



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2019년07월09일  
 (11) 등록번호 10-1998466  
 (24) 등록일자 2019년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**A61B 8/08** (2006.01) **A61B 8/00** (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
**A61B 8/52** (2013.01)  
**A61B 8/4483** (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2017-0077860  
 (22) 출원일자 2017년06월20일  
 심사청구일자 2017년06월20일  
 (65) 공개번호 10-2018-0137933  
 (43) 공개일자 2018년12월28일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP09133657 A\*  
 JP2009183720 A  
 US5690114 A  
 JP2002325768 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**서강대학교산학협력단**  
 서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)  
 (72) 발명자  
**유양모**  
 서울특별시 영등포구 당산로 214 삼성래미안4차아파트 419동 1804호  
**강진범**  
 서울특별시 성북구 오패산로 84, 703-107(하월곡동, 래미안월곡아파트)  
**고두영**  
 서울특별시 마포구 신촌로24안길 12-10  
 (74) 대리인  
**장완수**

전체 청구항 수 : 총 15 항

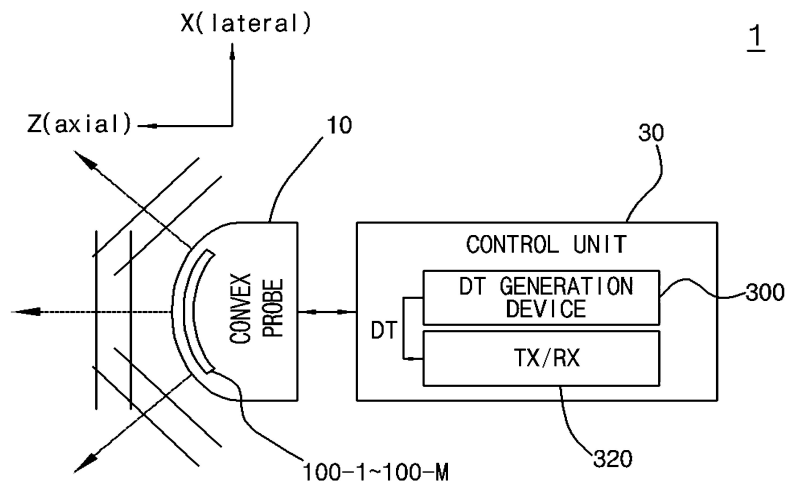
심사관 : 김석호

(54) 발명의 명칭 **컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법, 상기 방법을 이용한 평면파 생성장치, 및 상기 방법을 이용한 평면파 생성시스템**

**(57) 요약**

컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법이 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기 설정된 방식에 따라 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하고, 계산된 지연시간을 시프트 레지스터에 저장하는 단계, 제1 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터를 구성하는 레지스터들 중 일부로부터 제1 지연시간을 독출하는 단계, 및 제2 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을, 상기 제2 송신방향과 상기 제1 송신방향 간의 방향각의 차이에 비례하여 소정의 횟수만큼 시프트하는 단계를 포함한다.

**대표도 - 도1**



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2017R1A2B2003283

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업

연구과제명 심뇌혈관 질환 극복을 위한 실시간 비 침습 국부 혈관 경직도 및 죽상동맥경화반 파열 위험도 평가 기술 개발

기여율 1/1

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2017.03.01 ~ 2018.02.28

공지예외적용 : 있음

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

컨백스형 초음파 프로브를 이용하여 각 송신방향별로 평면파를 생성하는 방법에 있어서,  
제어부가 기 설정된 방식에 따라 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하고, 계산된 지연시간을 시프트 레지스터에 저장하는 단계;

상기 제어부가 제1 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터를 구성하는 레지스터들 중 일부로부터 제1 지연시간을 독출하는 단계; 및

상기 제어부가 제2 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을, 소정의 횟수만큼 시프트하는 단계를 포함하는, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 상기 평면파의 각 송신방향은,

상기 프로브를 구성하는 복수의 어레이 소자들 중 최근접 어레이 소자들 간의 중심각의 정수배인, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 컨백스형 초음파 프로브는 복수의 어레이 소자들로 구성되고,

상기 전체 송신방향에 대한 지연시간은,

상기 복수의 어레이 소자들의 수, 상기 복수의 어레이 소자들 중 어느 하나의 어레이 소자의 중심각, 최근접 어레이 소자들 간의 중심각, 및 최대 중심각의 송신방향에 관한 정수값에 기초하여 결정되는, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전체 송신방향에 대한 지연시간은, 룩업테이블을 활용한 코사인 연산을 통해 계산되는, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을 시프트하는 상기 소정의 횟수는, 상기 제2 송신방향과 상기 제1 송신방향 간의 중심각의 차이에 비례하여 결정되는, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법.

#### 청구항 6

컨백스형 초음파 프로브를 이용하여 각 송신방향별로 평면파를 생성하는 장치는,

기 설정된 방식에 따라 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하는 전체 지연시간 계산기; 및

상기 계산된 전체 지연시간을 저장하는 시프트 레지스터를 포함하고,

상기 시프트 레지스터는 제1 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터를 구성하는 레지스터들 중 일부로부터 제1 지연시간을 출력하고, 제2 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을, 소정의 횟수만큼 시프트하는, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성

장치.

**청구항 7**

제6항에 있어서, 상기 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 상기 평면파의 각 송신방향은,

상기 프로브를 구성하는 복수의 어레이 소자들 중 최근접 어레이 소자들 간의 중심각의 정수배인, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성장치.

**청구항 8**

제6항에 있어서,

상기 컨백스형 초음파 프로브는 복수의 어레이 소자들로 구성되고,

상기 전체 송신방향에 대한 지연시간은,

상기 복수의 어레이 소자들의 수, 상기 복수의 어레이 소자들 중 어느 하나의 어레이 소자의 중심각, 최근접 어레이 소자들 간의 중심각, 및 최대 중심각의 송신방향에 관한 정수값에 기초하여 결정되는, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성장치.

**청구항 9**

제6항에 있어서,

상기 전체 송신방향에 대한 지연시간은, 룩업테이블을 활용한 코사인 연산을 통해 계산되는, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성장치.

**청구항 10**

제6항에 있어서, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을 시프트하는 상기 소정의 횟수는, 상기 제2 송신방향과 상기 제1 송신방향 간의 중심각의 차이에 비례하여 결정되는, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성장치.

**청구항 11**

컨백스형 초음파 프로브를 이용하여 각 송신방향별로 평면파를 생성하는 시스템에 있어서,

컨백스형 초음파 프로브; 및

기 설정된 방식에 따라 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하는 전체 지연시간 계산기 및 상기 계산된 전체 지연시간을 저장하는 시프트 레지스터를 포함하는 제어부를 포함하고,

상기 시프트 레지스터는 제1 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터를 구성하는 레지스터들 중 일부로부터 제1 지연시간을 출력하고, 제2 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을, 소정의 횟수만큼 시프트하는, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성 시스템.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 상기 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 상기 평면파의 각 송신방향은,

상기 프로브를 구성하는 복수의 어레이 소자들 중 최근접 어레이 소자들 간의 중심각의 정수배인, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템.

**청구항 13**

제11항에 있어서,

상기 컨백스형 초음파 프로브는 복수의 어레이 소자들로 구성되고,

상기 전체 송신방향에 대한 지연시간은,

상기 복수의 어레이 소자들의 수, 상기 복수의 어레이 소자들 중 어느 하나의 어레이 소자의 중심각, 최근접 어레이 소자들 간의 중심각, 및 최대 중심각의 송신방향에 관한 정수값에 기초하여 결정되는, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템.

레이 소자들 간의 중심각, 및 최대 중심각의 송신방향에 관한 정수값에 기초하여 결정되는, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템.

**청구항 14**

제11항에 있어서,

상기 전체 송신방향에 대한 지연시간은, 록업테이블을 활용한 코사인 연산을 통해 계산되는, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템.

**청구항 15**

제11항에 있어서, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을 시프트하는 상기 소정의 횟수는, 상기 제2 송신방향과 상기 제1 송신방향 간의 중심각의 차이에 비례하여 결정되는, 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명의 개념에 따른 실시예는 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법, 상기 방법을 이용한 평면파 생성장치, 및 상기 방법을 이용한 평면파 생성시스템으로서, 보다 상세하게는 효율적으로 평면파를 생성할 수 있는 컨백스형 초음파 프로브의 평면파 생성방법, 상기 방법을 이용한 평면파 생성장치, 및 상기 방법을 이용한 평면파 생성시스템에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 초음파 진단 장치는 송수신된 초음파를 이용하여 대상체의 내부 조직을 영상으로 표시하는 장치이다.

[0003] 근래에는, 평면파의 형태로서, 다양한 방향으로 초음파를 송신하고, 그 결과 대상체로부터 반사되어 수신된 신호를 합성하는 방식이 주로 이용된다. 상기 방식은, 종래의 빔 집속 방식과 비교하여, 높은 시간 해상도(temporal resolution) 및 균일한 공간 해상도(spatial resolution)를 갖는다.

[0004] 그러나, 상기 방식은, 수신된 신호의 합성 횟수가 증가함에 따라 계산되어야 하는 지연시간의 양이 증가하는 문제가 있고, 특히 컨백스형 초음파 프로브를 사용할 경우, 프로브를 구성하는 어레이 소자별 지연시간의 계산에 많은 연산이 요구되는 문제가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는 프로브를 구성하는 어레이 소자별 지연시간에 관한 연산복잡도 및 공간복잡도를 감소시켜, 효율적으로 평면파를 생성할 수 있는 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법, 상기 방법을 이용한 평면파 생성장치, 및 상기 방법을 이용한 평면파 생성시스템을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법은, 기 설정된 방식에 따라 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하고, 계산된 지연시간을 시프트 레지스터에 저장하는 단계, 제1 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터를 구성하는 레지스터들 중 일부로부터 제1 지연시간을 독출하는 단계, 및 제2 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을, 소정의 횟수만큼 시프트하는 단계를 포함한다.

[0007] 실시예에 따라, 상기 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 상기 평면파의 각 송신방향은, 상기 프로브를 구성하는 복수의 어레이 소자들 중 최근접 어레이 소자들 간의 중심각의 정수배이다.

[0008] 실시예에 따라, 상기 컨백스형 초음파 프로브는 복수의 어레이 소자들로 구성되고, 상기 전체 송신방향에 대한 지연시간은, 상기 복수의 어레이 소자들의 수, 상기 복수의 어레이 소자들 중 어느 하나의 어레이 소자의 중심각, 최근접 어레이 소자들 간의 중심각, 및 최대 중심각의 송신방향에 관한 정수값에 기초하여 결정된다.

- [0009] 실시예에 따라, 상기 전체 송신방향에 대한 지연시간은, 룩업테이블을 활용한 코사인 연산을 통해 계산된다.
- [0010] 실시예에 따라, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을 시프트하는 상기 소정의 횟수는, 상기 제2 송신방향과 상기 제1 송신방향 간의 중심각의 차이에 비례하여 결정된다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성장치는, 기 설정된 방식에 따라 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하는 전체 지연시간 계산기, 및 상기 계산된 전체 지연시간을 저장하는 시프트 레지스터를 포함하고, 상기 시프트 레지스터는 제1 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터를 구성하는 레지스터들 중 일부로부터 제1 지연시간을 출력하고, 상기 제2 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을, 소정의 횟수만큼 시프트한다.
- [0012] 실시예에 따라, 상기 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 상기 평면파의 각 송신방향은, 상기 프로브를 구성하는 복수의 어레이 소자들 중 최근접 어레이 소자들 간의 중심각의 정수배이다.
- [0013] 실시예에 따라, 상기 컨벡스형 초음파 프로브는 복수의 어레이 소자들로 구성되고, 상기 전체 송신방향에 대한 지연시간은, 상기 복수의 어레이 소자들의 수, 상기 복수의 어레이 소자들 중 어느 하나의 어레이 소자의 중심각, 최근접 어레이 소자들 간의 중심각, 및 최대 중심각의 송신방향에 관한 정수값에 기초하여 결정된다.
- [0014] 실시예에 따라, 상기 전체 송신방향에 대한 지연시간은, 룩업테이블을 활용한 코사인 연산을 통해 계산된다.
- [0015] 실시예에 따라, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을 시프트하는 상기 소정의 횟수는, 상기 제2 송신방향과 상기 제1 송신방향 간의 중심각의 차이에 비례하여 결정된다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템은, 컨벡스형 초음파 프로브, 및 기 설정된 방식에 따라 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하는 전체 지연시간 계산기 및 상기 계산된 전체 지연시간을 저장하는 시프트 레지스터를 포함하는 제어부를 포함하고, 상기 시프트 레지스터는 제1 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터를 구성하는 레지스터들 중 일부로부터 제1 지연시간을 출력하고, 상기 제2 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을, 소정의 횟수만큼 시프트한다.
- [0017] 실시예에 따라, 상기 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 상기 평면파의 각 송신방향은, 상기 프로브를 구성하는 복수의 어레이 소자들 중 최근접 어레이 소자들 간의 중심각의 정수배이다.
- [0018] 실시예에 따라, 상기 컨벡스형 초음파 프로브는 복수의 어레이 소자들로 구성되고, 상기 전체 송신방향에 대한 지연시간은, 상기 복수의 어레이 소자들의 수, 상기 복수의 어레이 소자들 중 어느 하나의 어레이 소자의 중심각, 최근접 어레이 소자들 간의 중심각, 및 최대 중심각의 송신방향에 관한 정수값에 기초하여 결정된다.
- [0019] 실시예에 따라, 상기 전체 송신방향에 대한 지연시간은, 룩업테이블을 활용한 코사인 연산을 통해 계산된다.
- [0020] 실시예에 따라, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을 시프트하는 상기 소정의 횟수는, 상기 제2 송신방향과 상기 제1 송신방향 간의 중심각의 차이에 비례하여 결정된다.

**발명의 효과**

- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템은, 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하고, 계산된 지연시간을 시프트하여 송신방향별 지연시간을 계산함으로써, 요구되는 연산 횟수를 감소시켜, 연산복잡도를 감소시키는 효과를 발휘한다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템은, 요구되는 레지스터의 수를 감소시켜, 공간복잡도를 감소시키는 효과를 발휘한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0023] 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 간단한 설명이 제공된다.  
 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템의 구성블록도이다.  
 도 2는 도 1에 도시된 프로브의 구성 및 기능을 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.  
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법을 나타낸 흐름도이다.

도 4는 어느 송신방향에 대한 지연시간들을 이용하여 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 지연시간 생성장치의 구성블록도이다.

도 6의 (a) 및 도 6의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템의 B-mode(Brightness-mode) 영상을 시뮬레이션 한 결과를 나타낸 도면이다.

도 7의 (a)는 종래 기술의 실시예에 따라 요구되는 연산 횟수 및 레지스터의 수를 나타낸 도면이다. 도 7의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템의 실시예에 따라 요구되는 연산 횟수 및 레지스터의 수를 나타낸 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0024] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세한 설명을 통해 상세히 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0025] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 본 명세서의 설명 과정에서 이용되는 숫자(예를 들어, 제1, 제2 등)는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위한 식별기호에 불과하다.
- [0026] 또한, 본 명세서에서, 일 구성요소가 다른 구성요소와 "연결된다" 거나 "접속된다" 등으로 언급된 때에는, 상기 일 구성요소가 상기 다른 구성요소와 직접 연결되거나 또는 직접 접속될 수도 있지만, 특별히 반대되는 기재가 존재하지 않는 이상, 중간에 또 다른 구성요소를 매개하여 연결되거나 또는 접속될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0027] 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 도면에서 생략하였으며, 도면들에 있어서 구성요소의 폭, 길이, 두께 등은 편의를 위하여 과장되어 표현될 수 있다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조부호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0028] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시를 위한 구체적인 내용을 설명하도록 한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템의 구성블록도이다.
- [0030] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템(1)은, 컨벡스형 초음파 프로브(Convex Probe(10); 이하 '프로브'라 함)를 포함할 수 있다. 그리고, 프로브(10)는 복수의 어레이 소자들(100-1~100-M; 단, M은 2 이상의 정수)을 더 포함할 수 있다.
- [0031] 프로브(10)는 제어부(30)로부터 전기적 신호인 송신신호를 수신하고, 수신된 신호를 초음파로 변환하여, 대상체(미도시)로 송신할 수 있다. 그리고, 대상체(미도시)로부터 반사된 초음파를 다시 수신할 수 있다. 이에 관한 보다 구체적인 설명을 위해 도 2를 참조하기로 한다.
- [0032] 도 2는 도 1에 도시된 프로브의 구성 및 기능을 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0033] 프로브(10)는 내부에 복수의 어레이 소자들(100-1~100-M; 단, M은 2 이상의 정수)을 포함할 수 있다.
- [0034] 복수의 어레이 소자들(100-1~100-M; 단, M은 2 이상의 정수) 각각은 압전 소자(piezoelectric element)로 구성되어, 전기적 신호를 초음파로 변환할 수 있다.
- [0035] 설명의 편의를 위해 새로운 좌표계(coordinates system)를 도입하기로 한다. 상기 좌표계는 직각 좌표계로서, 복수의 어레이 소자들(100-1~100-M; 단, M은 2 이상의 정수)이 배열된 형태에 관한 상기 부채꼴의 중심을 원점으로 하고, 컨벡스형 초음파 프로브(10)와 대상체(미도시)와의 관계에서, 측방향(lateral)을 X축으로 하고, 축방향(axial)을 Z축으로 한다.
- [0036] 상기 도입된 좌표계 상에서, 복수의 어레이 소자들(100-1~100-M; 단, M은 2 이상의 정수) 각각은 반지름이 R인

부채꼴의 호 형태로 배열될 수 있고, 상기 Z축과 소정의 중심각을 가질 수 있다(즉,  $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_M$ ).

[0037] 상기 도입된 좌표계 상에서, 프로브(10)는 초음파를 평면파의 형태로서, 미리 설정된 방향(즉,  $\theta_{PW}$ )으로 송신할 수 있다.

[0038] 실시예에 따라, 상기 송신방향(즉,  $\theta_{PW}$ )은, 프로브(10)를 구성하는 복수의 어레이 소자들 중 최근접 어레이 소자들 간의 중심각(즉,  $\theta_{(i+1)} - \theta_{(i)}$ ; 단, i는 1이상 (M-1) 이하의 정수, 이하 'd $\theta$ '라 함)의 정수배에 해당할 수 있다.

[0039] 실시예에 따라, 상기 송신방향(즉,  $\theta_{PW}$ )은 복수(2이상)일 수 있고, 이 경우 인접한 송신방향들 간의 중심각의 차이는 일정할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0040] 한편, 본 발명은 효율적으로 평면파를 생성하는 방법 등에 관한 것으로, 평면파를 생성하는 방법 등에 관한 보다 구체적인 설명은 도 3 내지 도 4를 참조하여 후술하기로 한다.

[0041] 다시 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템(10)은, 제어부(Control Unit; 30)를 포함할 수 있다. 그리고, 제어부(30)는 지연시간 생성장치(DT Generation Device; 300) 및 송수신부(TX/RX; 320)를 더 포함할 수 있다.

[0042] 먼저, 제어부(30)는 프로브(10)를 제어하여, 대상체로 송신되는 초음파의 파면의 형태 및 송신방향 등을 조정할 수 있다.

[0043] 지연시간 생성장치(300)는 본 발명의 일 실시예에 따른 프로브(10)가 평면파를 생성하기 위해 필요한 지연시간(DT)을 계산하고, 계산된 지연시간(DT)을 송수신부(320)로 전달할 수 있다.

[0044] 송수신부(320)는 지연시간 생성장치(300)로부터 전달된 지연시간(DT)에 기초하여, 전기적 신호인 송신신호를 생성하고, 생성된 송신신호를 프로브(10)로 전달할 수 있다. 전달된 송신신호는 프로브(10)에서 초음파 신호로 변환되어, 대상체로 송신될 수 있다.

[0045] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법을 나타낸 흐름도이다.

[0046] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법은, 기 설정된 방식에 따라 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하고, 계산된 지연시간을 시프트 레지스터에 저장하는 단계(S100)를 포함할 수 있다.

[0047] 먼저, 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하기 위해, 어느 송신방향에 대한 지연시간을 아래의 수학적 식 1과 같이 정의하기로 한다.

**수학적 식 1**

[0048] 
$$\tau_{TX}(\theta_{PW}, n) = R \cdot \cos(\theta_{PW} - \theta_n) / c$$

[0049] 여기서,  $\tau_{TX}(\theta_{PW}, n)$ 는 평면파를 송신방향( $\theta_{PW}$ )으로 송신하기 위해, 복수의 어레이 소자들(100-1~100-M; 단, M은 2 이상의 정수) 중 n번째 어레이 소자(단, n은 1 이상 M 이하의 정수)에 적용되어야 하는 지연시간을 의미한다.  $\theta_n$ 은 상기 어레이 소자(100-n)와 상기 Z축 간의 중심각이고, c는 매질에서의 초음파의 속도이다.

[0050] 한편, 평면파의 송신방향(즉,  $\theta_{PW}$ )이 최근접 어레이 소자들 간의 중심각(즉, d $\theta$ )의 정수배(k)에 해당하는 경우, 서로 다른 송신방향들 각각에 상응하는 지연시간들은 서로 아래의 수학적 식 2와 같은 관계에 놓이게 된다.

수학식 2

[0051]  $\tau_{TX}(0 \cdot d\theta, n - k) = \tau_{TX}(k \cdot d\theta, n)$

[0052] 즉, 평면파를 송신방향( $0 \cdot d\theta$ )으로 송신하기 위해, (n-k)번째 어레이 소자에 적용되어야 하는 지연시간은, 평면파를 송신방향( $k \cdot d\theta$ )으로 송신하기 위해, n번째 어레이 소자에 적용되어야 하는 지연시간과 같다.

[0053] 나아가, 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하는 과정을 설명하기 위해 도 4를 참조하기로 한다. 도 4는 어느 송신방향에 대한 지연시간들을 이용하여 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0054] 송신방향(즉,  $\theta_{PW}$ )이 변화함에 따라(예컨대,  $-km \cdot d\theta, -(km - 1) \cdot d\theta, -(km - 2) \cdot d\theta, \dots, -d\theta, 0, d\theta, \dots, (km - 2) \cdot d\theta, (km - 1) \cdot d\theta, km \cdot d\theta$ ), 복수의 어레이 소자들(100-1~100-M; 단, M은 2 이상의 정수) 각각에 적용되어야 하는 지연시간들이 도시되어 있다(여기서,  $km$ 은 최대 중심각의 송신방향에 관한 정수값을 의미한다.).

[0055] 상술한 수학식 2에 따라, 서로 다른 송신방향들 각각에 상응하는 지연시간들 간의 소정의 관계가 인정될 수 있다.

[0056] 예컨대, 송신방향(즉,  $\theta_{PW}$ )이,  $km \cdot d\theta$ 로부터  $(km - 1) \cdot d\theta$ 로 변화한 경우, 송신방향들 각각( $km \cdot d\theta, (km - 1) \cdot d\theta$ )에 상응하는 지연시간은 어느 하나의 어레이 소자에 적용되어야 하는 지연시간을 제외하고는 모두 동일하다.

[0057] 예컨대, 송신방향(즉,  $\theta_{PW}$ )이,  $km \cdot d\theta$ 로부터  $(km - 2) \cdot d\theta$ 로 변화한 경우, 송신방향들 각각( $km \cdot d\theta, (km - 2) \cdot d\theta$ )에 상응하는 지연시간은 두 개의 어레이 소자에 적용되어야 하는 지연시간을 제외하고는 모두 동일하다.

[0058] 따라서, 송신방향(즉,  $\theta_{PW}$ )이 변화함에 따라(예컨대,  $-km \cdot d\theta, -(km - 1) \cdot d\theta, -(km - 2) \cdot d\theta, \dots, -d\theta, 0, d\theta, \dots, (km - 2) \cdot d\theta, (km - 1) \cdot d\theta, km \cdot d\theta$ ), 복수의 어레이 소자들(100-1~100-M; 단, M은 2 이상의 정수) 각각에 적용되어야 하는 지연시간들을 한 곳에 모아, 크기의 순으로 정렬하되, 중복되는 지연시간들은 한 번만 고려하여, 하나의 데이터 시퀀스를 만들 수 있다. 이러한 데이터 시퀀스가, 본 발명에 따른, 전체 송신방향에 대한 지연시간이 된다.

[0059] 한편, 상기 전체 송신방향에 대한 지연시간은 아래의 수학식 3에 따라 계산될 수도 있다.

수학식 3

[0060]  $\tau_{TX}(0, n') = R \cdot \cos((-n' + 1) \cdot d\theta - \theta_1) / c$

[0061] 여기서,  $n'$ 은  $(-km + 1)$  이상,  $(M + km)$  이하의 정수이며,  $\theta_1$ 은 상기 어레이 소자(100-1)와 상기 Z축 간의 중심각이고,  $c$ 는 매질에서의 초음파의 속도이다.

[0062] 실시예에 따라, 상기 전체 송신방향에 대한 지연시간은, 시프트 레지스터에 저장될 수 있다.

[0063] 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법은, S100 단계 후에, 제1 송신방향으로 평면파를 생성하기 위해, 시프트 레지스터를 구성하는 레지스터들 중 일부로부터 제1 지연시간을 독출하는 단계(S300)를 포함할 수 있다.

- [0064] 상기 일부의 레지스터들은, 평면파를 상기 제1 송신방향으로 송신하기 위해, 복수의 어레이 소자들(100-1~100-M; 단, M은 2 이상의 정수) 각각에 적용되어야 하는 지연시간들을 저장하고 있는 레지스터들이다.
- [0065] 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법은, S300 단계 후에, 제2 송신방향으로 평면파를 생성하기 위해, 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을 소정의 횟수만큼 시프트하는 단계(S500)를 포함할 수 있다.
- [0066] 상기 소정의 횟수는, 상기 제2 송신방향과 상기 제1 송신방향간의 방향각의 차이에 비례하여 설정될 수 있다.
- [0067] 예컨대, 상기 제2 송신방향과 상기 제1 송신방향 간의 방향각의 차이가  $d\theta$ 인 경우, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간은 1번 시프트될 수 있다.
- [0068] 예컨대, 상기 제2 송신방향과 상기 제1 송신방향 간의 방향각의 차이가  $a \cdot d\theta$ 인 경우, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간은 a번 시프트될 수 있다.
- [0069] 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법은, S500 단계 후에, 제2 송신방향으로 평면파를 생성하기 위해 일부 레지스터들로부터 제2 지연시간을 독출하는 단계(S700)를 포함할 수 있다.
- [0070] 본 단계에 따른 제2 지연시간의 독출 대상이 되는 일부 레지스터들은, 상기 S300 단계에 따른, 상기 제1 지연시간의 독출 대상이 되는 일부 레지스터들과 동일하다.
- [0071] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 지연시간 생성장치의 구성블록도이다.
- [0072] 도 1 및 도 5를 참조하면, 지연시간 생성장치(DT Generation Device; 300)는, 전체 지연시간 계산기(Total Delay Time Calculator; 310), 룩업테이블(330), 메모리(350), 및 시프트 레지스터(370)를 포함할 수 있다.
- [0073] 전체 지연시간 계산기(310)는 외부로부터, 복수의 어레이 소자들(100-1~100-M; 단, M은 2 이상의 정수) 각각이 배열된 형태에 관한 상기 부채꼴의 반지름(R), 복수의 어레이 소자들(100-1~100-M; 단, M은 2 이상의 정수)의 수(M), 상기 복수의 어레이 소자들 중 첫번째 어레이 소자(100-1)의 중심각(즉, A1), 최근접 어레이 소자들 간의 중심각(dA), 및 최대 중심각의 송신방향에 관한 정수값(km)을 수신할 수 있다.
- [0074] 실시예에 따라, 전체 지연시간 계산기(310)는, 상기 수신 정보들(R, M, A1, dA, 및 km)을 제어부(30)로부터 수신할 수 있고, 다른 실시예에 따라, 상기 수신 정보들(R, M, A1, dA, 및 km) 중 일부를 메모리(350)로부터 수신할 수도 있다.
- [0075] 전체 지연시간 계산기(310)는 상기 수신 정보들(R, M, A1, dA, 및 km)을 이용하여 전체 지연시간(TDT)을 생성할 수 있다.
- [0076] 전체 지연시간 계산기(310)는 상술한 수학적 식 3에 따라, 전체 지연시간(TDT)을 생성할 수 있다. 이 경우, 전체 지연시간 계산기(310)는 룩업테이블(LUT; 330)을 활용하여 코사인 연산을 수행할 수 있다.
- [0077] 시프트 레지스터(370)는 전체 지연시간 계산기(310)로부터 전체 지연시간(TDT)을 수신하고, 외부로부터 시프트 횟수에 관한 정보(K)를 수신할 수 있다. 상기 시프트 횟수에 관한 정보는 송신방향들 간의 방향각의 차이에 관한 정보일 수 있다.
- [0078] 도 6의 (a) 및 도 6의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템의 B-mode(Brightness-mode) 영상을 시뮬레이션 한 결과를 나타낸 도면이다.
- [0079] 상기 결과는, 복수의 어레이 소자들(100-1~100-M; 단, M은 2 이상의 정수)의 수(M)가 128개이고, 최근접 어레이 소자들 간의 중심각(dA)은  $0.59^\circ$  이고, 최대 중심각의 송신방향에 관한 정수값(km)은 96인 조건 하에서 시뮬레이션한 결과이다.
- [0080] 다만, 도 6의 (a)는 송신방향(즉,  $\theta_{PW}$ )의 수가 9이고, 도 6의 (b)는 송신방향(즉,  $\theta_{PW}$ )의 수가 65로서, 도 6의 (b)에 따른 시뮬레이션 결과가 더 우수함을 알 수 있다. 나아가, 도 7의 (a) 및 도 7의 (b)를 참조하여, 연산복잡도 및 공간복잡도를 검토하기로 한다.
- [0081] 도 7의 (a)는 종래 기술의 실시예에 따라 요구되는 연산 횟수 및 레지스터의 수를 나타낸 도면이다. 도 7의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템의 실시예에 따라 요구되는 연산 횟수 및 레지스터의 수를 나타낸 도면이다.

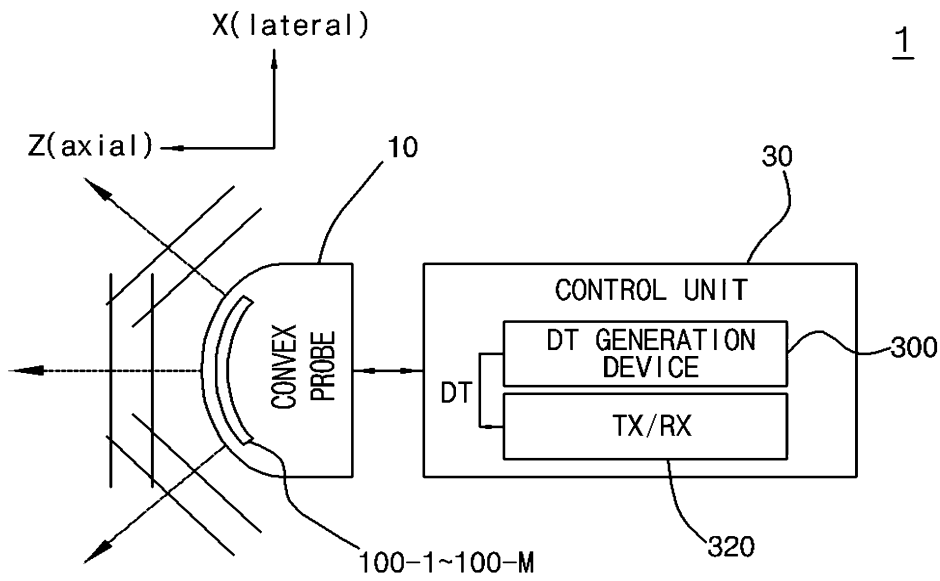
- [0082] 상기 결과는, 복수의 어레이 소자들(100-1~100-M; 단, M은 2 이상의 정수)의 수(M)가 128개이고, 송신방향(즉,  $\theta_{pw}$ )의 수( $N_{pw}$ )는 9 또는 65개이고, 최대 중심각의 송신방향에 관한 정수값(km)은 96, 128, 또는 192 중 어느 하나인 조건 하에서 시뮬레이션 한 결과이다.
- [0083] 도 7의 (a)를 참조하면, 종래 기술의 실시예 따라 요구되는 연산 횟수는, 복수의 어레이 소자들의 수(M)와 송신 방향의 수( $N_{pw}$ )를 곱한 값이고, 요구되는 레지스터의 수는 상기 연산 횟수와 동일하다.
- [0084] 도 7의 (b)를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템의 실시예 따라 요구되는 연산 횟수는, 복수의 어레이 소자들의 수(M)에, 최대 중심각의 송신방향에 관한 정수값(km)의 두 배의 값을 합산한 값이고, 요구되는 레지스터의 수는 상기 연산 횟수의 두 배의 값이다.
- [0085] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템은, 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하고, 계산된 지연시간을 시프트하여 송신방향별 지연시간을 계산함으로써, 요구되는 연산 횟수를 감소시켜, 연산복잡도를 감소시키는 효과를 발휘한다.
- [0086] 나아가, 본 발명의 일 실시예에 따른 컨백스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템은, 요구되는 레지스터의 수를 감소시켜, 공간복잡도를 감소시키는 효과를 발휘한다.
- [0087] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다.
- [0088] 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [0089] 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

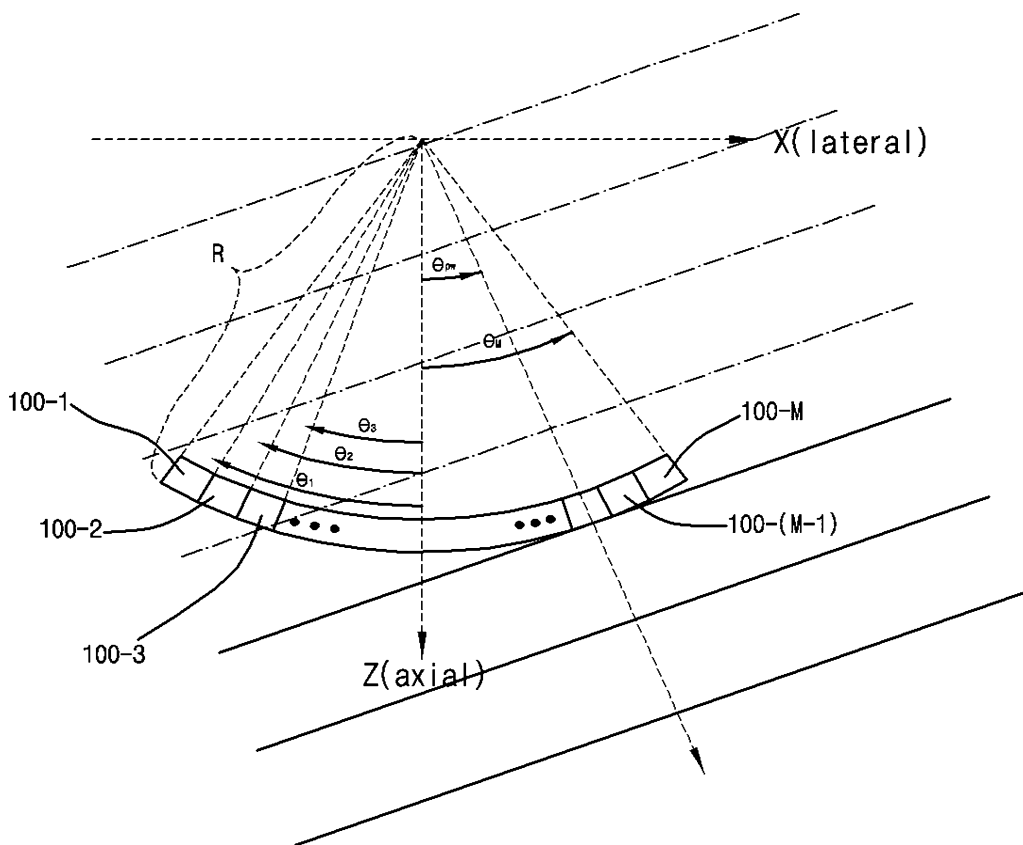
- [0090] 10: 컨백스형 초음파 프로브
- 30: 제어부
- 100-1~100-M: 복수의 어레이 소자들
- 300: 지연시간 생성장치
- 320: 송수신부

도면

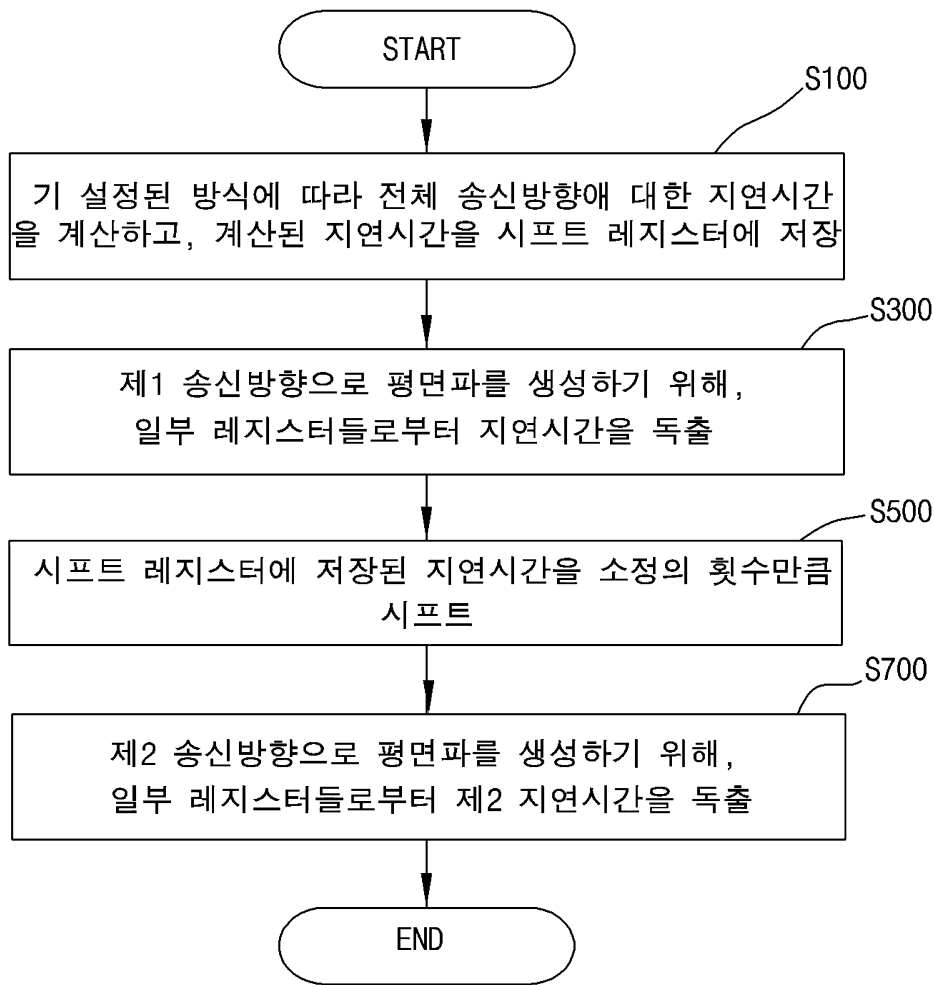
도면1



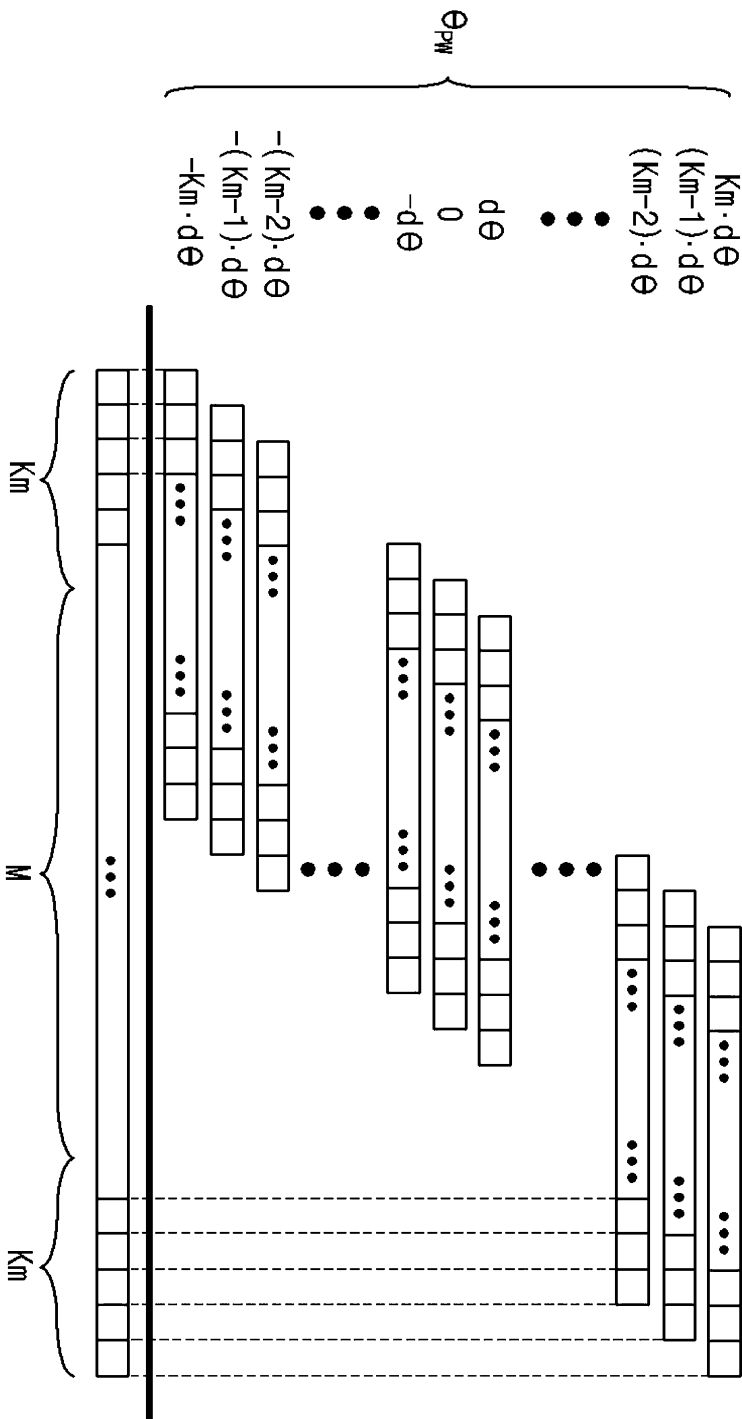
도면2



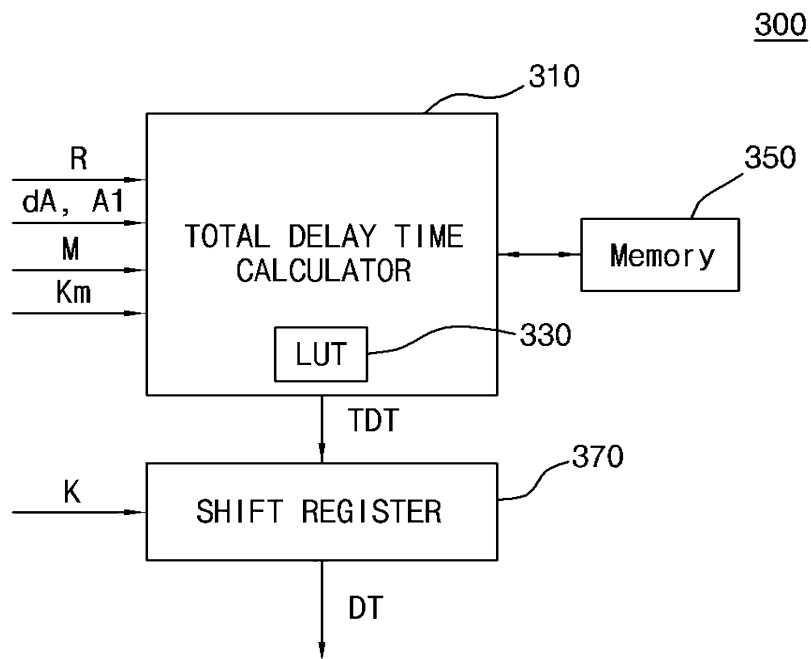
도면3



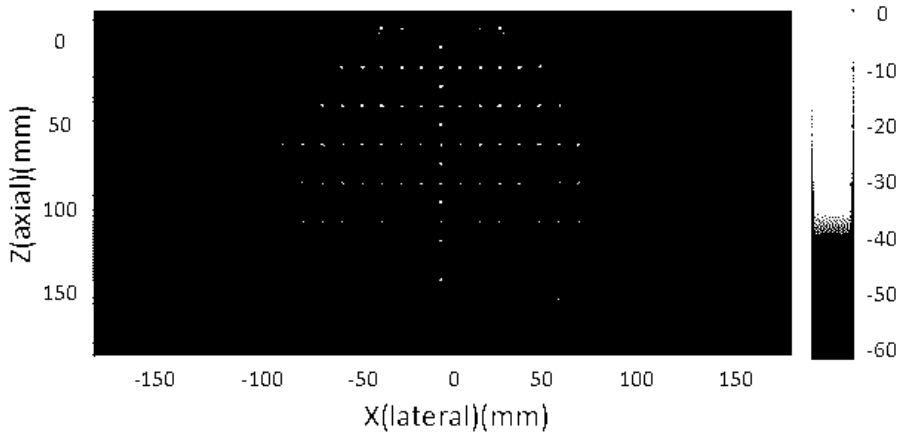
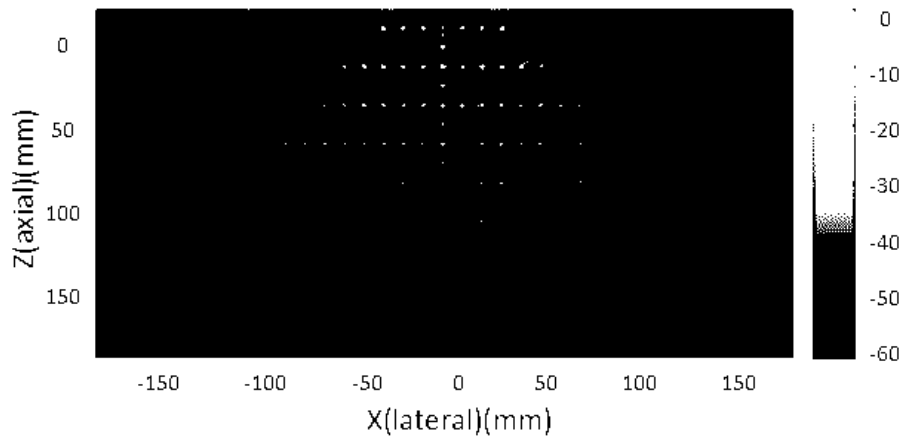
도면4



도면5



도면6



도면7

M	N_pw	Km	연산 횟수	레지스터 개수
128	9	96	1152	1152
		128	1152	1152
		192	1152	1152
	65	96	8320	8320
		128	8320	8320
		192	1152	8320

(a)

M	N_pw	Km	연산 횟수	레지스터 개수
128	9	96	320	640
		128	384	768
		192	512	1024
	65	96	320	640
		128	384	768
		192	512	1024

(b)

专利名称(译)	利用凸型超声探头生成平面波的方法，使用该方法的平面波发生器和使用该方法的平面波生成系统		
公开(公告)号	<a href="#">KR101998466B1</a>	公开(公告)日	2019-07-09
申请号	KR1020170077860	申请日	2017-06-20
[标]申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
当前申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
[标]发明人	유양모 강진범 고두영		
发明人	유양모 강진범 고두영		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/52 A61B8/4483		
代理人(译)	Jangwansu		
审查员(译)	Gimseokho		
其他公开文献	KR1020180137933A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

公开了一种使用凸型超声波探头的平面波产生方法。根据本发明的实施例，根据预设方案计算整个传输方向的延迟时间，并将计算出的延迟时间存储在移位寄存器中，以在第一传输方向上生成平面波，从构成移位寄存器的一些寄存器中读取第一延迟时间，并生成存储在移位寄存器中的延迟时间，以沿第二传输方向，第二传输方向和第一传输时间生成平面波；并且与传输方向之间的方向角之差成比例地移动预定次数。

