



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112802403 A

(43)申请公布日 2021.05.14

(21)申请号 201911103499.8

G03B 21/20(2006.01)

(22)申请日 2019.11.13

G02B 27/01(2006.01)

(71)申请人 舜宇光学(浙江)研究院有限公司

地址 310052 浙江省杭州市滨江区长河街
道滨安路1190号智汇中心A座22楼

(72)发明人 张倩 王雁茹 陈杭 胡增新

(74)专利代理机构 宁波理文知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 33244

代理人 罗京 孟湘明

(51)Int.Cl.

G09F 9/33(2006.01)

G02B 27/10(2006.01)

G02B 27/14(2006.01)

H04N 9/31(2006.01)

G03B 21/00(2006.01)

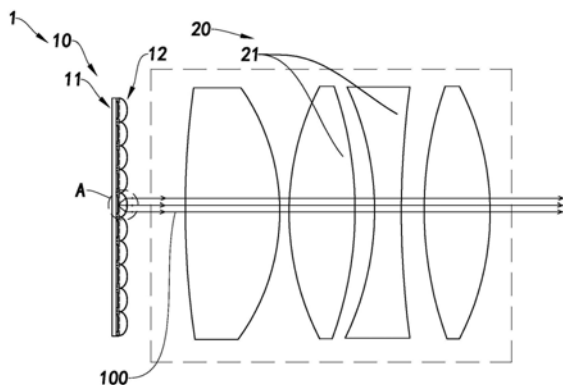
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

基于Micro LED的微投影光引擎及其方法和
近眼显示设备

(57)摘要

一种基于Micro LED的微投影光引擎及其方法和近眼显示设备。该基于Micro LED的微投影光引擎包括：一Micro LED显示装置，其中该Micro LED显示装置用于提供图像光；和一成像透镜组，其中该成像透镜组被对应地设置于该Micro LED显示装置，用于将来自该Micro LED显示装置的该图像光进行投影成像。凭此，该基于Micro LED的微投影光引擎能够优化现有的微型投影光引擎的结构，以便克服因现有的微型投影光引擎自身结构的限制而引起的不足之处，能够满足市场对小体积、轻重量的微型投影光引擎的需求。



1. 一基于Micro LED的微投影光引擎,其特征在于,包括:
 - 一Micro LED显示装置,其中所述Micro LED显示装置用于提供图像光;和
 - 一成像透镜组,其中所述成像透镜组被对应地设置于所述Micro LED显示装置,用于将来自所述Micro LED显示装置的该图像光进行投影成像。
2. 如权利要求1所述的基于Micro LED的微投影光引擎,其中,所述Micro LED显示装置包括至少一Micro LED阵列,其中所述Micro LED阵列包括一电路板和多个Micro LED,其中所述多个Micro LED被可通电地集成于所述电路板,并且所述多个Micro LED在所述电路板上呈阵列分布,其中所述Micro LED用于发射一像素光束。
3. 如权利要求2所述的基于Micro LED的微投影光引擎,其中,所述Micro LED显示装置进一步包括至少一微准直阵列,其中所述微准直阵列包括阵列分布的多个微准直元件,其中所述微准直阵列被对应地叠置于所述Micro LED阵列,并且所述微准直元件与所述Micro LED一一对应,用于准直处理经由所述Micro LED发射的该像素光束。
4. 如权利要求3所述的基于Micro LED的微投影光引擎,其中,所述Micro LED显示装置进一步包括至少一粘接层,其中所述粘接层被设置于所述Micro LED阵列和所述微准直阵列之间,以通过所述粘接层将所述微准直阵列牢固地叠置于所述Micro LED阵列。
5. 如权利要求4所述的基于Micro LED的微投影光引擎,其中,所述微准直元件为选自微准直透镜、锥棒、菲涅尔透镜以及TIR透镜中的一种。
6. 如权利要求1至5中任一所述的基于Micro LED的微投影光引擎,进一步包括一合色装置,其中所述合色装置被设置于所述Micro LED显示装置和所述成像透镜组之间的光路中,其中所述合色装置用于将经由所述Micro LED显示装置提供的三路单色图像光合色成一路彩色图像光,其中所述成像透镜组用于将经由所述合色装置合色成的该彩色图像光投影成彩色图像。
7. 如权利要求6所述的基于Micro LED的微投影光引擎,其中,所述Micro LED显示装置包括一用于发射第一路单色图像光的第一单色Micro LED阵列、一用于发射第二路单色图像光的第二单色Micro LED阵列以及一用于发射第三路单色图像光的第三单色Micro LED阵列,其中所述第一单色Micro LED阵列、所述第二单色Micro LED阵列以及所述第三单色Micro LED阵列分别被对应地设置于所述合色装置的三个入射面,并且所述成像透镜组对应于所述合色装置的出射面。
8. 如权利要求7所述的基于Micro LED的微投影光引擎,其中,所述合色装置包括一第一棱镜、一用于全反射该第二路单色图像光的第二棱镜、一用于全反射该第三路单色图像光的第三棱镜、一用于反射该第二路单色图像光,并透射该第一路单色图像光,并透射该第三路单色图像光的第一膜系以及一用于反射该第三路单色光,并透射该第一路单色光的第二膜系,其中所述第三棱镜被设置于所述第一棱镜和所述第二棱镜之间,并且所述第一膜系位于所述第二棱镜和所述第三棱镜之间,用于将经由所述第二棱镜全反射的该第二路单色图像光反射回所述第二棱镜,以沿所述合色装置的一合色光路传播;其中所述第二膜系位于所述第一棱镜和所述第三棱镜之间,用于将经由所述第三棱镜全反射的该第三路单色图像光反射回所述第三棱镜,以沿所述合色光路传播,并且该第二膜系还用于透射穿过所述第一棱镜的该第一路单色图像光,以沿所述合色光路传播。
9. 如权利要求8所述的基于Micro LED的微投影光引擎,其中,所述第一膜系为反红光

膜或反蓝光膜,并且所述第二膜系相应地为所述反蓝光膜或所述反红光膜。

10.如权利要求7所述的基于Micro LED的微投影光引擎,其中,所述合色装置为X合色棱镜或X合色板。

11.一近眼显示设备,其特征在于,包括:

一近眼显示设备本体;和

至少一基于Micro LED的微投影光引擎,其中所述基于Micro LED的微投影光引擎被对应地设置于所述近眼显示设备本体,用于为所述近眼显示设备本体提供图像光;其中所述基于Micro LED的微投影光引擎包括:

一Micro LED显示装置,其中所述Micro LED显示装置用于提供图像光;和

一成像透镜组,其中所述成像透镜组被对应地设置于所述Micro LED显示装置,用于将来自所述Micro LED显示装置的该图像光进行投影成像。

12.如权利要求11所述的近眼显示设备,其中,所述近眼显示设备本体为一显示波导,用于转向地传递经由所述基于Micro LED的微投影光引擎提供的该图像光。

13.如权利要求11所述的近眼显示设备,其中,所述近眼显示设备本体为一折返式显示器,用于折转地传递经由所述基于Micro LED的微投影光引擎提供的该图像光。

14.如权利要求13所述的近眼显示设备,其中,所述折返式显示器包括一反透组件和一透视反射组件,其中所述反透组件被设置于所述基于Micro LED的微投影光引擎的投射路径,并且所述透视反射组件被对应地设置于所述反透组件的反射侧,用于使来自所述基于Micro LED的微投影光引擎的该图像光先被所述反透组件反射以传播至所述透视反射组件,再被所述透视反射组件反射回所述反透组件,以透过所述反透组件。

15.一基于Micro LED的微投影光引擎的制造方法,其特征在于,包括步骤:

提供至少一Micro LED阵列和一成像透镜组,其中所述Micro LED阵列用于发射图像光;和

对应地设置所述成像透镜组于所述Micro LED阵列,使得所述成像透镜组能够将经由所述Micro LED阵列发射的图像光进行投影成像。

16.如权利要求15所述的微投影光引擎的制造方法,进一步包括步骤:

分别设置一微准直阵列于所述Micro LED阵列和所述成像透镜组之间的光路中,使得经由所述Micro LED阵列发射的该图像光先通过所述微准直阵列进行准直,再通过所述成像透镜组进行投影成像。

17.如权利要求15或16所述的微投影光引擎的制造方法,进一步包括步骤:

设置一合色装置于多个所述Micro LED阵列和所述成像透镜组之间的光路中,使得经由所述Micro LED阵列发射的该图像光先通过所述合色装置进行合色,再通过所述成像透镜组进行投影成像。

基于Micro LED的微投影光引擎及其方法和近眼显示设备

技术领域

[0001] 本发明涉及微型显示技术领域,特别是涉及一种基于Micro LED的微投影光引擎及其方法和近眼显示设备。

背景技术

[0002] 近年来,随着LED技术和微型显示芯片技术的出现,使得小型化和高分辨率的投影显示成为可能。而随着投影显示技术的不断发展以及市场需求,大视场、高成像质量、小体积、可穿戴的微型投影光引擎越来越受到重视,尤其是在现如今发展火热的增强现实(Augmented reality,简称AR)、近眼显示(Near-eye display,简称NED)以及可穿戴等领域。

[0003] 目前,如图1所示,现有的微型投影光引擎1P通常光源系统11P、中继镜组12P、显示芯片13P以及投影成像系统14P,其中该中继镜组12P位于该光源系统11P的发射路径,并且该显示芯片13P和该投影成像系统14P分别位于该中继镜组12P的相对侧。当该光源系统11P沿发射路径发射照明光束时,该中继镜组12P先将照明光束传输至该显示芯片13P,以在通过诸如LCOS的显示芯片13P将该照明光束调制成图像光之后,再将该图像光传输至该投影成像系统14P,以通过该投影成像系统14P将该图像光投影成像。

[0004] 然而,现有的微型投影光引擎因自身结构的限制(如图1所示,该光源系统11P所发出的照明光束必须通过体积大、重量重的中继镜组12P来达到显示芯片13P所需的照射面积,并且转向地传输照明光束,以便通过所述显示芯片13P调制出图像光等等)而存在很多不足之处,例如尺寸大、设备笨重、制造难度极大等等,很难满足市场对小体积、轻重量的微型投影光引擎的需求,尤其是无法在增强现实、近眼显示以及可穿戴等领域得到广泛应用和普及。

发明内容

[0005] 本发明的一优势在于提供一种基于Micro LED的微投影光引擎及其方法和近眼显示设备,其能够满足市场对小体积、轻重量的微型投影光引擎的需求。

[0006] 本发明的另一优势在于提供一种基于Micro LED的微投影光引擎及其方法和近眼显示设备,其中,在本发明的一实施例中,所述基于Micro LED的微投影光引擎能够优化现有的微型投影光引擎的结构,以便克服因现有的微型投影光引擎自身结构的限制而引起的不足之处。

[0007] 本发明的另一优势在于提供一种基于Micro LED的微投影光引擎及其方法和近眼显示设备,其中,在本发明的一实施例中,所述基于Micro LED的微投影光引擎能够采用Micro LED显示技术,以省去现有的微型投影光引擎中的中继镜组,便于大幅地减少微投影光引擎的体积和重量。

[0008] 本发明的另一优势在于提供一种基于Micro LED的微投影光引擎及其方法和近眼显示设备,其中,在本发明的一实施例中,所述基于Micro LED的微投影光引擎无需采用偏

振光和复眼技术,能够极大地提升光能利用率。

[0009] 本发明的另一优势在于提供一种基于Micro LED的微投影光引擎及其方法和近眼显示设备,其中,在本发明的一实施例中,所述基于Micro LED的微投影光引擎采用了微准直阵列技术,以在进一步提高光能利用率的同时,还能够提升像质。

[0010] 本发明的另一优势在于提供一种基于Micro LED的微投影光引擎及其方法和近眼显示设备,其中,在本发明的一实施例中,所述基于Micro LED的微投影光引擎采用了创新的合色技术,有助于在降低加工、组装难度,降低成本的同时,还能够最大限度地提升光引擎的整体光能利用率,减小光引擎的整体体积。

[0011] 本发明的另一优势在于提供一种基于Micro LED的微投影光引擎及其方法和近眼显示设备,其中,在本发明的一实施例中,所述基于Micro LED的微投影光引擎采用整体创新的光路设计,能够达到小体积、轻质量、高分辨率的市场需求。

[0012] 本发明的另一优势在于提供一种基于Micro LED的微投影光引擎及其方法和近眼显示设备,其中,为了达到上述目的,在本发明中不需要采用昂贵的材料或复杂的结构。因此,本发明成功和有效地提供一解决方案,不只提供简单的基于Micro LED的微投影光引擎及其方法和近眼显示设备,同时还增加了所述基于Micro LED的微投影光引擎及其方法和近眼显示设备的实用性和可靠性。

[0013] 为了实现上述至少一优势或其他优势和目的,本发明提供了一基于Micro LED的微投影光引擎,包括:

[0014] 一Micro LED显示装置,其中所述Micro LED显示装置用于提供图像光;和

[0015] 一成像透镜组,其中所述成像透镜组被对应地设置于所述Micro LED显示装置,用于将来自所述Micro LED显示装置的该图像光进行投影成像。

[0016] 在本发明的一实施例中,所述Micro LED显示装置包括至少一Micro LED阵列,其中所述Micro LED阵列包括一电路板和多个Micro LED,其中所述多个Micro LED被可通电地集成于所述电路板,并且所述多个Micro LED在所述电路板上呈阵列分布,其中所述Micro LED用于发射一像素光束。

[0017] 在本发明的一实施例中,所述Micro LED显示装置进一步包括至少一微准直阵列,其中所述微准直阵列包括阵列分布的多个微准直元件,其中所述微准直阵列被对应地叠置于所述Micro LED阵列,并且所述微准直元件与所述Micro LED一一对应,用于准直处理经由所述Micro LED发射的该像素光束。

[0018] 在本发明的一实施例中,所述Micro LED显示装置进一步包括至少一粘接层,其中所述粘接层被设置于所述Micro LED阵列和所述微准直阵列之间,以通过所述粘接层将所述微准直阵列牢固地叠置于所述Micro LED阵列。

[0019] 在本发明的一实施例中,所述微准直元件为选自微准直透镜、锥棒、菲涅尔透镜以及TIR透镜中的一种。

[0020] 在本发明的一实施例中,所述的基于Micro LED的微投影光引擎,进一步包括一合色装置,其中所述合色装置被设置于所述Micro LED显示装置和所述成像透镜组之间的光路中,其中所述合色装置用于将经由所述Micro LED显示装置提供的三路单色图像光合色成一路彩色图像光,其中所述成像透镜组用于将经由所述合色装置合色成的该彩色图像光投影成彩色图像。

[0021] 在本发明的一实施例中,所述Micro LED显示装置包括一用于发射第一路单色图像光的第一单色Micro LED阵列、一用于发射第二路单色图像光的第二单色Micro LED阵列以及一用于发射第三路单色图像光的第三单色Micro LED阵列,其中所述第一单色Micro LED阵列、所述第二单色Micro LED阵列以及所述第三单色Micro LED阵列分别被对应地设置于所述合色装置的三个入射面,并且所述成像透镜组对应于所述合色装置的出射面。

[0022] 在本发明的一实施例中,所述合色装置包括一第一棱镜、一用于全反射该第二路单色图像光的第二棱镜、一用于全反射该第三路单色图像光的第三棱镜、一用于反射该第二路单色图像光,并透射该第一路单色图像光,并透射该第三路单色图像光的第一膜系以及一用于反射该第三路单色光,并透射该第一路单色光的第二膜系,其中所述第三棱镜被设置于所述第一棱镜和所述第二棱镜之间,并且所述第一膜系位于所述第二棱镜和所述第三棱镜之间,用于将经由所述第二棱镜全反射的该第二路单色图像光反射回所述第二棱镜,以沿所述合色装置的一合色光路传播;其中所述第二膜系位于所述第一棱镜和所述第三棱镜之间,用于将经由所述第三棱镜全反射的该第三路单色图像光反射回所述第三棱镜,以沿所述合色光路传播,并且该第二膜系还用于透射穿过所述第一棱镜的该第一路单色图像光,以沿所述合色光路传播。

[0023] 在本发明的一实施例中,所述第一膜系为反红光膜或反蓝光膜,并且所述第二膜系相应地为所述反蓝光膜或所述反红光膜。

[0024] 在本发明的一实施例中,所述合色装置为X合色棱镜或X合色板。

[0025] 根据本发明的另一方面,本发明进一步提供了一近眼显示设备,包括:

[0026] 一近眼显示设备本体;和

[0027] 至少一基于Micro LED的微投影光引擎,其中所述基于Micro LED的微投影光引擎被对应地设置于所述近眼显示设备本体,用于为所述近眼显示设备本体提供图像光;其中所述基于Micro LED的微投影光引擎包括:

[0028] 一Micro LED显示装置,其中所述Micro LED显示装置用于提供图像光;和

[0029] 一成像透镜组,其中所述成像透镜组被对应地设置于所述Micro LED显示装置,用于将来自所述Micro LED显示装置的该图像光进行投影成像。

[0030] 在本发明的一实施例中,所述近眼显示设备本体为一显示波导,用于转向地传递经由所述基于Micro LED的微投影光引擎提供的该图像光。

[0031] 在本发明的一实施例中,所述近眼显示设备本体为一折返式显示器,用于折转地传递经由所述基于Micro LED的微投影光引擎提供的该图像光。

[0032] 在本发明的一实施例中,所述折返式显示器包括一反透组件和一透视反射组件,其中所述反透组件被设置于所述基于Micro LED的微投影光引擎的投射路径,并且所述透视反射组件被对应地设置于所述反透组件的反射侧,用于使来自所述基于Micro LED的微投影光引擎的该图像光先被所述反透组件反射以传播至所述透视反射组件,再被所述透视反射组件反射回所述反透组件,以透过所述反透组件。

[0033] 根据本发明的另一方面,本发明进一步提供了一基于Micro LED的微投影光引擎的制造方法,包括步骤:

[0034] 提供至少一Micro LED阵列和一成像透镜组,其中所述Micro LED阵列用于发射图像光;和

[0035] 对应地设置所述成像透镜组于所述Micro LED阵列,使得所述成像透镜组能够将经由所述Micro LED阵列发射的图像光进行投影成像。

[0036] 在本发明的一实施例中,所述的微投影光引擎的制造方法,进一步包括步骤:

[0037] 分别设置一微准直阵列于所述Micro LED阵列和所述成像透镜组之间的光路中,使得经由所述Micro LED阵列发射的该图像光先通过所述微准直阵列进行准直,再通过所述成像透镜组进行投影成像。

[0038] 在本发明的一实施例中,所述的微投影光引擎的制造方法,进一步包括步骤:

[0039] 设置一合色装置于多个所述Micro LED阵列和所述成像透镜组之间的光路中,使得经由所述Micro LED阵列发射的该图像光先通过所述合色装置进行合色,再通过所述成像透镜组进行投影成像。

[0040] 通过对随后的描述和附图的理解,本发明进一步的目的和优势将得以充分体现。

[0041] 本发明的这些和其它目的、特点和优势,通过下述的详细说明,附图和权利要求得以充分体现。

附图说明

[0042] 图1示出了现有的微型投影光引擎的结构示意图。

[0043] 图2是根据本发明的第一实施例的基于Micro LED的微投影光引擎的结构示意图。

[0044] 图3示出了根据本发明的上述实施例的所述Micro LED显示装置的局部放大示意图。

[0045] 图4是根据本发明的第二实施例的基于Micro LED的微投影光引擎的结构示意图。

[0046] 图5示出了根据本发明的上述第二实施例的所述基于Micro LED的微投影光引擎的第一变形实施方式。

[0047] 图6示出了根据本发明的上述第二实施例的所述基于Micro LED的微投影光引擎的第二变形实施方式。

[0048] 图7A示出了根据本发明的一实施例的近眼显示设备的一个示例。

[0049] 图7B示出了根据本发明的一实施例的近眼显示设备的另一个示例。

[0050] 图8是根据本发明的一实施例的基于Micro LED的微投影光引擎的制造方法的流程示意图。

具体实施方式

[0051] 以下描述用于揭露本发明以使本领域技术人员能够实现本发明。以下描述中的优选实施例只作为举例,本领域技术人员可以想到其他显而易见的变型。在以下描述中界定的本发明的基本原理可以应用于其他实施方案、变形方案、改进方案、等同方案以及没有背离本发明的精神和范围的其他技术方案。

[0052] 本领域技术人员应理解的是,在本发明的揭露中,术语“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”等指示的方位或位置关系是基于附图所示的方位或位置关系,其仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此上述术语不能理解为对本发明的限制。

[0053] 在本发明中,权利要求和说明书中术语“一”应理解为“一个或多个”,即在一个实施例,一个元件的数量可以为一个,而在另外的实施例中,该元件的数量可以为多个。除非在本发明的揭露中明确示意该元件的数量只有一个,否则术语“一”并不能理解为唯一或单一,术语“一”不能理解为对数量的限制。

[0054] 在本发明的描述中,需要理解的是,属于“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或者暗示相对重要性。本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,属于“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接或者一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接连接,也可以是通过媒介间接连接。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0055] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0056] 随着微型发光二极管(以下简称Micro LED)显示技术的出现,使得近眼显示设备的更小型化成为可能。首先,Micro LED显示技术是将传统LED微缩化后形成微米级间距LED阵列以达到超高密度像素分辨率,也就是说,Micro LED阵列就是高密度集成的微米级间距的LED阵列,阵列中的每一个LED均可以作为一个像素点,被独立的定址、点亮。换言之,该Micro LED阵列中每个LED像素都能自发光,通过对每个LED发光强度的精确控制,进而实现图像显示,即该Micro LED阵列能够直接发出图像光。其次,Micro LED除了能达到高亮度、超高分辨率与色彩饱和、发光效率高的特点外,更重要的是不会受水汽、氧气或高温的影响,因而该Micro LED在稳定性、使用寿命、工作温度等方面具有明显的优势。另外,Micro LED的功率消耗量约为LCD的10%、OLED的50%;与OLED比较,达到同等显示器亮度,只需要后者10%左右的涂覆面积。综上,Micro LED显示技术的上述诸多优势决定了其在微投影领域、尤其近眼显示,增强现实领域将有广泛的应用。

[0057] 参考说明书附图之图2和图3所示,根据本发明的第一实施例的基于Micro LED的微投影光引擎被阐明。具体地,如图2所示,所述基于Micro LED的微投影光引擎1包括一Micro LED显示装置10和一成像透镜组20,其中所述Micro LED显示装置10用于提供图像光100,其中所述成像透镜组20被对应地设置于所述Micro LED显示装置10,用于将来自所述Micro LED显示装置10的所述图像光100进行投射成像。

[0058] 值得注意的是,正是由于所述基于Micro LED的微投影光引擎1的所述Micro LED显示装置10能够直接提供所述图像光100,因此相比于现有的微型投影光引擎1P,本发明的所述基于Micro LED的微投影光引擎1无需额外设置显示芯片13P和中继镜组12P,使得所述基于Micro LED的微投影光引擎1的体积和重量得以大幅地减小。

[0059] 更具体地,在本发明的上述第一实施例中,如图3所示,所述Micro LED显示装置10包括一Micro LED阵列11,其中所述Micro LED阵列11可以包括多个Micro LED111和一电路

板112,其中所述多个Micro LED111被可通电地集成于所述电路板112,并且所述多个Micro LED111被阵列分布于所述电路板112。所述Micro LED111具有一发光路径,用于沿着所述发光路径发射像素光束;所述电路板112用于控制所述多个Micro LED111的定址点亮,使得所述Micro LED阵列11能够发射所述图像光100,进而通过所述Micro LED显示装置10直接提供所述图像光100。可以理解的是,经由所述Micro LED显示装置10提供的所述图像光100可以被实施为由所述Micro LED阵列11中的多个所述Micro LED111发出的像素光束共同组成的集合。

[0060] 值得注意的时,由于相邻的所述Micro LED111之间的间距极小,并且所述Micro LED111发出的像素光束通常都具有一定的发散角,使得所述Micro LED阵列11内存在杂散光效应,因此当所述Micro LED阵列11直接被配置于微投影光引擎以形成所述基于Micro LED的微投影光引擎1时,不仅会造成系统的光效降低,而且还会严重影响系统的图像质量。

[0061] 因此,如图2和图3所示,本发明的所述Micro LED显示装置10进一步包括一微准直阵列12,其中所述微准直阵列12被叠置于所述Micro LED阵列11,用于对经由所述Micro LED阵列11发出的所述图像光100进行准直处理,使得所述Micro LED显示装置10能够提供被准直的图像光100,以便提升基于Micro LED的微投影光引擎1的光能利用率和图像质量。

[0062] 更进一步地,所述微准直阵列12包括阵列排布的多个微准直元件121,并且所述多个微准直元件121分别被对应地设置于相应的所述Micro LED111的所述发光路径,用于准直经由所述Micro LED111发射的该像素光束,以减小该像素光束的发散角。可以理解的是,在本发明中,由于经由所述微准直元件121准直后的像素光的发散角得以减小,使得被准直后的像素光束中的光线基本保持平行,因此即使所述Micro LED阵列11中相邻的所述Micro LED111之间的距离极小(达到微米量级),但是相邻的所述Micro LED111发出的所述像素光束在被准直后却不会相互干扰,不仅能够避免引起杂散光效应,而且还能够提高所述基于Micro LED的微投影光引擎1的光能利用率和图像质量。

[0063] 优选地,所述微准直阵列12的所述微准直元件121与所述Micro LED阵列11的所述Micro LED111一一对应,也就是说,所述微准直阵列12中的一个微准直元件121对应所述Micro LED阵列11中的一个Micro LED111,使得每个Micro LED111的发光路径中仅存在一个微准直元件121,以通过所述微准直元件121来准直经由相应的所述Micro LED111发射的像素光束,进而减小每束像素光的发射角,降低杂散光效应。当然,在本发明的其他示例中,所述微准直阵列12的所述微准直元件121与所述Micro LED阵列11的所述Micro LED111也可以不是一一对应,例如:一个微准直元件121可以对应两个或以上的Micro LED111,使得所述微准直元件121的体积能够变大,以降低所述微准直元件121的制造难度。

[0064] 值得一提的是,由于单个所述微准直元件121的尺寸极小,导致所述微准直元件121难以被定位地设置以保持与所述Micro LED111一一对应,因此在本发明的上述第一实施例中,所述微准直阵列12进一步包括一透光基板122,其中所述多个微准直元件121被阵列地设置于所述透光基板122,以形成具有整体式结构的所述微准直阵列12,以便在将所述微准直阵列12中的所述多个微准直元件121快速地叠置于所述Micro LED阵列11的同时,保持所述微准直元件121与所述Micro LED111一一对应。

[0065] 优选地,如图3所示,所述多个微准直元件121与所述透光基板122一体地连接,以形成具有一体式结构的所述微准直阵列12,有助于便捷地将所述多个微准直元件121牢靠

地叠置于所述Micro LED阵列11。

[0066] 示例性地,如图3所示,所述微准直阵列12的所述微准直元件121可以但不限于被实施为一微准直透镜1211,其中所述微准直透镜1211自所述透光基板122的上表面1221一体地向上延伸,以在所述透光基板122的所述上表面1221形成阵列分布的微凸透镜结构,使得所述微准直阵列12被实施为微透镜阵列,进而通过所述微透镜阵列中的所述微准直透镜1211来准直经由相应的所述Micro LED111发出的所述像素光束。

[0067] 值得注意的是,如图3所示,由于所述多个微准直透镜1211均分布于所述透光基板122的上表面1221,使得所述透光基板122的下表面1222仍能保持平整,因此所述多个微准直透镜1211能够通过所述透光基板122被快速地且牢靠地贴装于所述Micro LED阵列11,使得经由所述Micro LED阵列11中的所述Micro LED111发出的像素光束能够依次穿过所述透光基板122和所述微准直透镜1211,以实现所述像素光束的准直处理。

[0068] 此外,所述微准直透镜1211的面型可以但不限于被实施为自由曲面面型、球面面型和非球面面型中的一种。

[0069] 根据本发明的上述第一实施例,如图3所示,所述Micro LED显示装置10可以进一步包括一粘接层13,其中所述粘接层13被设置于所述Micro LED阵列11和所述微准直阵列12之间,以通过所述粘接层13将所述微准直阵列12牢固地叠置于所述Micro LED阵列11。

[0070] 示例性地,先在所述微准直阵列12的所述透光基板122的所述下表面1222施涂粘接剂,再将所述微准直阵列12对应地叠置于所述Micro LED阵列11,使得所述粘接剂处于所述微准直阵列12的所述透光基板122和所述Micro LED阵列11之间,以在所述粘接剂固化后,在所述微准直阵列12的所述透光基板122和所述Micro LED阵列11之间形成所述粘接层13,以完成所述Micro LED显示装置10的制造。可以理解的是,在本发明的其他示例中,也可以先在所述Micro LED阵列11上施涂粘接剂,或者同时在所述微准直阵列12的所述透光基板122和所述Micro LED阵列11上施涂粘接剂,只要能够实现将所述微准直阵列12粘接于所述Micro LED阵列11即可。

[0071] 值得注意的是,所述Micro LED阵列11中相邻的所述Micro LED111之间的间距极小,在施涂粘接剂时很难确保所述粘接剂被施涂到所述Micro LED111上,因此为了防止所述粘接剂对所述Micro LED111发出的像素光束产生干扰,本发明的所述粘接层13优选地由透光的粘接剂固化而成。

[0072] 具体地,在本发明的上述第一实施例中,如图3所示,所述粘接层13优选地包覆于所述Micro LED阵列11的所述Micro LED111,以在将所述微准直阵列12牢固地贴装于所述Micro LED阵列11的同时,还能够通过所述粘接层13保护所述Micro LED111。可以理解的是,由于所述粘接层13直接包覆所述Micro LED阵列11的所述Micro LED111,因此本发明能够在所述Micro LED阵列11的所述电路板112上直接全面地施涂粘接剂,并使所述粘接剂覆盖所述Micro LED111,这有助于降低所述Micro LED显示装置10的制造难度。

[0073] 值得一提的是,在本发明的其他示例中,所述微准直阵列12中的所述微准直元件121还可以被实施为诸如锥棒、菲涅尔透镜或TIR透镜(即全内反射透镜)等等之类的其他能够准直光线的元件,使得所述微准直阵列12分别形成微锥棒阵列、微菲涅尔透镜阵列或微TIR透镜阵列等等,以实现所述Micro LED显示装置10的图像光准直效果。

[0074] 根据本发明的上述第一实施例,如图2所示,所述基于Micro LED的微投影光引擎1的所述成像透镜组20可以包括多个透镜21,其中所述多个透镜21被共轴地设置,用于汇聚经由所述Micro LED显示装置10提供的所述图像光100,以实现投影成像。可以理解的是,所述成像透镜组20中的透镜数量和面型不局限于图中所示,只要能够实现投影成像即可,本发明对此不做限制。

[0075] 值得一提的是,在本发明的上述第一实施例中,所述基于Micro LED的微投影光引擎1的所述Micro LED显示装置10中的所述Micro LED阵列11优选地被实施为全彩MicroLED阵列,用于发出彩色的图像光,以实现所述基于Micro LED的微投影光引擎1的彩色投影成像。

[0076] 然而,MicroLED阵列的全彩化一直是阻碍其发展的瓶颈,因为诸如RGB三色的阵列需要分次装贴红、蓝、绿三色的晶粒,并且需要嵌入几十万颗LED晶粒。这对于LED晶粒的光效、波长一致性、以及良率有着更高的要求。此外,对于LED会产生色差也是阻碍技术的瓶颈。但是对单色MicroLED阵列而言,就不会存在诸多此类问题,这是因为所述单色MicroLED阵列通过倒装结构封装和驱动IC贴合就可以实现组装。

[0077] 因此,为了实现微型投影光引擎的彩色投影,本发明的第二实施例提供了一基于MicroLED的微投影光引擎,其能够通过合色装置对不同颜色的单色MicroLED阵列发出的图像光进行合色处理,以形成彩色的图像光。

[0078] 具体地,如图4所示,根据本发明的所述第二实施例的所述基于MicroLED的微投影光引擎1A包括一Micro LED显示装置10A、一合色装置20A以及一成像透镜组30A,并且所述合色装置20A被设置于Micro LED显示装置10A和所述成像透镜组30A之间的光路。所述Micro LED显示装置10A用于提供三路单色图像光。所述合色装置20A用于将经由所述Micro LED显示装置10A提供的三路单色图像光进行合色处理,以合成一路彩色的图像光。所述成像透镜组30A用于对经由所述合色装置20A合成的所述一路彩色的图像光进行投影成像,使得所述基于MicroLED的微投影光引擎1A投影出彩色图像。

[0079] 更具体地,如图4所示,所述Micro LED显示装置10A可以包括一第一单色Micro LED阵列11A、一第二单色Micro LED阵列12A以及一第三单色Micro LED阵列13A,其中所述第一单色Micro LED阵列11A用于发射第一路单色图像光101A;其中所述第二单色Micro LED阵列12A用于发射第二路单色图像光102A;其中所述第三单色Micro LED阵列13A用于发射第三路单色图像光103A。值得注意的是,所述第一单色Micro LED阵列11A、所述第二单色Micro LED阵列12A以及所述第三单色Micro LED阵列13A优选地依次被实施为绿色发光元件、红色发光元件以及蓝色发光元件,以使所述第一路单色图像光101A、所述第二路单色图像光102A以及所述第三路单色图像光103A依次被实施为绿光、红光以及蓝光(即RGB)这三种基色光。可以理解的是,在本发明的其他示例中,所述第一单色Micro LED阵列11A、所述第二单色Micro LED阵列12A以及所述第三单色Micro LED阵列13A也可以依次发出其他颜色的图像光。

[0080] 示例性地,如图4所示,在本发明的上述第二实施例中,所述合色装置20A可以包括一第一棱镜21A、一第二棱镜22A、一第三棱镜23A、一第一膜系24A以及一第二膜系25A,其中所述第三棱镜23A被设置于所述第一棱镜21A和所述第二棱镜22A之间,其中所述第一膜系24A被设置于所述第二棱镜22A和所述第三棱镜23A之间,并且所述第二膜系25A被设置于所

述第一棱镜21A和所述第三棱镜23A之间。所述第一单色Micro LED阵列11A、所述第二单色Micro LED阵列12A以及所述第三单色Micro LED阵列13A被设置以分别对应于所述合色装置20A中的所述第一棱镜21A、所述第二棱镜22A以及所述第三棱镜23A,使得经由所述第一单色Micro LED阵列11A、所述第二单色Micro LED阵列12A以及所述第三单色Micro LED阵列13A发射的所述第一路单色图像光101A、所述第二路单色图像光102A以及所述第三路单色图像光103A分别射入所述第一棱镜21、所述第二棱镜22以及所述第三棱镜23。

[0081] 特别地,所述第二棱镜22A和所述第三棱镜23A的结构能够使得所述第二路单色光102和所述第三路单色光103在分别射入所述第二棱镜22和所述第三棱镜23后的光线角度满足全反射条件,用于使所述第二路单色图像光102A和所述第三路单色图像光103A分别在所述第二棱镜22A和所述第三棱镜23A内发生全反射,以改变所述第二路单色光102A和所述第三路单色光103的传播方向,使得所述第二路单色图像光102A和所述第三路单色图像光103A分别朝向所述第一膜系24A和所述第二膜系25A传播。值得注意的是,本发明的所述合色装置20A采用了创新结构设计,有助于降低加工和组装难度,进而降低所述合色装置20A的制造成本。与此同时,所述合色装置20A也能够提升所述基于Micro LED的微投影光引擎1的光能利用率。

[0082] 如图4所示,所述第一膜系24A优选地用于反射所述第二路单色图像光102A,并透射所述第一路单色图像光101A和所述第三路单色图像光103A;所述第二膜系25A优选地用于反射所述第三路单色图像光103A,并透射所述第一路单色图像光101A。更优选地,所述第二膜系25A用于反射所述第三路单色图像光103A,并透射所述第一路单色图像光101A和所述第二路单色图像光102A。

[0083] 这样,如图4所示,来自所述第一单色Micro LED阵列11A的所述第一路单色图像光101A能够依次穿过所述第一棱镜21A、所述第二膜系25A、所述第三棱镜23A、所述第一膜系24A以及所述第二棱镜24A后沿所述合色装置20A的合色光路传播;来自所述第二单色Micro LED阵列12A的所述第二路单色图像光102A先在所述第二棱镜22A内发生全反射以传播至所述第一膜系24A,并在被所述第一膜系24A反射回所述第二棱镜22A后,再穿过所述第二棱镜22A以后沿所述合色装置20A的所述合色光路传播;来自所述第三单色Micro LED阵列13A的所述第三路单色图像光103A先在所述第三棱镜23A内发生全反射以传播至所述第二膜系25A,并在被所述第二膜系25A反射回所述第三棱镜23A后,再依次穿过所述第三棱镜23A、所述第一膜系24A以及所述第二棱镜24A后沿所述合色装置20A的所述合色光路传播。

[0084] 综上,射出所述合色装置20A的所述第一路单色图像光101A、所述第二路单色图像光102A以及所述第三路单色图像光103A均沿后沿所述合色装置20A的所述合色光路传播,从而使得所述合色装置20A能够将来自所述第一单色Micro LED阵列11A的所述第一路单色图像光101A、来自所述第二单色Micro LED阵列12A的所述第二路单色图像光102A以及来自所述第三单色Micro LED阵列13A的所述第三路单色图像光103A被合成沿着同一光路传播的合色光(即彩色图像光)。可以理解的是,本发明为了保证附图能够清楚地显示所述合色装置20A的合色过程和原理,例如,如图4的附图中将合色后沿同一光路传播的三种单色图像光分开绘制。

[0085] 值得注意的是,在本发明的上述示例中,所述第一膜系24A可以但不限于被实施为反红光膜,用于反射红光,并透射蓝光和绿光。所述第二膜系25A可以但不限于被实施为反

蓝光膜,用于反射蓝光,并透射红光和绿光。当然,在本发明的其他示例中,所述第二膜系25A还可以被实施为诸如透绿光膜等其他类型的膜系,只要能够保证反射蓝光且透射绿光即可。或者,所述第一膜系24A也可以被实施为所述反蓝光膜,并且所述第二膜系相应地被实施为所述反红光膜。

[0086] 值得一提的是,所述基于Micro LED的微投影光引擎1A中的所述成像透镜组30A位于所述合色装置20A的所述合色路径,以确保经由所述合色装置20A合成的所述彩色图像光能够透过所述成像透镜组30A进行投射成像。

[0087] 根据本发明的上述实施例中,如图4所示,所述基于MicroLED的微投影光引擎1A的所述Micro LED显示装置10A进一步包括三个微准直阵列14A,并且所述三个微准直阵列14A分别被设置于所述第一单色Micro LED阵列11A、所述第二单色Micro LED阵列12A以及所述第三单色Micro LED阵列13A与所述合色装置20A之间,用于分别准直经由所述第一单色Micro LED阵列11A、所述第二单色Micro LED阵列12A以及所述第三单色Micro LED阵列13A发出的所述第一路单色图像光101A、所述第二路单色图像光102A以及所述第三路单色图像光103A,有助于提升所述基于MicroLED的微投影光引擎1A的光能利用率,减小杂散光效应。

[0088] 优选地,所述三个微准直阵列14A分别被胶合于相应的所述第一单色Micro LED阵列11A、所述第二单色Micro LED阵列12A以及所述第三单色Micro LED阵列13A,以确保所述微准直阵列14A中的微准直元件能够与Micro LED阵列中的Micro LED相对应,以更好地实现准直效果。

[0089] 附图5示出了根据本发明的上述第二实施例的所述基于Micro LED的微投影光引擎的第一变形实施方式。具体地,相比于根据本发明的上述第二实施例,根据本发明的所述第一变形实施方式中的所述基于Micro LED的微投影光引擎1B的所述合色装置20B被实施为一X合色棱镜,以通过所述X合色棱镜将来自所述第一单色Micro LED阵列11A的所述第一路单色图像光101A、来自所述第二单色Micro LED阵列12A的所述第二路单色图像光102A以及来自所述第三单色Micro LED阵列13A的所述第三路单色图像光103A被合成沿着同一光路传播的彩色图像光。

[0090] 示例性地,在本发明的这个变形实施方式中,如图5所示,所述合色装置20B可以包括四个直角棱镜21B、一第一膜系22B以及一第二膜系23B,其中所述四个直角棱镜21B沿直角面胶合在一起,并且所述第一膜系22B和所述第二膜系23B被交叉地布置于所述四个直角棱镜21B的直角面之间,以形成具有X-Cube结构的所述合色装置20B(即所述X合色棱镜),其中三个所述直角棱镜21B的斜面分别面向所述第一单色Micro LED阵列11A、所述第二单色Micro LED阵列12A以及所述第三单色Micro LED阵列13A,以作为所述合色装置20B的三个入射面;并且剩余的一个所述直角棱镜21B的斜面面向所述成像透镜组30A,以作为所述合色装置20B的一个出射面。

[0091] 如图5所示,所述合色装置20B中对应于所述第一单色Micro LED阵列11A的所述入射面与所述合色装置20B的所述出射面相对。所述第一膜系22B用于反射来自所述第二单色Micro LED阵列12A的所述第二路单色图像光102A,并透射来自所述第一单色Micro LED阵列11A的所述第一路单色图像光101A和来自所述第三单色Micro LED阵列13A的所述第三路单色图像光103A。所述第二膜系23B用于反射来自所述第三单色Micro LED阵列13A的所述第三路单色图像光103A,并透射透射来自所述第一单色Micro LED阵列11A的所述第一路单

色图像光101A和来自所述第二单色Micro LED阵列12A的所述第二路单色图像光102A。凭此,所述合色装置20B能够将来自所述第一单色Micro LED阵列11A的所述第一路单色图像光101A、来自所述第二单色Micro LED阵列12A的所述第二路单色图像光102A以及来自所述第三单色Micro LED阵列13A的所述第三路单色图像光103A合成一路从所述合色装置20B的所述出射面射出的彩色图像光。

[0092] 附图6示出了根据本发明的上述第二实施例的所述基于Micro LED的微投影光引擎的第二变形实施方式。具体地,相比于根据本发明的上述第二实施例,根据本发明的所述第二变形实施方式中的所述基于Micro LED的微投影光引擎1C的所述合色装置20C被实施为一X合色板,以通过所述X合色板将来自所述第一单色Micro LED阵列11A的所述第一路单色图像光101A、来自所述第二单色Micro LED阵列12A的所述第二路单色图像光102A以及来自所述第三单色Micro LED阵列13A的所述第三路单色图像光103A被合成沿着同一光路传播的彩色图像光。

[0093] 示例性地,如图6所示,在本发明的这个变形实施方式中,所述合色装置20C可以包括两个透光板21C、一第一膜系22C以及一第二膜系23C,其中所述两个透光板21C被交叉地设置,并且所述第一膜系22C和所述第二膜系23C分别被镀于所述透光板21C的表面,以形成具有X-Plate结构的所述合色装置20C。

[0094] 所述第一单色Micro LED阵列11A、所述第二单色Micro LED阵列12A、所述第三单色Micro LED阵列13A以及所述成像透镜组30A分别位于两个所述透光板21C中相邻的两端部之间;并且所述成像透镜组30A和所述第一单色Micro LED阵列11A分别位于所述合色装置20C的相对两侧。所述第一膜系22C用于反射来自所述第二单色Micro LED阵列12A的所述第二路单色图像光102A,并透射来自所述第一单色Micro LED阵列11A的所述第一路单色图像光101A和来自所述第三单色Micro LED阵列13A的所述第三路单色图像光103A。所述第二膜系23C用于反射来自所述第三单色Micro LED阵列13A的所述第三路单色图像光103A,并透射透射来自所述第一单色Micro LED阵列11A的所述第一路单色图像光101A和来自所述第二单色Micro LED阵列12A的所述第二路单色图像光102A。凭此,所述合色装置20C能够将来自所述第一单色Micro LED阵列11A的所述第一路单色图像光101A、来自所述第二单色Micro LED阵列12A的所述第二路单色图像光102A以及来自所述第三单色Micro LED阵列13A的所述第三路单色图像光103A合成一路射向所述成像透镜组30A的彩色图像光。

[0095] 根据本发明的另一方面,本发明进一步提供了一近眼显示设备,如图7A和图7B所示,其中所述近眼显示设备包括至少一基于Micro LED的微投影光引擎1(1A、1B、1C)和一近眼显示设备本体400,其中所述基于Micro LED的微投影光引擎1(1A、1B、1C)被对应地设置于所述近眼显示设备本体400,用于为所述近眼显示设备本体400提供图像光,以通过所述近眼显示设备本体400将经由所述基于Micro LED的微投影光引擎1(1A、1B、1C)提供的图像光传递至用户眼中,以实现近眼显示功能。

[0096] 值得一提的是,所述近眼显示设备本体400的类型不受限制,例如:在本发明的一示例中,如图7A所示,所述近眼显示设备本体400被实施为一显示波导401,以通过所述显示波导401转向地传递经由所述基于Micro LED的微投影光引擎1(1A、1B、1C)提供的图像光,使得用户可以透过所述显示波导401来观看到与所述图像光相对应的图像,以获得增强现实的体验。

[0097] 在本发明的另一示例中,如图7B所示,所述近眼显示设备本体400被实施为一折返显示器420,以通过所述折返显示器420折转地传递经由所述基于Micro LED的微投影光引擎1 (1A、1B、1C) 提供的图像光,使得用户可以透过所述折返显示器420来观看到与所述图像光相对应的图像,以获得增强现实的体验。

[0098] 具体地,如图7B所示,所述折返显示器420可以但不限于被实施为包括一反透组件421和一透视反射组件422,其中所述反透组件421被设置于所述基于Micro LED的微投影光引擎1 (1A、1B、1C) 的投射路径,并且所述透视反射组件422被对应地设置于所述反透组件421的反射侧,使得经由所述基于Micro LED的微投影光引擎1 (1A、1B、1C) 投射的图像光先被所述反透组件421反射以传播至所述透视反射组件422,再被所述透视反射组件422反射回所述反透组件421,以透过所述反透组件421而射入用户眼中成像。与此同时,外部的环境光线能够依次透过所述透视反射组件422和所述反透组件421而射入用户眼中,使得用户能够同时看到所述基于Micro LED的微投影光引擎1 (1A、1B、1C) 投射的图像(虚拟图像)和外部环境(真实图像),以实现增强现实的体验。可以理解的是,所述反透组件421可以但不限于被实施为半反半透镜或偏振分光镜。

[0099] 值得注意的是,所述近眼显示设备本体400可以是眼镜、头戴式显示设备、增强现实设备、虚拟现实设备或混合现实设备等任何能够被配置所述基于Micro LED的微投影光引擎1 (1A、1B、1C) 的设备或系统。本领域的技术人员可以理解的是,尽管附图7A和图7B中以所述近眼显示设备本体400被实施为眼镜镜片为例,但其并不构成对本发明的内容和范围的限制。

[0100] 根据本发明的另一方面,本发明进一步提供了一基于Micro LED的微投影光引擎的制造方法。具体地,如图8所示,所述基于Micro LED的微投影光引擎的制造方法,包括步骤:

[0101] S100:提供至少一Micro LED阵列和一成像透镜组,其中所述Micro LED阵列用于发射图像光;和

[0102] S200:对应地设置所述成像透镜组于所述Micro LED阵列,使得所述成像透镜组能够将经由所述Micro LED阵列发射的图像光进行投影成像。

[0103] 值得注意的是,在本发明的一示例中,如图8所示,所述基于Micro LED的微投影光引擎的制造方法,进一步包括步骤:

[0104] S300:分别设置一微准直阵列于所述Micro LED阵列和所述成像透镜组之间的光路中,使得经由所述Micro LED阵列发射的图像光先通过所述微准直阵列进行准直,再通过所述成像透镜组进行投影成像。

[0105] 值得一提的是,在本发明的另一示例中,如图8所示,所述Micro LED显示装置的制造方法,进一步包括步骤:

[0106] S300':设置一合色装置于多个所述Micro LED阵列和所述成像透镜组之间的光路中,使得经由所述Micro LED阵列发射的图像光先通过所述合色装置进行合色,再通过所述成像透镜组进行投影成像。

[0107] 本领域的技术人员应理解,上述描述及附图中所示的本发明的实施例只作为举例而并不限制本发明。本发明的目的已经完整并有效地实现。本发明的功能及结构原理已在实施例中展示和说明,在没有背离所述原理下,本发明的实施方式可以有任何变形或修改。

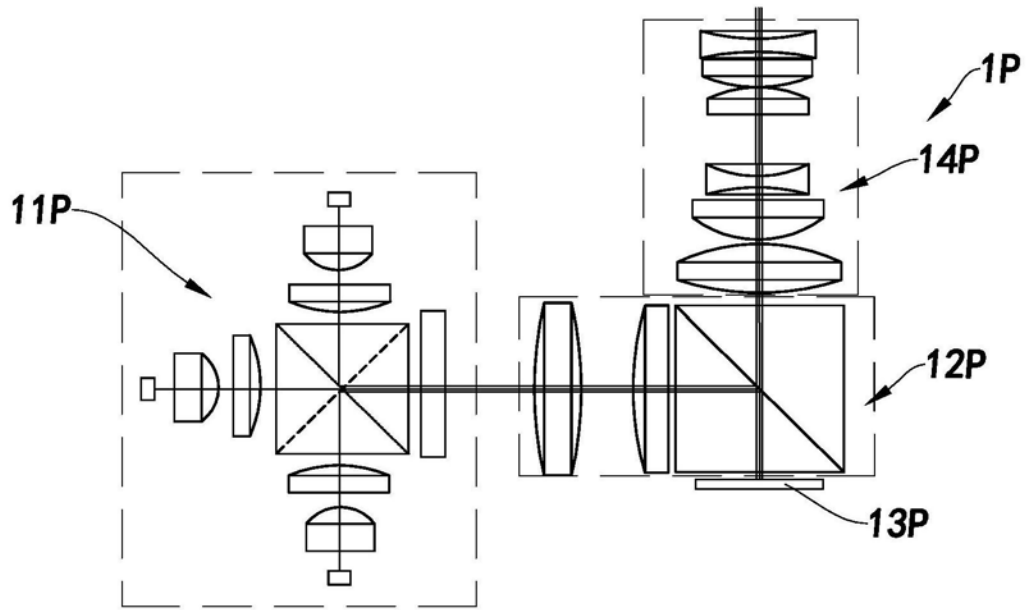


图1

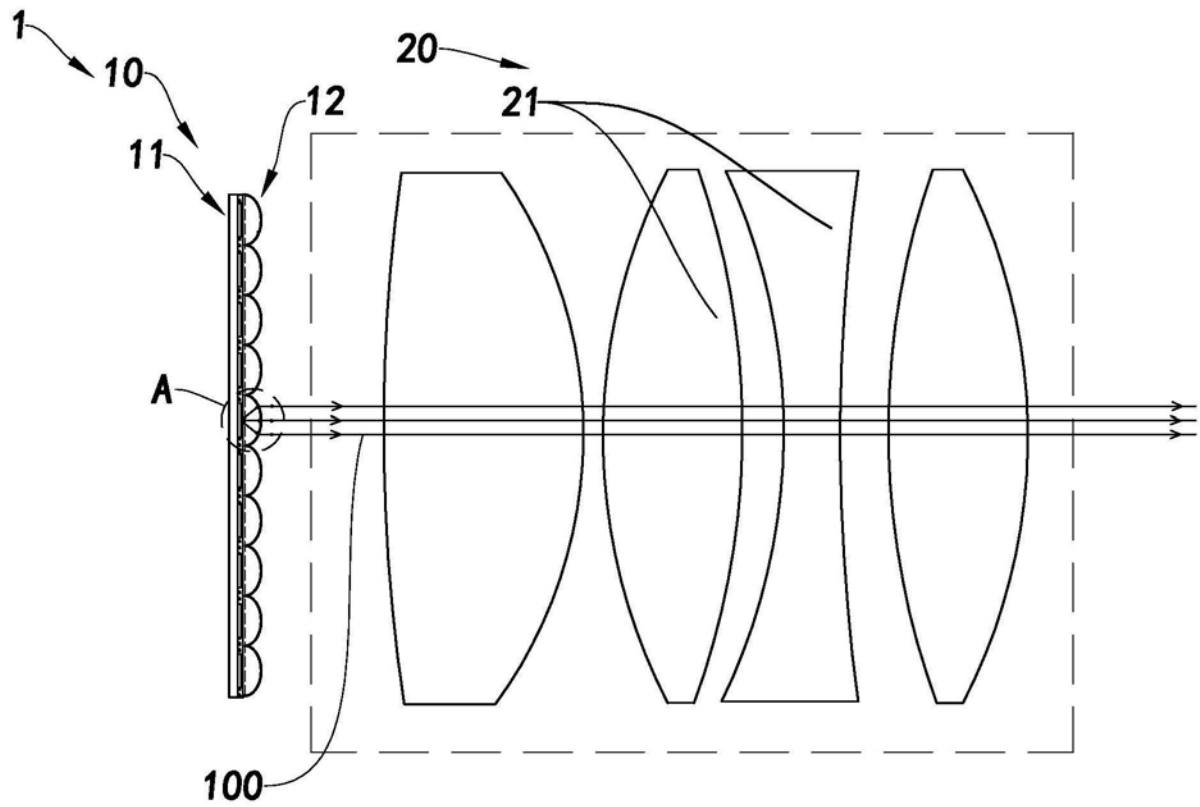


图2

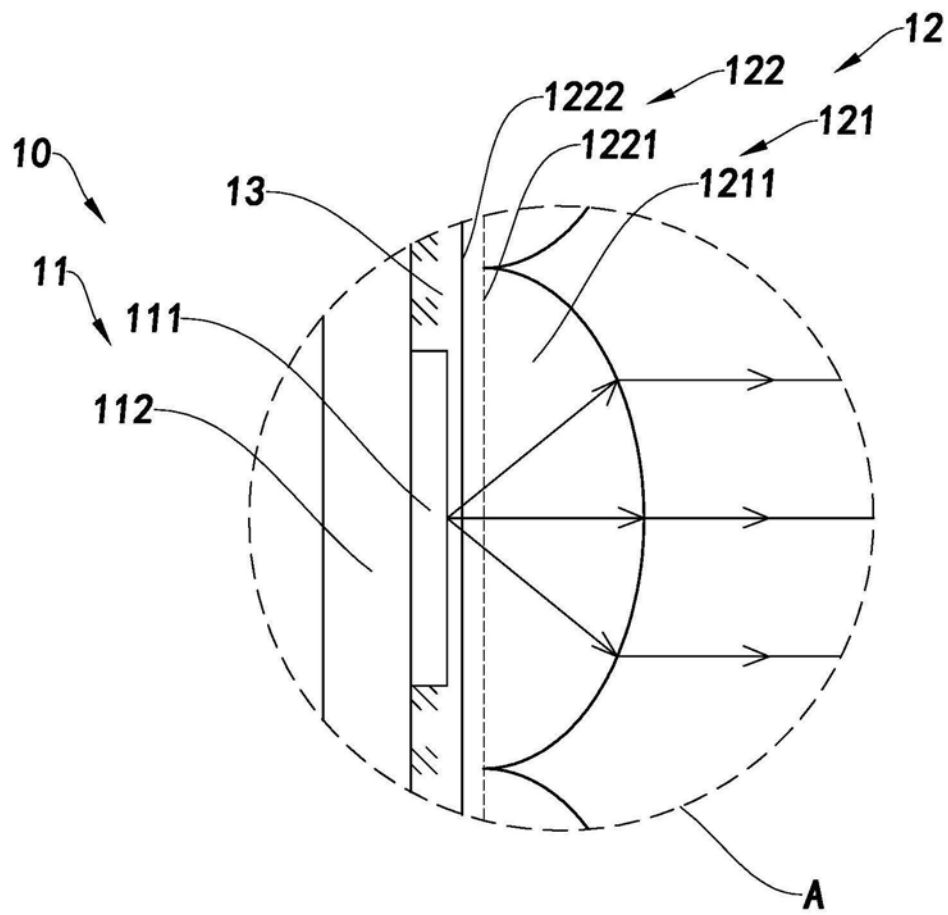


图3

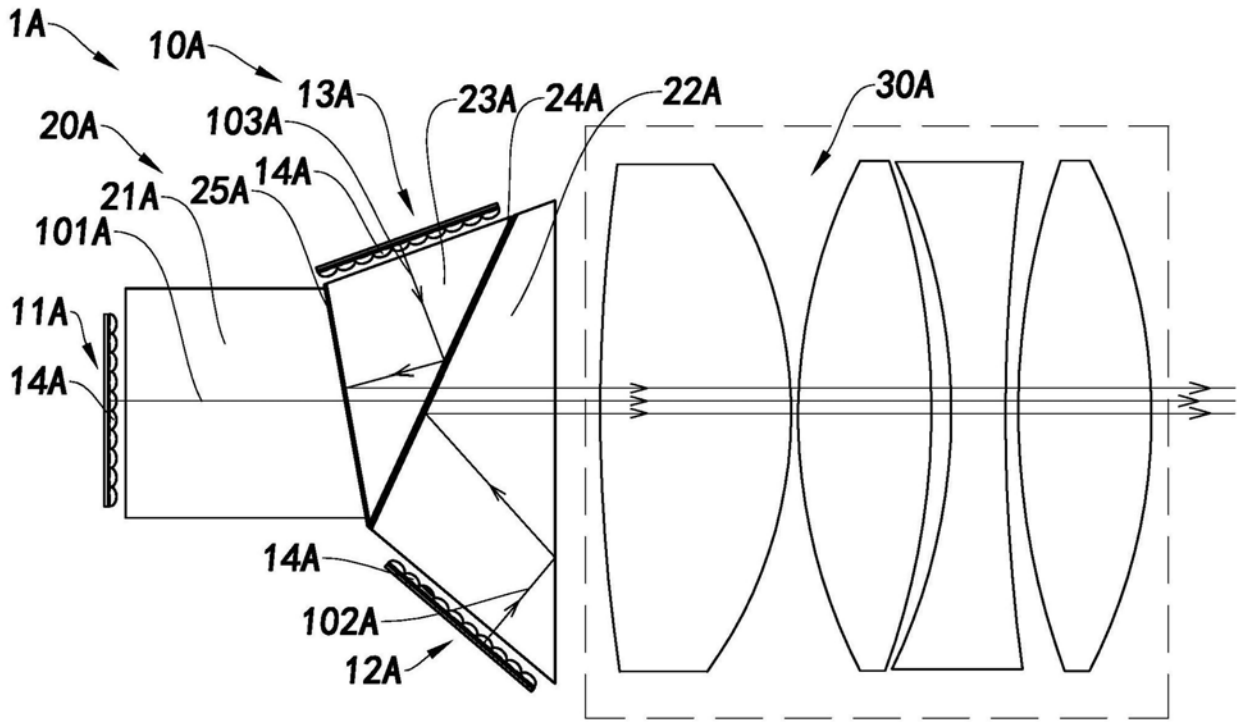


图4

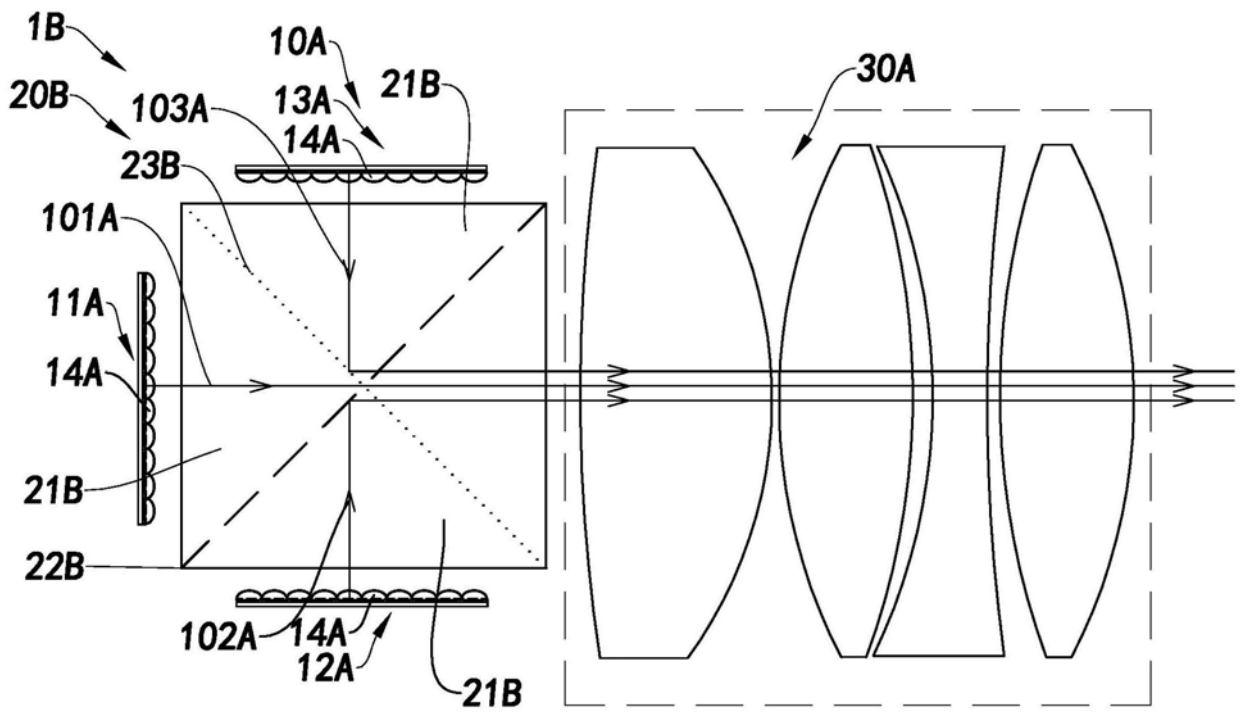


图5

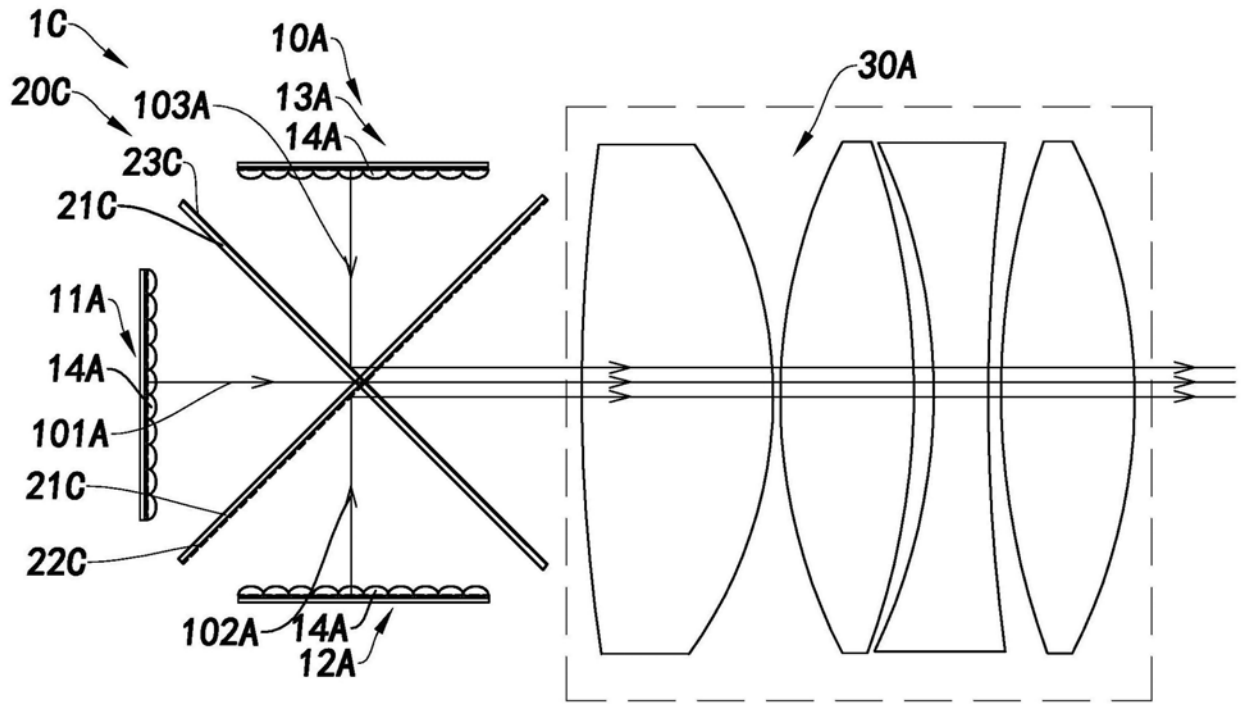


图6

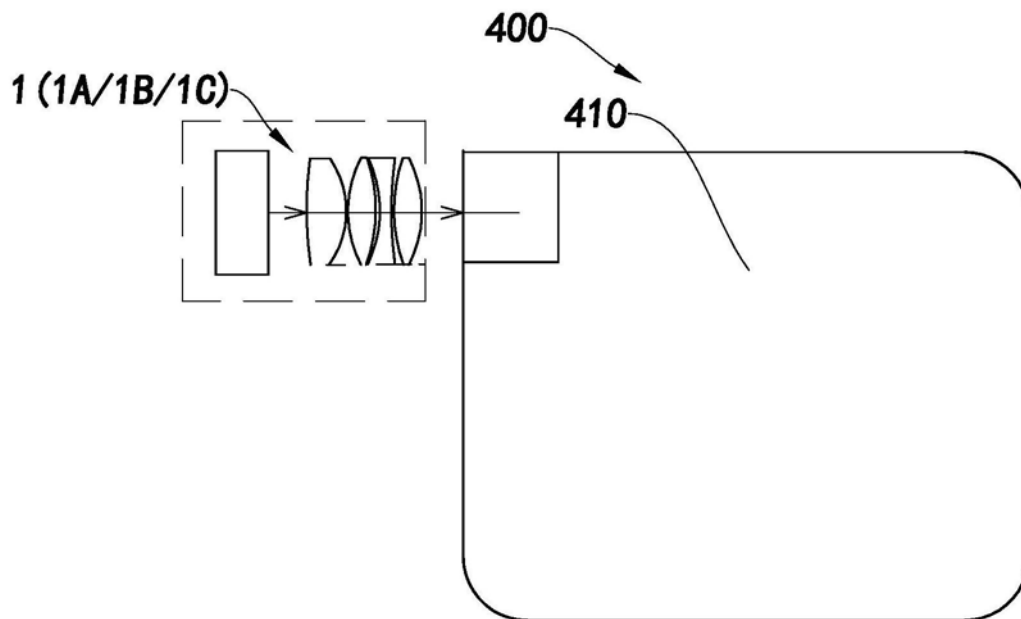


图7A

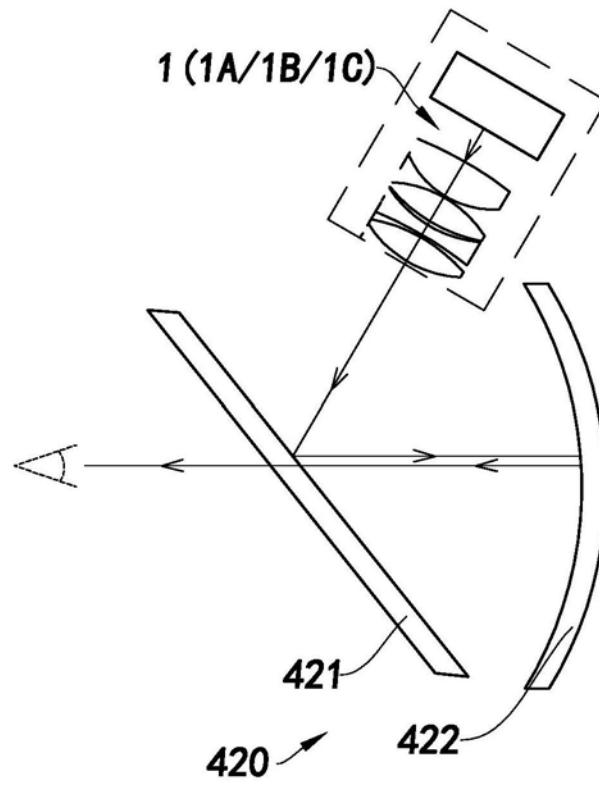


图7B

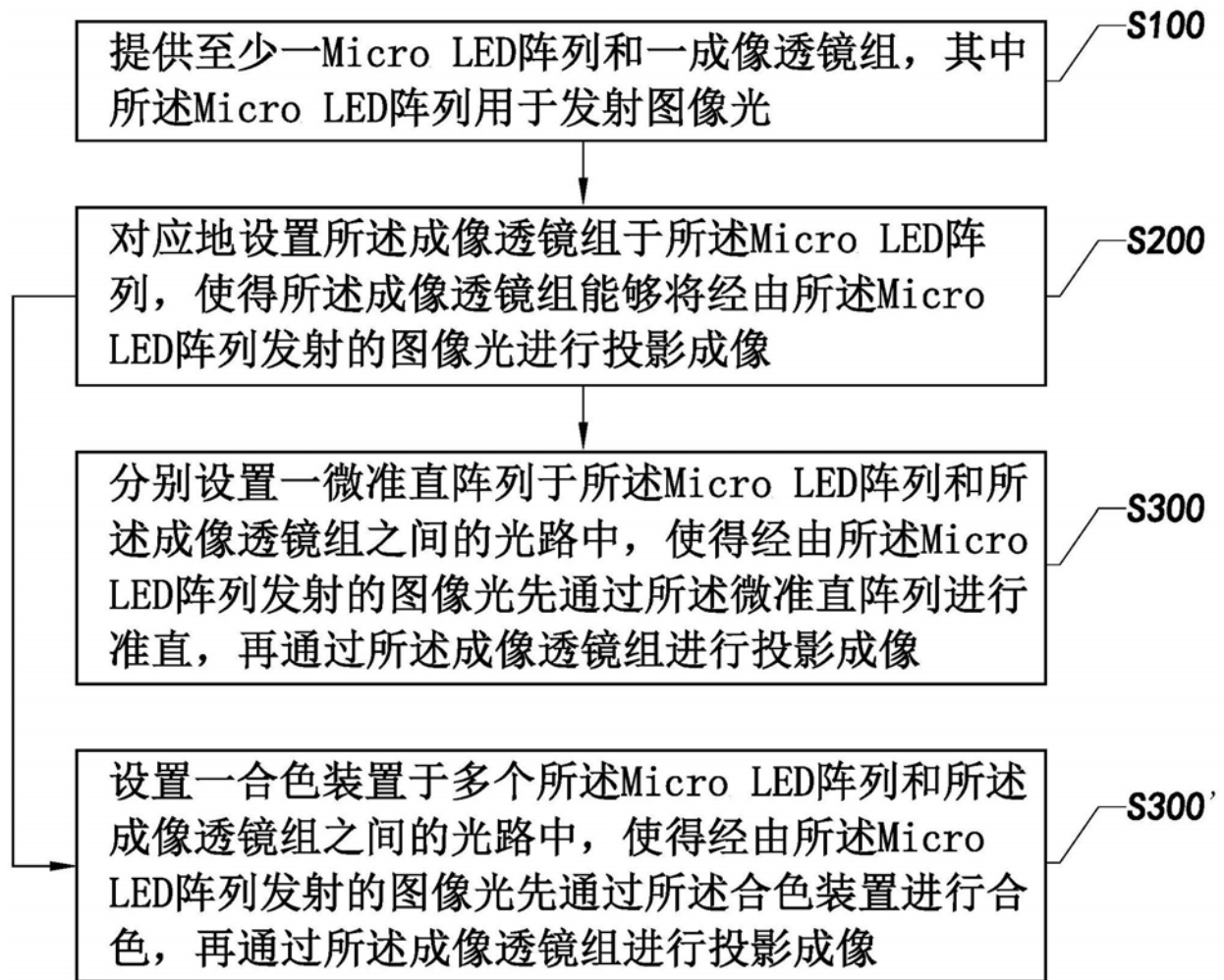


图8