

アナログ ASIC を用いた小型プラズマ波動観測器のアンテナインピーダンス計測システム

石井 宏宗 [1]; 福原 始 [2]; 小嶋 浩嗣 [3]; 岡田 聡 [1]; 山川 宏 [3]
[1] 京大・工・電気; [2] 京大・工・電気; [3] 京大・生存圏

Antenna impedance measurement system of miniaturized plasma wave receivers using ASIC

Hiromune Ishii[1]; Hajime Fukuhara[2]; Hirotsugu Kojima[3]; Satoshi Okada[1]; Hiroshi Yamakawa[3]
[1] Electrical Engineering, Kyoto Univ.; [2] Electrical Engineering, Kyoto Univ.; [3] RISH, Kyoto Univ.

<http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/space/index-j>

Antennas in plasma wave receivers to observe the electric fields of plasma waves have different impedances in plasmas and in vacuum. The antenna impedances have specific characteristics in the frequency domain because plasma is the dispersive medium. In the time domain, amplitude and phase of the observed waveform change due to the effects of the antenna impedances and the receiver characteristics. Thus, it is necessary to measure not only antenna impedances but also transfer functions of plasma wave receiver to calibrate the observed waveforms precisely. In addition, the antenna impedances are affected by surrounding plasma. It is possible to obtain the plasma density and temperature from the antenna impedances.

Several antenna impedance measurement systems have been proposed and applied to the scientific spacecraft. The synchronous detection method is used on the BepiColombo Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO) which will be launched in 2014. The MMO has the onboard digitalized waveform generator and D/A converters synchronized with a sampling frequency of the waveform captures. The D/A converters output analog waveforms for calibration. This method can precisely measure antenna impedances though a size of this system is currently the same as A5 board.

In this study, we try to integrate the calibration system into the miniaturized Wave Form Capture. We will present details of the calibration system and D/A converters to be integrated into the Wave Form Capture using ASIC.

プラズマ波動観測器において、プラズマ波動の電界成分をとらえるセンサーとして用いられる電界アンテナは、プラズマ中のインピーダンスが真空中のインピーダンスと異なる。さらにプラズマは分散性の媒質であるため、インピーダンスの周波数変化は特異な性質を示す。近年、プラズマ波動観測は「波形」を中心とした観測が行われているため、この電界アンテナインピーダンスを正確に知る必要が出てきている。なぜならば、このアンテナインピーダンスは複素インピーダンスであるため、受信回路を含めた伝達関数を求め較正を行わないと、観測波形を物理的に正しい波形に変換することができないばかりか、誤った波形として解析してしまう可能性があるからである。また一方で、電界アンテナのインピーダンスは周囲のプラズマの影響を強く受けるため、逆にこれを求めることによって、プラズマの密度や温度のパラメータを知ることができる。

アンテナのインピーダンスを計測するシステムは、従来よりいくつかの方法が提案され観測が行われているが、波形観測器を用いた方法として、BepiColombo 水星磁気圏オービター (MMO) では同期検波方式が用いられている。この MMO では、あらかじめデジタル化された波形をオンボードで持ち、それを波形受信器のサンプリング周波数と同期させながら D/A 変換することにより高精度のインピーダンス計測機能をもたせている。これらの機能はアナログ・デジタル部をあわせて A5 基板サイズとなっている。

そこで本研究では、BepiColombo 計画の探査機でも使用されているアンテナインピーダンス計測システムを、すでに進められている超小型波形捕捉受信器 (WFC: Wave Form Capture) の中に組み込み、インピーダンス計測機能を超小型波形捕捉受信器に組み込むことを目的とする。今回は、特に精度のよいデジタル-アナログ変換機能を ASIC 化して波形捕捉受信器に組み込む部分について発表を行う。