

CO₂ ガス吹付けアークからの C₂ 分子スペクトルの径方向一括観測

出村 文俊・甲斐 広将・中野 裕介・田中 康規・石島 達夫 (金沢大学)

1. まえがき

高電圧系統では、アーク消弧ガスとして SF₆ ガスを用いたガス遮断器が主に適用されている。しかし SF₆ ガスは地球温暖化係数が非常に高く排出規制がなされており、さらなる規制が懸念される。現在、多原子分子のパーフルオロケトン(C5-PFK)やパーフルオロニトリル(C4-PFN)等を用いた環境に優しい消弧媒体の研究が進んでいる。これらの媒体は優れた絶縁性能を持つ一方で、液化温度が高いことから CO₂ 等のバッファガスと混合して使用することが想定され、盛んに研究されている。筆者らは CO₂ ベース代替ガスによるアーク遮断を検討しており、アークの電磁熱流体解析により温度分布とその変化を求めている。この計算結果との比較のためにも、実験による検証も重要である。本報では、その第一段階としてバッファガス CO₂ ガス吹付けアークに対し、C₂ 分子スペクトルの径方向一括観測を試み、その径方向分布を求めた。

2. 実験装置および実験条件

図 1 に、アークチャンバおよびノズルの断面図を示す。PTFE ノズル内の上部に可動電極、下部に固定電極を配置している。電極材料は Cu-W である。100%CO₂ ガスを、流量 100 L/min としてノズル下部から軸方向に導入した。この状態で、電流 50 A を流した電極を開極しアークプラズマを点弧した。PTFE ノズルのスロート部には石英セルを挿入した。この石英セル領域の内、図 1 に示すように、ノズルスロート部の径方向発光を、次のような光学系で一括観測した。アークプラズマ光をダブプリズム(シグマ光機製)で 90 度回転し、凸レンズを用いて分光器のスリット上に集光した。使用した分光器は分散型分光器(HR320, Jobin Yvon 社)であり、グレーティングは刻線数 600 grooves/mm である。観測には、高速ビデオカメラ(MEMRECAM HX-5, Nac 社)を使用し、フレームレートを 2,000 fps, 露光時間を 400 μs とした。

3. C₂ 分子スペクトル像およびスペクトル強度

図 2 に、波長範囲 520 nm 付近の 100%CO₂ ガス吹付けアークのスペクトル像を示す。この像では縦軸はアーク径方向位置、横軸が波長を示している。アーク光が分光され、多数の線・帯スペクトルが観測されている。図 3 に、図 2 中のアークの径方向中心位置 A 線上でのスペクトル強度を示す。図 3 から、波長 480 nm から 520 nm に $\Delta v = 0$ のピーク, 525 nm から 560 nm にかけて $\Delta v = -1$ の C₂ Swan 系分子スペクトルが確認できた。

図 4 に、図 2 中の波長 522 nm(B 線上)におけるスペクトル強度の径方向分布を示す。本実験ではダブプリズムで像を 90 度回転しているため、図 2 中の上下方向の強度分布が、アークのスペクトル強度の視線方向積算値の径方向分布となる。同図から、アーク発光の径方向分布が一括測定できており、アーク中心軸で強度が最大値となることも確認できた。この強度の半値全幅は 1.16 mm であり、各ガス種アーク半径比較にも利用できる。今後はこの強度分布から C₂ 回転・振動温度分布を算定予定である。

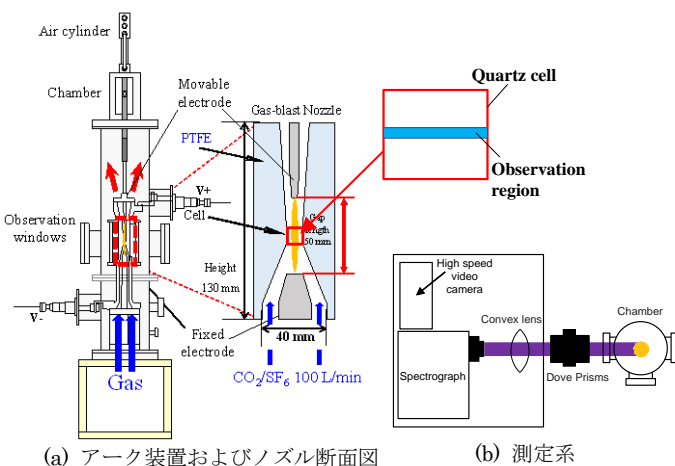
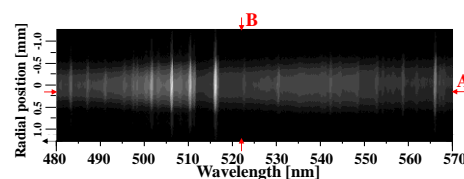
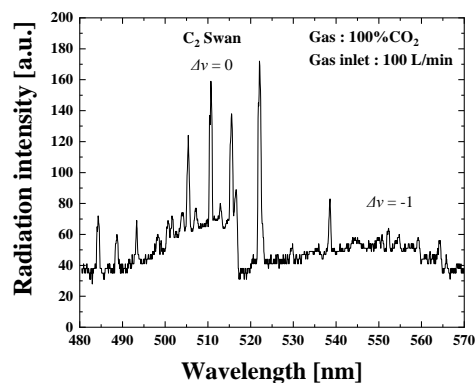
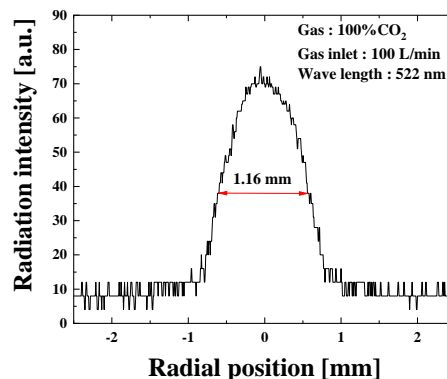


図 1 アーク点弧装置および測定系

図 2 100%CO₂ ガス吹付けアークのスペクトル像図 3 100%CO₂ ガス吹付けアークのスペクトル強度 (A)図 4 100%CO₂ ガス吹付けアークの径方向スペクトル強度 (B)

文献

(1) 菊池 他: 電学研資 DEI-21-011/EPP-21-011/HV-21-011(2021)