

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
06. Oktober 2022 (06.10.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/207239 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H04B 7/06 (2006.01) *H04B 7/08* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/055677

(22) Internationales Anmeldedatum:
07. März 2022 (07.03.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 108 158.0
31. März 2021 (31.03.2021) DE

(71) Anmelder: AUDI AG [DE/DE]; Auto-Union-Str. 1, 85045
Ingolstadt (DE).

(72) Erfinder: CENANOVIC, Amir; Görzstraße 5A, 85120
Hepberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) Title: ANTENNA ASSEMBLY, MOTOR VEHICLE, AND METHOD FOR OPERATING AN ANTENNA ASSEMBLY

(54) Bezeichnung: ANTENNENANORDNUNG, KRAFTFAHRZEUG UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER
ANTENNENANORDNUNG

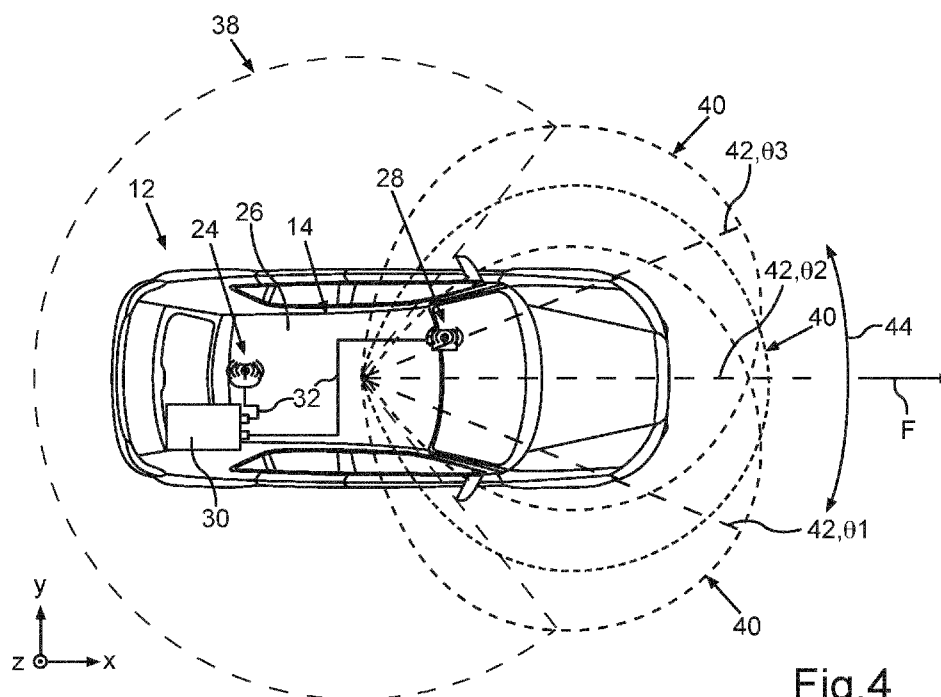


Fig.4

(57) Abstract: The invention relates to an antenna assembly (14) for a motor vehicle (12) for communicating with a second motor vehicle (12) and/or an infrastructure component (16). The antenna assembly (14) has a first V2X antenna unit (24) and a second V2X antenna unit (28), wherein the first V2X antenna unit (24) has an omnidirectional emission characteristic (38) which is static with respect to a specified plane. The second V2X antenna unit (28) has an anisotropic emission characteristic (40) with a main emission direction (42) which can be adjusted within a specified angular range within the specified plane with respect to a coordinate system that is fixed relative to the antenna assembly.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Antennenanordnung (14) für ein Kraftfahrzeug (12) zur Kommunikation mit ei-

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

nem zweiten Kraftfahrzeug (12) und/oder einer Infrastrukturkomponente (16), wobei die Antennenanordnung (14) eine erste V2X-Antenneneinheit (24) und eine zweite V2X-Antenneneinheit (28) aufweist, wobei die erste V2X-Antenneneinheit (24) eine in Bezug auf eine bestimmte Ebene statische, omnidirektionale Strahlungscharakteristik (38) aufweist. Dabei weist die zweite V2X-Antenneneinheit (28) eine anisotrope Strahlungscharakteristik (40) mit einer Hauptstrahlungsrichtung (42) auf, die innerhalb eines vorbestimmten Winkelbereichs innerhalb der bestimmten Ebene mit Bezug auf ein antennenanordnungsfestes Koordinatensystem einstellbar ist.

-
- 5 Antennenanordnung, Kraftfahrzeug und Verfahren zum Betreiben einer Antennenanordnung
-

BESCHREIBUNG:

10

Die Erfindung betrifft eine Antennenanordnung für ein Kraftfahrzeug zur Kommunikation mit einem zweiten Kraftfahrzeug und/oder einer Infrastrukturkomponente, wobei die Antennenanordnung eine erste V2X-Antenneneinheit und eine zweite V2X-Antenneneinheit aufweist, und wobei die erste V2X-Antenneneinheit eine in Bezug auf eine bestimmte Ebene statische, omnidirektionale Strahlungscharakteristik aufweist. Zur Erfindung gehört auch ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Antennenanordnung und ein Verfahren zum Betreiben einer Antennenanordnung.

15

- 20 V2X-Antennen sind aus dem Stand der Technik bekannt. Sie ermöglichen die Kommunikation eines Fahrzeugs mit anderen Kraftfahrzeugen oder Infrastrukturkomponenten, die ebenfalls mit einem solchen V2X-Kommunikationsmodul ausgestattet sind. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung soll unter einer V2X-Kommunikation insbesondere auch eine C-V2X-Kommunikation verstanden werden können, das heißt eine Cellular-V2X-Kommunikation, die ebenfalls eine V2X-Kommunikationslösung beschreibt und auf dem sogenannten 3GPP-Standard basiert. Die C-V2X-Kommunikation beruht dabei nicht auf dem WLANp-Standard, sondern nutzt zur Kommunikation einen Mobilfunkstandard. Das Telematik-System C-V2X ist also der Ansatz eines zellulären Netzwerks, welches die Kommunikation von Fahrzeug zu Fahrzeug (PC5) und die Kommunikation von Fahrzeug zu Infrastruktur ermöglicht (Uu). Die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Fahrzeug erfolgt dabei über die sogenannte PC5-Schnittstelle, die eine direkte basisstationunabhängige Kommunikation zwischen Fahrzeugen ermöglicht, während die Kommunikation über die sogenannte Uu-Schnittstelle, die insbesondere zur Kommunikation des
- 25
- 30
- 35

Fahrzeugs mit Infrastrukturkomponenten genutzt wird, zur Basisstation des Funknetzes erfolgt. Der C-V2X-Kommunikation kann ein bestimmter Frequenzbereich zugeordnet sein, zum Beispiel der Frequenzbereich zwischen 5905 MHz und 5925 MHz, wie dieser Frequenzbereich beispielsweise in China
5 genutzt wird. Dieses Telematik-System wurde speziell auf die Erfordernisse von Automobilanwendungen zugeschnitten. Die für diese Kommunikation genutzte Hardware umfasst üblicherweise an eine On-Board-Unit angeschlossene CV2X-Antennen, die Daten senden und empfangen können. Gemäß 3GPP (Third Generation Partnership Project) Release 15 Standard handelt es
10 sich hierbei um ein MIMO-(Multiple In Multiple Out)-System. Das heißt über beide Antennen wird gleichzeitig das Sendesignal abgestrahlt und empfangen.

Beispielsweise beschreibt die CN 210838074 U eine Antennenanordnung mit zwei C-V2X-Antennen, wobei eine erste dieser Antennen auf einem Fahrzeugdach angeordnet ist und eine zweite dieser Antennen im Bereich eines Kühlergriffs des Fahrzeugs angeordnet ist, um den Abdeckungsbereich der Antennenanordnung zu verbessern.
15

Gerade bei der Positionierung einer solchen Antenne im Dachbereich eines Kraftfahrzeugs hat sich das Problem ergeben, dass bei Fahrzeugen zum Beispiel mit Glasdach die Effizienz der Abstrahlung der auf dem Dach positionierten Antenne deutlich vermindert ist. Selbst beim Vorsehen einer zusätzlichen Antenne ergeben sich dadurch dennoch unter Umständen Lücken in dem durch die Antennenausleuchtung abgedeckten Bereich und entsprechend ist
20 in diesen Bereichen die Kommunikationsreichweite kürzer.
25

Des Weiteren beschreibt die DE 10 2016 120 214 A1 ein Kommunikationssystem für ein Fahrzeug, das eine phasengesteuerte Gruppenantenne mit mehreren Elementen und eine Steuerung aufweist, die dazu konfiguriert ist, eine
30 Teilmenge der Elemente auszuwählen, um eine Hauptkeule eines Strahlungsmusters der Antenne basierend auf einer Geschwindigkeit und eines Lenkwinkels des Fahrzeugs durch Strahlformung auszubilden. Dabei kann das erzeugte Strahlungsmuster kreisförmig sein, insbesondere in einer Ebene be-

trachtet, wenn das Fahrzeug stationär ist oder mit einer langsamen Geschwindigkeit fährt. Wenn sich das Fahrzeug bewegt, kann das Strahlungsmuster angepasst werden, damit es sich in eine Richtung von wahrscheinlichen Zielen erhöht.

5

Um derart flexibel anpassbare Strahlungscharakteristiken mittels eines Antennenarrays erzeugen zu können, ist eine sehr aufwändige und teure Ausbildung eines solchen Antennenarrays erforderlich. Wird ein solches Antennenarray auf einem Dach eines Kraftfahrzeugs positioniert, so ergeben sich zum Beispiel im Falle eines Glasdachs die gleichen Nachteile wie oben bereits beschrieben.

10

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Antennenanordnung, ein Kraftfahrzeug und ein Verfahren bereitzustellen, die es erlauben, eine möglichst weitreichende V2X-Kommunikationsverbindung auf möglichst einfache und kostengünstige Weise bereitzustellen.

15

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Antennenanordnung, ein Kraftfahrzeug und ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß den jeweiligen unabhängigen Patentansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche, der Beschreibung, sowie der Figuren.

20

Eine erfindungsgemäße Antennenanordnung für ein Kraftfahrzeug zur Kommunikation mit einem zweiten Kraftfahrzeug und/oder einer Infrastrukturkomponente weist dabei eine erste V2X-Antenneneinheit und eine zweite V2X-Antenneneinheit auf, wobei die erste V2X-Antenneneinheit eine in Bezug auf eine bestimmte Ebene statische, omnidirektionale Strahlungscharakteristik aufweist. Weiterhin weist die zweite V2X-Antenneneinheit eine anisotrope Strahlungscharakteristik mit einer Hauptstrahlungsrichtung auf, die innerhalb eines vorbestimmten Winkelbereichs innerhalb der bestimmten Ebene mit Bezug auf ein antennenanordnungsfestes Koordinatensystem einstellbar ist.

25

30

Die Erfindung beruht dabei auf der Erkenntnis, dass es durch die Verwendung von zumindest zwei V2X-Antenneneinheiten möglich ist, Lücken im Abdeckungs-
bereich einer der beiden V2X-Antenneneinheiten durch die andere der
beiden V2X-Antenneneinheiten zu kompensieren, was vor allem dann auf be-
sonders effiziente und vielversprechende Weise erreicht werden kann, wenn
5 die zweite dieser V2X-Antenneneinheiten mit einer variierbaren und einstell-
baren Hauptstrahlungsrichtung ausgebildet ist. Wenngleich auch die Kosten
für eine V2X-Antenneneinheit mit änderbarer und einstellbarer Hauptstrah-
lungsrichtung gegenüber einer V2X-Antenneneinheit mit statischer Strah-
10 lungscharakteristik erhöht sind, so lassen sich die Gesamtkosten des Systems
dennoch gering halten, indem die zweite V2X-Antenneneinheit nicht als allei-
nige Antenneneinheit zur Kommunikation mit zweiten Kraftfahrzeugen und/o-
der Infrastrukturkomponenten über eine V2X-Kommunikation genutzt wird,
sondern gerade mit der zusätzlichen ersten V2X-Antenneneinheit kombiniert
15 wird. Denn dies ermöglicht es vorteilhafterweise, sozusagen eine Basisabde-
ckung durch die einfach und kostengünstig ausgestaltbare erste V2X-Anten-
neneinheit mit statischer Strahlungscharakteristik bereitzustellen. Dies ermög-
licht es wiederum die zweite V2X-Antenneneinheit umso einfacher auszuge-
stalten, da diese im Wesentlichen nur zur Schließung der Lücken im Abdeck-
20 bereich der ersten V2X-Antenneneinheit ausgebildet sein kann.

Entsprechend kann die Einstellbarkeit der Hauptstrahlungsrichtung auf den
genannten vorbestimmten Winkelbereich innerhalb der bestimmten Ebene be-
schränkt sein. Dieser Winkelbereich ist also von einem Vollwinkel verschieden
25 und beschränkt sich vorzugsweise zum Beispiel nur auf eine Halbebene der
bestimmten Ebene, die bei bestimmungsgemäßer Einbaulage am Kraftfahr-
zeug die in Fahrtrichtung bei einer Vorwärtsfahrt des Kraftfahrzeugs liegende
Halbebene darstellen kann. Insbesondere ist es hierdurch möglich, die zweite
V2X-Antenneneinheit so auszubilden, dass sich zwar zum Beispiel die Haupt-
30 strahlungsrichtung verändern lässt, die Form der Strahlungscharakteristik in
der bestimmten Ebene dabei jedoch im Wesentlichen konstant bleibt. Bei-
spielsweise kann die zweite V2X-Antenneneinheit als Richtantenneneinheit
ausgebildet sind, die eine Strahlungscharakteristik mit einer in der Hauptstrah-

lungsrichtung ausgerichteten Hauptkeule aufweist, wobei die Strahlungscharakteristik auch im Wesentlichen auf diese Hauptkeule beschränkt sein kann. Beim Verändern der Hauptstrahlungsrichtung wird entsprechend dieser Hauptkeule unter Beibehaltung ihrer Form geschwenkt. Dadurch lässt sich die

5 V2X-Antenneneinheit zum Beispiel mit einem einfachen Phasenschieber umsetzen und damit insgesamt in ihrer Ausbildung sowie auch in der Ansteuerung besonders einfach realisieren. Insgesamt kann so eine Antennenanordnung für ein Kraftfahrzeug bereitgestellt werden, die es damit auf besonders einfache und kostengünstige Weise ermöglicht, die Kommunikationsreich-

10 weite für eine V2X-Kommunikation, insbesondere eine C-V2X-Kommunikation, zu maximieren.

Unter einer V2X-Antenneneinheit, das heißt der ersten und zweiten V2X-Antenneneinheit, soll dabei eine Antenneneinheit verstanden werden, die zu ei-

15 ner V2X-Kommunikation mit anderen Kraftfahrzeugen und/oder Infrastrukturkomponenten, insbesondere gemäß zumindest einem eingangs definierten Standard, ausgelegt ist. Vorzugsweise sind sowohl die erste als auch die zweite V2X-Antenneneinheit zu einer C-V2X-Kommunikation ausgelegt. Entsprechend können die Antenneneinheiten zur Kommunikation mit anderen

20 Kraftfahrzeugen und/oder Infrastrukturkomponenten über einen Mobilfunkstandard ausgelegt sein. Die durch die Antenneneinheiten bereitstellbaren Kommunikationsstandards können dabei auch den 3GPP-Standard umfassen. Unter einer omnidirektionalen Strahlencharakteristik soll dabei eine Strahlungscharakteristik verstanden werden, die ein Senden und Empfangen

25 von Signalen in einem Vollwinkel um die erste Antenneneinheit in Bezug auf die bestimmte Ebene ermöglicht. Die erste V2X-Antenneneinheit kann beispielsweise mit einer Rundstrahlantenne ausgebildet sein, um eine solche omnidirektionale Strahlungscharakteristik bereitzustellen. Unter einer statischen Strahlungscharakteristik soll dabei zudem eine Strahlungscharakteristik ver-

30 standen werden, die nicht durch Ansteuerung änderbar ist. Die Strahlungscharakteristik kann zwar, wie eingangs beschrieben, durch Umgebungsbedingungen beeinflusst werden und zum Beispiel abhängig davon sein, ob die erste Antenneneinheit auf einem Fahrzeugdach ohne Dachfenster oder mit Dachfenster angeordnet ist, nicht jedoch soll sich diese Strahlungscharakteristik

durch aktive Ansteuerung der ersten V2X-Antenneneinheit oder einer Komponente davon einstellen lassen. Unter einer anisotropen Strahlungscharakteristik soll dabei vorzugsweise eine Strahlungscharakteristik mit hohem Richtfaktor verstanden werden und insbesondere vergleichsweise schmaler Halbwertsbreite des Öffnungswinkels. Die zweite V2X-Antenneneinheit ist also insbesondere nicht zur Bereitstellung eines omnidirektionalen Strahlungsfeldes ausgelegt. Wie oben bereits definiert, ist die zweite V2X-Antenneneinheit zur Bereitstellung eines Strahlungsfeldes ausgelegt, welches auf einen vorbestimmten Winkelbereich bezüglich eines antennenanordnungsfesten Koordinatensystems beschränkt ist, der von einem Vollwinkel verschieden ist und vorzugsweise nur innerhalb einer Halbebene der bestimmten Ebene liegt. Das antennenanordnungsfeste Koordinatensystem kann dabei sowohl fix in Bezug auf die erste V2X-Antenneneinheit als auch in Bezug auf die zweite V2X-Antenneneinheit angesehen werden. Bei der bestimmungsgemäßen Anordnung der Antennenanordnung an einem Kraftfahrzeug stellt das antennenanordnungsfeste Koordinatensystem beispielsweise auch ein kraftfahrzeugfestes Koordinatensystem dar. Vorzugsweise ist die zweite V2X-Antenneneinheit nicht zur Anordnung auf einem Kraftfahrzeugdach vorgesehen. Unabhängig von der Ausbildung des Kraftfahrzeugdachs ist dann ein vorteilhafterweise gewährleistet, dass eine ausreichende Signalstärke, vor allem in Fahrtrichtung, bereitgestellt werden kann.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die zweite V2X-Antenneneinheit ein phasengesteuertes Antennenarray und eine Steuereinheit zum Ansteuern des phasengesteuerten Antennenarrays auf, wobei die Steuereinheit dazu ausgelegt ist, die Hauptstrahlungsrichtung innerhalb des vorbestimmten Winkelbereichs durch Ansteuerung des phasengesteuerten Antennenarrays einzustellen. Ein solches phasengesteuertes Antennenarray kann zum Beispiel mit einem Phasenschieber ausgebildet sein, der über die Steuereinheit ansteuerbar ist. Ein solcher Phasenschieber kann insbesondere als digitaler Phasenschieber ausgebildet sein. Im Allgemeinen besteht die Möglichkeit den Phasenshift mechanisch oder elektrisch zu realisieren. Dies ermöglicht insgesamt eine besonders einfache Ausbildung der zweiten V2X-An-

tenneneinheit mit einer einstellbaren Hauptstrahlungsrichtung. Das Antennenarray kann zum Beispiel auch nur wenige Einzelantennen, zum Beispiel drei Einzelantennen, umfassen. Durch Phasenschieber werden deren einzelne Phasen so aufeinander abgestimmt, insbesondere durch Einstellung geeigneter Phasendifferenzen, dass sich eine konstruktive Überlagerung des abgestrahlten oder empfangbaren Signals in Richtung der Hauptabstrahlungsrichtung ergibt.

Gemäß einer weiteren sehr vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die zweite V2X-Antenneneinheit dazu ausgelegt, die Hauptstrahlungsrichtung in Abhängigkeit von zumindest einem einen aktuellen Fahrparameter repräsentierenden Eingangssignal einzustellen, insbesondere wobei der aktuelle Fahrparameter einen aktuellen Lenkwinkel und/oder einen vorausliegenden Straßenverlauf einer aktuell befahrenen Straße betrifft. Dadurch kann vorteilhafterweise eine situationsangepasste Einstellung der Hauptstrahlungsrichtung erfolgen. Durch die Einstellung der Hauptstrahlungsrichtung in Abhängigkeit von einem aktuellen Fahrparameter kann es erreicht werden, dass die Hauptstrahlungsrichtung automatisch in Richtung eines wahrscheinlichsten Aufenthaltsorts eines in Fahrtrichtung dem Kraftfahrzeug vorausliegenden Senders, zum Beispiel eines anderen Kraftfahrzeugs, gerichtet ist. Gerade die Verwendung des aktuellen Lenkwinkels als solcher Fahrparameter ist besonders vorteilhaft. Zum einen lässt sich hierdurch die Hauptstrahlungsrichtung automatisch in Richtung des aktuellen Streckenverlaufs ausrichten, was vor allem auf kurvigen Landstraßen von großem Vorteil ist, da so die V2X-Kommunikation zu vorausfahrenden Fahrzeugen auf einem konstant hohen Niveau gehalten werden kann. Gleichzeitig lässt sich hierdurch eine Umsetzung in eine geeignete Hauptstrahlungsrichtung auf besonders einfache und schnelle Weise realisieren, da der aktuelle Lenkwinkel üblicherweise ohnehin als Information auf dem Fahrzeugbus liegt, die so auf einfache Weise als Eingangssignal für die zweite V2X-Antenneneinheit genutzt werden kann, insbesondere ohne aufwändige Umwandlung oder Zwischenverarbeitungsschritte. Nichtsdestoweniger ist es auch denkbar, insbesondere zusätzlich oder alternativ, als aktuellen Fahrparameter einen vorausliegenden Straßenverlauf einer aktuell befahre-

nen Straße heranzuziehen. Dieser Straßenverlauf kann wiederum auf verschiedenste Weise bereitgestellt werden. Beispielsweise kann hierzu auf Navigationsdaten in einer Navigationskarte sowie der aktuellen Position des Kraftfahrzeugs zurückgegriffen werden, die beispielsweise über GPS bestimmbar ist. Auch ohne ein geplante Streckenführung lässt sich auf Basis der Kartendaten und aktuellen Position des Kraftfahrzeugs der zukünftige Streckenverlauf beziehungsweise Straßenverlauf ermitteln. Dabei ist der vorausliegende Straßenverlauf in einem Umkreis zum Fahrzeug von maximal 800 Metern relevant, da die C-V2X-Kommunikation üblicherweise eine maximale Reichweite von zwischen 600 und 800 Metern erreichen kann. Nichtsdestoweniger kann im Falle einer geplanten Route über das Navigationssystem auch diese direkt verwendet werden, um daraus den vorausliegenden Straßenverlauf und insbesondere die vorausliegende, vom Fahrzeug zu fahrenden Trajektorie zu ermitteln. Macht der vorausliegende Straßenverlauf beispielsweise eine Linkskurve, so kann die Hauptstrahlungsrichtung in Fahrtrichtung nach links geschwenkt werden noch bevor das Fahrzeug die Kurve erreicht hat. Gleiches gilt für eine vorausliegende Rechtskurve. Dies ermöglicht vorteilhafterweise eine besonders vorausschauende Einstellung der Hauptstrahlungsrichtung.

20

Bei einer weiteren sehr vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die zweite V2X-Antenneneinheit eine Speichereinrichtung auf, in welcher eine Lookup-Tabelle abgelegt ist, welche verschiedenen Wertebereichen des durch das Eingangssignal repräsentierten Fahrparameters jeweils einen entsprechenden Einstellwert für die Hauptstrahlungsrichtung zuordnet, wobei die zweite V2X-Antenneneinheit dazu ausgelegt ist, die Hauptstrahlungsrichtung auf den gemäß der Lookup-Tabelle in Abhängigkeit vom Eingangssignal vorgegebenen Einstellwert einzustellen. Die Verwendung einer Lookup-Tabelle ermöglicht wiederum eine besonders schnelle Umsetzung der Einstellung der Hauptstrahlungsrichtung in Abhängigkeit von einem Eingangssignal. Hierbei eignet sich vor allem wiederum der aktuelle Lenkwinkel als Fahrparameter, der durch das Eingangssignal repräsentiert wird. In der Lookup-Tabelle können also entsprechende Lenkwinkelbereiche einfach einer korrespondieren-

30

den Hauptstrahlungsrichtung zugeordnet sein. Dabei kann es zudem vorteilhaft sein, wenn lediglich wenige Lenkwinkelbereiche und entsprechend korrespondierende Hauptstrahlungsrichtungen definiert sind, insbesondere weniger als zehn, zum Beispiel nur drei oder vier. Dies ermöglicht wiederum eine
5 deutliche Vereinfachung der Ausgestaltung und Ansteuerung der zweiten V2X-Antenneneinheit.

Daher stellt es eine weitere sehr vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung dar, wenn die zweite V2X-Antenneneinheit dazu ausgelegt ist, die Hauptstrahlungsrichtung auf einen bestimmten Abstrahlwinkel als Einstellwert von mehreren definierten diskreten Abstrahlwinkeln einzustellen, insbesondere wobei
10 sich die definierten Abstrahlwinkel um mindestens 5°, vorzugsweise um mindestens 10° unterscheiden. Beispielsweise können auch nur drei verschiedene Abstrahlwinkel, zum Beispiel bei 0°, bei +30° und bei -30° vorgesehen
15 sein. Die Wahl der geeigneten Anzahl von Abstrahlwinkeln hängt dabei von der Form der Abstrahlcharakteristik der zweiten V2X-Antenneneinheit ab. Weist deren Strahlungscharakteristik einen sehr schmalen Öffnungswinkel auf, so ist es bevorzugt, mehr einstellbare Abstrahlwinkel vorzusehen als wenn die Strahlungscharakteristik einen sehr großen Öffnungswinkel aufweist.
20 Nichtsdestoweniger ist es bevorzugt, dass sich die einzelnen Abstrahlwinkel voneinander um mindestens 5°, vorzugsweise mindestens 10° unterscheiden. Dies stellt ein Auflösungsvermögen dar, das noch mit sehr einfachen und kostengünstig ausgestalteten Phasenschiebern realisierbar ist.

Des Weiteren betrifft die Erfindung auch ein Kraftfahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung oder einer ihrer Ausgestaltungen. Dabei ist es gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung vorgesehen, dass die zweite V2X-Antenneneinheit in Fahrzeuglängsrichtung vor der ersten V2X-Antenneneinheit in einem Abstand zur ersten V2X-Antenneneinheit angeordnet
25 ist. Die Fahrzeuglängsrichtung ist dabei parallel zu einer Fahrzeuglängsachse in Fahrtrichtung bei einer Vorwärtsfahrt des Kraftfahrzeugs gerichtet. Durch die zweite V2X-Antenneneinheit kann somit eine Signalabdeckung hauptsächlich in Fahrtrichtung bei einer Vorwärtsfahrt des Kraftfahrzeugs bereitgestellt
30

werden, während die übrige Signalabdeckung von der ersten V2X-Antenneneinheit, vor allem auch nach hinten, bereitgestellt wird.

- Weiterhin ist es bevorzugt, dass die erste V2X-Antenneneinheit auf einem Fahrzeugdach des Kraftfahrzeugs angeordnet ist und die zweite V2X-Antenneneinheit in einem Spiegelfuß eines Innenspiegels des Kraftfahrzeugs angeordnet ist. Die Positionierung der ersten V2X-Antenneneinheit auf dem Fahrzeugdach bietet optimale Voraussetzungen zur Bereitstellung eines omnidirektionalen Empfangsbereichs. Durch das Vorsehen der zweiten V2X-Antenneneinheit beeinträchtigt dabei vorteilhafterweise auch die Ausbildung des Fahrzeugdachs mit zum Beispiel einem Dachfenster oder die Ausbildung als Glasdach nicht die Gesamtperformance der Antennenanordnung insgesamt, da eine daraus resultierende Abschwächung des Signals, sowohl des Empfangs als auch des Sendesignals der ersten V2X-Antenneneinheit in Fahrzeuglängsrichtung vorteilhafterweise durch die zweite V2X-Antenneneinheit kompensiert werden kann. Gerade die Positionierung in einem Spiegelfuß eines Innenspiegels des Kraftfahrzeugs bietet dabei optimale Voraussetzungen, um einen in Fahrtrichtung liegenden Empfangsbereich abzudecken.
- Darüber hinaus ist es bevorzugt, dass die bestimmte Ebene senkrecht zu einer Fahrzeughochrichtung ausgerichtet ist und der vorbestimmte Winkelbereich innerhalb der in Bezug auf die Fahrzeuglängsrichtung vorderen Halbebene der bestimmten Ebene liegt. Die Abstrahlmöglichkeiten der zweiten V2X-Antenneneinheit können also auf die in Fahrtrichtung nach vorne gerichtete Halbebene als Teil einer Horizontalen beschränkt sein. Dies ermöglicht eine besonders effiziente omnidirektionale Gesamtsignalabdeckung und gleichzeitig eine besonders kostengünstige Ausbildung der zweiten V2X-Antenneneinheit.

- Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug ist bevorzugt als Kraftwagen, insbesondere als Personenkraftwagen oder Lastkraftwagen, oder als Personenbus oder Motorrad ausgestaltet.

Des Weiteren betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zum Betreiben einer Antennenanordnung für ein Kraftfahrzeug zur Kommunikation mit einem zweiten Kraftfahrzeug und oder einer Infrastrukturkomponente, wobei die Antennenanordnung eine erste V2X-Antenneneinheit und eine zweite V2X-Antenneneinheit aufweist, und wobei die erste V2X-Antenneneinheit eine in Bezug auf eine bestimmte Ebene statische, omnidirektionale Strahlungscharakteristik aufweist. Dabei weist die zweite V2X-Antenneneinheit eine anisotrope Strahlungscharakteristik mit einer Hauptstrahlungsrichtung auf, die innerhalb eines vorbestimmten Winkelbereichs innerhalb der bestimmten Ebene mit Bezug auf ein antennenanordnungsfestes Koordinatensystems eingestellt wird.

Die mit Bezug auf die erfindungsgemäße Antennenanordnung und ihre Ausgestaltungen genannten Vorteile gelten in gleicher Weise für das erfindungsgemäße Verfahren.

Zu der Erfindung gehören auch Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens, die Merkmale aufweisen, wie sie bereits im Zusammenhang mit den Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Antennenanordnung beschrieben worden sind. Aus diesem Grund sind die entsprechenden Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens hier nicht noch einmal beschrieben.

Zu der Erfindung gehört auch die Steuervorrichtung für die Antennenanordnung. Die Steuervorrichtung kann eine Datenverarbeitungsvorrichtung oder eine Prozessoreinrichtung aufweisen, die dazu eingerichtet ist, eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen. Die Prozessoreinrichtung kann hierzu zumindest einen Mikroprozessor und/oder zumindest einen Mikrocontroller und/oder zumindest einen FPGA (Field Programmable Gate Array) und/oder zumindest einen DSP (Digital Signal Processor) aufweisen. Des Weiteren kann die Prozessoreinrichtung Programmcode aufweisen, der dazu eingerichtet ist, bei Ausführen durch die Prozessoreinrichtung die Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen. Der Programmcode kann in einem Datenspeicher der Prozessoreinrichtung gespeichert sein.

Die Erfindung umfasst auch die Kombinationen der Merkmale der beschriebenen Ausführungsformen. Die Erfindung umfasst also auch Realisierungen, die jeweils eine Kombination der Merkmale mehrerer der beschriebenen Ausführungsformen aufweisen, sofern die Ausführungsformen nicht als sich gegenseitig ausschließend beschrieben wurden.

Im Folgenden sind Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben. Hierzu zeigt:

- 10 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit einer Antennenanordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zur Veranschaulichung der Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Infrastrukturkomponenten;

- 15 Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit einer Antennenanordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

- 20 Fig. 3 eine schematische Darstellung der Antennendiagramme der ersten V2X-Antenneneinheit im Falle einer Anordnung auf einem metallischen Fahrzeugdach und für den Fall einer Anordnung auf einem Fahrzeugdach mit Glasfenster;

- 25 Fig. 4 eine schematische Darstellung des Kraftfahrzeugs mit der Antennenanordnung gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung zur Veranschaulichung der verschiedenen einstellbaren Hauptstrahlungsrichtungen der zweiten V2X-Antenneneinheit gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

- 30 Fig. 5 eine schematische Darstellung der zweiten V2X-Antenneneinheit für eine Antennenanordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Bei den im Folgenden erläuterten Ausführungsbeispielen handelt es sich um bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung. Bei den Ausführungsbeispielen stellen die beschriebenen Komponenten der Ausführungsformen jeweils einzelne, unabhängig voneinander zu betrachtende Merkmale der Erfindung dar, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden. Daher soll die Offenbarung auch andere als die dargestellten Kombinationen der Merkmale der Ausführungsformen umfassen. Des Weiteren sind die beschriebenen Ausführungsformen auch durch weitere der bereits beschriebenen Merkmale der Erfindung ergänzbar.

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen jeweils funktionsgleiche Elemente.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines zellulären Netzwerks 10 gemäß dem Telematiksystem C-V2X mit einem Kraftfahrzeug 12, welches eine Antennenanordnung 14 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung aufweist. Mittels dieser Antennenanordnung 14 ist das Kraftfahrzeug 12 dazu ausgelegt, mit anderen Kraftfahrzeugen 15 und/oder mit Infrastrukturkomponenten 16 zu kommunizieren. Die direkte Kommunikation zu anderen Kraftfahrzeugen 15 kann dabei über eine direkte Kommunikation 18 ohne Einbindung einer Basisstation 20, insbesondere über eine sogenannte PC5-Schnittstelle erfolgen. Zusätzlich können auch Informationen 22 an eine Basisstation 20, insbesondere über eine sogenannte Uu-Schnittstelle, übermittelt werden und damit an weitere Kraftfahrzeuge 15 und/oder Infrastrukturkomponenten 16. Die mittels einer solchen V2X-Kommunikation, insbesondere C-V2X-Kommunikation übermittelten Informationen 22 können zum Beispiel Sicherheitswarnungen, Warnungen vor Eisglätte, oder ähnliches darstellen. Wird beispielsweise eine glatte Fahrbahn von einem vorausfahrenden Fahrzeug, zum Beispiel dem ersten Fahrzeug 12 detektiert, so kann die Position dieser detektierten Gefahrensituation und gegebenenfalls weitere Informationen zur Art der Gefahrensituation an andere Fahrzeuge 15 über eine solche V2X-Kommunikation 18 übermittelt werden. Nachfolgende Fahrzeuge 18 sind damit vorteilhafterweise rechtzeitig auf das Auftreten dieser Gefahrensituation vorbereitet.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung des Kraftfahrzeugs 12 mit der Antennenanordnung 14 zur V2X-Kommunikation mit anderen Kraftfahrzeugen 15 und/oder Infrastrukturkomponenten 16 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Antennenanordnung 14 weist dabei zunächst eine erste V2X-Antenneneinheit 24 auf, die vorzugsweise auf einem Fahrzeugdach 26 angeordnet ist, sowie eine zweite V2X-Antenneneinheit 28, die beispielsweise in einem Spiegelfuß eines Innenspiegels des Kraftfahrzeugs 12 angeordnet sein kann. Weiterhin umfasst die Antennenanordnung 14 eine zentrale Steuereinrichtung 30, die auch als On-Board-Unit bezeichnet werden kann. Diese ist über Antennenleitungen 32 mit der ersten und zweiten V2X-Antenneneinheit 24, 28 verbunden. Über diese Antennenleitungen 32 kann die zentrale Steuereinrichtung 30 die über die jeweiligen V2X-Antenneneinheiten 24, 28 zu sendenden Informationen übermitteln oder die von den Antenneneinheiten 24, 28 empfangenen Signale empfangen und auswerten. Durch das Vorsehen zweier V2X-Antenneneinheiten 24, 28, insbesondere einer ersten V2X-Antenneneinheit 24 auf dem Dach 26 und der anderen im Spiegelfuß unter der Windschutzscheibe 34, kann eine bessere Datenverbindung erreicht werden als beispielsweise lediglich mit einer einzelnen Antenneneinheit. Zusätzlich kann über beide Antenneneinheiten 24, 28 das zu versendende Sendesignal gleichzeitig abgestrahlt werden und ein zu empfangendes Sendesignal auch gleichzeitig empfangen werden. Hierdurch lässt sich vorteilhafterweise ein MIMO-(Multiple In Multiple Out)-System bereitstellen. Entsprechend sind die Positionen der Antenneneinheiten 24, 26 auf dem Dach und im Spiegelfuß das Ergebnis einer Systemkonzeption für C-V2X-MIMO und kommen zudem auch noch aus weiteren Gründen zustande, die nunmehr näher anhand von Fig. 3 erläutert werden.

Fig. 3 zeigt dabei auf der linken Seite ein Antennendiagramm der ersten V2X-Antenneneinheit 24, welche auf einem Dach 26 des Kraftfahrzeugs 12 angeordnet ist, welches als Metaldach 26a ausgebildet ist. Die Position der ersten V2X-Antenneneinheit ist dabei mit P bezeichnet und befindet sich im Zentrum des dargestellten Polarkoordinatensystems 36. Ein solches Antennendia-

gramm veranschaulicht dabei die durch die erste V2X-Antenneneinheit 24 bereitgestellte Strahlungscharakteristik 38. Diese ist im vorliegenden Beispiel insbesondere durch drei verschiedene Kurven veranschaulicht, die sich auf drei verschiedene Ausbildungszustände des Kraftfahrzeugs 12, zum Beispiel mit oder ohne Reling, beziehen, was im vorliegenden Fall jedoch nicht von Belang ist. Im Vergleich dazu ist auf der rechten Seite in Fig. 3 ein Antennendiagramm für die erste V2X-Antenneneinheit 24 dargestellt, welche sich auf einen Fall bezieht, in welchem die erste V2X-Antenneneinheit 24 auf einem Fahrzeugdach 26 angeordnet ist, welches als Glasdach 26b ausgeführt ist oder mit einem Dachfenster ausgebildet ist. Auch hierbei ist die Position der ersten V2X-Antenneneinheit 24 wiederum mit P bezeichnet und durch die dargestellten Linien ist die Strahlungscharakteristik 38 der ersten V2X-Antenneneinheit 24 veranschaulicht. Auch hierbei sind wiederum drei verschiedene Linien dargestellt, die verschiedene Ausbildungsvarianten der ersten V2X-Antenneneinheit 24 veranschaulichen, die jedoch hier wiederum nicht von Belang sind. Aus dem Vergleich dieser Antennendiagramme lässt sich eindeutig erkennen, dass die C-V2X-Dachantenne, das heißt die erste V2X-Antenneneinheit 24, eine sehr gute Ausleuchtung rund um das Fahrzeug 12 herum liefert bei flachen und metallischen Fahrzeugdächern 26a. Bei schrägen Dächern, zum Beispiel wie bei Coupés, und Schiebedächern aus Glas 26b verschlechtert sich dagegen deren Performance und die Ausleuchtung der Dachantenne 24 wird vor allem in Fahrtrichtung F bezogen auf eine Vorwärtsfahrt des Kraftfahrzeugs 12 schlechter.

Bei herkömmlichen Antennen würde sich hierdurch die Kommunikationsreichweite für einen Winkelbereich in Fahrtrichtung reduzieren. Für eine ausgeglichene Kommunikationsreichweite um das Fahrzeug 12 herum kann nun vorteilhafterweise die zweite C-V2X-Antenneneinheit 28 im Spiegelfuß genutzt werden. Diese hat grundsätzlich eine ausgeprägte Richtwirkung in Fahrtrichtung F, wie dies beispielsweise in Fig. 4 veranschaulicht ist.

Fig. 4 zeigt dabei wiederum eine schematische Darstellung des Kraftfahrzeugs 12 mit der Antennenanordnung 14 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Er-

findung. Dabei kann die Antennenanordnung 14 wie zuvor beschrieben ausgebildet sein. Veranschaulicht sind hierbei zudem noch zum einen rein schematisch die Strahlungscharakteristik 38 der ersten V2X-Antenneneinheit 24, sowie die Strahlungscharakteristik 40 der zweiten V2X-Antenneneinheit 28.

5 Die zweite V2X-Antenneneinheit 28 ist dabei vorteilhafterweise so ausgestaltet, dass die Hauptstrahlungsrichtung 42 veränderbar einstellbar ist. Dargestellt in Fig. 4 sind exemplarisch drei verschiedene Hauptstrahlungsrichtungen 42, die entsprechend zu drei verschiedenen Einstellungen, insbesondere Einstellwinkeln θ_1 , θ_2 , θ_3 korrespondieren. Die Schwenkbarkeit der Hauptstrahlungsrichtung 42 der Strahlungscharakteristik 40 der zweiten V2X-Antenneneinheit 28 ist in Fig. 4 durch den Doppelpfeil 44 veranschaulicht.

10

Fig. 4 veranschaulicht also die überlagerten Richtdiagramme der ersten CV2X-Dachantenne 24 auf dem Dach 26 und der zweiten CV2X-Antenneneinheit 28 im Spiegelfuß des Kraftfahrzeugs 12.

15

Wäre die zweite Antenneneinheit 28 nicht mit einer einstellbaren, veränderbaren Hauptstrahlungsrichtung 42 ausgebildet, so ergäbe sich das Problem, dass es durch die Überlagerung des Richtdiagramms der Dachantenne und des Richtdiagramms der Antenne im Spiegelfuß zu überlappungsfreien Winkelbereichen beim Gesamtrichtdiagramm kommen könnte. Das kann zum Beispiel passieren, wenn das Glasdach besonders groß ist. Ein weiterer Grund können Abschattungseffekte sein, weil die Spiegelfußantenne unvorteilhaft im Innenbereich eingebaut werden muss. Für diese überlappungsfreien Winkelbereiche wäre entsprechend die Antennenausleuchtung schlechter und entsprechend die Kommunikationsreichweite kürzer. Bei kurvigen Landstraßen, wo die Line-of-Sight-Verbindung dominant ist, wirkt sich diese geringere Kommunikationsreichweite direkt auf die Gesamtperformance des CV2X-Systems aus. Die CV2X-Kommunikation zu vorausfahrenden Fahrzeugen würde variieren je nachdem wie kurvig die Landstraße ist. Diese lässt sich nun vorteilhafterweise durch die Ausbildung der zweiten V2X-Antenneneinheit 28 mit einer veränderbaren Hauptstrahlungsrichtung 42 vermeiden.

20

25

30

Wie in Fig. 4 ersichtlich ist, kann das Reichweitenproblem durch die im Spiegelfuß eingebaute aktive CV2X-Antenne 28 mit phasengesteuertem Antennenarray 46 (vergleiche Fig. 5) gelöst werden. Durch ein solches phasengesteuertes Antennenarray 46 ist man in der Lage, eine Schwenkung des gesamten Richtdiagramms, das heißt der Strahlungscharakteristik 40, durchzuführen. Im vorliegenden Beispiel in Fig. 4 ist die Strahlungscharakteristik 40 dabei als eine Hauptkeule ausgebildet, zum Beispiel mit 3 dB Keulenbreite.

Fig. 5 zeigt nochmal eine Detaildarstellung einer beispielhaften Ausführungsform der zweiten V2X-Antenneneinheit 28 mit einem phasengesteuerten Antennenarray 46. Zusätzlich ist auch wiederum die zentrale Steuereinrichtung 30 des Kraftfahrzeugs 12 dargestellt, die kommunikativ über die Antennenleitung 32, die insbesondere ein Koaxialkabel 48 umfasst oder als solches ausgeführt sein kann, mit der zweiten V2X-Antenneneinheit 28 gekoppelt ist. Als Input-Größe zur Einstellung des Schwenkwinkels θ vom Antennenarray 46 in Fahrtrichtung F dient mindestens ein Fahrparameter FP. Dieser stellt vorzugsweise den Lenkwinkel des Fahrzeugs 12 dar. Alternativ oder zusätzlich kann dieser auch die zu fahrende Trajektorie darstellen, die zum Beispiel anhand der GPS-Position des Fahrzeugs 12 und einer geplanten Streckenführung des Navigationssystems des Kraftfahrzeugs 12 ermittelt werden kann.

Durch eine Schwenkung des Richtdiagramms, das heißt der Strahlungscharakteristik 40, beziehungsweise der Hauptrichtung 42 in Fahrtrichtung F findet eine vollständige Überlappung der Richtdiagramme 38, 40 von der Dachantenne 24 und dem Antennenarray 46 statt. Dies ist ebenfalls aus Fig. 4 ersichtlich. Die vorgegebene Kommunikationsreichweite, die vorzugsweise zwischen 600 und 800 Meter bemisst, kann damit eingehalten werden, beziehungsweise die Kommunikationsreichweite in Fahrtrichtung F bleibt konstant beziehungsweise zumindest nahezu konstant. Zumindest auch auf kurvigen Landstraßen bleibt die CV2X-Kommunikation zu vorausfahrenden Fahrzeugen konstant gut. Um die Gesamtperformance des CV2X-Systems des Fahrzeugs 12, das heißt der Antennenanordnung 14, weiter zu verbessern, kann zum Beispiel auch die auftretende Dämpfung durch die signalzuführenden und signalabführenden Koaxialleitungen 32, 48 ausgeglichen beziehungsweise kompensiert

werden. Dazu kann das CV2X-Signal in der aktiven CV2X-Antenne, das heißt der ersten und/oder zweiten V2X-Antenneneinheit 24, 28, sowohl im Sende- als auch im Empfangsbetrieb verstärkt werden. Die Regelung der Verstärkung erfolgt über ein einstellbares Dämpfungsglied 50 im Sende- beziehungsweise
 5 Empfangspfad, welches von einer Steuereinheit 52, zum Beispiel einem Mikro-Controller, zur Leistungsregelung einstellbar ist. Diese Steuereinheit 52 kann entsprechend mit einem Powermeter 54 gekoppelt sein.

Durch das integrierte Antennenarray 46 wird das entsprechende CV2X-Signal
 10 abgestrahlt. Die Wellenfronten dieses abgestrahlten Signals sind in Fig. 5 insbesondere mit 56 bezeichnet. Der Wellenvektor beziehungsweise dessen Richtung ist durch den Pfeil u veranschaulicht. Ein weiterer dargestellter Normalenvektor n veranschaulicht dabei die Fahrtrichtung F . Entsprechend wird der Abstrahlwinkel θ als Winkel zwischen diesem Normalenvektor n und dem
 15 Wellenvektor u definiert. Der Abstand d der zwischen den einzelnen Antennen des Antennenarrays 46 beträgt in etwa die Hälfte der Wellenlänge der Trägerfrequenz des abgestrahlten Signals S . Die Wellenfront beziehungsweise der Raumwinkel θ des Arrays 46 wird eingestellt durch Ansteuerung von digitalen Phasenschiebern 58, die gleichzeitig Teil einer RF-(Radiofrequenz)-
 20 Treiberschaltung 60 sein können, für diesen Frequenzbereich. Die Ansteuerung dieser Phasenschieber 58 erfolgt insbesondere durch eine weitere Steuereinheit 62, die den einzelnen Antennen A_0 , A_1 , A_2 des Antennenarrays 46 zugeordneten Phasen ϕ_0 , ϕ_1 , ϕ_2 können dabei zum Beispiel wie folgt zur Erreichung der folgenden Raumwinkel θ eingestellt werden:

25

$$\theta = 30^\circ \text{ bei } \phi_1 - \phi_0 = \phi_2 - \phi_1 = \Delta \phi = 90^\circ$$

$$\theta = 0^\circ \text{ bei } \phi_1 - \phi_0 = \phi_2 - \phi_1 = \Delta \phi = 0^\circ$$

$$\theta = -30^\circ \text{ bei } \phi_1 - \phi_0 = \phi_2 - \phi_1 = \Delta \phi = -90^\circ$$

30 Die Ansteuerung der digitalen Phasenschieber 58 erfolgt, wie bereits beschrieben, durch eine weitere Steuereinrichtung 62, die ebenfalls als ein Mikro-Controller bereitgestellt sein kann. Der Mikro-Controller 52 erhält in diesem Beispiel über eine Schnittstelle 64, zum Beispiel UART, die Information über den

aktuellen Lenkwinkel FP vom Fahrzeug 12 oder über die zu fahrende Trajektorie aus der geplanten Streckenführung. Mit diesem Input beziehungsweise dieser Information greift der Mikro-Controller 62 auf eine implementierte Lookup-Tabelle 66, die in einem Speicher 68 des Mikro-Controllers 62 abgelegt sein kann, zurück. Dadurch kann der Mikro-Controller 62 sehr schnell zugehörige $\Delta \phi$, das heißt Phasendifferenzen, ermitteln und den Raumwinkel θ durch Ansteuern der Phasenschieber 58 einstellen. Weiterhin ist in Fig. 5 noch ein Filter 70 im Eingangsbereich der Antenneneinheit 28 dargestellt. Dieser dient dazu, das Eingangssignal 72, welches sich aus den mittels der Antenneneinheit 28 zu übermittelnden Informationen und der Information über den aktuellen Fahrparameter FP zusammensetzen kann, zu trennen und an die entsprechenden Komponenten der Antenneneinheit 28 weiterzuleiten. Das Signal, welches die Informationen transportiert, die letztendlich durch das auszugebende CV2X-Signal S ausgesandt werden, ist in Fig. 5 mit I bezeichnet, während das Eingangssignal für den Mikro-Controller 62, welches den aktuellen Fahrparameter FP repräsentiert, mit E bezeichnet ist. In Abhängigkeit von diesem Eingangssignal E kann der Mikro-Controller 62 wie beschrieben auf Basis einer Lookup-Tabelle im Mikro-Controller 62 aus Lenkwinkel und/oder Trajektorie einen Wert für den digitalen Phasenschieber 58 ermitteln.

20

Insgesamt zeigen die Beispiele wie durch die Erfindung eine aktive CV2X-Antenne mit einstellbarem, phasengesteuertem Antennenarray als Teil einer Antennenanordnung bereitgestellt werden kann, die es ermöglicht, eine vor allem in Fahrtrichtung konstant bleibende Kommunikationsreichweite für eine CV2X-Kommunikation zu anderen Fahrzeugen oder Infrastrukturkomponenten bereitzustellen.

25

PATENTANSPRÜCHE:

1. Antennenanordnung (14) für ein Kraftfahrzeug (12) zur Kommunikation mit einem zweiten Kraftfahrzeug (12) und/oder einer Infrastrukturkomponente (16), wobei die Antennenanordnung (14) eine erste V2X-Antenneneinheit (24) und eine zweite V2X-Antenneneinheit (28) aufweist, wobei die erste V2X-Antenneneinheit (24) eine in Bezug auf eine bestimmte Ebene statische, omnidirektionale Strahlungscharakteristik (38) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite V2X-Antenneneinheit (28) eine anisotrope Strahlungscharakteristik (40) mit einer Hauptstrahlungsrichtung (42) aufweist, die innerhalb eines vorbestimmten Winkelbereichs innerhalb der bestimmten Ebene mit Bezug auf ein antennenanordnungsfestes Koordinatensystem einstellbar ist.
2. Antennenanordnung (14) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite V2X-Antenneneinheit (28) ein phasengesteuertes Antennenarray (46) und eine Steuereinheit (62) zum Ansteuern des phasengesteuerten Antennenarrays (46) aufweist, wobei die Steuereinheit (62) dazu ausgelegt ist, die Hauptstrahlungsrichtung (42) innerhalb des vorbestimmten Winkelbereichs durch Ansteuerung des phasengesteuerten Antennenarrays (46) einzustellen.
3. Antennenanordnung (14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite V2X-Antenneneinheit (28) dazu ausgelegt ist, die Hauptstrahlungsrichtung (42) in Abhängigkeit von zumindest einem einen aktuellen Fahrparameter (FP) repräsentierenden Eingangssignal (E) einzustellen, insbesondere wobei der aktuelle Fahrparameter (FP) einen aktuellen Lenkwinkel und/oder einen vorausliegenden Straßenverlauf einer aktuell befahrenen Straße betrifft.
4. Antennenanordnung (14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite V2X-Antenneneinheit (28) eine Speichereinrichtung (68) aufweist, in welcher eine Look-up-Tabelle (66) abgelegt ist, welche verschiedenen Wertebereichen des durch das Eingangssignal repräsentierten Fahrparameters jeweils einen entsprechenden Einstellwert für die Hauptstrahlungsrichtung (42) zuordnet, wobei die zweite V2X-Antenneneinheit (28) dazu ausgelegt ist, die Hauptstrahlungsrichtung (42) auf den gemäß der Look-up-Tabelle (66) in Abhängigkeit vom Eingangssignal (E) vorgegebenen Einstellwert einzustellen.
- 10
- 5
- 15
- 20
- 25
- 30
5. Antennenanordnung (14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite V2X-Antenneneinheit (28) dazu ausgelegt ist, die Hauptstrahlungsrichtung (42) auf einen bestimmten Abstrahlwinkel (θ , θ_1 , θ_2 , θ_3) als Einstellwert von mehreren definierten diskreten Abstrahlwinkeln (θ , θ_1 , θ_2 , θ_3) einzustellen, insbesondere wobei sich die definierten Abstrahlwinkel (θ , θ_1 , θ_2 , θ_3) um mindestens 5° , vorzugsweise um mindestens 10° unterscheiden.
 6. Kraftfahrzeug (12) mit einer Antennenanordnung (14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
 7. Kraftfahrzeug (12) nach Anspruch 6
dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite V2X-Antenneneinheit (28) in Fahrzeuglängsrichtung vor der ersten V2X-Antenneneinheit (24) in einem Abstand zur ersten V2X-Antenneneinheit (24) angeordnet ist.
 8. Kraftfahrzeug (12) nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste V2X-Antenneneinheit (24) auf einem Fahrzeugdach (26) des Kraftfahrzeugs (12) angeordnet ist und die zweite V2X-Antenneneinheit (28) in einem Spiegelfuß eines Innenspiegels des Kraftfahrzeugs (12) angeordnet ist.

9. Kraftfahrzeug (12) nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die bestimmte Ebene senkrecht zu einer Fahrzeughochrichtung ausge-
richtet ist und der vorbestimmte Winkelbereich innerhalb der in Bezug auf
5 die Fahrzeuglängsrichtung vorderen Halbebene der bestimmten Ebene
liegt.
10. Verfahren zum Betreiben einer Antennenanordnung (14) für ein Kraft-
fahrzeug (12) zur Kommunikation mit einem zweiten Kraftfahrzeug (12)
und/oder einer Infrastrukturkomponente (16), wobei die Antennenanord-
nung (14) eine erste V2X-Antenneneinheit (24) und eine zweite V2X-An-
tenneneinheit (28) aufweist, wobei die erste V2X-Antenneneinheit (24)
eine in Bezug auf eine bestimmte Ebene statische, omnidirektionale
15 Strahlungscharakteristik (38) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite V2X-Antenneneinheit (28) eine anisotrope Strahlungscharak-
teristik (40) mit einer Hauptstrahlungsrichtung (42) aufweist, die inner-
halb eines vorbestimmten Winkelbereichs innerhalb der bestimmten
20 Ebene mit Bezug auf ein antennenanordnungsfestes Koordinatensystem
eingestellt wird.

1/4

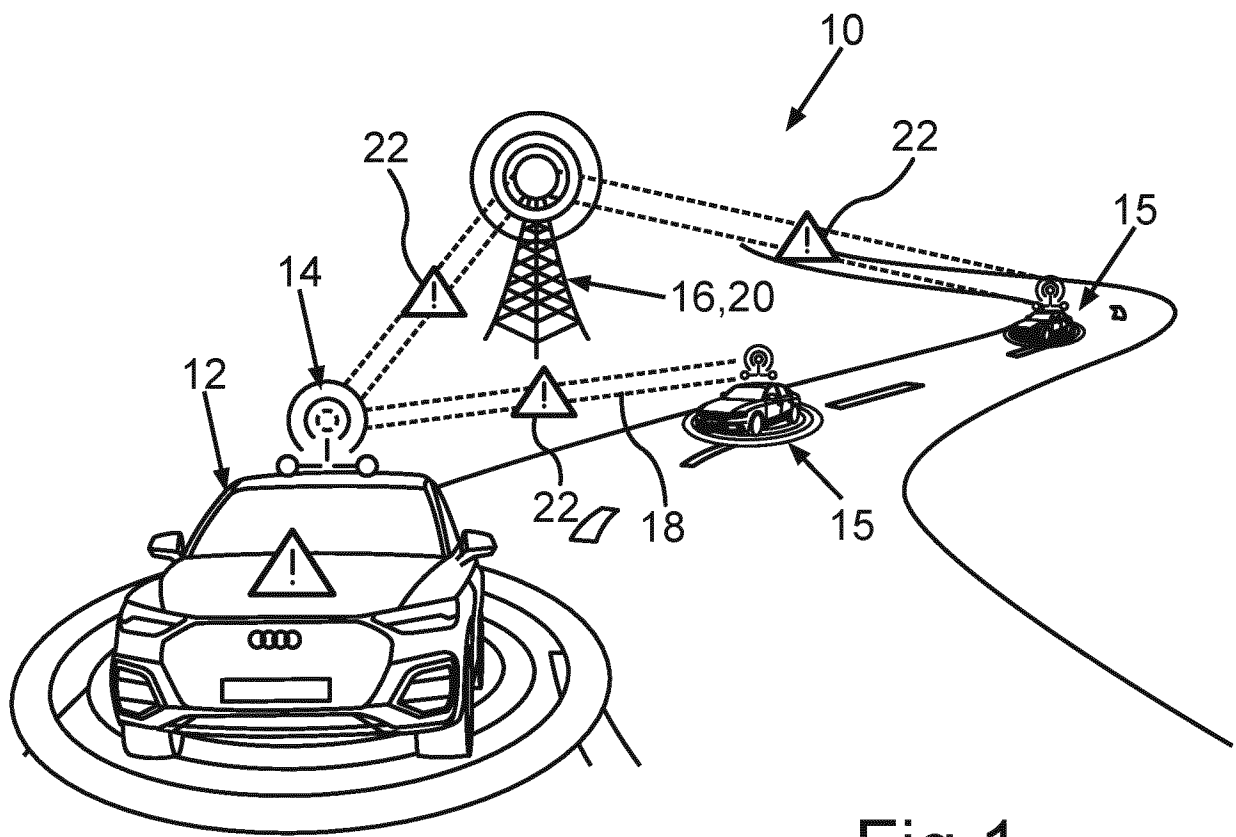


Fig.1

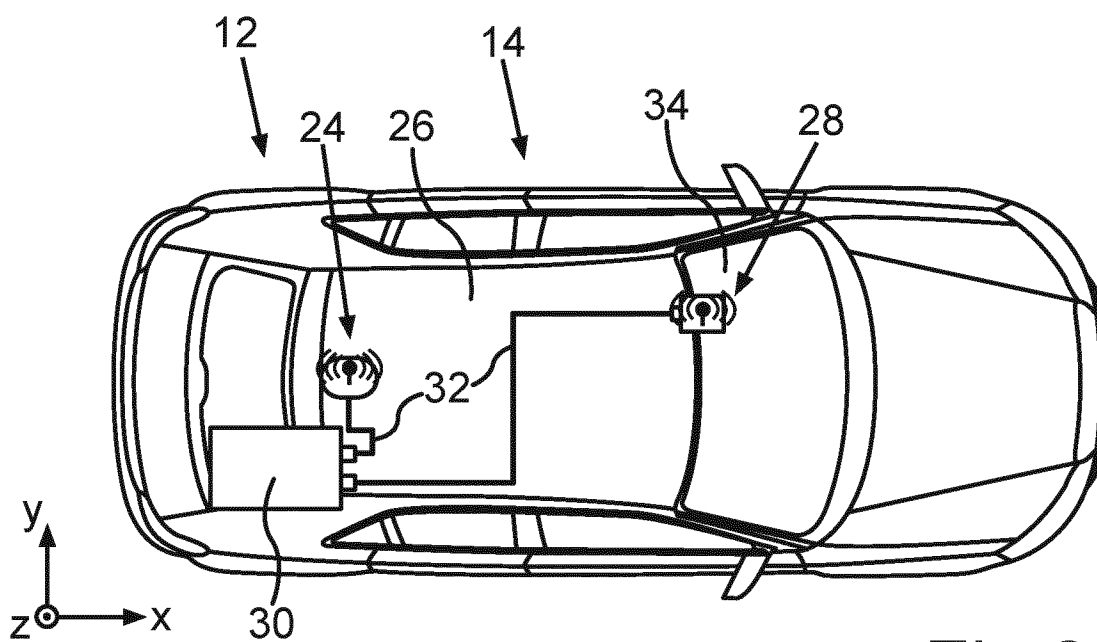


Fig.2

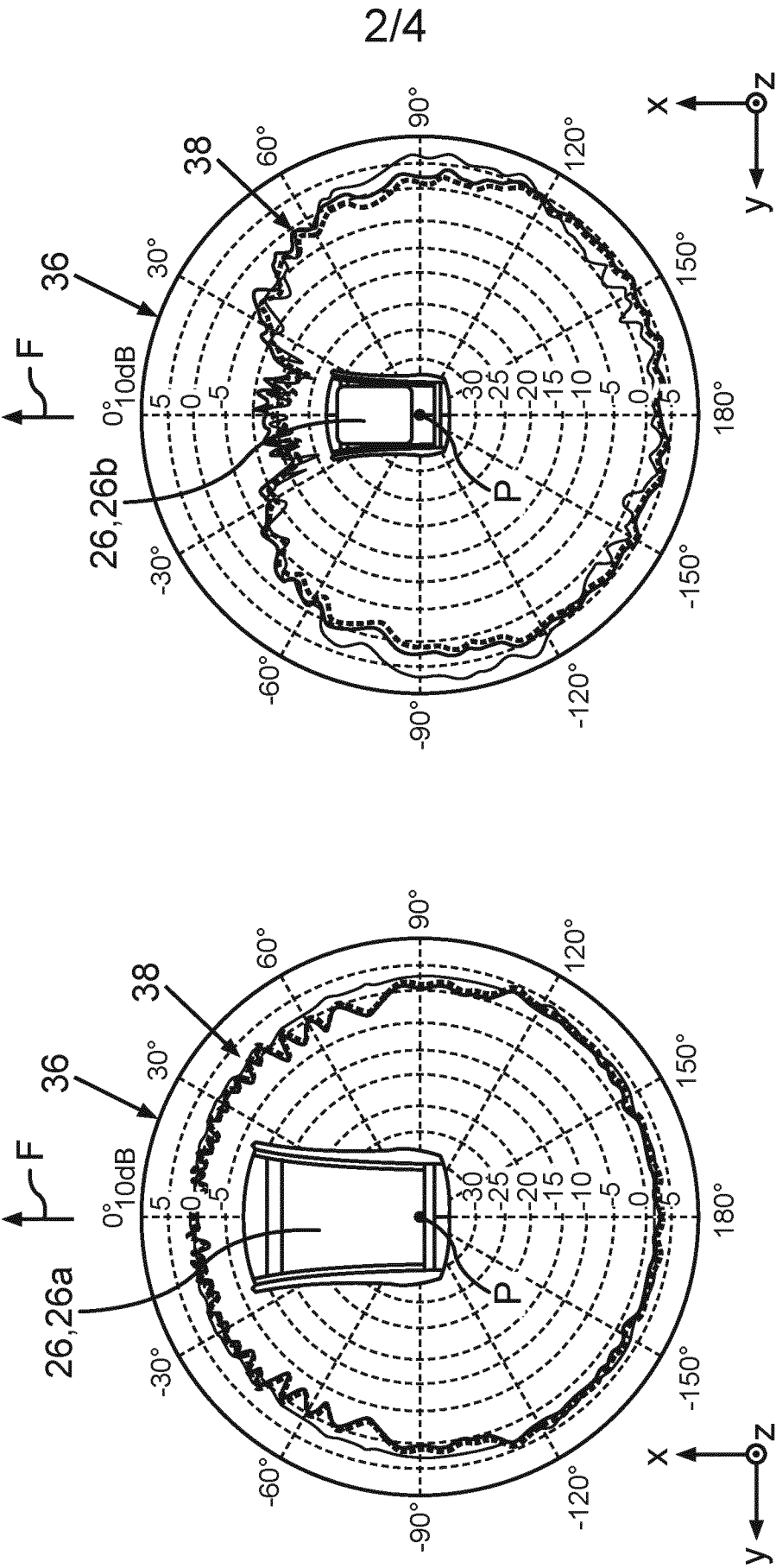
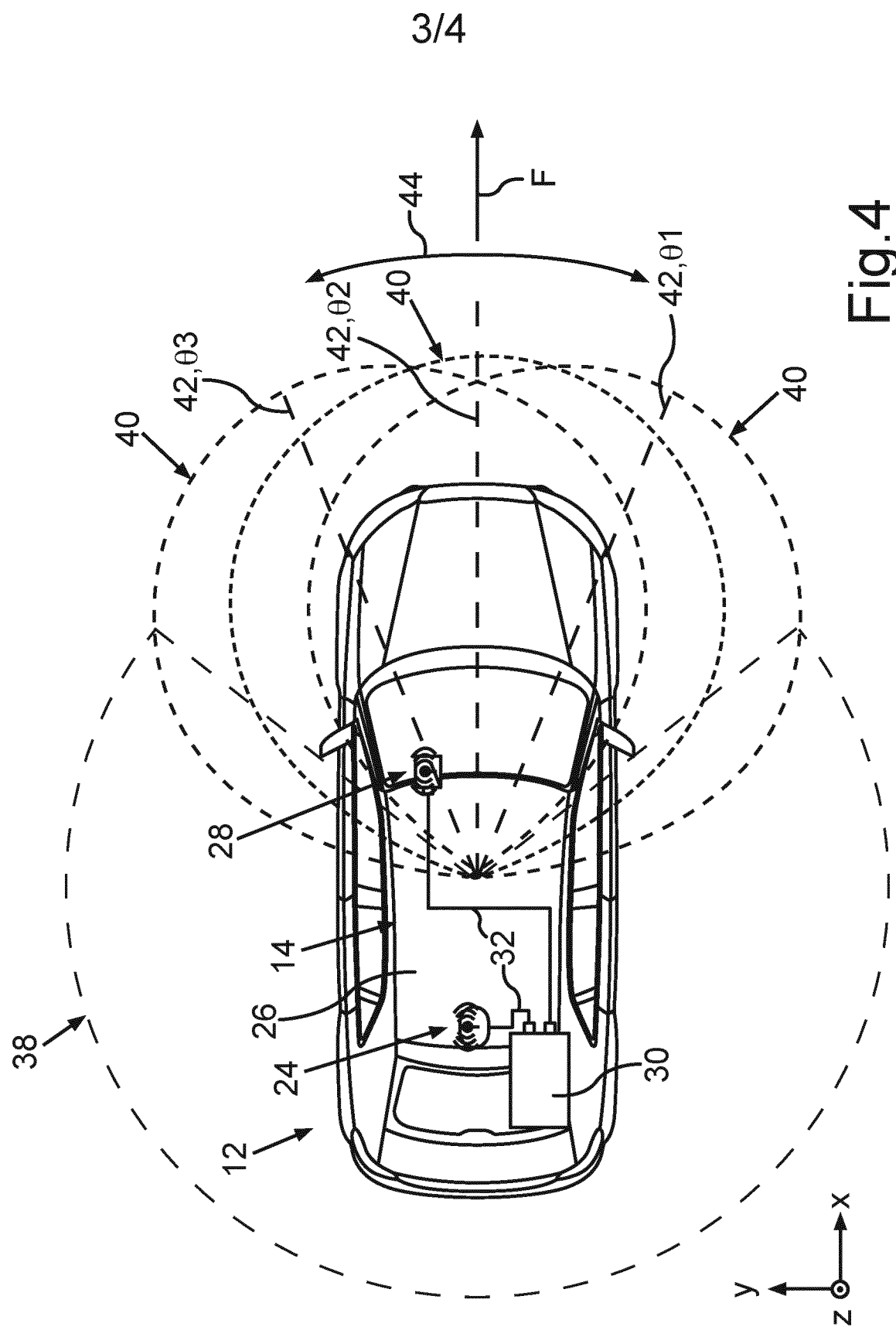


Fig.3



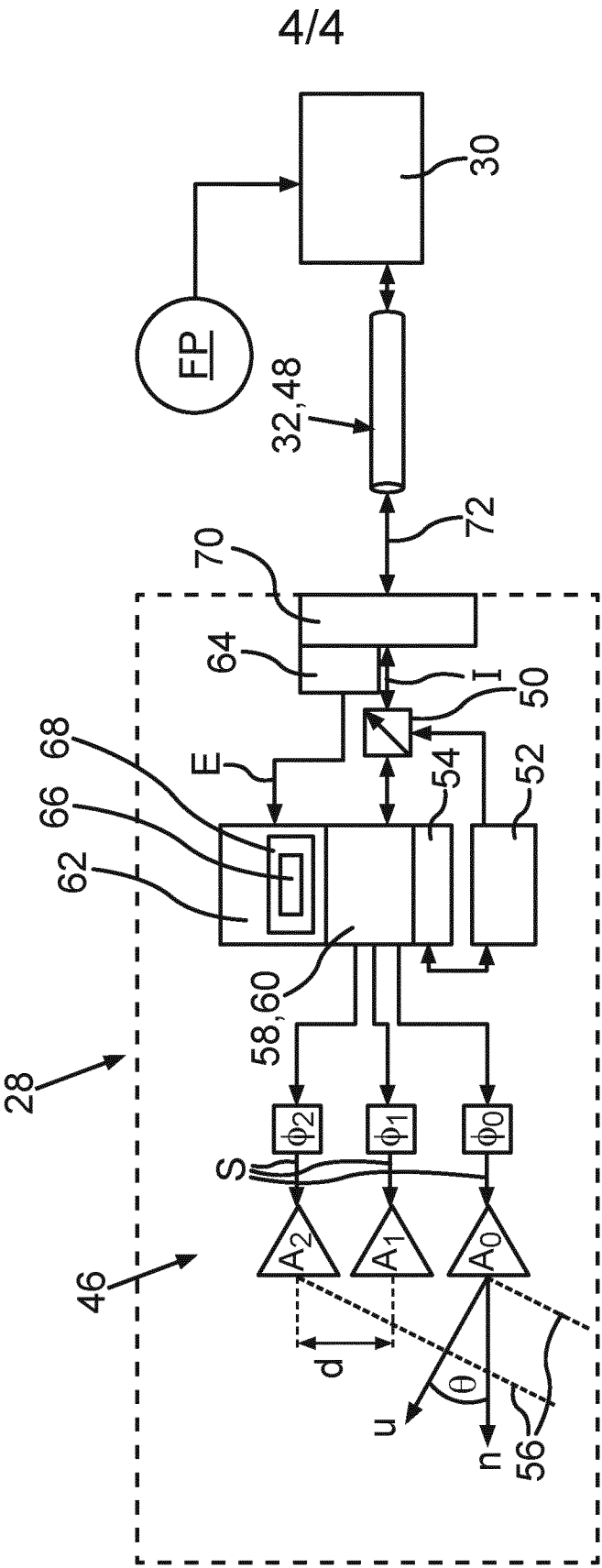


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/055677

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04B 7/06**(2006.01)i; **H04B 7/08**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2015380807 A1 (OWEN RICHARD [DE] ET AL) 31 December 2015 (2015-12-31) abstract paragraphs [0002], [0045], [0052] figures 1, 5	1,2,4-10 3
Y A	US 2017330462 A1 (SERRANO DAVID GOZALVEZ [DE] ET AL) 16 November 2017 (2017-11-16) abstract paragraphs [0015], [0031] figure 1	3 1,2,4-10
A	US 2019319663 A1 (SHIMURA TATSUHIRO [JP]) 17 October 2019 (2019-10-17) abstract paragraphs [0062] - [0069] figures 3, 4	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 June 2022

Date of mailing of the international search report

27 June 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Helms, Jochen

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/055677

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2015380807	A1	31 December 2015	DE	102014212505	A1	31 December 2015
				US	2015380807	A1	31 December 2015
US	2017330462	A1	16 November 2017	CN	107111957	A	29 August 2017
				DE	102015201641	A1	04 August 2016
				US	2017330462	A1	16 November 2017
				WO	2016120236	A1	04 August 2016
US	2019319663	A1	17 October 2019	CN	110063033	A	26 July 2019
				DE	112017006227	T5	05 September 2019
				JP	WO2018110083	A1	24 October 2019
				US	2019319663	A1	17 October 2019
				WO	2018110083	A1	21 June 2018

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H04B7/06 H04B7/08 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H04B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2015/380807 A1 (OWEN RICHARD [DE] ET AL) 31. Dezember 2015 (2015-12-31)	1, 2, 4-10
Y	Zusammenfassung Absätze [0002], [0045], [0052] Abbildungen 1, 5 -----	3
Y	US 2017/330462 A1 (SERRANO DAVID GOZALVEZ [DE] ET AL) 16. November 2017 (2017-11-16)	3
A	Zusammenfassung Absätze [0015], [0031] Abbildung 1 -----	1, 2, 4-10
A	US 2019/319663 A1 (SHIMURA TATSUHIRO [JP]) 17. Oktober 2019 (2019-10-17) Zusammenfassung Absätze [0062] - [0069] Abbildungen 3, 4 -----	1-10
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
17. Juni 2022		27/06/2022
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Helms, Jochen

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/055677

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015380807 A1	31-12-2015	DE 102014212505 A1	31-12-2015
		US 2015380807 A1	31-12-2015
US 2017330462 A1	16-11-2017	CN 107111957 A	29-08-2017
		DE 102015201641 A1	04-08-2016
		US 2017330462 A1	16-11-2017
		WO 2016120236 A1	04-08-2016
US 2019319663 A1	17-10-2019	CN 110063033 A	26-07-2019
		DE 112017006227 T5	05-09-2019
		JP WO2018110083 A1	24-10-2019
		US 2019319663 A1	17-10-2019
		WO 2018110083 A1	21-06-2018