

小型化を目指した熱的・超熱的イオン分析器の開発

今村 有人 [1]; 浅村 和史 [2]; 齋藤 義文 [3]; 風間 洋一 [4]
[1] 東大・理・地惑; [2] 宇宙研; [3] 宇宙研; [4] PSSC,NCKU

Development of thermal-suprathermal ion analyzer

Arito Imamura[1]; Kazushi Asamura[2]; Yoshifumi Saito[3]; Yoichi Kazama[4]
[1] Earth and Planetary, Tokyo Univ.; [2] ISAS/JAXA; [3] ISAS; [4] PSSC,NCKU

Satellite observations have revealed that ions such as H^+ and O^+ escape from the Earth's ionosphere to the magnetosphere. Typical temperature of these ions is cold (~ 0.1 eV) in the ionosphere, but they are observed with energies of 1-10 eV in the magnetosphere. The acceleration process is not fully understood. In order to understand the escape processes of ions, in-situ plasma measurements are considered to be effective tools. However, it is not easy to observe these cold ions in general, since, in the Earth's magnetosphere, a spacecraft is positively charged in sunlight. One of the solutions to reduce the effect of spacecraft charging is installation of a boom onto the spacecraft. One can compensate the spacecraft potential when the plasma particle analyzer is mounted on the boom to which the voltage corresponding to the spacecraft potential is applied. Note that, Debye length should be shorter than the boom length in this case.

We have been developing the thermal-suprathermal plasma analyzer which is light enough to be mountable on top of the boom. The sensor consists of two parts. One is top-hat type electrostatic energy analyzer (ESA). The other is time-of-flight (TOF) system that measures velocity of incoming particles. Particle mass (mass-per-charge) can be deduced when velocity and energy-per-charge of the particle are determined. In order to measure the low-energy particles with ~ 0.1 eV, we have to apply a very low voltage (a few tens of mV) to the ESA electrode in case of conventional electrostatic analyzers which are optimized for particle energies of keV range. However, it is not easy to apply such a low voltage with enough stability. Our idea is to expand the gap between ESA electrodes. The wide gap provides: (1) the applied voltage to ESA electrode becomes higher, (2) analyzer sensitivity is improved, and then, analyzer size can be smaller. TOF technique measures appearance interval of two different signals. One is generated by secondary electrons emitted from an ultra-thin carbon foil at the passage of incoming ions. The other is generated by the incoming ions themselves. It is important to control the trajectories of the secondary electrons to be focused on detector area near the symmetrical axis, since areal size of the detector should be small in order to keep the analyzer size small.

An overview of the analyzer and its performance will be presented.

過去の衛星観測によって地球電離圏イオンが磁気圏に流出していることが知られている。電離圏イオンは0.1eV程度の熱的なエネルギーを持つが、磁気圏ではそれを超える1-10eV程度のエネルギーで観測されており、この間の加速過程については未だ十分に理解されていない。この加速過程の理解のためには、粒子観測器による直接観測が有効である。しかしながら、地球磁気圏では衛星が正に帯電する場合が多く、このような低エネルギーイオンが観測器に到達できないという問題がある。この問題の解決案の一つとして衛星から伸ばしたブームの先端に観測器を付けることを考えている。

本研究では、ブームの先端に取り付け可能な小型軽量化を重視した熱的・超熱的イオン分析器の開発を進めている。この観測器は入射イオンのエネルギー分析を行うトップハット型静電分析部(ESA)と、装置内のイオンの飛行時間から質量を計測するTime-Of-Flight(TOF)型の質量分析部で構成されている。この観測器構成は従来から精力的に開発されてきたkeV帯プラズマ粒子を観測対象とした観測器と同等であるが、これらの観測器では ~ 0.1 eVの粒子を計測する場合に極板に数十mV程度の低電圧を与える必要がある。このような低電圧を安定的に印加することは簡単ではない。このため、我々は極板間の距離を広げることで解決を試みた。これにより以下の二点の利点がある。(1)必要な掃引電圧を高くすることができ、従来と同程度の精度で掃引制御が可能。(2)小型でありながらも、感度を維持することが可能。またTOF型質量分析器では、イオンが質量分析器入り口に設置された炭素超薄膜に通過した際に発生する二次電子をStart信号として扱い、イオン自身をStop信号として扱う。二次電子の軌道を対称軸付近の検出位置に収束させることで、観測器の小型化を図っており、現在はそれに最適な電極設計を進めている。

本発表では熱的・超熱的イオン分析器の概要とその性能について報告する。