

紫外半导体发光器件及其制造方法

文/李杨

摘要

紫外半导体发光器件的出现,在各个行业得到广泛的使用,为行业内的制造和管理提供较大的便利。随着技术的进步,紫外线半导体发光器件在制造方法上得到全面的创新,新型的技术不断的出现,制造方法方面也得到不断的发展,为技术的进步提供条件,因此应该更加科学的对紫外半导体发光器件及其制造费方法进行分析,掌握更加全面的制造方法,从而促进技术的进步,对技术的发展提供更多可能。本文主要针对紫外半导体发光器件以及制造方法进行分析。

【关键词】紫外半导体 发光器件 制造方法

半导体紫外光源在国防、环保、信息、能源技术方面得到全面的推广,可见该材料的可以是一种可以在各个行业使用的技术,促进行业内的进步与发展。紫外线半导体发光器件在使用中可以更加科学的提升行业内管理方式和管理技术的创新,更好的支配世界市场。目前世界各个国家都在进行紫外线半导体发光器件的研发,美国的发恐怖生化袭击、日本的紫外线光源照明等,这些新型项目的研发是都依赖紫外性光源技术,并且在管理中得到较大程度的进步,因此我国也需要对该技术进行研发,全面提升技术水平,促进该技术在各个行业的应用推广。

1 紫外半导体发光材料的发展进程

紫外半导体发光材料最早出现在十九世纪三十年代,法国科学家发现硫化锌荧光体粉末进入到油性溶液中就会出现两块电极交流电压的发光情况,从而替代原本的照明,形成新的发光材料。而上世纪六十年代美国率先引入了无机半导体材料,并将CaAsP这类材料使用到发光器件中,从而促进紫外半导体法发光器件的发展,应用范围得到全面的延伸,提升了设备的使用质量。日本对于半导体发光材料的研究也是较为先进的,在美国技术基础上使用一种小于电子自由程的低维材料,并将其制成超晶格和量子阱,使得紫外半导体发光材料可以向着纵深角度发展,使用到更加微小的器

件中,全面的提升发光材料的应用范围。

以半导体超晶和量子阱为代表的低维半导体出现之后,新型凝聚态发光材料成为整体研究中的重点,日本日亚公司最先研制出发射蓝光的氮化镓二极管,这种二极管可以形成蓝光,在一些标志性的位置中使用提升可观察范围。丰田公司在此基础上进行技术创新,在其中混入特殊材料,形成紫色发光二极管,使得波长得到延伸,达到380nm,并且现阶段的照明工程中,对技术进行更加全面的研究,发展UV LEDS为基础的固体发白光器件,这样可以全面的减少照明用电上的消耗,全面提升资源的使用质量。我国在紫外半导体发光器件及其制造方法方面也进行了创新,在紫外发光二极管和激光器方面研究取得较大的进展,从而全面的提升技术能力。

2 紫外半导体发光材料制备原理

紫外发光二极管是指能发出近紫外光的一种发光二极管(LED)。它的发光原理同普通发光二极管一样。紫外半导体发光二极管在化学、生物、医学和军事领域具有广泛的应用,目前这种材料的内量子效率虽然可达到80%,但外量子效率只有3%左右。如今,基于压电光电子学效应,美国佐治亚理工学院讲席教授王中林课题组发明了一种新型高效紫外半导体发光二极管,在合适应用作用下外量子效率可达到7.82%,其光发射强度、注入电流能力和电-光转换。

紫外发光二极管是在人们不断的了解半导体材料的基础上进行研究的,基本结构是致电材料的半导体,将其放置在有引线的架子上,并在周围使用环氧树脂进行密封,对内芯进行保护,在户外使用可以起到良好的保护作用,防止野外环境对设备的伤害。紫外半导体发光材料的核心器件为P型半导体和n型半导体形成晶片,并且这两者之间存在一个过渡层,称为pn结,在其中注入少量的载流子和多数载流子复合时就会出现光能,并将其释放出来,从而实现电能和光能之间的合理转化。

3 紫外半导体发光器件应用

3.1 制造领域

紫外半导体发光器件在不同的波长下具

有不同的应用价值,因此使用范围较为广泛,其中在制造领域的应用也是较为明显的,可以通过TiO₂光源催化剂吸收波长中紫外波段的情况,使用到汽车设计中,对汽车尾气进行处理,减少汽车尾气对空气的污染。同时还可以将该项技术使用工业污染处理中,通过不同的波长对工业排水中的各种污染物进行处理,减少水污染的排放,因此在制造业中得到较为广泛的使用。

3.2 国防科技方面的使用

国防是国家先进成果研发的重要领域,通过紫外半导体发光器件的使用,可以将我国国防军备技术进行全面的提升,例如'便携式紫外激光生物体验检测设备,可以在生化战争中检测空气中的生化细菌分布情况,减少伤亡的出现。而且紫外半导体发光器件可以在军队的隐蔽战术通讯方面进行使用,通过不同波长的变化,使得通讯质量得到提升,并且具有较强的抗干扰性,不容易被侦查,在战争中可以更加安全的传输军事情报。例如美国国防部研制的280-340nm光谱二极管,就体积小并与携带,非常适合城市作战计划。

3.3 信息技术领域使用

信息技术中使用紫外半导体发光器件可以实现信息领域结构的紧凑和耗能的降低,并且可以实现大容量的存储,实现高密度光盘数据存储质量的提升。我国目前来讲使用的光盘多为发射波长在780nm的ALxGa_{1-x}AS激光器这种激光器在使用中的存储内容较小,因此进行了技术创新,采用340nm的UV半导体激光器,全面的提升光盘的播放效果,扩大光盘的存储空间,提升光盘播放的质量,实现信息技术领域的进步。

3.4 能源领域的创新

紫外线是一种可以通过量子裁剪获得各种波长的可见光,可以作为照明设备进行使用,我国现有的发光设备主要包括LED与紫光LED两种照明设备,但是新型的UV-LEDs这种新型的发光器件逐渐的兴起,可以将红绿蓝三种LED线路结合起来,并且线路排列更加简单有效,三种颜色进行混合形成白光,并且在耗能方面具有明显的优势,提升照明质量。

紫外半导体发光器件发出的是冷光,因此在电能的消耗方面较为节省,是普通灯具的0.125%作用,并且因为发热中不排放热量,因此低于器件的伤害较少,可以减少器件的损伤,提升器件的使用寿命。

4 紫外半导体发光器件制造中存在的问题以及改进措施

4.1 存在的问题

虽然紫外半导体发光器件在使用中具有明显优势,在进行制设计制造的过程中,也存在一些问题。半导体带隙能量随着AlGaIn中铝含量的提高而增加,但同时也减少了自由载流子数量。这样就造成载流子数量的减少存生的电阻增加,使得器件在使用中出现发热情况,造成器件自身在使用中寿命缩短,严重影响器件的使用质量,降低发光率。同时在进行设计中Al的含量过高,使得大型器件p型掺杂着大量的困难,造成AlGaIn基UVLEDs在正常的温度下无法获得UV发射,并在较高的Al含量中,无法进行科学的空穴注入,造成使用受到一定的影响。

4.2 改进建议

4.2.1 量子阱与超晶格

在进行紫外半导体发光器件的制造中,研究人员发现了一种生长在蓝宝石衬底下的一种新型的AlGaIn基p-n结结构,这是深紫外LEDs到主要材料,可以将发射的波长进行扩大,在208-340nm之间,对发光性能进行全面的扩展。具体措施包括:使用AlN缓冲层和脉冲原子层外延的方法,从而形成新型的AlN/Al_{0.5}Ga_{0.5}N超晶格结构,使原本的Al_xGa_{1-x}N结构中的位错密度金星降低,这样可以进一步提升整体的器件质量和密度,形成2μm厚n型Al_xGa_{1-x}N结构,降低电阻层发热情况。其次,可以使用封片分装的形式,减少因为统一封装造成的器件内部整体发热的情况,防止器件内部各项设备之间的相互影响,缓解器件的发热情况。最后,在制造中加入p-AlGaIn/p⁺-GaIn异质结压,这样可以将其中的Mg掺入造成设备能量消耗较高的问题进行缓解,全面的提升空穴情况下的注入效率,促进P型欧姆接触沉积模,减少因为内场新使载电子相互变化造成的器件之间的损害情况,提升发光质量。

4.2.2 四元化合物的加入

四元化合物现阶段来讲是一种普及度逐渐提升的材料,适用性更强,可以使用在不

同的设备中,并且带隙和晶格常数可以实现独立的变化,这样可以改变Al含量,使之与Al_xGa_{1-x}N晶格进行匹配,提升材料的适应性,防止晶格配合度不足造成的量子阱结构出现裂隙,影响整体发光质量,造成发光器件出现毁灭的情况,无法正常使用。同时四元化合物InAlGaIn的使用还可以增加量子阱的压电场效应,通过电子空穴对In进行分离,这样在分离区大量存在的In可以形成密闭空间,对非辐射复合进行抑制,从而显著的改善室温对UV发射造成的影响,并形成较大的压电场应力,提升UV发射效率。研究表明,In的掺入可以显著提升UV发射能力,并且随着Al的增加,提升效果更加明显,改善了传统制造中Mg掺入对UV发射造成的影响,从而更加全面提升工作效率。

4.2.3 提升衬底材料的选取质量

衬底材料采用的是蓝宝石(a-Al₂O₃)z,这种材料的形式较为多样,呈现出GaIn等不同的状态,并且这些物质作用在衬底上也具有不同的特性,如果衬底选取不当可能造成微分电阻的出现,影响波长,因此需要在制造中选择更加匹配的沉底晶格,提升晶格品质,促进晶格整体质量的提升。现阶段使用较多的是ZrB₂这类外延生长衬底材料,这种材料的晶格常数与GaIn性质相同,但是在膨胀系数上优越性更强,并且作为一种金属化合物,导电性方面的性能较好,可以直接作为电极使用,减少设备结构中的复杂设计,简化管理步骤。

4.2.4 减少晶体错位研究

在使用蓝宝石作为衬底的过程中,可能造成氮化物晶格常数失配,造成膨胀系数相差较大,使得制造中出现裂隙,因此需要对晶体错位问题进行分析,首先使用ELO材料的使用,减少TDD,将器件使用寿命进行延长,但是该技术在使用中需要进行覆膜,并且在实际中进行重复覆膜操作,对技术操作要求较高。其次,可以使用在主要层之间进行过渡层添加的方法,根据过渡层生长速度呈现梯度变化的情况,对晶体错位情况进行调节,从而实现晶体的调节,发挥Si的作用,全面的实现螺旋生长小丘的出现,减少二轴应力,进一步提升过渡层变速生长质量。

5 结束语

紫外半导体发光器件是技术的创新,产业化技术应用及其巨大的市场潜力正在形成,可以进一步提升照明技术的发展,并在各个行业之间进行推广,提升传播质量和整体速度。

我国在进行这项技术的研究中存在一定的滞后性,出现这种情况的原因是实验设备昂贵,国内有能力生长UVLEDs芯片的实验室不多。因此需要对技术成果进行更加科学的研究,加强投入力度,加大研发资金的投入,积极学习更加先进的技术成果,对技术进行革新,并在各个领域进行推广,进一步提升该技术的普及率,促进技术的全面进步。

参考文献

- [1] 岑继文,何明兴,李新军,王良焱.紫外半导体电致发光器件研究进展[J].材料导报,2015(01):90-92+96.
- [2] 唐利斌,姬荣斌,刘树平,冯鸣,张筱丹,宋立媛,王忆锋,陈雪梅,马钰.有机紫外半导体PMTc的制备及理论计算研究[J].红外技术,2012,34(2):78-83+88.
- [3] 刘晨星,张大勇.紫外激光与半导体相互作用研究进展综述[J].光电技术应用,2012,27(2):21-26.
- [4] 白谢辉,杨定江.半导体紫外探测器技术进展[J].激光与红外,2013(02):83-86.
- [5] 贺永宁,朱长纯,刘卫华,张景文.基于ZnO纳米晶薄膜的紫外半导体激光器件的材料设计[A].中国材料研究学会、江苏省科学技术协会.纳米材料和技术应用进展——全国第三届纳米材料和技术应用会议论文集(下卷)[C].中国材料研究学会、江苏省科学技术协会,2013:4.
- [6] 徐自强,李燕,谢娟,陈航,王恩信,邓宏.半导体紫外探测器及其研究进展[A].四川电子学会传感技术专业委员会、中国工程物理研究院总体工程研究所.四川省电子学会传感技术第九届学术年会论文集[C].四川电子学会传感技术专业委员会、中国工程物理研究院总体工程研究所,2015:4.
- [7] 半导体所研制出GaIn基紫外激光器[J].人工晶体学报,2016,45(12):2855.

作者简介

李杨(1986-),女,湖北省潜江市人。硕士研究生。研究方向为电子器件类半导体发光器件方向。

作者单位

海南工商职业学院 海南省海口市 570203