(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0137933
(43) 공개일자 2018년12월28일

(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

(71) 출원인
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

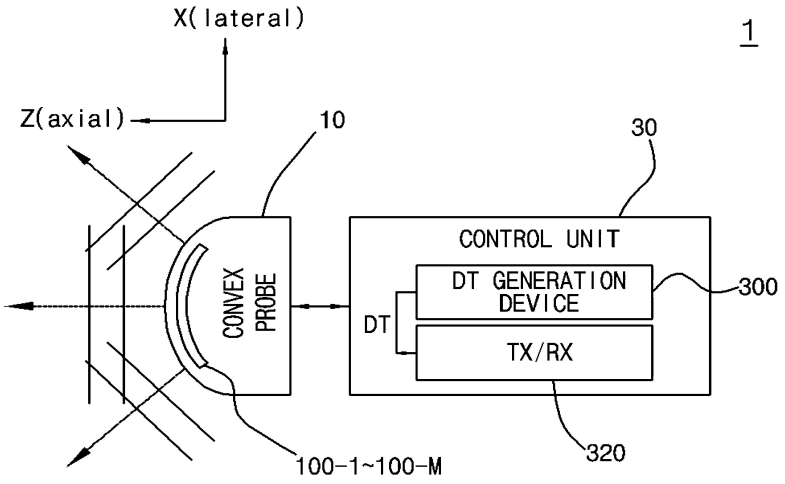
전체 청구항 수 : 총 15 항

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

(57) 요 약

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.

대 표 도 - 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
기 여 율	1/1
주관기관	서강대학교 산학협력단
연구기간	2017.03.01 ~ 2018.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

컨벡스형 초음파 프로브를 이용하여 각 송신방향별로 평면파를 생성하는 방법에 있어서,

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 포함하는, 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법.

청구항 2

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

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

청구항 3

제1항에 있어서,

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 결정되는, 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

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

청구항 6

컨벡스형 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, 상기 제2 송신방향으로 상기 평면파를 생성하기 위해, 상기 시프트 레지스터에 저장된 지연시간을, 소정의 횟수만큼 시프트하는, 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파

생성장치.

청구항 7

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

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

청구항 8

제6항에 있어서,

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 결정되는, 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

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

청구항 11

컨벡스형 초음파 프로브를 이용하여 각 송신방향별로 평면파를 생성하는 시스템에 있어서,

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 시프트하는, 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템.

청구항 12

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

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

청구항 13

제11항에 있어서,

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 어

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

청구항 14

제11항에 있어서,

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

발명의 설명

기 술 분 야

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

배 경 기 술

[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 컨벡스형 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 컨벡스형 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 컨벡스형 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 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 상기 평면파의 각 송신방향은, 상기 프로브를 구성하는 복수의 어레이 소자들 중 최근접 어레이 소자들 간의 중심각의 정수배이다.

[0008] 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.

[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 실시에 따라 요구되는 연산 횟수 및 레지스터의 수를 나타낸 도면이다. 도 7의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템의 실시에 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, $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \ldots, \theta_M$).

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

[0038] 실시예에 따라, 상기 송신방향(즉, θ_{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, θ_{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 수학식 1과 같이 정의하기로 한다.

수학식 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(θ_{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. θ_n 은 상기 어레이 소자(100-n)와 상기 Z축 간의 중심각이고, c는 매질에서의 초음파의 속도이다.

[0050] 한편, 평면파의 송신방향(즉, θ_{PW})이 최근접 어레이 소자간의 중심각(즉, $d\theta$)의 정수배(k)에 해당하는 경우, 서로 다른 송신방향들 각각에 상응하는 지연시간들은 서로 아래의 수학식 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, θ_{PW})이 변화함에 따라(예컨대, $-km\cdot d\theta, -(km-1)\cdot d\theta, -(km-2)\cdot d\theta, \ldots, -d\theta, 0, d\theta, \ldots, (km-2)\cdot d\theta, (km-1)\cdot d\theta, km\cdot d\theta$), 복수의 어레이 소자들(100-1~100-M; 단, M은 2 이상의 정수) 각각에 적용되어야 하는 지연시간들이 도시되어 있다(여기서, km은 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, θ_{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, θ_{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, θ_{PW})이 변화함에 따라(예컨대, $-km\cdot d\theta, -(km-1)\cdot d\theta, -(km-2)\cdot d\theta, \ldots, -d\theta, 0, d\theta, \ldots, (km-2)\cdot d\theta, (km-1)\cdot d\theta, km\cdot d\theta$), 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'는 $(-km+1)$ 이상, $(M+km)$이하의 정수이며, θ_1은 상기 어레이 소자(100-1)와 상기 Z축 간의 중심각이고, c는 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 $\mathrm{a} \cdot d\theta$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 이사의 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)를 생성할 수 있다.

[0076] 전체 지연시간 계산기(310)는 상술한 수학식 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° 이고, 최대 중심각의 송신방향에 관한 정수값(km)은 96인 조건 하에서 시뮬레이션한 결과이다.

[0080] 다만, 도 6의 (a)는 송신방향(즉, θ_{PW})의 수가 9이고, 도 6의 (b)는 송신방향(즉, θ_{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 실시에 따라 요구되는 연산 횟수 및 레지스터의 수를 나타낸 도면이다. 도 7의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템의 실시에 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, θ_{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 실시에 따라 요구되는 연산 횟수는, 복수의 어레이 소자들의 수(M)와 송신방향의 수(N_pw)를 곱한 값이고, 요구되는 레지스터의 수는 상기 연산 횟수와 동일하다.

[0084] 도 7의 (b)를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 초음파 프로브를 이용한 평면파 생성시스템의 실시에 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 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.

[0086] 나아가, 본 발명의 일 실시예에 따른 컨벡스형 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: 컨벡스형 초음파 프로브

30: 제어부

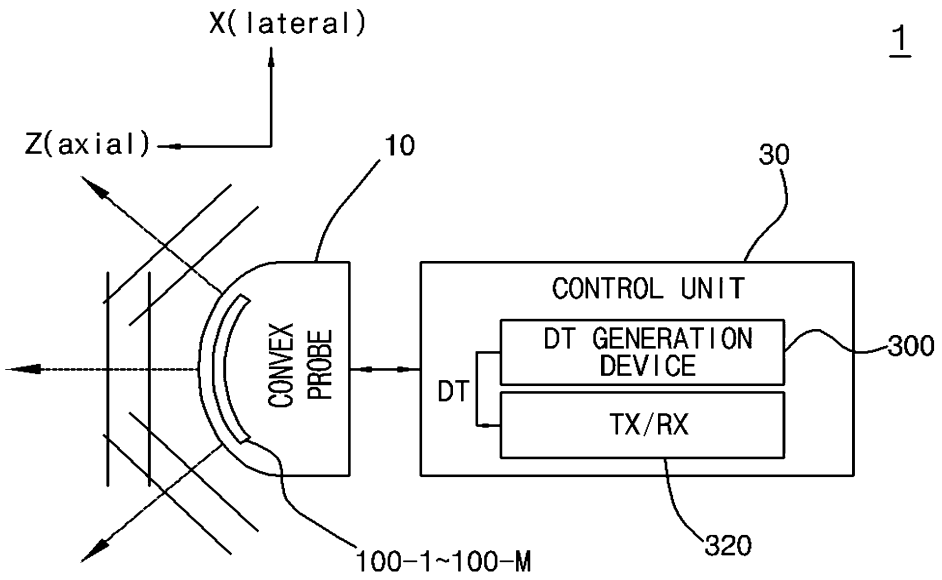
100-1~100-M: 복수의 어레이 소자들

300: 지연시간 생성장치

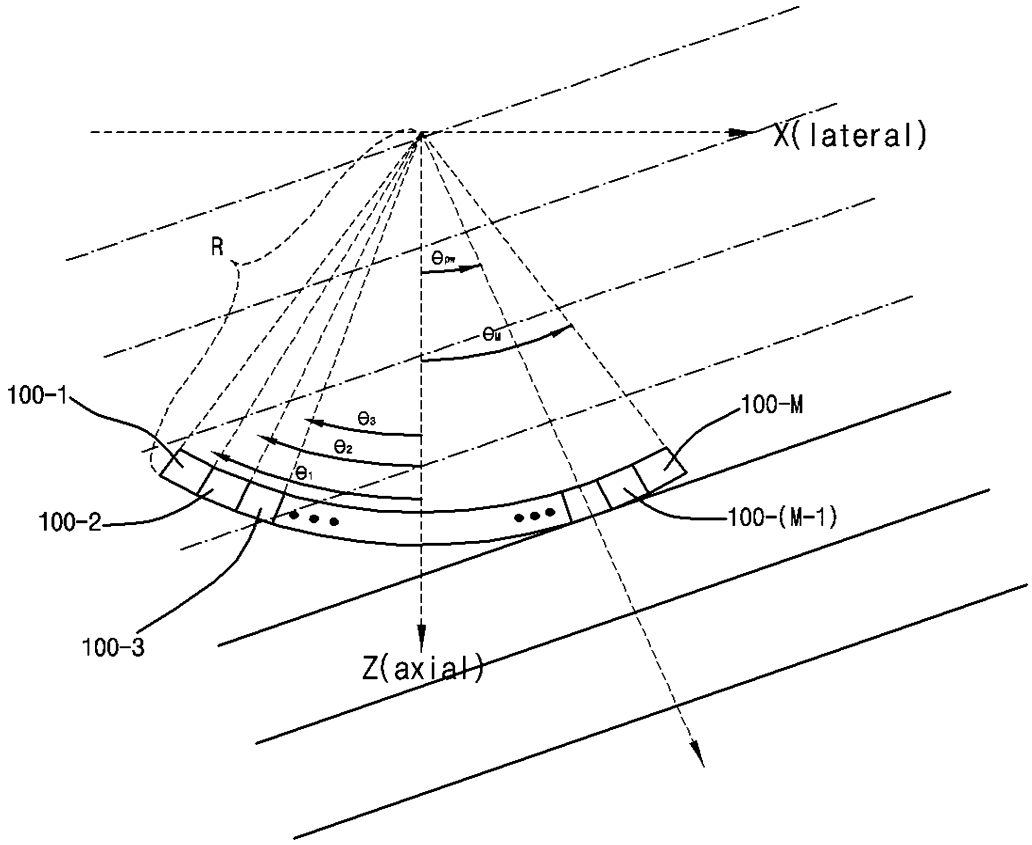
320: 송수신부

도면

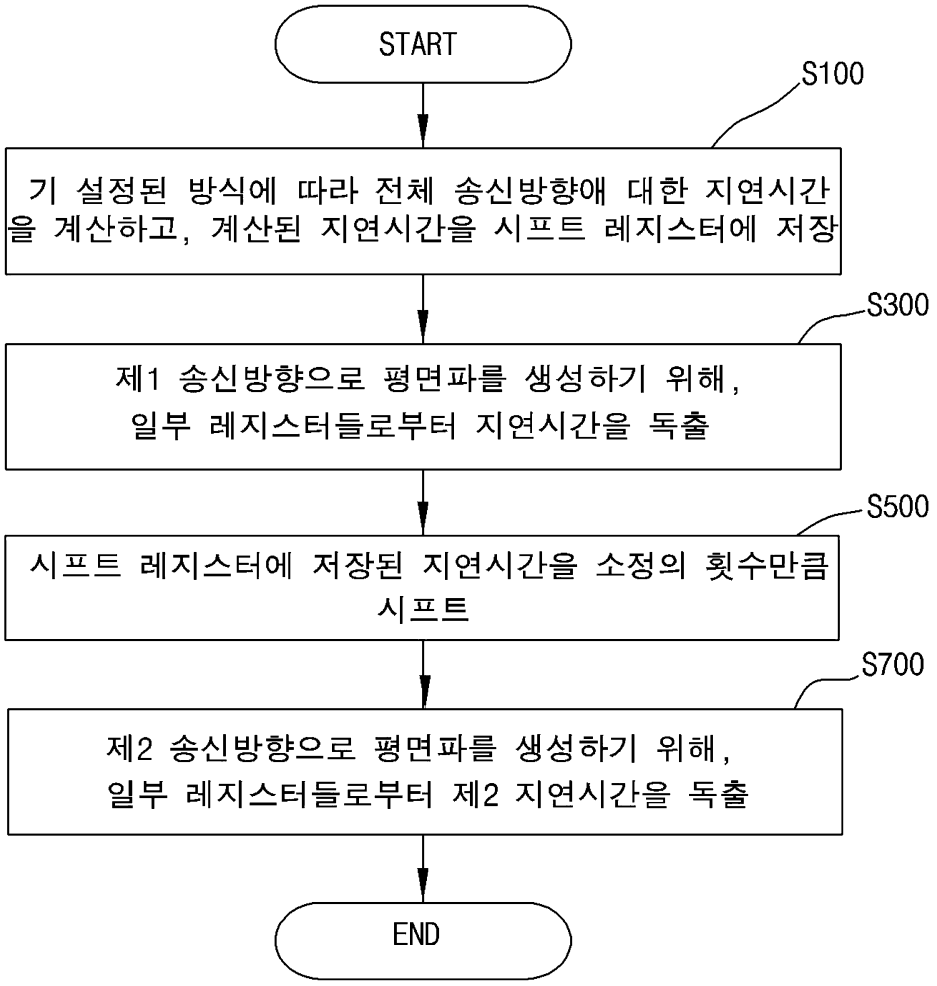
도면1


X(lateral)
1
Z(axial)
10
30
CONTROL UNIT
DT GENERATION DEVICE
300
DT
TX/RX
CONVEX PROBE
100-1~100-M
320

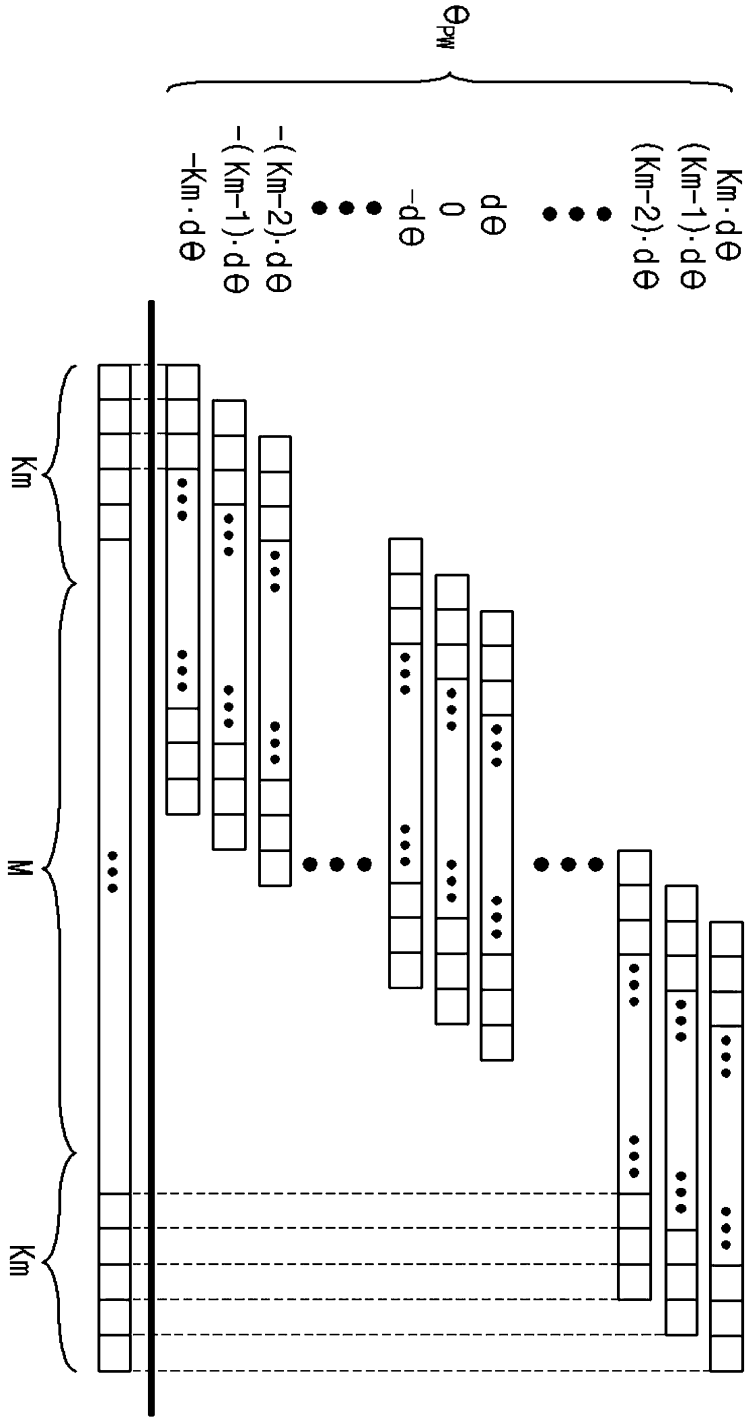
도면2


X(lateral)
R
100-1
100-M
100-2
100-(M-1)
100-3
Z(axial)

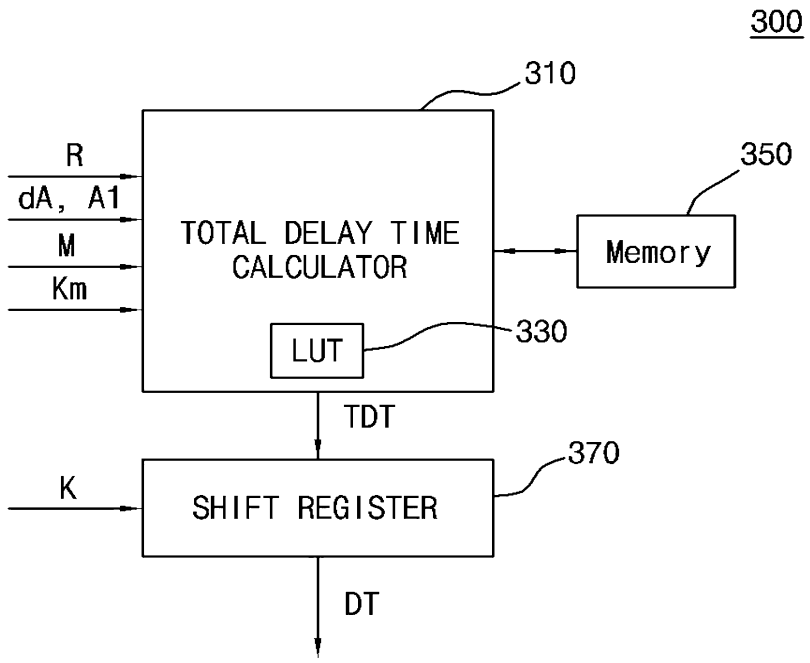
도면3


START
S100
기 설정된 방식에 따라 전체 송신방향에 대한 지연시간을 계산하고, 계산된 지연시간을 시프트 레지스터에 저장
S300
제1 송신방향으로 평면파를 생성하기 위해, 일부 레지스터들로부터 지연시간을 독출
S500
시프트 레지스터에 저장된 지연시간을 소정의 횟수만큼 시프트
S700
제2 송신방향으로 평면파를 생성하기 위해, 일부 레지스터들로부터 제2 지연시간을 독출
END

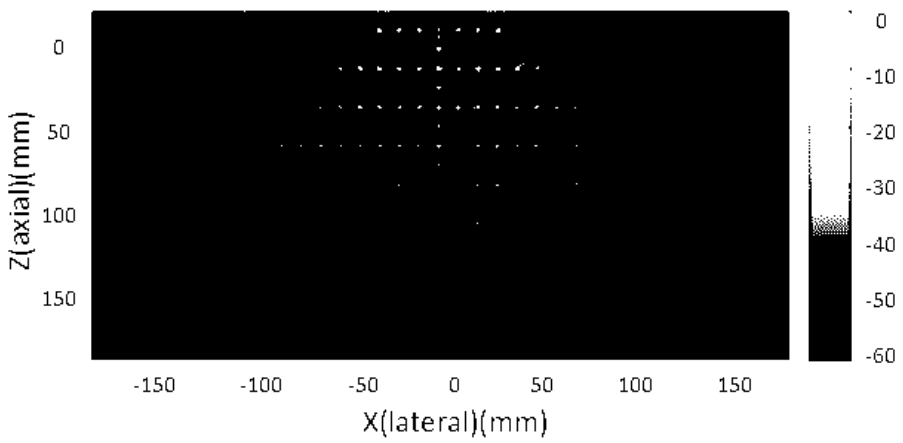
도면4



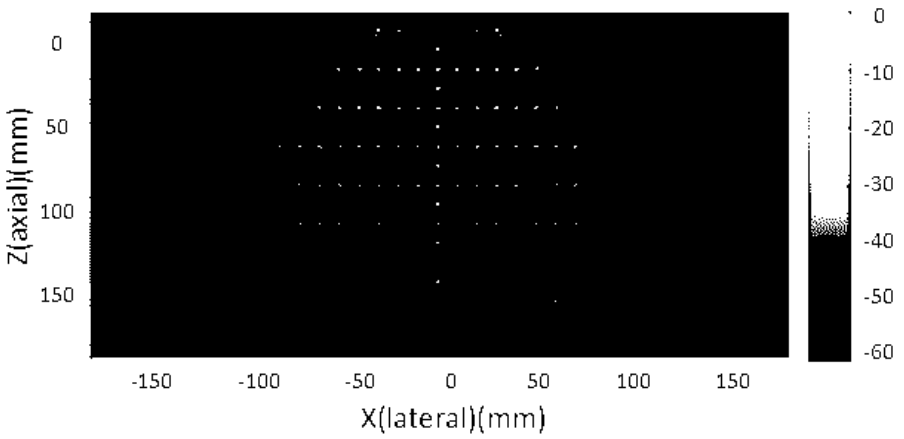
도면5


300
310
R
dA, A1
M
Km
TOTAL DELAY TIME CALCULATOR
LUT
330
350
Memory
TDT
370
K
SHIFT REGISTER
DT

도면6


0
50
100
150
Z(axial)(mm)
-150
-100
-50
0
50
100
150
X(lateral)(mm)
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60

(a)


0
50
100
150
Z(axial)(mm)
-150
-100
-50
0
50
100
150
X(lateral)(mm)
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60

(b)

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)