

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4945436号  
(P4945436)

(45) 発行日 平成24年6月6日(2012.6.6)

(24) 登録日 平成24年3月9日(2012.3.9)

(51) Int.Cl.

F 1

HO1L 33/50	(2010.01)	HO1L 33/00	410
C09K 11/08	(2006.01)	C09K 11/08	J
C09K 11/73	(2006.01)	C09K 11/73	C P X
C09K 11/64	(2006.01)	C09K 11/64	C P D
C09K 11/56	(2006.01)	C09K 11/56	C P C

請求項の数 18 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-508050 (P2007-508050)  
 (86) (22) 出願日 平成18年2月24日 (2006.2.24)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2006/303418  
 (87) 国際公開番号 WO2006/098132  
 (87) 国際公開日 平成18年9月21日 (2006.9.21)  
 審査請求日 平成21年2月4日 (2009.2.4)  
 (31) 優先権主張番号 特願2005-70322 (P2005-70322)  
 (32) 優先日 平成17年3月14日 (2005.3.14)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (73) 特許権者 303058328  
 東芝マテリアル株式会社  
 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地  
 (74) 代理人 100077849  
 弁理士 須山 佐一  
 (72) 発明者 石井 努  
 日本国東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産部内  
 (72) 発明者 白川 康博  
 日本国東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】白色発光ランプとそれを用いたバックライト、表示装置および照明装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

発光波長が360nm以上440nm以下の範囲の半導体発光素子と、前記半導体発光素子からの光により励起されて白色光を発光する発光部であって、ユーロピウム付活ハロ燐酸塩蛍光体とユーロピウム付活アルミニ酸塩蛍光体から選ばれる少なくとも1種からなる青色発光蛍光体と、金およびアルミニウム付活硫化亜鉛蛍光体からなる緑色発光蛍光体と、ユーロピウムおよびサマリウム付活酸硫化ランタン蛍光体と銅およびマンガン付活硫化亜鉛蛍光体から選ばれる少なくとも1種からなる赤色発光蛍光体とを含む発光部と

を具備することを特徴とする白色発光ランプ。

10

## 【請求項2】

請求項1記載の白色発光ランプにおいて、

前記金およびアルミニウム付活硫化亜鉛蛍光体は、

一般式:  $ZnS:Al_x, Al_y$ (式中、 $x$ および $y$ は0.0002  $\times$  0.0015、0.0001  $y$  0.0012を満足する数である)

で表される組成を有することを特徴とする白色発光ランプ。

## 【請求項3】

請求項1記載の白色発光ランプにおいて、

前記ユーロピウムおよびサマリウム付活酸硫化ランタン蛍光体は、

20

一般式：(La<sub>1-a-b</sub>, Eu<sub>a</sub>, Sm<sub>b</sub>)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S  
(式中、aおよびbは0.01 a 0.15、0.0001 b 0.03を満足する数である)

で表される組成を有することを特徴とする白色発光ランプ。

【請求項4】

請求項1記載の白色発光ランプにおいて、  
前記銅およびマンガン付活硫化亜鉛蛍光体は、

一般式：ZnS:Cu<sub>v</sub>, Mn<sub>w</sub>  
(式中、vおよびwは0.0002 v 0.001、0.005 w 0.014を満足する数である)

で表される組成を有することを特徴とする白色発光ランプ。

【請求項5】

請求項1記載の白色発光ランプにおいて、  
前記発光部は前記赤色発光蛍光体として少なくとも前記ユーロピウムおよびサマリウム付活酸硫化ランタン蛍光体を含むことを特徴とする白色発光ランプ。

【請求項6】

請求項1記載の白色発光ランプにおいて、  
前記発光部は前記赤色発光蛍光体として前記ユーロピウムおよびサマリウム付活酸硫化ランタン蛍光体と前記銅およびマンガン付活硫化亜鉛蛍光体を共に含むことを特徴とする白色発光ランプ。

【請求項7】

請求項6記載の白色発光ランプにおいて、  
前記ユーロピウムおよびサマリウム付活酸硫化ランタン蛍光体と前記銅およびマンガン付活硫化亜鉛蛍光体との質量比が8:2~3:7の範囲であることを特徴とする白色発光ランプ。

【請求項8】

請求項1記載の白色発光ランプにおいて、  
前記ユーロピウム付活ハロ磷酸塩蛍光体は、  
一般式：(M1<sub>1-c</sub>, Eu<sub>c</sub>)<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>·Cl<sub>2</sub>  
(式中、M1はMg、Ca、SrおよびBaから選ばれる少なくとも1種の元素を示し、cは0.005 c 0.03を満足する数である)  
で表される組成を有することを特徴とする白色発光ランプ。

【請求項9】

請求項1記載の白色発光ランプにおいて、  
前記ユーロピウム付活アルミニン酸塩蛍光体は、  
一般式：m(M2<sub>1-d</sub>, Eu<sub>d</sub>)O·nAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (式中、M2はMg、Ca、Sr、BaおよびZnから選ばれる少なくとも1種の元素を示し、d、mおよびnは0.05 d 0.3、0 < m、0 < n、0.2 m/n 1.5を満足する数である)  
で表される組成を有することを特徴とする白色発光ランプ。

【請求項10】

請求項1記載の白色発光ランプにおいて、  
前記発光部は前記青色発光蛍光体、前記緑色発光蛍光体および前記赤色発光蛍光体が分散された樹脂層を有することを特徴とする白色発光ランプ。

【請求項11】

請求項10記載の白色発光ランプにおいて、  
前記青色発光蛍光体、前記緑色発光蛍光体および前記赤色発光蛍光体はそれらの混合物としての平均粒径が7μm以上であることを特徴とする白色発光ランプ。

【請求項12】

請求項10記載の白色発光ランプにおいて、  
前記青色発光蛍光体、前記緑色発光蛍光体および前記赤色発光蛍光体は予め結合剤で一

10

20

30

40

50

体化されていることを特徴とする白色発光ランプ。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 記載の白色発光ランプにおいて、

前記青色発光蛍光体、前記緑色発光蛍光体および前記赤色発光蛍光体は、一体化前の平均一次粒子径が 7  $\mu\text{m}$  以上であり、かつ一体化後の平均二次粒子径が 10  $\mu\text{m}$  以上であることを特徴とする白色発光ランプ。

【請求項 1 4】

請求項 1 記載の白色発光ランプにおいて、

前記半導体発光素子は発光ダイオードまたはレーザダイオードを具備することを特徴とする白色発光ランプ。

10

【請求項 1 5】

請求項 1 記載の白色発光ランプを具備することを特徴とするバックライト。

【請求項 1 6】

請求項 1 記載の白色発光ランプを具備するバックライトと、

前記バックライトの発光面側に配置された表示部と  
を具備することを特徴とする表示装置。

【請求項 1 7】

請求項 1 6 記載の表示装置において、

前記表示部は透過型または半透過型の液晶表示部を具備することを特徴とする表示装置

。

20

【請求項 1 8】

請求項 1 記載の白色発光ランプを具備することを特徴とする照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、発光波長が 360 ~ 440 nm の半導体発光素子を具備する白色発光ランプと、それを用いたバックライト、表示装置および照明装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

発光ダイオード (LED : Light Emitting Diode) は、電気エネルギーを紫外光や可視光に変換して放射する半導体発光素子であり、長寿命で信頼性が高く、さらに光源として用いた場合に交換作業が軽減されるというような利点を有する。LED チップを例えれば透明樹脂で封止した LED ランプは、携帯型通信機器、PC 周辺機器、OA 機器、家庭用電気機器等の表示部に使用されている液晶表示装置のバックライト、また信号装置、各種スイッチ類、車載用ランプ、一般照明等の照明装置に幅広く利用されている。

30

【0 0 0 3】

LED ランプから放射される光の色調は LED チップの発光波長に限られるものではなく、例えば LED チップの表面に蛍光体を塗布したり、あるいは LED チップを封止する透明樹脂中に蛍光体を含有させることによって、青色から赤色まで使用用途に応じた可視光領域の光を得ることができる。特に、白色発光型の LED ランプ (白色 LED ランプ) は携帯通信機器の表示部のバックライトや車載用ランプ等の用途に急速に普及しており、将来的には蛍光ランプの代替品として大きく伸張することが期待されている。

40

【0 0 0 4】

現在、普及もしくは試行されている白色 LED ランプとしては、青色発光 LED と黄色発光蛍光体 (YAG 等) とを組合せた LED ランプと、発光波長が 360 ~ 440 nm の紫外発光 LED と青、緑、赤の各蛍光体の混合物 (三色混合蛍光体 / BGR 蛍光体) とを組合せた LED ランプとが知られている。現状では、前者の青色発光 LED を用いた白色 LED ランプの方が後者より輝度特性に優れることから普及している。

【0 0 0 5】

しかし、前者の白色 LED ランプは見る方向によっては黄色っぽく見えたり、白色面に

50

投影したときに黄色や青色のムラが現れるというような難点を有している。このため、前者の白色LEDランプは擬似白色と呼ばれることがある。白色光の質を表す平均演色指数においても、前者の白色LEDランプは70～75の範囲にとどまっている。

【0006】

一方、後者の紫外発光LEDを用いた白色LEDランプは、輝度が前者より劣るもの、発光並びに投影光のムラが少なく、将来的には照明用途の白色ランプの主流になることが期待され、その開発が急速に進められている。このような紫外発光LEDを用いた白色LEDランプでは青、緑、赤の各蛍光体の特性に加えて、それらの蛍光体の組合せが演色性や輝度等のランプ特性に影響を及ぼす。このため、青、緑、赤の各蛍光体の選択並びに組合せに関する検討が進められている。

10

【0007】

例えば、非特許文献1には紫外発光LEDとBGR蛍光体とを組合せた白色LEDランプが記載されている。ここでは、青色発光蛍光体としてEu付活ハロ磷酸塩蛍光体またはEu付活アルミニン酸塩蛍光体、緑色発光蛍光体としてCuおよびAl付活硫化亜鉛蛍光体またはEuおよびMn付活アルミニン酸塩蛍光体、赤色発光蛍光体としてEu付活酸硫化イットリウム蛍光体が用いられている。

【0008】

特許文献1には、紫外発光LEDを具備する白色LEDランプにおいて、青色発光蛍光体としてEu付活ハロ磷酸塩蛍光体またはEu付活アルミニン酸塩蛍光体、緑色発光蛍光体としてEuおよびMn付活アルミニン酸塩蛍光体、赤色発光蛍光体としてEu付活酸硫化ランタン蛍光体を用いることが記載されている。

20

【0009】

従来の白色LEDランプは、紫外発光LEDを用いたランプの特徴である高い演色性と発光の均一性とを備えているものの、輝度特性の点では不十分であり、さらなる改善が求められている。紫外発光LEDを用いた白色LEDランプで高演色性と高輝度とを両立させるためには、白色光のスペクトルにおいて人間の色感度のピークがある450nm近辺、560nm近辺、620nm近辺の光がバランスよく含まれていること、さらに青色、緑色、赤色発光成分の各蛍光体の発光効率のバランスがよいことが必要される。

【0010】

しかしながら、従来の白色LEDランプに用いられている各蛍光体のうち、赤色発光蛍光体は波長380nm以上の紫外光または紫色光に対する発光効率が他の蛍光体に比べて劣ることから、白色LEDランプの輝度特性を十分に高めることができないことが分かってきた。発光効率に劣る赤色発光蛍光体に引きずられて、青色および緑色発光蛍光体の特性も十分に発揮させることができず、これも輝度特性の劣化要因となっている。

30

【非特許文献1】三菱電線工業時報2002年7月第99号

【特許文献1】特開2000-073052号公報

【発明の開示】

【0011】

本発明の目的は、発光波長が360～440nmの半導体発光素子を用いた白色発光ランプにおいて、青色発光成分、緑色発光成分、赤色発光成分としての各蛍光体の組合せを改善することによって、高演色性と高輝度とを両立させた白色発光ランプを提供することにある。

40

【0012】

本発明の態様に係る白色発光ランプは、発光波長が360nm以上440nm以下の範囲の半導体発光素子と；前記半導体発光素子からの光により励起されて白色光を発光する発光部であって、ユーロピウム付活ハロ磷酸塩蛍光体とユーロピウム付活アルミニン酸塩蛍光体から選ばれる少なくとも1種からなる青色発光蛍光体と、金およびアルミニウム付活硫化亜鉛蛍光体からなる緑色発光蛍光体と、ユーロピウムおよびサマリウム付活酸硫化ランタン蛍光体と銅およびマンガン付活硫化亜鉛蛍光体から選ばれる少なくとも1種からなる赤色発光蛍光体とを含む発光部と；を具備することを特徴としている。

50

## 【0013】

本発明の他の態様に係るバックライトは、本発明の態様に係る白色発光ランプを具備することを特徴としている。本発明のさらに他の態様に係る表示装置は、本発明の態様に係る白色発光ランプを具備するバックライトと；前記バックライトの発光面側に配置された表示部と；を具備することを特徴としている。本発明のさらに他の態様に係る照明装置は、本発明の態様に係る白色発光ランプを具備することを特徴としている。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0014】

【図1】図1は本発明の実施形態による白色発光ランプの構成を示す断面図である。

【図2】図2は本発明の実施形態に適用した緑色発光蛍光体の発光スペクトルの一例を従来の緑色発光蛍光体と比較して示す図である。 10

【図3】図3は本発明の実施形態に適用し三色混合蛍光体（BGR蛍光体）の発光スペクトルの一例を示す図である。

【図4】図4は本発明の実施形態によるバックライトの構成を示す図である。

【図5】図5は本発明の実施形態による液晶表示装置の構成を示す図である。

【図6】図6は本発明の他の実施形態による液晶表示装置の構成を示す図である。

## 【符号の説明】

## 【0015】

1…白色LEDランプ、2…LEDチップ、3A，3B…リード端子、4…配線基板、  
5…ボンディングワイヤ、6…樹脂枠、7…反射層、8…透明樹脂、9…三色混合蛍光体  
、10…発光部、20…バックライト、20A…サイドライト型バックライト、20B…  
直下型バックライト、21…配線層、22…基板、30，40…液晶表示装置、31…発  
光機構、32…導光板、33…反射層、34…カラー液晶表示部。 20

## 【発明を実施するための形態】

## 【0016】

以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照して説明する。なお、以下では本発明の実施形態を図面に基づいて述べるが、それらの図面は図解のみの目的のために提供されるものであり、本発明はそれらの図面に限定されるものではない。

## 【0017】

図1は本発明の実施形態による白色発光ランプの構成を示す断面図である。同図に示す白色発光ランプ1は、光源（励起源）として発光波長が360nm以上440nm以下の範囲のLEDチップ2を有する白色発光型LEDランプ（白色LEDランプ）である。なお、白色発光ランプ1の光源はLEDチップ2に限られるものではなく、レーザダイオード（半導体レーザ）等であってもよい。白色発光ランプ1の光源には、発光波長が360nm以上440nm以下の半導体発光素子が用いられる。 30

## 【0018】

白色LEDランプ1の光源としてのLEDチップ2は、一対のリード端子3A、3Bを有する配線基板4上に実装されている。LEDチップ2の下部電極はリード端子3Aと電気的および機械的に接続されている。LEDチップ2の上部電極はボンディングワイヤ5を介してリード端子3Bと電気的に接続されている。 40

## 【0019】

LEDチップ2には波長が360～440nmの範囲の紫外光または紫色光を放射する紫外発光LEDが用いられる。紫外発光型のLEDチップ2としては、発光層として窒化物系化合物半導体層を有するLEDチップ等が例示される。LEDチップ2の発光波長が上記した範囲から外れると、高輝度で高演色性の白色光を得ることができない。LEDチップ2の発光波長は370～430nmの範囲であることがより好ましい。

## 【0020】

配線基板4上には円筒状の樹脂枠6が設けられており、その内壁面6aには反射層7が形成されている。樹脂枠6内には樹脂層として透明樹脂8が充填されており、この透明樹脂8中にLEDチップ2が埋め込まれている。LEDチップ2が埋め込まれた透明樹脂8 50

は、青色発光蛍光体と緑色発光蛍光体と赤色発光蛍光体とを含む白色ランプ用蛍光体（B G R 蛍光体）9を含有している。透明樹脂8中に分散させた蛍光体9は、LEDチップ2から放射される紫外光または紫色光により励起されて白色光を発光するものである。

【0021】

白色LEDランプ1に印加された電気エネルギーはLEDチップ2で紫外光や紫色光に変換され、その光は透明樹脂8中に分散された白色発光蛍光体9でより長波長の光に変換される。そして、透明樹脂8中に含有させた白色発光蛍光体9に基づく白色光がLEDランプ1から放出される。白色発光蛍光体9を含有する透明樹脂（樹脂層）8は発光部10として機能するものであり、LEDチップ2の発光方向前方に配置されている。

【0022】

上述したような発光部10と光源としてのLEDチップ2とによって、白色LEDランプ（白色発光ランプ）1が構成されている。白色発光蛍光体9を含有させる透明樹脂8には、例えシリコーン樹脂やエポキシ樹脂等を用いることができる。白色発光蛍光体9は透明樹脂8全体に分散されている。なお、白色発光蛍光体9は透明樹脂8に対して部分的に分散させるようにしてもよい。さらに、白色発光蛍光体9は青、緑、赤以外の発光色を有する蛍光体を補助的に含んでいてもよい。

10

【0023】

白色発光蛍光体9を構成する青、緑、赤の各蛍光体には、LEDチップ2から放射される波長が360～440nmの範囲の紫外光または紫色光を効率よく吸収する蛍光体を使用することが好ましい。青色発光蛍光体には、紫外光や紫色光の吸収効率に優れるユーロピウム（Eu）付活ハロ磷酸塩蛍光体、およびユーロピウム（Eu）付活アルミニン酸塩蛍光体から選ばれる少なくとも1種が用いられる。

20

【0024】

Eu付活ハロ磷酸塩蛍光体としては、

一般式：(M<sub>1</sub><sub>1-c</sub>, Eu<sub>c</sub>)<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>·Cl<sub>2</sub> ... (1)

（式中、M<sub>1</sub>はMg、Ca、SrおよびBaから選ばれる少なくとも1種の元素を示し、cは0.005～0.03を満足する数である）

で表される組成を有する蛍光体が例示される。

【0025】

Eu付活アルミニン酸塩蛍光体としては、

30

一般式：m(M<sub>2</sub><sub>1-d</sub>, Eu<sub>d</sub>)O·nAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ... (2)

（式中、M<sub>2</sub>はMg、Ca、Sr、BaおよびZnから選ばれる少なくとも1種の元素を示し、d、mおよびnは0.05～0.3、0 < m、0 < n、0.2 ≤ m/n ≤ 1.5を満足する数である）

で表される組成を有する蛍光体が例示される。

【0026】

赤色発光蛍光体には、ユーロピウム（Eu）およびサマリウム（Sm）付活酸硫化ランタン蛍光体、および銅（Cu）およびマンガン（Mn）付活硫化亜鉛蛍光体から選ばれる少なくとも1種が用いられる。これらの蛍光体はいずれも白色LEDランプ1の赤色発光成分として使用することができる。

40

【0027】

EuおよびSm付活酸硫化ランタン蛍光体としては、

一般式：(La<sub>1-a-b</sub>, Eu<sub>a</sub>, Sm<sub>b</sub>)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S ... (3)

（式中、aおよびbは0.01～0.15、0.0001～0.03を満足する数である）

で表される組成を有する蛍光体が例示される。

【0028】

CuおよびMn付活硫化亜鉛蛍光体としては、

一般式：ZnS:Cu<sub>v</sub>, Mn<sub>w</sub> ... (4)

（式中、vおよびwは0.0002～0.001、0.005～0.014を満

50

足する数である)

で表される組成を有する蛍光体が例示される。

【0029】

(3)式および(4)式で表される赤色発光蛍光体は、いずれもLEDチップ2から放出される紫外光や紫色光で発光させる赤色発光成分として利用することが可能である。赤色発光成分の発光特性(発光強度等)を考慮すると、少なくともEuおよびSm付活酸硫化ランタン蛍光体を赤色発光成分として使用することが好ましい。EuおよびSm付活酸硫化ランタン蛍光体単独では赤色発光成分が不足することから、CuおよびMn付活硫化亜鉛蛍光体を併用することが有効である。

【0030】

(3)式や(4)式で表される赤色発光蛍光体は、他の赤色発光蛍光体に比べて波長が360~440nmの範囲の紫外光または紫色光の吸収効率に優れる。ただし、青色発光蛍光体や緑色発光蛍光体と比べて、必ずしも十分な発光効率を有しているとは言えない。EuおよびSm付活酸硫化ランタン蛍光体とCuおよびMn付活硫化亜鉛蛍光体を併用することで赤色発光成分が補強されるものの、青色発光蛍光体や緑色発光蛍光体に比べると発光効率が劣っている。

【0031】

そこで、この実施形態の白色LEDランプ1においては、従来の緑色発光成分に比べて長波長成分をより多く含む緑色発光蛍光体を用いている。具体的には、発光部10を構成する白色発光蛍光体9のうち、緑色発光蛍光体としては金(Au)およびアルミニウム(Al)付活硫化亜鉛蛍光体が用いられる。

【0032】

AuおよびAl付活硫化亜鉛蛍光体としては、例えば

一般式:  $ZnS: Au_x, Al_y \dots (5)$

(式中、xおよびyは0.0002  $\times$  0.0015、0.0001 y 0.0012を満足する数である)

で表される組成を有する蛍光体が用いられる。

【0033】

(5)式におけるxの値(1モルのZnSに対するAuのモル比)が0.0002未満であると発光色度が青色方向にずれて望ましい発光色が得られなくなる。一方、xの値が0.0015を超えると蛍光体の体色が悪くなり輝度が低下する。(5)式におけるyの値(1モルのZnSに対するAlのモル比)が0.0001未満であるとAuが硫化亜鉛の中に入らなくなり、これにより輝度が低下する。一方、yの値が0.0012を超えると蛍光体の体色が悪くなり輝度が低下する。

【0034】

図2にAuおよびAl付活硫化亜鉛蛍光体(ZnS: Au, Al蛍光体)の発光スペクトル(a)を、従来のCuおよびAl付活硫化亜鉛蛍光体(ZnS: Cu, Al蛍光体)の発光スペクトル(b)とEuおよびMn付活アルミニン酸塩蛍光体(3(Ba, Mg, Eu, Mn)O<sub>1.8</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>蛍光体)の発光スペクトル(c)と比較して示す。図2から明らかなように、AuとAlで付活した硫化亜鉛蛍光体は、従来のCuおよびAl付活硫化亜鉛蛍光体やEuおよびMn付活アルミニン酸塩蛍光体に比べて長波長成分を多く含んでおり、これによって赤色発光成分を補強することができる。

【0035】

上述した白色発光蛍光体9は、450nm近辺、560nm近辺、620nm近辺の光をバランスよく含んでいることから、白色光の演色性を高めることができる。その上で、従来の緑色発光成分に比べて長波長成分をより多く含むAuおよびAl付活硫化亜鉛蛍光体(ZnS: Au, Al蛍光体)からなる緑色発光蛍光体を用いているため、赤色発光蛍光体による発光不足を補強することができる。

【0036】

このように、緑色発光蛍光体としてAuおよびAl付活硫化亜鉛蛍光体を用いることにより

10

20

30

40

50

よって、青、緑、赤の各発光成分の輝度バランスが向上することから、紫外発光型のLEDチップ2を用いた白色LEDランプ1の輝度特性を高めることができる。従って、高演色性と高輝度とを両立させた白色LEDランプ1を実現することが可能となる。

#### 【0037】

緑色発光蛍光体(  $ZnS$  :  $Eu$ ,  $Al$  蛍光体)による白色LEDランプ1の輝度特性の向上効果は、赤色発光蛍光体として  $Eu$  および  $Sm$  付活酸硫化ランタン蛍光体、  $Cu$  および  $Mn$  付活硫化亜鉛蛍光体のいずれを用いた場合においても得ることができる。さらに、赤色発光蛍光体自体による輝度特性の改善効果を得る上で、赤色発光蛍光体は前述したように  $Eu$  および  $Sm$  付活酸硫化ランタン蛍光体と  $Cu$  および  $Mn$  付活硫化亜鉛蛍光体とを併用することが好ましい。

10

#### 【0038】

赤色発光蛍光体として  $Eu$  および  $Sm$  付活酸硫化ランタン蛍光体と  $Cu$  および  $Mn$  付活硫化亜鉛蛍光体とを併用することによって、赤色発光成分をさらに補強することができる。従って、白色LEDランプ1の輝度特性をより一層高めることが可能となる。これら赤色発光蛍光体の配合比率は目的とする白色光の色温度にもよるが、例えば  $Eu$  および  $Sm$  付活酸硫化ランタン蛍光体と  $Cu$  および  $Mn$  付活硫化亜鉛蛍光体との質量比を 8 : 2 ~ 3 : 7 の範囲とすることが好ましい。

#### 【0039】

図3は上述した青、緑および赤の各蛍光体を含む三色混合蛍光体9を用いた白色LEDランプ1の発光スペクトルの一例を示している。図3において、[ A ] の発光スペクトルは青色発光成分として  $Eu$  付活ハロ磷酸塩蛍光体、緑色発光成分として  $Eu$  および  $Al$  付活硫化亜鉛蛍光体、赤色発光成分として  $Eu$  および  $Sm$  付活酸硫化ランタン蛍光体を用いた白色LEDランプ1の発光スペクトルである。[ B ] の発光スペクトルは、[ A ] の蛍光体の組合せに赤色発光成分として  $Cu$  および  $Mn$  付活硫化亜鉛蛍光体を加えた白色LEDランプ1の発光スペクトルである。

20

#### 【0040】

電流値 20mA、ピーク値 400nm のLEDチップからの紫外光を、( x, y ) 色度値が ( x = 0.300 ~ 0.350, y = 0.300 ~ 0.350 ) の白色光に変換したとき、蛍光体の組合せ [ A ] および組合せ [ B ] のいずれにおいても、青色発光成分のピーク値は 450nm、緑色発光成分のピーク値は 545nm、赤色発光成分のピーク値は 623nm にそれぞれある。さらに、平均演色指数で 90 以上、輝度が 300mcd 以上の特性値が得られている。

30

#### 【0041】

組合せ [ A ] と組合せ [ B ] の発光スペクトルを比較すると、組合せ [ B ] による発光スペクトルの方が 580nm 付近およびそれ以上の領域における発光成分が増加していることが分かる。これは赤色発光成分として  $Eu$  および  $Sm$  付活酸硫化ランタン蛍光体と  $Cu$  および  $Mn$  付活硫化亜鉛蛍光体とを併用したことに基づくものであり、これによって白色LEDランプ1の輝度特性をより一層高めることができる。

#### 【0042】

上述した青、緑および赤の各蛍光体は、例えばそれらの混合物として透明樹脂8中に分散させる。この場合、各蛍光体はそれらの混合物としての平均粒径が 7  $\mu m$  以上であることが好ましい。なお、ここで言う平均粒径は粒度分布の中位値( 50% 値)を示すものである。青、緑および赤の各蛍光体の混合物である白色発光蛍光体( 三色混合蛍光体 )9の平均粒径を 7  $\mu m$  以上とすることによって、白色LEDランプ1の輝度をさらに高めることができる。三色混合蛍光体9の平均粒径は 8  $\mu m$  以上とすることがより好ましい。

40

#### 【0043】

三色混合蛍光体9の平均粒径の上限は特に限定されるものではないが、発光部10の形成性等を考慮すると 100  $\mu m$  以下とすることが好ましい。三色混合蛍光体9の平均粒径が 100  $\mu m$  を超えると、透明樹脂8と混合して LEDチップ2 上に塗布する際に平らな面が得難くなる等の不具合が生じる可能性がある。

50

## 【0044】

さらに、青、緑および赤の各蛍光体は、透明樹脂8中での分散状態の均一性を高める上で、予め無機結合剤や有機結合剤等の結合剤で一体化し、この状態で透明樹脂8中に分散させるようにしてもよい。無機結合剤としては微粉化したアルカリ土類ホウ酸塩等を用いることができ、また有機結合剤としてはアクリル樹脂やシリコーン樹脂等の透明樹脂を用いることができる。無機結合剤や有機結合剤等を用いて一体化処理することによって、各蛍光体がランダムに結び付いて大粒径化する。

## 【0045】

これによって、透明樹脂8中での各蛍光体の沈降速度の差等に基づく分散状態の不均一性が解消されるため、白色光の再現性や発光の均一性を高めることができるとなる。一体化処理による効果を再現性よく得る上で、結合剤で一体化された白色発光蛍光体（一体化蛍光体）9は、一体化前の平均一次粒子径が7μm以上で、かつ一体化後の平均二次粒子径が10μm以上であることが好ましい。平均二次粒子径が10μm未満であると、一体化処理による効果を十分に得ることができないおそれがある。

10

## 【0046】

一体化蛍光体9の平均二次粒子径の上限は特に限定されるものではないが、発光部10の形成性等を考慮すると100μm以下とすることが好ましい。一体化蛍光体9の平均二次粒子径が100μmを超えると、透明樹脂8と混合してLEDチップ2上に塗布する際に平らな面が得難くなる等の不具合が生じる可能性がある。平均粒径に基づく輝度の向上効果は一体化処理した蛍光体に対しても有効である。従って、各蛍光体の一体化前の平均一次粒子径は7μm以上とすることが好ましい。

20

## 【0047】

この実施形態の白色LEDランプ1は、例えば液晶表示装置に代表される各種表示装置のバックライトや各種照明装置に使用されるものである。白色LEDランプ1を用いたバックライトを具備する液晶表示装置は、携帯型通信機器、PC周辺機器、OA機器、家庭用電気機器等の各種機器の表示部に適用することができる。白色LEDランプ1を用いた照明装置は、信号装置、各種スイッチ類、車載用ランプ、さらには一般照明装置等として利用することができる。

## 【0048】

図4は本発明の実施形態によるバックライトの概略構成を示す図である。同図に示すバックライト20は、直線状もしくはマトリクス状に配列された複数の白色LEDランプ1を有している。これら白色LEDランプ1は配線層21を有する基板22上に実装されており、白色LEDランプ1の各リード端子は配線層21と電気的に接続されている。複数の白色LEDランプ1は順に直列接続されている。なお、バックライト20の発光装置はLEDランプ1に限られるものではなく、光源にレーザダイオード等の半導体発光素子を適用した発光装置を使用することができる。

30

## 【0049】

バックライト20は、例えば図5や図6に示すような液晶表示装置30、40に適用される。これらの図に示す液晶表示装置30、40は、本発明の液晶表示装置の実施形態を示すものである。図5はサイドライト型のバックライト20Aを適用した液晶表示装置30を示している。サイドライト型バックライト20Aは、白色LEDランプ1を用いた発光機構31と導光板32とを有している。導光板32は一方の端面が光入射部とされており、その部分に発光部31が配置されている。

40

## 【0050】

導光板32は光入射部となる一方の端面から他方の端面に向けてテープ状とされており、テープ部分の下面側には反射層33が設けられている。発光機構31から放射された光は、導光板32内で屈折や反射を繰り返すことによって、導光板32の上面からその法線方向に照射される。サイドライト型バックライト20Aの発光面側には透過型または半透過型のカラー液晶表示部34が配置されており、これらによって液晶表示装置30が構成されている。サイドライト型バックライト20Aとカラー液晶表示部34との間には、拡

50

散シートや反射シート等の光学シート35を配置してもよい。

【0051】

図6は直下型のバックライト20Bを適用した液晶表示装置40を示している。直下型バックライト20Bは、透過型または半透過型のカラー液晶表示部34の形状および面積に応じてマトリクス状に配列した白色LEDランプ1を有している。カラー液晶表示部34はバックライト20Bを構成する複数の白色LEDランプ1の発光方向に直接配置されている。直下型バックライト20Bとカラー液晶表示部34、さらに必要に応じてこれらの間に配置された光学シート35によって、液晶表示装置40が構成されている。

【0052】

次に、本発明の具体的な実施例およびその評価結果について述べる。

10

【0053】

実施例1

まず、青色発光蛍光体としてEu付活アルカリ土類クロロ磷酸塩((Sr<sub>0.59</sub>, Ca<sub>0.01</sub>, Ba<sub>0.39</sub>, Eu<sub>0.01</sub>)<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>·Cl<sub>2</sub>)蛍光体、緑色発光蛍光体としてAuおよびAl付活硫化亜鉛(ZnS: Au<sub>0.0008</sub>, Al<sub>0.001</sub>)蛍光体、赤色発光蛍光体としてEuおよびSm付活酸硫化ランタン((La<sub>0.94</sub>, Eu<sub>0.058</sub>, Sm<sub>0.002</sub>)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S)蛍光体を用意した。

【0054】

上述した青色発光蛍光体を1.74g、緑色発光蛍光体を2.17g、赤色発光蛍光体を2.33g計量し、これらを三本ローラで混合した。なお、各蛍光体の混合比はLEDランプのCIE色度値(x, y)がx=0.30~0.31, y=0.30~0.31の範囲に入るように設定したものである。以下の実施例2~10および比較例1も同様である。各蛍光体の混合物としての平均粒径(分布中位径)は9.5μmであった。このような混合蛍光体を用いて、図1に示した白色LEDランプ1を作製した。

20

【0055】

LEDランプ1は以下のようにして作製した。まず、透明樹脂8を構成するシリコーン樹脂に、混合蛍光体を30質量%の割合で添加、混合してスラリーとした。このスラリーを発光ピーク波長が400nm、形状が300μm四方の紫外発光LEDチップ2上に滴下し、140℃でシリコーン樹脂を硬化させる。このようにして、混合蛍光体(青色、緑色および赤色の混合蛍光体)を含有するシリコーン樹脂で紫外発光LEDチップ2を封止した。得られた白色LEDランプを後述する特性評価に供した。

30

【0056】

実施例2

上記した実施例1と同一および同量の各蛍光体を用意し、これらを以下に示す方法で一体化した。一体化工程は、まず各蛍光体にアクリル樹脂エマルジョンを蛍光体に対して固形分で0.1質量%の割合で添加し、これらを混合した。次いで、この混合物を120℃で乾燥させた後、ナイロンメッシュにかけて一体化蛍光体を得た。一体化前の平均一次粒径は9.5μm、一体化後の平均二次粒径は17.6μmであった。このような一体化蛍光体を用いて、実施例1と同様にして白色LEDランプを作製した。この白色LEDランプを後述する特性評価に供した。

40

【0057】

実施例3

上記した実施例1と同一の各蛍光体に加えて、赤色発光蛍光体としてCuおよびMn付活硫化亜鉛(ZnS: Cu<sub>0.0005</sub>, Mn<sub>0.008</sub>)蛍光体を用意した。Eu付活アルカリ土類クロロ磷酸塩を2.10g、AuおよびAl付活硫化亜鉛蛍光体を2.22g、EuおよびSm付活酸硫化ランタン蛍光体を2.10g、CuおよびMn付活硫化亜鉛蛍光体を0.82g計量し、これらを実施例1と同様にして混合した。各蛍光体の混合物としての平均粒径は9.8μmであった。このような混合蛍光体を用いて、実施例1と同様にして白色LEDランプを作製した。この白色LEDランプを後述する特性評価に供した。

50

## 【0058】

## 実施例4～11

表1に示す青色、緑色および赤色発光蛍光体の組合せを適用する以外は、それぞれ実施例1または実施例2と同様にして、混合蛍光体または一体化蛍光体を作製した。これら各混合蛍光体または一体化蛍光体を用いて、実施例1と同様にして白色LEDランプをそれぞれ作製した。これらの白色LEDランプを後述する特性評価に供した。

## 【0059】

## 比較例1

青色発光蛍光体としてEu付活アルカリ土類クロロ磷酸塩( $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{Cl}_2$ )蛍光体、緑色発光蛍光体としてEuおよびMn付活アルカリ土類アルミニン酸塩( $3(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Eu}, \text{Mn})\text{O} \cdot 8\text{Al}_2\text{O}_3$ )蛍光体、赤色発光蛍光体としてEu付活酸硫化ランタン( $(\text{La}, \text{Eu})_2\text{O}_2\text{S}$ )蛍光体を用意した。青色発光蛍光体を1.44g、緑色発光蛍光体を1.49g、赤色発光蛍光体を3.32g計量し、これらを三本ローラで混合した。このような混合蛍光体を用いて実施例1と同様にして白色LEDランプを作製した。これを後述する特性評価に供した。

10

## 【0060】

## 比較例2

青色発光蛍光体としてEu付活アルカリ土類クロロ磷酸塩( $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{Cl}_2$ )蛍光体、緑色発光蛍光体としてEu付活アルカリ土類珪酸塩( $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}, \text{Eu})_2\text{SiO}_4$ )蛍光体、赤色発光蛍光体としてEu付活酸硫化ランタン( $(\text{La}, \text{Eu})_2\text{O}_2\text{S}$ )蛍光体を用意した。青色発光蛍光体を2.71g、緑色発光蛍光体を0.45g、赤色発光蛍光体を1.85g計量し、これらを三本ローラで混合した。このような混合蛍光体を用いて実施例1と同様にして白色LEDランプを作製した。これを後述する特性評価に供した。

20

## 【0061】

【表1】

	青色発光蛍光体	緑色発光蛍光体	赤色発光蛍光体
実施例1	$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{Cl}_2$	ZnS: Au, Al	$(\text{La}, \text{Eu}, \text{Sm})_2\text{O}_2\text{S}$
実施例2	$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{Cl}_2$	ZnS: Au, Al	$(\text{La}, \text{Eu}, \text{Sm})_2\text{O}_2\text{S}$
実施例3	$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{Cl}_2$	ZnS: Au, Al	$(\text{La}, \text{Eu}, \text{Sm})_2\text{O}_2\text{S}$ (71.9%) / ZnS: Cu, Mn (28.1%)
実施例4	$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{Cl}_2$	ZnS: Au, Al	$(\text{La}, \text{Eu}, \text{Sm})_2\text{O}_2\text{S}$ (71.9%) / ZnS: Cu, Mn (28.1%)
実施例5	$3(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Eu})\text{O} \cdot 8\text{Al}_2\text{O}_3$	ZnS: Au, Al	$(\text{La}, \text{Eu}, \text{Sm})_2\text{O}_2\text{S}$
実施例6	$3(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Eu})\text{O} \cdot 8\text{Al}_2\text{O}_3$	ZnS: Au, Al	$(\text{La}, \text{Eu}, \text{Sm})_2\text{O}_2\text{S}$
実施例7	$3(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Eu})\text{O} \cdot 8\text{Al}_2\text{O}_3$	ZnS: Au, Al	$(\text{La}, \text{Eu}, \text{Sm})_2\text{O}_2\text{S}$ (68.5%) / ZnS: Cu, Mn (31.5%)
実施例8	$3(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Eu})\text{O} \cdot 8\text{Al}_2\text{O}_3$	ZnS: Au, Al	$(\text{La}, \text{Eu}, \text{Sm})_2\text{O}_2\text{S}$ (68.5%) / ZnS: Cu, Mn (31.5%)
実施例9	$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{Cl}_2$ (50%) / $3(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Eu})\text{O} \cdot 8\text{Al}_2\text{O}_3$ (50%)	ZnS: Au, Al	$(\text{La}, \text{Eu}, \text{Sm})_2\text{O}_2\text{S}$
実施例10	$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{Cl}_2$ (50%) / $3(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Eu})\text{O} \cdot 8\text{Al}_2\text{O}_3$ (50%)	ZnS: Au, Al	$(\text{La}, \text{Eu}, \text{Sm})_2\text{O}_2\text{S}$ (70.2%) / ZnS: Cu, Mn (29.8%)
実施例11	$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{Cl}_2$	ZnS: Au, Al	$(\text{La}, \text{Eu}, \text{Sm})_2\text{O}_2\text{S}$
比較例1	$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{Cl}_2$	$3(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Eu}, \text{Mn})\text{O} \cdot 8\text{Al}_2\text{O}_3$	$(\text{La}, \text{Eu})_2\text{O}_2\text{S}$
比較例2	$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{Cl}_2$	$(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}, \text{Eu})_2\text{SiO}_4$	$(\text{La}, \text{Eu})_2\text{O}_2\text{S}$

【0062】

【表2】

	BGR蛍光体の状態	混合蛍光体の平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	一体化蛍光体の平均粒径	
			平均一次粒径 ( $\mu\text{m}$ )	平均二次粒径 ( $\mu\text{m}$ )
実施例1	混合蛍光体	9.5	—	—
実施例2	一体化蛍光体	—	9.5	17.6
実施例3	混合蛍光体	9.8	—	—
実施例4	一体化蛍光体	—	9.8	18.2
実施例5	混合蛍光体	8.5	—	—
実施例6	一体化蛍光体	—	8.6	15.8
実施例7	混合蛍光体	8.8	—	—
実施例8	一体化蛍光体	—	8.8	16.3
実施例9	混合蛍光体	9.0	—	—
実施例10	混合蛍光体	9.2	—	—
実施例11	一体化蛍光体	—	30.2	70.5
比較例1	混合蛍光体	5.2	—	—
比較例2	混合蛍光体	6.5	—	—

【0063】

上述した実施例1～11および比較例1～2の各白色LEDランプに20mAの電流を流して点灯させ、各白色LEDランプの発光輝度、平均演色指数、色度を測定した。これらの測定結果を表3に示す。なお、各白色LEDランプの発光特性は、Instrumente

10

20

30

40

50

nt System社製CAS 140B COMPACT ARRAY SPECTR O METER および大塚電子社製MCPD装置を用いて測定した。

【0064】

【表3】

	白色LEDランプの特性		
	輝度(mcd)	平均演色指数	色度(x, y)
実施例1	300	92	(0.304, 0.302)
実施例2	305	92	(0.304, 0.302)
実施例3	320	93	(0.305, 0.303)
実施例4	320	93	(0.305, 0.303)
実施例5	280	91	(0.304, 0.302)
実施例6	280	91	(0.304, 0.301)
実施例7	290	92	(0.304, 0.302)
実施例8	295	92	(0.304, 0.302)
実施例9	300	92	(0.304, 0.302)
実施例10	305	91	(0.303, 0.302)
実施例11	450	92	(0.304, 0.303)
比較例1	150	70	(0.304, 0.303)
比較例2	250	81	(0.304, 0.302)

10

20

【0065】

表3から明らかなように、実施例1～11による各白色LEDランプは演色性に優れることに加えて、比較例1および比較例2に比べて輝度特性に優れることが分かる。従って、紫外発光LEDを用いた白色LEDランプにおいて、高演色性と高輝度とを両立させることができるとなる。このような白色LEDランプは、携帯型通信機器、PC周辺機器、OA機器、家庭用電気機器、各種スイッチ類、バックライト型表示板等の各種表示装置の構成部品、さらには一般照明装置等として有効に利用することができる。

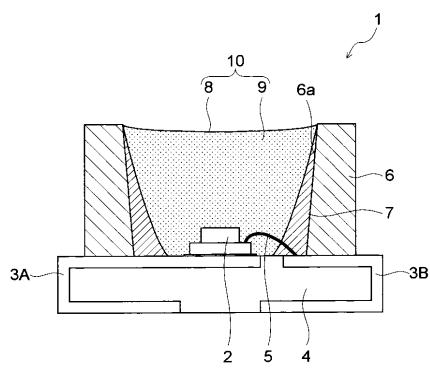
【産業上の利用可能性】

【0066】

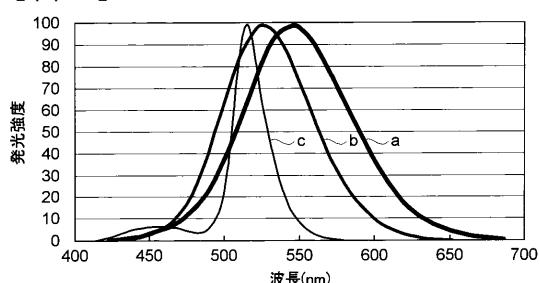
本発明の白色発光ランプは、緑色発光蛍光体として長波長成分をより多く含む金およびアルミニウム付活硫化亜鉛蛍光体を用いているため、赤色発光蛍光体による発光成分を補強することができる。これによって、紫外発光LEDを用いた白色発光ランプ本来の高演色性という特徴を損なうことなく、輝度特性を向上させることができる。このような高演色性と高輝度とを両立させた白色発光ランプは各種用途に有効に利用することができる。

30

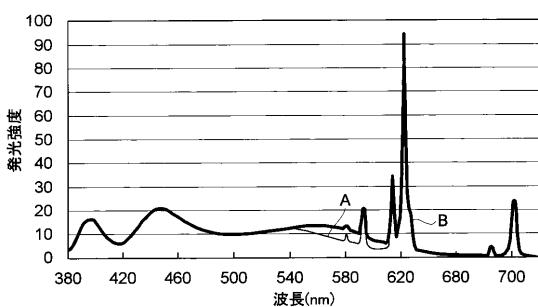
【図1】



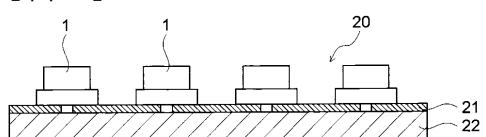
【図2】



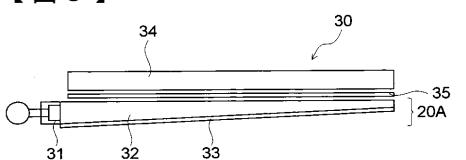
【図3】



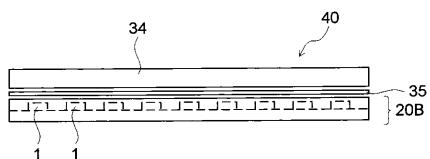
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
C 0 9 K 11/86 (2006.01) C 0 9 K 11/86 C P M  
G 0 2 F 1/13357 (2006.01) G 0 2 F 1/13357

(72)発明者 大屋 恭正  
日本国東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産部内

審査官 中田 誠

(56)参考文献 特開2004-331934 (JP, A)  
特開2000-73052 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64  
C09K 11/56  
C09K 11/64  
C09K 11/73  
C09K 11/86  
G02F 1/13357  
C09K 11/08