



(10) **DE 10 2013 018 753 A1** 2014.06.18

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 018 753.2**  
(22) Anmeldetag: **08.11.2013**  
(43) Offenlegungstag: **18.06.2014**

(51) Int Cl.: **G01S 13/93 (2006.01)**  
**G01S 13/87 (2006.01)**  
**G01S 7/40 (2006.01)**  
**B60W 30/06 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Dickmann, Jürgen, Dr.-Ing., 89079, Ulm, DE;**  
**Fischer, Christoph, Dipl.-Ing., 89075, Ulm, DE;**  
**Hackbarth, Thomas, Dr.-Ing., 89134, Blaustein,**

**DE; Hahn, Markus, Dr.- Ing., 89075, Ulm, DE;**  
**Klappstein, Jens, Dr. rer. nat., 89075, Ulm, DE;**  
**Muntzinger, Marc, Dr.-Ing., 89073, Ulm, DE; Sailer,**  
**Alfons, 89250, Senden, DE; Steinemann, Philipp,**  
**M.Sc., 72770, Reutlingen, DE**

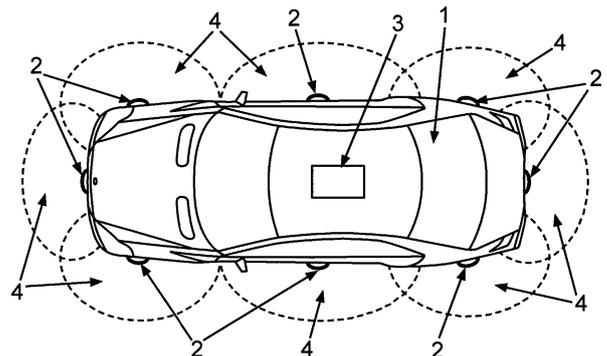
Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Radarsensoranordnung zur Umgebungsüberwachung für ein Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Radarsensoranordnung zur Umgebungsüberwachung für ein Fahrzeug 1 mit

– mehreren Radarsensoren 2, die jeweils eine Sendeeinheit zur Ausstrahlung von Radarsignalen und eine Empfangseinheit zum Empfang von an wenigstens einem Gegenstand innerhalb der Ausstrahlungsbereiche reflektierten Radarsignalen aufweisen, und  
– einer Ansteuer-Einrichtung 3 zum Ansteuern der Radarsensoren 2 dadurch gekennzeichnet, dass die Radarsensoren 2 durch die Ansteuer-Einrichtung 3 individuell ansteuerbar sind, derart dass verschiedene Erfassungsbereiche 4 mit unterschiedlich ausgeprägten Redundanzbereichen realisierbar sind.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Radarsensoranordnung zur Umgebungsüberwachung für ein Fahrzeug.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind bereits verschiedene Radarsensoranordnungen zur Umgebungsüberwachung für ein Fahrzeug bekannt.

**[0003]** So beschreibt beispielsweise die US 5,646,613 ein System zur Minimierung eines Unfallschadens an einem Automobil unter Verwendung von Strahlungsenergie-Detektoren und extern eingesetzten Airbags für eine Unterstützung für eine Schadensreduzierung bei Automobil-Kollisionen. Dieses System beinhaltet Strahlungsenergie-Detektoren, wie beispielsweise Radar, mit Sendern und Empfängern, einen Computer und energieabsorbierende Aufblasvorrichtungen, wie Airbags. Wahlweise kann das System dazu eingerichtet sein, Warnungen und Fahrzeug-Steuerungsfunktionen, wie Bremsen und Freigeben des Antriebsstrangs bereitzustellen. Eine Verbindung mit dem Armaturenbrett ermöglicht es dem Computer, die Geschwindigkeit, Lenk- und andere Bedingungen des Automobils festzustellen, während die Strahlungsenergie-Detektoren dem Computer Informationen zu dem Objekt (z. B. ein anderes Fahrzeug, Fußgänger oder unbelebter Gegenstand) der drohenden Kollision zur Verfügung stellen. Der Computer wird unter Verwendung der zur Verfügung gestellten Informationen bestimmen, zu welchem Zeitpunkt eine darauffolgende Kollision auftreten wird und ein minimal zulässiges Zeitfenster zum Auslösen der Aufblasvorrichtung festsetzen. Die Aufblasvorrichtung oder der Airbag bietet einen energieabsorbierenden und kurzzeitigen Puffer zwischen dem Automobil und dem Objekt der drohenden Kollision. Der Computer verwendet das minimal zulässige Zeitfenster, um den Airbag automatisch auszulösen, so dass die Steuerung des Kraftfahrzeugs dem Fahrer überlassen bleibt, so dass notwendige Ausweichmaßnahmen ergriffen werden können. Sobald die drohende Kollision das minimal zulässige Zeitfenster erreicht hat, initiiert der Computer ein Steuersignal zum Auslösen des externen Airbags. Sobald er ausgelöst ist, reduziert der externe Airbag die Menge an physischen Schäden am Auto, was weniger Verletzungen und Reparaturkosten zur Folge hat.

**[0004]** In dieser Druckschrift ist erwähnt, dass alle Arten von Strahlungsenergie-Detektoren verwendet werden können, beispielsweise Ultraschall-, Infrarot-, Radar- (Laser-, Mikrowelle, etc.) und Schall-Detektoren. Weiter ist erwähnt, dass beispielsweise eine Rundstrahl-Radareinheit verwendet werden kann, die einen Rundstrahl von 360° aussendet und einen entsprechenden reflektierten Strahl empfängt.

**[0005]** Aus der DE 10 041 769 A1 ist ein 3-D-Radarsensor bekannt, der ein Radararray umfasst, das mehrere Radarpixel aufweist. Jedes Radarpixel beinhaltet ein Antennenelement und mindestens zwei Gleichrichterioden, die so am Ausgang des Antennenelements angeschlossen sind, dass ein vom Antennenelement ausgehendes Signal (UHF, IHF) parallel und symmetrisch in einen jeweiligen Diodenpfad einspeisbar ist. An jedem Diodenpfad ist eine Signalspannung abgreifbar. Jeder Diodenpfad enthält einen Anschluss zur Einspeisung einer Modulationsspannung. In dieser Druckschrift ist erwähnt, dass Ansätze zum Einsatz von Bildradare im Automobilbereich existieren und dass die Verwendung einer Radarfrequenz im mm-Wellenbereich (30 GHz bis 300 GHz) vorteilhaft sei, da die Patches, Linsen bzw. das ganze Array aufgrund der geringen Wellenlänge sehr klein sei, d. h. eine sehr kompakte, preiswerte Anordnung realisiert werden könne.

**[0006]** Die US 2010/0042323 A1 hat ein Verfahren zum Gegenstand, bei dem in einem Kollisionsflächen-Bestimmungs-Berechnungsabschnitt eine Kollisionsvorhersagevorrichtung eine Oberfläche eines eigenen Fahrzeugs wählt, bei der ein gegnerisches Fahrzeug kollidiert, wenn das eigene Fahrzeug und das gegnerische Fahrzeug miteinander kollidieren. Ein Fahrzeugspur-Schnittpunkt-Berechnungsabschnitt berechnet eine Überschneidung zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem gegnerischen Fahrzeug. Gemäß dem Schnittpunkt zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem gegnerischen Fahrzeug und der entsprechenden Zeit, wann das eigene Fahrzeug und gegnerischen Fahrzeug den Schnittpunkt erreicht, bestimmt ein Kollisionsbestimmungs-Abschnitt, ob das eigene Fahrzeug und gegnerischen Fahrzeug miteinander kollidieren oder nicht. Wenn festgestellt wird, dass das eigene Fahrzeug und das gegnerische Fahrzeug miteinander kollidieren, berechnet ein Kollisionsfeststellungs-Berechnungsabschnitt eine Kollisionsposition des eigenen Fahrzeugs, bei der das gegnerische Fahrzeug entsprechend der in dem Kollisionsflächen-Bestimmungs-Berechnungsabschnitt ausgewählten Kollisionsfläche kollidiert.

**[0007]** In dieser Druckschrift wird erwähnt, dass bei dem eigenen Fahrzeug beispielsweise drei mm-Radarsensoren im Frontbereich des Fahrzeugs vorgesehen sein können, mit Hilfe derer ein gegnerisches Fahrzeug rechts und links vor dem eigenen Fahrzeug festgestellt werden kann.

**[0008]** Und die DE 10 2012 006 368 A1 beschreibt eine Radarsensoranordnung zur Umgebungsüberwachung für ein Fahrzeug mit zumindest einem Radarsensor, der eine Sendeeinheit zur Ausstrahlung von Radarsignalen in zwei Ausstrahlungsbereiche und eine Empfangseinheit zum Empfang von an wenigstens einem Gegenstand innerhalb der Aus-

strahlungsbereiche reflektierten Radarsignalen umfasst, wobei eine erste Sendereichweite innerhalb eines ersten Ausstrahlungsbereichs kleiner als eine zweite Sendereichweite innerhalb eines zweiten Ausstrahlungsbereichs ist und Mittelachsen der Ausstrahlungsbereiche um einen vorgegebenen Winkel zueinander verschoben sind. Der Radarsensor ist mit einer Schaltung gekoppelt, die ein Beamforming-Netzwerk zur Gestaltung einer geometrischen Kontur der Ausstrahlungsbereiche bildet. Die Druckschrift beschreibt weiter ein Fahrzeug, umfassend eine solche Radarsensoranordnung, wobei die Radarsensoranordnung zwei Radarsensoren umfasst, wobei ein erster Radarsensor in einem linken äußeren Bereich am Fahrzeugheck und ein zweiter Radarsensor in einem rechten äußeren Bereich am Fahrzeugheck angeordnet sind.

**[0009]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine im Vergleich zum Stand der Technik verbesserte Radarsensoranordnung zur Umgebungsüberwachung für ein Fahrzeug und ein mit der erfindungsgemäßen Radarsensoranordnung ausgestattetes Fahrzeug zur Verfügung zu stellen.

**[0010]** Diese Aufgaben werden gelöst durch die Radarsensoranordnung gemäß Anspruch 1, die Verwendung der Radarsensoranordnung gemäß Anspruch 7 und das Fahrzeug gemäß Anspruch 8. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0011]** Erfindungsgemäß wird eine Radarsensoranordnung zur Umgebungsüberwachung für ein Fahrzeug mit mehreren Radarsensoren vorgeschlagen, die jeweils eine Sendeeinheit zur Ausstrahlung von Radarsignalen und eine Empfangseinheit zum Empfang von an wenigstens einem Gegenstand innerhalb der Ausstrahlungsbereiche reflektierten Radarsignalen aufweisen. Weiter weist die Radarsensoranordnung eine Ansteuer-Einrichtung zum Ansteuern der Radarsensoren auf.

**[0012]** Die Radarsensoranordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Radarsensoren durch die Ansteuer-Einrichtung individuell ansteuerbar sind, derart dass verschiedene Erfassungsbereiche mit unterschiedlich ausgeprägten Redundanzbereichen realisierbar sind.

**[0013]** Durch die erfindungsgemäße Radarsensoranordnung sind in vorteilhafter Weise unterschiedliche Ausleuchtprofile im Raum ausbildbar, die für unterschiedliche Verfahren und Assistenzsysteme verwendbar sind. Beispielsweise ein Ausleuchtprofil, bei dem die Mittelachsen der Radarstrahlung im Wesentlichen parallel zum Boden verlaufen. Hierdurch können beispielsweise sich annähernde Fahrzeuge erfasst werden. Oder es können die Radarsensoren derart angesteuert werden, dass die Mittelachsen der

Radarstrahlung leicht nach unten gerichtet sind, wodurch beispielsweise Bordsteine und/oder überfahrbare, niedrige Hindernisse, wie beispielsweise Steine oder Schachtdeckel (Gullideckel) erkannt werden können.

**[0014]** Durch die Realisierung von unterschiedlich ausgeprägten Redundanzbereichen kann wenigstens ein Teil des Umgebungsbereichs des Fahrzeugs bei Bedarf durch mehr als einen Radarsensor erfasst werden. Hierdurch kann beispielsweise die Genauigkeit, mit der ein Hindernis erfasst und seine Position oder Bewegung relativ zum Fahrzeug bestimmt werden kann, verbessert werden.

**[0015]** Gemäß einer ersten vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Radarsensoren durch die Ansteuer-Einrichtung mittels eines

- (a) manuell,
- (b) über einen Zeittakt, und/oder
- (c) situationsadaptiv

vorgebbaren Ansteuerungsprofils ansteuerbar.

**[0016]** Gemäß einer zweiten vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist bei der Radarsensoranordnung wenigstens einer der Radarsensoren ein Radarsensor, der Radarwellen im mm-Wellenbereich abstrahlt. Derartige Radarsensoren haben den Vorteil, dass sie bei im Wesentlichen gleichen Radareigenschaften wie Radarsensoren mit längeren Radarwellen erheblich kleiner gebaut werden können, so dass eine größere Anzahl an Radarsensoren in einem Fahrzeug verbaut werden kann.

**[0017]** Gemäß einer dritten vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist bei der Radarsensoranordnung wenigstens einer der Radarsensoren ein Radarsensor in CMOS-Technologie.

**[0018]** Weitere Vorteile ergeben sich, wenn wenigstens einer der Radarsensoren ein (a) Electronic Scanning Radarsensor oder ein (b) Digital Beamforming Radarsensor ist, und/oder (c) eine SAR-Verschaltung bzw. die Bildung einer virtuellen Apertur aus den Antennen von wenigstens einem Radarsensor verwendet wird.

**[0019]** Ebenso ist es von Vorteil, wenn mittels der Radarsensoren eine 360° Umgebungsüberwachung realisierbar ist.

**[0020]** Die vorliegende Erfindung umfasst auch die Verwendung der Radarsensoranordnung für ein Manövrier- und/oder ein Parkassistenzsystem, sowie ein Fahrzeug mit der Radarsensoranordnung. Bei dem Fahrzeug können in vorteilhafter Weise wenigstens zwei der am Fahrzeug angeordneten Radarsensoren mit unterschiedlichen horizontalen und/oder vertikalen Neigungswinkeln und/oder wenigstens einer der

am Fahrzeug angeordneten Radarsensoren verdeckt verbaut sein.

**[0021]** Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

**[0022]** Dabei zeigen:

**[0023]** Fig. 1: eine schematische Darstellung von möglichen Montagepositionen von Radarsensoren gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0024]** Fig. 2: eine schematische Darstellung einer 360°-Umgebungsüberwachung gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0025]** Die Darstellungen in den Figuren sind rein schematisch und nicht maßstabsgerecht. Innerhalb der Figuren sind gleiche oder ähnliche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0026]** Die nachfolgend erläuterten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar. Die vorliegende Erfindung ist selbstverständlich nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt.

**[0027]** In Fig. 1 ist sind schematisch mögliche Montagepositionen von Radarsensoren **2** gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. In Fig. 1 sind als Montagepositionen solche im bodennahen Bereich einer Fahrzeugtür, im Bereich der Fahrzeugstoßfänger, im Bereich des Kühlergrills, an den Ecken der Karosserie und im Bereich der Fahrzeugaußenspiegel dargestellt. Selbstverständlich können an allen geeigneten Stellen des Fahrzeugs Radarsensoren vorgesehen sein. Weitere/Andere/Zusätzliche Montagepositionen sind beispielsweise im Heckbereich, im Dachbereich und/oder im Bereich der Motorhaube gegeben.

**[0028]** Bezüglich der Anzahl und der Anordnung der Radarsensoren **2** gibt es keine besonderen Beschränkungen. Es ist lediglich darauf zu achten, dass auf Grundlage der verwendeten Radarsensoren **2** und deren Ansteuermöglichkeiten die jeweils gewünschten Erfassungsbereiche **4** sowie die gewünschten Redundanzbereiche realisierbar sind. Die jeweils gewünschten Erfassungsbereiche **4** und Redundanzbereiche sind nicht besonders beschränkt und werden von dem Verwendungszweck der Radarsensoranordnung bestimmt. In dem in Fig. 2 dargestellten Beispiel wird durch die Anzahl der Radarsensoren **2**, deren Anordnung am Fahrzeug **1** und deren jeweilige Erfassungsbereiche (Erfassungswinkel) **4** eine 360°-Überwachung der Fahrzeugumgebung realisiert.

**[0029]** In Fig. 2 sind die Radarsensoren **2** lediglich der besseren Erkennbarkeit halber als bogenförmige

Elemente an den Außenseiten der Karosserie des Fahrzeugs **1** dargestellt. Radarsensoren **2** werden in bevorzugter Weise verdeckt verbaut, so dass – beispielsweise im Gegensatz zu Ultraschallsensoren – diese von Außen nicht sichtbar sind. In Fig. 2 sind weiter beispielhafte Erfassungsbereiche **4** der jeweiligen Radarsensoren **2** dargestellt. Das in Fig. 2 dargestellte Beispiel zeigt Erfassungsbereiche **4**, deren Reichweite ab der Fahrzeugkarosserie im Wesentlichen für alle Radarsensoren **2** gleich groß ist. Dies ist erfindungsgemäß jedoch nicht zwingend und je nach Anwendungsfall und/oder Ansteuerungsverfahren kann die Tiefe der Erfassungsbereiche **4** unterschiedlich sein. Dies gilt auch für den Öffnungs- bzw. Erfassungswinkel der einzelnen Radarsensoren **2**.

**[0030]** Auch die Höhe des erfassten Umfelds ist nicht besonders beschränkt und kann in geeigneter Weise und in Abhängigkeit des Verwendungszwecks der Radarsensoren **2** gewählt sein, beispielsweise kann für eine Annäherung des Fahrzeugs **1** an Hindernisse wie ein anderes Auto oder eine Mauer eine Höhe von 50 cm, 60 cm, 70 cm oder 80 cm gewählt sein, für eine Erfassung von Bordsteinen oder anderen niedrigen Hindernissen eine Höhe von 10 cm, 20 cm, 30 cm oder 40 cm.

**[0031]** Erfindungsgemäß ist die Radarsensoranordnung nicht auf eine solche mit einer 360°-Erfassung beschränkt. Es können erfindungsgemäß also auch ein oder mehrere Bereiche in der Umgebung des Fahrzeugs **1** nicht erfasst werden.

**[0032]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Radarsensoren **2** in der Radarsensoranordnung individuell ansteuerbar sind, derart dass verschiedene Erfassungsbereiche **4** realisierbar sind.

**[0033]** Unterschiedlich ausgeprägte Erfassungsbereiche **4** können durch Verwendung von verschiedenen Typen an Radarsensoren **2** und einer entsprechend daran angepassten Ansteuerung erreicht werden.

**[0034]** Wenn beispielsweise zumindest ein Teil der Radarsensoren **2** solche sind, die nur eine bestimmte, bauartbedingte Radarwellen-Keule erzeugen können, muss zum Erzielen von verschiedenen Erfassungsbereichen **4** mit unterschiedlich ausgeprägten Redundanzbereichen eine entsprechende Anzahl an Radarsensoren **2** vorgesehen sein, die im Fahrzeug **1** beispielsweise mit unterschiedlichen horizontalen und/oder vertikalen Neigungswinkeln (bezogen auf ein vorgebbares Bezugssystem, beispielsweise die Längs-, Quer- und Hochachse des Fahrzeugs **1**) verbaut sind, oder die unterschiedliche Abstrahlwinkel aufweisen.

**[0035]** Durch eine gezielte Aktivierung von verschiedenen der so verbauten Radarsensoren **2** können

dann verschiedene Erfassungsbereiche **4** ausgeleuchtet werden. Auch können hierdurch verschiedene Redundanzbereiche realisiert werden.

**[0036]** Eine weitere Möglichkeit, verschiedene Erfassungsbereiche **4** und unterschiedlich ausgeprägte Redundanzbereiche zu erzielen, ergibt sich durch den Einsatz von ESR-Radarsensoren (ESR = Electronically Scanning Radar) und/oder DBF-Radarsensoren (DBF = Digital Beamforming). Diese Radarsensoren können derart angesteuert werden, dass sie unterschiedliche Antennenkeulen ausbilden, beispielsweise horizontal um z. B. ein sich annäherndes Fahrzeug **1** zu erfassen, oder leicht nach unten gerichtet, um z. B. Bordsteine und/oder überfahrbare Ziele wie Schachtdeckel auszuleuchten. Entsprechende Antennenkeulen können dabei sende- und/oder empfangsseitig ausgebildet sein.

**[0037]** Diese Eigenschaft kann auch genutzt werden, um durch entsprechende Ansteuerung hoch/runter oder alle runter/alle horizontal abstrahlend, unterschiedliche Ausleuchtungsprofile im Raum auszubilden.

**[0038]** Eine weitere Möglichkeit besteht darin, eine SAR-Verschaltung (SAR = Synthetic Aperture Radar) von wenigstens einem Radarsensor **2** zu verwenden. Erfindungsgemäß ist es von besonderem Vorteil, wenn Radarsensoren **2** verbaut werden, die Radarwellen im mm-Bereich abstrahlen, also Radarwellen mit einer Wellenlänge im Bereich von und einschließlich 1 mm bis und einschließlich 10 mm, deren Radarkomponenten also im Bereich 30 GHz bis 300 GHz arbeiten. Besonders bevorzugt sind hierbei Radarsensoren **2**, deren Radarkomponenten im Bereich ab und einschließlich 100 GHz bis 300 GHz arbeiten, beispielsweise ab und einschließlich 120 GHz bis 300 GHz.

**[0039]** Durch Radarsensoren **2** mit einer Wellenlänge im mm-Bereich können sogenannte Mikroradare realisiert werden. Mikroradare bieten die Option, bei gleichen oder doch zumindest im Wesentlichen gleichen Radareigenschaften wie Radare mit längerer Wellenlänge erheblich kleiner zu bauen, bzw. in einem Kompromiss zum Teil bessere Eigenschaften mit kleinerer Abmessung zu erzielen.

**[0040]** Mit den Baugrößen aktueller Radarsensoren sind die Radarintegration und das -Packaging limitiert. Mit Mikroradaren können neue Bauräume erschlossen werden, die bisher nicht berücksichtigt wurden bzw. werden konnten. So können gegebenenfalls auch Bauräume verwendet werden, die bisher für Ultraschall-Sensoren vorgesehen sind. Hierbei ergibt sich der zusätzliche Vorteil, dass im Gegensatz zu Ultraschall-Sensoren auch ein verdeckter Verbau von Radarsensoren **2** am Fahrzeug **1** mög-

lich ist, was auch unter ästhetischen Gesichtspunkten von Vorteil ist.

**[0041]** Durch die Verwendung von Mikroradaren ist somit eine einfache, optisch ansprechende und kostengünstige Realisierung einer 360°-Erfassung eines Umgebungsbereichs eines Fahrzeugs **1** realisierbar.

**[0042]** Wenn die Radarsensoren **2** auf eine reine Detektionseigenschaft hin ausgelegt werden, können auch sehr kostengünstig in CMOS Technologie (CMOS = Complementary Metal Oxide Semiconductor) hergestellte Radarsensoren **2** verwendet werden.

**[0043]** Die Ansteuerung, bzw. der erforderliche Ausleuchtungsbereich der Radarsensoren **2** kann auf unterschiedliche Weise ermittelt bzw. eingestellt werden. Eine erste Möglichkeit ist eine Ansteuerung über ein manuell vorgebbares Ansteuerungsprofil. Hierbei kann beispielsweise über eine Bedieneinrichtung, etwa einen Wählknopf oder einen Wählhebel eine spezielle Funktion von einem Nutzer ausgewählt werden, wie beispielsweise eine Ein- oder Ausparksituation oder die Aktivierung eines Pre-crash-Assistenzsystems.

**[0044]** Eine zweite Möglichkeit ist die Verwendung eines mittels eines Zeittakts vorgebbaren Ansteuerungsprofils. Hierbei kann die Länge des Zeittakts, mit dem die verschiedenen Ausleuchtungsbereiche gewählt werden bzw. die Frequenz, mit der zwischen verschiedenen Erfassungsbereichen umgeschaltet wird, in Abhängigkeit von der jeweiligen Situation und/oder dem beabsichtigten Verwendungszweck in jeder erforderlichen und technisch realisierbaren Größe gewählt sein. Auch kann die Zeitdauer, mit der die verschiedenen Erfassungsbereiche ausgeleuchtet werden, unterschiedlich lang gewählt sein.

**[0045]** Eine dritte Möglichkeit ist eine Ansteuerung über ein situationsadaptiv vorgebbares Ansteuerungsprofil. Hierfür können beispielsweise die Anzahl an Objekten vor, neben und hinter einem Fahrzeug **1** berücksichtigt werden, die Clutterintensität (d. h. die Menge an Stördaten), die Eigengeschwindigkeit des Fahrzeugs **1**, die Art der Straße (diese kann beispielsweise aus Kartendaten eines satellitengestützten Navigationssystem entnommen werden: Stadtbereich, Landstraße, Autobahn, etc.), etc..

**[0046]** Die Auswertung der durch die unterschiedlichen Ansteuerungsprofile erhaltenen Radarsignale ist nicht besonders beschränkt und es können alle denkbaren Auswertungsverfahren verwendet werden, um zu einer Umgebungsrepräsentation zu gelangen. Beispielsweise kann die Auswertung erfolgen mittels Occupancy Grid zur 3-D Repräsentation, SAR, Tracking und/oder Objektrepräsentation.

**[0047]** Bei „Occupancy Grid“ wird die zu repräsentierende Umgebung in ein Gitter aus meist quadratischen Zellen unterteilt. Für jede dieser Zellen wird gespeichert, ob der von ihr repräsentierte Bereich belegt ist, d. h. ein Hindernis enthält, oder nicht. Aufgebaut werden die Grids mit Hilfe der ausgewerteten, reflektierten Radarwellen der Radarsensoren, durch welche Hindernisse in einem bestimmten Radius erkannt und deren Entfernung bestimmt werden können.

**[0048]** SAR (Synthetic Aperture Radar) basiert auf einer senkrecht zur Strahlrichtung bewegten Antenne, deren Position jederzeit exakt bekannt ist. Das Prinzip von SAR besteht darin, die Momentaufnahme einer großen Antenne durch viele Aufnahmen einer kleinen, bewegten Antenne zu ersetzen. Im Verlauf dieser Bewegung wird jedes Objekt im Zielgebiet unter veränderlichem Blickwinkel angestrahlt und entsprechend aufgenommen. Aus der Intensität und Phasenlage der empfangenen Radarechos kann die Apertur einer großen Antenne synthetisiert und so eine hohe Ortsauflösung in Bewegungsrichtung der Antenne erzielt werden.

**[0049]** Beim Tracking wird versucht, ein Objekt innerhalb von einem Bild oder einer Sequenz von Bildern, im vorliegenden Fall aus den Daten von einem oder mehreren Radarsensoren **2** zu erkennen und dieses Objekt zu verfolgen. Die Objektrepräsentation weist einem Objekt ein oder mehrere Attribute zu (z. B. Farbe, Form, etc.).

**[0050]** Die erfindungsgemäße Radarsensoranordnung kann für alle Anwendung eingesetzt und verwendet werden, bei der eine Überwachung der Umgebung eines Fahrzeugs **1** erfolgt. In bevorzugter Weise eignet sich die Radarsensoranordnung für eine Rundumabdeckung bei einem Manövrier- und/oder Parkassistenzsystem. Hierbei steht eine Entfernungsmessung im Vordergrund und daher können hierfür kostengünstige Mikroradare verwendet werden, die deutlich bessere Eigenschaften bei vergleichbarer Abmessung aufweisen als Ultraschallsensoriken.

**[0051]** Ein weiterer bevorzugter Einsatzbereich der erfindungsgemäßen Radarsensoranordnung stellt die Abdeckung des/der letzten Meter(s) bei einem Bremsassistenzsystem bzw. einer Bremsassistenzanwendung (auch CMS-Funktion genannt; CMS = Collision Mitigation Brake) dar.

**[0052]** Sofern in der vorliegenden Anmeldung von einer „360°-Umgebungsüberwachung“ gesprochen wird, so ist damit auch eine Umgebungsüberwachung zu verstehen, die keine 100%-ige 360°-Erfassung aufweist. Von dem Begriff „360°-Umgebungsüberwachung“ ist somit auch eine Erfassung mit einem Win-

kel von nur 359°, 358°, 357°, 356°, 355°, 354°, 353°, 352°, 351° oder 350° umfasst.

**[0053]** Die Ansteuerung der Radarsensoren **2** und die Übermittlung der reflektierten Signale der Radarsensoren **2** zu einer Auswertungs-Einrichtung können durch jede geeignete Technik erfolgen. Die Radarsensoren **2** können beispielsweise durch ein geeignetes (Bus-)System miteinander vernetzt sein, die Ansteuer-Einrichtung (**3**) kann die Radarsensoren **2** über das (Bus-)System ansteuern und die reflektierten Radarsignale können über das (Bus-)System zu einer Auswertungs-Einrichtung übertragen und von dieser ausgewertet werden.

**[0054]** Durch die vorliegende Erfindung wird eine Reihe von Vorteilen erzielt:

- Abweichend vom Stand der Technik werden erfindungsgemäß alle Radarsensoren **2** individuell ansteuerbar ausgelegt, um unterschiedliche Ausleuchtungsbereiche mit unterschiedlich ausgeprägten Redundanzbereichen zu realisieren;
- Radarintegration und -Packaging sind mit aktuellen Baugrößen von Radarsensoren limitiert. Durch Sensoreinrichtungen mit mm-Wellen (z. B. 120 GHz oder höher) werden Mikroradare möglich. Mikroradare bieten die Option, bei gleichen Radareigenschaften wie heutige Radare erheblich kleiner zu bauen, bzw. in einem Kompromiss zum Teil bessere Eigenschaften mit kleinerer Abmessung zu erzielen. Mit Mikroradaren können Bauräume neu erschlossen werden, die bisher nicht berücksichtigt wurden. Gegebenenfalls können auch die Bauräume von Ultraschallsensoriken verwendet werden, mit dem zusätzlichen Vorteil eines verdeckten Verbaus.
- Bei Verwendung von Mikroradaren können erheblich mehr Strahler im Fahrzeug **1** verbaut werden als mit Baugrößen nach dem Stand der Technik;
- Es kann in vorteilhafter Weise eine Rundumabdeckung (360°) im Nahbereich für Manövrier- und Parkapplikationen zur Verfügung gestellt werden; ebenso auch eine Abdeckung des/der letzten Meter(s) bei CMS-Funktionen;
- Sofern die Radare auf eine reine Detektionseigenschaft hin ausgelegt werden, können diese auch sehr kostengünstig in CMOS-Technologie hergestellt werden.
- Eine Auslegung auf reine Entfernungsmessung erlaubt die kostengünstige Realisierung der Mikroradare, die deutlich bessere Eigenschaften bei vergleichbarer Abmessung liefern als Ultraschallsensoriken;
- Die Radare in ESR/DBF-Architektur können so ausgelegt sein, dass sie individuell angesteuert unterschiedliche Antennenkeulen ausbilden, beispielsweise horizontal um z. B. sich annäherndes Fahrzeug **1** zu erfassen und leicht nach unten ge-

richtet um z. B. Bordsteine und/oder überfahrbare Ziele wie Schachtdeckel auszuleuchten.

- Diese Eigenschaft kann dann genutzt werden um durch entsprechende Ansteuerung hoch/runter oder alle runter/alle horizontal schauend, unterschiedliche Ausleuchtungsprofile im Raum auszubilden;
- Mit nicht elektronisch schaltbaren Keulen kann eine Anordnung ausgelegt werden, bei der einzelne Radarsensoren **2** unterschiedliche Neigungen im Verbau erhalten, und wobei durch unterschiedliche Ansteuerung der Radare ein unterschiedliches Ausleuchtprofil der Radare erreicht wird;
- Es kann eine SAR-Verschaltung gewählt werden bzw. die Bildung einer virtuellen Apertur aus den Antennen wenigstens eines Radarsensors;
- Die Ansteuerung bzw. der erforderliche Ausleuchtbereich kann auf unterschiedliche Weise ermittelt werden. Möglich ist beispielsweise eine Steuerung über einen vorgebbaren Zeittakt oder situationsadaptiv (Anzahl an Objekten vorne/hinten/Seite, Clutterintensität,  $V_{\text{eigen}}$ , Karteninformation wie City/Landstrasse, Autobahn). Über eine Bedieneinrichtung (z. B. Wählknopf/-hebel) kann eine spezielle Funktion wie Parken, Precrash, etc. auch manuell eingestellt werden;
- Die unterschiedlichen Ansteuerungsprofile können mit unterschiedlichster Auswertung der Radarsignale zu einer Umgebungsrepräsentation kommen. Denkbar sind beispielsweise Occupancy Grids zur 3-D Repräsentation, SAR und/oder Track- und/oder Objektrepräsentation.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Fahrzeug
- 2 Radarsensor
- 3 Ansteuer-Einrichtung
- 4 Erfassungsbereich

**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**

- US 5646613 [0003]
- DE 10041769 A1 [0005]
- US 2010/0042323 A1 [0006]
- DE 102012006368 A1 [0008]

**Patentansprüche**

1. Radarsensoranordnung zur Umgebungsüberwachung für ein Fahrzeug (1) mit

- mehreren Radarsensoren (2), die jeweils eine Sendeeinheit zur Ausstrahlung von Radarsignalen und eine Empfangseinheit zum Empfang von an wenigstens einem Gegenstand innerhalb der Ausstrahlungsbereiche reflektierten Radarsignalen aufweisen, und
- einer Ansteuer-Einrichtung (3) zum Ansteuern der Radarsensoren (2) **dadurch gekennzeichnet**, dass die Radarsensoren (2) durch die Ansteuer-Einrichtung (3) individuell ansteuerbar sind, derart dass verschiedene Erfassungsbereiche (4) mit unterschiedlich ausgeprägten Redundanzbereichen realisierbar sind.

2. Radarsensoranordnung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Radarsensoren (2) durch die Ansteuer-Einrichtung (3) mittels eines

- (a) manuell,
- (b) über einen Zeittakt, und/oder
- (c) situationsadaptiv

vorgebbaren Ansteuerungsprofils ansteuerbar sind.

3. Radarsensoranordnung gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Radarsensoren (2) ein Radarsensor ist, der Radarwellen im mm-Wellenbereich abstrahlt.

4. Radarsensoranordnung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Radarsensoren (2) ein Radarsensor in CMOS-Technologie ist.

5. Radarsensoranordnung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Radarsensoren (2) ein

- (a) Electronic Scanning Radarsensor,
- (b) Digital Beamforming Radarsensor ist, und/oder
- (c) eine SAR-Verschaltung bzw. die Bildung einer virtuellen Apertur aus den Antennen von wenigstens einem Radarsensor (2) verwendet wird.

6. Radarsensoranordnung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Radarsensoren (2) eine 360°-Umgebungsüberwachung realisierbar ist.

7. Verwendung der Radarsensoranordnung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 für ein Manövriere- und/oder ein Parkassistenzsystem.

8. Fahrzeug (1) mit einer Radarsensoranordnung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6.

9. Fahrzeug (1) gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei der am Fahrzeug (1) angeordneten Radarsensoren (2) mit unterschiedlichen horizontalen und/oder vertikalen Neigungswinkeln verbaut sind.

10. Fahrzeug (1) gemäß Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der am Fahrzeug (1) angeordneten Radarsensoren (2) verdeckt verbaut ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

