

Ar のマイクロ波放電フローによる C_2H_2 の解離励起過程 — 超励起状態を経由した解離機構

Dissociative excitation process of C_2H_2 by the microwave discharge flow of Ar

— Mechanism of dissociation via the superexcited state

長岡技科大工 °伊藤治彦, 津留紘樹

Nagaoka Univ. of Tech., °Haruhiko Ito, Hiroki Tsudome

E-mail: bu7dd8@nagaokaut.ac.jp

[序論] プラズマCVDで水素化アモルファス炭素薄膜を作成する際の原料として、アセチレン (C_2H_2) がよく用いられる。また、有機分子のプラズマ分解では $CH(A^2\Delta-X^2\Pi)$ 遷移に伴う発光スペクトルが 432 nm 付近に強く観測される。本研究では Ar のマイクロ波放電フローによる C_2H_2 の解離励起反応で生成する $CH(A^2\Delta)$ 状態の生成機構を議論する。一般に、Ar のマイクロ波放電フローによる原料分子の分解過程は次の3つの可能性がある。(1) Ar の準安定励起原子 $Ar(^3P_{0,2})$ の衝突によるエネルギー移動、(2) Ar^+ からの電荷移動とそれに引き続く自由電子との再結合、(3) 高速の自由電子による電子衝撃。ただし、Ar の放電フローでは、(3) の可能性は低いとされる。励起エネルギーは(1)が 11.5 または 11.7 eV、(2)が C_2H_2 のイオン化エネルギーと同じ 11.40 eV である。 C_2H_2 が分解して $CH(A^2\Delta)$ 状態が生成するには 12.8 eV [1] 以上のエネルギーを要するので、(1)、(2)共にエネルギー的に不可である。 $CH(A^2\Delta)$ 状態の生成機構は何か。本研究ではその解明に重点をおいた。

[実験] 実験装置の概略を Fig. 1 に示す。真空装置は油回転ポンプ (670 L/min) とメカニカルブースターポンプ (110 m^3/h) を組み合わせて排気した。真空装置上流に設置した Pyrex 製のガラス管内で Ar をマイクロ波放電 (2.45 GHz, 60W) し、放電生成物をチャンバー内に流し込んだ。側面から細いノズル (内径 1 mm) を通して C_2H_2 を導入した。Ar および C_2H_2 の分圧はそれぞれ 0.2-0.4 Torr、約 0.5 mTorr とした。

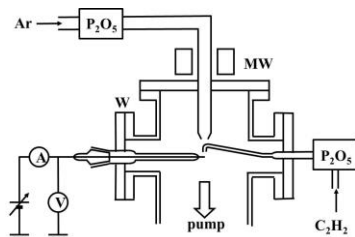


Fig. 1 MW-discharge flow apparatus

ノズル直下に生成した発光を分光器 (Jobin Yvon THR1500) に導入し、光子計数法で記録した。また、レーザー誘起蛍光 (LIF) 分光法を用いて $Ar(^3P_1-^3P_0)$ 遷移を観測した。また静電プローブ法で電子密度・温度を測定した。

[結果・考察] Fig. 2 に実測の $CH(A^2\Delta-X^2\Pi)$ 遷移の発光スペクトルおよび文献[2]にもとづく帰属を示す。発光強度の Ar 圧依存性と(1)-(3)を仮定した場合に予想される発光強度の依存性を比較した結果、(2)を仮定した場合に発光強度と高い相関があることが見出され、 $CH(A^2\Delta)$ 状態の生成は(2)の過程が支配的であると結論された。文献[3]によると、真空紫外領域の吸

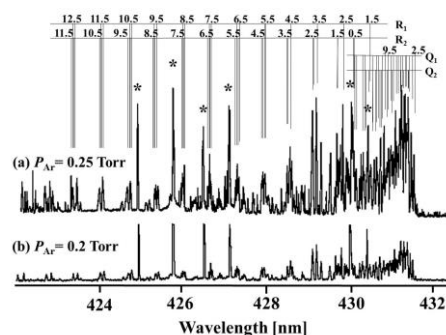


Fig. 2 $CH(A^2\Delta-X^2\Pi)$ emission spectra

収スペクトルでは、 C_2H_2 のイオン化限界 (11.40 eV) から数 eV 高エネルギーに振動構造が観測され、超励起状態の存在が示唆された。この状態は核振動の量子数を減らしてイオン化する (自動イオン化)、または解離して $CH(A^2\Delta)$ 状態を生成する。再結合を自動イオン化の逆過程と考え、再結合で超励起状態が生成し、ある割合で $CH(A^2\Delta)$ 状態に解離すると結論した。

[文献]

- [1] C.I.M. Beenekker and F.J. DeHeer, Chem. Phys. **6** (1974) 291.
- [2] M. Zachwieja: J. Mol. Spectrosc. **170** (1995) 285.
- [3] M. Ukai, et al., J. Chem. Phys. **95** (1991) 4142.