(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
2006 年2 月23 日 (23.02.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/019016 A1

(51) 国際特許分類:
G02F 1/13357 (2006.01) *F21S 2/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/014599

(22) 国際出願日: 2005 年8 月9 日 (09.08.2005)

(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2004-238789 2004 年8 月18 日 (18.08.2004) JP
特願2004-238787 2004 年8 月18 日 (18.08.2004) JP
特願2005-075500 2005 年3 月16 日 (16.03.2005) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川６丁目７番３５号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 芳賀 秀一 (HAGA, Shuichi) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川６丁目７番３５号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 柿沼 孝一郎 (KAKINUMA, Koichiro) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川６丁目７番３５号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 中枝 武弘 (NAKATSUE, Takehiro) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川６丁目７番３５号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 松本 達彦 (MATSUMOTO, Tatsuhiko) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川６丁目７番３５号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 田川 康弘 (TAGAWA, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川６丁目７番３５号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 太田 温 (OTA, Yutaka) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川６丁目７番３５号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 奥 貴司 (OKU, Takashi) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川６丁目７番３５号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 新井 健雄 (ARAI, Takeo) [JP/JP]; 〒3460035 埼玉県久喜市清久町１－１０ ソニーマニュファクチュアリングシステムズ株式会社内 Saitama (JP).

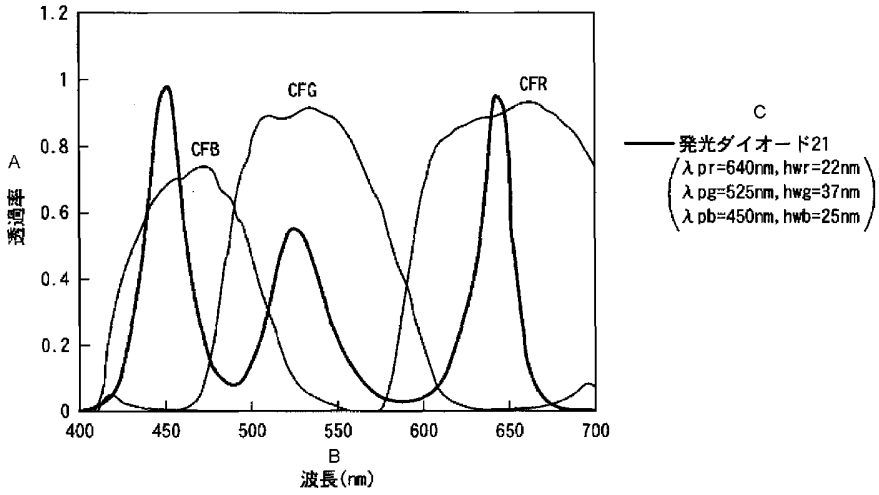
(74) 代理人: 小池 晃, 外 (KOIKE, Akira et al.); 〒1000011 東京都千代田区内幸町一丁目１番７号 大和生命ビル１１階 Tokyo (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

[続葉有]

(54) Title: BACKLIGHT DEVICE AND COLOR LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: バックライト装置及びカラー液晶表示装置



A...TRANSMITTANCE
B...WAVELENGTH (nm)
C...LIGHT EMITTING DIODE 21

(57) Abstract: There is provided a backlight device used in a color liquid crystal display device (LCD). The backlight device generates white light by mixing red light, green light, and blue light generated from a light source including a red color light emitting diode (21R) emitting red color light having a half value width hwr: 15 nm ≦ hwr ≦ 30 nm, a green color light emitting diode (21G) emitting green color light having a half value width hwg: 25 nm ≦ hwg ≦ 50 nm, and a blue color light emitting diode (21B) emitting blue color light having a half value width hwb: 15 nm ≦ hwb ≦ 30 nm. The white color light is applied from the rear side of a transmittance type color liquid crystal display panel (10) including a color filter (19) having three primary color filters for wavelength-selectively transmitting red color light, green color light, and blue color light.

[続葉有]

WO 2006/019016 A1

BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 本発明は、カラー液晶表示装置（ＬＣＤ：Liquid Crystal Display）に用いられるバックライト装置であり、半値幅ｈｗｒが、１５ｎｍ≦ｈｗｒ≦３０ｎｍである赤色光を発光する赤色発光ダイオード（２１Ｒ）、半値幅ｈｗｇが、２５ｎｍ≦ｈｗｇ≦５０ｎｍである緑色光を発光する緑色発光ダイオード（２１Ｇ）及び半値幅ｈｗｂが、１５ｎｍ≦ｈｗｂ≦３０ｎｍである青色光を発光する青色発光ダイオード（２１Ｂ）からなる光源によって発光された赤色光、緑色光及び青色光を混色して、白色光を生成する。この白色光は、赤色光、緑色光、青色光を波長選択透過する３原色フィルタからなるカラーフィルタ（１９）を備えた透過型のカラー液晶表示パネル（１０）を背面側から照明する。

明 細 書

バックライト装置及びカラー液晶表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、カラー液晶表示装置(LCD:Liquid Crystal Display)に関し、特に色域を広げ、より忠実な色再現性を確保するようにしたカラー液晶表示装置に関する。

本出願は、日本国において2004年8月18日に出願された日本特許出願番号2004－238787、日本特許出願番号2004－238789及び2005年3月16日に出願された日本特許出願番号2005－075500を基礎として優先権を主張するものであり、これらの出願は参照することにより、本出願に援用される。

背景技術

[0002] 従来、テレビジョン放送が開始されてから長年使用されてきたCRT(Cathode Ray Tube)に代わり、液晶表示装置(LCD:Liquid Crystal Display)や、プラズマディスプレイ(PDP:Plasma Display Panel)といった非常に薄型化されたテレビジョン受像機が開発され、実用化されている。特に、カラー液晶表示パネルを用いたカラー液晶表示装置は、低消費電力での駆動が可能であることや、大型のカラー液晶表示パネルの低価格化などに伴い、加速的に普及することが考えられ、今後の更なる発展が期待できる表示装置である。

カラー液晶表示装置は、透過型のカラー液晶表示パネルを背面側からバックライト装置にて照明することでカラー画像を表示させるバックライト方式が主流となっている。バックライト装置の光源としては、蛍光管を使った白色光を発光するCCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)が多く用いられている。

一般に、透過型のカラー液晶表示装置では、例えば、図1に示すような分光特性(スペクトル特性)の青色フィルタCFB_0(460nm)、緑色フィルタCFG_0(530nm)、赤色フィルタCFR_0(685nm)からなる3原色フィルタを用いたカラーフィルタが、カラー液晶表示パネルの画素毎に備えられている。なお、カッコ内の数値は、各フィルタのピーク透過波長を示している。

これに対し、カラー液晶表示装置のバックライト装置の光源として用いられる3波長

域型のCCFLが発光する白色光は、図2に示すようなスペクトルを示し、様々な波長帯域で異なる強度の光を含んでいることになる。

したがって、このような3波長域発光型のCCFLを光源とするバックライト装置と、上述したようなカラーフィルタを備えるカラー液晶表示パネルとの組み合わせによって再現される色は、非常に色純度が悪いといった問題がある。

図3に、上述したような3波長域型のCCFLを光源としたバックライト装置を備えるカラー液晶表示装置の色再現範囲を示す。図3は、国際照明委員会(CIE:Commission Internationale de l'Eclairage)が定めたXYZ表色系のxy色度図である。

図3に示すようにCCFLを光源としたバックライト装置を備えたカラー液晶表示装置の色再現範囲は、カラーテレビジョンの放送方式として採用されているNTSC(National Television System Committee)方式の規格で定められている色再現範囲より狭い範囲となっており、現行のテレビジョン放送に十分対応できているとはいえない。

また、CCFLは、蛍光管内に水銀を封入するため、環境への悪影響が考えられるため、今後、バックライト装置の光源として、CCFLに代わる光源が求められている。そこで、CCFLに代わる光源として発光ダイオード(LED:Light Emitting Diode)が有望視されている。青色発光ダイオードの開発により、光の3である赤色光、緑色光、青色光をそれぞれ発光する発光ダイオードが揃ったことになる。したがって、この発光ダイオードをバックライト装置の光源とすることで、カラー液晶表示パネルを介した色光の色純度が高くなるため、色再現範囲をNTSC方式で規定される程度、さらには、それを超える程度まで広げることが期待されている。

しかし、発光ダイオードを光源とするバックライト装置を使用したカラー液晶表示装置の色再現範囲は、未だ、NTSC方式で規定された色再現範囲を満たすほど十分広くないといった問題がある。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] 本発明は、上述したような問題を解決するために提案されたものであり、バックライト方式の液晶表示装置の広色域化を可能にするバックライト装置及びこのバックライト装置を用いたカラー液晶表示装置を提供することにある。

本発明が適用されたバックライト装置は、赤色光、緑色光、青色光を波長選択透過する3原色フィルタからなるカラーフィルタを備えた透過型のカラー液晶表示パネルを背面側から白色光で照明するバックライト装置であって、このバックライト装置は、半値幅hwrが、15nm≦hwr≦30nmである赤色光を発光する赤色発光ダイオード、半値幅hwgが、25nm≦hwg≦50nmである緑色光を発光する緑色発光ダイオード及び半値幅hwbが、15nm≦hwb≦30nmである青色光を発光する青色発光ダイオードからなる光源と光源から発光された赤色光、緑色光及び青色光を混色して、白色光とする混色手段とを備える。

また、本発明が適用されたカラー液晶表示装置は、赤色光、緑色光、青色光を波長選択透過する3原色フィルタからなるカラーフィルタを備えた透過型のカラー液晶表示パネルと、カラー液晶表示パネルを背面側から白色光で照明するバックライト装置とを備えるカラー液晶表示装置であって、バックライト装置は、半値幅hwrが、15nm≦hwr≦30nmである赤色光を発光する赤色発光ダイオード、半値幅hwgが、25nm≦hwg≦50nmである緑色光を発光する緑色発光ダイオード及び半値幅hwbが、15nm≦hwb≦30nmである青色光を発光する青色発光ダイオードからなる光源と、光源から発光された赤色光、緑色光及び青色光を混色して、白色光とする混色手段とを有する。

本発明が適用されたバックライト装置は、白色光を生成し、この白色光で、赤色光、緑色光、青色光を波長選択透過する3原色フィルタからなるカラーフィルタを備えた透過型のカラー液晶表示パネルを背面側から照明することにより、光源となる赤色発光ダイオード、緑色発光ダイオード、青色発光ダイオードで発光される赤色光、緑色光、青色光の色純度を上げ、混色された白色光を光色域化することが可能となり、NTSC(National Television System Committee)比を100%以上とするような色再現範囲を達成することを可能とする。

また、本発明が適用された他のバックライト装置は、赤色光、緑色光、青色光を波長選択透過する3原色フィルタからなるカラーフィルタを備えた透過型カラー液晶表示パネルを背面側から白色光で照明するバックライト装置であって、このバックライト装置は、国際照明委員会(CIE:Commission Internationale de l'Eclariage)が定めた

XYZ表色系のxy色度図中における色度点が0．65≦x≦0．75、0．27≦y≦0．33となる赤色光を発光する赤色発光ダイオード、xy色度図中の色度点が0．12≦x≦0．28、0．64≦y≦0．76である緑色光を発光する緑色発光ダイオード及びxy色度図中の色度点が0．14≦x≦0．17、0．01≦y≦0．06となる青色光を発光する青色発光ダイオードとからなる光源と、光源から発光された赤色光、緑色光及び青色光を混色して、白色光とする混色手段とを備える。

また、本発明が適用された他のカラー液晶表示装置は、赤色光、緑色光、青色光を波長選択透過する3原色フィルタからなるカラーフィルタを備えた透過型のカラー液晶表示パネルと、カラー液晶表示パネルを背面側から白色光で照明するバックライト装置とを備えるカラー液晶表示装置であって、バックライト装置は、国際照明委員会（CIE：Commission Internationale de l'Eclariage）が定めたXYZ表色系のxy色度図中における色度点が0．65≦x≦0．75、0．27≦y≦0．33となる赤色光を発光する赤色発光ダイオード、xy色度図中の色度点が0．12≦x≦0．28、0．64≦y≦0．76である緑色光を発光する緑色発光ダイオード及びxy色度図中の色度点が0．14≦x≦0．17、0．01≦y≦0．06となる青色光を発光する青色発光ダイオードとからなる光源と、光源から発光された赤色光、緑色光及び青色光を混色して、白色光とする混色手段とを備える。

このバックライト装置は、白色光を生成し、この白色光で、赤色光、緑色光、青色光を波長選択透過する3原色フィルタからなるカラーフィルタを備えた透過型のカラー液晶表示パネルを背面側から照明することにより、光源となる赤色発光ダイオード、緑色発光ダイオード、青色発光ダイオードで発光される赤色光、緑色光、青色光の色純度を上げ、混色された白色光を光色域化することが可能となり、NTSC（National Television System Committee）比を100％以上とするような色再現範囲を達成することを可能とする。このとき、発光ダイオードを光源とするカラー液晶表示装置の色域を最適化する際に、赤色発光ダイオード、緑色発光ダイオード、青色発光ダイオードから発光される各色光の色度点範囲を規定しているため、一般に発光ダイオードの波長のみを規定することで最適化を図る場合と較べて、より正確に最適な色域を再現することを可能とする。

本発明を適用したさらに他のカラー液晶表示装置は、カラーフィルタを備えた透過型のカラー液晶表示パネルと、このカラー液晶表示パネルを背面側から照明する液晶表示用バックライト光源とを備え、このバックライト光源は、赤色発光ダイオード、緑色発光ダイオード、青色発光ダイオードからなり、バックライト光源から発光された赤色光、緑色光、青色光を混色して白色光とする混色手段を備え、緑色発光ダイオードの発光スペクトルの半値幅が30nm～40nmの範囲内であるものである。

このカラー液晶表示装置は、バックライト光源が、赤色発光ダイオード、緑色発光ダイオード、青色発光ダイオードから成ることにより、CCFL等の蛍光管を用いたバックライト光源を用いた場合と比較して、カラー液晶表示装置の色再現範囲を広げることができる。

また、緑色発光ダイオードの発光スペクトルの半値幅が30nm～40nmの範囲内であることにより、半値幅が従来の構成よりも狭くなり、緑色と他の色（特に青色）との混色を抑制することができる。これにより、半値幅が大きい従来の構成と比較して、カラー液晶表示装置の色再現範囲を、緑色の領域において広げることができる。

本発明のさらに他の目的、本発明によって得られる具体的な利点は、以下において図面を参照して説明される実施に形態から一層明らかにされるであろう。

図面の簡単な説明

[0004] [図1]図1は、従来のカラー液晶表示装置に設けられるカラー液晶表示パネルのカラーフィルタの分光特性を示した図である。

[図2]図2は、カラー液晶表示装置に設けられるバックライト装置の光源（CCFL）のスペクトルを示した図である。

[図3]図3は、XYZ表色系のxy色度図中に、バックライト装置の光源としてCCFLを用いた従来の示すカラー液晶表示装置の色再現範囲を示した図である。

[図4]図4は、本発明が適用されるカラー液晶表示装置を示す分解斜視図である。

[図5]図5は、カラー液晶表示装置を構成するカラー液晶表示パネルのカラーフィルタを示す平面図である。

[図6]図6は、カラー液晶表示装置を構成するバックライト装置を示す斜視図である。

[図7]図7は、カラー液晶表示装置を駆動する駆動回路を示すブロック回路図である

。

[図8]図8は、カラー液晶表示装置が備えるカラー液晶表示パネルのカラーフィルタの分光特性を示した図である。

[図9]図9は、視感度について説明するために用いる図である。

[図10]図10は、測定1で用いる発光ダイオードとカラーフィルタとの分光特性を示した図である。

[図11]図11は、XYZ表色系のxy色度図中に、バックライト装置の光源として測定1の発光ダイオードを用いたカラー液晶表示装置の色再現範囲を示した図である。

[図12]図12は、測定2で用いる発光ダイオードとカラーフィルタとの分光特性を示した図である。

[図13]図13は、XYZ表色系のxy色度図中に、バックライト装置の光源として測定2の発光ダイオードを用いたカラー液晶表示装置の色再現範囲を示した図である。

[図14]図14は、測定2におけるカラー液晶表示装置のNTSC比を、緑色発光ダイオードで発光される緑色光の半値幅依存性として示した図である。

[図15]図15は、測定3におけるカラー液晶表示装置のNTSC比を、緑色発光ダイオードで発光される緑色光の半値幅依存性として示した図である。

[図16]図16は、測定4で用いる発光ダイオードとカラーフィルタとの分光特性を示した図である。

[図17]図17は、XYZ表色系のxy色度図中に、バックライト装置の光源として測定4の発光ダイオードを用いたカラー液晶表示装置の色再現範囲を示した図である。

[図18]図18は、測定4におけるカラー液晶表示装置のNTSC比を、緑色発光ダイオードで発光される緑色光の半値幅依存性として示した図である。

[図19]図19Aは赤色発光ダイオードのピーク波長帯域を可変させる場合において、カラーフィルタと、各発光ダイオードで発光される光のスペクトルとを示す図であり、図19BはNTSC比の波長依存性を示す図である。

[図20]図20Aは緑色発光ダイオードのピーク波長帯域を可変させる場合において、カラーフィルタの分光特性と、各発光ダイオードで発光される光のスペクトルとを示す図であり、図20BはNTSC比の波長依存性を示す図である。

[図21]図21Aは青色発光ダイオードのピーク波長帯域を可変させる場合において、カラーフィルタの分光特性と、各発光ダイオードで発光される光のスペクトルとを示す図であり、図21Bは、NTSC比の波長依存性を示す図である。

[図22]図22AはXYZ表色計のxy色度図中に赤色発光ダイオードの色度点をプロットした図であり、図22Bはプロット箇所近傍を拡大した図である。

[図23]図23AはXYZ表色計のxy色度図中に緑色発光ダイオードの色度点をプロットした図であり、図23Bはプロット箇所近傍を拡大した図である。

[図24]図24AはXYZ表色計のxy色度図中に青色発光ダイオードの色度点をプロットした図であり、図24Bはプロット箇所近傍を拡大した図である。

[図25]図25は、ピーク波長が同一で、半値幅が異なる赤色発光ダイオードのスペクトル分布を示した図である。

[図26]図26は、ピーク波長が同一で、半値幅が異なる緑色発光ダイオードのスペクトル分布を示した図である。

[図27]図27は、ピーク波長が同一で、半値幅が異なる青色発光ダイオードのスペクトル分布を示した図である。

[図28]図28は、発光ダイオードと、カラーフィルタとの分光特性を示した図である。

[図29]図29AはXYZ表色計のxy色度図中に半値幅を2倍にした赤色発光ダイオードの色度点をプロットした図であり、図29Bはプロット箇所近を拡大した図である。

[図30]図30AはXYZ表色計のxy色度図中に半値幅を2倍にした緑色発光ダイオードの色度点をプロットした図であり、図30Bはプロット箇所近を拡大した図である。

[図31]図31AはXYZ表色計のxy色度図中に半値幅を2倍にした青色発光ダイオードの色度点をプロットした図であり、図31Bはプロット箇所近傍を拡大した図である。

[図32]図32は、分光特性の測定の際の色彩輝度計の配置を示す概略図である。

[図33]図33は、3種類の緑色発光ダイオードの発光スペクトルを重ねて示した図である。

[図34]図34は、xy色度図の緑色の領域を拡大した図である。

[図35]図35は、各色の発光ダイオードの発光スペクトルと、カラーフィルタの分光特性とを重ね合わせた図である。

[図36]図36は、3種類の緑色発光ダイオードをそれぞれ用いたカラー液晶表示装置の色再現範囲を重ねて示す図である。

[図37]図37Aは、図36に示す青色の領域の拡大図であり、図37Bは図36に示す緑色の領域の拡大図である。

[図38]図38は、緑色発光ダイオードの発光スペクトルの半値幅とNTSC比との関係を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0005] 以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明をする。本発明は、以下の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、任意に変更可能であることはいうまでもない。

本発明は、例えば、図4に示すような構成のバックライト方式のカラー液晶表示装置100に適用される。

この透過型のカラー液晶表示装置100は、図4に示すように、透過型のカラー液晶表示パネル10と、このカラー液晶表示パネル10の背面側に設けられたバックライトユニット40とを備える。このカラー液晶表示装置100は、図示しないが、地上波や衛星波を受信するアナログチューナ、デジタルチューナといった受信部、この受信部で受信した映像信号、音声信号をそれぞれ処理する映像信号処理部、音声信号処理部、音声信号処理部で処理された音声信号を出力するスピーカ等の音声信号出力部などを備えていてもよい。

透過型のカラー液晶表示パネル10は、ガラス等で構成された2枚の透明な基板(TFT基板11、対向電極基板12)を互いに対向配置させ、その間隙に、例えば、ツイステッドネマチック(TN)液晶を封入した液晶層13を設けた構成となっている。TFT基板11には、マトリクス状に配置された信号線14と、走査線15と、この信号線14、走査線15の交点に配置されたスイッチング素子としての薄膜トランジスタ16と、画素電極17とが形成されている。薄膜トランジスタ16は、走査線15により、順次選択されるとともに、信号線14から供給される映像信号を、対応する画素電極17に書き込む。一方、対向電極基板12の内表面には、対向電極18及びカラーフィルタ19が形成されている。

続いて、カラーフィルタ19について説明をする。カラーフィルタ19は、各画素に対応した複数のセグメントに分割されている。例えば、図5に示すように、3原色である赤色フィルタCFR、緑色フィルタCFG、青色フィルタCFBの3つのセグメントに分割されている。カラーフィルタの配列パターンは、図5に示すようなストライプ配列の他に、図示しないが、デルタ配列、正方配列などがある。

このカラー液晶表示装置100では、このような構成の透過型のカラー液晶表示パネル10を2枚の偏光板31，32で挟み、バックライトユニット40により背面側から白色光を照射した状態で、アクティブマトリクス方式で駆動することによって、所望のフルカラー映像を表示させることができる。

バックライトユニット40は、カラー液晶表示パネル10を背面側から照明する。このバックライトユニット40は、図4に示すように、光源を備え、この光源から出射された光を混色した白色光を光出射面20aから面発光するバックライト装置20と、このバックライト装置20の光出射面20a上に順に積層させる拡散シート41、プリズムシート42、偏光変換シート43といった光学機能シート群とから構成されている。

光学機能シート群は、例えば、入射光を直交する偏光成分に分解する機能、光波の位相差を補償して広角視野角化や着色防止を図る機能、入射光を拡散させる機能、輝度向上を図る機能などを備えたシートで構成されており、バックライト装置20から面発光された光をカラー液晶表示パネル10の照明に最適な光学特性を有する照明光に変換するために設けられている。したがって、光学機能シート群の構成は、上述した拡散シート41、プリズムシート42、偏光変換シート43に限定されるものではなく、様々な光学機能シートを用いることができる。

図6にバックライト装置20の概略構成図を示す。バックライト装置20は、図6に示すように、赤色光を発光する赤色発光ダイオード21R、緑色光を発光する緑色発光ダイオード21G、青色光を発光する青色発光ダイオード21Bを光源として用いている。なお、以下の説明において、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bを総称する場合は、単に発光ダイオード21という。

図6に示すように各発光ダイオード21は、基板22上に、所望の順番で一列に配列され、発光ダイオードユニット21n（nは、自然数。）を形成する。基板22上に各発光

ダイオードを配列する順番は、例えば、図6に示すように、緑色発光ダイオード21Gを等間隔で配置させ、等間隔で配置させた、隣り合う緑色発光ダイオード21Gの間に、赤色発光ダイオード21R、青色発光ダイオード21Bを交互に配置させるような順番である。

発光ダイオードユニット21nは、バックライトユニット40が照明するカラー液晶表示パネル10のサイズに応じて、バックライト装置20の筐体であるバックライトハウス23内に、複数列、配置されることになる。

バックライトハウス23内への発光ダイオードユニット21nの配置の仕方は、図6に示すように、発光ダイオードユニット21nの長手方向が、水平方向となるように配置してもよいし、図示しないが、発光ダイオードユニット21nの長手方向が垂直方向となるように配置してもよいし、両者を組み合わせてもよい。

なお、発光ダイオードユニット21nの長手方向を、水平方向又は垂直方向とするように配置する手法は、従来までのバックライト装置の光源として利用していたCCFLの配置の仕方と同じになるため、蓄積された設計ノウハウを利用することができ、コストの削減や、製造までに要する時間を短縮することができる。

バックライトハウス23内に組み込まれた赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bから発光された光は、当該バックライトハウス23内で混色されて白色光とされる。このとき、各発光ダイオード21から出射した赤色光、緑色光、青色光が、バックライトハウス23内にて一様に混色されるように、各発光ダイオード21には、レンズやプリズム、反射鏡などを配置させて、広指向性の出射光が得られるようにする。

また、バックライトハウス23内には、図示しないが、光源である発光ダイオード21から出射された各色光を色ムラの少ない白色光に混色する混色機能を備えたダイバータプレートや、このダイバータプレートから出射した白色光を面状発光させるために面方向に内部拡散させる拡散板などが設けられている。

バックライト装置20から混色されて出射された白色光は、上述した光学機能シート群を介して、カラー液晶表示パネル10に背面側から照明される。

このカラー液晶表示装置100は、例えば、図7に示すような駆動回路200により駆

動される。

この駆動回路200は、カラー液晶表示パネル10や、バックライト装置20の駆動電源を供給する電源部110、カラー液晶表示パネル10を駆動するXドライバ回路120及びYドライバ回路130、外部から供給される映像信号や、当該カラー液晶表示装置100が備える図示しない受信部で受信され、映像信号処理部で処理された映像信号が、入力端子140を介して供給されるRGBプロセス処理部150、このRGBプロセス処理部150に接続された画像メモリ160及び制御部170、バックライトユニット40のバックライト装置20を駆動制御するバックライト駆動制御部180などを備えている。

この駆動回路200において、入力端子140を介して入力された映像信号は、RGBプロセス処理部150により、クロマ処理などの信号処理がなされ、さらに、コンポジット信号からカラー液晶表示パネル10の駆動に適したRGBセパレート信号に変換されて、制御部170に供給されるとともに、画像メモリ160を介してXドライバ回路120に供給される。

また、制御部170は、RGBセパレート信号に応じた所定のタイミングで、Xドライバ回路120及びYドライバ回路130を制御して、画像メモリ160を介してXドライバ回路120に供給されるRGBセパレート信号で、カラー液晶表示パネル10を駆動することにより、RGBセパレート信号に応じた映像を表示する。

バックライト駆動制御部180は、電源部110から供給される電圧から、パルス幅変調(PWM)信号を生成し、バックライト装置20の光源である各発光ダイオード21を駆動する。一般に発光ダイオードの色温度は、動作電流に依存するという特性がある。したがって、所望の輝度を得ながら、忠実に色再現させる(色温度を一定とする)には、パルス幅変調信号を使って発光ダイオード21を駆動し、色の変化を抑える必要がある。

ユーザインタフェース300は、上述した図示しない受信部で受信するチャンネルを選択したり、同じく図示しない音声出力部で出力させる音声出力量を調整したり、カラー液晶表示パネル10を照明するバックライト装置20からの白色光の輝度調節、ホワイトバランス調節などを実行するためのインタフェースである。

例えば、ユーザインタフェース300から、ユーザが輝度調節をした場合には、駆動

回路200の制御部170を介してバックライト駆動制御部180に輝度制御信号が伝わる。バックライト駆動制御部180は、この輝度制御信号に応じて、パルス幅変調信号のデューティ比を、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21B毎に変えて、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bを駆動制御することになる。

このような構成のカラー液晶表示装置100は、カラー液晶表示パネル10に設けられる赤色フィルタCFR、緑色フィルタCFG、青色フィルタCFBの特性と、バックライト装置20に設けられる発光ダイオード21R, 21G, 21Bの特性とのマッチングを図り最適化することで、カラー液晶表示パネル10に表示される画像の色再現範囲を拡大させる。

なお、図示しないが、カラー液晶表示装置100に、地上波や衛星波を受信するアナログチューナ、デジタルチューナといった受信部、この受信部で受信した映像信号、音声信号をそれぞれ処理する映像信号処理部、音声信号処理部、音声信号処理部で処理した音声信号を出力するスピーカといった音声信号出力部等を備えていてもよい。

このような構成のカラー液晶表示装置100では、カラー液晶表示パネル10が備えるカラーフィルタ19が、例えば、それぞれ図8に示すような分光特性となる赤色フィルタCFR(680nm)、緑色フィルタCFG(525nm)、青色フィルタCFB(460nm)によって構成されている。なお、カッコ内の数値は、各フィルタのピーク透過波長を示している。

バックライトユニット40によって照明されたカラー液晶表示パネル10を介した表示光の色純度を上げ、色域を広げるためには、カラーフィルタ19を構成する色フィルタのうち透過波長帯域が隣接する色フィルタ同士をなるべく遠ざけるようにする必要がある。

例えば、赤色フィルタCFRの透過波長帯域を長波長側にシフトさせ、緑色発光ダイオード21Gで発光される緑色光が、なるべく赤色フィルタCFRを透過しないようにする。また、青色フィルタCFBの透過波長帯域を短波長側にシフトさせ、緑色発光ダイオード21Bで発光される緑色光がなるべく青色フィルタCFBを透過しないようにする

。

また、赤色フィルタCFRの透過波長帯域の長波長側へのシフト、青色フィルタCFBの短波長側へのシフトに伴い、赤色発光ダイオード21Rで発光される赤色光のピーク波長も長波長側へシフトさせ、青色発光ダイオード21Bで発光される青色光のピーク波長も短波長側へシフトさせると、それぞれ緑色フィルタCFGの透過波長帯域を透過する割合の減少により混色が抑制されるため色純度が上がり、色域を広げることができる。

このように、色純度を上げ、色域を広げるためには、赤色フィルタCFR、緑色フィルタCFG、青色フィルタCFBの透過波長帯域並びに赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bのピーク波長が重要となってくる。

また、人の目の光に対する感度(視感度)は、波長によって異なっており、図9に示すように、555nmでピークをとり、長波長側、短波長側になるにつれ低くなっていく。図9は、視感度がピークとなる555nmを1とした比視感度曲線である。

したがって、赤色発光ダイオード21Rで発光される赤色のピーク波長、青色発光ダイオード21Bで発光される青色光のピーク波長をそれぞれ、長波長側、短波長側にシフトしすぎると視感度が下がるため、視感度を上げるためには非常に高いパワーが必要になってしまう。

そこで、赤色発光ダイオード21Rで発光される赤色光のピーク波長、青色発光ダイオード21Bで発光される青色光のピーク波長を、パワー効率を下げない程度に、それぞれ長波長側、短波長側にシフトさせることで、色純度を上げ、色域を広げることが可能となる。

{半値幅について}

光源である発光ダイオード21に関しては、上述したピーク波長のみならず、そのスペクトル分布も色純度を上げ、色域を広げる際には非常に重要なファクタとなる。発光ダイオード21のスペクトル分布は、基本的にはガウス分布に従うが、製造プロセスやその他の要因により多様なスペクトル分布形状を示す。したがって、発光ダイオード21のピーク波長を特定しただけだと、スペクトル分布までは分かいため、スペクトル分布の違いによる色度点への影響が無視されてしまい、正確な色再現範囲を規定す

ることができないことになる。

そこで、PW(Pulse Width)50又はFWHM(Full Width at Half Maximum)と呼ばれるスペクトル分布の半値幅を用いると、スペクトル分布形状をおおよそ特定することができる。例えば、発光ダイオード21から発光される各色光の半値幅を狭くするほど、隣接する色フィルタの透過波長帯域に重ならないようなスペクトル分布となるためカラーフィルタ19を透過した光の色純度が上がり、色域が広がることになる。しかし、半値幅を狭くすると輝度が減少するため、所望の輝度を確保するには、ある程度の半値幅が必要となる。

特に、図9に示した比視感度曲線からも分かるように、緑色光の視感度は非常に高いため、緑色発光ダイオード21Gで発光する緑色光の半値幅は、他の色光の半値幅と較べて広く確保する必要がある。したがって、緑色光の半値幅は、通常、赤色光、青色光の半値幅の2倍程度となっている。

このように、各色光の半値幅は、ピーク波長だけでは限定することができないスペクトル分布形状をおおよそ特定できるため、色純度を上げ、色域を広げるのに最適な色度点の範囲を規定する場合には非常に重要な値となる。そこで、以下に示す測定1から4における測定により、色純度を上げ、色域を広げるように、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bで発光される赤色光、緑色光、青色光の半値幅の最適な範囲を求める。

{測定1}

まず、半値幅の最適な範囲を求めるために、図8に示したカラーフィルタ19に対応した最適なピーク波長を有する赤色発光ダイオード21R(ピーク波長λpr:640nm)、緑色発光ダイオード21G(ピーク波長λpg:525nm)、青色発光ダイオード21B(ピーク波長λpb:450nm)を用いて色度点を測定し、NTSC(National Television System Committee)比を求める。

このとき、赤色光の半値幅hwrを22nm、緑色光の半値幅hwgを37nm、青色光の半値幅を25nmとすると、カラーフィルタ19の分光特性と、発光ダイオード21の分光特性とは、図10に示すようになる。このような特性の発光ダイオード21を発光させた際の色度点を測定し、国際照明委員会(CIE)が定めたXYZ表色系のxy色度図中

にプロットすると、カラー液晶表示装置100の色再現範囲は、図11に示すようになる。また、カラー液晶表示パネル10を透過後のNTSC比を求めると、105．3%となりNTSC比100%以上となることが分かる。

なお、図11には、参考としてNTSC方式の色再現範囲の他に、コンピュータディスプレイ用の標準色空間としてIEC（International Electro-technical Commission）が規定したsRGB規格の色再現範囲も示している。

以後の測定では、この図10に示したスペクトル分布の赤色光、緑色光、青色光をそれぞれ発光する赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bを基準の発光ダイオード21とする。この基準となる各発光ダイオード21のピーク波長λpと、半値幅hwとの関係を、以下の表1に示す。

表1

	ピーク波長（λp）	半値幅（hw）
赤色発光ダイオード21R	640nm	22nm
緑色発光ダイオード21G	525nm	37nm
青色発光ダイオード21B	450nm	25nm

{測定2}

続いて、緑色発光ダイオード21Gと、青色発光ダイオード21Bとのピーク波長間隔を狭め、混色の影響が高くなるようにした場合において、緑色光の半値幅が異なる緑色発光ダイオード21Gを3種類用意し、緑色光の半値幅の最適範囲を求める。

図10からも分かるように、NTSC比100%以上を達成するような緑色光のピーク波長と、青色光のピーク波長との間隔（ピーク波長間隔）は、赤色光のピーク波長と、緑色光のピーク波長間隔と比較して狭くなっている。

これは、例えば、輝度を確保するために緑色光の半値幅を広くした場合には、緑色光が、青色フィルタCFBの透過波長帯域を透過する割合が増加するため、混色が起こり色純度の低下を招き、色域が狭くなってしまうことを示唆している。したがって、緑色光のピーク波長と、青色光のピーク波長とを近づけた場合でも、NTSC比100%以上となる緑色光の半値幅を求めれば、緑色光の半値幅の上限が分かることになる。

具体的には、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bのピーク波長を、図10に示した基準のピーク波長からそれぞれ5nmだけそれぞれ短波長側、長波長側にシフトさせて、緑色光のピーク波長λpgを520nm、青色光のピーク波長λprを455nmとして、緑色光と、青色光のピーク波長間隔を狭める。赤色発光ダイオード21Rは、発光する赤色光のピーク波長λprが測定1のときと同じ640nmとなるようなものを選択する。半値幅は、測定1のときと同様に、赤色光の半値幅hwrを22nm、青色光の半値幅を25nmとして固定した。このとき、緑色発光ダイオード21Gとしては、緑色光の半値幅hwgが、37nm、43nm、74nmとなるものを3種類用意する。以上、発光ダイオード21の条件をまとめると、以下の表2に示すようになり、測定2においては、このようなピーク波長λp、半値幅hwとなる赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bを用いた測定を行う。

このときのカラーフィルタ19の分光特性と、発光ダイオード21の分光特性とは、図12に示すようになる。また、緑色光の半値幅を変えて発光ダイオード21を発光させた際の色度点を測定し、国際照明委員会(CIE)が定めたXYZ表色系のxy色度図中にプロットすると、カラー液晶表示装置100の色再現範囲は、それぞれ図13に示すようになる。なお、図13には、参考として図11に示した基準となる赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bによる色再現範囲も示してある。図13に示すように、緑色光の半値幅が広くなるほど、緑色光と、青色光との領域で混色が発生するため、色域が狭くなっていることが分かる。

表2

	ピーク波長(λp)	①半値幅(hw)	②半値幅(hw)	③半値幅(hw)
赤色発光ダイオード21R	640nm	22nm	22nm	22nm
緑色発光ダイオード21G	520nm	37nm	43nm	74nm
青色発光ダイオード21B	455nm	25nm	25nm	25nm

図14に、カラー液晶表示パネル10を透過した光に対して求められたNTSC比の、緑色光の半値幅依存性を示す。図14からも分かるように、緑色光の半値幅が広がるにつれて、NTSC比が低下し、色域が狭くなっている。具体的には、NTSC比100

%を維持するには、緑色光の半値幅hwgを50nm以下にする必要がある。つまり、緑色光の半値幅hwgが50nmよりも広くなるとNTSC比100%を達成することができないことになる。

このように、測定2では、緑色光のピーク波長λpgと、青色光のピーク波長λpbとの間隔を狭めたワーストケースにて、緑色光の半値幅hwgを可変させた。これにより、色純度を上げ、NTSC比が100%以上となるような広色域を達成するためには、緑色光の半値幅hwgを50nm以下に規定する必要があることが分かる。

{測定3}

続く測定3では、青色光のピーク波長と、緑色光のピーク波長とのピーク波長間隔による影響を検証するために、ピーク波長λpbが450nm、455nm、460nmである3種類の青色発光ダイオード21Bを新たに用意した。この青色発光ダイオード21Bそれぞれに対して、測定2でも用いた半値幅hwgが37nm、43nm、74nmの緑色発光ダイオード21Gを組み合わせて、バックライト装置20の光源とし、NTSC比を求めることで、緑色光と青色光とのピーク波長間隔の違いに応じた最適な緑色光の半値幅の上限を求めることができる。赤色発光ダイオード21Rとしては、ピーク波長λprが640nm、半値幅hwrが22nmである赤色光を発光するものが選択される。また、青色発光ダイオード21Rが発光する青色光の半値幅hwrは、25nmで固定とする。

以上、発光ダイオード21の条件をまとめると、以下に示す表3(λpb=450nm)、表4(λpb=460nm)に示すようになり、測定3においては、このようなピーク波長λp、半値幅hwとなる赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bを用いた測定を行う。なお、λpb=455nmにおいては、上述の表2にて記載した測定2と同じ条件であるため記載を省略する。

表3

	ピーク波長(λp)	①半値幅(hw)	②半値幅(hw)	③半値幅(hw)
赤色発光ダイオード21R	640nm	22nm	22nm	22nm
緑色発光ダイオード21G	520nm	37nm	43nm	74nm
青色発光ダイオード21B	450nm	25nm	25nm	25nm

表4

	ピーク波長（λp）	①半値幅（hw）	②半値幅（hw）	③半値幅（hw）
赤色発光ダイオード21R	640nm	22nm	22nm	22nm
緑色発光ダイオード21G	520nm	37nm	43nm	74nm
青色発光ダイオード21B	460nm	25nm	25nm	25nm

図15に、青色光のピーク波長（λpb：450nm、455nm、460nm）毎に、緑色光の半値幅を変化（hwg：37nm、43nm、74nm）させた際のカラー液晶表示パネル10を透過後のNTSC比の変化の様子を示す。図16に示すように、青色発光ダイオード21Bから発光される青色光のピーク波長λpbが455nm以下であれば、緑色発光ダイオード21Gから発光される緑色光の半値幅hwgが50nm以下のときにNTSC比100%以上を達成することができる。しかし、青色光のピーク波長λpbが460nmの場合には、緑色光の半値幅hwgを43nm以下にしないとNTSC比100%を達成することができないことが分かる。

{測定4}

各色光を発光する発光ダイオード21の半値幅は、上述したように、赤色光、青色光よりも必ず広くとる必要がある緑色光の半値幅hwgを規定すれば、NTSC比100%以上を達成できる程度に色純度を上げ、広色域とすることができる。しかしながら、上述したように、緑色光のピーク波長と、青色光のピーク波長とは、ピーク波長間隔が狭いため、青色光の半値幅によっては、緑色フィルタCFGの透過波長帯域を透過する割合が増え、混色が起こり色純度の低下を生じてしまう可能性もある。そこで、この測定4では、青色光の半値幅による影響を検証する。

具体的には、測定1乃至3においては、25nmで固定とされていた青色光の半値幅hwrを5nm広げた30nmとし、ピーク波長λpbを455nmとする青色発光ダイオード21Bを用意し、さらに測定2でも用いた半値幅hwgが37nm、43nm、74nmの緑色発光ダイオード21Gを用いて、それぞれにおけるカラー液晶表示装置100の色再現範囲を測定し、NTSC比を求める。赤色発光ダイオード21Rは、発光する赤色光のピーク波長λprが640nm、半値幅hwrが22nmとなるようなものを選択する。

以上、発光ダイオード21の条件をまとめると、以下の表5に示すようになり、測定4においては、このようなピーク波長λp、半値幅hwとなる赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bを用いた測定を行う。

表5

	ピーク波長（λp）	①半値幅（hw）	②半値幅（hw）	③半値幅（hw）
赤色発光ダイオード21R	640nm	22nm	22nm	22nm
緑色発光ダイオード21G	520nm	37nm	43nm	74nm
青色発光ダイオード21B	455nm	30nm	30nm	30nm

このときのカラーフィルタ19の分光特性と、発光ダイオード21の分光特性とは、図16に示すようになる。また、xy色度図中に測定した色度点をプロットするとカラー液晶表示装置100の色再現範囲は、図17に示すようになる。

さらに、図18に、カラー液晶表示パネル10を透過した光に対して求められたNTSC比の、緑色光の半値幅依存性を示す。図18には、表2で示した、青色光の半値幅hwbを25nmにした場合におけるNTSC比の緑色光の半値幅依存性も示す。図18からも分かるように、青色光の半値幅hwbが30nmというように広がった場合でも、緑色光の半値幅hwgが45nm以下であればNTSC比100%以上の色域を達成することができる。これにより、青色光を発光する青色発光ダイオード21Bは、青色光の半値幅hwbが30nmまで、NTSC比100%以上の色域を達成する許容範囲となることが分かる。

なお、赤色発光ダイオード21Rから発光される赤色光の半値幅は、赤色光－緑色光間のピーク波長間隔が、緑色光－青色光間のピーク波長間隔よりも広いため、少なくとも30nmまでは許容範囲とすることができる。また、各色光の半値幅の最小値は、上述したように狭いほど混色に対しては有効に機能するが、製造上実現できる範囲として、最大値の半分に規定することにする。

このようにして、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bでそれぞれ発光される赤色光、緑色光、青色光の各半値幅は、15nm≦hwr≦30nm、25nm≦hwg≦50nm、15nm≦hwb≦30nmと規定することができ

る。

これにより、単純にピーク波長範囲のみだけではなく、各色光のスペクトル分布の違いも考慮されるため、カラー液晶表示装置100の色再現範囲を、極めて正確にNTSC比100%以上を達成できるような色再現範囲とすることができる。

また、カラーフィルタ19を備えるカラー液晶表示パネル10をバックライト装置20で照明する場合、光源となる赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bの波長帯域及びカラーフィルタ19が備える色フィルタの透過波長帯域を適切に選択しないと、従来技術で説明したCCFLのように色純度が悪化し、色域を狭めることになってしまう。

以下、バックライト装置20の光源である赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bのピーク波長をそれぞれシフトさせ(波長帯域を変え)、上述したパワー効率の低減を避けながら、色純度が高く、色域が広い白色光となるような最適なピーク波長帯域を決定する例を説明する。

具体的には、2つの発光ダイオードのピーク波長を固定しておき、残る一つの発光ダイオードをピーク波長の異なるものを幾つか用意して、それらを取り替えながらそのときのNTSC(National Television System Committee)比を取り、NTSC比が100%を越えた場合の波長帯域を、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bで発光させる最適なピーク波長帯域とする。このとき、赤色光のピーク波長、青色光のピーク波長は、上述した視感度によって決まるパワー効率を低下させない範囲内とする。

{赤色発光ダイオード21R}

まず、青色発光ダイオード21B、緑色発光ダイオード21Gのピーク波長を固定し、異なるピーク波長の赤色発光ダイオード21Rを用いて、NTSC比を測定し、赤色発光ダイオード21Rの最適なピーク波長帯域を求める。

図19Aは、図8でも示したカラーフィルタ19の分光特性と、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bで発光された赤色光、緑色光、青色光の波長スペクトルを示した図である。赤色発光ダイオード21Rは、ピーク波長が(600+10N)nmの赤色発光ダイオード$21R_N$(N=0, 1, 2, …7, 8, 9)を1

0個用意した。緑色発光ダイオード21Gとしては、ピーク波長が525nmのものを用意し、青色発光ダイオード21Bとしては、ピーク波長が450nmのものを用意した。

図19Bは、ピーク波長が(600＋10N)nmの赤色発光ダイオード$21R_N$を用いた際のNTSC比を測定した結果である。図19Bに示すように、赤色発光ダイオード$21R_N$のピーク波長λprが625nm≦λpr≦685nm以下のときNTSC比が100%以上となる。

したがって、赤色発光ダイオード21Rの最適なピーク波長帯域は、625nm≦λpr≦685nmということになる。

なお、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bから出射される赤色光、緑色光、青色光、それぞれのスペクトルの半値幅hwr、hwg、hwbは、それぞれ、hwr＝22nm, hwg＝40nm, hwb＝25nmとした。

{緑色発光ダイオード21G}

次に、赤色発光ダイオード21R、青色発光ダイオード21Bのピーク波長を固定して、異なるピーク波長の緑色発光ダイオード21Gを用いて、NTSC比を測定し、緑色発光ダイオード21Gの最適なピーク波長帯域を求める。

図20Aは、前述した図8でも示したカラーフィルタ19の分光特性と、赤色発ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bで発光された赤色光、緑色光、青色光の波長スペクトルを示した図である。緑色発光ダイオード21Gは、ピーク波が(495＋10N)nmの緑色発光ダイオード$21G_N$(N＝0, 1, 2, 3, 4, 5, 6)を7個用意した。赤色発光ダイオード21Rとしては、ピーク波長が640nmのものを用意し、青色発光ダイオード21Bとしては、ピーク波長が450nmのものを用意した。

図20Bは、ピーク波長が(495＋10N)nmの緑色発光ダイオード$21G_N$を用いた際のNTSC比を測定した結果である。図8Bに示すように緑色発光ダイオード$21G_N$のピーク波長λpgが505nm≦λpg≦535nm以下のとき、NTSC比が100%以上となる。

したがって、緑色発光ダイオード21Gの最適なピーク波長帯域は、505nm≦λpg≦535nmということになる。

なお、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21

Bから出射される赤色光、緑色光、青色光、それぞれのスペクトルの半値幅hwr、hwg、hwbは、それぞれ、hwr＝22nm, hwg＝40nm, hwb＝25nmとした。

{青色発光ダイオード21B}

続いて、次に、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21Gのピーク波長を固定して、異なるピーク波長の青色発光ダイオード21Bを用いて、NTSC比を測定し、青色発光ダイオード21Bの最適なピーク波長帯域を求める。

図21Aは、図8でも示したカラーフィルタ19の分光特性と、赤色発ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bで発光された赤色光、緑色光、青色光の波長スペクトルを示した図である。青色発光ダイオード21Bは、ピーク波が(410＋10N)nmの青色発光ダイオード$21B_N$(N＝0, 1, 2, …5, 6, 7)を8個用意した。赤色発光ダイオード21Gとしては、ピーク波長が640nmのものを用意し、緑色発光ダイオード21Bとしては、ピーク波長が525nmのものを用意した。

図21Bは、ピーク波長が(410＋10N)nmの青色発光ダイオード21BNを用いた際のNTSC比を測定した結果である。図21Bに示すように青色発光ダイオード$21B_N$のピーク波長λpbが420nm≦λpb≦465nmのとき、NTSC比が100%以上となる。

したがって、青色発光ダイオード21Bの最適なピーク波長帯域は、420nm≦λpr≦465nmということになる。

なお、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bから出射される赤色光、緑色光、青色光、それぞれのスペクトルの半値幅hwr、hwg、hwbは、それぞれ、hwr＝22nm, hwg＝40nm, hwb＝25nmとした。

このように、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bから発光される赤色光、緑色光、青色光のピーク波長をそれぞれ上述した範囲内とすることで、バックライト装置20から出射される白色光の色純度を高め、従来の技術として示したCCFLを光源として用いた場合に較べて色域を広げることができる。したがって、カラー液晶表示装置100の色再現範囲を非常に広くすることができる。

{色度点について}

このように、NTSC比が100%以上となる発光ダイオード21の最適なピーク波長帯域を求めることはできるが、このピーク波長のみならず、そのスペクトル分布も色純度を上げ、色域を広げる際には非常に重要なファクタとなる。発光ダイオード21のスペクトル分布は、基本的にはガウス分布に従うが、製造プロセスやその他の様々な要因により多様なスペクトル分布形状示す。したがって、発光ダイオード21のピーク波長を特定しただけだと、スペクトル分布までは分かいため、スペクトル分布の違いによる色度点への影響が無視されてしまい、正確な色再現範囲を規定することができないことになる。

そこで、従来までは、発光ダイオード21のピーク波長を特定することで色域の最適化を行っていたが、本発明においては、色再現範囲がNTSC比100%以上を達成する際の各発光ダイオード21の色度点を測定し、測定された色度点の範囲で規定される発光ダイオード21を用いることで色域の最適化を図ることにする。

そこで、上述したように、NTSC比を100%以上とするピーク波長範囲にある赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bの色度点を測定することにする。具体的には、カラー液晶表示パネル10を取り除いたバックライト装置20を用い、各色光毎に発光ダイオード21を発光させた際の色度を測色計にて測定する。

このように、NTSC比を100%以上とするピーク波長範囲にある赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bの色度点を国際照明委員会(CIE)が定めたXYZ表色系のxy色度図中にプロットした結果を、図22A及び図22B、図23A及び図23B、図24A及び図24Bに示す。色度点は、上述したように求めたピーク波長範囲の中から各色3種類ずつ選択してバックライト装置20に配列させ、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bを、それぞれ各色光毎に発光させた際の色光を、カラー液晶表示パネル10を介さずに測定をした。

{赤色発光ダイオード21Rの色度点}

図22Aは、ピーク波長がそれぞれ630nm, 640nm, 670nmの赤色発光ダイオード21R、3つの色度点をxy色度図中にプロットした図であり、図22Bは、プロットされ

た色度点を拡大して示した図である。したがって、上述して求めた赤色発光ダイオード21Rの最適なピーク波長帯域625nm≦λpr≦685nmに対して、xy色度図中にプロットした赤色発光ダイオード21Rのピーク波長が630nm, 640nm, 670nmであることを考慮すると、赤色発光ダイオード21Rの最適な色度点領域は、図22Bに枠で囲んだ領域RFとなり、0.65≦x≦0.75、0.27≦y≦0.33と規定することができる。

{緑色発光ダイオード21Gの色度点}

図23Aは、ピーク波長がそれぞれ510nm, 525nm, 535nmの緑色発光ダイオード21G、3つの色度点をxy色度図中にプロットした図であり、図23Bは、プロットされた色度点を拡大して示した図である。したがって、上述して求めた緑色発光ダイオード21Gの最適なピーク波長帯域505nm≦λpg≦535nmに対して、xy色度図中にプロットした緑色発光ダイオード21Gのピーク波長が510nm, 525nm, 535nmであることを考慮すると、緑色発光ダイオード21Rの最適な色度点領域は、図23Bに枠で囲んだ領域GFとなり、0.12≦x≦0.28、0.64≦y≦0.76と規定することができる。

{青色発光ダイオード21Bの色度点}

図24Aは、ピーク波長がそれぞれ420nm, 450nm、460nmの青色発光ダイオード21B、3つの色度点をxy色度図中にプロットした図であり、図24Bは、プロットされた色度点を拡大して示した図である。したがって、上述して求めた青色発光ダイオード21Bの最適なピーク波長帯域420nm≦λpb≦465nmに対して、xy色度図中にプロットした青色発光ダイオード21Bのピーク波長が420nm, 450nm, 460nmであることを考慮すると、青色発光ダイオード21Bの最適な色度点領域は、図24Bに枠で囲んだ領域BFとなり、0.14≦x≦0.17、0.01≦y≦0.06と規定することができる。以上まとめると、以下に示す表6に示すようになる。

表6

発光ダイオード種別	NTSC100%以上となるピーク波長範囲	最適色度点領域（色度点範囲）	
赤色発光ダイオード21R	625nm～685nm	0.65≦x≦0.75	0.27≦y≦0.33
緑色発光ダイオード21G	505nm～535nm	0.12≦x≦0.28	0.64≦y≦0.76
青色発光ダイオード21B	420nm～465nm	0.14≦x≦0.17	0.01≦y≦0.06

{スペクトル分布の違いによる色度点の相違についての検証}

続いて、上述したように、ピーク波長が同一であった場合でも、スペクトル分布が異なっていれば色度点も変化してしまうことについて検証をする。例えば、あるピーク波長の色光を発光する発光ダイオードのスペクトル分布が広くなった場合、カラー液晶表示パネル10を透過する光は、カラー液晶表示パネル10が備えるカラーフィルタ19のうち隣接する波長帯域のフィルタを透過する割合が増加するため色混色が生じ、結果として色域を狭めてしまうことになる。

図25、図26、図27に、ピーク波長は同一であるがスペクトル分布が異なる2タイプの発光ダイオード21の分光特性を各色光毎に示す。図25は、ピーク波長λprが、630nmと同一であるが、半値幅がそれぞれhwr＝22nm，44nmである2種類の赤色発光ダイオード21Rの分光特性である。また、図26は、ピーク波長λpgが、525nmと同一であるが、半値幅がそれぞれhwg＝40nm，80nmである2種類の緑色光発光ダイオード21Gの分光特性である。さらに、図27は、ピーク波長λpbが、460nmと同一であるが、半値幅がそれぞれhwb＝25nm，50nmである2種類の青色発光ダイオード21Bの分光特性である。

図25、図26、図27に示す分光特性と、前述した図8で示したカラーフィルタ19の分光特性とを全て重ねると、図28に示すようになる。図28から明らかなように、半値幅が2倍となったスペクトル分布を有する色光は、隣接するカラーフィルタを透過する割合が増加して混色する可能性が高くなることが分かる。図28中、丸印で囲んだ箇所が、各色光のスペクトル分布が隣接するカラーフィルタの透過波長帯域と交差するクロスポイントであり、矢印で示すように、半値幅が増える方向でスペクトル分布が変化するとクロスポイントが上昇し、混色する割合が増加してしまうことになる。

このように、スペクトル分布が異なれば色域にも影響があるため、カラー液晶表示パ

ネル10を照明する白色光を色純度が高く、広色域とするためには、上述したような図19B、図20B、図21Bによって求められるピーク波長範囲のみを限定しただけでは不十分であることが予想される。これを検証するため、図19B、図20B、図21Bに示すようなNTSC比100%以上となるピーク波長範囲を満たすと同時、半値幅を図19A、図20A、図21Aで示されるスペクトル分布の2倍、つまり赤色光の半値幅hwrを44nm、緑色光の半値幅hwgを80nm、青色光の半値幅hwbを50nmとしたときのカラー液晶表示装置100のNTSC比を測定する。このとき、NTSC比が100%を超えなかった場合は、スペクトル分布の変化による影響、つまりピーク波長以外の要素による影響が色域に作用していることになる。

発光ダイオード21を上述したような条件としてNTSC比を測定した結果を、各色光毎に下記の表7、表8、表9に示す。なお、表7、表8、表9には、測定結果を比較するために、各色光の半値幅を2倍にする以前のNTSC比を、図19B、図20B、図21Bから抜粋し併せて記載する。

表7

赤色発光ダイオード21R	hwr=22nm	hwr=44nm
630nm	102.6%	89.6%(NG)
640nm	106.8%	95.5%(NG)
670nm	105.0%	104.6%

表8

緑色発光ダイオード21G	hwg=40nm	hwg=80nm
510nm	101.4%	91.2%(NG)
525nm	106.8%	92.1%(NG)
535nm	102.5%	90.3%(NG)

表9

青色発光ダイオード21B	hwb=25nm	hwb=50nm
420nm	101.7%	102.0%
450nm	106.8%	100.0%
460nm	103.6%	96.5%(NG)

表7に、半値幅hwrが44nmであり、ピーク波長λprが630nm、640nm、670nmである赤色発光ダイオード21GのNTSC比を示す。表7に示すように、この半値幅においては、ピーク波長λprが630nm、640nmのときのNTSC比がそれぞれ89．6％、95．5％と100％以下となってしまっている。半値幅hwrが半分の22nmでは、当然ながらNTSC比は100％以上を達成している。

表8に、半値幅hwgが80nmであり、ピーク波長λpgが510nm、525nm、535nmである緑色発光ダイオード21GのNTSC比を示す。表8に示すように、この半値幅においては、全てのピーク波長においてNTSC比が100％以下となってしまっている。半値幅hwgが半分の40nmでは、当然ながらNTSC比は100％以上を達成している。

表9に、半値幅hwbが50nmであり、ピーク波長λpbが420nm、450nm、460nmである青色発光ダイオード21BのNTSC比を示す。図20に示すように、この半値幅においては、ピーク波長λpbが460nmのときのNTSC比が96．5％と100％以下となってしまっている。半値幅hwrが半分の25nmでは、当然ながらNTSC比は100％以上を達成している。

この表7、表8、表9に示すピーク波長は同じでありながら半値幅を2倍とした赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bのカラー液晶表示パネル10を取り除いたバックライト装置20上における色度点を、各色光毎に発光ダイオード21を発光させて測色計にて測定する。

このようにして測定された赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bの色度点を国際照明委員会（CIE）が定めたXYZ表色系のxy色度図中にプロットした結果を、図29A及び図29B、図30A及び図30B、図31A及び図30Bに示す。

｛半値幅を2倍とする赤色発光ダイオード21Rの色度点｝

図29Aは、半値幅hwrが44nmで、ピーク波長λprがそれぞれ630nm、640nm、670nmの赤色発光ダイオード21R、3つの色度点をxy色度図中にプロットした図であり、図29Bは、プロットされた色度点を拡大して示した図である。これによると、NTSC比100％以上を達成していないピーク波長λprが630nm、640nmの赤色発光ダ

イオード21Rの色度点は、前述した図22Bを参照して規定された赤色発光ダイオード21Rの最適な色度点領域である領域RFから外れてしまっていることが分かる。

{半値幅を2倍とする緑色発光ダイオード21Gの色度点}

図30Aは、半値幅hwgが80nmで、ピーク波長λprがそれぞれ510nm、525nm、535nmの緑色発光ダイオード21G、3つの色度点をxy色度図中にプロットした図であり、図30Bは、プロットされた色度点を拡大して示した図である。これによると、NTSC比100%以上を達成していないピーク波長λpgが510nm、525nm、535nmの緑色発光ダイオード21Gの色度点は、上述した図23Bを参照して規定された緑色発光ダイオード21Gの最適な色度点領域である領域GFから全て外れてしまっていることが分かる。

{半値幅を2倍とする青色発光ダイオード21Bの色度点}

図31Aは、半値幅hwbが50nm、ピーク波長λpbがそれぞれ420nm, 450nm、460nmの青色発光ダイオード21B、3つの色度点をxy色度図中にプロットした図であり、図31Bは、プロットされた色度点を拡大して示した図である。これによると、NTSC比100%以上を達成していないピーク波長λprが460nmの青色発光ダイオード21Bの色度点は、上述した図24Bを参照して規定された青色発光ダイオード21Bの最適な色度点領域である領域BFから外れてしまっていることが分かる。

以上のことからも分かるように、NTSC比が100%以上を達成するために、単純にピーク波長範囲だけを規定した発光ダイオード21を用いた場合、スペクトル分布の影響が全く考慮されないため、表7、表8、表9で示したようにNTSC100%以上ではない発光ダイオード21をも含んでしまうことになる。これを、発光ダイオード21を個別に発光させた際に測定される色度範囲として規定することで、図29B、図30B、図31Bに示すように、NTSC比が100%以上とならない発光ダイオード21を除外することができる。

したがって、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21G、青色発光ダイオード21Bでそれぞれ発光される赤色光、緑色光、青色光の最適な色度範囲をそれぞれ、図13に示すように規定することで、カラー液晶表示装置100の色再現範囲を、極めて正確にNTSC比100%以上を達成できるような色再現範囲とすることができる

。

なお、上述した説明においては、NTSC比で100%以上の色再現範囲をカラー液晶表示装置100が達成するために規定する発光ダイオード21の色度を、国際照明委員会(CIE:Commission Internationale de l'Eclariage)が定めたXYZ表色系のxy色度図で規定するようにしたが、例えば、変換式、u'=4x/(—2x+12y+3)、v'=9y/(—2x+12y+3)を用いることで、同じくCIEによって定められたu'v'色度図などにも適用することができる。つまり、本発明は、このような、色度図の違いなどに限定されるものではなく、変換可能などのような表色系、色度図に対しても適用することができる。

ところで、バックライト方式のカラー液晶表示装置は、バックライト光源に発光ダイオードを用いることにより、CCFLと比較して非常に色純度が高くなるため、色再現範囲を大幅に広げることができる。

しかしながら、発光ダイオードの発光スペクトルの半値幅が広いと、混色によって色純度が落ちるため、色再現範囲を充分に広げることができなくなる。

特に、緑色発光ダイオードのスペクトル分布は、他の青色発光ダイオードや赤色発光ダイオードのスペクトル分布と比較して広く、半値幅として他の発光ダイオードの2倍近い値を示す。これにより、緑色発光ダイオードの発光スペクトルが青色のカラーフィルタの透過波長帯域に重なって、色の漏れこみによる緑色と青色との混色が発生するために、色再現範囲の緑色の領域を充分に広げることができなかった。

ここで、半値幅とは、スペクトルのピークの高さ(強度)のちょうど半分の値(強度)におけるスペクトルの波長幅を意味している。

本発明が適用されるカラー液晶表示装置では、バックライト光源として、赤色発光ダイオード、緑色発光ダイオード、青色発光ダイオードから成る光源を用い、さらに発光ダイオードの発光スペクトルの半値幅を規定する。このように半値幅を規定することにより、隣接するカラーフィルタからの混色の影響が押さえられて、充分広い色域を確保することができる。

本実施に形態では、特に、スペクトル分布が他の発光ダイオードよりも広い緑色発光ダイオードの半値幅を規定する。これにより、緑色と他の色(特に青色)に対する影

響(色の漏れこみによる混色等)を最小限に抑制することができ、色再現範囲の緑色の領域を広げることができる。

緑色発光ダイオードの発光スペクトルの半値幅を狭くするには、例えば、以下のように緑色発光ダイオードを構成すればよい。

緑色発光ダイオード用の結晶としては、ZnSe等のII－VI族化合物半導体や、GaN等のIII －V族化合物半導体等が使用されている。これらの化合物半導体の結晶は、成長方法として、MBE(分子線エピタキシー)法やMOCVD(有機金属化学的気相成長)法に代表されるエピタキシャル成長技術を採用することにより、良質な結晶が得られるようになった。

そして、従来よりも純度の高い結晶を得ることができれば、即ち、緑色発光ダイオードを構成する結晶の純度を上げることによって、発光スペクトルの半値幅を狭めることができる。これは、純度が高くなることにより、バンドギャップエネルギと発光ピークエネルギとの差が減少することに起因する。

したがって、結晶の成長方法を工夫することにより、純度の高い結晶を作製すれば、発光スペクトルの半値幅の狭い緑色発光ダイオードを構成することができる。

さらに好ましくは、XYZ表色計のxy色度図において、緑色の色度点(カラーポイント)が所定の範囲内にあるように、緑色発光ダイオードを構成する。具体的には、xy色度図の緑色の領域を拡大した図34において、破線で示す範囲内とする。即ち、XYZ表色計のxy色度図において、緑色発光ダイオードの色度点(カラーポイント)を、0．16≦x≦0．21、0．70≦y≦0．76の範囲内とする。

そして、色度点を上述した範囲内とすることにより、緑色の領域においてカラー液晶表示装置の色再現範囲を広げて、sRGB規格の領域を完全にカバーすると共に、NTSC比を100％以上と大きくすることができる。また、前述したsYCC規格の領域に対応させることも可能になる。

緑色発光ダイオードの発光スペクトルの半値幅FWHMは、狭いことにこしたことはないが、30nm未満にすることは、現状では製造上の問題から困難である。また、発光スペクトルの半値幅が極端に狭い構成とすると、スペクトルエネルギが減少するため、輝度の劣化にもつながることになる。

なお、製造上問題なく、発光スペクトルの半値幅が30nm未満のものを製造することが可能になれば、色域を広げるという観点から、30nm以上に制限されるものではない。

本実施に形態において、カラーフィルタとしては、従来広く使用されているカラーフィルタ、即ち、原色（赤色、緑色、青色）のフィルタや補色系（シアン、マゼンタ、イエロー）のフィルタを使用することができる。

また、本実施に形態において、使用する発光ダイオードの色の組み合わせは自由であるが、基本的には、3原色の発光ダイオード（赤色発光ダイオード、緑色発光ダイオード、青色発光ダイオード）を用いて、白色及び種々の色を再現する。

なお、3原色の発光ダイオードに、さらに別のダイオードを付加して、バックライト装置の光源を構成してもよい。

そして、各発光ダイオードからの光をバックライト装置の内部で混合させて、白色光とする。

ところで、本実施の形態のカラー液晶表示装置100では、特に、バックライト装置20の緑色発光ダイオード21Gを、発光スペクトルの半値幅FWHMが30nm～40nmの範囲内である構成とする。

このように、緑色発光ダイオード21Gの発光スペクトルの半値幅FWHMを30nm～40nmの範囲内とすることにより、半値幅FWHMが比較的狭くなることから、緑色発光ダイオード21Gの発光スペクトルの裾が短くなり、他の色、例えば青色フィルタCFBの透過波長帯域との重なりを少なくすることができる。これにより、緑色と他の色（特に青色）との混色を抑制することができる。

ここで、実際にカラー液晶表示装置を作製して、その特性を調べた。図32に概略図を示すように、カラー液晶表示装置100のカラーフィルタ19の上方に、色彩輝度計300を配置して、分光特性の測定を行った。また、分光特性をXYZ表色系色度図にプロットして、このXYZ表色系色度図からNTSC比を求めた。

そして、発光スペクトルの半値幅FWHMが異なる緑色発光ダイオードを使用して、バックライト光源を3原色の発光ダイオードとし、通常使用されているカラーフィルタを用いて、それぞれのカラー液晶表示装置を作製して、上述した測定方法により、分光

特性を測定した。

具体的には、3原色の発光ダイオードとして、発光ピーク波長が450nmで半値幅FWHMが25nmである青色発光ダイオード(LED－B)と、緑色発光ダイオード(LED－G)と、発光ピーク波長が640nmで半値幅FWHMが22nmである赤色発光ダイオード(LED－R)とを用いて、バックライト光源を構成し、このバックライト光源と通常使用されている3原色のカラーフィルタ(CFR, CFG, CFB)と組み合わせて、カラー液晶表示装置を構成した。

緑色発光ダイオード(LED－G)は、発光ピーク波長が525nmで半値幅FWHMが40nmであるものと、発光ピーク波長が525nmで半値幅FWHMが35nmであるものと、発光ピーク波長が525nmで半値幅FWHMが30nmであるものとの合計3種類を用意して、それぞれカラー液晶表示装置を作製した。

なお、各緑色発光ダイオード(LED－G)は、半値幅FWHMの変更に対応して、ホワイトバランスを合わせるように、スペクトル強度を変えて調整した。具体的には、3色の発光ダイオードを混色した白色光の色度座標が(x、y)＝(0．288，0．274)となるように緑色発光ダイオードのスペクトル強度を調整した。

これら3種類の緑色発光ダイオードの発光スペクトルを重ねて、図33に示す。図33より、半値幅FWMMが狭いほど、ピーク強度が高く、ピークの裾が短くなっていることが分かる。

また、これら3種類の緑色発光ダイオード単体の色度点を、先に説明した図34上にプロットして示す。図34より、いずれの緑色発光ダイオードの場合も、色度点が破線で囲んだ領域内にあることが分かる。

また、各色(赤色、青色、緑色)の発光ダイオードの発光スペクトルと、カラーフィルタの分光特性とを重ねて、図35に示す。緑色発光ダイオードLED－Gについては、図33に示した3種類の構成の発光スペクトルを重ねて表示している。

そして、測定結果として、それぞれのカラー液晶表示装置の色再現範囲をXYZ表色系色度図中に重ねて図36に示す。図36より、緑色発光ダイオードLED－Gの半値幅FWHMが狭くなると、色再現範囲が図中上方に広がることが分かる。これは、図35から分かるように、緑色発光ダイオードLED－Gの半値幅FWHMが狭くなるほ

ど、カラーフィルタの青色フィルタCFBからの色混合が減少するためであると考えられる。

この図36に示した測定結果から、それぞれのカラー液晶表示装置の色再現範囲のNTSC比を求めたところ、緑色発光ダイオードLED－Gの発光スペクトルの半値幅FWMHが、40nmの場合はNTSC比が105％となり、35nmの場合はNTSC比が108％となり、30nmの場合はNTSC比が111％となった。

ここで、図36の青色の領域の拡大図を図37Aに示し、緑色の領域の拡大図を図37Bに示す。

図37Aより、青色の領域では、緑色発光ダイオードLED－Gの半値幅FWHMが変化しても、色度点の変化はほとんど見られない。一方、図37Bより、緑色の領域では、緑色発光ダイオードLED－Gの半値幅FWHMが狭くなるにつれて、図37B中矢印で示すように、y値が増加していき、緑色の色域が広くなることが認められた。

また、緑色発光ダイオードLED－Gの発光スペクトルの半値幅FWHMと、NTSC比との関係を、図38に示す。

図38より、半値幅と色域（NTSC比）とに相関があることが分かった。この関係より、NTSC比を105％以上維持するには、半値幅FWHMを40nm以下とする必要があり、40nmを超えるとNTSC比が105％を達成できないことが分かる。

そして、ディスプレイの色域を広くするためには、発光ダイオードの発光波長を最適化することだけでなく、発光スペクトルの半値幅を狭くすることも重要であることが分かった。

上述の本実施の形態のカラー液晶表示装置100の構成によれば、3原色の発光ダイオード21R，21G，21Bによりバックライト装置20の光源を構成し、緑色発光ダイオード21Gとして、スペクトルの半値幅FWHMが30nm～40nmであるものを用いることにより、緑色と他の色との混色を抑制し、緑色の領域の色再現範囲を広くすることができる。これにより、NTSC比を100％以上と高くしたり、sYCC規格の領域に対応させたりすることも可能になる。

なお、本発明は、図面を参照して説明した上述の実施例に限定されるものではなく、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な変更、置換又はその

同等のものを行うことができることは当業者にとって明らかである。

請求の範囲

[1] 1. 赤色光、緑色光、青色光を波長選択透過する3原色フィルタからなるカラーフィルタを備えた透過型のカラー液晶表示パネルを背面側から白色光で照明するバックライト装置であって、

当該バックライト装置は、半値幅hwrが、15nm≦hwr≦30nmである赤色光を発光する赤色発光ダイオード、半値幅hwgが、25nm≦hwg≦50nmである緑色光を発光する緑色発光ダイオード及び半値幅hwbが、15nm≦hwb≦30nmである青色光を発光する青色発光ダイオードからなる光源と、

上記光源から発光された赤色光、緑色光及び青色光を混色して、上記白色光とする混色手段と

を備えることを特徴とするバックライト装置。

[2] 2. 上記青色発光ダイオードから発光される上記青色光のピーク波長λpbが、λpb≧460nmであるとき、上記緑色発光ダイオードから発光される上記緑色光の半値幅hwgが、25nm≦hwg≦43nmであることを特徴とする請求の範囲第1項記載のバックライト装置。

[3] 3. 赤色光、緑色光、青色光を波長選択透過する3原色フィルタからなるカラーフィルタを備えた透過型のカラー液晶表示パネルと、上記カラー液晶表示パネルを背面側から白色光で照明するバックライト装置とを備えるカラー液晶表示装置であって、

上記バックライト装置は、半値幅hwrが、15nm≦hwr≦30nmである赤色光を発光する赤色発光ダイオード、半値幅hwgが、25nm≦hwg≦50nmである緑色光を発光する緑色発光ダイオード及び半値幅hwbが、15nm≦hwb≦30nmである青色光を発光する青色発光ダイオードからなる光源と、

上記光源から発光された赤色光、緑色光及び青色光を混色して、上記白色光とする混色手段と

を有することを特徴とするカラー液晶表示装置。

[4] 4. 上記バックライト装置の上記光源である上記青色発光ダイオードから発光される上記青色光のピーク波長λpbが、λpb≧460nmであるとき、上記緑色発光ダイオードから発光される上記緑色光の半値幅hwgが、25nm≦hwg≦43nmであることを

特徴とする請求の範囲第3項記載のカラー液晶表示装置。

[5] 5．赤色光、緑色光、青色光を波長選択透過する3原色フィルタからなるカラーフィルタを備えた透過型カラー液晶表示パネルを背面側から白色光で照明するバックライト装置であって、

当該バックライト装置は、国際照明委員会（CIE：Commission Internationale de l'Eclariage）が定めたXYZ表色系のxy色度図中における色度点が0．65≦x≦0．75、0．27≦y≦0．33となる赤色光を発光する赤色発光ダイオード、上記xy色度図中の色度点が0．12≦x≦0．28、0．64≦y≦0．76である緑色光を発光する緑色発光ダイオード及び上記xy色度図中の色度点が0．14≦x≦0．17、0．01≦y≦0．06となる青色光を発光する青色発光ダイオードとからなる光源と、

上記光源から発光された赤色光、緑色光及び青色光を混色して、上記白色光とする混色手段と

を備えることを特徴とするバックライト装置。

[6] 6．赤色光、緑色光、青色光を波長選択透過する3原色フィルタからなるカラーフィルタを備えた透過型のカラー液晶表示パネルと、上記カラー液晶表示パネルを背面側から白色光で照明するバックライト装置とを備えるカラー液晶表示装置であって、

上記バックライト装置は、国際照明委員会（CIE：Commission Internationale de l'Eclariage）が定めたXYZ表色系のxy色度図中における色度点が0．65≦x≦0．75、0．27≦y≦0．33となる赤色光を発光する赤色発光ダイオード、上記xy色度図中の色度点が0．12≦x≦0．28、0．64≦y≦0．76である緑色光を発光する緑色発光ダイオード及び上記xy色度図中の色度点が0．14≦x≦0．17、0．01≦y≦0．06となる青色光を発光する青色発光ダイオードとからなる光源と、

上記光源から発光された赤色光、緑色光及び青色光を混色して、上記白色光とする混色手段と

を備えることを特徴とするカラー液晶表示装置。

[7] 7．カラーフィルタを備えた透過型のカラー液晶表示パネルと、

前記カラー液晶表示パネルを背面側から照明する液晶表示用バックライト光源とを備え、

前記バックライト光源は、赤色発光ダイオード、緑色発光ダイオード、青色発光ダイオードから成り、前記バックライト光源から発光された赤色光、緑色光、青色光を混色して白色光とする混色手段を備え、

前記緑色発光ダイオードの発光スペクトルの半値幅が、30nm～40nmの範囲内であることを特徴とするカラー液晶表示装置。

[8] 8．XYZ表色計のxy色度図において、前記緑色発光ダイオードの色度点（カラーポイント）が、0．16≦x≦0．21、0．70≦y≦0．76の範囲内にあることを特徴とする請求の範囲第7項記載のカラー液晶表示装置。

[図1]

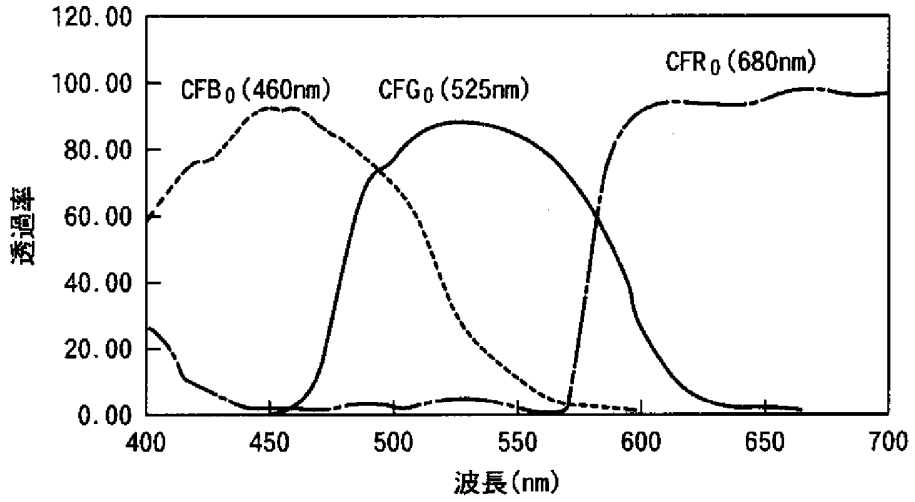


FIG.1

[図2]

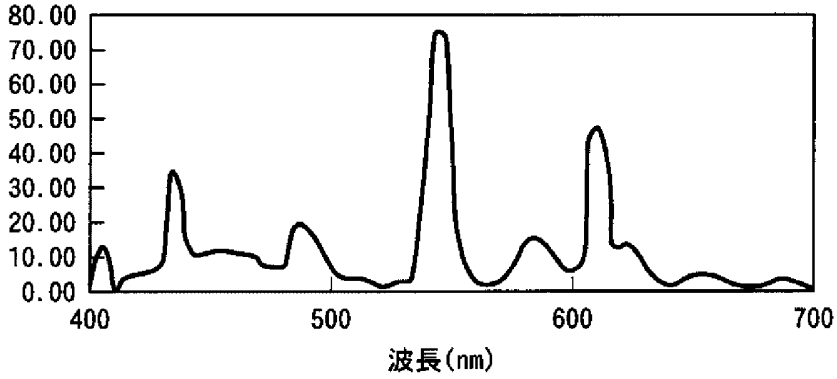


FIG.2

[図3]

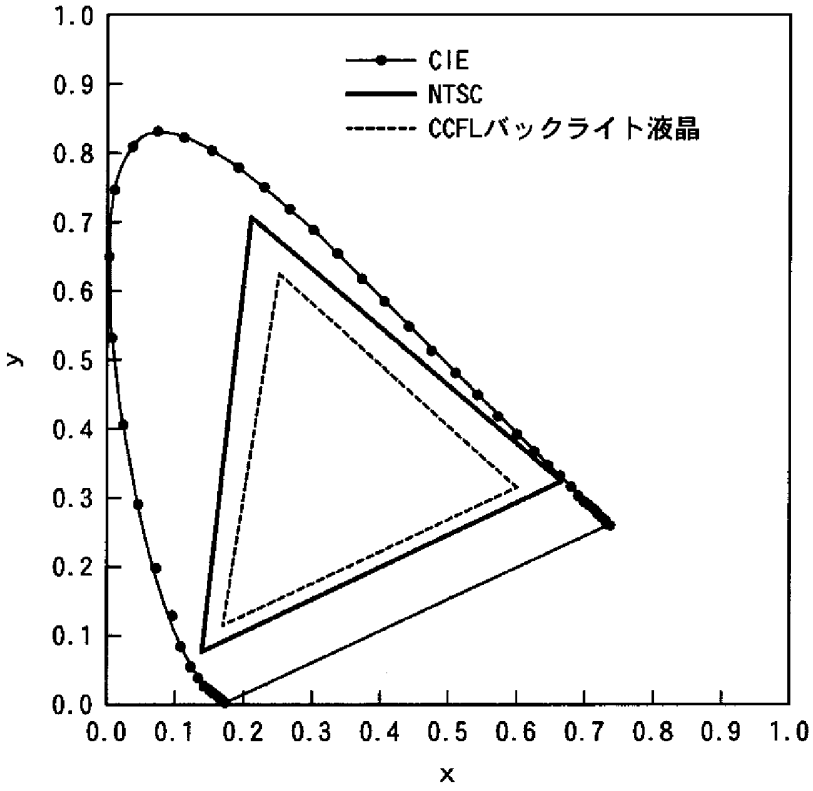


FIG.3

[図4]

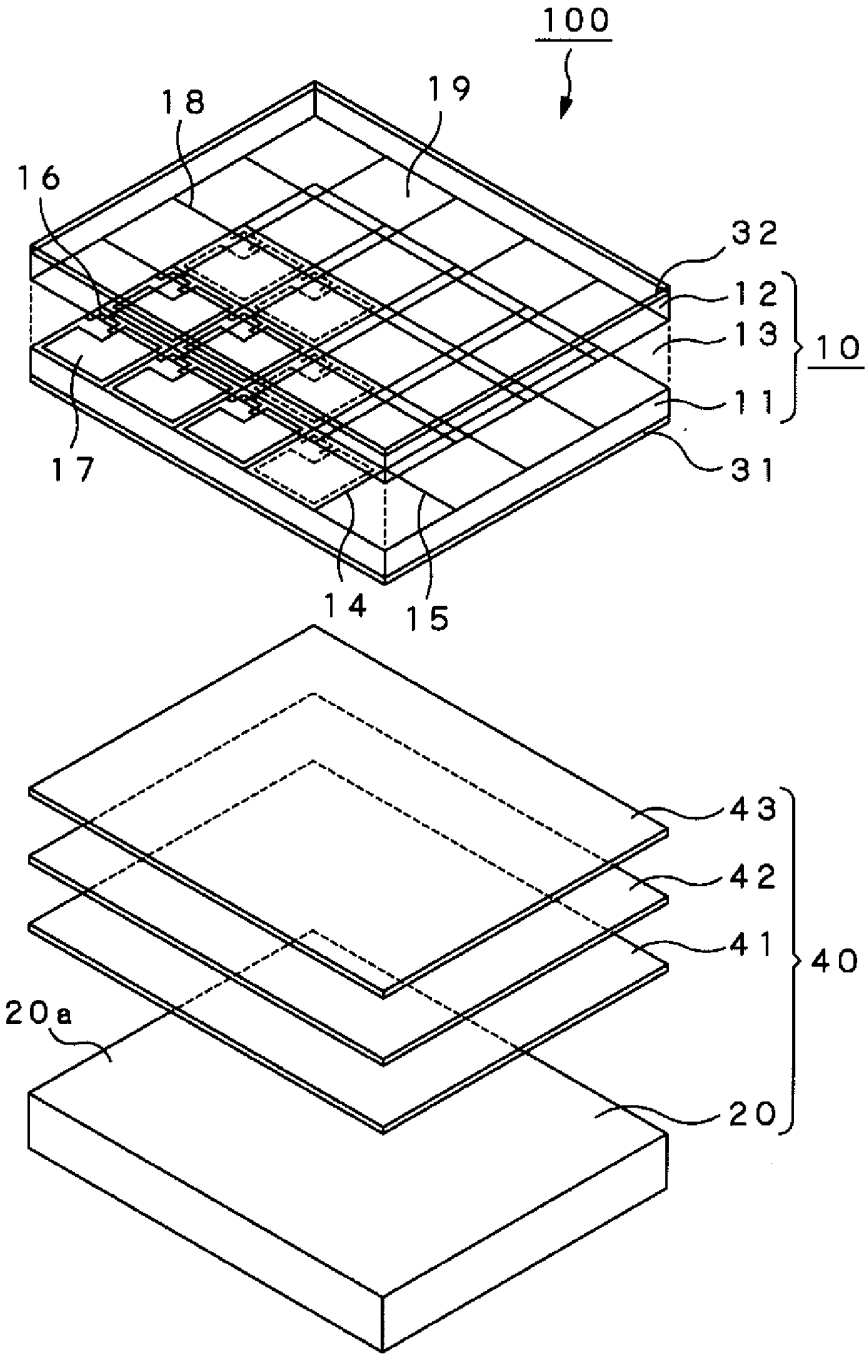


FIG.4

[図5]

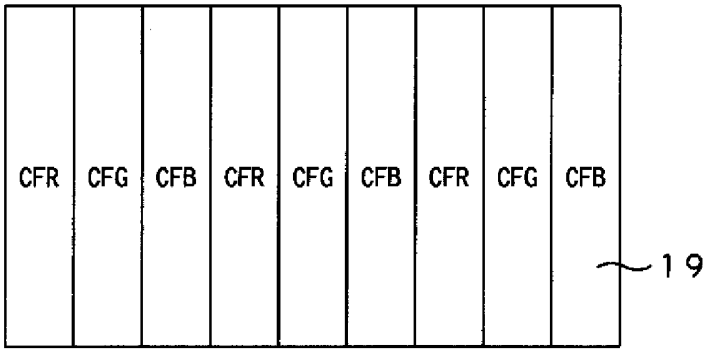


FIG.5

[図6]

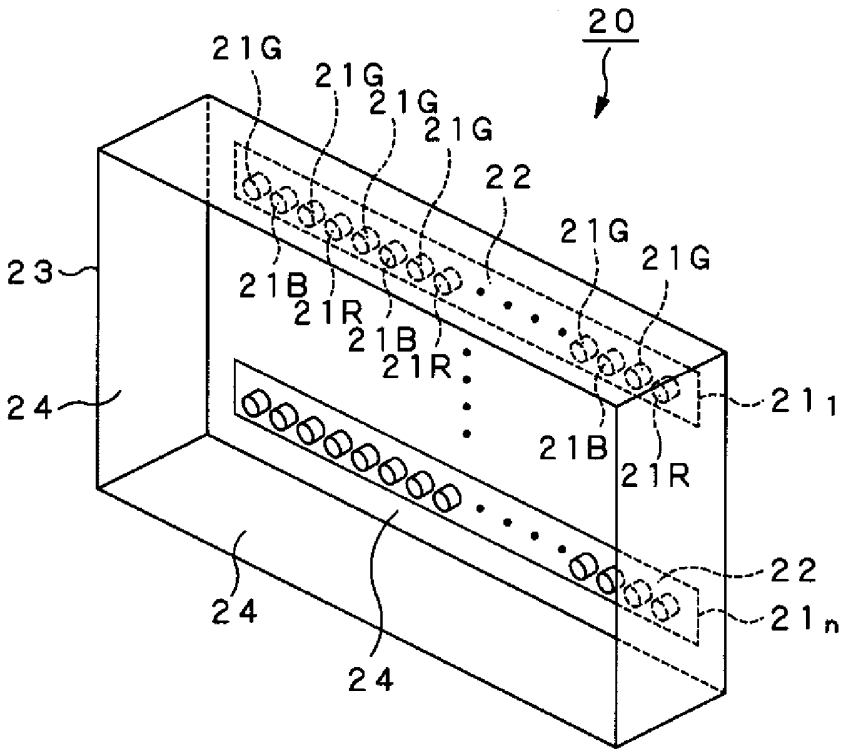


FIG.6

[図7]

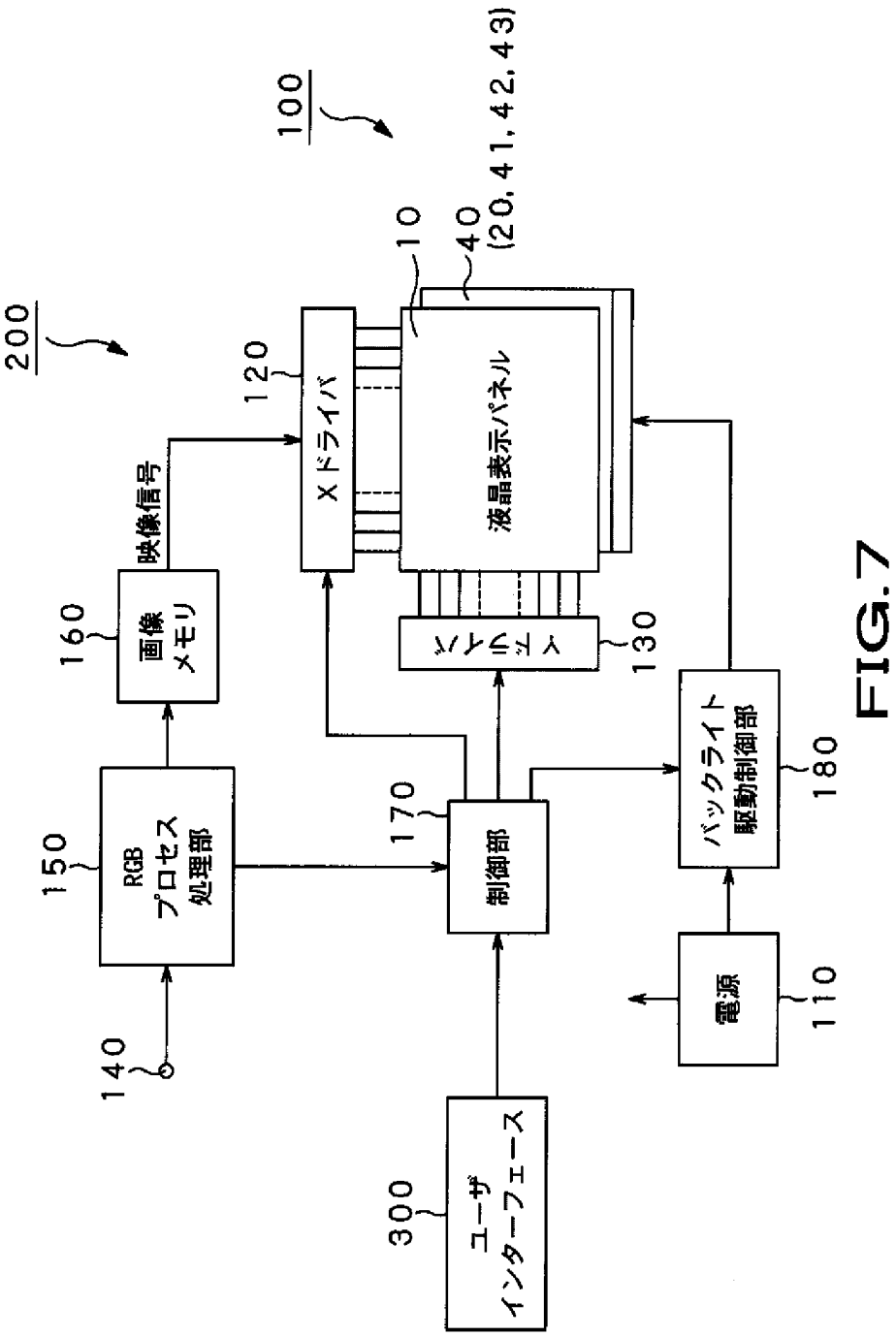

100
10
40
(20, 41, 42, 43)
200
120
Xドライバ
液晶表示パネル
映像信号
160
画像メモリ
Yドライバ
130
150
RGB プロセス 処理部
170
制御部
バックライト 駆動制御部
180
140
電源
110
300
ユーザ インターフェース

FIG.7

[図8]

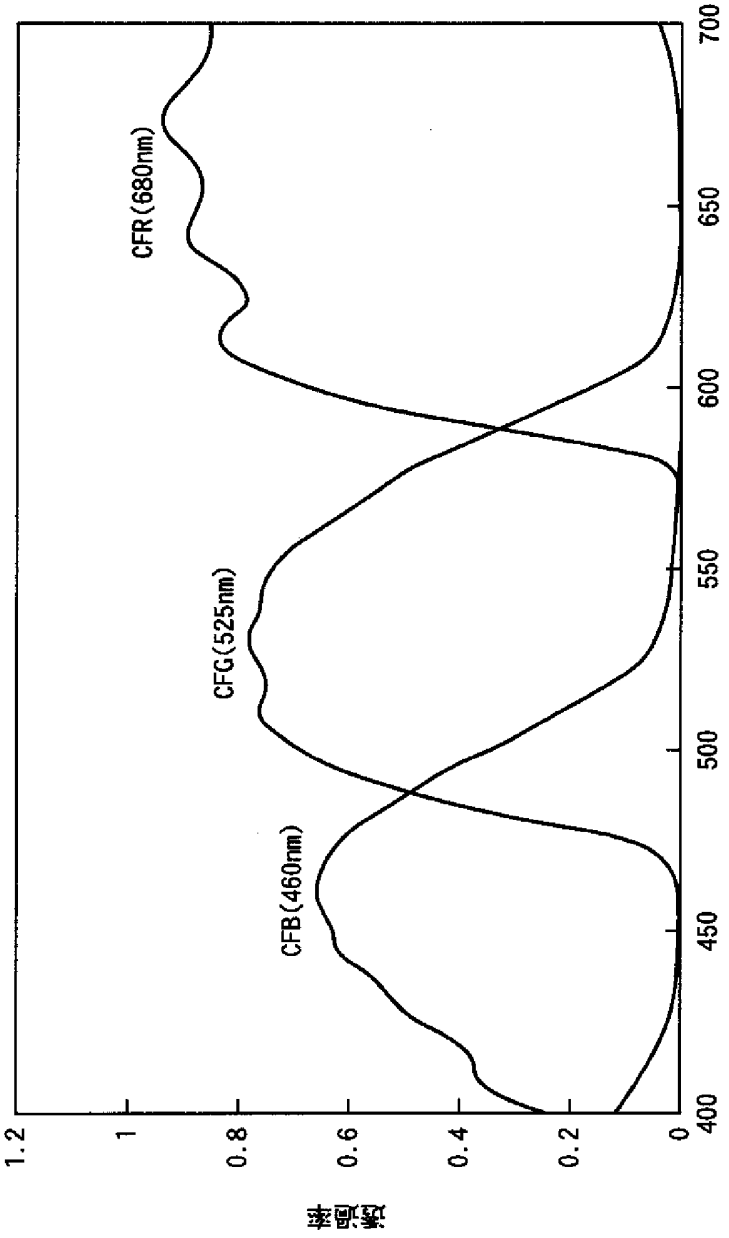

CFR(680nm)
CFG(525nm)
CFB(460nm)
透過率
波長(nm)
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
400
450
500
550
600
650
700

FIG.8

[図9]

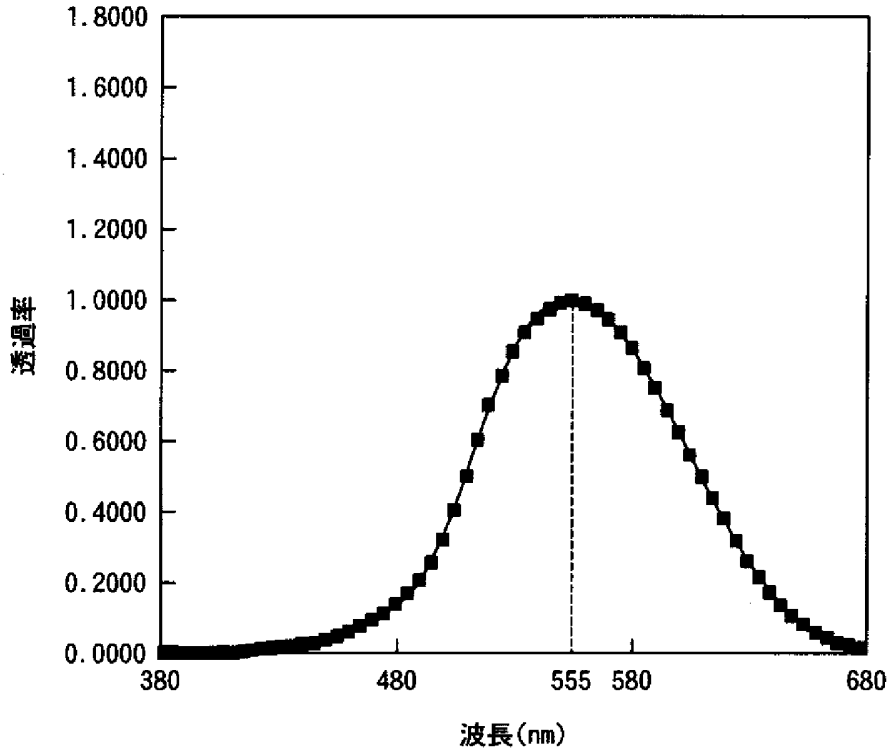

1.8000
1.6000
1.4000
1.2000
1.0000
0.8000
0.6000
0.4000
0.2000
0.0000
透過率
380
480
555
580
680
波長(nm)

FIG.9

[図10]

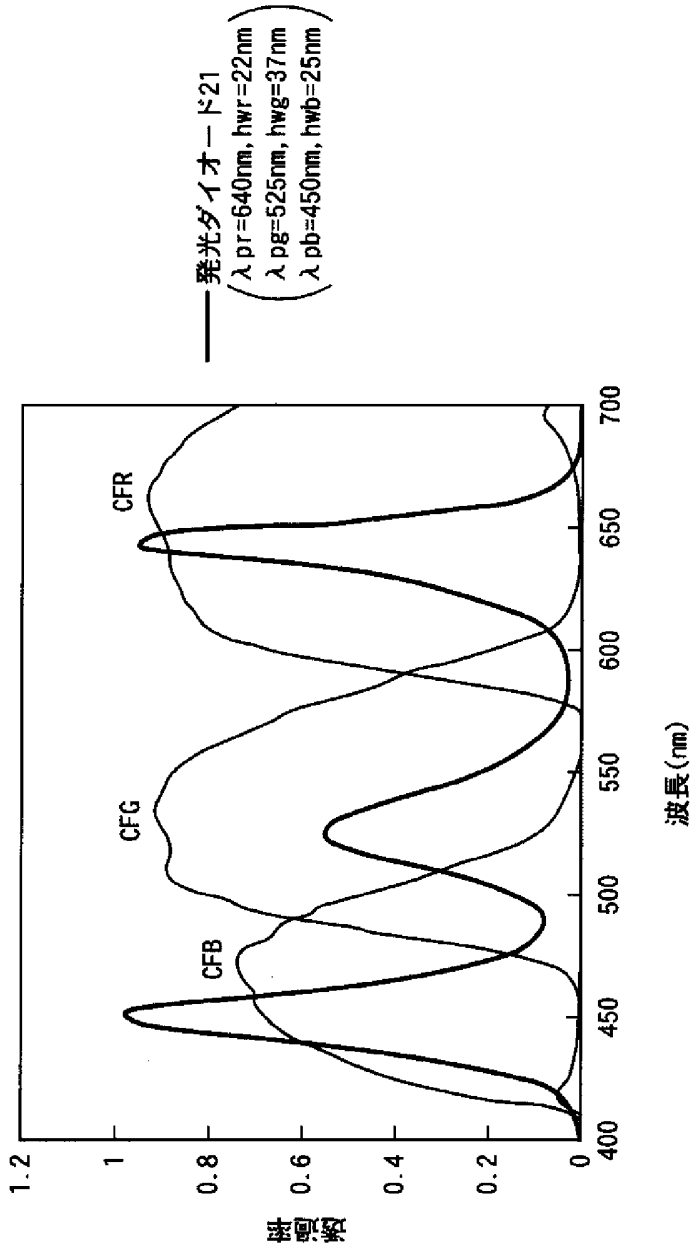

発光ダイオード21
(λpr=640nm, hwr=22nm
λpg=525nm, hwg=37nm
λpb=450nm, hwb=25nm)
CFR
CFG
CFB
透過率
波長(nm)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
400
450
500
550
600
650
700

FIG.10

[図11]

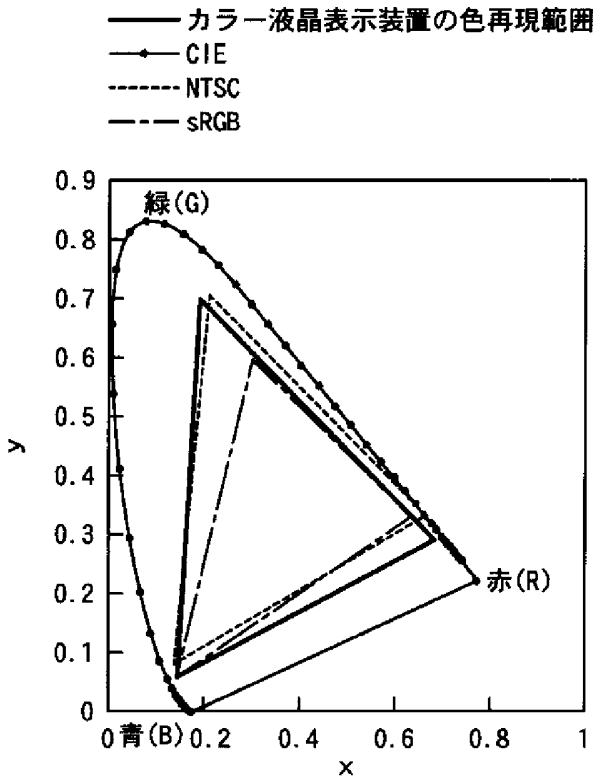

カラー液晶表示装置の色再現範囲
CIE
NTSC
sRGB
緑(G)
赤(R)
青(B)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
y
x

FIG.11

[図12]

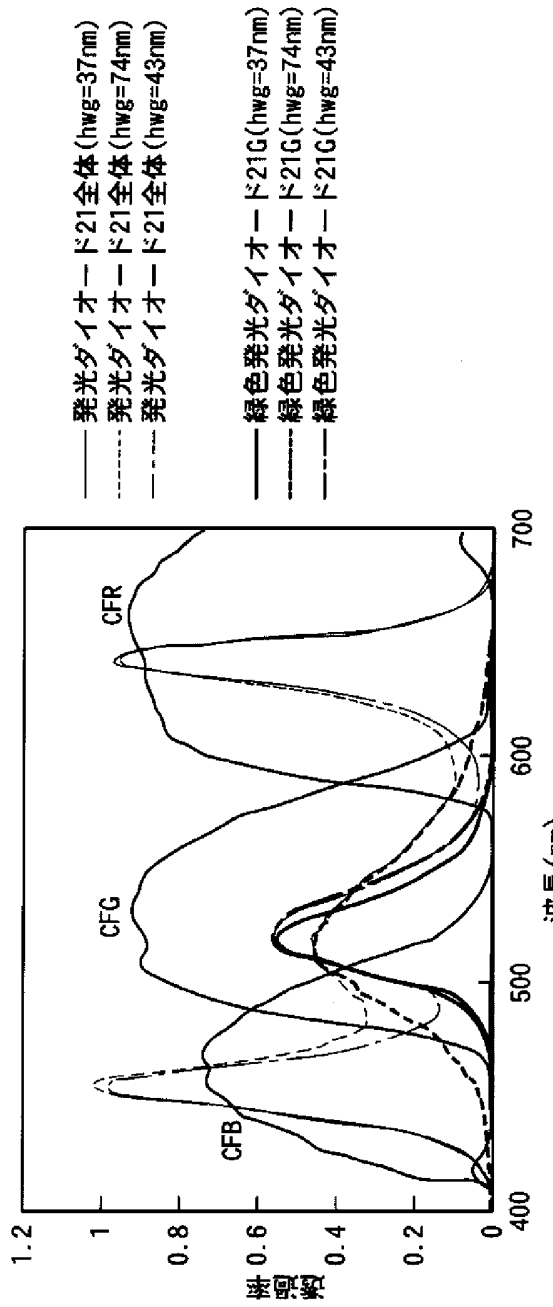

発光ダイオードD21全体(hwg=37nm)
発光ダイオードD21全体(hwg=74nm)
発光ダイオードD21全体(hwg=43nm)
緑色発光ダイオードD21G(hwg=37nm)
緑色発光ダイオードD21G(hwg=74nm)
緑色発光ダイオードD21G(hwg=43nm)
CFR
CFG
CFB
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
400
500
600
700
波長(nm)

FIG.12

[図13]

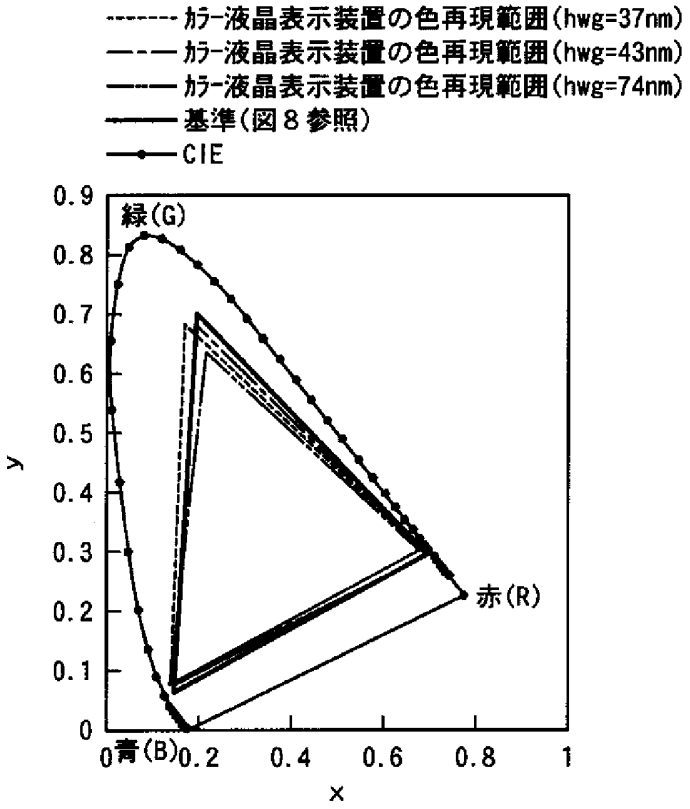

カラー液晶表示装置の色再現範囲(hwg=37nm)
カラー液晶表示装置の色再現範囲(hwg=43nm)
カラー液晶表示装置の色再現範囲(hwg=74nm)
基準(図８参照)
CIE
緑(G)
赤(R)
青(B)
y
x
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1

FIG.13

[図14]

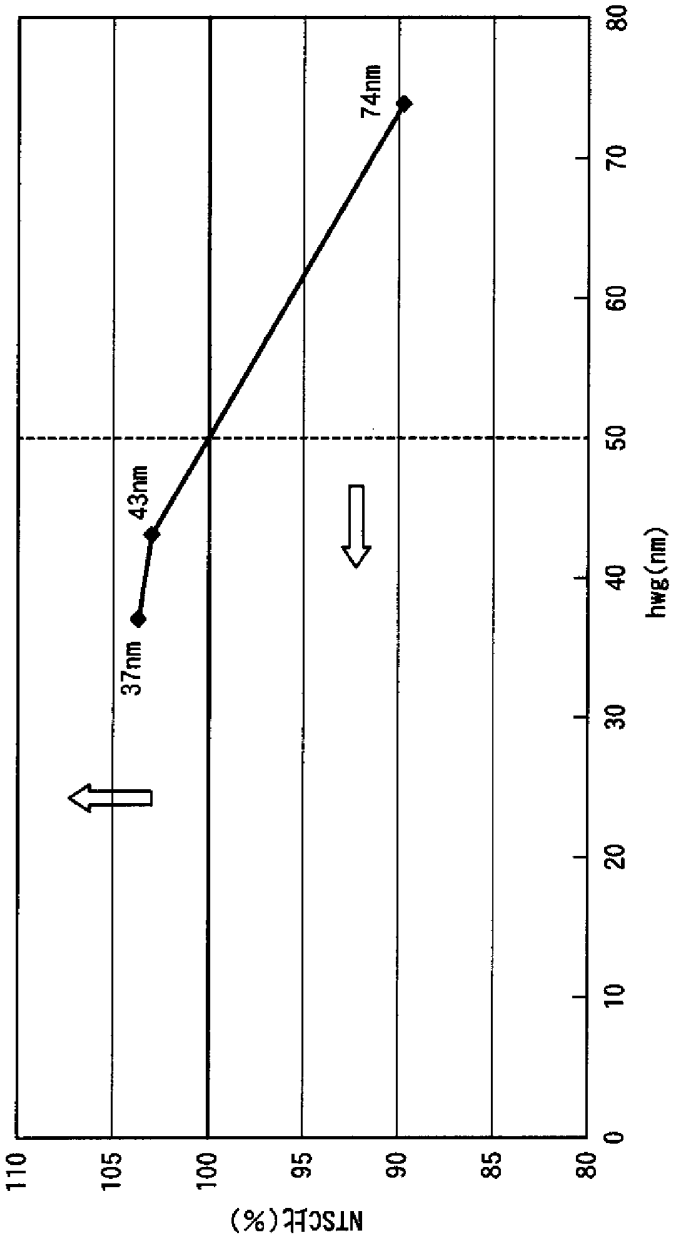

74nm
43nm
37nm
NTSC比(%)
110
105
100
95
90
85
80
0
10
20
30
40
50
60
70
80
hwg(nm)

FIG. 14

[図15]

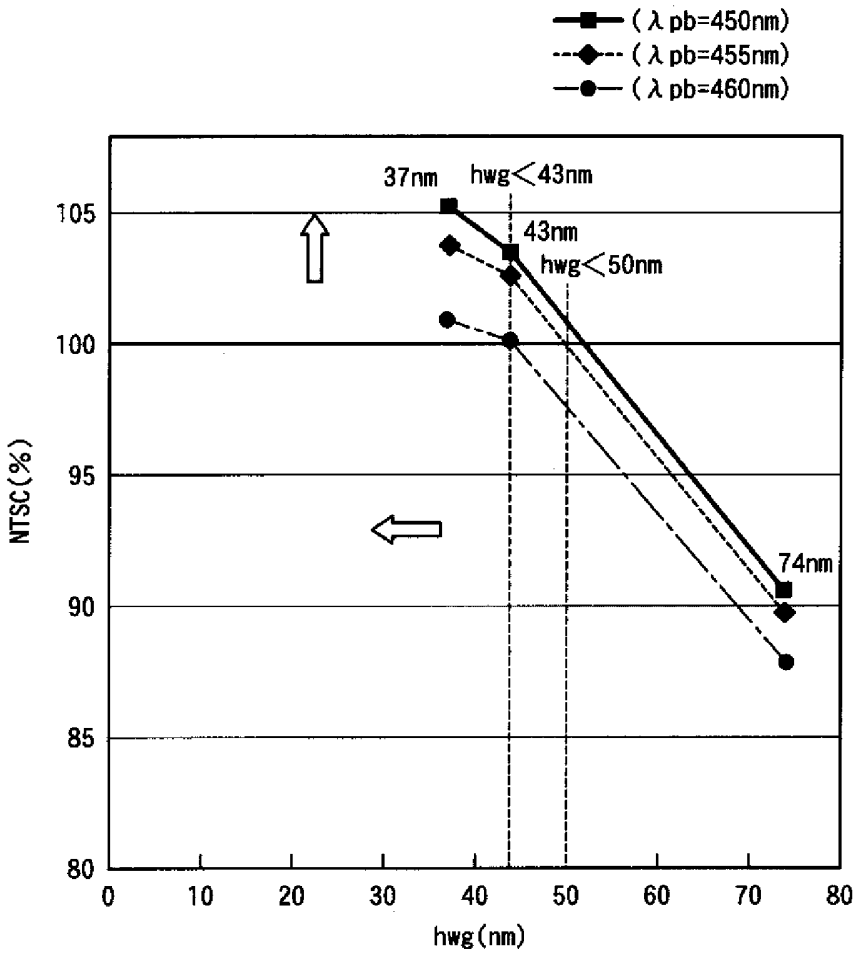

(λpb=450nm)
(λpb=455nm)
(λpb=460nm)
37nm
hwg<43nm
43nm
hwg<50nm
74nm
105
100
95
90
85
80
NTSC(%)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
hwg(nm)

FIG.15

[図16]

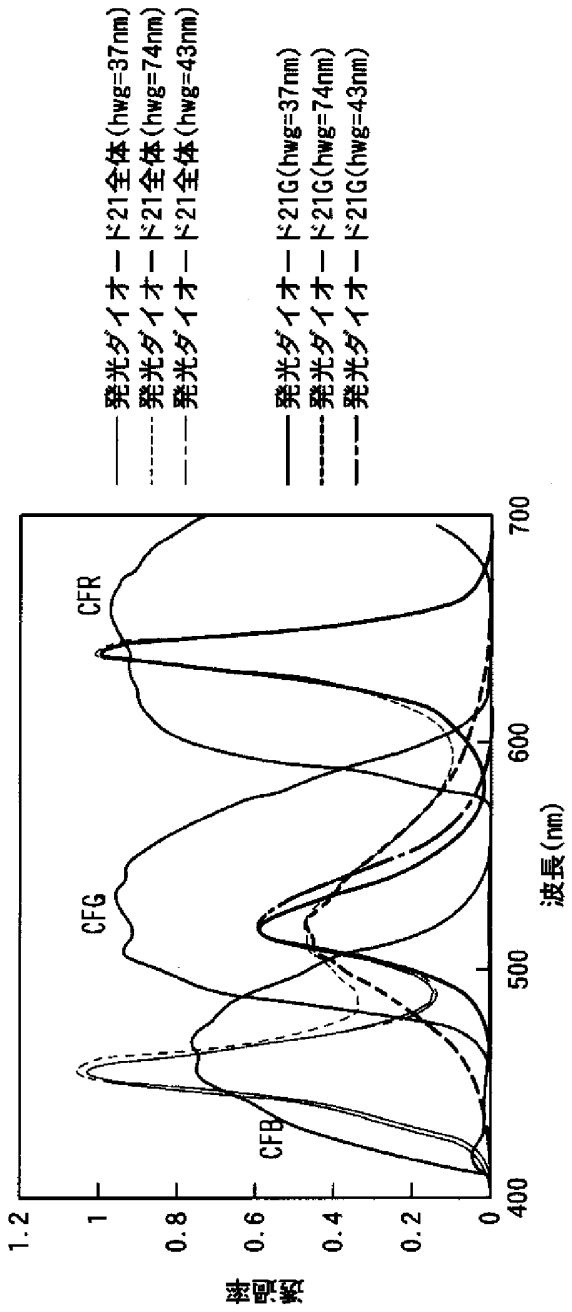

発光ダイオード21全体(hwg=37nm)
発光ダイオード21全体(hwg=74nm)
発光ダイオード21全体(hwg=43nm)
発光ダイオード21G(hwg=37nm)
発光ダイオード21G(hwg=74nm)
発光ダイオード21G(hwg=43nm)
CFR
CFG
CFB
透過率
波長(nm)
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
400
500
600
700

FIG.16

[図17]

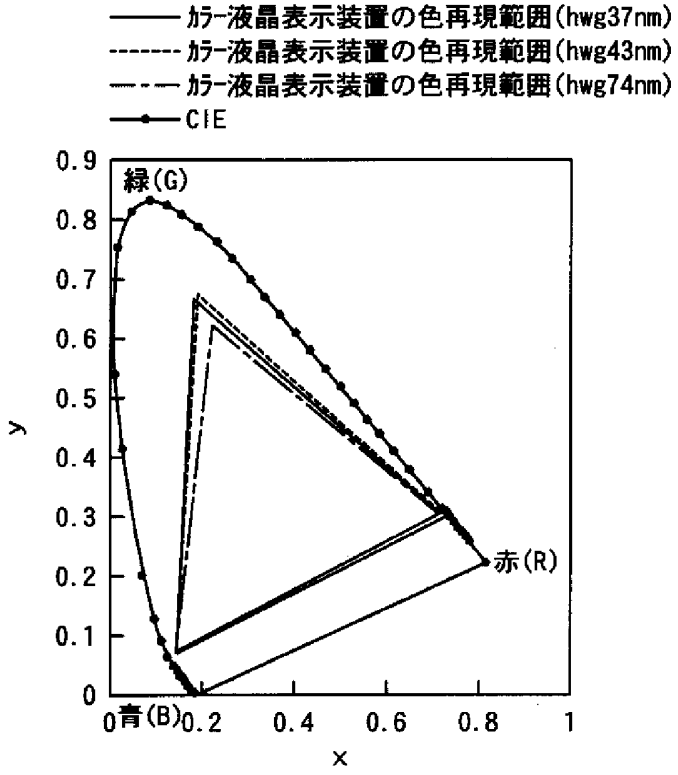

カラー液晶表示装置の色再現範囲(hwg37nm)
カラー液晶表示装置の色再現範囲(hwg43nm)
カラー液晶表示装置の色再現範囲(hwg74nm)
CIE
緑(G)
赤(R)
青(B)
y
x
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1

FIG.17

[図18]

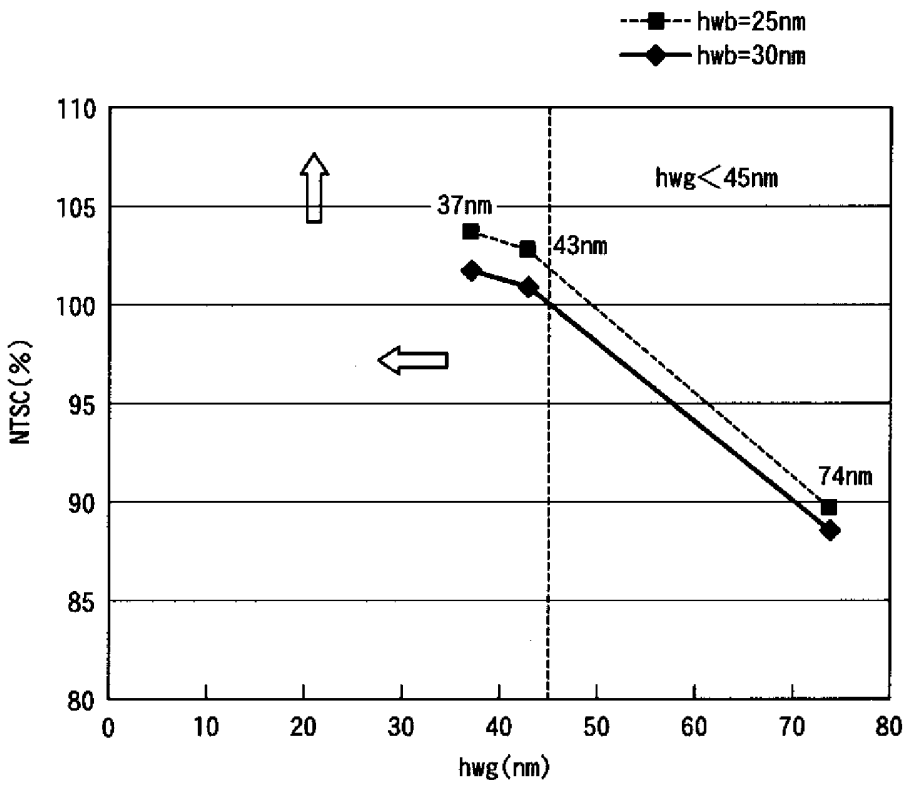

hwb=25nm
hwb=30nm
110
105
100
95
90
85
80
NTSC(%)
hwg<45nm
37nm
43nm
74nm
0
10
20
30
40
50
60
70
80
hwg(nm)

FIG.18

[図19]

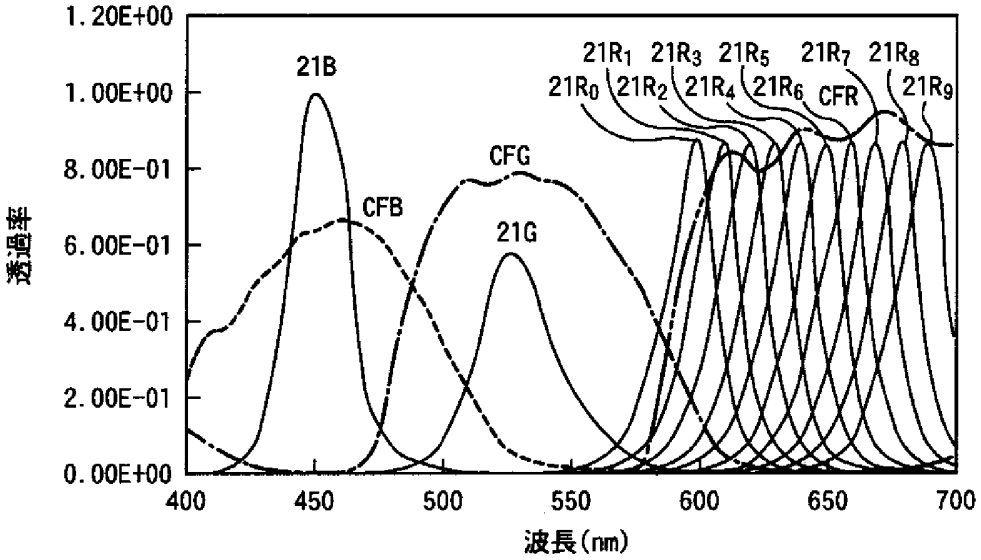


FIG.19A

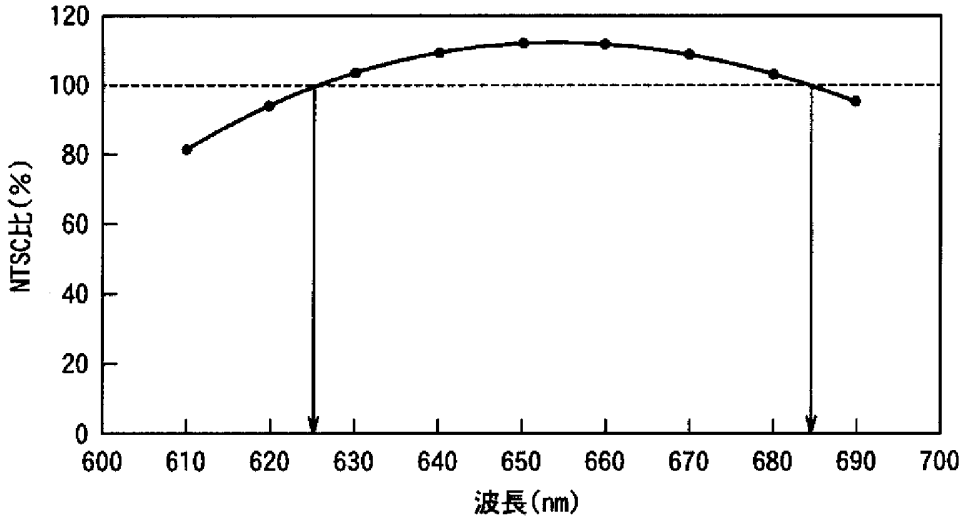


FIG.19B

[図20]

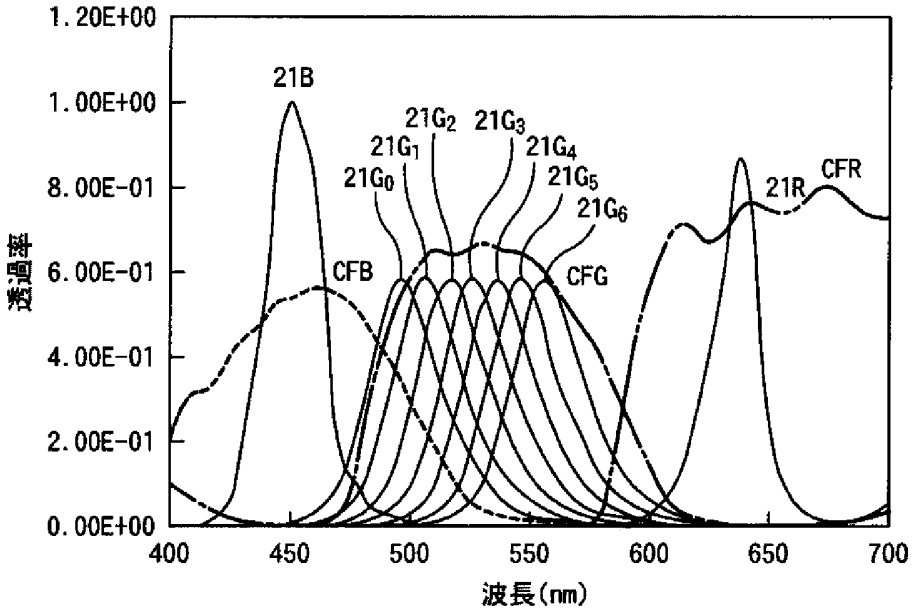


FIG.20A

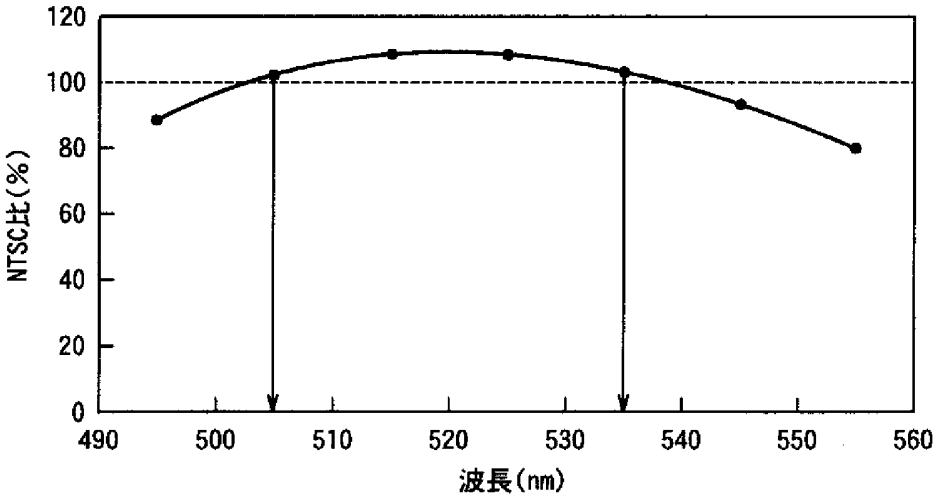


FIG.20B

[図21]

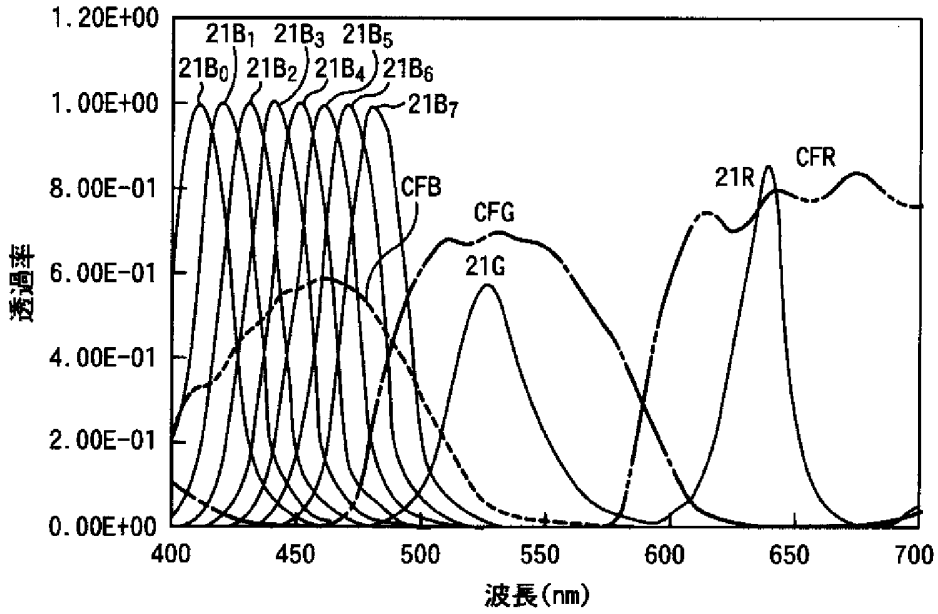


FIG.21A

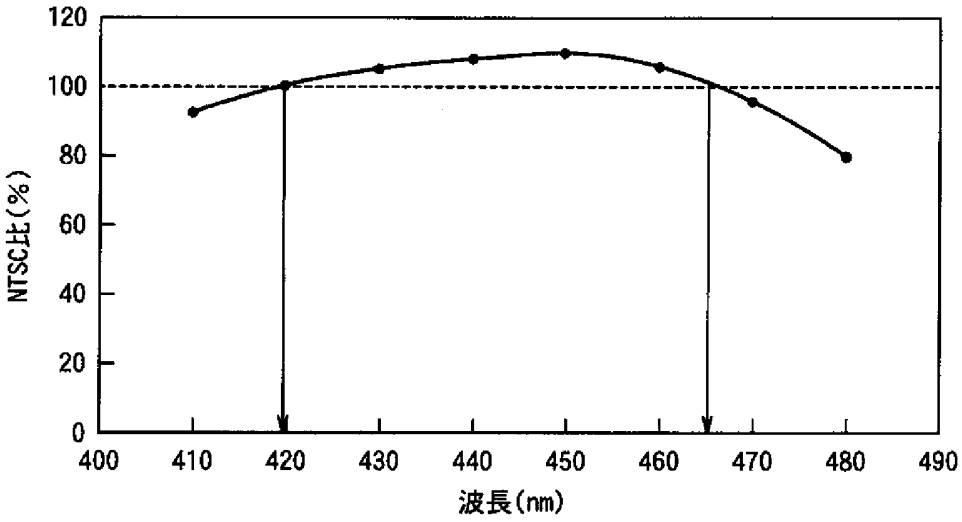


FIG.21B

[図22]

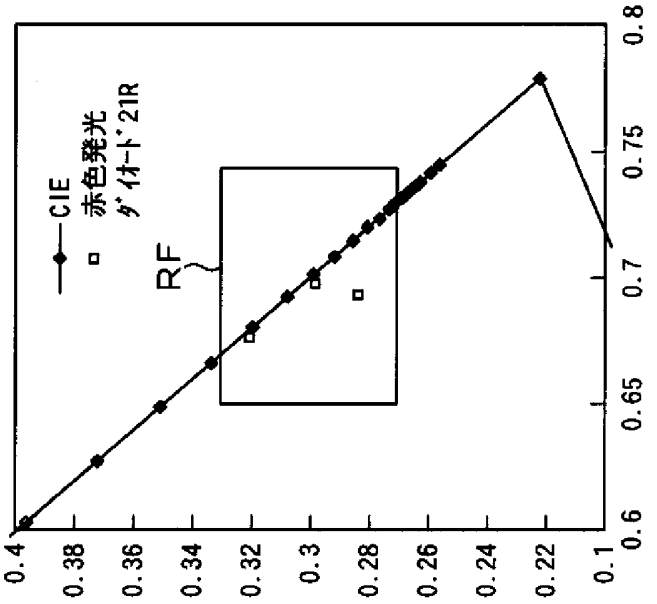


FIG.22B

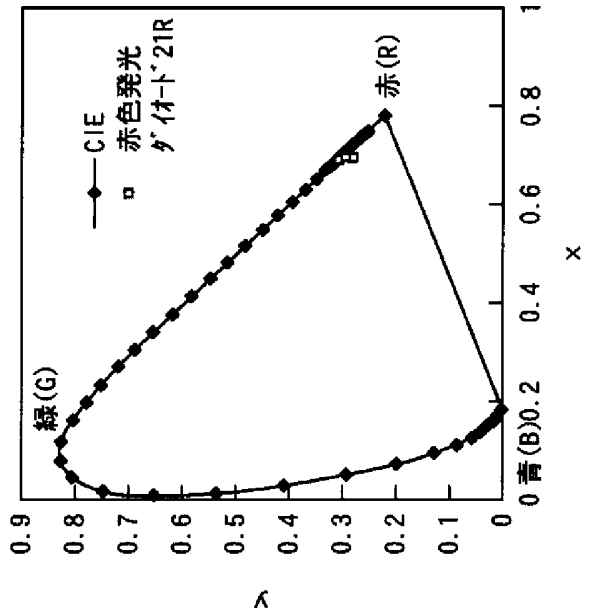


FIG.22A

[図23]

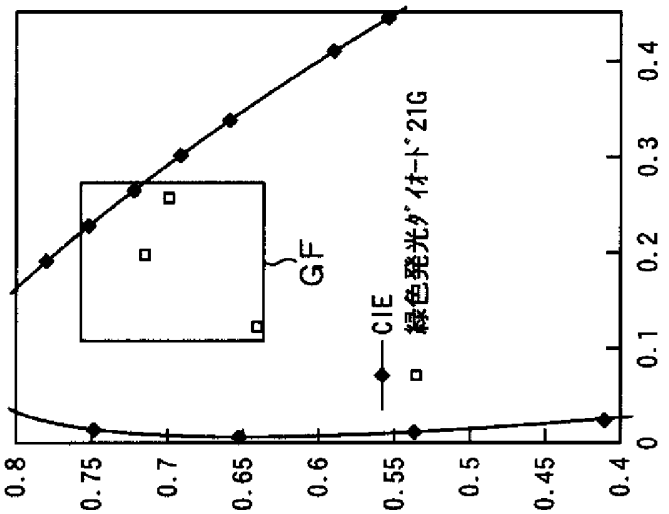


FIG.23B

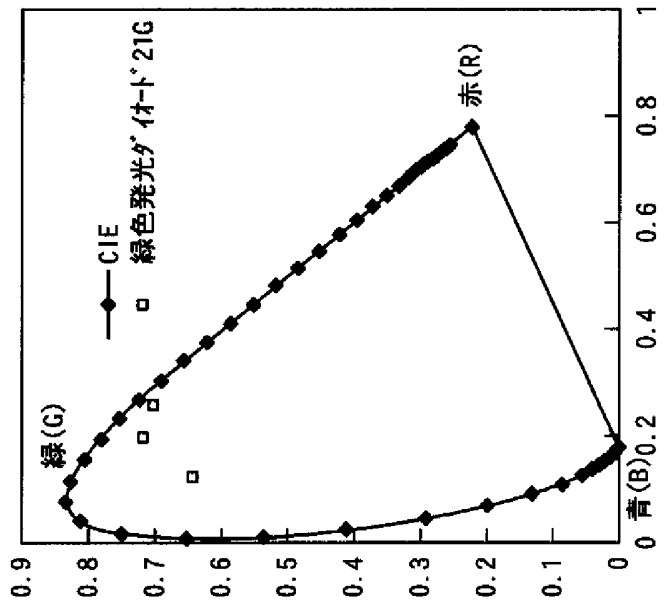


FIG.23A

[図24]

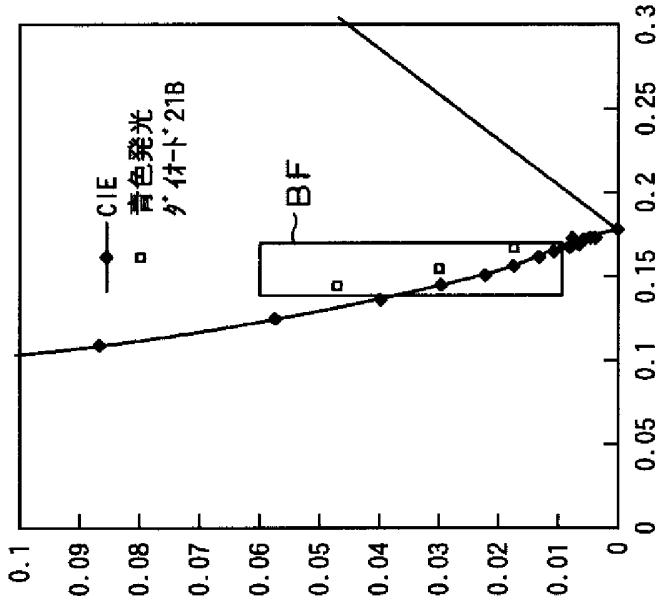


FIG.24B

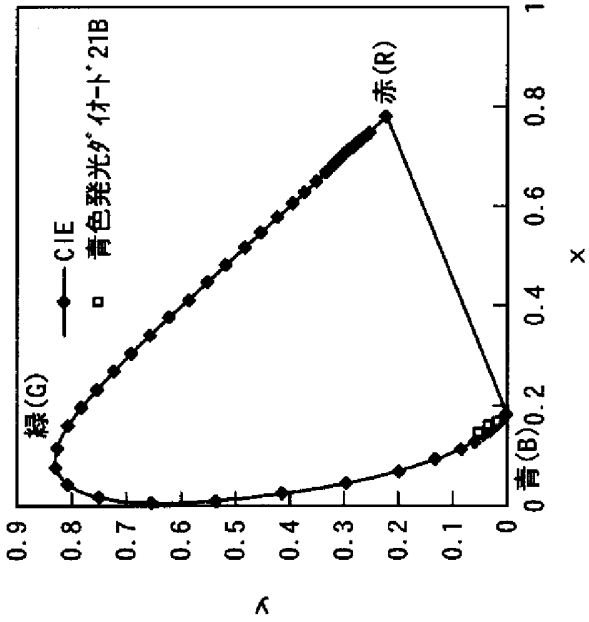


FIG.24A

[図25]

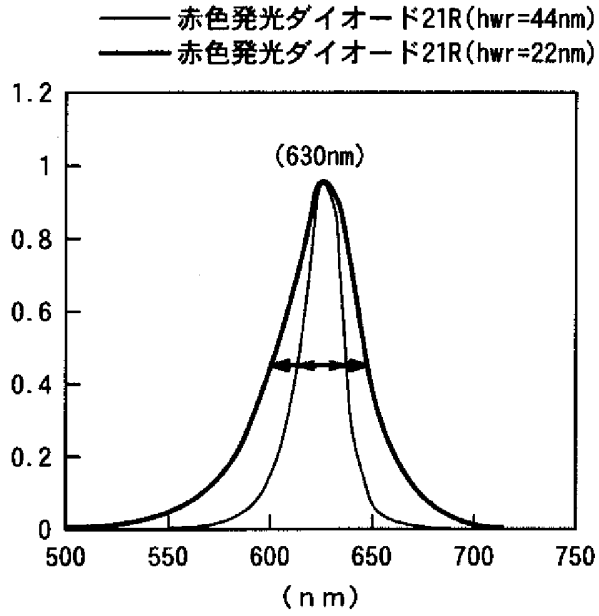


FIG.25

[図26]

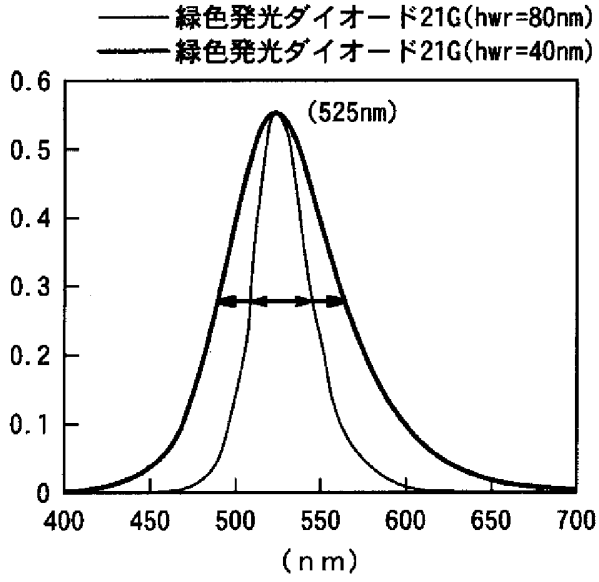


FIG.26

[図27]

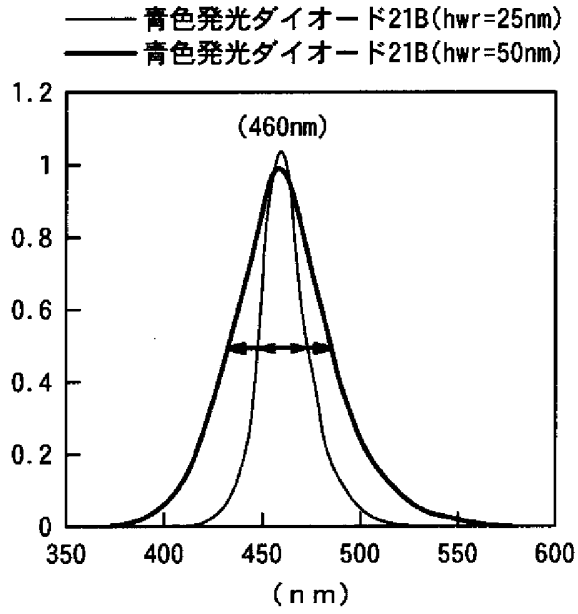

青色発光ダイオード21B(hwr=25nm)
青色発光ダイオード21B(hwr=50nm)
(460nm)
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
350
400
450
500
550
600
(nm)

FIG.27

[図28]

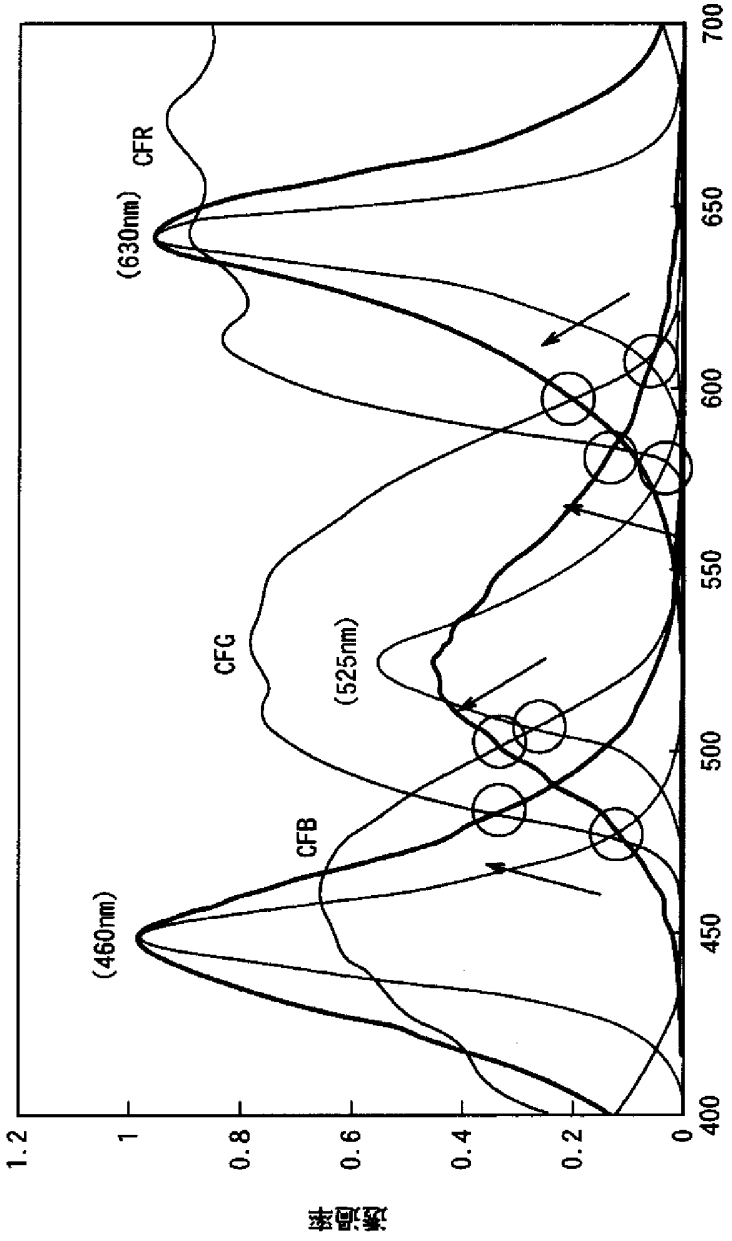

CFR
(630nm)
CFG
(525nm)
CFB
(460nm)
透過率
波長(nm)
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
400
450
500
550
600
650
700

FIG.28

[図29]

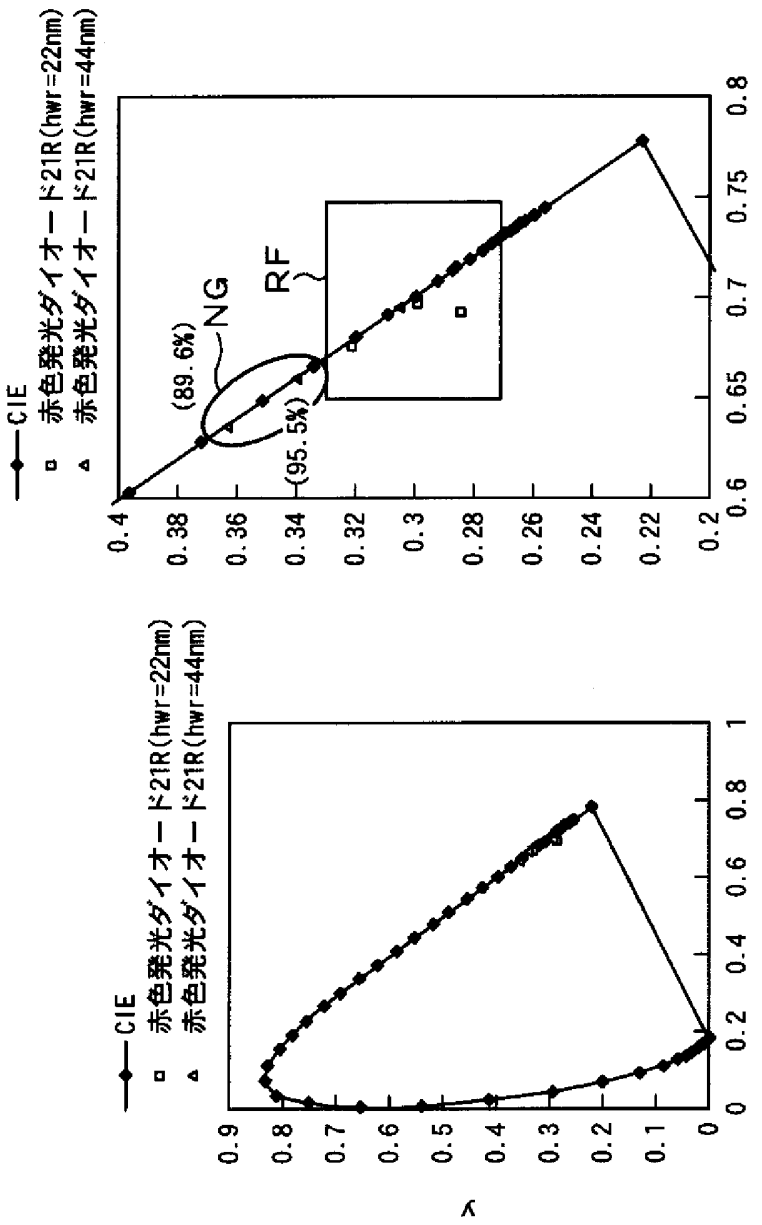


FIG.29B

FIG.29A

[図30]

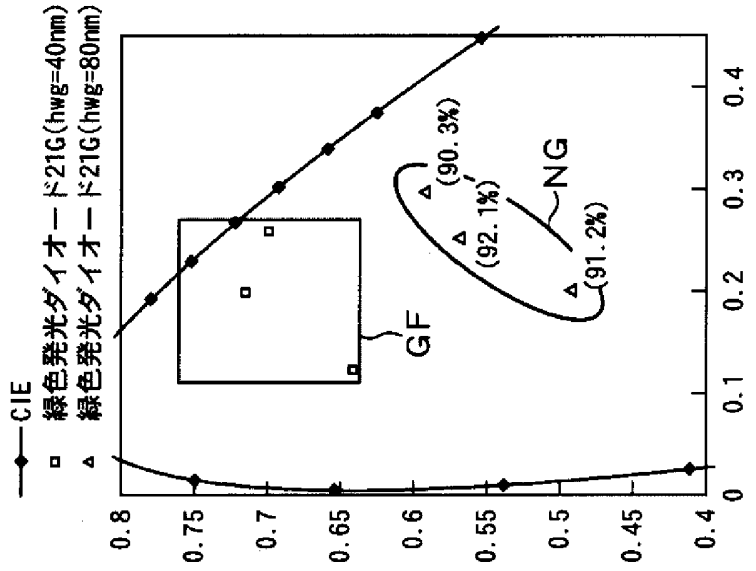


FIG.30B

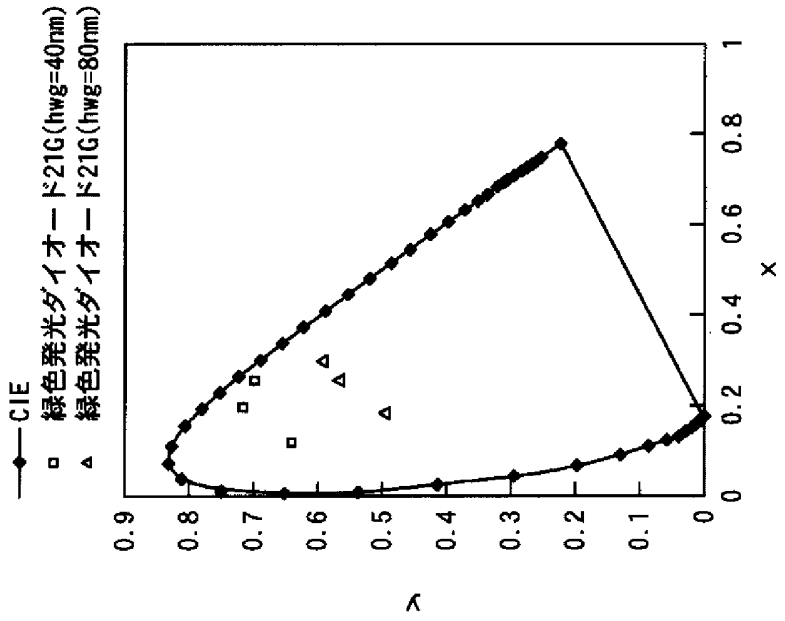


FIG.30A

[図31]

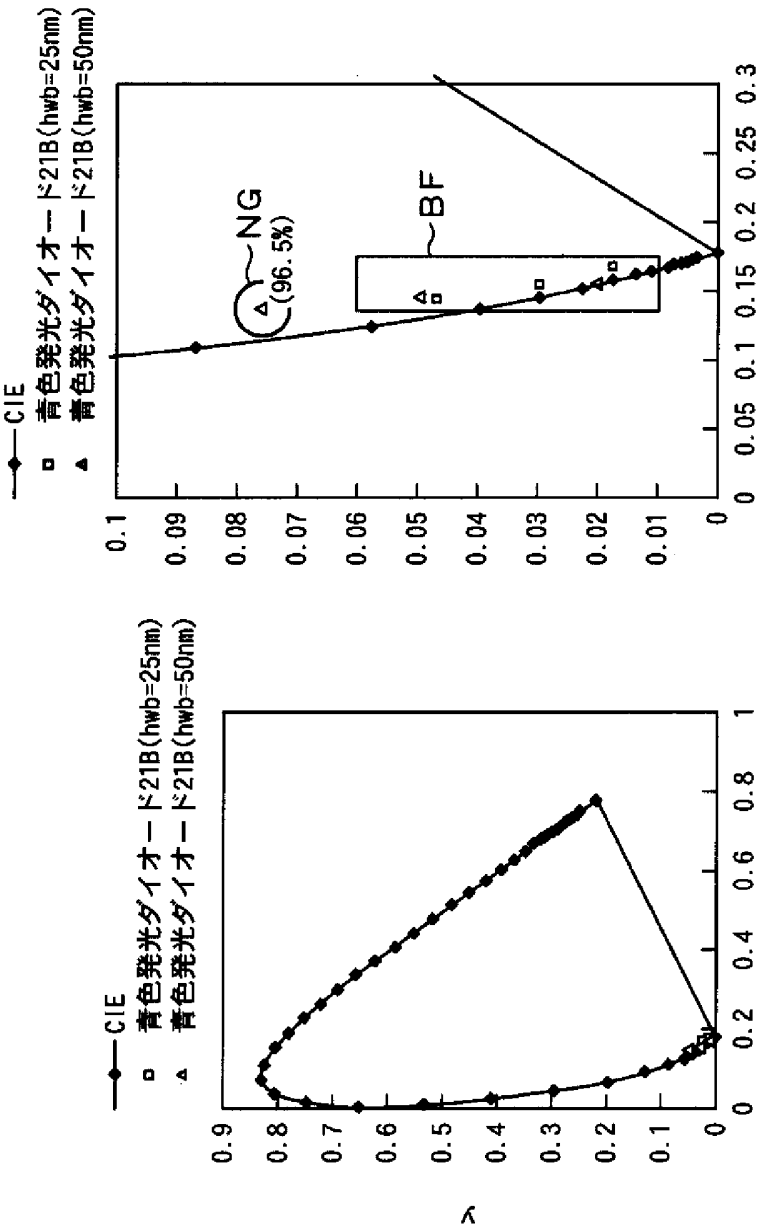


FIG.31B

FIG.31A

[図32]

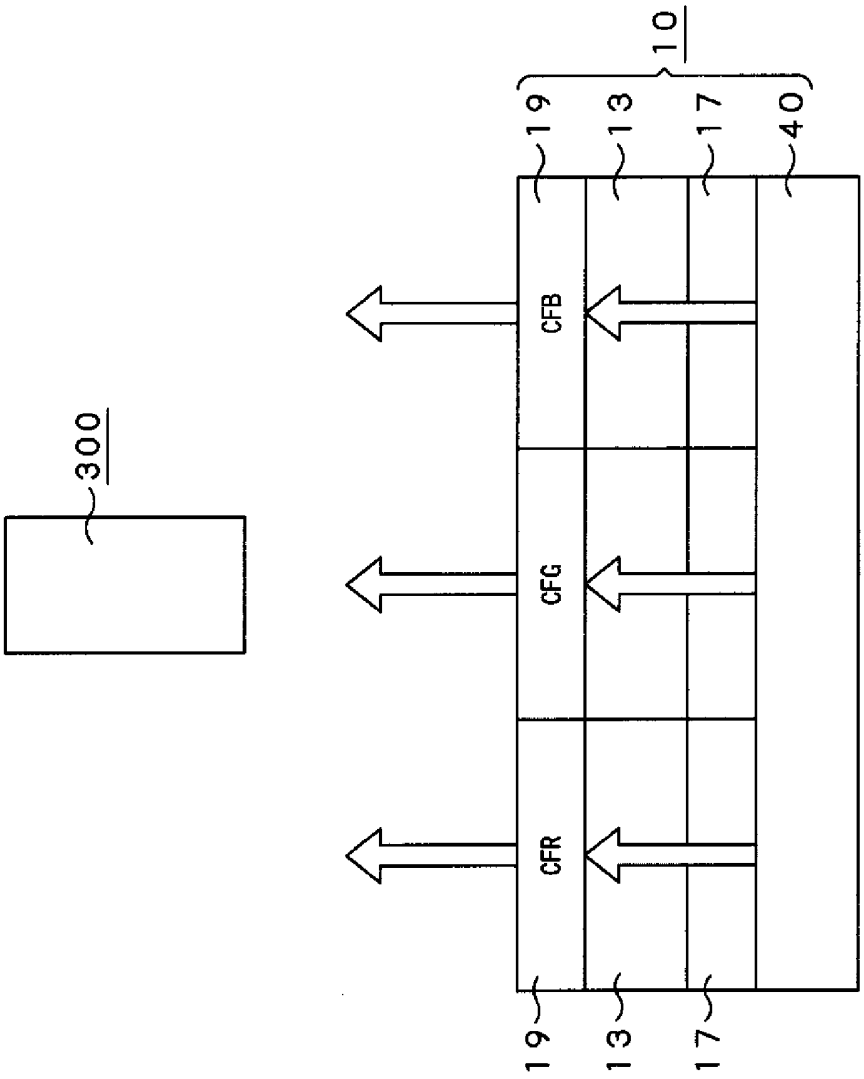


FIG.32

[図33]

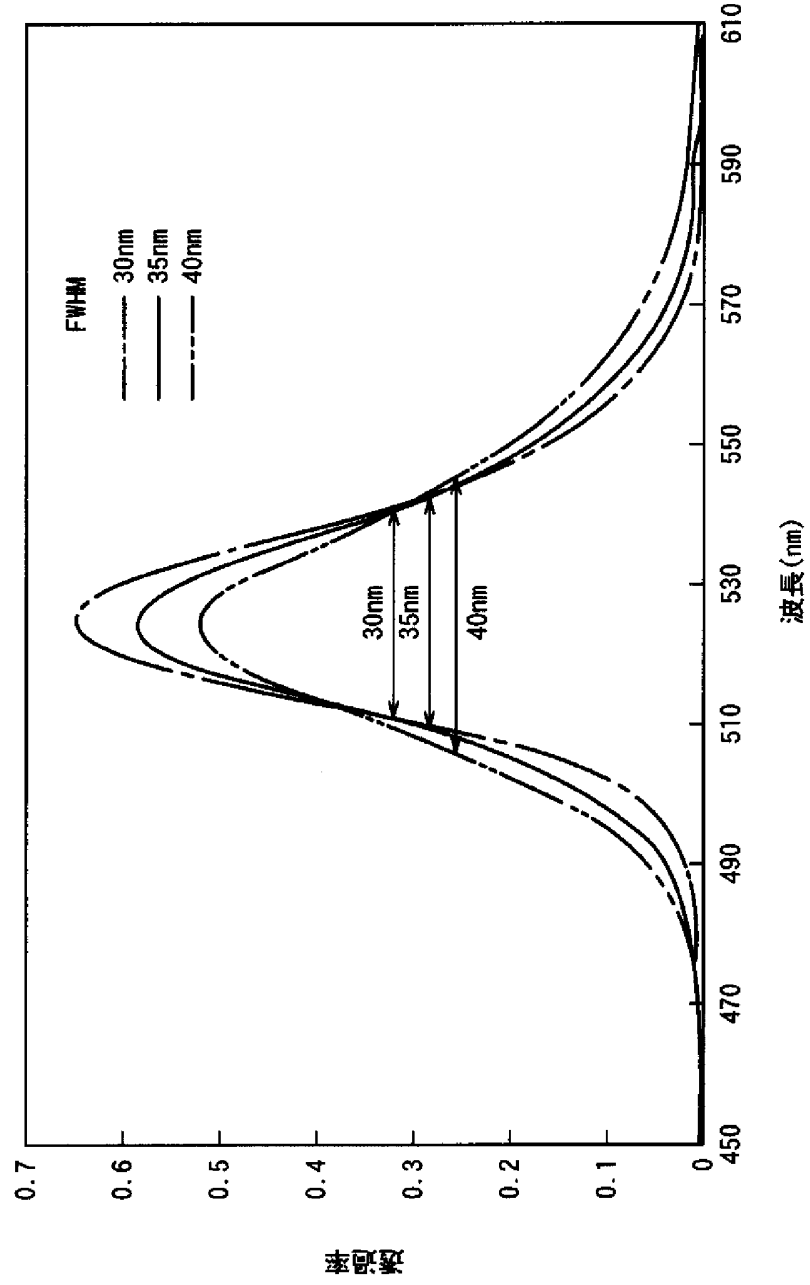

FWHM
30nm
35nm
40nm
30nm
35nm
40nm
透過率
波長(nm)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
450
470
490
510
530
550
570
590
610

FIG.33

[図34]

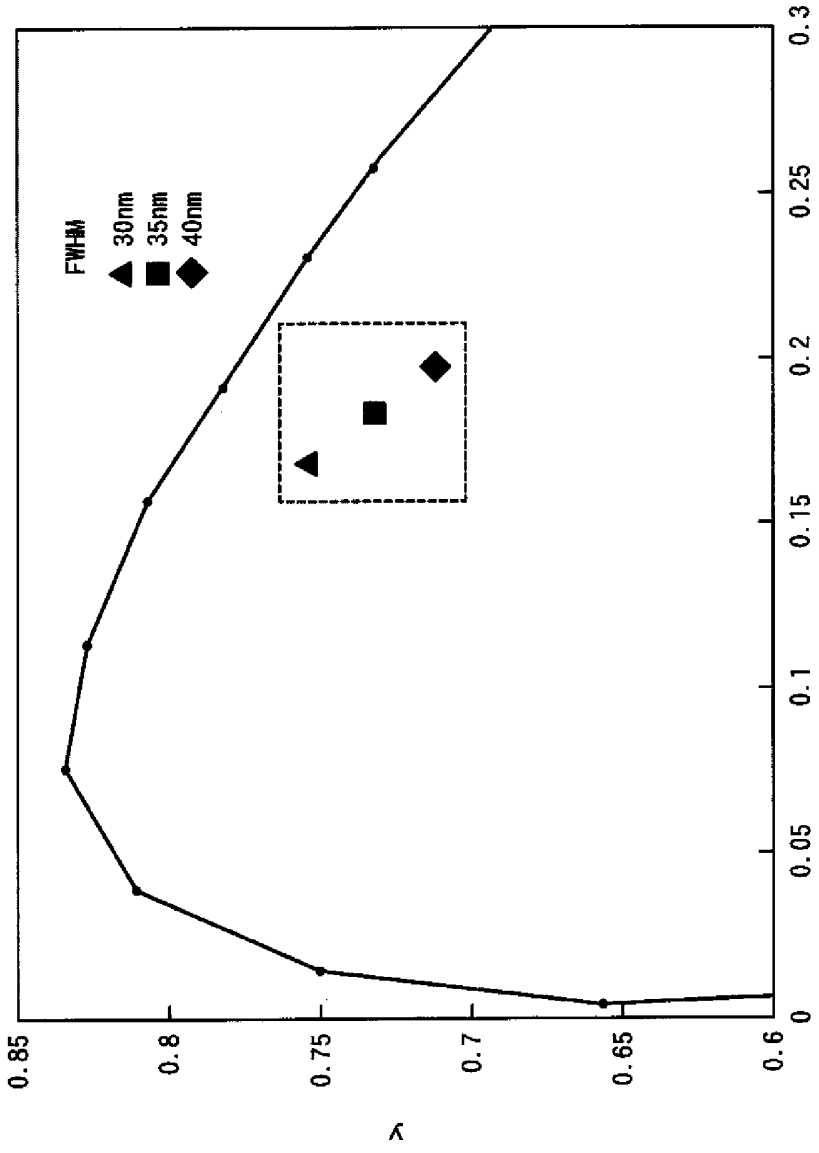


FIG.34

[図35]

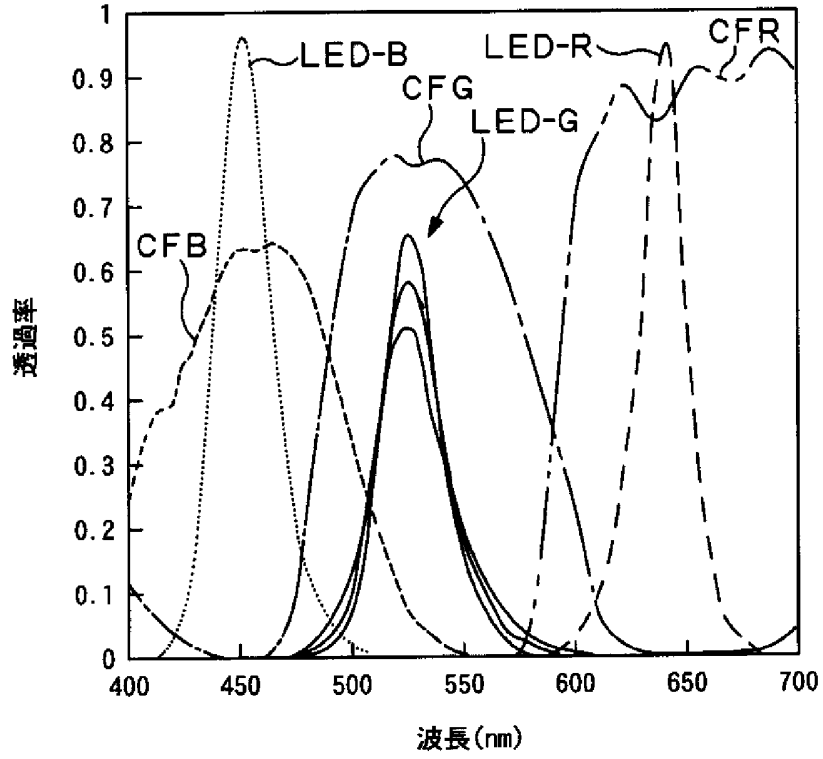

1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
透過率
400
450
500
550
600
650
700
波長(nm)
LED-B
LED-R
CFR
CFG
LED-G
CFB

FIG.35

[図36]

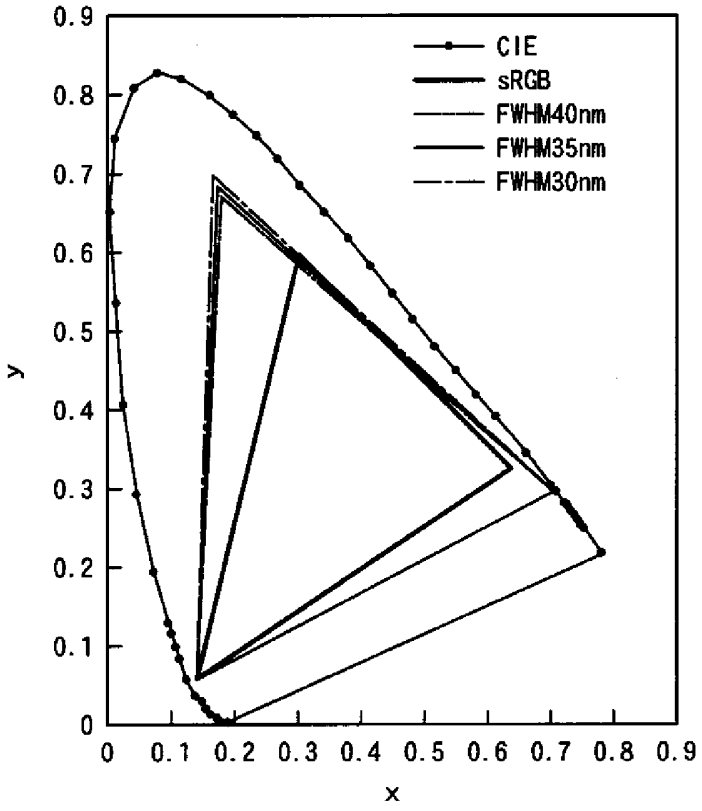

CIE
sRGB
FWHM40nm
FWHM35nm
FWHM30nm
y
x
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9

FIG.36

[図37]

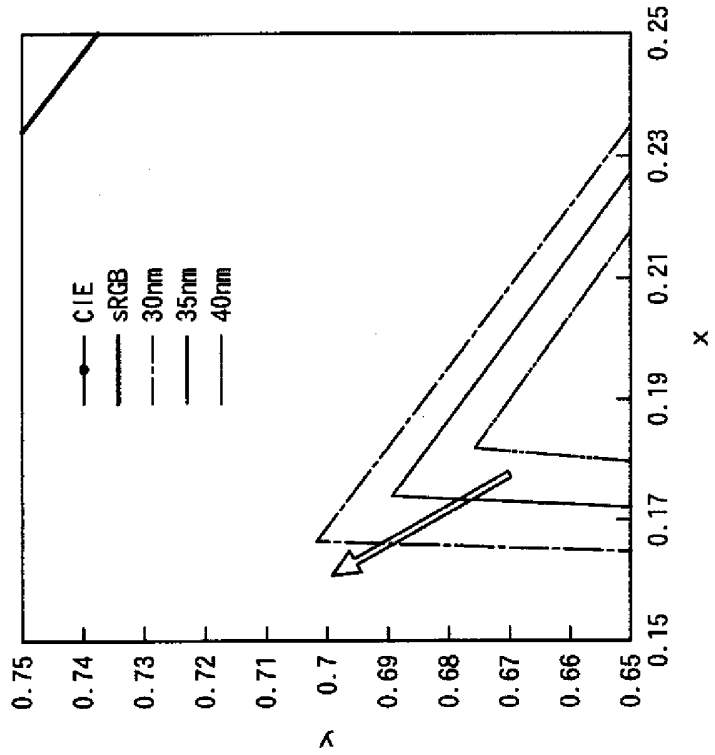


FIG.37B

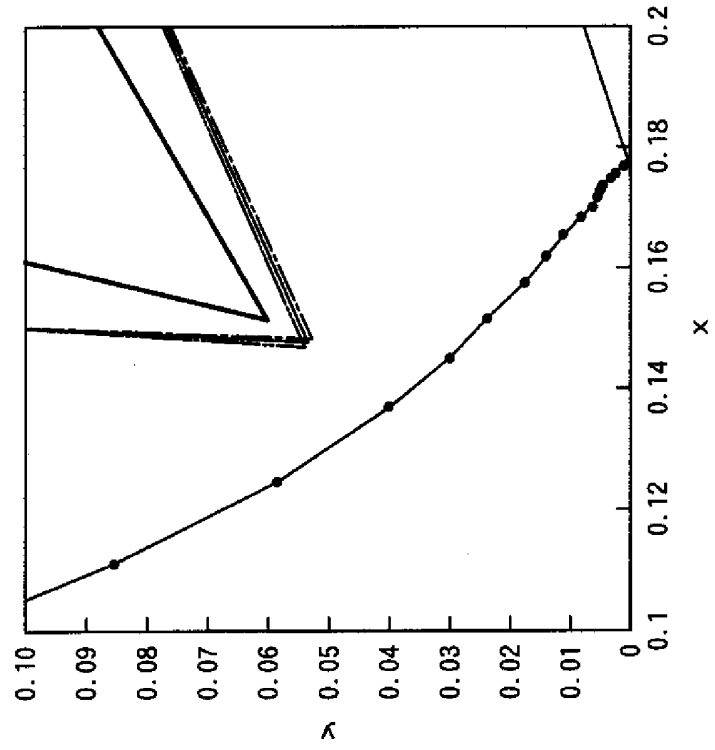


FIG.37A

[図38]

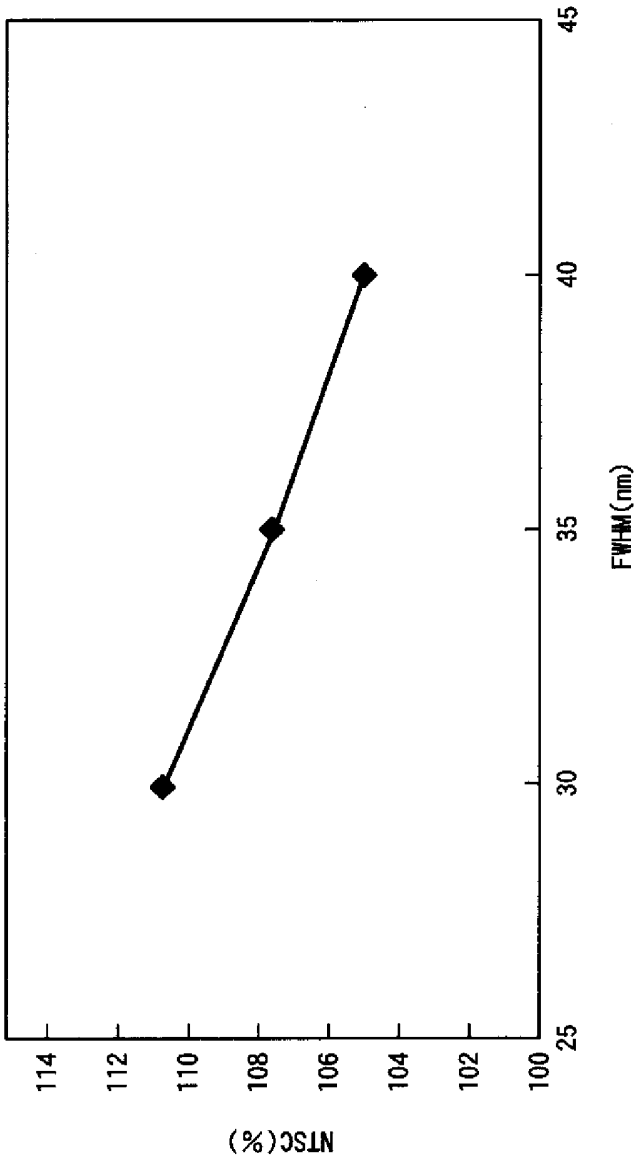


FIG.38

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/014599

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02F1/13357(2006.01), ***F21S2/00***(2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02F1/13357(2006.01), ***F21S2/00***(2006.01)

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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 A	JP 2004-93761 A (Toko, Inc.), 25 March, 2004 (25.03.04), Full text; all drawings & US 2004-42234 A1	1,3,5-8 2,4
Y A	JP 2004-118133 A (Telecommunications Advancement Organization of Japan, Hitachi, Ltd.), 15 April, 2004 (15.04.04), Par. Nos. [0035] to [0036], [0056] to [0058]; Figs. 3, 10 (Family: none)	1,3,5-8 2,4

☐ 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	Date of mailing of the international search report
19 October, 2005 (19.10.05)	01 November, 2005 (01.11.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００５／０１４５９９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.[7] ***G02F1/13357*** (2006.01), ***F21S2/00*** (2006.01)

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.[7] ***G02F1/13357*** (2006.01), ***F21S2/00*** (2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００５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	関連する請求の範囲の番号
Ｙ Ａ	ＪＰ　２００４－９３７６１　Ａ（東光株式会社） ２００４．０３．２５，全文、全図　＆ ＵＳ　２００４－４２２３４　Ａ１	1,3,5-8 2,4
Ｙ Ａ	ＪＰ　２００４－１１８１３３　Ａ（通信・放送機構、株式会社日立製作所）２００４．０４．１５，第３５－３６段落、第５６－５８段落、図３、図１０（ファミリーなし）	1,3,5-8 2,4

☐　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	国際調査報告の発送日
１９．１０．２００５	０１．１１．２００５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｌ　９５１３
右田　昌士
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５５