

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年8月25日(25.08.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/102339 A1

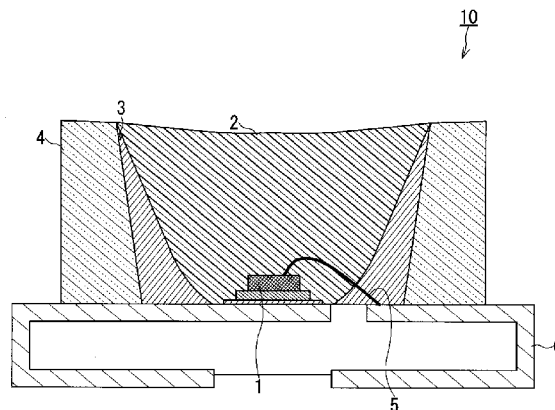
- (51) 国際特許分類:
H01L 33/50 (2010.01) C09K 11/64 (2006.01)
C09K 11/08 (2006.01) C09K 11/72 (2006.01)
C09K 11/56 (2006.01) C09K 11/84 (2006.01)
C09K 11/59 (2006.01) G02F 1/13357 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/053147
- (22) 国際出願日: 2011年2月15日(15.02.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-031454 2010年2月16日(16.02.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社東芝(KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP). 東芝マテリアル株式会社(TOSHIBA MATERIALS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2350032 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 白川 康博(SHIRAKAWA, Yasuhiro). 伊藤 由美(ITO, Yumi). 竹内 肇(TAKEUCHI, Hajime).
- (74) 代理人: 波多野 久, 外(HATANNO, Hisashi et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目17番16号 宮田ビル2階東京国際特許事務所 Tokyo (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

[続葉有]

(54) Title: WHITE LED FOR BACKLIGHT OF FULL-COLOR LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE, BACKLIGHT FOR FULL-COLOR LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE, AND FULL-COLOR LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: フルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色LED、フルカラー液晶表示装置用のバックライト、およびフルカラー液晶表示装置

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a white LED for a backlight of a full-color liquid crystal display device, comprising a light emitting element that discharges a primary light, having a light emitting peak within a wavelength region of 360-430nm; and a fluorescent light body layer, including a blue fluorescent light body that is excited by the primary light and emits blue light, a green fluorescent light body that is excited by the primary light and emits green light, and a red fluorescent light body that is excited by the primary light and emits red light having two or more linear light emitting peaks within a wavelength region of 580-740nm. When the liquid crystal display device that is produced employing the white LED represents color reproduction regions of emitted light color of the liquid crystal display device with (u', v') values of an L*u*v* display color chromaticity diagram, the chroma points of each primary color of the light emitting colors of blue, green, and red are respectively within a range of ± 0.02 , inclusive, of the chroma points of each primary color, blue, green, and red, of ITU-R BT.709.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2011/102339 A1



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

360～430nmの波長領域内に発光ピークを有する1次光を出射する発光素子と、前記1次光により励起されて青色光を発光する青色蛍光体、前記1次光により励起されて緑色光を発光する緑色蛍光体、および前記1次光により励起されて580～740nmの波長領域内に2つ以上の線状の発光ピークを有する赤色光を発光する赤色蛍光体を含む蛍光体層と、を具備した、フルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色LEDであって、前記白色LEDを用いて作製した前記液晶表示装置は、この液晶表示装置の発光色の色再現域を $L^*u^*v^*$ 表色系色度図の(u' 、 v')値で表したとき、前記発光色の青色、緑色および赤色の各原色の色度点が、ITU-R BT. 709の青色、緑色および赤色の各原色の色度点に対してそれぞれ ± 0.02 以下の範囲内にあるフルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色LED。

明 細 書

発明の名称：

フルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色ＬＥＤ、フルカラー液晶表示装置用のバックライト、およびフルカラー液晶表示装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、ハイビジョン放送の規格として使用されるＩＴＵ－Ｒ ＢＴ． ７０９規格に対応したフルカラー液晶表示装置のバックライト用として好適な白色ＬＥＤ、この白色ＬＥＤを用いたバックライト、およびＩＴＵ－Ｒ ＢＴ． ７０９規格に対応したフルカラー液晶表示装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、一般家庭では、テレビ、ＰＣ等の表示装置として、フルカラー液晶表示装置が広く用いられるようになってきている。一方、放送局用のマスターモニタや、ビデオ作成現場で使用されるモニタについては、諧調表現、コントラスト比、動画の表現等の点で高品質の画質が得られるという理由から、これまでブラウン管（ＣＲＴ：陰極線管）ディスプレイが用いられてきた。

[0003] ところが、近年の薄型パネルディスプレイの台頭により、ＣＲＴそのものの生産が終焉を迎えようとしている。このため、特に、放送局関係者や映像作製現場では、ＣＲＴをフルカラー液晶表示装置に代替することが進められているが、フルカラー液晶表示装置には、色再現域が狭かったり発光スペクトルに起因する色味の再現性が低かったりするという問題があった。そこで、色再現域が広いとともに発光スペクトルに起因する色味を十分に再現できるモニタの出現が切望されている。

[0004] 放送用カラーＣＲＴでは、撮像（カラーカメラ）、伝送、受像のプロセスを通じて、被写体の形、動き、色相が受像画面上に再現されている。このように複数のプロセスが存在するため、放送用カラーＣＲＴでは、色相も含めた画像信号の伝送方式が規格化されている。この規格の代表的なものは、Ｎ

T S C (N a t i o n a l T e l e v i s i o n S y s t e m C o m m i t t e e) が定めた規格と、E B U (E u r o p e a n B r o a d c a s t i n g U n i o n) が定めた規格である。

[0005] 上記放送等の分野では、従来、C R T で表示可能な色域である、N T S C (理想的な色再現域を示す国際標準)の色域の72%に相当するE B U規格が標準とされ、使用されてきた。ところが、その後デジタル信号の時代になり、H D T V (高精細度テレビジョン放送)の色域は、I T U - R I T U - R B T . 7 0 9規格の原色点を標準とするものになった。I T U - R B T . 7 0 9規格の色域は、通常、N T S Cの色域の72%、すなわち、E B U規格の色域の100%に相当するものである。

[0006] そこで、近年、フルカラー液晶表示装置を、放送等の分野に使用されているI T U - R B T . 7 0 9規格に適合するように設計した上で、フルカラー液晶表示装置でC R T ディスプレイと同等の画質を得ようとする試みがなされている。また、この試みを実現するために、I T U - R B T . 7 0 9規格に適合する色再現性のよいカラーフィルタ、バックライト等の開発も進められてきた。

先行技術文献

非特許文献

[0007] 非特許文献1：社団法人映像情報メディア学会、「映像情報メディア学会誌」、社団法人映像情報メディア学会、2006、V o l . 6 0、N o . 1 1、p p . 1 7 4 9 - 1 7 5 4

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] フルカラー液晶表示装置においては、バックライトとカラーフィルタの組合せによって表示装置としての色再現性域が決まる。これまでに、カラーフィルタについては、I T U - R B T . 7 0 9規格に適合する色再現性を得ることを目的としたものがいくつか開発されている。しかしながら、これら

のカラーフィルタと組合せることによって I T U-R B T. 7 0 9 規格に適合する色再現性を実現するような、フルカラー液晶表示装置用のバックライトは未だ得られていないという問題があった。

[0009] 本発明は、C R T ディスプレイと同様の画質の高いフルカラー液晶表示装置を得るためになされたものであり、I T U-R B T. 7 0 9 規格に適合する色再現性を実現するフルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色 L E D、この白色 L E D を用いたフルカラー液晶表示装置用バックライト、およびこのバックライトを用いた I T U-R B T. 7 0 9 規格に対応したフルカラー液晶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

[0010] 本発明の実施形態のフルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色 L E D は、上記問題を解決するためのものであり、3 6 0 ~ 4 3 0 n m の波長領域内に発光ピークを有する 1 次光を出射する、紫外線発光ダイオード、青紫色発光ダイオード、紫外線発光レーザーおよび青紫色発光レーザーから選ばれる少なくとも 1 種の発光素子と、前記 1 次光により励起されて 4 3 0 ~ 4 7 0 n m の波長領域内に発光ピークを有する青色光を発光する青色蛍光体、前記 1 次光により励起されて 5 2 0 ~ 5 6 0 n m の波長領域内に発光ピークを有する緑色光を発光する緑色蛍光体、および前記 1 次光により励起されて 5 8 0 ~ 7 4 0 n m の波長領域内に 2 つ以上の線状の発光ピークを有する赤色光を発光する赤色蛍光体を含む蛍光体層と、を具備した、フルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色 L E D であって、前記青色蛍光体は、2 価のユーロピウム付活ハロゲン酸塩蛍光体、2 価のユーロピウム付活アルミン酸塩蛍光体、銀付活硫化亜鉛蛍光体、および塩素付活硫化亜鉛蛍光体、から選ばれる少なくとも 1 種の蛍光体からなり、前記緑色蛍光体は、ユーロピウムおよびマンガン付活アルカリ土類オルト珪酸マグネシウム蛍光体、ならびにユーロピウム付活サイアロン蛍光体から選ばれる少なくとも 1 種の蛍光体からなり、前記赤色蛍光体は、ユーロピウムおよびサマリウムから選ばれる少なくとも 1 種で付活された希土類酸硫化物蛍光体であり、前記白色 L E D を

用いて作製した前記液晶表示装置は、この液晶表示装置の発光色の色再現域を $L^*u^*v^*$ 表色系の色度図の (u', v') 値で表したとき、前記発光色の青色、緑色および赤色の各原色の色度点が、ITU-R BT. 709の青色、緑色および赤色の各原色の色度点に対してそれぞれ ± 0.02 以下の範囲内にあることを特徴とする。

[0011] また、本発明の実施形態のフルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色LEDは、上記問題を解決するためのものであり、 $360 \sim 430 \text{ nm}$ の波長領域内に発光ピークを有する1次光を出射する、紫外線発光ダイオード、青紫色発光ダイオード、紫外線発光レーザー、および青紫色発光レーザーから選ばれる少なくとも1種の発光素子と、前記1次光により励起されて緑色光を発光する緑色蛍光体、前記1次光により励起されて青色光を発光する青色蛍光体、および前記1次光により励起されて赤色光を発光する赤色蛍光体を含む蛍光体層と、を具備した、フルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色LEDであって、前記緑色蛍光体は、下記一般式1で実質的に表される2価のユーロピウムおよびマンガン付活珪酸塩蛍光体、ならびに下記一般式2または3で実質的に表されるユーロピウム付活サイアロン蛍光体から選ばれる少なくとも1種の蛍光体からなり、前記青色蛍光体は、下記一般式4で実質的に表される2価のユーロピウム付活ハロリン酸塩蛍光体、下記一般式5で実質的に表される2価のユーロピウム付活アルミン酸塩蛍光体、下記一般式6で実質的に表される銀付活硫化亜鉛蛍光体、および下記一般式7で実質的に表される塩素付活硫化亜鉛蛍光体から選ばれる少なくとも1種の蛍光体からなり、前記赤色蛍光体は、下記一般式8で実質的に表されるユーロピウムおよびサマリウムから選ばれる少なくとも1種で付活された希土類酸硫化物蛍光体であり、前記蛍光体層中の各色蛍光体の含有量は、全ての蛍光体の合計量に対して、緑色蛍光体が $1 \sim 10$ 重量%、青色蛍光体が $40 \sim 80$ 重量%、および赤色蛍光体が $10 \sim 50$ 重量%であることを特徴とする。

[0012] [化1]

一般式1: $(\text{Sr}_{2-x-y-z-u}\text{Ba}_x\text{Mg}_y\text{Eu}_z\text{Mn}_u)\text{SiO}_4$

(式中、 x 、 y 、 z および u は、 $0.1 < x < 1.0$ 、 $0 \leq y < 0.21$ 、 $0.05 < z < 0.3$ 、 $0 \leq u < 0.04$ を満たす値である)

[0013] [化2]

一般式2: $(Sr_{3-x}Eu_x)Si_yAl_zO_vN_w$

(式中、 x 、 y 、 z 、 v および w は $0 < x \leq 3$ 、 $12 < y < 14$ 、 $2 < z < 3.5$ 、 $1 < v < 3$ 、 $20 < w < 22$ を満たす数である)

[0014] [化3]

一般式3: $(Si, Al)_6(O, N)_8:Eu_x$

(式中、 x は $0 < x < 0.3$ を満たす数である)

[0015] [化4]

一般式4: $(M^2, Eu)_{10}(PO_4)_6 \cdot Cl_2$

(式中、 M^2 は、 Mg 、 Ca 、 Sr および Ba から選ばれる少なくとも1種の元素を示す)

[0016] [化5]

一般式5: $a(M^3, Eu)O \cdot bAl_2O_3$

(式中、 M^3 は、 Mg 、 Ca 、 Sr 、 Ba 、 Zn 、 Li 、 Rb および Cs から選ばれる少なくとも1種の元素を示し、 a および b は、 $0 < a$ 、 $0 < b$ 、 $0.2 \leq a/b \leq 1.5$ を満たす数である)

[0017] [化6]

一般式6: $(Zn_{1-x}Ag_x)S$

(式中、 x は $0 < x < 0.01$ を満たす数である)

[0018] [化7]

一般式7: $(Zn_{1-x}Cl_x)S$

(式中、 x は $0 < x < 0.01$ を満たす数である)

[0019] [化8]

一般式8: $(La_{1-x-y-z}Y_xSm_yEu_z)_2O_2S$

(式中、 x 、 y および z は、 $0 \leq x < 0.99$ 、 $0 \leq y < 0.03$ 、 $0.01 < z < 0.15$ を満たし、かつ $1 - x - y - z \geq 0$ となる値である)

[0020] さらに、本発明の実施形態のフルカラー液晶表示装置用のバックライトは、上記問題を解決するためのものであり、前記白色ＬＥＤを用いたことを特徴とする。

[0021] また、本発明の実施形態のフルカラー液晶表示装置は、上記問題を解決するためのものであり、前記バックライトを用いて作製したことを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の実施形態の白色ＬＥＤの一例を示す断面図。

[図2]白色ＬＥＤ１０の出射する白色光の発光スペクトルの一例を示す図。

[図3]本発明の実施形態の白色ＬＥＤ１０を組み込んで作製された、ＩＴＵ－Ｒ ＢＴ． 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置の発光色の色再現域の一例を示す図。

発明を実施するための形態

[0023] [白色ＬＥＤ]

図１は、本発明の実施形態の白色ＬＥＤの一例を示す断面図である。

図１に示す白色ＬＥＤ１０は、基板６と、基板６の表面に配置された発光素子としての発光ダイオード１と、基板６と発光ダイオード１とを電氣的に接続する配線５と、基板６の表面において発光ダイオード１を囲むように設けられた樹脂枠４と、樹脂枠４の内壁面を覆う反射層３と、発光ダイオード１が出射する光で励起される蛍光体が樹脂に埋め込まれた硬化物からなり、基板６と反射層３とで区画された凹部に充填されて発光ダイオード１を被覆する蛍光体層２と、を備える。

[0024] なお、図１に示した白色ＬＥＤ１０は基板６や反射層３を備えているが、本発明において、基板６や反射層３は必要により設けなくてもよい。

[0025] 白色ＬＥＤ１０では、基板６から配線５を経て発光ダイオード１に供給された電気エネルギーが、発光ダイオード１により紫外光または紫色光に変換され、この紫外光または紫色光が蛍光体層２中の蛍光体によってより長波長の光に変換され、紫外光または紫色光と、より長波長の光と、の光の総計と

しての白色光が、LEDランプ（白色LED）10外へ放出される仕組みになっている。

[0026] 白色LED10は、たとえば、フルカラー液晶表示装置のバックライト用の光源に適した特性を備える。白色LED10は、好ましくは、I T U-R B T. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置のバックライト用の光源に適した特性を備える。

[0027] （発光素子）

本発明では、発光素子1として、360～430nmの波長領域内に発光ピークを有する1次光を出射する、紫外線発光ダイオード、青紫色発光ダイオード、紫外線発光レーザーおよび青紫色発光レーザーから選ばれる少なくとも1種の発光素子が用いられる。ここで、1次光とは、発光素子から出射される光を意味する。また、発光レーザーとは、半導体レーザーまたはレーザーダイオードを意味する。

図1には、発光素子1として、紫外光を出射する紫外線発光ダイオードまたは紫色光を出射する青紫色発光ダイオードを用いた例を示す。

[0028] 発光素子1は、360～430nmの波長領域内に発光ピークを有する1次光を出射するため、蛍光体層2中の蛍光体との組み合わせた場合に、高輝度かつ色再現性がより優れた白色LEDを作製することができる。

[0029] 360～430nmの波長領域内に発光ピークを有する1次光を出射する、紫外線発光ダイオードまたは青紫色発光ダイオードとしては、たとえばInGa_N系、Ga_N系、AlGa_N系等のダイオードを用いることができる。

[0030] なお、図1に示す白色LED10は、発光素子1として発光ダイオードを用いた例であるが、発光ダイオードに代えて、紫外線発光レーザーまたは青紫色発光レーザーを用いてもよい。

[0031] （蛍光体層）

蛍光体層2は、発光素子1から出射された360～430nmの波長領域内に発光ピークを有する1次光により励起されて青色光を発光する青色蛍光

体、この1次光により励起されて緑色光を発光する緑色蛍光体、およびこの1次光により励起されて赤色光を発光する赤色蛍光体を含む。

[0032] 蛍光体層2は、青色蛍光体、緑色蛍光体もしくは赤色蛍光体の単体からなる粒子、またはこれらの蛍光体の1種以上から造粒された粒子が、青色蛍光体、緑色蛍光体および赤色蛍光体を含むように、多数、樹脂硬化物中に分散して固定された状態になっている。

[0033] <緑色蛍光体>

緑色蛍光体としては、360～430nmの波長領域内に発光ピークを有する1次光により励起されて、緑色光を発光する蛍光体を用いられる。

[0034] また、緑色蛍光体としては、360～430nmの波長領域内に発光ピークを有する1次光により励起されて、520～560nmの波長領域内に発光ピークを有する緑色光を発光する蛍光体を用いることが好ましい。

[0035] このような緑色蛍光体としては、たとえば、ユーロピウムおよびマンガ付活アルカリ土類オルト珪酸マグネシウム蛍光体、ならびにユーロピウム付活サイアロン蛍光体から選ばれる少なくとも1種の蛍光体からなるものが挙げられる。

[0036] より具体的には、緑色蛍光体として、たとえば、下記一般式1で実質的に表される2価のユーロピウムおよびマンガ付活珪酸塩蛍光体、ならびに下記一般式2または3で実質的に表されるユーロピウム付活サイアロン蛍光体を用いられる。

[0037] なお、一般式1～3で実質的に表される蛍光体は、式中のx、y、z、v、wの数値によって緑色蛍光体または黄色蛍光体と表現されることがあるが、本明細書においては包括的に緑色蛍光体と称する。

[0038] [化9]

一般式1: $(\text{Sr}_{2-x-y-z-u}\text{Ba}_x\text{Mg}_y\text{Eu}_z\text{Mn}_u)\text{SiO}_4$

(式中、x、y、zおよびuは、 $0.1 < x < 1.0$ 、 $0 \leq y < 0.21$ 、 $0.05 < z < 0.3$ 、 $0 \leq u < 0.04$ を満たす値である)

[0039] 上記一般式1中、xおよびuが上記範囲内にあると、緑色蛍光体粉末から

出射される緑色光の波長が、実施形態の白色LED 1から出射される白色光を構成する緑色光として好適な波長を有するようになる。

また、一般式1中、 y が上記範囲内にあると緑色蛍光体粉末中でMnの固溶が十分に行われることにより、発光効率が高くなるため好ましい。

さらに、一般式1中 z が上記範囲内にあると緑色蛍光体粉末の発光効率が高くなるため好ましい。

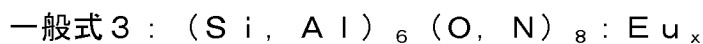
[0040] [化10]



(式中、 x 、 y 、 z 、 v および w は、 $0 < x \leq 3$ 、 $12 < y < 14$ 、 $2 < z < 3.5$ 、 $1 < v < 3$ 、 $20 < w < 22$ を満たす数である)

[0041] 上記一般式2中、 x 、 y 、 z 、 v および w が上記範囲内にあると、緑色蛍光体粉末から出射される緑色光の波長が、実施形態の白色LED 1から出射される白色光を構成する緑色光として好適になる。

[0042] [化11]



(式中、 x は $0 < x < 0.3$ を満たす数である)

[0043] 上記一般式3中、 x が上記範囲内にあると、緑色蛍光体粉末から出射される緑色光の波長が、実施形態の白色LED 1から出射される白色光を構成する緑色光として好適になる。

[0044] 緑色蛍光体は、上記の一般式1～3で実質的に表される蛍光体の1種を単独で、または2種以上を混合して用いることができる。すなわち、緑色蛍光体は、上記の一般式1で実質的に表される2価のユーロピウムおよびマンガニ付珪酸塩蛍光体、ならびに一般式2または3で実質的に表されるユーロピウム付活サイアロン蛍光体から選ばれる少なくとも1種の緑色蛍光体からなるものとすることができる。

[0045] 緑色蛍光体の製造方法については特に限定されるものではないが、例えば一般式1の蛍光体の場合、次の様な方法が挙げられる。はじめに、炭酸バリウム(BaCO_3)、炭酸ストロンチウム(SrCO_3)、炭酸マンガニ(M

$n\text{CO}_3$)、酸化マグネシウム (MgO)、酸化ユーロピウム (Eu_2O_3) 及び二酸化珪素 (SiO_2) を一般式 1 に示した組成となるように所定量秤量し、これらを焼結助剤とともに、十分に粉体混合する。この原料混合物をルツボ等の耐火物に入れ、 $1100\sim 1300^\circ\text{C}$ の温度で、 $2\sim 5$ 時間程度焼成する。この後、得られた焼成物を純水にて洗浄し、不要な可溶成分を除去する。その後粉碎工程を経た後、ろ過乾燥すると、目的とする緑色蛍光体が得られる。

なお、緑色蛍光体としては、上記以外の一般的な製造方法によるものや、一般式 1～3 を満たす組成の市販品を用いることも可能である。

[0046] <青色蛍光体>

青色蛍光体としては、 $360\sim 430\text{nm}$ の波長領域内に発光ピークを有する 1 次光により励起されて、青色光を発光する蛍光体を用いられる。

[0047] また、青色蛍光体としては、 $360\sim 430\text{nm}$ の波長領域内に発光ピークを有する 1 次光により励起されて、 $430\sim 470\text{nm}$ の波長領域内に発光ピークを有する青色光を発光する蛍光体を用いることが好ましい。

[0048] このような青色蛍光体としては、たとえば、2 価のユーロピウム付活ハロリン酸塩蛍光体、2 価のユーロピウム付活アルミン酸塩蛍光体、銀付活硫化亜鉛蛍光体、および塩素付活硫化亜鉛蛍光体、から選ばれる少なくとも 1 種の蛍光体からなるものが挙げられる。

[0049] より具体的には、青色蛍光体として、たとえば、下記一般式 4 で実質的に表される 2 価のユーロピウム付活ハロリン酸塩蛍光体、下記一般式 5 で実質的に表される 2 価のユーロピウム付活アルミン酸塩蛍光体、下記一般式 6 で実質的に表される銀付活硫化亜鉛蛍光体、および一般式 7 で実質的に表される塩素付活硫化亜鉛蛍光体を用いられる。

[0050] [化 1 2]

一般式 4 : $(\text{M}^2, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{Cl}_2$

(式中、 M^2 は、 Mg 、 Ca 、 Sr および Ba から選ばれる少なくとも 1 種の元素を示す)

[0051] [化 1 3]

一般式 5 : $a (M^3, Eu) O \cdot b Al_2O_3$

[0052] (式中、 M^3 は、Mg、Ca、Sr、Ba、Zn、Li、RbおよびCsから選ばれる少なくとも1種の元素を示し、aおよびbは、 $0 < a$ 、 $0 < b$ 、 $0.2 \leq a/b \leq 1.5$ を満たす数である)

[0053] 上記一般式 5 中、a および b が上記範囲内にあると、青色蛍光体粉末から出射される青色光の波長が、実施形態の白色 LED 1 から出射される白色光を構成する青色光として好適になる。

[0054] [化 1 4]

一般式 6 : $(Zn_{1-x}Ag_x)S$

(式中、x は $0 < x < 0.01$ を満たす数である)

[0055] 上記一般式 6 中、x が上記範囲内にあると、青色蛍光体粉末から出射される青色光の波長が、実施形態の白色 LED 1 から出射される白色光を構成する青色光として好適になる。

[0056] [化 1 5]

一般式 7 : $(Zn_{1-x}Cl_x)S$

(式中、x は $0 < x < 0.01$ を満たす数である)

[0057] 上記一般式 7 中、x が上記範囲内にあると、青色蛍光体粉末から出射される青色光の波長が、実施形態の白色 LED 1 から出射される白色光を構成する青色光として好適になる。

[0058] 青色蛍光体は、上記の一般式 4 ~ 7 で実質的に表される蛍光体の 1 種を単独で、または 2 種以上を混合して用いることができる。すなわち、青色蛍光体は、上記の一般式 4 で実質的に表される 2 価のユーロピウム付活ハロゲン酸塩蛍光体、一般式 5 で実質的に表される 2 価のユーロピウム付活アルミン酸塩蛍光体、一般式 6 で実質的に表される銀付活硫化亜鉛蛍光体、および一般式 7 で実質的に表される塩素付活硫化亜鉛蛍光体から選ばれる少なくとも 1 種の青色蛍光体からなるものとすることができる。

[0059] 青色蛍光体の製造方法については特に限定されるものではないが、例えば

一般式 4 の蛍光体の場合、次の様な方法が挙げられる。はじめに、酸化ユーロピウム (Eu_2O_3)、塩化ストロンチウム (SrCl_2)、炭酸バリウム (BaCO_3)、炭酸カルシウム (CaCO_3) とリン酸水素ストロンチウム (SrHPO_4) を一般式 4 に示した組成となるように所定量秤量し、これらを焼結助剤とともに、十分に粉体混合する。この原料混合物をルツボ等の耐火物に入れ、 $1000 \sim 1400^\circ\text{C}$ の温度で、 $2 \sim 5$ 時間程度焼成する。この後、得られた焼成物を純水にて洗浄し、不要な可溶成分を除去する。その後粉碎工程を経た後、ろ過乾燥すると、目的とする青色蛍光体を得られる。

なお、青色蛍光体としては、上記以外の一般的な製造方法によるものや、一般式 4 ～ 7 を満たす組成の市販品を用いることも可能である。

[0060] <赤色蛍光体>

赤色蛍光体としては、 $360 \sim 430 \text{ nm}$ の波長領域内に発光ピークを有する 1 次光により励起されて、赤色光を発光する蛍光体を用いられる。

[0061] また、赤色蛍光体としては、 $360 \sim 430 \text{ nm}$ の波長領域内に発光ピークを有する 1 次光により励起されて、 $580 \sim 740 \text{ nm}$ の波長領域内に 2 つ以上の線状の発光ピークを有する赤色光を発光する蛍光体を用いることが好ましい。

[0062] このような赤色蛍光体としては、たとえば、ユーロピウムおよびサマリウムから選ばれる少なくとも 1 種で付活された希土類酸硫化物蛍光体が挙げられる。

[0063] より具体的には、赤色蛍光体として、たとえば、下記一般式 8 で実質的に表されるユーロピウムおよびサマリウムから選ばれる少なくとも 1 種で付活された希土類酸硫化物蛍光体を用いられる。

[0064] [化 16]

一般式 8 : $(\text{La}_{1-x-y-z}\text{Y}_x\text{Sm}_y\text{Eu}_z)_2\text{O}_2\text{S}$

(式中、 x 、 y および z は、 $0 \leq x < 0.99$ 、 $0 \leq y < 0.03$ 、 $0.01 < z < 0.15$ を満たし、かつ $1 - x - y - z \geq 0$ となる値である)

[0065] 上記一般式 8 中、 x 、 y および z が上記範囲内にあると、赤色蛍光体粉末

から出射される赤色光の波長が、実施形態の白色LED 1 から出射される白色光を構成する赤色光として好適になる。

- [0066] 赤色蛍光体の製造方法については特に限定されるものではないが、例えば次の様な方法が挙げられる。まず酸化ユーロピウム (Eu_2O_3)、酸化サマリウム (Sm_2O_3)、酸化イットリウム (Y_2O_3) とイオウ粉末 (S) を一般式 8 に示した組成となるように所定量秤量し、これらを焼結助剤とともに、十分に粉体混合する。この原料混合物をルツボ等の耐火物に入れ、 $1000 \sim 1300^\circ\text{C}$ の温度で、 $2 \sim 5$ 時間程度焼成する。この後、得られた焼成物を純水及び酸を用いて洗浄し、不要な可溶成分を除去する。その後粉碎工程を経た後、ろ過乾燥すると、目的とする赤色蛍光体を得られる。

なお、赤色蛍光体としては、前記以外の一般的な製造方法によるものや、一般式 8 を満たす組成の市販品を用いることも可能である。

- [0067] 上記の緑色蛍光体、青色蛍光体および赤色蛍光体は、通常、粉末状になっている。

また、上記の緑色蛍光体、青色蛍光体および赤色蛍光体は、それぞれ 1 種以上用いると演色性が高くなるため好ましい。たとえば、緑色蛍光体であれば、一般式 1 ～ 3 で実質的に表される蛍光体を 2 種以上組み合わせて用いると好ましい。

- [0068] また、蛍光体層 2 中の青色蛍光体、緑色蛍光体もしくは赤色蛍光体の単体からなる粒子、またはこれらの蛍光体の 1 種以上から造粒された粒子は、平均粒径が大きいと、蛍光体層 2 から出射される光の輝度が高くなるため好ましい。

具体的には、蛍光体の平均粒径は、通常 $1 \mu\text{m}$ 以上、好ましくは $10 \mu\text{m}$ 以上である。ここで平均粒径とは、重量積算値 50% の粒径を示す D_{50} を意味する。

- [0069] なお、平均粒径 D_{50} の上限値は特に限定されるものではないが、白色LED の蛍光体層 2 の厚さの 90% 以下が好ましい。蛍光体層 2 の厚さより大きいと蛍光体粒子を樹脂で固めて蛍光体層 2 を形成した際に蛍光体粒子の脱粒

などの不具合が生じ易くなる。

[0070] 蛍光体の平均粒径を大きくする方法としては、1色の同種または異種の蛍光体粉末を用いて造粒する方法、3色の同種または異種の蛍光体粉末を混合して造粒する方法等が挙げられる。また、他の方法としては、蛍光体粉末を焼成する際に焼成助剤を用いたり、高温で長時間焼成したりして、焼成時の蛍光体粉末自体を大きくする方法等が挙げられる。

[0071] なお、各一般式の蛍光体の選択については励起波長、輝度要求、耐食性、コスト等に応じて選択することが好ましい。

[0072] 本発明では、蛍光体層2に、上記の青色蛍光体、緑色蛍光体および赤色蛍光体に加え、上記以外の青色蛍光体、緑色蛍光体および赤色蛍光体や、黄色蛍光体等の他の蛍光体をさらに含んでもよい。

[0073] <樹脂硬化物>

樹脂硬化物としては、白色LED製造に通常用いられる樹脂の硬化物が用いられる。樹脂硬化物は、無色透明なものでありかつ所定の光屈折率を有するものが好ましい。

[0074] 具体的には、樹脂硬化物の透過率は、通常98～100%、好ましくは99～100%である。ここで、透過率とは、400nmの単色光を2mmの厚さの試験片を用いて測定した値を意味する。

また、樹脂硬化物の光屈折率は、通常1.3～1.7、好ましくは1.4～1.6である。

[0075] なお、光屈折率が1.3未満であると、発光ダイオード素子からの光取り出しが悪くなる場合があるため好ましくない。また、光屈折率が1.7超えると、蛍光体の励起のために用いられる紫外線に反応して変質する傾向があるため好ましくない。

さらに、樹脂硬化物は、透過率および光屈折率が、共に上記範囲内のものであることが望ましい。

[0076] 上記のような特性を有する樹脂硬化物としては、たとえば、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂等の樹脂の硬化物が挙げられる。この中、シリコーン樹脂

の樹脂硬化物は、紫外線で変色が起こりにくく耐久性を有しているため好ましい。

[0077] 上記樹脂硬化物は、樹脂の種類により異なるが、流動性のある樹脂を放置したり、流動性のある樹脂に適宜硬化剤等を加えたりすることにより得られる。

[0078] <蛍光体の配合量>

蛍光体層 2 は、たとえば、上記の緑色蛍光体、青色蛍光体および赤色蛍光体を、流動性のある樹脂に添加、混合した後、樹脂を硬化させることにより得られる。

[0079] 蛍光体層 2 中の上記緑色蛍光体、青色蛍光体および赤色蛍光体は、それぞれ、紫外線発光ダイオード等の発光素子 1 から波長 360～430 nm の紫外線または青紫色光の照射を受けた際に、この紫外線または青紫色光を効率よく吸収し、高効率で各色の発光を行う。

[0080] すなわち、紫外線または青紫色光の照射を受けた際に、上記の緑色蛍光体は高輝度の緑色光を出射し、上記の青色蛍光体は高輝度の青色光を出射し、上記の赤色蛍光体は高輝度の赤色光を出射する。この結果、緑色光、青色光および赤色光を加法混色して得られる、白色 LED 10 から出射される白色光も、高輝度になる。

[0081] なお、白色 LED 10 により白色光を得る場合において、緑色光、青色光および赤色光の各色光に輝度差がありすぎると好ましくない。たとえば、緑色光のみが高輝度で、青色光および赤色光の輝度が低い場合は、白色 LED 10 から出射される白色光は緑がかった白色になるため、好ましくない。

[0082] このように、白色 LED 10 で高輝度の白色光を得るためには、緑色光（G）、青色光（B）および赤色光（R）の各色光とも高輝度である必要がある。このため、白色 LED 10 では、上記特定の蛍光体の使用に加え、その蛍光体の配合比率が重要である。

[0083] 上記の緑色蛍光体、青色蛍光体および赤色蛍光体の配合比率は、白色 LED 10 が I T U - R B T . 7 0 9 規格の色域に適合可能な光特性を有する

ように適宜設定する。

[0084] 具体的には、各色蛍光体の含有量は、通常、全ての蛍光体の合計量に対して、上記緑色蛍光体が1～10重量%、上記青色蛍光体が40～80重量%、および上記赤色蛍光体が10～50重量%である。

[0085] また、各色蛍光体の含有量は、好ましくは、全ての蛍光体の合計量に対して、上記緑色蛍光体が2～9重量%、上記青色蛍光体が45～65重量%、および上記赤色蛍光体が26～48重量%である。

[0086] 蛍光体層2中の各蛍光体の配合割合が上記関係にないと、白色LED10、この白色LED10を組み込んだバックライト、およびこのバックライトを用いて作製したフルカラー液晶表示装置は、所望の白色ポイントを実現できない、すなわち、ITU-R BT. 709規格の色域に適合可能な光特性を備えたものにならないおそれがある。

[0087] 蛍光体層2は、たとえば、樹脂に、緑色蛍光体、青色蛍光体および赤色蛍光体を配合して得られた蛍光体－樹脂混合物を硬化させることにより作製される。

[0088] 蛍光体－樹脂混合物の作製方法としては、各色の蛍光体粉末をそれぞれ樹脂と混合した後、得られた各色の蛍光体粉末を含む樹脂同士を混ぜ合わせて蛍光体－樹脂混合物を作製する方法や、予め各色の蛍光体粉末同士を混合した後、この蛍光体粉末の混合物と樹脂とを混合して蛍光体－樹脂混合物を作製する方法が挙げられる。

[0089] ここで、蛍光体－樹脂混合物中の蛍光体粉末の含有量は、通常30～80重量%、好ましくは40～70重量%である。

[0090] 蛍光体－樹脂混合物中の蛍光体粉末の含有量が30重量%未満であると、発光ダイオード1から出射された直接光が蛍光体層2の蛍光体で吸収されないうで蛍光体層2を透過することが生じやすくなるとともに、スラリーの粘度が低くなり蛍光体粒子が樹脂中で容易に沈降することにより、蛍光体層2から放射される光の色ばらつきが大きくなりやすい。

一方、蛍光体－樹脂混合物中の蛍光体粉末の含有量が80重量%を超える

と、スラリーの粘度が高くなるため、スラリーの取り扱いが困難になりやすい。

[0091] なお、蛍光体－樹脂混合物の樹脂を硬化させて得られた蛍光体層 2 は、樹脂の種類にもよるが、硬化に伴う樹脂の重量減少が実質的にないかまたは少ないため、蛍光体－樹脂混合物中の蛍光体粉末の含有量は、蛍光体層 2 中の蛍光体粉末の含有量にほぼ等しくなる。

[0092] (白色 LED の白色光の発光スペクトル)

白色 LED 10 は、上記構成の発光素子 1 と蛍光体層 2 とを備えるため、この白色 LED 10 を組み込んだバックライトとカラーフィルタとを組み合わせ得られたフルカラー液晶表示装置においてこの液晶表示装置が I T U - R B T . 7 0 9 規格の色域に適合可能な光特性の光を出射する上、白色 LED 10 単独でも I T U - R B T . 7 0 9 規格の色域に適合可能な光特性の光を出射することができるようになっている。

[0093] ただし、通常、カラーフィルタを透過しているフルカラー液晶表示装置から出射される光のほうが、白色 LED 10 単独から出射される光よりも、より I T U - R B T . 7 0 9 規格の色域に適合可能な光特性の光になる。

[0094] 白色 LED 10 の出射する白色光の発光スペクトルは、通常、下記の第 1 の発光ピーク群、第 2 の発光ピーク群、第 3 の発光ピーク群、および谷部を有する。

[0095] このうち、第 1 の発光ピーク群、第 2 の発光ピーク群、および第 3 の発光ピーク群は、青、緑、赤の各色の液晶カラーフィルタの透過率ピークの存在する波長領域内に存在する発光ピーク群を示す。

[0096] 具体的には、白色 LED 10 の出射する白色光の発光スペクトルにおいて、第 1 の発光ピーク群は青色カラーフィルタの透過率ピークの存在する波長領域内に存在する発光ピーク群であり、第 2 の発光ピーク群は緑色カラーフィルタの透過率ピークの存在する波長領域内に存在する発光ピーク群であり、第 3 の発光ピーク群は赤色カラーフィルタの透過率ピークの存在する波長領域内に存在する発光ピーク群である。

[0097] <第1の発光ピーク群>

第1の発光ピーク群は、白色LED10の出射する白色光の発光スペクトルにおいて、430～470nmの波長領域内に発光ピークを少なくとも1個有する発光ピーク群である。

[0098] また、第1の発光ピーク群は、430～460nmの波長領域内に発光ピークを有すると青色の輝度が高くなるため好ましい。

さらに、第1の発光ピーク群は、430～460nmの波長領域内に発光ピークを1個だけ有すると青色の輝度が高くなるためさらに好ましい。

[0099] <第2の発光ピーク群>

第2の発光ピーク群は、白色LED10の出射する白色光の発光スペクトルにおいて、520～560nmの波長領域内に発光ピークを少なくとも1個有する発光ピーク群である。

[0100] また、第2の発光ピーク群は、520～555nmの波長領域内に発光ピークを有すると緑色の輝度が高くなるため好ましい。

さらに、第2の発光ピーク群は、520～555nmの波長領域内に発光ピークを1個だけ有すると緑色の輝度が高くなるためさらに好ましい。

また、第2の発光ピーク群の発光ピークの半値全幅は、50nm以上200nm以下であることが望ましい。

[0101] <第3の発光ピーク群>

第3の発光ピーク群は、白色LED10の出射する白色光の発光スペクトルにおいて、580～740nmの波長領域内に発光ピークを少なくとも2個有し、かつこの発光ピークのうち少なくとも2個は線状の発光ピークである発光ピーク群である。

なお、本明細書において、線状の発光ピークとは、半値全幅が5nm以下の発光ピークを意味する。

[0102] また、第3の発光ピーク群は、線状の発光ピークのうち発光強度が最大の発光ピークが、590～710nmの波長領域にあると赤色の輝度が高くなるため好ましい。

[0103] さらに、第3の発光ピーク群は、620～630nmの波長領域に線状の発光ピークが少なくとも1個あるとともに、700～710nmの波長領域に線状の発光ピークが少なくとも1個あると、深い赤を表現できるため好ましい。

[0104] <谷部>

谷部は、白色LED10の出射する白色光の発光スペクトルにおいて、470nmを超え520nm未満の波長領域内における発光強度の最低値を示す点である。谷部は、480～500nmの波長領域内に存在する。

[0105] 白色LED10の出射する白色光の発光スペクトルにおいて各発光ピーク群が上記波長領域内に発現すると、白色LED10、この白色LED10を組み込んだバックライト、およびこのバックライトを用いて作製したフルカラー液晶表示装置は、I T U - R BT. 709規格の色域に対応可能なものになる。

[0106] <白色LEDの白色光の発光スペクトルの発光強度>

白色LED10の出射する白色光の発光スペクトルは、430～470nmの波長領域内に現れる第1の発光ピーク群中の発光ピークの発光強度の最大値 P_1 を1.0としたとき、520～560nmの波長領域内に現れる第2の発光ピーク群中の発光ピークの発光強度の最大値 P_2 が、通常 $0.1 \leq P_2 \leq 1.0$ 、好ましくは $0.2 \leq P_2 \leq 0.9$ である。

[0107] 白色LED10の出射する白色光の発光スペクトルは、430～470nmの波長領域内に現れる第1の発光ピーク群中の発光ピークの発光強度の最大値 P_1 を1.0としたとき、580～740nmの波長領域内に現れる第3の発光ピーク群中の発光ピークの発光強度の最大値 P_3 が、通常 $0.2 \leq P_3 \leq 3.0$ 、好ましくは $0.3 \leq P_3 \leq 2.9$ である。

[0108] 白色LED10の出射する白色光の発光スペクトルは、430～470nmの波長領域内に現れる第1の発光ピーク群中の発光ピークの発光強度の最大値 P_1 を1.0としたときに、480～500nmの波長領域内に存在する谷部の発光強度の最低値 V_1 が、通常 $0.01 \leq V_1 \leq 0.6$ 、好ましく

は $0.01 \leq V1 \leq 0.4$ である。

- [0109] 白色LED10の出射する白色光の発光スペクトルは、 $430 \sim 470 \text{ nm}$ の波長領域内に現れる第1の発光ピーク群中の発光ピークの発光強度の最大値 $P1$ を 1.0 としたときに、 600 nm における発光強度 P_{600} が、通常 $P3$ の 50% 以下、好ましくは $P3$ の 30% 以下、さらに好ましくは $P3$ の $1 \sim 30\%$ である。
- [0110] 白色LED10は、各発光ピーク群の最大強度 $P1$ 、 $P2$ および $P3$ 、谷部の発光強度の最低値 $V1$ 、ならびに 600 nm における発光強度 P_{600} が上記関係にないと、白色LED10を組み込んだバックライトを用いて作製したフルカラー液晶表示装置は、カラーフィルタ透過光の色混合が大きくなり色純度が低下しやすくなる。
- [0111] たとえば、 $V1$ が上記範囲を超えると、すなわち 0.6 を超えると、青のカラーフィルタ透過光に緑色光の緑成分が混入しやすくなるとともに、緑のカラーフィルタ透過光に青色光の青成分が混入しやすくなる。
- [0112] なお、 $V1$ が小さいほど、青のカラーフィルタ透過光への緑色光の緑成分の混入、および緑のカラーフィルタ透過光への青色光の青成分の混入が抑制されるため好ましいが、実質上 0.01 を下回ることは困難である。このため、 $V1$ の下限値を 0.01 と規定した。
- [0113] また、 P_{600} が上記範囲を超えると、すなわち $P3$ の 50% を超えると、赤のカラーフィルタ透過光に緑色光の緑または黄色成分が混入して色純度が低下しやすくなる。
- [0114] 図2は、白色LED10の出射する白色光の発光スペクトルの一例を示す図である。ここで、図2に示される白色LED10は、下記実施例1で作製された白色LEDである。また、図2には、EBU規格に適合した代表的なCRTである三菱電機株式会社製RDS-15Xの白色表示状態の発光スペクトルも併せて示す。
- [0115] 図2に示されるように、実施例1の白色LED10の白色光の発光スペクトルは、第1の発光ピーク群、第2の発光ピーク群、第3の発光ピーク群、

および谷部を有する。

[0116] 図2において、第1の発光ピーク群は、1つの発光ピークからなりそのピーク波長は452nmである。

図2において、第2の発光ピーク群は、1つの発光ピークからなりそのピーク波長は、534nmである。

[0117] 図2において、第3の発光ピーク群は、4つの主要な線状の発光ピークを有し、そのピーク波長はそれぞれ、595nm、616nm、625nm、704nmである。

[0118] また、図2より、実施例1の白色LED10の白色光の発光スペクトルは、発光ピークの発現波長と各発光ピークの強度の関係とが、EBC規格に適合した代表的なCRTの白色表示状態の発光スペクトルと同様になることが分かる。すなわち、実施例1の白色LED10の白色光の発光スペクトルは、EBC規格の色再現性を確保するために必要な発光スペクトルと同様になることが分かる。

[0119] (白色LEDを用いて作製したフルカラー液晶表示装置の発光色の色域)

白色LED10を光源とし、この白色LED10と導光板等とを組み合わせることにより、バックライトを作製することができる。また、このバックライトと、フルカラー液晶表示装置用の青色、緑色および赤色のカラーフィルタ等の一般的なカラーフィルタとを組合せることにより、すなわち、白色LED10を組み込むことにより、ITU-R BT. 709規格に対応した色再現域を有する光を出射するフルカラー液晶表示装置を作製することができる。以下、ITU-R BT. 709規格に対応した色再現域を有する光を出射するフルカラー液晶表示装置を、単にITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置という。

[0120] このITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置は、この液晶表示装置の発光色の色再現域をCIEの $L^*u^*v^*$ 表色系色度図の $u'v'$ 座標上の (u', v') 値で表したとき、前記発光色の青色、緑色および赤色の各原色の色度点が、ITU-R BT. 709の青色、緑色お

よび赤色の各原色の色度点に対してそれぞれ ± 0.02 以下の範囲内にある。

[0121] 図3は、本発明の実施形態の白色LED10を組み込んで作製された、ITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置の発光色の色再現域の一例を示す図である。図3は、CIEの $L^*u^*v^*$ 表色系色度図の(u' 、 v')値で表されている。なお、図3に示されるITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置は、白色LED10として下記実施例1で作製された白色LEDを用いたものである。また、図3には、ITU-R BT. 709の色域、およびNTSCの色域も併せて示す。

[0122] 図3に示されるように、実施例1の白色LED10を組み込んで作製されたITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置の色再現域、ITU-R BT. 709の色域、およびNTSCの色域は、それぞれ、青色、緑色および赤色の各原色の色度点BGRを頂点とする三角形で囲まれた範囲内になる。

[0123] また、図3より、実施例1の白色LED10を組み込んで作製されたITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置の色再現域と、ITU-R BT. 709の色域とは、略同様の範囲になっていることが分かる。

[0124] なお、本発明の実施形態の白色LED10を組み込んで作製されたITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置の色再現域は、実施例1以外の本発明の白色LED10を組み込んだ場合でも、実施例1の場合と同様に、青色、緑色および赤色の各原色の色度点BGRを頂点とする三角形で囲まれた範囲内になる。

[0125] 本発明の実施形態の白色LED10を組み込んで作製されたITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置の発光色の白色色度は、用いられるカラーフィルタの特性により若干異なるが、CIEの $L^*u^*v^*$ 表色系色度図の(u' 、 v')値で、通常、 $0.15 \leq u' \leq 0.31$ 、 $0.36 \leq v' \leq 0.49$ の範囲内にある。

- [0126] また、本発明の実施形態の白色LED10を組み込んで作製されたITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置の発光色の青色の色度点は、CIEの $L^*u^*v^*$ 表色系色度図の (u', v') 値で、通常、 $0.15 \leq u' \leq 0.19$ 、 $0.14 \leq v' \leq 0.18$ の範囲内にある。
- [0127] この本発明の実施形態の白色LED10を組み込んで作製されたITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置の発光色の青色の色度点の u' 値および v' 値は、それぞれ、ITU-R BT. 709の青色の色度点の u' 値および v' 値に対して ± 0.02 以下の範囲内にある。
- [0128] また、本発明の実施形態の白色LED10を組み込んで作製されたITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置の発光色の緑色の色度点は、CIEの $L^*u^*v^*$ 表色系色度図の (u', v') 値で、通常、 $0.10 \leq u' \leq 0.14$ 、 $0.54 \leq v' \leq 0.58$ の範囲内にある。
- [0129] この本発明の実施形態の白色LED10を組み込んで作製されたITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置の発光色の緑色の色度点の u' 値および v' 値は、それぞれ、ITU-R BT. 709の緑色の色度点の u' 値および v' 値に対して ± 0.02 以下の範囲内にある。
- [0130] また、本発明の実施形態の白色LED10を組み込んで作製されたITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置の発光色の赤色の色度点は、CIEの $L^*u^*v^*$ 表色系色度図の (u', v') 値で、通常、 $0.43 \leq u' \leq 0.47$ 、 $0.51 \leq v' \leq 0.55$ の範囲内にある。
- [0131] この本発明の実施形態の白色LED10を組み込んで作製されたITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置の発光色の赤色の色度点の u' 値および v' 値は、それぞれ、ITU-R BT. 709の赤色の色度点の u' 値および v' 値に対して ± 0.02 以下の範囲内にある。
このため、本発明の実施形態の白色LED10を組み込んで作製されたITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置の色再現域は、ITU-R BT. 709規格により定められた色再現域と略同様の範囲となっている。

[0132] (白色LEDの効果)

実施形態として示した白色LED 10によれば、白色光が光輝度であるとともに発光ピークが適切な位置に適切な大きさで存在するから、液晶表示装置用の青色、緑色、赤色のカラーフィルタ等の一般的なカラーフィルタと組み合わせることにより、ITU-R BT. 709規格により定められた色域と略同じ位置、大きさの色域での色再現性を実現するフルカラー液晶表示装置を作製することが可能になる。

このため、白色LED 10によれば、白色LED 10を用いたバックライトから作製したフルカラー液晶表示装置が、CRTディスプレイと同等レベルの高画質になる。

[0133] [バックライト]

バックライトは、上記白色LED 10を用いたフルカラー液晶表示装置用のバックライトである。バックライトは、白色LED 10を白色光源として用いるとともに、適宜、導光板等を用いることにより、作製することができる。

また、バックライトは、必要に応じ、バックライト1個に対して、白色LEDを複数個用いて作製してもよい。

さらに、バックライトは、白色LEDが高輝度であるため、サイドライト型バックライト、直下型バックライトのどちらのタイプとすることもできる。

[0134] (バックライトの効果)

実施形態として示した白色LED 10を用いたバックライトによれば、白色光源である白色LED 10は、白色光が光輝度であるとともに発光ピークが適切な位置に適切な大きさで存在するため、液晶表示装置用の青色、緑色、赤色のカラーフィルタ等の一般的なカラーフィルタと組み合わせることにより、ITU-R BT. 709規格により定められた色域と略同じ位置、大きさの色域での色再現性を実現するITU-R BT. 709規格に対応したフルカラー液晶表示装置を作製することが可能になる。

[0135] [フルカラー液晶表示装置]

フルカラー液晶表示装置は、上記バックライトを用いて作製したものである。具体的には、フルカラー液晶表示装置は、上記バックライトと、液晶表示装置用の青色、緑色および赤色のカラーフィルタ等の一般的なカラーフィルタとを組合せて作製したものである。フルカラー液晶表示装置は、白色LED10を白色光源として用いたバックライトと、液晶表示装置用の青色、緑色、赤色のカラーフィルタ等の一般的なカラーフィルタと組み合わせることにより、作製される。

[0136] 液晶表示装置用の青色、緑色、赤色のカラーフィルタ等の一般的なカラーフィルタを構成するカラーフィルタ層は、通常、有機顔料、無機顔料等により形成される。

カラーフィルタ層に用いられる有機顔料としては、たとえば、アゾ系顔料、金属フタロシアニン系顔料、金属錯体系顔料等が挙げられる。

[0137] カラーフィルタ層に用いられる無機顔料としては、たとえば、べんがら、モリブデンレッド等の赤色無機顔料；チタンイエロー等の黄色無機顔料、チタンコバルトグリーン、コバルトグリーン等の緑色無機顔料；群青、コバルトブルー等の青色無機顔料；コバルトバイオレット等の紫色無機顔料、等が挙げられる。

[0138] これらの顔料から形成される液晶表示装置用の青色、緑色、赤色のカラーフィルタ等の一般的なカラーフィルタと、白色LED10とを組み合わせる用いることにより、液晶表示装置は、I T U - R B T . 7 0 9規格に適合する色再現性を実現することが可能となる。

[0139] (フルカラー液晶表示装置の効果)

上記バックライトを用いたフルカラー液晶表示装置によれば、バックライトの白色光源である白色LED10は、白色光が光輝度であるとともに発光ピークが適切な位置に適切な大きさで存在するため、液晶表示装置用の青色、緑色、赤色のカラーフィルタ等の一般的なカラーフィルタと組み合わせることにより、I T U - R B T . 7 0 9規格により定められた色域と略同じ

位置、大きさの色域での色再現性を実現することが可能になる。

[0140] また、このフルカラー液晶表示装置によれば、I T U-R B T. 7 0 9規格により定められた色域に対応することが可能であるため、放送用、ビデオ作成用等のC R Tディスプレイに代わって使用することが可能になる。

[0141] なお、本発明の白色L E Dを用いたバックライトおよびI T U-R B T. 7 0 9規格に対応したフルカラー液晶表示装置のその他構成は、各種用途・目的に応じて任意に設定することができる。

実施例

[0142] 以下に実施例を示すが、本発明はこれらに限定されて解釈されるものではない。

[0143] (実施例 1 ~ 9)

白色L E Dの評価のために、断面が図 1 の構造で示される白色L E Dを作製した。はじめに、発光素子 1 としてサイズ 3 0 0 μ m 四方の紫外線発光ダイオードを用い、この紫外線発光ダイオード 1 を基板 6 の表面に配した。次に、平均粒径 5 μ m の青色蛍光体粉末、平均粒径 5 μ m の緑色蛍光体粉末、および平均粒径 5 μ m の赤色蛍光体粉末を用意し、これらの蛍光体粉末の合計量 7 0 重量部と、シリコーン樹脂 3 0 重量部とを混合してスラリーを得た。ここで、蛍光体粉末の平均粒径は、重量積算値 5 0 % の粒径である D_{50} である。さらに、このスラリーを紫外線発光ダイオード 1 上に滴下し、1 0 0 ~ 1 5 0 °C で熱処理することにより、シリコーン樹脂を硬化し、各実施例に係る白色L E Dを形成した。なお、用いたシリコーン樹脂は硬化後における光屈折率が 1 . 4 のものであった。

[0144] 表 1 に、上記各実施例の白色L E Dの製造に用いた紫外線発光ダイオードの励起波長、青色蛍光体粉末、緑色蛍光体粉末および赤色蛍光体粉末の種類、ならびに蛍光体全量を 1 0 0 重量%としたときの各色の蛍光体の配合量 (重量%) を示す。

[0145] (比較例 1 ~ 3)

各色の蛍光体の組成を、表 1 に示す通り本発明の範囲外とした以外は実施

例 1 と同様の白色 L E D を作製し、これを比較例 1、2 に係る白色 L E D とした。

[0146] また、比較例 3 として、発光素子 1 として青色発光ダイオードを用い、表 1 に示す緑色蛍光体のみを含有する蛍光体層を有する白色 L E D を上記同様に作製した。

[0147]

[表1]

試料No.	青色蛍光体		緑色蛍光体		赤色蛍光体		発光素子の 励起波長 (nm)
	化合物	配合量 (重量%)	化合物	配合量 (重量%)	化合物	配合量 (重量%)	
実施例1	(Ba, Eu) ₁₀ (PO ₄) ₆ ·Cl ₂	50	(Sr _{1.143} Ba _{0.707} Mg _{0.045} Eu _{0.1} Mn _{0.005})SiO ₄	5	(La _{0.9} Eu _{0.1}) ₂ O ₂ S	45	400
実施例2	2(Sr, Eu)O·5Al ₂ O ₃	40	(Sr _{1.143} Ba _{0.707} Mg _{0.045} Eu _{0.1} Mn _{0.005})SiO ₄	10	(Y _{0.9} Eu _{0.1}) ₂ O ₂ S	50	400
実施例3	(Ba, Eu) ₁₀ (PO ₄) ₆ ·Cl ₂	80	(Sr _{1.143} Ba _{0.707} Mg _{0.045} Eu _{0.1} Mn _{0.005})SiO ₄	9	(La _{0.9} Eu _{0.1}) ₂ O ₂ S	11	400
実施例4	(Zn _{0.995} Cl _{0.005})S	51	(Sr _{1.133} Ba _{0.717} Mg _{0.045} Eu _{0.1} Mn _{0.005})SiO ₄	5	(La _{0.9} Eu _{0.1}) ₂ O ₂ S	44	400
実施例5	(Ba, Eu) ₁₀ (PO ₄) ₆ ·Cl ₂	75	(Sr _{1.343} Ba _{0.507} Mg _{0.045} Eu _{0.1} Mn _{0.005})SiO ₄	1	(La _{0.89} Eu _{0.1} Sm _{0.01}) ₂ O ₂ S	24	400
実施例6	(Ba, Eu) ₁₀ (PO ₄) ₆ ·Cl ₂	65	(Sr _{1.343} Ba _{0.507} Mg _{0.045} Eu _{0.1} Mn _{0.005})SiO ₄	10	(La _{0.9} Eu _{0.1}) ₂ O ₂ S	25	400
実施例7	(Zn _{0.995} Ag _{0.005})S	50	(Sr _{1.143} Ba _{0.707} Mg _{0.045} Eu _{0.1} Mn _{0.005})SiO ₄	5	(La _{0.9} Eu _{0.1}) ₂ O ₂ S	45	400
実施例8	(Ba, Eu) ₁₀ (PO ₄) ₆ ·Cl ₂	80	(Sr _{2.4} Eu _{0.1})Si _{12.3} Al _{2.5} O ₂₉ N _{21.3}	10	(La _{0.9} Eu _{0.1}) ₂ O ₂ S	10	400
実施例9	2(Sr, Eu)O·5Al ₂ O ₃	42	(Sr _{1.143} Ba _{0.707} Mg _{0.045} Eu _{0.1} Mn _{0.005})SiO ₄	9	(La _{0.8} Y _{0.189} Eu _{0.1} Sm _{0.01}) ₂ O ₂ S	49	400
比較例1	(Ba, Eu) ₁₀ (PO ₄) ₆ ·Cl ₂	70	(Sr _{1.363} Ba _{0.487} Mg _{0.045} Eu _{0.1} Mn _{0.005})SiO ₄	11	(La _{0.9} Eu _{0.1}) ₂ O ₂ S	19	400
比較例2	(Ba, Eu) ₁₀ (PO ₄) ₆ ·Cl ₂	37	(Sr _{0.943} Ba _{0.907} Mg _{0.045} Eu _{0.1} Mn _{0.005})SiO ₄	11	(La _{0.9} Eu _{0.1}) ₂ O ₂ S	52	400
比較例3	—	—	(Sr _{1.343} Ba _{0.507} Mg _{0.045} Eu _{0.1} Mn _{0.005})SiO ₄	100	—	—	462

[0148] <評価>

各実施例および比較例に係る白色LEDの発光スペクトルを測定した。発現した発光ピークの波長と、各発光ピークの強度比について結果を表2に示す。なお、線状ピークについては、波長の単位nmの後ろに（l）を付し、区別した。また、発光ピーク強度における、P1、P2、P3、V1、P₆₀₀は、それぞれ以下に示す強度である。

P1：第1の発光ピーク群（430～470nmの範囲）の最大強度

P2：第2の発光ピーク群（520～560nmの範囲）の最大強度

P3：第3の発光ピーク群（580～740nmの範囲）の最大強度

V1：第1の発光ピーク群と第2の発光ピーク群の間の谷間（480～500nmの範囲）の最低強度

P₆₀₀：波長600nmの強度

また、P₆₀₀/P3は、600nmの強度の第3の発光ピーク群の最大強度P3に対する百分率（%）を示す。

[0149]

[表2]

試料No.	発光スペクトルの発光ピーク波長 ^{*1}	発光強度比			
		P2/P1	P3/P1	V1/P1	I _{600nm} /P3 ^{*2} (%)
実施例1	452nm、534nm、595nm(I)、616nm(I)、625nm(I)、704nm(I)	0.63	2.40	0.16	8
実施例2	456nm、534nm、598nm(I)、619nm(I)、628nm(I)、707nm(I)	0.63	2.40	0.20	8
実施例3	454nm、534nm、595nm(I)、616nm(I)、625nm(I)、704nm(I)	0.70	0.20	0.20	50
実施例4	452nm、520nm、595nm(I)、616nm(I)、625nm(I)、704nm(I)	0.91	2.79	0.60	5
実施例5	452nm、560nm、595nm(I)、616nm(I)、625nm(I)、704nm(I)	0.10	0.20	0.01	4
実施例6	452nm、560nm、595nm(I)、616nm(I)、625nm(I)、704nm(I)	1.00	0.70	0.02	50
実施例7	453nm、534nm、595nm(I)、616nm(I)、625nm(I)、704nm(I)	0.69	2.45	0.40	13
実施例8	452nm、535nm、595nm(I)、616nm(I)、625nm(I)、704nm(I)	0.80	0.19	0.19	35
実施例9	452nm、534nm、596nm(I)、617nm(I)、626nm(I)、705nm(I)	0.57	1.80	0.20	15
比較例1	452nm、565nm、595nm(I)、616nm(I)、625nm(I)、704nm(I)	0.80	0.10	0.01	52
比較例2	452nm、515nm、595nm(I)、616nm(I)、625nm(I)、704nm(I)	1.10	3.11	0.72	3
比較例3	462nm(発光素子による)、560nm	0.45	—	0.21	—

*1 (I)は線状のピークであることを示す。

*2 I_{600nm}は、600nmにおける発光強度を示す。

[0150] 実施例の白色LEDでは、発光スペクトルの発光ピークは、図2に示されるCRTの発光スペクトルとほぼ同様であることがわかる。これに、対して比較例の白色LEDでは、蛍光体の配合量が本発明の範囲に調整されていないことから、比較例1では、第1の発光ピーク群の最大強度が大きい為に P_3/P_1 比が下限値より小さくなり、比較例2では第2の発光ピークの波長が短くなってしまい、その結果CRTの発光スペクトルとは、ズレが大きいものとなっている。さらに、比較例3では、第3の発光ピーク群がないので P_3 に関連する指標が定義できず、本発明の範囲外である。

[0151] (実施例7～11、比較例4～6)

実施例1および3～9、比較例1～3の白色LEDを用い、産業用途で一般的に用いられるカラーフィルタと組合せることによりITU-R BT.709規格の色域に対応したフルカラー液晶表示装置を作製した。

[0152] 白色LEDを発光させた状態で、前記カラーフィルタを通した光を積分球に導き、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の発光色を評価し、フルカラー液晶表示装置(ディスプレイ)にしたときの色再現域(色再現性)を調べた。色再現性については図3に示したCIE色度図を用いて緑色、青色、赤色の発光点の座標を測定した。さらに白色色度を求めた。また、比較例7として、GBR全部を表示させたCRT(三菱電機株式会社製、RDS-15X)から発光された光の各色の発光座標も調べた。その結果を表3に示す。

[0153]

[表3]

試料No.	白色LED の種類	各色発光点の発光色度(u' , v')										備考
		緑色発光点		青色発光点		赤色発光点		白色光				
		u'	v'	u'	v'	u'	v'	u'	v'			
実施例10	実施例1	0.11	0.57	0.15	0.17	0.44	0.52	0.20	0.47			
実施例11	実施例3	0.11	0.57	0.15	0.17	0.43	0.53	0.15	0.47			
実施例12	実施例4	0.10	0.58	0.17	0.18	0.47	0.53	0.16	0.38			
実施例13	実施例5	0.12	0.56	0.15	0.16	0.44	0.52	0.20	0.37			
実施例14	実施例6	0.11	0.58	0.16	0.18	0.43	0.53	0.19	0.40			
実施例15	実施例7	0.11	0.58	0.17	0.18	0.47	0.53	0.17	0.39			
実施例16	実施例8	0.12	0.57	0.15	0.16	0.47	0.52	0.16	0.37			
実施例17	実施例9	0.10	0.58	0.17	0.18	0.47	0.53	0.18	0.37			
比較例4	比較例1	0.12	0.58	0.15	0.16	0.42	0.53	0.19	0.46			
比較例5	比較例2	0.08	0.58	0.18	0.25	0.50	0.53	0.22	0.50			
比較例6	比較例3	0.13	0.56	0.16	0.18	0.42	0.53	0.11	0.45			
比較例7	—	0.12	0.56	0.17	0.18	0.45	0.52	—	—		CRT	

[0154] 表 3 に示される通り、本実施例に係るフルカラー液晶表示装置は、従来の C R T を使用した場合と同様の I T U - R B T . 7 0 9 規格に適合した色再現性を有していることが分かった。一方、比較例においては、緑色色度、青色色度、赤色色度の少なくとも 1 色で、従来の C R T を使用した場合の色度から外れており、I T U - R B T . 7 0 9 規格に適合した色再現性を有しているとは言い難かった。

[0155] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

- [0156] 1 発光ダイオード（発光素子）
2 蛍光体層
3 反射層
4 樹脂枠
5 配線
6 基板
10 白色 L E D

請求の範囲

[請求項1]

360～430nmの波長領域内に発光ピークを有する1次光を出射する、紫外線発光ダイオード、青紫色発光ダイオード、紫外線発光レーザーおよび青紫色発光レーザーから選ばれる少なくとも1種の発光素子と、

前記1次光により励起されて430～470nmの波長領域内に発光ピークを有する青色光を発光する青色蛍光体、前記1次光により励起されて520～560nmの波長領域内に発光ピークを有する緑色光を発光する緑色蛍光体、および前記1次光により励起されて580～740nmの波長領域内に2つ以上の線状の発光ピークを有する赤色光を発光する赤色蛍光体を含む蛍光体層と、

を具備した、フルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色LEDであって、

前記青色蛍光体は、2価のユーロピウム付活ハロゲン酸塩蛍光体、2価のユーロピウム付活アルミン酸塩蛍光体、銀付活硫化亜鉛蛍光体、および塩素付活硫化亜鉛蛍光体、から選ばれる少なくとも1種の蛍光体からなり、

前記緑色蛍光体は、ユーロピウムおよびマンガン付活アルカリ土類オルト珪酸マグネシウム蛍光体、ならびにユーロピウム付活サイアロン蛍光体から選ばれる少なくとも1種の蛍光体からなり、

前記赤色蛍光体は、ユーロピウムおよびサマリウムから選ばれる少なくとも1種で付活された希土類酸硫化物蛍光体であり、

前記白色LEDを用いて作製した前記液晶表示装置は、この液晶表示装置の発光色の色再現域を $L^*u^*v^*$ 表色系の色度図の (u', v') 値で表したとき、前記発光色の青色、緑色および赤色の各原色の色度点が、ITU-R BT. 709の青色、緑色および赤色の各原色の色度点に対してそれぞれ±0.02以下の範囲内にあることを特徴とするフルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色LED。

[請求項2]

前記白色LEDの出射する白色光の発光スペクトルは、

430～470nmの波長領域内に発光ピークを少なくとも1個有する第1の発光ピーク群と、

520～560nmの波長領域内に発光ピークを少なくとも1個有する第2の発光ピーク群と、

580～740nmの波長領域内に発光ピークを少なくとも2個有し、かつこの発光ピークのうち少なくとも2個は線状の発光ピークである第3の発光ピーク群と、

470nmを超え520nm未満の波長領域内における発光強度の最低値を、480～500nmの波長領域内で示す谷部とを含み、

前記第1の発光ピーク群中の発光ピークの発光強度の最大値 P_1 を1.0としたとき、第2の発光ピーク群中の発光ピークの発光強度の最大値 P_2 が $0.1 \leq P_2 \leq 1.0$ 、第3の発光ピーク群中の発光ピークの発光強度の最大値 P_3 が $0.2 \leq P_3 \leq 3.0$ 、および前記谷部の発光強度の最低値 V_1 が $0.01 \leq V_1 \leq 0.6$ であり、かつ、600nmにおける発光強度 P_{600} が前記 P_3 の50%以下であることを特徴とする請求項1に記載のフルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色LED。

[請求項3]

前記緑色蛍光体は、下記一般式1で実質的に表される2価のユーロピウムおよびマンガン付活珪酸塩蛍光体、ならびに下記一般式2または3で実質的に表されるユーロピウム付活サイアロン蛍光体から選ばれる少なくとも1種の緑色蛍光体からなることを特徴とする請求項1または2に記載のフルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色LED。

[化1]

一般式1： $(Sr_{2-x-y-z-u}Ba_xMg_yEu_zMn_u)SiO_4$

(式中、 x 、 y 、 z および u は、 $0.1 < x < 1.0$ 、 $0 \leq y < 0.$

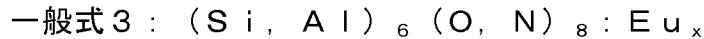
21 、 $0.05 < z < 0.3$ 、 $0 \leq u < 0.04$ を満たす値である)

[化2]



(式中、 x 、 y 、 z 、 v および w は、 $0 < x \leq 3$ 、 $12 < y < 14$ 、 $2 < z < 3.5$ 、 $1 < v < 3$ 、 $20 < w < 22$ を満たす数である)

[化3]

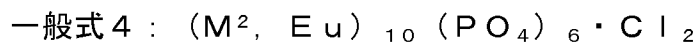


(式中、 x は $0 < x < 0.3$ を満たす数である)

[請求項4]

前記青色蛍光体は、下記一般式4で実質的に表される2価のユーロピウム付活ハロゲン酸塩蛍光体、下記一般式5で実質的に表される2価のユーロピウム付活アルミン酸塩蛍光体、下記一般式6で実質的に表される銀付活硫化亜鉛蛍光体、および下記一般式7で実質的に表される塩素付活硫化亜鉛蛍光体から選ばれる少なくとも1種の青色蛍光体からなることを特徴とする請求項1乃至3項のいずれか1項に記載のフルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色LED。

[化4]



(式中、 M^2 は、 Mg 、 Ca 、 Sr および Ba から選ばれる少なくとも1種の元素を示す)

[化5]



(式中、 M^3 は、 Mg 、 Ca 、 Sr 、 Ba 、 Zn 、 Li 、 Rb および Cs から選ばれる少なくとも1種の元素を示し、 a および b は、 $0 < a$ 、 $0 < b$ 、 $0.2 \leq a/b \leq 1.5$ を満たす数である)

[化6]



(式中、 x は $0 < x < 0.01$ を満たす数である)

[化7]



(式中、 x は $0 < x < 0.01$ を満たす数である)

[請求項5] 前記赤色蛍光体は、下記一般式 8 で実質的に表されるユーロピウムおよびサマリウムから選ばれる少なくとも 1 種で付活された希土類酸硫化物蛍光体であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 項のいずれかに 1 項に記載のフルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色 LED。

[化 8]

一般式 8 : $(La_{1-x-y-z}Y_xSm_yEu_z)_2O_2S$

(式中、 x 、 y および z は、 $0 \leq x < 0.99$ 、 $0 \leq y < 0.03$ 、 $0.01 < z < 0.15$ を満たし、かつ $1 - x - y - z \geq 0$ となる値である)

[請求項6] 360～430 nm の波長領域内に発光ピークを有する 1 次光を出射する、紫外線発光ダイオード、青紫色発光ダイオード、紫外線発光レーザー、および青紫色発光レーザーから選ばれる少なくとも 1 種の発光素子と、

前記 1 次光により励起されて緑色光を発光する緑色蛍光体、前記 1 次光により励起されて青色光を発光する青色蛍光体、および前記 1 次光により励起されて赤色光を発光する赤色蛍光体を含む蛍光体層と、

を具備した、フルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色 LED であって、

前記緑色蛍光体は、下記一般式 1 で実質的に表される 2 価のユーロピウムおよびマンガン付活珪酸塩蛍光体、ならびに下記一般式 2 または 3 で実質的に表されるユーロピウム付活サイアロン蛍光体から選ばれる少なくとも 1 種の蛍光体からなり、

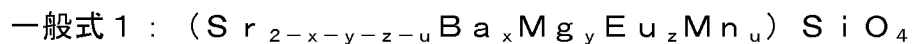
前記青色蛍光体は、下記一般式 4 で実質的に表される 2 価のユーロピウム付活ハロリン酸塩蛍光体、下記一般式 5 で実質的に表される 2 価のユーロピウム付活アルミン酸塩蛍光体、下記一般式 6 で実質的に表される銀付活硫化亜鉛蛍光体、および下記一般式 7 で実質的に表される塩素付活硫化亜鉛蛍光体から選ばれる少なくとも 1 種の蛍光体から

なり、

前記赤色蛍光体は、下記一般式 8 で実質的に表されるユーロピウムおよびサマリウムから選ばれる少なくとも 1 種で付活された希土類酸硫化物蛍光体であり、

前記蛍光体層中の各色蛍光体の含有量は、全ての蛍光体の合計量に対して、緑色蛍光体が 1 ～ 10 重量%、青色蛍光体が 40 ～ 80 重量%、および赤色蛍光体が 10 ～ 50 重量%であることを特徴とするフルカラー液晶表示装置のバックライト用の白色 LED。

[化 9]



(式中、 x 、 y 、 z および u は、 $0.1 < x < 1.0$ 、 $0 \leq y < 0.21$ 、 $0.05 < z < 0.3$ 、 $0 \leq u < 0.04$ を満たす値である)

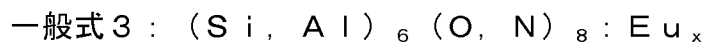
[化 10]



(式中、 x 、 y 、 z 、 v および w は $0 < x \leq 3$ 、 $12 < y < 14$ 、 $2 < z < 3.5$ 、 $1 <$

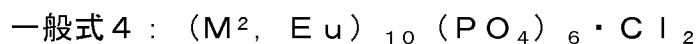
$v < 3$ 、 $20 < w < 22$ を満たす数である)

[化 11]



(式中、 x は $0 < x < 0.3$ を満たす数である)

[化 12]



(式中、 M^2 は、 Mg 、 Ca 、 Sr および Ba から選ばれる少なくとも 1 種の元素を示す)

[化 13]



(式中、 M^3 は、 Mg 、 Ca 、 Sr 、 Ba 、 Zn 、 Li 、 Rb および Cs から選ばれる少なくとも 1 種の元素を示し、 a および b は、 $0 <$

a 、 $0 < b$ 、 $0.2 \leq a/b \leq 1.5$ を満たす数である)

[化14]

一般式6: $(Zn_{1-x}Ag_x)_S$

(式中、 x は $0 < x < 0.01$ を満たす数である)

[化15]

一般式7: $(Zn_{1-x}Cl_x)_S$

(式中、 x は $0 < x < 0.01$ を満たす数である)

[化16]

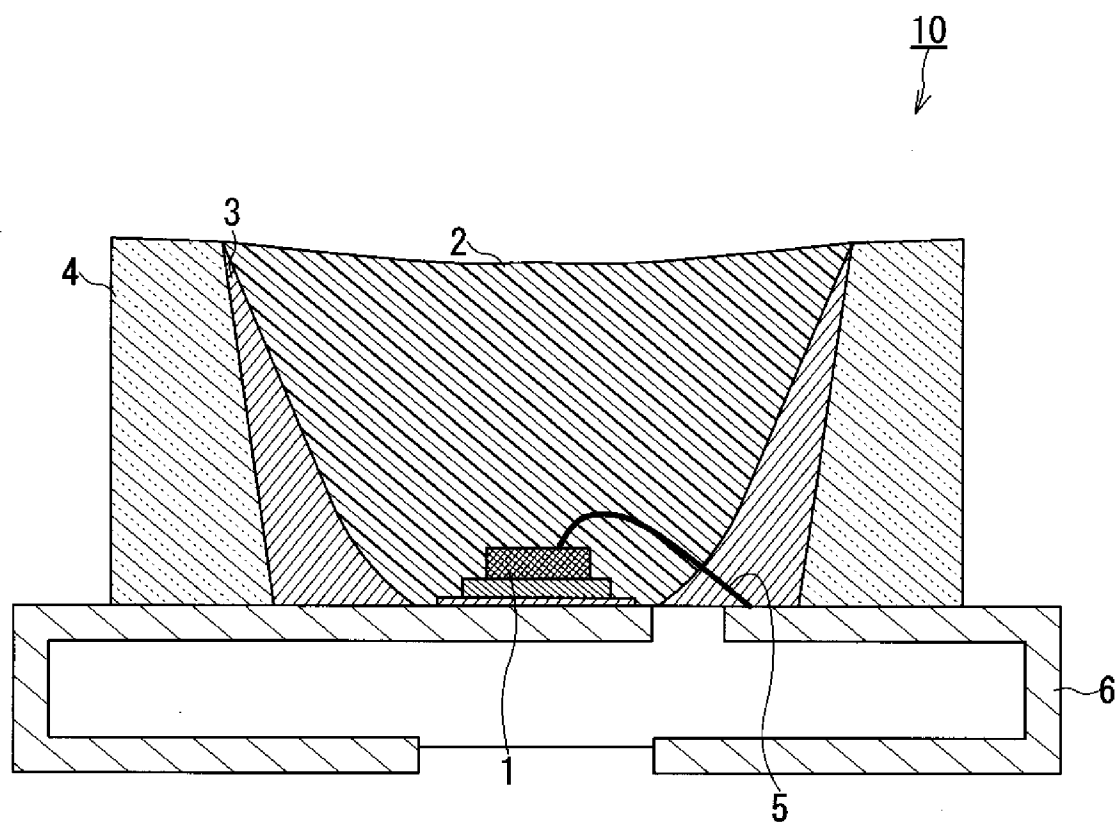
一般式8: $(La_{1-x-y-z}Y_xSm_yEu_z)_2O_2S$

(式中、 x 、 y および z は、 $0 \leq x < 0.99$ 、 $0 \leq y < 0.03$ 、 $0.01 < z < 0.15$ を満たし、かつ $1 - x - y - z \geq 0$ となる値である)

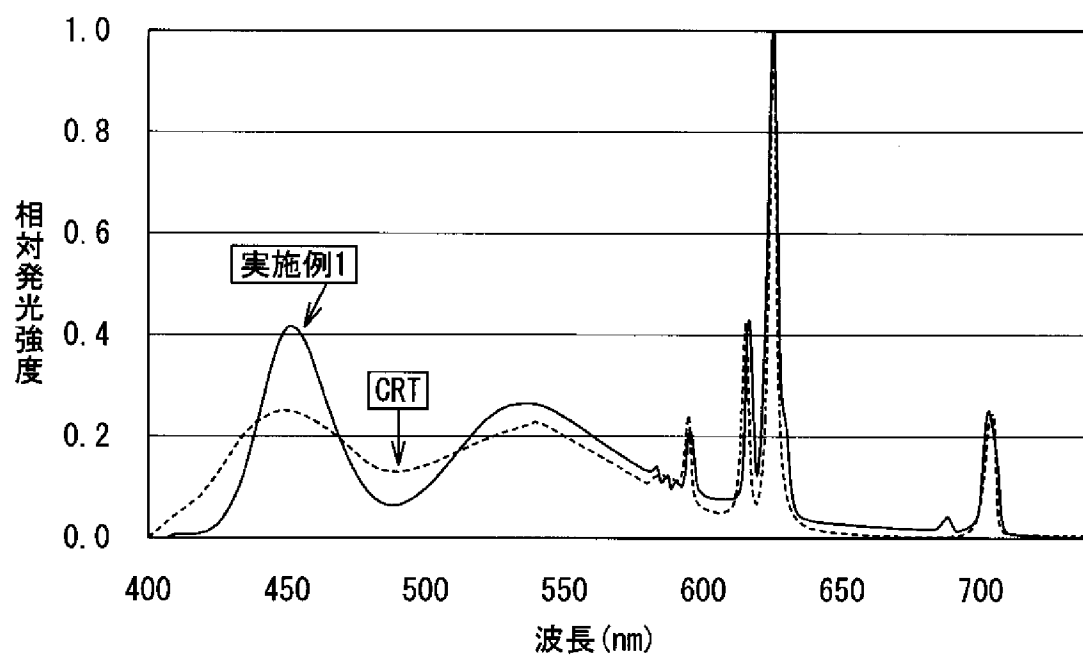
[請求項7] 請求項1乃至6項のいずれか1項に記載の白色LEDを用いたことを特徴とするフルカラー液晶表示装置用のバックライト。

[請求項8] 請求項7に記載のバックライトを用いて作製したことを特徴とするフルカラー液晶表示装置。

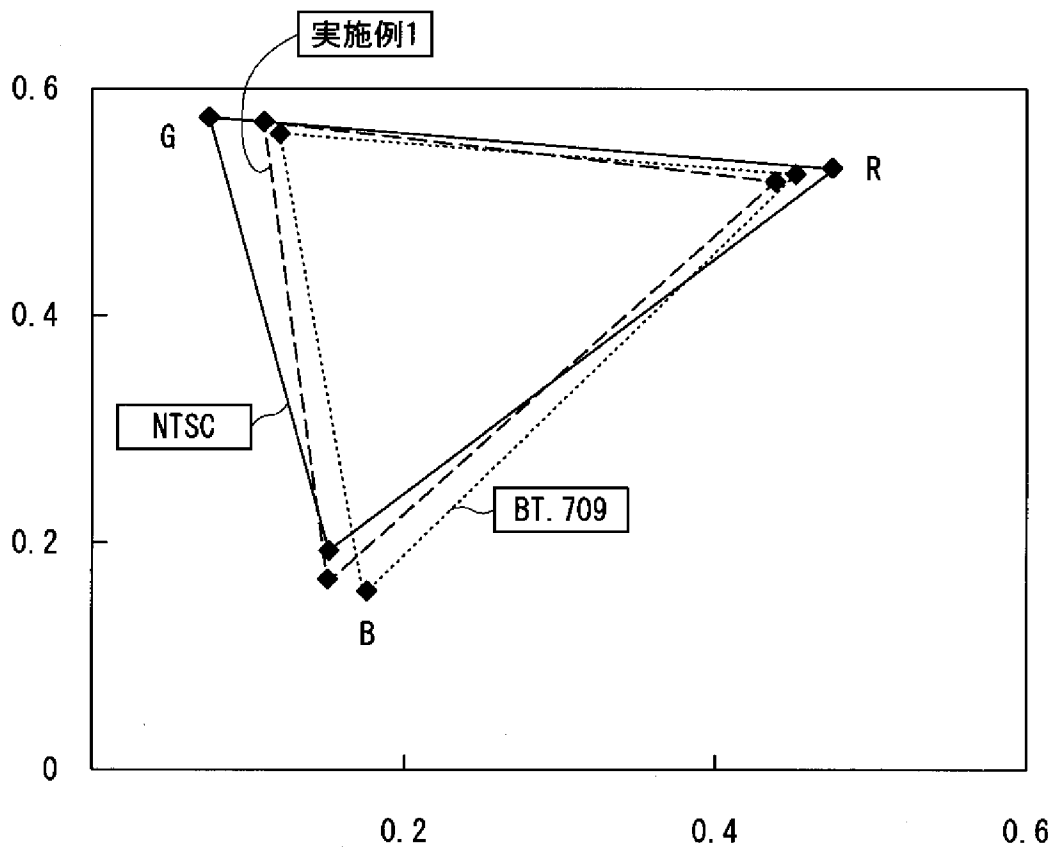
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053147

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L33/50(2010.01)i, C09K11/08(2006.01)i, C09K11/56(2006.01)i, C09K11/59(2006.01)i, C09K11/64(2006.01)i, C09K11/72(2006.01)i, C09K11/84(2006.01)i, G02F1/13357(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)

H01L33/00-33/64, C09K11/00-11/89

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-91958 A (Toshiba Corp., Toshiba Materials Co., Ltd.), 12 April 2007 (12.04.2007), paragraphs [0013] to [0028]; fig. 1, 3 (Family: none)	1-8
Y	JP 2010-4035 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 07 January 2010 (07.01.2010), paragraphs [0158] to [0165] (Family: none)	1-8
Y	JP 2010-31201 A (Toshiba Corp.), 12 February 2010 (12.02.2010), paragraph [0040] & US 2010/0025632 A & US 2010/0025632 A1	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

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

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 March, 2011 (17.03.11)

Date of mailing of the international search report
29 March, 2011 (29.03.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L33/50(2010.01)i, C09K11/08(2006.01)i, C09K11/56(2006.01)i, C09K11/59(2006.01)i, C09K11/64(2006.01)i, C09K11/72(2006.01)i, C09K11/84(2006.01)i, G02F1/13357(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L33/00-33/64, C09K11/00-11/89

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-91958 A（株式会社東芝、東芝マテリアル株式会社） 2007.04.12, 【0013】－【0028】、【図1】、【図3】（ファミリーなし）	1-8
Y	JP 2010-4035 A（三菱化学株式会社）2010.01.07, 【0158】－ 【0165】（ファミリーなし）	1-8
Y	JP 2010-31201 A（株式会社東芝）2010.02.12, 【0040】 & US 2010/0025632 A & US 2010/0025632 A1	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 7 . 0 3 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 3 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

杉田 翠

2 K

4 6 3 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3255