(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년12월08일
(11) 등록번호 10-1806306
(24) 등록일자 2017년12월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01P 5/24 (2006.01) *G01B 17/02* (2006.01)
G01D 21/02 (2006.01) *G01F 1/66* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01P 5/241 (2013.01)
G01B 17/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0019634
(22) 출원일자 2016년02월19일
심사청구일자 2016년02월19일
(65) 공개번호 10-2017-0045700
(43) 공개일자 2017년04월27일
(30) 우선권주장
1020150145164 2015년10월19일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
JP2000035418 A*
JP2011095030 A*
JP2014507667 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
숭실대학교산학협력단
서울특별시 동작구 상도로 369 (상도동)
(72) 발명자
김진오
서울특별시 영등포구 가마산로 575, 103동 1302호 (신길동, 한성아파트)
김주완
경기도 부천시 오정구 원종로94번길 28, 101호 (원종동, 궁전맨션)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

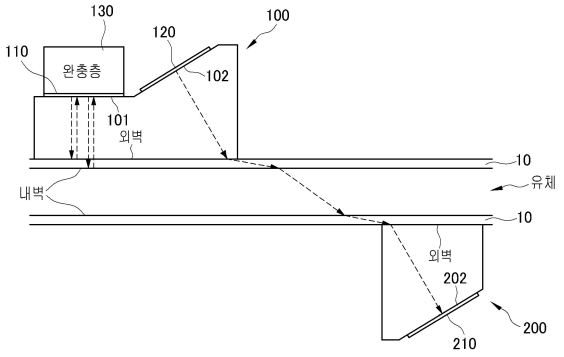
전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 김창주

(54) 발명의 명칭 **파이프의 두께 측정을 기초로 한 유속 측정 장치**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따른 유속 측정 장치는, 파이프의 외벽에 부착되고, 상부면이 파이프의 외벽과 수평한 수평부와 파이프의 외벽에 대해 경사진 경사부를 포함하는 제 1 웨지; 제 1 웨지에 대향하며 파이프가 연장되는 방향으로 소정의 거리만큼 이격되어 파이프의 외벽에 배치되며, 상부면이 경사부를 포함하는 제 2 웨지; 제 1 웨지의 수평부 상에 배치되는 제1 초음파 트랜스듀서; 제 1 웨지와 제 2 웨지의 경사부 상에 각각 배치되는 제2 및 제 3 초음파 트랜스듀서; 및 제 1 초음파 트랜스듀서에서 출력된 초음파 신호가 파이프의 내벽 및 외벽으로부터 반사되는 반사파의 시간 차에 기초하여 파이프의 두께를 측정하고, 제 2 및 제 3 초음파 트랜스듀서 중 어느 일 단에서 출력된 초음파 신호가 타 단으로 전달되는데 소요되는 시간에 기초하여 상기 파이프 내부 유체의 속력을 측정하는 제어부를 포함한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G01D 21/02 (2013.01)
G01F 1/66 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711026793
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 ICT기계융합 고급인력 지원사업
연구과제명 M2M 기반 지능형 자율생산 기계연구
기 여 율 1/1
주관기관 숭실대학교 산학협력단
연구기간 2014.01.01 ~ 2015.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

유속 측정 장치에 있어서,

파이프의 외벽에 부착되고, 상부면이 상기 파이프의 외벽과 수평한 수평부와 상기 수평부의 타단에서 연결되되 상기 파이프의 외벽에 대해 상향으로 경사진 경사부를 포함하는 제 1 웨지;

상기 제 1 웨지에 대향하며 상기 파이프가 연장되는 방향으로 소정의 거리만큼 이격되어 상기 파이프의 외벽에 배치되며, 상부면이 상기 경사부를 포함하는 제 2 웨지;

상기 제 1 웨지의 수평부 상에 배치되어, 상기 파이프의 두께 측정용으로 사용되는 제 1 초음파 트랜스듀서;

상기 제 1 웨지와 제 2 웨지의 경사부 상에 각각 배치되어, 상기 파이프의 유속 측정용으로 사용되는 제 2 및 제 3 초음파 트랜스듀서; 및

상기 제 1 초음파 트랜스듀서에서 출력된 초음파 신호가 상기 파이프의 내벽 및 외벽으로부터 반사되는 반사파의 시간 차에 기초하여 상기 파이프의 두께를 측정하고, 상기 제 2 및 제 3 초음파 트랜스듀서 중 어느 일 단에서 출력된 초음파 신호가 타 단으로 전달되는데 소요되는 시간에 기초하여 상기 파이프 내부 유체의 속력을 측정하는 제어부를 포함하되,

상기 제 1 웨지의 상기 경사부에 인접한 측면은 상기 경사부로부터 상기 파이프의 길이방향으로 소정거리 만큼 이격되도록 형성하여, 상기 제 1 초음파 트랜스듀서에서 출력된 초음파 신호가 반사된 후 상기 제 1 초음파 트랜스듀서로 전달되는 시간이 상기 제 2 초음파 트랜스듀서에서 출력된 후 상기 제 1 웨지의 접촉면에서 반사되고 상기 측면에서 반사된 탄성파가 상기 제 2 초음파 트랜스듀서로 전달되는 시간보다 짧아지도록 하고,

상기 제어부는

상기 제 1 초음파 트랜스듀서에서 출력된 초음파 신호가 상기 파이프의 외벽에서 상기 상부면을 향해 반사되어 상기 제 1 초음파 트랜스듀서로 전달되는데 소요되는 제 1 시간과, 상기 제 1 초음파 트랜스듀서에서 출력된 초음파 신호가 상기 파이프의 내벽에서 상기 상부면을 향해 반사되어 상기 제 1 초음파 트랜스듀서로 전달되는데 소요되는 제 2 시간의 차이에 기초하여 상기 파이프의 두께를 산출하는 것이고,

상기 산출된 파이프의 두께와, 상기 제 2 초음파 트랜스듀서에서 출력된 초음파 신호가 상기 파이프를 투과하여 상기 제 3 초음파 트랜스듀서로 전달되는데 소요되는 제 3 시간과 상기 제 3 초음파 트랜스듀서에서 출력된 초음파 신호가 상기 파이프를 투과하여 제 2 초음파 트랜스듀서로 전달되는데 소요되는 제 4시간에 기초하여 상기 파이프 내의 유속을 산출하는 것이고,

상기 제 1 내지 제 3 초음파 트랜스듀서를 하나의 컨트롤러로 제어하는 것이되,

상기 하나의 컨트롤러에 의해 측정된 초음파 신호는

상기 제 1 웨지의 기본 신호와 두께 측정용 초음파 신호를 포함하는 것이며,

상기 제 2 초음파 트랜스듀서에서 출력된 초음파 신호 중 상기 제 1 웨지 내에서 반사된 탄성파가 포함되는 경우,

상기 제어부는

상기 하나의 컨트롤러에 의해 측정된 초음파 신호에서 상기 기본 신호를 제거함으로써 상기 탄성파도 제거하는 것인 유속 측정 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 웨지는 상기 제 1 웨지와 반대 방향의 상기 파이프의 외벽에 배치되어 각 경사부가 서로 마주보도록 배치되는 것인 유속 측정 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 웨지의 상부면에 부착된 상기 제 1 초음파 트랜스듀서 상에 배치되는 완충층을 더 포함하는 것인 유속 측정 장치.

청구항 5

[청구항 5은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.]

제 4 항에 있어서,

상기 완충층은 에폭시와 텅스텐으로 이루어지는 것인 유속 측정 장치.

청구항 6

[청구항 6은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.]

제 5 항에 있어서,

상기 텅스텐의 비율이 상기 에폭시의 비율보다 높은 것인 유속 측정 장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 경사부에 인접한 측면은 쐐기 형상으로 형성되는 것인 유속 측정 장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 초음파 트랜스듀서는 전기적으로 연결된 것인 유속 측정 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 파이프의 두께 측정을 기초로 한 유속 측정 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 초음파 유속계는 파이프 내 흐르는 유체의 상태 변화를 이용하여 초음파 신호를 송수신하는 송신 트랜스듀서 및 수신 트랜스듀서를 포함하고, 송신 트랜스듀서 및 수신 트랜스듀서 간에 초음파 신호의 송수신을 소정 횟수 반복하여 초음파 신호의 송수신이 반복되는 동안 유체의 상태 변화에 따른 전파 시간을 측정하여 유체의 속력을 검출한다.

[0003] 특히, 유속을 계산할 때 파이프의 두께가 중요한 변수이다. 현재 쓰이고 있는 초음파 유속계는 파이프의 규격표에 나와 있는 두께 또는 내경을 입력하는 등 파이프의 제원을 알고 있는 상태에서 파이프 내 흐르는 유체의 속력을 측정하기 때문에, 파이프의 제원을 모르는 경우, 파이프의 두께를 측정하기 위하여 또 다른 측정장비가 활용되어야 한다. 또한, 파이프의 두께는 생산되었을 때의 두께와 다르게 측정되거나 달라질 수 있고, 직접 측정하기 힘든 위치에 파이프가 설치되어 있는 문제가 발생할 수 있다. 따라서, 파이프의 두께를 수시로 확인하고 이를 유속 측정에 반영할 수 있다면 오랜 기간 동안 정확하게 유체의 속력을 측정할 수 있다.

[0004] 이와 관련하여, 대한민국등록특허 제 10-1513697 호(발명의 명칭: 파이프 두께 측정이 가능한 초음파 변환 장치 및 이를 이용한 유속 측정 장치)에서는 하나의 압전원판에서 발생된 초음파 중 투과파로 유속을 측정하고, 반사파로 두께를 측정하는 파이프의 두께 측정이 가능한 초음파 변환 장치 및 이를 이용한 유속 측정 장치를 개시하고 있다.

[0005] 그러나, 이러한 기존의 유속 측정 장치는 두께 측정을 위한 초음파의 수직입사를 위해 다수의 경계면을 거쳐야 하는 단점이 있다. 이에 따라 복수 번의 초음파 투과 및 반사에 의해 에너지 전달률이 현저하게 감소하는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여, 웨지의 형상을 초음파 신호가 다수의 경계면을 거치지 않도록 형성하고, 파이프의 두께 및 유속이 각각의 초음파 신호로 측정되도록 각각의 초음파 트랜스듀서를 구비하여, 에너지 손실을 최소화하여, 두께 측정과 파이프 내 유속을 측정하는 유속 측정 장치를 제공하는 데 그 목적이 있다.

[0007] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 더 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기와 같은 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 유속 측정 장치는 파이프의 외벽에 부착되고, 상부면이 파이프의 외벽과 수평한 수평부와 파이프의 외벽에 대해 경사진 경사부를 포함하는 제 1 웨지; 제 1 웨지에 대향하며 파이프가 연장되는 방향으로 소정의 거리만큼 이격되어 파이프의 외벽에 배치되며, 상부면이 경사부를 포함하는 제 2 웨지; 제 1 웨지의 수평부 상에 배치되는 제1 초음파 트랜스듀서; 제 1 웨지와 제 2 웨지의 경사부 상에 각각 배치되는 제2 및 제 3 초음파 트랜스듀서; 및 제 1 초음파 트랜스듀서에서 출력된 초음파 신호가 파이프의 내벽 및 외벽으로부터 반사되는 반사파의 시간 차에 기초하여 파이프의 두께를 측정하고, 제 2 및 제 3 초음파 트랜스듀서 중 어느 일 단에서 출력된 초음파 신호가 타 단으로 전달되는데 소요되는 시간에 기초하여 상기 파이프 내부 유체의 속력을 측정하는 제어부를 포함한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 파이프의 두께 측정이 가능한 유속 측정 장치는 두께 측정용 초음파 신호와 유속 측정용 초음파 신호의 에너지 손실을 최소화시켜, 파이프의 두께 및 유속의 정확한 측정이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유속 측정 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 파이프의 두께 및 유속 측정 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 완충층이 분해능을 향상시키는 것을 설명하기 위하여 완충층의 유무에 따른

초음파 트랜스듀서에 수신된 초음파 신호를 비교하여 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 웨지 내에서 반사되는 탄성파를 설명하기 위한 도면이다.

도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 일 실시예에 따른 유속 측정 장치에 의해 수신된 초음파 신호 중 두께 정보를 포함하는 신호만 남기는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0012] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유속 측정 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

[0014] 도 1을 참조하면, 본 발명의 유속 측정 장치(1)는 제 1 초음파 트랜스듀서(110), 제 2 초음파 트랜스듀서(120), 제 3초음파 트랜스듀서(210) 및 제어부(300)를 포함한다.

[0015] 본 발명의 유속 측정 장치(1)의 제어부(300)는 제 1 초음파 트랜스듀서(110)에서 출력된 초음파 신호가 파이프의 내벽 및 외벽으로부터 반사되는 반사파의 시간 차에 기초하여 파이프의 두께를 측정하고, 제 2 초음파 트랜스듀서(120)에서 출력된 초음파 신호가 제 3 초음파 트랜스듀서(210)로 전달되는데 소요되는 시간에 기초하여 파이프 내부 유체의 속력을 측정한다.

[0016] 이러한 본 발명의 유속 측정 장치(1)는 제 1 초음파 트랜스듀서(110)와 제 2 초음파 트랜스듀서(120)에 의해 파이프의 두께를 측정하기 위한 초음파 신호와 파이프 내부 유속 측정을 위한 초음파 신호를 각각 사용함으로써, 두께 측정과 유속 측정을 위한 초음파 에너지 손실을 최소화할 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 유속 측정 장치(1)는 제 1 웨지의 형상을 파이프의 두께 측정을 위해 다수의 경계면을 거치지 않도록 형성함으로써, 종래의 초음파 변환 장치에서 발생하였던 복수 번의 초음파 투과 및 반사에 의해 에너지 전달률이 현저하게 감소하던 문제를 해결할 수 있다.

[0018] 더불어, 본 발명의 유속 측정 장치(1)는 제 1 초음파 트랜스듀서(110)의 상부에 구비된 완충층을 통하여 파이프의 두께 측정을 위한 초음파 신호의 분해능을 향상시킴으로써, 정확하게 파이프의 두께를 측정할 수 있으며, 이로 인해, 유속 측정 값의 정확도도 향상시킬 수 있다.

[0019] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 파이프의 두께 및 유속 측정 방법을 설명하기 위한 도면이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 완충층이 분해능을 향상시키는 것을 설명하기 위하여 완충층의 유무에 따른 초음파 트랜스듀서에 수신된 초음파 신호를 비교하여 나타낸 도면이다.

[0020] 도 1 및 도2를 참조하면, 유속 측정 장치(1)는 제 1 웨지(100), 제 2 웨지(200) 및 제어부(300)를 포함한다.

[0021] 도 2를 참조하면, 제 1 웨지(100)는 파이프(10)의 외벽에 부착되고, 상부면이 파이프(10)의 외벽과 수평한 수평부(101)와 파이프(10)의 외벽에 대해 경사진 경사부(102)를 포함한다. 여기서, 제 1 웨지(100)의 수평부(101)와 경사부(102)는 연결된다.

[0022] 제 1 웨지(100)는 제 1 초음파 트랜스듀서(110), 제 2 초음파 트랜스듀서(120) 및 완충층(130)을 포함한다.

[0023] 제1 초음파 트랜스듀서(110)는 제 1 웨지(100)의 수평부(101) 상에 배치되고, 제2 초음파 트랜스듀서(120)는 제 1 웨지(100)의 경사부(102) 상에 배치된다. 이때, 제 1 및 제 2 초음파 트랜스듀서(110, 120)는 압전원판일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0024] 도 2에 도시된 바와 같이, 제 1 초음파 트랜스듀서(110)는 초음파 신호를 출력할 수 있다. 이어서, 제 1 초음

파 트랜스듀서(110)는 파이프(10)의 외벽 및 내벽으로부터 반사되는 반사파를 수신할 수 있다. 또한, 제 1 초음파 트랜스듀서(110)는 제 1 웨지(100)의 수평부(101)에 부착되어, 파이프(10)의 두께 측정용 초음파 신호로만 사용될 수 있다. 이때, 파이프(10)의 외벽과 수평하는 수평부(101)에 부착된 제 1 초음파 트랜스듀서(110)로부터 출력된 초음파 신호는 반사면을 전혀 거치지 않고, 직접적으로 파이프(10)의 외벽 및 내벽으로부터 반사될 수 있기 때문에 초음파 신호의 전달률을 향상시킬 수 있다.

[0025] 예시적으로, 제 1 웨지(100)의 수평부(101)에 부착된 제 1 초음파 트랜스듀서(110)로부터 출력된 초음파 신호는 파이프(10)에 수직으로 입사하여 파이프(10)의 외벽에서 제 1 웨지(100)의 상부면을 향하여 반사될 수 있다. 이어서, 출력된 초음파 신호는 파이프(10)의 외벽을 수직으로 통과한 후, 파이프(10)의 내벽에서 제 1 웨지(100)의 상부면을 향하여 반사될 수 있다.

[0026] 제 2 초음파 트랜스듀서(120)는 초음파 신호를 출력할 수 있고, 제 3 초음파 트랜스듀서(210)로부터 출력된 초음파 신호를 수신할 수도 있다. 또한, 제 2 초음파 트랜스듀서(120)는 제 1 웨지(100)의 경사부(102)에 부착되어, 파이프(10)의 유속 측정용 초음파 신호로만 사용될 수 있다. 따라서, 제 2 초음파 트랜스듀서(120)는 파이프(10)의 유속 측정용 초음파 신호를 송신 또는 수신할 수 있다.

[0027] 완충층(130)은 제 1 웨지(100)의 상부면에 부착된 제 1 초음파 트랜스듀서(110) 상에 배치될 수 있으며, 구체적인 설명은 도 3을 참조하여, 후술하기로 한다.

[0028] 제 2 웨지(200)는 제 1 웨지(100)에 대향하며 파이프(10)가 연장되는 방향으로 소정의 거리만큼 이격되어 파이프(10)의 외벽에 배치되며, 상부면이 파이프(10)의 외벽에 대해 경사진 경사부(202)를 포함한다. 또한, 제 2 웨지(200)는 제 1 웨지(100)와 반대 방향의 파이프(10)의 외벽에 배치되고, 제 2 초음파 트랜스듀서(120)에서 방출된 초음파가 초음파의 굴절을 고려한 전파경로에 따라 제 3 초음파 트랜스듀서(130)에 입사되도록 각 경사부(102, 202)가 서로 마주보게 배치된다.

[0029] 제 2 웨지(200)는 제 3 초음파 트랜스듀서(210)를 포함한다.

[0030] 제 3 초음파 트랜스듀서(210)는 제 2 웨지(200)의 경사부(202) 상에 배치된다. 이때, 제 3 초음파 트랜스듀서(210)는 압전원판일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0031] 도 2에 도시된 바와 같이, 제 3 초음파 트랜스듀서(210)는 제 2 초음파 트랜스듀서(120)로부터 출력된 초음파 신호를 수신할 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니며, 제 3 초음파 트랜스듀서(210)는 초음파 신호를 출력할 수도 있다. 또한, 제 3 초음파 트랜스듀서(210)는 제 2 웨지(200)의 경사부(202)에 부착되어, 파이프(10)의 유속 측정용 초음파 신호로만 사용될 수 있다. 따라서, 제 3 초음파 트랜스듀서(210)는 파이프(10)의 유속 측정용 초음파 신호를 송신 또는 수신할 수 있다.

[0032] 예시적으로, 도 2에 도시된 바와 같이, 제 1 웨지(100)의 경사부(102)에 부착된 제 2 초음파 트랜스듀서(120)로부터 출력된 초음파 신호는 초음파의 굴절을 고려한 전파경로에 따라 파이프(10)를 유동의 순방향의 대각선으로 통과 한 후, 제 1 웨지(100)의 경사부(102)와 마주보고 있는 제 2 웨지(200)의 경사부(202)에 부착된 제 3 초음파 트랜스듀서(210)에 수신될 수 있다.

[0033] 또한, 제 2 웨지(200)의 경사부(202)에 부착된 제 3 초음파 트랜스듀서(210)로부터 출력된 초음파 신호는 초음파의 굴절을 고려한 전파경로에 따라 파이프(10)를 유동의 역방향의 대각선으로 통과한 후, 제 2 웨지(200)의 경사부(202)와 마주보고 있는 제 1 웨지(100)의 경사부(102)에 부착된 제 2 초음파 트랜스듀서(120)에 수신될 수 있다.

[0034] 이하에서는, 도 3을 참고하여, 완충층(130)에 대하여 구체적으로 설명하고자 한다.

[0035] 완충층(130)은 제 1 웨지(100)의 상부면에 부착된 제 1 초음파 트랜스듀서(110) 상에 배치된다. 또한, 완충층(130)은 에폭시와 텅스텐으로 이루어지며, 텅스텐의 비율이 에폭시의 비율보다 높게 형성될 수 있다. 이때, 텅스텐은 음향 임피던스가 크기 때문에 초음파 트랜스듀서의 임피던스와 서로 매칭될 수 있다. 또한, 에폭시의 경우, 흡음이 잘 되는 재질이기 때문에 초음파 신호를 전파하고자 하는 방향의 반대면 인 후면에서의 탄성파 반향을 효과적으로 제거할 수 있다. 또한, 제조 시에 다짐이 잘되는 텅스텐에 의해, 완충층(130)이 초음파 트랜스듀서와 밀접하게 접촉됨으로써, 초음파 트랜스듀서의 잔향 감소를 증가시킬 수 있다.

[0036] 도 3을 참조하면, 완충층(130)이 없는 경우에 초음파 트랜스듀서에서 수신된 초음파 신호(a)와 완충층(130)이 있는 경우에 초음파 트랜스듀서에서 수신된 초음파 신호(b)를 비교하여 나타낸 것이다. 여기서, 두께 측정용 초음파 신호는 제 1 초음파 트랜스듀서(110)에 의해 17.5μs에서 수신되며, 완충층(130)이 없는 경우(a)보다 완

충층(130)이 있는 경우(b)에 초음파 신호의 지속시간이 짧은 것이 나타난다.

[0037] 따라서, 완충층(130)은 제 1 초음파 트랜스듀서(110)에 의해 송수신되는 초음파 신호의 지속시간을 짧게 할 수 있기 때문에 분해능을 향상시킬 수 있다. 즉, 제 1 초음파 트랜스듀서(110)로부터 출력되는 파이프(10)의 두께 측정용 초음파 신호의 분해능을 향상시킬 수 있어, 보다 정확하게 파이프(10)의 두께를 산출할 수 있다.

[0038] 제어부(300)는 제 1 초음파 트랜스듀서(110)에서 출력된 초음파 신호가 파이프(10)의 내벽 및 외벽으로부터 반사되는 반사파의 시간 차에 기초하여 파이프(10)의 두께를 측정한다. 또한, 이에 한정되는 것은 아니며, 제어부(300)는 제 1 초음파 트랜스듀서(110)에서 출력된 초음파 신호가 파이프(10)의 외벽 및 내벽으로부터 반사되는 반사파의 주기에 기초하여 파이프(10)의 두께를 측정할 수 있다.

[0039] 제어부(300)는 제 1 초음파 트랜스듀서(110)에서 출력된 초음파 신호가 파이프(10)의 외벽에서 상부면을 향해 반사되어 제 1 초음파 트랜스듀서(110)로 전달되는데 소요되는 제 1 시간과, 제 1 초음파 트랜스듀서(110)에서 출력된 초음파 신호가 파이프(10)의 내벽에서 상부면을 향해 반사되어 제 1 초음파 트랜스듀서(110)로 전달되는데 소요되는 제 2 시간의 차이에 기초하여 파이프(10)의 두께를 산출한다.

[0040] 예를 들면, 제어부(140)는 제 1 시간 및 제 2 시간의 차이에 1/2을 곱하여 산출한 시간에, 초음파 신호의 속도를 곱하여 파이프(10)의 두께를 산출할 수 있다. 또 다른 예로서, 공진 방식으로 파이프(10)의 두께를 산출할 수 있다. 파이프(10)에 초음파 신호가 입사된 경우, 반파장의 정수배일 때 공진이 일어나므로, 그 주파수를 측정하여 파이프(10)의 두께를 산출할 수 있다.

[0041] 또한, 제어부(300)는 제 2 초음파 트랜스듀서(120)에서 출력된 초음파 신호가 제 3 초음파 트랜스듀서(210)로 전달되거나 제 3 초음파 트랜스듀서(210)에서 출력된 초음파 신호가 제 2 초음파 트랜스듀서(120)로 전달되는데 소요되는 시간에 기초하여 파이프(10) 내부 유체의 속력을 측정한다.

[0042] 제어부(300)는 산출된 파이프의 두께와, 제 2 초음파 트랜스듀서(120)에서 출력된 초음파 신호가 파이프(10)를 투과하여 제 3 초음파 트랜스듀서(210)로 전달되는데 소요되는 제 3시간과 제 3 초음파 트랜스듀서(210)에서 출력된 초음파 신호가 파이프(10)를 투과하여 제 2 초음파 트랜스듀서(120)로 전달되는데 소요되는 제 4 시간에 기초하여 파이프(10) 내의 유체의 속력을 산출한다.

[0043] 예를 들면, 제 2 초음파 트랜스듀서(120)로부터 출력된 초음파 신호가 파이프(10)를 유동의 순방향으로 투과한 후, 제 3 초음파 트랜스듀서(210)에 전달되는데 소요되는 제 3 시간과, 제 3 초음파 트랜스듀서(210)로부터 출력된 초음파 신호가 파이프(10)를 유동의 역방향으로 투과한 후, 제 2 초음파 트랜스듀서(120)에 전달되는데 소요되는 제 4 시간의 차이에 기초하여 파이프(10) 내부 유체의 속력을 측정할 수 있다.

[0044] 제어부(300)는 제 1 내지 제 3 초음파 트랜스듀서(110, 120, 210)를 전기적으로 연결한 하나의 컨트롤러로 제어한다.

[0045] 구체적으로 설명하면, 제 1 초음파 트랜스듀서(110) 및 제 2 초음파 트랜스듀서(120)는 전기적으로 직접 연결된 하나의 센서로 인식될 수 있다. 또한, 제 2 초음파 트랜스듀서(120) 및 제 3 초음파 트랜스듀서(210)는 각각의 센서가 하나의 컨트롤러로 제어됨으로써, 제 1 내지 제 3 초음파 트랜스듀서(110, 120, 210) 전체가 하나의 컨트롤러에 의해 제어될 수 있다.

[0046] 즉, 본 발명의 유속 측정 장치(1)를 통하여 파이프(10)의 두께 및 유속을 측정하는 경우, 도 3에 도시된 바와 같이, 제 1 초음파 트랜스듀서(110)에서 출력되고 수신되는 두께 측정용 신호와, 제 3 초음파 트랜스듀서(210)로부터 출력되고 제 2 초음파 트랜스듀서(120)에서 수신되는 유속 측정용 신호는 제 1 초음파 트랜스듀서(110) 및 제 2 초음파 트랜스듀서(120)가 하나의 센서로 인식됨에 따라 동시에 나타날 수 있다.

[0047] 예시적으로, 도3을 참조하면, 하나의 센서로 연결된 제 1 초음파 트랜스듀서(110) 및 제 2 초음파 트랜스듀서(120)에서 수신된 신호가 동시에 나타난다.

[0048] 17.5㎲ 및 34.3㎲에서는, 제 1 초음파 트랜스듀서(110)로부터 출력되고, 제 1 초음파 트랜스듀서(110)에 의해 다시 수신되는 두께 측정용 초음파 신호가 파이프(10)의 외벽에서 반사되어 나타난다. 이때, 17.5㎲ 에서의 신호는 파이프(10)의 외벽에서 한 번 반사되는 경우의 신호를 포함하며, 34.3㎲에서의 신호는 파이프(10)의 외벽(즉, 파이프(10)와 웨지 사이의 경계면)에서 두 번 반사되어 제 1 초음파 트랜스듀서(110)로 입사되는 신호를 포함한다. 17.5㎲와 34.3㎲의 사이에서는 파이프(10)의 내벽(즉, 파이프(10)와 유체 사이의 경계면)에서 반사되는 경우의 신호가 발생한다.

[0049] 또한, 30㎲에서는, 제 2 초음파 트랜스듀서(210)로부터 출력되고, 제 1 웨지(100) 내에서 반사되어 다시 제 2 초음파 트랜스듀서(120)에 입사된 탄성파가 나타난다.

[0050] 따라서, 본 발명의 유속 측정 장치(1)는 하나의 센서로 인식되는 제 1 초음파 트랜스듀서(110) 및 제 2 초음파 트랜스듀서(120)와, 제 3 초음파 트랜스듀서(210)가 하나의 컨트롤러로 제어됨에 따라, 두께 측정용 컨트롤러를 별도로 설치할 필요 없이, 파이프의 두께 및 유속을 동시에 측정할 수 있다.

[0051] 이하에서는 두께 측정 시에 결과를 부정확하게 하는 탄성파를 제거하기 위한 방법에 대하여 설명하고자 한다.

[0052] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 웨지 내에서 반사되는 탄성파를 설명하기 위한 도면이고, 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 일 실시예에 따른 유속 측정 장치에 의해 수신된 초음파 신호 중 두께 정보를 포함하는 신호만 남기는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0053] 도 4를 참조하면, 탄성파는 제 2 초음파 트랜스듀서(120)로부터 출력된 초음파 신호 중 일부가 제 1 웨지(100)의 내부에서 반사되는 파장일 수 있다.

[0054] 예를 들어, 도 4를 참조하면, 탄성파는 파이프(10)의 외벽에 부착되는 제 1 웨지(100)의 접촉면에서 1차 반사되고, 제 1웨지(100)의 측면(A)에서 2차 반사되어, 제 2 초음파 트랜스듀서(120)에 의해 수신될 수 있다. 이러한 탄성파는 제 1 트랜스듀서(120)로부터 출력된 두께 측정용 초음파 신호가 수신되는 시간 내에 수신되기 때문에 파이프(10)의 두께 측정 시에 결과를 부정확하게 하는 문제가 있다.

[0055] 이러한 문제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제 1 초음파 트랜스듀서(110)에 제 2 초음파 트랜스듀서(120)에서 출력된 초음파 신호 중 제 1 웨지(100) 내에서 반사된 탄성파가 포함되지 않도록, 제 1 웨지(100)의 경사부(102)에 인접한 측면(A)은 경사부(102)의 위치와 파이프(10)의 길이방향으로 소정거리 이격하여 형성될 수 있다.

[0056] 예시적으로, 경사부(102)의 위치를 기준으로 파이프(10)의 길이방향으로 소정거리 이격하여 측면(A)이 형성되는 경우, 파이프(10)의 외벽에 부착되는 제 1 웨지(100)의 접촉면에서 1차 반사된 초음파 신호(탄성파)가 이격하여 형성된 측면(A)에 의해 2차 반사되기까지의 거리가 증가하고, 시간이 더 소요될 수 있다. 이로 인해, 2차 반사된 초음파 신호(탄성파)가 도 4에 도시된 바와 같은 제 2 초음파 트랜스듀서(120)의 수신시간 범위로부터 벗어나게 되어, 제 1 초음파 트랜스듀서(110)로부터 출력된 두께 측정용 초음파 신호가 수신되는 시간 내에 포함되지 않는다. 따라서, 제 2 초음파 트랜스듀서(120)로부터 발생되는 탄성파가 두께 측정용 초음파 신호가 수신되는 시간 내에 수신되어 파이프(10)의 두께 측정 결과를 부정확하게 하는 문제를 해결할 수 있다.

[0057] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 제 1 초음파 트랜스듀서(110)에 제 2 초음파 트랜스듀서(120)에서 출력된 초음파 신호 중 제 1 웨지(100) 내에서 반사된 탄성파가 포함되지 않도록, 제 1 웨지(100)의 경사부(102)에 인접한 측면(A)과 인접한 곳에 홈이 형성되어 측면(A)의 형상이 쐐기 형상으로 형성될 수 있다.

[0058] 예시적으로, 제 1 웨지(100)의 경사부(102)에 인접한 측면(A)에 복수의 홈이 형성되면, 복수의 홈에 의해 홈과 홈 사이의 형상이 복수의 돌출부의 형상으로 형성되며, 측면(A)의 표면이 복수의 쐐기 형상으로 형성될 수 있다. 이로 인해, 파이프(10)의 외벽에 부착되는 제 1 웨지(100)의 접촉면에서 1차 반사된 초음파 신호(탄성파)가 도 4에 도시된 측면(A)과 같은 평평한 측면(A)으로 인한 한 방향으로 2차 반사되지 못하고, 쐐기 형상의 울퉁불퉁한 측면(A)에 의해 여러 방향으로 난반사하여 흩어질 수 있다. 따라서, 제 1 트랜스듀서(120)로부터 출력된 두께 측정용 초음파 신호가 수신되는 시간 내에 제 2 초음파 트랜스듀서(120)로부터 발생된 탄성파를 수신하여, 파이프(10)의 두께 측정 결과를 부정확하게 하는 문제를 해결할 수 있다.

[0059] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 제 1 초음파 트랜스듀서(110)에 제 2 초음파 트랜스듀서(120)에서 출력된 초음파 신호 중 제 1 웨지(100) 내에서 반사된 탄성파가 포함되는 경우, 제어부(300)는 탄성파를 제거할 수 있다.

[0060] 예시적으로, 도 5a 내지 도 5c를 참조하여 설명하면, 도 5a에 도시된 바와 같이, 하나의 컨트롤러에 의해 측정된 초음파 신호는 파이프(10)의 두께 정보가 포함된 두께 측정용 초음파 신호와 기본신호가 혼재되어 나타난다. 이어서, 도 5b에 도시된 초음파 신호는 기본신호만을 나타낸 것으로서, 17㎲에서의 기본 반사파와 30㎲에서의 탄성파가 도 5a에 도시된 17㎲ 및 30㎲와 동일한 위상으로 나타난다. 따라서, 두께 측정 정보가 포함된 초음파 신호와 기본 신호가 혼재되어 나타나는 도5a의 측정된 초음파 신호에서 기본 신호만 나타나는 도 5b의 측정된 초음파 신호를 제거하면, 도 5c에 도시된 바와 같은 두께 정보를 포함하는 초음파 신호가 뚜렷하게 나타난다.

[0061] 따라서, 상술한 바와 같은 탄성파가 두께 측정용 초음파 신호가 수신되는 범위(도3을 참조하면, 17㎲ 내지 35㎲

의 시간) 내에 수신되는 것을 방지하거나, 수신되더라도 수신된 탄성파를 제거하는 방법을 통하여, 파이프(10)의 두께 측정의 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0062] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0063] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0064] 1: 유속 측정 장치 10: 파이프

100: 제 1 웨지 101: 수평부

102: 경사부 110: 제 1 초음파 트랜스듀서

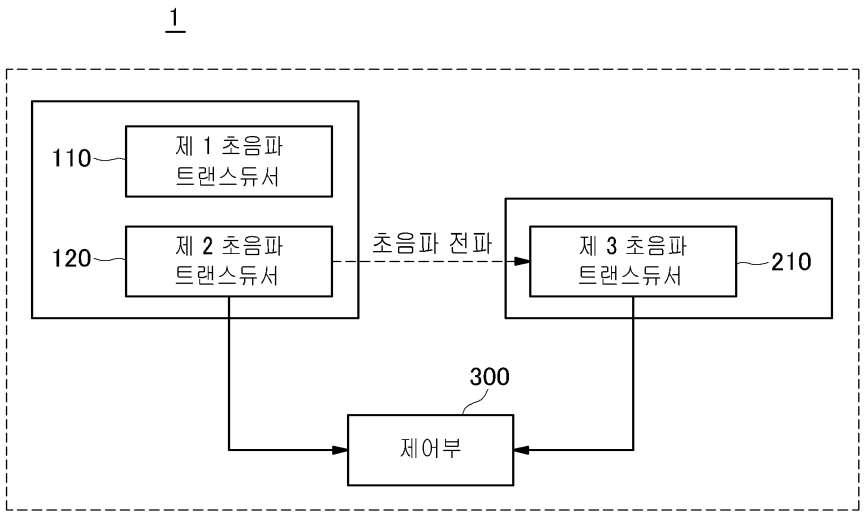
120: 제 2 초음파 트랜스듀서 130: 완충층

200: 제 2 웨지 202: 경사부

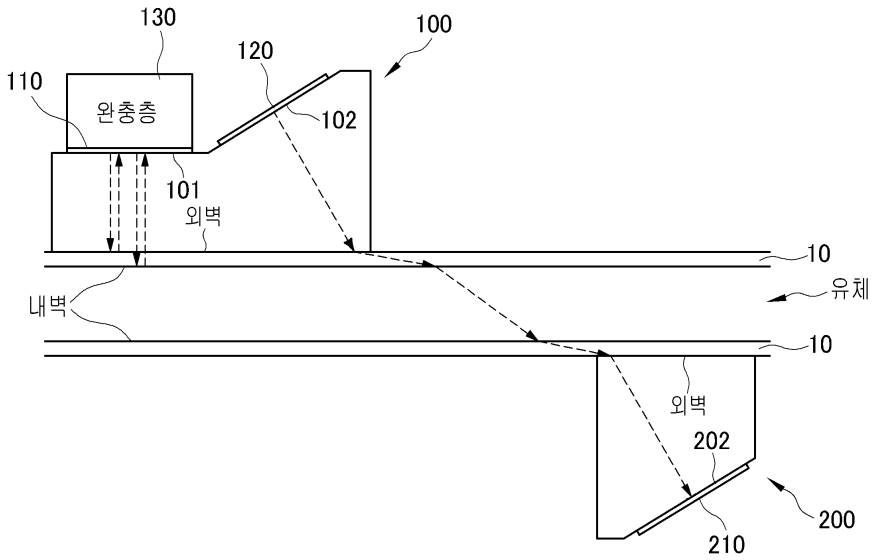
210: 제 3 초음파 트랜스듀서 300: 제어부

도면

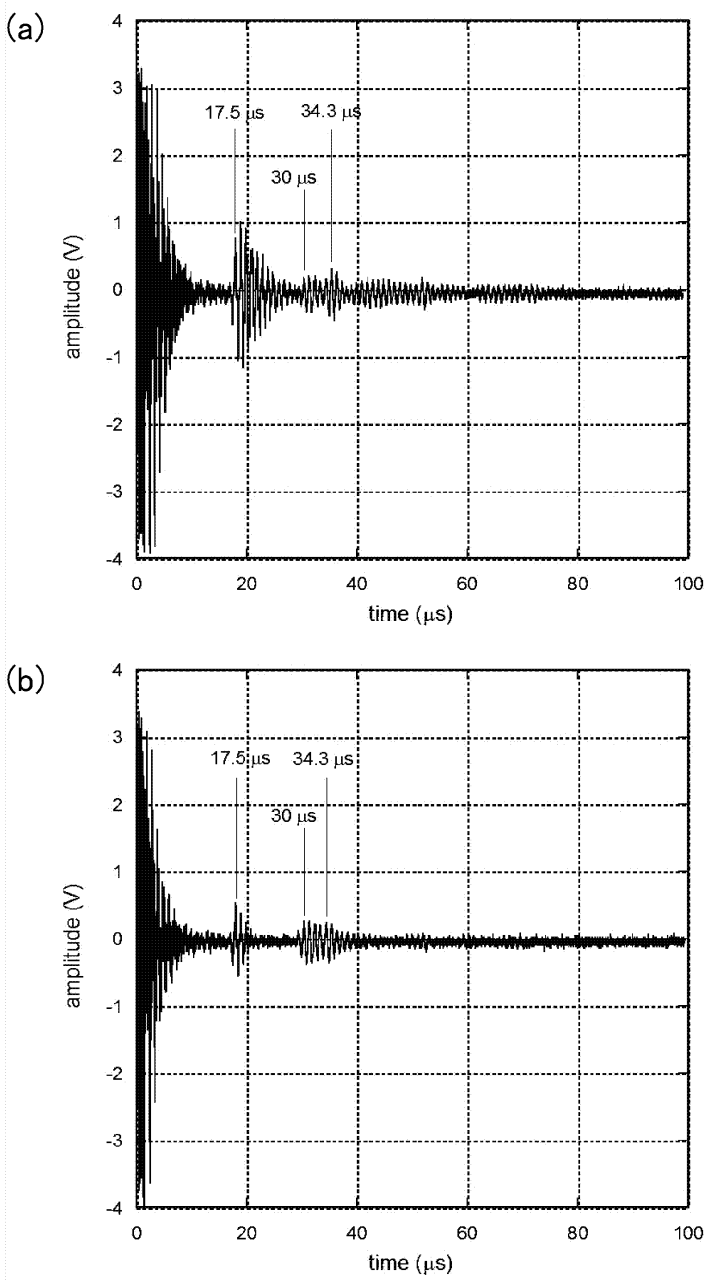
도면1



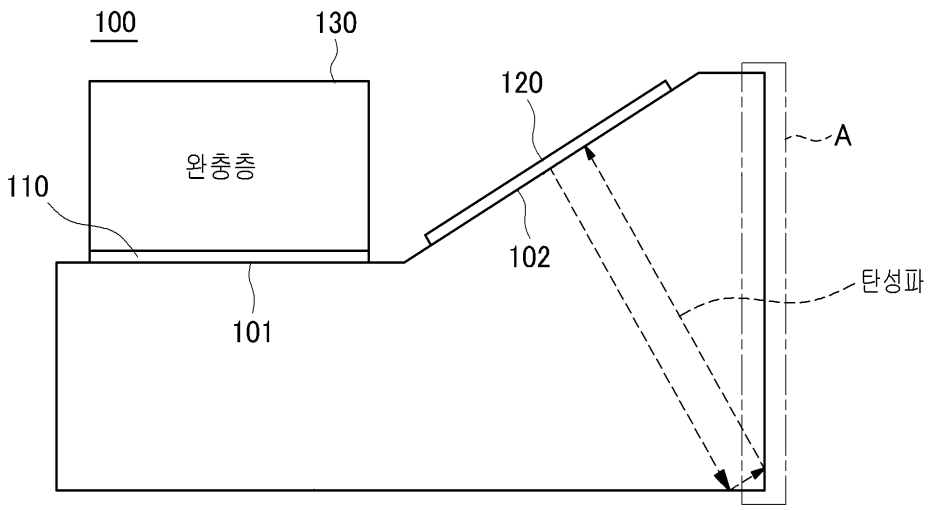
도면2



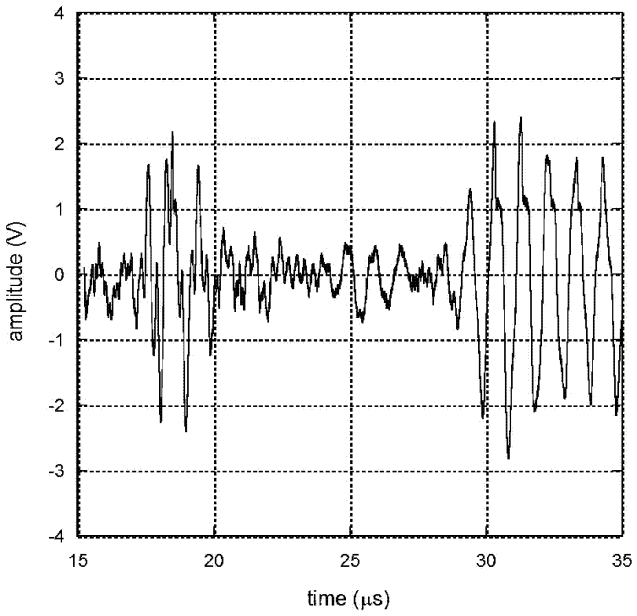
도면3


(a)
17.5 μs
34.3 μs
30 μs
amplitude (V)
time (μs)
(b)
17.5 μs
34.3 μs
30 μs
amplitude (V)
time (μs)

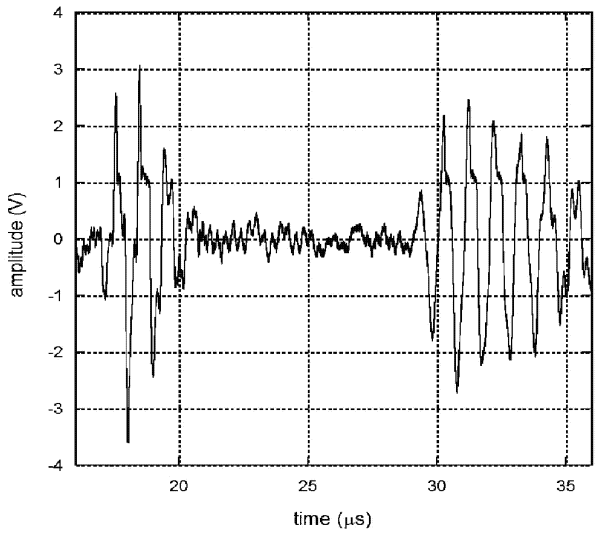
도면4


100
130
120
A
완충층
110
102
탄성파
101

도면5a


4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
amplitude (V)
15
20
25
30
35
time (μs)

도면5b



도면5c

