



(10) **DE 10 2010 012 626 A1** 2011.09.29

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 012 626.8**

(22) Anmeldetag: **24.03.2010**

(43) Offenlegungstag: **29.09.2011**

(51) Int Cl.: **G01S 13/02 (2006.01)**

G01S 13/93 (2006.01)

G01S 7/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Valeo Schalter und Sensoren GmbH, 74321,
Bietigheim-Bissingen, DE**

(72) Erfinder:

Haberland, Udo, 71088, Holzgerlingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 10 2006 043953 A1

DE 10 2004 019651 A1

DE 103 43 331 A1

DE 103 16 637 A1

EP 0 740 166 B1

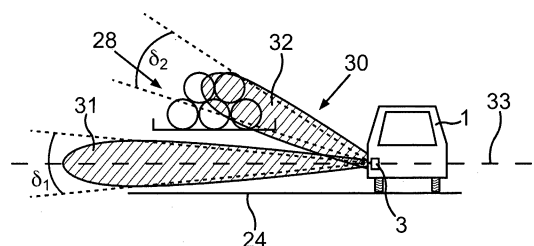
WO 01/06 276 A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kraftfahrzeug mit einer Radareinrichtung und Verfahren zum Betreiben einer Radareinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug (1) mit einer Radareinrichtung (3, 4), die dazu ausgelegt ist, ein in einem Erfassungsbereich (7, 8) der Radareinrichtung (3, 4) befindliches Objekt (25) zu erfassen, wobei der Erfassungsbereich (7, 8) durch einen Elevationswinkelbereich (δ_1 , δ_2) und einen Azimutwinkelbereich (α) definiert ist, wobei von dem Elevationswinkelbereich (δ_1 , δ_2) zumindest ein solcher Teilwinkelbereich (δ_1) mit umfasst ist, welcher in einem Winkelintervall von 15° bis 90° über einer zu dem Kraftfahrzeug (1) definierten Horizontalen (33) liegt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug mit einer Radareinrichtung, die dazu ausgelegt ist, ein in einem Erfassungsbereich der Radareinrichtung befindliches Objekt zu erfassen. Der Erfassungsbereich ist durch einen Elevationswinkelbereich und einen Azimutwinkelbereich definiert. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Radareinrichtung in einem Kraftfahrzeug, durch welche in einem Erfassungsbereich der Radareinrichtung befindliche Objekte erfasst werden.

[0002] Der Einsatz von Radareinrichtungen in Fahrerassistenzsystemen von Kraftfahrzeugen ist bereits aus dem Stand der Technik bekannt, nämlich beispielsweise aus der Druckschrift DE 10 2006 043 953 A1. Die Radareinrichtung erfasst sowohl einen Bereich seitlich des Kraftfahrzeugs – einen so genannten Totwinkelbereich –, als auch einen Bereich hinter dem Kraftfahrzeug. Es sind insgesamt zwei Radareinrichtungen an einem hinteren Stoßfänger des Kraftfahrzeugs angebracht, und die jeweiligen Erfassungsbereiche der Radareinrichtungen überlappen sich gegenseitig hinter dem Kraftfahrzeug. Die Radareinrichtungen können in ihren jeweiligen Erfassungsbereichen Objekte orten, nämlich insbesondere eine relative Position eines Objektes bezüglich des Kraftfahrzeugs, wie auch eine relative Geschwindigkeit des Objektes bezüglich des Kraftfahrzeugs bestimmen.

[0003] Radareinrichtungen für Kraftfahrzeuge sind außerdem aus den Druckschriften EP 0 740 166 B1, DE 10 2004 019 651 A1 sowie WO 01/06276 A1 bekannt. Im Gegenstand gemäß Druckschrift EP 0 740 166 B1 umfasst die Sensoreinrichtung eine Antennengruppe mit einer solchen Richtcharakteristik, deren Hauptkeule in Azimut-Richtung – das heißt in horizontaler Richtung – relativ breit und in Elevationsrichtung – das heißt in vertikaler Richtung – relativ schmal ist. Die Breite der Hauptkeule in Elevationsrichtung beträgt etwa 15°.

[0004] Vorliegend gilt das Interesse insbesondere der Überwachung des Totwinkelbereichs von Kraftfahrzeugen. Zu diesem Zwecke wurden bereits Radarsysteme, wie auch Verfahren entwickelt, bei denen eine Lösung aufgezeigt wurde, wie Objekte im Totwinkelbereich eines Kraftfahrzeugs zuverlässig detektiert und sogar klassifiziert werden können. Ein solches Radarsystem ist in der Druckschrift DE 10 2004 019 651 A1 beschrieben.

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Lösung aufzuzeigen, wie die Erfassung von Objekten in der Umgebung eines Kraftfahrzeugs der eingangs genannten Gattung – insbesondere in einem Totwinkelbereich – im Vergleich zum Stand der Technik verbessert werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1, wie auch durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 11 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche und der Beschreibung.

[0007] Bei einem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug ist eine Radareinrichtung dazu ausgelegt, ein in einem Erfassungsbereich der Radareinrichtung befindliches Objekt zu erfassen. Der Erfassungsbereich ist durch einen Elevationswinkelbereich und einen Azimutwinkelbereich definiert. Es ist von dem Elevationswinkelbereich zumindest ein solcher Teilwinkelbereich mit umfasst, welcher in einem Winkelintervall von 15° bis 90° über einer zu dem Kraftfahrzeug definierten Horizontalen liegt.

[0008] Also wird erfindungsgemäß durch die Radareinrichtung in vertikaler Richtung ein solcher Winkelbereich erfasst, welcher in einem Winkelintervall von 15° bis 90° über der Horizontalen umfasst ist. Mit anderen Worten kann die Radareinrichtung in den genannten Teilwinkelbereich – das heißt in Richtung schräg nach oben bezüglich des Kraftfahrzeugs – elektromagnetische Wellen einer solchen Stärke aussenden, die es erlaubt, in diesem Winkelbereich befindliche Objekte zu detektieren. In den Teilwinkelbereich kann durch die Radareinrichtung eine elektromagnetische Welle abgestrahlt werden, deren Leistung oberhalb eines vorbestimmten Wertes liegt, nämlich insbesondere bezüglich einer durch die Radareinrichtung in einer Hauptstrahlrichtung – zum Beispiel einer Hauptkeule – abgestrahlten Leistung. Dieser Wert kann zum Beispiel 15 dB geringer als die in die Hauptstrahlrichtung abgestrahlte Leistung sein.

[0009] Der Erfindung liegen mehrere Erkenntnisse zu Grunde: Sie beruht zunächst auf der Erkenntnis, dass im Stand der Technik die Lastkraftwagen nicht immer durch die Radareinrichtung detektiert werden können. Die Erfindung baut ferner auf der Erkenntnis auf, dass ein so genannter Unterfahrerschutz bei Lastkraftwagen nicht in allen Ländern gesetzlich vorgeschrieben ist. Die Erfindung baut weiterhin auf der Erkenntnis auf, dass sich ein solcher Unterfahrerschutz üblicherweise auf der Höhe der Radareinrichtung befindet, die beispielsweise an einem hinteren Stoßfänger angeordnet sein kann. Die Erfindung basiert des Weiteren auf der Erkenntnis, dass dann, wenn ein solcher Unterfahrerschutz bei einem Lastkraftwagen nicht vorhanden ist, eine durch die Radareinrichtung ausgesandte elektromagnetische Welle von diesem Lastkraftwagen nicht reflektiert wird und selbiger Lastkraftwagen somit durch die Radareinrichtung nicht detektiert werden kann. Der Erfindung liegt schließlich die Erkenntnis zu Grunde, das dies dadurch umgangen werden kann, dass die Radareinrichtung – insbesondere zusätzlich zu horizontal

ausgesandten elektromagnetischen Wellen – auch elektromagnetische Wellen in vertikaler Richtung in einem Winkelbereich aussendet, welcher in einem Winkelintervall von 15° bis 90° über der Horizontalen umfasst ist.

[0010] Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug hat demnach den Vorteil, dass die Radareinrichtung auch solche Objekte detektieren kann, die sich seitlich über dem Kraftfahrzeug befinden, nämlich etwa Lastkraftwagen ohne den Unterfahrschutz. Insbesondere können mit der Radareinrichtung solche Lastkraftwagen detektiert werden, bei denen ein relativ großer horizontaler Abstand zwischen der Zugmaschine und der letzten hinteren Achse gegeben ist und die Ladung erst ab einer Höhe von etwa 1,5 m über dem Boden aufliegt. Die Radareinrichtung des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs kann auch solche Lastkraftwagen detektieren und den Fahrer entsprechend warnen. Wird die Radareinrichtung zum Überwachen des Totwinkelbereichs eingesetzt, so entsteht somit – anders als im Stand der Technik – keine Unterbrechung eines Totwinkelalarms, und es kann die Sicherheit bei Spurwechsellvorgängen im Vergleich zum Stand der Technik erhöht werden. Es kann somit sichergestellt werden, dass eine zeitlich konstante Detektion eines Lastkraftwagens erfolgt.

[0011] Also umfasst der gesamte Elevationswinkelbereich einen solchen Teilwinkelbereich, welcher in einem Winkelintervall von 15° bis 90° über der Horizontalen liegt. Der untere Grenzwert dieses Winkelintervalls kann ein Wert aus der folgenden Menge sein: {15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40}.

[0012] Um eine zuverlässige Detektion einer Ladung eines Lastkraftwagens zu erzielen, kann der Teilwinkelbereich – der von dem gesamten Elevationswinkelbereich mit umfasst ist – in einem Winkelintervall von 30° bis 60° über der Horizontalen liegen. Auf diesem Wege gelingt es einerseits, einen Lastkraftwagen über seine gesamte Länge zu erfassen; andererseits wird der Elevationswinkelbereich nach oben begrenzt, so dass Interferenzen zwischen den Signalen der Radareinrichtung und Satellitensignalen auf ein Minimum reduziert werden können.

[0013] Zusätzlich zu dem Teilwinkelbereich, welcher in dem Winkelintervall von 15° bis 90° über der Horizontalen liegt, kann der gesamte Elevationswinkelbereich der Radareinrichtung auch einen weiteren Teilwinkelbereich mit umfassen, welcher in einem Winkelintervall von -10° bis +10° bezüglich der Horizontalen umfasst ist. Dann strahlt die Radareinrichtung auch elektromagnetische Wellen quasi in horizontaler Richtung ab. Die Radareinrichtung kann auf diesem Wege auch niedrigere Objekte – etwa Personenkraftwagen – detektieren, die sich auf der Höhe der Radareinrichtung befinden. Bei dieser Ausführungs-

form umfasst der Elevationswinkelbereich also einerseits einen Teilwinkelbereich aus dem Winkelintervall von -10° bis +10° und andererseits einen Teilwinkelbereich aus dem Winkelintervall von 15° bis 90°.

[0014] Die Radareinrichtung wird in dem Kraftfahrzeug bevorzugt zum Überwachen eines Totwinkelbereichs des Kraftfahrzeugs eingesetzt. In einer Ausführungsform umfasst somit der Azimutwinkelbereich zumindest einen Bereich des Totwinkelbereichs. Dies kann zum Beispiel so aussehen, dass die Radareinrichtung in horizontaler Richtung sowohl einen Bereich seitlich des Kraftfahrzeugs, als auch einen Bereich hinter dem Kraftfahrzeug erfasst. Ergänzend oder alternativ sind unterschiedlichste Anwendungen der Radareinrichtung in dem Kraftfahrzeug sinnvoll möglich. Zum Beispiel können durch die Radareinrichtung gewonnene Informationen zur Spurwechselassistentz und/oder zur Unfallfrüherkennung und/oder zur Abstandswarnung und/oder zur Spurverlassenswarnung und/oder für eine Einparkhilfe verwendet werden.

[0015] Hinsichtlich der technischen Realisierung des Erfassungsbereichs der Radareinrichtung sind unterschiedlichste Ausführungsformen vorgesehen: Die Radareinrichtung kann eine solche Antenneneinheit aufweisen, deren Richtcharakteristik in vertikaler Richtung eine mit einer Genauigkeit von 10° horizontal ausgerichtete Hauptkeule und eine Nebenkeule umfasst, die mit der Hauptkeule einen Winkel aus einem Winkelintervall von 10° bis 90°, insbesondere von 30° bis 60°, einschließt. Dies kann zum Beispiel auf eine solche Art und Weise erfolgen, dass die Antenneneinheit eine Vielzahl von einzelnen Antennenelementen umfasst, welche in einer Matrix (Array) angeordnet sind. Insbesondere kann die Antenneneinheit eine Mehrzahl von übereinander angeordneten Antennenreihen mit jeweils einer Mehrzahl von einzelnen Antennenelementen beinhalten. Über den Antennenreihen kann in vertikaler Richtung eine solche Phasenverteilung – vorzugsweise durch eine entsprechende feste Verdrahtung – eingestellt werden, welche für die genannte Richtcharakteristik einschließlich der Hauptkeule und der Nebenkeule sorgt. Es kann also ohne viel Aufwand erreicht werden, dass die Radareinrichtung sowohl niedrige Objekte, als auch solche Objekte detektieren kann, die sich über dem Kraftfahrzeug befinden, nämlich etwa Lastkraftwagen.

[0016] In einer Ausführungsform schließt die Nebenkeule mit der Hauptkeule einen Winkel von 45° ein.

[0017] Es kann zum Beispiel eine Sendeantenneneinheit der Radareinrichtung sein, deren Richtcharakteristik in vertikaler Richtung eine mit einer Genauigkeit von 10° horizontal ausgerichtete Hauptkeule und eine Nebenkeule umfasst, die mit der Hauptkeule einen Winkel aus einem Winkelintervall von 10°

bis 90°, insbesondere von 30° bis 60°, einschließt. Bei dieser Ausführungsform strahlt die Sendeantenneneinheit elektromagnetische Welle sowohl in diejenige Richtung, die durch die Hauptkeule vorgegeben ist, als auch in die Richtung, welche durch die Nebenkeule vorgegeben ist. Hinsichtlich einer Empfangsantenneneinheit können hier prinzipiell zwei Ausführungsformen vorgesehen sein: Die Empfangsantenneneinheit kann eine solche vertikale Richtcharakteristik aufweisen, welche der vertikalen Richtcharakteristik der Sendeantenneneinheit entspricht und somit eine Hauptkeule und eine Nebenkeule umfasst. Eine solche Vorgehensweise hat den Vorteil, dass die Empfangsantenneneinheit nur solche elektromagnetische Wellen empfangen kann, welche aus derjenigen Richtung ankommen, in welcher die Sendeantenneneinheit Signale aussendet. Die Empfangsantenneneinheit empfängt also lediglich die reflektierten, durch die Sendeantenneneinheit ausgesandten Signale. Alternativ kann die Richtcharakteristik der Empfangsantenneneinheit in vertikaler Richtung eine solche breite Hauptkeule aufweisen, durch welche der gesamte Elevationswinkelbereich erfasst werden kann. Eine solche Empfangsantenneneinheit kann auf technisch einfache Weise bereitgestellt werden.

[0018] Umfasst die Richtcharakteristik der Empfangsantenneneinheit der Radareinrichtung eine Hauptkeule und eine Nebenkeule, so gelten die oben genannten Alternativen entsprechend für die vertikale Richtcharakteristik der Sendeantenneneinheit: Die Sendeantenneneinheit kann dann eine solche vertikale Richtcharakteristik aufweisen, welche der Richtcharakteristik der Empfangsantenneneinheit entspricht und somit eine Hauptkeule und eine Nebenkeule umfasst. Alternativ kann die Richtcharakteristik der Sendeantenneneinheit eine solche breite Hauptkeule umfassen, durch welche der gesamte Elevationswinkelbereich erfasst werden kann.

[0019] Hinsichtlich der Leistungsverteilung zwischen der Hauptkeule und der Nebenkeule hat es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn ein Leistungsverhältnis der Hauptkeule zu der Nebenkeule kleiner als 20 dB ist. Vorzugsweise liegt das Leistungsverhältnis der Hauptkeule zu der Nebenkeule in einem Wertebereich von 10 dB bis 15 dB. Auf diesem Wege gelingt es einerseits, schräg über dem Kraftfahrzeug befindliche Objekte erfassen zu können; andererseits wird die Reichweite der Radareinrichtung in Richtung der Hauptkeule nicht wesentlich beeinflusst.

[0020] Es kann vorgesehen sein, dass die Nebenkeule der Richtcharakteristik der Antenneneinheit – sei es der Sende- und/oder der Empfangsantenneneinheit – bedarfsabhängig zuschaltbar ist. Dies kann beispielsweise derart erfolgen, dass ein oder mehrere Antennenelemente der Antenneneinheit bedarfsgerecht zu- oder abgeschaltet werden. Bei dieser

Ausführungsform wird die Nebenkeule also nur dann erzeugt, wenn es tatsächlich erforderlich ist.

[0021] Gemäß einer Alternative können insgesamt zwei Sendeantenneneinheiten eingesetzt werden, deren jeweilige Richtcharakteristiken lediglich eine Hauptkeule und keine Nebenkeulen umfassen. Die Hauptkeulen der Richtcharakteristiken der beiden Sendeantenneneinheiten können dann einen Winkel aus einem Winkelintervall von 10° bis 90°, insbesondere von 30° bis 60°, einschließen. Zum Beispiel können Hauptkeulen der Richtcharakteristiken der beiden Sendeantenneneinheiten einen Winkel von etwa 45° einschließen. Bei dieser Ausführungsform können also zwei vorhandene, herkömmliche Sendeantenneneinheiten verwendet werden, um einen verbesserten Erfassungsbereich in vertikaler Richtung zu erzielen.

[0022] Gemäß einer weiteren Alternative kann sowohl die vertikale Richtcharakteristik der Sendeantenneneinheit, als auch die der Empfangsantenneneinheit eine solche breite Hauptkeule umfassen, durch welche jeweils der gesamte Elevationswinkelbereich erfasst werden kann. Zwar muss bei dieser Ausführungsform mit einer verstärkten Detektion des Bodenechos gerechnet werden; diese Ausführungsform ist jedoch technisch besonders einfach zu realisieren. Es müssen lediglich eine Sendeantenneneinheit und eine Empfangsantenneneinheit mit jeweils einem breiten vertikalen Antennendiagramm bereitgestellt werden, und die Radareinrichtung kann sowohl niedrige als auch höhere Objekte detektieren.

[0023] Gemäß einer noch weiteren Alternative ist vorgesehen, dass eine Antenneneinheit der Radareinrichtung – sei diese die Sendeantenneneinheit und/oder die Empfangsantenneneinheit – eine solche Richtcharakteristik aufweist, deren Hauptkeule in vertikaler Richtung elektronisch schwenkbar ist. Bei dieser Ausführungsform kann auf eine Nebenkeule verzichtet werden. Dies kann zum Beispiel so aussehen, dass die Empfangsantenneneinheit ein breites vertikales Antennendiagramm aufweist, während die Hauptkeule der Richtcharakteristik der Sendeantenneneinheit in vertikaler Richtung elektronisch schwenkbar ist. Es kann zum Beispiel eine Steuereinrichtung bereitgestellt werden, die dazu ausgelegt ist, eine Phasenverteilung über der Sendeantenneneinheit zu steuern und auf diesem Wege die Hauptkeule vertikal zu schwenken.

[0024] Es wird bevorzugt ein Dauerstrichradar als Radareinrichtung verwendet, welcher zum Abstrahlen einer frequenzmodulierten kontinuierlichen elektromagnetischen Welle ausgebildet ist (auch unter der Bezeichnung FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave)-Radar bekannt). Mit einer solchen Radareinrichtung gelingt es, die Entfernung eines Objektes von selbiger Radareinrichtung zu bestimm-

men, wie auch die relative Geschwindigkeit des Objekts bezüglich der Radareinrichtung sowie die relative Position. Die Radareinrichtung kann einen Empfänger umfassen, mit welchem die Empfangsantenneneinheit gekoppelt ist. Ein solcher Empfänger kann zum Beispiel einen Mischer, einen Tiefpassfilter, einen rauscharmen Verstärker sowie einen Analog-Digital-Wandler umfassen. Die durch die Empfangsantenneneinheit empfangenen Signale werden dann im Empfänger in das Basisband herabgemischt, tiefpass-gefiltert und analog-digital-gewandelt beziehungsweise diskretisiert.

[0025] Wie bereits ausgeführt, wird bei der Radareinrichtung bevorzugt eine separate Sendeantenneneinheit – sei diese eine einzelne Sendeantenne oder eine Sendeantennengruppe (Array) – verwendet. Die Sendeantenneneinheit kann mittels eines lokalen Oszillators zur Erzeugung eines Sendesignals gespeist werden. Das Sendesignal kann auch dem Mischer im Empfänger zugeführt werden, um die empfangenen Signale in das Basisband herabzumischen. Die Sendeantenneneinheit kann zumindest in horizontaler Richtung phasengesteuert werden, um so insgesamt einen relativ breiten Azimutwinkelbereich mit einer schmalen Hauptkeule der Richtcharakteristik in horizontaler Richtung erfassen zu können.

[0026] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben einer Radareinrichtung in einem Kraftfahrzeug werden durch selbige Radareinrichtung in ihrem Erfassungsbereich befindliche Objekte erfasst. Der Erfassungsbereich ist durch einen Elevationswinkelbereich und einen Azimutwinkelbereich definiert. Die Radareinrichtung erfasst in vertikaler Richtung einen solchen Teilwinkelbereich, welcher in einem Winkelintervall von 15° bis 90° über einer zu dem Kraftfahrzeug definierten Horizontalen umfasst ist.

[0027] Die mit Bezug auf das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug vorgestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend für das erfindungsgemäße Verfahren.

[0028] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figurenbeschreibung. Alle vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar.

[0029] Die Erfindung wird nun anhand einzelner bevorzugter Ausführungsbeispiele, wie auch unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

[0030] Es zeigen:

[0031] [Fig. 1](#) in schematischer Darstellung eine Draufsicht auf ein Kraftfahrzeug gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

[0032] [Fig. 2](#) ein Blockschaltbild einer Radareinrichtung, wie sie in dem Kraftfahrzeug gemäß [Fig. 1](#) eingesetzt wird;

[0033] [Fig. 3](#) in schematischer Darstellung eine Draufsicht auf eine Verkehrssituation mit dem Kraftfahrzeug gemäß [Fig. 1](#); und

[0034] [Fig. 4](#) in schematischer Darstellung eine vertikale Richtcharakteristik einer Antenneneinheit der Radareinrichtung.

[0035] In den Fig. werden gleiche und funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0036] Ein in [Fig. 1](#) dargestelltes Kraftfahrzeug **1** umfasst eine Fahrerassistenzeinrichtung **2**, die den Fahrer beim Führen des Kraftfahrzeugs **1** unterstützt. Die Fahrerassistenzeinrichtung **2** kann beispielsweise ein Überwachungssystem für den Totwinkel und/oder ein Unfallfrüherkennungssystem, insbesondere für die Auffahrunfälle von hinten, und/oder ein ACC (Adaptive Cruise Control)-System sein. Die Fahrerassistenzeinrichtung **2** umfasst eine erste Radareinrichtung **3** sowie eine zweite Radareinrichtung **4**. Die erste Radareinrichtung **3** ist in einer linken Ecke eines hinteren Stoßfängers und die zweite Radareinrichtung **4** in einer rechten Ecke desselben Stoßfängers angeordnet. Die erste und die zweite Radareinrichtung **3, 4** sind mit einer Steuereinrichtung **5** gekoppelt. Die Steuereinrichtung **5** kann zum Beispiel einen für die erste und die zweite Radareinrichtung **3, 4** gemeinsamen Mikrocontroller **6** sowie einen digitalen Signalprozessor umfassen. Alternativ können zwei Mikrocontroller **6** und/oder zwei digitale Signalprozessoren vorgesehen sein, die zum Beispiel über einen im Kraftfahrzeug **1** vorhandenen Kommunikationsbus miteinander kommunizieren.

[0037] Die erste Radareinrichtung **3** erfasst einen Erfassungsbereich **7**. Der Erfassungsbereich **7** ist in horizontaler Richtung durch einen Azimutwinkelbereich α definiert, welcher in [Fig. 1](#) durch zwei Linien **7a, 7b** begrenzt ist. In vertikaler Richtung (in [Fig. 1](#) nicht dargestellt) ist der Erfassungsbereich **7** durch einen Elevationswinkelbereich definiert. Wie aus [Fig. 1](#) hervorgeht, erstreckt sich der Azimutwinkelbereich α ununterbrochen zwischen den Linien **7a, 7b**.

[0038] Entsprechend weist die zweite Radareinrichtung **4** einen Erfassungsbereich **8** auf, welcher durch einen entsprechenden Azimutwinkelbereich α sowie einen Elevationswinkelbereich definiert ist. Der Azi-

mutwinkelbereich α ist durch zwei Linien **8a**, **8b** begrenzt.

[0039] Die Azimutwinkelbereiche α betragen im Ausführungsbeispiel etwa 170° . Die Erfassungsbereiche **7**, **8** der Radareinrichtungen **3**, **4** überschneiden sich, so dass ein Überlappungsbereich **9** gegeben ist. Der Überlappungsbereich **9** ist durch die Linien **7b**, **8b** winkelig begrenzt. Im Ausführungsbeispiel beträgt ein Öffnungswinkel β des Überlappungsbereichs **9** etwa 70° .

[0040] In ihren jeweiligen Erfassungsbereichen **7**, **8** können die Radareinrichtungen **3**, **4** Objekte orten. Insbesondere können die Radareinrichtungen **3**, **4** eine Entfernung eines Objektes von der jeweiligen Radareinrichtung **3**, **4**, einen Zielwinkel sowie eine relative Geschwindigkeit eines Objektes bezüglich des Kraftfahrzeugs **1** bestimmen. Wie aus [Fig. 1](#) hervorgeht, umfassen die Erfassungsbereiche **7**, **8** der Radareinrichtungen **3**, **4** auch die jeweiligen Totwinkelbereiche des Kraftfahrzeugs **1**, das heißt solche Bereiche, die durch den Fahrer weder im Innenspiegel noch im Außenspiegel einsehbar ist.

[0041] [Fig. 2](#) zeigt ein Blockschaltbild einer einzelnen Radareinrichtung **3**, **4** einschließlich der Steuereinrichtung **5**. Die Radareinrichtung **3**, **4** umfasst eine Sendeantenneneinheit **13**, die eine Antennengruppe bzw. Antennenmatrix (Array) sein kann. Die Sendeantenneneinheit **13** kann beispielsweise eine Mehrzahl von Patch-Antennen umfassen. Die Sendeantenneneinheit **13** wird über eine Speiseschaltung **14** gespeist. Die Sendeantenneneinheit **13** wird mit Hilfe eines lokalen Oszillators **15** gespeist, welcher ein Sendesignal S_0 erzeugt. Dieses Sendesignal S_0 ist eine frequenzmodulierte elektromagnetische Welle, deren Frequenz im Ausführungsbeispiel einen sägezahnförmigen Verlauf aufweist. Also ist das Sendesignal S_0 frequenzmoduliert; seine Frequenz verläuft periodisch zwischen einem ersten Wert von zum Beispiel 23,8 GHz und einem zweiten Wert von zum Beispiel 24,2 GHz. Die mittlere Frequenz des Sendesignals S_0 beträgt im Ausführungsbeispiel 24 GHz.

[0042] Der lokale Oszillator **15** wird durch die Steuereinrichtung **5** angesteuert. Der Oszillator **15** ist zum Beispiel ein spannungsgesteuerter Oszillator (Voltage Controlled Oszillator), welcher das Sendesignal S_0 mit einer solchen Frequenz erzeugt, die abhängig von der Amplitude einer von der Steuereinrichtung **5** an dem Oszillator **15** bereitgestellten Gleichspannung ist.

[0043] Die Radareinrichtung **3**, **4** umfasst außerdem einen Empfänger **16**. Der Empfänger **16** umfasst eine Empfangsantenneneinheit **17**, die im Ausführungsbeispiel eine Vielzahl von Patch-Antennen umfassen kann. Die Empfangsantenneneinheit **17** kann ebenfalls eine zweidimensionale Antennenmatrix (Array)

sein. Die Empfangsantenneneinheit **17** ist mit einer Speiseschaltung **18** gekoppelt. Die Speiseschaltung **18** stellt ein Signal S_E bereit, welches ein Empfangssignal ist. Das empfangene Signal S_E wird mit Hilfe eines rauscharmen Verstärkers **19** (Low Noise Amplifier) verstärkt, mit Hilfe eines Mixers **20** herabgemischt, mit Hilfe eines Tiefpass-Filters **21** tiefpass-gefiltert und mittels eines Analog-Digital-Wandlers **22** analog-digital-gewandelt. Zum Herabmischen des empfangenen Signals S_E wird das Sendesignal S_0 verwendet; das Sendesignal S_0 wird an den Mixer **20** geführt, nämlich beispielsweise mit Hilfe eines Richtkopplers. Das empfangene digitale Signal S_E wird dann mit Hilfe der Steuereinrichtung **5** verarbeitet. Aus dem Signal S_E bestimmt die Steuereinrichtung **5** zum Beispiel die Entfernung des Objektes, seine relative Geschwindigkeit, wie auch einen Zielwinkel. Abhängig von dem empfangenen Signal S_E kann die Steuereinrichtung **5** auch im Totwinkelbereich des Kraftfahrzeugs **1** befindliche Objekte klassifizieren; insbesondere kann die Steuereinrichtung **5** zwischen Personenkraftwagen und Lastkraftwagen unterscheiden, wie auch zwischen überholenden und überholten Fahrzeugen.

[0044] [Fig. 2](#) ist eine Prinzipdarstellung der Radareinrichtung **3**, **4** und zeigt somit lediglich schematisch die Funktionsweise der Radareinrichtung **3**, **4**. Zum Beispiel kann die Radareinrichtung **3**, **4** auch weitere Empfänger **16** mit jeweils einer Empfangsantenneneinheit **17** beinhalten; die Radareinrichtung **3**, **4** kann gleichfalls mehrere Sendeantenneneinheiten **13** beinhalten. Also ist die Radareinrichtung **3**, **4** in [Fig. 2](#) lediglich beispielhaft abgebildet.

[0045] In [Fig. 3](#) ist eine Draufsicht auf eine Verkehrssituation gezeigt, bei welcher das Kraftfahrzeug **1** gemäß [Fig. 1](#) beteiligt ist. Das Kraftfahrzeug **1** befindet sich auf einer rechten Spur **23** einer Straße **24**, zum Beispiel einer zweispurigen Autobahn. Das Kraftfahrzeug **1** wird durch einen Lastkraftwagen **25** überholt, welcher sich auf einer linken Spur **26** der Straße **24** befindet. Der Lastkraftwagen **25** umfasst eine Zugmaschine **27**, wie auch einen Auflieger bzw. eine Ladung **28**.

[0046] In [Fig. 3](#) ist des Weiteren ein linker Totwinkelbereich **29** des Kraftfahrzeugs **1** abgebildet. Also befindet sich ein Teil der Ladung **28** des Lastkraftwagens **25** im Totwinkelbereich **29**; dieser Teil kann durch den Fahrer des Kraftfahrzeugs **1** weder im Innenspiegel noch im Außenspiegel gesehen werden. Hier zeigt sich – wie nachstehend geschildert – die Radareinrichtung **3** besonders vorteilhaft: In [Fig. 4](#) ist selbige Verkehrssituation gemäß [Fig. 3](#) dargestellt, jedoch von hinten. Gezeigt ist das Kraftfahrzeug **1** mit der Radareinrichtung **3**. Von dem Lastkraftwagen **25** ist lediglich die Ladung **28** dargestellt. Wie aus [Fig. 4](#) hervorgeht, befindet sich die Ladung **28** deutlich über der Straße **24**, etwa auf einer Höhe von 1,5 m.

[0047] [Fig. 4](#) zeigt außerdem ein vertikales Antennendiagramm bzw. eine vertikale Richtcharakteristik **30** einer Antenneneinheit der Radareinrichtung **3**. Im Ausführungsbeispiel ist die Richtcharakteristik **30** diejenige der Sendeantenneneinheit **13** gemäß [Fig. 2](#). Die Richtcharakteristik **30** umfasst eine Hauptkeule **31**, wie auch eine Nebenkeule **32**. Die in Richtung der Nebenkeule **32** abgestrahlte Leistung ist im Ausführungsbeispiel um etwa 10 dB bis 15 dB geringer als die in Richtung der Hauptkeule **31** abgestrahlte Leistung. Mit anderen Worten liegt ein Leistungsverhältnis der Hauptkeule **31** zu der Nebenkeule **32** in einem Wertebereich von 10 dB bis 15 dB und kann beispielsweise 13 dB betragen.

[0048] Die Hauptkeule **31** der Richtcharakteristik **30** ist im Wesentlichen horizontal ausgerichtet. Dies bedeutet, dass die Hauptstrahlrichtung der Hauptkeule **31** mit einer zum Kraftfahrzeug **1** definierten Horizontalen **33** bzw. mit einer Erstreckungsrichtung der Straße **24** zusammenfällt. Eine Breite der Hauptkeule **31** in vertikaler Richtung bzw. in Elevationsrichtung kann beispielsweise in einem Wertebereich von 5° bis 15° liegen.

[0049] Die Nebenkeule **32** ist im Ausführungsbeispiel schräg nach oben ausgerichtet und erfasst die Ladung **28** des Lastkraftwagens **25**. Die Nebenkeule **32** kann mit der Hauptkeule **31** einen Winkel aus einem Wertebereich von 10° bis 90°, insbesondere von 30° bis 60°, einschließen. Beispielsweise sie hier ein Winkel von etwa 40° genannt. Im Beispiel schließt also die Hauptstrahlrichtung der Nebenkeule **32** mit der Horizontalen **33** einen Winkel aus einem Wertebereich von 30° bis 60° ein.

[0050] Wie bereits ausgeführt, ist der Erfassungsbereich **7** (siehe [Fig. 1](#)) der Radareinrichtung **3** einerseits durch den Azimutwinkelbereich α und andererseits durch einen Elevationswinkelbereich definiert. Der Erfassungsbereich **7** hängt somit von der jeweiligen Breite und der jeweiligen Ausrichtung der Hauptkeule **31** und der Nebenkeule **32** in vertikaler Richtung. Die Breite der Nebenkeule **32** in vertikaler Richtung kann ebenfalls in einem Wertebereich von 5° bis 15° liegen. Beispielsweise kann diese Breite 10° betragen. Der gesamte Elevationswinkelbereich der Radareinrichtung **3** beinhaltet somit einerseits einen Teilwinkelbereich δ_1 , welcher durch die Hauptkeule **31** erfasst wird, wie auch einen zweiten Teilwinkelbereich δ_2 , welcher durch die Nebenkeule **32** erfasst wird, nämlich bezüglich der Horizontalen **33**. Die Hauptkeule **31** erfasst im Ausführungsbeispiel den Teilwinkelbereich δ_1 von etwa -5° bis +5° bezüglich der Horizontalen **33**. Dieser Teilwinkelbereich δ_1 hängt unmittelbar von der Breite der Hauptkeule **31** in vertikaler Richtung ab. Entsprechend erfasst die Nebenkeule **32** einen Teilwinkelbereich δ_2 von etwa 35° bis 45° über der Horizontalen **33**. Dieser Teilwinkelbereich δ_2 hängt unmittelbar von der Breite der Ne-

benkeule **32** in vertikaler Richtung ab, wie auch von ihrer Ausrichtung.

[0051] Also ist der Teilwinkelbereich δ_2 insgesamt in einem Winkelintervall von 15° bis 90° über der Horizontalen **33** umfasst, im Ausführungsbeispiel sogar in einem Winkelintervall von 30° bis 60°.

[0052] Der gesamte Elevationswinkelbereich $\delta_1 + \delta_2$ des Erfassungsbereich **7** der Radareinrichtung **3** beinhaltet somit die beiden Teilwinkelbereiche δ_1 , δ_2 . Dies bedeutet, dass die Radareinrichtung **3** in diesem Elevationswinkelbereich – also im Teilwinkelbereich δ_1 und im Teilwinkelbereich δ_2 – befindliche Objekte detektieren kann. In die Teilwinkelbereiche δ_1 , δ_2 wird nämlich durch die Radareinrichtung **3** im Ausführungsbeispiel eine elektromagnetische Welle abgestrahlt, deren Leistung oberhalb eines vorbestimmten Wertes liegt. Dieser Wert kann zum Beispiel 20 dB geringer als die in die Hauptstrahlrichtung der Hauptkeule **31** abgestrahlte Leistung sein.

[0053] In einer Ausgestaltung kann die Nebenkeule **32** nur bei Bedarf zugeschaltet werden. Dies kann zum Beispiel durch zu- oder abschalten eines oder mehrerer Antennenelemente der Sendeantenneneinheit **13** erreicht werden.

[0054] Bezüglich einer in den Figuren nicht dargestellten vertikalen Richtcharakteristik der Empfangsantenneneinheit **17** der Radareinrichtung **3** sind prinzipiell zwei Ausführungsformen vorgesehen. Die Empfangsantenneneinheit **17** kann in vertikaler Richtung nur eine, jedoch relativ breite Hauptkeule umfassen, die sowohl den Teilwinkelbereich δ_1 als auch den Teilwinkelbereich **62** erfasst. Alternativ kann die Richtcharakteristik der Empfangsantenneneinheit **17** in vertikaler Richtung der Richtcharakteristik **30** der Sendeantenneneinheit **13** entsprechen. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Sendeantenneneinheit **13** eine Richtcharakteristik mit einer einzigen breiten Hauptkeule aufweist, während die Empfangsantenneneinheit **17** eine Richtcharakteristik aufweist, wie sie in [Fig. 4](#) abgebildet ist.

[0055] Die Richtcharakteristiken der Antenneneinheiten **13**, **17** der Radareinrichtung **4** entsprechen den Richtcharakteristiken der Antenneneinheiten **13**, **17** der Radareinrichtung **3**.

[0056] Für die Generierung der vertikalen Richtcharakteristik **30**, wie sie in [Fig. 4](#) dargestellt ist, wird die Phase und die Amplitude der Speisesignale einzelner Antennenelemente der Sendeantenneneinheit **13** entsprechend eingestellt. Dies erfolgt durch die Speiseschaltung **14** gemäß [Fig. 2](#). Bevorzugt sind die jeweilige Phase und die jeweilige Amplitude der Speisesignale der einzelnen Antennenelemente durch vorgegebene Wellenleitungen der Speiseschaltung **14** fest eingestellt. In horizontaler Richtung kann hin-

gegen die Amplitude und die Phase der Speisesignale einzelner Antennenelemente der Sendeantenneneinheit **13** elektronisch gesteuert werden, um mit einer in horizontaler Richtung relativ schmalen Hauptkeule den gesamten Azimutwinkelbereich α gemäß **Fig. 1** zu erfassen. Dabei wird bevorzugt sowohl die Hauptkeule **31** als auch die Nebenkeule **32** in horizontaler Richtung mit geschwenkt.

[0057] Wie aus **Fig. 4** hervorgeht, gelingt es mit einer solchen vertikalen Richtcharakteristik **30** der Radareinrichtung **3**, den Lastkraftwagen **25** auch dann zu erfassen, wenn er über keinen Unterfahrschutz verfügt. Im Stand der Technik konnte ein solcher Lastkraftwagen **25** durch lediglich die Hauptkeule **31** nicht erfasst werden. Durch Einsatz der Nebenkeule **32** kann nun die Ladung **28** immer zuverlässig detektiert werden, und der Lastkraftwagen **25** kann auch dann durch die Radareinrichtung **3** erfasst werden, wenn er über keinen Unterfahrschutz verfügt.

[0058] Die Erfindung ist nicht auf das oben gezeigte Ausführungsbeispiel beschränkt. Insbesondere kann der Erfassungsbereich **7, 8** der Radareinrichtungen **3, 4** in vertikaler Richtung – also der jeweilige Elevationswinkelbereich $\delta_1 + \delta_2$ – auch auf eine andere Art und Weise technisch realisiert werden. Zum Beispiel kann an Stelle der asymmetrischen vertikalen Richtcharakteristik **30** – wie in **Fig. 4** abgebildet – auch eine symmetrische Richtcharakteristik **30** erzeugt werden, nämlich mit einer Nebenkeule **32** nach oben und einer Nebenkeule nach unten. Eine solche Vorgehensweise mag technisch einfacher sein, jedoch ergibt sich bei einem symmetrischen Antennendiagramm das Problem eines erhöhten Bodenechos. Eine weitere Alternative besteht in einem gezielten vertikalen Schwenken einer einzigen Hauptkeule **31** der Radareinrichtung **3**. Statt einer Nebenkeule **32** der Sendeantenneneinheit **13** zu verwenden, kann auch eine weitere Sendeantenneneinheit **13** eingesetzt werden. Diese zusätzliche Sendeantenneneinheit **13** kann derart ausgerichtet werden, dass ihre Hauptkeule **31** in Richtung der Nebenkeule **32** zeigt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102006043953 A1 [[0002](#)]
- EP 0740166 B1 [[0003](#), [0003](#)]
- DE 102004019651 A1 [[0003](#), [0004](#)]
- WO 01/06276 A1 [[0003](#)]

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug (1) mit einer Radareinrichtung (3, 4), die dazu ausgelegt ist, ein in einem Erfassungsbereich (7, 8) der Radareinrichtung (3, 4) befindliches Objekt (25) zu erfassen, wobei der Erfassungsbereich (7, 8) durch einen Elevationswinkelbereich (δ_1 , δ_2) und einen Azimutwinkelbereich (α) definiert ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass von dem Elevationswinkelbereich (δ_1 , δ_2) zumindest ein solcher Teilwinkelbereich (δ_2) mit umfasst ist, welcher in einem Winkelintervall von 15° bis 90° über einer zu dem Kraftfahrzeug (1) definierten Horizontalen (33) liegt.

2. Kraftfahrzeug (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilwinkelbereich (δ_2) in einem Winkelintervall von 30° bis 60° über der Horizontalen (33) umfasst ist.

3. Kraftfahrzeug (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass von dem Elevationswinkelbereich (δ_1 , δ_2) zusätzlich ein weiterer Teilwinkelbereich (δ_1) mit umfasst ist, welcher in einem Winkelintervall von -10° bis 10° bezüglich der Horizontalen (33) liegt.

4. Kraftfahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Azimutwinkelbereich (α) zumindest einen Bereich eines Totwinkelbereichs (29) umfasst.

5. Kraftfahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Radareinrichtung (3, 4) eine Antenneneinheit (13, 17) aufweist, deren Richtcharakteristik (30) in vertikaler Richtung eine mit einer Genauigkeit von 10° horizontal ausgerichtete Hauptkeule (31) und eine Nebenkeule (32) umfasst, die mit der Hauptkeule (31) einen Winkel aus einem Winkelintervall von 10° bis 90° , insbesondere von 30° bis 60° , einschließt.

6. Kraftfahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Radareinrichtung (3, 4) eine Sendeantenneneinheit (13) zum Senden elektromagnetischer Wellen (S_0) aufweist, deren Richtcharakteristik (30) in vertikaler Richtung eine mit einer Genauigkeit von 10° horizontal ausgerichtete Hauptkeule (31) und eine Nebenkeule (32) umfasst, die mit der Hauptkeule (31) einen Winkel aus einem Winkelintervall von 10° bis 90° , insbesondere von 30° bis 60° , einschließt.

7. Kraftfahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Radareinrichtung (3, 4) eine Empfangsantenneneinheit (17) aufweist, deren Richtcharakteristik (30) in vertikaler Richtung eine mit einer Genauigkeit von 10° horizontal ausgerichtete Hauptkeule (31) und eine Nebenkeule (32) umfasst, die mit der Hauptkeule

(31) einen Winkel aus einem Winkelintervall von 10° bis 90° , insbesondere von 30° bis 60° , einschließt.

8. Kraftfahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Leistungsverhältnis der Hauptkeule (31) zu der Nebenkeule (32) in einem Wertebereich von 10 dB bis 15 dB liegt.

9. Kraftfahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Nebenkeule (32) der Richtcharakteristik (30) durch Zu- oder Abschalten einzelner Antennenelemente der Antenneneinheit (13, 17) aktivierbar bzw. deaktivierbar ist.

10. Kraftfahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Radareinrichtung (3, 4) eine Empfangsantenneneinheit (17) aufweist, deren Richtcharakteristik (30) in vertikaler Richtung eine Hauptkeule (31) umfasst, durch welche der gesamte Elevationswinkelbereich (δ_1 , δ_2) erfassbar ist.

11. Verfahren zum Betreiben einer Radareinrichtung (3, 4) in einem Kraftfahrzeug (1), durch welche in einem Erfassungsbereich (7, 8) der Radareinrichtung (3, 4) befindliche Objekte (25) erfasst werden, wobei der Erfassungsbereich (7, 8) durch einen Elevationswinkelbereich (δ_1 , δ_2) und einen Azimutwinkelbereich (α) definiert ist, dadurch gekennzeichnet, dass von dem Elevationswinkelbereich (δ_1 , δ_2) zumindest ein solcher Teilwinkelbereich (δ_2) mit umfasst ist, welcher in einem Winkelintervall von 15° bis 90° über einer zu dem Kraftfahrzeug (1) definierten Horizontalen (33) liegt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

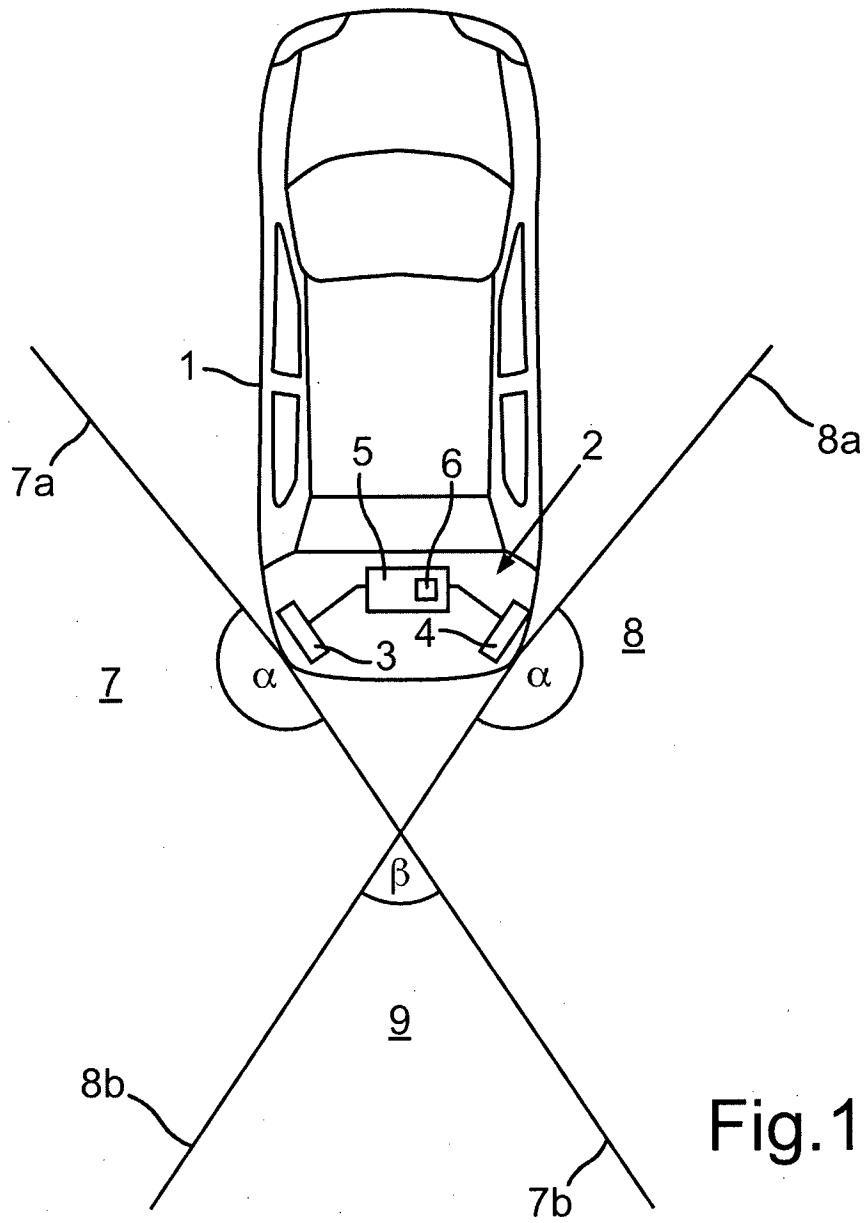


Fig.1

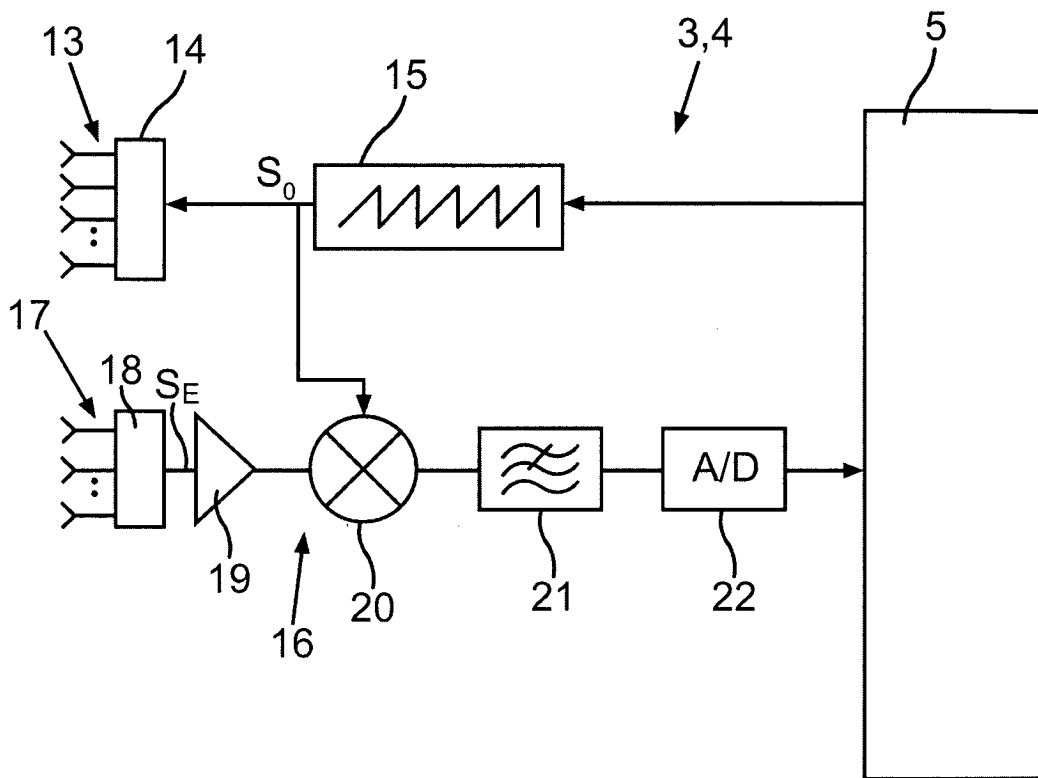


Fig.2

