

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-106437

(P2006-106437A)

(43) 公開日 平成18年4月20日(2006.4.20)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2F 1/13357 (2006.01)	GO2F 1/13357	2H048
GO2B 5/20 (2006.01)	GO2B 5/20 101	2H091
GO2F 1/1335 (2006.01)	GO2F 1/1335 505	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2004-294242 (P2004-294242)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22) 出願日	平成16年10月6日 (2004.10.6)	(74) 代理人	100067736 弁理士 小池 晃
		(74) 代理人	100086335 弁理士 田村 榮一
		(74) 代理人	100096677 弁理士 伊賀 誠司
		(72) 発明者	芳賀 秀一 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	柿沼 孝一郎 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

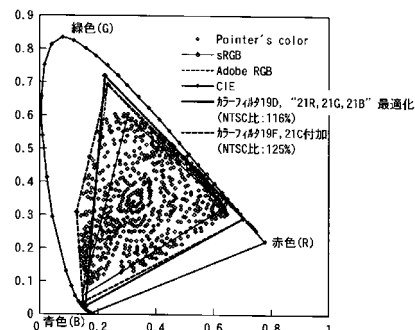
(54) 【発明の名称】 カラー液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 Adobe RGB規格、Pointer's Colorを満たす色再現範囲を達成する。

【解決手段】 光源に、3原色発光ダイオードに加え、シアン光を発光するシアン発光ダイオード21C、黄色光を発光する黄色発光ダイオード及びマゼンタ光を発光するマゼンタ発光ダイオードを少なくとも1種類以上含む補色発光ダイオードを有し、カラーフィルタ19として、3原色カラーフィルタに加え、シアン光に対応した透過波長帯域のシアンフィルタCFC、黄色光に対応した透過波長帯域の黄色フィルタCFY及びマゼンタ光に対応した透過波長帯域のマゼンタフィルタを少なくとも1種類以上含む補色カラーフィルタを有することで実現する。

【選択図】 図33a



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

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、ピーク波長 p_r が 640 nm p_r 645 nm である赤色光を発光する赤色発光ダイオード、ピーク波長 p_g が 525 nm p_g 530 nm である緑色光を発光する緑色発光ダイオード及びピーク波長 p_b が 440 nm p_b 450 nm である青色光を発光する青色発光ダイオードからなる 3 原色発光ダイオードと、

10

シアン光を発光するシアン発光ダイオード、黄色光を発光する黄色発光ダイオード及びマゼンタ光を発光するマゼンタ発光ダイオードを少なくとも 1 種類以上含む補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各色光を混色して上記白色光とする混色手段とを有し、

上記カラーフィルタは、透過波長帯域のピーク波長 F_{p_r} が 685 nm F_{p_r} 690 nm であり、青色フィルタの透過波長帯域における当該赤色フィルタの透過率をゼロとした赤色フィルタ、透過波長帯域のピーク波長 F_{p_g} が 530 nm であり、上記透過波長帯域の半値幅 $F_{h_w_g}$ が 80 nm $F_{h_w_g}$ 100 nm である緑色フィルタ及び透過波長帯域のピーク波長 F_{p_b} が 440 nm F_{p_b} 460 nm である青色フィルタからなる 3 原色カラーフィルタと、

20

シアン光に対応した透過波長帯域のシアンフィルタ、黄色光に対応した透過波長帯域の黄色フィルタ及びマゼンタ光に対応した透過波長帯域のマゼンタフィルタを少なくとも 1 種類以上含む補色カラーフィルタとからなるカラーフィルタとを有すること

を特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 2】

上記補色発光ダイオードとして、ピーク波長 p_c が 475 nm のシアン発光ダイオードを用い、

上記補色カラーフィルタとして、透過波長帯域のピーク波長 F_{p_c} が 475 nm のシアンフィルタを用いること

を特徴とする請求項 1 記載のカラー液晶表示装置。

30

【請求項 3】

上記補色カラーフィルタとして、透過波長帯域のピーク波長 F_{p_y} が 575 nm の黄色フィルタを用いること

を特徴とする請求項 1 記載のカラー液晶表示装置。

【請求項 4】

上記緑色フィルタは、上記青色フィルタの上記透過波長帯域及び上記赤色フィルタの上記透過波長帯域における当該緑色フィルタの透過率を減少させることで、当該緑色フィルタの透過波長帯域の上記半値幅 $F_{h_w_g}$ を 80 nm $F_{h_w_g}$ 100 nm とすること

を特徴とする請求項 1 記載のカラー液晶表示装置。

【請求項 5】

上記緑色フィルタは、上記青色フィルタの上記透過波長帯域における当該緑色フィルタの透過率を減少させることで、当該緑色フィルタの透過波長帯域の上記半値幅 $F_{h_w_g}$ を 90 nm $F_{h_w_g}$ 100 nm とすること

を特徴とする請求項 1 記載のカラー液晶表示装置。

40

【請求項 6】

上記緑色フィルタの透過率を 15% 上昇させること

を特徴とする請求項 5 記載のカラー液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

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。

【背景技術】

【0002】

コンピュータディスプレイ用の標準色空間としてIEC（International Electrotechnical Commission）が規定したsRGB規格は、RGBの3つの原色の色度点をITU-R（International Telecommunication Union Radio communication）が推奨するRec.709の測色パラメータに一致させることによって、ビデオ信号RGBと測色値の関係を明確に定義したものであって、このsRGB規格に準拠したモニター装置では、同じビデオ信号RGBを与えれば、測色的に同じ色を表示できる。

10

【0003】

ところで、カメラやスキャナにより取り込んだ色情報を受信し表示する映像機器すなわちディスプレイやプリンタは、受け取った色情報を正確に表示する必要がある。例えば、カメラが正確に色情報を取得したとしても、ディスプレイが不適切な色情報を表示することにより、システム全体の色再現性は劣化する。

【0004】

現在の標準モニターでの表示は、上記sRGB規格の色域で規定されているが、世の中にはsRGBの色域を超えた色が多々あり、sRGB規格の標準モニターでは表示できない物体色ができています。例えば、フィルムやデジタルカメラプリンタなど既にsRGBの範囲を超えている。しかし、広いダイナミックレンジを確保して正確に撮影を行ったとしても、sRGB規格の標準モニターでは表示できない物体色が生じることになる。

20

【0005】

そこで、広色域化に対応するためにsRGBよりも広い色空間を持ったsYCCが業界標準化された。sYCCは、sRGBからITU-R BT.601（ハイビジョン用に定義されたRGBからYCCへの変換マトリックスの国際規格）を使って輝度差色差分空間を導いたもので、色空間としてはsYCCの方が色域が広く、sRGBの外側の色も表現することができる。

【0006】

一方、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方式は、sRGBに較べて帯域幅が広い。sYCCを実現するには、ディスプレイ上でNTSC方式での色域と同等あるいはこれを超える必要がある。

30

【0007】

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考案、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。

【0008】

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（例えば、特許文献1参照）。

40

【0009】

【特許文献1】特開2001-22285号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

一般に、透過型のカラー液晶表示装置では、例えば、図35に示すような分光特性（スペクトル特性）の青色フィルタCFB₀（460nm）、緑色フィルタCFG₀（530

50

nm)、赤色フィルタCFR₀(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。

【0011】

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36に示すようなスペクトルを示し、さまざまな波長帯域で異なる強度の光を含んでいることになる。

【0012】

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。

10

【0013】

図37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37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。

【0014】

図37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といった問題がある。

20

【0015】

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原色である赤色光、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。

30

【0016】

しかしながら、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。

【0017】

光源として3原色の発光ダイオードを用いる場合、色再現範囲は、主にこの発光ダイオードの波長帯域に依存する。また、さらなる広色域化を図るには、この発光ダイオードの波長帯域に対応するようにカラー液晶表示パネルが備えるカラーフィルタの透過波長帯域を最適化することも非常に重要になる。つまり、光源として使用する発光ダイオードと、カラーフィルタとのマッチングによって、カラー液晶表示装置で表示される画像の色純度は、大きく変化し、色再現範囲に影響を与えるため、光源である発光ダイオードと、カラーフィルタとの最適設計は、広色域化を実現する上で重要なファクターとなる。

40

【0018】

そこで、本発明は、上述したような問題を解決するために案出されたものであり、発光ダイオードと、カラーフィルタとの特性を最適化することで広色域化を可能にするバックライト方式のカラー液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0019】

なお、さらなる課題が挙げられる場合は、本発明を実施するための最良の形態において説明をする。

【課題を解決するための手段】

50

【0020】

上述の目的を達成するために、本発明に係る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、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、ピーク波長 p_r が 640 nm p_r 645 nm である赤色光を発光する赤色発光ダイオード、ピーク波長 p_g が 525 nm p_g 530 nm である緑色光を発光する緑色発光ダイオード及びピーク波長 p_b が 440 nm p_b 450 nm である青色光を発光する青色発光ダイオードからなる3原色発光ダイオードと、シアン光を発光するシアン発光ダイオード、黄色光を発光する黄色発光ダイオード及びマゼンタ光を発光するマゼンタ発光ダイオードを少なくとも1種類以上含む補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各色光を混色して上記白色光とする混色手段とを有し、上記カラーフィルタは、透過波長帯域のピーク波長 F_{pr} が 685 nm F_{pr} 690 nm であり、青色フィルタの透過波長帯域における当該赤色フィルタの透過率をゼロとした赤色フィルタ、透過波長帯域のピーク波長 F_{pg} が 530 nm であり、上記透過波長帯域の半値幅 F_{hwg} が 80 nm F_{hwg} 100 nm である緑色フィルタ及び透過波長帯域のピーク波長 F_{pb} が 440 nm F_{pb} 460 nm である青色フィルタからなる3原色カラーフィルタと、シアン光に対応した透過波長帯域のシアンフィルタ、黄色光に対応した透過波長帯域の黄色フィルタ及びマゼンタ光に対応した透過波長帯域のマゼンタフィルタを少なくとも1種類以上含む補色カラーフィルタとからなるカラーフィルタとを有することを特徴とする。

10

20

【発明の効果】

【0021】

本発明は、バックライト装置の光源として、ピーク波長 p_r が 640 nm p_r 645 nm である赤色光を発光する赤色発光ダイオード、ピーク波長 p_g が 525 nm p_g 530 nm である緑色光を発光する緑色発光ダイオード及びピーク波長 p_b が 440 nm p_b 450 nm である青色光を発光する青色発光ダイオードからなる3原色発光ダイオードと、シアン光を発光するシアン発光ダイオード、黄色光を発光する黄色発光ダイオード及びマゼンタ光を発光するマゼンタ発光ダイオードを少なくとも1種類以上含む補色発光ダイオードとを用いる。

【0022】

またカラー液晶表示パネルのカラーフィルタとして、透過波長帯域のピーク波長 F_{pr} が 685 nm F_{pr} 690 nm であり、青色フィルタの透過波長帯域における当該赤色フィルタの透過率をゼロとした赤色フィルタと、透過波長帯域のピーク波長 F_{pg} が 530 nm であり、上記透過波長帯域の半値幅 F_{hwg} が 80 nm F_{hwg} 100 nm である緑色フィルタと、透過波長帯域のピーク波長 F_{pb} が 440 nm F_{pb} 460 nm である青色フィルタからなる3原色カラーフィルタと、シアン光に対応した透過波長帯域のシアンフィルタ、黄色光に対応した透過波長帯域の黄色フィルタ及びマゼンタ光に対応した透過波長帯域のマゼンタフィルタを少なくとも1種類以上含む補色カラーフィルタとを用いる。

30

【0023】

これにより、カラー液晶表示パネルに設けられる3原色カラーフィルタ、補色カラーフィルタの特性と、バックライト装置に設けられる3原色発光ダイオード、補色発光ダイオードの特性とのマッチングを図り最適化することで、カラー液晶表示装置で表示される画像の色再現範囲を大幅に拡大させることを可能とする。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照して詳細に説明をする。なお、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。

【0025】

50

本発明は、例えば、図 1 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。

【0026】

透過型のカラー液晶表示装置 100 は、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 とからなる。また、図示しないが、このカラー液晶表示装置 100 は、地上波や衛星波を受信するアナログチューナー、デジタルチューナーといった受信部、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といった音声信号出力部などを備えていてもよい。

【0027】

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、順次選択されると共に、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。

10

【0028】

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 2 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 2 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。カラーフィルタ 19 については、後で詳細に説明をする。

20

【0029】

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。

30

【0030】

バックライトユニット 40 は、上記カラー液晶表示パネル 10 を背面側から照明する。図 1 に示すように、バックライトユニット 40 は、光源を備え、上記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。

【0031】

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。

40

【0032】

図 3 にバックライト装置 20 の概略構成図を示す。図 3 に示すように、バックライト装置 20 は、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

50

発光ダイオード 2 1 B を総称する場合は、単に発光ダイオード 2 1 と呼ぶ。

【 0 0 3 3 】

図 3 に示すように各発光ダイオード 2 1 は、基板 2 2 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 2 1 n (n は、自然数。) を形成する。基板 2 2 上に各発光ダイオードを配列する順番は、例えば、図 3 に示すように、緑色発光ダイオード 2 1 G 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 2 1 G の間に、赤色発光ダイオード 2 1 R、青色発光ダイオード 2 1 B を交互に配置させるような順番である。

【 0 0 3 4 】

発光ダイオードユニット 2 1 n は、バックライトユニット 4 0 が照明するカラー液晶表示パネル 1 0 のサイズに応じて、バックライト装置 2 0 の筐体であるバックライトハウス 2 3 内に、複数列、配置されることになる。

【 0 0 3 5 】

バックライトハウス 2 3 内への発光ダイオードユニット 2 1 n の配置の仕方は、図 3 に示すように、発光ダイオードユニット 2 1 n 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 2 1 n 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良い。

【 0 0 3 6 】

なお、発光ダイオードユニット 2 1 n の長手方向を、水平方向或い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 C C F L 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。

【 0 0 3 7 】

バックライトハウス 2 3 内に組み込まれた赤色発光ダイオード 2 1 R、緑色発光ダイオード 2 1 G、青色発光ダイオード 2 1 B から発光された光は、当該バックライトハウス 2 3 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 2 1 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 2 3 内にて一様に混色されるように、各発光ダイオード 2 1 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。

【 0 0 3 8 】

また、バックライトハウス 2 3 内には、図示しないが、光源である発光ダイオード 2 1 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。

【 0 0 3 9 】

バックライト装置 2 0 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 1 0 に背面側から照明することになる。

【 0 0 4 0 】

このカラー液晶表示装置 1 0 0 は、例えば、図 4 に示すような駆動回路 2 0 0 により駆動される。

【 0 0 4 1 】

この駆動回路 2 0 0 は、カラー液晶表示パネル 1 0 や、バックライト装置 2 0 の駆動電源を供給する電源部 1 1 0、カラー液晶表示パネル 1 0 を駆動する X ドライバ回路 1 2 0 及び Y ドライバ回路 1 3 0、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 1 0 0 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 1 4 0 を介して供給される R G B プロセス処理部 1 5 0、この R G B プロセス処理部 1 5 0 に接続された映像メモリ 1 6 0 及び制御部 1 7 0、バックライトユニット 4 0 のバックライト装置 2 0 を駆動制御するバックライト駆動制御部 1 8 0 などを備えている。

【 0 0 4 2 】

この駆動回路 2 0 0 において、入力端子 1 4 0 を介して入力された映像信号は、 R G B

10

20

30

40

50

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 120 に供給される。

【0043】

また、制御部 170 は、上記 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、上記画像メモリ 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、上記 RGB セパレート信号に応じた映像を表示する。

【0044】

バックライト駆動制御部 180 は、電源 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、色の变化を抑える必要がある。

【0045】

ユーザインターフェース 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ーフェースである。

【0046】

例えば、ユーザインターフェース 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 21 R、緑色発光ダイオード 21 G、青色発光ダイオード 21 B 毎に変えて、赤色発光ダイオード 21 R、緑色発光ダイオード 21 G、青色発光ダイオード 21 B を駆動制御することになる。

【0047】

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 C F R、緑色フィルタ C F G、青色フィルタ C F B 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 21 R, 21 G, 21 B 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。

【0048】

従来技術でも説明したように色再現範囲には、様々な規格があり、一般にディスプレイは、何らかの規格に準拠するような色再現範囲となるように、カラーフィルタ 19 の設計、発光ダイオード 21 の選択がなされる。本発明の実施の形態として示すカラー液晶表示装置 100 においては、アプリケーションソフトウェアである Photoshop (Adobe System Inc. 社製) で用いられている色再現範囲の規格である Adobe RGB 規格をさらに拡張した新たな色再現範囲に準拠するように、カラーフィルタ 19 を設計し、各発光ダイオード 21 を選択することで最適化を図るようにする。

【0049】

Adobe RGB 規格は、sRGB 規格よりも広い色再現範囲であり、国際的な標準規格ではないものの、印刷 / 出版といった業務用途でデファクトスタンダードとして認知されている。この Adobe RGB 規格は、大型ディスプレイを使って印刷物の色再現をモニターする需要が増加したことによって、適用されるようになってきた。

【0050】

図 5a に、Pointer's Color の 786 色を xy 色度図にプロットした様子を示す。図 5a に示す Pointer's Color は、マンセル表色系 (色票) をベースとし、自然界に実在する表面色を 786 色だけ抽出した色票であり、この Poin

10

20

30

40

50

ter's Colorが表現できれば、世の中の色をほぼ表現しているとする事ができる。

【0051】

図5bは、従来において、ディスプレイの色再現範囲を規定する際に用いられたsRGB規格の色再現範囲が、図5aで示したPointer's Colorをどれだけカバーしているかを示した図である。図5bには、国際照明委員会(CIE)が定めたXYZ表色系も示している。図5bからも分かるように、sRGB規格の色再現範囲は、Pointer's Colorよりもかなり狭い範囲である。sRGB規格の色再現範囲が、Pointer's Colorをどれだけカバーしているかを具体的に計算すると約55%となる。つまり、sRGB規格では、世の中の色55%程度しか表現できないということになる。

10

【0052】

図5cは、図5bにAdobe RGB規格の色再現範囲を加えた図である。図5cからも分かるように、Adobe RGB規格の色再現範囲は、Pointer's Colorをほぼ網羅している。Adobe RGB規格の色再現範囲が、Pointer's Colorをどれだけカバーしているかを具体的に計算すると約80%となる。つまり、Adobe RGB規格では、世の中の色80%程度を表現できるということになる。

【0053】

図5cに示すように、Adobe RGB規格では、Pointer's Colorを満たすことはできず、特に、絵具・印刷インクなどでの3原色の一つであり緑色(G)の補色であるマゼンタ(明るい赤紫)色を中心とするマゼンタ領域Mをカバーすることができていない。そこで、図5dに示すようにマゼンタ領域Mを補うようにAdobe RGB規格を拡張した新たな色再現範囲となる規格を提示する。図5dに示す新たな色再現範囲は、Pointer's ColorをAdobe RGB規格よりもさらにカバーしており、具体的に計算をすると約90%のPointer's Colorをカバーできることが分かる。以下、Adobe RGBが拡張された色再現範囲となる新たな規格を、Pointer's Colorをほぼ満たすことからPointer規格と呼ぶことにする。

20

【0054】

本発明の実施の形態として示すカラー液晶表示装置100では、カラー液晶表示パネル10に表示される画像を、このPointer規格を満たす色再現範囲となるように、カラーフィルタ19を設計し、各発光ダイオード21を選択することで最適化を図るようにする。

30

【0055】

このとき、本発明の実施の形態として示すカラー液晶表示装置100では、バックライト装置20から出射される白色光のホワイトバランスが、所望の色温度となるようなスペクトル強度を保つ必要がある。

【0056】

例えば、カラー液晶表示装置100では、バックライト装置20から出射される白色光のホワイトバランスを、色温度が 10000 ± 1000 K(ケルビン)となるように合わせることにする。このように、バックライト装置20から出射される白色光の色温度が、 10000 ± 1000 Kとなるためには、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、青色光のピーク波長の強度比を、単純に1:1:1とするのではなく、所定の割合に変更する必要があり、発光ダイオード21の特性を変化させた場合もこれを常に保つ必要がある。

40

【0057】

図6に、色再現範囲がNTSCと同程度、つまりNTSC比が100%程度となる場合のカラー液晶表示装置100のカラー液晶表示パネル10に備えられたカラーフィルタ19の分光特性と、それに対応した発光ダイオード21のスペクトル特性とを示す。NTS

50

C比と同程度の色再現範囲は、上述したsRGB規格の色再現範囲よりは広いが、Pointer規格はもちろん、Adobe RGB規格の色再現範囲にも及ばない程度である。

【0058】

本発明の実施の形態として示すカラー液晶表示装置100では、このNTSCと同程度の色再現範囲を基準とすることにする。具体的には、図6に示すように、ピーク波長 $F_{pr} = 685 \text{ nm}$ の赤色フィルタCFR、ピーク波長 $F_{pg} = 530 \text{ nm}$ の緑色フィルタCFG、ピーク波長 $F_{pb} = 460 \text{ nm}$ の青色フィルタCFBに対し、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の各ピーク波長が、それぞれ 640 nm 、 525 nm 、 450 nm である場合、NTSC比をおよそ100%程度とするような色再現範囲となる。

10

【0059】

この色再現範囲をPointer規格まで拡張させるには、色純度を高め、色域を広げることと同義であるため、例えば、図6中に丸印で示した、発光ダイオード21から発光された各色光のスペクトルと、隣り合うカラーフィルタ19の透過波長帯域とがクロスするクロスポイントを下げること、究極には、クロスポイントをゼロとすることが重要となり、これが基本的な設計思想となる。

【0060】

このクロスポイントを下げるとは、理想的には、緑色発光ダイオードで発光される緑色光のピーク波長を中心にして、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をなるべく長波長側とし、緑色フィルタCFGを透過しないようにし、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なるべく短波長側とし、緑色フィルタCFGを透過しないようにする。また、緑色フィルタCFGの半値幅を狭め、透過波長帯域を狭めることでクロスポイントを下げることができる。

20

【0061】

しかしながら、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7に示すように、 555 nm 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7は、視感度がピークとなる 555 nm を1とした比視感度曲線である。

【0062】

したがって、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それぞれ、長波長側、短波長側にシフトしすぎたり、緑色フィルタCFGの半値幅を狭めすぎたりすると視感度が下がってしまい、下がった視感度をあげるためには非常に高いパワーが必要になってしまう。

30

【0063】

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、緑色フィルタCFGの透過波長帯域を狭めることで、所望の色再現範囲となるよう色純度を高め、色域を広げることが可能となる。

【0064】

このように、適切な所望のホワイトバランスとなるように各発光ダイオード21の発光強度を保ちながら、上述した基本的な設計思想に基づいて、カラー液晶表示装置100の色再現範囲をPointer規格まで広げるには、以下に示すような具体的な手法を提案することができる。

40

【0065】

なお、以下に示す手法において、全ての色域は、カラー液晶表示装置100のカラー液晶パネル10から出射される表示光を測色計にて測定している。

【0066】

{実施例1：青色発光ダイオード21Bのピーク波長 p_b を短波長側へシフトする場合}

上述したように、青色発光ダイオード21Bのピーク波長 p_b を短波長側へシフトす

50

ると、緑色カラーフィルタ C F G とのクロスポイントが下がるため、色再現範囲が広がることになる。

【0067】

しかしながら、図6の領域Fに示すように、青色フィルタ C F B の透過波長帯域に、赤色フィルタ C F R が透過率を有していると、色純度を上げ、色域を広げるのを阻害してしまうことになる。まず、これについて検証をする。

【0068】

図6に示すように、カラーフィルタ19の分光特性が、青色フィルタ C F B の透過波長帯域中の領域Fで示す400nm~450nm付近において、赤色フィルタ C F R の透過率がゼロになっていないとする。以下、このカラーフィルタ19をカラーフィルタ19Zと呼ぶ。また、図6に示すカラーフィルタ19Zの分光特性に合わせて、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で発光される赤色光、緑色光、青色光のピーク波長をそれぞれ $p_r = 640 \text{ nm}$ 、 $p_g = 525 \text{ nm}$ 、 $p_b = 450 \text{ nm}$ とする。

【0069】

このように各発光ダイオード21のピーク波長を選択した場合、図6に示すように、青色光のピーク波長と、緑色光のピーク波長との間隔 d_1 と、赤色光のピーク波長と、緑色光のピーク波長との間隔 d_2 とを比較すると $d_1 < d_2$ となっているため、間隔 d_1 が d_2 よりも狭いことから、青色光と緑色光との混色が生じやすく色純度が悪くなり色域を広げることができない。

【0070】

そこで、発光する青色光のピーク波長が、 $p_b = 450 \text{ nm}$ よりも短波長側（図6中：矢印S方向）へシフト（波長帯域を変える）した青色発光ダイオード21Bを用いることを考える。このような、青色発光ダイオード21Bを用いると、間隔 d_1 が広がるため、青色光と緑色光との混色も生じにくく色純度がよくなり、色域を広げることができる。

【0071】

これを検証するため、図6に示すような分光特性を有するカラーフィルタ19Zに対して、青色発光ダイオード21Bのピーク波長をシフトさせた場合の色域を測定し、ピーク波長をシフトさせる前の色域と比較する。具体的には、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おき、青色発光ダイオード21B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、色域を測定した。

【0072】

図8aは、図6でも示したカラーフィルタ19Z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。青色発光ダイオード21Bは、ピーク波長が $(460 - 5N) \text{ nm}$ の青色発光ダイオード $21B_N$ ($N = 0, 1, 2, \dots, 5, 6$) を7個用意した。

【0073】

なお、図8では、青色発光ダイオード21Bのピーク波長 p_b を短波長側へシフトする効果をより明確にするため、450nmよりも長波長のピーク波長 $p_b = 460 \text{ nm}$ の青色発光ダイオード21Bを用いた測定から開始している。

【0074】

図8bは、ピーク波長が $(460 - 5N) \text{ nm}$ の青色発光ダイオード $21B_N$ を用いた際の色域を測定した結果である。図8bに示すように、緑色G側、青色B側では、青色発光ダイオード $21B_N$ のピーク波長を短波長側にシフトさせるのに伴って、シフト前の色域よりも広がっているのが分かる。一方、赤色R側の色域は、青色発光ダイオード $21B_N$ のピーク波長をより短波長側にシフトさせるのに伴って、シフト前の色域よりも広くなるはずが、逆に狭くなってしまっている。つまり、ピーク波長、 $p_b = 430 \text{ nm}$ である発光ダイオード $21B_6$ を用いたときに最も色域が狭くなってしまっている。

【0075】

10

20

30

40

50

次に、以上の結果を踏まえ、図6に示す領域Fの赤色フィルタCFRの透過率をゼロにした分光特性を有するカラーフィルタ19Aに対して、上述したのと同様にして青色発光ダイオード21Bのピーク波長をシフトさせた場合の色域を測定し、ピーク波長をシフトする前の色域と比較する。

【0076】

図9aは、カラーフィルタ19A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。青色発光ダイオード21Bは、ピーク波長が(460 - 5N)nmの青色発光ダイオード21B_N(N = 0, 1, 2, ... 5, 6)を7個用意した。

10

【0077】

なお、図9でも図8と同様に、青色発光ダイオード21Bのピーク波長p_bを短波長側へシフトする効果をより明確にするため、450nmよりも長波長のピーク波長p_b = 460nmの青色発光ダイオード21Bを用いた測定から開始している。

【0078】

図9bは、ピーク波長が(460 - 5N)nmの青色発光ダイオード21B_Nを用いた際の色域を測定した結果である。図9bに示すように、緑色G側、青色B側では、青色発光ダイオード21B_Nのピーク波長を短波長側にシフトさせるのに伴って、シフト前の色域よりも広がっているのが分かる。一方、赤色R側の色域も、色度点が減少方向にずれていないことから、図8bとは異なり、青色発光ダイオード21B_Nのピーク波長をより短波長側にシフトさせるのに伴って、色域が狭くなるのが改善されているのが分かる。つまり、ピーク波長、p_b = 430nmである発光ダイオード21B₆を用いたときに最も色域が広がっている。

20

【0079】

図8bに示した結果は、図6に示す分光特性を有するカラーフィルタ19Zの領域Fとして示した青色フィルタCFBの透過波長帯域において、赤色フィルタCFRが透過率を有しているために、赤色フィルタCFRを透過した赤色光の色純度が低くなることを反映している。図9bに示した結果は、図6に示す分光特性を有するカラーフィルタ19Zの領域Fにおける赤色フィルタCFRの透過率をゼロとしたカラーフィルタ19Aを用いることで、赤色フィルタCFRに入射した光が、青色フィルタCFBの透過波長帯域と同じ波長帯域において、赤色フィルタCFRを透過することがないため、赤色フィルタCFRを透過した赤色光の色純度が高くなり、上述したような問題が改善されていることを示している。

30

【0080】

図10aは、ピーク波長p_b = 450nmとなる青色発光ダイオード21Bを用いた場合に、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)における各領域で色度点がどれだけ改善されたかを検証するためにxy色度図中に色度点をプロットした図である。図10b、10c、10dは、それぞれ青色(B)、緑色(G)、赤色(R)の各領域を拡大した図である。なお、図10a、10b、10c、10dのxy色度図中には、Pointer's Color、sRGB規格の色再現範囲、Adobe RGB規格の色再現範囲、Pointer規格の色再現範囲、国際照明委員会(CIE)が定めたXYZ表色系も同時に示してある。

40

【0081】

図10b、10c、10dより詳細となるように、青色(B)、緑色(G)の領域で色度点に変化はないが、赤色(R)の領域では、カラーフィルタ19Aを用いることで色度点がPointer規格よりも広がり改善されているのが分かる。一方、カラーフィルタ19Zを用いた場合には、赤色(R)の領域では、Pointer規格とほぼ同じ色度点となっている。

【0082】

図11に、カラーフィルタ19Zを用いた際に測定される図8bに示す色域から求めた

50

N T S C 比の青色発光ダイオード 2 1 B のピーク波長依存性と、カラーフィルタ 1 9 A を用いた際に測定される図 9 b に示す色域から求めた N T S C 比の青色発光ダイオード 2 1 B のピーク波長依存性を示す。

【 0 0 8 3 】

図 1 1 に示すように、ピーク波長 p_b が 4 5 0 n m の場合に注目すると、カラーフィルタ 1 9 A は、カラーフィルタ 1 9 Z に較べて、N T S C 比が 2 % 程度、つまり、1 0 8 % から 1 1 0 % に向上しているのが分かる。

【 0 0 8 4 】

上述したように、青色フィルタ C F B の透過波長帯域における赤色フィルタ C F R の透過率をゼロにすることで、赤色 (R) の領域の色域を広げることができた。したがって、このような赤色フィルタ C F R を有するカラーフィルタ 1 9 A に対して、青色発光ダイオード 2 1 B のピーク波長 p_b を短波長側にシフトさせてクロスポイントを下げると、さらに色純度を高め、色域を広げることができる。このとき、青色発光ダイオード 2 1 B のピーク波長 p_b を短波長側へシフトすることに伴い、青色フィルタ C F B も短波長側へシフトさせることを考える。

【 0 0 8 5 】

つまり、図 1 2 a に示すように、青色発光ダイオード 2 1 B のピーク波長 p_b を 4 5 0 n m から 1 0 n m だけ短波長側にシフトさせ 4 4 0 n m とするのに伴い、青色フィルタ C F B もピーク波長 $F p_b$ を 4 6 0 n m から 2 0 n m だけ短波長側にシフトさせ 4 4 0 n m とする。なお、以下の説明において、カラーフィルタ 1 9 A の青色フィルタ C F B のピーク波長 $F p_b$ を、4 4 0 n m $F p_b$ 4 6 0 n m としたカラーフィルタをカラーフィルタ 1 9 B と呼ぶ。

【 0 0 8 6 】

図 1 2 b は、青色発光ダイオード 2 1 B のピーク波長 p_b の変化に対する N T S C 比の変化の様子を示した図である。図 1 2 b に示すように、N T S C 比は、カラーフィルタ 1 9 A を用いた場合の 1 1 0 % から 1 1 5 % となり、5 % 向上していることが分かる。

【 0 0 8 7 】

図 1 3 a は、 $F p_b = 4 4 0$ n m であるカラーフィルタ 1 9 B を用いると共に青色発光ダイオード 2 1 B のピーク波長 p_b を 4 4 0 n m にシフトさせた場合に、赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) における各領域で色度点がどれだけ改善されたかを検証するために x y 色度図中に色度点をプロットした図である。図 1 3 b、1 3 c、1 3 d は、それぞれ青色 (B)、緑色 (G)、赤色 (R) の各領域を拡大した図である。なお、図 1 3 a、1 3 b、1 3 c、1 3 d の x y 色度図中には、P o i n t e r ' s C o l o r、s R G B 規格の色再現範囲、A d o b e R G B 規格の色再現範囲、P o i n t e r 規格の色再現範囲、国際照明委員会 (C I E) が定めた X Y Z 表色系、カラーフィルタ 1 9 Z の色度点、カラーフィルタ 1 9 A の色度点も同時に示してある。

【 0 0 8 8 】

図 1 3 b、1 3 c、1 3 d より詳細となるように、赤色 (R) の領域で色度点に変化はないが、青色 (B) の領域で色度点が大きく改善され、s R G B の色再現範囲をカバーしながら P o i n t e r 規格程度まで色域が広がっているのが分かる。また、緑色 (G) の領域でも、青色発光ダイオード 2 1 B との混色が抑制されたため、若干色域が広がっているのが分かる。

【 0 0 8 9 】

つまり、青色発光ダイオード 2 1 B のピーク波長 p_b を、4 4 0 n m p_b 4 5 0 n m とすると共に、カラーフィルタ 1 9 A の青色フィルタ C F B のピーク波長 $F p_b$ を、4 4 0 n m $F p_b$ 4 6 0 n m としたカラーフィルタ 1 9 B を用いることで大幅に色再現範囲を拡大させることができる。

【 0 0 9 0 】

{ 実施例 2 : 赤色発光ダイオード 2 1 R のピーク波長 p_r を長波長側へシフトする場合 }

10

20

30

40

50

上述したように、赤色発光ダイオード 21 R のピーク波長 p_r を長波長側へシフトすると、緑色カラーフィルタ C F G とのクロスポイントが下がるため、色再現範囲が広がることになる。

【0091】

そこで、図 14 a に示すように、カラーフィルタ 19 B に対して、赤色発光ダイオード 21 R のピーク波長 p_r を 640 nm から 5 nm だけ長波長側にシフトさせ 645 nm とする。図 14 b は、赤色発光ダイオード 21 R のピーク波長 p_r の変化に対する N T S C 比の変化の様子を示した図である。図 14 b に示すように、N T S C 比は、カラーフィルタ 19 B を使い、青色発光ダイオード 21 B のピーク波長 p_b を 440 nm にシフトした場合の 115% から 116% となり、1% 向上していることが分かる。

10

【0092】

図 15 a は、カラーフィルタ 19 B を用いると共に青色発光ダイオード 21 B のピーク波長 p_b を 440 nm にシフトし、さらに、赤色発光ダイオード 21 R のピーク波長 p_r を 645 nm にシフトさせた場合に、赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) における各領域で色度点がどれだけ改善されたかを検証するために x y 色度図中に色度点をプロットした図である。図 15 b、15 c、15 d は、それぞれ青色 (B)、緑色 (G)、赤色 (R) の各領域を拡大した図である。なお、図 15 a、15 b、15 c、15 d の x y 色度図中には、Pointer's Color、sRGB 規格の色再現範囲、Adobe RGB 規格の色再現範囲、Pointer 規格の色再現範囲、国際照明委員会 (CIE) が定めた X Y Z 表色系、カラーフィルタ 19 Z の色度点、カラーフィルタ 19 A の色度点、カラーフィルタ 19 B においてピーク波長 $p_b = 440$ nm の青色発光ダイオード 21 B を用いた際の色度点も同時に示してある。

20

【0093】

図 15 b、15 c、15 d より詳細となるように、青色 (B)、緑色 (G) の領域での色度点に変化はないが、赤色 (R) の領域で色度点が若干改善され、Pointer's Color のマンセル領域がカバーされている。なお、現時点では、赤色発光ダイオード 21 R のピーク波長 p_r を、645 nm 以上よりも長波長化するのは製造技術上、非常に困難である。色域を拡大させるためには、赤色発光ダイオード 21 R の長波長化は、今後も必須であり、上述したように発光ダイオードそのものの特性改善に依存しているが、今後、ピーク波長 p_r を超えて長波長化した赤色発光ダイオード 21 R が製造されれば色域はさらに広がることになる。

30

【0094】

つまり、青色発光ダイオード 21 B のピーク波長 p_b を、440 nm p_b 450 nm とすると共に、カラーフィルタ 19 A の青色フィルタ C F B のピーク波長 $F p_b$ を、440 nm $F p_b$ 460 nm としたカラーフィルタ 19 B を使い、さらに、赤色発光ダイオード 21 R のピーク波長 p_r を、640 nm p_r 645 nm とすることで、大幅に色再現範囲を拡大させることができる。

【0095】

{ 実施例 3 : 緑色フィルタ C F G の半値幅を狭め、透過波長帯域を狭める場合 }

上述したように、緑色フィルタ C F G の透過波長帯域を狭めると、赤色発光ダイオード 21 R と、青色発光ダイオード 21 B とのクロスポイントがそれぞれ下がるため、色再現範囲が広がることになる。

40

【0096】

つまり、図 16 a に示すように、緑色フィルタ C F G の半値幅 $F h w g$ を、長波長側、短波長側から等分に狭め 100 nm から 80 nm とする。なお、以下の説明において、カラーフィルタ 19 B の緑色フィルタ C F G の半値幅 $F h w g$ を、長波長側、短波長側から等分に狭めることで 80 nm $F h w g$ 100 nm としたカラーフィルタをカラーフィルタ 19 C と呼ぶ。

【0097】

図 16 b は、緑色フィルタ C F G の半値幅 $F h w g$ の変化に対する N T S C 比の変化の

50

様子を示した図である。図16bに示すように、NTSC比は、カラーフィルタ19Bを用い、青色発光ダイオード21B、赤色発光ダイオード21Rのピーク波長をそれぞれ $p_b = 440 \text{ nm}$ 、 $p_r = 645 \text{ nm}$ とした場合の116%から120%となり、4%向上していることが分かる。

【0098】

図17aは、 $Fhwg = 80 \text{ nm}$ であるカラーフィルタ19CFGを用いると共に青色発光ダイオード21Bのピーク波長 p_b を440nmにシフトし、さらに、赤色発光ダイオード21Rのピーク波長 p_r を645nmにシフトさせた場合に、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)における各領域で色度点がどれだけ改善されたかを検証するためにxy色度図中に色度点をプロットした図である。図17b、17c、17dは、それぞれ青色(B)、緑色(G)、赤色(R)の各領域を拡大した図である。なお、図17a、17b、17c、17dのxy色度図中には、Pointer's Color、sRGB規格の色再現範囲、Adobe RGB規格の色再現範囲、Pointer規格の色再現範囲、国際照明委員会(CIE)が定めたXYZ表色系、カラーフィルタ19Zの色度点、カラーフィルタ19Aの色度点、カラーフィルタ19Bにおいてピーク波長 $p_b = 440 \text{ nm}$ の青色発光ダイオード21Bを用いた際の色度点、カラーフィルタ19Bにおいてピーク波長 $p_b = 440 \text{ nm}$ の青色発光ダイオード21B及びピーク波長 $p_r = 645 \text{ nm}$ の赤色発光ダイオード21Rを用いた際の色度点も同時に示してある。

10

【0099】

図17b、17c、17dより詳細となるように、青色(B)、赤色(R)の領域での色度点に変化はないが、緑色(G)の領域で色度点が改善され、Adobe RGB規格の色再現範囲、つまりはPointer規格の色再現範囲をカバーしながら、さらに色域が広がっている。

20

【0100】

つまり、カラーフィルタ19Bの緑色フィルタCFGの半値幅Fhwgを、長波長側、短波長側から等分に狭めることで80nm Fhwg 100nmとしたカラーフィルタ19Cを用い、青色発光ダイオード21Bのピーク波長 p_b を、440nm p_b 450nmとし、さらに、赤色発光ダイオード21Rのピーク波長 p_r を、640nm p_r 645nmとすることで、さらに大幅に色再現範囲を拡大させることができる。

30

【0101】

なお、緑色フィルタCFGの半値幅Fhwgを狭める場合は、輝度が低下する場合がある。そのように輝度の低下があった場合には、所望の輝度を確保するために、例えば、緑色フィルタCFGの透過率を上昇させるなどの対策を施すとよい。

【0102】

{実施例4：カラーフィルタ19のさらなる改善}

カラーフィルタ19の改善については、上述した実施例1及び実施例3にて説明をした。実施例1においては、緑色フィルタCFGとのクロスポイントを下げるべく青色発光ダイオード21Bのピーク波長 p_b を短波長化させたことに伴い、青色フィルタCFBの透過波長帯域を、そのピーク波長 Fp_b が460nmから440nmとなるように短波長側にシフトさせ、緑色発光ダイオード21Gとのクロスポイントを下げた。また、実施例3においては、緑色フィルタCFGの透過波長帯域を狭めるように、半値幅Fhwgを短波長側及び長波長側等分に100nmから80nmとすることで、赤色発光ダイオード21Rとのクロスポイント、青色発光ダイオード21Bとのクロスポイントを、それぞれ下げるようにした。

40

【0103】

実施例4においては、上記改善点に加えて、色純度を高め、色域を広げるためのカラーフィルタ19に対する新たな改善点を示すこととする。

【0104】

図18に、新たな改善を施したカラーフィルタ19の分光特性と、発光ダイオード21

50

のスペクトル特性を示す。図18に太点線で示す分光特性は、上述した図6で示したカラーフィルタ19Zの分光特性である。また、太実線で示す分光特性は、カラーフィルタ19Zに対して新たな改善を施した際の分光特性であり、細実線は、各発光ダイオード21のスペクトル特性である。青色発光ダイオード21B及び赤色発光ダイオード21Rは、実施例1、実施例3で示したように、それぞれ短波長側、長波長側へはシフトさせておらず、図6に示したような基準となるピーク波長である。

【0105】

図18に示すカラーフィルタ19の分光特性からも分かるように、青色フィルタCFBは、透過波長帯域が短波長側にシフトするように、ピーク波長Fpbが460nmから440nmに20nmシフトされている。

【0106】

また、赤色フィルタCFRは、透過波長帯域が長波長側にシフトするように、ピーク波長Fprが685nmから690nmに5nmシフトされている。

【0107】

さらに、緑色フィルタCFGは、青色発光ダイオード21Bとのクロスする短波長側の透過波長帯域のみを長波長側にシフトするように、半値幅Fhwgを100nmから90nmに10nmシフトし、さらに、透過波長帯域の減少を補うために透過率を全体で15%上昇させている。

【0108】

なお、以下の説明において、カラーフィルタ19Zの青色フィルタCFBのピーク波長Fpbを440nm、Fpb=460nmとし、赤色フィルタCFRのピーク波長Fprを685nm、Fpr=690nmとし、緑色フィルタCFGのピーク波長Fpgを530nmとし、このスペクトルの半値幅Fhwgを、短波長側の透過波長帯域を狭めることで90nm、Fhwg=100nmとすると共に、緑色フィルタCFGの透過率を15%上昇させたカラーフィルタをカラーフィルタ19Dと呼ぶ。

【0109】

図19は、Fpb=440nm、Fpg=530nm、Fpr=690nm、Fhwg=90nm、緑色カラーフィルタCFGの透過率を15%上昇させたカラーフィルタ19Dを用いた場合に、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)における各領域で色度点がどれだけ改善されたかを検証するためにxy色度図中に色再現範囲を示した図である。なお、図19のxy色度図中には、Adobe RGB規格の色再現範囲、国際照明委員会(CIE)が定めたXYZ表色系、sRGB規格の色再現範囲、カラーフィルタ19Zの色再現範囲も同時に示してある。

【0110】

図19に示すように、カラーフィルタ19Dを用いると、青色(B)、赤色(R)の領域の色域は、sRGB規格の色域はもちろん、Adobe RGB規格の色域、カラーフィルタ19Zの色域よりも広がっているのが分かる。

【0111】

つまり、カラーフィルタ19Zの青色フィルタCFBのピーク波長Fpbを440nm、Fpb=460nmとし、赤色フィルタCFRのピーク波長Fprを685nm、Fpr=690nmとし、緑色フィルタCFGのピーク波長Fpgを530nmとし、このスペクトルの半値幅Fhwgを、短波長側の透過波長帯域を狭めることで90nm、Fhwg=100nmとすると共に、緑色フィルタCFGの透過率を15%上昇させたカラーフィルタ19Dを用いることで、大幅に色再現範囲を拡大させることができる。

【0112】

しかしながら、緑色(G)の領域の色域は、カラーフィルタ19Zと同様に、Adobe RGB規格の色域をカバーすることができていないことが分かる。したがって、以下に示す実施例5では、これを改善し、さらに色域を広げるような特性を有する発光ダイオード21を選択し、最適化する。

【0113】

10

20

30

40

50

{ 実施例 5 : 発光ダイオード 21 のさらなる最適化 }

図 20 は、上述したカラーフィルタ 19 Z の分光特性 (太点線で図示。) と、カラーフィルタ 19 D の分光特性 (太実線で図示。) と、最適化する前の発光ダイオード 21 のスペクトル特性 (細点線で図示。) と、最適化後の発光ダイオード 21 のスペクトル特性 (細実線で図示。) を示している。

【 0 1 1 4 】

図 20 に示すように、青色発光ダイオード 21 B のピーク波長 p_b を 450 nm から 440 nm へ 10 nm 短波長側にシフトさせ、緑色発光ダイオード 21 G のピーク波長 p_g を 525 nm から 530 nm へ 5 nm 長波長側にシフトさせ、赤色発光ダイオード 21 R のピーク波長 p_r を 640 nm から 645 nm へ 5 nm 長波長側にシフトさせる。

10

【 0 1 1 5 】

青色発光ダイオード 21 B の短波長側への 10 nm のシフト、赤色発光ダイオード 21 R の長波長側への 5 nm のシフトについては、上述した実施例 1、実施例 2 について説明したとおりである。一方、ピーク波長 p_g を長波長側へシフトさせた緑色発光ダイオード 21 G を用いると、図 6 で説明したように、青色発光ダイオード 21 B のピーク波長 p_b と、緑色発光ダイオード 21 G のピーク波長 p_g との間隔 d_1 が広がるため、青色フィルタ CFB とのクロスポイントを下げることができる。したがって、緑色領域の色純度を高め、色域を広げることができる。

【 0 1 1 6 】

図 21 a、21 b、21 c は、カラーフィルタ 19 D を用いると共に、発光ダイオード 21 を図 20 で示したように最適化させた場合に、それぞれ赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) における各領域で色度点がどれだけ改善されたかを検証するために x y 色度図中に色再現範囲を示した各領域を拡大した図である。なお、図 21 a、21 b、21 c の x y 色度図中には、Adobe RGB 規格の色再現範囲、Pointer 規格の色再現範囲、国際照明委員会 (CIE) が定めた XYZ 表色系、sRGB 規格の色再現範囲、カラーフィルタ 19 Z の色再現範囲、カラーフィルタ 19 D の色再現範囲も同時に示してある。

20

【 0 1 1 7 】

図 21 b、21 c、21 d より詳細となるように、各色領域での色域が広がっており、特に、図 21 b に示す実施例 4 では改善されていなかった緑色 (G) の領域、図 21 c に示す赤色 (R) の領域が Adobe RGB 規格の色再現範囲を超えているのが分かる。

30

【 0 1 1 8 】

また、このときの NTSC 比は、116% であり、カラーフィルタ 19 Z を用いた場合の NTSC 比である 105% を大幅に向上させることができる。さらに、緑色フィルタ CFG の半値幅を狭め、広色域化とした場合の輝度の低下を、視感度の高い緑色光の透過率を 15% 上昇させることで補っているため、輝度を低下させることがない。

【 0 1 1 9 】

つまり、カラーフィルタ 19 D を用い、青色発光ダイオード 21 B のピーク波長 p_b を、440 nm p_b 450 nm とし、赤色発光ダイオード 21 R のピーク波長 p_r を、640 nm p_r 645 nm とし、さらに、緑色発光ダイオード 21 G のピーク波長 p_g を、525 nm p_g 530 nm とすることで、さらに大幅に色再現範囲を拡大させることができる。

40

【 0 1 2 0 】

このようにして、本発明の実施の形態として示す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 に設けられる赤色発光ダイオード 21 R、緑色発光ダイオード 21 G、青色発光ダイオード 21 B 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ことができる。

【 0 1 2 1 】

50

{ 新たな課題 }

図 2 2 は、図 2 1 a、2 1 b、2 1 c において赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) 毎に拡大して示したカラーフィルタ 1 9 D を用い、さらに発光ダイオード 2 1 を図 2 0 で示したように最適化させた際の色再現範囲を、x y 色度図中に一つに纏めて示した図である。

【 0 1 2 2 】

なお、図 2 2 の x y 色度図中には、Pointer ' s Color、s RGB 規格の色再現範囲、Adobe RGB 規格の色再現範囲、国際照明委員会 (C I E) が定めた X Y Z 表色系も同時に示してある。

【 0 1 2 3 】

図 2 2 に示すように、カラーフィルタ 1 9 D を用い、青色発光ダイオード 2 1 B のピーク波長 p_b を、 440 nm p_b 450 nm とし、赤色発光ダイオード 2 1 R のピーク波長 p_r を、 640 nm p_r 645 nm とし、さらに、緑色発光ダイオード 2 1 G のピーク波長 p_g を、 525 nm p_g 530 nm とすることで、Adobe RGB をほぼ満たす程度的大幅な色再現範囲の拡大を実現することができるが、未だ Pointer ' s Color を完全に満たしているとはいえない。つまり、この程度 of カラーフィルタ 1 9 の改善、改善されたカラーフィルタ 1 9 に対する発光ダイオード 2 1 の最適化では、世の中の色をほぼ表現することはできないことになる。

【 0 1 2 4 】

図 2 2 に示すカラーフィルタ 1 9 D を用い、さらに発光ダイオード 2 1 を最適化した際の色再現範囲は、Pointer ' s Color における絵具・印刷インクなどでの 3 原色の一つであり、赤色 (R) の補色であるシアン (澄んだ青緑) 色を中心とするシアン領域 C、青色 (B) の補色である黄色を中心とする黄色領域 Y をカバーすることができていない。

【 0 1 2 5 】

実施例 1 乃至 5 で説明したような、赤色フィルタ C F R、緑色フィルタ C F G、青色フィルタ C F B という 3 原色のカラーフィルタ 1 9 の改善、3 原色の色光を発光する赤色発光ダイオード 2 1 R、緑色発光ダイオード 2 1 G、青色発光ダイオード 2 1 B の最適な選択による色再現範囲の拡大は、ほぼ限界に達しており、これ以上最適化を図ったとしても飽和してしまい、色再現範囲のさらなる拡大は見込めないことが予想される。

【 0 1 2 6 】

図 2 3 a、2 3 b は、それぞれ上述した図 2 2 に示すシアン領域 C 近傍、黄色領域 Y 近傍を拡大して示した図である。この図 2 3 a、2 3 b から分かるように、シアン領域 C における Pointer ' s Color のカバー率が特に低くなっている。つまり、シアン領域 C に含まれる Pointer ' s Color の割合が、黄色領域 Y に含まれる Pointer ' s Color の割合に比べて多くなっている。

【 0 1 2 7 】

このようなシアン領域 C、黄色領域 Y に含まれる Pointer ' s Color をカバーするような広い色再現範囲は、少なくとも x y 色度図中における y 値を $y = 0.8$ 以上とする場合に可能となる。

【 0 1 2 8 】

しかしながら、図 2 4 に示すように、3 原色のカラーフィルタ 1 9、赤色光、緑色光、青色光を発光する発光ダイオード 2 1 を改善することによって到達可能な最大の y 値を有する色度点 C_{max} の y 値は、およそ $y = 0.75$ 程度である。したがって、 C_{max} を含むような色再現範囲を達成したとしても、シアン領域 C、黄色領域 Y において、Pointer ' s Color を完全にカバーすることはできない。

【 0 1 2 9 】

なお、図 2 4 の x y 色度図中には、Pointer ' s Color、s RGB 規格の色再現範囲、Adobe RGB 規格の色再現範囲、Pointer 規格の色再現範囲、国際照明委員会 (C I E) が定めた X Y Z 表色系も同時に示してある。

10

20

30

40

50

【0130】

また、図25に、カラーフィルタ19A、カラーフィルタ19D、Adobe RGB、それぞれの色再現範囲外、つまり色域外にあるPointer's Colorの個数をシアン領域C、黄色領域Y、マゼンタ領域M毎にカウントして示し、それぞれにおけるPointer's Colorのカバー率も併わせて示す。

【0131】

例えば、シアン領域C、黄色領域YのPointer's Colorを全てカバーするような理想的な色再現範囲を3原色のカラーフィルタ19、赤色光、緑色光、青色光を発光する発光ダイオード21を改善することで実現しようとした場合、図24に示すような色再現範囲Riとなる。図24に示すように、このような色再現範囲Riは、CIEが定めたXYZ表色系を超えてしまうことから、実現は不可能であり、3原色のカラーフィルタ19と、3原色光を発光する発光ダイオード21のみによる改善の限界を示している。

10

【0132】

そこで、以下に示す実施例では、赤色光、緑色光、青色光といった光の3原色に対する改善では対応できない、それぞれの色光の補色となるシアン光、マゼンタ光、黄色光に対して、改善を行うことで、Pointer's Colorを全てカバーすることができる色再現範囲を実現する。

【0133】

{ 実施例6 }

実施例6では、まず、シアン領域CのPointer's Colorをカバーするように、シアン光に対する改善を図ることとする。具体的には、図26に示すように、カラーフィルタ19を、上述したカラーフィルタ19Dに、補色カラーフィルタであるシアンフィルタCFCを付加したカラーフィルタ19Eとする。このとき、シアンフィルタCFCのピーク波長Fpcを、 $Fpc = 475 \text{ nm}$ とする。

20

【0134】

なお、シアンフィルタCFCを備えたカラーフィルタ19Eの配列パターンは、図26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が、現在知られているどのような配列パターンであってもよい。

【0135】

そして、図27に示すように、発光ダイオードユニット21nに、補色発光ダイオードであるシアン発光ダイオード21Cを付加し、光源の構成を変更する。このとき、シアン発光ダイオードのピーク波長pcを、 $pc = 475 \text{ nm}$ とする。

30

【0136】

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、シアン発光ダイオード21Cの繰り返し単位は、図27に示すような配列に限定されるものではなく、どのような配列であってもよい。

【0137】

例えば、光源として、図28aに示すようなスペクトル分布を示すピーク波長 $pr = 645 \text{ nm}$ の赤色発光ダイオード21R、ピーク波長 $pg = 530 \text{ nm}$ の緑色発光ダイオード21G、ピーク波長 $pb = 440 \text{ nm}$ の青色発光ダイオード21B、ピーク波長 $pc = 475 \text{ nm}$ のシアン発光ダイオード21Cを用いる。このとき白色光のホワイトバランスを、色温度が $10000 \pm 1000 \text{ K}$ (ケルビン)となるように、赤色光、緑色光、青色光、シアン光のピーク波長の強度比を図28aに示すような割合とする。

40

【0138】

一方、カラーフィルタ19Eは、図28bに示すような分光特性を示すピーク波長 $fr = 690 \text{ nm}$ の赤色フィルタCFR、ピーク波長 $fg = 530 \text{ nm}$ の緑色フィルタCFG、ピーク波長 $fb = 440 \text{ nm}$ の青色フィルタCFB、ピーク波長 $fc = 475 \text{ nm}$ のシアンフィルタCFCを用いる。この時、シアンフィルタCFCの透過率を調整し、シアン領域Cの色のカバー率が最大となるようにする。

50

【0139】

このような、シアン発光ダイオード21Cを加えた発光ダイオード21、カラーフィルタ19Eを用いると、カラー液晶表示装置100の色再現範囲は、図29aのxy色度図中に示すようになり、NTSC比が121%まで向上する。図29b、29c、29dは、それぞれ青色(B)、緑色(G)、赤色(R)の各領域を拡大した図である。この時、輝度が100%から97%に若干低減してしまうが、この程度の輝度落ちは、シアン発光ダイオード21Cを加えた発光ダイオード21のパワーをほんの少し上げることで十分に対応することができる。

【0140】

図29b、29c、29dから分かるように、青色(B)の領域は色域が拡大し、より深い青を再現できるとともに、緑色(G)領域、赤色(R)領域もAdobe RGB領域を十分カバーしている。 10

【0141】

なお、図29a、29b、29c、29dのxy色度図中には、Pointer's Color、sRGB規格の色再現範囲、Adobe RGB規格の色再現範囲、国際照明委員会(CIE)が定めたXYZ表色系、カラーフィルタ19Dを用い発光ダイオード21を最適化することでNTSC比を116%とした際の色再現範囲も同時に示してある。

【0142】

このように、カラーフィルタ19Eを用いて、シアン発光ダイオード21Cを加えた発光ダイオード21を光源とすることで、NTSC比を116%から121%まで大幅に上昇させることができるが、図30a、30bに示すようにシアン領域C近傍、黄色領域Y近傍を拡大させると、未だカバーしきれていないPointer's Colorが存在しているのが分かる。Pointer's Colorのカバー率を求めると97.8%程度となっている。 20

【0143】

次に示す実施例7では、このPointer's Colorのカバー率をさらに向上させる。

【0144】

{ 実施例7 }

実施例6において、シアン光に対する改善を施したので、実施例7では、黄色光に対する改善を施すようにする。具体的には、図31に示すように、カラーフィルタ19を、上述したカラーフィルタ19Eに、補色カラーフィルタである黄色フィルタCFYを付加したカラーフィルタ19Fとする。このとき、黄色フィルタCFYのピーク波長Fpyを、 $Fpy = 575 \text{ nm}$ とする。 30

【0145】

なお、黄色フィルタCFYを備えたカラーフィルタ19Fの配列パターンは、図31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が、現在知られているどのような配列パターンであってもよい。

【0146】

黄色光を発光する光源としては、赤色発光ダイオード21R、緑色発光ダイオード21Gの発光スペクトルが交わる裾野の強度で十分であるため、特に補色発光ダイオードとして黄色発光ダイオードを用いず、図27に示したように、発光ダイオードユニット21nに、シアン発光ダイオード21Cを付加し、光源の構成を変更する。このとき、シアン発光ダイオード21Cのピーク波長pcを、 $pc = 475 \text{ nm}$ とする。 40

【0147】

例えば、光源として、図32aに示すようなスペクトル分布を示すピーク波長pr = 645 nmの赤色発光ダイオード21R、ピーク波長pg = 530 nmの緑色発光ダイオード21G、ピーク波長pb = 440 nmの青色発光ダイオード21B、ピーク波長pc = 475 nmのシアン発光ダイオード21Cを用いる。このとき白色光のホワイト 50

バランスを、色温度が 10000 ± 1000 K (ケルビン) となるように、赤色光、緑色光、青色光、シアン光のピーク波長の強度比を図 3 2 a に示すような割合とする。

【0148】

一方、カラーフィルタ 1 9 F は、図 3 2 b に示すような分光特性を示すピーク波長 $F_{pr} = 690$ nm の赤色フィルタ C F R、ピーク波長 $F_{pg} = 530$ nm の緑色フィルタ C F G、ピーク波長 $F_{pb} = 440$ nm の青色フィルタ C F B、ピーク波長 $F_{pc} = 475$ nm のシアンフィルタ C F C、ピーク波長 $F_{py} = 575$ nm の黄色フィルタ C F Y を用いる。この時、シアンフィルタ C F C、黄色フィルタ C F Y の透過率を調整し、シアン領域 C、黄色領域 Y の色のカバー率が最大となるようにする。特に、黄色フィルタ C F Y は、彩度的に C I E 標準表色計に示すスペクトラローカスに近いたため、あまり強度を必要としない。そこで、図 3 2 b に示すように黄色フィルタ C F Y の透過率は、極力抑えてある。

10

【0149】

このような、シアン発光ダイオード 2 1 C を加えた発光ダイオード 2 1、カラーフィルタ 1 9 F を用いると、カラー液晶表示装置 1 0 0 の色再現範囲は、図 3 3 a の x y 色度図中に示すようになり、N T S C 比が 1 2 5 % まで向上する。図 3 3 b、3 3 c、3 3 d は、それぞれ青色 (B)、緑色 (G)、赤色 (R) の各領域を拡大した図である。この時、輝度が 1 0 0 % から 8 9 % に若干低減してしまうが、1 0 % 程度の輝度落ちは、シアン光発光ダイオード 2 1 C を加えた発光ダイオード 2 1 のパワーを少し上げることで十分に対応することができる。

20

【0150】

図 3 3 b、3 3 c、3 3 d から分かるように、青色 (B) の領域は色域が拡大し、より深い青を再現することができるとともに、緑色 (G) 領域、赤色 (R) 領域も A d o b e R G B 領域を十分カバーしている。

【0151】

なお、図 3 3 a、3 3 b、3 3 c、3 3 d の x y 色度図中には、P o i n t e r ' s C o l o r、s R G B 規格の色再現範囲、A d o b e R G B 規格の色再現範囲、国際照明委員会 (C I E) が定めた X Y Z 表色系、カラーフィルタ 1 9 D を用い発光ダイオード 2 1 を最適化することで N T S C 比を 1 1 6 % とした際の色再現範囲も同時に示してある。

30

【0152】

このように、カラーフィルタ 1 9 F を用いて、シアン発光ダイオード 2 1 C を加えた発光ダイオード 2 1 を光源とすることで、N T S C 比を 1 1 6 % から 1 2 5 % まで大幅に上昇させることができ、図 3 4 a、3 4 b に示すようにシアン領域 C 近傍、黄色領域 Y 近傍を拡大させると、全ての P o i n t e r ' s C o l o r が色再現範囲内に含まれており、P o i n t e r ' s C o l o r のカバー率を求めると 1 0 0 % となっている。

【0153】

なお、実施例 7 において、黄色発光ダイオードを使用していないが、この黄色発光ダイオード 2 1 を用いた場合も、所望の輝度を確保しつつ、P o i n t e r ' s C o l o r のカバー率を 1 0 0 % にするといった同等の効果を得ることができる。また、実施例 1 乃至 5 において、補色カラーフィルタ、補色発光ダイオードを用いずに、マゼンタ領域 M を P o i n t e r 規格まで広げるようにしたが、これをマゼンタフィルタ、マゼンタ発光ダイオードを用いることで実現するようにしてもよい。

40

【0154】

なお、実施例 1 乃至 7 に示したカラーフィルタ 1 9 の各色フィルタに対する改善項目、最適化された各発光ダイオード 2 1 は、必ずしも全ての改善項目、発光ダイオード 2 1 の条件を組み合わせる必要はなく、それぞれ単独で使用することで、色再現範囲を広げるようにしてもよい。

【0155】

このように、光源として、赤色発光ダイオード 2 1 R、緑色発光ダイオード 2 1 G、青

50

色発光ダイオード 2 1 B からなる 3 原色発光ダイオードの他に、シアン発光ダイオード 2 1 C、黄色発光ダイオード、マゼンタ発光ダイオードといった補色発光ダイオードを使用し、カラーフィルタとして、赤色フィルタ C F R、緑色フィルタ C F G、青色フィルタとからなる 3 原色カラーフィルタの他に、シアンフィルタ C F C、黄色フィルタ C F Y、マゼンタフィルタを用いることで、世の中に存在する全ての色と等価である P o i n t e r ' s C o l o r を 1 0 0 % 満たすことができる。

【 0 1 5 6 】

したがって、このような光源を有するバックライト装置 2 0 と、このようなカラーフィルタ 1 9 を有するカラー液晶表示パネル 1 0 とを備えるカラー液晶表示装置 1 0 0 は、例えば、エメラルド色の海や、ワインレッドの深紅、萌える木々の深緑などが、より本来の色に近く自然に表示することができ、大幅に色再現範囲を広げることができる。

10

【 0 1 5 7 】

なお、本発明の実施の形態として示すカラー液晶表示装置 1 0 0 は、カラー液晶表示パネル 1 0 の直下に光源を配した直下型のバックライト装置 2 0 を備えた構成としているが、本発明はこれに限定されるものではなく、バックライト装置として導光板のサイドに配した光源からの光を、導光板にて混色させるエッジライト型を採用した場合も、同等の効果を発揮することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 5 8 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態として示すカラー液晶表示装置について説明するための図である。

20

【 図 2 】 同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について説明するための図である。

【 図 3 】 同カラー液晶表示装置が備えるバックライト装置について説明するための図である。

【 図 4 】 同カラー液晶表示装置を駆動する駆動回路について説明するためのブロック図である。

【 図 5 a 】 P o i n t e r ' s C o l o r をプロットした図である。

【 図 5 b 】 s R G B 規格の色再現範囲を示した図である。

【 図 5 c 】 A d o b e R G B 規格の色再現範囲を示した図である。

30

【 図 5 d 】 P o i n t e r 規格の色再現範囲を示した図である。

【 図 6 】 N T S C 比を 1 0 0 % 程度とするカラーフィルタの分光特性と、発光ダイオードのスペクトル特性を示した図である。

【 図 7 】 視感度について説明するために用いる図である。

【 図 8 a 】 青色発光ダイオードのピーク波長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した図である。

【 図 8 b 】 青色発光ダイオードのピーク波長を可変させる場合において、ピーク波長を変えた場合の各色域とピーク波長を変える前の色域とを示した図である。

【 図 9 a 】 青色発光ダイオードのピーク波長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した図である。

40

【 図 9 b 】 青色発光ダイオードのピーク波長を可変させる場合において、ピーク波長を変えた場合の各色域とピーク波長を変える前の色域とを示した図である。

【 図 1 0 a 】 カラーフィルタを改善した場合の色再現範囲を示した図である。

【 図 1 0 b 】 カラーフィルタを改善した場合の青色 (B) 領域の色域を示した図である。

【 図 1 0 c 】 カラーフィルタを改善した場合の緑色 (G) 領域の色域を示した図である。

【 図 1 0 d 】 カラーフィルタを改善した場合の赤色 (R) 領域の色域を示した図である。

【 図 1 1 】 図 8 b、図 9 b として示される測定結果を、N T S C 比の青色発光ダイオードの波長依存性として示した図である。

【 図 1 2 a 】 青色発光ダイオード、青色フィルタを短波長側にシフトさせた際の、カラーフィルタの分光特性と、発光ダイオードのスペクトル特性を示した図である。

50

【図12b】青色発光ダイオード、青色フィルタを短波長側にシフトさせた際の、NTSC比の青色発光ダイオードの波長依存性として示した図である。

【図13a】青色発光ダイオード、青色フィルタを短波長側にシフトさせた際の色再現範囲を示した図である。

【図13b】青色発光ダイオード、青色フィルタを短波長側にシフトさせた際の青色(B)領域の色域を示した図である。

【図13c】青色発光ダイオード、青色フィルタを短波長側にシフトさせた際の緑色(G)領域の色域を示した図である。

【図13d】青色発光ダイオード、青色フィルタを短波長側にシフトさせた際の赤色(R)領域の色域を示した図である。

【図14a】赤色発光ダイオードを長波長側にシフトさせた際の、カラーフィルタの分光特性と、発光ダイオードのスペクトル特性を示した図である。

【図14b】赤色発光ダイオードを長波長側にシフトさせた際の、NTSC比の赤色発光ダイオードの波長依存性として示した図である。

【図15a】赤色発光ダイオードを長波長側にシフトさせた際の色再現範囲を示した図である。

【図15b】赤色発光ダイオードを長波長側にシフトさせた際の青色(B)領域の色域を示した図である。

【図15c】赤色発光ダイオードを長波長側にシフトさせた際の緑色(G)領域の色域を示した図である。

【図15d】赤色発光ダイオードを長波長側にシフトさせた際の赤色(R)領域の色域を示した図である。

【図16a】緑色フィルタの半値幅を狭めた際のカラーフィルタの分光特性と、発光ダイオードのスペクトル特性とを示した図である。

【図16b】緑色フィルタの半値幅の変化量に対するNTSC比を示した図である。

【図17a】緑色フィルタの半値幅を狭めた際の色再現範囲を示した図である。

【図17b】緑色フィルタの半値幅を狭めた際の青色(B)領域の色域を示した図である。

【図17c】緑色フィルタの半値幅を狭めた際の緑色(G)領域の色域を示した図である。

【図17d】緑色フィルタの半値幅を狭めた際の赤色(R)領域の色域を示した図である。

【図18】新たに改善されたカラーフィルタの分光特性と、発光ダイオードのスペクトル特性とを示した図である。

【図19】新たに改善されたカラーフィルタを用いた際の色再現範囲を示した図である。

【図20】図18に示す新たに改善されたカラーフィルタの分光特性と、新たに最適化した発光ダイオードのスペクトル特性とを示した図である。

【図21a】図18に示す新たに改善されたカラーフィルタと、新たに最適化した発光ダイオードとを用いた際の青色(B)領域の色域を示した図である。

【図21b】図18に示す新たに改善されたカラーフィルタと、新たに最適化した発光ダイオードとを用いた際の緑色(G)領域の色域を示した図である。

【図21c】図18に示す新たに改善されたカラーフィルタと、新たに最適化した発光ダイオードとを用いた際の赤色(R)領域の色域を示した図である。

【図22】シアン領域、黄色領域に存在するPointer's Colorを示した図である。

【図23a】図22に示す色再現範囲のシアン領域近傍を拡大した図である。

【図23b】図22に示す色再現範囲の黄色領域近傍を拡大した図である。

【図24】3原色カラーフィルタ、3原色発光ダイオードに対する改善の限界について説明するための図である。

【図25】色再現範囲毎に、シアン領域、黄色領域、マゼンタ領域に存在するPoint

10

20

30

40

50

er's Colorをカウントした結果を示した図である。

【図26】シアンフィルタを付加したカラーフィルタの構成を示した図である。

【図27】光源にシアン発光ダイオードを付加したバックライト装置の構成を示した図である。

【図28a】シアン発光ダイオードを付加した光源のスペクトル特性を示した図である。

【図28b】シアンフィルタを付加したカラーフィルタの分光特性を示した図である。

【図29a】シアンフィルタ、シアン発光ダイオードを付加した際の色再現範囲を示した図である。

【図29b】シアンフィルタ、シアン発光ダイオードを付加した際の青色(B)領域の色域を示した図である。

【図29c】シアンフィルタ、シアン発光ダイオードを付加した際の緑色(G)領域の色域を示した図である。

【図29d】シアンフィルタ、シアン発光ダイオードを付加した際の赤色(R)領域の色域を示した図である。

【図30a】図29aに示す色再現範囲のシアン領域近傍を拡大した図である。

【図30b】図29aに示す色再現範囲の黄色領域近傍を拡大した図である。

【図31】シアンフィルタ、黄色フィルタを付加したカラーフィルタの構成を示した図である。

【図32a】シアン発光ダイオードを付加した光源のスペクトル特性を示した図である。

【図32b】シアンフィルタ、黄色フィルタを付加したカラーフィルタの分光特性を示した図である。

【図33a】シアンフィルタ、黄色フィルタ、シアン発光ダイオードを付加した際の色再現範囲を示した図である。

【図33b】シアンフィルタ、黄色フィルタシアン発光ダイオードを付加した際の青色(B)領域の色域を示した図である。

【図33c】シアンフィルタ、黄色フィルタシアン発光ダイオードを付加した際の緑色(G)領域の色域を示した図である。

【図33d】シアンフィルタ、黄色フィルタシアン発光ダイオードを付加した際の赤色(R)領域の色域を示した図である。

【図34a】図32aに示す色再現範囲のシアン領域近傍を拡大した図である。

【図34b】図32aに示す色再現範囲の黄色領域近傍を拡大した図である。

【図35】従来技術として示す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36】同カラー液晶表示装置が備えるバックライト装置の光源(CCF L)のスペクトルを示した図である。

【図37】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を用いた従来技術として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。

【符号の説明】

【0159】

10 カラー液晶表示パネル、19、19A、19B、19C、19D、19E、19F、19Z カラーフィルタ、20 バックライト装置、21R 赤色発光ダイオード、21G 緑色発光ダイオード、21B 青色発光ダイオード、21C シアン発光ダイオード、40 バックライトユニット、41 拡散シート、42 プリズムシート、43 偏光変換シート、CFR 赤色フィルタ、CFG 緑色フィルタ、CFB 青色フィルタ、CFC シアンフィルタ、CFY 黄色フィルタ

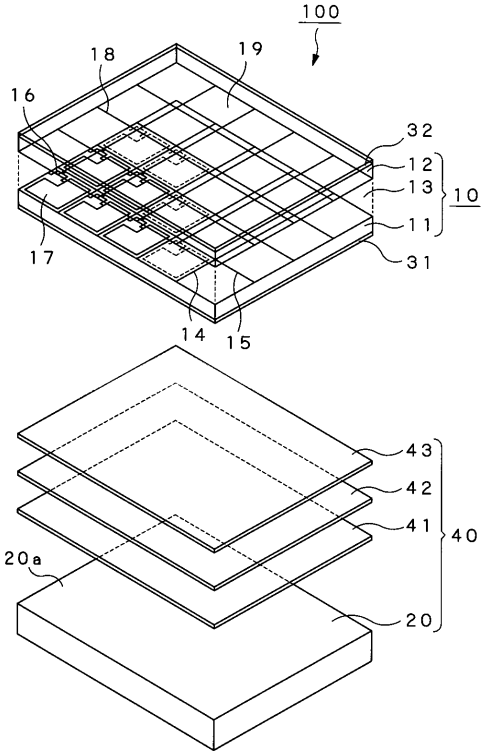
10

20

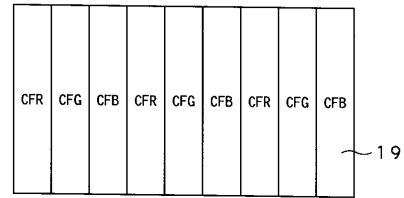
30

40

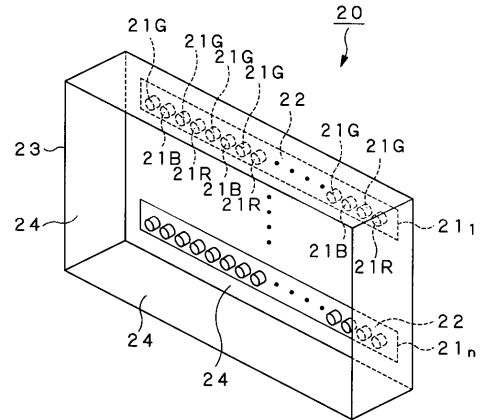
【図1】



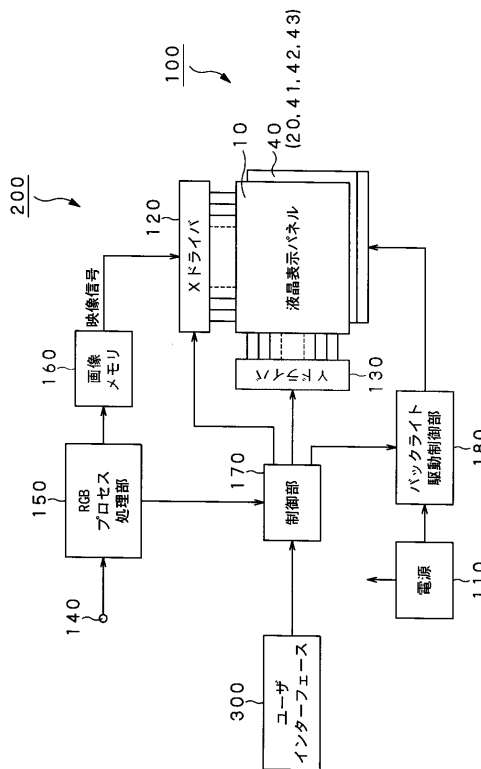
【図2】



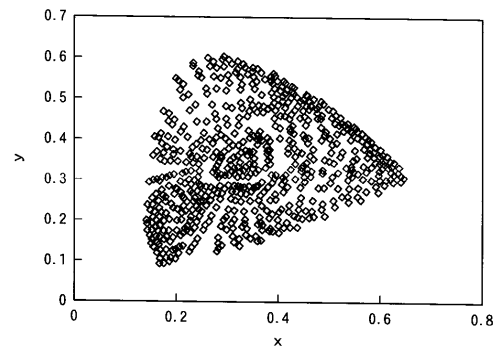
【図3】



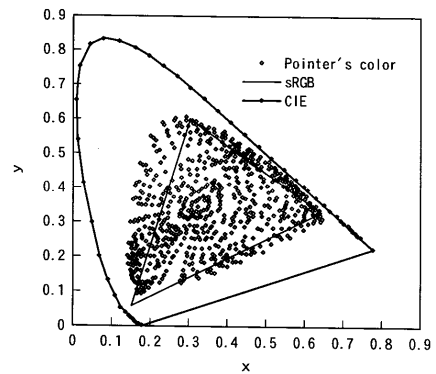
【図4】



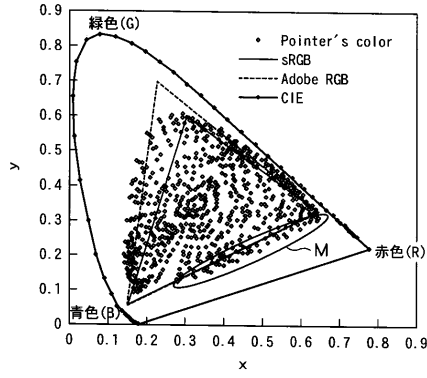
【図5 a】



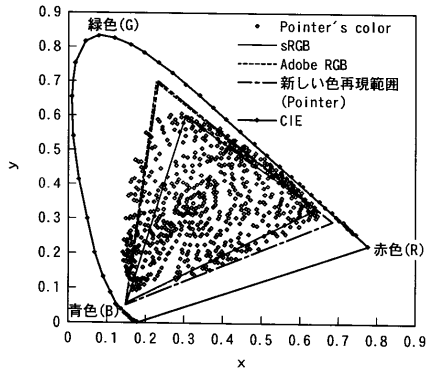
【図5 b】



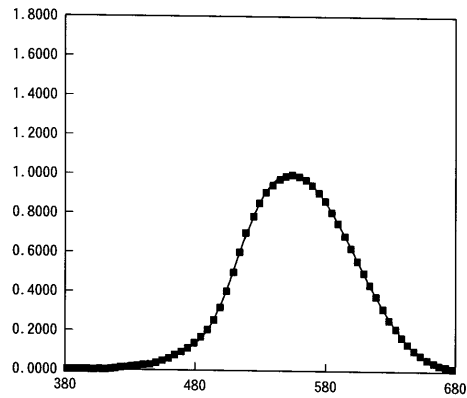
【 図 5 c 】



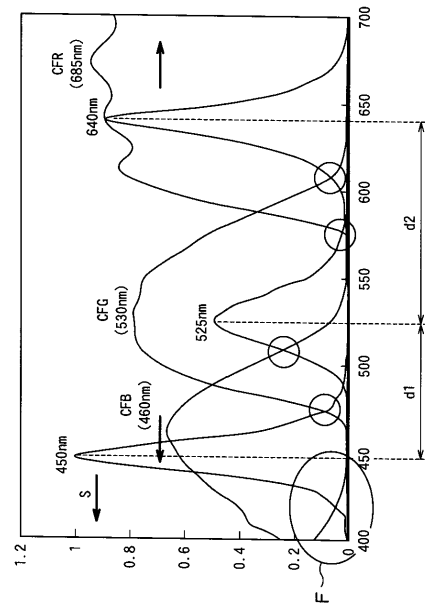
【 図 5 d 】



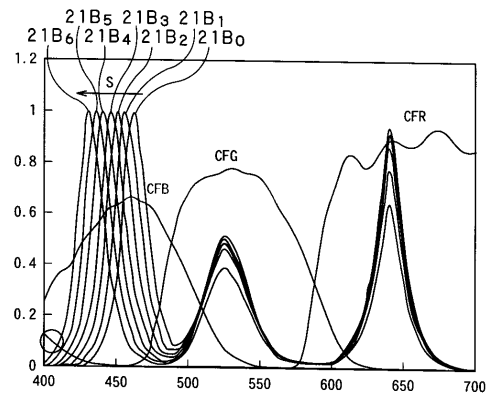
【 図 7 】



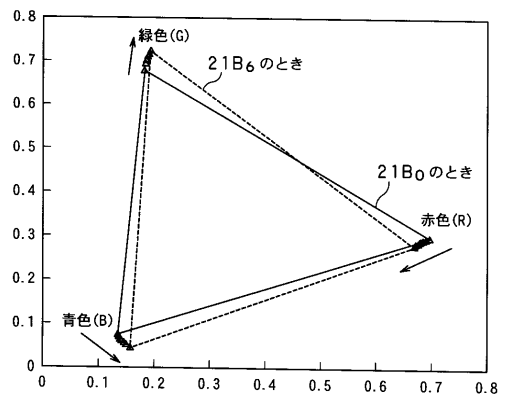
【 図 6 】



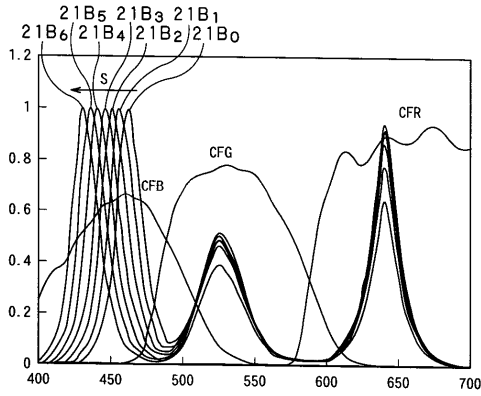
【 図 8 a 】



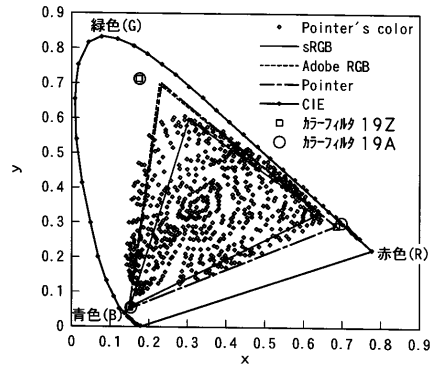
【 図 8 b 】



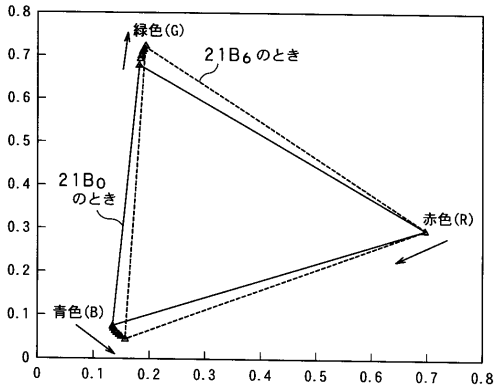
【図 9 a】



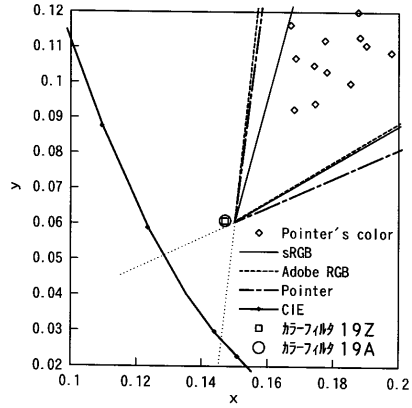
【図 10 a】



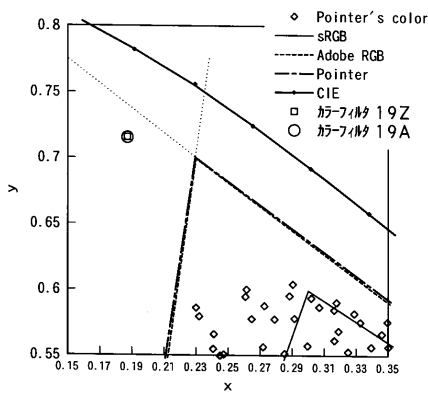
【図 9 b】



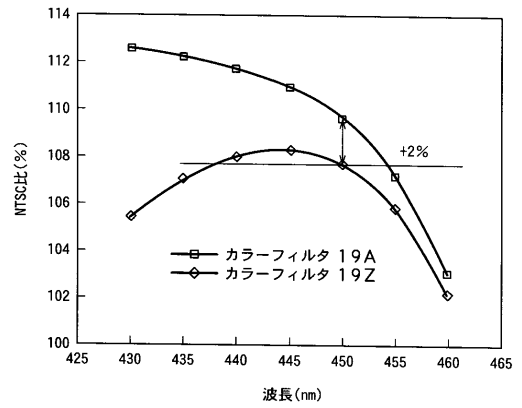
【図 10 b】



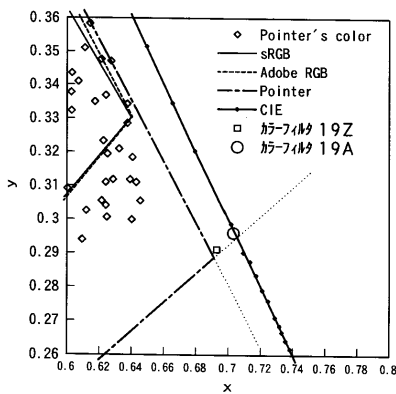
【図 10 c】



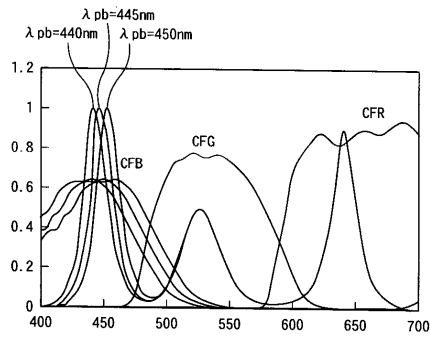
【図 11】



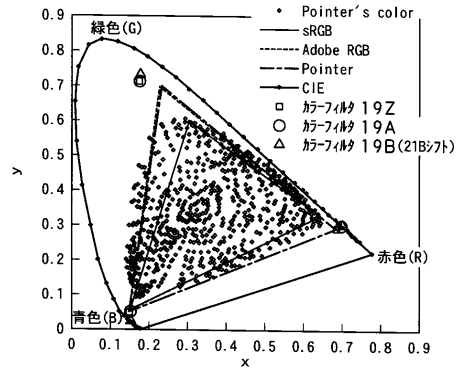
【図 10 d】



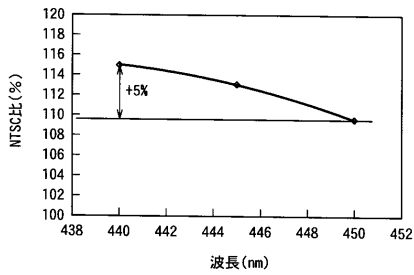
【 図 1 2 a 】



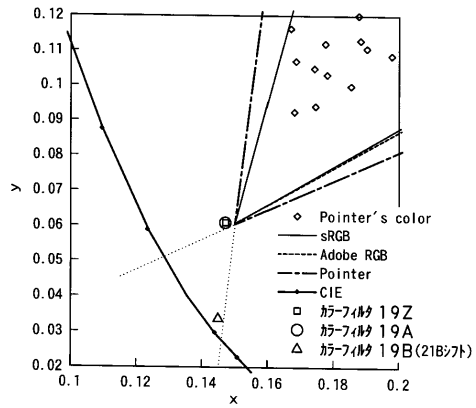
【 図 1 3 a 】



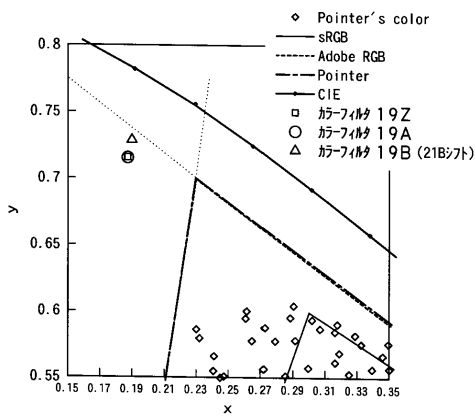
【 図 1 2 b 】



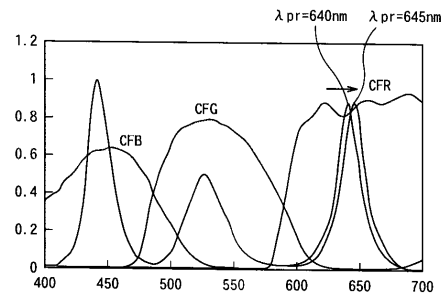
【 図 1 3 b 】



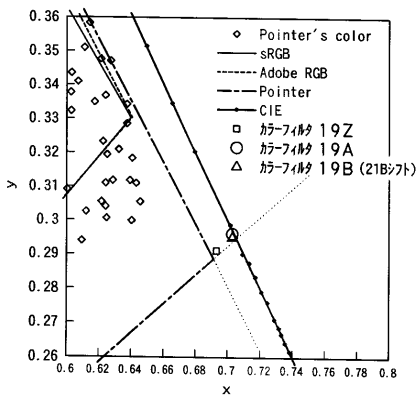
【 図 1 3 c 】



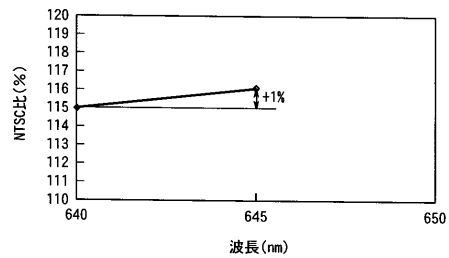
【 図 1 4 a 】



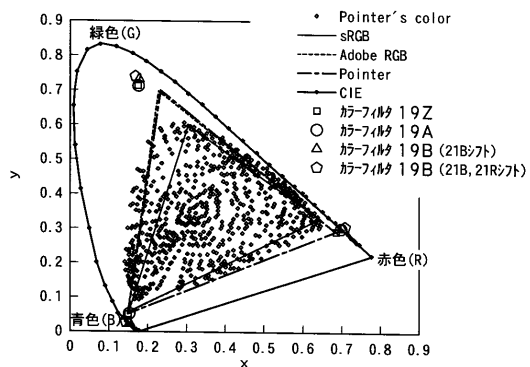
【 図 1 3 d 】



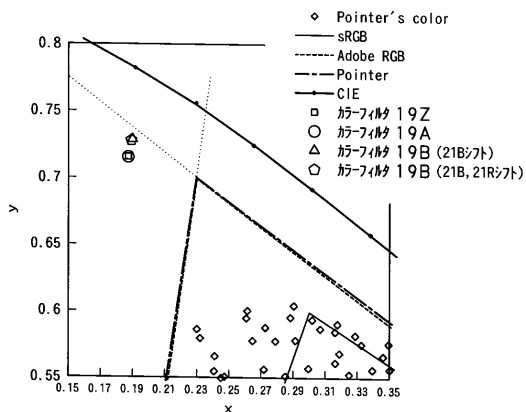
【 図 1 4 b 】



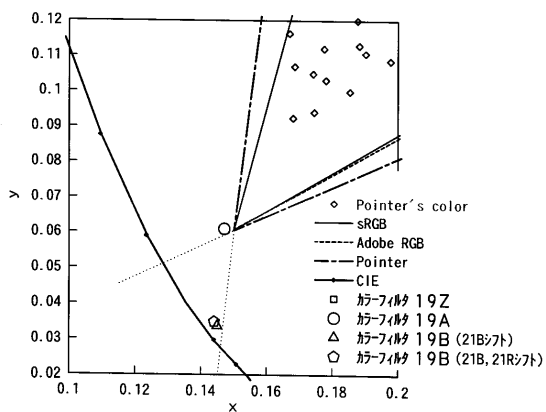
【図 15 a】



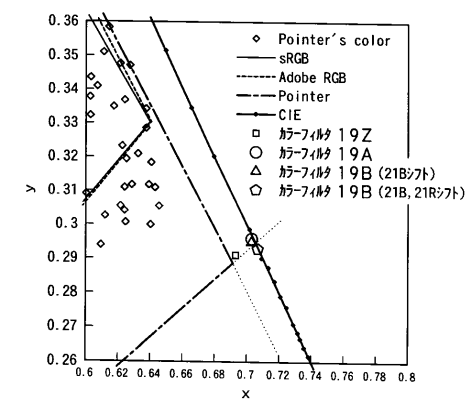
【図 15 c】



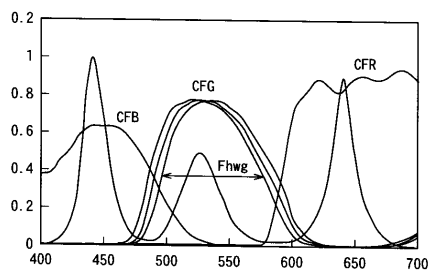
【図 15 b】



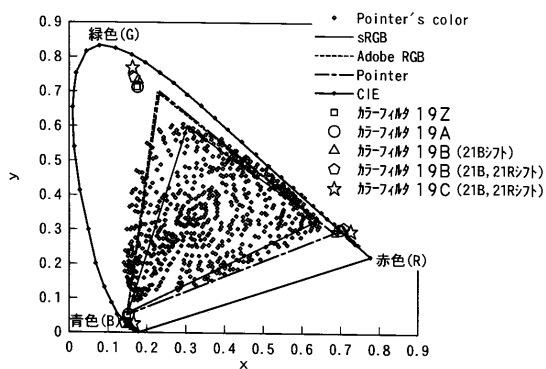
【図 15 d】



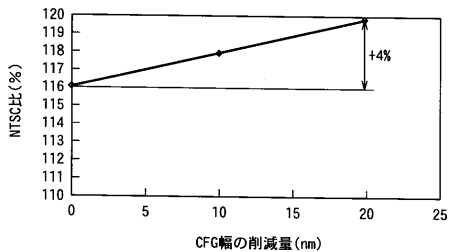
【図 16 a】



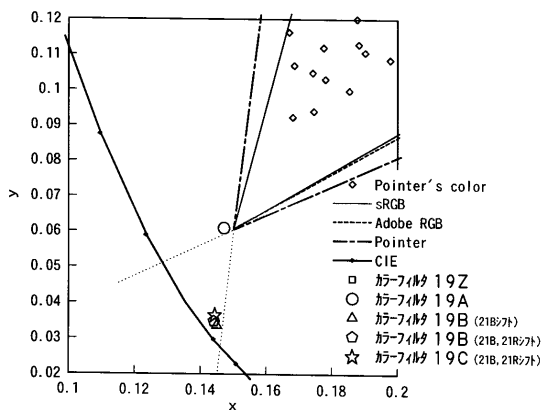
【図 17 a】



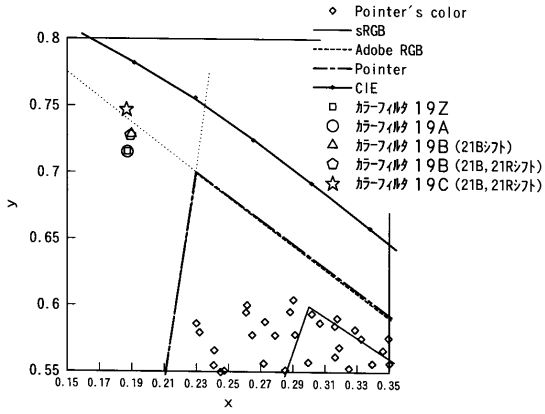
【図 16 b】



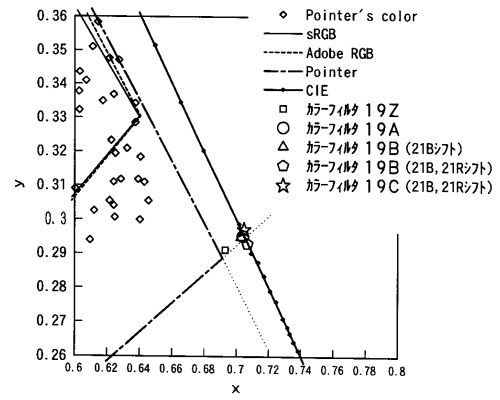
【図 17 b】



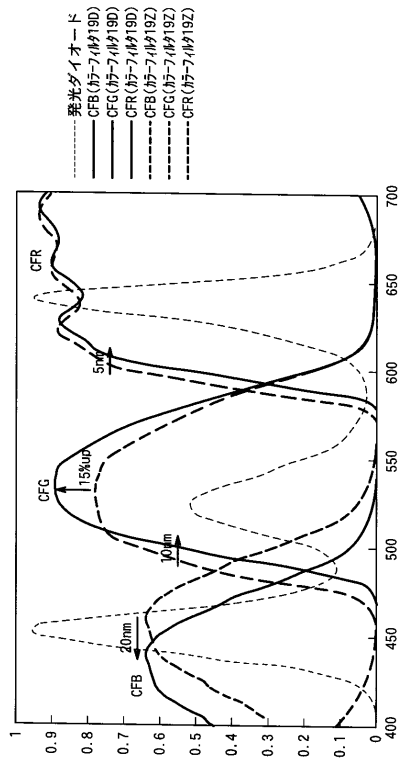
【 図 17 c 】



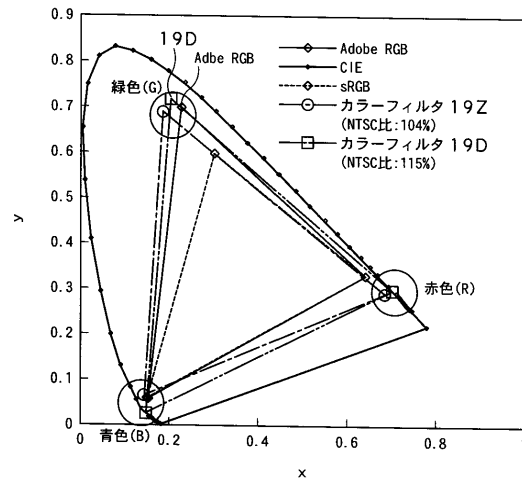
【 図 17 d 】



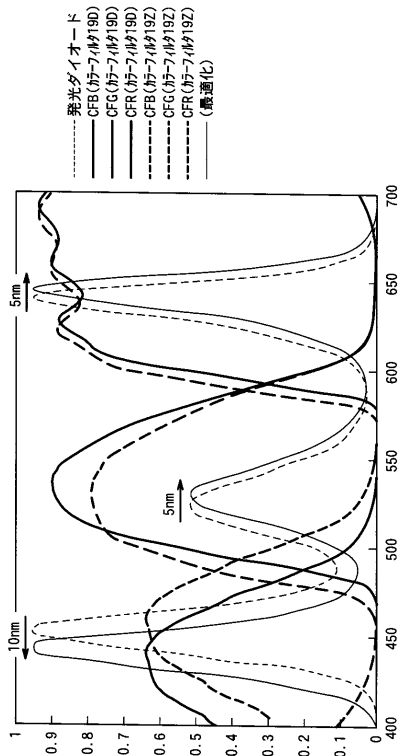
【 図 18 】



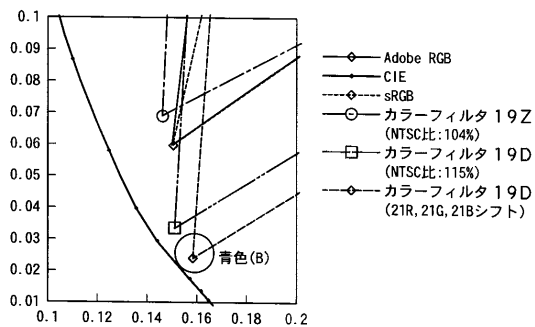
【 図 19 】



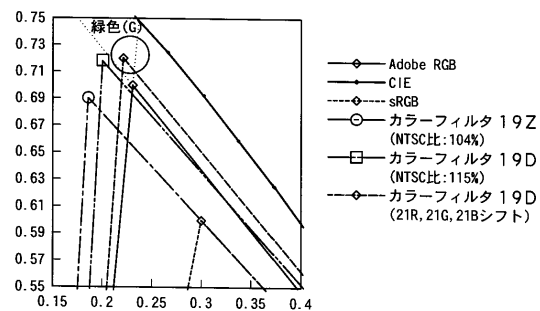
【 図 2 0 】



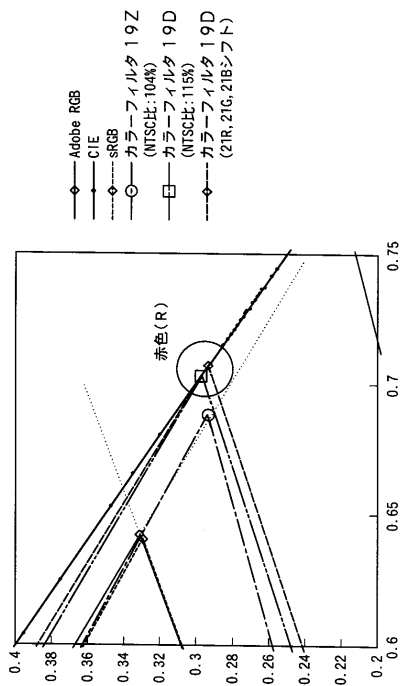
【 図 2 1 a 】



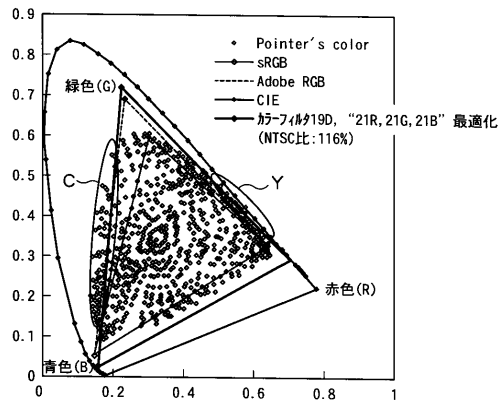
【 図 2 1 b 】



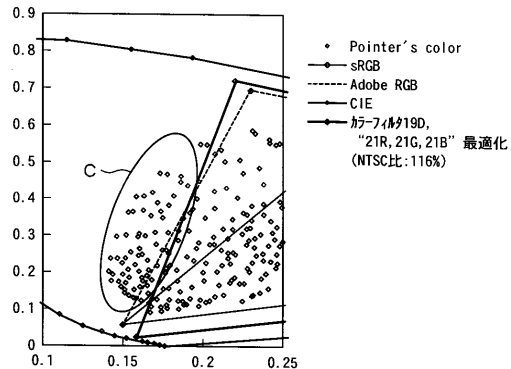
【 図 2 1 c 】



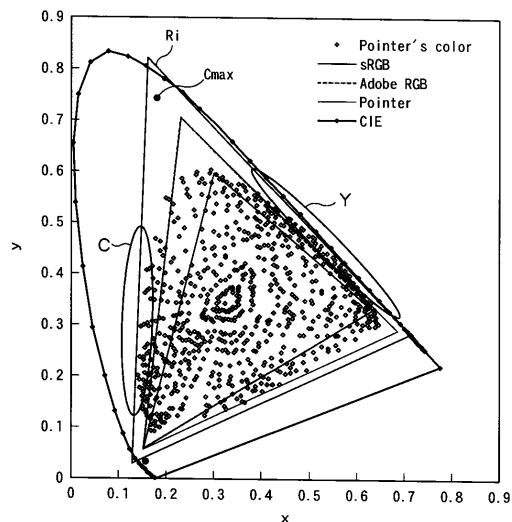
【 図 2 2 】



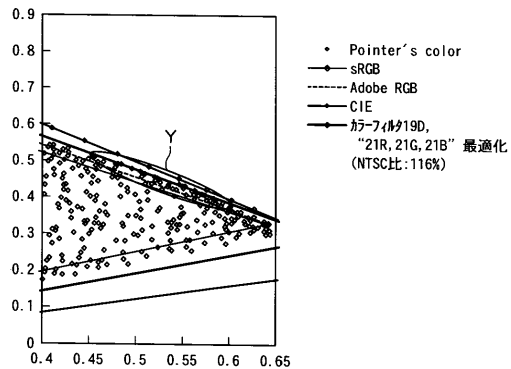
【図 2 3 a】



【図 2 4】



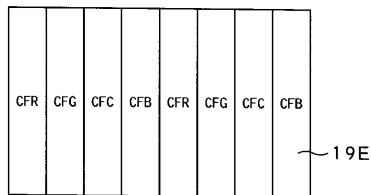
【図 2 3 b】



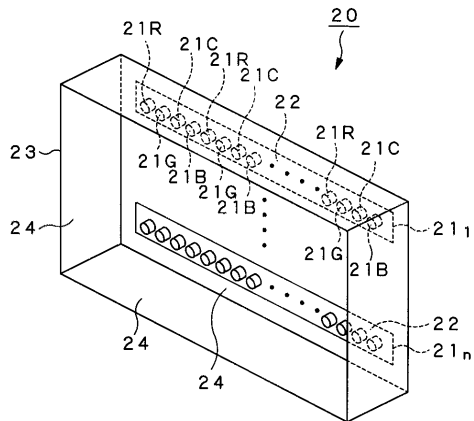
【図 2 5】

	色域外個数				合計	カバー率
	シアシアン領域C (Cyan)	黄色領域Y (Yellow)	マゼンダ領域M (Magenta)			
カラーフィルタ19						
カラーフィルタ19A	30	91	5	126	83.6%	
カラーフィルタ19D	40	48	0	88	88.5%	
Adobe RGB	62	74	60	196	74.5%	

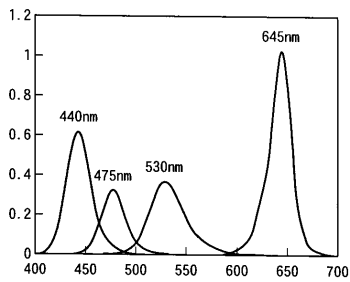
【図 2 6】



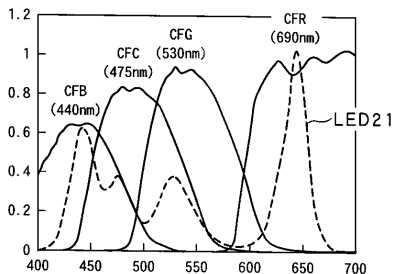
【図 2 7】



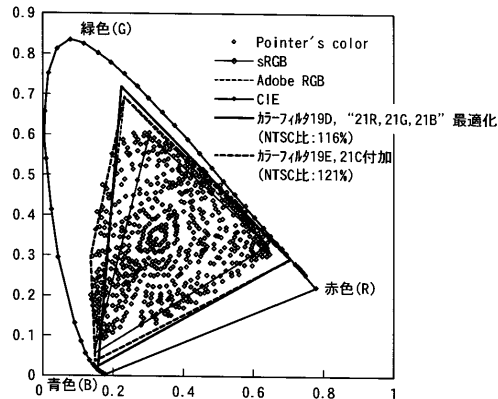
【図 28 a】



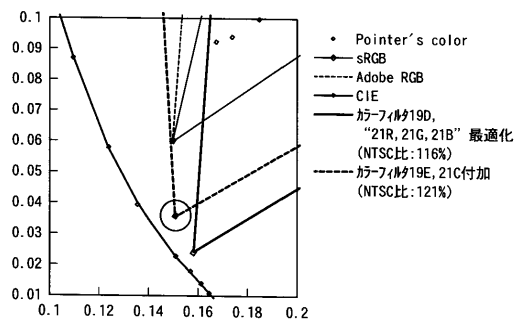
【図 28 b】



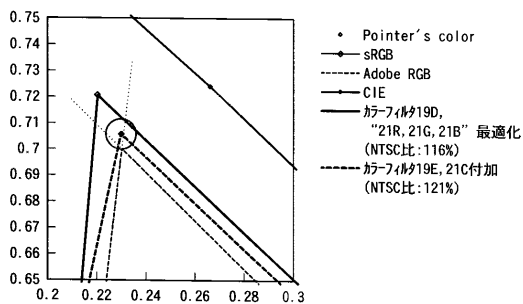
【図 29 a】



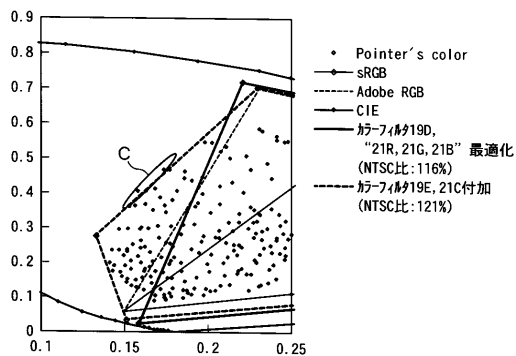
【図 29 b】



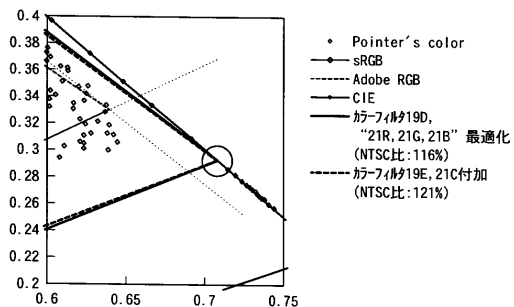
【図 29 c】



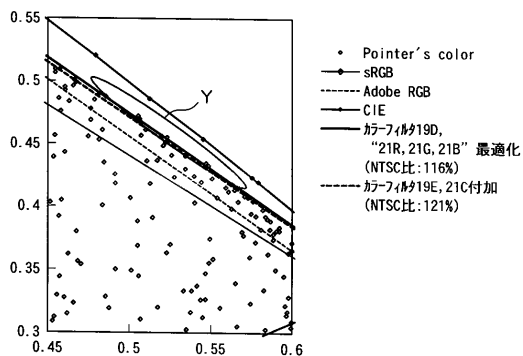
【図 30 a】



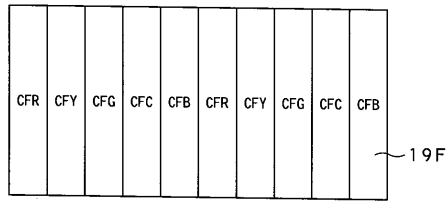
【図 29 d】



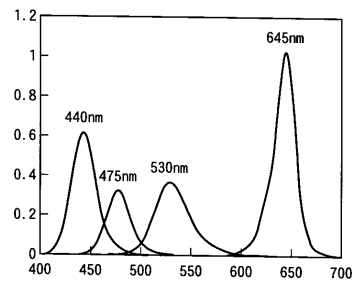
【図 30 b】



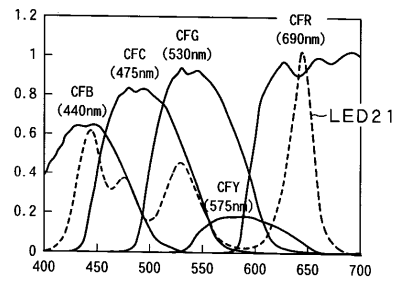
【 図 3 1 】



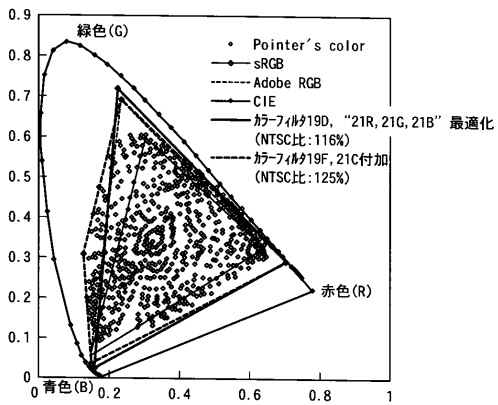
【 図 3 2 a 】



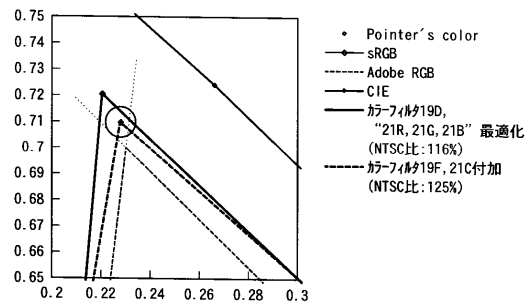
【 図 3 2 b 】



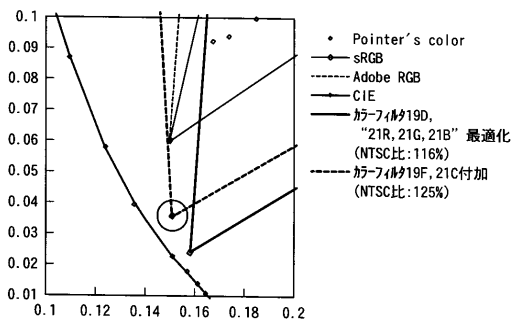
【 図 3 3 a 】



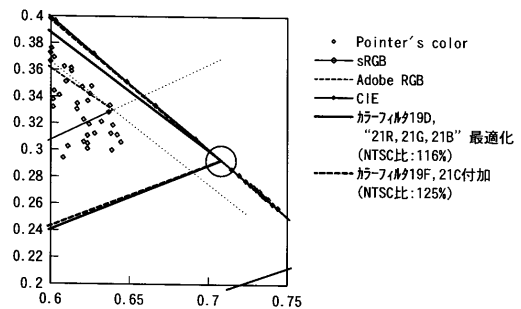
【 図 3 3 c 】



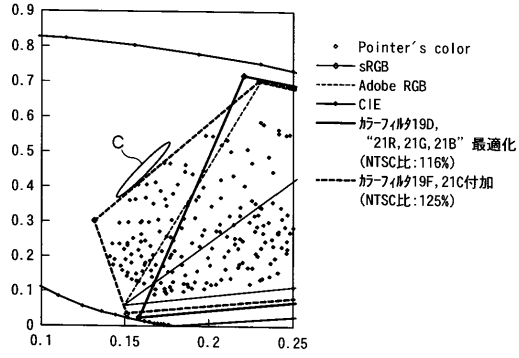
【 図 3 3 b 】



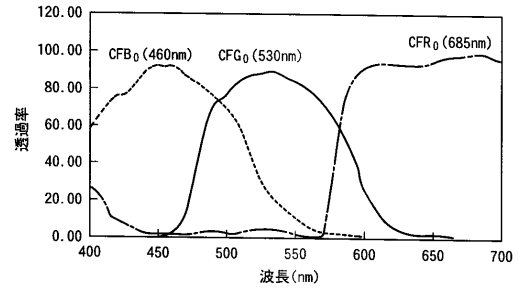
【 図 3 3 d 】



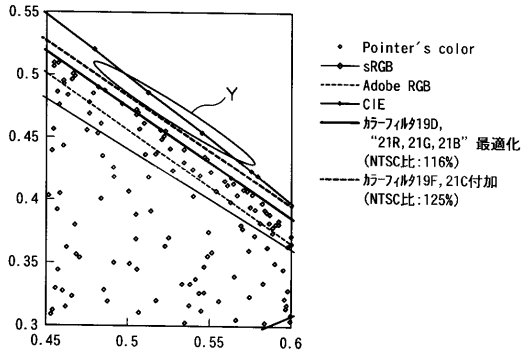
【 図 3 4 a 】



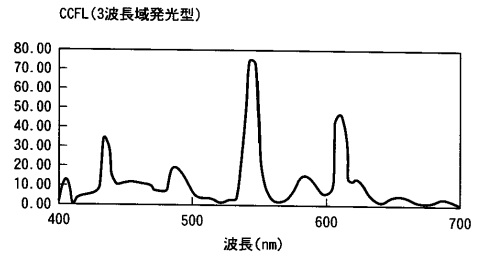
【 図 3 5 】



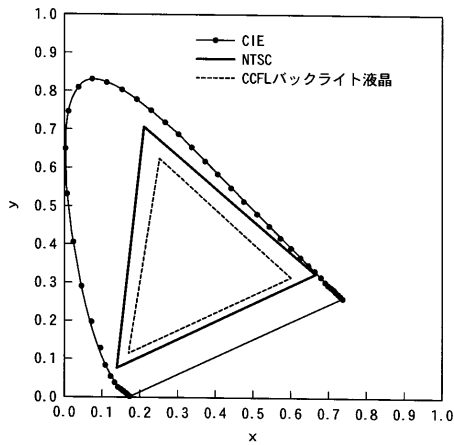
【 図 3 4 b 】



【 図 3 6 】



【 図 3 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 中枝 武弘
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 松本 達彦
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 2H048 BA02 BA45 BB02 BB04 BB10 BB42
2H091 FA02Y FA21Z FA32Z FA45Z GA01 GA02 LA15