



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0083639
(43) 공개일자 2024년06월12일

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>G01S 15/10</i> (2006.01) <i>G01S 15/931</i> (2020.01)
 <i>G01S 7/524</i> (2006.01) <i>G01S 7/527</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>G01S 15/102</i> (2013.01)
 <i>G01S 15/101</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2022-0167971
 (22) 출원일자 2022년12월05일
 심사청구일자 없음</p> | <p>(71) 출원인
 현대모비스 주식회사
 서울특별시 강남구 테헤란로 203 (역삼동)</p> <p>(72) 발명자
 이재영
 경기도 이천시 증신로325번길 39(송정동, 이천 라온프라이빗) 103동 1101호</p> <p>(74) 대리인
 특허법인 플러스</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

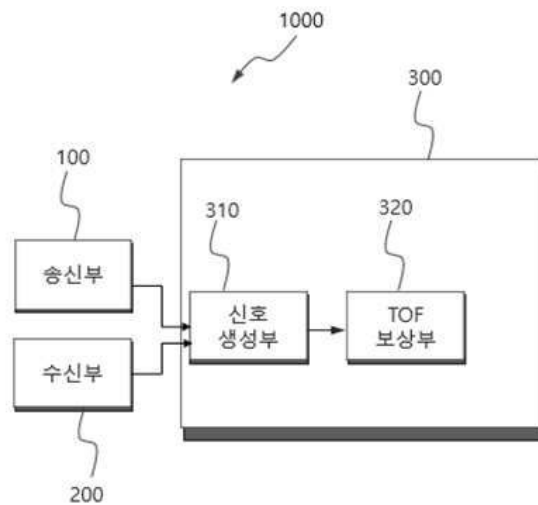
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 Chirp 기반 초음파 센서 및 신호 처리방법

(57) 요약

본 발명은 Chirp 기반 초음파 센서 및 신호 처리방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전방에 구비된 객체까지의 거리를 측정하는 초음파 센서에 있어서, 초음파 신호를 출력하는 송신부, 출력된 초음파 신호의 반사파를 수신하는 수신부 및 상기 송신부에 출력할 초음파 신호 지령을 제공하고, 상기 수신부에서 수신된 반사파를 이용하여, 상기 객체까지의 거리를 산출하는 신호 처리부를 포함하되, 상기 신호 처리부는 상기 송신부가 시간에 따라 주파수가 가변되는 펄스 트레인(pulse train)을 송신하도록 상기 송신부를 제어하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G01S 15/931 (2013.01)

G01S 7/524 (2013.01)

G01S 7/527 (2013.01)

B60W 2420/54 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전방에 구비된 객체까지의 거리를 측정하는 초음파 센서에 있어서,
초음파 신호를 출력하는 송신부;
출력된 초음파 신호의 반사파를 수신하는 수신부; 및
상기 송신부에 출력할 초음파 신호 지령을 제공하고, 상기 수신부에서 수신된 반사파를 이용하여, 상기 객체까지의 거리를 산출하는 신호 처리부;를 포함하되,
상기 신호 처리부는,
상기 송신부가 시간에 따라 주파수가 가변되는 펄스 트레인(pulse train)을 송신하도록 상기 송신부를 제어하는 것
을 특징으로 하는 초음파 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 신호 처리부는,
소정의 복수의 영역에 각각에 위치한 객체까지의 거리를 각각 산출하는 것
을 특징으로 하는 초음파 센서.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 신호 처리부는,
근거리, 중거리 및 장거리 중 적어도 하나에 위치한 객체까지의 거리를 각각 산출하는 것
을 특징으로 하는 초음파 센서.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 신호 처리부는,
상기 반사파에 있어서 소정 주파수 대역만을 통과시키는 제1 BPF(Band Pass Filter);를 포함하고,
상기 제1 BPF는,
상기 반사파의 수신 시각에 따라 상기 제1 BPF의 필터링 주파수 영역을 가변하여 필터링하는 것
을 특징으로 하는 초음파 센서.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 신호 처리부는,
 상기 반사파에 있어서 상기 수신 시각이,
 0 이상 T_1 미만 영역은 40kHz 이상 48kHz 미만 범위의 주파수만을 통과시키고,
 T_1 이상 T_2 이하인 영역은 48kHz 이상 60kHz 이하 범위의 주파수만을 통과시키되,
 T_2 초과 영역은 40kHz 이상 60kHz 이하 범위의 주파수를 통과시키는 것
 을 특징으로 하는 초음파 센서.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 신호 처리부는,
 상기 펄스 트레인에 있어서 간헐적 펄스 그룹 신호를 송신하되, 상기 펄스 그룹 각각은, 40kHz 이상 60kHz 이하
 영역의 주파수 대역으로 시간에 따라 가변하도록 제어하는 것
 을 특징으로 하는 초음파 센서.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 신호 처리부는,
 상기 초음파 신호와 상기 반사파를 교차상관(cross correlation)하여 교차상관 신호를 생성하는 신호 생성부;를
 포함하는 것
 을 특징으로 하는 초음파 센서.

청구항 8

제7항에 있어서,
 상기 신호 처리부는,
 상기 초음파 신호에 있어서 소정 주파수 대역만을 통과시키는 제 2 BPF(Band Pass Filter);를 더 포함하되,
 상기 소정 주파수 대역은 상기 반사파의 주파수 대역과 동일한 것
 을 특징으로 하는 초음파 센서.

청구항 9

제7항에 있어서,
 상기 신호 처리부는,
 특정 주파수가 상기 초음파 신호에서 발생하는 시각과 상기 반사파에서 상기 특정 주파수가 측정되는 시각의 차
 이인 Δt 에 기초하여 TOF(Time of Flight) 보상값을 산출하고, 상기 교차 상관 신호에 TOF 보상을 수행하는 TOF
 보상부;를 더 포함하는 것

을 특징으로 하는 초음파 센서.

청구항 10

송신부, 수신부 및 신호 처리부를 포함하는 초음파 센서의 신호 처리 방법에 있어서,

상기 신호 처리부는,

(a) 상기 송신부가 시간에 따라 주파수가 가변되는 펄스 트레인(pulse train)을 송신하도록 상기 송신부를 제어하는 단계; 및

(b) 상기 수신부로부터 수신된 반사파를 이용하여 소정의 복수의 영역에 각각에 위치한 객체까지의 거리를 각각 산출하는 단계;를 포함하는 것

을 특징으로 하는 초음파 센서의 신호 처리 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 단계 (a)이후, 상기 단계 (b) 이전에

(a-1) 상기 반사파에 있어서, 기설정된 판단 기준에 기초하여 상기 초음파 센서의 신호 처리 여부를 판단하는 단계;를 더 포함하는 것

을 특징으로 하는 초음파 센서의 신호 처리 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 단계 (a-1)은,

상기 반사파를 수신하는 수신시간을 t 라고 할 때, 상기 t 가 기설정된 최대 수신 시간보다 작을 경우 상기 초음파 센서의 신호 처리가 필요한 것으로 판단하고,

상기 t 가 기설정된 최대 수신 시간보다 클 경우 상기 초음파 센서의 신호 처리가 필요하지 않은 것으로 판단하는 것

을 특징으로 하는 초음파 센서의 신호 처리 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 단계 (b)는,

근거리, 중거리 및 장거리 중 적어도 하나에 위치한 객체까지의 거리를 각각 산출하는 것

을 특징으로 하는 초음파 센서의 신호 처리 방법.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 단계 (b)는,

(b-1) 상기 반사파에 있어서 소정 주파수 대역만을 통과시키되, 상기 반사파의 수신 시각에 따라 BPF의 필터링 주파수 영역을 가변하여 필터링 하는 단계; 및

(b-2) 상기 펄스 트레인에 있어서, 상기 반사파와 동일 주파수 대역으로 필터링하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 센서의 신호 처리 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,
상기 단계 (b-1)은,
상기 반사파에 있어서 상기 수신 시각이,
 0 이상 T_1 미만 영역은 40kHz 이상 48kHz 미만 범위의 주파수만을 통과시키고,
 T_1 이상 T_2 이하인 영역은 48kHz 이상 60kHz 이하 범위의 주파수만을 통과시키되,
 T_2 초과 영역은 40kHz 이상 60kHz 이하 범위의 주파수를 통과시키는 것을 특징으로 하는 초음파 센서의 신호 처리 방법.

청구항 16

제10항에 있어서,
상기 단계 (a)는,
상기 펄스 트레인에 있어서 간헐적 펄스 그룹 신호를 송신하되, 상기 펄스 그룹 각각은, 40kHz 이상 60kHz 이하 영역의 주파수 대역으로 시간에 따라 가변하도록 송신하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 초음파 센서의 신호 처리 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,
상기 단계 (b)는,
상기 단계 (b-2) 이후,
(b-3) 필터링 된 상기 펄스 트레인과 상기 반사파를 교차상관(cross correlation)하여 교차상관 신호를 생성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 센서의 신호 처리 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,
상기 단계 (b)는,
상기 단계 (b-3) 이후,
(b-4) 특정 주파수가 상기 펄스 트레인에서 발생하는 시각과 상기 반사파에서 상기 특정 주파수가 측정되는 시각의 차이인 Δt 에 기초하여 TOF(Time of Flight) 보상값을 산출하고, 상기 교차 상관 신호에 TOF 보상을 수행

하는 단계;를 더 포함하는 것
을 특징으로 하는 초음파 센서의 신호 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 Chirp 기반 초음파 센서 및 신호 처리방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 Chirp 기반 초음파 센서 및 신호 처리방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이동체용 초음파 센서는 지면과 장애물을 반사파의 크기로 구분한다. 즉, 소정 임계값보다 큰 경우 해당 신호는 장애물에서 반사되었다고 판단하고, 상기 소정 임계값보다 작은 경우 해당 신호는 지면에서 반사되었다고 판단할 수 있다. 초음파 센서의 오인식 확률을 낮추기 위해 도 1과 같이 다양한 노면 형상을 갖는 도로에서 시간에 따른 지면 파형을 취득하고, 취득된 파형 중 최대값을 추출한 후 마진(margin)을 더하여 임계값을 결정하게 된다.

[0003] 일반적으로, 이동체용 초음파 센서는 물리적인 파동을 사용하기 때문에 환경 변화에 취약한 문제가 있다. 따라서, 환경 변화에 강건하게 동작하도록 벨지안 도로나 자갈로 등에서 발생한 최대 지면 파형을 기준으로 임계값을 설정한다. 이에 따라, 높은 임계값은 오경보 확률을 낮춰주지만, 장애물로부터 반사된 초음파 신호는 거리에 따라 감소하기 때문에 감지 거리 또한 감소하게 된다. 최근, 자율 주차 제어기에서는 주차 공간 탐색 및 보행자 충돌 완화를 위해 보다 넓은 감지 영역을 요구하고 있다. 하지만, 초음파 센서는 근접 도로턱 감지를 위해 넓은 수직 빔 각을 갖도록 설계하므로 장거리 영역에서는 도 2와 같이 지면 파형이 빔 패턴 중심부에 위치하게 된다. 이때, 벨지안 도로나 자갈로 등에서 수신되는 지면파형은 물체 반사파보다 크기 때문에 감지거리를 증가시키는데 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2022-0086391호(공개일자: 2022.06.23)

(특허문헌 0002)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명에 의한 Chirp 기반 초음파 센서 및 신호 처리방법의 목적은 이동체용 초음파 센서에 있어서, 근거리, 중거리 및 원거리를 감지할 수 있는 초음파 센서 및 신호 처리방법을 제공함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 다양한 실시예에 의한 Chirp 기반 초음파 센서 및 신호 처리방법은 전방에 구비된 객체까지의 거리를 측정하는 초음파 센서에 있어서, 초음파 신호를 출력하는 송신부, 출력된 초음파 신호의 반사파를 수신하는 수신부 및 상기 송신부에 출력할 초음파 신호 지령을 제공하고, 상기 수신부에서 수신된 반사파를 이용하여, 상기 객체까지의 거리를 산출하는 신호 처리부를 포함하되, 상기 신호 처리부는 상기 송신부가 시간에 따라 주파수가 가변되는 펄스 트레인(pulse train)을 송신하도록 상기 송신부를 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 또한, 상기 신호 처리부는 소정의 복수의 영역에 각각에 위치한 객체까지의 거리를 각각 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 상기 신호 처리부는 근거리, 중거리 및 장거리 중 적어도 하나에 위치한 객체까지의 거리를 각각 산출하

는 것을 특징으로 한다.

- [0009] 또한, 상기 신호 처리부는 상기 반사파에 있어서 소정 주파수 대역만을 통과시키는 제1 BPF(Band Pass Filter)를 포함하고, 상기 제1 BPF는 상기 반사파의 수신 시각에 따라 상기 제1 BPF의 필터링 주파수 영역을 가변하여 필터링하는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 또한, 상기 신호 처리부는 상기 반사파에 있어서 상기 수신 시각이 0 이상 T_1 미만 영역은 40kHz 이상 48kHz 미만 범위의 주파수만을 통과시키고, T_1 이상 T_2 이하인 영역은 48kHz 이상 60kHz 이하 범위의 주파수만을 통과시키되, T_2 초과 영역은 40kHz 이상 60kHz 이하 범위의 주파수를 통과시키는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 또한, 상기 신호 처리부는 상기 펄스 트레인에 있어서 간헐적 펄스 그룹 신호를 송신하되, 상기 펄스 그룹 각각은, 40kHz 이상 60kHz 이하 영역의 주파수 대역으로 시간에 따라 가변하도록 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한, 상기 신호 처리부는 상기 초음파 신호와 상기 반사파를 교차상관(cross correlation)하여 교차상관 신호를 생성하는 신호 생성부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 신호 처리부는 상기 초음파 신호에 있어서 소정 주파수 대역만을 통과시키는 제 2 BPF(Band Pass Filter)를 더 포함하되, 상기 소정 주파수 대역은 상기 반사파의 주파수 대역과 동일한 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 상기 신호 처리부는 특정 주파수가 상기 초음파 신호에서 발생하는 시각과 상기 반사파에서 상기 특정 주파수가 측정되는 시각의 차이인 Δt 에 기초하여 TOF(Time of Flight) 보상값을 산출하고, 상기 교차 상관 신호에 TOF 보상을 수행하는 TOF 보상부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 송신부, 수신부 및 신호 처리부를 포함하는 초음파 센서의 신호 처리 방법에 있어서, 상기 신호 처리부는 (a) 상기 송신부가 시간에 따라 주파수가 가변되는 펄스 트레인(pulse train)을 송신하도록 상기 송신부를 제어하는 단계 및 (b) 상기 수신부로부터 수신된 반사파를 이용하여 소정의 복수의 영역에 각각에 위치한 객체까지의 거리를 각각 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 단계 (a)이후, 상기 단계 (b) 이전에 (a-1) 상기 반사파에 있어서, 기설정된 판단 기준에 기초하여 상기 초음파 센서의 신호 처리 여부를 판단하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 상기 단계 (a-1)은 상기 반사파를 수신하는 수신시간을 t 라고 할 때, 상기 t 가 기설정된 최대 수신 시간보다 작을 경우 상기 초음파 센서의 신호 처리가 필요한 것으로 판단하고, 상기 t 가 기설정된 최대 수신 시간보다 클 경우 상기 초음파 센서의 신호 처리가 필요하지 않은 것으로 판단하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 상기 단계 (b)는 근거리, 중거리 및 장거리 중 적어도 하나에 위치한 객체까지의 거리를 각각 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 단계 (b)는 (b-1) 상기 반사파에 있어서 소정 주파수 대역만을 통과시키되, 상기 반사파의 수신 시각에 따라 BPF의 필터링 주파수 영역을 가변하여 필터링 하는 단계 및 (b-2) 상기 펄스 트레인에 있어서, 상기 반사파와 동일 주파수 대역으로 필터링하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 단계 (b-1)은 상기 반사파에 있어서 상기 수신 시각이 0 이상 T_1 미만 영역은 40kHz 이상 48kHz 미만 범위의 주파수만을 통과시키고, T_1 이상 T_2 이하인 영역은 48kHz 이상 60kHz 이하 범위의 주파수만을 통과시키되, T_2 초과 영역은 40kHz 이상 60kHz 이하 범위의 주파수를 통과시키는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상기 단계 (a)는 상기 펄스 트레인에 있어서 간헐적 펄스 그룹 신호를 송신하되, 상기 펄스 그룹 각각은, 40kHz 이상 60kHz 이하 영역의 주파수 대역으로 시간에 따라 가변하도록 송신하도록 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 또한, 상기 단계 (b)는 상기 단계 (b-2) 이후, (b-3) 필터링 된 상기 펄스 트레인과 상기 반사파를 교차상관(cross correlation)하여 교차상관 신호를 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 상기 단계 (b)는 상기 단계 (b-3) 이후, (b-4) 특정 주파수가 상기 펄스 트레인에서 발생하는 시각과 상기 반사파에서 상기 특정 주파수가 측정되는 시각의 차이인 Δt 에 기초하여 TOF(Time of Flight) 보상값을 산출

하고, 상기 교차 상관 신호에 TOF 보상을 수행하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0024] 상기한 바와 같은 본 발명의 다양한 실시예에 의한 Chirp 기반 초음파 센서 및 신호 처리방법에 의하면 초음파 센서가 가변 빔 각을 구현할 수 있으므로 단일 초음파 센서로 근거리, 중거리 및 원거리 감지가 가능한 효과가 있다.

[0025] 또한, 유사 위치에 장착되었던 두 종류의 센서를 통합할 수 있으므로 해당 시스템의 원가를 절감할 수 있으며, 차량에 장착된 모든 초음파 센서가 근거리, 중거리 및 원거리 감지가 가능해지기 때문에 자율 주차 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 종래의 이동체용 초음파 센서의 시간에 따른 반사 파형 및 임계값 크기를 도시한 그래프이고,
 도 2는 종래의 장거리 초음파 센서의 높은 지면과 발생 경로를 도시한 도면이며,
 도 3은 본 발명의 일실시예에 의한 초음파 센서를 도시한 블록도이고,
 도 4는 본 발명의 일실시예에 의한 (a) 펄스 트레인의 한 펄스 및 (b) 펄스 트레인과 반사파와의 상관 결과를 도시한 그래프이며,
 도 5는 본 발명에 의한 40kHz ~ 60kHz 범위의 chirp 신호의 수직 빔 각을 나타낸 시뮬레이션 그래프이고,
 도 6은 본 발명의 일실시예에 의한 초음파 센서의 신호 처리방법을 도시한 순서도이며,
 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 의한 신호 처리 단계를 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 설명하기 위하여 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하고 이를 참조하여 살펴본다.

[0028] 먼저, 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니며, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 또한 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0029] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0030] 도 3은 본 발명의 일실시예에 의한 초음파 센서를 도시한 블록도이고,

[0031] 도 4는 본 발명의 일실시예에 의한 (a) 펄스 트레인의 한 펄스 및 (b) 펄스 트레인과 반사파와의 상관 결과를 도시한 그래프이며,

[0032] 도 5는 본 발명에 의한 40kHz ~ 60kHz 범위의 chirp 신호의 수직 빔 각을 나타낸 시뮬레이션 그래프이다.

[0033] 도 3 내지 도 5에 기초하여 본 발명의 일실시예에 의한 초음파 센서의 신호 처리장치에 대해 자세히 설명하겠다.

[0034] 먼저, 도 3을 보면 본 발명은 전방에 구비된 객체까지의 거리를 측정하는 초음파 센서(1000)로, 송신부(100), 수신부(200), 및 신호 처리부(300)를 포함한다.

[0035] 바람직하게, 상기 초음파 센서(1000)는 구체적으로 이동체에 구비될 수 있으며, 상기 이동체의 전방 또는 후방의 객체 또는 지면 중 적어도 하나를 인식할 수 있다.

[0036] 송신부(100)는 초음파 신호를 송신한다.

[0037] 수신부(200)는 상기 송신부(100)에서 송신한 상기 초음파 신호의 반사파를 수신한다.

[0038] 신호 처리부(300)는 상기 송신부(100)에 출력할 초음파 신호 지령을 제공하고, 상기 수신부(200)에 수신된 반사파에 기초하여 상기 객체까지의 거리를 산출한다.

[0039] 구체적으로, 상기 신호 처리부(300)는 상기 송신부(100)가 시간에 따라 가변되는 펄스 트레인을 송신하도록 상기 송신부(100)를 제어할 수 있다.

[0040] 또한, 상기 신호 처리부(300)는 소정의 복수의 영역 각각에 위치한 객체까지의 거리를 산출할 수 있으며, 바람직하게는, 상기 반사파의 수신 시각과 주파수 대역에 따라, 근거리, 중거리 및 장거리 중 적어도 하나에 위치한 객체까지의 거리를 산출할 수 있다.

[0041] 한편, 상기 펄스 트레인은 송신 chirp 신호를 의미할 수 있다. 또한, 상기 반사파는 수신 chirp 신호를 의미할 수 있다.

[0042] 보다 구체적으로, 상기 신호 처리부(300)는 상기 펄스 트레인에 있어서 간헐적 펄스 그룹 신호를 송신하되, 상기 펄스 그룹 각각에 있어서, 시간에 따라 40kHz 이상 60kHz 이하 영역의 주파수 대역이 되도록 제어할 수 있다.

[0043] 또한, 상기 신호 처리부(300)는 신호 생성부(310)를 포함할 수 있다.

[0044] 신호 생성부(310)는 상기 초음파 신호(펄스 트레인)와 상기 반사파를 교차상관(cross correlation)하여 교차상관 신호를 생성한다.

[0045] 이하, chirp 기반 초음파 신호의 펄스 압축 방법에 대해 설명하겠다.

[0046] 일반적으로, 상기 이동체용 초음파 센서(1000)에서 사용하는 신호는 중심 주파수인 f_0 를 갖는 삼각함수로 표현

할 수 있다. 상기 중심 주파수에서 구간 T동안 $f_0 - \frac{\Delta f}{2} \sim f_0 + \frac{\Delta f}{2}$ 로 주파수가 변하는 상기 송신 chirp 신호인 $s_c(t)$ 는 하기 수식 1과 같이 나타낼 수 있다.

[0047] [수식 1]

$$s_c(t) = \begin{cases} Ae^{j2\pi((f_0 - \frac{\Delta f}{2})t + \frac{\Delta f}{4T}t^2)}, & \text{if } 0 \leq t \leq T \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0048]

[0049] 신호가 송수신될 때 센서 셀(sensor cell)을 통과하므로, 상기 초음파 센서(1000)의 수신 chirp 신호인 $r_c(t)$ 는 하기 수식 2와 같이 나타낼 수 있다.

[0050] [수식 2]

$$r_c(t) = s_c\left(t - \frac{2R}{c}\right) * s(t) * s(t)$$

[0051]

[0052] 상기 수식 2에서, $s(t)$ 는 상기 초음파 센서(1000)의 임펄스(impulse) 응답이며, R은 물체의 위치, c는 초음파 속도를 의미하고, *는 컨볼루션(convolution) 연산을 의미한다.

[0053] 이때, 상기 수신 chirp 신호에서 펄스를 압축하기 위해, 상기 $s_c(t)$ 와 상기 $r_c(t)$ 를 교차상관하면 하기 수식 3과 같이 나타낼 수 있다.

[0054] [수식 3]

$$\langle s_c, r_c \rangle(t) = A^2 T \Lambda\left(\frac{t - \frac{2R}{c}}{T}\right) \text{sinc}\left[\pi \Delta f \left(t - \frac{2R}{c}\right) \Lambda\left(\frac{t - \frac{2R}{c}}{T}\right)\right] e^{j2\pi f_0 t} * s(t) * s(t)$$

[0055]

- [0056] 상기 수식 3에서, $\Lambda(t)$ 는 triangular 함수이다. 따라서, 교차상관 결과 신호의 진폭은 A에서 A^2T 로 증가되므로, 펄스 압축 방법을 사용할 경우 보다 원거리의 물체 감지가 가능한 것이다. 이때, 교차상관 관계에 의하여 잡음의 크기는 증폭되지 않는다.
- [0057] 따라서, 한 펄스의 상기 송신 chirp 신호는 도 4의 (a)와 같고, 상기 송신 chirp 신호와 상기 수신 chirp 신호(미도시)의 상관 결과는 도 4의 (b)와 같다. 도 4를 보면, 진폭 1의 송신 신호를 사용하여 진폭 250의 송신 신호를 송신한 결과와 동일한 결과를 얻을 수 있으므로, 감지 거리를 증가시킬 수 있다.
- [0058]
- [0059] 이동체용 초음파 센서(1000)는 근거리에서는 빔 각이 클수록 범퍼 높이 이상의 도로턱을 잘 감지할 수 있으며, 중거리에서는 빔 각이 작아질수록 지면 반사파의 크기가 감소하기 때문에 물체 감지에 유리하다.
- [0060] 따라서, 상기 상술한 내용을 바탕으로, 본 발명의 거리에 따라 펄스 압축에 사용하는 chirp 신호의 대역을 변경하여 근거리, 중거리 및 장거리 각각에 대한 객체까지의 거리를 산출하는 신호 처리장치에 대해 설명하겠다.
- [0061] Far field 영역에서 초음파 음압의 분포는 Rayleigh Sommerfeld scalar diffraction theory에 따라 하기 수식 4와 같이 나타낼 수 있다. 따라서, 주파수 f_0 에 따라 빔 각이 변하게 된다.
- [0062] [수식 4]
- $$p(x, z) = \frac{B}{z} X\left(\frac{f_0 x}{cz}\right) \text{ where } X(f) = \frac{1}{2\pi} \int x(t) e^{-j2\pi f t} dt$$
- [0063]
- [0064] 상기 수식 4에서, p는 음파의 압력, c는 음파의 속도(340m/s)이며, x와 z는 거리 좌표이다. 또한, B는 상수를 의미하고, X(f)는 푸리에 트랜스폼(Fourier transform)을 의미한다.
- [0065] 따라서, chirp 신호를 40kHz 이상 60kHz 이하의 대역을 사용할 때, 신호가 수신되는 시점에 따라 BPF(Band pass filter)의 통과 대역을 변경할 수 있다. 이에 따라, 상기 신호 처리부(300)는 소정 주파수 대역만을 통과시키는 제1 BPF를 포함할 수 있다.
- [0066] 다시 말하면, 상기 제1 BPF는 상기 반사파의 수신 시각에 따라 필터링 주파수 영역을 가변하여 필터링할 수 있다.
- [0067] 구체적으로, 0 이상 T_1 미만의 시간 영역은 60cm 미만의 근거리 영역에 해당하는데, 이 영역은 도로턱 감지를 위해 큰 빔 각이 필요하다. 따라서, 상기 제1 BPF는 상기 T_1 에 해당하는 영역에서 저주파 대역을 사용할 수 있다.
- [0068] 바람직하게, 상기 T_1 은 3.5ms 일 수 있으며 상기 저주파 대역은 40kHz 이상 48kHz 미만일 수 있다.
- [0069] 또한, T_1 이상 T_2 이하의 시간 영역은 60cm 이상 120cm 이하의 중거리 영역에 해당하고, 이 영역은 지면 파형과 장애물 구분을 위해 작은 빔 각이 필요하다. 따라서, 상기 제1 BPF는 상기 T_2 에 해당하는 영역에서 고주파 대역을 사용할 수 있다.
- [0070] 바람직하게, 상기 T_2 는 7ms일 수 있으며, 상기 고주파 대역은 48kHz 이상 60kHz 이하일 수 있다.
- [0071] 더불어, T_2 초과 영역은 120cm 초과의 원거리 영역에 해당하며, 이 영역은 작은 반사파를 감지하기 위해 전체 주파수 대역을 사용해야한다. 따라서, 상기 제1 BPF는 T_2 초과 영역에 해당하는 영역에서 전체 주파수 대역을 사용할 수 있다.
- [0072] 바람직하게, 상기 전체 주파수 대역은 40kHz 이상 60kHz 이하일 수 있다.
- [0073] 결론적으로, 상기 상술된 바와 같이 시간(거리)에 따라 빔 각을 변경해주면 근거리에서는 낮은 주파수의 신호를

송수신한 결과를 처리하게 되므로 넓은 빔 각을 제공할 수 있으며, 중거리에서는 고주파 대역을 사용함으로써 빔 각을 줄일 수 있다. 또한, 원거리에서는 이미 지면 영역이 빔 각 안에 포함되므로 전체 신호 대역을 사용함으로써 작은 반사파라도 감지하여 감지 거리를 증가시킬 수 있다.

[0074] 상기 반사파에 대해 필터링하는 것과 마찬가지로, 상기 초음파 신호(펄스 트레인)에 대해 필터링할 수 있다.

[0075] 따라서, 상기 신호 처리부(300)는 상기 초음파 신호(펄스 트레인)에 있어서 소정 주파수 대역만을 통과시키는 제2 BPF를 포함할 수 있다.

[0076] 상기 제2 BPF는 필터링 되는 상기 반사파의 주파수 대역과 동일 주파수 대역으로 필터링할 수 있다.

[0077] 예를 들어, 상기 송신부(100)에서 송신하는 상기 펄스 트레인의 주파수 대역이 40kHz 이상 60kHz 이하이고 필터링된 상기 반사파의 주파수 대역이 40kHz 이상 48kHz 미만인 경우, 상기 신호 생성부(310)가 교차상관 신호를 생성함에 있어서 기생 주파수 성분이 발생할 수 있다.

[0078] 따라서, 상기 제2 BPF는 상기 제1 BPF와 동일한 주파수 대역으로 필터링하여 펄스 압축 효과에 의한 신호 증폭이 가능하다.

[0079] 한편, 상기 송신 chirp 신호가 앞서 상술한 수식 1과 같을 때, 48kHz 신호는 송신 시점 이후 $\frac{8}{20}T$ 시점부터 전송된다. 따라서, 송신 시작점을 기준으로 하는 TOF(Time of Flight) 값에 해당 값을 보상해 주어야 한다.

[0080] 이에 따라, 도 3에 도시된 바와 같이 상기 신호 처리부(300)는 TOF 보상부(320)를 더 포함할 수 있다.

[0081] TOF 보상부(320)는 특정 주파수가 상기 펄스 트레인에서 발생하는 시각과 상기 반사파에서 상기 특정 주파수가 측정되는 시각의 차이인 Δt 에 기초하여 TOF 보상값을 산출하고, 산출된 상기 TOF 보상값에 기초하여 상기 교차상관 신호에 보상을 수행할 수 있다.

[0082] 상기 TOF 보상은 상기 중거리 영역에 대해서 필요할 수 있다.

[0083] 구체적으로, 상기 TOF 보상 값은 하기 수식 5와 같이 산출될 수 있다.

[0084] [수식 5]

$$\frac{\Delta t}{\text{송신주파수전체대역크기}} \times T$$

[0085] (단, T는 상기 펄스 트레인의 크기를 의미함)

[0087] 도 5는 본 발명에 의한 40kHz ~ 60kHz 범위의 chirp 신호의 수직 빔 각을 나타낸 시뮬레이션 그래프이다.

[0088] 도 5의 (a)의 일반적인 chirp 빔 각을 사용할 경우와 달리 본 발명에 의한 chirp 빔 각을 이용한 경우 (b)와 같은 결과를 얻을 수 있다.

[0089] 도 5의 (b)에 대해 자세히 보면, 근거리인 경우 넓은 빔 각을, 중거리에서는 상대적으로 좁은 빔 각을, 원거리에서는 전체를 커버하는 빔 각을 제공할 수 있다.

[0090] 도 6은 본 발명의 일실시예에 의한 초음파 센서의 신호 처리방법을 도시한 순서도이며,

[0091] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 의한 신호 처리 단계를 도시한 순서도이다.

[0092] 도 6을 보면, 본 발명은 송신부(100), 수신부(200) 및 신호 처리부(300)를 포함하는 초음파 센서(1000)의 제어 방법에 관한 것으로, 상기 신호 처리부(300)는 (a) 상기 송신부(100)가 시간에 따라 주파수가 가변되는 펄스 트레인(pulse train)을 송신하도록 상기 송신부(100)를 제어하는 단계(S100) 및 (b) 상기 수신부(200)로부터 수신된 반사파를 이용하여 소정의 복수의 영역에 각각에 위치한 객체까지의 거리를 각각 산출하는 단계(S300)를 포함한다.

[0093] 구체적으로는, 상기 단계 (a)이후, 상기 단계 (b) 이전에 (a-1) 상기 반사파에 있어서, 기설정된 판단 기준에 기초하여 상기 초음파 센서의 신호 처리 여부를 판단하는 단계(S300)를 더 포함할 수 있다.

[0094] 보다 구체적으로, 상기 단계 (a-1)은 상기 반사파를 수신하는 수신시간을 t라고 할 때, 상기 t가 기설정된 최대 수신 시간보다 작을 경우 상기 초음파 센서(1000)의 신호 처리가 필요한 것으로 판단할 수 있다. 반대로, 상기

t가 기설정된 최대 수신 시간보다 클 경우 상기 초음파 센서(1000)의 신호 처리가 필요하지 않은 것으로 판단할 수 있다.

[0095] 상기 단계 (a-1)에서 신호 처리가 필요하다고 판단된 경우 상기 단계 (b)를 수행할 수 있다.

[0096] 본 발명의 일실시예에 의한 상기 단계 (b)는 (b-1) 수신되는 상기 반사파에 있어서 소정 주파수 대역만을 통과 시키되, 상기 반사파의 수신 시각에 따라 BPF의 필터링 주파수 영역을 가변하여 필터링 하는 단계(S310), (b-2) 상기 펄스 트레인에 있어서 상기 반사파와 동일 주파수 대역으로 필터링하는 단계(S320)를 포함할 수 있다.

[0097] 구체적으로, 상기 단계 (b-1)은 0 이상 T_1 미만의 시간 영역은 60cm 미만의 근거리 영역에 해당하는데, 이 영역은 도로턱 감지를 위해 큰 빔 각이 필요하다. 따라서, 상기 T_1 에 해당하는 영역에서 저주파 대역을 사용할 수 있다.

[0098] 바람직하게, 상기 T_1 은 3.5ms일 수 있으며, 상기 저주파 대역은 40kHz 이상 48kHz 미만일 수 있다.

[0099] 또한, T_1 이상 T_2 이하의 시간 영역은 60cm 이상 120cm 이하의 중거리 영역에 해당하고, 이 영역은 지면 파형과 장애물 구분을 위해 작은 빔 각이 필요하다. 따라서, 상기 T_2 에 해당하는 영역에서 고주파 대역을 사용할 수 있다.

[0100] 바람직하게, 상기 T_2 는 7ms일 수 있으며, 상기 고주파 대역은 48kHz 이상 60kHz 이하일 수 있다.

[0101] 더불어, T_2 초과 영역은 120cm 초과와 원거리 영역에 해당하며, 이 영역은 작은 반사파를 감지하기 위해 전체 주파수 대역을 사용해야한다. 따라서, 상기 T_2 초과 영역에 해당하는 영역에서 전체 주파수 대역을 사용할 수 있다.

[0102] 바람직하게, 상기 전체 주파수 대역은 40kHz 이상 60kHz 이하일 수 있다.

[0103] 결론적으로, 상기 사출된 바와 같이 시간(거리)에 따라 빔 각을 변경해준다면 근거리에서는 낮은 주파수의 신호를 송수신한 결과를 처리하게 되므로 넓은 빔 각을 제공할 수 있으며, 중거리에서는 고주파 대역을 사용함으로써 빔 각을 줄일 수 있다. 또한, 원거리에서는 이미 지면 영역이 빔 각 안에 포함되므로 전체 신호 대역을 사용함으로써 작은 반사파라도 감지하여 감지 거리를 증가시킬 수 있다.

[0104] 한편, 상기 단계 (a)는 상기 펄스 트레인에 있어서 간헐적 펄스 그룹 신호를 송신하되, 상기 펄스 그룹 각각은 시간에 따라 40kHz 이상 60kHz 이하의 주파수 대역을 송신하도록 제어할 수 있다.

[0105] 또한, 상기 단계 (b-2) 이후, (b-3) 필터링된 상기 펄스 트레인과 상기 반사파를 교차 상관하여 교차상관 신호를 생성하는 단계(S330)를 더 포함할 수 있다.

[0106] 도 7의 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 상기 단계 (b)는 상기 단계 (b-3) 이후 (b-4) 특정 주파수가 상기 펄스 트레인에서 발생하는 시각과 상기 반사파에서 상기 특정 주파수가 측정되는 시각의 차이인 Δt 에 기초하여 TOF 보상값을 산출하고, 산출된 상기 TOF 보상값에 기초하여 상기 교차 상관 신호에 보상을 수행하는 단계(S340)를 더 포함할 수 있다.

[0107] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 설명하였으나, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것일 뿐이다. 따라서, 본 발명의 기술 사상은 개시된 각각의 실시예 뿐 아니라, 개시된 실시예들의 조합을 포함하고, 나아가, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 첨부된 특허 청구범위의 사상 및 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능하며, 그러한 모든 적절한 변경 및 수정은 균등물들로 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0108] 10 : 초음파 센서(종래)

1000 : 초음파 센서(본 발명)

100 : 송신부

200 : 수신부

300 : 신호 처리부

310 : 신호 생성부

320 : TOF 보상부

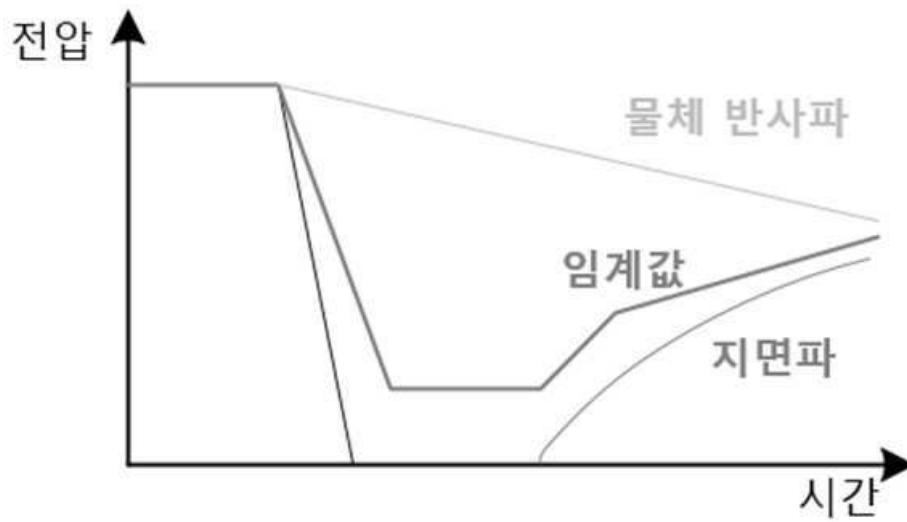
θ : 빔 각

A : 근거리 초음파 지면 파형 발생부

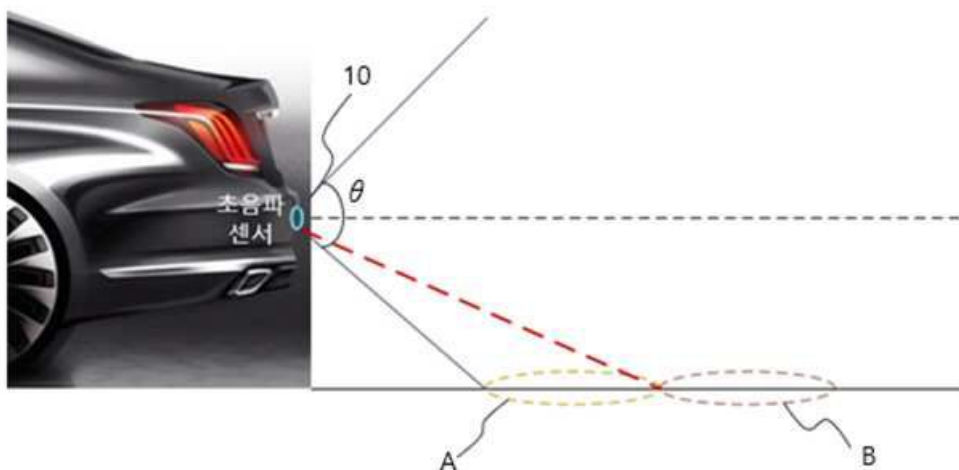
B : 원거리 초음파 지면 파형 발생부

도면

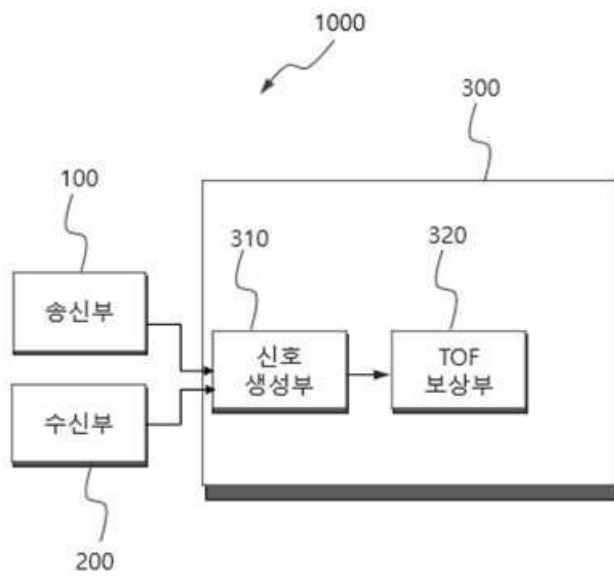
도면1



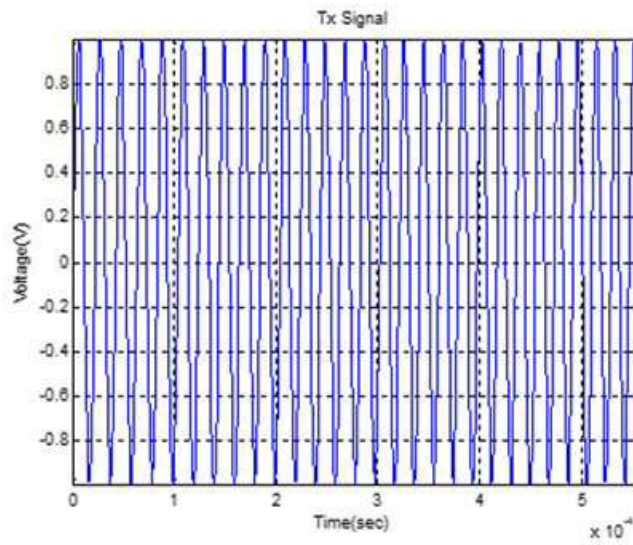
도면2



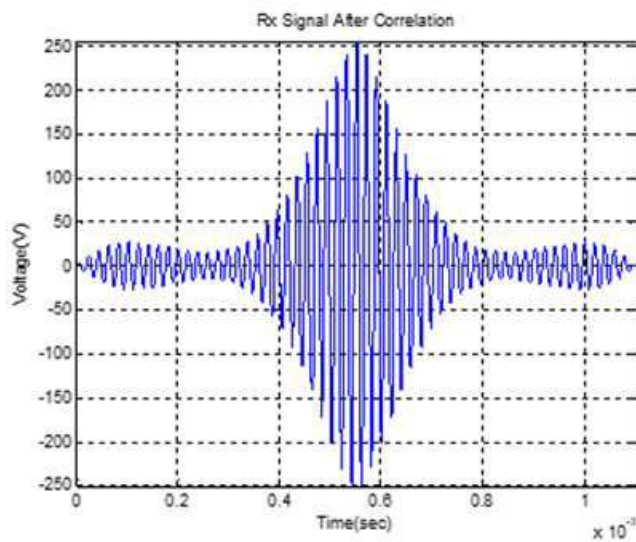
도면3



도면4

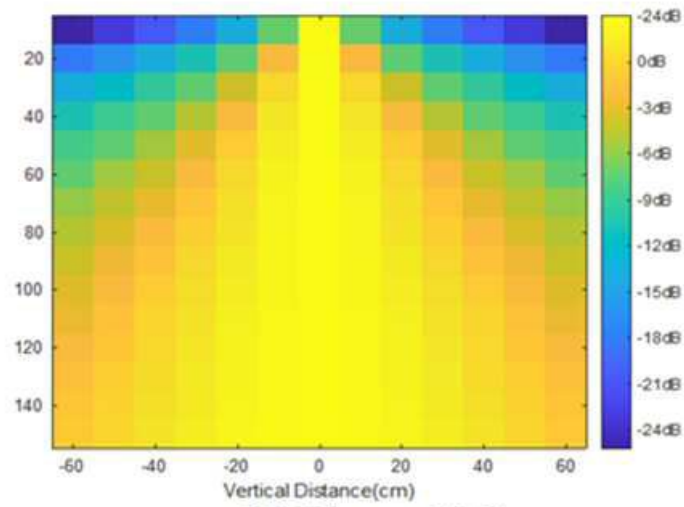


(a) Chirp 송신 신호

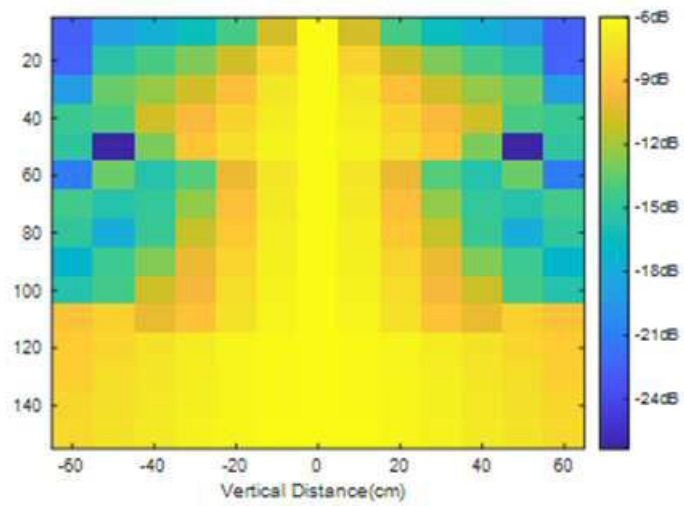


(b) 송신 신호의 교차 상관 결과

도면5

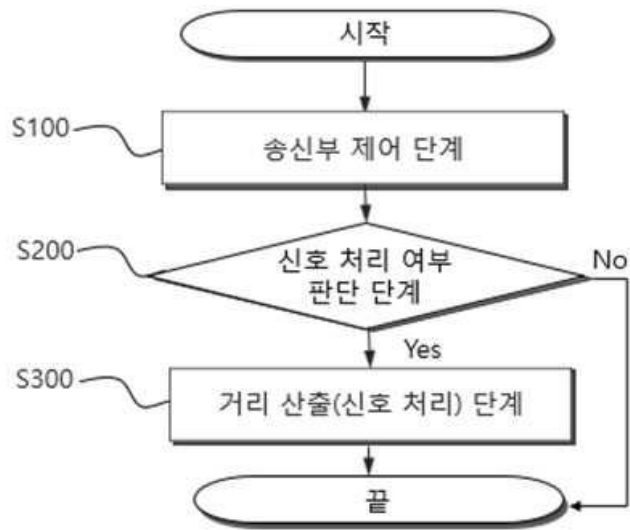


(a) 일반적인 chirp의 빔 각



(a) 본 발명의 chirp의 빔 각

도면6



도면7

