



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년02월02일  
(11) 등록번호 10-2633430  
(24) 등록일자 2024년01월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 8/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
A61B 8/4488 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-7005215  
(22) 출원일자(국제) 2016년09월02일  
심사청구일자 2021년06월02일  
(85) 번역문제출일자 2018년02월22일  
(65) 공개번호 10-2018-0038467  
(43) 공개일자 2018년04월16일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/050171  
(87) 국제공개번호 WO 2017/040979  
국제공개일자 2017년03월09일  
(30) 우선권주장  
62/214,185 2015년09월03일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2012205828 A\*  
(뒷면에 계속)  
전체 청구항 수 : 총 28 항

(73) 특허권자  
후지필름 소노사이트, 인크.  
미합중국 워싱턴 (우편번호 98021-3904) 보텔 드  
라이브 에스이 21919-30층  
(72) 발명자  
리, 위이  
미국, 워싱턴, 18708 37 드라이버. 세 바셀  
프레이, 그레그  
미국, 워싱턴, 세 이사와 10220 181 스트리트 예  
비뉴.  
허스, 시몬  
미국, 워싱턴, 8525 에 445 스트리트 머세 아일랜드  
드  
(74) 대리인  
이재민, 장재호

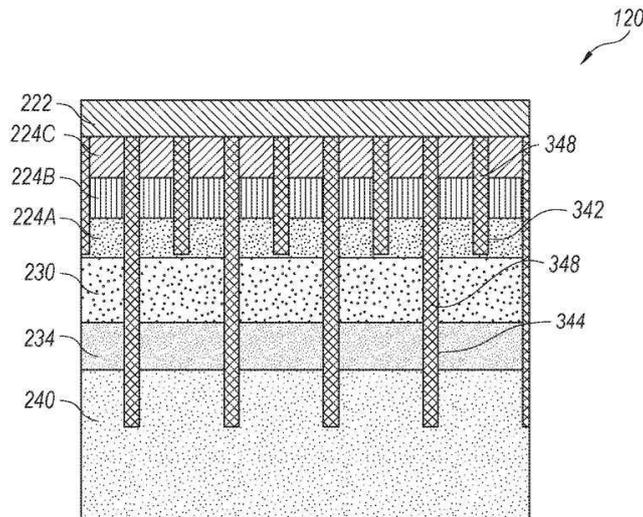
심사관 : 광중환

(54) 발명의 명칭 초음파 변환기 조립체

(57) 요약

초음파 변환기 조립체 및 연관된 시스템들 및 방법이 본원에 개시되어 있다. 일 실시형태에서, 초음파 변환기 조립체는 적어도 하나의 정합층을 포함하며, 상기 정합층은 변환기층 상부에 놓여 있다. 복수의 커프(kerf)는 적어도 상기 정합층 내로 확장한다. 몇몇 양태에서 상기 커프는 적어도 부분적으로는 미세 풍선 및/또는 미세 구체들을 포함하는 충전제 물질로 충전된다.

대표도 - 도3



(56) 선행기술조사문헌

JP2014180402 A\*

KR1020130030226 A\*

EP01755359 A1

JP2003175036 A

JP2014188009 A

JP3908595 B2

JP6029731 B2

KR101269459 B1

KR101477544 B1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

초음파 변환기 조립체로서,

축 방향으로 초음파 에너지를 방출하도록 구성된 변환기층;

상기 축 방향에서 상기 변환기층 상부에 놓여 있는 복수의 정합층;

복수의 정합층 위에 있는 렌즈; 및

렌즈로부터 적어도 복수의 상기 정합층 내로 연장하는 복수의 커프를 포함하되,

복수의 상기 커프의 각각의 커프는 적어도 부분적으로는 미세 풍선(microballoon) 또는 미세 구체(microsphere)를 포함하는 제 1 충전제 물질로 충전되고 렌즈에 인접한 복수의 정합층의 부분에서 각각의 상기 커프의 제 1 충전제 물질의 흡을 포함하며, 상기 흡은 흡이 포함된 각각의 상기 커프의 너비보다 작은 너비를 가지며, 상기 흡은 제 1 충전제 물질과 상이한 제 2 충전제 물질로 충전되는,

초음파 변환기 조립체.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

복수의 상기 커프는 제 1 커프 및 제 2 커프를 포함하되, 상기 제 1 커프는 축 방향에서 제 1 깊이를 갖고, 상기 제 2 커프는 축 방향에서 제 1 깊이보다 큰 제 2 깊이를 갖는,

초음파 변환기 조립체.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 변환기층 하부에 놓여 있는 지지층을 더 포함하는,

초음파 변환기 조립체.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 변환기층과 지지층 사이에 역정합층(dematching layer)을 더 포함하되, 상기 제 2 커프는 복수의 정합층, 변환기층 및 역정합층을 통해 지지층 내로 연장하는,

초음파 변환기 조립체.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 역정합층의 음향 임피던스(acoustical impedance)는 탄화텅스텐의 음향 임피던스보다 작은,

초음파 변환기 조립체.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

각각의 상기 커프는 방위각 방향(azimuthal direction)에서 제 1 너비를 갖고, 상기 흡은 상기 방위각 방향에서 제 1 너비보다 작은 제 2 너비를 갖는,

초음파 변환기 조립체.

**청구항 7**

제6항에 있어서,  
 상기 제 2 너비는 상기 제 1 너비의 1/2보다 큰,  
 초음파 변환기 조립체.

**청구항 8**

제6항에 있어서,  
 상기 제 2 너비는 상기 제 1 너비의 1/4보다 작은,  
 초음파 변환기 조립체.

**청구항 9**

제6항에 있어서,  
 상기 홈은 상기 축 방향에서 정합층의 두께보다 작은 깊이를 갖는,  
 초음파 변환기 조립체.

**청구항 10**

제6항에 있어서,  
 상기 홈은 상기 축 방향에서 정합층의 두께보다 큰 깊이를 갖는,  
 초음파 변환기 조립체.

**청구항 11**

제1항에 있어서,  
 축 방향에서 상기 컵 내의 제 1 충전제 물질의 깊이는 방위각 방향에서 변화하는,  
 초음파 변환기 조립체.

**청구항 12**

제1항에 있어서,  
 축 방향에서 상기 컵 내의 제 1 충전제 물질의 깊이는 고도 방향에서 변화하는,  
 초음파 변환기 조립체.

**청구항 13**

제1항에 있어서,  
 상기 제 1 충전제 물질은 축 방향으로 누진(graduating)되는 음향 임피던스를 갖는,  
 초음파 변환기 조립체.

**청구항 14**

초음파 변환기 조립체를 구성하는 방법으로서,  
 압전층의 상부 표면을 복수의 정합층을 포함하는 정합층의 하부 표면에 접합시키는 단계;  
 상기 압전층의 하부 표면을 역정합층에 접합시키는 단계;  
 상기 정합층 내로 연장하는 제 1 복수의 컵을 형성하는 단계;

상기 정합층, 압전층 및 역정합층을 통해 복수의 제 2 커프를 형성하는 단계 - 복수의 상기 제 1 커프의 깊이는 복수의 상기 제 2 커프의 깊이보다 작음 -;

복수의 제 1 커프 및 복수의 제 2 커프의 각각의 커프를 미세 풍선 또는 미세 구체를 포함하는 제 1 충전제 물질로 적어도 부분적으로 충전하는 단계; 및

각각의 상기 커프의 제 1 충전제 물질에 홈을 형성하는 단계 - 복수의 정합층 위에 렌즈가 형성되며, 각각의 상기 커프의 제 1 충전제 물질의 홈은 렌즈에 인접한 복수의 정합층의 부분에 있으며, 상기 홈은 홈이 포함된 각각의 상기 커프의 너비보다 작은 너비를 가지고 제 1 충전제 물질과 상이한 제 2 충전제 물질로 충전되며, 복수의 상기 제 1 커프 및 복수의 상기 제 2 커프는 렌즈로부터 연장함 -;를 포함하는,

초음파 변환기 조립체를 구성하는 방법.

#### 청구항 15

제14항에 있어서,

지지층의 상부 표면을 상기 역정합층의 하부 표면에 접합시키는 단계를 더 포함하는,

초음파 변환기 조립체를 구성하는 방법.

#### 청구항 16

제14항에 있어서,

상기 정합층은 소정의 두께를 갖고, 상기 홈은 고도 방향에서 정합층의 두께보다 작은 깊이를 갖는,

초음파 변환기 조립체를 구성하는 방법.

#### 청구항 17

제16항에 있어서,

상기 커프 내의 제 1 충전제 물질의 깊이를 방위각 방향으로 변경하는 단계를 더 포함하는,

초음파 변환기 조립체를 구성하는 방법.

#### 청구항 18

초음파 변환기 조립체로서,

초음파 에너지를 방출하도록 구성된 복수의 압전 변환기 성분을 포함하는 압전층;

상기 압전층 상부에 놓여 있는 복수의 정합층으로서, Z-축이 복수의 정합층 및 압전층을 통해 연장하는, 복수의 정합층;

복수의 정합층 위에 있는 렌즈; 및

렌즈로부터 적어도 복수의 정합층 내로 연장하는 복수의 제 1 커프 및 복수의 제 2 커프를 포함하되,

상기 제 1 커프는 Z-축에 대해 제 1 깊이를 갖고, 상기 제 2 커프는 Z-축에 대해 제 2 깊이를 가지며, 상기 제 2 깊이는 제 1 깊이보다 크고, 복수의 상기 제 1 커프 및 복수의 상기 제 2 커프의 각각의 커프는 적어도 부분적으로는 미세 풍선 또는 미세 구체를 포함하는 제 1 충전제 물질로 충전되고 렌즈에 인접한 복수의 정합층의 부분에 각각의 상기 커프의 제 1 충전제 물질의 홈을 포함하며, 상기 홈은 홈이 포함되는 각각의 상기 커프의 너비보다 작은 너비를 가지고 제 1 충전제 물질과 상이한 제 2 충전제 물질로 충전되는,

초음파 변환기 조립체.

#### 청구항 19

제18항에 있어서,

상기 제 1 충전제 물질은 서로 상이한 음향 임피던스를 갖는 2개 이상의 물질을 포함하는,

초음파 변환기 조립체.

**청구항 20**

제18항에 있어서,  
 상기 제 1 층전체 물질은 공기의 음향 임피던스의 10% 이내의 음향 임피던스를 갖는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 조립체.

**청구항 21**

제18항에 있어서,  
 상기 미세 풍선은 에폭시에 현탁되며, 상기 제 1 층전체 물질은 공기의 음향 임피던스의 5% 이내의 음향 임피던스를 갖는,  
 초음파 변환기 조립체.

**청구항 22**

제18항에 있어서,  
 상기 압전층 하부에 놓여 있는 지지층; 및  
 상기 압전층과 지지층 사이에 있는 역정합층을 더 포함하되,  
 상기 제 2 커프는 복수의 정합층, 압전층 및 역정합층을 통해 지지층 내로 연장하는,  
 초음파 변환기 조립체.

**청구항 23**

제22항에 있어서,  
 상기 역정합층의 음향 임피던스는 탄화텅스텐의 음향 임피던스와는 상이한,  
 초음파 변환기 조립체.

**청구항 24**

제22항에 있어서,  
 상기 역정합층의 음향 임피던스는 상기 압전층의 음향 임피던스보다 작은,  
 초음파 변환기 조립체.

**청구항 25**

제18항에 있어서,  
 상기 압전층 및 복수의 정합층은 방위축(azimuthal axis)을 따라 연장하는 길이를 갖고,  
 각각의 상기 커프는 상기 방위축에 대해 제 1 너비를 갖고, 상기 홈은 상기 방위축에 대해 제 1 너비보다 작은 제 2 너비를 갖는,  
 초음파 변환기 조립체.

**청구항 26**

제18항에 있어서,  
 상기 압전층 및 복수의 정합층은 방위축을 따라 연장하는 길이를 가지며, 상기 제 1 커프 및 제 2 커프에 상응하는 제 1 층전체 물질의 깊이는 상기 방위축에 대해 변화하는,  
 초음파 변환기 조립체.

**청구항 27**

제18항에 있어서,

상기 압전층 및 복수의 정합층은 고도축(elevation axis)을 따라 연장하는 너비를 가지며, 상기 제 1 커프 및 제 2 커프에 상응하는 제 1 충전제 물질의 깊이는 상기 고도축에 대해 변화하는,

초음파 변환기 조립체.

**청구항 28**

제18항에 있어서,

상기 제 1 충전제 물질은 Z-축에 대해 누진된 음향 임피던스를 갖는,

초음파 변환기 조립체.

**청구항 29**

삭제

**청구항 30**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 관련 출원서에 대한 교차 참고

[0002] 본 출원서는 2015년 09월 03일자로 출원된 "초음파 변환기 조립체"란 표제의 미국 가출원 제 62/214,185 호에 대한 우선권을 주장하며, 이는 본원에서 전체가 참고로 인용된다.

[0003] 본원에 개시된 기술은 일반적으로 초음파 변환기들에 관한 것으로, 보다 상세하게는 초음파 이미징 시스템 (ultrasound imaging system)들과 사용하도록 구성된 초음파 변환기 조립체들에 관한 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0004] 도 1a는 초음파 변환기 조립체를 구비하고 본원에 개시된 기술의 일 실시형태에 따라 구성된 초음파 탐침의 측면도이다.

도 1b는 도 1a의 초음파 변환기 조립체의 일부분의 개략적인 등각 투영도이다.

도 2는 도 1b에 도시된 2-2' 라인을 따라 절단된 도 1a 및 도 1b의 초음파 변환기 조립체의 개략적인 단면도이다.

도 3은 도 1b에 도시된 3-3' 라인을 따라 절단된 도 1a 및 도 1b의 초음파 변환기 조립체의 개략적인 단면도이다.

도 4a는 도 1b에 도시된 3-3' 라인을 따라 절단되고 상기 개시된 기술의 다른 실시형태에 따라 구성된 초음파 변환기 조립체의 개략적인 단면도이다. 도 4b는 도 4a 일부의 확대도이다.

도 5a는 도 1b에 도시된 3-3' 라인을 따라 절단되고 상기 개시된 기술의 다른 실시형태에 따라 구성된 초음파 변환기 조립체의 개략적인 단면도이다. 도 5b는 도 5a 일부의 확대도이다.

도 6a는 도 1b에 도시된 3-3' 라인을 따라 절단되고 상기 개시된 기술의 다른 실시형태에 따라 구성된 초음파 변환기 조립체의 개략적인 단면도이다. 도 6b는 도 6a 일부의 확대도이다.

도 7은 도 1b에 도시된 3-3' 라인을 따라 절단되고 상기 개시된 기술의 다른 실시형태에 따라 구성된 초음파 변환기 조립체의 개략적인 단면도이다.

도 8은 상기 개시된 기술의 일 실시형태에 따라 구성된 초음파 변환기 조립체를 구성하는 방법의 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0005] 본원 기술은 일반적으로는 초음파 이미징 시스템(ultrasound imaging system)들과 사용하도록 구성된 초음파 변환기 조립체들에 관한 것이다. 일 실시형태에서, 예를 들어.
- [0006] 하기에 개시된 세부사항들 중 일부는 관련 기술분야의 숙련자가 상기 개시된 실시형태를 구성하여 이용하도록 하기에 충분한 방식으로 하기 실시형태를 개시하기 위해 제공되는 것으로 인지될 것이다. 그러나 하기에 개시된 세부사항들 중 일부는 상기 기술의 특정한 실시형태를 실시하기 위해 필요한 것이 아닐 수 있다. 게다가, 상기 기술은 특허청구범위의 범주 내에 있지만 도 1a 내지 도 8을 참고하여 상세하게 개시되지 않은 기타 실시형태를 포함할 수 있다.
- [0007] 특정한 세부사항은 본 발명의 다양한 실시형태에 대한 충분한 이해를 제공하기 위해 하기 설명에 개시되고 도 1a 내지 도 8에 도시되어 있다. 그러나 종종 초음파 이미징과 연관된 널리 공지된 방법 및 시스템들에 대해 설명하고 있는 기타 세부사항은 본 발명의 다양한 실시형태의 설명을 불필요하게 모호하게 만드는 것을 피하기 위해서 하기에 개시된 것은 아니다. 도면에 나타낸 다수의 세부사항, 치수, 각도 및 기타 특징들은 단순히 본 발명의 특정 실시형태를 예시한 것이다. 따라서 기타 실시형태들은 본 발명의 진의 또는 범주에서 벗어나지 않는 한 기타 세부사항, 치수, 각도 및 특징들을 가질 수 있다. 또한 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 추가적인 실시형태가 하기에 개시된 몇몇의 세부사항 없이도 실시될 수 있다는 것을 인지할 것이다.
- [0008] 도면에서, 동일한 도면 번호는 동일하거나 적어도 일반적으로 유사한 성분을 지칭한다. 임의의 특정 성분에 대한 토의를 조장하기 위해, 임의의 도면 번호의 최상위 숫자 또는 숫자들은 이러한 성분이 최초로 도입된 도면을 지칭한다. 예를 들어, 도면 번호가 120인 성분이 최초로 도입되어 도 1a를 참고하여 토의된다.
- [0009] 도 1a는 본원에서 개시된 기술의 일 실시형태에 따라 구성된 초음파 변환기 조립체(120)를 구비한 초음파 변환기 탐침(100)의 측면도이다. 도 1b는 상기 변환기 조립체(120)의 일부분을 나타내는 측면 등각 투영도로서, 방위각 치수(예를 들어, X-축에 따른 치수), 고도(예를 들어, Y-축에 따른 치수) 및 축방향 치수(예를 들어, Z-축에 따른 치수)를 나타낸다. 현재 도 1a를 참고하면, 상기 탐침(100)은 원단부(112)와 근단부(114) 사이에서 확장하는 인클로저(enclosure; 110)를 포함한다. 상기 인클로저(110)는 상기 인클로저(110)의 내부 부분 또는 공동에 배치된 시스템 전자부품(116)(예를 들어, 하나 이상의 프로세서(processor), 집적회로, ASIC, FPGA, 빔 형성기, 전지 및/또는 기타 전력원)을 구비하거나 수용하도록 구성된다. 상기 시스템 전자부품(116)은 케이블(118)을 경유하여 초음파 이미징 시스템(117)에 전기적으로 결합되며, 상기 케이블(118)은 변형 완화 성분(119)에 의해 탐침의 근위단(proximal end)에 부착된다. 하나 이상의 변환기 성분을 구비한 변환기 조립체(120)는 상기 시스템 전자부품(116)에 전기적으로 결합된다. 작동 시, 상기 변환기 조립체(120)는 상기 하나 이상의 변환기 성분으로부터 개체를 향해 초음파 에너지를 전송하고, 상기 개체로부터 초음파 음향을 수신한다. 상기 초음파 음향은 상기 하나 이상의 변환기 성분에 의해 전기 신호로 전환되고, 상기 시스템 전자부품(116)으로 전기적으로 전송된 후, 전기 신호를 가공하고 하나 이상의 초음파 이미지를 형성하도록 구성된 초음파 이미징 시스템(117) 내의 전자부품(예를 들어, 하나 이상의 프로세서, 메모리 모듈, 빔 형성기, FPGA)으로 전기적으로 전송된다.
- [0010] 예시적인 변환기 조립체(예를 들어, 변환기 조립체(120))를 이용하여 개체로부터 초음파 데이터를 캡처링(capturing)하는 단계는 일반적으로는 초음파를 생성하는 단계, 초음파를 상기 개체 내로 전송하는 단계, 및 상기 개체에 의해 반사된 초음파를 수신하는 단계를 포함한다. 초음파의 광범위한 주파수는, 예를 들어 저주파 초음파(예를 들어, 15MHz 미만)와 같은 초음파 데이터를 캡처링하기 위해 사용될 수 있고/있거나 고주파 초음파(예를 들어, 15MHz 이상)가 사용될 수 있다. 당해 기술분야에서 통상의 기술을 가진 자들은, 예를 들어 이미징 깊이 및/또는 목적하는 해상도와 같은 인자에 기초하여 어떤 주파수 범위가 사용되는 지를 용이하게 결정할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0011] 도 2는 도 1b에 도시된 2-2' 라인을 따라 도시된 도 1a 및 도 1b의 변환기 조립체(120)의 개략적인 단면도이다. 변환기층(230)은 중심 작동 주파수(예를 들어, 1MHz 내지 약 10MHz)에서 초음파 에너지를 방출하도록 구성된 하나 이상의 변환기 성분을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 상기 변환기층(230)은 압전 물질(예를 들어, 지르콘티탄산납, 즉 PZT)을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 상기 변환기층(230)은 압전 미세 가공 초음파 변환기(PMUT) 또는 용량형 미세 가공 초음파 변환기(CMUT)를 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 상기 변환기층(230)은 전기 왜곡(electrostriction)형 세라믹 물질을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 상기 변환기층(230)은 다른 적합한 변환기 물질을 포함한다.
- [0012] 음향 렌즈(222)는 상기 변환기층(230) 상부에 놓여 있고, 예를 들어 실온 가황 실리콘(RTV) 또는 다른 적합한 음향 물질과 같은 음향적으로 투명한 물질을 포함한다. 복수의 정합층(224)은 상기 렌즈(222)와 변환기층(230)

사이에 위치한다. 지지층(240)은 상기 변환기층(230) 하부에 놓여 있고, 상기 변환기층(230)의 변환기 성분에 의해 생성된 음향 또는 열적 에너지를 흡수하고 분산시키도록 구성된다. 몇몇 실시형태에서, 상기 지지층(240)은 적재형 에폭시(예를 들어, 텅스텐 입자가 적재된 에폭시) 및/또는 그 내부를 통해 확장하는 하나 이상의 플레이트(미도시)를 포함한다.

[0013] 역정합층(234)은 상기 변환기층(230)과 지지층(240) 사이에 위치한다. 상기 역정합층(234)은 배면으로 전파하는 초음파 에너지를 상기 변환기층(230)(즉, 상기 지지층(240)을 향해)으로부터 상기 변환기 조립체(120)(즉, 상기 렌즈(222)를 향해)의 앞부분 방향으로 다시 반사하여 상기 지지층(240)으로부터 멀어지게 반사하도록 구성된다. 몇몇 실시형태에서, 상기 역정합층(234)은 상기 변환기층(230)의 음향 임피던스와는 유의하게 상이한 음향 임피던스를 갖는 물질을 포함한다. 일 실시형태에서, 예를 들어 상기 역정합층(234)은 PZT의 음향 임피던스(대략 34MRayl)보다 유의하게 높은 대략 100MRayl의 음향 임피던스를 갖는 탄화텅스텐(WC)을 포함한다.

[0014] 그러나 기타 실시형태에서 상기 역정합층(234)은 상기 WC(예를 들어, 대략 100MRayl) 및 변환기층(230)의 음향 임피던스보다 낮은 음향 임피던스를 갖는 하나 이상의 물질을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 상기 역정합층(234)은 대략 33MRayl의 음향 임피던스를 갖는 질화알루미늄(AIN)을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 상기 역정합층(234)은 대략 22MRayl의 음향 임피던스를 갖는 다결정성 실리콘을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 상기 역정합층(234)은 약 8MRayl 내지 약 15MRayl의 음향 임피던스 또는 약 10.7MRayl의 음향 임피던스를 갖는 구리-적재형 그래파이트(graphite)를 포함한다. 몇몇 실시형태에서는 다른 적합한 역정합층이 사용될 수 있다.

[0015] 복수의 정합층(224)(제 1 정합층(224A), 제 2 정합층(224B) 및 제 3 정합층(224C)으로서 개별적으로 확인됨)은 상기 변환기층(230)과 렌즈(222) 사이에 위치한다. 몇몇 실시형태에서, 상기 변환기층(230)의 음향 임피던스(예를 들어, 약 20MRayl 내지 약 35MRayl)는 상기 제 1 정합층(224A)의 음향 임피던스(예를 들어, 약 10MRayl 내지 약 20MRayl)보다 크다. 몇몇 실시형태에서, 상기 제 1 정합층(224A)의 음향 임피던스는 상기 제 2 정합층(224B)의 음향 임피던스(예를 들어, 약 5MRayl 내지 약 10MRayl)보다 크다. 몇몇 실시형태에서, 상기 제 2 정합층(224B)의 음향 임피던스는 상기 제 3 정합층(224C)의 음향 임피던스(약 2MRayl 내지 약 5MRayl)보다 크다. 더욱이, 도 2의 예시된 실시형태에서 상기 변환기 조립체(120)는 3개의 정합층(224)을 포함한다. 그러나 몇몇 실시형태에서 상기 변환기 조립체(120)는 2개 이하의 정합층(224)을 포함한다. 기타 실시형태에서, 상기 변환기 조립체(120)는 4개 이상의 정합층(224)을 포함한다.

[0016] 도 3은 도 1b에 도시된 3-3' 라인을 따라 절단되고(즉, 방위축(azimuthal axis)과 평행함) 상기 개시된 기술의 다양한 실시형태에 따라 구성된 도 1b의 변환기 조립체(120)의 개략적인 단면도이다. 복수의 트렌치(trench), 홈 또는 제 1 커프(342)는 축 방향에서 제 1 깊이로 상기 변환기 조립체(120) 내로 확장한다. 복수의 트렌치, 홈 또는 제 2 커프(344)는 상기 축 방향에서 제 2 깊이로 확장한다. 몇몇 실시형태에서, 상기 제 2 깊이는 상기 제 1 깊이보다 크다. 그러나 기타 실시형태에서 상기 제 1 및 제 2 깊이는 실질적으로 동일하다. 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자들이 인지하는 바와 같이, 상기 제 1 커프(342) 및 제 2 커프(344)는 상기 변환기층(230)의 개개의 성분들을 단리하고/하거나 상기 개개의 성분들 사이의 음향 혼선(acoustic crosstalk)을 약화시키도록 구성될 수 있다. 상기 제 1 커프(342) 및 제 2 커프(344)는 적어도 부분적으로는 충전제(348)로 충전된다.

[0017] 상기 예시된 실시형태에서, 상기 제 1 커프(342)는 상기 정합층(224)을 통해 확장하는 반면, 상기 제 2 커프(344)는 정합층(224), 변환기층(230) 및 역정합층(234)을 통해 확장하고 상기 지지층(240) 내로 확장한다. 그러나 기타 실시형태에서 상기 제 1 커프(342) 및 제 2 커프(344)는 도 3에 도시된 것보다 축 방향에 대해 더 작거나 더 큰 깊이까지 확장할 수 있다. 몇몇 실시형태에서, 상기 제 1 커프(342) 및 제 2 커프(344)는 상기 축 방향에 대해 동일한 깊이를 갖지만, 서로 상이한 물질로 충전된다. 더욱이, 몇몇 실시형태에서 상기 제 1 커프(342) 및 제 2 커프(344)는 동일하거나 유사한 너비(예를 들어, 약 0.01mm 내지 약 0.1mm)를 갖는다. 그러나 기타 실시형태에서 상기 제 1 커프(342)는 상기 제 2 커프(344)의 제 2 너비와는 상이한 제 1 너비를 갖는다.

[0018] 상기 충전제(348)는 상기 제 1 커프(342) 및 제 2 커프(344)의 적어도 일부분을 충전하는 하나 이상의 물질을 포함한다. 상기 예시된 실시형태에서, 상기 개개의 제 1 커프(342) 내의 충전제(348)의 깊이는 실질적으로 동일하다. 유사하게는, 상기 개개의 제 2 커프(344) 내의 충전제(348)의 깊이는 실질적으로 또한 동일하다. 그러나 몇몇 실시형태에서 상기 개개의 제 1 커프(342) 내의 충전제 물질(348) 및 상기 개개의 제 2 커프 내의 충전제 물질(348)의 깊이는 고도 방향에서 변화한다. 몇몇 실시형태에서, 예를 들어 상기 변환기 조립체(120)의 가장자리로부터 중심을 향하는 아포다이징(apodizing; 단차 또는 만곡)된 깊이 프로파일이 이용될 수 있다. 몇몇 실시형태에서, 상기 제 1 커프(342) 및 제 2 커프(344)는 서로 상이한 충전제 물질로 충전된다.

- [0019] 몇몇 실시형태에서, 상기 충전제(348)는 에폭시 또는 중합체에 현탁된 미세 풍선들을 포함하는 복합 물질을 포함한다. 상기 미세 풍선들은 기체(예를 들어, 공기 또는 탄화수소 기체)를 둘러싸거나 캡슐화(encapsulation)하는 유리 또는 플라스틱 미세 구체들을 포함할 수 있거나, 고체 미세 구체들일 수 있다. 상기 미세 풍선 또는 미세 구체들은 다양한 농도 및 밀도를 갖는 복합 물질을 구현하기 위해 에폭시 또는 중합체와 다양한 비율로 혼합될 수 있다. 몇몇 실시형태에서, 예를 들어 "슬러리" 복합 물질은 미세 풍선 및 에폭시 또는 중합체와 혼합된다.
- [0020] 몇몇 실시형태에서, 상기 충전제(348)는, 예를 들어 약 0.0005g/cm<sup>3</sup> 내지 약 0.1g/cm<sup>3</sup> 또는 약 0.001g/cm<sup>3</sup> 내지 약 0.01g/cm<sup>3</sup> 또는 약 0.0012g/cm<sup>3</sup>의 밀도를 갖는 하나 이상의 물질을 포함하는 복합 물질을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 상기 충전제 물질은 공기의 음향 임피던스의 10% 이내의 음향 임피던스를 갖는 복합 물질을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 상기 충전제(348)는 미세 풍선, 에어로겔 또는 포말을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 상기 충전제(348)는 상기 물질이 상기 변환기 조립체(120)의 축 방향에서 변화하는 음향 임피던스를 갖도록 누진(graduating)된 음향 임피던스를 갖는 복합 물질을 포함한다. 일 실시형태에서, 예를 들어 상기 누진된 음향 임피던스의 물질은 상기 축 방향에서 높이가 증가함에 따라 감소하는 음향 임피던스를 갖는다.
- [0021] 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자들이 인지하는 바와 같이, 통상적인 변환기 조립체는 압전 변환기 및 2개의 정합층을 포함할 수 있지만, 역정합층 및 통상적인 물질(예를 들어, RTV와 같은 렌즈 물질)로 충전된 커패시터를 포함하지 않는다. 이 같은 통상적인 변환기 조립체는 75%의 전형적인 -6dB 대역폭을 가질 수 있다. 상기 개시된 기술의 실시형태들은 통상적인 압전 변환기 조립체들과 비교해서 대역폭 및 효율에서의 유의한 성능 증가의 이점을 제공하는 것으로 예상된다. 상기 개시된 기술의 특정 실시형태들은, 예를 들어 최대 120%의 -6dB 비대역폭(fractional bandwidth)을 포함하고, 통상적인 압전 변환기의 설계에 비례하여 최대 8dB 민감도 증가를 포함하는 변환기 조립체들을 포함한다. 상기 개시된 기술의 실시형태들은 통상적인 압전 변환기 조립체들과 표면 온도가 유사하거나 동일하면서 전송 전압이 낮아 보다 높은 기계 지수의 부가적인 이점을 제공하는 것으로 예상된다.
- [0022] 도 4a, 도 5a, 도 6a 및 도 7은 도 1b에 도시된 3-3' 라인을 따라 절단되고(즉, 방위축과 평행함) 본 발명의 실시형태에 따라 구성된 변환기 조립체들의 개략적인 단면도이다. 도 4b, 도 5b 및 도 6b는 도 4a, 도 5a 및 도 6a의 상응하는 부분의 확대도이다.
- [0023] 먼저 도 4를 참고하면, 변환기 조립체(420)는 상기 충전제(348)에 형성된 홈(452)을 구비한 제 1 커패시터(342) 및 제 2 커패시터(344)를 포함한다. 상기 홈(452)은 상기 방위각 방향에서 제 1 커패시터(342) 및 제 2 커패시터(344)의 너비와 실질적으로 유사한 너비를 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 상기 제 1 커패시터(342) 및 제 2 커패시터(344)는 서로 상이한 홈 깊이를 가질 수 있다. 도 4a 및 도 4b의 예시된 실시형태에서, 상기 홈(452)은 상기 렌즈(222)와 동일한 물질(예를 들어, RTV)로 충전된다. 그러나 기타 실시형태에서는 다른 물질이 사용될 수 있다.
- [0024] 다음으로 도 5를 참고하면, 변환기 조립체(520)는 상기 충전제(348) 내에 형성된 일부분 또는 홈(554)을 구비한 제 1 커패시터(342) 및 제 2 커패시터를 포함한다. 상기 홈(554)은 상기 방위각 방향에서 제 1 커패시터(342) 및 제 2 커패시터(344)의 너비보다 작은 너비(예를 들어, 너비의 1/2, 너비의 1/4 또는 너비의 1/8)를 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 상기 제 1 커패시터(342) 및 제 2 커패시터(344)는 상이한 홈 깊이를 가질 수 있다. 도 5a 및 도 5b의 예시된 실시형태에서, 상기 홈(554)은 상기 렌즈(222)와 동일한 물질(예를 들어, RTV)로 충전된다. 그러나 기타 실시형태에서는 다른 물질이 사용될 수 있다.
- [0025] 이어 도 6을 참고하면, 초음파 변환기 조립체(620)는 상기 충전제(348) 내에 형성된 일부분 또는 홈(656)을 구비한 제 1 커패시터(342) 및 제 2 커패시터를 포함한다. 상기 홈(656)은 상기 방위각 방향에서 제 1 커패시터(342) 및 제 2 커패시터(344)의 너비보다 작은 너비를 갖는다(예를 들어, 너비의 1/2, 너비의 1/4 또는 너비의 1/8). 몇몇 실시형태에서, 상기 제 1 커패시터(342) 및 제 2 커패시터(344)는 상이한 홈 깊이를 가질 수 있다. 도 5a 및 도 5b의 예시된 실시형태에서, 상기 홈(656)은 상기 렌즈(222)와 동일한 물질(예를 들어, RTV)로 충전된다. 그러나 기타 실시형태에서는 다른 물질이 사용될 수 있다.
- [0026] 이제 도 7을 참고하면, 초음파 변환기 조립체(720)는 제 2 충전제 물질(754)(예를 들어, 미세 풍선들을 포함하는 복합 물질) 상부에 제 1 충전제 물질(752)(예를 들어, 중합체)을 구비한 제 1 커패시터(342) 및 제 2 커패시터를 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 홈은 도 4a 내지 도 6b를 참고하여 상기에서 개시된 바와 같이 상기 제 1 충전제 물질(752) 내에 형성될 수 있다.
- [0027] 도 8은 상기 개시된 기술의 일 실시형태에 따라 초음파 변환기 조립체를 구성하기 위한 공정(800)의

흐름도이다. 블록(810)에서, 상기 공정(800)이 시작된다. 블록(830)에서, 상기 공정(800)은 접착제(예를 들어, 에폭시, 중합체)를 이용하여 변환기층(예를 들어, 도 2의 변환기층(230))의 하부 표면을 상기 역정합층의 상부 표면에 접합시킨다. 블록(840)에서, 상기 공정(800)은 제 1 정합층을 상기 변환기층에 접합시키고, 하나 이상의 부가적인 정합층을 상기 제 1 정합층에 접합시킨다. 몇몇 실시형태에서, 상기 공정(800)은 에폭시를 이용하여 역정합층(예를 들어, 도 2의 역정합층(234))의 하부 표면을 지지층(예를 들어, 도 2 지지층(240))의 상부 표면에 선택적으로 접합시킬 수 있다. 블록(850)에서, 상기 공정(800)은 1회 이상의 절단을 수행하여 상기 변환기 조립체 내에 하나 이상의 커프(예를 들어, 도 3의 제 1 커프(342) 또는 제 2 커프(344))를 형성한다. 블록(860)에서, 상기 공정(800)은 블록(850)에서 형성된 커프의 적어도 일부분을 충전제 물질(예를 들어, 미세 풍선들을 포함하는 충전제 물질)로 삽입하거나 그렇지 않는 경우에 충전한다.

[0028] 결정 블록(870)에서, 상기 공정(800)은 블록(860)에서 형성된 커프 내로 삽입된 충전제 물질 내에 하나 이상의 홈이 형성되어야 하는지를 결정한다. 만약 그렇다면, 상기 공정(800)은 블록(875)으로 진행되며, 하나 이상의 커프가 블록(860)에서 상기 커프 내로 삽입된 충전제 물질 내에 형성된다(예를 들어, 도 4a 및 도 4b의 홈(452), 도 5a 및 도 5b의 홈(554) 및/또는 도 6a 및 도 6b의 홈(656)). 블록(880)에서, 렌즈 물질(예를 들어, RTV 또는 다른 적합한 렌즈 물질)은 상기 변환기 조립체의 앞부분(즉, 최상부 정합층) 상에 도포된다.

[0029] 문맥상 명백하게 달리 요구하지 않은 한, 상기 상세한 설명 및 특허청구범위 전반에서 "포함하는" 및 "포함하기" 등의 단어는 배제 또는 온전한 의미와는 상반되는 포함의 의미(inclusive sense), 즉 "이에 제한되지 않지만 포함하기"의 의미로 해석되어야 한다. 본원에서 사용된 바와 같이, "연결된" 또는 "결합된"이란 용어 또는 이의 임의의 변형 용어는 2개 이상의 성분들 사이의 임의의 직접 또는 간접적인 연결 또는 결합을 의미하며; 상기 성분들의 결합 또는 연결은 물리적 또는 논리적 연결 또는 이들의 조합일 수 있다. 게다가, 본 출원서에서 사용되는 경우에 "본원", "상기" 및 "하기"란 단어 및 유사한 의미의 단어들은 전체로서 본 출원서를 지칭하며, 본 출원서의 임의의 특정 부분을 지칭하지는 않는다. 문맥상 허용되는 경우, 단수 또는 복수를 이용한 상기 상세한 설명에서의 단어들은 또한 복수 또는 단수를 각각 포함할 수 있다. 2개 이상의 항목의 목록과 관련하여 "또는"이란 단어는 상기 단어에 대한 하기의 해석, 즉 상기 목록 중의 임의의 항목, 상기 목록 중의 모든 항목 및 상기 목록 중의 임의의 항목의 조합 모두를 포함한다.

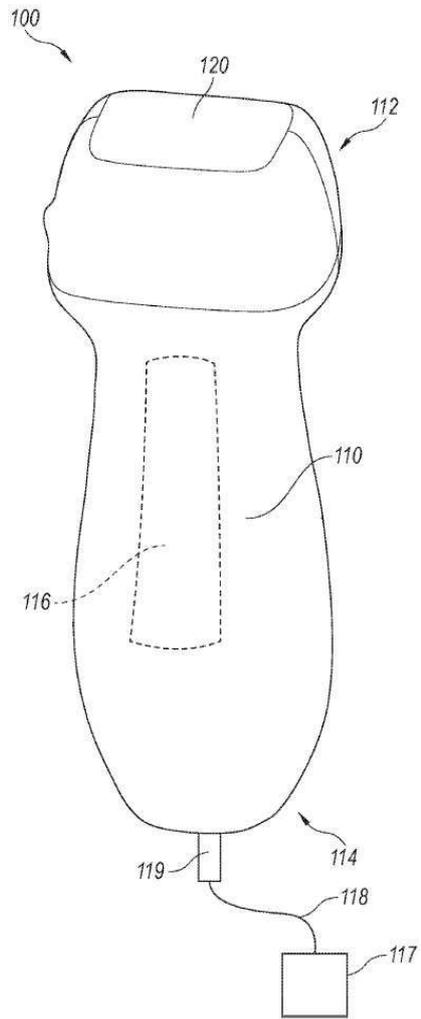
[0030] 상기 개시된 기술의 실시예의 상기 상세한 설명은 온전한 것으로 의도되지 않거나 상기 개시된 기술을 상술한 정확한 형태에 제한하는 것으로 의도되지 않는다. 상기 개시된 기술을 위한 특정 실시예가 상기에서 예시를 목적으로 개시될지라도 관련 기술분야의 숙련자가 인지하는 바와 같이 상기 개시된 기술의 범주 내에서는 다양한 등가의 변경이 가능하다.

[0031] 본원에 제공된 상기 개시된 기술의 교시는 필수적으로는 상술한 시스템이 아닌 기타 시스템들에 적용될 수 있다. 상술한 다양한 실시예의 성분 및 작용은 상기 개시된 기술의 추가적인 구현예를 제공하기 위해 조합될 수 있다. 상기 개시된 기술의 몇몇 대안적인 구현예는 상기에서 언급된 이들 구현예에 대한 부가적인 성분들을 포함할 뿐만 아니라 보다 적은 수의 성분들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 몇몇 구현예에서 상기 개시된 기술에 따라 구성된 변환기 조립체는 3개 미만의 정합층 또는 4개 초과 정합층을 포함할 수 있다. 기타 구현예에서, 변환기 조립체들은 상기 개시된 기술에 따라 역정합층 없이 구성될 수 있다.

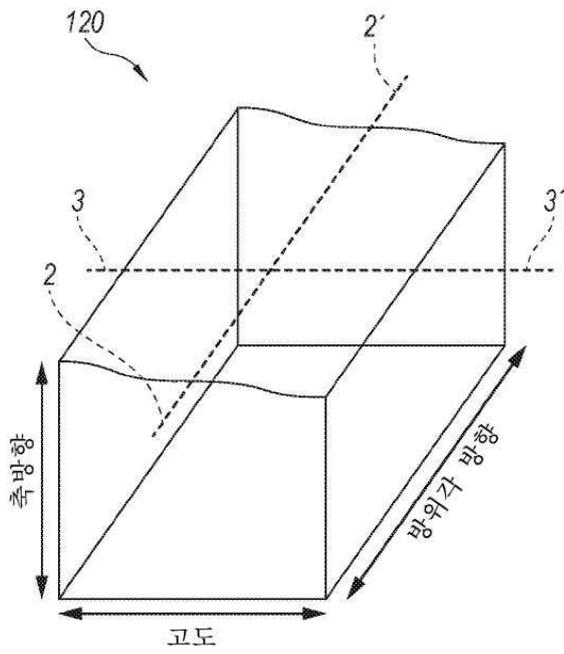
[0032] 상기 상세한 설명을 고려하여 상기 개시된 기술에 대해 이들 및 기타 변경은 이루어질 수 있다. 상기 설명에서 상기 개시된 기술의 특정 실시예가 개시되고 발명의 실시를 위한 최선의 형태가 개시되어 있을지라도 상기 내용이 본문에 상술한 내용이 얼마나 상세하게 나타나 있든지 간에 상기 개시된 기술 많은 방식으로 실시될 수 있다. 상기 시스템의 세부사항은 이의 특정한 구현예에서 상당히 변경될 수 있는 반면, 여전히 본원에 개시된 상기 개시된 기술에 의해 포함될 수 있다. 상기에서 언급된 바와 같이, 상기 개시된 기술의 특정한 특성 또는 양태를 개시하는 경우에 사용되는 특정 용어는, 상기 용어가 연관되어 있는 상기 개시된 기술의 임의의 특정한 특징, 특성 및 양태에 제한되도록 본원에서 상기 용어를 재정의한다는 것을 의미하는 것으로 받아들여져서는 안 된다. 일반적으로, 하기 특허청구범위에서 사용된 용어들은 상기 상세한 설명에서 이 같은 용어를 명백하게 한정하지 않는 한 본 명세서에 개시된 특정 실시예에 상기 개시된 기술을 제한하는 것으로 이해되어서는 안 된다.

도면

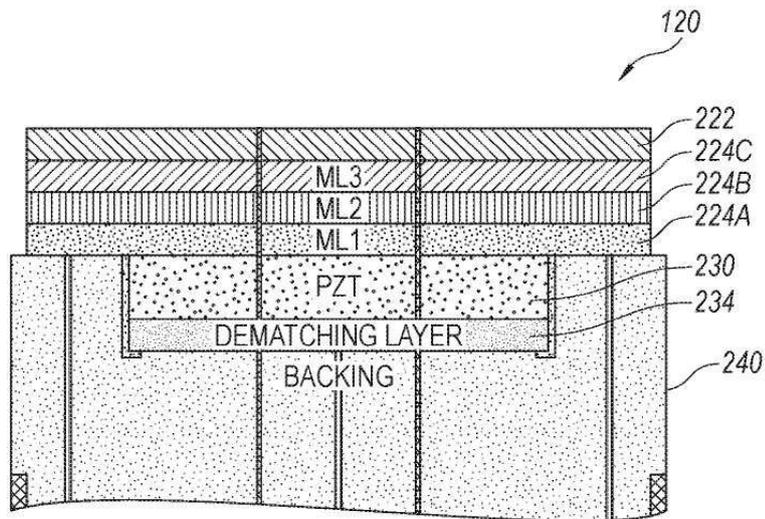
도면1a



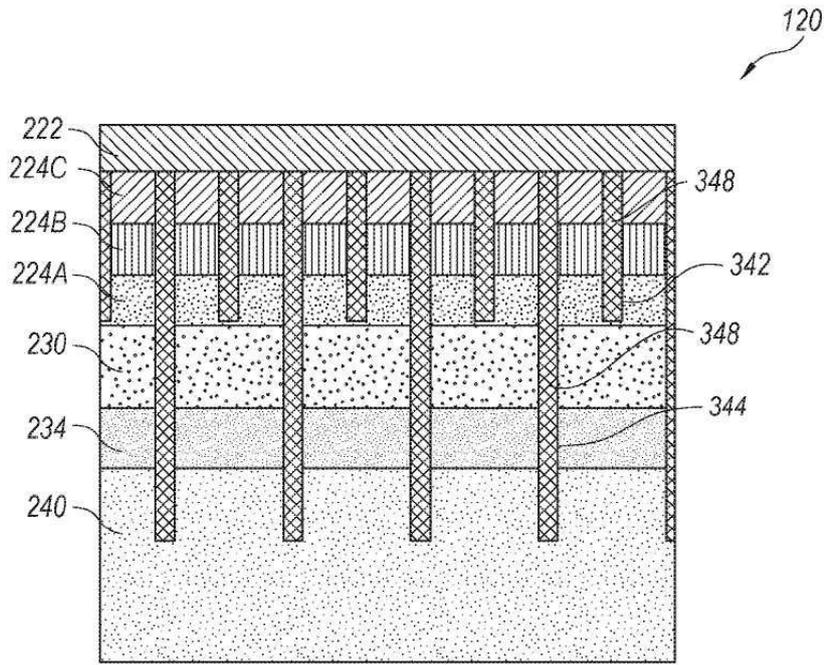
도면1b



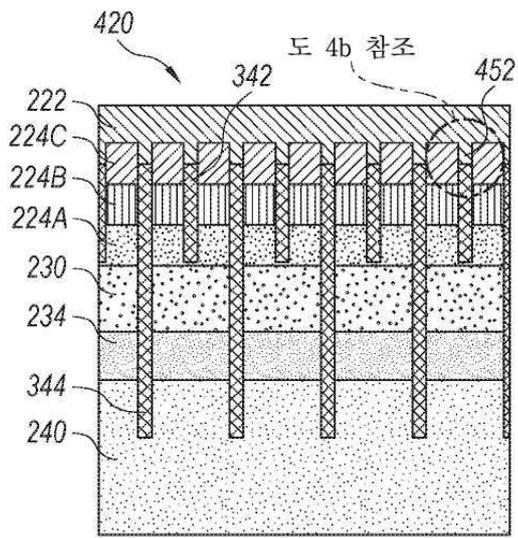
도면2



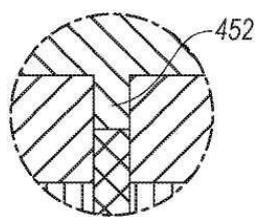
도면3



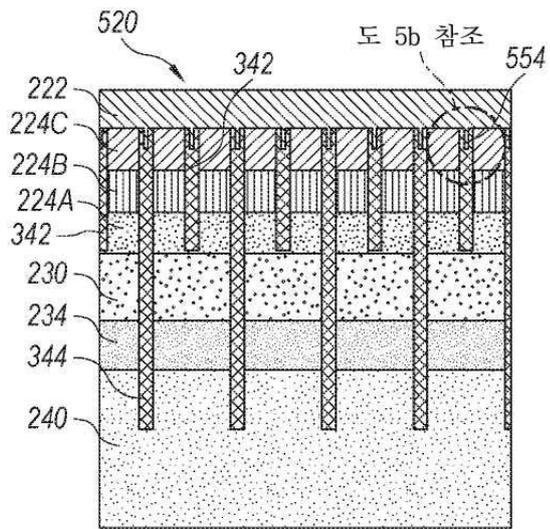
도면4a



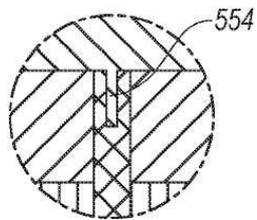
도면4b



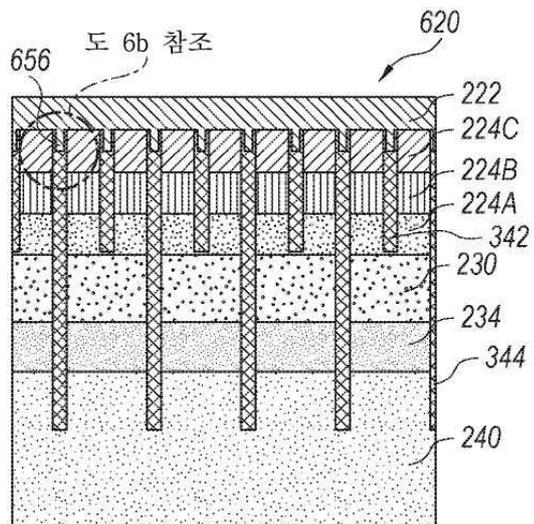
도면5a



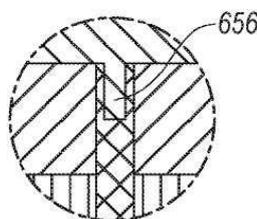
도면5b



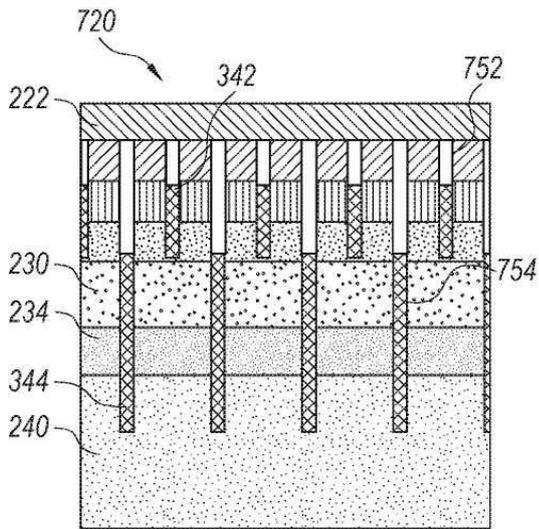
도면6a



도면6b



도면7



도면8

