

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2011년 5월 5일 (05.05.2011)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2011/052902 A2

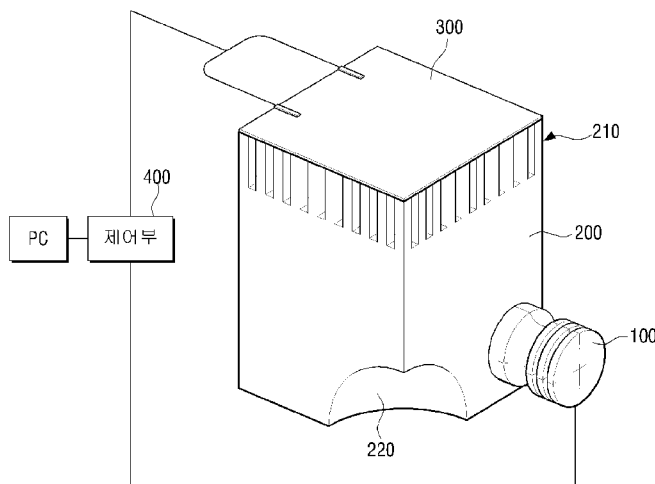
- (51) 국제특허분류: G01N 29/24 (2006.01) G01Q 70/08 (2010.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/006814
- (22) 국제출원일: 2010년 10월 6일 (06.10.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2009-0103036 2009년 10월 28일 (28.10.2009) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 주식회사 로보젠 (ROBOGEN) [KR/KR]; 서울 서대문구 신촌동 134 연세공학원 133호, 120-749 Seoul (KR). 수자원기술 주식회사 (WATER RESOURCES ENGINEERING CORPORATION) [KR/KR]; 경기 성남시 분당구 야탑동 345-2 한승베네피아 2층, 463-070 Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 엄원석 (Ohm, Won-suk) [CA/KR]; 서울 종로구 무악동 인왕산 I-PARK 아파트 101동 1102호, 110-877 Seoul (KR). 최영수 (Choi, Young-soo) [KR/KR]; 경기 용인시 기흥구 보라동 민속마을쌍용아파트 109동 203호, 446-954 Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 정홍식 (JEONG, Hong-sik); 서울 서초구 서초동 1600-3 대림빌딩 8층, 137-877 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: TWO-DIMENSIONAL VIRTUAL ARRAY PROBE FOR THREE-DIMENSIONAL ULTRASONIC IMAGING

(54) 발명의 명칭 : 3 차원 초음파 이미징을 위한 2 차원 가상 배열형 탐촉자

[Fig. 1]



400 ... Control unit

(57) Abstract: According to the present invention, a two-dimensional virtual array probe for three-dimensional ultrasonic imaging comprises: an ultrasonic transducer; a probe body made of a metal material and having an ultrasonic radiation surface on which a plurality of waveguides are two-dimensionally arranged, and a 1/8 sphere-shaped groove portion for chaotically reflecting the ultrasonic waves radiated from the ultrasonic transducer within the interior thereof; a piezoelectric sheet arranged on the ultrasonic radiation surface such that the piezoelectric sheet can be brought into contact with an object to be probed, wherein the piezoelectric sheet enables the ultrasonic waves radiated from the probe to pass toward the object to be probed, senses the ultrasonic waves reflected from the object to be probed, and outputs a signal; and a control unit which controls the ultrasonic transducer such that the plurality of waveguides sequentially oscillate ultrasonic waves.

(57) 요약서: 본 발명에 의한 3 차원 초음파 이미징을 위한 2 차원 가상 배열형 탐촉자는, 초음파 트랜스듀서; 복수 개의 도파관이 2 차원 배열된 초음파 방사면과, 상기 초음파 트랜스듀서로부터 방사되는 초음파를 그 내부에서 불규칙(chaotic)하게 반사시키기 위한 1/8 구(sphere)형상의 홈부를 가지는

금속재질의 탐촉자 몸체; 피검사체와 접촉하도록 상기 초음파 방사면 상측에 배치되어, 상기 탐촉자로부터 방사된 초음파는 상기 피검사체 측으로 통과시키고, 상기 피검사체로부터 반사된 초음파를 감지하여 신호를 출력하는 압전 시트부재(piezoelectric sheet); 및 상기 복수 개의 도파관이 순차적으로 초음파를 발진하도록 상기 초음파 트랜스듀서를 제어하는 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

WO 2011/052902 A2

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를
별도 공개함 (규칙 48.2(g))

명세서

발명의 명칭: 3차원 초음파 이미징을 위한 2차원 가상 배열형 탐촉자

기술분야

- [1] 본 발명은, 초음파 영상 진단 및 비파괴 검사에서 사용되는 초음파 탐촉자의 개발에 관한 것으로, 상세하게는 실시간 3차원 초음파 이미징용 2차원 가상 배열형 탐촉자에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 많이 사용되는 2차원 배열형 탐촉자는 많게는 수천 개의 압전소자들로 구성되는데, 초음파의 송수신이 가능한 초음파 트랜스듀서를 일정간격으로 고정 배치하여 어레이(array)를 형성하고, 펄스-에코 기법을 사용하여 피검사체 내의 결함을 탐지한다.
- [3] 현재 상용화된 초음파 비파괴장치의 일 예로서, 60X60 어레이 탐촉자를 예시할 수 있는데, 이 경우, 총 3600개의 초음파 트랜스듀서를 필요로 하며, 3600개의 개별 채널을 이용하여, 이들 각각을 제어하여 3차원 입체영상을 얻게 된다. 그러나, 이와 같은 구성에 따르면, 각 채널별로 초음파 트랜스듀서를 마련해야하므로, 시스템 구성에 높은 비용이 소요된다는 문제점이 있다.
- [4] 이러한 문제점을 해결하기 위한 많은 연구가 진행 중에 있는데, G. Montaldo 등의 논문(G. Montaldo, D. Palacio, M. Tanter, M. Fink, IEEE Trans. Ultrason., Ferroelect., Freq. Contr. 52 (2005) 1489-1497)은, 기존에 비해 트랜스듀서의 숫자를 감소시키면서, 유사한 효과를 얻을 수 있는 초음파 비파괴장치의 구성방법을 예시한 바 있다.
- [5] 그러나, 상기 논문에 나와 있는 방식 역시 비교적 복수 개의 트랜스듀서를 사용하며, 기존 시간 반전 기법의 특성상 초음파 빔이 초점에서 집속한 이후에는 급격히 퍼지는 문제점이 있다. 즉, 트랜스듀서에서 발생된 초음파는 평행하게 피검사체에 전달되지 않고, 초점에 집속된 후 곧 퍼지는 성질을 가지므로, 이와 같은 음향 빔으로는 펄스-에코 방식의 비파괴 검사를 수행하는 데 있어 여러 어려움이 있을 수 있다는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 안출된 것으로, 수천 개의 압전소자들로 구성된 기존의 2차원 배열형 탐촉자와는 달리, 불규칙한 내부 반사를 일으킬 수 있도록 구조가 개선된 3차원 초음파 이미징을 위한 2차원 가상 배열형 탐촉자를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [7] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 3차원 초음파 이미징을 위한 2차원 가상 배열형 탐촉자는, 초음파 트랜스듀서; 복수 개의 도파관이 2차원 배열된 초음파 방사면과, 상기 초음파 트랜스듀서로부터 방사되는 초음파를 그 내부에서 불규칙(chaotic)하게 반사 시키기 위한 1/8 구(sphere)형상의 홈부를 가지는 금속재질의 탐촉자 몸체; 피검사체와 접촉하도록 상기 초음파 방사면 상측에 배치되어, 상기 탐촉자로부터 방사된 초음파는 상기 피검사체 측으로 통과시키고, 상기 피검사체로부터 반사된 초음파를 감지하여 신호를 출력하는 압전 시트부재(piezoelectric sheet); 및 상기 복수 개의 도파관이 순차적으로 초음파를 발진하도록 상기 초음파 트랜스듀서를 제어하는 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [8] 상기 탐촉자 몸체는, 알루미늄재질인 것이 좋다.
- [9] 상기 복수 개의 도파관은, 상기 탐촉자 몸체의 일측 면을 가공하여, 각각의 도파관이 동일 단면적 및 높이를 가지며, 가로, 세로 등간격으로 배치되는 것이 바람직하다.
- [10] 상기 홈부의 반경은, 상기 탐촉자 몸체의 높이의 30~40%의 크기를 가지는 것이 바람직하다.
- [11] 상기 초음파 트랜스듀서는, 상기 탐촉자 몸체의 상기 초음파 방사면을 제외한 어떤 면에도 설치 가능하다.

발명의 효과

- [12] 이상과 같은 본 발명에 의하면, 하나의 초음파 트랜스듀서만으로, 다수 개의 초음파 트랜스듀서를 이용한 비파괴 검사장치와 유사한 성능의 검사장비를 제공할 수 있어, 비파괴 검사장치의 단가를 낮출 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [13] 도 1은 본 발명에 의한 비파괴 검사장치의 탐촉자의 구성을 도시한 도면,
 [14] 도 2는 도 1의 분해 사시도,
 [15] 도 3은 도파관의 끝단에서 수신된 시간 반전 이전 신호 그래프,
 [16] 도 4는 도 3의 신호를 시간 반전한 신호 그래프,
 [17] 도 5 및 도 6은 소프트웨어를 이용하여, 초음파 트랜스듀서를 통해 발생하는 시간 축 상에 집속이 된 펄스신호를 도시한 그래프,
 [18] 도 7은 펄스-에코 신호를 검출하여 거리로 환산한 예시를 도시한 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [19] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면과 함께 설명한다.
- [20] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 본 발명에 의한 3차원 초음파 이미징을 위한 2차원 가상 배열형 탐촉자는, 초음파 트랜스듀서(100), 탐촉자 몸체(200), 압전 시트부재(300) 및 제어부(400)를 포함한다.
- [21] 초음파 트랜스듀서(100)는, 신호발생부에 해당하는 것으로, 미도시된

- 신호발생기 및 파워 앰프를 이용하여, 5MHz에 해당하는 펄스 신호를 전달받아 초음파 신호를 발생시킨다. 이때, 발생하는 펄스 신호의 진폭은 초음파가 발생될 도파관의 위치에 따라 가변되며, 이는 실험적으로 구해진다.
- [22] 탐촉자 몸체(200)는 도시된 바와 같이 정사각형의 단면을 가지는 육면체 형상으로 마련된다. 상기 탐촉자 몸체(200)의 일측 면에는 복수 개의 도파관(210)이 형성되며, 상기 초음파 트랜스듀서(100)에서 전달받은 초음파를 난반사 시키기 위한 홈부(220)를 포함한다.
- [23] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 도파관(210)은 10X10 배열로 총 100개의 채널(210-1 ~ 210-100)을 형성하도록 구성되나, 이를 한정하는 것은 아니며, 20X20 배열로 총 400채널을 형성하거나, 60X60 배열로 총 3600채널을 구성하는 등 사용자의 필요에 따라 다양한 배열로 구성할 수 있다. 또한, 상기 도파관(210)은 초음파 신호를 송출하는 스캔 라인을 형성한다.
- [24] 상기 도파관(210)은, 상기 탐촉자 몸체(200)의 일 면을 선반과 같은 공작기계 등을 이용하여, 각각의 도파관(210)이 동일 단면적(A) 및 높이(h)를 가지도록 형성되며, 이 도파관(210)들의 상측면(201)에 피검사체를 위치시킨다.
- [25] 상기 홈부(220)는 1/8 구 형상을 가지도록 형성되는데, 상기 탐촉자 몸체(200)의 높이를 H라고 했을 때, 구의 반경(r)은 상기 높이(H)의 20~30% 정도의 값을 가지는 것이 바람직하다.
- [26] 또한, 상기 홈부(220)는 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 탐촉자 몸체(200)의 적어도 3개 면에 걸쳐 형성되는 것이 바람직하며, 이와 같은 구성에 따라, 상기 초음파 트랜스듀서(100)에서 발생된 초음파는 상기 탐촉자 몸체(200) 내부에서 불규칙한(chaotic) 움직임을 가지게 되어, 사용자가 선택한 복수 개의 도파관(210) 중 어느 하나만을 통해 초음파 신호가 송출될 수 있다.
- [27] 압전 시트부재(300)는 상기 탐촉자 몸체(200)의 도파관(210) 형성 면에 부착되며, 그 위에 피검사체가 올려진다. 상기 압전 시트부재(300)는, 상기 도파관(210)에서 송출되는 초음파 신호는 투과하고, 상기 피검사체로부터 반사되는 반향신호는 감지한다.
- [28] 제어부(400)는 상기 초음파 트랜스듀서(100)와 압전 시트부재(300)와 연결되어, 상기 초음파 트랜스듀서(100)를 구동/제어하기 위한 RF 앰프, 신호발생기와, 상기 복수 개의 도파관(210)별로 형성된 초음파 스캔 라인별 반향신호 정보를 상기 압전 시트부재(300)를 통해 수집하여 분석하는 신호처리기 등으로 구성된다. 상기 제어부(400)의 동작은 아래의 동작 설명에서보다 구체적으로 설명한다.
- [29] 이하, 본 발명에 의한 3차원 초음파 이미징을 위한 2차원 가상 배열형 탐촉자의 동작을 설명한다.
- [30] 우선, 사용자는 상기 제어부(400)에 마련된 RF 앰프 및 신호발생기를 이용하여, 대략 5MHz 대역의 주파수를 가변하여, 도 3과 같이 어느 하나의 도파관(210-1)의 끝단을 가진 한다. 그리고, 도 3의 신호를 시간 반전하여, 도 4와 같은 신호를

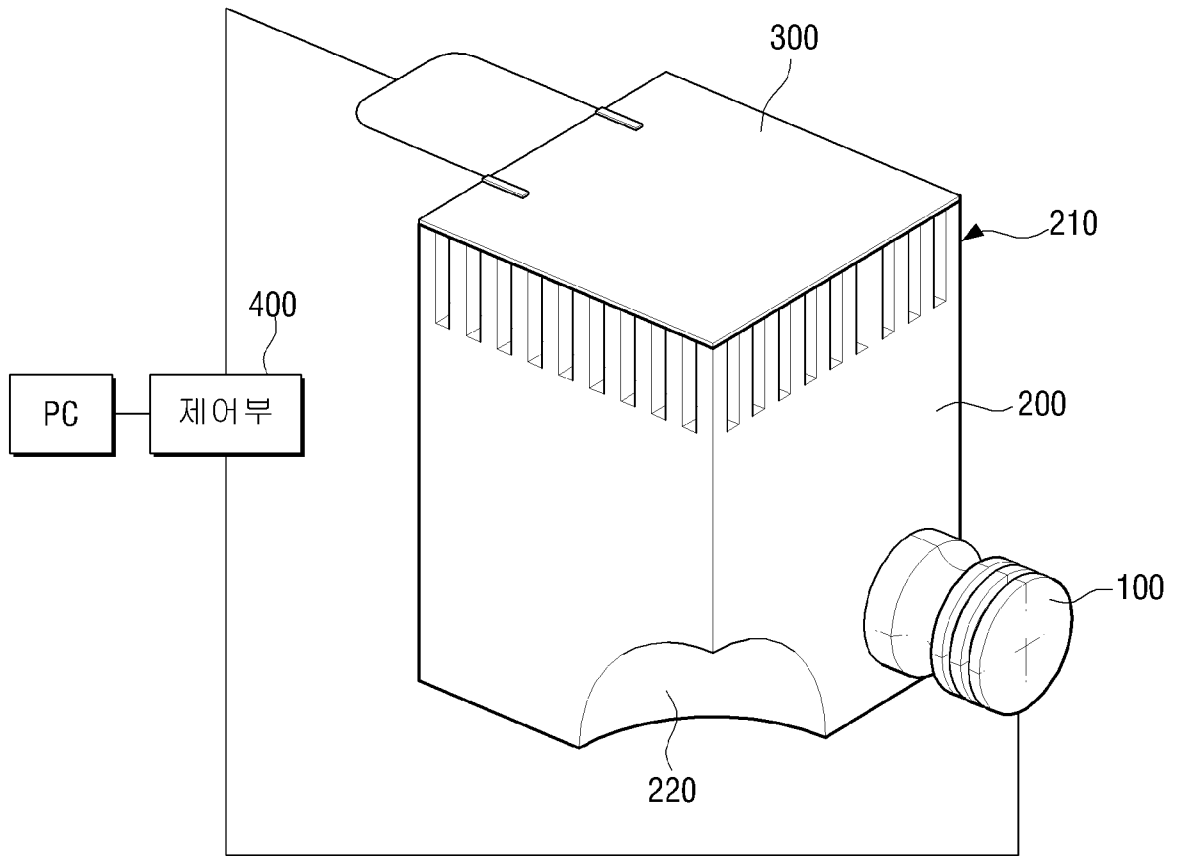
만든다. 이와 같은 방법으로 만들어진 신호는, 신호발생기 및 파워 앰프로 공급하여, 상기 초음파 트랜스듀서(100)로부터 초음파를 발생시킬 수 있다. 이때, 해당 도파관(210-1)에서 나오는 음향 빔 신호는 도 5 및 도 6과 같이 시간 축 상에서 집속이 된 펄스 형태를 가지므로, 진행 방향으로의 해상도를 확보할 수 있다. 이런 방법으로 각각의 도파관(210-1 ~ 210-n) 별로, 초음파를 발생시켜 스캐닝 채널을 형성할 수 있다.

- [31] 이러한 동작이 가능한 것은, 상기한 1/8 구형의 흡부(220)가 탐촉자 몸체(200)에 형성되어 있기 때문이다. 즉, 상기 초음파 트랜스듀서(100)에서 발생된 초음파는, 상기 흡부(220)의 형상으로 인해, 상기 탐촉자 몸체(200)의 내부에서 불규칙한 움직임을 가지게 된다. 따라서, 상기 제어부(400)를 통해 초음파 트랜스듀서(100)에서 발생되는 초음파의 파형을 시간반전의 원리를 이용하여 적절하게 조절하면, 상기 탐촉자 몸체(200)의 일면에 형성된, 복수 개의 도파관(210) 중 어느 하나만을 통해, 상기 초음파 트랜스듀서(100)에서 형성된 초음파를 전달할 수 있다. 따라서, 각각의 도파관(210-1 ~ 210-n)을 가진 할 수 있는 적절한 파형을 실험을 통해 구할 수 있으면, 이 파형 값을 이용하여, 개별적인 스캐닝 채널을 형성할 수 있다.
- [32] 상기한 바와 같이, 도파관(210)별 파형이 결정되면, 상기 제어부(400)는 일정 주기별로 파형을 변경하면서, 상기 도파관(210) 상측에 배치되는 피검사체를 채널별 스캐닝할 수 있다.
- [33] 한편, 상기 도파관(210)과 피검사체 사이에는 압전 시트부재(300)가 배치되어, 상기 도파관(210)에서 발생되는 초음파 신호는 투과하고, 상기 피검사체에서 반향되는 초음파 신호는 검출한다.
- [34] 이와 같이 입수된 신호는 PC 상의 소프트웨어를 이용하여 처리할 수 있는데, 도 7에 도시된 바와 같이, 각각의 펄스 간의 비행시간(time of flight, Δt)에 음속을 곱하여 거리로 환산하면, 피검사 재질의 두께 또는 결함의 위치 등과 같은 정보를 얻을 수 있다.
- [35] 예컨대, 1번 채널에 해당되는 제 1 도파관(210-1)을 통해 초음파가 발생되었을 경우, 1번 채널이 활성화되어 있는 동안에 반향신호로 감지된 신호는 1번 채널의 반향신호로 확인하고, 2번 채널에 해당되는 제 2 도파관(210-2)을 통해 초음파가 발생되었을 경우, 2번 채널이 활성화되어 있는 동안에 반향신호로 감지된 신호는 2번 채널의 반향신호로 확인한다. 동일한 방법으로 모든 채널의 스캐닝 신호를 검출하는 것이 가능하므로, 피검사체의 3차원 진단영상을 획득할 수 있다.
- [36] 이상과 같은 본 발명에 의하면, 각각의 도파관 별로 개별적인 스캐닝 채널을 구성할 수 있기 때문에, 종래의 단일 초음파 트랜스듀서를 사용하는 탐촉자와 같은 초음파 포커싱 과정을 필요로 하지 않는다. 또한, 복수 개의 초음파 트랜스듀서를 사용하는 어레이 타입의 탐촉자에 비해 매우 저렴하게 장치를 구성할 수 있다.

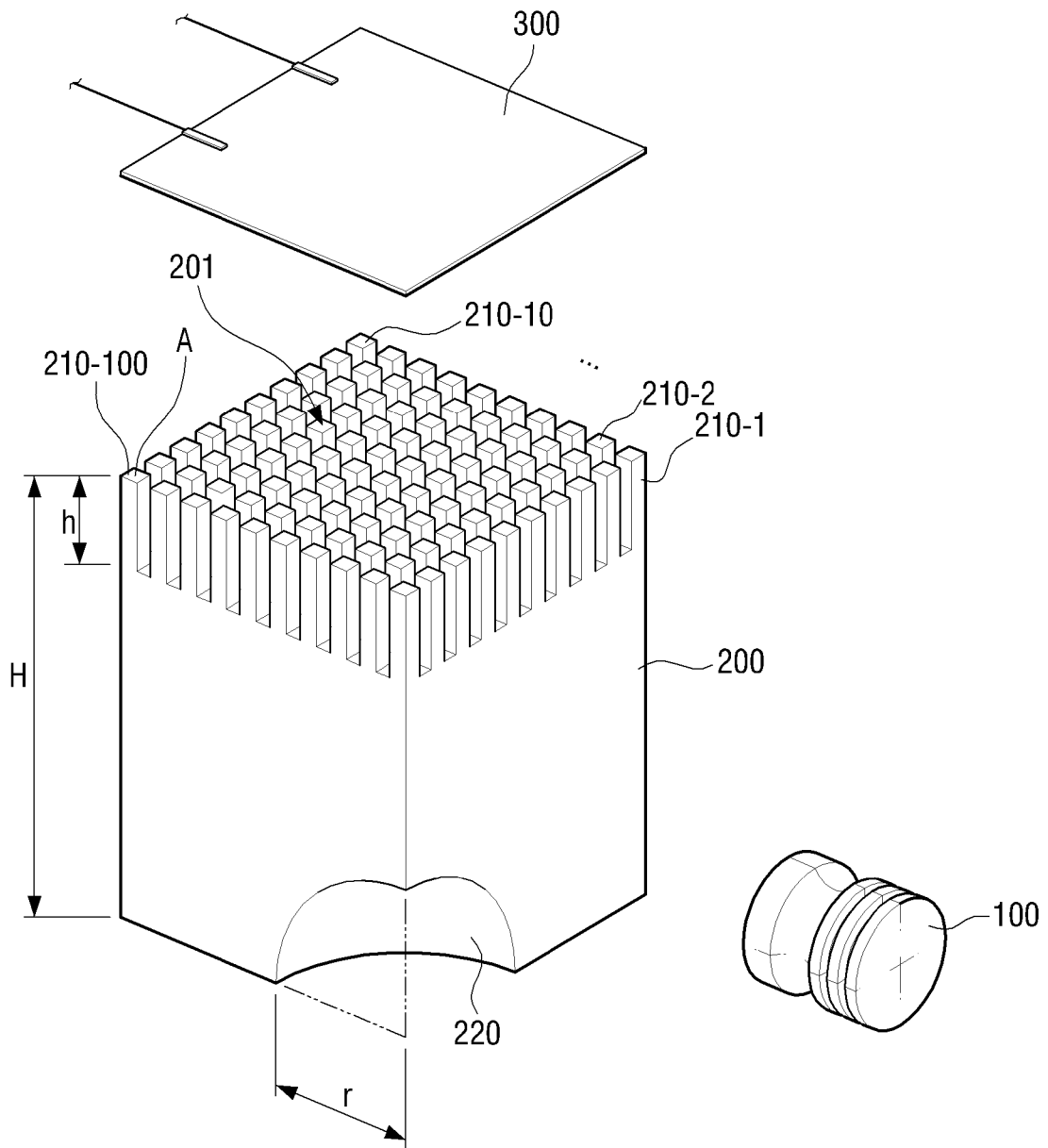
청구범위

- [청구항 1] 초음파 트랜스듀서;
복수 개의 도파관이 2차원 배열된 초음파 방사면과, 상기 초음파 트랜스듀서로부터 방사되는 초음파를 그 내부에서 불규칙(chaotic)하게 반사 시키기 위한 1/8 구(sphere)형상의 홈부를 가지는 금속재질의 탐촉자 몸체;
피검사체와 접촉하도록 상기 초음파 방사면 상측에 배치되어, 상기 탐촉자로부터 방사된 초음파는 상기 피검사체 측으로 통과시키고, 상기 피검사체로부터 반사된 초음파를 감지하여 신호를 출력하는 압전 시트부재(piezoelectric sheet); 및
상기 복수 개의 도파관이 순차적으로 초음파를 발진하도록 상기 초음파 트랜스듀서를 제어하는 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 초음파 이미징을 위한 2차원 가상 배열형 탐촉자.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 탐촉자 몸체는, 알루미늄재질인 것을 특징으로 하는 3차원 초음파 이미징을 위한 2차원 가상 배열형 탐촉자.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서, 상기 복수 개의 도파관은, 상기 탐촉자 몸체의 일측 면을 가공하여, 각각의 탐촉자가 동일 단면적 및 높이를 가지는 것을 특징으로 하는 3차원 초음파 이미징을 위한 2차원 가상 배열형 탐촉자.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서, 상기 복수 개의 도파관은, 가로, 세로 등간격으로 배치된 것을 특징으로 하는 3차원 초음파 이미징을 위한 2차원 가상 배열형 탐촉자.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서, 상기 홈부의 반경은, 상기 탐촉자 몸체의 높이의 30~40%의 크기를 가지는 것을 특징으로 하는 3차원 초음파 이미징을 위한 2차원 가상 배열형 탐촉자.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서, 상기 초음파 트랜스듀서는, 상기 탐촉자 몸체의 상기 초음파 방사면을 제외한 어떤 면에도 설치 가능한 것을 특징으로 하는 3차원 초음파 이미징을 위한 2차원 가상 배열형 탐촉자.

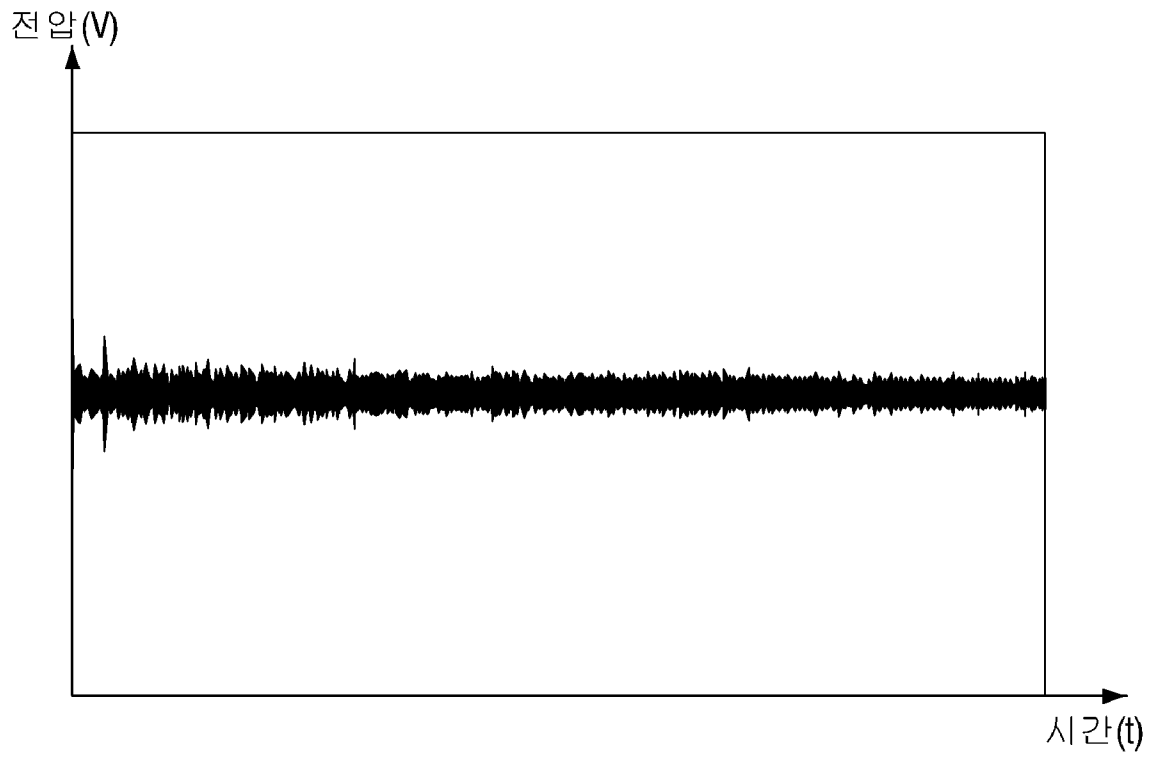
[Fig. 1]



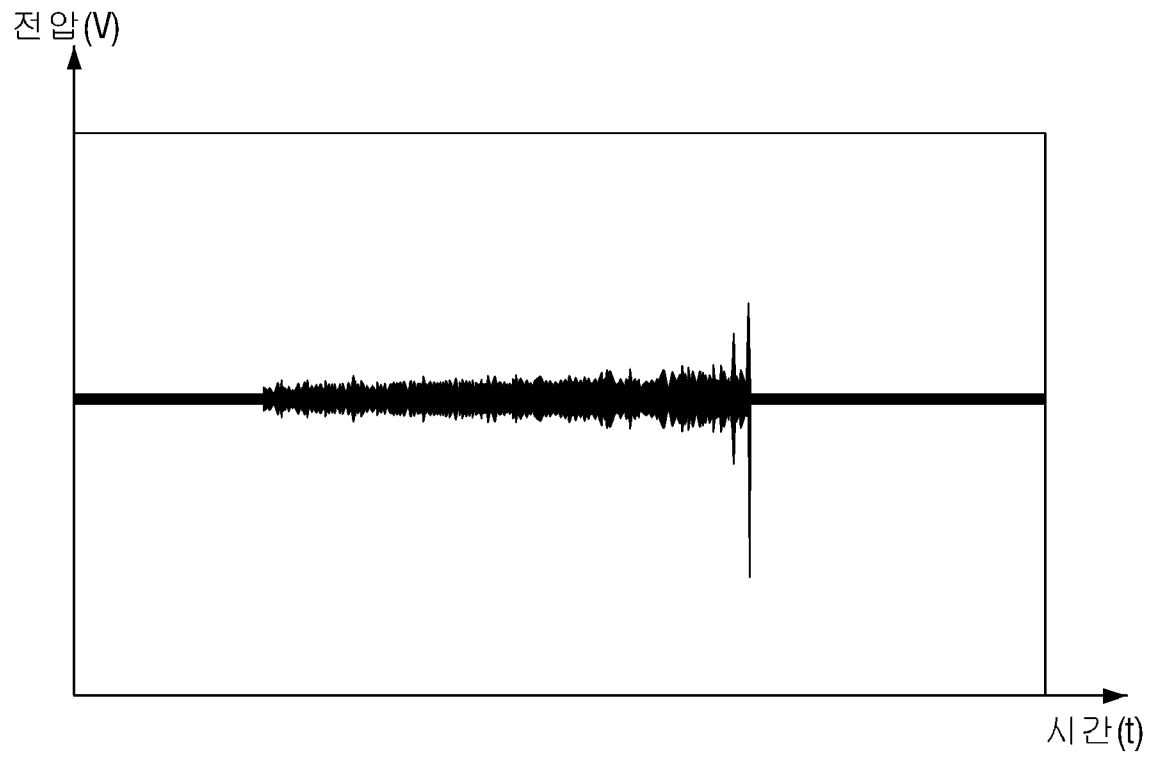
[Fig. 2]



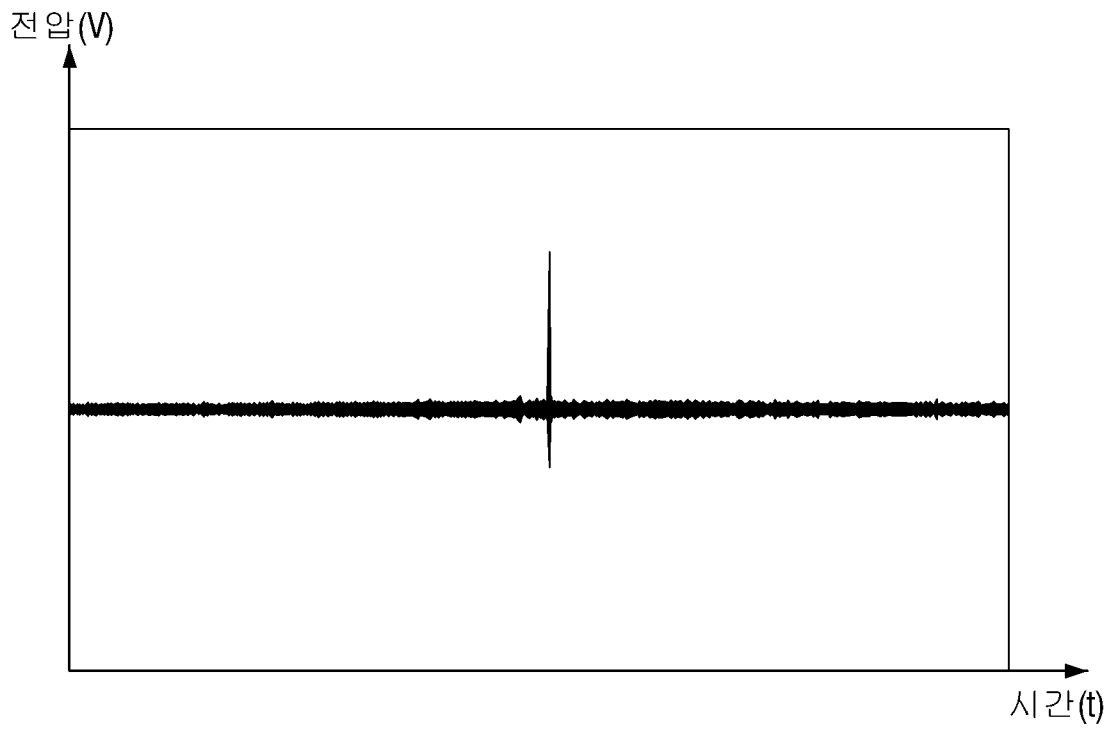
[Fig. 3]



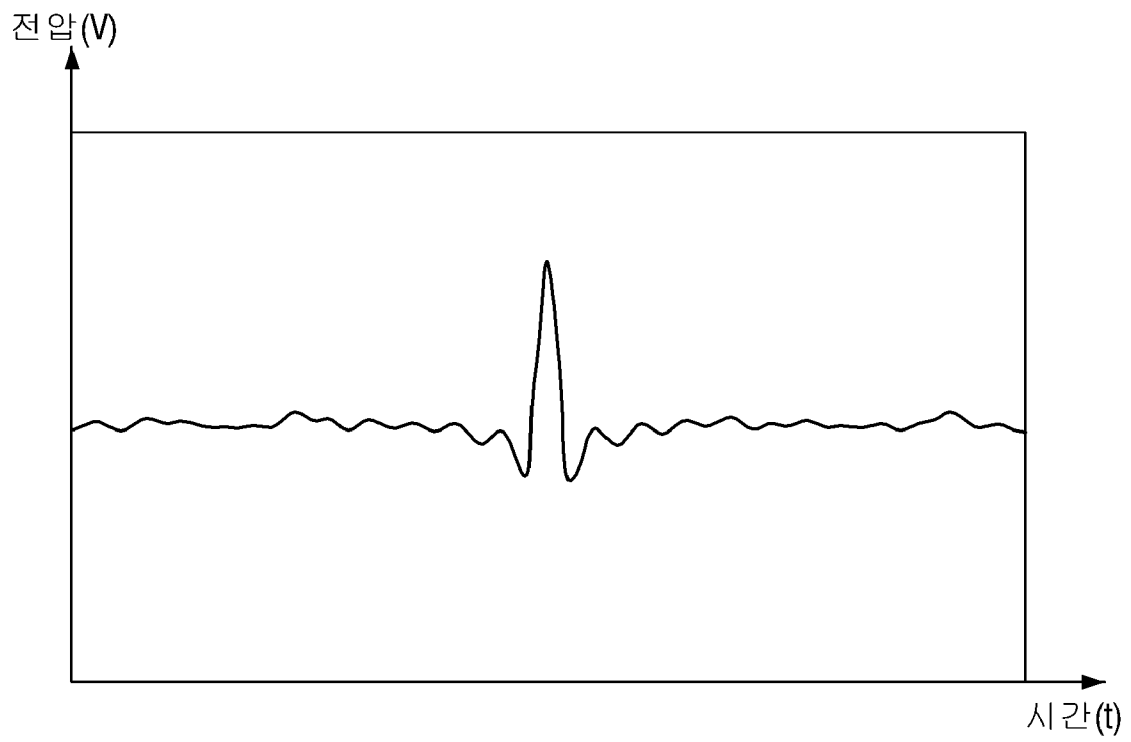
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]

