

宇宙環境下で使用される 材料の光電子放出電流分布の測定

生井 諭司, 山納 康, 小林 信一 (埼玉大学) 仁田 工美 (JAXA)

Measurement of distribution of photoemission current for some kinds of Insulators

Satoshi Namai, Yasushi Yamano, Shinichi Kobayashi (Saitama University), Kumi Nitta (JAXA)

1. まえがき

人工衛星の帯電・放電の抑制には、様々な波長を持つ電磁波の照射による光電子放出や荷電粒子の入射による帯電を考慮した衛星の電位解析を行う事で、その対策を取る事が必要である。このような電位解析においては種々の材料における光電子放出特性を調べる必要がある。本報告では衛星用の黒色塗料 2 種(導電性、非導電性)、太陽電池のカバーガラス 2 種、および絶縁体試料 2 種(アルミナ、カプトン)について、紫外線照射時の光電子放出電流値の分布を測定した結果について述べる。

2. 実験装置および実験方法

図 1 に、放出型電子顕微鏡が装備された実験装置の概略図を示す。本装置では、試料表面上の電子放出点の拡大像を観測しながら電子放出点の分布を調べることができる。また、電子放出点を観測するための蛍光板に接続されている高電圧電源と接地の間には微小電流計が接続されており、蛍光板に入射する電子電流を測定することができる。この電子電流を測定しながら、試料を走査することにより、試料表面の電子放出特性の分布を調べることが可能である。

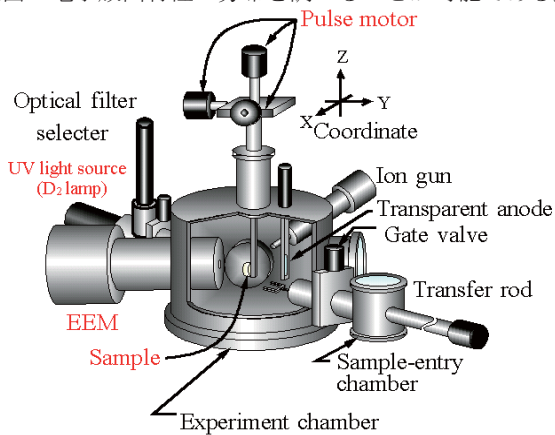


図 1 実験装置概略図

図 2 に、放出型電子顕微鏡の概略図を示す。詳細は参考文献^[1]を参照されたい。本顕微鏡は三つのユニポテンシャルレンズ、MCP、および蛍光板からなる。

真空紫外光源は 浜松ホトニクス L1835 出力 150W を用いており、波長 115 ~ 400nm の UV 域に連続スペクトルを有している。真空紫外光は、LiF 製のレンズによりビーム化した後、顕微鏡の対物レンズに設けられた孔を通して、試

料に照射される。

今回測定した試料は衛星内部で使用されている黒色塗料 2 種と太陽電池のカバーガラス 2 種、アルミナ(HA997)、カプトンである。これらの試料には参照電極として金が試料表面 6mm 角の部分を除き蒸着されている。

実験の手順の詳細についても参考文献^[1]を参照されたい。放出型電子顕微鏡により約 150 倍に拡大して、光電子放出像を撮影する。その際に蛍光板に流れる電流を 0.2mm ステップで x-z 方向にラスタースキャンしながら測定を行い、金の平均電流値を 1 としたときの相対的な比の値を実験結果として用いる。

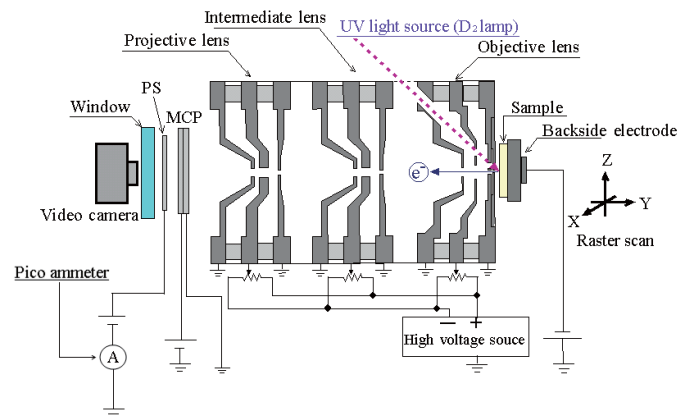


図 2 放出型電子顕微鏡概略図

3. 光電子電流分布特性

図 3 に今回測定した光電子電流分布を示す。図 3 の電流値は金を 1 としたときの相対的な比の値として示してある。図 3 から、Black Paint A(導電性)は、金の 1/2 程度の電流値であり、体積抵抗率が約 $10^6 \Omega \text{m}$ の白色塗料と近い値を示すことがわかった。また、その他の Black Paint B(非導電性)を含む絶縁性の高い材料では、光電子電流値が非常に小さく、帯電の影響を受け、電流が測定されない範囲が大きくなっていった。

図 7 に体積抵抗率と各種試料の光電子電流値を両対数グラフにプロットしたものを示す。体積抵抗率と光電子電流値の大小にはある関係が見られるが、黒い点線以下の測定値は測定装置のノイズレベル以下の電流値であるため、より詳細に値を求めるには、新たな実験方法を確立する必要がある。

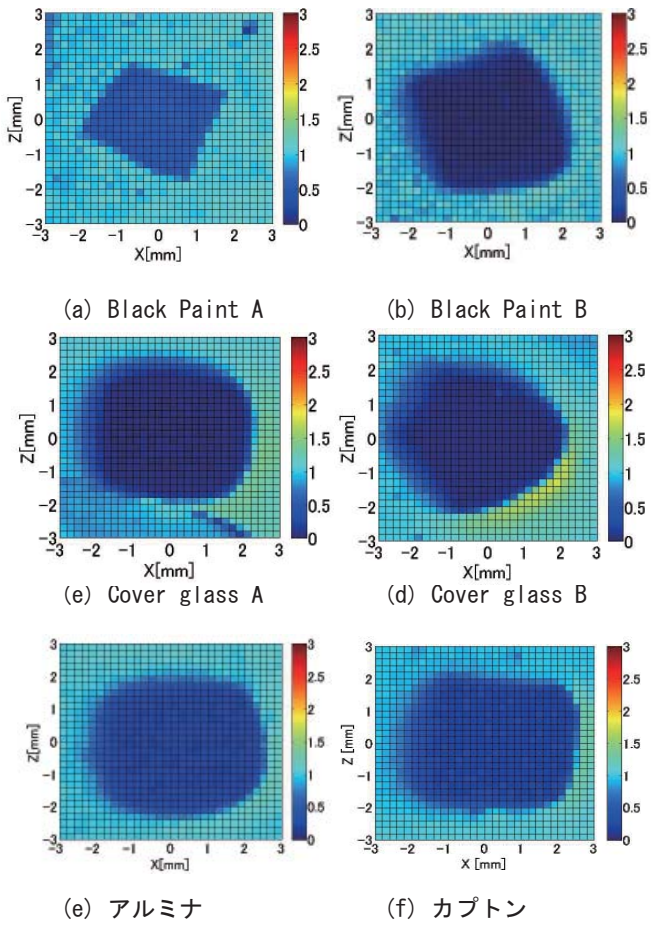


図3 各試料における電子電流値の分布

まとめ

- 導電性の高い黒色塗量は金の 1/2 程度の光電子電流量を示した。
- 絶縁性の高いカバーガラスや黒色塗料は今までの絶縁体試料と同様に光電子電流量が非常に少ない。
- 電流が非常に小さいので、より詳細に分布を測定するために今後実験方法を検討する必要がある。

文献

[1] 伊藤, 生井, 山納, 小林, 仁田: 「各種絶縁材料の光電子電流分布の測定」, 第5回宇宙環境シンポジウム講演論文集, pp.104-108 (2009)

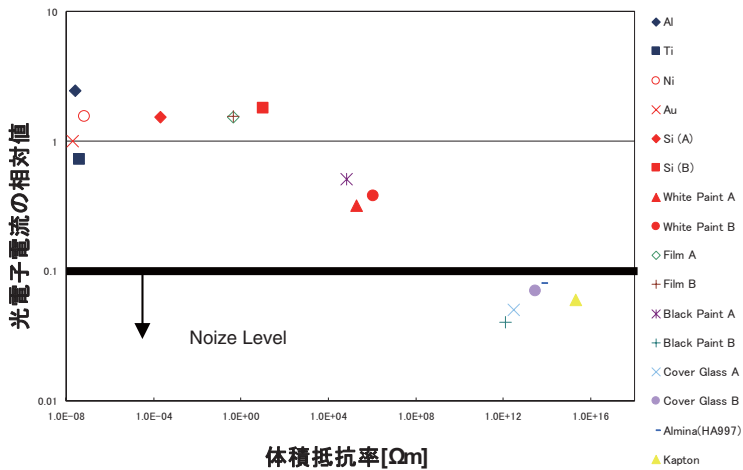


図4 体積抵抗率と光電子電流の関係