



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0119829
(43) 공개일자 2024년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 7/534 (2006.01) G01S 15/931 (2020.01)
(52) CPC특허분류
G01S 7/534 (2013.01)
G01S 15/931 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0193538
(22) 출원일자 2023년12월27일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
63/482,183 2023년01월30일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
세미컨덕터 컴포넌츠 인더스트리즈 엘엘씨
미국 85250 아리조나 스카츠데일 엔. 피마 로드 5701
(72) 발명자
후스타바 마레크
슬로바키아 84105 브라티슬라바 베니아코바 34
코스텔尼克 파벨
체코 74401 보르도비체 보르도비체 141
(74) 대리인
유미특허법인

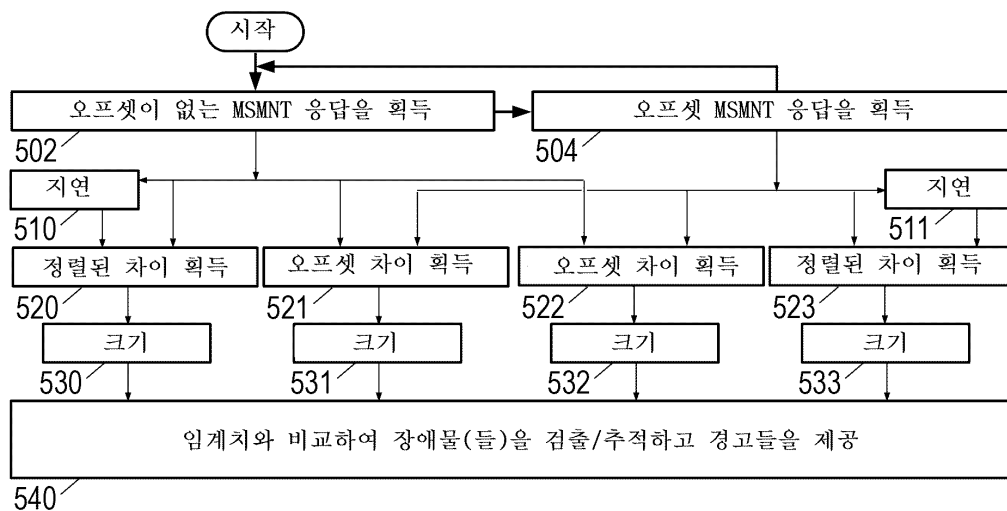
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 음향 트랜스듀서를 위한 감지 방법 및 제어기

(57) 요약

음향 트랜스듀서들을 위한 음향 감지 방법들 및 제어기들은 근접 장애물들의 감지를 개선하기 위해, 상이한 특성 주파수들을 갖는 음향 버스트들로부터의 응답들을 조합할 수 있다. 예시적인 제어기는, 음향 트랜스듀서를 구동하여 제1 음향 버스트 및 제2 음향 버스트를 생성하는 송신기, 제1 음향 버스트에 대한 제1 응답 및 제2 음향 버스트에 대한 제2 응답을 감지하기 위해 음향 트랜스듀서에 커플링되는 수신기, 및 제1 응답과 제2 응답 사이의 오프셋 주파수 차이를 결정함으로써 부분적으로 제1 및 제2 응답들로부터 출력 데이터를 도출하는 프로세싱 회로를 포함하고, 제1 음향 버스트는 제1 특성 주파수를 갖고, 제2 음향 버스트는 제1 특성 주파수와는 상이한 제2 특성 주파수를 갖는다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

B60W 2420/54 (2013.01)

(30) 우선권주장

63/482,188 2023년01월30일 미국(US)

18/299,928 2023년04월13일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

음향 트랜스듀서를 위한 제어기로서,

상기 음향 트랜스듀서를 구동하여 제1 음향 버스트 및 제2 음향 버스트를 생성하는 송신기;

상기 제1 음향 버스트에 대한 제1 응답 및 상기 제2 음향 버스트에 대한 제2 응답을 감지하도록 상기 음향 트랜스듀서에 커플링된 수신기; 및

상기 제1 응답과 상기 제2 응답 사이의 오프셋 주파수 차이를 결정함으로써 부분적으로 상기 제1 응답 및 상기 제2 응답으로부터 출력 데이터를 도출하는 프로세싱 회로를 포함하고,

상기 제1 음향 버스트는 제1 특성 주파수를 갖고, 상기 제2 음향 버스트는 상기 제1 특성 주파수와는 상이한 제2 특성 주파수를 갖는, 제어기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 송신기는 상기 음향 트랜스듀서를 구동하여 제3 음향 버스트를 생성하도록 구성되고, 상기 제3 음향 버스트는 상기 제1 특성 주파수를 가지고, 상기 수신기는 상기 제3 음향 버스트에 대한 제3 응답을 감지하도록 구성되고, 상기 프로세싱 회로는 상기 제1 응답과 상기 제3 응답 사이의 정렬된 주파수 차이를 결정하도록 구성되고,

상기 프로세싱 회로는 상기 오프셋 주파수 차이의 크기 및 상기 정렬된 주파수 차이의 크기를 임계치와 비교하여 임의의 인근 장애물들을 검출하도록 구성되는, 제어기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 음향 버스트로부터 제3 응답이 획득되고, 상기 제3 응답은 상기 제1 특성 주파수와 상기 제2 특성 주파수 사이의 오프셋을 고려하고, 상기 프로세싱 회로는 상기 제1 응답과 상기 제3 응답 사이의 정렬된 주파수 차이를 결정하도록 구성되고, 상기 프로세싱 회로는 상기 오프셋 주파수 차이의 크기 및 상기 정렬된 주파수 차이의 크기를 임계치와 비교하여 임의의 인근 장애물들을 검출하도록 구성되고,

상기 제1 음향 버스트 및 상기 제2 음향 버스트는 상기 제1 특성 주파수와 상기 제2 특성 주파수 사이에서 교번하는 특성 주파수들을 갖는 일련의 음향 버스트들에서 인접해 있는, 제어기.

청구항 4

감지 방법으로서,

일련의 음향 버스트들에서 각각의 음향 버스트에 대한 음향 트랜스듀서의 응답을 감지하는 단계 - 상기 일련의 음향 버스트들은 제1 음향 버스트 및 제2 음향 버스트를 포함함 -;

상기 제1 음향 버스트에 대한 응답과 상기 제2 음향 버스트에 대한 응답 사이의 오프셋 주파수 차이를 결정하는 단계 - 상기 제1 음향 버스트는 제1 특성 주파수를 갖고, 상기 제2 음향 버스트는 상기 제1 특성 주파수와는 상이한 제2 특성 주파수를 가짐 -; 및

상기 오프셋 주파수 차이에 대해 동작하여 장애물이 인근에 있는지 여부를 결정하는 단계를 포함하는, 감지 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 일련의 음향 버스트들은 제3 음향 버스트를 포함하고 - 상기 제3 음향 버스트는 상기 제1 특성 주파수를 갖음 -, 상기 방법은,

상기 제1 음향 버스트에 대한 상기 응답과 상기 제3 응답 사이의 정렬된 주파수 차이를 결정하는 단계; 및

상기 정렬된 주파수 차이에 대해 동작하여 장애물이 인근에 있는지 여부를 결정하는 단계를 더 포함하는, 감지 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제2 음향 버스트에 대한 보상된 응답을 획득하는 단계 - 상기 보상된 응답은 상기 제1 특성 주파수와 상기 제2 특성 주파수 사이의 오프셋을 고려함 -;

상기 제1 음향 버스트에 대한 상기 응답과 상기 제3 응답 사이의 정렬된 주파수 차이를 결정하는 단계; 및

상기 정렬된 주파수 차이에 대해 동작하여 장애물이 인근에 있는지 여부를 결정하는 단계를 더 포함하는, 감지 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시내용은 일반적으로 음향 트랜스듀서들을 위한 음향 감지 방법들 및 제어기들에 관한 것으로, 더 구체적으로는, 근접 장애물의 감지를 개선하기 위해 음향 버스트로부터의 응답들을 상이한 특성 주파수들과 조합하는 방법들 및 제어기들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최신 자동차들은 인상적인 개수의 다양한 센서들을 갖추고 있다. 예를 들어, 자동차들에는 이제, 자동차와 임의의 인근의 사람들, 반려동물들, 차량들, 또는 장애물들 사이의 거리들을 모니터링하기 위해 초음파 센서들의 어레이들이 관례적으로 장착되어 있다. 소음 및 안전성 문제로 인해, 센서들 각각은, 자동차가 움직이는 동안 초당 수십 개의 측정치를 제공하도록 요청받을 수 있다. 그러한 센서 어레이들이, 복잡한 방식으로 변화하는 환경들에서도 신뢰성 있게 수행되는 것이 중요하다. 센서 컴포넌트들의 온도 변동 또는 노화와 같은 외견상으로는 작은 차이들이 센서의 응답 특성들을 상당히 변경시킬 수 있다.

[0003] 초음파 센서들뿐만 아니라 다른 형태들의 음향 센서들은 종종 음향 버스트들을 송신하고 생성된 반사들 또는 "에코(echo)들"을 수신하도록 구성된다. 그러한 센서들에 의해 이용되는 음향 트랜스듀서들은 트랜스듀서의 잔류 잔향뿐만 아니라 구조적 잡음(즉, 임의의 하우징 또는 위에 놓인 표면의 진동)을 겪으며, 이는 센서가 인근 장애물들로부터의 반사를 구별 못하게 할 수 있다. 저자들은 이러한 효과들이 지극히 온도 의존적이며, 노화로 인한 것들을 포함한 센서 컴포넌트들의 다른 파라미터 변형들을 겪을 수 있어, (예컨대, 15 cm 이내, 또는 선택적으로 10 cm 이내, 5 cm 이내, 3 cm 이내, 또는 2 cm 내의) 인근 장애물들에 대한 신뢰할 수 있는 최소 거리 검출 및 일관된 거리 측정들을 제공하는 것을 어렵게 만든다는 것을 발견했다.

발명의 내용

[0004] 따라서, 위에 식별된 문제들을 적어도 부분적으로 해결하는 예시적인 센서 제어기들, 센서들, 감지 시스템들, 및 감지 방법들이 본 명세서에 개시된다.

[0005] 본 개시내용의 일 태양에 따르면, 음향 트랜스듀서를 위한 제어기가 제공되며, 제어기는, 음향 트랜스듀서를 구동하여 제1 음향 버스트 및 제2 음향 버스트를 생성하는 송신기, 제1 음향 버스트에 대한 제1 응답 및 제2 음향 버스트에 대한 제2 응답을 감지하기 위해 음향 트랜스듀서에 커플링되는 수신기, 및 제1 응답과 제2 응답 사이의 오프셋 주파수 차이를 결정함으로써 부분적으로 제1 응답 및 제2 응답으로부터 출력 데이터를 도출하는 프로세싱 회로에 의해 특징지어지고, 제1 음향 버스트는 제1 특성 주파수를 갖고, 제2 음향 버스트는 제1 특성 주파수와는 상이한 제2 특성 주파수를 갖는다.

[0006] 일 실시예에서, 음향 트랜스듀서를 위한 제어기는, 송신기는 음향 트랜스듀서를 구동하여 제3 음향 버스트를 생성하도록 구성되고, 제3 음향 버스트는 제1 특성 주파수를 가지고, 수신기는 제3 음향 버스트에 대한 제3 응답

을 감지하도록 구성되고, 프로세싱 회로는 제1 응답과 제3 응답 사이의 정렬된 주파수 차이를 결정하도록 구성되는 것을 특징으로 한다.

- [0007] 일 실시예에서, 음향 트랜스듀서를 위한 제어기는, 프로세싱 회로는 오프셋 주파수 차이의 크기 및 정렬된 주파수 차이의 크기를 임계치와 비교하여 임의의 인근 장애물들을 검출하도록 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0008] 일 실시예에서, 음향 트랜스듀서를 위한 제어기는, 제2 음향 버스트로부터 제3 응답이 획득되고, 제3 응답은 제1 특성 주파수와 제2 특성 주파수 사이의 오프셋을 고려하고, 프로세싱 회로는 제1 응답과 제3 응답 사이의 정렬된 주파수 차이를 결정하도록 구성되고, 프로세싱 회로는 오프셋 주파수 차이의 크기 및 정렬된 주파수 차이의 크기를 임계치와 비교하여 임의의 인근 장애물들을 검출하도록 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 일 실시예에서, 음향 트랜스듀서를 위한 제어기는, 제1 음향 버스트 및 제2 음향 버스트는 제1 특성 주파수와 제2 특성 주파수 사이에서 교번하는 특성 주파수들을 갖는 일련의 음향 버스트들에서 인접해 있는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 본 개시내용의 다른 태양에 따르면, 감지 방법이 제공되며, 감지 방법은, 일련의 음향 버스트들에서 각각의 음향 버스트에 대한 음향 트랜스듀서의 응답을 감지하는 단계 - 일련의 음향 버스트들은 제1 음향 버스트 및 제2 음향 버스트를 포함함 -, 제1 음향 버스트에 대한 응답과 제2 음향 버스트에 대한 응답 사이의 오프셋 주파수 차이를 결정하는 단계 - 제1 음향 버스트는 제1 특성 주파수를 갖고, 제2 음향 버스트는 제1 특성 주파수와는 상이한 제2 특성 주파수를 가짐 -, 및 오프셋 주파수 차이에 대해 동작하여 장애물이 인근에 있는지 여부를 결정하는 단계에 의해 특징지어진다.
- [0011] 일 실시예에서, 감지 방법은, 일련의 음향 버스트들은 제3 음향 버스트를 포함하고, 제3 음향 버스트는 제1 특성 주파수를 갖고, 방법은, 제1 음향 버스트에 대한 응답과 제3 응답 사이의 정렬된 주파수 차이를 결정하는 단계, 및 정렬된 주파수 차이에 대해 동작하여 장애물이 인근에 있는지 여부를 결정하는 단계에 의해 특징지어진다.
- [0012] 일 실시예에서, 감지 방법은, 상기 오프셋 주파수 차이에 대해 동작하는 단계는 오프셋 주파수 차이의 크기를 임계치와 비교하는 단계를 포함하고, 상기 오프셋 주파수 차이에 대해 동작하는 단계는 정렬된 오프셋 주파수 차이의 크기를 임계치와 비교하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 일 실시예에서, 감지 방법은, 제2 음향 버스트에 대한 보상된 응답을 획득하는 단계 - 보상된 응답은 제1 특성 주파수와 제2 특성 주파수 사이의 오프셋을 고려함 -, 제1 음향 버스트에 대한 응답과 제3 응답 사이의 정렬된 주파수 차이를 결정하는 단계, 및 정렬된 주파수 차이에 대해 동작하여 장애물이 인근에 있는지 여부를 결정하는 단계에 의해 추가로 특징지어진다.
- [0014] 일 실시예에서, 감지 방법은, 일련의 음향 버스트들이, 상이한 거리들에서의 장애물 검출을 위해 적어도 2개의 상이한 버스트 길이들의 음향 버스트들을 포함하는 것을 특징으로 한다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 초음파 센서(ultrasonic sensor)가 장착된 예시적인 차량의 부감도(overhead view)이다.
- 도 2는 예시적인 주행/주차 보조 시스템의 블록도이다.
- 도 3은 예시적인 음향 장애물 센서의 회로 개략도이다.
- 도 4는 단일-채널 감지를 갖는 예시적인 센서 제어기의 블록도이다.
- 도 5는 다중-채널 감지를 갖는 예시적인 센서 제어기의 블록도이다.
- 도 6은 인근 장애물들에 대한 제1 예시적인 감지 방법의 흐름도이다.
- 도 7은 인근 장애물들에 대한 제2 예시적인 감지 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 도면들 및 다음의 상세한 설명은 본 개시내용을 제한하지 않으며, 오히려, 그들은 청구범위 언어의 범주 내에 포함되는 모든 수정들, 등가물들, 및 대안들을 이해하기 위한 토대를 당업자에게 제공한다는 것을 이해하여야 한다. 초음파 센서들이 설명의 맥락을 제공하는 데 사용되지만, 원리들은 수중 음파 시스템들, 레이더 시스템

들, 및 사실상 펄스-에코 감지 기술들을 이용하는 임의의 시스템들에 적용될 수 있다.

- [0017] 예시적인 사용 맥락으로서, 도 1은 한 세트의 초음파 센서들(104)이 장착된 차량(102)을 도시한다. 센서 배열 내의 센서들의 개수 및 구성은 변화하고, 블라인드 스팟(blind-spot) 검출기들의 경우 각각의 측면 상에 추가적인 센서들을 갖고서 각각의 범퍼 상에 6개의 센서들을 갖는 것은 특이한 일이 아닐 것이다. 차량은, 잠재적으로 개별 측정들뿐만 아니라 협력(예컨대, 삼각 측량, 다중 수신기) 측정들을 위한 센서들을 사용하여, 다양한 검출 구역들 내의 물체들을 검출하고 그들까지의 거리들을 측정하기 위한 센서 배열을 이용할 수 있다.
- [0018] 초음파 센서들은 송수신기(transceiver)들이고, 이는 각각의 센서가 초음파 사운드의 버스트들을 송신하고 수신할 수 있다는 것을 의미한다. 방출된 버스트들은 물체 또는 일부 다른 형태의 음향 임피던스 부정합을 만나서 그로부터 반사될 때까지 차량으로부터 외측으로 전파된다. 반사된 버스트들은 방출된 버스트들의 "에코들"로서 차량으로 복귀한다. 방출된 버스트들과 수신된 에코들 사이의 시간은 반사 지점들까지의 거리들을 나타낸다. 많은 시스템에서, 한 번에 하나의 센서만이 송신하지만, 모든 센서는 생성되는 에코를 측정하도록 구성될 수 있다. 그러나, 다수의 동시 송신들이 직교 파형들, 비중첩 검출 구역들로의 송신들, 또는 상이한 송신기들로부터의 임의의 에코들의 스크리닝을 가능하게 하는 시그니처(signature)들을 갖는 송신들의 사용을 통해 지원될 수 있다.
- [0019] 다양한 구현예들에서, 처프-변조된 신호들, 예를 들어 선형 주파수 변조된("LFM") 처프가 사용된다. 처프는 송신 동안 주파수를 변경하는 펄스이다. 업 처프(up-chirp)는 송신 동안 주파수를 증가시키는 처프이고, 다운 처프(down-chirp)는 송신 동안 주파수를 감소시키는 처프이다. 명확성을 위해, 본 명세서에 사용된 예들은 선형 증가 또는 감소를 고려할 것이지만, 다양한 실시예들에서 증가 또는 감소는 선형이 아니다. 처프의 에코는 많은 또는 임의의 상관 잡음의 도입이 없이 상관기에서 압축될 수 있다. 그와 같이, 에코의 피크 검출은 시간 분해능을 감소시키지 않고서 용이하게 된다. 추가적으로, LFM 처프들은 상관 잡음의 임의의 증가 없이, 또는 최소의 증가를 가지고 도플러 주파수 시프트를 견딘다. LFM 처프들은 센서 시스템의 감지 범위에 위치된 장애물 또는 물체까지의 거리를 측정하기 위한 송신 펄스들로서 사용될 수 있다.
- [0020] 다른 구현예들에서, 진폭 변조(amplitude-modulated, AM) 신호들, 예를 들어 고정 주파수 캐리어의 형상화된 펄스가 사용된다. AM 시그널링 모드는 더 짧은 버스트들(예컨대, 200 내지 300 마이크로초 정도)의 사용을 가능하게 하여, 송신 시간을 감소시키고 인근 장애물들에 대한 감도를 증가시킬 수 있다. 다른 구현예들은 변조된 캐리어들을 갖는 펄스들, 예컨대 이진 위상 시프트 키잉(BPSK)으로 변조된 펄스들을 이용할 수 있다. 명확성을 위해, 본 명세서에서 사용되는 용어 "버스트"는 AM(고정된 주파수), BPSK(변조됨), 또는 처프(스위핑된 주파수) 펄스를 의미하며, 이는 압전 소자 또는 다른 음향 트랜스듀서를 구동함으로써 생성된 일련의 버스트들 중 하나일 수 있다. 처프 변조된 펄스들은 전형적인 AM 펄스보다 더 긴 지속 시간을 가질 수 있으며, 예를 들어 1 밀리초 초과, 예컨대 2 내지 3 밀리초 범위일 수 있다. 여기서, 버스트 길이들은 변경될 수 있으며, 더 짧은 버스트들은 인근 장애물들의 검출을 용이하게 하는데 사용될 수 있고, 더 긴 버스트들은 더 먼 장애물들에 대한 버스트 에너지(및 에코 에너지)를 증가시키는 데 사용될 수 있음에 유의한다. 인근 장애물들을 검출하기 위한 버스트 길이들은 더 먼 장애물들에 사용되는 버스트 길이들의 절반 또는 아마도 1/4일 수 있다. 센서는 상이한 검출 거리들에 대해 모드들 사이에서 스위칭될 수 있다.
- [0021] 일련의 처프-변조된 펄스들의 특성 주파수(예컨대, 시작 주파수 또는 동등하게, 중심 또는 종료 주파수)를 체계적으로 변경하는 것은 특히 유용한 것으로 여겨지지만, 그러한 주파수 변동은 또한 일련의 AM 펄스들의 캐리어 주파수에 적용될 수 있다. 주파수 변동은 각각의 펄스에 대해 공칭 특성 주파수(예컨대, 공칭 시작 주파수 또는 공칭 캐리어 주파수)로부터의 주파수 변위로서 표현될 수 있다.
- [0022] 도 2는 성형 토폴로지(star topology)의 중심으로서 다양한 초음파 센서(204)에 커플링된 전자 제어 유닛(electronic control unit, ECU)(202)을 도시한다. 물론, 직렬, 병렬 및 계층적(트리) 토폴로지들을 포함한 다른 토폴로지들이 또한 본 명세서에 개시된 원리에 따라 사용하기에 적합하며 고려된다. 자동화된 주차 또는 주행 보조를 제공하기 위해, ECU(202)는 턴-신호 액추에이터(turn-signal actuator)(206), 조향 액추에이터(steering actuator)(208), 제동 액추에이터(braking actuator)(210), 및 스로틀 액추에이터(throttle actuator)(212)와 같은 액추에이터들의 세트에 추가로 접속될 수 있다. ECU(202)는 사용자 입력을 받아들이고 다양한 측정치들 및 시스템 상태의 디스플레이를 제공하기 위해 사용자-상호작용 인터페이스(214)에 추가로 커플링될 수 있다. 인터페이스, 센서들, 및 액추에이터들을 사용하여, ECU(202)는 자동화된 주차, 보조 주차, 차선 변경 보조, 장애물 및 사각 지대 검출, 및 다른 바람직한 특징들을 제공할 수 있다.
- [0023] 하나의 잠재적인 센서 구성이 이제 도 3을 참조하여 설명된다. 도시된 센서 구성은 DSI3 통신 및 전력 공급 장

치 표준을 이용하지만, LIN, CAN, 및 SENT 표준들에서 제공되는 것들과 같은 다른 통신 기술들이 또한 적합할 것이고, 본 명세서에 개시된 원리들에 따른 사용을 위해 고려된다. 도 3의 구현예에 도시된 2개의 전력 단자들 (Vbat 및 GND) 이외에, 각각의 예시적인 초음파 센서들은 단일 입력/출력("I/O" 또는 "IO") 라인에 의해서만 ECU(202)에 접속된다. I/O 라인은, 그것이 ECU(202)에 의해 또는 센서 제어기(302)에 의해 능동적으로 로우(low) 상태("어써트(asserted)" 상태)로 구동되지 않을 때, 풀업 저항기(pull-up resistor)에 의해 공급 전압으로 바이어싱될 수 있다("디어써트(de-asserted)" 상태). 통신 프로토콜은 임의의 주어진 시간에 I/O 라인을 어써트하는 2개의 제어기들 중 하나(ECU(202) 또는 센서 제어기(302))만을 갖도록 설계된다.

[0024] 센서 제어기(302)는, 역행 모드(recessive mode)에 놓여 있을 때는 ECU(202)에 의한 어써션(assertion)을 위해 I/O 라인을 모니터링하고, 우위 모드(dominant mode)에 놓여 있을 때는 I/O 라인의 상태를 구동하는 I/O 인터페이스(303)를 포함한다. ECU는 I/O 라인을 어써트함으로써 센서로 커맨드를 통신하며, 상이한 커맨드들이 상이한 길이들의 어써션들에 의해 표현된다. 커맨드들은 "전송 및 수신" 커맨드, "수신 전용" 커맨드, 및 "데이터 모드" 커맨드를 포함할 수 있다.

[0025] 센서 제어기(302)는, ECU로부터의 커맨드를 파싱(parse)하고, 초음파 버스트들의 송신 및 수신을 포함하는 적절한 동작들을 실행하기 위해 비휘발성 메모리(305)에 저장된 파라미터들 및 펌웨어에 따라 동작하는 코어 로직(304)을 포함한다. 초음파 버스트를 송신하기 위해, 코어 로직(304)은 송신기(306)에 커플링되는데, 이는 전압 제어형 발진기(307)로부터의 적합하게 변조된 로컬 발진기 신호로, 센서 제어기(302) 상의 송신 단자들의 세트를 구동한다. 송신기 단자들은 변압기(M1)를 통해 압전 소자(piezoelectric element, PZ)에 커플링된다. 변압기(M1)는 센서 제어기로부터의 전압(예컨대, 12 볼트)을 압전 소자를 구동하기 위한 적합한 레벨(예컨대, 수십 볼트)로 승압한다. 압전 소자(PZ)는 병렬 커패시터(C3)에 의해 원하는 값(예컨대, 48 kHz)으로 튜닝되는 공진 주파수를 갖고, 병렬 저항기(R1)에 의해 튜닝되는 공진 품질 인자(Q)를 갖는다. 튜닝 커패시터 및 튜닝 저항기의 하나의 예시적인 목적은 병렬 공진 주파수를 압전 소자의 직렬 공진 주파수에 가깝게 튜닝하는 것이다.

[0026] 본 명세서에 사용된 바와 같이, 용어 "압전 트랜스듀서"는 압전 소자뿐만 아니라 압전 소자를 튜닝하고, 구동하고, 감지하기 위한 지원 회로 소자들을 포함한다. 예시적인 구현예에서, 이들 지원 소자들은 변압기(M1), 튜닝 저항기 및 튜닝 커패시터, 및 DC 격리 커패시터(DC-isolation capacitor)들이다. 선택적으로, 송신기(306) 및 증폭기(308)의 출력 및 입력 커패시터는 각각, 트랜스듀서의 일부인 것으로 간주되는 지원 회로 소자들의 기생 특성들로서 또한 포함될 수 있다. 예시된 구현예에서, 한 쌍의 DC 격리 커패시터들(C1, C2)은 압전 소자(PZ)를 센서 제어기의 수신 단자들의 쌍에 커플링하여 고전압들로부터 보호한다. 수신 단자들 상의 내부 전압 클램프들로 추가 보호가 제공된다. 그러한 보호는, 압전 소자가 송신 중일 때 간격을 위해 요구될 수 있다.

[0027] I/O 라인을 통해 수신된 커맨드들은 코어 로직(304)을 트리거하여 송신기 및 수신기를 동작시키고, 본 명세서에서 통신 버스로도 지칭되는 I/O 라인을 통해 측정 결과들을 ECU(202)에 제공한다. 측정 결과들은 또한 본 명세서에서 출력 데이터로도 지칭된다. 코어 로직(304)은, 초음파 버스트를 송신하는 동안 공급 전압 "미만 전압" 또는 "초과 전압"을 갖는 것과 같은 다른 센서 상태들, 송신기의 열 차단(thermal shutdown), 하드웨어 오류, 불완전한 파워-온 리셋 등을 모니터링할 수 있다. 코어 로직(304)은 다수의 그러한 트랜스듀서 결함 상태들 및 여러 상태들을 검출하고 분류하여, 적절한 결함 코드들을 내부 레지스터들 또는 비휘발성 메모리(305)에 저장할 수 있다.

[0028] 수신된 에코 신호들이 전형적으로 밀리볼트 또는 마이크로볼트 범위에 있기 때문에, 프론트 엔드 증폭기(308)는 수신 단자들로부터의 신호를 버퍼링하고 증폭시킨다. 후속적으로, 수신된 에코 신호들은 아날로그-디지털 변환기(ADC)에 의해 프로세싱되고, 디지털 믹서(309)에 의해 하향변환된다. 믹서(309)는, 디지털 신호 프로세서(DSP)(310)에 의한 추가 필터링 및 프로세싱을 위해, 증폭되고 디지털화된 수신 신호를 로컬 발진기 신호와 곱하여 변조된 신호를 기저대역으로 하향변환한다. 일 구현예에서, 믹서(309)는 위상 내/직교(I/Q) 디지털 믹서로서 제로 중간 주파수(Zero Intermediate Frequency, ZIF) IQ 데이터를 그의 출력으로서 제공하는 것이다. (용어 "ZIF"가 본 명세서에서 사용되지만, 하향변환된 신호는 실제로 낮은 중간 주파수 또는 "근거리 기저대역" 신호일 수 있다.)

[0029] DSP(310)는 버스트의 송신 동안 압전 트랜스듀서를 모니터링하고, 임의의 에코들을 검출하고 ToF(time-of-flight), 지속시간, 및 피크 진폭과 같은 그들의 파라미터들을 측정하기 위한 프로그래밍가능 방법들을 적용한다. 그러한 방법들은 임계치 비교들, 최소 간격들, 피크 검출들, 제로 크로싱(zero-crossing) 검출 및 카운팅(counting), 잡음 레벨 결정들, 및 신뢰도와 정확도 향상을 위해 맞추어진 다른 맞춤형 기법들을 이용할 수 있다. 특히, 피크 검출 프로세스 자체는 변형들을 가지며, 일부 변형들은 상승 에지 검출, 하강 에지 검출, 또는

피크 최대치의 검출을 수행한다. DSP(310)는 공진 주파수 및 품질 인자와 같은 트랜스듀서의 특성들을 분석하기 위해 증폭된 수신 신호를 추가로 프로세싱할 수 있고, 트랜스듀서 결합 상태들을 추가로 검출할 수 있다.

[0030] 위에서 언급된 바와 같이, 믹서(309)는 일 구현예에서 직교상 믹서이다. 이러한 I/Q 디지털 믹서(309)는 아날로그-디지털 변환기(도시되지 않음)의 출력에 접속된 입력, 혼합 신호(F_{TX})를 수신하기 위한 입력, 및 복소 평면에서 음향 트랜스듀서로부터의 신호 입력의 진폭 및 위상에 대응하는 위상 내 신호 및 직교 신호를 각각 제공하기 위한 제1 및 제2 출력들을 갖는다. DSP(310)는 ZIF-IQ 신호에 대해 동작하기 위해 메모리에 저장된 필터 계수들을 취출하고 사용하도록 구성되는 하나 이상의 디지털 필터들을 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 디지털 필터들은 저역 통과 필터들 및 상관계수들을 포함할 수 있다. DSP(310)는, 위상 미분, 크기 측정, 다운 샘플링, 진폭 스케일링(감쇠 제어), 잡음 억제, 피크 검출, 잔향(reverberation) 모니터링, 및 트랜스듀서 진단을 포함하는 다른 동작들을 위한 프로그래밍가능 모듈들 또는 전용 회로부, 및 호스트 통신들을 위한 인터페이스를 포함할 수 있다.

[0031] 도 4는 예시적인 단일 채널 구현예에서 제어기(302)의 블록도이다. 인근 장애물 검출을 위한 프로세싱은 전적으로 제어기(302)에서 수행될 수 있거나, 또는 도 2 및 도 3을 참조하여 이전에 기술된 바와 같이 통신 버스를 통해 특정 데이터를 수신하는 ECU 또는 호스트 프로세서와 공유되거나 그로 위임될 수 있다. 간략함을 위해, 도 4는 예를 들어 전력전자 섹션과 같은 제어기(302)의 모든 특징부들을 도시하지는 않는다.

[0032] 도 3을 참조하여 위에서 논의된 바와 같이, 제어기(302)는 수신기 및 송신기 둘 뿐만 아니라 수신된 응답의 출력 데이터로의 변환을 위해 수신기에 커플링된 프로세싱 회로를 포함한다. 프로세싱 회로는 디지털 신호 프로세서(DSP) 내의 애플리케이션 특정 회로부 또는 프로그래밍가능 모듈들로서 구현될 수 있다.

[0033] 캐리어 주파수 신호를 생성하기 위한 발진기(307)가 송신 제어기(402) 및 믹서(309)에 커플링된다. 발진기(307)는 예컨대, 50 kHz의 공칭 캐리어 주파수를 제공할 수 있다. TX 제어기(402)는 캐리어 주파수 신호를 사용하여 일련의 AM 또는 처프 버스트 신호들을 도출하여, 주파수 오프셋 제어기(403)에 의해 특정된 바와 같이 주파수 오프셋을 적용한다. 예시된 단일 채널 구현예에서, 비-오프셋 처프 버스트 신호들은 캐리어 주파수의 7 kHz 아래로부터 캐리어 주파수의 7 kHz 위까지 상향으로 주파수 스윕될 수 있다. 대안적으로 업 처프 대신에 다운 처프가 이용될 수 있다. 디지털-아날로그 변환기(404)는 디지털 음향 버스트들을 음향 트랜스듀서를 위한 아날로그 구동 신호로 변환한다.

[0034] 주파수 오프셋 제어기(403)는 디지털 버스트 신호들의 특성 주파수(예컨대, AM 버스트들에 대한 캐리어 주파수, 또는 처프 버스트들에 대한 시작 주파수)에 주파수 변위들을 적용하도록 구성된다. 그러한 주파수 변위들은 예를 들어 200 내지 2000 Hz의 범위, 바람직하게는 300 내지 1200 Hz의 범위, 예컨대 600 내지 1000 Hz, 또는 800 Hz, 또는 900 Hz이다. 특성 주파수의 변위들은 음향 버스트들의 에코들에서 대응하는 도플러-유사 주파수 시프트들을 야기한다.

[0035] 각각의 음향 버스트 이후에, 제어기(302)는 프론트 엔드 증폭기(308)에 의해 선택적으로 증폭된 음향 트랜스듀서(PZ)(도 3)의 응답을 표현하는 입력 신호를 수신한다. 아날로그-디지털 변환기(ADC)(311)는 비교적 높은 샘플링 레이트, 예컨대, 400 kHz에서 입력 신호를 디지털화한다. 진단 블록(442)은 단독으로 또는 잔향 모니터링 블록(441)과 조합하여, 디지털화된 응답 신호를 분석하여 임의의 트랜스듀서 결합 상태들을 검출 및 진단한다. 일부 결합 상태들은 예컨대 과도하게 짧은 잔향 기간들(이는 접속해제되거나 결합이 있는 트랜스듀서, 억제된 진동 등으로 인한 것일 수 있음)에 의해 나타날 수 있는 한편, 다른 것들은 과도하게 긴 잔향 기간(결합 있는 장착, 부적절한 댐핑 저항 등)에 의해 나타날 수 있다. 진단 블록(442)은 다수의 이러한 트랜스듀서 결합 상태들을 검출 및 분류하여 내부 레지스터들에 적절한 결합 코드들을 저장할 수 있으며, 이들은 그로부터 ECU로 통신될 수 있다. 잔향 모니터링 블록(441)은 트랜스듀서 잔향 기간의 종료를 검출하고 시그널링하며, 선택적으로 에코 검출을 위한 신호 프로세싱을 개시한다.

[0036] 디지털화된 응답은 후속적으로 디지털 I/Q 믹서(309)에서 하향변환된다. 디지털 I/Q 믹서(309)는 입력 신호를 합 주파수(sum frequency) 및 차 주파수(difference frequency)로 시프트하고, 여기서 차 주파수는 기저대역(제로 중간 주파수) 근처에 있다. I/Q 디지털 믹서(309)는 수신된 신호의 위상 내 성분 및 직교 성분 둘 모두를 갖는 기저대역 신호를 출력한다. 저역 통과 필터(LPF)(412)는 하향변환된 응답으로부터 특정 잡음 성분들(합 주파수에서의 입력 신호 이미지를 포함함)을 제거하기 위해 믹서(309)의 하류측에 배치된다. 필터링된 신호는 본 명세서에서 ZIF IQ 데이터로 지칭될 수 있다.

[0037] 예시적인 제어기(302)는 프로세싱 회로부(414)를 포함하며, 원하는 경우, 그 대부분은 (멀티플렉서들(426, 43

0)을 통해) 바이패스되어 오프 칩으로 ZIF IQ 데이터를 I/O 인터페이스(303)를 통해 전달하여 ECU 또는 호스트 프로세서가 신호들을 프로세스할 수 있게, 예컨대, 반사들의 이동 시간 및 따라서 장애물들까지의 거리를 결정하기 위해 신호에서의 피크들의 타이밍을 분석할 수 있게 할 수 있다. 피크 크기 및 폭이 또한 유의성을 결정하기 위해 분석될 수 있다. I/O 대역폭 요건들을 감소시키기 위해, ZIF IQ 데이터를 표현하는 데 필요한 비트들의 수를 감소시키기 위해 또는 IQ 컴포넌트 데이터를 신호 크기로 변환하는 크기 블록(422)의 출력력을 표현하기 위해 압축기 블록(428)이 포함될 수 있다. (크기 블록(422)은 위상 내 성분 신호를 제공하고, 직교 위상 성분 신호를 제공하고, 그 둘을 합산하고, 선택적으로 합산된 신호의 제공근 또는 로그를 취함으로써 동작할 수 있다.) 대역폭 요건들을 더욱 추가로 감소시키기 위해, 제어기(302)는 검출 블록(424)으로 온-칩 프로세싱을 수행할 수 있고, 이는 피크 검출 및 거리 추정 프로세싱을 수행할 수 있다.

[0038] 발명의 배경이 되는 기술에서 언급된 바와 같이, 센서들은 트랜스듀서의 잔류 잔향뿐만 아니라 인근 장애물들로부터 에코들을 마스킹하는 구조적 잡음을 겪는다. 저자들은 이러한 효과들이 지극히 온도 의존적이며, 노화로 인한 것들을 포함한 센서 컴포넌트들의 다른 파라미터 변형들을 겪는다는 것을 발견했다. 그러나, 펜더들 또는 다른 위에 놓인 표면 뒤에 장착된 "은닉된" 센서의 경우, 이러한 효과들은 또한 음향 버스트 특성 주파수와 대체로 독립적인 것으로 밝혀졌다. 에코들이 특성 주파수에 민감한 반면 구조적 잡음은 그렇지 않기 때문에, 인근 장애물들의 신뢰할 수 있는 검출을 제공하는 센서의 능력은 상이한 특성 주파수들을 갖는 음향 버스트들에 대한 트랜스듀서 응답들 사이의 차이를 결정함으로써 향상될 수 있다.

[0039] 따라서, 예시된 제어기(302)는 각각의 버스트로부터 ZIF IQ 데이터를 캡처하기 위해 프로세싱 회로부의 각각의 분기에서 지연 버퍼(418)를 포함하여, 상이한 주파수 오프셋들을 갖는 인접 버스트들로부터의 ZIF IQ 데이터 사이의 차이를 결정하기 위해 이전 버스트로부터의 데이터를 감산 소자(420)에 대해 이용가능하게 한다. 주파수에 민감하지 않으므로, 구조적 잡음이 실질적으로 제거되는 반면, 에코들은 향상된다. 차이 신호는 오프-칩 프로세싱을 위해 압축기 또는 I/O 인터페이스로 전달될 수 있거나, 또는 인근 장애물들의 온-칩 검출을 위해 크기 블록(422) 및 검출 블록(424)으로 전달될 수 있다.

[0040] 도 5는, 프로세싱 회로부가 각각의 채널에 대해 분기(414, 415)를 갖는 예시적인 다중-채널 구현예에서의 제어기(302)의 블록도이다. 송신 제어기(402)는 캐리어 주파수의 7 kHz 아래로부터 캐리어 주파수의 1 kHz 아래로 상향으로 주파수 스위핑된 하부 채널 처프, 및 캐리어 주파수의 1 kHz 위로부터 캐리어 주파수의 7 kHz 위로 주파수 스위핑된 상부 채널 처프를 생성하도록 구성될 수 있다. 대안적으로 업 처프들 중 임의의 것 또는 전부 대신에 다운 처프가 이용될 수 있다. 시스템 구성에 따라, TX 제어기(402)는 단지 하나의 채널에서만 동작할 수 있거나, 상위 채널과 하위 채널을 교번하거나 그렇지 않으면 둘 모두를 이용할 수 있다. 각각의 분기에는 ZIF IQ 데이터의 신호 스펙트럼을 그 채널의 주파수 범위로 제한하기 위해 대응하는 채널 필터(416, 417)가 제공될 수 있다. 이어서, 이전에 설명된 프로세싱 단계들은 대응하는 채널 내에 존재하는 ZIF IQ 데이터 에너지의 그 부분에 대해 수행될 수 있다. 필터들은 각각 메모리로부터 취출가능한 복소 값 계수들을 갖는 프로그래밍가능 유한 임펄스 응답 필터(FIR)의 형태를 취할 수 있다. 여기에 도시되지 않았지만, 프로세싱 회로부는 신호 대 잡음비를 향상시키기 위해 상관 또는 매칭 응답 필터링을 제공하기 위해 추가 필터들로 구성될 수 있다.

[0041] 여기서, 단일 채널 구현예(도 4)는 인근 장애물에 대한 민감도를 최대화하고 따라서 그러한 장애물을 검출하고 그러한 장애물이 검출되었음을 나타내도록 경보를 제공하거나 플래그를 설정하는 데 특히 매우 적합할 수 있다는 점에 유의한다. 이러한 구현예는 심지어 트랜스듀서로부터 본질적으로 0 cm가 될 정도로 가까운 인근 장애물들을 검출하도록 동작하며, 생성된 검출 플래그는 0 cm 플래그로 지칭될 수 있다. 다중-채널 구현예(도 5)는 일부 검출 민감도를 잃을 수 있어 신뢰성 있는 검출이 되려면 트랜스듀서로부터 더 큰 최소 거리를 요구할 수 있지만, 그 대신 다중-채널 측정치들은 존재하는 임의의 인근 장애물들에 대한 거리의 더 정확한 결정을 제공할 수 있다.

[0042] 도 6은 향상된 근접 감지를 제공하기 위해 트랜스듀서의 구조적 잡음의 특성 주파수 불감도를 활용하는 제1 예시적인 감지 방법의 흐름도이다. 방법은 ECU에 의해 구현되거나, 센서 제어기에 의해 구현되거나, 또는 이 둘에 걸쳐 분산될 수 있지만, 이하의 설명은 설명의 목적을 위해 제어기를 사용한다.

[0043] 블록(502)에서, 제어기는 임의의 주파수 오프셋 없이 송신된 제1 음향 버스트에 대한 응답을 획득하고, 이어서 블록(504)에서, 주파수 오프셋, 예컨대 900 Hz로 전송된 제2 음향 버스트에 대한 응답을 획득한다. 일부 구현예들에서, 제어기는 트랜스듀서의 응답이 주파수 오프셋에 민감한 경우 주파수 오프셋으로 응답을 스케일링한다. 제어기는 블록들(502, 504)을 반복하여 교번하는 주파수 오프셋들을 갖는 일련의 응답들을 획득한다. 블록들(510, 511)은 각각 블록들(502, 504)에서 획득된 응답들을 버퍼링하여, 이들을 나중의 응답들로부터

터의 감산에 이용가능하게 한다.

[0044] 블록(520)에서, 제어기는 주파수 오프셋이 없는 음향 버스트에 대한 현재 응답으로부터 주파수 오프셋이 없는 음향 버스트에 대한 이전 응답을 감산한다. 두 버스트들 둘 모두가 동일한 주파수 오프셋을 갖기 때문에(즉, 주파수 오프셋이 없음), 블록(520)의 출력은 정렬된 주파수 차이 신호로 지칭된다. 블록(521)에서, 제어기는 주파수 오프셋이 없는 음향 버스트에 대한 현재 응답으로부터 주파수 오프셋을 갖는 이전 음향 버스트로부터의 응답 신호를 감산한다. 버스트들이 상이한 주파수 오프셋들을 갖기 때문에, 이러한 차이 신호는 오프셋 주파수 차이 신호로 지칭된다. 더 공식적으로, 용어 "오프셋 주파수 차이 신호"는 본 명세서에서 오프셋 특성 주파수들을 갖는 인접한 송신 버스트들로부터 획득된 ZIF IQ 신호들 사이의 차이를 지칭하기 위해 사용된다. 블록들(522, 523)에서, 제어기는 유사하게, 현재 응답 신호로서, 블록(504)으로부터의 응답을 사용하여 오프셋 주파수 및 정렬된 주파수 차이 신호들을 생성하여, 제어기가 각각의 측정된 응답으로부터 오프셋 주파수 차이 및 정렬된 주파수 차이 신호를 결정하게 한다.

[0045] 구조적 잡음이 주파수 오프셋에 민감하지 않기 때문에, 이는 오프셋 주파수 및 정렬된 주파수 차이 신호들에 존재하지 않는다. (온도 및 다른 인자들에 대한 구조적 잡음 감도는 인접 음향 버스트들의 사용에 의해 무효화되는데, 그 이유는 온도 및 다른 인자들이 버스트들 사이의 작은 간격에서 유의한 변화를 갖지 않기 때문이다.) 그러나, 임의의 인근 장애물로부터의 에코들은 주파수 오프셋에 민감하여, 장애물이 주파수 오프셋의 효과를 무효화하는 도플러 시프트를 생성하는 방식으로 이동하지 않는 한 오프셋 주파수 차이 신호가 향상되게 한다. 반대로, 장애물이 이동하고 있지 않는 한, 임의의 인근 장애물들의 에코들은 정렬된 주파수 차이 신호에 존재하지 않아야 한다. 이어서, 예방책으로서, 오프셋 주파수 차이 신호 및 정렬된 주파수 차이 신호는 (예컨대, 15 cm 이내, 또는 선택적으로 10 cm 이내, 5 cm 이내, 3 cm 이내, 또는 2 cm 이내에) 인근 장애물이 존재하는지 여부를 결정하기 위해 평가될 수 있다.

[0046] 따라서, 블록들(530 내지 533)에서, 제어기는 다양한 차이 신호들의 IQ 성분들을 크기 신호들로 변환하고, 블록(540)에서, 제어기는 크기 신호들을 임계치와 비교하여 장애물들로부터 에코들을 나타내는 임의의 피크들을 검출한다. 임계치는 더 먼 거리들로부터 복귀하는 에코들의 예상된 감쇠를 고려하기 위해 경과 시간에 따라 달라질 수 있다. 너무 가까운 장애물들을 나타내는 임의의 피크들을 검출할 때, 제어기는 ECU 또는 드라이버에 경보를 제공할 수 있다. 일부 구현예들에서, 제어기는 각각의 피크와 연관된 장애물 거리를 결정한다.

[0047] 도 5의 예시적인 감지 방법은 비인접 음향 버스트들로부터 정렬된 주파수 차이 신호들을 도출한다. 도 7은 주어진 인접 음향 버스트들의 쌍으로부터 오프셋 주파수 차이 신호들 및 정렬된 주파수 차이 신호들을 도출하는 제2 예시적인 방법을 제공한다. 제1 방법에서와 같이, 제어기는 블록(502)에서 임의의 주파수 오프셋 없이 송신된 제1 음향 버스트에 대한 응답을 획득하고, 이어서 블록(704)에서, 주파수 오프셋, 예컨대 900 Hz로 전송된 제2 음향 버스트에 대한 응답을 획득한다. 추가적으로 블록(704)에서, 제어기는 제2 음향 버스트에 대한 보상된 응답을 획득한다. 보상된 응답은 예를 들어, 송신된 버스트의 특성 주파수와 매칭되도록 믹서(309)로 공급되는 로컬 발진기 신호를 조정하고 조정된 로컬 발진기 신호를 사용하여 하향 변환을 반복함으로써 획득될 수 있다. (대안적으로, 제2 믹서 소자는 하향 변환들이 병렬로 수행될 수 있게 하는 데 사용될 수 있다.) 제어기는, 트랜스듀서의 응답이 주파수 오프셋에 민감한 경우, 주파수 오프셋 및 보상된 응답으로 응답을 스케일링할 수 있다. 제어기는 블록들(502, 704)을 반복하여 교번하는 주파수 오프셋들을 갖는 버스트들에 대한 일련의 응답들을 획득한다.

[0048] 블록(510)은 블록(502)에서 획득된 비-오프셋 응답을 버퍼링하여, 블록(704)에서 획득된 응답들로부터의 감산을 위해 블록들(521, 523)에 이용가능하게 한다. 블록(521)에서, 제어기는 버퍼링된 응답 신호를 오프셋 응답 신호로부터 감산하여 오프셋 주파수 차이 신호를 획득하는 반면, 블록(523)에서, 제어기는 버퍼링된 응답 신호를 보상된 응답 신호로부터 감산하여 정렬된 주파수 차이 신호를 획득한다. 블록들(531, 533)에서, 제어기는 다양한 차이 신호들의 IQ 성분들을 크기 신호들로 변환하고, 블록(540)에서, 제어기는 크기 신호들을 임계치와 비교하여 장애물들로부터 에코들을 나타내는 임의의 피크들을 검출한다. 임계치는 더 먼 거리들로부터 복귀하는 에코들의 예상된 감쇠를 고려하기 위해 경과 시간에 따라 달라질 수 있다. 너무 가까운 장애물들을 나타내는 임의의 피크들을 검출할 때, 제어기는 ECU 또는 드라이버에 경보를 제공할 수 있다. 일부 구현예들에서, 제어기는 각각의 피크와 연관된 장애물 거리를 결정한다.

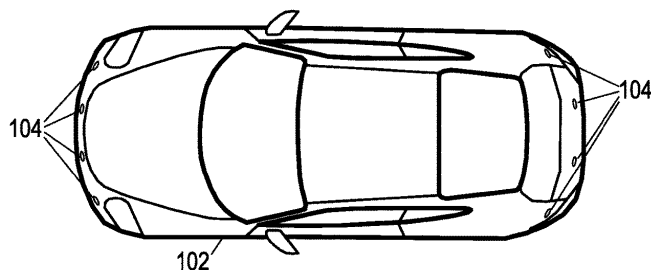
[0049] 설명된 방법들은 단일 채널 시스템에 대한 것이다. 다중-채널 시스템에서, 프로세싱은 선택된 채널에서 수행될 수 있거나, 또는 모든 채널에서 수행되어 거리 결정 정확도를 향상시킬 수 있다. 초음파 감지의 맥락에서 설명되었지만, 개시된 기술들은 레이더 시스템들, 수중 음파 시스템들, 및 더 일반적으로는 펄스-에코 감지를 이용

하는 모든 시스템들에 적용가능하다.

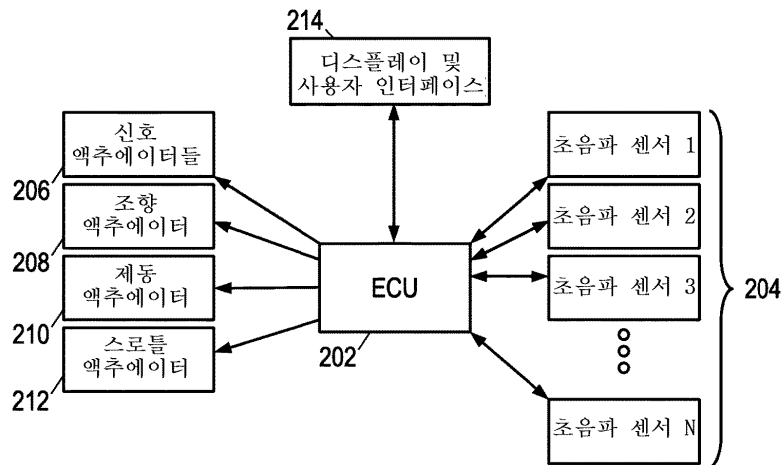
- [0050] 요약하면, 예시적인 제어기가 개시되었으며, 제어기는, 제1 음향 버스트 및 제2 음향 버스트를 생성하기 위해 음향 트랜스듀서를 구동하는 송신기; 제1 음향 버스트에 대한 제1 응답 및 제2 음향 버스트에 대한 제2 응답을 감지하기 위해 음향 트랜스듀서에 커플링되는 수신기; 및 제1 응답과 제2 응답 사이의 오프셋 주파수 차이를 결정함으로써 부분적으로 제1 및 제2 응답들로부터 출력 데이터를 도출하는 프로세싱 회로를 포함하고, 제1 음향 버스트는 제1 특성 주파수를 갖고, 제2 음향 버스트는 제1 특성 주파수와는 상이한 제2 특성 주파수를 갖는다.
- [0051] 또한, 예시적인 장애물 검출 방법이 개시되며, 방법은, 일련의 음향 버스트들에서 각각의 음향 버스트에 대한 음향 트랜스듀서의 응답을 감지하는 단계 - 일련의 음향 버스트들은 제1 음향 버스트 및 제2 음향 버스트를 포함함 -; 제1 음향 버스트에 대한 응답과 제2 음향 버스트에 대한 응답 사이의 오프셋 주파수 차이를 결정하는 단계 - 제1 음향 버스트는 제1 특성 주파수를 갖고, 제2 음향 버스트는 제1 특성 주파수와는 상이한 제2 특성 주파수를 가짐 -; 및 차이에 대해 동작하여 임의의 인근 장애물들을 검출하는 단계를 포함한다.
- [0052] 또한, 예시적인 센서가 개시되며, 센서는, 음향 트랜스듀서; 및 주파수에서 교번하는 오프셋들을 갖는 일련의 음향 버스트들을 생성하고 일련의 음향 버스트들에서 각각의 음향 버스트에 대한 음향 트랜스듀서의 응답을 측정하기 위해 음향 트랜스듀서에 커플링되는 제어기를 포함하고, 제어기는 일련의 음향 버스트들에서 인접한 음향 버스트들에 대한 각각의 응답들의 쌍 사이의 오프셋 주파수 차이를 결정하도록 구성되고, 오프셋 주파수 차이는 임의의 인근 장애물들의 존재에 대한 크기 민감성을 갖는다.
- [0053] 전술한 제어기, 방법, 및 센서 각각은 개별적으로 또는 조합하여 사용될 수 있고, 임의의 적합한 조합으로 하기 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다: 1. 송신기는 음향 트랜스듀서를 구동하여 제3 음향 버스트를 생성하도록 구성되고, 제3 음향 버스트는 제1 특성 주파수를 갖는다. 2. 수신기는 제3 음향 버스트에 대한 제3 응답을 감지하도록 구성되고, 프로세싱 회로는 제1 응답과 제3 응답 사이의 정렬된 주파수 차이를 결정하도록 구성된다. 3. 프로세싱 회로는 오프셋 주파수 차이 및/또는 정렬된 주파수 차이의 크기를 임계치와 비교하여 인근 장애물이 존재하는지 여부를 결정하도록 구성된다. 4. 프로세싱 회로는 오프셋 주파수 차이 및/또는 정렬된 주파수 차이의 크기를 임계치와 비교하여 인근 장애물로의 거리를 결정하도록 구성된다. 5. 수신기는 수신 신호를 기저대역 신호로 하향 변환하고 상기 감지의 일부로서 상관 필터를 적용하도록 구성된다. 6. 제1 및 제2 음향 버스트들은 제1 특성 주파수와 제2 특성 주파수 사이에서 교번하는 특성 주파수들을 갖는 일련의 음향 버스트들에서 인접해 있다. 7. 제1 음향 버스트 및 제2 음향 버스트 각각은, 더 먼 장애물들을 검출하기 위해 음향 트랜스듀서에 의해 생성된 다른 음향 버스트들의 50% 미만인 버스트 길이를 갖는다. 8. 각각의 음향 버스트들은 업-채프들 또는 다운-채프들이다. 9. 제어기는 다수의 별개의 주파수 대역들 각각에서 상기 오프셋 주파수 차이를 결정하도록 구성된다.

도면

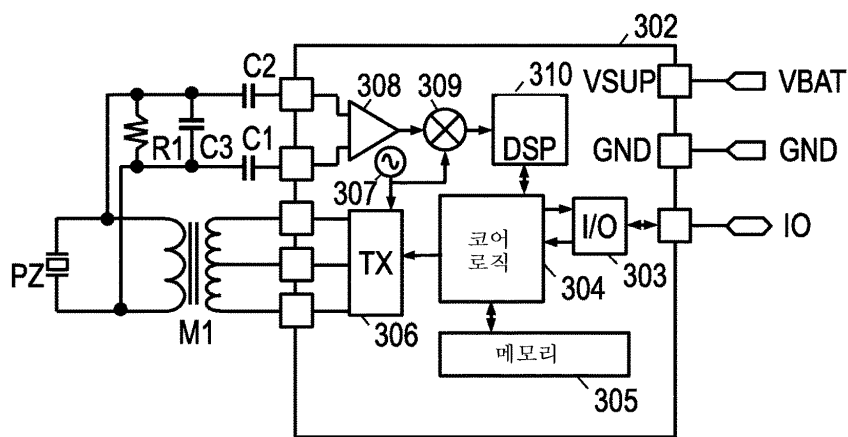
도면1



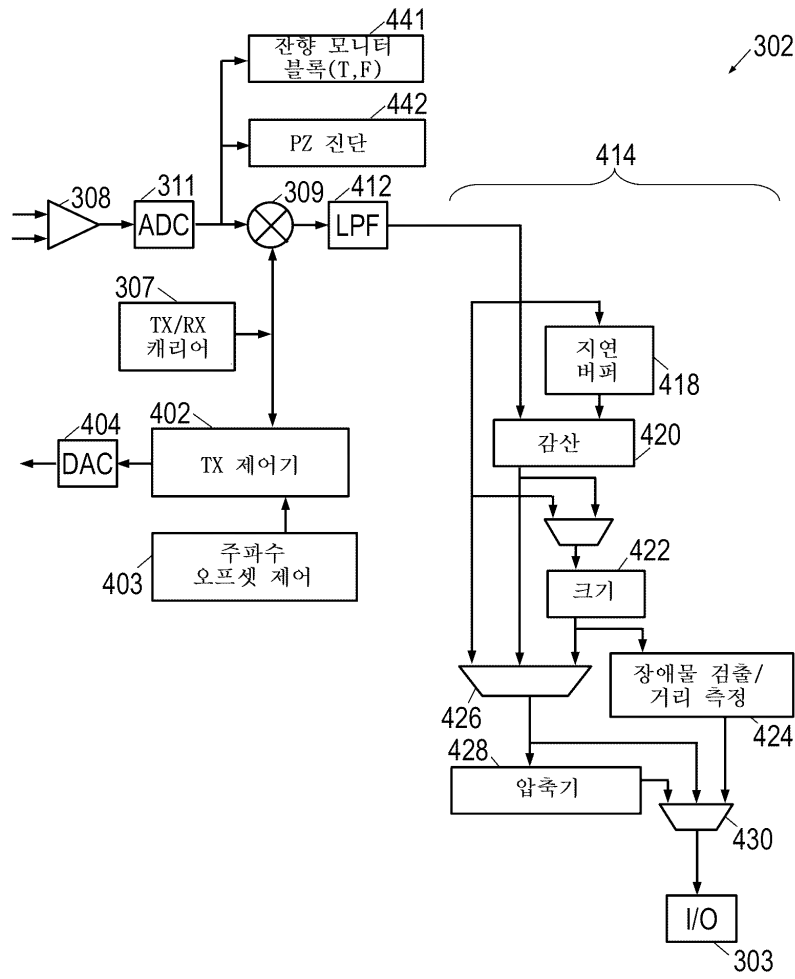
도면2



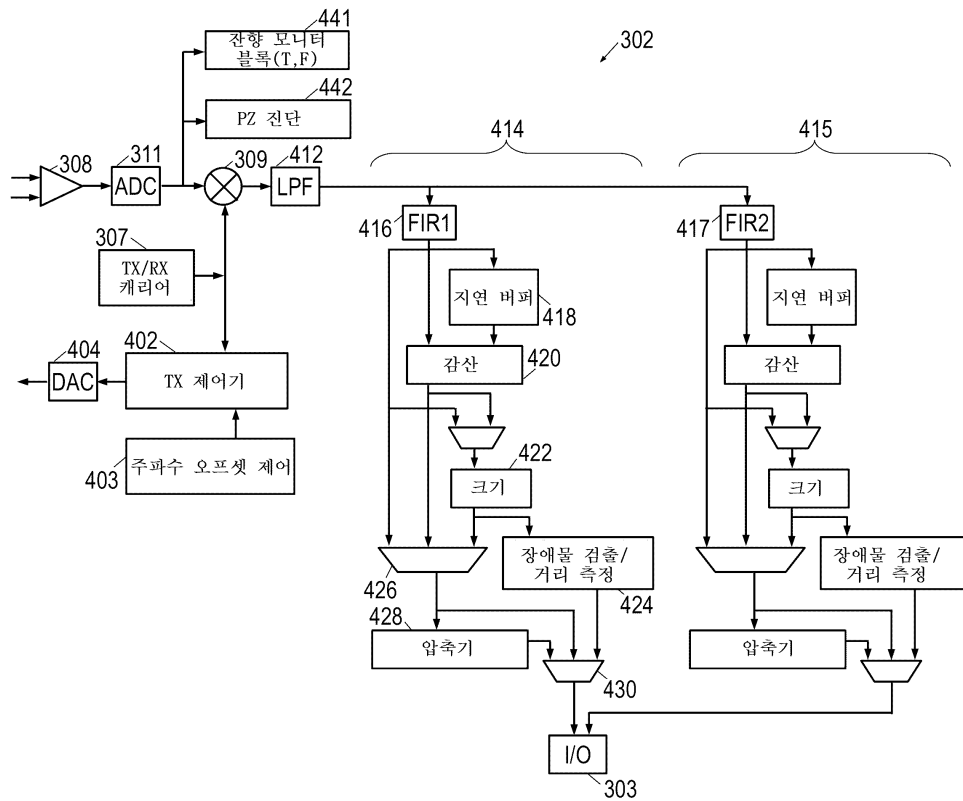
도면3



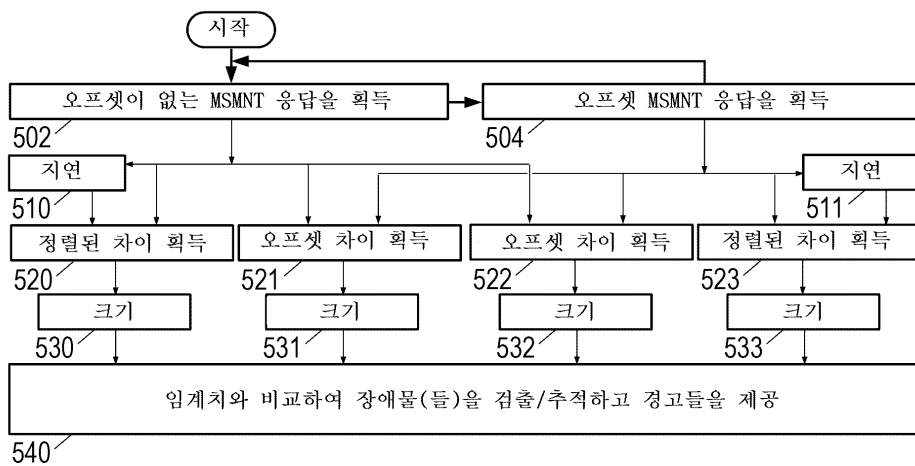
도면4



도면5



도면6



도면7

