

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 3/02 (2006.01)

B29D 11/00 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710056041.2

[43] 公开日 2008 年 2 月 20 日

[11] 公开号 CN 101126820A

[22] 申请日 2007.9.7

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所

[21] 申请号 200710056041.2

代理人 赵炳仁

[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 16 号

[72] 发明人 李文昊 齐向东 巴音贺希格  
唐玉国

### [54] 发明名称

一种采用复制技术制作非球面镜的工艺方法

### [57] 摘要

一种采用复制技术制作非球面镜的工艺方法，属于光学元件加工技术领域中涉及的一种制作非球面镜的工艺方法。本发明要解决的技术问题是：提供一种采用复制技术制作非球面镜的工艺方法。解决技术问题的技术方案为：第一步、母版非球面镜的清洁处理；第二步、复制基底的选择；第三步、在母版非球面镜上镀分离油膜和铝膜；第四步、母版与复制基底的粘结；第五步、环氧树脂胶层的固化；第六步、母版与复制基底的分离；第七步、修整；第八步、二次复制版 11 的制作。该方法是新的、低成本、易于实现，缩短了制作周期，利用该方法可以制作出成本较低的非球面镜，另外这种方法还可以用于批量生产非球面镜。

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

1、一种采用复制技术制作非球面镜的工艺方法，其特征在于：

第一步、母版非球面镜的清洁处理，先用吹气球吹去非球面镜表面上的灰尘，再用二甲苯或苯类溶剂冲洗。第二步、复制基底的选择，包括一次复制基底和二次复制基底的选择；母版非球面镜是凹面的，一次复制基底选择凸球面，并且它与母版非球面镜在两个镜面相对配合时，两个镜子的四周接触，中间部分是分离的，这样可使镜子与基底之间的环氧树脂胶能留存住；根据非球面方程式  $y^2 + z^2 = 2Rx - (1 - e^2)x^2$ ，求解出凹凸相匹配的球面曲率半径。式中， $R$  表示顶点曲率半径， $e^2$  表示二次常数；根据母版非球面镜基底与一次复制基底相互接触后的峰-谷值为最小的原则，通过非球面方程式数值算例精确求解出与母版非球面镜的最接近比较球面的凸球面半径，这也就是一次复制基底的半径；选择二次复制基底时，母版非球面镜是凸面的，二次复制基底选择凹面的，并且在两个镜面相对配合时，两者的四周接触，中间部分是分离的，这样有利于两镜面中间的环氧树脂胶不向外流，根据母版非球面镜基底与二次复制基底相互接触后的峰-谷值为最小的原则，通过非球面方程式数值算例精确求解出母版非球面镜的最接近比较球面的凹球面半径，这也就是二次复制基底的半径。第三步、在母版非球面镜上镀分离油膜和铝膜，将清洗干净的母版非球面镜(1)放入真空镀膜机中镀分离油膜(2)、镀铝膜(3)，镀分离油膜的目的是为分离母版非球面镜和复制基底更容易地分开，镀铝膜的目的是得到质量较好的非球面镜的反射铝膜层。第四步、母版

与复制基底的粘结，粘结剂选择环氧树脂，粘结工作在 60℃的干燥箱里进行，先在母版非球面镜表面滴加适量的环氧树脂，形成环氧树脂胶层(4)，然后压上一次复制基底(5)，加适当压力将多余的环氧树脂挤出，以保证得到薄而均匀的环氧树脂层。第五步、环氧树脂胶层的固化，固化温度和时间的选择很重要，温度低需要加长固化时间，温度太高铝膜容易损坏，一般固化温度以 65℃左右，固化时间 4-5 小时为宜。第六步、母版与复制基底的分离，充分固化后的一对非球面镜，因多余胶液溢出在非球面镜的四周边并同时固化，分离时需要用刀片刮去积存在四周和倒角边缘处已经固化的环氧树脂，然后就可以分开了，在分离的瞬间需要注意母版非球面镜和一次复制基底(6)之间不能有任何摩擦，以保证表面质量。第七步、修整，分离后的母版或复制基底需要进行修整，包括残余环氧树脂胶的清除和对复制表面的清洁，残余环氧树脂胶的清除可用刮削或砂纸打磨的方法，复制表面较方便的清洁方法是在表面涂一层火棉胶，待其干燥后即自行裂开而脱落，带走污物。第八步、二次复制版(11)的制作，利用一次复制版(6)和二次复制基底(10)重复第三步到第七步的工作，一次复制版(6)相当于母版非球面镜(1)，二次复制基底(10)相当于一次复制基底(5)，最后即可得出二次复制版(11)，二次复制版(11)是与母版非球面镜(1)的面形相同的复制出的非球面镜。

## 一种采用复制技术制作非球面镜的工艺方法

### 一、技术领域

本发明属于光学元件加工技术领域中涉及的一种采用复制技术制作非球面镜的工艺方法。

### 二、背景技术

在光学系统中采用非球面元件，不仅能够减少光学元件的使用数目，增加光学设计的自由度，还有利于象差校正，提高系统成像质量，而且可以简化光学仪器结构，减小仪器尺寸和重量，因而非球面光学元件得到了非常广泛的应用。与传统球面元件加工相比较，非球面光学元件加工的难度大大提高，正是由于非球面加工困难、加工周期长，因而在很长的一段时间内限制了非球面光学元件在光学系统中的应用。

现在国内外较为普遍采用的光学元件加工技术主要有：传统的研磨抛光技术、计算机数控研磨抛光技术、光学玻璃透镜模压成型技术、光学塑料成型技术等等。采用研磨抛光技术生产非球面光学元件具有制作周期长、生产效率低和加工成本较高等缺点。虽然采用模压成型技术生产非球面光学元件可以缩小制作周期、提高生产效率，但是对模具的要求非常高，透镜压型用的模具材料，一般都是硬脆材料，要想把这些模具材料精密加工成模具，必需使用高刚性的、分辨率能达到 $0.01\mu m$ 以下的高分辨率超精密计算机数字控制加工机床，用金刚石磨轮进行磨削加工，另外还需要设计专用的模压机床，所以模具的加工成本是非常昂贵的，对于降低加工成本是不利的。

### 三、发明内容

为了克服上述已有技术存在的缺陷，本发明的目的在于提出一种新的、低成本的、易于实现的用于非球面镜制作的新工艺方法。

本发明要解决的技术问题是：提供一种采用复制技术制作非球面镜的工艺方法。解决技术问题的技术方案为：第一步、母版非球面镜的清洁处理，先用吹气球吹去非球面镜表面上的灰尘，再用二甲苯或苯类溶剂冲洗。第二步、复制基底的选择，包括一次复制基底和二次复制基底的选择；母版非球面镜是凹面的，一次复制基底选择凸球面，并且它与母版非球面镜在两个镜面相对配合时，两个镜子的四周接触，中间部分是分离的，这样可使镜子与基底之间的环氧树脂胶能留存住；根据非球面方程式  $y^2 + z^2 = 2Rx - (1 - e^2)x^2$ ，求解出凹凸相匹配的球面曲率半径。式中， $R$  表示顶点曲率半径， $e^2$  表示二次常数；根据母版非球面镜基底与一次复制基底相互接触后的峰-谷值为最小的原则，通过非球面方程式数值算例精确求解出与母版非球面镜的最接近比较球面的凸球面半径，这也就是一次复制基底的半径；选择二次复制基底时，母版非球面镜是凸面的，二次复制基底选择凹面的，并且在两个镜面相对配合时，两者的四周接触，中间部分是分离的，这样有利于两镜面中间的环氧树脂胶不向外流，根据母版非球面镜基底与二次复制基底相互接触后的峰-谷值为最小的原则，通过非球面方程式数值算例精确求解出母版非球面镜的最接近比较球面的凹球面半径，这也就是二次复制基底的半径。第三步、在母版非球面镜上镀分离油膜和铝膜，如图 1 所示，将清洗干净的母版非球面镜 1 放入真空镀膜机中镀分离油膜 2、镀铝膜 3，镀分离油膜的目的是为分离母

版非球面镜和复制基底更容易地分开，镀铝膜的目的是得到质量较好的非球面镜的反射铝膜层。第四步、母版与复制基底的粘结，粘结剂选择环氧树脂，粘结工作在 60℃的干燥箱里进行，先在母版非球面镜表面滴加适量的环氧树脂，形成环氧树脂胶层 4，然后压上一次复制基底 5，加适当压力将多余的环氧树脂挤出，以保证得到薄而均匀的环氧树脂层。第五步、环氧树脂胶层的固化，固化温度和时间的选择很重要，温度低需要加长固化时间，温度太高铝膜容易损坏，一般固化温度以 65℃左右，固化时间 4-5 小时为宜。第六步、母版与复制基底的分离，充分固化后的一对非球面镜，因多余胶液溢出在非球面镜的四周边并同时固化，分离时需要用刀片刮去积存在四周和倒角边缘处已经固化的环氧树脂，然后就可以分开了，在分离的瞬间需要注意母版非球面镜和一次复制基底 6 之间不能有任何摩擦，以保证表面质量。第七步、修整，分离后的母版或复制基底需要进行修整，包括残余环氧树脂胶的清除和对复制表面的清洁，残余环氧树脂胶的清除可用刮削或砂纸打磨的方法，复制表面较方便的清洁方法是在表面涂一层火棉胶，待其干燥后即自行裂开而脱落，带走污物。第八步、二次复制版 11 的制作，如图 2 所示，利用一次复制版 6 和二次复制基底 10 重复第三步到第七步的工作，一次复制版 6 相当于母版非球面镜 1，二次复制基底 10 相当于一次复制基底 5，最后即可得出二次复制版 11，二次复制版 11 是与母版非球面镜 1 的面形相同的复制出的非球面镜。

本发明的工作原理说明：运用非球面镜基底与复制基底的峰-谷值应为最小的原则选择合适的复制基底，采取真空蒸镀分离油膜和铝

膜、使用环氧树脂胶粘结的工艺方法，将不容易制作的非球面镜用复制的工艺制作出来。

本发明的积极效果是：采用复制技术制作非球面镜的工艺方法是新的、低成本的、易于实现的，大大地节约了成本、缩短了制作周期，利用本工艺方法可以制作出成本较低的非球面镜，另外这种方法还可以用于批量生产非球面镜。

#### 四、附图说明

图1是本发明中一次复制版的制作过程示意图。图2是本发明中二次复制版的制作过程示意图。

#### 五、具体实施方式

本发明按图1和图2所示的技术方案步骤实施，具体如下：

- 1、选择表面没有瑕疵、面形质量好的母版非球面镜，我们采用的是凹面镜；
- 2、根据母版非球面镜基底与一次复制基底的峰-谷值应为最小的原则，通过非球面方程式数值算例精确求解出母版非球面镜的最接近比较球面的半径，这也就是一次复制基底的半径；
- 3、将母版非球面镜放入真空镀膜机中镀分离油膜和铝膜；
- 4、使用环氧树脂胶将一次复制基底与母版非球面镜粘结，粘结工作在60℃的干燥箱里进行；
- 5、将粘结在一起的母版非球面镜与一次复制基底放入干燥箱中固化，固化温度为65℃左右，固化时间4-5小时；
- 6、用刀片刮去积存在四周和倒角边缘处已经固化的环氧树脂胶，将固化后的一次复制基底与母版非球面镜的粘结体分离；

- 7、用刮削或砂纸打磨的方法清除母版和基底侧面的残余环氧树脂胶；
- 8、清洁复制表面，在表面涂一层火棉胶，待其干燥后即自行裂开而脱落，带走污物。
- 9、运用步骤2中的方法计算二次复制基底的半径；
- 10、运用步骤3~8中的方法制作二次复制版，制好的二次复制版与母版面形是一致的。

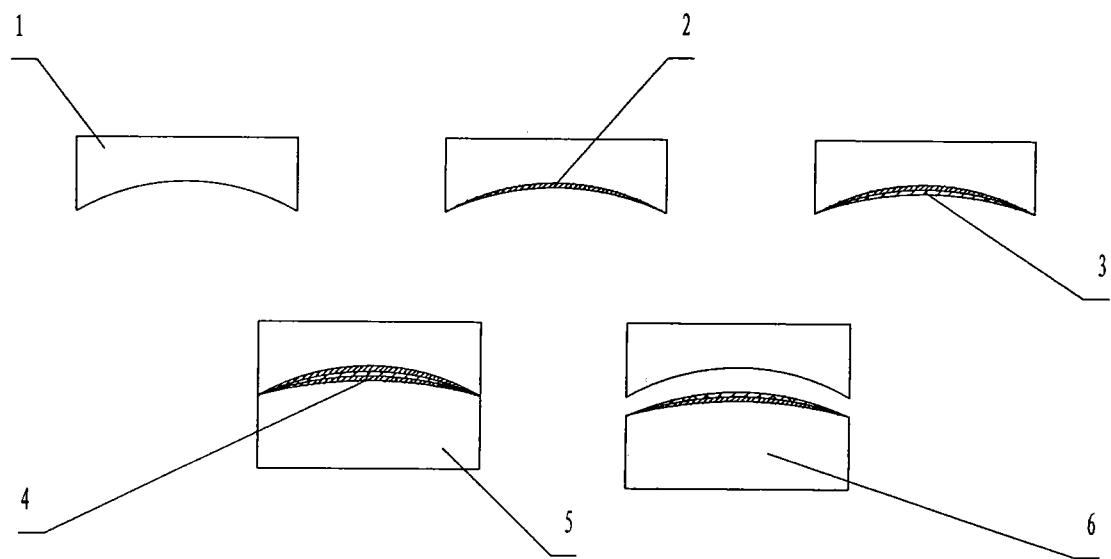


图 1

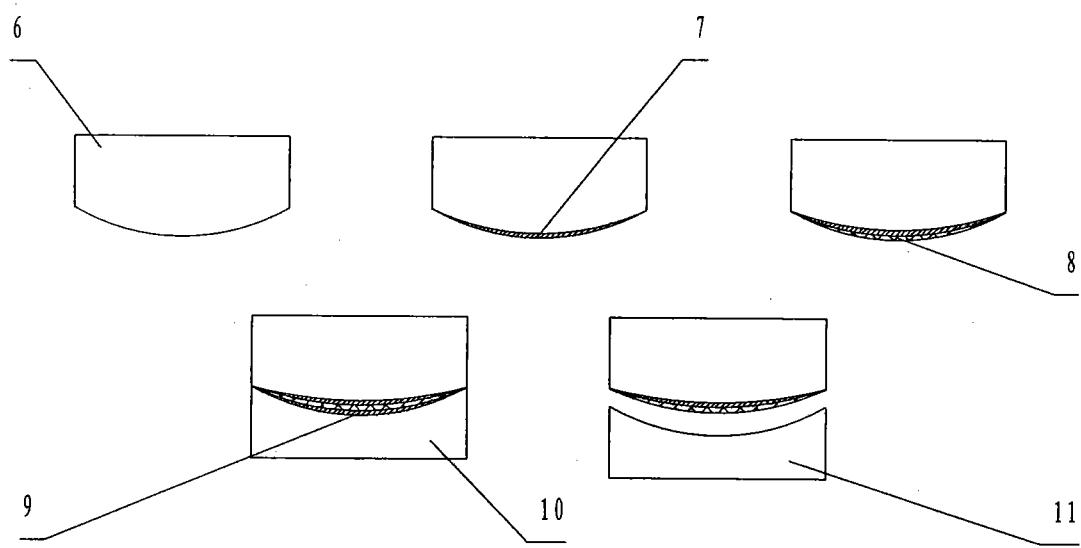


图 2