

자기변형 패치 크기와 정자기장 세기가 초음파 트랜스듀서 성능에 끼치는 영향

Effect of magnetostrictive patch size and static magnetic field strength on the performance of the ultrasonic transducer

승홍민† · 김회웅* · 김윤영*

Hong Min Seung, Hoe Woong Kim and Yoon Young Kim

1. 서 론

자기변형 패치 트랜스듀서는 패치에 자기장을 인가함으로써 비자성체 평판에서도 원하는 모드의 초음파를 효율적으로 발생시킬 수 있다⁽¹⁾. 이러한 자기변형 패치 트랜스듀서의 성능은 그 구성 요소인 패치와 자기장에 의해 결정된다. 지금까지 트랜스듀서의 성능 향상을 위하여 각 구성 요소에 의한 영향을 확인한 여러 연구들이 보고되어 왔지만⁽²⁻³⁾, 단일 패치를 사용하고 Lamb 파 (Lamb wave)와 전단파 (Shear-horizontal wave) 모두에 대하여 그 영향을 확인한 연구는 아직 보고된 바 없다.

따라서 본 연구에서는 정자기장 세기와 패치 크기에 따른 Lamb 파와 전단파의 서로 다른 특성을 실험적으로 확인하고, 이를 트랜스듀서 성능 최대화를 위한 기준으로 제시하고자 한다.

2. 실험

2.1 실험구성

정자기장의 세기 및 패치 크기에 따른 트랜스듀서 성능 측정 실험 구성을 Fig. 1에 나타내었다. 자기변형 물질인 니켈 패치(두께: 0.15 mm)를 두께 1 mm의 알루미늄 평판에 부착하고, 전자석을 사용하여 패치에 정자기장을 인가하였다. 먼저 정자기장의 세기에 의한 영향만을 살펴보기 위하여, 단일 구리선을

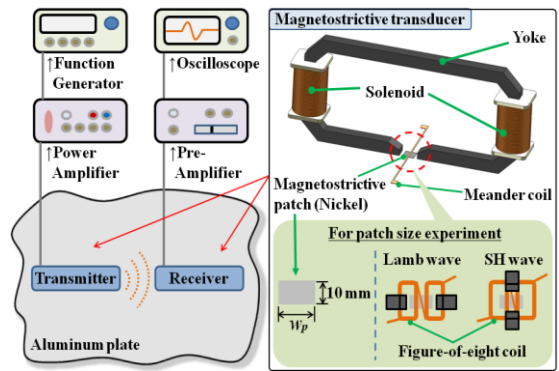


Fig. 1 Experimental setup using magnetostrictive patch transducers

사용하여 200 kHz의 신호를 발생 및 측정하였다.

다음으로 패치에 동자기장이 균일하게 인가되도록 8자 코일을 사용하고, 일정 정자기장 하에서 각 패치 크기($w_p = 5, 10, 15$ mm)에 대하여 주파수를 변화시키면서 신호를 발생 및 측정하였다. 각 경우에 대하여 전자석에 의한 정자기장과 코일에 의한 동자기장의 방향을 동일 또는 수직하게 형성함으로써 Lamb 파와 전단파를 선택적으로 발생 및 측정하였다.

2.2 정자기장 세기의 영향

측정용 트랜스듀서의 정자기장 세기를 세 가지 경우로 고정시키고 가진용 트랜스듀서의 정자기장 세기를 변화시키면서 측정된 Lamb파(가장 저차의 대칭 모드인 S0 모드)와 전단파(가장 저차의 전단 모드인 SH0 모드) 신호의 Peak-to-Peak(V_{p-p})값을 Fig. 2에 나타내었다. 가진용 트랜스듀서의 정자기장 세기가 Lamb파의 경우 약 0.04 T, 전단파의 경우 약 0.08 T일 때 신호의 최대 값이 측정된 후 그 신호의 크기가 감소하는 경향을 볼 수 있다. 즉, 두

† 교신저자; 서울대학교 기계항공공학부
E-mail : shm@idealab.snu.ac.kr
Tel : (02) 880-1689, Fax : (02) 872-5431
* 서울대학교 기계항공공학부

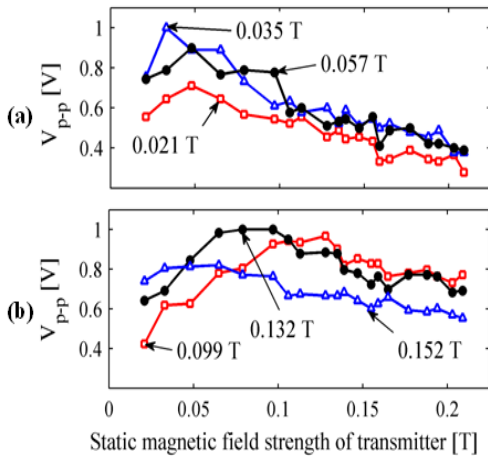


Fig. 2 V_{pp} values of (a) Lamb and (b) SH waves with various static magnetic field strengths in the transmitter

모드에 대하여 정자기장 세기의 영향이 서로 다를 수 있다. 가진용 트랜스듀서의 정자기장 세기를 고정하고 측정용 트랜스듀서의 정자기장 세기를 변화시킨 경우도 유사한 현상을 나타내었다. 따라서 트랜스듀서의 성능을 최대로 하기 위해서는 Lamb 파와 전단파의 경우 각기 다른 세기의 정자기장을 인가해 줘야 함을 알 수 있다.

2.3 패치크기의 영향

각 패치 크기에 대하여 주파수 변화에 따른 측정 신호의 Peak-to-Peak(V_{pp})값을 Fig. 3에 나타내었다. 패치 크기가 작아질수록 더 높은 주파수에서 최대 값이 측정되고, Lamb파와 전단파가 각 패치 크기에 대하여 서로 다른 주파수 특성을 가짐을 볼 수 있다.

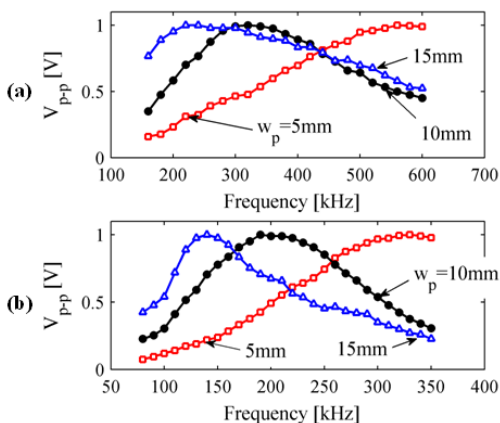


Fig. 3 V_{pp} values of (a) Lamb and (b) SH waves for varying frequencies with different patch size (w_p)

Table 1 Half wavelengths at frequencies of maximum V_{pp} values of Lamb and SH waves for different patch size (w_p)

Wave type	$w_p = 5$ mm	$w_p = 10$ mm	$w_p = 15$ mm
Lamb(S0)	5.09 mm	8.86 mm	13.65 mm
SH0	4.99 mm	8.67 mm	11.77 mm

각 패치 크기에서 최대 값을 갖는 주파수에 대하여 Lamb파와 전단파의 반 파장의 크기를 Table 1에 나타내었다. 패치의 크기가 클 경우 자기장의 형성이 균일하지 않아 차이가 나타나지만, 각 주파수에서 패치 크기와 Lamb파 및 전단파의 반 파장 크기가 비교적 잘 일치함을 확인하였다. 즉, 트랜스듀서의 성능을 최대화하기 위해서는 패치 크기를 원하는 주파수에서 원하는 모드의 반 파장과 일치하도록 해야 함을 확인할 수 있었다.

3. 결론

본 연구에서는 자기변형 패치 트랜스듀서의 두 구성 요소인 정자기장 세기와 패치 크기가 트랜스듀서의 성능에 끼치는 영향을 실험적으로 확인하였다. 또한 Lamb파와 전단파에 대하여 그 영향이 서로 다를 수 있음을 확인하였고, 이러한 특성을 자기변형 패치 트랜스듀서의 성능 최대화를 위한 기준으로 제시하였다.

후 기

본 연구는 과학기술부 창의적 연구 진흥 사업 (과제번호: 2010-0019241)과 WCU(과제번호: R31-2010-000-10083-0)의 지원을 받은 것으로 이에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

- (1) Cho, S. H., Lee, J. S. and Kim, Y. Y., 2007, Guided wave transduction experiment using a circular magnetostrictive patch and a figure-of-eight coil in nonferromagnetic plates, *Applied Physics Letter*. 88, 224101.
- (2) Kim, I. K., Kim, W. C., and Kim, Y. Y., 2007, Magnetostrictive grating with and optimal yoke for generating high-output frequency-tuned SH waves in a plate, *Sensors and Actuators A. Physical*. 137(1),141-146
- (3) Lee, H. C. and Kim, H. Y., 2009, Effect of biasing magnetic fields on the patch-type magnetostrictive transducers, *Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering*. Vol. 19, No. 11, pp.1177~1183