



(10) **DE 10 2014 011 121 A1** 2016.01.28

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 011 121.0**

(22) Anmeldetag: **26.07.2014**

(43) Offenlegungstag: **28.01.2016**

(51) Int Cl.: **G01S 7/03 (2006.01)**

**G01S 13/93 (2006.01)**

**G01S 13/88 (2006.01)**

**G08G 1/16 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**AUDI AG, 85045 Ingolstadt, DE**

(72) Erfinder:  
**Khelifi, Rachid, Dr., 85748 Garching, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**DE 10 2009 039 619 A1**

**DE 10 2013 005 018 A1**

**DE 10 2013 018 753 A1**

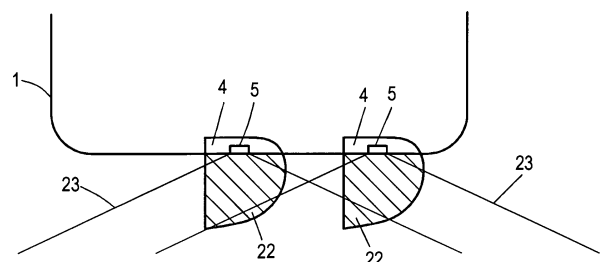
**LEE, JRI u.a.: A Fully-Integrated 77-GHz FMCW  
Radar Transceiver in 65-nm CMOS Technology.  
In: IEEE Journal of Solid-State Circuits Vol. 45,  
No. 12, 2010, S. 2746-2755**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Kraftfahrzeug mit einem Kollisionsschutzsystem für wenigstens eine Tür**

(57) Zusammenfassung: Kraftfahrzeug (1) mit einem Kollisionsschutzsystem (2) für wenigstens eine Tür (4) des Kraftfahrzeugs (1) und wenigstens einem Sensordaten eines Öffnungsbereichs (22), in dem die Tür (4) beim Öffnen bewegt wird, erfassenden Umgebungssensor, wobei das Kollisionsschutzsystem (2) wenigstens ein Steuergerät (3, 6, 26) aufweist, das zur Auswertung der Sensordaten hinsichtlich kollisionsgefährdender Objekte und bei einer detektierten Kollisionsgefahr zum Durchführen wenigstens einer einen Insassen des Kraftfahrzeugs (1) informierenden und/oder die Kollision vermeidenden und/oder die Kollisionsfolgen mindernden Maßnahme ausgebildet ist, wobei der Umgebungssensor zur Überwachung des Öffnungsbereichs (22) ein Radarsensor (5) mit einem durch einen Halbleiterchip (13), insbesondere einen CMOS-Chip, realisierten Radar-Transceiver (14) ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug mit einem Kollisionsschutzsystem für wenigstens eine Tür des Kraftfahrzeugs und wenigstens einem Sensordaten eines Öffnungsbereichs, in dem die Tür beim Öffnen bewegt wird, erfassenden Umgebungssensor, wobei das Kollisionsschutzsystem wenigstens ein Steuergerät aufweist, das zur Auswertung der Sensordaten hinsichtlich kollisionsgefährdender Objekte und bei einer detektierten Kollisionsgefahr zum Durchführen wenigstens einer einen Insassen des Kraftfahrzeugs informierenden und/oder die Kollision vermeidenden und/oder die Kollisionsfolgen mindernden Maßnahme ausgebildet ist.

**[0002]** In letzter Zeit wurden vermehrt Sicherheitssysteme und/oder Kollisionsschutzsysteme für Kraftfahrzeuge vorgeschlagen, die teilweise auch darauf abzielen, Kollisionen an Fahrzeugteilen und hieraus folgende Beschädigungen des Kraftfahrzeugs zu vermeiden. Eine Situation, in der es zu Beschädigungen von Türen des Kraftfahrzeugs kommen kann, ist, wenn diese geöffnet werden, obwohl sich in ihrem Öffnungsbereich ein Objekt befindet, mit dem die Tür kollidiert und das zu einer Beschädigung der Tür führen kann. Besonders ungünstig sind hierbei statische und/oder bewegte Objekte, die sich in einem von dem die Tür öffnenden Insassen nicht sichtbaren, vertikalen Winkelbereich befinden.

**[0003]** Im Stand der Technik wurden bereits Kollisionsschutzsysteme für Türen von Kraftfahrzeugen vorgeschlagen, die allerdings zum einen häufig auf die Überwachung des Seitenraums des Kraftfahrzeugs auf sich nähernde Objekte, beispielsweise Fußgänger, abzielen, zum anderen aber im Öffnungsbereich von Türen eine weniger geeignete Sensorik einsetzen. Dabei sei der Öffnungsbereich von Türen hier wie auch im weiteren Verlauf dieser Beschreibung als das Volumen verstanden, das bei dem vollständigen Öffnen der Tür von der Tür durchquert wird.

**[0004]** DE 195 37 619 A1 betrifft eine Überwachungsvorrichtung für das Öffnen von (Kfz)-Türen, wobei der Verkehrsraum auf Annäherung von Personen oder Fahrzeugen überwacht und bei Kollisionsgefahr zumindest ein Warnsignal gegeben und/oder das Öffnen der Tür des Kraftfahrzeugs be- oder verhindert werden soll. So soll eine Gefährdung des Umfeldes/Straßenverkehrs bzw. eine Beschädigungsgefahr für die Tür beseitigt werden. Als Sensoren für die Überwachung des Raumes hinter dem Kraftfahrzeug nach links oder rechts werden dort Ultraschallgeräte oder Mikrowellensensoren („Radar“) vorgeschlagen.

**[0005]** DE 10 2007 036 079 A1 betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Kraftfahrzeugs und eine Steu-

ereinrichtung. Dabei soll mittels eines Umgebungsüberwachungssystems die unmittelbare Umgebung des Fahrzeugs überwacht werden, um eine Kollision mit gegebenenfalls sich öffnenden Fahrzeigtüren zu überprüfen, wobei zusätzlich geprüft wird, ob die entsprechenden Fahrzeugsitze besetzt sind. Dort sollen seitliche Erfassungsbereiche neben dem Kraftfahrzeug, die sich mit den Öffnungsbereichen der Türen überschneiden, mittels Kameras überwacht werden. Für den vorderen und hinteren Bereich werden Ultraschallsensoren eingesetzt.

**[0006]** Während die erste genannte Druckschrift sich nur mit bewegten, sich dem Kraftfahrzeug erst noch nähernden Zielen bzw. Objekten befasst, wird bei der zweiten Druckschrift auch der seitliche Raum über Kameras in den Außenspiegeln erfasst, was aber zum einen den Öffnungsbereich der Türen nur sehr unvollständig abdeckt, zum anderen eine sehr aufwendige Bildverarbeitung benötigt, um festzustellen, ob tatsächlich in den dreidimensionalen Öffnungsbereich eindringende oder dort befindliche Objekte vorliegen.

**[0007]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Kollisionsschutzsystem für Kraftfahrzeugtüren hinsichtlich einer genaueren Überwachung des Öffnungsbereichs der Türen zu verbessern.

**[0008]** Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einem Kraftfahrzeug der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Umgebungssensor zur Überwachung des Öffnungsbereichs ein Radarsensor mit einem durch einen Halbleiterchip, insbesondere einen CMOS-Chip, realisierten Radar-Transceiver ist.

**[0009]** Die Erfindung schlägt mithin vor, aufgrund neuer Entwicklungen auf Halbleitertechnologie basierende Radarsensoren zur Überwachung des Öffnungsbereichs der Türen einzusetzen. Die Überwachung des Öffnungsbereichs einer Tür, also des Volumens, das von der Tür während eines kompletten Öffnungsvorgangs durchquert wird, setzt die Aufnahme von Sensordaten in der näheren Umgebung des Kraftfahrzeugs voraus. Derartige Umgebungsdaten wurden heutzutage bislang durch Ultraschallsensoren und/oder optische Bildgebungssensoren, insbesondere Kameras, geliefert, die jedoch Nachteile nicht nur hinsichtlich der Genauigkeit aufweisen, sondern auch dahingehend, dass sie sichtbar verbaut werden müssen. Heutzutage für andere Zwecke in Kraftfahrzeugen eingesetzte Radarsensoren sind meist mittel- bzw. langreichweitige Radarsensoren, die für eine derartige Anwendung ungeeignet wären.

**[0010]** Mithin schlägt die vorliegende Erfindung vor, eine spezielle Ausgestaltung eines Radarsensors als Umgebungssensor für ein Kollisionsschutzsys-

tem für Türen einzusetzen, wobei ausgenutzt wird, dass durch die neuerlichen Fortschritte bei der Auslegung von Radarsensoren inzwischen kostengünstigere Radarsensoren verfügbar sind, die die an Umgebungssensoren für Öffnungsbereiche von Türen gestellten Anforderungen deutlich besser erfüllen als die gängigen Ultraschallsensoren oder optischen Bildgebungssensoren. Derartige hochauflösende, auch für kürzere Reichweiten geeignete Radarsensoren, mit denen eine hervorragende Trennung einzelner Ziele möglich sind, basieren auf einer Halbleitertechnik, insbesondere einer CMOS-Technik, und können äußerst kleinbauend und kostengünstig realisiert werden.

**[0011]** Die Realisierung von Radarkomponenten auf Halbleiterbasis erwies sich lange Zeit als schwierig, da teure Spezialhalbleiter, insbesondere GaAs, benötigt wurden. Es wurden kleinere Radarsensoren vorgeschlagen, deren gesamtes Radar-Frontend auf einem einzigen Chip in SiGe-Technologie realisiert ist, ehe auch Lösungen in der CMOS-Technologie bekannt wurden. Solche Lösungen sind Ergebnis der Erweiterung der CMOS-Technologie auf Hochfrequenzanwendungen, was oft auch als RF-CMOS bezeichnet wird. Ein solcher CMOS-Radarchip ist äußerst kleinbauend realisiert und nutzt keine teuren Spezialhalbleiter, bietet also vor allem in der Herstellung deutliche Vorteile gegenüber anderen Halbleitertechnologien. Eine beispielhafte Realisierung eines 77 GHz-Radar-Transceivers als ein CMOS-Chip ist in dem Artikel von Jri Lee et al., „A Fully Integrated 77-GHz FMCW Radar Transceiver in 65-nm CMOS Technology“, IEEE Journal of Solid State Circuits 45 (2010), S. 2746–2755, beschrieben.

**[0012]** Nachdem zudem vorgeschlagen wurde, den Chip und die Antenne in einem gemeinsamen Package zu realisieren, ist ein äußerst kostengünstiger kleiner Radarsensor möglich, der Bauraumanforderungen deutlich besser erfüllen kann und aufgrund der kurzen Signalwege auch ein sehr niedriges Signal-Zu-Rausch-Verhältnis aufweist sowie für hohe Frequenzen und größere, variable Frequenzbandbreiten geeignet ist. Daher lassen sich derartige, kleinbauende Radarsensoren auch für Kurzreichweiten-Anwendungen, beispielsweise im Bereich von 30 cm bis 10 m, einsetzen.

**[0013]** Es wurde auch bereits vorgeschlagen, einen solchen CMOS-Transceiver-Chip und/oder ein Package mit CMOS-Transceiver-Chip und Antenne auf einer gemeinsamen Leiterplatte mit einem digitalen Signalverarbeitungsprozessor (DSP-Prozessor) vorzusehen oder die Funktionen des Signalverarbeitungsprozessors ebenso in den CMOS-Transceiver-Chip zu integrieren. Eine ähnliche Integration ist für Steuerungsfunktionen möglich.

**[0014]** Hieraus ergibt sich auch, dass eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung vorsieht, dass durch den Halbleiterchip auch eine digitale Signalverarbeitungs Komponente und/oder eine Steuereinheit des Radarsensors realisiert sind und/oder der Halbleiterchip gemeinsam mit einer Antennenanordnung des Radarsensors als ein Package ausgebildet ist. Auf diese Weise werden alle bislang diskreten Radarkomponenten des Radar-Frontends in einem einzigen Hochfrequenz-CMOS integriert. Insbesondere existiert mithin die Möglichkeit, auch die Antennenanordnung des Radarsensors, die digitale Signalverarbeitungs Komponente (DSP) und/oder eine Steuereinheit in einem einzigen Package zu integrieren.

**[0015]** Durch die so beschriebenen Hochintegrationsmöglichkeiten, insbesondere in der CMOS-Technologie, werden kürzere Signalwege innerhalb des Radar-Frontends impedanzkontrolliert möglich. Die parasitären Effekte und Verluste werden minimiert. Als Ergebnis wird das interne Signalrauschen im Radarsensor drastisch reduziert, so dass ein verbessertes Signal-Zu-Rausch-Verhältnis (SNR) erhalten wird. Dies wiederum hat zur Folge, dass eine bessere Detektion der stehenden und schwach reflektierenden Hindernisse wie auch der bewegten Hindernisse ermöglicht wird, beispielsweise bis zu einem minimalen Abstand von 10 cm oder weniger bei einer Trennfähigkeit (Ortsauflösung) von 5 cm oder weniger.

**[0016]** Durch die Integration aller Radar-Schlüsselkomponenten in einem Chip-Package wird außerdem eine kostengünstige Variante eines Radarsensors für ein Kollisionsschutzsystem geschaffen.

**[0017]** So ist mithin eine hervorragende Überwachung der Öffnungsbereiche der einzelnen Türen durch Radarsensoren, die bevorzugt verdeckt verbaut sind, möglich, wobei auch während eines Öffnungsvorgangs der Radarsensor weiterbetrieben und seine Sensordaten ausgewertet werden können. Dies führt dazu, dass in Kombination mit entsprechenden Maßnahmen der Komfort für den Insassen erhöht wird, und mögliche Schäden an den Fahrzeigtüren vermieden bzw. reduziert werden können. Dabei kann die Detektion von möglichen Hindernissen/Objekten im Öffnungsbereich in mehrere Messphasen unterteilt werden, nachdem zum einen bereits ein Scan während der Einfahrt in die Objektszene mithilfe der Radarsensoren vorgenommen werden kann, dann im Stand der Öffnungsbereich der Türen entsprechend der Sichtbereiche der Radarsensorik überwacht werden können, wobei in einer dritten Phase der Öffnungsbereich der Türen auch während der Türöffnung unter Berücksichtigung des Öffnungswinkels erfolgen kann. Dabei ist es insbesondere vorteilhaft, wenn das Steuergerät bereits in der Anfahrt auf eine Halteposition die Sensordaten der Radarsensoren auswertet, da dann auch Objek-

te erfasst werden können, die sich nicht im sonstigen Erfassungsbereich der bevorzugt als Weitwinkel-Radarsensoren ausgelegten Radarsensoren befinden, wenn die Standposition erreicht ist. Häufig ist auch bereits bekannt oder kann schlussgefolgert werden, ob gerade eine Park-/Halteposition angefahren wird, wobei beispielsweise die Auswertung der Sensordaten der Radarsensoren bezüglich der Öffnungsbereiche auch bei bewegtem Fahrzeug immer dann durchgeführt werden kann, wenn ein Parkassistenzsystem aktiv ist und/oder eine Grenzgeschwindigkeit, beispielsweise 10 km/h, unterschreitende Geschwindigkeit vorliegt. Über die in heutigen Kraftfahrzeugen üblicherweise erfassten, die Eigenbewegung beschreibenden Odometriedaten ist eine korrekte Ortszuordnung möglich.

**[0018]** Die Auswertung der Sensordaten kann dabei auch eine Unterteilung von detektierten Objekten in statische Objekte und dynamische Objekte umfassen, nachdem beispielsweise bei dynamischen Objekten abgewartet werden kann, ob diese den Öffnungsbereich wieder verlassen, so dass eine Öffnung der Tür gegebenenfalls nur verzögert werden muss und/oder eine Warnung nur temporär an einen Fahrer ausgegeben wird.

**[0019]** Besonders bevorzugt werden dabei selbstverständlich die Öffnungsbereiche zumindest der seitlichen Türen alle überwacht, wobei Fortbildungen auch die Überwachung von Heckklappen oder dergleichen umfassen können.

**[0020]** Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass der Radarsensor in der jeweiligen Tür verbaut ist. Das bedeutet, die Radarsensoren werden in den Türen selbst integriert und somit von außen unsichtbar untergebracht, so dass kein negativer Betrachtungseindruck entsteht. Die äußerst klein realisierbaren, auf Halbleitertechnik basierenden Radarsensoren sind mithin durch die Fahrzeugkarosserie verdeckt, wobei eine derartige Ausgestaltung auch möglich ist, wenn die Tür aus Metall besteht, das grundsätzlich für Radarstrahlung nicht durchlässig ist.

**[0021]** Dann kann vorgesehen sein, dass bei Verbau in einer aus Metall bestehenden Tür wenigstens eine durch die Antennenanordnung des Radarsensors durchstrahlbare Durchgangsöffnung durch das Metall vorliegt, die mit einem für Radarstrahlung durchlässigen Material aufgefüllt ist. Im Metall der Türen wird mithin ein kleines Fenster, die Durchgangsöffnung, ausgeschnitten, welches zweckmäßig durch für Radarstrahlung durchlässiges Material geschlossen wird. Dabei kann beispielsweise Kunststoff eingesetzt werden, um die Durchgangsöffnung wieder zu schließen, so dass sich eine einheitliche, fortgesetzte Oberfläche mit dem Metall der Fahrzeugtür ergibt. Daher ist es möglich, den Karosserieanteil der

Tür gänzlich zu lackieren, so dass von außen keine Löcher zu erkennen sind. Dabei ist es vorteilhaft, dass die eingesetzten Radarsensoren mit einer äußerst kleinen Antenne realisierbar sind, insbesondere dann, wenn die Antennenanordnung des Radarsensors im Package mit dem Halbleiterchip realisiert ist. Dann sind Antennenflächen realisierbar, die kleiner als 1 cm<sup>2</sup> sind, so dass auch das ausgeschnittene Fenster dementsprechend klein sein kann. Die Größe der Durchgangsöffnung wird mithin so gewählt, dass die äußerst kleine Antennenanordnung durch das mit dem für Radarstrahlung durchlässigen Material, insbesondere Kunststoff, abgedeckte Fenster abstrahlen kann.

**[0022]** Dabei sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass es ausreichend sein kann, für jede zu überwachende Tür einen einzigen Radarsensor einzusetzen, der mittig auf der Innenseite der Türaußenfläche platziert werden kann. Bevorzugt weisen zumindest die seitlichen Türen des Kraftfahrzeugs, wie bereits erwähnt wurde, dann alle einen derartigen, in die Tür integrierten Radarsensor auf.

**[0023]** Eine vorteilhafte Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass der Radarsensor eine Winkelauflösung in wenigstens zwei zueinander senkrechten Ebenen erlaubende Antennenanordnung aufweist. Damit ist letztlich eine dreidimensionale Erfassung von Objekten im Öffnungsbereich der Türen möglich, nachdem neben einer Messung des Abstands und der Relativgeschwindigkeit eines detektierten Objekts auch zwei Winkelangaben in zueinander senkrechten Ebenen erhalten werden. Derartige Antennenanordnungen sind im Stand der Technik bereits grundlegend bekannt, so dass beispielsweise für den Azimutwinkel drei in der Horizontalen in einer Richtung aufeinanderfolgende Antennenelemente in der Antennenanordnung vorgesehen sein können, an die in einer hierzu senkrechten Richtung zur Erfassung des Winkels in der Elevation wenigstens ein weiteres Antennenelement anschließt. Nachdem, wie bereits erwähnt wurde, bevorzugt Weitwinkel-Radarsensoren verwendet werden, lassen sich beispielsweise Öffnungswinkel von 160° im Azimut und 90° in der Elevation realisieren und im Rahmen der vorliegenden Erfindung einsetzen.

**[0024]** Die verwendete Halbleitertechnologie ermöglicht es auch, in anderen Bereichen die Genauigkeit und Auflösung des Radarsensors verbessert zu wählen, so dass bevorzugt der Radarsensor eine Frequenzbandbreite größer als 3 GHz, insbesondere von 4 GHz, und/oder ein im Bereich von 76 GHz bis 81 GHz liegendes Frequenzband aufweist. Eine größere Frequenzbandbreite führt zu einer besseren Abstandstrennfähigkeit und Winkeltrennfähigkeit, so dass durch den Radarsensor detektierte Objekte besser unterschieden werden können. Somit wird die

Genauigkeit der Erfassung weiter verbessert. Es ergibt sich ein Short-Range-Radarsensor, der hervorragend für die Erfassung im Nahbereich geeignet ist und beispielsweise ab einem Abstand von 10 cm verlässliche Objekte detektieren kann.

**[0025]** Zweckmäßigerweise kann vorgesehen sein, dass das Steuergerät zur Ermittlung eines wenigstens den Öffnungsbereich beschreibenden, bevorzugt dreidimensionalen Umgebungsmodells aus den insbesondere den Abstand, die Relativgeschwindigkeit und wenigstens einen Winkel enthaltenden Sensordaten ausgebildet ist. Die Ermittlung von Umgebungsmodellen aus Sensordaten ist im Stand der Technik bereits grundsätzlich bekannt. Ein solches Umgebungsmodell bietet sich an, wenn das Steuergerät beispielsweise überprüfen möchte, ob sich im Bewegungsweg der Tür beim Öffnungsvorgang detektierte Objekte befinden bzw. bis zu welchem maximalen Öffnungswinkel die Tür geöffnet werden kann, ohne dass es zu einer Kollision mit einem Objekt kommt. Insbesondere kann ein derartiges Umgebungsmodell für den Öffnungsbereich selbstverständlich auch zur Ergänzung von Datenstrukturen für sonstige Fahrzeugsysteme zur Verfügung gestellt werden, beispielsweise von Einparksystemen und dergleichen.

**[0026]** Eine Weiterbildung des Kraftfahrzeugs sieht vor, dass eine Erfassungsvorrichtung für den Öffnungswinkel der Tür vorgesehen ist, wobei das Steuergerät zur Berücksichtigung des Öffnungswinkels bei der Durchführung der Maßnahmen ausgebildet ist. Dies ermöglicht es beispielsweise, eine Warnung erst dann auszugeben, wenn sich der Öffnungswinkel der Tür an einen kritischen Öffnungswinkel, bei dem es zu einer Kollision kommen könnte, annähert und dergleichen. Es ist mithin eine dezidierte Ausgabe von Informationen bzw. Steuerungen des Betriebs der Tür an sich möglich.

**[0027]** In diesem Kontext ist es auch äußerst zweckmäßig, wenn der Tür ein insbesondere auch einem automatischen Öffnungs- und Schließvorgang dienender Aktor, insbesondere ein Motor, zugeordnet ist, wobei das Steuergerät zur Ansteuerung des Aktors zur Durchführung wenigstens einer Maßnahme ausgebildet ist. Ein derartiger Aktor ermöglicht es also, beispielsweise die Tür zu blockieren, um eine Kollision mit einem Objekt im Öffnungsbereich sicher zu vermeiden, oder aber, um beispielsweise als Art der haptischen Informationsübermittlung das Öffnen der Tür für einen Benutzer schwergängiger zu gestalten, je näher man an einen kritischen Winkel bzw. davon abgeleiteten maximal zulässigen Öffnungswinkel gerät. Es kann mithin vorgesehen sein, wenn auch eine Erfassungsvorrichtung für den Öffnungswinkel der Tür vorhanden ist, dass das Steuergerät zum Abbremsen der Tür, insbesondere bis in den Stillstand, bei Annäherung des erfassten Öffnungswinkels an

einen maximalen Öffnungswinkel, der kleiner oder gleich einem kritischen, zu einer Kollision führenden Öffnungswinkel ist, ausgebildet ist. Insbesondere ist auf diese Weise eine Ausgestaltung denkbar, in der immer dann, wenn für eine Tür eine Kollisionsgefahr detektiert wurde, was über entsprechende Kollisionskriterien, beispielsweise auch durch Auswertung von Kollisionswahrscheinlichkeiten, möglich ist, einen maximalen Öffnungswinkel festzulegen, bis zu dem eine Kollision nicht auftritt. Aus diesem maximalen Öffnungswinkel kann beispielsweise ein weiterer Öffnungswinkel als Grenzwinkel abgeleitet werden, der geringer ist und ab dem durch den Aktor ein künstlicher Widerstand erzeugt wird, der dem Benutzer anzeigt, dass eine Beschädigungsgefahr besteht. Der erzeugte Widerstand kann dann mit höherem Öffnungswinkel ansteigen, bis der maximal zulässige Öffnungswinkel erreicht ist und ein weiteres Öffnen der Tür bevorzugt gänzlich durch den Aktor verhindert wird.

**[0028]** Bei der Verwendung von mehr als einem Steuergerät für das Kollisionsschutzsystem kann nun beispielsweise vorgesehen sein, dass in einem zentralen Steuergerät für jede Tür ein maximal möglicher Öffnungswinkel ermittelt wird und an ein Türsteuergerät weitergegeben wird, welches beispielsweise die Ansteuerung des Aktors derart übernimmt, dass sich die Türen nicht weiter als der maximal mögliche Öffnungswinkel öffnen lassen bzw. automatisch nur so weit geöffnet werden. Auch die Ansteuerung von sonstigen, beispielsweise optischen und/oder akustischen Ausgabemitteln, kann durch ein derartiges Türsteuergerät erfolgen.

**[0029]** Zur optischen und/oder akustischen Informationsausgabe als Maßnahme können im Übrigen auch entsprechende akustische und/oder optische Ausgabemittel vorgesehen sein. Als optisches Ausgabemittel bietet es sich an, eine entsprechende Anzeigevorrichtung an der Innenseite der Tür selber vorzusehen, beispielsweise in Form eines farbigen Lichtes, welches beispielsweise Gelb bei mittlerer Kollisionsgefährdung, Rot bei starker Kollisionsgefährdung und Grün bei keiner Kollisionsgefährdung leuchten kann, was im Übrigen auch von einem erfassten Öffnungswinkel der Tür abhängig gemacht werden kann.

**[0030]** Es sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass das erfindungsgemäße Kollisionsschutzsystem selbstverständlich in seiner Funktionalität noch erweitert werden kann, wenn beispielsweise weitere Sensoren, insbesondere weitere Radarsensoren, vorgesehen werden, die den Rückraum und/oder das Vorfeld des Kraftfahrzeugs überwachen, um bewegte Objekte zu detektieren, deren Trajektorie vorausberechnet werden kann, so dass sich auch diesbezüglich eine Kollisionsgefahr mit einer Tür, die geöffnet wird, ergibt. Derartiges ist im eingangs genannt-

ten Stand der Technik bereits beschrieben und soll daher hier nicht näher dargelegt werden; nichtsdestotrotz bildet es eine vorteilhafte Ergänzung des hier beschriebenen.

**[0031]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnung. Dabei zeigen:

**[0032]** Fig. 1 eine Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs,

**[0033]** Fig. 2 den Aufbau eines verwendeten Radarsensors,

**[0034]** Fig. 3 eine Antennenanordnung des Radarsensors,

**[0035]** Fig. 4 eine Prinzipskizze zum Verbau eines Radarsensors in der Tür,

**[0036]** Fig. 5 Öffnungsbereiche und Erfassungsbereiche auf einer Seite des Kraftfahrzeugs,

**[0037]** Fig. 6 eine Systemdarstellung des Kollisionsschutzsystems, und

**[0038]** Fig. 7 einen einer Tür zugeordneten Aktor.

**[0039]** Fig. 1 zeigt eine Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug 1. Dieses weist ein Kollisionsschutzsystem 2 auf, welchem zunächst ein zentrales Steuergerät 3 zugeordnet ist. Das zentrale Steuergerät 3 nimmt die Sensordaten von vier jeweils in den seitlichen Türen 4 des Kraftfahrzeugs 1 angeordneten Radarsensoren 5 entgegen. Die Radarsensoren 5 überwachen dabei jeweils möglichst vollständig den Öffnungsbereich der Türen 4, so dass in diesem befindliche Objekte/Hindernisse detektiert werden können. Hierzu werden im Steuergerät 4 die Sensordaten zu einem jeweiligen Umgebungsmodell für die Türen 4 ausgewertet, wobei auch ein gemeinsames Umgebungsmodell für alle Türen 4 vorgesehen sein kann. Nachdem im Steuergerät 3 auch bekannt ist, wie sich die Türen 4 öffnen, mithin wie sie den Öffnungsbereich durchqueren, lässt sich im Steuergerät 3 auch ermitteln, ob eine Kollisionsgefahr besteht. Hierzu können geeignete Kollisionskriterien vorgesehen sein, die insbesondere eine Kollisionswahrscheinlichkeit mit detektierten Objekten auswerten.

**[0040]** Insbesondere bestimmt das Steuergerät 3 hieraus maximal mögliche Öffnungswinkel für jede Tür 4, bis zu denen die hier schwenkbaren Türen 4 geöffnet werden können, ohne dass es zu einer Kollision mit einem Objekt kommt, das bedeutet, die maximal möglichen Öffnungswinkel unterschreiten einen

kritischen Öffnungswinkel, bei dem eine Kollision unvermeidlich ist.

**[0041]** In der aktuell gezeigten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung werden die maximalen Öffnungswinkel dann an ein Türsteuergerät 6 weitergegeben, welches jedoch auch als ein gemeinsames Steuergerät mit dem Steuergerät 3 realisiert werden kann. Denkbar ist es in anderer Ausgestaltung jedoch auch, jeder Tür 4 ein eigenes Türsteuergerät 6 zuzuordnen. Ersichtlich kann die im Kollisionsschutzsystem 2 realisierte Logik auf verschiedene Anzahlen von Steuergeräten verteilt werden.

**[0042]** Vorliegend ist jeder der Türen 4 auch einem Aktor 7 zugeordnet, über den ein automatisches Öffnen und Schließen der Türen 4 möglich ist, wobei der Aktor 7 beispielsweise als ein elektrischer Motor ausgebildet sein kann. Damit der aktuelle Öffnungswinkel der Türen 4 bekannt ist, weisen diese ferner einen Winkelsensor als Erfassungsvorrichtung 8 auf.

**[0043]** Das Kollisionsschutzsystem 2 kann verschiedene Maßnahmen durchführen, um Kollisionen der Türen 4 und damit auch Beschädigungen der Türen 4 möglichst weitgehend zu vermeiden. Hierzu ist es zum einen denkbar, optische und/oder akustische Ausgaben über entsprechende optische Ausgabemittel 9 bzw. akustische Ausgabemittel 10 zu erzeugen, in denen beispielsweise vor der Gefahr beim Öffnen bestimmter Türen gewarnt wird. Bevorzugt sind die Ausgabemittel 9, 10 dabei den entsprechenden Türen 5 zugeordnet, insbesondere auch in diesen verbaut. So kann beispielsweise ein optisches Ausgabemittel 9 als Anzeigevorrichtung ausgebildet sein, die grün leuchtet, wenn keine Gefahr beim Öffnen der Tür passiert, Gelb leuchtet, wenn eine gewisse Gefahr gegeben ist, und Rot leuchtet, wenn eine Kollision unmittelbar bevorsteht bzw. vermeidbar erscheint, wozu ebenso die Daten der Erfassungsvorrichtungen 8 (Winkelsensoren) verwendet werden können.

**[0044]** Bevorzugt ist es jedoch, wenn eine haptische Rückmeldung an den entsprechenden Insassen des Kraftfahrzeugs 1 erfolgt, die auch genutzt werden kann, um die Tür hier durch aktives Blockieren vor der Kollision mit einem erkannten Objekt zu schützen. Hierzu können die Aktoren 7, welche im Übrigen auch eigene, ihnen zugeordnete Steuergeräte aufweisen können, entsprechend angesteuert werden, so dass sie beispielsweise beim automatischen Öffnen von Türen 4 diese nur bis zum maximal möglichen Öffnungswinkel öffnen oder beim manuellen Öffnen von Türen 4 die Türen 4 blockieren, sobald der maximal mögliche Öffnungswinkel erreicht ist. Dabei kann ab einem unterhalb des maximal möglichen Öffnungswinkels liegenden Grenzwinkel, um dem Fahrer die Gefahr zur Kenntnis zu bringen, eine ständig mit dem Öffnungswinkel ansteigende Gegenkraft durch die Aktoren 7 erzeugt werden, so dass der In-

sasse, der die Tür **4** öffnen will, einen Widerstand spürt.

**[0045]** Kernelement des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs sind die in den Türen **4** verbauten Radarsensoren **5**, welche auf einer Halbleitertechnologie, hier einer CMOS-Technologie, basieren. Der Aufbau der kleinbauenden Radarsensoren **5** soll durch die Prinzipskizze der **Fig. 2** näher erläutert werden. Dort ist zu erkennen, dass jeder der Radarsensoren **5** durch ein Package **11** gebildet wird, in welchem die Antennenanordnung **12** und ein Halbleiterchip **13**, hier ein CMOS-Chip, enthalten sind. Durch den Halbleiterchip **13** sind der Radar-Transceiver **14**, eine digitale Signalverarbeitungs-komponente **15** und eine Steuerreinheit **16** des Radarsensors **5** realisiert. Der Radarsensor **5** ist mithin äußerst klein, beispielsweise kleiner als  $5 \times 5$  cm, insbesondere kleiner als  $2 \times 2$  cm, so dass im Übrigen auch die Antennenanordnung **12** klein realisiert werden kann, insbesondere kleiner als  $1 \text{ cm}^2$ . Zum anderen sind auch kurze Signalwege gegeben, so dass sich ein sehr hohes Signal-Zu-Rausch-Verhältnis ergibt, so dass insgesamt ein hochgenauer Short-Range-Radarsensor **5** geschaffen ist.

**[0046]** **Fig. 3** zeigt den Aufbau der Antennenanordnung **12** genauer. Diese weist ersichtlich drei in einer Richtung aufeinanderfolgende Antennenelemente **17** auf, wobei ein weiteres Antennenelement **17** sich in einer hierzu senkrechten Richtung anschließt. Dies ermöglicht es, Winkel in zwei zueinander senkrechten Ebenen aufzulösen. Der Radarsensor **5** ist als ein Weitwinkel-Radarsensor **5** realisiert, der vorliegend einen Erfassungsbereich von  $160^\circ$  im Azimut und von  $90^\circ$  in der Elevation abdeckt.

**[0047]** Die kleinbauende Realisierung des Radarsensors **5** erlaubt eine einfache und verdeckte Integration des Radarsensors **5** in die Türen **4**. Diese bestehen als Karosserieteil, vgl. **Fig. 4**, aus einer Metallstruktur **18**, die im Bereich, in dem die Antennenanordnung **12** nach außen ausstrahlen soll, eine Durchgangsöffnung **19**, also ein Fenster, aufweist, das aus der Metallstruktur herausgeschnitten wurde. Diese Durchgangsöffnung **19** ist äußerst klein, nachdem die Antennenanordnung **12** kleiner als  $1 \text{ cm}^2$  in ihrer Fläche ist. Die Durchgangsöffnung **19** ist mit einem Material **20**, hier einem Kunststoff, gefüllt, das für Radarstrahlung durchlässig ist. Dies gilt auch für den Lack **21**, der die Metallstruktur **18** nach außen abschließt und auch die Durchgangsöffnung **19** mit dem Material **20** überdeckt.

**[0048]** Somit ist der Radarsensor **5** von außen nicht erkennbar, kann aber dennoch den Öffnungsbereich der Türen **4** abtasten.

**[0049]** **Fig. 5** zeigt für eine Seite des Kraftfahrzeugs **1** zum Vergleich die Öffnungsbereiche **22** der dor-

tigen Türen **4** gemeinsam mit den Erfassungsbereichen **23** der Radarsensoren **5**. Ersichtlich erfassen diese die jeweiligen Öffnungsbereiche **22** fast vollständig. Nachdem neben dem Abstand in der Relativgeschwindigkeit von detektierten Objekten auch Winkel in zueinander senkrechten Ebenen gemessen werden, kann auch beurteilt werden, ob sich ein Objekt in der Vertikalen im Öffnungsbereich **22** befindet.

**[0050]** **Fig. 6** zeigt schließlich nochmals eine die Funktion des Kollisionsschutzsystems **2** erläuternde Zeichnung. Im Bereich der Datenerfassung sind die kleinbauenden, auf CMOS-Technologie basierenden Radarsensoren **5** angedeutet, die ihre Daten gemäß dem Pfeil **24** an das Steuergerät **3** liefern, indem die Sensordaten durch Nutzung verschiedener Algorithmen **25** ausgewertet werden, um das Umgebungsmodell zu erzeugen und die maximalen Öffnungswinkel, wie beschrieben, zu bestimmen. Diese maximalen Öffnungswinkel werden dann an das Türsteuergerät **6** oder gegebenenfalls, falls vorhanden, an das Aktorsteuergerät **26** weitergegeben, welche dann die entsprechenden Maßnahmen durch Ansteuerung des jeweiligen Aktors **7** und/oder der Ausgabemittel **9, 10** auslösen.

**[0051]** **Fig. 7** zeigt schließlich genauer die Integration des hier als elektrischer Motor **27** ausgebildeten Aktors **7**, der vorliegend als Teil eines Scharniers **28** verbaut ist.

**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 19537619 A1 [0004]
- DE 102007036079 A1 [0005]

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- Artikel von Jri Lee et al., „A Fully Integrated 77-GHz FMCW Radar Transceiver in 65-nm CMOS Technology“, IEEE Journal of Solid State Circuits 45 (2010), S. 2746–2755 [0011]



## Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug (1) mit einem Kollisionsschutzsystem (2) für wenigstens eine Tür (4) des Kraftfahrzeugs (1) und wenigstens einem Sensordaten eines Öffnungsbereichs (22), in dem die Tür (4) beim Öffnen bewegt wird, erfassenden Umgebungssensor, wobei das Kollisionsschutzsystem (2) wenigstens ein Steuergerät (3, 6, 26) aufweist, das zur Auswertung der Sensordaten hinsichtlich kollisionsgefährdender Objekte und bei einer detektierten Kollisionsgefahr zum Durchführen wenigstens einer einen Insassen des Kraftfahrzeugs (1) informierenden und/oder die Kollision vermeidenden und/oder die Kollisionsfolgen mindernden Maßnahme ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Umgebungssensor zur Überwachung des Öffnungsbereichs (22) ein Radarsensor (5) mit einem durch einen Halbleiterchip (13), insbesondere einen CMOS-Chip, realisierten Radar-Transceiver (14) ist.

2. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch den Halbleiterchip (13) auch eine digitale Signalverarbeitungskomponente (15) und/oder eine Steuereinheit (16) des Radarsensors (5) realisiert sind und/oder der Halbleiterchip (13) gemeinsam mit einer Antennenanordnung (12) des Radarsensors (5) als ein Package (11) ausgebildet ist.

3. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Radarsensor (5) in der jeweiligen Tür (4) verbaut ist.

4. Kraftfahrzeug nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Verbau in einer aus Metall (18) bestehenden Tür (4) wenigstens eine durch die Antennenanordnung (12) des Radarsensors (5) durchstrahlbare Durchgangsöffnung (19) durch das Metall (18) vorliegt, die mit einem für Radarstrahlung durchlässigen Material (20) aufgefüllt ist.

5. Kraftfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Radarsensor (5) eine Winkelauflösung in wenigstens zwei zueinander senkrechten Ebenen erlaubende Antennenanordnung (12) aufweist.

6. Kraftfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Radarsensor (5) eine Frequenzbandbreite größer als 3 GHz, insbesondere von 4 GHz, und/oder ein im Bereich von 76 GHz bis 81 GHz liegendes Frequenzband aufweist.

7. Kraftfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Erfassungsvorrichtung (8) für den Öffnungswinkel der Tür (4) vorgesehen ist, wobei das Steuergerät (3,

6, 26) zur Berücksichtigung des Öffnungswinkels bei der Durchführung der Maßnahmen ausgebildet ist.

8. Kraftfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Tür (4) ein insbesondere auch einem automatischen Öffnungs- und Schließvorgang dienender Aktor (7), insbesondere ein Motor (27), zugeordnet ist, wobei das Steuergerät (3, 6, 26) zur Ansteuerung des Aktors (7) zur Durchführung wenigstens einer Maßnahme ausgebildet ist.

9. Kraftfahrzeug nach den Ansprüchen 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuergerät (3, 6, 26) durch Ansteuerung des Aktors (7) zum Abbremsen der Tür (4), insbesondere bis in den Stillstand, bei Annäherung des erfassten Öffnungswinkels an einen maximalen Öffnungswinkel, der kleiner oder gleich einem kritischen, zu einer Kollision führenden Öffnungswinkel ist, ausgebildet ist.

10. Kraftfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens alle seitlichen Türen (4) einen ihrem Öffnungsbereich (22) zugeordneten Radarsensor (5) aufweisen, wobei das Steuergerät (3, 6, 26) zur türspezifischen Auswertung der Sensordaten ausgebildet ist.

11. Kraftfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuergerät (3, 6, 26) zur Ermittlung eines wenigstens den Öffnungsbereich (22) beschreibenden, bevorzugt dreidimensionalen Umgebungsmodells aus den insbesondere den Abstand, die Relativgeschwindigkeit und wenigstens einen Winkel enthaltenden Sensordaten ausgebildet ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

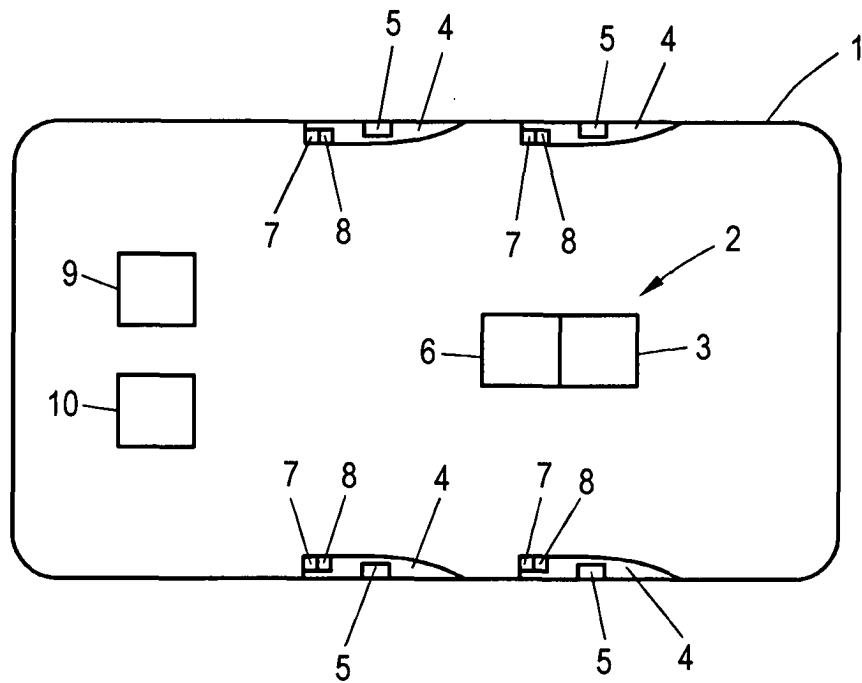


FIG. 2

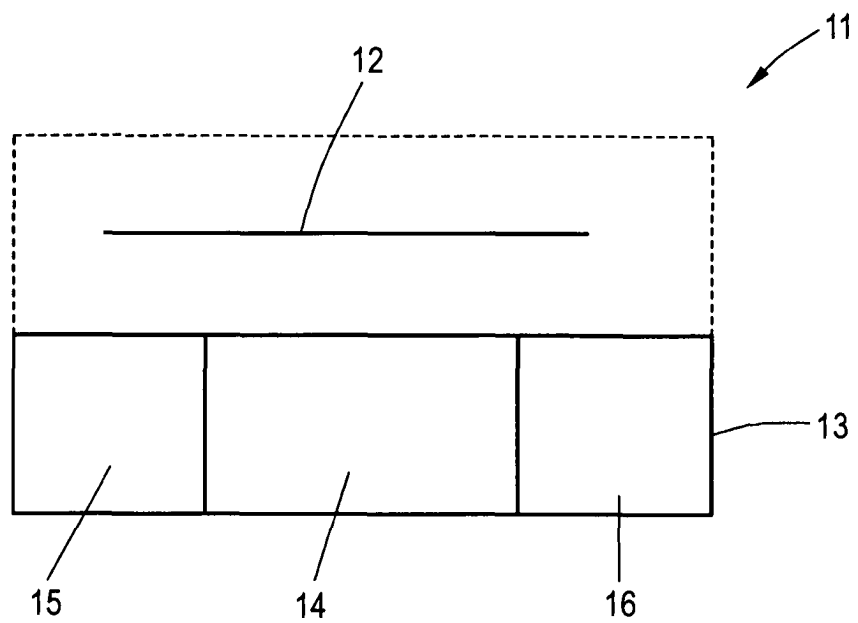


FIG. 3

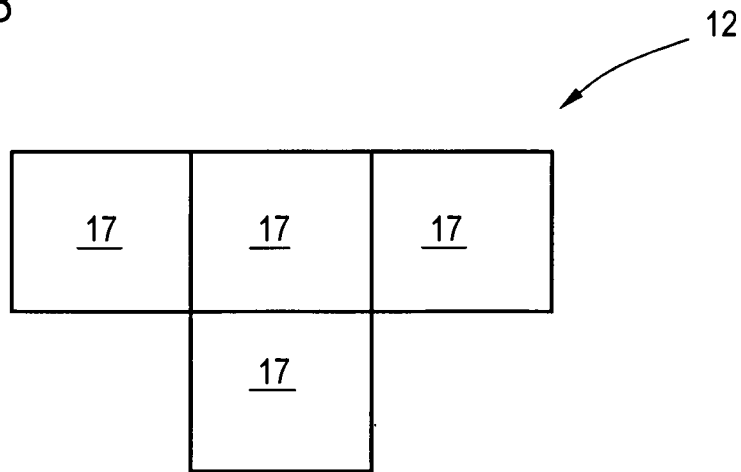


FIG. 4

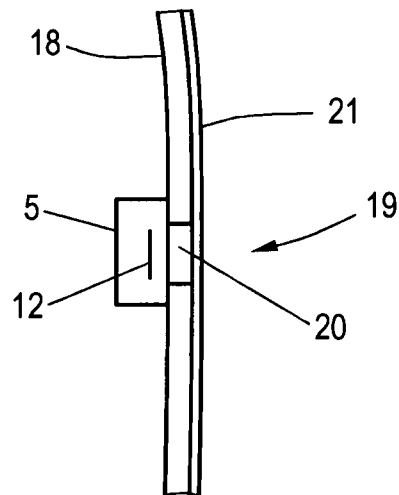


FIG. 5

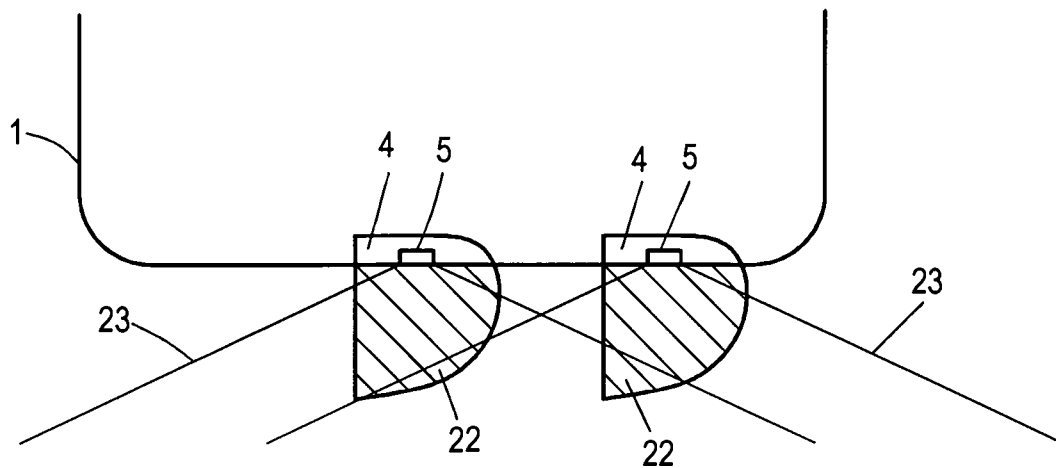


FIG. 6

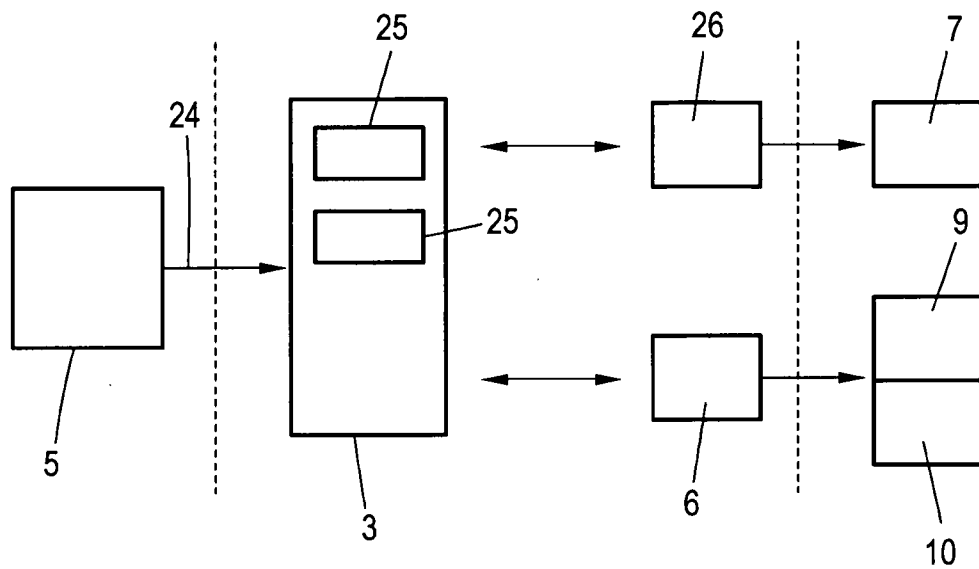


FIG. 7

