



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 97180393.5

[45] 授权公告日 2004 年 3 月 31 日

[11] 授权公告号 CN 1144073C

[22] 申请日 1997. 11. 25 [21] 申请号 97180393.5

[30] 优先权

[32] 1996. 12. 6 [33] DE [31] 19650696.4

[86] 国际申请 PCT/EP97/06566 1997. 11. 25

[87] 国际公布 WO98/25170 德 1998. 6. 11

[85] 进入国家阶段日期 1999. 6. 7

[71] 专利权人 德国电信股份有限公司

地址 联邦德国波恩

[72] 发明人 汉斯·维尔弗里德·彼得·库普斯

审查员 高懿颖

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

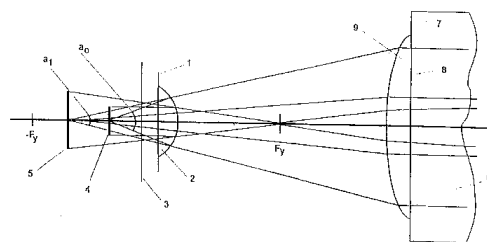
代理人 李家麟

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

[54] 发明名称 使固体激光器与光波导管形成光耦合的装置及其制造方法

[57] 摘要

一种使固体激光器与光波导管形成光耦合的装置，其固定激光器出口面和光波导管入口面之间，安置了一个变形透镜系统，该系统在固体激光器各主截面内使不同孔径，能换成光波导入口面处基本相同的孔径。透镜系统由出口面上安装的一个变形透镜和入口面上安装的另一个透镜所组成。此外，本发明还包括了该装置的制造方法。



1. 使固体激光器与光波导管形成光耦合的装置，其固体激光器出口面和光波导管入口面之间，安置了一个变形透镜系统，该系统使固体激光器各主截面内的不同孔径，转换成光波导管入口面处基本相同的孔径，其特征在于，透镜系统由出口面(3)上安装一个变形透镜(2)和入口面(8)上安装另一个透镜(9)所组成。

2. 如权利要求1所述的装置，其特征在于，这另一个透镜(9)是球面的。

3. 如权利要求1或2所述的装置，其特征在于，变形透镜是一个椭圆形透镜(2)。

4. 如权利要求3所述的装置，其特征在于，椭圆形透镜是菲涅耳透镜(21)。

5. 如权利要求1或2所述的装置，其特征在于，由二个交叉的圆柱形的分透镜构成变形透镜，二块分透镜中至少一个是菲涅耳透镜。

6. 如权利要求1-5中任一权利要求所述的装置，其特征在于，在变形透镜(2)和出口面(3)之间，在大孔径方向的间隔层与所需放大倍数是一致的。

7. 如权利要求6所述的装置，其特征在于，采用干漆技术来制造透镜。

8. 如权利要求6所述的装置，其特征在于，间隔层和抗反射层是采用干漆技术制造的。

9. 如权利要求6所述的装置，其特征在于，采用叠加平板印刷术即电子束-平板印刷术来制造透镜。

10. 如权利要求9所述的装置，其特征在于，采用叠加平板印刷术即电子束-平板印刷术来制造间隔层和抗反射层。

使固体激光器与光波导管形成光耦合的装置及其制造方法

本发明涉及一种使固体激光器与光波导管形成光学耦合的装置及其制造方法。装置中的固体激光器出口面和光波导管入口面之间，安置了一个图像变形透镜系统，该系统使固体激光器各主截面内的不同孔径转换成光波导管入口面处基本相同的孔径。

为使光波导管特别是单模光纤内激光的有效输入耦合，必须使光波导管尽可能达到与激光器的无损耦合，这可以通过在光纤端口上安装的透镜来实现。在固体激光器中，通过将激光器耦合到光纤，同样应尽可能减小光的损失。为此，例如 Zengerle、Brueckner、Koops、Olzhausen、Zesch、Kohl 和 Menschig 等人，在“真空科学技术”期刊(B9(6)，(1991)3459)上，发表了论文“利用楔形渐缩管，在输入端安装为导波的光学射线宽度转换器”，他们认为必须定义和安装激光器的转矩-渐缩管，直接在激光材料上平板印刷。

但是，这样的渐缩管只能一个截面中对波场做到相位适配。此外。对垂直于波导管的截面，由于采用的是外延增长和平的平板印刷术，在与波导管垂直的其它截面内是不可能做到适配的。

此外，已知一种基于 Griebner、Grunwald 和 Schoennagel 等人在“美国光学学会高级固态激光器会志”(1995，24 卷，253)上所发表论文内容的基本概念的装置。然而这种装置需要昂贵的费用。此外，具有多个待校正和待固定的透镜的装置，从 US 5,140,608, GB2 220 501A, DE39 19 484A, EP 0 484 276A, NL8600844A 和 EP 0706 070A 中可查到。

本发明的任务在于，提供一种使固体激光器与光波导管形成耦合的装置，这种装置在很大程度上是一种无损耗的耦合，并在二个主截面方向只在波场做到适配，同时可按必需的精度制造出来。

为解决本发明的任务，透镜系统应由二个透镜组成，即出口面上安装一个图像变形透镜和在入口面上安装另一个透镜。

根据本发明的装置，其优点是在出口面和入口面上，总是可安装极高精度的透镜，此时仅在激光器轴和光波导管轴之间尚需作校正。同时变形透镜和另一个

透镜可方便地通过已知有利的方法予以制造。

虽然在本发明的装置中不排除在入口面上是一个变形透镜，可是我们推荐这另一块透镜最好是球面的。此外，在本发明的结构形式中，可实现二种布置，即在激光器出口面上安装的变形透镜是一具椭圆形透镜，它可以是菲涅耳透镜，或二个交叉的圆柱形分透镜。其中至少有一个可是菲涅耳(Fresnel)透镜。

此外，本发明装置的有利实施形式可以是这样设计的，在变形透镜和出口面之间，按较大孔径方向所需要的放大倍数设置间隔层。

除了激光器出口光瞳的实图像外，本发明装置中激光器的出口光瞳在圆的光源图像内形成虚像也是可能的。通过这一措施，使在透镜之间及在较大焦距的出口面和入口面之间，可选择较小的距离。另一方面透镜的大焦距，对于用微技术方法制造是有利的。

原则上说，适于本发明目的的各种已知方法包括采用高分辨率电子束-平板印刷术随后采用活性干式蚀刻进行制造而在光波导的入射面上形成柱形透镜。对于这种方法，例如 Unger、Boegli、Buchmann 和 Germann 等人，在“微电子工程”期刊(23, (1994)461)上，发表了论文“用曲面镜及综合全息照相，安装可视半导体激光器的高分辨率电子束平板印刷术”。Unger、Boegli、Buchmann 和 Germann 等人，在“真空科学技术”期刊(B. 11(6) (1993)2514-2518)上，发表了论文“用电子束平板印刷和化学辅助离子束腐蚀法为可视半导体激光器安装曲面镜”。此外，并强调在入口面或出口面安装涂层透镜是可能的。

一个特别有利制造本发明装置的方法，在下面的要求中予以说明。这种方法特别在程序设计基准上，有着重要的改善。个别部件也可用不同的方法制造。

干漆技术，例如在 DE 195 31 859.5 A1 中有所说明。其中介绍一种方法，通过在高真空中的蒸发使激光器或光纤端口覆盖上一定厚度的对电子敏感的聚合物层。这种聚合物在照射时，借助电子束交联成富含氧化硅的聚合物，这与光纤材料在折射指数方面是很适配的($n=1.48$)，见 Koops、Babin、Weber、Dahm、Holopkin 和 Lyakhov 等人在“微电子工程”期刊(30(1996), 539)上，发表了论文“干的抗藤生植物 T8 的评价及其在光学微透镜上的应用”。在光纤端口上渗渡产生一层氧化硅的镜面，而透镜材料在折射指数方面同样也与该镜面相适配。这样，由干漆制造透镜而产生的衰减，在理论上是可忽略不计的。

借助电子束-感应沉渍作用的添加的平板印刷术，在射线和配料的计算机控

制下，直接安装气相吸附前体-分子透镜。同时并不需要以前的涂层或组织的紧接着形成。这种方法是 Koops 、Weiel Kern 和 Baum 等人，在“真空科学技术”期刊(B6(1)，(1988)，477)上，发表了论文“感应沉涕作用高分辨力电子束”。可是与漆技术相比，所需的照射时间却要高得多，但每个透镜所占时间还在合理范围内。

在扫描电子显微镜中，应用易控制的电子束，用图象处理和扫描电子显微镜的激光器，对于纤维芯和有效区在 100nm 以上的照射场，其精确安装是可能的。例如 Koops、Kretz 和 Weber 等人在“真空科学技术”期刊(B12 (6) (1994) 3265-3269)上，发表了论文“在平板印刷品中降低接合误差的合成平板印刷术”，对此作了论述。通过校正和照射的宏观控制，照射方法的程序可自动进行。

按照上漆或沉涕过程的被测得的分级曲线，通过照射和配料分布预算的计算机运行，除了圆形、椭圆形，球形和双曲线形(也带一个偏转菱镜)和激光束取向，在一个折射面中引导透镜组合可能联合输出和精确校正。校正和制造过程集成在一起，比起传统的方法，至少优先一个数量级。同时在电子束-照射时，易操纵性和像转光，对于透镜的安装是一种优越的方法(例如激光器烧蚀)。这种方法在生产上应用易自动化。

以许多图表示本发明的实施实例，并进一步详细说明，这些图是：

图 1：Y-Z 剖面的实施实例

图 2：改变比例的 X-Z 剖面的实施实例

图 3：X-Z 剖面的实施实例。

变形平凸透镜 2 处于平面 1 中，焦点为 F_y 和 $-F_y$ 。在平面 3 中有未加说明的固体激光器的光出口面。光源图象位于 4，其虚的放大象在 5 上产生。

在 Y-Z 剖面(图 1)，从出口面出口的光实际上是不聚焦的，为控制总光通量中尽可能大的部分，需要一个大的孔径，在本实施实例中是达到的。在出口面 3 上安置了一个不太大的透镜，尽可能密封，就可能形成一个虚像。

只有部分画出的光波管由一个光学的有效芯 6 和一个外壳 7 组成。在光入口面 8 上是一个球形透镜 9，虚像 5 在芯部 6 可靠地成象了。

为使图看得一目了然，所绘的图是不按正确比例绘成的。本例的下述尺寸说明如下：

以一个变形透镜 2 的折射指数 $n=2.75$ 和半径 $R=3.9\mu\text{m}$ 时，透镜焦距和透镜 2

和平面 3 间的间隔距厚度约为 $f=1.43\mu\text{m}$ 。当芯部 6 的直径 $d_1=10\mu\text{m}$ ，出口面宽度为 $d_0=0.3\mu\text{m}$ 。孔径 $a_0=45^\circ$ 和 $a_1=10^\circ$ ，放大倍数 $V=14=B/g=20/f$ 。

图 2 表示 X-Z 剖面上同样的实施实例。这里在透镜出口面上，在 X-Z 剖面安置了长焦距透镜或菲涅耳(Fresnel)透镜(按图 3 实施实例)，有了这样透镜，光在透镜 9 上聚焦为细小的孔径 a_0 。

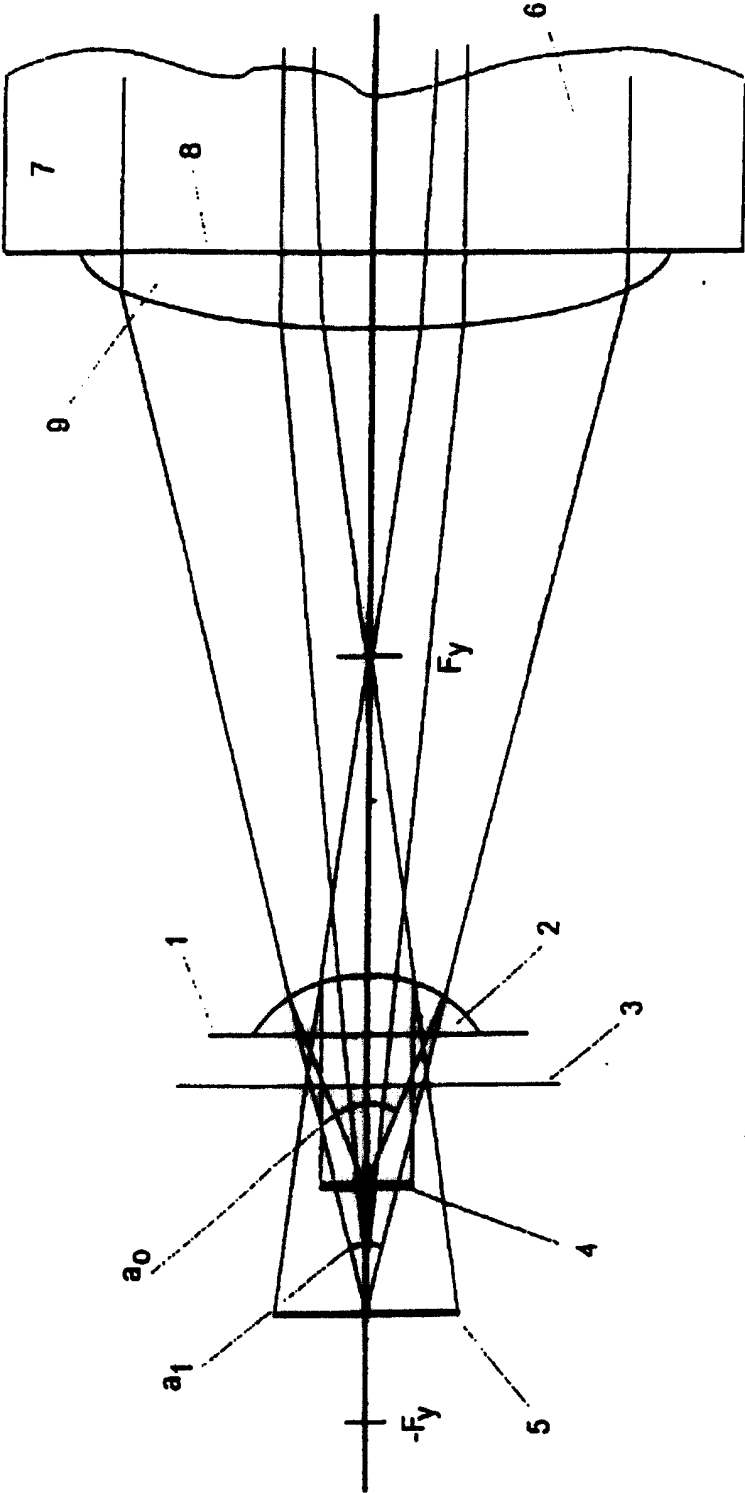


图 1

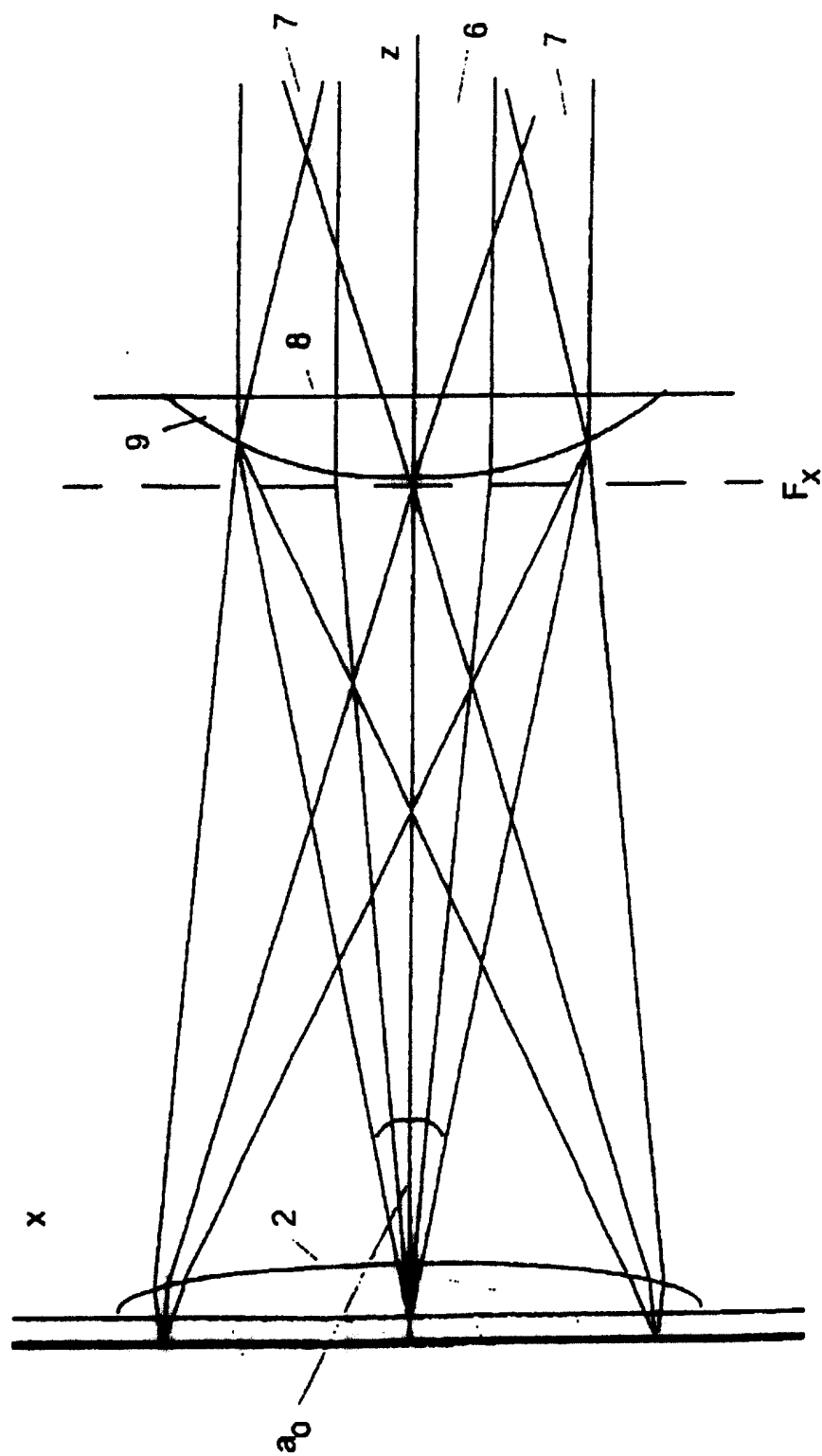
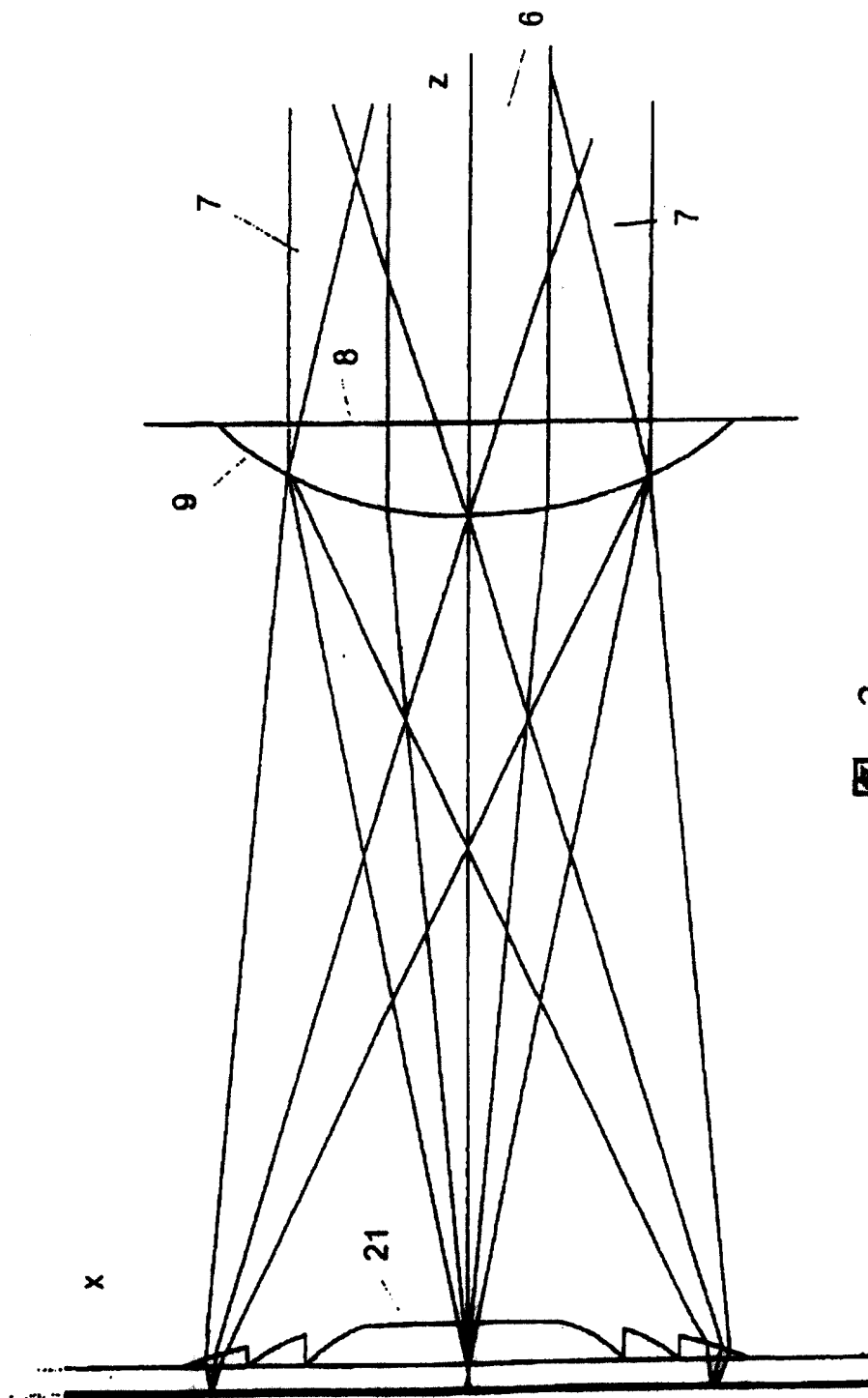


图 2

3
