

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C23C 14/34

C23C 14/54



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200310109906.9

[43] 公开日 2004 年 11 月 3 日

[11] 公开号 CN 1542161A

[22] 申请日 2003.10.8

[21] 申请号 200310109906.9

[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 130022 吉林省长春市人民大街 140 号

[72] 发明人 金春水 曹吕良 向 鹏

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司

代理人 梁爱荣

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

[54] 发明名称 大口径高精度超光滑非球面制备方法

[57] 摘要

本发明涉及非球面加工技术。要解决大口径高精度超光滑非球面加工非常困难，而且加工周期长、成本较高的问题。本发明在溅射功率及工作气体压强一定的条件下，首先对靶材的沉积速率进行定标，再根据球面和非球面的差异量，利用沉积速率确定出转盘公转机构的速度，通过控制球面基底上各点经过溅射靶材的公转速度，从而控制球面基底上各点在溅射镀膜区的停留时间 T ，在球面基底镀制出的按一定空间分布的膜层厚度，则制成所需要非球面面形。解决了传统数控和应力盘抛光等问题，提供了一种表面粗糙度低、精度高、加工周期短、成本低的大口径高精度超光滑非球面制备方法。本发明适用于大曲率半径、小偏移量和大口径的高精度超光滑非球面加工。

1、大口径高精度超光滑非球面制备方法，其特征在于步骤如下：
在溅射功率及工作气体压强一定的条件下，首先对靶材的沉积速率进行定标，再根据球面和非球面的差异量，利用沉积速率确定出转盘公转机构的速度，通过控制球面基底上各点经过溅射靶材的公转速度，从而控制球面基底上各点在溅射镀膜区的停留时间 T ，在球面基底镀制出的按一定空间分布的膜层厚度，则制成所需要非球面面形。

大口径高精度超光滑非球面制备方法

技术领域：本发明属于光学制造技术领域，涉及到非球面加工技术。

背景技术：工作波长的变短对光学元件的面形精度和表面粗糙度的要求随之提高。根据光学系统均方差允值的判定标准，只有当整个系统残留的波差精度要求与工作波长呈线性关系。由于表面粗糙度引起的光散射与均方值小于 $\lambda/14$ 时，才能被认为是衍射受限系统。显然，对元件的面形波长的四次方成反比，即随着工作波长的变短，光学元件表面的微小缺陷将严重影响成像质量。自从1895年伦琴发现X射线以来，X射线光学逐渐应用到望远镜、显微镜和极紫外投影光刻等光学系统中。为了提高系统的性能，需要引入非球面反射镜。但是，由于极紫外（EUV）、软X射线的波长很短，因此对非球面的面形精度和表面粗糙度的要求更高，比如在极紫外投影光刻系统中，要求非球面的面形精度为纳米量级，表面粗糙度为亚纳米量级。而目前采用等非球面加工技术很难满足上述要求。

发明内容：针对上述背景技术中存在对非球面的面形精度和表面粗糙度的要求高、非球面加工难的问题，本发明的目的是要解决传统的数控和应力盘抛光等大口径非球面加工技术带来表面粗糙度高和精度低的问题；其次解决传统的非球面加工技术加工周期长、成本高的问题。为此，本发明将要提供一种表面粗糙度低、精度高、加工周期短、成本低新型非球面加工技术。

为实现上述目的，本发明特征是：首先将球面基底放置在样品台上，然后利用速度调制技术来控制膜厚空间分布：即在溅射功率及工作气体压强一定的条件下，首先对靶材的沉积速率进行定标，再根据球面和非球面的差异量，利用沉积速率确定出转盘公转机构的速度，通过控制球面基底上各点经过溅射靶材的公转速度，从而控制球面基底上各点在溅射镀膜区的停留时间 T ，在球面基底镀制出的按一定空间分布的膜层厚度，则制成所需要非球面面形。

本发明的优点是：根据设计的非球面面形制定出相应的膜厚控制方案；进而利用高精度的膜厚空间分布控制技术在高精度、超光滑球面基底上镀制出所需的非球面面形。从而解决了传统数控和应力盘抛光等大口径非球面加工技术带来表面粗糙度高、精度低、加工周期长、成本高的问题；提供了一种表面粗糙度低、精度高、加工周期短、成本低的大口径高精度超光滑非球面制备方法。大口径的高精度超光滑球面与本发明的非球面相比容易加工；同时，镀膜对球面基底的粗糙度几乎没有影响，在球面基底上镀膜不会增大表面粗糙度；并且镀膜工艺非常成熟，能够高精度的控制空间膜厚分布，可以在球面基底上镀制出大口径的表面粗糙度在纳米量级、面形精度在亚纳米量级的非球面面形。

附图说明：

图 1 是本发明一种实施例结构的示意图。

图 2 是本发明中步进电机的速度曲线图

具体实施方式如图 1 所示：

本发明的具体实施方式为：磁控溅射技术的主要优点是膜层与基板间的结合力好，沉积速率和沉积离子能量易于控制，沉积速率稳定。与电子束蒸发、离子束溅射等镀膜技术相比，磁控溅射的控制精度和重复

性精度较高，其膜厚控制精度在亚纳米量级，重复性精度小于 $1\text{\AA}$ 。因此，利用该技术可以镀制出表面粗糙度在纳米量级、面形精度在亚纳米量级的非球面面形。

采用的磁控溅射镀膜室由矩形磁控源 1、靶材 2、转盘 3、样品台 4、样品台自转机构 5 和转盘公转机构 6 组成。矩形磁控源 1 采用两组磁控源分别相隔 180° ；靶材 2 根据镀制样品的不同需要可选用不同的靶材；转盘 3 和样品台 4 采用金属材料制成；样品台自转机构 5 采用直流电机转动系统；转盘公转机构 6 采用步进电机转动系统。

本发明的样品采用球面基底。球面基底放置在样品台 4 上，转盘 3 带动球面基底经过不同的镀膜区域，通过控制转盘 3 的回转带动样品台 4 公转，使样品台 4 扫过靶材 2，利用转盘的回转实现两种靶材的交替溅射镀膜。在本发明的实施例中，需要制备的口径为 $\phi 300$ 非球面，其为对称抛物面，溅射功率选择为 200W ，工作气体压强选择为 $4 \times 10^{-2}\text{Pa}$ ，靶材 2 可选择为 Mo 和 Si 材料，根据非球面面形制定出相应的膜厚控制方案：首先对镀制材料的沉积速率进行定标，得出 Mo 和 Si 的沉积速率分别为： $1.43\text{\AA}/\text{sec}$ 和 $1.65\text{\AA}/\text{sec}$ 。再根据球面和非球面的差异量，利用沉积速率确定出转盘公转机构 6 中步进电机的速度曲线如图 2，其横坐标的零点表示球面基底的中心位置，横坐标上的其他各点表示偏离球面基底中心的量；其纵坐标表示转盘公转的归一化速度，以球面基底中心的速度进行归一化。将上述步进电机速度调制曲线输入镀膜控制系统，利用计算机控制步进电机按速度调制曲线运动，进而控制球面基底上各点经过溅射靶材的公转速度，即控制球面基底上各点在溅射镀膜区停留的时间 T ，最后在球面基底上得到按抛物面的空间分布膜层厚度，则制成所需要非球面面形。

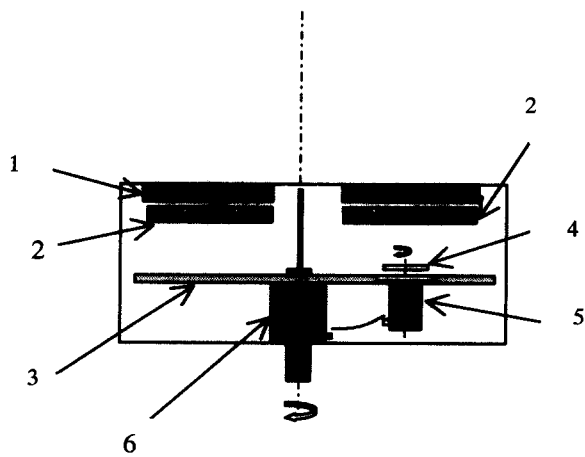


图 1

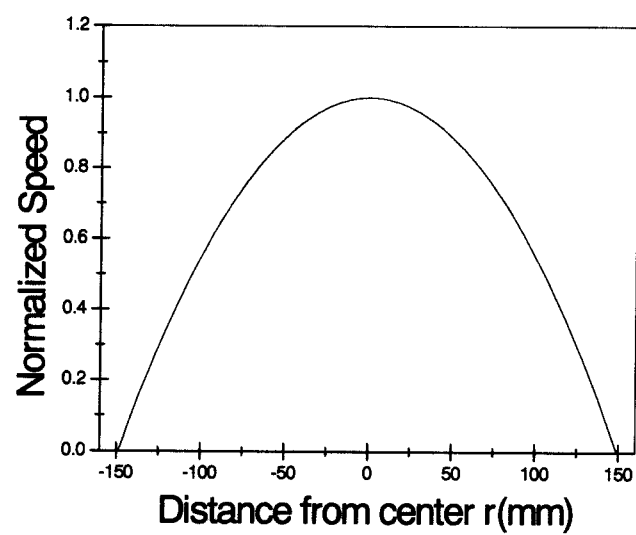


图 2