

## J122

## フロー処理型マイクロ波化学反応装置用温度制御リアクターの開発

(MCPT・日立機械研) ○(正)松澤光宏\*, (日立機械研) (正)富樫盛典, (京大工) (正)長谷部伸治

## 1. 緒言

近年、マイクロ波を利用した化学反応プロセスが着目されており、反応の高速化などのマイクロ波の有用な効果が多数報告されている<sup>1)</sup>。これまでに我々は電磁波解析を利用してフロー型マイクロ波化学反応装置を設計、試作し、加熱実験によりその性能を検証してきた<sup>2)</sup>。しかしながら、それらの有用な効果を引き起こすマイクロ波の化学反応に対するメカニズムは未だ解明されておらず、特に、非熱効果の有無については様々な議論がなされている。その原因として、これまでのマイクロ波化学反応装置では、マイクロ波を照射しながら温度を一定に制御することが困難であったためであり、そのため従来加熱（オイルバス加熱）とマイクロ波加熱で温度プロファイルを同じにして比較することが困難であった。そこで本研究では、マイクロ波を照射しながら反応液の温度を一定に制御可能なフロー処理型マイクロ波化学反応装置用温度制御リアクターの開発を行った。

## 2. 装置構成

Figure 1 に装置構成を示す。全体の装置構成は参考文献 2 を参照されたい。反応管の周りに誘電率が小さくマイクロ波を吸収しにくい冷媒を循環させる構成とした。冷媒はフッ素ナート（誘電率 1.9, 3M 社, 商標）、反応管は石英ガラス（誘電率 2.9）、外管は PTFE（誘電率 2.9）とした。この構成によりマイクロ波は冷媒や外管にはほとんど吸収されず反応管内の反応液に大部分が吸収され、反応管を介して冷媒と熱交換を行うことにより反応液の温度を一定に保つことができる。

マイクロ波の吸収量は電界強度の二乗に比例するため、マイクロ波を反応液に効率よく吸収させるためには、反応管を電界強度の強い部分に設置する必要がある。そこで電界強度分布を電磁波解析を用いて計算し、反応管の位置、形状を決定した。

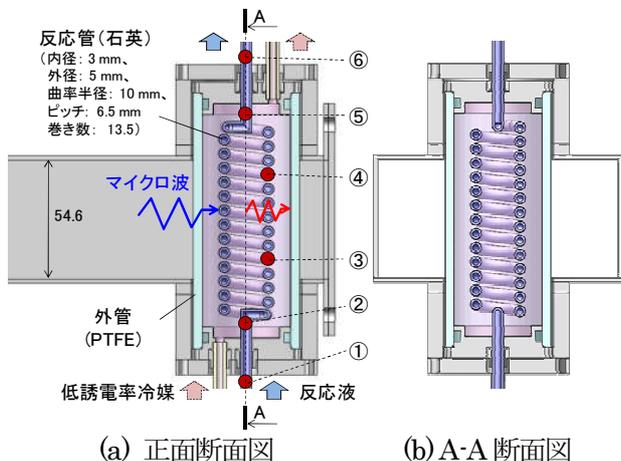
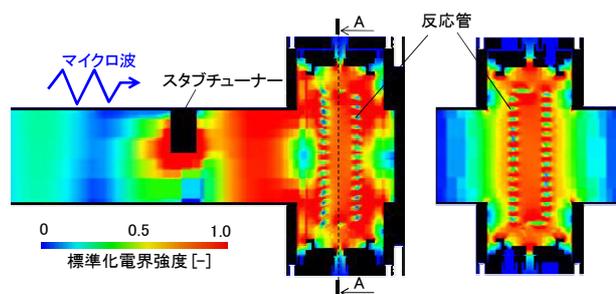


Fig. 1 温度制御リアクター構成

Figure 2 に反応管内に水、反応管周囲に冷媒を満たした場合の装置内電界強度分布を示す。これより本装置では電界強度の強い部分に反応管が設置されていることが確認できる。この時マイクロ波発振機より出力したマイクロ波の約 96% が水に吸収される計算結果が得られた。



(a) 正面断面図 (b) A-A 断面図

Fig. 2 装置内電界強度分布

## 3. 温度制御性能の検証

本構成による温度制御性能を検証するために、水を流しながらマイクロ波を照射した場合の昇温曲線を計測した。蛍光式ファイバー温度計を Fig. 1 の①～⑥で示す部分に挿入し、各部の水の温度を計測できる装置を試作した。35°C の水を入口①から流量 50 mm<sup>3</sup>/s で流し、冷媒を温度 35°C、流量 4.2×10<sup>4</sup> mm<sup>3</sup>/s で循環し、マイクロ波の出力を変えたときの昇温曲線を計測した。また比較として、冷媒を流さない場合の水の加熱実験を行い、同様に昇温曲線を計測した。Figure 3 に計測した昇温曲線を示す。冷媒を流さない場合（破線）は③と④の間で 100°C を超え沸騰するのに対し、冷媒を流した場合（実線）、②～⑤の間で出力が 26W のとき±1.3°C、出力が 57W のとき±2.3°C 以内で反応液の温度を制御可能であることを確認した。

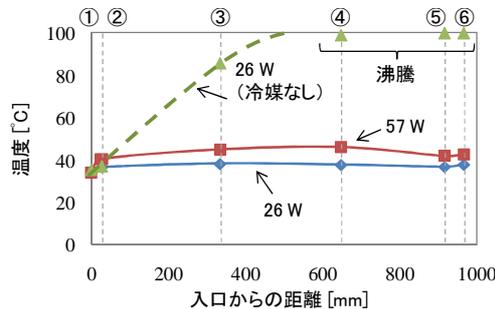


Fig. 3 昇温曲線

なお本研究は、NEDO「革新的マイクロ反応場利用部材技術開発」プロジェクトの支援を受けて行われた。

## 参考文献

- Hoz, A.; *Chem. Soc. Rev.*, 34, 164-178, 2005
- Matsuzawa, M. *et al.*; SCEJ39th, F116, 2007

\* TEL: 029-353-3476 FAX: 029-353-3865

E-mail: [mitsuhiro.matsuzawa.ok@hitachi.com](mailto:mitsuhiro.matsuzawa.ok@hitachi.com)