

(10) **DE 10 2019 200 902 A1** 2020.07.30

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 200 902.6**

(22) Anmeldetag: **24.01.2019**

(43) Offenlegungstag: **30.07.2020**

(51) Int Cl.: **H01P 5/08** (2006.01)

(71) Anmelder:

AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

(72) Erfinder:

Koch, Niels, 85084 Reichertshofen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

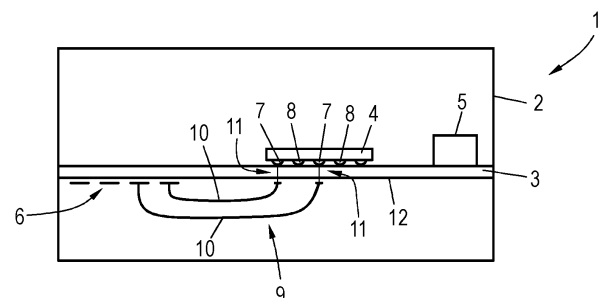
GB	2 499 792	A
US	2003 / 0 231 078	A1
US	3 023 381	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Radarsensor, Kraftfahrzeug und Verfahren zum Herstellen eines Radarsensors**

(57) Zusammenfassung: Radarsensor (1), aufweisend eine Antennenanordnung (6) und eine auf einer Leiterplatte (3) des Radarsensors (1) angeordnete, monolithische integrierte Mikrowellenschaltung (4) mit wenigstens einem mit der Antennenanordnung (6) zu verbindenden, insbesondere in einem Ballgrid (13) realisierten, auszusendende Radarsignale, die durch die Mikrowellenschaltung (4) erzeugbar sind, bereitstellenden oder empfangene Radarsignale der Antennenanordnung (6) entgegennehmenden Antennenanschluss (7), wobei die Verbindung des Antennenanschlusses (7) zu der Antennenanordnung (6) wenigstens teilweise durch einen Wellenleiter (9) gebildet ist, wobei zur Verbindung des wenigstens eines Antennenanschlusses (7) mit dem als Hohlleiter (10) ausgeführten Wellenleiter (9) die Leiterplatte (3) an der Position des Antennenanschlusses (7) eine Durchgangsöffnung (15) zu der der Mikrowellenschaltung (4) gegenüberliegenden Leiterplattenseite (12) aufweist, durch welche der Antennenanschluss (7) mit einem in den auf der gegenüberliegenden Leiterplattenseite (12) an der Position des Antennenanschlusses (7) angeordneten Wellenleiter (9) einragenden Strahlungselement (17) verbunden ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Radarsensor, aufweisend eine Antennenanordnung und eine auf einer Leiterplatte des Radarsensors angeordnete, monolithische integrierte Mikrowellenschaltung (MMIC) mit wenigstens einem mit der Antennenanordnung zu verbindenden, insbesondere in einem Ballgrid realisierten, auszusendende Radarsignale, die durch die Mikrowellenschaltung erzeugbar sind, bereitstellenden oder empfangene Radarsignale der Antennenanordnung entgegennehmenden Antennenanschluss, wobei die Verbindung des Antennenanschlusses zu der Antennenanordnung wenigstens teilweise durch einen Wellenleiter gebildet ist. Daneben betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Radarsensors.

[0002] Die Verwendung von Radarsensoren in Kraftfahrzeugen wurde im Stand der Technik bereits in unterschiedlichster Weise vorgeschlagen. Insbesondere werden Radarsensoren im automotiven Bereich zur Umfeldüberwachung eingesetzt, um beispielsweise Radardaten für verschiedene Fahrzeugsysteme bzw. Fahrzeugfunktionen zu liefern. Langreichweitige Radarsensoren (LRR - Long Range Radar) werden in Kraftfahrzeugen beispielsweise für längsregelnde Fahrzeugfunktionen, beispielsweise ACC (Automatic Cruise Control), eingesetzt. Derartige Radarsensoren sensieren die Fahrbahn entlang weit voraus und detektieren beispielsweise vorausfahrende Verkehrsteilnehmer, um sich auf den gesetzlichen Mindestabstand zum vorausfahrenden Verkehrsteilnehmer anzunähern und die Geschwindigkeit anzupassen oder dergleichen.

[0003] Gerade im Hinblick auf Fahrzeugfunktionen längsregelnder Fahrerassistenzsysteme ist eine möglichst gute und gleichförmige Geschwindigkeitsanpassung zum vorausfahrenden Verkehrsteilnehmer gewünscht. Hierzu werden Radarsensoren mit hoher Leistung eingesetzt, die auf den Fahrschlauch fokussiert werden, was zu einer hohen Reichweite und zu einer guten Erkennung von vorausliegenden Objekten führt. Langreichweitige Radarsensoren wurden auch bereits für den Heckbereich von Kraftfahrzeugen vorgeschlagen, hier beispielsweise im Kontext eines Spurwechselassistentensystems.

[0004] Für Radarsensoren, die eine große Sendeleistung und somit eine große Reichweite bereitstellen sollen, ist es wichtig, die Sendeleistung, die in einer monolithischen hochintegrierten Mikrowellenschaltung (MMIC, kann auch als hochintegrierter monolithischer Sende- und Empfangsschaltkreis bezeichnet werden) erzeugt wird, möglichst verlustarm in die Antennenelemente der Antennenanordnung des Radarsensors zu überführen. Analog hierzu muss auch das Empfangssignal verlustarm und möglichst störungsimmun in den MMIC geleitet werden.

[0005] Häufige MMIC, also Mikrowellenschaltungen, die in Radarsensoren eingesetzt werden, können eine Sendeleistung von 10 - 13 dBm aufbringen, was maximal ca. 20 mW entspricht. Bei höheren Sendeleistungen ergibt sich bei ca. 50 % Wirkungsgrad eine sehr hohe, punktuelle Wärme am integrierten Schaltkreis (häufig auch als Die bezeichnet), so dass sich Bonddrähte ablösen können oder sogar Silizium bzw. Germanium, je nach Fertigungsstrategie, zerstört wird.

[0006] Eine Erhöhung der Sendeleistung ist damit kein gangbarer Weg, um eine höhere Reichweite eines Radarsensors, insbesondere für automotive Anwendungen, zu erhalten. Auch das Zusammenschalten mehrerer Sender in einem Radarsensor ist in seiner Wirkung begrenzt. Bei einem solchen Ansatz stellt sich zudem die Herausforderung, dass dies phasenrichtig erfolgen muss, was einen hohen schaltungstechnischen Aufwand mit sich bringt. Aus 2 x 10 mW Sendeleistung zweier Sender ergeben sich daher maximal 18 mW und nur idealisiert 20 mW. Andere Ansätze versuchen, den Wirkungsgrad des MMIC zu verbessern, wozu allerdings derzeit keine nutzbaren Ergebnisse vorliegen.

[0007] Daher wurden im Stand der Technik derzeit meist Möglichkeiten vorgeschlagen, die vom MMIC zur Verfügung gestellte Sendeleistung so verlustarm wie irgendwie möglich zur Antennenanordnung weiterzuleiten.

[0008] Antennenzuleitungen vom MMIC zur Antennenanordnung werden dabei üblicherweise mittels eines Koaxialkabels, Paralleldrahtleitungen oder eines Hohlleiters, allgemein Wellenleiters, ausgeführt. Bei mittleren Betriebsfrequenzen des Radarsensors, beispielsweise von 500 MHz bis ca. 30 GHz, können auch Mikrostreifenleitungen, Finleitungen oder Schlitzleitungen auf der Leiterplatte verwendet werden. Derartige Leitungsmöglichkeiten werden auch als substratgeführte Wellenleiter bezeichnet. Diese Ansätze haben den Vorteil, dass sie auf dem ohnehin vorhandenen Leiterplattenmaterial (Substratmaterial) aufgebracht werden können und somit außer Entwicklungsaufwand bzw. Entwicklungskosten keine weiteren Bauteil- oder Zusatzkosten erzeugen. Die Effektivität einer solchen auf dem Substrat integrierten Antennenleitungslösung ist aufgrund der offenen Struktur jedoch gering und stör anfällig für von außen auftretende Störsignale, insbesondere hinsichtlich EMV-Einstrahlung und -Abstrahlung.

[0009] In höheren Frequenzbereichen, beispielsweise im Höchstfrequenzbereich, wie das 77 GHz-Radarband um 76 - 81 GHz auch genannt wird, sind derartige Lösungen nicht mehr sinnvoll einsetzbar, so dass in diesem Kontext substratintegrierte Wellenleiter oder Hohlwellenleiter vorgeschlagen wurden, um einigermaßen verlustarm ein Radarsignal zu übertra-

gen und zudem die Einstrahl- und Störsicherheit zu gewährleisten. In den vielen zurückliegenden Jahren des Einsatzes des 77 GHz-Radarbandes für automotiv Radaranwendungen, insbesondere auch im Kontext mit der Frequenzbanderweiterung auf 81 GHz, hat sich gezeigt, dass die Verwendung offener Mikrostreifenleiterstrukturen nicht für derart hohe Frequenzen geeignet ist, da zu hohe Verluste auftreten und die Störimmunität nicht ausreicht. Um diesen Problemen entgegenzutreten, wurden sogenannte substratintegrierte Wellenleiter (SIW) vorgeschlagen. Dabei ist vorgesehen, dass die Verteilnetzwerke und die Signalübertragung vom MMIC nur noch kurzstreckig über die Leiterplatte geführt werden muss und dann in den Wellenleiter mit angeschlossener bzw. integrierter Antenne gekapselt ausgeführt ist, was zur Störfestigkeit beiträgt. Auch bei diesen Lösungen besteht jedoch weiterhin, wenngleich nur kurzstreckig, eine offene Mikrostreifenleitung zwischen dem MMIC und dem Übergang in den Wellenleiter.

[0010] Ein weiterer bekannter Lösungsansatz wird als „einstrahlende Einkoppelmethode“ bezeichnet. Dabei wird eine modifizierte Patchantenne als Strahler eingesetzt, um in einen Hohlleiter einzustrahlen. Die eingestrahlte Welle setzt sich im Hohlleiter fort und wird so zum Bestimmungsort, konkret den entsprechenden Antennenelementen der Antennenanordnung, weitergeleitet. Es existieren Hohlleiter mit einer Standardgröße von $3,1 \times 1,55 \text{ mm}$ („WR 12“), die eine untere Cut-Off-Frequenz von ca. 60 GHz und eine reine Moden-Oberfrequenz von ca. 90 GHz aufweisen. Dieser Wellenleitertyp ist hervorragend für das 77 GHz-Radarband im Intervall von 76 - 81 GHz einsetzbar und wird daher bevorzugt eingesetzt. Um allerdings eine entsprechende Bandbreite von 4 GHz gut abbilden zu können, muss die Patchantenne modifiziert werden, das bedeutet, in ihrer Frequenzbandbreite erweitert werden. Zu der Patchantenne, die in den Hohlleiter einstrahlt, wird das Radarsignal dabei wiederum mit einer offenen Mikrostreifenleitung oder dergleichen geführt.

[0011] Ein anderer Lösungsansatz sieht vor, eine TEM-Welle eines Mikrostreifenleiters in den Hohlleiter mit TE-Wellenstruktur zu überführen, indem Viertelwellentransformationen von ca. 30Ω der Mikrostreifenleitung auf die Impedanz von 500Ω des Wellenleiters eingesetzt wird. Da nur ein einzelner Viertelwellentransformator schmalbandig ist, werden mehrstufige Viertelwellentransformationen durchgeführt.

[0012] Die beiden zuletzt genannten Lösungsansätze haben gemeinsam, dass sie initial eine Mikrostreifenleitung vom MMIC benötigen und erst dann, strahlend oder über Transformation, an den Hohlleiter einkoppeln.

[0013] Zusammengefasst nutzen also heutige, im Stand der Technik benutzte Einkopplungsmethoden eine leiterplattengeführte (substratgeführte) offene Leitungsstruktur vom MMIC aus, um dann durch Ausstrahlung oder Transformation in einen Wellenleiter einzukoppeln. Die offene Leitungsstruktur ist jedoch anfällig gegen Störeinstrahlung, Störabstrahlung und Verluste. Zur Reduzierung der Verluste wird für die Leiterplatte ein hochwertiges, teures Substrat benötigt.

[0014] EP 2 945 222 A1 betrifft die Anwendung von sogenannten Pingrids (PGA - Pin Grid Array) und/oder Ballgrids (BGA - Ball Grid Array) auf Mikrowellen- oder Millimeterwellen-Hochfrequenz-Teile. Hierbei ist auf einer Unterseite des Hochfrequenz-Teils, beispielsweise eines MMIC, eine Anordnung von im Wesentlichen kugelförmigen Anschlüssen, insbesondere im Wesentlichen in Matrixform, gegeben, wobei die Anschlüsse auch als „ball pins“ bezeichnet werden. In vergleichbarer Weise betrifft US 2015/0364816 A1 ebenso einen MMIC mit in einem Ballgrid-Array realisierten Anschlüssen.

[0015] Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine verlustärmere und störimmunere Möglichkeit zur Ankopplung eines Antennenanschlusses eines MMIC an einen Hohlleiter anzugeben.

[0016] Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einem Radarsensor der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass zur Verbindung des wenigstens einen Antennenanschlusses mit dem als Hohlleiter ausgeführten Wellenleiter die Leiterplatte an der Position des Antennenanschlusses eine Durchgangsöffnung zu der der Mikrowellenschaltung gegenüberliegenden Leiterplattenseite aufweist, durch welche der Antennenanschluss mit einem in den auf der gegenüberliegenden Leiterplattenseite an der Position des Antennenanschlusses angeordneten Wellenleiter einragenden Strahlungselement verbunden ist.

[0017] Die vorliegende Erfindung geht mithin aus von einer monolithischen integrierten Mikrowellenschaltung, also einem MMIC, dessen Anschlüsse in einem Ballgrid, insbesondere also als Ballgrid-Array (BGA) realisiert sind. Es wird nun vorgeschlagen, Durchgangsöffnungen, gegebenenfalls als Durchkontaktierungen (VIA) ausgeführt, an den Positionen der Antennenanschlüsse zu nutzen, um unmittelbar auf der anderen Seite, also auf kürzestem Wege, in den als Hohlleiter ausgebildeten Wellenleiter einstrahlen zu können bzw. im Empfangsfall von dort entgegenzunehmen. Mit anderen Worten ist das Strahlungselement direkt gegenüber dem Antennenanschluss vorgesehen, das bedeutet, es sind keine Leiter in der Ebene, in der die Leiterplatte sich erstreckt, nötig und vorgesehen. Das Strahlungsele-

ment kann mithin als eine unmittelbare Fortsetzung des Antennenanschlusses, also des Antennen-Pins, verstanden werden, so dass eine direkte Anbindung in den Hohlleiter besteht. Es sind damit auch keine Transformationsleitungen notwendig.

[0018] Ausgehend von einer Ballgrid-Anbindung des MMIC-Chips auf der Leiterplatte wird mithin derjenige „Ball“ für Sende- und/oder Empfangssignale, also der wenigstens eine Antennenanschluss, vom hochintegrierten monolithischen System, also dem MMIC, als Durchkontaktierung ausgeführt, so dass sich eine Fortsetzung des Signalpins vom MMIC auf die andere Seite der Leiterplatte ergibt. Auf der Bestückungsrückseite der Leiterplatte tritt das Strahlungselement zum Vorschein und ragt so in den Hohlleiter ein, so dass das Radarsignal als Welle in den Wellenleiter eingekoppelt werden kann. Hierzu wird die Länge eines in den Wellenleiter einragenden Strahlungsabschnitts des Strahlungselements bevorzugt zumindest im Wesentlichen als ein Viertel einer Nennwellenlänge des verwendeten Frequenzbandes gewählt, beispielsweise bei 77 GHz als ca. 1 mm. Auf diese Weise entsteht ein Viertelwellenstrahler auf der dem MMIC gegenüberliegenden Leiterplattenseite, der in den Hohlleiter einstrahlt. Dies ist von der grundlegenden Idee vergleichbar mit der Patchantennen-Lösung des Standes der Technik, die auf der Leiterplattenseite des MMIC realisiert ist, jedoch ergeben sich durch die direkte Fortführung des als Antennenanschluss zu nutzenden Ballgrid-Pins durch die Leiterplatte massive Vorteile.

[0019] So existieren zunächst keine einstrahlungsfähigen oder störanfälligen offenen Strukturen. Das Strahlungselement ist unmittelbar im Wellenleiter gefasst, der, wie üblich, rundherum metallisiert ist und so abschirmend wirkt. Die Störfestigkeit ist wesentlich verbessert. Zudem sind die Leitungswege durch die Leiterplatte (Substrat) mit beispielsweise 1 mm sehr kurz, so dass sich eine bessere Effektivität ergibt.

[0020] Zusammenfassend wird erfindungsgemäß also vorgeschlagen, einen äußerst kurzen Weg vom Ballgrid-Antennenanschluss für das Sende- und/oder Empfangssignal des MMIC zu bilden, indem der Antennenanschluss durch das Substrat, also die Leiterplatte, hindurch auf die andere Leiterplattenseite geführt wird, so dass ein sehr kurzer Weg, beispielsweise kleiner oder gleich 1 mm, innerhalb der Leiterplatte entsteht, der als äußerst störresistent zu bewerten ist. Die Einkopplung durch das Strahlungselement erfolgt gekapselt vom als Hohlleiter ausgeführten Wellenleiter selbst, so dass Leckstrahlung oder Einstrahlung von außen nicht auftreten kann. Die Effizienz und die Störimmunität sind damit wesentlich erhöht. Zudem reduziert sich der Entwicklungs- und Fertigungsaufwand. Ein Verwenden eines hochwertigen Substrats kann, muss aber nicht erfolgen, da

keine Mikrostreifenleitungen auf der Leiterplatte mehr notwendig sind.

[0021] Dabei wird die Leiterplatte mit dem MMIC-Chip und seiner notwendigen Außenbeschaltung, Abblockkondensatoren, Spannungs- und Stromversorgung sowie weiteren Prozessor-Speicher-Datenleitungen wie grundsätzlich bekannt unter Nutzung von Standardbauelementen bestückt. Einzig der wenigstens eine Antennenanschluss, also den Sendeausgang und/oder Empfangseingang bildende Ballgrid-Pin, wird durch die Durchgangsöffnung auf die andere Bestückungsseite, also die gegenüberliegende Leiterplattenseite, gebracht. Der Wellenleiter, welcher beispielsweise als Rundhohlleiter oder Rechteckhohlleiter ausgebildet sein kann und mit der Antennenanordnung verbunden ist, weist an seinem der Antennenanordnung abgewandten Ende insbesondere ein kleines Loch auf der Unterseite auf, während der Rest des Wellenleiters, wie bekannt, metallisiert ist. Aus diesem Loch ragt ein metallischer Kontakt, das Strahlungselement, in den Hohlleiter ein.

[0022] Dabei kann in einer ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung vorgesehen sein, dass die Durchgangsöffnung als eine Durchkontaktierung ausgebildet ist, an die das Strahlungselement anschließt. Durchkontaktierungen (VIAs) sind in der insbesondere mehrlagigen Leiterplattenfertigung bereits seit langem bekannt und können auch für sehr kleine Durchgangsöffnungen, beispielsweise im Bereich von 0,1 mm, kosteneffizient gefertigt werden. Die Durchgangsöffnungen können mittels Laser in die Leiterplattenlagen „gebohrt“ werden. Im anschließenden Galvanisierungsprozess, in dem Kupfer für Leiterbahnen und Strukturen aufgetragen wird, füllen sich dann die Durchgangsöffnungen wenigstens teilweise mit Kupfer, so dass sie leitfähig werden und eine elektrische Verbindung zwischen den beiden Leiterplattenseiten herstellen. Insbesondere bei als geschlossene Durchgangsöffnung ausgeführtem VIA kann das Strahlungselement dann entsprechend auf der gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte auf die entsprechende Durchkontaktierung aufgesetzt werden.

[0023] In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass das durch die Leiterplatte verlängerte Strahlungselement in die Durchgangsöffnung, den Antennenanschluss direkt kontaktierend, eingesetzt ist. Dem steht im Übrigen eine Ausbildung der Durchgangsöffnung als Durchgangskontaktierung (VIA) nichts entgegen, solange nur die Wände der Durchgangsöffnung beschichtet sind. Auf diese Weise entsteht der besondere Vorteil, dass das Strahlungselement sozusagen durch das Einführen in die Durchgangsöffnung zusätzlich gehaltert wird und insbesondere direkt, beispielsweise durch Lötten, mit dem Antennenanschluss verbunden werden kann. Dies ist insbeson-

dere im Hinblick auf die geringen Fertigungstoleranzen, beispielsweise bei 77 GHz, vorteilhaft, da die mechanischen Herausforderungen so verbessert erfüllt werden können. In einer konkreten Ausführungsform kann dabei vorgesehen sein, dass das in die Durchgangsöffnung eingesetzte Strahlungselement einen sich zum Antennenanschluss hin, insbesondere konisch und/oder nadelartig, verjüngenden Querschnitt aufweist. Liegt der Durchmesser der Durchgangsöffnung beispielsweise im Bereich von 0,1 - 0,3 mm, kann eine Ausgestaltung des Strahlungselements zum Antennenanschluss hin so gewählt werden, dass es spitz von einem Durchmesser von 0,45 mm auf einen Durchmesser von 0,15 mm zulauft. Nachdem bereits handelsübliche Haushaltsnadeln diese Form und Größe aufweisen, ist eine gute Anfertigungsmöglichkeit für solche Strahlungselemente sichergestellt, wobei selbstverständlich auch andere Start- und Enddurchmesser je nach Anwendungsfall gewählt werden können. Der spitz zulaufende Anteil des Strahlungselements kann in dieser Ausführungsform als „Kontaktierungsnadel“ angesehen werden, die in die Durchgangsöffnung der Leiterplatte von der dem MMIC gegenüberliegenden Leiterplatenseite eingesteckt wird. So ergibt sich einerseits der notwendige elektrisch leitende Kontakt, andererseits, wie bereits beschrieben, eine mechanische Stabilisierung des Strahlungselements und somit insbesondere auch des Hohlleiters an die Leiterplatte. Weiterhin ist ein hochgenauer Fertigungsprozess möglich.

[0024] In diesem Zusammenhang sieht eine besonders bevorzugte Weiterbildung der vorliegenden Erfindung vor, dass das Strahlungselement zumindest im Eintrittsbereich in den Wellenleiter von einem, insbesondere ringförmigen, Isolationselement umgeben ist. Dabei kann mit besonderem Vorteil das das Strahlungselement auf einer den Eintrittsbereich überschreitenden Länge umgebende Isolationselement eine stützende Wirkung für das Strahlungselement aufweisen. Die entsprechende stützende Wirkung überträgt sich, insbesondere bei Einstecken des Strahlungselements in die Durchgangsöffnung der Leiterplatte, auch auf den Wellenleiter an sich. Beispielsweise kann das Isolationselement, insbesondere als Isolations- und/oder Stützscheibe, formschlüssig oder bevorzugt kraftschlüssig in das Loch des Hohlleiters eingreifen, durch das das Strahlungselement in den Hohlleiter einragen soll. So ist eine stabilisierende Halterung in jeder Hinsicht gegeben. Zudem vermeidet das Isolationselement, insbesondere die Isolations- und/oder Stützscheibe, eine elektrisch leitende Kontaktierung zwischen der metallisierten bzw. metallischen Oberfläche des Hohlleiters mit dem Strahlungselement vor dessen Einragen in den Hohlleiter. Im Rahmen der Fertigung kann das Isolationselement beispielsweise in das entsprechende Loch des Hohlleiters eingedrückt werden. Es sind auch Ausgestaltungen denkbar, die ohne eine derartige Stützscheibe auskommen können, beispielsweise dann,

wenn keine großen mechanischen Kräfte erwartet werden.

[0025] Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass dem Antennenanschluss, insbesondere im Ballgrid, unmittelbar benachbart wenigstens ein Masseanschluss der Mikrowellenschaltung vorgesehen ist, welcher ebenso durch die Leiterplatte fortgesetzt und auf der gegenüberliegenden Leiterplatenseite mit dem Wellenleiter außen verbunden ist. Im Stand der Technik wurden bereits Ausgestaltungen von MMIC vorgeschlagen, bei denen an den dem Antennenanschluss unmittelbar benachbarten Anschlusspositionen des Ballgrid-Arrays, beispielsweise zu zwei gegenüberliegenden Seiten des Antennenanschlusses und/oder den Antennenanschluss umgebend zu vier Seiten des Antennenanschlusses, Masseanschlüsse vorgesehen sind, die den Antennenanschluss abschirmen. Derartige Masseanschlüsse können mit besonderem Vorteil ebenfalls kurz durch das Substrat mittels einer Durchgangsöffnung, insbesondere Durchkontaktierung, bzw. einem Zugang zu der Massenfläche der Leiterplatte, mit dem metallisierten oder metallischen Wellenleiter elektrisch kontaktiert werden, so dass auch innerhalb der Leiterplatte eine Art Faraday-Käfig um den zum Strahlungselement fortgesetzten Antennenanschluss entsteht. Auf diese Weise wird zum einen Leckstrahlung minimiert, zum anderen aber auch eine Einstrahlung von außen auch in diesem Bereich deutlich verringert.

[0026] Es kann vorgesehen sein, dass das Strahlungselement an dessen einragenden Ende mit der Innenwand des Wellenleiters elektrisch leitend verbunden ist. Soll das in den Hohlleiter hineinragende Ende des Strahlungselements mit der Hohlleiterwand elektrisch leitend verbunden werden, kann dies beispielsweise über eine Quer-Kontakt-nadel erfolgen, welche insbesondere als Bestandteil des Hohlleiters oder als Bestandteil des Strahlungselements bereits vorgesehen sein kann. Konkret kann beispielsweise vorgesehen sein, dass ein Endbereich des Strahlungselements zur Kontaktierung einer Seitenwand des Wellenleiters ausgeformt ist, insbesondere durch eine L-Form des einragenden Strahlungsabschnitts des Strahlungselements, wobei der kurze Schenkel des L die Innenwand des Wellenleiters elektrisch kontaktiert. Andererseits ist es aber auch möglich, dass der Wellenleiter einen in seinen Innenraum, bevorzugt senkrecht zur Erstreckungsrichtung des einragenden Strahlungsabschnitts des Strahlungselements verlaufend, einragenden Verbindungsleiter aufweist, der elektrisch leitend mit dem Ende des Strahlungselements verbunden ist. Ein derartiger Verbindungsleiter kann beispielsweise durch 3D-Drucken erzeugt werden, so dass eine den Verbindungsleiter bildende Struktur bereits Bestandteil des Hohlleiters in seiner Fertigung sein kann. Dann kann beispielsweise durch Einführen des Strahlungs-

abschnitts des Strahlungselements in den Hohlleiter bereits die elektrische Kontaktierung zu dem Verbindungsleiter hergestellt werden, insbesondere unter Eindringen des Isolationselements in das Loch des Hohlleiters, durch das das Strahlungselement in diesen einragt.

[0027] Eine Ausgestaltung mit einem sozusagen abknickenden, insbesondere eine L-Form bildenden Strahlungsabschnitt kann insbesondere dann zweckmäßig sein, wenn der Hohlleiter aus mehreren Teilen zusammengesetzt ist und zunächst noch offen ist.

[0028] So sieht eine insbesondere hinsichtlich der Herstellung vorteilhafte Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung vor, dass der als Hohlleiter ausgebildete Wellenleiter aus zwei Halbschalen zusammengesetzt ist. Dabei bietet sich die Möglichkeit, zunächst eine der Halbschalen, die beispielsweise bei einem Rechteckleiter zwei komplette Seitenwände umfassen kann, auf die gegenüberliegende Leiterplatten-seite aufzusetzen, wonach das Strahlungselement durch das Loch eingesetzt werden kann. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn das Strahlungselement auch in die Durchgangsöffnung eingesetzt wird, wie beschrieben. Denn dann kann nach Ansetzen der ersten Halbschale des Hohlleiters das Strahlungselement durch das Loch und die Durchgangsöffnung zur elektrischen Kontaktierung des Antennenanschlusses geführt werden, wobei gleichzeitig insbesondere das Isolationselement in das Loch eingepresst wird und so weitere mechanische Stabilisierung entsteht. Das dem Antennenanschluss zugewandte Ende des Durchstrahlungselements kann dort entsprechend angelötet werden. Danach ist es möglich, die zweite Halbschale aufzusetzen und den Hohlleiter zu schließen. Diese zweite Halbschale kann beispielsweise bei einem rechteckigen Hohlleiter die verbleibenden beiden Wände enthalten. Weist das Strahlungselement selbst eine „Quer-Kontaktnadel“ auf, wird diese in diesem Zuge, beispielsweise als der kurze Schenkel eines L, mit der entsprechenden Seitenwand mechanisch oder sogar gleich elektrisch kontaktiert. Dabei sei angemerkt, dass durchaus Ausgestaltungen denkbar sind, in denen eine Metallisierung des Hohlleiters und gegebenenfalls auch des Strahlungselements und somit die Herstellung einer elektrischen Verbindung zwischen dem einragenden Ende des Strahlungselements und der Seitenwand des Hohlleiters erst nach dem beschriebenen Zusammenbau aus den beiden Halbschalen erfolgt.

[0029] Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist auch dann gegeben, wenn das Strahlungselement am Ende seines in den Wellenleiter einragenden Strahlungsabschnitts eine als Dachkapazität wirkende Verdickung aufweist. Insbesondere dann, wenn die Bandbreite des einfach fortgeführten Antennenanschlusses als Viertelwellenstrahlen in den Hohlleiter nicht ausreicht, kann

es zweckmäßig sein, eine Verdickung am Ende des Strahlungselements aufzubringen, beispielsweise in der Art eines Stecknadelkopfes und/oder in der Art eines Querträgers (T-Form). Dies bewirkt die Entstehung einer Dachkapazität und in Verbindung mit der Leitungslänge des Strahlungsabschnitts einen Schwingkreis. Als Ergebnis entsteht eine Doppelpolbildung, was eine größere nutzbare Impedanz-Bandbreite ermöglicht. Für den Radarfrequenzbereich von 76 - 81 GHz lässt sich somit das gesamte 77 GHz-Radarband mit einer genügenden Impedanzanpassung und Effizienz nutzen.

[0030] Häufig kommt es, insbesondere bei Ballgrids, vor, dass die Antennenanschlüsse, gegebenenfalls durch Masseanschlüsse getrennt, in einer Richtung des Ballgrids relativ dicht benachbart aufeinander folgen. Daher ist auch eine dicht aufeinanderfolgende Anordnung der Wellenleiter auf der gegenüberliegenden Leiterplattenseite wünschenswert.

[0031] Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sieht diesbezüglich vor, dass bei mehreren in einer Richtung aufeinander folgenden, insbesondere durch Masseanschlüsse getrennten, Antennenanschlüssen, die jeweils zugeordneten Wellenleiter als ein gemeinsamer Wellenleiterblock auf der gegenüberliegenden Leiterplattenseite realisiert sind. Konkret kann hierbei vorgesehen sein, dass der, insbesondere eine rechteckige Querschnittsform senkrecht zur Transportrichtung aufweisende, Wellenleiterblock einen Innenraum definierende Außenwand aufweist, wobei der Innenraum durch Zwischenwände in die einzelnen Wellenleiter aufgeteilt ist. In Fällen, in denen Antennenanschlüsse in mehr als einer als einer Richtung aufeinanderfolgen, kann auch eine matrixartige Ausgestaltung des Wellenleiterblocks gegeben sein.

[0032] In einem konkreten Ausführungsbeispiel kann beispielsweise vorgesehen sein, dass in der Richtung seitens des MMIC Antennenanschluss - Masseanschluss - Antennenanschluss - Masseanschluss usw. aufeinanderfolgen, beispielsweise in einem Ballgrid-Array. Die Anschlüsse können einen Abstand von 0,5 mm haben, während gleichzeitig, beispielsweise für eine TE-Welle, ein 3,1 mm breiter und 1,55 mm hoher Wellenleiter-Hohlraum benötigt wird. Nachdem dabei die Wellenleiter ohnehin wenigstens teilweise hochkant an der gegenüberliegenden Leiterplattenseite angeschlossen müssen, eignet sich hinsichtlich der Stabilität, der einfachen Fertigung und der geringen Komplexität besonders ein Wellenleiterblock, der zumindest für eine bestimmte Länge mehrere Wellenleiter parallel realisiert. Ein solcher Wellenleiterblock kann beispielsweise eine metallische oder metallisierte Außenwand aufweisen, deren Innenraum durch Trennwände, beispielsweise metallische oder metallisierte Rippen, in die Wellenleiter aufgeteilt ist.

[0033] An den Wellenleiterblock anschließend können die Wellenleiter dann einzeln, insbesondere unter Richtungsänderung zu den jeweiligen Antennenelementen bzw. sonstigen Schaltungselementen, weitergeführt werden. Das bedeutet, erst im weiteren Verlauf des Energietransports tritt dann die Richtungsänderung ein, beispielsweise als sogenannter 90°-Twist. Dabei kann eine derartige Richtungsänderung auch innerhalb des Wellenleiterblocks selbst noch erfolgen.

[0034] Neben dem Radarsensor betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Kraftfahrzeug, aufweisend einen erfindungsgemäßen Radarsensor. Dabei kann der Radarsensor bevorzugt als ein langreichweitiger Radarsensor (LRR - Long-Range Radar) dienen, mithin beispielsweise Sensordaten für ein längsregelmäßiges Fahrerassistenzsystem, beispielsweise ein ACC-System, und/oder ein Spurwechselassistenzsystem liefern. Selbstverständlich können auch mehrere erfindungsgemäße Radarsensoren in einem Kraftfahrzeug eingesetzt werden. Die erfindungsgemäßen Radarsensoren in dem Kraftfahrzeug nutzen bevorzugt das 77 GHz-Radarband, mithin den Radarfrequenzbereich von 76 - 81 GHz.

[0035] Schließlich betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Radarsensors, welches folgende Schritte umfasst:

- Vorsehen der wenigstens einen Durchgangsöffnung in der Leiterplatte,
- Aufbringen der Mikrowellenschaltung auf die Leiterplatte derart, dass alle Antennenanschlüsse oberhalb der ihnen zugeordneten Durchgangsöffnungen angeordnet sind, danach für jede einem Antennenanschluss zugeordnete Durchgangsöffnung:
- Anordnen einer Halbschale des Wellenleiters mit einem Loch für das Strahlungselement oberhalb der Durchgangsöffnung,
- Einführen des Strahlungselements durch das Loch in die Durchgangsöffnung und elektrisches Kontaktieren mit dem Antennenanschluss,
- Schließen des Wellenleiters durch Aufsetzen der anderen Halbschale.

[0036] Auf diese Art und Weise ist, wie bereits bezüglich des Radarsensors beschrieben wurde, eine besonders einfache und kostengünstige Herstellungsmöglichkeit gegeben, wobei besonders bevorzugt ein formschlüssig oder kraftschlüssig in das Loch des Hohlleiters einzusetzendes Isolationselement zur weiteren Stabilisierung verwendet wird.

[0037] Sämtliche Ausführungen bezüglich des erfindungsgemäßen Radarsensors lassen sich analog auf das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug und das erfindungsgemäße Verfahren übertragen.

[0038] Weitere Vorteile und Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnung. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen Radarsensors,

Fig. 2 eine mögliche Anordnung von Anschlüssen in einem Ballgrid,

Fig. 3 einen Querschnitt im Bereich eines Antennenanschlusses bei einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 4 eine Ausgestaltung des Wellenleiters und des Strahlungselements in einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 5 eine Querschnittsansicht des Strahlungselementverlaufs im zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 6 eine schematische Ansicht bei Verwendung eines runden Hohlleiters in einem dritten Ausführungsbeispiel,

Fig. 7 eine schematische Ansicht bei Verwendung eines Wellenleiterblocks in einem vierten Ausführungsbeispiel, und

Fig. 8 ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug.

[0039] **Fig. 1** zeigt eine allgemeine Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen Radarsensors **1**. Dieser umfasst vorliegend eine in einem Gehäuse **2** gehaltene Leiterplatte **3** als Substrat, auf dem neben einer monolithischen integrierten Mikrowellenschaltung **4** (MMIC) auch weitere, hier nur angedeutete Bauelemente **5**, beispielsweise Kondensatoren, weitere Chips und dergleichen, vorgesehen sein können. Der Radarsensor **1** weist ferner eine Antennenanordnung **6** auf, die, beispielsweise als Patchantennenanordnung, ebenso auf der Leiterplatte **3** vorgesehen sein kann, jedoch auch außerhalb der Leiterplatte **3**. Der MMIC **4** weist verschiedene, als Ballgrid-Pins eines Ballgrid-Arrays ausgebildete Anschlüsse an seiner zur Leiterplatte **3** hingewandten Unterseite auf, vorliegend insbesondere umfassend Antennenanschlüsse **7** und Masseanschlüsse **8**. Die Antennenanschlüsse **7**, über die Radarsignale bereitgestellt bzw. empfangene Radarsignale entgegengenommen werden können, sollen dabei über hier nur angedeutete Wellenleiter **9**, die als Hohlleiter **10** ausgebildet sind, mit der Antennenanordnung **6** verbunden werden. Dabei ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorgesehen, einen kürzest möglichen Kontaktierungspfad **11** zwischen den Antennenanschlüssen **7** und den auf der gegenüberliegenden Leiterplattenseite **12** befindlichen Wellenleitern **9** zu gewährleisten, weswegen Durchgangsöffnungen durch die Leiterplatte **3** zu exakt den Positionen der Antennenanschlüsse **7** gegenüberliegenden Positionen gewählt werden, was in

Fig. 1 nur angedeutet ist und in den folgenden Ausführungsbeispielen näher erläutert werden soll.

[0040] Dabei zeigt zunächst **Fig. 2** schematisch mögliche Anordnungen von Anschlüssen **7**, **8** sowie weiteren Anschlüssen in einem Ballgrid **13** auf der Unterseite des MMIC **4**. Dabei sind den Antennenanschlüssen **7** benachbart grundsätzlich Masseanschlüsse **8** vorgesehen, die zur Abschirmung der Antennenanschlüsse **7** dienen.

[0041] **Fig. 3** zeigt eine Querschnittsansicht des Kontaktierungsbereichs in einem ersten, konkreten Ausführungsbeispiel.

[0042] Wie deutlich zu erkennen ist, ist die Leiterplatte **3** vorliegend aus unterschiedlichen Leiterplattenlagen **14** aufgebaut. An der Position jedes Antennenanschlusses **7** des MMIC **4** ist eine Durchgangsöffnung **15** durch die Leiterplatte **3** vorgesehen, die in diesem Ausführungsbeispiel auch metallisiert ist, mithin eine Durchkontaktierung **16** bildet. Diese ist auf einer Seite an den Antennenanschluss **7** elektrisch angeschlossen, beispielsweise durch Löten. Auf der anderen Seite ist auf die Durchkontaktierung **16** ein Strahlungselement **17** aufgesetzt, welches einen in den hier als Rechteckhohlleiter ausgeführten Wellenleiter **9** einragenden Strahlungsabschnitt **18** aufweist, welcher im Fall von zu sendenden Radarsignalen diese als Welle in den Hohlleiter **10** einstrahlt bzw. im Fall von Empfangs-Radarsignalen diese von dem Hohlleiter **10** empfängt. Der Strahlungsabschnitt **18** weist in diesem Ausführungsbeispiel zudem eine Verdickung **19** auf, die als Dachkapazität wirkt und in Verbindung mit der Leitungslänge des Strahlungsabschnitts **18** einen Schwingkreis ergibt, so dass sich eine größere nutzbare Impedanzbandbreite ergibt.

[0043] Zur Isolierung gegenüber dem metallischen oder metallisierten Hohlleiter **10** und zur Stützung wird das Strahlungselement **17** zumindest im Bereich des Lochs des Hohlleiters **10**, durch das das Strahlungselement **17** in den Hohlleiter **10** einragt, von einem Isolationselement **20** aus einem isolierenden Material umgeben.

[0044] Um die Abschirmung weiter zu verbessern und somit die Störimmunität zu erhöhen, die aufgrund des kurzen Durchkontaktierungsweges ohnehin bereits gering ist, werden gemäß **Fig. 3** weitere Durchgangsöffnungen **21** an den Positionen der Masseanschlüsse **8** vorgesehen, die vorliegend auch als Durchkontaktierungen **22** ausgebildet sind und die Masseanschlüsse **8** mit dem Äußeren des Hohlleiters **10** verbinden, so dass die entsprechenden Durchkontaktierungen **22** abschirmend bezüglich der Durchkontaktierung **16** wirken.

[0045] Die **Fig. 4** und **Fig. 5** erläutern ein weiteres, bevorzugtes, zweites Ausführungsbeispiel der vor-

liegenden Erfindung, wobei **Fig. 4** zunächst lediglich den wiederum als Rechteck-Hohlleiter **10** ausgebildeten Wellenleiter zeigt, in den, wiederum gestützt durch ein als Isolationsscheibe ausgebildetes Isolationselement **20**, der Strahlungsabschnitt **18** des Strahlungselements **17** einragt. Dabei ist der Strahlungsabschnitt **18** vorliegend L-förmig ausgebildet, wobei der kurze Schenkel **23** als Quer-Kontakt-nadel wirkt, um das Ende des Strahlungsabschnitts **18** elektrisch leitend mit einer Seitenwand **24** des Hohlleiters **10** zu verbinden.

[0046] Ersichtlich ist vorliegend, was auch im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 3** möglich ist, der Hohlleiter **10** aus zwei Halbschalen **25**, **26** aufgebaut, so dass zunächst die Halbschale **25** mit dem Loch an der Position der Durchgangsöffnung **15** angeordnet werden kann, dann das Strahlungselement **17** eingesetzt werden kann, beispielsweise indem das Isolationselement **20** zur kraftschlüssigen Halterung in das Loch eingedrückt wird, woraufhin die zweite Halbschale **26** aufgesetzt werden kann, den Halbleiter **10** schließt und die Kontaktierung des Schenkels **23** mit der Seitenwand **24** vorgenommen wird.

[0047] **Fig. 5** zeigt schematisch die Ausgestaltung des Strahlungselements **17** im Bereich der Durchgangsöffnung **15**, die es vorliegend durchragt. Das bedeutet, in diesem Fall ist zumindest keine vollständige Durchkontaktierung **16** gegeben, sondern die Durchgangsöffnung **15** bleibt offen, so dass das Strahlungselement **17** in die Durchgangsöffnung **15** eingesteckt werden kann, bis über seine Spitze **27** die elektrische Kontaktierung mit dem Antennenanschluss **7** hergestellt werden kann. Um dies zu vereinfachen, auch im Hinblick auf die eher dünne Durchgangsöffnung **15** sowie den gegebenenfalls schmal ausgeführten Antennenanschluss **7**, ist das Strahlungselement **17** sich nadelartig bzw. konisch in seinem Durchmesser verjüngend ausgebildet.

[0048] Durch das Einstecken des Strahlungselements **17** in die Durchgangsöffnung **15** und die unmittelbare Kontaktierung mit dem Antennenanschluss **7** ist eine verbesserte mechanische Halterung und eine effektivere Übertragung gewährleistet.

[0049] Es sei angemerkt, dass selbstverständlich auch im zweiten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 4** und **Fig. 5** eine Durchkontaktierung der Masseanschlüsse **8**, wie bezüglich **Fig. 3** beschrieben, vorgenommen werden kann.

[0050] **Fig. 6** zeigt in grober schematischer Darstellung ein drittes Ausführungsbeispiel, in dem ein Rund-Hohlleiter **10** als Wellenleiter **9** verwendet wird und gemäß dem Pfeil **28** über das Strahlungselement **17** auf das Isolationselement **20**, welches wiederum als Isolationsscheibe ausgebildet ist, aufgesteckt werden kann.

[0051] Fig. 7 zeigt eine prinzipielle Zeichnung bei der Verwendung eines Wellenleiterblocks **31** in einem vierten Ausführungsbeispiel. Im Unterschied zu den vorangehenden Ausführungsbeispielen, deren sonstige Ausgestaltungen sich selbstverständlich entsprechend auf das vierte Ausführungsbeispiel übertragen lassen, schließt hier kein einzelner Wellenleiter pro Antennenanschluss **7** an das jeweilige Strahlungselement **17** an, sondern die Strahlungselemente **17** ragen jeweils in einen Wellenleiter **9**, der als Teil des Innenraums **32** des zusammenhängenden Wellenleiterblocks **31** gebildet ist, ein. Der Wellenleiterblock **31** weist also eine metallische oder metallisierte Außenwand **33** zumindest im Wesentlichen rechteckigen Querschnitts auf, in deren Innenraum **32** durch metallische oder metallisierte Trennwände bzw. Zwischenwände **34** die Wellenleiter **9** gebildet sind. Diese werden zunächst parallel geführt, können dann aber auf bekannte Weise anschließend zu ihren jeweiligen Antennenelementen geführt werden, wie durch die Pfeile **35** angedeutet.

[0052] Fig. 8 zeigt schließlich eine schematische Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs **29**. Dieses weist vorliegend zwei jeweils in Stoßfängern **30** verbaute, erfindungsgemäße Radarsensoren **1** auf, die als LRR, also langreichweitige Radarsensoren, dienen und vorliegend im 77 GHz-Radarband mit hoher Leistung, somit hoher Reichweite, betrieben werden. Die Sensordaten der Radarsensoren **1** können beispielsweise für Fahrerassistenz-Funktionen, beispielsweise ACC-Funktionen und/oder Spurwechselassistentenfunktionen, eingesetzt werden.

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

- EP 2945222 A1 [0014]
- US 2015/0364816 A1 [0014]

Patentansprüche

1. Radarsensor (1), aufweisend eine Antennenanordnung (6) und eine auf einer Leiterplatte (3) des Radarsensors (1) angeordnete, monolithische integrierte Mikrowellenschaltung (4) mit wenigstens einem mit der Antennenanordnung (6) zu verbindenden, insbesondere in einem Ballgrid (13) realisierten, auszusendende Radarsignale, die durch die Mikrowellenschaltung (4) erzeugbar sind, bereitstellenden oder empfangene Radarsignale der Antennenanordnung (6) entgegennehmenden Antennenanschluss (7), wobei die Verbindung des Antennenanschlusses (7) zu der Antennenanordnung (6) wenigstens teilweise durch einen Wellenleiter (9) gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Verbindung des wenigstens eines Antennenanschlusses (7) mit dem als Hohlleiter (10) ausgeführten Wellenleiter (9) die Leiterplatte (3) an der Position des Antennenanschlusses (7) eine Durchgangsöffnung (15) zu der der Mikrowellenschaltung (4) gegenüberliegenden Leiterplattenseite (12) aufweist, durch welche der Antennenanschluss (7) mit einem in den auf der gegenüberliegenden Leiterplattenseite (12) an der Position des Antennenanschlusses (7) angeordneten Wellenleiter (9) einragenden Strahlungselement (17) verbunden ist.

2. Radarsensor (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Durchgangsöffnung (15) als eine Durchkontaktierung (16) ausgebildet ist, an die das Strahlungselement (17) anschließt, oder dass das durch die Leiterplatte (3) verlängerte Strahlungselement (17) in die Durchgangsöffnung (15), den Antennenanschluss (7) direkt kontaktierend, eingesetzt ist.

3. Radarsensor (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das in die Durchgangsöffnung (15) eingesetzte Strahlungselement (17) einen sich zum Antennenanschluss (7) hin, insbesondere konisch und/oder nadelartig, verjüngenden Querschnitt aufweist.

4. Radarsensor (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Strahlungselement (17) zumindest im Eintrittsbereich in den Wellenleiter (9) von einem, insbesondere ringförmigen, Isolationselement umgeben ist.

5. Radarsensor (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das das Strahlungselement (17) auf einer den Eintrittsbereich überschreitenden Länge umgebende Isolationselement eine stützende Wirkung für das Strahlungselement (17) aufweist.

6. Radarsensor (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Antennenanschluss (7), insbesondere im Ballgrid (13), unmittelbar benachbart wenigstens ein Masseanschluss (8) der Mikrowellenschaltung (4)

vorgesehen ist, welcher ebenso durch die Leiterplatte (3) fortgesetzt und auf der gegenüberliegenden Leiterplattenseite (12) mit dem Wellenleiter (9) außen verbunden ist.

7. Radarsensor (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Strahlungselement (17) an dessen einragenden Ende mit der Innenwand des Wellenleiters (9) elektrisch leitend verbunden ist.

8. Radarsensor (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Endbereich des Strahlungselements (17) zur Kontaktierung einer Seitenwand (24) des Wellenleiters (9) ausgeformt ist, insbesondere durch eine L-Form des einragenden Strahlungsabschnitts (18) des Strahlungselements (17), wobei der kurze Schenkel (23) des L die Innenwand des Wellenleiters (9) elektrisch kontaktiert.

9. Radarsensor (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wellenleiter (9) einen in seinen Innenraum, insbesondere senkrecht zur Erstreckungsrichtung des einragenden Strahlungsabschnitts (18) des Strahlungselements (17) verlaufend, einragenden Verbindungsleiter aufweist, der elektrisch leitend mit dem Ende des Strahlungselements (17) verbunden ist.

10. Radarsensor (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der als Hohlleiter (10) ausgebildete Wellenleiter (9) aus zwei Halbschalen (25, 26) zusammengesetzt ist.

11. Radarsensor (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Strahlungselement (17) am Ende seines in den Wellenleiter (9) einragenden Strahlungsabschnitts (18) eine als Dachkapazität wirkende Verdickung (19) aufweist.

12. Radarsensor (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei mehreren in einer Richtung aufeinander folgenden, insbesondere durch Masseanschlüsse (8) getrennten, Antennenanschlüssen (7), die jeweils zugeordneten Wellenleiter (9) als ein gemeinsamer Wellenleiterblock (31) auf der gegenüberliegenden Leiterplattenseite (12) realisiert sind.

13. Radarsensor (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der, insbesondere eine rechteckige Querschnittsform senkrecht zur Transportrichtung aufweisende, Wellenleiterblock (31) eine einen Innenraum (32) definierende Außenwand (33) aufweist, wobei der Innenraum durch Zwischenwände (34) in die einzelnen Wellenleiter (9) aufgeteilt ist.

14. Kraftfahrzeug (29), aufweisend einen Radarsensor (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

15. Verfahren zur Herstellung eines Radarsensors (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, umfassend folgende Schritte:

- Vorsehen der wenigstens einen Durchgangsöffnung (15) in der Leiterplatte (3),
- Aufbringen der Mikrowellenschaltung (4) auf die Leiterplatte (3) derart, dass alle Antennenanschlüsse (7) oberhalb der ihnen zugeordneten Durchgangsöffnungen (15) angeordnet sind, danach für jede einem Antennenanschluss (7) zugeordnete Durchgangsöffnung (15):
- Anordnen einer Halbschale (25) des Wellenleiters (9) mit einem Loch für das Strahlungselement (17) oberhalb der Durchgangsöffnung (15),
- Einführen des Strahlungselements (17) durch das Loch in die Durchgangsöffnung (15) und elektrisches Kontaktieren mit dem Antennenanschluss (7),
- Schließen des Wellenleiters (9) durch Aufsetzen der anderen Halbschale (26).

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

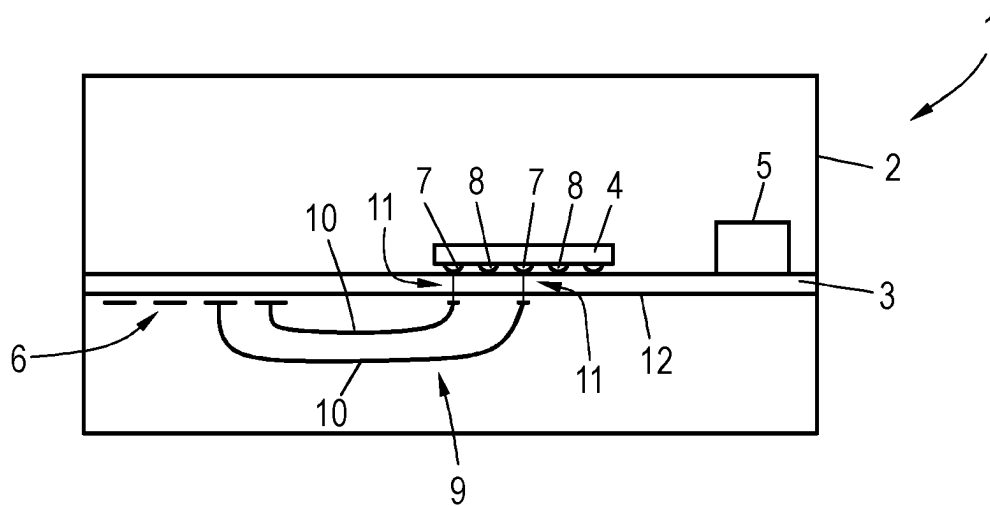


FIG. 2

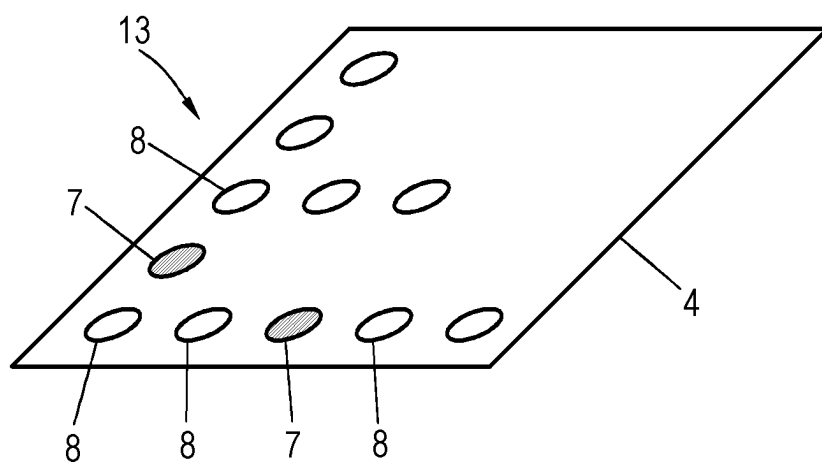


FIG. 3

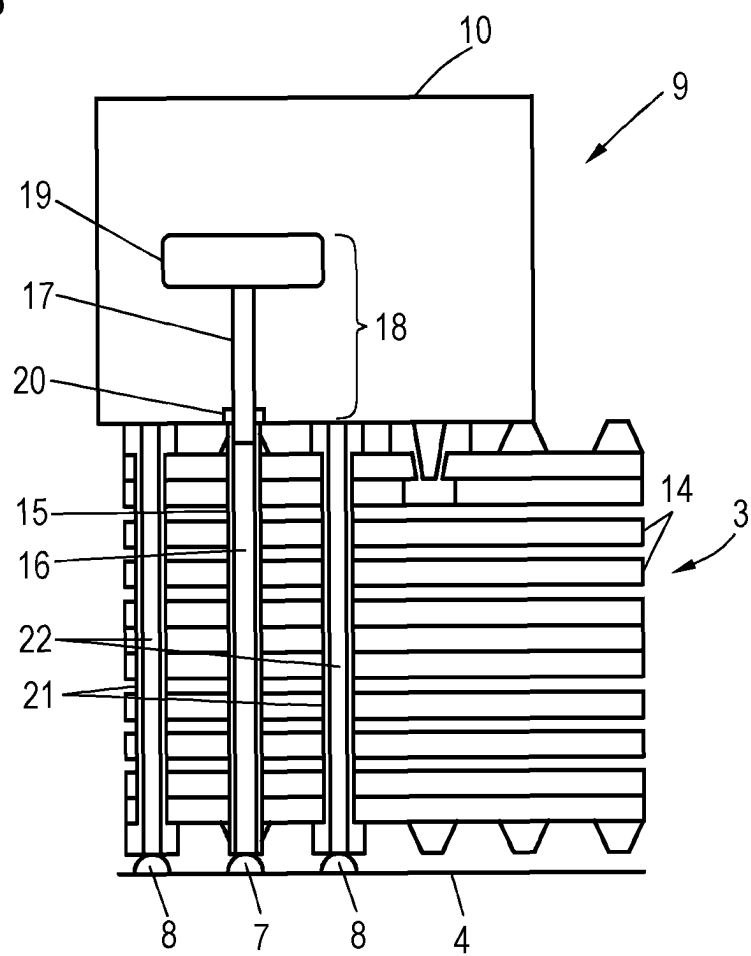


FIG. 4

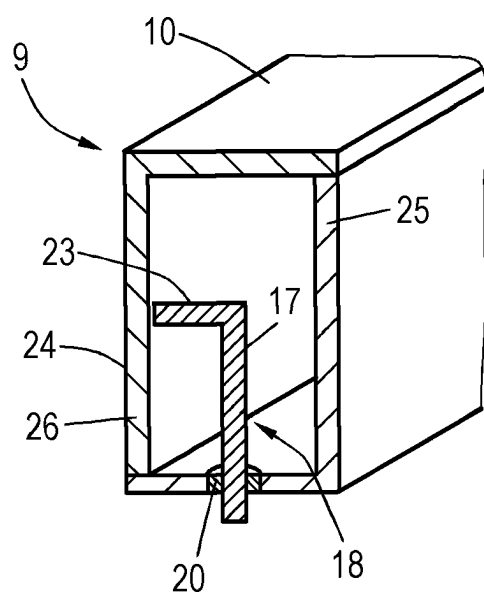


FIG. 5

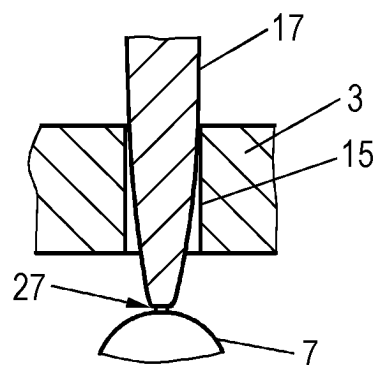


FIG. 6

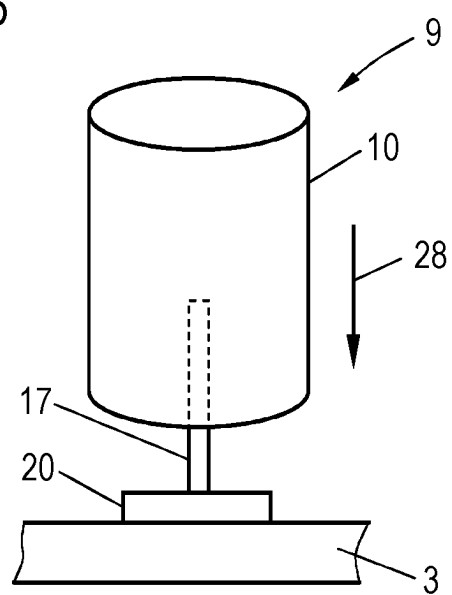


FIG. 7

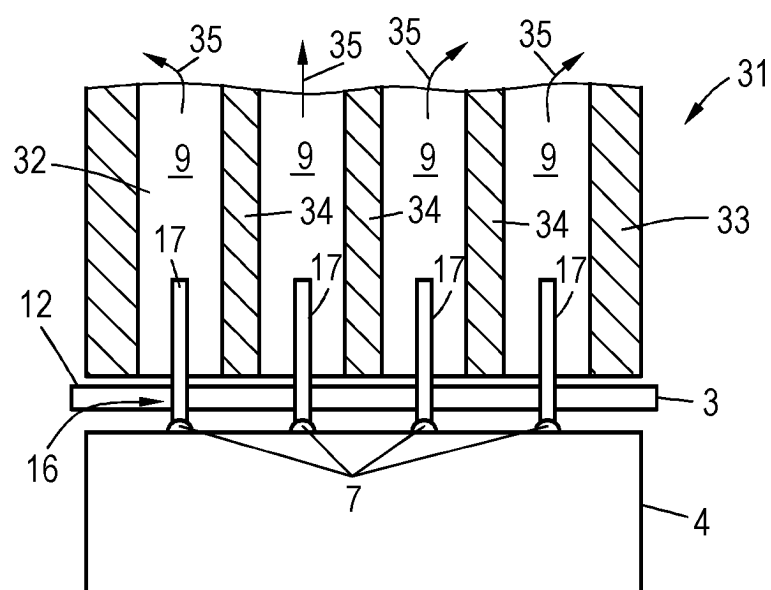


FIG. 8

