

진동시편자력계수감부의 수감특성연구

리진호, 김윤철

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리는 과학과 기술을 발전시키는데 큰 힘을 넣어 우리 나라의 과학기술을 하루빨리 세계적인 수준에 올려세워야 하겠습니까.》(《김일성전집》 제27권 272페이지)

진동시편자력계는 자기마당속에서 시편을 진동시킬 때 수감선륜에 유기되는 기전력을 측정하여 물질의 자기적특성을 측정하는 장치이다.[1-4]

진동시편자력계에서 수감부는 가능한것 큰 신호를 얻을수 있게 설계되어야 한다. 진동시편자력계에 대한 지난 시기의 자료들에는 수감부의 합리적인 크기를 어떻게 정하겠는가에 대한 연구결과들이 구체적으로 소개되어있지 않다.[3, 4]

이 논문에서는 진동시편자력계에서 수감선륜의 크기와 모양변화에 따르는 수감특성의 변화에 대한 구체적인 계산을 진행하였다.

시편의 크기가 무한히 작을때 점 A에 놓인 시편의 자기모멘트 M에 의하여 x, y 평면의 어떤 점 B에 형성되는 자기마당의 세기성분들은 다음과 같이 표시된다.(그림 1)

$$H_r = M \frac{2\cos\theta}{r^3} = M \frac{2\cos^4\theta}{a^3}$$

$$H_\theta = M \frac{\sin\theta}{r^3} = M \frac{\sin\theta\cos^3\theta}{a^3}$$

이때 자기마당의 세기 H의 z방향성분 H_z 는 다음의 식으로 표시된다.

$$H_z = H_{\theta z} - H_{rz} = H_\theta \sin\theta - H_r \cos\theta = M \frac{1}{a^3} (\sin^2\theta \cos^3\theta - 2\cos^4\theta) \quad (2)$$

수감선륜은 x, y 평면에 놓이며 시편은 y축방향으로 진동한다고 보자.

이때 수감선륜을 지나는 자속은 $\Phi = \int_s \mu_0 H_z ds$ 로 표시되며 따라서 식 (2)를 수감선륜의 기

하학적형태와 같은 구역에서 2차원수감적분하면 z방향의 자속과 그 변화를 알수 있다.

2차원수감적분은 MATHEMATICA7.0응용프로그램을 리용하여 진행하였다.

이를 위해 θ 를 2개의 변수 x, y의 함수로 표시하였다. a가 일정한 조건에서는 θ 가 오직 x, y만의 함수로서 다음과 같다.(그림 2)

$$\theta = \arctan \sqrt{(x/a)^2 + (y/b)^2} \quad (3)$$

초기적분구역이 그림 3에서 실선으로 표시된 구역이였고 자기모멘트 M이 아래로 변

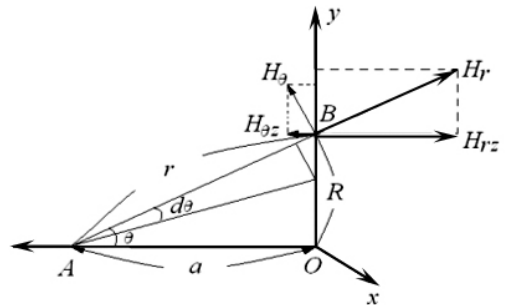


그림 1. 자기모멘트가 만드는 자기마당의 세기

위되었다면 다음번 적분구역은 점선으로 둘러막힌 원형구역으로 될것이다.

먼저 원형수감선륜인 경우에 수감선륜의 크기변화에 따르는 자속변화($\Delta\Phi$)를 연구하였다.

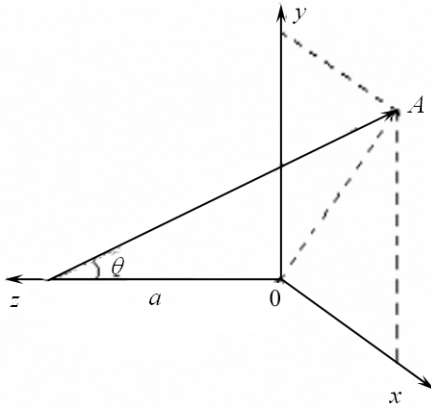


그림 2. 자리표의 변화

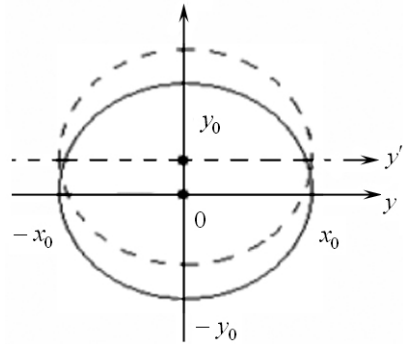


그림 3. 적분구역의 변위
실선-초기상태에서의 적분구역,
점선-변위된 상태에서 적분구역

이를 위하여 주어진 크기를 가진 매개의 초기적분구역들에서의 Φ 값과 y_0/a 의 상한, 하한값에 0.1만 한 증가가 가해진 적분구역에서의 Φ 값과의 차를 계산하고 그것이 적분구역크기의 증가에 따라 어떻게 변화되는가를 연구하였다. Φ 의 변화량이 최대로 되는 상태가 가장 합리적인 상태이다. 시편이 있는 점으로부터 수감선륜까지의 거리 a 와 수감선륜의 크기를 특징짓는 x_0, y_0 의 비 $r_0 = x_0/a = y_0/a$ 의 변화에 따르는 $\Delta\Phi$ 의 변화를 계산하면 $r_0=0.6$ 부근에서 $\Delta\Phi$ 는 최대로 되며 $r_0 \rightarrow \infty$ 일 때 즉 $\theta \rightarrow \pi/2$ 일 때 $\Delta\Phi$ 는 령에 가까와간다는것을 알수 있다.(그림 4)

8자형수감선륜인 경우에 수감선륜크기변화에 따르는 $\Delta\Phi$ 의 변화를 연구하였다.

수감선륜을 8자형으로 감는 경우에는 감도가 20배이상으로 높아진다.

그림 5에 8자형수감선륜에 대하여 적분구역의 크기변화에 따르는 $\Delta\Phi$ 의 변화를 보여 주었다.

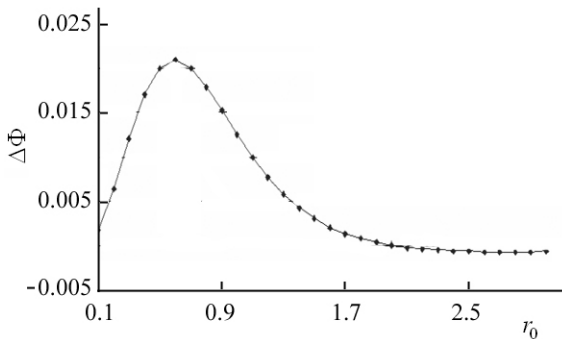


그림 4. 적분면적의 증가에 따르는
 $\Delta\Phi$ 의 변화곡선

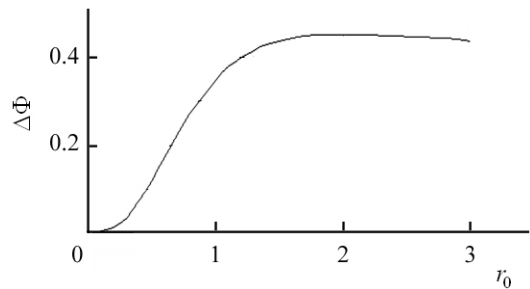


그림 5. 적분구역크기의 증가에 따르는
 $\Delta\Phi$ 의 변화곡선

그림 5에서 보는바와 같이 수감선륜의 크기를 특징짓는 량 r_0 이 2.0정도일 때 제일 큰 신호가 얻어지며 $r_0 > 2.0$ 일 때에는 $\Delta\Phi$ 값이 거의 변하지 않는다.

맺 는 말

1) 수감선륵의 크기를 특징짓는 x_0, y_0 과 자기모멘트가 놓여있는 점으로부터 수감선륵이 놓이는 평면까지의 거리 a 와의 비를 r_0 이라고 놓고 계산한 결과 $\Delta\Phi$ 는 $r_0 = 0.6$ 부근에서 최대로 되며 $r_0 \rightarrow \infty$, 즉 $\theta \rightarrow \pi/2$ 일 때 령에 가까와간다.

2) 수감선륵을 8자형으로 감는 경우 감도가 20배이상으로 높아진다.

3) 8자형수감선륵인 경우 수감선륵의 크기를 특징짓는 량 r_0 이 $r_0 = 2.0$ 정도일 때 제일 큰 신호가 얻어지며 $r_0 > 2.0$ 일 때에 $\Delta\Phi$ 값은 r_0 의 증가에 따라 느리게 감소된다.

참 고 문 헌

- [1] 김용기 등; 계량과학, 1, 45, 1990.
- [2] John Mallinson; Journal of Applied Physics, 137, 2514, 1996.
- [3] S. Foner; IEEE Trans Magn., 17, 3358, 1981.
- [4] A. Zieba et al.; Rev. Sci. Instrum., 53, 1344, 1982.

주체103(2014)년 12월 5일 원고접수

The Research about the Property of the Vibrating Sample Magnetometer Sensor

Ri Jin Ho, Kim Yun Chol

$\Delta\Phi$ is the maximize when $r_0 = 0.6$, and is zero when $r_0 \rightarrow \infty$ (that is $\theta \rightarrow \pi/2$).

When the pick-up coil figurate eight, the sensibility is twenty times over. And in this case, we get the strongest signal when $r_0 = 2.0$, and $\Delta\Phi$ is reduced as increasing of the r_0 when $r_0 > 2.0$.

Key words: vibrating sample magnetometer sensor, pick-up coil