



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106610501 B

(45)授权公告日 2019.01.25

(21)申请号 201510698946.4
 (22)申请日 2015.10.26
 (65)同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 106610501 A
 (43)申请公布日 2017.05.03
 (73)专利权人 中国科学院国家空间科学中心
 地址 100190 北京市海淀区中关村南二条1号
 (72)发明人 杨垂柏 张坤毅 曹光伟 张斌全
 孔令高 荆涛
 (74)专利代理机构 北京方安思达知识产权代理有限公司 11472
 代理人 王宇杨 吕爱霞
 (51)Int.Cl.
 G01T 3/08(2006.01)
 G01T 7/00(2006.01)
 (56)对比文件
 CN 104733069 A,2015.06.24,

CN 2417470 Y,2001.01.31,
 US 3435214 A,1969.03.25,
 Charles C.Curtis et al..Coded-aperture devices for viewing extended objects from space.《Instrumentation for Magnetospheric imagery》.1992,第1744卷
 Susan McKenna-Lawlor et al..The energetic NeUtral Atom Detector Unit (NUADU)for China"s Double Star Mission and its calibration.《Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A》.2004,第530卷
 杨垂柏 等.空间中性质子成像应用及发展.《真空与低温》.2015,第21卷(第3期),
 S.Mckenna-Lawlor et al..The NUADU experimental on TC-2 and the first Energetic Neutral Atom(ENA)images recorded by this instrument.《Annales Geophysicae》.2005,第23卷

审查员 周桂芳

权利要求书2页 说明书4页 附图3页

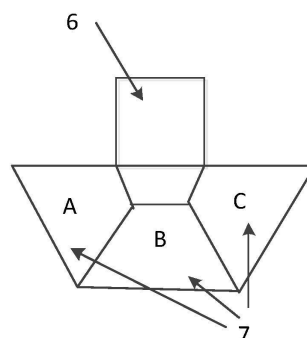
(54)发明名称

一种紧凑型推扫式的地球空间中性原子观测装置

(57)摘要

本发明的一种紧凑型推扫式空间中性原子观测装置,包括有电子学部分和若干个沿圆周向分布的成像单元,成像单元共同构成180度的视场;该成像单元包括:准直器、偏转电极板、半导体传感器、调制栅网及防静电栅网,所述的防静电栅网、准直器、编码调制板、偏转电极板及阵列传感器由上至下依次连接,所述的阵列传感器和编码调制板平行设置,所述的偏转电极板成对平行排列于半导体传感器和调制栅网之间,且该偏转电极板与调制栅网、阵列传感器垂直;所述准直器用于限定中性原子的空间测量范围;所述编码调制板用于限制空间测量范围内的中性原子进行透过;所述偏转电极板用于偏转过滤所述空

间测量范围内的带电粒子。



CN 106610501 B

1. 一种紧凑型推扫式空间中性原子观测装置,其特征在于,所述装置包括:电子学部分和若干个沿圆周向分布的成像单元;

两个以上成像单元共同构成180度的一维视场;且所述成像单元进一步包括:用于限定中性原子的空间测量范围的准直器、用于限制空间测量范围内的中性原子进行透过的偏转电极板、用于收集空间测量范围内的过滤掉了带电粒子的中性原子的半导体传感器、编码调制板、调制栅网及用于防止成像单元内静电高压泄漏的防静电栅网;

所述的防静电栅网、准直器、编码调制板、偏转电极板及半导体传感器由上至下依次连接,所述的半导体传感器和编码调制板平行设置,所述的偏转电极板成对平行排列于半导体传感器和调制栅网之间,且该偏转电极板与调制栅网、半导体传感器垂直。

2. 根据权利要求1所述的紧凑型推扫式空间中性原子观测装置,其特征在于,所述的偏转电极板采用低序数金属材料制成。

3. 根据权利要求1所述的紧凑型推扫式空间中性原子观测装置,其特征在于,所述的调制栅网采用铜金属材料制成,且该调制栅网采用符合余弦或正弦规律的“遮挡-空隙”栅网结构。

4. 根据权利要求1所述的紧凑型推扫式空间中性原子观测装置,其特征在于,所述防静电栅网、调制栅网及半导体传感器之间平行度不小于30度。

5. 根据权利要求1所述的紧凑型推扫式空间中性原子观测装置,其特征在于,所述的半导体传感器为半导体阵列传感器,所述半导体阵列传感器采用一维像素型传感器,该像素型传感器上的每个像素点独立输出信号。

6. 根据权利要求1所述的紧凑型推扫式空间中性原子观测装置,其特征在于,所述的半导体传感器采用硅质传感器,或采用金刚石质传感器。

7. 根据权利要求5所述的紧凑型推扫式空间中性原子观测装置,其特征在于,所述半导体阵列传感器中的每个像素灵敏面积不小于 $1\text{mm} \times 1\text{mm}$,且所有像素特性保持一致,不同像素的灵敏面积差别小于50%。

8. 根据权利要求1所述的紧凑型推扫式空间中性原子观测装置,其特征在于,所述电子学部分包括ASIC单元和FPGA电路:

所述ASIC单元进一步包含:

主放大器,用于将一路成形电路输出的信号或两路成形电路输出的信号经过相加电路后输出的信号进行放大;

峰保电路,用于对每个主放大器放大后的信号分别进行脉冲峰值保持;

A/D采集电路,用于对峰值保持后的信号进行模数转换;

所述FPGA电路,用于将所有的A/D采集电路得到的数字信号进行幅度分析和数据处理,其中不同的幅度代表着高能中性原子不同沉积能量。

9. 根据权利要求1所述的紧凑型推扫式空间中性原子观测装置,其特征在于,所述观测装置还包含卫星接口电路,用于与卫星总线进行数据通信。

10. 根据权利要求1所述的紧凑型推扫式空间中性原子观测装置,其特征在于,所述的调制栅网采用铜质材料制成,其厚度不小于0.1mm,不大于5mm;

所述的调制栅网与半导体传感器的间距为不小于10mm;

所述的防静电栅网采用金属材质制成,其厚度不大于1mm;

所述观测装置电子学部分安装在卫星蒙皮以内,仅成像单元部分通过蒙皮开口伸出。

一种紧凑型推扫式的地球空间中性原子观测装置

技术领域

[0001] 本发明涉及空间探测技术领域,尤其涉及一种地球空间中性原子观测的卫星搭载装置。

背景技术

[0002] 空间环境科学研究进展表明空间天气变化,尤其是磁层亚暴和磁暴,呈全球演化特征。卫星局地空间的等离子体探测只反映了卫星所经过区域的物理特性,且同时具有空间变化和时间变化因素,因此,卫星局地空间的等离子体探测很难满足对空间等离子体全球时、空演化物理特征的空间探测需求。针对粒子响应能段和特定空间区域,开发具有遥测功能的粒子探测技术是开展空间物理研究和空间天气环境监测的迫切要求。

[0003] 空间中性原子遥感是近年来应用于空间粒子探测的一种高新技术,是目前对空间等离子体和中能粒子分布进行可视化遥感的唯一途径。由于中性原子的空间分布和通量变化与地磁活动密切相关,中性原子成像探测包含了等离子体空间分布信息和时间演化过程,可以满足磁暴期间对全球等离子体背景演化过程的空间探测需求,该中性原子成像探测技术将成为未来空间天气环境监测的重要技术。

[0004] 目前中性原子成像仪均采用机械分隔不同方向,而后进行各个像素独立成像的方法进行测量。这种测量方法由于需要机械分隔,因此存在着方向分辨率较低和体积较大的问题,限制了在卫星上的搭载应用。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于,为解决现有的中性原子成像仪器存在着空间分辨率较低的技术问题,本发明提供了一种紧凑型推扫式的空间中性原子观测装置。

[0006] 本发明的技术方案利用该装置可以在提高成像空间分辨率和时间分辨率的需求下采用调制栅网对空间各个方向的粒子流强度进行调制,而后在明确调制栅网、偏转电极及传感器组合结构的参数下,可以在与基于机械分隔测量法的中性原子成像仪相同重量和体积下,获得更好的空间分辨率和时间分辨率。

[0007] 为实现上述目的,本发明提出了一种紧凑型推扫式空间中性原子观测装置,所述装置包括:电子学部分和若干个沿圆周向分布的成像单元;

[0008] 所述两个以上成像单元共同构成180度的一维视场;且所述成像单元进一步包括:用于限定中性原子的空间测量范围的准直器、用于限制空间测量范围内的中性原子进行透过的偏转电极板、用于偏转过滤空间测量范围内的带电粒子的半导体传感器、编码调制板、调制栅网及用于防止成像单元内静电高压泄漏的防静电栅网;

[0009] 所述的防静电栅网、准直器、编码调制板、偏转电极板及半导体传感器由上至下依次连接(以成像单元的开口方向为上),所述的半导体传感器和编码调制板平行设置,所述的偏转电极板成对平行排列于半导体传感器和调制栅网之间,且该偏转电极板与调制栅网、阵列传感器垂直。

- [0010] 可选的,所述的偏转电极板采用低序数金属材料制成。
- [0011] 所述的调制栅网采用铜金属材料制成,且该调制板采用符合余弦或正弦规律的“遮挡-空隙”栅网结构。
- [0012] 所述防静电栅网、调制栅网及半导体传感器之间平行度不小于30度。
- [0013] 所述的半导体传感器为半导体阵列传感器,所述半导体阵列传感器采用一维像素型传感器,该像素型传感器上的每个像素点独立输出信号。
- [0014] 所述的阵列传感器采用硅质传感器,或采用金刚石质传感器。
- [0015] 所述阵列传感器中的每个像素灵敏面积不小于 $1\text{mm} \times 1\text{mm}$,且所有像素特性保持一致,不同像素的灵敏面积差别小于50%。
- [0016] 所述电子学部件包括ASIC单元和FPGA电路:
- [0017] 所述ASIC单元进一步包含:主放大器,用于将一路成形电路输出的信号或两路成形电路输出的信号经过相加电路后输出的信号进行放大;峰保电路,用于对每个主放大器放大后的信号分别进行脉冲峰值保持;A/D采集电路,用于对峰值保持后的信号进行模数转换;
- [0018] 所述FPGA电路,用于将所有的A/D采集电路得到的数字信号进行幅度分析和数据处理,其中不同的幅度代表着高能质子不同沉积能量。
- [0019] 所述观测装置还包含卫星接口电路,用于与卫星总线进行数据通信。
- [0020] 所述的调制栅网采用铜质材料制成,其厚度不小于0.1mm,不大于5mm;所述的调制栅网与阵列传感器的间距为不小于10mm;所述的防静电栅网采用金属材质制成,其厚度不大于1mm;所述观测装置电子学箱安装在卫星蒙皮以内,仅成像单元部分通过蒙皮开口伸出。
- [0021] 本发明的一种紧凑型推扫式的空间中性原子观测方法及装置的优点在于:
- [0022] 本发明的空间中性原子观测装置在有限空间内减少了隔离部件,实现更多空间作为光路利用,从而提高了空间分辨率;并且在每个半导体传感器像素上都可以接收各个方向的粒子,将现有的每个像素独享一个准直器的结构改进为所有的像素共享一个准直器,提高了粒子的利用率,降低了空间粒子的损失比例,从而提高了时间分辨率。观测装置可以安装在自旋控制卫星或三轴稳定控制卫星。

附图说明

- [0023] 图1为本发明的一种空间中性原子观测方法示意图;
- [0024] 图2为垂直于图1朝向观测在地球轨道对地球上空区域空间观测的推扫式轨迹示意图;
- [0025] 图3为空间中性原子成像装置示意图;
- [0026] 图4为本发明中的成像单元结构立式剖面图;
- [0027] 图5为沿图4中A-A方向的截面视图;
- [0028] 图6为本发明的一种空间中性原子成像装置的防静电栅网示意图;
- [0029] 图7为本发明的一种空间中性原子成像装置中的编码调制板结构示意图;
- [0030] 图8为本发明的一种空间中性原子成像装置中的像素型半导体传感器结构示意图;

[0031] 图9为利用本发明的空间中中性原子观测装置的电气示意图。

[0032] 附图标记

[0033]	1、卫星	2、观测装置	3、中性原子
[0034]	4、地球磁场	5、卫星轨迹	6、电子学箱
[0035]	7、成像单元	8、阵列传感器	9、调制栅网
[0036]	10、防静电栅网	11、偏转电极板和准直器	12、ASIC单元

具体实施方式

[0037] 下面结合附图和实施例对本发明所述的一种空间中中性原子成像装置进行详细说明。

[0038] 如图1和图2所示,本发明的一种地球空间中中性原子观测方法及装置在地球轨道运行轨迹示意图,搭载在卫星1上的观测装置2运行在地球轨道上对地球上空的空间中性原子3进行探测。

[0039] 如图3所示,本发明的一种空间中中性原子观测装置,所述的观测装置包括电子学箱6和若干个成像单元7,成像单元7共同构成180度视场,在本实施例中,通过3个成像单元7构成180度视场,每个成像单元7覆盖60度。如图4和图5所述成像单元7由准直器及偏转电极板11、调制栅网9、防静电栅网10及阵列传感器8构成,所述的准直器、编码调制板、偏转电极板及阵列传感器由上至下依次连接,所述的阵列传感器、防静电栅网、阵列传感器平行设置,所述的偏转电极板成对平行排列于阵列传感器和调制栅网之间,且该偏转电极板与调制栅网垂直;所述准直器由一对准直器壁板构成,以限制粒子来流方向;两块偏转电极板平行以保证电场均匀,其间距为10mm,且在偏转电极板之间的间隙采用聚四氟乙烯材料填充隔离;所述阵列传感器为像素型硅质半导体传感器,采用离子注入型硅传感器从而尽可能的降低传感器的噪声;所述调制栅网与阵列传感器之间保证平行,两者的间距为210mm。所述防静电栅网防止成像单元内静电高压泄漏。

[0040] 如图5、6、7及8所示,根据地球空间中中性原子观测所测量的中性原子范围需达到300keV的要求,所述观测装置的成像单元的偏转电极板长度可为210mm,该偏转电极板之间的间隔为10mm,以实现对于300keV以下能量带电粒子进行偏转。所述观测装置中调制栅网的栅网厚度为0.5mm,以实现对于300keV以下能量的粒子进行阻挡调制。所述观测装置中防静电栅网的栅网厚度为0.01mm,透过率为95%,以实现静电泄露阻止并尽可能少的干扰空间中中性原子飞行。

[0041] 在基于上述空间中中性原子成像装置,所述的调制栅网可采用“遮挡-缝隙”周期性栅网结构。当该成像装置工作时,来自空间中低于300keV的粒子会在栅网的某些位置被遮挡,而有的位置会从“缝隙”穿透而被传感器接收到,实现编码调制板3的调制作用。

[0042] 另外,为了降低带电粒子由于偏转碰撞电极板表面或穿过程与极板材料的作用产物过于复杂,所述偏转电极板可采用低原子序数材料制成,如采用航天铝材制成,从而降低带电粒子发生碰撞的概率。

[0043] 在基于上述空间中中性原子观测装置,所述的偏转电极板之间构成平行空腔。当该偏转电极板工作时,相邻的两层偏转电极板加载电性相反的静电高压,在空腔内部形成垂直于偏转电极板的电场空间,使入射的带电粒子受到静电作用而发生偏转,而此时中性原

子不受到静电场作用,会以入射方向直接出射。

[0044] 图9所示为根据本发明的一个实施例的空间中性原子观测装置的电气实现原理框图,其中虚线中的各个部件构成该子探测装置。具体来说,此子探测装置的方向传感器包括3片阵列传感器8。空间中性原子穿过防静电栅网、调制栅网后进入阵列传感器8,在阵列传感器的不同像素内损失能量,于是在传感器的两侧电极激起电信号脉冲。分别利用前置放大器、成形电路、主放大器对阵列传感器的像素8-1、…、8-30产生的电信号进行放大和整形,最后再利用峰保电路获取变化峰值,并将获取的变化峰值送给A/D采集电路。其中前置放大器、成形电路、主放大器、峰保电路及A/D采集电路构成ASIC单元电路。A/D采集电路输出端与FPGA电路的输入端相连,FPGA电路对信号进行组合处理,而后FPGA电路通过卫星接口电路将该数据传送给卫星电子系统。

[0045] 最后所应说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,都不脱离本发明技术方案的精神和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

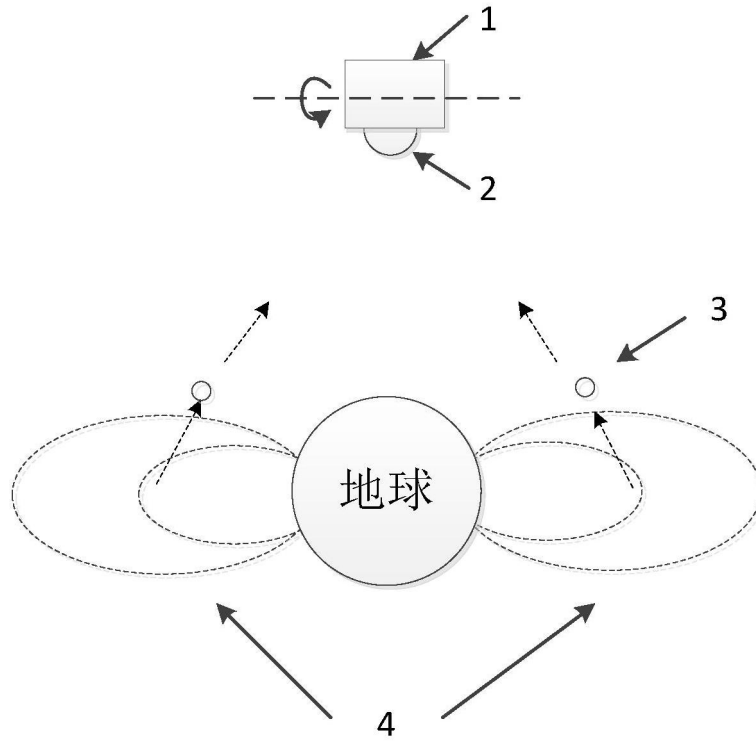


图1

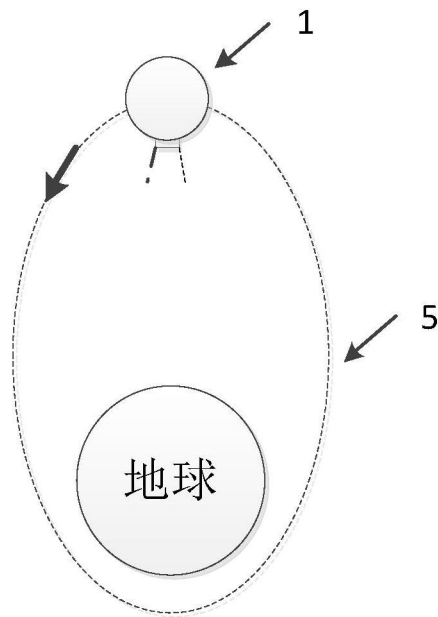


图2

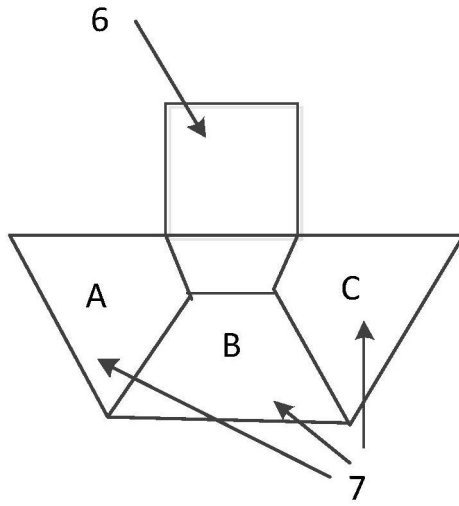


图3

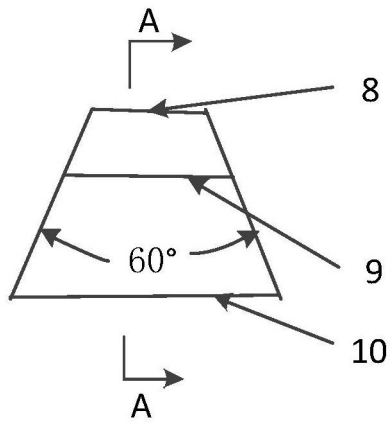


图4

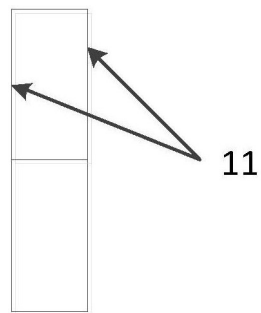


图5



图6

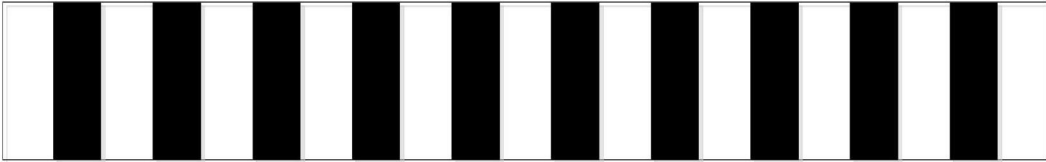


图7



图8

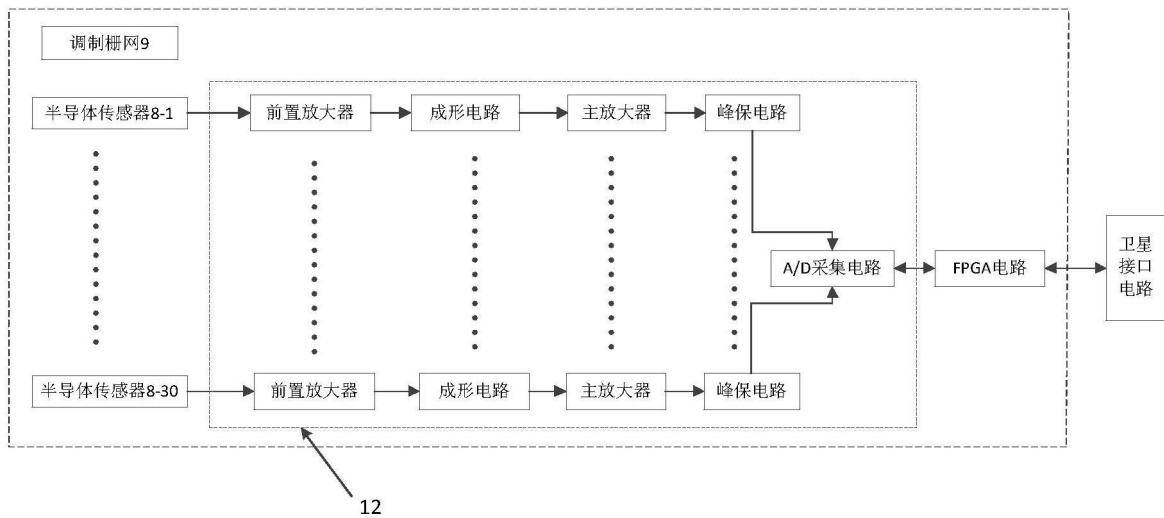


图9