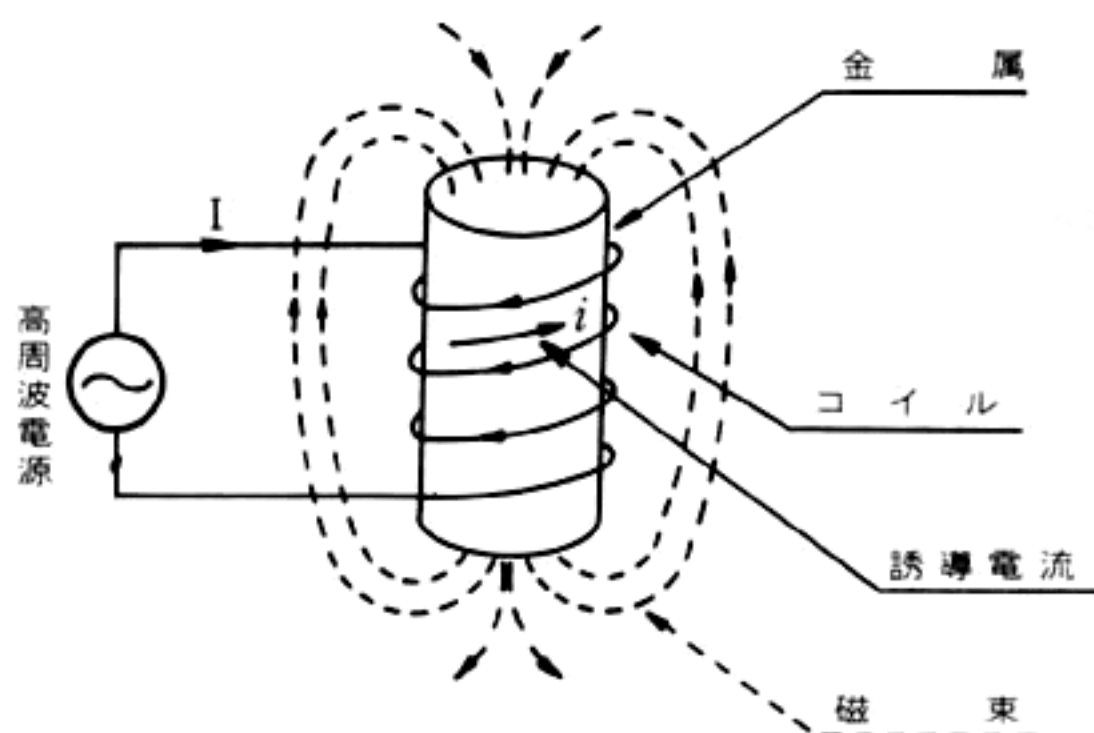


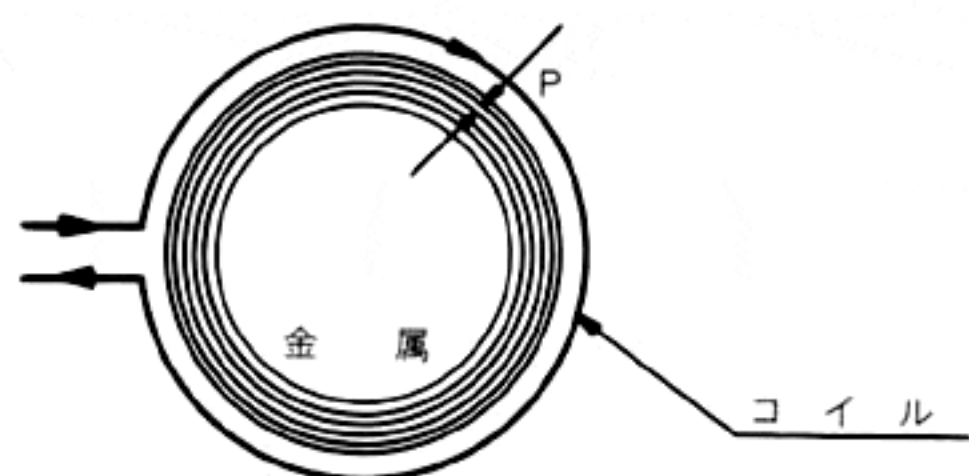
高周波加熱装置の原理 (1)

誘導加熱の原理

第1図 誘導加熱の原理



第2図 表皮効果



第1図は誘導加熱の原理図ですが加熱したい金属をコイルの中に入れておきコイルに高周波電流 I を流してやれば点線で示すような磁束が発生すると同時に i のような誘導電流が金属の中に発生します。

この磁束と電流は所謂表皮効果によって金属の表面に集中し、ヒステリシス損および渦流損により、金属の表面層が発熱いたします。この状況は第2図に示す通りであり、ヒステリシス損および渦電流損は次の式で表されます。

ヒステリシス損

$$W_h = K_1 f B_m^2 \dots (1)$$

渦電流損

$$W_c = K_2 f^2 B_m^2 \dots (2)$$

$K_1, K_2 =$ 常数
 $f =$ 周波数
 $B_m =$ 磁束密度

第2図に示すように渦電流は表皮に集中して分布しますが、その集中の度合いを示すのに P (浸透の深さ) を用います。この P の値は表面の電流を I_0 とすれば電流の値が I_0 の $\frac{1}{e}$ (約37%) になる深さを示し誘導加熱においては常に考慮しなければならぬ値であります。この P の値は次の式であらわされます。

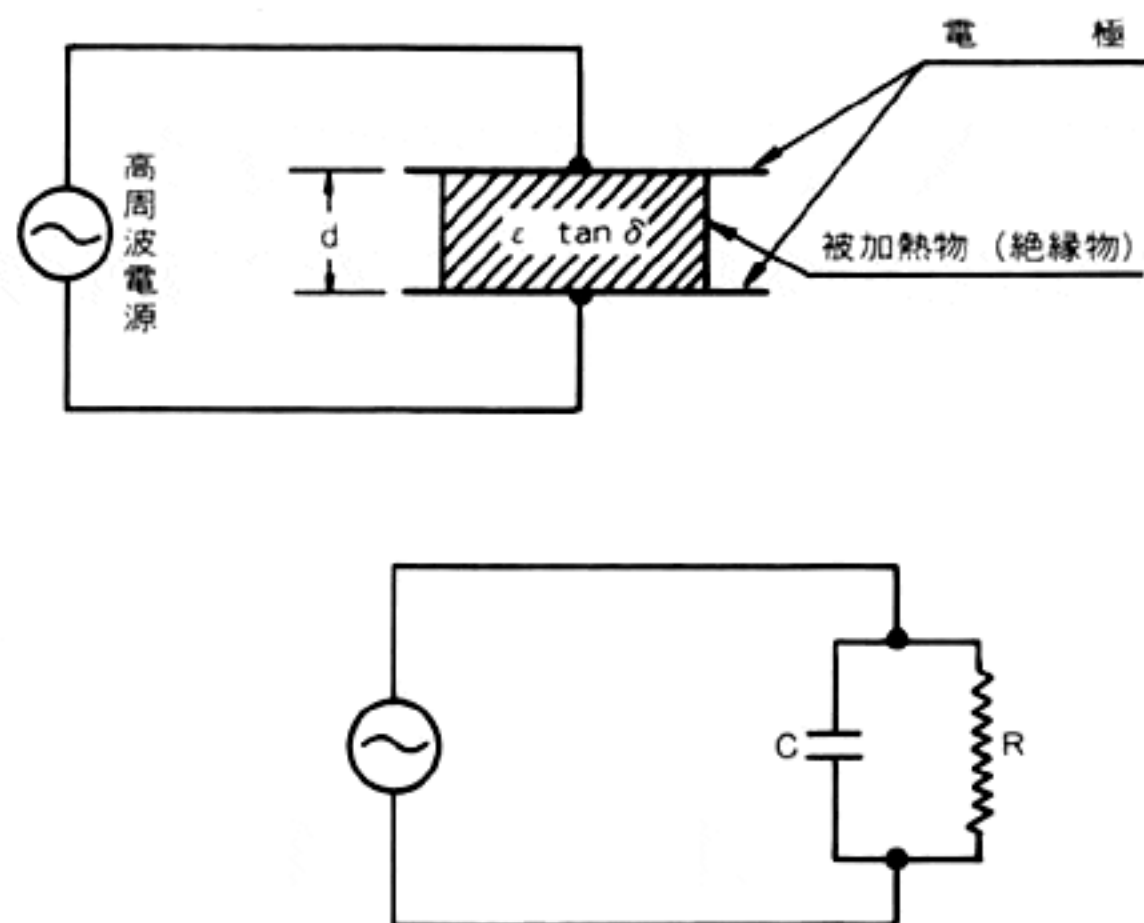
$$P = 5.03 \sqrt{\frac{\rho}{\mu f}} \text{ (cm)} \dots (3)$$

$\rho =$ 加熱対称の比抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}$)
 $\mu =$ 加熱対称の実効透磁率 $f =$ 周波数 (Hz)

以上のように P を定義しますと誘導される渦電流の総和は表面から P までの層に集中されたと考えてよく実際の加熱もこの P 層に集中されますので加熱の深さを知る目安として大切な値であります。P の式でわかるように P の値は使用する周波数の平方根に反比例します。すなわち周波数が高くなればなる程浸透の深さは浅くなり加熱条件によって周波数を選ばなければなりません。

誘電加熱の原理

第3図 誘電加熱原理図および等価回路



第3図は誘電加熱の原理図および等価回路であります。第3図のように加熱しようとする物体を上、下二つの電極ではさみ、両電極の間に高周波電圧 (Vボルト) をかけるとわずかではあるが誘電電流が流れてこれによる損失 (発熱) が起こると同時に物体を形成している双極子 (分子の中で帯電性のある分子) の振動によって摩擦損失 (発熱) が起こります。

すなわち物体はこれら二つの損失によって発熱して温度が上がります。一般に水分の多い物体は前者の損失も無視できないけれども後者の損失の方が著しい発熱の原因となります。この後者的方を誘電体損失といいます。2枚の電極の面積を S とし両電極間の間隔を d としその間に加熱しようとする物体 (絶縁物) をはさみますと、次の式で示す電力が消費されて発熱します。

$$W = \omega C_0 \epsilon \tan \delta V^2 \dots (4)$$

$\omega = 2\pi f$ $f =$ 周波数

V = 電極に印加

$C_0 =$ 電極間静電容量 = $\frac{\epsilon \cdot \epsilon_\mu \cdot S}{d}$

$\epsilon_\mu =$ 真空の誘電率 = 1

$\epsilon =$ 絶縁物の誘電率

S = 電極の面積

d = 電極の間隔

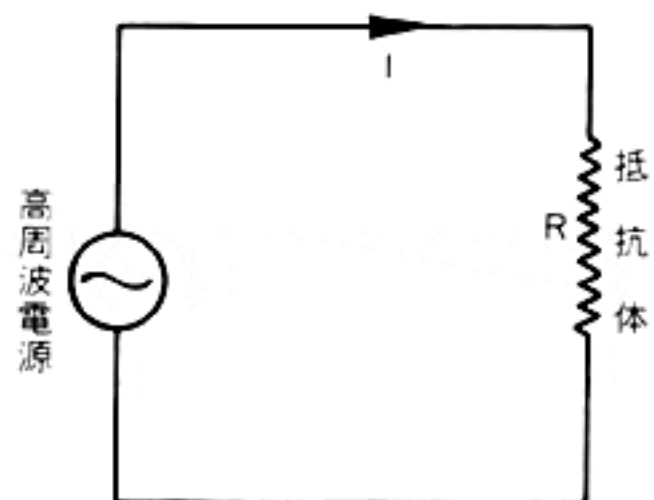
$\delta =$ 絶縁物の損失角

$\epsilon \tan \delta =$ 損失係数

高周波加熱装置の原理 (2)

通電加熱の原理

第4図 通電加熱の原理図



第4図のように物体に直接高周波電流を通して加熱する方法を通電加熱方式といいます。これはニクロム線ヒーターを交流で加熱するのと同じ原理で物体に消費される電力は次の式で示されます。

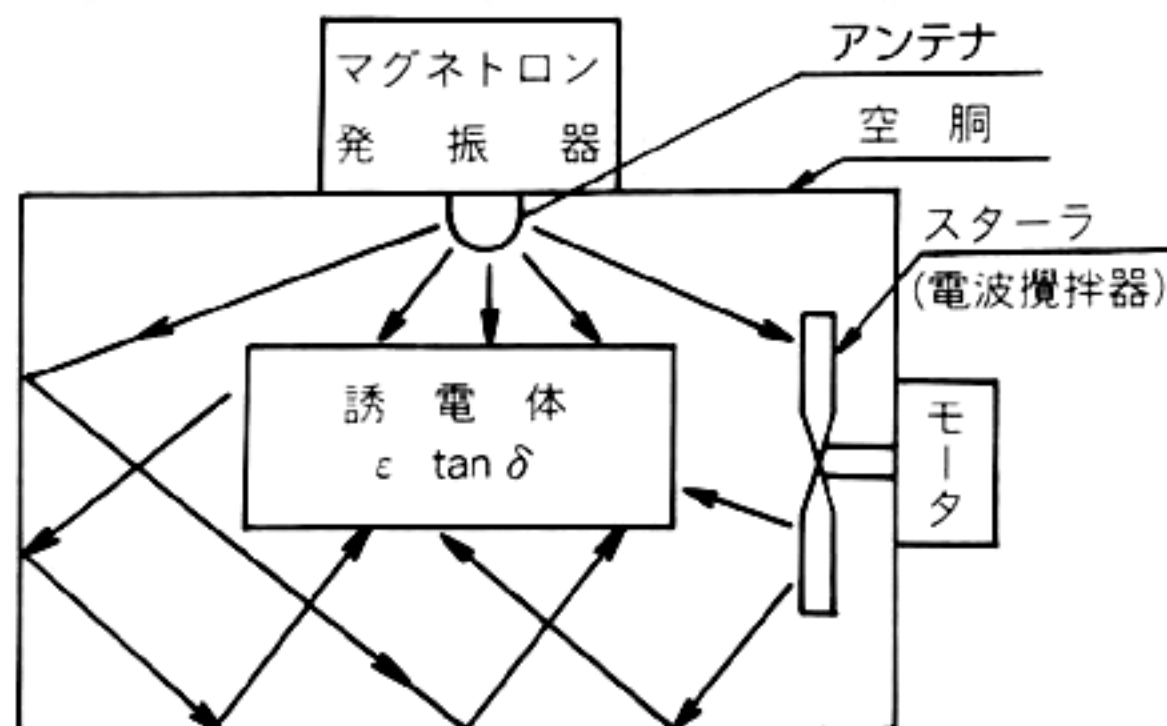
$$W = I^2 R \dots\dots\dots (5)$$

I = 電流 R = 抵抗

この場合高周波電流は一般の交流電流と異なり表皮効果によって物体の内部に浸透することができないので抵抗値 (R) は一般の交流の場合より通常は大きな値となることに注意しなければなりません。加熱原理はニクロム線ヒーターと同じですが、周波数が高くなりますと加熱状態が異なり加熱目的によっては一般交流よりも特徴を発揮することができます。

マイクロ波加熱の原理

第5図 マイクロ波加熱の原理図



第5図は、マイクロ波加熱装置の構造略図である。金属製の箱 (空胴) の中に加熱したい物体 (絶縁物) を挿入しておき発振器からアンテナを挿入して空胴内にマイクロ波を入れてやれば、電波は金属壁で乱反射して物体に照射され、誘電加熱される。

(第4式を参照のこと) 尚物体に万遍なくマイクロウェーブが照射されるようにスターラと称するファンによるマイクロ波攪拌器が取付けてあります。又誘電加熱と大きく異なる点は、上下電極を使用しないで空胴内の自由空間で容易に加熱でき又、周波数が高いことから物体を効率良く加熱することができます。

周波数と波長と用途一覧表

周波数 (Hz)	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	10^{10}	10^{11}	10^{12}	
波長 (cm)	3×10^7	3×10^6	3×10^5	3×10^4	3×10^3	3×10^2	3×10	3	3×10^{-1}	3×10^{-2}	
通俗呼称	← 中波 →			← 短波 →		← 超短波 →		← 極超短波 →		← マイクロ波 →	← ミリ波 →
ISMバンド (工業用割当周波数)					13.56MHz 27.12MHz 40.68MHz		915MHz		2450MHz		
主な工業用途	金属溶解	大物焼入 真空溶解	歯車焼入 半田付 ろう付	細線焼入	プラスチック	木材乾燥	食品加工 ウエルヒータ		食品加工 薬品乾燥		