

帯電測定法による比誘電率の計測

"Permittivity measurement using electron beam charging method"

宇宙航空研究開発機構¹, 奈良工業高等専門学校², AES³,大平 正道¹, 奥村 哲平¹, 藤井 治久², 萩原洋介³, 高橋 真人¹,JAXA¹, NNCT², AES³,Masamichi Ohira¹, Teppei Okumura¹, Haruhisa Fujii², Yohsuke Hagiwara³, Masato Takahashi¹

E-mail: ohhira.masamichi@jaxa.jp

1. はじめに

人工衛星の設計では、衛星表面での放電現象による表面材料の劣化や機器故障を防ぐため帯電解析を行い、必要な対策を実施する。帯電解析の材料パラメータの一つとして比誘電率が必要だが、宇宙空間では電子線等により直接衛星表面材料が帯電するため、JIS 規格に基づく測定方法とは振る舞いが異なる。そこで、高真空・直流(0Hz)・電子線による帯電といった宇宙を模擬した環境下での比誘電率測定方法として、帯電測定法を考案した。

2. 測定方法

Fig.1 に実験系の概略図を示す。電極とカバーではさんだ試料に、真空チャンバ中で電子線照射し、サンプルの表面電位 V_s を電位計で逐次計測する。また、試料表面に蓄積した負電荷に対応した正電荷がカウンタチャージとして試料裏面の電極に流入するため、この裏面流入電流 I を電流計で計測し積分することで、流入電荷 Q_B を求める。ただし、 I には表面電位と試料の体積抵抗率 ρ_v に応じた伝導電流 I_l が重畳しているため、その分は算出により除去する。電子線照射停止後は表面電位の減衰を測定し、電荷蓄積法によって体積抵抗率 ρ_v 及び減衰時定数 τ_d を算出する。以上の現象を踏まえて、以下の比誘電率の算出式を導出した。

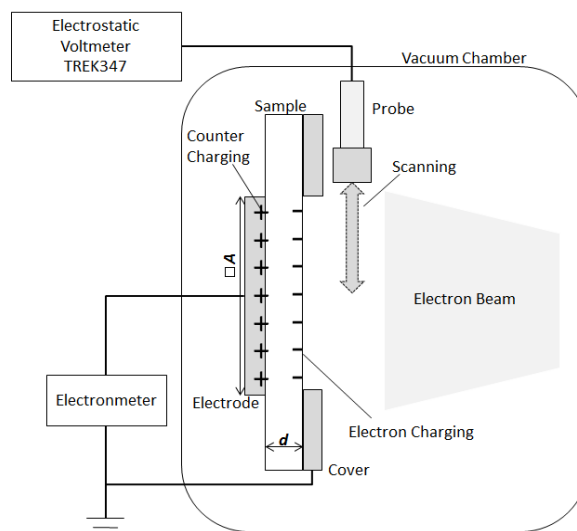


Fig.1 Experimental setup

電子線照射停止後は表面電位の減衰を測定し、電荷蓄積法によって体積抵抗率 ρ_v 及び減衰時定数 τ_d を算出する。以上の現象を踏まえて、以下の比誘電率の算出式を導出した。

$$\epsilon_r = \frac{Q_B}{\frac{A\epsilon_0}{d} \left\{ \Delta V + \frac{1}{\tau_d} \int V_s(t) dt \right\}}$$

ΔV : 照射前と照射停止後の表面電位差

3. 考察と検討課題

帯電測定法により Kapton100H の比誘電率を測定した結果、 $\epsilon_r = 3.56$ (カタログ値: 3.4) という結果を得た。現在の方法では、電子の侵入深さや面方向への電荷拡散の影響が考慮していないことから、特に体積抵抗率が低い試料では高めの値となる可能性がある。今後これらを考慮した実験システムの構築及び算出式を考案し、より精度の高い測定方法を確立する必要がある。