

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し (注意 電子データが原本となります)

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号	
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	
0-4	様式 PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書は、	
0-4-1	右記によって作成された。	JPO-PAS i220
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (R0/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	14R00881
I	発明の名称	発光装置、及び照明装置
II	出願人	
II-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-2	右の指定国についての出願人である。	すべての指定国 (all designated States)
II-4ja	名称	シャープ株式会社
II-4en	Name:	SHARP KABUSHIKI KAISHA
II-5ja	あて名	5458522
II-5en	Address:	日本国 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 22-22, Nagaike-cho, Abeno-ku, Osaka-shi, Osaka 5458522 Japan
II-6	国籍(国名)	日本国 JP
II-7	住所(国名)	日本国 JP
II-8	電話番号	06-6621-1221
II-9	ファクシミリ番号	06-6606-5587
II-11	出願人登録番号	000005049
III-1	その他の出願人又は発明者	
III-1-1	この欄に記載した者は	発明者である (inventor only)
III-1-4ja	氏名(姓名)	山下 篤司
III-1-4en	Name (LAST, First):	YAMASHITA, Atsushi
III-1-5ja	あて名	
III-1-5en	Address:	

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し (注意 電子データが原本となります)

III-2	その他の出願人又は発明者	
III-2-1	この欄に記載した者は	発明者である (inventor only)
III-2-4ja	氏名(姓名)	増田 昌嗣
III-2-4en	Name (LAST, First):	MASUDA, Masatsugu
III-2-5ja	あて名	
III-2-5en	Address:	
III-3	その他の出願人又は発明者	
III-3-1	この欄に記載した者は	発明者である (inventor only)
III-3-4ja	氏名(姓名)	植村 豊徳
III-3-4en	Name (LAST, First):	UEMURA, Toyonori
III-3-5ja	あて名	
III-3-5en	Address:	
III-4	その他の出願人又は発明者	
III-4-1	この欄に記載した者は	発明者である (inventor only)
III-4-4ja	氏名(姓名)	岡野 昌伸
III-4-4en	Name (LAST, First):	OKANO, Masanobu
III-4-5ja	あて名	
III-4-5en	Address:	
III-5	その他の出願人又は発明者	
III-5-1	この欄に記載した者は	発明者である (inventor only)
III-5-4ja	氏名(姓名)	太田 将之
III-5-4en	Name (LAST, First):	OHTA, Masayuki
III-5-5ja	あて名	
III-5-5en	Address:	
IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。	代理人 (agent)
IV-1-1ja	名称	特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
IV-1-1en	Name:	HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
IV-1-2ja	あて名	5300041 日本国 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル
IV-1-2en	Address:	Daiwa Minamimorimachi Building, 2-6, Tenjinbashi 2-chome Kita, Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 5300041 Japan
IV-1-3	電話番号	06-6351-4384
IV-1-4	ファクシミリ番号	06-6351-5664
IV-1-5	電子メール	iplaw-osk@harakenzo.com
IV-1-6	代理人登録番号	110000338
V	国の指定	
V-1	この願書を用いてされた国際出願は、規則4.9(a)に基づき、国際出願の時点で拘束される全てのPCT締約国を指定し、取得しうるあらゆる種類の保護を求め、及び該当する場合には広域と国内特許の両方を求める国際出願となる。	

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し (注意 電子データが原本となります)

VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張		
VI-1-1	出願日	2013年 11月 08日 (08.11.2013)	
VI-1-2	出願番号	2013-232378	
VI-1-3	国名	日本国 JP	
VI-2	優先権証明書送付の請求 国際事務局に対して、上記の先の出願のうち、右記のものについては、該当する場合には記載されたアクセスコードを利用し、優先権書類に記載されている事項に係る情報を電子図書館から、取得することを請求する。	VI-1 アクセスコード : CFB7	
VI-3	引用による補充 : 条約第11条(1)(iii)(d)若しくは(e)に規定する国際出願の要素の全部、又は規則20.5(a)に規定する明細書、請求の範囲若しくは図面の一部がこの国際出願には含まれていないが、受理官庁が条約第11条(1)(iii)に規定する要素の1つ以上を最初に受領した日において優先権を主張する先の出願にそれが完全に含まれている場合には、規則20.6に基づく確認の手続を条件として、その要素又は部分を規則20.6の規定によりこの国際出願に引用して補充することを請求する。		
VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	-	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国際出願日における出願人の資格に関する申立て	-	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国際出願日における出願人の資格に関する申立て	-	
VIII-4	発明者である旨の申立て(米国を指定国とする場合)	-	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て	-	
IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書(申立てを含む)	4	✓
IX-2	明細書	40	✓
IX-3	請求の範囲	2	✓
IX-4	要約	1	✓
IX-5	図面	10	✓
IX-7	合計	57	
	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-8	手数料計算用紙	-	✓
IX-18	PCT-SAFE 電子出願	-	-
IX-20	要約とともに提示する図の番号	1	
IX-21	国際出願の使用言語名	日本語	
X-1	出願人、代理人又は代表者の記名押印	(PKCS7 デジタル署名)	
X-1-1	氏名(姓名)	特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK	
X-1-2	署名者の氏名		
X-1-3	権限(署名者が法人の場合)		

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し (注意 電子データが原本となります)

受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類 の実際の受理の日	
10-2	図面	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類 を補完する書類又は図面であつ てその後期間内に提出されたも のの実際の受理の日(訂正日)	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づ く必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際 調査機関に調査用写しを送付していない	

国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

PCT手数料計算用紙(願書付属書)

紙面による写し (注意 電子データが原本となります)
 [この用紙は、国際出願の一部を構成せず、国際出願の用紙の枚数に算入しない]

0	受理官庁記入欄			
0-1	国際出願番号			
0-2	受理官庁の日付印			
0-4	様式 PCT/RO/101(付属書) このPCT手数料計算用紙は、 右記によって作成された。	JP0-PAS i220		
0-9	出願人又は代理人の書類記号	14R00881		
2	出願人	シャープ株式会社		
12	所定の手数料の計算	金額/係数	小計 (JPY)	
12-1	送付手数料 T	⇒	10000	
12-2	調査手数料 S	⇒	70000	
12-3	国際出願手数料 (最初の30枚まで) i1	154800		
12-4	30枚を超える用紙の枚数	27		
12-5	用紙1枚の手数料 (X)	1700		
12-6	合計の手数料 i2	45900		
12-7	i1 + i2 = i	200700		
12-12	fully electronic filing fee reduction R	-34900		
12-13	国際出願手数料の合計 (i-R) I	⇒	165800	
12-19	納付すべき手数料の合計 (T+S+I+P)	⇒	245800	
12-21	支払方法	送付手数料: 予納台帳引き落としの承認 調査手数料: 予納台帳引き落としの承認 国際出願手数料 : 銀行振込		
12-22	予納台帳 受理官庁	日本国特許庁 (R0/JP)		
12-22-1	上記手数料合計額の請求に対する承認	✓		
12-23	予納台帳番号	277923		
12-24	日付	2014年 10月 07日 (07.10.2014)		
12-25	記名押印			

明 細 書

発明の名称：発光装置、及び照明装置

技術分野

[0001] 本発明は発光装置、及び照明装置に関する。

背景技術

[0002] いわゆる液晶ＴＶ（テレビ）に使用されているバックライトには、１次光としての青色光を発光するＬＥＤチップと、当該青色光により励起されて２次光として赤色光を発光する赤蛍光体、および緑色光を発光する緑蛍光体とが用いられる。当該バックライトは、青色光と緑色光、赤色光とが混色することで白色光を出射する。

[0003] 特許文献１には、赤色発光を示す窒化物系蛍光体である２価のＥｕ付活ＣａＡｌＳｉＮ₃（以下、ＣＡＳＮ蛍光体と称する）と、緑色発光を示す緑蛍光体とを青色光を発光する青色ＬＥＤにより励起し、白色光を示す発光素子が開示されている。

[0004] また、緑色発光を示す蛍光体としては、たとえば特許文献２に示すＥｕ付活β型ＳｉＡｌＯＮ蛍光体が従来から好適に使用されてきた。

[0005] 青色ＬＥＤと赤蛍光体と緑蛍光体との組合せで白色光を発光する照明装置を、液晶ＴＶのバックライト光源として用いる場合、蛍光体としての発光スペクトルのピーク波長がより狭いものを用いることで、液晶ＴＶの色再現性が向上する傾向がある。

[0006] しかしながら、特許文献１に示されている蛍光体であるＣＡＳＮ蛍光体を用いた場合、赤蛍光体の発光スペクトルの波長幅が８０ｎｍ以上となるため、赤色の色再現性が充分でない。

[0007] そこで、深い赤色を表示できる液晶ＴＶ等の表示装置を実現するために、特許文献３に示されるＭｎ⁴⁺付活Ｋ₂ＳｉＦ₆の蛍光体（以下、ＫＳＦ蛍光体と称する）を用いたバックライトの開発が進められている。ＫＳＦ蛍光体は、ＣＡＳＮ蛍光体と比べピーク波長が狭スペクトルであり、従来より色再現

性を向上させることができる。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2006-16413号公報（2006年1月19日公開）」
- 特許文献2：日本国公開特許公報「特開2005-255895号公報（2005年9月22日公開）」
- 特許文献3：日本国公開特許公報「特開2010-93132号公報（2010年4月22日公開）」
- 特許文献4：国際公開特許公報「WO2009/110285号公報（2009年9月11日国際公開）」
- 特許文献5：日本国公開特許公報「特表2009-528429号公報（2009年8月6日公表）」
- 特許文献6：日本国公開特許公報「特開2007-49114号公報（2007年2月22日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] ここで、液晶TVの大半は、画像を映像信号のフレーム周波数の整数倍である60Hz、120Hzあるいは240Hzで描画している。LEDが高速に点灯・消灯できることを利用し、一時的にバックライトを消灯させ不要な映像をユーザに見せない表示を実現できる。
- [0010] 例えば、液晶画面に次のフレームの映像に書き換えている最中はバックライトを一時的に消灯させることにより残像感を低減したり、右眼用の映像と左眼用の映像を交互に表示するフレームシーケンシャル方式の3D（3次元）表示において、画面全体に映像を描ききるまでバックライトを一時的に消灯させ、右眼と左眼の絵が混在した映像を見せない機能を実現することができる。

[0011] この機能を実現する場合、バックライトに用いられているLEDの駆動方式として点灯と消灯とを繰り返すPWM (Pulse Width Modulation) 駆動方式が使用されるが、その点灯・消灯のタイミングは液晶パネルへの描画と同期して行われるため、PWM周期は映像信号のフレーム周波数の整数倍である60Hz、120Hzあるいは240Hzとなる。

[0012] 特許文献3に記載の赤蛍光体(KSF蛍光体)を用いると、狭いスペクトルを有する発光が得られ色再現性を向上させることができるものの、KSF蛍光体は、発光強度が $1/e$ (e は自然対数の底)となるまでの時間(残光時間と称する)が約10[m s]と、CASN蛍光体の残光時間より100～1000倍程長い。

[0013] そのため、液晶パネルへの表示と同期させた調光周波数(PWM調光)でLEDを点灯・消灯させる場合、図17に示すように、LEDのうちLEDチップからの矩形波である青色光が消灯しているタイミングであっても、当該LEDチップからの青色光により励起され発光したKSF蛍光体から赤色光の残光が存在する。このKSF蛍光体からの赤色光の残光に起因して、表示映像に色が付いて見える現象や、3D表示時に左右映像が混ざって見えるいわゆるクロストーク現象等の不具合が発生する。このクロストークは、例えば、画面上をテロップ文字が流れる映像などにおいて顕著に発生し、テロップの一部が赤く色付いて見える。

[0014] なお、図17では、PWM駆動周波数120Hz、Duty 20%でバックライトを駆動させたときのKSF蛍光体の応答波形を表している。

[0015] 本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、2次光の色純度が高く、かつ、応答速度が速い発光装置、及び照明装置を得ることである。

課題を解決するための手段

[0016] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る発光装置は、発光装置は、1次光を発光する発光素子と、上記発光素子を封止する樹脂と、上記樹脂に分散され、上記1次光の一部を吸収し、当該1次光より波長が長い2

次光を発光する第１及び第２の蛍光体とを備え、上記第１の蛍光体は上記１次光を吸収し禁制遷移により上記２次光を発光し、上記第２の蛍光体は上記１次光を吸収し許容遷移により上記２次光を発光することを特徴としている。

発明の効果

[0017] 本発明の一態様によれば、２次光の色純度が高く、かつ、応答速度が速い発光装置を得るという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]実施形態１に係る照明装置におけるＬＥＤの断面図である。

[図2]（a）は実施形態１に係るＬＥＤを用いた照明装置の一部を拡大して示す平面図であり、（b）は（a）に示す照明装置の断面図である。

[図3]上記ＬＥＤの駆動を制御するＬＥＤ駆動制御部の構成を示すブロック図である。

[図4]PWM信号によるＬＥＤの青色光と赤色光との発光の様子を表す図である。

[図5]ＫＳＦ蛍光体の発光スペクトルを表す図である。

[図6]ＣＡＳＮ蛍光体の発光スペクトルを表す図である。

[図7]ＫＳＦ蛍光体と、ＣＡＳＮ蛍光体とのピーク波長における強度比を種々に変更した場合の緑蛍光体を含むＬＥＤの発光スペクトルを表す図である。

[図8]ＫＳＦ蛍光体と、ＣＡＳＮ蛍光体とのピーク波長における強度比をさらに変更した場合の緑蛍光体を含むＬＥＤの発光スペクトルを表す図である。

[図9]ＫＳＦ蛍光体と、ＣＡＳＮ蛍光体とのピーク波長における強度比を種々に変更した場合の緑蛍光体を含まないＬＥＤの発光スペクトルを表す図である。

[図10]ＫＳＦ蛍光体と、ＣＡＳＮ蛍光体とのピーク波長における強度比が、 $KSF : CASN = 100 : 0$ の場合の赤蛍光体の残光時間の測定結果を表す図である。

[図11]ＫＳＦ蛍光体と、ＣＡＳＮ蛍光体とのピーク波長における強度比が、

K S F : C A S N = 7 5 : 2 5 の場合の赤蛍光体の残光時間の測定結果を表す図である。

[図12] K S F 蛍光体と、C A S N 蛍光体とのピーク波長における強度比が、K S F : C A S N = 5 0 : 5 0 の場合の赤蛍光体の残光時間の測定結果を表す図である。

[図13] (a) は実施形態 2 に係る照明装置における光源部の一部を拡大して示す平面図であり、(b) は上記照明装置の断面図である。

[図14] 実施形態 2 に係る照明装置における L E D の断面図である。

[図15] 実施形態 2 に係る L E D における第 1 の L E D チップ及び第 2 の L E D チップの駆動を制御する L E D 駆動制御部の構成を示すブロック図である。

[図16] PWM 信号と、第 1 の L E D チップ及び第 2 の L E D チップの駆動状態との関係を表す図である。

[図17] K S F 蛍光体を使った従来の L E D において PWM 信号による L E D の青色光と赤色光との発光の様子を表す図である。

[図18] K S F 蛍光体と、残光時間が $100\mu s$ と仮定した蛍光体とを用いて、PWM 信号による L E D の青色光と赤色光の発光の様子をシミュレーションした図である。

発明を実施するための形態

[0019] 〔実施形態 1〕

(照明装置 1 の構成)

まず、本実施の形態に係る L E D (発光装置) 1 1 を用いた照明装置 1 について説明する。図 2 の (a) は実施形態 1 に係る L E D 1 1 を用いた照明装置 1 の一部を拡大して示す平面図であり、(b) は (a) に示す照明装置 1 の断面図である。

[0020] 図 2 の (a) 及び (b) に示すように、照明装置 1 は、基板 2、複数の L E D 1 1 および導光板 5 を備えている。なお、照明装置 1 は、複数の L E D 1 1 の駆動を制御するための、図 2 には図示しない L E D 駆動制御部 (図 3

参照)も備えている。

[0021] 導光板 5 は、全体が長方形であり、所定の厚さを有している透明部材である。この導光板 5 は、光入射部 5 a から入射される光を面状に放射するように、光放射面 5 b の各部から光を取り出せる構造を有しており、アクリルなどの透明材料によって形成されている。また、導光板 5 の一辺側の端面は、光が入射する光入射部 5 a として機能する。

[0022] 基板 2 は、細長い長方形（短冊状）に形成されている。基板 2 は、複数の LED 11 を実装する実装面に、LED 11 への給電のための図示しないプリント配線が形成されている。また、基板 2 の両端部または一方の端部には、プリント配線に接続される図示しない正極端子および負極端子が設けられている。この正極端子および負極端子に外部からの給電のための配線が接続されることにより、LED 11 が給電される。

[0023] 基板 2 上には、基板 2 の長手方向に沿って 1 列に複数の LED 11 が実装されている。複数の LED 11 は、基板 2 の長手方向に沿ってそれぞれ直列に接続されている。

[0024] 基板 2 および LED 11 は光源部 7 を構成している。この光源部 7 は、複数の LED 11 のそれぞれの LED チップ（発光素子）13 からの出射光が導光板 5 の光入射部 5 a に入射するように、複数の LED 11 のそれぞれの発光面が光入射部 5 a に対向し、かつ導光板 5 と近接する位置に配置されている。

[0025] (LED 11 の構成)

図 1 及び図 2 を用いて、LED 11 の構成について詳細に説明する。図 1 は、照明装置 1 における LED 11 の断面図である。

[0026] 図 2 の (a) に示すように、LED 11 は、一例として発光面が長方形をなしており、LED チップ 13 が中央に実装されている。また、図 1 に示すように、LED 11 は、パッケージ 12、LED チップ 13、樹脂 14、KSF 蛍光体（第 1 の蛍光体）15、CASN 蛍光体（第 2 の蛍光体）16、および緑蛍光体 17 を有している。

- [0027] パッケージ１２は、一つの凹部であるキャビティ（凹部）１２aが設けられている。キャビティ１２aは、凹部内の底面にＬＥＤチップ１３を実装するとともに、凹部内側面を反射面とするため、パッケージ１２に設けられた空間である。このパッケージ１２は、ナイロン系材料にて形成されており、図示しないリードフレームがパッケージ１２におけるキャビティ１２a内の底面に露出するようにインサート成形により設けられている。このリードフレームは、露出する部分で２分割されている。
- [0028] パッケージ１２は、凹部であるキャビティ１２a内側面を形成する反射面を有している。この反射面は、ＬＥＤチップ１３からの出射光をＬＥＤ１１の外部へ反射するように、高反射率のＡｇまたはＡｌを含む金属膜や白色シリコンで形成されることが好ましい。
- [0029] ＬＥＤチップ１３は、例えば、導電性基板を有する窒化ガリウム（ＧaN）系半導体発光素子であって、図示はしないが、導電性基板の底面に底面電極が形成され、その逆の面に上部電極が形成されている。ＬＥＤチップ１３の出射光（１次光）は、４３０～４８０nmの範囲の青色光であり、４５０nm付近にピーク波長を有する。
- [0030] また、ＬＥＤチップ１３（青色ＬＥＤチップ）は、上記のリードフレームにおける露出部の一方側に導電性のろう材によってダイボンドされている。さらに、ＬＥＤチップ１３は、ＬＥＤチップ１３の上部電極とリードフレームにおける露出部の他方側とが図示しないワイヤによってワイヤボンドされている。このように、ＬＥＤチップ１３は、リードフレームと電氣的に接続されている。ここでは、上面および下面に電極があるタイプのＬＥＤチップで説明しているが、上面に２つの電極を持つタイプのＬＥＤを使用してもかまわない。
- [0031] 樹脂１４は、キャビティ１２a内に充填されることによって、ＬＥＤチップ１３が配置されたキャビティ１２aを封止している。また、樹脂１４は波長の短い１次光に対して耐久性の高いことが要求されるため、シリコン樹脂が好適に用いられる。樹脂１４の表面は、光が出射される発光面を形成し

ている。

[0032] 樹脂 14 には、LEDチップ 13 から発光される 1 次光によって励起され、2 次光として、赤色光を発光する 2 種類の赤蛍光体である第 1 の赤蛍光体及び第 2 の赤蛍光体と、緑色光を発光する緑蛍光体 17 とが分散されている。第 1 の赤蛍光体は禁制遷移により赤色光を発光する蛍光体（以下、禁制遷移タイプの蛍光体と称する場合がある）であり、第 2 の赤蛍光体は許容遷移により赤色光を発光する蛍光体（以下、許容遷移タイプの蛍光体と称する場合がある）である。なお、樹脂 14 に分散される赤蛍光体は、少なくとも、禁制遷移タイプの蛍光体と、許容遷移タイプの蛍光体との 2 種類が分散されていればよく、3 種類以上の赤蛍光体が分散されていてもよい。また、緑蛍光体 17 は必要に応じて樹脂 14 に分散させればよく、なくてもよい。

[0033] KSF 蛍光体 15 は、樹脂 14 に分散されており、禁制遷移により赤色光を発光する第 1 の赤蛍光体の一例である。KSF 蛍光体 15 は、1 次光である青色光により励起され、1 次光よりも長波長である赤色（ピーク波長が 600 nm 以上 780 nm 以下）の 2 次光を発する。KSF 蛍光体 15 は、 Mn^{4+} 付活 K_2SiF_6 構造を有する蛍光体である。

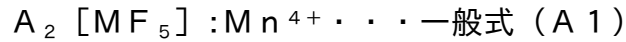
[0034] KSF 蛍光体 15 は、ピーク波長の波長幅が約 30 nm 以下と狭く、高純度の赤色光を発光する。

[0035] LEDチップ 13 からの 1 次光が消灯した時における KSF 蛍光体 15 からの 2 次光の発光強度が $1/e$ （ e は自然対数の底）となるまでに要する時間である KSF 蛍光体 15 の残光時間は、約 7 ms ～ 8 ms 程度である。なお、KSF 蛍光体 15 からの 2 次光が、ほぼ完全に点灯・消灯するには約 10 ms 程度必要である。

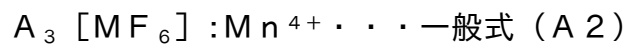
[0036] 樹脂 14 に分散される第 1 の赤蛍光体（第 1 の蛍光体）は、禁制遷移により赤色光を発光する蛍光体であればよい。第 1 の赤蛍光体は、特に、ピーク波長の波長幅が約 30 nm 以下の狭スペクトルを有する蛍光体材料が好ましい。

[0037] Mn^{4+} 付活 K_2SiF_6 構造を有する蛍光体以外にも、ピーク波長の波長幅

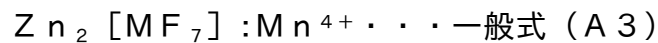
が狭く第1の赤蛍光体として用いることができる材料として、 Mn^{4+} 付活Mgフルオロジーマネート蛍光体等を挙げることができる。さらに、禁制遷移により赤色光を発光する第1の赤蛍光体は、下記一般式(A1)～(A8)に示す Mn^{4+} 付活複合フッ化物蛍光体の何れかであってもよい。



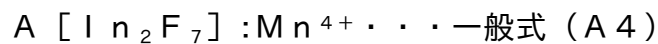
(上記一般式(A1)において、AはLi、Na、K、Rb、Cs、 NH_4 の何れか、又はこれらの組合せから選択され、MはAl、Ga、Inの何れか又はこれらの組合せから選択される)



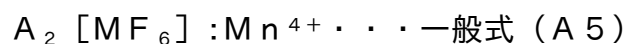
(上記一般式(A2)において、AはLi、Na、K、Rb、Cs、 NH_4 の何れか、又はこれらの組合せから選択され、MはAl、Ga、Inの何れか又はこれらの組合せから選択される)



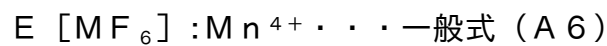
(上記一般式(A3)において、[]内のMはAl、Ga、Inの何れか又はこれらの組合せから選択される)



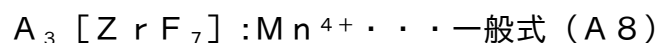
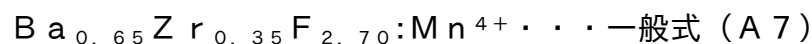
(上記一般式(A4)において、AはLi、Na、K、Rb、Cs、 NH_4 の何れか又はこれらの組合せから選択される)



(上記一般式(A5)において、AはLi、Na、K、Rb、Cs、 NH_4 の何れか又はこれらの組合せから選択され、MはGe、Si、Sn、Ti、Zr何れか又はこれらの組合せから選択される)

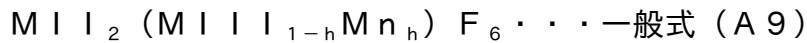


(上記一般式(A6)において、EはMg、Ca、Sr、Ba、Znの何れか又はこれらの組合せから選択され、MはGe、Si、Sn、Ti、Zrの何れか又はこれらの組合せから選択される)



(上記一般式(A8)において、AはLi、Na、K、Rb、Cs、NH₄の何れか又はこれらの組合せから選択される)

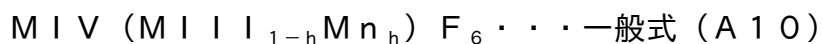
さらに、樹脂14に分散される第1の赤蛍光体は、Mn⁴⁺付活K₂SiF₆構造を有する蛍光体以外にも、例えば、下記一般式(A9)、又は一般式(A10)で実質的に表される4価のマンガン付活フッ化4価金属塩蛍光体であってもよい。



一般式(A9)において、MIIはLi、Na、K、Rb及びCsから選ばれる少なくとも1種のアルカリ金属元素を示し、明るさおよび粉体特性の安定性から、MIIはKであることが好ましい。また一般式(A9)において、MIIIIは、Ge、Si、Sn、TiおよびZrから選ばれる少なくとも1種の4価の金属元素を示し、明るさおよび粉体特性の安定性から、MIIIIはTiであることが好ましい。

[0038] また、一般式(A9)において、Mnの組成比(濃度)を示すhの値は0.001 ≤ h ≤ 0.1である。hの値が0.001未満である場合には、十分な明るさが得られないという不具合があり、また、hの値が0.1を超える場合には、濃度消光などにより、明るさが大きく低下するという不具合があるためである。明るさおよび粉体特性の安定性から、hの値は0.005 ≤ h ≤ 0.5であることが好ましい。

[0039] 一般式(A9)で表される第1の赤蛍光体としては、具体的には、K₂(Ti_{0.99}Mn_{0.01})F₆、K₂(Ti_{0.9}Mn_{0.1})F₆、K₂(Ti_{0.999}Mn_{0.001})F₆、Na₂(Zr_{0.98}Mn_{0.02})F₆、Cs₂(Si_{0.95}Mn_{0.05})F₆、Cs₂(Sn_{0.98}Mn_{0.02})F₆、K₂(Ti_{0.88}Zr_{0.10}Mn_{0.02})F₆、Na₂(Ti_{0.75}Sn_{0.20}Mn_{0.05})F₆、Cs₂(Ge_{0.999}Mn_{0.001})F₆、(K_{0.80}Na_{0.20})₂(Ti_{0.69}Ge_{0.30}Mn_{0.01})F₆などを挙げることができるが、これらに限定されるものではない。



一般式(A10)において、MIIIIは、上述した一般式(A9)におけ

るM I I Iと同じくG e、S i、S n、T iおよびZ rから選ばれる少なくとも1種の4価の金属元素を示し、同様の理由から、M I I IはT iであることが好ましい。また一般式(A 1 0)において、M I Vは、M g、C a、S r、B aおよびZ nから選ばれる少なくとも1種のアルカリ土類金属元素を示し、明るさおよび粉体特性の安定性から、M I VはC aであることが好ましい。また、一般式(A 1 0)において、M nの組成比(濃度)を示すhの値は、上述した一般式(A 9)におけるhと同じく $0.001 \leq h \leq 0.1$ であり、同様の理由から、 $0.005 \leq h \leq 0.5$ であることが好ましい。

[0040] 一般式(A 1 0)で表される第1の赤蛍光体としては、具体的には、 $Zn(Ti_{0.98}Mn_{0.02})F_6$ 、 $Ba(Zr_{0.995}Mn_{0.005})F_6$ 、 $Ca(Ti_{0.995}Mn_{0.005})F_6$ 、 $Sr(Zr_{0.98}Mn_{0.02})F_6$ などを挙げることができるが、勿論これに限定されるものではない。

[0041] C A S N 蛍光体 1 6 は、樹脂 1 4 に分散されており、許容遷移により赤色光を発光する第2の赤蛍光体の一例である。C A S N 蛍光体 1 6 は、1 次光である青色光により励起され、1 次光よりも長波長である赤色(ピーク波長が6 0 0 n m 以上7 8 0 n m 以下)の2 次光を発する。C A S N 蛍光体 1 6 は、2 価のE u 付活C a A l S i N₃構造を有する蛍光体である。

[0042] C A S N 蛍光体 1 6 は、ピーク波長の波長幅が、K S F 蛍光体 1 5 より広い。しかし、L E D チップ 1 3 からの1 次光が消灯した時におけるC A S N 蛍光体 1 6 からの2 次光の発光強度が $1/e$ (eは自然対数の底)となるまでに要する時間であるC A S N 蛍光体 1 6 の残光時間は、 $1 \mu s \sim 10 \mu s$ 程度であり、K S F 蛍光体 1 5 より応答速度が速い。

[0043] K S F 蛍光体 1 5 (第1の蛍光体)の残光時間は約1 0 m s であるので、C A S N 蛍光体 1 6 (第2の蛍光体)の残光時間はK S F 蛍光体の残光時間の $1/10000$ 分の1 $\sim 1/1000$ 分の1である。すなわち、第2の蛍光体の応答速度は、第1の蛍光体の応答速度の1 0 0 0 倍以上、好ましくは1 0 0 0 0 倍以上速ければよい。

[0044] 2価のEu付活CaAlSiN₃構造を有する蛍光体以外にも、第2の赤蛍光体として用いることができる材料として、下記一般式(B1)で実質的に表される2価のEu付活窒化物蛍光体であってもよい。



一般式(B1)において、XIIIはMg、Ca、SrおよびBaから選ばれる少なくとも1種の元素を表し、XIVはAl、Ga、In、Sc、Y、La、GdおよびLuから選ばれる少なくとも1種の元素を表し、jは0.001 ≤ j ≤ 0.05を満足する数を表す。

[0045] 一般式(B1)で表される第2の赤蛍光としては、具体的には、(Ca_{0.98}Eu_{0.02})AlSiN₃、(Ca_{0.985}Eu_{0.015})AlSiN₃、(Ca_{0.94}Sr_{0.05}Eu_{0.01})AlSiN₃、(Ca_{0.99}Eu_{0.01})Al_{0.90}Ga_{0.10}SiN₃、(Ca_{0.98}Eu_{0.02})AlSiN₃、(Ca_{0.97}Ba_{0.01}Eu_{0.02})Al_{0.99}In_{0.01}SiN₃、(Ca_{0.98}Eu_{0.02})AlSiN₃、(Ca_{0.99}Eu_{0.01})AlSiN₃などを挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

[0046] 緑蛍光体17(緑蛍光体)は、樹脂14に分散されている。緑蛍光体17は、1次光である青色光により励起され、1次光よりも長波長の緑色(ピーク波長が500nm以上550nm以下)の2次光を発する蛍光体である。

[0047] 緑蛍光体17としては、下記一般式(C1)で表される2価のEu付活酸窒化物蛍光体であるβ型SiAlON、又は下記一般式(C2)で表される2価のEu付活珪酸塩蛍光体であってもよい。



一般式(C1)において、Euの組成比(濃度)を表すaの値は0.005 ≤ a ≤ 0.4である。aの値が0.005未満である場合には、十分な明るさが得られないためであり、またaの値が0.4を超える場合には、濃度消光などにより、明るさが大きく低下するためである。なお、粉体特性の安定性、母体の均質性から、上記一般式(C1)におけるaの値は、0.01 ≤ a ≤ 0.2であることが好ましい。また、一般式(C1)において、Si

の組成比（濃度）を表す b および Al の組成比（濃度）を表す c は、 $b + c = 12$ を満足する数であり、 O の組成比（濃度）を表す d および N の組成比（濃度）を表す e は、 $d + e = 16$ を満足する数である。

[0048] 一般式 (C1) で表される緑蛍光体 17 としては、具体的には、 $Eu_{0.05}Si_{11.50}Al_{0.50}O_{0.05}N_{15.95}$ 、 $Eu_{0.10}Si_{11.00}Al_{1.00}O_{0.10}N_{15.90}$ 、 $Eu_{0.30}Si_{9.80}Al_{2.20}O_{0.30}N_{15.70}$ 、 $Eu_{0.15}Si_{10.00}Al_{2.00}O_{0.20}N_{15.80}$ 、 $Eu_{0.01}Si_{11.60}Al_{0.40}O_{0.01}N_{15.99}$ 、 $Eu_{0.005}Si_{11.70}Al_{0.30}O_{0.03}N_{15.97}$ などを挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

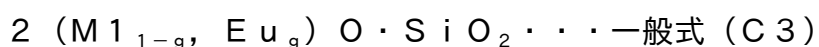
$2(Ba_{1-f-g}YI_fEu_g)O \cdot SiO_2 \cdots$ 一般式 (C2)

一般式 (C2) において、 YI は、 Mg 、 Ca および Sr から選ばれる少なくとも 1 種のアルカリ土類金属元素を示し、高効率な母体を得るためには、 YI は Sr であることが好ましい。一般式 (C2) 中、 YI の組成比（濃度）を表す f の値は $0 < f \leq 0.55$ であり、 f の値がこの範囲内であることで、 $510 \sim 540 \text{ nm}$ の範囲の緑色系発光を得ることができる。 f の値が 0.55 を超える場合には、黄色味がかった緑色系発光となり、色純度が悪くなってしまう。さらには、効率、色純度の観点からは、 f の値は $0.15 \leq f \leq 0.45$ の範囲の範囲内であることが好ましい。また一般式 (C2) において、 Eu の組成比（濃度）を示す g の値は $0.03 \leq g \leq 0.10$ である。 g の値が 0.03 未満である場合には、十分な明るさが得られないためであり、また、 g の値が 0.10 を超える場合には、濃度消光などにより、明るさが大きく低下するためである。なお、明るさおよび粉体特性の安定性から、 g の値は $0.04 \leq g \leq 0.08$ の範囲内であることが好ましい。

[0049] 一般式 (C2) で表される緑蛍光体 17 としては、具体的には、 $2(Ba_{0.70}Sr_{0.26}Eu_{0.04}) \cdot SiO_2$ 、 $2(Ba_{0.57}Sr_{0.38}Eu_{0.05})O \cdot SiO_2$ 、 $2(Ba_{0.53}Sr_{0.43}Eu_{0.04})O \cdot SiO_2$ 、 $2(Ba_{0.82}Sr_{0.15}Eu_{0.03})O \cdot SiO_2$ 、 $2(Ba_{0.46}Sr_{0.49}Eu_{0.05})O \cdot SiO_2$ 、 $2(Ba_{0.59}Sr_{0.35}Eu_{0.06})O \cdot SiO_2$ 、 $2(Ba_{0.52}Sr$

$0.40\text{Eu}_{0.08})\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.85}\text{Sr}_{0.10}\text{Eu}_{0.05})\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.47}\text{Sr}_{0.50}\text{Eu}_{0.03})\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.54}\text{Sr}_{0.36}\text{Eu}_{0.10})\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.69}\text{Sr}_{0.25}\text{Ca}_{0.02}\text{Eu}_{0.04})\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.56}\text{Sr}_{0.38}\text{Mg}_{0.01}\text{Eu}_{0.05})\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.81}\text{Sr}_{0.13}\text{Mg}_{0.01}\text{Ca}_{0.01}\text{Eu}_{0.04})\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ などを挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

[0050] また、緑蛍光体17としては、下記一般式(C3)で表される2価のEu付珪酸塩蛍光体であってもよい。



一般式(C3)において、M1はMg、Ca、Sr、およびBaから選ばれる少なくとも1種の元素を表し、gは $0.005 \leq g \leq 0.10$ を満足する数を表す。

[0051] 一般式(C3)で表される所謂BOSEアルカリ土類金属ケイ酸塩蛍光体はCASN蛍光体同様、発光強度が $1/e$ となるまでの時間である残光時間が $10\mu\text{s}$ 以下の許容遷移タイプの蛍光体である。

[0052] 上記のように構成されるLED11では、LEDチップ13から出射される1次光(青色光)が樹脂14を通過するにつれ、その一部が、KSF蛍光体15を励起し2次光(赤色光)に変換され、CASN蛍光体16を励起し2次光(赤色光)に変換され、緑蛍光体17を励起し2次光(緑色光)に変換される。このように、LED11からは、青色の1次光と、赤色及び緑色の2次光とが混色して白色光W0が、LED11の外部に放射される。

[0053] LED11において、緑蛍光体17と赤蛍光体(第1の赤蛍光体及び第2の赤蛍光体)との混合比率は、特に制限されないが、赤蛍光体に対し、緑蛍光体17を重量比で5~70%の範囲内の混合比率で混合することが好ましく、15~45%の範囲内の混合比率で混合することがより好ましい。なお、第1の赤蛍光体と、第2の赤蛍光体との混合比については後述する。

[0054] (LED駆動制御部1の構成)

図3は、LED11の駆動を制御するLED駆動制御部21の構成を示す

ブロック図である。照明装置 1 は、図 3 に示す L E D 駆動制御部 2 1 を有する。

[0055] 図 3 に示すように、L E D 駆動制御部 2 1 は、調光制御部（パルス幅変調信号生成手段）2 2、定電流回路 2 3 および L E D 回路 2 5 を有している。L E D 回路 2 5 は、基板 2 上に実装された L E D チップ 1 3 の直列回路である。

[0056] 調光制御部 2 2 は、L E D 回路 2 5 における L E D チップ 1 3 の点灯時間を P W M 制御によって制御する。このため、調光制御部 2 2 は、L E D 回路 2 5 に与える P W M 信号を発生する P W M 回路（図示せず）を有している。この P W M 回路は、外部からの指示に応じて P W M 信号のデューティ比を変更する。

[0057] 定電流回路 2 3 は、調光制御部 2 2 から供給される P W M 信号に基づいて、L E D 回路 2 5 に流す定電流を発生する。定電流回路 2 3 は、P W M 信号の H レベルの期間ではオンして L E D 回路 2 5 へ定電流を流す一方、P W M 信号の L レベルの期間ではオフして L E D 回路 2 5 へ定電流を流さない。

[0058] 上記のように構成される L E D 駆動制御部 2 1 では、調光制御部 2 2 が制御する P W M 信号によって、定電流回路 2 3 が L E D 回路 2 5 に流す定電流を制御する。これにより、L E D チップ 1 3 の光強度が制御される。

[0059] （赤蛍光体の発光の様子及び配合について）

図 4 は、P W M 信号による L E D 1 1 の青色光と赤色光との発光の様子を表す図である。図 4 において、L E D チップの発光は L E D チップ 1 3 が射出する青色光の発光の様子を表し、赤蛍光体の発光は、L E D チップ 1 3 から射出された青色光によって励起発光した K S F 蛍光体 1 5 及び C A S N 蛍光体 1 6 から射出される赤色光の発光の様子を表す。なお、定電流回路 2 3 から L E D 回路 2 5 へ供給される P W M 信号の周波数は 1 2 0 H z、D u t y は 2 0 %、K S F 蛍光体 1 5 と C A S N 蛍光体 1 6 との光強度比は 5 0 : 5 0 である。

[0060] 図 5 は、K S F 蛍光体 1 5 の発光スペクトルを表す図である。図 6 は C A

S N 蛍光体 1 6 の発光スペクトルを表す図である。

[0061] 図 4 に示すように、L E D チップ 1 3 は P W M 信号のオン・オフ期間に対応して矩形波となるように発光している。そして、K S F 蛍光体 1 5 と C A S N 蛍光体 1 6 との 2 種類の蛍光体を含有する赤蛍光体の発光の立ち上がり、及び立下り共に、図 1 7 に示した K S F 蛍光体のみからなる赤蛍光体の発光における立ち上がり、及び立下りと比べて急峻となっていることが分かる。

[0062] すなわち、L E D チップの発光がオフとなった後の赤蛍光体の残光は、図 1 7 に示す K S F 蛍光体のみからなる赤蛍光体と比べて、図 4 に示す K S F 蛍光体 1 5 と C A S N 蛍光体 1 6 との 2 種類の蛍光体を含有する赤蛍光体の方が抑制されていることが分かる。

[0063] L E D 1 1 に分散する各蛍光体の配合比（重量％）は、K S F 蛍光体 1 5 と、C A S N 蛍光体 1 6 との光強度比を $K S F : C A S N = 50 : 50$ とした場合、以下の通りである。

K S F 蛍光体：1 0 0

C A S N 蛍光体：1 3 . 7

緑蛍光体：7 5 . 7

なお、緑蛍光体は、L E D チップ 1 3 の色度により配合比を適宜変更する必要がある。

[0064] 図 5 及び図 6 に示すように、禁制遷移タイプの蛍光体である K S F 蛍光体 1 5 は、許容遷移タイプの蛍光体である C A S N 蛍光体 1 6 と比べて、6 3 0 n m 近傍であるピーク波長幅が狭い狭スペクトルを有することが分かる。この K S F 蛍光体 1 5 のように、発光スペクトルにおけるピーク波長の波長幅は 3 0 n m 以下程度が好ましい。このように、発光スペクトルにおけるピーク波長の波長幅が狭スペクトルである発光スペクトルの方が、発光させることを目的とする赤色の波長帯以外の色の波長帯が含まれる割合が低く、また、目的とする赤色の波長帯が、それ以外の他の色の波長帯と、より明確に分離される。このため、色再現性が広い L E D 1 1 を得ることができる。

[0065] 図7～図9に、K S F 蛍光体15と、C A S N 蛍光体16とのピーク波長における強度比を種々に変更した場合の発光スペクトルを表す。

[0066] 図7は、K S F 蛍光体15と、C A S N 蛍光体16とのピーク波長における強度比を種々に変更した場合の緑蛍光体17を含むL E D 11の発光スペクトルを表す図である。

[0067] 図8は、K S F 蛍光体15と、C A S N 蛍光体16とのピーク波長における強度比をさらに変更した場合の緑蛍光体17を含むL E D 11の発光スペクトルを表す図である。

[0068] 図9は、K S F 蛍光体15と、C A S N 蛍光体16とのピーク波長における強度比を種々に変更した場合の緑蛍光体17を含まないL E D 11の発光スペクトルを表す図である。

[0069] なお、狙い色度によって発光スペクトルは変わるため、図7～図9に示す発光スペクトルは一例である。

[0070] 図7において、各スペクトルS A 1～S A 3が表すK S F 蛍光体15と、C A S N 蛍光体16とのピーク波長における強度比は以下の通りである。なお、図7においては、L E D チップ13による青色光及び緑蛍光体17による緑色光も含まれている。

スペクトルS A 1・・・K S F : C A S N = 1 0 0 : 0

スペクトルS A 2・・・K S F : C A S N = 6 0 : 4 0

スペクトルS A 3・・・K S F : C A S N = 5 0 : 5 0

図8において、各スペクトルS B 1～S B 5が表すK S F 蛍光体15と、C A S N 蛍光体16とのピーク波長における強度比は以下の通りである。なお、図8においては、L E D チップ13による青色光及び緑蛍光体17による緑色光も含まれている。

スペクトルS B 1・・・K S F : C A S N = 0 : 1 0 0

スペクトルS B 2・・・K S F : C A S N = 1 0 0 : 0

スペクトルS B 3・・・K S F : C A S N = 2 5 : 7 5

スペクトルS B 4・・・K S F : C A S N = 5 0 : 5 0

スペクトルSB5・・・KSF：CASN＝75：25

図9において、各スペクトルSB6～SB10が表すKSF蛍光体15と、CASN蛍光体16とのピーク波長における強度比は以下の通りである。なお、図9においては、LEDチップ13による青色光は含まれているが、緑蛍光体17による緑色光は含まれていない。

スペクトルSB6・・・KSF：CASN＝0：100

スペクトルSB7・・・KSF：CASN＝100：0

スペクトルSB8・・・KSF：CASN＝25：75

スペクトルSB9・・・KSF：CASN＝50：50

スペクトルSB10・・・KSF：CASN＝75：25

図7～図9に示したように、KSF蛍光体15及びCASN蛍光体16それぞれから発光された光が混色した赤色光において、KSF蛍光体15から発光された光の成分を多くしていくほど、630nm近傍をピークとする発光スペクトルの幅が狭くピークの強度も高い発光スペクトルが得られることが分かった。

[0071] 図10～図12に、KSF蛍光体15と、CASN蛍光体16とのピーク波長における強度比を変更した場合の赤蛍光体の残光時間を測定した結果を表す。

[0072] 図10は、KSF蛍光体15と、CASN蛍光体16とのピーク波長における強度比が、KSF：CASN＝100：0の場合の赤蛍光体の残光時間の測定結果を表す図である。図11は、KSF蛍光体15と、CASN蛍光体16とのピーク波長における強度比が、KSF：CASN＝75：25の場合の赤蛍光体の残光時間の測定結果を表す図である。図12は、KSF蛍光体15と、CASN蛍光体16とのピーク波長における強度比が、KSF：CASN＝50：50の場合の赤蛍光体の残光時間の測定結果を表す図である。

[0073] 図10～図12において、横軸は時間、縦軸は発光強度を表す。XAは赤蛍光体による赤色光の立ち下がり開始時間を表し、YAは時間XAにおける

発光強度を表す。Y Aは赤蛍光体のピークの発光強度である。Y BはY Aから発光強度が $1/e$ となったときの発光強度を表し、時間X Bは強度Y Bにおける時間を表す。

[0074] 図10において、赤蛍光体の発光強度がピークのY Aから、 $1/e$ である強度Y Bとなるまでの経過時間（時間X Aから時間X Bまでの経過時間）は7.61msであった。

[0075] 図11において、赤蛍光体の発光強度がピークのY Aから、 $1/e$ である強度Y Bとなるまでの経過時間（時間X Aから時間X Bまでの経過時間）は4.22msであった。

[0076] 図12において、赤蛍光体の発光強度がピークのY Aから、 $1/e$ である強度Y Bとなるまでの経過時間（時間X Aから時間X Bまでの経過時間）は0.0155msであった。

[0077] 図10～図12に示したように、K S F 蛍光体15及びC A S N 蛍光体16それぞれから発光された光が混色した赤色光において、C A S N 蛍光体16から発光された光の成分を多くしていくほど、残光時間が短くなることが分かった。

[0078] 以上では、第1の赤蛍光体と、第2の赤蛍光体との組み合わせとして、主に、K S F 蛍光体15と、C A S N 蛍光体16との組み合わせについて説明した。しかし、第1の赤蛍光体と、第2の赤蛍光体との組み合わせはこれに限定されるものではない。例えば、第1の赤蛍光体としてK S F 蛍光体15を用い、第2の赤蛍光体としてS C A S N 蛍光体を用いてもよい。S C A S N 蛍光体は以下の化学式で表される。

S C A S N 蛍光体化学式・・・(S r, C a) A l S i N₃: E u

さらに、第1の赤蛍光体としてK S F 蛍光体15を用い、第2の赤蛍光体として α S i A l O N 蛍光体を用いてもよい。 α S i A l O N 蛍光体は以下の化学式で表される。

α S i A l O N 蛍光体化学式・・・C a (S i, A l)₁₂ (O, N)₁₆: E u

なお、図4では第1の赤蛍光体としてK S F 蛍光体15を用い、第2の赤蛍光体としてC A S N 蛍光体16を用いた場合に、それぞれから出射される赤色光の発光の様子を表した。しかし、第2の赤蛍光体は、C A S N 蛍光体16に限定されず、C A S N 蛍光体16の代わりに残光時間が $100\mu\text{s}$ 以下の赤色光を発光する蛍光体（第2の蛍光体）であればよい。

[0079] 図18は、K S F 蛍光体と、残光時間が $100\mu\text{s}$ と仮定した蛍光体とを用いて、PWM信号によるL E Dの青色光と赤色光の発光の様子をシミュレーションした図である。

[0080] 図18において、L E Dチップの発光はL E Dチップ13が出射する青色光の発光の様子を表し、赤蛍光体の発光は、L E Dチップ13から出射された青色光によって励起発光したK S F 蛍光体15及び残光時間が $100\mu\text{s}$ の赤色光を発光する蛍光体から出射される赤色光の発光の様子を表す。定電流回路23からL E D回路25へ供給されるPWM信号の周波数は 120Hz 、D u t yは25%、K S F 蛍光体15と残光時間が $100\mu\text{s}$ の赤色光を発光する蛍光体との光強度比は50 : 50である。

[0081] 図4と同様に、図18において、K S F 蛍光体15と、残光時間が $100\mu\text{s}$ の赤色光を発光する蛍光体との2種類の蛍光体を含有する赤蛍光体の発光の立ち上がり、及び立下り共に、図17に示したK S F 蛍光体のみからなる赤蛍光体の発光における立ち上がり、及び立下りと比べて、急峻となっていることが分かる。

[0082] すなわち、L E Dチップの発光がオフとなった後の赤蛍光体の残光は、図17に示すK S F 蛍光体のみからなる赤蛍光体と比べて、図18に示すK S F 蛍光体15と、残光時間が $100\mu\text{s}$ の赤色光を発光する蛍光体との2種類の蛍光体を含有する赤蛍光体の方が抑制されていることが分かる。

[0083] K S F 蛍光体（第1の蛍光体）の残光時間は約 10ms であるので、残光時間が $100\mu\text{s}$ の赤色光を発光する蛍光体（第2の蛍光体）の残光時間は、K S F 蛍光体（第1の蛍光体）の残光時間の 100 分の 1 である。すなわち、第2の蛍光体の応答速度は第1の蛍光体の応答速度の 100 倍以上速け

ればよい。

[0084] このように、樹脂 14 に分散される第 2 の赤蛍光体（第 2 の蛍光体）は、残光時間が $100\ \mu\text{s}$ 以下の赤色光を発光する蛍光体であればよく、許容遷移による赤色光を発光する蛍光体はこの応答時間の要求を満たす。第 2 の赤蛍光体は、特に、発光強度が $1/e$ となるまでの時間である残光時間が $10\ \mu\text{s}$ 以下である蛍光体材料がより好ましい。

[0085] （主な効果）

以上のように、LED 11 は、1 次光として青色光を発光する LED チップ 13 と、LED チップ 13 を封止する樹脂 14 と、樹脂 14 に分散され、1 次光である青色光の一部を吸収し、当該青色光より波長が長い 2 次光としての赤色光を発光する KSF 蛍光体 15 及び CASN 蛍光体 16 とを備えている。そして、KSF 蛍光体 15 は 1 次光である青色光を吸収し禁制遷移により 2 次光である赤色光を発光する。一方、CASN 蛍光体 16 は 1 次光である青色光を吸収し許容遷移により 2 次光である赤色光を発光する。

[0086] このため、KSF 蛍光体 15 からの発光により、ピーク波長である $630\ \text{nm}$ 近傍の波長幅が狭い赤色光を 2 次光として得ることができる。このため、色純度が高い 2 次光を得ることができる。一方、CASN 蛍光体 16 により、1 次光消灯時の発光強度から発光強度が $1/e$ となるまでに要する時間である残光時間が、 $1\ \mu\text{s}$ 以上 $10\ \mu\text{s}$ 以下程度と速い赤色光を 2 次光として得ることができる。このため、応答速度が速い 2 次光を得ることができる。すなわち、2 次光としての赤色光の色純度が高く、かつ、応答速度が速い LED 11 を得ることができる。

[0087] また、LED 11 は、凹部であるキャビティ 12a が一つのみ設けられたパッケージ 12 を備えている。LED チップ 13 は、キャビティ 12a 内の底面に配されており、樹脂 14 はキャビティ 12a 内に配されている。

[0088] そして、上記樹脂 14 に、禁制遷移により赤色光を発光する KSF 蛍光体 15 と、許容遷移により赤色光を発光する CASN 蛍光体 16 と、の同じ色の光を発光し、かつ、互いに異なる 2 種類の蛍光体が分散されている。

[0089] これにより、１キャビティからなり、２次光としての赤色光の色純度が高く、応答速度が速いＬＥＤ１１を得ることができる。

[0090] また、樹脂１４に分散されているＫＳＦ蛍光体１５が発光する２次光である赤色光のピーク波長の波長幅（波長帯）は３０ｎｍ以下である。このため、色純度が高い赤色光を得ることができる。さらに、ＬＥＤチップ１３が点灯している１次光を消灯した時における２次光の強度が１／ e となるまでに要する時間である残光時間が、ＣＡＳＮ蛍光体１６は１ μ ｓ以上１０ μ ｓ以下程度と１００ μ ｓ以下であり、応答速度が速い。このため、２次光としての赤色光の色純度が高く、かつ、応答速度が速いＬＥＤ１１を得ることができる。

[0091] （付記事項）

なお、第１の実施形態では、ＬＥＤチップ１３を封止する樹脂１４には赤蛍光体であるＫＳＦ蛍光体１５及びＣＡＳＮ蛍光体１６と、緑蛍光体１７とが分散されているものとして説明した。この緑蛍光体１７としてＭｎ賦活 γ -ＡＩＯＮと２価のＥｕ付活酸素化物蛍光体である β 型ＳｉＡＩＯＮまたは２価のＥｕ付活珪酸塩蛍光体とが分散されていてもよい。

[0092] これにより、特許文献３に記載されている通り、緑色蛍光体のＭｎ賦活 γ -ＡＩＯＮは赤蛍光体であるＫＳＦ蛍光体と同様に、禁制遷移タイプの蛍光体で、狭スペクトルが得られるが応答速度が遅い。緑蛍光体の２価のＥｕ付活酸素化物蛍光体と２価のＥｕ付活珪酸塩蛍光体は、赤蛍光体であるＣＡＳＮ蛍光体と同様に応答速度が速い。

[0093] 〔実施形態２〕

本発明の第２の実施形態について、図１３～図１６に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態１にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0094] 図１３の（ａ）は実施形態２に係る照明装置３１における光源部３７の一部を拡大して示す平面図であり、図１３の（ｂ）は照明装置３１の断面図で

ある。

[0095] 図13の(a)および(b)に示すように、照明装置31は、基板2、複数のLED(発光装置)41および導光板5を備えている。なお、照明装置31は、複数のLED41の駆動を制御するための、図13には図示しないLED駆動制御部(図15参照)も備えている。

[0096] 基板2上には、複数のLED41が基板2の長手方向に沿って一列に並ぶように実装されている。また、LED41は、互いに間隔をおいて配置された2つのLEDチップ(第1の発光素子)43及びLEDチップ(第2の発光素子)44を有している。

[0097] LED41は、各LED41の一方のLEDチップ43が基板2の長手方向に沿って一列に並び、他方のLEDチップ44が基板2の長手方向に沿って一列に並ぶように配置される。また、LED41においては、隣接する列の間で、2つのLEDチップ43・44が列の方向(基板2の長手方向)と直交する方向(基板2の短手方向)に並ぶように、間隔をおいて配置されている。

[0098] 同一列方向(基板2の長手方向)に並ぶ複数のLEDチップ43は、直列に接続されており、それぞれ後述するLED回路55を構成している。また、同一列方向(基板2の長手方向)に並ぶLEDチップ44は、直列に接続されており、それぞれ後述するLED回路56を構成している。

[0099] 基板2およびLED41は、光源部37を構成している。この光源部37は、複数のLED41のそれぞれのLEDチップ43・44からの出射光が導光板5の光入射部5aに入射するように、複数のLED41のそれぞれの発光面が光入射部5aに対向し、かつ導光板5と近接する位置に配置されている。

[0100] (LED41の構成)

図14は、照明装置31におけるLED41の断面図である。LED41は、パッケージ42、LEDチップ43・44、樹脂14、KSF蛍光体15、CASN蛍光体16、および緑蛍光体17を有している。

- [0101] パッケージ42は、二つの凹部である第1のキャビティ（凹部）42a及び第2のキャビティ（凹部）42bが設けられている。第1のキャビティ42aは、凹部内の底面にLEDチップ43を実装するとともに、凹部内側面を反射面とするため、パッケージ42に設けられた空間である。第2のキャビティ42bは、凹部内の底面にLEDチップ44を実装するとともに、凹部内側面を反射面とするため、パッケージ42に設けられた空間である。
- [0102] パッケージ42は、前述の実施形態1におけるパッケージ12と同様、ナイロン系材料にて形成されており、図示しないリードフレームがパッケージ42における第1のキャビティ42a及び第2のキャビティ42bそれぞれの底面に露出するようにインサート成形により設けられている。このリードフレームは、第1のキャビティ42a及び第2のキャビティ42bそれぞれ内の露出する部分で2分割されている。
- [0103] パッケージ42は、第1のキャビティ42a及び第2のキャビティ42bそれぞれの内側面を形成する反射面を有している。この反射面はそれぞれ、LEDチップ43・44の出射光をLED41の外部へ反射するように、高反射率のAgまたはAlを含む金属膜や白色シリコンで形成されることが好ましい。
- [0104] さらに、パッケージ42は、2箇所の第1のキャビティ42a・第2のキャビティ42bの間に隔壁42cを有している。この隔壁42cにより、2つのLEDチップ43・44からの出射光が、LED41における2つのLEDチップ43・44の間で遮断されている。すなわち、2つのLEDチップ43・44は、隔壁42cにより光学的に分離されている。
- [0105] パッケージ42における一方の凹部である第1のキャビティ42aは、底部にLEDチップ43が実装されており、樹脂14が第1のキャビティ42a内に充填されることでLEDチップ43が封止されている。LEDチップ43を封止する樹脂14にはKSF蛍光体15と、緑蛍光体17とが分散されている。
- [0106] また、パッケージ42における他方の凹部である第2のキャビティ42b

は、底部にＬＥＤチップ４４が実装されており、樹脂１４が第２のキャビティ４２ｂに充填されることでＬＥＤチップ４４が封止されている。ＬＥＤチップ４４を封止する樹脂１４にはＣＡＳＮ蛍光体１６と、緑蛍光体１７とが分散されている。

[0107] ＫＳＦ蛍光体１５と、ＣＡＳＮ蛍光体１６との発光強度比が５０：５０の場合、ＫＳＦ蛍光体１５と、緑蛍光体１７との配合比（重量％）は１００：７５．７である。一方、ＣＡＳＮ蛍光体１６と、緑蛍光体１７との配合比（重量％）は１３．７：７５．７である。なお、緑蛍光体１７は、ＬＥＤチップ４３・４４の色度によって配合比が変わる。

[0108] ＬＥＤチップ４３・４４は、例えば、導電性基板を有する窒化ガリウム（ＧａＮ）系半導体発光素子であって、図示はしないが、導電性基板の底面に底面電極が形成され、その逆の面に上部電極が形成されている。ＬＥＤチップ１３と同様に、ＬＥＤチップ４３・４４は、それぞれの出射光（１次光）が、４３０～４８０ｎｍの範囲の青色光であり、４５０ｎｍ付近にピーク波長を有する青色ＬＥＤチップである。

[0109] 上記のように構成されるＬＥＤ４１では、一方のＬＥＤチップ４３から出射される１次光（青色光）が樹脂１４を通過するにつれ、その一部が、ＫＳＦ蛍光体１５を励起し２次光（赤色光）に変換され、緑蛍光体１７を励起し２次光（緑色光）に変換される。このように、第１のキャビティ４２ａからは、青色の１次光と、ＫＳＦ蛍光体１５から発光された赤色及び緑色の２次光とが混色して第１白色光Ｗ１が、ＬＥＤ４１の外部に放射される。

[0110] また、ＬＥＤ４１では、第２のキャビティ４２ｂから出射される１次光（青色光）が樹脂１４を通過するにつれ、その一部が、ＣＡＳＮ蛍光体１６を励起し２次光（赤色光）に変換され、緑蛍光体１７を励起し２次光（緑色光）に変換される。このように、ＬＥＤ４１の第２のキャビティ４２ｂからは、青色の１次光と、ＣＡＳＮ蛍光体１６から発光された赤色及び緑色の２次光とが混色して第２白色光Ｗ２が、ＬＥＤ４１の外部に放射される。

[0111] したがって、ＬＥＤ４１のうち、第１のキャビティ４２ａから放射される

第1白色光W1と、第2のキャビティ42bから放射される第2白色光W2とが混色した白色光W4がLED41の外部に放射される。

[0112] このように、LED41は、複数の凹部である第1のキャビティ42a・第2のキャビティ42bが設けられたパッケージ42を備え、LEDチップ43は第1のキャビティ42a内の底面に配され、LEDチップ44は第2のキャビティ42b内の底面に配されている。

[0113] そして、第1のキャビティ42a及び第2のキャビティ42b内のそれぞれに樹脂14が配されており、KSF蛍光体15は第1のキャビティ42aに配されている樹脂14に分散されており、CASN蛍光体16は第2のキャビティ42bに配されている樹脂14に分散されている。これにより、複数のキャビティである第1のキャビティ42a及び第2のキャビティ42bを有し、2次光としての赤色光の色純度が高く、かつ、応答速度が速いLED41を得ることができる。

[0114] なお、LED41は、2つキャビティである第1のキャビティ42a・第2のキャビティ42bが一体的にパッケージ42に設けられるものとして説明したが、パッケージ42に設けられるキャビティの個数は2つに限定されず、3つ以上であってもよい。

[0115] また、LED41はひとつのパッケージ内に第1白色光W1と第2白色光W2とを出射する発光部を設けたもので説明したが、第1白色光を出射するLEDと、第2白色光を出射するLEDとの2つのパッケージに分けた構成でもよい。すなわち、LED41は、第1白色光W1と、第2白色光W2との光強度の比率を変えることができる構成であればよく、それぞれ別パッケージである2種類以上のLEDからなる構成であってもよい。

[0116] (LED駆動制御部51の構成)

図15は、LEDチップ43・44の駆動を制御するLED駆動制御部51の構成を示すブロック図である。

[0117] 図15に示すように、LED駆動制御部51は、調光制御部(パルス幅変調信号生成手段)52、定電流回路53・54およびLED回路55・56

を有している。ＬＥＤ回路５５は、基板２上に実装されたＬＥＤチップ４３の直列回路である。ＬＥＤ回路５６は、基板２上に実装されたＬＥＤチップ４４の直列回路である。

[0118] 調光制御部５２は、ＬＥＤ回路５５・５６におけるそれぞれのＬＥＤチップ４３・４４の点灯時間をＰＷＭ制御によって個別に制御する。このため、調光制御部５２は、ＬＥＤ回路５５に与えるＰＷＭ信号である第１のＰＷＭ信号と、ＬＥＤ回路５６に与えるＰＷＭ信号である第２のＰＷＭ信号と、を個別に発生するＰＷＭ回路（図示せず）を有している。このＰＷＭ回路は、外部からの指示に応じてＰＷＭ信号のデューティ比を変更し、第１のＰＷＭ信号と第２のＰＷＭ信号とを生成する。

[0119] 定電流回路５３は、調光制御部５２から供給される第１のＰＷＭ信号に基づいて、ＬＥＤ回路５５に流す定電流を発生する。定電流回路５３は、第１のＰＷＭ信号のＨレベルの期間でオンしてＬＥＤ回路５５へ定電流を流す一方、第１のＰＷＭ信号のＬレベルの期間でオフしてＬＥＤ回路５５へ定電流を流さない。

[0120] 定電流回路５４は、調光制御部５２から供給される第２のＰＷＭ信号に基づいて、ＬＥＤ回路５６に流す定電流を発生する。定電流回路５４は、第２のＰＷＭ信号のＨレベルの期間でオンしてＬＥＤ回路５６へ定電流を流す一方、第２のＰＷＭ信号のＬレベルの期間でオフしてＬＥＤ回路５６へ定電流を流さない。

[0121] 上記のように、ＬＥＤ駆動制御部５１では、調光制御部５２が、ＬＥＤチップ４３をパルス幅変調により発光させるための第１のＰＷＭ信号と、ＬＥＤチップ４４をパルス幅変調により発光させるための第２のＰＷＭ信号とを生成する。そして、調光制御部５２は、生成した第１のＰＷＭ信号を定電流回路５３に出力する。定電流回路５３は調光制御部５２から入力された第１のＰＷＭ信号に基づいて電流をＬＥＤ回路５５に流すことでＬＥＤチップ４３を駆動する。また、調光制御部５２は、生成した第２のＰＷＭ信号を定電流回路５４に出力する。定電流回路５４は調光制御部５２から入力された第

2のPWM信号に基づいて電流をLED回路56に流すことでLEDチップ44を駆動する。

[0122] これにより、調光制御部52が個別に制御する第1のPWM信号によって定電流回路53がLED回路55に流す定電流を制御し、第2のPWM信号によって定電流回路54がLED回路56に流す定電流を制御する。これにより、LEDチップ43・44の光強度が個別に制御される。

[0123] このため、LEDチップ43からの1次光とKSF蛍光体15が上記1次光を吸収して発光した2次光との混色光である第1白色光W1と、LEDチップ44からの1次光とCaSn蛍光体16が上記1次光を吸収して発光した2次光との混色光である第2白色光W2の強度とを個別に調整することができる。このため、色再現性が広く、かつ、応答速度が速い光源部37を得ることができる。

[0124] (LEDチップ43・44の点灯制御)

図16は、PWM信号と、LEDチップ43・44の駆動状態との関係を表す図である。図16において、状態(1)～(4)は以下の状態を示す。

状態(1)：LEDチップ43は点灯で、LEDチップ44は非点灯が要求される場合

状態(2)：LEDチップ43は非点灯で、LEDチップ44は点灯が要求される場合

状態(3)：LEDチップ43及びLEDチップ44の両方共に点灯が要求される場合

状態(4)：LEDチップ43及びLEDチップ44の両方共に非点灯が要求される場合

図16に示すように、状態(1)が要求されるとき、調光制御部52が備えるPWM回路は、LEDチップ43がHレベルとなるPWM信号を生成し、LEDチップ44がLレベルとなるPWM信号を生成する。上記PWM回路は、それぞれ生成したPWM信号を定電流回路53・54それぞれに出力する。定電流回路53は、上記PWM回路から出力されたHレベルのPWM

信号に基づき定電流をLED回路55に流し、LEDチップ43を点灯させる。一方、定電流回路54は、上記PWM回路から出力されたLレベルのPWM信号に基づき定電流はLED回路55に流さず、LEDチップ44を非点灯とさせる。これにより、KSF蛍光体15が発光した赤色光を含む第1白色W1のみからなる白色光W4が第1のキャビティ42aからLED41外部へ出射する。

[0125] 状態(2)のとき、上記PWM回路は、LEDチップ43がLレベルとなるPWM信号を生成し、LEDチップ44がHレベルとなるPWM信号を生成する。上記PWM回路は、それぞれ生成したPWM信号を定電流回路53・54それぞれに出力する。定電流回路53は、上記PWM回路から出力されたLレベルのPWM信号に基づき定電流をLED回路55に流さず、LEDチップ43を非点灯とさせる。一方、定電流回路54は、上記PWM回路から出力されたHレベルのPWM信号に基づき定電流をLED回路55に流し、LEDチップ44を点灯させる。これにより、CASN蛍光体16が発光した赤色光を含む第2白色W2のみからなる白色光W4が第2のキャビティ42bからLED41外部へ出射する。

[0126] 状態(3)のとき、上記PWM回路は、LEDチップ43がHレベルとなるPWM信号を生成し、LEDチップ44がHレベルとなるPWM信号を生成する。上記PWM回路は、それぞれ生成したPWM信号を定電流回路53・54それぞれに出力する。定電流回路53は、上記PWM回路から出力されたHレベルのPWM信号に基づき定電流をLED回路55に流し、LEDチップ43を点灯させる。一方、定電流回路54は、上記PWM回路から出力されたHレベルのPWM信号に基づき定電流をLED回路56に流し、LEDチップ44を点灯させる。これにより、KSF蛍光体15が発光した赤色光を含む第1白色W1及びCASN蛍光体16が発光した赤色光を含む第2白色W2からなる白色光W4が第1のキャビティ42a及び第2のキャビティ42bからLED41外部へ出射する。

[0127] 状態(4)のとき、上記PWM回路は、LEDチップ43がLレベルとな

るPWM信号を生成し、LEDチップ44がLレベルとなるPWM信号を生成する。上記PWM回路は、それぞれ生成したPWM信号を定電流回路53・54それぞれに出力する。定電流回路53は、上記PWM回路から出力されたLレベルのPWM信号に基づき定電流はLED回路55に流さず、LEDチップ43を非点灯とさせる。また、定電流回路54は、上記PWM回路から出力されたLレベルのPWM信号に基づき定電流はLED回路56に流さず、LEDチップ44を非点灯とさせる。これによりLED41は非点灯となる。

[0128] また、調光制御部52から定電流回路53と定電流回路54との電流設定値を変えてLEDチップ55およびLEDチップ56が発光する光強度を制御し、第1白色W1と第2白色W2との光量の比率を任意に制御することもできる。

[0129] LEDチップ55・56の駆動電流値やPWM信号のDUTY比を、調光制御部52によって制御することで、容易に第1白色W1と第2白色W2との光量の比率を変えることができる。

[0130] ここで、本実施の形態において、照明装置31（図13参照）と、照明装置31が照明する表示パネルとからなることで、照明装置31が用いられる液晶テレビ等の表示装置に要求される表示モードとして、例えば、下記のモード（第1のモード）A、モード（第2のモード）Bが挙げられる。

モードA：応答速度よりも鮮明な画質が要求される場合

モードB：鮮明な画質よりも応答速度が要求される場合

モードAのとき、照明装置31において、調光制御部52は、第1白色W1の光量を大きくし、第2白色W2の光量を小さくする。あるいは第2白色W2の光量をゼロにする。すなわち、調光制御部52は、LEDチップ44を非点灯とするか、LEDチップ44の光量をLEDチップ43より小さくすると共に、LEDチップ43の光量をLEDチップ44の光量より大きくする。これにより、LEDチップ43は、LEDチップ44より大きい光量の光を出射する。この結果、上記表示装置は、より鮮明な画像を表示するこ

とができる。

[0131] モードBのとき、照明装置31において、調光制御部52は、第1白色W1の光量を小さくし、第2白色W2の光量を第1白色W1より大きくする。あるいは第1白色W1の光量をゼロにする。すなわち、調光制御部52は、LEDチップ43を非点灯とするか、LEDチップ43の光量をLEDチップ44より小さくすると共に、LEDチップ44の光量をLEDチップ43の光量より大きくする。これにより、LEDチップ44は、LEDチップ43より大きい光量の光を出射する。この結果、上記表示装置は、より応答速度を速くして画像を表示することができる。

[0132] 以上により、照明装置31が用いられる液晶テレビ等の表示装置に要求されるモードA・Bの何れも、照明装置31によって実現することができる。

[0133] なお、第2の実施形態では、LEDチップ43を封止する樹脂14には赤蛍光体としてKSF蛍光体15と、緑蛍光体17とが分散され、LEDチップ44を封止する樹脂14には赤蛍光体としてCASN蛍光体16と、緑蛍光体17とが分散されているものとして説明した。しかし、LEDチップ43を封止する樹脂14には赤蛍光体としてKSF蛍光体15と、緑蛍光体としてMn賦活 γ -AlONとが分散され、LEDチップ44を封止する樹脂14には赤蛍光体としてCASN蛍光体16と、緑蛍光体として2価のEu付活酸素化合物蛍光体である β 型SiAlONまたは2価のEu付活珪酸塩蛍光体とが分散されていてもよい。

[0134] 〔実施形態3〕

本発明の第3の実施形態について説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態1、2にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0135] 実施形態1で説明したLED11（図1等参照）又は実施形態2で説明したLED41（図14参照）におけるDutyが50%以下の駆動状態の場合で、PWM信号の周波数に応じて、KSF蛍光体15と、CASN蛍光体16との配合比率を調整しておく。これにより、LED11またはLED4

1 が使用されている液晶TV等の表示装置における動画品質の改善効果を得ることができる。

(a) PWM信号の周波数(フレーム周波数)が60Hz以上120Hz未満のとき

表示装置において、照明装置1、31のPWM信号の周波数(フレーム周波数)を60Hz以上120Hz未満とする。この場合、LED11またはLED41におけるKSF蛍光体15とCASN蛍光体16との発光強度比(発光スペクトルのピーク割合)をKSF:CASN=20:80とする必要がある。

[0136] 実施形態1で説明した1パッケージ当たり1キャビティのLED11を搭載した照明装置1を製造する場合、LED11の製造工程における、樹脂14にKSF蛍光体15とCASN蛍光体16とを分散させる工程において、KSF蛍光体15とCASN蛍光体16との配合比率(重量%)がKSF:CASN=40:21.9となるように樹脂14に分散させる。これにより、LED11におけるKSF蛍光体15とCASN蛍光体16との発光強度比(発光スペクトルのピーク割合)をKSF:CASN=20:80とすることができる。

[0137] 一方、実施形態2では、2つの光源からの白色光(第1白色Wと第2白色W)の発光強度比を、PWMのDUTY比、またはLED駆動電流値を変えることで変化させる。それにより、実施形態2はTVの動作モードに応じて発光強度比を適時切り替えることができ、更に、光量比を細かく設定できる等のメリットを得ることができる。

[0138] 実施形態2では、LED41の製造条件を、第1のキャビティ42aと第2のキャビティ42bそれぞれ内に分散する蛍光体の配合比が、2つの光源(LEDチップ43・44)を同条件で駆動したときに発光強度比が50:50となるような比率となるよう説明した。そして、DUTY比あるいは駆動電流を変えることで、第1のキャビティ42aと第2のキャビティ42bとの発光強度比を変更する。

- [0139] 実施形態2で説明した1パッケージ当たり2キャビティのLED41を搭載した照明装置1を製造する場合、第1白色光W1と第2白色光W2のピーク波長との強度比が20:80となるPWM信号またはLED駆動電流に制御することで実現する。
- [0140] LED41の製造工程における、樹脂14にKSF蛍光体15と緑蛍光体17とを分散させる工程において、KSF蛍光体15と緑蛍光体17との配合比率(重量%)がKSF:緑蛍光体=100:75.7となるように樹脂14に分散する。これにより、KSF:緑蛍光体=100:75.7となるように第1のキャビティ42aを封止する樹脂14にKSF蛍光体15と緑蛍光体17とが分散される。
- [0141] さらに、LED41の製造工程における、樹脂14にCASN蛍光体16と緑蛍光体17とを分散させる工程において、CASN蛍光体16と緑蛍光体17との配合比率(重量%)がCASN:緑蛍光体=13.7:75.7となるように樹脂14に分散する。これにより、CASN:緑蛍光体=13.7:75.7となるように第2のキャビティ42bを封止する樹脂14にCASN蛍光体16と緑蛍光体17とが分散される。
- [0142] なお、LED41の他の製造工程は、通常の1パッケージ当たり2キャビティを有するLEDの製造工程を同じである。照明装置31は、このようにして得られたLED41を搭載する。
- [0143] さらに、調光制御部52(図15参照)は、第1白色光W1の赤色波長成分のピーク波長と、第2白色光W2の赤色波長成分のピーク波長との強度比が20:80となるように第1のPWM信号及び第2のPWM信号をそれぞれ生成し、第1のPWM信号を定電流回路53に出力し、第2のPWM信号を定電流回路54に出力する。定電流回路53は、調光制御部52から入力された第1のPWM信号に基づき定電流をLED回路55へ出力し、定電流回路54は、調光制御部52から入力された第2のPWM信号に基づき定電流をLED回路56へ出力する。
- [0144] 上記に示す蛍光体の配合比率(重量%)で製造した場合、LEDチップ43

とLEDチップ44とを同じ駆動条件で点灯させると、第1白色光W1と第2白色光W2とのピーク波長の光強度比が50:50で出射される。ここで、調光制御部52は第1のPWM信号および第2のPWM信号のDUTY比の比率を20:80とすれば第1白色光W1と第2白色光W2のピーク波長の強度比が20:80となる。LEDチップの順方向電流vs発光輝度の特性に合わせて、LED駆動電流値を、LEDチップ43とLEDチップ44との発光輝度が20:80となる電流値を定電流回路53と定電流回路54とから出力するように設定しても構わない。

[0145] 蛍光体の配合比率が異なる場合であっても、PWM信号のDUTY比やLED駆動電流値を適切に設定すれば、同様に、第1白色光W1と第2白色光W2のピーク波長の強度比が20:80である光強度が実現できることは言うまでも無い。

[0146] 以上により、LED41におけるKSF蛍光体15とCASN蛍光体16との発光強度比（発光スペクトルのピーク割合）をKSF: CASN=20:80とすることができる。

（b）PWM信号の周波数（フレーム周波数）が120Hz以上240Hz未満のとき

表示装置において、照明装置1・31のPWM信号の周波数（フレーム周波数）を120Hz以上240Hz未満としてもよい。この場合、LED11またはLED41におけるKSF蛍光体15とCASN蛍光体16との発光強度比（発光スペクトルのピーク割合）をKSF: CASN=50:50とする必要がある。

[0147] 実施形態1で説明した1パッケージ当たり1キャビティのLED11を搭載した照明装置1を製造する場合、LED11の製造工程における、樹脂14にKSF蛍光体15とCASN蛍光体16とを分散させる工程において、KSF蛍光体15とCASN蛍光体16との配合比率（重量%）がKSF: CASN=100:13.7となるように樹脂14に分散する。これにより、LED11におけるKSF蛍光体15とCASN蛍光体16との発光強度比

(発光スペクトルのピーク割合)を $KSF : CASN = 50 : 50$ とすることができる。

[0148] 実施形態2で説明した1パッケージ当たり2キャビティのLED41を搭載した照明装置1を製造する場合、第1白色光W1と第2白色光W2とのピーク波長の強度比が $50 : 50$ となるPWM信号またはLED駆動電流に制御することで実現する。

[0149] LED41の製造工程における、樹脂14にKSF蛍光体15と緑蛍光体17とを分散させる工程において、KSF蛍光体15と緑蛍光体17との配合比率(重量%)が $KSF : 緑蛍光体 = 100 : 75.7$ となるように樹脂14に分散する。これにより、 $KSF : 緑蛍光体 = 100 : 75.7$ となるように第1のキャビティ42aを封止する樹脂14にKSF蛍光体15と緑蛍光体17とが分散される。

[0150] さらに、LED41の製造工程における、樹脂14にCASN蛍光体16と緑蛍光体17とを分散させる工程において、CASN蛍光体16と緑蛍光体17との配合比率(重量%)が $CASN : 緑蛍光体 = 13.7 : 75.7$ となるように樹脂14に分散する。これにより、 $CASN : 緑蛍光体 = 13.7 : 75.7$ となるように第2のキャビティ42bを封止する樹脂14にCASN蛍光体16と緑蛍光体17とが分散される。

[0151] なお、LED41の他の製造工程は、通常の1パッケージ当たり2キャビティを有するLEDの製造工程を同じである。照明装置31は、このようにして得られたLED41を搭載する。

[0152] さらに、調光制御部52(図15参照)は、第1白色光W1の赤色波長成分のピーク波長と、第2白色光W2の赤色波長成分のピーク波長との強度比が $50 : 50$ となるように第1のPWM信号及び第2のPWM信号をそれぞれ生成し、定電流回路53へ第1のPWM信号を出力し、定電流回路54へ第2のPWM信号を出力する。定電流回路53は調光制御部52から入力された第1のPWM信号に基づき定電流をLED回路55へ出力する。定電流回路54は調光制御部52から入力された第2のPWM信号に基づき定電流

をLED回路56へ出力する。

[0153] 上記に示す蛍光体の配合比率(重量%)で製造した場合、LEDチップ43とLEDチップ44とを同じ駆動条件で点灯させると、第1白色光W1と第2白色光W2とのピーク波長の光強度比が50:50で出射される。この場合、調光制御部52は第1のPWM信号および第2のPWM信号は同じDUTY比、定電流回路53と54で出力するLED駆動電流値を同じ値に設定すれば、第1白色光W1と第2白色光W2とのピーク波長の強度比が50:50となる。

[0154] なお、蛍光体の配合比率が異なる場合であっても、PWM信号のDUTY比やLED駆動電流値を適切に設定すれば、同様に、第1白色光W1と第2白色光W2とのピーク波長の強度比が50:50の光強度が実現できることは言うまでも無い。

[0155] 以上により、LED41におけるKSF蛍光体15とCASN蛍光体16との発光強度比(発光スペクトルのピーク割合)をKSF: CASN=50:50とすることができる。

(c) PWM信号の周波数(フレーム周波数)が240Hz以上のとき

PWM信号の周波数が240Hz以上では、残光による色付き現象が目立ちにくくなるため、赤蛍光体としてKSF蛍光体15のみで使用することも可能であるが、KSF蛍光体15とCASN蛍光体16とを組合せて使う方がより好ましい。

[0156] PWM信号の周波数を高くすることで、TVの画面上を流れるテロップ等の色付き現象が低減するのは、青・緑・赤の3色出力されているON期間と、赤色の残光だけが残っているOFF期間とが短くなり、間隔も縮まることに起因する。それにより、下記(1)及び(2)の理由が考えられる。

(1) 画面上をテロップが流れても、赤色残光だけが発光している時間が短くなると、テロップ文字に残光色が見えてしまう領域の幅が小さくなり目につきにくくなる。

(2) 青・緑・赤の3色出力されているON期間と、赤色の残光だけが残

っているOFF期間を繰り返す間隔が短いため、残像により人の目には色が分離して見えにくくなる。

[0157] なお、通常、テレビ放送を表示する表示装置では、PWM信号の周波数を60Hz以下で駆動させることは無い。

[0158] 〔まとめ〕

本発明の態様1に係る発光装置は、1次光を発光する発光素子と、上記発光素子を封止する樹脂と、上記樹脂に分散され、上記1次光の一部を吸収し、当該1次光より波長が長い2次光を発光する第1及び第2の蛍光体とを備え、上記第1の蛍光体は上記1次光を吸収し禁制遷移により上記2次光を発光し、上記第2の蛍光体は上記1次光を吸収し許容遷移により上記2次光を発光することを特徴とする。

[0159] 上記構成によると、上記第1の蛍光体により、発光波長におけるピーク波長の幅が狭い上記2次光が得られる。また、上記第2の蛍光体により、応答速度が速い上記2次光が得られる。これにより、上記2次光の色純度が高く、かつ、応答速度が速い発光装置を得ることができる。

[0160] 本発明の態様2に係る発光装置は、上記態様1において、凹部であるキャビティが一つのみ設けられたパッケージを備え、上記発光素子は、上記キャビティ内の底面に配されており、上記樹脂は上記キャビティ内に配されており、上記樹脂に、上記第1及び第2の蛍光体が分散されていてもよい。上記構成により、1キャビティからなり、2次光の色純度が高く、応答速度が速い発光装置を得ることができる。

[0161] 本発明の態様3に係る発光装置は、上記態様1において、複数の凹部である第1及び第2のキャビティが設けられたパッケージを備え、上記発光素子は、上記第1のキャビティ内の底面に配されている第1の発光素子と、上記第2のキャビティ内の底面に配されている第2の発光素子とを含み、上記第1及び第2のキャビティ内のそれぞれに上記樹脂が配されており、上記第1の蛍光体は上記第1のキャビティに配されている上記樹脂に分散されており、上記第2の蛍光体は上記第2のキャビティに配されている上記樹脂に分散

されていてもよい。上記構成により、複数のキャビティである第1及び第2のキャビティを有し、2次光の色純度が高く、応答速度が速い発光装置を得ることができる。

[0162] 本発明の態様4に係る発光装置は、上記態様3において、上記発光装置が照明する表示パネルが画像を表示するに際し、当該表示パネルの表示モードとして、応答速度よりも鮮明な画質が要求される第1のモードと、鮮明な画質よりも応答速度が要求される第2のモードとのうち、上記第1のモードのとき、上記第1の発光素子は、上記第2の発光素子より大きい光量の光を出射してもよい。上記構成により、より鮮明な画像を表示させることができる。

[0163] 本発明の態様5に係る発光装置は、上記態様3において、上記発光装置が照明する表示パネルが画像を表示するに際し、当該表示パネルの表示モードとして、応答速度よりも鮮明な画質が要求される第1のモードと、鮮明な画質よりも応答速度が要求される第2のモードとのうち、上記第2のモードのとき、上記第2の発光素子は、上記第1の発光素子より大きい光量の光を出射してもよい。上記構成により、より応答速度を速くして画像を表示させることができる。

[0164] 本発明の態様6に係る照明装置は、上記態様1～5において、上記発光装置を備えていてもよい。上記構成により、上記2次光の色純度が高く、かつ、応答速度が速い照明装置を得ることができる。

[0165] 本発明の他の態様に係る発光装置は、上記態様において、上記第1の蛍光体が発光する上記2次光のピーク波長の波長帯が30nm以下であり、上記発光素子が点灯している上記1次光を消灯した時における上記2次光の強度が $1/e$ （ e は自然対数の底）となるまでに要する時間を残光時間とすると、上記第2の蛍光体の残光時間は上記第1の蛍光体の残光時間の100分の1以下であってもよい。上記構成により、2次光の色純度が高く、応答速度が速い発光装置を得ることができる。

[0166] 本発明の他の態様に係る発光装置は、上記態様において、上記第1の蛍光

体は、4価のマンガン付活フッ化4価金属塩蛍光体を含んでもよい。上記構成により、一態様としての上記第1の蛍光体を得ることができる。

[0167] 本発明の他の態様に係る発光装置は、上記態様において、上記発光素子は、ピーク波長が430nm以上480nm以下の上記1次光を発光する窒化ガリウム系半導体であってもよい。上記構成により、一態様としての上記発光素子を得ることができる。

[0168] 本発明の他の態様に係る発光装置は、上記態様において、上記第2の蛍光体は、2価のEu付活CaAlSiN₃構造を有する蛍光体を含んでもよい。上記構成により、一態様としての上記第2の蛍光体を得ることができる。

[0169] 本発明の他の態様に係る発光モジュールは、上記態様において、上記発光装置と、上記第1の発光素子をパルス幅変調により発光させるための第1のパルス幅変調信号と、上記第2の発光素子をパルス幅変調により発光させるための第2のパルス幅変調信号とを生成するパルス幅変調信号生成手段と、を備えていてもよい。

[0170] 上記構成により、上記第1の発光素子と、上記第2の発光素子とを個別に駆動制御することができる。このため、上記第1の発光素子からの1次光と上記第1の蛍光体が上記1次光を吸収して発光した2次光との混色光の強度と、上記第2の発光素子からの1次光と上記第2の蛍光体が上記1次光を吸収して発光した2次光との混色光の強度とを個別に調整することができる。このため、色再現性が広く、かつ、応答速度が速い発光モジュールを得ることができる。

[0171] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

産業上の利用可能性

[0172] 本発明は、発光装置、及び照明装置に利用することができる。

符号の説明

[0173] 1・31 照明装置

5 導光板

7・37 光源部

11・41 LED（発光装置）

12・42 パッケージ

12a キャビティ

13 LEDチップ（発光素子）

14 樹脂

15 KSF蛍光体（第1の蛍光体）

16 CASN蛍光体（第2の蛍光体）

17 緑蛍光体

21・51 LED駆動制御部

22・52 調光制御部（パルス幅変調信号生成手段）

23 定電流回路

25 LED回路

42a 第1のキャビティ

42b 第2のキャビティ

42c 隔壁

43 LEDチップ（第1の発光素子）

44 LEDチップ（第2の発光素子）

53・54 定電流回路

55・56 LED回路

W0 白色光

W1 第1白色光

W2 第2白色光

W4 白色光

請求の範囲

- [請求項1] 1 次光を発光する発光素子と、
 上記発光素子を封止する樹脂と、
 上記樹脂に分散され、上記 1 次光の一部を吸収し、当該 1 次光より波長が長い 2 次光を発光する第 1 及び第 2 の蛍光体とを備え、
 上記第 1 の蛍光体は上記 1 次光を吸収し禁制遷移により上記 2 次光を発光し、上記第 2 の蛍光体は上記 1 次光を吸収し許容遷移により上記 2 次光を発光することを特徴とする発光装置。
- [請求項2] 凹部であるキャビティが一つのみ設けられたパッケージを備え、
 上記発光素子は、上記キャビティ内の底面に配されており、
 上記樹脂は上記キャビティ内に配されており、
 上記樹脂に、上記第 1 及び第 2 の蛍光体が分散されていることを特徴とする請求項 1 に記載の発光装置。
- [請求項3] 複数の凹部である第 1 及び第 2 のキャビティが設けられたパッケージを備え、
 上記発光素子は、上記第 1 のキャビティ内の底面に配されている第 1 の発光素子と、上記第 2 のキャビティ内の底面に配されている第 2 の発光素子とを含み、
 上記第 1 及び第 2 のキャビティ内のそれぞれに上記樹脂が配されており、
 上記第 1 の蛍光体は上記第 1 のキャビティに配されている上記樹脂に分散されており、
 上記第 2 の蛍光体は上記第 2 のキャビティに配されている上記樹脂に分散されていることを特徴とする請求項 1 に記載の発光装置。
- [請求項4] 上記発光装置が照明する表示パネルが画像を表示するに際し、当該表示パネルの表示モードとして、応答速度よりも鮮明な画質が要求される第 1 のモードと、鮮明な画質よりも応答速度が要求される第 2 のモードとのうち、上記第 1 のモードのとき、上記第 1 の発光素子は、

上記第2の発光素子より大きい光量の光を出射することを特徴とする請求項3に記載の発光装置。

[請求項5] 上記発光装置が照明する表示パネルが画像を表示するに際し、当該表示パネルの表示モードとして、応答速度よりも鮮明な画質が要求される第1のモードと、鮮明な画質よりも応答速度が要求される第2のモードとのうち、上記第2のモードのとき、上記第2の発光素子は、上記第1の発光素子より大きい光量の光を出射することを特徴とする請求項3に記載の発光装置。

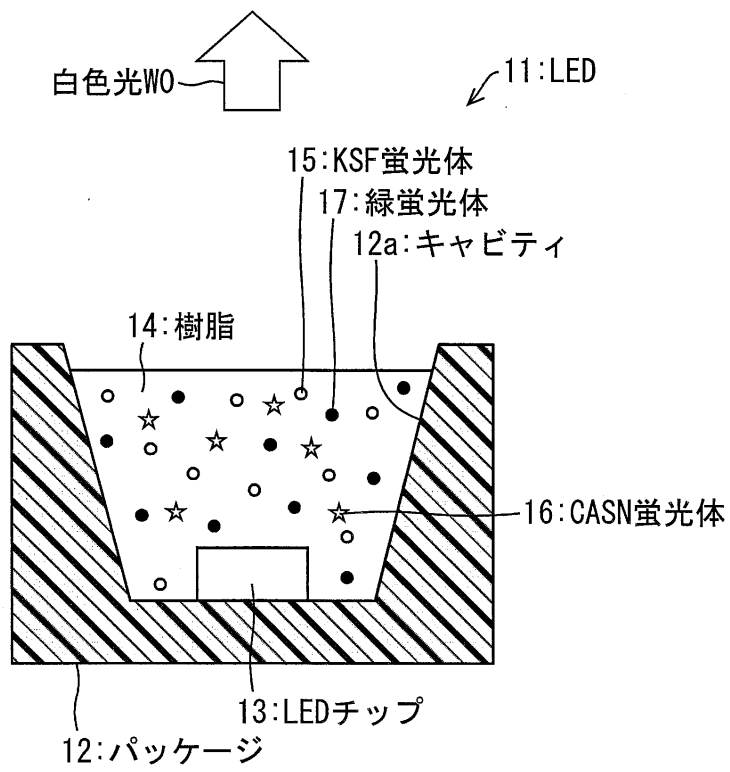
[請求項6] 請求項1～5の何れか1項に記載の発光装置を備えていることを特徴とする照明装置。

要 約 書

2次光の色純度が高く、かつ、応答速度が速い発光装置を得る。青色光を発光するLEDチップ（13）を封止する樹脂（14）には、上記青色光の一部を吸収し、赤色光を発光するKSF蛍光体（15）及びCASN蛍光体（16）が分散され、KSF蛍光体（15）は青色光を吸収し禁制遷移により赤色光を発光し、CASN蛍光体（16）は青色光を吸収し許容遷移により赤色光を発光する。

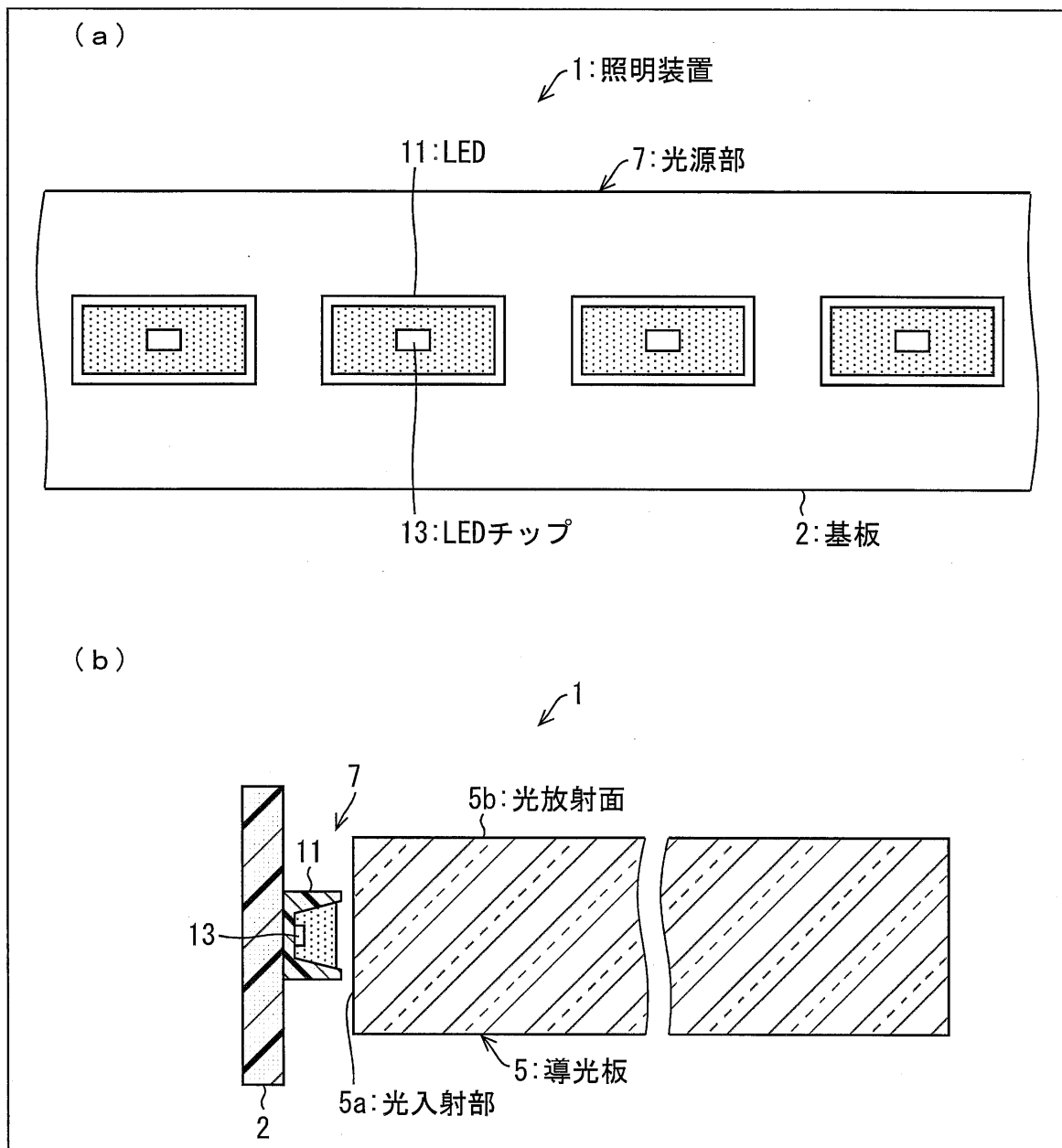
[図1]

図 1



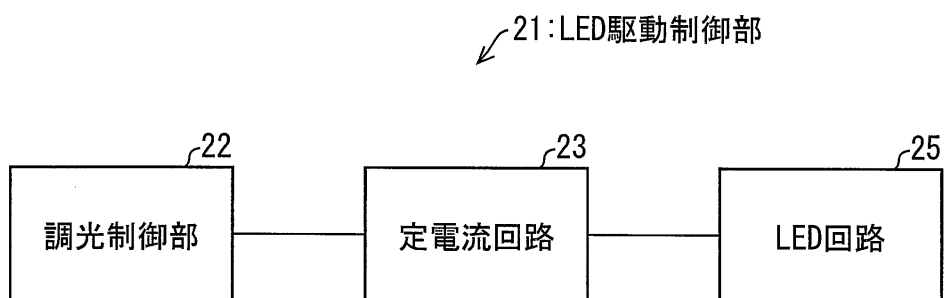
[図2]

図 2



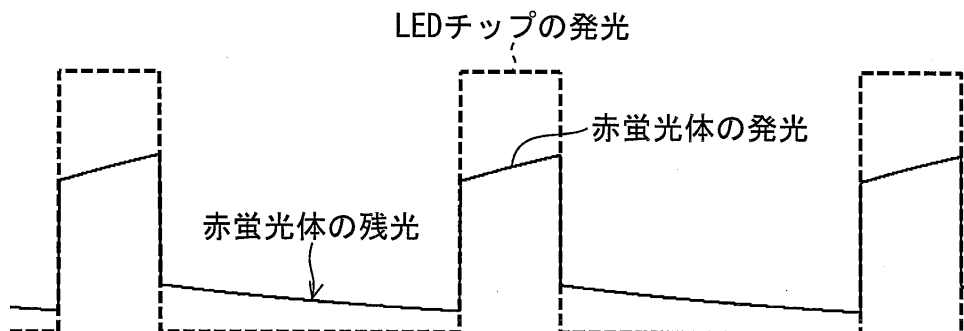
[図3]

図 3



[図4]

図 4



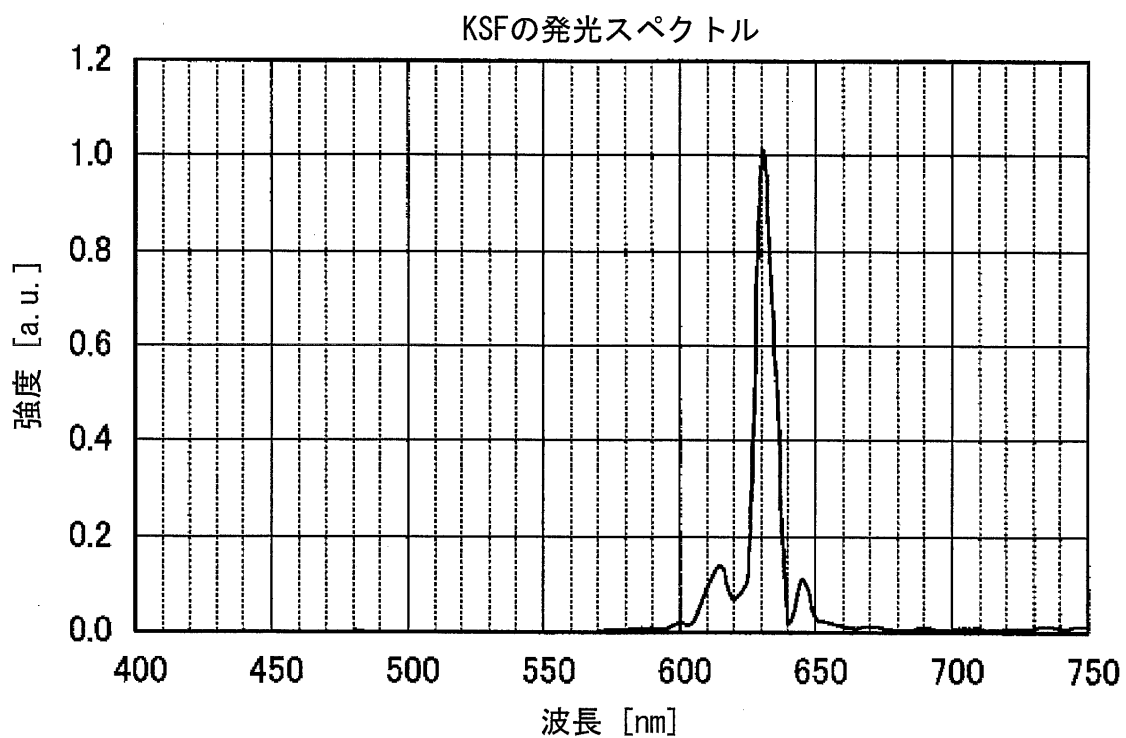
PWM周期 : 8.33ms (120Hz)

PWM Duty : 25%

KSFとCASNの光量比 50%:50%

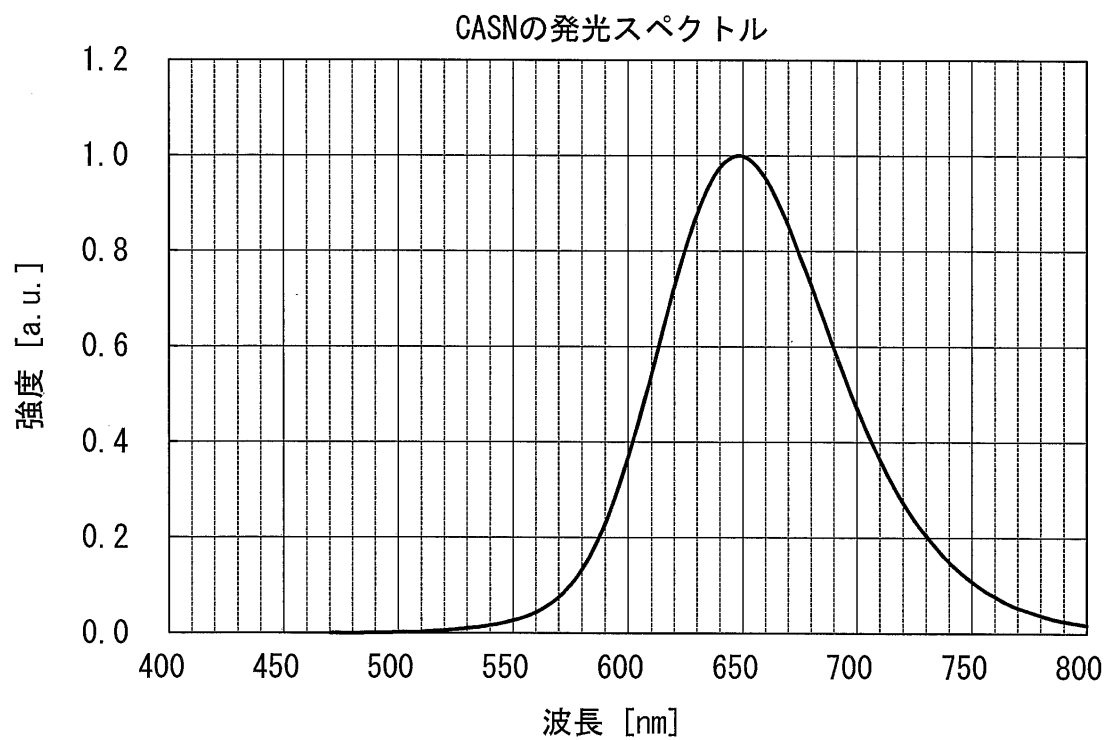
[図5]

図 5



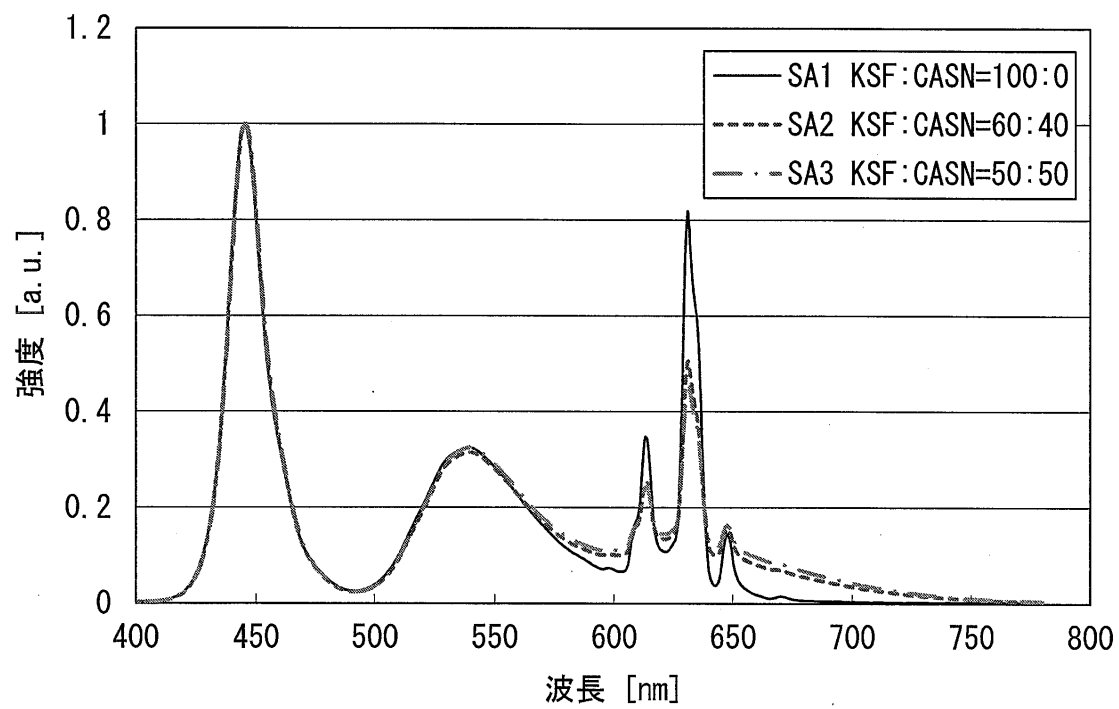
[図6]

図 6



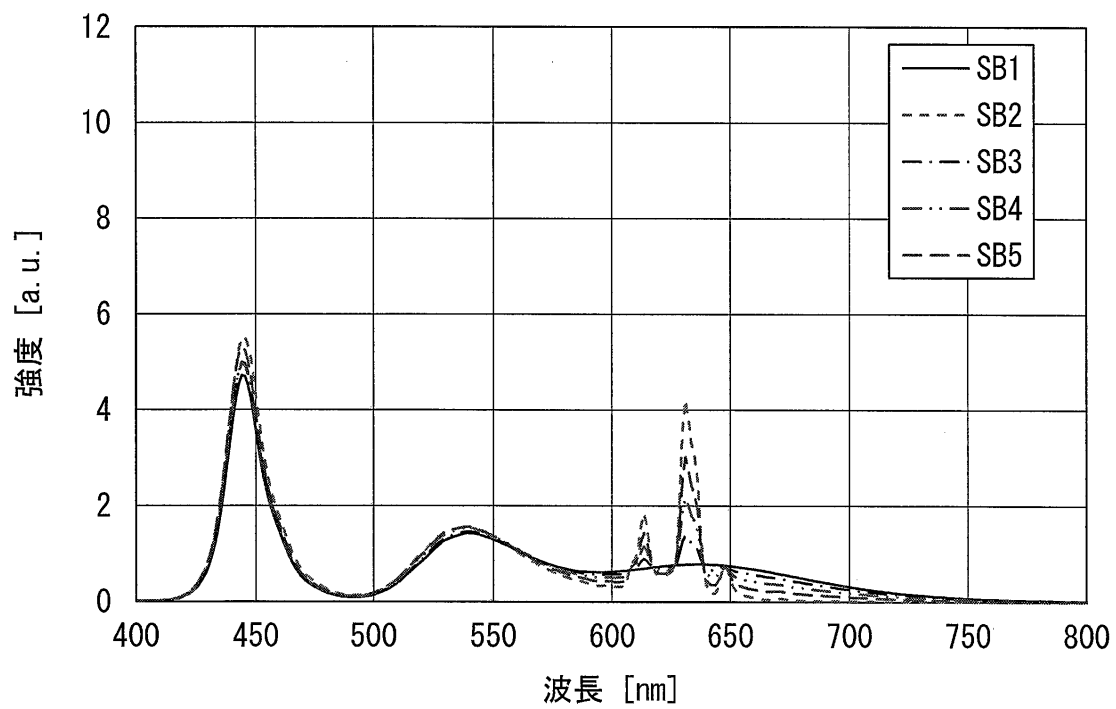
[図7]

図 7



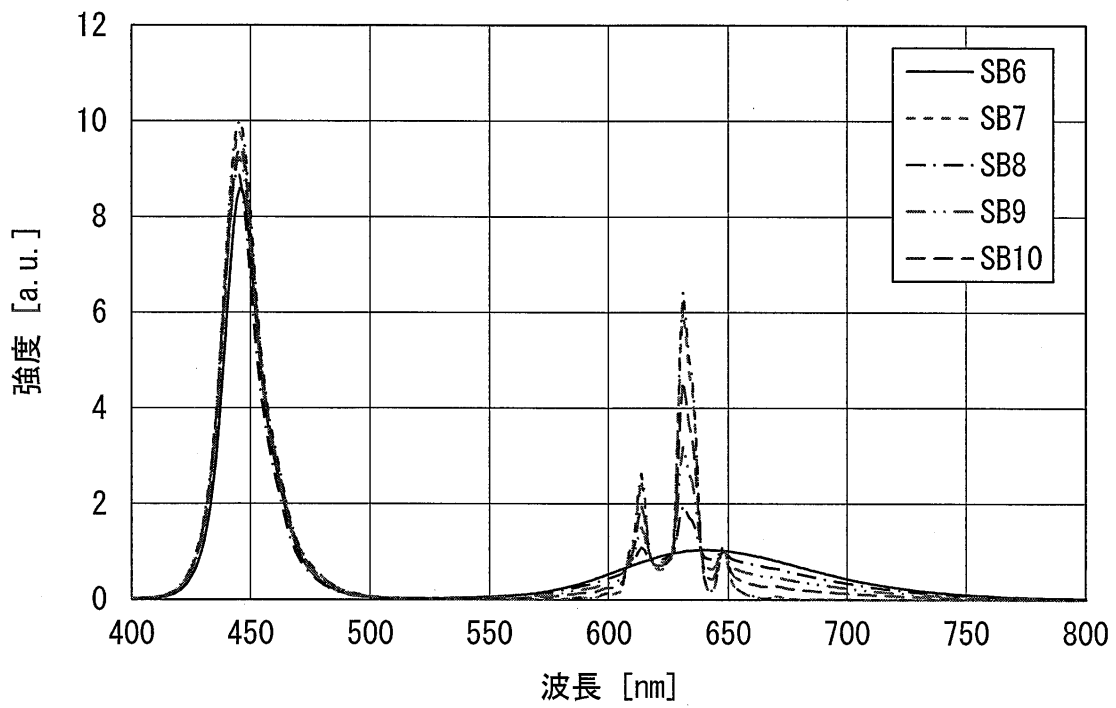
[図8]

図 8



[図9]

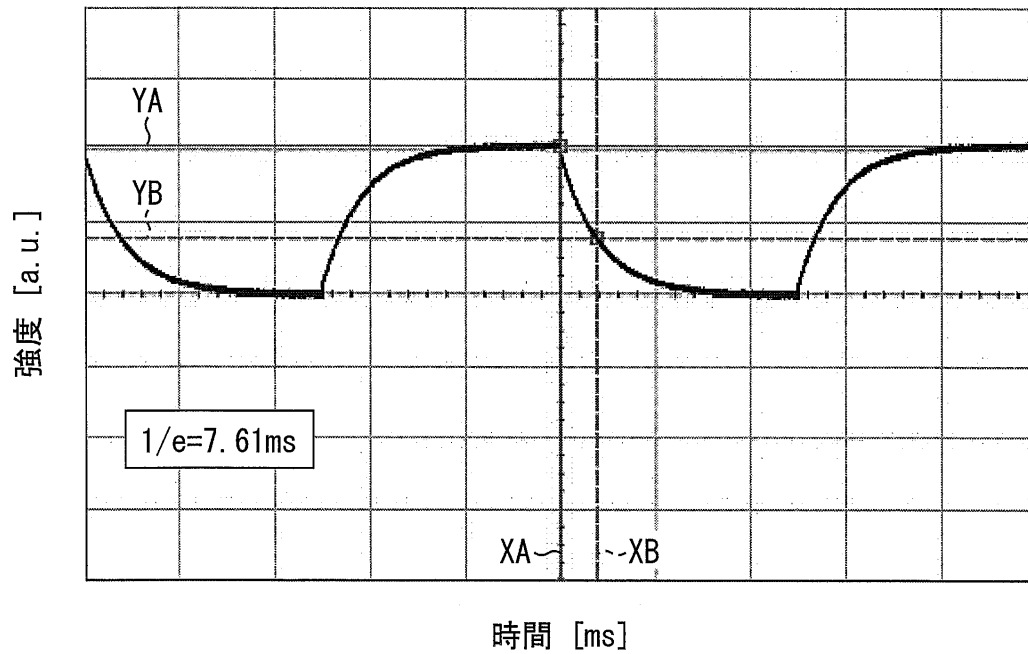
図 9



[図10]

図 10

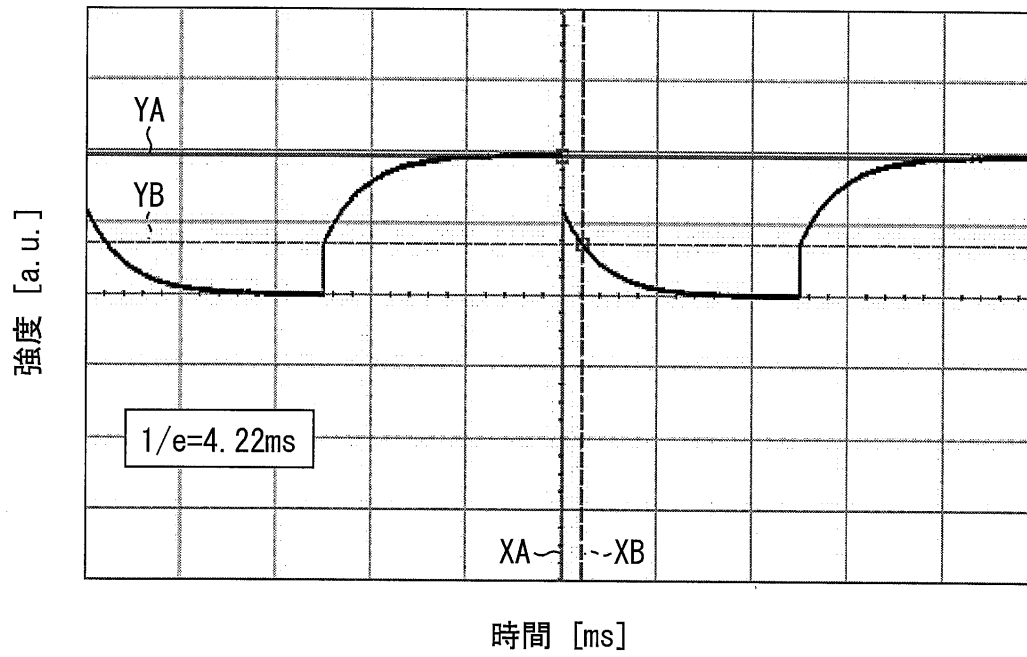
KSF: CASN=100:0



[図11]

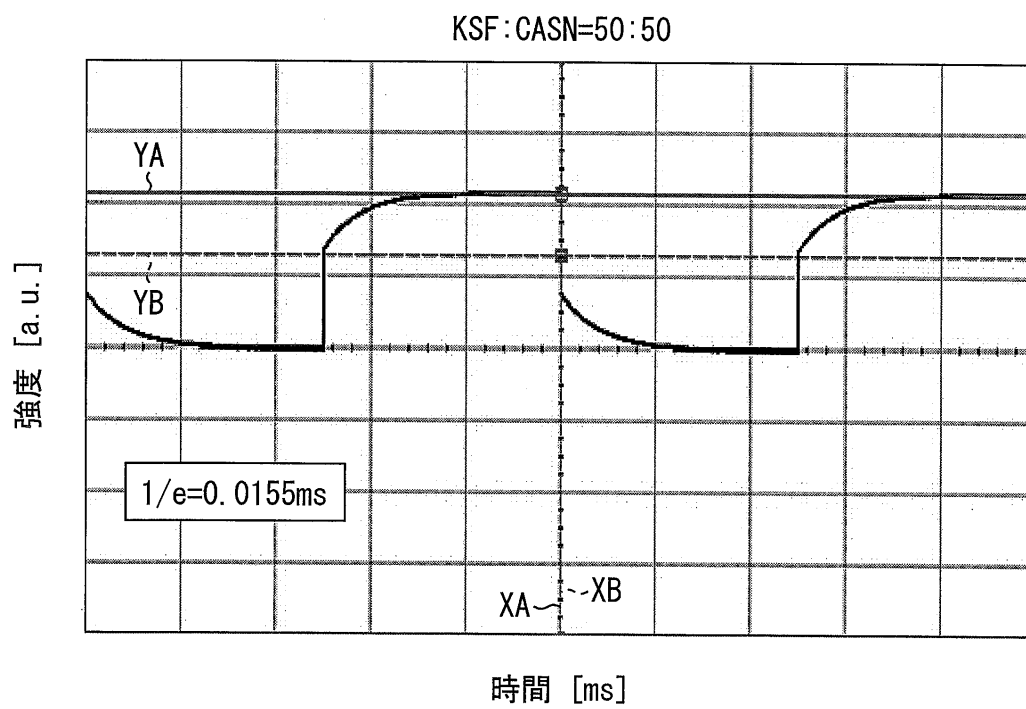
図 11

KSF: CASN=75:25



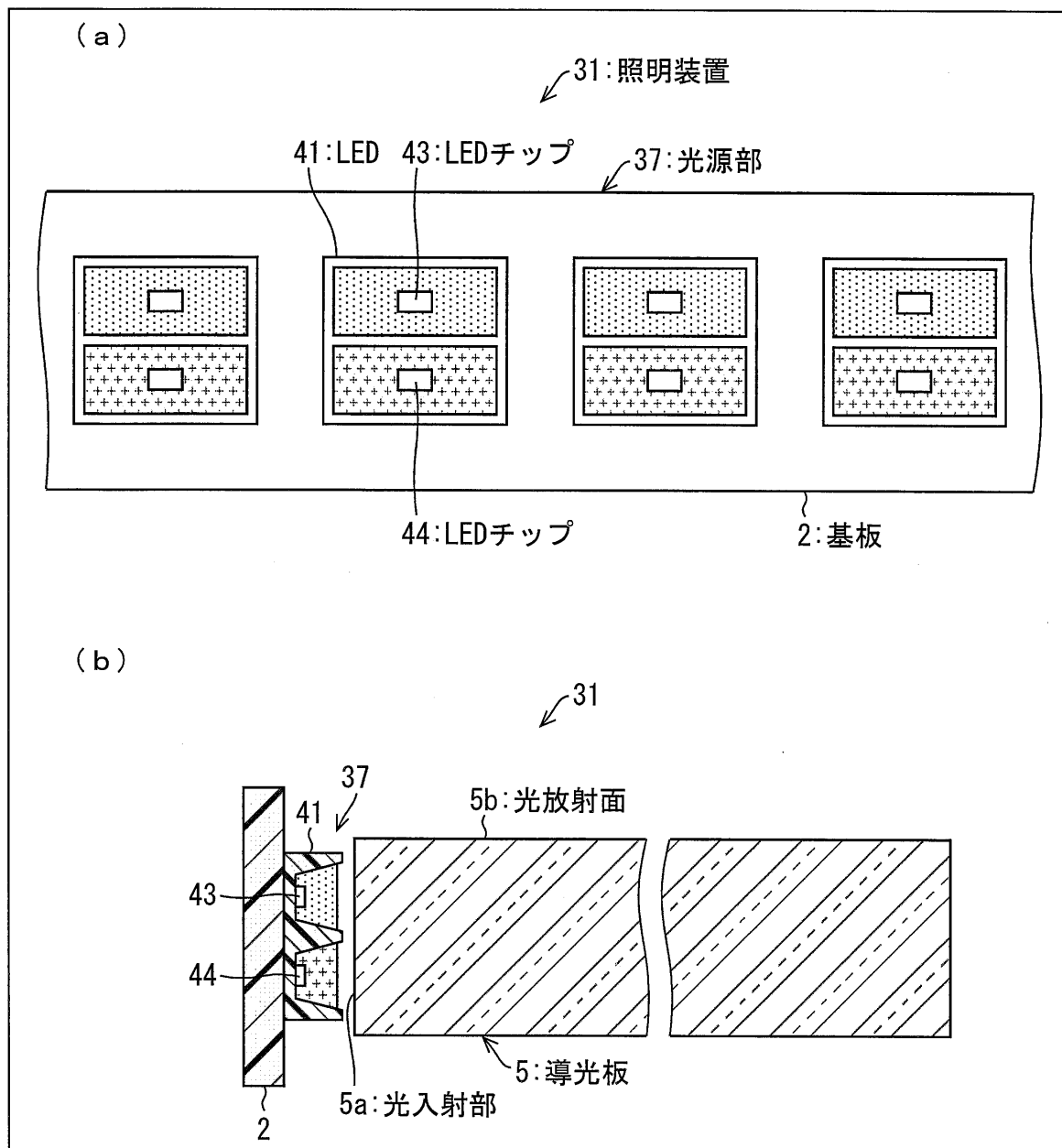
[図12]

図 12



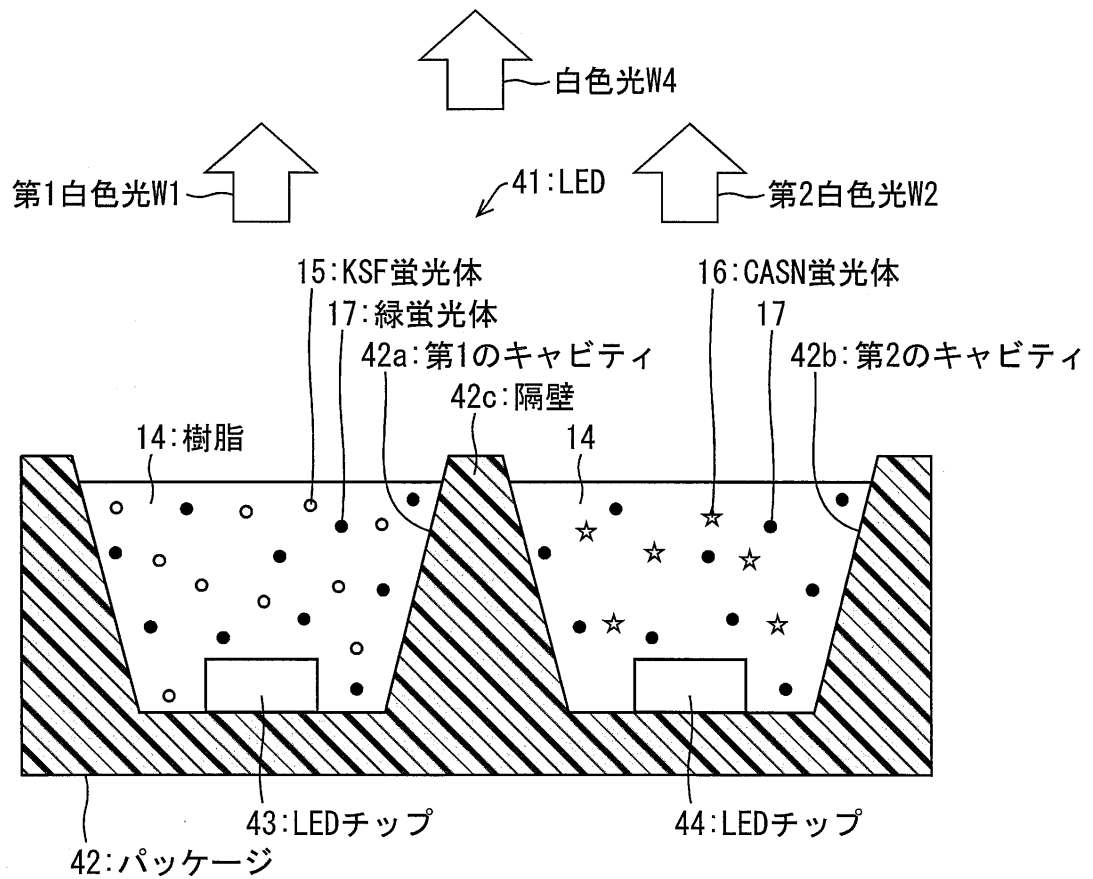
[図13]

図 13



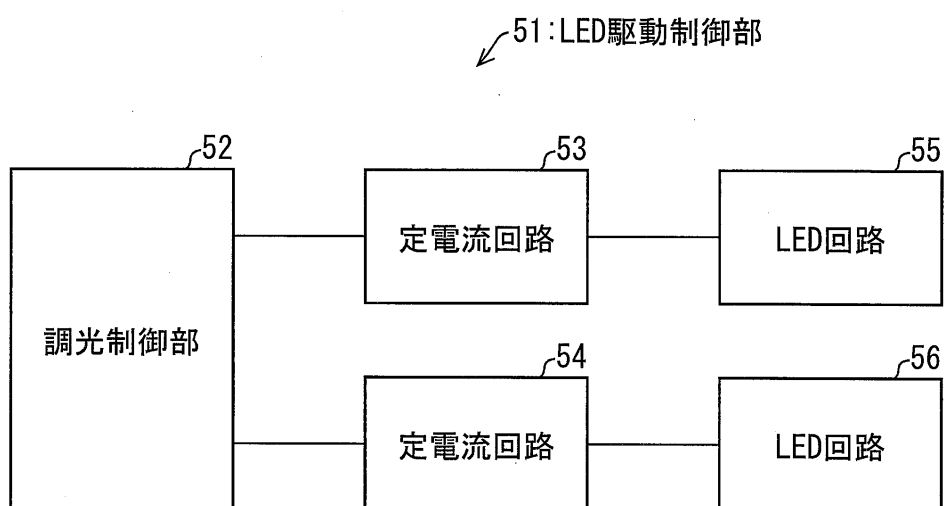
[図14]

図 14



[図15]

図 15



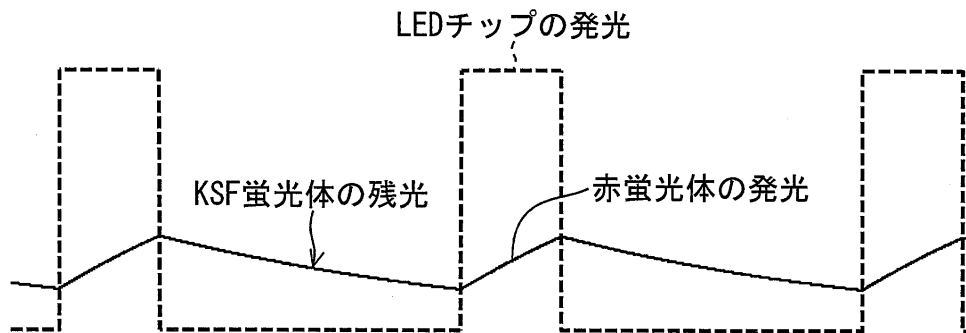
[図16]

図 16

	PWM信号			
	状態 (1)	状態 (2)	状態 (3)	状態 (4)
LEDチップ43	Hレベル	Lレベル	Hレベル	Lレベル
LEDチップ44	Lレベル	Hレベル	Hレベル	Lレベル

[図17]

図 17



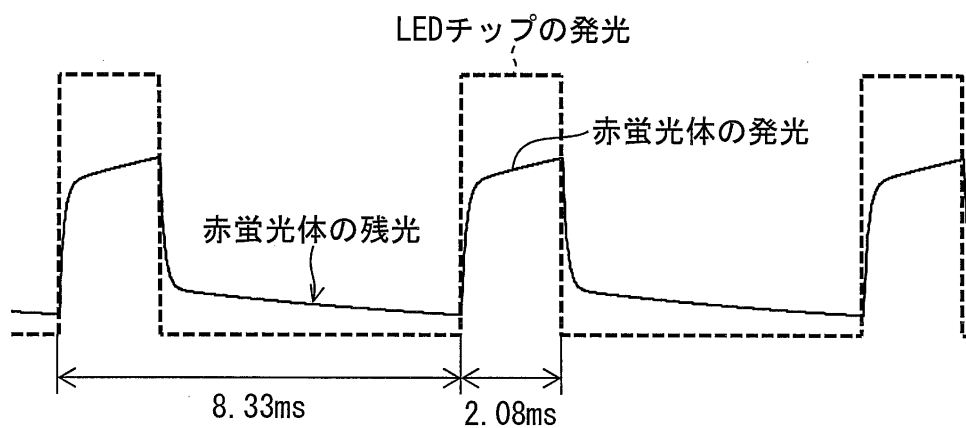
PWM周期 : 8.33ms (120Hz)

PWM Duty : 25%

KSFの光量 100%

[図18]

図 18



PWM周期 : 8.33ms (120Hz)

PWM Duty : 25%

KSFと「残光時間100usと仮定した仮想蛍光体」との光量比 50%:50%