



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102305969 A

(43) 申请公布日 2012.01.04

(21) 申请号 201110272797.7

(22) 申请日 2011.09.15

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路  
3888 号

(72) 发明人 刘华 卢振武

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 王淑秋

(51) Int. Cl.

G02B 27/09 (2006.01)

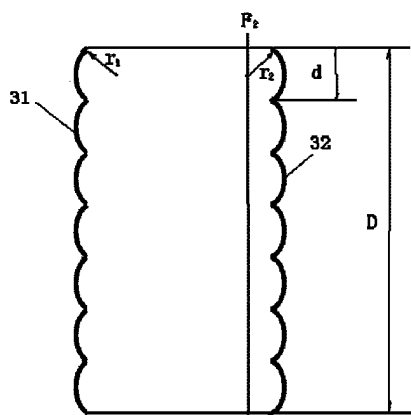
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

## (54) 发明名称

实现半导体激光光束匀化的微光学元件

## (57) 摘要

本发明涉及一种实现半导体激光光束匀化的微光学元件,该元件由多个密接排列的微结构单体构成;所述的微结构单体包括一前表面,一后表面;微结构单体的前表面为球面;多个微结构单体的球形前表面连续排列构成微光学元件的入射面,多个微结构单体的后表面连续排列构成微光学元件的出射面;微结构元件的入射面将整形后的半导体激光光束分割为多个子光束,各子光束在微结构单体内聚焦形成一系列点光源像;点光源像发出的光束经微结构单体后表面出射;各微结构单体后表面出射的发散光叠加到照明面上。本发明光能利用率高、匀化效果好、成本低,可广泛应用于半导体激光照明领域,使激光照明器更好的使用在公安、银行、监狱、森林等场所的夜间监控。



1. 一种实现半导体激光光束匀化的微光学元件,其特征在于由多个密接排列的微结构单体构成;所述的微结构单体包括一前表面(31),一后表面(32);微结构单体的前表面(31)为球面;多个微结构单体的球形前表面连续排列构成微光学元件的入射面,多个微结构单体的后表面连续排列构成微光学元件的出射面;微结构元件的入射面将整形后的半导体激光光束分割为多个子光束,各子光束在微结构单体内聚焦形成一系列点光源像;点光源像发出的光束经微结构单体后表面出射;各微结构单体后表面出射的发散光叠加到照明面上。

2. 根据权利要求1所述的实现半导体激光光束匀化的微光学元件,其特征在于所述的微光学元件各微结构单体呈方形密接排列。

3. 根据权利要求1所述的实现半导体激光光束匀化的微光学元件,其特征在于所述的微光学元件各微结构单体呈六方形密接排列。

4. 根据权利要求1所述的实现半导体激光光束匀化的微光学元件,其特征在于所述微光学元件一维方向上微结构单体的数量N大于15。

5. 根据权利要求1所述的实现半导体激光光束匀化的微光学元件,其特征在于所述各微结构单体前表面(31)和后表面(32)为曲率半径等于r的球形表面,微结构单体的厚度为t:

$$r = \frac{(n-1)d}{n(NA_i) + NA_o}$$

$$t = \frac{d}{NA_i} + \frac{d}{NA_o}$$

其中n为微光学元件材料的折射率,d为微光学元件一维方向上微结构单体的尺寸, $NA_i$ 为每个微结构单体的像方数值孔径, $NA_i = \tan(\theta)$ , $NA_o$ 为每个微结构单体入射方的数值孔径, $NA_o = \tan(\theta/N)$ , $\theta$ 为半导体激光光束经过光学整形元件以后光束的出射半角度。

## 实现半导体激光光束匀化的微光学元件

### 技术领域

[0001] 本发明属于半导体照明技术领域,涉及一种实现半导体激光光束匀化的微光学元件。

### 背景技术

[0002] 随着半导体激光器性能的提高,以半导体激光器为基础的激光照明技术在安全防护监控领域应用越来越广泛。由于半导体激光器的光束为椭圆形高斯光束,水平和垂直方向的发散角不同,光斑不均匀。因此半导体激光器必须经过整形匀化后,才能用于夜间照明。

[0003] 目前较为简单的整形技术是利用光学整形装置如光纤柱面镜,将激光光束水平和垂直发散角整成基本一致。但经过这种方法整形后的光束能量分布很不均匀,有明显的亮、暗条纹,需要进行匀化处理。而在匀化技术方面,大多采用毛玻璃,但是匀化效果不是很好,能量损失严重,在 40%到 50%左右。也有采用光纤的匀化方法,但光线匀化需要有光学耦合装置将激光器的光耦合到光纤中,成本高、装调复杂。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种光能利用率高、匀化效果好的实现半导体激光光束匀化的微光学元件。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明的实现半导体激光光束匀化的微光学元件由多个密接排列的微结构单体构成;所述的微结构单体包括一前表面,一后表面;微结构单体的前表面为球面;多个微结构单体的球形前表面连续排列构成微光学元件的入射面,多个微结构单体的后表面连续排列构成微光学元件的出射面;微结构元件的入射面将整形后的半导体激光光束分割为多个子光束,各子光束在微结构单体内聚焦形成一系列点光源像;点光源像发出的光束经微结构单体后表面出射;各微结构单体后表面出射的发散光叠加到照明面上。

[0006] 本发明的微光学元件的设计由于采用柯勒照明理论,具有以下突出优点:

[0007] 1. 微光学元件的入射面将整形后的激光光束汇聚形成一系列点光源像,照明面上的光是多个点光源像发出的发散光束叠加的结果。由于这种叠加是随机的,从而匀化了光束能量,在空间照明面上可以获得较均匀的照度。这就避免了由于空间照明面上能量不均匀,影响 CCD 相机的成像对比度,造成有的地方过亮、有的地方过暗。

[0008] 2. 由于微光学元件只有两个表面,激光光束反射次数少,光能损失小,能量传输效率可达 90%以上(考虑反射损失、吸收损失以及由加工误差造成的损失等),因而能够更为高效地利用激光能量。如果微光学元件双面镀增透膜,效率会更高,可达到 98%以上。

[0009] 3. 本发明对于微结构单体前后表面的曲率半径没有严格的要求,对面型精度的要求也不高,这更有利于利用有机材料 PMMA 的注塑成型,大规模加工生产该聚光镜,从而大幅度降低照明系统成本。

[0010] 本发明可以应用于半导体激光照明领域,实现激光照明器出射光束均匀化,使激光照明器更好的使用在公安、银行、监狱、森林、海事、铁路、机场等场所的夜间监控。

[0011] 所述的微光学元件各微结构单体呈方形密接排列。

[0012] 所述的微光学元件各微结构单体呈六方形密接排列。

[0013] 所述微光学元件一维方向上微结构单体的数量 N 大于 15。

[0014] 所述各微结构单体前表面和后表面为曲率半径等于 r 的球形表面,微结构单体的厚度为 t:

$$[0015] \quad r = \frac{(n-1)d}{n(NA_i) + NA_o}$$

$$[0016] \quad t = \frac{d}{NA_i} + \frac{d}{NA_o}$$

[0017] 其中 n 为微光学元件材料的折射率, d 为微光学元件一维方向上微结构单体的尺寸,  $NA_i$  为每个微结构单体的像方数值孔径,  $NA_i = \tan(\theta)$ ,  $NA_o$  为每个微结构单体入射方的数值孔径,  $NA_o = \tan(\theta/N)$ ,  $\theta$  为半导体激光光束经过光学整形元件以后光束的出射半角度。

[0018] 当  $r = \frac{(n-1)d}{n(NA_i) + NA_o}$ ,  $t = \frac{d}{NA_i} + \frac{d}{NA_o}$  时,由微结构单体前表面

入射的激光光束汇聚于后表面的焦平面上形成点光源像,每个微结构单体的像方数值孔径  $NA_i$  等于经过整形后的激光光束的数值孔径 NA,  $NA = \tan(\theta)$ 。这样,经过微光学元件匀光后得到的光束快、慢两轴的发散角与入射到微光学元件入射面的光束基本相同,当照明面与微光学元件的距离能够使各点光源像发出的光束都能覆盖整个照明面时,匀光效果达到最好,能够达到使用要求。

#### 附图说明

[0019] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0020] 图 1 是半导体激光器发出的激光光束整形、匀化过程示意图。

[0021] 图 2 是本发明的实现半导体激光光束匀化的微光学元件结构示意图。

[0022] 图 3 是本发明实施例 1 的微结构单体结构示意图。

[0023] 图 4 是本发明实施例 2 的微结构单体结构示意图。

[0024] 图 5 是本发明实施例 3 的微结构单体结构示意图。

[0025] 图 6 是本发明实施例 4 的微结构单体结构示意图。

#### 具体实施方式

[0026] 如图 1 所示,半导体激光器 1 出射光束的发散角通常在快轴和慢轴两方向相差很大,慢轴一般在 10 度左右,快轴一般在 45 度左右。通过光学整形装置 2,将快、慢两轴的发散角整成基本相同,并达到使用要求(根据照射距离具体确定)。半导体激光光束经过光学整形装置 2 以后,光束的出射半角度为  $\theta$ 。然后具有一定发散角、且具有明暗条纹分布的光束照射到根据柯勒原理设计的微光学元件 3 上,经微光学元件 3 匀化后照射到照明面上。

[0027] 如图 2 所示,微光学元件 3 由多个密接排列的微结构单体构成,多个微结构单体为一体结构,也可以是相互独立的结构;微光学元件 3 的激光光束口径为  $D$ ,微结构单体的尺寸为  $d$ 。一般要求在光束口径  $D$  内微光学元件 3 一维方向上微结构单体的数量  $N$  大于 15,则  $d = D/N$ 。

[0028] 如图 3 所示,所述的微结构单体包括一球形前表面 31,一后表面 32;整形后的半导体激光光束由微光学元件 3 的微结构单体前表面 31 入射,在微结构单体内汇聚成为点光源像;点光源像发出的光束经微结构单体后表面 32 出射成为发散光,照射于照明面上。

[0029] 如图 2 所示,多个微结构单体的球形前表面连续排列构成微光学元件 3 的入射面,多个微结构单体的后表面连续排列构成微光学元件 3 的出射面。微结构元件 3 的入射面 31 将入射光束分割为多个子光束,每个子光束在微结构单体内聚焦形成点光源像,各点光源像发出的光束经微结构单体后表面 32 出射叠加到照明面上。由于微光学元件 3 的入射面将整个宽光束分为多个细光束,每个细光束范围内的微小不均匀在重合的过程中被平滑,从而实现了光束的匀化。匀化后的光束均匀性好、光能损失少,非常适合进行夜间照明使用。

[0030] 实施例 1

[0031] 如图 3 所示,微结构单元的前表面 31 为球形表面,后表面 32 为平面;整形后的半导体激光光束由微结构单体前表面 31 入射,在微结构单体内汇聚成为点光源像;点光源像发出的光束经微结构单体后表面 32 出射成为发散光。微光学元件 3 内一系列点光源像发出的发散光叠加到照明面上。

[0032] 实施例 2

[0033] 如图 4 所示,微结构单元的前表面 31、后表面 32 为球形表面,前表面 31 的曲率半径  $r_1$  小于后表面 32 的曲率半径  $r_2$ ;整形后的半导体激光光束由微结构单体前表面 31 入射,在微结构单体内汇聚成为点光源像;点光源像发出的光束经微结构单体后表面 32 出射成为发散光。微光学元件 3 内一系列点光源像发出的发散光叠加到照明面上。

[0034] 实施例 3

[0035] 如图 5 所示,微结构单元的前表面 31、后表面 32 为球形表面,前表面 31 的曲率半径  $r_1$  等于后表面 32 的曲率半径  $r_2$  等于  $r$ ;整形后的半导体激光光束由微结构单体前表面 31 入射,在微结构单体内汇聚成为点光源像;点光源像发出的光束经微结构单体后表面 32 出射成为发散光。

[0036] 在开始设计之前,我们首先确定设计参数:半导体激光束经过光学整形元件以后光束的出射半角度  $\theta$ 、微光学元件激光光束的口径  $D$ ,微光学元件材料的折射率  $n$ 、微结构单体的排列方式(可以是呈方形密接排列、六边形密接排列等)。

[0037] 根据微光学元件激光光束的口径  $D$ ,确定微结构单体尺寸  $d$ 。一般要求在光束口径  $D$  内微光学元件一维方向上微结构单体数量  $N$  大于 15。则  $d = D/N$ ,根据  $\theta$  值,计算光束的数值孔径  $NA$ (经过整形后的激光光束的数值孔径):

[0038]  $NA = \tan(\theta)$

[0039] 每个微结构单体的像方数值孔径与此相当,  $NA_i = \tan(\theta)$

[0040] 而每个微结构单体入射方的数值孔径变成:  $NA_o = \tan(\theta/N)$

[0041] 根据物像关系式: 
$$\frac{nNA_i}{d} + \frac{NA_o}{d} = \frac{n-1}{r}$$

[0042] N 为微光学元件的折射率,可以得到前、后表面微结构的曲率半径 r 和微结构的厚度 t。

$$r = \frac{(n-1)d}{n(NA_i) + NA_o}, t = \frac{d}{NA_i} + \frac{d}{NA_o}。$$

[0043] 实施例 4

[0044] 如图 6 所示,微结构单元的前表面 31、后表面 32 为球形表面,前表面 31 的曲率半径  $r_1$  大于后表面 32 的曲率半径  $r_2$ ;整形后的半导体激光光束由微结构单体前表面 31 入射,在微结构单体内汇聚成为点光源像;点光源像发出的光束经微结构单体后表面出射成为发散光。微光学元件 3 内一系列点光源像发出的发散光叠加到照明面上。

[0045] 本发明不限于上述实施例,无论微结构单体的后表面采用什么形状,只要各点光源像发出的光束经微结构单体后表面出射后能成为发散光,就能够实现激光光束的匀化,因而上述实施例不能构成对本发明权利要求的限制。应当理解的是凡是在本发明权利要求 1 技术方案基础上作出的任何简单变型,都在本发明意图保护范围之内。

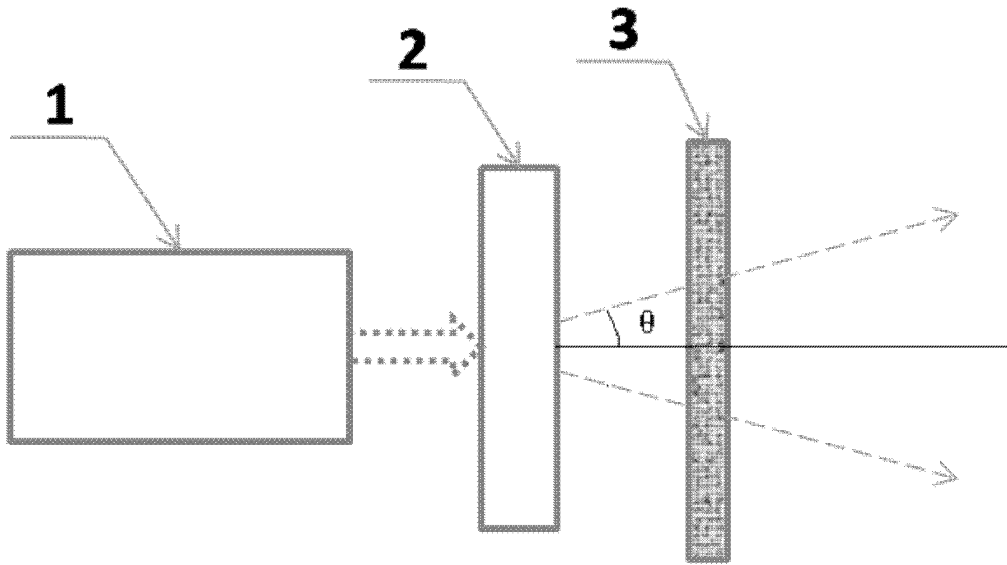


图 1

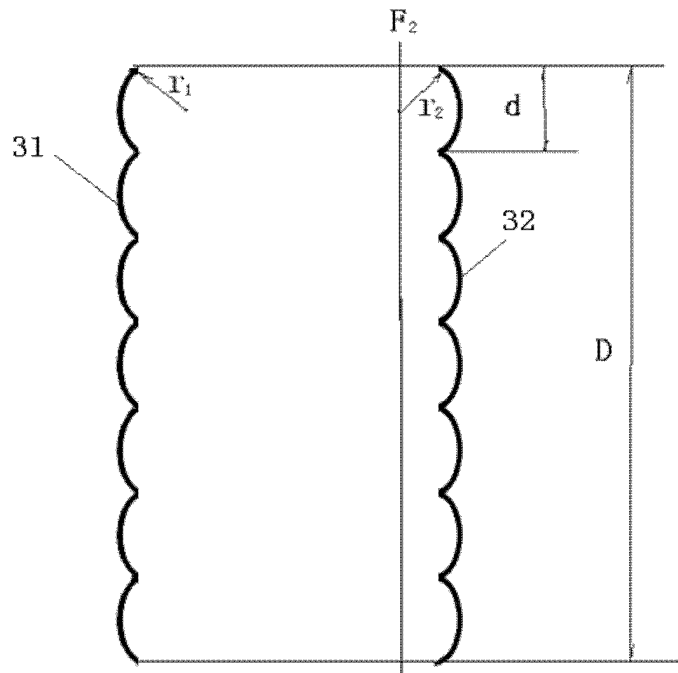


图 2

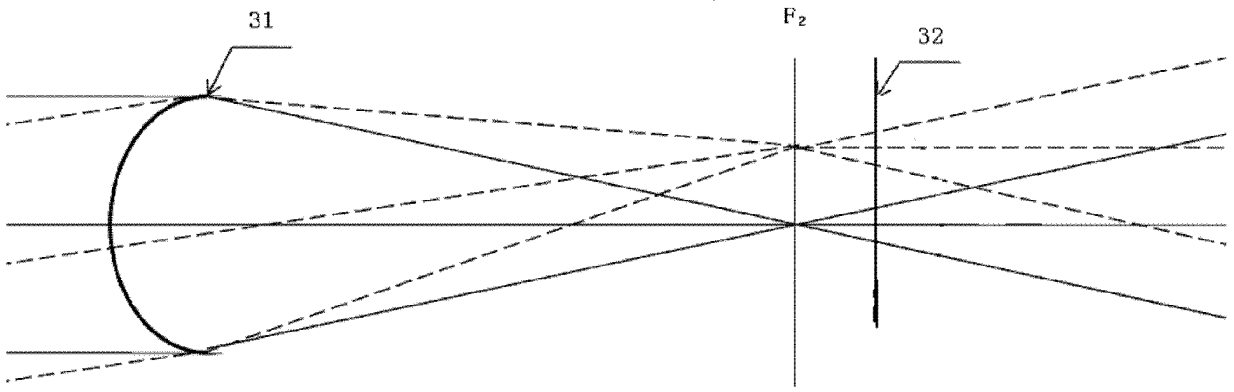


图 3

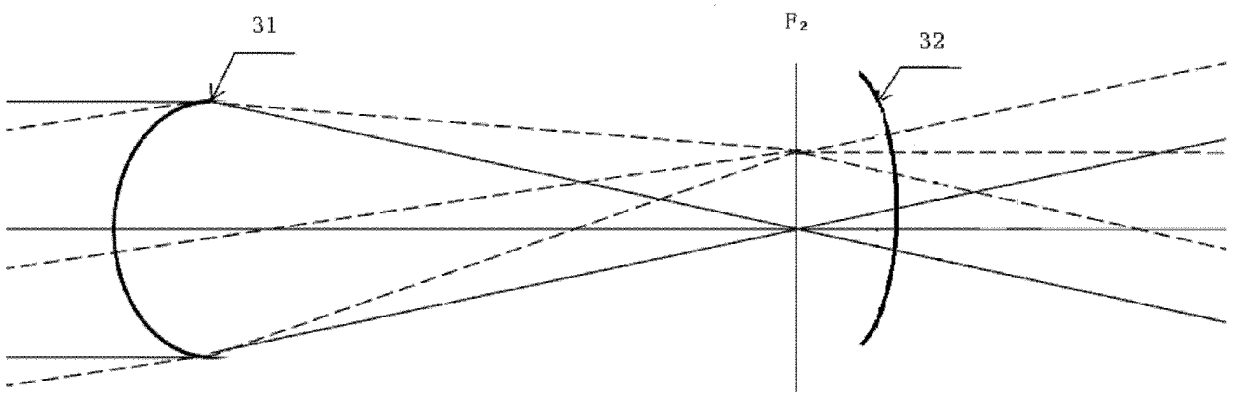


图 4

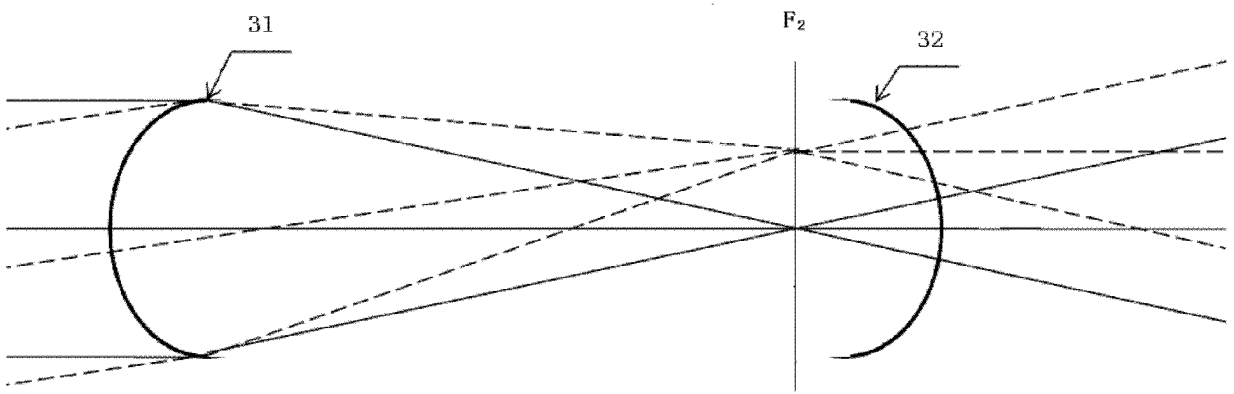


图 5



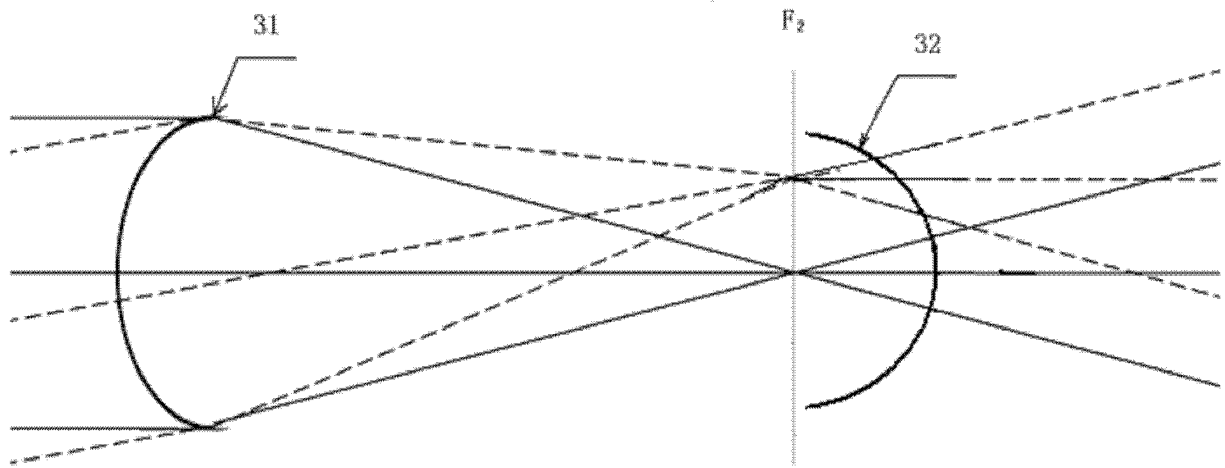


图 6