



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109037405 A

(43)申请公布日 2018.12.18

(21)申请号 201810775466.7

(22)申请日 2018.07.16

(71)申请人 厦门三安光电有限公司

地址 361100 福建省厦门市同安区洪塘镇
镇民安大道841-899号

(72)发明人 徐宸科 李佳恩 吴俊毅 黄少华

(51)Int.Cl.

H01L 33/04(2010.01)

H01L 33/44(2010.01)

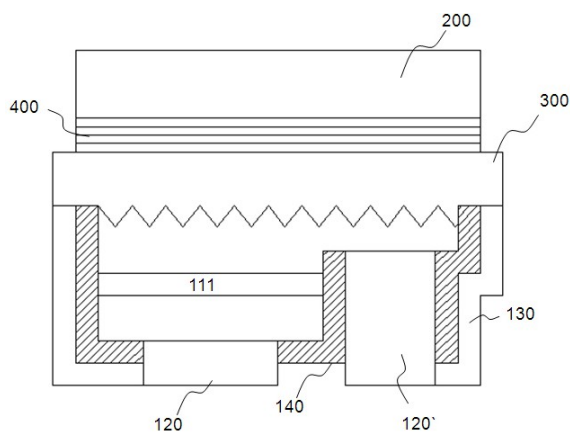
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

微发光装置及其显示器

(57)摘要

本发明公开了一种微发光装置及其显示器，该微发光装置，从下至上包括：具有受激发后产生第一波长的光的发光半导体序列的微发光二极管，透明的粘合层，抗反射增透膜，受第一波长的光激发产生第二波长的光的发光层，实现高效率只出第二波长的光的微发光装置，解决微器件领域红光微发光二极管亮度不满足需求的问题，通过和其他波长的微发光装置组合，构成显示器。



1. 微发光装置, 从下至上包括: 具有受激发后产生第一波长的光的发光半导体序列的微发光二极管, 受第一波长的光激发产生第二波长的光的发光层。

2. 根据权利要求1所述的微发光装置, 其特征在于, 具有受激发后产生第一波长的光的发光半导体序列的微发光二极管与受第一波长的光激发产生第二波长的光的发光层之间设置有透明的粘合层。

3. 根据权利要求2所述的微发光装置, 其特征在于, 粘合层的厚度为大于等于 $0.01\mu\text{m}$ 至小于等于 $10\mu\text{m}$, 或者大于 $10\mu\text{m}$ 至小于等于 $100\mu\text{m}$ 。

4. 根据权利要求2所述的微发光装置, 其特征在于, 粘合层的材料包括 SiO_2 、 SiN 、 ITO 、 Al_2O_3 、亚克力、树脂或者硅胶。

5. 根据权利要求2所述的微发光装置, 其特征在于, 在产生第二波长的光的发光层上方, 或者在产生第二波长的光的发光层与粘合层之间, 或者在粘合层与产生第一波长的光的发光半导体序列之间设置有抗反射增透膜层。

6. 根据权利要求5所述的微发光装置, 其特征在于, 抗反射增透膜层为单层结构透明介质, 或者包括复数层折射率不同的透明介质。

7. 根据权利要求5所述的微发光装置, 其特征在于, 抗反射增透膜层具有波长选择透性, 透过第一波长的光而反射第二波长的光。

8. 根据权利要求1所述的微发光装置, 其特征在于, 微发光二极管的上表面是出光面, 微发光二极管具有粗化的上表面, 粗化方式包括规则粗化或者不规则粗化。

9. 根据权利要求1所述的微发光装置, 其特征在于, 产生第二波长的光的发光层具有粗化的上表面, 粗化方式包括规则粗化或者不规则粗化。

10. 根据权利要求1所述的微发光装置, 其特征在于, 微发光装置最终只出射第二波长的光, 第一波长短于第二波长。

11. 根据权利要求1所述的微发光装置, 其特征在于, 第一波长为大于等于 380nm 至小于 500nm 或者大于等于 500nm 至小于等于 550nm , 第二波长为大于 570nm 至小于等于 780nm 。

12. 根据权利要求1所述的微发光装置, 其特征在于, 第一波长的光的发光半导体序列包括属于 GaN 基的量子阱, 产生第二波长的光的发光层为 AlGaInP 基。

13. 根据权利要求1所述的微发光装置, 其特征在于, 产生第二波长的光的发光层的阱层为 $\text{Ga}_{0.51}\text{In}_{0.49}\text{P}$ 。

14. 根据权利要求13所述的微发光装置, 其特征在于, 产生第二波长的光的发光层的阱层的厚度大于 3.8nm 至小于等于 4.0nm , 或者大于 4.0nm 至小于等于 4.2nm 。

15. 根据权利要求13所述的微发光装置, 其特征在于, 产生第二波长的光的发光层的垒层为 AlInP 。

16. 根据权利要求15所述的微发光装置, 其特征在于, 产生第二波长的光的发光层的垒层的厚度为大于 1.5nm 至小于等于 2nm , 或者大于 2nm 至小于等于 3nm 。

17. 根据权利要求15所述的微发光装置, 其特征在于, 量子阱对数不少于20对。

18. 根据权利要求15所述的微发光装置, 其特征在于, 当第一光波长为大于等于 500nm 至小于等于 550nm 时, 量子阱对数为大于65对等于至小于等于70对, 或者大于70对至小于等于75对。

19. 根据权利要求15所述的微发光装置, 其特征在于, 当第一光波长为大于等于大于等

于380nm至小于500nm时,量子阱对数为大于45对等于至小于等于50对,或者大于50对至小于等于55对。

20.根据权利要求1所述的微发光装置,其特征在于,微发光二极管在侧边或底部的局部或者全部区域设有光反射层或者光阻挡层。

21.根据权利要求1所述的微发光装置,其特征在于,在产生第二波长的光的发光层面积大于产生第一波长的光的发光半导体序列的面积。

22.根据权利要求1所述的微发光装置,其特征在于,微发光二极管的长度、宽度或者高度的范围为从大于等于2 μ m到小于5 μ m、从大于等于5 μ m到小于10 μ m、从大于等于10 μ m到小于20 μ m、从大于等于20 μ m到小于50 μ m或从大于等于50 μ m到小于等于100 μ m。

23.显示器,包括权利要求1至权利要求22中任意一项所述的微发光装置。

微发光装置及其显示器

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体元件,尤其是涉及一种微发光装置及其显示器。

背景技术

[0002] 微型LED(uLED)是目前热门研究的下一代显示器光源。它具有低功耗、高亮度、超高分辨率与色彩饱和度、响应速度快、能耗低、寿命长等优点。此外,它的功率消耗量约为LCD的10%,OLED的50%。而与同样是自发光的OLED相比较,亮度高了30倍,且分辨率可以达到1500PPI(像素密度)。uLED这些明显的优势,使得它有望取代现在的OLED和LCD,成为下一代显示器的光源。uLED目前还无法量产,是因为目前还有许多技术难题需要攻克,其中一个重要的技术难题就是如何提高红光uLED的亮度和可靠性。

[0003] 在显示器中,通常需要由红、绿、蓝光uLED组成的像素点,与蓝光uLED和绿光uLED不同的,因为红光uLED在做成微米级的小尺寸芯片时存在漏电、非辐射结合等问题,难以提高红光uLED的亮度,而降低了整个显示器的视觉体验。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种微发光装置,从下至上包括:具有受激发后产生第一波长的光的发光半导体序列的微发光二极管,受第一波长的光激发产生第二波长的光的发光层。

[0005] 根据本发明,优选的,具有受激发后产生第一波长的光的发光半导体序列的微发光二极管与受第一波长的光激发产生第二波长的光的发光层之间设置有透明的粘合层。

[0006] 根据本发明,优选的,粘合层的厚度为大于等于0.01 μm 至小于等于10 μm ,或者大于10 μm 至小于等于100 μm 。

[0007] 根据本发明,优选的,粘合层的材料包括SiO₂、SiN、ITO、Al₂O₃、亚克力、树脂或者硅胶。

[0008] 在本发明的一些实施例中,优选的,在产生第二波长的光的发光层上方,或者在产生第二波长的光的发光层与粘合层之间,或者在粘合层与产生第一波长的光的发光半导体序列之间设置有抗反射增透膜层,也可以根据产品采用多位置的抗反射增透膜。

[0009] 在该些实施例中,优选的,抗反射增透膜层为单层结构透明介质,或者包括复数层折射率不同的透明介质。

[0010] 在该些实施例中,优选的,抗反射增透膜层具有波长选择透性,透过第一波长的光而反射第二波长的光。

[0011] 在本发明的一些实施例中,优选的,微发光二极管的上表面是出光面,微发光二极管具有粗化的上表面,粗化方式包括规则粗化或者不规则粗化。。

[0012] 在本发明的一些实施例中,优选的,产生第二波长的光的发光层具有粗化的上表面,粗化方式包括规则粗化或者不规则粗化。。

[0013] 根据本发明,优选的,微发光装置最终只出射第二波长的光,第一波长短于第二波长。

[0014] 根据本发明,优选的,第一波长为大于等于380nm至小于500nm或者大于等于500nm至小于等于550nm,第二波长为大于570nm至小于等于780nm。

[0015] 根据本发明,优选的,第一波长的光的发光半导体序列包括属于GaN基的量子阱,产生第二波长的光的发光层为AlGaInP基。

[0016] 在本发明的一些实施中,优选的,产生第二波长的光的发光层的阱层为Ga_{0.51}In_{0.49}P。

[0017] 在有些实施例中,优选的,产生第二波长的光的发光层的阱层的厚度大于3.8nm至小于等于4.0nm,或者大于4.0nm至小于等于4.2nm。

[0018] 在有些实施例中,优选的,产生第二波长的光的发光层的垒层为AlInP。

[0019] 在有些实施例中,优选的,产生第二波长的光的发光层的垒层的厚度为大于1.5nm至小于等于2nm,或者大于2nm至小于等于3nm。

[0020] 在有些实施例中,优选的,量子阱对数不少于20对。

[0021] 在有些实施例中,优选的,当第一光波长为大于等于500nm至小于等于550nm时,量子阱对数为大于65对等于至小于等于70对,或者大于70对至小于等于75对。

[0022] 在有些实施例中,优选的,当第一光波长为大于等于大于等于380nm至小于500nm时,量子阱对数为大于45对等于至小于等于50对,或者大于50对至小于等于55对。

[0023] 在本发明的一些实施中,优选的,微发光二极管在侧边或底部的局部或者全部区域设有光反射层或者光阻挡层。

[0024] 在本发明的一些实施中,优选的,在产生第二波长的光的发光层面积大于产生第一波长的光的发光半导体序列的面积。

[0025] 根据本发明,优选的,微发光二极管的长度、宽度或者高度的范围为从大于等于2μm到小于5μm、从大于等于5μm到小于10μm、从大于等于10μm到小于20μm、从大于等于20μm到小于50μm或从大于等于50μm到小于等于100μm。

[0026] 进一步的,本发明还提供了一种显示器,包括上述任意一种微发光装置。

[0027] 本发明至少具有以下有益效果:

为了解决背景技术中,常规的AlGaInP基红光在制作成uLED时,亮度满足不了使用需求的问题,本发明提供了一种高效红光uLED结构,通过光子转换实现蓝光/绿光高效转换为红光,从而满足微发光二极管的红光需求。

[0028] 相比与通过荧光粉或者量子点光转换技术,由于在荧光粉是离散分布的,应用在微米级的微发光装置出光均匀性难以控制,常存在漏光的问题,而量子点光转换技术价格昂贵难以实施,在微米级的发光二极管结构中利用AlInGaP基的量子阱进行光子转换,具有良好的转换效率和较低的生产成本,保证了出光均匀性。

[0029] 为了避免第一波长的光从粘合层侧面溢出导致光纯度降低,粘合层的厚度设置为大于等于0.01μm至小于等于10μm,同时减少粘合层吸光,提高光效。

[0030] 在产生第二波长的光的发光层下方、粘合层的上方或者粘合层下方设置有抗反射增透膜层,减少或避免第一光从出光方向溢出,同时增加第二光的出光效率。

[0031] 微发光二极管的上表面是出光面,微发光二极管具有粗化的上表面,减少全反射的影响,增加出光。

[0032] 在绿光波段的第一光对AlInGaP基的量子阱的光子转换效率高于蓝光波段。

[0033] 微发光二极管在侧边的局部或者全部覆盖有光反射层或者光阻挡层,避免从侧边漏出第一光,降低第二光的品质,也可以通过光反射层增加出光。

[0034] 在产生第二波长的光的发光层面积大于产生第一波长的光的发光半导体序列的面积,从而避免漏出第一波长,降低显色效果。

[0035] 使用阱层 $\text{Ga}_{0.51}\text{In}_{0.49}\text{P}$,此晶格完全匹配,属于直接带隙,具有较佳的转换效率,使用厚度4nm,产生量子效应,使得等效 $E_g=1.987$,产生峰值波长624nm,符合MicroLED使用需求。

[0036] 使用垒层 AlInP , $E_g=2.36\text{eV}$ 接近绿光波长,为了减少蓝绿光吸收,厚度介于1.5nm~3nm,优选2nm。

[0037] 此量子阱转换层的对绿光吸收系数 a 小于等于30000 (cm^{-1}),厚度300nm左右完全吸收转换红光,可以配置量子阱对数不少于20对,优选70对,可以使入射光完全吸收转换,并且避免过多对数造成多余吸收。

[0038] 此量子阱转换层的对蓝光吸收系数 a 小于等于50000 (cm^{-1}),厚度200nm左右完全吸收转换红光,可以配置量子阱对数不少于20对,优选50对,入射蓝光完全吸收不穿透。

[0039] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

[0040] 虽然在下文中将结合一些示例性实施及使用方法来描述本发明,但本领域技术人员应当理解,并不旨在将本发明限制于这些实施例。反之,旨在覆盖包含在所附的权利要求书所定义的本发明的精神与范围内的所有替代品、修正及等效物。

附图说明

[0041] 附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。此外,附图数据是描述概要,不是按比例绘制。

[0042] 图1为本发明实施例1的微发光装置剖面示意图;

图2为本发明实施例1的变形实施方式的微发光装置剖面示意图;

图3为本发明实施例2的微发光装置剖面示意图;

图4为本发明实施例3的微发光装置剖面示意图;

图5和图6 为本发明实施例4的微发光装置剖面示意图;

图7为本发明实施例4的变形实施方式的微发光装置剖面示意图;

图8为本发明实施例5的微发光装置剖面示意图;

图9为本发明实施例6的微发光装置剖面示意图。

[0043] 图中标示: 100、微发光二极管,101、上表面,110、发光半导体序列,111、GaN基的量子阱,120、120'、电极,130、光反射层,140、绝缘保护层,200、产生第二波长的光的发光层,300、粘合层,400、抗反射增透膜层,E1、第一波长的光,E2、第二波长的光。

具体实施方式

[0044] 以下将结合附图及实施例来详细说明本发明的实施方式,借此对本发明如何应用

技术手段来解决技术问题,并达成技术效果的实现过程能充分理解并据以实施。需要说明的是,只要不构成冲突,本发明中的各个实施例以及各实施例中的各个特征可以相互结合,所形成的技术方案均在本发明的保护范围之内。

[0045] 应当理解,本发明所使用的术语仅出于描述具体实施方式的目的,而不是旨在限制本发明。如本发明所使用的,单数形式“一”、“一种”和“所述”也旨在包括复数形式,除上下文清楚地表明之外。应进一步理解,当在本发明中使用术语“包含”、“包括”、“含有”时,用于表明陈述的特征、整体、步骤、操作、元件、和/或封装件的存在,而不排除一个或多个其他特征、整体、步骤、操作、元件、封装件、和/或它们的组合的存在或增加。

[0046] 除另有定义之外,本发明所使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明所属领域的普通技术人员通常所理解的含义相同的含义。应进一步理解,本发明所使用的术语应被理解为具有与这些术语在本说明书的上下文和相关领域中的含义一致的含义,并且不应以理想化或过于正式的意义来理解,除本发明中明确如此定义之外。

[0047] 参看图1,本发明提供的第一个实施例,在该实施例中,提供了一种微发光装置,主要用于制作显示器,从下至上包括:具有受激发后产生第一波长的光的发光半导体序列110的微发光二极管100,与发光半导体序列110连接的电极120/120',用于光子转换的、受第一波长的光激发产生第二波长的光的发光层200,二者通过键合粘结在一起,或者通过范德瓦力粘附在一起。

[0048] 参看图2,进一步的,在该实施例中增加一种变形实施方式,提供了一种微发光装置,从下至上包括:具有受激发后产生第一波长的光的发光半导体序列110的微发光二极管100,主要起到承接粘合作用的透明的粘合层300,用于光子转换的、受第一波长的光激发产生第二波长的光的发光层200。作为激发光的第一波长短于被激发光的第一波长。在本实施例中,透明的粘合层300优选采用透光性能优异的透明绝缘介质材料,粘合层300的材料包括SiO₂、SiN、ITO、Al₂O₃、亚克力、树脂或者硅胶,为了限制粘合层300吸光及侧壁310漏出第一波长的光,粘合层300的厚度为大于等于0.01μm至小于等于10μm,或者大于10μm至小于等于100μm,优选为大于等于0.01μm至小于等于10μm。在本实施例的微发光装置中,第一波长的光的发光半导体序列110包括属于GaN基的量子阱111,产生第二波长的光的发光层200为AlGaInP基,第一波长为大于等于380nm至小于500nm或者大于等于500nm至小于等于550nm,第二波长为大于570nm至小于等于780nm。

[0049] 微发光二极管100的长度、宽度或者高度的范围为从大于等于2μm到小于5μm、从大于等于5μm到小于10μm、从大于等于10μm到小于20μm、从大于等于20μm到小于50μm或从大于等于50μm到小于等于100μm。

[0050] 作为激发光,落在绿光波长的第一波长转换效率大于落在蓝光波长的第一波长转换效率,因此本实施例优选的,采用波长为大于等于500nm至小于等于550nm的绿光波段。

[0051] 在上述变形实施例的基础上,进一步做出延伸,在该变形实施例中与上述实施例的区别在于,产生第二波长的光的发光层200使用阱层Ga_{0.51}In_{0.49}P,此晶格完全匹配,属于直接带隙,具有较佳的转换效率,E_g=1.91eV,峰值波长652nm,透过形成量子阱结构,产生第二波长的光的发光层的阱层的厚度大于3.8nm至小于等于4.0nm,或者大于4.0nm至小于等于4.2nm,使用厚度4nm,产生量子效应,使得等效E_g=1.987eV,产生峰值波长624nm,符合MicroLED使用需求。而透过调整厚度可调控波长介于615nm~645nm。

[0052] 使用垒层AlInP, $E_g=2.36\text{eV}$ 接近绿光波长,为了减少蓝绿光吸收,厚度介于 $1.5\text{nm}\sim 3\text{nm}$,优选 2nm ,此时预估穿隧机率小于等于 10% (绿光光子能量大约 2.35eV)。

[0053] 此出射第二波长的量子阱转换层的对绿光吸收系数 a 小于等于 $30000\text{ (cm}^{-1}\text{)}$,厚度 300nm 左右完全吸收转换红光,可以配置量子阱对数不少于20对,当第一光波长为大于等于 500nm 至小于等于 550nm 时,量子阱对数为大于65对等于至小于等于70对,或者大于70对至小于等于75对,优选70对,可以使入射光完全吸收转换,并且避免过多对数造成多余吸收。

[0054] 此量子阱转换层的对蓝光吸收系数 a 小于等于 $50000\text{ (cm}^{-1}\text{)}$,厚度 200nm 左右完全吸收转换红光,可以配置量子阱对数不少于20对,当第一光波长为大于等于大于等于 380nm 至小于 500nm 时,量子阱对数为大于45对等于至小于等于50对,或者大于50对至小于等于55对,优选50对,入射蓝光完全吸收不穿透。

[0055] 参看图3,在本发明的第二种实施例中,微发光二极管100的上表面101是出光面,第一波长的光从该表面进入粘合层300,本实施例将微发光二极管100的上表面101进行粗化,该粗化的上表面101利用粘合层300材料进行填充,减少粘合层300和发光半导体序列110交接界面对光的全反射,增加出光效率。也可以将产生第二波长的光的发光层200设计为具有粗化的上表面,本实施例中,粗化方式包括规则粗化或者不规则粗化。

[0056] 参看图4,为了解决微发光二极管侧边漏出蓝光的问题,本发明的第三个实施例中,在微发光二极管的侧边或者底部至少部分覆盖有光反射层130或者光阻挡层。光反射层130或者光阻挡层若选择为导电材料,则在导电材料与半导体序列之间需增加一层绝缘保护层140,以防止微发光二极管短路。

[0057] 参看图5和图6,在实施例1至实施例3的基础上,出于进一步提高第一波长的转换效率的目的,提供了第四个实施例,在产生第二波长的光的发光层200与粘合层300之间或者粘合层300与产生第一波长的光的发光半导体序列110之间设置有AR Coating抗反射增透膜层400。抗反射增透膜层400包括复数层折射率不同的透明介质或者为单层结构透明介质。抗反射增透膜400层具有波长选择透性,透过第一波长的光E1而反射第二波长的光E2。

[0058] 参看图7,本发明提供了第四个实施例的一些变形应用,将抗反射增透膜透400过第二波长的光E2而反射第一波长的光E1,只让第二波长的光E2从微发光装置中出射,而对第一波长的光E1进行多次吸收。

[0059] 参看图8,本发明提供了在第四个实施例基础上,提供了第五个实施例,该实施例中增加了产生第二波长的光的发光层200的面积,或/和增加了抗反射增透膜400的面积,用以增加对第一波长的光的吸收面积,避免第一波长的光对第二波长的光造成干扰。

[0060] 参看图9,本发明除了倒装结构,也适用于垂直和正装结构。例如在本发明的第六个实施例中,对垂直结构进行了设计,其中一电极透过粘合层和产生第二波长的光的发光层。

[0061] 除了以上微发光装置,本发明将上述实施例中的微发光装置,应用于显示器中,而提供了第七个实施例的显示器。

[0062] 需要说明的是,以上实施方式仅用于说明本发明,而并非用于限定本发明,本领域的技术人员,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以对本发明做出各种组合和变动,因此所有等同的技术方案也属于本发明的范畴,本发明的专利保护范围应视权利要求书范围限定。

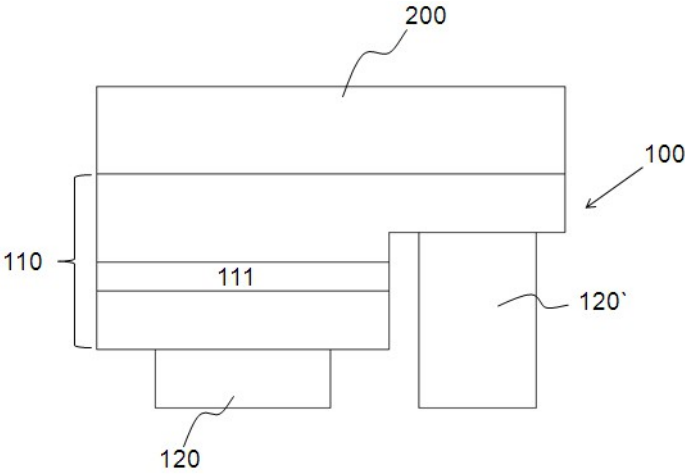


图 1

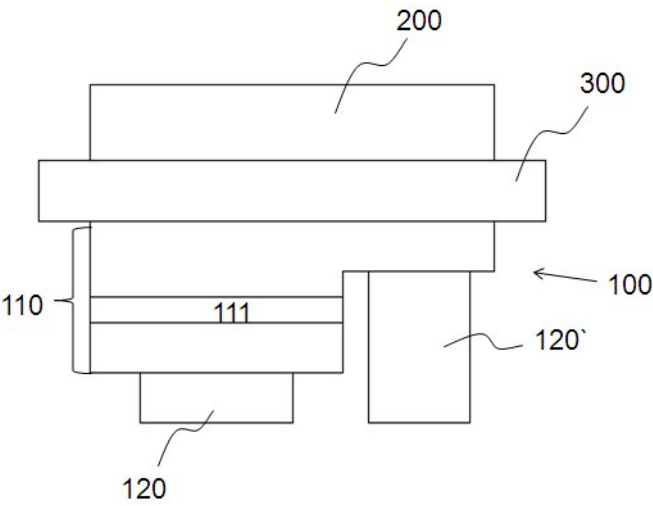


图 2

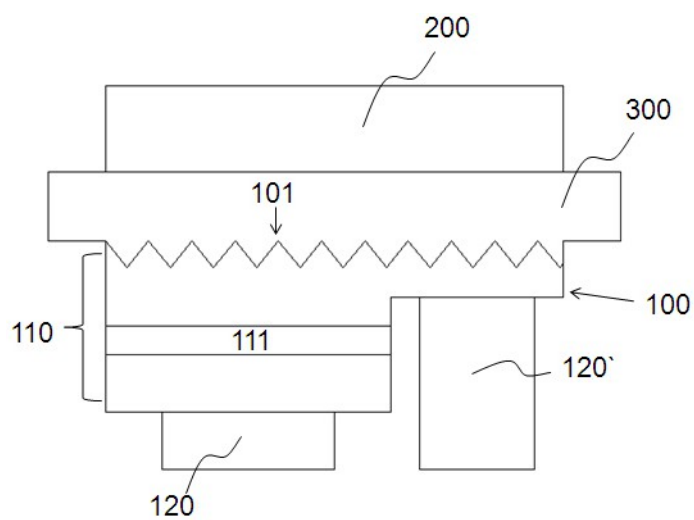


图 3

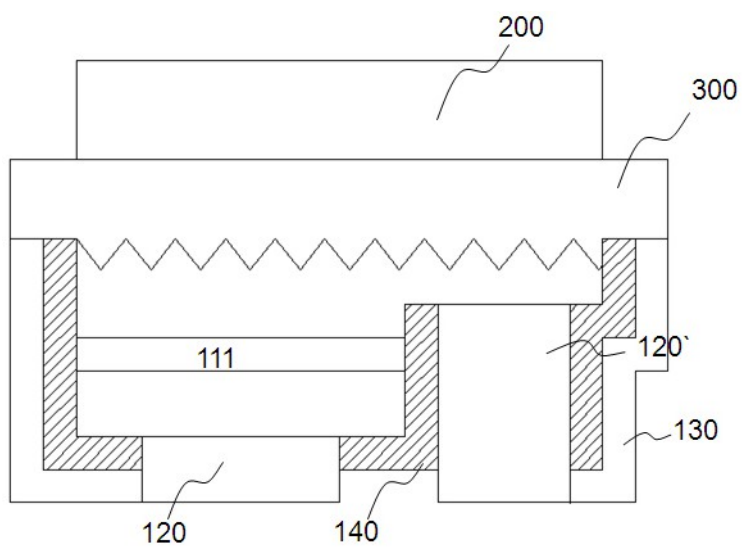


图 4

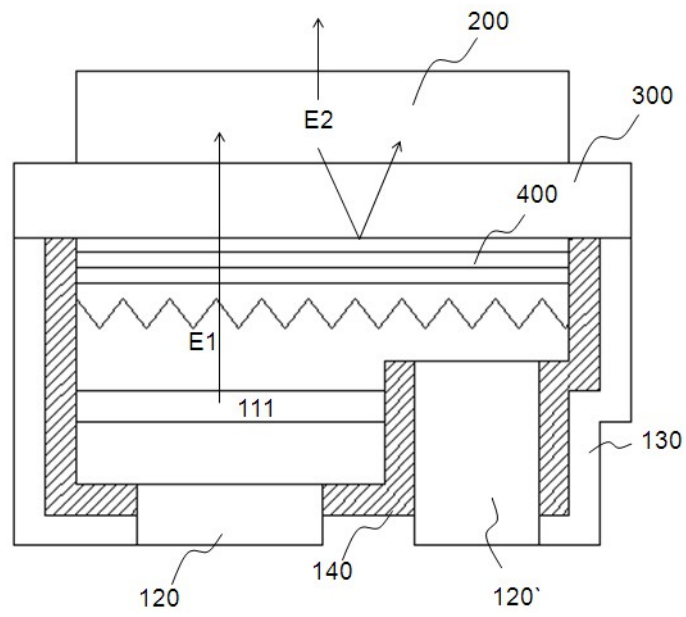


图 5

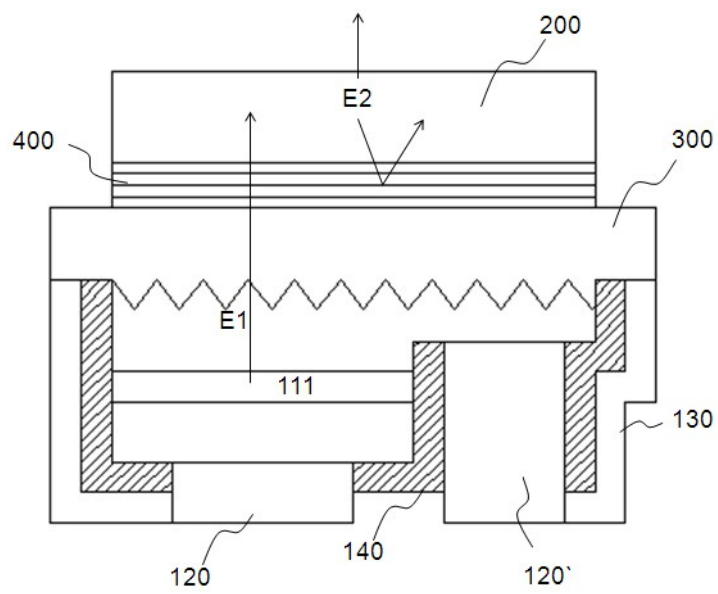


图 6

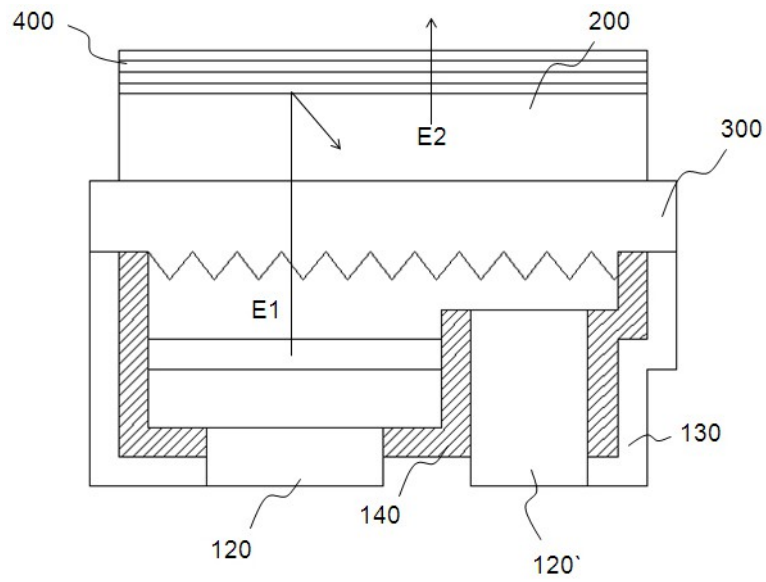


图 7

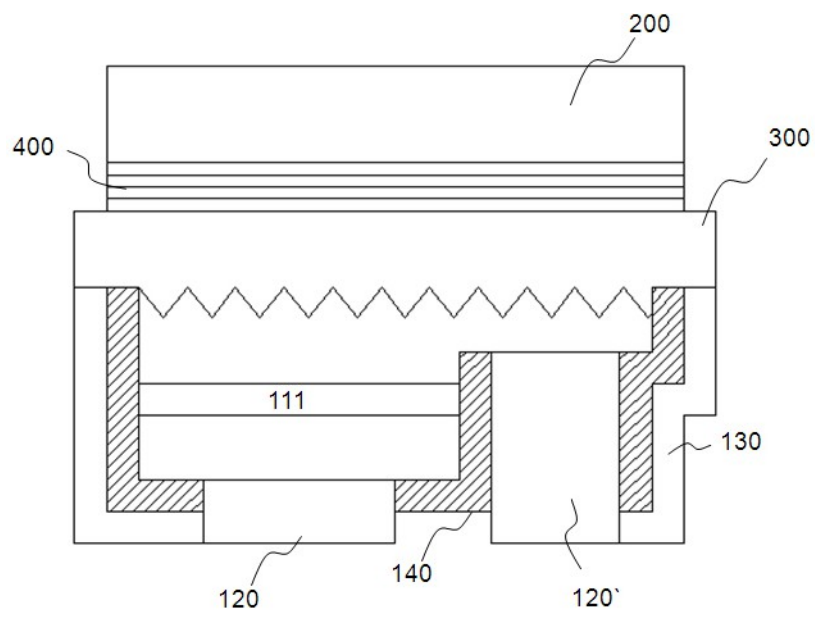


图 8

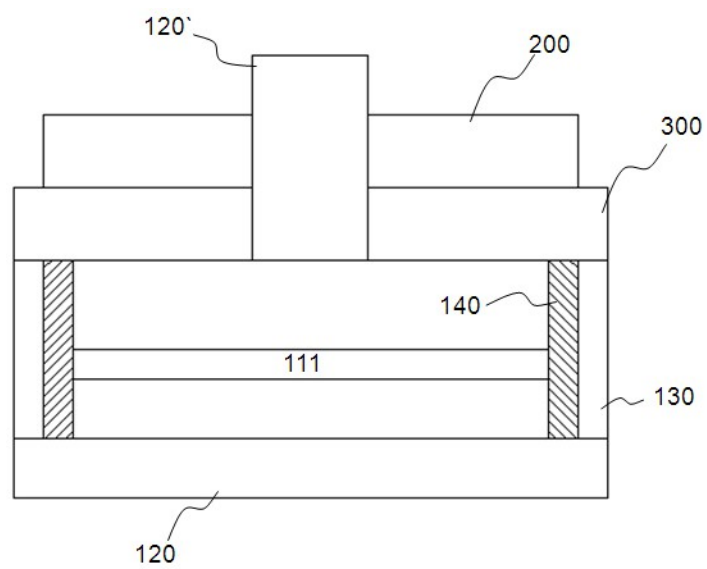


图 9

专利名称(译)	微发光装置及其显示器		
公开(公告)号	CN109037405A	公开(公告)日	2018-12-18
申请号	CN201810775466.7	申请日	2018-07-16
[标]申请(专利权)人(译)	厦门三安光电有限公司		
申请(专利权)人(译)	厦门三安光电有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	厦门三安光电有限公司		
[标]发明人	徐宸科 李佳恩 吴俊毅 黄少华		
发明人	徐宸科 李佳恩 吴俊毅 黄少华		
IPC分类号	H01L33/04 H01L33/44		
CPC分类号	H01L33/04 H01L33/44		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种微发光装置及其显示器,该微发光装置,从下至上包括:具有受激发后产生第一波长的光的发光半导体序列的微发光二极管,透明的粘合层,抗反射增透膜,受第一波长的光激发产生第二波长的光的发光层,实现高效率只出第二波长的光的微发光装置,解决微器件领域红光微发光二极管亮度不满足需求的问题,通过和其他波长的微发光装置组合,构成显示器。

