

# マグネトロン式・半導体式ハイブリッド マイクロ波電源の開発

吉田 睦 (よしだ むつみ) 富士電波工機株式会社 取締役技術部長

**要約** 近年マイクロ波を利用した化学反応プロセスの研究が、無機・有機反応プロセス、プラズマプロセス、触媒化学、環境化学分野等で盛んに行われている。これらの用途ではただ単にマイクロ波を使って対象物を加熱するだけでは無く、マイクロ波エネルギーを精密に制御する事が必要であり、その特性を良く理解した上で利用する事が求められる。これらの事例でよく用いられるマイクロ波帯周波数は2.45 GHz 等が一般的で、半導体式は特性は良いが高価で低出力、マグネトロン式は安価で高出力である。今回はマグネトロン式・半導体式に加え双方の特徴を備え安価で制御性の良い、ハイブリッド式マイクロ波電源（注入同期型マイクロ波電源）を開発し、データを取得したので報告する。ハイブリッド式マイクロ波電源は精密制御コントローラー、PLL 式制御部、半導体式増幅回路、マグネトロン式発振部からなり構成され、導波管からエネルギーを出力する。最終出力部はマグネトロンであるが、そのコヒーレンスな波形は半導体式とほぼ同等で、周波数及び位相関係も精密に制御する事が出来る。

## 1. はじめに

弊社では昭和23年の創業以来、誘導・誘電・マイクロ波・赤外線を中心に電磁波一般を利用した応用装置の開発・設計から製造・販売迄を行っている。

電磁波加熱は電気部品をはじめ、食品業界・自動車業界・建材分野、医薬品分野、窯業分野、セラミック関連など多くの業界・分野で利用されている。

本稿では2.45 GHz マイクロ波電源の技術を中心に、電源の種別と特徴、いくつかの応用例を紹介する。

動が追いつかない。その差が誘電体損失であり、高周波発熱作用となる。

従って“対象の誘電体が振動しやすいか否か”で加熱のされやすさは大きく異なる。

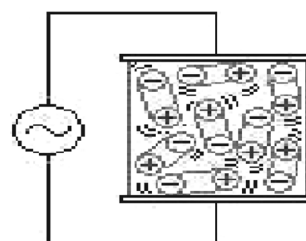


図1 誘電体中の双極子

## 2. マイクロ波加熱の原理

### 2.1 加熱原理

誘電体が加熱の対象の場合、高周波誘電加熱とマイクロ波加熱が主に用いられる。

これらの加熱方法では、+極と-極が1秒間に下記の回数だけ変化する。その変化する回数は、マイクロ波2.45 GHz なら2,450,000,000 回/秒も変化する。

誘電体に電界を印加すると、数 MHz ~ 数 GHz の高周波電界の極性は、1秒間に何百万回も極性が入れ替わる。この際、誘電体の構成する分子レベルのダイポールには振動が生じる。この振動する様子を図1に示す。この電界の極性変化に対して、ダイポールの振

この加熱されやすさは対象物の物理的特性によって、大きく異なる。例えば水や塩ビのように加熱しやすい対象物もあれば、フッ素樹脂のように加熱しにくいものもある。

使用する電磁波の周波数が1 MHz ~ 300 MHz 程度のものを「高周波誘電加熱」、300 MHz ~ 300 GHz 帯を使用するものを「マイクロ波加熱」と呼んで区別しているが、単に使用する電磁波の周波数の違いと考えても良い。

### 2.2 加熱用途

近年マイクロ波を利用した化学反応プロセスの研究が無機・有機反応プロセス、プラズマプロセス、セラミックプロセス、触媒化学、環境化学分野で盛んに行