



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0090059  
(43) 공개일자 2016년07월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 8/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
A61B 8/56 (2013.01)  
A61B 8/4444 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0009876  
(22) 출원일자 2015년01월21일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자  
김배형  
경기도 용인시 기흥구 금화로11번길 10 금화마을  
주공3단지아파트 305동 1403호

김규홍  
서울특별시 강남구 남부순환로363길 30 쌍용예가  
103동 1202호  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
특허법인세림

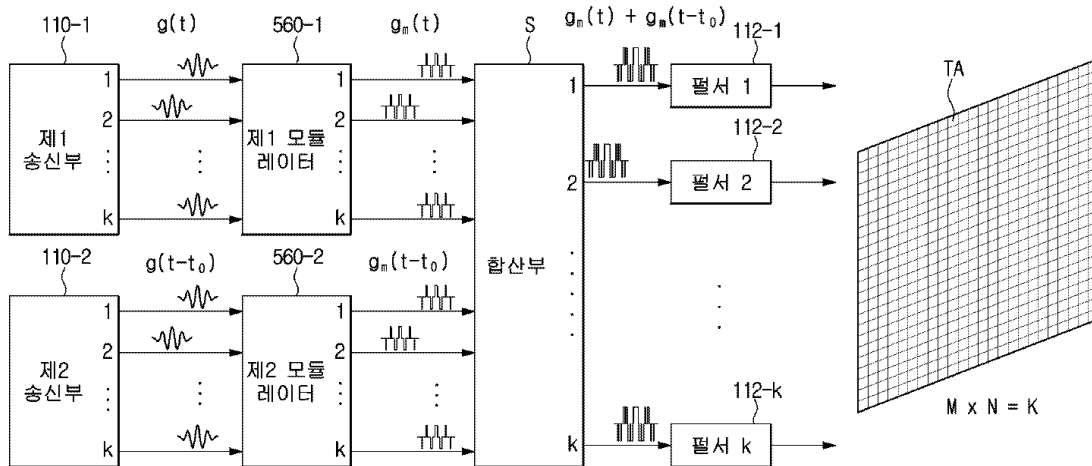
전체 청구항 수 : 총 34 항

(54) 발명의 명칭 초음파 프로브, 이를 포함하는 초음파 진단장치 및 초음파 신호생성방법

(57) 요약

개시된 실시예는 트랜스듀서 엘리먼트의 주파수 스펙트럼에 대한 송신신호의 정합성을 증가시켜 전송전력효율 및 신호대잡음비를 향상시킬 수 있도록 송신신호를 변조하는 초음파 프로브, 이를 포함하는 초음파 진단장치 및 초음파 신호생성방법을 제공한다. 일 실시예에 따른 초음파 프로브는 송신신호를 생성하는 송신부; 및 상기 송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성하는 모듈레이터;를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

**A61B 8/4494** (2013.01)

(72) 발명자

**박수현**

경기도 화성시 동탄지성로 42 시범한빛마을동탄아  
이파크아파트 222동 604호

**송중근**

경기도 용인시 기흥구 흥덕3로 20, 신동아 파밀리  
에 1212동 103호

**이승현**

경기도 성남시 분당구 미금일로 136 까치마을 건영  
빌라 508동 401호

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

송신신호를 생성하는 송신부; 및

상기 송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성하는 모듈레이터;를 포함하는 초음파 프로브

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 송신부는 제1송신신호와 상기 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신신호가 합성된 송신신호를 출력하는 초음파 프로브.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 송신부는

제1송신신호를 출력하는 제1송신부와,

상기 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신신호를 출력하는 제2송신부를 포함하는 초음파 프로브

#### 청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 제2송신신호는 상기 제1송신신호의 주기의 1/4에 대응하는 시간만큼 상기 제1송신신호로부터 시프트된 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

#### 청구항 5

제3항에 있어서,

상기 모듈레이터는 상기 제1송신신호와 제2송신신호가 합성된 신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 합성신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성하는 초음파 프로브

#### 청구항 6

제3항에 있어서,

상기 모듈레이터는,

상기 제1송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 제1송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 제1 변조신호를 생성하는 제1모듈레이터와,

상기 제2송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 제2송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 제2 변조신호를 생성하는 제2모듈레이터를 포함하는 초음파 프로브.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1변조신호와 제2변조신호를 합성하는 합산부;를 더 포함하는 초음파 프로브.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 송신부는 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수에 대응하는 복수의 송신신호를 생성하고, 상기 복수의 송신신호에 지연시간을 인가하여 송신신호패턴을 형성하는 초음파 프로브.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 변조신호에 대응하는 송신펄스를 생성하여 트랜스듀서 어레이에 인가하는 펄서;를 더 포함하는 초음파 프로브.

**청구항 10**

송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성하는 적어도 하나의 모듈레이터; 및

상기 변조신호에 대응하는 송신펄스를 생성하여 트랜스듀서 어레이에 인가하는 펄서;를 포함하는 초음파 프로브.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

제1송신신호와 상기 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신신호가 합성된 송신신호를 출력하는 송신부;를 더 포함하는 초음파 프로브.

**청구항 12**

제10항에 있어서,

제1송신신호를 출력하는 제1송신부; 및

상기 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신신호를 출력하는 제2송신부;를 포함하는 초음파 프로브.

**청구항 13**

제11항 또는 제12항에 있어서,

상기 제2송신신호는 상기 제1송신신호의 주기의 1/4에 대응하는 시간만큼 상기 제1송신신호로부터 시프트된 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

**청구항 14**

제12항에 있어서,

상기 모듈레이터는 상기 제1송신신호와 제2송신신호가 합성된 신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 합성신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성하는 초음파 프로브.

**청구항 15**

제12항에 있어서,

상기 모듈레이터는,

상기 제1송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 제1송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 제1 변조신호를 생성하는 제1모듈레이터; 및

상기 제2송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 제2송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 제2 변조신호를 생성하는 제2모듈레이터;를 포함하는 초음파 프로브

**청구항 16**

송신신호를 생성하는 단계; 및

상기 송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성하는 단계;를 포함하는 초음파 신호생성방법

**청구항 17**

제16항에 있어서,

상기 송신신호를 생성하는 단계는,

제1송신신호를 생성하는 단계;

상기 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신신호를 생성하는 단계; 및

상기 제1송신신호와 제2송신신호를 합성하여 송신신호를 생성하는 단계;를 포함하는 초음파 신호생성방법.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

상기 시프트된 제2송신신호를 생성하는 단계는,

상기 제1송신신호의 주기의 1/4에 대응하는 시간만큼 시프트된 제2송신신호를 생성하는 단계;를 포함하는 초음파 신호생성방법.

**청구항 19**

제16항에 있어서,

상기 송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 신호를 생성하는 단계;

상기 시프트된 신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 시프트된 신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 시프트 변조신호를 생성하는 단계; 및

상기 변조신호와 시프트 변조신호를 합성하여 합성 변조신호를 생성하는 단계;를 더 포함하는 초음파 신호생성방법.

**청구항 20**

제19항에 있어서,

상기 시프트된 신호를 생성하는 단계는,

상기 송신신호의 주기의 1/4에 대응하는 시간만큼 시프트된 신호를 생성하는 단계;를 포함하는 초음파 신호생성방법.

**청구항 21**

제16항에 있어서,

상기 변조신호에 대응하는 송신펄스를 생성하여 트랜스듀서 어레이에 인가하는 단계;를 더 포함하는 초음파 신호생성방법.

**청구항 22**

제16항에 있어서,

상기 송신신호를 생성하는 단계는,

트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수에 대응하는 복수의 송신신호에 지연시간이 인가된 송신신호패턴을 생성하는 것;을 포함하는 초음파 신호생성방법.

**청구항 23**

송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성하는 단계; 및

상기 변조신호에 대응하는 송신펄스를 생성하여 트랜스듀서 어레이에 인가하는 단계;를 포함하는 초음파 신호 생성방법.

**청구항 24**

제23항에 있어서,

제1송신신호와 상기 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신신호가 합성된 송신신호를 생성하는 단계;를 더 포함하는 초음파 신호생성방법.

**청구항 25**

제23항에 있어서,

제1송신신호를 생성하는 단계; 및

상기 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신신호를 생성하는 단계;를 더 포함하는 초음파 신호생성방법.

**청구항 26**

제24항 또는 제25항에 있어서,

상기 제2송신신호는 상기 제1송신신호의 주기의 1/4에 대응하는 시간만큼 상기 제1송신신호로부터 시프트된 것을 특징으로 하는 초음파 신호생성방법.

**청구항 27**

제25항에 있어서,

상기 변조신호를 생성하는 단계는,

상기 제1송신신호와 제2송신신호가 합성된 신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 합성신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성하는 단계;를 포함하는 초음파 신호생성방법.

**청구항 28**

제25항에 있어서,

상기 변조신호를 생성하는 단계는,

상기 제1송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 제1송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 제1 변조신호를 생성하는 단계; 및

상기 제2송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 제2송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 제2 변조신호를 생성하는 단계;를 포함하는 초음파 신호생성방법

**청구항 29**

송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 송신펄스를 생성하고 생성된 송신펄스를 트랜스듀서 어레이로 인가하여 초음파를 출력하는 초음파 프로브; 및

상기 초음파 프로브에서 초음파 에코신호를 수신하면 초음파 영상을 생성하여 표시하는 워크스테이션;을 포함하는 초음파 진단장치.

**청구항 30**

제29항에 있어서,

상기 초음파 프로브는,

송신신호를 생성하는 송신부; 및

상기 송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성하는 모듈레이터;를 포함하는 초음파 진단장치.

**청구항 31**

제30항에 있어서,

상기 송신부는 제1송신신호와 상기 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신신호가 합성된 송신신호를 출력하는 초음파 진단장치.

**청구항 32**

제30항에 있어서,

상기 송신부는,

제1송신신호를 출력하는 제1송신부와 상기 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신신호를 출력하는 제2송신부를 포함하는 초음파 진단장치..

**청구항 33**

제32항에 있어서,

상기 모듈레이터는 상기 제1송신신호와 제2송신신호가 합성된 신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 합성신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성하는 초음파 진단장치.

**청구항 34**

제32항에 있어서,

상기 모듈레이터는,

상기 제1송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 제1송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 제1 변조신호를 생성하는 제1모듈레이터와 상기 제2송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 제2송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 제2변조신호를 생성하는 제2모듈레이터를 포함하는 초음파 진단장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 초음파 프로브 및 초음파 진단장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 초음파 진단장치는 대상체의 표면으로부터 체내의 목표 부위를 향하여 초음파 신호를 조사하고, 반사된 초음파 신호(초음파 에코신호)의 정보를 이용하여 연부조직의 단층 영상이나 혈류에 관한 영상을 무침습으로 얻는 장치이다.

[0003] 초음파 진단장치는 X선 영상 장치, 자기 공명 영상 장치, 핵의학 진단장치 등의 다른 화상 진단장치와 비교할 때, 소형이고 저렴하며, 실시간으로 영상을 표시할 수 있고, X선 등의 피폭이 없어 안전성이 높은 장점을 갖고 있어 심장, 복부, 비뇨기 및 산부인과 진단을 위해 널리 이용되고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 트랜스듀서 엘리먼트의 주파수 스펙트럼에 대한 송신신호의 정합성을 증가시켜 전송전력효율 및 신호대잡음비를 향상시킬 수 있도록 송신신호를 변조하는 초음파 프로브, 이를 포함하는 초음파 진단장치 및 초음파 신호생성방법을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

- [0005] 일 실시예에 따른 초음파 프로브는 송신신호를 생성하는 송신부; 및 상기 송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성하는 모듈레이터;를 포함한다.
- [0006] 또한, 상기 송신부는 제1송신신호와 상기 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신신호가 합성된 송신신호를 출력할 수 있다.
- [0007] 또한, 상기 송신부는 제1송신신호를 출력하는 제1송신부와, 상기 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신신호를 출력하는 제2송신부를 포함할 수 있다.
- [0008] 또한, 상기 제2송신신호는 상기 제1송신신호의 주기의 1/4에 대응하는 시간만큼 상기 제1송신신호로부터 시프트될 수 있다.
- [0009] 또한, 상기 모듈레이터는 상기 제1송신신호와 제2송신신호가 합성된 신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 합성신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성할 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 모듈레이터는, 상기 제1송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 제1송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 제1변조신호를 생성하는 제1모듈레이터와, 상기 제2송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 제2송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 제2변조신호를 생성하는 제2모듈레이터를 포함할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 제1변조신호와 제2변조신호를 합성하는 합산부;를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에 따른 초음파 프로브는 송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성하는 적어도 하나의 모듈레이터; 및 상기 변조신호에 대응하는 송신펄스를 생성하여 트랜스듀서 어레이에 인가하는 펄서;를 포함한다.
- [0013] 일 실시예에 따른 초음파 신호생성방법은 송신신호를 생성하는 단계; 및 상기 송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성하는 단계;를 포함한다.
- [0014] 일 실시예에 따른 초음파 신호생성방법은 송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성하는 단계; 및 상기 변조신호에 대응하는 송신펄스를 생성하여 트랜스듀서 어레이에 인가하는 단계;를 포함한다.
- [0015] 일 실시예에 따른 초음파 진단장치는 송신신호의 주기마다 고점과 저점에서 상기 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 송신펄스를 생성하고 생성된 송신펄스를 트랜스듀서 어레이로 인가하여 초음파를 출력하는 초음파 프로브; 및 상기 초음파 프로브에서 초음파 에코신호를 수신하면 초음파 영상을 생성하여 표시하는 워크스테이션;을 포함한다.

**발명의 효과**

- [0016] 개시된 초음파 프로브, 이를 포함하는 초음파 진단장치 및 초음파 신호생성방법에 따르면, 트랜스듀서 엘리먼트의 주파수 스펙트럼에 대한 송신신호의 정합성을 향상시킬 수 있다.
- [0017] 또한, 송신신호의 전송전력효율과 신호대잡음비를 증가시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0018] 도 1은 일 실시예에 따른 초음파 진단장치의 외관도이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 초음파 진단장치의 제어 블록도다.
- 도 3은 실시예에 따른 초음파 진단장치의 본체의 구성을 구체적으로 나타낸 제어블럭도이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 송신장치의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 1차원 어레이 트랜스듀서를 이용한 송신 빔포밍의 동작을 나타낸 도면이다.
- 도 6은 송신 빔포밍 시에 적용되는 송신 신호의 지연을 나타낸 도면이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 초음파 프로브의 송신부에서 임의의 파형을 생성하는 과정을 나타낸 도면이다.

도 8은 일 실시예에 따른 송신장치에서 송신신호가 변조되는 과정을 나타낸 도면이다.

도 9a 및 도 9b는 일 실시예에 따른 송신장치에서 생성되는 송신신호와 변조신호의 파형을 나타낸 도면이다.

도 10은 일 실시예에 따른 송신장치에서 변조된 신호와 변조신호를 소정의 시간만큼 시프트한 신호를 합성한 신호의 파형을 나타낸 도면이다.

도 11은 일 실시예에 따른 송신장치에서 변조신호의 시프트 시간을 산출하기 위한 코사인 파형을 나타낸 도면이다.

도 12는 다른 실시예에 따른 송신장치의 구성을 나타낸 도면이다.

도 13은 다른 실시예에 따른 송신장치에서 송신신호가 변조되는 것을 나타낸 도면이다.

도 14는 또 다른 실시예에 따른 송신장치의 구성을 나타낸 도면이다.

도 15는 또 다른 실시예에 따른 송신장치에서 송신신호가 변조되는 것을 나타낸 도면이다.

도 16은 일 실시예에 따른 수신장치의 구성을 나타낸 도면이다.

도 17은 일 실시예에 따른 수신장치에서 수신 빔포밍을 수행하는 것을 나타낸 도면이다.

도 18은 수신 빔포밍 시에 적용되는 수신 신호의 지연을 나타내는 도면이다.

도 19는 다른 실시예에 따른 초음파 진단장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 20 및 도 21은 다른 실시예에 따른 초음파 프로브의 송신장치와 수신장치의 세부 구성을 나타낸 도면이다.

도 22는 일 실시예에 따른 초음파 신호생성방법을 나타낸 순서도이다.

도 23은 다른 실시예에 따른 초음파 신호생성방법을 나타낸 순서도이다.

도 24는 또 다른 실시예에 따른 초음파 신호생성방법을 나타낸 순서도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명하도록 한다.

[0020] 도 1은 일 실시예에 따른 초음파 진단장치의 외관도이고, 도 2는 일 실시예에 따른 초음파 진단장치의 제어 블록도다. 그리고 도 3은 일 실시예에 따른 초음파 진단장치의 본체의 구성을 구체적으로 나타낸 제어블록도이다.

[0021] 도 1을 참조하면, 초음파 진단장치(1)는 대상체에 초음파를 송신하고 대상체로부터 에코 초음파를 수신하여 전기적 신호로 변환하는 초음파 프로브(p)와, 초음파 프로브와 연결되며 입력부(540) 및 표시부(550)를 갖추고 초음파 영상을 표시하는 본체(M)를 포함한다.

[0022] 초음파 프로브는 케이블(5)을 통해 초음파 진단장치의 본체와 연결되어 초음파 프로브의 제어에 필요한 각종 신호를 입력 받거나, 초음파 프로브가 수신한 초음파 에코신호에 대응되는 아날로그 신호 또는 디지털 신호를 본체로 전달할 수 있다. 그러나, 초음파 프로브의 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며, 무선 프로브(wireless probe)로 구현되어 초음파 프로브와 본체 사이에 형성된 네트워크를 통해 신호를 주고 받는 것도 가능하다. 케이블의 일 측 말단은 초음파 프로브와 연결되고, 타 측 말단에는 본체의 슬롯(7)에 결합 또는 분리가 가능한 커넥터(6)가 마련될 수 있다. 본체와 초음파 프로브는 케이블을 이용하여 제어 명령이나 데이터를 주고 받을 수 있다. 예를 들어, 사용자가 입력부를 통해 초점 깊이, 어퍼처(aperture)의 크기나 형태 또는 스티어링 각도 등에 관한 정보를 입력하면, 이 정보들은 케이블을 통해 초음파 프로브로 전달되어 송신장치(100)와 수신장치의 송수신 빔포밍에 사용될 수 있다. 또는, 사용자가 입력부를 통해 coded excitation imaging 또는 harmonic imaging 등의 이미징 모드에 관한 정보를 입력하면 이 정보들은 케이블을 통해 초음파 프로브로 전달되고, 초음파 프로브는 후술할 변형된 형태의 펄스 폭 변조를 통해 송신신호를 변조하여 송신펄스를 생성할 수 있다. 또는, 전술한 바와 같이 초음파 프로브가 무선 프로브로 구현되는 경우에는, 초음파 프로브는 케이블이 아닌 무선 네트워크를 통해 본체와 연결된다. 무선 네트워크를 통해 본체와 연결되는 경우에도 본체와 초음파 프로브는 전술한 제어 명령이나 데이터를 주고 받을 수 있다.

[0023] 본체는 도 2에 도시한 바와 같이, 제어부(500), 영상처리부(530), 입력부 및 표시부를 포함할 수 있다. 제어부는 초음파 진단장치의 전반적인 동작을 제어한다. 구체적으로, 제어부는 초음파 진단장치의 각 구성 요소, 일례

로 도 2에 도시한 송신장치(100), T/R스위치(10), 수신장치(200), 영상처리부 및 표시부 등을 제어하기 위한 제어신호를 생성하여 전술한 각 구성 요소의 동작을 제어한다. 특히, 제어부는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)를 이루는 복수의 초음파 트랜스듀서 엘리먼트들에 대한 지연 프로파일(delay profile)을 산출하고, 산출된 지연 프로파일에 기초하여 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이 내에 포함된 복수의 초음파 트랜스듀서 엘리먼트와 대상체의 집속점(focal point)의 거리 차에 따른 시간 지연값을 산출한다. 그리고 제어부는 이에 따라 송수신 빔포머를 제어하여 송수신 신호가 생성되도록 한다. 또한 제어부는 입력부를 통해 입력되는 사용자의 지시 또는 명령에 따라 초음파 진단장치의 각 구성 요소에 대한 제어명령을 생성하여 초음파 진단장치를 제어할 수 있다.

[0024] 영상처리부는 수신장치를 통해 집속된 초음파 신호에 기초하여 대상체 내부의 목표 부위에 대한 3차원 초음파 영상을 생성한다. 도 3을 참조하면, 영상처리부는 다시 영상형성부(531), 신호 처리부(533), 스캔컨버터(535), 저장부(537) 및 볼륨 렌더링부(539)를 포함할 수 있다. 영상형성부는 수신장치를 통해 집속된 초음파 신호에 기초하여 대상체 내부의 목표 부위에 대한 코히런트(coherent) 2차원 영상 또는 3차원 영상을 생성한다. 신호 처리부는 영상형성부에 의해 형성된 코히런트 영상 정보를 B-모드나 도플러 모드 등의 진단 모드에 따른 초음파 영상 정보로 변환한다. 예를 들면, 신호 처리부는 진단 모드가 B-모드로 설정되어 있는 경우, 코히런트 영상 정보에 대해 A/D 변환 처리 등의 처리를 행하고 B-모드 영상용의 초음파 영상 정보를 실시간으로 작성한다. 또한 신호 처리부는 촬영 모드가 D-모드(도플러 모드)로 설정되어 있는 경우에는, 초음파 신호로부터 위상 변화 정보를 추출하고, 속도, 파워, 분산과 같은 촬영 단면의 각 점에 대응하는 혈류 등의 정보를 산출하고 D-모드 영상용의 초음파 영상 정보를 실시간으로 작성한다. 스캔컨버터는 신호 처리부로부터 입력받은 변환된 초음파 영상 정보 또는 저장부에 저장되어 있는 변환된 초음파 영상 정보를 표시부용의 일반 비디오 신호로 변환하여 볼륨 렌더링부로 전송한다. 저장부는 신호 처리부를 통해 변환된 초음파 영상 정보를 일시적 또는 비일시적으로 저장한다. 볼륨 렌더링부는 스캔컨버터로부터 전송된 비디오 신호를 기초로 볼륨 렌더링(volume rendering)을 수행하고, 렌더링된 영상 정보를 보정하여 최종적인 결과 영상을 생성한 후 생성된 결과 영상을 표시부로 전송한다.

[0025] 입력부는 사용자가 초음파 진단장치의 동작에 관한 명령을 입력할 수 있도록 마련된다. 사용자는 입력부를 통해 초음파 진단 시작 명령, A-모드(Amplitude mode), B-모드(Brightness mode), 컬러 모드(Color mode), D-모드(Doppler mode) 및 M-모드(Motion mode) 등의 진단 모드 선택 명령, 관심영역(region of interest; ROI)의 크기 및 위치를 포함하는 관심영역(ROI) 설정 정보 등을 입력하거나 설정할 수 있다. 입력부는 키보드, 마우스, 트랙볼(trackball), 태블릿(tablet) 또는 터치스크린 모듈 등과 같이 사용자가 데이터, 지시나 명령을 입력할 수 있는 다양한 수단을 포함할 수 있다.

[0026] 표시부는 초음파 진단에 필요한 메뉴나 안내 사항 및 초음파 진단 과정에서 획득한 초음파 영상 등을 표시한다. 표시부는 영상처리부에서 생성된 대상체 내부의 목표 부위에 대한 초음파 영상을 표시한다. 표시부에 표시되는 초음파 영상은 A-모드의 초음파 영상이나 B-모드의 초음파 영상일 수도 있고, 3차원 입체 초음파 영상일 수도 있다. 표시부는 브라운관(Cathode Ray Tube; CRT), 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display; LCD) 등 공지된 다양한 디스플레이 방식으로 구현될 수 있다.

[0027] 일 실시예에 따른 초음파 프로브는 도 2에 도시된 것처럼, 초음파 트랜스듀서 어레이, T/R스위치, 송신장치, 수신장치를 포함할 수 있다.

[0028] 초음파 트랜스듀서 어레이는 초음파 프로브의 단부에 마련된다. 초음파 트랜스듀서 어레이는 복수의 초음파 트랜스듀서 엘리먼트를 배열(array)상으로 배치한 것을 의미한다. 개시된 실시예에 따른 초음파 트랜스듀서 어레이는 2차원 어레이 형태를 갖는다. 초음파 트랜스듀서 어레이는 초음파 트랜스듀서 어레이에 인가되는 펄스 신호 또는 교류 전류에 의해 진동하면서 초음파를 생성한다. 생성된 초음파는 대상체 내부의 목표 부위로 송신된다. 이 경우 초음파 트랜스듀서 어레이에서 생성된 초음파는 대상체 내부의 복수의 목표 부위를 초점으로 하여 송신될 수도 있다. 다시 말해, 생성된 초음파는 복수의 목표 부위로 멀티 포커싱(multi-focusing)되어 송신될 수도 있다. 초음파 트랜스듀서 어레이에서 발생된 초음파는 대상체 내부의 목표 부위에서 반사되어 다시 초음파 트랜스듀서 어레이로 돌아온다. 초음파 트랜스듀서 어레이는 적어도 하나의 목표 부위에서 반사되어 돌아오는 에코 초음파를 수신한다. 에코 초음파가 초음파 트랜스듀서 어레이에 도달하면 초음파 트랜스듀서 어레이는 에코 초음파의 주파수에 상응하는 소정의 주파수로 진동하면서, 초음파 트랜스듀서 어레이의 진동 주파수에 상응하는 주파수의 교류 전류를 출력한다. 이에 따라 초음파 트랜스듀서 어레이는 수신한 에코 초음파를 소정의 전기적 신호로 변환할 수 있게 된다.

[0029] 각각의 엘리먼트는 에코 초음파를 수신하여 전기적 신호를 출력하므로, 초음파 트랜스듀서 어레이는 복수 채널

의 전기적 신호를 출력할 수 있다. 채널의 개수는 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 초음파 트랜스듀서 엘리먼트의 개수와 동일하게 마련될 수 있다. 초음파 트랜스듀서 엘리먼트는 압전 진동자나 박막을 포함할 수 있다. 압전 진동자나 박막은 전원으로부터 교류 전류가 인가되면, 인가되는 교류 전류에 따라 소정의 주파수로 진동하고, 진동하는 주파수에 따라 소정 주파수의 초음파를 생성한다. 반대로 압전 진동자나 박막은 소정 주파수의 에코 초음파가 압전 진동자나 박막에 도달하면, 에코 초음파에 따라 진동하여, 진동 주파수에 대응하는 주파수의 교류 전류를 출력한다. 초음파 트랜스듀서는 자성체의 자왜효과를 이용하는 자왜 초음파 트랜스듀서(Magnetostrictive Ultrasonic Transducer), 압전 물질의 압전 효과를 이용한 압전 초음파 트랜스듀서(Piezoelectric Ultrasonic Transducer) 및 미세 가공된 수백 또는 수천 개의 박막의 진동을 이용하여 초음파를 송수신하는 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer; cMUT) 중 어느 하나로 구현될 수 있다. 또한 이외에 전기적 신호에 따라 초음파를 생성하거나 또는 초음파에 따라 전기적 신호를 생성할 수 있는 다른 종류의 트랜스듀서들 역시 초음파 트랜스듀서의 일례가 될 수 있다.

[0030] T/R스위치는 초음파 프로브의 송수신 상태를 결정한다. T/R스위치에 의해 송신상태가 되면, 송신장치는 트랜스듀서 어레이에 송신펄스를 인가하여 트랜스듀서 어레이로 하여금 대상체 내 목표 부위로 초음파 신호를 송신하도록 한다.

[0031] 도 4는 일 실시예에 따른 송신장치의 구성을 구체적으로 나타낸 제어블럭도이다. 도 4에 도시된 것처럼, 송신장치는 복수의 송신부(110)와 복수의 모듈레이터(560) 및 펄서(112)를 포함한다.

[0032] 개시된 실시예에 따른 송신장치는 coded excitation imaging과 harmonic imaging과 같은 이미징 방법을 제공하기 위해 변형된 펄스 폭 변조방법을 통해 송신신호를 변조한다. Coded excitation imaging은 초음파의 침투도와 해상도를 증가시킴으로써 대상체의 깊은 부위에 존재하는 타겟영역에 대한 보다 선명한 이미지를 획득할 수 있는 이미징 방법이다. 초음파의 침투도를 향상시키기 위해서는 초음파의 출력을 증가시켜야 하는데, coded excitation imaging은 초음파의 출력을 증가시키기 위해 단일의 펄스가 아닌 다수의 펄스로 구성된 버스트 펄스(burst pulse)를 출력한다. 버스트 펄스를 출력할 경우 초음파의 침투도는 증가될 수 있으나 축방향의 해상도가 저하되므로, coded excitation imaging은 수신된 버스트 펄스를 펄스 압축(pulse compression)을 통해 높은 진폭을 갖는 쏘 펄스로 가공하여 축방향의 해상도를 증가시킨다. 펄스 압축기로는 상관기(Correlator), 위너 여파기(Wiener filter) 또는 역함수 여파기(Inverse filter) 등이 사용될 수 있다. 상술한 coded excitation imaging을 위해 트랜스듀서에 인가되는 송신펄스의 전력에 대한 트랜스듀서에서 출력되는 초음파의 전력의 비로 나타낼 수 있는 전송전력효율을 향상시킬 수 있다. 전송전력효율을 향상시키기 위해 트랜스듀서의 제한된 대역폭에 송신펄스의 주파수 대역폭이 정합될 수 있다. 트랜스듀서의 대역폭에 정합될 수 있는 주파수 대역폭을 갖는 버스트 펄스를 생성하기 위해 임의 파형(arbitrary waveform)을 생성할 수 있다. 임의 파형을 생성하여 트랜스듀서에 인가하기 위해 D/A컨버터와 고전압 파워 증폭기(high voltage power amplifier)를 사용할 수 있으나, 이 경우 모든 채널에 D/A컨버터와 고전압 파워 증폭기를 장착해야 하기 때문에 초음파 프로브의 송신장치가 고전력이 요구되는 대형 시스템이 될 수 있다. 이는 2차원 어레이의 트랜스듀서를 사용하는 초음파 프로브의 구현을 복잡하고 어렵게 하며 소형화의 요구를 충족시키기 어렵다. 이에 개시된 실시예는 전술한 변형된 펄스 폭 변조방법을 통해, 임의의 파형을 송신하는 경우 얻을 수 있는 전술한 효과를 획득하면서 저전력이 요구되는 소형화 시스템으로 구현 가능한 송신장치를 제공한다.

[0033] 한편, 초음파는 매질을 통해 진행하면서 매질의 비선형성에 의해 그 파형이 변하게 되고, 이로 인해 하모닉 성분이 발생하게 된다. 하모닉 이미징은 매질의 비선형성에 의해 발생하는 에코 초음파의 하모닉 성분을 이용하여 보다 개선된 해상도의 이미지를 획득할 수 있다. cMUT같은 트랜스듀서는 그 고유의 특성으로 인해 초음파의 송신 시 비선형 주파수 성분을 발생시키는데 특히 송신 주파수( $f_0$ )의 2배의 주파수( $2f_0$ )를 갖는 하모닉 성분을 주로 발생시킨다. 하모닉 이미징은 전술한 것처럼, 에코 초음파의 하모닉 성분, 특히 송신 주파수( $f_0$ )의 2배 하모닉 성분( $2f_0$ )을 주로 이용하기 때문에 초음파 송신 시 cMUT같은 트랜스듀서의 특성에 의해 발생하는  $2f_0$  성분을 제거할 수 있다. 이에 개시된 실시예는 전술한 변형된 펄스폭 변조에 의해 생성된 변조신호와, 이 변조신호로부터 소정의 시간만큼 시프트된 변조신호를 합성하여 트랜스듀서의 특성에 의해 발생하는  $2f_0$  성분을 제거할 수 있는 송신장치를 제공한다. 이하 송신 빔포밍에 대해 설명한 후, 변형된 펄스폭 변조에 대해 구체적으로 설명한다.

[0034] 송신부는 본체의 제어부의 제어신호에 따라 송신 신호 패턴을 형성하여 송신 빔포밍을 수행한다. 송신부는 제어부를 통해 산출된 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 각각의 초음파 트랜스듀서 엘리먼트에 대한 시간 지연값에 기초하여 송신 신호 패턴을 형성한다. 송신 빔포밍에 대해 도 5 및 도 6을 참조하여 보다 구체적으로 설명한다. 도 5는 1차원 어레이 트랜스듀서를 이용한 송신 빔포밍의 동작을 나타낸 도면이고, 도 6은 송신 빔포

밍 시에 적용되는 송신 신호의 지연을 나타낸 도면이다. 개시된 실시예는 2차원 어레이의 트랜스듀서를 이용하나, 설명의 편의를 위해 1차원 어레이의 트랜스듀서를 일 예로 들어 송신 빔포밍에 대해 설명한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 초음파 영상화가 이루어지는 3차원 공간은 고도 방향(elevation direction)에 해당하는 y축, 측 방향(lateral direction)에 해당하는 x축 및 축 방향(axial direction)에 해당하는 z축으로 정의될 수 있다. 2차원 초음파 영상의 공간 해상도(spatial resolution)는 축 방향 해상도와 측 방향 해상도에 의해 결정될 수 있다. 축 방향 해상도는 초음파 빔의 축을 따라 나열된 두 물체를 구별할 수 있는 능력을 의미하고, 측 방향 해상도는 초음파 빔의 축과 직각으로 나열된 두 물체를 구별할 수 있는 능력을 의미한다. 축 방향 해상도는 송신하는 초음파 신호의 펄스 폭(pulse width)에 의해 결정되는데, 짧은 펄스 폭을 갖는 초음파 신호, 다시 말해 같은 주기의 경우 고주파 초음파 신호일수록 우수한 축 방향 해상도를 갖는다. 측 방향 해상도와 고도 방향 해상도는 초음파 빔의 폭(width)에 의해 결정되는데, 초음파 빔의 폭이 좁을수록 우수한 측 방향 해상도를 갖는다. 송신 빔포밍(transmit beamforming)은 복수의 트랜스듀서 엘리먼트로부터 송신되는 초음파 신호를 스캔 라인 상의 집속점(focal point)에 집속시킴으로써 폭이 좁은 초음파 빔을 형성할 수 있다. 송신 빔포밍에 의해 폭이 좁은 초음파 빔을 형성함으로써, 초음파 영상의 해상도, 특히 측 방향 해상도가 향상될 수 있다.

[0035] 1차원 어레이 트랜스듀서(1D array transducer)는 1차원으로 배열된 복수의 트랜스듀서 엘리먼트로 이루어진다. 2차원의 초음파 단면 영상을 얻기 위해서는 복수의 스캔 라인(scan line)이 필요하고, 첫 번째 스캔 라인부터 마지막 스캔 라인까지 상술한 바와 같은 집속점에 대한 빔포밍이 수행될 수 있다. 트랜스듀서 어레이가 모든 스캔 라인에 대해 초음파 신호를 송신하고, 대상체의 내부 물질들로부터 반사되어 돌아오는 초음파 에코신호를 수신하면 초음파 진단장치는 xz 평면 상의 2차원 초음파 단면 영상을 얻을 수 있다. 초음파 빔을 한 점에 집속시키기 위해서는, 복수의 트랜스듀서 엘리먼트로부터 송신되는 초음파 신호가 한 집속점에 동시에 도달할 수 있어야 한다. 도 6에 도시된 바와 같이, 각각의 엘리먼트와 집속점 사이의 거리는 다르다. 따라서, 각 엘리먼트로부터 송신되는 초음파 신호에 적절한 시간 지연(time delay)이 인가되면 초음파 빔이 동일한 집속점에 동시에 도달할 수 있다. 모든 엘리먼트로부터 초음파 신호가 집속점을 향해 동시에 송신된다면, 집속점에 가장 가까운 엘리먼트로부터 송신되는 초음파 신호는 집속점에 가장 먼저 도달하게 되고, 집속점에서 먼 엘리먼트일수록 도달하는 시간이 지연된다. 따라서, 도 6에 도시된 바와 같이, 엘리먼트에 송신 신호를 줄 때부터 상기 시간 지연을 고려하여, 집속점에 가장 가까운 엘리먼트에는 송신 신호가 가장 늦게 인가되도록 하고, 집속점에서 먼 엘리먼트일수록 송신 신호가 빨리 인가되도록 할 수 있다. 여기서, 송신 신호는 엘리먼트에서 초음파 신호로 변환되는 전기신호를 의미한다.

[0036] 본 실시예에서는 상술한 송신 신호 패턴을 생성하는 송신부가 복수 개로 마련되고, 전술한 것처럼, 복수의 송신부는 각각 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수에 대응하는 복수의 송신신호에 지연시간이 인가된 송신 신호 패턴을 생성한다.

[0037] coded excitation imaging과 harmonic imaging을 위해 송신부는 트랜스듀서의 대역폭에 정합될 수 있는 주파수 대역폭을 갖는 임의의 파형을 생성한다. 예를 들면, 송신부는 hanning window, hamming window, Gaussian window 또는 Kaiser window와 같은 윈도우 함수(window function)가 적용된 사인 또는 코사인 신호나, 윈도우 함수가 적용된 처프(chirp)신호 또는, 골레이 코드(Golay code)등을 생성한다. 도 7은 일 실시예에 따른 초음파 프로브의 송신부에서 임의의 파형을 생성하는 과정을 나타낸 도면으로 도 7을 참조하여 임의의 파형, 예를 들어 윈도우 함수(window function)가 적용된 코사인 신호로 구성되는 송신신호패턴을 생성하는 과정을 설명한다.

[0038] 도 7에 도시된 것처럼, 송신빔 생성이 시작되면, 송신부는  $f_0$ 의 중심 주파수를 갖는 코사인 신호에 제1지연시간을 인가하고, 제1지연시간이 인가된 코사인 신호를 소정의 위상만큼 시프트시킨다. 송신부는 이렇게 생성된 코사인 신호에 윈도우 함수를 적용하여 펄스 셰이핑(pulse shaping)을 수행한다. 송신부는 윈도우 함수가 적용된 코사인 신호에 제2지연시간을 인가하고, 아포다이제이션(apodization)을 수행하여 송신신호패턴을 생성한다. 아포다이제이션은 트랜스듀서 어레이의 각 엘리먼트 별로 다른 크기를 적용하는 방식으로, x축 방향의 어퍼처에 윈도우 함수를 취하여 x축 방향 빔 패턴의 측면값을 감소시키는 방식이다.

[0039] 도 7에는 두 번의 지연시간이 인가되는 것이 도시되었는데, 이는 일 예일 뿐 적어도 하나의 지연시간이 인가될 수 있고, 인가되는 지연시간은 서로 같거나 다를 수 있다.

[0040] 도 8은 일 실시예에 따른 송신장치에서 송신신호가 변조되는 과정을 나타낸 도면이고, 도 9a 내지 도 9d는 일 실시예에 따른 송신장치에서 생성되는 송신신호와 변조신호의 파형을 나타낸 도면이다. 도 7에 도시된 과정을 거쳐 각각의 송신부, 예를 들어 제1송신부(110-1) 및 제2송신부(110-2)에서 각각 생성된 송신 빔포밍된 제1송신신호패턴과 제2송신신호패턴은 제1모듈레이터(560-1)와 제2모듈레이터(560-2)로 입력된다. 예를 들면, 제1송신

부와 제2송신부는 도 9a에 도시된 것처럼, 윈도우 함수가 적용된 코사인 신호로 구성된 송신신호패턴을 생성하여 각각의 모듈레이터로 출력한다. 도 9a에 도시된 송신신호(g(t))는 전술한 것처럼, 윈도우 함수가 적용된 코사인 신호로 2MHz의 중심 주파수를 갖는다. 송신신호(g(t))의 중심 주파수는 트랜스듀서의 주파수 대역폭에 정합되도록 결정될 수 있다. 도 8에는 설명의 편의를 위해 두 개의 송신부만 도시하였으나, 이에 한정되지 않고 본 실시예는 두 개 이상의 송신부를 포함할 수 있다. 본 실시예에서 제2송신부는 제1송신부에서 생성된 제1송신신호(g(t))로부터 미리 정해진 시간(t0)만큼 시프트된 제2송신신호(g(t-t0))를 생성한다. 시프트되는 시간(t0)의 조절은 송신부에서 인가하는 지연시간의 조절을 통해 이루어질 수 있다. 하모닉 이미징은 전술한 것처럼, 에코 초음파의 하모닉 성분, 특히 송신 주파수(f0)의 2배 하모닉 성분(2f0)을 주로 이용하기 때문에 초음파 송신 시 cMUT같은 트랜스듀서의 특성에 의해 발생하는 2f0 성분을 포함한 비선형(non-linear) 성분을 제거할 수 있다. 복수의 송신부를 이용하여 미리 정해진 시간만큼 시프트된 송신신호를 생성하는 것은 이러한 트랜스듀서의 특성에 의해 발생하는 2f0 성분을 제거하기 위한 것으로 구체적인 내용은 후술하도록 한다.

[0041] 모듈레이터는 입력된 송신신호패턴을 구성하는 각각의 송신신호(g(t))에 펄스 폭 변조방식을 적용하여 송신신호(g(t))를 변조한다. 모듈레이터는 송신신호(g(t))의 주기마다 고점과 저점을 결정하고, 결정된 고점과 저점에서 송신신호(g(t))의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호(gm(t))를 생성한다. 도 9b에는 도 9a에 도시된 시간영역의 송신신호(g(t))와 시간영역의 변조신호(gm(t))를 주파수 영역으로 변환한 신호가 도시되어 있다. 도 9b에 도시된 것처럼, 변조신호(gm(t))를 주파수 영역으로 변환한 신호(Gm(f))는 송신신호(g(t))를 주파수 영역으로 변환한 신호(R)와 중심 주파수 대역에서 유사하다. 다시 말해, 변조신호(gm(t))는 coded excitation imaging에 적합하도록 트랜스듀서의 제한된 대역폭에 주파수 대역폭을 정합시킨 송신신호(g(t))의 트랜스듀서에 대한 정합성을 매우 근사하게 추종하는 것을 알 수 있다.

[0042] 도 8에 도시된 것처럼, 제1모듈레이터는 제1송신부로부터 출력된 제1송신신호패턴을 전술한 펄스 폭 변조방법을 통해 변조하여 제1변조신호(gm(t))를 출력하고, 제2모듈레이터 또한 제2송신부로부터 출력된 제2송신신호패턴을 전술한 펄스 폭 변조방법을 통해 변조한 제2변조신호(gm(t-t0))를 출력한다. 제2송신신호패턴은 전술한 것처럼, 제1송신신호패턴으로부터 미리 정해진 시간(t0)만큼 시프트되어 있으므로, 제2변조신호(gm(t-t0)) 또한 제1변조신호(gm(t))로부터 t0만큼 시프트된다. 제1변조신호(gm(t))와, 제1변조신호(gm(t))로부터 t0만큼 시프트된 제2변조신호(gm(t-t0))는 합산부(S)에서 합성된다. 도 10에는 합산부에서 합성된 제1변조신호(gm(t))와 제2변조신호(gm(t-t0))가 주파수 영역으로 변환된 합성 변조신호(Gm'(f))가 도시되어 있다. 도 10은 합성 변조신호(gm'(t))의 주파수 영역 신호(Gm'(f))와 함께 타임 시프트된 제2변조신호(gm(t-t0))와 합성되기 전의 제1변조신호(gm(t))의 주파수 영역 신호(Gm(f))를 함께 도시하여, 중심 주파수(2MHz)의 2배 하모닉 성분(4MHz)이 타임 시프트된 변조신호를 합성하기 전과 후에 얼마나 차이가 나는지를 나타내고 있다.

[0043] 도 10을 참조하면, 중심 주파수의 2배에 해당하는 4MHz에서 합성 변조신호(Gm'(f))의 크기가 합성되기 전의 변조신호(Gm(f))의 크기보다 대략 20dB이상 감소한 것을 알 수 있다. 도 10에 도시된 것처럼, 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2변조신호(gm(t-t0))를 제1변조신호(gm(t))에 더해 줌으로써, 중심 주파수의 2배 하모닉 성분을 저감시킬 수 있으므로, 개시된 실시예에 따른 변형된 펄스 폭 변조방식과, 타임 시프트 변조신호를 더해 주는 방식은 하모닉 이미징에 적합한 초음파를 출력할 수 있도록 한다. 중심 주파수의 2배 하모닉 성분을 저감시키기 위해 시프트시킬 시간을 결정해야 한다. 하기의 수학적 참조하여 도 10에 도시된 것처럼, 중심 주파수의 2배 하모닉 성분을 저감시키기 위해 시프트시켜야 할 시간을 산출하는 방법에 대해 설명한다.

[0044] <수학식 1>

$$g(t) \leftrightarrow G(f) = |G(f)|e^{j\angle G(f)}$$

[0045]

[0046] <수학식 2>

$$g'(t) = g(t) + g(t - t_0) \leftrightarrow G'(f) = G(f) + G(f)e^{-j2\pi ft_0}$$

$$G'(f) = G(f)\left(1 + e^{-j2\pi ft_0}\right)$$

[0047]

[0048] <수학식 3>

$$|G'(f)| = |G(f)| \left| 1 + e^{-j2\pi f t_0} \right|$$

[0049]

[0050] <수학식 4>

$$\begin{aligned} \left| 1 + e^{-j2\pi f t_0} \right| &= \sqrt{(1 + \cos 2\pi f t_0)^2 + \sin^2 2\pi f t_0} = \sqrt{2(1 + \cos 2\pi f t_0)} \\ &= \sqrt{4 \left( \frac{1 + \cos 2\pi f t_0}{2} \right)} = 2\sqrt{\cos^2 \pi f t_0} = 2|\cos \pi f t_0| \end{aligned}$$

[0051]

[0052] 수학식 1에서  $g(t)$ 는 송신신호를 나타내고,  $G(f)$ 는  $g(t)$ 를 주파수 영역으로 변환한 신호를 나타낸다. 수학식2에서  $g(t-t_0)$ 는  $g(t)$ 를  $t_0$ 만큼 시프트시킨 신호를 나타내고,  $g'(t)$ 는  $g(t)$ 와  $g(t-t_0)$ 를 합한 신호를 나타내며,  $G'(f)$ 는  $g'(t)$ 를 주파수 영역으로 변환한 신호를 나타낸다.  $t_0$ 가 구하고자 하는 시프트 시간이다. 수학식 3은  $G'(f)$ 에 절대값을 취한 것을 나타내고, 수학식 4는 수학식 3에서 진폭을 나타내는 부분을 제외한 부분을 코사인 신호의 형태로 정리한 것이다. 수학식 4에 나타난 코사인 신호는 도 11에 도시된 것처럼, 주기가  $2/t_0$ 인 코사인 신호에 절대값이 취해진 형태가 된다. 도 11에 도시된 신호의 크기가 처음 0이 되는 지점은  $1/2t_0$ 이고,  $1/2t_0$ 이 송신신호의 중심 주파수인  $f_0$ 의 2배 하모닉 성분인  $2f_0$ 가 되는  $t_0$ 를 산출하여 적용하게 되면,  $G'(f)$ 의 2배 하모닉 성분은 도 10에 도시된 것처럼, 저감될 수 있다.  $1/2t_0 = 2f_0$ 를 만족시키는  $t_0$ 는  $T_0/4$ ( $T_0=1/f_0$ )가 된다. 다시 말해, 송신신호의 주기의 1/4에 해당하는 만큼의 시간을 시프트시킨 송신신호의 변조신호인 제2변조신호( $g_m(t-t_0)$ )를 제1변조신호( $g_m(t)$ )에 더해 주면, 도 10에 도시된 것처럼, 합성 변조신호( $g_m'(t)$ )의 중심 주파수의 2배 하모닉 성분이 저감되는 효과를 얻을 수 있다.

[0053] 도 8에 도시된 것처럼, 제1변조신호( $g_m(t)$ )와 제2변조신호( $g_m(t-t_0)$ )가 합성된 합성 변조신호( $g_m'(t)$ )는 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수만큼 마련된 펄서로 입력되고, 펄서는 합성 변조신호( $g_m'(t)$ )에 대응되는 송신펄스를 출력하여 트랜스듀서 엘리먼트로 인가한다. 도면에는 나타내지 않았으나, 송신장치는 합성 변조신호( $g_m'(t)$ )에 대한 정보를 저장하는 메모리를 더 포함할 수 있다. 펄서는 on-off 펄서로 구현될 수 있는데, 예를 들면 bi-polar 펄서 또는 uni-polar 펄서로 구현될 수 있다. 메모리는 합성 변조신호( $g_m'(t)$ )의 파형을 코드화하여, 예를 들면 1, 0, -1로 코드화하여 저장할 수 있고, 메모리에서 저장된 변조신호의 정보에 따라, 펄서는 송신펄스를 출력하여 각각의 트랜스듀서 엘리먼트로 인가한다. 송신장치는 송신펄스가 트랜스듀서 엘리먼트의 주파수 대역에 보다 정확하게 정합될 수 있도록 송신펄스를 입력신호로 하는 로우 패스 필터를 추가적으로 포함할 수도 있다. 로우 패스 필터는 송신신호의 중심 주파수 대역은 통과시키나 중심 주파수의 2배 하모닉 성분은 차단하도록 구현될 수 있다.

[0054] 도 12는 다른 실시예에 따른 송신장치의 구성을 나타낸 도면이고, 도 13은 다른 실시예에 따른 송신장치에서 송신신호가 변조되는 것을 나타낸 도면이다. 도 12 및 도 13에 도시된 것처럼, 송신장치는 복수의 송신부와 모듈레이터 및 펄서를 포함한다.

[0055] 본 실시예는 전술한 실시예처럼 상술한 송신 신호 패턴을 생성하는 송신부가 복수 개로 마련되고, 복수의 송신부는 각각 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수에 대응하는 복수의 송신신호에 지연시간이 인가된 송신 신호 패턴을 생성한다. coded excitation imaging과 harmonic imaging을 위해 송신부는 트랜스듀서의 대역폭에 정합될 수 있는 주파수 대역폭을 갖는 임의의 파형을 생성한다. 예를 들면, 송신부는 윈도우 함수(window function)가 적용된 코사인 신호나, 윈도우 함수가 적용된 처프(chirp)신호 또는, 골레이 코드(Golay code)등을 생성한다. 도 7에 대한 설명을 통해 송신부에서 윈도우 함수(window function)가 적용된 코사인 신호로 구성되는 송신신호패턴을 생성하는 과정을 설명하였으므로, 송신부에서 임의의 파형을 생성하는 과정에 대한 설명은 생략한다.

[0056] 도 7에 도시된 과정을 거쳐 각각의 송신부, 예를 들어 제1송신부 및 제2송신부에서 생성된 송신 빔포밍된 제1송신신호패턴과 제2송신신호패턴은 전술한 실시예와 달리 제1모듈레이터와 제2모듈레이터로 입력되지 않고, 합성

된다. 본 실시예는 각각의 송신부에 대응되는 모듈레이터(530-1, 530-2)를 포함하지 않고, 각각의 송신부에서 생성된 송신신호패턴이 합성된 합성 송신신호를 변조하는 하나의 모듈레이터를 포함한다.

[0057] 제1송신부와 제2송신부는 송신신호, 예를 들면 도 9a에 도시된 것과 같은 윈도우 함수가 적용된 코사인 신호로 구성된 송신신호패턴을 생성한다. 송신신호는 전술한 것처럼, 윈도우 함수가 적용된 코사인 신호로 2MHz의 중심 주파수를 갖는다. 송신신호의 중심 주파수는 트랜스듀서 엘리먼트의 주파수 대역폭에 정합되도록 결정될 수 있다. 도 13에는 설명의 편의를 위해 두 개의 송신부(110-1, 110-2)만 도시하였으나, 이에 한정되지 않고 본 실시예는 두 개 이상의 송신부를 포함할 수 있다. 본 실시예에서 제2송신부는 제1송신부에서 생성된 제1송신신호( $g(t)$ )로부터 미리 정해진 시간( $t_0$ )만큼 시프트된 제2송신신호( $g(t-t_0)$ )를 생성한다. 시프트되는 시간( $t_0$ )의 조절은 송신부에서 인가하는 지연시간의 조절을 통해 이루어질 수 있다. 하모닉 이미징은 전술한 것처럼, 에코 초음파의 하모닉 성분, 특히 송신 주파수( $f_0$ )의 2배 하모닉 성분( $2f_0$ )을 주로 이용하기 때문에 초음파 송신 시 cMUT같은 트랜스듀서의 특성에 의해 발생하는  $2f_0$  성분을 포함한 비선형(non-linear) 성분을 제거할 수 있다. 복수의 송신부를 이용하여 미리 정해진 시간만큼 시프트된 송신신호를 생성하는 것은 이러한 트랜스듀서의 특성에 의해 발생하는  $2f_0$  성분을 제거하기 위한 것으로 구체적인 전술한 실시예에서 설명한 내용과 동일하므로 생략한다. 제1송신부에서 생성된 제1송신신호패턴과 제2송신신호패턴으로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신부에서 생성된 제2송신신호패턴은 합성부에서 합성되고, 합성된 송신신호패턴은 모듈레이터로 입력된다.

[0058] 모듈레이터는 입력된 합성 송신신호패턴을 구성하는 각각의 송신신호( $g'(t)$ )에 펄스 폭 변조방식을 적용하여 송신신호를 변조한다. 본 실시예에 따른 펄스 폭 변조의 원리를 설명하기 위해 도 9를 참조한다. 모듈레이터는 합성 송신신호( $g'(t)$ )의 주기마다 고점과 저점을 결정하고, 결정된 고점과 저점에서 합성 송신신호( $g'(t)$ )의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호( $gm'(t)$ )를 생성한다. 이에 대한 구체적인 설명은 전술한 실시예의 도 9a 및 도 9b의 설명과 동일하므로 생략한다. 모듈레이터에서 합성 송신신호( $g'(t)$ )에 펄스 폭 변조를 적용하여 생성한 합성 변조신호( $gm'(t)$ )는 도 10에 도시된 주파수 스펙트럼( $Gm'(f)$ )을 갖는다. 본 실시예는 전술한 실시예와 달리 변조된 신호를 합성하여 합성 변조신호를 생성하지 않고 합성된 송신신호를 변조하여 합성 변조신호를 생성하지만, 생성된 변조신호의 주파수 영역의 신호 또한 도 10에 도시된 신호와 같은 파형을 가질 수 있다. 도 10을 참조하면, 중심 주파수의 2배에 해당하는 4MHz에서 변조신호( $Gm'(f)$ )의 크기가 전술한 실시예에 따른 합성되기 전의 변조신호( $Gm(f)$ )의 크기보다 대략 20dB이상 감소한 것을 알 수 있다. 도 10에 도시된 것처럼, 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신신호패턴을 제1송신신호패턴에 더해 줌으로써, 중심 주파수의 2배 하모닉 성분을 저감시킬 수 있으므로, 본 실시예에 따른 변형된 펄스 폭 변조방식과, 타임 시프트 송신신호를 더해 주는 방식은 coded excitation imaging뿐만 아니라 하모닉 이미징에도 적합한 초음파를 출력할 수 있도록 한다. 중심 주파수의 2배 하모닉 성분을 저감시키기 위해 시프트시킬 시간을 결정해야 한다. 이에 대해서는 전술한 실시예에서 설명했으므로 생략한다.

[0059] 도 13에 도시된 것처럼, 모듈레이터에서 출력되는 합성 변조신호( $gm'(t)$ )는 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수만큼 마련된 펄서로 입력되고, 펄서는 합성 변조신호( $gm'(t)$ )에 대응되는 송신펄스를 출력하여 트랜스듀서 엘리먼트로 인가한다. 도면에는 나타내지 않았으나, 송신장치는 합성 변조신호에 대한 정보를 저장하는 메모리를 더 포함할 수 있다. 메모리는 합성 변조신호( $gm'(t)$ )의 파형을 코드화하여, 예를 들면 1, 0, -1로 코드화하여 저장할 수 있다. 펄서는 on-off 펄서로 구현될 수 있는데, 예를 들면 bi-polar 펄서 또는 uni-polar 펄서로 구현될 수 있다. 펄서는 메모리에서 저장된 변조신호의 정보에 따라 송신펄스를 출력하여 각각의 트랜스듀서 엘리먼트로 인가한다. 송신장치는 송신펄스가 트랜스듀서 엘리먼트의 주파수 대역에 보다 정확하게 정합될 수 있도록 송신펄스를 입력신호로 하는 로우 패스 필터를 추가적으로 포함할 수도 있다. 로우 패스 필터는 송신신호의 중심 주파수 대역을 통과시키고 중심 주파수의 2배 하모닉 성분을 차단하도록 구현될 수 있다.

[0060] 도 14는 또 다른 실시예에 따른 송신장치의 구성을 나타낸 도면이고, 도 15는 또 다른 실시예에 따른 송신장치에서 송신신호가 변조되는 것을 나타낸 도면이다. 도 14 및 도 15에 도시된 것처럼, 송신장치는 송신부와 모듈레이터 및 펄서를 포함한다.

[0061] 본 실시예는 전술한 실시예들처럼 송신 신호 패턴을 생성하는 복수 개의 송신부를 포함하지 않고, 하나의 송신부를 포함한다. 송신부는 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수에 대응하는 복수의 송신신호에 지연시간이 인가된 송신 신호 패턴을 생성한다. coded excitation imaging과 harmonic imaging을 위해 송신부는 트랜스듀서의 대역폭에 정합될 수 있는 주파수 대역폭을 갖는 임의의 파형을 생성한다. 예를 들면, 송신부는 윈도우 함수(window function)가 적용된 코사인 신호나, 윈도우 함수가 적용된 처프(chirp)신호 또는, 골레이 코드(Golay code)등을 생성한다. 도 7에 대한 설명을 통해 송신부에서 윈도우 함수(window function)가 적용된 코사인 신호로 구성되는 송신신호패턴을 생성하는 과정을 설명하였으므로, 송신부에서 임의의 파형을 생성하는 과정

에 대한 설명은 생략한다.

- [0062] 본 실시예는 하나의 송신부를 포함하므로, 하나의 송신부가 도 13에 도시된 두 번째 실시예에 따른 제1송신부에서 생성한 제1송신신호패턴과 제2송신부에서 생성한 제2송신신호패턴을 합성한 합성 송신신호패턴을 생성한다. 전술한 것처럼, 송신부는 임의의 파형을 생성할 수 있으므로, 송신신호에 인가되는 지연시간을 조절하여 합성 송신신호패턴을 바로 생성할 수 있다. 송신부에서 생성된 합성 송신신호패턴은 모듈레이터로 입력된다. 모듈레이터는 입력된 합성 송신신호패턴을 구성하는 각각의 송신신호( $g'(t)$ )에 펄스 폭 변조방식을 적용하여 송신신호를 변조한다. 이에 대한 구체적인 설명은 전술한 실시예의 도 9a 및 도 9b의 설명과 동일하므로 생략한다.
- [0063] 모듈레이터에서 합성 송신신호( $g'(t)$ )에 펄스 폭 변조를 적용하여 생성한 합성 변조신호( $gm'(t)$ )는 도 10에 도시된 주파수 스펙트럼( $Gm'(f)$ )을 갖는다. 본 실시예는 전술한 실시예와 달리 변조된 신호를 합성하여 합성 변조신호를 생성하지 않고 합성된 송신신호를 변조하여 합성 변조신호를 생성하지만, 생성된 변조신호의 주파수 영역의 신호 또한 도 10에 도시된 신호와 같은 파형을 가질 수 있다. 도 15에 도시된 것처럼, 모듈레이터에서 출력되는 합성 변조신호( $gm'(t)$ )는 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수만큼 마린된 펄스로 입력되고, 펄서는 합성 변조신호( $gm'(t)$ )에 대응되는 송신펄스를 출력하여 트랜스듀서 엘리먼트로 인가한다. 도면에는 나타내지 않았으나, 송신장치는 합성 변조신호( $gm'(t)$ )에 대한 정보를 저장하는 메모리를 더 포함할 수 있다. 이외의 구체적인 내용은 전술한 실시예의 도 8 및 도 13과 동일하므로 생략한다.
- [0064] 전술한 각각의 실시예들은 변형된 펄스 폭 변조방식과 타임 시프트된 송신신호 또는 변조신호를 더해 주는 방식을 통해 트랜스듀서 엘리먼트의 주파수 대역에 정합될 수 있는 송신펄스를 트랜스듀서 엘리먼트에 인가할 수 있고, 송신신호의 중심 주파수의 2배 하모닉 성분을 제거할 수 있다. 따라서, 각각의 실시예들에 따른 송신장치를 포함하는 초음파 프로브는 coded excitation imaging과 하모닉 이미징에 모두 적합한 초음파를 출력할 수 있다.
- [0065] 도 16은 일 실시예에 따른 수신장치의 구성을 나타낸 도면이고, 도 17은 일 실시예에 따른 수신장치에서 수신 빔포밍을 수행하는 것을 나타낸 도면이다. 도 18은 수신 빔포밍 시에 적용되는 수신 신호의 지연을 나타내는 도면이다. 일 실시예에 따른 초음파 프로브의 수신장치는 트랜스듀서 어레이에서 수신한 초음파 에코신호에 대한 소정의 처리를 수행하고 수신 빔포밍을 수행한다. 도 16에 도시된 것처럼, 수신장치는 수신신호 처리부(220)와 수신부(210)를 포함한다.
- [0066] 집속점으로부터 반사되어 돌아오는 초음파 에코신호는 트랜스듀서 어레이에 입력되고, 트랜스듀서 어레이는 입력된 초음파 에코신호를 아날로그 전기신호(이하 전기신호라 함)로 변환한다.
- [0067] 도 17에 도시된 것처럼, 트랜스듀서 어레이에서 변환된 전기신호는 수신신호 처리부로 입력된다. 수신신호 처리부는 초음파 에코신호가 변환된 전기신호에 대해 신호 처리나 시간 지연 처리를 하기 전에 신호를 증폭시키고, 이득(gain)을 조절하거나 깊이에 따른 감쇠를 보상할 수 있다. 보다 구체적으로, 수신 신호 처리부는 초음파 트랜스듀서 어레이로부터 입력된 전기신호에 대하여 잡음을 감소시키는 저잡음 증폭기(low noise amplifier; LNA) 및 입력되는 신호에 따라 이득(gain) 값을 제어하는 가변 이득 증폭기(variable gain amplifier; VGA)를 포함할 수 있다. 가변 이득 증폭기는 집속점과의 거리에 따른 이득을 보상하는 TGC(Time Gain compensation)가 될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 또한, 수신신호 처리부는 coded excitation imaging을 위해 수신된 버스트 펄스를 펄스 압축(pulse compression)을 통해 높은 진폭을 갖는 숏 펄스로 가공하는 펄스 압축기를 포함할 수 있다. 펄스 압축기로는 상관관(Correlator), 위너 여파기(Wiener filter) 또는 역함수 여파기(Inverse filter) 등이 사용될 수 있다. Coded excitation imaging은 전술한 것처럼, 초음파의 침투도와 해상도를 증가시킴으로써 대상체의 깊은 부위에 존재하는 타겟영역에 대한 보다 선명한 이미지를 획득할 수 있는 이미징 방법이다. 초음파의 침투도를 향상시키기 위해서는 초음파의 출력을 증가시켜야 하는데, coded excitation imaging은 초음파의 출력을 증가시키기 위해 단일의 펄스가 아닌 다수의 펄스로 구성된 버스트 펄스(burst pulse)를 출력한다. 버스트 펄스를 출력할 경우 초음파의 침투도는 증가될 수 있으나 축방향의 해상도가 저하되므로, 수신신호 처리부는 coded excitation imaging 모드에서 수신된 버스트 펄스를 펄스 압축(pulse compression)을 통해 높은 진폭을 갖는 숏 펄스로 가공하여 축방향의 해상도를 증가시킬 수 있는 펄스 압축기를 포함할 수 있다.
- [0068] 수신부는 수신신호 처리부로부터 입력되는 전기적 신호에 대해 빔포밍(beam forming)을 수행한다. 수신부는 수신신호 처리부로부터 입력되는 전기적 신호를 중첩(superposition)시키는 방식을 통해 신호의 세기를 강하게 한다. 도 18을 참조하여 수신 빔포밍에 대해 구체적으로 설명한다. 도 18은 수신 빔포밍 시에 적용되는 수신 신호의 지연을 나타내는 도면이다. 송신부에서 송신 빔포밍을 수행함으로써 집속점에 동일한 위상의 초음파가 도달하게 되면, 집속점으로부터 초음파 에코신호가 발생하여 다시 트랜스듀서 어레이로 돌아가게 된다. 집속점에 초음파를 송신할 때와 마찬가지로, 집속점으로부터 초음파 에코신호를 수신할 때에도 트랜스듀서 엘리먼트마다 집

속점과의 거리가 다르기 때문에 초음파 에코신호가 도달하는 시간이 각각 달라지게 된다. 구체적으로, 집속점과 가장 가까운 엘리먼트에 초음파 에코신호가 가장 먼저 도달하고, 집속점과 가장 먼 엘리먼트에 초음파 에코신호가 가장 늦게 도달한다. 초음파 에코신호의 크기는 매우 작기 때문에 각각의 엘리먼트에서 수신한 단일 신호만으로는 필요한 정보를 얻기 어렵다. 수신 빔포밍은 송신 빔포밍과 마찬가지로, 시간 차이를 두고 각각의 엘리먼트에 도달한 수신 신호들에 적절한 지연 시간을 주어 같은 시간에 합산함으로써 신호 대 잡음비를 향상시킨다.

- [0069] 수신부에서 빔포밍된 신호는 아날로그-디지털 변환기를 거쳐 디지털 신호로 변환되어 본체의 영상처리부로 전송된다. 아날로그-디지털 변환기가 본체에 마련되는 경우, 수신부에서 빔포밍된 아날로그 신호를 본체로 전송하여 본체에서 디지털 신호로 변환될 수도 있다. 또는 수신부가 디지털 빔포머일 수도 있다. 디지털 빔포머의 경우 아날로그 신호를 샘플링하여 저장할 수 있는 메모리와, 샘플링 주기를 제어할 수 있는 샘플링 주기 제어부와 샘플의 크기를 조절할 수 있는 증폭기와, 샘플링 전 aliasing을 방지하기 위한 anti-aliasing low pass filter와, 원하는 주파수 대역을 선택할 수 있는 bandpass filter와, 빔포밍 시의 샘플링 레이트를 증가시킬 수 있는 interpolation filter와, DC성분 또는 저주파 대역의 신호를 제거할 수 있는 high-pass filter 등을 포함할 수 있다.
- [0070] 2차원 어레이의 트랜스듀서를 사용하는 경우 발생할 수 있는 채널 수의 급격한 증가로 인해 시스템 구현이 복잡해지는 것을 방지하기 위해 수신부를 복수 회 거치도록 하여 채널 수를 감소시킬 수도 있다. 수신부에서 출력되는 신호들은 입력되는 신호들이 합산되어 출력되므로, 수신부에서 출력되는 신호의 개수는 입력신호보다 작다. 따라서, 이런 수신부를 여러 번 거치도록 하여 채널 수를 감소시킬 수도 있다.
- [0071] 도 19는 다른 실시예에 따른 초음파 진단장치의 구성을 나타낸 블럭도이고, 도 20 및 도 21은 다른 실시예에 따른 초음파 프로브의 송신장치와 수신장치의 세부 구성을 나타낸 도면이다. 본 실시예에 따른 초음파 진단장치의 본체는 전술한 실시예의 본체의 구성과 동일하므로 그 설명을 생략한다. 본 실시예에 따른 초음파 프로브는 트랜스듀서 어레이, 송신장치(170), 수신장치(270)를 포함한다.
- [0072] 송신장치에 포함되는 송신부(171)와 모듈레이터(175)와 펄서(173)에 대한 설명은 전술한 송신장치의 실시예들에 대한 설명과 동일하므로 생략한다. 또한 도 20에는 하나의 송신부와 모듈레이터가 도시되어 있으나, 전술한 다른 실시예들처럼 복수의 송신부와 복수의 모듈레이터를 포함할 수도 있다. 본 실시예에 따른 초음파 프로브는 송수신 상태를 조절하는 T/R스위치를 포함하지 않는다. 본 실시예에 따른 초음파 프로브는 T/R스위치를 포함하지 않기 때문에 펄서에서 고전압의 송신펄스가 인가되는 송신상태라고 할지라도 수신회로와 펄서를 포함하는 송신회로와의 연결이 차단되지 않는다. 송신상태에서 수신회로와 송신회로의 연결이 차단되지 않게 되면, 송신상태에서 송신회로에서 인가되는 고전압이 수신회로로도 인가되어 수신회로에 고장이 발생할 수 있다. 이에 본 실시예에 따른 초음파 프로브는 송신상태에서 송신회로로부터 인가되는 고전압에 의해 수신회로에 고장이 발생하는 것을 방지하기 위해, 도 20에 도시된 것처럼, 펄서를 포함하는 송신회로와 연결되어 고전압을 차단할 수 있는 리미터(limiter)(277)를 포함한다. 리미터는 다이오드를 사용하여 전압의 상한을 한정하는 진폭제한기로, 피크 클리퍼와 베이스 클리퍼를 조합한 형태로 구현될 수 있다.
- [0073] 도 20 및 도 21에 도시한 것처럼, 리미터 또한 펄서와 마찬가지로 MxN개의 모든 엘리먼트에 각각 연결되어, 송신상태에서 발생하는 고전압을 차단함으로써 수신장치를 보호한다. 도 21은 각각의 엘리먼트마다 펄서와 리미터가 연결되는 것을 나타내고 있다. 본 실시예에 따른 초음파 프로브는 T/R스위치를 생략할 수 있으므로, 초음파 프로브의 제조비용이나 구현측면에서 유리할 수 있다. 트랜스듀서 어레이에서 변환된 전기신호는 리미터와 함께 각각의 엘리먼트에 연결된 수신신호 처리부(275)를 거치게 된다. 수신신호 처리부는 전기신호를 증폭할 수 있는 전치 증폭기를 포함할 수 있고, 전술한 실시예의 수신신호 처리부에 포함되는 다른 구성들도 포함할 수 있다. 수신신호 처리부를 거친 전기신호는 수신부(271)로 입력된다. 수신부는 수신신호 처리부로부터 입력되는 전기신호에 대해 빔포밍(beam forming)을 수행한다. 수신부 및 수신 빔포밍에 대한 설명은 전술한 실시예에 따른 초음파 진단장치의 수신부에 대한 설명에 나타나 있으므로 생략한다.
- [0074] 도 22는 일 실시예에 따른 초음파 신호생성방법을 나타낸 순서도이다.
- [0075] 도 22를 참조하면, 송신부는 제1송신신호와 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신신호를 생성한다(700).
- [0076] 본 실시예에서는 송신부가 복수 개로 마련되고, 복수의 송신부는 각각 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수에 대응하는 복수의 송신신호에 지연시간이 인가된 송신 신호 패턴을 생성한다.
- [0077] 송신부에서 생성된 송신신호는 도 9a에 도시된 것처럼, 윈도우 함수가 적용된 코사인 신호로 2MHz의 중심 주파

수를 갖는다. 송신신호의 중심 주파수는 트랜스듀서 엘리먼트의 주파수 대역폭에 정합되도록 결정될 수 있다. 도 8에는 설명의 편의를 위해 두 개의 송신부만 도시하였으나, 이에 한정되지 않고 본 실시예는 두 개 이상의 송신부를 포함할 수 있다. 본 실시예에서 제2송신부는 제1송신부에서 생성된 제1송신신호( $g(t)$ )로부터 미리 정해진 시간( $t_0$ )만큼 시프트된 제2송신신호( $g(t-t_0)$ )를 생성한다. 시프트되는 시간의 조절은 송신부에서 인가하는 지연시간의 조절을 통해 이루어질 수 있다. 제1송신부는 제1송신신호( $g(t)$ )에 지연시간이 인가된 제1송신신호패턴을 생성하여 제1모듈레이터로 송신하고, 제2송신부는 제1송신신호( $g(t)$ )로부터  $T_0/4$ 만큼 시프트된 제2송신신호( $g(t-t_0)$ )에 지연시간이 인가된 제2송신신호패턴을 생성하여 제2모듈레이터로 송신한다.

[0078] 모듈레이터는 제1송신신호와 제2송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 제1변조신호와 제2변조신호를 생성하고(710), 합산부는 제1변조신호와 제2변조신호를 합성한다(720).

[0079] 모듈레이터는 입력된 송신신호패턴을 구성하는 각각의 송신신호에 펄스 폭 변조방식을 적용하여 송신신호를 변조한다. 모듈레이터는 송신신호의 주기마다 고점과 저점을 결정하고, 결정된 고점과 저점에서 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성한다. 도 8에 도시된 것처럼, 제1모듈레이터는 제1송신부로부터 출력된 제1송신신호패턴을 전송한 펄스 폭 변조방법을 통해 변조하여 제1변조신호( $gm(t)$ )를 출력하고, 제2모듈레이터 또한 제2송신부로부터 출력된 제2송신신호패턴을 전송한 펄스 폭 변조방법을 통해 변조한 제2변조신호( $gm(t-t_0)$ )를 출력한다. 제2송신신호패턴은 전송한 것처럼, 제1송신신호패턴으로부터 미리 정해진 시간( $t_0$ )만큼 시프트되어 있으므로, 제2변조신호( $gm(t-t_0)$ ) 또한 제1변조신호( $gm(t)$ )로부터  $t_0$ 만큼 시프트된다. 제1변조신호( $gm(t)$ )와, 제1변조신호( $gm(t)$ )로부터  $t_0$ 만큼 시프트된 제2변조신호( $gm(t-t_0)$ )는 합산부에서 합성된다. 도 10에 도시된 것처럼, 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2변조신호( $gm(t-t_0)$ )를 제1변조신호( $gm(t)$ )에 더해 줌으로써, 중심 주파수의 2배 하모닉 성분을 저감시킬 수 있으므로, 개시된 실시예에 따른 변형된 펄스 폭 변조방식과, 타임 시프트 변조신호를 더해 주는 방식은 하모닉 이미징에 적합한 초음파를 출력할 수 있도록 한다.

[0080] 펄서는 합성된 변조신호에 대응하는 송신펄스를 트랜스듀서 어레이에 인가한다(730).

[0081] 도 8에 도시된 것처럼, 제1변조신호( $gm(t)$ )와 제2변조신호( $gm(t-t_0)$ )가 합성된 합성 변조신호는 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수만큼 마련된 펄서로 입력되고, 펄서는 합성 변조신호에 대응되는 송신펄스를 출력하여 트랜스듀서 엘리먼트로 인가한다.

[0082] 도 23은 다른 실시예에 따른 초음파 신호생성방법을 나타낸 순서도이다. 도 23을 참조하면, 송신부는 제1송신신호와 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2송신신호를 생성하고(800), 합산부는 제1송신신호와 제2송신신호를 합성한다(810).

[0083] 본 실시예는 전송한 실시예처럼 송신부가 복수 개로 마련되고, 복수의 송신부는 각각 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수에 대응하는 복수의 송신신호에 지연시간이 인가된 송신신호 패턴을 생성한다. 도 7에 도시된 과정을 거쳐 각각의 송신부, 예를 들어 제1송신부 및 제2송신부에서 생성된 송신 빔포밍된 제1송신신호패턴과 제2송신신호패턴은 전송한 실시예와 달리 제1모듈레이터와 제2모듈레이터로 입력되지 않고, 합성된다. 본 실시예는 각각의 송신부에 대응되는 모듈레이터를 포함하지 않고, 각각의 송신부에서 생성된 송신신호패턴이 합성된 합성 송신신호를 변조하는 하나의 모듈레이터를 포함한다. 제1송신부와 제2송신부는 송신신호, 예를 들면 도 9a에 도시된 것과 같은 윈도우 함수가 적용된 코사인 신호로 구성된 송신신호패턴을 생성한다. 송신신호는 전송한 것처럼, 윈도우 함수가 적용된 코사인 신호로 2MHz의 중심 주파수를 갖는다. 송신신호의 중심 주파수는 트랜스듀서 엘리먼트의 주파수 대역폭에 정합되도록 결정될 수 있다. 도 13에는 설명의 편의를 위해 두 개의 송신부만 도시하였으나, 이에 한정되지 않고 본 실시예는 두 개 이상의 송신부를 포함할 수 있다. 본 실시예에서 제2송신부는 제1송신부에서 생성된 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간( $t_0$ )만큼 시프트된 제2송신신호( $g(t-t_0)$ )를 생성한다. 시프트되는 시간의 조절은 송신부에서 인가하는 지연시간의 조절을 통해 이루어질 수 있다. 제1송신부는 제1송신신호( $g(t)$ )에 지연시간이 인가된 제1송신신호패턴을 생성하고, 제2송신부는 제1송신신호( $g(t)$ )로부터  $T_0/4$ 만큼 시프트된 제2송신신호( $g(t-t_0)$ )에 지연시간이 인가된 제2송신신호패턴을 생성한다. 합산부는 제1송신신호패턴과 제2송신신호패턴을 합성하여 모듈레이터로 전송한다.

[0084] 모듈레이터는 합성된 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성한다(820).

[0085] 모듈레이터는 입력된 합성 송신신호패턴을 구성하는 각각의 송신신호에 펄스 폭 변조방식을 적용하여 송신신호를 변조한다. 본 실시예에 따른 펄스 폭 변조의 원리를 설명하기 위해 도 9를 참조한다. 모듈레이터는 합성 송신신호의 주기마다 고점과 저점을 결정하고, 결정된 고점과 저점에서 합성 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는

펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성한다. 펄서는 변조신호에 대응하는 송신펄스를 트랜스듀서 어레이에 인가한다(830).

[0086] 도 13에 도시된 것처럼, 모듈레이터에서 출력되는 합성 변조신호는 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수만큼 마련된 펄서로 입력되고, 펄서는 합성 변조신호에 대응되는 송신펄스를 출력하여 트랜스듀서 엘리먼트로 인가한다.

[0087] 도 24는 또 다른 실시예에 따른 초음파 신호생성방법을 나타낸 순서도이다. 도 24를 참조하면, 송신부는 제1송신신호와 제1송신신호로부터 미리 정해진 시간만큼 시프트된 제2신호가 합성된 송신신호를 생성한다(900).

[0088] 본 실시예는 전술한 실시예들처럼 복수 개의 송신부를 포함하지 않고, 하나의 송신부를 포함한다. 송신부는 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수에 대응하는 복수의 송신신호에 지연시간이 인가된 송신 신호 패턴을 생성한다. 본 실시예는 하나의 송신부를 포함하므로, 하나의 송신부가 도 13에 도시된 두 번째 실시예에 따른 제1송신부에서 생성한 제1송신신호패턴과 제2송신부에서 생성한 제2송신신호패턴을 합성한 합성 송신신호패턴을 생성한다. 전술한 것처럼, 송신부는 임의의 파형을 생성할 수 있으므로, 송신신호에 인가되는 지연시간을 조절하여 합성 송신신호패턴을 바로 생성할 수 있다. 송신부는 생성된 송신신호패턴을 모듈레이터로 송신한다.

[0089] 모듈레이터는 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성한다(910).

[0090] 송신부에서 생성된 합성 송신신호패턴은 모듈레이터로 입력된다. 모듈레이터는 입력된 합성 송신신호패턴을 구성하는 각각의 송신신호에 펄스 폭 변조방식을 적용하여 송신신호를 변조한다. 본 실시예에 따른 펄스 폭 변조의 원리를 설명하기 위해 도 9를 참조한다. 모듈레이터는 합성 송신신호의 주기마다 고점과 저점을 결정하고, 결정된 고점과 저점에서 합성 송신신호의 진폭의 크기에 비례하는 펄스 폭을 갖는 변조신호를 생성한다.

[0091] 펄서는 변조신호에 대응하는 송신펄스를 트랜스듀서 어레이에 인가한다(920).

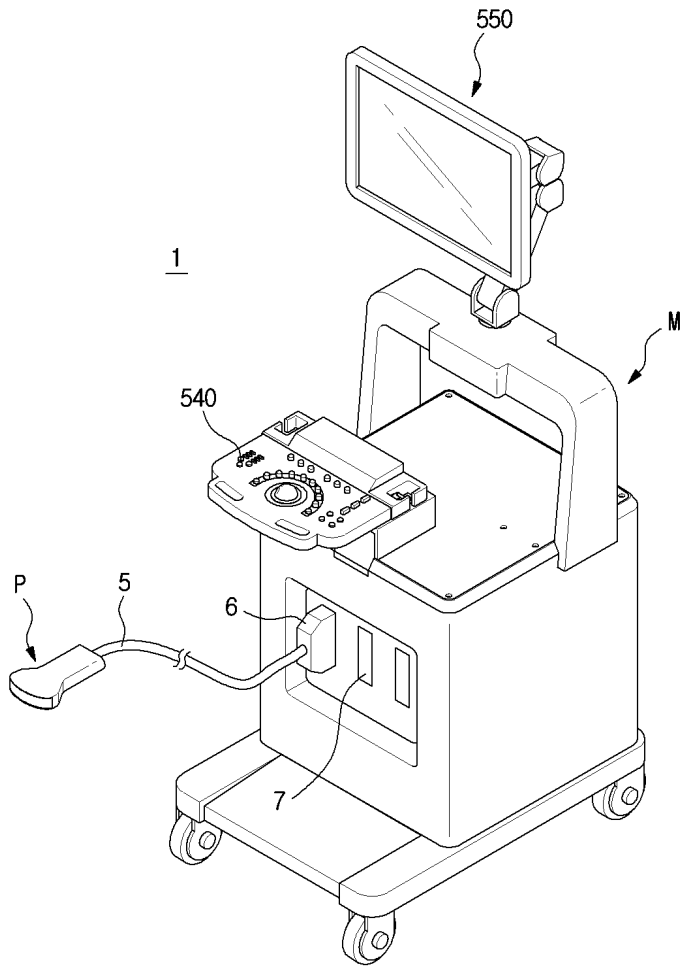
[0092] 도 15에 도시된 것처럼, 모듈레이터에서 출력되는 합성 변조신호는 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수만큼 마련된 펄서로 입력되고, 펄서는 합성 변조신호에 대응되는 송신펄스를 출력하여 트랜스듀서 엘리먼트로 인가한다.

### 부호의 설명

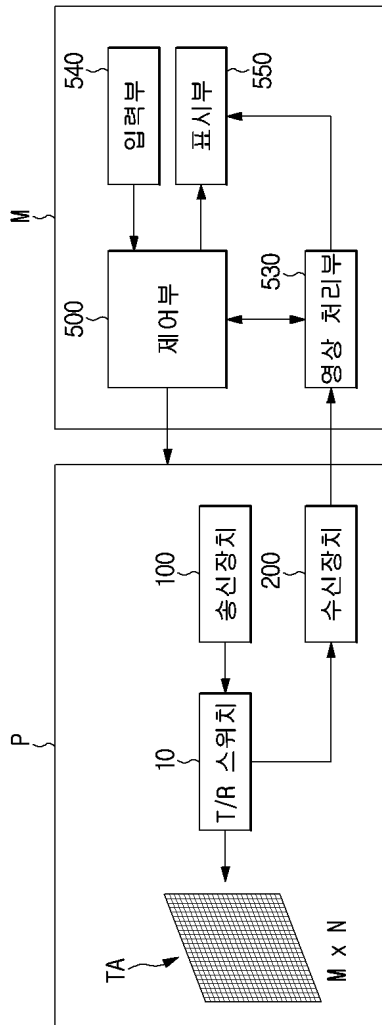
- [0093]
- 1: 초음파 진단장치
  - 10: T/R스위치
  - 100, 170: 송신장치
  - 200, 270: 수신장치

도면

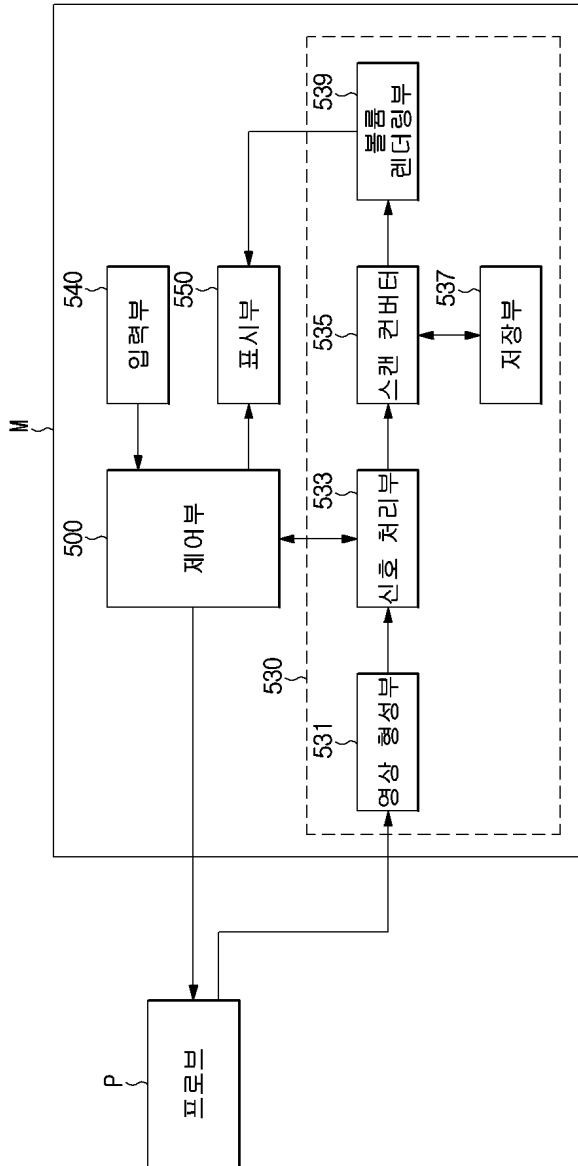
도면1



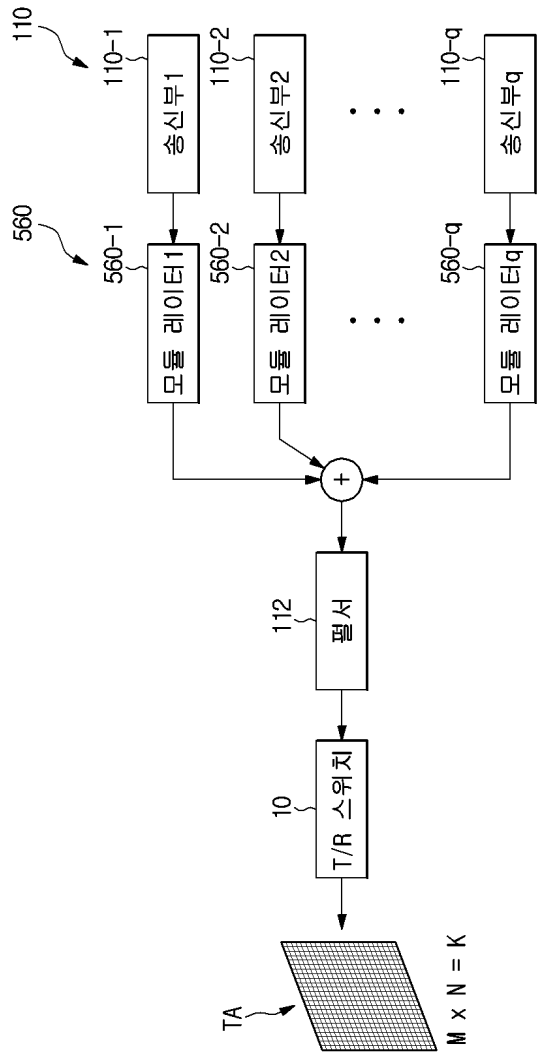
도면2



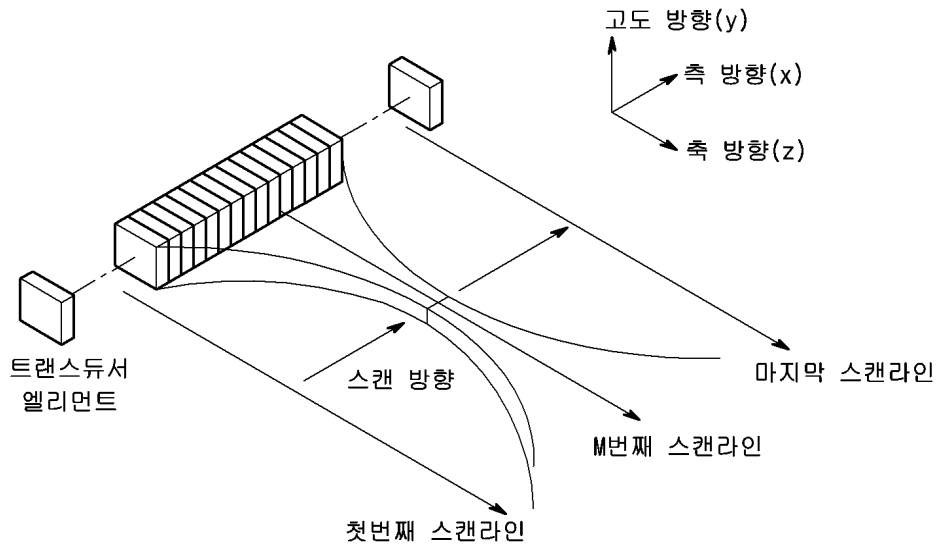
도면3



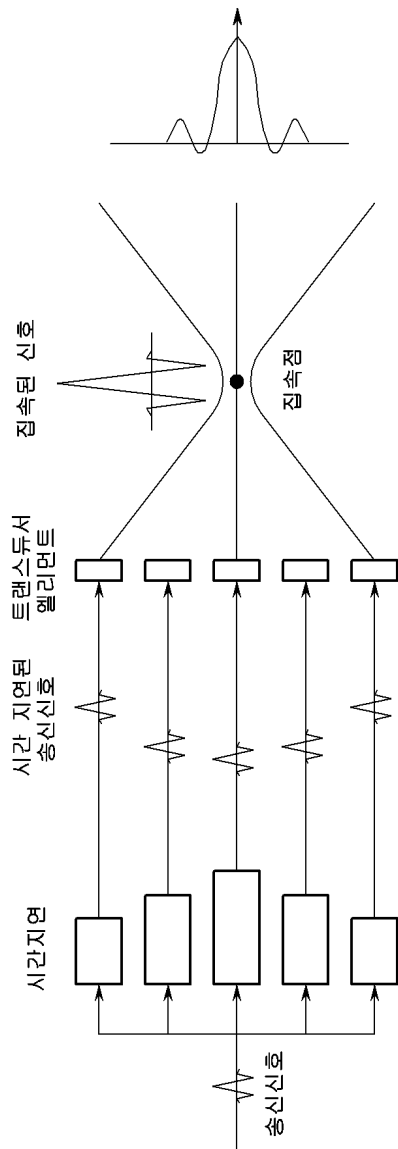
도면4



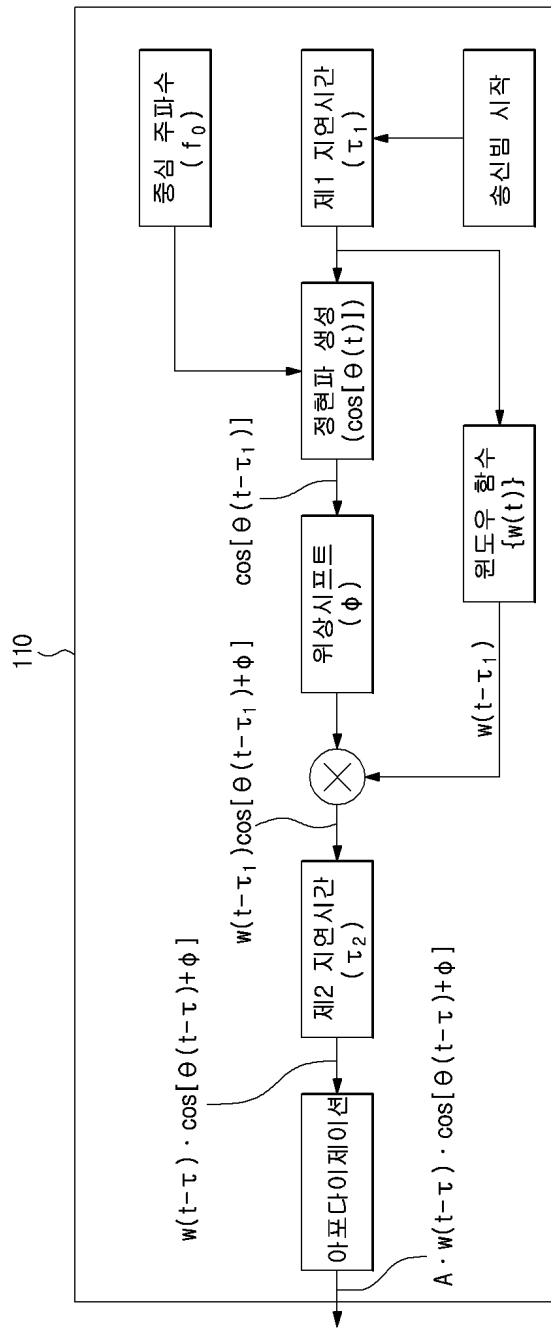
도면5



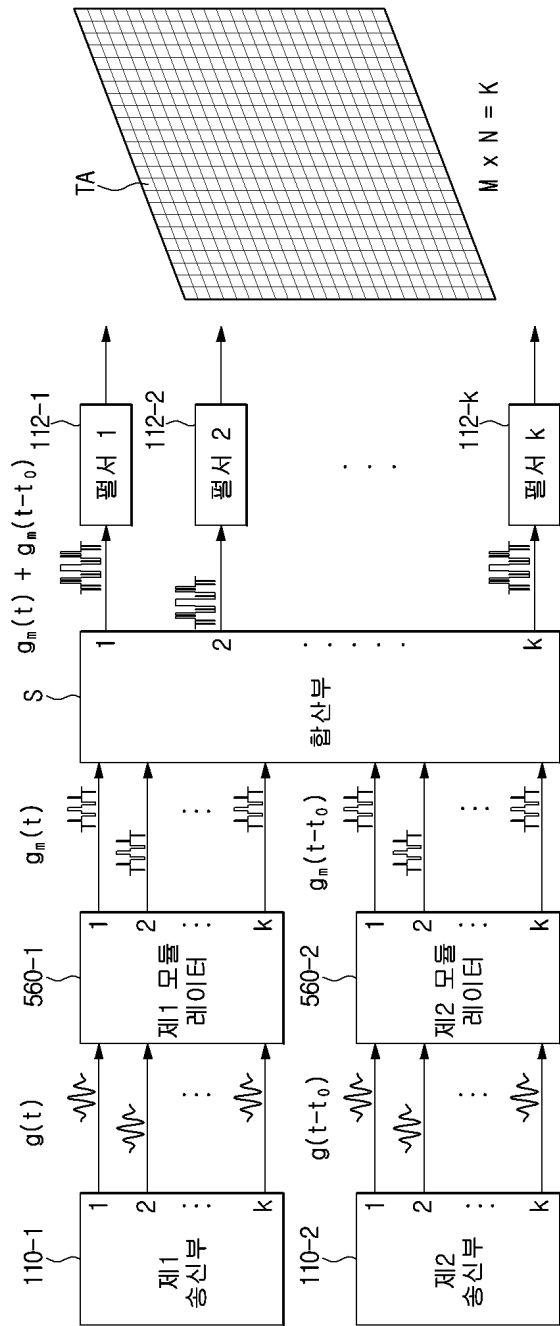
도면6



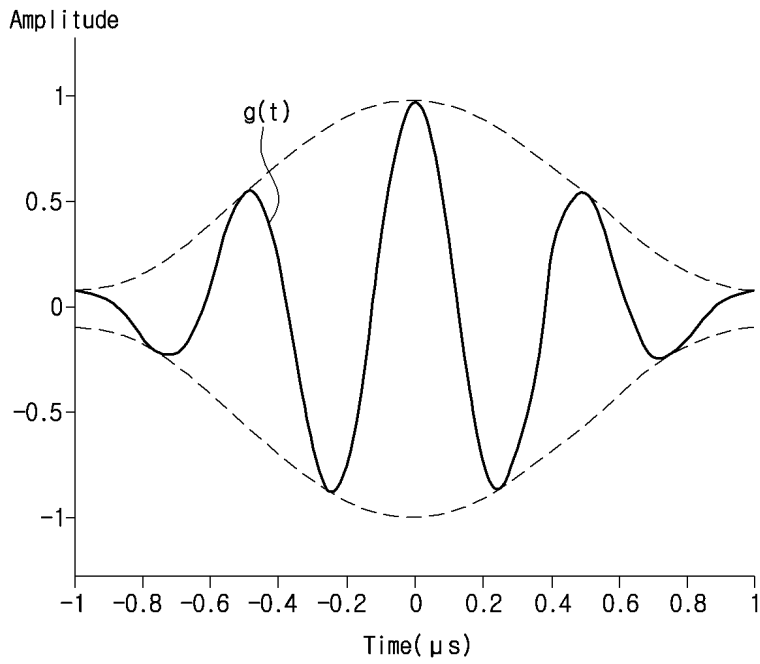
도면7



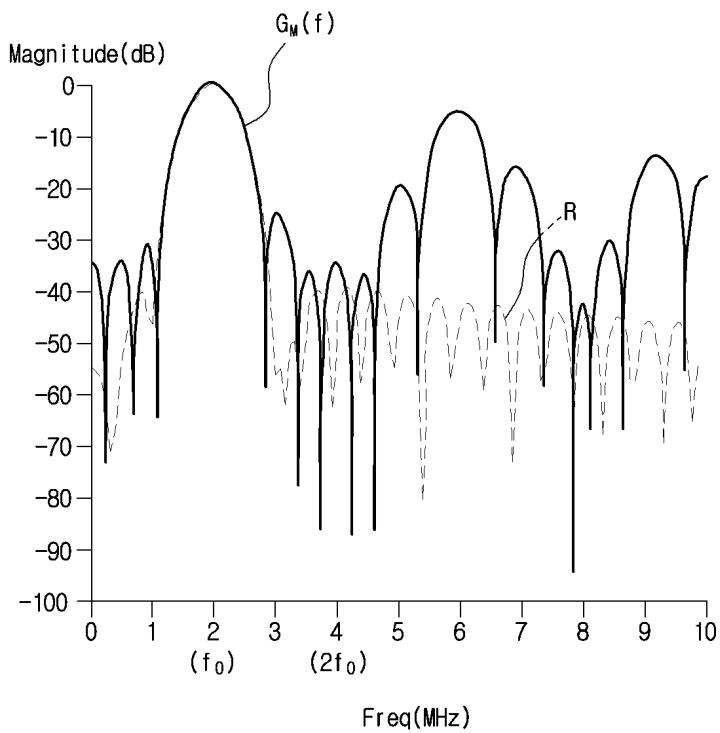
도면8



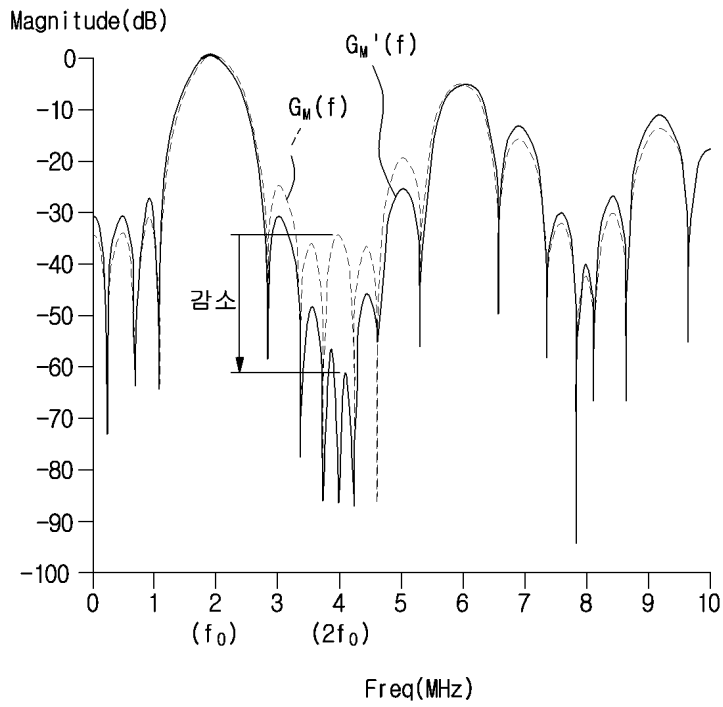
도면9a



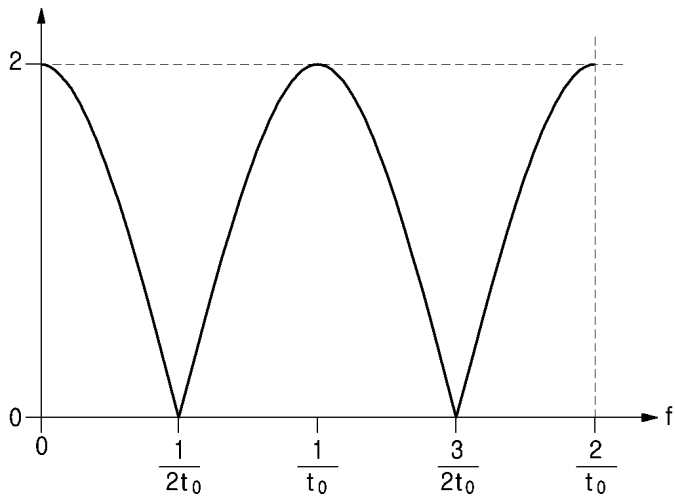
도면9b



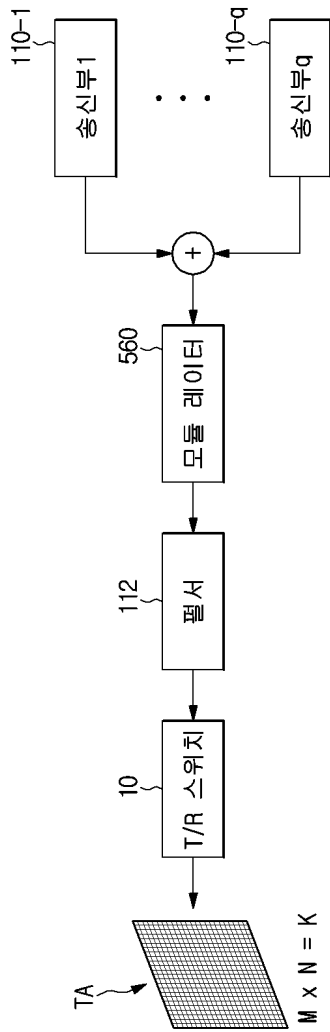
도면10



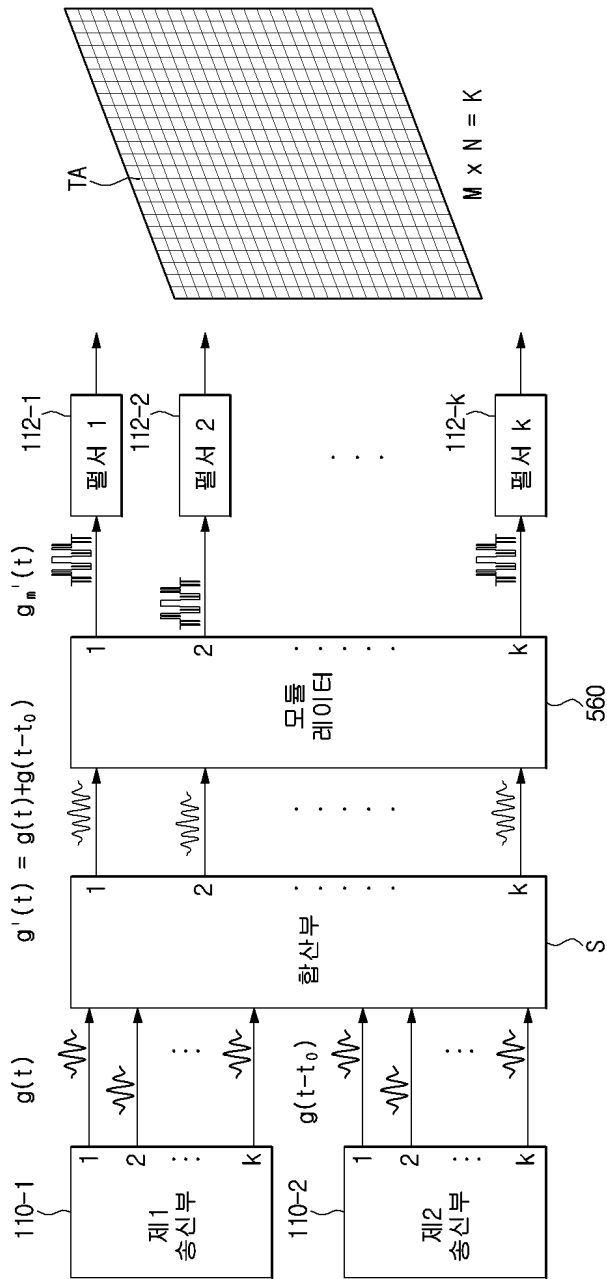
도면11



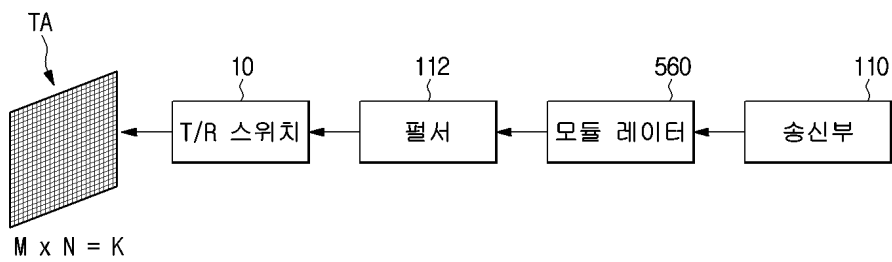
도면12



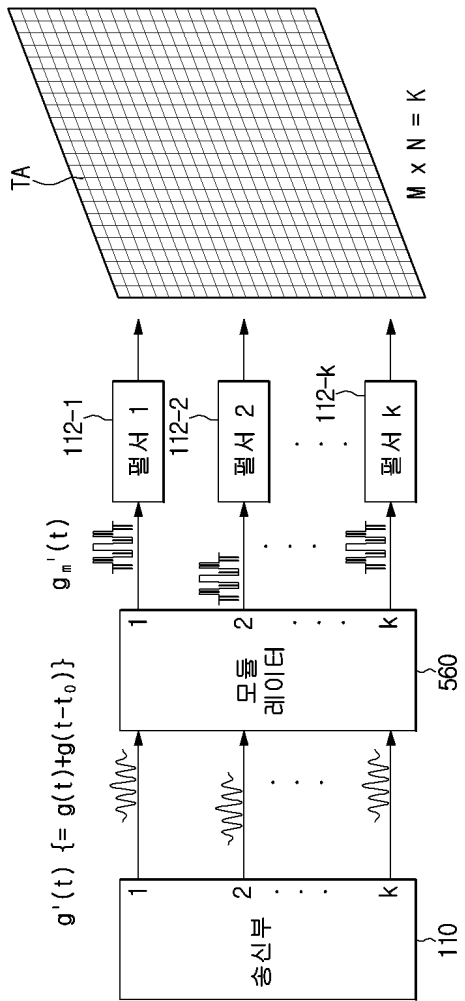
도면13



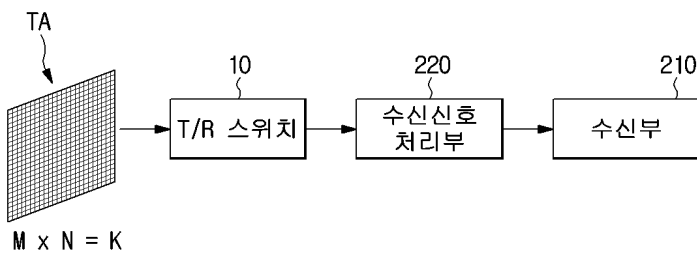
도면14



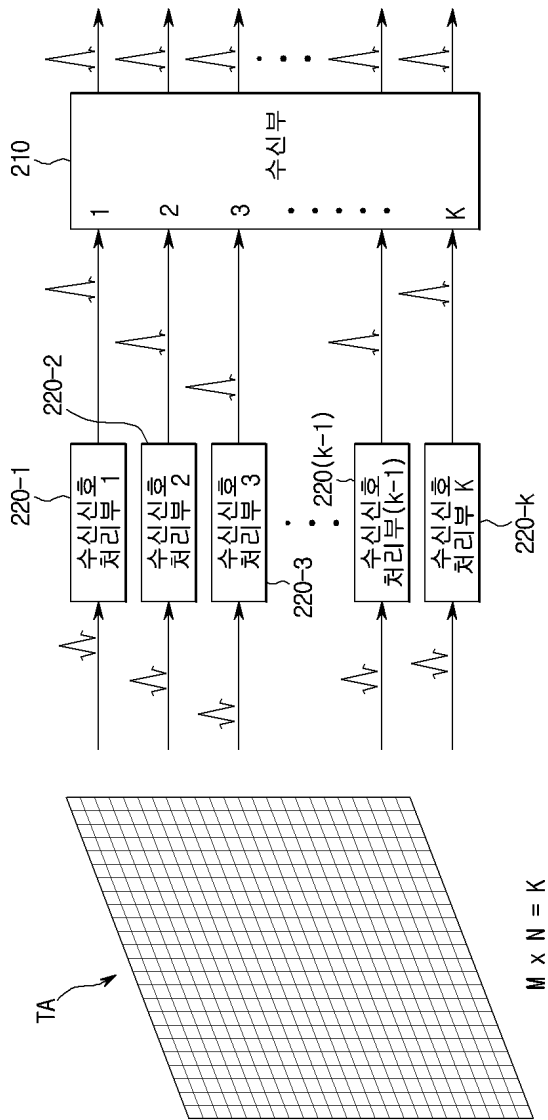
도면15



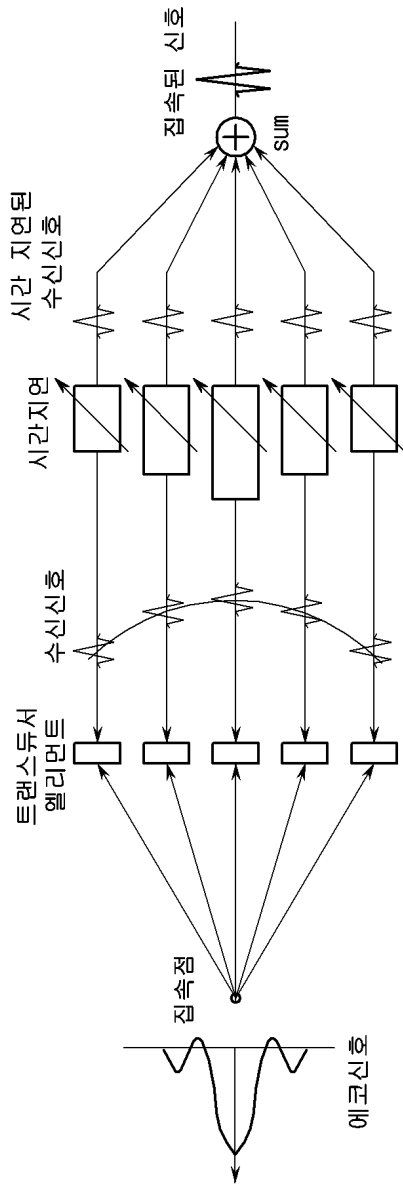
도면16



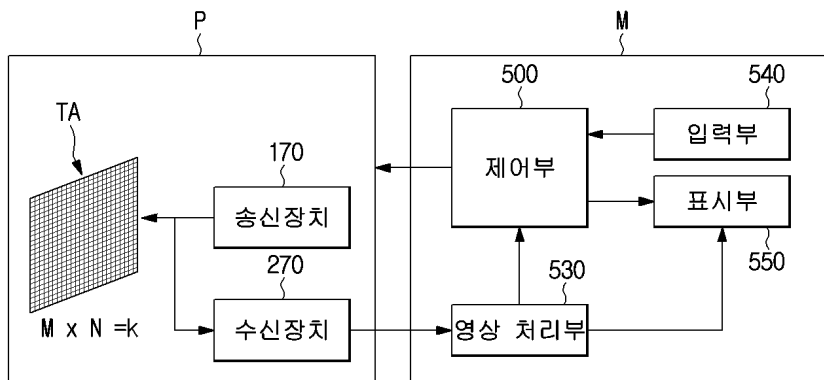
도면17



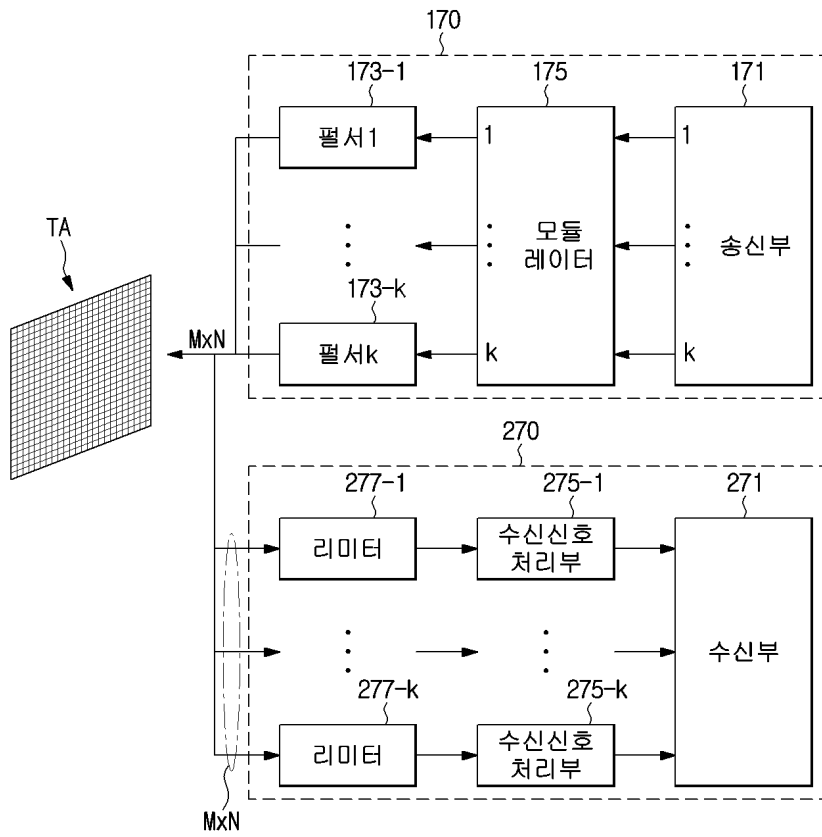
도면18



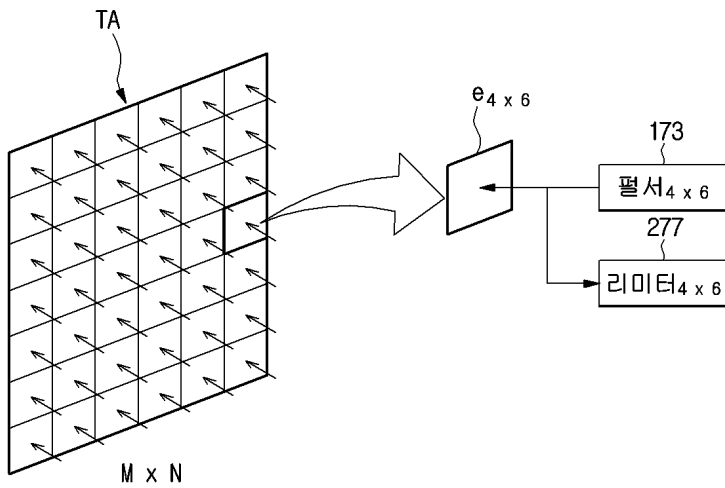
도면19



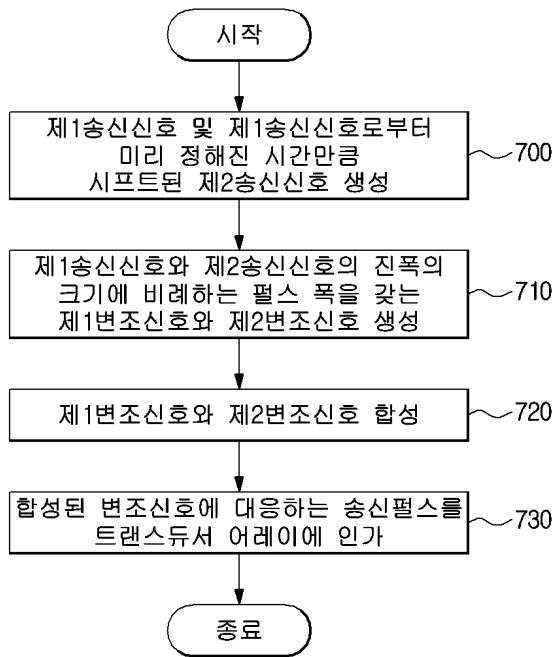
도면20



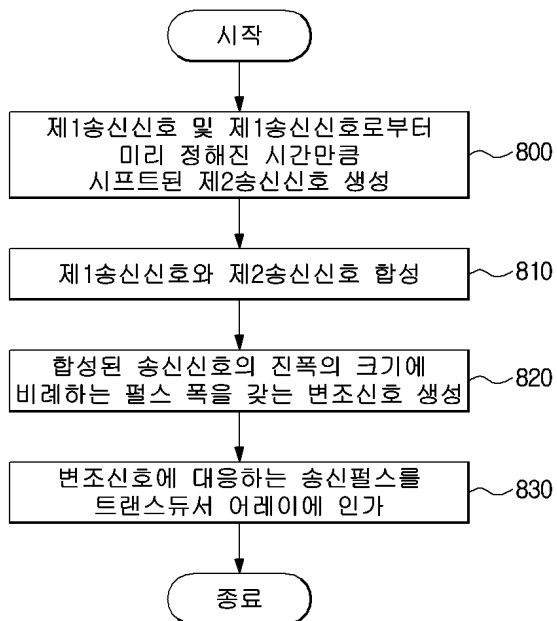
도면21



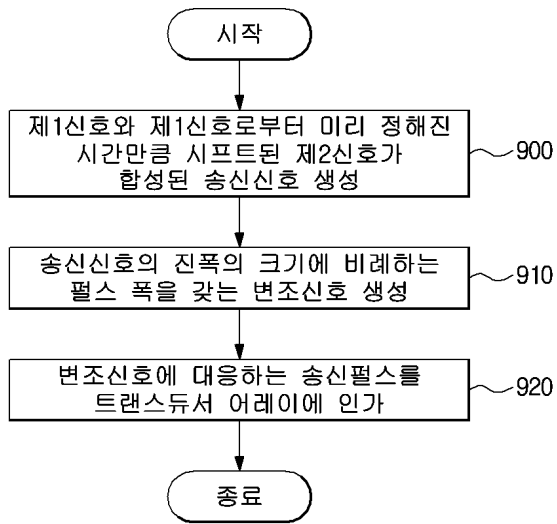
도면22



도면23



도면24



专利名称(译)	标题：超声波探头，包括该超声波探头的超声波诊断装置，以及超声波信号产生方法		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020160090059A</a>	公开(公告)日	2016-07-29
申请号	KR1020150009876	申请日	2015-01-21
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
[标]发明人	KIM BAE HYUNG 김배형 KIMKYUHONG 김규홍 PARKSUHYUN 박수현 SONG JONG KEUN 송종근 LEE SEUNG HEUN 이승헌		
发明人	김배형 김규홍 박수현 송종근 이승헌		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/56 A61B8/4444 A61B8/4494 A61B8/14 A61B8/54 G01S7/5202 G01S7/52038 G01S15/8925 G01S15/8959 G01S15/8961 G01S15/8993		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

所公开的实施例提供了一种用于调制传输信号的超声探头，以通过增加传输信号与换能器元件的频谱的匹配来提高传输功率效率和信噪比，包括超声探头的超声诊断设备和超声信号产生方法提供。根据一个实施例的超声探头包括用于产生传输信号的发射器；并且调制器用于产生调制信号，该调制信号的脉冲宽度与传输信号的每个周期的高点和低点处的传输信号的幅度的大小成比例。李承宪

