



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208655669 U

(45)授权公告日 2019. 03. 26

(21)申请号 201820533287.8

(22)申请日 2018.04.12

(73)专利权人 北京东方富民生态电力科技有限公司

地址 101500 北京市密云区大唐庄东区七号楼一单元

(72)发明人 马传奇 林瑞阳

(74)专利代理机构 北京彭丽芳知识产权代理有限公司 11407

代理人 彭丽芳

(51)Int.Cl.

H01L 31/05(2014.01)

H01L 31/0224(2006.01)

H01L 31/0725(2012.01)

H01L 31/0735(2012.01)

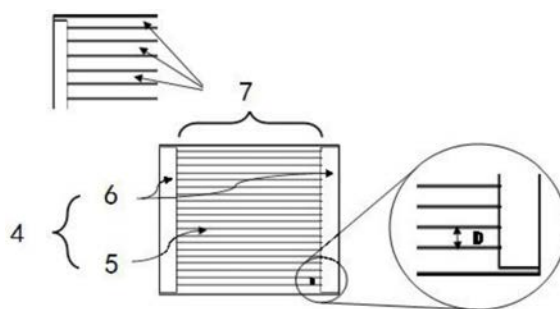
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)实用新型名称

砷化镓电池芯片

(57)摘要

本实用新型公开了砷化镓电池芯片,利用导电栅线和多接面的结构设计及有效利用受光面积的原理,大幅降低光生自由电子与光生电洞再结合的机率,确保大部份的光生自由电子都能进入该等导电栅线内成为可利用的光电流,使高效能聚光型太阳能电池的光电转换效率因而大幅提升达到50%以上,本实用新型为基础未来太阳能电池的光电转换效率更可能提高到70%以上,进而降低材料成本,增强聚光型太阳能模块的发展性及竞争力。



1. 砷化镓电池芯片,其特征是:该砷化镓电池芯片为太阳能砷化镓电池芯片(1),包括芯片载体(2),设于所述载体(2)上的前板(3),与所述前板连接的电极结构(4);该电极结构(4)包含若干条金属栅线(5),所述金属栅线(5)设置在所述前板(3)上,所述金属栅线(5)将电流耦接即电流流入或流出至该前板(3),以及,还包括一或多个金属总线(6)连接所述金属栅线(5),以便电流耦接至外部接线(9);所述每一金属总线(6)为径向地延长,并且从所述太阳能砷化镓电池芯片(1)周围区域延伸至电池芯片中心区域(11);所述每一金属总线(6)包括焊接垫区域(8),用以与外部接线(9)耦合,所述焊接垫区域(8)设置于所述金属总线(6)的电池芯片周边区域(15);所述前板(3)为所述芯片的半导体材料结构层(12)的前表面,在该前表面上设置金属总线(6)及金属栅线(5)。

2. 如权利要求1所述的砷化镓电池芯片,其特征是:太阳光经聚光透镜(10)照射于入光面(7)上,若干数条金属栅线(5)设置在该入光面(7)上,用以接收自该太阳能砷化镓电池芯片(1)内部所产生的光生自由电子。

3. 如权利要求2所述的砷化镓电池芯片,其特征是:所述若干条金属栅线(5)任意相邻两金属栅线具有一栅线间距D。

4. 如权利要求2所述的砷化镓电池芯片,其特征是:所述太阳能砷化镓电池芯片(1)的若干条导电的金属栅线(5)设置在入光面(7)上,与所述入光面(7)配合使用的聚光透镜(10)的聚光倍率为1000倍以上;以及两金属总线(6)分离地设置于该入光面(7),该若干条金属栅线(5)设置于所述两金属总线(6)之间,且与该两金属总线构成电气连接。

5. 如权利要求1或2所述的砷化镓电池芯片,其特征是:所述半导体材料结构层(12)包括若干砷化镓基材和/或锗基材半导体材料结构的接面层(13)。

6. 如权利要求5所述的砷化镓电池芯片,其特征是:所述接面层(13)包括相互连接的若干接面层,若干接面层为任意的上下配置关系,包括磷化铟镓和铬基板组成的第一接面层(131),由磷化铝铟镓和砷化铟镓组成的第二接面层(132),由磷化铝铟和磷化铟镓组成的第三接面层(133);Ge铬基板与Ag+Au背部电极构成芯片载体(2)。

7. 如权利要求5所述的砷化镓电池芯片,其特征是:还进一步包括抗反射层(14)。

8. 如权利要求3所述的砷化镓电池芯片,其特征是:当该聚光透镜(10)的聚光倍率为1000倍的太阳光时,该栅线间距D的宽度范围为 $90^{\circ}\sim 120^{\circ}$,该若干数条导电栅线覆盖该入光面之总面积的22%~24%。

9. 如权利要求3所述的砷化镓电池芯片,其特征是:当该聚光透镜(10)的聚光倍率为1500倍的太阳光时,该栅线间距的宽度范围为 $80^{\circ}\sim 105^{\circ}$,该若干条导电栅线覆盖该入光面之总面积的23%~25%。

10. 如权利要求3所述的砷化镓电池芯片,其特征是:当该聚光透镜的聚光倍率为2000倍的太阳光时,该栅线间距的宽度范围为 $70^{\circ}\sim 95^{\circ}$,该若干条导电栅线覆盖该入光面之总面积的23.5%~25.5%。

砷化镓电池芯片

技术领域

[0001] 本实用新型涉及太阳能电池芯片,尤其涉及砷化镓电池芯片,特别涉及一种具有高效能电流收集结构的聚光型太阳能砷化镓电池芯片。

背景技术

[0002] 太阳能是一种永不耗尽且无污染的能源,在面对目前石化能源所面临的污染与短缺的问题时,一直是各国及各大太阳能厂致力研究开发的一项替代能源技术。由于太阳能面板(solar panel)具有光伏电池(photovoltaic cell,PV cell),使得太阳能面板能直接将光能转换成电能。然而,如何充分地利用太阳光使其具有较佳的光电转换效率则目前相当重要的研究课题。

[0003] 而太阳能技术中又以聚光型太阳能电池(CPV;Concentrated Photovoltaic)为最受瞩目一项太阳能电池技术,因聚光型太阳能电池拥有比传统的电池板和薄膜太阳能电池更好的光电转换效率,且聚光型太阳能电池的制作成本比传统的电池板和薄膜太阳能还低,具有良好的发展前景。聚光型太阳能电池是利用聚光透镜将阳光聚焦于聚光型太阳能电池上,而将光能转换电能。

[0004] 目前的聚光型太阳能电池依聚光强度可概分成低聚光光伏(LCPV)、中聚光光伏(MCPV)及高聚光光伏(HCPV)等三种。而聚光型太阳能电池模块通常由聚光型太阳能电池(Concentrator Photovoltaic)、聚光透镜比如菲涅尔透镜(Fresnel Lens)以及日光追踪器(Sun Tracker)等构成。

[0005] 为达到CPV高聚光高效能的应用,聚光倍率已由500~1000倍向2000~3000倍发展,目前国内外厂商生产的太阳能电池都遇到转换效率随聚光倍率增加而下降的问题,主要原因为当聚光倍率达1000倍以上,必须在光与电之间取得平衡(trade-off),也就是必须在增加太阳能集光面积与避免电子复合消失之间取得最佳平衡,才能突破目前随聚光倍率增加导致转换效率降低之瓶颈。

[0006] 已知的聚光型太阳能电池,是利用具有一个或多个径向向延长的总线延伸入电池的中心区域,并由栅线收集电流,既有的技术仅适用于聚光倍率500~1000乃至倍率3000的聚光透镜的光学透镜,但对于聚光透镜倍率超过1000倍以上时,其从栅线收集电流的效果没有随之提高,反而发生当聚光倍率增加转换效率却变低的问题,造成此问题的原因是,虽然太阳能电池中受光而生的光生自由电子的数量会随聚光倍率的增加而呈现倍数性增加的趋势,但是大多数增加后的光生自由电子在到达导体栅线前就又与光生电洞再结合,实际上能够进入导体栅线而成为光电流的光生自由电子其实相当有限,导致光电转换效率无法因而提升,严重限制聚光型太阳能电池模块的发展性及竞争力。

实用新型内容

[0007] 本实用新型提供了一种太阳能电池芯片,尤其提供砷化镓电池芯片,特别提供了具有高效能电流收集结构的聚光型太阳能砷化镓电池芯片,克服了上述现有技术的难题,

这种电池芯片是应用于聚光型太阳能电池模块的高效能电流收集结构,通过减少降低光生自由电子与光生电洞的再结合率,而有效增加聚光型太阳能电池模块的光电转换效率。

[0008] 本实用新型所要解决的技术问题是通过以下技术方案来实现的:

[0009] 砷化镓电池芯片,包括芯片载体,设于所述载体上的前板,与所述前板连接的电极结构;该电极结构即电流收集结构,包含若干条金属栅线,所述金属栅线设置在所述前板上,所述金属栅线将电流耦接即电流流入或流出至该前板,以及,还包括一或多个金属总线连接所述栅线,以便电流耦接至外部接线;所述每一总线为径向地延长,并且从电池芯片周围区域延伸至电池芯片中心区域;所述每一总线包括焊接垫区域,用以与外部接线耦合,所述焊接垫区域设置于所述总线的周边端(peripheral end);所述前板为所述芯片的半导体材料结构层的前表面,在该前表面上设置总线及栅线结构。

[0010] 所述前板为半导体金属材料前板。

[0011] 所述太阳光经聚光透镜照射于该入光面上,该电极结构的若干数条导电栅线设置在该入光面上,用以接收自该太阳能电池内部所产生的光生自由电子。

[0012] 所述若干条导电栅线任意相邻两导电栅线具有一栅线间距D。

[0013] 所述电池芯片的若干条导电的金属栅线设置在入光面上,与所述入光面配合使用的聚光透镜的聚光倍率为1000倍以上;以及两总线分离地设置于该入光面,该若干条导电栅线设置于所述两总线之间,且与该两总线构成电气连接。

[0014] 优选所述半导体材料结构层包括砷化镓基材和/或锗基材半导体材料接面层。所述接面层包括相互连接的若干接面层,故为多接面芯片,若干接面层为砷化镓基材和/或锗基材半导体材料结构层,可以上是这些材料层结构的任意的上下配置关系。

[0015] 优选所述聚光透镜的聚光倍率为1000倍的太阳光时,该栅线间距D的宽度范围为90~120 μ m,该若干数条导电栅线覆盖该入光面之总面积的22%~24%。

[0016] 优选当该聚光透镜的聚光倍率为1500倍的太阳光时,该栅线间距的宽度范围为80~105 μ m,该若干条导电栅线覆盖该入光面之总面积的23%~25%。

[0017] 优选当该聚光透镜的聚光倍率为2000倍的太阳光时,该栅线间距的宽度范围为70~95 μ m,该若干条导电栅线覆盖该入光面之总面积的23.5%~25.5%。

[0018] 本实用新型的原理:

[0019] 所述砷化镓电池芯片,因为包括高效能电流收集结构的聚光型太阳能电池,所述电池包括若干条导电栅线,设置在入光面上,用以接收自所述太阳能电池内部所产生的光生自由电子,该聚光透镜的聚光倍率至少超过1000倍以上;以及两总线分离地设置于该入光面上并相互对应,该若干条导电栅线设置于所述两总线之间,且与该两总线构成电气连接,以接收该太阳能电池内部所产生的光生自由电子与自所述导电栅线传来的光生自由电子;其中若干条导电栅线之任意相邻两导电栅线具有一栅线间距D,该栅线间距的宽度至少为120 μ m以下,且所述若干导电栅线覆盖该入光面之总面积为25.5%以下。

[0020] 本实用新型的砷化镓多接面太阳能电池在吸收某波长光子后,当此光子之能量大于多重接合(multi-junction)中某一能阶(band gap),电子将可以往外跃迁成为自由电子(free electron)。而产生之自由电子必须避开与电洞的再结合(recombination),才能到达最近金属栅线(gridline metal)而成为有效的电能。

[0021] 因此本本实用新型砷化镓电池芯片是一种高效能电流收集结构,可以在增加太阳

能集光面积与避免电子复合消失之间取得最佳平衡,即在光与电之间取得平衡(trade-off),而克服目前随聚光倍率增加导致转换效率降低的瓶颈并加以突破;其中本实用新型在一单位面积下,透过于增加受光面积、降低自由电子至所述导电栅线(gridline metal)的距离与模块聚光倍率三者之间取得适当平衡,而降低太阳能电池因吸收某波长光子后自由电子的再结合(recombination)率,使自由电子到达最近的导电栅线成为有效的电能,以此高效能电流收集结构制作的高效能聚光型太阳能电池(HCPV solar cell)进一步组装成高效能聚光型太阳能电池接收器及其高效能光伏发电模组,在户外1000倍的追日实测效率从28%提升到35%以上,大幅提升约7%~10%。

[0022] 本实用新型可应用于高效能电流收集结构的聚光型太阳能电池的聚光型太阳能电池模块,由此提升聚光型太阳能电池的光电转换效率。

[0023] 本实用新型与现有技术相比,具有以下技术优点:

[0024] 本实用新型利用导电栅线的设计减少光生自由电子转移至所述等导电栅线的距离有效利用受光面积的方法下,大幅降低光生自由电子与光生电洞再结合的机率,确保大部份的光生自由电子都能进入该等导电栅线内成为可利用的光电流,因此特别适用于高效能聚光型太阳能模块系统中,使高效能聚光型太阳能电池的光电转换效率提升达到45~50%,甚至更高的光电转换效率,进而增强聚光型太阳能模块的总成效益。

[0025] 使光电转换效率大幅提升达到50%以上,并进一步作为基础未来太阳能电池的光电转换效率更可能达到70%以上,不仅降低了材料成本,还增强聚光型太阳能模块的发展性及竞争力。

附图说明

[0026] 图1-1为本实用新型芯片外部结构示意图。

[0027] 图1-2为图1-1本实用新型芯片半导体材料层结构多接面剖视图。

[0028] 图1-3为图1-2本实用新型芯片连接关系结构示意图。

[0029] 图1-4为本实用新型芯片原理结构示意图。

[0030] 图1-5为本实用新型芯片中心区域结构示意图。

[0031] 图2为本实用新型有效受光面与导电栅线间距之关系曲线。

[0032] 图3为本实用新型在户外中未使用二次光学组件所测得的填充因子与栅线间距之关系曲线。

[0033] 图4为本实用新型在户外未使用二次光学组件所测得的转换效率。

[0034] 图5为未使用及使用本实用新型的HCPV模块在聚光倍率为1000倍时户外实测效率变化图。

[0035] 1-太阳能砷化镓电池芯片,2-芯片载体,3-前板,4-电极结构,5-金属栅线,6-金属总线,7-入光面,8-焊接垫区域,9-外部接线,10-聚光透镜,11-电池芯片中心区域,12-半导体材料结构层,13-接面层,131-第一接面层,132-第二接面层,133-第三接面层,14-抗反射层,15-电池芯片周边区域。

具体实施方式

[0036] 以下配合说明书附图做更详细的说明,以使同领域技术人员根据本说明书后能够

实施。

[0037] 参阅图1-1,图1-2,图1-3,图1-4,图1-5,本实用新型的结构示意图,包括芯片载体2,前板3,与所述前板连接的电极结构4;该电极结构包含若干条金属栅线5,所述金属栅线设置在所述前板上,所述金属栅线将电流耦接即电流流入或流出至该前板,以及,还包括一或多个金属总线6连接所述栅线,以便电流耦接至外部接线9;所述每一总线为径向地延长,并且从电池芯片周围区域延伸至电池芯片中心区域11;所述每一总线包括焊接垫区域8,用以与外部接线耦合,所述焊接垫区域设置于所述总线的周边区域15;所述前板为所述芯片的半导体材料结构层的前表面,在该前表面上设置总线及栅线结构。

[0038] 通过高效能电流收集结构的聚光型太阳能电池1,用以提高太阳能电池的光电转换效率,适用于高效能聚光型太阳能模块或系统中。如图1所示,包括:电流收集结构4,所述电流收集结构4形成于太阳能电池1的入光面7上,其中太阳光经聚光透镜10照射在所述入光面7上,该太阳能电池1内部产生光生自由电子,其中该聚光透镜10的聚光倍率至少超过1000倍以上。

[0039] 图1-2所述太阳能电池1包括砷化镓基材、锗基材或其他适当材质的基材半导体材料层结构。所述接面层13包括相互连接的若干接面层,故为多接面芯片,若干接面层为砷化镓基材和/或锗基材半导体材料结构层,可以是这些材料层结构的任意的上下配置关系,包括磷化铟镓和Ge铬基板组成的第一接面层131,由磷化铝铟镓和砷化铟镓组成的第二接面层132,由磷化铝铟和磷化铟镓组成的第三接面层133;所述Ge铬基板与电极,如Ag+Au背部电极构成芯片载体2,还进一步包括抗反射层14,用于更好的聚光效果使用。

[0040] 所述电流收集结构4包含若干条导电栅线5及两总线6;所述若干条导电栅线设置在所述入光面7上,用于接收光生自由电子。

[0041] 所述两总线6分离地设置在入光面7上并相互对应,所述导电栅线5设置在该两总线6之间,且与该两总线构成电气连接,而该两总线则接收从该太阳能电池1内部产生的光生自由电子与从该若干条导电栅线传来的光生自由电子。

[0042] 其中该若干条导电栅线之任相邻两导电栅线具有一栅线间距D,该栅线间距D的宽度为120um以下,该若干条导电栅线覆盖该入光面的总面积为25.5%以下。

[0043] 参阅图2,本实用新型太阳能电池的有效受光面与导电栅线间距的关系曲线。较佳的,当该聚光透镜的聚光倍率为1000倍的太阳光时,该栅线间距的宽度范围于90~120um之间,该若干条导电栅线覆盖该入光面22%~24%的面积。当该聚光透镜的聚光倍率为1500倍的太阳光时,该间距的宽度范围于80~105um之间,且该若干条导电栅线覆盖该入光面23%~25%的面积。当该聚光透镜的聚光倍率为2000倍的太阳光时,该间距的宽度范围须于70~95um之间,且该若干条导电栅线覆盖该入光面23.5%~25.5%的面积。

[0044] 参阅图3,本实用新型于户外中未使用二次光学组件所测得的填充因子与栅线间距之关系曲线。当聚光倍率为500倍的太阳光,填充因子(Filling factor,FF)受该栅线间距D的影响相当有限,因此为了增加有效受光面积,会以较宽的栅线间距D设置该若干条导电栅线,已获得更大的有效受光面积。但是当聚光倍率大于1000倍的太阳光时,填充因子的最大值会往该栅线间距D越窄的方向偏移。众所周知的是,增加有效受光面积能够增加光电流强度,从而提高太阳能电池的光电转换效率,然而,此实验结果却显示了以往已知认定的事实并非正确,尤其对于用于高聚光倍率及超高聚光倍率的太阳能电池模块来说,有效受

光面积越大不代表能带来更高的转换效率。

[0045] 参阅图4,本实用新型于户外中未使用二次光学组件所测得的转换效率。为直接测试本实用新型具转换效率,故未在太阳能电池上加装二次光学组件(secondary optical element, SOE),因此会有图3中随着聚光倍率愈高,但光电转换效率愈低的正常情况发生。图4中值得注意的是,随着聚光倍率增加,光电转换效率的最高值往该栅线间距D愈小的方向偏移,且聚光倍率愈高越会受到该栅线间距D的影响。此实验结果呼应了前段说明,有效受光面积越大并不会带来更高的光电转换效率。

[0046] 参阅图5,未使用及使用有本实用新型具高效能电流收集结构的聚光型太阳能电池的HCPV模块在聚光倍率为1000倍时于户外中的实测效率变化图。图5所示的模块1与模块2是使用已知电极导线布线结构所组装的太阳能模块,模块3至模块7则是利用本实用新型组装的太阳能模块,上述所有的太阳能模块中皆装设有二次光学组件(secondary optical element, SOE)及日光追踪器(sun tracker),其中模块1与模块2在户外实测下所测得的转换效率约在30%左右。而在相同条件中,模块3至模块7所测得的转换效率约在35%。

[0047] 本实用新型的特点在于,透过适当控制导电栅线的栅线间距与有效受光面积,而减少光生自由电子转移至该等导电栅线的距离,而大幅降低光生自由电子与光生电洞再结合的机率,确保大部份的光生自由电子都能进入该等导电栅线内成为可利用的光电流。

[0048] 本实用新型可有效降低光生自由电子与光生电洞的再结合的机率,尤其适用于会大量产生的光生自由电子的新世代高效能聚光型太阳能模块中,因此特别适用于高效能聚光型太阳能模块或高效能聚光型太阳能系统中,并达成提高光电转换效率的目的,进而增强本实用新型发展性及竞争力。

[0049] 以上所述仅为用以解释本实用新型的较佳实施例,并不据以对本实用新型做任何形式上的限制,所以,凡有在相同的发明创造构思下所作有关本实用新型的任何修饰或变更,皆仍应包括在本实用新型意图保护的范畴内。

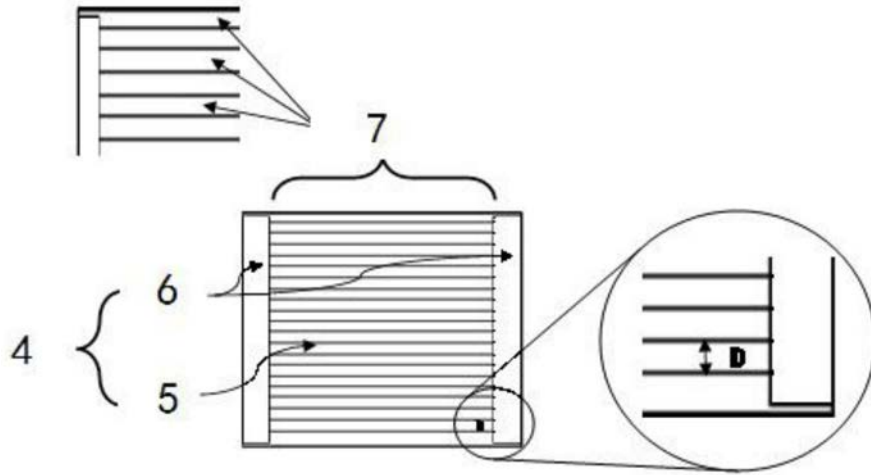


图1-1

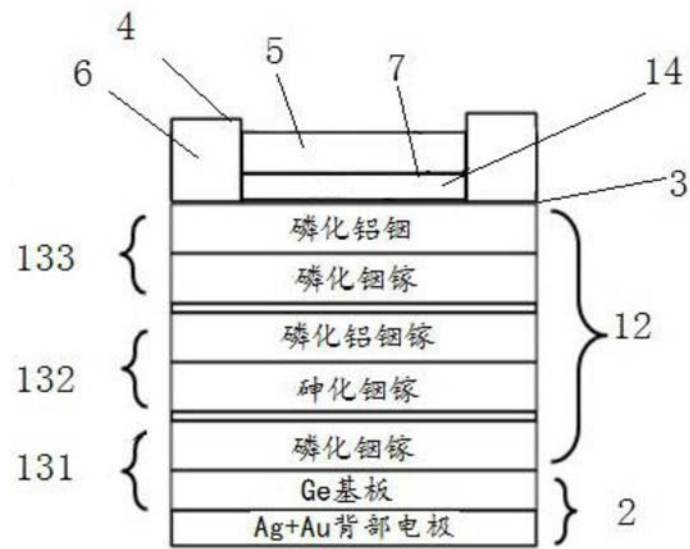


图1-2

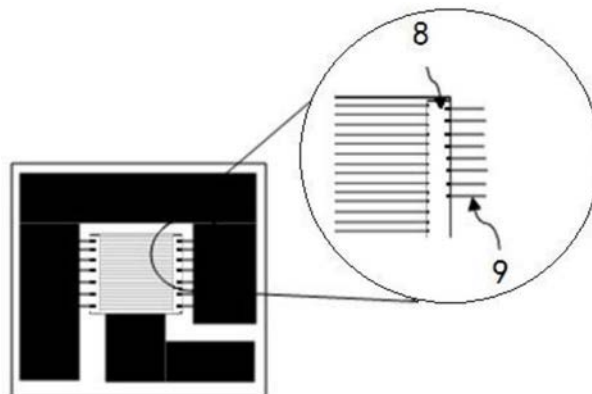


图1-3

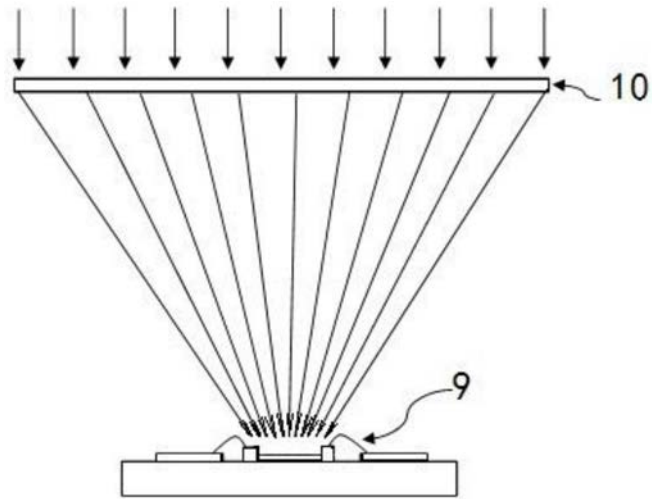


图1-4

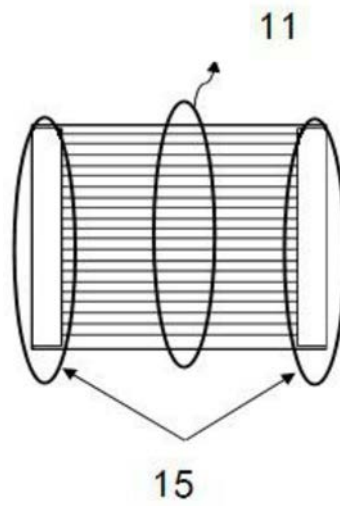


图1-5

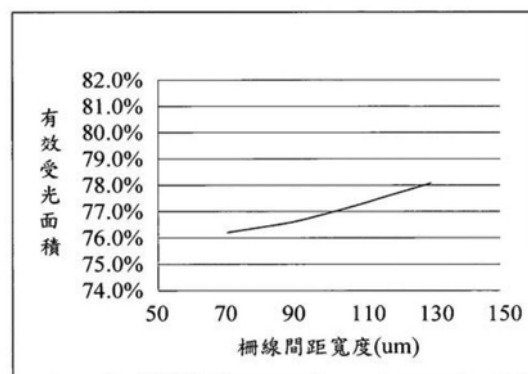


图2

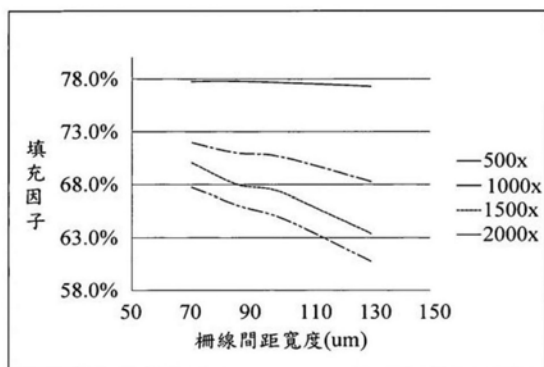


图3

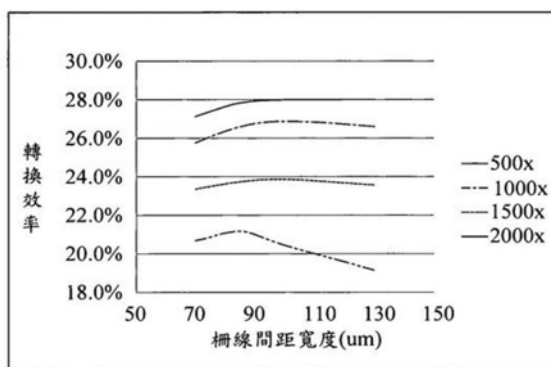


图4

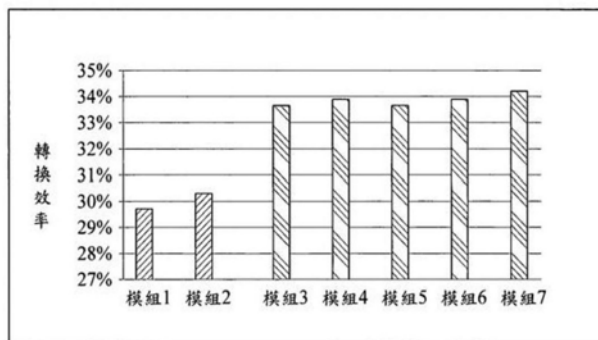


图5