

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G21K 1/06 (2006.01)



# [12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200720094207.5

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 201084461Y

[22] 申请日 2007.8.9

[21] 申请号 200720094207.5

[73] 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130012 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 梁静秋 黄鑫华 乐孜纯 梁中燾

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所  
代理人 赵炳仁

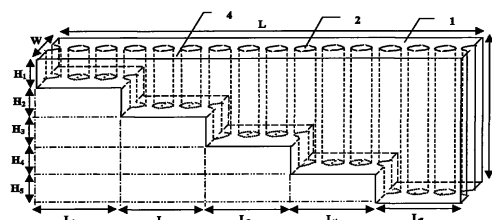
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

## [54] 实用新型名称

一种变焦距 X 射线组合透镜

## [57] 摘要

本实用新型属于光学技术领域，涉及一种变焦距 X 射线组合透镜。该组合透镜包括透镜主体及透镜主体上间隔排列的空气腔，所述透镜主体为台阶形，每个台阶内包含至少一个空气腔。透镜主体的各台阶内包含的空气腔数量可以相同，也可以不同；因而本实用新型既可以实现连续变焦，也可以实现离散变焦。当每个台阶内都包含一个空气腔时，该组合透镜可以连续变焦；当各台阶内包含的空气腔为两个以上时，该组合透镜可实现离散变焦。



1、一种变焦距 X 射线组合透镜，包括透镜主体（1）及透镜主体（1）上间隔排列的空气腔（2），其特征在于所述透镜主体（1）为阶梯形，每个台阶内包含至少一个空气腔(2)。

2、根据权利要求 1 所述的变焦距 X 射线组合透镜，其特征在于所述透镜主体（1）的每个台阶内都包含一个空气腔(2)。

3、根据权利要求 1 所述的变焦距 X 射线组合透镜，其特征在于所述透镜主体（1）的每个台阶内都包含至少两个空气腔(2)。

4、根据权利要求 1 至 3 任意一项权利要求所述的变焦距 X 射线组合透镜，其特征在于所述空气腔（2）为双抛物柱面构成的柱形空腔，或者单抛物柱面与平面构成的柱形空腔，或者椭圆柱形空腔。

## 一种变焦距 X 射线组合透镜

## 技术领域：

本实用新型属于光学技术领域，涉及一种微结构 X 射线光学元件，具体地说是一种变焦距 X 射线组合透镜。

## 背景技术：

X 射线组合透镜是 Snigirev 在 1996 年提出的一种新型微结构 X 射线光学元件，特别适用于高能 X 射线波段（5keV 以上）。自该器件提出以来，国外对它的研究一直非常活跃。目前，组合折射透镜已经证明有着巨大的优越性：它们可对高能 X 射线聚束、聚焦效率高、不需要折转光路、易于排列和操作、高温稳定性好且易冷却、可以消除球差等。近年来，基于 X 射线组合透镜聚焦和准直的各种应用研究非常活跃。比如硬 X 射线微探针、X 射线显微镜、X 射线断层扫描摄影、微 X 射线荧光光谱测定法（ $\mu$ -XRF）、化学微分析、微荧光和微 EXAFS 测量以及单色仪预备光束的准直等。这些都表明了 X 射线组合透镜的巨大应用潜力和广泛应用前景。

国际上与本实用新型最接近的设计结构是采用模压技术制成的 Al 材料抛物面形 X 射线变焦距组合透镜（A. Khounsary, *et al.*, Proc. Of SPIE Vol. 4783(2002):49-54），该组合透镜由透镜主体及透镜主体上间隔排列的空气腔构成，相邻空气腔之间的间隙形成透镜单元；所述透镜主体主视图呈楔形结构，该楔形结构是由一个直角梯形与一个矩形组成，直接梯形的长底边和矩形的一个长边重合，梯形的高所在的边与矩形的一个宽边对齐；所述空气腔为抛物面构成的柱形空腔。其制作方法是使用与所制作的结构互补的硬模在加热的 Al 上进行冲压，从而得到透镜的基本结构，然后将冷却的结构进行排列对准，再用两个平板将几个单元结构夹紧，选择合适的长度沿着对角方向进行切割，得到要求的变焦距 X 射线组合透镜。由于这种组合透镜由于空气腔的高度呈连续变化，因而只能实现连续变焦

## 发明内容：

本实用新型要解决的技术问题是提供一种既可以实现连续变焦，又可以实现离散变焦的变焦距 X 射线组合透镜。

本实用新型包括透镜主体及透镜主体上间隔排列的空气腔，所述透镜主体为阶梯形，每个台阶内包含至少一个空气腔。

所述透镜主体的每个台阶内都包含一个空气腔。当每个台阶内都包含一个空气腔时，该组合透镜可以连续变焦。

所述透镜主体的每个台阶内都包含至少两个空气腔。当各台阶内包含的空气腔为两个以上时，该组合透镜可实现离散变焦。

所述空气腔为双抛物柱面构成的柱形空腔，或者单抛物柱面与平面构成的柱形空腔，或者椭圆柱形空腔，或者其他可以使透镜单元实现聚焦的任意几何形状结构。

本实用新型变焦距 X 射线组合透镜的工作过程是：高能 X 射线从透镜主体中的高度最大的一端入射，沿透镜主体内空气腔的排列方向穿过，从透镜主体的另一端，即高度最小的一端射出。在 X 射线通过透镜主体内的空气腔时，若沿着空气腔的高度方向移动透镜组合，将使高能 X 射线经过不同个数的透镜单元，这些不同个数的透镜单元形成不同焦距的组合透镜，从而使得出射的高能 X 射线被聚焦的效果不一样。这样，光相当于经过一个焦距变化的透镜组，实现了变焦距的目的。

附图说明：

图 1 是本实用新型变焦距 X 射线组合透镜结构示意图。图中，1 为透镜主体，2 为空气腔，4 为两空气腔间隙，W 为透镜主体 1 的宽， $L=L_1+L_2+L_3+L_4+L_5$  为透镜主体 1 的长边， $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 、 $L_4$ 、 $L_5$  分别为透镜主体 1 的台阶长度， $H=H_1+H_2+H_3+H_4+H_5$  为透镜主体 1 的一个高， $H_1$ 、 $H_1+H_2$ 、 $H_1+H_2+H_3$ 、 $H_1+H_2+H_3+H_4$ 、 $H_1+H_2+H_3+H_4+H_5$  分别为透镜主体 1 的台阶高度。组合透镜可变频距为  $nL$ ，其中  $n>1$ 。

图 2 是本实用新型透镜主体的结构示意图。图中，5 为透镜主体 1 的上表面，6 为透镜主体 1 的下表面，W 也是每个台阶的宽， $L_1$  和  $H_1$  对应第一个台阶的长和高， $L_2$  和  $H_1+H_2$  对应第二个台阶的长和高， $L_3$  和  $H_1+H_2+H_3$  对应第三个台阶的长和高， $L_4$  和  $H_1+H_2+H_3+H_4$  对应第四个台阶的长和高， $L_5$  和  $H_1+H_2+H_3+H_4+H_5$  对应第五个台阶的长和高。

图 3 是本实用新型凹面透镜单元结构示意图。图中，3 为透镜单元。

具体实施方式：

如图 1 所示，本实用新型 X 射线变焦距组合透镜的结构是：在透镜主体 1 上刻有一排空气腔 2，相邻空气腔 2 有一定间隙，所有空气腔 2 为双抛物柱面结构，其截面为一对相对的抛物线组成的图形，或者单抛物柱面结构，其截面为抛物线，或者椭圆柱面结构，其截面为椭圆，或者其他可以实现聚焦的任意几何形状结构。这样，相邻空气腔 2 与它们之间的间隙一起就形成一个凹透镜，即透镜单元 3。所有透镜单元 3 一起构成了透镜组。通过在长方体

在高度方向上选取适当的不同高度，这些不同的高度间隔合适的长度，逐级递减形成台阶状结构构成透镜主体 1（如图 2 所示）。也就是说，透镜主体 1 是由高度逐级递减的长方体依次排列形成的，每个长方体作为一个台阶，每个长方体宽度相等，等于透镜主体 1 的宽度。相邻两个长方体在由宽和高组成的面上重合，在其中一个长和宽组成的面上对齐。所有长方体均在一个长和宽组成的面上对齐，在另一个长和宽组成的面上形成台阶状。

在透镜主体 1 的每个台阶内透镜单元 3 构成的透镜组合的焦距相等，在不同高度的台阶内的透镜单元 3 个数可以相等或不等。由于每个台阶高度不同，使不同台阶内的透镜单元 3 高度也就是空气腔 2 的高度不同，从而使得不同台阶构成的组合透镜焦距不同。上述组合透镜可变焦距的尺寸大于透镜主体的长度。该透镜可以连续变焦也可以离散变焦。

如图 2 所示，本实用新型变焦距 X 射线组合透镜的透镜主体 1 是在长方体的一侧形成台阶构成的。每个台阶的宽度均为  $W$ ， $L_1$  和  $H_1$  对应第一个台阶的长和高， $L_2$  和  $H_1+H_2$  对应第二个台阶的长和高， $L_3$  和  $H_1+H_2+H_3$  对应第三个台阶的长和高， $L_4$  和  $H_1+H_2+H_3+H_4$  对应第四个台阶的长和高， $L_5$  和  $H_1+H_2+H_3+H_4+H_5$  对应第五个台阶的长和高。在透镜主体 1 的上表面 5 与下表面 6 之间，开有纵向的与上下表面垂直的一组空气腔 2。每个空气腔 2 之间是等距的。相邻两个空气腔 2 之间存在间隙 4，使相邻的两个空气腔 2 形成凹面型透镜单元 3，如图 3 所示，这些透镜单元 3 构成组合透镜。在不同台阶内的组合透镜焦距是变化的，也就是说在透镜主体 1 的不同台阶内组合透镜焦距是变化的。

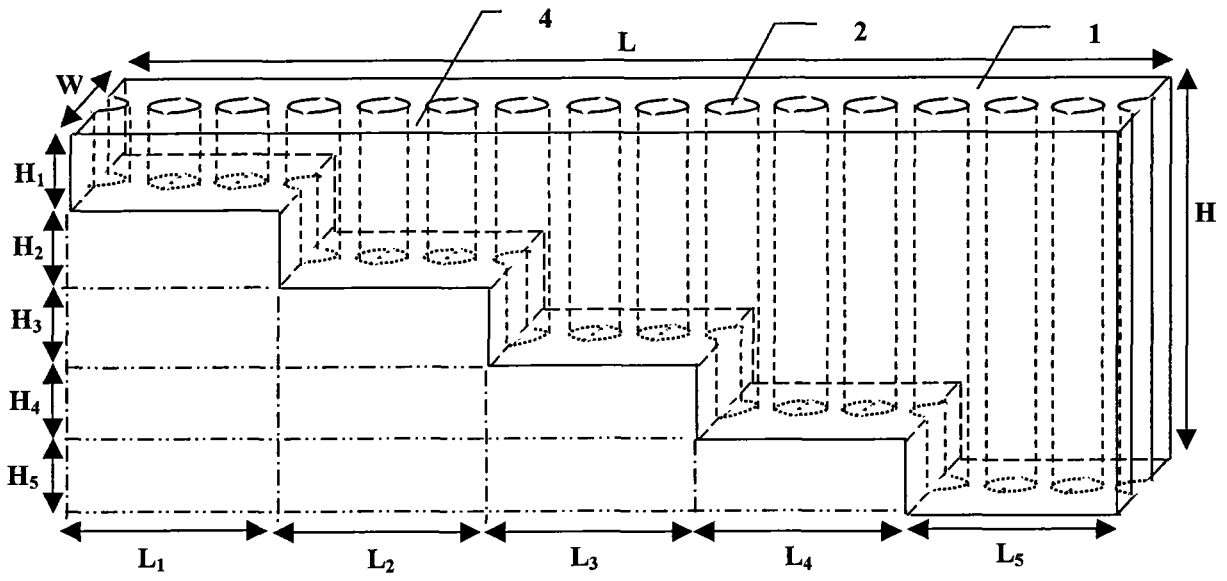


图 1

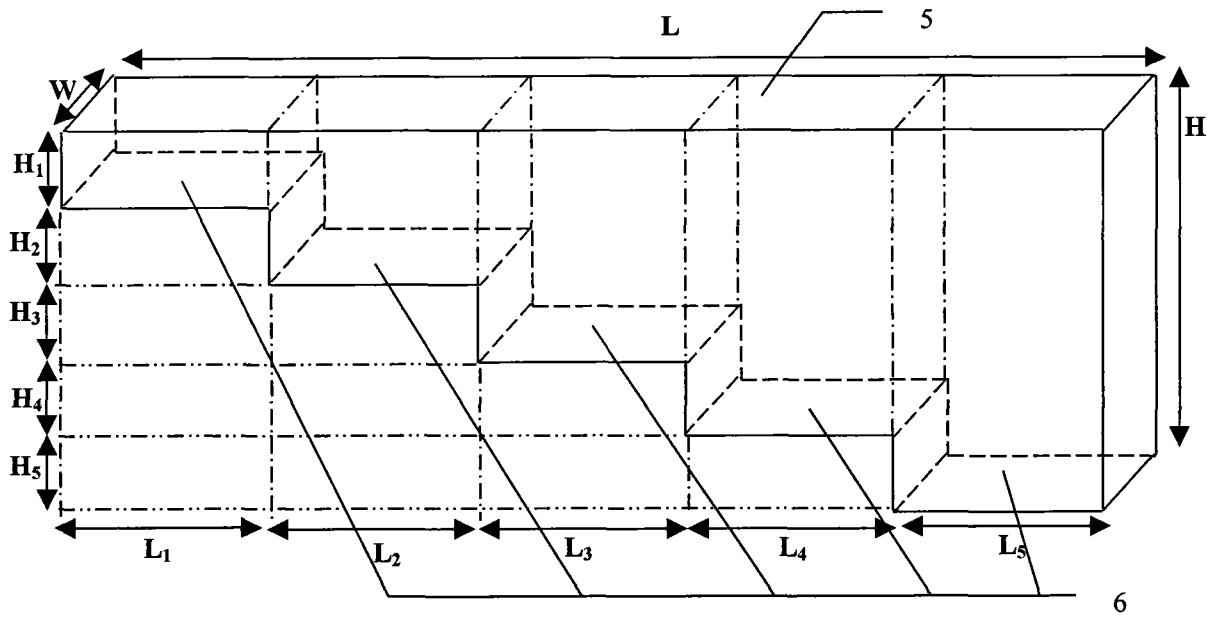


图 2

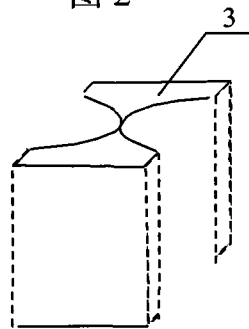


图 3