

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102194908 A

(43) 申请公布日 2011. 09. 21

(21) 申请号 201110021649. 8

H01L 31/055 (2006. 01)

(22) 申请日 2011. 01. 14

C09K 11/59 (2006. 01)

(30) 优先权数据

C09K 11/79 (2006. 01)

2010-046480 2010. 03. 03 JP

C08L 23/08 (2006. 01)

2010-046489 2010. 03. 03 JP

(71) 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

(72) 发明人 小松正明 冈崎畅一郎 楠敏明

椎木正敏

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

11243

代理人 钟晶 李昆岐

(51) Int. Cl.

H01L 31/048 (2006. 01)

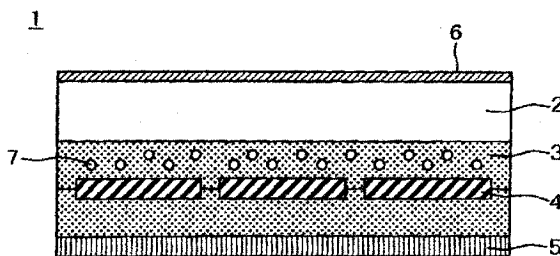
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 7 页

(54) 发明名称

具有波长转换材料的密封材料板以及使用其的太阳能电池

(57) 摘要

本发明提供一种具有波长转换材料的密封材料板以及使用其的太阳能电池,用于提高太阳能电池的光电转换效率。太阳能电池模块具有表面玻璃、密封材料、太阳能电池单元以及背板。在密封材料中混入有通过由近紫外光~蓝色光激发而发光出绿色光~近红外光的荧光体,荧光体在 300nm 以上处存在激发带,长波长侧的激发端波长存在于 410nm 以上 600nm 以下。荧光体的母体材料包含包括 (Ba, Sr)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、(Ba, Sr, Ca)<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>、Ba<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>、Sr<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>、(Sr, Ca, Ba)<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>、(Ba, Sr, Ca)<sub>3</sub>MgSi<sub>2</sub>O<sub>8</sub>、Ca<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>、Ca<sub>2</sub>ZnSi<sub>2</sub>O<sub>7</sub>、Ba<sub>3</sub>Sc<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>、Ca<sub>3</sub>Sc<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>中的任一种。由于波长转换的效率,该结构可提高太阳能电池的光电转换效率。



1. 一种密封材料板,其为由保护太阳能电池的密封材料构成的密封材料板,其特征在于,在所述密封材料中混合有荧光体,所述荧光体的母体材料包括  $(\text{Ba}, \text{Sr})_2\text{SiO}_4$ 、 $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_2\text{SiO}_4$ 、 $\text{Ba}_2\text{SiO}_4$ 、 $\text{Sr}_3\text{SiO}_5$ 、 $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba})_3\text{SiO}_5$ 、 $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$ 、 $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Ca}_2\text{ZnSi}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Ba}_3\text{Sc}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ 、 $\text{Ca}_3\text{Sc}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$  中的任一种。
2. 根据权利要求 1 所述的密封材料板,其特征在于,所述荧光体的活化剂为 Eu、Mn、Ce 中的任一种或多种元素。
3. 一种密封材料板,其为由保护太阳能电池的密封材料构成的密封材料板,其特征在于,在所述密封材料中混合有荧光体,所述荧光体的母体材料由  $\text{MAlSiN}_3$  表示, M 为 Ba、Sr、Ca、Mg 中的任一种或多种元素。
4. 根据权利要求 3 所述的密封材料板,其特征在于,所述荧光体的母体材料包括  $\text{CaAlSiN}_3$ 、 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3$  中的任一种。
5. 根据权利要求 3 所述的密封材料板,其特征在于,所述荧光体的活化剂为 Eu。
6. 一种密封材料板,其为由保护太阳能电池的密封材料构成的密封材料板,其特征在于,在所述密封材料中混合有荧光体,所述荧光体的母体材料为由  $\text{MMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}, \text{Mn}$  表示的化合物, M 为选自 Ba、Sr、Ca 中的任 1 种或多种元素。
7. 根据权利要求 6 所述的密封材料板,其特征在于,所述密封材料混合有有机过氧化物、交联助剂以及粘接提高剂中的任一种或多种添加剂。
8. 一种密封材料板,其为由保护太阳能电池的密封材料构成的密封材料板,其特征在于,在所述密封材料中混合有荧光体,所述荧光体的母体材料为由  $(\text{Ba}, \text{Ca})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}, \text{Mn}$  表示的化合物, Ca 浓度大于 0.01mol%、小于 7mol%。
9. 根据权利要求 8 所述的密封材料板,其特征在于,所述荧光体的母体材料为由  $(\text{Ba}, \text{Ca})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}, \text{Mn}$  表示的化合物, Ca 浓度大于 0.8mol%、4mol% 以下。
10. 一种密封材料板,其为由保护太阳能电池的密封材料构成的密封材料板,其特征在于,在所述密封材料中混合有荧光体,所述荧光体的母体材料为由  $(\text{Ba}, \text{Ca}, \text{Sr})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}, \text{Mn}$  表示的化合物, Ca 浓度设为 2.6mol% 的情况下, Sr 浓度为 0.01mol% ~ 9mol% 的范围或 14mol% ~ 21mol% 的范围。
11. 一种密封材料板,其为由保护太阳能电池的密封材料构成的密封材料板,其特征在于,在所述密封材料中混合有荧光体,

所述荧光体的母体材料为由  $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}, \text{Mn}$  表示的化合物, Sr 浓度为  $0.01\text{mol}\% \sim 9\text{mol}\%$  的范围或  $16\text{mol}\% \sim 18\text{mol}\%$  的范围。

12. 根据权利要求 11 所述的密封材料板, 其特征在于,

所述荧光体的母体材料为由  $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}, \text{Mn}$  表示的化合物, Sr 浓度为  $0.8\text{mol}\% \sim 4\text{mol}\%$  的范围。

13. 根据权利要求 12 所述的密封材料板, 其特征在于,

所述荧光体的 Mn 浓度为  $35\text{mol}\%$ 。

14. 根据权利要求 1 ~ 13 中任一项所述的密封材料板, 其特征在于,

所述荧光体的平均粒径为  $10\text{nm}$  以上、 $20\mu\text{m}$  以下。

15. 根据权利要求 1 ~ 13 中任一项所述的密封材料板, 其特征在于,

所述荧光体的平均粒径设为  $A(\mu\text{m})$ 、向密封材料中的添加量设为  $B(\text{重量}\%)$  时,  $0.004A \leq B \leq 8.7A$ 。

16. 根据权利要求 1 ~ 13 中任一项所述的密封材料板, 其特征在于,

所述荧光体的平均粒径设为  $A(\mu\text{m})$ 、向密封材料中的添加量设为  $B(\text{重量}\%)$  时,  $0.008A \leq B \leq 4.3A$ 。

17. 根据权利要求 1 ~ 13 中任一项所述的密封材料板, 其特征在于,

所述密封材料以乙烯 - 乙酸乙烯酯共聚物 (EVA) 为主成分。

18. 一种太阳能电池模块, 其为具有透明基板、密封材料、太阳能电池单元以及背板的太阳能电池模块, 其特征在于,

在光到达太阳能电池单元为止的路径中具有荧光体,

所述荧光体的母体材料包含  $(\text{Ba}, \text{Sr})_2\text{SiO}_4$ 、 $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_2\text{SiO}_4$ 、 $\text{Ba}_2\text{SiO}_4$ 、 $\text{Sr}_3\text{SiO}_5$ 、 $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba})_3\text{SiO}_5$ 、 $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$ 、 $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Ca}_2\text{ZnSi}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Ba}_3\text{Sc}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ 、 $\text{Ca}_3\text{Sc}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$  中的任一种。

19. 根据权利要求 18 所述的太阳能电池模块, 其特征在于,

所述荧光体的活化剂为 Eu、Mn、Ce 中的任一种或多种元素。

20. 一种太阳能电池模块, 其为由保护太阳能电池的密封材料构成的太阳能电池模块, 其特征在于,

在光到达太阳能电池单元为止的路径中具有荧光体,

所述荧光体的母体材料由  $\text{MAlSiN}_3$  表示, M 为 Ba、Sr、Ca、Mg 中的任一种或多种元素。

21. 根据权利要求 20 所述的太阳能电池模块, 其特征在于,

所述荧光体的母体材料包括  $\text{CaAlSiN}_3$ 、 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3$  中的任一种。

22. 根据权利要求 20 所述的太阳能电池模块, 其特征在于,

所述荧光体的活化剂为 Eu。

23. 一种太阳能电池模块, 其为具有透明基板、密封材料、太阳能电池单元以及背板的太阳能电池模块, 其特征在于,

在光到达太阳能电池单元为止的路径中具有荧光体,

所述荧光体的母体材料为由  $\text{MMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}, \text{Mn}$  表示的化合物, M 为选自 Ba、Sr、Ca 中的任 1 种或多种元素。

24. 一种太阳能电池模块, 其为具有透明基板、密封材料、太阳能电池单元以及背板的太阳能电池模块, 其特征在于,

在光到达太阳能电池单元为止的路径中具有荧光体，  
所述荧光体的母体材料为由 (Ba、Ca)MgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu、Mn 表示的化合物，Ca 浓度大于 0.01mol%、小于 7mol%。

25. 根据权利要求 24 所述的太阳能电池模块，其特征在于，  
所述荧光体的母体材料为由 (Ba、Ca)MgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu、Mn 表示的化合物，Ca 浓度大于 0.8mol%、4mol% 以下。

26. 一种太阳能电池模块，其为具有透明基板、密封材料、太阳能电池单元以及背板的太阳能电池模块，其特征在于，

在光到达太阳能电池单元为止的路径中具有荧光体，  
所述荧光体的母体材料为由 (Ba、Ca、Sr)MgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu、Mn 表示的化合物，Ca 浓度设为 2.6mol% 的情况下，Sr 浓度为 0.01mol% ~ 9mol% 的范围或 14mol% - 21mol% 的范围。

27. 一种太阳能电池模块，其为具有透明基板、密封材料、太阳能电池单元以及背板的太阳能电池模块，其特征在于，

在光到达太阳能电池单元为止的路径中具有荧光体，  
所述荧光体的母体材料为由 (Ba、Sr)MgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu、Mn 表示的化合物，Sr 浓度为 0.01mol% ~ 9mol% 的范围或 16mol% ~ 18mol% 的范围。

28. 根据权利要求 27 所述的太阳能电池模块，其特征在于，  
所述荧光体的母体材料为由 (Ba、Sr)MgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub> 表示的化合物，Sr 浓度为 0.8mol% ~ 4mol% 的范围。

29. 根据权利要求 28 所述的太阳能电池模块，其特征在于，  
所述荧光体的 Mn 浓度为 35mol%。

30. 根据权利要求 18 ~ 29 所述的太阳能电池模块，其特征在于，  
所述荧光体的平均粒径为 10nm 以上、20 μm 以下。

31. 根据权利要求 18 ~ 29 中任一项所述的太阳能电池模块，其特征在于，  
所述荧光体的平均粒径设为 A(μm)、向密封材料中的添加量设为 B(重量%) 时，  
0.004A ≤ B ≤ 8.7A。

32. 根据权利要求 18 ~ 29 中任一项所述的太阳能电池模块，其特征在于，  
所述荧光体的平均粒径设为 A(μm)、向密封材料中的添加量设为 B(重量%) 时，  
0.008A ≤ B ≤ 4.3A。

33. 根据权利要求 18 ~ 29 中任一项所述的太阳能电池模块，其特征在于，  
所述密封材料以乙烯 - 乙酸乙烯酯共聚物 (EVA) 为主成分。

## 具有波长转换材料的密封材料板以及使用其的太阳能电池

### 技术领域

[0001] 本发明涉及波长转换材料的技术,特别涉及通过对荧光体照射近紫外光~蓝色光而激发、引起发光,进而进行波长转换,提高太阳能电池的效率的技术。

### 背景技术

[0002] 一般来说,太阳能电池的量子效率在紫外光~蓝色光的区域相比于在绿色光~近红外光的区域而言较低。因此,通过将到达太阳能电池的光的波长成分之中的紫外光~蓝色光的波长的光进行波长转换而成为绿色光~近红外光的光,从而增加太阳能电池的量子效率高的波长区域的光,由此可提高太阳能电池的效率。历来已知有通过在光到达太阳能电池的路径中设置波长转换膜,从而提高太阳能电池的效率。

[0003] 例如,在专利文献 1 中,将荧光着色剂用作波长转换材料。另外,在专利文献 2 中,使用含有稀土类配位化合物的 ORMOSIL 复合体。另外,在非专利文献 1 中,使用有机金属配位化合物。然而,对于非专利文献 1 中记载的技术以及上述的荧光着色剂以及有机金属配位化合物而言,由于耐久性不充分,因此难以在长期间保持作为太阳能电池用波长转换材料的功能。另外有机金属配位化合物的波长转换量子效率为 0.6 左右之低,也成为问题。另外,虽然在专利文献 3 中记载有使用荧光体的太阳能电池用波长转换材料,但是在专利文献 3 中未记载有具体的效率提高量的数值,即使在专利文献 4 中发电效率的提高的效果也不充分。

[0004] 专利文献 1:日本特开 2001-7377 号公报

[0005] 专利文献 2:日本特开 2000-327715 号公报

[0006] 专利文献 3:日本特开 2003-218379 号公报

[0007] 专利文献 4:日本特开平 7-202243 号公报

[0008] 非专利文献 1:第 58 次配位化合物化学讨论会预备稿集 1PF-011

### 发明内容

[0009] 在太阳能电池用的波长转换材料使用有机金属配位化合物的情况下,如何提高其耐久性成为课题。另外,有机金属配位化合物的波长转换的量子效率为 0.6 左右之低,这也成为课题。因此,进行了将无机系化合物的荧光体用作太阳能电池用波长转换材料的努力。然而,对于以往的波长转换材料的波长转换效率而言,未达到充分提高太阳能电池的光电转换效率的程度,要求进一步提高光电转换效率。

[0010] 本发明鉴于上述课题而开发,其目的在于提供可提高波长转换材料的波长转换效率、可提高太阳能电池的光电转换效率的结构。

[0011] 对本申请中公开的发明之中代表性的发明的概要进行如下简单说明。

[0012] 一种密封材料板,其为由保护太阳能电池的密封材料构成的密封材料板,其特征在于,在前述密封材料中混合有荧光体,前述荧光体的母体材料包括  $(\text{Ba}, \text{Sr})_2\text{SiO}_4$ 、 $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_2\text{SiO}_4$ 、 $\text{Ba}_2\text{SiO}_4$ 、 $\text{Sr}_3\text{SiO}_5$ 、 $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba})_3\text{SiO}_5$ 、 $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$ 、 $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Ca}_2\text{ZnSi}_2\text{O}_7$ 、

$Ba_3Sc_2Si_3O_{12}$ 、 $Ca_3Sc_2Si_3O_{12}$  中的任一种。

[0013] 另外,一种密封材料板,其特征在于,就其它的荧光体而言,母体材料为由  $MMgAl_{10}O_{17}$  表示的化合物,M 为选自 Ba、Sr、Ca 中的任 1 种或多种元素,添加有 Eu、Mn 中的任一种或多种元素作为发光中心。

[0014] 另外,本发明的其它实施方式的主要的实施方式为具有透明基板、密封材料、太阳能电池单元以及背板的太阳能电池模块。另外,也存在表面玻璃为太阳能电池用的半强化玻璃、具有防反射膜的情况。太阳能电池模块的特征在于,在光到达太阳能电池单元为止的路径中包含荧光体,前述荧光体的母体材料包括  $(Ba, Sr)_2SiO_4$ 、 $(Ba, Sr, Ca)_2SiO_4$ 、 $Ba_2SiO_4$ 、 $Sr_3SiO_5$ 、 $(Sr, Ca, Ba)_3SiO_5$ 、 $(Ba, Sr, Ca)_3MgSi_2O_8$ 、 $Ca_3Si_2O_7$ 、 $Ca_2ZnSi_2O_7$ 、 $Ba_3Sc_2Si_3O_{12}$ 、 $Ca_3Sc_2SiO_{12}$  中的任一种。

[0015] 另外,一种太阳能电池模块,其特征在于,作为前述太阳能电池模块的荧光体,母体材料为由  $MMgAl_{10}O_{17}$  表示的化合物, M 为选自 Ba、Sr、Ca 中的任 1 种或多种元素,添加有 Eu、Mn 中的任一种或多种元素作为发光中心。

[0016] 在本发明中,由于波长转换材料的效率高,因此,可提高太阳能电池的光电转换效率。另外,在本发明中,使用荧光体作为波长转换材料,由于荧光体稳定性优异,因而可实现可靠性高的太阳能电池模块。

[0017] 另外,通过在密封材料板中混入作为波长转换材料的荧光体,可实现生产率优异的、光电转换效率高的太阳能电池模块。

#### 附图说明

[0018] 图 1 为在密封材料中混合有波长转换材料时的太阳能电池模块的模式图。

[0019] 图 2 为在密封材料和太阳能电池元件之间形成了波长转换层时的太阳能电池模块的模式图。

[0020] 图 3 为在防反射膜中混合有波长转换材料时的太阳能电池模块的模式图。

[0021] 图 4 为在防反射膜和表面玻璃之间形成了波长转换层时的太阳能电池模块的模式图。

[0022] 图 5 为将太阳能电池模块装进聚光型太阳能电池时的聚光型太阳光发电装置的模式图。

[0023] 图 6 为表示太阳能电池的发电电力增加量对波长转换材料激发端波长的依存性的曲线图。

[0024] 图 7 为表示光散射强度的粒径依存性的曲线图。

[0025] 图 8 为本发明的波长转换材料的激发光谱和发光光谱。

[0026] 图 9 为本发明的其它波长转换材料的激发光谱和发光光谱。

[0027] 图 10 为本发明的其它波长转换材料的激发光谱和发光光谱。

[0028] 图 11 为本发明的其它波长转换材料的激发光谱和发光光谱。

[0029] 图 12 为本发明的其它波长转换材料的激发光谱和发光光谱。

[0030] 图 13 为本发明的波长转换材料的激发光谱和发光光谱。

[0031] 图 14 为表示本发明的波长转换材料的发光强度对添加浓度的依存性的曲线图。

[0032] 附图标记说明

[0033] 1 太阳能电池模块, 2 表面玻璃, 3 密封材料, 4 太阳能电池元件, 5 背板, 6 防反射膜, 7 波长转换材料, 8 波长转换膜, 9 聚光透镜, 10 支撑框, 11 基板。

## 具体实施方式

[0034] 太阳能电池模块的结构

[0035] 本发明的太阳能电池模块的结构示于图 1。就太阳能电池模块 1 而言, 包括设置于太阳光入射侧的表面玻璃 2、密封材料 (透明树脂) 3、太阳能电池单元 (太阳能电池元件) 4 以及背板 5。在表面玻璃 2 的太阳光入射侧形成有防反射膜 6。虽然优选具有防反射膜, 但是也可没有。

[0036] 就表面玻璃 2 而言, 其成分除了玻璃以外, 如果是聚碳酸酯、丙烯酸树脂、聚酯、氟化聚乙烯等不妨碍太阳光入射的透明材料, 就可以使用。另外, 密封材料 3 具有作为保护材料的作用, 按照覆盖将光能量转换为电能的太阳能电池单元 4 的方式来配置。另外, 作为密封材料, 除了 EVA (乙烯-乙酸乙烯酯共聚物) 以外, 也可使用硅的灌封材料 (ポツティング材)、聚乙烯醇缩丁醛等。

[0037] 作为太阳能电池单元 4, 可使用单晶硅太阳能电池、多晶硅太阳能电池、薄膜化合物半导体太阳能电池、非晶硅太阳能电池等各种各样的太阳能电池元件。就该太阳能电池单元 4 而言, 在太阳能电池模块 1 内配置有 1 个至多个; 在配置有多个的情况下由内部连线 (interconnector) 进行电连接。另外, 作为背板 5, 为了具有耐候性、高绝缘性以及强度, 可制成金属层以及塑料膜层。

[0038] 如图 1 所示, 就波长转换材料 7 而言, 可混合于密封材料 3 而使用。在此情况下, 构成密封材料 3 吸收近紫外~蓝色光、放出绿色~近红外光的波长转换层。另外, 由于按照波长转换膜与密封材料 3 一起的方式制作太阳能电池模块, 因此, 可简化制造工序。

[0039] 另外, 就前述波长转换层而言, 至少存在于太阳光入射到太阳能电池单元 4 的路径即可, 至少处于表面玻璃 2 的受光表面以及表面玻璃 2 与太阳能电池单元 4 之间中的任一种即可。另外, 就波长转换层而言, 由于可仅吸收入射于太阳能电池单元的光即可, 因而至少存在于可向太阳能电池单元 4 的太阳光入射部供给转换后的光的位置即可, 也可在与太阳能电池模块 1 的表面积相同的面积上不均匀地存在。

[0040] 因此, 作为太阳能电池模块的结构, 除了图 1 所示的结构以外, 如图 2 所示, 可在密封材料 3 的太阳能电池单元侧形成波长转换层 8。在此情况下, 从波长转换材料排放出的光到太阳能电池元件为止的距离变短, 可抑制光的散射。

[0041] 另外, 如图 3 所示, 在设置防反射膜 6 的情况下, 可将波长转换材料 7 混炼于防反射膜 6 而使用。在此情况下, 由于按照与防反射膜 6 一起的方式制作波长转换膜, 因此可简化制造工序。另外, 由于没有表面玻璃 2 对紫外光的吸收、在表面玻璃的表面上形成波长转换膜, 因此, 可将紫外光进行波长转换, 成为可见光~近红外光。也就是, 这是由于紫外光相比于波长转换后的光而言, 更多被玻璃吸收。

[0042] 另外, 如图 4 所示, 可在防反射膜 6 与表面玻璃 2 之间形成波长转换膜 8。在此情况下, 由于没有表面玻璃 2 对紫外光的吸收、在表面形成波长转换膜 8, 因此, 可将紫外光波长转换为可见光~近红外。

[0043] 另外, 如图 5 那样, 可在上述的结构的基础上使用聚光透镜 9、支撑框 10、基板 11

等,用作聚光型太阳能电池。通过波长转换材料将能量高的短波长的光转换为能量低的长波长的光,太阳能电池元件的带隙以上的过剩的能量减小,因此,即使用作聚光型太阳能电池也可抑制太阳能电池元件的温度上升。

[0044] 如上所述,对于在光到达太阳能电池为止的路径中设置有包含荧光体的材料的结构的太阳能电池而言,可考虑混合于表面玻璃 2、密封材料 3 的材料的方法,在适当的溶剂中配合波长转换材料而涂布于所希望的部位的方法等;如果是不妨碍太阳能电池单元 4 对太阳光的吸收、不损害波长转换材料 7 的功能的实施方式,那么可以为任一种方法。其中,将图 1 所示的波长转换材料 7 混炼于密封材料 3 而使用的方法,可简化制造方法,作为设置波长转换材料 7 的方法而言优异。

[0045] 波长转换材料的激发端波长、粒径、添加浓度

[0046] 随着从蓝色光变为近紫外光,太阳能电池的量子效率一般在入射的光的波长变为短波长时而降低。另一方面,作为波长转换材料可使用荧光体的量子效率为 0.7 ~ 0.9 左右的材料。此处所说的量子效率,是从荧光体出射的出射光相对于入射到荧光体的入射光的比例,可通过量子效率测定装置来测定。另外,荧光体的发光为各向同性,存在有不朝向太阳能电池单元的、后方发光的成分。

[0047] 通过将太阳能电池的量子效率低的区域的太阳光经过波长转换材料而转变为量子效率高的区域,可以提高太阳能电池的效率,这样的量子效率的差是正向因素。另一方面,由于荧光体的量子效率也小于 1,例如荧光体的量子效率为 0.8 时那么  $1.0 - 0.8 = 0.2$  的部分就是负向因素。另外,从荧光体发出的光中,后方发光的成分大约为 13%,这部分也是负向因素。这样,将因荧光体的激发带的波长所引起的正向因素与负向因素相组合,来决定经过荧光体的波长转换是否能够提高太阳能电池的效率。即,如果荧光体的激发端长是比所希望的波长短的波长,就不能充分弥补太阳能电池的量子效率减低的部分,如果荧光体的激发端波长是比所希望的波长更长的波长,由于荧光体的量子效率小于 1,也不能提高太阳能电池的效率。这里,激发端波长是指激发光谱中长波长侧的激发强度增强的波长,表示为激发光谱的峰强度的 10% 的波长。对于在太阳光光谱强度中的 300nm 以上处具有激发带的荧光体,使该荧光体的长波长侧的激发端波长进行变化,在该情况下对发电电力增加量进行估算,估算结果示于图 6。

[0048] 可见,对于因波长转换而导致的发电电力的增加而言,量子效率为 0.6 ~ 0.9 时,激发端波长为 350 ~ 670nm。对于发电电力的增加而言,在激发端波长为 430-500nm 时最大。即,如果波长转换材料的量子效率为 0.6 ~ 0.9,那么通过使用激发端波长为 430 ~ 500nm 范围的波长转换材料,可最大限提高太阳能电池的发电电力;如果量子效率为 0.7 ~ 0.9,那么通过使用激发端波长为 450 ~ 500nm 范围的波长转换材料,可最大限提高太阳能电池的发电电力。另外,波长转换材料的量子效率为 0.7 以上的情况下,即使进一步使用激发端波长为 410 ~ 600nm 的波长转换材料,相比于以往的使用有机金属配位化合物(量子效率 0.6 左右)的波长转换的情况而言,也可提高太阳能电池的发电电力。

[0049] 另一方面,就荧光体而言,除了因上述的后方发光而导致的损失之外,还存在有因光学散射而导致的损失,其程度与粒径和添加浓度有关。就波长转换材料的粒径和光散射强度的关系而言,如果太阳光的波长设为 500nm,那么光散射强度在米氏散射(Mie-Streuung)作用下在粒径为其半值的 250nm 的条件下成为最大。光散射强度和粒径



的关系示于图 7。粒径小于 250nm 时, 散射强度受支配于瑞利散射 (Rayleigh scattering) 并且粒径越小散射强度减小; 另外粒径大于 250nm 时受支配于几何光学散射, 粒径越大则光散射强度越降低。粒径小则光散射强度降低, 但是荧光体的发光强度降低。另外, 如果粒径过大, 那么需要增多添加浓度, 损伤密封材料的功能。虽然在粒径的设定时需要考虑这些因素, 但是 10nm ~ 20 μm 的粒径范围是适当的。

[0050] 接着, 作为波长转换材料向密封材料中的添加浓度, 优选: 在太阳光入射侧, 入射进的光子到达太阳能电池单元为止至少存在 1 个荧光体粒子, 太阳光均匀地照射于混合于密封材料中的荧光体。

[0051] 如果添加浓度过剩那么光学散射增加, 另外如果添加浓度过少那么不进行波长转换而原样通过 (素通) 的光增加。因此, 平均粒径 2.3 μm 的荧光体的情况下的添加浓度为 2 重量%。另外, 平均粒径为 5.8 μm 的荧光体的情况下的添加浓度为 5 重量%。另外, 在平均粒径为 1.2 μm 的荧光体的情况下, 添加浓度为 1 重量%。因此, 荧光体的平均粒径为 1 ~ 5 μm 的情况下, 添加浓度为 1 ~ 5 重量%。也就是说, 粒径大的荧光体, 那么荧光体的重量%变大。但是, 此处为荧光体的必需量的计算结果, 在该量的前后存在最优浓度。

[0052] 因此, 如果荧光体的平均粒径设为 A (μm), 那么作为最优浓度范围的 B (重量%) 从最优浓度 2A/2.3 的 1/200 倍左右起开始显现效果, 到 10 倍左右为止可看到效果。因此, 荧光体的浓度在  $0.004A \leq B \leq 8.7A$  的范围为良好, 如果考虑光的阻塞 (stopping) 及光散射, 那么更优选为在从最优浓度 2A/2.3 的 1/100 倍左右起到 5 倍左右的范围内波长转换的效果高。因此, 荧光体的浓度在  $0.008A \leq B \leq 4.3A$  的范围为最优。

[0053] 波长转换材料的选定

[0054] 作为波长转换材料, 优选为可以将 500nm 以下的近紫外光~蓝色光进行光转换成为 500nm ~ 1100nm 的绿色光~近红外光而入射于太阳能电池单元的材料。

[0055] 特别优选如下材料, 所述材料在太阳光光谱强度的 300nm 以上处具有激发带、量子效率为 0.7 以上、激发端波长处于 410 ~ 600nm。特别最优选激发端波长处于 430 ~ 500nm 的材料。进一步, 从亮度寿命及耐湿性的观点考虑, 优选各种显示器、灯以及白色 LED 等中所使用的无机荧光体材料。但限于激发带分布于近紫外光~蓝色光的材料。在本发明中, 从这样的观点考虑选定了, 激发带存在于近紫外光~蓝色光、并且光转换效率高的荧光体材料组成。需要说明的是, 荧光体大多为在荧光灯、布劳恩管 (Braun tube)、等离子体显示板装置等中具有非常长的使用实际成绩、确立了可靠性的荧光体。

[0056] 波长转换材料 1

[0057] 作为本发明中所使用的波长转换材料的荧光体, 母体材料为由  $M_xSi_yO_z$  表示的化合物, 且 M 为选自钡、锶、钙、镁、锌、铕中的任一种或多种元素, 该化合物的组成比为  $2 \leq x \leq 5, 1 \leq y \leq 3, 4 \leq z \leq 12$  的范围。另外, 该化合物, 作为例子可列举出  $(Ba, Sr)_2SiO_4$ 、 $(Ba, Sr, Ca)_2SiO_4$ 、 $Ba_2SiO_4$ 、 $Sr_3SiO_5$ 、 $(Sr, Ca, Ba)_3SiO_5$ 、 $(Ba, Sr, Ca)_3MgSi_2O_8$ 、 $Ca_3Si_2O_7$ 、 $Ca_2ZnSi_2O_7$ 、 $Ba_3Sc_2Si_3O_{12}$ 、 $Ca_3Sc_2Si_3O_{12}$ 。另外, 作为发光中心而添加的活化剂为选自铕、锰、铈中的任一种或多种元素。以下, 给出这些荧光体的若干的测定例。

[0058] 作为波长转换材料, 使用了添加有铕的平均粒径 15 μm 的  $(Ba, Sr)_2SiO_4:Eu$  荧光体。该荧光体的激发光谱和发光光谱示于图 8。具有从 300nm 到 500nm 的很宽的激发带。另外, 由于太阳能电池在 300nm ~ 500nm 的区域的内部量子效率低于绿色 528nm 处的内部

量子效率,因此,可通过使用  $(\text{Ba}, \text{Sr})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}$  荧光体而进行波长转换,提高太阳能电池的光电转换效率。

[0059] 另外,作为波长转换材料,使用添加有铕的平均粒径  $16\ \mu\text{m}$  的  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5:\text{Eu}$  荧光体。该荧光体的激发光谱和发光光谱示于图 9。具有从  $300\text{nm}$  到  $580\text{nm}$  的很宽的激发带。另外,在发光光谱中,可在  $580\text{nm}$  看到发光峰。波长转换的量子效率为  $73\%$ 。由于太阳能电池在  $300\text{nm} \sim 580\text{nm}$  的区域的内部量子效率低于在橙色  $580\text{nm}$  处的内部量子效率,因此,可通过使用  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5:\text{Eu}$  荧光体而进行波长转换,提高太阳能电池的光电转换效率。

[0060] 另外,作为波长转换材料,使用添加了铈的平均粒径  $15\ \mu\text{m}$  的  $\text{Ba}_3\text{Sc}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}:\text{Ce}$  荧光体。该荧光体的激发光谱和发光光谱示于图 10。具有从  $300\text{nm}$  到  $500\text{nm}$  的很宽的激发带。另外,在发光光谱中,可在  $510\text{nm}$  看到发光峰。波长转换的量子效率为  $75\%$ 。由于太阳能电池在  $300\text{nm} \sim 500\text{nm}$  的区域的内部量子效率低于在绿色  $510\text{nm}$  处的内部量子效率,因此,可通过使用  $\text{Ba}_3\text{Sc}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}:\text{Ce}$  荧光体而进行波长转换,提高太阳能电池的光电转换效率。

[0061] 接着,作为本发明中所使用的波长转换材料的荧光体,母体材料为由  $\text{MAlSiN}_3$  表示的化合物,且  $\text{M}$  为钡、锶、钙、镁中的任一种或多种元素。另外,该化合物作为例子可列举出  $\text{CaAlSiN}_3$ 、 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3$ 。另外,作为发光中心而添加的活化剂为铕。

[0062] 作为波长转换材料,使用添加有铕的平均粒径  $10\ \mu\text{m}$  的  $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$  荧光体。该荧光体的激发光谱和发光光谱示于图 11。具有从  $300\text{nm}$  到  $600\text{nm}$  的很宽的激发带。另外,在发光光谱中,可在  $625\text{nm}$  看到发光峰。波长转换的量子效率为  $79\%$ 。由于  $300\text{nm} \sim 600\text{nm}$  的区域的太阳能电池的内部量子效率低于在红色  $625\text{nm}$  处的内部量子效率,因此,可通过使用  $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$  荧光体而进行波长转换,从而提高太阳能电池的光电转换效率。

[0063] 另外,作为波长转换材料,使用添加有铕的平均粒径  $10\ \mu\text{m}$  的  $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$  荧光体。该荧光体的激发光谱和发光光谱示于图 12。具有从  $300\text{nm}$  到  $600\text{nm}$  的很宽的激发带。另外,在发光光谱中,可在  $610\text{nm}$  看到发光峰。波长转换的量子效率为  $80\%$ 。由于在  $300\text{nm} \sim 600\text{nm}$  的区域的太阳能电池的内部量子效率低于在红色  $610\text{nm}$  处的内部量子效率,因此,可通过使用  $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$  荧光体而进行波长转换,提高太阳能电池的光电转换效率。

[0064] 波长转换材料 2

[0065] 另外,作为荧光体,可使用由  $\text{MMgAl}_{10}\text{O}_{17}$  表示的化合物。此处,  $\text{M}$  为选自  $\text{Ba}$ 、 $\text{Sr}$ 、 $\text{Ca}$  中的任 1 种或多种元素。

[0066] 作为波长转换材料,使用添加了铕和锰的平均粒径  $5\ \mu\text{m}$  的  $(\text{Ba}, \text{Ca})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ 、 $\text{Mn}$  荧光体。接着,对本发明使用的  $(\text{Ba}, \text{Ca})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ 、 $\text{Mn}$  绿色发光荧光体的制造方法进行记述。荧光体原料使用  $\text{BaCO}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{MgCO}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Eu}_2\text{O}_3$  以及  $\text{MnCO}_3$ 。另外,使用  $\text{AlF}_3$  作为助熔剂。各原料的混合量如下。

[0067]  $\text{BaCO}_3 \cdots 0.814\text{g}$

[0068]  $\text{CaCO}_3 \cdots 0.013\text{g}$

[0069]  $\text{MgCO}_3 \cdots 0.274\text{g}$

[0070]  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdots 2.549\text{g}$

[0071]  $\text{Eu}_2\text{O}_3 \cdots 0.132\text{g}$

[0072]  $\text{MnCO}_3 \cdots 0.201\text{g}$

[0073]  $\text{AlF}_3 \cdots 0.004\text{g}$

[0074] 就  $\text{BaCO}_3$  而言, 由于 Ca 及 Eu 是作为置换 Ba 的物质, 那么 Ba 的量的减少部分相当于 Ca 及 Eu 的添加量, 以使得 Ba+Ca+Eu 的量为固定量。另外, Eu 浓度设为 15mol%、Mn 浓度设为 35mol%。在利用研钵将原料进行干式混合之后, 将原料填充于氧化铝坩埚, 利用管状炉在 1450℃、在  $\text{N}_2\text{-H}_2$  还原气氛 ( $\text{H}_2$  浓度 2%) 中进行 3 小时烧成。取出所获得的烧成物, 便获得了目标的 (Ba, Ca) $\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu, Mn}$  绿色发光荧光体 ([Ca] = 2.6mol%)。

[0075] 该荧光体的激发光谱和发光光谱示于图 13。从激发光谱来看, 在 300nm ~ 460nm 这一广泛的区域中具有激发带。这样宽的激发带是因为添加了 Eu。另外, 从发光光谱来看, 在 515nm 具有发光的峰, 半值宽度狭窄而表示尖锐 (sharp) 的发光。该发光与 Mn 有关, 引发从 Eu 到 Mn 的能量迁移。由于太阳能电池在 300nm ~ 460nm 的区域的量子效率一般低于绿色 515nm 处的量子效率, 因此, 可通过使用 (Ba, Ca) $\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu, Mn}$  荧光体而进行波长转换, 提高太阳能电池的光电转换效率。

[0076] 将 (Ba, Ca) $\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu, Mn}$  荧光体中的 Ca 浓度进行了改变的试样的 365nm 激发的发光峰强度 (515nm) 的相对值, 示于图 14。(Ba, Ca) $\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu, Mn}$  荧光体的发光峰强度, 通过添加 Ca, 相比于  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu, Mn}$  荧光体而言增加了。通过添加 0.01mol% 左右的极微量的 Ca, 而产生了效果。

[0077] 根据图 14, Ca 浓度在小于 7mol% 的范围, 相对亮度超过 100。因此, Ca 浓度为大于 0.01mol%、小于 9mol% 的范围是适当的, 更优选大于 0.8mol%、4mol% 以下的范围是适当的。通过将 Ca 浓度制成 1mol%, 从而相对发光峰强度相比于  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu, Mn}$  荧光体而言提高了 6%。

[0078] 另外, 制作 (Ba, Sr) $\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu, Mn}$  荧光体, 测定了 365nm 激发的发光峰强度。通过添加 0.01mol% 左右的极微量的 Sr, 而产生效果。根据图 14, 在 Sr 浓度小于 9mol% 的范围, 相对亮度超过 100。因此, Sr 浓度大于 0.01mol%、小于 9mol% 的范围是适当的, 更优选大于 0.8mol%、4mol% 以下的范围是适当的。

[0079] 在图 14 中, 进一步增加 Sr 的量, 在 16mol% ~ 18mol% 时, 相对亮度超过 100。因此, 即使使用该范围的 Sr 的量也可提高效果。通过将 Sr 浓度制成 1mol%, 从而相对发光峰强度相比于  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu, Mn}$  荧光体而言提高了 4%。

[0080] 另外, 同样地操作, 制作 (Ba, Sr, Ca) $\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu, Mn}$  荧光体, 测定了 365nm 激发的发光峰强度。如图 14 所示, Ca 浓度固定于 2.6mol%, 改变 Sr 的浓度而对相对亮度进行了评价。在此情况下, 根据图 14, 在 Sr 的量比 8mol% 低的区域, 相对亮度超过 100, 获得效果。如果进一步增加 Sr 的浓度, 在 Sr 的浓度为 14mol% ~ 21mol% 的范围, 相对亮度超过 100。另外, 如图 14 所示, 通过将 Ca 浓度设为 2.6mol%, Sr 浓度设为 1mol%, 从而相对发光峰强度相比于  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu, Mn}$  荧光体而言可提高 7%。

[0081] 如此地, 通过将 (Ba, Sr) $\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu, Mn}$ , (Ba, Ca) $\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu, Mn}$  以及 (Ba, Sr, Ca) $\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu, Mn}$  的荧光体作为波长转换材料而设置于太阳能电池面板, 可提高太阳能电池的光电转换效率。

[0082] 如上所述对于本发明所使用的荧光体而言, 激发波长带存在于 300nm 以上, 且激发端波长存在于 410 ~ 600nm 的范围, 且量子效率为 0.7 以上之高。因此, 可提高太阳能电池的发电效率。

[0083] 另外,本发明中所使用的荧光体的平均粒径为  $10\text{nm} \sim 20\ \mu\text{m}$ 。此处,荧光体的平均粒径,可如下规定。作为粒子(荧光体粒子)的平均粒径的测量方法,有通过粒度分布测定装置进行测定的方法以及由电子显微镜直接观察的方法等。

[0084] 如果以通过电子显微镜来调查的情况为例,那么可如下算出平均粒径。粒子的粒径的变量( $\dots, 0.8 \sim 1.2\ \mu\text{m}, 1.3 \sim 1.7\ \mu\text{m}, 1.8 \sim 2.2\ \mu\text{m}, \dots, 6.8 \sim 7.2\ \mu\text{m}, 7.3 \sim 7.7\ \mu\text{m}, 7.8 \sim 8.2\ \mu\text{m}, \dots$ 等)的各区间,以级别值( $\dots, 1.0\ \mu\text{m}, 1.5\ \mu\text{m}, 2.0\ \mu\text{m}, \dots, 7.0\ \mu\text{m}, 7.5\ \mu\text{m}, 8.0\ \mu\text{m}, \dots$ )来表示,将其设为  $X_i$ 。而且,如果用  $f_i$  表示由电子显微镜观察的各变量的频数,那么平均值  $A$  如下表示。

[0085]  $A = \sum X_i f_i / \sum f_i = \sum X_i f_i / N$

[0086] 并且,  $\sum f_i = N$ 。就本发明的荧光体而言,由于激发带波长适合于波长转换材料,因此,作为太阳能电池用波长转换材料可获得优异的效果。

[0087] 太阳能电池模块的制作 1

[0088] 接着,使用前述波长转换材料而制作太阳能电池模块。向透明树脂(EVA)中少量添加有机过氧化物、交联助剂以及粘接提高剂,按照 0.1 重量%的比例混合平均粒径  $16\ \mu\text{m}$  的  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5:\text{Eu}$  荧光体,使用加热至  $80^\circ\text{C}$  的辊磨机进行混炼之后,使用压机而夹于 2 张聚对苯二甲酸乙二醇酯之间,制作出厚度  $0.5\text{mm}$  的以 EVA 为主成分的密封材料 3。

[0089] 接着,将该密封材料 3 放冷至室温,剥掉聚对苯二甲酸乙二醇酯膜,如图 1 那样一同层叠表面玻璃 2、太阳能电池单元 4、背板 5,由设定为  $150^\circ\text{C}$  的真空层压机预压接。在  $155^\circ\text{C}$  的烘箱将预压接的层叠物加热 30 分钟,进行交联及粘接而制作出太阳能电池模块 1。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流增大,相比于不使用波长转换材料的情况,电流增加了 5%。另外,荧光体的亮度寿命相比于使用有机金属配位化合物的情况而言提高了。

[0090] 接着,使用平均粒径  $10\text{nm} \sim 100\text{nm}$  的  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5:\text{Eu}$  荧光体作为波长转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流增加了 5%。由于荧光体的平均粒径为  $10\text{nm} \sim 100\text{nm}$  之小,因此荧光体的亮度低,但是散射也低,因而可增加 5% 的电流。

[0091] 接着,使用平均粒径  $50\text{nm} \sim 250\text{nm}$  的  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5:\text{Eu}$  荧光体作为波长转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流增加了 6%。由于荧光体的平均粒径为  $50\text{nm} \sim 250\text{nm}$  之变大,因而荧光体的亮度上升,另一方面如图 7 所示,散射没有变大,因而可增加 6% 的电流。

[0092] 接着,使用荧光体的平均粒径  $200\text{nm} \sim 500\text{nm}$  的  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5:\text{Eu}$  荧光体作为波长转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流增加了 4%。由于荧光体的平均粒径如  $200\text{nm} \sim 500\text{nm}$  那样进一步变大了,因而亮度提高,但是如图 7 所示,散射

也增加,因此增加的电流量为 4%左右。

[0093] 接着,使用平均粒径 400nm ~ 1 μm 的  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5:\text{Eu}$  荧光体作为波长转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流量。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流量增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流量增加了 4%。由于荧光体的平均粒径如 400nm ~ 1 μm 那样进一步变大了,因而亮度提高,但是如图 7 所示,散射也增加,因此增加的电流量为 4%左右。

[0094] 接着,使用平均粒径 0.8 μm ~ 2 μm 的  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5:\text{Eu}$  荧光体作为波长转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流量。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流量增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流量增加了 5%。由于荧光体的平均粒径如 0.8 μm ~ 2 μm 那样进一步变大了,因而亮度提高,另外,如图 7 所示,散射转变为减少,因而可增加 5%的电流量。

[0095] 接着,作为波长转换材料使用平均粒径 1 μm ~ 5 μm 的  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5:\text{Eu}$  荧光体,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流量。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流量增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流量增加了 5%。由于荧光体的平均粒径如 1 μm ~ 5 μm 那样进一步变大了,因而亮度提高,另外,如图 7 所示,散射转变为减少,因而可增加 5%的电流量。

[0096] 接着,使用平均粒径 3 μm ~ 20 μm 的  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5:\text{Eu}$  荧光体作为波长转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流量。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流量增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流量增加了 5%。荧光体的平均粒径如 3 μm ~ 20 μm 那样进一步变大了,因而亮度提高,另外,如图 7 所示,散射转变为减少,因而可增加 5%的电流量。

[0097] 接着,使用平均粒径 15 μm 的  $(\text{Ba}, \text{Sr})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}$  荧光体作为波长转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流量。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流量增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流量增加了 2.5%。另外,荧光体的亮度寿命相比于使用有机金属配位化合物的情况而言提高了。

[0098] 接着,使用平均粒径 10 μm 的  $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$  荧光体作为波长转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流量。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流量增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流量增加了 4%。另外,荧光体的亮度寿命相比于使用有机金属配位化合物的情况而言提高了。

[0099] 太阳能电池模块的制作 2

[0100] 接着,对使用与上述 1 不同的前述波长转换材料而制作了太阳能电池模块的例子进行说明。向透明树脂 (EVA) 中少量添加有机过氧化物、交联助剂以及粘接提高剂,按照 0.1 重量%的比例混合平均粒径 6 μm 的  $(\text{Ba}, \text{Ca}, \text{Sr})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}, \text{Mn}$  荧光体,使用加热至

80℃的辊磨机而混炼之后,使用压机而夹于2张聚对苯二甲酸乙二醇酯之间,制作出厚度0.5mm的以EVA为主成分的密封材料3。另外,前述荧光体组成,可使用1种或混合使用多种的组成。

[0101] 接着,将该密封材料3放冷至室温,剥掉聚对苯二甲酸乙二醇酯膜,如图1那样一同层叠表面玻璃2、太阳能电池单元4、背板5,由设定为150℃的真空层压机进行预压接。用155℃的烘箱将预压接的层叠物加热30分钟,进行交联及粘接而制作出太阳能电池面板1。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池面板的电流增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流增加了5%。另外,荧光体的亮度寿命相比于使用有机金属配位化合物的情况而言提高了。

[0102] 接着,使用平均粒径10nm~100nm的(Ba、Ca、Sr)MgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu、Mn荧光体作为波长转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流增加了5%。荧光体的平均粒径为10nm~100nm之小,因此荧光体的亮度低,但是散射也低,因而可增加5%的电流。

[0103] 接着,使用平均粒径50nm~250nm的(Ba、Ca、Sr)MgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu、Mn荧光体作为波长转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流增加了6%。

[0104] 接着,使用平均粒径200nm~500nm的(Ba、Ca、Sr)MgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu、Mn荧光体作为波长转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流增加了4%。荧光体的平均粒径如200nm~500nm那样进一步变大了,因而亮度提高,但是如图7所示,散射也增加,因此增加的电流为4%左右。

[0105] 接着,使用平均粒径400nm~1μm的(Ba、Ca、Sr)MgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu、Mn荧光体作为波长转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流增加了4%。荧光体的平均粒径如400nm~1μm那样进一步变大了,因而亮度提高,但是如图7所示,散射也增加,因此增加的电流为4%左右。

[0106] 接着,使用平均粒径0.8μm~2μm的(Ba、Ca、Sr)MgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu、Mn荧光体作为波长转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流增加了5%。荧光体的平均粒径如0.8μm~2μm那样进一步变大了,因而亮度提高,另外,如图7所示,散射转变为减少,因而可增加5%的电流。

[0107] 接着,使用平均粒径1μm~5μm的(Ba、Ca、Sr)MgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu、Mn荧光体作为波长

转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流量。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流量增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流量增加了5%。荧光体的平均粒径如 $1\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ 那样进一步变大了,因而亮度提高,另外,如图7所示,散射转变为减少,因而可增加5%的电流量。

[0108] 接着,使用平均粒径 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 的 $(\text{Ba}, \text{Ca}, \text{Sr})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}, \text{Mn}$ 荧光体作为波长转换材料,与前述太阳能电池模块同样地制作,测定了其电流量。在本发明中,由于使用激发带适合的荧光体作为波长转换材料,并且使用光转换效率高的波长转换材料,因此,太阳能电池模块的电流量增大,相比于不使用波长转换材料的情况而言电流量增加了5%。荧光体的平均粒径如 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 那样进一步变大了,因而亮度提高,另外,如图7所示,散射转变为减少,因而可增加5%的电流量。

[0109] 产业上的利用可能性

[0110] 本发明可利用于薄膜多晶硅太阳能电池、薄膜化合物半导体太阳能电池、非晶硅太阳能电池等太阳能电池模块。

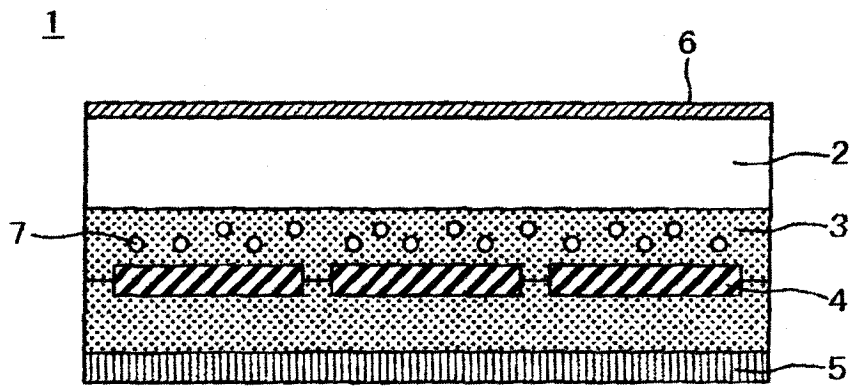


图 1

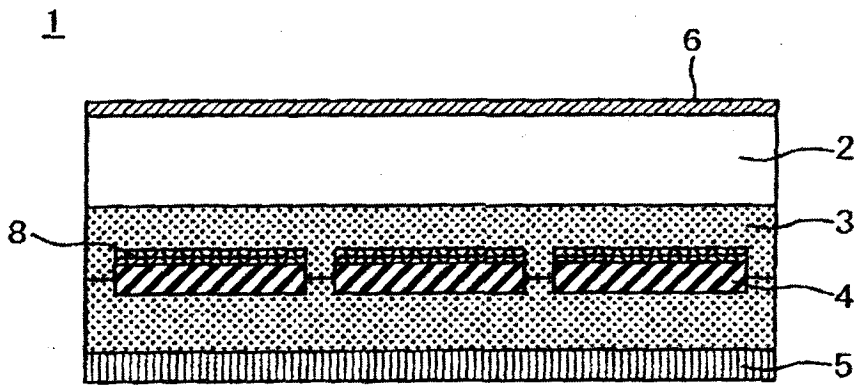


图 2

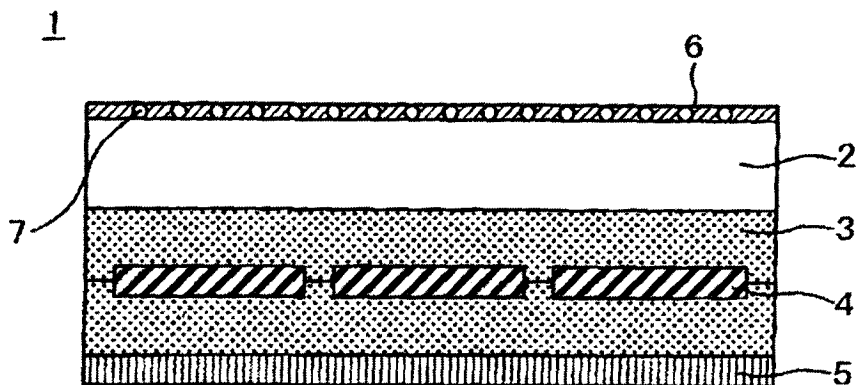


图 3



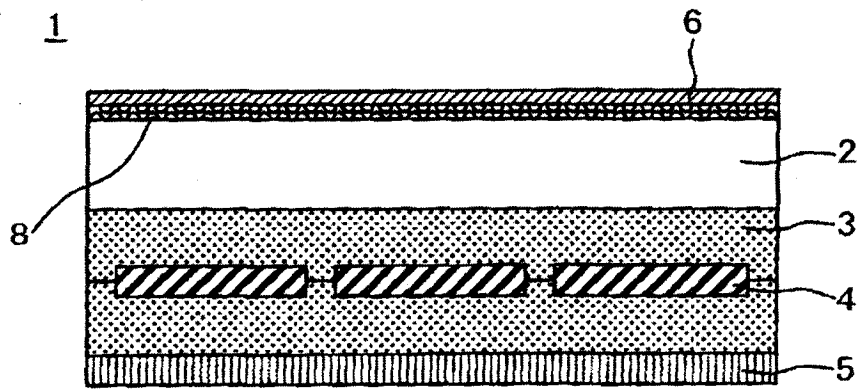


图 4

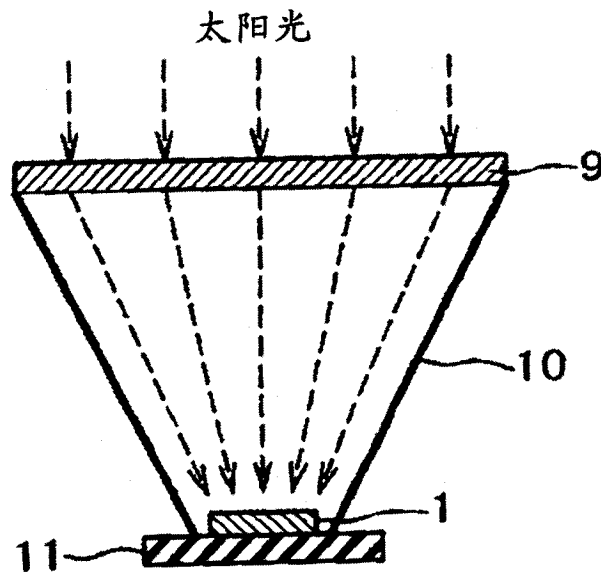


图 5

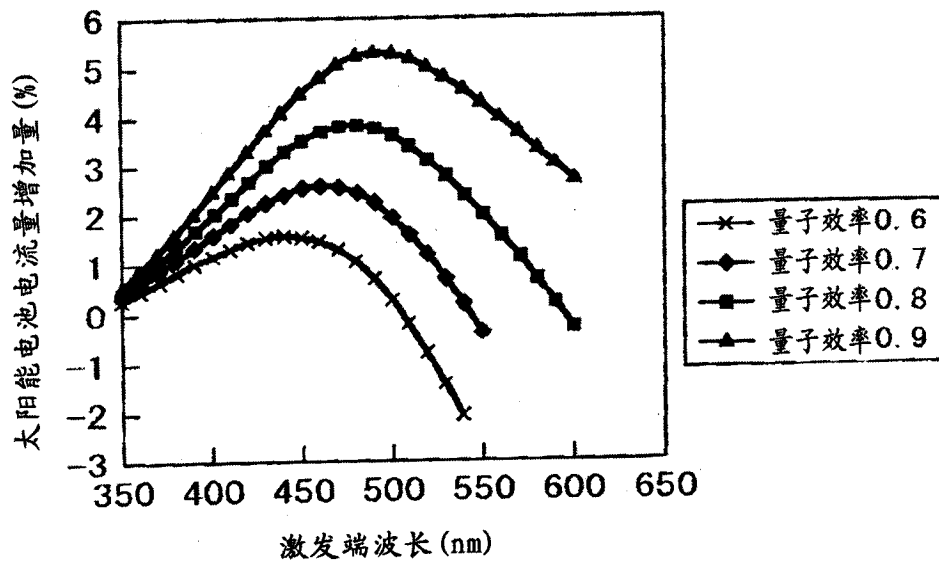


图 6

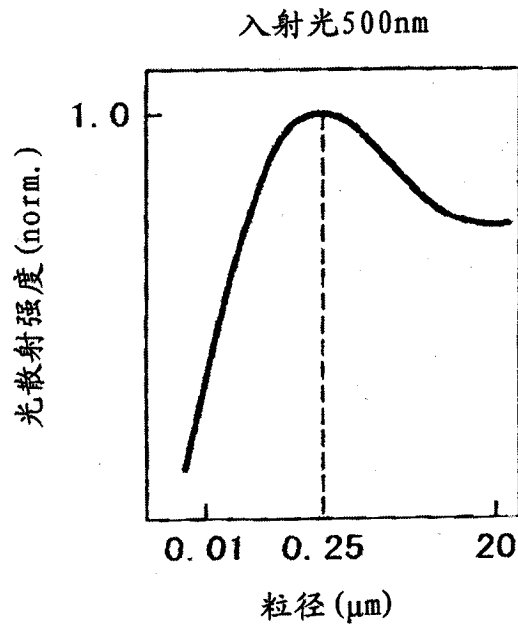


图 7

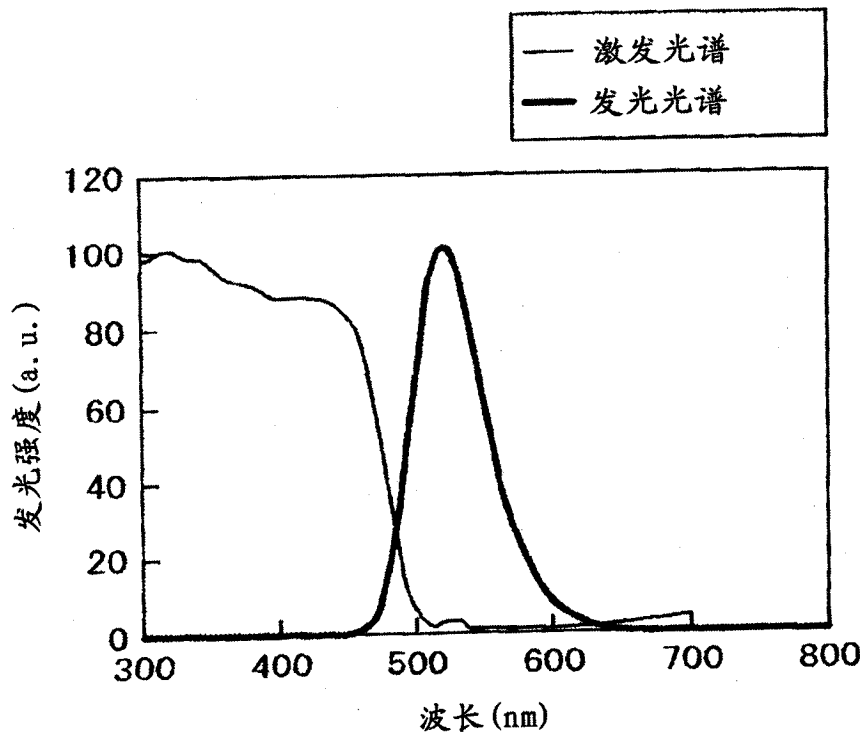


图 8

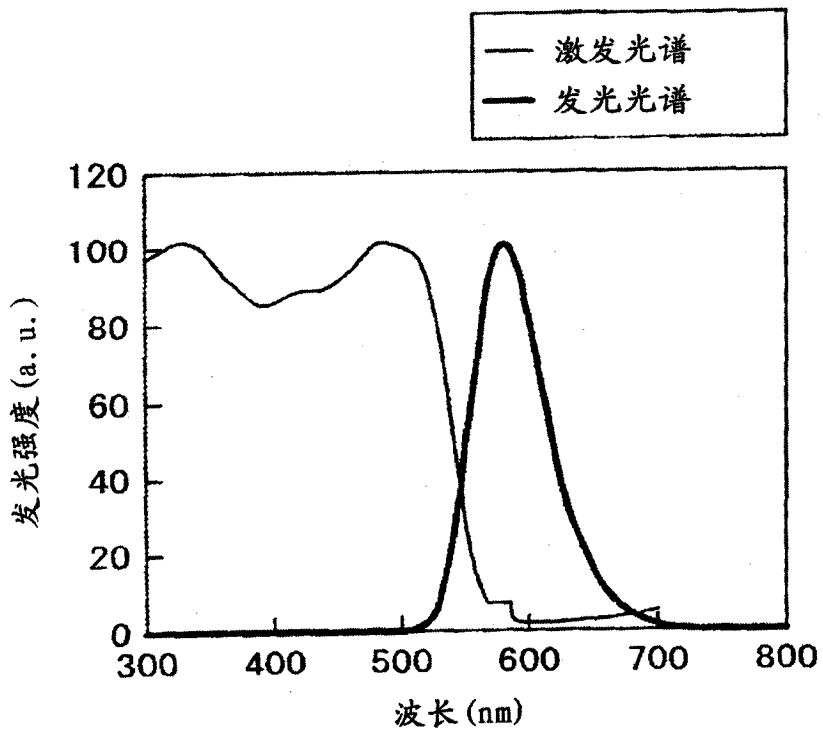


图 9

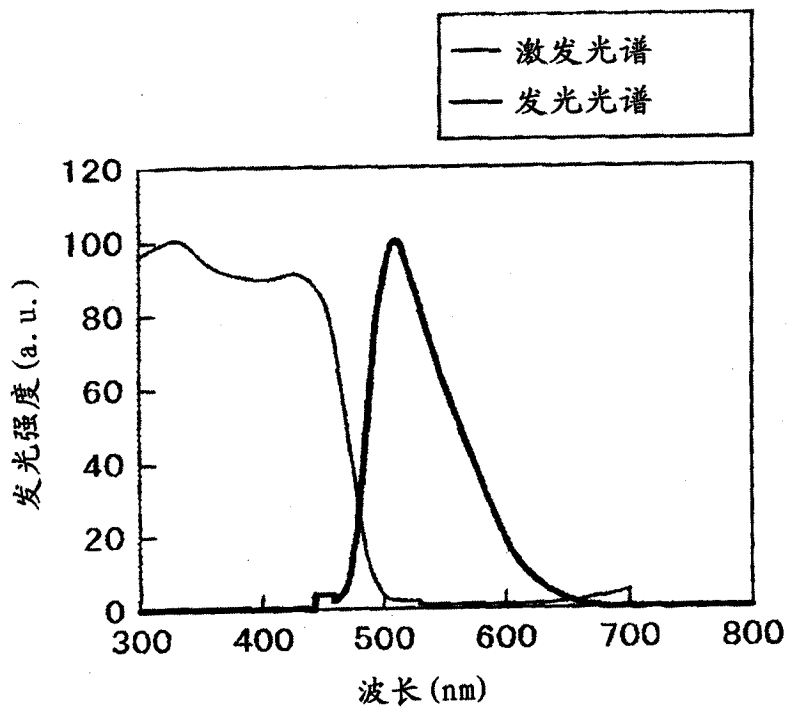


图 10

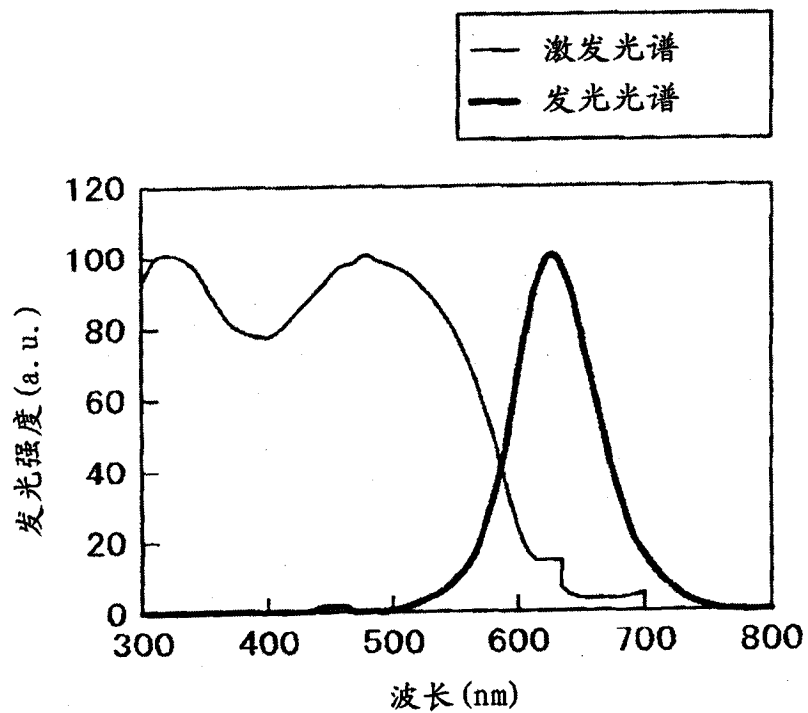


图 11

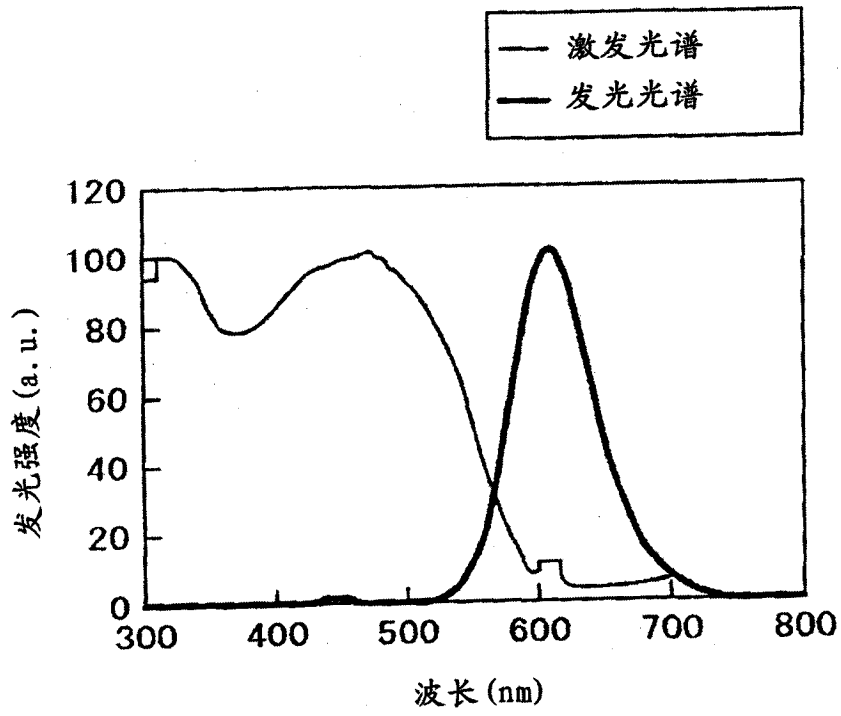


图 12

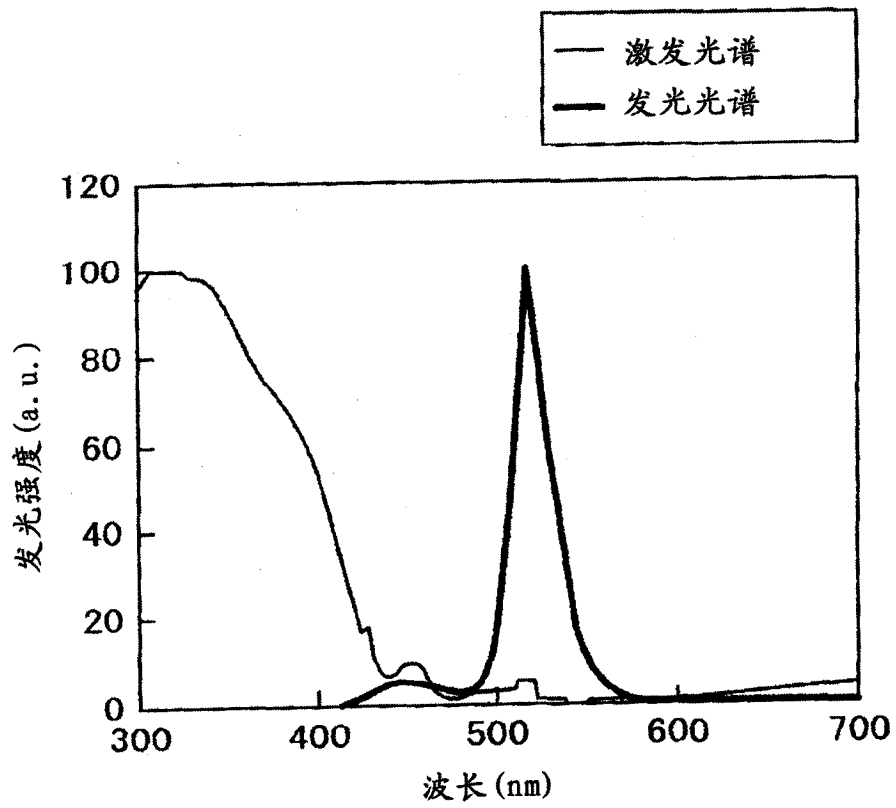


图 13

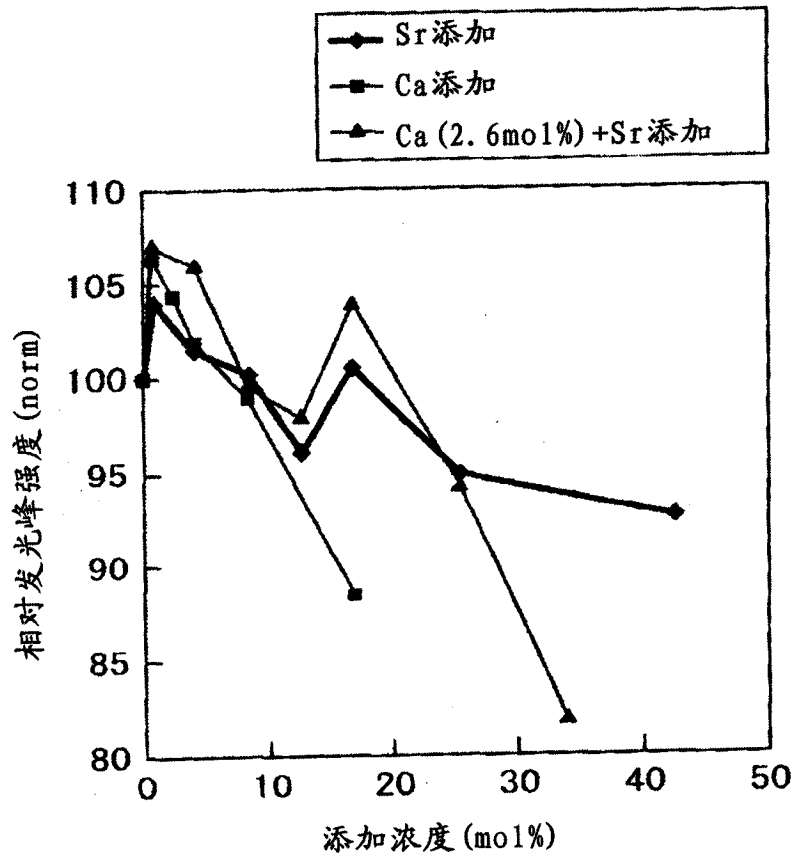


图 14