

Non-Contact Magnetoelastic Torque Sensor Using Amorphous Alloy

Korea Standards Research Institute D. Son*, S. J. Lim
J. Y. Yoo, C. S. Kim

1. 서 론

동적인 토오크의 측정은 회전동력장치의 일률측정등에 널리 사용되어 왔으며, 그 측정방법으로는 strain gauge방법, 광학적 방법 및 자기적인 방법등이있다[1,2]. 최근에는 공장자동화와 관련하여, 생산성 향상과 품질향상을 도모하기 위하여 연장의 마모상태를 판단하는 측정방법이 필요하게 되었으며, 이를위하여 AE (Acoustic Emission)방법, 모터의 전류측정 및 토오크 측정방법 등이 개발되고 있다. 특히 비접촉 토오크센서는 이러한 응용분야의 활용에 경제적이고 효과적인 측정장치로 대두되고있다. 본 연구는 자기탄성효과에 의한 최대자기유도의 변화를 이용한 힘센서들[3] 비접촉 토오크센서에 응용하였다.

2. 토오크 센서 제작

비정질합금의 최대자기유도 B_{max} 의 변화를 이용한 비접촉 토오크센서의 제작은, 회전축에 두 코어를 회전축방향에 대하여 $\pm 45^\circ$ 각도로 부착시켜, 회전축이 받는 토오크에 의한 축의 변형이 각각의 코어에 인장응력과 압축응력을 받게하여 두 코어의 최대자기유도차이를 피측정량으로 하는 비접촉 토오크센서를 제작하려고 하였다. 회전축은 glass fiber를 사용한 epoxy막대를 제작하였으며, 코어는 음자왜(negative magnetostriction)인 Vacuumschmelze 사의 Co-계열 비정질 리본 ($Co_{62}Ni_{15}Si_8B_{15}$, 포화자왜 $\lambda_s = -6 \times 10^{-6}$)을 폭 12 mm로 절단하고, 그 리본에 폭 1 mm, 간격 1 mm인 레터링을 45도 각도로 부착시킨후 에칭을하였다. 제작된 비정질 코어를 회전축에 순간접착제(Loctite[®] Cyanoacrylate 401)을 사용하여 부착시켰다.

두코어의 최대자기유도의 차이를 이용한 토오크센서를 제작하기위한 센서의 구조는 Fig.1과 같다. 코어를 자화시키기위한 일차코일 N_1 은 직경이 0.4 mm인 에나멜선을 길이가 10 cm인 솔레노이드로 480회 권선하였으며, 이차코일 N_2 는 각각의 코어위에 직경이 0.4 mm인 에나멜선을 폭이 15 mm되게 460회를 각각 권선하고 두코일은 극성이 서로 반대되게 직렬로 연결하여 토오크가 없을때 출력전압이 0이 되게 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.2는 토오크를 $-10 \text{ N}\cdot\text{m}$ 에서 $+10 \text{ N}\cdot\text{m}$ 까지 변화를 주면서 센서의 출력전압을 측정한 것으로 토오크 센서에 hysteresis가 있음을 알 수 있다. 이러한 hysteresis 현상은 다른 연구에서도 발표된 바 있으며[4], 이 현상이 회전축으로 사용된 금속에 의한 것으로 해석하였다. 그러나 본 연구에서는 회전축을 비자성체인 glass fiber를 epoxy로 몰딩시킨 축을 사용하였기 때문에 센서의 출력에 hysteresis가 있는 것은 다른 원인에 기인한 것으로 사료된다. 따라서 이를 분석하기 위하여 최대자화력 즉 최대자화전류를 변화시키면서 hysteresis를 조사하였다. Fig.2-a)는 $I_{max}=100 \text{ mA}$ 일 경우, Fig.2-b)는 $I_{max}=200 \text{ mA}$ 일 경우, Fig.2-c)는 $I_{max}=500 \text{ mA}$ 일 경우에 측정한 결과로 자화전류가 증

가함에 따라 hysteresis가 감소함을 알 수 있다. Fig.3 은 제작된 토오크 센서의 선형도를 나타낸 것으로 토오크 범위가 0 에서 4 N·m 까지 측정된 것으로 최대자화전류 I_{max} 가 100 mA, 200 mA, 500 mA 일 경우 모두 선형도가 1 % 이상이었다.

4. 결론

비정질 리본을 회전축의 축방향에 대하여 ± 45 도의 각도로 부착시키고, 회전축이 받는 토오크에 의하여 두 코아의 최대자기유도의 차이를 피측정량으로 하는 비접촉 토오크센서를 제작하였다. 제작된 토오크센서는 hysteresis 현상을 보였으며, 이 현상은 최대자화력을 증가시킴에 따라 감소하였다. 제작된 센서의 선형도는 1 % 이상이었으며, 토오크를 자화주파수 10 kHz 와 동일한 샘플링 주파수로 측정이 가능하므로써 동적인 토오크의 측정이나 과도현상적인 토오크의 측정에 활용될 수 있다.

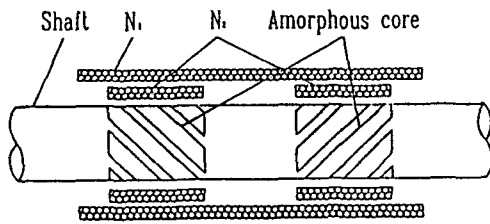


Fig.1. Schematic diagram of the torque sensor.

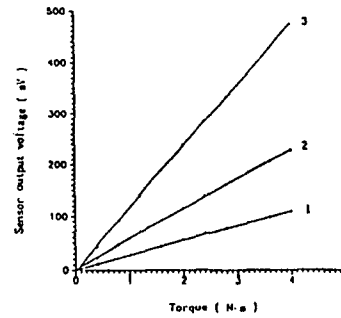


Fig.3. Linearity of the torque sensor,
1: $I_{max} = 100$ mA, 2: $I_{max} = 200$ mA
3: $I_{max} = 500$ mA

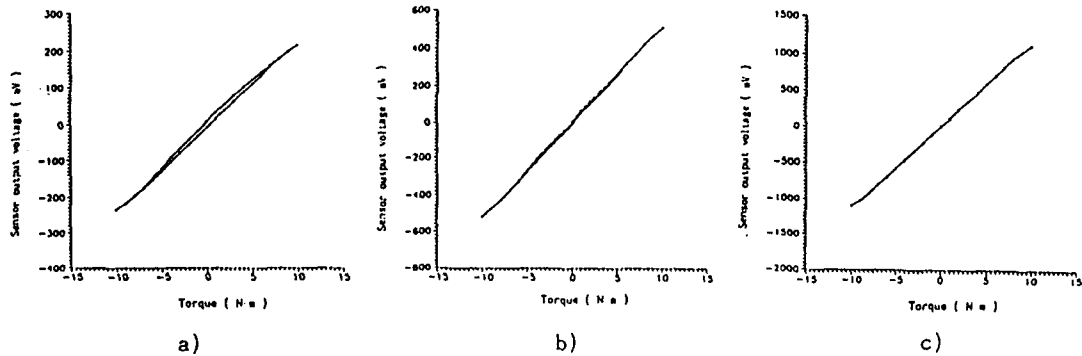


Fig.2. Hysteresis of the torque sensor at a) $I_{max} = 100$ mA, b) $I_{max} = 200$ mA, c) $I_{max} = 500$ mA.

5. 참고문헌

- [1] Y. H. Kwon et al., KSRI-91-89-TR.
- [2] R. Boll and G. Hinz, Technischen Messen TM-52, 189(1985).
- [3] D. Son and C.S. Kim, J. of Korean Magn. Soc., Vol. 1, 37(1991).
- [4] K. Tanizaki et al., 제 12회 일본응용자기학회 학술강연개요집, 348(1988).