5. レーザー分光法による Ar ガスパルス放電時の 準安定準位密度測定

湯浅 邦夫 桜井 彪
(東芝ライテック 株式会社) (山梨大学 工学部)

1. 緒言

本報告者らはこれまで、縞状放電が生じる条件下での希ガスランプにおける準安定準位の原子の密度や温度について、その測定結果を報告してきた。特にその温度が基底準位の原子の温度より高いなど興味有る結果を得ている。¹⁾ ここではパルス状の放電を行ない、レーザー分光法を用いる事により、Ar ガス放電における $1s_5$ 準位にある原子の準安定-準安定脱励起速度定数などの基礎定数を求める。また逆に求めた値を用いて簡便に放電中の任意の時点における電子密度が算出できる事を示す。

さらに大電流パルス放電後のアフターグロー域での準安定準位の密度の増加が上準位からの降り積もりによる事を示し、上記の準安定準位の原子の温度が基底準位の原子のそれより高い理由がイオン温度の影響を受けている事を推定する。

2. 評価式の算出

今、Ar の DC 放電が $t=0$ でその印加電圧が遮断されたとすると、そのアフターグロー中での $1s_5$ 準位の原子密度 N^* は

$$\frac{\partial N^*}{\partial t} = -\frac{D_m}{\Lambda^2 N_g} N^* - (F_2 N_g + F_3 N_g^2 + F_e n_e) N^* - \alpha N^{*2}, \quad \cdots(1)$$

と書ける。但し、ここで 各定数は下記の意味を持つ。 N_g : Ar 基底準位の密度、 F_2 : 二体衝突の速度定数、 F_3 : 三体衝突の速度定数、 F_e : 電子衝突の速度定数、 α : 準安定-準安定間の衝突の速度定数、 D_m : 準安定準位の拡散係数、 Λ : 特性拡散長、 n_e : 電子密度。

式(1)を書き換えて、

$$\frac{1}{N^*} \frac{\partial N^*}{\partial t} = -(\gamma_0 + F_e n_e) - \alpha N^*, \quad \cdots(2), \quad \text{但し、} \gamma_0 = \frac{D_m}{\Lambda^2 N_g} + (F_2 N_g + F_3 N_g^2), \quad \text{である。}$$

式(2)において、 n_e が無視できる領域で N^* を測定すると、その傾きから α が、切片から γ_0 が決定でき、さらに n_e が大きい領域では $F_e n_e$ 値が求まる。

3. 結果

測定により $1s_5$ - $1s_5$ 準安定準位間の原子の衝突脱励起定数 $\alpha = (2.0 \pm 0.5) \times 10^{-8} \text{ [cm}^3\text{s}^{-1}]$ を求めた。本値は直接的な測定では初めての報告値と思われる。

また直流放電時の電子密度をプローブ法で測定し、 $F_e n_e$ 値から F_e 値を分離した。この F_e 値を使い、かつ上述の実験を行なえば、逆に任意の時点での電子密度測定が可能となる。右図は放電電流 20mA で生じている 1 つの縞状発光部の電子密度分解を 8 箇所(A~H)で行なった例である。

発表ではこの他、大電流値で顕著である、上準位から同準位へ原子が遷移する測定結果等報告する。

4. 参考文献

- 1) K. Yuasa, K. Yamashina and T. Sakurai : The 7th International Symposium on the Science & Technology of Light Sources (1995 Kyoto, Japan) 72:L
 - 2) K. Yuasa, S. Matayoshi and T. Sakurai : Jpn. J. Appl. Phys. 37 (1998) pp 6615
- METASTABLE DENSITY MEASUREMENTS IN THE PULSED AR GAS DISCHARGE BY LASER SPECTROMETRY
Kunio Yuasa, Takeki Sakurai