。また、共通電極Tは、第2の電極を構成するものであり、図20に示すように、各画素領域Pの内部で、画素電極15と平行となるように上部基板5の表面上に形成されている。そして、本実施形態の表示素子2では、画素電極15に対して、ソースドライバ12から映像信号に応じた電圧が印加されると、画素電極15と

共通電極 T との間で横方向（上部基板 5 及び下部基板 6 に平行な方向）の電界（横電界）を生じるように構成されている。

[0153] また、本実施形態の表示素子 2 では、ソフトマテリアル 22 は、図 20 に示すように、上記横電界が生じていないときでの形状が半楕円柱状で、上部基板 6 側の画素電極 15 及び共通電極 T に接触するように、表示用空間 K の内部に封入されている。

[0154] さらに、本実施形態の表示素子 2 では、ソフトマテリアル 22 には、上記横電界に応じて、伸縮変形するように、無色透明なネガ型の液晶エラストマーが用いられている。そして、このソフトマテリアル 22 では、横電界が生じていないときにおいて、ネガ型の液晶エラストマーが上記横方向に平行となるように、例えば水平配向膜（図示せず）を介して、ラビングまたは光配向などにより水平配向されている。また、このネガ型の液晶エラストマーには、ポジ型のものと同様に、低分子液晶と、液晶性主鎖及び液晶性側鎖を有する光重合液晶性モノマーと、光重合液晶性モノマーどうしを繋ぐ架橋剤とが含まれており、当該液晶エラストマーは、光重合液晶性モノマーを低分子液晶で膨潤させることによって構成されている。

[0155] ここで、図 21 も参照して、本実施形態の表示素子 2 における、画素領域 P での具体的な動作例について説明する。

[0156] 図 21 は図 19 に示した表示素子の動作例を説明する図であり、図 21（a）及び図 21（b）はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。

[0157] 図 21（a）に示すように、本実施形態の表示素子 2 では、電圧オフ時であるとき、つまり画素電極 15 に対して、電源 19 から電圧が印加されていないときでは、ソフトマテリアル 22 は、表示用空間 K の内部に封入された初期状態から伸縮変形せずに、当該初期状態の形状で維持される。従って、本実施形態の表示素子 2 では、図 21（a）に示すように、ソフトマテリアル 22 が画素電極 15 と接触するのを阻害するように、透明液体 18 がソフトマテリアル 22 と下部基板 25 との間に配置された状態となる。この結果

、本実施形態の表示素子 2 では、図 2 1 (a) に矢印 L 1 9 にて示すように、光源 7 からの光は透明液体 1 8 と下部基板 2 5 との界面で全反射されて、表示面側から出射されない。それ故、本実施形態の表示素子 2 では、表示面側の表示色は黒色表示となる。

[0158] また、図 2 1 (b) において、電源 1 9 が映像信号の階調に応じて、最大電圧を画素電極 1 5 に対して印加すると、画素電極 1 5 と共通電極 T との間に、最大の印加電圧に応じた電界が発生する。この結果、ソフトマテリアル 2 2 は、図 2 1 (b) に示すように、発生した電界に応じて、下部基板 2 5 側に対して接触するように上記厚さ方向に最大限に伸縮変形して、先端部が下部基板 2 5 側の画素電極 1 5 に最大限に接触する。これにより、本実施形態の表示素子 2 では、図 2 1 (b) に矢印 L 1 9' にて示すように、光源 7 からの光は下部基板 2 5、ソフトマテリアル 2 2、及び上部基板 5 を順次透過して、表示面側から外部に出射される。また、このとき、本実施形態の表示素子 2 では、ソフトマテリアル 2 2 の下部基板 2 5 側との接触面積が、最も大きくなるため、表示面側の表示色は、完全な白色表示となる。

[0159] また、本実施形態の表示素子 2 では、第 3 の実施形態のものと同様に、中間調の灰色表示を行うこともできる。

[0160] 尚、上記の説明では、ソースドライバ 1 2 に設けた電源 1 9 から画素電極 1 5 に対して、交流電圧を印加する場合について説明したが、本実施形態の表示素子 2 は画素電極（第 1 の電極）1 5 と共通電極（第 2 の電極）T との間に電界を発生できるものであればこれに限定されるものではなく、画素電極 1 5 及び共通電極 T の双方の電極に対して、電圧を適宜印加する構成でもよい。また、交流電圧に代えて、直流電圧を印加する構成でもよい。

[0161] さらに、上記の説明以外に、画素電極 1 5 と共通電極 T を下部基板（第 2 の透明基板）6 側に設けてもよい。

[0162] 以上の構成により、本実施形態では、上記第 3 の実施形態と同様な作用・効果を奏することができる。

[0163] また、本実施形態の表示素子 2 では、表示面側には、複数の画素領域 P が

マトリクス状に設けられるとともに、複数の各画素領域 P では、画素電極（第 1 の電極）15 及び共通電極（第 2 の電極）T が下部基板 6 に設けられている。これにより、本実施形態の表示素子 2 では、複数の各画素領域 P において、ソフトマテリアル 22 は上記横電界に応じて、伸縮変形されることとなり、画素領域 P 毎に、表示面側の表示色を変更することができる。さらに、本実施形態の表示素子 2 では、第 3 の実施形態のものと異なり、光源 7 からの光が画素電極（第 1 の電極）15 及び共通電極（第 2 の電極）T の双方を透過することなく、外部に出射されるので、本実施形態では、第 3 の実施形態のものより、高輝度な表示素子 2 を容易に構成することができる。

[0164] [第 8 の実施形態]

図 22（a）は、本発明の第 8 の実施形態にかかる表示素子の要部構成を示す断面図であり、図 22（b）は、図 22（a）に示したソフトマテリアルを示す斜視図である。図において、本実施形態と上記第 1 の実施形態との主な相違点は、複数の各画素領域において、複数のソフトマテリアルを設けた点である。なお、上記第 1 の実施形態と共通する要素については、同じ符号を付して、その重複した説明を省略する。

[0165] すなわち、図 22（a）及び図 22（b）に示すように、本実施形態の表示素子 2 では、複数の各画素領域 P において、複数、例えば 2 個のソフトマテリアル 17a、17b が表示用空間 K の内部に設けられている。これらの各ソフトマテリアル 17a、17b は、図 22（b）に示すように、画素電極 15 と対向電極 16 との間に電界が生じていないときでの形状が四角柱状で、上部基板 5 側の対向電極 16 に接触するように、表示用空間 K の内部に封入されている。さらに、これらのソフトマテリアル 17a、17b は、上記電界に応じて、伸縮変形し、かつ、一つのソフトマテリアル 17 として合体するようになっている（詳細は後述。）。

[0166] ここで、図 23 も参照して、本実施形態の表示素子 2 における、画素領域 P での具体的な動作例について説明する。

[0167] 図 23 は図 22（a）に示した表示素子の動作例を説明する図であり、図

23 (a) 及び図 23 (b) はそれぞれ電圧オフ時及び電圧オン時における、上記表示素子の要部構成を示す断面図である。

[0168] 図 23 (a) に示すように、本実施形態の表示素子 2 では、電圧オフ時であるとき、つまり電源 19 から電圧が印加されていないときでは、ソフトマテリアル 17 a、17 b は、表示用空間 K の内部に封入された初期状態から伸縮変形せずに、当該初期状態の形状で維持される。従って、本実施形態の表示素子 2 では、図 23 (a) に示すように、ソフトマテリアル 17 a、17 b が画素電極 15 と接触するのを阻害するように、透明液体 18 がソフトマテリアル 17 a、17 b と画素電極 15 との間に配置された状態となる。この結果、本実施形態の表示素子 2 では、図 23 (a) に矢印 L にて示すように、光源 7 からの光は透明液体 18 と画素電極 15 または下部基板 6 との界面で全反射されて、表示面側から出射されない。それ故、本実施形態の表示素子 2 では、表示面側の表示色は黒色表示となる。

[0169] また、図 23 (b) において、電源 19 が映像信号の階調に応じて、最大電圧を画素電極 15 に対して印加すると、画素電極 15 と対向電極 16 との間に、最大の印加電圧に応じた電界が発生する。この結果、ソフトマテリアル 17 a、17 b は、図 23 (b) に示すように、発生した電界に応じて、下部基板 6 側に対して接触するように上記厚さ方向に最大限に伸縮変形して、一つのソフトマテリアル 17 として合体し、かつ、その先端部が下部基板 6 側の画素電極 15 に最大限に接触する。これにより、本実施形態の表示素子 2 では、図 23 (b) に矢印 L' にて示すように、光源 7 からの光は下部基板 6、画素電極 15、ソフトマテリアル 17、対向電極 16、及び上部基板 5 を順次透過して、表示面側から外部に出射される。また、このとき、本実施形態の表示素子 2 では、ソフトマテリアル 17 の下部基板 6 側との接触面積が、最も大きくなるため、表示面側の表示色は、完全な白色表示となる。

[0170] また、本実施形態の表示素子 2 では、第 1 の実施形態のものと同様に、中間調の灰色表示を行うこともできる。

- [0171] 以上の構成により、本実施形態では、上記第1の実施形態と同様な作用・効果を奏することができる。また、本実施形態の表示素子2では、複数の各画素領域Pには、複数のソフトマテリアル17a、17bが設けられている。これにより、本実施形態の表示素子2では、複数のソフトマテリアル17a、17bを伸縮変形させることにより、高精度な階調表示を容易に行うことができる。
- [0172] 尚、上記の実施形態はすべて例示であって制限的なものではない。本発明の技術的範囲は特許請求の範囲によって規定され、そこに記載された構成と均等の範囲内のすべての変更も本発明の技術的範囲に含まれる。
- [0173] 例えば、上記の説明では、表示部を備えた表示装置に本発明を適用した場合について説明したが、本発明は電気機器であれば何等限定されるものではなく、例えば電子手帳等のPDAなどの携帯情報端末、パソコンやテレビなどに付随する表示装置、あるいは電子ペーパーその他、各種表示部を備えた電気機器に好適に用いることができる。また、表示部を備えていない電気機器としては、例えば上記の各画素を1つの照明エリアに用いたエリアアクティブバックライト対応の照明装置などの光を点灯または消灯する各種電気機器に本発明を適用することができる。
- [0174] また、上記の説明では、ソフトマテリアルとして液晶エラストマーを用いた場合について説明したが、本発明のソフトマテリアルは、導光板の屈折率以上の屈折率を有するものであって、パネル制御部（制御部）による制御動作に基づいて、第1及び第2の電極の間に電界が生じたときに、その生じた電界に応じて、第2の透明基板側との接触面積が変化するように、伸縮変形するものであれば何等限定されない。
- [0175] 具体的にいえば、ソフトマテリアルとして、高分子ゲルや電歪ポリマー（誘電エラストマー）などを用いることができる。
- [0176] また、上記第1～第4及び第6～第8の実施形態の説明では、絶縁性流体としての透明液体に無極性のオイルを用いた場合について説明したが、本発明の絶縁性流体は、導光板の屈折率よりも小さい屈折率を有するものであ

て、ソフトマテリアルと互いに混じり合わないものであればよく、例えばオイルに代えて、水などの液体や、低分子液晶、あるいは空気を使用してもよい。また、オイルとして、シリコンオイル、脂肪系炭化水素などを使用することができる。

[0177] 但し、上記の各実施形態のように、ソフトマテリアルと相溶性がない無極性のオイルを用いた場合の方が、空気を用いる場合よりは、無極性のオイル中でソフトマテリアルがより伸縮変形し易くなって、ソフトマテリアルの伸縮変形の速度を容易に高めることができ、表示面側の表示色の変更速度も容易に向上させることができる点で好ましい。

[0178] また、上記の説明では、液晶エラストマー（ソフトマテリアル）と絶縁性流体を用いて、黒色と白色との間で表示色を変更する場合について説明したが、本発明の表示素子はこれに限定されるものではない。具体的には、例えば隣接する3つの画素領域において、第1の透明基板側に赤色（R）、緑色（G）、及び青色（B）のカラーフィルタ層を設けて、これらの画素領域によってフルカラー表示が可能な構成とすることもできる。

[0179] また、上記の説明では、垂直配向膜、円錐状の配向膜、または水平配向膜を使用して、液晶エラストマーを垂直配向、放射配向、または水平配向する構成について説明したが、本発明の液晶エラストマーはこれに限定されない。例えば液晶エラストマーに含まれた光重合液晶性モノマーと架橋剤とを紫外線によって重合する際に、所定の配向方向（垂直配向、放射配向、または水平配向）に延伸させながら、上記重合を行うことにより、当該液晶エラストマーを垂直配向、放射配向、または水平配向することができる。また、このように配向した場合には、垂直配向膜、円錐状の配向膜、または水平配向膜の設置を省略することができる。

[0180] また、上記の説明では、薄膜トランジスタ（スイッチング素子）を用いたアクティブマトリクス駆動方式を用いた場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えばパッシブマトリクス駆動方式を用いて、スイッチング素子を設けることなく、各画素を駆動する構成でもよい。

- [0181] また、上記の説明では、導光板の非表示面側に反射板（反射部）を設けた構成について説明したが、本発明の反射部は、導光板の内部からの光を当該導光板側に反射し、光源の光利用効率が低下するのを防ぐことができるものであればよく、例えば照明装置の外容器を構成する筐体において、導光板に対向する表面を反射部として用いることもできる。
- [0182] また、上記の説明では、導光板の一側面を光源からの光を入光する入光面とし、当該一側面に対向する側面に反射板を設けた構成について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば上記反射板に代えて、光源を設けてもよい。また、導光板の4つの各側面に光源を対向配置してもよい。
- [0183] また、上記第1～第5及び第8の実施形態の説明では、下部基板（第2の透明基板）と導光板とが互いに密着するように固定されている構成について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、第2の透明基板と導光板との間に、屈折率が導光板の屈折率以上で第2の透明基板の屈折率よりも小さい材質からなる透明な中間層を設けてもよい。
- [0184] ただし、上記第1～第5及び第8の各実施形態のように、第2の透明基板と導光板とを互いに密着させる場合の方が、コンパクトな表示素子を容易に構成することができる点で好ましい。
- [0185] また、上記第1及び第8の各実施形態の説明では、画素電極（第1の電極）及び対向電極（第2の電極）の間に電界が生じていないときでの形状が、四角柱状であるソフトマテリアルを用いた場合について説明した。また、上記第2、第4、及び第5の各実施形態の説明では、第1及び第2の電極の間に電界が生じていないときでの形状が、台形状であるソフトマテリアルを用いた場合について説明した。また、上記第3、第6、及び第7の各実施形態の説明では、第1及び第2の電極の間に電界が生じていないときでの形状が、半楕円柱状及び半角丸四角柱であるソフトマテリアルを用いた場合について説明した。しかしながら、本発明のソフトマテリアルはこれに限定されるものではない。

[0186] 具体的にいえば、図24(a)及び図24(b)に示すように、第1及び第2の電極の間に電界が生じていないときでの形状が、半円柱状であるソフトマテリアル27を用いてもよい。また、図24(c)及び図24(d)に示すように、第1及び第2の電極の間に電界が生じていないときでの形状が、半球状であるソフトマテリアル28を用いてもよい。

[0187] また、図25(a)及び図25(b)に示すように、第1及び第2の電極の間に電界が生じていないときでの形状が、三角柱状であるソフトマテリアル29を用いてもよい。また、図25(c)及び図25(d)に示すように、第1及び第2の電極の間に電界が生じていないときでの形状が、五角柱状であるソフトマテリアル30を用いてもよい。

[0188] また、上記第1～第6、及び第8の各実施形態の説明では、正の誘電率異方性を有する液晶エラストマー（ポジ型の液晶エラストマー）を用いて、ノーマリーブラックモードの表示素子を構成した場合について説明した。また、上記第7の実施形態の説明では、負の誘電率異方性を有する液晶エラストマー（ネガ型の液晶エラストマー）を用いて、ノーマリーブラックモードの表示素子を構成した場合について説明した。しかしながら、本発明の表示素子はこれに限定されるものではなく、ポジ型の液晶エラストマーまたはネガ型の液晶エラストマーを用いて、ノーマリーホワイトモードの表示素子を構成することもできる。

[0189] 具体的にいえば、図26(a)及び図26(b)に例示するように、画素電極（第1の電極）15と対向電極（第2の電極）16とを互いに対向して配置することにより、縦電界（図のZ方向に平行な電界）を発生可能に構成する。また、ネガ型の液晶エラストマー20'をソフトマテリアル17'に用いるとともに、図12(a)の電圧オフ時において、ネガ型の液晶エラストマー20'がZ方向に平行となるように、例えば垂直配向膜（図示せず）を介して、ラビングまたは光配向などにより垂直配向させる。さらに、この電圧オフ時において、ソフトマテリアル17'（ネガ型の液晶エラストマー26'）が上部基板（第1の透明基板）5側及び下部基板（第2の透明基板

）６側に接触するように、表示用空間Ｋの内部に封入する。そして、図２６（ｂ）の電圧オン時において、ソフトマテリアル１７'（ネガ型の液晶エラストマー２０'）が第１及び第２の各透明基板側に対して離間するように、当該ソフトマテリアル１７'（ネガ型の液晶エラストマー２０'）を伸縮変形させる。すなわち、図２６（ｂ）に示すように、ソフトマテリアル１７'では、電圧オフ時に比べて、Ｘ方向の寸法が Δ だけ加算され、かつ、Ｚ方向の寸法が Δ だけ減算されるように、当該ソフトマテリアル１７'は伸縮変形して、第２の透明基板側の接触面積が零となるよう減少（変化）する。これにより、電圧オフ時及び電圧オン時においては、この表示素子では、白色表示及び黒色表示が行われることとなり、ノーマリーホワイモードの表示素子が構成される。

[0190] また、第７の実施形態のものと同様に、横電界を発生させてソフトマテリアルを伸縮変形させる表示素子では、ポジ型の液晶エラストマーをソフトマテリアルに用いるとともに、電圧オフ時において、ポジ型の液晶エラストマーが第１及び第２の各透明基板に垂直となるように、例えば垂直配向膜（図示せず）を介して、ラビングまたは光配向などにより垂直配向させる。さらに、この電圧オフ時において、ソフトマテリアル（ポジ型の液晶エラストマー）が第１及び第２の透明基板側に接触するように、表示用空間Ｋの内部に封入する。そして、電圧オン時において、ソフトマテリアル（ポジ型の液晶エラストマー）が第１及び第２の各透明基板側に対して離間するように、当該ソフトマテリアル（ポジ型の液晶エラストマー）を伸縮変形させる。これにより、電圧オフ時及び電圧オン時においては、この表示素子では、白色表示及び黒色表示が行われることとなり、ノーマリーホワイモードの表示素子が構成される。

[0191] 尚、上記の説明以外に、上記第１～第８の各実施形態を適宜組み合わせた構成でもよい。

産業上の利用可能性

[0192] 本発明は、表示に利用する光の利用効率を向上させることができるとも

に、構造簡単で、コスト安価な表示素子、及びこれを用いた電気機器に対して有用である。

符号の説明

- [0193] 1 表示装置（電気機器）
 2 表示素子（表示部）
 3 照明装置
 4 ソフトマテリアル層
 5 上部基板（第１の透明基板）
 6 下部基板（第２の透明基板）
 7 光源
 8 導光板
 9 反射板（反射部）
 1 1 パネル制御部（制御部）
 1 2 ソースドライバ（電圧印加部、データ配線駆動回路）
 1 4 薄膜トランジスタ（スイッチング素子）
 1 5 画素電極（第１の電極）
 1 6 対向電極（第２の電極）
 1 7、2 1、2 2、1 7 a、1 7 b、2 7、2 8、2 9、3 0、1 7'

ソフトマテリアル

- 2 1 a、2 1 b 傾斜面
 2 2 a、2 2 b 曲面（傾斜面）
 1 8 透明液体（絶縁性流体）
 2 0、2 0' 液晶エラストマー
 2 3 散乱体
 2 4 （黒色に着色された）液体（絶縁性流体）
 2 5 下部基板（第２の透明基板、導光板）
 T 共通電極（第２の電極）
 V 電源（電圧印加部）

S 1 ～ S M ソース配線（データ配線）

G 1 ～ G N ゲート配線（走査配線）

K 表示用空間

P 画素領域

請求の範囲

[請求項1]

表示面側に設けられた第1の透明基板と、

所定の表示用空間が前記第1の透明基板との間に形成されるように、
当該第1の透明基板の非表示面側に設けられた第2の透明基板と、

前記第1及び第2の透明基板の少なくとも一方側に設けられた第1の電極及び第2の電極と、

前記第1及び第2の電極の間に電界が生じるように、前記第1及び第2の電極の少なくとも一方の電極に電圧を印加する電圧印加部と、

前記第1の透明基板に接触するように設けられ、かつ、前記表示用空間の内部に伸縮変形可能に封入されるとともに、前記第1及び第2の電極の間に電界が生じたときに、その生じた電界に応じて、前記第2の透明基板側に対して接触または離間するように伸縮変形するソフトマテリアルと、

前記表示用空間の内部に移動可能に封入されるとともに、前記ソフトマテリアルと互いに混じり合わない絶縁性流体と、

所定の光を発光する光源と、

前記第2の透明基板の非表示面側に設けられ、かつ、前記光源からの光を所定の伝搬方向に導くとともに、前記第2の透明基板側に当該光を出射する導光板と、

外部から指示信号が入力されるとともに、入力された指示信号に基づいて、前記電圧印加部の駆動制御を行う制御部を備え、

前記ソフトマテリアルとして、前記導光板の屈折率以上の屈折率を有するものが用いられ、

前記絶縁性流体として、前記導光板の屈折率よりも小さい屈折率を有するものが用いられ、

前記制御部は、前記ソフトマテリアルを伸縮変形させて当該ソフトマテリアルと前記第2の透明基板側との接触面積を変化させることにより、前記表示面側の表示色を変更する、

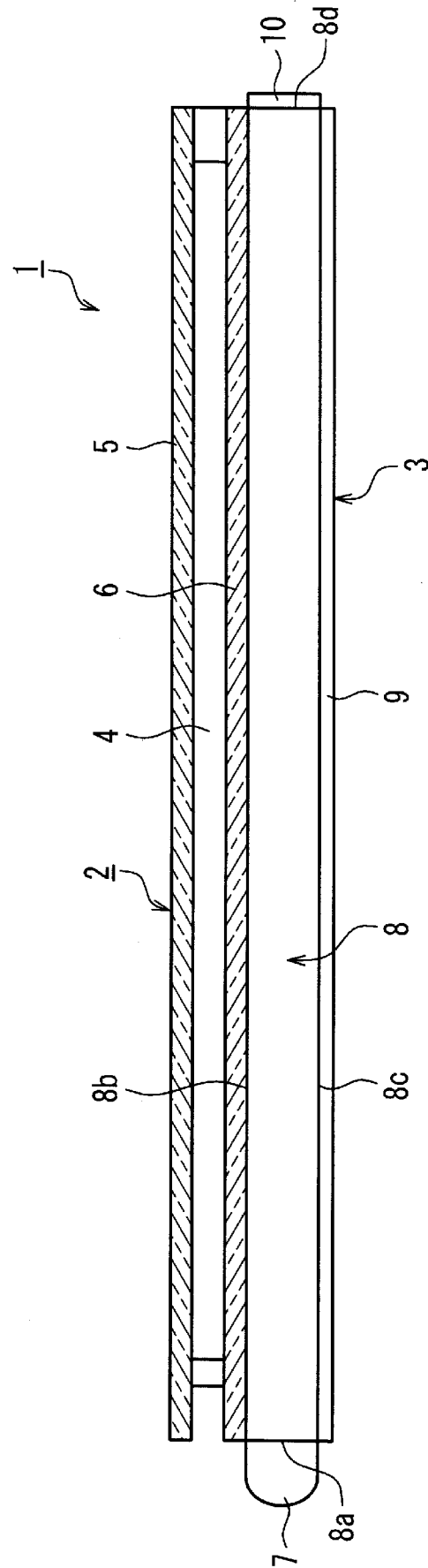
ことを特徴とする表示素子。

- [請求項2] 前記表示面側には、複数の画素領域がマトリクス状に設けられ、
前記第1及び第2の電極として、透明な透明電極が用いられ、
前記複数の各画素領域では、前記第1の電極が前記第1及び第2の透明基板の一方側に設けられるとともに、前記第2の電極が前記第1及び第2の透明基板の他方側に設けられている請求項1に記載の表示素子。
- [請求項3] 前記第2の透明基板として、前記導光板の屈折率以上の屈折率を有するものが用いられ、
前記第2の透明基板側に設けられた前記第1または第2の電極として、前記第2の透明基板の屈折率以上で、前記ソフトマテリアルの屈折率以下で、かつ、前記絶縁性流体の屈折率よりも大きい屈折率を有するものが用いられている請求項2に記載の表示素子。
- [請求項4] 前記光源は、その光が前記絶縁性流体と前記第2の透明基板側に設けられた前記第1または第2の電極との界面にて全反射を生じるように、前記導光板に対して、所定の角度範囲の光を出射する請求項3に記載の表示素子。
- [請求項5] 前記表示面側には、複数の画素領域がマトリクス状に設けられ、
前記複数の各画素領域では、前記第1及び第2の電極が前記第1の透明基板側に設けられている請求項1に記載の表示素子。
- [請求項6] 前記第1及び第2の透明基板の一方側には、複数のデータ配線及び複数の走査配線がマトリクス状に設けられ、
前記複数の各画素領域は、前記データ配線と前記走査配線との交差部単位に設けられ、かつ、前記データ配線と前記走査配線との交差部の近傍には、前記第1の電極に接続されたスイッチング素子が画素領域単位に設置され、
前記電圧印加部として、前記制御部からの指示信号に応じて、前記データ配線に対し電圧信号を出力するデータ配線駆動回路が用いられ

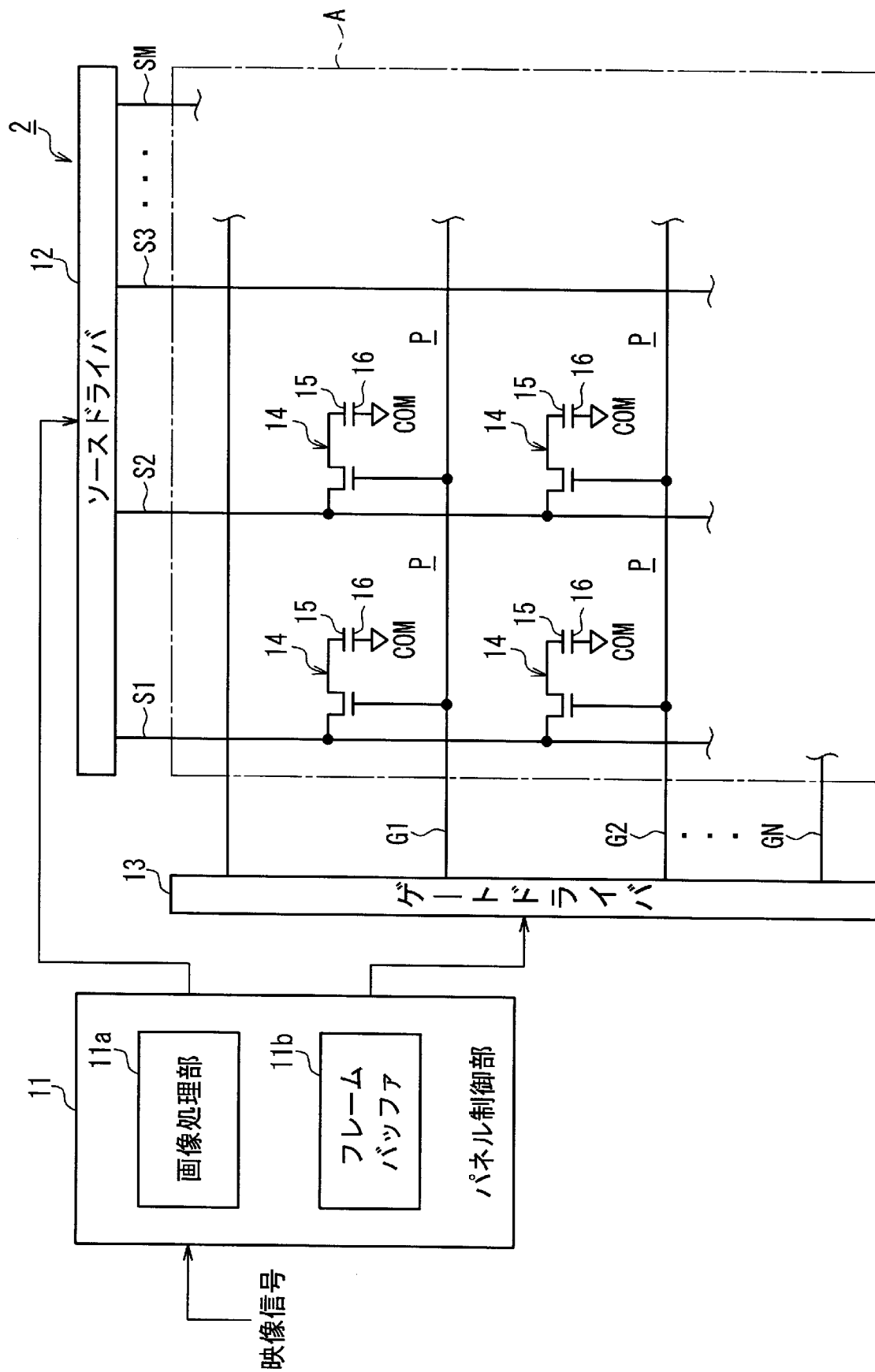
ている請求項 2～5 のいずれか 1 項に記載の表示素子。

- [請求項7] 前記複数の各画素領域には、複数の前記ソフトマテリアルが設けられている請求項 2～6 のいずれか 1 項に記載の表示素子。
- [請求項8] 前記第 2 の透明基板と前記導光板とは、互いに密着するように、固定されている請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の表示素子。
- [請求項9] 前記第 2 の透明基板が、前記導光板を兼用している請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の表示素子。
- [請求項10] 前記ソフトマテリアルは、前記第 2 の透明基板側に接触したときに、当該第 2 の透明基板と垂直な方向に対し、傾斜した傾斜面が発生するように、伸縮変形する請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の表示素子。
- [請求項11] 前記第 1 の透明基板の表示面側には、光を散乱する散乱体が設けられている請求項 1～10 のいずれか 1 項に記載の表示素子。
- [請求項12] 前記絶縁性流体として、黒色に着色された液体が用いられている請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載の表示素子。
- [請求項13] 前記ソフトマテリアルとして、正の誘電率異方性を有する液晶エラストマーが用いられている請求項 1～12 のいずれか 1 項に記載の表示素子。
- [請求項14] 前記ソフトマテリアルとして、負の誘電率異方性を有する液晶エラストマーが用いられている請求項 1～12 のいずれか 1 項に記載の表示素子。
- [請求項15] 前記導光板の非表示面側には、光を反射する反射部が設けられている請求項 1～14 のいずれか 1 項に記載の表示素子。
- [請求項16] 請求項 1～15 のいずれか 1 項に記載の表示素子を用いたことを特徴とする電気機器。
- [請求項17] 文字及び画像を含んだ情報を表示する表示部を備えるとともに、
前記表示部に、請求項 1～15 のいずれか 1 項に記載の表示素子を用いた請求項 16 に記載の電気機器。

[図1]

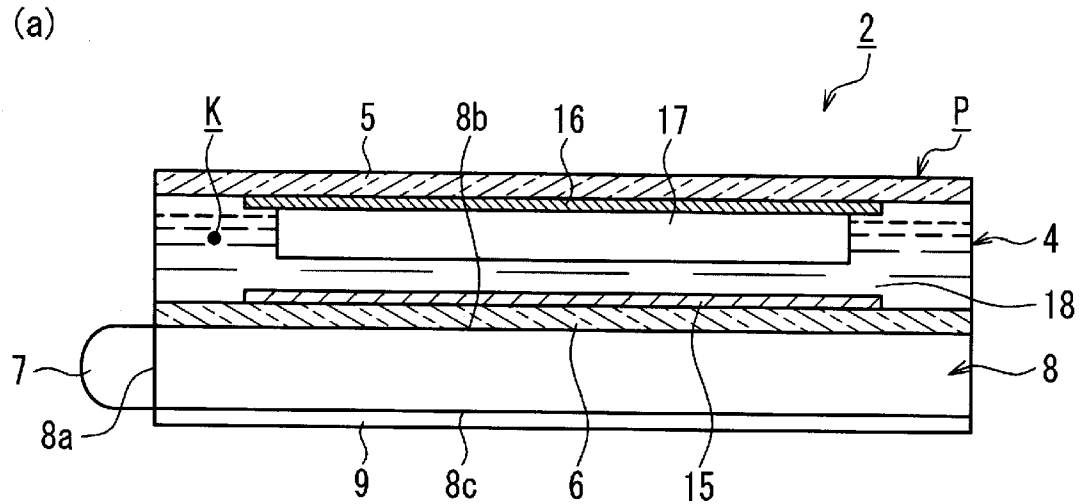


[図2]

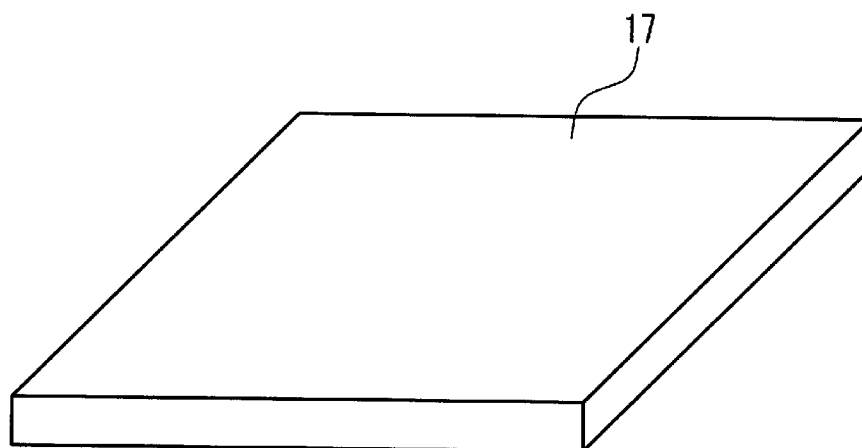


[図3]

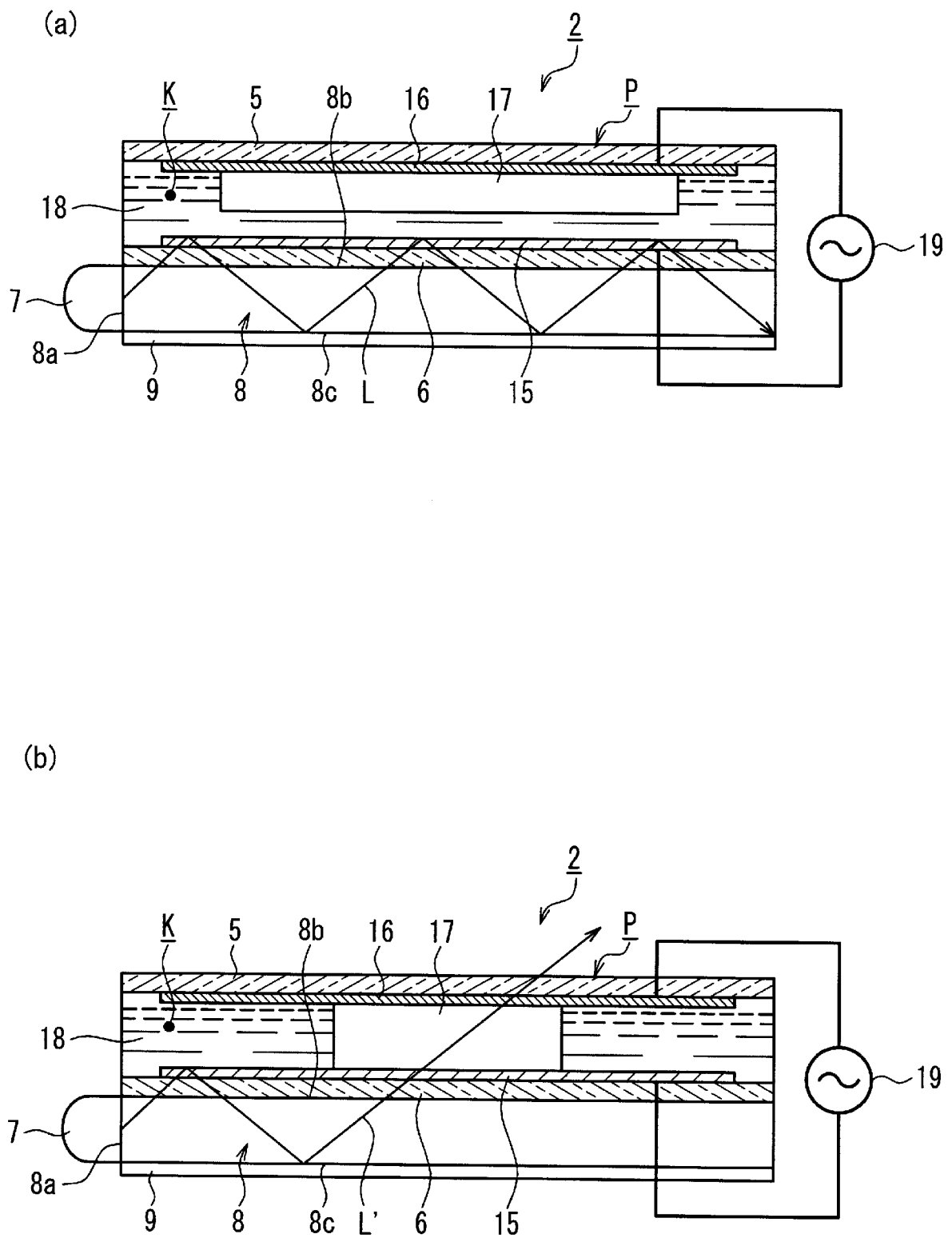
(a)



(b)

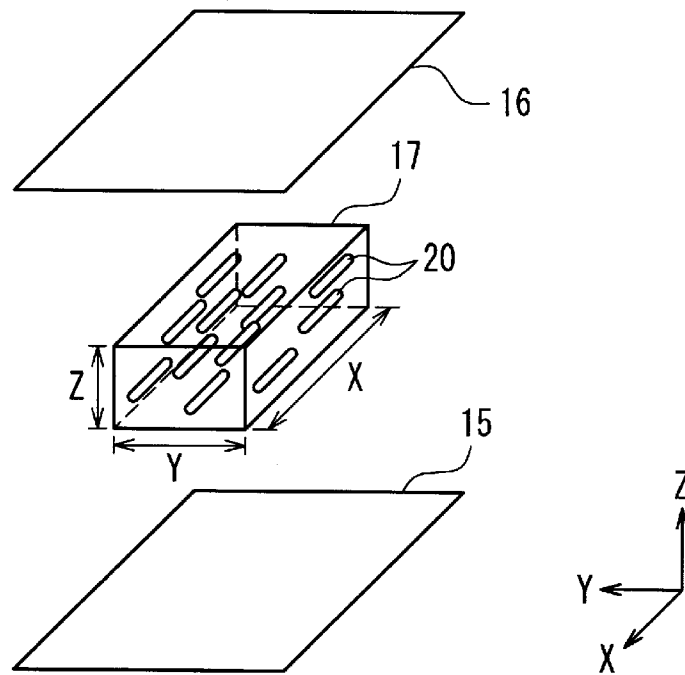


[図4]

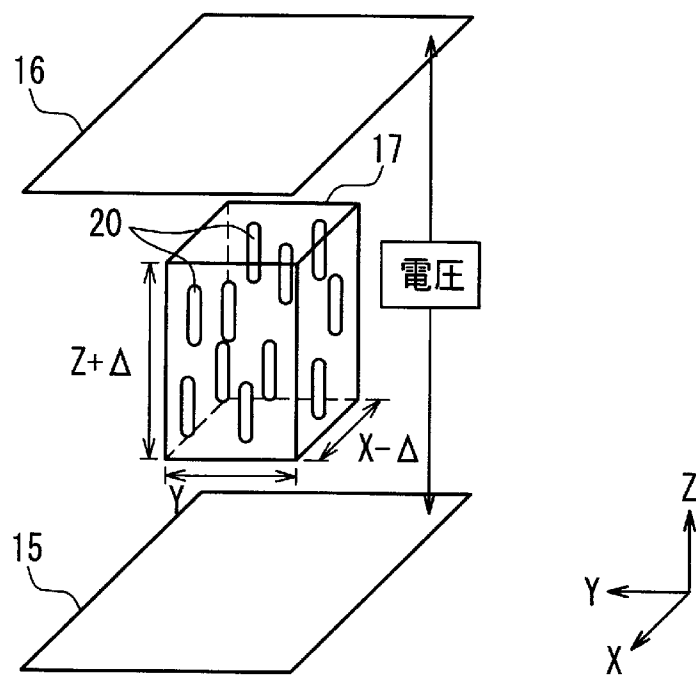


[図5]

(a)

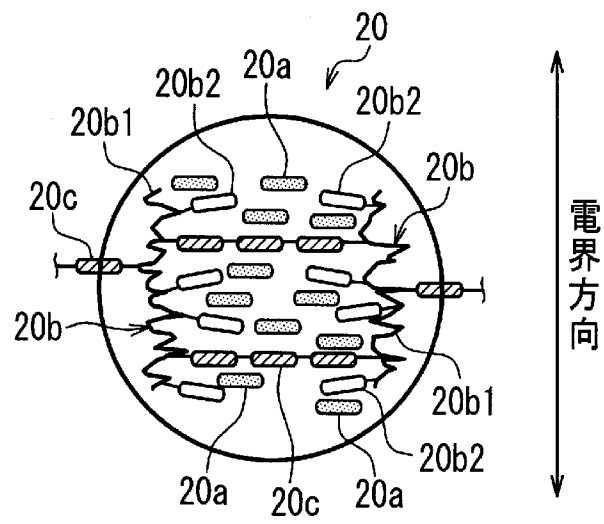


(b)

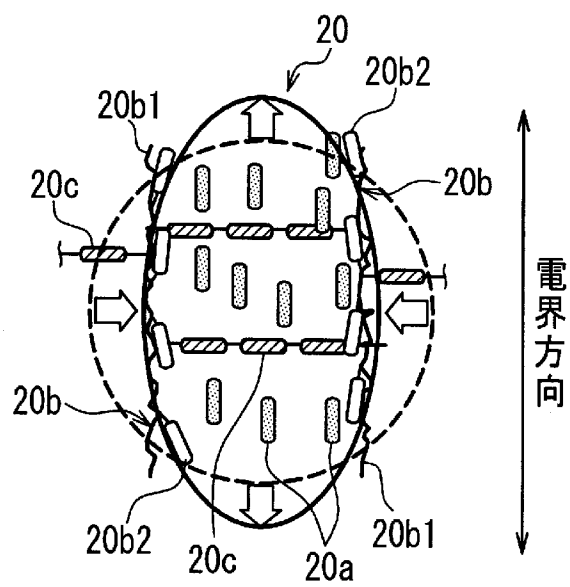


[図6]

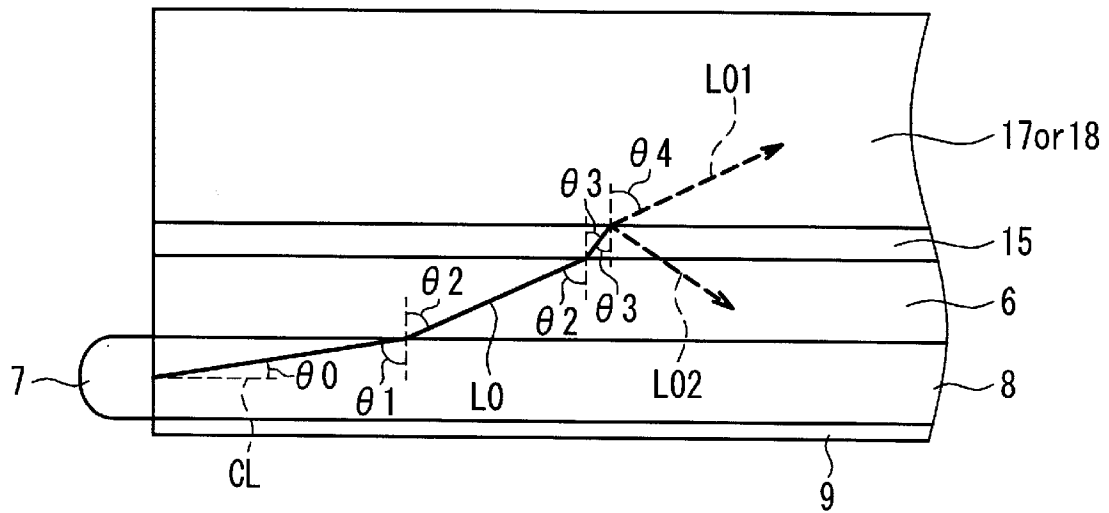
(a)



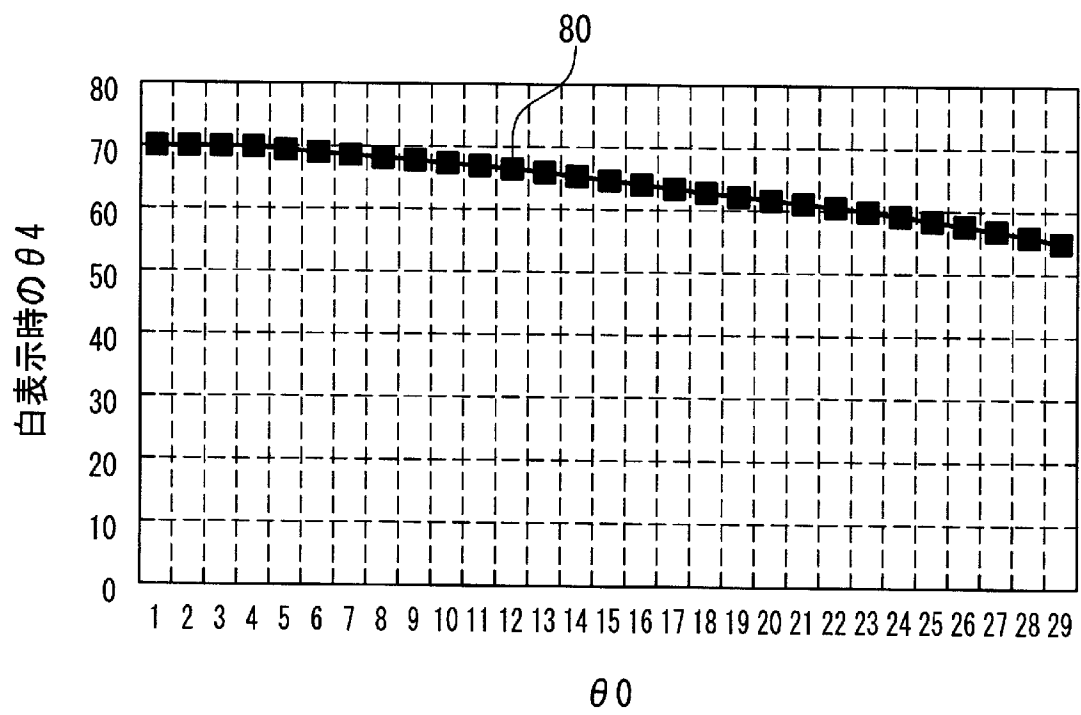
(b)



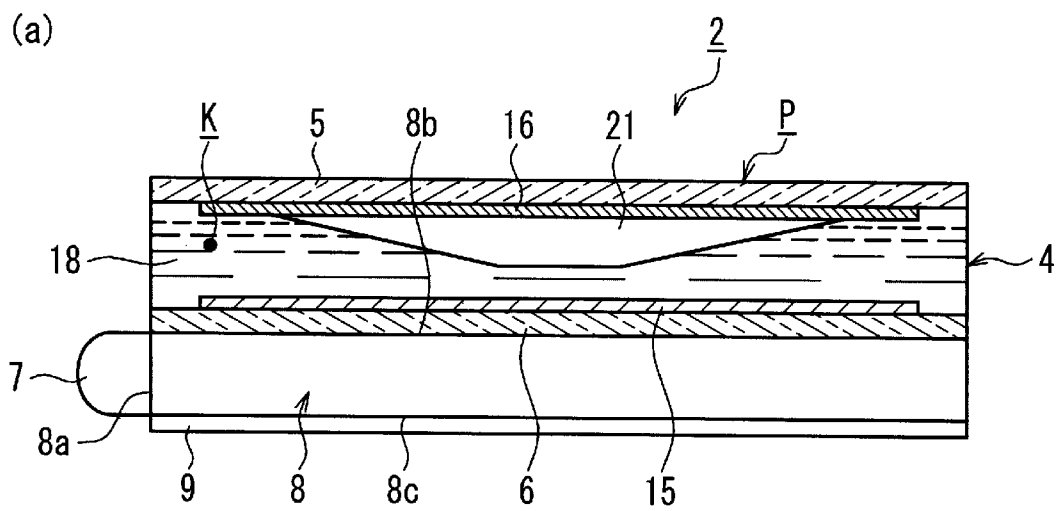
[図7]



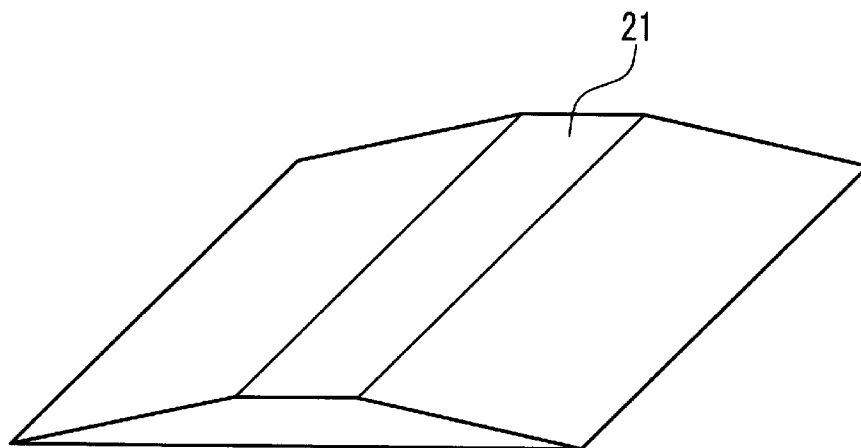
[図8]



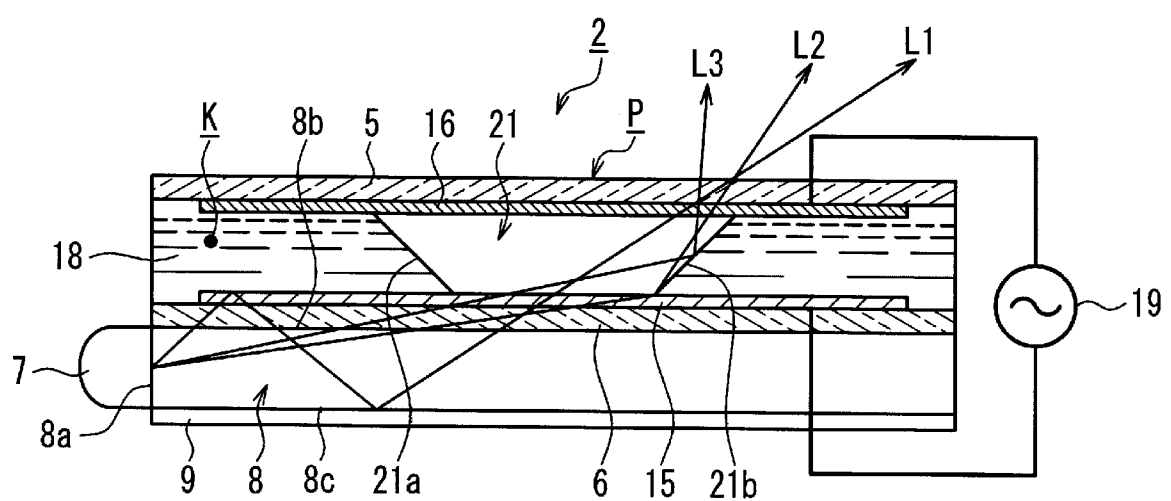
[図9]



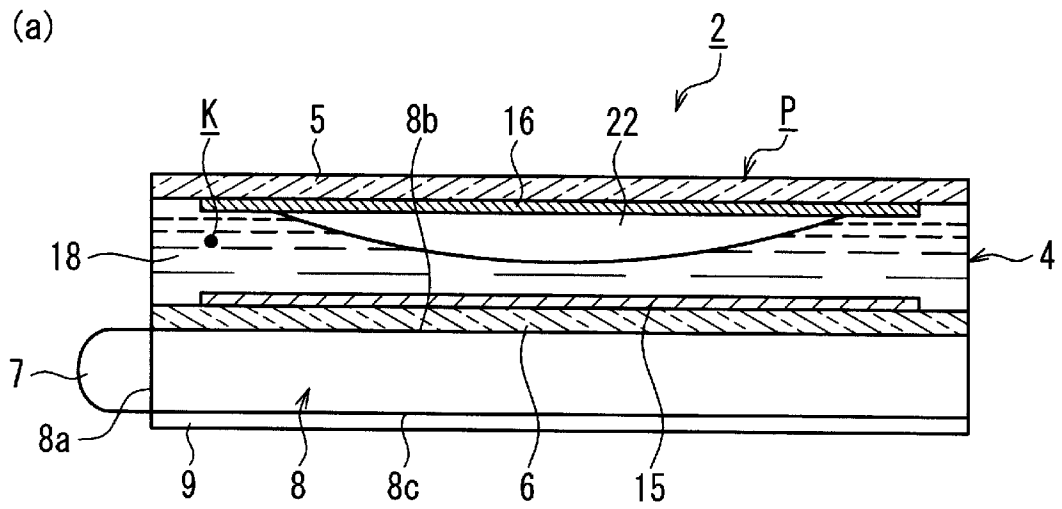
(b)



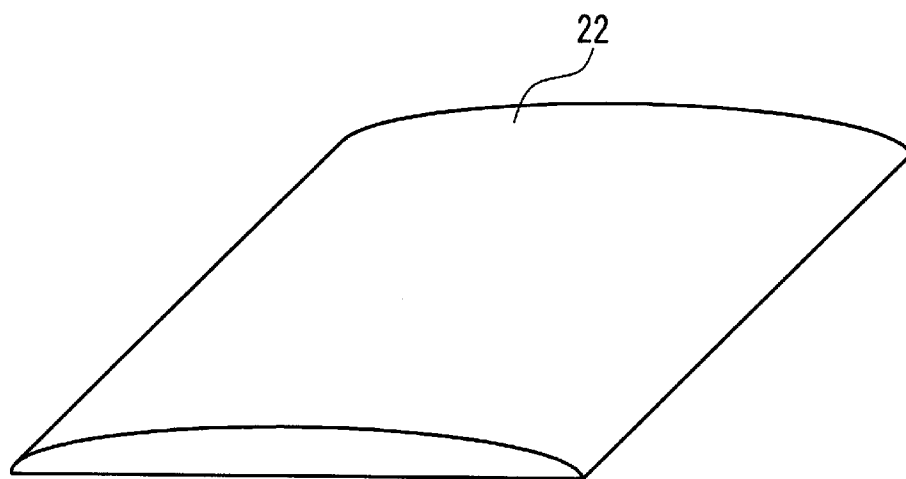
(a)



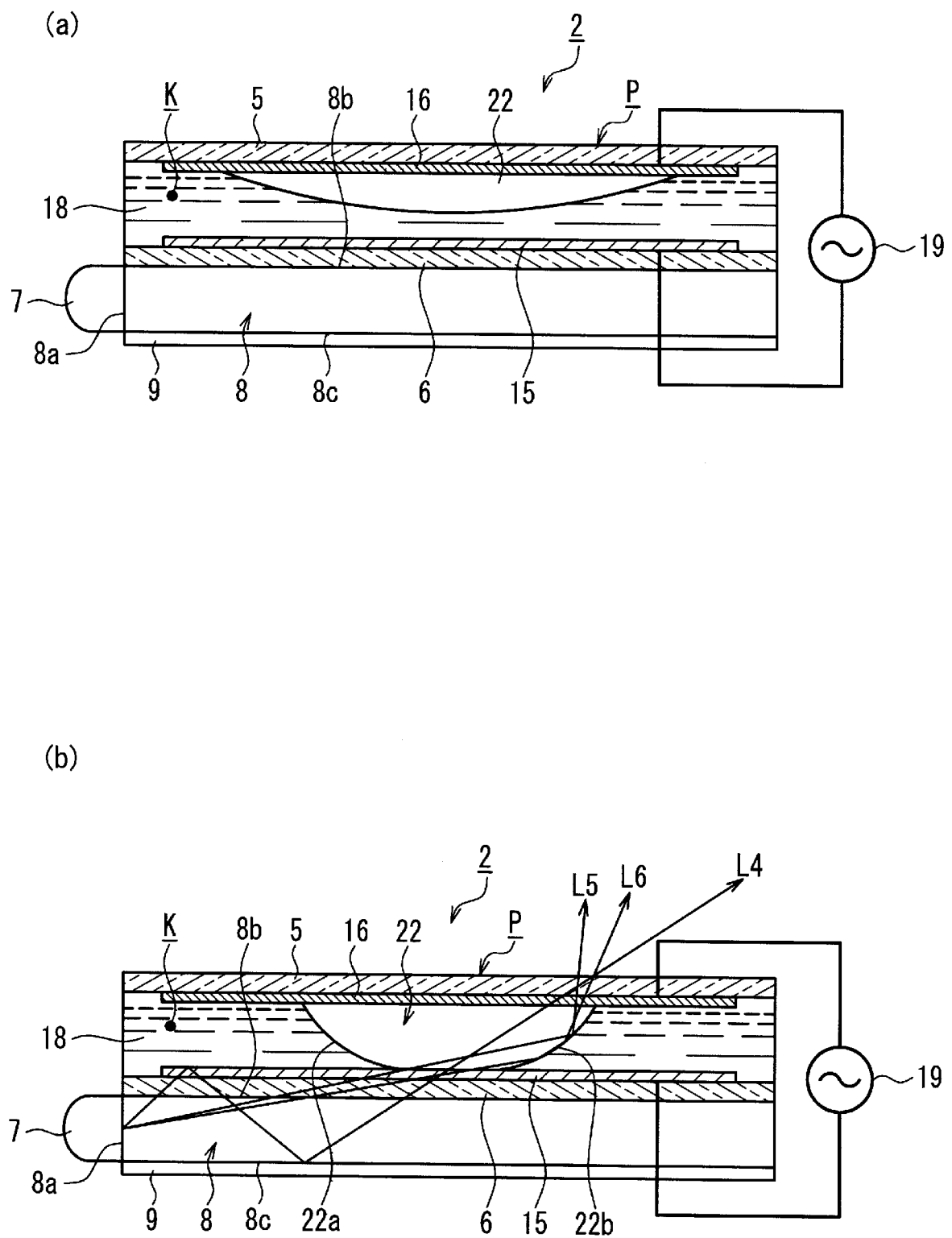
[図11]



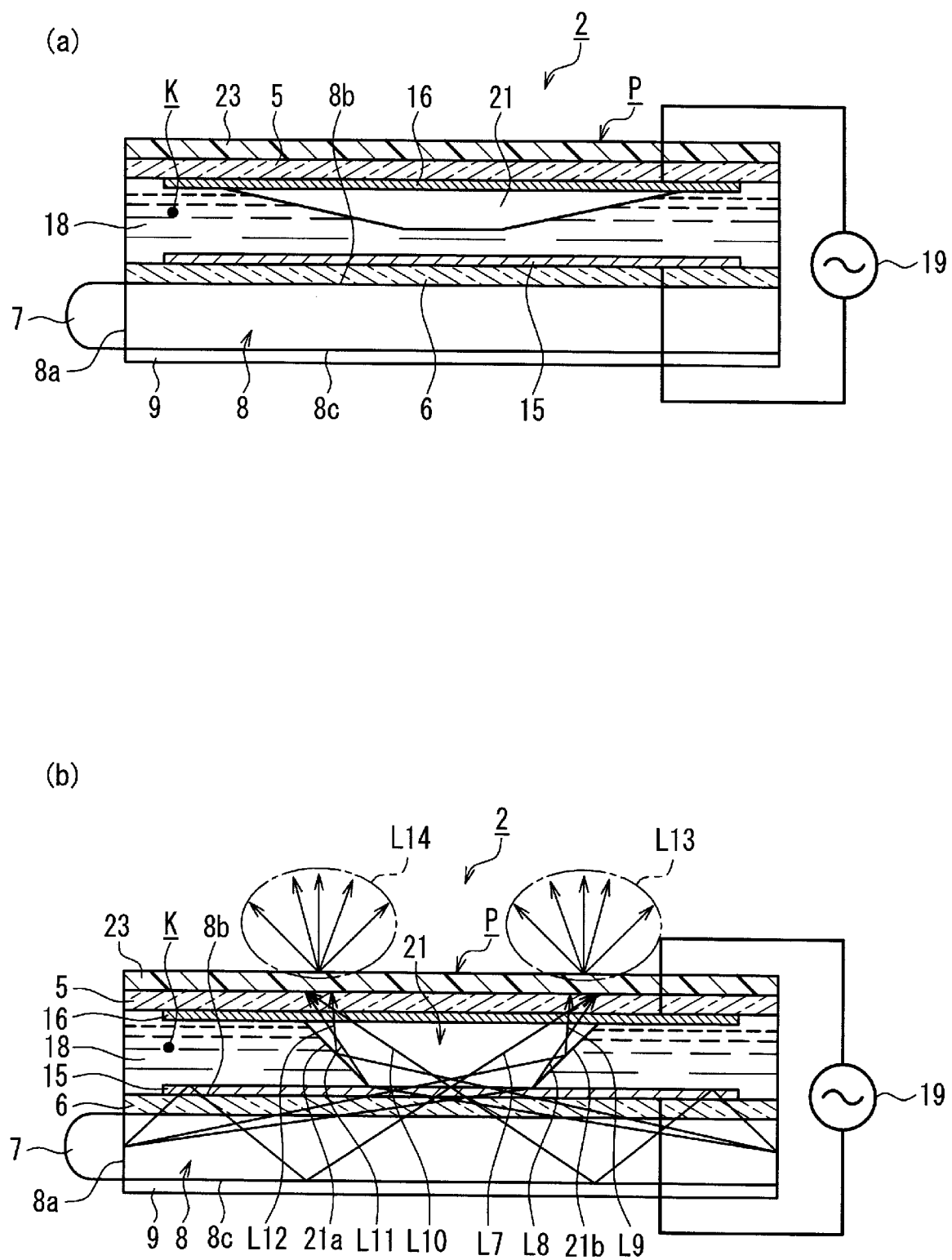
(b)



[図12]

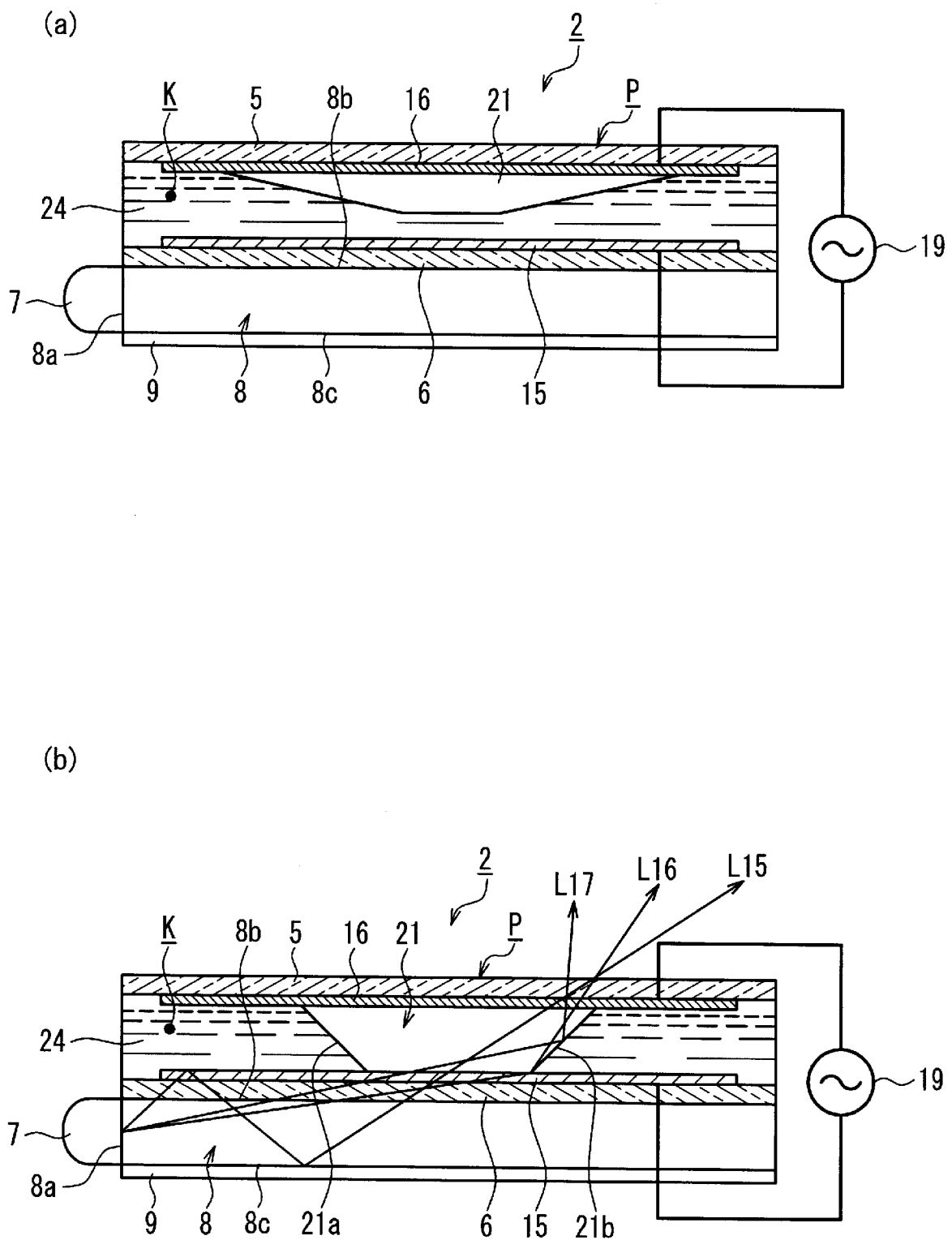


[図14]

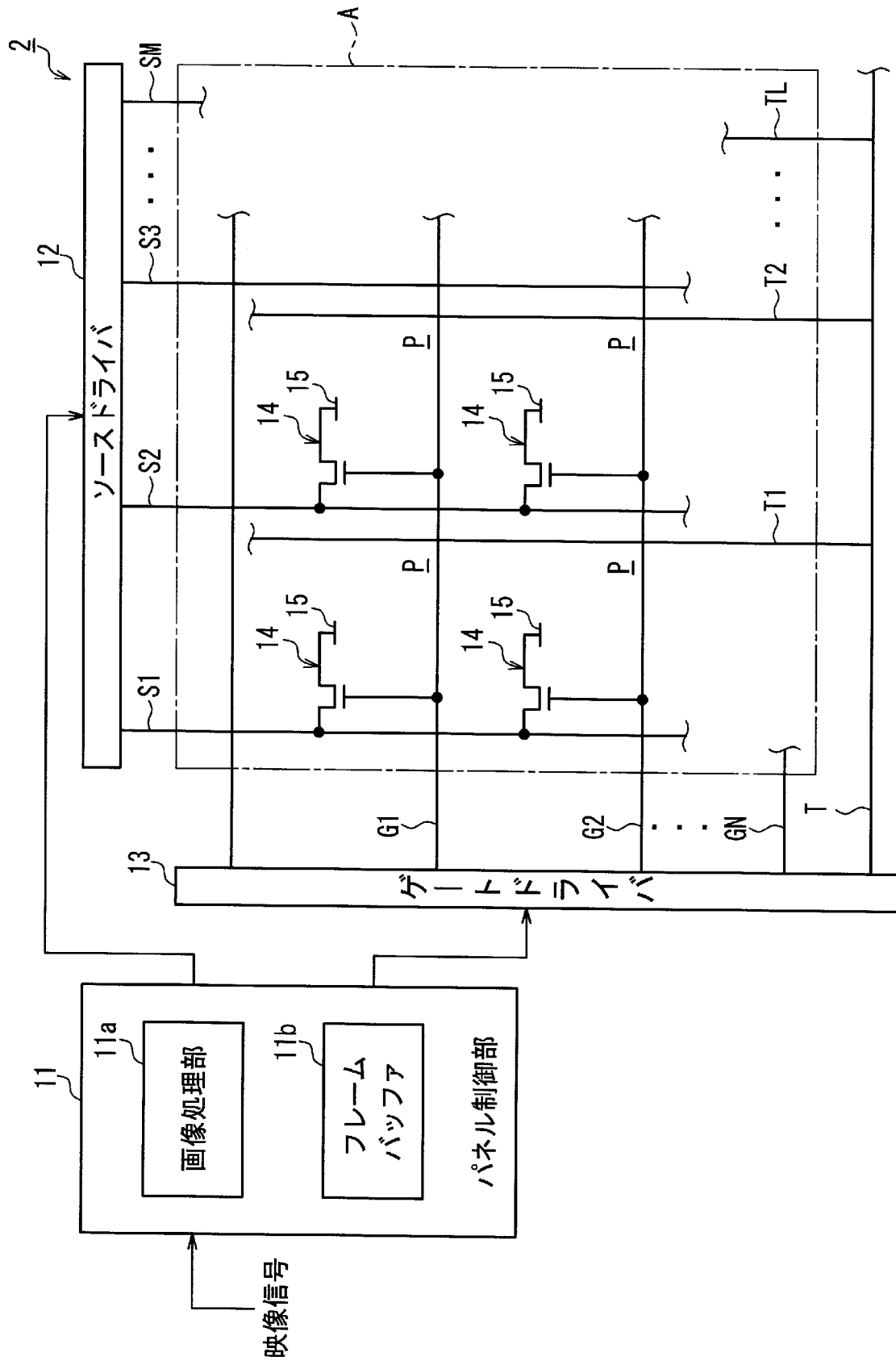


This cross-sectional diagram shows a substrate 7 with a central channel 8. The channel 8 is defined by side walls 9 and a bottom layer 8c. Above the channel, there are several horizontal layers: a topmost layer 5, followed by a layer 8b, a layer 16, a layer 21, and a bottom layer 15. A dashed line 24 indicates a boundary or interface between the top layers. A vertical arrow K points upwards from the channel area, and a horizontal arrow P points to the right. A curved arrow 4 indicates a flow or direction around the channel. Other labels include 6, 8, and 15.

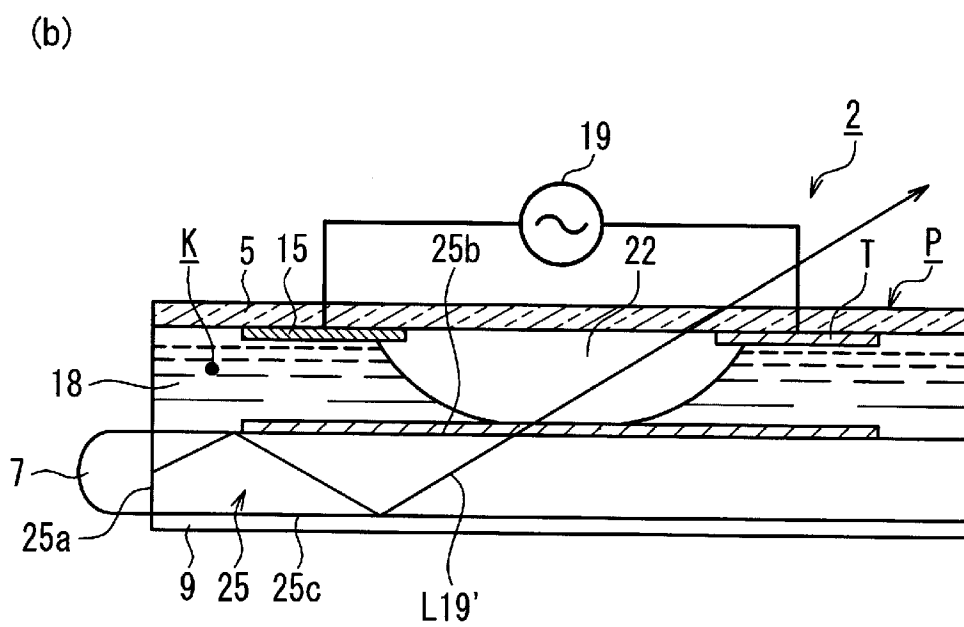
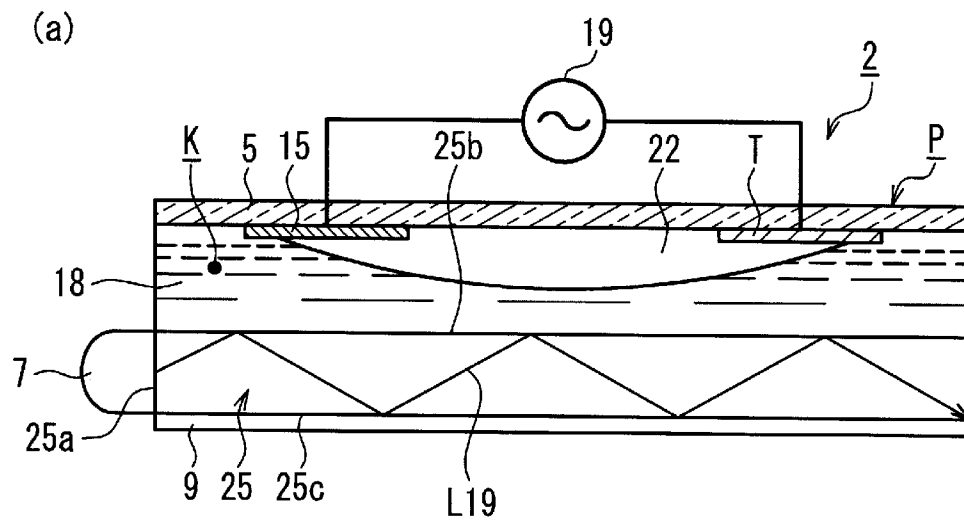
[図16]



[図19]

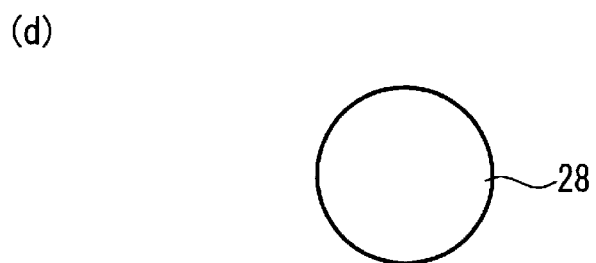
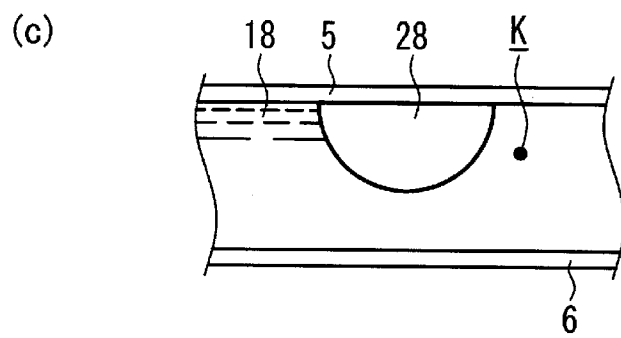
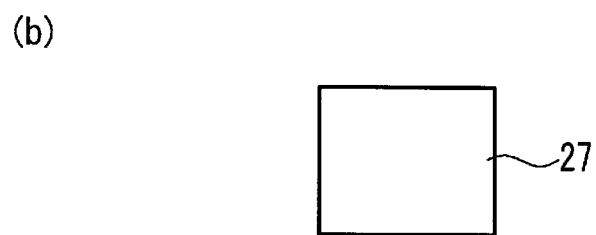
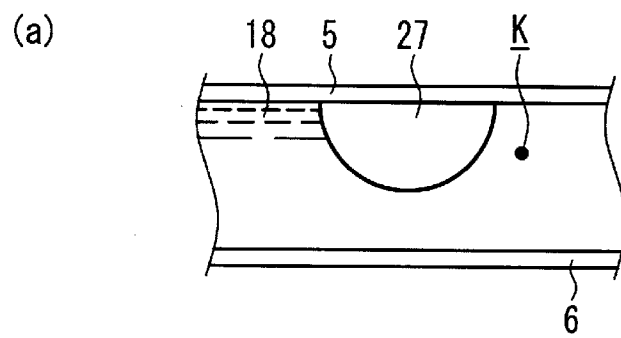


[図21]

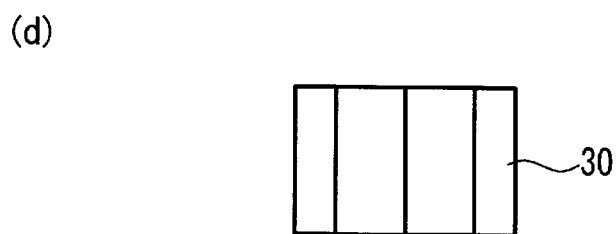
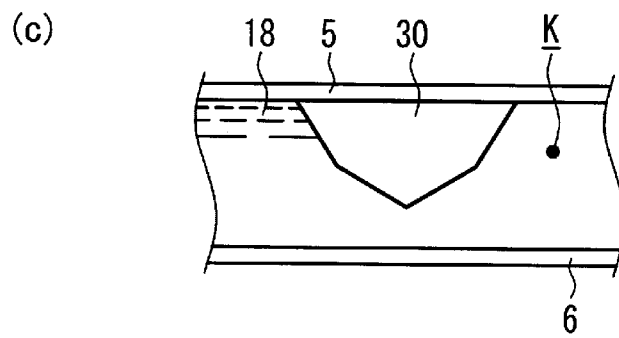
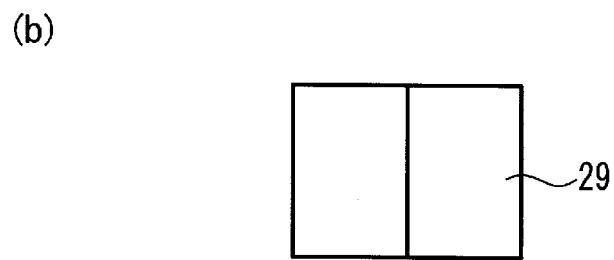
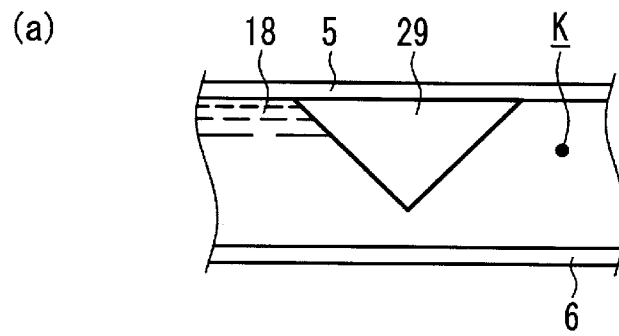


[illegible]

[図24]

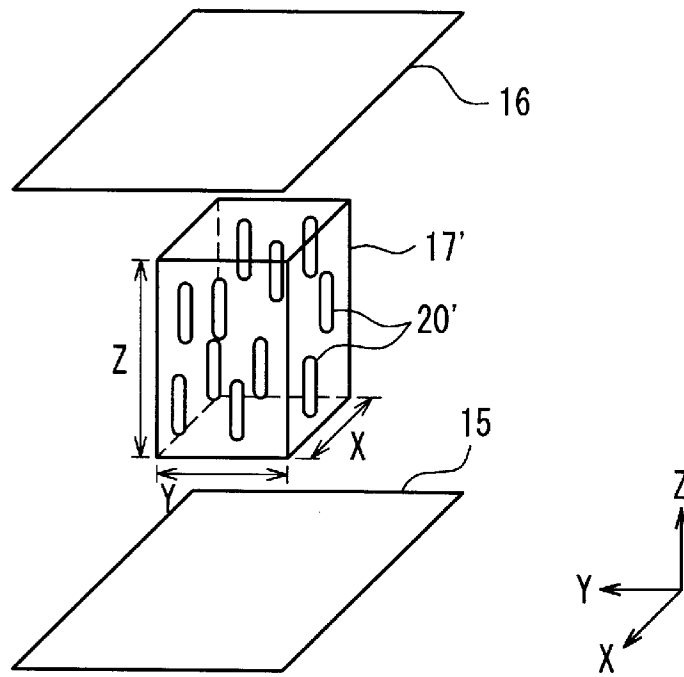


[図25]

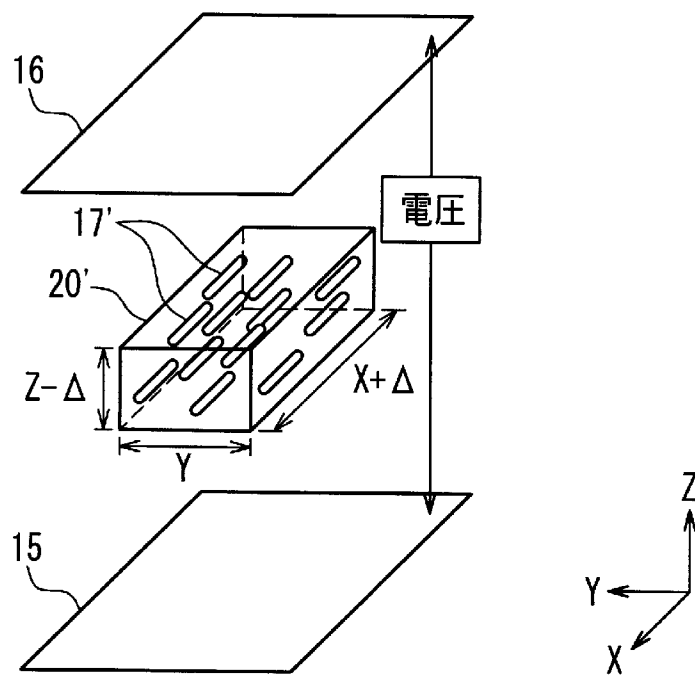


[図26]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/073047

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/17(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)

G02F1/17

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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 2006-11000 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 12 January 2006 (12.01.2006), paragraphs [0018] to [0020], [0060]; fig. 1 (Family: none)	1-17
A	JP 2004-295087 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 21 October 2004 (21.10.2004), paragraphs [0042] to [0044]; fig. 1, 2 & US 2004/0179259 A1	1-17
A	JP 2002-296625 A (Ricoh Co., Ltd.), 09 October 2002 (09.10.2002), paragraphs [0014] to [0019], [0043] to [0044] (Family: none)	1-17



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

20 October, 2011 (20.10.11)

Date of mailing of the international search report

01 November, 2011 (01.11.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02F1/17(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（I P C））

Int.Cl. G02F1/17

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 2006-11000 A（富士ゼロックス株式会社）2006.01.12, 段落【0018】－【0020】、【0060】、【図1】（ファミリーなし）	1－17
A	JP 2004-295087 A（富士写真フイルム株式会社）2004.10.21, 段落【0042】－【0044】、【図1】、【図2】 & US 2004/0179259 A1	1－17
A	JP 2002-296625 A（株式会社リコー）2002.10.09, 段落【0014】－【0019】、【0043】－【0044】（ファミリーなし）	1－17

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 0 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 1 . 1 1 . 2 0 1 1

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）

2 L

3 6 1 1

▲高▼木 尚哉

電話番号 03-3581-1101 内線 3255