

자심의 고주파손실 측정 연구

전북대학교	이용호, 신용돌
숙명여자대학교	이장로
한국과학기술연구원	노태환, 강일구

Study on High Frequency Core Loss Measurement

Jeonbuk National University	Y.H.Lee, Y.D.Shin
Sookmyong Women's University	J.R.Rhee
KIST	T.H.Noh, I.K.Kang

1. 서 론

변압기의 사용주파수를 30KHz~1MHz까지 올려서 변압기를 작고 가볍게 하려는 switching 전원의 연구가 활발히 진행되고 있다. 자심재료로서 현재 많이 사용되는 soft ferrite 보다 B_s 가 매우 크고 고주파손실이 적은 비정질 또는 미세결정질 박대의 적용에 대한 연구가 진행중에 있다. 그러나 고주파 대진폭 동작상태의 자심손실 평가의 문제는 미지의 요소가 많은 미개척의 영역이다.¹⁾ 본 연구에서는 주로 단일박대의 시료에 대하여 100KHz대까지의 주파수 영역에서의 대진폭 BH 곡선 측정과 analog multiplier에 의한 자심손실 측정법에 대하여 중간보고를 요약한다.

2. 측정방법

그림 1은 본 측정장치의 개요도이다. S는 시료이며 폭 1~3mm 두께 10~30 μ m, 길이 8~10cm의 단일박대이다. L_1 은 자화용코일이며 직경 11mm 길이 50mm에 50회 권선이다. L_2 는 B(dB/dt) 신호검출코일이고 L_3 는 보상코일이며 단면적은 1x4mm²에 360회 권선이다. SG는 100~1MHz의 Wien Bridge 발진기이며 PA는 f_T 가 80MHz, collector 손실 120W 급의 pure complementay 트랜지스터에 의한 전력증폭기이다. 전력대역폭은 출력 peak치가 60VA때 500KHz 였다. 큰 negative feed back에 의하여 PA의 내부저항은 매우 작았으며 실측치는 10KHz에서 0.14 Ω 100KHz 때 0.44 Ω 였으며 이것은 중간진폭까지의 자심의 정현파자속 (sin B) 조건 성립에 유리하다.

L_1 에 흐르는 자화전류 L_1 의 기본파 성분을 $I_1 \cos \omega t$ 라 할때 L_2 에 발생하는 전압 V_B 는 $V_B = \omega \mu_0 \mu_r N_1 N_2 A l^{-1} \cos(\omega t + \theta) \equiv V_2 \cos(\omega t + \theta)$ 가 된다. 여기서 ω 는 각속도 μ_0 와 μ_r 는 진공과 시료의 상대투자율, N_1 과 N_2 는 L_1 과 L_2 의 회수, A는 시료의 단면적이다. V_B 는 적분하여 오실로스코프 DP의 Y축에 입력되고, R에 발생하는 전압 V_R 는 L_1 에 생기는 자기장 H_1 에 비례함으로 증폭한뒤 X축에 입력하면 DP에는 보통의 BH곡선이 그디진다. 자심손실 P_c 를 구하기 위하여 analog multiplier AM (AD532)를 사용하였으며 그 과정은 다음과 같다.

$$P_c = \frac{1}{T} \int_0^T V_B I_1 dt = \frac{V_2 V_H}{TR} \int [\cos^2 \omega t \cos\theta - \frac{1}{2} \sin 2\omega t \sin\theta] dt$$

제2항의 적분은 0이 되고 제1항만 남아서 $P_c = V_2 V_H \cos\theta / 2R$ 이 되며 $V_2 \cdot V_H$ 의 계산이 AM에 의하여 실시되고, 그 결과는 교류성분 제거용 low pass filter 를 경유하여 지시계 P_c 에 나타난다. 기수차harmonics의 성분도 같이 계산되어 P_c 에 가산된다. AM의 특성은 $V_2 = V_H = 1.2V$ 때 최대출력 약 11V 를 얻었으며, 1MHz 까지 flat 하고 3MHz에서 +10%의 peak가 생겨 100KHz까지의 영역에서는 충분히 쓸수 있었다.

3. 측정결과

그림 2는 오실로스코프에 표시된 출력파형의 한 보기이다. H대 HxM 곡선이 AM에서 출력된 P_c 신호이며, 고주파성분을 여과한 뒤 직류전압계로 P_c 를 읽어낸다. 그림 3에 수종의 시료의 한 cycle당의 P_c 의 주파수 변화를 표시한다. 단위질량당의 손실인 $\log P_c/m$ 와 $\log f$ 사이의 관계는 직선이며 기울기는 거의 1과 같다. FM은 열처리된 Finemet, CO는 Co기 무자왜(미열처리), FB는 미열처리 $Fe_{80}B_{15}Si_5$, FZ는 열처리한 $Fe_{86}Zr_7B_6Cu_1$ 이다.

문헌 1. M.Kido, Nikkeri Electronics, 483, 300 (1989) (일본).

