

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4613947号
(P4613947)

(45) 発行日 平成23年1月19日(2011.1.19)

(24) 登録日 平成22年10月29日(2010.10.29)

(51) Int.Cl.		F I			
F 2 1 S	2/00	(2006.01)	F 2 1 S	2/00	2 5 0
H O 1 L	33/00	(2010.01)	H O 1 L	33/00	
F 2 1 V	9/16	(2006.01)	F 2 1 V	9/16	1 0 0
F 2 1 Y	101/02	(2006.01)	F 2 1 Y	101:02	

請求項の数 13 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2007-317455 (P2007-317455)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成19年12月7日(2007.12.7)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2009-140822 (P2009-140822A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成21年6月25日(2009.6.25)	(74) 代理人	100104215
審査請求日	平成21年1月26日(2009.1.26)		弁理士 大森 純一
		(74) 代理人	100117330
			弁理士 折居 章
		(72) 発明者	名田 直司
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社社内
		審査官	莊司 英史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置、色変換素子及び表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

対向する第1面及び第2面を有する透明基板と、
前記第1面側に設けられた蛍光体層と、
前記第2面側に設けられ、第1の波長の光を透過し、該第1の波長の光によって励起されて前記蛍光体層で発光される第2の波長の光を反射する光波長選択フィルタ層と、
前記透明基板と離間し、前記光波長選択フィルタ層側から該光波長選択フィルタ層に向かって前記第1の波長の光を発光する発光素子と
を具備することを特徴とする照明装置。

【請求項2】

請求項1記載の照明装置であって、
前記発光素子は青色発光ダイオードであり、
前記蛍光体層は、青色光である前記励起光により励起されて緑色を発光する蛍光体と前記励起光により励起されて赤色を発光する蛍光体とを有することを特徴とする照明装置。

【請求項3】

請求項1記載の照明装置であって、
前記発光素子は青色発光ダイオードであり、
前記蛍光体層は、青色光である前記励起光により励起されて黄色を発光する蛍光体を有することを特徴とする照明装置。

【請求項4】

請求項 1 記載の照明装置であって、
 前記発光素子は紫色発光ダイオードであり、
 前記蛍光体層は、紫色光である前記励起光により励起されて赤色を発光する蛍光体と、
 前記励起光により励起されて緑色を発光する蛍光体と、前記励起光により励起されて青色
 を発光する蛍光体とを有することを特徴とする照明装置。

【請求項 5】

請求項 1 記載の照明装置であって、
 前記光波長選択フィルタ層は、異なる屈折率を有する複数の膜の積層からなることを特
 徴とする照明装置。

【請求項 6】

請求項 5 記載の照明装置であって、
 前記光波長選択フィルタ層は、 Nb_2O_5 膜と SiO_2 膜との積層からなることを特徴
 とする照明装置。

【請求項 7】

請求項 1 記載の照明装置であって、
 前記発光素子は、前記透明基板の面全面に対応して複数設けられていることを特徴とす
 る照明装置。

【請求項 8】

請求項 1 記載の照明装置であって、
 前記発光素子から発光される光の前記発光素子から前記光波長選択フィルタ層までの光
 路中に配置された導光板を更に具備することを特徴とする照明装置。

【請求項 9】

請求項 8 記載の照明装置であって、
 前記発光素子は前記導光板の端部に沿って複数設けられていることを特徴とする照明装
 置。

【請求項 10】

請求項 1 記載の照明装置であって、
 前記蛍光体層の前記第 1 面側に位置する面と対向する面に設けられた水分バリア機能を
 有する保護膜を更に具備することを特徴とする照明装置。

【請求項 11】

請求項 1 記載の照明装置であって、
 前記蛍光体層の前記第 1 面側に位置する面と対向する面に設けられた反射防止層を更に
 具備することを特徴とする照明装置。

【請求項 12】

導光板と、
 前記導光板の端部に沿って複数設けられた第 1 の波長の光を発光する発光素子と、
 前記導光板と前記発光素子との間に前記導光板側から順に設けられた、蛍光体層、透明
 基板及び前記第 1 の波長の光を透過し該第 1 の波長の光によって励起されて前記蛍光体層
 で発光される第 2 の波長の光を反射する光波長選択フィルタ層と
 を具備することを特徴とする照明装置。

【請求項 13】

表示パネルと、該表示パネルと隣接して設けられる照明装置とを具備する表示装置であ
 って、

前記照明装置は、

対向する第 1 面及び第 2 面を有する透明基板と、

前記第 1 面側に設けられた蛍光体層と、

前記第 2 面側に設けられ、第 1 の波長の光を透過し、該第 1 の波長の光によって励起さ
 れて前記蛍光体層で発光される第 2 の波長の光を反射する光波長選択フィルタ層と、

前記透明基板と離間し、前記光波長選択フィルタ層側から該光波長選択フィルタ層に向
 かって前記第 1 の波長の光を発光する発光素子と

10

20

30

40

50

を具備することを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば液晶ディスプレイ等の表示装置に用いられる照明装置、それに用いられる色変換素子、及びそれを用いる表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶ディスプレイ等の表示装置の照明装置の光源としては、例えばEL、冷陰極管(CFL)などが用いられ、これらの照明装置の発光色はほとんどが白色とされている。

10

【0003】

一方発光ダイオードも照明装置用光源として利用され始めている。例えば発光ダイオードを光源として用いる照明装置として、青色発光ダイオードを光源とし、導光板の一方の面に散乱層、他方の面に蛍光物質からなる蛍光層が設けられた照明装置がある(例えば、特許文献1参照。)。この照明装置においては、散乱層によって青色発光ダイオードが発光する光を導光板内に散乱させて導光板の表面輝度が一定となるようにし、青色発光ダイオードからの発光色と蛍光物質からの光を合成させて白色発光を得ている。

【特許文献1】特許第3116727号公報(段落「0006」～「0018」、図2)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

上述の照明装置においては、導光板から出射される光のうち蛍光層で色変換された光はあらゆる方向に出射する。このため、導光板方向に戻っていく光も相当量あり、光の利用効率が低いという問題があった。

【0005】

以上のような事情に鑑み、本発明の目的は、発光素子から発光される光の損失が少ない輝度が向上した照明装置、それに用いられる色変換素子、およびそれを用いた表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

30

以上の課題を解決するにあたり、本発明の照明装置は、対向する第1面及び第2面を有する透明基板と、前記第1面側に設けられた蛍光体層と、前記第2面側に設けられ、第1の波長の光を透過し、該第1の波長の光によって励起されて前記蛍光体層で発光される第2の波長の光を反射する光波長選択フィルタ層と、前記光波長選択フィルタ層側から該光波長選択フィルタ層に向かって前記第1の波長の光を発光する発光素子とを具備することを特徴とする。

【0007】

本発明においては、光波長選択フィルタ層を設けたので、発光素子からの励起光を低損失で蛍光体層に導入でき、かつ蛍光体層で色変換された光のうち照明装置の出射面から出射されなかった光は光波長選択フィルタ層で反射して再利用されるため、光効率がよく、輝度が向上した照明装置を得ることができる。

40

【0008】

また、前記発光素子は青色発光ダイオードであり、前記蛍光体層は、青色光である前記励起光により励起されて緑色を発光する蛍光体と前記励起光により励起されて赤色を発光する蛍光体とを有することを特徴とする。

【0009】

これにより、白色光を出射する照明装置を得ることができる。

【0010】

また、前記発光素子は青色発光ダイオードであり、前記蛍光体層は、青色光である前記励起光により励起されて黄色を発光する蛍光体を有することを特徴とする。

50

【0011】

これにより、白色光を出射する照明装置を得ることができる。

【0012】

また、前記発光素子は紫色（近紫外）発光ダイオードであり、前記蛍光体層は、紫色（近紫外）光である前記励起光により励起されて赤色を発光する蛍光体と、前記励起光により励起されて緑色を発光する蛍光体と、前記励起光により励起されて青色を発光する蛍光体とを有することを特徴とする。

【0013】

これにより、白色光を出射する照明装置を得ることができる。

【0014】

また、前記光波長選択フィルタ層は、異なる屈折率を有する複数の膜の積層からなることを特徴とする。

【0015】

このように異なる屈折率を有する複数の膜を積層することにより、第1の波長の光を透過し、第2の波長の光を反射する膜を得ることができる。

【0016】

また、前記光波長選択フィルタ層は、Nb₂O₅膜とSiO₂膜との積層からなることを特徴とする。

【0017】

このように、異なる屈折率を有する複数の膜としてNb₂O₅膜とSiO₂膜を用いることができる。

【0018】

また、前記発光素子は、前記透明基板の面全面に対応して複数設けられていることを特徴とする。

【0019】

このように発光素子を面全面に設けることができる。

【0020】

また、前記発光素子から発光される光の前記発光素子から前記光波長選択フィルタ層までの光路中に配置された導光板を更に具備することを特徴とする。

【0021】

このように導光板を設けることができる。

【0022】

また、前記発光素子は前記導光板の端部に沿って複数設けられていることを特徴とする。

【0023】

このように導光板を用い、その端部に沿って発光素子を配置することにより、発光素子を面全面に設ける場合と比較して発光素子の数を少なくすることが可能である。

【0024】

また、前記蛍光体層の前記第1面側に位置する面と対向する面に設けられた水分バリア機能を有する保護膜を更に具備することを特徴とする。

【0025】

このように水分バリア機能を有する保護膜を具備するので、外部から侵入する水分による蛍光体層の劣化を抑制することができる。従って、蛍光体材料の選択の幅が広がり、かつ信頼性の高い照明装置を得ることができる。

【0026】

また、前記蛍光体層の前記第1面側に位置する面と対向する面に設けられた反射防止層を更に具備することを特徴とする。

【0027】

このように反射防止層を設けるので、照明装置の輝度を更に向上させることができる。すなわち、反射防止層を設けない場合、蛍光体層と空気との界面で光が反射して照明装置

10

20

30

40

50

の出射面から出射しない光があり光の損失があるが、反射防止層を設けることにより、このような蛍光体層と空気との界面での光の反射による光の損失を抑制でき、照明装置の輝度が向上する。

【0028】

本発明の他の照明装置は、導光板と、前記導光板の端部に沿って複数設けられた第1の波長の光を発光する発光素子と、前記導光板と前記発光素子との間に前記導光板側から順に設けられた、蛍光体層及び前記第1の波長の光を透過し該第1の波長の光によって励起されて前記蛍光体層で発光される第2の波長の光を反射する光波長選択フィルタ層とを具備することを特徴とする。

【0029】

本発明においては、光波長選択フィルタ層を設けたので、発光素子からの励起光を低損失で蛍光体層に導入でき、かつ蛍光体層で色変換された光のうち照明装置の出射面から出射されなかった光は光波長選択フィルタ層で反射して再利用されるため、光効率がよく、輝度が向上した照明装置を得ることができる。

【0030】

本発明の色変換素子は、対向する第1面及び第2面を有する透明基板と、前記第1面側に設けられた蛍光体層と、前記第2面側に設けられた第1の波長の光を透過し、第2の波長の光を反射する光波長選択フィルタ層とを具備することを特徴とする。

【0031】

本発明のこのような色変換素子を第1の波長の光を発光する発光素子を光源とする照明装置に組み込むことにより、発光素子からの励起光を低損失で蛍光体層に導入でき、かつ蛍光体層で色変換された光のうち照明装置の出射面から出射されなかった光は光波長選択フィルタ層で反射して再利用されるため、光効率がよく、輝度が向上した照明装置を得ることができる。

【0032】

本発明の表示装置は、表示パネルと、該表示パネルと隣接して設けられる照明装置とを具備する表示装置であって、前記照明装置は、前記第1面側に設けられた蛍光体層と、前記第2面側に設けられ、第1の波長の光を透過し、該第1の波長の光によって励起されて前記蛍光体層で発光される第2の波長の光を反射する光波長選択フィルタ層と、前記光波長選択フィルタ層側から該光波長選択フィルタ層に向かって前記第1の波長の光を発光する発光素子とを具備することを特徴とする。

【0033】

本発明においては、光波長選択フィルタ層を具備する照明装置を用いているので、輝度が向上した表示品質に優れた表示装置を得ることができる。

【発明の効果】

【0034】

以上のように、本発明によれば、光損失の少ない輝度が向上した照明装置を得ことができ、この照明装置を表示装置に用いることにより表示品質に優れた表示装置を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。以下に示す形態は、本発明の照明装置を具備する表示装置を液晶テレビに適用したものである。

【0036】

尚、本発明表示装置の適用範囲は液晶テレビに限られることはなく、照明装置を具備する表示装置であればよく、例えばパーソナルコンピュータ、PDA(Personal Digital Assistant)等広く適用することができる。

【0037】

図19は本発明の表示装置としての液晶テレビ100の概略斜視図であり、図20は液晶テレビ100の筐体300によって保持される部分の概略分解斜視図である。図に示す

10

20

30

40

50

ように、液晶テレビ100は、表示パネルとしての液晶パネル200と、照明装置1(101、201、301、401)と、液晶パネル200を駆動する駆動回路420と、液晶パネル、照明装置1及び駆動回路420を保持する筐体300と、筐体300を保持するスタンド400とを有している。照明装置1は、液晶パネル200の画像表示領域を背面から照明するものであり、白色光を発光する。

【0038】

(第1実施形態)

【0039】

以下に、図1～図7を用いて、本発明の一実施の形態である照明装置を第1実施形態として説明する。

10

【0040】

図1(a)は照明装置1の一部を構成する発光素子基板14の概略平面図、図1(b)は照明装置1の概略断面図である。図2は照明装置1の部分拡大断面図である。図3は、シート状色変換素子の光学特性を示す図である。図4は、照明装置1の一部を構成するシート状色変換素子20の部分拡大断面図である。図5及び図6は、それぞれ光波長選択フィルタ層がない場合とある場合とでの光の光路を示す図である。図7及び図8は図4に示すシート状色変換素子20の光学特性を示す図であり、図7は波長と反射率との関係を示し、図8は波長と透過率との関係を示す。

【0041】

図1に示すように、照明装置1は、平面形状が矩形の発光素子基板14と、反射板13と、平面形状が矩形のシート状色変換素子20と、平面形状が矩形の拡散板30を有する。発光素子基板14とシート状色変換素子20とは約20mm(図中aで示される距離)離間して配置され、その間隙15は複数の支持柱12及び反射板13によって保持されている。反射板13は、発光素子基板14とシート状色変換素子20とがなす空間を四方で囲むように設けられている。反射板13を設けることにより、発光素子としての青色発光ダイオード10からの励起光が照明装置1の端部に導かれても反射板13によって反射されるのでその光を再利用することができ、光効率が良い。拡散板30はシート状色変換素子20上に配置される。照明装置1の拡散板30が配置される側が光出射面1aとなり、液晶テレビ100の状態では、表示画面となる液晶パネル200に照明装置1の光出射面1a側が位置するように照明装置1は配置される。本実施形態における照明装置1は、例えば46インチの大型液晶テレビに用いられ、横1020mm、縦570mmの寸法を有している。

20

30

【0042】

発光素子基板14は、ガラス繊維を布状に編んだガラス織布にエポキシ樹脂をしみ込ませたガラスエポキシ基板(FR-4)からなる基板11と、該基板11上に12mmピッチで等間隔に縦40行、横80列、計3200個設けられた青色発光ダイオード10とを有する。この複数の青色発光ダイオード10は、シート状色変換素子20の透明基板23の面全面に対応して設けられる。青色発光ダイオード10にはInGa系のものを用いた。

【0043】

図2に示すように、シート状色変換素子20は、対向する第1面23a及び第2面23bを有するPET(ポリエチレンテレフタレート)などからなる透明基板23と、該透明基板23の第1面23aに設けられた色変換層としての蛍光体層22と、第2面23bに設けられた光波長選択フィルタ層24とを有している。

40

【0044】

透明基板23は、屈折率nが1.6、膜厚が100μmである。

【0045】

蛍光体層22は互いに対向する第1面22a及び第2面22bを有し、第1面22a側に拡散板30が配置され、第2面22b側に透明基板23が位置する。

【0046】

50

蛍光体層 22 には、青色発光ダイオード 10 から発光された第 1 の波長である青色波長の青色光により励起されて第 2 の波長である緑色波長の緑色光を発光する緑用蛍光体と、青色光により励起されて第 2 の波長である赤色波長である赤色光を発光する赤用蛍光体との 2 種類の蛍光体が含有されている。これにより、蛍光体層 22 により色変換された緑色光及び赤色光と、青色発光ダイオード 10 からの励起光である青色光とが混色されて、白色光が発生し、拡散板 30 によって拡散されて光出射面 1 から出射される。

【0047】

図 3 でタイプ 1 として実線で示されているのが、本実施形態における照明装置 1 によって得られる白色光の光波長特性である。3 つのピークはそれぞれ励起光である青色光、緑色用蛍光体から発光された緑色光、赤色蛍光体から発光された赤色光を示す。図に示すように、青色光の主発光ピークは約 450 nm、緑色光の主発光ピークは約 530 nm、赤色光の主発光ピークは約 650 nm を示した。

10

【0048】

尚、白色光を得る方法は、これに限られるものではない。例えば、蛍光体層として、青色発光ダイオード 10 から発光された第 1 の波長である青色波長の青色光により励起されて第 2 の波長である黄色波長の黄色光を発光する黄色用蛍光体が含有されるものを用いても良い。これにより、蛍光体層により色変換された黄色光と、青色光とが混色されて白色光がえられる。この場合の白色光の光波長特性は、図 3 でタイプ 2 として点線で示している。2 つのピークはそれぞれ青色光、黄色用蛍光体から発光された黄色光を示す。図に示すように、青色光の主発光ピークは約 450 nm、黄色光の主発光ピークは約 540 ~ 560 nm を示した。

20

【0049】

また、ここでは、発光素子として青色発光ダイオードを用いたがこれに限られるものではない。例えば、青色発光ダイオードを用いずに紫色（近紫外）発光ダイオードを用い、蛍光体層として、紫色（近紫外）発光ダイオードから発光された第 1 の波長である紫色（近紫外）波長の紫色（近紫外）光により励起されて第 2 の波長である赤色波長の赤色光を発光する赤用蛍光体と、紫色（近紫外）光により励起されて第 2 の波長である緑色波長の緑色光を発光する緑用蛍光体と、紫色（近紫外）光により励起されて第 2 の波長である青色波長の青色光を発光する青用蛍光体が含有されるものを用いてもよい。これにより、蛍光体層により色変換された赤色、緑色及び青色と、紫色（近紫外）光とが混色されて白色光が得られる。

30

【0050】

また、本実施形態では白色光を得ているが、照明装置から出射される光として所望の色の光を得るために、発光素子や蛍光体の種類を適宜選択することも可能である。

【0051】

蛍光体層 22 は、例えばポリビニルブチラール樹脂からなるバインダ中に、例えば緑色用蛍光体として $SrGa_2S_4 : Eu^{2+}$ 、赤色用蛍光体として $(Ca, Sr, Ba)S : Eu^{2+}$ が分散されたものを用いた。蛍光体材料の記載において、: の前は母体を示し、後は付活剤を示す。

【0052】

光波長選択フィルタ層 24 は、図 4 に示すように、透明基板 23 側から順に第 1 五酸化ニオブ (Nb_2O_5) 膜 24 a、第 1 二酸化珪素 (SiO_2) 膜 24 b、第 2 五酸化ニオブ膜 24 c、第 2 二酸化ケイ素膜 24 d、第 3 五酸化ニオブ膜 24 e が積層された積層膜からなる。第 1 五酸化ニオブ膜 24 a、第 1 二酸化珪素膜 24 b、第 2 五酸化ニオブ膜 24 c、第 2 二酸化ケイ素膜 24 d、第 3 五酸化ニオブ膜 24 e それぞれの膜厚は、78 nm、108 nm、62 nm、93 nm、80 nm である。五酸化ニオブ膜は屈折率 n が 2.3 であり、二酸化ケイ素層膜は屈折率 n が 1.46 である。このように、屈折率の異なる膜を積層することにより、第 1 の波長（ここでは青色波長）の光は透過し、第 2 の波長（ここでは赤色波長、緑色波長）の光は反射するという機能を有する光波長選択フィルタ層 24 を得ることができる。

40

50

【 0 0 5 3 】

光波長選択フィルタ層 2 4 は、励起光である青色光は透過し、蛍光体層 2 2 で色変換された光のうち透明基板 2 3 側に入射される光を反射する層である。図 5 及び図 6 を用いて光波長選択フィルタ層 2 4 の有無による光路の違いについて説明する。図 5 は光波長選択フィルタ層 2 4 が不在の場合、図 6 は光波長選択フィルタ層 2 4 がある場合を示す。

【 0 0 5 4 】

図 5 に示すように、光波長選択フィルタ層 2 4 が不在の場合、青色発光ダイオード 1 0 からの励起光 4 0 は、その一部の光 4 1 が透明基板 2 3 で反射され、他は透明基板 2 3 に入射される。透明基板 2 3 に入射した光が透明基板 2 3 を透過し蛍光体層 2 2 中に入射することにより、蛍光体が励起されて赤色及び緑色が発光される。このように色変換された光のうち光出射面 1 a から出射する光以外の光 5 0 は、透明基板 2 3 に入射し、ほとんどの光 5 2 は透明基板 2 3 を透過して外部に出射され、残りの一部の光 5 1 は透明基板 2 3 で反射される。

10

【 0 0 5 5 】

これに対し、図 6 に示すように、光波長選択フィルタ層 2 4 がある場合、青色発光ダイオード 1 0 からの励起光 4 0 のほとんどが透明基板 2 3 に入射される。透明基板 2 3 に入射した光が透明基板 2 3 を透過し蛍光体層 2 2 に入射することによって蛍光体層 2 2 中の蛍光体が励起されて赤色及び緑色が発光される。このように色変換された光のうち光出射面 1 a から出射する光以外の光 5 0 は、透明基板 2 3 に向かう光路をとるが、大部分の光 5 1 は光波長選択フィルタ層 2 4 で反射される。この反射した光 5 1 は再度蛍光体層 2 2 に入射され、一部は光出射面 1 a から出射され、他は透明基板 2 3 に向かう光路をとるが再度光波長選択フィルタ層 2 4 で反射され蛍光体層 2 2 に入射される。これを繰り返すことにより、蛍光体層 2 2 で色変換された光は、透明基板 2 3 側に向かう光路をとったとしてもその光は光波長選択フィルタ層 2 4 により反射されるので、光が再利用され、光の損失が少ない。

20

【 0 0 5 6 】

従って、シート状色変換素子 2 0 の励起光が入射する側に光波長選択フィルタ層 2 4 を設けることにより、青色発光ダイオード 1 0 からの励起光を低損失で蛍光体層 2 2 に導入でき、かつ蛍光体層 2 2 で色変換された光のうち光波長選択フィルタ層 2 4 で反射した光を再利用できるため、光効率がよく光出射面からの光取り出し率が向上し、輝度が向上した照明装置 1 を得ることができる。

30

【 0 0 5 7 】

表 1 に光波長選択フィルタ層 2 4 がある場合とない場合との波長毎の反射率の違いを示し、図 7 に光波長選択フィルタ層 2 4 を有するシート状色変換素子 2 0 の波長と反射率の関係を示す。また、表 2 に光波長選択フィルタ層 2 4 がある場合とない場合との青色光 (4 5 0 n m) の透過率の違いを示し、図 8 に光波長選択フィルタ層 2 4 を有するシート状色変換素子 2 0 の波長と透過率の関係を示す。表 1 及び表 2 において、光波長選択フィルタ層 2 4 がある場合の構造は、透明基板 2 3 の一方の面に蛍光体層 2 2、他方の面に光波長選択フィルタ層 2 4 を設けたものである。一方、光波長選択フィルタ層 2 4 が不在場合の構造は、透明基板 2 3 の一方の面に蛍光体層 2 2 を設けたものである。いずれも蛍光体層 2 2 が設けられる面と対向する面側に青色発光ダイオードが配置される。表 1 及び図 7 において、反射率は、蛍光体層 2 2 で色変換された光の反射率を示し、入射角は蛍光体層 2 2 から出射される際の光の角度を示す。表 2 及び図 8 において、透過率は励起光が透明基板 2 3 に入射する光の割合を示し、入射角は励起光の光波長選択フィルタ層あるいは透明基板に入射する角度を示す。

40

【 0 0 5 8 】

【表 1】

入射角	535 nmにおける反射率 (%)		650 nmにおける反射率 (%)	
	光波長選択フィルタなし	光波長選択フィルタあり	光波長選択フィルタなし	光波長選択フィルタあり
0°	5.3	63.7	5.3	82.9
10°	5.3	67.0	5.3	82.5
20°	5.6	73.7	5.6	79.9
30°	8.0	75.0	8.0	68.5
40°	100	100	100	100

10

【0059】

【表 2】

入射角	450 nmにおける透過率 (%)	
	光波長選択フィルタなし	光波長選択フィルタあり
0°	94.7	99.6
10°	94.7	99.6
20°	94.6	99.7
30°	94.5	98.9
40°	94.0	93.9

20

【0060】

表 1 に示すように、光波長選択フィルタ層 24 を設けることにより、赤色、緑色の反射率が向上することがわかる。従って、光波長選択フィルタ層 24 を有する照明装置は、反射された光が再利用されるため、光効率が向上し、輝度が向上する。また、表 2 に示すように、青色発光ダイオードからの励起光の透過率も向上するため、照明装置 1 の輝度が向上する。

30

【0061】

上述したように、光波長選択フィルタ層 24 は、可視光領域で透明な屈折率の異なる 2 種類の膜を積層することにより、青色光を透過し、蛍光体層 22 で色変換された赤色光及び緑色光を反射するという機能を有している。このような屈折率の異なる膜としては、一方の膜材料の屈折率を 2.0 以上、例えば 2.0 ~ 2.5、他方の膜材料の屈折率を 1.5 以下、例えば 1.2 ~ 1.5 とすることが望ましい。本実施形態では、屈折率の高い膜として五酸化ニオブを、屈折率の低い膜として二酸化ケイ素を例に挙げたが、例えば屈折率の高い膜として、屈折率が 2.0 以上の HfO_2 、 Nd_2O_5 、 ZrO_2 、 Si_3N_4 、 AlN 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 CeO_2 、 ZnS 、 Sb_2O_3 などを用いることができる。また、屈折率の低い膜として、屈折率が 1.5 以下の CaF_2 、 MgF_2 、 LiF 、 SiO_2 などを用いることができる。

40

【0062】

本実施形態において、光波長選択フィルタ層 24 を構成する各膜 24a ~ 24e の膜厚は次のように決定した。高屈折率膜と低屈折率膜とを交互に積層させる場合、 $d = \lambda_0 / (4n)$ とすることにより、膜の境界で反射した波が打ち消し合い、透過率が減少する。ここで、 d は膜厚、 λ_0 は反射させたい波長を示す。本実施形態では、赤色及び緑色を反射させるので、両者の間に位置する波長 600 nm を反射ピークとして計算す

50

ると、

五酸化ニオブ ($n = 2.3$) の場合、 $d = 600 / 9.2 = 65$ (nm)、

二酸化ケイ素 ($n = 1.46$) の場合、 $d = 600 / 5.84 = 100$ (nm)

となる。そこで、初めに五酸化ニオブ (65 nm) / 二酸化ケイ素 (100 nm) / 五酸化ニオブ (65 nm) / 二酸化ケイ素 (100 nm) / 五酸化ニオブ (65 nm) の積層膜を設計し、ここから青色光の波長 450 nm 付近の反射率を下げるように膜厚微調整を行い、最終的に図 7 及び図 8 に示すような光学特性を有する上述のような膜厚の積層膜からなる光波長選択フィルタ層 24 を設計した。

(第 2 実施形態)

【0063】

第 1 実施形態のシート状色変換素子 20 においては、蛍光体層 22 中に緑用蛍光体と赤用蛍光体の 2 種類の蛍光体が含有されているが、各蛍光体毎に蛍光体層を別々に設けても良い。

【0064】

以下、図 9 を用いて説明する。図 9 は、本実施形態におけるシート状色変換素子 120 の部分拡大断面図である。上述の実施形態と同様の構成については同様の符合を付し、その説明については省略する。

【0065】

図 9 に示すように、シート状色変換素子 120 は、互いに対向する第 1 面 23a 及び第 2 面 23b を有する透明基板 23 と、該透明基板 23 の第 1 面 23a に第 1 面 23a 側から順に設けられた第一蛍光体層 122、第二波長選択フィルタ層 224 及び第二蛍光体層 222 と、第 2 面 23b に設けられた第一光波長選択フィルタ層 124 とを有している。

【0066】

第一蛍光体層 122 には、青色発光ダイオードから発光された青色光により励起されて赤色を発光する赤用蛍光体が含有されている。第二蛍光体層 222 には、青色発光ダイオードから発光された青色光により励起されて緑色を発光する緑用蛍光体が含有されている。

【0067】

第一光波長選択フィルタ層 124 は、第 1 実施形態で示した光波長選択フィルタ 24 と同じものを用いても良いし、あるいは青色光を透過し、かつ赤色光のみ反射するフィルタとしてもよい。第二光波長選択フィルタ 224 は、青色光及び赤色光を透過し、かつ緑色光のみ反射するフィルタとする。

【0068】

尚、第一蛍光体層 122 に緑用蛍光体、第二蛍光体層 222 に赤用蛍光体を含有させても良い。この場合、第一光波長選択フィルタ層 124 には、第 1 実施形態で示した光波長選択フィルタ 24 と同じもの、あるいは青色光を透過し、かつ緑色光のみ反射するフィルタを用いればよい。そして、第二光波長選択フィルタ 224 には、青色光及び緑色光を透過し、かつ赤色光のみ反射するフィルタを用いればよい。

【0069】

このような構成においても、光損失の少ない、光効率の良い輝度が向上した照明装置を得ることができる。

【0070】

(第 3 実施形態)

【0071】

図 10 は本実施形態におけるシート状色変換素子の部分拡大断面図である。尚、図 10 においては光波長選択フィルタ 24 層の図示を省略している。図 11 は、本実施形態におけるシート状色変換素子の光学特性を示すものである。

【0072】

本実施形態のシート状色変換素子は、図 10 に示すように、第 1 実施形態のシート状色変換素子 20 の構造に加え、蛍光体層 22 の第 1 面 22a 側に光反射防止層 60 を設けて

10

20

30

40

50

いる。尚、第2実施形態のシート状色変換素子120に設ける場合は、第2蛍光体層22の第1面22a側に光反射防止層を設ければよい。

【0073】

反射防止層60は、蛍光体層22からの光の光取り出し効率を向上させるものであり、蛍光体層22を通過した青色光、赤色光、緑色光が透過するように設計され、更に反射防止層がない場合と比較して出射面から出射される青色光、赤色光、緑色光の光損失が減少するように設計される。これにより更に、照明装置の輝度を向上させることができる。

【0074】

反射防止層60は、光波長選択フィルタ24と同様に屈折率の異なる膜の積層膜からなり、屈折率1.5以下、例えば1.2~1.5の材料と、屈折率2.0以上、例えば2.0~2.5の材料との組み合わせからなることが望ましい。本実施形態における光反射防止層60は、蛍光体層22側から順に、第1五酸化ニオブ(14nm)60a、第1二酸化ケイ素(48nm)60b、第2五酸化ニオブ(22nm)60c、第2二酸化ケイ素(108nm)60dが積層した積層膜からなる。

【0075】

図11に示すように、光反射防止層60は、可視光(400~700nm)領域における反射率が低くなっている。表3に反射防止層60がある場合とない場合とでの可視光領域(400~700nm)における反射率について示す。

【0076】

【表3】

入射角	可視光領域(400~700nm)における反射率(%)	
	反射防止層なし	反射防止層あり
0°	4.0	0.58
10°	4.0	0.60
20°	4.2	0.84
30°	5.5	2.4
40°	24.5	22.1

【0077】

表3に示すように、光反射防止層60を設けることにより、光の取り出し効率が向上し、照明装置の輝度が向上する。すなわち、反射防止層60がない場合、蛍光体層と空気との界面で光が反射して出射面から出射しない光があり光の損失があったが、反射防止層60を設けることにより、このような蛍光体層と空気との界面での光の反射による光の損失を抑制でき、照明装置の輝度が向上する。

【0078】

本実施形態においては、反射防止層60として屈折率の異なる膜を積層したものを用いたが、光反射防止層60の変形例として、図12に示すように、蛍光体層22側から光出射面1aにむかって徐々に屈折率が小さくなる屈折率傾斜膜からなる反射防止層160を設けてもよい。ここで反射防止層160のうち屈折率が大きい側の屈折率は、反射防止層160と接する膜(ここでは蛍光体層22)と同じ屈折率であることが望ましい。尚、例えば蛍光体層22を2枚の透明基板で挟み込む構造とする場合には、透明基板と光反射防止層とが接するので、光反射防止層のうち透明基板側に位置する部分の屈折率を透明基板と同じ屈折率にすればよい。一方、反射防止層160の出射面側に位置する部分の屈折率は空気の屈折率1.0に可能な限り違いことが望ましい。

【0079】

このような膜厚方向に屈折率が異なる反射防止層 160 は、例えば Si をターゲットとしたスパッタリング法で成膜することができる。この場合、成膜初期で Ar + N₂ ガスをスパッタリングガスとして用いて窒化シリコン膜を成膜する。そして、成膜しながら徐々に N₂ ガスを O₂ ガスに置換していきることにより膜の屈折率を減少させ、最後に Ar + O₂ ガスでスパッタ成膜を行う。これにより屈折率が約 2.0 から約 1.46 まで傾斜された膜を得ることができる。

【0080】

また、図 13 に示すように、他の変形例として、出射面側に三角錘や四角錘などの角錐あるいは砲弾型形状の構造体 260 をアレイ状に形成して、これを反射防止層としてもよい。図 13 はシート状色変換素子の概略部分拡大断面図である。図 14 は、構造体 260 の高さ 10 と屈折率の関係を示す図である。図 14 から構造体 260 は蛍光体層 22 から離れるに従って徐々に屈折率が小さくなっていることがわかる。このような構造体 260 によっても上述の屈折率傾斜膜と同様に反射防止機能を得ることができる。本変形例では、構造体 260 として、例えば高さが 0.7 μm、底面の一边が 0.2 μm の四角錐を形成した。

【0081】

このような角錐、あるいは砲弾型形状の構造体 260 は、例えば次のように形成することができる。蛍光体層 22 の第 1 面 22a に熱硬化又は光硬化型の樹脂を塗布し、所望の構造体を反転させた金型を押し付け金型形状を転写させ、熱または紫外線により樹脂を頂 20 狩させる、ナノインプリント法によって形成することができる。

【0082】

また、光反射防止層は、水分バリア機能を有する保護膜として機能することが望ましい。これにより外部から侵入する水分による蛍光体の劣化が抑制されるため、蛍光体材料の選択の幅が広がり、かつ信頼性の高いシート状色変換素子を得ることができる。尚、光反射防止は目的とせず、蛍光体層を覆うように水分バリア機能を有する保護膜を形成してもよく、これにより外部から侵入する水分による蛍光体の劣化が抑制されるため、蛍光体材料の選択の幅が広がり、かつ信頼性の高いシート状色変換素子を得ることができる。このような水分バリア機能を有する膜材料としては酸化アルミニウム、窒化シリコン、窒化アルミニウムなどを用いることができる。

【0083】

(第 4 実施形態)

【0084】

上述の実施形態においては、青色発光ダイオードを照明装置全面に対応して設けたが、図 15 に示すように導光板 70 を設け、導光板 70 の端部に青色発光ダイオード 110 を複数設ける構造としてもよく、青色発光ダイオードの数を減らすことができる。図 15 は、本実施形態における照明装置 101 の概略断面図である。尚、上述の実施形態と同様の構成については同様の符合を付し、その説明は省略する。

【0085】

図 15 に示すように、照明装置 101 は、シート状色変換素子 20 と、光立ち上げシート 71 と、導光板 70 と、青色発光ダイオード 110 とを有する。シート状色変換素子 20 は、対向する第 1 面 23a 及び第 2 面 23b を有する透明基板 23 と、第 1 面 23a 側に設けられた蛍光体層 22 と、第 2 面 23b 側に設けられた光波長選択フィルタ層 24 を有する。青色発光ダイオード 110 は導光板 70 の端部に沿って複数設けられている。導光板 70 は、青色発光ダイオード 110 から発光される光の青色発光ダイオード 110 から透明基板 23 までの光路中に設けられる。光立ち上がりシート 71 は、導光板 70 からの光を垂直方向へ立ち上げる光学シートであり、導光板から出射される光の面内輝度分布を均一化し、正面輝度を向上させる機能を有している。

【0086】

このように導光板 70 を用いその端部に青色発光ダイオード 110 を設ける照明装置においても、シート状色変換素子 20 を用いることができ、光損失の少ない輝度が向上した 50

照明装置 101 を得ることができる。

【0087】

ここでは、光立ち上がりシート 71 を設けたが、図 16 に示す照明装置 201 のように、散乱導光板 170 を設け、光立ち上がりシートを配置しない構造としてもよい。散乱導光板 170 は、シート状色変換素子 20 が配置される光出射面 170a とは反対の面に反射板（図示せず）が設けられており、この反射板により光出射面から放出される光の面内輝度分布が均一となるようにしている。

【0088】

（第 5 実施形態）

【0089】

第 4 実施形態においては、シート状色変換素子 20 を照明装置における光出射面に対応した形状で配置したが、図 17 に示すように導光板 271 の端部にシート状色変換素子 320 を設けてもよい。図 17 は、本実施形態における照明装置 301 の概略断面図である。上述の実施形態と同様の構成については同様の符合を付し、説明を省略する。

【0090】

図 17 に示すように、照明装置 301 は、導光板 271 の端部にシート状色変換素子 320 が設けられたシート状色変換素子付き導光板 270 と、シート状色変換素子付き導光板 270 のシート状色変換素子 320 が設けられた端部に対応して設けられた青色発光ダイオード 110 と、シート状色変換素子付き導光板 270 の光出射面側に設けられた光立ち上げシート 71 とを有する。青色発光ダイオード 110 と導光板 271 との間にシート状色変換素子 320 が配置される。

【0091】

シート状色変換素子 320 は、PET（ポリエチレンテレフタレート）などからなる第 1 面 323a 及び第 2 面 323b を有する透明基板 323 と、該透明基板 323 の第 1 面 323a に設けられた蛍光体層 322 と、第 2 面 323b に設けられた光波長選択フィルタ層 324 とを有している。

【0092】

蛍光体層 322 は、上述の実施形態における蛍光体層 22 と同様に、例えばポリビニルブチラール樹脂からなるバインダ中に、例えば緑色用蛍光体として $\text{SrGa}_2\text{S}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 、赤色用蛍光体として $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})\text{S} : \text{Eu}^{2+}$ が分散されたものを用いた。

【0093】

光波長選択フィルタ層 324 は、上述の実施形態の光波長選択フィルタ層 24 と同様に、励起光である青色発光ダイオード 110 からの第 1 の波長である青色波長の青色光を透過し、蛍光体層 322 で色変換された第 2 の波長である赤色波長の赤色光、第 2 の波長である緑色波長の緑色光を反射する層である。光波長選択フィルタ層 324 は、透明基板 123 側から順に第 1 五酸化ニオブ（ Nb_2O_5 ）膜、第 1 二酸化珪素（ SiO_2 ）膜、第 2 五酸化ニオブ膜、第 2 二酸化ケイ素膜、第 3 五酸化ニオブ膜が積層された積層膜からなる。第 1 五酸化ニオブ膜、第 1 二酸化珪素膜、第 2 五酸化ニオブ膜、第 2 二酸化ケイ素膜、第 3 五酸化ニオブ膜それぞれの膜厚は、78nm、108nm、62nm、93nm、80nm である。五酸化ニオブ膜は屈折率 n が 2.3 であり、二酸化ケイ素層膜は屈折率 n が 1.46 である。このように、屈折率の異なる膜を積層することにより、第 1 の波長の光（ここでは青色光）は透過し、第 2 の波長の光（ここでは赤色光、緑色光）は反射するという機能を有する光波長選択フィルタ層 324 を得ることができる。

【0094】

このように、導光板の端部にシート状色変換素子を設けても良く、光損失の少ない、輝度が向上した照明装置 301 を得ることができる。

【0095】

ここでは、光立ち上がりシート 71 を設けたが、図 18 に示すように、散乱導光板 371 を設け、光立ち上がりシートを配置しない構造としてもよい。この場合、照明装置 40

10

20

30

40

50

1 は、散乱導光板 371 の端部にシート状色変換素子 320 が設けられたシート状色変換素子付き導光板 370 と、シート状色変換素子付き導光板 370 のシート状色変換素子 320 が設けられた端部に対応して設けられた青色発光ダイオード 110 とを有する。散乱導光板 371 は、光出射面 371a と反対の面に反射板（図示せず）が設けられており、この反射板により光出射面から放出される光を散乱させ、面内輝度分布が均一となるようにしている。

【図面の簡単な説明】

【0096】

【図1】本発明の一実施形態に係る照明装置の一部を構成する発光素子基板の概略平面図及び照明装置の概略断面図である。

10

【図2】照明装置の部分拡大断面図である。

【図3】照明装置によって得られる白色光の光学特性を示す図である。

【図4】シート状色変換素子の部分拡大断面図である。

【図5】光波長選択フィルタ層がない場合のシート状色変換素子の光の光路を示す図である。

【図6】光波長選択フィルタ層がある場合のシート状色変換素子の光の光路を示す図である。

【図7】シート状色変換素子の光学特性を示す図である。

【図8】シート状色変換素子の光学特性を示す図である。

【図9】他の実施形態に係るシート状色変換素子の部分拡大断面図である。

20

【図10】更に他の実施形態に係る光反射防止層を有するシート状色変換素子の部分拡大断面図である。

【図11】図10に示すシート状色変換素子の光学特性を示す図である。

【図12】光反射防止層を有するシート状色変換素子の變形例の部分拡大断面図である。

【図13】光反射防止層を有するシート状色変換素子の他の變形例を示す部分拡大断面図である。

【図14】図13に示すシート状色変換素子の構造体の高さ屈折率の関係を示す図である。

【図15】他の実施形態に係る照明装置の概略断面図である。

【図16】図15に示す照明装置の變形例の概略断面図である。

30

【図17】更に他の実施形態に係る照明装置の概略断面図である。

【図18】図17に示す照明装置の變形例の概略断面図である。

【図19】液晶テレビの概略斜視図である。

【図20】液晶テレビの筐体によって保持される部分の概略分解斜視図である。

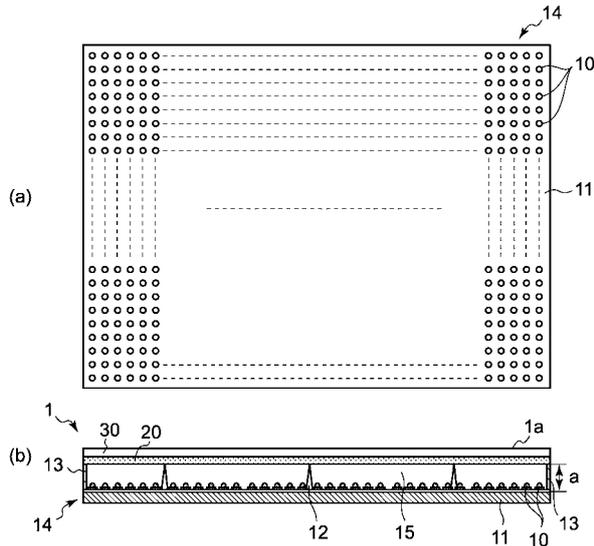
【符号の説明】

【0097】

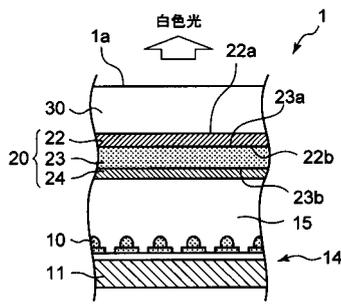
1、101、201、301、401・・・照明装置、10、110...青色発光ダイオード、20、120、320...色変換素子、22、323...蛍光体層、23、323...透明基板、23a、323a...第1面、23b、323b...第2面、24、324...光波長選択フィルタ層、60、160...光反射防止層、70、271...導光板、100...液晶テレビ、122...第1蛍光体層、124...第1光波長選択フィルタ層、170、371...散乱導光板、200...液晶パネル、222...第2蛍光体層、224...第2光波長選択フィルタ層、260...構造体

40

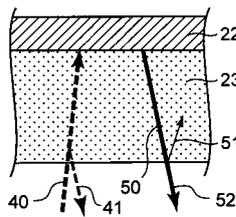
【図1】



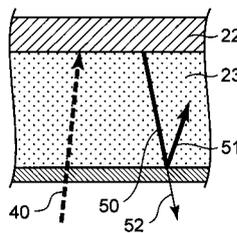
【図2】



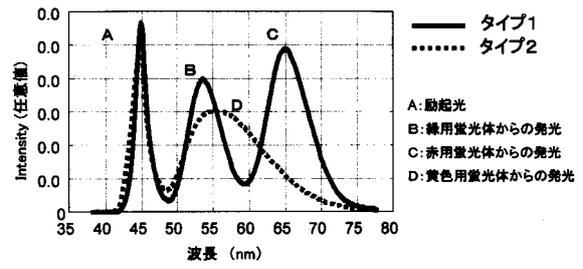
【図5】



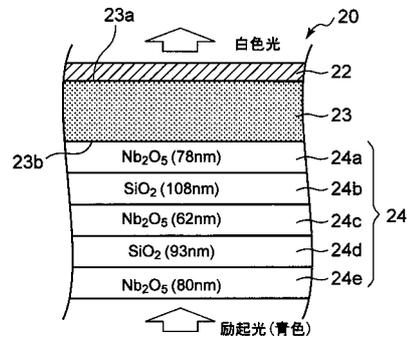
【図6】



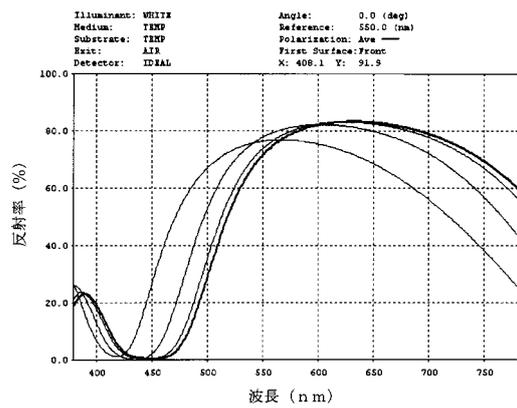
【図3】



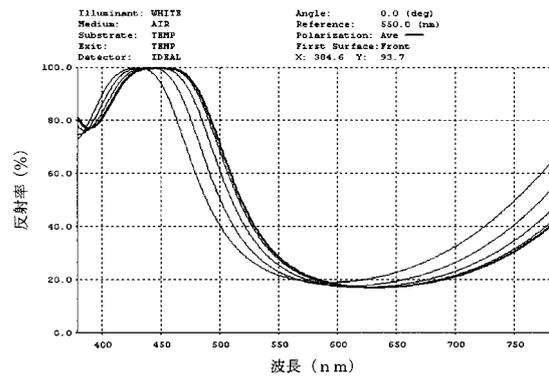
【図4】



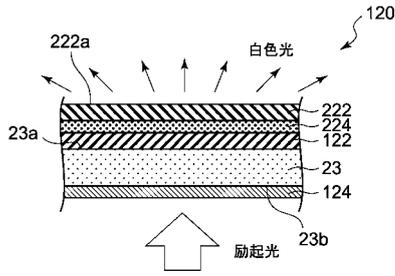
【図7】



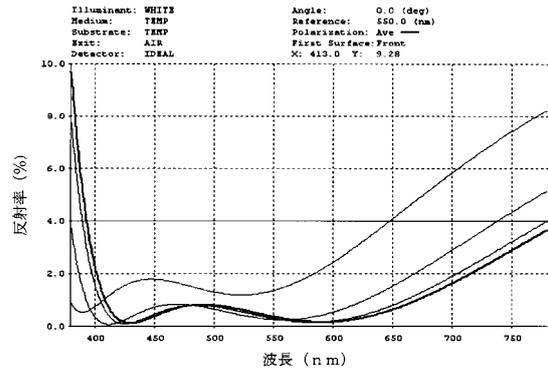
【図8】



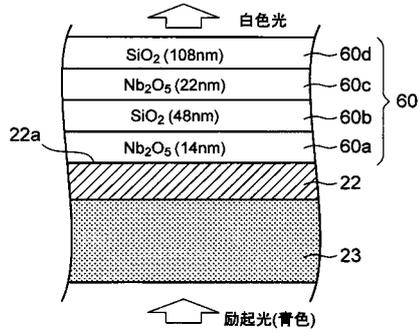
【図9】



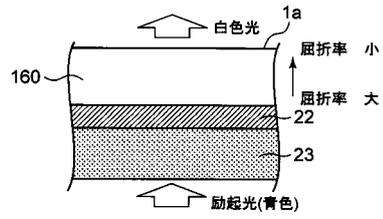
【図11】



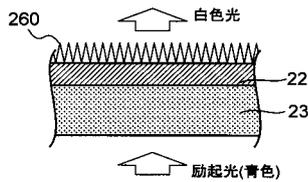
【図10】



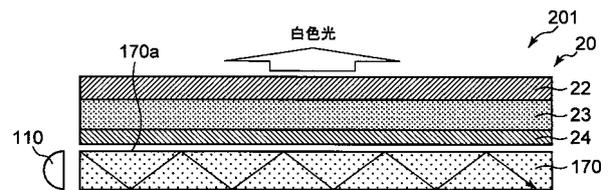
【図12】



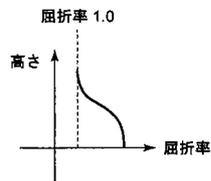
【図13】



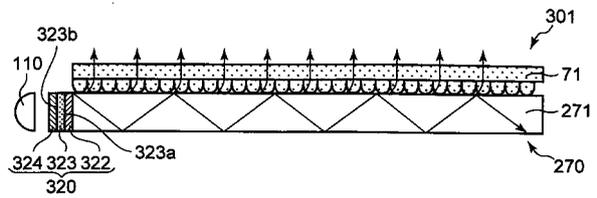
【図16】



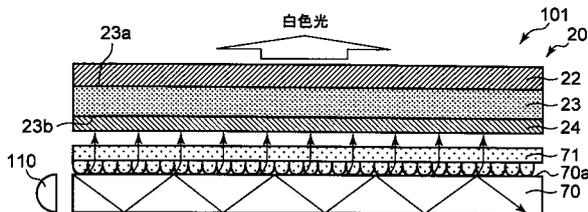
【図14】



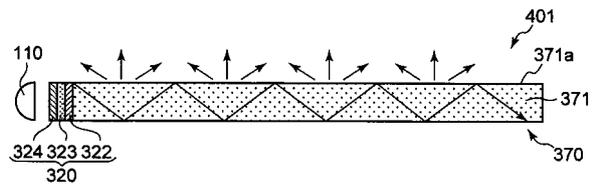
【図17】



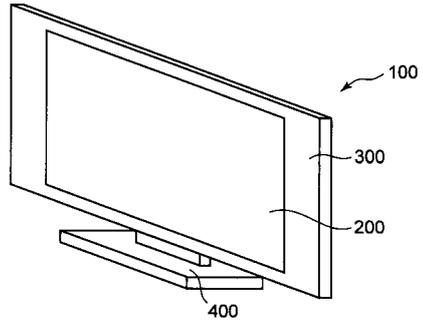
【図15】



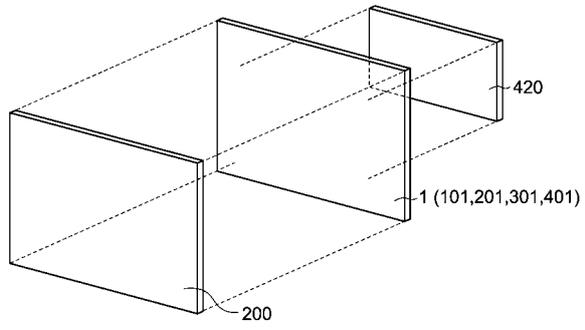
【図18】



【 19】



【 20】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-325874(JP,A)
特開2007-200877(JP,A)
特開2005-234134(JP,A)
特開2002-062530(JP,A)
特開2007-241073(JP,A)
特開2008-028182(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F21S 2/00
F21V 9/16
H01L 33/00
F21Y 101/02