(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0058650
(43) 공개일자 2017년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*B06B 1/06* (2006.01) *A61B 8/00* (2006.01)
*H01L 41/18* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*B06B 1/0629* (2013.01)
*A61B 8/4455* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0162505
(22) 출원일자 2015년11월19일
심사청구일자 2015년11월19일

(71) 출원인
**서강대학교산학협력단**
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
**장진호**
서울특별시 양천구 목동동로 130, 1429동 503호 (신정동, 목동신시가지아파트14단지)
**차정혜**
서울특별시 마포구 월드컵북로 235, 24동 1004호 (성산동, 성산시영아파트)
**장지훈**
서울특별시 노원구 공릉로 351, 4동 405호 (하계동, 한신청구아파트)
(74) 대리인
**특허법인충현**

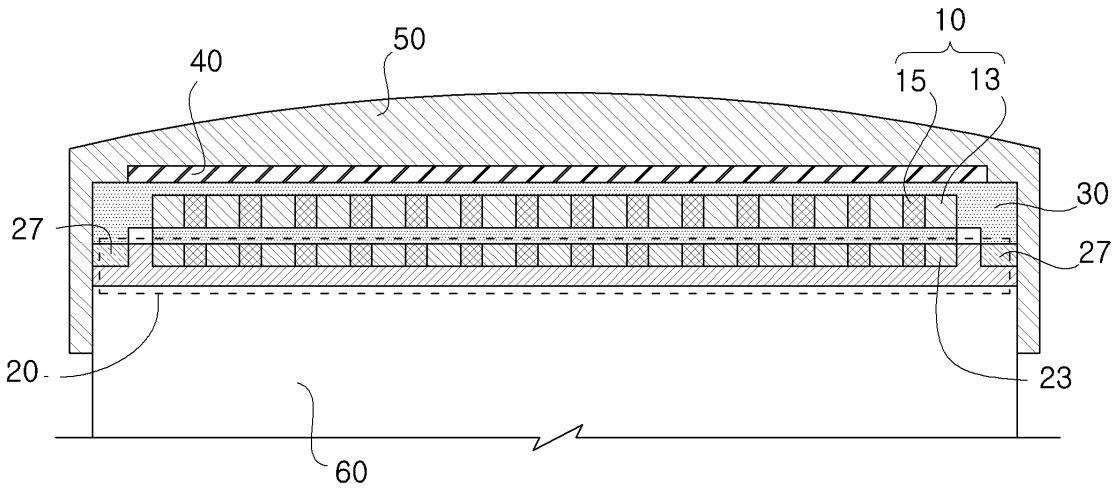
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **일체 형성된 FPCB를 이용한 초음파 변환자 및 그의 제조 방법**

## (57) 요 약

본 발명은 일체 형성된 FPCB를 이용한 초음파 변환자 및 그의 제조 방법에 관한 것으로서, 초음파 변환자는, 전기적으로 분리된 복수 개의 압전소자로 구성된 압전소자 배열, 신호 라인(signal line)과 접지 라인(ground line)을 동시에 구비하고 압전소자 배열의 아래에 부착되어 복수 개의 압전소자에 대응하여 배치된 신호 라인을 통해 압전소자 배열 각각에 신호를 인가하는 일체 형성된 FPCB(flexible printed circuit board) 및 일체 형성된 FPCB의 위에 도포되어 접지 라인과 압전소자 배열의 접지를 연결하는 접지 물질을 포함한다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
*A61B 8/4483* (2013.01)
*H01L 41/183* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711026408
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 정보통신산업진흥원
연구사업명 ICT융합고급인력과정지원사업
연구과제명 현장진료를 위한 IT융합 휴대용 초음파 영상 시스템 개발
기 여 율 1/1
주관기관 서강대학교 산학협력단
연구기간 2012.06.01 ~ 2015.12.31

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

전기적으로 분리된 복수 개의 압전소자로 구성된 압전소자 배열;

신호 라인(signal line)과 접지 라인(ground line)을 동시에 구비하고, 상기 압전소자 배열의 아래에 부착되어 상기 복수 개의 압전소자에 대응하여 배치된 상기 신호 라인을 통해 상기 압전소자 배열 각각에 신호를 인가하는 일체 형성된 FPCB(flexible printed circuit board); 및

상기 일체 형성된 FPCB의 위에 도포되어 상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 연결하는 접지 물질을 포함하는 초음파 변환자.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 압전소자 배열은,

상기 복수 개의 압전소자가 일정 간격으로 형성된 커프 필러(kerf filler)에 의해 전기적으로 분리된 것을 특징으로 하는 초음파 변환자.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 일체 형성된 FPCB에서 상기 신호 라인과 상기 접지 라인은,

동일한 층(layer)에 배치되거나; 또는

각각 서로 다른 층에 배치되어 일체 형성되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 일체 형성된 FPCB의 상기 신호 라인은,

상기 압전소자 배열에 대향하여 부착되거나, 상기 FPCB의 표면에서 보이지 않도록 배치됨으로써 상기 접지 물질과 전기적으로 분리되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 일체 형성된 FPCB의 상기 접지 라인은,

상기 일체 형성된 FPCB의 가장자리에 위치하여 상기 접지 물질을 통해 상기 압전소자 배열의 접지에 연결되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 일체 형성된 FPCB는 상기 압전소자 배열에 비해 상대적으로 크게 형성됨으로써, 상기 압전소자 배열의 윗면을 감싸도록 도포된 상기 접지 물질에 의해 상기 일체 형성된 FPCB의 가장자리에 위치하는 상기 접지 라인에 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자.

### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 접지 물질은,

금(Au)/크롬(Cr) 또는 전도성 물질(conductive material)인 것을 특징으로 하는 초음파 변환자.

**청구항 8**

제 1 항에 있어서,

상기 접지 물질은,

초음파 변환자의 음향 특성에 영향이 나타나는 임계값 미만의 균일한 두께로 도포되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,

상기 접지 물질의 위에 증착되어 상기 압전소자 배열의 음향 임피던스를 조절하는 정합층(matching layer); 및

상기 정합층의 위에 부착되어 초음파를 집속하는 음향 렌즈를 더 포함하는 초음파 변환자.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서,

상기 일체 형성된 FPCB의 아래에 부착되어 초음파의 반향을 제어하는 후면층(backing layer)을 더 포함하는 초음파 변환자.

**청구항 11**

전기적으로 분리된 복수 개의 압전소자로 구성된 압전소자 배열을 형성하는 단계;

신호 라인(signal line)과 접지 라인(ground line)을 동시에 구비하는 하나의 FPCB(flexible printed circuit board)를 일체 형성하는 단계;

초음파의 반향을 제어하는 후면층(backing layer) 위에 일체 형성된 상기 FPCB를 부착하고, 상기 복수 개의 압전소자에 대응하여 상기 신호 라인을 통해 상기 압전소자 배열 각각에 신호를 인가할 수 있도록 일체 형성된 상기 FPCB 위에 상기 압전소자 배열을 배치하는 단계;

일체 형성된 상기 FPCB의 위에 접지 물질을 도포하여 상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 연결하는 단계;

상기 압전소자 배열의 음향 임피던스를 조절하기 위해 상기 접지 물질의 위에 정합층(matching layer)을 증착하는 단계; 및

초음파의 집속을 위해 상기 정합층의 위에 음향 렌즈를 부착하는 단계를 포함하는 초음파 변환자의 제조 방법.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,

상기 압전소자 배열을 형성하는 단계는,

압전소자에 일정 간격의 커프(kerf)를 형성하는 단계;

형성된 상기 커프에 커프 필러(kerf filler)를 주입하는 단계; 및

상기 커프 필러가 주입된 압전소자를 상기 커프의 깊이 이하만큼 절삭하여 상기 커프마다 압전소자를 전기적으로 분리하는 단계를 포함하는 초음파 변환자의 제조 방법.

**청구항 13**

제 11 항에 있어서,

상기 FPCB를 일체 형성하는 단계는,

하나의 층(layer)에 신호 라인을 배치하는 단계; 및

동일한 층 내에서 상기 신호 라인 이외의 공간을 접지 라인으로 구성하여 하나의 FPCB를 일체 형성하는 단계를 포함하는 초음파 변환자의 제조 방법.

**청구항 14**

제 11 항에 있어서,

상기 FPCB를 일체 형성하는 단계는,

신호 라인과 접지 라인을 각각 서로 다른 층에 배치하는 단계; 및

신호 라인이 배치된 층을 상기 접지 라인이 배치된 층의 아래에 위치시켜 표면에서 보이지 않도록 하나의 FPCB를 일체 형성하는 단계를 포함하는 초음파 변환자의 제조 방법.

**청구항 15**

제 11 항에 있어서,

상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 연결하는 단계는,

일체 형성된 상기 FPCB의 위에 접지 물질을 도포함으로써 상기 FPCB의 가장자리에 위치한 상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 전기적으로 연결하는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자의 제조 방법.

**청구항 16**

제 11 항에 있어서,

상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 연결하는 단계는,

상기 압전소자 배열의 윗면을 감싸도록 금(Au)/크롬(Cr) 또는 전도성 물질(conductive material)인 접지 물질을 도포함으로써 상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 전기적으로 연결하는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자의 제조 방법.

**청구항 17**

제 11 항에 있어서,

상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 연결하는 단계는,

상기 압전소자 배열의 윗면을 감싸도록 초음파 변환자의 음향 특성에 영향이 나타나는 임계값 미만의 균일한 두께로 상기 접지 물질을 도포함으로써 상기 압전소자 배열의 접지를 전기적으로 연결하는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자의 제조 방법.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 초음파 영상을 위한 초음파 변환자에 관한 기술로, 특히 다수의 소자(element)를 갖는 압전소자 배열에 FPCB(flexible printed circuit board)를 이용하여 전기 신호를 공급하는 초음파 변환자 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 초음파(ultrasound wave) 영상은 초음파 프로브(probe)를 이용하여 피검체 내의 관찰 영역에 초음파 신호를 인가하고 피검체로부터 반사되어 돌아오는 초음파 신호를 수신하여 그 신호에 포함된 정보를 추출함으로써 관찰 영역의 구조 및 특성을 영상화하는 장비이다. 특히, X-ray, CT, MRI, PET 등의 다른 의료영상 시스템들과 비교하였을 때 낮은 비용으로 인체에 해가 없는 실시간 영상을 얻을 수 있으며, 인체 이외의 다양한 피검체에도 널리 활용될 수 있다는 장점을 갖는다.

[0003] 초음파 프로브는 적층 구조 또는 적층 물질에 따라 음향 특성이 변하는 민감한 센서로서, 특히 배열소자 초음파 변환자는 수십 μm 정도로 배열소자의 크기가 매우 작고, 배열소자의 개수가 많을 뿐만 아니라 초음파 프로브의 집속을 위해서는 각각의 배열소자가 전기적으로 독립적으로 구동이 가능해야 한다는 특성을 갖는다. 이러한 이유 때문에 배열소자 초음파 변환자에는 FPCB(Flexible Printed Circuit Board)의 이용이 필수적이다. 이를 위해 일반적으로 신호를 인가해주기 위한 신호용 FPCB와 접지용 FPCB를 각각 제작하여 접착하는 방법을 사용하거나 또는 압전소자 전면에만 FPCB를 접착하여 신호를 공급해주는 방법을 이용하고 있다.

[0004] 그러나, FPCB는 수십 μm (약 < 100μm)의 두께를 가지며, 신호 라인에 주로 이용되는 폴리마이드(Polymide)/Cu 또는 Cu의 경우 약 20um 두께를 가진다. 이로 인해 배열소자의 전면에 부착되는 FPCB는 초음파 프로브, 특히 고주파수 초음파 프로브에 있어서 새로운 음향층으로 작용함으로써 원하지 않는 스펙트럼의 변화를 가져오는 요인이 되었다. 또한, 이러한 FPCB는 음향 정합을 깨트리는 요소로도 작용함으로써 에너지 전달의 효율을 떨어트리고, 초음파 프로브의 감도를 저하시키는 요인으로 지적되었다. 이하의 선행기술문헌에는 신호용 PCB와 접지용 PCB를 분리하여 구성한 초음파 프로브를 소개하고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국특허공개공보 10-2010-0104535, 2012년09월29일 공개

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 실시예들이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 초음파 변환자의 전면에 부착되는 FPCB로 인해 의도하지 않았던 스펙트럼의 변화가 나타나거나 에너지 전달의 효율 내지 프로브의 감도가 저하되는 문제점을 해결하고, FPCB의 사용에 있어서 신호 라인과 접지 라인 각각을 별도로 제작하여 초음파 프로브를 위한 조립체에 접착하여야 하는 제작 공정상의 불편함을 해소하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 변환자는, 전기적으로 분리된 복수개의 압전소자로 구성된 압전소자 배열; 신호 라인(signal line)과 접지 라인(ground line)을 동시에 구비하고, 상기 압전소자 배열의 아래에 부착되어 상기 복수 개의 압전소자에 대응하여 배치된 상기 신호 라인을 통해 상기 압전소자 배열 각각에 신호를 인가하는 일체 형성된 FPCB(flexible printed circuit board); 및 상기 일체 형성된 FPCB의 위에 도포되어 상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 연결하는 접지 물질을 포함한다.

[0008] 일 실시예에 따른 상기 초음파 변환자에서, 상기 압전소자 배열은, 상기 복수 개의 압전소자가 일정 간격으로 형성된 커프 필러(kerf filler)에 의해 전기적으로 분리될 수 있다.

[0009] 일 실시예에 따른 상기 초음파 변환자에서, 상기 일체 형성된 FPCB에서 상기 신호 라인과 상기 접지 라인은, 동일한 층(layer)에 배치되거나; 또는 각각 서로 다른 층에 배치되어 일체 형성될 수 있다.

[0010] 일 실시예에 따른 상기 초음파 변환자에서, 상기 일체 형성된 FPCB의 상기 신호 라인은, 상기 압전소자 배열에 대향하여 부착되거나, 상기 FPCB의 표면에서 보이지 않도록 배치됨으로써 상기 접지 물질과 전기적으로 분리될 수 있다.

[0011] 일 실시예에 따른 상기 초음파 변환자에서, 상기 일체 형성된 FPCB의 상기 접지 라인은, 상기 일체 형성된 FPCB의 가장자리에 위치하여 상기 접지 물질을 통해 상기 압전소자 배열의 접지에 연결될 수 있다. 또한, 상기 일체 형성된 FPCB는 상기 압전소자 배열에 비해 상대적으로 크게 형성됨으로써, 상기 압전소자 배열의 윗면을 감싸도록 도포된 상기 접지 물질에 의해 상기 일체 형성된 FPCB의 가장자리에 위치하는 상기 접지 라인에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0012] 일 실시예에 따른 상기 초음파 변환자에서, 상기 접지 물질은, 금(Au)/크롬(Cr) 또는 전도성 물질(conductive material)인 것이 바람직하다.

[0013] 일 실시예에 따른 상기 초음파 변환자에서, 상기 접지 물질은, 초음파 변환자의 음향 특성에 영향이 나타나는 임계값 미만의 균일한 두께로 도포될 수 있다.

[0014] 일 실시예에 따른 상기 초음파 변환자는, 상기 접지 물질의 위에 증착되어 상기 압전소자 배열의 음향 임피던스를 조절하는 정합층(matching layer); 및 상기 정합층의 위에 부착되어 초음파를 집속하는 음향 렌즈를 더 포함할 수 있다.

[0015] 일 실시예에 따른 상기 초음파 변환자는, 상기 일체 형성된 FPCB의 아래에 부착되어 초음파의 반향을 제어하는 후면층(backing layer)을 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 초음파 변환자의 제조 방법은, 전기적으로 분리된 복수 개의 압전소자로 구성된 압전소자 배열을 형성하는 단계; 신호 라인(signal line)과 접지 라인(ground line)을 동시에 구비하는 하나의 FPCB(flexible printed circuit board)를 일체 형성하는 단계; 초음파의 반향을 제어하는 후면층(backing layer) 위에 일체 형성된 상기 FPCB를 부착하고, 상기 복수 개의 압전소자에 대응하여 상기 신호 라인을 통해 상기 압전소자 배열 각각에 신호를 인가할 수 있도록 일체 형성된 상기 FPCB 위에 상기 압전소자 배열을 배치하는 단계; 일체 형성된 상기 FPCB의 위에 접지 물질을 도포하여 상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 연결하는 단계; 상기 압전소자 배열의 음향 임피던스를 조절하기 위해 상기 접지 물질의 위에 정합층(matching layer)을 증착하는 단계; 및 초음파의 집속을 위해 상기 정합층의 위에 음향 렌즈를 부착하는 단계를 포함한다.

[0017] 다른 실시예에 따른 상기 초음파 변환자의 제조 방법에서, 상기 압전소자 배열을 형성하는 단계는, 압전소자에 일정 간격의 커프(kerf)를 형성하는 단계; 형성된 상기 커프에 커프 필러(kerf filler)를 주입하는 단계; 및 상기 커프 필러가 주입된 압전소자를 상기 커프의 깊이 이하만큼 절삭하여 상기 커프마다 압전소자를 전기적으로 분리하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 다른 실시예에 따른 상기 초음파 변환자의 제조 방법에서, 상기 FPCB를 일체 형성하는 단계는, 하나의 층(layer)에 신호 라인을 배치하는 단계; 및 동일한 층 내에서 상기 신호 라인 이외의 공간을 접지 라인으로 구성하여 하나의 FPCB를 일체 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 다른 실시예에 따른 상기 초음파 변환자의 제조 방법에서, 상기 FPCB를 일체 형성하는 단계는, 신호 라인과 접지 라인을 각각 서로 다른 층에 배치하는 단계; 및 신호 라인이 배치된 층을 상기 접지 라인이 배치된 층의 아래에 위치시켜 표면에서 보이지 않도록 하나의 FPCB를 일체 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 다른 실시예에 따른 상기 초음파 변환자의 제조 방법에서, 상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 연결하는 단계는, 일체 형성된 상기 FPCB의 위에 접지 물질을 도포함으로써 상기 FPCB의 가장자리에 위치한 상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 전기적으로 연결할 수 있다.

[0021] 다른 실시예에 따른 상기 초음파 변환자의 제조 방법에서, 상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 연결하는 단계는, 상기 압전소자 배열의 윗면을 감싸도록 금(Au)/크롬(Cr) 또는 전도성 물질(conductive material)인 접지 물질을 도포함으로써 상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 전기적으로 연결할 수 있다.

[0022] 다른 실시예에 따른 상기 초음파 변환자의 제조 방법에서, 상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 연결하는 단계는, 상기 압전소자 배열의 윗면을 감싸도록 초음파 변환자의 음향 특성에 영향이 나타나는 임계값 미만의 균일한 두께로 상기 접지 물질을 도포함으로써 상기 압전소자 배열의 접지를 전기적으로 연결할 수 있다.

## *발명의 효과*

[0023] 본 발명의 실시예들은, 신호 라인과 접지 라인을 하나의 통합 FPCB 내에 구현함으로써 제작 공정의 복잡함과 FPCB 제작 단가를 줄일 수 있고, 압전소자의 전면으로부터 FPCB를 제거함으로써 초음파 프로브의 진동 특성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, FPCB로 인한 미스매칭(Mismatching) 효과를 제거함으로써 에너지 전달 효율을 높이며, 넓은 대역폭과 높은 감도를 확보할 수 있다.

## *도면의 간단한 설명*

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 일체 형성된 FPCB를 이용한 초음파 변환자를 도시한 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 일체 형성된 FPCB를 이용한 초음파 변환자를 도시한 분해 사시도이다.

도 3은 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 일체 형성된 FPCB에서 신호 라인(signal line)과 접지(GND)를 배치

하는 방법을 예시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 일체 형성된 FPCB에서 신호 라인과 접지를 하나의 층(single-layer)에 배치하는 방법을 예시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 일체 형성된 FPCB에서 신호 라인과 접지를 서로 다른 층(multi-layer)에 배치하는 방법을 예시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 일체 형성된 FPCB를 이용한 초음파 변환자의 제조 방법을 도시한 흐름도이다.

도 7은 도 6의 초음파 변환자의 제조 방법을 각 공정별로 순차적으로 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 일체 형성된 FPCB를 이용하여 실제 제작된 초음파 변환자의 프로토타입(prototype)이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0025] 이하에서는 본 발명의 실시예들이 구현되는 초음파 프로브 분야의 기술적 어려움을 소개하고, 이를 해결하기 위해 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 기본 아이디어와 구체적인 기술적 수단을 순차적으로 설명하도록 한다.

[0026] 단일 초음파 변환자와 달리 배열 초음파 변환자는 많은 수의 소자(element)를 가지기 때문에, 전기적 신호를 인가해주기 위한 신호 라인(signal line)이 필요하다. 하지만 각각의 배열소자의 크기가 수십 ㎛ 정도로 매우 작고, 개수가 많기 때문에 일반적으로 FPCB(Flexible Printed Circuit Board)를 이용하여 각각의 배열소자에 신호를 인가해 주는 방법을 이용한다. 현재 널리 사용되고 있는 방법은 신호를 인가해주는 FPCB와 접지를 위한 FPCB를 각각 따로 제작하여, 압전소자에 접착하는 방법을 이용하기 때문에 2장의 FPCB와 압전소자의 접착이 반드시 필요하며, 이때 사용된 접착제(예를 들어 Epoxy가 될 수 있다.)의 두께와 특성에 따라 변환자의 음향(acoustic) 특성이 영향을 받게 된다. 또한, FPCB의 전기적 신호 인가용 전극의 제작에 주로 사용되는 폴리마이드(Polymide)/Cu 또는 Cu는 수십 ㎛정도의 두께를 가지기 때문에 변환자의 새로운 음향층(Acoustic Layer)으로 작용하여 초음파 변환자의 미스매칭(Mismatching) 효과를 가져 오게 되고, 효율적인 에너지 전달 효과를 저하시키는 요인이 된다. 나아가, FPCB를 신호 전극과 접지 전극별로 각각 따로 제작하여야 하기 때문에 초음파 변환자의 전체적인 제작 단가를 상승시키는 요인으로 작용하였다. 이와 더불어 전술한 내용처럼 제작한 변환자와 FPCB의 접착 공정이 추가되어야 함에 따라 제작 공정상의 복잡함과 압전소자 전면에 접착된 FPCB로 인한 진동 특성의 감소를 야기한다. 또한 접착 공정으로 인한 불량률(예를 들어, 접착제의 양이 많은 경우 압전소자와 FPCB의 전극이 서로 연결되지 않아 변환자에 신호 인가가 불가능할 수 있다.)의 증가를 야기하고 있다.

[0027] 이러한 문제 인식하에서, 이하에서 기술되는 본 발명의 실시예들에서는 초음파 프로브에 신호를 인가해 주기 위한 신호 라인과 접지 라인을 하나의 FPCB에 포함하는 통합 설계 방식을 제안한다. 제안하는 방법은 종래의 방법과 다르게 신호 인가용 FPCB와 접지용 FPCB를 각각 별도록 제작하는 것이 아니라, 하나의 FPCB에 신호 라인 이외의 부분은 접지로 형성시킴으로써, 단일의 FPCB를 통해 초음파 변환자를 제작할 수 있는 기술에 해당한다.

[0028] 이를 위해, 본 발명의 실시예들은, 신호 라인과 접지를 모두 포함하는 일체 형성된 FPCB를 설계하여 초음파 프로브의 압전소자 전면의 FPCB를 제거하고 초음파 프로브의 적층 개수 또는 두께를 최대한 감소시켜 음향 특성을 향상시키고 접착 공정을 최소화하여 제작상의 불량률과 제작 단가를 감소시키는 방법을 제안한다. 또한, 전도성을 갖는 물질 또는 Au/Cr을 압전소자 배열에 도포함으로써 신호 또는 접지를 연결하는 방법을 이용한다. 이는 압전소자의 진동 특성을 향상시킴과 동시에 제작 공정상의 복잡도 제거를 가능하게 한다.

[0029] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있는 바람직한 실시 예를 상세히 설명하도록 한다. 그러나 이들 실시 예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 일체 형성된 FPCB를 이용한 초음파 변환자를 도시한 단면도로서, 다음과 같은 구성들을 포함한다.

[0031] 압전소자 배열(10)은, 전기적으로 분리된 복수 개의 압전소자(13)로 구성되는데, 이러한 압전소자 배열(10)은 복수 개의 압전소자(13)가 일정 간격으로 형성된 커프 필러(kerf filler)(15)에 의해 전기적으로 분리될 수 있다.

[0032] 일체 형성된 FPCB(flexible printed circuit board)(20)는, 신호 라인(signal line)(23)과 접지 라인(ground line)(27)을 동시에 구비하고, 상기 압전소자 배열(10)의 아래에 부착되어 상기 복수 개의 압전소자(13)에 대응하여 배치된 상기 신호 라인(23)을 통해 상기 압전소자 배열 각각에 신호를 인가한다. 이러한 일체 형성된 FPCB(20)에서 상기 신호 라인(23)과 상기 접지 라인(27)은, 동일한 층(layer)에 배치되거나 또는 각각 서로 다른 층에 배치되어 일체 형성될 수 있다. 이때, 상기 일체 형성된 FPCB의 상기 신호 라인(23)은, 상기 압전소자 배열(10)에 대향하여 부착되거나, 상기 FPCB(20)의 표면에서 보이지 않도록 배치됨으로써 상기 접지 물질(30)과 전기적으로 분리되는 것이 바람직하다.

[0033] 또한, 상기 일체 형성된 FPCB의 상기 접지 라인(27)은, 상기 일체 형성된 FPCB(20)의 가장자리에 위치하여 상기 접지 물질(30)을 통해 상기 압전소자 배열(10)의 접지에 연결되는 것이 바람직하다. 이 경우, 상기 일체 형성된 FPCB(20)는 상기 압전소자 배열(10)에 비해 상대적으로 크게 형성됨으로써, 상기 압전소자 배열(10)의 윗면을 감싸도록 도포된 상기 접지 물질(30)에 의해 상기 일체 형성된 FPCB(20)의 가장자리에 위치하는 상기 접지 라인(27)에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0034] 접지 물질(30)은, 상기 일체 형성된 FPCB(20)의 위에 도포되어 상기 접지 라인(27)과 상기 압전소자 배열(10)의 접지를 연결하는 역할을 한다. 이러한 접지 물질(30)은, 금(Au)/크롬(Cr) 또는 전도성 물질(conductive material)로 구성될 수 있으며, 초음파 변환자의 음향 특성에 의도하지 않은 부적절한 영향이 나타나는 임계값 미만의 균일한 두께로 도포되는 것이 바람직하다.

[0035] 정합층(matching layer)(40)은, 상기 접지 물질(30)의 위에 증착되어 상기 압전소자 배열(10)의 음향 임피던스를 조절하는 역할을 한다. 또한, 상기 정합층(40)의 위에는 초음파를 집속하는 음향 렌즈(50)가 부착될 수 있다. 나아가, 후면층(backing layer)(60)은, 상기 일체 형성된 FPCB(20)의 아래에 부착되어 이를 지지하고, 초음파의 반향을 제어하는 역할을 한다.

[0036] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 일체 형성된 FPCB를 이용한 초음파 변환자를 도시한 분해 사시도로서, 도 1의 초음파 변환자를 적층된 구성의 관점에서 도시한 도면이다.

[0037] 앞서 설명한 바와 같이, 종래의 일반적인 초음파 변환자의 경우, 신호를 인가하기 위한 신호용 FPCB와 접지용 FPCB를 각각 제작하여 압전소자에 접착하는 방법을 이용하기 때문에 각각의 FPCB가 새로운 음향층으로 작용하여 음향 정합을 깨트리고, 초음파 프로브의 음향 특성을 감소시키는 문제를 야기하였다. 또한 적층 개수가 늘어남과 함께 제작 공정의 수도 함께 늘어나기 때문에 제작 소요 시간을 늘리는 원인 중 하나로 지적되었다.

[0038] 도 2를 통해 제안된 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 변환자는, 압전소자 배열(10)의 아래에 신호 라인(23)과 접지 라인이 함께 배치되어 일체 형성된 FPCB(20)를 부착함으로써, 별도의 접지용 FPCB를 제거하여 제작 소요 시간을 감소시킬 수 있으며, 특히 압전소자 배열(10)의 전면에 이용되는 FPCB 접착 공정이 사라짐에 따라 공정상의 불량률의 감소시킬 수 있다. 나아가 압전소자 배열(10)의 전면에 수십 ㎛(예를 들어, 100㎛ 미만이 바람직하다.)의 두께를 가지는 FPCB로 인한 진동 특성 감소를 해결할 수 있으며, 넓은 대역폭과 높은 감도를 제공해 줄 수 있다.

[0039] 한편, 도 2를 참조하면, FPCB(20)에 배치된 다수의 신로 라인은 커넥터(connector)(29)에 연결되며, 규격화된 연결 단자와 결합되어 신호 인가를 위한 제어에 활용될 수 있다. 또한, 압전소자 배열(10)의 위에 전도성의 접지 물질(30)이 도포되고, 다시 그 위에 정합층(40)과 음향 렌즈(50)가 순차적으로 부착될 수 있음을 확인할 수 있다. 또한, 압전소자 배열(10)의 아래에도 필요에 따라 FPCB(20)와의 접착을 위한 접착 물질이 활용될 수 있다. 물론, FPCB(20)의 아래에 하부층(60)이 구비될 수 있음은 당연하다.

[0040] 도 3은 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 일체 형성된 FPCB에서 신호 라인(signal line)(23)과 접지(GND)(27)를 배치하는 방법을 예시한 도면이다.

[0041] 도 3을 참조하면, 초음파 프로브에 신호를 인가해 주기 위한 신호 라인(23)과 접지(27)를 하나의 FPCB에 포함하는 통합 설계의 예시로서, 신호 라인(23) 이외의 부분은 접지(27)로 제작함으로써, 압전소자의 접지와 FPCB를 전도성이 있는 물질 또는 Au/Cr을 이용하여 연결 가능하도록 디자인하였다.

[0042] 한편, 도 3에 예시된 바와 같이 신호 라인(23)을 제외한 비어있는 공간에 접지(27) 공간을 만들 때, 배열소자 주변에도 여유 공간을 만들고, 전도성 물질을 도포할 때 전기적으로 신호 라인과 접지가 연결되어 쇼트(Short)가 발생하는 것을 방지하기 위해 비전도성 물질로 보호층(Cover Layer)을 설계할 수도 있을 것이다. 이 경우, 접지 연결을 위해 전도성 물질을 도포할 때 신호 라인과 접지가 연결되는 것을 방지하기 위해 비전도성 물질로

보호해 줄 필요가 없고, 보다 간단하게 접지 연결이 가능하다는 장점을 갖는다.

[0043] 따라서, 이상에서 제안하는 방법을 이용하는 경우, 접지를 연결하기 위해 도포된 Au/Cr의 두께는, 예를 들어 2000Å(약 0.2㎛)으로 매우 얇기 때문에 변환자의 특성에 거의 영향을 주지 않고, 결과적으로 향상된 진동 특성을 얻을 수 있다.

[0044] 이하에서, 도 4 및 도 5는 일체 형성된 통합 FPCB의 다양한 설계 방법을 예시하고 있다.

[0045] 도 4는 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 일체 형성된 FPCB에서 신호 라인과 접지를 하나의 층(single-layer)에 배치하는 방법을 예시한 도면으로서, 하나의 층에 신호 라인 이외의 빈 공백은 접지로 구성한다. 이렇게 하나의 층으로 제작된 FPCB는 압전소자 배열과 결합된 후, 전도성이 있는 물질 또는 Au/Cr과 같은 접지 물질을 도포함으로써 전기적으로 연결되게 된다.

[0046] 도 5는 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 일체 형성된 FPCB에서 신호 라인과 접지를 서로 다른 층(multi-layer)에 배치하는 방법을 예시한 도면으로서, 앞서 소개된 도 4와는 달리 신호 라인과 접지를 서로 다른 층에 구성한다. 이 경우, 배열소자가 배치되는 부분과 연결된 신호 라인은 아래쪽 층(layer)으로 연결되어, FPCB 보이지 않는 것을 특징으로 한다. 도 5의 방식에 따르면, 접지 연결을 위해 전도성이 있는 접지 물질을 도포할 때 신호와 접지 라인이 서로 연결되어 쇼트(Short)가 발생하는 것을 방지하는데 효과적이다.

[0047] 상기된 도 4 및 도 5에서, 하나의 FPCB에 신호 라인과 접지 라인을 동시에 갖는 특징을 만족하는 한, 예시된 신호 라인과 접지 라인의 위치와 순서는 설계에 따라 유연하게 변경이 가능하다.

[0048] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 일체 형성된 FPCB를 이용한 초음파 변환자의 제조 방법을 도시한 흐름도로서, 도 1의 초음파 변환자를 제조함에 있어서 시계열적인 공정을 중심으로 각각의 과정을 재구성한 것이다. 이하의 과정에서 그 순서 내지 선후 관계가 명시되지 않은 단계들은 필요에 따라 순서를 바꾸어 구성될 수 있을 것이다.

[0049] S610 단계에서는, 전기적으로 분리된 복수 개의 압전소자로 구성된 압전소자 배열을 형성한다. 보다 구체적으로 이 과정은, 압전소자에 일정 간격의 커프(kerf)를 형성하고, 형성된 상기 커프에 커프 필러(kerf filler)를 주입하며, 상기 커프 필러가 주입된 압전소자를 상기 커프의 깊이 이하만큼 절삭하여 상기 커프마다 압전소자를 전기적으로 분리하는 과정을 포함할 수 있다.

[0050] S620 단계에서는, 신호 라인(signal line)과 접지 라인(ground line)을 동시에 구비하는 하나의 FPCB(flexible printed circuit board)를 일체 형성한다. 보다 구체적으로 FPCB를 일체 형성하는 이 과정은, 하나의 층(layer)에 신호 라인을 배치하고, 동일한 층 내에서 상기 신호 라인 이외의 공간을 접지 라인으로 구성하여 하나의 FPCB를 일체 형성하는 과정을 포함할 수 있다. 또는, FPCB를 일체 형성하는 이 과정은, 신호 라인과 접지 라인을 각각 서로 다른 층에 배치하고, 신호 라인이 배치된 층을 상기 접지 라인이 배치된 층의 아래에 위치시켜 표면에서 보이지 않도록 하나의 FPCB를 일체 형성하는 과정을 포함할 수도 있다.

[0051] S630 단계에서는, 초음파의 반향을 제어하는 후면층(backing layer) 위에 일체 형성된 상기 FPCB를 부착하고, 상기 복수 개의 압전소자에 대응하여 상기 신호 라인을 통해 상기 압전소자 배열 각각에 신호를 인가할 수 있도록 일체 형성된 상기 FPCB 위에 상기 압전소자 배열을 배치한다.

[0052] S640 단계에서는, 일체 형성된 상기 FPCB의 위에 접지 물질을 도포하여 상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 연결한다. 보다 구체적으로 이 과정은, 일체 형성된 상기 FPCB의 위에 접지 물질을 도포함으로써 상기 FPCB의 가장자리에 위치한 상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 전기적으로 연결하는 것이 바람직하다. 또한, 이 과정은, 상기 압전소자 배열의 윗면을 감싸도록 초음파 변환자의 음향 특성에 영향이 나타나는 임계값 미만의 균일한 두께로 상기 접지 물질을 도포함으로써 상기 압전소자 배열의 접지를 전기적으로 연결하는 것이 바람직하다. 구현의 관점에서 이 과정은, 상기 압전소자 배열의 윗면을 감싸도록 금(Au)/크롬(Cr) 또는 전도성 물질(conductive material)인 접지 물질을 도포함으로써 상기 접지 라인과 상기 압전소자 배열의 접지를 전기적으로 연결할 수 있다.

[0053] S650 단계에서는, 상기 압전소자 배열의 음향 임피던스를 조절하기 위해 상기 접지 물질의 위에 정합층(matching layer)을 증착하고, 초음파의 집속을 위해 상기 정합층의 위에 음향 렌즈를 부착한다.

[0054] 도 7은 도 6의 초음파 변환자의 제조 방법을 각 공정별로 순차적으로 도시한 도면이다.

[0055] 도 7의 (a) 과정에서 벌크(Bulk) 상태의 압전소자(10)를 준비하고, 도 7의 (b) 과정을 통해 절삭기(Dicing

Machine)를 이용하여 원하는 간격으로 커프(Kerf)를 만들어 전기적으로 분리시킨다. 그 후 도 7의 (c) 과정에서 커프 필러(Kerf filler)(예를 들어 Epotek-301가 될 수 있다.)를 빈 공간(Kerf)에 채워주고, 압전소자(10)의 반대편을 디자인한 두께만큼 래핑(Lapping)하여 맞추어 줌으로써, 도 7의 (d) 과정을 통해 전기적으로 분리된 복수 개의 압전소자를 포함하는 압전소자 배열을 얻을 수 있다. 다음으로 도 7의 (e) 과정에서는 후면층(Backing Layer)(60)과 일체 형성된 FPCB(20)를 접착제(예를 들어 Epoxy 계열이 될 수 있다.)를 이용하여 고정하고, 전기적으로 분리된 배열소자와 FPCB(20)의 신호 라인이 어긋나지 않도록 배치하여, 전기적으로 연결되도록 하여 준다. 그 후 도 7의 (f) 과정을 통해압전소자(10)와 FPCB(20)의 접지를 연결하여 주기 위하여 압전소자 전면에 전도성이 있는 물질 또는 Au/Cr과 같은 접지 물질(30)을 도포하여 전기적으로 도통되도록 하여준다. 이 때, 도포되는 물질은 설계된 초음파 변환자의 음향 특성에 영향을 주지 않을 만큼 충분히 얇고 균일한 두께를 가지며, 충분한 전기적 연결을 제공한다. 마지막으로 도 7의 (g) 및 (h) 과정을 통해 정합층(Matching Layer)(40)과 음향 렌즈(Acoustic Lens)(50)를 본딩(Bonding)하거나 캐스팅(Casting)하는 방법을 이용하여 초음파 프로브 제작을 완료한다.

[0056] 전술한 방법은 기존에 FPCB를 2개를 이용하거나 압전소자 전면에 FPCB를 연결하는 것보다 좋은 진동 특성을 보여주며, 넓은 대역폭이나 높은 감도를 갖는데 효과적이며, 이전보다 제작 공정의 수를 줄이는 것이 가능하기 때문에 제작의 복잡함을 줄이는 것이 가능하고, 제작 소요 시간을 줄여 전체적인 초음파 프로브의 제작 단가를 감소시킬 수 있다.

[0057] 도 8은 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 일체 형성된 FPCB를 이용하여 실제 제작된 초음파 변환자의 프로토타입(prototype)으로서, 하나의 층에 신호 라인 이외의 부분은 접지로 구성되도록 설계된 통합 FPCB를 보여주고 있다.

[0058] 상기된 본 발명의 실시예들에 따르면, FPCB를 1개만 이용하는 것이 가능할 뿐만 아니라, 압전소자의 전면에 진동을 방해하는 FPCB를 접착하지 않기 때문에 진동 특성의 향상을 가져올 것이다. 또한 적층 두께 또는 적층 개수의 감소로 넓은 대역폭과 높은 감도를 확보할 수 있다. 압전소자 전면의 FPCB로 인한 미스매칭(Mismatching) 효과로 인한 에너지 전달 효율의 감소를 없앨 수 있고, 제작 공정의 복잡함과 불필요한 접착 공정을 제거하는 것이 가능하다. 또한 시뮬레이션을 통해 설계한 초음파 프로브와 실제 제작한 초음파 프로브의 성능 오차를 줄일 수 있으며, 이것은 제작상의 시행착오를 줄이는데 효과적일 뿐만 아니라, 초음파 프로브의 음향 특성을 향상시킬 수 있는 기술적 수단을 제공한다. 추가적으로 본 발명의 실시예들이 제안하는 초음파 변환자 및 그 제조 방법은 다양한 통합 FPCB의 설계 방법뿐만 아니라, 초음파 프로브의 효율적인 제작 공정을 제시할 수 있다.

[0059] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

## *부호의 설명*

[0060] 10: 압전소자 배열

13: 개별 압전소자

15: 커프 필러(kerf filler)

20: FPCB

23: 신호 라인(signal line)

27: 접지 라인(GND line)

29: 커넥터(connector)

30: 접지 물질

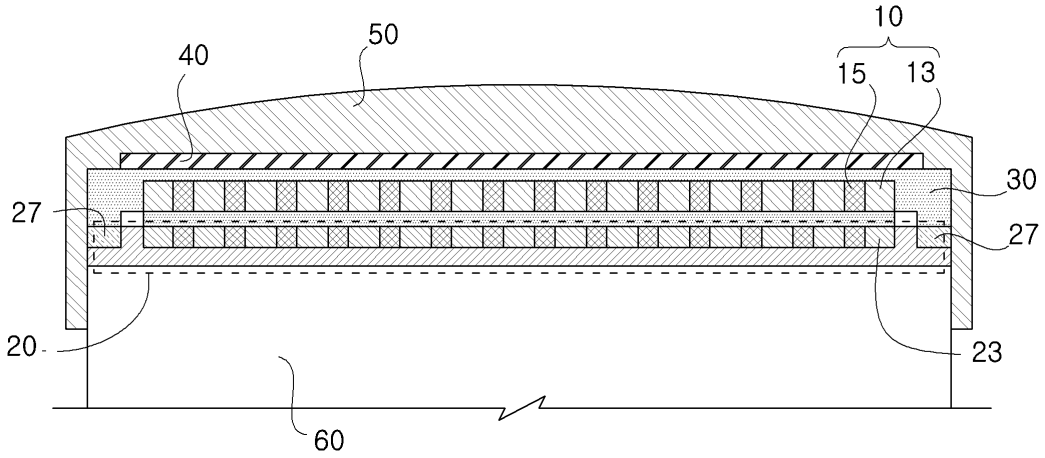
40: 정합층(matching layer)

50: 음향 렌즈

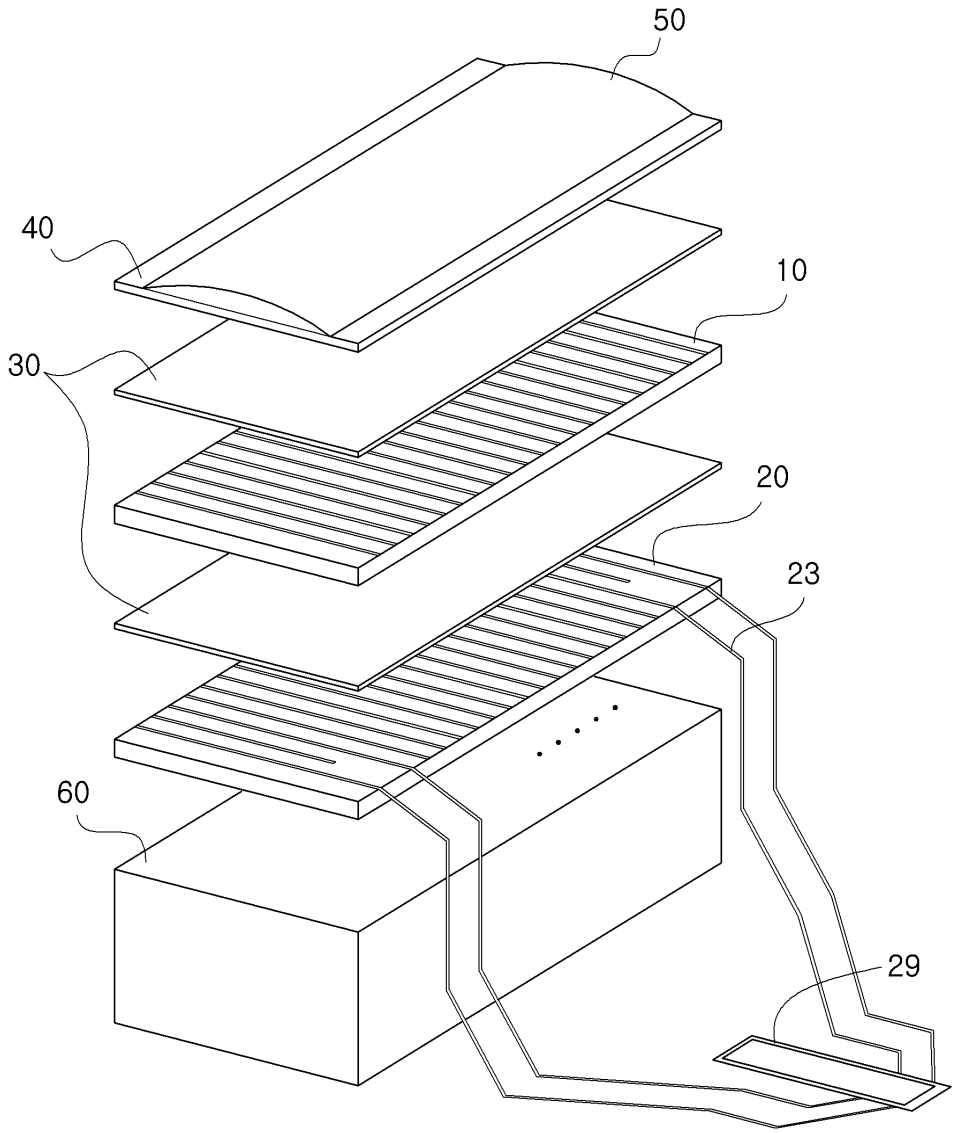
60: 후면층(backing layer)

## 도면

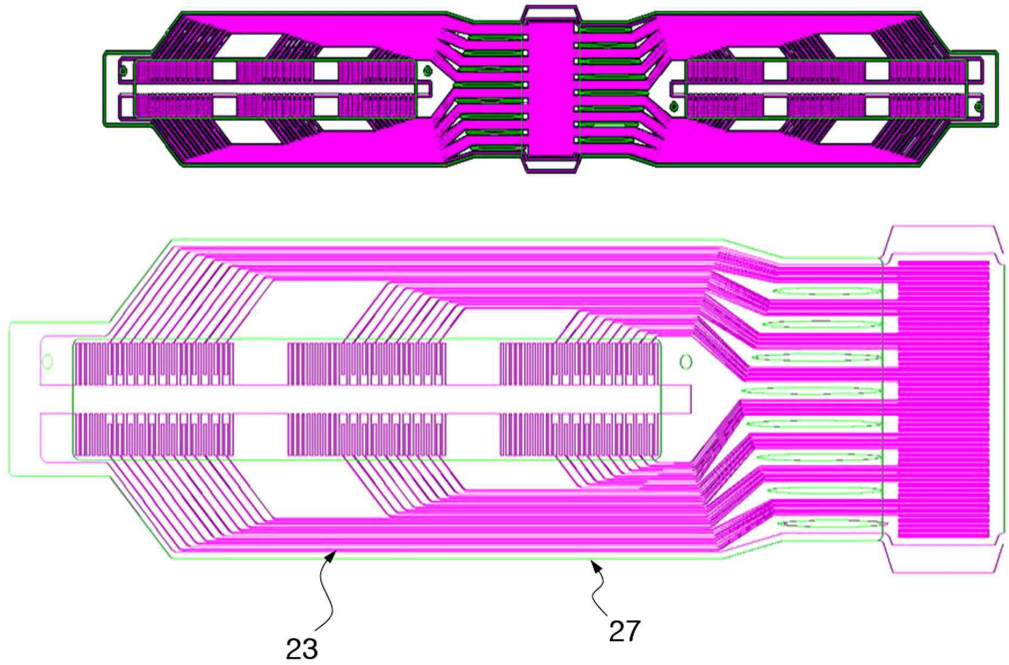
### 도면1



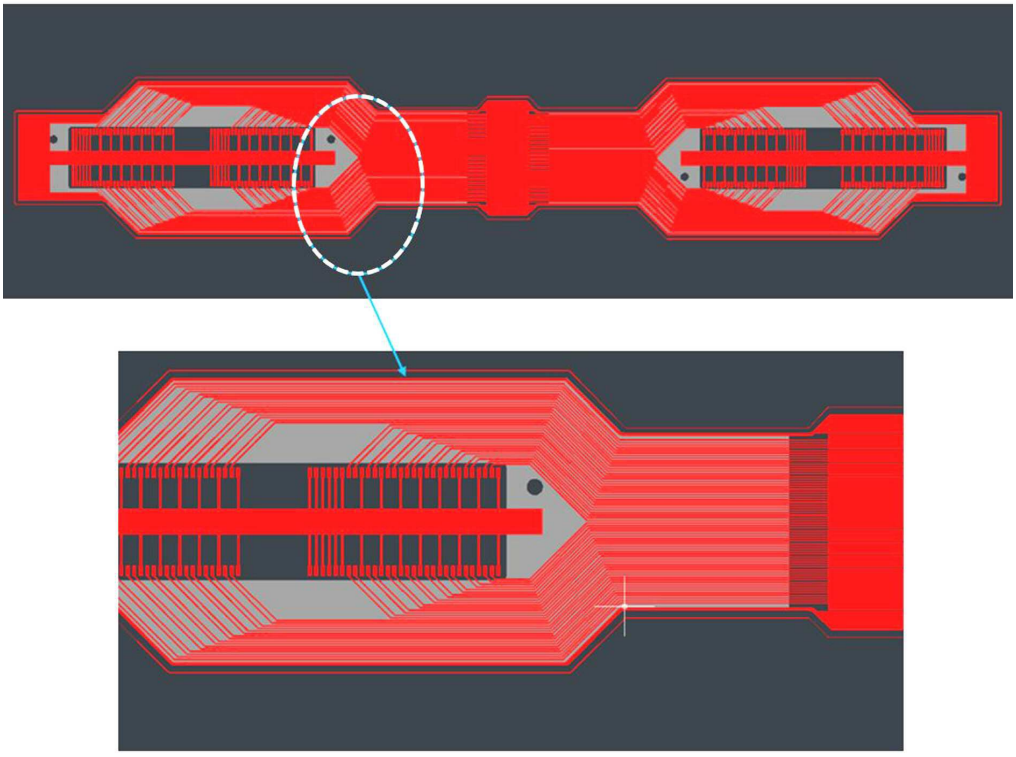
도면2



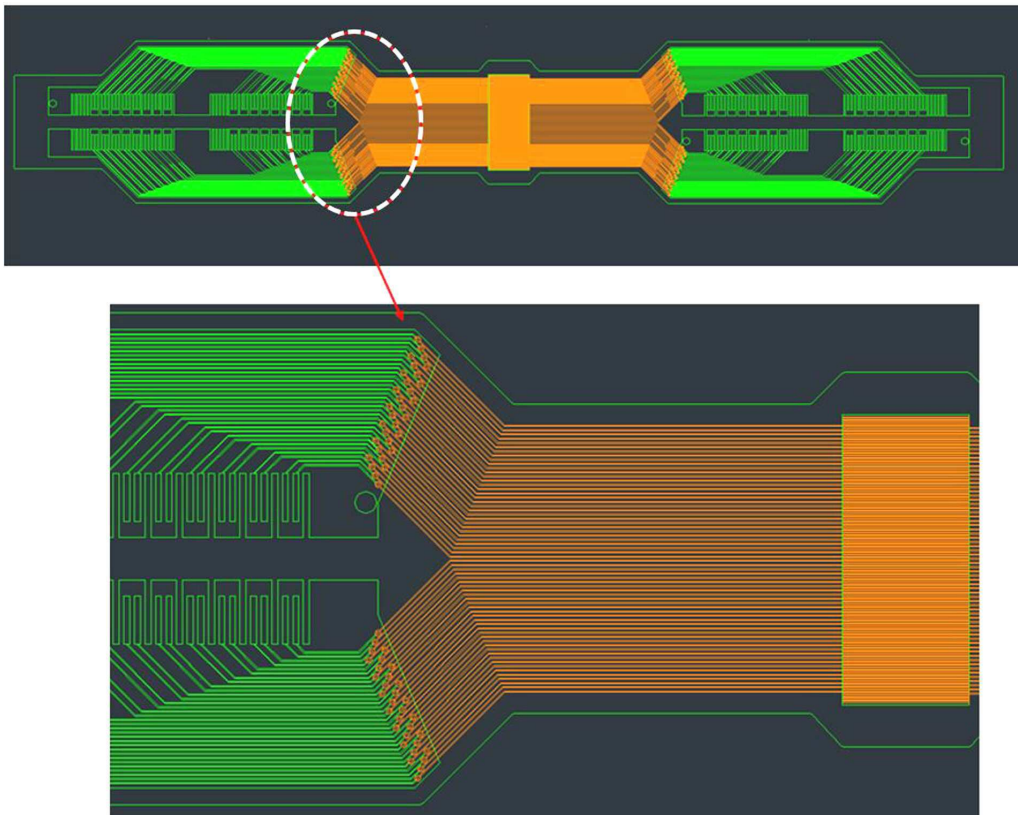
도면3



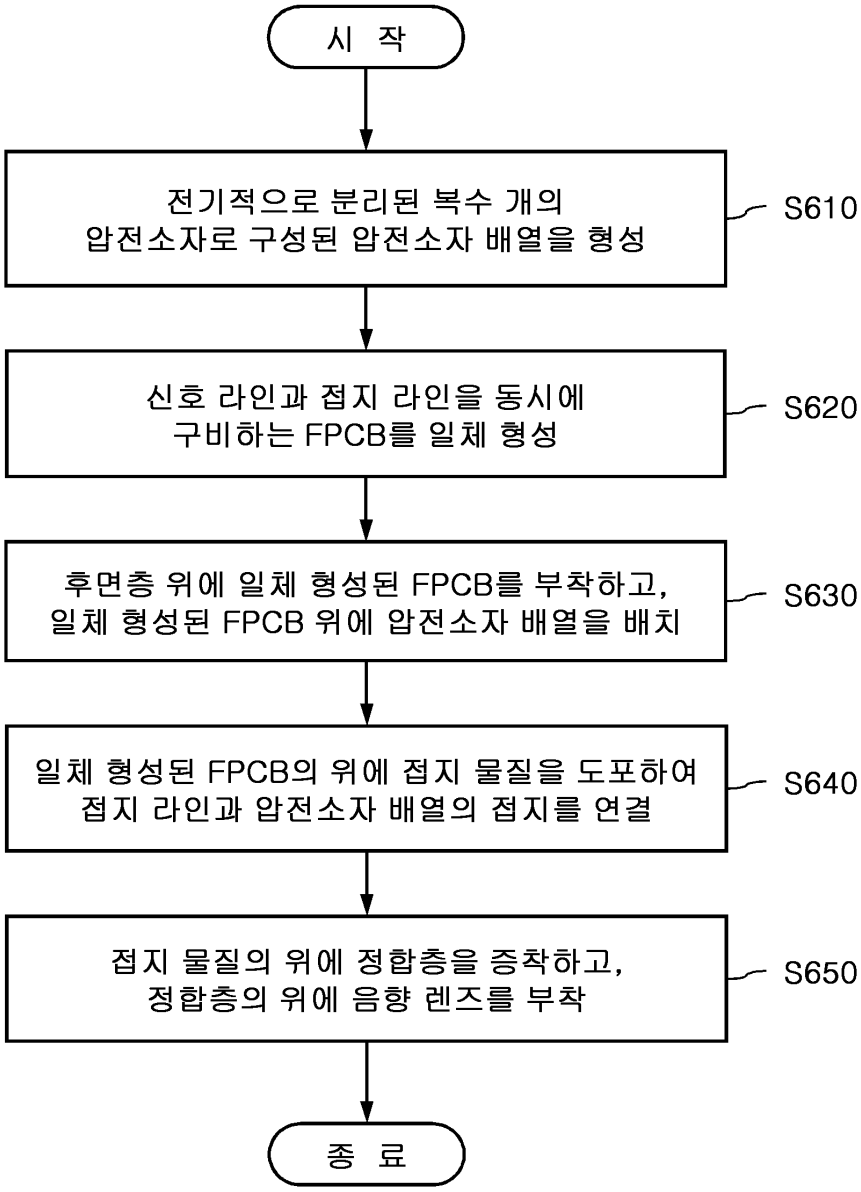

도면4



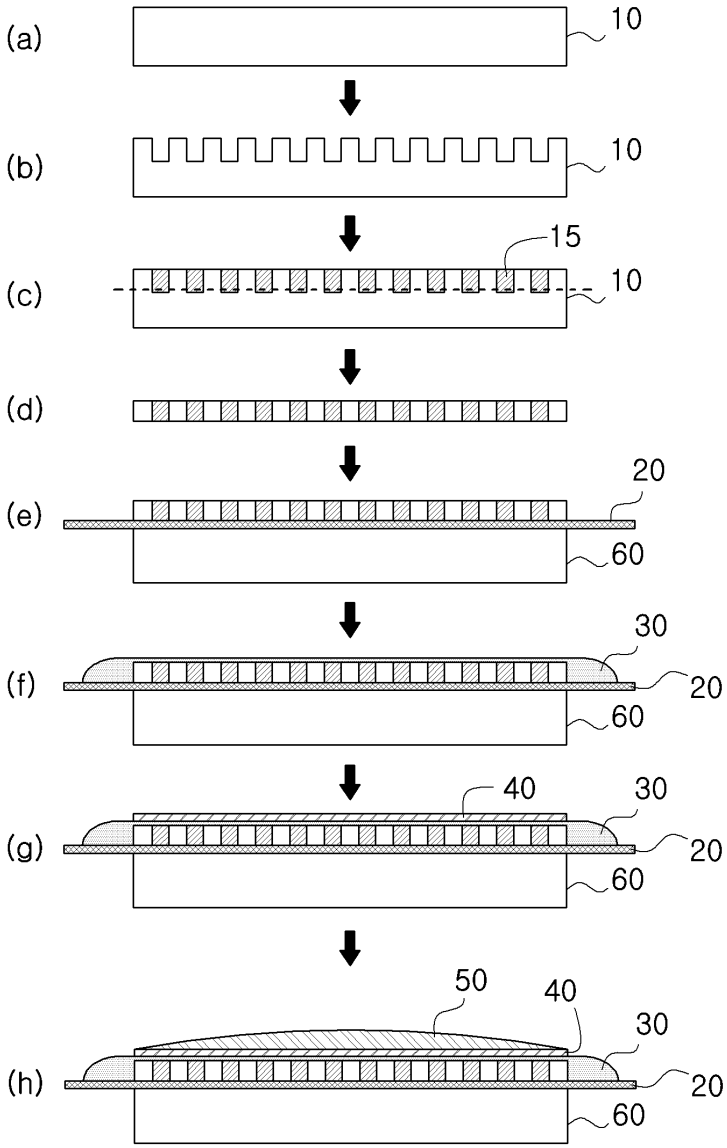
도면5



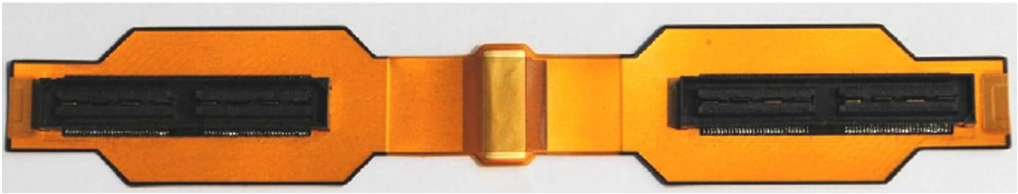
도면6


시 작
전기적으로 분리된 복수 개의
압전소자로 구성된 압전소자 배열을 형성
S610
신호 라인과 접지 라인을 동시에
구비하는 FPCB를 일체 형성
S620
후면층 위에 일체 형성된 FPCB를 부착하고,
일체 형성된 FPCB 위에 압전소자 배열을 배치
S630
일체 형성된 FPCB의 위에 접지 물질을 도포하여
접지 라인과 압전소자 배열의 접지를 연결
S640
접지 물질의 위에 정합층을 증착하고,
정합층의 위에 음향 렌즈를 부착
S650
종 료

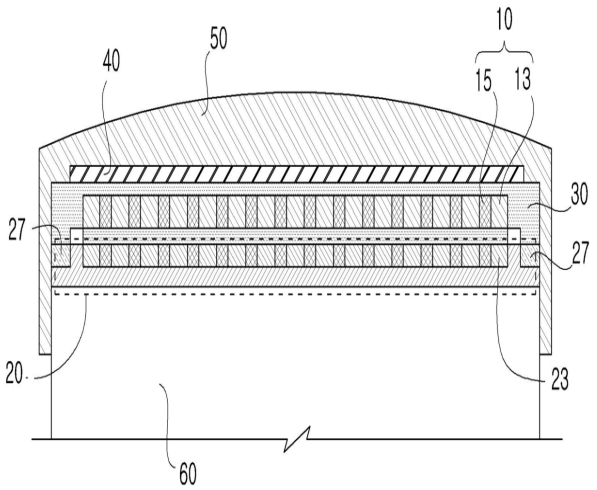
도면7




도면8



| | | | |
|---|---|---|---|
| 专利名称(译) | 使用整体形成的FPCB的超声换能器及其制造方法 | | |
| 公开(公告)号 | KR1020170058650A | 公开(公告)日 | 2017-05-29 |
| 申请号 | KR1020150162505 | 申请日 | 2015-11-19 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 서강대학교산학협력단 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 서강대학교산학협력단 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 서강대학교산학협력단 | | |
| [标]发明人 | CHANG JIN HO<br>장진호<br>CHA JUNG HYUI<br>차정혜<br>JANG JIHUN<br>장지훈 | | |
| 发明人 | 장진호<br>차정혜<br>장지훈 | | |
| IPC分类号 | B06B1/06 A61B8/00 H01L41/18 | | |
| CPC分类号 | B06B1/0629 H01L41/183 A61B8/4483 A61B8/4455 | | |
| 其他公开文献 | KR101839956B1 | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |


摘要(译)

超声换能器及其制造方法技术领域本发明涉及一种使用整体形成的柔性印刷电路板（FPCB）的超声换能器及其制造方法。超声换能器包括：压电元件阵列，由多个电隔离的压电元件组成;信号线;地线;连接在压电元件阵列下面的整体形成的FPCB，用于通过对应于压电元件设置的信号线向每个压电元件阵列施加信号;接地材料施加在整体形成的FPCB上，用于连接压电元件阵列的地线和地。本发明旨在防止能量转移效率和探针灵敏度的降低。