

철심을 사용한 감쇠 진동자기장 발생 연구

전북대학교 물리학과 이용호, 신용돌*, 이영희
 숙명여자대학교 물리학과 이장로

Study on the Generation of Oscillatory Decaying Magnetic Field Using Iron Core

Dept. of Physics, Jeonbuk National University, Y. H. Lee, Y.D.Shin, Y.H.Lee
 Dept. of Physics, Sookmyong Women University, C. R. Rhee

1. 서 론

감쇠진동자기장은 강자성체의 교류소자 (A. C. Demagnetization) 등에 쓰이고 있다. 본 보고에서는 이것을 새로운 자기특성측정법에 응용하기 위하여 철심의 형상, 전기용량, 방전전압등이 주어졌을때, 진동자기장의 진폭의 시간변화등을 유도하는 일반적인 관계식을 구하고, 구체적인 실시예에 대하여 중간보고를 한다.

2. 기초설계

철심의 형상은 Fig.1과 같다. 좌, 우의 자극주에 각각 N회의 동선을 감아서 전류 I를 흘릴 때 gap에 발생하는 자기장, 인덕턴스 L, 권선저항 R등은 다음과 같다. (e:점적율, ρ:비저항, μ₀:진공투자율) $R = [\rho (b+d) N^2] / e(b-a)c$, $H = 2NI/g$, $L = 16\mu_0 adN^2 / g$ 이와 같은 전자석에 전압 V로 충전된 전기용량 C인 축전기를 연결할때 흐르는 과도적 진동전류 i는 다음과 같다.[1] (Fig.2 참조)

$$i = \frac{V}{\omega L} \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \sin \omega t. \quad \text{여기서 } \tau = 2L/R, \quad \omega = [(LC)^{-1} - (R^2/2L)^2]^{-1/2} \text{이다.}$$

감쇠진동전류 i의 peak의 치 i_p는 di/dt=0의 조건에 의하여 $\omega t = \arctan \omega \tau + m\pi (n=0,1,2,\dots)$ 이 되며 n번째의 전류의 최대치 I_n은

$$|I_n| = \frac{V \sin \theta}{\omega L} \exp\left[-\frac{\theta + (n-1)\pi}{\omega \tau}\right], \quad (\theta = \arctan \omega \tau)$$

가 되며, 진폭의 감쇠비 $I_{n+1}/I_n = \epsilon$ 은 $\epsilon = \exp\left[-\frac{\pi}{\omega \tau}\right]$ 가 된다.

따라서 $(\omega \tau)^2 = \pi / \ln \epsilon \approx 2\tau/RC$ 에 의하여 $C = (2\tau/R)(\ln \epsilon / \pi)^2$, 감쇠계수 ε에 의하여 C가 결정된다. 이때 $\omega \approx (LC)^{-1/2} = [\pi \rho g (b+d)] / [4e\mu_0 ad (b-a)C |\ln \epsilon|]$ 이다.

3. 실시예

a=23, b=52, c=50, d=15, g=32 (단위 mm), ρ=1.7×10⁻⁸Ωm, e=0.53, ε=0.9 때
 $f = [\rho g (b+d)] / [8 \mu_0 |\ln \epsilon| ead (b-a)C] = 129$ (Hz)

동선 단면적 $A = e(b-a)C/N$ 에서 직경 1.3mm 에너멜선을 써서 $N = 580$ 회 감겼다. 따라서 e 는 0.53이 되었다. $R=3.99 \Omega$, $L=72.9 \text{ mH}$, $\tau=36.5 \text{ ms}$, $C=20.6 \mu\text{F}$, $\omega\tau=29.86$, $\theta=1.54 \text{ rad}$,

$$I_1 = V \sin \theta \cdot \exp(-\theta/\omega\tau)/\omega L = 0.16 \cdot V$$

$$H = 2NI/g = 36250 I \text{ (A/m)} = 453 I \text{ (Oe)}$$

따라서 $H_{\text{max}} = 4000 \text{ Oe}$ 를 얻는데 필요한 I 는 8.83 A 이고 이때 V 는 552 V 이다.

위의 전자석을 제작한 결과 $R = 4\Omega$ 로 계산치와 일치하였으나 L 은 127mH로 설계치 보다 컸다. 이것은 누설자속때문이다. 진동감쇠자기장의 실험은 현재진행중이다.

4. 참고문헌

- [1] 이용호, 응용물리 (한국물리학회) 5권 4호 (1992년) 게재예정

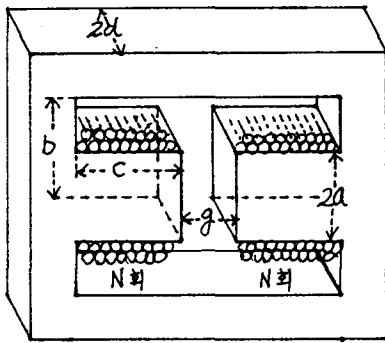


Fig. 1

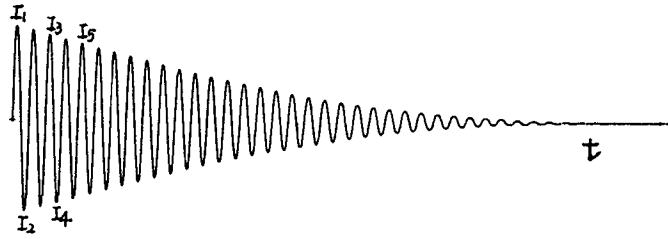


Fig. 2