



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104819719 B

(45)授权公告日 2017.06.27

(21)申请号 201510167263.6

审查员 董丹丹

(22)申请日 2015.04.10

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104819719 A

(43)申请公布日 2015.08.05

(73)专利权人 北京空间机电研究所

地址 100076 北京市丰台区南大红门路1号
9201信箱5分箱

(72)发明人 苏云 张月 郭崇岭 阮宁娟

李维 李岩 王超 董龙

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 陈鹏

(51)Int.Cl.

G01C 21/24(2006.01)

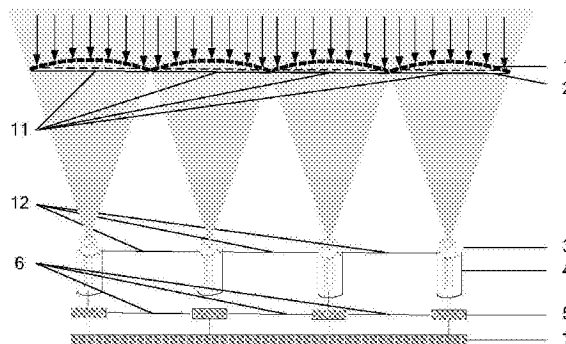
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种面向X-ray脉冲星导航定位的探测器系统

(57)摘要

一种面向X-ray脉冲星导航定位的探测器系统,包括M行N列矩阵排布的探测器模块、焦面电路板(5)和信号电路板(7),M和N均为正整数。探测器模块包括曲面MPO镜头(1)和Si探测器(3),Si探测器(3)位于曲面MPO镜头(1)的球心处并且同光轴,焦面电路板(5)对应一个或者多个探测器模块。来自脉冲星的X射线入射至曲面MPO镜头(1),然后汇聚到Si探测器(3)上,Si探测器(3)将X射线光子转换成电子,焦面电路板(5)将Si探测器(3)上的电子转化为电信号,信号电路板(7)将各路电信号进行整形、放大和AD转换,然后输出给图像采集设备。本发明可根据探测面积或信噪比需求对模块进行拼接,对视场内的X射线进行有效探测。



1. 一种面向X-ray脉冲星导航定位的探测器系统,其特征在于:包括M行N列矩阵排布的探测器模块、焦面电路板(5)、信号电路板(7),M和N均为正整数;所述的探测器模块包括曲面MPO镜头(1)和Si探测器(3),其中Si探测器(3)位于曲面MPO镜头(1)的球心处,与曲面MPO镜头(1)同光轴,焦面电路板(5)对应一个或者多个探测器模块;来自脉冲星的X射线入射至曲面MPO镜头(1),然后汇聚到位于曲面MPO镜头(1)球心处的Si探测器(3)上,Si探测器(3)将X射线光子转换成电子,焦面电路板(5)将Si探测器(3)上的电子转化为电信号并送至信号电路板(7),信号电路板(7)将焦面电路板(5)输出的各路电信号进行整形、两级放大和AD转换,并将量化后的信号输出给图像采集设备;所述的曲面MPO镜头(1)通过曲面MPO镜头基座(2)进行支撑和固定,曲面MPO镜头基座(2)为一个带有沉台的镜框,镜框上部覆有镜框盖,沉台的上表面和镜框盖的下表面均为球面并且曲率半径与曲面MPO镜头(1)相同,曲面MPO镜头(1)的边缘与曲面MPO镜头基座(2)的结合部用胶粘结。

2. 根据权利要求1所述的一种面向X-ray脉冲星导航定位的探测器系统,其特征在于:所述的曲面MPO镜头(1)为Photonis铅铋玻璃,外形为球面,球面的中间为微孔阵列。

3. 根据权利要求1或2所述的一种面向X-ray脉冲星导航定位的探测器系统,其特征在于:所述的Si探测器(3)通过Si探测器基座(4)进行支撑和固定,Si探测器(3)与Si探测器基座(4)的结合部用胶粘结。

一种面向X-ray脉冲星导航定位的探测器系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种可根据探测面积或信噪比需求对探测模块进行任意拼接,对视场内的X射线进行有效探测的探测器系统。

背景技术

[0002] 基于X射线脉冲星的航天器空间导航定位(X-ray Pulsar-based Navigation, XPNV)利用确定的脉冲星空间位置和高度稳定的脉冲信号对航天器进行导航定位,是一种新的天文自主导航定位技术。由其原理可知,如何探测并获取准确的波形是X射线脉冲星导航系统的核心难题。

[0003] 美国的“XNAV计划”和欧空局的“深空探测器脉冲星导航研究计划”均采用微孔径光学系统聚焦来自脉冲星的X射线,该光学系统具有体积小、质量轻等诸多优点,同时可以高效抑制背景杂散X射线,提高信噪比,是目前X射线探测载荷的首选光学系统。但国外均采用了单个曲面MPO镜头形式,受加工水平等方面的限制,单个曲面MPO镜头口径尺寸受限,探测面积极为有限。

发明内容

[0004] 本发明解决的技术问题是:克服现有技术的不足,提供了一种可在探测面积需求下准确探测X射线脉冲周期波形的探测器模块,可实现对航天器进行自主导航定位。

[0005] 本发明的技术解决方案是:一种面向X-ray脉冲星导航定位的探测器系统,包括M行N列矩阵排布的探测器模块、焦面电路板、信号电路板,M和N均为正整数;所述的探测器模块包括曲面MPO镜头和Si探测器,其中Si探测器位于曲面MPO镜头的球心处,与曲面MPO镜头同光轴,焦面电路板对应一个或者多个探测器模块;来自脉冲星的X射线入射至曲面MPO镜头,然后汇聚到位于曲面MPO镜头球心处的Si探测器上,Si探测器将X射线光子转换成电子,焦面电路板将Si探测器上的电子转化为电信号并送至信号电路板,信号电路板将焦面电路板输出的各路电信号进行整形、两级放大和AD转换,并将量化后的信号输出给图像采集设备。

[0006] 所述的曲面MPO镜头为Photonis铅铋玻璃,外形为球面,球面的中间为微孔阵列。

[0007] 所述的曲面MPO镜头通过曲面MPO镜头基座进行支撑和固定,曲面MPO镜头基座为一个带有沉台的镜框,镜框上部覆有镜框盖,沉台的上表面和镜框盖的下表面均为球面并且曲率半径与曲面MPO镜头相同,曲面MPO镜头的边缘与曲面MPO镜头基座的结合部用胶粘结。

[0008] 所述的Si探测器通过Si探测器基座进行支撑和固定,Si探测器与Si探测器基座的结合部用胶粘结。

[0009] 本发明与现有技术相比的优点在于:

[0010] (1) 本发明采用了单个曲面MPO镜头、单个Si探测器、单套焦面电路的模块化设计,使得针对不同脉冲星发射X射线探测的系统变得简便实用;

[0011] (2) 本发明采用了简洁实用的模块化设计,可根据探测面积要求,对单模块进行任意数量、任意排列组合形式的拼接。同时结构紧凑、重量轻,可有效探测并获取准确的来自脉冲星的X射线波形,可实现对航天器进行自主导航定位;

[0012] (3) 本发明采用多曲面MPO镜头拼接型X射线探测,能够大幅抑制宇宙背景噪声、卫星所处轨道的高能粒子噪声,有效提升探测信号的信噪比,有利于以最短探测时间实现高TOA测量精度;

[0013] (4) 信号电路板采用两级放大的信号处理技术,能够准确提取X光子到达时间,且能够实现较高光子谱段识别精度。

附图说明

[0014] 图1为本发明单个探测器模块构成示意图;

[0015] 图2为本发明四探测器模块拼接示意图;

[0016] 图3为本发明曲面MPO镜头封装示意图;

[0017] 图4为本发明Si探测器封装示意图;

[0018] 图5为本发明 2×4 曲面MPO模块拼接示意图;

[0019] 图6为本发明 2×4 Si探测器模块拼接示意图;

[0020] 图7为本发明 2×4 模块拼接总示意图;

[0021] 图8为曲面MPO镜头的大小D与系统焦距F和曲面MPO的曲率半径R之间的关系图。

具体实施方式

[0022] 采用曲面微孔光学阵列(Array of Micro-Pore Optics,MPO)作为聚焦光学系统,可将来自于脉冲星的X射线聚焦到非成像探测器上,同时可实现X射线光学系统轻量化。

[0023] 曲面MPO镜头是一种具有微细结构的曲面汇聚装置,尺寸小、重量小。在MPO微通道内利用掠入射原理实现X射线传输方向的偏转,进而汇聚,对于一定能量范围的光子可以通过准确设计MPO弯曲程度消除背景杂散光,提高探测信噪比。同时,Si探测器具有高响应时间,可保证系统具有高时间分辨率,这可以为探测X射线脉冲周期波形提供有力保证。

[0024] 曲面MPO镜头由许多排列在球面上的微小矩形元胞组成,每个小立方体都处在同一个球面之上,通过其相互垂直的两个反射面各发生一次反射的光线将会聚焦在焦点处。只经过内壁发生一次反射的光线将会会聚成一条线,最后在像面上形成渐缩的十字线背景。

[0025] 如图8所示,曲面MPO镜头的大小D与系统焦距F和曲面MPO的曲率半径R相关,由于系统焦距F需在合理范围内,故曲面MPO镜头尺寸受限,探测面积受限,进入曲面MPO镜头的光线较少信号较弱,采用多曲面MPO镜头拼接方法可以解决在一定焦距范围内,增加探测面积和提高信噪比的矛盾。

[0026] 本发明的单个探测器模块如图1所示,主要包括曲面MPO镜头1、曲面MPO镜头基座2、Si探测器3、Si探测器基座4、焦面电路板5、信号电路板7,其中曲面MPO镜头1和曲面MPO镜头基座2一同构成曲面MPO镜头组件9,Si探测器3和Si探测器基座4一同构成Si探测器组件10。曲面MPO镜头基座2用于固定、限位曲面MPO镜头1,Si探测器基座4用于固定、限位Si探测器3。

[0027] 来自脉冲星的X射线入射至曲面MP0镜头1,汇聚到位于曲面MP0镜头1球心处的Si探测器3上。Si探测器3将X射线光子转换成电子,焦面电路板5将电子转化为电信号,信号处理板7将焦面电路板5输出的电信号进行整形和放大。信号电路板7采用两级放大的信号处理技术,能够准确提取X光子到达时间,且能够实现较高光子谱段识别精度。

[0028] 曲面MP0镜头1为Photonis铅铋玻璃,外形为球面;曲面MP0镜头中间为微孔阵列。

[0029] Si探测器3就是雪崩型式半导体探测器

[0030] 曲面MP0镜头1与曲面MP0镜头基座2、Si探测器3、Si探测器基座4、焦面电路板5一起封装后,可作为单个模块,进行任意阵列形式的组合排列。组合排列后的配有信号处理板5的多模块探测阵列可对来自脉冲星的X射线进行有效探测。

[0031] 采用本发明的单个探测模块构成的四探测器系统如图2所示,曲面MP0镜头1可借助曲面MP0镜头基座2与其他封装了曲面MP0镜头1的曲面MP0镜头基座2进行任意数量、任意排列组合形式的拼接,拼接后的多个曲面MP0镜头组件9需要有多曲面MP0镜头组件定位框11进行固定、限位。Si探测器3可借助Si探测器基座4与其他封装了Si探测器3的Si探测器基座4进行1×4拼接,拼接后的多个Si探测器基座4需要有多Si探测器组件定位框12进行固定、限位。焦面电路板5与Si探测器3可一一对应,一块焦面电路板5也可与某数量Si探测器3对应,与某数量Si探测器3对应的焦面电路板5可作为焦面电路模块6,根据实际需求进行任意数量、任意排列组合形式的拼接。焦面电路板5采用标准化设计,将对应通道输入的光信号进行光电转换和模拟信号放大,通过同轴电缆与信号处理板7连接。信号处理板7采用标准化设计,将接收到的模拟信号进行AD量化,脉冲信号经过AD量化和高频采样,通过FPGA检索脉冲峰值信号,得到精确的幅值信息和时间信息,通过实时记录卫星GPS时间和原子钟秒脉冲信号,解决时钟漂移问题,通过在线配置阈值实现遥控数字滤波功能,输出数字数据格式中包括GPS时间、本地计时、整秒时刻、幅值信息,从而实现X射线脉冲信号探测。

[0032] 实际中,每个曲面MP0镜头1对应一个Si探测器3。可根据探测需求选择拼接的模块数量,选定曲面MP0镜头1的数量(即Si探测器3的数量)后,再设计统一的焦面电路板5、信号处理板7。

[0033] 本发明的曲面MP0镜头1与曲面MP0镜头基座2封装模块如图3所示,曲面MP0镜头基座2由带有沉台的镜框和镜框盖组成。单片曲面MP0镜头1采用装框胶粘的封装方式,曲面MP0镜头1装在一个带有沉台的镜框中,镜框上部覆有镜框盖。镜框沉台的上表面和镜框盖的下表面均为球面,曲率半径与曲面MP0镜头1相同,并留有一定间隙,曲面MP0镜头1侧边与结构件间同样留有间隙,便于后期用胶垫和胶粘的方式固定。

[0034] 本发明的Si探测器3与Si探测器基座4封装模块如图4所示,利用粘接的方式将Si探测器3粘接在配做的Si探测器基座4中,Si探测器基座4边缘上布有装调装置13,用来实现探测器调焦。通过加紧或放松装调装置13可使Si探测器基座4轻微倾斜,从而调整Si探测器3的位置,以实现调焦。

[0035] 本发明的封装了曲面MP0镜头1的曲面MP0镜头基座2模块2×4拼接如图5所示,将2×4个同样的曲面MP0镜头组件9进行排列,并将其固定在多曲面MP0镜头组件定位框11中。

[0036] 本发明的封装了Si探测器3的Si探测器基座4模块2×4拼接如图6所示,探测器同样为2×4的排列形式,每个Si探测器3与其对应的曲面MP0镜头1同光轴,并将Si探测器组件10固定在多Si探测器组件定位框12中。焦面电路板5、信号电路板7、控制电路板8放置在位

于多Si探测器组件定位框12底部,可利用电路盒进行封装。

[0037] 本发明的2×4模块拼接总图如图7所示,多曲面MPO镜头组件定位框11与多Si探测器组件定位框12通过支架进行连接。

[0038] 本发明说明书中未作详细描述的内容属本领域技术人员的公知技术。

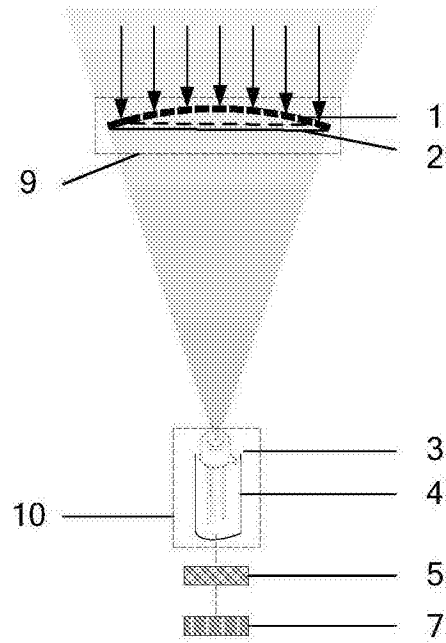


图1

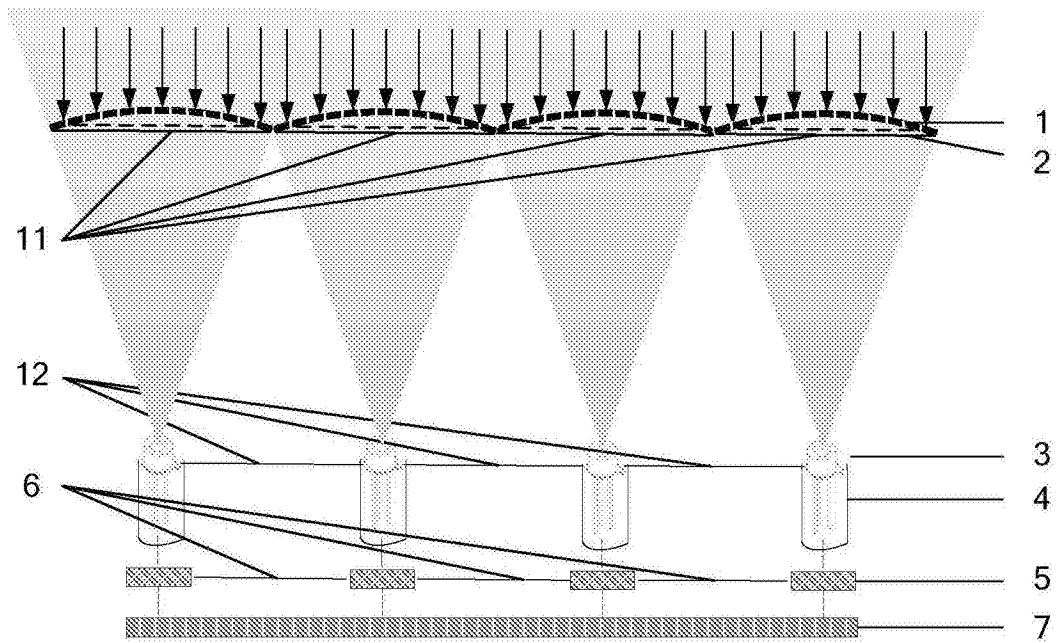


图2

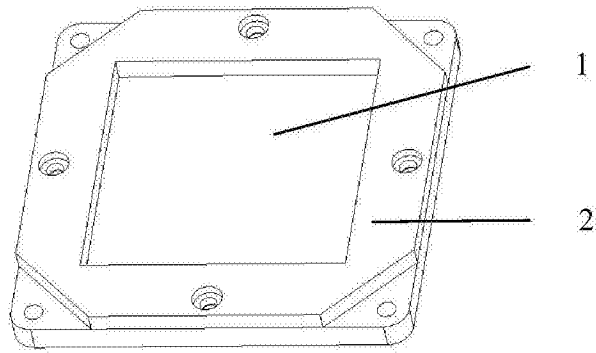


图3

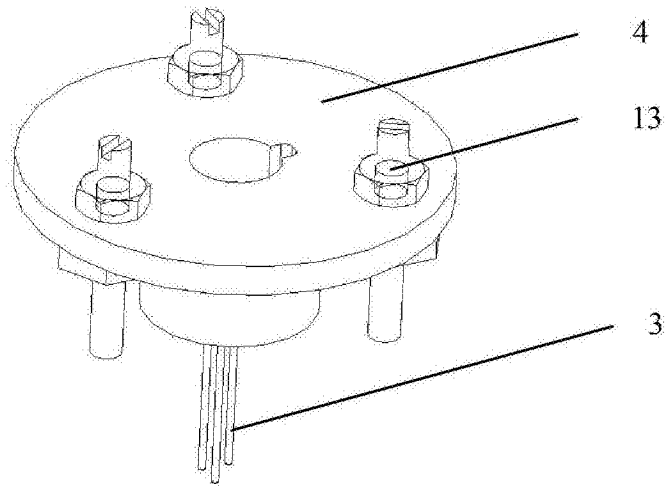


图4

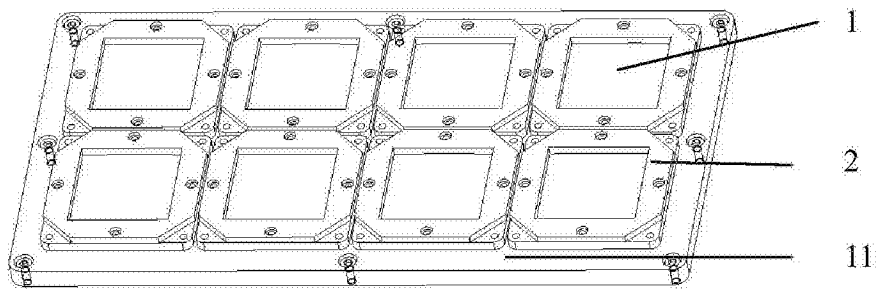


图5

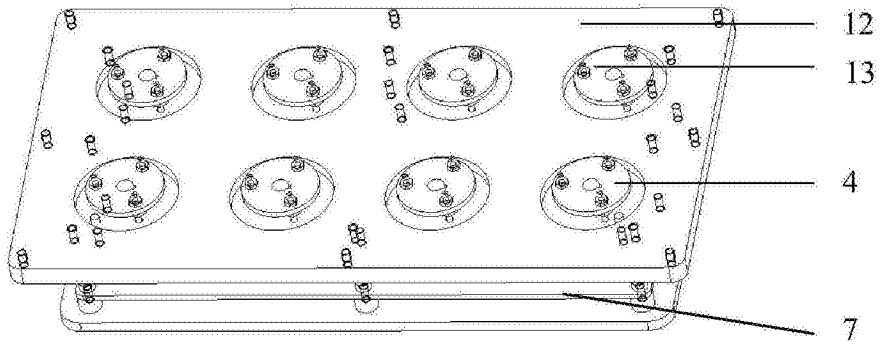


图6

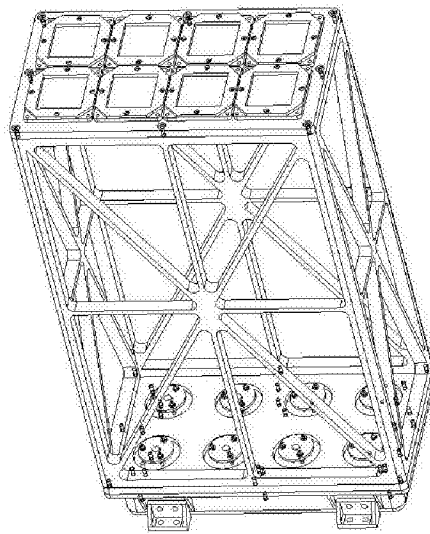


图7

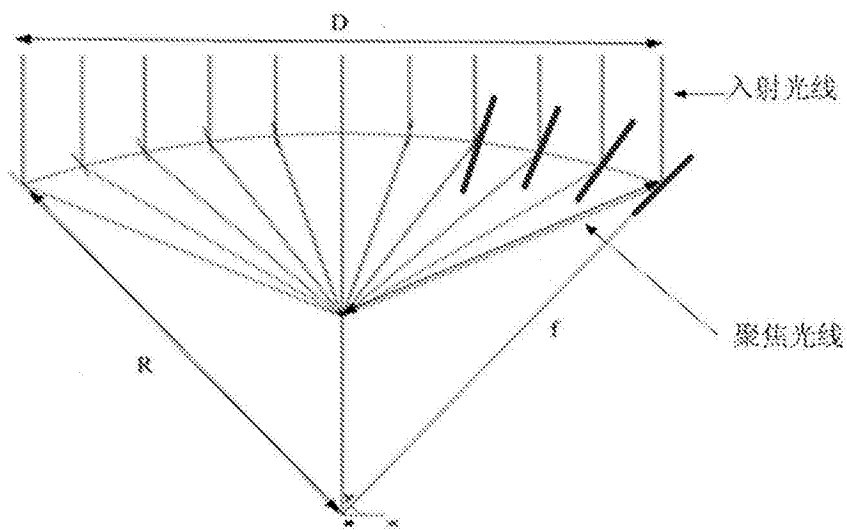


图8