

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

H01L 33/00

C09K 11/70 H01S 5/00

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01142442.7

[43]公开日 2002年10月2日

[11]公开号 CN 1372330A

[22]申请日 2001.11.28 [21]申请号 01142442.7

[30]优先权

[32]2001.2.26 [33]US [31]09/794,899

[71]申请人 华上光电股份有限公司

地址 台湾省台北市

[72]发明人 王望南 黄文杰

[74]专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 巫肖南 封新琴

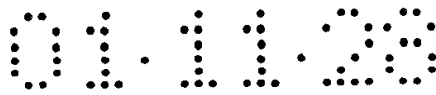
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 以散射光媒介作光变换的发光二极管

[57]摘要

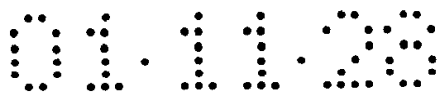
本发明公开一种发光二极管(LED)或其他光发射装置,例如镭射二极管(laser diode, LD),包括发光构件及散射光媒介,例如介质磷光粉(DPP),此散射光媒介吸收一部分由发光构件所放射的光并放射出波长不同于吸收光的光。散射光媒介由晶质磷光颗粒及能隙大于3eV的近似球型介质颗粒混合物所制成(其不吸收蓝光)。散射光媒介,例如DPP也可以包含磷光颗粒及以气泡(或孔隙)替代介质颗粒。根据本发明优选实施例所示范的LED结构包括:封胶于环氧树脂的晶质半导体晶粒;连接至半导体晶片的接线;连接至接线的金属引线架;及覆盖散射光媒介,例如介质磷光粉的环氧树脂封胶。此DPP由近似球型的介质颗粒及晶质磷光颗粒混合物嵌埋于环氧树脂所制成。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4



## 权 利 要 求 书

1. 一种发光二极管，包括：  
发光构件以放射光，包含透明封胶；以及  
5 散射光媒介，加入至所述透明基底。
2. 权利要求 1 的发光二极管，其中所述散射光媒介选自：空气气泡、  
氦气气泡及惰性气体气泡。
3. 权利要求 1 的发光二极管，其中所述散射光媒介的能隙大于 3eV。
4. 权利要求 1 的发光二极管，其中所述散射光媒介不会吸收蓝光。
- 10 5. 权利要求 1 所述的发光二极管，还包括：  
晶质半导体晶粒，其中所述散射光媒介嵌埋于所述环氧树脂；  
接线，连接至所述半导体晶片；以及  
金属引线架，连接至所述接线以将电流传输至所述半导体晶粒。
6. 权利要求 1 的发光二极管，还包括：  
15 晶质半导体晶粒，封胶于所述散射光媒介；  
接线，连接至所述半导体晶片；以及  
金属引线架，连接至所述接线以将电流传输至所述半导体晶粒；  
其中所述半导体晶粒选自：氮化合物半导体晶粒、氮化镓化合物半导  
体晶粒、晶质氮化镓的半导体晶粒以及晶质氮化铝镓的半导体晶粒。
- 20 7. 权利要求 1 的发光二极管，其中所述透明封胶还包括选自：钷、钇、  
铈及铈基磷光质的石榴石荧光材料。
8. 权利要求 1 的发光二极管，其中所述透明封胶还包括选自：Ag:ZnS、  
CuAuAl:ZnS、CuAl:ZnS、Mg<sub>4</sub>(F)GeO<sub>5</sub>:Mn 及 Ce:YAG 的石榴石荧光材料。
9. 权利要求 1 的发光二极管，其中所述透明封胶还包括选自：香豆素、  
25 Fluorol 7GA、DOCI、玫瑰红、DCM、吡啶 1 及吡啶 2 的石榴石荧光材料。
10. 权利要求 1 的发光二极管，其中所述散射光媒介是磷光颗粒及孔隙  
的混合物。
11. 权利要求 1 的发光二极管，其中所述散射光媒介还包括由晶质磷光  
颗粒及介质颗粒所制成的介质磷光粉。
- 30 12. 权利要求 11 的发光二极管，其中所述磷光颗粒的浓度为所述介质  
磷光粉总体积的 2% 到 25%。



13. 权利要求 11 的发光二极管, 其中所述介质颗粒选自: 微晶质氮化铝、非晶质氮化硅、非晶质氮化镓及非晶质二氧化硅。

14. 权利要求 11 的发光二极管, 其中所述介质颗粒选自: 半径在 50 到 5000nm 之间的非晶质氮化硅、半径在 50 到 5000nm 之间的非晶质二氧化硅及半径在 50 到 5000nm 之间的非晶质氮化镓。

15. 权利要求 11 的发光二极管, 其中所述磷光颗粒是半径在 1000 到 10000nm 之间的石榴石荧光材料的微晶体。

16. 权利要求 11 的发光二极管, 其中所述磷光颗粒选自: 钆、铈、铈及铈基磷光质。

10 17. 权利要求 11 的发光二极管, 其中所述磷光颗粒包括含有至少一种选自: 钆、镨、铕、镧、钆及钆元素与至少另一种选自: 铝、镓及铟元素的被铈活化的石榴石荧光材料。

15 18. 权利要求 11 的发光二极管, 其中所述透明密封胶选自: 半球型镜片、环氧树脂、双凸透镜片、薄片玻璃、聚甲基丙烯酸甲酯的薄片塑胶及聚碳酸酯的薄片塑胶。

19. 权利要求 1 的发光二极管, 其中所述散射光媒介吸收一部分由所述发光构件所放射的光并放射出波长不同于所述吸收光的光。

20. 权利要求 1 的发光二极管, 其中以镭射二极管(LD)替代所述发光二极管。

20 21. 一种镭射二极管, 包括:  
发光构件以放射光, 包含透明密封胶; 以及  
散射光媒介, 加入至所述透明基底。

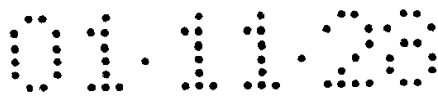
22. 权利要求 21 的镭射二极管, 其中所述散射光媒介选自: 空气气泡、氮气气泡及惰性气体气泡。

25 23. 权利要求 21 的镭射二极管, 其中所述散射光媒介的能隙大于 3eV。

24. 权利要求 21 的镭射二极管, 其中所述散射光媒介不会吸收蓝光。

25. 权利要求 21 的镭射二极管, 其中所述透明密封胶还包括选自: 钆、铈、铈及铈基磷光质的石榴石荧光材料。

30 26. 权利要求 21 的镭射二极管, 其中所述透明密封胶还包括选自: Ag:ZnS、CuAuAl:ZnS、CuAl:ZnS、Mg<sub>4</sub>(F)GeO<sub>5</sub>:Mn 及 Ce:YAG 的石榴石荧光材料。



27. 权利要求 21 的镭射二极管，其中所述透明封胶还包括选自：香豆素、Fluorol 7GA、DOCI、玫瑰红、DCM、吡啶 1 及吡啶 2 的石榴石荧光材料。

5 28. 权利要求 21 的镭射二极管，其中所述散射光媒介是磷光颗粒及孔隙的混合物。

29. 权利要求 21 的镭射二极管，其中所述散射光媒介还包括由晶质磷光颗粒及介质颗粒所制成的介质磷光粉。

30. 权利要求 29 的镭射二极管，其中所述磷光颗粒的浓度为所述介质磷光粉总体积的 2% 到 25%。

10 31. 权利要求 29 的镭射二极管，其中所述介质颗粒选自：微晶质氮化铝、非晶质氮化硅、非晶质氮化镓及非晶质二氧化硅。

32. 权利要求 29 的镭射二极管，其中所述介质颗粒选自：半径在 50 到 5000nm 之间的非晶质氮化硅、半径在 50 到 5000nm 之间的非晶质二氧化硅及半径在 50 到 5000nm 之间的非晶质氮化镓。

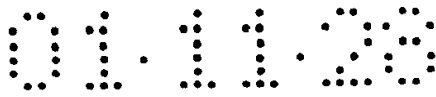
15 33. 权利要求 29 的镭射二极管，其中所述磷光颗粒是半径在 1000 到 10000nm 之间的石榴石荧光材料的微晶体。

34. 权利要求 29 的镭射二极管，其中所述磷光颗粒选自：钆、铈、铈及铈基磷光质。

20 35. 权利要求 29 的镭射二极管，其中所述磷光颗粒包括含有至少一种选自：钆、镨、铈、镧、钆及钆元素与至少另一种选自：铝、镓及铟元素的被铈活化的石榴石荧光材料。

36. 权利要求 21 的镭射二极管，其中所述透明封胶选自：半球型镜片、环氧树脂、双凸透镜片、薄片玻璃、聚甲基丙烯酸甲酯的薄片塑胶及聚碳酸酯的薄片塑胶。

25 37. 权利要求 21 的发光二极管，其中所述散射光媒介吸收一部分由所述发光构件所放射的光并放射出波长不同于所述吸收光的光。



# 说明书

## 以散射光媒介作光变换 的发光二极管

5

### 发明领域

本发明涉及一种发光二极管(LED),特别是有关于一种利用散射光媒介(scattering optical media)作光波长变换的发光二极管的制造。

10

### 相关技术说明

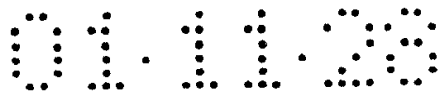
发光二极管(LED)为熟知的固态发光装置,已广泛应用于指示器、显示器及光源。如同半导体元件,LED的特征在于具有良好的烧毁率(burn-out rate)、耐振性及持久的反覆开关(ON/OFF)操作。

传统的LED一般发出光谱中的红光部分。就光波长变换来说,例如使用不同的杂质掺杂于LED以改变所放射出红光的波长。然而,上述利用杂质掺杂于LED的公知技术无法有效地放射出所有可见光谱范围的光。

相对于红光,蓝光属于可见光谱的短波长部分。目前已开发出的技术,从LED产生较大范围的放射光以开发光谱中的蓝光部分。波长较短的蓝光,其容许从蓝色LED的放射光改变成光谱中其他颜色的放射光,包含白光。此可通过荧光或光波长变换来完成,其为吸收波长较短的光并重新放射波长较长的光的过程。

图1a是熟知的利用光波长变换的LED。此LED包含半导体晶粒1、接线2及3、引线架4及5、波长变换物质6以及环氧树脂封胶7。当电流经由电性连接至引线架4及5的接线2及3而施加至作为LED的发光构件的半导体晶粒1时,产生一次光(primary light)。含有特定磷光质的波长变换物质6,覆盖发光构件(即半导体晶粒1)并模制于树脂中。半导体晶粒1的n电极及p电极通过接线2及3分别连接至引线架4及5。

对于光波长变换而言,LED的有效元件为光波长变换物质6,其从半导体晶粒1部分吸收初始光并产生二次光(secondary light)。从半导体晶粒1



产生光的部分(以下称作 LED 光)激发内含于光变换物质 6 的磷光质以产生与 LED 光不同波长的荧光。由磷光质所放射出的荧光与 LED 光(其输出没有磷光质的激发)混合并放射输出。因此, LED 输出具有与通过发光构件(即半导体晶粒 1)放射的 LED 光不同波长的光。

- 5           包含于波长变换物质 6 中的磷光质可以是公知的荧光材料或是公知中有用的石榴石荧光材料的微晶体。就紫外线(UV)一次光放射而言, 波长转换物质 6 包含稠密的磷光粉。图 1b 是配合图 1a 中使用稠密磷光粉的熟知具有光波长变换的 LED。磷光粉埋置于环氧树脂 9 中并稠密地沉积成薄的覆盖层于发光构件(即半导体晶粒 1)的表面。就蓝色的一次光放射而言, 波长
- 10 转换物质 6 包含稀释的磷光粉。图 1c 是配合图 1a 中使用稀释磷光粉的熟知具有光波长变换的 LED。磷光粉埋置于环氧树脂 9 中并以稀释比例沉积于发光构件表面, 如同厚的敷层、模糊球面或平面层, 或如同镜片模制于半导体晶粒 1。

就光波长变换而言, 熟知的 LEDs(例如公开于图 1a、图 1b 及图 1c 的

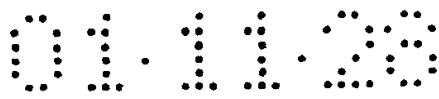
15 LED)在放射光色彩均匀性的控制上有问题。半导体晶粒 1 所产生的一次光会由于晶粒 1 的电极而被局部阻隔, 使得光的每个方向或角度的放射不均匀而造成特别的放射图案。然而, 光波长变换物质 6 中所含的磷光粉则导致光均匀的放射。在放射均匀性中的两冲突现象造成经由放射角度或方向控制光色彩均匀性的困难度, 其导致无法控制光放射的色彩差异。

- 20           因此, 在此技术中需要一种改善熟知具有光波长变换的改良式 LED, 特别是可以克服公知问题的 LED。

### 发明概述

- 25           本发明提供一种发光二极管(LED)或其他发光装置, 例如镭射二极管(laser diode, LD), 包括: 发光构件及散光媒介, 例如介质磷光粉(dielectric phosphor powder, DPP), 此 DPP 吸收一部分由发光构件所放射的光并放射出波长不同于吸收光的光。在 LED 中光散射媒介或散布媒介的运用, 例如
- 30 介质颗粒(或任何具有能隙大于 3eV 的颗粒, 其不会吸收光谱中的蓝光), 改善了 LED 放射光的光均匀性。

在本发明的优选实施例中, LED 包含晶质的半导体晶粒, 作为发光构



件。介质磷光粉是由近似球型的微介质颗粒及磷光颗粒混合物所制成。此球型介质微颗粒也可以由宽能隙半导体或透明介质所制成。此 DPP 形成散射光媒介，其折射指数、散射特性及光变换特性是由折射指数及介质颗粒半径所控制。与没有 DPP 作光变换的传统 LED 相比，在 LED 中使用 DPP 容许 LED 发光构件(例如，晶质半导体晶粒)的有效的光引出、有效的光波长变换以及全部放射角的大体均匀的色彩分布和通过具有 DPP 的 LED 所产生的较宽的光放射角。

5 此散射光媒介，例如 DPP，也可以包含磷光颗粒及气泡(或孔隙)以替代介质颗粒。此 DPP 的气泡能隙大于 3eV，其不吸收光谱中的蓝光。此气泡可为空气气泡、氮气气泡及惰性气体气泡。再者，此 DPP 也可以为气泡、介质颗粒及磷光颗粒的混合物。

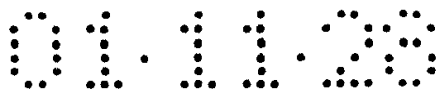
根据另一实施例，本发明提供一种发光二极管(LED)，包括：发光构件(例如，晶质半导体晶粒)，以及散射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)，此散射光媒介由晶质磷光颗粒及近似球型的微介质颗粒的混合物所制成。

15 又根据另一实施例，本发明提供一种发光二极管(LED)，包括：发光构件(例如，一氮化铝镓(InGaN)晶质半导体晶粒)，封装于散射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)。此 DPP 由微晶质氮化铝(AlN)的近似球型的微介质颗粒的混合物所制成。根据此特定实施例的 LED 也可以是白色的 LED。

20 又根据一实施例，本发明提供一种发光二极管(LED)，包括：发光构件，例如氮化镓(InGaN)半导体晶粒，封装于散射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)。此 DPP 由半径在 50 到 5000nm 之间的非晶质氮化硅(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)的近似球型的微介质颗粒及半径在 1000 到 10000nm 之间的石榴石荧光材料的微晶体的混合物所制成。根据此特定实施例的 LED 也可以是白色的 LED。

25 根据一另外实施例，本发明提供一种发光二极管(LED)，包括：发光构件，例如氮化铝镓(InGaN)半导体晶粒，封装于散射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)。此 DPP 由半径在 50 到 5000nm 之间的非晶质二氧化硅(SiO<sub>2</sub>)的近似球型的微介质颗粒及半径在 1000 到 10000nm 之间的石榴石荧光材料的微晶体的混合物所制成。根据此特定实施例的 LED 也可以是白色的 LED。

30 又根据一另外实施例，本发明提供一种发光二极管(LED)，包括：发光构件，例如氮化镓(InGaN)半导体晶粒，封装于散射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)。此 DPP 由半径在 50 到 5000nm 之间的非晶质氮化镓(GaN)的近



似球型的微介质颗粒及半径在 1000 到 10000nm 之间的石榴石荧光材料的微晶体的混合物所制成。根据此特定实施例的 LED 也可以是白色的 LED。

根据本发明优选实施例所示范的 LED 结构包括：晶质半导体晶粒，封胶于环氧树脂；接线，连接至半导体晶片；金属引线架，连接至接线；以及环氧树脂封胶，覆盖散射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)。此 DPP 由近似球型的介质颗粒及晶质磷光颗粒混合物嵌埋于环氧树脂所制成。

### 附图简述

10 为使上述及本发明其他优点与特征更明显易懂，以下特举优选实施例并结合附图作详细的说明。其中：

图 1a 是公知的具有光波长变换的发光二极管的示意图；

图 1b 是配合图 1 使用稠密磷光粉的熟知的具有光波长变换的发光二极管的示意图；

15 图 1c 是配合图 1 使用稀释磷光粉的熟知的具有光波长变换的发光二极管的示意图。

图 1d 是根据本发明的使用散射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)的光波长变换的示意图；

20 图 2a 及图 2b 是根据本发明另一实施例的使用散射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)的具有光波长变换的发光二极管的示意图；以及

图 3a 及图 3b 是根据本发明再一实施例的使用散射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)的具有光波长变换的发光二极管或其他发光装置，例如镭射二极管(LD)的示意图。

25

### 符号说明

1、10、31 ~ 半导体晶粒；

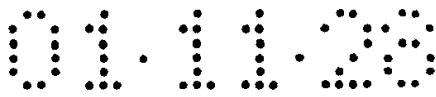
2、3、20、30、32、33 ~ 接线；

4、5、34、35、40、50 ~ 金属引线架；

30 6、36、60 ~ 波长变换物质；

7、37、70 ~ 封胶；





8d、120、312~石榴石荧光材料微晶体;

9、39、90~环氧树脂;

10d、110、311~介质颗粒。

5

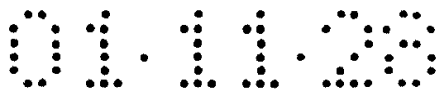
### 优选实施例的详细说明

图 1d 是根据本发明的使用散射光媒介, 例如介质磷光粉(DPP)的光波长变换的示意图, 以应用于图 1a 的 LED。图 1a 的波长变换物质 6 被介质磷光粉或 DPP 所取代。根据本发明的 DPP 是由近似球型的微介质颗粒与晶质的磷光颗粒混合物嵌埋于环氧树脂 9d 所制成。在 LED 中光散射媒介或散布媒介的运用, 例如介质颗粒(任何具有能隙大于 3eV 的颗粒), 改善了 LED 放射光的光均匀性。嵌埋于环氧树脂 9d 的晶质磷光颗粒重量或体积浓度取决于环氧树脂层的厚度及磷光颗粒的尺寸及分布。磷光颗粒的浓度一般为介质磷光粉(DPP)总体积的 2% 到 25%。根据本发明的磷光颗粒包含钆(Gd)、钇(Y)、铈(Ce)及钕(Nd)基磷光质。

介质磷光粉(DPP)是由近似球型的微介质颗粒及磷光颗粒混合物所制成。球形介质微颗粒可由宽能隙半导体或透明介质所制成。此 DPP 形成散射光媒介, 其折射指数、散射特性及光变换特性是由折射指数及介质颗粒半径所控制。与没有 DPP 作光变换的传统 LED 相比, 在 LED 中使用 DPP 容许 LED 发光构件(例如, 晶质半导体晶粒)的有效的光引出、有效的光波长变换以及全部放射角的大体均匀的色彩分布和通过具有 DPP 的 LED 所产生的较宽的光放射角。

此散射光媒介, 例如 DPP 也可以包含磷光颗粒, 及气泡(或孔隙)以替代介质颗粒。此 DPP 的气泡能隙大于 3eV。气泡因其表面张力而自然地成球型, 其作用是用作本发明光波长变换的光散射媒介。此气泡可为空气气泡、氮气(N<sub>2</sub>)气泡及惰性气体气泡。此气泡通过在环氧树脂 9d 模制期间注入对应气泡的气体而设置于环氧树脂 9d 上。再者, 此 DPP 也可以为气泡、介质颗粒及磷光颗粒的混合物。

根据本发明特定实施例的 LED 结构, 包含: 晶质半导体晶粒、由近似球型的微介质颗粒及晶质磷光颗粒的混合物嵌埋于环氧树脂 9d 所制成介质磷光粉(DPP)、接线, 连接至半导体晶粒、金属引线架, 连接至接线以传输

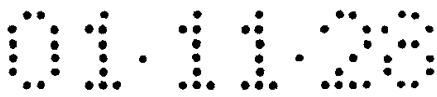


电流至半导体晶粒以及环氧树脂封胶，覆盖介质磷光粉或 DPP。

根据本发明另一实施例中，此散射光媒介，例如 DPP 是由近似球型的微晶质氮化铝( $\text{AlN}$ )的微介质颗粒所制成。又根据本发明另一实施例，此 DPP 是由半径在 50 到 5000nm 之间的非晶质氮化硅( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )的近似球型的微介质颗粒及半径在 1000 到 10000nm 之间的石榴石荧光材料的微晶体的混合物所制成。在一另外实施例中，此 DPP 是由半径在 50 到 5000nm 之间的非晶质二氧化硅( $\text{SiO}_2$ )的近似球型的微介质颗粒 10d 及半径在 1000 到 10000nm 之间的石榴石荧光材料的微晶体 8d 的混合物嵌埋于环氧树脂 9d 所制成。又根据一另外实施例中，此 DPP 是由半径在 50 到 5000nm 之间的非晶质氮化镓( $\text{GaN}$ )的近似球型的微介质颗粒 10d 及半径在 1000 到 10000nm 之间的石榴石荧光材料的微晶体 8d 的混合物嵌埋于环氧树脂 9d 所制成。

图 2a 及图 2b 是绘示出根据本发明另一实施例的使用散射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)的具有光波长变换的发光二极管的示意图。本发明提供一种 LED，包括：发光构件及散射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)，此 DPP 吸收一部分由发光构件所放射的光并放射出波长不同于吸收光的光。在根据本发明优选实施例中，此 LED 包含晶质半导体晶粒(氮化镓( $\text{InGaN}$ )晶质半导体晶粒 10)，作为发光构件。此 DPP 是由近似球型的介质颗粒及晶质磷光颗粒混合物嵌埋于环氧树脂 70 所制成。嵌埋于环氧树脂封胶 90 的晶质磷光颗粒重量或体积浓度取决于环氧树脂层的厚度及磷光颗粒的尺寸及分布。磷光颗粒的浓度可为体积的 2% 到 25%。根据本发明的磷光颗粒的使用，包含钆( $\text{Gd}$ )、钇( $\text{Y}$ )、铈( $\text{Ce}$ )及钕( $\text{Nd}$ )基磷光质。特别地，此 DPP 波长变换物质 60 是由半径在 50 到 5000nm 之间的非晶质氮化硅( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )的近似球型的微介质颗粒 110 及半径在 1000 到 10000nm 之间的石榴石荧光材料的微晶体 120 的混合物嵌埋于环氧树脂 90 所制成。半导体晶粒 10，作为 LED 中的发光构件，当电流经由电性连接至金属引线架 40 及 50 的接线 20 及 30 而施加于晶粒 10 时，产生一次光。含有 DPP 的波长变换物质 60，覆盖发光构件(即半导体晶粒 10)并模制于树脂中。半导体晶粒 10 的 n 电极及 p 电极通过接线 20 及 30 分别电性连接至金属引线架 40 及 50。

此散射光媒介，例如 DPP 也可以包含磷光颗粒、且以气泡(或孔隙)替代介质颗粒，此 DPP 的气泡能隙大于 3eV。气泡因其表面张力而自然地成球型，其作用是用作本发明光波长变换的光散射媒介。此气泡可为空气气



泡、氮气(N<sub>2</sub>)气泡及惰性气体气泡。此气泡通过在环氧树脂 90 模制期间注入对应气泡的气体而设置于环氧树脂 90 上。再者，此 DPP 也可以为气泡、介质颗粒及磷光颗粒的混合物。

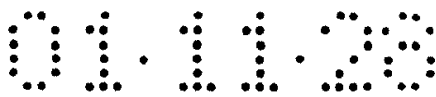
5 根据本发明特定实施例的 LED 结构，包含：晶质半导体晶粒 10，密封胶于散射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)，其由近似球型的微介质颗粒及晶质磷光颗粒的混合物嵌埋于环氧树脂 90 所制成，接线 20 及 30，连接至半导体晶粒 10、金属引线架 40 及 50，连接至接线以传输电流至半导体晶粒以及环氧树脂密封胶 90，覆盖散射光媒介，例如介质磷光粉或 DPP。

10 用于 LED 中的发光构件是一氮化镓化合物半导体，能够有效激发 DPP 中的石榴石荧光材料。LED 中的发光构件是由在半导体制备过程中的基底上形成氮化镓(InGaN)光放射层所制成。发光构件的结构可为同质结构(homostructure)、异质结构(heterostructure)或双异质结构(double heterostructure)。

15 在根据本发明的特定实施例中，当电流施加于晶质半导体晶粒 10 时，产生波长 $\lambda_p$ 在 400 到 500nm 之间的一次蓝绿光。此 DPP 波长变换物质 60 吸收此一次蓝绿光并产生波长 $\lambda_s$ 在 550 到 660nm 之间的二次黄橘光。结果具有 DPP 的 LED 所出现的光是蓝绿光波长 $\lambda_p$ 与黄橘光波长 $\lambda_s$ 的总和，其出现人类肉眼的白光。

20 白光的色彩品质取决于一次蓝绿光及二次黄橘光强度比率的全部放射角的分布，并由 DPP 波长变换物质 60 来控制。DPP 波长变换物质 60 是由半径  $R_s$  在  $R_s = 50$  到 1000nm 之间的非晶质氮化硅(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)的近似球型的微介质颗粒 110 及半径  $R_m$  在  $R_m = 1000$  到 10000nm 之间的石榴石荧光材料的微晶体 120 的混合物嵌埋于环氧树脂 90 所制成。Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 的近似球型的微介质颗粒的光散射特性强烈地取决于  $R_s$ ，其中  $R_s = \lambda_p/2\lambda n_c$ ，且  $n_c = 1.3$  到 1.5，其  
25 为环氧树脂密封胶 70 的折射指数。这容许一次蓝绿光及二次黄橘光强度比率的角度分布及由控制非晶质 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 的近似球型的微介质颗粒半径  $R_s$  的 LED 所放射的白光品质的控制。

30 由于 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 球型颗粒的折射指数  $n_s = 2.05$  接近 InGaN 晶质半导体晶粒 10 折射指数(其中  $n_c = 2.3$  到 2.8)与环氧树脂密封胶 70(其中  $n_c = 1.3$  到 1.5)相乘的平方根，所以根据本发明在 LED 中使用 DPP 有效地改善半导体晶粒 10 的一次光引出。

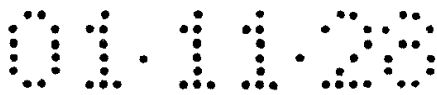


根据另一实施例，本发明提供一种发光二极管(LED)，包括：发光构件(例如一氮化铝镓(InGaN)晶质半导体晶粒 10)，封胶于散射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)。此散射光媒介，例如 DPP 波长变换物质 60 由微晶质氮化铝(AlN)的近似球型的微介质颗粒的混合物嵌埋于环氧树脂 90 所制成。

5 又根据另一实施例，本发明提供一种发光二极管(LED)，包括：发光构件，例如一氮化铝镓(InGaN)晶质半导体晶粒 10，封胶于介质磷光粉(DPP)。此 DPP 波长变换物质 60 由半径在 50 到 5000nm 之间的非晶质氮化镓(GaN)及半径在 1000 到 10000nm 之间的石榴石荧光材料的微晶体的混合物嵌埋于环氧树脂 90 所制成。

10 图 3a 及图 3b 是根据本发明另一实施例的使用散射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)的具有光波长变换的发光二极管或其他发光装置，例如镭射二极管(LD)的示意图。本发明提供一种 LED(或其他发光装置，例如 LD)，包括：发光构件，例如透明封胶，及散射光媒介，例如孔隙或介质磷光粉(DPP)，此散射光媒介吸收一部分由发光构件所放射的光并放射出波长不同于吸收光的光。在散射光媒介直接加入至 LED 的透明封胶 37，此封胶 37 选自：  
15 半球型镜片、环氧树脂、双凸透镜片(lenticular lens)、薄片玻璃、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethyl methacrylate, PMMA)的薄片塑胶及聚碳酸酯(polycarbonate)的薄片塑胶。

在根据本发明另一优选实施例中，此 LED 包含晶质半导体晶粒(氮化镓(InGaN)晶质半导体晶粒 31)，作为发光构件。此 DPP 是由近似球型的介质颗粒及晶粒磷光颗粒混合物嵌埋于透明封胶 37 所制成。嵌埋于环氧树脂 39 的晶质磷光颗粒重量或体积浓度取决于环氧树脂层的厚度及磷光颗粒的尺寸及分布。磷光颗粒的浓度可为体积的 2% 到 25%。根据本发明的磷光颗粒粒的使用，包含钆(Gd)、钇(Y)、铈(Ce)及钕(Nd)基磷光质。特别地，此  
25 DPP 波长变换物质 36 是由半径在 50 到 1000nm 之间的非晶质二氧化硅(SiO<sub>2</sub>)的近似球型的微介质颗粒 311 及半径在 1000 到 10000nm 之间的石榴石荧光材料的微晶体 312 的混合物嵌埋于环氧树脂 39 所制成。半导体晶粒 31，作为 LED 中的发光构件，当电流经由电性连接至金属引线架 34 及 35 的接线 32 及 33 而施加于晶粒 31 时，产生一次光。含有 DPP 的波长变换物质 36，  
30 覆盖发光构件(即半导体晶粒 31)并模制于树脂中。半导体晶粒 31 的 n 电极及 p 电极通过接线 32 及 33 分别电性连接至金属引线架 34 及 35。



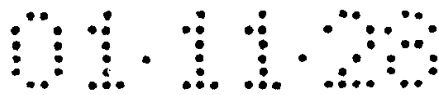
此散射光媒介，例如 DPP 也可以包含磷光颗粒，且以气泡(或孔隙)以替代介质颗粒。此 DPP 的气泡能隙大于 3eV。气泡因其表面张力而自然地成球型，其作用是用作本发明光波长变换的光散射媒介。此气泡可为空气气泡、氮气(N<sub>2</sub>)气泡及惰性气体气泡。此气泡通过在环氧树脂 39 模制期间  
5 注入对应气泡的气体而设置于环氧树脂 39 上。再者，此 DPP 也可以为气泡、介质颗粒及磷光颗粒的混合物。

根据本发明特定实施例的 LED 结构，包含：晶质半导体晶粒 31，封胶于透明封胶 37、接线 32 及 33，连接至半导体晶粒 31、金属引线架 34 及 35，连接至接线以传输电流至半导体晶粒 31 以及环氧树脂封胶 39，覆盖散  
10 射光媒介，例如介质磷光粉(DPP)，其由近似球型的微介质颗粒及晶质磷光颗粒混合物嵌埋于环氧树脂 37 所制成。此散射光媒介直接加入至 LED 的透明封胶 37，此封胶 37 选自：半球型镜片、环氧树脂、双凸透镜片(lenticular lens)、薄片玻璃、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethyl methacrylate, PMMA)的薄片塑胶及聚碳酸酯(polycarbonate)的薄片塑胶。在本实施例中，示于图 3a 中  
15 的透明封胶 37 为半球型镜片。

在根据本发明的特定实施例中，当电流施加于晶质半导体晶粒 31 时，产生波长 $\lambda_p$ 在 400 到 500nm 之间的一次蓝绿光。此 DPP 波长变换物质 36 吸收此一次蓝绿光并产生波长 $\lambda_s$ 在 550 到 660nm 之间的二次黄橘光。结果具有 DPP 的 LED 所出现的光是蓝绿光波长 $\lambda_p$ 与黄橘光波长 $\lambda_s$ 的总和，其出  
20 现人类肉眼的白光。

白光的色彩品质取决于一次蓝绿光及二次黄橘光强度比率的全部放射角的分布，并由 DPP 波长变换物质 36 来控制。DPP 波长变换物质 36 是由半径  $R_s$  在  $R_s = 50$  到 1000nm 之间的非晶质二氧化硅(SiO<sub>2</sub>)的近似球型的微  
25 介质颗粒 311 及半径在  $R_m = 1000$  到 10000nm 之间的石榴石荧光材料的微晶体 312 的混合物嵌埋于环氧树脂 39 所制成。SiO<sub>2</sub> 的近似球型的微介质颗粒的光散射特性强烈地取决于  $R_s$ ，其中  $R_s = \lambda_p / 2\lambda n_c$ ，且  $n_c = 1.3$  到 1.5，其为透明封胶 37 的折射指数。这容许一次蓝绿光及二次黄橘光强度比率的角度分布及由控制非晶质 SiO<sub>2</sub> 的近似球型的微介质颗粒半径  $R_s$  的 LED 所放射的白光品质的控制。

30 其他可使用于石榴石荧光材料的材料(例如图 2b 的 120 及图 3b 的 312)包含被铈活化的石榴石荧光材料磷光质，其包含至少一种选自钇(Y)、镨



(Lu)、钪(Sc)、镧(La)、钆(Gd)及钐(Sm)元素与至少一种选自铝(Al)、镓(Ga)及铟(In)元素。举例而言，例如钇铝石榴石荧光材料(YAG 磷光质)被铈活化，可适用于根据本发明的 DPP 中。

其他可适用于石榴石荧光材料的材料还包含选自：Ag:ZnS(蓝)、  
5 CuAuAl:ZnS(绿)、CuAl:ZnS(绿)、 $Mg_4(F)GeO_5:Mn$ (红)或 Ce:YAG(黄绿)的磷光质。其他可适用于石榴石荧光材料的材料还包含选自：香豆素(Coumarin 6)(优质绿，很有效率)、Fluorol 7GA(黄绿，很有效率)、DOCI(绿，衰减长度短)、玫瑰红(Rhodamine 110)(黄，很有效率)、DCM(橘，普通效率)、吡啶(Pyridine 1)(红，效率不佳)或吡啶(Pyridine 2)(深红，效率不佳)的磷光质。

10 虽然此处所讨论的是关于 LED，然而可了解到根据本发明的方法也有益于其他光源(例如平面光源，镭射二极管)。再者，虽然此处的一些讨论是关于白色 LED，然而也可以了解到根据本发明的方法也有益于其他波长的发射体。根据本发明的具有 DPP 的 LED 的应用领域至少包含电子学、仪表安装、电子设备和户外型显示器，用于汽车、航空器的显示器，或任何其他  
15 照明设备。

虽然本发明已以优选的实施例详细说明如上，然该实施例并非用以限定本发明于本文所公开的确切形式，任何本领域的技术人员，在不脱离本发明的精神和范围内，当可做出改变和修饰，同样地，本文所公开的任何制备步骤也可以通过其他达到实质相同结果的步骤来替代，因此所有包含  
20 于本发明范围内的更动，当以后面所附的权利要求所界定者为准。

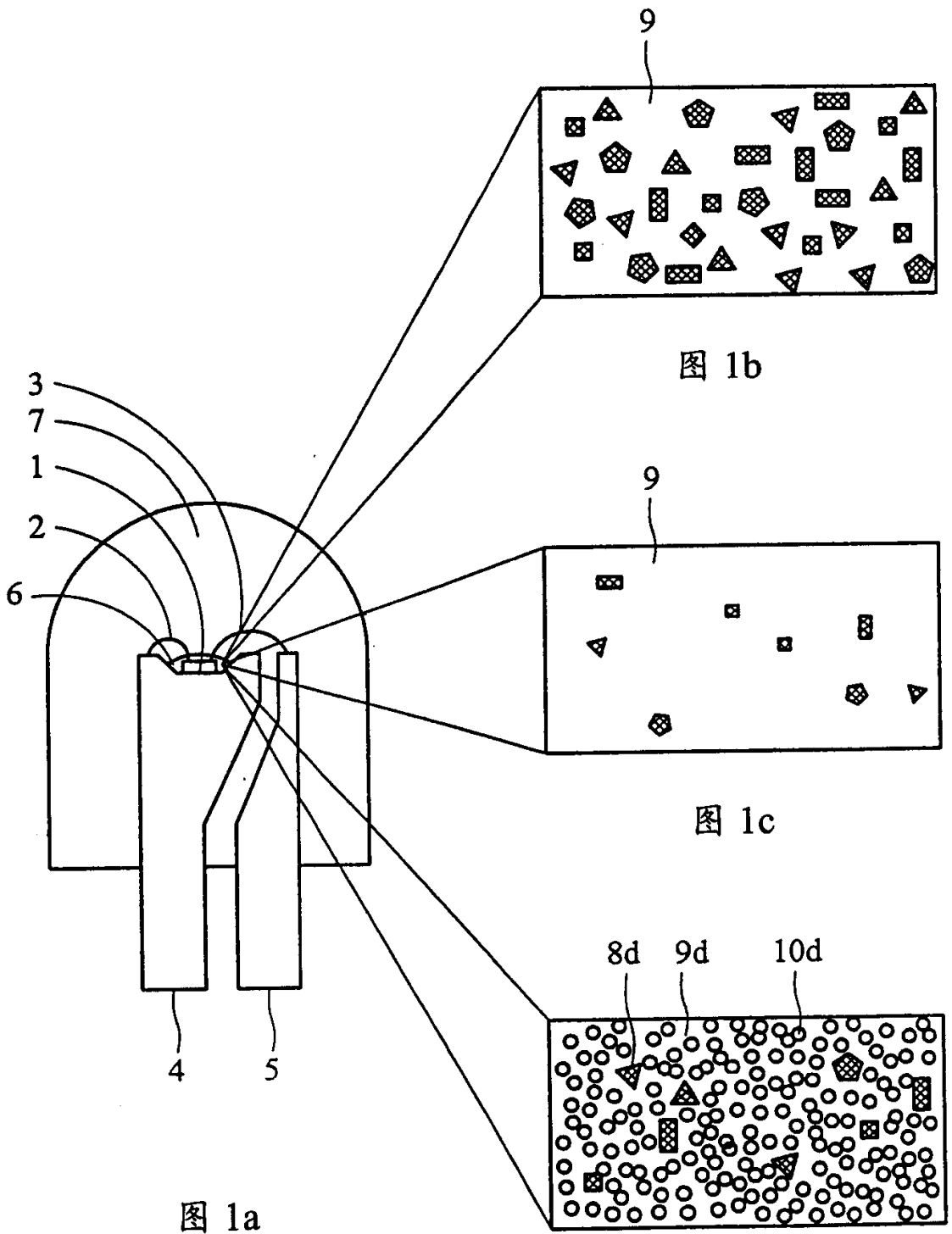


图 1a

图 1b

图 1c

图 1d

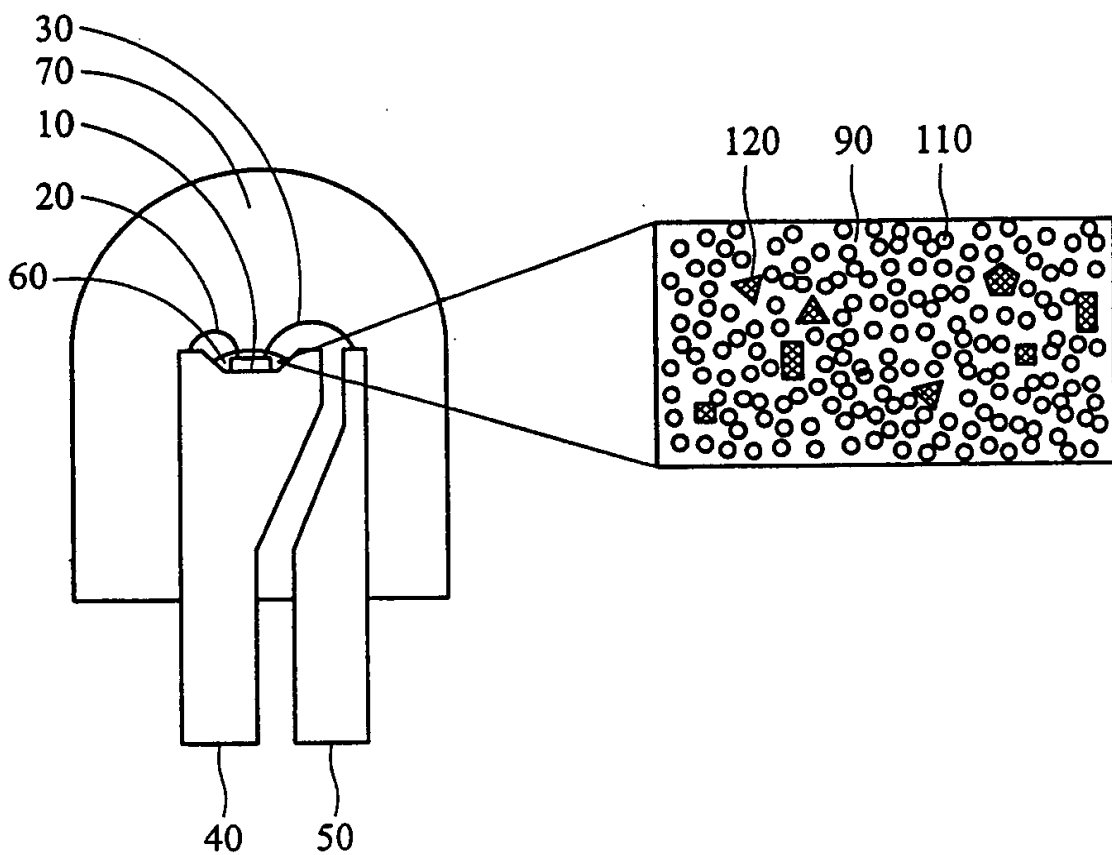


图 2a

图 2b



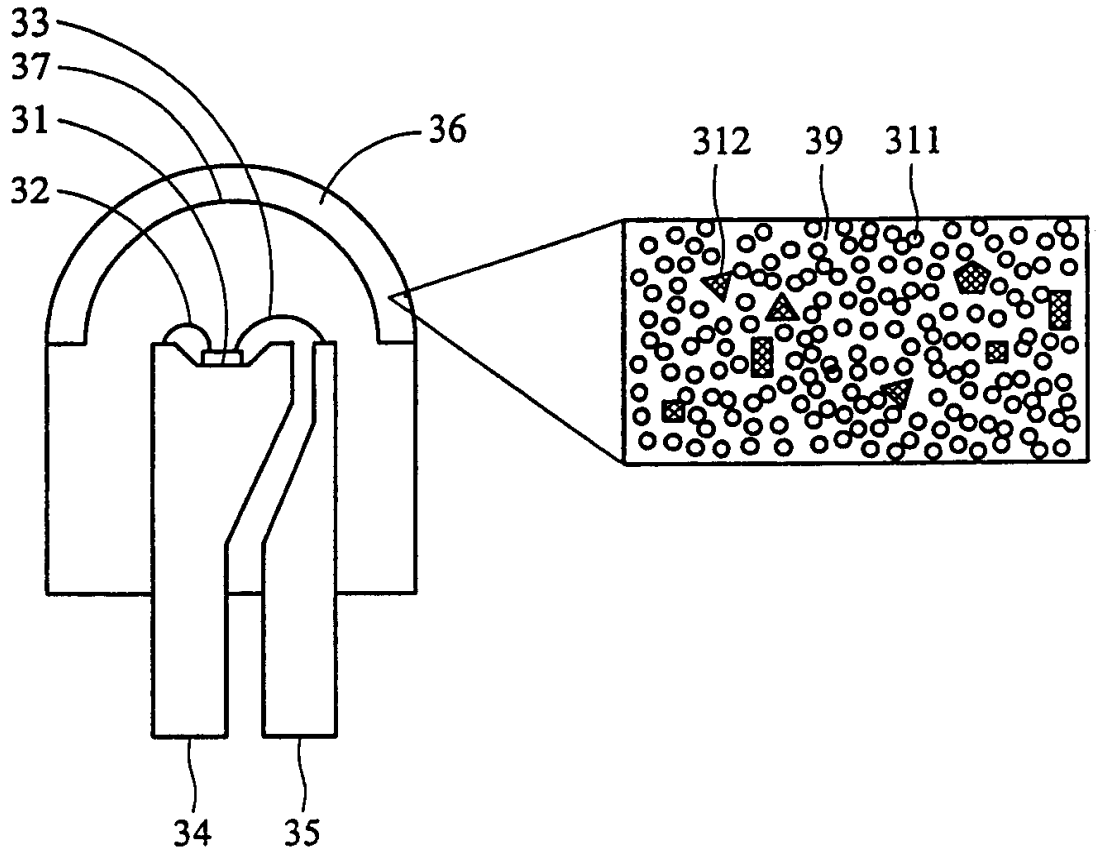


图 3a

图 3b