



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106409168 A

(43)申请公布日 2017.02.15

(21)申请号 201611090359.8

(22)申请日 2016.12.01

(71)申请人 复旦大学

地址 200433 上海市杨浦区邯郸路220号

(72)发明人 田朋飞 刘晓艳 刘冉 郑立荣

(74)专利代理机构 上海正旦专利代理有限公司

31200

代理人 陆飞 陆尤

(51)Int.Cl.

G09F 9/33(2006.01)

H01L 33/00(2010.01)

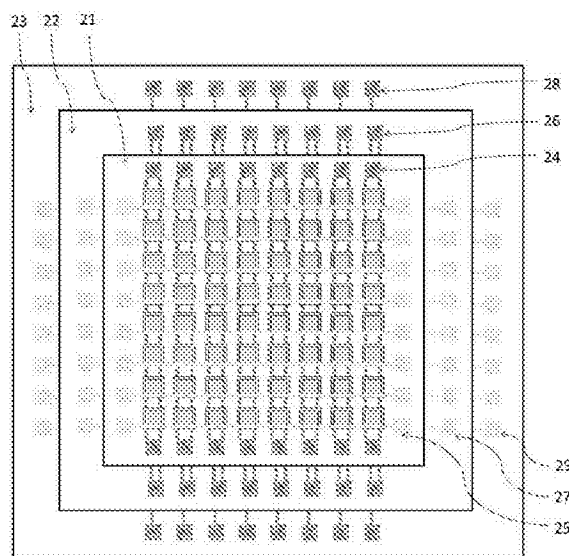
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

基于无机微米LED阵列的全彩色微显示芯片及其制备方法

(57)摘要

本发明涉及半导体光电子技术领域,具体公开一种基于无机微米LED的全彩色微显示芯片及其制备方法。本发明包括由高效率氮化镓基LED外延片材料制备蓝光和绿光微米LED阵列,由高效率砷化镓基LED外延片材料制备红光微米LED阵列,每个阵列单独成为单色微显示芯片;将上述三种微米LED阵列以红光、绿光和蓝光的次序按垂直方向上对准键合,集成红光、绿光和蓝光三种发光波长的微显示芯片。本发明工艺简单,这有利于降低芯片成本。本发明中的芯片可用于微投影和微显示领域,包括可穿戴智能眼镜、智能手表、虚拟现实、增强现实等设备。



1. 一种基于无机微米LED阵列的全彩色微显示芯片,其特征在于,包括:

由高效率氮化镓基LED外延片材料制备的蓝光和绿光微米LED阵列,由高效率砷化镓基LED外延片材料制备的红光微米LED阵列,每个阵列单独为单色微显示芯片;三种微米LED阵列以红光、绿光和蓝光的次序,按垂直方向上对准键合集成红光、绿光和蓝光三种发光波长的微显示芯片,即从下到上依次为红光、绿光和蓝光芯片。

2. 根据权利要求1所述的全彩色微显示芯片,其特征在于,每个微米LED单元的大小在1微米和100微米之间,间距和像素点的大小在1微米和100微米之间,可调。

3. 根据权利要求1或2所述的全彩色微显示芯片,其特征在于,微米LED阵列的驱动显示采取行列扫描驱动的方式,或者采取单独驱动每个微米LED的方式;

根据驱动方式的不同,可以设计微米LED阵列的n型和p型电极。

4. 如权利要求1-3之一所述的基于无机微米LED阵列的全彩色微显示芯片的制备方法,其特征在于,具体步骤为:

步骤一:由高效率氮化镓基LED外延片材料制备蓝光和绿光微米LED阵列,由高效率砷化镓基LED外延片材料制备红光微米LED阵列,每个阵列单独成为单色微显示芯片;

步骤二:将上述三种微米LED阵列以红光、绿光和蓝光的次序按垂直方向上对准键合,集成红光、绿光和蓝光三种发光波长的微显示芯片。

5. 根据权利要求4所述的制备方法,其特征在于,所述的芯片集成采用透明键合材料键合三种芯片,并且对准三种芯片的每个像素点。

6. 根据权利要求4或5所述的制备方法,其特征在于,所述的绿光和红光芯片键合后,露出红光芯片的电极,进一步键合上层蓝光芯片后,露出绿光芯片的电极。

7. 根据权利要求4或5所述的制备方法,其特征在于,所述的单色微显示芯片在2英寸到8英寸的外延片上进行批量制备,然后使用激光切割和机械切割的方法来分离,获得单色微显示芯片。

8. 根据权利要求4或5所述的制备方法,其特征在于,所述的全彩色芯片通过引线键合的方法进行封装,连接外围驱动电路,实现微显示功能。

基于无机微米LED阵列的全彩色微显示芯片及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于半导体光电子技术领域,具体涉及一种基于无机微米LED阵列的全彩色微显示芯片及其制备方法。

背景技术

[0002] 微显示芯片显示的图形通过光学放大后可形成虚拟图形或者投影图形,主要有微投影和近眼显示两类用途:将图形投影到车辆和飞机的挡风玻璃,为微投影的抬头显示(Head-up display)技术;通过在可穿戴头盔上显示图形、场景和虚拟现实,为近眼的头戴显示(head-mounted display)技术。

[0003] 传统的微显示产品技术主要包括液晶显示(LCD)、有机发光显示器(OLED)、数字光处理(Digital light processing)和激光光束转向(Laser beam steering)技术,但是在高强度环境光、高温等极端的环境中,比如太阳强光下和高温沙漠环境中,基于这些技术的产品就会出现亮度低、效率低、可靠性差的特点。而基于氮化镓(GaN)和砷化镓(GaAs)半导体材料制备的微米LED微显示弥补了这些缺点,具有高亮度和高可靠性的优势。

[0004] 由于氮化镓(GaN)材料在蓝光和绿光波段具有高效率,砷化镓(GaAs)材料在红光波段具有高效率,国内外的微显示技术多停留在单色显示阶段,限制了微显示的应用范围,于是全彩色微显示成为当前的重要发展方向。目前,基于微米LED的全彩色显示屏制备难度高,成本也比较高,这成为制约其大规模产业化和应用市场的关键。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种基于无机微米LED阵列的全彩色微显示芯片及其制备方法。

[0006] 本发明使用垂直方向的集成技术,集成高效率氮化镓基蓝光LED、氮化镓基绿光LED、和砷化镓基红光LED三种微显示芯片,制备高效率全彩色微显示芯片,工艺相对简单,这有利于降低芯片成本。

[0007] 本发明提供的基于无机微米LED阵列的全彩色微显示芯片,包括:

由高效率氮化镓基LED外延片材料制备的蓝光和绿光微米LED阵列,由高效率砷化镓基LED外延片材料制备的红光微米LED阵列,每个阵列单独成为单色微显示芯片;以红光、绿光和蓝光的次序,按垂直方向上对准键合集成红光、绿光和蓝光三种发光波长的微显示芯片,即从下到上依次为红光、绿光和蓝光芯片。

[0008] 本发明中,每个微米LED单元的大小在1微米和100微米之间,间距和像素点的大小在1微米和100微米之间,可调。

[0009] 本发明中,微米LED阵列的驱动显示可采取行列扫描驱动的方式,或者采取单独驱动每个微米LED的方式;

根据驱动方式的不同,可以设计微米LED阵列的n型和p型电极。

[0010] 本发明提供的基于无机微米LED阵列的全彩色微显示芯片的制备方法,具体步骤

为：

步骤一：由高效率氮化镓基LED外延片材料制备蓝光和绿光微米LED阵列，由高效率砷化镓基LED外延片材料制备红光微米LED阵列，每个阵列可单独成为单色微显示芯片；

步骤二：将上述三种微米LED阵列以红光、绿光和蓝光的次序按垂直方向上对准键合，集成红光、绿光和蓝光三种发光波长的微显示芯片。

[0011] 本发明中，所述的芯片集成使用透明键合材料键合三种芯片，并且对准三种芯片的每个像素点。

[0012] 本发明中，所述的绿光和红光芯片键合后，能够露出红光芯片的电极，进一步键合上层蓝光芯片后，能够露出绿光芯片的电极。

[0013] 本发明中，单色微显示芯片可以在2英寸到8英寸的外延片上进行批量制备，然后使用激光切割和机械切割的方法来分离微显示芯片，可降低生产成本，相应技术适用于产业化。

[0014] 本发明中，所述的全彩色芯片可以通过引线键合的方法进行封装，连接外围驱动电路，实现微显示功能。

[0015] 本发明制备全彩色微显示芯片的技术具备几方面的优点：可使用技术成熟的高效率LED外延片制备高效率微米LED芯片；工艺成本低；垂直方向对准键合后，单颗全彩色微米LED单元在不同角度发出的光具有很好的均匀性，具备优良的全彩显示功能。

[0016] 本发明中的芯片可用于微投影和微显示领域，包括可穿戴智能眼镜、智能手表、虚拟现实、增强现实等设备。

附图说明

[0017] 图1为本发明中提供的一个 8×8 微米LED阵列，驱动方式为被动行列扫描驱动，其制备流程包括台面刻蚀、p型欧姆接触制备、n型电极制备、钝化绝缘层开孔，p型电极制备的示意图；其中，(a)为剖面图，(b)为相应的微米LED阵列的俯视图。

[0018] 图2为本发明中红光、绿光和蓝光微显示芯片的集成芯片示意图，其驱动方式为被动行列扫描驱动。

[0019] 图3为本发明中提供的一个 10×10 微米LED阵列，驱动方式为单独控制每一个微米LED单元，其制备流程包括台面刻蚀、p型欧姆接触制备、n型电极制备、钝化绝缘层开孔，p型电极制备的示意图；其中，(a)为剖面图，(b)为相应的微米LED阵列的俯视图。

[0020] 图4为本发明中红光、绿光和蓝光微显示芯片的集成芯片示意图，其驱动方式为单独控制每一个微米LED单元。

[0021] 图中标号：11为衬底，12为n型无机半导体材料，13为量子阱材料，14为p型无机半导体材料，15为欧姆接触，16为n型连接电极，17为绝缘层，18为p型连接电极，其中，标号根据半导体材料Ga_N或者GaAs的不同，稍有所不同；21为蓝光微显示芯片，22为绿光微显示芯片，23为红光微显示芯片，24为n型电极，25为p型电极，26为n型电极，27为p型电极，28为n型电极，29为p型电极；

31为衬底，32为n型半导体材料，33为量子阱材料，34为p型半导体材料，35为欧姆接触，36为n型连接电极，37为绝缘层，38为p型连接电极，其中，标号根据半导体材料Ga_N或者GaAs的不同，稍有所不同；41为蓝光微显示芯片，42为绿光微显示芯片，43为红光微显示芯片，44

为p型电极,45为n型电极,46为p型电极,47为n型电极,48为p型电极,49为n型电极。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图对本发明的较佳实施例进行详细阐述,以使本发明的优点和特征能更易于被本领域技术人员理解。下面结合通过实施例对本发明作进一步说明,但本发明并不限于以下实施例。

[0023] 实施例1

蓝光和绿光微显示芯片制备:

如图1所示,用MOCVD方法在蓝宝石衬底11上生长GaN基LED外延层,主要包括n型GaN层12, GaN/InGaN量子阱结构13,和p型GaN层14,通过调节量子阱InGaN的In组分可以调节LED的发光波长为蓝光或者绿光;

然后沉积p型欧姆接触电极Ni/Au (10nm/25nm),通过反应离子刻蚀分别刻蚀掉Ni/Au和一部分GaN外延层,外延层刻蚀1 μ m深度,露出n-GaN 12,形成微米LED阵列台面,500摄氏度退火3分钟,形成p型欧姆接触15,退火也有助于修复侧壁刻蚀缺陷,进一步完全刻蚀n-GaN至蓝宝石层11,并沉积Ti/Au (50nm/200nm)作为n-GaN欧姆接触和控制电极16;

用等离子体增强化学气相沉积法PECVD沉积0.3 μ m的SiO₂钝化绝缘层17,并在微米LED台面和n型电极的引线键合区域开孔,绝缘层开孔结合干法腐蚀和湿法腐蚀两种方法,先用反应离子刻蚀去掉大部分SiO₂,然后用BOE湿法腐蚀掉剩余的SiO₂;沉积p型连接电极18,电极材料为Ti/Au (50nm/200nm)。

[0024] 红光微显示芯片制备:

如图1所示,用MOCVD方法在GaAs衬底生长GaAs基LED外延层,主要包括n型GaAs层12, n-GaAs/AlAs分布式布拉格反射镜结构13,量子阱发光层14,和p型GaAs层15,然后腐蚀掉原始GaAs衬底并转移外延层到蓝宝石衬底11;

通过反应离子刻蚀分别刻蚀外延层到蓝宝石衬底11,刻蚀台面结构并沉积n型电极16,沉积绝缘层17并开孔,然后沉积Cr/Au作为p型电极18。

[0025] 垂直方向集成全彩色微显示芯片:

如图2所示,垂直方向上集成红光、绿光和蓝光微显示芯片,从下到上依次为红光、绿光和蓝光芯片;使用透明键合材料键合三种芯片,并且对准三种芯片的每个像素点;绿光和红光芯片键合后,能够露出红光芯片的电极,进一步键合上层蓝光芯片后,能够露出绿光芯片的电极;通过引线键合的方法进行封装,连接外围驱动电路,全彩色微米LED阵列的驱动显示可以采取行列扫描驱动的方式,实现微显示功能。

[0026] 实施例2

蓝光和绿光微显示芯片制备:

如图3所示,用MOCVD方法在蓝宝石衬底31上生长GaN基LED外延层,主要包括n型GaN层32, GaN/InGaN量子阱结构33,和p型GaN层34,通过调节量子阱InGaN的In组分可以调节LED的发光波长为蓝光或者绿光;

然后沉积p型欧姆接触电极Ni/Au (10nm/25nm),通过反应离子刻蚀分别刻蚀掉Ni/Au和一部分GaN外延层,外延层刻蚀1 μ m深度,露出n-GaN 32,形成微米LED阵列台面,500摄氏度退火3分钟,形成p型欧姆接触35,退火也有助于修复侧壁刻蚀缺陷,然后沉积Ti/Au (50nm/

200nm)作为n-GaN欧姆接触和电极36;

用等离子体增强化学气相沉积法PECVD沉积0.3 μ m的SiO₂钝化绝缘层37,并在微米LED台面和n型电极的区域开孔,绝缘层开孔结合干法腐蚀和湿法腐蚀两种方法,先用反应离子刻蚀去掉大部分SiO₂,然后用BOE湿法腐蚀掉剩余的SiO₂;沉积金属作为n型连接电极36和p型连接电极38,电极材料为Ti/Au(50nm/200nm)。

[0027] 红光微显示芯片制备:

如图3所示,用MOCVD方法在GaAs衬底31生长GaAs基LED外延层,主要包括n型GaAs层32,n-GaAs/AlAs分布式布拉格反射镜结构33,量子阱发光层34,和p型GaAs层35;

通过反应离子刻蚀分别刻蚀外延层到n型GaAs 32,刻蚀台面结构并沉积n型电极36,沉积绝缘层37并开孔,然后沉积Cr/Au作为p型电极38。

[0028] 垂直方向集成全彩色微显示芯片:

如图4所示,垂直方向上集成红光、绿光和蓝光微显示芯片,从下到上依次为红光、绿光和蓝光芯片;使用透明键合材料键合三种芯片,并且对准三种芯片的每个像素点;绿光和红光芯片键合后,能够露出红光芯片的电极,进一步键合上层蓝光芯片后,能够露出绿光芯片的电极;通过引线键合的方法进行封装,连接外围驱动电路,全彩色微米LED阵列的驱动显示可以采取单独驱动每个LED像素的方式,实现微显示功能。

[0029] 以上实施例所述的微显示芯片可以在2英寸到8英寸的外延片上进行批量工艺制备,然后使用激光切割和机械切割的方法来分离微显示芯片,可降低生产成本,相应技术适用于产业化。

[0030] 本发明制备全彩色微显示芯片的技术具备几方面的优点:可使用成熟的高效率LED外延片制备高效率微米LED芯片;工艺成本低;垂直方向对准键合后,单颗全彩色微米LED单元在不同角度发出的光具有很好的均匀性,具备优良的全彩显示功能。

[0031] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的保护范围内。

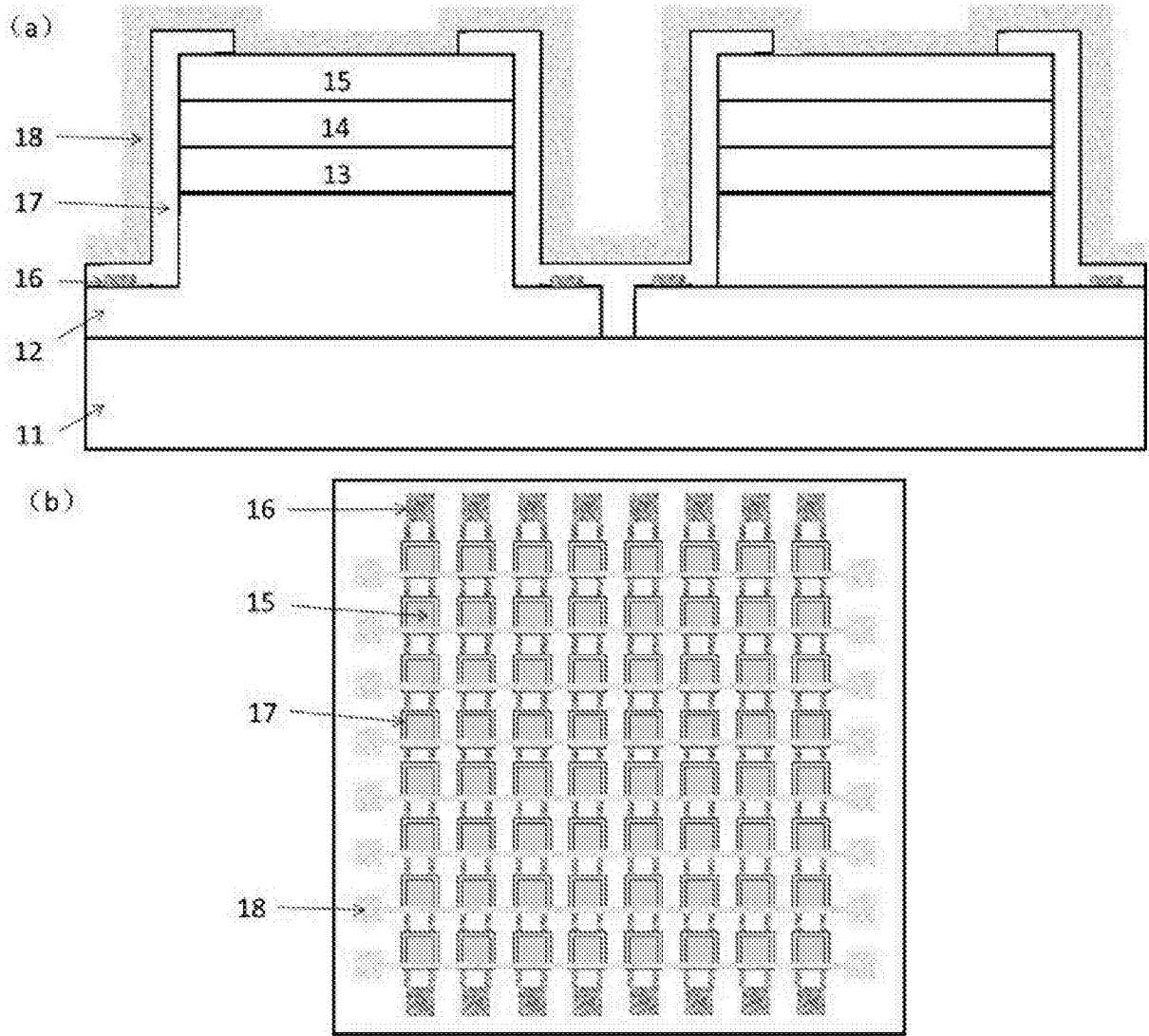


图1

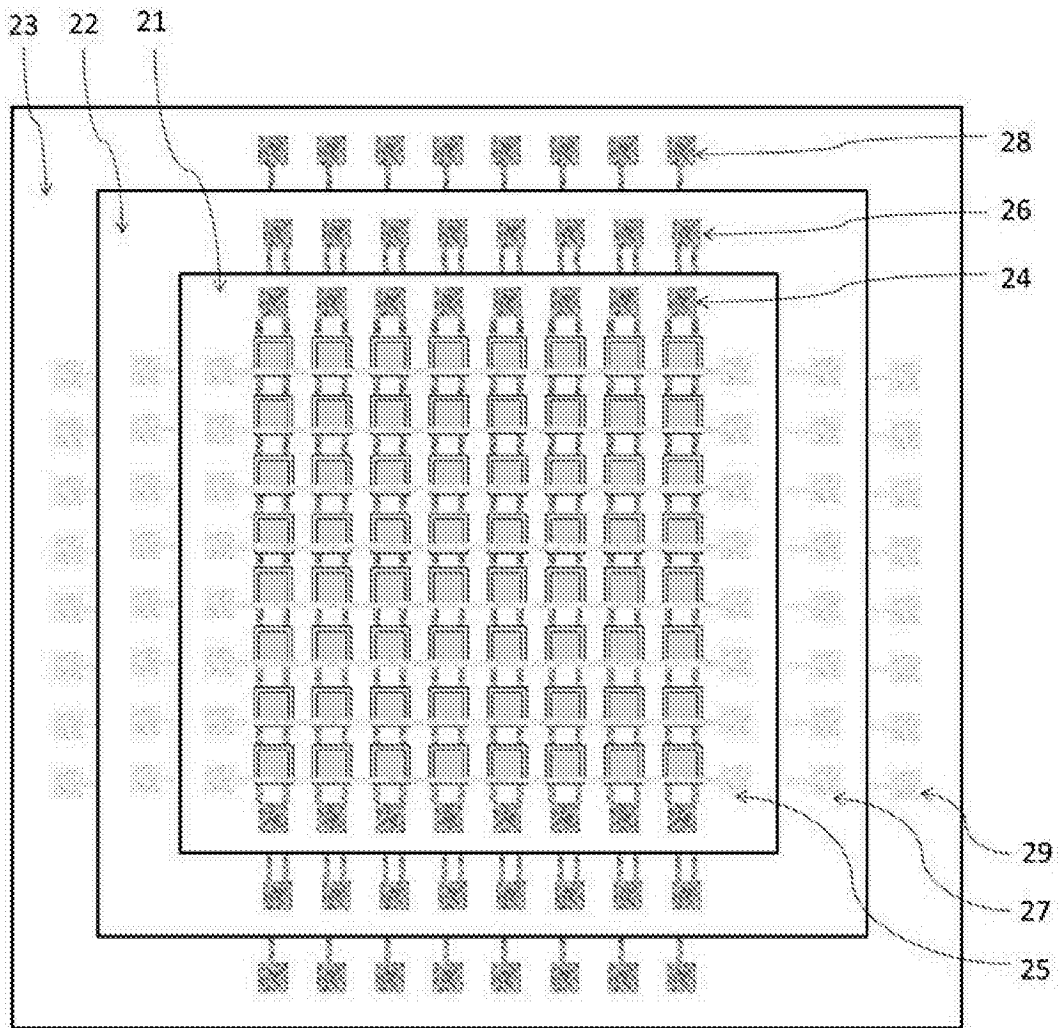


图2

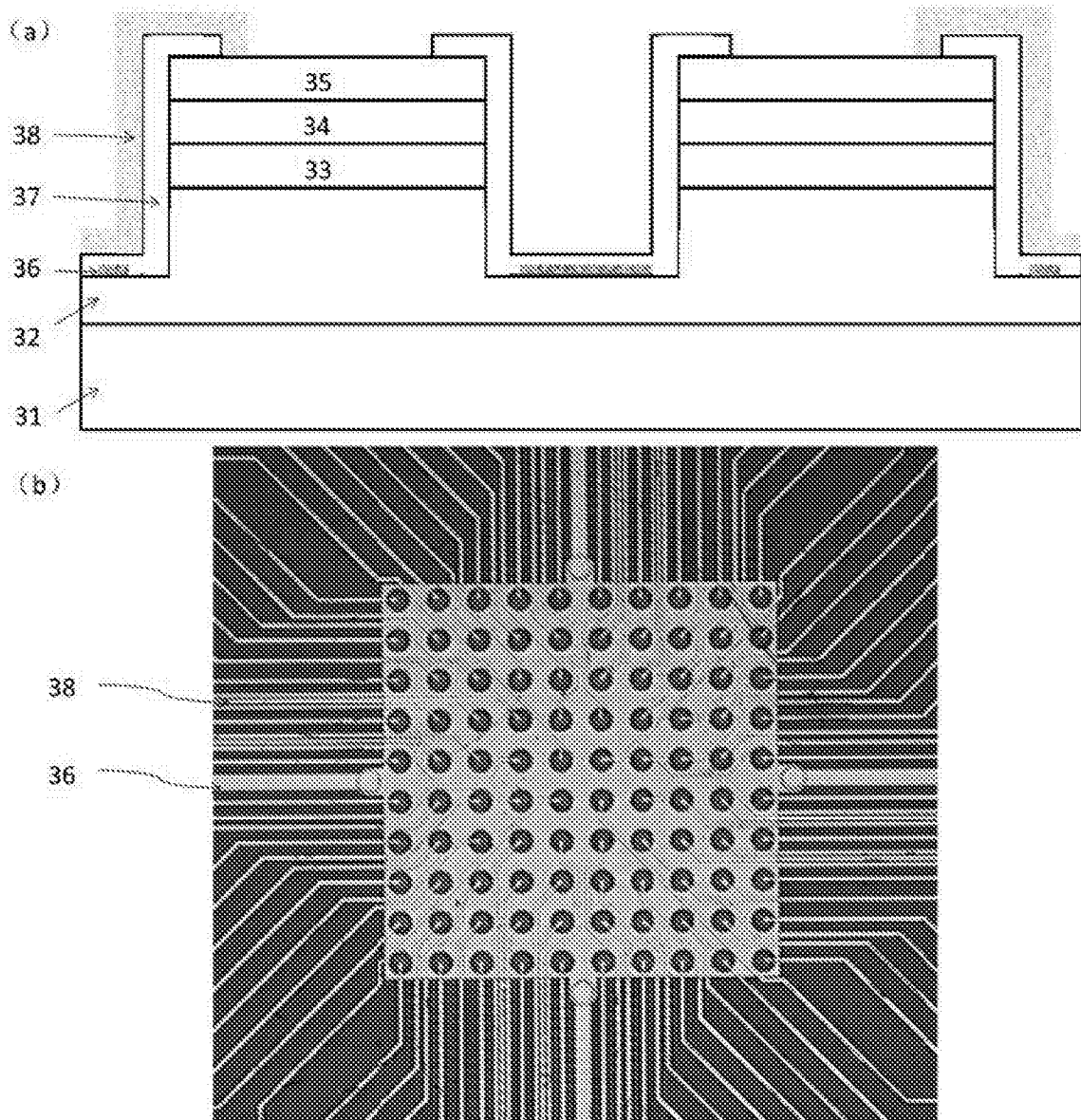


图3

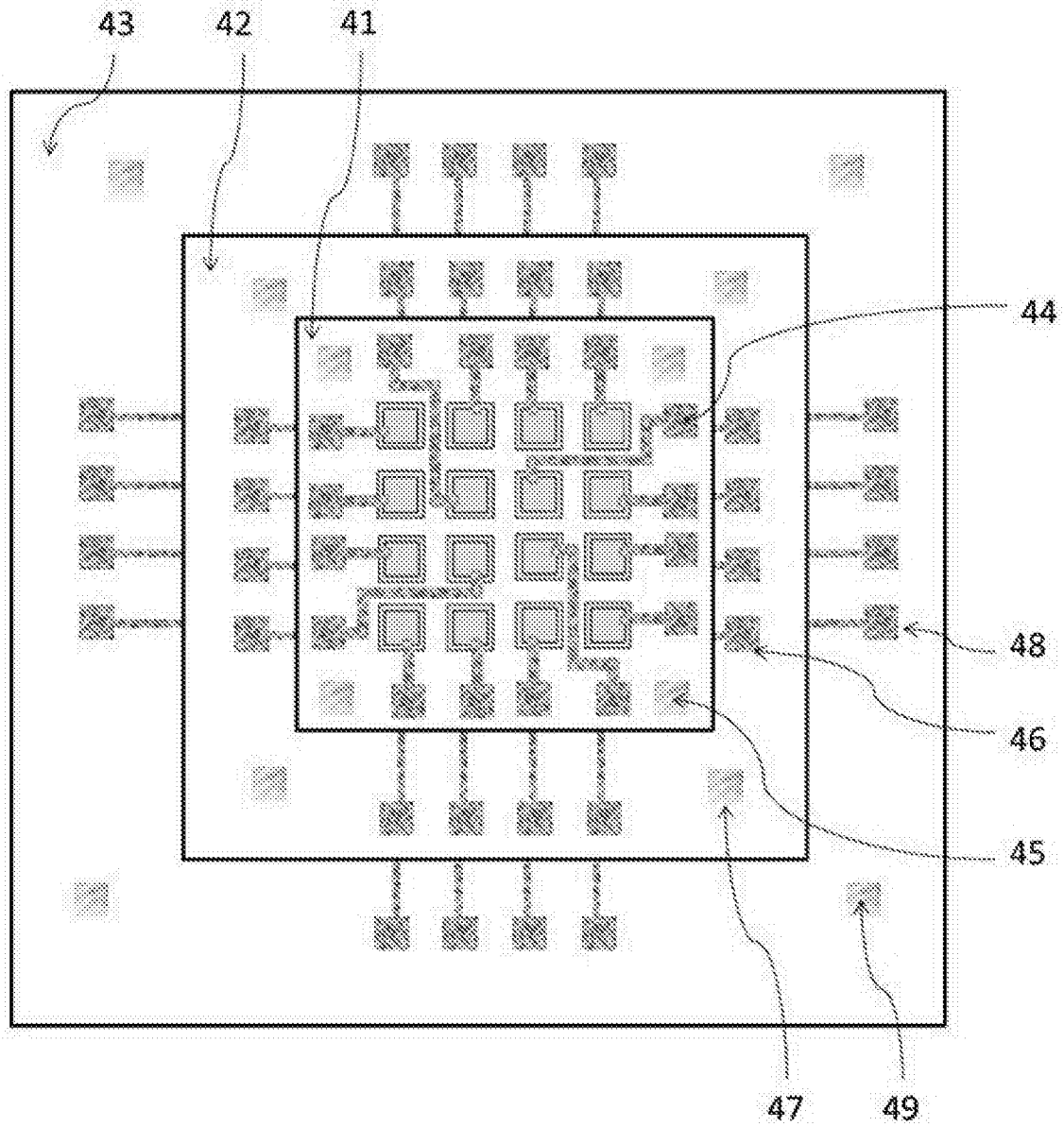


图4

专利名称(译)	基于无机微米LED阵列的全彩色微显示芯片及其制备方法		
公开(公告)号	CN106409168A	公开(公告)日	2017-02-15
申请号	CN201611090359.8	申请日	2016-12-01
[标]申请(专利权)人(译)	复旦大学		
申请(专利权)人(译)	复旦大学		
当前申请(专利权)人(译)	复旦大学		
[标]发明人	田朋飞 刘晓艳 刘冉 郑立荣		
发明人	田朋飞 刘晓艳 刘冉 郑立荣		
IPC分类号	G09F9/33 H01L33/00		
CPC分类号	G09F9/33 H01L33/00		
代理人(译)	陆飞		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及半导体光电子技术领域，具体公开一种基于无机微米LED的全彩色微显示芯片及其制备方法。本发明包括由高效率氮化镓基LED外延片材料制备蓝光和绿光微米LED阵列，由高效率砷化镓基LED外延片材料制备红光微米LED阵列，每个阵列单独成为单色微显示芯片；将上述三种微米LED阵列以红光、绿光和蓝光的次序按垂直方向上对准键合，集成红光、绿光和蓝光三种发光波长的微显示芯片。本发明工艺简单，这有利于降低芯片成本。本发明中的芯片可用于微投影和微显示领域，包括可穿戴智能眼镜、智能手表、虚拟现实、增强现实等设备。

