

## 第1条

本規程は、日本電磁波エネルギー応用学会（以下、本会）の学会機関誌 JEMEA機関誌（以下、本誌）への投稿に関して定めたものである。

## 第2条

本誌は当会の機関誌として、原則毎年2回発行される。ただし、掲載記事の数、その他の事由によって、理事会の承認を得て発行を調整することがある。

## 第3条

投稿できる研究報告および実践報告、催事報告、記事等は既に公開された研究報告の転用は避ける。

2 研究報告・実践報告の別は執筆者が投稿申込時に指定することとする。

## 第4条

本機関誌の投稿者は、原則として本会会員とする。共著の場合、少なくとも1名は本会会員を含むこととする。ただし、編集委員会が認める投稿者についてはこの限りではない。

2 本会編集委員会の依頼に基づき記事を投稿する場合を除き、本誌へ投稿を希望する者は、本会ホームページ上より投稿を申し込まなければならない。採択された場合は編集委員会が指定する方法で指定日時までに編集委員会に原稿を提出するものとする。

## 第5条

投稿する原稿は、別途定める様式、および本会ホームページ上のテンプレートの内、編集委員会が指定するものに従って執筆されなければならない。

## 第6条

提出原稿はMS Word形式、およびPDF形式で保存した2つのファイルを提出する。

## 第7条

投稿原稿は、編集委員による校正を経て、編集委員会において掲載可否が決定される。

2 編集委員会は審査の結果に基づき、投稿原稿の修正を投稿者に求めることができる。

## 第8条

審査結果は可及的速やかに編集委員会事務局より執筆者あるいは執筆代表者に通知する。

2 編集委員会によって修正を求められた場合、あるいは再審査と判断された場合は、所定の期日までに修正原稿を提出しなければならない。その際、審査担当者からのコメントへの対応を列挙したもの（書式自由）を併せて提出する。

3 内容および体裁における修正は全て執筆者の責任で行う。編集委員長が修正が不十分であると判断した場

合は掲載を取りやめる場合がある。

## 第9条

本機関誌に投稿された記事の著作権は、本会に帰属する。ただし著者および共著者自身が自著の原稿記事を複製、翻訳、転載などに利用する事は可能とする。転載に関しては編集委員会の許可を得る事が望ましい。

2 非会員で投稿依頼に基づく投稿の場合、原稿料として¥1,000-(源泉徴収後の手取り)/頁の支払を行う。

## 第10条

本誌は当会ホームページまたは J-Stage でオンライン公開する。

## 第11条

投稿に関する通信は全て編集委員会宛とする。

2 編集委員会は、掲載可否判定に関する問い合わせには応じない。

## 第12条

本規程の変更は、編集委員の三分の二以上の議決により承認を得なければならない。

# 特別企画

空白: 上 25、下 30、左右 30mm

## 題目 (特別な題目があれば) (ゴシック 24p)

顔写真をつけます。

英文題目 Times New Roman 14p

電波大学大学院マイクロ波研究科 電波 太郎 (MS 明朝 12p)

(所属先と氏名 英語版)

〒100-7634 東京都住吉区栄 3-8-13,

e-mail: xxx@kikanshi.co.jp (Time NewRoman)

(本文: 1行 40文字、間隙 8mm 文字 12p, 日本語 MS 明朝、英語 TimeNewRoman)

マイクロ波加熱が 1940 年代に発見されて以来、電子レンジを始めとして、広い分野への応用がなされてきた。一方最近の 20 年間には、マイクロ波プロセッシングは新規応用分野への進展や種々の基礎学理に関する研究において特筆すべき展開が数多くある。例えば、新規加熱装置の開発、シミュレーション分野の充実、半導体発振器の実用化、マイクロ波物質科学の発展等が挙げられる。一方国内でもこの 10 年間で大きな動きがあった。日本電磁波エネルギー応用学会 (JEMEA) が設立され、活発な活動が行われている。日本学術振興会先導的研究開発委員会の活動から引き続き、産学協力研究委員会「電磁波励起反応場第 188 委員会」が設立されると共に、文部科学省、経済産業省、環境省等の国家プロジェクトが生まれ、成果を上げている。

このような現状を踏まえ、マイクロ波エネルギー応用に関する新たな集大成としてハンドブックを出版するには絶好の時期と考えられる。本書は主に JEMEA 会員を中心に、関連する技術者、研究者に執筆をお願いした。また日本学術振興会先導的研究開発委員会における産業応用成果を基にしている。本書は基礎編、応用編、実用編を設け、マイクロ波エネルギーの基礎と新旧応用技術、それに関連した周辺分野の技術を網羅したハンドブックを意図している。

# 研究トピックス

空白: 上 25、下 30、左右 30mm

## マイクロ波応用研究 (題目ゴシック 24p)

顔写真をつけます。

英文題目 Times New Roman 14p

電波大学大学院マイクロ波研究科 電波 太郎 (MS 明朝 12p)

(所属先と氏名の英語版)

〒100-7634 東京都住吉区栄 3-8-13,

e-mail: xxx@kikanshi.co.jp (Time New Roman)

(本文: 2 段組み 24 文字、間隙 8mm、文字 10p、日本語 MS 明朝、英語 TimeNewRoman)

### 1. はじめに (見出しゴシック Bold, 10p)

本節においては、固体物質とマイクロ波との相互作用に関して紹介する。電磁波エネルギーは、そのエネルギーフラックスであるポインティングベクトル ( $\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H}$ ) を用いて表せるが、その発散 ( $\nabla \cdot \mathbf{S}$ ) をとると、それは式 1 の右辺における 3 つの項に分かれ、左からそれぞれ磁気損失、誘電損失、誘導電流損失に対応する。

$$\nabla \cdot \mathbf{S} = \mathbf{H} \cdot \left( -\mu \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} \right) - \mathbf{E} \cdot \left( \sigma \mathbf{E} + \epsilon \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right) = -\frac{\partial}{\partial t} \left( \mu \frac{\mathbf{H}^2}{2} + \epsilon \frac{\mathbf{E}^2}{2} \right) - \sigma \mathbf{E}^2 \quad (1)$$

ここで、 $\mathbf{E}$  は電場、 $\mathbf{H}$  は磁場、 $\sigma, \mu, \epsilon$  は物質の物性値であり、この順で導電率、透磁率、誘電率である。物質内部に入った電磁波の電場と磁場が物質との間に相互作用を生じ、エネルギーが消費される。ここで  $\mathbf{E}, \mathbf{H}$  の時間(t)依存性を  $\exp(i\omega t)$  と表し ( $\omega = 2\pi f$ : 角振動数、それらを 1 式に代入すると、誘電率と透磁率の虚数部 ( $\epsilon'', \mu''$ ) を用いて、それぞれの損失項式 2 のように表せる(ここで角振動数  $\omega = 2\pi f$ 、 $|\mathbf{E}|^2 = \mathbf{E} \mathbf{E}^*$ 、 $|\mathbf{H}|^2 = \mathbf{H} \mathbf{H}^*$ 、 $\mathbf{E}^* \mathbf{H}$  は、それぞれ  $\mathbf{E}, \mathbf{H}$  の共役複素数である)。

$$P = \frac{1}{2} \left( \omega \mu'' |\mathbf{H}|^2 + \omega \epsilon'' |\mathbf{E}|^2 + \sigma |\mathbf{E}|^2 \right) = \pi f \mu'' |\mathbf{H}|^2 + \pi f \epsilon'' |\mathbf{E}|^2 + \frac{\sigma |\mathbf{E}|^2}{2} \quad (2)$$

本節では表題の 3 種の物質におけるマイクロ波との相互作用 [1] について、上記それぞれの損失と関連させて説明する。

### 2. 金属

#### 2-1. 金属内の電磁場と誘導電流

電磁波は金属の内部に侵入する事はできず反射される。しかし一般の金属は有限の電気抵抗を有するため、電磁波が金属の表面からある程度の距離  $\delta$  だけ侵入する。(無限に大きな導電率を有する完全導体では全く侵入しない。) この距離  $\delta$  は表皮厚さ、もしくは浸透深さとも呼ばれ、式 3 で定義される。例として Au ( $\sigma: 4.5 \times 10^7 [\text{Sm}^{-1}]$ ) について計算すると、2.45GHz では  $\delta \sim 1.5 \mu\text{m}$  程度である。

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\sigma \omega \mu}} \quad (3)$$

この厚さ内では、誘導電流が生じ、これによるジュール加熱が生じる。これは式 2 における第 3 項による損失である。バルクの金属においては、この薄層のみが加熱しても熱伝導により消散してしまうため、金属全体では温度上昇はあまり生じない。しかしながら図 1 のように個々の粉末粒子や薄膜ではそれ自体が加熱され、全体の温度を十分に上げる事ができる。

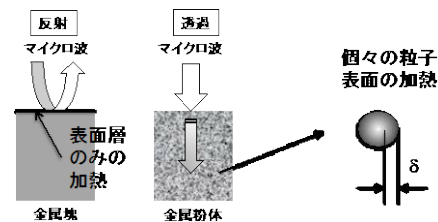


図 1: 金属の加熱