

レーザー誘起超音速混合原子ビーム法における 酸素原子の電子衝撃イオン化確率測定

Measurement of electron impact ionization probability of oxygen atom on the laser detonation hyperthermal combined beam method

神戸大院工 ○田川雅人、大藪高詩、安田 茂、横田久美子

Kobe Univ. ○Masahito Tagawa, Takashi Ohyabu, Shigeru Yasuda, Kumiko Yokota
E-mail: tagawa@mech.kobe-u.ac.jp

1. はじめに

電氣的に中性な原子・分子ビームのフラックスの計測には困難を伴う。特に単一組成ではない原子ビームの場合に各々のビーム組成のフラックスを個別に求めることは容易ではない。

近年の超低高度宇宙機の開発では、 N_2 と O がほぼ 1:1 に近い密度比で存在する超低地球軌道環境でのガス-宇宙機表面反応を研究する必要があり、そのための地上実験では N_2 の代わりに用いる Ar と O のフラックスを個々に測定する必要があるが、そのような評価を簡便に行う方法は確立されていない。

そこで本研究ではレーザーデトネーション法を用いて形成した超熱 Ar・O 混合ビームのフラックス計測を飛行時間(TOF)スペクトルから行うためのイオン化確率測定を行った。

2. 実験装置及び方法

実験にはレーザーデトネーション型原子ビーム発生装置を用い、50%Ar+50% O_2 、70%Ar+30% O_2 の 2 種類の混合ガスを用いてビームを形成した。TOF スペクトルは 238 cm 後方に設置された四重極質量分析管を検出器とした飛行時間測定装置により測定した。なお、イオン化のための電子衝撃エネルギーは 100 eV で実験を行った。

3. 実験結果

Figure 1 に Ar の相対イオン化確率を 1.0 とした場合に、Ar と O の TOF スペクトルの面積強度を理論的なビーム組成比 (50%Ar+50% O_2 ガスでは Ar:O=5:10、70%Ar+30% O_2 では Ar:O=7:6) に合致させるための O の相対イオン化確率 (P_{16}) を示している。Ar の並進エネルギーが 8 eV 以上では $P_{16} = 0.27$ で理論強度と一致するが、それ以下では O の TOF 強度が理論値より減少していることがわかる。これは 8 eV 以下のエネルギーでは O_2 が十分に酸素原子に解離しないことが原因であると思われる。また $P_{16}=0.27$ はこれまで報告されている値の 1/2 程度の値であるが、これはレーザープラズマ中における酸素分子の解離プロセス以外の反応経路を考慮していないためであると思われる。一方、 O_2 の相対イオン化確率は同様の方法を用いて、レーザーを照射せずに形成した熱平衡ビームを用いた結果、Ar に対して 0.79 と計算された。この値は 70-100 eV の電子衝突エネルギーにおける Ar の O_2 に対する相対イオン化確率の文献値(1.2)と良い一致を示した[1]。

4. まとめ

理論的ビーム組成と TOF スペクトル強度の比較から、レーザーデトネーション法におけるアルゴン、酸素原子、酸素分子の相対イオン化確率はそれぞれ 1.00, 0.27, 0.79 と計算された。

謝辞：本研究の一部は科学研究費補助金の支援により行われたものである。

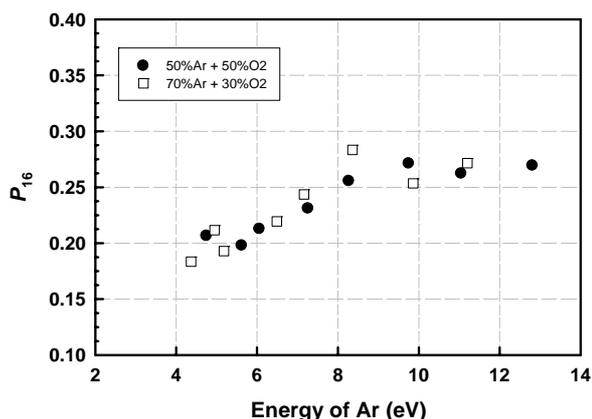


Figure 1 Energy dependence of the relative ionization probability of O-atom (P_{16}) with respect to Ar. Black circles: 50%Ar+50% O_2 and white squares: 70%Ar+30% O_2

[1] Atomic and Molecular Beam method, G. Scoles, et al Eds., Oxford Univ. Press, N.Y. (1988).