

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-39381

(P2011-39381A)

(43) 公開日 平成23年2月24日(2011.2.24)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)
G02F	1/163	(2006.01)	G02F 1/163	2K101
G02F	1/15	(2006.01)	G02F 1/15 506	5C094
G09F	9/00	(2006.01)	G09F 9/00 313	5G435
G09F	9/30	(2006.01)	G09F 9/30 349Z	
			G09F 9/30 380	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2009-188361 (P2009-188361)
 (22) 出願日 平成21年8月17日 (2009.8.17)

(71) 出願人 000005496
 富士ゼロックス株式会社
 東京都港区赤坂九丁目7番3号
 (74) 代理人 100079049
 弁理士 中島 淳
 (74) 代理人 100084995
 弁理士 加藤 和詳
 (74) 代理人 100085279
 弁理士 西元 勝一
 (74) 代理人 100099025
 弁理士 福田 浩志
 (72) 発明者 辰浦 智
 神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士
 ゼロックス株式会社内

最終頁に続く

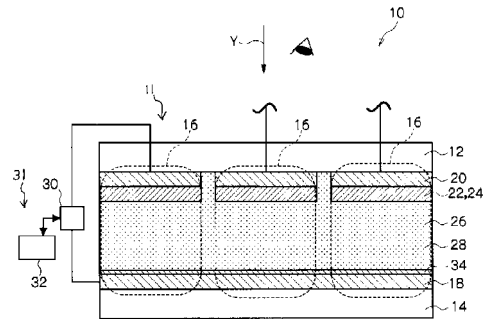
(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【要約】

【課題】本発明における表示素子を用いない場合に比べて、明るさを向上させる表示装置を提供する。

【解決手段】本実施の形態のカラーフィルタ10(表示装置)では、表示素子16が、基板12と基板14との基板間に、該基板の面方向に複数配列された構成とされている。表示素子16の、基板12側に設けられた電極20と、基板14側に設けられた電極18と、の内の何れか一方の電極の、他方の電極に向かい合う面側には、多孔質層22が設けられており、多孔質層22にはEC1色素24が保持され、電解質26中にはEC2色素28が分散されており、これらのEC1色素24及びEC2色素28の各々について、消色状態から発色状態へ変化するために電極20と電極18との間に印加される電圧の閾値が、式(1)の関係を満たしている。 $E1 < E2$ 式(1)

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の基板と、

前記一対の基板間に設けられ、前記基板の面方向に配列された複数の表示素子と、
を有し、

前記複数の表示素子の各々が、

前記一対の基板の内の一方の基板側に設けられた第1の電極と、該一対の基板の内の他方の基板側に設けられた第2の電極と、該第1の電極と該第2の電極との電極間に配置された電解質と、前記第1の電極と前記第2の電極の向かい合う面の何れか一方に配置された導電性または半導電性の多孔質層と、前記多孔質層に保持された第1のエレクトロクロミック色素と、前記電解質中に分散され、前記第1のエレクトロクロミック色素とは異なる色に発色する第2のエレクトロクロミック色素と、を含み

前記第1のエレクトロクロミック色素及び前記第2のエレクトロクロミック色素の双方が、電気化学的な酸化反応により発色し還元反応により消色する酸化型色素、または電気化学的な還元反応により発色し酸化反応により消色する還元型色素であり、前記第1のエレクトロクロミック色素及び前記第2のエレクトロクロミック色素の消色状態から発色状態へ変化するために前記第1の電極と前記第2の電極との電極間に印加される電圧の閾値が下記式(1)の関係を満たす表示装置。

$$E_1 < E_2 \quad \text{式(1)}$$

(式(1)中、 E_1 は、前記第1のエレクトロクロミック色素が消色状態から発色状態へ変化するために前記第1の電極と前記第2の電極との電極間に印加される電圧の閾値の絶対値を示し、

E_2 は、前記第2のエレクトロクロミック色素が消色状態から発色状態へ変化するために前記第1の電極と前記第2の電極との電極間に印加される電圧の閾値の絶対値を示す。

)

【請求項 2】

前記第1のエレクトロクロミック色素及び前記第2のエレクトロクロミック色素の少なくとも一方が、前記発色状態において互いに異なる複数種類の色に発色し、各種類の色へ変化するために前記第1の電極と前記第2の電極との電極間に印加される電圧の閾値が互いに異なる請求項1に記載の表示装置。

【請求項 3】

前記第1のエレクトロクロミック色素及び前記第2のエレクトロクロミック色素の前記発色状態のときの色が、赤色、緑色、及び青色の何れかである請求項1または請求項2に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、圧電性の透明な第1の層及びこの第1の層と屈折率の異なる圧電性の透明な第2の層を、交互に重ねた本体部と、この本体部を挟むように配置された一対の透明電極と、を備えたカラーフィルタが提案されている。特許文献1では、この一対の透明電極に電圧を印加することで、上記第1の層及び第2の層を変形させて共鳴波長を変化させることで、色可変のカラーフィルタを構成している。

【0003】

特許文献2では、ネマティック液晶層を複数重ねて透過波長の重ね合せを利用することで、1つの電圧操作で各種の色の光を交差的に透過させるフィルタが提案されている。

【0004】

特許文献3では、共振器構造を形成し、反射膜を静電引力によって変位させることで、

10

20

30

40

50

共振波長を変化させて、色可変のカラーフィルタを構成している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平10-048675号公報

【特許文献2】特開2000-267127号公報

【特許文献3】特開2008-116669号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、カラーフィルタとして用いる場合において、本発明における表示素子を用いない場合に比べて、明るさを向上させる表示装置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】

【0007】

請求項1に係る発明は、一对の基板と、前記一对の基板間に設けられ、前記基板の面方向に配列された複数の表示素子と、を有し、前記複数の表示素子の各々が、前記一对の基板の内の一方の基板側に設けられた第1の電極と、該一对の基板の内の他方の基板側に設けられた第2の電極と、該第1の電極と該第2の電極との電極間に配置された電解質と、前記第1の電極と前記第2の電極の向かい合う面の何れか一方に配置された導電性または半導電性の多孔質層と、前記多孔質層に保持された第1のエレクトロクロミック色素と、前記電解質中に分散され、前記第1のエレクトロクロミック色素とは異なる色に発色する第2のエレクトロクロミック色素と、を含み、前記第1のエレクトロクロミック色素及び前記第2のエレクトロクロミック色素の双方が、電気化学的な酸化反応により発色し還元反応により消色する酸化型色素、または電気化学的な還元反応により発色し酸化反応により消色する還元型色素であり、前記第1のエレクトロクロミック色素及び前記第2のエレクトロクロミック色素の消色状態から発色状態へ変化するために前記第1の電極と前記第2の電極との電極間に印加される電圧の閾値が下記式(1)の関係を満たす表示装置である。

【0008】

$$E_1 < E_2 \quad \text{式(1)}$$

【0009】

式(1)中、 E_1 は、前記第1のエレクトロクロミック色素が消色状態から発色状態へ変化するために前記第1の電極と前記第2の電極との電極間に印加される電圧の閾値の絶対値を示し、 E_2 は、前記第2のエレクトロクロミック色素が消色状態から発色状態へ変化するために前記第1の電極と前記第2の電極との電極間に印加される電圧の閾値の絶対値を示す。

【0010】

請求項2に係る発明は、前記第1のエレクトロクロミック色素及び前記第2のエレクトロクロミック色素の少なくとも一方が、前記発色状態において互いに異なる複数種類の色に発色し、各種類の色へ変化するために前記第1の電極と前記第2の電極との電極間に印加される電圧の閾値が互いに異なる請求項1に記載の表示装置である。

【0011】

請求項3に係る発明は、前記第1のエレクトロクロミック色素及び前記第2のエレクトロクロミック色素の前記発色状態のときの色が、赤色、緑色、及び青色の何れかである請求項1または請求項2に記載の表示装置である。

【発明の効果】

【0012】

請求項1に係る発明によれば、カラーフィルタとして用いる場合において、本発明における表示素子を用いない場合に比べて、明るさを向上させる表示装置が提供される。

【0013】

10

20

30

40

50

請求項 2 に係る発明によれば、エレクトロクロミック色素として 1 種類の色にのみ発色する色素を用いた場合に比べて、多色表示が実現される。

【0014】

請求項 3 に係る発明によれば、赤色、緑色、及び青色に発色するエレクトロクロミック色素を用いない場合に比べて、カラーフィルタとして用いるときの表示装置の適用範囲が広がる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】本実施の形態のカラーフィルタの一部を拡大した一例を示す模式図であり、図 2 における A - A' 断面図である。

10

【図 2】本実施の形態のカラーフィルタの一例を示す模式図である。

【図 3】本実施の形態のカラーフィルタにおける表示素子の表示基板側の一部を拡大した模式的な断面図である。

【図 4】(A) ~ (D) 本実施の形態のカラーフィルタにおける表示素子の表示基板側の一部を拡大した模式的な断面図である。

【図 5】(A) ~ (C) 本実施の形態のカラーフィルタにおける表示素子の表示基板側の一部を拡大した模式的な断面図である。

【図 6】本実施の形態のカラーフィルタにおける図 3 とは異なる形態の一例を示す模式図である。

【図 7】(A), (C) は、従来のカラーフィルタにおける画素に対応する領域を拡大した模式図であり、(B), (D) は、本実施の形態のカラーフィルタにおける画素に対応する領域を拡大した模式図である。

20

【図 8】(A), (B) 本実施の形態のカラーフィルタの一部を拡大した一例を示す模式図であり、図 1 とは異なる形態を示した図である。

【図 9】本実施の形態のカラーフィルタの一部を拡大した一例を示す模式図であり、図 1 とは異なる形態を示した図である。

【図 10】(A) は、本実施の形態のカラーフィルタの電気的構成を示す模式図であり、(B) は、図 10 (A) における画素に対応する領域を拡大した模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

30

以下、本発明の実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、作用・機能が同じ働きを担う部材には、全図面を通して同じ符合を付与し、重複する説明を省略する場合がある。

【0017】

本実施の形態では、カラーフィルタ 10 は、図 1 に示すように、表示面側とされる基板 12 と、基板 12 に間隔を隔てて向かい合うように配置された基板 14 と、これらの基板 12 と基板 14 との基板間に設けられた複数の表示素子 16 と、電圧印加部 30 と、制御部 32 と、を含んで構成されている。

【0018】

なお、本実施の形態では、カラーフィルタ 10 は、電圧印加部 30 及び制御部 32 を含んだ構成であるものとして説明するが、これらの電圧印加部 30 及び制御部 32 を含む電圧印加装置 31 を、基板 12 と基板 14 と複数の表示素子 16 からなる構成部分 11 とは別体として構成し、該構成部分 11 のみを、カラーフィルタ 10 として用いても良い。

40

この場合には、該構成部分 11 を、電圧印加装置 31 に対して着脱可能に構成し、該構成部分 11 を電圧印加装置 31 に装着することで、該構成部分 11 と電圧印加装置 31 とが後述する電極（電極 20 及び電極 18）を介して電気的に接続されるように構成すればよい。

また、本実施の形態では、カラーフィルタ 10 と称して説明するが、当該カラーフィルタ 10 は表示装置としても機能するもので表示装置の概念に含まれるものである。

【0019】

50

表示素子 16 は、基板 12 と基板 14 との間の領域に、基板の面方向に複数配列されている（図 1 及び図 2 参照）。詳細には、カラーフィルタ 10 の各画素に対応する領域には、複数の表示素子 16 が含まれるように構成されている。

【0020】

本実施の形態では、図 2 に示すように、基板 12 及び基板 14 の面方向に配列された複数の表示素子 16 を、連続して配置された 3 つの表示素子 16 毎に分類し、この分類された 3 つの表示素子 16 を 1 組とする領域を、1 つの画素に対応する領域（図 2 中、領域 X）とする場合を説明する。このため、図 2 中の、各画素に対応する領域 X に含まれる 3 つの表示素子 16 が、カラーフィルタ 10 において、1 つの画素に対応する色を示す領域とされているものとして説明する。

10

【0021】

なお、本実施の形態では、1 つの画素に対応する領域に含まれる表示素子 16 の数を 3 つであるものとして説明するが、1 つの画素に対応する領域に含まれる表示素子 16 の数は、複数（2 つ以上）であればよく、3 つに限られない。また、1 つの画素に対応する領域に含まれる複数の連続する表示素子 16 は、同じ方向に連続する表示素子 16 に限られず、異なる複数の方向（例えば、X 軸方向と Y 軸方向のように交差する方向）に連続する表示素子 16 であってもよい。

【0022】

この表示素子 16 は、図 1 及び図 3 に示すように、基板 12 側に設けられた電極 20 と、基板 14 側に設けられた電極 18 と、これらの電極 20 及び電極 18 間に充填された電解質 26 と、を含んだ構成とされている。また、この基板 12 側に設けられた電極 20、及び基板 14 側に設けられた電極 18 の内の何れか一方の電極の、他方の電極に向かい合う面側には、導電性または半導電性の多孔質層 22 が設けられている。

20

【0023】

なお、本実施の形態において「導電性」及び「導電」とは、体積抵抗率が $10^2 \cdot \text{cm}$ 未満を意味している。また、「半導電性」及び「半導」とは、体積抵抗率が $10^2 \cdot \text{cm}$ 以上 $10^5 \cdot \text{cm}$ 以下を意味している。

【0024】

図 3 に示すように、多孔質層 22 には、エレクトロクロミック色素（以下、EC 色素と称する場合がある）として、第 1 のエレクトロクロミック色素（以下、EC 1 色素と称する場合がある）24 が保持されている。また、電解質 26 中には、エレクトロクロミック色素として、第 2 のエレクトロクロミック色素（以下、EC 2 色素と称する場合がある）28 が分散されている。

30

【0025】

エレクトロクロミック色素は、詳細は後述するが、電気化学的な酸化反応及び還元反応の少なくとも一方により発色または消色する色素である。

本実施の形態のカラーフィルタ 10 に複数設けられた各表示素子 16 においては、互いに異なる色に発色する少なくとも 2 種類のエレクトロクロミック色素が基板 12 と基板 14 との基板間（すなわち、電極 20 と電極 18 との電極間）の領域に含有されており、一方（本実施の形態では EC 1 色素 24）のエレクトロクロミック色素は多孔質層 22 に保持されており、他方（本実施の形態では EC 2 色素 28）のエレクトロクロミック色素は電解質 26 中に分散されている。

40

【0026】

なお、これらの多孔質層 22 に保持された EC 1 色素 24 と、電解質 26 中に分散された EC 2 色素 28 と、は、双方とも酸化型色素、または双方とも還元型色素、とされている。このため、EC 1 色素 24 が酸化型色素である場合には、EC 2 色素 28 も酸化型色素とされ、EC 1 色素 24 が還元型色素である場合には、EC 2 色素 28 も還元型色素とされている。

【0027】

この酸化型色素とは、電気化学的な還元反応により消色して消色状態となり、酸化反応

50

により発色して発色状態となるEC色素である。還元型色素とは、電気化学的な酸化反応により消色して消色状態となり、還元反応により発色して発色状態となるEC色素である。

なお、上記「発色状態」とは、発色した状態を示し、少なくとも可視光領域に吸収ピークを有する状態とされ、着色された状態として視認される状態を意味している。また、「消色状態」とは、消色された状態を示し、少なくとも、可視光領域以外の領域に吸収ピークを有する状態とされ、無色または極淡色の消色された状態として視認される状態を意味している。

【0028】

また、多孔質層22に保持されたEC1色素24、及び電解質26中に分散されたEC2色素28、の各々について、消色状態から発色状態へ変化するために電極20と電極18との間に印加される電圧の閾値は、下記式(1)の関係を満たしている。

【0029】

$$E_1 < E_2 \quad \text{式(1)}$$

【0030】

式(1)中、E1は、多孔質層22に保持されたEC1色素24が消色状態から発色状態へ変化するために電極20及び電極18の電極間に印加される電圧の閾値の絶対値を示し、E2は、電解質26中に分散されたEC2色素28が消色状態から発色状態へ変化するために該電極間に印加される電圧の閾値の絶対値を示す。

【0031】

EC1色素24及びEC2色素28の上記閾値の関係が上記式(1)の関係を満たし、且つEC1色素24が多孔質層22に保持され、EC2色素28が電解質26中に分散された状態とされていることで、本実施の形態のカラーフィルタ10に複数設けられた各表示素子16においては、EC1色素24とEC2色素28との分子間における電子の授受による酸化還元反応により、一方が発色状態で他方が消色状態となると考えられる。このため、双方のEC色素が同時に発色した状態となることが抑制され、各色素間の発色状態における色の混色が抑制されると考えられる。

【0032】

このため、本実施の形態のカラーフィルタ10に複数設けられた各表示素子16においては、各表示素子16に含まれる特定のエレクトロクロミック色素が選択的に発色され、1つの表示素子16には、複数種類の異なる色が表示される。

【0033】

本実施の形態のカラーフィルタ10では、基板12と基板14との基板間に、この表示素子16が、該基板の面方向に複数配列された構成とされている。このため、複数の表示素子16(例えば、3つの表示素子16)を含むように、各画素に対応する領域を定めて、各画素に対応する領域に含まれる複数の表示素子16の全てに任意の色(例えば、赤色)が表示されるように電極間に電圧を印加して特定のエレクトロクロミック色素を選択的に発色させる。これによって、各画素に対応する領域の一部ではなく、該画素に対応する領域の全領域に、該任意の色(例えば、赤色)が表示されることとなり、従来色の固定されたカラーフィルタに比べて、各画素に対応する領域の明るさの向上されたカラーフィルタが提供されると考えられる。

【0034】

すなわち、従来カラーフィルタでは、赤色の光のみを取り出す領域と、緑色の光のみを取り出す領域と、青色の光のみを取り出す領域と、を1つの画素に対応する領域として定めていた。すなわち、色固定のカラーフィルタとされていた。このため、1画素に対応する領域の1/3に相当する領域のみを用いて赤色、緑色、及び青色の各々を表示していた。また、二次色を表示する場合には、1画素に対応する領域の2/3に相当する領域のみを用いて表示を行っていた。

【0035】

一方、本実施の形態のカラーフィルタ10によれば、表示素子16が基板の面方向に複

10

20

30

40

50

数配列された構成とされている。このため、連続して配列された複数の表示素子 16、例えば 3 つの表示素子 16 を含む領域を、各画素に対応する領域として定めて、この各画素に対応する領域に含まれる表示素子 16 の全てに、含まれるエレクトロクロミック色素の特定の発色状態のときの色（例えば、赤色）が表示されるように電極間に電圧を印加すれば、各画素に対応する領域の全領域に赤色が表示されることとなる。このため、従来の色固定のカラーフィルタに比べて、各画素の明るさの向上されたカラーフィルタ 10 が提供されると考えられる。

【0036】

また、二次色を表示する場合についても、従来の色固定のカラーフィルタに比べて各画素の明るさの向上されたカラーフィルタが提供されると考えられる（詳細後述）。

10

【0037】

また、異なる色に発色する複数の層を積層することで、画素に対応する領域の色を可変とした構成の従来構成に比べても、本実施の形態のカラーフィルタ 10 では、各画素に対応する領域を構成する複数の表示素子 16 の各々自体が、含まれるエレクトロクロミック色素による色を選択的に示すことから、厚み方向の色の重ね合せによって目的の色を表示する従来構成に比べて、各画素の明るさの向上されたカラーフィルタ 10 が提供されると考えられる。

【0038】

従って、本実施の形態の表示素子 16 を用いない従来構成のカラーフィルタに比べて、本実施の形態のカラーフィルタ 10 は、明るさが向上される、と考えられる。

20

【0039】

なお、具体的な作用、及び具体的なエレクトロクロミック色素の詳細については、後述する。

まず、カラーフィルタ 10 を構成する各部材について説明する。

【0040】

基板

図 1 に示すように、基板 12 及び基板 14 は、面方向に複数配列された表示素子 16 を挟むように設けられている。基板 12 は、上述のように、表示面側に設けられている。これらの基板 12 及び基板 14 の内の少なくとも基板 12 は、透明とされている。なお、本実施の形態において透光性及び透明とは、可視光の平均透過率が 80% 以上であることを示している。

30

【0041】

これらの基板 12 及び基板 14 の基板間には、上述のように、複数の表示素子 16 が面方向に複数配列されている。基板 12 及び基板 14 としては、これらの基板間に、基板の面方向に複数の表示素子 16 を配列させるための基材として用いられ、その材質、形状、構造、大きさ等については、特に制限はない。

【0042】

これらの基板 12 及び基板 14 としては、例えば、ガラス板、高分子フィルム、などが好適に挙げられる。高分子フィルムの材料としては、テトラアセチルセルロース（TAC）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、シンジオタクチックポリスチレン（SPS）、ポリフェニレンスルフィド（PPS）、ポリカーボネート（PC）、ポリアリレート（PAR）、ポリスルフォン（PSF）、ポリエステルスルフォン（PES）、ポリエーテルイミド（PEI）、環状ポリオレフィン、ブロム化フェノキシ、などが挙げられる。

40

【0043】

表示素子

表示素子 16 は、上述のように、基板 12 側に設けられた電極 20 と、基板 14 側に設けられた電極 18 と、これらの電極 20 及び電極 18 間に充填された電解質 26 と、を含んだ構成とされている。また、この基板 12 側に設けられた電極 20、及び基板 14 側に設けられた電極 18 の内の何れか一方の電極の、他方の電極に向かい合う面側には、導電

50

性または半導電性の多孔質層 22 が設けられている。そして、図 2 に示すように、この多孔質層 22 には、EC1 色素 24 が保持され、電解質 26 中には、EC2 色素 28 が分散されている。

【0044】

電極

電極 20 及び電極 18 は、カラーフィルタ 10 に設けられた複数の表示素子 16 の各々を選択的に駆動するように、基板 12 及び基板 14 の各々に配置されている。電極 20 及び電極 18 は、例えば、図 10 (A) に示すように、基板 14 側に線状の電極 18 を複数配列させた構成とし、基板 12 側にも線状の電極 20 を複数配列させた構成とし、これらの電極 18 及び電極 20 の配列方向が互いに交差するように配置する。そして、各画素に対応する領域 X 内に、これらの電極 20 及び電極 18 の交差する領域が複数含まれるように、該領域 X を定めればよい。そして、上記電圧印加部 30 を、複数の電極 20 に電圧を印加する電圧印加部 30 A と、複数の電極 18 に電圧を印加する電圧印加部 30 B と、を含んだ構成とし、複数の電極 20 を電圧印加部 30 A に電氣的に接続し、複数の電極 18 を電圧印加部 30 B に電氣的に接続すればよい。このように構成すれば、所謂パッシブマトリクス駆動が実現され、各表示素子 16 が選択的に駆動される。

なお、図 10 (A) には、各画素に対応する領域 X を、1 本の電極 18 と、3 本の電極 20 と、が交差する領域として定めることで、図 10 (B) に示すように、各画素に対応する領域 X 内に 3 つの表示素子 16 が配置された形態を示した。

【0045】

なお、図 10 には、各画素に対応する領域 X を、1 本の電極 18 と、3 本の電極 20 と、が交差する領域を定めた例を示したが、この形態に限られず、各画素に対応する領域 X に対して、複数の電極 18 と、複数の電極 20 と、が交差する領域を定めても良く、カラーフィルタ 10 の設計に応じて選択すればよい。

【0046】

また図 10 には、パッシブマトリクス駆動の形態を示したが、アクティブマトリクス駆動の形態としてもよい(詳細後述)。

【0047】

電極 20 及び電極 18 としては、透明で電気を通すものであれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択され、例えば、酸化スズインジウム (ITO)、酸化スズ (NSA)、フッ素をドーピングした酸化スズ (FTO)、酸化インジウム、酸化亜鉛、白金、金、銀、ロジウム、銅、クロム、炭素等が挙げられる。これらの中でも、酸化錫 - 酸化インジウム (ITO)、酸化錫、酸化亜鉛などに代表される金属酸化物が良く、更に、表面抵抗値が低い、耐熱性が良い、化学的な安定性がある、光透過率が高い、等の点からフッ素をドーピングした酸化スズ (FTO)、酸化スズインジウム (ITO) が良い。

【0048】

特に、本実施の形態のカラーフィルタ 10 の表示素子 16 では、電極 20 に接触した状態で導電性または半導電性の多孔質層 22 を配置させることから、多孔質層 22 に接触しても化学的に安定である必要があることから、酸化物たる酸化スズ (FTO) や酸化スズインジウム (ITO) が良い。

【0049】

これらの電極 20 及び電極 18 の厚みは、特に制限がなく、目的に応じて選択されるが、例えば、0.1 μm 以上、具体的には 0.1 μm 以上 20 μm 以下である。

【0050】

これらの電極 20 及び電極 18 は、スパッタ法、ゾルゲル法、印刷法により形成される。また、カラーフィルタ 10 において、表示面側 (図 1 中、Y 方向) から見て最も遠い方の電極 (本実施の形態では電極 18) としては、酸化錫 - 酸化インジウム (ITO)、酸化錫、酸化亜鉛などに代表される金属酸化物層の他に、導電性高分子や、カーボン、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、プラチナなどに代表される金属層を用いてもよい。但し、電極としてカーボン電極や金属電極を用いる場合は、透明性確保のため、電極の膜厚

10

20

30

40

50

を 200 nm 以下程度に抑えることがよい。

【0051】

多孔質層

多孔質層 22 は、電極 20 に接して積層されており、導電性または半導電性を有している。なお、本実施の形態では、多孔質層 22 は、電極 20 と電極 18 の内の、表示面側に設けられた電極 20 に接触して積層されて設けられている場合を説明するが、電極 18 側に接触して積層されて設けられた構成であってもよい。

【0052】

多孔質層 22 は、その表面及び内部に EC1 色素 24 を保持する微細孔を、より多く有するように、多孔質の構成とされている。この多孔質層 22 は、単層構造であってもよいが、多層構造であってもよい。

10

【0053】

多孔質層 22 の比表面積は、例えば、 $1\text{ m}^2/\text{g}$ 以上 $5000\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、または $10\text{ m}^2/\text{g}$ 以上 $2500\text{ m}^2/\text{g}$ 以下である。ここで、比表面積は窒素ガスの吸着量から求めた BET 比表面積を意味する。比表面積が上記範囲であると、各表示素子 16 において特定の色を表示する程度の保持量の EC1 色素 24 が保持されると考えられる。

多孔質層 22 の厚さ（多層構造の場合には合算した厚さ）は、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下、または $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。多孔質層 22 の厚さが上記範囲であると、各表示素子 16 において特定の色を表示する程度の保持量の EC1 色素 24 が多孔質層 22 に保持され、また、目的とする透明性や駆動電圧が実現されると考えられる。

20

【0054】

多孔質層 22 は、いかなる構成であってもよいが、導電性または半導電性の粒子を充填させることで多孔質状態を形成することが製造の簡便さから良い。多孔質層 22 に含まれる導電性または半導電性の粒子としては、特に制限はなく、目的に応じて選択され、例えば、単体半導体、酸化物半導体、化合物半導体、有機半導体、複合体酸化物半導体、又はこれらの混合物が挙げられ、これらにはドーパントとして不純物が含まれていてもよい。なお、半導体の形態の制限は特になく、単結晶、多結晶、非晶質又はこれらの混合形態であってもよい。

【0055】

前記単体半導体としては、例えば、シリコン (Si)、ゲルマニウム (Ge)、テルル (Te)、などが挙げられる。

30

【0056】

前記酸化物半導体は、金属酸化物で半導体の性質を持つものであり、例えば、 TiO_2 、 SnO_2 、 Fe_2O_3 、 SrTiO_3 、 WO_3 、 ZnO 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 V_2O_5 、 In_2O_3 、 CdO 、 MnO 、 CoO 、 TiSrO_3 、 KTiO_3 、 Cu_2O 、チタン酸ナトリウム、チタン酸バリウム、ニオブ酸カリウム、などが挙げられる。

【0057】

前記化合物半導体としては、例えば、カドミウムの硫化物、亜鉛の硫化物、鉛の硫化物、銀の硫化物、アンチモンの硫化物、ビスマスの硫化物、カドミウムのセレン化物、鉛のセレン化物、カドミウムのテルル化物、亜鉛のリン化物、ガリウムのリン化物、インジウムのリン化物、カドミウムのリン化物、ガリウム - ヒ素のセレン化物、銅 - インジウムのセレン化物、銅 - インジウムの硫化物、などが挙げられる。

40

【0058】

前記有機半導体としては、例えば、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアセチレン、ポリフェニレンビニレン、ポリフェニレンスルフィド、等が挙げられる。

【0059】

前記複合体酸化物半導体としては、例えば、 $\text{SnO}_2 - \text{ZnO}$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5 - \text{SrTiO}_3$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5 - \text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5 - \text{ZrO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5 - \text{TiO}_2$ 、 $\text{Ti} - \text{SnO}_2$ 、 $\text{Zr} - \text{SnO}_2$ 、 $\text{Bi} - \text{SnO}_2$ 、 $\text{In} - \text{SnO}_2$ 、 $\text{Al} - \text{ZnO}$ 、 $\text{Ga} - \text{ZnO}$ などが挙げられる。前記 $\text{SnO}_2 - \text{ZnO}$ は、比較的大きな ZnO 粒子（例えば、光散乱を抑制し透明

50

性を確保する点から、粒径約50nm程度以下のZnO粒子)を中心に周りをSnO₂超粒子(粒径約15nm)で被覆したものであり、両者の複合化は質量比でSnO₂:ZnO=70:30以上30:70以下の範囲であることが良い。前記Nb₂O₅-SrTiO₃、Nb₂O₅-Ta₂O₅、Nb₂O₅-ZrO₂、及びNb₂O₅-TiO₂などのNb₂O₅複合体は、Nb₂O₅との質量比が8:2以上2:8以下となるように複合化される。

【0060】

前記導電性または半導電性の粒子の形状は、特に制限はなく、目的に応じて選定され、球形、ナノチューブ状、棒状、ウィスカ状のいずれの形状であっても構わず、形状の異なる2種類以上の粒子を混合してもよい。前記球形粒子の場合には、個数平均粒径が0.1nm以上1000nm以下、1nm以上100nm以下が挙げられる。なお、粒径分布の異なる2種類以上の粒子を混合しても構わない。また、形状が上述の棒状である場合には、アスペクト比が2以上5000以下、または5以上2500以下が挙げられる。

10

【0061】

多孔質層22を形成する方法としては、特に制限はなく、その構成材料の種類に応じて選定される。例えば、金属陽極酸化法、陰極析出法、スクリーン印刷法、スキージ法、ゾルゲル法、熱酸化法、真空蒸着法、DC及びDFスパッタ法、化学気相堆積法、有機金属化学気相堆積法、分子線堆積法、レーザーアブレーション法などが挙げられ、また、上記方法を組み合わせて作製してもよい。

具体的な形成方法としては、特開2003-255400に示される多孔質層の形成方法を用いればよい。

20

【0062】

電解質

電解質26としては、EC2色素28が分散され、該分散されたEC2色素28が基板12と基板14との基板間を移動可能であればよく、液体、ゲル状の何れであっても構わない。なお、内部に分散されたEC2色素28が電解質26を移動する形態であれば、電解質26が固体であってもよい。

【0063】

電解質26が液体である場合には、電解質26は、電解質の構成材料を溶媒に溶かして用いることが好ましい。

30

【0064】

この電解質の構成材料としては、例えば、過塩素酸リチウム、過塩素酸ナトリウム、過塩素酸カルシウム、塩素酸テトラブチルアンモニウム等の過塩素酸塩、ヨウ素、臭素、LiI、NaI、KI、CsI、CaI₂、LiBr、NaBr、KBr、CsBr、CaBr₂等の金属ハロゲン化物、ヨウ化テトラエチルアンモニウム、ヨウ化テトラプロピルアンモニウム、ヨウ化テトラブチルアンモニウム、臭化テトラメチルアンモニウム、臭化テトラエチルアンモニウム、臭化テトラブチルアンモニウム等のアンモニウム化合物のハロゲン化塩、メチルピオロゲンクロリド、ヘキシルピオロゲンプロミド等のアルキルピオロゲン、ヒドロキノン、ナフトヒドロキノン等のポリヒドロキシベンゼン、フェロセン、フェロシアン酸塩等の鉄錯体等の少なくとも1種が用いられるが、これに限定するものではない。また、ヨウ素とヨウ化リチウム等の組合せのように、予めレドックス対(酸化還元対)を生成させる複数の電解質を混合して用いると、表示素子16の性能、特に電流特性が向上される。これらの中でも、ヨウ素とアンモニウム化合物、ヨウ素と金属ヨウ化物の組合せが良い。

40

【0065】

これらの電解質の構成材料を溶解する溶媒としては、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート等のカーボネート化合物、ジオキサン、ジエチルエーテル、エチレングリコールジアルキルエーテル等のエーテル類、メタノール、エタノール、イソプロピルアルコール、エチレングリコール、プロピレングリコール、ポリエチレングリコール等のアルコール類、アセトニトリル、ベンゾニトリル等のニトリル類、ジメチルホルムアミド、ジ

50

メチルスルホキシド、N - メチルピロリドン、炭酸プロピレン、炭酸エチレン等の非プロトン性極性溶媒、水等が用いられるが、これらに限定されるものではない。

【0066】

前記溶媒における前記電解質の構成材料の電解質濃度としては、 0.001 mol/l 以上 2 mol/l 以下、または 0.01 mol/l 以上 1 mol/l 以下が挙げられる。

【0067】

電解質26がゲル状である場合には、ポリマー添加、オイルゲル化剤添加、多官能モノマー類が、前記電解質の構成材料及び前記溶媒に混合して用いられる。前記ポリマー添加によりゲル化させる場合は、「Polymer Electrolyte Review s - 1及び2」(J. R. MacCallumとC. A. Vincentの共編、E L S E V I E R A P P L I E D S C I E N C E)などに記載された化合物が使用されるが、特に、ポリアクリロニトリル、ポリフッ化ビニリデンなどが良い。前記オイルゲル化剤添加によりゲル化させる場合は、「J. Chem Soc. Japan, Ind. Chem. Sec., 46, 779 (1943)」、「J. Am. Chem. Soc., 111, 5542 (1989)」、「J. Chem. Soc., Chem. Commun., 1993, 390」、「Angew. Chem. Int. Ed. Engl., 35, 1949 (1996)」、「Chem. Lett., 1996, 885」、「J. Chem. Soc., Chem. Commun., 1997, 545」などに記載されている化合物が使用されるが、特に、分子構造中にアミド構造を有する化合物が良い。

10

【0068】

また、電解質26としては、マトリックス材と支持電解質との混合液を重合させてフィルム状とした固体電解質層を用いても良い。

20

【0069】

この電解質としては、特に制限はなく、目的に応じて選択され、無機電解質であってもよいし、有機電解質であってもよい。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよく、また、市販品であってもよく、適宜合成しても構わない。

【0070】

前記無機電解質としては、例えば、無機酸陰イオン - アルカリ金属塩、アルカリ金属塩、アルカリ土類金属などが挙げられ、これらの中でも無機酸陰イオン - アルカリ金属塩が良く、無機酸リチウム塩が良い。

30

前記無機酸陰イオン - アルカリ金属塩としては、例えば、 XAsF_6 、 XPF_6 、 XBF_4 、 XClO_4 、などが挙げられ、(但し、これらにおいてXは、H、Li、K又はNaを表す。)、具体的には過塩素酸リチウムが挙げられる。

【0071】

前記アルカリ金属塩としては、例えば、LiI、KI、 LiCF_3SO_3 、 LiPF_6 、 LiClO_4 、 LiBF_4 、 LiSCN 、 LiAsF_6 、 NaCF_3SO_3 、 NaPF_6 、 NaClO_4 、 NaI 、 NaBF_4 、 NaAsF_6 、 KCF_6SO_3 、 KPF_6 、などが挙げられる。前記有機電解質としては、例えば、有機酸陰イオン - アルカリ金属塩、四級アンモニウム塩、アニオン性界面活性剤、イミダゾリウム塩、などが挙げられ、これらの中でも有機酸陰イオン - アルカリ金属塩が良く、有機酸リチウム塩がより良い。

40

【0072】

前記マトリックス材の前記電解質層における使用量としては、前記支持電解質とのモル比(マトリックス材:支持電解質)が、70:30以上5:95以下、50:50以上10:90、または50:50以上20:80以下である。なお、前記モル比は、前記マトリックス材のモル量と、前記支持電解質のイオンのモル量との比を意味する。該マトリックス材のモル量とは、高分子化合物のモノマー単位を1分子として換算したモル量を意味する。

【0073】

このようなフィルム状の固体の電解質26は、前記マトリックス材と支持電解質との混合液に過酸化ベンゾイルやアゾビスイソブチロニトリル等の重合開始剤を少量添加したも

50

のを薄く延ばし、続いて加熱を行い重合させるか、又はイルガキュア等の光重合開始剤を添加して、紫外線照射により重合させることにより作製される。なお、このフィルムの厚さは、30 μm以上500 μm以下、または50 μm以上200 μm以下である。

【0074】

エレクトロクロミック色素

次に、エレクトロクロミック色素について説明する。

【0075】

エレクトロクロミック色素（EC色素）は、上記に示したように、カラーフィルタ10に設けられた複数の表示素子16の各々について、少なくとも2種類のエレクトロクロミック色素が電極20と電極18との基板間に含有されており、一方（本実施の形態ではEC1色素24）のエレクトロクロミック色素は多孔質層22に保持されており、他方（本実施の形態ではEC2色素28）のエレクトロクロミック色素は電解質26中に分散されている。また、多孔質層22に保持されたEC1色素24、及び電解質26中に分散されたEC2色素28、の各々について、消色状態から発色状態へ変化するために電極20と電極18との間に印加される電圧の閾値が、上記式（1）の関係を満たしている。

10

【0076】

本実施の形態のカラーフィルタ10の各表示素子16に用いられるEC色素としては、電気化学的な酸化反応及び還元反応の少なくとも一方により発色又は消色する作用を示す限り特に制限はなく、上記条件（EC1色素24及びEC2色素28であれば、上記式（1）、双方が酸化型色素または還元型色素であり、且つ異なる色に発色する）を満たす範囲で目的に応じて選択され、例えば、有機化合物、金属錯体などが好適に挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

20

【0077】

前記金属錯体としては、例えば、ブルシアンブルー、金属-ピピリジル錯体、金属フェナントロリン錯体、金属-フタロシアニン錯体、メタフェリシアニド、これらの誘導体などが挙げられる。前記有機材料としては、例えば、（1）ピリジン化合物類、（2）導電性高分子類、（3）スチリル化合物類、（4）ドナー/アクセプター型化合物類、（5）その他有機色素類、などが挙げられる。

【0078】

前記（1）ピリジン化合物類としては、例えば、ピオローゲン、ヘプチルピオローゲン（ジヘプチルピオローゲンジプロミド等）、メチレンビスピリジニウム、フェナントロリン、アゾピピリジニウム、2,2-ピピリジニウム錯体、キノリン・イソキノリン、などが挙げられる。

30

【0079】

前記（2）導電性高分子類としては、例えば、ポリピロール、ポリチオフエン、ポリアニリン、ポリフェニレンジアミン、ポリアミノフェノール、ポリビニルカルバゾール、高分子ピオローゲンポリイオンコンプレックス、TTF、これらの誘導体などが挙げられる。

【0080】

前記（3）スチリル化合物類としては、例えば、2-[2-[4-(ジメチルアミノ)フェニル]エテニル]-3,3-ジメチルインドリノ[2,1-b]オキサゾリジン、2-[4-[4-(ジメチルアミノ)フェニル]-1,3-ブタジエニル]-3,3-ジメチルインドリノ[2,1-b]オキサゾリジン、2-[2-[4-(ジメチルアミノ)フェニル]エテニル]-3,3-ジメチル-5-メチルスルホニルインドリノ[2,1-b]オキサゾリジン、2-[4-[4-(ジメチルアミノ)フェニル]-1,3-ブタジエニル]-3,3-ジメチル-5-スルホニルインドリノ[2,1-b]オキサゾリジン、3,3-ジメチル-2-[2-(9-エチル-3-カルバゾリル)エテニル]インドリノ[2,1-b]オキサゾリジン、2-[2-[4-(アセチルアミノ)フェニル]エテニル]-3,3-ジメチルインドリノ[2,1-b]オキサゾリジン、などが挙げられる。

40

【0081】

50

前記(4)ドナー/アクセプター型化合物類としては、例えば、テトラシアノキノジメタン、テトラシアフルバレン、などが挙げられる。

前記(5)その他有機色素類としては、例えば、フタル酸、カルバゾール、メトキシビフェニル、アントラキノン、キノン、ジフェニルアミン、アミノフェノール、Triis-アミノフェニルアミン、フェニルアセチレン、シクロペンチル化合物、ベンゾジチオリウム化合物、スクアリウム塩、シアニン、希土類フタロシアニン錯体、ルテニウムジフタロシアニン、メロシアニン、フェナントロリン錯体、ピラゾリン、酸化還元指示薬、pH指示薬、これらの誘導体、などが挙げられる。

また、フルオレセイン、及びこの誘導体(カルボキシフルオレセイン)が挙げられる。

これらの中でも、ピオローゲン系色素およびフタル酸系色素が良い。

10

【0082】

なお、本実施の形態のカラーフィルタ10では、EC色素としては、酸化状態では無色または極淡色の消色状態となり還元状態で発色して発色状態となる還元発色型のもの、及び還元状態では無色または極淡色の消色状態となり酸化状態で発色して発色状態となる酸化発色型のもの、が用いられ、目的に応じて選択される。

さらに、発色状態において、還元または酸化の程度により数種類の色が発現する多色発色型のものを用いても良く、目的に応じて選択すればよい。

【0083】

上述のように、各表示素子16に含有されている2種類のEC色素の内の、消色状態から発色状態へ変化するために電極20及び電極18の電極間に印加される電圧の閾値の絶対値の小さい方のEC1色素24は、多孔質層22に保持されている。この「保持」とは、多孔質層22の表面及び各孔内にEC色素が保持された状態を示している。多孔質層22にEC色素を保持させる方法としては、多孔質層22の表面にEC1色素24を吸着させる方法や、多孔質層22とEC1色素24とを化学的に結合させる方法等、従来公知の技術が適用される。

20

【0084】

例えば、真空蒸着法等のドライプロセス、スピンコート等の塗布法、電界析出法、電界重合法や保持させる化合物の溶液に浸す自然吸着法等の方法が選ばれる。中でも自然吸着法は、金属酸化物層の微細孔のすみずみにむらなく確実に機能性分子が保持されうる点や、特別な装置を必要としない点、そして多くの場合は単分子層程度であり必要以上に余分な量につかない等の多くの利点を有している。

30

【0085】

上記自然吸着法としては、保持対象のEC色素の溶液中に、良く乾燥した多孔質層22を有する基板を浸漬するか、保持対象のEC色素の溶液を多孔質層22に塗布する方法が用いられる。前者の場合、浸漬法、ディップ法、ローラ法、エアナイフ法等が使用される。浸漬法の場合、色素の吸着は室温で行ってもよいし、特開平7-249790号公報に記載されているように加熱還流して行ってもよい。また、後者の塗布方法としては、ワイヤーバー法、スライドホッパー法、エクストルージョン法、カーテン法、スピン法、スプレー法等がある。

【0086】

上記EC色素の溶液に用いられる、該EC色素を溶解する溶媒としては、例えば、水、アルコール類(メタノール、エタノール、t-ブタノール、ベンジルアルコール等)、ニトリル類(アセトニトリル、プロピオニトリル、3-メトキシプロピオニトリル等)、ニトロメタン、ハロゲン化炭化水素(ジクロロメタン、ジクロロエタン、クロロホルム、クロロベンゼン等)、エーテル類(ジエチルエーテル、テトラヒドロフラン等)、ジメチルスルホキシド、アミド類(N,N-ジメチルホルムアミド、N,N-ジメチルアセタミド等)、N-メチルピロリドン、1,3-ジメチルイミダゾリジノン、3-メチルオキサゾリジノン、エステル類(酢酸エチル、酢酸ブチル等)、炭酸エステル類(炭酸ジエチル、炭酸エチレン、炭酸プロピレン等)、ケトン類(アセトン、2-ブタノン、シクロヘキサノン等)、炭化水素(ヘキサン、石油エーテル、ベンゼン、トルエン等)やこれらの混合

40

50

溶媒が挙げられる。

【0087】

また、多孔質層22表面へEC色素(EC1色素24)を化学結合させる方法としては、多孔質層22の表面とEC色素骨格との間に、官能基を介しても良い。この官能基としては、例えば、アルキル基、フェニル基、エステル、アミド等の官能基が好適である。また、多孔質層22の表面をシランカップリング剤等によって改質した後に、EC色素を化学結合させてもよい。

【0088】

多孔質層22へのEC色素(EC1色素24)の吸着量としては、多孔質層22の単位表面積(1m²)当たり0.01mmol以上100mmol以下が挙げられる。また、EC1色素24の、多孔質層22を構成する各半導体粒子に対する吸着量としては、半導体粒子1g当たり0.01mmol以上100mmol以下の範囲が挙げられる。

なお、詳細は後述するが、多孔質層22に、更に、互いに異なる色に発色する複数種類のEC色素を吸着させる場合には、多孔質層22に吸着させるEC色素の総量が、上記範囲内であることが良い。

【0089】

なお、多孔質層22は、EC色素(EC1色素24)を保持させる前に、熱処理(例えば、100以上550以下で10分間)することが良い。これにより、多孔質層22表面に吸着した水分、その他の不純物が除去されると考えられ、また、多孔質層22表面を活性化し、EC色素の吸着が効率よく行われると考えられる。

【0090】

一方、表示素子16に含有される2種類のEC色素の内の、消色状態から発色状態へ変化するために電極20及び電極18の電極間に印加される電圧の閾値の絶対値の大きい方のEC2色素28は、電解質26中に分散されている。この電解質26中に分散されているEC色素(EC2色素28)の電解質中濃度は、0.001mol/l以上2mol/l以下、または0.01mol/l以上1mol/l以下が挙げられる。

なお、電解質26に、更に互いに異なる色に発色する複数種類のEC色素を分散させる場合には、電解質26中に分散させるEC色素の総濃度が、上記範囲内であればよい。

【0091】

酸化還元剤 -

上記電解質26中には、酸化還元反応により発色しない(すなわち非発色の)酸化還元剤が分散されていることが良い。

【0092】

酸化還元剤を用いることにより、表示素子16内のEC色素の酸化還元反応が効率良く進行し、EC色素の可逆的な発色効率及び消色効率が向上されると考えられる。

【0093】

さらに、酸化還元剤は、電極20及び電極18の内の、EC1色素24の保持された多孔質層22の設けられている側とは、対極側の電極上に固定化されていることが良い。図1に示すように、本実施の形態では、電極20及び電極18の内の、電極20側に、EC1色素24を保持した多孔質層22が設けられていることから、電極18上に、酸化還元剤が固定化されていることが良い。これによって、電極20及び電極18の双方の電極側で、効率良く酸化還元反応が生じ、表示素子16全体の発色効率及び消色効率が向上されると考えられる。

【0094】

このような酸化還元剤としては、酸化還元反応により非発色の酸化還元剤であればよく、具体的には、フェロセン、フェノチアジン、ヨウ素と金属ヨウ化物の組合せ等が挙げられる。但し、酸化還元剤として、ヨウ素と金属ヨウ化物の組合せを適用する場合は、着色の強度を考慮することがよい。中でも、安定性が高く、溶液の吸収係数が小さい等の観点から、フェロセンが良い。

【0095】

10

20

30

40

50

なお、酸化還元剤を電極 18 表面に固定化する方法としては、上述した多孔質層 22 に EC 1 色素 24 を保持させる方法と同じ方法を用いて、電極 18 上に酸化還元剤を保持させればよい。

【0096】

なお、電解質 26 中に添加される酸化還元剤は、電解質 26 中において溶解または分散された状態で含有され、その電解質 26 中の濃度は、 0.001 mol/l 以上 2 mol/l 以下、または 0.01 mol/l 以上 1 mol/l 以下が挙げられる。

【0097】

電荷蓄積部材 -

また、各表示素子 16 に含有された EC 色素 (EC 1 色素 24 及び EC 2 色素 28) の酸化還元反応を効率良く生じさせるために、図 1 に示すように、電荷蓄積部材 34 を設ける事が良い。この電荷蓄積部材 34 は、各表示素子 16 の電極 20 及び電極 18 の内の、EC 1 色素 24 の保持された多孔質層 22 の設けられている側とは、対極側の電極上に固定化されていることが良い。本実施の形態では、電極 20 及び電極 18 の内の、電極 20 側に、EC 1 色素 24 を保持した多孔質層 22 が設けられていることから、電荷蓄積部材 34 は、電極 18 上に固定化されていることが良い。

10

【0098】

電荷蓄積部材 34 としては、比表面積が 1000 以上の部材が選択される。このような比表面積の大きい部材としては、カーボンやアルミナが挙げられ、具体的には、活性炭やカーボンナノチューブ等が挙げられる。これらの部材は、比表面積が大きいことから、蓄積される電荷容量が大きく、表面に極性を有している。このため、電荷蓄積部材 34 を、電極 20 及び電極 18 の内の、EC 1 色素 24 を保持している多孔質層 22 の積層された電極 20 とは、反対側の電極 18 上に設けることによって、電極 20 及び電極 18 の 2 つの電極上で、効率良く酸化還元反応が生じ、各表示素子 16 全体の発色効率及び消色効率が向上されると考えられる。

20

【0099】

本実施の形態のカラーフィルタ 10 は、制御部 32 の制御によって電圧印加部 30 が制御されて、各画素に対応する領域の複数の表示素子 16 の各々に電圧が印加されることで、各表示素子 16 に目的とする色が表示される。各表示素子 16 へ各色が表示されることで、カラーフィルタ 10 は、色が可変のカラーフィルタとして機能する。

30

【0100】

制御部 32 は、カラーフィルタ 10 全体の動作を司る CPU (中央処理装置) と、各種データを一時的に記憶する RAM (Random Access Memory) と、装置全体を制御する制御プログラム等の各種プログラムが予め記憶された ROM (Read Only Memory) と、を含むマイクロコンピュータとして構成されている。

電圧印加部 30 は、電極 20 及び電極 18 に電圧を印加するための電圧印加装置であり、制御部 32 の制御に応じた電圧を電極 20 及び電極 18 間に印加する。

【0101】

以下、カラーフィルタ 10 の、各表示素子 16 における作用を説明する。

【0102】

ここで、上述のように、各表示素子 16 においては、多孔質層 22 には EC 1 色素 24 が保持され、電解質 26 中には EC 2 色素 28 が分散されている。そして、これらの EC 色素の各々について、消色状態から発色状態へ変化するために電極 20 と電極 18 との間に印加される電圧の閾値が、上記式 (1) として $E_1 < E_2$ の関係を満たしている。

40

【0103】

なお、上述のように、式 (1) 中、 E_1 は、多孔質層 22 に保持された EC 1 色素 24 が消色状態から発色状態へ変化するために前記一対の電極間に印加される電圧の閾値の絶対値を示し、 E_2 は、電解質 26 中に分散された EC 2 色素 28 が消色状態から発色状態へ変化するために前記一対の電極間に印加される電圧の閾値の絶対値を示している。

【0104】

50

また、上述のように、EC1色素24及びEC2色素28は、双方が還元型色素、または双方が酸化型色素とされている。

【0105】

例えば、EC1色素24及びEC2色素28の双方が還元型色素（還元反応により発色状態となり、酸化反応により消色状態となる）であるとする。そして、電極20側が負極となり、電極18側が正極となるように電極20及び電極18の電極間に電圧が印加され、印加電圧を除々に上昇させてEC1色素24の閾値である電圧値E1の電圧が印加されると、EC1色素24及びEC2色素28の内の、電極20に接触して設けられた多孔質層22に保持されている、より閾値の小さい方のEC1色素24がEC2色素28より先に還元されて、非発色状態から発色状態へ変化する（図4（A）及び図4（B）参照）。

10

すなわち、図4（B）に示すように、電極20と電極18との電極間に、電極20側を負極として電圧値E1の電圧が印加されたときには、EC1色素24色素は還元されて発色状態にあるが、EC2色素28は未だ還元されておらず非発色状態とされている。このため、このときには、表示素子16には、EC1色素24の色のみが選択的に表示された状態となると考えられる。

【0106】

そして、さらに電極20及び電極18の電極間に印加する電圧を上昇させていく課程で、還元されてラジカルの発生した状態とされたEC1色素24に、電解質26中に分散されていたEC2色素28が引き寄せられると考えられる（図4（C）参照）。

【0107】

そして、さらに電極20及び電極18の電極間に印加する電圧を上昇させて、EC2色素28の閾値である電圧値E2の電圧が印加されると、EC2色素28が還元されて非発色状態から発色状態へ変化する。このとき、EC1色素24とEC2色素28とでは、EC2色素28の方が、閾値が高い事から、EC1色素24からEC2色素28へ、分子間において電子の移動が生じると考えられる（図4（D）参照）。このEC1色素24とEC2色素28との分子間の電子の授受によって、多孔質層22に保持されているEC1色素24は酸化されて消色状態となり、EC2色素28は還元されて消色状態から発色状態へと変化すると考えられる。このため、EC1色素24とEC2色素28とが同時に発色状態となることが抑制されて、EC1色素24のみが消色状態となり、EC2色素28のみが発色状態となると考えられる。

30

【0108】

一方、電極20側を正極とし、電極18側を負極として、電極間に印加する電圧を除々に上昇させていくと、上記とは逆の現象が生じる。

詳細には、電極20側を正極とし、電極18側を負極として、電極間に印加する電圧を除々に上昇させていくと、EC1色素24及びEC2色素28の内の、EC2色素28が先に酸化されて電子を失い、発色状態から消色状態へと変化する。そして、EC1色素24とEC2色素28との間の分子間の電子の授受によって、EC2色素28から失われた電子は、EC1色素24によって受け取られ、EC1色素24が還元されて消色状態から発色状態へと変化すると考えられる。

【0109】

そして更に、電極20側を正極とし電極18側を負極として、電極間に印加する電圧を更に除々に上昇させていくと、EC1色素24によって受け取られた電子が電極20へと移動し、EC1色素24も発色状態から消色状態へと変化すると考えられる。このため、EC1色素24とEC2色素28とが同時に発色状態となることが抑制されて、EC1色素24及びEC2色素28の内の、何れか一方のみが選択的に発色状態とされると考えられる。

40

【0110】

このように、カラーフィルタ10の各表示素子16は、電極20と電極18の内の、電極18側に接触配置された多孔質層22にEC1色素24を保持させ、電解質26中にEC2色素28を分散させた構成とされている。そして各表示素子16では、EC1色素2

50

4及びEC2色素28として、互いに発色状態の色が異なり、上記式(1)の関係を満たし、且つ双方を酸化型色素または還元型色素とされている。このように各表示素子16を構成し、電極20及び電極18の電極間に電圧を印加して、印加する電圧及び極性を変化させることで、印加した電圧の極性及び電圧値に応じて、EC1色素24及びEC2色素28の内の特定のEC色素のみが選択的に発色されると考えられる。

【0111】

このように、本実施の形態のカラーフィルタ10に含まれる複数の表示素子16は、EC色素間の混色が抑制され、印加電圧に応じて目的とする色が選択的に表示されると考えられる。

【0112】

なお、上記では、各表示素子16に含まれるEC色素として、各々単色に発色するEC色素を用いた場合を説明したが、発色状態において電極20及び電極18の電極間に印加される電圧の電圧値に応じて、互いに異なる複数種類の色に発色するEC色素を用いても良い。このようにすれば、電極20及び電極18の電極間に印加される電圧の極性及び電圧値を調整することで、更なる多色表示が可能とされる。

【0113】

例えば、EC1色素24が、EC2色素28の発色状態の色とは異なり且つ上記式(1)の関係を満たすと共に、互いに異なる2種類の色に発色するとする。また、EC1色素24の発色状態における、この2種類の色へ変化するために電極20及び電極18の電極間に印加される電圧の閾値が互いに異なるとする。この2種類の色(例えば、第1の色及び第2の色)へ変化するための該電極間に印加される電圧の閾値が、E1(A)及びE1(B)であるとし、 $E1(A) < E2(B) < E2$ の関係を満たすとする。

【0114】

また、EC1色素24及びEC2色素28の双方が還元型色素であるとする、この場合には、例えば、電極20側が負極となり、電極18側が正極となるように電極20及び電極18の電極間に電圧が印加され、印加電圧を除々に上昇させてEC1色素24の閾値である電圧値E1(A)の電圧が印加されると、EC1色素24及びEC2色素28の内の、電極20に接触して設けられた多孔質層22に保持されている、より閾値の小さい方のEC1色素24がEC2色素28より先に還元されて(図4(B)参照)、非発色状態から発色状態へ変化して、閾値E1(A)に対応する第1の色に発色した発色状態となると考えられる。

このため、このときには、表示素子16には、EC1色素24の第1の色のみが選択的に表示された状態となると考えられる。

【0115】

そして更に、印加電圧を除々に上昇させてEC1色素24の第2の色に発色するための閾値である電圧値E2(A)の電圧が印加されると、EC1色素24の還元反応が進行して(図5(A)参照)、閾値E1(B)に対応する第2の色に発色した発色状態となると考えられる。

このため、このときには、表示素子16には、EC1色素24の第2の色のみが選択的に表示された状態となると考えられる。

【0116】

そして、さらに電極20及び電極18の電極間に印加する電圧を上昇させていく課程で、還元されてラジカルの発生した状態とされたEC1色素24に、電解質26中に分散されていたEC2色素28が引き寄せられると考えられる(図5(B)参照)。

【0117】

そして、さらに電極20及び電極18の電極間に印加する電圧を上昇させて、EC2色素28の閾値である電圧値E2の電圧が印加されると、EC2色素28が還元されて(図5(C)参照)非発色状態から発色状態へ変化する。このとき、EC1色素24とEC2色素28とでは、EC2色素28の方が、閾値が高い事から、EC1色素24からEC2色素28へ、分子間において電子の移動が生じると考えられる。このEC1色素24とE

10

20

30

40

50

EC 2色素28との分子間の電子の授受によって、多孔質層22に保持されているEC 1色素24は酸化されて消色状態となり、EC 2色素28は還元されて消色状態から発色状態へと変化すると考えられる。このため、EC 1色素24とEC 2色素28とが同時に発色状態となることが抑制されて、EC 1色素24のみが消色状態となり、EC 2色素28のみが発色状態となると考えられる。

【0118】

一方、電極20側を正極とし、電極18側を負極として、電極間に印加する電圧を除々に上昇させていくと、EC 1色素24及びEC 2色素28の内の、EC 2色素28が先に酸化されて電子を失い、発色状態から消色状態へと変化する。そして、EC 1色素24とEC 2色素28との間の分子間の電子の授受によって、EC 2色素28から失われた電子は、EC 1色素24によって受け取られ、EC 1色素24が還元されて消色状態から発色状態へと変化し、第1の色に発色した状態となると考えられる。

10

【0119】

そして更に、電極20側を正極とし電極18側を負極として、電極間に印加する電圧を更に除々に上昇させることで、EC 1色素24はEC 2色素28から更に電子を受け取り、EC 1色素24は第2の色に発色した状態となると考えられる。そして、更に該電圧を除々に上昇させることによって、EC 1色素24によって受け取られた電子が電極20へと移動し、EC 1色素24も発色状態から消色状態へと変化すると考えられる。

【0120】

このように、表示素子16に含まれるEC色素として、発色状態において互いに異なる複数種類の色に発色するEC色素を用いることで、単色に発色するEC色素を用いた場合に比べて、更なる多色表示が実現される。

20

【0121】

なお、上記では、EC 1色素24及びEC 2色素28の内の、EC 1色素24のみを発色状態において複数種類の色に発色するEC色素を用いた場合を説明したが、EC 2色素28についても同様に複数種類の色に発色するEC色素を用いても良い。

【0122】

なお、上記実施の形態では、各表示素子16中には、EC 1色素24及びEC 2色素28の2種類のEC色素のみを含有する場合を説明したが、更にEC色素を含有した構成であってもよい。

30

【0123】

この場合には、図6に示すように、EC色素として、EC 1色素24及びEC 2色素28とは異なる色に発色するEC 3色素40と、EC 1色素24、EC 2色素28、及びEC 3色素40とは異なる色に発色するEC 4色素42と、を更に備えた構成とすればよい。

そして、EC 3色素40及びEC 4色素42の内の、EC 3色素40のみを、EC 1色素24と共に多孔質層22に保持させた構成とし、EC 4色素42をEC 2色素28と共に電解質26中に分散させた構成とすればよい。なお、EC 3色素40を多孔質層22に保持させる方法としては、EC 1色素24を多孔質層22に保持させた方法と同じ方法を用いればよい。

40

【0124】

この場合には、EC 3色素40及びEC 4色素42は、EC 1色素24及びEC 2色素28が還元型色素の場合には酸化型色素とし、EC 1色素24及びEC 2色素28が酸化型色素の場合には還元型色素とする。

また、EC 3色素40及びEC 4色素42の、消色状態から発色状態へ変化するために電極20及び電極18の電極間に印加される電圧の閾値が下記式(2)の関係を満たすように、EC色素を選択すればよい。

【0125】

$$E_3 < E_4 \quad \text{式(2)}$$

【0126】

50

式(2)中、E3は、EC3色素40が消色状態から発色状態へ変化するために電極20及び電極18の電極間に印加される電圧の閾値の絶対値を示し、E4は、EC4色素42が消色状態から発色状態へ変化するために電極20及び電極18の電極間に印加される電圧の閾値の絶対値を示す。

【0127】

例えば、EC1色素24及びEC2色素28が還元型色素であり、EC3色素40及びEC4色素42が酸化型色素であるとする。

【0128】

この場合には、電極20側が負極となり、電極18側が正極となるように電極20及び電極18の電極間に電圧を印加し、印加電圧を除々に上昇させることで、上記説明したように、EC1色素24色素が発色状態とされた後に、EC1色素24が非発色状態とされると共にEC2色素28が発色状態とされる色変化が生じると考えられる。

このとき、EC3色素40及びEC4色素42については、これらは酸化型色素であることから非発色状態のままであると考えられる。

【0129】

一方、電極20側が正極となり、電極18側が負極となるように電極20及び電極18の電極間に電圧を印加し、印加電圧を除々に上昇させることで、還元型色素であるEC1色素24及びEC2色素28については非発色状態のまま維持され、酸化型色素であるEC3色素40及びEC4色素42が、上記EC1色素24及びEC2色素28と同様に分子間における電子の授受により順次発色状態及び非発色状態となり、各EC色素の発色状態の色が選択的に表示されることとなると考えられる。

【0130】

このように、更にEC1色素24及びEC2色素28が酸化型色素である場合には、還元型色素を、EC1色素24及びEC2色素28が還元型色素である場合には酸化型色素を更に含有することで、更なる多色表示が可能となる。

【0131】

なお、この各EC色素を消色状態から発色状態へと変化させる電圧の電圧値及び極性は、予め制御部32の図示を省略するメモリに表示対象の色を示す情報に対応づけて記憶しておけばよい。そして、制御部32では、各表示素子16の表示対象の色に対応する電圧値及び極性の電圧の印加を示す指示信号を電圧印加部30に出力すればよい。該指示信号を入力された電圧印加部30は、該指示信号に応じた極性及び電圧値の電圧を、電極20と電極18との電極間に印加すればよい。このようにすれば、所望のEC色素の色、または特定のEC色素の特定の発色状態の色が選択的に、各表示素子16へ表示されることとなると考えられる。

【0132】

なお、この電圧印加部30から、各表示素子16の電極20及び電極18の電極間に印加される電圧は、各EC色素の閾値の電圧値へ向かって急激に変化する電圧(例えば、矩形波で変化する電圧)であってもよいが、該閾値の電圧値へ向かって段階的または連続的に変化する電圧であることが良い。これは、上述のように、各表示素子16では、多孔質層22に保持されたEC1色素24(またはEC3色素40)と、電解質26中に分散されたEC2色素28(またはEC4色素42)と、の間の分子間において電子の授受が行われることにより、一方が消色状態となり他方が発色状態となる。この電子の授受が行われている最中には、表示色が安定しない可能性が高いことから、各EC色素の各閾値の電圧値に向かって連続的または段階的に変化する電圧を印加することで、さらにEC色素間の混色が抑制されると考えられる。

なお、このような電圧印加は、制御部32による電圧印加部30の制御によって実現される。

【0133】

以上説明したように、本実施の形態のカラーフィルタ10では、上記表示素子16が、基板12と基板14との基板間に、該基板の面方向に複数配列された構成とされている。

このため、複数の表示素子 16 (例えば、3つの表示素子 16) を含むように、画素に対応する領域を定めて、各画素に対応する複数の表示素子 16 の全てに任意の色 (例えば、赤) が表示されるように電極間に電圧を印加することで、従来の色固定のカラーフィルタに比べて各画素の明るさの向上されたカラーフィルタが提供されると考えられる。

【0134】

また、発色状態のときの色が、赤色、緑色、及び青色となるように、各表示素子 16 に含まれるエレクトロクロミック色素を選択することで、カラーフィルタとしての適用範囲が高く、且つ各画素の明るさの向上されたカラーフィルタ 10 が実現されると考えられる。

【0135】

すなわち、従来カラーフィルタでは、図 7 (A) に示すように、赤色の光のみを取り出す領域と、緑色の光のみを取り出す領域と、青色の光のみを取り出す領域と、を 1 つの画素に対応する領域として定めていた。このため、1 画素に対応する領域の 1/3 に相当する領域のみを用いて赤色、緑色、及び青色の各々を表示していた。

【0136】

一方、本実施の形態のカラーフィルタ 10 によれば、エレクトロクロミック色素の色が選択的に表示される表示素子 16 を、基板の面方向に複数配列した構成とされている。このため、連続して配列された複数の表示素子 16 を各画素に対応する領域 X (図 2 及び図 7 (B) 参照) として定めて、この各画素に対応する領域に含まれる表示素子 16 の全て (図 7 (B) では 1 つの画素に対応する領域に含まれる 3 つの表示素子 16) について、含まれるエレクトロクロミック色素の特定の発色状態のときの色 (例えば、赤) が表示されるように、各表示素子 16 の電極 20 及び電極 18 の電極間に電圧を印加すればよい。すると、図 7 (B) に示すように、該領域 X に含まれる 3 つの表示素子 16 の全てに赤色が表示された状態となることから、結果的に、1 つの画素に対応する領域の全領域に赤色が表示されると考えられる。このため、従来の色固定のカラーフィルタに比べて各画素の明るさの向上されたカラーフィルタ 10 が提供されると考えられる。また、1 つの画素に対応する領域の全ての領域に、目的とする色が表示されるので、高画質化も実現されると考えられる。

【0137】

また、二次色を表示する場合についても、従来の色固定のカラーフィルタに比べて各画素の明るさの向上されたカラーフィルタが提供されると考えられる。すなわち、従来カラーフィルタでは、二次色を表示する場合には、図 7 (C) に示すように、1 画素に対応する領域の 2/3 に相当する領域 (例えば、赤色の領域と緑色の領域) のみを用いて該二次色 (例えば、黄色) を表示していた。

一方、本実施の形態のカラーフィルタ 10 によれば、エレクトロクロミック色素の色が選択的に表示される表示素子 16 を、基板の面方向に複数配列した構成とされている。このため、連続して配列された複数の表示素子 16 を各画素に対応する領域 X (図 2 及び図 7 (D) 参照) として定めて、この各画素に対応する領域に含まれる 3 つの表示素子 16 の内の 2 つの表示素子 16 については赤色が表示されるように該表示素子 16 の電極 20 及び電極 18 の電極間に電圧を印加し、該領域 X に含まれるその他の表示素子 16 である 1 つの表示素子 16 については緑色が表示されるように、該表示素子 16 の電極 20 及び電極 18 の電極間に電圧を印加する。これによって、1 つの画素に対応する領域 X に含まれる全ての表示素子 16 が、表示対象の二次色である黄色の表示に寄与する領域とされる (図 7 (D) 参照)。このため、従来の色固定のカラーフィルタに比べて各画素の明るさの向上されたカラーフィルタ 10 が提供されると考えられる。また、1 つの画素に対応する領域の全ての領域に、目的とする色が表示されるので、高画質化も図れると考えられる。

【0138】

さらに、異なる色に発色する複数の層を積層することで、1 画素に対応する領域の色を可変とした構成の従来構成に比べても、本実施の形態のカラーフィルタ 10 では、1 画素

10

20

30

40

50

に対応する領域を構成する複数の表示素子 16 の各々自体が、含まれるエレクトロクロミック色素による色を選択的に表示することから、厚み方向の色の重ね合せによって目的の色を表示する従来構成に比べて、各画素の明るさの向上されたカラーフィルタ 10 が提供されると考えられる。

【0139】

従って、本実施の形態の表示素子 16 を用いない構成のカラーフィルタに比べて、本実施の形態のカラーフィルタ 10 は、表示の明るさが向上される、と考えられる。

【0140】

また、更に、本実施の形態のカラーフィルタ 10 においては、電圧の印加によって含まれるエレクトロクロミック色素の色が選択的に表示される表示素子 16 を、基板（基板 12 及び基板 14）の面方向に複数配列させた構成とされている。このため、カラーフィルタ 10 の作製においては、基板（基板 12 及び基板 14）上に複数の表示素子 16 を配列させればよく、従来のカラーフィルタのようにインクジェット法等による精密な製造プロセスは不要であり、画素毎の色の塗り分けも不要である。このため、製造プロセスの簡略化も実現されると考えられる。

10

【0141】

なお、本実施の形態のカラーフィルタ 10 においては、各表示素子 16 のアクティブマトリクス駆動を実現するために、表示素子 16 毎に T F T（薄膜トランジスタ）を備えた構成としてもよい。具体的には、図 8（A）に示すカラーフィルタ 10 A のように、電極 20 を、各表示素子 16 に対応する領域毎に設けた構成とし、この電極 20 毎に、T F T 44 を設けた構成としてもよい。なお、図示は省略するが、基板 14 側の電極 18 についても各画素に対応する領域毎に設けた構成とし、この電極 18 毎に、T F T（図示省略）を設けた構成としてもよい。

20

なお、図 8（A）に示すカラーフィルタ 10 A は、図 1 に示すカラーフィルタ 10 の電極 20 毎に T F T 44 を設けた以外は同じ構成であるため、詳細な説明を省略する。

【0142】

また、図 1 に示すカラーフィルタ 10 の一例では、表示素子 16 毎に、基板 12 と基板 14 との間の領域を区切るための部材が設けられていない形態を示した（図 1 参照）。しかし、カラーフィルタ 10 としては、表示素子 16 毎に、基板 12 と基板 14 との間の領域を区切るための部材を設けた構成のカラーフィルタ 10 B としてもよい（図 8（B）参照）。

30

【0143】

具体的には、図 8（B）に示すように、図 1 に一例を示したカラーフィルタ 10 において、基板 12 と基板 14 との間の領域を、表示素子 16 毎に区切る間隙部材 46 を設けた構成のカラーフィルタ 10 としてもよい。これによって、各表示素子 16 の間における電解質 26 の移動が阻止される。

なお、図 8（B）に示すカラーフィルタ 10 B は、図 1 に示すカラーフィルタ 10 に上記間隙部材 46 を設けた以外は同じ構成であるため、詳細な説明を省略する。この間隙部材 46 としては、絶縁性の部材であればよい。なお、絶縁性とは、体積抵抗率が $10^9 \cdot \text{cm}$ 以上であることを示している。

40

【0144】

なお、本実施の形態のカラーフィルタ 10 は、表示面側の反対側に、各画素に対応する領域毎に、黒色及び白色を選択的に表示する表示媒体を設けた構成とすることが良い。

具体的には、図 9 に示すように、図 1 を用いて説明したカラーフィルタ 10 の背面側（表示面とされた基板 12 とは反対側）に、表示媒体 50 を設けた構成のカラーフィルタ 10 C とすればよい。この構成とすれば、カラーフィルタ 10 において、黒色及び白色の表示を加えたフルカラー表示や、各表示素子 16 に表示された色の色味（濃度）の調整が実現される。

【0145】

また、カラーフィルタ 10 に設けられた各表示素子 16 は、エレクトロクロミック色素

50

が非発色の状態では透明であることから、この表示媒体に白色表示を行うことで、白色度の高い（白色度が30%以上、測定方法については後述）表示が実現されると考えられる。

【0146】

具体的には、図9に示すように、カラーフィルタ10Cは、図1に示すカラーフィルタ10の基板14側に、表示媒体50を重ねた構成とすればよい。この表示媒体50は、例えば、カラーフィルタ10の基板14側に、該カラーフィルタ10の基板12とは反対側の方向に向かって順に、電極52、絶縁層54、表示層56、絶縁層58、電極60、及び基板62を重ねた構成とすればよい。電極52及び電極60は、各画素に対応する領域毎に電圧を印加する構成であればよく、線状の電極52と線状の電極60とが、各画素に対応する領域（例えば、図2の領域X）で互いに交差するように、配置すればよい。

10

【0147】

絶縁層54及び絶縁層58は、絶縁性の材料で構成すればよい。表示層56は、電極52及び電極60に電圧を印加することで、白色粒子及び黒色粒子の何れか一方が選択的に表示面側（すなわち、電極52側）に泳動する構成とすればよい。例えば、表示層56を、基板12の面方向に沿って配置された白色層56Bと、正極または負極に帯電された黒色の粒子56Aと、分散媒56Cと、を含んだ構成とする。

【0148】

この黒色の粒子56Aとしては、例えば、カーボンブラック、マンガンフェライトブラック、チタンブラック等が使用される。白色層56Bは、白色度が30%以上の層であり、黒色の粒子56が厚み方向に通過する孔を有する構成とされている。なお、この白色度とは、白さの尺度をいい、具体的には、JIS-P8123に記載の方法に従い、ハンター白色度計やX-rite測色系を用いて測定した値である。この白色層56Bとしては、酸化チタン、酸化亜鉛等の無機材料や、メタクリル酸メチル、スチレンアクリル樹脂、シリコン樹脂、ポリテトラフルオロエチレン等から構成された有機材料から構成された粒子状の部材の集合体であってもよいし、これらの粒子が分散媒56C中に分散された形態であってもよいし、樹脂シートや不織布を利用してもよい。

20

【0149】

そして、この表示媒体50の電極52及び電極60は、電圧印加部64に電氣的に接続されている。この電圧印加部64は、図1でも説明した制御部32に電氣的に接続されている。表示媒体50では、制御部32の制御によって、各画素に対応する電極52及び電極60に電圧印加部64から電圧が印加されることで、表示媒体50の対応する画素の領域に、黒色または白色が表示されることとなる。

30

【0150】

このため、カラーフィルタ10Cでは、目的とするカラーフィルタ10における各画素に対応する領域毎に設けられた複数の表示素子16の各々に対応する電極20及び電極18に電圧を印加すると共に、表示媒体50の各画素に対応する電極52及び電極60に電圧を印加することで、各表示素子16に表示された色の色味（濃度）の調整が実現される。また、白色度の高い白色表示や、黒色度の高い黒色表示が実現されると考えられる。

【0151】

また、本実施の形態のカラーフィルタ10は、各種表示装置に適用される。

40

【実施例】

【0152】

以下に実施例を挙げて本実施の形態をさらに具体的に説明する。なお、本実施の形態の範囲は以下に示す具体例に限定されるものではない。

【0153】

（実施例1）

図2及び図8（B）に示すカラーフィルタを下記の操作により作製した。

【0154】

<基板及び電極の調整>

50

厚さ1.1mmのガラス基板(コーニング社製、商品名コーニング1737)上に、幅127μmの線状のITO電極が127μmの間隔で複数配列された基板を2枚用意した。

【0155】

<多孔質層の調整>

上記2枚の基板の内の一方の1枚の基板を表示面側に設ける基板(以下、表示基板と称する)について、該表示基板上に複数配列された線状のITO電極上に、多孔質層としてTiO₂多孔質層を設けた。具体的には、Solaronix社製TiO₂ペースト(Ti-Nanoxide HT-LALT)をスキージ法で、上記ITO電極上に60μmの厚みに塗布し、大気中で130〜30分熱処理することで、表示基板のITO電極上に多孔質層を設けた。得られたTiO₂多孔質層の厚さは約10μmであった。

10

【0156】

上記2枚の基板の内の他方の1枚の基板(以下、背面基板と称する)について、該背面基板側には、多孔質層として、SnO₂/Sb(アンチモンドープ酸化スズ)を設けた。具体的には、SnO₂/Sb粉末(粒径20nm)に水(SnO₂ 30wt%)、アセチルアセトン(SnO₂に対し10wt%)を加え、塩酸によりpH1.7程度に調整した。これにより良好なSnO₂水分散液が得られた。さらに、PEG20000をSnO₂量に対し40wt%加えてペースト状とした。このペーストをスキージ法で、ITO電極上に60μmの厚みに塗布し、大気中で450〜2時間以上熱処理することで、背面基板のITO電極上に多孔質層を設けた。得られたSnO₂/Sb多孔質層の厚さは約8μmであった。

20

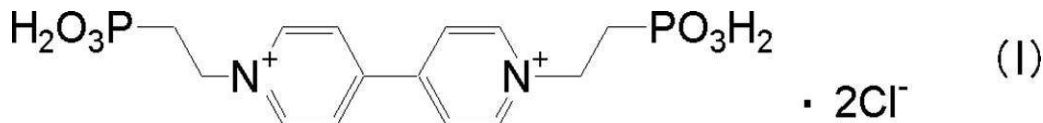
【0157】

<EC1色素24及びEC3色素40の多孔質層への吸着>

EC1色素24として、下記(I)に示すピオロゲン誘導体(還元型色素:発色状態のときの色が青色)と、EC3色素40として、カルボキシフルオレセイン(酸化型色素:発色状態のときの色が黄色)と、を用意した。

【0158】

【化1】



30

(I)

【0159】

このピオロゲン誘導体 2質量%、及びカルボキシフルオレセイン 2質量%水の混合水溶液とし、この混合水溶液に、上記TiO₂多孔質層の設けられた表示基板を24時間浸漬させることで、EC1色素としてのピオロゲン誘導体と、EC3色素としてのカルボキシフルオレセインと、の双方をTiO₂多孔質層上に吸着させた。なお、上記TiO₂多孔質層の設けられた表示基板は、浸漬前に120〜で30分加熱処理をした。

40

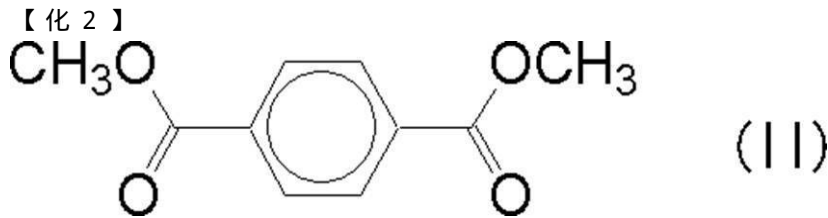
【0160】

<電解質の調整>

電解質を構成する電解液としては、過塩素酸テトラブチルアンモニウム(TBAP)50mM/フェロセン50mM/プロピレンカーボネート(PC)溶液を用いた。

この電解液に、EC2色素28として、下記式(II)に示すテレフタル酸ジメチル(DTP)(還元型色素:発色状態のときの色が赤色)を用意し、50mMの濃度で電解液中に溶解させた。

【0161】



【0162】

<カラーフィルタの作製>

上記の、EC1色素24としてのピオロゲン誘導体と、EC3色素としてのカルボキシフルオレセインと、の双方の吸着されたTiO₂多孔質層の設けられた表示基板上に、表示基板と背面基板との基板間(図8(B)では、基板12と基板14との基板間)を、表示素子16毎に区切るための間隙部材46を形成した。

具体的には、該表面基板上に、間隙部材46の構成材料として、紫外線硬化樹脂(旭硝子社製、商品名：NIF-A-1)を50μmの厚みに塗布した後に、形成対象の間隙部材に相当する領域のみに光が照射されるように形成されたマスクパターンを介して、紫外線露光した。これによって、表示基板上に塗布された紫外線硬化樹脂の内の、露光された領域のみを硬化させた。その後、未硬化の紫外線硬化性樹脂を洗浄によって取り除くことで、該表示基板上に間隙部材46を形成した。なお、この硬化した紫外線硬化性樹脂は、多孔質層の内部にも浸透していることから、多孔質層は、間隙部材46によって、電解液が移動されないように分割された状態となった。

【0163】

なお、この、形成対象の間隙部材に相当する領域のみに光が照射されるように形成されたマスクパターンとしては、244μm×752μmの領域(各表示素子に対応する領域、すなわち、本実施例1では、画素の1/3に対応する領域に相当)が、10μmの間隔(間隙部材46の幅に相当)で、格子状に配列されたパターンを用いた。

【0164】

次に、上記間隙部材46の形成された表示基板と、上記背面基板と、表示基板の間隙部材の設けられた側と、背面基板の多孔質層の設けられた側と、が向かい合うように重ね合わせた後に、これらの表示基板及び背面基板と間隙部材とによって区切られた領域内に、上記EC2色素28としてのDTPと酸化還元剤としてのフェロセンの分散された電解液を充填した。これによって、図8(B)に示すカラーフィルタを調整した。

【0165】

すなわち、表示基板と背面基板との間に、複数の表示素子の配列されたカラーフィルタが調整された。

【0166】

なお、このカラーフィルタの各表示素子は、電圧を印加していない状態では、透明であった。

【0167】

そして、各表示素子について、表示基板側のITO電極と、背面基板側のITO電極と、に電圧を印加したところ、背面基板側のITO電極を0Vとし、表示基板側のITO電極に-1.5Vの電圧を印加したところ、EC1色素24としてのピオロゲン誘導体による青色が確認された。

【0168】

そして、各表示素子について、背面基板側のITO電極を0Vとし、表示基板側のITO電極に-3.0Vの電圧を印加したところ、EC1色素24としてのピオロゲン誘導体による青色は消色し、EC2色素28としてのDTPの赤色が確認された。

【0169】

また、各表示素子について、背面基板側のITO電極を0Vとし、表示基板側のITO

10

20

30

40

50

電極に+3.0Vの電圧を印加したところ、EC1色素24としてのピオロゲン誘導体による青色、及びEC2色素28としてのDTPの赤色の双方が消色し、EC3色素40としてのカルボキシフルオレセインによる黄色が確認された。

【0170】

明るさの評価

上記調整したカラーフィルタについて、連続する3つの表示素子を1つの画素とし、これらの連続する3つの内の表示素子の全てに、上述のようにして電圧を印加して、青色、赤色、黄色、の各々を表示させた。これによって、1つの画素に対応する領域に含まれる全ての表示素子に、青色、赤色、黄色、の各々を表示させた。

【0171】

次に、反射型白黒表示媒体（ソニー社製、LIBRLe）を用意した。

【0172】

次に、この反射型白黒表示媒体上に、本実施例1で調整したカラーフィルタを載せて、連続する3つの表示素子を1つの画素として、これらの連続する3つの表示素子の全てに、上記のように電圧を印加して、EC2色素28としてのDTPの赤色を表示させた。

なお、このとき、反射型白黒表示媒体は、白表示がなされている状態とした。

そして、この画素に対応する領域の反射率（濃度）を、X-rite社製X-rite404により測定したところ、0.8であった。なお、反射率（濃度）は、カラーフィルタの表示基板側から測定した。

【0173】

また、上記の白表示のなされた状態の反射型白黒表示媒体上に、本実施例1で調整したカラーフィルタを載せて、連続する3つの表示素子を1つの画素として、これらの連続する3つの表示素子の全てに、上記のように電圧を印加して、EC1色素24としてのピオロゲン誘導体による青色を表示させた。この画素に対応する領域の反射率を、X-rite社製X-rite404により表示基板側から測定したところ、0.8であった。

【0174】

また、上記の白表示のなされた状態の反射型白黒表示媒体上に、本実施例1で調整したカラーフィルタを載せて、連続する3つの表示素子を1つの画素として、これらの連続する3つの表示素子の全てに、上記のように電圧を印加して、EC3色素40としてのカルボキシフルオレセインによる黄色を表示させた。この画素に対応する領域の反射率を、X-rite社製X-rite404により、カラーフィルタの表示基板側から測定したところ、0.7であった。

【0175】

なお、上記赤色、青色、及び黄色の各々の表示された画素に対応する領域の反射率の測定は、上記X-rite社製X-rite404によって、各画素内の全領域について異なる5点の反射率を測定し、その結果の平均値を、反射率として求めた。

【0176】

（比較例1）

実施例1では、赤色、黄色、青色、の3色に選択的に発色する表示素子が複数配列された構成のカラーフィルタを構成した。

一方、本比較例1では、赤色のみが発色する表示素子と、黄色のみが発色する表示素子と、青色のみが発色する表示素子と、を1つの画素の領域に対応する複数の表示素子として、これらの3つの表示素子を1単位として複数配列させた構成の比較カラーフィルタとした。

【0177】

具体的には、下記の操作により作製した。

【0178】

<基板及び電極の調整>

厚さ1.1mmのガラス基板（コーニング社製、商品名コーニング1737）上に、幅127 μ mの線状のITO電極が127 μ mの間隔で複数配列された基板を2枚用意した

10

20

30

40

50

。

【0179】

上記2枚の基板の内の一方の1枚の基板を表示面側に設ける基板（以下、表示基板と称する）について、該表示基板上に複数配列された線状のITO電極上に、多孔質層としてTiO₂多孔質層を設けた。具体的には、Solaronix社製TiO₂ペースト（Ti-Nanoxide HT-LALT）をスキージ法で、上記ITO電極上に60μmの厚みに塗布し、大気中で130〜30分熱処理することで、表示基板のITO電極上に多孔質層を設けた。得られたTiO₂多孔質層の厚さは約10μmであった。

【0180】

上記2枚の基板の内の他方の1枚の基板（以下、背面基板と称する）について、該背面基板側には、多孔質層として、SnO₂/Sb（アンチモンドープ酸化スズ）を設けた。具体的には、SnO₂/Sb粉末（粒径20nm）に水（SnO₂ 30wt%）、アセチルアセトン（SnO₂に対し10wt%）を加え、塩酸によりpH1.7程度に調整した。これにより良好なSnO₂水分散液が得られた。さらに、PEG20000をSnO₂量に対し40wt%加えてペースト状とした。このペーストをスキージ法で、ITO電極上に60μmの厚みに塗布し、大気中で450〜2時間以上熱処理することで、背面基板のITO電極上に多孔質層を設けた。得られたSnO₂/Sb多孔質層の厚さは約8μmであった。

10

【0181】

上記の多孔質層の設けられた表示基板上に、表示基板と背面基板との基板間を、表示素子毎に区切るための間隙部材を形成した。

20

具体的には、該表面基板上に、間隙部材の構成材料として、紫外線硬化樹脂（旭硝子社製、商品名：NIF-A-1）を50μmの厚みに塗布した後に、実施例1で用いたマスクパターンを介して、紫外線露光した。これによって、表示基板上に塗布された紫外線硬化樹脂の内の、露光された領域のみを硬化させた。その後、未硬化の紫外線硬化性樹脂を洗浄によって取り除くことで、該表示基板上に間隙部材を形成した。なお、この硬化した紫外線硬化性樹脂は、多孔質層の内部にも浸透していることから、多孔質層は、間隙部材によって、電解液が移動されないように分割された状態となった。

【0182】

次に、この間隙部材によって区切られた複数の領域を、3つの連続する領域を1つの画素に対応する領域として定めた。そして、各画素に対応する3つの領域の内の1つの領域の多孔質層に、上記(I)に示すピオロゲン誘導体（還元型色素：発色状態のときの色が青色）の2質量%水溶液を滴下して24時間放置することで、EC1色素としてのピオロゲン誘導体を、該領域の多孔質層に吸着させた。その後、この領域には、実施例1で用いた電解液を充填した。

30

【0183】

また、該画素に対応する3つの領域の内の、残りの2つの領域の内の一方には、カルボキシフルオレセイン（酸化型色素：発色状態のときの色が黄色）の2質量%水溶液を滴下して24時間放置することで、カルボキシフルオレセインを該領域の多孔質層に吸着させた。その後、この領域には、実施例1で用いた電解液を充填した。

40

【0184】

また、該画素に対応する3つの領域の内の、残りの1つの領域の多孔質層には、EC色素を吸着させず、実施例1で用いた電解液に、上記式(II)に示すテレフタル酸ジメチル（DTP）（還元型色素：発色状態のときの色が赤色）を50mMの濃度で電解液中に溶解させた液体を充填した。

【0185】

次に、上記間隙部材46の形成された表示基板と、上記背面基板と、表示基板の間隙部材の設けられた側と、背面基板の多孔質層の設けられた側と、が向かい合うように重ね合わせて封止することによって、比較カラーフィルタを調整した。

【0186】

50

なお、この比較カラーフィルタの各表示素子は、電圧を印加していない状態では、透明であった。

【0187】

明るさの評価

実施例1で用意した「白表示のなされた状態の反射型白黒表示媒体」上に、本比較例1で調整した比較カラーフィルタを載せて、背面基板側のITO電極を0Vとし、表示基板側のITO電極に-3.0Vの電圧を印加したところ、3種類の内の2つの表示素子は透明であり、1種類の表示素子にのみ、DTPの赤色が確認された。

この3種類の表示素子からなる領域(1つの画素に対応する領域)の反射率(濃度)を、X-rite社製X-rite404により測定したところ、0.3であった。なお、反射率(濃度)は、比較カラーフィルタの表示基板側から測定した。

10

【0188】

また、実施例1で用意した「白表示のなされた状態の反射型白黒表示媒体」上に、本比較例1で調整した比較カラーフィルタを載せて、背面基板側のITO電極を0Vとし、表示基板側のITO電極に-1.5Vの電圧を印加したところ、3種類の内の2つの表示素子は透明のままであり、1種類の表示素子にのみ、ピオロゲン誘導体による青色が確認された。

この3種類の表示素子からなる領域(1つの画素に対応する領域)の反射率(濃度)を、X-rite社製X-rite404により測定したところ、0.3であった。なお、反射率(濃度)は、比較カラーフィルタの表示基板側から測定した。

20

【0189】

また、実施例1で用意した「白表示のなされた状態の反射型白黒表示媒体」上に、本比較例1で調整した比較カラーフィルタを載せて、背面基板側のITO電極を0Vとし、表示基板側のITO電極に+3.0Vの電圧を印加したところ、3種類の内の2つの表示素子は透明であり、1種類の表示素子にのみ、カルボキシフルオレセインの黄色が確認された。

この3種類の表示素子からなる領域(1つの画素に対応する領域)の反射率(濃度)を、X-rite社製X-rite404により測定したところ、0.25であった。なお、反射率(濃度)は、比較カラーフィルタの表示基板側から測定した。

30

【0190】

なお、上記1つの画素に対応する領域の反射率の測定は、上記X-rite社製X-rite404によって、各画素内の全領域について異なる5点の反射率を測定し、その結果の平均値を、反射率として求めた。

【0191】

以上のように、実施例1では、各画素に対応する領域に、赤色、青色、黄色、の各々を表示させたときの反射率が、比較例に比べて高い(約2.6倍)、という結果が得られた。このため、実施例1のカラーフィルタは、比較例1で調整した比較カラーフィルタに比べて、各画素の明るさが向上された、といえる。

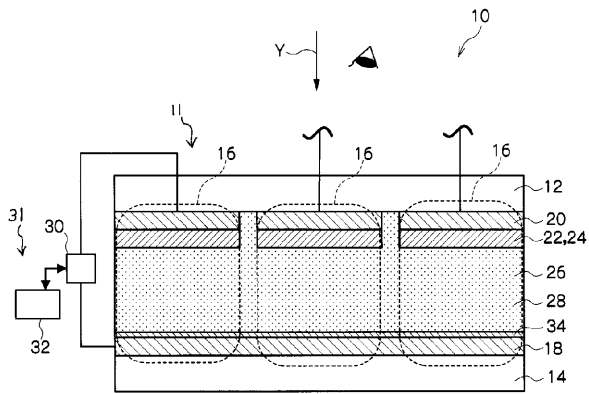
【符号の説明】

【0192】

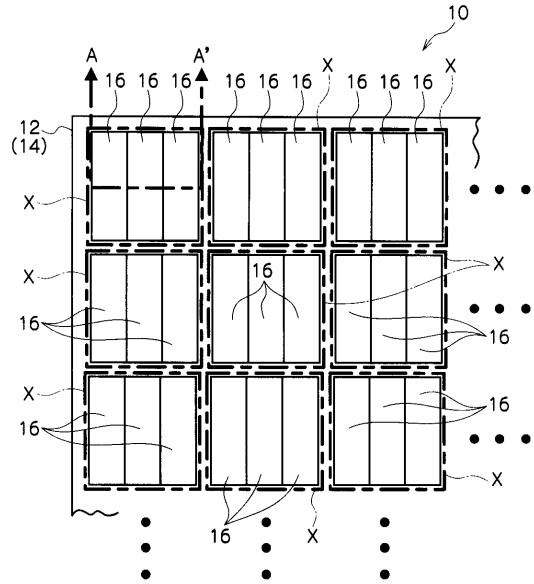
- 10, 10A, 10B, 10C カラーフィルタ
- 12 基板
- 14 基板
- 16 表示素子
- 18 電極
- 20 電極
- 22 多孔質層
- 24, 28, 40, 42 エレクトロクロミック色素
- 26 電解質

40

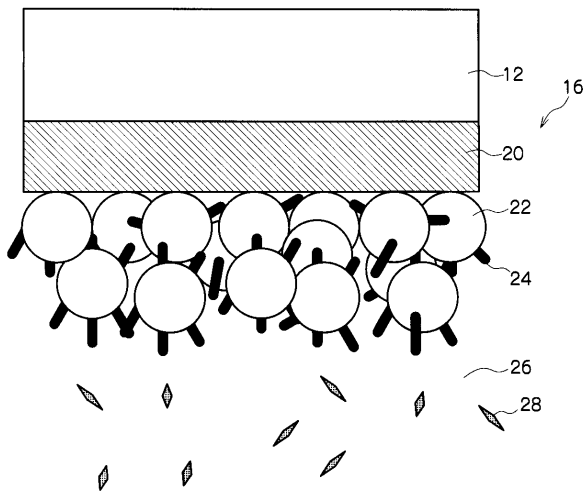
【 図 1 】



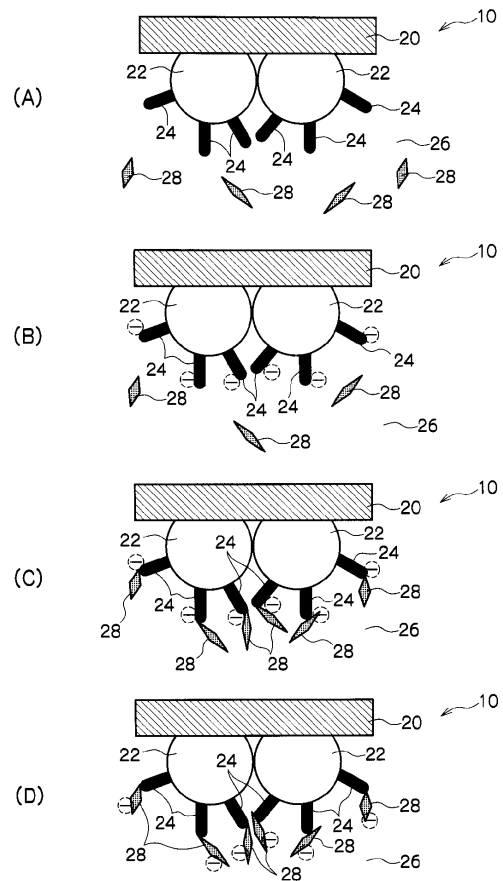
【 図 2 】



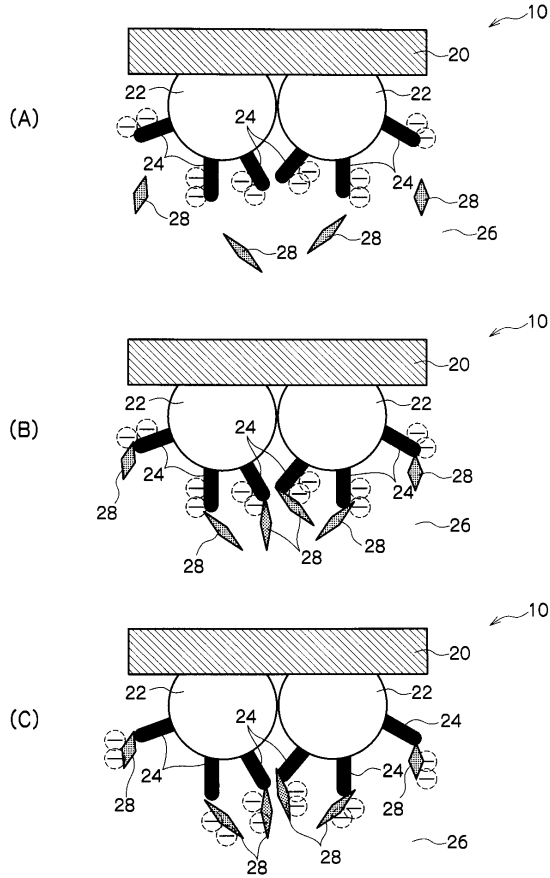
【 図 3 】



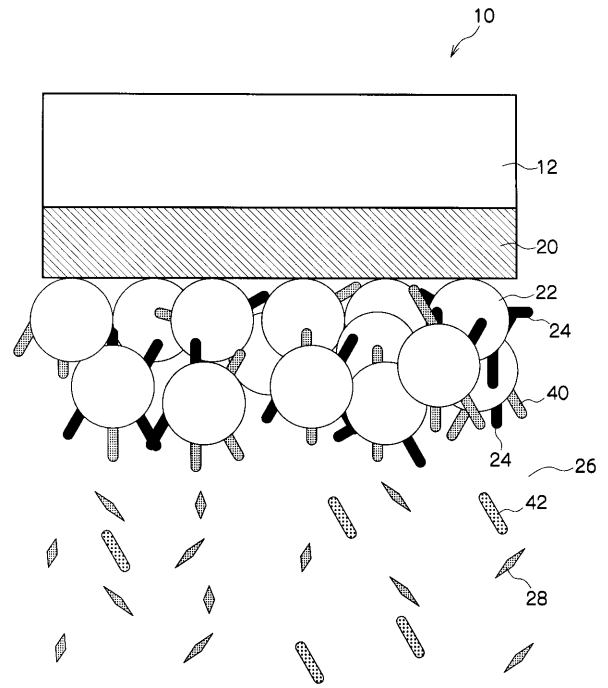
【 図 4 】



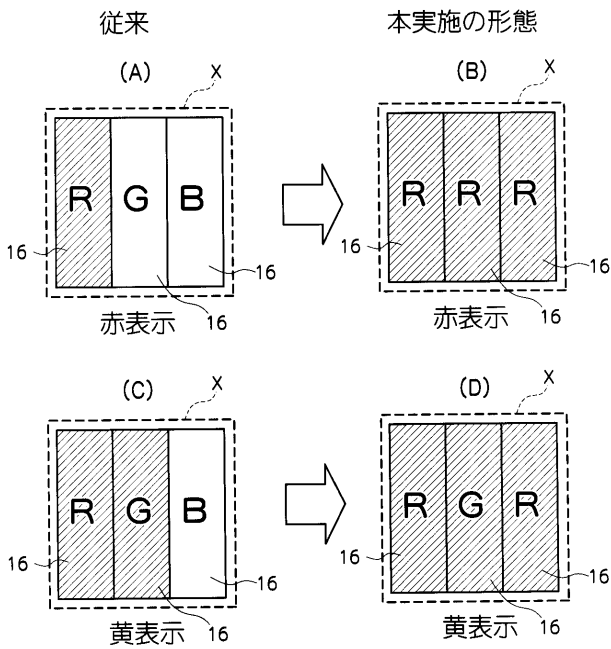
【 図 5 】



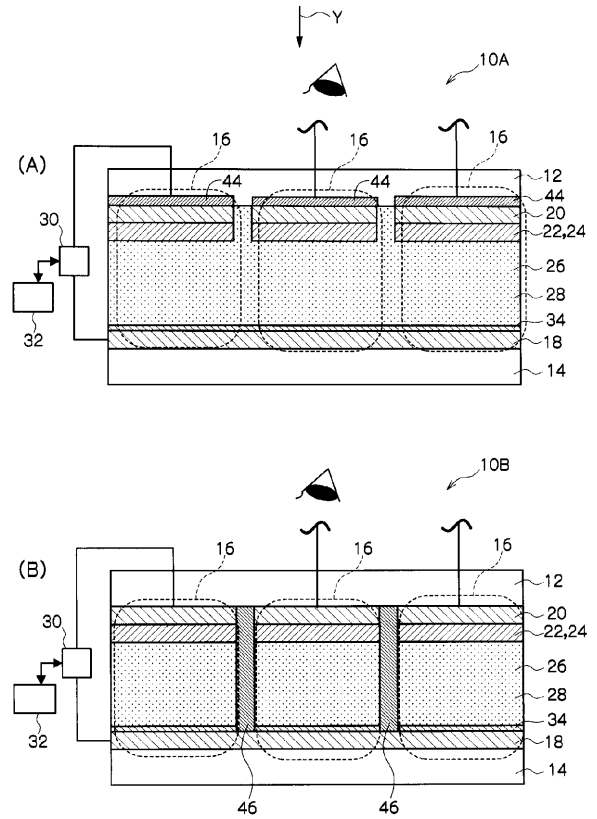
【 図 6 】



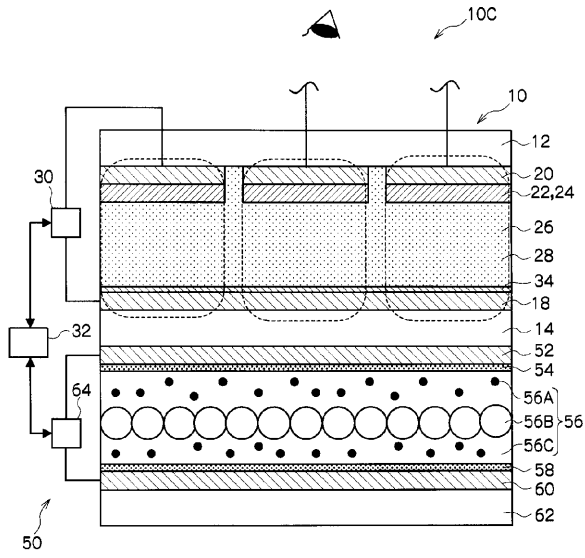
【 図 7 】



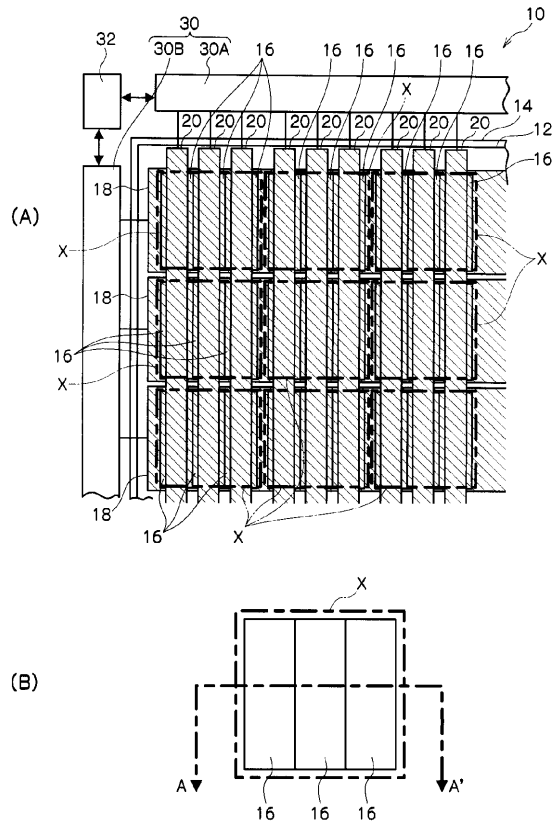
【 図 8 】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 明石 量磁郎

神奈川県南足柄市竹松 1 6 0 0 番地 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 氷治 直樹

神奈川県海老名市本郷 2 2 7 4 番地 富士ゼロックス株式会社内

Fターム(参考) 2K101 AA22 DA01 DB03 DB04 DB34 DB43 DB62 DC02 DC46 EA02
EC04 EC24 EC73 ED52 EE02 EJ11 EJ15 EK02
5C094 AA02 BA52 CA24 DA20 EA10 FB12 FB13 GA10
5G435 AA01 BB12 CC12 GG12