

アナログ・デジタル混載ワンチップ小型プラズマ波動受信器

頭師 孝拓 [1]; 小嶋 浩嗣 [1]; 笠原 禎也 [2]; 高橋 翼 [2]; 尾崎 光紀 [3]; 八木谷 聡 [2]; 徳永 祐也 [2]
[1] 京大・生存圏; [2] 金沢大; [3] 金沢大・理工・電情

Development of the one-chip mixed-signal plasma wave receiver

Takahiro Zushi[1]; Hirotsugu Kojima[1]; Yoshiya Kasahara[2]; Tsubasa Takahashi[2]; Mitsunori Ozaki[3]; Satoshi Yagitani[2]; Yuya Tokunaga[2]
[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] Kanazawa Univ.; [3] Electrical and Computer Eng., Kanazawa Univ.

The plasma wave receiver is an essential scientific instrument for plasma observations in space. In spaceborne instrument design, reductions in the resources are critical issues. We have been studying the miniaturization of plasma wave receiver by using the analog ASIC (Application Specific Integrated Circuit) technology. We have already developed the analogue ASIC chips for the waveform and the spectrum type receivers.

Recent plasma receivers require an onboard digital signal processing. The digital signal processing is realized by using an FPGA or CPU in conventional receivers. The spectrum receivers require a digital signal processing unit to calculate the frequency spectrum, and the waveform receivers require a digital processing unit to compress huge waveform data.

We are developing a one-chip plasma observation system as a mixed-signal ASIC by integrating digital signal processing units. The mixed-signal ASIC chip includes analog circuit for both the spectrum and the waveform receivers, the analog to digital converters (ADC), and logic circuits for the fast Fourier transform and for the wave compression. The mixed-signal ASIC chip leads to the drastic miniaturization of the receiver and decreases development costs because the ASIC has the advantage of easy mass-production. We have already finished designing ADC. In the present paper, we will introduce the detailed design of the mixed-signal one-chip waveform receiver.

プラズマ波動受信器はプラズマ波動観測に不可欠な観測機器であり、これまでに様々な理学ミッションにおいてプラズマ波動受信器を利用した観測が行われてきた。しかしながら、これまでのプラズマ波動受信器においてはそのサイズが問題となっていた。そこで我々は、特定用途向け集積回路 (ASIC) を利用して、プラズマ波動受信器の中で大きな体積を占めていたアナログ回路を小型集積化することによる観測器の小型化を行ってきた。これまでに、波形捕捉型、スペクトル型両方の受信器を ASIC により小型で実現することに成功している。

近年のプラズマ波動受信器では、アナログ回路による信号処理に加えてデジタル信号処理が必要とされている。波形捕捉受信器においては観測した波形データを効率よく地上へ伝送するための波形圧縮処理に、スペクトル受信器ではスペクトル計算のための高速フーリエ変換 (FFT) にそれぞれデジタル信号処理が用いられている。これまでの受信器では、このようなデジタル信号処理は FPGA や CPU を利用して実現していた。

我々は、このようなデジタル信号処理ユニットをアナログ回路実装が実現した ASIC 内に組み込むことにより、アナログ・デジタル混載ワンチップ小型プラズマ波動受信器の実現を目指している。この受信器は大部分がアナログ・デジタル混載 ASIC チップで構成され、その中には波形捕捉受信器・スペクトル受信器用のアナログ回路、A/D コンバーター、波形圧縮用デジタル信号処理ユニット、FFT 用デジタル信号処理ユニットが含まれる。これによりプラズマ波動受信器の大幅な小型化が可能となり、また受信器全体をワンチップで実現することにより製作コストを大幅に下げることができる。現在 A/D コンバーターの設計が完了しており、現在は FPGA 上で実現されていた波形圧縮用デジタル信号処理ユニットの移植を行っている。発表においては特に波形捕捉型受信器を中心にアナログ・デジタル混載ワンチップ小型プラズマ波動受信器設計の詳細について述べる。