

초음파 영상 진단기용 선형 어레이 변환기의 채널별 음향파워 측정

윤용현*, 조문재*, 김용태*, 이명호**

* 한국표준과학연구원, 물리표준부, 음향진동그룹, ** 연세대학교 전기전자공학과

Measurement of Acoustic Power Radiating from Each Channel of Linear Array Transducer for Diagnostic Ultrasonic Imaging System

Yong Hyeon Yun*, Moon Jae Jho*, Yong Tae Kim*, and Myoung Ho Lee**

*Acoustic & Vibration group, Physical metrology division, Korea Research Institute of standards and Science

** Department of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University

요약

본 논문에서는 초음파 영상 진단기용 선형어레이 변환기를 장착할 수 있는 수조 와 128 채널의 스위칭 회로를 제작하여 변환기의 각 채널별 음향파워를 측정하였다.

실험은 128 채널 중 하나의 채널이 불량인 어레이 프로브를 대상으로 수행되었다. 측정 결과, 불량 채널의 음향 파워가 다른 채널에 비해 현저히 작게 나타남을 확인하였다.

1. 서론

초음파 영상 진단기기는 X-ray, CT, MRI, PET 등 다른 영상 진단기와는 달리 비교적 저가이면서 높은 진단 성능과 실시간으로 판독 가능하다는 장점 때문에 널리 사용되고 있다. 초음파 변환기의 정확한 음향특성을 파악하는 것은 사용자나 환자에 대한 안전 문제와 진단 성능 향상 측면에서 의료용 초음파 산업체의 최대 관심사로 대두되었다. 특히 영상 진단용 초음파에 있어서 변환기의 음향파워 뿐만 아니라 검출장비 등은 정밀성과 정확성이 요구되기 때문에 변환기의 정밀 음향특성 측정에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 논문에서는 IEC 61161 에 의해 권장되고 있는 방사힘 측정법을 이용하여 의료용 초음파 진단기용 변환기의 음향파워 측정 결과를 제시하고자 한다[1].

2. 이론적 배경

초음파 변환기로부터 방사된 음향파워는 방사 힘 측정 기법을 이용하여 구할 수 있다. 음향 임피던스가 서로 다른 두 매질의 경계면 상에 초음파가 가해져서 두 매질의 에너지 밀도가 달라지게 되면 에너지 밀도가 감소하는 방향으로 경계면 상에 힘이 가해지게 되는데, 이때 가해지는 힘을 방사 힘이라 한다. 두 매질의 경계면 상에 가해지는 단위 면적당의 힘은 두 매질 사이의 음향 에너지밀도의 차와 같다. 따라서 방사 힘은 동일한 크기의 음압이 가해지더라도 경계면 상의 반사계수에 따라 달라지게 된다. 초음파 에너지가 경계면 상에서 전부 흡수되거나 반사된다면 음향파워 P 는 경계면 상에 가해진 시간 평균된 힘과 전파속도의 함수로 주어지며, 식 (1)과 같이 구할 수 있다[2].

$$P = Fc = mgc \quad (\text{완전 흡수}) \quad (1)$$

여기서, F 는 음의 전파방향과 동일한 방향의 방사 힘 성분, m 은 힘에 비례하는 동가질량, g 는 중력가속도를 나타낸다. c 는 음파속도를 나타내며, 23 ℃ 순수한 물의 경우 1491 m/sec 이다.

3. 측정장치

선형 어레이 변환기의 채널별 음향파워 및 방사 컨덕턴스 측정을 위한 실험장비 구성도는 그림 1 과 같다. 전자저울에 매달린 흡음형 표적에 초음파가 가해지면 방사 힘이 작용하게 되고, 이는 전자저울이 지시하는 표적 무게의 변화로 나타나게 된다. 측정은 power amplifier 를 충분히 warm up 시킨 다음, 실험할 채널에만 신호를 인가한 상태에서 신호발생기의 신호 주파수와 진폭을 각각 7.5 MHz 및 200 mV 로 고정하고, rf-output 의 출력단의 신호를 on-continue-off 동작을 5 회 반복하면서, 전자 저울의 지시값, 전기신호 주파수, 신호 발생기의 신호 전압, true rms level meter 의 전압 지시값, 수은, 기온 및 대기압을 측정이 진행되는 전 시간 동안 계속적으로 PC 에 기록한다. 실험에는 1 개의 불량 element 를 갖고 있는 128 channel 선형 어레이 변환기(HL-9ED, Prosonic co., s/n: 4B210320)를 사용 하였다.

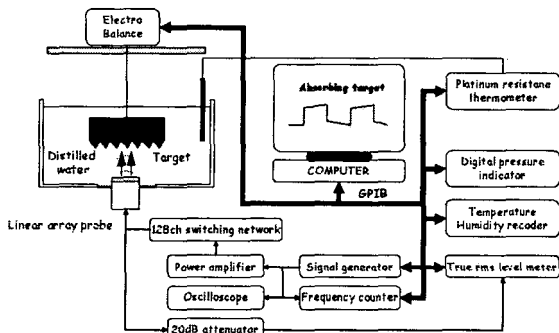


그림 1. 초음파 파워 측정 장치

4. 결과 및 논의

그림 2 는 표적에 작용하는 방사힘에 의한 저울 지시값 m 의 변화를 보여준다. 그림에서 보는 바와 같이 방사힘의 변화는 시간이 증가함에 따라 점차적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 흡음형 표적이 초음파 에너지를 흡수하여 열에너지로 변환하고, 변환된 열에너지는 표적의 온도상승과 이에 따른 표적의 체팽창으로 인한 부력 증가에 기인된 것이다. 결과적으로 초음파에 의해 표적에 작용하는 방사힘은 신호가 가해진 순간에 저울 지시값의 변화량에 대응된다.

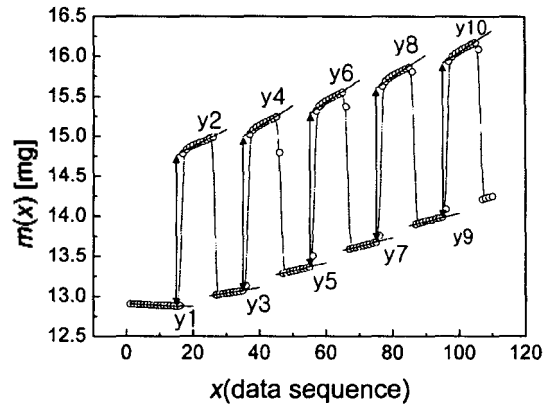


그림 2. 표적에 작용하는 방사힘에 의한 저울의 지시값

그림 3 은 측정된 14 개 채널의 음향파워 측정 결과를 도표로 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 채널 17 을 제외한 모든 채널은 음향파워가 25 mW 이상의 값이 나오는데 반하여 불량 채널인 17 은 1.9 mW 밖에 나오지 않는다는 것을 알 수 있다.

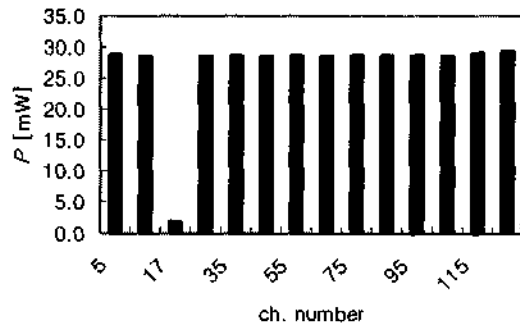


그림 3. 초음파 진단기 음향파워 측정 결과

5. 결론

본 논문에서 제시한 방사힘 측정방법은 의료용 초음파 기기로부터 방사되는 음향파워 평가에 매우 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. IEC Standard 61161, "Ultrasonics power measurement in liquids in the frequency range 0.5 MHz to 25 MHz", Geneva, International Electrotechnical Commission, 1992.
2. Rooney, J. A., "Determination of acoustic power outputs in ther microwatt-milliwatt range", *Ultrasound in Med. & Biol.*, Vol. 1, pp. 13-16, 1973.