

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日

2012 年 1 月 5 日 (05.01.2012)



PCT



(10) 国際公開番号

WO 2012/002013 A1

- (51) 国際特許分類 : G02F 1/17 (2006.01) G09F 9/37 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP201 1/058683
- (22) 国際出願日 : 201 1 年 4 月 6 日 (06.04.201 1)
- (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 2010-15 1132 2010 年 7 月 1 日 (01.07.2010) JP  
特願 2010-2723 14 2010 年 12 月 7 日 (07.12.2010) 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).
- (74) 代理人 : 特許業務法人池内・佐藤アンドパート  
ナーズ (KEUCHI SATO & PARTNER PATENT  
ATTORNEYS); 〒5306026 大阪府大阪市北区天満  
橋 1 丁目 8 番 3 0 号 O A P 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, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア  
(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,
- ( ) 発明者 ; および  
( ) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) : 友利拓馬  
(TOMOTOSHI Takuma). 植木俊 (JEKI Shun). 松岡  
俊樹 (MATSUOKA Toshiki). 中村浩三 (NAKAMU-  
RA Kohzoh). 寺西知子 (TERANISHI Tomoko).

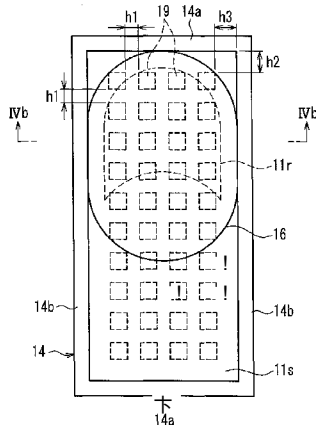
[続 葉 有]

(54) Title: DISPLAY ELEMENT AND ELECTRIC APPARATUS USING SAME

(54) 発明の名称 : 表示素子、及びこれを用いた電気機器

[図4]

(a)





GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,  
NNLL, NNOO, PPLL, PPTT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI  
(BBFF, BBJJ, CCFE, CCGG, 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)）

## 明 細 書

発 明 の 名 称 ： 表 示 素 子 、 及 び こ れ を 用 い た 電 気 機 器

### 技 術 分 野

[0001] 本発明は、極性液体を移動させることにより、画像や文字などの情報を表示する表示素子、及びこれを用いた電気機器に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、表示素子では、エレクトロウエッティング方式の表示素子に代表されるように、外部電界による極性液体の移動現象を利用して、情報の表示を行うものが開発され、実用化されている。

[0003] 具体的にいえば、上記のような従来の表示素子では、例えば下記特許文献1に記載されているように、第1及び第2の基板の間に表示用空間を形成するとともに、リブ（仕切壁）によって当該表示用空間の内部を複数の各画素領域に応じて区切っていた。また、この従来の表示素子では、上記の各画素領域において、導電性液体（極性液体）が封入されるとともに、信号電極と、互いに平行に設けられた走査電極及び基準電極（参照電極）とが交差するように設けられていた。そして、この従来の表示素子では、各画素領域において、信号電極、走査電極、及び基準電極に対し電圧印加を適宜行うことにより、導電性液体を走査電極側または基準電極側に移動させて、表示面側の表示色を変更するようになっていた。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2008／155925号パンフレット

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、上記のような従来の表示素子では、信号電極への印加電圧の大きさを調整することにより、導電性液体（極性液体）の移動量を変化させて、表示面側の表示色を中間調とする、いわゆる階調表示が行われていた。

[0006]       ところが、上記のような従来の表示素子では、表示色の変更を高精度に行うことができないおそれがあった。特に、従来の表示素子では、上記階調表示を行ったときに、導電性液体を所望の位置に精度よく移動させることができずに、微妙な色ずれが生じて、表示品位の低下を生じるおそれがあった。

[0007]       具体的にいえば、従来の表示素子では、画素領域の内部での導電性液体の移動速度を向上させるために、画素領域はリブによって完全に密閉されておらず、例えば矩形状に構成された画素領域の四隅部に、隣接する画素領域の内部どうしが連通する隙間が設けられていた。さらに、従来の表示素子では、導電性液体の移動速度を向上させるために、導電性液体とは混じり合わないオイル（絶縁性流体）を画素領域の内部に移動可能に封入していた。このため、従来の表示素子では、上記隙間の大きさ、導電性液体やオイルの材質、あるいは導電性液体の移動速度などによっては、導電性液体が隣接する画素領域から流れ込んできたオイルにより、微少に移動することがあった。

[0008]       そして、従来の表示素子では、上記のように、導電性液体が微少に移動している場合に、次の表示動作が行われると、その表示動作に対応した電圧が信号電極に正確に印加されても、当該表示動作において位置すべき位置に、導電性液体が高精度に移動しないことがあった。この結果、従来の表示素子では、微妙な色ずれが生じて、表示品位の低下を生じるおそれがあった。

[0009]       上記の課題を鑑み、本発明は、階調表示を行うときでも、表示品位が低下するのを防ぐことができる表示素子、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

[0010]       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の基板と、所定の表示用空間が前記第1の基板との間に形成されるように、当該第1の基板の非表示面側に設けられた第2の基板と、前記表示用空間に対し、設定された有効表示領域及び非有効表示領域と、前記表示用空間の内部で前記有効表示領域側または前記非有効表示領域側に移動可能に封入された極性液体とを具備し、前記極性液体を移動させることにより

、前記表示面側の表示色を変更可能に構成された表示素子であって、

前記極性液体と接触するように、前記表示用空間の内部に設置されるとともに、所定の配列方向に沿って設けられた複数の信号電極、

前記有効表示領域側及び前記非有効表示領域側の一方側に設置されるように、前記極性液体に対して電氣的に絶縁された状態で、前記第 1 及び第 2 の基板の一方側に設けられるとともに、前記複数の信号電極と交差するように設けられた複数の参照電極、及び

前記有効表示領域側及び前記非有効表示領域側の他方側に設置されるように、前記極性液体及び前記参照電極に対して電氣的に絶縁された状態で、前記第 1 及び第 2 の基板の一方側に設けられるとともに、前記複数の信号電極と交差するように設けられた複数の走査電極、

前記信号電極と前記走査電極との交差部単位に設けられた複数の画素領域、

前記複数の各画素領域に応じて、前記表示用空間の内部を気密に区切るように、前記第 1 及び第 2 の基板の少なくとも一方側に設けられたリブ、及び

前記表示用空間の内部に前記画素領域毎に移動可能に封入されるとともに、前記極性液体と混じり合わない絶縁性流体を備え、

前記表示用空間の内部には、前記画素領域毎に前記絶縁性流体を移動させるための移動用空間が設けられていることを特徴とするものである。

[0011] 上記のように構成された表示素子では、表示用空間の内部はリブによって複数の各画素領域に応じて気密に区切られている。これにより、上記従来例と異なり、絶縁性流体が隣接する画素領域から流れ込むのを防ぐことができ、隣接する画素領域からの絶縁性流体による極性液体の微少な移動が生じるのを防止することができる。また、表示用空間の内部には、画素領域毎に絶縁性流体を移動させるための移動用空間が設けられている。これにより、表示色を変更するときに極性液体を移動させる場合でも、当該極性液体を円滑に、かつ、適切に移動させることができる。従って、階調表示を行うときでも、表示品位が低下するのを防ぐことができる表示素子を構成することができる。

さる。

[001 2] また、上記表示素子において、前記移動用空間は、前記表示用空間の内部において、当該表示用空間の内部側に突出するように前記第 1 及び第 2 の基板の他方側に設けられるとともに、互いに所定の間隔をおいて設置された複数の突起部材を用いて、区画されてもよい。

[001 3] この場合、複数の突起部材によって表示用空間の内部に移動用空間を適切に設けることができる。

[001 4] また、上記表示素子において、前記複数の突起部材では、隣接する 2 つの突起部材の間の寸法及び前記リブと当該リブに隣接する突起部材との間の寸法が、各々前記第 1 及び第 2 の基板と垂直な方向での前記極性液体の寸法よりも小さい寸法に設定されていることが好ましい。

[001 5] この場合、極性液体の動作が不安定になるのを防止することができる。

[001 6] また、上記表示素子において、前記移動用空間の内部には、一端部側及び他端部側がそれぞれ前記有効表示領域側及び前記非有効表示領域側に設けられるとともに、前記極性液体の移動に応じて、前記絶縁性流体を前記有効表示領域側または前記非有効表示領域側に案内するガイド部が設置されていることが好ましい。

[001 7] この場合、絶縁性流体は極性液体の移動に応じて、ガイド部によって有効表示領域側または非有効表示領域側に案内されることとなり、表示色を変更するときに極性液体を移動させる場合において、当該極性液体をより円滑に、かつ、より適切に移動させることができる。この結果、優れた表示品位を有する表示素子を容易に構成することができる。

[001 8] また、上記表示素子において、前記ガイド部には、前記表示用空間の内部側に突出するように、かつ、前記第 1 及び第 2 の基板の他方側で前記有効表示領域と前記非有効表示領域とを接続するように直線状に設けられるとともに、互いに所定の間隔をおいて設置された複数のレール部材が用いられてもよい。

[001 9] この場合、レール部材を用いて、極性液体の移動に応じて、絶縁性流体を

有効表示領域側または非有効表示領域側に適宜案内することができる。

[0020] また、上記表示素子において、前記複数のレール部材では、隣接する２つのレール部材の間の寸法及び前記リブと当該リブに隣接するレール部材との間の寸法が、各々前記第１及び第２の基板と垂直な方向での前記極性液体の寸法よりも小さい寸法に設定されていることが好ましい。

[0021] この場合、極性液体の動作が不安定になるのを防止することができる。

[0022] また、上記表示素子において、前記ガイド部には、前記第１及び第２の基板の他方側と対向するように前記複数のレール部材の各先端部に接続されるとともに、前記表示用空間の内部で前記極性液体に接触するように平面状に構成された平板部材が用いられていることが好ましい。

[0023] この場合、平板部材、複数のレール部材、及び第１及び第２の基板の他方側との間に、移動用空間を確実に設けることができる。また、平板部材は、表示用空間の内部で極性液体に接触するように平面状に構成されているので、極性液体をより確実に安定して動作させることができる。

[0024] また、上記表示素子において、前記平板部材では、前記リブとの間の寸法が、前記第１及び第２の基板と垂直な方向での前記極性液体の寸法よりも小さい寸法に設定されていることが好ましい。

[0025] この場合、極性液体の動作が不安定になるのを防止することができる。

[0026] また、上記表示素子において、前記ガイド部には、前記表示用空間の内部側に突出するように、かつ、前記第１及び第２の基板の少なくとも一方側で前記有効表示領域と前記非有効表示領域とを接続するように直線状に設けられるとともに、前記極性液体を挟むように互いに所定の間隔をおいて設置された２本のレール部材が用いられてもよい。

[0027] この場合、２本の各レール部材の外側の空間を上記移動用空間として確実に用いることができ、表示色を変更するときに、絶縁性流体及び極性液体の円滑な移動を確実に行うことができる。

[0028] また、上記表示素子において、前記２本の各レール部材では、前記画素領域の前記極性液体の移動方向での寸法をＡとしたときに、前記極性液体の移

動方向での端部と前記リブとの間の寸法  $h_{10}$  が、下記の不等式 (1) を満足するように、

$$0.02 \times A \leq h_{10} \leq 0.17 \times A \quad \text{—— (1)}$$

設定されていることが好ましい。

[0029] この場合、極性液体及び絶縁性流体の円滑な移動を行うことができる。

[0030] また、上記表示素子において、前記2本の各レール部材では、前記第1及び第2の基板と垂直な方向での前記極性液体の寸法を  $H$  としたときに、前記第1及び第2の基板と垂直な方向での寸法  $h$  が、下記の不等式 (2) を満足するように、

$$0.65 \times H \leq h \leq H \quad \text{—— (2)}$$

設定されていることが好ましい。

[0031] この場合、2本のレール部材によって極性液体を確実に挟むことができ、極性液体をより適切に移動させることができる。

[0032] また、上記表示素子において、前記複数の信号電極に接続されるとともに、前記複数の各信号電極に対して、前記表示面側に表示される情報に応じて、所定の電圧範囲内の信号電圧を印加する信号電圧印加部と、

前記複数の参照電極に接続されるとともに、前記複数の各参照電極に対して、前記極性液体が前記信号電圧に応じて、前記表示用空間の内部を移動するのを許容する選択電圧と、前記極性液体が前記表示用空間の内部を移動するのを阻止する非選択電圧との一方の電圧を印加する参照電圧印加部と、

前記複数の走査電極に接続されるとともに、前記複数の各走査電極に対して、前記極性液体が前記信号電圧に応じて、前記表示用空間の内部を移動するのを許容する選択電圧と、前記極性液体が前記表示用空間の内部を移動するのを阻止する非選択電圧との一方の電圧を印加する走査電圧印加部とを備えていることが好ましい。

[0033] 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容易に構成することができるとともに、各画素領域の表示色を適切に変更することができる。

- [0034] また、上記表示素子において、前記複数の画素領域が、前記表示面側でフルカラー表示が可能な複数の色に応じてそれぞれ設けられてもよい。
- [0035] この場合、複数の各画素において対応する極性液体が適切に移動されることにより、カラー画像表示を行うことができる。
- [0036] また、上記表示素子において、前記参照電極及び前記走査電極の表面上には、誘電体層が積層されていることが好ましい。
- [0037] この場合、誘電体層が極性液体に印加する電界を確実に大きくして、当該極性液体の移動速度をより容易に向上することができる。
- [0038] また、上記表示素子において、前記非有効表示領域は、前記第 1 及び第 2 の基板の一方側に設けられた遮光膜によって設定され、  
前記有効表示領域は、前記遮光膜に形成された開口部によって設定されていることが好ましい。
- [0039] この場合、表示用空間に対し、有効表示領域及び非有効表示領域を適切に、かつ、確実に設定することができる。
- [0040] また、本発明の電気機器は、文字及び画像を含んだ情報を表示する表示部を備えた電気機器であって、  
前記表示部に、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。
- [0041] 上記のように構成された電気機器では、階調表示を行うときでも、表示品位が低下するのを防ぐことができる表示素子が表示部に用いられているので、優れた表示品位を有する表示部を備えた高性能な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、階調表示を行うときでも、表示品位が低下するのを防ぐことができる表示素子、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、及び画像表示装置

を説明する平面図である。

[図2] 図2は、表示面側から見た場合での図1に示した上部基板側の要部構成を示す拡大平面図である。

[図3] 図3は、非表示面側から見た場合での図1に示した下部基板側の要部構成を示す拡大平面図である。

[図4] 図4(a)は、上記表示素子の1つの画素領域での要部構成を示す拡大平面図であり、図4(b)は、図4(a)のI-Vb-I-Vb線断面図である。

[図5] 図5(a)及び図5(b)は、それぞれ非CF着色表示時及びCF着色表示時における、図1に示した表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図6] 図6は、上記画像表示装置の動作例を説明する図である。

[図7] 図7(a)は、本発明の第2の実施形態にかかる表示素子の1つの画素領域での要部構成を示す拡大平面図であり、図7(b)は、図7(a)のV-I-Ib-V-I-Ib線断面図である。

[図8] 図8(a)及び図8(b)は、それぞれ非CF着色表示時及びCF着色表示時における、図7に示した表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図9] 図9(a)は、本発明の第3の実施形態にかかる表示素子の1つの画素領域での要部構成を示す拡大平面図であり、図9(b)は、図9(a)のI-Xb-I-Xb線断面図である。

[図10] 図10(a)及び図10(b)は、それぞれ非CF着色表示時及びCF着色表示時における、図9に示した表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図11] 図11は、表示面側から見た場合での本発明の第4の実施形態にかかる表示素子の上部基板側の要部構成を示す拡大平面図である。

[図12] 図12は、非表示面側から見た場合での本発明の第4の実施形態にかかる表示素子の下部基板側の要部構成を示す拡大平面図である。

[図13] 図13(a)は、本発明の第4の実施形態にかかる表示素子の1つの画素領域での要部構成を示す拡大平面図であり、図13(b)は、図13(a)

a) の X | | | b - X | | | b 線断面図である。

[図14] 図14 (a) 及び図14 (b) は、それぞれ非CF着色表示時及びCF着色表示時における、図13に示した表示素子の要部構成を示す断面図である。

[図15] 図15 (a) は、本発明の第2の実施形態にかかる表示素子の変形例における、1つの画素領域での要部構成を示す拡大平面図であり、図15 (b) は、図15 (a) の X V b — X V b 線断面図である。

[図16] 図16 (a) は、本発明の第3の実施形態にかかる表示素子の変形例における、1つの画素領域での要部構成を示す拡大平面図であり、図16 (b) は、図16 (a) の X V | b \_ X V | b 線断面図である。

### 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。尚、以下の説明では、カラー画像表示を表示可能な表示部を備えた画像表示装置に本発明を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はない。

[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、及び画像表示装置を説明する平面図である。図1において、本実施形態の画像表示装置1では、本発明の表示素子10を用いた表示部が設けられており、この表示部には矩形状の表示面が構成されている。すなわち、表示素子10は、図1の紙面に垂直な方向で互いに重ね合うように配置された上部基板2及び下部基板3を備えており、これらの上部基板2と下部基板3との重なり部分によって上記表示面の有効表示領域が形成されている（詳細は後述。）。

[0046] また、表示素子10では、複数の信号電極4が互いに所定の間隔をおいて、かつ、X方向に沿ってストライプ状に設けられている。また、表示素子10では、複数の参照電極5及び複数の走査電極6が、互いに交互に、かつ、Y方向に沿ってストライプ状に設けられている。これら複数の信号電極4と

、複数の参照電極 5 及び複数の走査電極 6 とは、互いに交差するように設けられており、表示素子 10 では、信号電極 4 と走査電極 6 との交差部単位に、複数の各画素領域が設定されている。

[0047] また、これら複数の信号電極 4、複数の参照電極 5、及び複数の走査電極 6 は、互いに独立して、第 1 の電圧としての High 電圧（以下、“H 電圧”という。）と、第 2 の電圧としての Low 電圧（以下、“L 電圧”という。）との間の所定の電圧範囲内の電圧が印加可能に構成されている（詳細は後述。）。

[0048] さらに、表示素子 10 では、後に詳述するように、上記複数の各画素領域がリブ（仕切壁）にて気密に区切られるとともに、複数の画素領域が、上記表示面側でフルカラー表示が可能な複数の色に応じてそれぞれ設けられている。そして、表示素子 10 では、マトリクス状に設けられた複数の画素（表示セル）毎に、エレクトロウエツティング現象にて後述の極性液体を移動させ、表示面側での表示色を変更するようになっている。

[0049] また、複数の信号電極 4、複数の参照電極 5、及び複数の走査電極 6 では、各々一端部側が表示面の有効表示領域の外側に引き出されて、端子部 4 a、5 a、及び 6 a が形成されている。

[0050] 複数の信号電極 4 の各端子部 4 a には、配線 7 a を介して信号ドライバ 7 が接続されている。信号ドライバ 7 は、信号電圧印加部を構成するものであり、画像表示装置 1 が文字及び画像を含んだ情報を表示面に表示する場合に、複数の各信号電極 4 に対して、情報に応じた信号電圧  $V_d$  を印加するように構成されている。

[0051] また、複数の参照電極 5 の各端子部 5 a には、配線 8 a を介して参照ドライバ 8 が接続されている。参照ドライバ 8 は、参照電圧印加部を構成するものであり、画像表示装置 1 が文字及び画像を含んだ情報を表示面に表示する場合に、複数の各参照電極 5 に対して、参照電圧  $V_r$  を印加するように構成されている。

[0052] また、複数の走査電極 6 の各端子部 6 a には、配線 9 a を介して走査ドラ

イバ 9 が接続されている。走査 ドライバ 9 は、走査 電圧 印加部 を構成するものであり、画像 表示 装置 1 が文字 及び 画像 を含んだ情報 を表示 面 に表示する場合に、複数の各走査 電極 6 に対して、走査 電圧  $V_s$  を印加するように構成されている。

[0053] また、走査 ドライバ 9 では、複数の各走査 電極 6 に対して、上記極性液体が移動するのを阻止する非選択 電圧 と、極性液体が信号 電圧  $V_d$  に応じて移動するのを許容する選択 電圧 との一方の電圧 を走査 電圧  $V_s$  として印加するようになっている。また、参照 ドライバ 8 は、走査 ドライバ 9 の動作を参照して動作するように構成されており、参照 ドライバ 8 は、複数の各参照 電極 5 に対して、上記極性液体が移動するのを阻止する非選択 電圧 と、極性液体が信号 電圧  $V_d$  に応じて移動するのを許容する選択 電圧 との一方の電圧 を参照 電圧  $V_r$  として印加するようになっている。

[0054] そして、画像 表示 装置 1 では、走査 ドライバ 9 が例えば図 1 の左側から右側の各走査 電極 6 に対し、選択 電圧 を順次印加し、かつ、参照 ドライバ 8 が走査 ドライバ 9 の動作に同期して図 1 の左側から右側の各参照 電極 5 に対し、選択 電圧 を順次印加することにより、ライン毎の走査動作が行われるように構成されている（詳細は後述。 ）。

[0055] また、信号 ドライバ 7、参照 ドライバ 8、及び走査 ドライバ 9 には、直流電源または交流電源が含まれており、対応する信号 電圧  $V_d$ 、参照 電圧  $V_r$ 、及び走査 電圧  $V_s$  を供給するようになっている。

[0056] また、参照 ドライバ 8 は、参照 電圧  $V_r$  の極性を所定の時間（例えば、1 フレーム）毎に切り替えるように構成されている。さらに、走査 ドライバ 9 は、参照 電圧  $V_r$  の極性の切り替えに対応して、走査 電圧  $V_s$  の各極性を切り替えるように構成されている。このように、参照 電圧  $V_r$  及び走査 電圧  $V_s$  の各極性が所定の時間毎に切り替えられるので、参照 電極 5 及び走査 電極 6 に対して常時同じ極性の電圧を印加するときに比べて、これらの参照 電極 5 及び走査 電極 6 での電荷の局在化を防ぐことができる。さらに、電荷の局在化に起因する表示不良（残像現象）や信頼性（寿命低下）の悪影響を防止

することができる。

[0057] ここで、図 2 ～図 5 も参照して、表示素子 10 の画素構造について具体的に説明する。

[0058] 図 2 は、表示面側から見た場合での図 1 に示した上部基板側の要部構成を示す拡大平面図である。図 3 は、非表示面側から見た場合での図 1 に示した下部基板側の要部構成を示す拡大平面図である。図 4 (a) は、上記表示素子の 1 つの画素領域での要部構成を示す拡大平面図であり、図 4 (b) は、図 4 (a) の I V b \_ I V b 線断面図である。図 5 (a) 及び図 5 (b) は、それぞれ非 C F 着色表示時及び C F 着色表示時における、図 1 に示した表示素子の要部構成を示す断面図である。なお、図 2 及び図 3 では、図面の簡略化のために、上記表示面に設けられた複数の画素のうち、図 1 の左上端部に配設された 12 個の画素を図示している。また、図 2 では、図面の明瞭化のために、非表示面側に設けられた後述の突起部材の図示は省略している。

[0059] 図 2 ～図 5 において、表示素子 10 は、表示面側に設けられた第 1 の基板としての上記上部基板 2 と、上部基板 2 の背面側 (非表示面側) に設けられた第 2 の基板としての上記下部基板 3 とを備えている。また、表示素子 10 では、上部基板 2 と下部基板 3 が互いに所定の間隔をおいて配置されることにより、これら上部基板 2 及び下部基板 3 の間に所定の表示用空間 S が形成されている。また、この表示用空間 S の内部には、上記極性液体 16 及びこの極性液体 16 と混じり合わない絶縁性のオイル 17 が当該表示用空間 S の内部で上記 X 方向 (図 3 の左右方向) に移動可能に封入されており、極性液体 16 は後述の有効表示領域 P1 側または非有効表示領域 P2 側に移動できるようになっている。

[0060] さらに、表示用空間 S の内部には、後に詳述するように、上記画素領域 P 毎に絶縁性流体としてのオイル 17 を移動させるための移動用空間 K が設けられており、極性液体 16 の移動に応じて、オイル 17 を有効表示領域 P1 側または非有効表示領域 P2 側に円滑に、九つ、適切に移動させることができるようになっている。

- [006 1] 極性液体 1 6 には、例えば溶媒としての水と、溶質としての所定の電解質を含んだ水溶液が用いられている。具体的には、例えば 1 m m o l / L の塩化カリウム ( K C l ) の水溶液が極性液体 1 6 に用いられている。また、極性液体 1 6 には、所定色、例えば自己分散型顔料によって黒色に着色されたものが使用されている。
- [0062] また、極性液体 1 6 は黒色に着色されているので、当該極性液体 1 6 は、各画素において、光の透過を許容または阻止するシャッターとして機能するようになっている。つまり、表示素子 1 0 の各画素では、後に詳述するように、極性液体 1 6 が表示用空間 S の内部を参照電極 5 側 (有効表示領域 P 1 側) または走査電極 6 側 (非有効表示領域 P 2 側) にスライド移動することによって表示色が黒色または R G B のいずれかの色に変更されるよう構成されている。
- [0063] また、オイル 1 7 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で、かつ、無色透明なオイルが用いられている。また、このオイル 1 7 は、極性液体 1 6 のスライド移動に伴って、表示用空間 S の内部で上部基板 2 側に区画された移動用区空間 K の内部を移動するようになっている。
- [0064] 上部基板 2 には、無アルカリガラス基板などの透明なガラス材またはアクリル系樹脂などの透明な合成樹脂等の透明な透明シート材が用いられている。また、上部基板 2 の非表示面側の表面には、カラーフィルタ層 1 1 が形成されている。また、上部基板 2 の非表示面側の表面には、複数の突起部材 1 9 がカラーフィルタ層 1 1 上に所定のパターンで形成されており、表示用空間 S の内部に移動用空間 K を区画するようになっている (詳細は後述。 )。さらに、上部基板 2 の非表示面側の表面では、カラーフィルタ層 1 1 及び突起部材 1 9 を覆うように撥水膜 1 2 が設けられている。
- [0065] また、下部基板 3 には、上部基板 2 と同様に、無アルカリガラス基板などの透明なガラス材またはアクリル系樹脂などの透明な合成樹脂等の透明な透

明シート材が用いられている。また、下部基板 3 の表示面側の表面には、上記参照電極 5 及び上記走査電極 6 が設けられており、さらに、これらの参照電極 5 及び走査電極 6 を覆うように、誘電体層 13 が形成されている。また、この誘電体層 13 の表示面側の表面には、Y 方向及び X 方向にそれぞれ平行となるように設けられたリブ 143 及び 14b を有するリブ 14 が設けられている。このリブ 14 は、画素領域 P に応じて、表示用空間 S の内部を気密に区切るように設けられており、図 3 に例示するように、画素領域 P 毎に枠状に構成されている。

[0066] また、下部基板 3 では、信号電極 4 が誘電体層 13 の表面上でリブ 14a を貫通するように形成されている。さらに、下部基板 3 では、信号電極 4、誘電体層 13、及びリブ 14a、14b を覆うように、撥水膜 15 が設けられている。

[0067] また、下部基板 3 の背面側（非表示面側）には、例えば白色の照明光を発光するバックライト 18 が一体的に組み付けられており、透過型の表示素子 10 が構成されている。尚、バックライト 18 には、冷陰極蛍光管や LED などの光源が用いられている。

[0068] カラーフィルタ（Color Filter）層 11 には、赤色（R）、緑色（G）、及び青色（B）のカラーフィルタ部 11r、11g、及び 11b と、遮光膜としてのブラックマトリクス部 11s とが設けられており、RGB の各色の画素を構成するようになっている。つまり、カラーフィルタ層 11 では、図 2 に例示するように、RGB のカラーフィルタ部 11r、11g、11b が X 方向に沿って順次設けられるとともに、各々 4 つのカラーフィルタ部 11r、11g、11b が Y 方向に沿って設けられており、X 方向及び Y 方向にそれぞれ 3 個及び 4 個、合計 12 個の画素が配設されている。

[0069] また、表示素子 10 では、図 2 に例示するように、各画素領域 P において、画素の有効表示領域 P1 に対応する箇所に RGB のいずれかのカラーフィルタ部 11r、11g、及び 11b が設けられ、非有効表示領域 P2 に対応する箇所にブラックマトリクス部 11s が設けられている。つまり、表示素

子 1 0 では、上記表示用空間 S に対し、ブラックマトリクス部（遮光膜） 1 1 s によって非有効表示領域 P 2（非開口部）が設定され、そのブラックマトリクス部 1 1 s に形成された開口部（つまり、いずれかのカラーフィルタ部 1 1 r、1 1 g、及び 1 1 b）によって有効表示領域 P 1 が設定されている。

[0070] また、表示素子 1 0 では、カラーフィルタ部 1 1 r、1 1 g、1 1 b の各面積は、有効表示領域 P 1 の面積に対し、同一または若干小さい値が選択されている。一方、ブラックマトリクス部 1 1 s の面積は、非有効表示領域 P 2 の面積に対し、同一または若干大きい値が選択されている。尚、図 2 では、隣接する画素の境界部を明確にするために、隣接する画素に応じた 2 つのブラックマトリクス部 1 1 s 間の境界線を点線にて示しているが、実際のカラーフィルタ層 1 1 では、ブラックマトリクス部 1 1 s 間の境界線は存在しない。

[0071] また、表示素子 1 0 では、上記仕切壁としてのリブ 1 4 により表示用空間 S が画素領域 P 単位に区切られている。すなわち、表示素子 1 0 では、各画素の表示用空間 S は、図 3 に例示するように、互いに対向する 2 つのリブ 1 4 a と、互いに対向する 2 つのリブ 1 4 b とによって区画されており、画素領域 P 毎に枠状のリブ 1 4 が設けられている。さらに、表示素子 1 0 では、リブ 1 4 a、1 4 b はその先端部が上部基板 2 に当接するように設けられており、リブ 1 4 は、画素領域 P に応じて、表示用空間 S の内部を気密に区切るように構成されている。また、これらのリブ 1 4 a、1 4 b には、例えばエポキシ樹脂系レジスト材料が用いられている。

[0072] 撥水膜 1 2、1 5 には、透明な合成樹脂、好ましくは電圧印加時に極性液体 1 6 に対し親水層となる、例えばフッ素系樹脂が使用されている。これにより、表示素子 1 0 では、上部基板 2 及び下部基板 3 の表示用空間 S 側の各表面側での極性液体 1 6 との間の濡れ性（接触角）を大きく変化させることができ、極性液体 1 6 の移動速度の高速化を図ることができる。また、誘電体層 1 3 は、例えばパリレンや窒化シリコン、酸化ハフニウム、酸化亜鉛、

二酸化チタン、あるいは酸化アルミニウムを含有した透明な誘電体膜によって構成されている。尚、各撥水膜 12、15 の具体的な厚さ寸法は、数十 nm 〜 数  $\mu$ m であり、誘電体層 13 の具体的な厚さ寸法は、数百 nm である。また、撥水膜 15 は、信号電極 4 と極性液体 16 とを電氣的に絶縁することではなく、極性液体 16 の応答性向上を阻害しないようになっている。

[0073] 参照電極 5 及び走査電極 6 には、酸化インジウム系 (ITO)、酸化スズ系 ( $\text{SnO}_2$ )、または酸化亜鉛系 (AZO、GZO、あるいは IZO) などの透明な電極材料が用いられている。これらの各参照電極 5 及び各走査電極 6 は、スパッタ法等の公知の成膜方法により、下部基板 3 上に帯状に形成されている。

[0074] 信号電極 4 には、X 方向に平行となるように配置された線状配線が用いられている。また、この信号電極 4 には、ITO 等の透明電極材料が用いられている。さらに、信号電極 4 は、誘電体層 13 上で、リブ 14a を貫通した状態で、各画素領域 P の Y 方向でのほぼ中心部を通るように設置されており、撥水膜 15 を介して極性液体 16 に電氣的に接触するように構成されている。これにより、表示素子 10 では、表示動作時での極性液体 16 の応答性の向上が図られている。

[0075] ここで、図 4 (a) 及び図 4 (b) を参照して、上記突起部材 19 及び移動用空間 K について具体的に説明する。尚、図 4 (b) では、図面の簡略化のために、信号電極 4、参照電極 5、走査電極 6、カラーフィルタ層 11、撥水膜 12、15、及び誘電体層 13 の図示は省略する (後掲の図 7 (b)、図 9 (b)、図 13 (b)、図 15 (b)、及び図 16 (b) においても、同様。 )。

[0076] 図 4 (a) 及び図 4 (b) に示すように、上部基板 2 の非表示面側の表面には、複数、例えば 40 個の突起部材 19 が互いに所定の間隔をおいて設けられている。これらの各突起部材 19 には、例えばエポキシ樹脂系レジスト材料が用いられており、各突起部材 19 は、直方体状に形成されている。また、各突起部材 19 は、上部基板 2 側から表示用空間 S の内部側に突出する

ように当該上部基板 2 側に設置されており、表示用空間 S の内部において、移動用空間 K を区画している。すなわち、本実施形態の表示素子 10 では、図 4 (b) に示すように、各画素領域 P において、オイル（絶縁性流体）17 を移動させるための移動用空間に、表示用空間 S の内部において、極性液体 16 が移動する空間の上部基板 2 側に形成される。また、各突起部材 19 は、信号電極 4、参照電極 5、走査電極 6、及び誘電体層 13 が設置された下部基板 3 側に設けられていないので、各突起部材 19 は、エレクトロウエツティング現象による極性液体 16 の移動を阻害しないように構成されている。

[0077] また、複数の突起部材 19 では、図 4 (a) 及び図 4 (b) に示すように、隣接する 2 つの突起部材 19 の間の寸法  $h_1$ 、リブ 14 a と当該リブ 14 a に隣接する突起部材 19 との間の寸法  $h_2$ 、及びリブ 14 b と当該リブ 14 b に隣接する突起部材 19 との間の寸法  $h_3$  が、各々上部基板 2 及び下部基板 3 と垂直な方向での極性液体 16 の寸法 H よりも小さい寸法に設定されている。具体的にいえば、本実施形態では、寸法  $h_1 \sim h_3$  は各々例えば  $10 \mu m$  に設定され、寸法 H は例えば  $40 \mu m$  に設定されている。

[0078] 以上のように、寸法 H よりも小さい寸法の寸法  $h_1 \sim h_3$  を用いることにより、本実施形態では、極性液体 16 の動作（移動）が不安定になるのを防止することができる。すなわち、本願発明の発明者等による実験によれば、極性液体 16 が隣接する 2 つの突起部材 19 の間、リブ 14 a と当該リブ 14 a に隣接する突起部材 19 との間、及びリブ 14 b に隣接する突起部材 19 との間の各間に入り込むのを防ぐことができる。この結果、本実施形態では、極性液体 16 の動作が不安定になるのを防止することができる。尚、本願発明の発明者等による実験によれば、例えば隣接する 2 つの突起部材 19 の間の寸法  $h_1$  を、極性液体 16 の寸法 H 以上とした場合、極性液体 16 が当該隣接する 2 つの突起部材 19 の間に入り込んで、極性液体 16 の動作が安定しなかった。

[0079] 上記のように構成された表示素子 10 の各画素では、図 5 (a) に例示す

るように、極性液体 16 がカラーフィルタ部 11r と参照電極 5 との間で保持されると、バックライト 18 からの光が極性液体 16 により遮光されて、黒色表示（非 CF 着色表示）が行われる。一方、図 5（b）に例示するように、極性液体 16 がブラックマトリクス部 11s と走査電極 6 との間で保持されると、バックライト 18 からの光は極性液体 16 に遮光されることなく、カラーフィルタ部 11r を通過することにより、赤色表示（CF 着色表示）が行われる。

[0080] 次に、上記のように構成された本実施形態の画像表示装置 1 の表示動作について、図 6 も参照して具体的に説明する。

[0081] 図 6 は、上記画像表示装置の動作例を説明する図である。

[0082] 図 6 において、参照ドライバ 8 及び走査ドライバ 9 は、例えば同図の左側から右側に向かう所定の走査方向で、参照電極 5 及び走査電極 6 に対して、それぞれ参照電圧  $V_r$  及び走査電圧  $V_s$  として上記選択電圧を順次印加する。具体的には、参照ドライバ 8 及び走査ドライバ 9 は、参照電極 5 及び走査電極 6 に対して、選択電圧として H 電圧（第 1 の電圧）及び L 電圧（第 2 の電圧）をそれぞれ順次印加して選択ラインとする走査動作を行う。また、この選択ラインでは、信号ドライバ 7 は外部からの画像入力信号に応じて、対応する信号電極 4 に対して、H 電圧または L 電圧を信号電圧  $V_d$  として印加する。これにより、選択ラインの各画素では、極性液体 16 が有効表示領域 P1 側または非有効表示領域 P2 側に移動されて、表示面側の表示色が変更される。また、このとき、オイル 17 は、極性液体 16 の移動に応じて、移動用空間 K の内部を通過して、当該極性液体 16 の移動先とは反対側の非有効表示領域 P2 側または有効表示領域 P1 側に移動される。

[0083] 一方、非選択ライン、つまり残り全ての参照電極 5 及び走査電極 6 に対しては、参照ドライバ 8 及び走査ドライバ 9 は、それぞれ参照電圧  $V_r$  及び走査電圧  $V_s$  として上記非選択電圧を印加する。具体的には、参照ドライバ 8 及び走査ドライバ 9 は、残り全ての参照電極 5 及び走査電極 6 に対して、非選択電圧として、例えば上記 H 電圧と L 電圧の中間の電圧である中間電圧（

M i d d l e 電圧、以下、"M 電圧" という。) を印加する。これにより、非選択ラインの各画素では、極性液体 16 が有効表示領域 P 1 側または非有効表示領域 P 2 側で不必要な変動を生じることなく静止され、表示面側の表示色が変更されない。

[0084] 上記のような表示動作を行う場合、参照電極 5、走査電極 6、及び信号電極 4 への印加電圧の組み合わせは、表 1 に示されるものとなる。さらに、極性液体 16 の挙動及び表示面側の表示色は、表 1 に示すように、印加電圧に応じたものとなる。なお、表 1 では、H 電圧、L 電圧、及び M 電圧をそれぞれ "H"、"L"、及び "M" にて略記している (後掲の表 2 でも同様。)。また、H 電圧、L 電圧、及び M 電圧の具体的な値は、それぞれ例えば + 16 V、0 V、及び + 8 V である。

[0085] [表 1]

|        | 参照電極 | 走査電極 | 信号電極 | 極性液体の挙動、及び表示面側での表示色 |
|--------|------|------|------|---------------------|
| 選択ライン  | H    | L    | H    | 走査電極側に移動<br>CF 着色表示 |
|        |      |      | L    | 参照電極側に移動<br>黒色表示    |
| 非選択ライン | M    | M    | H    | 静止 (移動しない)          |
|        |      |      | L    | 黒色または CF 着色表示       |

[0086] < 選択ラインでの動作 >

選択ラインでは、信号電極 4 に対して例えば H 電圧が印加されているときでは、参照電極 5 と信号電極 4 との間では、共に H 電圧が印加されているので、これらの参照電極 5 と信号電極 4 との間には、電位差が生じていない。一方、信号電極 4 と走査電極 6 との間では、走査電極 6 に対して、L 電圧が印加されているので、電位差が生じている状態となる。このため、極性液体 16 は、信号電極 4 に対して、電位差が生じている走査電極 6 側に表示用空

間Sの内部を移動する。この結果、極性液体16は、図5(b)に例示したように、非有効表示領域P2側に移動した状態となり、オイル17を参照電極5側に移動させて、バックライト18からの照明光がカラーフィルタ部11rに達するのを許容する。これにより、表示面側での表示色は、カラーフィルタ部11rによる赤色表示(CF着色表示)の状態となる。また、画像表示装置1では、隣接するRGBの3つの全画素において、それらの極性液体16が非有効表示領域P2側に移動して、CF着色表示が行われたときに、当該RGBの画素からの赤色光、緑色光、及び青色光が白色光に混色して、白色表示が行われる。

[0087] 一方、選択ラインにおいて、信号電極4に対してL電圧が印加されているときでは、参照電極5と信号電極4との間では、電位差が生じ、信号電極4と走査電極6との間には、電位差が生じていない。従って、極性液体16は、信号電極4に対して、電位差が生じている参照電極5側に表示用空間Sの内部を移動する。この結果、極性液体16は、図5(a)に例示したように、有効表示領域P1側に移動した状態となり、バックライト18からの照明光がカラーフィルタ部11rに達するのを阻止する。これにより、表示面側での表示色は、極性液体16による黒色表示(非CF着色表示)の状態となる。

[0088] < 非選択ラインでの動作 >

非選択ラインでは、信号電極4に対して例えばH電圧が印加されているときでは、極性液体16は現状の位置に静止した状態で維持されて、現状の表示色で維持される。すなわち、参照電極5及び走査電極6の双方に対して、M電圧が印加されているので、参照電極5と信号電極4との間の電位差及び走査電極6と信号電極4との間の電位差は、共に同じ電位差が生じるからである。この結果、表示色は、現状の黒色表示またはCF着色表示から変更されずに維持される。

[0089] 同様に、非選択ラインにおいて、信号電極4に対してL電圧が印加されているときでも、極性液体16は現状の位置に静止した状態で維持されて、現

状の表示色で維持される。すなわち、参照電極 5 及び走査電極 6 の双方に対して、M 電圧が印加されているので、参照電極 5 と信号電極 4 との間の電位差及び走査電極 6 と信号電極 4 との間の電位差は、共に同じ電位差が生じるからである。

[0090] 以上のように、非選択ラインにおいては、信号電極 4 が H 電圧及び L 電圧のいずれかの電圧であっても、極性液体 16 は移動せずに、静止して、表示面側での表示色は変化しない。

[0091] 一方、選択ラインにおいては、信号電極 4 への印加電圧に応じて、上述のように、極性液体 16 を移動させることができ、表示面側での表示色を変更させることができる。

[0092] また、画像表示装置 1 では、表 1 に示した印加電圧の組み合わせによって、選択ライン上の各画素での表示色は、例えば図 6 に示すように、各画素に対応する信号電極 4 への印加電圧に応じて、カラーフィルタ部 11r、11g、11b による CF 着色（赤色、緑色、あるいは青色）または極性液体 16 による非 CF 着色（黒色）となる。また、参照ドライバ 8 及び走査ドライバ 9 が、それぞれ参照電極 5 及び走査電極 6 の選択ラインを、例えば図 6 の左から右へ走査動作を行う場合、画像表示装置 1 の表示部での各画素の表示色もまた同図 6 の左から右に向かって順次変化することとなる。したがって、参照ドライバ 8 及び走査ドライバ 9 による選択ラインの走査動作を高速で行うことにより、画像表示装置 1 において、表示部での各画素の表示色も高速に変化させることが可能となる。さらに、選択ラインの走査動作に同期させて信号電極 4 への信号電圧  $V_d$  の印加を行うことにより、画像表示装置 1 では、外部からの画像入力信号に基づいて、動画像を含んだ種々の情報を表示することが可能となる。

[0093] また、参照電極 5、走査電極 6、及び信号電極 4 への印加電圧の組み合わせは、表 1 に限定されるものではなく、表 2 に示すものでもよい。

[0094]

ほ 2]

|        | 参照電極 | 走査電極 | 信号電極 | 極性液体の挙動、及び表示面側での表示色  |
|--------|------|------|------|----------------------|
| 選択ライン  | L    | H    | L    | 走査電極側に移動<br>C F 着色表示 |
|        |      |      | H    | 参照電極側に移動<br>黒色表示     |
| 非選択ライン | M    | M    | H    | 静止（移動しない）            |
|        |      |      | L    | 黒色またはC F 着色表示        |

[0095] すなわち、参照 ドライバ 8 及び走査 ドライバ 9 は、例えば同図の左側から右側に向かう所定の走査方向で、参照電極 5 及び走査電極 6 に対して、選択電圧として L 電圧（第 2 の電圧）及び H 電圧（第 1 の電圧）をそれぞれ順次印加して選択ラインとする走査動作を行う。また、この選択ラインでは、信号 ドライバ 7 は外部からの画像入力信号に応じて、対応する信号電極 4 に対して、H 電圧または L 電圧を信号電圧  $V_d$  として印加する。

[0096] 一方、非選択ライン、つまり残り全ての参照電極 5 及び走査電極 6 に対しては、参照 ドライバ 8 及び走査 ドライバ 9 は、非選択電圧として M 電圧を印加する。

[0097] < 選択ラインでの動作 >

選択ラインでは、信号電極 4 に対して例えば L 電圧が印加されているときには、参照電極 5 と信号電極 4 との間では、共に L 電圧が印加されているので、これらの参照電極 5 と信号電極 4 との間には、電位差が生じていない。一方、信号電極 4 と走査電極 6 との間では、走査電極 6 に対して、H 電圧が印加されているので、電位差が生じている状態となる。従って、極性液体 16 は、信号電極 4 に対して、電位差が生じている走査電極 6 側に表示用空間 S の内部を移動する。この結果、極性液体 16 は、図 5（b）に例示したように、非有効表示領域 P 2 側に移動した状態となり、オイル 17 を参照電極

5 側に移動させて、バックライト18からの照明光がカラーフィルタ部11rに達するのを許容する。これにより、表示面側での表示色は、カラーフィルタ部11rによる赤色表示（CF着色表示）の状態となる。また、表1に示した場合と同様に、隣接するRGBの3つの全画素において、CF着色表示が行われたときには、白色表示が行われる。

[0098] 一方、選択ラインにおいて、信号電極4に対してH電圧が印加されているときでは、参照電極5と信号電極4との間では、電位差が生じ、信号電極4と走査電極6との間には、電位差が生じていない。従って、極性液体16は、信号電極4に対して、電位差が生じている参照電極5側に表示用空間Sの内部を移動する。この結果、極性液体16は、図5（a）に例示したように、有効表示領域P1側に移動した状態となり、バックライト18からの照明光がカラーフィルタ部11rに達するのを阻止する。これにより、表示面側での表示色は、極性液体16による黒色表示（非CF着色表示）の状態となる。

[0099] < 非選択ラインでの動作 >

非選択ラインでは、信号電極4に対して例えばL電圧が印加されているときでは、極性液体16は現状の位置に静止した状態で維持されて、現状の表示色で維持される。すなわち、参照電極5及び走査電極6の双方に対して、M電圧が印加されているので、参照電極5と信号電極4との間の電位差及び走査電極6と信号電極4との間の電位差は、共に同じ電位差が生じるからである。この結果、表示色は、現状の黒色表示またはCF着色表示から変更されずに維持される。

[0100] 同様に、非選択ラインにおいて、信号電極4に対してH電圧が印加されているときでも、極性液体16は現状の位置に静止した状態で維持されて、現状の表示色で維持される。すなわち、参照電極5及び走査電極6の双方に対して、M電圧が印加されているので、参照電極5と信号電極4との間の電位差及び走査電極6と信号電極4との間の電位差は、共に同じ電位差が生じるからである。

- [0101] 以上のように、表 2 に示した場合でも、表 1 に示した場合と同様に、非選択ラインにおいては、信号電極 4 が H 電圧及び L 電圧のいずれかの電圧であっても、極性液体 16 は移動せずに、静止して、表示面側での表示色は変化しない。
- [0102] 一方、選択ラインにおいては、信号電極 4 への印加電圧に応じて、上述のように、極性液体 16 を移動させることができ、表示面側での表示色を変更させることができる。
- [0103] また、本実施形態の画像表示装置 1 では、表 1 及び表 2 に示した印加電圧の組み合わせ以外に、信号電極 4 への印加電圧を、H 電圧または L 電圧の 2 値だけではなく、これらの H 電圧と L 電圧との間の電圧を、表示面側に表示される情報に応じて変化させることもできる。すなわち、画像表示装置 1 では、信号電圧  $V_d$  を制御することにより、階調表示が可能となる。これにより、表示性能に優れた表示素子 10 を構成することができる。
- [0104] 以上のように構成された本実施形態の表示素子 10 では、表示用空間 S の内部はリブ 14 によって複数の各画素領域 P に応じて気密に区切られている。これにより、本実施形態の表示素子 10 では、上記従来例と異なり、オイル（絶縁性流体）17 が隣接する画素領域 P から流れ込むのを防ぐことができ、隣接する画素領域 P からのオイル 17 による極性液体 16 の微少な移動が生じるのを防止することができる。また、本実施形態の表示素子 10 では、表示用空間 S の内部において、画素領域 P 毎にオイル 17 を移動させるための移動用空間 K が設けられている。これにより、本実施形態の表示素子 10 では、表示色を変更するときに極性液体 16 を移動させる場合でも、当該極性液体 16 を円滑に、かつ、適切に移動させることができる。従って、本実施形態では、階調表示を行うときでも、表示品位が低下するのを防ぐことができる表示素子 10 を構成することができる。
- [0105] また、本実施形態では、移動用空間 K は、表示用空間 S の内部において、当該表示用空間 S の内部側に突出するように上部基板（第 1 及び第 2 の基板の他方側）2 側に設けられるとともに、互いに所定の間隔をおいて設置され

た複数の突起部材 19 を用いて、区画されている。これにより、本実施形態では、複数の突起部材 19 によって表示用空間 S の内部に移動用空間 K を適切に設けることができる。

[01 06] また、本実施形態の画像表示装置（電気機器）1では、階調表示を行うときでも、表示品位が低下するのを防ぐことができる表示素子 10 が表示部に用いられているので、優れた表示品位を有する表示部を備えた高性能な画像表示装置（電気機器）1を容易に構成することができる。

[01 07] また、本実施形態の表示素子 10 では、信号ドライバ（信号電圧印加部）7、参照ドライバ（参照電圧印加部）8、及び走査ドライバ（走査電圧印加部）9が信号電極 4、参照電極 5、及び走査電極 6 に対して、信号電圧  $V_d$ 、参照電圧  $V_r$ 、及び走査電圧  $V_s$  を印加するようになっている。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 10 を容易に構成できるとともに、各画素領域の表示色を適切に変更することができる。

[01 08] [第 2 の実施形態]

図 7（a）は、本発明の第 2 の実施形態にかかる表示素子の 1 つの画素領域での要部構成を示す拡大平面図であり、図 7（b）は、図 7（a）の  $V_{11} - V_{11} - V_{11}$  線断面図である。図 8（a）及び図 8（b）は、それぞれ非 CF 着色表示時及び CF 着色表示時における、図 7 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 1 の実施形態との主な相違点は、移動用空間の内部において、一端部側及び他端部側がそれぞれ有効表示領域側及び非有効表示領域側に設けられるとともに、極性液体の移動に応じて、絶縁性流体を有効表示領域側または非有効表示領域側に案内するガイド部を設置した点である。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。

[01 09] すなわち、図 7（a）乃至図 8（b）に示すように、本実施形態の表示素子 10 では、上部基板 2 の非表示面側の表面において、複数の、例えば 4 本のレール部材 20 が互いに所定の間隔をおいて設けられている。これらの各レ

ール部材 20 には、例えばエポキシ樹脂系レジスト材料が用いられており、各レール部材 20 は、長尺の直方体状に形成されている。

[0110] また、各レール部材 20 は、上部基板 2 側から表示用空間 S の内部側に突出するように、かつ、当該上部基板 2 側で有効表示領域 P 1 と非有効表示領域 P 2 とを接続するように直線状に設けられており、表示用空間 S の内部において、移動用空間 K を区画している。すなわち、本実施形態の表示素子 10 では、第 1 の実施形態のものと同様に、例えば図 7 (b) に示すように、各画素領域 P において、オイル（絶縁性流体）17 を移動させるための移動用空間に、表示用空間 S の内部において、極性液体 16 が移動する空間の上部基板 2 側に形成される。

[0111] また、複数のレール部材 20 は、例えば図 8 (a) 及び図 8 (b) に示すように、移動用空間 K の内部において、一端部側及び他端部側がそれぞれ有効表示領域 P 1 側及び非有効表示領域 P 2 側に設けられるとともに、極性液体 16 の移動に応じて、オイル 17 を有効表示領域 P 1 側または非有効表示領域 P 2 側に案内するガイド部 G (図 7 (a)) として機能するようになっている。また、各レール部材 20 は、信号電極 4、参照電極 5、走査電極 6、及び誘電体層 13 が設置された下部基板 3 側に設けられていないので、各レール部材 20 は、エレクトロウエッティング現象による極性液体 16 の移動を阻害しないように構成されている。

[0112] また、複数のレール部材 20 では、図 7 (a) 及び図 7 (b) に示すように、隣接する 2 本のレール部材 20 の間の寸法  $h_4$ 、リブ 14a と当該リブ 14a に隣接するレール部材 20 との間の寸法  $h_5$ 、及びリブ 14b と当該リブ 14b に隣接するレール部材 20 との間の寸法  $h_6$  が、各々上部基板 2 及び下部基板 3 と垂直な方向での極性液体 16 の寸法 H よりも小さい寸法に設定されている。具体的にいえば、本実施形態では、寸法  $h_4 \sim h_6$  は各々例えば  $10 \mu\text{m}$  に設定され、寸法 H は例えば  $40 \mu\text{m}$  に設定されている。

[0113] 以上のように、寸法 H よりも小さい寸法の寸法  $h_4 \sim h_6$  を用いることにより、本実施形態では、極性液体 16 の動作（移動）が不安定になるのを防

止することができる。すなわち、本願発明の発明者等による実験によれば、極性液体 16 が隣接する 2 つのレール部材 20 の間、リブ 14 a と当該リブ 14 a に隣接するレール部材 20 との間、及びリブ 14 b に隣接するレール部材 20 との間の各間に入り込むのを防ぐことができる。この結果、本実施形態では、極性液体 16 の動作が不安定になるのを防止することができる。尚、本願発明の発明者等による実験によれば、例えば隣接する 2 つのレール部材 20 の間の寸法  $h_4$  を、極性液体 16 の寸法  $H$  以上とした場合、極性液体 16 が当該隣接する 2 つのレール部材 20 の間に入り込んで、極性液体 16 の動作が安定しなかった。

[0114] 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、本実施形態では、極性液体 16 の移動に応じて、オイル（絶縁性流体）17 を有効表示領域 P1 側または非有効表示領域 P2 側に案内するガイド部 G が設置されている。これにより、本実施形態では、オイル 17 は極性液体 16 の移動に応じて、ガイド部 G によって有効表示領域 P1 側または非有効表示領域 P2 側に案内されることとなり、表示色を変更するときに極性液体 16 を移動させる場合において、当該極性液体 16 をより円滑に、かつ、より適切に移動させることができる。この結果、本実施形態では、優れた表示品位を有する表示素子 10 を容易に構成することができる。

[0115] また、本実施形態では、ガイド部 G において、表示用空間 S の内部側に突出するように、かつ、上部基板 2 側で有効表示領域 P1 と非有効表示領域 P2 とを接続するように直線状に設けられるとともに、互いに所定の間隔をおいて設置された複数のレール部材 20 が用いられている。これにより、本実施形態では、レール部材 20 を用いて、極性液体 16 の移動に応じて、オイル 17 を有効表示領域 P1 側または非有効表示領域 P2 側に適宜案内することができる。

[0116] [第 3 の実施形態]

図 9 (a) は、本発明の第 3 の実施形態にかかる表示素子の 1 つの画素領

域での要部構成を示す拡大平面図であり、図 9 (b) は、図 9 (a) の  $1 \times b$  線断面図である。図 10 (a) 及び図 10 (b) は、それぞれ非 C F 着色表示時及び C F 着色表示時における、図 9 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 2 の実施形態との主な相違点は、ガイド部において、第 1 及び第 2 の基板の他方側と対向するように 2 本のレール部材の各先端部に接続されるとともに、表示用空間の内部で極性液体に接触するように平面状に構成された平板部材を設けた点である。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。

[0117] すなわち、図 9 (a) 乃至図 10 (b) に示すように、本実施形態の表示素子 10 では、ガイド部 21 が上部基板 2 の非表示面側に設けられている。このガイド部 21 には、上部基板 2 の非表示面側の表面上で互いに所定の間隔をおいて設けられた複数、例えば 2 本のレール部材 21a と、上部基板 2 と対向するように 2 本のレール部材 21a の各先端部に接続されるとともに、表示用空間 S の内部で極性液体 16 に接触するように平面状に構成された平板部材 21b とが含まれている。

[0118] ガイド部 21 は、第 2 の実施形態のものと同様に、移動用空間 K の内部において、一端部側及び他端部側がそれぞれ有効表示領域 P1 側及び非有効表示領域 P2 側に設けられるとともに、極性液体 16 の移動に応じて、オイル 17 を有効表示領域 P1 側または非有効表示領域 P2 側に案内するよう構成されている。そして、本実施形態の表示素子 10 では、第 2 の実施形態のものと同様に、例えば図 9 (b) に示すように、各画素領域 P において、オイル (絶縁性流体) 17 を移動させるための移動用空間に、表示用空間 S の内部において、極性液体 16 が移動する空間の上部基板 2 側に形成される。

[0119] また、各レール部材 21a は、上部基板 2 側から表示用空間 S の内部側に突出するように、かつ、当該上部基板 2 側で有効表示領域 P1 と非有効表示領域 P2 とを接続するように直線状に設けられている。また、平板部材 21b は、2 本のレール部材 21a 及び上部基板 2 との間に、トンネル状の移動

用空間 K が形成されるように、これらの 2 本のレール部材 2 1 a の先端部に接続されている。また、各レール部材 2 1 a 及び平板部材 2 1 b には、例えばエポキシ樹脂系レジスト材料が用いられている。また、各レール部材 2 1 a 及び平板部材 2 1 b は、信号電極 4、参照電極 5、走査電極 6、及び誘電体層 1 3 が設置された下部基板 3 側に設けられていないので、各レール部材 2 1 a 及び平板部材 2 1 b は、エレクトロウエツティング現象による極性液体 1 6 の移動を阻害しないように構成されている。

[01 20] また、2 本のレール部材 2 1 a 及び平板部材 2 1 b では、図 9 (a) 及び図 9 (b) に示すように、リブ 1 4 a と当該リブ 1 4 a に隣接するレール部材 2 1 a 及び平板部材 2 1 b との間の寸法 h 8、及びリブ 1 4 b と当該リブ 1 4 b に隣接するレール部材 2 1 a 及び平板部材 2 1 b との間の寸法 h 9 が、各々上部基板 2 及び下部基板 3 と垂直な方向での極性液体 1 6 の寸法 H よりも小さい寸法に設定されている。具体的にいえば、本実施形態では、寸法 h 8 及び h 9 は各々例えば 10 μm に設定され、寸法 H は例えば 40 μm に設定されている。なお、隣接する 2 本のレール部材 2 1 a の間の寸法 h 7 は、例えば 50 μm に設定されているが、これら 2 本のレール部材 2 1 a の間の間隙は平板部材 2 1 b によって覆われているため、極性液体 1 6 が侵入しないようになっている。

[01 21] 以上のように、寸法 H よりも小さい寸法の寸法 h 8 及び h 9 を用いることにより、本実施形態では、極性液体 1 6 の動作 (移動) が不安定になるのを防止することができる。すなわち、本願発明の発明者等による実験によれば、極性液体 1 6 がリブ 1 4 a と当該リブ 1 4 a に隣接するレール部材 2 1 a 及び平板部材 2 1 b との間、及びリブ 1 4 b と当該リブ 1 4 b に隣接するレール部材 2 1 a 及び平板部材 2 1 b との間の各間に入り込むのを防ぐことができる。この結果、本実施形態では、極性液体 1 6 の動作が不安定になるのを防止することができる。尚、本願発明の発明者等による実験によれば、例えばリブ 1 4 a と当該リブ 1 4 a に隣接するレール部材 2 1 a 及び平板部材 2 1 b との間の寸法 h 8 を、極性液体 1 6 の寸法 H 以上とした場合、極性

液体 16 が当該 リブ 14 a と当該 リブ 14 a に隣接する レール部材 21 a 及び平板部材 21 b との間に入り込んで、極性液体 16 の動作が安定しなかった。

[0122] 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、本実施形態では、ガイド部 21 において、上部基板 2 側と対向するように 2 本の レール部材 21 a の各先端部に接続されるとともに、表示用空間 S の内部で極性液体 16 に接触するように平面状に構成された平板部材 21 b が用いられている。これにより、本実施形態では、平板部材 21 b、2 本の レール部材 21 a、及び上部基板 2 側との間に、トンネル状の移動用空間 K を確実に設けることができる。また、平板部材 21 b は、表示用空間 S の内部で極性液体 16 に接触するように平面状に構成されているので、極性液体 16 をより確実に安定して動作させることができる。

[0123] [第 4 の実施形態]

図 11 は、表示面側から見た場合での本発明の第 4 の実施形態にかかる表示素子の上部基板側の要部構成を示す拡大平面図である。図 12 は、非表示面側から見た場合での本発明の第 4 の実施形態にかかる表示素子の下部基板側の要部構成を示す拡大平面図である。図 13 (a) は、本発明の第 4 の実施形態にかかる表示素子の 1 つの画素領域での要部構成を示す拡大平面図であり、図 13 (b) は、図 13 (a) の X111b - X111b 線断面図である。図 14 (a) 及び図 14 (b) は、それぞれ非 CF 着色表示時及び CF 着色表示時における、図 13 に示した表示素子の要部構成を示す断面図である。なお、図 11 では、図面の明瞭化のために、非表示面側に設けられた後述の レール部材の図示は省略している。

[0124] 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、ガイド部において、第 1 及び第 2 の基板の少なくとも一方側で有効表示領域と非有効表示領域とを接続するように直線状に設けられるとともに、極性液体を挟むように互いに所定の間隔をおいて設置された 2 本の レール部材を用いた点

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。

[01 25] すなわち、図 1 1 及び図 1 2 に示すように、本実施形態の表示素子 1 0 では、信号電極 4 が上部基板 2 の非表示面側に設けられている。また、この上部基板 2 の非表示面側には、図 1 3 (a) 乃至図 1 4 (b) に示すように、ガイド部 G が設けられている。このガイド部 G には、上部基板 2 の非表示面側の表面上で、極性液体 1 6 を挟むように互いに所定の間隔をおいて設けられた 2 本のレール部材 2 2 が含まれている。

[01 26] ガイド部 G は、第 2 の実施形態のものと同様に、移動用空間 K の内部において、一端部側及び他端部側がそれぞれ有効表示領域 P 1 側及び非有効表示領域 P 2 側に設けられるとともに、極性液体 1 6 の移動に応じて、オイル 1 7 を有効表示領域 P 1 側または非有効表示領域 P 2 側に案内するよう構成されている。そして、本実施形態の表示素子 1 0 では、第 2 の実施形態のものと同様に、例えば図 1 3 (b) に示すように、各画素領域 P において、オイル (絶縁性流体) 1 7 を移動させるための移動用空間に、表示用空間 S の内部において、極性液体 1 6 が移動する空間のリブ 1 4 b 側 (すなわち、各レール部材 2 2 のリブ 1 4 b 側) に形成される。

[01 27] また、各レール部材 2 2 は、上部基板 2 側から表示用空間 S の内部側に突出するように、かつ、当該上部基板 2 側で有効表示領域 P 1 と非有効表示領域 P 2 とを接続するように直線状に設けられている。また、各レール部材 2 2 には、例えばエポキシ樹脂系レジスト材料が用いられている。また、2 本のレール部材 2 2 は、極性液体 1 6 を挟むように平行に設けられているので、各レール部材 2 2 は、エレクトロウエッティング現象による極性液体 1 6 の移動を阻害しないように構成されている。

[01 28] また、2 本の各レール部材 2 2 では、図 1 3 (a) 及び図 1 3 (b) に示すように、極性液体 1 6 の移動方向での端部とリブ 1 4 a との間の寸法  $h_1$  が、画素領域 P の極性液体 1 6 の移動方向での寸法 A に対して、下記不等式 (1) を満足するように、設定されている。これにより、本実施形態では

、極性液体 16 及びオイル 17 の円滑な移動を行うことができるようになっている。

$$[0129] \quad 0.02 \times A \leq h_{10} \leq 0.17 \times A \quad \text{——— (1)}$$

尚、本願発明の発明者等による実験によれば、例えばリブ 14 a とレール部材 22 の端部との間の寸法  $h_{10}$  を、 $0.02 \times A$  よりも小さくした場合には、レール部材 22 とリブ 14 b との間の移動用空間 K の内部側にオイル 17 が流れ込みにくくなつて、極性液体 16 及びオイル 17 の円滑な移動を阻害した。また、寸法  $h_{10}$  を、 $0.17 \times A$  よりも大きくした場合には、極性液体 16 がリブ 14 a とレール部材 22 との間に入り込んで、極性液体 16 の動作が安定しなかった。

[0130] また、2 本の各レール部材 22 では、図 13 (b) に示すように、上部基板 2 及び下部基板 3 と垂直な方向での寸法  $h$  が、上部基板 2 及び下部基板 3 と垂直な方向での極性液体 16 の寸法  $H$  に対して、下記の不等式 (2) を満足するように、

$$0.65 \times H \leq h \leq H \quad \text{——— (2)}$$

設定されている。

[0131] 具体的には、図 13 (b) に例示するように、2 本の各レール部材 22 では、上部基板 2 及び下部基板 3 と垂直な方向での寸法  $h$  が、上部基板 2 及び下部基板 3 と垂直な方向での極性液体 16 の寸法  $H$  と同一に設定されている。これにより、本実施形態では、2 本のレール部材 22 によって極性液体 16 を確実に挟むことができ、極性液体 16 をより適切に移動させることができる。尚、本願発明の発明者等による実験によれば、上記寸法  $h$  を、 $0.65 \times H$  よりも小さい値に設定した場合には、2 本のレール部材 22 によって極性液体 16 を挟むことができずに、当該極性液体 16 の動作が不安定なものとなった。また、寸法  $h$  を、寸法  $H$  よりも大きく設定した場合には、レール部材 22 の寸法  $h$  がリブ 14 b の上記垂直な方向での寸法よりも大きくなつて、各画素領域 P で表示用空間 S の内部を気密に区切ることが困難なものとなった。

- [01 32] 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、本実施形態では、ガイド部 G において、極性液体 16 を挟むように互いに所定の間隔をおいて設置された 2 本のレール部材 22 が用いられている。これにより、本実施形態では、2 本の各レール部材 22 の外側の空間を上記移動用空間 K として確実に用いることができ、表示色を変更するときに、オイル（絶縁性流体）17 及び極性液体 16 の円滑な移動を確実に行うことができる。
- [01 33] 尚、上記の説明では、2 本のレール部材 22 を上部基板（第 1 及び第 2 の基板の他方側）2 側に設けた場合について説明したが、本実施形態のレール部材 22 はこれに限定されるものではなく、第 1 及び第 2 の基板の少なくとも一方側に設けられたものであればよい。具体的には、2 本のレール部材 22 を下部基板（第 1 及び第 2 の基板の一方側）3 側に設けてもよい。また、2 本のレール部材 22 の一方及び他方をそれぞれ上部基板 2 側及び下部基板 3 側に設けてもよい。
- [01 34] また、上記の説明以外に、第 1 〜第 3 の各実施形態と同様に、信号電極 4 を下部基板 3 側に設ける構成でもよい。つまり、本実施形態では、極性液体 16 を挟むように 2 本のレール部材 22 を設けているので、信号電極 4 は、第 1 〜第 3 の各実施形態と異なり、下部基板 3 側に制約されずに、当該信号電極 4 の設置箇所の設計自由度を大きくすることができる。
- [01 35] 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。
- [01 36] 例えば、上記の説明では、表示部を備えた画像表示装置に本発明を適用した場合について説明したが、本発明は文字及び画像を含んだ情報を表示する表示部が設けられた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 p D A 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。

[01 37] また、上記の説明では、極性液体への電界印加に応じて、当該極性液体を移動させるエレクトロウエツティング方式の表示素子を構成した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く、外部電界を利用して、表示用空間の内部で極性液体を動作させることにより、表示面側の表示色を変更可能な電界誘導型の表示素子であれば何等限定されるものではなく、電気浸透方式、電気泳動方式、誘電泳動方式などの他の方式の電界誘導型表示素子に適用することができる。

[01 38] 但し、上記各実施形態のように、エレクトロウエツティング方式の表示素子を構成する場合の方が、極性液体を低い駆動電圧で高速に移動させることが可能となる。また、エレクトロウエツティング方式の表示素子では、極性液体の移動に応じて表示色が変更されており、液晶層などの複屈折材料を用いた液晶表示装置等と異なり、情報表示に使用される、バックライトからの光や外光の光利用効率に優れた高輝度な表示素子を容易に構成できる点でも好ましい。さらには、画素毎にスイッチング素子を設ける必要がないので、構造簡単で高性能なマトリクス駆動方式の表示素子を低コストで構成できる点でも好ましい。

[01 39] また、上記の説明では、バックライトを備えた透過型の表示素子を構成し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、拡散反射板などの光反射部を有する反射型や、前記光反射部とバックライトとを併用した半透過型の表示素子にも適用することができる。

[01 40] また、上記の説明では、塩化カリウムの水溶液を極性液体に用いた場合について説明したが、本発明の極性液体はこれに限定されるものではない。具体的にいえば、極性液体には、塩化亜鉛、水酸化カリウム、水酸化ナトリウム、アルカリ金属水酸化物、酸化亜鉛、塩化ナトリウム、リチウム塩、リン酸、アルカリ金属炭酸塩、酸素イオン伝導性を有するセラミックスなどの電解質を含んだものを使用することができる。また、溶媒には、水以外に、アルコール、アセトン、ホルムアミド、エチレングリコールなどの有機溶媒を使用することもできる。さらに、本発明の極性液体には、ピリジン系、脂環

族アミン系、または脂肪族アミン系などの陽イオンと、フッ化物イオンやトリフラート等のフッ素系などの陰イオンとを含んだイオン液体（常温熔融塩）を使用することもできる。

[0141] また、本発明の極性液体には、導電性を有する導電性液体と、所定以上の比誘電率、好ましくは15以上の比誘電率を有する高誘電性を有する液体が含まれている。

[0142] 但し、上記の各実施形態のように、所定の電解質を溶かした水溶液を極性液体に使用する場合の方が、取扱性に優れるとともに、製造が簡単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。

[0143] また、上記の説明では、無極性のオイルを用いた場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、極性液体と混じり合わない絶縁性流体であればよく、例えばオイルに代えて、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。また、本発明の絶縁性流体には、所定以下の比誘電率、好ましくは5以下の比誘電率を有する流体が含まれている。

[0144] 但し、上記の各実施形態のように、極性液体と相溶性がない無極性のオイルを用いた場合の方が、空気と極性液体とを用いる場合よりは、無極性のオイル中で極性液体の液滴がより移動し易くなつて、当該極性液体を高速移動させることが可能となり、表示色を高速に切り換えられる点で好ましい。

[0145] また、上記の説明では、信号電極、参照電極、及び走査電極を下部基板（第2の基板）側に設けた場合について説明した。しかしながら、本発明は、極性液体と接触するように、表示用空間の内部に信号電極を設置し、かつ、極性液体及び互いに電氣的に絶縁された状態で、参照電極及び走査電極を第1及び第2の基板の一方側に設けるものであればよい。具体的にいえば、例えば信号電極を第1及び第2の基板の中間部分に設けるとともに、参照電極及び走査電極を第1の基板側に設けてもよい。

[0146] また、上記の説明では、参照電極及び走査電極を有効表示領域側及び非有効表示領域側にそれぞれ設置し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、参照電極及び走査電極を非有効表示領域側及び有効表示領域側にそれぞれ設置してもよい。

[01 47]      また、上記の説明では、参照電極及び走査電極を下部基板（第２の基板）の表示面側の表面に設け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、絶縁材料からなる上記第２の基板の内部に埋設した参照電極及び走査電極を用いることもできる。このように構成した場合には、第２の基板を誘電体層として兼用させることができ、当該誘電体層の設置を省略することができる。さらに、誘電体層を兼用した第１及び第２の基板上に信号電極を直接的に設け、表示用空間の内部に当該信号電極を設置する構成でもよい。

[01 48]      また、上記の説明では、透明な電極材料を用いて参照電極及び走査電極を構成した場合について説明したが、本発明は参照電極及び走査電極のうち、画素の有効表示領域に対向するように設置される一方の電極だけを透明な電極材料によって構成すればよく、有効表示領域に対向されない他方の電極には、アルミニウム、銀、クロム、その他の金属などの不透明な電極材料を使用することができる。

[01 49]      また、上記の説明では、帯状の参照電極及び走査電極を用いた場合について説明したが、本発明の参照電極及び走査電極の各形状はこれに何等限定されない。例えば透過型に比べて、情報表示に用いられる光の利用効率が低下する反射型の表示素子では、線状や網状などの光ロスが生じ難い形状としてもよい。

[01 50]      また、上記の説明では、信号電極に線状配線を用いた場合について説明したが、本発明の信号電極はこれに限定されるものではなく、網状配線などの他の形状に形成された配線も使用することができる。

[01 51]      また、上記の説明では、黒色に着色された極性液体及びカラーフィルタ層を用いて、ＲＧＢの各色の画素を表示面側に設け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、複数の画素領域が、表示面側でフルカラー表示が可能な複数の色に応じてそれぞれ設けられているものであ

ればよい。具体的には、RGB、シアン（C）、マゼンタ（M）、及びイエロー（Y）のCMY、またはRGBYCなどに着色された複数色の極性液体を用いることもできる。

[0152] また、上記の説明では、カラーフィルタ層を上部基板（第1の基板）の非表示面側の表面に形成し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、第1の基板の表示面側の表面や下部基板（第2の基板）側にカラーフィルタ層を設置することもできる。このように、カラーフィルタ層を用いる場合の方が、複数色の極性液体を用意する場合に比べて、製造簡単な表示素子を容易に構成できる点で好ましい。また、このカラーフィルタ層に含まれたカラーフィルタ部（開口部）及びブラックマトリクス部（遮光膜）により、表示用空間に対し、有効表示領域及び非有効表示領域をそれぞれ適切に、かつ、確実に設定することができる点でも好ましい。

[0153] また、上記第2及び第3の実施形態の説明では、ガイド部において、表示用空間の内部側に突出するように、かつ、第1及び第2の基板の他方側で有効表示領域と非有効表示領域とを接続するように直線状に設けられるとともに、互いに所定の間隔をおいて設置された複数のレール部材を用いた場合について説明した。しかしながら、本発明のガイド部は、移動用空間の内部において、一端部側及び他端部側がそれぞれ有効表示領域側及び非有効表示領域側に設けられるとともに、極性液体の移動に応じて、絶縁性流体を有効表示領域側または非有効表示領域側に案内するものであれば何等限定されない。具体的にいえば、互いに所定の間隔をおいて設置される、非直線状のレール部材を複数使用したものでもよい。

[0154] また、上記第2及び第3の実施形態の説明では、図7（a）及び図9（a）にそれぞれ示したように、ガイド部Gのレール部材20及びガイド部21のレール部材21aをリブ14の内部に設けた場合について説明した。しかしながら、本発明のガイド部は、その一端部側及び他端部側がそれぞれ有効表示領域側及び非有効表示領域側に設けられるものであれば何等限定されない。

[01 55] 具体的にいえば、図 1 5 に例示するように、ガイド部 G' において、4 本の各レール部材 2 0' が上部基板 2 とリブ 1 4 a との間に挟まれるように、形成されたものでもよい。また、このガイド部 G' では、隣接する 2 本のレール部材 2 0' の間の寸法 h 4'、及びリブ 1 4 b と当該リブ 1 4 b に隣接するレール部材 2 0' との間の寸法 h 6' 九 第 2 の実施形態のものと同様に、各々上部基板 2 及び下部基板 3 と垂直な方向での極性液体 1 6 の寸法 H よりも小さい寸法に設定されている。また、上記のようなレール部材 2 0' を用いる場合では、複数の画素領域 P において、1 本の各レール部材 2 0' を共用することができる。すなわち、第 2 の実施形態と異なり、画素領域 P 毎に、4 本のレール部材 2 0 を設けることなく、図 2 の X 方向に並べられた画素領域 P 単位に、4 本のレール部材 2 0' を形成すればよい。

[01 56] また、図 1 6 に例示するように、ガイド部 2 1' において、2 本の各レール部材 2 1 a' が上部基板 2 とリブ 1 4 a との間に挟まれるように、形成されたものでもよい。また、このガイド部 2 1' では、平板部材 2 1 b' は、2 本のレール部材 2 1 a' 及び上部基板 2 との間に、トンネル状の移動用空間 K が形成されるように、これらの 2 本のレール部材 2 1 a' の先端部に接続されている。さらに、ガイド部 2 1' では、リブ 1 4 a と当該リブ 1 4 a に隣接する平板部材 2 1 b' との間の寸法 h 8'、及びリブ 1 4 b と当該リブ 1 4 b に隣接するレール部材 2 1 a' 及び平板部材 2 1 b' との間の寸法 h 9' 九 第 3 の実施形態のものと同様に、各々上部基板 2 及び下部基板 3 と垂直な方向での極性液体 1 6 の寸法 H よりも小さい寸法に設定されている。なお、隣接する 2 本のレール部材 2 1 a' の間の寸法 h 7' は、第 3 の実施形態のものと同様に、例えば 5 0  $\mu$ m に設定されているが、これら 2 本のレール部材 2 1 a' の間の間隙は平板部材 2 1 b' によって覆われているため、極性液体 1 6 が侵入しないようになっている。さらに、また、上記のようなレール部材 2 1 a' を用いる場合では、複数の画素領域 P において、1 本の各レール部材 2 1 a' を共用することができる。すなわち、第 3 の実施形態と異なり、画素領域 P 毎に、2 本のレール部材 2 1 a を設けることなく

、図 2 の X 方向に並べられた画素領域 P 単位に、2 本のレール部材 2 1 a' を形成すればよい。

#### 産業上の利用可能性

[01 57] 本発明は、階調表示を行うときでも、表示品位が低下するのを防ぐことができる表示素子、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

- [01 58]
- 1 画像表示装置 (電気機器)
  - 2 上部基板 (第 1 の基板)
  - 3 下部基板 (第 2 の基板)
  - 4 信号電極
  - 5 参照電極
  - 6 走査電極
  - 7 信号ドライバ (信号電圧印加部)
  - 8 参照ドライバ (参照電圧印加部)
  - 9 走査ドライバ (走査電圧印加部)
  - 10 表示素子
  - 11 カラーフィルタ層
    - 11 r、11 g、11 b カラーフィルタ部 (開口部)
    - 11 s ブラックマトリクス部 (遮光膜)
  - 13 誘電体層
  - 14、14 a、14 b リブ
  - 16 極性液体
  - 17 オイル (絶縁性流体)
  - 19 突起部材
  - 20 レール部材
  - 21 ガイド部
    - 21 a レール部材
    - 21 b 平板部材

2 2 レール部材

S 表示用空間

P 画素領域

P 1 有効表示領域

P 2 非有効表示領域

K 移動用空間

G ガイド部

## 請求の範囲

- [請求項 1] 表示面側に設けられた第 1 の基板と、所定の表示用空間が前記第 1 の基板との間に形成されるように、当該第 1 の基板の非表示面側に設けられた第 2 の基板と、前記表示用空間に対し、設定された有効表示領域及び非有効表示領域と、前記表示用空間の内部で前記有効表示領域側または前記非有効表示領域側に移動可能に封入された極性液体とを具備し、前記極性液体を移動させることにより、前記表示面側の表示色を変更可能に構成された表示素子であって、
- 前記極性液体と接触するように、前記表示用空間の内部に設置されるとともに、所定の配列方向に沿って設けられた複数の信号電極、
- 前記有効表示領域側及び前記非有効表示領域側の一方側に設置されるように、前記極性液体に対して電氣的に絶縁された状態で、前記第 1 及び第 2 の基板の一方側に設けられるとともに、前記複数の信号電極と交差するように設けられた複数の参照電極、
- 前記有効表示領域側及び前記非有効表示領域側の他方側に設置されるように、前記極性液体及び前記参照電極に対して電氣的に絶縁された状態で、前記第 1 及び第 2 の基板の一方側に設けられるとともに、前記複数の信号電極と交差するように設けられた複数の走査電極、
- 前記信号電極と前記走査電極との交差部単位に設けられた複数の画素領域、
- 前記複数の各画素領域に応じて、前記表示用空間の内部を気密に区切るように、前記第 1 及び第 2 の基板の少なくとも一方側に設けられたリブ、及び
- 前記表示用空間の内部に前記画素領域毎に移動可能に封入されるとともに、前記極性液体と混じり合わない絶縁性流体を備え、
- 前記表示用空間の内部には、前記画素領域毎に前記絶縁性流体を移動させるための移動用空間が設けられている、
- ことを特徴とする表示素子。

- [請求項2] 前記移動用空間は、前記表示用空間の内部において、当該表示用空間の内部側に突出するように前記第1及び第2の基板の他方側に設けられるとともに、互いに所定の間隔をおいて設置された複数の突起部材を用いて、区画されている請求項1に記載の表示素子。
- [請求項3] 前記複数の突起部材では、隣接する2つの突起部材の間の寸法及び前記リブと当該リブに隣接する突起部材との間の寸法が、各々前記第1及び第2の基板と垂直な方向での前記極性液体の寸法よりも小さい寸法に設定されている請求項2に記載の表示素子。
- [請求項4] 前記移動用空間の内部には、一端部側及び他端部側がそれぞれ前記有効表示領域側及び前記非有効表示領域側に設けられるとともに、前記極性液体の移動に応じて、前記絶縁性流体を前記有効表示領域側または前記非有効表示領域側に案内するガイド部が設置されている請求項1に記載の表示素子。
- [請求項5] 前記ガイド部には、前記表示用空間の内部側に突出するように、かつ、前記第1及び第2の基板の他方側で前記有効表示領域と前記非有効表示領域とを接続するように直線状に設けられるとともに、互いに所定の間隔をおいて設置された複数のレール部材が用いられている請求項4に記載の表示素子。
- [請求項6] 前記複数のレール部材では、隣接する2つのレール部材の間の寸法及び前記リブと当該リブに隣接するレール部材との間の寸法が、各々前記第1及び第2の基板と垂直な方向での前記極性液体の寸法よりも小さい寸法に設定されている請求項5に記載の表示素子。
- [請求項7] 前記ガイド部には、前記第1及び第2の基板の他方側と対向するように前記複数のレール部材の各先端部に接続されるとき、前記表示用空間の内部で前記極性液体に接触するように平面状に構成された平板部材が用いられている請求項5または6に記載の表示素子。
- [請求項8] 前記平板部材では、前記リブとの間の寸法が、前記第1及び第2の基板と垂直な方向での前記極性液体の寸法よりも小さい寸法に設定され

ている請求項 7 に記載の表示素子。

[請求項 9] 前記ガイド部には、前記表示用空間の内部側に突出するように、かつ、前記第 1 及び第 2 の基板の少なくとも一方側で前記有効表示領域と前記非有効表示領域とを接続するように直線状に設けられるとともに、前記極性液体を挟むように互いに所定の間隔をおいて設置された 2 本のレール部材が用いられている請求項 4 に記載の表示素子。

[請求項 10] 前記 2 本の各レール部材では、前記画素領域の前記極性液体の移動方向での寸法を A としたときに、前記極性液体の移動方向での端部と前記リブとの間の寸法 h10 が、下記の不等式 (1) を満足するように、

$$0.02 \times A \leq h10 \leq 0.17 \times A \quad \text{——— (1)}$$

設定されている請求項 9 に記載の表示素子。

[請求項 11] 前記 2 本の各レール部材では、前記第 1 及び第 2 の基板と垂直な方向での前記極性液体の寸法を H としたときに、前記第 1 及び第 2 の基板と垂直な方向での寸法 h が、下記の不等式 (2) を満足するように、

$$0.65 \times H \leq h \leq H \quad \text{——— (2)}$$

設定されている請求項 9 または 10 に記載の表示素子。

[請求項 12] 前記複数の信号電極に接続されるとともに、前記複数の各信号電極に対して、前記表示面側に表示される情報に応じて、所定の電圧範囲内の信号電圧を印加する信号電圧印加部と、

前記複数の参照電極に接続されるとともに、前記複数の各参照電極に対して、前記極性液体が前記信号電圧に応じて、前記表示用空間の内部を移動するのを許容する選択電圧と、前記極性液体が前記表示用空間の内部を移動するのを阻止する非選択電圧との一方の電圧を印加する参照電圧印加部と、

前記複数の走査電極に接続されるとともに、前記複数の各走査電極に対して、前記極性液体が前記信号電圧に応じて、前記表示用空間の内部を移動するのを許容する選択電圧と、前記極性液体が前記表示用

空間の内部を移動するのを阻止する非選択電圧との一方の電圧を印加する走査電圧印加部とを備えている請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の表示素子。

[請求項13] 前記複数の画素領域が、前記表示面側でフルカラー表示が可能な複数の色に応じてそれぞれ設けられている請求項 1 ～ 12 のいずれか 1 項に記載の表示素子。

[請求項14] 前記参照電極及び前記走査電極の表面上には、誘電体層が積層されている請求項 1 ～ 13 のいずれか 1 項に記載の表示素子。

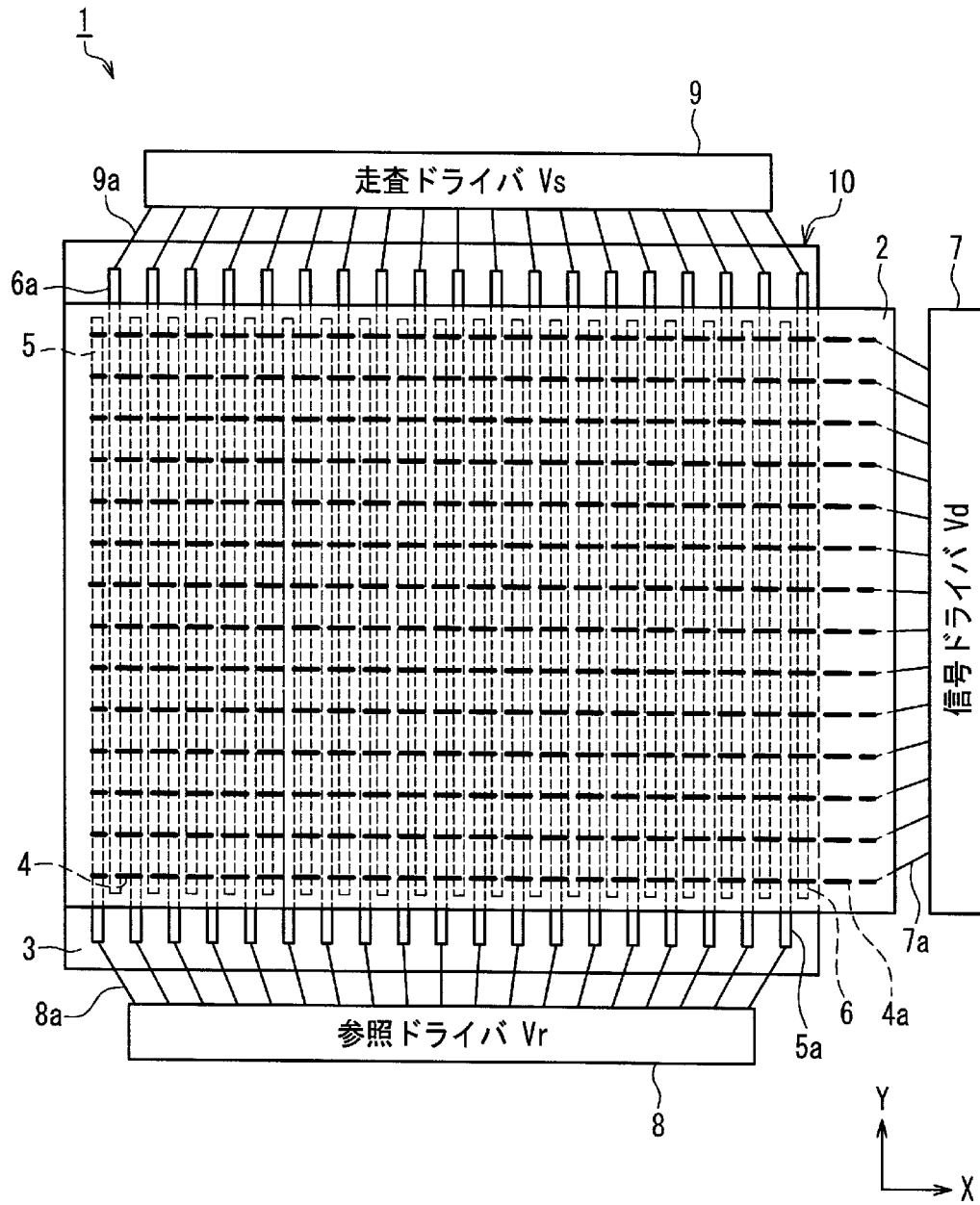
[請求項15] 前記非有効表示領域は、前記第 1 及び第 2 の基板の一方側に設けられた遮光膜によって設定され、

前記有効表示領域は、前記遮光膜に形成された開口部によって設定されている請求項 1 ～ 14 のいずれか 1 項に記載の表示素子。

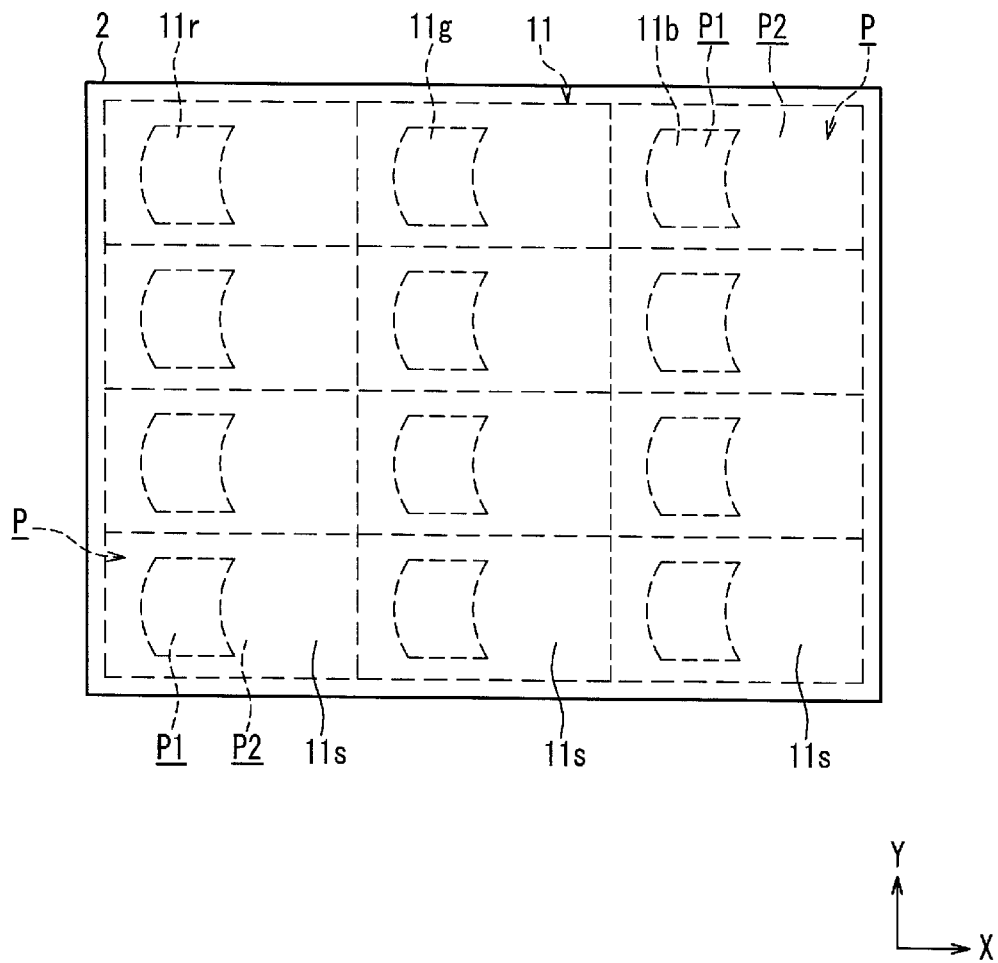
[請求項16] 文字及び画像を含んだ情報を表示する表示部を備えた電気機器であつて、

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ことを特徴とする電気機器。

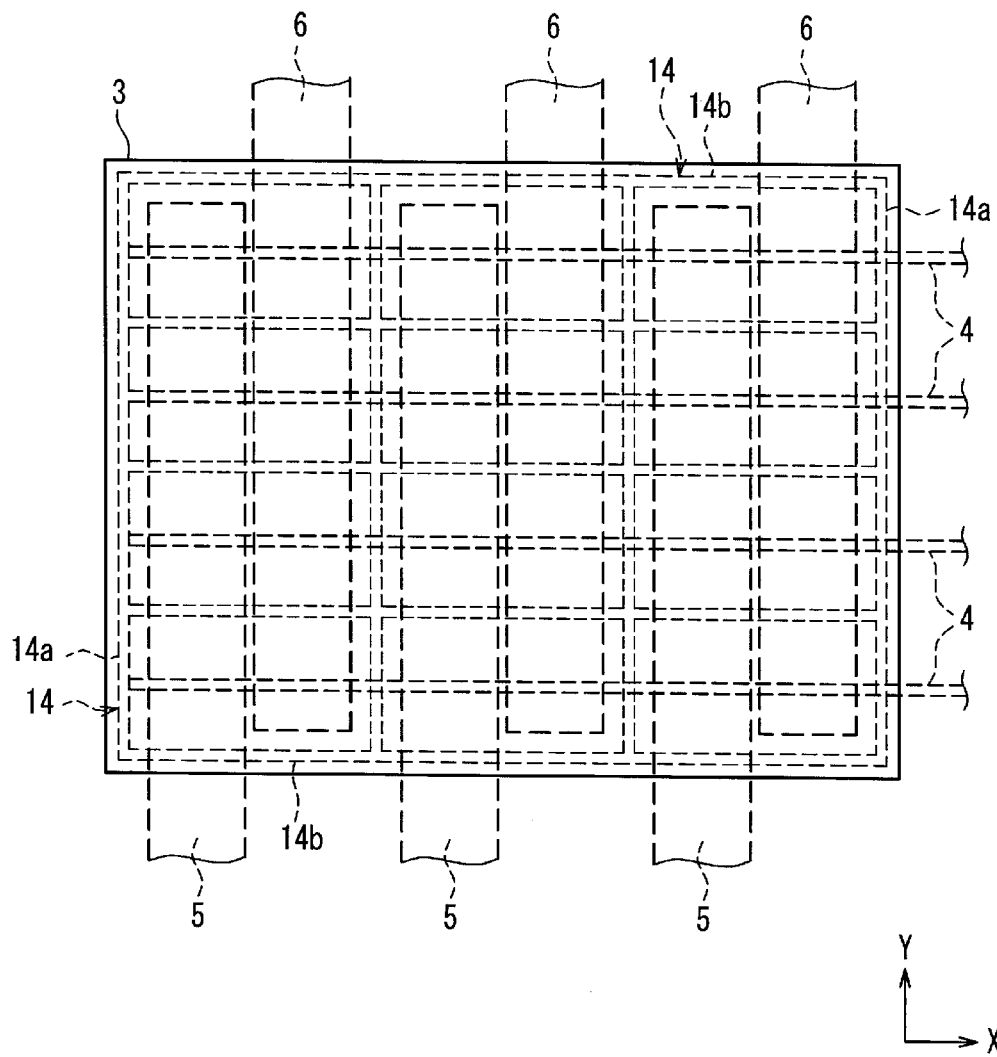
[図1]



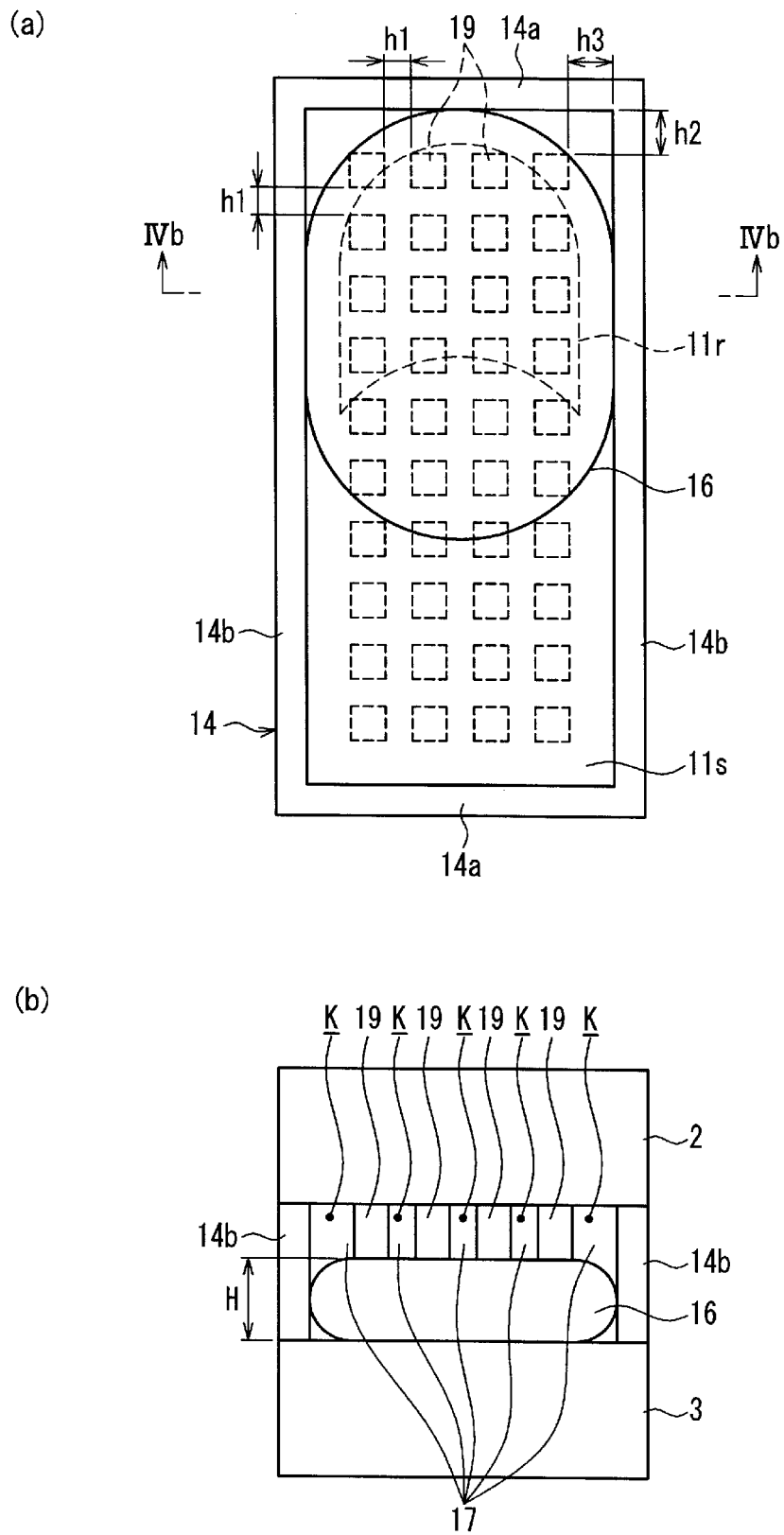
[図2]



[図3]

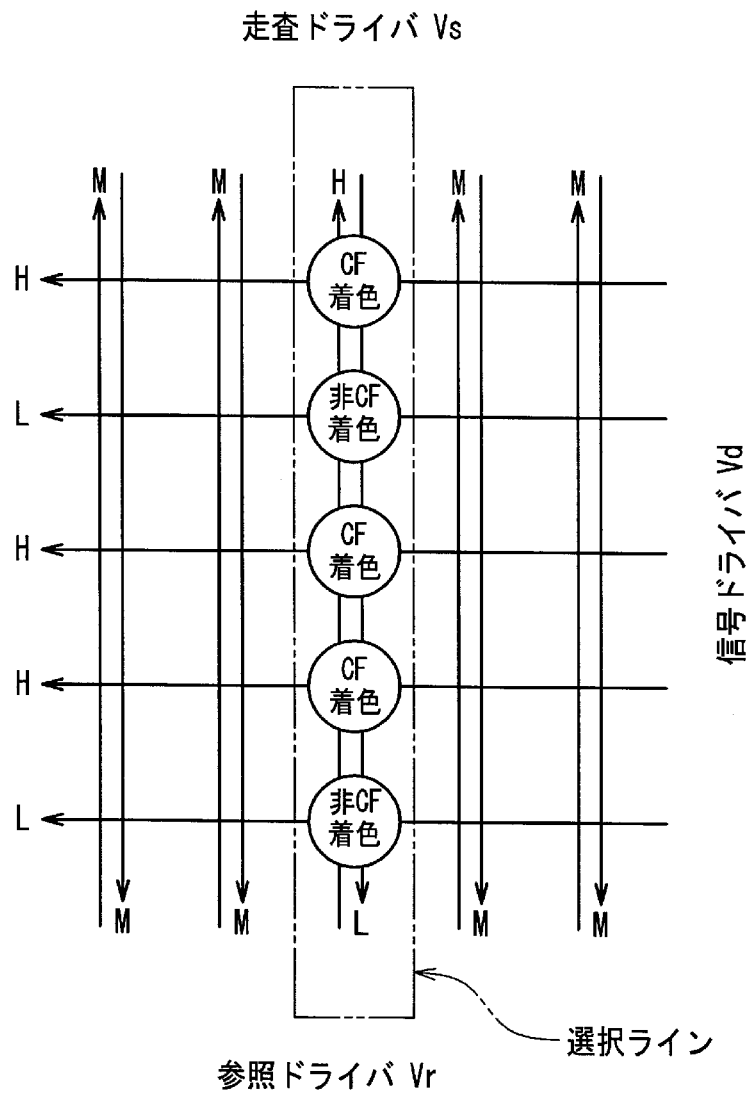


[図4]



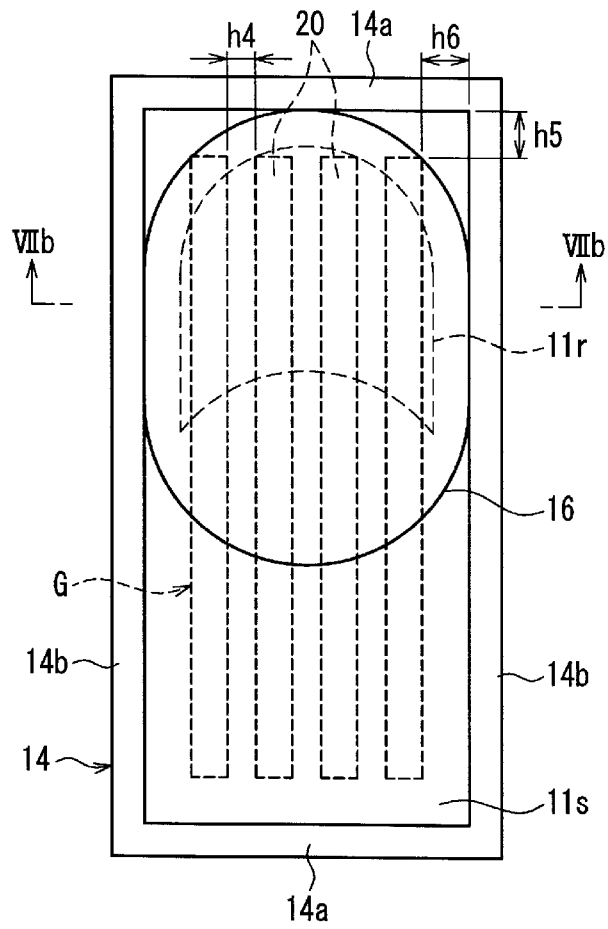


[図6]

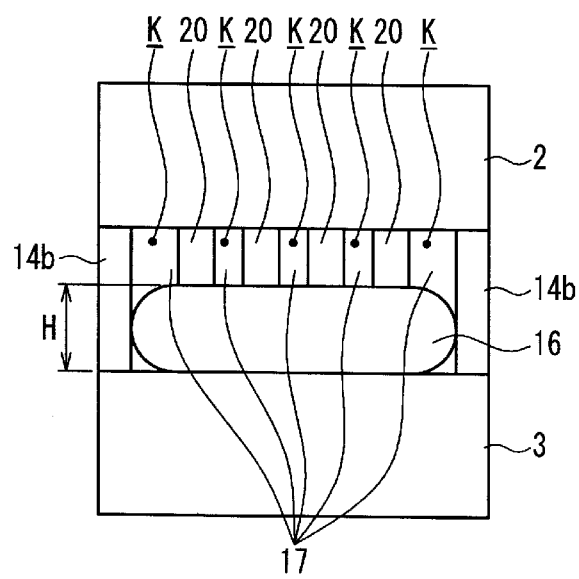


[図7]

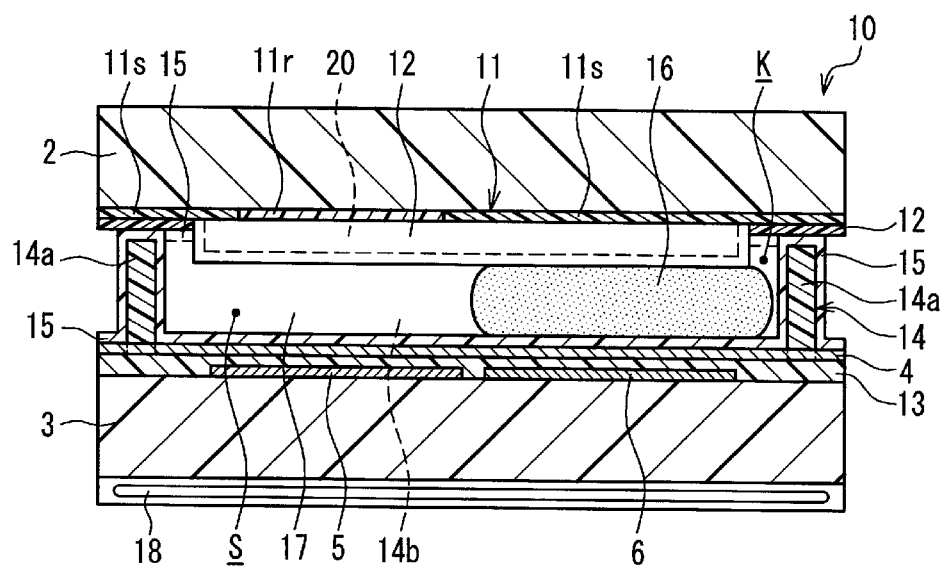
(a)



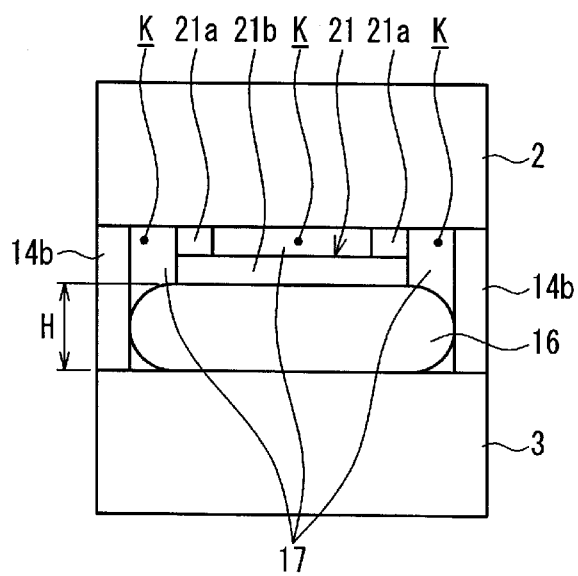
(b)



(a)

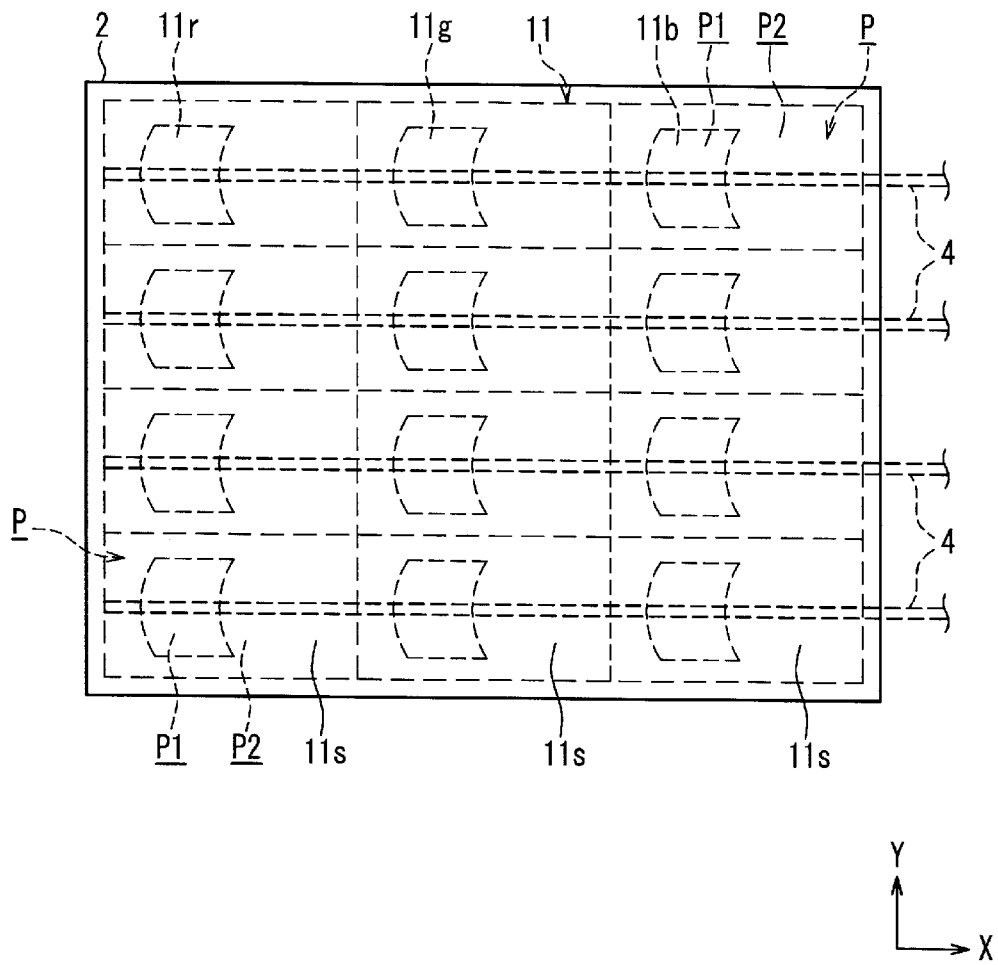


(a)

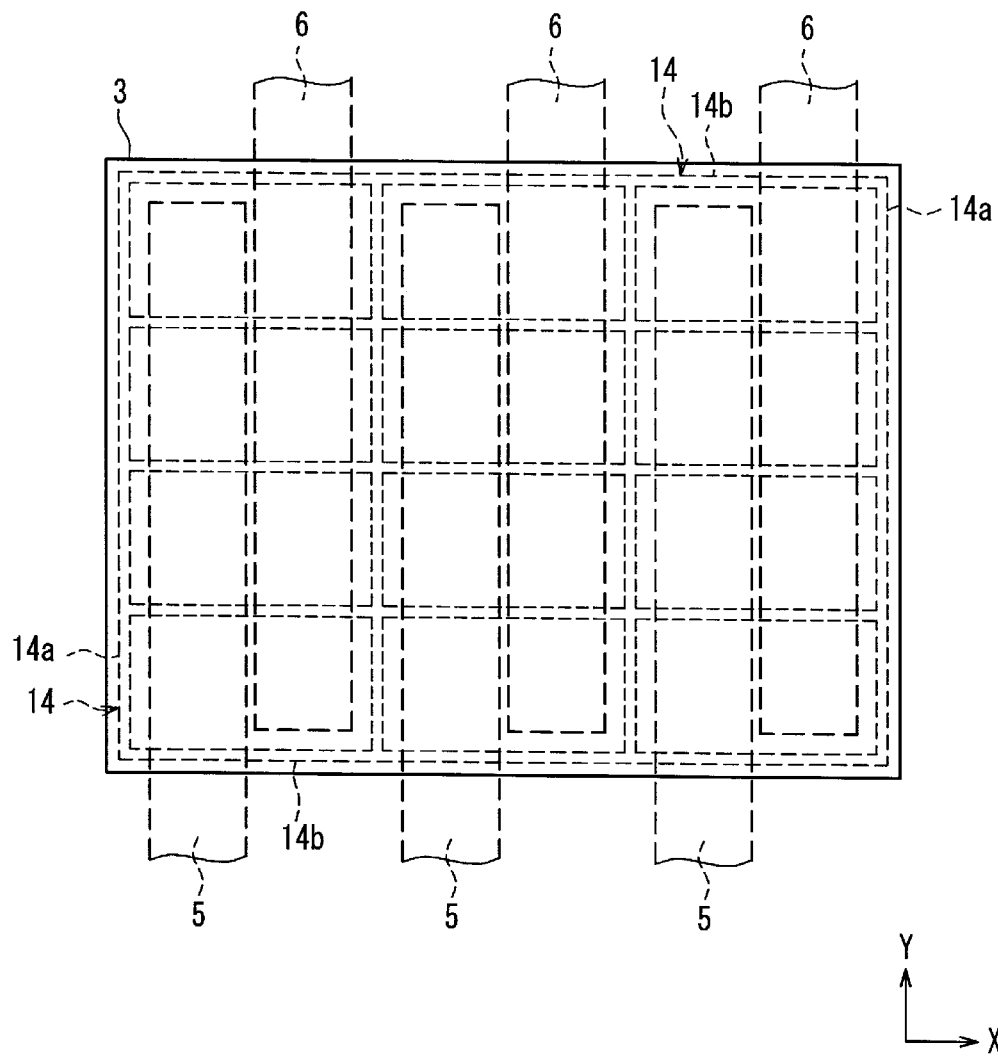




[図11]

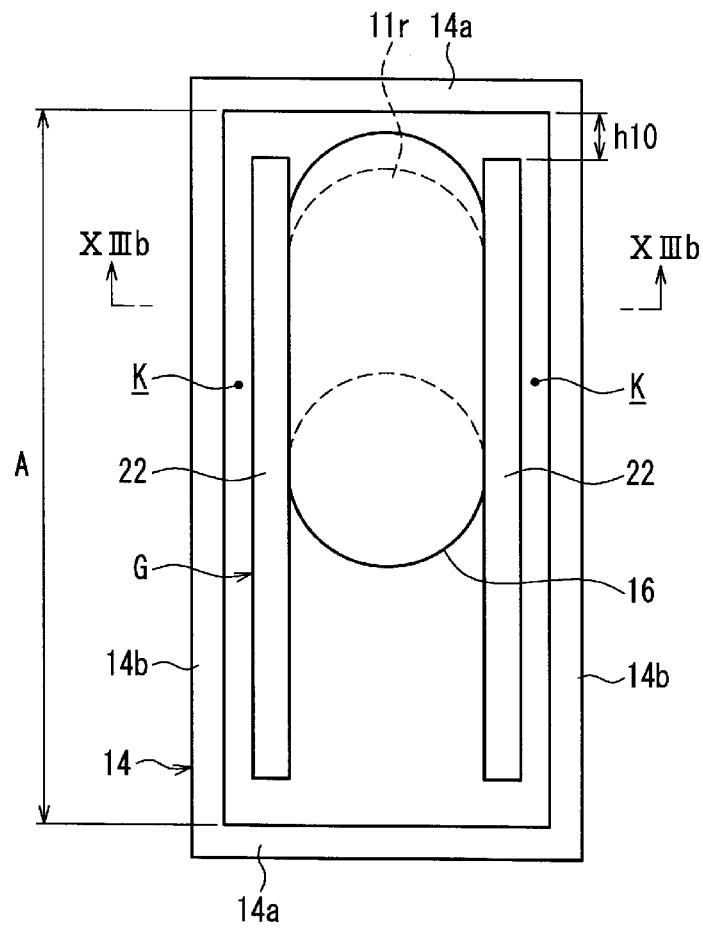


[図12]

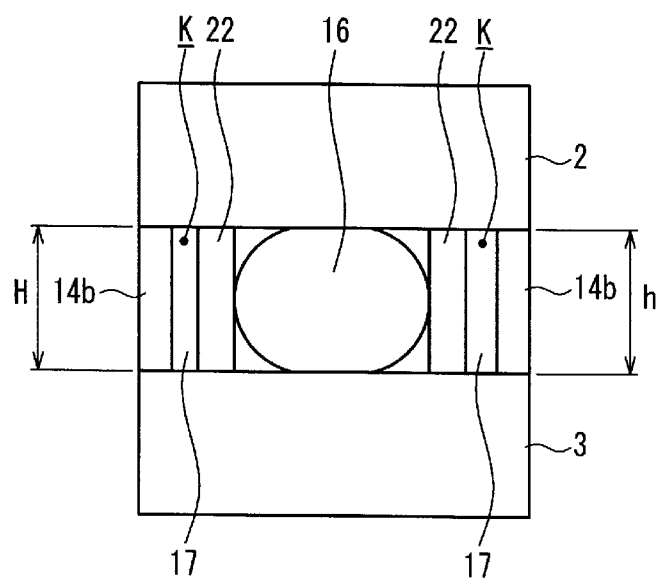


[図13]

(a)

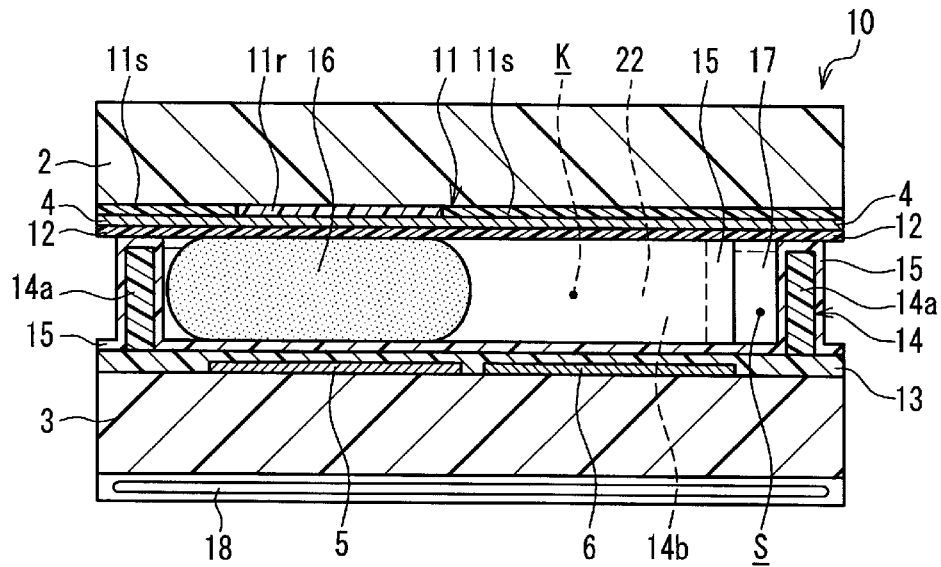


(b)

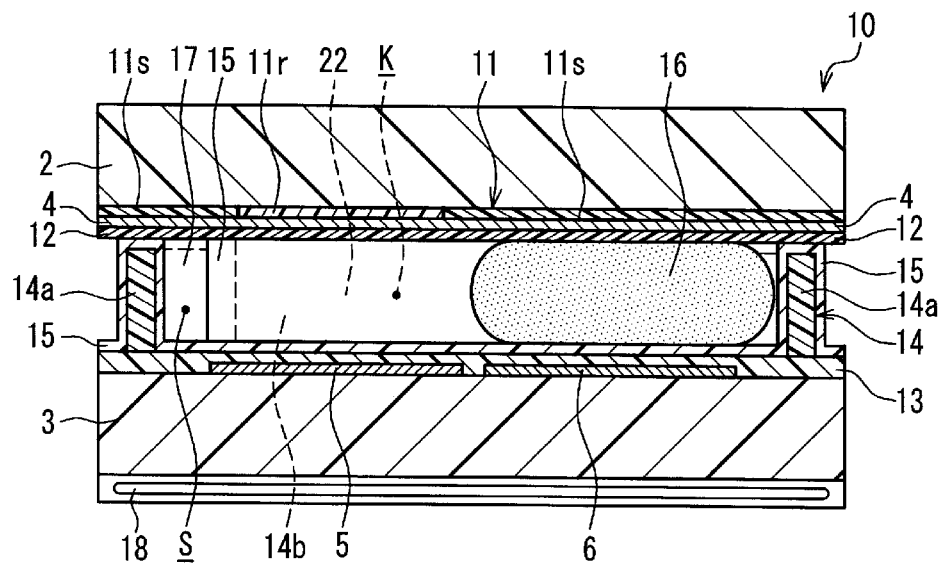


[図14]

(a)

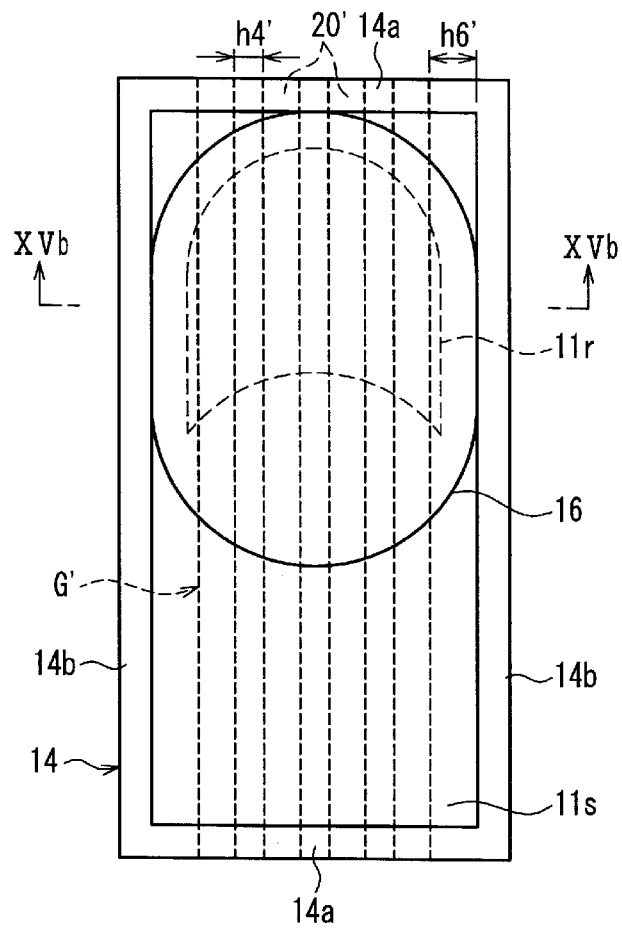


(b)

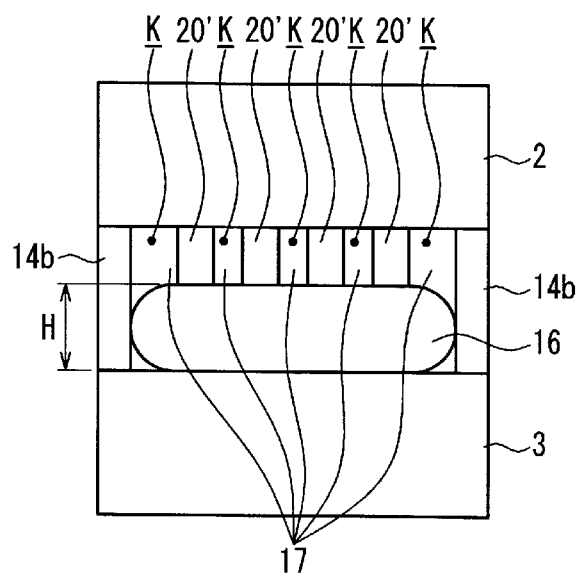


[図15]

(a)

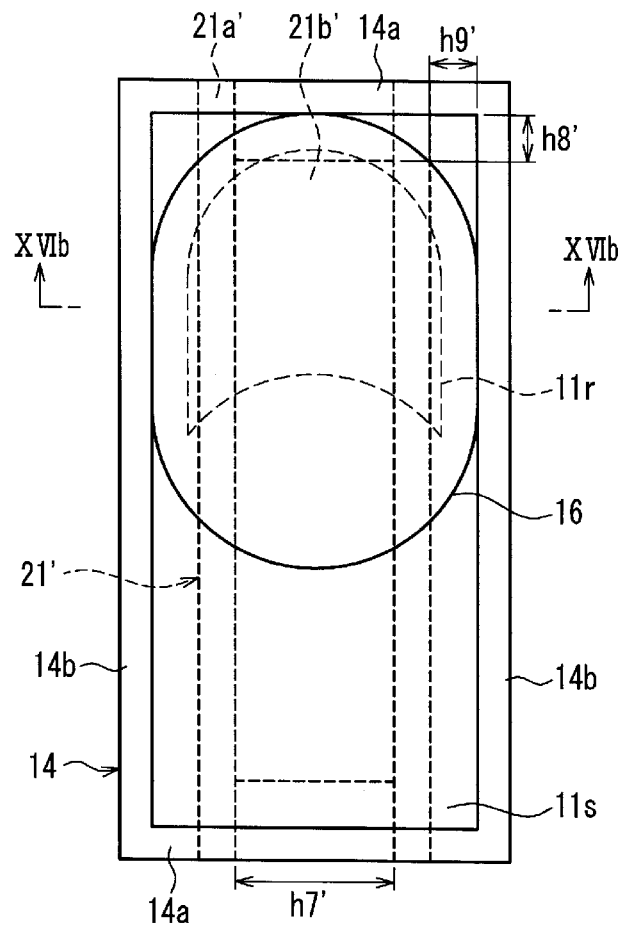


(b)

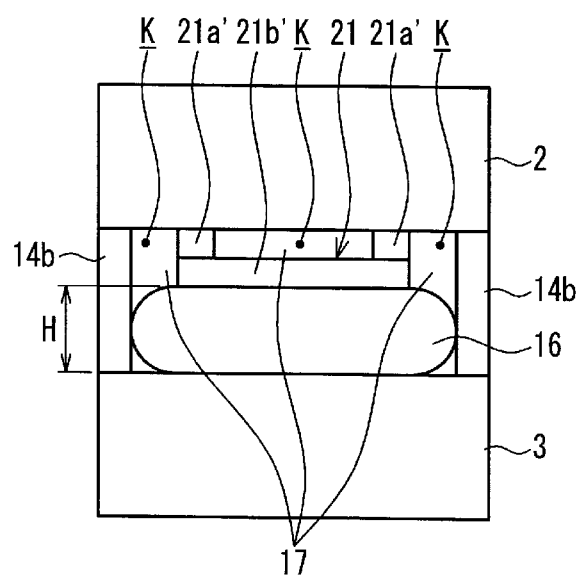


[図16]

(a)



(b)



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 011 / 058683

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1 / 17 {2006.01} i, G09F9/3 7 (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)

G 0 2 F 1 / 1 7 , G 0 9 F 9 / 3 7

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

|         |         |        |        |           |         |         |        |      |           |
|---------|---------|--------|--------|-----------|---------|---------|--------|------|-----------|
| Jitsuyo | Shinan  | Koho   | 1922-1 | 996       | 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         | WO 2008 / 155925 A I (Sharp Corp . ) ,<br>24 December 2008 (24.12.2008) ,<br>entire text ; all drawings<br>& US 2010 / 177022 A & CN 101681580 A                                                                                                  | 1-16                  |
| A         | WO 2007 / 13682 A I (Dainippon Printing Co . ,<br>Ltd . ) ,<br>01 February 2007 (01.02.2007) ,<br>page 2 , line s 8 to 15 ; page 11 , line 9 to<br>page 14 , line 25 ; fig . 2 to 3<br>& US 2009 / 34054 A I & EP 1909137 A I<br>& CN 101111800 A | 1-16                  |



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

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 May , 2011 (11.05.11)

Date of mailing of the international search report

24 May , 2011 (24.05.11)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 011 / 058683

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                          | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2004-144998 A (Hitachi, Ltd.),<br>20 May 2004 (20.05.2004),<br>paragraphs [0013] to [0019], [0047]; fig. 1<br>to 2, 10<br>(Family: none) | 1-16                  |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02F1/17 (2006. 01) i , G09F9/37 (2006. 01) i

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02F1/17, G09F9/37

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-

日本国公開実用新案公報 1971-2

日本国実用新案登録公報 1996-

日本国登録実用新案公報 1994-2

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)

年

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | WO 2008/ 155925 AI (シャープ株式会社) 2008. 12. 24,<br>全文, 全図 & US 2010/ 177022 A & CN 101681580 A                                                    | 1 - 16         |
| A               | WO 2007/ 13682 AI (大日本印刷株式会社) 2007. 02. 01,<br>2 頁 8-15 f ., 11 頁 9 行-14 頁 25 行, 図 2-3<br>& US 2009/34054 AI & EP 1909137 AI & CN 101111800 A | 1 - 16         |
| A               | JP 2004- 144998 A (株式会社日立製作所) 2004. 05. 20,<br>段落 [0013] - [0019] , [0047] , 図 1-2, 10 (ファミリーなし)                                              | 1 - 16         |

□ 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

IA 「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」

IE 「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」

IL 「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)」

IO 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」

IP 「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

IT 「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」

IX 「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」

IY 「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」

IZ 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

11. 05. 2011

国際調査報告の発送日

24. 05. 2011

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA / JP)

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)

右田 目士

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

2L

9513