

四重極質量分析計及び分光器を用いた飛行時間計測による原子状酸素速度計測

九州工業大学 工学部 電気工学科 趙・豊田研究室 値賀 将

1. 序論

宇宙機は宇宙空間において過酷な環境に曝される。紫外線・真空・熱サイクル・原子状酸素などである。原子状酸素は地球大気に含まれる酸素分子が宇宙空間からの強烈な紫外線に曝されることにより、原子に解離したものである。原子状酸素は非常に活性であるうえに、宇宙機との相対速度 8km/s で宇宙機に衝突する。これは 5eV のエネルギーに相当する。宇宙環境における原子状酸素による宇宙機の劣化は深刻な問題である。特に、低軌道環境において原子状酸素は宇宙機表面材料の劣化の主要因であり、低軌道衛星の今後さらなる長寿命・高性能のためには原子状酸素対策が重要である。また材料劣化により二次電子放出係数や光電子放出係数などの衛星帯電に関する諸量も変わってくる可能性があり、複合劣化環境曝露後の諸係数のデータベースを作成する必要がある。本研究では、原子状酸素照射装置の開発および帯電に関する材料パラメータの複合劣化環境曝露後のデータベース構築を目的としている。

2. 原子状酸素照射装置と実験方法

本研究で開発する原子状酸素発生装置はレーザーデトネーション方式と呼ばれる。図1はその模式図である。原子状酸素を発生させるための真空チャンバーをAOチャンバーとしている。AOチャンバーの圧力はロータリーポンプとターボ分子ポンプにより $5.0 \times 10^{-5}\text{Pa}$ 程度に保たれる。AOチャンバーへはパルスバルブにより酸素分子ガスが導入される。パルスバルブへの導入圧力は酸素ボンベにとりつけられたレギュレータにより調節し、最大 1MPa である。酸素ガスの導入はパルスバルブにより制御され、導入時間、導入するタイミングを変えることができる。酸素ガスはパルスバルブによりパルス状にチャンバー内部へと導入される。ガスが導入された後に少しの遅れをともなって炭酸ガスレーザーがチャンバー内部へと導入される。1パルスの出力は 5.5J で最高 10Hz の照射が可能である。レーザーの焦点はガスの導入を制御するパルスバルブに合わせられる。チャンバーへと照射されたレーザーはチャンバー内部にとりつけられたノズルによって直径数 mm にまで集光され、先に導入されていた酸素分子ガスに衝突する。レーザーからエネルギーを付与された酸素ガスは解離し、紫外線の発生を伴って原子状酸素が発生する。また原子状酸素はレー

ザーからエネルギーを付与されたことで加速される。このときの原子状酸素の速度は、ガス噴射とレーザー照射との時間間隔を調節することにより変えることができる。

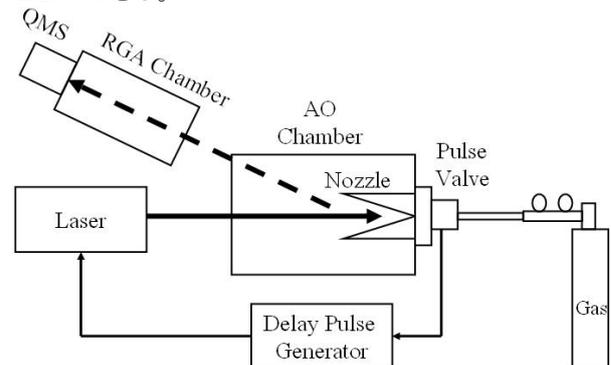


Fig. 1 AO generation system by laser detonation

3. 実験結果

2で構築した原子状酸素発生装置を用いて原子状酸素を発生させることができた。しかし、発生した原子状酸素の速度は約 11.5km/s であった。宇宙空間の原子状酸素の速度は 7.8km/s であるので、ガス噴射とレーザー照射との時間間隔を調節して、 7.8km/s の速度の原子状酸素を発生させる必要がある。

4. まとめ

原子状酸素発生装置を構築し、原子状酸素を発生させることができた。しかしながら、発生させた原子状酸素の速度は宇宙空間の原子状酸素よりもはやかった。よって、発生パラメータを変えることで原子状酸素の速度を変える必要がある。