人工衛星搭載用帯電計測装置の開発 及び 試験

Development of Internal Charge Measurement System for Satellite 三宅 弘晃¹⁾ 沼田 誠也¹⁾ 田中 康寬¹⁾ 高田達雄¹⁾

Hiroaki Miyake, Seiya Numata, Yasuhiro Tanaka, Tatsuo Takada

1)東京都市大学

要約 プロトンを衛星表面に使用される材料に照射し開発したPEA法を用いて帯電計測試験と、電圧印加 試験を実施した。その結果、材料内のプロトンの飛程の範囲内で分極電荷の蓄積が確認された。これは材 料の分子構造が切断され放射線誘起電導が大きく表れた影響であると考えられる。

キーワード:プロトン、帯電、人工衛星、宇宙環境、放射線誘起電導

- 1.目的 宇宙機は積層された絶縁材料である熱制御材 (Multi Layer Insulator: MLI)で覆われている。電子や陽子などの高エネルギー荷電粒子線に曝されることでMLIには帯電・放電が生じ、絶縁材料の劣化や機器の故障を招く恐れがある(i)。本研究では、宇宙機の絶縁材料で生じる帯電メカニズムを解明し、最終的には実機上(軌道上)での帯電計測システムを提案することを目的としている。今回、プロトン照射が絶縁体に与える影響を調査するため、プロトンを照射したポリイミドフィルム(PI)に高電圧を印加し、その際の電荷蓄積挙動をパルス静電応力(PEA)法により測定することにより絶縁特性の評価を行った。
- 2. 方法 測定試料としてPIフィルム(宇部興産社製 125µm)を用いた。プロトン照射済みの試料と未照射の試料に直流高電界40 kV/mmを60分間印加し、印加直前から印加終了10分後まで連続的に空間電荷の測定を行った。 プロトンは 2.0 MeV、270 nAで10分間照射し、照射2日後に試料内に電荷蓄積がないことを確認し電界印加試験を実施した。照射は原子力機構所有の3MVタンデム加速器にて行った。
- 3. 研究成果 図1にプロトン照射済みの試料と未照射の試料の電界印加時における空間電荷分布および電界分布(印加終了直前時)を示す。プロトン照射は同図右側より照射している。同図より、未照射試料における電荷分布より、電界40kV/mmを印加しても試料内部に顕著な空間電荷の蓄積は確認できないが、プロトン照射試料では電界印加直後から試料内部中央付近に正電荷、照射面側界面近傍に負電荷の蓄積が確認された。また、正電荷蓄積のピークの位置は、数値計算から得られる同照射条件での最大飛程59 μmと一致する⁽²⁾。これらより、プロトンが侵入した範囲で空間電荷の蓄積が生じることが確認される。このプロトンが侵入した範囲のみ未照射の場合と異なる結果となるということは、明らかにその範囲のみ試料の電気的特性が変化していると考えられる。次に電界分布

に着目すると、プロトン照射試料における印加終了直前時の最大電界は65 kV/mmとなり、未照射試料における電界40 kV/mmと比較すると約1.6 倍の電界強調が生じている。

4. 結論・考察 プロトンを照射すると、PI内のプロトン侵入 領域における分子間結合の切断や、はじき出し損傷等による格 子欠陥が生成されている。その欠陥と注入されたプロトンとの 相互作用により、正電荷が蓄積したと考えられる。さらに、照 射終了後、拡散し中和状態となるため、試料内に電荷は観測されなくなると推察される。しかしながら、格子欠陥は回復する ことなく残存するため、試料に高電界を印加することで空間電 荷分極が生じ、陽極側に負電荷、陰極側に正電荷が観測される と考えられる。

5. 引用(参照)文献等

- (1) C. Koons, J. E. Mazur, R. S. Selesnick, J. B. Blake, J. F. Fennell, J. L. Roeder and P. C. Anderson, "The Impact of the Space Environment on Space Systems", Proceedings of the 6th Spacecraft Charging Technology Conference, Air Force Research Laboratory, pp.7-11, 1998.
- (2) J. F. Ziegler, J. P. Biersack and U. Littmark, "The Stopping and Range of Ions in Solids", Pergamon Press, New York, 1985.

