

고장진단을 위한 초음파 센서 개발 Ultrasonic Sensors Developed for Failure Diagnosis

*김경우¹, #이치범², 박영일²

*G. U. Kim¹, #C. B. Lee(chibum@seoultech.ac.kr)², Y.I.Park(yipark@seoultech.ac.kr)²

¹서울과학기술대학교 나노·IT융합프로그램, ²서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과

Key words : Acoustic emission sensor , PZT elements, Monitoring

1. 서론

산업설비나 기계가공 시스템 등의 고속화 및 자동화가 발달함에 따라 제품의 생산속도 향상과 원가 절감이 요구 되어지고 있다. 따라서 기기에 대한 의존성이 커지고 기기의 파손 및 고장에 따른 대형사고와 운전정지가 발생할 경우 생산 손실 또한 커지게 된다. 예전에는 숙련된 기술자에 의하여 고장진단이 이루어 졌으나 최근에는 무인화 및 자동화로 인하여 기계의 작동 중에 지속적인 기계상태를 모니터링 하여 고장 전에 미리 이상을 발견 할 수 있는 형태의 기술 개발이 필요하다. 현재 널리 이용되고 있는 시스템 감시에는 센서가 많이 사용되며 특히 AE(Acoustic Emission)신호는 재료를 파괴하지 않고 미소한 신호변화를 감지할 수 있어 일반적으로 많은 진단 시스템에서 사용되고 있다.

산업설비 및 기계 시스템에서 문제의 대부분은 회전체에서 발생하며 그 중 베어링에서 주로 발생한다. 따라서 본 연구에서는 베어링 마모 초기진단 시스템을 개발과정 중 하나로 베어링을 감시할 수 있는 AE센서를 제작하였다.

2. AE센서의 설계

미국 NASA 연구소에서 24kHz ~ 50kHz 범위의 주파수에서 베어링에 발생된 열과 진동특성에 대하여 고장 검출을 선행 연구한 결과가 있다.

AE신호는 초음파 영역인 탄성과 에너지를 검출하는 것으로 위 사실에 근거하여 베어링 신호검출에 적합한 특성을 지닌 형상으로 선정되어야 한다. 압전소자는 PZT를 사용하였고 8mm의 정사각형의 두께는 0.6mm이고 전달계를 포함한 시스템은 고유 진동수 38kHz를 가진 그림1과 같이 제작하였다



Fig.1 Piezoelectric material production

AE신호를 검출하기 위해서는 검출대상과 부착이 되어야 정확한 신호 검출을 할 수 있어 베어링 하우징 부분과 센서와의 부착을 위하여 NdFeB(네오디움) 자석을 이용한 구조로 모델링 하였으며 센서의 housing의 재질로는 조립이 용이한 구조로 자성이 없는 스테인레스를 사용하였다.

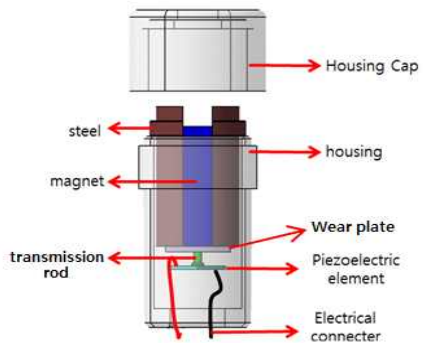


Fig. 2 Modeling and structure for sensor production

3. AE센서의 증폭기 분석

본 연구에서 센서부를 개발하여 고장 진단 시스템에 사용되고 있는 센서와 비교를 위하여 타사의

센서와 함께 사용되어지는 증폭기를 논문에서 개발한 센서와 사용하고자 분석하였다. LabVIEW에서 제공하는 Sound and Vibration assistant을 통하여 1Hz에서 100kHz까지 Sine Sweep을 수행하여 증폭기를 거친 신호와 거치지 않은 신호를 분석하였고 그 구성은 그림 3과 같다.

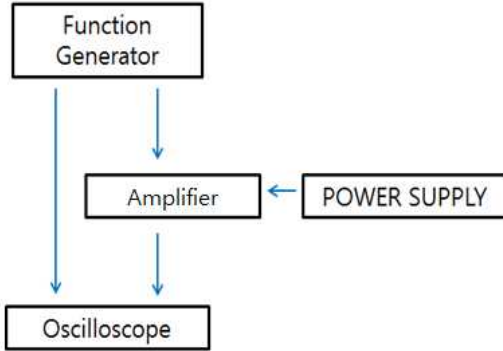


Fig. 3 Device configuration for the amplifier signal analysis

그림 4에서 증폭기를 지난 신호의 Time 그래프 보면 주파수 크기의 변화가 20kHz 정도가 되기까지 커지며 그 이후의 주파수 크기는 크게 변화하지 않는 것으로 보아 20kHz의 high pass filter와 약 50배의 증폭의 역할을 하는 것을 알 수 있다.

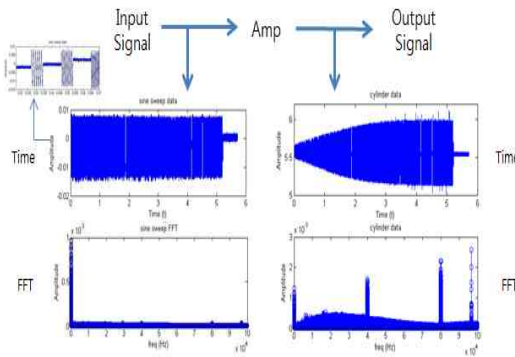


Fig. 4 General signal and amplifier signal by sine sweep

4. 증폭기를 포함한 AE센서 시험

본 논문에서 제작한 센서와 타사의 증폭기를 연결하여 베어링 신호검출에 대한 사용여부를 판단하고자 다음과 같은 실험을 비교 실험해 보았다. 2000rpm으로 회전하는 베어링의 하우징에 부착

한 센서의 증폭기를 통과한 신호를 비교하여 FFT한 결과로 센서의 공진주파수인 36kHz의 신호가 가장 큰 것을 확인해 볼 수 있다.

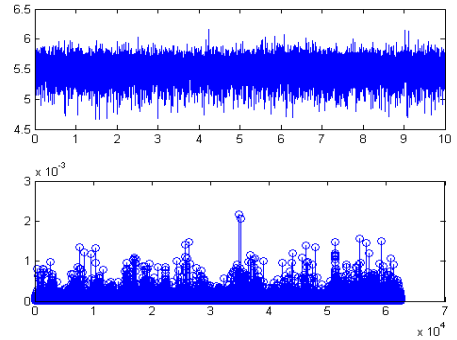


Fig. 5 AE sensor test to FFT signal by amplifier connect

4. 결론

본 연구에서는 산업설비나 기계가공 시스템에서 고장원인의 비중을 많이 차지하고 있는 회전체에서 베어링 고장 초기 진단을 감시할 수 있는 센서를 제작하였으며 증폭기분석 및 센서와 부착 시험을 하였다. 이미 선행 연구된 베어링 초기 고장 상태에 따른 탄성과 에너지 검출범위에 대한 AE센서를 개발하여 기존 AE센서에 사용되어진 증폭기와 연결하여 신호를 검출한 결과 베어링 진단에 적합한 공진주파수를 가지는 것을 볼 수 있었으며, 이는 선행 연구 결과에 대한 탄성과 에너지 범위를 충분히 감지할 수 있음을 볼 수 있다.

향후 베어링 고장 초기진단 연구에 있어서 제작한 센서를 타 센서와 신호특성평가를 비교하고, 베어링의 초기 고장상태에 따른 주파수특성에 대한 연구를 진행 할 것이다.

참고문헌

1. S.W.Or, H.L.W.Chan, C.L.Choy, "P(VDF-TrFE) copolymer acoustic emission sensors," J. of Sensors and Actuators, 80, 237-241, 2000
2. 김정돈, 김성렬, "압전소자를 이용한 AE센서 및 연마공정 감시장치 개발," 한국정밀공학회, 39, 517-521, 1990.
3. 김영환, 김병극, 박영기, 윤도선, "음향방출센서 개발," 한국표준과학연구원 연구보고서, 1990
4. 이상국, "발전용 베어링 손상평가를 위한 초음파 측정연구," 대한기계학회, 1727-1732, 2004.