

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 15/16 (2006.01)

G02B 1/00 (2006.01)

G02B 26/10 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710302541.X

[45] 授权公告日 2010年1月20日

[11] 授权公告号 CN 100582858C

[22] 申请日 2007.12.28

[21] 申请号 200710302541.X

[73] 专利权人 安徽华东光电技术研究所

地址 241000 安徽省芜湖市城南高新技术
开发区华夏科技园

[72] 发明人 吴华夏 杨新军 余晓芬 史新刚

[56] 参考文献

JP2006-78964A 2006.3.23

CN1755414A 2006.4.5

US2007/0229985A1 2007.10.4

CN1841112A 2006.10.4

审查员 张 宾

[74] 专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限公司

代理人 徐 晖

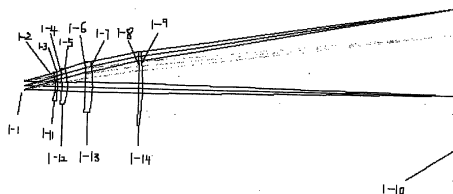
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

[54] 发明名称

变焦 Nd-YAG 激光扫描 f-theta 镜系统

[57] 摘要

本发明涉及一种变焦 Nd-YAG 激光扫描 f-theta 镜系统，包括光阑、折射透镜系统、扫描平面，其特征是：该折射透镜系统包括第一折射透镜、第二折射透镜、第三折射透镜和第四折射透镜，所述光阑、第一折射透镜、第二折射透镜、第三折射透镜、第四折射透镜、扫描平面沿同轴方向依次排布，第二折射透镜和第三折射透镜用于系统调焦，第二折射透镜和第三折射透镜可沿光轴方向移动从而使该系统工作在不同的有效焦距上，折射透镜系统的总长度保持不变。该系统在两个常用焦距上消除了各种基本像差，波前差小于 1/4 波长，光学传递函数接近或达到衍射极限，具有优良的扫描特性。



1. 一种变焦 Nd-YAG 激光扫描 f-theta 镜系统, 包括光阑 (1-1)、折射透镜系统、扫描平面 (1-10), 其特征在于: 该折射透镜系统包括第一折射透镜 (1-11)、第二折射透镜 (1-12)、第三折射透镜 (1-13) 和第四折射透镜 (1-14), 所述光阑 (1-1)、第一折射透镜 (1-11)、第二折射透镜 (1-12)、第三折射透镜 (1-13)、第四折射透镜 (1-14)、扫描平面 (1-10) 沿同轴方向依次排布, 第二折射透镜 (1-12) 和第三折射透镜 (1-13) 用于系统调焦, 第二折射透镜 (1-12) 和第三折射透镜 (1-13) 可沿光轴方向移动从而使该系统工作在范围是 350mm-400mm 的有效焦距上, 折射透镜系统的总长度保持不变, 第一折射透镜 (1-11) 是凹透镜, 第二折射透镜 (1-12)、第三折射透镜 (1-13) 和第四折射透镜 (1-14) 是凸透镜。

2. 根据权利要求 1 所述的变焦 Nd-YAG 激光扫描 f-theta 镜系统, 其特征是: 第一折射透镜 (1-11)、第二折射透镜 (1-12)、第三折射透镜 (1-13) 和第四折射透镜 (1-14) 的各个面型均为标准球面。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的变焦 Nd-YAG 激光扫描 f-theta 镜系统, 其特征还在于: 第一折射透镜 (1-11)、第二折射透镜 (1-12)、第三折射透镜 (1-13) 和第四折射透镜 (1-14) 的材料可以选自 BK7、SF18 和 SF11 其中一种, 或选自其中两种或三种。

变焦 Nd-YAG 激光扫描 f-theta 镜系统

技术领域

本发明涉及一种光学扫描镜系统，是应用于 Nd-YAG 激光器发射波长的扫描用 f-theta 镜，属于激光光学扫描镜系统。

背景技术

Nd-YAG 激光在激光加工领域有广泛的应用。对于振镜扫描的激光雕刻机、激光打标机等激光扫描系统，适用于激光器发射波长的平面场聚焦系统，f-theta 镜是其核心部件。应用于不同加工领域的 f-theta 镜具有不同的扫描范围和精度，而一个设计性能优良的 f-theta 镜头的扫描范围和精度都是由镜头的有效焦距决定的。工作于固定有效焦距的 f-theta 镜技术已经非常完善，有很多公司已经设计并且生产了许多不同型号的用于 Nd-YAG 激光器扫描的 f-theta 镜，用户可根据自己的扫描范围和精度要求选择不同的 f-theta 镜，如新加坡 Sintec Optronics 公司的 STY 系列的镜头。

最近十多年，变焦距镜头在许多领域得到广泛应用，变焦距设计在这段时期内从紫外到可见光，进而发展到红外波段。对红外变焦系统设计和制造的研究方面，其重点在于减小系统的尺寸和重量，改进性能。众所周知红外材料非常昂贵，若是把变焦设计应用到 f-theta 镜头中，使同一个系统可以应用于几个不同的扫描领域，将对降低成本、改善工艺具有非常重要的作用。

发明内容

本发明的目的是把变焦设计应用于 f-theta 镜的设计中，在三片式镜头的基础上只增加一片透镜，使 f-theta 镜在两个常用焦距 400mm 和 350mm 上消除各种像差，具有优良的扫描特性，使之能同时应用于相应的扫描领域。

本发明设计了一个应用于 Nd-YAG 激光扫描系统,有效焦距为 400mm 和 350mm 的变焦 f-theta 镜,其设计目标是:入瞳直径 12 mm、扫描角 $\pm 18^\circ$ 、扫描范围分别为 $250 \times 250 \text{ mm}^2$ 和 $220 \times 220 \text{ mm}^2$ 。四片式系统中第二片和第三片调焦透镜可以移动位置以达到变焦目的,但是系统的总长度保持不变,使 f-theta 镜能工作在 400mm 和 350mm 任一焦距上。

该发明提供一种变焦 Nd-YAG 激光扫描 f-theta 镜系统,包括光阑、折射透镜系统、扫描平面,其特征是:该折射透镜系统包括第一折射透镜、第二折射透镜、第三折射透镜和第四折射透镜,所述光阑、第一折射透镜、第二折射透镜、第三折射透镜、第四折射透镜、扫描平面沿同轴方向依次排布,第二折射透镜和第三折射透镜用于系统调焦,第二折射透镜和第三折射透镜可沿光轴方向移动从而使该系统工作在不同的有效焦距上,折射透镜系统的总长度保持不变。

其中第一折射透镜是凹透镜,第二折射透镜、第三折射透镜和第四折射透镜是凸透镜。

其中第一折射透镜、第二折射透镜、第三折射透镜和第四折射透镜的各个面型均为标准球面。

其中第一折射透镜、第二折射透镜、第三折射透镜和第四折射透镜的材料可以选择 BK7、SF18 和 SF11 其中一种,或选自其中两种或三种。

其中所述的有效焦距的范围是 350mm-400mm。

由于在已经设计并且加工的 f-theta 镜系列中,每一个镜头都是设计在一个常用的有效焦距上,应用于不同的扫描领域时需要配备不同扫描范围的 f-theta 镜头,红外材料非常昂贵, f-theta 镜头的成本很高;另一方面,需要时常更换镜头,这也给装配工作带来麻烦。而本发明增加了一片透镜,使

f-theta 镜头可以应用于两个常用焦距 400mm 和 350mm 上，很好的降低了成本，改善了工艺。本发明的特征在于采用变焦系统的设计方法，使系统在两个常用焦距上消除了各种基本像差，透镜系统总长度保持不变，波前差小于 $1/4$ 波长，光学传递函数接近或达到衍射极限，具有优良的扫描特性，本发明为与 Nd-YAG 激光扫描相配套的 f-theta 镜的光学设计提供了一种全新的思想和概念。

附图说明

图 1 是本发明有效焦距为 400mm 时 f-theta 镜的结构示意图

图 2 是本发明有效焦距为 350mm 时 f-theta 镜的结构示意图

图 3 是本发明有效焦距为 400mm 时系统的光学传递函数曲线

图 4 是本发明有效焦距为 400mm 时系统的场曲和 f-theta 畸变曲线

图 5 是本发明有效焦距为 350mm 时系统的光学传递函数曲线

图 6 是本发明有效焦距为 350mm 时系统的场曲和 f-theta 畸变曲线

其中：1-1、光阑 1-2、折射面 1-3、折射面 1-4、折射面 1-5、折射面 1-6、折射面 1-7、折射面 1-8、折射面 1-9、折射面 1-10、扫描平面 1-11、折射透镜 1-12、折射透镜 1-13、折射透镜 1-14、折射透镜

具体实施方式

这种变焦 Nd-YAG 激光扫描 f-theta 镜系统，包括光阑 1-1、折射透镜系统、扫描平面 1-10，其特征是：该折射透镜系统包括折射透镜 1-11、折射透镜 1-12、折射透镜 1-13 和折射透镜 1-14，所述光阑、折射透镜 1-11、折射透镜 1-12、折射透镜 1-13、折射透镜 1-14、扫描平面沿同轴方向依次排布，折射透镜 1-12 和折射透镜 1-13 用于系统调焦，折射透镜 1-12

和折射透镜 1-13 可沿光轴方向移动从而使该系统工作在不同的有效焦距上，折射透镜系统的总长度保持不变。

折射透镜 1-12、1-13 和 1-14 是凸透镜，折射透镜 1-11 是凹透镜。

折射透镜 1-12、1-13 和 1-14 的折射面 1-2、1-3、1-4、1-5、1-6、1-7、1-8、1-9 的面型均为标准球面。

折射透镜材料可以选自 BK7、SF18 和 SF11 其中一种，或选自其中两种或三种。

下面结合附图对本发明作进一步详细说明：

图 1 和图 2 是本发明 f-theta 镜的结构示意图。

本发明工作时，Nd-YAG 激光发射波长 1064nm 的光线通过光焦度为正的折射透镜 1-12、1-13 和 1-14，光线产生球差、慧差、场曲等一系列单色像差，通过具有负的光焦度的折射透镜 1-11，可以校正球差、慧差、场曲等像差，并且产生必要的畸变量，完成光焦度的分配，折射透镜 1-12 和 1-13 在折射透镜 1-11 和 1-14 之间移动位置以保证系统具有不同的有效焦距。所以从图 1 和图 2 所示的 f-theta 镜出来会聚在扫描平面的光线已经很好的消除了各种单色像差并且满足 $f-\theta$ 的关系。

折射透镜 1-11、1-12、1-13 和 1-14 的两个表面面型分别都是标准球面。

折射透镜材料可以选择 BK7、SF18 和 SF11 其中一种、两种或三种的组合。

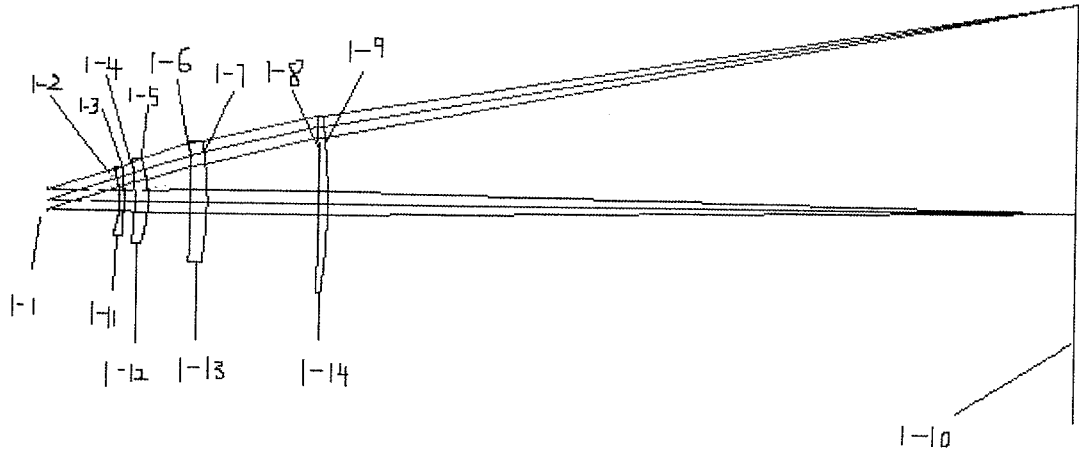


图 1

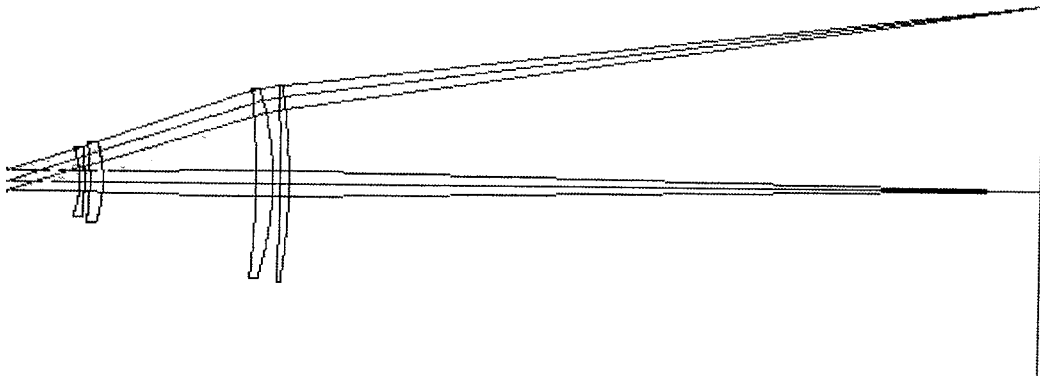


图 2

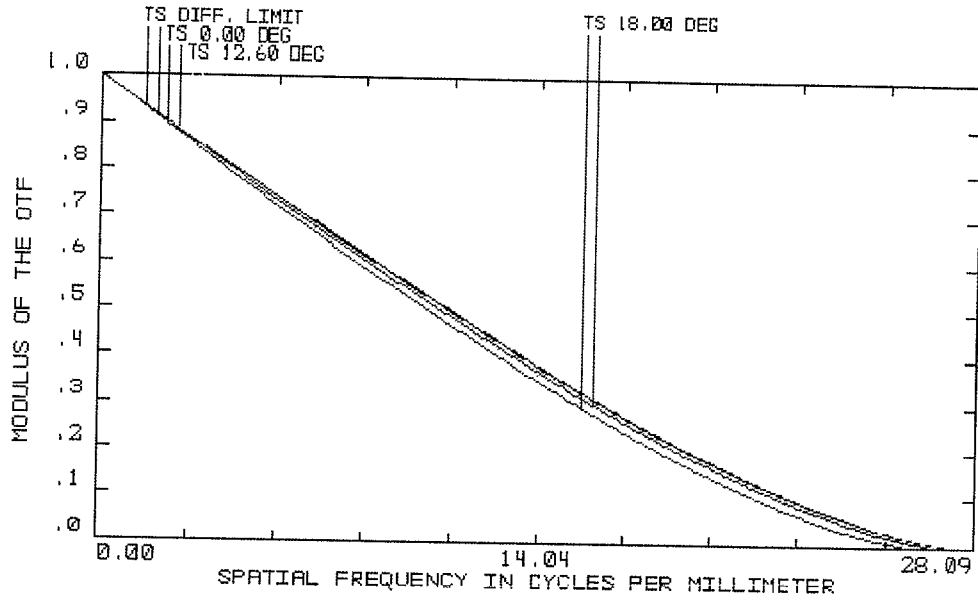


图 3

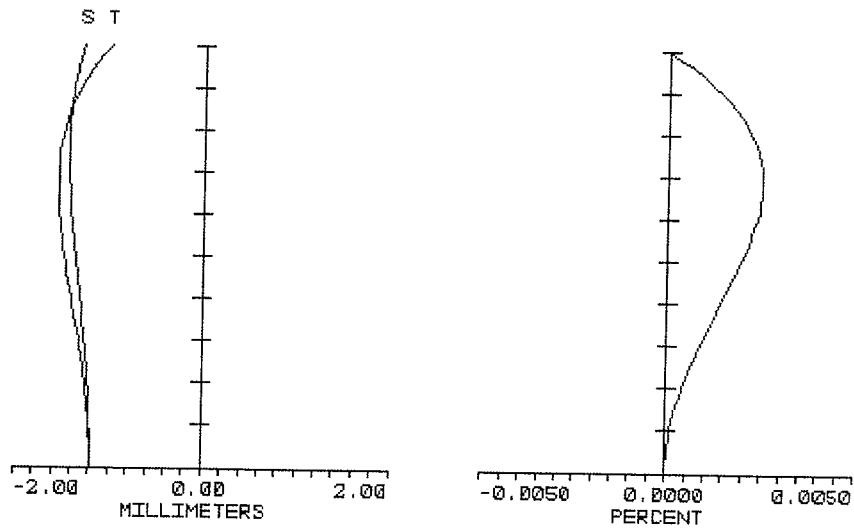


图 4

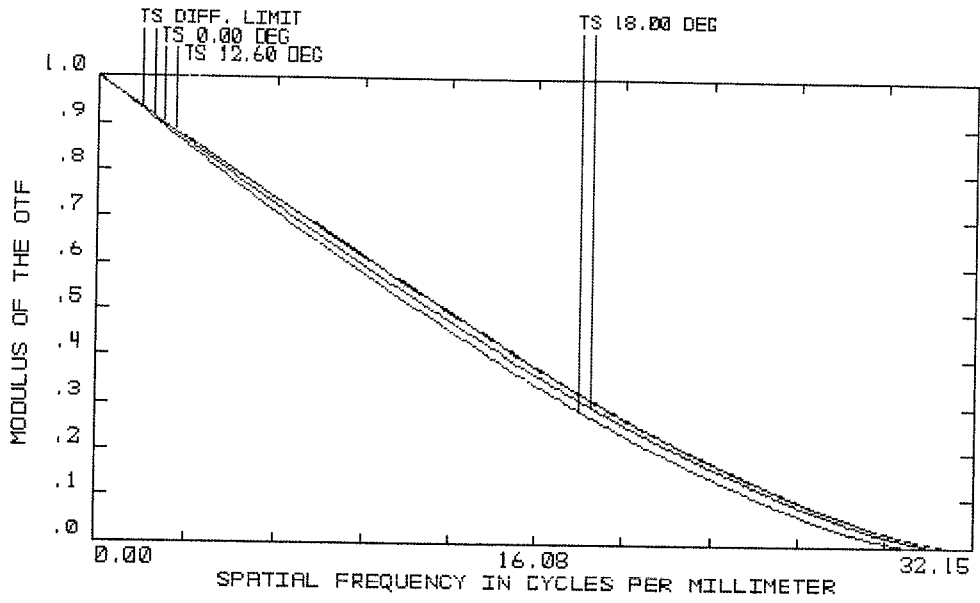


图 5

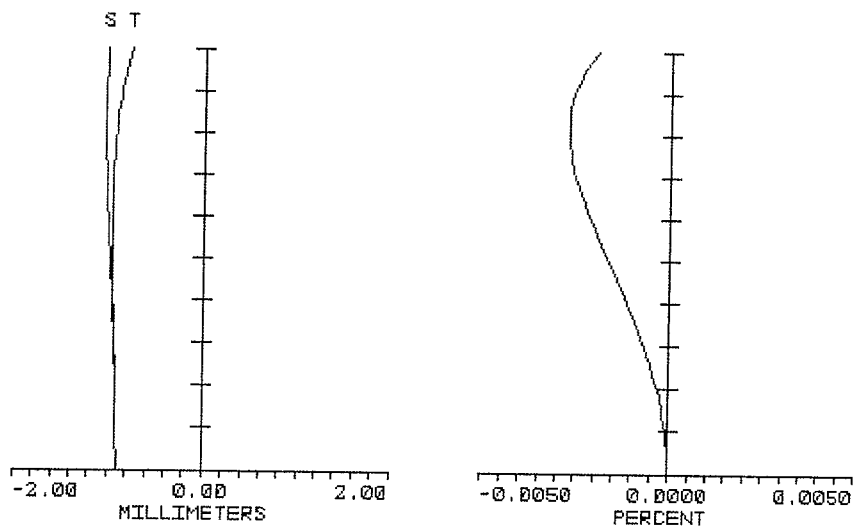


图 6