

有機染料の脱色における同軸多孔質放電リアクタの検討

森 友宏 石川 貴士 喜屋武 毅
(近畿大学大学院 産業理工学研究科)

1 はじめに

近年の放電プラズマを用いた水処理では、エネルギー効率の観点から、水上沿面放電^{[1][2]}やバブルアシスト放電^[3]などが主流となっている。上述のリアクタの最大の特徴は気相領域の確保である。気相プラズマと処理液の比表面積を拡張させることにより、OH ラジカルの発光強度の増加が報告^[4]されていることから、気相領域の確保はエネルギー効率向上の重要な要諦である。

本研究では、多孔質膜上に高電圧電極を配置した同軸円筒型放電リアクタを考案した。微細な気泡は自己加圧効果や自然圧壊現象などを誘発するため、処理液に拡散されたマイクロバブル効果は活性種の促進性が期待される。放電プラズマとマイクロバブルを併用した水処理の研究では、気泡発生空間に電極を螺旋状に配置した知見はなく、ガス中から処理液に伸びるマイクロバブル上の放電処理の検討は重要である。本リアクタのように気泡領域を確保した場合における有機染料水溶液の脱色試験より、本リアクタの性能を調査した。

2 実験装置

2.1 パルスパワー発生装置

本実験で使用したパルスパワー発生装置を図 1 に示す。

本パルスパワー発生装置は高電圧直流充電器と MPC (Magnetic Pulse Compression) 回路で構成されている。直流充電器より MPC の初段のコンデンサに高電圧充電後、IGBT のコレクタ・エミッタ間を高速に短絡させ、初期パルスを生成する。生成されたパルス電圧は、後の昇圧トランスと過飽和インダクタによるパルス圧縮を介して負荷に供給する仕組みとなる。MPC 回路の出力は高電圧直流充電器の組み込みシステムの書き換えにより、放電電圧及び放電周波数を任意のものに可変することができる。つまり、本パルスパワー発生装置は単位時間当たりの注入エネルギーとワシショットあたりの注入エネルギーを制御可能である。

2.2 実験システム

同軸多孔質膜リアクタを用いた本実験システムを図 2 に示す。

本リアクタの構造は、外径 10mm、肉厚 0.8mm、長さ 235mm、細孔径 $1\mu\text{m}$ 及び $10\mu\text{m}$ の多孔質膜を外形 34mm、肉厚 2mm、長さ 200mm の石英管中に配置した同軸円筒型である。本構造は、多孔質膜内に封入されたガス圧により、石英管と多孔質膜の間を流れる処理液中にマイクロサイズの気泡を発生する構造となる。多孔質膜の外壁に H.V. 電極、石英管の外壁に GND 電極が設置されており、H.V. 電極にパルス電圧を印加することで、処理液と気泡の界面で放電プラズマを生成する。処理液は循環ポンプを用いてリアクタ内と処理液タンクを循環させる。マイクロバブルを生成するための多孔質膜へ封入するガス圧力は、ガスレギュレータにより制御した。ガスの種類には酸素及びアルゴンを用いた。

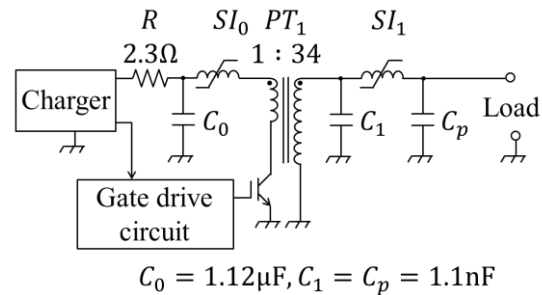


図 1 パルスパワー発生装置

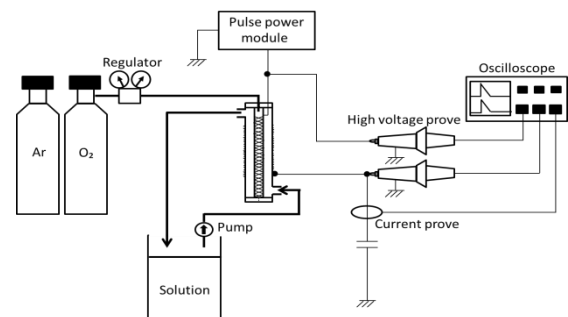


図 2 本実験システム

3 実験概要

本研究は同軸多孔質放電リアクタによる有機染料の脱色特性の評価を目的としている。有機染料には Indigo Carmine (CAS No.860-22-0) を用い、蒸留水に溶解して処理液とした。

実験内容として、気泡生成ガス種に酸素及びアルゴンを用い、それぞれの脱色特性への影響を調査した。また、パルスパワー発生装置の制御パラメータが脱色に与える影響についても検討を行った。

これらの実験結果から、本リアクタにおける Indigo Carmine の脱色性能の結果を発表時に報告する。

参考文献

- [1] M.Sato: "Decomposition of Phenol in Water Using Water Surface Plasma in Wetted-wall Reactor", International Journal of Plasma Environmental Science & Technology. Vol.1, No.1, pp71 - 75 (2007)
- [2] 見市 知昭:「水上パルス放電プラズマによる水中難分解物質の分解」, 電気学会論文誌 A, Vol.131, No.10 p.853-859 (2011)
- [3] 和田 啓太:「水中気泡内放電による混合した有機染料溶液の脱色」, 静電気学会誌 Vol.37, No1, p.34-40 (2013)
- [4] 塩満 栄一:「多孔質ガラスを用いた水中放電プラズマ発生装置の特性」, 電気学会論文誌 A, Vol.134, No.5, p.321-326 (2014)