



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01109370.6

[45] 授权公告日 2005 年 1 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 1185720C

[22] 申请日 2001.3.5 [21] 申请号 01109370.6
 [71] 专利权人 全新光电科技股份有限公司
 地址 台湾省桃园县龙潭乡乌林村工二路 76 号
 [72] 发明人 黄满芳 谢其华 曾钟扬 林昆泉
 洪瑞华 武东星
 审查员 刘丽伟

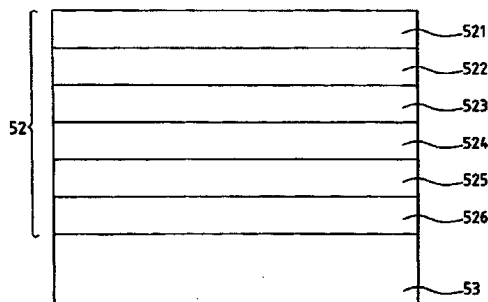
[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司
 代理人 臧建明

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 7 页

[54] 发明名称 一种镀有金属反射镜膜基板的发光二极管及其制造方法

[57] 摘要

本发明涉及一种镀有金属反射镜膜基板的发光二极管制造方法，其以具金属反射面基板为永久基板的发光二极管，将 LED 组件结构外延生长于一暂时性基板后，再将此 LED 组件黏贴至一当做永久性具金属反射面的基板上，而后将先前会吸光的暂时性基板去除，使得 LED 组件所发射的光能不被暂时基板吸收，同时向永久基板方向的光可被反射出表面以增强其发光亮度。



1. 一种镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法，该方法以镀有金属反射镜膜的基板当做永久性基板，包括：

(A) 选择一暂时性基板，使得于此暂时性基板上外延生长LED发光区，以形成LED组件；

(B) 选择一永久性基板，并于该永久性基板镀上金属反射镜膜，并以该金属反射镜膜作为一金属黏贴层，将该LED组件黏贴于该永久性基板上；

(C) 将黏贴有永久性基板的LED组件的另一侧的暂时性基板以机械研磨或化学蚀刻剂去除；

(D) 制作平面型LED组件，其基板为该永久性基板；

(E) 在平面型LED组件上形成欧姆接触电极。

2. 如权利要求1所述的镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法，其特征是该永久性基板是选自硅、砷化镓、碳化硅、氧化铝、玻璃、磷化镓、氮化硼、氮化铝基板。

3. 如权利要求1所述的镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法，其特征是该金属反射镜膜可做为LED接触电极，该LED接触电极位于同一平面；且将该金属反射镜膜可代替欧姆接触电极。

4. 如权利要求1所述的镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法，其特征是该金属反射镜膜的金属是选自钢、锡、铝、金、铂、锌、银、钛、铅、金铍、金锗、镍、铅锡或金锌。

5. 如权利要求1所述的镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法，其特征是该暂时性基板是选自砷化镓或磷化铟。

6. 如权利要求1所述的镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法，其特征是该LED组件可为p/n结、p/i/n结或n/p结。

7. 如权利要求1所述的镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法，其特征是该LED组件的发光区可为任何传统结构，包括：上披覆层/活性层/下披覆层的双异质结构发光区、单异质结构发光区及均质结构

发光区。

8. 如权利要求1所述的镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法,其特征是该蚀刻剂是由氨水、双氧水所组成。

9. 如权利要求1所述的镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法,其特征是该LED组件具有一蚀刻停止层,该蚀刻停止层设于该LED发光区与该暂时性基板间,使得该暂时性基板可有效去除。

10. 如权利要求9所述的镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法,其特征是该蚀刻停止层的材料主要为抗基板蚀刻液的材料,其可选 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, $1 \geq x > 0.2$ 或 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{P}$, $0.55 > x > 0.45$ 。

11. 如权利要求1所述的镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法,其特征是该金属反射镜膜,是以热蒸镀或电子枪蒸镀等溅镀法镀上该金属反射镜膜,且以此金属反射镜膜当作该金属黏贴层。

12. 如权利要求1所述的镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法,其特征是该金属反射镜膜,即金属黏贴层可将该LED组件黏贴于该永久性基板上,并提供一夹具,将已洗净的LED组件与镀有金属反射镜膜的该永久性基板于空气中、水中或酒精中黏贴,再将此经暂时性黏贴的基板置入该夹具中,并经由一热处理方式,以提供较佳的黏贴效果。

13. 如权利要求12所述的镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法,其特征是将该LED组件黏贴于该镀有金属反射镜膜的永久性基板上时,其中所提供的该夹具配合该热处理方式,是利用夹具中两者材料热膨胀系数的不同,对该两片芯片施加压力而使芯片对在高温中黏贴在一起。

14. 如权利要求12所述的镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法,其特征是该夹具的主材料为石墨,且其中的螺丝材料为含碳量低、耐高温且硬度够的不锈钢材料。

15. 如权利要求12所述的镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法,其特征是该热处理的方式是在慢速升温的炉管中进行。

一种镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法

发明领域

本发明涉及一种镀有金属反射镜膜基板的发光二极管的制造方法,其以具金属反射面基板为永久基板的发光二极管,将LED组件结构外延生长(epitaxial growth)于一暂时性基板后,再将此LED组件黏贴至一当作永久性具金属反射面的基板上,而后将先前会吸光的暂时性基板去除,使得LED组件所发射的光能不被暂时基板吸收,同时向永久基板方向的光可被反射出表面以增强其发光亮度。

背景技术

目前可见光发光二极管的发展趋势为发光二极管的发光亮度越来越亮,发光二极管的体积越来越小。

美国专利第5008718号及第5233204号中揭露出一种具穿透窗层(transparent window layer)结构的发光二极管,此种发光二极管可以改善传统发光二极管的电流拥塞效应(crowding effect)和增加光从发光二极管射出的量,结果,使得发光二极管的发光亮度有显著的提升。

另外,美国专利第5237581号和第4570172号提出一种具有半导体多层膜反射层(multilayer reflector),即多层反光外延膜DBR(Distributed Bragg Reflector)结构的发光二极管,此种发光二极管可以将射往吸光基板的光反射回来,使其射出发光二极管,而增加发光二极管的发光亮度。

图1为传统发光二极管的横截面图,发光二极管100包含一半导体基板102、一形成在半导体基板102背面的第二欧姆接触电极101、一形成在半导体基板102上的光产生区103、及一形成在光产生区103上的第一欧姆接触电极106。此种结构的发光二极管,因受限于电流拥塞效应,射出光临界角和基板吸光等因素,致使发光亮度并不是很理想,该光产生区103可由P型掺杂

半导体及N型掺杂半导体所组成，然后外延生长在GaAs基板102上，因此，光产生区103的材料的晶格常数需与砷化镓基板102的晶格常数匹配，即可见光发光二极管结构直接外延生长于砷化镓基板102上，然而砷化镓的能隙为1.43eV，小于可见光的能量，又二极管的光为等向性发光，因此有一部份发光光线会进入基板，被砷化镓吸收。

美国专利第5008718号和第5233204号提出穿透窗层的结构，以增加光从发光二极管射出的量，如图2所示，发光二极管200的结构是将穿透窗层204外延生长在图1结构的发光二极管100上，该穿透窗层204适合的材料包含GaP，GaAsP和AlGaAs等能隙大于AlGaInP光产生区的材料，在此情形下，虽然可以增加射光临界角和改善电流拥塞效应，而提升发光二极管的发光亮度，但是在电性方面，因为穿透窗层204和AlGaInP光产生区的最上层材料为异质结(hetero junction)，所以会有能带差(ΔE_c 和 ΔE_v)的问题产生，而使得发光二极管的顺向偏压 V_f 值增加(V_f 的定义为：当发光二极管在通过20mA的顺向电流时，所量测到的电压值)，最后造成功率损耗增加。

至于美国专利第5237581号和第4570172号所提出的具有多层膜反射层结构的发光二极管300，此种结构示于图3，图3的结构包含一半导体基板302、一形成在半导体基板302上的下多层膜反射层305、一形成在下多层膜反射层305上的光产生区303、一形成在光产生区303上的上多层膜反射层304、一形成在上多层膜反射层304上的第一欧姆接触电极306，及一形成在半导体基板302背面的第二欧姆接触电极301，在此公知技术中，下多层膜反射层305能将光产生区射往吸光基板的光的90%反射回去，而上多层膜反射层304则可将光导往发光二极管的上表面，以改善因采用吸光基板致使光被吸光基板吸收的问题，同时也可以改善因射光临界角所产生亮度不佳的问题，但是，因为多层膜反射层会有许多的异质结(hetero junction)，所以会使得能带差(ΔE_c 和 ΔE_v)的效应扩大，结果，顺向偏压 V_f 值大增，同样地，最后会造成功率损耗增加。

虽然，上述美国专利第5237581及第4570172号中提出的DBR结构将入射

至基板方向的光以DBR结构反射回上方表面，但是DBR只对垂直入射的光(如图3中的D1)产生最高的反射率，对于某些斜向入射的光线(如图3中的D2、D3、D4)，其反射率有限，因此其对于可见光二极管亮度的改进仍有其限制，反而会因DBR结构的制作而增加薄膜外延生长的成本与困难度。

美国专利第5376580号中披露一种晶片黏着的发光二极管，其将砷化镓基板当做外延用的暂时性基板，将发光二极管结构(Confinement layer/Active layer/Confinement layer)外延生长于砷化镓暂时性基板上，再将发光二极管结构黏贴至一透明基板上，而后将GaAs基板去除，如此一来，基板吸光的问题即可完全解决。然上述美国专利第5376580号提出的透明基板为GaP，可是GaP基板价格昂贵，且GaP本身呈现橙色，当LED的光进入橙色基板则存在光色度的问题，而且以GaP当作透明基板，需于高温下长时间进行热处理(约600-700℃，时间一小时以上)，对LED的光产生区或发光区将造成不良影响。

发明内容

本发明的主要目的是提供一种镀有金属反射镜膜的基板做为永久性基板的发光二极管，例如以镀AuZn或AuBe(金锌或金铍)的金属反射镜膜于硅晶片上当做永久基板，并以此金锌或金铍金属反射镜膜当做黏贴剂，将LED组件黏贴至此镀金锌或金铍金属反射膜的硅晶片，待黏贴后，再用蚀刻剂将GaAs基板去除，如此一来，基板吸收光，光色度的问题与LED的光产生区或发光区受温度影响的问题即可完全解决，并可提高发光亮度。

本发明的另一目的是提供一种镀有金属反射镜膜的基板作为永久性基板的发光二极管，此种以镀金属反射镜膜的基板作为永久性基板的发光二极管的发光区可为任何传统发光区结构，例如，上披覆层(upper cladding layer)/活性层(active layer)/下披覆层(lower cladding layer)的双异质结构(Double hetero structure)发光区、单异质结构(Single hetero structure)发光区及均质结构(Homo structure)发光区，本发明以镀金属反射镜膜的基板作为永久性基板的结构可应用至各种传统的发光区，用途极为

广泛。

本发明的第三目的是提供一种镀有金属反射镜膜的基板作为永久性基板的发光二极管的制造方法，该方法包括：选择一个暂时性基板如砷化镓，其上外延生长LED组件；选择一镀金属反射镜膜的基板，如镀金锌或金镀金属反射镜膜的硅晶片当作永久性基板且将LED发光区及暂时性基板(即LED组件)黏贴于此永久性基板上；将黏贴LED组件的暂时性基板以机械研磨或化学性蚀刻法去除；再于LED发光区上形成两欧姆接触电极。本发明的制造方法能增加发光二极管的发光亮度。

本发明的第四目的是提供一种使用上述方法制作的发光二极管的黏贴夹具，此夹具是利用夹具中两者材料热膨胀系数的不同，使芯片及永久性基板在高温下黏合在一起。本发明黏贴夹具的特色是以不锈钢螺丝取代石英套管，由于不锈钢的热膨胀系数比石墨的热膨胀系数大，于进行高温黏贴过程中，不锈钢将是扮演施力的角色。

附图说明

图1为传统发光二极管的横截面图。

图2为传统具有穿透窗嘴层的发光二极管的横截面图。

图3为传统具有多层膜反射层结构的发光二极管。

图4A至图4D为本发明的LED组件黏贴至镀有金属反射镜膜的永久性基板上以制作出本发明发光二极管的流程图。

图5为本发明一具体实例的LED 组件的剖面结构图。

图6为本发明的LED组件黏贴至镀有金属反射镜膜的永久性基板的流程图。

图7为本发明的黏贴夹具的剖面图。

图中

- | | | |
|-----|-----|----------|
| 100 | 200 | 发光二极管 |
| 101 | 201 | 第二欧姆接触电极 |
| 102 | 202 | 半导体基板 |

- 103 203 光产生层 发光区
- 106 206 第一欧姆接触电极
- 200 发光二极管
- 204 穿透窗层
- 300 发光二极管
- 301 第二欧姆接触电极
- 302 半导体基板
- 303 光产生区
- 304 上多层膜反射层
- 305 下多层膜反射层
- 306 第一欧姆接触电极
- 41 LED发光区
- 411 第一平面电极
- 412 第一平面电极
- 42 暂时性基板
- 43 金属黏贴层
- 44 永久性基板
- 52 发光区
- 521 上披覆层
- 522 活性层
- 523 下披覆层
- 524 接触层
- 525 蚀刻停止层
- 526 缓冲层
- 53 GaAs基板
- 61 清洗永久性基板
- 62 清洗LED芯片

- 63 以热蒸镀方式镀金属黏贴层
- 64 于水、空气或酒精中黏贴
- 65 置入夹具且进行热处理
- 66 去除芯片对上GaAs基板并蚀刻及镀p、n电极形成第一、二欧姆接触性电极，以制成平面型LED组件
- 7 黏贴夹具
- 71 不锈钢螺丝
- 72 石墨舟上盖
- 73 石墨圆柱
- 74 芯片对
- 75 石墨片
- 76 石墨舟下舱

具体实施方式

本发明是将LED组件结构外延生长于一暂时性基板后，再将LED组件黏贴至一当作永久性基板、镀有金属反射镜膜的硅晶片之上，而后将先前会吸光的暂时性基板去除，使得LED组件所发射的光能不被基板吸收并向上反射，以增强其发光亮度，应用此发明技术的LED组件如图5所示，而LED组件黏贴至永久性基板的流程图绘示于图6。

本发明为一种具镀金属反射镜膜的基板，如镀金锌或金铍的硅晶片作为永久性基板的发光二极管的制造方法，包括：

- (A) 选择一暂时性基板42，使得于此暂时性基板42上外延生长LED发光区41，以形成LED组件；
- (B) 选择一永久性基板44，于该永久性基板44镀上金属反射膜43，并以该金属反射膜43作为一金属黏贴层，将该LED组件黏贴于该永久性基板44上；
- (C) 将暂时性基板42以机械研磨或化学蚀刻剂去除；
- (D) 制作出平面型LED组件，其基板为该永久性基板44；
- (E) 在平面型LED组件上形成欧姆接触电极411、412。

其中，如使用金属黏贴层作为LED接触电极，可将金属黏贴层43代替欧姆接触电极。

而且，该暂时性基板41是选自砷化镓(GaAs)或磷化铟(InP)；该永久性基板44是选自硅(Si)、砷化镓(GaAs)、碳化硅(SiC)、氧化铝(Al_2O_3)、玻璃、磷化镓(GaP)、氮化硼(BN)、氮化铝(AlN)或其它可代替的基板，但其中以高热传导系数如硅(Si)、氧化铝(Al_2O_3)等效果最好；该金属反射膜(金属黏贴层)是选自铟(In)、锡(Sn)、铝(Al)、金(Au)、铂(Pt)、锌(Zn)、银(Ag)、钛(Ti)、白金(Pt)、铅(Pb)、铅锡(PbSn)、金铍(AuBe)、金锌(AuZn)、金锗(Au-Ge)、镍(Ni)；该蚀刻剂是由氨水及双氧水、水所组成；该LED组件可为p/n结或n/p结，LED发光区与基板间有蚀刻停止层(etching stop layer)525，使得基板可有效去除，该蚀刻停止层的材料主要为抗基板蚀刻液的材料且与暂时性基板的材料不同，如 $Al_xGa_{1-x}As$ ， $1 \geq x > 0.2$ 或 $In_xGa_{1-x}P$ ， $0.55 > x > 0.45$ 。

本发明的实施例技术内容如下：

(1) 当进行LED组件(41, 42)黏贴至以硅晶片作为永久性基板44，且镀金属反射镜膜于该永久性基板44，该硅晶片永久性基板44必需先清洗干净；将该永久性基板44置于丙酮中，以超音波振荡器清洗5分钟，去除该永久性基板44的粉尘及油脂，而后以 $H_2SO_4 : H_2O_2 : H_2O$ 于 $90 \sim 100^\circ C$ 的温度下清洗约10分钟，目的为去除该永久性基板44上的有机物与重金属，而后以热蒸镀、电子枪蒸镀或溅镀法，镀上金属反射镜膜，并以此金属反射镜膜当作金属黏贴层43。在本发明的一具体实例中，该LED组件的详细结构如图5所示。

(2) 于LED组件进行黏贴时，亦需先将LED组件表面污染洗净；将LED组件置于丙酮内以超音波振荡器清洗5分钟，去除粉尘，而后以稀释的HF清洗，去除LED组件表面的氧化层。

(3) 将清洗干净的LED组件与具镀金属黏贴层43的硅晶片永久性基板44于水、空气或酒精中进行黏贴，而后选择适当的黏贴夹具，将LED组件与镀有金属黏贴层43的永久性基板44放置于夹具中，请参阅图4A。夹具的结构请

参阅图7。

(4) 将置于夹具中的LED组件41、42与镀有金属黏贴层43的硅晶片永久性基板44进行热处理，温度约300-450℃时间约10-20分钟，再自然降温，请参阅图4B。

(5) 将经热处理后的黏贴成功的样品(LED组件与镀金属黏贴层43的硅晶片永久性基板44)以机械研磨或化学蚀刻剂 $\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2$ 去除暂时性GaAs基板42，请参阅图4C。

(6) 以具选择性蚀刻的化学药品蚀刻LED组件图案；即以 $\text{HCl}:\text{H}_3\text{PO}_4$ 蚀刻至p-型 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 披覆层或n-型 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 的披覆层，此时如图4D。

(7) 制作出平面电极411、412；即形成p-型 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 或n-型 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 的欧姆接触电极，即可得到基板为镀金属反射镜膜于硅晶片的LED组件。

图5为本发明一具体实例的LED组件的剖面结构图。该LED组件包括有：一发光区52及一GaAs基板53，该GaAs基板53可以是n型、p型或绝缘(SI)的GaAs基板。该发光区52含一厚度为0.1-0.3 μm 的 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 上披覆层(upper cladding layer)521、一厚度0.2-1 μm 的未掺杂型[i型]活性层522、一厚度0.2-1 μm 的 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 下披覆层(lower cladding layer)523、一厚度0.01-2 μm 的 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 接触层(Contact layer)524、一厚度0.1-0.1 μm 的InGaP蚀刻停止层(etching stop layer)525、及GaAs缓冲层(buffer layer)526。该LED发光区52为p/i/n结构，亦可长成n/i/p结构。InGaP当做蚀刻停止层，亦可用AlGaAs取代。

图6为本发明的LED组件黏贴至镀有金属反射镜膜的永久性基板的流程图。图中，先清洗永久性基板61；清洗LED晶片62；以热蒸镀方式镀金属黏贴层63；于水、空气或酒精中黏贴64；置于夹具中且进行热处理65；去除芯片对(wafer pair)上的GaAs暂时性基板并蚀刻及镀p、n电极形成欧姆接触制成平面型LED组件66。

图7为本发明的黏贴夹具的剖面图。该黏贴夹具7包含有：黏贴夹具7、不锈钢螺丝71、石墨舟上盖72、石墨圆柱73、芯片对74、石墨片75、石墨舟下舱76、此晶片黏贴(wafer bonding)夹具是利用夹具中不锈钢与石墨两者材料的热膨胀系数不同，对两片芯片施加压力而使芯片对(wafer pair)在高温中黏合一起。本发明夹具的特色是以不锈钢螺丝取代石英套管，由于不锈钢的热膨胀系数比石墨的热膨胀系数大，于进行高温黏贴过程中，不锈钢将是扮演施力的角色。

本发明的特点及优点功效：

(1)本发明以镀有金属反射镜膜的永久基板取代传统会吸光的基板(如GaAs)或不吸光而有颜色的基板(如GaP)，通过镀有金属反射膜的反射效果提升发光亮度，且改善色度问题，更特别的是此一金属反射膜又可作为金属黏贴层之用。

(2)本发明是在低温下(约300-450℃)进行热处理，时间约5至20分钟，此黏贴条件，对原先LED的发光区影响不大，又在此低温下不会有互相污染扩散的问题。

(3)本发明所使用的黏贴夹具，其剖面图示于图7，是利用两种热膨胀系数不同的材料所提供的压力施于对贴的LED样品(即LED组件与永久基板)，施力大小可由扭力扳手量测。

以上所述者，仅为本发明的较佳实施例而已，并非用来限定本发明实施的范围；即凡依本发明申请专利范围所作的变化及修饰，皆为本发明的专利范围所涵盖。

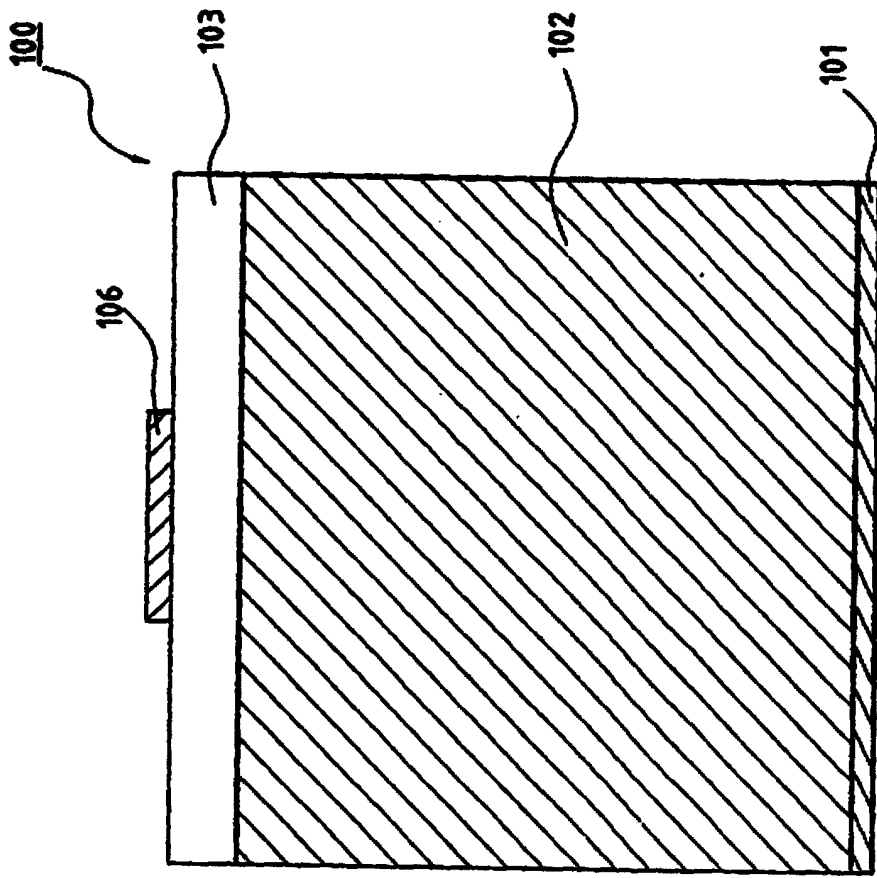


图1

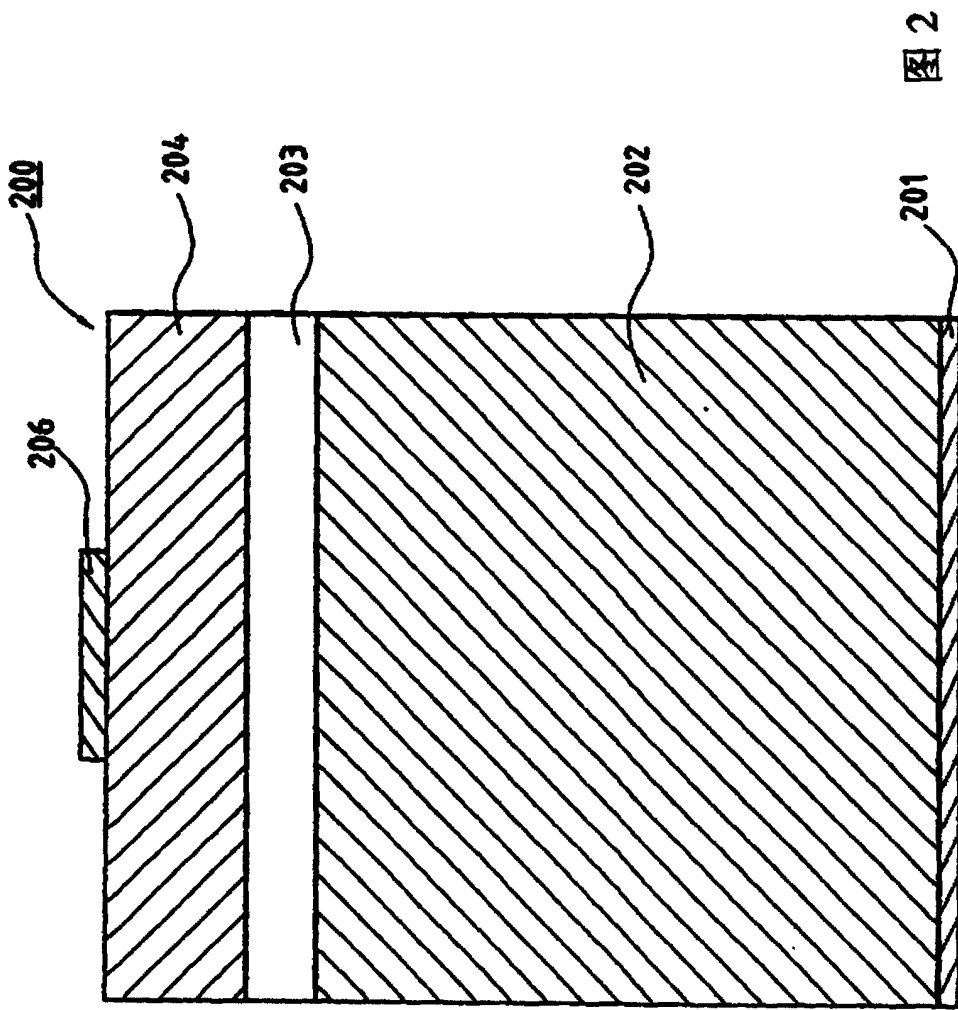


图 2

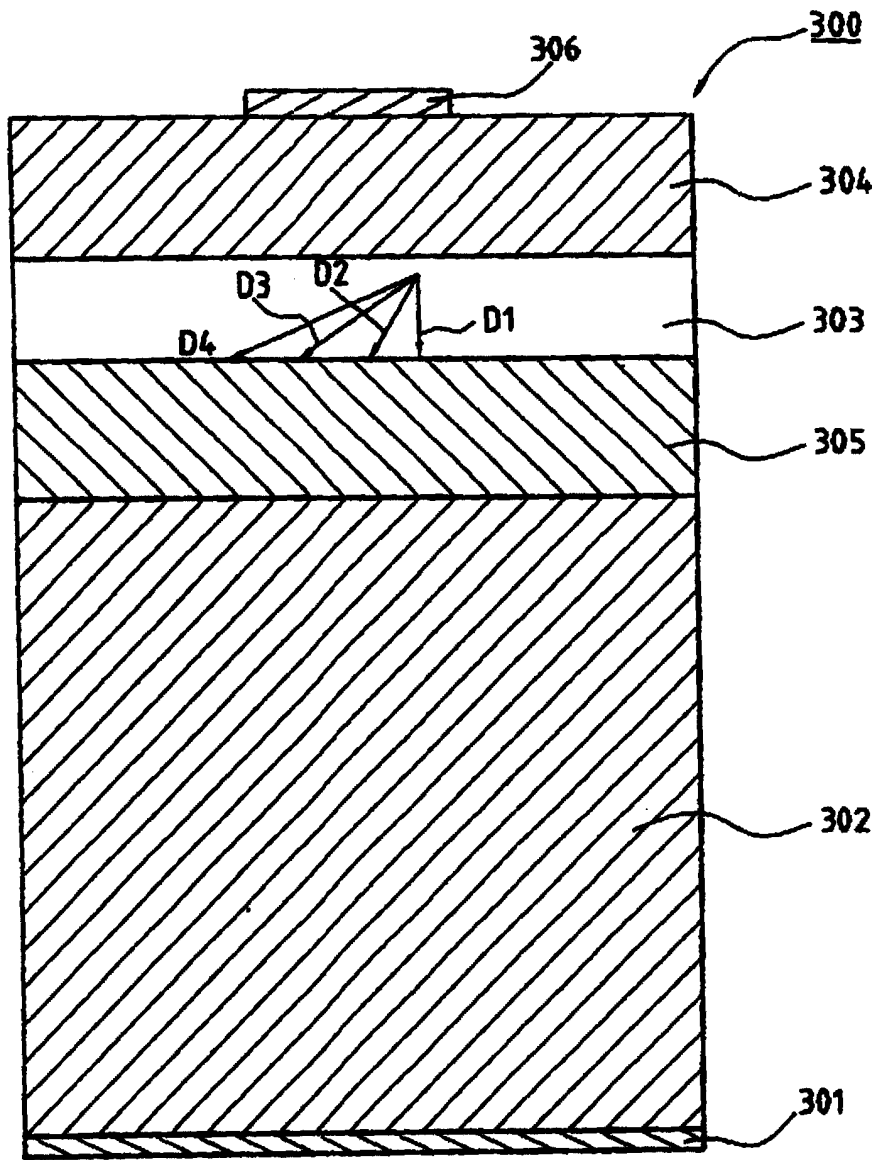
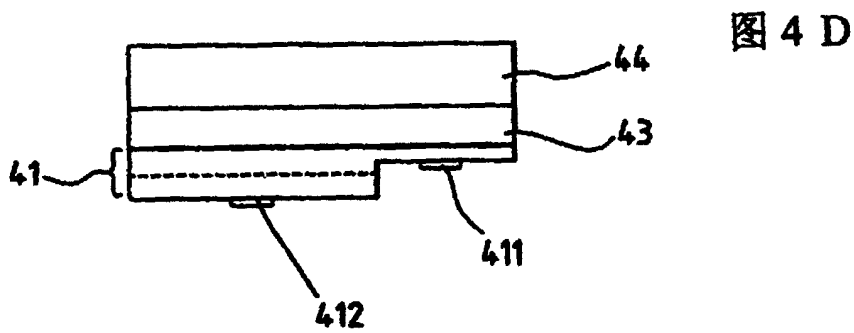
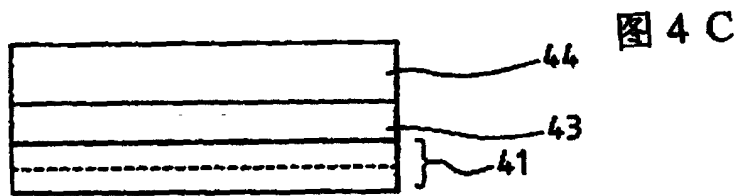
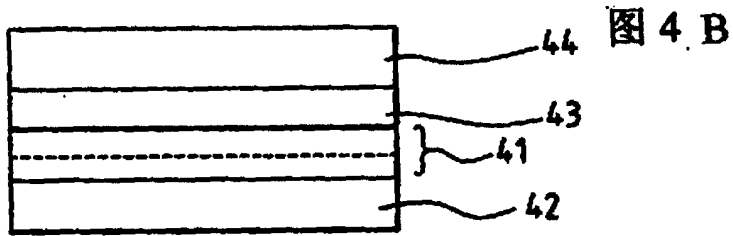
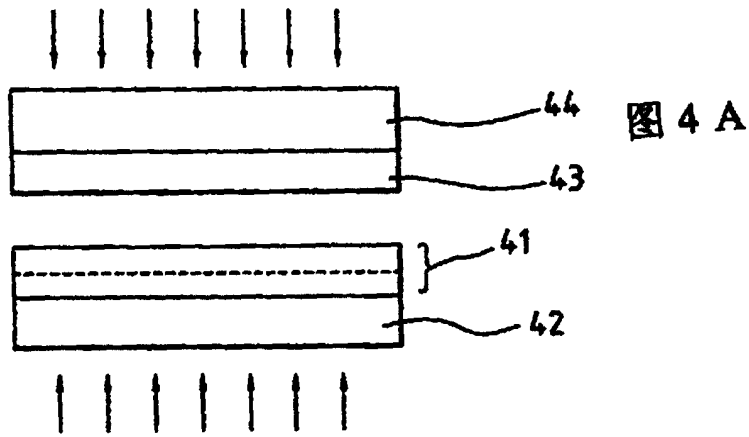


图 3



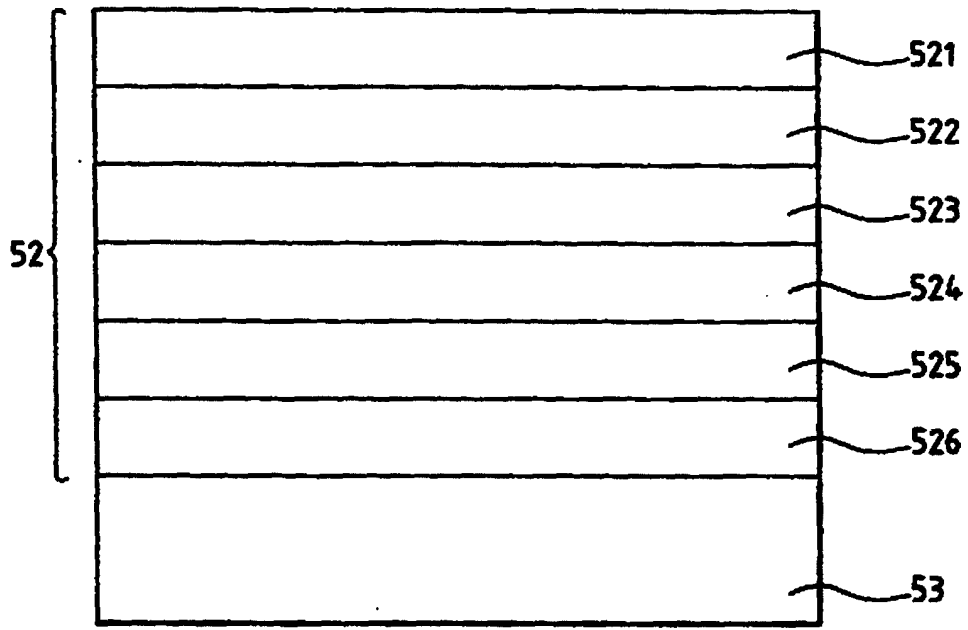


图 5

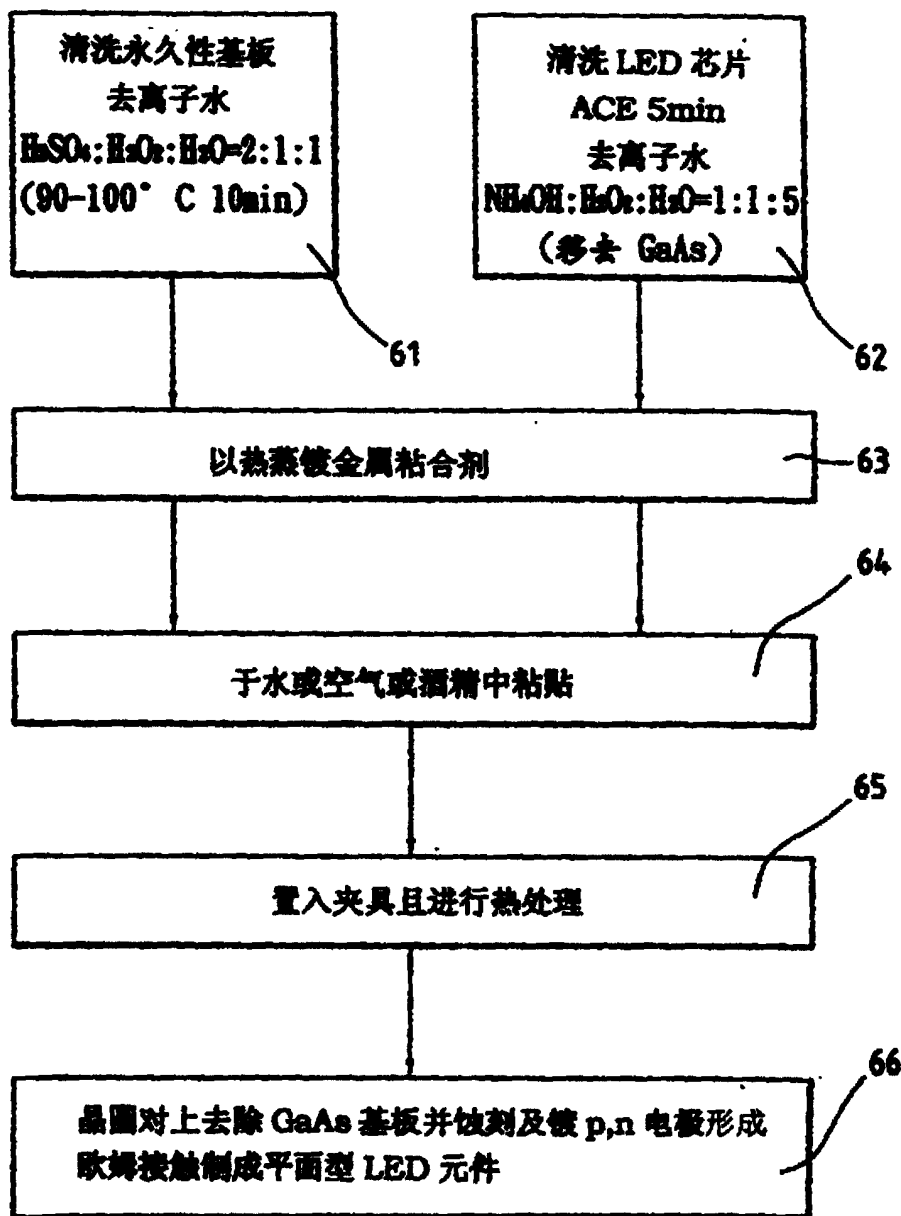


图 6

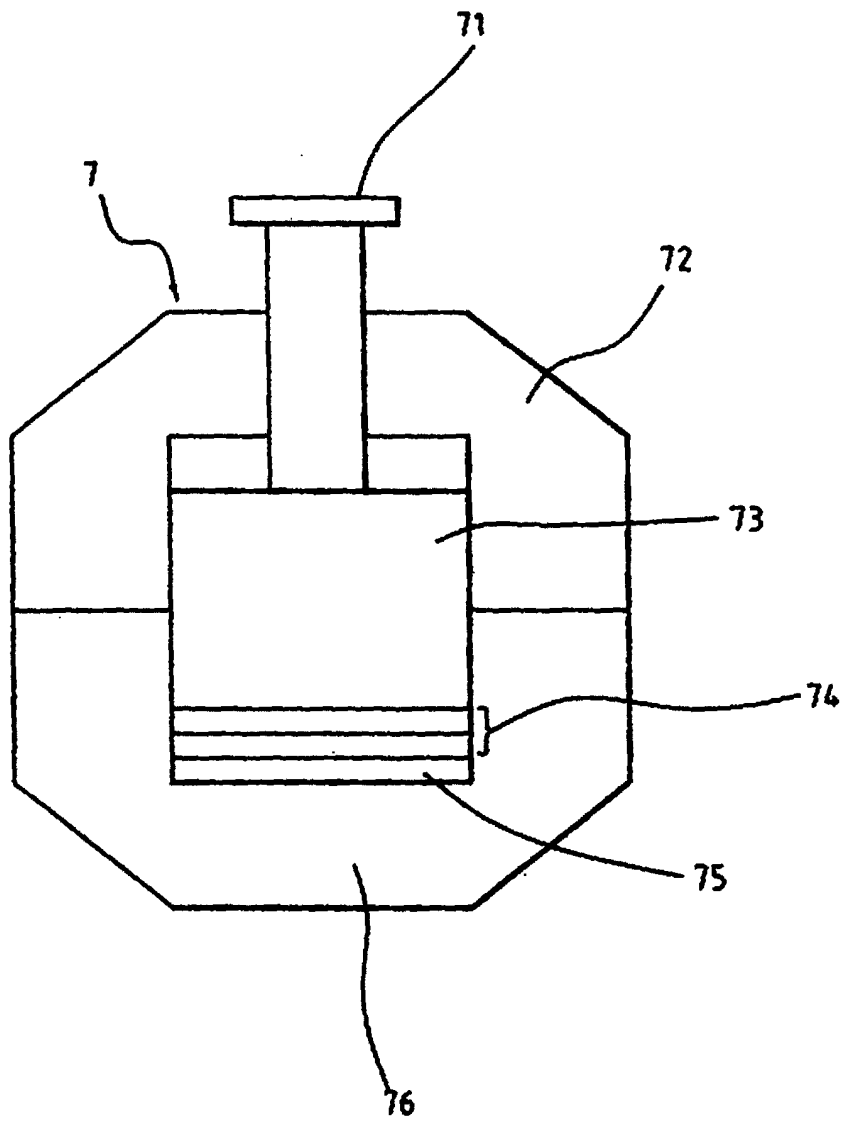


图 7