

Terfeno I-D를 사용한 개방자기회로형 sonar transducer에 관한연구

한남대학교 박재형*, 손대락, 조 욱

Study on the Open Magnetic Circuit Type Sonar Trnasducer Using Terfeno I-D Rod
Han Nam University J.H. Park, D. Son, Y. Cho

1. 서론

TerfenoI-D의 변형률은 Nickel에 비해 약 50 배이며, 현재 가장 많이 사용되고 있는 PZT의 10 여 배 이상 크고 자기역학적 결합계수 k_{33} 가 높으며, 압축강도가 크다. 현재 PZT가 높은 주파수 대역에서 사용되는 것과는 달리 낮은 주파수 대역(sonar의 저주파음원)에서 사용되고 있으며, 그에 관한 연구가 많은 곳에서 진행되고 있다[1]. 더욱이 TerfenoI-D를 사용한 sonar transducer는 효율이 높은 magnetostirctive transducer로 작동하도록 자기폐회로로 구성되어 있고, 높은 sound power를 얻기 위해서 큰자기장을 인가하게 된다. 때문에 transducer내의 온도가 상승하는 문제점을 안고 있다. 이를 개선하기 위한 한 방법으로 본 연구에서는 자기폐회로를 구성하지 않은 상태에서의 transducer를 설계·제작하고 그 특성을 측정하였다.

2. Transducer의 설계제작

TerfenoI-D의 자기변형이 선형적 구간에서 상대투자률이 약 50 정도[2,3]로 매우 낮기 때문에 단순화된 구조, 즉 자기폐회로가 없는 개방형 자기회로의 구성이 가능하다. 또한 TerfenoI-D 막대가 압축변형력에 따라 자기변형특성이 좋아짐으로 먼저 압축변형력을 인가하는 부분에 대한 고려가 필요하고, 자기변형에 따른 길이변화의 전달체계에서 주위의 다른 부품과의 마찰을 최소화하도록 구성해야 한다. TerfenoI-D 막대에 압축변형력을 인가하기 위해 herical 형태의 용수철을 사용할 경우 용수철에 의한 압축변형력의 방향과 TerfenoI-D 막대의 장축방향이 일치하지 않으면 TerfenoI-D 막대가 횡축방향으로 힘을 받게 되어 TerfenoI-D 막대에 손상을 주게 된다. 본연구에서는 횡축방향으로의 힘을 가하지 않으면서 TerfenoI-D 막대의 장축방향으로 압축변형력을 인가하기 위해 판스프링 이용하여 압축변형력을 인가하도록 두께는 0.8 mm의 sts304 사용하여 제작하였다. Fig.1은 본연구에서 설계·제작한 transducer의 구성도이다.

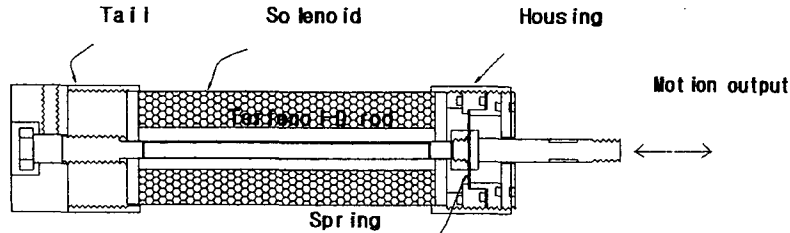


Fig. 1. Schematic diagram of the open magnetic circuit type transducer.

Transducer의 housing은 비자성 물질인 스테인레스로 만들었으며, 압축변형력은 볼트 조임 방식으로 tail 부분의 황동으로 된 볼트를 사용하여 조절할 수 있도록 하였다. TerfenoI-D 막대는 길이가 10 cm, 직경은 6 mmφ를 사용하였다. 이때 자화코일은 아크릴 포머에 직경이 1.2 mm인 에나멜동선을 647 회 권선하였다.

3. Transducer의 특성측정

Fig. 2은 Transducer의 자기변형 특성을 측정하기 위한 개략도로서 자기장을 발생시켜 주는 솔레노이드에 자기장의 파형 모양을 발생시켜주는 파형 합성발생기와 전력증폭기, 변위를 측정하기 위한 LVDT와 LVDT에서 나오는 신호를 직류전압으로 변환시키는 LVDT 신호처리장치(AD598), 선저항(0.196

Ω)을 이용하여 슬레노이드에 인가된 전압과 LVDT로부터 길이변화에 대해 변환된 전압을 측정하기 위한 two channel digitizer(HP E1429B), 그리고 컴퓨터를 사용하여 측정에 사용되는 파형 합성발생기와 digitizer를 통제하고 digitizer로부터 측정된 data를 전송하기 위한 IEEE-488로 구성되어 있다.

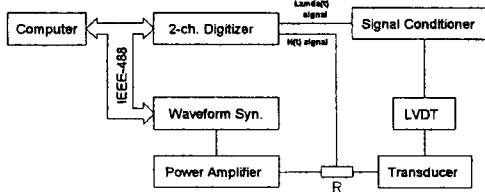
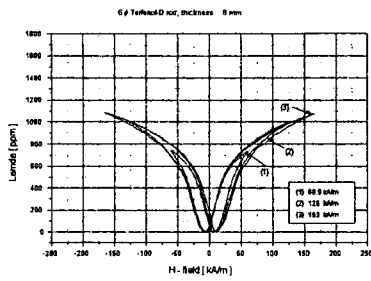
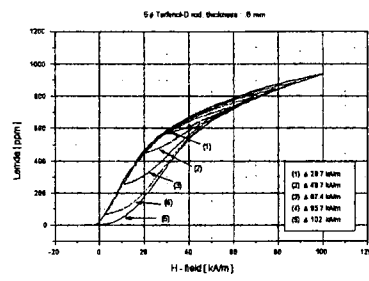


Fig. 2. Schematic diagram of measuring system for the transducer characteristics.

Fig. 3-a) 는 자화 주파수를 10 Hz 로 고정하고 dc-bias 자기장을 인가하지 않은 상태에서 $\lambda-H$ 를 측정한 결과이고, Fig. 3-b) 는 자기변형의 선형적 구간을 1000 ppm 정도로 하였을 때, 그 중간부분에 해당하는 자기장 47 kA/m 를 dc-bias 자기장으로 인가하였을 때의 $\lambda-H$ 특성곡선이다.



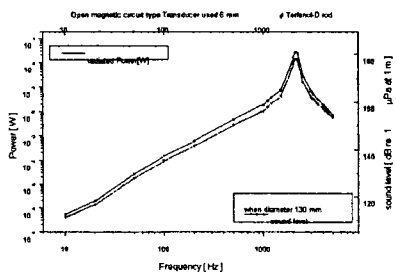
(a)



(b)

Fig. 3. $\lambda-H$ loop characteristics of the constructed transducer .

Fig. 4는 dc-bias 자기장을 35 kA/m 인가한 상태에서 자화주파수에 따른 방사파워와 음압레벨측정한 결과로, resonance frequency가 2.1 kHz 였다. 이 resonance frequency에서 방사 head의 반경이 65 mm 이고, 입력 전압이 23 V 일 때 383.4 W 의 방사파워와 199.85 dB re.1 μ Pa at 1 m 의 음압레벨을 얻을 수 있었다.



4. 결론

Terfenol-D 막대를 사용하여 개방형 자기회로의 transducer를 설계·제작하였으며, resonance frequency가 2.1 kHz, 출력은 199.8 dB re.1 μ Pa at 1 m 를 얻을 수 있었다.

Fig. 14. Radiation power and sound level of open magnetic circuit type transducer depends on the frequency.

5. 참고 문헌

- [1] F. Claeysen, N. Lhermet, R. L. Letty, "Progress in magnetostrictive sonar transducers", UDT conference proceedings, pp. 246-250, (1993).
- [2] 남진백, "Terfenol-D를 이용한 진동자 설계에 관한 연구", 한남대학교(석사학위논문), (1998).
- [3] J. L. Butler, "Application manual for the design of ETREMA Terfenol-D TM Magnetostrictive Transducers", Edge Technologies Inc., (1988).