

(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2005-321458

(P2005-321458A)

(43) 公開日 平成17年11月17日(2005.11.17)

(51) Int.Cl.⁷

GO2F 1/139

GO2F 1/1335

F 1

GO2F 1/139

GO2F 1/1335 505

テーマコード(参考)

2H088

2H091

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号

特願2004-137505 (P2004-137505)

(22) 出願日

平成16年5月6日(2004.5.6.)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100090538

弁理士 西山 恵三

(74) 代理人 100096965

弁理士 内尾 裕一

(72) 発明者 浅尾 恭史

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ノン株式会社内

Fターム(参考) 2H088 HA12 HA16 HA18 HA22 HA28

JA05 JA09

2H091 FA02Y FA08X FA08Z FA11X FA15Y

HA09 LA16

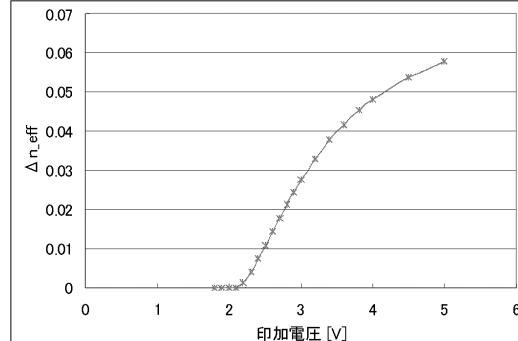
(54) 【発明の名称】 カラー液晶表示素子

(57) 【要約】

【課題】 光利用効率が高く温度依存性の少ない表示素子を提供する。

【解決手段】 複屈折効果による着色現象を利用したカラー液晶表示素子であって、誘電異方性が負の液晶材料を用いるとともに、カイラル材を添加して、電圧無印加状態において垂直配向かつ電圧印加状態においてねじれ配向を呈し、温度の上昇とともにねじれ配向のピッチが増加するような性質を与える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電極が形成され対向配置された一対の基板と、該一対の基板間に配置された液晶層とを有し、電圧を印加することによって、液晶層の複屈折により明度変化と有彩色の色相変化を表示するカラー液晶表示素子であって、

該液晶層は、誘電率異方性が負の液晶を含み、電圧無印加状態において基板に対して略垂直に配向し、電圧印加状態においてねじれ配向を呈することを特徴とするカラー液晶表示素子。

【請求項 2】

電圧印加状態におけるねじれ配向のピッチが温度の上昇とともに増加する請求項 1 に記載のカラー液晶表示素子。 10

【請求項 3】

電圧無印加状態において黒を表示する請求項 1 または 2 のいずれか 1 項に記載のカラー液晶表示素子。

【請求項 4】

円偏光板をさらに有する請求項 1 記載のカラー液晶表示素子。

【請求項 5】

単位画素が複数の副画素からなり、該複数の副画素は、電圧印加によって液晶層の複屈折による有彩色表示ができる第 1 の副画素と、カラーフィルタを有し、明度変化範囲で該カラーフィルタの色を表示する第 2 の副画素とを含む請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のカラー液晶表示素子。 20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、多色表示可能なカラー液晶表示素子に関する。

【背景技術】**【0002】**

現在、フラットパネルディスプレイはパソコン用などの各種モニタ、携帯電話用表示素子などに広く普及しており、今後は大画面テレビ用途への展開を図るなど、ますます普及の一途をたどることが予測されている。中でも最も広く普及しているのが液晶ディスプレイであって、これら液晶ディスプレイにおけるカラー表示方式として広く使用されているのが、マイクロカラーフィルタ方式と呼ばれるカラー表示方式である。 30

【0003】

マイクロカラーフィルタ方式は、ひとつの画素を少なくとも 3 つの副画素に分割し、それぞれに 3 原色の赤 (R)・緑 (G)・青 (B) のカラーフィルタを形成することによってフルカラー表示を行うものであり、高い色再現性能を容易に実現することができるというメリットがある一方、透過率が 1 / 3 になってしまうことから、光利用効率が悪くなってしまうという欠点がある。光利用効率の悪さは、バックライトを有する透過型液晶表示装置やフロントライトを有する反射型液晶表示装置においては、バックライトやフロントライトの消費電力が高くなってしまう原因となっている。 40

【0004】

カラーフィルタを用いないカラー液晶表示装置として、E C B 型 (電界制御複屈折効果型) の液晶表示装置が知られている。E C B 型液晶表示装置は、一対の基板間に液晶を挟持した液晶セルを挟んで、透過型の場合その表面側と裏面側とにそれぞれ偏光板を配置したものであり、反射型の場合には一方の基板にのみ偏光板を配置した一枚偏光板タイプ、もしくは両方の基板に偏光板を配置し偏光板の外側に反射板を設けた二枚偏光板タイプのものがある。

【0005】

非特許文献 1 には、スーパーツイステッドネマティック (S T N) モードを用いた E C B 型液晶表示素子が解説されている。 50

【0006】

透過型のE C B型液晶表示装置の場合、一方の偏光板を透過して入射した直線偏光が、液晶セルを透過する過程で液晶層の複屈折作用により、各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる橢円偏光となった光となり、その光が他方の偏光板に入射して、この他方の偏光板を透過した光が、その光を構成する各波長光の光強度の比に応じた色の着色光になる。

【0007】

E C B型液晶表示素子は液晶の複屈折作用と偏光板の偏光作用とを利用して光を着色するものであり、カラーフィルタによる光の吸収がないから、光の透過率を高くして明るいカラー表示を得ることができる。しかも、電圧に応じて液晶層の複屈折性が変化するため、液晶セルへの印加電圧を制御することによって透過光や反射光の色を変化させることができる。これを利用すれば同じ画素で複数の色を表示することもできる。10

【0008】

図1は、E C B型表示素子の複屈折量（リタデーションRと呼ばれる）と色度図上での座標の関係を示す。Rが0から250nm附近まではほぼ色度図の中央にあって無彩色であるが、それ以上になると複屈折量に応じて色が変化していく様子がわかる。

【0009】

液晶として、誘電率異方性（ ϵ_{an} と表す）が負の材料を使用し、電圧無印加時に基板に対して垂直配向させると、電圧とともに液晶分子が傾斜していき、それにつれて液晶の複屈折量（リタデーションと呼ばれる）が増加していく。

【0010】

このとき、クロスニコル下では図1の曲線に沿って色度が変化する。電圧無印加時にはRがほぼ0であるから光は透過せず、暗状態（黒状態）となっているが、電圧の増加に応じて、黒 グレー 白と明るさが増していく。さらに電圧を上げると色がついて、黄色 赤 紫 青 黄色 紫 水色 緑といったように色が変化する。20

【0011】

このようにE C B型表示素子は、低電圧側の変調領域では最大明度と最小明度との間を電圧によって明度変化させることができ、より高い電圧領域で、複数の色相を電圧によって変化させることができる。

【0012】

図1に示すように、リタデーションで得られる色は、色度図上の外縁にある最大純度の色に比べてかなり純度が低い。これを補う方法としては、特許文献1にあるように、カラーフィルタを併用する。E C B表示の色を、同色のカラーフィルタを通して視認される。上記特許文献1では、青色表示を行なわない画素に赤色系または黄色系のカラーフィルタを配して、E C B効果で得られる赤色の短波長成分をカットし、純度の高い赤色を得る。30

【0013】

以下、色度図上の黒 グレー 白と明るさが変化するリタデーションの範囲（0ないし250nm）を明度変化範囲といい、黄色以上の有彩色変化の範囲（250nm以上）を色相変化範囲という。無彩色と有彩色の境界ははっきりと決められないので、上記範囲の250nmは一応の目安である。

【0014】

なお、本発明ではリタデーションによって得られる色について言及するが、それは図1の曲線に沿った色である。図1にあるように、純度が極大となる点はリタデーションが450nm、600nm、1300nm付近にあり、赤色、青色、緑色として視認される。しかし、それらの点の前後におよそ100nm幅でほぼ同じ色とみなせる範囲があるので、本発明ではその範囲の色も赤色、青色、緑色という。マゼンタは赤と青の中間530nm付近にある。40

【0015】

通常、液晶表示装置などで用いられるカラーフィルタの色はリタデーションで得られる色よりは純度が高く、色度図上では上記の範囲の外側にある。本発明ではそれらも同名の50

色で呼ぶことにする。

【特許文献1】特開平4-052625

【非特許文献1】日経エレクトロニクス 1997.7.14 (no. 694) p. 10
8

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

E C B型液晶表示素子はカラー表示可能ではあるものの、温度に対して表示特性が敏感に変化するというのが欠点とされていた。これによって再現性のよいカラー表示が出来なくなってしまい、製品応用の際の障害となっていた。さらに表示色数が少ないとともに欠点とされていた。10

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明は、電圧を印加することによって光学的性質が変化する液晶を用いたカラー液晶表示素子であって、電極が形成され対向配置された一対の基板と、該基板間に配置された液晶層とを有し、液晶層の複屈折により明度変化と有彩色の色相変化を表示できるとともに、該液晶層は、誘電率異方性が負の液晶を含み、電圧無印加状態において基板に対して略垂直に配向し、電圧印加状態においてねじれ配向を呈することを特徴とする。

【0018】

前記電圧印加状態におけるねじれ配向時の螺旋ピッチは、温度の上昇とともにそのピッチが増加する液晶材料であることが好ましい。らせんピッチの温度依存性をこのようにすることによって表示色の温度依存性が大幅に改善する。20

【0019】

前記液晶表示素子は電圧無印加時に黒表示にすることによってコントラストを確保できる。また、円偏光板を有することも好ましい構成である。

【0020】

さらに好ましくは、単位画素が複数の副画素からなっており、電圧印加によって液晶層の複屈折による有彩色表示ができる第1の副画素と、カラーフィルタを有し、明度変化範囲で該カラーフィルタの色を表示する第2の副画素とを含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

本発明の温度依存性の少ないE C B効果を有する液晶の表示原理について説明する。

【0022】

本発明の液晶素子に用いる構成では、垂直配向モードに着目し、これを用いることとした。垂直配向モードでは電圧無印加状態では常にリタデーション量がゼロであり、温度依存性を持たないことが明らかであるためである。

【0023】

ここでそのE C B効果を示す液晶の持つ温度依存性について、誘電異方性が負(N n型)の液晶材料であるM L C - 6608(メルク社)の結果を用いて説明する。

【0024】

液晶材料には材料固有の複屈折量 n が存在するが、液晶セル中において、実際に光学特性に影響を及ぼすのは液晶の配向状態も考慮した実効的な複屈折量 (n_{eff}) の値が重要となる。例えば、電圧無印加状態において垂直配向性を示す液晶素子内に、前記N n型液晶材料を注入した後、電圧印加する状態を想定する。電圧無印加状態では液晶分子は垂直配向しているために、実効的な複屈折量 (n_{eff}) の値はゼロとなっている。40

【0025】

次いで電圧を印加し、閾値電圧以上の電圧を印加すると配向変形が生じ、液晶分子は基板に対して垂直な方向から傾斜した方向へと傾き始める。このとき前記 n_{eff} の値はゼロでない有限の値を持つこととなる。 n_{eff} の値は印加する電圧の増加とともに大きくなっている、やがて液晶分子が基板に対してほぼ平行に配向した状態において飽和し50

て、それ以上の電圧印加においても n_{eff} は一定の値となる。

【0026】

図2はMLC-6608の30における電圧 - n_{eff} 曲線を示しており、上記特性を支持する結果となっている。なお、 n_{eff} の値は液晶素子に電圧を印加した状態において、偏光顕微鏡下にてベレックタイプのコンペンセータやセナルモン方式などを用いることで容易に測定ができる。

【0027】

図3は上記特性の結果を温度変化させて測定し、それらを同一直線上にプロットしたものである。このように最近では低電圧側においては温度依存性がほとんど無い液晶材料が開発され市販されている。それに対して、高電圧側においては温度依存性が観測されている。この高電圧側の温度依存性は、上述したように液晶分子が基板に対してほぼ平行に配向してしまう結果、液晶材料自身が持つ複屈折量の温度依存性がそのまま素子特性に現れる結果であろうと推測される。

【0028】

上述のように、垂直配向モードは最近の液晶材料開発の結果、所定の電圧範囲内においては温度依存性のない液晶材料が入手可能となっており、上述のSTNモードと比較して温度依存性の影響を受けづらいことが筆者の実験によって明らかとなっている。

【0029】

その一方、更なる電圧範囲の拡大によって、様々なメリットが生じると考えられる。例えば、現在以上に高電圧まで印加できると言うことは、温度依存性のほとんどない n_{eff} 範囲が広くなるということを意味しており、それによって設定するセル厚を薄くすることが可能となる。これによって応答速度が改善する。また一般にセル厚が薄い方が視野角特性がよいとされており、視野角改善にも寄与する。

【0030】

しかしながら、こうした温度依存性の改善は、配向状態に特に工夫を施さない限り、もっぱら液晶材料の改善によってのみ実現されることになる。

【0031】

そこで、本発明における液晶表示素子では液晶材料にカイラル材を添加することを特徴とする。このときカイラルピッチの温度依存性によって前記高電圧側の温度による変動分を補償することが特徴である。

【0032】

つまり、基本となる液晶材料（ベース液晶）に対して、カイラル材をブレンドすることによって、電圧無印加時においては垂直配向であるものの電圧印加状態においては液晶分子が傾斜配向したときに螺旋構造をもつような配向状態が実現できることが知られている。

【0033】

このときの螺旋ピッチはカイラル材をブレンドする濃度によって任意に制御することができる。我々の検討の結果、この螺旋の影響によって、得られる波長分光特性が変化し、その波長分光特性は螺旋のピッチに依存することが明らかとなった。

【0034】

ここで、カイラル材を添加することで螺旋構造を作り出す場合、その螺旋ピッチは一般に温度依存性をもつことが知られている。そこで、この螺旋ピッチの温度依存性が、前記の補償関係となるような材料を選択することによって、高電圧側の温度依存性を軽減することが可能となる。

【0035】

なお電圧印加時の螺旋状態として黒状態とするのは位相補償の構成が複雑となるので、電圧無印加時に黒表示とするような、いわゆるノーマリブラック構成としておくことが好みしい。

【0036】

次に多色化の方法について以下に示すようなカラーフィルタとの組み合わせを用いるこ

とができる。

【0037】

図4(a)に示すように、1画素50を複数の副画素51, 52に分割し、そのうちの1つの副画素52には緑色のカラーフィルタを重ねる。残る副画素51は、リタデーションを調節して、黒から白に至る無彩色の輝度変化と、赤からマゼンタを経て青にいたるいずれかの色とを表示させる。すなわち、電圧印加によって液晶層のリタデーションを変化させて有彩色を表示する第1の副画素と、カラーフィルタを有し、電圧によって明度変化範囲でリタデーションを変化させて該カラーフィルタの色を表示する第2の副画素とで単位画素を構成する。視感度の高い緑色を表示させる画素には、ECBによる着色を利用しないで緑色のカラーフィルタGを用い、赤と青だけにECBによる着色現象を利用する。

10

【0038】

例えば、カラーフィルタのある緑(G)画素を暗状態とし、透明画素(以下、カラーフィルタのない画素をこう呼ぶ)を白色(無彩色変化領域の最大輝度状態)にすることにより、画素全体として白を表示することが出来る。

【0039】

あるいは、G画素を最大透過状態にし、透明画素を有彩色領域のマゼンタ色にしてもよい。マゼンタ色は赤(R)と青(B)の両方の色を含むので、合成の結果白表示が得られる。

【0040】

G単色にするには、G画素を最大透過状態にし、透明画素を暗状態にする。R単色(B単色)にするには、G画素を暗状態にし、透明画素のリタデーション値を450nm(600nm)にする。組み合わせることでRとG、BとGの混色も得られる。

20

【0041】

G画素と透明画素とともにリタデーションを0にして暗状態とすれば黒表示が得られることはいうまでもない。

【0042】

本発明の構成では、G画素はリタデーションを0から250nmの範囲で変化させ、透明画素はリタデーションを0から250nmの範囲と450nmから600nmの範囲で変化させる。通常は液晶材料は両副画素で共通にするので、駆動電圧範囲を異なるよう設定する。

30

【0043】

カラーフィルタを緑色に選んだ結果、緑をリタデーションの調節で作ることが回避されてセル厚を大きくする必要がない。また、緑色は視感度が高いので、カラーフィルタによって純度の高い色を作ることにより、画質が向上する。

【0044】

本発明の特徴は上記のようにG画素をカラーフィルタで表示し、その他の色を媒体(上の場合は液晶)自身が発生させる色で表示するもので、液晶以外にも適用できる。すなわち、一般に、外部から加えられる変調手段によって光学的性質を変化させる媒体を用い、その媒体が、変調手段によって明度を変化させる変調領域と、色相を変化させる変調領域とを有するものであれば本発明が適用できる。

40

【0045】

具体的な媒体の例は以下で説明するが、そのような媒体を用いて表示素子を構成し、単位画素を、透明な第1の副画素と、カラーフィルタを有する第2の副画素で構成し、第1の副画素に色相が所定の範囲で変化するような変調を与えてその範囲の色を表示させ、第2の副画素に明度変化範囲の変調を与えてカラーフィルタの色の明るさ変化させる。黒、灰色、白の無彩色を表示するには、透明な第1の副画素に明度変化範囲の変調を与えればよい。

【0046】

本構成により、ECB原理のみによって三原色を表示する液晶表示素子と比較してセル厚を極端に厚くする必要がなくなる。図1によると、赤はリタデーションが450nmで

50

あって、青はリタデーションが600nmである。したがって、600nmのリタデーションを実現するためのセル厚に設定すればよいことになる。上記例で言うと、セル厚は約10ミクロンでよいことになる。この程度であれば、応答速度の増加も小さく、約150ミリ秒程度となり、若干のボケは存在するものの動画表示が可能となる。

【0047】

またこれを反射型液晶表示素子に適用した場合には、セル厚が半分となるため応答速度はこの1/4の40ミリ秒以下となり、動画表示にもほぼ問題ないレベルにすることができる。

【0048】

また緑の色再現範囲はカラーフィルタによって決まり、かつ視感度がたかいために、白色成分の透過率を犠牲にすることなく高い色再現性を実現することが可能となる。

【0049】

(階調表示)

図4(a)の液晶表示素子では、視感度特性の高い緑画素については連続階調表示可能であるが、透明画素部分の有彩色状態つまり青と赤はECBによる着色を利用しているため階調表示はできない。

【0050】

図4(b)はこの点を改良するもので、透明画素は複数のサブピクセル51, 53に分割し、その面積比を変えることによってデジタル的に階調を表現する。

【0051】

サブピクセルは異なる面積を有しているので、点灯して色が表示されるサブピクセルの面積によっていくつかの段階の中間調が表示される。

【0052】

このとき前記サブピクセルがN個あったとき、その面積比を $1 : 2 \dots : 2^{N-1}$ となるよう分割することで、リニアリティの高い階調表示特性を得ることが出来る。図4(b)の例ではN=2としている。

【0053】

本発明の液晶表示素子では視感度特性の低い赤と青にのみデジタル階調を使用している。緑画素には0から250nmの範囲で連続的な変調を与えることにより連続的な階調が表示できる。そのためには、人間の目には、階調性が大きく損なわれたようには感じられず、比較的良好なカラー画像を得ることができる。すなわち目の検知しうる階調数が少ない赤と青に限ってデジタル階調を使用することで、限られた階調数でも十分な特性を持たせることが可能となるのも本発明の特徴である。

【0054】

なお上記のように限られた階調数でも十分な階調性を感じさせるためにも、画素ピッチは細かい方が好ましい。つまり、人間が画素を識別できなくなる解像度という観点で、200ミクロンピッチ以下にしておくことがより望ましい。

【0055】

(応用例)

以上述べたように、本発明の液晶表示素子は、赤、青色についてはECB効果に基づく着色現象を利用した表示方法をとるので、赤色と青色それぞれのカラーフィルタを使用する場合と比較して光ロスを大幅に減少させることができる。その結果、従来のRGBカラーフィルタのみによって三原色を表示する方式と比べて光利用効率の高い素子が得られることが特長である。よって本発明の液晶表示素子を反射型液晶表示素子として、ペーパーライクディスプレイまたは電子ペーパーに用いることが出来る。

【0056】

一方、本モードは透過型液晶表示素子としても、液晶層の透過率が高いので、従来方式のものと同一の輝度を得るために必要なバックライト消費電力が少なくて済み、低消費電力化という観点から好適に用いられる。

【0057】

10

20

30

40

50

さらに、高速な液晶応答性があるので、本発明の表示素子は動画表示にも用いることが出来る。従来、テレビ用途の液晶表示素子に関して、鮮明な動画特性を実現するために、1フレーム期間内でバックライトの消灯期間を設ける『擬似インパルス駆動』と称されている駆動方法が特開2001-272956などに提案されているが、消灯期間を設ける分だけの輝度低下が生じてしまうのが課題となっている。こうした用途に対しても本モードのように応答速度が速く、かつ透過率の高い表示素子を適用することが出来る。

【0058】

また高い光利用効率が求められる投射型表示素子にも好適に用いられる。

【0059】

(変形例)

10

以上述べた例では、緑色表示に関してはカラーフィルタを用いることによってアナログ階調を実現し、赤・青色についてはE C B効果に基づく着色現象の利用および画素分割手法に基づく表示方法によって、赤色および青色表示の際にデジタル階調を実現した例を説明した。この例では、赤・青表示に対して限られた階調数でも十分な階調性を感じさせるためにも、高精細表示素子用途において、より好適に用いられる。

【0060】

一方、前述のような反射型液晶表示素子において、高い反射率でかつより多くの表示色が要求される用途も存在する。また、既にフルカラー表示可能な透過型液晶表示素子において、フルカラー表示能は維持したままバックライトの消費電力を抑制するために高い透過率の表示モードに対する要求もある。この他にも、高い光利用効率を有する液晶プロジェクターなど、フルカラー表示可能であってかつ光利用効率の高い表示モードに対する要求は非常に多く存在する。

20

【0061】

このような要求にこたえるため、前記説明した本モードを基本とし、さらに多色化できる手法として

(1) E C B効果による着色現象を赤色・青色以外のリタデーション値においても利用する方法

(2) 緑と補色関係にあるカラーフィルタが配設されている画素の低リタデーション領域の連続階調色を利用する方法

(3) 赤色・青色の少なくともいずれか一方のカラーフィルタが配設された画素を追加する方法

30

がある。以下で、それぞれの方法について説明する。

【0062】

(変形例1) E C B効果による着色現象を赤色・青色以外のリタデーション値においても利用する方法

上記説明中ではE C B効果による着色現象を利用して赤色・青色表示を行う原理について説明した。このE C B効果による着色現象では図7に示すように白色から青色に至るまで連続的に色調を変化させることができている。つまり、上記説明で述べた赤色・青色表示以外にも使用可能な表示色は多く存在しており、こうした表示色を用いることで上記説明よりも多くの表示色を表現することが可能となる。具体的には、前記第1の副画素にカラーフィルタが配設されていない構成において上記クロスニコル下での表示色変化について説明すると、図7中の矢印で示すように、リタデーション量がゼロから増加するにつれて黒色表示から灰色(中間調)を経て白色表示に至るような無彩色での明度変化が生じ、白色領域を超えたリタデーション量の範囲では、黄色 黄赤 赤 赤紫 紫 青紫 青色、というように様々な有彩色を連続的に変化させることができる。

40

【0063】

無彩色領域と緑画素と組み合わせることにより、明るいグリーンディスプレイを構成することも出来る。また、有彩色領域の色と緑画素を組み合わせて中間色を表示してもよい。

【0064】

50

またこれらの有彩色は、上記構成によって赤色・青色と同様にデジタル階調を表現することが可能となる。これによって更に多くの表示色を表現することが可能となる。

【0065】

また、基本色名は同一であっても微妙に異なるリタデーション値を用いることも可能である。この場合、色相は若干異なるが人間の目にはほとんど気にならない程度の色相差であって、明度のみが異なるようなリタデーションの値を選択することもできる。こうすることで有彩色の変化領域においても擬似的に中間調表現とみなすことも可能である。

【0066】

(変形例2) 緑と補色関係にあるカラーフィルタが配設されている画素の低リタデーション領域の連続階調色を利用する方法

10

上記基本形態や変形例1のように前記第1の副画素にカラーフィルタを用いない場合には、白色領域を超えたリタデーション量の範囲では、黄色 黄赤 赤 赤紫(マゼンタ)

紫 青紫 青色という色調変化を示す。本変形例は、リタデーション変化で着色するほうの第1の副画素にマゼンタなどの緑色と補色の関係にあるカラーフィルタを配設するものである。これによって赤色および青色の色再現範囲を大幅に広げることが可能となる。

【0067】

図4(c)と(d)は本変形例の画素構成を示す。G画素51には基本形態と同じく緑のカラーフィルタが配設されており、基本形態および変形例1では透明であった第1の副画素(52、53)にマゼンタ色のカラーフィルタが配設されている。図4(c)が第1の副画素が1つ(52)の場合、(d)が第1の副画素を2:1の2つ(52, 53)に分割した場合である。

20

【0068】

第2の副画素(G画素)51には、上記基本形態と同じく明度を変化させる変調領域の変調を与えて緑色の明度を変化させ、第1の副画素(52, 53)には、色相を変化させる変調領域の変調を与えて有彩色を表示させるとともに、前記明度を変化させる変調領域の変調を与えてマゼンタ色の明度を変化させる表示を行う。

【0069】

図8に、波長480nm~580nmまでの透過率がゼロであり、それ以外の波長の透過率が100%となるような理想的なマゼンタカラーフィルタを配設した場合のリタデーションによる色変化の計算値を示す。リタデーション量がゼロから増加するにつれて黒色表示から暗いマゼンタ色(マゼンタ色の中間調)を経て明るいマゼンタ色表示に至るような有彩色での明度変化を示す。その後リタデーション量が更に増加し、前記第1の副画素にカラーフィルタを用いない例での白色領域を超えたリタデーション量の範囲になったときに、マゼンタ 赤 赤紫(マゼンタ) 紫 青色、というような有彩色の連続的变化を示す。

30

【0070】

図7と比較してみると、色度変化の範囲が赤と青の純色(色度図の隅)近くにまで広がっており、マゼンタカラーフィルタを配設することによって赤と青の色再現範囲が広がっていることがわかる。また、赤から青への変化が色度図の下辺に沿って動くので、赤から青への連続的な混色の変化が得られることもわかる。このように、マゼンタカラーフィルタを配設することによって赤と青の色再現範囲が広がると同時に、リタデーション変化したときに中間色の連続的变化も得られる。

40

【0071】

本実施形態で白色を表示するには、マゼンタ画素52, 53(本実施形態では、第1の副画素をこう呼ぶ)とG画素51とともに最大透過率を与える同じリタデーション値(250nm)に設定する。あるいは、G画素51を最大透過率状態(リタデーション値250nm)にし、マゼンタ画素52, 53を赤と青の中間のリタデーション値(550nm付近)に設定してもよい。前者の方法の場合、無彩色の明度を変化させるには、両副画素の階調がそろって変化するように、マゼンタ画素のリタデーションを緑色のカラーフィルタ画素のリタデーションに合わせて変化させればよい。

50

【0072】

黒表示、G・R・Bの各単色を表示する場合、それらの混色を表示する場合は、基本形態と同じである。

【0073】

マゼンタ画素が2つに分割されているときの階調表現は基本形態の図4(b)と同様である。

【0074】

本変形例のように、マゼンタ色など緑色と補色関係にあるカラーフィルタを用いることによって、無彩色の階調表現ができると同時に、緑の補色の階調表現ができることから、表現できる表示色数を大幅に増加させることができる。

10

【0075】

また、マゼンタカラーフィルタは赤色と青色の両方を透過するので、従来の赤と青のカラーフィルタを併設する方式に比べて明るい表示が得られる。

【0076】

(変形例3) 赤色・青色の少なくともいずれか一方のカラーフィルタが配設された画素を追加する方法

図4(e)は、本変形例の画素構成を示す。本変形例は、変形例2で説明したG画素51と(4:2:1の面積比で3分割されている)マゼンタ画素52, 53, 54に加えて、青のカラーフィルタをもつ第3の副画素55と赤のカラーフィルタをもつ第4の副画素56が付加されている。

20

【0077】

G画素およびマゼンタ画素の表示作用は今までの実施形態と同じで、G画素は低リタデーション領域で変調されて緑の明るさを連続階調表示する。マゼンタ画素は、同じリタデーション領域で連続変調されるか、もしくはそれより大きい有彩色リタデーション領域で青色または赤色とその中間色を呈する。

【0078】

第3と第4の副画素55, 56は、G画素と同じクリタデーションが0-250nmの範囲で変調され、青色と赤色の明るさが連続的に変化する。その役割を以下で説明する。

【0079】

図9はRGB加法混色系において表示できる表示色を表しており、立法体中の任意の点はその座標値に対応した赤・青・緑の混色状態、BKで示した頂点は明度が最小の状態を示している。ここで赤・緑・青の画像情報信号が与えられたときには、BK点から伸びるR・G・B独立ベクトルの和の位置に対応する表示色を表示することとなる。

30

【0080】

図中のR・G・Bはそれぞれ赤・緑・青の最大明度の状態を示しており、Wは最大明度の白色表示状態である。なお一辺の長さは255とした。

【0081】

ここで本発明の表示素子では、緑色に関してはカラーフィルタを用いた連続階調表示することを特徴としているために、緑方向には独立に任意の点を取ることができる。したがって、これ以後で表示色を議論するときには、赤・青ベクトルで構成される平面(以下RB平面と記載)上にて議論する。

40

【0082】

まず、ECB効果に基づく着色現象を利用する画素が一つの場合(画素分割していない場合)について図10を用いて説明する。図10はRB平面を表している。ここで、赤表示および青表示時はECB効果に基づく着色現象を利用してあり、明暗の表示状態として取り得るのはオンとオフの2値となる。したがって、R、Bそれぞれの軸上で取り得るのは最大値(R, B)と最小値(BK)の2点である。

【0083】

一方、(変形例2)で述べた構成、すなわち緑色と補色の関係にあるマゼンタカラーフィルタが設けられている場合は、マゼンタ画素のリタデーションを0-250nmの範囲

50

で変化させることによりマゼンタ色の明るさを変化させることが出来る。この範囲の表示色は R B 平面上では図 1 0 中で矢印で示した R と B の合成ベクトル方向の軸上にあり、連続的な明度変化を示すことに対応している。つまり(変形例 2)では、図 1 0 の中では B k 点(原点)、R 点、B 点、および矢印上の任意の点が表示色として使用できることになる。

【 0 0 8 4 】

次いで、E C B 効果に基づく着色現象を利用する画素を 1 : 2 の比率で画素分割している場合について図 1 1 に記載の R B 平面を用いて説明する。ここでも画素分割しない場合と同様に、赤表示および青表示時は E C B 効果に基づく着色現象を利用しているため、画素分割した各画素単独では明暗の表示状態として取り得るのはオンとオフの 2 値となる。一方、1 : 2 の割合で二つの画素に分割しているために、R、B それぞれの軸上で取り得るのは図中の丸印で示した 4 点をとることができる。

【 0 0 8 5 】

ここで、図中の R 3 および B 3 で示した点は、それぞれ二つの画素ともに赤表示もしくは青表示の状態である。

【 0 0 8 6 】

R 1 および B 1 で示した点は、画素分割したうちで小さい方の画素が赤表示もしくは青表示状態となっており、残りの大きい方の画素は黒表示状態である。ここで、大きい方の画素はマゼンタの連続階調色が取りうるので、R 1 および B 1 それぞれの点から R B 合成ベクトル方向に延びる矢印上の任意の点を取ることができます。同様の議論により、R 2 および B 2 それぞれの点から R B 合成ベクトル方向に延びる矢印上の任意の点を取ることができます。

【 0 0 8 7 】

すなわち、マゼンタカラーフィルタのある第 1 の副画素を、異なる面積を有する 2 つのサブピクセルに分割して、一方のサブピクセルに赤、または青の有彩色を表示させ、もう一方のサブピクセルに明度を変化させる表示を行わせることによってマゼンタ色のデジタル中間調を表示する。緑画素は明度を連続的に変化させることができるので、この方法によりカラー表示ができる。

【 0 0 8 8 】

同様の議論によって、E C B 効果に基づく着色現象を利用する画素を 1 : 2 : 4 の比率で画素分割している場合に、取り得る表示色を図 1 2 中の矢印にて記載した。

【 0 0 8 9 】

一般に、第 1 の副画素(E C B 効果に基づく着色現象を利用する副画素)にマゼンタカラーフィルタを配置し、それを異なる面積を有する複数のサブピクセルに分割して、一部のサブピクセルに E C B 効果による赤、または青を表示させ、残りのサブピクセルに明度を変化させる表示を行わせることによってマゼンタ色のデジタル中間調を表示することができる。

【 0 0 9 0 】

このように画素分割数を増やせば増やすほど R B 平面上での取り得る表示色は増えていく。しかしこの手法はあくまでもデジタル階調であり、アナログフルカラー表示ではない。

【 0 0 9 1 】

そこで、アナログ階調を得るために赤色と青色のカラーフィルタを有する画素(図 4 (e) の 5 5 , 5 6)を追加する。これらの画素は、それぞれ青と赤の連続的な明るさ変化を作るので、図 1 1 , 1 4 の上では、B 軸方向と R 軸方向の大きさ可変のベクトルで表される。これによって、赤色、青色の連続階調を表示することができるため、図 1 1 や図 1 2 において矢印上以外の部分を補完することが可能となり、R B 平面上の全ての点を表現することが可能となる。

【 0 0 9 2 】

すなわち、第 2 の副画素(明度変調のみの副画素)を複数の副画素に分割し、そのうち

10

20

30

40

50

の1つに緑色カラーフィルタ、他に赤色と青色のカラーフィルタを配設する。この第2の各々の副画素に明度が変化する領域の変調を与えて明度変化を生じさせることにより、上で説明したマゼンタのデジタル中間調表示に連続階調が付加されて、RB平面の任意の中間調が表示でき、これに緑色の連続階調を組み合わせることにより、フルカラーが表示できる。

【0093】

第2の副画素のうちの赤色と青色のカラーフィルタを配設した画素は、第1の副画素によって表示されるマゼンタ色のデジタル階調の隙間を埋めるのであるから、最大明度が、前記第1の副画素を構成するサブピクセルのうち最小のサブピクセルによって表示される明度と略一致するように変調を行えばよい。

10

【0094】

このとき追加する赤、青それぞれのカラーフィルタを有する画素55, 56の大きさは、前記画素分割した副画素52, 53, 54のうち最小面積の副画素54と同等の面積を持てば十分である。つまり例えば図12において、丸印で示したBK点からR7およびB7までの表示可能な点は等間隔で並んでいる。その丸印からRB合成ベクトル方向に延びる矢印上の任意の点をとることが出来ている。そのような色を表示可能な構成に対して、画素分割した副画素のうち最小面積の副画素と同等の面積を持つ赤色と青色のカラーフィルタを有する画素55, 56を追加することによって、図13中のR-CFおよびB-CFとして示した矢印上の任意の点を加法混色することができる。これによって、RB平面上の全ての点を表現することが可能となることから、完全なアナログフルカラー表示が出来ることになる。

20

【0095】

また、上記のとおり、追加する赤、青それぞれのカラーフィルタを有する画素の大きさは、前記画素分割した副画素のうち最小面積の副画素と同等の面積を持てば十分であるために、画素分割数を増やせば増やすほど、赤・青カラーフィルタを使用することによる光利用効率の減少の影響を減らすことが可能となる。つまり、ECB効果に基づく着色現象を利用した画素の分割数が多いほど高い光利用効率を実現することが可能となる。

30

【0096】

なお、このとき必ずしも赤色と青色両方のカラーフィルタを追加しないでも有効な効果を得ることが可能である。図4(f)はその例で、赤色のカラーフィルタを持つ画素56だけがある。図14に、赤色のカラーフィルタのみを追加したときの表示可能な色範囲をハッチングした領域として示した。この図では、赤色方向は全ての色が表現可能だが、青色方向は表現できない表示色が存在する図となっている。しかし、人間の視感度特性は青色が最も鈍感であり、必要な階調数は最も少なくても良いと考えられている。したがって、このように赤色のみを追加することによってフルカラーに相当するような表示色を得ることができる。

40

【0097】

また図14で示した構成と全く同じ構成ではあるが、基準となるBKの点を図13におけるR1位置にずらすことによって、全ての表示色を表現することが可能となる。なおこのとき、黒表示状態が若干赤みがかった表示色となるが、例えば反射型表示素子など透過型表示素子と比較してコントラストがさほどシビアに要求されない用途ではこのような手法も使用可能である。

【0098】

以上述べた手法によって、高い光利用効率を維持したまま、フルカラーもしくはそれに相当するような表示色を表現することが可能となる。

【0099】

以上述べたように、本発明のカラー表示モードは透過型でも反射型としても使用することが可能であり、高い光利用効率の素子であって、かつ温度依存性の少ない素子を実現することが可能となる。

【0100】

50

(その他の構成要件)

本発明の液晶表示素子の駆動には、直接駆動方式、単純マトリクス方式、アクティブマトリクス方式のいずれの方式も用いることが出来る。

【0101】

また用いる基板はガラスでもよいしプラスチックでもよい。透過型の場合には一対の基板両方とも光透過性のものが必要であるが、反射型の場合には反射層の支持基板として光を透過しないものを用いてもよい。また使用する基板として可撓性を有するものを用いても良い。

【0102】

また反射型にする場合には、反射板として鏡面反射板を用い液晶層の外側に散乱板を設けるような、いわゆる前方散乱板方式や、反射面の形状を工夫して指向性を設けたいわゆる指向性反射板など、各種反射板を用いることが出来る。

【実施例】

【0103】

以下、実施例を用いて本発明を詳細に説明する。

【0104】

(共通素子構成)

実施例に用いる共通の素子構造として下記のものを用いた。

【0105】

液晶層の構造として、基本的な構成は図5に示す構成と同様なものとし、垂直配向処理を施した2枚のガラス基板3,7を重ね合わせセル化した。このとき上下両基板に対してアンチパラレル方向となるようにラビング処理を施した。なおこのときのプレチルト角は基板垂直方向から1度(水平方向から89度)となるように調整した。

【0106】

液晶層5の材料として誘電率異方性が負である液晶材料(メルク社製、型名MLC-6882)を注入した。なおこのとき実施例に応じてリタデーションが最適となるようセル厚を変化させた。また実施例に応じて使用する液晶材料の組成比を調整した。

【0107】

用いる基板構造として、一方の基板7にTFTが配置されたアクティブマトリクス基板を用い、もう一方の基板3には実施例に応じてカラーフィルタが配置された基板を用いた。このときの画素形状やカラーフィルタ構成は実施例に応じて変化させた。

【0108】

カラーフィルタ側の基板3の電極4は透明電極とした。TFT側の画素電極6にはアルミ電極を用い反射型の構成とした。

【0109】

また上基板3(カラーフィルタ基板)と偏光板1との間には位相補償板として広帯域/4板2(可視光領域で1/4波長条件をほぼ満たすことができる位相補償板)を配置した。これにより反射型での表示の際に電圧無印加時には暗状態となり、電圧印加時には明状態となるようなノーマリブラック構成とした。

【0110】

(材料特性)

偏光顕微鏡下にてベレックタイプのコンパンセータを用いて、明細書中に記載の n_{eff} の電圧依存性を、0~40の範囲で温度を変化させながら測定した。このとき液晶材料MLC6882にはカイラル材を添加しなかった。結果を図6に示す。図6のグラフは、図中に凡例を示すそれぞれの温度()における n_{eff} と印加電圧の関係である。この結果より、 n_{eff} が0~0.03程度の範囲において温度依存性が存在しないことがわかる。なおこの結果は5ミクロンのセルを用いたが、セル厚を変化させても n_{eff} の電圧依存性にはほとんど変化が見られなかった。

【0111】

(比較例1)

10

20

30

40

50

比較のために、対角 12 インチ、画素数 $600 \times 800 \times 3$ の ECB 型アクティブマトリクス液晶表示パネルを用いた。この画素サイズは横が約 $100 \mu\text{m}$ 、縦が約 $300 \mu\text{m}$ である。カラーフィルタは設けていない。液晶層の厚さは 10 ミクロンとなるように調整した。

【0112】

このような液晶表示素子について、環境温度 25 度にて電圧を様々に変化させることによって画像を表示させたところ、電圧無印加状態では黒表示状態、2.55V 程度で最大反射率が得られる白表示状態、2.85V にて色純度は若干悪いが赤表示状態が得られ、3V にて青表示状態が得られる。

【0113】

またこのとき環境温度を 0 度から 35 度まで様々に変化させると、表示状態に変化は無く、温度変化に対して安定した特性を得ることが出来る。

【0114】

一方、環境温度 25 度前後において動画像やスクロール画像を表示させたところ、非常にボケが激しく実用に支障をきたす可能性がある。

【0115】

(比較例 2)

比較例 1 と同様の液晶パネルを用いた。このときセル厚を 5 ミクロンに調整した。

【0116】

このような液晶表示素子について、環境温度 25 度にて電圧を変化させることによって画像を表示させると、電圧無印加状態では黒表示状態、3.0V 程度で最大反射率が得られる白表示状態、3.9V にて色純度は若干悪いが赤表示状態が得られ、5V にて青表示状態が得られる。

【0117】

またこのとき環境温度を 0 度から 35 度まで様々に変化させると、白黒およびその中間調表示状態にはまったく変化が無く、温度変化に対して安定した特性を得ることが出来る。しかしながら青色および赤色の表示状態では温度変化させたときに表示状態が若干変化してしまい、温度に対してカラー表示が安定しない結果となる。

【0118】

一方、環境温度 25 度前後において動画像やスクロール画像を表示させたところ、特に問題なく表示ができており、実用においてもまったく問題がない。

【0119】

(実施例 1)

比較例 1 と用いる液晶材料のみを変えて、それ以外は同様の液晶パネルを用いた。このときセル厚を 5 ミクロンに調整した。

【0120】

液晶材料として、比較例に用いた MLC - 6882 をベース液晶とし、カイラル材である S - 811 (メルク製) を 0.2 wt % 添加した物を用いた。S - 811 は左廻りの螺旋構造を有しており、温度の上昇とともにそのピッチが増加するものである。

【0121】

このような液晶表示素子について、環境温度 25 度にて電圧を変化させることによって画像を表示させると、比較例 1 とほぼ同じ条件にて所望の表示色が得られる。すなわち電圧無印加状態では黒表示状態、3.0V 程度で最大反射率が得られる白表示状態、3.9V にて色純度は若干悪いが赤表示状態が得られ、5V にて青表示状態が得られる。

【0122】

またこのとき環境温度を 0 度から 35 度まで様々に変化させると、白黒およびその中間調表示状態にはまったく変化が無く、温度変化に対して安定した特性を得ることが出来る。さらに比較例とは異なり青色および赤色の表示状態においても温度変化させたときに表示状態が安定しており良好な温度依存性を有する結果となる。

【0123】

10

20

30

40

50

一方、環境温度 25 前後において動画像やスクロール画像を表示させたところ、特に問題なく表示ができており、実用においてもまったく問題がない。

【0124】

なお本実施例などにて使用するカイラル液晶について、図6などに示した n_{eff} の電圧依存性に関しては、らせん成分の存在によってその測定が困難なこともある。そのため以下のカイラル材を用いた実施例では色調の評価のみとした。

【0125】

(実施例2)

実施例1と用いる液晶材料のみを変えて、それ以外は同様の液晶パネルを用いた。このときセル厚を5ミクロンに調整した。

10

【0126】

液晶材料として、比較例に用いたMLC-6882をベース液晶とし、カイラル材であるR-811(メルク製)を0.2wt%添加した物を用いた。R-811は右廻りの螺旋構造を有しており、温度の上昇とともにそのピッチが増加するものである。

【0127】

このような液晶表示素子について、環境温度25にて電圧を変化させることによって画像を表示させると、比較例1とほぼ同じ条件にて所望の表示色が得られる。すなわち電圧無印加状態では黒表示状態、3.0V程度で最大反射率が得られる白表示状態、3.9Vにて色純度は若干悪いが赤表示状態が得られ、5Vにて青表示状態が得られる。

【0128】

またこのとき環境温度を0から35まで様々に変化させると、白黒およびその中間調表示状態にはまったく変化が無く、温度変化に対して安定した特性を得ることが出来る。さらに比較例とは異なり青色および赤色の表示状態においても温度変化させたときに表示状態が安定しており良好な温度依存性を有する結果となる。

20

【0129】

一方、環境温度25前後において動画像やスクロール画像を表示させたところ、特に問題なく表示ができており、実用においてもまったく問題がない。

【0130】

この結果より、螺旋の向きに寄らず良好な結果を得ることが確認できる。

30

【0131】

(比較例3)

実施例1と用いる液晶材料のみを変えて、それ以外は同様の液晶パネルを用いた。このときセル厚を5ミクロンに調整した。

【0132】

液晶材料として、比較例に用いたMLC-6882をベース液晶とし、カイラル材として特開平05-093923に開示の下記構造式を有する化合物を1wt%添加し用いる。このカイラル材は温度の上昇とともにそのピッチが減少するものである。

【0133】

このような液晶表示素子について、環境温度25にて電圧を変化させることによって画像を表示させると、比較例1とほぼ同じ条件にて所望の表示色が得られる。すなわち電圧無印加状態では黒表示状態、3.0V程度で最大反射率が得られる白表示状態、3.9Vにて色純度は若干悪いが赤表示状態が得られ、5Vにて青表示状態が得られる。

40

【0134】

またこのとき環境温度を0から35まで様々に変化させると、青色および赤色の表示状態において温度変化させたときに表示状態が若干変化してしまい、温度に対してカラー表示が安定しない結果となる。それだけでなく白表示の明るさや中間調表示特性も若干変化してしまい、温度変化に対して不安定した特性へと変化してしまう。

【0135】

この結果より、螺旋ピッチの温度依存性が実施例1および2と逆(温度の上昇とともにそのピッチが減少する)の場合には温度依存性に悪影響を及ぼすことになる。

50

【0136】

【化1】



【0137】

(実施例3)

実施例1と同様の材料を用いた液晶パネルを用いた。このときセル厚を5ミクロンに調整した。 10

【0138】

パネルは3画素を一組として用い、そのうちひとつの画素には緑のカラーフィルタを設け、他の画素にはカラーフィルタを設けない。これらカラーフィルタを設けない画素の面積比を1:2とする。

【0139】

その結果、緑色およびモノクロの連続階調色と赤青の4階調表示色が表示でき、若干の粒状感は存在するものの自然画を表示することができる。またこの自然画は環境温度を変化させても問題なく表示可能である。

【0140】

(実施例4)

実施例3と同様の材料を用いた液晶パネルを用いた。このときセル厚を5ミクロンに調整した。 20

【0141】

パネルは3画素を一組として用い、そのうちひとつの画素には緑のカラーフィルタを設け、他の画素にはマゼンタ色のカラーフィルタを設けた。これらマゼンタカラーフィルタ画素の面積比を1:2とする。

【0142】

その結果、緑色とマゼンタ色およびモノクロの連続階調色と色純度の高い赤青の4階調表示色が表示でき、若干の粒状感は存在するものの自然画を表示することができる。またこの自然画は環境温度を変化させても問題なく表示可能である。 30

【0143】

(実施例5)

実施例4と同様の材料を用いた液晶パネルを用いた。このときセル厚を5ミクロンに調整した。 40

【0144】

パネルは6画素を一組として用い、そのうちひとつの画素には緑のカラーフィルタを設け、他の3画素にはマゼンタ色のカラーフィルタを設ける。残る2つの画素には赤・青のカラーフィルタを設ける。3つのマゼンタカラーフィルタ画素の面積比を1:2:4とする。

【0145】

その結果、すべての表示色において連続階調色が表示でき、完全なフルカラーからなる自然画を表示することができる。またこの自然画は環境温度を変化させても問題なく表示可能である。

【0146】

以上述べたように、本実施例によって温度依存性の小さいカラー液晶表示素子を実現可能となる。

【0147】

さらに本実施例では駆動基板としてTFTを用いているが、その替わりにMIMを用いたり、半導体基板上に形成したスイッチング素子を用いるといった基板構成の変更や、単 50

純マトリクス駆動やプラズマアドレッシング駆動にしたりといった駆動方法の変形は自明になしえる。

【0148】

さらに本実施例では反射型を中心に述べたが、透過型や半透過型への適用は自明になしえる。

【図面の簡単な説明】

【0149】

【図1】リタデーション量が変化したときの色度図上の変化を表す図。

【図2】30°での実効的な複屈折量の電圧依存性を表す図。

【図3】温度変化させたときの実効的な複屈折量の電圧依存性を表す図。 10

【図4】本発明の実施の形態に係る液晶表示素子の1画素の画素構造を表す図。

【図5】本発明の液晶表示素子に用いる層構成の説明図。

【図6】比較例に用いた液晶材料において温度変化させたときの実効的な複屈折量の電圧依存性を表す図。

【図7】本発明の液晶表示素子においてリタデーション量が変化したときの色度図上の変化を表す図。

【図8】本発明の液晶表示素子において、緑色と補色関係にあるカラーフィルタを設けた場合におけるリタデーション量が変化したときの色度図上の変化を表す図。

【図9】本発明の液晶表示素子におけるフルカラーの表示範囲を表す概念図。

【図10】本発明の液晶表示素子において表現できる赤・青平面上での表示色を説明する図。 20

【図11】本発明の液晶表示素子の別の構成において表現できる赤・青平面上での表示色を説明する図。

【図12】本発明の液晶表示素子のさらに別の構成において表現できる赤・青平面上での表示色を説明する図。

【図13】本発明の液晶表示素子の他の構成において表現できる赤・青平面上での表示色を説明する図。

【図14】本発明の液晶表示素子のさらに他の構成において表現できる赤・青平面上での表示色を説明する図。

【符号の説明】

【0150】

1 偏光板

2 位相補償フィルム

3 ガラス

4 透明電極

5 液晶

6 透明電極

7 反射板

50 画素

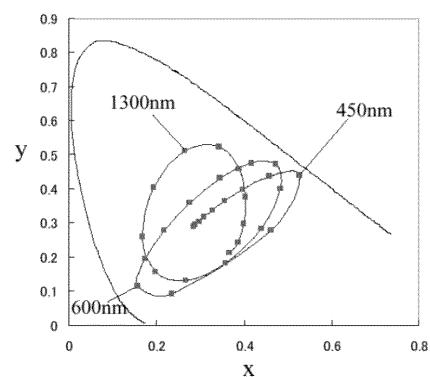
51 副画素1

52 副画素2

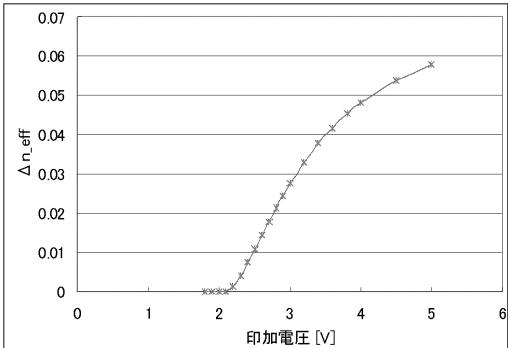
30

40

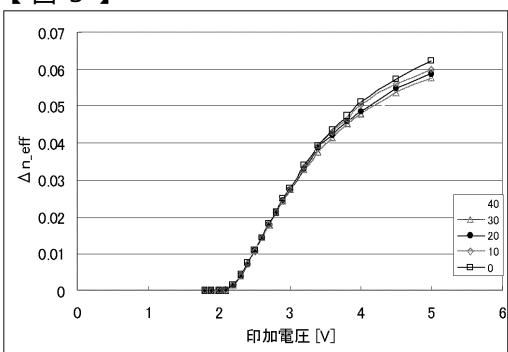
【図1】



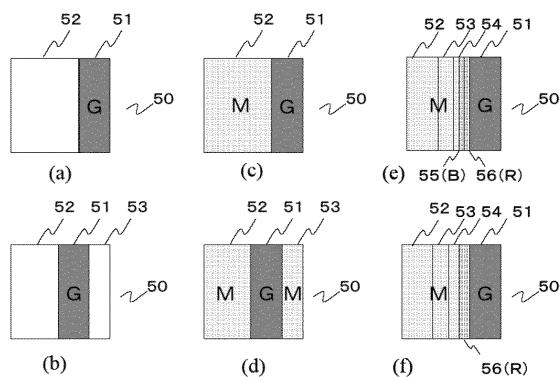
【図2】



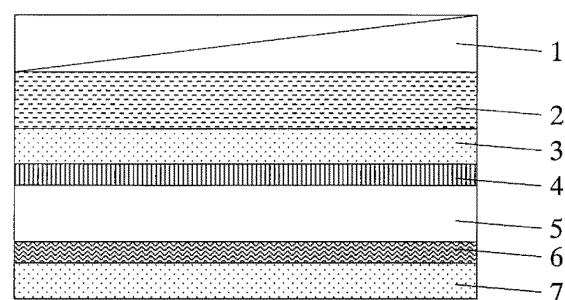
【図3】



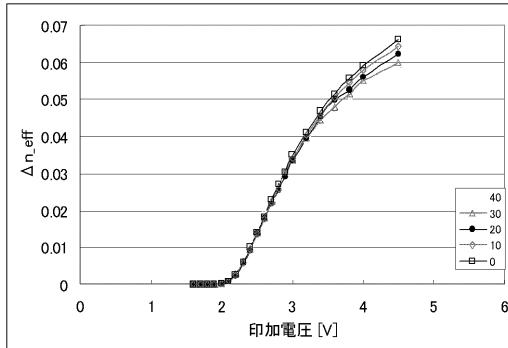
【図4】



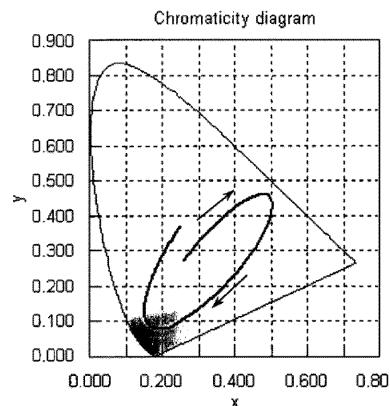
【図5】



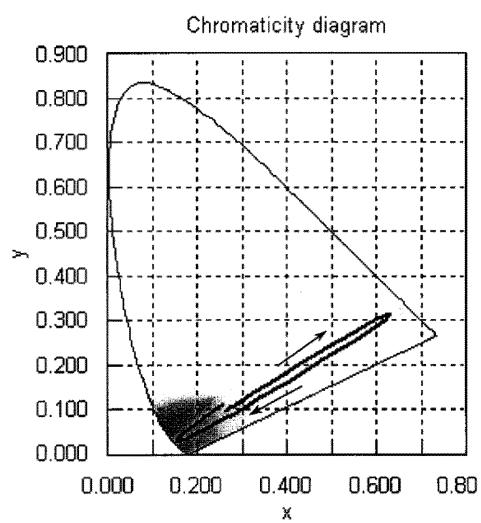
【図6】



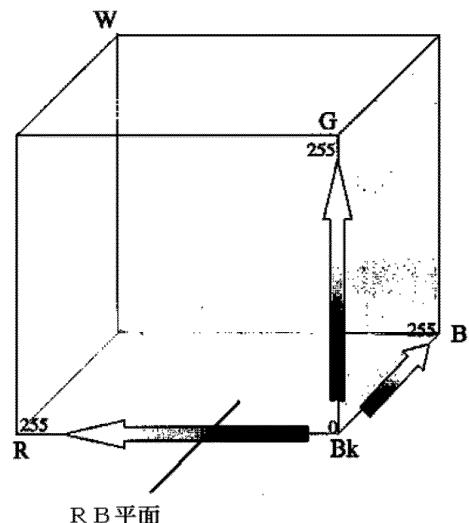
【図7】



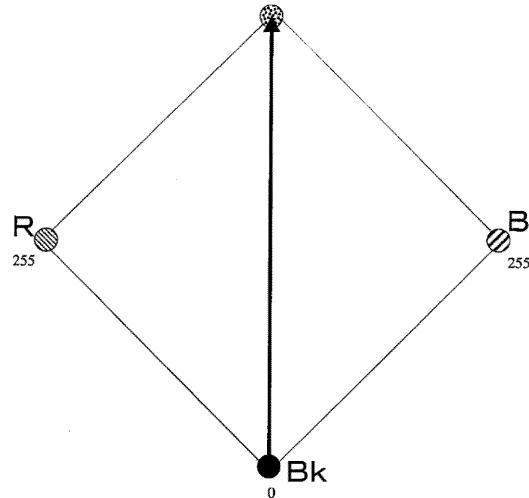
【図8】



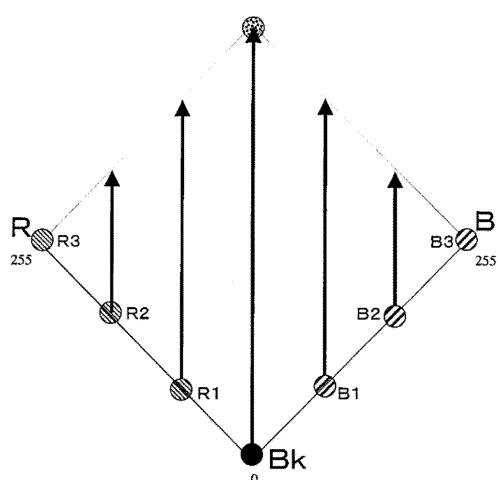
【図9】



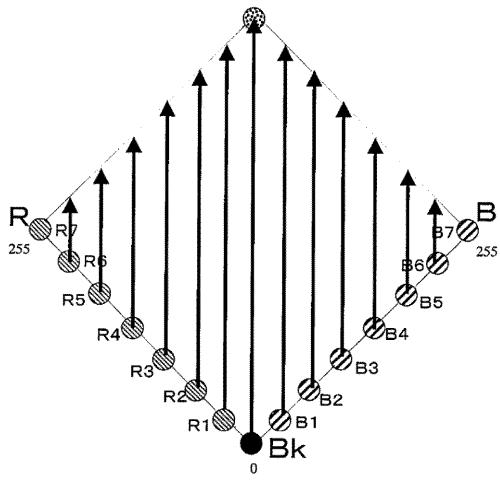
【図10】



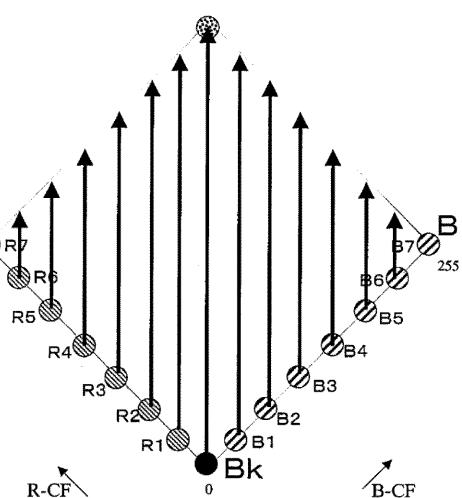
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

