

FPGA を用いた飛翔体搭載用インピーダンスプローブ及びプラズマ波動受信機の開発状況

鈴木 朋憲 [1]; 熊本 篤志 [2]; 小野 高幸 [1]; 上本 純平 [3]; 若林 誠 [4]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [3] 情報通信研究機構; [4] 新居浜高専・電気情報

Development of the impedance probe and plasma wave receiver by using FPGA

Tomonori Suzuki[1]; Atsushi Kumamoto[2]; Takayuki Ono[1]; Jyunpei Uemoto[3]; Makoto Wakabayashi[4]

[1] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.; [2] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [3] NICT; [4] Electrical Engineering, Niihama N.C.T.

Accurate measurements are often important for the space plasma physics. The impedance probe is a unique tool realizing highly-accurate measurements of the electron density. Detection of the upper hybrid resonance (UHR) frequency allows us to determine the electron density with high accuracy.

Many sounding rockets and spacecrafts have installed the impedance probes to measure the electron density of space plasmas. However, results of the previous measurements revealed that the improvement of the time/space resolution of the impedance probe is necessary to observe fine structures of the ionospheric plasmas, such as a sporadic-E layer. Reduction of the data size is also required to improve the capability of the impedance probe instrument.

We have therefore performed digitalization of the electric circuit part of the impedance probe instrument by using FPGA. Digitalization enables us to miniaturize the instruments. In addition, the signal processing performed by the FPGA is appropriate to realize the automatic detection of the UHR frequency. The automatic detection contributes to improving the time/spatial resolutions and reducing the data size. Therefore, the development will significantly contribute to the improvement of the capability of the impedance probe instrument.

We are currently developing the digitalized impedance probe and the plasma wave receiver for installing sounding rockets S-520-26 and S-310-40. In order to test the performance of the instruments, experiments using the space plasma chamber were operated at ISAS/JAXA. Digitalized impedance probe succeeded in observing the UHR and sheath resonance. In this presentation, we will report on the current state of the instrumental developments and future prospects.

インピーダンスプローブとは、高域混成共鳴 (UHR) 周波数におけるインピーダンスの変化を検出することにより、プラズマの電子密度を導出する方法である。電子密度の絶対値を高精度に計測することが可能という利点を持つことから、これまで数多くの電離圏観測ロケットや科学衛星に搭載されてきた。

しかしながら、我々のグループが用いてきたインピーダンスプローブの時間分解能は 250-500 msec 程度であり、Langmuir プローブに比べて計測に長い時間を要する。そのため、飛翔体観測において、sporadic-E 層のように数 km 以下の微細な空間構造を持つ現象を捉えるには改善が必要である。また、インピーダンスプローブの利便性を向上させるためには、データの扱いやすさという点に課題が残されている。

そこで我々は、FPGA を用いて電子回路部のデジタル化を行っている。本改良によって、計測器の小型化・軽量化が見込まれるのに加えて、UHR 周波数の自動検出のアルゴリズムの開発等も行いやすくなる。したがって、本開発により飛翔体搭載機器としてのインピーダンスプローブの利便性・実用性が向上され、将来的には時間/空間分解能の改善やテレメータのデータレートの節約といった点にもつなげられると期待される。

現在は、観測ロケット S-520-26 号機、S-310-40 号機への搭載に向けて、インピーダンスプローブとプラズマ波動受信機の開発を進めており、装置のハードウェア/ソフトウェアの大枠ができあがりつつある。2010 年の 7 月には宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所のスペースサイエンスチェンバにてプラズマ内動作試験を実施し、UHR 周波数やシース共鳴周波数において共鳴を検出することに成功している。本発表では、観測ロケット搭載に向けた機器開発の現状について報告する。