

プラズマ波動観測装置のチップ化に関する基礎研究

今久保 洋 [1]; 松本 陽史 [2]; 小嶋 浩嗣 [2]; 上田 義勝 [3]
[1] 京大大学生存圏研究所; [2] 京大・RISH; [3] 京大・RISH

The basic research of the integration of Plasma Wave Instruments

Hiroshi Imakubo[1]; Takashi Matsumoto[2]; Hirotsugu Kojima[2]; Yoshikatsu Ueda[3]
[1] RISH; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] RISH, Kyoto Univ

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

To understand space environment formed by plasma, a lot of satellites and rockets have equipped with Plasma Wave Instruments. They contributed to the measurement and analysis of space plasmas. We, however, come to recognize that, from such those experiences, the measurement of many points by satellites at the same time is necessary for deeper analysis of plasma movement around the earth. On the other hand, the inquiry mission of planet magnetosphere of the earth outside is also important in the meaning of measurements of totally different plasma environment. Therefore, the future missions require the Plasma Wave Instrument devices with higher and the same performance. In addition, the limitation for weight is demanded severely for the character of the mission. To solve this problem, several approaches for light-weighting such as the digitization of signal processing on board by software, have performed. Plasma Wave Instruments, however, still need to include analog circuits with larger size. Because they deal with comparatively low frequency, the analog device needs circuits such like low noise amplifiers, filters and so on.

Therefore, we cannot realize the extreme lightweighing of Plasma Wave Instruments without consideration of that of many analog parts with many channels. Therefore, we attempt to meet those demands by analog circuit integration of Plasma Wave Instruments in the satellite. The development of analog integration technology makes it possible to design high performance analog devices. In the analog parts of Plasma Wave Instruments, we consider the low pass filter for anti-aliasing as one of the most difficult circuits because of higher needs of A/D converter. In this research, we try to make the switched capacitor circuit for the anti-aliasing low pass filter. Switched capacitor circuit which uses changes of switch is the mainstream for the integration of elements without inductance. The difficulty is the design of the filter with steep damping which A/D converter demands. The design and layout of the op-amp which is suitable for switched capacitor filter have finished. We are in the middle of designing a low pass filter of the 5 orders.

これまで、科学衛星・ロケットにはプラズマ波動観測器が搭載され、多くの宇宙プラズマ環境の計測が行われてきた。しかし近年では、これまでの衛星観測の成果を踏まえ、地球周辺におけるプラズマ環境の計測には「複数衛星による同時・多点観測」が必須であるという認識が高まっており、世界的潮流にもなっている。その一方で、まったく異なるプラズマ環境の探査という意味で、地球外の惑星磁気圏の探査ミッションも重要度が増している。したがって、これらのミッションにむけて、従来よりも高く、同一の性能を持つ観測器の作成が求められる。それだけでなく、そのミッションの性格からは、「重量」に対する制限も非常に厳しくなりつつある。そのため、デジタル化によるオンボード処理のソフトウェア化など、軽量に向けて開発が行われている。しかしプラズマ波動観測器では、比較的low周波で、「低ノイズアンプ」、「アナログフィルタ」といったデジタル化前に処置しておかなければいけないアナログ回路の使用が必須となるためアナログ部が他の観測器に比べて大きくなり、回路全体の極端な軽量化は望めない。

したがって本研究室では、集積回路分野においては近年飛躍的な進歩を遂げたアナログ集積回路技術を用いることによって、将来の宇宙環境探査ミッションに求められる高性能化かつ多チャンネルのプラズマ波動観測機を軽量で実現することを試みている。それに先立ち、本研究ではプラズマ波動観測器のアナログ部で実現が難しいと予想されるアンチエイリアジングフィルタの設計を行っている。超小型の回路を実現する集積回路では、インダクタンスを使わないフィルタの実現のために、スイッチによるキャパシタの切り替えを使ったスイッチトキャパシタによるフィルタの実現が主流であり、これを使って GEOTAIL の急峻な減衰をするアンチエイリアジングフィルタの性能を実現できなければならない。現在、そのためのスイッチトキャパシタフィルタに最適なオペアンプの設計、レイアウトを終え、設計データの提出時期の考慮などから5次程度のローパスフィルタの設計を行っている途中である。