

真空紫外光による光電子放出係数測定装置の開発

工学府 電気電子工学専攻 博士前期課程 豊田研究室 10349555 丸山 敦史

1. はじめに

空間下での人工衛星などの宇宙機では、紫外線および X 線の照射により光電子が放出され正に帯電する。

紫外線や X 線の照射により放出される光電子の量は材料の種類や材料の劣化の度合いで異なる。しかし、宇宙機の材料が宇宙環境で劣化したときの光電子電流値のデータが少ないというのが現状である。このため本研究での目的は紫外線の作用によって生じる光電子電流を計測する装置を開発することである。

光電子電流を計測することにより帯電解析シミュレーションソフト、MUSCAT などに用いる光電子のデータベースができ解析精度の向上が期待できる。

2. 実験手法

光電子電流測定試験装置環境

光電子電流を測定する上で、試料が導電性であるか非導電性であるかの違いによって測定手法が異なってくる。試料が導電性である場合、試料台及びステージが導電性であり図1のようにステージを接地したならば、試料に紫外線を照射し光電子が試料表面から飛び出した直後に接地した箇所から電子が供給される。このため、同図のように電流計をつなぐだけで飛び出した光電子の量を測定することができる。しかし、試料が非導電性である場合には紫外線を照射し光電子が飛び出した後にも電子が供給されず帯電してしまう。このため、図1に示すようにシャッターを使用して照射時間を200msとした。

図1に示すように試料から発生する光電子電流を直接ピコアンメーターを用いて計測を行っている。このとき発生した光電子が試料に戻ってくることを防ぐために試料上部に設置したアルミ板に10[V]の電圧を印加した。これは使用している重水素ランプ光の波長帯域の短波長が115nmであり光子のエネルギーが10[eV]程度であり発生する光電子が10[eV]以下であるからである。

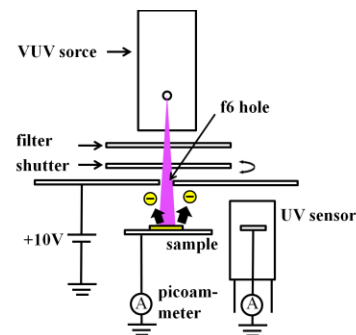


図1 光電子電流測定システム

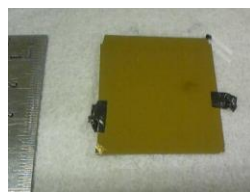


図2 Au サンプル



図3 CMG カバーガラスサンプル

3. 結果

Au 試料を用いた光電子電流測定試験結果

UV センサーを使用し計測した紫外線光源の放射強度から計算した光子流量を表1に示す。

表1 帯域透過フィルターを使用した際の光子流量

	Filter 157nm	Filter 185nm	Filter 220nm	Filter 248nm
光子流量 [s ⁻¹ cm ⁻² nm ⁻¹]	30.1 × 10 ¹²	16.0 × 10 ¹²	18.1 × 10 ¹²	11.7 × 10 ¹²

表1の光子流量と表2の計測した光電子電流から量子効率を求めると表2のようになった。

表2 計測した光電子電流と算出した量子効率

	計測光電子電流	量子効率 実験値	量子効率 文献値 ^[4]
Filter なし	142 nA	—	—
Filter 157 nm	4.120 nA	0.85 × 10 ⁻³	1.03 × 10 ⁻³
Filter 185 nm	0.285 nA	1.11 × 10 ⁻⁴	1.68 × 10 ⁻⁴
Filter 220 nm	0.108 nA	372.46 × 10 ⁻⁷	6.57 × 10 ⁻⁷

CMG カバーガラスを用いた光電子電流測定試験結果

表3 帯域透過フィルターを使用した際の光子流量

	Filter157nm	Filter185nm	Filter220nm
光子流量 [s ⁻¹ cm ⁻² nm ⁻¹]	22.9 × 10 ¹²	12.2 × 10 ¹²	13.8 × 10 ¹²

表4 計測した光電子電流と算出した量子効率

	計測光電子電流	量子効率 実測値	量子効率 文献値
Filter なし	21.9 nA	—	—
Filter 157 nm	1.1 nA	3.00 × 10 ⁻⁴	—
Filter 185 nm	0.070nA	3.58 × 10 ⁻⁵	—

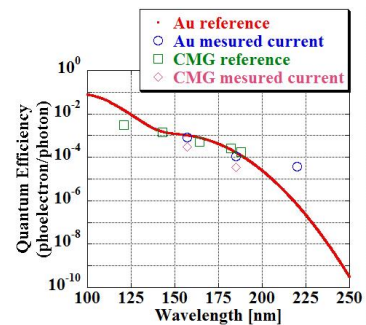


図4 Au、CMGにおける実験値と文献値の量子効率比較

4. まとめ

電子放出係数測定装置の開発を行い、Au および CMG カバーガラスの光電子電流測定を行った。その結果から算出した量子効率値は参考文献値に近いものとなり、導体物質および誘電体物質の量子効率を求めることができるようになった。

5. 研究業績 (発表論文2件、ポスターセッション1件)

- > 11th Spacecraft Charging Technology Conference 9,2010
- > 日本航空宇宙学会 西部支部講演会 11,2010
- > 第55回宇宙科学技術連合講演会 11,2011