

# 高周波、マイクロ波による誘電加熱の応用例と 応用装置について

山本 泰司 (やまもと やすじ) 山本ビニター株式会社 代表取締役社長

**要約** 高周波やマイクロ波を使った誘電加熱が工業加熱分野に利用されて既に 80 年以上が経過している。熱伝導率が悪く、容量や厚みの大きい被加熱物を急速に加熱できる熱源としては、誘電加熱に勝る熱源はないといえる。主な利用分野は、プラスチック、木材、食品、ゴム、セラミックスなどの加熱や乾燥が中心であるが、医療用としても古くから利用されている。周波数の違いにより加熱効果や加熱分布が異なり、被加熱物の種類や形状、また加熱目的などにより、周波数が選択されている。ここでは誘電加熱の最近の応用例と応用装置について紹介する。

## 1. はじめに

高周波やマイクロ波を使った誘電加熱が工業加熱分野に利用され始めたのは古く、1930 年代よりといわれている。当初は高周波 (3 MHz ~ 300 MHz) が使われ、第 2 次世界大戦後にマイクロ波 (300 MHz ~ 30 GHz) も利用されるようになった。当時の主な利用分野は、プラスチック、木材、繊維、紙、食品、セラミックスなどの加熱や乾燥が中心であった。身体を加熱する医療用としても古くから利用されている<sup>1)2)</sup>。それ以降、誘電加熱は新しい加熱手段として、また従来使われてきた蒸気、熱風、抵抗加熱などの代替として、広範な分野において実用化、普及が進み現在に至っている。誘電加熱には様々な周波数が使われている。周波数の違いにより加熱効果や加熱分布が異なり、被加熱物の種類や形状、また加熱目的などにより、周波数 (主に ISM バンド) が適宜選択されている。ここでは誘電加熱の最近の応用例と応用装置について紹介する。

## 2. 連続式のマイクロ波減圧乾燥装置

マイクロ波加熱による食品の乾燥処理は、内部の水分の蒸発が急速におこなわれるため、発泡や膨化状態で乾燥させることができる。特に沸点を下げた減圧下にて乾燥処理をおこなうと、40℃ ~ 50℃ の低温で、迅速で高品質な乾燥が可能となる。例えば、即席麺に入れる卵食品などは、減圧下でのマイクロ波乾燥により、より均一な膨化が得られ、複水性 (湯戻り) の早

いふっくらとした製品仕上がりとなる。また、高温による変色や品質劣化を抑制できるため果物や野菜類なども高品位の乾燥が可能である。

表 1 に連続式のマイクロ波減圧乾燥装置の概略仕様、図 1 に概観を示す。本装置は、減圧缶体とその前後にダブルシャッターのついた投入・取出予備室、真空ポンプや凝縮機、トレイ搬送装置、減圧缶体にマイクロ波発振機と導波管類を取り付けた加熱乾燥室から構成されている。

食品は誘電損失の少ない樹脂製トレイに定量が投入され、搬入装置により 1 トレイごとにプッシャーで装置に押し込まれる。投入予備室にトレイが入るとシャッターが閉まり予備室を減圧し、同圧になると加熱乾燥室のシャッターが開き、加熱乾燥室へトレイが送りこまれる。一定時間加熱乾燥室を通過したトレイは、減圧された取出予備室に送り出される。加熱乾燥室のシャッターを閉じると、取出予備室を大気解放して、予備室のシャッターを開いて、トレイを搬送装置へ取り出す。このようにサイクリックにダブルシャッターを開閉し、減圧と大気解放を繰り返すことで、加熱乾燥室の減圧度を一定として連続した乾燥処理を可能としている。

マイクロ波加熱室は、減圧缶体の上部にマイクロ波照射口を持つマルチモードオープンとなっている。内部に設けた遮蔽板によりオープン内の空間を 2 - 3 室に分けている。加熱室ごとにマイクロ波電力を変える (PV 値：オープン空間体積当たりの投入マイクロ波電力) ことで、乾燥状態に応じた最適な電力密度 (PD 値：ワーク重量当たりの投入マイクロ波電力) を作りだしている。