

높은 공간분해능의 자기장 분포 측정을 위한 탐촉자 개발

가은미*, 손대락
 한남대학교 물리학과

Development of high spacial resolution search coil type probe
 for the measurement magnetic field distribution

E. M. Ka*, D. R. Son
 Hannam Univ. Dept. Physics

1. 서론

전자현미경의 경우와 같이 좁은 범위에 있어서 자기장 분포의 변화가 큰 자기장을 측정하기 위해서는 기존의 측정 장치로는 매우 어렵다. 예를 들면 홀센서의 경우 측정면적이 1 mm × 1 mm로 그 이하의 면적에 대한 자기장 분포의 측정이 불가능 하다. 본 연구에서는 이를 개선하기 위한 방법으로 탐지 코일 형을 선택하였고 코일의 간격을 줄여서 0.2 mm × 0.1 mm의 공간 분해능을 갖도록 제작하였으며, 1회 권선하였다. 좁은 영역의 자기장을 측정 할 경우 권선수가 적으면 진동주파수를 높여야 하기 때문에 Terfenol-D actuator를 사용하였다.

2. 실험 장치 제작 및 측정

탐지 코일형 자속계는 Faraday의 전자기 유도 법칙을 이용한다. 코일의 폭이 l m 이고 진폭이 Δx_0 로 진동하는 경우 코일 양단에 유도되는 전압은 식(1)과 같다.

$$V = NB(x) \frac{dA}{dt} = NB(x) l \Delta x_0 \omega \cos \omega t \quad (1)$$



Fig. 1. Constructed (a)permanent magnet and (b)electromagnet system used for the magnetic field distribution measurement.

식(1)을 이용하여 좁은 영역의 자기장을 측정하려면 l 과 Δx 가 작아야 하기 때문에 진동주파수 ω 를 증가시켜야 한다. 예를 들어 $l=2 \times 10^{-4}$ m 이고 $\Delta x=1 \times 10^{-4}$ m인 경우 $\Delta A=2 \times 10^{-8}$ m²가 된다. 자속밀도가 $B=1 \times 10^{-3}$ T 이고 진동주파수가 $\omega=1.2 \times 10^4$ rad/s 이면 유도되는 기전력의 크기가 $V=2.4 \times 10^{-7}$ V 가 된다. 계산된 바와 같이 작은 기전력을 측정하기 위해서 분해능이 1×10^{-9} V인 lock-in amplifier를 사용하였다. 탐지 코일형 프로브는 경 알루미늄 봉에 고정시켜 진동자와 조립하여 사용하였다. 진동주파수는 식(1)에 의한 예로써 2 kHz에서 측정하였다. 탐지 코일형 프로브는 선폭이 0.2 mm이고 간격이 0.2 mm이 되게 PCB 형태로 제작하였다. 제작된 측정 장치의 성능을 검사하기 위해 air gap이 2 mm이며 104회 권선된 전자석 형태와 air gap이 5 mm이고 그 중앙 부분의 자기장이 0.5 T가 되도록 영구자석(Alnico-7)을 사용하여 자기장 발생장치를 제작하였으며 Fig. 1과 같다. 측정 장치의 구성도는 Fig. 2-(a)와 같으며 구성된 장치의 사진은 Fig. 2-(b)와 같다.

3. 실험 결과

Fig.1의 영구자석 구조(Fig.1-(a))와 전자석 구조(Fig.1-(b))에서의 자기장 분포를 FEM software로 계산한 결과가 각각 Fig. 3-(a)와 Fig. 3(b)이다. Fig. 4는 본 연구에서 측정 장치를 이용하여 자기장의 분포를 측정한 것으로 중심으로부터 ± 20 mm 범위에서 보면 FEM 결과와 아주 유사한 분포를 보이고 있으나 약간의 비대칭을 보이고 있다.

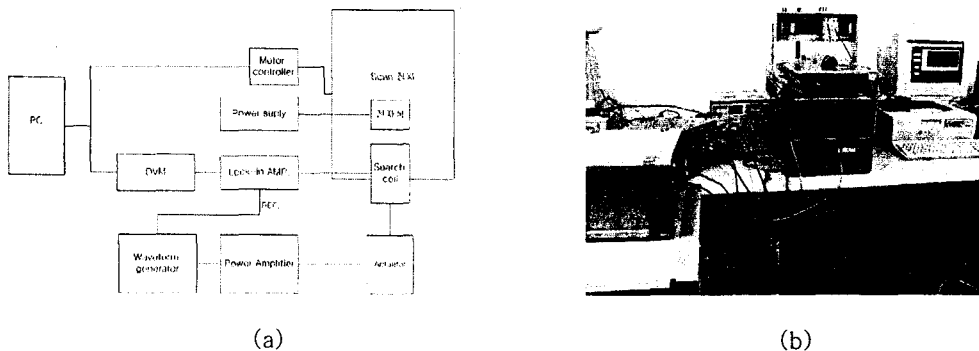
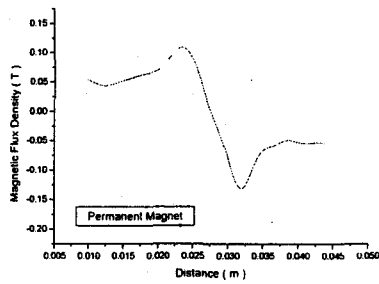
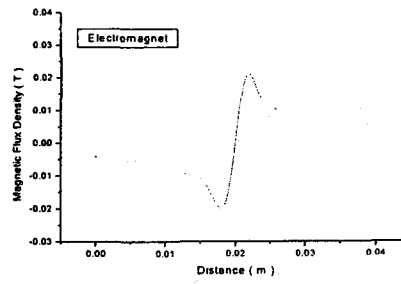


Fig. 2. Magnetic field distribution measuring system; (a)schematic diagram, (b) photography

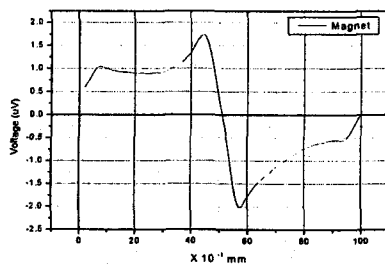


(a)

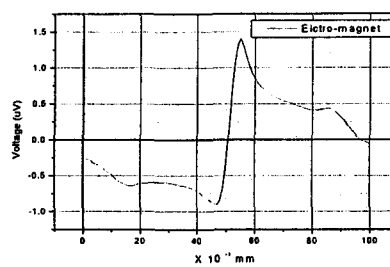


(b)

Fig. 3. Magnetic field distribution above the (a) permanent magnet and (b) electromagnet system with FEM calculation.



a)



(b)

Fig. 4. Measured magnetic field distribution above of the (a) permanent magnet and (b) electromagnet with developed measuring system

4. 결론

본 연구에서는 Terfenol-D 자기변형 소재를 이용한 진동자를 개발 제작하고 측정 면적이 $0.2 \text{ mm} \times 0.1 \text{ mm}$ 로 작은 범위에서 자기장을 측정할 수 있는 새로운 방법의 초소형의 탐촉자를 개발하였다. 개발한 측정 장치를 사용하여 전자석 및 영구자석의 air gap에서 자기장 분포를 측정한 결과는 수치적인 방법으로 계산한 결과와 유사한 경향이 보임을 확인하였다.

5. Reference

[1] E. T. Lacheisserie, "Magnetostriction Theory and Application of Magnetoelasticity", CRC Press, 1993