

気体放電パラメータ測定 (14)

— $N_2 + CO_2$ 混合ガスの発光スペクトル測定 —

長谷川 博 一*・佐藤 義 則**
村 井 国 昭***・下 妻 光 夫****

Measurement of the Gas Discharge Parameter (14)

— Measurement of Spectrum in mixtures of N_2 and CO_2 —

Hirokazu HASEGAWA and Yoshinori SATO
Kuniaki MURAI and Mitsuo SHIMOZUMA

要 旨

$N_2 + CO_2$ 混合ガスについて、直流低気圧グロー放電により、発光スペクトルを測定した。実験は、2800~5000 Å の範囲で N_2 の混合率 K を変化させて行なった。その結果 CO_2 のクエンチング力のため N_2 の発光が減少していることが測定された。

Abstract.

Intencity of spectrum in mixtures of N_2 and CO_2 have been measured experimentally by the DC low pressure glow discharge.

The experiment have been made in the wavelength region 2800~5000Å with parameter in N_2 partial pressure K .

In result, intencity of N_2 have been decreased by quenching power of CO_2 .

1. 緒 言

ガスレーザの中でもとくに高出力で知られている CO_2 ガスレーザの主な成分である CO_2 , N_2 , He 3 種混合ガスの放電発光スペクトルに関する測定研究の報告例は、まだ無いと思われる。ただ単ガスのみ分光分析が報告⁽¹⁾されているだけである。著者らは、すでに CO_2 , N_2 , He 混合ガスにおいて単ガス、2 種混合、3 種混合ガスについて電離係数等の放電パラメータを測定報告⁽²⁾してきている。今回、著者らはこれらの混合ガスの放電発光の機構を調べることで CO_2 ガスレーザの設計

等に直接役立つと考え、3 種ガスの内 CO_2 と N_2 について混合率 K をパラメータとして、直流低気圧グロー放電を行ないガスを発光させ、混合ガスの発光スペクトルの発光強度の振舞をモノクロメータにより測定したのでここに報告する。

2. 測定装置および実験方法

Fig. 1 は、本測定実験に使用した各測定装置系である。低気圧グロー放電用チェンバおよび排気系は、放電パラメータ（電離係数、二次電離係数電子付着係数等）を測定⁽³⁾したものである。低気圧グロー放電用電極は、90 φ×30 H mm ステンレス製ハリソン形電極を使用した。さらに放電領域をステンレス円板全面にほぼ一様に得られるように下部電極に 90 φ×10 H mm の円形平板電極を乗せ、グロー放電領域の安定化をはかった。また発

* 電気工学科 助 手

** " 助教授

*** " 教 授

**** 北海道大学技術医短大学部

測定された。さらに CO_2 が分解して生成されたと
 思われる CO^+ の Baldet-Johnson バンド⁽⁷⁾ ($\text{B}^2\Sigma^+$
 $(\text{V}) - \text{A}^2\Pi(\text{V}')$ 遷移) の発光が 4800 Å 付近で
 認められた。 CO_2 でも N_2 と同じ放電条件で測定
 したにもかかわらず CO_2 の最大発光強度は、 N_2
 のそれに比べ約 1 桁以上小さな値で測定された。
 このことは、すでに著者らが測定報告⁽⁸⁾ した二次
 電離係数 r_1 (特に光子による r_p) が N_2 のそれに比
 べ低いことを裏付けているものと思われる。

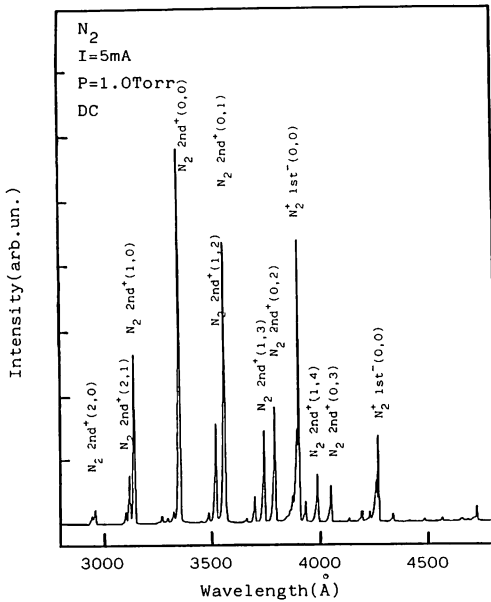


Fig. 3 N_2 ガスの発光スペクトル

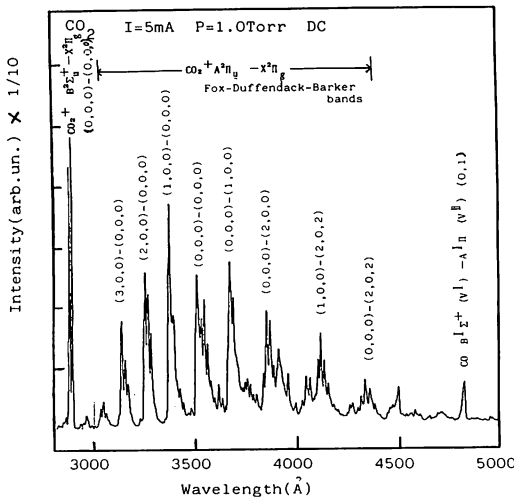


Fig. 4 CO_2 ガスの発光スペクトル

3-4 N_2 と CO_2 混合ガスの放電発光スペクトル

Fig. 5 は、 $\text{N}_2 + \text{CO}_2$ 混合ガスの混合率 K
 $(\frac{\text{N}_2}{\text{N}_2 + \text{CO}_2} \times 100) = 50\%$ のときの発光スペクトル
 の測定結果である。2800~3000 Å および
 4400~5000 Å の波長範囲では発光が弱く、感度を
 10 倍上げて得られたものである。各々の単ガスの
 発光強度に比べ、混合ガスのそれは減少している
 ことがわかる。

Fig. 6 は、 $\text{N}_2 + \text{CO}_2$ の混合率 K をパラメータと
 して変化させたときの発光強度の測定結果であ
 る。 N_2 については、発光強度が大きい 2 nd posi
 tive バンドの (0, 0), (0, 1), (1, 0) レ

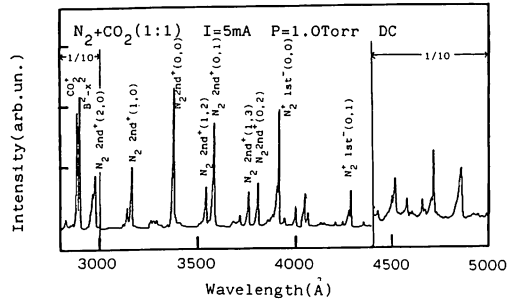


Fig. 5 $\text{N}_2 + \text{CO}_2$ 混合ガスの発光スペクトル (1 : 1)

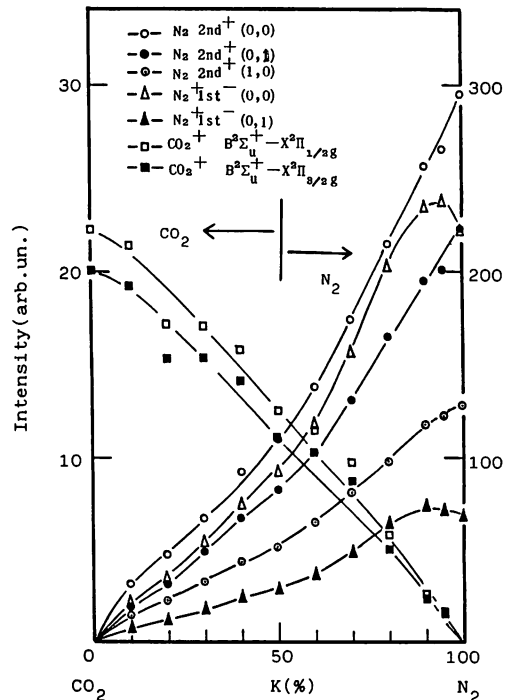


Fig. 6 各混合率 k に対する発光強度

ベルおよび 1 st negative バンドの $(0, 0)$, $(0, 1)$ レベルについてプロットした。また, CO_2 は, N_2 に比べ発光が 1 桁以上小さいため N_2 の発光バンドに隠れ易いので N_2 の大きな発光のない $2800 \text{ \AA}$ 付近の $\text{B}^2\Sigma_u^+ - \text{X}^2\Pi_g$ 遷移の ultraviolet doublet バンドの 2 つをプロットした。各発光スペクトルは, ガスの分圧比に対応して発光量が増減しているのがわかる。Wagner et al.⁽⁹⁾ は, N_2 がクエンチング力の大きな (クエンチング気圧 $P_q = 2.3 \text{ Torr}$) CO_2 を混ぜることで 2 nd positive バンドから発光をとまなう励起分子 $\text{C}^3\Pi_u$ が励起解消されることを報告しているが, 本測定結果でも, これを裏付けるように N_2 の発光は, 下に凸の傾向で減少している。

4. 結 言

$\text{N}_2 + \text{CO}_2$ 2 種混合ガスの低気圧グロー放電発光スペクトルをガス混合率を変化させて, 測定波長 $2800 \sim 5000 \text{ \AA}$ で測定した。単ガスの発光スペクトルの形状は, 他の報告例と一致しており, K を変化させて測定した結果 N_2 の 2 nd positive バンドの発光強度が CO_2 のクエンチングの影響を受け下向きに凸の傾向を示すことが測定された。今後は, CO_2 ガスレーザ材料の基礎データとするため, He を含めた 2 種および 3 種混合ガスの放電発光スペクトルを測定する予定である。最後に本報告に御指導御助言いただいた北海道大学工学部田頭教授に深く謝意を表わすとともにグロー放電用電極作製に御協力いただいた本校機械工学科岩瀬谷技官また, 測定に協力いただいた第 17 期生藤原(誉)君および第 18 期生坂東君に感謝いたします。

参 考 文 献

- (1) たとえば Judge et al., *Can. J. Phys.*, 47, 1969
- (2) Hasegawa et al., *J. Phys. D : Appl. Phys.*, 18, 1985
- (3) 長谷川・佐藤・村井・下妻, 苫小牧高専紀要, 第 19 号, 1984
- (4) 下妻・長谷川・田頭, 北大工学部研究報告第 116 号, 1983
- (5) 岩朝・近藤・生田, 電気学会放電研究会資料, ED-80-34, 1980
- (6) McCallum and Nicholls, *J. Phys. B : Atom. Molec. phys.*, 5, 1972
- (7) Dotchin et al., *J. Chem. Phys.*, 59, 1973
- (8) 長谷川・佐藤・村井・下妻・田頭, 電気四学会道支部大会講演集, 52, 1982
- (9) Wagner et al., *Zeitschrift für Physik*, 189, 1966

(昭和 60 年 11 月 29 日受理)