

Abnormal gas clean-up in mercury-free UV lamp filled with O₂/N₂ mixed-gas driven by poly-phase ac discharge/plasma

松本 和憲

Kazunori MATSUMOTO

富山県大工

Faculty of Engineering, Toyama Prefectural University

1. はじめに

光硬化性材料の塗膜を硬化させて塗装する光硬化塗装は、臭気が少なく数秒という短時間で塗膜を硬化させることができるため、種々の分野で広く用いられている。我々は、水銀を使用せずに分子性ガスを用いて紫外線を放射する多相交流グロー放電ランプを考案し、従来の高圧水銀アークランプの場合に比べ、十分の一以下の照射エネルギーで光硬化できることを示してきた。また、平面状に配置したループ状ランプ群とアルミニウム反射鏡を組み合わせ、縦、横、高さの3方向の放射強度分布の一様性を高めた、新しい紫外線照射装置を開発してきた。

しかしながら、分子性ガスとして酸素ガスを含む混合ガスを用いるので、放電中に化学的に活性化した酸素ガスがランプ内容物や壁と反応し消失(クリーンアップ)するという問題があった。これはランプの寿命に関わる実用化に対する障害である。

本講演において、不活性ガスのアルゴン、窒素ガス、酸素ガスをそれぞれ単独でランプへ封入した場合と酸素・窒素混合ガスを封入した場合について、放電/プラズマ発生中におけるガスのクリーンアップ現象を報告する。混合ガスの場合、極めて大きなガスの消失現象が観測された。

2. 実験装置及び実験結果

隔膜式圧力計(絶対ガス圧力計)を取り付けた小さな真空装置へ、図1に示すようなループ状のランプを(枝管を介して)セットした。ランプ内へ(枝管のバルブを閉じて)ガスを封じ、多極磁場中6相交流放電/プラズマの点灯中におけるガス圧力及びランプ表面温度(熱電対)を測定した。同時に、高感度の四重極質量分析器を用いてガス組成の変化と、多チャンネル分光器を用いて放射スペクトルの変化も測定した。

図2、図3及び図4に、窒素ガス、酸素ガス及び酸素・窒素混合ガスをランプに封じた場合の、放電/プラズマ発生中におけるガス圧力及びランプ表面温度を、それぞれ示す。横軸は時間[秒]で、左縦軸は圧力[Torr]、右縦軸は温度[°C]である。不活性ガスのアルゴンの場合も含めて、窒素及び酸素ガス単独の場合、放電/プラズマ発生中における圧力は、温度の上昇に伴って大きくなるだけであった(図2、図3)。しかし、図4の酸素(10%)・窒素(90%)の混合ガスの場合、ランプ温度の上昇にもかかわらず、ガス圧力は放電直後から急激に減少した。この現象は放電電圧が大きいほど顕著になった。

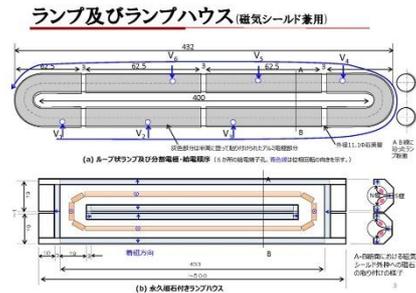


図1 多極磁場中の多電極多相交流放電/プラズマ ランプ

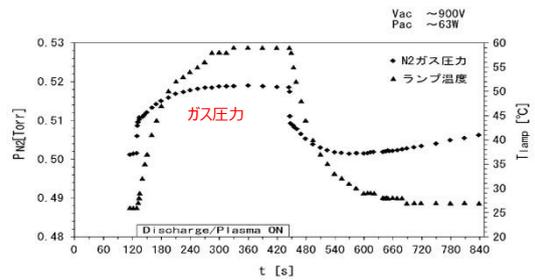


図2 窒素ガスの場合の放電/プラズマ発生中のガス圧力

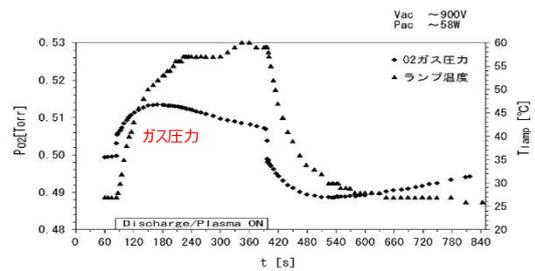


図3 酸素ガスの場合の放電中/プラズマ発生中のガス圧

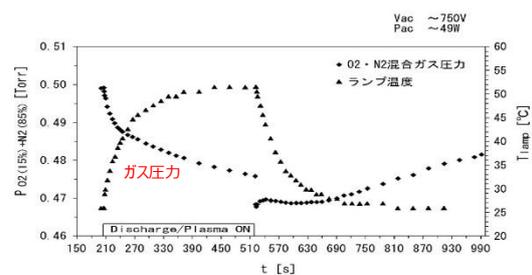


図4 酸素・窒素混合ガスの場合のガス圧力の大きな減少