

固体検出器による宇宙空間プラズマ計測のための中エネルギー電子計測法の開発

小笠原 桂一 [1]; 平原 聖文 [2]; 浅村 和史 [3]; 高島 健 [3]; 斎藤 義文 [4]; 向井 利典 [5]

[1] 立教大; [2] 立大・理・物理; [3] 宇宙研; [4] 宇宙研; [5] JAXA

Solid State Detection of Medium-energy Electrons for Space Plasma Missions

Keiichi Ogasawara[1]; Masafumi Hirahara[2]; Kazushi Asamura[3]; Takeshi Takashima[3]; Yoshifumi Saito[4]; Toshifumi Mukai[5]

[1] Rikkyo Univ.; [2] Department of Physics, Rikkyo University; [3] ISAS/JAXA; [4] ISAS; [5] JAXA

The information on energy spectra of 1-100 [keV] electrons is expected to provide an important clue to understand heating and acceleration mechanisms of magnetospheric plasmas, because distribution functions of electrons vary over from the thermal one (several keV) to the non-thermal (100 [keV]) in this energy range. The reliable measurement of electrons in this energy range is important and connected directly with verifications of the scientific paradigm in the magnetospheric physics, such as the particle acceleration by magnetic reconnection and physics of the collisionless shocks, etc. Therefore, more detailed observations of non-thermal electrons in these regions are indispensable to clarifying the acceleration and heating mechanisms. However, electrons of several keV to several tens of keV are not properly verified by observations owing to the problems in the measurement techniques. This study aims to bridge this 'gap' by applying Avalanche Photodiodes (APDs) to the detection of electrons. The APD is a kind of p-n junction semiconductor with an internal gain due to the avalanche amplification of electrons and holes in the strong electric field within its depletion region, which is usually applied for photoelectronic devices. Our experimental result showed that the pulse height distribution from the APD (Hamamatsu Photonics Co. Ltd.) signal exhibits a significant peak for the electrons with energies up to 40keV. In this presentation, we try to discuss the temperature dependency of the output pulse height as a function of energy. As a result, a quantitative discussion is given to the problem of output change depending on the temperature, that has been expected to be scattered by the optic or acoustic phonon. Then, from the experimental result, the contribution of the different thickness of the active layer, or the difference between penetration and non-penetration, to the measurement is discussed in detail.

地球磁気圏はダイナミックな現象に富んでいるが、中でも高温のプラズマシートの成因と粒子加速・加熱過程の解明は宇宙空間物理学における重要な問題である。1keV から 100keV というエネルギー帯は、プラズマシート電子において熱的なスペクトル構造から非熱的なものへと移行を示す特徴的な領域であり、このエネルギー帯での電子計測は磁気圏におけるプラズマ加速・加熱メカニズムの本質に迫る上で直接的な手がかりとなりうる。その重要性にもかかわらず、1keV から 100keV の電子は今日までは検出素子の技術上の問題から観測のギャップ領域となっており、正確に測定することが難しかった。従ってこの領域の電子をターゲットにした観測を行うことは新しい観測領域の開拓であり、またこれまで行われてきた観測の信頼性を問う点においても非常に有意義である。本研究の目的は、APD (Avalanche Photodiode) という素子をこのエネルギー帯の電子計測に応用し、その穴を埋めようとすることである。APD は光通信等に用いられる素子で、電子なだれ現象 (アバランシェ効果) の利得がある。その内部利得により、荷電粒子入射時の電子正孔対生成数に対して数十倍の内部信号を生み出すことが可能であり、それによって高エネルギー分解能が実現される。我々のこれまでの成果により、40keV までの中エネルギー領域の電子検出に対し APD は非常に有用であることを示してきた。本発表では浜松ホトニクス社製 APD を複数用いて、出力の温度依存性をエネルギーの関数で議論することを試みる。これにより、今までは光学・音響フォノンによる散乱に起因すると予想されてきた温度による出力変化という問題に対して定量的な議論を与え、今後の素子開発への手がかりとする。また透過・非透過の違いや有感層の厚みの違いの測定結果への寄与について実験結果から詳細に議論する。