

工業用マイクロ波合成装置の開発

前川 浩司 四国計測工業株式会社 マイクロ波反応装置開発プロジェクト プロジェクトリーダー
才谷 明宏 四国計測工業株式会社 マイクロ波反応装置開発プロジェクト 副主査

要約 マイクロ波の工業利用については、レーダー、ゴムの加硫、乾燥、殺菌、医療関係などで幅広く実用化されている。最近では、化学反応系にマイクロ波を応用することで反応速度が1ないし3桁ほど向上することや、特異な立体・位置選択制が見られることが明らかになり、広範な化学プロセスへの応用の可能性がでてきている。マイクロ波を利用した高分子合成プロセスを初めて実現した工業用マイクロ波装置、および当社のマイクロ波装置への取り組みについて紹介させて頂く。

はじめに

マイクロ波加熱を化学合成や重合反応に利用することにより、反応の迅速化や選択性向上、および無溶媒化や廃棄物の削減によるグリーン化、プラントの省スペース化などが期待され、様々な研究が広く行われている。国内では、日本電磁波エネルギー応用学会（JE-MEA）を始めとし、様々な場でマイクロ波効果に関する活発な議論が行われている。当社は四国電力（株）のグループ会社として、電力の有効活用を目的に熱加工分野において遠赤外線や高周波加熱に加えてマイクロ波加熱も手がけており、1997年からマイクロ波化学実験用の装置の開発・販売を開始した。これらの装置についてはグリーンプロセスであるマイクロ波合成技術への関心の高まりなどを背景に大学や企業の研究機関などに多数納入してきた。

昨今の、省エネルギー・CO₂削減が緊急課題である社会的背景において、マイクロ波プロセス実用化研究・検討のため（独）産業技術総合研究所を始め大学などと共同研究を進め、この度その研究成果の一つとしてマイクロ波による乳酸重合用実用化装置を開発したので報告する。

1. マイクロ波とは

マイクロ波は周波数が300 MHzから300 GHzの電磁波（電波）で、レーダーや通信、医療分野で広く利用されている。1950年以降、新しい加熱装置として食品の乾燥や加熱用途として家庭から産業界まで急速に普及した。従来の加熱手段であるスチームや電気ヒ-

ター直火が物質表面から内部へ熱を伝える伝導加熱であるのに対し、マイクロ波加熱は物質を内部から直接加熱するため高速で均一な加熱が可能で、エネルギー効率の向上や加熱時間の短縮に大きな効果が見込まれる。

1.1 ISM（Industry Science Medical）バンド

無線通信以外の産業・科学・医療にマイクロ波を利用するために指定された周波数帯であり、2.45 GHz、5.8 GHz、24.125 GHzがあり、電子レンジと同様に2.45 GHzがよく使用されている。（図1参照）

1.2 マイクロ波加熱の原理

マイクロ波加熱の内部加熱方式は、被加熱物を構成している分子（双極子）が電界の力を受け、電氣的に中性状態であった双極子を変位・分極させ、マイクロ波の周波数に応じて激しく振動し、この時の各分子間摩擦で熱が発生し誘電体全体が発熱・昇温すると言われている。

1.3 マイクロ波加熱の特徴

(1) 急速加熱

マイクロ波照射による対象物は高速昇温が可能であり、緻密な温度制御により、図2に示すように、速やかに所定の温度までオーバーシュートすることなく温度を上げることが出来る。昇温速度が速いため、全体の反応時間を短縮化、副反応温度域を速やかに通過することができ、収率の向上が期待できる。

(2) 内部加熱

ヒーターなどの外部加熱では、図3に示すように、加熱する容器壁近傍が局所的、継続的に高温状態である。しかし、マイクロ波加熱は内部から直接加熱するため系全体を比較的均一な温度で昇温することが可能