(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102797656 A
(43)申请公布日 2012.11.28

(21)申请号 201210274094.2

(22)申请日 2012.08.03

(71)申请人 北京卫星环境工程研究所
地址 100094 北京市海淀区友谊路 104

(72)发明人 易忠 赵华 张超 孟立飞
姜海富 刘宇明 刘业楠 于兆吉

(51)Int.Cl.
*F03H 1/00*(2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54)发明名称

吸气式螺旋波电推进装置

(57)摘要

本发明公开了一种吸气式的螺旋波等离子体电推进装置，通过设置在装置前端的空间大气收集装置，收集该装置在轨运行中遇到的空间大气。空间大气收集装置末端与放电腔密封连接，装置所收集的空间大气进入到放电腔中，以螺旋波放电的方式电离，形成螺旋波等离子体。同时螺旋波等离子体收到磁约束装置作用，其周向运动动能逐渐转变为平行运动动能，在放电腔末端的装置喷口处喷出，为航天器提供推进力。与传统的携带燃料的电推进技术相比，吸气式的螺旋波等离子体电推进装置无需携带工质，可减轻航天器平台重量，并可以实现航天器在轨全寿命周期工作。

CN 102797656 A

1. 一种吸气式的螺旋波等离子体电推进装置，包括空间大气收集装置 (1)、放电腔 (2)、射频天线 (3)、磁约束装置 (4)、射频发生器 (5) 和喷口 (6)，空间大气收集装置 (1) 设置在随着在轨航天器向前推进的推进装置前端并随着在轨航天器的前进运动而收集空间大气，空间大气收集装置 (1) 与放电腔 (2) 的一端密封连接，空间大气收集装置 (1) 所收集的空间大气进入到放电腔 (2) 中，受到射频发生器 (5) 和射频天线 (3) 组成的射频放电装置作用，以螺旋波放电的方式电离，形成螺旋波等离子体，同时螺旋波等离子体受到磁约束装置的作用，其周向运动动能逐渐转变为平行运动动能，在放电腔末端的喷口 (6) 处喷出，为航天器提供推进力。

2. 如权利要求 1 所述的电推进装置，其中，所述空间大气收集装置为截面积逐渐缩小的空间大气收集装置。

3. 如权利要求 2 所述的电推进装置，其中，空间大气收集装置为喇叭型的空间大气收集装置。

4. 如权利要求 1 所述的电推进装置，其中，射频放电装置是以螺旋波放电方式电离空间大气。

5. 一种权利要求 1-4 任一项所述推进系统的用途，其中，将所述推进系统设置在航天器的侧方，利用轨道空间环境中的大气作为工质，经过螺旋波方式电离，螺旋波等离子体经磁约束装置调制喷出，来推进航天器的在轨运动。

# 吸气式螺旋波电推进装置

## 技术领域

[0001] 本发明涉及航天器推进及空间环境利用的技术领域，具体涉及一种吸气式螺旋波电推进装置。

## 背景技术

[0002] 作为先进的空间推进技术，电推进技术的研究及应用已经取得了巨大的成功。最著名的电推进技术应用如：NASA 在“深空一号”探测器上采用了氙离子发动机，欧空局发射的 SMART-1 探测器，采用霍尔电推进器，成功将航天器送入月球轨道。当前，霍尔推进器和离子推进器是电推进器的典型代表。近年来，螺旋波等离子体电推进器开始受到人们的关注。

[0003] 螺旋波等离子体电推进器具有体积小、重量轻、效率高、经济耐用等特点。2009 年分别由麻省理工学院和澳大利亚国立大学的科研人员独立提出螺旋波等离子体电推进器的概念。澳大利亚国立大学在 2009 年也研制螺旋波电双层等离子体推进器。螺旋波电双层等离子体推进器无活动部件、无放电电极及其他可能功能退化的部件。与等离子体喷焰相接触的是玻璃或陶瓷，可以耐受高温而不发生问题。欧洲阿斯特姆公司资助萨瑞大学与澳大利亚国立大学合作，将在近几年首次在 LEO 轨道上测试螺旋波等离子体电推进器的推进性能。

[0004] 螺旋波等离子体电推进器，通过磁喷嘴将等离子体以约 40km/s 的速度喷出，比化学推进器的比冲提高近一个量级。螺旋波等离子体推进器脱胎于美国宇航员张福林 (astronaut Franklin Chang-Diaz) 的变比冲磁化等离子体火箭的概念 (VASIMR)。小型螺旋波等离子体推进器是首个利用氮气作为工质的电推进器。氮气泵浦进缠绕线圈天线和磁铁的石英玻璃管，射频功率通过天线传输到氮气中并电离氮气。磁铁提高电离等离子体的密度并导引和加速等离子体喷出推进器。

[0005] 尽管螺旋波等离子体电推进器具有诸多优点，但与传统的化学推进和电推进一样，需要携带一定量的工质。这将占用航天器的平台重量，增加发射成本，同时制约了航天器的在轨运行寿命。

[0006] 因此，当前国际航天界正积极发展以空间环境利用为基础的各类推进技术。包括太阳帆、磁帆、磁发动机等都是利用空间环境中的光、电、磁等为基础发展而来的新技术。

## 发明内容

[0007] 因此，本发明解决是现有螺旋波等离子体电推进器需要携带燃料，而携带燃料将导致航天器发射重量加大，发射成本提升，同时航天器在轨寿命主要依赖于燃料携带数量从而导致航天器在轨寿命受限的问题。本发明通过利用提出一种吸气式的螺旋波等离子体电推进装置，从空间环境利用的角度出发，在现有螺旋波电推进装置前端加装空间大气收集装置，以空间大气取代现有螺旋波电推进器自身携带的气体工质。

[0008] 为了解决上述技术问题，本发明采用了如下的技术方案。

[0009] 一种吸气式的螺旋波等离子体电推进装置，包括空间大气收集装置、放电腔、射频天线、磁约束装置、射频发生器和喷口，空间大气收集装置设置在随着在轨航天器向前推进的推进装置前端并随着在轨航天器的前进运动而收集空间大气，空间大气收集装置与放电腔的一端密封连接，空间大气收集装置所收集的空间大气进入到放电腔中，受到射频发生器和射频天线组成的射频放电装置作用，以螺旋波放电的方式电离，形成螺旋波等离子体，同时螺旋波等离子体受到磁约束装置的作用，其周向运动动能逐渐转变为平行运动动能，在放电腔末端的喷口处喷出，为航天器提供推进力。

[0010] 进一步地，上述空间大气收集装置为截面积逐渐缩小的空间大气收集装置，优选为喇叭型的空间大气收集装置。

[0011] 进一步地，射频放电装置是以螺旋波放电方式电离空间大气。

[0012] 一种上述推进系统的用途，其中，将该推进系统设置在航天器的侧方，利用轨道空间环境中的大气作为工质，经过螺旋波方式电离，再经加速喷出磁约束装置来推进航天器的在轨运动。

[0013] 与现有螺旋波电推进装置相比，吸气式的螺旋波等离子体电推进装置无需携带工质，可显著降低推进装置重量，并可实现航天器在轨全寿命周期工作，具有巨大优势。

## 附图说明

[0014] 图 1 为本发明的吸气式的螺旋波等离子体电推进装置示意图。

[0015] 图中 :1- 空间大气收集装置 ;2- 放电腔 ;3- 射频天线 ;4- 磁约束装置 ;5- 射频发生器 ;6- 喷口。

## 具体实施方式

[0016] 以下结合附图对本发明的吸气式螺旋波等离子体电推进装置进行详细说明，具体实施方式仅为示例的目的，并不旨在限制本发明的保护范围。

[0017] 参照图 1，本发明的吸气式的螺旋波等离子体电推进装置，包括空间大气收集装置 1、放电腔 2、射频天线 3、磁约束装置 4、射频发生器 5 和喷口 6。空间大气收集装置 1 设置在随着在轨航天器向前推进的推进装置前端，空间大气随着在轨航天器的前进运动而冲入空间大气收集装置 1 中，空间大气收集装置 1 与放电腔 2 的一端密封连接。空间大气收集装置 1 的截面积呈逐渐缩小，例如喇叭型的空间大气收集装置。空间大气收集装置 1 在航天器前行过程中所收集的空间大气，进入到到放电腔 2 后，将受到射频发生器 5 和射频天线 3 的作用，以螺旋波放电方式进行电离，该螺旋波放电氧等离子体受磁约束装置 4 的作用，向装置末端的喷口 6 运动，等离子体的周向运动逐渐转变为平行运动，最终从所述喷口喷出，为航天器提供推进力。

[0018] 本发明的吸气式的螺旋波等离子体电推进装置特别适用于推进空间环境中在轨运动的航天器，使用该推进系统时，将该推进系统设置在航天器的侧方，利用轨道空间环境中的大气作为工质，经过螺旋波方式电离、离子回旋加热，再经加速喷出来推进航天器的在轨运动。

[0019] 尽管上文对本发明的具体实施方式进行了详细的描述和说明，但应该指明的是，我们可以对上述实施方式进行各种改变和修改，但这些都不脱离本发明的精神和所附的权

利要求所记载的范围。

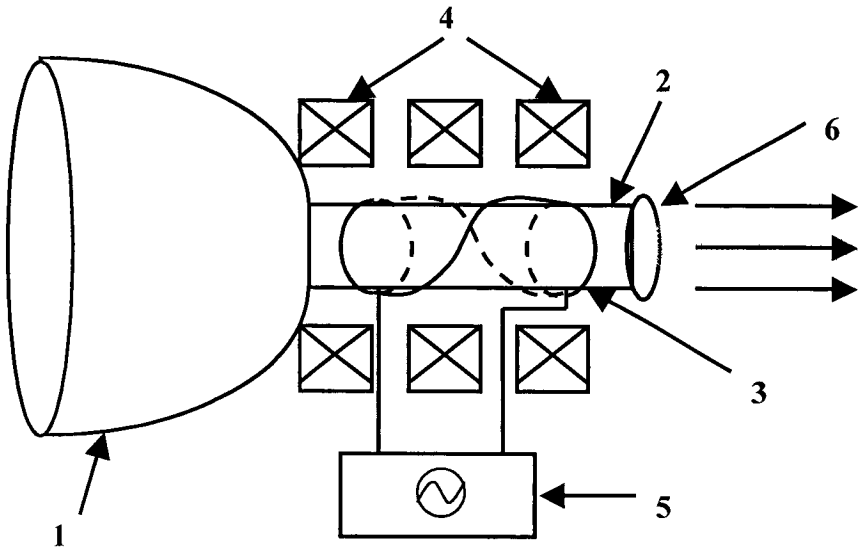



图 1