



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106062600 B

(45)授权公告日 2020.07.07

(21)申请号 201580006643.X

(22)申请日 2015.08.31

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106062600 A

(43)申请公布日 2016.10.26

(30)优先权数据  
2014-240554 2014.11.11 JP  
2014-267190 2014.12.18 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2016.07.29

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2015/075277 2015.08.31

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02016/076000 JA 2016.05.19

(73)专利权人 光研公司  
地址 日本东京

(72)发明人 成泽润

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 宋俊寅

(51)Int.Cl.  
G02B 6/125(2006.01)  
G02B 6/04(2006.01)  
G02B 6/12(2006.01)  
G02B 6/136(2006.01)  
G02B 6/30(2006.01)

(56)对比文件  
JP 2013228651 A,2013.11.07,  
JP 2006126373 A,2006.05.18,  
CN 103116202 A,2013.05.22,  
WO 03065091 A2,2003.08.07,  
WO 2004083923 A1,2004.09.30,  
WO 2004083923 A1,2004.09.30,

审查员 高慧敏

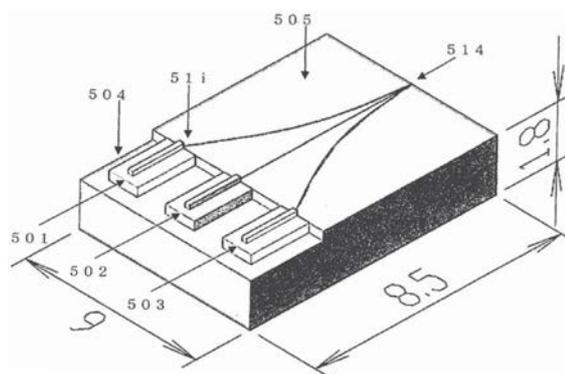
权利要求书1页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

光束的合波器及芯片型多波长激光光源

(57)摘要

本发明涉及一种合波器及使用该合波器的光源,所述合波器用于手机和车载用激光投影机,具有较高的环境耐受性能和较高的光效率,并且能以较低成本进行大量生产,是小型化的对红绿蓝及近红外的多波长光束进行合波的合波器。第一方式的中空型光导或第四方式的 $\Phi 10\mu\text{m}$ 以下的细包层直径的束状光纤中,合波器不受波长及波长带宽的光束纵模与横模的影响,能够解决上述环境耐受性能、光效率与生产性的提高等各项课题,此外,将该合波器与表面安装用芯片型LD同时使用,还能够以低成本大量生产第三方式的光纤输出型和第五方式的基于LD平面安装的纤薄芯片型、以及第六方式的基于LD立体安装的外形为圆柱形或方形的各种实用级别的多波长小型激光光源。



CN 106062600 B

1. 一种光束的合波器,将多根光束在空间上进行合波以成为来自一个点光源的光束并进行输出,其特征在于,包括:

外径 $10\mu\text{m}$ 的多根光纤裸线,该光纤裸线具有光束的入射端面 and 出射端面,且由内芯及厚度 $1\mu\text{m}$ 以下的包层构成;以及

芯片型板,该芯片型板在表面设置有对所述光纤裸线分别进行固定的多个固定槽,

所述固定槽包括:多个入射部,该多个入射部设置成以使得沿着所述芯片型板的一个边缘彼此隔开间隔地配置所述入射端面;以及出射部,该出射部在所述芯片型板的另一个边缘配置所述出射端面,所述固定槽与所述光纤裸线分别相对应地设置在所述芯片型板的表面上,以使得将所述光纤裸线分别从所述入射部引导至所述出射部,

所述多个固定槽随着从所述入射部朝所述出射部前进而彼此靠近,在所述出射部,所述多个固定槽合并为一个槽,

在所述出射部处的合并后的所述固定槽中,将所述光纤裸线捆束成紧密状态并用粘合剂固定后的所述光纤裸线的束被固定于合并后的所述固定槽内。

2. 如权利要求1所述的光束的合波器,其特征在于,

所述出射部处的合并后的所述固定槽的槽截面形状成为在槽深度方向上槽宽度朝向槽底部而变窄的由宽变窄的形状,以用于固定所述多个光纤裸线的束。

3. 一种芯片型多波长激光光源,其特征在于,包括:

权利要求1或2所述的光束的合波器;

激光二极管光源,该激光二极管光源沿着芯片型板的一个边缘配置在与入射部的位置相对应的位置,且发出彼此不同的多个波长的光;以及

基板,该基板载放所述激光二极管光源和所述芯片型板,

使用透镜使来自所述激光二极管光源的光束从所述入射部朝内芯入射,或者不使用透镜而直接使来自所述激光二极管光源的光束从所述入射部朝所述内芯入射。

## 光束的合波器及芯片型多波长激光光源

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种三原色RGB (R=Red、G=Green、B=Blue波长) 光源技术,其用于图像处理装置、内视镜和眼科装置等利用光进行的医疗诊断和治疗、光通信、以及基于MEMS或DMD的扫描型或基于LCOS的投影型投影机。

### 背景技术

[0002] 现有的光通信中,基于光纤波分复用的合波器中大多使用阵列波导光栅 (AWG=Array Wave-Guide Grating) (专利文献1)。最近为了将投影机式小型激光显示器用于手机和车载用途,也出现了小型化的波导型RGB三波长合波器 (专利文献2)。此外还有成本低且耦合效率高的光纤输出、滤波器型的RGB合波器 (专利文献3)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献1:日本专利特开2005-234245号公报

[0005] 专利文献2:日本专利特开2013-195603号公报

[0006] 专利文献3:日本专利特开2013-228651

### 发明内容

[0007] 发明所要解决的技术问题

[0008] 按照上述的现有技术,虽然能够制作各种多波长合波器,但在光通信以外的应用方面,例如使用激光的投射型投影机等设备 and 装置中,如使用这些现有的合波器,从一般的评估标准来说,诸如在光的损耗、波段和光束横模、以及生产性与成本等方面,其运用条件和局限有如下几条。

[0009] 现有技术中,包含从光源到合波器的光耦合效率与合波器内部的合波光学系统损耗、以及合波器内部的光传输损耗等,光的损耗不容忽视,并且这种光学损耗还会随着合波波长的根数及光源数量的增加而变大。

[0010] 而且,过去的合波技术无论光源是LD还是LED,无论合波器一侧的构成要素是光纤还是波导,都很大程度取决于入射和出射光束的横模。

[0011] 此外,过去的合波器中,是根据想要合波的各光的波长差进行合波,并使用基于波长的透射或反射型滤波器或衍射元件,由于这些光学部件的波长依赖性,因而合波器的特性会取决于要合波的多个光的波长及波长的带宽。而使用波导型和光纤型合波器时,将光封闭在波导或光纤中是通过内芯与包层材质的折射率差来进行的,因而与所封闭的光的横模也有关系。由于它们的波长依赖性,在用于投射型电视显示的三原色的蓝绿红波长上施加200nm以上、且传感器用的1600nm以内的光源,使LD等光源的带宽延伸到1200nm,则过去的光纤或波导技术将完全无法应对。也就是说,大部分的现有合波器均具有波长依赖性和光束横模依赖性。

[0012] 综上所述,合波器的光学损耗、以及对于光束的横模及波长与波长带宽的限制和依赖性等现有的问题,即为本发明所要解决的主要技术问题。

[0013] 投射型电视、特别是车载用途和手机用途中,存在大量生产需求,必须要如半导体工艺的技术所带来的生产性和产品可靠性、低成本且高性能、以及如芯片型的极小型化产品,因而,能满足以上要求的合波器的制作方法也是本发明所要解决的技术问题。

[0014] 解决技术问题所采用的技术方案

[0015] 本发明所要解决的主要技术问题之一,是现有合波器所合波的光的波长依赖性和所合波的光束的横模依赖性。首先,作为解决这些问题的方法,对光进行传输的介质可使用如本发明第一方式所述的合波器中无波长依赖性的中空式光导。并且,作为解决这些问题的另一种方法,通过在第一方式所述光导的内壁面附带几乎不依赖于波长的金属等反射薄膜,从而将光束封闭在光导内,而与入射光波长无关。此外,在光导中传输的光束无论是怎样的横模,也就是说无论是怎样的光束径、有怎样的光束发散角,均能通过附带在光导侧面的薄膜的反射而封闭在光导内,因而通过上述各种方法还能解决合波器对光束横模的依赖性。

[0016] 另外,在第四方式的合波器内,作为解决上述各项问题的方法,使用了束状光纤,根据各个入射光源的波长特性和光束横模特性,一根根单独选取要捆束的各个光纤裸线的种类,从而不再受到所要合波的光源的波长和带宽及光束的横模等各项限制因素的影响。

[0017] 因而,以诸如第二方式所述的中空型光导及第四方式所述的束状光纤的构成要素作为技术方案制作而成的合波器既可运用于单横模的LD,也可运用于含极高次模的LED等面光源,并且无论是对于从紫外到近红外的波长,还是对于波长带宽都几乎没有依赖性。

[0018] 此外,关于合波器的综合光效率的课题,具体来说,包括对合波器内入射光束耦合效率的提升、将入射到合波器内部的多根光束耦合为一根光束时所使用的光学系统的合波效率的提升、以及合波器内部光的传输损耗及出射端损耗的克服等。第一方式所述的合波器中,作为提升光效率的方法,采用了中空的光导。首先,因为是中空,所以不存在光的吸收,并且由于在中空光导的内壁附带有具有高反射率的薄膜,因而能将光较好地封闭,传输损耗少。并且还能够在根据入射光束的特性,对光导入射端的形状进行设计,从而提升入射光的耦合效率。此外,第四方式所述的束状光纤合波器中,因为是根据各个入射光源的波长和光束特性分别单独选择光纤,因而通过这个方法能够以各个入射光最适合的耦合方法而获得最大的耦合效率。此外,因为将耦合于各光纤的光直接连结到出射端进行输出,所以除了在入射端入射光进行耦合时的损耗之外,合波器主体几乎没有损耗。

[0019] 另外,针对需以高可靠性、小型化且低成本进行大量生产的课题,首先,本发明第二方式所述的第一方式的合波器的中空型光导的制作方法、即通过将附带反射薄膜的沟槽所在基板与附带反射薄膜的盖板贴合从而制作合波器的方法能够解决该问题。也就是说,第二方式所述的基板,如果采用硅和玻璃等一般材质,通过使用半导体工艺用的蚀刻装置或激光束直接成型装置,很容易就能高精度地制作出第二方式所述的光导用沟槽。此外,通过电镀或PVD(Physical Vapor Deposition:物理气相沉积)和CVD(Chemical Vapor Deposition:化学气相沉积)等蒸镀方法能够在第二方式所述基板上所刻的光导用沟槽的两个侧面和底面进行金属或电介质薄膜的涂覆。上述制造方法与半导体部件的制造一样,能够以低成本进行大量生产。通过束状光纤制作第四方式所述的合波器也是能以低成本进行大量生产的方法。另外,本发明第五方式和第六方式中任一项所述的多波长光源,能够将上述第一方式和第四方式所述的成本低且可靠性高、能够量产的合波器作为部件,从原先

的N个光源中独立出来,事先进行准备,因而无论在管理还是生产方面,均能够以低成本和高可靠性进行大量生产。

[0020] 发明效果

[0021] 第一方式中使用无波长依赖性的中空光导,因而能够在从紫外到可见及近红外的1000nm以上的很大范围带宽中进行多波长光的合波。第四方式所述的合波器因为使用束状光纤,因而在从紫外到近红外的大范围带宽内,只要是在光纤裸线玻璃的透射带内均可适用。也就是说,本发明第一方式和第四方式所述的两种合波器几乎不依赖于波长和波长带宽,在波长特性方面具有优异的效果。

[0022] 另外,第一方式所述的中空型光导通过附带在相对于光传输方向的各个侧面的反射薄膜,能够几乎与所输入光束的发散角无关地将光封闭,因此从单横模的LD到面光源的高次多横模的LED,几乎不依赖于光束横模,能够根据各自的应用进行各波长及各横模的光源的合波。此外,第四方式所述的束状光纤也能够根据入射光源光束的各横模的特性选择各光纤裸线的种类。也就是说,本发明第一方式和第四方式所述的两种合波器在入射光源光束的横模方面具有优异的适用性。

[0023] 从基本构造来看,无论是第一方式所述的光导还是第四方式所述的束状光纤,对于每个合波的光源,入射光都是从受光端面直接连结到出射端进行出射,而不通过其他部件,所以几乎没有任何损耗,合波器主体的效率接近100%。尤其是光源为单横模LD时,从光出射到合波器输出为止的综合光效率,使用第一方式所述的合波器时可达70%,使用第四方式所述的合波器时可达90%以上,效率的提升效果非常显著。此外,上述两种合波器因为是紧凑型制作,合波器内部光的传输路线如上所述,在入射端与出射端之间直接连结且距离非常短,因而在传输过程中还能够最大限度地保持光束的空间相干性。

[0024] 此外,第一方式和第四方式所述的两种合波器作为由上述多波长的多表面安装LD光源制作的多波长光源的不可或缺的关键部件,因为是紧凑的纤薄芯片型,所以还具有提升产品可靠性和实用性的效果。

[0025] 由于使用了如第二方式所述的中空光导沟槽的蚀刻和反射膜的蒸镀等半导体制造方法,所以第一方式所述的合波器能够以低成本进行量产。并且,使用第四方式所述的束状光纤的芯片型合波器与现有的波导型或滤波器型合波器相比,能够大幅降低成本。作为多波长光源的关键部件,本发明第一方式和第四方式所述的两种合波器在量产性和成本方面也具有显著的效果。

[0026] 并且,根据第三方式,还能通过紧凑的纤薄芯片型合波器实现光纤输出的多波长光源。关于眼镜式及车载平视显示型投影机,由于这种光源是通过光纤对光进行传输,所以能够分离设置在光源和显示器显示装置之间。例如,眼镜式的投影机中,光源和驱动电源放在口袋内,光通过光纤进行连接,眼镜上只放置投影机光学系统,因此能够实现轻便化和小型化。车载使用时,作为平视显示型投影机的放置位置,由于车内气温变化大,因而装置的动作条件需满足零下30℃~零上90℃这一温度范围,在这么大的温度范围内动作对LD光源而言十分困难,而通过使用光纤合波器,将RGB三波长LD和驱动器放置在其他容易进行温度管理的地方,而通过光纤对光进行传输的平视显示型投影机中只放置光学系统,可耐受极冷或极热的环境。若将本发明中的合波器用于上述各应用领域,则可以为各种装置的制作带来极大的便利性。并且,通过将第六方式所述的表面安装用LD芯片进行立体化安装而对

散热性进行改善,形成 $\Phi 3\text{mm}\sim\Phi 6\text{mm}$ 左右的圆柱形、或 $3\text{mm}\sim 5\text{mm}$ 的立方体棒形,作为用于可穿戴(Wearable)式电子设备的多波长激光光源,既具备安装性,还能实现微型化。

### 附图说明

[0027] 图1是根据第二方式所述方法制作的第一方式的使用N根入射与1根出射中空型光导的合波器结构的概念图。上层是下表面附带有光反射薄膜的盖板,下层是刻有N+1根光导用沟槽的基板,所述沟槽的各侧面与底面覆有光反射膜。通过二者的贴合,形成N根入射及1根出射、即N+1根光导。通过附带有在盖板下表面、及N+1根光导用沟槽的各侧面和底面所涂覆的光全反射薄膜,从而输入到入射光导中的各波长的光束在到出射光导的输出端之前被封闭。

[0028] 图2是表示作为实施例1,按照第二方式所示的在基板上刻沟槽而制作的合波器的光导的截面构造、即基板上的入射及出射光导的形成图案的附图。图2中为了清晰显示各光导用沟槽及耦合部的构造,对图像做了放大,但未按比例进行绘制。单横模LD中,由该基板制作而成的合波器的各入射和出射光导及其外形尺寸,将在后面的实施例1中进行详细叙述。

[0029] 图3是实施例2中采用第四方式所述的N=3的束状光纤的3光束输入、1光束输出的3对1光束的空间式合波器。

[0030] 图4是位于图3合波器输出端所附的套圈中心的内径 $\Phi 25\mu\text{m}$ 孔内所捆束的3根包层直径为 $\Phi 10\mu\text{m}$ 的光纤的出射端面的显微镜照片。

[0031] 图5是实施例2中紧凑的纤薄芯片型RGB激光光源,图中的合波器采用图3所示的3对1,合波器入射侧的光源为638nm、520nm以及450nm的RGB三波长单横模表面安装型LD。

[0032] 图6是作为实施例3的一个示例,对圆柱体外形的RGB光源的构造进行示出的立体CAD设计图。图中将三个表面安装型LD以圆心对称的方式进行立体安装,并且使用了第四方式所述的束状光纤型3对1合波器。

[0033] 图7是实施例3的另一个示例,对将LD进行立体安装的多波长光源的构造进行示出的三维CAD设计图。图中的右侧部分是外形为方棒形的RGB和NIR的四波长光源,四个表面安装型LD以中心对称的方式安装在立方体四周的面上,4对1的合波器使用的是第四方式所述的束状光纤型合波器。此外,将图中右侧的方棒形光源(由图中711~732的部件组装成的光源)放入位于图中左侧的起散热及保护作用的圆柱形金属壳体(图中740)内,还能够将外形改成圆柱体。

[0034] 图8是实施例3和实施例4试制品的外形照片。左侧的照片801是实施例3所述的圆柱形RGB三波长LD光源,右侧的照片802是作为实施例4,介于第三方式所述的光导中,使用光纤输出型合波器的RGB三波长光源。

### 具体实施方式

[0035] 实施例1

[0036] 图1中概要示出了采用按照本发明第二方式所述的方法制作而成的第一方式所述的中空型光导的合波器的构造。图中所示的入射和出射光导及耦合部的详细形状与尺寸因入射光源的横模、以及与之相关的出射侧光束的横模的差异而有所不同。此外,为了将各构

造的基本部分清晰显示,图1中光导的尺寸并未与基板尺寸按比例显示,而是做了任意的放大显示。

[0037] 首先,通过波长RGB(=红绿蓝)的单横模LD用3对1的三波长合波器,将本发明第二方式所述的中空型光导的形成方法显示于图2。按照第二方式中所述的在基板上刻沟槽制作光导的方法,图2的基板上的输入侧3根和输出侧1根共4根沟槽形成这些中空型光导的光传输介质的中空部分。也就是说,图2所示基板上各沟槽的形状是实际光导自身的形状,也是合波器光导的形成图案。本例中的光源是RGB单横模LD,因此合波器各光导的截面、即基板上沟槽的截面形状是按照实用级别而设计的数微米( $\mu\text{m}$ )左右的极细的四方形。为清晰显示这些光导的详细形状,图2中沟槽的尺寸并未与基板尺寸按比例显示,而是做了任意放大显示。

[0038] 本实施例1中的光源是红色660nm、绿色520nm、蓝色450nm这三个波长,均为高亮度单横模LD。典型的光束特性为,发散全角FAHM(Full Angle at Half Maximum) =  $25^\circ$ 的快轴FA(Fast Axis)上发光点(发射体)宽度约为 $1.5\mu\text{m}$ ,FAHM =  $10^\circ$ 的慢轴SA(Slow Axis)上发光点宽度约为 $5\mu\text{m}$ ,光束质量因子 $M^2$ 大约为1.2。

[0039] 根据本发明第一方式,本例中 $N=3$ ,光导的根数为入射光 $N=3$ 根、出射光1根,合计共4根,而出射光的1根与3根入射光中波长为红色的1根汇合,因而图2看起来只有RGB三波长的3根光导。

[0040] 首先,在LD和光导之间不使用透镜,而对光进行直接耦合时,与图2中显示的光导的光传输方向相垂直的截面形状为,3根的横向均为(=图2中沟槽的宽度方向) $6.5 \pm 0.5\mu\text{m}$ ,纵向均为(=沟槽的深度方向) $3.5 \pm 0.5\mu\text{m}$ ,以此数值制作了试制品。此时使用RGB三色共3个单横模LD,对本合波器的光效率进行了调查。首先将LD的FA和SA分别放置在本例合波器的纵向和横向方向,然后将各LD的发光点与位于本例合波器输入侧的各光导受光面的纵向与横向两个方向的中心位置相对齐,在光轴方向上与上述受光面距离约 $5\mu\text{m}$ 的位置对齐并调芯,则相较于LD原先的输出,从本例合波器输出侧的出口能够以红色75%、绿色71%、蓝色68%的比例,获得光的综合效率。合波器发出的出射光束,其 $M^2=1.6$ 左右,该数值比 $M^2$ 的预期值2.1好很多。能够取得该结果的原因是,本例中的合波器是小型合波器,从入射到出射,光导的光路长度仅为数mm左右,光束尚未完全扩散到预期的高次横模。

[0041] 并且,在LD和光导之间使用FA方向为1比2.5的倍率、SA方向为1比1的倍率的圆筒形透镜,将光束整形为大致正方形后向合波器耦合时,在合波器入射侧,RGB各光导的截面形状也按照入射光束的形状,调整为横向与纵向均为 $5\mu\text{m}$ 的正方形。使用该合波器的RGB光源的输出为 $M^2=1.3$ 的单横模光束,取得了约为90%的综合光效率。

[0042] 本实施例1中所采用的工艺为,在厚度大约为1mm以下的硅晶片基板的上表面涂覆光致抗蚀剂,通过干蚀刻的方法,制作截面形状如上所述的沟槽,然后在沟槽的侧面和底面蒸镀金薄膜。图2与实际尺寸并不成比例,本例中的合波器,在入射侧横向排列的3根光导彼此之间留有1.5mm的间隔,长度方向为5mm,形成宽 $W5\text{mm} \times$ 长 $L5\text{mm} \times$ 厚 $t1.5\text{mm}$ 左右的芯片形。并且,将该合波器与表面安装型RGB三波长LD相配合进行安装,试制了光源。该光源为RGB三原色单横模输出,直接耦合时外形为 $W5\text{mm} \times L8\text{mm} \times t2.5\text{mm}$ ,使用透镜耦合时其外形为 $W5\text{mm} \times L12\text{mm} \times t2.8\text{mm}$ ,两者均为紧凑芯片型。

[0043] 实施例2

[0044] 本发明第四方式所述的使用束状光纤的芯片型、适用于 $N=3$ 的RGB三波长单横模LD的合波器,作为实施例2在图3的CAD附图中示出了其基本构造。此外,本实施例2的标的物是使用该合波器的本发明第五方式所述的RGB三原色LD的芯片型光源,该光源的基本构造如图5所示。

[0045] 若上述合波器中捆束的裸线光纤为单横模,即 $NA=0.12\sim 0.13$ 、内芯直径 $\Phi=3.5\sim 4.0\mu\text{m}$ ,则会与原光源LD的横模相匹配,从合波器输出的光束的空间相干性就不会被打乱。但是,市面上销售的单横模光纤,因其包层直径为 $\Phi 125\mu\text{m}$ ,所以并不适用于本实施例2。理想的光纤裸线是内芯直径为 $\Phi 4\mu\text{m}$ 、包层直径为 $\Phi 6\sim 8\mu\text{m}$ 左右,但本发明在申请时是按照实用级别使用 $NA=0.2$ 、内芯直径为 $\Phi 7\mu\text{m}$ 、包层直径为 $\Phi 10\mu\text{m}$ 的光纤裸线的既有产品制作了合波器。包层直径为 $10\mu\text{m}$ 以下的单横模裸线光纤目前还在开发中,其采用低熔点无机玻璃或塑料材质。

[0046] 图4所示是图3中构成的实施例2的RGB三波长单横模合波器的输出侧所捆束的3根光纤的出射端面的显微镜照片。呈等边三角形德尔塔状紧密捆束在一起的3根光纤的相邻内芯间的距离约为 $10\mu\text{m}$ 。作为图4照片所示的制作方法,因为是将捆束在一起的3根光纤端面通过研磨精加工而成,所以是在中心开了 $\Phi 25\mu\text{m}$ 左右小孔的、外径为 $\Phi 1\text{mm}$ 的玻璃软管型套圈中插入3根裸线,用粘合剂进行固定。在合波器输入侧,3根光纤的入射端面以相互之间 $2\text{mm}$ 的间隔横向排列。这种第四方式所述的 $N=3$ 的RGB合波器是宽度与长度均为 $6\text{mm}$ 、厚度为 $2\text{mm}$ 左右的芯片型合波器。

[0047] 目前,使用上述 $NA0.2$ 、内芯直径 $\Phi 7\mu\text{m}$ 裸线、 $N=3$ 根的束状光纤合波器的RGB三波长芯片型光源,在LD与光纤之间无透镜直接进行光的耦合时,如图5所示,其外形为宽 $6\text{mm}$ 、长 $8.5\text{mm}$ 、厚 $1.8\text{mm}$ ,LD与合波器光纤之间的光耦合效率最高可达到 $65\%$ 左右;在光源LD与合波器之间使用耦合透镜时,光的耦合效率可上升至最高 $85\%$ ,但其外形的长度方向则达到 $11\text{mm}$ 。目前束状光纤入射和出射两端面未附带有防反射的电介质薄膜,如果附带,则光的耦合效率还能再提升 $5\%$ 以上。基本上,图5中的合波器能够从第四方式所述的束状光纤方式切换为第一方式所述的中空型光导方式。两者相关的特性如前面所述,几乎相同,所制作的RGB光源也能够以相同的芯片型外形、以及相同级别的耦合效率进行单横模输出。也就是说,图5所示的作为本实施例2的标的物的本发明第五方式所述的RGB光源,涵盖了第一方式和第四方式所述的两种方式的芯片型合波器。

[0048] 此外,还调查了实施例2从束状光纤出射到合波器输出侧的RGB三波长光束的横模特性。按照光纤裸线内芯直径 $7\mu\text{m}$ 、 $NA0.2$ 进行试算,光束横模相关的质量因子 $M^2$ 的数值分别为:红色波长 $638\text{nm}$ 为 $3.5$ 、绿色波长 $520\text{nm}$ 为 $4.2$ 、蓝色波长 $450\text{nm}$ 为 $4.9$ ,而实测值是红绿蓝色均在 $2$ 以下,基本接近于单横模。该结果的原因在于,本例中的合波器光纤裸线的长度约为 $6\text{mm}$ 左右,光束在光纤中的传输距离极短,混入高次模的效果尚未凸显,所输入光束的横模还未打乱就已经抵达输出端。

[0049] 此外,还调查了实施例2从光源出射的RGB三波长光束的同光轴性,在束状光纤的出射口放置焦距为 $20\text{mm}$ 的无色(=消色差)透镜,并进行校准使得 $1\text{米}$ 前方的光束径为最小,最终所测得的R和G和B这三个光束的射束点径(FWHM)约为 $\Phi 0.5\text{mm}$ 以下。而且,三波长三光束相互之间的间隔约为 $0.5\text{mm}$ 左右,在一个 $\Phi 1.5\text{mm}$ 同心圆之内,因而从实用级别而言,能够作为三波长的一个光束来使用。

[0050] 根据以上评估结果,相较于来自原LD的出射光,使用本实施例2合波器之后的输出分别为,红色638nm的160mW输出为135mW、绿色520nm的80mW输出为65mW、蓝色450nm的80mW输出为62mW,从合波器光纤出射的三波长光束几乎均为单横模,能够满足作为车载和手机用投射型投影机应具备的高亮度高输出的要求。

#### [0051] 实施例3

[0052] 如上所述的实施例1和2的RGB多波长光源因为是将多个LD并排安装在能够散热的同一平面上,因此伴随每个波长均达100mW以上的高输出,即使是多个表面安装型LD芯片也会因为高消耗电流以及极小型化的高密度安装,而明显出现散热问题。本实施例3的RGB光源与前面所述2例在一个平面上安装多个LD芯片不同,虽然同样使用表面安装型LD芯片,但是按照第六方式所述的方法进行立体安装,其外形呈圆柱形和多边形的棒形立体形状。本例中的光源,通过这样对多个LD进行立体安装,从而不仅改善了散热性,还能通过将外形改为圆柱形等,做成对于各种应用容易安装形状。

[0053] 作为示例,将表面安装芯片型LD、耦合透镜以及第四方式所述的束状光纤式合波器这三者按照第六方式中所述的方法进行立体安装得到RGB光源,其组装原理和构造如图6所示。该光源的外形采用圆柱形,所以将立体组装在圆柱形金属壳体内侧的RGB的LD出射的三个发光点、以及位于合波器的入射侧的3根光纤的三个受光端面,面对面地进行发光点与受光面的1对1匹配,以相同尺寸的等边三角形德尔塔分布,使用三个耦合透镜,将三个LD各自所输出的光分别通过三个光纤端面,与3根光纤中的各光纤进行耦合。本图6中,设计和试制了长度8mm、直径 $\Phi 5.6\text{mm}$ 的圆柱体外形。如不使用透镜而采取直接耦合的方式进行安装,则能够将尺寸缩小至直径 $\Phi 4.8\text{mm}$ 、长6mm。

[0054] 图7是作为另一示例,将以四方形安装的可见RGB与近红外四波长LD光源模块进行组装的组装构造图。与图6中的例子一样,使用4个耦合透镜,从呈立体型分布的四个LD发出的4波长光束耦合至呈相同立体型分布的4对1束状光纤的合波器。图7右侧的方形4色LD模块(图中711~732的一套)还能够封装在位于左侧的外径为 $\Phi 5\text{mm}$ 、长度为8mm的圆柱形收纳壳体(图中的740)内。图8中左侧照片所示是过去像这样进行封装的RGB-NIR光源的试制实物之一。该模块的尺寸为外径 $\Phi 6\text{mm}$ 、长度12mm。

#### [0055] 实施例4

[0056] 实施例4是使用第三方式所述的介于光导中的光纤型合波器的RGB光源,如图8右侧照片所示。 $\Phi 3.8$ 的罐状单横模RGB的LD发射出来的激光使用透镜耦合到上述合波器输入侧光导中,此外,出射光导的输出光也使用透镜耦合到1根单横模光纤上,最终光纤的输出相对于原LD的输出,实现约60%的效率。

[0057] 对于本实施例4方式的使用合波器的多波长LD光源的应用设备,其关键点在于光纤输出。含LD的光源与光纤输出端之间是通过光纤进行光传输,因而在与光源隔开的地方,能够将所需的光输出给应用设备,并且通过仅将光源主体单独另外放置,能够容易解决散热问题。对于前面所述车载用的情况,即使进行光输出的平视显示式投影机的设置地点的环境温度处于零下 $35^{\circ}\text{C}$ ~零上 $90^{\circ}\text{C}$ 以上的较大范围,由于将含LD在内的RGB光源主体单独放置,因此也能够正常运作。也就是说,这种光源对于车载方面的应用是不可或缺的。

#### [0058] 工业上的实用性

[0059] 如将第一方式和第四方式所述的纤薄紧凑的芯片型合波器作为关键部件来使用,

同时运用第五方式所述的安装技术,则能够制作平面安装型纤薄紧凑的多波长光源,还能够应用于有小型化需求的手机或其他可穿戴型显示装置,例如使用MEMS或DMD、LCOS等的激光投影机等用途。

[0060] 此外,使用第四方式所述的光纤输出型合波器的多波长光源中,因为是通过光纤在LD光源和光的目的地“投影机”之间进行传输,所以更容易耐受车内及野外等温度严苛的环境,因而可用于车载领域等用途。

[0061] 并且,第六方式中将多波长多个高输出LD一起进行立体安装,能够制作外径在 $\Phi$ 5mm以下的圆柱形多波长光源,因而不但能够采用容易安装的外形,还能改善散热性,能够用于激光笔或眼镜式等可穿戴型激光显示装置。

[0062] 此外,关于小型多波长激光光源的安装,若使用诸如第一方式和第四方式所述的合波器的各种要素部件,则能够将安装分为通过每个内部部件的安装进行的合波器自身的安装作业、以及将各独立的LD射出的光耦合至合波器的安装作业这两大作业,因而特别在大量生产时,相比过去牵涉多个LD的安装作业,在管理与制造这两个方面均更容易展开,从而在降低成本的基础上还能够提升产品的可靠性。

[0063] 标号说明

[0064] 图1相关标号:

[0065] 110 第一方式的合波器的刻有光导用沟槽的基板

[0066] 111 基板110的上表面,该面上刻有光导用沟槽

[0067] 112 刻在面111上的N+1个光导用沟槽,图中的 $n=1, \dots, N$ 表示第N根入射光导, $n=N+1$ 表示1根出射光导

[0068] 113 入射和出射光导用沟槽的侧面和底面,为了对光进行封闭,在这些侧面和底面涂覆有对光进行全反射的金属薄膜或电介质薄膜

[0069] 120 与基板110的上表面进行贴合的用来覆盖光导沟槽的盖板

[0070] 121 盖板120的下表面、即把与该面进行贴合的对向基板110上表面111上所刻的光导用沟槽盖起来以形成光导的那一面。为了将光封闭在所形成的光导内,在该面涂覆有对光进行全反射的金属薄膜或电介质薄膜

[0071] 图2相关标号:

[0072] 200 按照第二方式的方法制作而成的第一方式的合波器的出射光导用沟槽的输出端

[0073] 201 N=3根中,第1根红色波长的入射光导的光束输入端

[0074] 202 第2根蓝色波长的入射光导的光束输入端

[0075] 203 第3根绿色波长的入射光导的光束输入端

[0076] 210 出射光导用沟槽

[0077] 211 第1根红色波长的入射光导用沟槽

[0078] 212 第2根蓝色波长的入射光导用沟槽

[0079] 213 第3根绿色波长的入射光导用沟槽

[0080] 222 第2根蓝色波长的入射与出射光导的耦合部

[0081] 223 第3根绿色波长的入射与出射光导的耦合部※

[0082] ※如图2所示,对于第1根红色波长,从输入端201到输出端200为一根直线,也就是

说,入射光导211并无耦合部,而是与出射光导210直接连结,两者合为1根。

[0083] 图3相关标号:

[0084] 300 第四方式的束状光纤型合波器中固定有光纤的芯片型板

[0085] 301 合波器的输入侧

[0086] 302 合波器的输出侧

[0087] 310 紧密捆束在合波器输出侧的 $N=3$ 根光纤的芯片型薄板上的出射端的微型槽(如图所示该出射端微型槽的端面呈三角形,为V形槽形状)

[0088] 31i  $i=1,2,3$ ;合波器输入侧的3根光纤各自的芯片型薄板上的入射端的微型槽(如图所示出射端微型槽的端面呈三角形,为V形槽形状)

[0089] 32j  $j=1,2,3$ ;芯片型板300上的用来对3根光纤进行高精度定位及固定的3个沟槽

[0090] 图4(显微镜照片)相关标号:

[0091] 400 图3所示的合波器输出侧捆束有光纤的套圈在研磨后的出射端面

[0092] 41i  $i=1,2,3$ ;捆束在套圈端面的包层直径为 $\Phi 10\mu\text{m}$ 的3根光纤裸线,从照片能够看出这3根光纤以等边三角形德尔塔状紧密捆束在一起

[0093] 421 光纤裸线的内芯

[0094] 422 光纤裸线的包层

[0095] 430 显微镜照片所示比例尺,单位长度 $=10\mu\text{m}$

[0096] 图5相关标号:

[0097] 501 蓝色(Blue)450nm波长表面安装COS型单横模LD

[0098] 502 红色(Red)638nm波长COS型单横模LD

[0099] 503 绿色(Green)520nm波长COS型单横模LD

[0100] 504 RGB三波长LD的散热铜板

[0101] 505 第一方式所述的合波器的固定有光纤的芯片型板,合波器由该板505与3根束状光纤51i ( $i=B,R,G$ 三色)组成

[0102] 51i 图中左起分别是 $i=B,R,G$ 三色,合波器输入端是与RGB的LD光源以1对1直接光耦合方式安装的 $N=3$ 根光纤,本实施例1中,3根光纤裸线的尺寸为内芯直径 $\Phi 7\mu\text{m}$ 、 $NA0.2$ ,包层直径 $\Phi 10\mu\text{m}$

[0103] 514 合波器输出侧满足第一方式所述条件而捆束的 $N=3$ 根光纤的出射端面

[0104] 图6相关标号:

[0105] 611-i 三色 $i=R,G,B$ 表面安装型COS型LD(3个)

[0106] 612-j 三色 $j=R,G,B$ 的LD电极(阴极和阳极各3组,共6个)

[0107] 613-k 三色 $k=R,G,B$ 的LD散热用散热器(3套)

[0108] 621-s 从三色 $s=R,G,B$ 的LD向合波器进行光耦合的耦合透镜(3套)

[0109] 630 由3根束状光纤631-i ( $i=R,G,B$ )组成的合波器主体

[0110] 631-t 用于接收三色 $t=R,G,B$ 的LD发来的光的合波器的三根束状光纤※

[0111] ※RGB三色LD光源主体由如上列举的611-i的LD、612-j的LD电极、613-k的散热器、621-s的耦合透镜及630的合波器等图中右侧的各部件组成,按照图中的配置关系进行立体安装,形成一个模块。

- [0112] 632 束状光纤式合波器的光束出射口
- [0113] 640 用来收纳上述图中右侧的三色RGB激光光源主体模块的外部壳体,其外形为圆柱形,尺寸为 $L8\text{mm} \times \Phi 5.6\text{mm}$
- [0114] 图7相关标号:
- [0115] 711-i 四色 $i=R,G,B,NIR$ 近红外表面安装COS型LD(4个)
- [0116] 712a-j 四色 $j=R,G,B,NIR$ 的LD的+电极(阳极共4个)
- [0117] 712b-j 四色 $j=R,G,B,NIR$ 的LD的-电极(阴极共4个)
- [0118] 713 将RGB和NIR四个LD接合在一起的散热用散热器
- [0119] 721-k 从四色 $k=R,G,B,NIR$ 的LD耦合至合波器的四套耦合透镜
- [0120] 730 束状光纤式4对1合波器主体
- [0121] 731-s 用于接收四色 $s=R,G,B,NIR$ 的LD发来的光的合波器的四根束状光纤
- [0122] 732 第四方式的束状光纤型合波器的光束出射口
- [0123] ※RGB+NIR四色LD光源主体由如上列举的711-i的LD、712a-j和712b-j的LD电极、713的散热器、721-k的耦合透镜及730的合波器等图中右侧的各部件组成,按照图中的配置关系进行立体安装,形成一个模块。
- [0124] 740 用来收纳图中右侧RGB+NIR的4色LD光源主体的外部壳体,其外形为圆柱形,尺寸为 $L8\text{mm} \times \Phi 5\text{mm}$
- [0125] 图8(照片)相关标号:
- [0126] 801 按照第六方式的实施例3,将LD进行立体安装的圆柱形RGB三波长光源模块的试制品照片
- [0127] 802 按照第三方式的实施例4的使用光导型合波器的光纤输出RGB三波长光源模块的照片
- [0128] 810 安装有LD和合波器及出射光纤的RGB三波长光源主体
- [0129] 811 绿色520nm波长、Can-3.8封装、单横模LD
- [0130] 812 红色638nm波长、Can-3.8封装、单横模LD
- [0131] 813 蓝色450nm波长、Can-3.8封装、单横模LD
- [0132] 821 使RGB三波长LD发来的光束耦合,从光源主体810向外部输出光的单横模光纤
- [0133] 822 光纤821输出端的套圈,RGB三波长的光从该套圈的端面输出

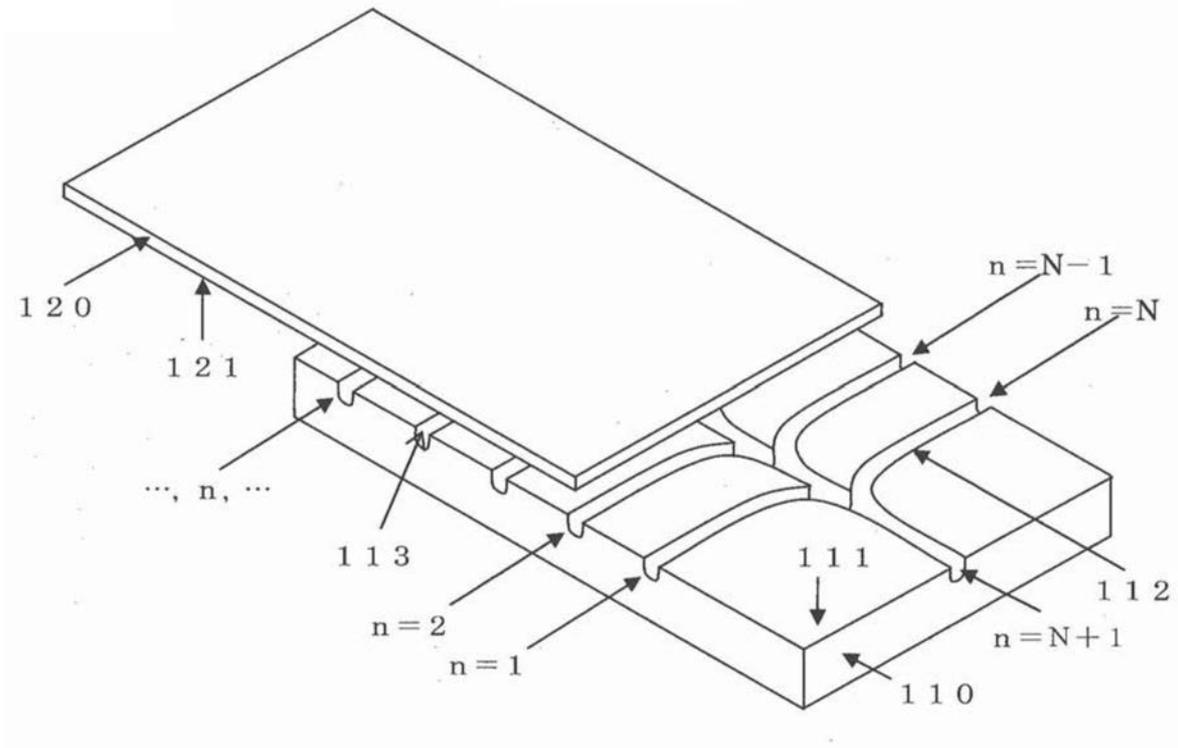


图1

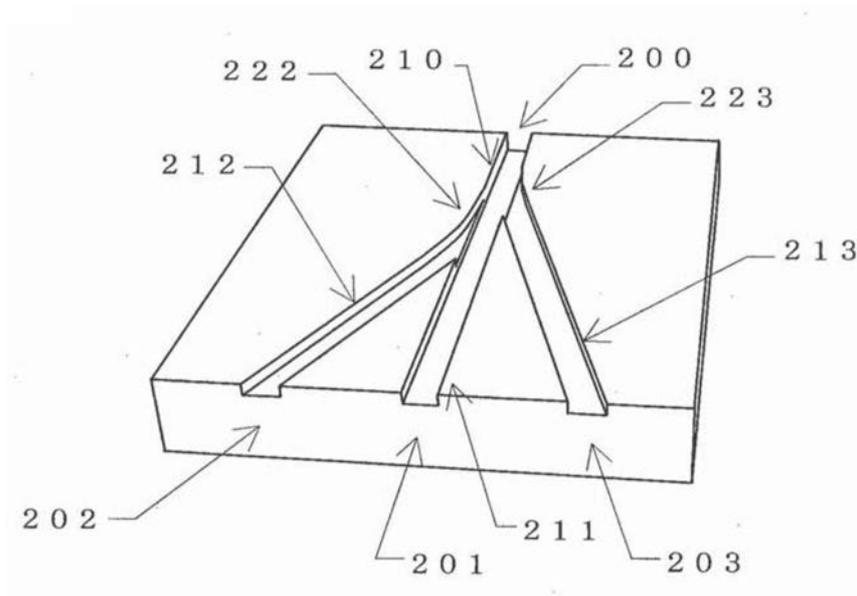


图2

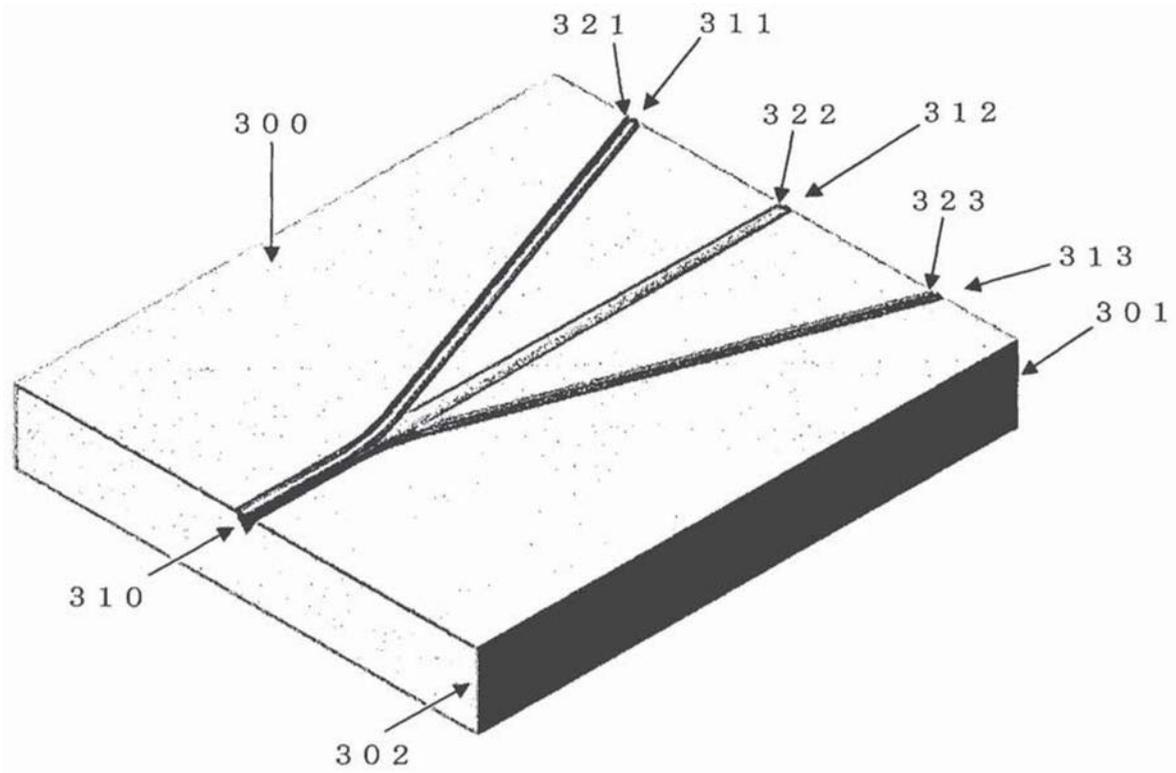


图3

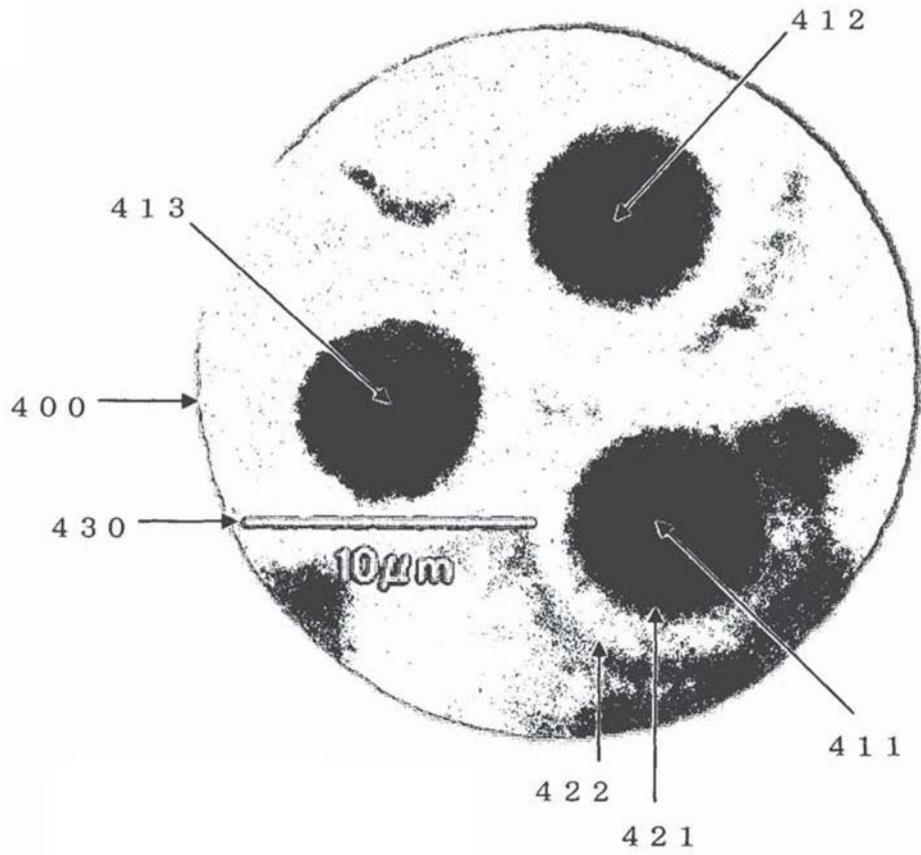


图4

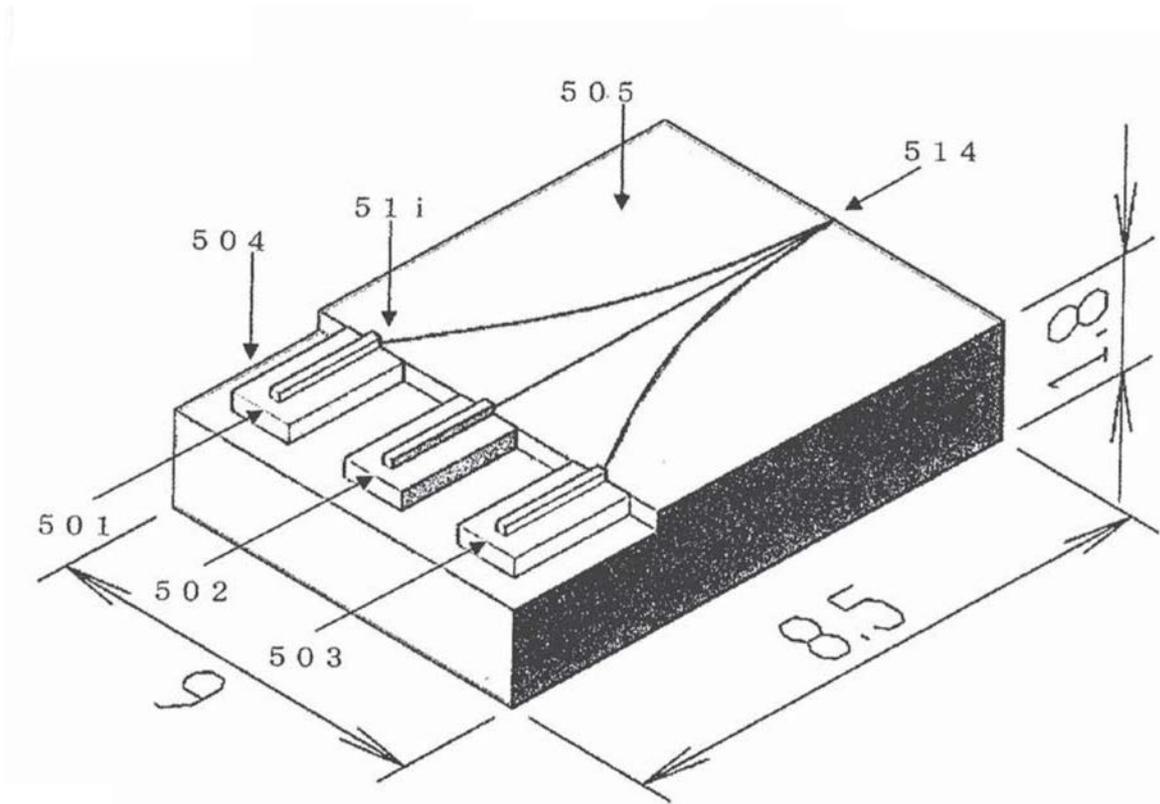


图5

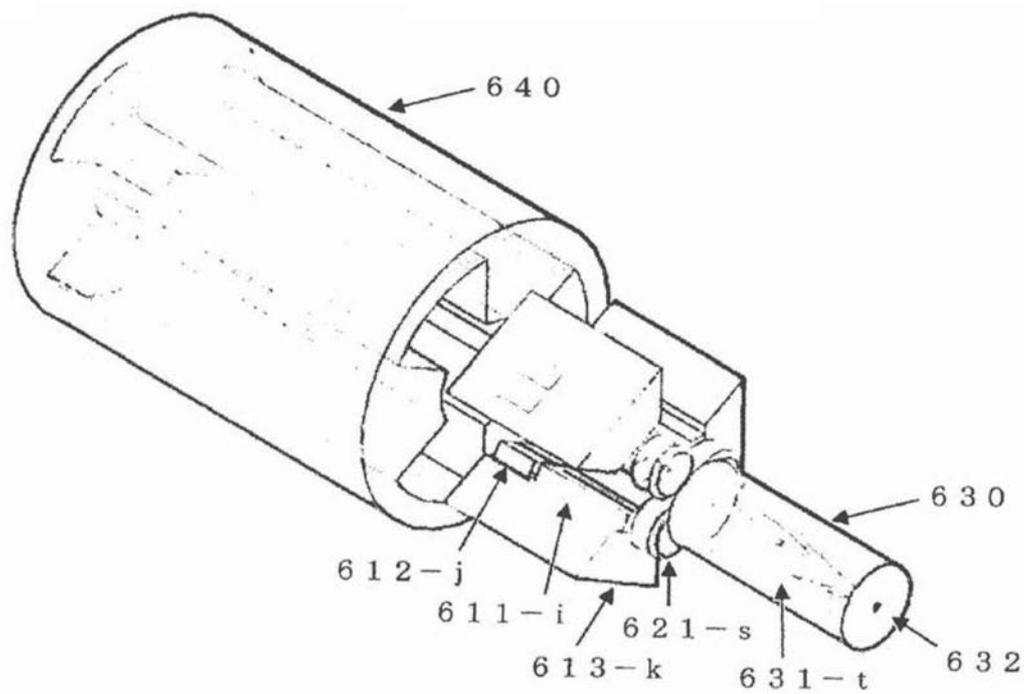


图6

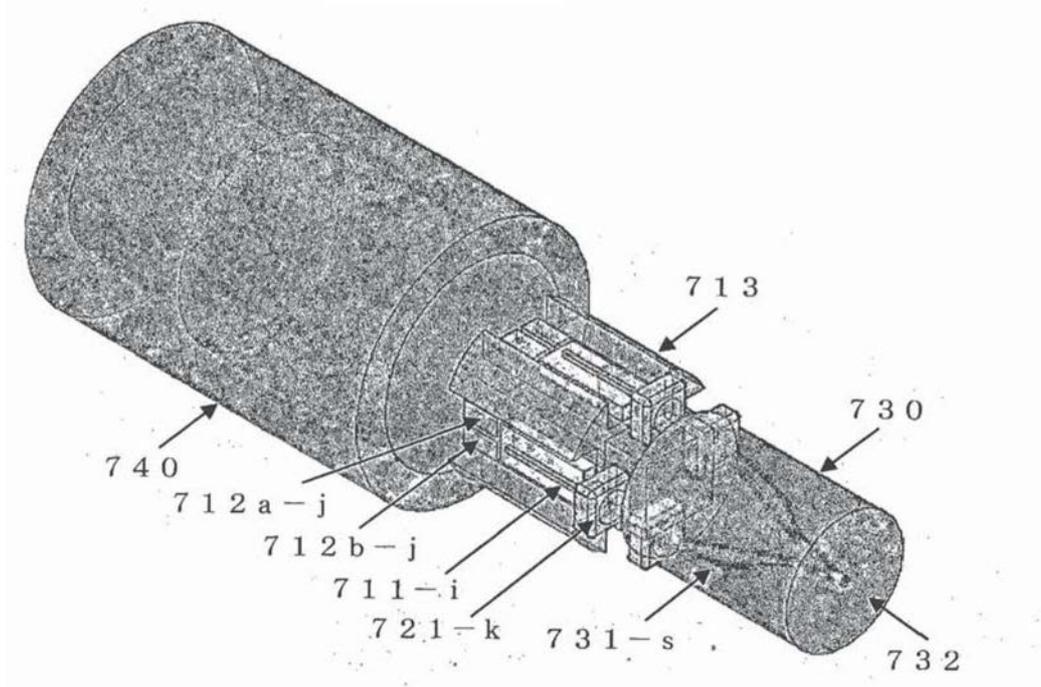


图7

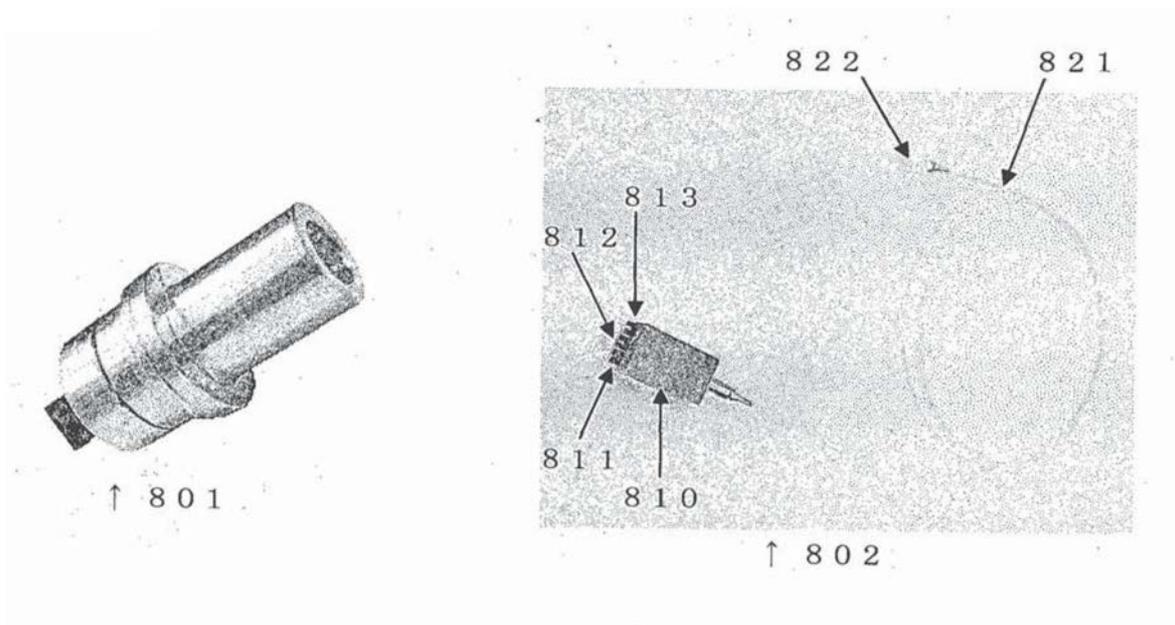


图8