



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0006063  
(43) 공개일자 2022년01월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01S 13/00 (2006.01) G01S 13/74 (2006.01)  
G01S 13/87 (2006.01) G01S 13/931 (2020.01)  
(52) CPC특허분류  
G01S 13/003 (2013.01)  
G01S 13/74 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-7035988  
(22) 출원일자(국제) 2020년05월06일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2021년11월03일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2020/062601  
(87) 국제공개번호 WO 2020/225314  
국제공개일자 2020년11월12일  
(30) 우선권주장  
10 2019 112 078.0 2019년05월09일 독일(DE)

(71) 출원인  
로베르트 보쉬 게엠베하  
독일 슈투트가르트 (우편번호 70469) 베르너스트  
라쎄 1  
(72) 발명자  
솔리첸마이어, 요하네스  
독일 울름 89073 노이에 거리 128  
마이네커, 베네딕트  
독일 울름 89081 가튼할데 18  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인 무한

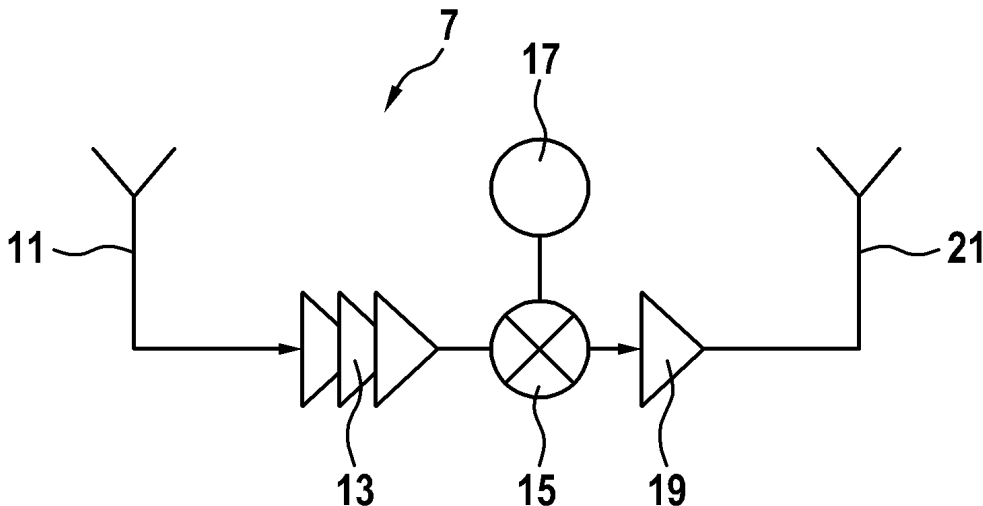
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 특히 차량에서 사용하기 위한 일관된 멀티-스태틱 레이더 시스템

(57) 요약

본 발명은 특히 차량에서 사용하기 위한 레이더 시스템(3)에 관한 것이다. 레이더 시스템(3)은 제1 레이더 신호들(25)을 송수신하기 위한 레이더 센서(5) 및 레이더 센서(5)에 의해 수신된 레이더 신호들(27, 33)을 처리하기 위한 평가 장치(9)를 갖는다. 레이더 시스템(3)은 또한 제2 레이더 신호들(31)로서 증폭 및 변조된, 수신된 레이더 신호들(29)을 재송신하도록 구성된 적어도 하나의 능동 레이더 태그(7)를 가지고, 평가 장치(9)는 객체(23)에서 반사된 제1 레이더 신호(25)의 레이더 센서(5)에 의해 수신된 구성요소들(27) 및 객체(23)에서 반사된 제2 레이더 신호들(31)의 레이더 센서(5)에 의해 수신된 구성요소들(33) 모두에 기초하여 객체(23)에 대한 정보를 결정하도록 구성된다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

*G01S 13/87* (2013.01)

*G01S 13/878* (2013.01)

*G01S 13/931* (2013.01)

(72) 발명자

**발트슈미트, 크리스찬**

독일 올름 89081 아우프 템 하트 6

**하쉬, 위르겐**

독일 슈투트가르트 70195 알테 슈투트가터 거리 12

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

특히 차량에서 사용하기 위한 레이더 시스템에 있어서,

상기 레이더 시스템은,

제1 레이더 신호들(25)을 송수신하기 위한 레이더 센서 (5);

상기 레이더 센서(5)에 의해 수신된 레이더 신호들(27, 33)을 처리하기 위한 평가 장치(9);

를 가지고,

상기 레이더 시스템(3)은 또한 제2 레이더 신호들(31)로서 증폭 및 변조된, 수신된 레이더 신호들(29)을 재송신하도록 구성된 적어도 하나의 능동 레이더 태그(7)를 가지고,

상기 레이더 센서(5) 및 상기 능동 레이더 태그(7)는 1cm와 10m 사이의 거리, 바람직하게는 10cm와 2m 사이의 거리에서부터 서로 측방향으로 이격되고,

상기 평가 장치(9)는 객체(23)에서 반사된 제1 레이더 신호(25)의 레이더 센서(5)에 의해 수신된 구성요소들(27) 및 상기 객체(23)에서 반사된 제2 레이더 신호들(31)의 레이더 센서(5)에 의해 수신된 구성요소들(33) 모두에 기초하여 객체(23)에 대한 정보를 결정하도록 구성되는 것을 특징으로 하는,

레이더 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 능동 레이더 태그(7)는,

제2 레이더 신호들(31)로서, 주파수 변화에 의해 주파수가 증폭 및 시프트된, 수신된 레이더 신호들(29)을 재송신하도록 구성되는,

레이더 시스템.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 주파수 변화는,

0.5kHz와 2MHz 사이인,

레이더 시스템.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 능동 레이더 태그(7)는,

제2 레이더 신호들(31)로서, 최대 10dB까지 증폭된 수신된 레이더 신호들(29)을 재송신하도록 구성되는,

레이더 시스템.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 레이더 센서(5)는,

복수의 송신 안테나들 및 복수의 수신 안테나들을 포함하는 MIMO 레이더 센서인, 레이더 시스템.

**청구항 6**

제5항에 있어서,  
상기 MIMO 레이더 센서는,  
4개보다 적은 송신 안테나들 및 5개보다 적은 수신 안테나들을 가지는,  
레이더 시스템.

**청구항 7**

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제1 레이더 신호(25) 및 상기 제2 레이더 신호(31) 모두는,  
40GHz와 120GHz 사이의 주파수 범위에 있는,  
레이더 시스템.

**청구항 8**

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 능동 레이더 태그(7)는,  
상기 수신된 레이더 신호들(29)과 반대 방향으로 제2 레이더 신호들(31)을 송신하도록 구성되는,  
레이더 시스템.

**청구항 9**

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 능동 레이더 태그(7)는,  
상기 레이더 센서(5)를 향하는 방향으로 상기 제2 레이더 신호들(31)을 송신하도록 구성되는,  
레이더 시스템.

**청구항 10**

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 레이더 시스템(3)을 구비한 차량(1).

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 특히 차량에서 사용될 수 있는 레이더 시스템에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 레이더 시스템은 멀리 있는 객체들(objects)을 감지(detect)하기 위해 사용된다. 목표는 레이더 시스템의 도움으로 객체의 최소한 위치(position)를 결정할 수 있도록 하는 것뿐 아니라 객체의 이동 속도 및/또는 이동 방향에 대한 정보도 가능하게 하는 것이다. 이를 위해 레이더 시스템은 레이더 센서를 사용하여 레이더 신호들을 전자기파들(electromagnetic waves)의 형태로 송신(transmit)하고 이러한 레이더 신호의 에코들(echoes), 즉 객체로부터 반사되는 레이더 신호들의 구성요소들을 감지한다.

[0003] 특히, 레이더 시스템들은 예를 들어 보조 시스템들(assistance systems)을 통해 차량 운전자에게 지원을 제공하거나 이러한 방식으로 획득된 정보에 기초하여 차량을 자율적으로 제어하기 위해 다른 차량들이나 장애물들(obstacles)과 같은 객체들을 자동으로 감지하기 위해 현대(modern) 차량들에서 사용된다.

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

- [0004] 위 배경에 대조하여, 여기에 제시된 접근 방식은 독립항들에 따른 레이더 시스템 및 이러한 레이더 시스템(Radar system)이 장착된 차량(vehicle)을 소개한다. 여기에 제시된 접근 방식의 유리한 추가 발명들 및 개선들은 설명에서 비롯되고, 종속항들에 설명되어 있다.
- [0005] 본 발명의 제1 양태에 따르면, 특히 차량에서 사용될 수 있는 레이더 시스템이 설명된다. 레이더 시스템은 제1 레이더 신호들(radar signals)을 송수신(transmitting and receiving)하기 위한 레이더 센서(radar sensor)와 레이더 센서에 의해 수신된 레이더 신호들을 처리하기 위한 평가 장치(evaluation device)를 포함한다. 레이더 시스템은 제2 레이더 신호로서 증폭 및 변조(amplified and modulated)된, 수신된 레이더 신호들을 재송신(retransmit)하도록 구성된 소위(so-called) 능동 레이더 태그(active radar tag)를 가지는 것을 특징으로 한다. 레이더 시스템은 평가 장치가, 객체에서 반사된 제1 레이더 신호의 레이더 센서에 의해 수신된 구성요소들 및 객체에서 반사된 제2 레이더 신호들의 레이더 센서에 의해 수신된 구성요소들 모두에 기초하여 객체에 대한 정보를 결정하도록 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0006] 본 발명의 제2 양태는 본 발명의 제1 양태의 실시예에 따른 레이더 시스템을 구비한 차량에 관한 것이다.
- [0007] 본 발명의 실시예들에 관한 아이디어들은 그 중에서도 후술하는 개념들 및 발견들에 기초하는 것으로 간주될 수 있다.
- [0008] 객체의 위치 및 움직임을 보다 정확하게 결정하기 위해, 즉 레이더 시스템의 각도 분해능(angular resolution)을 증가시키기 위해, 공간적으로 분산된(spatially distributed) 레이더 센서들의 네트워크를 설정하는 것이 제안되었다. 이 네트워크에 사용되는 각 레이더 센서들에는 신호 발생 장치(signal generation unit), 송신기(transmitter) 및 수신기(receiver)로 구성된 필요한 자격을 다 갖춘(fully-fledged) 레이더 센서가 있어야 한다. 각 레이더 센서들은 물리적 연결(physical connection)을 통해 참여 레이더 센서들(participating radar sensors) 간에 공유되는 RF 아날로그 신호(RF analogue signal)에 의해 제어된다.
- [0009] 그러나 각도 분해능을 개선하기 위해 공간적으로 분산된 레이더 센서들을 상호 연결(interconnecting)하는 것은 현재 전파 천문학 분야(the field of radio astronomy)에서만 수행된다. 이를 위해 간섭 측정법들(interferometry methods)이 사용된다. 공간적으로 분산된 레이더 신호의 일관된 평가는 대부분 실험실 조건들에서 매우 구체적인 기술을 사용하여 수행된다.
- [0010] 공간적으로 분산된 복수의 레이더 센서들을 협력적으로(cooperatively) 평가하기 위한 다른 접근 방식들이 존재한다. 그러나 그들은 어떤 일관성도 일으키지 않는다.
- [0011] 복수의 레이더 신호들의 일관된 평가를 위해, 예를 들어 강성 중공 전도체들(rigid hollow conductors)을 통해 개별적으로 배치된 복수의 레이더 센서들(separately placed radar sensors)에 고주파 송신 신호를 분산하는 것이 일반적으로 필요하다. 또는 공통 저주파 기준 신호(common low-frequency reference signal)가 레이더 센서들에 제공되어 일관된 송신 신호들을 발생하기 위해 사용될 수 있다. 두 접근 방식들 모두 고도로 전문화된 레이더 하드웨어(highly specialized radar hardware)와 엄청난 양의 기계적 노력(mechanical effort)이 필요하다. 따라서 이러한 방법들은 이상적인(mechanical effort) 실험실 설정들(laboratory set-ups)의 외부에서 아직 사용되지 않았다.
- [0012] 복수의 레이더 센서들로부터의 신호들을 일관성 없이 협력적으로 평가하는 경우 일반적으로 신호 대 잡음 비(Signal-to-Noise Ratio)(SN ratio)가 상당히 저하되어 몇 미터를 넘어서는 작동이 거의 불가능하다. 신호 일관성의 부족(lack)은 또한 일반적으로 예를 들어 각도 및 속도 추정(estimation)에 필요한 위상 평가(phase evaluation)를 불가능하게 만든다.
- [0013] 여기에 제시된 접근 방식은 공간적으로 분산된 레이더 센서들의 네트워크가 신호 및 잡음 일관성을 유지하는 제안된 네트워크와 함께 가상으로 구성되는 레이더 시스템을 제안한다. 이를 통해 아직 존재하는 위상 정보에 기초하여 객체의 거리뿐만 아니라 객체, 즉 객체 또는 확장된 객체의 일부 영역들의 이동 속도 및 각도를 측정할 수 있다. 레이더 센서들의 공간 분포(spatial distribution)는 더 큰 각도 분해능으로 이어질 수 있다. 이를 통해 가상 센서 위치들(virtual sensor positions)의 공간 분화(spatial separation)로 인한 객체들의 다양한 시야각들(viewing angles)에 기초하여 특히 차량과 같은 확장된 객체들의 움직임 파라미터들을 직접 추정할 수

있다.

- [0014] 대략적으로 요약하면, 여기에 제시된 레이더 시스템의 실시예들과 함께, 적어도 하나의 레이더 센서에 더하여 적어도 하나의 소위 능동 레이더 태그를 가지는 네트워크가 설정된다. 레이더 태그는 능동 태그 또는 리피터 태그(repeater tag)라고도 지칭된다. 레이더 태그는 레이더 신호들을 수신하여 증폭한 다음 변조된 형태로 재송신할 수 있는 시스템이다. 특히, 레이더 태그는 관찰되는 객체(object being observed)로부터 반사된 HF 레이더 신호들(HF radar signals)을 수신, 증폭 및 변조한 다음 잡음 일관성, 특히 위상 잡음 일관성(phase noise coherence)을 파괴하지 않고 재송신할 수 있다. 결과적으로, 신호 및 노이즈 일관성이 유지되어 관찰된 객체의 위상 정보도 평가될 수 있으므로 예를 들어 각도 및 속도 추정에 사용할 수 있다.
- [0015] 따라서 제안된 레이더 시스템의 레이더 태그는 독립적으로 레이더 신호들을 발생할 수 없다. 그러나 레이더 신호들을 수신, 변조, 능동적으로 증폭한 다음 재송신할 수 있다.
- [0016] 레이더 시스템의 레이더 센서는 비교적 넓은 주파수 스펙트럼(relatively wide frequency spectrum)에 걸쳐 레이더 신호들을 수신할 수 있으므로, 레이더 센서 자체에서 발생되어 송신되는 제1 레이더 신호들뿐만 아니라 레이더 태그에서 변조되어 반환되는 제2 레이더 신호들도 레이더 센서에 의해 수신될 수 있다.
- [0017] 여기서 제안하는 레이더 시스템의 평가 장치는 객체에 반사되어 레이더 센서에 의해 수신된 제1 레이더 신호들의 구성요소들에 기초하여 관찰되는 객체에 대한 정보를 결정할 수 있다. 또한, 평가 장치는 객체에 의해 반사되고 또한 레이더 센서에 의해 수신된 제2 레이더 신호들의 구성요소들에 기초하여 객체에 대한 정보를 결정할 수도 있다. 제2 레이더 신호들은 제1 레이더 신호들의 변조된 이미지를 나타내기 때문에, 한편으로 제1 레이더 신호들에 포함된 위상 정보는 그들 내에 대체로 일관성 있게 포함된다. 한편, 구현된 변조로 인해 제2 레이더 신호들은 제1 레이더 신호들과 약간 다르지만 두 레이더 신호들이 각각 레이더 센서 또는 평가 장치에 의해 구별되기에 충분하다.
- [0018] 레이더 태그를 사용하는 것은 레이더 센서들 간에 물리적인 연결을 설정할 필요가 없어 가상과 같은 분산된 레이더 센서 네트워크를 현실적으로 구축할 수 있다. 레이더 태그는 레이더 센서에서 방출되고 객체에 의해 레이더 태그를 향해 반사된 제1 레이더 신호를 수신하고 이를 증폭 및 변조한 다음 송신 센서 노드 역할을 하는 레이더 센서를 향해 재송신한다. 이것은 예를 들어 각도 및 속도 추정에 사용할 수 있는 레이더 태그의 위치에 따라 관찰된 객체의 추가 위상 정보를 제공한다.
- [0019] 적어도 하나의 레이더 센서와 함께 하나 이상의 레이더 태그들을 사용함으로써 추가적인 가상 센서 위치들이 발생될 수 있다. 따라서 레이더 태그는 수신된 제2 레이더 신호들이 물리적 레이더 센서 또는 레이더 센서에 연결된 평가 장치에서 일관성 있게 평가될 수 있는 추가 센서로 간주될 수 있다. 위상 일관성을 통해 가상 센서 위치들의 매우 큰 애퍼처(aperture)가 발생될 수 있다. 이를 통해 매우 높은 각도 분해능을 획득할 수 있다. 획득된 위상 일관성은 관찰된 객체의 속도 정보를 평가할 수도 있다. 타겟들의 신호 대 잡음비는 보존된 잡음 일관성에 크게 영향을 받지 않는다.
- [0020] 여기에 설명된 레이더 시스템의 실시예들은 일반적으로 특별히 발명된 레이더 하드웨어를 필요로 하지 않는다. 하나 이상의 능동 레이더 태그들을 추가하고 평가 장치에서 수집하는 정보를 조정함으로써 공통 레이더 시스템들이 관찰된 객체에 대한 위치 및 움직임 정보를 고정밀도로 결정할 수 있도록 할 수 있다.
- [0021] 레이더 태그 자체는 몇 가지 구성요소들로 구성된 비교적 단순한 설계(design)일 수 있다. 특히 레이더 태그는 반드시 디지털 회로(digital circuitry)를 필요로 하지 않는다. 레이더 태그에는 전원 공급 장치(power supply)와 적절한(suitable) 변조 신호만 필요하며 여기에 설명된 레이더 시스템으로 발생된 네트워크의 기계적 또는 전기적 설계에 대한 사소한 요구 사항들만 있다.
- [0022] 여기에 설명된 레이더 시스템에 사용할 수 있는 몇 가지 다른 능동 레이더 태그들이 이전에 설명되었다. 가능한 능동 레이더 태그는 Sarkas et al.: 2009 IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium (DOI: 10.1109/RFIC.2009.5135576)에 공개된 "W-band 65-nm CMOS and SiGe BiCMOS transmitter and receiver with lumped I-Q phase shifters"에 설명되어 있다. 다른 가능한 능동 레이더 태그는 Dadash et al.: IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Volume: 65, Issue: 12, Dec.2017 (DOI: 10.1109/TMTT.2017.2769079)에 공개된 "Design of Low-Power Active Tags for Operation With 77-81-GHz FMCW Radar"에 설명되어 있다.
- [0023] 일 실시예에 따르면, 능동 레이더 태그는 제2 레이더 신호들로서, 주파수 변화(frequency change)에 의해 주파

수가 증폭 및 시프트된(amplified and shifted), 수신된 레이더 신호들을 재송신하도록 구성된다.

- [0024] 다시 말해, 능동 레이더 태그는, 제2 레이더 신호들로서, 변조된 레이더 신호를 재송신하기 전에 수신된 레이더 신호의 주파수를 약간 변경하여 수신된 레이더 신호들을 모델링할 수 있다. 한편, 이러한 주파수 변조는 기술적으로 레이더 태그에서 구현하기 쉽다. 한편, 주파수 변화에 의해 주파수가 시프트된 제2 레이더 신호는 레이더 센서에 의해 용이하게 수신될 수 있고, 주파수 차이로 인해 제1 레이더 신호 또는 제1 레이더 신호의 에코와 구별될 수 있다.
- [0025] 특히, 주파수 변화는 0.5kHz와 2MHz 사이, 바람직하게는 2kHz와 500kHz 사이, 더욱 바람직하게는 10kHz와 100kHz 사이일 수 있다. 한편, 이러한 주파수 변화들은 일반적으로 수 기가헤르츠(gigahertz) 범위의 주파수에서 송신되는 레이더 신호의 위상 정보에 미미한 영향을 미친다. 한편, 이러한 주파수 변화를 가지는 제2 레이더 신호는 기술적으로 간단한 수단으로 인해 변경되지 않은 제1 레이더 신호와 구별될 수 있다.
- [0026] 일 실시예에 따르면, 능동 레이더 태그는 제2 레이더 신호들로서, 최대 10dB까지, 바람직하게는 최대 20dB까지 증폭된 수신된 레이더 신호들을 재송신하도록 구성된다.
- [0027] 다시 말해, 레이더 태그는 레이더 센서의 제1 레이더 신호들로서 객체에 도달한 다음 레이더 태그에 에코들로서 계속되는 레이더 신호들을 증폭할 수 있어야 하고, 따라서 제2 레이더 신호들로서 증폭된 신호를 재송신하기 위해 최대 10dB까지 상당한 신호 강도(signal strength)를 잃게 된다. 충분한 증폭(sufficient amplification)으로 제2 레이더 신호들을 재송신하는 기능은 제2 레이더 신호들이 다시 레이더 센서로 되돌아가는 도중 신호 세기(signal intensity)를 잃더라도 궁극적으로 여전히 그곳에서 안정적으로 감지할 수 있는 충분한 신호 세기로 레이더 센서에 도달하도록 한다. 일반적으로 레이더 태그는 40dB보다 큰 이득들(gains)을 허용하지 않는다.
- [0028] "최대 10dB까지"는 레이더 태그가 일반적으로 수신된 신호들을 최대 10dB까지 증폭할 수 있음을 의미하는 것으로 이해될 수 있지만, 특정 상황 및 수신된 신호의 신호 강도에 따라 이 증폭 전위(amplification potential)가 모든 경우들에 완전히 활용될 필요는 없다; 오히려 상대적으로 강한 신호들이 수신되는 경우 더 낮은 증폭도 구현될 수 있다.
- [0029] 레이더 센서는 복수의 송신 안테나들(transmitting antennas) 및 복수의 수신 안테나들(receiving antennas)을 포함하는 MIMO(multiple-input, multiple-output) 레이더 센서이다.
- [0030] MIMO(다중 입력, 다중 출력) 레이더 센서에서, 각 송신 안테나는 다른 송신 안테나들과 독립적으로 임의의 송신 신호를 방출할 수 있고, 이 신호는 각 수신 안테나에 의해 수신되고 디지털화된(digitized) 다음, 공통 레이더 신호 처리를 받을 수 있다. N개의 송신 안테나들의 배열과 K개의 수신 안테나들의 배열로부터, 크게 확대된 가상 애퍼처를 가지는 K-N개의 요소들의 가상 배열이 계산된다.
- [0031] MIMO 레이더 시스템들은 공간 분해능을 개선하고 간섭에 대한 내성(immunity)을 크게 개선하기 위해 사용될 수 있다. 신호 대 잡음비를 개선하여 타겟들의 감지 확률도 높아진다.
- [0032] 여기에서 설명하는 레이더 시스템의 레이더 센서는 바람직하게는 기존 레이더 시스템들에서와 같이 포인트 타겟과 유사한 매우 작은 공간에 안테나들이 모두 집중되어 있는 모노-스태틱(mono-static) MIMO 레이더 센서일 수 있다. 대조적으로, 바이스태틱(bi-static) 또는 "분산된" MIMO 레이더 센서의 경우 안테나들이 공간에 널리 분산되어 있어 각 안테나들에 의해 서로 다른 중형각(aspect angle)에서 타겟이 보일 수 있다. 모노-스태틱 MIMO 레이더 시스템은 각 라디에이터(radiator)에 자체 트랜시버 모듈(its own transceiver module)과 자체 A/D 변환기(A/D converter)가 있는 얇은 배열(thinned array)의 위상 배열 안테나와 설계가 유사하다. 그러나 위상 배열 안테나에서 각 라디에이터는 단지 중앙 파형 발생기(central waveform generator)에서 생성된 (아마도 시간-시프트된(time-shifted)) 송신 신호의 복사본을 송신한다. MIMO 레이더 시스템에서 각 라디에이터에는 자체의 파형 발생기가 있고 이후에 각 라디에이터는 개별 파형을 사용한다. 이 개별 파형은 에코 신호를 소스에 할당하기 위한 기초이기도 하다. 보다 효과적인 레이더 신호 처리를 위해, 그런 다음 후속 스캔에서 각 개별 타겟에 대한 신호 대 잡음 비(SNR) 및 신호 대 간섭 및 잡음 비(signal-to-interference-plus-noise ratio; SINR)를 개선하기 위해 각 개별 송신 신호를 구체적으로 수정할 수 있다("적응 파형"). 각각의 파형들이 송신기들에서 서로 동기적으로 발생하는 경우, 즉 공통 "마더 발생기(mother generator)"의 동기화 클럭(synchronizing clock)에 기초하는 경우 이를 일관된 MIMO 시스템(coherent MIMO system)이라고 한다.
- [0033] 보다 구체적인 실시예에 따르면, MIMO 레이더 센서는 4개보다 적은 송신 안테나들 및 5개보다 적은 수신 안테나들을 가진다.

- [0034] 기존에, MIMO 레이더 센서에 기존 3개의 송신 안테나들과 4개의 수신 안테나들보다 더 포함하여 레이더 시스템들의 분해능을 높이려는 시도들이 있었다. 예를 들어, 6개의 송신 안테나들과 8개의 수신 안테나들이 있는 MIMO 레이더 센서들이 분해능을 개선하기 위해 제안되었다. 그러나 이는 복잡성을 증가시켜 제조 노력과 비용을 증가시킨다.
- [0035] 여기에 제안된 레이더 시스템을 사용하면 사용된 레이더 센서들의 복잡성을 증가시키지 않고도 개선된 분해능을 획득할 수 있다. 특히 최대 3개의 송신 안테나들과 최대 4개의 수신 안테나들을 가진 간단하게 설계된 저가의 MIMO 레이더 센서들이 사용될 수 있다.
- [0036] 제1 레이더 신호 및 제2 레이더 신호 모두는 40GHz와 120GHz 사이의 주파수 범위, 바람직하게는 60GHz와 100GHz 사이의 주파수 범위, 더 바람직하게는 70GHz와 90GHz 사이의 주파수 범위에 있을 수 있다.
- [0037] 다시 말해서, 레이더 센서는 상기 주파수 범위에서 레이더 신호들을 송수신하도록 구성될 수 있다. 또한, 능동 레이더 태그는 상기 주파수 범위에서 레이더 신호들을 수신, 증폭, 변조 및 재송신하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 77 내지 81GHz의 주파수 범위에서 작동하도록 설계된 레이더 태그들이 제안되었다.
- [0038] 특히, 레이더 시스템에 사용되는 레이더 신호들은 주파수 변조 연속파(frequency-modulated continuous-wave)(FMCW) 레이더 신호들일 수 있다.
- [0039] 일 실시예에 따르면, 레이더 센서 및 능동 레이더 태그는 1cm와 10m 사이, 바람직하게는 10cm와 2m 사이, 더 바람직하게는 20cm와 2m 사이의 거리에서 서로 측방향으로 이격(laterally spaced)될 수 있다.
- [0040] 다시 말해, 레이더 센서 및 하나 이상의 능동 레이더 태그들은 그들이 레이더 센서 자체 내의 다중 안테나들 사이의 간격보다 더 멀리, 예를 들어 10배 내지 1000배의 상당히 이격되는 방식으로 서로에 대해 배치될(disposed) 수 있다. 레이더 센서와 능동 레이더 태그 사이의 거리는 예를 들어 사용되는 레이더 신호들의 파장(wavelength)의 10배에서 1000배일 수 있다. 한편으로 이러한 측면 거리는 제안된 레이더 시스템으로 높은 공간 분해능을 달성하는 것을 가능하게 한다. 반면에 수신된 레이더 신호 해석(interpretation)의 모호성들(ambiguities)은 여전히 큰 어려움 없이 분석될 수 있다.
- [0041] 레이더 센서 및 레이더 태그(들)는 예를 들어 범퍼(bumper) 또는 전면 에이프런(front apron)과 같은 차체(vehicle body)와 같은 공통 표면(common surface)에 배치될 수 있다. 그러나 그것들은 또한 다른 표면들 및/또는 다른 높이들에 배치될 수 있다. 예를 들어, 레이더 태그는 차체 측면에 부착되고, 레이더 센서는 차체 전면에 부착될 수 있으며, 그 반대의 경우도 마찬가지이다(vice versa).
- [0042] 일 실시예에 따르면, 능동 레이더 태그는 수신된 레이더 신호들과 반대 방향으로 제2 레이더 신호들을 송신하도록 구성될 수 있다.
- [0043] 능동 레이더 태그는 수신 안테나는 특정 각도 범위에서 오는 제1 레이더 신호들을 수신할 수 있고 송신 안테나는 실질적으로 제1 레이더 신호들이 수신된 방향으로 변조 및 증폭된 제2 레이더 신호들을 다시 송신할 수 있는 방식으로 구성될 수 있다. 이는 제2 레이더 신호들이 제1 레이더 신호들이 에코들의 형태로 반사되어 능동 레이더 태그에 반사된 객체로 상당 부분 송신됨을 의미한다.
- [0044] 이러한 실시예로, 제1 레이더 신호들은 레이더 센서로부터 객체들을 향해 방출될 수 있고, 이러한 제1 레이더 신호들의 한 부분은 레이더 센서로 직접 반사되고 제1 레이더 신호들의 다른 부분은 능동 레이더 태그를 향해 반사된다. 능동 레이더 태그에서 제2 레이더 신호들은 다시 객체로 보내져 레이더 센서에 에코들로서 반사될 수 있다. 레이더 센서는 능동 레이더 태그에서 수행되는 변조에 기초하여 제1 레이더 신호들의 에코들과 제2 레이더 신호들의 에코들을 구별할 수 있다.
- [0045] 전체적으로 레이더 시스템은 객체가 다른 각도들로부터의 레이더 신호들로 조사되는(irradiated) 가상 배열 네트워크로 동작(act)할 수 있으므로 다른 각도들로부터의 에코들이 레이더 센서에 수신될 수 있다. 따라서 객체는 모노-스태틱 경로(path)를 따라 감지될 뿐만 아니라 바이-스태틱 경로를 따라 또는 복수의 능동 레이더 태그들이 사용되는 경우 멀티-스태틱 경로를 따라 감지될 수 있다. 따라서 객체의 다른 각도-의존 레이더 특성(angle-dependent radar signature)으로 인해 분해능이 개선될 수 있다.
- [0046] 대안적인 실시예에 따르면, 능동 레이더 태그는 레이더 센서를 향하는 방향으로 제2 레이더 신호들을 송신하도록 구성될 수 있다.
- [0047] 다시 말해, 능동 레이더 태그는 제2 레이더 신호들을 주로 제1 레이더 신호들의 에코들이 수신된 객체를 향하지



않고 레이더 센서를 향하여 직접 송신할 수 있다. 이것은 제2 레이더 신호들이 레이더 센서에 도달하기 전에 이동해야 하는 경로를 단축하여 레이더 신호들의 감쇠 손실들(attenuation losses)을 감소시킬 수 있다.

[0048] 여기에 설명된 레이더 시스템의 실시예들은 특히 본 발명의 제2 양태의 실시예에 따른 차량에서 사용될 수 있다. 한편으로는 제안된 레이더 시스템이 분해능을 높여 다른 차량들이나 장애물들과 같은 멀리 있는 객체를 감지할 확률을 높일 수 있다는 점에서 유리하게 사용될 수 있다. 반면에 제안된 레이더 시스템은 비교적 적은 수의 간단하고 저렴한 구성요소들을 필요로 한다는 점에서 유리하게 사용될 수 있다.

[0049] 본 발명의 가능한 특징들 및 이점들 중 일부가 다양한 실시예들을 참조하여 여기에서 설명된다는 점에 유의해야 한다. 당업자는 특징들이 본 발명의 추가 실시예들에 도달하도록 적절하게 결합, 적응 또는 교환될 수 있음을 인식할 것이다.

**발명의 효과**

[0050] 본 발명의 실시예들은 상대적으로 단순한 디자인의 레이더 시스템을 사용하여 객체의 위치, 속도 및/또는 이동 방향이 측정될 수 있는 정확도를 증가시키는 것을 유리하게 가능하게 할 수 있다. 이러한 보다 정밀한 레이더 시스템은 차량에서 유리하게 사용될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0051] 본 발명의 실시예들은 첨부 도면들을 참조하여 아래에 설명되며, 도면들이나 설명도 본 발명을 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 레이더 시스템을 구비한 위에서 본 차량을 도시한다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이더 시스템에서 바이-스태틱 경로의 신호 경로를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 레이더 시스템을 위한 능동 레이더 태그의 예를 도시한다.

도 4는 본 발명의 대안적인 실시예에 따른 레이더 시스템에서 양방향 경로의 신호 경로들을 도시한다.

도 5는 본 발명의 다른 대안적인 실시예에 따른 레이더 시스템에서 바이-스태틱 경로의 신호 경로들을 도시한다.

도면들은 도식일 뿐이며 축척이 아니다. 도면들에서 동일한 참조 부호들은 동일하거나 동일하게 동작하는 특징들을 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0052] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 레이더 시스템(3)을 갖는 자동차(car) 형태의 차량(1)을 도시한다. 레이더 시스템(3)은 레이더 센서(5), 2개의 능동 레이더 태그들(7) 및 평가 장치(9)를 포함한다.

[0053] 도시된 예에서, 레이더 센서(5)는 차량(1)의 전방 중앙(centrally on the front), 예를 들어 차량(1) 차체의 범퍼 또는 에이프런 영역에 배치된다. 2개의 능동 레이더 태그들(7)은 각각 차량(1)의 동일한 전면에서 반대쪽들에 위치한다. 그러나 이러한 배치는 예시에 불과하다. 원칙적으로, 레이더 센서(5)와 능동 레이더 태그들(7)은 모두 차량(1) 차체의 다른 지점들에 배치될 수 있다.

[0054] 레이더 센서(5)는 전원 공급 장치(미도시)에 연결되고 제1 레이더 신호들을 송수신하도록 설계된다. 이를 위해, 레이더 센서(5)는 신호 발생기, 적어도 하나의 송신 안테나 및 적어도 하나의 수신 안테나를 갖는다. 바람직하게는, 레이더 센서(5)는 다중 송신 안테나들(multiple transmitting antennas) 및 다중 수신 안테나들(multiple receiving antennas)을 가지는 MIMO 레이더 센서로 장착된다.

[0055] 도시된 예에서, 평가 장치(9)는 레이더 센서(5)의 외부에 제공되고 신호들의 교환을 위해 레이더 센서(5)에 연결된다. 대안적으로, 평가 장치(9)는 또한 레이더 센서(5)에 통합될 수 있다.

[0056] 능동 레이더 태그들(7)은 제2 레이더 신호들로서, 들어오는 레이더 신호들(incoming radar signals)을 수신, 증폭, 변조한 다음 재송신하도록 구성된다. 이를 위해, 각각의 능동 레이더 태그(7)는 적어도 하나의 수신 안테나, 하나의 증폭기, 하나의 변조기 및 하나의 송신 안테나를 갖는다.

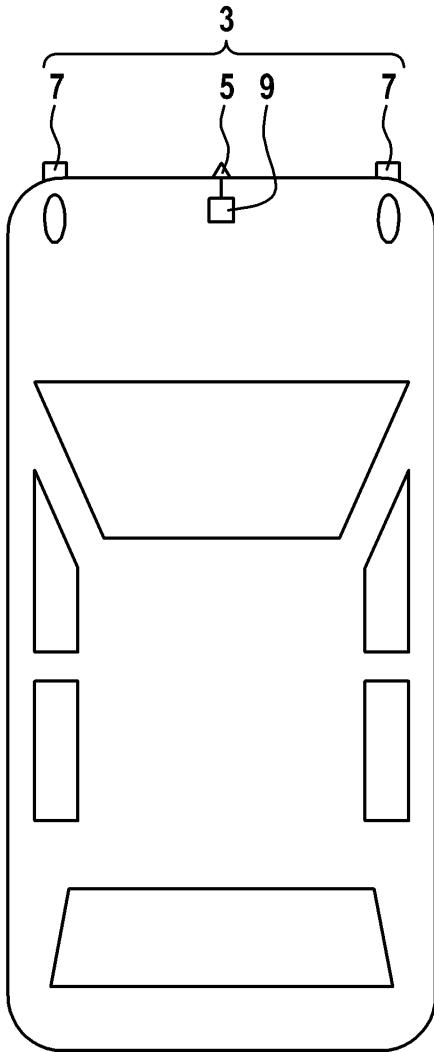
[0057] 도 3은 능동 레이더 태그(7)의 예시적인 실시예를 도시한다. 레이더 태그(7)는 수신 안테나(11), 3-단 저잡음 증폭기(three-stage low-noise amplifier)(LNA)(13), 믹서(mixer)(15), 외부 로컬 오실레이터(external local

oscillator)(17), 가변 이득 증폭기(variable-gain amplifier)(VGA)(19) 및 송신 안테나(21)를 갖는다.

- [0058] 능동 레이더 태그(7)는 주파수 대역, 예를 들어 77GHz 부근에서(in the vicinity of 77 GHz) FMCW 레이더 신호들의 주파수를 증폭하고 약간 시프트할 수 있다.
- [0059] 도 2는 레이더 시스템(3)이 송수신하는 레이더 신호들의 신호 경로들을 도시한 것이다.
- [0060] 레이더 센서(5)는 객체(23)를 향하는 방향으로 제1 레이더 신호(25)를 송신한다. 제1 레이더 신호(25)는 점선 및 대시선(dot and dash line)으로 도시된다. 객체(23)에서, 이 제1 레이더 신호(25)의 일부는 레이더 센서(5)로 직접 반사되어 그곳에서 제1 레이더 신호(25)의 에코(27)로서 수신될 수 있다. 제1 레이더 신호(25)의 에코(27)는 점선으로 도시된다. 제1 레이더 신호(25)의 다른 부분(29)은 능동 레이더 태그(7)를 향해 반사된다. 제1 레이더 신호(25)의 이 부분(29)은 제2 레이더 신호(31)로서 객체(23)를 향해 다시 송신되기 전에 능동 레이더 태그(7)에 의해 수신, 증폭 및 변조된다. 이 제2 레이더 신호(31)는 차례로 객체(23)에 의해 반사되고 그 다음 레이더 센서(5)에 의해 에코(33)로서 수신될 수 있다.
- [0061] 그 다음, 평가 장치(9)는 객체(23)로부터 반사된 제1 레이더 신호들의 구성요소들에 대응하는 에코들(27) 및 객체(23)로부터 반사된 제2 레이더 신호들(31)의 구성요소들에 대응하는 에코들(33) 둘 다에 기초하여 객체(23)에 대한 정보를 수집할 수 있다.
- [0062] 도시된 예에서, 단순화를 위해, 레이더 시스템(3)은 단일 능동 레이더 태그(7)만을 포함하므로 제1 및 제2 레이더 신호들(25, 31)과 그 에코들(27, 29, 33)에 의해 양방향 경로가 형성된다. 그러나, 레이더 시스템(3)은 또한 복수의 능동 레이더 태그들(7)을 포함할 수 있고, 그 결과 멀티-스태틱 경로가 생성된다.
- [0063] 도 4 및 5는 대안적으로 구성된 레이더 시스템들(3)에서 송신 및 수신되는 레이더 신호들의 신호 경로들을 도시한다.
- [0064] 이러한 경우들에도, 레이더 센서(5)는 객체(23)를 향한 방향으로 제1 레이더 신호(25)를 송신하고, 객체(23)에서 이 제1 레이더 신호(25)의 일부는 레이더 센서(5)로 직접 반사되어 그곳에서 제1 레이더 신호(25)의 에코(27)로서 수신될 수 있다. 도 4에 도시된 실시예에서, 제1 레이더 신호(25)의 다른 부분(29)은 능동 레이더 태그(7)를 향해 반사된다. 제1 레이더 신호(25)의 이 부분(29)은 능동 레이더 태그(7)에 의해 수신, 증폭 및 변조된다. 그런 다음 레이더 센서(5)를 향해 직접 제2 레이더 신호(31)로서 송신되어 수신된다. 또는, 도 5에 도시된 실시예에서, 제1 레이더 신호(25)의 일부는 레이더 태그(7)를 향해 직접 송신되고, 그곳에서 증폭 및 변조된 다음 객체(23)를 향해 제2 레이더 신호(31)로서 송신되며, 여기서 에코들(33)이 레이더 센서(5)로 송신되고 수신된다. 이들 실시예들은 또한 도 2의 실시예에서보다 상당히 더 짧을 수 있는 바이-스태틱 경로들을 초래한다.
- [0065] 본 발명의 발명자들은 여기에 설명된 레이더 시스템의 가능한 실시예들의 추가 세부사항들("Coherent Multistatic MIMO Radar Networks based on Repeater Tags"라는 제목의 과학 기사에서 레이더 시스템에서 가능한 신호 발생 및 신호 평가에 대한 세부사항들뿐만 아니라 사용할 수 있는 능동 레이더 태그들의 세부사항들을 포함)을 공개하고자 하는 것에 유의해야 한다. 이 기사는 IEEE Transactions of Microwave Theories and Techniques에 게재될 예정이다.
- [0066] 마지막으로, "가지는", "포함하는" 등과 같은 용어들은 다른 요소들 또는 단계들을 배제하지 않으며 "하나" 또는 "a"와 같은 용어들은 복수를 배제하지 않는다는 점에 유의해야 한다. 청구범위들의 참조 부호들은 제한들로 간주되어서는 안된다.

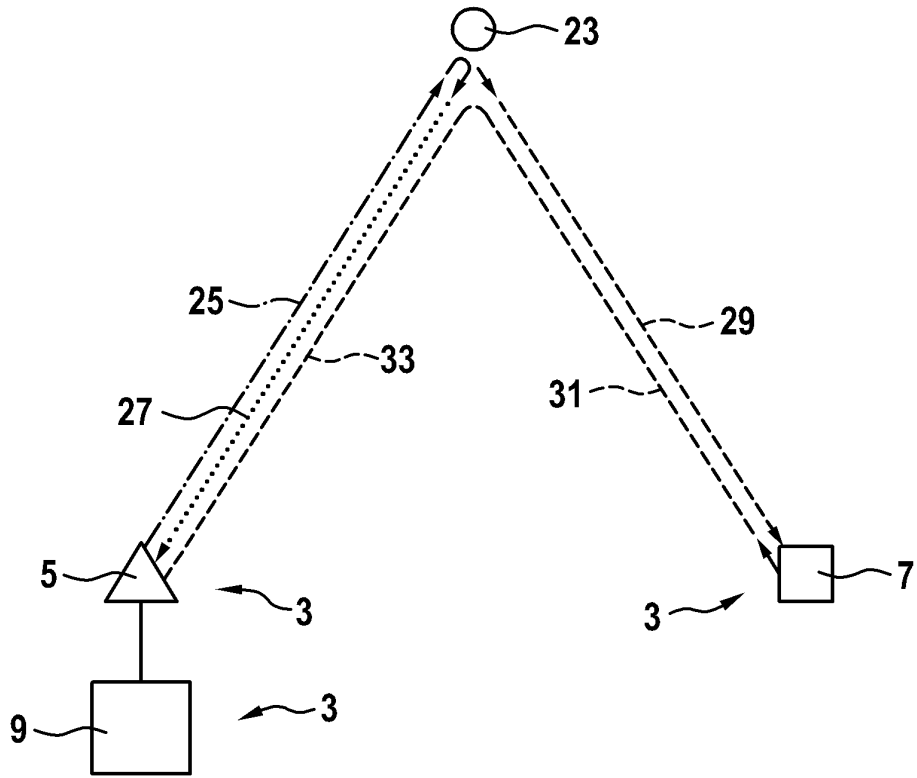
도면

도면1

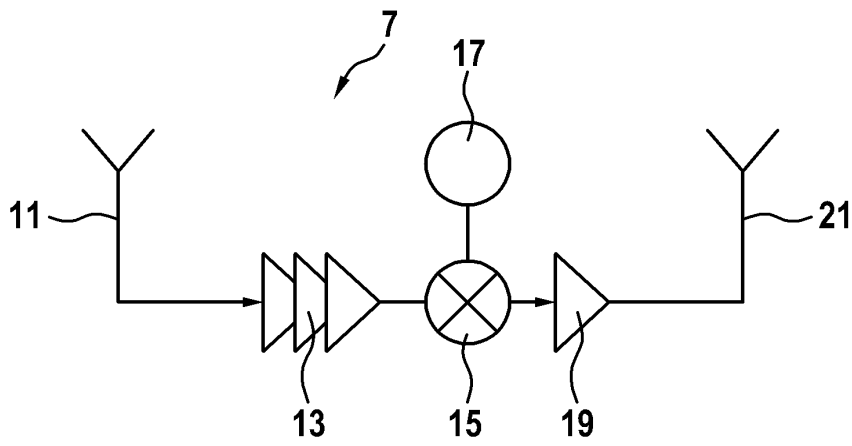


1

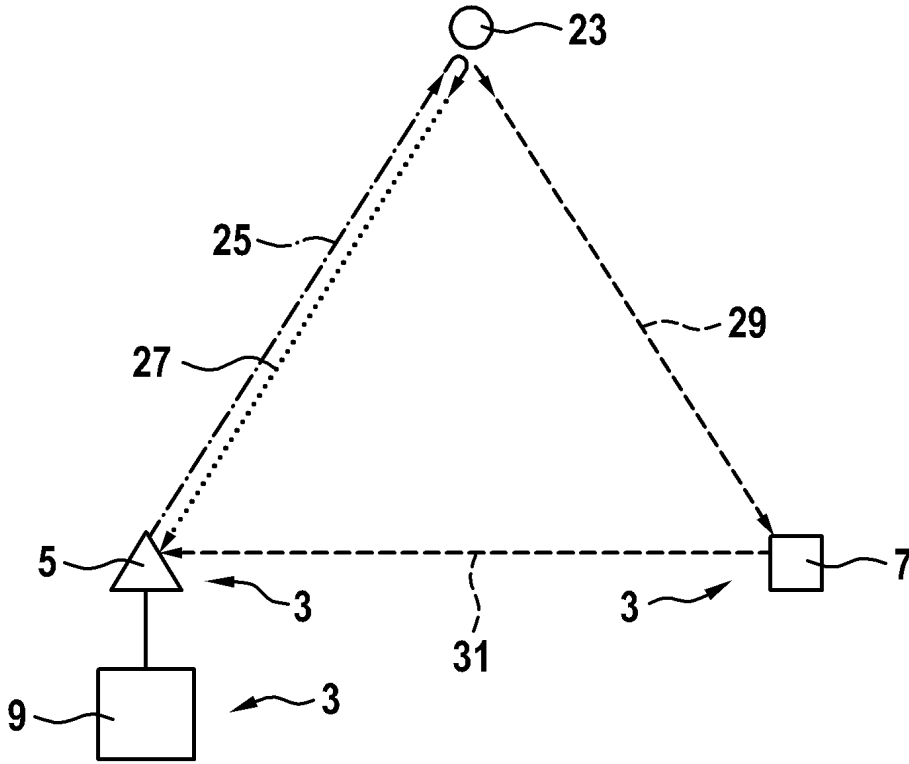
도면2



도면3



도면4



도면5

