



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0112360
(43) 공개일자 2012년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) G01N 29/24 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7001642
(22) 출원일자(국제) 2010년06월21일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2012년01월19일
(86) 국제출원번호 PCT/AU2010/000757
(87) 국제공개번호 WO 2010/148428
국제공개일자 2010년12월29일
(30) 우선권주장
2009902886 2009년06월23일 오스트레일리아(AU)

(71) 출원인
시그노스틱스 리미티드
오스트레일리아, 사우스 오스트레일리아 5031, 서
바턴, 40-46 웨스트 서바턴 로드
(72) 발명자
엘-에클로크, 예사
오스트레일리아, 사우스 오스트레일리아 5031, 서
바턴, 40-46 웨스트 서바턴 로드
바틀렛, 스튜어트
오스트레일리아, 사우스 오스트레일리아 5031, 토
렌스빌, 40-46 웨스트 서나턴 로드
파커, 존
오스트레일리아, 사우스 오스트레일리아 2069, 로
즈빌, 9 무어 스트리트
(74) 대리인
허용록

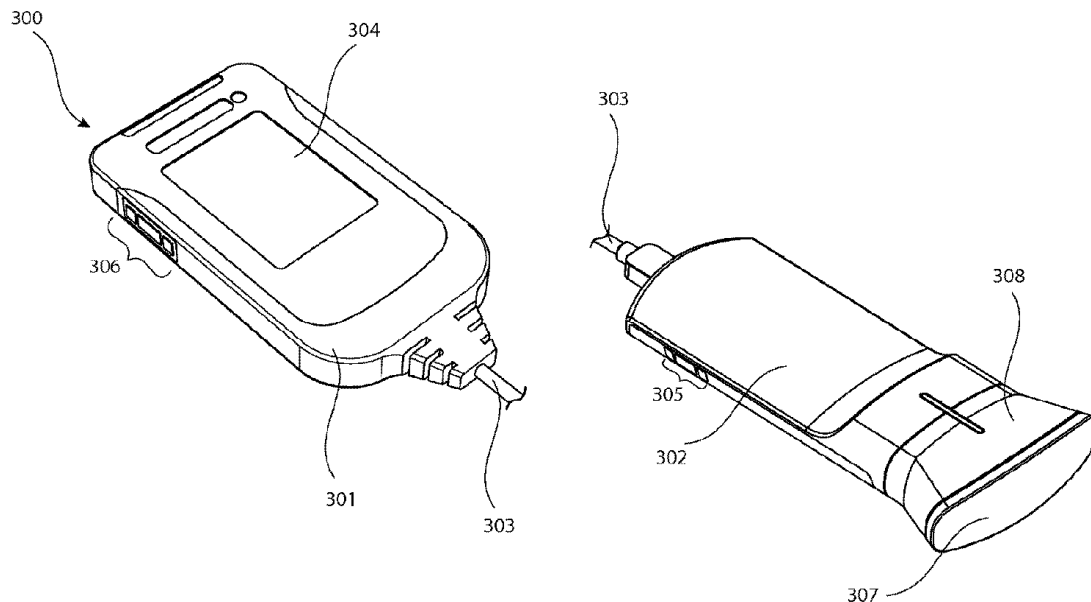
전체 청구항 수 : 총 42 항

(54) 발명의 명칭 개선된 초음파 변환기

(57) 요약

초음파 모터에 의해 반복적인 동작으로 이동하는 변환기를 갖는 초음파 장치로서, 상기 초음파 장치는 변환기의 어레이를 포함하고, 인접한 변환기들 간의 거리는 요구되는 해상도의 초음파 이미지를 생성하기 위해 요구되는 인접한 스캔라인들 간의 최소 분리간격보다 크고, 어레이의 이동은 장치가 적어도 요구되는 해상도의 초음파 이미지를 생성하게 한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

몸체부; 및

초음파 신호를 송신하고 수신하는 적어도 하나의 변환기를 포함하고,

상기 변환기는 초음파 모터에 의한 반복적인 동작으로 상기 몸체부에 대해 이동하는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 2

제 1항에 있어서,

어레이로 배열되는 복수의 변환기가 구비되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 3

제 2항에 있어서,

변환기의 어레이는 선형 축을 따라 선택된 선형 거리를 왕복운동 동작으로 이동하고,

상기 선형 축을 따르는 어레이의 변환기들 간의 선형 분리간격은 상기 선형 거리와 거의 크기가 동일하고,

상기 프로브 유닛은 각각의 왕복운동 중 복수의 스캔라인을 획득하도록 작동하는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 초음파 모터는 상기 변환기가 적어도 하나의 정지 위치에 주기적으로 정지하도록 구성되고,

상기 변환기가 상기 정지 위치에 정지하는 동안, 적어도 하나의 변환기는 도플러 정보를 제공하도록 구성된 초음파 신호를 송신하고 수신하는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 프로브 유닛은 게이트 도플러, 파워 도플러, 펄스파 도플러, 컬러 도플러 및 이중 도플러 정보 중 적어도 하나의 디스플레이를 가능하게 하기 위해 프로세싱되도록 구성되는 스캔라인 데이터를 생성하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 프로브 유닛의 무게는 500 그램보다 작은 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 프로브 유닛의 무게는 200 그램보다 작은 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 프로브 유닛은 휴대하기 편리한 사이즈인 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 프로브 유닛은 15 센티미터의 최대 선형 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 프로브 유닛은 12 센티미터의 최대 선형 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 11

변환기의 어레이를 갖는 초음파 변환기 유닛을 포함하는 초음파 변환기 프로브 유닛에 있어서,

상기 초음파 변환기 유닛은 선형 축을 따라 선택된 선형 거리를 왕복운동 동작으로 이동하고,

상기 선형 축을 따르는 상기 초음파 변환기 유닛의 변환기들 간의 선형 분리간격은 상기 선형 거리와 거의 크기가 동일하고,

상기 프로브 유닛은 각각의 왕복운동 중 복수의 스캔라인을 획득하도록 작동하는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 12

제 5항에 있어서,

상기 왕복운동 동작은 복수의 불연속적인 단계로 구성되고,

스캔라인은 변환기가 정지된 경우에만 획득되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 13

제 5항 또는 제 12항에 있어서,

변환기 이동은 회전형 모터에 의해 구동되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 유닛.

청구항 14

제 5항 또는 제 12항에 있어서,

변환기 이동은 선형 모터에 의해 구동되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 유닛.

청구항 15

제 13항 또는 제 14항에 있어서,

상기 모터는 초음파 모터인 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 유닛.

청구항 16

몸체부 및 초음파 신호를 송신하고 수신하는 적어도 하나의 변환기를 포함하는 타입의 초음파 변환기 프로브 유닛에 있어서,

모터 어셈블리는 이미지화되는 신체의 영역에 고주파를 발사하기 위해, 반복적인 동작으로 상기 몸체부에 대하여 기계적으로 변환기를 이동시키도록 구성되고,

상기 모터 어셈블리는 복수의 정지 위치에 변환기를 주기적으로 정지시키도록 구성되고,

변환기의 이동은 1 밀리미터보다 작은 오차로 상기 몸체부에 대해 선택된 정지 위치로 돌아오도록 제어될 수 있는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 17

제 16항에 있어서,

변환기의 이동은 500 나노미터보다 작은 오차로 상기 몸체부에 대해 선택된 정지 위치로 돌아오도록 제어될 수 있는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 18

제 16항에 있어서,

변환기의 이동은 100 나노미터보다 작은 오차로 상기 몸체부에 대해 선택된 정지 위치로 돌아오도록 제어될 수 있는 것을 특징으로 하는 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 19

적어도 하나의 초음파 변환기 어레이가 제공되고,

변환기는 초음파 모터에 의해 이미지화되는 신체에 대하여 반복적인 동작으로 이동하고,

초음파 이미지는 디스플레이를 위해 생성되고,

상기 초음파 이미지는 이동 경로를 따르는 연속적인 지점에서 상기 변환기에 의해 획득되는 스캔라인을 포함하고,

각각의 변환기는 상기 초음파 이미지에 복수의 스캔라인을 제공하는 것을 특징으로 하는 초음파 스캐닝 방법.

청구항 20

제 19항에 있어서,

상기 초음파 스캐닝 방법은, 사용자가 도플러 윈도우로서 이미지의 영역을 선택하는 단계를 더 포함하고,

상기 변환기는 이동하고 이미지 스캔라인을 획득하고,

상기 변환기는 정지 위치에 정지하도록 제어되어, 상기 변환기에 의해 획득되는 스캔라인은 상기 도플러 윈도우 내에 있으며,

상기 변환기는 상기 정지 위치에서 도플러 프로세싱을 위한 복수의 스캔라인을 획득하고,

상기 변환기는 다시 이동하고 스캔라인을 획득하고,

상기 변환기는 상기 정지 위치로 돌아가고 도플러 프로세싱을 위한 추가적인 복수의 스캔라인을 획득하고,

상기 정지 위치로 돌아가는 것은 연속적인 도플러 이미징이 가능하도록 정확성을 갖고,

상기 스캔라인은 도플러 정보를 갖는 초음파 이미지의 디스플레이가 사용자에게 제공되도록 처리되는 것을 특징으로 하는 초음파 스캐닝 방법.

청구항 21

제 20항에 있어서,

복수의 정지 위치가 존재하는 것을 특징으로 하는 초음파 스캐닝 방법.

청구항 22

제 19항에 있어서,

초음파 스캐닝 기능은 게이트 도플러, 파워 도플러, 펄스파 도플러, 컬러 도플러, 이중 도플러 및 3D 부피 이미징 중 적어도 하나와 B-모드를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 스캐닝 방법.

청구항 23

제 19항에 있어서,

상기 초음파 변환기 어레이는 불연속적인 단계로 이동하는 것을 특징으로 하는 초음파 스캐닝 방법.

청구항 24

성긴(sparse) 초음파 변환기의 어레이를 사용하여 초음파 이미지를 생성하는 방법에 있어서,

변환기들 중 적어도 하나를 가동하고 이미지화되는 신체로부터 돌아오는 초음파 반향을 수신함으로써 초음파 스캔라인을 획득하는 단계;

상기 어레이를 증분 거리만큼 이동시키는 단계;

상기 변환기로부터 추가적인 초음파 스캔라인을 획득하는 단계;

상기 초음파 스캔라인을 획득하는 단계 및 어레이가 실질적으로 상기 증분 거리보다 큰 선택된 거리를 이동할 때까지 어레이를 이동시키는 단계를 반복하는 단계;

상기 획득된 스캔라인을 상기 스캔라인이 캡처된 공간적인 관계에 비례하는 공간적인 관계로 디스플레이하는 단계; 및

실시간 초음파 이미지를 디스플레이하도록 위의 단계들을 반복하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 이미지 생성 방법.

청구항 25

제 24항에 있어서,

상기 어레이는 일련의 불연속적인 단계로 이동하며,

스캔라인은 상기 어레이가 정지된 경우에만 획득되는 것을 특징으로 하는 초음파 이미지 생성 방법.

청구항 26

제 24항에 있어서,

상기 어레이의 이동 및 스캔라인 데이터의 획득은 사용자로부터의 시작 명령과 정지 명령 사이에서 실질적으로 연속적인 것을 특징으로 하는 초음파 이미지 생성 방법.

청구항 27

변환기의 어레이를 포함하는 초음파 이미징 장치에 있어서,

인접한 변환기들 간의 거리는 선택된 해상도의 초음파 이미지를 생성하도록 획득되는 인접한 스캔라인들의 최소 분리간격보다 크고,

상기 초음파 이미징 장치는 적어도 상기 선택된 해상도의 초음파 이미지를 생성하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 초음파 이미징 장치.

청구항 28

제 27항에 있어서,

상기 변환기의 어레이는 슬라이더 요소에 의해 지지되고,

상기 슬라이더 요소는 선형 경로를 따라 선택된 선형 거리를 왕복운동 동작으로 기계적으로 이동할 수 있고,

상기 선형 경로를 따르는 상기 변환기 어레이의 변환기들 간의 선형 분리간격은 상기 선형 거리와 거의 동일하고,

프로브 유닛은 각각의 왕복운동 중 복수의 스캔라인을 획득하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 초음파 이미징 장치.

청구항 29

제 28항에 있어서,

상기 슬라이더는 선형 모터에 의해 구동되는 것을 특징으로 하는 초음파 이미징 장치.

청구항 30

제 28항에 있어서,

상기 슬라이더는 회전형 모터에 의해 구동되는 것을 특징으로 하는 초음파 이미징 장치.

청구항 31

제 29항 또는 제 30항에 있어서,

상기 모터는 초음파 모터인 것을 특징으로 하는 초음파 이미징 장치.

청구항 32

제 28항에 있어서,

상기 슬라이더는 곡선형 형상을 갖고,

상기 선형 경로는 곡선형 경로인 것을 특징으로 하는 초음파 이미징 장치.

청구항 33

제 27항에 있어서,

상기 변환기의 어레이는 디스크에 의해 지지되고,

상기 변환기는 상기 디스크의 반지름 방향으로 스캔라인을 획득하는 방식으로 상기 디스크의 림 상에 배치되고,

상기 디스크는 회전하도록 구성되어, 상기 각각의 변환기에 의해 획득되는 스캔라인은 원의 섹터를 스쳐지나가는 것을 특징으로 하는 초음파 이미징 장치.

청구항 34

제 33항에 있어서,

상기 초음파 이미징 장치는 스캔라인을 획득하기 위해 변환기의 자극을 제어하도록 구성되는 제어기를 포함하여, 상기 변환기는 이미지화되는 신체로 연장되는 원의 섹터 위에 배치되는 경우에만 작동하는 것을 특징으로 하는 초음파 이미징 장치.

청구항 35

제 33항에 있어서,

상기 디스크는 환형 디스크인 것을 특징으로 하는 초음파 이미징 장치.

청구항 36

초음파 스캔을 생성하는 방법에 있어서,

적어도 하나의 초음파 변환기의 어레이가 제공되고,

변환기는 이미지화되는 신체에 대해 반복적인 동작으로 초음파 모터에 의해 이동하며,

초음파 이미지가 디스플레이를 위해 생성되며,

상기 초음파 이미지는 이동 경로를 따르는 연속적인 지점에서 상기 변환기에 의해 획득되는 스캔라인을 포함하고,

각각의 변환기는 상기 초음파 이미지에 복수의 스캔라인을 제공하는 것을 특징으로 하는 초음파 스캔 생성 방법.

청구항 37

성긴 초음파 변환기의 어레이를 사용하여 초음파 이미지를 생성하는 방법에 있어서,

변환기들 중 적어도 하나를 가동하고 이미지화되는 신체로부터 돌아오는 초음파 반향을 수신함으로써, 초음파

스캔라인을 획득하는 단계;

중분 거리만큼 어레이를 이동시키는 단계;

상기 변환기로부터 추가적인 초음파 스캔라인을 획득하는 단계;

스캔라인을 획득하는 단계 및 상기 어레이가 실질적으로 상기 중분 거리보다 큰 선택된 거리를 이동할 때까지 어레이를 이동시키는 단계를 반복하는 단계;

상기 획득된 스캔라인을 상기 스캔라인이 캡처되었던 공간적인 관계에 비례하는 공간적인 관계로 디스플레이하는 단계; 및

실시간 초음파 이미지를 디스플레이하기 위해, 위의 단계들을 반복하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 이미지 생성 방법.

청구항 38

제 37항에 있어서,

상기 어레이는 일련의 불연속적인 단계로 이동하고,

스캔라인은 상기 어레이가 정지된 경우에만 획득되는 것을 특징으로 하는 초음파 이미지 생성 방법.

청구항 39

제 37항에 있어서,

상기 어레이의 이동 및 스캔라인 데이터의 획득은 사용자로부터의 시작 명령 및 정지 명령 사이에서 실질적으로 연속적인 것을 특징으로 하는 초음파 이미지 생성 방법.

청구항 40

실질적으로 첨부된 도면 중 하나 이상을 참조하여 본 명세서에서 설명되고, 첨부된 도면 중 하나 이상에 의해 도시된 바와 같은 초음파 스캐닝 장치.

청구항 41

실질적으로 첨부된 도면 중 하나 이상을 참조하여 본 명세서에서 설명되고 첨부된 도면 중 하나 1상에 의해 도시된 바와 같은 초음파 변환기 프로브 유닛.

청구항 42

실질적으로 첨부된 도면 중 하나 이상을 참조하여 본 명세서에서 설명되고 첨부된 도면 중 하나 이상에 의해 도시된 바와 같은 초음파 이미지 생성 방법.

명 세 서

기술 분야

[0001] 본 발명은 실시간 의료용 초음파 이미징 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 모터 구동 어레이를 사용하는 시스템의 실시예에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 초음파는 신체 내부 장치의 이미지 스캔을 생성하기 위한 비외과적 기술이다. 다양한 초음파 변환기를 제공하기 위한 다수의 실시간 초음파 시스템 타입이 있다. 이러한 시스템은 위상 어레이, 곡선형 어레이 및 선형 어레이 변환기와 같은 전자 시스템으로 분류될 수 있으며, 상기 전자 시스템은 빔을 형성하고 초음파 빔을 전달하기 위한 전자 기술, 및 변환기 또는 변환기의 어레이가 빔을 전달하도록 기계적으로 이동시키는 기계적인 시스템을 사용한다.

[0003] 기계적인 스캐너는 전통적으로 간단하고 가장 경제적인 타입의 실시간 이미징 시스템이다. 이러한 시스템은 하나 이상의 압전기 결정을 사용하되, 상기 압전기 결정은 감지 초음파 신호를 송신하고, 이미지화되는 신체로부

터 되돌아오는 반향을 수신한다. 효율성을 위해, 초음파 신호는 상당한 방향성을 가지며, 초음파 펄스로 설명될 수 있다. 전자기 모터는 이미지화되는 영역이 빔으로 덮이기 위해, 반복적인 방식으로 결정을 이동시키기 위해 사용된다. 모터는 요구되는 이동 특성에 따라 임의의 타입일 수 있다. 스텝핑 모터(steping motor), DC 모터 및 선형 모터를 사용하는 장치가 공지되어 있다.

- [0004] 일반적으로, 기계적인 초음파 스캐너는 빔을 이동시키고 이미지를 생성하기 위한 두 가지 기술 중 하나를 사용한다.
- [0005] 첫 번째 기술은, 결정으로부터 방출되는 빔이 원을 스윕하도록 하나 이상의 결정이 360° 로 회전하는 회전형 휠(wheel) 변환기이다. 그러한 원의 섹터는 이미지화되는 영역을 구성한다. 초음파 신호는 그러한 섹터가 스윕되는 동안에만 송신되고 수신된다.
- [0006] 기계적인 초음파 스캐너의 두 번째 타입은, 변환기에 의해 방출되는 초음파 빔이 원하는 영역을 스윕하도록 하나의 결정이 전자기 모터에 의해 앞뒤로 이동하는 진동 변환기를 사용한다.
- [0007] 전자기 모터는 백년도 더 전에 개발되었다. 이러한 모터는 여전히 산업상 중요하지만, 기술 개발의 한계에 대해 고려되어야 한다. 기계적으로 구동되는 초음파 스캐너에서 성능 개선은 그러한 모터에서의 증가된 개선으로부터 기대될 수 없다. 종래의 전자기 모터는 휴대용 초음파 프로브를 사용하기 위해 요구되는 아주 작은 사이즈로 생산되는 것이 어렵다.
- [0008] 전자기 모터는 정확한 제어가 힘들고, 낮은 위치 해상도를 갖는다. 또한, 전자기 모터는 높은 스피드 및 낮은 토크를 갖는 것을 특징으로 하며, 낮은 응답을 갖는다.
- [0009] 전자기 모터에서의 한계는 종래의 단결정 기계적인 변환기에 다수의 문제점을 유발한다.
- [0010] 그러한 변환기는, 모터가 자유롭게 구동되어 연속적인 스윕으로부터 생성되는 이미지 프레임이 정확하게 정렬되지 않을 수 있기 때문에 발생하는 반사로 여겨지는 스푸리어스(spurious)인 아티팩트(artifact)를 등록하기 쉽다. 또한, 이것은 시각적으로 피로한 이미지를 만들 수 있는 이미지 지터(jitter)를 발생시킬 수 있다.
- [0011] 모터는 시끄럽고, 환자와 접촉 상태에 있는 초음파 프로브에 진동을 전달한다. 이것은 환자를 당황하게 하거나 불편하게 할 수 있다.
- [0012] 나아가, 임의의 형태의 도플러 이미징은 모터 내의 흔들림 및 위치 오차로 인해 가능하지 않다.
- [0013] 모터를 사용하지 않고 위상 어레이, 곡선형 및 선형 변환기를 포함하는 전자 시스템은, 이미지 등록, 도플러 이미징을 수행하기 위한 성능, 진동 및 노이즈를 포함하는 다수의 기계적인 시스템을 사용한 문제를 극복한다. 하지만, 전자 시스템은 다른 단점을 갖는다. 전자 시스템은 더 많은 제조 비용이 필요하고, 상대적으로 전력 소비가 크며, 만족스러운 성능을 달성하기 위해 다수의 변환기 요소 및 관련 전자 채널을 포함하기 때문에 상대적으로 크기가 크다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 개선된 초음파 변환기를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명의 일 실시예에서, 몸체부 및 초음파 신호를 송신하고 수신하는 적어도 하나의 변환기를 포함하는 타입의 초음파 변환기 프로브 유닛을 제한하며, 상기 변환기는 영역에 고주파를 발사하기 위해 반복적인 동작으로 신체 부분에 대해 기계적으로 이동하고, 변환기의 이동은 1 밀리미터보다 작은 오차로 상기 신체 부분에 대해 선택된 정지 위치로 되돌아오도록 제어될 수 있다.
- [0016] 초음파 모터는 이동이 매우 정확하고, 나노미터 정확도로 위치설정될 수 있다. 초음파 모터는 우수한 응답 시간을 가지며, 따라서 매우 신속하게 이동하고 정지할 수 있다.
- [0017] 추가적인 바람직한 실시예에서, 본 발명은, 몸체부 및 초음파 신호를 송신하고 수신하는 적어도 하나의 변환기를 포함하는 초음파 변환기 프로브 유닛을 제공할 수 있으며, 변환기는 초음파 모터에 의해 반복적인 동작으로 상기 몸체부에 대해 이동한다.

- [0018] 초음파 도플러 분석은 성분(일반적으로, 이미지화되는 신체 내의 혈액)의 이동에 대한 정보를 제공한다. 변환기가 구동하는 전자기 모터의 진동으로 인해 변환기 자신이 움직이는 경우, 유용한 정보가 획득될 수 없다. 도플러 정보는 다수의 스캔라인으로부터 추출된다. 그 후 반복적인 스캔라인이 정확하게 동일한 신체의 영역으로부터 획득될 수 있는 것이 필요하다.
- [0019] 바람직하게는, 프로브 유닛은 게이트 도플러(Gated Doppler), 파워 도플러, 펄스파(Pulsed Wave, PW) 도플러, 컬러(Color) 도플러 및 이중(Duplex) 도플러 정보 중 적어도 하나의 디스플레이를 가능하도록 프로세싱하기 적합한 스캔라인 데이터를 생성하도록 구성된다.
- [0020] 선형 어레이 변환기 초음파 프로브에서, 이미지 적용범위의 희생 없이 더 높은 해상도의 이미지를 제공하기 위해; 또는 해상도의 희생 없이 더 넓은 이미지 적용범위를 제공하기 위해, 더 많은 스캔라인 및 그에 따른 더 많은 변환기 요소가 필요하다. 추가적인 요소를 제공하는 것은 비용이 많이 든다. 더 큰 변환기는 그 자체로 비용이 더 많이 들지만, 추가적인 요소에 접근하고 추가적인 요소를 제어하기 위해 요구되는 추가적인 배선 및 전자장치(일반적으로 채널이라 부름) 또한 비용이 많이 든다.
- [0021] 상대적으로 멀리 이격되어 설치된 적은 요소를 갖는 어레이는 적은 비용으로 양호한 이미지를 제공하지만, 이미지 내의 스캔라인의 수를 희생시킨다.
- [0022] 추가적인 실시예에서, 본 발명은 변환기의 어레이를 포함하는 초음파 이미징 장치가 제공할 수 있으며, 인접한 변환기들 간의 거리는 선택된 해상도의 초음파 이미지를 제공하기 위해 필요한 인접한 스캔라인들의 최소 분리 간격보다 더 크고, 장치는 적어도 선택된 해상도의 초음파 이미지를 생성하도록 구성된다.
- [0023] 성긴(sparse) 변환기의 어레이의 성질에도 불구하고 요구되는 해상도를 제공하는 성능은 변환기 어레이의 기계적인 이동에 의해 달성된다.
- [0024] 추가적으로 바람직한 실시예에서, 본 발명은 변환기의 어레이를 갖는 초음파 변환기 유닛을 포함하는 초음파 변환기 프로브 유닛을 제공할 수 있으며, 변환기 유닛은 선형 축을 따라 선택된 선형 거리를 왕복운동 동작으로 이동하도록 구성되고, 선형 축을 따르는 변환기들 간의 선형 분리간격은 상기 선형 거리와 크기가 유사하며, 변환기 유닛은 각각의 왕복운동 중 복수의 스캔라인을 획득하도록 구성된다.
- [0025] 바람직하게는, 왕복운동 동작은 복수의 불연속적인 단계로 구성되며, 스캔라인은 변환기가 정지된 경우에만 획득된다.
- [0026] 바람직하게는, 변환기 이동은 선형 초음파 모터에 의해 구동된다.
- [0027] 대안적으로, 변환기 이동은 회전형 초음파 모터에 의해 구동된다.
- [0028] 추가적인 실시예에서, 본 발명은 초음파 스캐닝 방법을 제공하며, 적어도 하나의 초음파 변환기의 어레이가 제공되고, 상기 변환기는 초음파 모터에 의해 이미지화되는 신체에 대해 반복적인 동작으로 이동하며, 초음파 이미지는 디스플레이를 위해 생성되고, 상기 이미지는 이동 경로에 따른 연속적인 지점에서 변환기에 의해 획득되는 스캔라인을 포함하고, 각각의 변환기는 이미지에 복수의 스캔라인을 제공한다.
- [0029] 바람직하게는, 상기 방법은 사용자가 도플러 윈도우로서 이미지의 영역을 선택하는 단계를 더 포함하며, 변환기는 이동하고 이미지 스캔라인을 획득하며, 변환기는 변환기에 의해 획득된 스캔라인이 도플러 윈도우에 놓이도록 정지 위치에 정지하도록 제어되며, 변환기는 상기 정지 위치에서 도플러 및 스펙트럼 프로세싱을 위해 복수의 스캔라인을 획득하고, 변환기는 다시 이동하고 스캔라인을 획득하고, 변환기는 다시 정지 위치로 되돌아오고 도플러 및 이중 프로세싱을 위해 추가적인 복수의 스캔라인을 획득하고, 상기 정지 위치로 되돌아오는 것은 hvmffj 이미징을 계속하게 하기 위해 충분한 정확성을 갖고 수행되고, 스캔라인은 사용자에게 도플러 정보와 함께 초음파 이미지의 디스플레이를 제공하도록 처리된다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1a는 종래의 변환기를 도시한다.
- 도 1b는 도 1a에 도시된 타입의 종래의 변환기의 초음파장의 개략적인 도면을 도시한다.
- 도 2a는 종래의 선형 분절식 어레이 변환기의 개략적인 도면을 도시한다.
- 도 2b는 도 2a에 도시된 타입의 종래의 변환기의 초음파장의 개략적인 도면을 도시한다.

도 3은 본 발명을 포함하는 초음파 스캐닝 장치를 도시한다.

도 4는 도 3의 스캔 헤드의 변환기 슬라이더를 도시한다.

도 5a는 본 발명에 따른 초음파 변환기 어레이의 개략적인 도면을 도시한다.

도 5b는 도 4의 초음파 변환기 슬라이더의 동작의 개략적인 도면을 도시한다.

도 6a는 본 발명의 곡선형 변환기 어레이의 개략적인 도면을 도시한다.

도 6b는 도 6a의 초음파 변환기 슬라이더의 동작의 개략적인 도면을 도시한다.

도 7a, 도 7b 및 도 7c는 본 발명에 따른 변환기 어레이 슬라이더의 세 가지 가능한 구성의 개략적인 도면을 도시한다.

도 8a는 선형 초음파 모터를 사용하는 본 발명을 포함하는 초음파 변환기의 단면도를 도시한다.

도 8b는 회전형 모터를 포함하는 초음파 프로브 유닛 스캔 헤드의 절개도를 도시한다.

도 8c는 직접적으로 링 변환기 어레이를 구동하는 회전형 초음파 모터를 포함하는 실시예의 개략적인 도면이다.

도 9는 곡선형 변환기를 갖고, 호스트 디스플레이부부에 연결된 USB 인터페이스를 포함하는 초음파 프로브 유닛 스캔 헤드의 시스템 블록 다이어그램을 도시한다.

도 10은 단일 채널 초음파 요소를 갖고, 호스트 디스플레이부에 연결되는 USB 인터페이스를 포함하는 초음파 프로브 유닛 스캔 헤드의 시스템 블록 다이어그램을 도시한다.

도 11은 곡선형 변환기를 갖고, 자이로스코프 및 호스트 디스플레이부에 연결되는 USB 인터페이스를 포함하는 초음파 프로브 유닛 스캔 헤드의 시스템 블록 다이어그램을 도시한다.

도 12는 호스트 플레이에 무선 인터페이스를 포함하는 초음파 프로브 유닛 스캔 헤드의 대안적인 실시예의 시스템 블록 다이어그램을 도시한다.

도 13은 집적된 디스플레이부를 갖는 초음파 프로브 유닛 스캔 헤드의 시스템 블록 다이어그램을 도시한다.

도 14는 FPGA 타이밍 및 제어 유닛의 블록 다이어그램이다.

도 15는 도 1의 시스템의 DSP 소프트웨어의 블록 다이어그램이다.

도 16a, 도 16b 및 도 16c는 본 발명의 장치 내에 통합될 수 있는 서로 다른 변환기 형상에 대한 스캔 변환 요건을 도시한다.

도 17은 도플러 프로세싱 윈도우를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 도 1a는 종래의 초음파 스캐너에서 사용되는 간단한 단결정 초음파 변환기의 개략적인 도면을 도시한다. 상기 변환기는 원형 초음파 결정(101)을 지지하는 프로브 유닛 몸체(100)를 갖는다. 이러한 결정은 상대적으로 크다. 도 1b는 도 1a 유닛의 단면으로서, 변환기에 의해 발생하는 초음파장(ultrasonic field)의 도면을 도시한다. 이러한 구성은 다수의 바람직한 특성을 갖는다. 상기 결정에 의해 발생하는 초음파장은 빔이 원거리 장(103)에서 분기되기 전, 상대적으로 긴 균일한 근거리 장(102)을 갖는다. 측방향 분해능은 비-분기 장에서 가장 양호하므로, 긴 근거리 장이 유리하다. 또한, 원거리 장은 상대적으로 느리게 분기되어, 보다 빠르게 분기하는 원거리 장을 갖는 변환기와 비교하는 경우 이러한 영역에서 측방향 분해능이 개선된다.

[0032] 하지만, 이러한 구성은 단지 하나의 스캔라인만을 생성한다. 영역을 스캔하기 위해, 스캔되는 영역 위에서 변환기가 이동하여 서로 다른 위치에서 스캔라인을 획득하고, 움직임의 매우 정확한 트랙을 유지하는 것이 필요하며, 그에 따라 스캔라인은 초음파 이미지를 형성하도록 정확한 공간적인 관계에서 디스플레이될 수 있다. 이것은 정확한 위치 제어와 함께 큰 관절식 암을 사용하여 달성되었다. 이것은 효과적이었지만, 초음파가 사용될 수 있는 방법 및 장소가 매우 제한적이었다.

[0033] 그러한 암에 대한 요구사항을 해결하기 위해, 변환기를 형성하도록 결정의 어레이를 사용하는 것이 가능하다. 이것은, 결정들 간의 위치적인 관계(및 그에 따른 스캔라인)가 고정되기 때문에, 다루기 힘든 관절식 암 없이 또는 위치 프로브의 트랙을 유지시킬 필요 없이 영역이 스캔되는 것을 허용한다. 하지만, 큰 결정은 상대적으

로 적은 스캔라인을 스캔 영역으로부터 수집하고, 이미지의 활용을 상당히 감소시킴을 의미한다.

- [0034] 실제로, 문제점은 도 2에 개략적으로 도시된 바와 같은 분절식 선형 어레이를 사용함으로써 해결되었다. 분절식 선형 어레이는 단일 직사각형 조각의 압전 물질로 만들어지는 변환기(201)로 구성된다. 이러한 압전 물질은 다수의 개별적인 변환기 요소(202)로 분리된다. 각각의 요소는 별도로 초음파 구동 전자장치에 전기적으로 연결되고, 스캔라인(203)을 발생시키도록 개별적으로 여기될 수 있다.
- [0035] 각각의 개별적인 요소는 도 1의 결정의 폭과 비교하여 상대적으로 좁고, 더 많은 스캔라인을 정해진 영역으로부터 수집하게 한다.
- [0036] 하지만, 더 작은 변환기 요소는 덜 바람직한 빔 형상을 갖는다. 도 2b에 도시된 바와 같이, 빔(203)은 더 짧은 근거리 장(205) 및 더 분기된 원거리 장(204)을 갖는다. 이것은 측방향 분해능을 감소시키기 때문에 바람직하지 않다.
- [0037] 종래기술은 빔 형상을 개선시키도록 그룹으로 요소를 작동시키는 것, 그리고 스캔되는 영역을 가로지르는 빔을 형성하고 전기적으로 조정하도록 아주 명확한 패턴으로 요소를 작동시키는 것을 포함하는 해결책을 포함한다. 종래기술에서, 각각의 변환기 요소의 신호는 하나의 스캔라인을 만들기 위해 다수(일반적으로 32개)의 인접한 요소와 결합된다.
- [0038] 이러한 모든 해결책은 본래 장치의 원형 결정 변환기에 의해 제공되는 이상적인 것에 가까운 빔 형상으로의 절충으로 이어진다. 정교한 제어 및 신호 처리 기술은 이러한 문제에 대응하기 위해 사용되지만, 이것은 추가적인 비용 및 복잡성을 초래한다. 또한, 이러한 해결책은 각각 정확하게 매칭되는 전기적인 연결을 필요로 하는 다수의 변환기 요소를 제공해야하는 필요성과 함께, 변환기의 물리적인 설계에 매우 큰 복잡성 및 비용을 초래한다.
- [0039] 이제 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예를 포함하는 초음파 이미징 장치(300)의 도면을 도시한다. 초음파 이미징 장치(300)는 디스플레이 유닛(301) 및 프로브 유닛(302)을 포함한다. 디스플레이 유닛(301) 및 프로브 유닛(302)은 통신 케이블(303)에 의해 연결된다. 디스플레이 유닛(304)은 디스플레이부(304)를 갖는다. 디스플레이 스크린은 사용자가 디스플레이 유닛 및 프로브 유닛의 기능을 제어할 수 있는 터치 스크린일 수 있다. 도시된 실시예에서, 디스플레이 유닛 상에 제어 부재(306)가 푸시 버튼 및 스크롤 휠의 형태로 제공된다. 프로브 유닛 상에 제어 부재(305)가 제공된다. 둘 모두의 제어 부재들(305, 306) 중 하나는 구비되지 않을 수 있다.
- [0040] 프로브 유닛(302)은 프로브 유닛 스캔 헤드(308)를 포함하거나, 그것에 연결된다. 스캔 헤드(308)는 변환기를 포함하되, 상기 변환기는 다수의 변환기 요소를 갖는 어레이 변환기, 하나의 요소 변환기 또는 분리된 개별적인 변환기의 어레이일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0041] 스캔 헤드(308)는 스캐닝 중 환자와 접촉하는 전면 패널(307)을 포함한다. 이러한 전면 패널은 음향 투과성이다. 이것은 변환기 요소와 이미지화되는 신체 간의 가장 양호한 음향 결합 가능성을 제공하기에 바람직하다.
- [0042] 사용 시, 프로브 유닛은 환자의 피부와 접촉하는 전면 패널(307)을 사용하여, 이미지화되는 신체의 내부에 인접하여 환자의 신체에 유지된다. 프로브 유닛 내의 전자장치는 변환기로부터 초음파 에너지를 방출시킨다. 이러한 빔은 이미지화되는 부분에 대한 반향으로 인해 변환기로 다시 반사된다. 변환기는 이러한 반향을 수신하여 증폭시키고 디지털 스캔라인 데이터로 변환한다.
- [0043] 장치(300)는 휴대용을 위한 것이다. 프로브 유닛 및 디스플레이 유닛은 사용자가 편하게 들고다닐 수 있는 사이즈 및 무게를 갖는다. 프로브 유닛은 무게가 500 그램보다 작고, 바람직하게는 200 그램보다 작다. 바람직한 실시예에서, 장치는 전체 무게가 500 그램보다 작다. 프로브 유닛 및 디스플레이 유닛은 다양한 방식으로 형태가 만들어질 수 있지만, 휴대의 편의성을 위해 어떤 유닛도 선형 길이(linear dimension)가 15 센티미터를 초과하지 않는다. 바람직하게는, 선형 길이가 12 센티미터를 초과하지 않는다. 더욱 바람직한 실시예에서, 선형 길이가 10 센티미터를 초과하지 않는다.
- [0044] 도 4는 도 3의 초음파 스캐닝 장치 프로브 유닛의 스캔 헤드를 도시한다. 스캔 헤드(401)는 변환기 결정(404)을 갖는 변환기 슬라이더(402)를 포함한다. 단지 하나의 변환기 결정이 구비될 수 있고, 결정의 최대 갯수는 단지 비용, 사이즈 및 복잡성의 실질적인 고려사항에 의해 제한된다. 슬라이더는 가이드 레일(403)에 의해 왕복운동 방식으로 움직이도록 안내되고 강제된다.
- [0045] 사용 시, 슬라이더는 왕복운동 방식으로 구동되어, 변환기로부터의 빔이 이미지화되는 영역을 덮는다. 슬라이

더는 임의의 편리한 수단에 의해 전술한 왕복운동 동작으로 구동될 수 있다.

- [0046] 바람직한 실시예에서, 모터는 초음파 빔 또는 빔들이 이미지화되는 영역을 스쳐지나가도록(sweep out) 변환기를 이동시킨다. 모터의 제어를 위한 전자장치가 프로브 유닛 내에 제공된다. 모터는 선형 또는 회전형 모터일 수 있다.
- [0047] 바람직한 실시예에서, 선형 모터는 선형 초음파 모터이다.
- [0048] 추가적인 실시예에서, 회전형 모터는 초음파 모터이다.
- [0049] 바람직한 실시예에서, 선형 모터는 선형 초음파 모터이다. 선형 초음파 모터는 초음파 모터의 통상의 기술자에 게 공지된 바와 같은 정재파(standing wave) 타입 또는 전파하는 파장(propagating wave) 타입일 수 있다.
- [0050] 초음파 모터는 진동부에 진동을 자극함으로써 작동한다. 진동부는 고정자 또는 슬라이더 중 하나 일 수 있지만, 대부분 일반적으로 고정자이다. 슬라이더 또는 강제자(forcer)는 회전형 모터 내의 회전자에 대응한다. 전기기계식 모터에서 슬라이더와 고정자 사이의 접촉은 바람직하지 않지만, 초음파 모터에서 그러한 접촉은 원동력을 제공하기 위해 필요하다. 고정자 및 슬라이더는 일반적으로 스프링 로딩에 의해 함께 수용된다.
- [0051] 초음파 모터의 두 개의 주요한 타입, 즉 정재파 타입 및 전파하는 파장 타입이 존재한다.
- [0052] 정재파 타입에서, 정재파는 고정자 내에 유도된다. 동일한 요구되는 진동 방향 및 진폭을 갖는 고정자의 표면 상의 지점이 있을 것이다. 이러한 지점에서, 접촉 팁 또는 푸셔(pusher)가 적용되거나 형성된다. 슬라이더와의 마찰 접촉은 단지 이러한 지점에서 발생하며, 경사진 마이크로 펄스의 체인이 슬라이더에 제공되어, 요구되는 방향으로 슬라이더를 민다.
- [0053] 비교해보면, 전파하는 파장 타입은 시간 및 공간 둘 모두에 있어서 90도 위상 차이를 갖는 두 개의 정재파를 결합시킨다. 진행파(travelling wave)는 고정자 내에 유도된다. 이 경우, 고정자의 임의의 표면 미립자는 종파 및 횡파의 결합으로 인해, 타원형 궤적으로 이동한다. 고정자와 슬라이더 간의 접촉은 연속적으로 구동되는 슬라이더의 길이에 따른다.
- [0054] 용어 "초음파 모터(ultrasonic motor)"는 본 명세서에 전반에 걸쳐 사용된다. 다른 용어가 동일한 작동 원리를 갖지만 사이즈, 구성 및/또는 적용에서 달라지는 장치를 위해 사용된다. 이러한 용어는 압전 모터, 압전 액츄에이터, 압전구동기 및 초음파 액츄에이터를 제한 없이 포함한다. 본 명세서에서 사용되는 용어 "초음파 모터"는 이러한 모든 기술 및 본 발명을 수행하기 위해 사용될 수 있는 초음파적으로 구동되는 이동 장치를 설명하기 위해 사용될 수 있는 임의의 다른 가능한 기술을 다룬다.
- [0055] 일 실시예에서, 모터는 전자기 모터이다.
- [0056] 음향적으로 매칭되는 윤활제가 변환기 요소(404)와 전면 패널(409) 사이의 갭을 채우는 스캔 헤드의 전면 패널(409)의 내측 상에 제공될 수 있다.
- [0057] 추가적인 실시예에서, 낮은 마찰계수 및 음향 매칭 특성을 갖는 고체 물질의 스트립이 변환기 요소(404)와 전면 패널(409) 사이의 갭을 채우는 스캔 헤드의 전면 패널(409)의 내측 상에 제공된다.
- [0058] 이러한 실시예에서, 변환기 어레이는 8 개의 압전 요소의 어레이이다.
- [0059] 다른 실시예에서, 다른 수 및 다른 타입의 변환기 요소가 사용될 수 있다. 특정 실시예에서, 용량성 미세가공 초음파 변환기(capacitive micro-machined ultrasonic transducers, CMUTS)가 사용될 수 있다.
- [0060] 종래의 선형 어레이 변환기 초음파 프로브에서, 각각의 변환기 요소는 하나의 스캔라인을 만들기 위해, 다수(일반적으로 32개)의 인접한 요소의 그룹으로 가동된다. 스캔라인들 간의 측방향 거리는 어레이 내의 연속적인 변환기 요소들 간의 선형 거리에 비례한다.
- [0061] 이미지 적용범위를 희생하지 않고 더 높은 해상도 이미지를 제공하기 위해; 또는 해상도를 희생하지 않고 더 넓은 이미지 적용범위를 제공하기 위해, 더 많은 스캔라인 및 그에 따른 더 많은 변환기 요소가 필요하다. 추가적인 요소를 제공하는 것은 비용이 많이 든다. 더 큰 변환기는 그 자체로 비용이 더 많이 들지만, 추가적인 요소에 접근하고 추가적인 요소를 제어하기 위해 요구되는 추가적인 배선 및 전자장치(일반적으로 채널이라 부름) 또한 비용이 많이 든다.
- [0062] 상대적으로 멀리 이격되어 설치된 적은 요소를 갖는 어레이 변환기는 더 적은 비용으로 양호한 이미지 폭을 제

공하지만, 이미지 내의 스캔라인의 수를 희생시키고, 따라서 측방향 해상도를 희생시킨다.

- [0063] 종래의 선형 어레이 시스템은 각각 직사각형 형상으로 절단된 다수의 결정을 갖는 변환기를 갖는다. 이것은 가능한 가장 인접한 변환기 어레이 요소들 간의 간격을 허용하고, 어레이를 이동시키지 않고 스캔라인들의 인접한 간격을 제공한다. 하지만, 이것은 비-대칭형 패턴을 갖는 음향 빔형상을 생성한다.
- [0064] 빔형상이 원형 및 대칭형이 되도록 원형 결정을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 가장 양호한 필드의 깊이를 제공하도록 결정이 상대적으로 큰 것이 바람직하다. 종래의 초음파 시스템에 대하여, 이러한 요구사항은 대립된다.
- [0065] 상대적으로 멀리 이격되어 설치된 소수의 요소를 갖는 어레이 변환기를 사용하고 변환기를 이동시키는 것은, 변환기 요소들 간에 상대적으로 큰 갭이 스캔라인으로 "채워지게(filled in)"하며, 그에 따라 상당히 감소된 비용 및 복잡성으로도 보다 많은 채널을 사용하는 시스템과 유사한 성능 및 이미지를 제공한다. 스캔라인 밀도는 변환기 요소의 물리적인 사이즈, 또는 변환기 요소의 간격 또는 수에 의해 제한되지 않는다. 바람직한 기하학적 형상을 갖는 더 큰 결정이 사용될 수 있다.
- [0066] 본 발명의 변환기는 변환기의 어레이로 정의되는 성긴 어레이를 형성하며, 인접한 변환기들 또는 변환기 요소들 간의 거리는 요구되는 해상도의 초음파 이미지를 생성하기 위해 요구되는 인접한 스캔라인들 간의 최소 분리간격보다 더 크다.
- [0067] 개별적인 변환기의 성긴 어레이를 사용하는 것은 선형 어레이 실습에서 원형 변환기의 사용하게 한다.
- [0068] 도 5는 초음파와 변환기 어레이 및 사용 방식의 개략적인 도면을 도시한다. 도 5a를 참조하면, 초음파와 변환기(502 내지 505)를 지지하거나, 초음파와 변환기(502 내지 505)와 일체로 형성되는 변환기 슬라이더(501)가 구비된다. 각각의 변환기는 초음파 에너지를 송신하고, 하나의 스캔라인(506 내지 509)을 수집하기 위해 이미지화되는 신체로부터 발생된 반향을 수신할 수 있다. 단지 하나의 변환기 결정이 구비될 수 있고, 변환기의 최대 갯수는 단지 비용, 사이즈 및 복잡성의 실질적인 고려사항에 의해 제한된다. 변환기는 성긴 어레이를 형성한다.
- [0069] 변환기는 분리간격(l)(552)을 갖도록 배치된다. 변환기 슬라이드는 이동될 수 있어서, 선형 어레이가 다루는 폭은 S (554)로 지정된 거리이다. S 는 최대 이동 범위에 걸쳐 어레이에 의해 다루어질 수 있는 전체 폭이다.
- [0070] 슬라이더는 거리 l 만큼 연속적으로 또는 단계적으로 이동한다. 변환기 요소는 이미지화되는 신체에서 작동하는 라인을 따라 다양한 깊이의 부분으로부터 돌아오는 일련의 반향 강도 값인 스캔라인을 수신하기 위해, 이동 중 또는 각 단계에서 초음파 에너지를 송신하고 수신한다. 슬라이더는 왕복운동 방식으로 구동되어, 변환기로부터의 빔이 이미지화되는 영역을 덮는다. 슬라이더는 임의의 편리한 수단에 의해 상기 왕복운동 동작으로 구동될 수 있다.
- [0071] 도 5b는 변환기 슬라이더를 이동시키는 효과를 도시한다. 변환기 슬라이더(501)의 일련의 점선 라인 다이어그램은 거리 l 에 따른 초음파 슬라이더의 움직임의 도식이다. 변환기 각각은 일련의 스캔라인들($a, b, c \dots n$)을 수신하고 송신하도록 구동된다. 모든 변환기에 대한 이러한 n 개의 스캔라인들의 조합은 거리 S 를 덮는 스캔 세트를 생성한다. 거리 S 는 프로브 유닛에 의해 생성될 수 있는 B-모드 초음파 이미지의 폭이다.
- [0072] 모든 스캔라인들은 거리 l 의 변환기의 한 번의 가로방향 이동 중 캡처되는 모든 스캔라인들이 스캔 세트를 형성한다. 각각의 스캔 세트 내의 스캔라인은 초음파 이미지로서 디스플레이 스크린(304) 상에서 처리되고 디스플레이된다.
- [0073] 초음파와 스캔 이미지로서 디스플레이되는 이미지는, 일련의 스캔라인들이 변환기에 의해 획득됨에 따라 본질적으로 동일한 공간적인 관계에 있는 일련의 스캔라인들을 디스플레이한 것이다. 스캔 이미지의 일부로 디스플레이되기 위해, 각각의 스캔라인은, 스캔라인 데이터가 수신되는 시간에서 스캔라인 데이터를 수신하는 변환기 요소의 상대적인 위치를 나타내는 데이터를 포함하거나 그러한 데이터와 연관되어야 한다. 이것은 기술분야에 공지된 임의의 수단에 의해 수행될 수 있다. 모터의 회전형 또는 선형 위치에 대한 지식을 기반으로 하는 방법이 사용될 수 있거나, 슬라이더의 위치가 선형 인코더와 같은 장치에 의해 직접적으로 모니터링될 수 있다.
- [0074] 각각의 스캔 세트는 단일 프레임 초음파 이미지와 대응한다. 동일한 변환기의 연속적인 가동들 사이, 예컨대, 스캔라인 a 와 b 의 획득 사이 및 스캔라인 b 와 c 의 획득 사이에서, 변환기 슬라이더에 의해 이동되는 거리는 요구되는 이미지 해상도를 제공하도록 충분히 작다.
- [0075] 이미지를 개선시키기 위해 다양한 방식으로 사전-프로세싱이 적용될 수 있다.

- [0076] 슬라이더는 왕복운동 방식으로 이동한다. 새로운 스캔 세트는 이미지화되는 영역을 통한 각각의 통행 상에서 획득된다. 스캔 세트는 스캔 세트가 실시간 디스플레이를 형성하도록 수신됨에 따라 연속적으로 디스플레이된다.
- [0077] 도 2에 도시된 바와 같이, 종래기술의 선형 어레이 변환기 초음파 프로브에서, 스캔라인들 간의 측방향 거리는 어레이 내의 연속적인 변환기 요소들 간의 선형 거리에 비례한다.
- [0078] 이미지 적용범위의 회생 없이 더 높은 해상도 이미지를 제공하기 위해, 또는 해상도의 회생 없이 더 넓은 이미지 적용범위를 제공하기 위해, 더 많은 스캔라인 및 그에 따른 더 많은 변환기 요소가 필요하다. 추가적인 요소를 제공하는 것은 비용이 많이 든다. 더 큰 변환기는 그 자체로 비용이 더 많이 들지만, 추가적인 요소에 접근하고 추가적인 요소를 제어하기 위해 요구되는 추가적인 배선 및 전자장치(일반적으로 채널이라 부름) 또한 비용이 많이 든다.
- [0079] 상대적으로 멀리 이격되어 설치된 적은 요소를 갖는 어레이는 적은 비용으로 양호한 이미지를 제공하지만, 이미지 내의 스캔라인의 수를 희생시킨다. 전술한 바와 같이 변환기를 이동시키는 것은 변환기 요소들 간의 상대적으로 넓은 갭이 스캔라인으로 "채워지게" 하며, 그에 따라 상당히 감소된 비용 및 복잡성으로도 보다 많은 채널을 사용하는 시스템과 유사한 성능 및 이미지를 제공한다. 스캔라인 밀도는 변환기 요소의 물리적인 사이즈, 또는 변환기 요소의 간격 또는 수에 의해 제한되지 않는다.
- [0080] 스캔 이미지의 일부를 디스플레이하기 위해, 스캔라인이 수신되는 공간적인 관계에서, 각각의 스캔라인은, 스캔라인 데이터가 수신되는 시간에서 스캔라인 데이터를 수신하는 변환기 요소의 상대적인 위치를 나타내는 데이터를 포함하거나 그러한 데이터와 연관되어야 한다. 이것은 기술분야에 공지된 임의의 수단에 의해 수행될 수 있다. 모터의 회전형 또는 선형 위치에 대한 지식을 기반으로 하는 방법이 사용될 수 있거나, 슬라이더의 위치가 선형 인코더와 같은 장치에 의해 직접적으로 모니터링될 수 있다. 이러한 데이터는 스캔라인 데이터의 일부로 또는 분리된 데이터 스트림으로 디스플레이 유닛에 송신될 수 있거나; 또는, 정보는 디스플레이 유닛 내의 프로세서에 의해 예측되고 계산될 수 있다.
- [0081] 도 5의 성긴 선형 어레이에 의해 획득된 이미지는 변환기 슬라이더의 폭과 슬라이더에 의해 이동되는 거리를 더한 최대 폭 S(554)를 갖는다. 이것은 슬라이더(501)의 폭을 증가시킴으로써 증가될 수 있지만, 이것은 비용을 증가시킨다. 또한, 더 큰 슬라이더는 사용의 용이성 관점에서 바람직하지 않은 형태인 더 큰 프로브 유닛을 필요로 한다.
- [0082] 도 6은 곡선형 스캔 헤드 형태 인자로 적용되는 본 발명의 개략적인 도면을 도시한다.
- [0083] 하나 이상의 변환기가 부착되는 변환기 슬라이더(600)가 구비된다. 도시된 실시예는 네 개의 변환기(605 내지 608)를 갖는다. 변환기 슬라이더는 원호 형상으로 형성된다. 각각의 변환기는 하나의 변환기 스캔라인(601 내지 604)을 만들기 위해 초음파 에너지를 송신하고 수신할 수 있다. 변환기 슬라이더는 도 3에 도시된 바와 같이 초음파 프로브 내에 통합되고 초음파 프로브 유닛의 일부를 형성한다.
- [0084] 사용 시, 변환기 슬라이더는 변환기가 원호를 형성하는 원의 중심을 통과하는 축에 대해 회전한다. 이것은 상기 중심에 피벗 지점을 갖는 피벗 암을 사용함으로써 수행될 수 있다. 대안적으로, 변환기 슬라이더는 원호 형상 가이드(guide)에 의해 안내될 수 있다. 슬라이더를 원의 원호의 경로를 따라 이동시키기 위한 다른 수단이 사용될 수 있다. 슬라이더를 회전시키는 전력은 모터에 의해 제공되며, 바람직한 실시예에서, 상기 모터는 초음파 모터이다.
- [0085] 도 6b는 슬라이더(600)의 원래 위치 상에서 겹쳐지는 스캔라인(611 내지 614)을 만드는 변환기(615 내지 618)를 갖는 회전식 변환기 슬라이더(610)를 도시한다. 원의 바깥쪽 상에 변환기의 배치하는 것은 초음파 빔에 의해 덮이는 전체 영역이 원의 섹터(sector)임을 의미한다. 이것은 변환기 프로브 유닛의 폭보다 넓은 적용범위를 허용한다. 슬라이더의 곡률이 더 클수록, 스캔되는 영역의 폭이 프로브 유닛의 폭을 초과하는 양도 더 커진다.
- [0086] 수신되는 스캔라인은 공지된 원형 초음파 이미지의 섹터와 유사한 형태 인자를 갖는 초음파 이미지로 디스플레이하기 위해 처리된다. 변환기 슬라이더는 이미지화되는 영역의 실시간 적용범위를 달성하도록 모터에 의해 왕복운동한다. 실질적으로 한 번의 왕복운동 중 획득되는 모든 스캔라인은 이미지 프레임의 형성하도록 디스플레이된다. 스캔라인이 수신됨에 따른 프레임의 연속적인 디스플레이는 실시간 디스플레이를 제공한다. 초당 20 프레임에 따른 실시간 프레임 비율이 달성된다. 더 높은 프레임 비율이 가능하다.
- [0087] 도 7은 본 발명의 실시예의 변환기 어레이 슬라이더에 대해 가능한 세 가지 대안적인 실시예를 도시하며, 변환

기 슬라이더는 초음파 모터의 슬라이더이다. 슬라이더에 기계적으로 부착되는 개별적인 변환기(701) 또는 슬라이더와 일체로 형성되는 변환기(701)를 갖는 변환기 어레이 슬라이더(700)가 구비된다.

[0088] 도 7a에 도시된 바와 같이, 슬라이더는 마찰 스트립(703)을 포함할 수 있으며, 상기 마찰 스트립(703)은 슬라이더(700)의 몸체와 일체로 형성되거나, 슬라이더(700)의 몸체에 기계적으로 접촉된다. 이러한 마찰 스트립은 접촉 팁 또는 푸셔(702)와 접촉된다. 이러한 접촉 팁은 압전 구동기(705)에 의해 구동된다. 압전 구동기는 적절한 신호에 의해 작동되어, 마찰 스트립에 대한 구동기의 진동은 슬라이더를 왕복운동 방식으로 구동시킨다. 압전 구동기는 압전 물질에 부착되는 두 개의 전극(706, 707)을 포함한다. 또한, 압전 물질의 바닥부 상에 세 개의 공통 전극(미도시)이 구비된다. 전극들 중 하나에 구동 신호를 인가하는 것은(다른 전극은 부동(floating) 상태로 유지시킴), 정재파가 구동기 내에서 발생되도록 유발하고, 접촉 팁이 진동하도록 유발하여, 슬라이더가 한 방향으로 구동된다. 유사하게, 다른 전극의 여기는 반대 방향으로 슬라이더를 구동시키도록 유발한다. 스프링 또는 다른 수단(미도시)은 마찰 스트립을 향해 접촉 팁을 민다. 슬라이더는 왕복운동 방식으로 이동하도록 프레임 또는 가이드(미도시)에 의해 움직임이 제한된다.

[0089] 대안적인 실시예에서, 도 7b에 도시된 바와 같이, 슬라이더(700)는, 슬라이더(700)의 가장자리를 지탱하고 초음파 모터의 일부를 형성하는 가이드 레일(709, 710)에 의해 제한되고 가이드될 수 있다. 압전작동기는 전극 및 압전 물질을 갖는다. 초음파 주파수로 전기 신호를 적용하는 것은, 압전 물질이 진동하고 부착된 가이드 레일에서 진동이 유도되도록 유발한다.

[0090] 슬라이더 가장자리 및 레일(709, 710)의 쌓은 선형 초음파 모터의 접촉면을 형성한다. 진동은 전극(715 내지 718)에 인가되는 전기 신호에 의해 레일에 유도된다. 진행파가 가이드 레일로 유도되고, 슬라이더는 이러한 진행파 상에서 "서핑(surfing)"에 의해 이동한다. 유도되는 파장의 위상은 진행파의 방향을 결정하며, 그에 따라 슬라이더의 이동 방향이 결정된다.

[0091] 모든 실시예에서, 레일은 또한 슬라이더를 위해 물리적인 지지 및 선형 안내를 제공한다. 또한, 접촉면을 접촉 상태로 유지시키기 위한 스프링 또는 그와 유사한 수단(미도시)이 제공된다.

[0092] 추가적인 실시예가 도 7c에 도시된다. 초음파 모터 슬라이더(730)는 진동성 물질로 구성되며, 이러한 실시예에서는 압전 물질이다. 다른 초음파 진동성 구조물이 사용될 수 있다. 슬라이더는 가이드 레일(720)에 의해 지지되고 안내된다. 슬라이더에는 여기 전극(721, 722)이 부착된다. 또한, 공통 드레인 전극(미도시)이 제공된다. 슬라이더(700)와 레일(720) 간의 상대적인 동작이 한 방향으로 구동되도록, 초음파 주파수에서의 전압 신호가 전극(721)에 인가되어, 초음파가 슬라이더로 유도된다. 전극(722)에 인가되는 전압 신호는 슬라이더를 반대 방향으로 구동시키도록 사용된다.

[0093] 도시된 바와 같이, 슬라이더는 초음파 모터의 슬라이더이지만, 변환기는 초음파 모터의 슬라이더에 기계적으로 부착되는 보강 요소에 의해 지지될 수 있음이 이해된다. 이 경우, 모터 슬라이더의 사이즈 및 보강 요소의 사이즈는 중요한 관계를 갖지 않는다.

[0094] 도 8a는 본 발명의 일 실시예를 도시하며, 초음파 모터의 슬라이더는 변환기 어레이로부터 분리된다. 초음파 모터(820)를 포함하며, 여기 전극(814), 진동 구동기(815) 및 프레임 및 가이드 레일에 의해 유지되는 슬라이더(818)로 구성되는 스캔 헤드(810)가 구비된다. 슬라이더는 마찰층(819)을 포함하며, 상기 마찰층(819)은 진동 구동기(815)와 슬라이더(818) 간의 구동 마찰을 용이하게 한다. 모터(820)는 회로 기판(PCB)(811)에 부착되며, 상기 회로 기판(811)은 가이드(812)가 위치함에 따라 스캔 헤드(810) 내에 배치되고 지지된다. PCB는 초음파 모터 제어 회로(816)를 포함하거나, 그것에 부착된다. 이러한 제어 회로는 모터(820)를 구동하기 위해 여기 전극(814)에 신호를 공급한다.

[0095] 변환기 어레이(817)는 슬라이더에 부착된다. 어레이를 만드는 변환기들은 임의의 적합한 타입일 수 있다. 변환기는 보강 요소에 부착되고, 상기 보강 요소는 모터의 슬라이더(818)에 기계적으로 연결된다. 이러한 배치는 주 PCB가 모터 및 초음파 변환기에 기계적으로 연결되기 때문에 어셈블리 및 시스템의 제조를 간소화하고, 모터는 인클로저와 관계 없이 작동할 수 있다.

[0096] 변환기는 PCB(811) 상에 회로에 전기적으로 연결되어, 초음파 출력을 발생시키도록 변환기를 작동시키고, 변환기로부터 되돌아오는 전기 신호를 수신하고 처리한다.

[0097] 도시된 실시예에서, 변환기 어레이가 용이하게 슬라이드되도록 비-액체 마찰 감소 수단이 사용 중 환자와 접촉하는 음향 윈도우(813) 위에 제공된다. 이렇나 비-액체 마찰 감소 수단은 고체 윤활제일 수 있지만 이에 제한

되지 않고, 음향 윈도우의 물질은 본질적으로 낮은 마찰을 제공할 수 있다.

- [0098] 음향적으로 매칭된 윤활제가 스캔 헤드의 전면 패널의 내측 상에 제공되어, 변환기와 패널 사이의 갭을 채울 수 있다.
- [0099] 추가적인 실시예에서, 낮은 마찰 계수 및 음향 매칭 특성을 갖는 고체 물질의 스트립이 스캔 헤드의 전면 패널의 내측 상에 제공되어, 변환기와 전면 패널 사이의 갭을 채운다.
- [0100] 다른 실시예에서, 연성 방수 멤브레인이 변환기 어레이(817)와 모터(820) 사이에 제공되어, 음향 윈도우와 함께 폐쇄된 구획을 형성할 수 있다. 이러한 둘러싸인 구획은 변환기 어레이를 에워싼다. 그에 따라 액체로부터 보호되는 모터와 함께 변환기 어레이는 액체 내에 담겨질 수 있고, 변환기 어레이의 변환기와 음향 윈도우 사이에서 음향 결합을 제공한다. 이 경우, 변환기 어레이는 사용 중 음향 윈도우를 터치할 필요가 없다. 변환기와 음향 윈도우 간의 임의의 갭은 갭이 음향 매칭 액체로 채워질 것이기 때문에 수신된 음향 신호 내에 상당한 잔향(reverberation)을 일으킬 것이다.
- [0101] 도시된 실시예에서, 변환기 어레이는 8개의 압전 변환기의 어레이이다. 다른 실시예에서, 다른 수 및 다른 타입의 변환기 요소가 사용될 수 있다. 구체적인 실시예에서, 용량성 미세가공 초음파 변환기(CMUTS) 또는 다른 변환기 기반의 MEMS가 사용될 수 있다.
- [0102] 도 8b를 참조하면, 슬라이더는 회전형 모터에 의해 구동될 수 있으며, 상기 회전형 모터는 바람직한 실시예에서 초음파 모터이다.
- [0103] 슬라이더(805)의 선형 움직임인 왕복운동 이동 범위는 구동 디스크(803)의 직경(d)과 거의 동일하다. 변환기 요소(808)의 수는 N이다. 연속적인 변환기 요소의 선형 거리는 l이다.
- [0104] 동일한 밀도의 스캔라인을 갖는 스캔되는 영역의 전체 적용범위를 달성하기 위해, l은 d보다 작거나 동일한 것이 요구된다. 바람직하게는 l은 d와 거의 동일해야 한다.
- [0105] 바람직하게는 다음과 같다:
- [0106] $d \sim l = S/N$
- [0107] 사용되는 변환기 요소의 수는 적용범위 영역, 모터 스피드, 디스크 사이즈 및 모터 응답 시간을 포함하는 다수의 인자에 따라 달라질 수 있다. 도시된 실시예에서, 6 mm 폭 디스크(803)와 결합되는 슬라이더(805) 상에 장착되는 8개의 3 mm 원형 결정(808)을 갖는 7.5 MHz 스캔 헤드는 48 mm(8 x 6 mm) 적용범위를 갖는 스캔 헤드를 제공한다.
- [0108] 초음파 모터(800)의 회전 동작은 왕복운동 동작으로 전환된다. 드라이브 디스크(803)는 하나의 면으로부터 돌출되는 편심 핀(804)을 갖는다. 디스크는 회전형 모터에 의해 구동되는 샤프트(802)에 부착된다. 디스크의 편심 핀(804)은 슬롯 내에 위치한다. 디스크의 회전은 핀이 슬라이더의 왕복운동 동작을 제공하도록 유발한다. 슬라이더는 각각의 측 상의 레일(806)에 의해 2차원 왕복운동으로 동작이 제한된다.
- [0109] 변환기 어레이를 포함하는 스캔 헤드의 일부는 스캔 헤드의 이동하는 변환기 요소(808) 및 보호 전면 패널(809) 사이에서 임의의 공기 인터페이스를 제거하도록 액체 매질로 채워질 수 있다. 변환기 어레이 구획은 모터 회전자(802) 주위에 밀봉부(801)에 의해 모터(800)로부터 분리된다. 밀봉부(801)는 액체 매질이 모터로 유입되어 잠재적으로 모터가 손상되는 것을 방지한다.
- [0110] 추가적인 실시예에서, 변환기는 어레이가 곡선형 패턴으로 이동하도록 작동될 수 있다. 이것은 도 6에 개략적으로 도시된다.
- [0111] 그러한 실시예에서, 슬라이더는 원형 세그먼트로 형성되고, 가이드 레일(만약 사용되는 경우) 및 전면 패널은 원호로 형성된다. 회전형 모터 또는 선형 모터 중 하나가 슬라이더를 구동하기 위해 사용될 수 있다. 선형 모터를 위해, 슬라이더 및 가이드가 선형 모터를 형성할 수 있거나, 분리된 선형 모터가 제공될 수 있다. 회전형 모터가 사용되는 경우, 슬라이더는 편심 핀이 회전형 모터가 사용되는 도시된 실시예와 같이 구동하게 하는 슬롯을 가질 수 있다. 슬롯은 구동 핀의 고정된 배향을 수용하도록 단면이 사다리꼴일 것이다. 슬라이더 세그먼트의 곡률 반경은 충분히 작아서, 회전형 모터가 회전자 암을 직접적으로 구동시킴으로써 슬라이더를 이동시킬 수 있다.
- [0112] 회전자 모터 샤프트는 완전한 환형 슬라이더를 구동시키도록 사용될 수 있다. 이러한 슬라이더는 외부면 상에

변환기를 가질 수 있다. 이러한 변환기는 원호의 형태로 곡선형 어레이를 형성하도록 그룹화될 수 있거나, 환형 슬라이더의 둘레 주위에 균등하게 분배될 수 있다.

[0113] 바람직한 실시예에서, 모터는 왕복운동 방식으로 스캔되는 영역의 폭을 가로질러 변환기 어레이 슬라이더를 이동시킨다. 각각의 변환기 요소는 차례로 가동된다. 각각의 가동은 하나의 데이터 스캔라인이 수집되도록 한다. 각각의 변환기 요소의 가동들 간의 지연은 적어도 이미지를 획득하는 것이 요구되는 곳에서 이미지화되는 신체의 깊이로부터 반향이 되돌아오게 하기에 충분해야 한다. 가동 프로세스는 반복된다. 일반적으로, 각각의 변환기 요소는 슬라이더의 한 번의 왕복운동이 수행되는 시간 동안 여러 번 가동될 것이다. 바람직하게는, 각각의 연속적인 왕복운동 중 각각의 변환기 요소의 가동은, 실질적으로 프로브 유닛 몸체부와 관련하여 동일한 위치에서 실행되도록 가동 시간이 정해진다.

[0114] 바람직하게는, 변환기 요소의 연속적인 가동들 간의 지연은, 스캔되는 영역의 전체 길이가 포커싱되는 빔에 의해 덮이도록 변환기 요소로부터의 빔의 폭과 관련된다.

[0115] 대안적인 실시예에서, 시스템은 스캔라인의 세트를 획득하기 위해, 정지된 동안 변환기 슬라이더를 사용하여 각각의 변환기 요소를 개별적으로 가동시킴으로써 작동한다. 그 후, 모터는 슬라이더를 한 스텝 이동시키고, 슬라이더는 변환기 요소가 다시 가동되어 스캔라인의 제 2 세트를 획득하기 전, 정지 위치로 돌아온다. 이것은 거리 l 이 모두 다루어질 때까지 계속된다. 프로세스는 반복된다.

[0116] 스텝의 사이즈는 이미지화되는 영역에 걸쳐 요구되는 스캔라인의 밀도를 제공하도록 결정된다. 스텝의 사이즈는 프레임 비율 또는 모터 스피드와 같은 스캔 시스템의 특성을 최적화하기 위해 다양하게 사용될 것이다.

[0117] 그 후, 슬라이더의 한 번의 최대 가로방향 이동에 대해 획득되는 모든 스캔라인은 실시간 초음파 디스플레이의 일 프레임을 형성하도록 조합된다. 스캔 이미지의 일부로 디스플레이되기 위해, 각각의 스캔라인은, 스캔라인 데이터가 수신되는 시간에서 스캔라인 데이터를 수신하는 변환기 요소의 상대적인 위치를 나타내는 데이터를 포함하거나 그러한 데이터와 연관되어야 한다. 이것은 기술분야에 공지된 음의의 수단에 의해 수행될 수 있으며, 예컨대 슬라이더의 위치는 선형 인코더와 같은 장치에 의해 직접적으로 모니터링될 수 있다.

[0118] 스텝의 수는 요구되는 스캔라인의 밀도 및 변환기 요소의 분리간격 l 의 크기에 의해 결정된다.

[0119] 사용되는 변환기 요소의 수는 적용범위 영역, 모터 스피드, 요구되는 스캔라인 밀도 및 모터 응답 시간을 포함하는 다수의 인자에 따라 달라질 수 있다.

[0120] 변환기의 한 번의 최대 가로 이동 움직임에서 획득된 모든 스캔라인은 디스플레이를 위해 하나의 프레임으로 구성된다. 이것은 전체적인 변환기의 가동 스피드는 제품의 요소의 수, 프레임 비율 및 요구되는 밀도로 요소들 간의 거리를 덮도록 요구되는 스캔라인의 수에 따라 결정된다.

[0121] 요소를 가동하는 다른 방법도 가능하다. 스캔라인들 간의 과도한 접촉 없는 경우, 하나 이상의 요소가 한번에 하나씩 가동될 수 있다. 이것을 달성하기 위한 수단은, 예컨대, 바커(Barker) 부호, 골레이(Golay) 부호 또는 골드(Gold) 부호를 사용하여 송신 펄스를 부호화하여, 개개의 변환기로부터의 펄스들 간의 연관성이 극히 낮다.

[0122] 추가적인 실시예에서, 슬라이더 길이는, 변환기 요소의 분리간격(l)보다 큰 양만큼, 이미지 폭(S)에 비해 작다. 슬라이더 길이는 훨씬 더 작을 수도 있다. 스캔 헤드 및 레일은 최대 이미지 폭을 다룬다. 슬라이더는 요구되는 이미지 폭을 덮도록 증분된(incremental) 스텝 내에서 구동된다. 이러한 실시예에서, 변환기 어레이의 요소는 그러한 분리간격으로 배치되어, 인접한 요소가 요구되는 스캔라인 밀도를 제공할 수 있다. 이 경우, 슬라이더는 각각 최대 가동하는 어레이들 간의 분리간격의 최대 길이와 동일한 양만큼 이동한다.

[0123] 대부분의 일반적인 경우, 변환기는 하나의 요소로 구성될 수 있다. 초음파 모터의 제한 중 하나는 초음파 모터가 낮은 선형 및 회전형 스피드를 갖는 것이기 때문에, 변환기가 하나의 요소로 구성되는 것은 현재 바람직한 실시예가 아니다. 이것은 스피드에 대한 제한을 제거하여, 초음파 결정은 관심 영역을 스캔하고, 그에 따라 시스템 프레임 비율을 제한한다. 따라서, 하나 이상의 결정을 포함하는 어레이를 사용하는 것은 결정의 왕복 거리를 감소시키고, 현재 요구되는 모터 스피드 요구 사항을 감소시키지만, 또한 모터 설계의 개선은 이러한 대안적인 실시를 만들 수 있다.

[0124] 펄스파 도플러 이미징은 초음파의 펄스를 생성하고, 그 후 또 다른 펄스가 생성되기 전 반향을 수신하도록 변환기 요소를 전기적으로 자극함으로써 달성된다. 이것은 하나의 위치에서 신속하게 수행되며, 되돌아오는 반향 내의 다양한 주파수 편이는 이미지화된 특징 내에서, 예컨대 혈류의 움직임을 검출하기 위해 사용된다. 이러한 모드는, 종래의 모터로 구동되는 변환기 시스템이 고정적으로 수용될 수도 없고, 신속하게 그리고 정확하게 제

위치설정될 수도 없기 때문에, 종래의 모터로 구동되는 변환기 시스템을 사용하여서는 불가능하다.

- [0125] 이것은 초음파 모터가 우수한 응답 시간을 갖기 때문에 본 발명의 장치에 의해 달성될 수 있고, 아주 정확하게 위치설정될 수 있어, 나노미터 영역 내의 오차를 갖는다. 이것은 변환기가 초음파 펄스를 송신하고 수신하는 경우 기지의(known) 위치에 완전하게 고정되게 한다.
- [0126] 컬러 도플러(Color Doppler)는 도플러 이미징과 함께 실시간 이미징을 결합시킨다. 실시간 이미지는 도플러 정보가 하나 이상의 스캔라인에 대해 디스플레이 됨과 동시에 전체 이미지 영역에 대해 디스플레이된다. 이것은 이동하는 변환기를 갖는 임의의 종래의 시스템에 대해서는 불가능한데, 그 이유는 도플러는 송신 요소가 기지의 위치에 고정되어 있는 것을 요구하며, 실시간 스캐닝은 변환기가 이동하는 것을 요구하기 때문이다.
- [0127] 컬러 도플러 기능을 제공하는 실시예에서, 변환기 어레이는 이동되도록 제어되어, 사용자를 위해 디스플레이부 상에 실시간 이동하는 이미지를 발생시킨다. 사용자는 컬러 도플러 정보를 획득하기 위해 디스플레이되는 이미지의 영역을 선택할 수 있다. 선택된 영역 위에 위치하는 변환기의 선택된 요소 또는 요소들은 요구되는 수의 펄스를 가동하고, 움직임 정보를 획득하도록 필요한 반향, 즉 컬러 도플러 주파수 편이 데이터를 수신한다. 변환기 어레이는 도플러 정보를 획득하는 동안 정지된다. 이후 실시간 스캔 작동은 초음파 모터에 의해 이동하는 변환기를 사용하여 계속된다. 실시간 이미지 스캔라인은 변환기 어레이가 이동하는 동안 획득된다. 변환기가 선택된 거리를 이동한 경우, 변환기는 정지하고, 선택된 요소는 다시 다중 펄스를 가동하여 도플러 정보를 획득한다. 이것은 전체 실시간 이미지 프레임이 프레임의 서브세트에 대한 도플러 정보에 따라 획득될 때까지 계속된다. 이후 프로세스는 실시간 이미지 디스플레이를 획득하도록 반복된다.
- [0128] 컬러 도플러 및 실시간 정보는 기술분야에 공지된 바와 같이 하나의 디스플레이로 조합된다.
- [0129] 초음파 모터의 빠른 응답 및 우수한 위치설정 정확성은, 변환기가 완전히 정지부로 이동하여 요구되는 수의 초음파 펄스를 가동하여 반향을 듣고, 그 후 실시간 이미징을 수행하는 동시에 다음 라인으로 이동하는 것을 허용한다. 일반적으로 실시간 프레임 비율은 컬러 도플러가 사용되는 동안 감소될 수 있다.
- [0130] 또한, 초음파 모터를 사용하는 실시예는 곡선형 어레이를 사용할 수 있으며, 선형 슬라이더는 슬라이더 상에 장착되거나 슬라이더의 일부로 가공된 N개의 변환기 요소를 갖는 곡선형 슬라이더로 대체된다. 또한, 레일 및 전면 패널은 곡선형 구조로 제조될 수 있다. 초음파 모터는 상이한 형상 및 사이즈로 용이하게 제조된다. 슬라이더 자체가 모터의 일부인 실시예에서, 슬라이더의 특별한 배열 또는 형상은 슬라이더가 외부 모터에 의해 구동되도록 하기 위해 필요하지 않다.
- [0131] 대안적인 실시예에서, 곡선형 슬라이더로부터 분리된 선형 초음파 모터는 원호를 통해 곡선형 슬라이더를 이동시키기 위해 사용될 수 있다.
- [0132] 슬라이더는 전체 원을 통해 연속적인 회전으로 구동될 수 있다. 이 경우, 변환기는 변환기가 스캔되는 신체 위에 있는 경우에만 작동될 것이다. 이것은 구체적으로 마이크로 곡선형으로 형성된 스캔 헤드를 위해 의미가 있으며, 상기 스캔 헤드는 늑골 사이에서 이미징을 가능하게 하기 위해 상대적으로 조밀한 곡률 반경을 갖는다. 둘 이상의 변환기가 제공될 수 있으며, 각각의 변환기는 상이한 작동 주파수를 가지며, 상이한 주파수에서 동시에 또는 개별적인 스캔을 허용한다. 도플러 이미징은 서술된 바와 같이 다른 실시예에 대해 가능할 수 있다.
- [0133] 도 8c에 도시된 추가적인 실시예에서, 초음파 회전자 모터가 제공되며, 모터의 회전자는 변환기의 링형 어레이를 직접적으로 제공한다. 도 8c에 도시된 바와 같이, 회전자(852)로 구성되는 초음파 모터는 초음파 변환기(851)를 지지한다. 회전자는 링형 공명기(852)를 둘러싼다. 압전 공명기는 스틸 푸셔(854)에 연결된다. 정제 초음파는 공명기(852)에 유도되어, 링이 반지름 방향으로 확장 및 수축되도록 유발한다. 푸셔는 푸셔에 타원형 움직임을 발생시키는 방식으로 진동한다. 푸셔는 회전자(853) 가까이에 유지되어, 회전자가 회전자와 푸셔 사이의 마찰 관계에 의해 회전하도록 유발한다.
- [0134] 이러한 회전자 모터는 원형으로 변환기(851)를 구동시키고, 변환기(851)는 광학 윈도우(855)를 지나친다. 각각의 초음파 변환기는 변환기가 초음파 윈도우, 및 이미지화되는 타겟 부분에 고주파를 발사하기 위한 위치에 정렬되는 경우에만 작동된다.
- [0135] 초음파 모터 효율은 사이즈에는 영향을 받지 않으며, 따라서 소형-모터 영역에서 우수하다. 이것은 작은 사이즈 및 낮은 질량의 장치 구성을 허용한다.
- [0136] 초음파 모터는 전자기 모터의 작동 중 고유한 전자기 간섭을 발생시키지 않는다. 이것은 전기 신호가 본래 낮은 전력에서 수신되고 간섭에 민감한 초음파 시스템을 위한 장점이다. 초음파 모터는 휴대용 초음파 시스템을

위한 추가적인 장점을 갖는데, 전자 컴포넌트 및 모터 사이에 차폐(shielding)의 필요성이 감소되어, 사이즈, 무게 및 비용을 감소시키는 점에서 그러하다.

- [0137] 스캐닝을 위한 초음파 에너지를 발생시키기 위해, 초음파 변환기 요소는 고전압 파워 서플라이에 의해 작동된다. 이러한 고전압 파워 서플라이는 일반적으로 약 수십 또는 수백 볼트 크기의 전압으로 전력이 공급될 수 있다. 초음파 모터가 사용되는 그러한 실시예에서, 초음파 모터를 형성하는 초음파 요소는 또한 유사한 출력 특성을 가질 수 있는 고전압 파워 서플라이에 의해 구동된다. 추가적인 실시예에서, 초음파 변환기 요소 및 초음파 모터는 공통 파워 서플라이 또는 파워 서플라이들에 의해 구동된다. 이에 따라 비용이 절감된다.
- [0138] 도 9에서, 본 발명의 일 실시예의 구성이 도시된다. 블록 다이어그램은 스캔 헤드(901) 및 프로브 유닛 몸체부(903)를 포함하는 프로브 유닛을 도시한다. 또한, USB 인터페이스(920)를 사용하는 시스템과 연결되는 디스플레이부 및 적어도 일부의 사용자 인터페이스를 제공하는 호스트 유닛(미도시)이 구비될 수 있다.
- [0139] 휴대 사용을 용이하게 하기 위해, 프로브 유닛은 작은 사이즈 및 적은 무게를 갖는 것이 요구된다. 일 실시예에서, 프로브 유닛의 사이즈는 약 15 cm x 8 cm x 3 cm이다. 추가적인 실시예에서, 프로브 유닛의 무게는 500 g 이하이다. 바람직한 실시예에서, 프로브 유닛의 사이즈는 약 11 cm x 6 cm x 2 cm이고, 무게는 약 200 g이다.
- [0140] 스캔 헤드(901)는 변환기(906)를 포함하며, 상기 변환기(906)는 슬라이더 요소(905) 상에 변환기 어레이로 배치된다. 슬라이더 요소는 초음파 모터(908)에 의해 구동된다. 슬라이더(905)의 위치는 위치 인코더(907)에 의해 모니터링된다.
- [0141] 변환기(906)는 다중화기(909)에 연결된다. 초음파 출력을 발생시키기 위해 변환기를 작동시키는 전기 신호 및 수신된 반향에 응답하는 변환기로부터의 전기 신호는 다중화기(909)를 통해 통과한다. 다중화기는, 스캔 헤드(901)와 프로브 유닛 몸체부(903) 간에 더 많은 연결을 제공하지 않고 프로브 유닛 몸체부(903) 내에 제공되거나 생략될 수 있다.
- [0142] 초음파 스캐닝 시스템은 사용자 인터페이스에 의해 제어되며, 그러한 사용자 인터페이스는 호스트 유닛 상에 완전히 제공되거나, 프로브 유닛 상에 완전히 제공되거나 또는 프로브 유닛과 호스트 유닛 사이에 분리되거나 중복될 수 있다. 도시된 실시예에서, 프로브 유닛에 포함된 사용자 제어 패널(902)이 구비되며, 상기 패널은 스캐닝을 시작하고 정지하기 위한 프리즈(freeze) 버튼, 증가, 감소 및 기능 선택을 제공하는 버튼의 세트, 및 "백(back)" 버튼을 포함한다. 이러한 버튼은 시스템의 기본적인 제어를 위해 사용되며, 그러한 기본적인 제어는 스캔 시작 및 정지, 깊이 조절, 이득(gain) 조절, 작동 모드 선택 및 프리셋 선택뿐만 아니라 다른 기본적인 세팅의 일부 또는 전부를 제한 없이 포함한다. 사용자 제어 패널(902)은 마이크로 컨트롤러(930)에 버튼의 상태를 식별하는 데이터를 송신하며, 이러한 실시예에서, 상기 마이크로 컨트롤러(930)는 Texas Instruments로부터의 OMAP3525 Applications Processor와 같은 조합된 마이크로 컨트롤러/DSP의 일부이다. 마이크로 컨트롤러는 제어 패널의 상태를 모니터링하고, 사용자가 초음파 시스템을 제어하게 하기 위해 적절한 전자 회로를 제어하도록 적절한 명령을 제공한다. 이것이 그래픽 사용자 인터페이스를 필요로 하는 경우, 이것은 호스트 유닛 상에 디스플레이된다. 마이크로 컨트롤러(930)는 스캐닝 중 장치의 작동을 제어하기 위한 파라미터의 세트를 포함한다. 초기 파워 업(power up) 중, 디폴트(default) 파라미터의 세트가 생성되는 경우, 스캐닝 전 또는 스캐닝 중 사용자에게 의해 수정될 수 있다. 파라미터는 동작 주파수, 활성 스캐닝 모드, 이득 커브, 스캐닝 깊이, 요구되는 경우 도플러 게이트 깊이 및 각, 요구되는 경우 컬러 도플러 범위, 요구되는 경우 파워 도플러 범위, 및 M-모드 펄스 반복 비율을 제한 없이 포함한다. 이용 가능한 스캔이 모드는 B-모드, M-모드, 및 펄스파 도플러 및 이중(Duplex) 도플러를 사용하여 이용 가능한 모드의 일부 또는 전부를 제한 없이 포함할 수 있으며, 상기 펄스파 도플러는 컬러 도플러, 파워 도플러 및 스펙트럼 도플러를 포함한다.
- [0143] 마이크로 컨트롤러는 스캐닝이 작동되거나 파라미터가 변경되는 경우, DSP(Digital Signal Processor)(931) 및 FPGA(Field Programmable Gate Array)(932)에 적절한 파라미터를 통과시킨다.
- [0144] 사용자가 제어 패널 상의 버튼을 누르거나 호스트 상의 제어를 작동시킴으로써 스캔을 시작하게 하는 경우, 마이크로 컨트롤러는 임의의 업데이트된 구성 파라미터에 따라 스캐닝이 작동되도록 DSP 및 FPGA에 명령을 송신한다. DSP는 도플러 프로세싱과 관련된 파라미터를 포함할 수 있는 파라미터에 따라 초음파 데이터를 수신하고 처리하도록 구성된다.
- [0145] 마이크로 컨트롤러 및 FPGA는 함께 스캔 헤드 초음파 모터를 제어하기 위한 기능을 제공한다. 초음파 모터 위치 인코더(908)는 임의의 시점에서 초음파 모터의 위치에 비례하는 값을 생성한다. 이러한 위치는 FPGA 내의

레지스터 내의 타임스탬프(timestamp)를 사용하여 저장되고, 마이크로 컨트롤러는 속도를 계산하도록 이러한 정보를 판독한다. 속도는 요구되는 속도와 비교된다. 모터 제어 유닛(910)은 요구되는 속도를 달성하기 위해, 초음파 모터(908)에 적용되는 구동 신호의 전압 및 주파수를 변경하도록 지시를 받는다.

[0146] 도 14는 FPGA 기능을 도시한다. FPGA는 초음파 모터 위치 인코더(907)의 출력을 수신하고 디코딩하고, 초음파 모터 구동 신호를 재계산하기 위해 마이크로 컨트롤러에 정보를 제공한다. FPGA는 타이밍 상태 기계(145)를 포함하되, 상기 타이밍상태 기계(145)는 변환기로부터 출력되기 위한 다음 초음파 펄스 시퀀스를 생성하기 위해 적절한 시간을 결정하도록 디코딩된 위치 정보를 사용하며, 이것은 송신 펄스 제어기(144)를 구동함으로써 달성된다.

[0147] 송신 펄스 제어기(144)는 생성되는 것이 요구되는 스캔 라인의 타입에 대응하는 제어 신호를 생성한다. B-모드 스캔라인을 위해, 단일 펄스는 고전압 파워 서플라이(HV 서플라이)(934)에 의해 제공되는 전압에서 이미징 주파수로 생성된다. 이러한 전압은 일반적으로 최대 ± 100 V이다. 도플러를 위해, 도플러 이미징 주파수에서 다수의 펄스, 일반적으로 8 개의 펄스의 시퀀스가 생성된다. 이러한 도플러 펄스는 B-모드 펄스보다 일반적으로 긴 지속기간을 갖는다. 다중화기는 Tx 펄서(pulser)(933)가 송신 펄스를 적절한 원형 변환기 결정으로 조향하도록 가동하기 전 사전 구성된다. 변환기 결정(906)은 이미지화되는 신체로 송신되는 전기 펄스에 응답하여 초음파 파형을 생성한다.

[0148] 초음파 파형은 음향 임피던스 내의 변화에 의해 반사되고, 더 낮은 압력에서 변환기 결정(906)으로 다시 수신되는 반향을 발생시킨다. 결정은 이러한 낮은 압력 파형을 전기 신호로 변환하고, 그러한 전기 신호는 다중화기를 통해 입력 보호 회로(935)로 향한다. 입력 보호 회로는 고전압 송신 펄스로부터 민감한 저 노이즈 증폭기(LAN)(936)를 보호하고, 저전압 수신 신호를 통과시킨다. 다수의 입력 보호 회로는 종래기술에 공지되어 있다.

[0149] 저 노이즈 증폭기(LNA)는 작은 수신 신호의 증폭을 제공하고, 출력 신호에 아주 적은 노이즈를 추가한다. LNA는 일반적으로 싱글엔드형(single ended)이고, 시간 이득 증폭기(TGA)(937)로 공급되는 차동 출력 전압을 생성한다. TGA는 시간에 따라 제공되는 증폭을 갖는 증폭을 더 제공한다. 초음파 신호는 조직을 따라 전파됨에 따라 감쇠하고, TGA는 수신된 펄스의 시작부터 시간에 따른 이득을 증가시킴으로써 이러한 감쇠를 보상하며, 그러한 이득의 증가는 반향 반사의 깊이에 비례한다.

[0150] 시간 이득 증폭기의 출력은 가능한 많은 노이즈를 제거하고, 에일리어싱을 방지하도록 필터링된다. 일반적으로, 대역 통과 필터(938)가 사용된다. 필터의 출력은 아날로그-디지털 변환기(939)로 입력된다. 이미징 주파수의 적어도 4 배의 샘플링 주파수가 바람직하다. 아날로그-디지털 출력은 FPGA(932) 내의 선입 선출(first in first out, FIFO) 메모리(147)로 입력된다. FPGA는 각각의 완성된 스캔라인에 일부 헤더 정보를 추가하며, 그러한 정보는 스캔라인의 타입(예컨대, B-모드 또는 도플러), 요구되는 경우 모터 위치설정 인코더 입력 및 시간 카운트를 포함한다. 이러한 정보는 구성 파라미터에 따른 프로세싱 중 후속 스테이지에서 사용될 수 있다.

[0151] DSP는 FPGA FIFO로부터 출력된 스캔라인을 판독하고, 구성 파라미터에 따라 데이터 상에서 적절한 프로세싱을 수행한다.

[0152] 도 10은 실시간 초음파 성능을 갖지 않지만 초음파 빔이 시스템과 관련하여 정지된 더 낮은 비용의 단일 채널 시스템을 사용하는 시스템의 구성이다. 하나의 변환기(1001)가 프로브 유닛 몸체부에 고정되는 관계로 제공된다. 또한, 자이로스코프(1002)가 제공된다. 이미지는 변환기가 펄스화되는 동안 실질적으로 일정하게 환자와 스캔 헤드(1003)의 접촉 지점을 갖는 원호 내에서 프로브 유닛을 이동시킴으로써 생성된다. 이것은 함께 섹터 이미지를 형성하는 스캔라인의 시퀀스를 생성할 것이다. 자이로스코프는 각각의 스캔라인의 상대적인 위치에 따른 정보를 제공하고, 스캔라인이 이미지로 집합되게 할 수 있다.

[0153] 도 11은 본 발명의 추가적인 실시예를 도시하며, 스캔 헤드(1101)는 모터(908) 및 자이로스코프(1103)를 포함한다. 자이로스코프는 변환기 어레이(1102)로부터 발생하는 B-모드 이미지의 이미지 평면에 수직한 각도 측정을 제공하도록 배향된다. 자이로스코프를 제공함으로써, 시스템은 2D 이미지 스캔의 시퀀스로부터 3D 이미지를 구성하는 것이 가능하고, 부피를 결정한다. 사용 중, 일련의 B-모드 이미지는 도 9의 시스템으로 만들어진다. 프로브 유닛은 B-모드 이미지의 이미지 평면에 수직한 원호 내에서 이동된다. 그 외의 작동은 도 9에 도시된 시스템과 유사하다.

[0154] 도 14를 참조하면, FPGA 타이밍 상태 기계(145)는 자이로스코프가 제공되는 실시예에서 자이로스코프와 접속된다. 자이로스코프 각도 측정은 선입 선출(FIFO) 메모리(147) 내의 초음파 스캔라인 정보와 결합되고, 디지털 신호 프로세서(DSP)에 의해 판독된다. 하나의 변환기가 사용되는 경우, 자이로스코프 정보는 섹터 이미지를 형

성하도록 스캔라인을 집합시키기 위해 사용된다. 변환기 어레이가 사용되는 경우, 자이로스코프 정보는 부피의 표시로 B-모드 섹터 이미지를 집합시키기 위해 사용되어, 3D 부피 계산을 필요로 하는 임의의 적용을 위해 사용될 수 있다.

[0155] 도 12는 본 발명의 대안적인 실시예를 도시하며, 호스트 디스플레이부 및 제어 시스템의 인터페이스는 무선 인터페이스이다. 마이크로 컨트롤러(930)에 의해 제어되는 무선 인터페이스 모듈(1202)이 제공된다. 안테나(1201)는 신호 송신을 위해 제공된다. 이러한 인터페이스는 호스트 유닛으로 그리고 호스트 유닛으로부터 통신을 제공한다. USB 인터페이스는 제 3 하드웨어에 접근하기 위해 제공될 수 있지만, 호스트 유닛과 통신하기 위해 필요로 하지 않는다. 바람직한 실시예에서, 사용되는 무선 프로토콜은 WiFi 다이렉트이다.

[0156] 도 13은 본 발명의 대안적인 실시예를 도시하며, 호스트 유닛이 구비되지 않는다. 프로브 유닛에 내장되는 디스플레이부(1301)가 제공된다. 또한, 강화된 사용자 제어 모듈(1302)이 제공된다. 상기 사용자 제어 모듈(1302)은 전술한 실시예의 제어 패널의 기능을 포함하지만, 호스트 유닛이 없는 경우 시스템의 모든 제어를 허용하는 기능을 더 포함한다. 제어 모듈은 디스플레이부(1301) 상에 디스플레이되는 그래픽 사용자 인터페이스를 포함할 수 있다. 디스플레이부는 사용자 인터페이스 입력을 제공할 수 있는 터치 스크린일 수 있다.

[0157] 상이한 실시예에서, DSP의 작동은 달라질 것이다. 호스트 제어 및 디스플레이 시스템이 연결된 경우, 일부 프로세싱 및 제어 기능 및 디스플레이 기능은 호스트 유닛에 의해 수행될 수 있다. 호스트 유닛이 사용되지 않는 경우, 모든 기능은 프로브 유닛에 의해 수행되며, DSP 상의 로드를 증가시킨다. 호스트 유닛 및 프로브 유닛 간의 기능 분리의 제한은 호스트 유닛의 프로세싱 전력, 및 호스트 유닛과 프로브 유닛 간의 송신을 위해 이용 가능한 대역폭에서 비롯된다. 일반적으로, 알고리즘의 이행 및 세분화는 호스트 프로세싱 요구사항 및 송신을 위해 요구되는 대역폭을 최소화하도록 설계된다.

[0158] 도 15는 초음파 프로브 유닛과 호스트 디스플레이부 시스템 간의 태스크(task)의 분할을 사용하여 결합된 B-모드/도플러를 프로세싱하는 알고리즘을 도시한다.

[0159] B-모드 프로세싱 체인 내의 제 1 단계는 FIR 대역 통과 필터를 사용하여 유입되는 디지털화된 rf 스캔라인 데이터를 필터링하는 것이다. 필터는 시스템 및 이미징 주파수에 연결되는 변환기에 따라 조정된다. 예컨대, 3 MHz 이미징 주파수에 대하여, 1 내지 5 MHz의 대역 통과 필터가 사용될 수 있다. 8 MHz 이미징 주파수에 대하여, 4.5 내지 11.5 MHz의 대역 통과 필터가 사용될 수 있다. 필터링 후, rf 스캔라인 데이터의 엔벨로프(envelope)가 생성된다. 바람직한 방법은 rf 스캔라인의 동위상(in-phase, I) 컴포넌트 및 직교위상(quadrature, Q) 컴포넌트를 생성하도록 힐베르트(Hilbert) 변환을 사용하는 것이다. 최종 엔벨로프는 I 및 Q 컴포넌트의 제곱을 합한 값의 제곱근을 구함으로써 생성된다.

수학식 1

$$\text{엔벨로프} = \sqrt{I^2 + Q^2}$$

[0160]

[0161] 힐베르트 변환을 생성하는 다수의 알고리즘이 있다. 바람직한 실시예는 FIR 근사치를 사용한다.

[0162] 엔벨로프 생성의 일부로서, 스캔라인은 다운샘플링되거나(downsampled) 또는 데시메이팅(decimated)될 수 있다. 2 내지 4의 인자에 의한 다운샘플링은 사용되는 스캔 전환 알고리즘에 따라 가능하다. 바람직한 실시예에서, 스캔라인은 이중선형 보간법(bilinear interpolation)을 사용하는 스캔 전환을 사용하여 4의 인자에 의해 다운샘플링된다. 대안은 2의 인자에 의해 다운샘플링되고 더 적은 계산 강도 보간 알고리즘을 사용하는 것이며, 예컨대, 픽셀 영역 내의 샘플 지점의 평균으로부터 픽셀 강도를 계산하고, 인접한 픽셀들 사이에서 다른 픽셀에 대해 보간한다.

[0163] 다운샘플링 후, 스캔라인은 디스플레이를 위해 신호를 요구되는 그레이 스케일로 매핑하도록 8 비트 워드 사이즈로 아날로그로부터 디지털 워드 사이즈로 압축된다.

[0164] 이후 다운샘플링된 스캔라인은 스캔 전환을 통해 직사각형 이미지 디스플레이로 변환된다. 스캔 전환은 두 단계로 수행된다. 제1단계는 이미지를 고 해상도 갖는, 바람직하게는 초음파 펄스의 축방향 해상도의 절반보다 작은 픽셀 해상도를 갖는 압축된 직사각형 어레이로 변환하는 단계이다. 일반적인 스캔 전환 알고리즘은 극좌표 시스템으로부터 직각 좌표 시스템으로 스캔라인 지점을 매핑하는 2x2 이중선형 보간법이다. 도 16a를 참조

하면, 위상 어레이 또는 작은 직경 링 변환기로부터 이상화된 스캔이 도시된다. 스캔 영역(1602)은 원점(1601)을 갖는 원의 섹터로 도시될 수 있다. 실제로, 변환기는 점원(point source)은 아니지만, 스캔의 깊이와 비교하면 작다. 각각의 스캔라인(1603)의 위치는 길이(r) 및 각(θ)의 극좌표에 의해 특징화될 수 있다. 도 16b를 참조하면, 곡률(R) 및 폭(W)의 반경을 갖는 곡선형 어레이를 위한 섹터 스캔(1604)이 도시된다. 스캔은 끝부분이 없는 원의 섹터이다. 각각의 스캔라인(1605)은 길이($R+r$) 및 각(θ)의 극좌표로 특징화될 수 있다.

[0165] 도 16c는 스캔라인(1608)을 사용하여 선형 어레이에 대해 이상화된 스캔(1607)을 도시한다. 특징화된 좌표는 선형이지만, 일반적으로 디스플레이를 위해 요구되는 선형 좌표 시스템에 대응하지 않을 것이다.

[0166] 도 16에 도시된 각각의 경우에서, 스캔 전환은 사용자에게 이미지를 디스플레이하기 위해 획득된 스캔라인 데이터를 픽셀 데이터로 변환하는 것이 요구된다.

[0167] 섹터 형상 이미지에 대해, 압축 알고리즘은 실제 이미지 데이터를 포함하는 이미지 영역을 무시함으로써 이미지 사이즈를 감소시킨다. 다수의 방법은 각각의 픽셀의 행이 시작 픽셀을 갖는 헤더 및 유효 데이터를 갖는 다수의 픽셀을 포함하는 간단한 포맷과 함께 압축 알고리즘을 수행하는 것이 가능하다. 이러한 기술은 2에 가까운 압축 비율을 산출한다. 합당한 결과를 제공하는 다른 무손실 기술은 런 렱스 인코딩(run length encoding)이다. LZW 인코딩 또는 png와 같은 허프만(Huffman) 기반 인코딩이 사용될 수 있다.

[0168] 고해상도로 압축된 직사각형 어레이는 시스템 구성에 따라 다르게 다루어진다. 어레이는 국부적으로 저장되는 최대 100 개의 압축된 프레임으로 로컬 메모리에 저장된다. 동시에, 전류 프레임은 초음파 프로브로부터 호스트 디스플레이부 시스템으로 송신된다. 호스트 디스플레이부 시스템은 고해상도 버퍼로 이미지를 복원하고, 고해상도 버퍼로부터 임시 디스플레이 이미지 버퍼로 보정하고, 임의의 그레이 스케일 조정을 적용하고, 요구되는 경우 임의의 도플러 이미지 정보와 결합하고, 최종적으로 디스플레이 버퍼에 기록함으로써 프로세싱을 완료한다.

[0169] 또한, 도 15는 B-모드 이미지 상에 오버레이된 도플러 정보를 처리하고 디스플레이하는 것이 요구되는 단계를 도시한다. 도플러 정보를 생성하는 경우, 시스템은 일정한 위상을 갖는 도플러 펄스의 시퀀스를 생성하고, 수신된 스캔라인의 세트를 처리한다. 행 입력 rf 스캔라인은 반향 신호에 변환기 여기 주파수의 코사인 및 사인을 곱함으로써 얻어진 동위상(I) 컴포넌트 및 직교위상(Q) 컴포넌트를 사용하여, 직교위상 인코딩된다. 직교위상 인코더로부터의 I 및 Q 출력은 낮은 대역 필터링되고, 데시메이팅되거나 다운샘플링된다. 4의 다운샘플링 비율은 충분한 결과를 만들지만, 다른 인자가 사용될 수 있다. 다운샘플러의 출력은 완전한 세트의 스캔라인이 수신될 때까지 버퍼에 저장된다. 일반적으로 세트는 8 개의 스캔라인일 것이지만, 세트의 사이즈는 조절될 수 있다. 데이터 세트는 벽 필터(Wall filter)를 사용하여 필터링된다. 벽 필터의 기능은 복벽과 같은 크고 느리게 움직이는 특징부로부터 기여도를 감소시키는 것이다.

[0170] 도시된 실시예에서 벽 필터는 FIR 타입 고역 통과 필터이다. 대안은 IIR 필터의 과도 응답 길이를 감소시키는 상태-공간 포물레이션(formulation) IIR 필터를 사용하는 것이다. 상태-공간 초기화는 단계 초기화 방식을 사용하여 충분한 감쇠를 제공한다.

[0171] 바람직한 실시예에서, 필터링된 스캔라인의 세트는 속도, 전력 및 난류(turbulence) 정보를 생성하도록 자동상관(autocorrelation) 기술을 사용하여 처리된다. 스캔라인의 세트의 도플러 전력은 다음과 같이 계산된다.

수학식 2

$$P_d = \sum_{k=0}^{n-2} s_{d,k} \cdot s_{d,k}^*$$

[0172]

[0173] 인접한 스캔라인 지점들 간의 상관은 다음과 같이 계산된다.

수학식 3

$$c_d = \sum_{k=0}^{n-2} s_{d,k+1} \cdot s_{d,k}^*$$

[0174]

[0175] 속도 평가는 다음과 같이 계산된다.

수학식 4

$$v_d = \tan^{-1} \left(\frac{\text{Im}(c_d)}{\text{Re}(c_d)} \right)$$

[0176]

[0177] 난류 평가는 다음과 같이 계산된다.

수학식 5

$$t_d = 1 - \left(\frac{|c_d|}{P_d} \right)$$

[0178]

[0179] 여기에서, s 는 스캔라인의 복소수 표현($s = I + jQ$)이고, d 는 스캔라인의 깊이에서의 샘플이다. k 는 스캔라인의 세트 내의 스캔라인 수이다.

[0180] 시스템이 파워 도플러를 위해 구성되는 경우, 전력 평가만을 필요로 한다. 인접한 스캔라인들 간의 보정, 속도 및 난류는 요구되지 않는다. 시스템이 컬러 도플러를 위해 구성되는 경우 시스템은 속도, 및 추가적으로 전력 및 난류를 계산한다. 흐름 및 난류 평가의 출력은 이러한 실시예에서 각각의 흐름 평가기에 대해 사이즈 200 x 200 x 8의 직사각형 어레이로 변환되는 스캔이며, 다른 사이즈도 가능하다. 직사각형 어레이는 간단한 무손실 압축 알고리즘을 사용하여 압축된다. 도 17은 일반적인 도플러 윈도우(1702)의 도면을 제공하며, 도플러 프로세싱 영역은 최대 B-모드 이미지(1701) 사이즈와 관련하여 제한된다. 이것은 큰 비율의 어레이가 비어있기 때문에 200 x 200 x 8 어레이의 압축을 개선시킨다. 압축된 어레이는 요구되는 도플러 이미지 윈도우 및 컬러 맵 전환에 대한 추가적인 보간 단계와 함께 호스트로 송신된다. 양의 속도는 적색 색조로 인코딩되고, 음의 속도는 청색 색조로 인코딩된다. 난류는 녹색으로 인코딩된다. 파워 도플러가 선택된 경우, 적색 색조만이 도플러 신호의 총 전력을 나타내기 위해 사용된다.

[0181] 본 발명의 대안적인 실시예는 흐름의 방향이 양인지 음인지에 따라 서로 다른 사용되는 컬러 방식을 갖는 파워 도플러를 나타내는 시스템을 제공한다. 파워 도플러는 위에서와 같이 계산되고, 스캔 전환되고, 호스트로 송신된다. 동시에, 효율적인 방법이 흐름의 방향을 결정하기 위해 사용된다. 인접한 스캔라인 포인트들 간의 완전한 상관이 사용될 수 있으며, 실제 출력 및 가상 출력의 사인이 각각의 포인트에 대해 방향을 결정하기 위해 사용된다. 대안적으로, 민감도가 쟁점이 아닌 이미징에 대해, 방향을 디코딩하기 위한 상관은 단축될 수 있고, 더 작은 스캔라인의 세트를 사용한다. 전력은 피드백을 갖는 시스템을 제공함으로써 최적화되며, 그러한 시스템은 작은 스캔라인의 세트가 사용되며, 방향 결과가 불안정한 경우(빨리 변경되는 경우) 스캔라인의 수가 최대로 증가한다. 그 후 결과가 안정되는 경우, 시스템은 더 작은 스캔라인의 세트 상에서 동시에 테스트 상관을 작동시키고, 결과가 안정되는 경우 더 작은 세트를 사용하여 이동한다. 따라서, 시스템은 신체에 송신되는 전력을 최적화하고, 전력 소모를 최소화한다.

[0182] 시스템은 영화 재생 또는 비디오 레코딩을 지원한다. 영화 재생을 위해, 초음파 프로브는 압축된 500 x 500 x 8 B-모드 프레임들 로컬 DSP 메모리로 저장한다. 100 개의 프레임은 약 5 초의 자동 영화 레코딩을 제공한다. 사용자가 기록된 프레임을 통해 스크롤 백(scroll back) 하도록 호스트 사용자 인터페이스에 명령하는 경우, DSP는 호스트에 이르기까지 압축된 프레임들을 송신하고, 스캔 전환은 정상적인 작동마다 완료된다. 비디오 레코딩을 위해, 사용자가 세그먼트를 비디오에 기록하도록 호스트에 명령하는 경우, DSP는 임의의 스캔 전환 및

도플러 결합을 완성하도록 동작을 작동시키고, 실시간 이미지를 직접적으로 메모리에 저장되는 비디오 포맷으로, 바람직하게는 640 x 480 픽셀 해상도로 기록하는 비디오 인코더를 작동시킨다. 이후 비디오 파일은 디스플레이를 위해 호스트로 송신되는 프레임 버퍼 내의 비디오 디코더 스트리밍 데이터에 의해 재생될 수 있다.

[0183] 시스템은 M-모드 또는 이중 모드에서 작동하도록 구성될 수 있고, B-모드 이미지 및 M-모드 이미지는 동일한 스크린 상에 나타난다.

[0184] M-모드 또는 이중 모드에서, DSP는 M-모드 스캔라인을 판독하고, 500 x 1 x 8 버퍼까지 각각의 스캔 라인을 보관한다. M-모드 버퍼는 그레이 스케일 조절을 수행하고 디스플레이부에 스캔라인을 제공하는 호스트에 송신된다. 이중 모드를 위해, M-모드의 두 개의 분류가 가능하다. 전 이중(full duplex)은 M-모드 스캔라인이 실시간 B-모드 이미지 상에 배치되고, M-모드 펄스 반복 비율이 B-모드 이미지 업데이트 비율과 동일한 비율, 일반적으로 초당 20 프레임인 경우이다.

[0185] 반 이중(quasi duplex) 모드를 위해, 높은 M-모드 프레임 비율은, 예컨대 빠르게 움직이는 심장 판막을 살펴보기 위해 요구된다. 이러한 모드에서, M-모드 라인은 B-모드 이미지 상에 배치되고, 선택 버튼을 누르는 경우, B-모드 이미지는 정지하고, M-모드 그래프가 스크린 상에 제공된다.

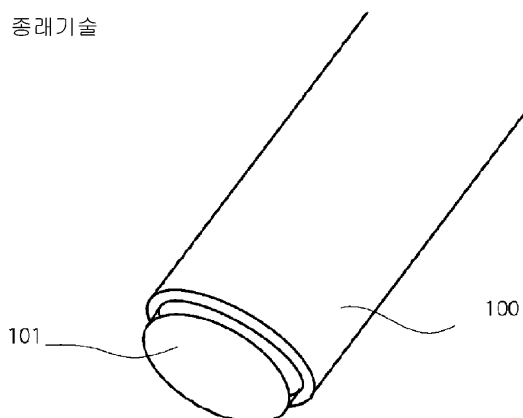
[0186] 또한, 반 이중 게이트 도플러 모드가 제공된다. 도플러 라인은 B-모드 이미지 및 도플러 분석을 위한 영역을 선택하기 위해 라인을 따라 이동하는 게이트 영역 상에 사용자에게 의해 배치된다. 또한, 게이트 각이 조절될 수 있다. 선택 버튼이 작동되는 경우, B-모드 이미지는 정지하고, 스펙트럼 도플러 그래프(도플러 편이의 시간, 주파수 및 크기를 디스플레이함)가 나타난다. 도플러 신호는 스캔라인이 선택된 라인을 따라서만 반복적으로 펄스화되는 것을 제외하고는(이 경우는 차라리 이미지를 가로질러 이동함) 컬러 도플러와 유사한 방식으로 처리된다. 나아가, 사용자는 원하는 특정 깊이를 선택하고, 수신된 반향은 상기 원하는 특정 깊이로부터 도플러 정보만이 분석되도록 '거리 게이트화(range gated)'된다. 이것은 원하는 영역으로부터 다수의 스캔라인을 제공한다; 주파수 분석은 스캔라인의 그룹의 복소수 표현 상에 고속 푸리에 변환(FFT)을 적용하는 바람직한 방법을 사용하여, 한 번에 이러한 스캔라인의 큰 그룹(256) 상에서 수행된다. 수행되는 각각의 FFT는 도플러 신호 편이의 주파수 스펙트럼을 제공하고, 이러한 스펙트럼은 종종 '스펙트럼 도플러(spectral Doppler)'라는 원하는 깊이에서의 흐름 특성의 시간-주파수 그래프를 생성하도록 함께 디스플레이될 수 있다. 스펙트럼 도플러는 혈류의 속도 및 파워가 원하는 선택된 영역에 대해 시간에 따라 어떻게 변하는를 시각화할 수 있다.

[0187] 본 발명은 여기에서 가장 실용적이고 바람직한 실시예로 제공되도록 도시되고 설명되었지만, 임의의 그리고 모든 동등한 장치 및 장치를 포함하도록 여기에서 설명된 세부사항에 제한되지 않고 첨부된 청구항의 모든 범위에 따라 본 발명의 범위 내에서 그에 대한 변형이 만들어질 수 있다.

도면

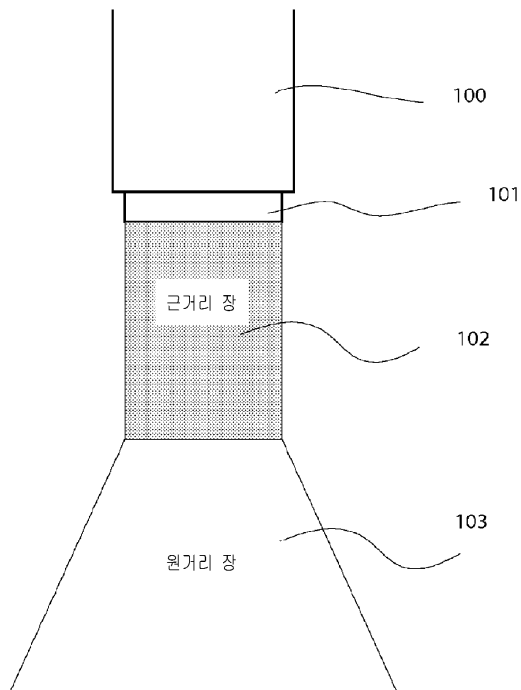
도면1a

종래기술



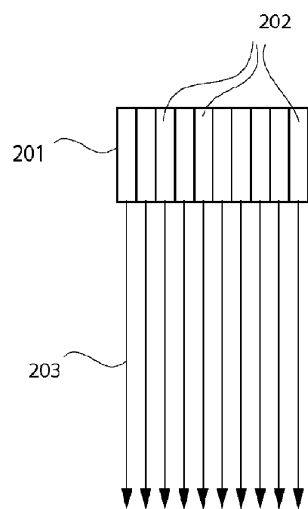
도면1b

종래기술



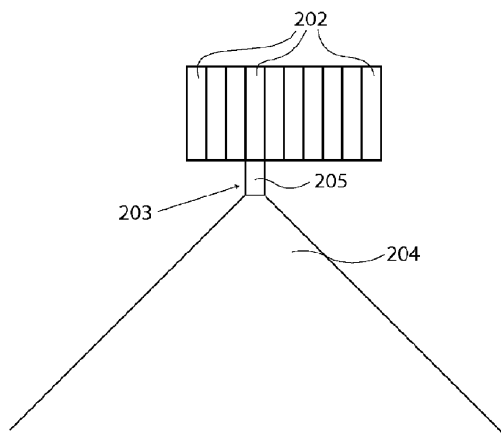
도면2a

종래기술

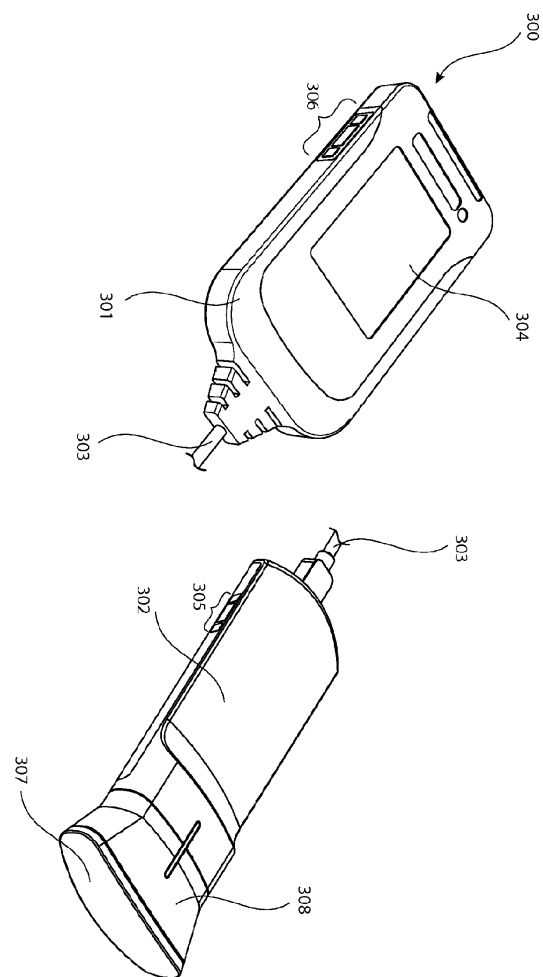


도면2b

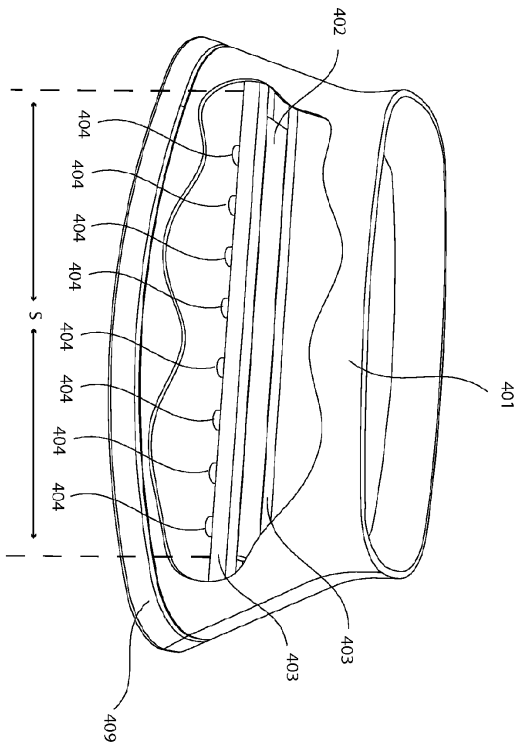
종래기술



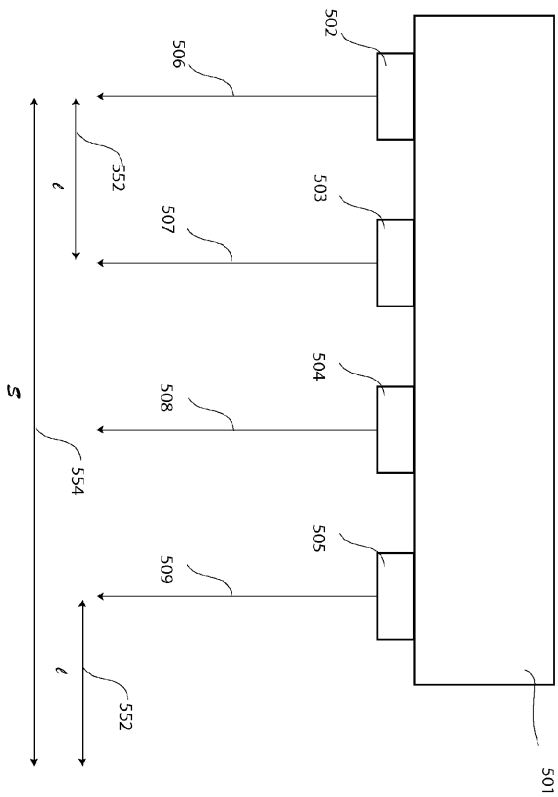
도면3



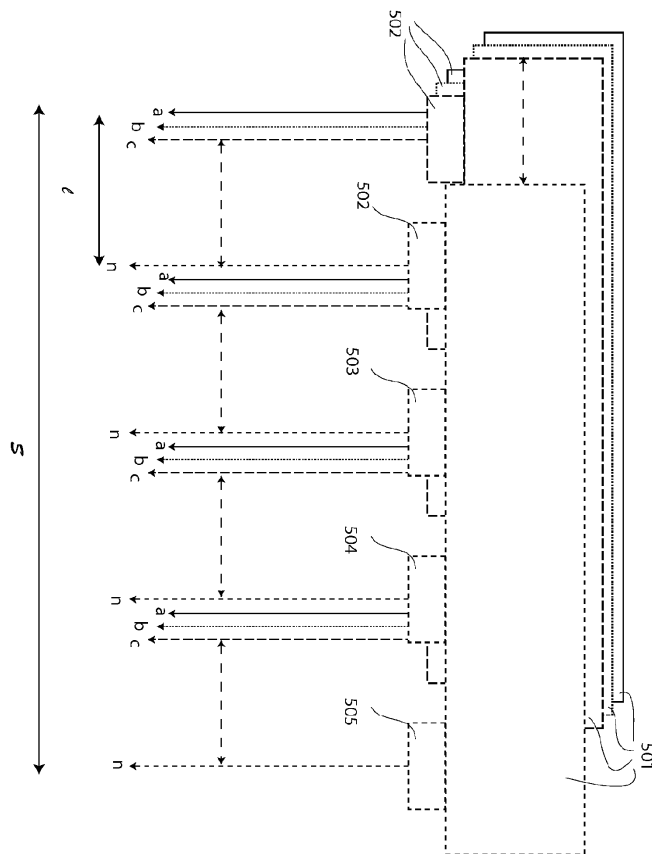
도면4



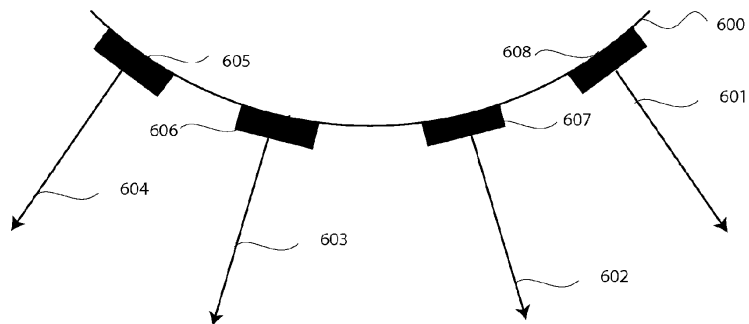
도면5a



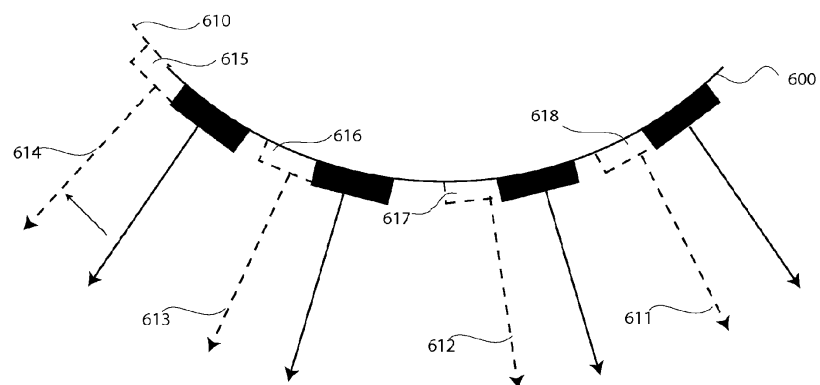
도면5b



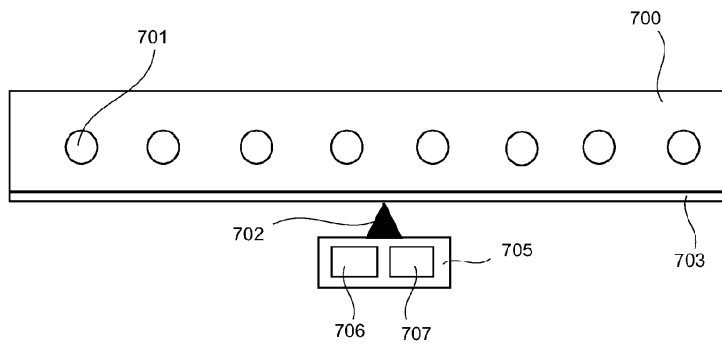
도면6a



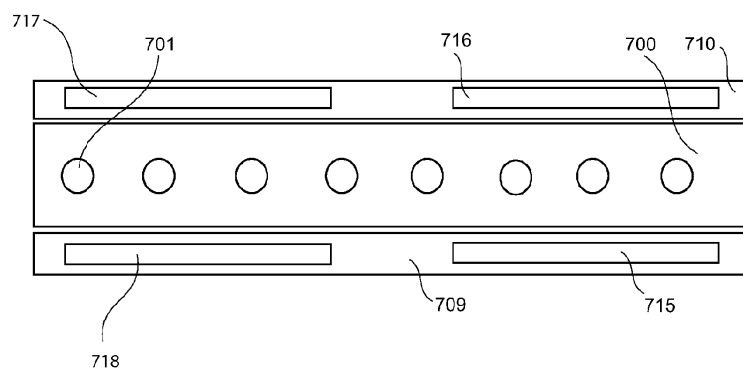
도면6b



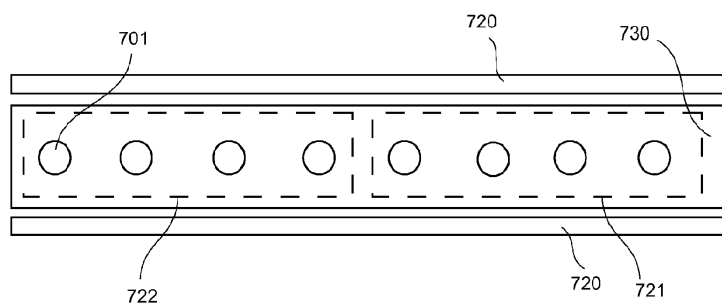
도면7a



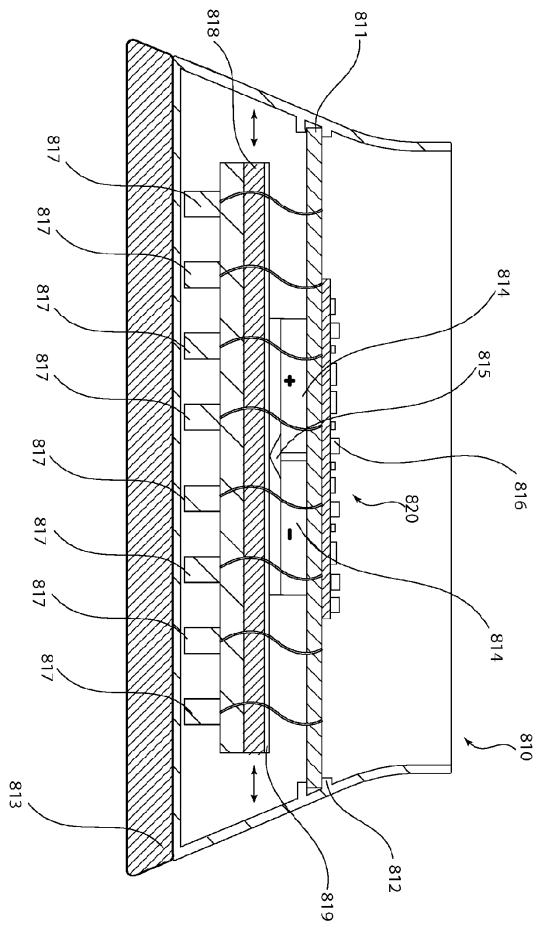
도면7b



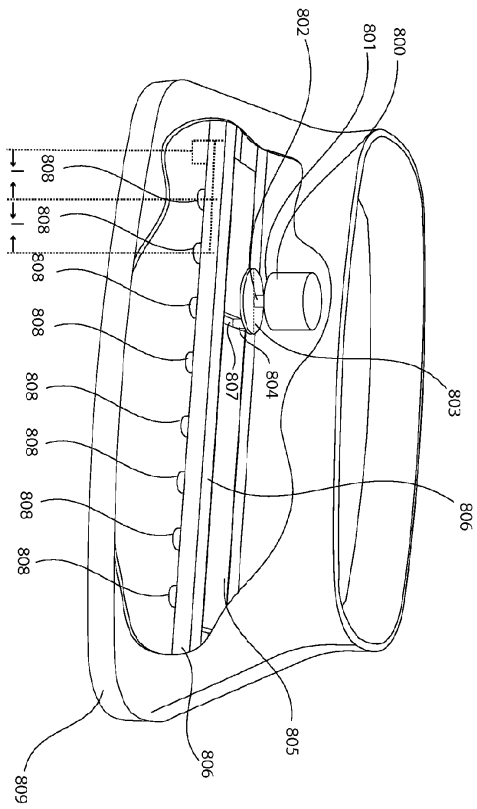
도면7c



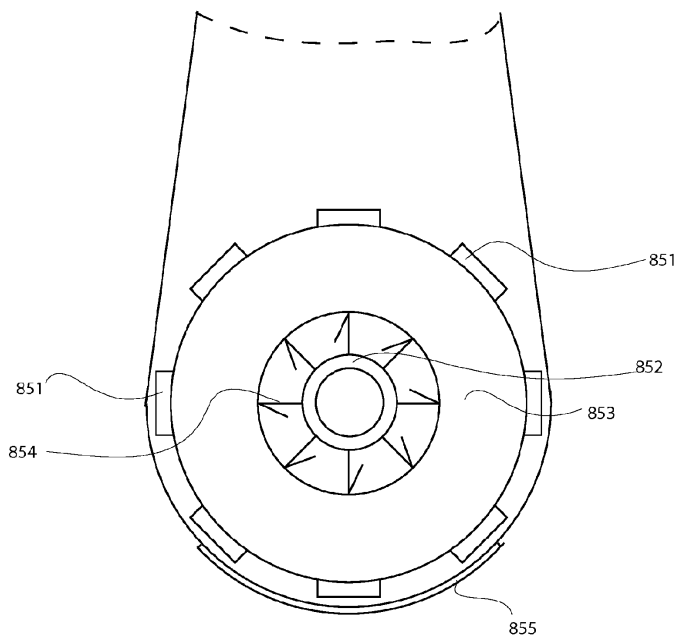
도면8a



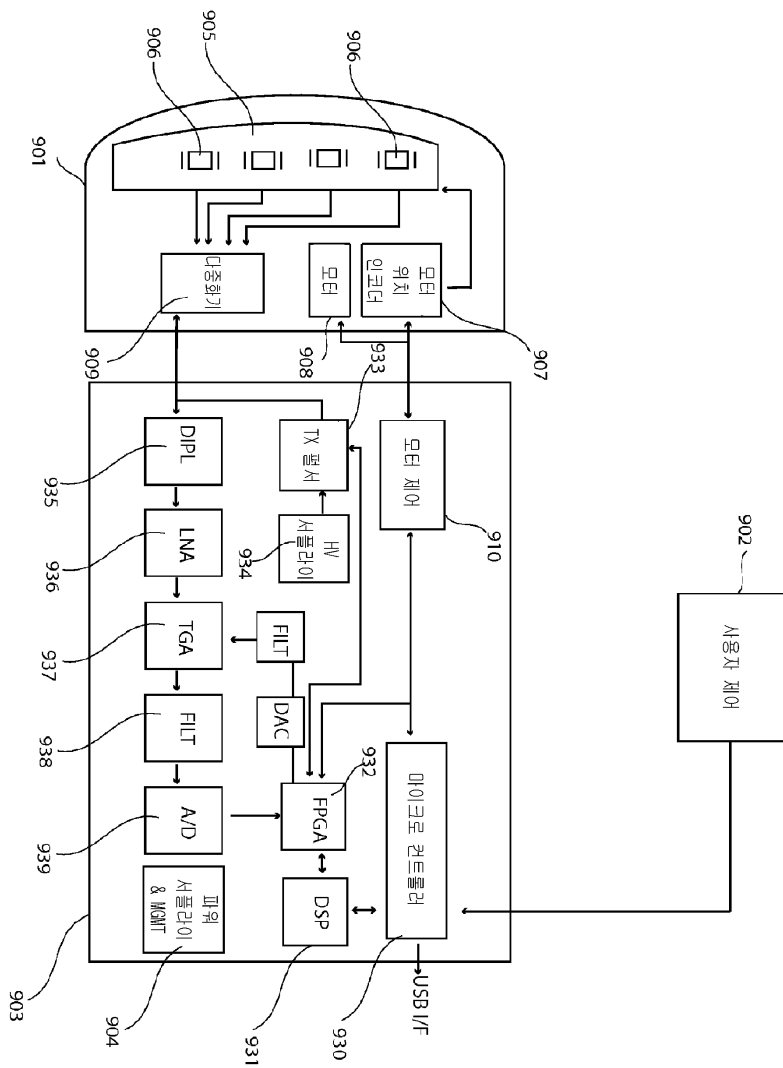
도면8b



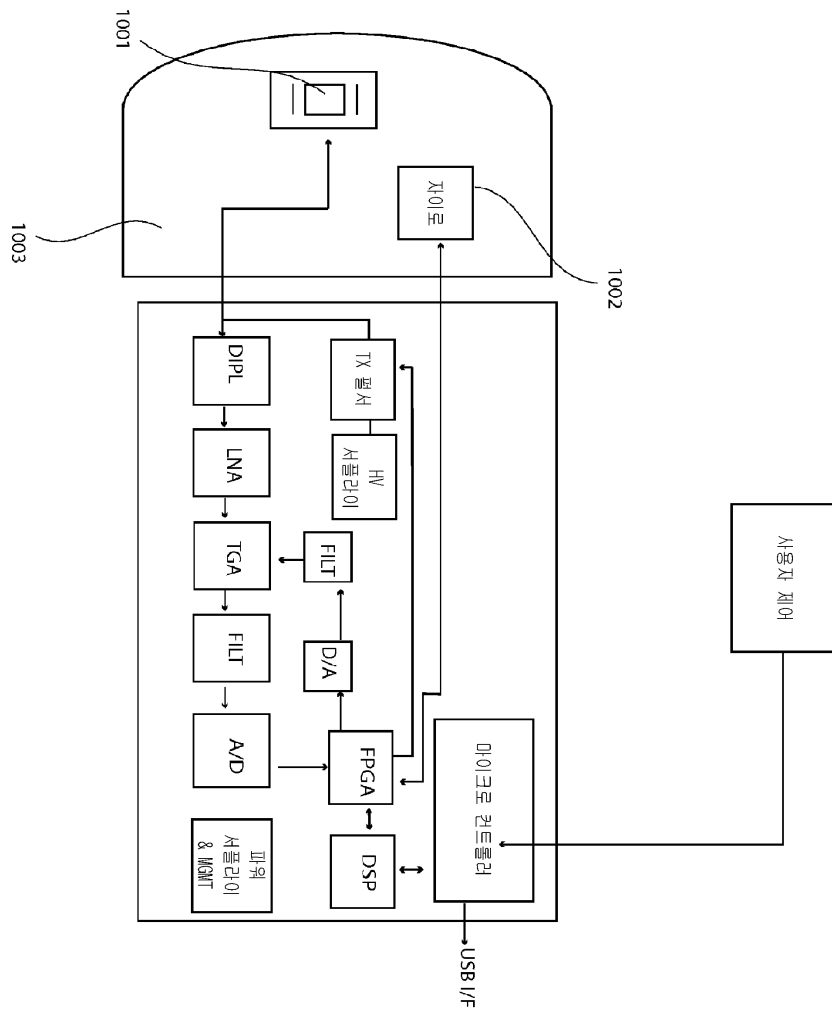
도면8c



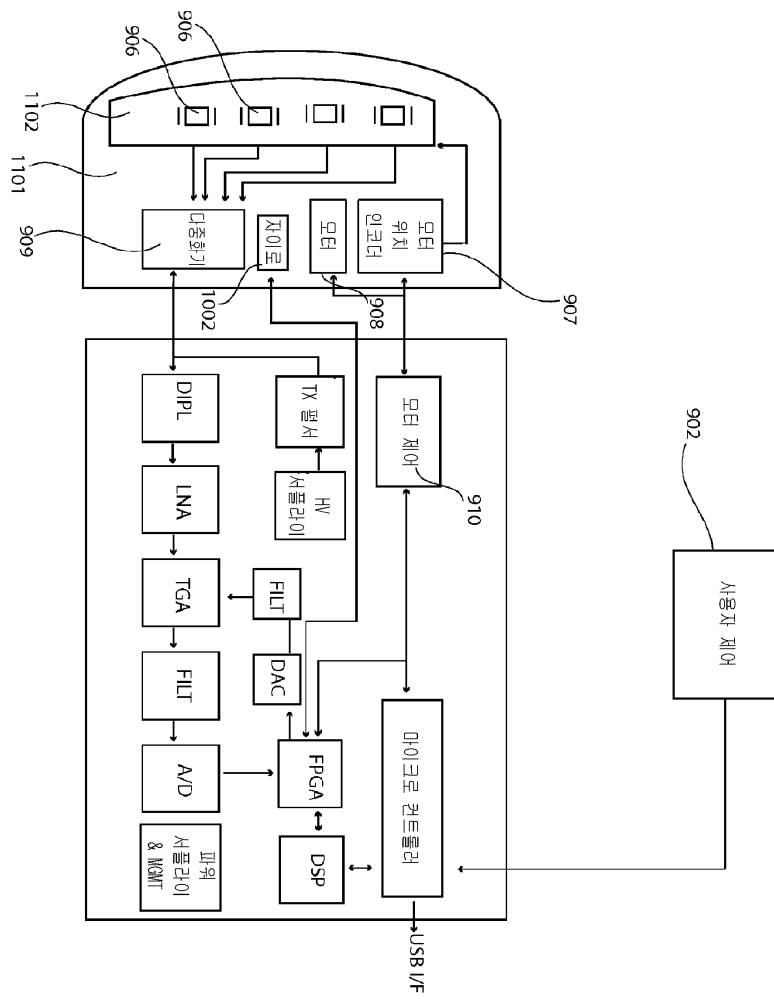
도면9



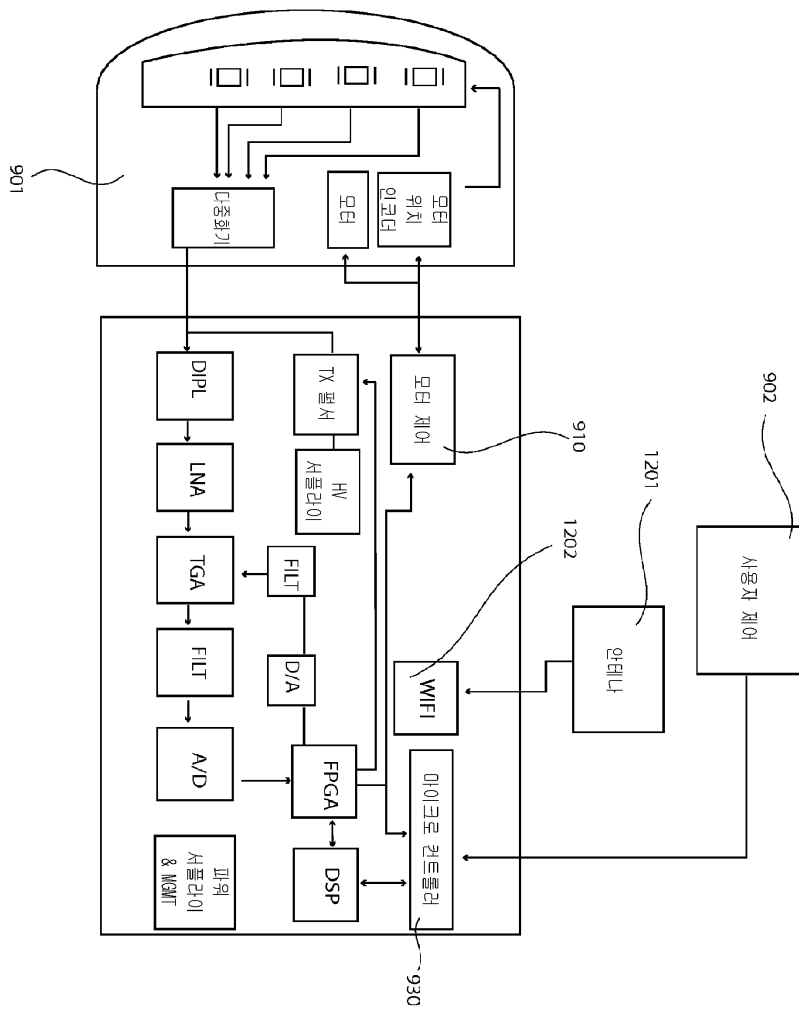
도면10



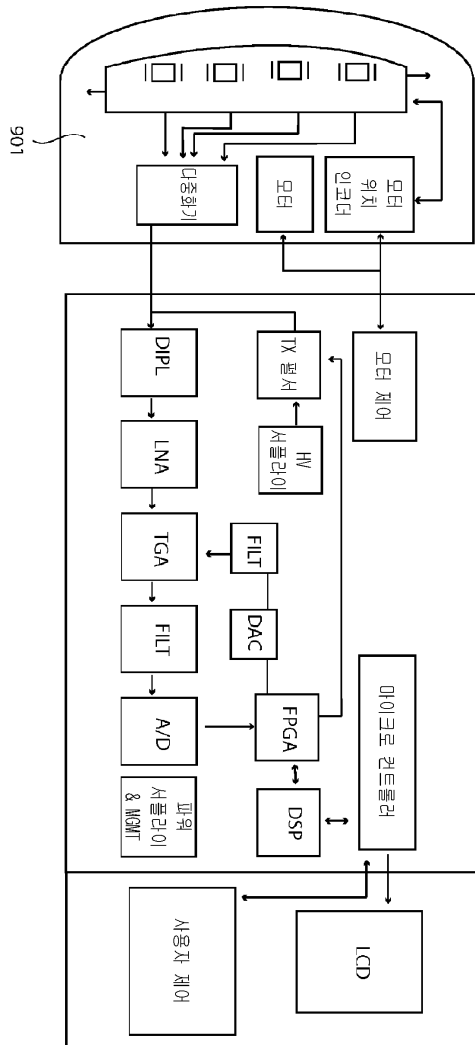
도면11



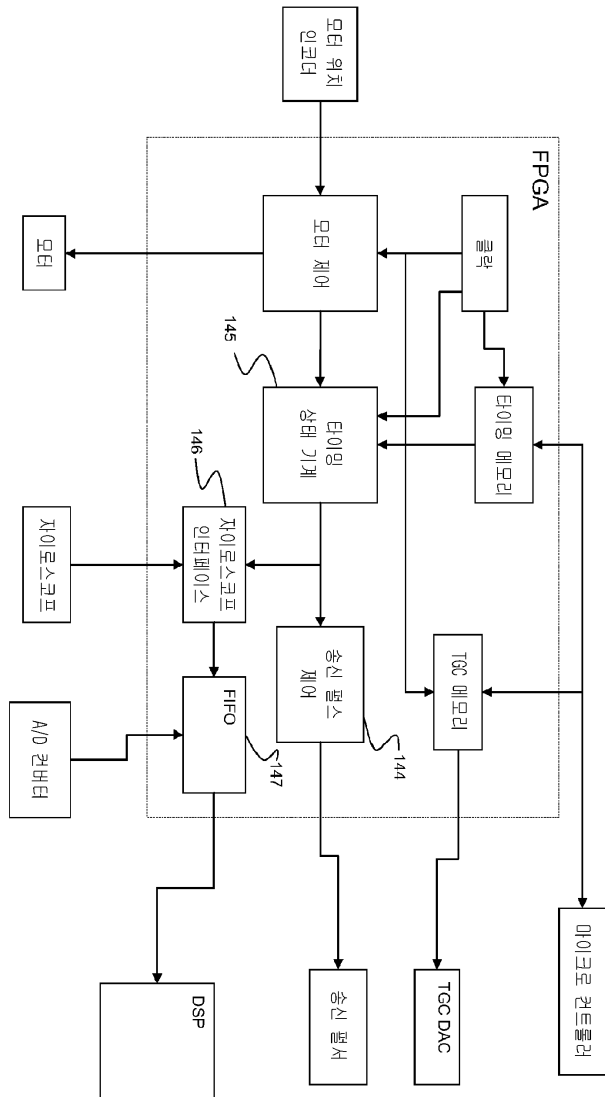
도면12



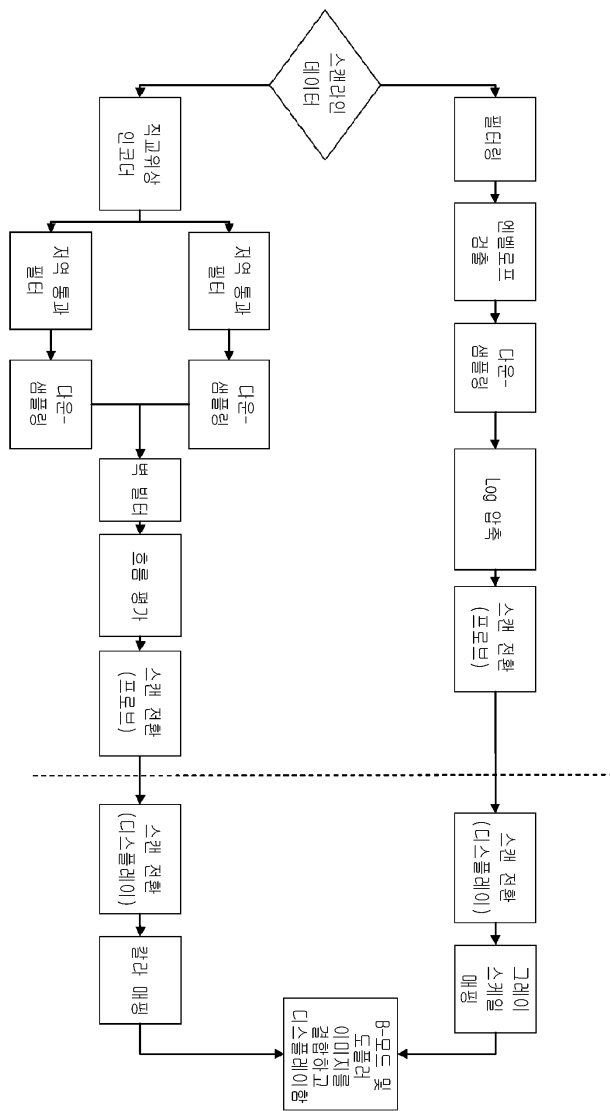
도면13



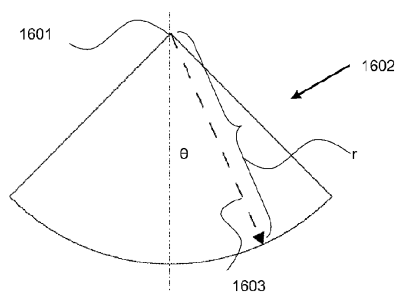
도면14



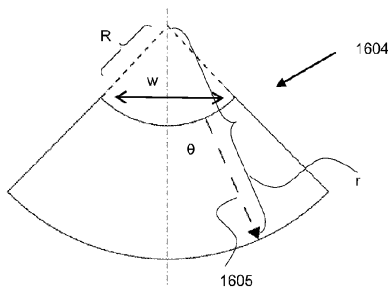
도면15



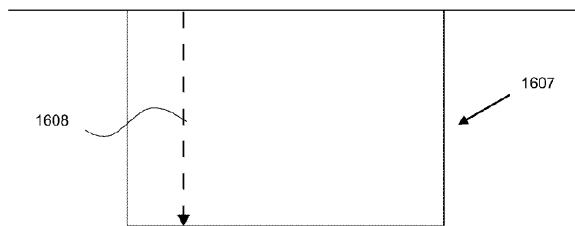
도면16a



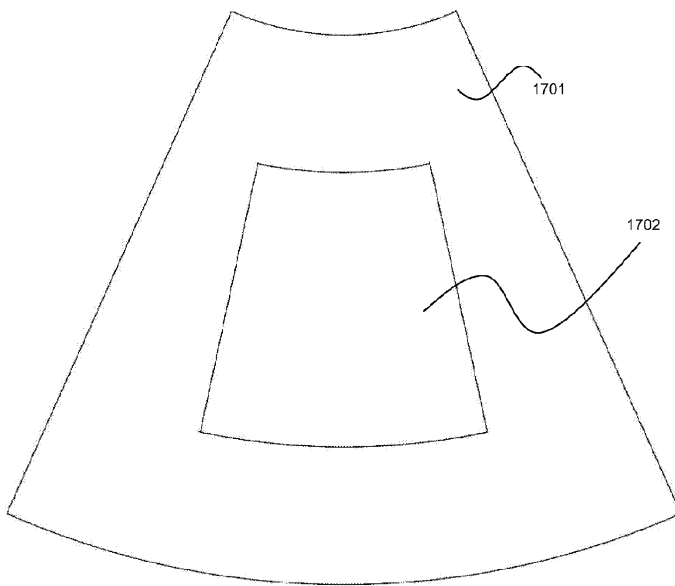
도면16b



도면16c



도면17



专利名称(译)	标题：改进的超声换能器		
公开(公告)号	KR1020120112360A	公开(公告)日	2012-10-11
申请号	KR1020127001642	申请日	2010-06-21
申请(专利权)人(译)	专业组学品牌.		
当前申请(专利权)人(译)	专业组学品牌.		
[标]发明人	EL AKLOUK ESSA BARTLETT STEWART PARKER JOHN 파커존		
发明人	엘 애글로크,에사 바틀렛,스튜어트 파커,존		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24		
CPC分类号	G01S7/52047 G01S15/8979 G01S7/5208 G10K11/352 G01S15/8934 G01S7/003 G01S15/895 G01S15/8945 G01S15/8959 G01S7/52096 A61B8/4245 A61B8/4444 A61B8/4461 A61B8/4483 A61B8/4488 A61B8/56		
优先权	2009902886 2009-06-23 AU		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

作为具有转换器移动到超声波马达的重复操作的超声波装置，超声波装置包括转换器的阵列。它大于为了产生分辨率的超声图像所需的相邻最小间隔距离，其中在扫描线之间需要转换器之间的相邻距离。装置阵列的移动产生至少所需分辨率的超声图像。图像的存在（专业参考）。

