



(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der

(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2020/031541**

in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2019 004 052.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2019/025580**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.06.2019**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **13.02.2020**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **20.05.2021**

(51) Int Cl.:

**G01S 5/02 (2010.01)**

**B60R 25/00 (2013.01)**

(30) Unionspriorität:

**2018-151312**

**10.08.2018**

**JP**

(71) Anmelder:

**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,  
JP**

(74) Vertreter:

**Winter, Brandl - Partnerschaft mbB,  
Patentanwälte, 85354 Freising, DE**

(72) Erfinder:

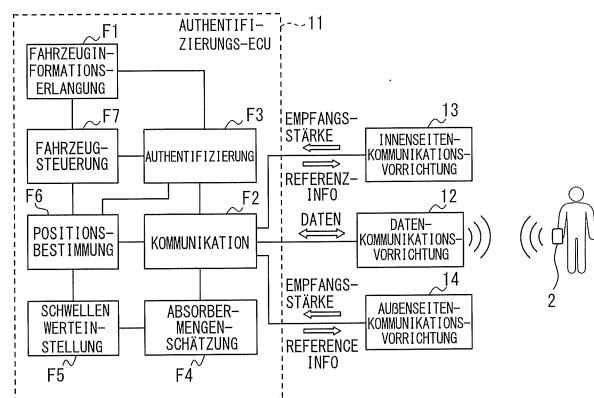
**Sanji, Kenichiro, Nisshin-city, Aichi-pref., JP;  
Yamaguchi, Taichi, Kariya-city, Aichi-pref., JP;  
Nakamura, Kazunari, Kariya-city, Aichi-pref., JP;  
Shinoda, Takashi, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **POSITIONSBESTIMMUNGSSYSTEM**

(57) Zusammenfassung: Ein Positionsbestimmungssystem bestimmt eine Position eines mobilen Endgeräts bezüglich eines Fahrzeugs durch Ausführen einer Funkkommunikation mit dem mobilen Endgerät. Das Positionsbestimmungssystem beinhaltet: eine Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung (13, 13A bis 13D), die in einem Fahrzeugginnenraum angeordnet ist und konfiguriert ist, um ein Funksignal zu empfangen, das von dem mobilen Endgerät gesendet wird, und eine Empfangsstärke des empfangenen Funksignals zu erfassen; eine Positionsbestimmungseinheit (F6), die bestimmt, ob das mobile Endgerät in dem Fahrzeugginnenraum existiert, eine Absorbermengenschätzseinheit (F4), die eine Menge von Absorbern schätzt, die in dem Fahrzeugginnenraum existieren und Funkwellen absorbieren können, die eine Frequenz haben, die für Funkkommunikation verwendet wird. Und eine Schwellenwertestelleinheit (F5), die einen Innenseitenbestimmungswert, der als ein Schwellenwert für die Positionsbestimmungseinheit verwendet wird, einstellt, um zu bestimmen, dass das mobile Endgerät in dem Fahrzeugginnenraum existiert. Die Positionsbestimmungseinheit bestimmt, dass das mobile Endgerät in dem Fahrzeugginnenraum existiert, in Antwort darauf, dass die Innenseitenvorrichtungsstärke gleich oder größer als der Innenseitenbestimmungswert ist, der durch die Schwellenwertestelleinheit eingestellt wird.



**Beschreibung****QUERVERWEIS AUF  
ZUGEHÖRIGE ANMELDUNG**

**[0001]** Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung mit der Nummer 2018-151312, eingereicht am 10. August, 2018, deren Offenbarung hier durch Bezugnahme aufgenommen ist.

**TECHNISCHES GEBIET**

**[0002]** Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Positionsbestimmungssystem, das ein Position eines mobilen Endgeräts bezüglich eines Fahrzeugs durch eine Funkkommunikation zwischen dem mobilen Endgerät, das durch einen Benutzer des Fahrzeugs getragen wird, und dem Positionsbestimmungssystem schätzt.

**STAND DER TECHNIK**

**[0003]** Patentdokument 1 offenbart ein System (nachfolgend als ein Positionsschätzsystem bezeichnet), das eine Position eines mobilen Endgeräts bezüglich eines Fahrzeugs durch Ausführen einer Funkkommunikation zwischen einer Bordkommunikationsvorrichtung, die an dem Fahrzeug montiert ist, und dem mobilen Endgerät, das durch einen Benutzer des Fahrzeugs getragen wird, schätzt. Insbesondere sendet die Bordkommunikationsvorrichtung, die in Patentdokument 1 offenbart ist, sukzessive ein Anforderungssignal von einer Kommunikationsvorrichtung, die in der Nähe eines Fahrersitzes in einem Innenraum des Fahrzeugs vorgesehen ist. In Antwort darauf, dass das mobile Endgerät das Anforderungssignal empfängt, das ein Senden eines Antwortsignals an die Bordkommunikationsvorrichtung anfordert, sendet das mobile Endgerät das Antwortsignal, das den RSSI (Received Signal Strength Indicator, Indikator für die Empfangsfeldstärke kabelloser Kommunikationsanwendungen) des Anforderungssignals beinhaltet. Wenn die Bordkommunikationsvorrichtung das Antwortsignal empfängt, das von dem mobilen Endgerät gesendet wird, speichert die Bordkommunikationsvorrichtung den RSSI, der in dem Antwortsignal beinhaltet ist, in einem Speicher. Die Bordkommunikationsvorrichtung bestimmt, dass das mobile Endgerät in dem Fahrzeuginnenraum positioniert ist, in Antwort darauf, dass ein Durchschnittswert der letzten fünf RSSI, die in dem Speicher gespeichert sind, einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet (nachfolgend als ein Innenseitenbestimmungswert bezeichnet). In Antwort darauf, dass der Durchschnittswert der letzten fünf RSSI gleich oder kleiner als der Innenseitenbestimmungswert ist, bestimmt die Bordkommunikationsvorrichtung, dass das mobile Endgerät außerhalb des Fahrzeuginnenraums positioniert ist.

**[0004]** Das mobile Endgerät, das vorstehend beschrieben ist, ist ein Kommunikationsendgerät mit einer Kommunikationsfunktion unter Verwendung von Bluetooth (eingetragene Marke). In Patentdokument 1 wird ein Smartphone, ein Mobiltelefon oder der gleichen als das mobile Endgerät angenommen. Gemäß der vorstehenden Annahme führt die Bordkommunikationsvorrichtung eine Funkkommunikation basierend auf Bluetooth (eingetragene Marke) aus. Der Einfachheit halber wird nachfolgend eine Kommunikation basierend auf einem vorbestimmten Funkkommunikationsstandard, in dem ein Kommunikationsbereich beispielsweise höchstens ungefähr mehrere zehn Meter ist, wie Bluetooth, als eine Nahbereichskommunikation bezeichnet.

**LITERATUR DES STANDES DER TECHNIK****PATENTLITERATUR**

**[0005]** Patentdokument 1: JP 2015-214316 A

**ÜBERBLICK**

**[0006]** Als ein modifiziertes Beispiel von Patentdokument 1 (nachfolgend als eine geschätzte Konfiguration bezeichnet) erfasst das Bordsystem unter Verwendung einer Kommunikationsvorrichtung, die in dem Fahrzeuginnenraum angeordnet ist (nachfolgend als eine Fahrzeuginnenseitenkommunikationsvorrichtung bezeichnet) eine Empfangsstärke eines Signals, das von einem mobilen Endgerät gesendet wird. Wenn die Empfangsstärke gleich oder größer als ein vorbestimmter Innenseitenbestimmungswert ist, kann das mobile Endgerät als in dem Fahrzeuginnenraum existierend bestimmt. In der geschätzten Konfiguration muss der Innenseitenbestimmungswert richtig auf einen Wert festgelegt werden, so dass das mobile Endgerät korrekt mit hoher Genauigkeit als in dem Fahrzeuginnenraum oder außerhalb des Fahrzeuginnenraums existierend bestimmt wird. Beispielsweise kann der Innenseitenbestimmungswert basierend auf Messergebnissen eines Tests festgelegt werden, in dem die Empfangsstärke der Fahrzeuginnenseitenkommunikationsvorrichtung gemessen wird, wobei das mobile Endgerät in dem Fahrzeuginnenraum angeordnet ist, und eines Tests, in dem die Empfangsstärke der Fahrzeuginnenseitenkommunikationsvorrichtung gemessen wird, wobei das mobile Endgerät außerhalb des Fahrzeuginnenraums angeordnet ist.

**[0007]** Die Funkwelle mit einer Frequenz von 1 GHz oder höher (insbesondere Funkwellen innerhalb des 2,4 GHz-Bandes), die in der Nahbereichskommunikation verwendet wird, hat einen größeren Menschenkörperverlust als Funkwellen des LF-Bandes (Niederfrequenzbandes). Das heißt, die Funkwelle innerhalb des 2,4 GHz-Bandes wird einfach durch den menschlichen Körper absorbiert. Somit wird die

Empfangsstärke des Signals, das von dem mobilen Endgerät gesendet wird, in der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung durch Existenz von Insassen in dem Fahrzeugginnenraum und der Anzahl von Insassen beeinflusst. Insbesondere wird die Empfangsstärke, wenn fünf Erwachsene in dem Fahrzeug an Bord sind, das eine Beförderungskapazität von ungefähr fünf hat (das heißt, wenn das Fahrzeug in einem vollen Zustand ist), wesentlich verglichen zur Empfangsstärke, wenn kein Insasse an Bord ist, um einen bestimmten Pegel abnehmen (beispielsweise um 5 dB).

**[0008]** Die geschätzte Konfiguration legt den Innenseitenbestimmungswert basierend auf der Empfangsstärke fest, die beobachtet wird, wenn kein Insasse an Bord ist. In dieser Konfiguration, wenn einer oder mehrere Insassen an Bord sind, ist es weniger wahrscheinlicher, dass die Empfangsstärke des Signals, das von dem mobilen Endgerät gesendet wird, das durch den Insassen getragen wird, den Innenseitenbestimmungswert überschreitet. Der Grund dafür ist, dass der Innenseitenbestimmungswert, der basierend auf der Empfangsstärke des Signals bestimmt wird, die in einem Zustand beobachtet wird, in dem kein Insasse an Bord ist, einen relativ hohen Wert hat. Demzufolge, obwohl das mobile Endgerät außerhalb des Fahrzeugginnenraums existiert, kann fälschlicherweise bestimmt werden, dass das mobile Endgerät in dem Fahrzeugginnenraum existiert.

**[0009]** Es wird angenommen, dass der Innenseitenbestimmungswert basierend auf der Empfangsstärke festgelegt wird, die beobachtet wird, wenn das Fahrzeug in vollem Zustand ist. In dieser Konfiguration ist es hoch wahrscheinlich, dass die Empfangsstärke des Signals, das von dem mobilen Endgerät gesendet wird, das durch den Insassen getragen wird, den Innenseitenbestimmungswert überschreitet. Der Grund dafür ist, dass der Innenseitenbestimmungswert, der basierend auf der Empfangsstärke bestimmt wird, der in dem vollen Zustand des Fahrzeugs beobachtet wird, einen relativ niedrigen Wert hat. Demzufolge, obwohl das mobile Endgerät außerhalb des Fahrzeugginnenraums existiert, kann fälschlicherweise bestimmt werden, dass das mobile Endgerät in dem Fahrzeugginnenraum existiert.

**[0010]** Eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung ist es, ein Positionsbestimmungssystem bereitzustellen, dass mit einer hohen Genauigkeit bestimmen kann, ob ein mobiles Endgerät in einem Fahrzeugginnenraum existiert.

**[0011]** Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist ein Positionsbestimmungssystem, das auf ein Fahrzeug angewendet wird, vorgesehen. Das Positionsbestimmungssystem bestimmt eine Position eines mobilen Endgeräts, das durch einen Benutzer des Fahrzeugs getragen wird, bezüglich des

Fahrzeugs durch Ausführen einer Funkkommunikation mit dem mobilen Endgerät. Das Positionsbestimmungssystem beinhaltet: eine Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung, die konfiguriert ist, um ein Funksignal zu empfangen, das von dem mobilen Endgerät gesendet wird, und eine Empfangsstärke des Funksignals zu erfassen, wobei die mindestens eine Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung in einem Fahrzeugginnenraum des Fahrzeugs positioniert ist; eine Positionsbestimmungseinheit, die konfiguriert ist, um zu bestimmen, ob das mobile Endgerät in dem Fahrzeugginnenraum existiert, basierend auf einer Innenseitenvorrichtungsstärke, wobei die Innenseitenvorrichtungsstärke die Empfangsstärke des Funksignals ist, das von dem mobilen Endgerät gesendet wird, und von der mindestens einen Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung erfasst wird; eine Absorbermengenschätzeneinheit, die konfiguriert ist, um eine Menge von Funkwellenabsorbern zu schätzen, die in dem Fahrzeugginnenraum existieren und eine Funkwelle absorbieren, die ein Frequenzband hat, das in der Funkkommunikation verwendet wird, wobei die Menge von Funkwellenabsorbern basierend auf mindestens einem eines Empfangszustands des Funksignals in der mindestens einen Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung oder eines Erfassungsergebnisses eines Sensors geschätzt wird, mit dem das Fahrzeug ausgestattet ist; und eine Schwellenwerteinstelleinheit, die konfiguriert ist, um basierend auf einem Schätzergebnis der Absorbermengenschätzeneinheit einen Innenseitenbestimmungswert einzustellen, der ein Schwellenwert ist, auf den durch die Positionsbestimmungseinheit Bezug genommen wird, um zu bestimmen, dass das mobile Endgerät in dem Fahrzeugginnenraum existiert. Die Positionsbestimmungseinheit bestimmt, dass das mobile Endgerät in dem Fahrzeugginnenraum existiert, in Antwort darauf, dass die Innenseitenvorrichtungsstärke gleich oder größer als der Innenseitenbestimmungswert ist, der durch die Schwellenwerteinstelleinheit eingestellt wird.

**[0012]** Der Funkwellenabsorber ist ein Objekt mit einer Eigenschaft zum Absorbieren von Funkwellen des mobilen Endgeräts und ein menschlicher Körper oder dergleichen entspricht ebenso dem Funkwellenabsorber. Beispielsweise schätzt die Absorbermengenschätzeneinheit, dass die Menge von Funkwellenabsorbern, die in dem Fahrzeugginnenraum existieren, groß ist, wenn die Anzahl von Insassen in dem Fahrzeugginnenraum groß ist. Die Schwellenwerteinstelleinheit legt den Innenseitenbestimmungswert entsprechend dem Schätzergebnis der Absorbermengenschätzeneinheit fest. Mit dieser Konfiguration kann der Innenseitenbestimmungswert auf einen Wert entsprechend der Anzahl von Insassen in dem Fahrzeugginnenraum eingestellt werden. Somit kann, ob das mobile Endgerät in dem Fahrzeugginnenraum oder außerhalb des Fahrzeugginnenraums existiert, mit einer höheren Genauigkeit bestimmt werden.

## Figurenliste

**[0013]** Die vorstehenden und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung in Zusammenschau mit den Zeichnungen deutlicher. Es zeigen:

**Fig. 1** ein Diagramm, das eine schematische Konfiguration eines elektronischen Fahrzeugschlüsselsystems zeigt;

**Fig. 2** ein Blockschaltbild, das eine schematische Konfiguration eines Bordsystems zeigt;

**Fig. 3** ein Blockschaltbild, das eine schematische Konfiguration einer Bordkommunikationsvorrichtung zeigt;

**Fig. 4** ein Diagramm, das konzeptionell ein Beispiel einer Montageposition der Bordkommunikationsvorrichtung zeigt;

**Fig. 5** ein Diagramm, das konzeptionell einen Bereich eines starken elektrischen Felds zeigt, der durch jede Bordkommunikationsvorrichtung ausgebildet ist;

**Fig. 6** ein Diagramm, das eine Funktion einer Authentifizierungs-ECU zeigt;

**Fig. 7** ein Diagramm, das ein Ablaufdiagramm einer verbindungsbezogenen Verarbeitung zeigt, die durch das Bordsystem ausgeführt wird;

**Fig. 8** ein Ablaufdiagramm einer Absorbermengenschätzverarbeitung, die durch die Authentifizierungs-ECU ausgeführt wird;

**Fig. 9** ein Diagramm, das Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen zeigt;

**Fig. 10** ist ein Graph, der eine Beziehung zwischen einem Dämpfungsbetrag, der die Absorbermenge angibt, und einem Fahrzeugginnenseitenentsprechungswert zeigt;

**Fig. 11** ein Ablaufdiagramm einer Positionsbestimmungsverarbeitung, die durch die Authentifizierungs-ECU ausgeführt wird;

**Fig. 12** ein Diagramm, das ein Verfahren zum Bestimmen eines Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts und eines Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts zeigt;

**Fig. 13** ein Diagramm, das ein Testergebnis einer Beziehung zwischen einer Position des mobilen Endgeräts und des Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts in einem leeren Zustand des Fahrzeugs zeigt;

**Fig. 14** ein Diagramm, das ein Testergebnis einer Beziehung zwischen einer Position des mobilen Endgeräts und des Innenseitenvorrich-

tungsstärkenrepräsentativwerts in einem vollen Zustand des Fahrzeugs zeigt;

**Fig. 15** ein Diagramm, das ein Testergebnis einer Operation zeigt, die durch eine erste Vergleichskonfiguration ausgeführt wird;

**Fig. 16** ein Diagramm, das ein Testergebnis einer Operation zeigt, die durch eine zweite Vergleichskonfiguration ausgeführt wird;

**Fig. 17** ein Diagramm, das ein Testergebnis einer Operation zeigt, die durch eine Konfiguration gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ausgeführt wird;

**Fig. 18** ein Diagramm, das ein Testergebnis einer Operation zeigt, die durch eine Konfiguration gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ausgeführt wird;

**Fig. 19** ein Diagramm, das Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen zeigt, die in einer Authentifizierungs-ECU gemäß einer ersten Modifikation der vorliegenden Offenbarung beinhaltet sind;

**Fig. 20** ein Blockschaltbild, das eine Konfiguration eines Bordsystems gemäß einer achten Modifikation der vorliegenden Offenbarung zeigt;

**Fig. 21** ein Blockschaltbild, das eine andere Konfiguration eines Bordsystems gemäß der achten Modifikation der vorliegenden Offenbarung zeigt; und

**Fig. 22** ein Diagramm, das eine Modifikation einer Montageposition einer Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung zeigt.

## BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

(Ausführungsform)

**[0014]** Nachfolgend wird eine exemplarische Ausführungsform eines Positionsbestimmungssystems gemäß der vorliegenden Offenbarung gemäß den Zeichnungen beschrieben. **Fig. 1** ist ein Diagramm, das ein Beispiel einer schematischen Konfiguration eines elektronischen Fahrzeugschlüsselsystems zeigt, auf das das Positionsbestimmungssystem gemäß der vorliegenden Offenbarung angewendet wird. Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, beinhaltet das elektronische Fahrzeugschlüsselsystem ein Bordsystem **1** mit dem ein Fahrzeug Hv ausgestattet ist, und ein mobiles Endgerät **2**, das ein Kommunikationsendgerät ist, das durch einen Benutzer des Fahrzeugs Hv getragen wird.

**[0015]** Sowohl das Bordsystem **1** als auch das mobile Endgerät **2** sind konfiguriert, um eine Kommunikation miteinander (nachfolgend als Nahbereichskommunikation bezeichnet) basierend auf einem vorbestimmten Nahbereichsfunkkommunikati-

onsstandard ausführen zu können, der einen Kommunikationsbereich bzw. eine Kommunikationsreichweite von beispielsweise höchstens mehreren zehn Metern hat. Als der Nahbereichsfunkkommunikationsstandard kann beispielsweise Bluetooth Low Energy (Bluetooth ist eine eingetragene Marke), WiFi (eingetragene Marke), ZigBee (eingetragene Marke) oder dergleichen eingesetzt werden. Als ein Beispiel sind das Bordsystem 1 und das mobile Endgerät 2 in der vorliegenden Ausführungsform konfiguriert, um Funkkommunikation basierend auf dem Bluetooth Low Energy Standard auszuführen.

**[0016]** Das mobile Endgerät 2 korreliert mit dem Bordsystem 1 und funktioniert als ein elektronischer Schlüssel des Fahrzeugs Hv. Das mobile Endgerät 2 ist eine Kommunikationsvorrichtung, die durch einen Benutzer getragen werden kann und die vorstehend beschriebene Nahbereichskommunikationsfunktion ausführen kann. Beispielsweise kann ein Smartphone als das mobile Endgerät 2 verwendet werden. Als ein weiteres Beispiel kann das mobile Endgerät 2 ein Tablet, eine tragbare Vorrichtung, ein tragbarer Musikspieler, eine tragbares Spielgerät oder dergleichen sein. Das Signal, das von dem mobilen Endgerät 2 basierend auf der Nahbereichskommunikation gesendet wird, beinhaltet Sendequelleninformation. Die Sendequelleninformation sind beispielsweise vorbestimmte Identifikationsinformationen (nachfolgend als eine Endgerät-ID bezeichnet), die vorhergehend dem mobilen Endgerät 2 zugewiesen werden. Die Endgerät-ID funktioniert als Informationen zum Identifizieren des mobilen Endgeräts 2 gegenüber einem anderen Kommunikationsendgerät.

**[0017]** Das mobile Endgerät 2 sendet drahtlos ein Kommunikationspaket einschließlich Sendequelleninformation mit einem vorbestimmten Sendeintervall, wodurch einem umgebenden Kommunikationsendgerät, das die Nahbereichskommunikationsfunktion hat, eine Anwesenheit des mobilen Endgeräts 2 selbst mitgeteilt wird (das heißt, Advertising). In der folgenden Beschreibung wird der Einfachheit halber das Kommunikationspaket, das periodisch für Advertising übertragen wird, als Advertising-Paket bezeichnet.

**[0018]** Ein Sendeintervall des Advertising-Pakets kann gemäß einem Operationszustand des mobilen Endgeräts 2 variabel sein. Beispielsweise in einem Fall, in dem eine vorbestimmte Anwendung unter Verwendung der Nahbereichskommunikationsfunktion im Vordergrund des mobilen Endgeräts 2 operiert, kann das Sendeintervall auf ein relativ kurzes Intervall (beispielsweise 50 Millisekunden) festgelegt werden. Andererseits, in einem Fall, in dem die vorbestimmte Anwendung nicht im Vordergrund operiert, kann das Sendeintervall auf ein relativ langes Intervall (200 Millisekunden) festgelegt werden. Das

mobile Endgerät 2 kann konfiguriert sein, um das Advertising-Paket mindestens einmal in einer vorbestimmten Periode (beispielsweise 200 Millisekunden) zu senden, die durch das elektronische Fahrzeugschlüsselsystem definiert ist.

**[0019]** Das Bordsystem 1 empfängt ein Signal (beispielsweise das Advertising-Paket), das von dem mobilen Endgerät 2 gesendet wird, basierend auf der Nahbereichskommunikationsfunktion, die vorstehend beschrieben ist, wodurch erfasst wird, dass das mobile Endgerät innerhalb eines Bereichs existiert, in dem das Bordsystem 1 die Nahbereichskommunikation ausführen kann. In der folgenden Beschreibung, wird ein Bereich bzw. eine Reichweite, in dem das Bordsystem 1 wechselseitig Daten mit dem mobilen Endgerät 2 basierend auf der Nahbereichskommunikationsfunktion kommunizieren kann, ebenso als ein Kommunikationsbereich bezeichnet.

**[0020]** In einem Beispiel der vorliegenden Ausführungsform ist das Bordsystem 1 konfiguriert, um die Anwesenheit des mobilen Endgeräts 2 innerhalb des Kommunikationsbereichs durch Empfangen des Advertising-Pakets, das sukzessive von dem mobilen Endgerät 2 gesendet wird, zu erfassen. Erfassung des mobilen Endgeräts 2 in der vorliegenden Offenbarung ist nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Als ein weiteres Beispiel kann das Bordsystem 1 konfiguriert sein, um sukzessive das Advertising-Paket zu senden und die Anwesenheit des mobilen Endgeräts 2 in dem Kommunikationsbereich basierend auf einer Herstellung einer Kommunikationsverbindung (sogenannte Verbindung) mit dem mobilen Endgerät 2 zu erfassen.

(Fahrzeugkonfiguration)

**[0021]** Nachfolgend wird eine Konfiguration des Fahrzeugs Hv beschrieben. Beispielsweise ist das Fahrzeug Hv ein Personenkraftwagen mit einer Beförderungskapazität von fünf. Als ein Beispiel beinhaltet das Fahrzeug Hv Vordersitze und Rücksitze und ein Fahrersitz (in anderen Worten ein Lenkrad) ist auf der rechten Seite angeordnet. An einem hinteren Ende eines Innenraums des Fahrzeug Hv ist ein Raum, der als ein Gepäckraum (in anderen Worten Kofferraum) funktioniert, angeordnet. In anderen Worten ist ein Raum, in dem der Rücksitz des Fahrzeugs Hv angeordnet ist, mit dem Kofferraum durch einen oberen Abschnitt einer Rückenlehne 42 des Rücksitzes verbunden.

**[0022]** Das Fahrzeug Hv kann eine andere Struktur als das vorstehend beschriebene Beispiel haben. Beispielsweise kann das Fahrzeug Hv den Fahrersitz auf der linken Seite haben. Das Fahrzeug Hv kann ein Fahrzeug ohne einen Rücksitz sein. Ferner kann das Fahrzeug Hv mit einem Kofferraum unabhängig von einer Fahrgastzelle des Fahrzeugs ver-

sehen sein. Das Fahrzeug kann mehrere Reihen von Rücksitzen beinhalten. Das Fahrzeug **Hv** kann ein Frachttransporter wie ein LKW sein. Das Fahrzeug **Hv** kann ein Campingfahrzeug sein.

**[0023]** Ferner kann das Fahrzeug **Hv** ein Fahrzeug sein, das für einen Fahrzeugverleih (sogenanntes Mietfahrzeug) vorgesehen ist, oder kann ein Fahrzeug sein, das für einen Carsharing-Dienst (sogenanntes Gemeinschaftsfahrzeug) vorgesehen ist. Das Gemeinschaftsfahrzeug beinhaltet ebenso ein Fahrzeug, das für einen Dienst verwendet wird, der ein Fahrzeug in privater Hand einer anderen Person während einer Zeitdauer leihst, wenn ein Administrator des Fahrzeugs, das Fahrzeug nicht verwendet. In einem Fall, in dem das Fahrzeug **Hv** ein Fahrzeug ist, das unter dem vorstehend beschriebenen Dienst bereitgestellt wird (nachfolgend als ein Dienst-Fahrzeug bezeichnet), wird eine Person, die den Dienst vertragsmäßig verwendet, der Benutzer. In anderen Worten ist eine Person, die ein Recht zum Verwenden des Fahrzeugs **Hv** hat, der Benutzer des Fahrzeugs **Hv**.

**[0024]** Unterschiedliche Arten von Karosserieblechen des Fahrzeugs **Hv** sind aus Metallelementen gefertigt. Hierbei ist das Karosserieblech eine Komponentengruppe, die eine Erscheinungsform des Fahrzeugs **Hv** bereitstellt. Die Karosseriebleche beinhalten Seitenkarosseriebleche, ein Dachblech, ein Heckblech bzw. Hinterseitenblech, ein Motorhaubenblech, Türbleche, Säulen und dergleichen, die zu einer Fahrzeugrohkarosse zusammengebaut sind. In der nachfolgenden Beschreibung wird eine Konfiguration, die eine Kombination der unterschiedlichen Arten von Karosserieblechen beinhaltet als eine Karosserie bezeichnet.

**[0025]** Da eine Metallplatte eine Eigenschaft des Reflektierens von Funkwellen hat, reflektieren die Karosseriebleche des Fahrzeugs **Hv** Funkwellen. In anderen Worten beinhaltet das Fahrzeug **Hv** die Karosserie, die eine lineare Ausbreitung der Funkwelle blockiert. In diesem Beispiel hat die Funkwelle ein Frequenzband (nachfolgend 2,4 GHz-Band), das für die Funkkommunikation zwischen dem Bordsystem **1** und dem mobilen Endgerät **2** verwendet wird. Die Rohkarosse selbst kann aus einem Metallelement wie einer Stahlplatte gefertigt sein oder aus einem Harz auf Kohlenstoffbasis gefertigt sein. Als ein bevorzugter Modus ist die Rohkarosse ebenso aus Metall gefertigt.

**[0026]** Das Blockieren von Funkwellen in der vorliegenden Offenbarung bezieht sich idealerweise auf die Reflektion von Funkwellen, aber das Blockieren ist nicht auf die Reflektion beschränkt. Eine Konfiguration zum Dämpfen der Funkwelle auf einen vorbestimmten Pegel (nachfolgend als Zieldämpfungspegel bezeichnet) oder niedriger entspricht einer Kon-

figuration, die die Ausbreitung von Funkwellen blockiert. Der Zieldämpfungspegel kann ein Wert sein, bei dem eine signifikante Differenz zwischen der Signalstärke der Funkwelle innerhalb des Fahrzeuginnenraums und der Signalstärke der Funkwelle außerhalb des Fahrzeuginnenraums auftritt. Beispielsweise ist der Zieldämpfungspegel auf 10 dB festgelegt. Alternativ kann der Zieldämpfungspegel auf gleich oder größer als 5 dB (beispielsweise 10 dB oder 20 dB) festgelegt sein.

**[0027]** Das Fahrzeug **Hv** beinhaltet einen Dachabschnitt, der durch das Dachblech vorgesehen ist, und mehrere Säulen, die das Dachblech tragen. Die mehreren Säulen werden auch als A-Säulen, B-Säulen und C-Säulen in der angegebenen Reihenfolge von einem vorderen Ende zu einem hinteren Ende des Fahrzeugs bezeichnet. Das Fahrzeug **Hv** beinhaltet als mehrere Säulen, A-Säulen, B-Säulen und C-Säulen. Die A-Säulen sind vor dem Vordersitz angeordnet. Die B-Säulen sind zwischen dem Vordersitz und dem Rücksitz angeordnet. Die C-Säulen sind Säulen, die schräg hinter dem Rücksitz angeordnet sind.

**[0028]** Als ein weiteres Beispiel kann das Fahrzeug **Hv** D-Säulen beinhalten, die vierte Säulen ausgehend vom vorderen Ende sind, und kann E-Säulen beinhalten, die fünfte Säulen ausgehend von vorderen Ende sind. Jede Säule kann teilweise oder komplett aus einem Metallelement wie einer hochfesten Stahlplatte gefertigt sein. Als ein weiteres Beispiel kann die Säule aus Kohlefaser oder Harz gefertigt sein. Ferner kann die Säule aus der Kombination unterschiedlicher Materialien gefertigt sein. Nachfolgend bezieht sich die rechte Seite und die linke Seite auf die rechte Seite und die linke Seite bezüglich einer Richtung von der Fahrzeugvorderseite zur Fahrzeurrückseite. Beispielsweise betrifft die rechte B-Säule die B-Säule, die sich auf der rechten Seite des Fahrzeugs befindet.

**[0029]** In der vorliegenden Offenbarung wird der Einheit halber ein Teil des Fahrzeuginnenraums, der sich an einem Vorderseitenabschnitt einer Rückenlehne **41** des Vordersitzes befindet, als ein Vorderseitenbereich bezeichnet. Der Vorderseitenbereich beinhaltet einen Bereich des Fahrzeuginnenraums, der sich oberhalb einer Instrumententafel **44** befindet. Ein Teil des Fahrzeuginnenraums, der an einem Hinterseitenabschnitt der Rückenlehne **41** des Vordersitzes und einem Vorderseitenabschnitt der Rückenlehne **42** des Rücksitzes angeordnet ist, wird als ein Hinterseitenbereich bezeichnet. Ferner wird ein Teil des Fahrzeuginnenraums, der sich an dem Hinterseitenabschnitt der Rückenlehne **42** des Rücksitzes befindet, als ein Kofferraumbereich bezeichnet. Der Kofferraumbereich ist ein Bereich entsprechend dem Gepäckraum.

(Konfiguration von Bordsystem)

**[0030]** Nachfolgend werden eine Konfiguration und eine Operation des Bordsystems **1** beschrieben. Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, beinhaltet das Bordsystem **1** eine Authentifizierungs-ECU **11**, eine Datenkommunikationsvorrichtung **12**, eine Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13**, eine Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14**, eine Türgrifftaste **15**, eine Starttaste **16**, eine Brennkraftmaschinen-ECU **17** und eine Karosserie-ECU **18**. ECU ist eine Abkürzung für Electronic Control Unit (elektronische Steuereinheit) und gibt eine elektronische Steuervorrichtung an.

**[0031]** Die Authentifizierungs-ECU **11** ist eine ECU, die die Position des mobilen Endgeräts **2** durch zusammen operieren (das heißt, kooperieren) mit der Datenkommunikationsvorrichtung **12** oder dergleichen bestimmt und eine Fahrzeugsteuerung gemäß dem Bestimmungsergebnis durch Kooperieren mit anderen ECUs ausführt. Die Authentifizierungs-ECU **11** ist durch einen Computer implementiert. Die Authentifizierungs-ECU **11** beinhaltet eine CPU (Central Processing Unit, zentrale Verarbeitungseinheit) **111**, ein RAM **112**, einen Flash-Speicher **113**, einen I/O **114**, eine Busleitung zum Verbinden dieser Komponenten und dergleichen. Die Authentifizierungs-ECU **11** kann unter Verwendung einer MPU (Micro Processing Unit, Mikroverarbeitungseinheit) oder einer GPU (Graphics Processing Unit, Graphikverarbeitungseinheit) anstelle der CPU **111** implementiert werden. Die Authentifizierungs-ECU **11** kann durch eine Kombination der CPU **111**, der MPU und der GPU implementiert werden.

**[0032]** Die CPU **111** ist eine arithmetische Verarbeitungseinheit, die unterschiedliche Berechnungsverarbeitungen ausführt. Das RAM **112** ist ein flüchtiges Speichermedium und der Flash-Speicher **113** ist ein wiederbeschreibbares nichtflüchtiges Speichermedium. Der I/O **114** ist ein Schaltungsmodul, das als eine Schnittstelle der Authentifizierungs-ECU **11** zum Kommunizieren mit anderen Vorrichtungen, die an dem Fahrzeug Hv montiert sind, wie der Datenkommunikationsvorrichtung **12**, funktioniert. Der I/O **114** kann unter Verwendung eines analogen Schaltungselementes eines IC oder dergleichen implementiert sein.

**[0033]** Eine Endgerät-ID, die dem mobilen Endgerät **2** zugewiesen ist, das in Besitz des Benutzers ist, ist in dem Flash-Speicher **113** registriert. Der Flash-Speicher **113** speichert ferner ein Programm (nachfolgend als ein Positionsbestimmungsprogramm bezeichnet) zum Steuern eines Allzweckcomputers, damit dieser als die Authentifizierungs-ECU **11** funktioniert. Es ist zu beachten, dass das Positionsbestimmungsprogramm, das vorstehend beschrieben ist, in einem nichtflüchtigen greifbaren Speichermedium

gespeichert werden kann. Die Ausführung des Positionsbestimmungsprogramms durch die CPU **111** entspricht der Ausführung eines Verfahrens entsprechend dem Positionsbestimmungsprogramm.

**[0034]** Der Flash-Speicher **113** speichert zwei Parameter, das heißt, einen Innenseitenentsprechungswert Pin und einen Außenseitenentsprechungswert Pout als Schwellenwerte (nachfolgend als Bestimmungsschwellenwert bezeichnet) basierend auf denen die Authentifizierungs-ECU **11** bestimmt, ob das mobile Endgerät **2** innerhalb des Fahrzeugginnensystems existiert, mit Bezug auf die Empfangsstärke des Signals, das von dem mobilen Endgerät **2** gesendet wird. Der Innenseitenentsprechungswert Pin ist ein Schwellenwert basierend auf dem die Authentifizierungs-ECU bestimmt, dass das mobile Endgerät **2** innerhalb des Fahrzeugginnensystems existiert. Der Außenseitenentsprechungswert Pout ist ein Schwellenwert basierend auf dem die Authentifizierungs-ECU bestimmt, dass das mobile Endgerät **2** außerhalb des Fahrzeugginnensystems existiert. Der Innenseitenentsprechungswert Pin entspricht einem Innenseitenbestimmungswert und der Außenseitenentsprechungswert Pout entspricht einem Außenseitenbestimmungswert. Die technische Signifikanz und das Festlegungsverfahren des Innenseitenentsprechungswerts Pin und des Außenseitenentsprechungswerts Pout werden später beschrieben. Der Flash-Speicher **113** speichert die Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen, die in der Absorbermengenschätzverarbeitung verwendet werden, die später beschrieben wird, und Abbildungsdaten (mapping data), die die Beziehung zwischen der Absorbermenge und dem Schwellenwert angeben. Die Authentifizierungs-ECU **11** wird später im Detail beschrieben.

**[0035]** Jede der Datenkommunikationsvorrichtung **12**, der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** und der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** ist ein Kommunikationsmodul (nachfolgend als Bordkommunikationsvorrichtung bezeichnet), mit der das Fahrzeug ausgestattet ist, und führt die Nahbereichskommunikation aus. Die Datenkommunikationsvorrichtung **12** ist konfiguriert, um Daten für die Authentifizierungs-ECU **11** an das mobile Endgerät **2** zu senden und von diesem zu empfangen. Die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** und die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** sind konfiguriert, um der Authentifizierungs-ECU **11** die Empfangsstärke des Signals bereitzustellen, das von dem mobilen Endgerät **2** gesendet wird.

**[0036]** Die Datenkommunikationsvorrichtung **12**, die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** und die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** unterscheiden sich nur durch die spezifische Operation und können unter Verwendung

von Bordkommunikationsvorrichtungen **3** mit den gleichen Konfigurationen implementiert werden. In der nachfolgenden Beschreibung, außer, wenn die Datenkommunikationsvorrichtung **12**, die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** und die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** voneinander unterscheiden werden müssen, werden diese Kommunikationsvorrichtungen allgemein als die Bordkommunikationsvorrichtungen **3** beschrieben. Jede Bordkommunikationsvorrichtung **3** kann mit der Authentifizierungs-ECU **11** durch eine dedizierte Kommunikationsleitung oder ein fahrzeuginternes Netzwerk verbunden sein, so dass jede Bordkommunikationsvorrichtung wechselseitig mit der Authentifizierungs-ECU **11** kommunizieren kann. Jeder Bordkommunikationsvorrichtung **3** ist eine vorbestimmte Kommunikationsvorrichtungsnummer zugewiesen. Die Kommunikationsvorrichtungsnummer ist eine Information entsprechend der Endgerät-ID des mobilen Endgeräts **2**. Die Kommunikationsvorrichtungsnummer funktioniert als Information zum Identifizieren jeder Bordkommunikationsvorrichtung **3** gegenüber einer anderen Bordkommunikationsvorrichtung **3**.

**[0037]** **Fig. 3** ist ein Diagramm, das schematisch eine elektrische Konfiguration der Bordkommunikationsvorrichtung **3** zeigt. Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, beinhaltet die Bordkommunikationsvorrichtung **3** ein Substrat **30**, eine Antenne **31**, einen Sendeempfänger **32** und einen Kommunikationsmikrocomputer **33**. Beispielsweise wird das Substrat **30** durch eine Leiterplatte bereitgestellt. Elektronische Komponenten, die die Bordkommunikationsvorrichtung **3** konfigurieren, wie die Antenne **31**, sind auf dem Substrat **30** montiert.

**[0038]** Die Antenne **31** ist konfiguriert, um Funkwellen, die ein Frequenzband (beispielsweise 2,4 GHz-Band) der Nahbereichskommunikation haben, zu senden und zu empfangen. In der vorliegenden Ausführungsform ist als ein Beispiel die Antenne **31** als eine omnidirektionale Antenne implementiert. Als ein weiteres Beispiel kann die Antenne **31** konfiguriert sein, um eine Richtwirkung zu haben. Bevorzugt kann die Antenne **31** auf dem Substrat **30** durch Mustierung (das heißt, eine gemusterte Antenne) angeordnet werden, so dass eine Dicke der Bordkommunikationsvorrichtung **3** reduziert werden kann. Die Antenne **31** ist elektrisch mit dem Sendeempfänger **32** verbunden.

**[0039]** Der Sendeempfänger **32** demoduliert ein Signal, das durch die Antenne **31** empfangen wird, und gibt das demodulierte Signal an den Kommunikationsmikrocomputer **33** aus. Ferner moduliert der Sendeempfänger **32** das Signal, das von der Authentifizierungs-ECU **11** durch den Kommunikationsmikrocomputer **33** gesendet wird, und gibt das modulierte Signal an die Antenne **31** aus. Die Antenne **31** sen-

det das modulierte Signal als Funkwellen. Der Sendeempfänger **32** ist mit dem Kommunikationsmikrocomputer **33** auf wechselseitig kommunizierbare Weise verbunden.

**[0040]** Der Sendeempfänger **32** beinhaltet eine Empfangsstärkenerfassungseinheit **321**, die sukzessive die Stärke des Signals erfasst, das durch die Antenne **31** empfangen wird. Die Empfangsstärkenerfassungseinheit **321** kann durch unterschiedliche Schaltungskonfigurationen implementiert werden. Die Empfangsstärke, die durch die Empfangsstärkenerfassungseinheit **321** erfasst wird, wird sukzessive dem Kommunikationsmikrocomputer **33** in Verknüpfung mit der Endgerät-ID bereitgestellt, die in den Empfangsdaten beinhaltet ist. Die Empfangsstärke kann beispielsweise durch eine Einheit (dBm) der Leistung ausgedrückt werden. Der Einfachheit halber werden Daten, in denen die Empfangsstärke und die Endgerät-ID miteinander verknüpft sind, als Empfangsstärkedenen bezeichnet.

**[0041]** Der Kommunikationsmikrocomputer **33** ist konfiguriert, um Senden und Empfang von Daten an bzw. von der Authentifizierungs-ECU **11** zu steuern. Der Kommunikationsmikrocomputer **33** ist durch eine MPU, ein RAM, ein ROM oder dergleichen implementiert. Der Kommunikationsmikrocomputer **33** gibt die Empfangsdaten, die von dem Sendeempfänger **32** zur Authentifizierungs-ECU **11** gesendet werden, sukzessive oder basierend auf einer Anforderung von der Authentifizierungs-ECU **11** aus. Somit werden die Daten, die durch den Sendeempfänger **32** empfangen werden, der Authentifizierungs-ECU **11** durch den Kommunikationsmikrocomputer **33** bereitgestellt.

**[0042]** Der Kommunikationsmikrocomputer **33** hat eine Funktion zum Authentifizieren der Endgerät-ID des mobilen Endgeräts **2** und hat eine Funktion zum Ausführen einer verschlüsselten Kommunikation mit dem mobilen Endgerät **2** in Antwort auf eine Anforderung von der Authentifizierungs-ECU **11**. Als ein Verschlüsselungsverfahren der verschlüsselten Kommunikation können unterschiedliche Verfahren wie ein Verschlüsselungsverfahren, das durch Bluetooth definiert ist, verwendet werden. Als ein Authentifizierungsverfahren des mobilen Endgeräts können unterschiedliche Verfahren wie ein Verfahren, das durch Bluetooth definiert ist, verwendet werden.

**[0043]** In Antwort darauf, dass der Kommunikationsmikrocomputer **33** die Empfangsstärkedenen von der Empfangsstärkenerfassungseinheit **321** erlangt, sammelt der Kommunikationsmikrocomputer **33** die Empfangsstärkedenen in einem RAM an, das in den Zeichnungen nicht gezeigt ist. Beispielsweise können die sukzessive erlangten Empfangsstärkedenen in chronologischer Reihenfolge in dem RAM sortiert werden, so dass die Empfangsstärke der jüngsten

Empfangsdaten ein Kopf der Liste wird. Die Daten, die vor einer bestimmten Zeitdauer gespeichert wurden, können sukzessive verworfen werden. In anderen Worten werden die Empfangsstärkedenen in dem RAM für eine vorbestimmte Zeitdauer gespeichert. Der Kommunikationsmikrocomputer **33** stellt die Empfangsstärkedenen, die in dem RAM gespeichert ist, in Antwort auf eine Anforderung von der Authentifizierungs-ECU **11** bereit. Die Empfangsstärkedenen, die der Authentifizierungs-ECU **11** bereitgestellt wurden, können von dem RAM gelöscht werden.

**[0044]** In der vorliegenden Ausführungsform werden die Empfangsstärkedenen, die von dem Sendeempfänger **32** ausgegeben werden, temporär in dem RAM gespeichert und der Kommunikationsmikrocomputer **33** stellt die Empfangsstärkedenen, die in dem RAM angesammelt sind, der Authentifizierungs-ECU **11** in Antwort auf eine Anforderung von der Authentifizierungs-ECU **11** bereit. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Alternativ können die Empfangsstärkedenen sukzessive der Authentifizierungs-ECU **11** bereitgestellt werden, ohne temporär in dem RAM gespeichert zu werden.

**[0045]** Die Datenkommunikationsvorrichtung **12** ist durch die Bordkommunikationsvorrichtung **3** bereitgestellt, die bereits ein Schlüsselaustauschprotokoll (als sogenannte Paarung (engl. Pairing) bekannt) mit dem mobilen Endgerät **2** in Antwort auf eine Operation, die durch den Benutzer getätigter wird, oder der gleichen ausgeführt hat. Informationen über das mobile Endgerät **2**, die durch Paarung erlangt werden (nachfolgend als Endgeräteinformationen bezeichnet) werden in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert, der in dem Kommunikationsmikrocomputer **33** beinhaltet ist. Die Endgeräteinformationen beinhalten beispielsweise einen Schlüssel, der durch Paarung ausgetauscht wird, eine Endgerät-ID oder dergleichen. Speichern der ausgetauschten Schlüssel wird ebenso als Bindung (engl. bonding) bezeichnet. In einem Fall, in dem das Fahrzeug Hv durch mehrere Benutzer verwendet wird, werden die Endgeräteinformationen des mobilen Endgeräts **2**, das durch jeden Benutzer getragen wird, in dem Kommunikationsmikrocomputer gespeichert.

**[0046]** In Antwort darauf, dass die Datenkommunikationsvorrichtung **12** das Advertising-Paket von dem mobilen Endgerät **2** empfängt, stellt die Datenkommunikationsvorrichtung **12** automatisch eine Kommunikationsverbindung mit dem mobilen Endgerät **2** mit Bezug auf die Endgeräteinformationen her, die in der Datenkommunikationsvorrichtung **12** gespeichert sind. Dann sendet die Authentifizierungs-ECU **11** Daten an das mobile Endgerät **2** und empfängt Daten von diesem. In Antwort darauf, dass die Datenkommunikationsvorrichtung **12** die Kommunikationsverbindung mit dem mobilen Endgerät **2** herstellt, stellt die Datenkommunikationsvorrichtung **12** der Authentifizierungs-ECU **11** die Endgerät-ID des mobilen Endgeräts **2** bereit, mit dem die Kommunikationsverbindung herstellt wird.

tionsverbindung mit dem mobilen Endgerät **2** herstellt, stellt die Datenkommunikationsvorrichtung **12** der Authentifizierungs-ECU **11** die Endgerät-ID des mobilen Endgeräts **2** bereit, mit dem die Kommunikationsverbindung herstellt wird.

**[0047]** Gemäß dem Bluetooth-Standard wird eine verschlüsselte Datenkommunikation durch ein Frequenzsprungverfahren ausgeführt. Das Frequenzsprungverfahren ist ein Kommunikationsverfahren, in dem Kanäle, die zur Kommunikation zu verwenden sind, sukzessive untereinander über die Zeit umgeschaltet werden. Insbesondere wird in dem Bluetooth-Standard die Datenkommunikation durch ein Frequenzsprung-Spektrumspreizverfahren ausgeführt (FHSS: Frequency Hopping Spread Spectrum; Frequenzsprungverfahren bzw. Frequenzsprung-Spektrumspreizung).

**[0048]** Bei Bluetooth Low Energy (nachfolgend als Bluetooth LE bezeichnet) werden 40 Kanäle von Kanal Nr. 0 bis Kanal Nr. 39 vorbereitet und 37 Kanäle von Kanal Nr. 0 bis Kanal Nr. 36 sind zur Datenkommunikation verfügbar. Die drei Kanäle von Kanal Nr. 37 bis Kanal Nr. 39 werden zum Senden des Advertising-Pakets verwendet.

**[0049]** In einem Zustand, in dem die Kommunikationsverbindung zwischen der Datenkommunikationsvorrichtung **12** und dem mobilen Endgerät **2** hergestellt ist, führt die Datenkommunikationsvorrichtung **12** Senden und Empfangen von Daten mit dem mobilen Endgerät **2** unter Verwendung von **37** Kanälen aus, die sukzessive geändert werden. Die Datenkommunikationsvorrichtung **12** stellt sukzessive Informationen (nachfolgend als Kanalinformationen bezeichnet), die einen Kanal angeben, der für die Kommunikation mit dem mobilen Endgerät **2** verwendet wird, der Authentifizierungs-ECU **11** bereit. Die Kanalinformationen können eine spezifische Kanalnummer sein oder können ein Parameter sein (als Sprungwert bzw. „hop increment“ bekannt) der eine Übergangsregel des Kanals in Verwendung angibt. Der Sprungwert ist eine Zahl von 5 bis 16, der beliebig in der Kommunikationsverbindung bestimmt wird. Die Kanalinformationen beinhalten bevorzugt eine Nummer eines gegenwärtigen Kanals und einen Sprungwert.

**[0050]** Es ist bevorzugt, dass die Datenkommunikationsvorrichtung **12** an einer Position angeordnet ist, wo eine Innenperipherie und eine Außenperipherie der Fahrzeugtür innerhalb eines von der Position der Datenkommunikationsvorrichtung sichtbaren Bereichs beinhaltet sein kann. Beispielsweise kann ein Deckenabschnitt in dem Fahrzeuginnenraum die Position sein, wo die Innenperipherie und die Außenperipherie der Fahrzeugtür innerhalb des sichtbaren Bereichs von der Position der Datenkommunikationsvorrichtung beinhaltet sein kann. In einem Fall, in dem das Fahrzeug Hv die Säulen beinhaltet,

tet, die aus Harz gefertigt sind, entsprechen die Abschnitte entsprechend den Säulen ebenso der Position, wo die Innenperipherie und die Außenperipherie der Fahrzeutür innerhalb des von der Position der Datenkommunikationsvorrichtung sichtbaren Bereichs beinhaltet sein kann. Als ein Beispiel ist die Datenkommunikationsvorrichtung **12** gemäß der vorliegenden Ausführungsform in der Nähe einer Mitte des Deckenabschnitts innerhalb des Fahrzeugginnenraums angeordnet.

**[0051]** Der sichtbare Bereich von der Position der Bordkommunikationsvorrichtung **3** betrifft einen Bereich, in dem ein Signal, das von der Bordkommunikationsvorrichtung **3** gesendet wird, direkt ankommen kann. Da der Ausbreitungspfad des Funksignals reversibel ist, betrifft der sichtbare Bereich der Bordkommunikationsvorrichtung **3** ebenso einen Bereich, in dem die Bordkommunikationsvorrichtung **3** direkt das Signal empfangen kann, das von dem mobilen Endgerät **2** gesendet wird.

**[0052]** Ein Bereich außerhalb des sichtbaren Bereichs der Bordkommunikationsvorrichtung **3** ist ein Bereich, in dem ein Signal, das von der Bordkommunikationsvorrichtung **3** gesendet wird, nicht direkt ankommen kann. Da der Ausbreitungspfad des Funksignals reversibel ist, betrifft der Bereich außerhalb des sichtbaren Bereichs der Bordkommunikationsvorrichtung **3** ebenso einen Bereich, in dem die Bordkommunikationsvorrichtung **3** nicht direkt das Signal empfangen kann, das von dem mobilen Endgerät **2** gesendet wird. Sogar, wenn das mobile Endgerät **2** in dem Bereich außerhalb des sichtbaren Bereichs der Bordkommunikationsvorrichtung **3** existiert, kann das Signal, das von dem mobilen Endgerät **2** gesendet wird, den Bereich außerhalb des sichtbaren Bereichs durch Reflexion an unterschiedlichen Strukturen erreichen. In anderen Worten, sogar, wenn das mobile Endgerät **2** in dem Bereich außerhalb des sichtbaren Bereichs der Datenkommunikationsvorrichtung **12** existiert, können das mobile Endgerät **2** und die Datenkommunikationsvorrichtung **12** die Funkkommunikation miteinander durch die Reflexion von Funkwellen an einer Struktur oder dergleichen ausführen.

**[0053]** In der vorliegenden Ausführungsform ist die Anzahl der Datenkommunikationsvorrichtungen **12**, mit denen das Fahrzeug Hv ausgestattet ist, beispielhaft 1. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf dieses Beispiel beschränkt. Das Fahrzeug Hv kann mit mehreren Bordkommunikationsvorrichtungen **3**, die die Datenkommunikationsvorrichtungen **12** darstellen, ausgestattet sein. Als ein weiteres Beispiel kann ein Teil der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** und der Fahrzeuggaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** als die Datenkommunikationsvorrichtung **12** verwendet werden, wobei Details dieses Beispiels später beschrieben werden.

**[0054]** Die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** ist die Bordkommunikationsvorrichtung **3**, die innerhalb des Fahrzeugginnenraums angeordnet ist. Mindestens eine Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** ist innerhalb des Fahrzeugginnenraums angeordnet. Der Einfachheit halber zeigt **Fig. 2** ein Beispiel, in dem nur eine Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** illustriert ist. Jedoch kann das Bordsystem **1** mehrere Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** beinhalten. Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, beinhaltet das Bordsystem **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform als die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** eine Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A**, eine Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B**, eine erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** und eine zweite Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13D**. In der vorliegenden Ausführungsform ist die vorstehend erwähnte Datenkommunikationsvorrichtung **12** ebenso innerhalb des Fahrzeugginnenraums angeordnet. Somit kann die Datenkommunikationsvorrichtung **12** konfiguriert sein, um als eine der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** zu operieren.

**[0055]** **Fig. 4** ist eine konzeptionelle Draufsicht des Fahrzeugs Hv und zeigt einen Dachabschnitt auf transparente Weise, um die Installationspositionen der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** und der Fahrzeuggaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** zu beschreiben. Die Installationsposition jeder Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** kann richtig geändert werden. Ferner kann die Anzahl von Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13**, die in dem Bordsystem **1** beinhaltet sind, angemessen geändert werden. Die Anzahl der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13**, die in dem Bordsystem **1** beinhaltet sind, kann vier oder weniger sein. Beispielsweise kann die Anzahl der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** eins, zwei oder drei sein. Alternativ kann die Anzahl von Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** fünf oder mehr sein.

**[0056]** Die Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** ist die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13**, die den Vorderseitenbereich in dem Fahrzeugginnenraum als Bereich eines starken elektrischen Felds festlegt. Der Bereich eines starken elektrischen Felds ist ein Bereich, in dem ein Signal, das von der Bordkommunikationsvorrichtung **3** gesendet wird, sich ausbreitet, während eine Stärke gleich oder größer als ein vorbestimmter Schwellenwert (nachfolgend als ein Schwellenwert für ein starkes elektrisches Feld bezeichnet) aufrechterhalten wird. Der Schwellenwert für ein starkes elektrisches Feld wird auf einen ausreichend starken Pegel als ein Signal zur Nahbereichskommunikation festgelegt. Beispielsweise kann der Schwellenwert für ein star-

kes elektrisches Feld auf -35 dBm (-0.316  $\mu$ W) festgelegt werden. Da der Ausbreitungspfad des Funksignals reversibel ist, ist gemäß einem weiteren Aspekt der Bereich eines starken elektrischen Felds ebenso ein Bereich, in dem die Empfangsstärke des Signals, das von dem mobilen Endgerät **2** gesendet wird und durch die Bordkommunikationsvorrichtung **3** empfangen wird, gleich oder größer als der Schwellenwert für ein starkes elektrisches Feld ist. Eine Region innerhalb 0,8 Meter oder weniger von der Bordkommunikationsvorrichtung **3** ist tendenziell der Bereich eines starken elektrischen Felds. Wenn das mobile Endgerät **2** in dem Bereich eines starken elektrischen Felds der Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** existiert, wird die Empfangsstärke des Signals, das von dem mobilen Endgerät **2** gesendet wird, ein ausreichend starker Pegel.

**[0057]** Die Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** ist bevorzugt an einer Position angeordnet, wo die Außenseite des Fahrzeuginnenraums der Bereich hinter dem sichtbaren Bereich der Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** wird. Beispielsweise kann die Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** in der Nähe einer Grenze zwischen einer Mittelkonsole **43** und der Instrumententafel **44** angeordnet sein. Die Installationsposition der Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** ist nicht auf dieses Beispiel beschränkt. Beispielsweise kann innerhalb des Fahrzeuginnenraums die Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** in einem Fußbereich des Fahrersitzes oder auf einer lateralen Oberfläche der Tür des Fahrersitzes angeordnet sein. Die Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** kann angemessen an einer Position um den Vordersitz angeordnet sein, so dass der Vorderseitenbereich des Fahrzeuginnenraums der Bereich eines starken elektrischen Felds wird.

**[0058]** Die Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B** ist die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13**, die den Kofferraumbereich in dem Fahrzeugginnensraum als den Bereich eines starken elektrischen Felds festlegt. Die Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B** ist bevorzugt an einer Position angeordnet, wo die Außenseite des Fahrzeugginnensraums wahrscheinlich der Bereich hinter dem sichtbaren Bereich der Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B** wird. Beispielsweise ist die Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B** auf einem Boden des Kofferraums angeordnet.

**[0059]** Sowohl die erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** und die zweite Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13D** sind die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13**, von denen jede den Hinterseitenbereich in dem Fahrzeugginnensraum als den Bereich eines starken elektrischen Felds festlegt. Die erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** und die zweite Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13D** sind bevorzugt an Positionen angeordnet, wo die Außenseite des Fahrzeugginnensraums wahrscheinlich der Bereich außerhalb der sichtbaren Bereiche der ersten Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** und der zweiten Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13D** wird.

munikationsvorrichtung **13D** sind bevorzugt an Positionen angeordnet, wo die Außenseite des Fahrzeugginnensraums wahrscheinlich der Bereich außerhalb der sichtbaren Bereiche der ersten Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** und der zweiten Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13D** wird.

**[0060]** Die erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** kann auf einer Innenoberfläche der rechtsseitigen B-Säule innerhalb des Fahrzeugginnensraums angeordnet sein. Als ein weiteres Beispiel kann die erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** auf einer Innenoberfläche der Tür, die auf der rechten Seite des Fahrzeugs Hv als eine Tür entsprechend dem Rücksitz angeordnet ist (nachfolgend als eine hintere rechte Tür bezeichnet), innerhalb des Fahrzeugginnensraums angeordnet sein. Als ein weiteres Beispiel kann die erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** auf einem rechten Abschnitt einer Bodenoberfläche des Rücksitzes angeordnet sein oder kann in einem rechten Abschnitt einer Sitzfläche des Rücksitzes eingebettet sein.

**[0061]** Die zweite Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13D** kann auf einer Innenoberfläche der linksseitigen B-Säule innerhalb des Fahrzeugginnensraums angeordnet sein. Als ein weiteres Beispiel kann die zweite Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13D** auf einer Innenoberfläche der Tür, die auf der linken Seite des Fahrzeugs Hv als eine Tür entsprechend dem Rücksitz angeordnet ist (nachfolgend als eine hintere linke Tür bezeichnet), innerhalb des Fahrzeugginnensraums angeordnet sein. Als ein weiteres Beispiel kann die zweite Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13D** auf einem linken Abschnitt einer Bodenoberfläche des Rücksitzes angeordnet sein oder kann in einem linken Abschnitt einer Sitzfläche des Rücksitzes eingebettet sein. Die erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** und die zweite Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13D** können in der Nähe eines unteren Endes einer Hinterseitenoberfläche der Rückenlehne **41** angeordnet sein, die dem Rücksitz zugewandt ist.

**[0062]** Das Bordsystem **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform beinhaltet zwei Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13**, die entsprechend zugeordnet auf dem linken Abschnitt und dem rechten Abschnitt angeordnet sind und den Hinterseitenbereich als den Bereich eines starken elektrischen Felds festlegen. Die Platzierung der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** ist nicht auf dieses Beispiel beschränkt. Das Bordsystem **1** kann derart konfiguriert sein, dass der Hinterseitenbereich durch eine einzelne Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** als der Bereich eines starken elektrischen Felds festgelegt ist. In dieser Konfiguration kann die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** des Hinterseitenbereichs in der Sitzfläche des Rücksitzes an einem Mittenab-

schnitt des Rücksitzes in einer Fahrzeugbreitenrichtung eingebettet sein.

**[0063]** Gemäß dem Ort der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13**, der vorstehend beschrieben ist, wird eine gesamte Region des Fahrzeugginnenseitenraums der Bereich eines starken elektrischen Felds, wie in **Fig. 5** gezeigt ist. Das heißt, der gesamte Fahrzeugginnenseitenraum ist mit Funkwellen gefüllt, die Stärken gleich oder größer als der Schwellenwert für ein starkes elektrisches Feld haben. **Fig. 5** zeigt konzeptionell den Bereich eines starken elektrischen Felds, der durch jede Bordkommunikationsvorrichtung **3** bereitgestellt wird, die in **Fig. 4** gezeigt ist. Kreise mit durchgezogenen Linien in **Fig. 5** repräsentieren den Bereich eines starken elektrischen Felds, der durch die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** vorgesehen ist. Bögen mit gestrichelten Linien repräsentieren den Bereich eines starken elektrischen Felds, der durch die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** bereitgestellt wird, die später beschrieben wird. In **Fig. 5** repräsentieren schraffierte Regionen durch ein gepunktetes Muster konzeptionell Leckageregionen, die durch die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** ausgebildet sind. Die Leckageregion, die durch die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** ausgebildet ist, ist eine Region, in der sich der Bereich eines starken elektrischen Felds, der durch die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** bereitgestellt wird, zu einer Außenseite des Fahrzeugginnenseitenraums erstreckt. Die Leckageregion ist eine Region, in der das Signal, das durch die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** gesendet wird, die Außenseite des Fahrzeugginnenseitenraums erreicht, während die Signalstärke gleich oder größer als ein vorbestimmter Schwellenwert für ein starkes elektrisches Feld aufrechterhalten wird.

**[0064]** Die vorstehend beschriebene Konfiguration entspricht einer Konfiguration, in der jede Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** so angeordnet ist, dass ein Bereich eines starken elektrischen Felds für jeden Bereich vorgesehen ist, der durch Fahrzeugginnenseitenstrukturen unterteilt ist, die die Ausbreitung der Funkwellen unterbinden können, die die Frequenz haben, die für die Nahbereichskommunikation verwendet werden. Die Fahrzeugginnenseitenstrukturen, die die Ausbreitung der Funkwelle verhindern können, die die Frequenz hat, die zur Nahbereichskommunikation verwendet wird, beinhalten die Rückenlehne **41** des Vordersitzes und die Rückenlehne **42** des Rücksitzes beinhalten. Die Bereiche, die durch die Fahrzeugginnenseitenstrukturen unterteilt sind, beinhalten den Vorderseitenbereich, den Hinterseitenbereich und den Kofferraumbereich.

**[0065]** Die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** ist durch die Bordkommunikationsvor-

richtung **3** vorgesehen, die auf der Außenoberfläche des Fahrzeugs **Hv** angeordnet ist. In der vorliegenden Offenbarung ist die Außenoberfläche des Fahrzeugs ein Abschnitt der Fahrzeugkarosserie, der einen Außenseitenraum des Fahrzeugs **Hv** kontaktiert. Die Außenoberfläche des Fahrzeugs beinhaltet eine Seitenoberfläche, eine Hinterseitenoberfläche und eine Vorderseitenoberfläche des Fahrzeugs **Hv**. In **Fig. 2** ist der Einfachheit halber nur eine Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** illustriert. Jedoch kann das Bordsystem **1** mehrere Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** beinhalten. Beispielsweise kann mindestens eine Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** an einer Außenoberfläche der Fahrersitztür, des Dachabschnitts, einer Motorhaube der Säulen oder dergleichen angebracht sein, so dass ein vorbestimmter Bereich außerhalb des Fahrzeugginnenseitenraums der Bereich eines starken elektrischen Felds wird.

**[0066]** Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, beinhaltet das Bordsystem **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform als die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** eine erste rechte Kommunikationsvorrichtung **14A**, eine zweite rechte Kommunikationsvorrichtung **14B**, eine erste linke Kommunikationsvorrichtung **14C**, eine zweite linke Kommunikationsvorrichtung **14D**, eine erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **14E** und eine zweite Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **14F**. Die Anzahl von Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14**, die in dem Bordsystem **1** beinhaltet sind, kann angemessen geändert werden. Die Anzahl von Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14**, die in dem Bordsystem **1** beinhaltet sind, kann sechs oder weniger sein. Beispielsweise kann die Anzahl von Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** zwei, drei oder vier sein. Alternativ kann die Anzahl von Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** acht oder mehr sein.

**[0067]** Die erste rechte Kommunikationsvorrichtung **14A** ist eine Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14**, die eine Peripherie der Tür entsprechend dem Vordersitz (nachfolgend als vordere rechte Tür bezeichnet), der sich auf der rechten Seite des Fahrzeugs **Hv** befindet, als den Bereich eines starken elektrischen Felds festlegt. In dieser Konfiguration, da der Fahrersitz auf der rechten Seite des Fahrzeugs **Hv** angeordnet ist, entspricht die vordere rechte Tür der Fahrersitztür. Die Peripherie der vorderen rechten Tür ist eine Region, die innerhalb einer vorbestimmten Distanz (beispielsweise 1 Meter) von dem Türgriff fällt, der sich auf der Außenoberfläche der vorderen rechten Tür befindet. Beispielsweise kann die erste rechte Kommunikationsvorrichtung **14A** in der Nähe des äußeren Türgriffs der Vordersitztür angeordnet sein. Die Umgebung des Türgriffs beinhaltet

tet ebenso einen Innenabschnitt des Türgriffs. Als ein weiteres Beispiel kann die erste rechte Kommunikationsvorrichtung **14A** in der Nähe des rechten Vorderads angeordnet sein. Alternativ kann die erste rechte Kommunikationsvorrichtung **14A** an einem Schwellerabschnitt unterhalb der vorderen rechten Tür, einem Abschnitt des Dachs des Fahrzeugs **Hv**, der das obere Ende der vorderen rechten Tür kontaktiert, oder dergleichen angeordnet sein.

**[0068]** Die zweite rechte Kommunikationsvorrichtung **14B** ist die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14**, die die Peripherie der hinteren rechten Tür als den Bereich eines starken elektrischen Felds festlegt. Die Peripherie der hinteren rechten Tür ist eine Region, die innerhalb einer vorgebauten Distanz (beispielsweise 1 Meter) von dem Türgriff fällt, der sich auf der Außenoberfläche der hinteren rechten Tür befindet. Beispielsweise kann die zweite rechte Kommunikationsvorrichtung **14B** in der Nähe des äußeren Türgriffs der Rücksitztür angeordnet sein. Die Umgebung des Türgriffs beinhaltet ebenso einen Innenabschnitt des Türgriffs. Als ein weiteres Beispiel kann die zweite rechte Kommunikationsvorrichtung **14B** in der Nähe des rechten Hinterrads angeordnet sein. Alternativ kann die zweite rechte Kommunikationsvorrichtung **14B** an einem Schwellerabschnitt unterhalb der hinteren rechten Tür, einem Abschnitt des Dachs des Fahrzeugs **Hv**, der das obere Ende der hinteren rechten Tür kontaktiert, oder dergleichen angeordnet sein.

**[0069]** Die erste linke Kommunikationsvorrichtung **14C** und die zweite linke Kommunikationsvorrichtung **14D** sind Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14**, die mit der ersten rechten Kommunikationsvorrichtung **14A** bzw. der zweiten rechten Kommunikationsvorrichtung **14B** gepaart sind. Die erste linke Kommunikationsvorrichtung **14C** kann an einer Position gegenüber der ersten rechten Kommunikationsvorrichtung **14A** auf der linken Oberfläche des Fahrzeugs **Hv** angeordnet sein. Auf ähnliche Weise kann die zweite linke Kommunikationsvorrichtung **14D** an einer Position gegenüber der zweiten rechten Kommunikationsvorrichtung **14B** auf der linken Oberfläche des Fahrzeugs **Hv** angeordnet sein.

**[0070]** Die erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **14E** ist die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14**, die in der Nähe einer rechten Ecke des hinteren Endes des Fahrzeugs angeordnet ist. Die zweite Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **14F** ist die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14**, die in der Nähe einer linken Ecke des hinteren Endes des Fahrzeugs angeordnet ist. Die erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **14E** und die zweite Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **14F** sind die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14**, die die Bereiche eines starken elektrischen Felds in dem

Hinterseitenbereich des Fahrzeugs erzeugen (das heißt, Kommunikationsvorrichtung für den Hinterseitenbereich des Fahrzeugs). In diesem Beispiel sind zwei Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** für den Hinterseitenbereich des Fahrzeugs angeordnet. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Es kann auch nur eine Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** für den Hinterseitenbereich des Fahrzeugs verwendet werden. In diesem Fall ist es bevorzugt, dass die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** für den Hinterseitenbereich des Fahrzeugs an einem Mittenabschnitt einer Kofferraumtür, einem Mittenabschnitt eines Hinterseitenstossfängers bzw. Heckstossfängers oder dergleichen in der Fahrzeugsbreitenrichtung angeordnet ist. Die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** des Hinterseitenbereichs des Fahrzeugs kann in der Nähe des Türgriffs der Kofferraumtür oder eines Nummernschildes angeordnet sein.

**[0071]** Die Installationsposition jeder Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Beispiele beschränkt. Die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** kann an der Außenoberfläche des Fahrzeugs **Hv** angeordnet sein, um die Leckageregion abzudecken, die durch die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** mit einem Bereich eines starken elektrischen Felds erzeugt wird. Die mehreren Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** (beispielsweise die zweite rechte Kommunikationsvorrichtung **14B** auf der rechten lateralen Oberfläche), die auf der linken und rechten lateralen Oberfläche des Fahrzeugs **Hv** angeordnet sind, überlappen sich nicht mit den mehreren Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** (beispielsweise die erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C**) in einer lateralen Ansicht.

**[0072]** Die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** ist bevorzugt in der Nähe eines metallischen Karosserieblechs angeordnet. In anderen Worten ist es bevorzugt, dass eine Metallplatte auf einer Hinterseitenoberfläche der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** angeordnet ist. Die Hinterseitenoberfläche der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** ist auf einer Seite des Fahrzeugginnensraums betrachtet von der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** angeordnet. Gemäß dem Beispiel, in dem die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** auf der Oberfläche des Karosserieblechs, das aus Metall gefertigt ist, angeordnet ist, funktioniert das Karosserieblech als eine Reflektionsplatte und die Mitte der Richtwirkung der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** kann hin zur Außenseite des Fahrzeugs gerichtet sein. Ferner, da das Karosserieblech als die Reflektionsplatte wirkt, wird der Fahrzeugginnensraum der Bereich außerhalb des

sichtbaren Bereichs der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14**. Somit treten die Funkwellen von der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** weniger wahrscheinlich in den Fahrzeuginnenraum ein und die Funkwellen, die von dem mobilen Endgerät **2** gesendet werden, der in dem Fahrzeuginnenraum existiert, werden weniger wahrscheinlich durch die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** empfangen.

**[0073]** In der vorliegenden Ausführungsform sind die unterschiedlichen Karosseriebleche aus Metall gefertigt. Somit wird gemäß dem Beispiel des Installierens der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** auf dem Türblech oder dergleichen, wie vorstehend beschrieben ist, der Fahrzeuginnenraum der Bereich außerhalb des sichtbaren Bereichs jeder Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** und die Mitte der Richtwirkung ist der Fahrzeugaußenseitenrichtung zugewandt. In diesem Beispiel ist die Fahrzeugaußenseitenrichtung eine Richtung parallel zur horizontalen Ebene des Fahrzeugs und von der Mitte des Fahrzeugs hin zur Außenseite des Fahrzeugs gerichtet. Die horizontale Ebene des Fahrzeugs ist eine Ebene senkrecht zu einer Höhenrichtung des Fahrzeugs **Hv**.

**[0074]** Wenn die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** auf dem Metallkörper angeordnet ist, kann sich eine Verstärkung in der Fahrzeugaußenseitenrichtung gemäß einer Distanz zwischen der Metallkarosserie und der Antenne **31** ändern. Der Grund dafür ist, dass eine Phasendifferenz zwischen einer Reflexionswelle, die auf der Metallkarosserie reflektiert wird, und einer direkten Welle sich gemäß der Distanz zwischen der Metallkarosserie und der Antenne **31** ändert und die Funkwellen verstärkt oder gedämpft werden. Punkte, an denen Funkwellen gedämpft werden, können bei jeder halben Wellenlänge auftreten.

**[0075]** Die Wellenlänge der Funkwelle, mit einer 2,4 GHz Frequenz ist ungefähr 12 cm. In einem Fall, in dem die Distanz zwischen der Metallkarosserie und der Antenne **31** 6 cm ist, werden die Reflexionswelle und die direkte Welle in der Fahrzeugaußenseitenrichtung abgeschwächt und die Strahlungsverstärkung in der Fahrzeugaußenseitenrichtung wird verringert. Andererseits, in einem Fall, in dem die Distanz zwischen der Metallkarosserie und der Antenne **31** 1,5 cm bis 4,5 cm ist, ist ein Empfindlichkeitsverhältnis der Fahrzeugaußenseitenrichtung zur Fahrzeuginnenseitenrichtung **20** dB oder mehr, was bevorzugt in der vorliegenden Ausführungsform ist. Demnach ist es bevorzugt, dass die mehreren Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** so angeordnet sind, dass eine Distanz zwischen der eingebauten Antenne **31** und der Metallkarosserie, die auf der Hinterseitenoberfläche der

Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** angeordnet ist, ungefähr 1,5 cm ist.

**[0076]** Die Fahrzeuginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** und die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** sind konfiguriert, um hauptsächlich die Empfangsstärke des Signals von dem mobilen Endgerät **2** der Authentifizierungs-ECU **11** zu melden. Danach werden unterschiedliche Typen der Fahrzeuginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** und der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** ebenso als Stärkenbeobachtungsvorrichtungen bezeichnet. Jede Stärkenbeobachtungsvorrichtung stellt die Empfangsstärke der Signale, die von dem mobilen Endgerät **2** gesendet werden, der Authentifizierungs-ECU **11** bereit. Wie vorstehend beschrieben ist, können die Stärkenbeobachtungsvorrichtungen teilweise oder alle als die Datenkommunikationsvorrichtung **12** funktionieren.

**[0077]** Die Türgrifftaste **15** ist eine Taste, die durch den Benutzer zum Entriegeln oder Verriegeln der Tür des Fahrzeugs **Hv** zu operieren ist. Die Türgrifftaste **15** kann an jedem Türgriff des Fahrzeugs **Hv** eingesetzt werden. Wird sie durch den Benutzer gedrückt, gibt die Türgrifftaste **15** ein elektrisches Signal, das die Drückoperation angibt, an die Authentifizierungs-ECU **11** aus. Die Türgrifftaste **15** entspricht einer Konfiguration mittels der die Authentifizierungs-ECU **11** eine Benutzeranweisung zum Entriegeln oder Verriegeln empfängt. Ein Berührungssensor kann als die Konfiguration zum Empfangen mindestens einer der Entriegelungsanweisung oder der Verriegelungsanweisung von dem Benutzer sein. Der Berührungssensor ist eine Vorrichtung, die eine Berührung auf dem Türgriff erfasst, die durch den Benutzer getätigkt wird. Der Berührungssensor als die Konfiguration zum Empfangen der Entriegelungsanweisung oder Verriegelungsanweisung von dem Benutzer, kann an jedem Türgriff des Fahrzeug **Hv** vorgesehen sein.

**[0078]** Die Starttaste **16** ist ein Drückschalter, der dem Benutzer ermöglicht, eine Antriebsquelle (beispielsweise eine Brennkraftmaschine) des Fahrzeugs zu starten. Wenn der Benutzer eine Drückoperation auf der Starttaste **16** ausführt, gibt die Starttaste **16** ein elektrisches Signal, das die Drückoperation angibt, an die Authentifizierungs-ECU **11** aus. Als ein Beispiel ist das Fahrzeug **Hv** ein Fahrzeug, das mit einer Brennkraftmaschine als Antriebsquelle versehen ist, aber die vorliegende Offenbarung ist nicht auf dieses Beispiel beschränkt. Das Fahrzeug **Hv** kann ein Elektrofahrzeug oder ein Hybridfahrzeug sein. Wenn das Fahrzeug **Hv** ein Fahrzeug ist, das mit dem Motor bzw. Elektromotor als die Antriebsquelle versehen ist, ist die Starttaste **16** ein Schalter zum Starten des Motors zum Fahren.

**[0079]** Die Brennkraftmaschinen-ECU **17** ist eine ECU, die konfiguriert ist, um eine Operation der

Brennkraftmaschine zu steuern, die an dem Fahrzeug **Hv** montiert ist. Beispielsweise startet in Antwort darauf, dass die Brennkraftmaschinen-ECU **17** ein Startanweisungssignal, das Starten der Brennkraftmaschine anweist, von der Authentifizierungs-ECU **11** empfängt, die Brennkraftmaschinen-ECU **17** die Brennkraftmaschine.

**[0080]** Die Karosserie-ECU **18** ist eine ECU, die konfiguriert ist, um Bordaktuatoren **19** in Antwort auf eine Anforderung von der Authentifizierungs-ECU **11** zu steuern. Die Karosserie-ECU **18** ist kommunizierbar mit unterschiedlichen Bordaktuatoren **19** und unterschiedlichen Bordsensoren verbunden. In diesem Beispiel können die Bordaktuatoren **19** einen Türverriegelungsmotor, der einen Verriegelungsmechanismus jeder Tür konfiguriert, einen Aktuator zum Einstellen einer Sitzposition (nachfolgend als ein Sitzaktuator bezeichnet) und dergleichen beinhalten. Die Bordsensoren in diesem Beispiel können einen Kontaktenschalter und dergleichen beinhalten, mit denen jede Tür ausgestattet ist. Die Kontaktenschalter sind Sensoren, die konfiguriert ist, um Öffnen und Schließen der Tür zu erfassen. Beispielsweise gibt die Karosserie-ECU **18** ein vorbestimmtes Steuersignal an den Türverriegelungsmotor, mit dem jede Tür der Fahrzeuge Hv ausgestattet ist, in Antwort auf eine Anforderung von der Authentifizierungs-ECU **11** aus, wodurch die Türen des Fahrzeugs **Hv** verriegelt und entriegelt werden.

(Funktionen der Authentifizierungs-ECU 11)

**[0081]** Die Authentifizierungs-ECU **11** führt das Positionsbestimmungsprogramm zum Bereitstellen von Funktionen entsprechend funktionaler Blöcke, die in **Fig. 6** gezeigt sind, aus. In anderen Worten beinhaltet die Authentifizierungs-ECU **11** als funktionale Blöcke eine Fahrzeuginformationserlangungseinheit **F1**, eine Kommunikationsverarbeitungseinheit **F2**, eine Authentifizierungsverarbeitungseinheit **F3**, eine Absorbermengenschätzseinheit **F4**, eine Schwellenwertesteinheit **F5**, eine Positionsbestimmungseinheit **F6** und eine Fahrzeugsteuereinheit **F7**.

**[0082]** Alle oder Teile von Funktionen, die durch die Authentifizierungs-ECU **11** ausgeführt werden, können als Hardware unter Verwendung von Logikschaltungen oder dergleichen implementiert werden. Ein Beispiel, das durch Hardware implementiert ist, kann ebenso ein Beispiel beinhalten, das unter Verwendung eines oder mehrerer ICs implementiert ist. Funktionale Blöcke, die in der Authentifizierungs-ECU **11** beinhaltet sind, können teilweise oder insgesamt durch eine Kombination von Software implementiert werden, die durch die CPU **111** und eine elektronische Schaltung ausgeführt werden.

**[0083]** Die Fahrzeuginformationserlangungseinheit **F11** erlangt unterschiedliche Stücke von Informatio-

nen, die einen Zustand des Fahrzeugs **Hv** (nachfolgend als Fahrzeuginformationen bezeichnet) von Sensoren, ECUs (beispielsweise Karosserie-ECU **18**), Schaltern und dergleichen angeben, mit denen das Fahrzeug **Hv** ausgestattet ist. Beispielsweise beinhalten die Fahrzeuginformationen einen Öffnungs-/Schließzustand der Tür, einen Verriegelungs-/Entriegelungszustand jeder Tür, eine Drückoperation auf der Türgriffstaste **15**, einer Drückoperation auf der Starttaste **16** oder dergleichen.

**[0084]** Die Fahrzeuginformationserlangungseinheit **F1** spezifiziert einen gegenwärtigen Zustand des Fahrzeugs **Hv** basierend auf unterschiedlichen vorstehend beschriebenen Informationen. Beispielsweise, wenn die Brennkraftmaschine aus ist und alle Türen verriegelt sind, bestimmt die Fahrzeuginformationserlangungseinheit **F11**, dass das Fahrzeug Hv in einem geparkten Zustand ist. Es ist unnötig zu sagen, dass die Bedingung zum Bestimmen, dass das Fahrzeug **Hv** in dem geparkten Zustand ist, angemessen festgelegt werden und unterschiedliche Bestimmungsbedingungen und dergleichen können auf die Bestimmung angewendet werden.

**[0085]** Die Erlangung der Informationen, die den Verriegelungs-/Entriegelungszustand jeder Tür angeben, entspricht der Bestimmung des Verriegelungs-/Entriegelungszustand jeder Tür und der Erfassung der Verriegelungs-/Entriegelungsoperation der Tür, die durch den Benutzer ausgeführt wird. Die Erlangung von elektrischen Signalen von der Türgriffstaste **15** und der Starttaste **16** entsprechen Erfassung der Benutzeroperation, die auf diesen Tasten getätigter wird. Die Fahrzeuginformationserlangungseinheit **F1** entspricht einer Konfiguration zum Erfassen der Benutzeroperation an dem Fahrzeug **Hv** wie Öffnen und Schließen der Tür, Drücken der Türgriffstaste **15**, Drücken der Starttaste **16** und dergleichen. Die Fahrzeuginformationen, die nachfolgend beschrieben sind, beinhalten die Benutzeroperation, die an dem Fahrzeug Hv getätigter wird.

**[0086]** Die Typen von Informationen, die in den Fahrzeuginformationen beinhaltet sind, sich nicht auf die vorstehend beschriebenen Beispiele beschränkt. Die Fahrzeuginformationen beinhalten ebenso eine Schaltposition, die durch einen Schaltpositions-sensor (nicht dargestellt) erfasst wird, ein Erfassungsergebnis eines Bremssensors zum Erfassen einer Drückoperation auf dem Bremspedal und dergleichen. Der Operationszustand der Parkbremse kann ebenso in den Fahrzeuginformationen beinhaltet sein.

**[0087]** Die Kommunikationsverarbeitungseinheit **F2** ist konfiguriert, um Senden und Empfangen von Daten an bzw. von dem mobilen Endgerät **2** in Kooperation mit der Datenkommunikationsvorrichtung **12** auszuführen. Beispielsweise erzeugt die Kommuni-

kationsverarbeitungseinheit **F2** Daten, die an das mobile Endgerät **2** adressiert sind, und gibt die Daten an die Datenkommunikationsvorrichtung **12** aus. Mit dieser Konfiguration kann die Kommunikationsverarbeitungseinheit **F2** ein Signal entsprechend den Daten als Funkwellen senden. Die Kommunikationsverarbeitungseinheit **F2** empfängt Daten von dem mobilen Endgerät **2** über die Datenkommunikationsvorrichtung **12**. In der vorliegenden Ausführungsform ist die als ein bevorzugteres Beispiel die Funkkommunikation zwischen der Authentifizierungs-ECU **11** und dem mobilen Endgerät **2** konfiguriert, um verschlüsselt ausgeführt zu werden. Die Authentifizierungs-ECU **11**, die als die Kommunikationsverarbeitungseinheit **F2** funktioniert, erlangt Kanalinformationen von der Datenkommunikationsvorrichtung **12**. Dann spezifiziert die Authentifizierungs-ECU **11** einen Kanal, der durch die Datenkommunikationsvorrichtung **12** zum Ausführen einer Kommunikation mit dem mobilen Endgerät **2** verwendet wird.

**[0088]** Die Authentifizierungs-ECU **11** erlangt von der Datenkommunikationsvorrichtung **12** die Endgerät-ID des mobilen Endgeräts **2**, mit der die Datenkommunikationsvorrichtung **12** kommunizierbar verbunden ist. Gemäß der vorstehend beschriebenen Konfiguration kann, sogar, wenn das Fahrzeug **Hv** von mehreren Benutzern gemeinsam genutzt wird, die Authentifizierungs-ECU **11** einen Benutzer, der in der Nähe des Fahrzeugs **Hv** existiert, basierend auf der Endgerät-ID des mobilen Endgeräts **2** spezifizieren, mit dem die Datenkommunikationsvorrichtung **12** kommunizierbar verbunden ist.

**[0089]** Die Kommunikationsverarbeitungseinheit **F2** verteilt die Kanalinformationen und die Endgerät-ID, die von der Datenkommunikationsvorrichtung **12** erlangt werden, an jede Stärkenbeobachtungsvorrichtung als Referenzinformationen. Die Kanalinformationen, die in den Referenzinformationen gezeigt sind, ermöglichen jeder Stärkenbeobachtungsvorrichtung, den Kanal, der zu empfangen ist, unter den vielen Kanälen, die in dem Bluetooth-Standard beinhaltet sind, zu erkennen, um das Signal von dem mobilen Endgerät **2** zu empfangen. Sogar, wenn die Stärkenbeobachtungsvorrichtung Signale von mehreren Vorrichtungen empfängt, kann die Stärkenbeobachtungsvorrichtung die Vorrichtung spezifizieren, deren Empfangsstärke der Signale der Authentifizierungs-ECU **11** gemeldet werden, basierend auf der Endgerät-ID, die in den Referenzinformationen angegeben ist.

**[0090]** Die Authentifizierungsverarbeitungseinheit **F3** ist konfiguriert, um das mobile Endgerät **2** in Kooperation mit der Datenkommunikationsvorrichtung **12** (nachfolgend als eine Authentifizierungsverarbeitung bezeichnet) zu authentifizieren. Die Nahbereichskommunikation zur Authentifizierung wird durch die Datenkommunikationsvorrichtung **12** auf

verschlüsselte Weise ausgeführt. Das heißt, die Authentifizierungsverarbeitung wird durch eine verschlüsselte Kommunikation ausgeführt. Die Authentifizierungsverarbeitung selbst kann durch unterschiedliche Verfahren wie ein Challenge-Response-Verfahren ausgeführt werden. Eine detaillierte Beschreibung der Authentifizierungsverarbeitung wird weggelassen. Es wird angenommen, dass Daten (beispielsweise Verschlüsselungsschlüssel), die für die Authentifizierungsverarbeitung erforderlich sind, vorhergehend in dem mobilen Endgerät **2** und der Authentifizierungs-ECU **11** gespeichert werden.

**[0091]** Beispielsweise kann eine Zeit, zu der die Authentifizierungsverarbeitungseinheit **F3** die Authentifizierungsverarbeitung ausführt, auf eine Zeit festgelegt werden, bei der die Kommunikationsverbindung zwischen der Datenkommunikationsvorrichtung **12** und dem mobilen Endgerät **2** hergestellt wird. Die Authentifizierungsverarbeitungseinheit **F3** kann konfiguriert sein, um die Authentifizierungsverarbeitung mit einem vorbestimmten Zyklus auszuführen, während die Datenkommunikationsvorrichtung **12** und das mobile Endgerät **2** in Kommunikationsverbindung sind. Die Authentifizierungsverarbeitungseinheit **F3** kann derart konfiguriert sein, so dass die verschlüsselte Kommunikation für die Authentifizierungsverarbeitung unter Verwendung einer vorbestimmten Benutzeroperation an dem Fahrzeug **Hv** als ein Auslöser beispielsweise in Antwort auf eine Drückoperation ausgeführt wird, die auf der Starttaste **16** durch den Benutzer getätigkt wird.

**[0092]** In der vorliegenden Ausführungsform sind die Authentifizierungs-ECU **11** und das mobile Endgerät **2** konfiguriert, um die Datenkommunikation zur Authentifizierung oder dergleichen zu verschlüsseln, um Sicherheit zu verbessern. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Als ein weiteres Beispiel können die Authentifizierungs-ECU **11** und das mobile Endgerät **2** konfiguriert sein, um die Datenkommunikation zur Authentifizierung oder dergleichen ohne Verschlüsselung auszuführen.

**[0093]** In dem Bluetooth-Standard bedeutet, dass die Kommunikationsverbindung zwischen der Datenkommunikationsvorrichtung **12** und dem mobilen Endgerät **2** hergestellt ist, dass ein Kommunikationspartner der Datenkommunikationsvorrichtung **12** das mobile Endgerät **2** ist, das vorab registriert ist. Demnach kann die Authentifizierungs-ECU **11** konfiguriert sein, um zu bestimmen, dass das mobile Endgerät **2** erfolgreich authentifiziert wurde, in Antwort darauf, dass die Kommunikationsverbindung zwischen der Datenkommunikationsvorrichtung **12** und dem mobilen Endgerät **2** erfolgreich hergestellt ist.

**[0094]** Die Absorbermengenschätzteinheit **F4** schätzt die Absorbermenge, der die Funkwellen

der Nahbereichskommunikation absorbiert und in dem Fahrzeuginnenraum existiert, mit Bezug auf einen Kommunikationsstatus (beispielsweise die Stärke des Empfangssignals) der Bordkommunikationsvorrichtungen **3**, die in dem Fahrzeuginnenraum angeordnet sind. Die Schwellenwerteinstelleinheit **F5** legt den Innenseitenentsprechungswert Pin basierend auf dem Schätzergebnis der Absorbermengenschätzteinheit **F4** fest. Die Operation der Absorbermengenschätzteinheit **F4** und der Schwellenwerteinstelleinheit **F5** wird später beschrieben.

**[0095]** Der Funkwellenabsorber kann beispielsweise eine Person sein. Lebensmittel wie und Fleisch und Wasser, und Kleintiere wie Haustiere entsprechen ebenso Funkwellenabsorbern. Der Grund dafür ist, dass diese Objekte Wasser enthalten und Funkwellen absorbieren, die eine Frequenz von 2, 4 GHz haben. Ein Kindersitz kann ebenso einem Funkwellenabsorber entsprechen. Der Funkwellenabsorber ist ein Element das eine sich dynamisch ändernde Menge und Position in dem Fahrzeuginnenraum hat (beispielsweise bei jeder Fahrt des Fahrzeugs). Der Funkwellenabsorber kann ein Objekt mit einer Eigenschaft zum Absorbieren von Funkwellen der Nahbereichskommunikation sein, dass während der normalen Verwendung des Fahrzeugs Hv in den Fahrzeuginnenraum gebracht werden kann. Beispielsweise betrifft die normale Verwendung des Fahrzeugs Hv Einkaufen, Ausflüge, Pendeln, Transport und dergleichen. Der Funkwellenabsorber betrifft hierbei ein Objekt, das Funkwellen absorbiert, wie einen Insassen oder dergleichen und ist nicht auf ein Objekt beschränkt, das für den Zweck des Absorbierens von Funkwellen hergestellt wird (beispielsweise eine funkwellenabsorbierende Folie bzw. ein funkwellenabsorbierendes Blech). In einem Fall, in dem die funkwellenabsorbierende Folie in den Fahrzeuginnenraum durch den Benutzer gebracht wird, entspricht die funkwellenabsorbierende Folie ebenso dem Funkwellenabsorber.

**[0096]** Die Positionsbestimmungseinheit **F6** ist konfiguriert, um zu bestimmen, ob das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert, basierend auf der Empfangsstärke des Signals, das von dem mobilen Endgerät **2** gesendet wird. Die Empfangsstärke des Signals wird durch jede Stärkenbeobachtungsvorrichtung bereitgestellt. Das mobile Endgerät **2** wird grundsätzlich vom Benutzer getragen und die Bestimmung der Position des mobilen Endgeräts **2** entspricht der Bestimmung der Position des Benutzers. Als eine Vorbereitungsverarbeitung zum Bestimmen der Position des mobilen Endgeräts **2**, erlangt die Positionsbestimmungseinheit **F6** sukzessive die Empfangsstärke des Signals, das sukzessive von dem mobilen Endgerät **2** gesendet wird, von den mehreren Stärkenbeobachtungsvorrichtungen, die in dem Bordsystem **1** beinhaltet sind, und speichert die erlangten Empfangsstärken in dem RAM **112** durch

Unterscheiden der erlangten Empfangsstärken für jede Erlangungsquelle.

**[0097]** Dann bestimmt die Positionsbestimmungseinheit **F6**, ob das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert, basierend auf der Empfangsstärke, die durch jede Stärkenbeobachtungsvorrichtung bereitgestellt wird und in dem RAM **112** gespeichert wird, und unterschiedlichen Bestimmungsschwellenwerten, die in dem Flash-Speicher **113** registriert sind. Die spezifische Operation der Positionsbestimmungseinheit **F6**, das heißt, das Verfahren zum Bestimmen der Position des mobilen Endgeräts **2**, das durch die Positionsbestimmungseinheit **F6** basierend auf der Empfangsstärke, die durch jede Stärkenbeobachtungsvorrichtung bereitgestellt wird, wird später im Detail beschrieben. Auf das Bestimmungsergebnis der Positionsbestimmungseinheit **F6** wird durch die Fahrzeugsteuereinheit **F7** Bezug genommen.

**[0098]** Die Fahrzeugsteuereinheit **F7** ist konfiguriert, um eine Fahrzeugsteuerung gemäß der Position des mobilen Endgeräts **2** (in anderen Worten des Benutzers) gemäß dem auszuführen, dass der Zustand des Fahrzeugs Hv in Kooperation mit der Karosserie-ECU **18** oder dergleichen in Antwort darauf, dass die Authentifizierung des mobilen Endgerät **2**, die durch die Authentifizierungsverarbeitungseinheit **F3** ausgeführt wird, erfolgreich ist. Der Zustand des Fahrzeugs **Hv** wird durch die Fahrzeuginformationserlangungseinheit **F1** bestimmt. Die Position des mobilen Endgeräts **2** wird durch die Positionsbestimmungseinheit **F6** bestimmt.

**[0099]** Beispielsweise, wenn das mobile Endgerät **2** außerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert und der Benutzer die Türgriffaste **15** drückt, während das Fahrzeug **Hv** in dem geparkten Zustand ist, entriegelt die Fahrzeugsteuereinheit **F7** den Türverriegelungsmechanismus in Kooperation mit der Karosserie-ECU **18**. Für ein anderes Beispiel, wenn durch die Positionsbestimmungseinheit **F6** bestimmt wird, dass das mobile Endgerät in dem Fahrzeuginnenraum existiert, und erfasst wird, dass die Starttaste **16** durch den Benutzer gedrückt wurde, startet die Fahrzeugsteuereinheit **F5** die Brennkraftmaschine in Kooperation mit der Brennkraftmaschinen-ECU **17**.

**[0100]** Insbesondere ist die Fahrzeugsteuereinheit **F7** konfiguriert, um eine Fahrzeugsteuerung gemäß der Position des Benutzers und dem Zustand des Fahrzeugs **Hv** mit der Benutzerbedienung bzw. Benutzeroperation getätigter an dem Fahrzeug **Hv** als ein Auslöser auszuführen. Jedoch können manche Fahrzeugsteuerungen, die durch die Fahrzeugsteuereinheit **F7** ausgeführt werden, automatisch gemäß der Position des Benutzers ohne, dass es erforderlich ist, dass die Benutzeroperation an dem Fahrzeug **Hv** getätigter wird, ausgeführt werden.

(Verbindungsbezogene Verarbeitung)

**[0101]** Nachfolgend wird eine verbindungsbezogene Verarbeitung, die durch das Bordsystem **1** ausgeführt wird, mit Bezug auf ein Ablaufdiagramm beschrieben, das in **Fig. 7** gezeigt ist. Die verbindungsbezogene Verarbeitung betrifft das Herstellen der Kommunikationsverbindung zwischen dem Bordsystem **1** und dem mobilen Endgerät **2**. Die verbindungsbezogene Verarbeitung, die in **Fig. 7** gezeigt ist, kann beispielsweise in Antwort darauf starten, dass die Datenkommunikationsvorrichtung **12** ein Advertising-Paket von dem mobilen Endgerät **2** empfängt.

**[0102]** In einem Zustand, in dem die Kommunikationsverbindung zwischen der Datenkommunikationsvorrichtung **12** und dem mobilen Endgerät **2** nicht hergestellt ist, kann die Operation der Stärkenbeobachtungsvorrichtung deaktiviert werden, um einen Dunkelstrom zu unterdrücken. Die Datenkommunikationsvorrichtung **12** operiert bevorzugt immer in einem Bereitschaftszustand, um das Ansprechverhalten für ein Annähern des Benutzers zu verbessern. In dem Bereitschaftszustand kann ein Signal (beispielsweise ein Advertising-Paket) von dem mobilen Endgerät **2** durch die Datenkommunikationsvorrichtung **12** empfangen werden.

**[0103]** Bei **S101** stellt die Datenkommunikationsvorrichtung **12** eine Kommunikationsverbindung (das heißt, eine Verbindung) mit dem mobilen Endgerät **2** her und die Verarbeitung fährt mit **S102** fort. Wenn die Kommunikationsverbindung mit dem mobilen Endgerät **2** hergestellt ist, stellt die Datenkommunikationsvorrichtung **12** der Authentifizierungs-ECU **11** die Endgerät-ID des mobilen Endgeräts **2** bereit, die kommunizierbar mit der Datenkommunikationsvorrichtung **12** verbunden ist. In einem Fall, in dem die Stärkenbeobachtungsvorrichtung zu der Zeit in einem Schlafmodus ist, wenn die Kommunikationsverbindung zwischen der Datenkommunikationsvorrichtung **12** und dem mobilen Endgerät **2** hergestellt ist, gibt die Authentifizierungs-ECU **11** an die Stärkenbeobachtungsvorrichtung ein vorbestimmtes Steuersignal aus, um vom Schlafmodus in den Bereitschaftszustand umzuschalten. Beispielsweise ist der Schlafmodus ein Zustand, in dem die Empfangsfunktion für ein Signal deaktiviert ist. Der Schlafmodus beinhaltet einen Zustand, in dem die Energie ausgeschaltet ist.

**[0104]** Bei **S102** führt die Datenkommunikationsvorrichtung **12** periodisch eine verschlüsselte Kommunikation basierend auf einer Anweisung von der Authentifizierungs-ECU **11** aus. Der Inhalt der Daten, die zu dieser Zeit ausgetauscht werden, kann ein beliebiger Inhalt sein, so lange der Inhalt das mobile Endgerät **2** auffordert, ein Antwortsignal zu senden. Der Dateninhalt kann Daten zum Authentifizieren des mobilen Endgerät **2** wie ein Aufforderungscode bzw. Challenge-Code sein. Durch periodisches Ausführen

der Funkkommunikation mit dem mobilen Endgerät **2** kann die Authentifizierungs-ECU **11** bestätigen, dass das mobile Endgerät **2** innerhalb des Kommunikationsbereichs existiert.

**[0105]** Bei **S103** kooperieren die Datenkommunikationsvorrichtung **12** und die Authentifizierungs-ECU **11** miteinander, um Teilen der Referenzinformationen zu starten. Insbesondere stellt die Datenkommunikationsvorrichtung **12** sukzessive der Authentifizierungs-ECU **11** die Endgerät-ID und die Kanalinformationen des mobilen Endgeräts **2**, mit der die Kommunikationsverbindung hergestellt ist, bereit. Die Authentifizierungs-ECU **11** verteilt sukzessive die Kanalinformationen und die Endgerät-ID, die durch die Datenkommunikationsvorrichtung **12** bereitgestellt werden, hin zu jeder der mehreren Stärkenbeobachtungsvorrichtungen als die Referenzinformationen.

**[0106]** Bei **S104** startet jede Stärkenbeobachtungsvorrichtung Beobachten der Empfangsstärke des Signals von dem mobilen Endgerät **2** unter Verwendung der Referenzinformationen, die durch die Authentifizierungs-ECU **11** bereitgestellt werden. Das heißt, die Stärkenbeobachtungsvorrichtung legt einen Kanal, dem eine Nummer zugewiesen ist, die in den Kanalinformationen angegeben ist, als das Empfangsziel unter mehreren Kanälen fest, die in dem Bluetooth-Standard definiert sind. Die Stärkenbeobachtungsvorrichtung ändert sukzessive den Zielkanal, der zu empfangen ist, gemäß den Kanalinformationen, die durch die Authentifizierungs-ECU **11** bereitgestellt werden.

**[0107]** Gemäß der vorstehend beschriebenen Konfiguration, sogar, wenn das mobile Endgerät **2** und die Datenkommunikationsvorrichtung **12** die Funkkommunikation miteinander durch das Frequenzsprungverfahren ausführen, kann die Empfangsstärke des Signals von dem mobilen Endgerät **2** erlangt werden und die Empfangsstärke kann sukzessive der Authentifizierungs-ECU **11** gemeldet werden. Das heißt, die Bordkommunikationsvorrichtung **3**, die in dem Bordsystem **1** beinhaltet ist, kann die Empfangsstärke eines Signals erfassen, das von dem mobilen Endgerät **2** in einem Zustand gesendet wird, in dem die Vertraulichkeit (in anderen Worten Sicherheit) der Kommunikation zwischen dem Bordsystem **1** und dem mobilen Endgerät **2** sichergestellt ist.

**[0108]** Bei **S105** bestimmt die Stärkenbeobachtungsvorrichtung, ob ein Signal, das die Endgerät-ID beinhaltet, die in den Referenzinformationen angegeben ist, empfangen wurde. In Antwort darauf, dass das Signal, das die Endgerät-ID beinhaltet, die in den empfangenen Referenzinformationen angegeben ist, empfangen wird, fährt die Verarbeitung mit **S106** fort. Bei **S106** wird die Empfangsstärke des empfangenen Signals der Authentifizierungs-ECU **11** gemeldet. Bei **S105** und **S106** meldet jede Stärkenbeob-

achtungsvorrichtung an die Authentifizierungs-ECU **11** die Empfangsstärke des Signals einschließlich der Endgerät-ID, die in den Referenzinformationen angegeben ist, von den Signalen, die in dem Kanal empfangen werden, der in den Kanalinformationen angegeben ist. In einem Fall, in dem das Signal von dem mobilen Endgerät **2** über eine vorbestimmte Periode in **S105** nicht empfangen wurde, fährt die Verarbeitung mit **S108** fort.

**[0109]** Bei **S107** führt die Authentifizierungs-ECU **11** eine Verarbeitung zum Speichern in dem RAM **112** der Empfangsstärke, die von jeder Stärkenbeobachtungsvorrichtung bereitgestellt wird, durch Unterscheiden der Empfangsstärken voneinander entsprechend jeder Stärkenbeobachtungsvorrichtung bereit, die als der Bereitsteller dient. Dann fährt die Verarbeitung mit **S108** fort. Bei **S108** kooperieren die Authentifizierungs-ECU **11** und die Datenkommunikationsvorrichtung **12** miteinander, um zu bestimmen, ob die Kommunikationsverbindung mit dem mobilen Endgerät **2** beendet wurde. Beispielsweise kann das Beenden der Kommunikationsverbindung mit dem mobilen Endgerät einen Fall beinhalten, in dem die Datenkommunikationsvorrichtung **12** fehlschlägt, ein Signal von dem mobilen Endgerät **2** zu empfangen. Wenn die Kommunikation mit dem mobilen Endgerät **2** beendet wird, wird bei **S108** eine positive Bestimmung getätig und die Verarbeitung fährt mit **S109** fort. Andererseits, wenn die Kommunikation mit dem mobilen Endgerät **2** immer noch aufrechterhalten wird, kehrt die Verarbeitung zu **S105** zurück.

**[0110]** Bei **S109** gibt die Authentifizierungs-ECU **11** ein vorbestimmtes Steuersignal an die Stärkenbeobachtungsvorrichtung aus und beendet Beobachten der Empfangsstärke des Signals, das von dem mobilen Endgerät **2** gesendet wird. Beispielsweise kann die Authentifizierungs-ECU **11** beispielsweise die Stärkenbeobachtungsvorrichtung zum Umschalten in den Schlafmodus steuern. Die Verarbeitung wird nach der Ausführung von **S109** beendet.

(Absorbermengenschätzverarbeitung)

**[0111]** Nachfolgend wird eine Absorbermengenschätzverarbeitung, die durch die Authentifizierungs-ECU **11** ausgeführt wird, mit Bezugnahme auf ein in **Fig. 8** gezeigtes Ablaufdiagramm beschrieben. Die Absorbermengenschätzverarbeitung bestimmt die Menge von Funkwellenabsorbern (das heißt, die Absorbermenge), die in dem Fahrzeuginnenraum existieren. Die Absorbermengenschätzverarbeitung wird beispielsweise in einem vorbestimmten Absorbermengenschätzzyklus in einem Zustand ausgeführt, in dem die Kommunikationsverbindung zwischen der Datenkommunikationsvorrichtung **12** und dem mobilen Endgerät **2** hergestellt ist. Der Absorbermengenschätzzyklus ist beispielsweise auf 1 Sekunde festgelegt. Der Absorbermengenschätzzyklus

kann ebenso auf 400 Millisekunden festgelegt werden.

**[0112]** Die Absorbermengenschätzverarbeitung kann in Antwort auf ein Auftreten eines vorbestimmten Ereignisses, das einen Auslöser darstellt, ausgeführt werden, wie das Herstellen der Kommunikationsverbindung zwischen der Datenkommunikationsvorrichtung **12** und dem mobilen Endgerät **2**, Schließen der Tür, die im offenen Zustand ist, und Drücken der Starttaste **16** durch den Benutzer. Die Absorbermengenschätzverarbeitung kann ebenso in Antwort auf eine vorbestimmte Operation ausgeführt werden, die durch den Benutzer an dem Fahrzeug Hv zum Verwenden des Fahrzeugs getätig wird, als Auslöser ausgeführt werden. Die vorbestimmte Operation kann Öffnen/Schließen der Tür, Drücken der Starttaste **16**, Operation des Ganghebels oder dergleichen beinhalten. Als ein Beispiel beinhaltet die Absorbermengenschätzverarbeitung der vorliegenden Ausführungsform **S201** bis **S205**.

**[0113]** Bei **S201** legt die Absorbermengenschätz-einheit **F4** eine Rolle jeder Fahrzeugginnenseiten-kommunikationsvorrichtung **13** fest, die die Funk-kommunikation zum Schätzen der Absorbermenge ausführt. Insbesondere wird irgendeine der mehre-Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** als der Sender festgelegt und mindestens eine der verbleibenden Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** wird als der Empfänger festgelegt. Der Sender ist die Kommunikationsvorrichtung, die eine Rolle zum Senden eines Funksignals spielt. Der Empfänger ist die Kommunikationsvorrichtung, die ein Signal empfängt, das von dem Sender gesendet wird und die Empfangsstärke des Signals an die Authentifizierungs-ECU **11** meldet. Der Sender und der Empfänger können aus den Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** ausgewählt werden, die in dem Fahrzeugginnenraum installiert sind.

**[0114]** In der vorliegenden Ausführungsform wird als ein Beispiel die Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** als der Sender festgelegt und jede der verbleibenden drei Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** wird als der Empfänger festgelegt. Das heißt, die Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B**, die erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** und die zweite Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13D** operieren als der Empfänger. Als ein weiteres Beispiel kann die Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B** als der Sender festgelegt werden oder eine andere Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** kann als der Sender festgelegt werden. Es ist ausreichend, dass es mindestens einen Empfänger gibt, und es ist nicht immer erforderlich, dass alle der verbleibenden Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtun-

gen **13** außer der, die als Sender operiert, als der Empfänger operieren.

**[0115]** Bei **S202** kooperiert die Absorbermengenschätzteinheit **F4** mit der Kommunikationsverarbeitungseinheit **F2** zum Steuern der Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A**, die als der Sender operiert, zum Senden eines vorbestimmten Funksignals, das die eigene Kommunikationsvorrichtungsnummer beinhaltet. Beispielsweise kann das Signal, das durch die Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13** gesendet wird, die als der Sender operiert, ein Advertising-Signal sein. In der vorliegenden Ausführungsform wird als ein Beispiel angenommen, dass die Kommunikationsvorrichtung, die als der Sender operiert, ein Funksignal basierend auf der Anweisung von der Authentifizierungs-ECU **11** sendet. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Alternativ kann der Sender konfiguriert sein, um vorläufig das Advertising-Signal mit einem regelmäßigen Zeitintervall zu senden. Ob die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** als der Sender operiert (in anderen Worten der Operationsmodus der Kommunikationsvorrichtung), wird durch die Anweisung von der Authentifizierungs-ECU **11** (insbesondere die Absorbermengenschätzteinheit **F4**) gesteuert. Ein vorbestimmtes Funksignal einschließlich der Kommunikationsvorrichtungsnummer, das durch den Sender gesendet wird, entspricht dem Innenseitenvorrichtungssendesignal. Die Kommunikationsvorrichtungsnummer des Senders entspricht der Sendequelleninformation.

**[0116]** Bei **S203** meldet jede Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13**, die als der Empfänger operiert, an die Authentifizierungs-ECU **11** die Empfangsstärke des Funksignals (beispielsweise des Advertising-Signals), das von dem Sender gesendet wird. Der Einfachheit halber werden in einer gegenwärtigen Absorbermengenschätzverarbeitung die Empfangsstärke des Signals, das von der Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** gesendet wird und durch jede der Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B**, der ersten Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** und der zweiten Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13D** beobachtet wird, als  $P_{(AB)}$ ,  $P_{(AC)}$  und  $P_{(AD)}$  repräsentiert. In dieser Repräsentation gibt „P“ von „Po“ elektrische Energie (Power) an und „o“ gibt an, dass die Energie ein beobachteter Wert ist. In einem Fall, in dem die beobachteten Werte  $P_{(AB)}$ ,  $P_{(AC)}$  und  $P_{(AD)}$  nicht voneinander unterschieden werden, werden sie als beobachteter Wert  $P_o$  beschrieben.

**[0117]** In der vorstehenden Konfiguration ist beispielsweise der beobachtete Wert  $P_o$  jeder Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** nicht das Ergebnis, das basierend auf einem einmaligen Signalempfang durch die Fahrzeugginnenseitenkom-

munikationsvorrichtung **13** erlangt wird. Der beobachtete Wert  $P_o$  wird durch Berechnung eines Durchschnittswerts mehrmaliger Empfangsstärken (insbesondere der letzten  $M$  Male) innerhalb der letzten vorbestimmten Zeitperiode erlangt. Der Grund dafür ist, dass gemäß dieser Konfiguration der Einfluss der momentanen Schwankung der Empfangsstärke gemildert werden kann. Der beobachtete Wert  $P_o$  kann dann der Medianwert oder Maximalwert der letzten  $M$ -maligen Empfangsstärken sein. Der beobachtete Wert  $P_o$  kann ein Durchschnittswert der Empfangsstärken sein, der durch Entfernen des Maximalwerts und des Minimalwertes von den letzten  $M$ -maligen Empfangsstärken erlangt wird. Hierbei kann  $M$  als ein Beispiel auf 5 festgelegt werden. Der Wert von  $M$  kann ebenso auf 3 oder 10 festgelegt werden. Als ein weiteres Beispiel kann  $N$  auf 1 festgelegt sein. Die Konfiguration, in der  $M$  auf 1 festgelegt ist, entspricht einer Konfiguration, in der die letztmalige Empfangsstärke direkt als der beobachtete Wert  $P_o$  eingesetzt wird. Der beobachtete Wert  $P_o$ , der basierend auf der Empfangsstärke der letzten  $M$ -maligen Empfangsstärken in der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** berechnet wird, entspricht einem individuellen Stärkenrepräsentativwert entsprechend dem Empfänger.

**[0118]** Die mehreren Bordkommunikationsvorrichtungen **3** der vorliegenden Ausführungsform sind konfiguriert, um Funkkommunikation gemäß dem Bluetooth-Standard auszuführen. Das heißt, die Frequenz, die für Funkkommunikation verwendet wird, wird in dem Frequenzsprungverfahren sukzessive geändert. So eine Konfiguration entspricht einem Beispiel einer Konfiguration, in der der Sender das Funksignal als das Innenseitenvorrichtungssendesignal unter Verwendung mehrerer Frequenzen sendet. Der Empfänger der vorliegenden Ausführungsform ist konfiguriert, um sukzessiv die Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignal zu erfassen, das sukzessive unter Verwendung mehrerer Frequenzen gesendet wird. Die Absorbermengenschätzteinheit **F4**, die den beobachteten Wert  $P_o$  basierend auf den Empfangsstärken, die bei mehreren Zeitpunkten bestimmt werden, berechnet, entspricht einer Konfiguration, die den beobachteten Wert  $P_o$  als den individuellen Stärkenrepräsentativwert entsprechend dem Empfänger unter Verwendung der Empfangsstärke für jede Frequenz berechnet.

**[0119]** Bei **S204** berechnet die Absorbermengenschätzteinheit **F4** einen Dämpfungsbetrag  $S$ , der den absorbierten Betrag der Funkwellen durch den Funkwellenabsorber angibt, der in dem Fahrzeugginnenraum existiert, basierend auf der Empfangsstärke des Senders, die durch jeden Empfänger gemeldet wird, und den Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen, die vorhergehend in dem Flash-Speicher **113** gespeichert werden. Die Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen geben ei-

nen geschätzten Wert der Empfangsstärke des Signals, das von dem Sender gesendet wird und durch jeden Empfänger empfangen wird, in einem Zustand an (nachfolgend als ein leerer Zustand bezeichnet), in dem kein Objekt außer den Strukturen, die in dem Fahrzeuginnenraum installiert oder eingebettet sind, in dem Fahrzeuginnenraum existiert.

**[0120]** Die Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen in der vorliegenden Ausführungsform zeigen einen geschätzten Wert der Empfangsstärke, die in jedem Empfänger beobachtet wird, bezüglich des Signals, das von dem Sender in dem leeren Zustand des Fahrzeugs gesendet wird. **Fig. 9** zeigt konzeptionell eine Struktur der Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen gemäß der vorliegenden Ausführungsform. In der Zeichnung repräsentiert  $Pm(AB)$  einen geschätzten Wert der Empfangsstärke des Signals, das von der Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** gesendet wird, die als der Sender operiert, und durch die Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B** empfangen wird, die als der Empfänger operiert.  $Pm(AC)$  repräsentiert einen geschätzten Wert der Empfangsstärke des Signals, das von der Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** gesendet wird, die als der Sender operiert, und durch die erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** empfangen wird, die als der Empfänger operiert.  $Pm(AD)$  repräsentiert einen geschätzten Wert der Empfangsstärke des Signals, das von der Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** gesendet wird, die als der Sender operiert, und durch die zweite Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13D** empfangen wird, die als der Empfänger operiert. In der Zeichnung gibt „m“ von „ $Pm$ “ einen geschätzten Wert (das heißt, einen Modellwert) an.

**[0121]** Der geschätzte Wert der Empfangsstärke kann durch den Hersteller (beispielsweise den Designer) des Positionsschätzsystems **100** bestimmt werden. Der geschätzte Wert der Empfangsstärke in einer bestimmten Fahrzeuginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** ist der Durchschnittswert mehrerer tatsächlich gemessener Werte, die dadurch erlangt werden, dass die Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** angewiesen wird, um Signale mehrmals in einem Zustand zu senden, in dem das Innere bzw. die Innenseite des Fahrzeuginnenraums auf den leeren Zustand festgelegt ist. In einem Fall, in dem die geschätzten Werte  $Pm(AB)$ ,  $Pm(AC)$  und  $Pm(AD)$  nicht voneinander unterschieden werden, werden sie als geschätzter Wert  $Pm$  beschrieben. Der geschätzte Wert  $Pm$  entspricht dem Schätzstärkenwert. Der Zustand, in dem der Fahrzeuginnenraum auf den leeren Zustand festgelegt ist, entspricht der Modellumgebung. Der Flash-Speicher **113**, der die Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtung speichert, entspricht dem Stärkenmodellspeicher.

**[0122]** Die Strukturen, die in dem Fahrzeuginnenraum installiert oder eingebettet sind, können beispielsweise einen Sitz, ein Lenkrad oder dergleichen beinhalten. Der leere Zustand entspricht einem Zustand, in dem kein Objekt in den Fahrzeuginnenraum durch einen Benutzer oder einen Passagier gebracht wird und kein Insasse an Bord ist. Der leere Zustand entspricht beispielsweise der Fahrzeuginnenraumumgebung zur Zeit der Werksauslieferung oder der Lieferung zum Kunden.

**[0123]** Die Empfangsstärke des Signals, das von dem Sender an jedem Empfänger gesendet wird, kann durch die Sitzposition wie den Fahrersitz beeinträchtigt werden. Die Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen in der vorliegenden Ausführungsform werden erlangt, in dem der Sender angewiesen wird, anschließend das Signal mehrmals in dem leeren Zustand des Fahrzeugs und in einem Zustand zu senden, in dem die Sitzposition auf eine vorbestimmte Standardposition festgelegt ist. Es wird angenommen, dass die Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen basierend auf dem beobachteten Wert der Empfangsstärke an dem Empfänger in dem vorstehend beschriebenen Zustand bestimmt werden.

**[0124]** Bei **S203** berechnet die Absorbermengenschätzeinheit **F4** eine Differenz (nachfolgend als Modelldifferenzwert bezeichnet) zwischen dem geschätzten Wert der Empfangsstärke, der als die Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen registriert ist, und der Empfangsstärke, die durch jede Fahrzeuginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** in der gegenwärtigen Absorbermengenschätzverarbeitung beobachtet wird. Beispielsweise wird der Wert, der durch Subtraktion der Empfangsstärke  $Po(AB)$ , die durch die Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B** beobachtet wird, von der geschätzten Empfangsstärke  $Pm(AB)$  der Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B** erlangt wird, als der Modelldifferenzwert  $\Delta P(AB)$  berechnet. Für andere Fahrzeuginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** werden die Modelldifferenzwerte  $\Delta P(AC)$  und  $\Delta P(AD)$ , die die Differenzen zwischen dem geschätzten Wert und dem beobachteten Wert sind, auf gleiche Weise berechnet. Danach wird der Durchschnittswert davon als der Dämpfungsbeitrag  $S$  berechnet. Wenn die Modelldifferenzwerte  $\Delta P(AB)$ ,  $\Delta P(AC)$  und  $\Delta P(AD)$  nicht voneinander unterschieden werden, werden sie als der Modelldifferenzwert  $\Delta P$  bezeichnet. Der Modelldifferenzwert  $\Delta P$  ist ein Wert, der durch Subtraktion des beobachteten Werts  $Po$  von dem geschätzten Wert  $Pm$  erlangt wird. Der Dämpfungsbeitrag  $S$  kann der Medianwert der Modelldifferenzwerte  $\Delta P$  entsprechend jeweiligen Fahrzeuginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** sein oder kann ein Wert sein, der durch Gewichtung und Addition unter Verwendung eines vorbestimmten Gewichtungskoeffizienten erlangt wird.

**[0125]** Der Modelldifferenzwert  $\Delta P$ , der die Differenz zwischen dem geschätzten Wert  $P_m$  und dem beobachteten Wert  $P_o$  für jede Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** ist, wie er vorstehend berechnet wird, und der Dämpfungsbetrag  $S$ , der durch Mittelung der Modelldifferenzwerte erlangt wird, geben einen Einflussgrad (tatsächlich den Dämpfungsbetrag der Empfangsstärke) an, der durch die Funkwellenabsorber verursacht wird, die in den Fahrzeugginnensraum gebracht werden. Das heißt, je größer der Dämpfungsbetrag  $S$  ist, desto größer ist die Menge von Funkwellenabsorbern. Somit ist der Dämpfungsbetrag  $S$  ein Parameter, der als ein Index der Menge der Funkwellenabsorber funktioniert, die in dem Fahrzeugginnensraum existieren.

**[0126]** Bei **S205** nimmt die Schwellenwerteinstelleinheit **F5** Bezug auf die Abbildungsdaten, die die Beziehung zwischen der Absorbermenge und dem Schwellenwert angeben, der in dem Flash-Speicher **113** gespeichert ist, und bestimmt einen Innenseitenentsprechungswert  $P_{in}$  entsprechend einem Dämpfungsbetrag  $S$ , der bei **S204** berechnet wird. Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, sind die Abbildungsdaten, die die Beziehung zwischen der Absorbermenge und dem Schwellenwert angeben, ein Graph, der den Innenseitenentsprechungswert  $P_{in}$  bezüglich der Absorbermenge angibt (tatsächlich Dämpfungsbetrag  $S$ ). In der Zeichnung repräsentiert  $P_0$  einen Fahrzeugginnenseitenentsprechungswert  $P_{in}$ , der festzulegen ist, wenn der Dämpfungsbetrag  $S$  0 dB ist, und  $P_2$  repräsentiert einen Fahrzeugginnenseitenentsprechungswert  $P_{in}$ , der festzulegen ist, wenn der Dämpfungsbetrag  $S$  2 dB ist.  $P_4$  repräsentiert einen Fahrzeugginnenseitenentsprechungswert  $P_{in}$ , der festzulegen ist, wenn der Dämpfungsbetrag  $S$  4 dB ist, und  $P_6$  repräsentiert einen Fahrzeugginnenseitenentsprechungswert  $P_{in}$ , der festzulegen ist, wenn der Dämpfungsbetrag  $S$  6 dB ist.  $P_8$  repräsentiert einen Fahrzeugginnenseitenentsprechungswert  $P_{in}$ , der festzulegen ist, wenn der Dämpfungsbetrag  $S$  8 dB ist. Der Fahrzeugginnenseitenentsprechungswert  $P_{in}$  bezüglich jedem Dämpfungsbetrag  $S$  kann angemessen durch einen Test oder dergleichen entworfen werden.  $P_0$  entspricht dem Fahrzeugginnenseitenentsprechungswert  $P_{in}$  (nachfolgend Standardschwellenwert), der in dem leeren Zustand des Fahrzeugs festzulegen ist.

**[0127]** Der Standardschwellenwert  $P_0$  kann mit Bezug auf einen Minimalwert eines Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts festgelegt werden, der in einem Zustand beobachtet wird, in dem nur das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeugginnensraum existiert. Der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert ist ein Parameter, der typischerweise die Empfangsstärke jeder Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** angibt, und seine Definition (Berechnungsverfahren) wird später beschrieben. Der Minimalwert des Innenseitenvorrichtungsstärkenre-

präsentativwerts, der in einem Zustand beobachtet wird, in dem nur das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeugginnensraum existiert, kann basierend auf dem Ergebnis eines Tests bestimmt werden, der den Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert an jedem Beobachtungspunkt in dem Fahrzeugginnensraum misst.

**[0128]** Wenn ein Testergebnis angibt, dass der Minimalwert des Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts, der in einem Zustand beobachtet wird, in dem nur das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeugginnensraum existiert, -35 dBm ist, kann der Standardwert  $P_0$  auf -38 dBm festgelegt werden, was dem Minimalwert von -35 dBm einen vorbestimmten Spielraum gibt. Der Standardschwellenwert  $P_0$  ist ein Innenseitenentsprechungswert  $P_{in}$ , der basierend auf dem Minimalwert des Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts bestimmt wird, der in einem Zustand beobachtet wird, in dem nur das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeugginnensraum existiert. Somit entspricht der Standardschwellenwert  $P_0$  dem Innenseitenentsprechungswert  $P_{in}$ , der unter einer Annahme festgelegt wird, dass niemand an Bord des Fahrzeugs **Hv** ist. Von so einem Blickwinkel wird der Standardschwellenwert  $P_0$  ebenso als Leerfahrzeugschätzwert bezeichnet.

**[0129]**  $P_5$  kann auf einen Wert festgelegt werden, der erlangt wird, indem dem Minimalwert des Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts, der in einem Zustand beobachtet wird, in dem das mobile Endgerät **2** zusammen mit fünf Erwachsenen in dem Fahrzeugginnensraum an Bord ist, ein vorbestimmter Spielraum gegeben wird. Der Innenseitenentsprechungswert  $P_{in}$ , der unter einer Annahme festgelegt wird, dass die Anzahl von Insassen gleich der Beförderungskapazität an Bord des Fahrzeugs **Hv** (nachfolgend ein voller Zustand) ist, kann als Vollkapazitätsschätzwert bezeichnet werden. Die volle Kapazität bezieht sich auf einen Zustand, in dem die Belegungsrate 100% beträgt. Beispielsweise entspricht der Vollkapazitätsschätzwert einem Zustand, in dem fünf Erwachsene an Bord des Fahrzeugs **Hv** sind.

**[0130]** Die Abbildungsdaten, die die Beziehung zwischen der Absorbermenge und dem Schwellenwert angeben, können so definiert sein, dass der Innenseitenentsprechungswert  $P_{in}$  mit einer Zunahme des Dämpfungsbetrags  $S$  abnimmt. Beispielsweise kann der Innenseitenentsprechungswert  $P_{in}$  bezüglich jedes Dämpfungsbetrags  $S$  als ein Wert festgelegt werden, der durch Subtraktion des Dämpfungsbetrags  $S$  von  $P_0$  erlangt wird. Der Innenseitenentsprechungswert  $P_{in}$  bezüglich des Dämpfungsbetrags  $S$  kann basierend auf einem Testergebnis bestimmt werden, dass durch Ändern der Anzahl von Insassen und der Positionen von Sitzen, die in dem Fahrzeugginnensraum existieren, erlangt wird.

**[0131]** Die Verarbeitung wird nach der Ausführung von **S205** beendet. Der Innenseitenentsprechungswert Pin, der in diesem Ablauf bestimmt wird, wird in der Positionsbestimmungsverarbeitung verwendet. In der vorliegenden Ausführungsform wird als ein Beispiel der Innenseitenentsprechungswert Pin gemäß der Menge von Absorbern in einem Abbildungsformat (map format) ausgedrückt. Jedoch ist das Verfahren zum Ausdrucken des Innenseitenentsprechungswerts Pin gemäß der Menge von Absorbern nicht auf das Abbildungsformat beschränkt. Es kann auf unterschiedliche Arten ausgedrückt werden. Der Innenseitenentsprechungswert Pin, der festzulegen ist, wenn der Dämpfungsbetrag S größer als 0 ist, kann auf einen Wert festgelegt werden, der durch Subtraktion des Werts entsprechend dem Dämpfungsbetrag S von dem Standardschwellenwert P0 erlangt wird. Beispielsweise kann der Innenseitenentsprechungswert Pin, der festzulegen ist, wenn der Dämpfungsbetrag S größer als 0 ist, ein Wert sein, der durch Subtraktion des Dämpfungsbetrags S, der durch die Absorbermengenschätzseinheit **F4** spezifiziert wird, von dem Standardschwellenwert P0 erlangt wird.

**[0132]** Die Schwellenwerteinstelleinheit **F5** kann so konfiguriert sein, dass der Innenseitenentsprechungswert Pin eindeutig gemäß der Absorbermenge (im Wesentlichen dem Dämpfungsbetrag S) bestimmt wird, die durch die Absorbermengenschätzseinheit **F4** geschätzt wird. In **Fig. 10** wird der Innenseitenentsprechungswert Pin linear bezüglich einer Zunahme der Absorbermenge verringert, aber die Konfiguration zum Festlegen des Innenseitenentsprechungswerts Pin gemäß der Absorbermenge ist nicht auf dieses Beispiel beschränkt. Der Innenseitenentsprechungswert Pin kann festgelegt sein, um stufenweise mit einer Zunahme der Absorbermenge abzunehmen, oder kann festgelegt sein, um auf gekrümmte Weise mit einer Absorbermenge abzunehmen.

(Positionsbestimmungsverarbeitung)

**[0133]** Nachfolgend wird eine Positionsbestimmungsverarbeitung, die durch die Authentifizierungs-ECU **11** ausgeführt wird, mit Bezugnahme auf ein in **Fig. 11** gezeigtes Ablaufdiagramm beschrieben. Die Positionsbestimmungsverarbeitung ist eine Verarbeitung zum Bestimmen der Position des mobilen Endgeräts **2**. Die Positionsbestimmungsverarbeitung wird beispielsweise in einem vorbestimmten Positionsbestimmungszyklus in einem Zustand ausgeführt, in dem die Kommunikationsverbindung zwischen der Datenkommunikationsvorrichtung **12** und dem mobilen Endgerät **2** hergestellt wird. Der Positionsbestimmungszyklus kann beispielsweise auf 200 Millisekunden festgelegt werden. Es muss nicht erwähnt werden, dass der Positionsbestimmungszyklus auf 100 Millisekunden oder 300 Millisekunden festgelegt werden kann.

**[0134]** Als erstes führt bei S301 die Authentifizierungsverarbeitungseinheit **F3** eine Verarbeitung zum Authentifizieren des mobilen Endgeräts **2** in Kooperation mit der Datenkommunikationsvorrichtung **12** aus und die Verarbeitung fährt mit **S302** fort. Alternativ kann **S301** weggelassen werden. Die Authentifizierungsverarbeitung kann angemessen gemäß einer Authentifizierungszeit des mobilen Endgeräts **2** geändert werden.

**[0135]** Bei **S302** berechnet die Positionsbestimmungseinheit **F6** den individuellen Stärkenrepräsentativwert jeder Stärkenbeobachtungsvorrichtung basierend auf der Empfangsstärke des Signals, das durch jede Stärkenbeobachtungsvorrichtung empfangen wird. Wie vorstehend beschrieben ist, kann die Empfangsstärke des Signals, das durch jede Stärkenbeobachtung empfangen wird, in dem RAM **112** gespeichert werden. Der individuelle Stärkenrepräsentativwert einer Stärkenbeobachtungsvorrichtung ist ein Wert, der die Empfangsstärke des Signals repräsentiert, das innerhalb einer letzten vorbestimmten Zeitperiode durch die Stärkenbeobachtungsvorrichtung empfangen wird. Beispielsweise ist der individuelle Stärkenrepräsentativwert ein Durchschnittswert der Empfangsstärken von Signalen, die die letzten N Male empfangen wurden. So ein individueller Stärkenrepräsentativwert entspricht einem gleitenden Durchschnittswert der Empfangsstärke.

**[0136]** In der vorliegenden Ausführungsform kann N auf eine natürliche Zahl von 2 oder mehr festgelegt sein und kann beispielsweise auf 5 festgelegt sein. In diesem Beispiel berechnet die Positionsbestimmungseinheit **F6** den gleitenden Durchschnittswert unter Verwendung der Empfangsstärke von Signalen, die von dem mobilen Endgerät **2** gesendet werden und zu den letzten fünf Zeitpunkten erlangt werden (in anderen Worten abgetastet werden). Es muss nicht erwähnt werden, dass N auf 10, 20 oder dergleichen festgelegt werden kann. Als ein weiteres Beispiel kann N auf 1 festgelegt sein. Die Konfiguration, in der N=1 gilt, entspricht einer Konfiguration, in der die letztmalige Empfangsstärke direkt als der individuelle Stärkenrepräsentativwert eingesetzt wird.

**[0137]** Insbesondere berechnet die Positionsbestimmungseinheit **F6** bei **S302** als den individuellen Stärkenrepräsentativwert der Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** einen Durchschnittswert der Empfangsstärken, wobei die letzten fünf Empfangsstärken, die von der Kommunikationsvorrichtung **13A** des Vorderseitenbereichs bereitgestellt werden, als Population verwendet werden. Auf ähnlich Weise berechnet für andere Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** wie die Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B**, die erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** und die zweite Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13D** die Positionsbestimmungseinheit **F6** den Durchschnittswert der letz-

ten fünf Empfangsstärken, die von den entsprechenden Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** bereitgestellt werden.

**[0138]** Insbesondere berechnet die Positionsbestimmungseinheit **14A** bei F6 als einen individuellen Stärkenrepräsentativwert der ersten Kommunikationsvorrichtung **14A** einen Durchschnittswert der letzten fünf Empfangsstärken, die von der ersten rechten Kommunikationsvorrichtung **13A** bereitgestellt werden, wobei die letzten fünf Empfangsstärken als Population verwendet werden. Auf ähnliche Weise berechnet für andere Fahrzeuggaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** wie die zweite rechte Kommunikationsvorrichtung **14B**, die erste linke Kommunikationsvorrichtung **14C**, die zweite linke Kommunikationsvorrichtung **14D**, die erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **14E** und die zweite Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **14F** die Positionsbestimmungseinheit **F6** den Durchschnitt, wobei die letzten fünf Empfangsstärken, die von der entsprechenden Fahrzeuggaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** bereitgestellt werden, als eine Population verwendet werden.

**[0139]** Der individuelle Stärkenrepräsentativwert der Stärkenbeobachtungsvorrichtung, in der die Anzahl von Empfangsstärken, die in dem RAM **112** gespeichert sind, kleiner als N ist, kann durch Addieren eines Werts entsprechend einem unteren Grenzwert der Empfangsstärke, die durch die Bordkommunikationsvorrichtung **3** erfassbar ist, als der fehlende Empfangsstärkenrepräsentativwert berechnet werden. Beispielsweise kann der untere Grenzwert der Empfangsstärke, die durch die Bordkommunikationsvorrichtung **3** erfassbar ist, durch die Konfiguration der Bordkommunikationsvorrichtung **3** bestimmt werden. Beispielsweise kann der untere Grenzwert auf -60 dBm oder dergleichen festgelegt werden.

**[0140]** Gemäß der vorstehenden Konfiguration kann beispielsweise sogar, wenn nur ein Teil der mehreren Stärkenbeobachtungsvorrichtungen, die in dem Bordsystem **1** beinhaltet sind, das Signal von dem mobilen Endgerät **2** aufgrund der Position des mobilen Endgeräts **2** empfangen kann, die anschließende Verarbeitung unter Verwendung des empfangenen Signals ausgeführt werden. Beispielsweise, sogar, wenn die erste linke Kommunikationsvorrichtung **14C** und die zweite linke Kommunikationsvorrichtung **14**, fehlschlagen, das Signal von dem mobilen Endgerät **2** zu empfangen, da das mobile Endgerät **2** auf der rechten Seite des Fahrzeugs Hv existiert, kann der individuelle Stärkenrepräsentativwert für jede Stärkenbeobachtungsvorrichtung berechnet werden.

**[0141]** In der vorliegenden Ausführungsform wird der Durchschnittswert der letzten N Empfangsstärken als der individuelle Stärkenrepräsentativwert be-

rechnet, aber die vorliegende Offenbarung ist nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Der individuelle Stärkenrepräsentativwert kann der Medianwert oder der Maximalwert der letzten N Empfangsstärken sein. Der individuelle Stärkenrepräsentativwert kann ein Durchschnittswert der Empfangsstärken sein, die durch Entfernen des Maximalwerts und des Minimalwerts von den letzten N Empfangsstärken erlangt werden. Der individuelle Stärkenrepräsentativwert ist vorzugsweise ein Wert, der durch Entfernen einer Variationskomponente der momentanen Empfangsstärke erlangt wird. Die Verarbeitung fährt mit S303 nach der Ausführung von S302 fort.

**[0142]** Bei **S303** bestimmt die Positionsbestimmungseinheit **F6** einen Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert **Pa** basierend auf den individuellen Stärkenrepräsentativwerten der jeweiligen Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13**. Als ein Beispiel ist der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert **Pa** der Maximalwert der individuellen Stärkenrepräsentativwerte der jeweiligen Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13**. Beispielsweise, wie in **Fig. 12** gezeigt ist, wenn die individuellen Stärkenrepräsentativwerte der mehreren Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen 13 -31 dBm, -37 dBm, -38 dBm und -40 dBm sind, wird der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert **Pa** auf -31 dBm festgelegt. Die Verarbeitung fährt mit S304 nach der Ausführung von S303 fort. Als ein Beispiel kann der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert **Pa** ein Durchschnittswert oder ein Medianwert der individuellen Stärkenrepräsentativwerte jeweiliger Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** sein.

**[0143]** Bei **S304** bestimmt die Positionsbestimmungseinheit **F6** einen Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert **Pb** basierend auf den individuellen Stärkenrepräsentativwerten der Fahrzeuggaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14**. Beispielsweise, wie in **Fig. 12** gezeigt ist, wenn die individuellen Stärkenrepräsentativwerte der Fahrzeuggaußenseitenkommunikationsvorrichtungen 14 -45 dBm, -50 dBm, -47 dBm, -52 dBm, -55 dBm und -60 dBm sind, wird der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert **Pb** als -45 dBm bestimmt. Der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert **Pb** kann unter Verwendung der gleichen Bestimmungsregel wie der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert bestimmt werden. Die Positionsbestimmungseinheit **F6** in der vorliegenden Ausführungsform setzt den Maximalwert der individuellen Stärkenrepräsentativwerte der Fahrzeuggaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** als den Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert **Pb** ein. Die Verarbeitung fährt mit S305 nach der Ausführung von **S304** fort.

**[0144]** Bei **S305** bestimmt die Positionsbestimmungseinheit **F6**, ob der Innenseitenvorrichtungs-

stärkenrepräsentativwert  $Pa$  gleich oder größer als der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  ist, der durch die Schwellenwerteinstelleinheit **F5** festgelegt wird. Wie vorstehend beschrieben ist, ist der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  ein Schwellenwert zum Bestimmen, dass das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert, und der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  wird sukzessive durch die Schwellenwerteinstelleinheit **F5** eingestellt. In einem Fall, in dem der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pa$  kleiner als der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  ist, kann das mobile Endgerät **2** als außerhalb des Fahrzeuginnenraums existierend bestimmt werden. Da jede der Fahrzeuginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** so angeordnet ist, dass der gesamte Bereich in dem Fahrzeuginnenraum der Bereich eines starken elektrischen Felds wird, kann ein Bereich, in dem der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pa$  gleich oder größer als der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  ist, ebenso außerhalb des Fahrzeuginnenraum erzeugt werden. Der Fall, in dem der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pa$  gleich oder größer als der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  ist, beinhaltet einen Fall, in dem das mobile Endgerät **2** in der Leckageregion außerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert.

**[0145]** Bei der Bestimmung von **S305** wird in Antwort darauf, dass der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pa$  gleich oder größer als der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  ist, eine positive Bestimmung bei **S305** getätig und die Verarbeitung fährt mit **S306** fort. Andererseits wird in Antwort darauf, dass der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pa$  kleiner als der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  ist, eine negative Bestimmung bei **S305** getätig und **S308** wird ausgeführt.

**[0146]** Bei **S306** bestimmt die Positionsbestimmungseinheit **F6**, ob der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pb$  gleich oder größer als der Außenseitenentsprechungswert  $Pout$  ist. Wie vorstehend beschrieben ist, ist der Außenseitenentsprechungswert  $Pout$  ein Schwellenwert zum Bestimmen, dass das mobile Endgerät **2** außerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert. Der Außenseitenentsprechungswert  $Pout$  kann basierend auf dem Maximalwert des Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts festgelegt werden, der beobachtet werden kann, wenn das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert. Der Maximalwert des Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts, der in einem Zustand beobachtet wird, in dem das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert, kann basierend auf dem Ergebnis eines Tests bestimmt werden, der den Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert an jedem Beobachtungspunkt misst, wo das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum angeordnet ist.

**[0147]** Wenn ein Testergebnis angibt, dass der Maximalwert des Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts  $Pb$ , der in einem Zustand beobachtet wird, in dem das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert,  $-40$  dBm ist, kann der Außenseitenentsprechungswert  $Pout$  auf  $-37$  dBm festgelegt werden, was dem Maximalwert von  $-40$  dBm einen vorbestimmten Spielraum ( $3$  dBm) gibt. Da der Außenseitenentsprechungswert  $Pout$  festgelegt ist, um gleich oder größer als der Maximalwert des Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts zu sein, der beobachtet wird, wenn das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert, bedeutet die Situation, in der der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pb$  gleich oder größer als der Außenseitenentsprechungswert  $Pout$  ist, dass das mobile Endgerät **2** außerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert.

**[0148]** Jede der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** ist hauptsächlich so angeordnet, dass die Fahrzeugaußenseitenregion der Bereich eines starken elektrischen Felds wird und die Leckageregion der Fahrzeuginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** in dem Bereich eines starken elektrischen Felds beinhaltet ist, der durch die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** erzeugt wird. Wenn das mobile Endgerät **2** in dem Bereich eines starken elektrischen Felds der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** existiert, wird der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pb$  ein ausreichend hoher Wert (insbesondere gleich oder größer als der Außenseitenentsprechungswert  $Pout$ ). Demnach, wenn das mobile Endgerät **2** in der Leckageregion existiert, kann erwartet werden, dass der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pb$  gleich oder größer als der Außenseitenentsprechungswert  $Pout$  ist. Anschließend wird die Region, in der der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pb$  gleich oder größer als der Außenseitenentsprechungswert  $Pout$  außerhalb des Fahrzeuginnenraums ist, als eine Außenseitenvorrichtungsdominanzregion bezeichnet.

**[0149]** Die mehreren Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** sind so angeordnet, dass die Außenseitenvorrichtungsdominanzregion die Leckageregion abdeckt. Demzufolge, sogar, wenn der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pa$  aufgrund der Anwesenheit des mobilen Endgeräts **2** in der Leckageregion gleich oder größer als der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  ist, wird der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pb$  gleich oder größer als der Außenseitenentsprechungswert  $Pout$ . Das heißt, wenn der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pa$  gleich oder größer als der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  ist, kann, ob das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum oder in der Leckageregion außerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert, durch Ver-

gleichen einer Magnitude des Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts Pb mit dem Außenseitenentsprechungswert Pout bestimmt werden.

**[0150]** Bei der Bestimmung von **S306** wird in Antwort darauf, dass der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert Pb gleich oder größer als der Außenseitenentsprechungswert Pout ist, eine positive Bestimmung bei **S306** getätigt und die Verarbeitung fährt mit **S308** fort. Andererseits wird in Antwort darauf, dass der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert Pb kleiner als der Außenseitenentsprechungswert Pout ist, eine negative Bestimmung bei **S306** getätigt und die Verarbeitung fährt mit **S307** fort.

**[0151]** Bei **S307** bestimmt die Positionsbestimmungseinheit **F6**, dass das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert, und die Verarbeitung wird beendet. Bei **S308** bestimmt die Positionsbestimmungseinheit **F6**, dass das mobile Endgerät **2** außerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert, und die Verarbeitung wird beendet. Die Bestimmungsergebnisse bei **S307** und **S308** werden in dem RAM **112** als die Positionsinformationen des mobilen Endgeräts **2** gespeichert und auf sie wird durch die Fahrzeugsteuereinheit **F7** oder dergleichen Bezug genommen.

(Operation und Wirkungen der Ausführungsform)

**[0152]** In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform sind die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** so angeordnet, dass der gesamte Bereich in dem Fahrzeuginnenraum der Bereich eines starken elektrischen Felds wird. Das heißt, der Fahrzeuginnenraum ist mit den Funkwellen der Nahbereichskommunikation gefüllt. Gemäß der vorstehend beschriebenen Platzierung der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13**, wenn das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert, wird der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert Pa ein ausreichend hoher Wert. Die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** sind auf der Außenoberfläche des Fahrzeugs **Hv** angeordnet, so dass die Bereiche eines starken elektrischen Felds der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** die Leckage-region der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** beinhalten (in anderen Worten abdecken).

**[0153]** Die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** sind angeordnet, um die Leckageregion der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** abzudecken. Mit dieser Konfiguration ist der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert Pb, der beobachtet wird, wenn das mobile Endgerät **2** in der Leckageregion existiert, ausreichend höher als der Außenseitenvorrichtungsstär-

kenrepräsentativwert Pb, der beobachtet wird, wenn das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert. Das heißt, die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** sind so installiert, dass die Empfangsstärke an der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14**, wenn das mobile Endgerät **2** in der Leckageregion existiert, der Empfangsstärke an der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** überlegen ist, wenn das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert.

**[0154]** Gemäß der Konfiguration, in der die Stärkenbeobachtungsvorrichtungen in der vorstehend beschriebenen Weise angeordnet sind, wenn das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert, ist der individuelle Stärkenrepräsentativwert in mindestens einer der mehreren Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** gleich oder größer als der Innenseitenentsprechungswert Pin. Somit, wenn das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert, wird der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert Pa ebenso gleich oder größer als der Innenseitenentsprechungswert Pin. Der Außenseitenentsprechungswert Pout ist auf einen ausreichend hohen Wert festgelegt. Somit, wenn das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert, ist der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert Pb kleiner als der Außenseitenentsprechungswert Pout. Demnach kann die Authentifizierungs-ECU **11** bestimmen, dass das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert, unter einer Bedingung, dass der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert Pa gleich oder größer als der Innenseitenentsprechungswert Pin ist und der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert Pb kleiner als der Außenseitenentsprechungswert Pout ist.

**[0155]** Wenn das mobile Endgerät **2** in der Leckageregion außerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert, wird der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert Pb gleich oder größer als der Außenseitenentsprechungswert Pout. Der Grund dafür ist, dass die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** so angeordnet ist, dass sie die Leckageregion der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** mit dem Bereich eines starken elektrischen Felds abdeckt. Somit kann die Authentifizierungs-ECU **11** bestimmen, dass das mobile Endgerät **2** außerhalb des Fahrzeuginnenraums (insbesondere in der Leckageregion) existiert, unter einer Bedingung, dass der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert Pa gleich oder größer als der Innenseitenentsprechungswert Pin ist und der Außenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert Pb gleich oder größer als der Außenseitenentsprechungswert Pout ist.

**[0156]** Wenn das mobile Endgerät **2** außerhalb des Fahrzeuginnenraums in einer Region außer der

Leckageregion existiert, ist der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pa$  kleiner als der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$ . Somit kann die Authentifizierungs-ECU **11** bestimmen, dass das mobile Endgerät **2** außerhalb des Fahrzeugginnenraums (insbesondere außerhalb der Leckageregion) existiert, unter einer Bedingung, dass der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pa$  kleiner als der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  ist.

**[0157]** In der vorstehend beschriebenen Konfiguration, da der gesamte Bereich in dem Fahrzeugginnenraum auf den Bereich eines starken elektrischen Felds festgelegt ist, kann bestimmt werden, dass das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeugginnenraum existiert, sogar, wenn das mobile Endgerät **2** an einem Eckabschnitt des Fahrzeugginnenraums existiert. Gemäß der vorstehend beschriebenen Konfiguration ist die Leckageregion der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** von einem Fahrzeugginnenraumbestimmungsbereich durch Verwenden der Empfangsstärke der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** ausgeschlossen. Der Fahrzeugginnenraumbestimmungsbereich ist ein Bereich, in dem die Authentifizierungs-ECU **11** bestimmt, dass das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeugginnenraum existiert, basierend auf der Empfangsstärke der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13**.

**[0158]** Die vorstehend beschriebene Konfiguration unterscheidet sich von einem herkömmlichen Designkonzept, in dem die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** so angeordnet ist, dass ein Signal der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** nicht zur Außenseite des Fahrzeugginnenraums leckt. Die vorstehend beschriebene Konfiguration basiert auf einer technischen Idee, dass unter der Annahme, dass das Signal der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** zur Außenseite des Fahrzeugginnenraums leckt, die Wahrscheinlichkeit fehlerhafter Bestimmung in der Leckageregion unter Verwendung der Empfangsstärke der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** korrigiert wird. Basierend auf der vorstehend beschriebenen technischen Idee kann der Bereich eines starken elektrischen Felds der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** breiter festgelegt werden. Demzufolge kann die Anzahl von Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13**, die in dem Fahrzeugginnenraum angeordnet sind, reduziert werden.

**[0159]** Ferner ist in der vorstehend beschriebenen Ausführungsform die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** in jedem Bereich wie dem Vorderseitenbereich, dem Hinterseitenbereich und dem Kofferraumbereich angeordnet, die durch die Fahrzeugginnenraumstruktur unterteilt sind, die die Ausbreitung von Funkwellen hemmen kann. Gemäß dieser Konfiguration, da die gesamte Region in dem

Fahrzeugginnenraum der Bereich eines starken elektrischen Felds wird, kann die Wahrscheinlichkeit fehlerhafter Bestimmung, dass das mobile Endgerät **2** außerhalb des Fahrzeugginnenraums existiert, was durch die Position des mobilen Endgeräts **2** in dem Fahrzeugginnenraum verursacht wird, reduziert werden.

(Wirkungen des Einstellens des Innenseitenentsprechungswerts gemäß dem Dämpfungsbetrag)

**[0160]** Die Authentifizierungs-ECU **11** der vorliegenden Ausführungsform stellt den Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  gemäß dem Dämpfungsbetrag  $S$  ein, der durch die Absorbermengenschätzbarkeit **F4** spezifiziert wird. Die Wirkung des Einstellens des Innenseitenentsprechungswerts  $Pin$  gemäß dem Dämpfungsbetrag  $S$  wird beschrieben, indem eine erste Vergleichskonfiguration und eine zweite Vergleichskonfiguration eingeführt werden.

**[0161]** In sowohl der ersten Vergleichskonfiguration als auch der zweiten Vergleichskonfiguration wird, ob das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeugginnenraum existiert, unter Verwendung eines konstanten Innenseitenentsprechungswerts  $Pin$  ungeachtet der Anzahl von Insassen bestimmt. Die erste Vergleichskonfiguration bestimmt, ob das Endgerät **2** in dem Fahrzeugginnenraum existiert, unter Verwendung eines Innenseitenentsprechungswerts  $Pin$ , der basierend auf der Empfangsstärke bestimmt wird, die in einem Zustand beobachtet wird, in dem fünf Erwachsene in einem Fahrzeug  $Hv$  an Bord sind, das eine Beförderungskapazität von fünf Personen hat (das heißt, voller Zustand). Die zweite Vergleichskonfiguration bestimmt, ob das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeugginnenraum existiert, unter Verwendung eines Innenseitenentsprechungswerts  $Pin$ , der basierend auf der Empfangsstärke bestimmt wird, die in dem leeren Zustand des Fahrzeugs beobachtet wird.

**[0162]** Wie in **Fig. 13** und **Fig. 14** gezeigt ist, wenn die Anzahl von Insassen groß ist (beispielsweise, wenn fünf Erwachsene an Bord sind), wird das Signal, das von dem mobilen Endgerät **2** gesendet wird, durch den Körper jedes Insassen absorbiert. Verglichen mit dem Fall mit keinem Insassen in dem Fahrzeugginnenraum ist der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pa$  relativ klein. Somit hat der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$ , der in der ersten Vergleichskonfiguration verwendet wird, einen relativ niedrigen Wert. Der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$ , der in der zweiten Vergleichskonfiguration verwendet wird, hat einen relativ hohen Wert.

**[0163]** Jede von **Fig. 13** und **Fig. 14** zeigt ein Ergebnis des Testens einer Beziehung zwischen dem Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert  $Pa$  und der Position des mobilen Endgerät **2** in dem

Fahrzeuginnenraum und in der rechten Region außerhalb des Fahrzeuginnenraums. Das Testergebnis, das in **Fig. 13** gezeigt ist, repräsentiert einen Wert des Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts, wenn das mobile Endgerät **2** auf der gleichen Höhe wie die Fenster des Fahrzeugs **Hv** angeordnet ist, insbesondere an einer Position, wo eine Höhe von einer Straßenoberfläche 1,1 Meter ist, in einem Zustand, in dem alle Türen des Fahrzeugs **Hv** geschlossen sind und das Fahrzeug in einem leeren Zustand ist. Das Testergebnis, das in **Fig. 14** gezeigt ist, repräsentiert einen Wert des Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts, wenn das mobile Endgerät **2** auf der gleichen Höhe wie die Fenster des Fahrzeugs **Hv** angeordnet ist, insbesondere an einer Position, wo eine Höhe von einer Straßenoberfläche 1,1 Meter ist, in einem Zustand, in dem alle Türen des Fahrzeugs **Hv** geschlossen sind und das Fahrzeug in einem vollen Zustand ist. Der Bereich, der von der Ellipse mit unterbrochener Linie in **Fig. 14** umgeben ist, gibt den Bereich an, wo der Insasse existiert.

**[0164]** In der ersten Vergleichskonfiguration tendiert die Empfangsstärke des Signals, das von dem mobilen Endgerät gesendet wird, das außerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert, dazu, den Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  zu überschreiten. Der Grund dafür ist, dass der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$ , der basierend auf der Empfangsstärke bestimmt wird, der in dem vollen Zustand des Fahrzeugs beobachtet wird, einen relativ niedrigen Wert hat. Demzufolge, wie in **Fig. 15** gezeigt ist, obwohl das mobile Endgerät **2** außerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert, kann fälschlicherweise bestimmt werden, dass das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert. **Fig. 15** zeigt ein Testergebnis eines Bestimmungsergebnisses der Position des mobilen Endgeräts **2**, das durch die erste Vergleichskonfiguration bestimmt wird, in dem das mobile Endgerät **2** auf der gleichen Höhe wie die Fenster des Fahrzeugs **Hv** angeordnet ist, insbesondere an einer Position, wo eine Höhe von einer Straßenoberfläche 1,1 Meter ist, in einem Zustand, in dem alle Türen des Fahrzeugs **Hv** geschlossen sind. Wie in **Fig. 15** gezeigt ist, kann bei der ersten Vergleichskonfiguration fälschlicherweise bestimmt werden, dass das mobile Endgerät **2** in dem Fahrzeuginnenraum existiert, sogar bei einer Distanz von 30 cm (= 0,3 m) von dem Fensterabschnitt.

**[0165]** In der zweiten Vergleichskonfiguration, wenn mehrere Insassen in dem Fahrzeuginnenraum existieren, ist es unwahrscheinlich, dass die Empfangsstärke des Signals, das von dem mobilen Endgerät gesendet wird, das in den Fahrzeuginnenraum gebracht wird, den Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  überschreitet. Der Grund dafür ist, dass der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$ , der basierend auf der Empfangsstärke bestimmt wird, die in dem leeren Zustand des Fahrzeugs beobachtet wird, einen relativ

hohen Wert hat und das Signal, das von dem mobilen Endgerät **2** gesendet wird, durch den Körper des Insassen absorbiert werden kann. Demzufolge, wie in **Fig. 16** gezeigt ist, obwohl das mobile Endgerät **2** innerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert, kann fälschlicherweise bestimmt werden, dass das mobile Endgerät **2** außerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert. **Fig. 16** zeigt ein Testergebnis eines Bestimmungsergebnisses der Position des mobilen Endgeräts **2**, das durch die zweite Vergleichskonfiguration bestimmt wird, in einem Zustand, in dem alle der Türen des Fahrzeugs **Hv** geschlossen sind und fünf Erwachsene mit durchschnittlichen Körpergrößen an Bord sind. **Fig. 16** zeigt die Testergebnisse, wenn das mobile Endgerät **2** auf einer Ebene positioniert ist, die eine Höhe von 1,1 Meter über der Straßenoberfläche hat. Wie in **Fig. 16** gezeigt ist, kann bei der zweiten Vergleichskonfiguration fälschlicherweise bestimmt werden, dass das mobile Endgerät **2** außerhalb des Fahrzeuginnenraums in mehreren Bereichen in dem Fahrzeuginnenraum existiert. Der Bereich, der durch die Ellipse mit unterbrochener Linie in der Zeichnung umgeben ist, gibt den Bereich an, wo der Insasse existiert. In dem Beispiel, das in **Fig. 16** gezeigt ist, wird die Position des mobilen Endgeräts **2** fälschlicherweise in einem Bereich bestimmt, der 2% des gesamten Fahrzeuginnenraumbereichs entspricht.

**[0166]** Verglichen mit der ersten und zweiten Vergleichskonfiguration wird in der Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$ , der festzulegen ist, mit einer Zunahme des Dämpfungsbetrags  $S$  verringert. Beispielsweise kann in einem Zustand, in dem keiner an Bord ist (das heißt, wenn das Fahrzeug in dem leeren Zustand ist), erwartet werden, dass ein relativ kleiner Dämpfungsbetrag berechnet wird. Somit wird ein Wert nahe dem Standardschwellenwert **P0** als der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  festgelegt. In dieser Konfiguration, da ein relativ hoher Wert als der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  in dem leeren Zustand des Fahrzeugs festgelegt wird, wird die Wahrscheinlichkeit fehlerhafter Bestimmung, dass das mobile Endgerät **2** als in dem Fahrzeuginnenraum existierend bestimmt wird, obwohl das mobile Endgerät **2** außerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert, reduziert werden.

**[0167]** **Fig. 17** ist ein Diagramm, das ein Testergebnis der Operation gemäß der vorliegenden Ausführungsform in dem leeren Zustand des Fahrzeugs zeigt (das heißt, ein Bestimmungsergebnis der Position des mobilen Endgeräts **2**). Wie aus einem Vergleich von **Fig. 17** mit **Fig. 15** klar ist, kann gemäß der Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform eine fehlerhafte Bestimmung, dass das mobile Endgerät **2** als in dem Fahrzeuginnenraum existierend bestimmt wird, obwohl das mobile Endgerät tatsächlich außerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert, vergli-

chen mit der ersten Vergleichskonfiguration reduziert werden. Insbesondere kann der Bereich außerhalb des Fahrzeuginnenraums innerhalb dem das mobile Endgerät fälschlicherweise als in dem Fahrzeuginnenraum existierend bestimmt wird, auf innerhalb 10 cm (= 0,1 m) von dem Fensterabschnitt des Fahrzeugs reduziert werden. Diese Bestimmungsgenauigkeit ist gleich oder größer als eine Bestimmungsgenauigkeit eines elektronischen Schlüsselsystems für Fahrzeuge, das eine Position eines mobilen Endgeräts unter Verwendung von Funkwellen des LF-Bands bestimmt. Das heißt, gemäß der Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform kann die Bestimmungsgenauigkeit, die im Allgemeinen in dem technischen Gebiet des elektronischen Schlüsselsystems für Fahrzeuge erforderlich ist, ausreichend erfüllt werden.

**[0168]** In dem vollen Zustand des Fahrzeugs hat der berechnete Dämpfungsbetrag S einen relativ großen Wert. Somit wird ein Wert nahe eines Vollkapazitätsschätzwerts als der Innenseitenentsprechungswert Pin festgelegt. In dieser Konfiguration, da ein relativ niedriger Wert als der Innenseitenentsprechungswert Pin in dem vollen Zustand des Fahrzeugs festgelegt wird, kann die Wahrscheinlichkeit fehlerhafter Bestimmung, dass das mobile Endgerät 2 als außerhalb des Fahrzeuginnenraums existierend bestimmt wird, obwohl das mobile Endgerät 2 innerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert, reduziert werden.

**[0169]** **Fig. 18** ist ein Diagramm, das ein Testergebnis der Operation gemäß der vorliegenden Ausführungsform in dem vollen Zustand des Fahrzeugs zeigt (das heißt, ein Bestimmungsergebnis der Position des mobilen Endgeräts 2). Wie aus einem Vergleich von **Fig. 18** mit **Fig. 16** klar ist, kann gemäß der Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform eine fehlerhafte Bestimmung, dass das mobile Endgerät 2 als außerhalb des Fahrzeuginnenraums existierend bestimmt wird, obwohl das mobile Endgerät tatsächlich innerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert, verglichen mit der ersten Vergleichskonfiguration reduziert werden. Insbesondere kann der Bereich in dem Fahrzeuginnenraum, in dem das mobile Endgerät fälschlicherweise als außerhalb des Fahrzeuginnenraums existierend bestimmt wird, auf 0% reduziert werden. Der Bereich, der durch die Ellipse mit unterbrochener Linie in **Fig. 16** und **Fig. 18** umgeben ist, gibt den Bereich an, wo der Insasse existiert.

**[0170]** In der vorliegenden Ausführungsform, wie vorstehend beschrieben ist, wird der Innenseitenentsprechungswert Pin gemäß der Anzahl von Insassen geändert. Der Dämpfungsbetrag S reflektiert ebenso die Menge von Gepäck, das in den Fahrzeuginnenraum gebracht wird. Der Dämpfungsbetrag S reflektiert den Einflussgrad der Funkwellenabsorber, die in dem Fahrzeuginnenraum existieren. Die Menge von Funkwellenabsorbern beinhalten nicht nur

die Anzahl von Insassen, sondern ebenso die Menge von Gepäck oder dergleichen. Somit kann durch die Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform der Innenseitenentsprechungswert Pin angemessener festgelegt werden. Gemäß der vorstehend beschriebenen Konfiguration kann die Wahrscheinlichkeit, dass fälschlicherweise bestimmt wird, dass das mobile Endgerät 2 in dem Fahrzeuginnenraum existiert, was durch die Anzahl von Insassen in dem Fahrzeuginnenraum und der Menge von Gepäck, das in den Fahrzeuginnenraum gebracht wird, reduziert werden, obwohl das mobile Endgerät 2 außerhalb des Fahrzeuginnenraums existiert.

**[0171]** Schätzen der Menge der Funkwellenabsorber entspricht Schätzen des Betrags absorbiert Funkwellen (Funksignalen), die von dem mobilen Endgerät 2 gesendet werden, durch ein Objekt, das in dem Fahrzeuginnenraum existiert. Gemäß einem anderen Blickwinkel schätzt die Absorbermengenschätzeinheit **F4** den absorbierten Betrag von Funkwellen (Funksignalen), die von dem mobilen Endgerät 2 gesendet werden, durch ein Objekt, das in dem Fahrzeuginnenraum existiert. Der Ausdruck Schätzen des Betrags von Funkwellenabsorbern beinhaltet ebenso Schätzen des Betrags von absorbierten Funkwellen, die von dem mobilen Endgerät 2 gesendet werden, durch ein Objekt, das in dem Fahrzeuginnenraum existiert. Der Ausdruck Schätzen des Betrags von Funkwellenabsorbern beinhaltet ebenso Spezifizieren der Anzahl von Insassen an Bord, Spezifizieren eines Gesamtgewichts und Gesamtvolumens (Körpergröße) der Insassen oder dergleichen, außer der Schätzung des Dämpfungsbetrags S. Details dieser Beispiele werden später beschrieben.

**[0172]** Der Fall, in dem der Dämpfungsbetrag S groß ist, entspricht dem Fall, in dem die Empfangsstärke des Signals, das von dem Sender gesendet wird (das heißt, des Innenseitenvorrichtungssendesignals), an jedem Empfänger klein ist. Der Dämpfungsbetrag S funktioniert als ein Index der Menge von Funkwellenabsorbern, die in dem Fahrzeuginnenraum existieren. Auf ähnlich Weise funktioniert die Empfangsstärke des Signals, das von dem Sender gesendet wird und an jedem Empfänger empfangen wird, als ein Index der Menge von Funkwellenabsorbern, die in dem Fahrzeuginnenraum existieren. Der Dämpfungsbetrag S nimmt mit einer Abnahme der Empfangsstärke des Signals zu, das von dem Sender gesendet wird und an jedem Empfänger empfangen wird. Demzufolge wird der Innenseitenentsprechungswert Pin auf einen relativ kleinen Wert entsprechend der Zunahme des Dämpfungsbetrags S festgelegt. In der vorstehenden Konfiguration erlangt die Absorbermengenschätzeinheit **F4** als einen Index der Menge der Funkwellenabsorber, die in dem Fahrzeuginnenraum existieren, die Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignals, das von dem Sender gesendet wird und durch den Empfänger in

dem Fahrzeuginnenraum gesendet wird. Dann legt die Schwellenwerteinstelleinheit **F5** den Innenseitenentsprechungswert auf einen relativ kleinen Wert in Antwort darauf fest, dass die Empfangsstärke relativ klein ist.

**[0173]** Der Fall, in dem der Dämpfungsbetrag S groß ist, entspricht dem Fall, in dem die Empfangsstärke des Signals, das von dem Sender gesendet wird (das heißt, des Innenseitenvorrichtungssendesignals), an jedem Empfänger klein ist und der Modelldifferenzwert  $\Delta P$  groß ist. Der Dämpfungsbetrag S funktioniert als ein Index der Menge von Funkwellenabsorbern, die in dem Fahrzeuginnenraum existieren. Ähnlich funktioniert der Modelldifferenzwert  $\Delta P$  bezüglich jedem Empfänger als ein Index der Menge von Funkwellenabsorbern, die in dem Fahrzeuginnenraum existieren. Der Dämpfungsbetrag S nimmt mit einer Zunahme des Modelldifferenzwerts  $\Delta P$  bezüglich jedes Empfängers zu. Demzufolge wird der Innenseitenentsprechungswert  $P_{in}$  auf einen relativ kleinen Wert entsprechend der Zunahme des Dämpfungsbetrags S festgelegt. In der vorstehenden Konfiguration berechnet die Absorbermengenschätzteinheit **F4** als einen Index der Menge der Funkwellenabsorber, die in dem Fahrzeuginnenraum existieren, den Modelldifferenzwert  $\Delta P$  bezüglich jedes Empfängers. Dann legt die Schwellenwerteinstelleinheit **F5** den Innenseitenentsprechungswert auf einen relativ kleinen Wert in Antwort darauf fest, dass der Modelldifferenzwert  $\Delta P$  relativ groß ist.

**[0174]** In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform werden mehrere Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** als Empfänger operiert. Jedoch kann die Anzahl der Empfänger auf eins festgelegt werden. In diesem Fall wird der Modelldifferenzwert  $\Delta P$  basierend auf dem beobachteten Wert  $P_0$  des Empfängers als der Dämpfungsbetrag S eingesetzt. Das heißt, wenn es nur einen Empfänger gibt, entspricht der Modelldifferenzwert  $\Delta P$  selbst dem Dämpfungsbetrag S. Dann legt die Schwellenwerteinstelleinheit **F5** den Innenseitenentsprechungswert auf einen relativ kleinen Wert in Antwort darauf fest, dass der Modelldifferenzwert  $\Delta P$  relativ groß ist.

**[0175]** Elemente mit einer Funktion, die identisch zu der der Elemente ist, die in der vorstehenden Ausführungsform beschrieben sind, sind mit identischen Bezugssymbolen versehen und werden nicht wiederholt beschrieben. Wenn nur ein Teil der Konfiguration beschrieben ist, kann die Konfiguration, die in der vorherigen Ausführungsform beschrieben ist, auf andere Teile angewendet werden.

(Erste Modifikation)

**[0176]** Die Authentifizierungs-ECU **11** kann konfiguriert sein, um dynamisch die Fahrzeugginnenseiten-

kommunikationsvorrichtung **13** zu ändern, die als der Sender funktioniert. Beispielsweise ändert die Absorbermengenschätzteinheit **F4** die Bordkommunikationsvorrichtung **3**, die als der Sender funktioniert, in der Reihenfolge der Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A**, der Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B**, der ersten Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** und der zweiten Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13D**. Das heißt, die Bordkommunikationsvorrichtung **3**, die als der Sender funktioniert, wird in vorbestimmter Reihenfolge verschoben. Diese Konfiguration entspricht einer Konfiguration, in der der Sender in abwechselnder Schicht geändert wird.

**[0177]** Wie in **Fig. 19** gezeigt ist, können beispielsweise die Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen in der vorliegenden Ausführungsform den Schätzwert der Empfangsstärke in jedem Empfänger in einem Fall angeben, in dem eine der mehreren Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** als der Sender verwendet wird und verbleibende Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** als die Empfänger verwendet werden. Das heißt, die Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen in dieser Modifikation beinhalten zusätzlich zu den geschätzten Werten der Empfangsstärken der verbleibenden Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13**, wenn die Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** als der Sender festgelegt ist, die geschätzten Werte der Empfangsstärken der verbleibenden Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13**, wenn die Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B** als der Sender festgelegt ist, die geschätzten Werte der Empfangsstärken der verbleibenden Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13**, wenn die erste Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** als der Sender festgelegt ist, oder dergleichen. Der geschätzte Wert der Empfangsstärken der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** in jeder Kombination kann durch einen Test erlangt werden.

**[0178]** Die Absorbermengenschätzteinheit **F4** der vorliegenden Ausführungsform kann den Modelldifferenzwert  $\Delta P$  entsprechend aller Kombinationen bei S204 berechnen und den Durchschnittswert der Dämpfungsbeträge S als den Dämpfungsbetrag S einsetzen. So eine Konfiguration entspricht einer Evaluierung des Einflussgrads, der durch die Funkwellenabsorber in unterschiedlichen Richtungen verursacht wird. Somit kann die Menge der Funkwellenabsorber, die in dem Fahrzeuginnenraum existieren, genauer evaluiert werden. Demzufolge wird erwartet, dass der Innenseitenentsprechungswert  $P_{in}$  angesessener festgelegt werden kann, und die Genauigkeit der Positionsbestimmung des mobilen Endgeräts **2** kann verbessert werden.

**[0179]** Jede Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** kann bevorzugt so angeordnet sein, dass die Position jeder Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung außerhalb der sichtbaren Bereiche verbleibender Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** ist. Dies ist aus folgendem Grund so. Es wird angenommen, dass der Empfänger innerhalb des sichtbaren Bereichs des Senders angeordnet ist. In dieser Konfiguration kann die Empfangsstärke in dem Empfänger abhängig davon, ob Funkwellenabsorber wie Insassen oder Gepäck in dem Ausbreitungspfad der direkten Wellen von dem Sender zu dem Empfänger existieren, stark fluktuierten. Das heißt, der Einfluss der Position des Funkwellenabsorbers in dem Fahrzeugginnenraum auf den Dämpfungsbetrag  $S$  wird groß. Der Dämpfungsbetrag  $S$  kann direkt als Daten verwendet werden, die die Menge an Funkwellenabsorbern angeben, die in dem Fahrzeugginnenraum existieren. Somit ist es bevorzugt, den Einfluss, der durch die Position der Funkwellenabsorber in dem Fahrzeugginnenraum verursacht wird, auf den Dämpfungsbetrag  $S$  zu unterdrücken. Wenn der Empfänger außerhalb des sichtbaren Bereichs des Senders angeordnet ist, ist das Signal, das durch den Empfänger empfangen wird, eine reflektierte Welle bzw. Reflexionswelle (in anderen Worten eine Mehrwegwelle). Somit kann der Einfluss, der durch die Position des Funkwellenabsorbers in dem Fahrzeugginnenraum verursacht wird, reduziert werden. Das heißt, gemäß der Konfiguration, in der jede Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** so angeordnet ist, dass die Position jeder Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung außerhalb der sichtbaren Bereiche verbleibender Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** ist, ist es möglich, die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass der Dämpfungsbetrag  $S$  gemäß der Position des Funkwellenabsorbers in dem Fahrzeugginnenraum fluktuiert. Das heißt, der Einfluss der Position des Funkwellenabsorbers auf den Dämpfungsbetrag  $S$  kann reduziert werden und die Genauigkeit des Dämpfungsbetrags  $S$ , der als ein Index funktioniert, der die Menge des Funkwellenabsorbers in dem Fahrzeugginnenraum angibt, kann verbessert werden.

(Zweite Modifikation)

**[0180]** In den vorstehenden Ausführungsformen wird der Modelldifferenzwert  $\Delta P$  mit der Empfangsstärke, die erlangt wird wenn die Fahrzeugginnenseitenumgebung auf den leeren Zustand festgelegt ist, als Referenz berechnet. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Die Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen können den geschätzten Wert der Empfangsstärke angeben, wenn das Fahrzeug in dem vollen Zustand ist. Die Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen, die zum Berechnen des Dämpfungsbetrags  $S$  verwendet werden, können

basierend auf der Empfangsstärke erzeugt werden, die in jeder bzw. in einer beliebigen Fahrzeugginnenraumumgebung beobachtet wird.

(Dritte Modifikation)

**[0181]** In den vorstehenden Ausführungsformen wird der Dämpfungsbetrag  $S$  unter Verwendung nur der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** berechnet. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Wenn die Datenkommunikationsvorrichtung **12** in dem Fahrzeugginnenraum positioniert ist, kann die Datenkommunikationsvorrichtung **12** in Kombination mit den Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen **13** zum Berechnen des Dämpfungsbetrags verwendet werden.

(Vierte Modifikation)

**[0182]** In den vorstehenden Ausführungsformen wird der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  direkt basierend auf dem Dämpfungsbetrag  $S$  bestimmt. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Die Absorbermengenschätzteinheit **F4** kann konfiguriert sein, um die Anzahl von Insassen basierend auf dem Dämpfungsbetrag  $S$  zu schätzen. In diesem Fall kann die Schwellenwerteinstelleinheit **F5** den Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  auf einen Wert entsprechend der Anzahl von Insassen festlegen, die durch die Absorbermengenschätzteinheit **F4** geschätzt wird. Eine Korrespondenzbeziehung zwischen dem Dämpfungsbetrag  $S$  und der Anzahl von Insassen und der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  entsprechend der Anzahl von Insassen können vorab durch Abbildung (mapping) oder dergleichen definiert werden. Der Innenseitenentsprechungswert  $Pin$  kann konfiguriert sein, um einen kleineren Wert mit einer Zunahme der Anzahl von Insassen in dem Fahrzeugginnenraum zu haben.

(Fünfte Modifikation)

**[0183]** Die Absorbermengenschätzteinheit **F4** kann konfiguriert sein, um Daten, die die Sitzpositionen des Fahrersitzes angeben und des Beifahrersitzes angeben, von der Karosserie-ECU **18** zu erlangen und angemessen die Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen zu verwenden, die bei der Berechnung des Dämpfungsbetrags  $S$  entsprechend der Position jedes zu verwenden sind. Als Voraussetzung wird angenommen, dass die Stärkemodelldaten der Kommunikationsvorrichtungen entsprechend jeder Kombination vorab festgelegter Positionen der Sitze (in anderen Worten ein Muster) vorab in dem Flash-Speicher **113** registriert werden.

(Sechste Modifikation)

**[0184]** In den vorstehenden Ausführungsformen ist jede der Datenkommunikationsvorrichtung **12**, der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** und der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** durch die Bordkommunikationsvorrichtung **3** implementiert, die die gleiche Konfiguration hat. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** und die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** können ohne eine Sendefunktion (das heißt, nur zum Empfangen von Signalen) konfiguriert sein. In dieser Konfiguration operiert die Datenkommunikationsvorrichtung **12** als der Sender und die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** operiert nur als der Empfänger in der Absorbermengenschätzverarbeitung.

(Siebte Modifikation)

**[0185]** In den vorstehenden Ausführungsformen ist die Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** in jedem Bereich wie dem Vorderseitenbereich, dem Hinterseitenbereich und dem Kofferraumbereich angeordnet, die durch die Fahrzeugginnenraumstruktur unterteilt sind, die die Ausbreitung von Funkwellen hemmen kann. Es ist ausreichend, dass zwei oder mehr Bordkommunikationsvorrichtungen **3** in dem Fahrzeugginnenraum existieren. Als eine weitere Ausführungsform ist es möglich, eine Konfiguration einzusetzen, in der nur die Bordkommunikationsvorrichtung **3**, die als die Datenkommunikationsvorrichtung **12** funktioniert, und die Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** in dem Fahrzeugginnenraum vorgesehen sind. Alternativ können nur die Bordkommunikationsvorrichtung **3**, die als die Datenkommunikationsvorrichtung **12** funktioniert, und die Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B** in dem Fahrzeugginnenraum vorgesehen sein. Alternativ können nur die Bordkommunikationsvorrichtung **3**, die als die Datenkommunikationsvorrichtung **12** funktioniert, die Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** und die Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B** in dem Fahrzeugginnenraum vorgesehen sein. Wenn die Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** als die Datenkommunikationsvorrichtung **12** funktioniert ist mindestens eine der Kofferraumkommunikationsvorrichtung **13B**, der ersten Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** oder der zweiten Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13d** in dem Fahrzeugginnenraum zusätzlich zur Vorderseitenkommunikationsvorrichtung **13A** vorgesehen.

(Achte Modifikation)

**[0186]** In den vorstehenden Ausführungsformen wird die Menge der Funkwellenabsorber, die in dem Fahrzeugginnenraum existieren, basierend auf der

Empfangsstärke des Signals geschätzt, das von dem Sender gesendet wird und an jedem Empfänger empfangen wird. Die dynamische Änderung des Innenseitenentsprechungswerts Pin ist nicht auf die vorstehend beschriebene Konfiguration beschränkt. Beispielsweise, wenn das Bordsystem **1** mit einem Sitzsensor **51** für jeden Sitz, wie in **Fig. 20** gezeigt ist, ausgestattet ist, kann die Absorbermengenschätzseinheit **F4** konfiguriert sein, um die Anzahl von Insassen unter Verwendung des Erfassungsergebnisses der Sitzsensoren **51** zu erfassen.

**[0187]** Der Sitzsensor **51** ist konfiguriert, um zu erfassen, ob ein Insasse auf dem Sitz des Fahrzeugs Hv sitzt (das heißt, in dem sitzenden Zustand ist), und kann an jedem Sitz des Fahrzeugs Hv vorgesehen sein. Der Sitzsensor ist durch ein druckempfindliches Element oder dergleichen implementiert. Der Einfachheit halber wird die Funktion zum Schätzen der Anzahl von Insassen durch die Absorbermengenschätzseinheit **F4** als eine Insassenmengenspezifizierungseinheit **F41** bezeichnet. Die Insassenmengenspezifizierungseinheit **F41** kann als eine Unterfunktion der Absorbermengenschätzseinheit **F4** vorgesehen sein oder kann als die Absorbermengenschätzseinheit **F4** selbst in der Authentifizierungs-ECU **11** vorgesehen sein.

**[0188]** Die Menge von Funkwellenabsorbern nimmt mit einer Zunahme der Menge von Insassen in dem Fahrzeugginnenraum zu. Somit verringert die Schwellenwertestelleinheit **F5** in dieser Modifikation den Wert, der als der Innenseitenentsprechungswert Pin eingesetzt wird, auf einen kleineren Wert mit einer Zunahme der Menge an Insassen. In dieser Modifikation kann der Innenseitenentsprechungswert Pin entsprechend unterschiedlichen Mengen von Insassen vorab in dem Flash-Speicher **113** registriert werden und die Informationen können angemessen gemäß der tatsächlichen Anzahl von Insassen verwendet werden, die erfasst wird.

**[0189]** Wenn der Sitzsensor **51** einen druckempfindlichen Filmsensor einsetzt und die Verteilung der Last, die auf den Sitz ausgeübt wird, erfassen kann, kann die Absorbermengenschätzseinheit **F4** konfiguriert sein, um aus den Lastverteilungsdaten, die von jedem Sitzsensor **51** ausgegeben werden, ein Gewicht, eine Körpergröße, ein Volumen oder dergleichen des Insassen zu schätzen. In dieser Konfiguration kann, ob der Insasse ein Erwachsener oder ein Kind ist, von der Körpergröße jedes Insassen bestimmt werden und die Menge der Funkwellenabsorber kann genauer evaluiert werden. Beispielsweise kann die Absorbermengenschätzseinheit **F4** die Anzahl von Insassen unter einer Annahme schätzen, dass ein Kind 0,7 Erwachsenen entspricht. Die Absorbermengenschätzseinheit **F4** kann die Gesamtmenge der Funkwellenabsorber basierend auf der Gesamtsumme von Gewichten der Insassen, die auf

den Sitzen sitzen, berechnen. In dieser Konfiguration kann davon ausgegangen werden, dass die Menge von Funkwellenabsorbern mit einer Zunahme der Gesamtsumme vom Gewichten der Insassen zunimmt.

**[0190]** In dieser Modifikation spezifiziert die Insassenmengenspezifizierungseinheit **F41** die Anzahl von Insassen basierend auf dem Erfassungsergebnis des Sitzsensors **51**. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Als ein Sensor, der ein Erfassungsergebnis ausgibt, das die Anzahl von Insassen angibt, kann ein Sitzgurtsensor, der einen Sitzgurtragezustand erfasst, anstelle des Sitzsensors **51** eingesetzt werden. Die Insassenmengenspezifizierungseinheit **F41** kann konfiguriert sein, um die Anzahl von Insassen basierend auf dem Erfassungsergebnis des Sitzgurtsensors zu spezifizieren. Die Insassenmengenspezifizierungseinheit **F41** kann die Anzahl von Insassen unter Verwendung eines Infrarotsensors bestimmen, dessen Erfassungsbereich innerhalb des Fahrzeuginnenraums festgelegt ist. Der Einfachheit halber wird eine Vorrichtung, die Daten ausgibt, die die Insassenkonfiguration angeben, einschließlich der Anzahl von Insassen, als eine Insasseninformationsausgabevorrichtung bezeichnet werden. Der vorstehend erwähnte Sitzsensor **51**, Sitzgurtsensor, Infrarotsensor und dergleichen entsprechen der Insasseninformationsausgabevorrichtung.

**[0191]** Das Bordsystem **1** kann eine Bordkamera **52** als die Insasseninformationsausgabevorrichtung beinhalten. Die Bordkamera **52** ist in dem Fahrzeuginnenraum vorgesehen, um den gesamten Innenseitenbereich bzw. Innenbereich des Fahrzeuginnenraums zu fotografieren, wie in **Fig. 21** gezeigt ist. Die Insassenmengenspezifizierungseinheit **F41** kann die Menge von Insassen an Bord durch Analysieren des Bilds, das durch die Bordkamera **52** aufgenommen wird, spezifizieren. Wenn die Absorbermengenschätzteinheit **F4** konfiguriert ist, um die Bordkamera **52** als die Insasseninformationsausgabevorrichtung einzusetzen, kann die Absorbermengenschätzteinheit **F4** bestimmen, ob jeder Insasse ein Erwachsener oder ein Kind ist, und die Körpergröße jedes Insassen durch individuelles Analysieren eines Bilds jedes Insassen schätzen. Mit dieser Konfiguration kann die Absorbermengenschätzteinheit **F4** die Menge von Funkwellenabsorbern auf eine angemessene Weise berechnen. Die Absorbermengenschätzteinheit **F4** kann konfiguriert sein, um die Datenausgabe von den unterschiedlichen Insasseninformationsausgabevorrichtungen, die vorstehend beschrieben sind, auf eine komplementär kombinierte Weise zu verwenden. Beispielsweise kann die Absorbermengenschätzteinheit **F4** konfiguriert sein, um die Anzahl von Insassen und dergleichen unter Verwendung des Sitzsensors **51** und der Bordkamera **52** in Kombination zu spezifizieren.

**[0192]** Ferner kann die Absorbermengenschätzteinheit **F4** konfiguriert sein, um die Absorbermenge durch Kombinieren des Dämpfungsbetrags **S**, der in der ersten Ausführungsform beschrieben ist, mit den Daten, die von unterschiedlichen Arten von Insasseninformationsausgabevorrichtungen ausgegeben werden, zu schätzen. Beispielsweise kann eine Insassenmengenspezifizierungseinheit **F541** die Anzahl von Insassen basierend auf den Daten spezifizieren, die von der Insasseninformationsausgabevorrichtung ausgegeben werden, und die Schwellenwertestelleinheit **F5** liest den Innenseitenentsprechungswert **Pin** entsprechend der Anzahl von Insassen von dem Flash-Speicher **113** als einen temporären Schwellenwert aus. Die Daten die den Innenseitenentsprechungswert **Pin** entsprechend unterschiedlichen Anzahlen von Insassen angeben (nachfolgend als Insassenmengenschwellenwertdaten bezeichnet), können vorab durch einen Test oder der gleichen definiert werden und in dem Flash-Speicher **113** gespeichert werden.

**[0193]** Die Schwellenwertestelleinheit **F5** setzt als den finalen Innenseitenentsprechungswert **Pin** einen Wert ein, der durch Einstellen des temporären Schwellenwerts entsprechend der Anzahl von Insassen basierend auf dem Dämpfungsbetrag **S** erlangt wird. Beispielsweise, wenn die Anzahl von Insassen, die basierend auf dem Dämpfungsbetrag **S** geschätzt wird, größer als die Anzahl von Insassen ist, die aus den Daten spezifiziert werden, die von der Insasseninformationsausgabevorrichtung ausgegeben werden, legt die Schwellenwertestelleinheit **F5** als den finalen Innenseitenentsprechungswert den Wert fest, der durch Verringern des temporären Schwellenwerts entsprechend der Anzahl von Insassen um einen vorbestimmten Betrag erlangt wird. In dem Flash-Speicher **113** können Daten, die die Anzahl von Insassen angeben, die basierend auf dem Dämpfungsbetrag **S** geschätzt wird, als Dämpfungsbetrag-Insassenanzahl-Daten registriert werden. Die Anzahl von Insassen, die basierend auf dem Dämpfungsbetrag **S** geschätzt wird, kann größer als die Anzahl von Insassen sein, die basierend auf den Daten bestimmt wird, die von der Insasseninformationsausgabevorrichtung ausgegeben werden. Der Grund dafür ist, dass manche Insassen eine große Körpergröße haben können, oder die Insasseninformationsausgabevorrichtung wie der Sitzsensor die Anzahl von Insassen falsch erfassen kann. Beispielsweise, wenn die Anzahl von Insassen, die basierend auf dem Dämpfungsbetrag geschätzt wird, kleiner als die Anzahl von Insassen ist, die aus den Daten spezifiziert wird, die von der Insasseninformationsausgabevorrichtung ausgegeben werden, legt die Schwellenwertestelleinheit **F5** als den finalen Innenseitenentsprechungswert den Wert fest, der durch Erhöhen des temporären Schwellenwerts entsprechend der Anzahl von Insassen um einen vorbestimmten Betrag erlangt wird. Die Anzahl von Insassen, die

basierend auf dem Dämpfungsbetrag S geschätzt wird, kann kleiner als die Anzahl von Insassen sein, die basierend auf den Daten bestimmt wird, die von der Insasseninformationsausgabevorrichtung ausgegeben werden. Der Grund dafür ist, dass das Verhältnis von Kindern unter den gesamten Insassen hoch sein kann, oder die Insasseninformationsausgabevorrichtung wie der Sitzsensor die Anzahl von Insassen falsch erfassen kann. Gemäß dieser Konfiguration kann der Innenseitenentsprechungswert Pin angemessener gemäß der Insassenkonfiguration festgelegt werden. Der Einstellbetrag des temporären Schwellenwerts entsprechend dem Dämpfungsbetrag S kann auf ungefähr 1 dB bis 3 dB festgelegt werden. Der Einstellbetrag des temporären Schwellenwerts entsprechend dem Dämpfungsbetrag S kann gemäß der Differenz zwischen der Anzahl von Insassen, die basierend auf den Daten bestimmt wird, die von der Insasseninformationsausgabevorrichtung ausgegeben werden, und der Anzahl von Insassen festgelegt werden, die basierend auf dem Dämpfungsbetrag S geschätzt wird. Beispielsweise, wenn die Anzahl von Insassen, die basierend auf dem Dämpfungsbetrag S geschätzt wird, sich von der Anzahl von Insassen unterscheidet, die basierend auf den Daten geschätzt wird, die von der Insasseninformationsausgabevorrichtung ausgegeben werden, um einen Insassen unterscheidet, kann der Einstellbetrag des temporären Schwellenwerts auf 1 dB festgelegt werden. Beispielsweise, wenn die Anzahl von Insassen, die basierend auf dem Dämpfungsbetrag S geschätzt wird, sich von der Anzahl von Insassen unterscheidet, die basierend auf den Daten geschätzt wird, die von der Insasseninformationsausgabevorrichtung ausgegeben werden, um zwei Insassen unterscheidet, kann der Einstellbetrag des temporären Schwellenwerts auf 2 dB festgelegt werden. Aus einem anderen Blickwinkel betrachtet, umso größer der tatsächlich erfasste Dämpfungsbetrag S ist als der Dämpfungsbetrag S, der basierend auf der Anzahl von Insassen geschätzt wird, die basierend auf den Daten bestimmt wird, die von der Insasseninformationsausgabevorrichtung ausgegeben werden, umso kleiner ist der Innenseitenentsprechungswert Pin.

(Neunte Modifikation)

**[0194]** Die Absorbermengenschätzteinheit **F4** kann konfiguriert sein, um die Sitzposition des Insassen in dem Fahrzeugginnenraum basierend auf den Daten (beispielsweise dem Erfassungsergebnis) zu schätzen, die von der Insasseninformationsausgabevorrichtung wie dem Sitzsensor **51** ausgegeben werden. Wenn die Absorbermengenschätzteinheit **F4** konfiguriert ist, um die Sitzposition schätzen zu können, kann die Positionsbestimmungseinheit **F6** den Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert Pa bestimmen, indem dem individuellen Stärkenrepräsentativwert jeder Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** ein Korrekturbetrag zugewiesen wird. Der

Korrekturbetrag kann basierend auf der Installationsposition jeder Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** und der Sitzposition des Insassen bestimmt werden, die durch die Absorbermengenschätzteinheit **F4** bestimmt wird.

**[0195]** Beispielsweise, wenn der Insasse auf dem rechten Rücksitz sitzt, wird das Signal von dem mobilen Endgerät **2** durch die Person absorbiert. Somit kann die Empfangsstärke der ersten Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** reduziert werden. Wenn eine Person in dem rechten Rücksitz sitzt, wird der Wert, der durch Addieren von mehreren dBm (beispielsweise 2 dBm) zum individuellen Stärkenrepräsentativwert erlangt wird, der basierend auf der tatsächlichen Empfangsstärke der ersten Hinterseitenkommunikationsvorrichtung **13C** berechnet wird, als der individuelle Stärkenrepräsentativwert zum Bestimmen des Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert verwendet. Als der individuelle Stärkenrepräsentativwert jeder Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** kann der individuelle Stärkenrepräsentativwert, der basierend auf der tatsächlichen Empfangsstärke berechnet wird, durch den Korrekturwert entsprechend der Sitzposition korrigiert werden und dann kann der Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert basierend auf dem korrigierten individuellen Stärkenrepräsentativwert bestimmt werden.

**[0196]** Ober der individuelle Stärkenrepräsentativwert der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** zu korrigieren ist, kann basierend darauf bestimmt werden, ob ein Insasse in dem Sitz nahe der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** sitzt. Der Korrekturbetrag des individuellen Stärkenrepräsentativwerts jeder Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** kann abhängig davon bestimmt werden, ob ein Insasse in dem Sitz sitzt, der mit der Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung **13** verknüpft ist. Der Korrekturbetrag des individuellen Stärkenrepräsentativwerts kann vorab in dem Flash-Speicher **113** registriert werden. Der Korrekturbetrag kann gemäß der Körpergröße des Insassen geändert werden. Je größer die Körpergröße des sitzenden Insassen ist, umso größer ist der Korrekturbetrag.

(Zehnte Modifikation)

**[0197]** In den vorstehenden Ausführungsformen sind zwei Fahrzeuggaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** auf der rechten Oberfläche des Fahrzeugs **Hv** angeordnet und zwei Fahrzeuggaußenseitenkommunikationsvorrichtungen **14** sind auf der linken Oberfläche des Fahrzeugs **Hv** angeordnet. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Als ein weiteres Beispiel kann nur eine Fahrzeuggaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** auf jeder der rechten Oberflä-

che und linken Oberfläche des Fahrzeugs **Hv** angeordnet sein.

**[0198]** Wie in **Fig. 22** gezeigt ist, kann die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** an der B-Säule **45b** des Fahrzeugs **Hv** vorgesehen sein. Alternativ kann die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** an der A-Säule **45A** oder der C-Säule **45C** vorgesehen sein. Die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** kann nahe einer Grenze **46** zwischen der lateralen Oberfläche des Fahrzeugs **Hv** und dem Dachabschnitt des Fahrzeugs (nachfolgend auch als ein oberer Endabschnitt der lateralen Oberfläche bezeichnet) angeordnet sein. Die vorstehend beschriebene Konfiguration entspricht einer Konfiguration, in der die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** an einem Abschnitt oberhalb des Fensters angeordnet ist. Der obere Endabschnitt **46** der lateralen Oberfläche entspricht einem Teil des Dachabschnitts des Fahrzeugs **Hv**, der das obere Ende der Tür des Fahrzeugs **Hv** kontaktiert.

**[0199]** Die Säulen und das laterale obere Ende **46** entsprechen einer Fensterumgebungsregion auf der Außenoberfläche des Fahrzeugs **Hv**. Ein Abschnitt innerhalb einer Wellenlänge von einem unteren Ende des Fensters kann ebenso in der Fensterumgebungsregion beinhaltet sein. Das heißt, die Fensterumgebungsregion in der vorliegenden Ausführungsform ist auf eine Außenoberfläche des Fahrzeugs gerichtet, die innerhalb einer Wellenlänge von dem Fensterrahmen positioniert ist. Die Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** kann so angeordnet sein, dass der äußere Abschnitt des Fensters auf den Bereich eines starken elektrischen Felds festgelegt ist. Als Parameter, die die Installationsposition der Fahrzeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung **14** konfigurieren, kann eine Montageposition, eine Montagestellung (in anderen Worten Ausrichtung bzw. Richtwirkung) und dergleichen eingesetzt werden.

(Elfte Modifikation)

**[0200]** In den vorstehenden Ausführungsformen wird das Positionsbestimmungssystem für Fahrzeug gemäß der vorliegenden Offenbarung auf das Fahrzeug **Hv** angewendet, das die Metallkarosserie hat. Jedoch ist das Fahrzeug, das als ein Anwendungsziel des Positionsbestimmungssystems für Fahrzeuge geeignet ist, nicht auf das Fahrzeug beschränkt, das die Metallkarosserie hat.

**[0201]** Beispielsweise können die unterschiedlichen Karosseriebleche, die die Karosserie des Fahrzeugs **Hv** konfigurieren, aus einem Harz auf Kohlenstoffbasis, das mit einer ausreichenden Menge Kohlenstoff gefüllt ist, gefertigt sein, um die Ausbreitung der Funkwellen um 5 dB oder mehr zu dämpfen. Ein

Fahrzeug mit der vorstehend beschriebenen Karosserie ist ebenso als ein Anwendungsziel des Positionsbestimmungssystems für Fahrzeuge geeignet.

**[0202]** Die Karosseriebleche des Fahrzeugs **Hv** können aus einem Allzweckharz gefertigt sein, das keinen Kohlenstoff enthält. In dem Fall, in dem die Karosseriebleche des Fahrzeugs **Hv** aus einem Allzweckharz gefertigt sind, das keinen Kohlenstoff beinhaltet, ist es bevorzugt, dass ein spezifisches Metallmuster mit einer Funktion zum Blockieren der Ausbreitung von Funkwellen auf der Oberfläche der Karosseriebleche vorgesehen ist. Das Metallmuster (nachfolgend als ein Abschirmmuster bezeichnet), das eine Funktion zum Blockieren der Funkwellen hat, ist beispielsweise ein Muster, in dem feine Drahtleiter wie Silbernanodrähte in einem Gittermuster mit Intervallen von 12 Wellenlängen oder weniger der Funkwellen angeordnet sind. In diesem Beispiel gibt die dünne Linie eine Linienbreite von 50 µm oder weniger an.

**[0203]** Das Abschirmmuster kann unter Verwendung einer allgemein bekannten Metaoberflächenstruktur implementiert werden. Die Metaoberflächenstruktur ist eine Struktur, in der künstliche Strukturen, die Elementarzellen genannt werden, wiederholt angeordnet sind. Gemäß der Metaoberflächenstruktur können nur Funkwellen in einem spezifischen Frequenzband selektiv reflektiert oder gedämpft werden (das heißt, blockiert werden). Die Karosserie des Fahrzeugs **Hv** kann konfiguriert sein, um die Ausbreitung der Funkwellen durch Beschichtung der Karosserie, die aus dem Allzweckharz gefertigt ist, mit einer Farbe zu blockieren, die Metallpulver oder Kohlenstoffpulver enthält. Ferner kann ein Film zum Blockieren der Funkwellen (nachfolgend als ein Abschirmfilm bezeichnet) an der Karosserie angebracht werden. Ein Fahrzeug mit der vorstehend beschriebenen Karosserie ist ebenso als ein Anwendungsziel des Positionsbestimmungssystems für Fahrzeuge geeignet. Die Karosserie des Fahrzeugs **Hv** kann teilweise oder komplett aus dem Allzweckharz gefertigt sein.

**[0204]** Die Einheiten oder Funktionen, die durch die Authentifizierungs-ECU **11** bereitgestellt werden, können durch Software, die in einer greifbaren Speichervorrichtung gespeichert ist, und einen Computer, der die Software ausführt, nur Software, nur Hardware oder eine Kombination der Software und der Hardware bereitgestellt werden. Beispielsweise, wenn die Authentifizierungs-ECU **11** durch eine elektronische Schaltung bereitgestellt wird, die als Hardware implementiert ist, kann die elektronische Schaltung durch eine digitale Schaltung bereitgestellt werden, die mehrere Logikschaltungen oder Analogschaltungen beinhaltet. Die Authentifizierungs-ECU **11** kann durch einen einzelnen Computer oder einen Satz von Computerressourcen bereitgestellt werden,

die durch eine Datenkommunikationsvorrichtung verbunden sind.

**[0205]** Es ist zu beachten, dass ein Ablaufdiagramm oder die Verarbeitung des Ablaufdiagramms in der vorliegenden Offenbarung mehrere Abschnitte beinhaltet (ebenso als Schritte bezeichnet), die jeweils beispielsweise als **S101** repräsentiert sind. Ferner kann jeder Schritt in mehrere Unterschritte unterteilt werden, während mehrere Schritte zu einem einzelnen Schritt kombiniert werden können.

**[0206]** Vorstehend sind die Ausführungsform, die Konfiguration und das Beispiel des Positionsbestimmungssystems gemäß der vorliegenden Offenbarung beschrieben. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf jede Ausführungsform, jede Konfiguration und jedes Beispiel bezüglich der vorliegenden Offenbarung, die vorstehend beschrieben ist, beschränkt. Beispielsweise sind Ausführungsformen, Konfigurationen und Beispiele, die von einer angemessenen Kombination von technischen Elementen, die in unterschiedlichen Ausführungsformen, Konfigurationen und Beispielen offenbart sind, erlangt werden, ebenso innerhalb des Umfangs der Ausführungsformen, Konfigurationen und Beispiele der vorliegenden Offenbarung beinhaltet.

**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**

- JP 2015214316 A [0005]

## Patentansprüche

1. Positionsbestimmungssystem, das auf ein Fahrzeug angewendet wird und eine Position eines mobilen Endgeräts, das durch einen Benutzer getragen wird, relativ zu dem Fahrzeug durch Ausführen einer Funkkommunikation mit dem mobilen Endgerät bestimmt, wobei das Positionsbestimmungssystem aufweist:

mindestens eine Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung (13, 13A bis 13D), die in einem Fahrzeugginnenraum des Fahrzeugs positioniert ist und konfiguriert ist, um:

ein Funksignal zu empfangen, das von dem mobilen Endgerät gesendet wird; und

eine Empfangsstärke des Funksignals, das empfangen wird, als eine Innenseitenvorrichtungsstärke zu erfassen;

eine Positionsbestimmungseinheit (F6), die konfiguriert ist, um zu bestimmen, ob das mobile Endgerät in dem Fahrzeugginnenraum existiert, basierend auf der Innenseitenvorrichtungsstärke;

eine Absorbermengenschätzteinheit (F4), die konfiguriert ist, um eine Menge von Funkwellenabsorbern zu schätzen, die in dem Fahrzeugginnenraum existieren und Funkwellen absorbieren, die jeweils ein Frequenzband haben, das in der Funkkommunikation verwendet wird, wobei die Menge von Funkwellenabsorbern basierend auf mindestens einem eines Empfangszustand des Funksignals in der mindestens einen Fahrzeugkommunikationsvorrichtung oder eines Erfassungsergebnisses eines Sensor geschätzt wird, mit dem das Fahrzeug ausgestattet ist; und

eine Schwellenwerteinstelleinheit (F5), die konfiguriert ist, um basierend auf einem Schätzergebnis der Absorbermengenschätzteinheit einen Innenseitenbestimmungswert einzustellen, der ein Schwellenwert ist, auf den durch die Positionsbestimmungseinheit Bezug genommen wird, um zu bestimmen, dass das mobile Endgerät in dem Fahrzeugginnenraum existiert,

wobei die Positionsbestimmungseinheit bestimmt, dass das mobile Endgerät in dem Fahrzeugginnenraum existiert, in Antwort darauf, dass die Innenseitenvorrichtungsstärke gleich oder größer als der Innenseitenbestimmungswert ist, der durch die Schwellenwerteinstelleinheit eingestellt wird.

2. Positionsbestimmungssystem gemäß Anspruch 1, wobei

die mindestens eine Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung mehrere Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen beinhaltet,

eine der mehreren Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen konfiguriert ist, um als ein Sender zu operieren, der das Funksignal einschließlich Sendequelleninformationen sendet,

mindestens eine der verbleibenden der mehreren Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtun-

gen konfiguriert ist, um als ein Empfänger zu operieren,

der Empfänger konfiguriert ist, um:

als ein Innenseitenvorrichtungssendesignal das Funksignal zu empfangen, das von dem Sender gesendet wird;

eine Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignals zu erfassen; und

die erfasste Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignals der Absorbermengenschätzteinheit zu melden,

die Absorbermengenschätzteinheit als einen Index, der die Menge von Funkwellenabsorbern angibt, die in dem Fahrzeugginnenraum existieren, die Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignals erlangt, das durch den Empfänger erfasst wird, und

die Schwellenwerteinstelleinheit den Innenseitenbestimmungswert auf eine Weise festlegt, dass der Innenseitenbestimmungswert mit einer Abnahme der Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignals abnimmt, die durch die Absorbermengenschätzteinheit erlangt wird.

3. Positionsbestimmungssystem gemäß Anspruch 2, ferner aufweisend

einen Stärkenmodellspeicher (113), der konfiguriert ist, um als einen Schätzstärkenwert einen geschätzten Wert der Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignals zu speichern, der von dem Sender gesendet wird und durch den Empfänger empfangen wird, unter einer Bedingung, dass eine Umgebung innerhalb des Fahrzeugginnenraums eine vorbestimmte Modellumgebung wird,

wobei

die Absorbermengenschätzteinheit als den Index, der die Menge von Funkwellenabsorbern angibt, die in dem Fahrzeugginnenraum existieren, einen Modelldifferenzwert durch Subtraktion der Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignals, das durch den Empfänger erfasst wird, von dem Schätzstärkenwert berechnet, der in dem Stärkenmodellspeicher gespeichert ist, und

die Schwellenwerteinstelleinheit den Innenseitenbestimmungswert auf eine Weise festlegt, dass der Innenseitenbestimmungswert mit einer Zunahme des Modelldifferenzwerts, der durch die Absorbermengenschätzteinheit berechnet wird, abnimmt.

4. Positionsbestimmungssystem gemäß Anspruch 3, wobei

die mindestens eine Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung drei oder mehr Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen beinhaltet,

eine der drei oder mehr Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen konfiguriert ist, um als der Sender zu operieren und mindestens zwei der verbleibenden der drei oder mehr Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen konfiguriert sind, um als die Empfänger zu operieren,

der Stärkenmodellspeicher konfiguriert ist, um den Schätzstärkenwert entsprechend jeder Kombination, in der der Sender mit jedem Empfänger gepaart ist, zu speichern, die Absorbermengenschätzteinheit konfiguriert ist, um:

den Modelldifferenzwert für jeden Empfänger basierend auf der Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignals, das durch den entsprechenden Empfänger bereitgestellt wird, zu berechnen; und einen Dämpfungsbetrag, der einen Betrag der Funkwellen angibt, die durch die Funkwellenabsorber absorbiert werden, die in dem Fahrzeuginnenraum existieren, mit dem Modelldifferenzwert als eine Population für jeden Empfänger zu berechnen, und die Schwellenwerteinstelleinheit den Innenseitenbestimmungswert auf eine Weise festlegt, dass der Innenseitenbestimmungswert mit einer Zunahme des Dämpfungsbetrags abnimmt.

5. Positionsbestimmungssystem gemäß Anspruch 3 oder 4, wobei

der Sender konfiguriert ist, um sukzessive das Funksignal als das Innenseitenvorrichtungssendesignal zu senden,

der Empfänger die Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignals der Absorbermengenschätzteinheit in Antwort auf jeden Empfang des Innenseitenvorrichtungssendesignals meldet, und die Absorbermengenschätzteinheit konfiguriert ist, um:

basierend auf der Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignals, das sukzessive durch jeden Empfänger gemeldet wird, einen individuellen Stärkenrepräsentativwert entsprechend jedem Empfänger zu berechnen, der die Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignals in jedem Empfänger innerhalb einer vorbestimmten letzten Zeitperiode repräsentiert; und

als den Modelldifferenzwert eine Differenz zwischen dem individuellen Stärkenrepräsentativwert entsprechend jedem Empfänger und dem Schätzstärkenwert für jeden Empfänger zu berechnen.

6. Positionsbestimmungssystem gemäß einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei

der Sender konfiguriert ist, um das Funksignal als das Innenseitenvorrichtungssendesignal unter Verwendung mehrerer Frequenzen zu senden, der Empfänger konfiguriert ist, um die Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignals für jede der mehreren Frequenzen zu erfassen, und die Absorbermengenschätzteinheit konfiguriert ist, um:

für jeden Empfänger den individuellen Stärkenrepräsentativwert entsprechend jedem Empfänger, der die Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignals in jedem Empfänger repräsentiert, basierend auf der Empfangsstärke entsprechend jeder der meh-

eren Frequenzen zu berechnen, die durch den entsprechenden Empfänger erfasst werden; und als den Modelldifferenzwert eine Differenz zwischen dem individuellen Stärkenrepräsentativwert entsprechend jedem Empfänger und dem Schätzstärkenwert für jeden Empfänger zu berechnen.

7. Positionsbestimmungssystem gemäß einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei

die Absorbermengenschätzteinheit als den Index, der die Menge von Funkwellenabsorbern, die in dem Fahrzeuginnenraum existieren, eine Menge von Insassen, die in dem Fahrzeuginnenraum existieren, basierend auf dem Modelldifferenzwert schätzt, der Modelldifferenzwert eine Differenz zwischen der Empfangsstärke des Innenseitenvorrichtungssendesignals, das durch jeden Empfänger erfasst wird, und dem Schätzstärkenwert ist, der in dem Stärkenmodellspeicher gespeichert ist, und die Schwellenwerteinstelleinheit den Innenseitenbestimmungswert auf eine Weise festlegt, dass der Innenseitenbestimmungswert mit einer Zunahme der Menge der Insassen, die durch die Absorbermengenschätzteinheit geschätzt werden, abnimmt.

8. Positionsbestimmungssystem gemäß einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei die mehreren Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen in dem Fahrzeuginnenraum auf eine Weise angeordnet sind, dass jede Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung außerhalb eines sichtbaren Bereichs der verbleibenden der mehreren Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen ist.

9. Positionsbestimmungssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei

die Absorbermengenschätzteinheit als den Sensor mindestens einen eines Sitzsensors, der konfiguriert ist, um einen Sitzzustand eines Insassen auf einem Sitz zu erfassen, eines Sitzgurtsensors, der konfiguriert ist, um einen Tragezustand eines Sitzgurtes zu erfassen, oder einer Bordkamera einsetzt, die in dem Fahrzeuginnenraum angeordnet ist, um ein Bild eines gesamten Innenbereichs des Fahrzeuginnenraums aufzunehmen,

die Absorbermengenschätzteinheit basierend auf dem Erfassungsergebnis des Sensors die Menge von Insassen, die in dem Fahrzeuginnenraum existieren, als den Index spezifiziert, der die Menge von Funkwellenabsorbers angibt, die in dem Fahrzeuginnenraum existieren, und

die Schwellenwerteinstelleinheit den Innenseitenbestimmungswert auf eine Weise festlegt, dass der Innenseitenbestimmungswert mit einer Zunahme der Menge der Insassen, die durch die Absorbermengenschätzteinheit spezifiziert wird, abnimmt.

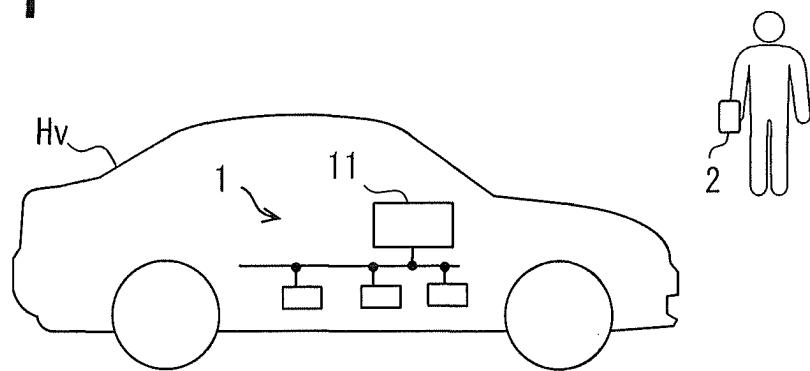
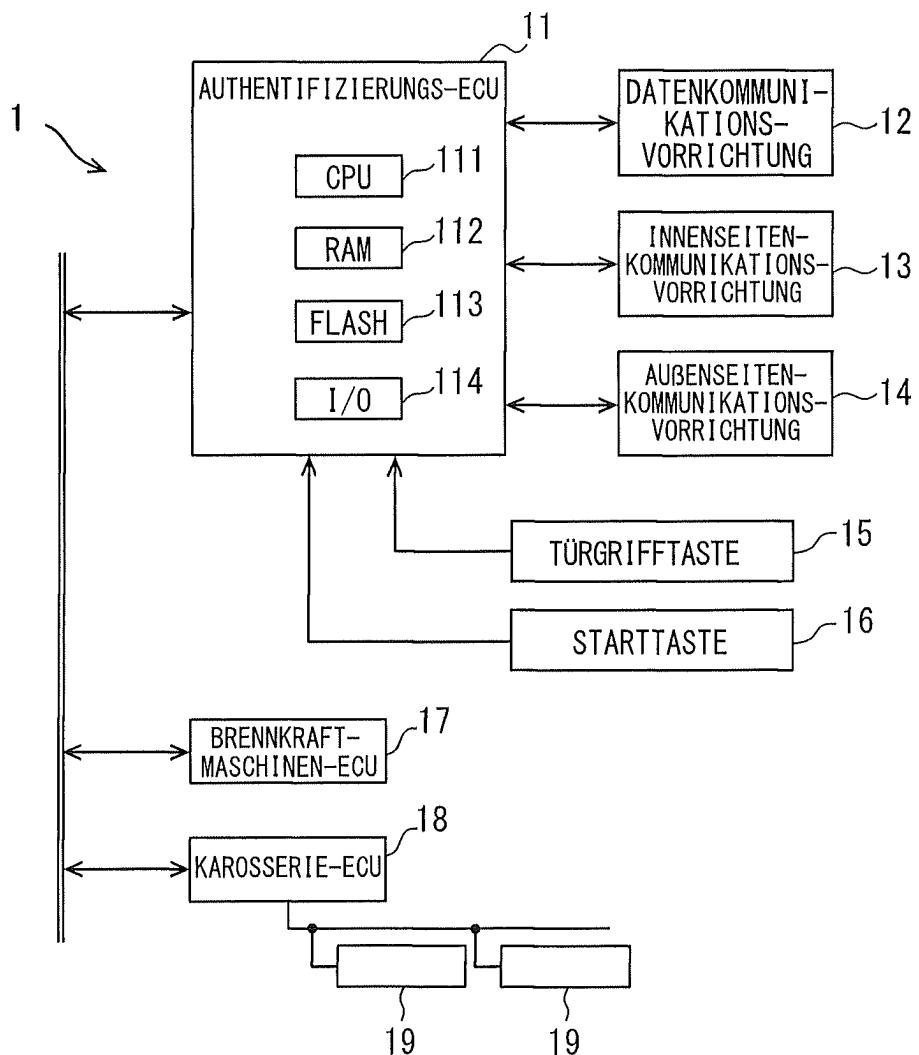
10. Positionsbestimmungssystem gemäß Anspruch 9, wobei

die mindestens eine Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung mehrere Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen beinhaltet, jede der mehreren Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen in dem Fahrzeugginnenraum an einer anderen Position angeordnet ist, die Absorbermengenschätzzeinheit eine Sitzposition jedes Insassen in dem Fahrzeugginnenraum basierend auf mindestens einem Erfassungsergebnis des Sitzsensors, einem Erfassungsergebnis des Sitzgurt-sensors oder einem Bild, das durch die Bordkamera aufgenommen wird, die in dem Fahrzeugginnenraum angeordnet ist, spezifiziert, und die Positionsbestimmungseinheit konfiguriert ist, um: um für die Innenseitenvorrichtungsstärke, die in jeder der mehreren Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtung erlangt wird, einen Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwert, der ein Repräsentativwert der Empfangsstärke des Funksignals ist, das von dem mobilen Endgerät in dem Fahrzeugginnenraum gesendet wird, unter Verwendung eines Werts zu berechnen, dem ein Korrekturbetrag entsprechend der Sitzposition, die durch die Absorbermengenschätzzeinheit spezifiziert ist, und einer Position jeder der mehreren Fahrzeugginnenseitenkommunikationsvorrichtungen in dem Fahrzeugginnenraum zuge-wiesen ist; und die Position des mobilen Endgeräts unter Verwen-dung des Innenseitenvorrichtungsstärkenrepräsentativwerts anstelle der Innenseitenvorrichtungsstärke zu bestimmen.

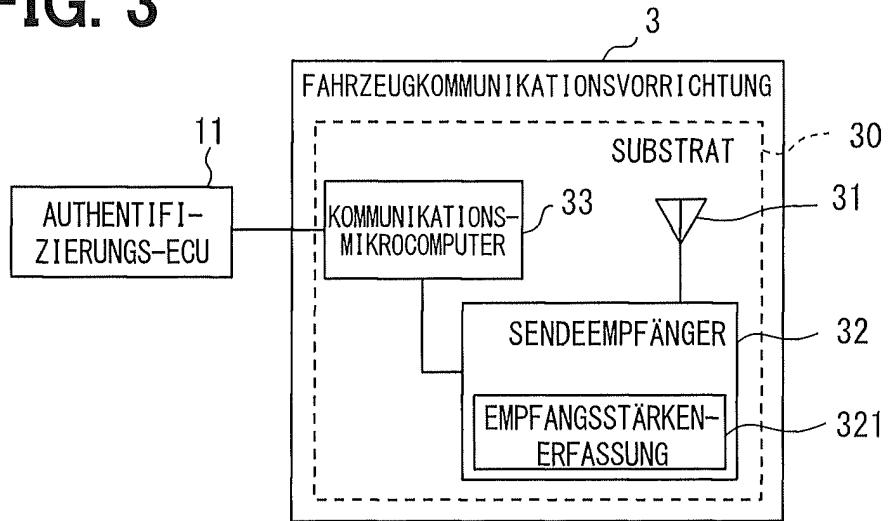
11. Positionsbestimmungssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, ferner aufweisend: eine Fahrzeuggaußenseitenkommunikationsvorrich-tung (14, 14A bis 14F), die auf einer Außenoberfläche des Fahrzeugs angeordnet ist, wobei die Fahrzeuggaußenseitenkommunikationsvorrich-tung konfiguriert ist, um das Funksignal zu empfan-gen, das von dem mobilen Endgerät gesendet wird, und eine Empfangsstärke des Funksignals zu erfas-sen, das empfangen wird, die Positionsbestimmungseinheit bestimmt, dass das mobile Endgerät in dem Fahrzeugginnenraum exis-tiert, in Antwort darauf, dass die Innenseitenvorrich-tungsstärke gleich oder größer als der Innensei-tenbestimmungswert ist und eine Außenseitenvor-richtungsstärke kleiner als ein Außenseitenentspre-chungswert ist, die Außenseitenvorrichtungsstärke eine Empfangs-stärke des Funksignals angibt, das von dem mobi-len Endgerät gesendet wird und durch die Fahrzeug-außenseitenkommunikationsvorrichtung empfangen wird, und die Außenseitenvorrichtungsstärke durch die Fahr-zeugaußenseitenkommunikationsvorrichtung erfasst wird, und der Außenseitenentsprechungswert ein Wert ist, der verwendet wird, um zu bestimmen, dass das mobile

Endgerät außerhalb des Fahrzeugginnenraums exis-tiert.

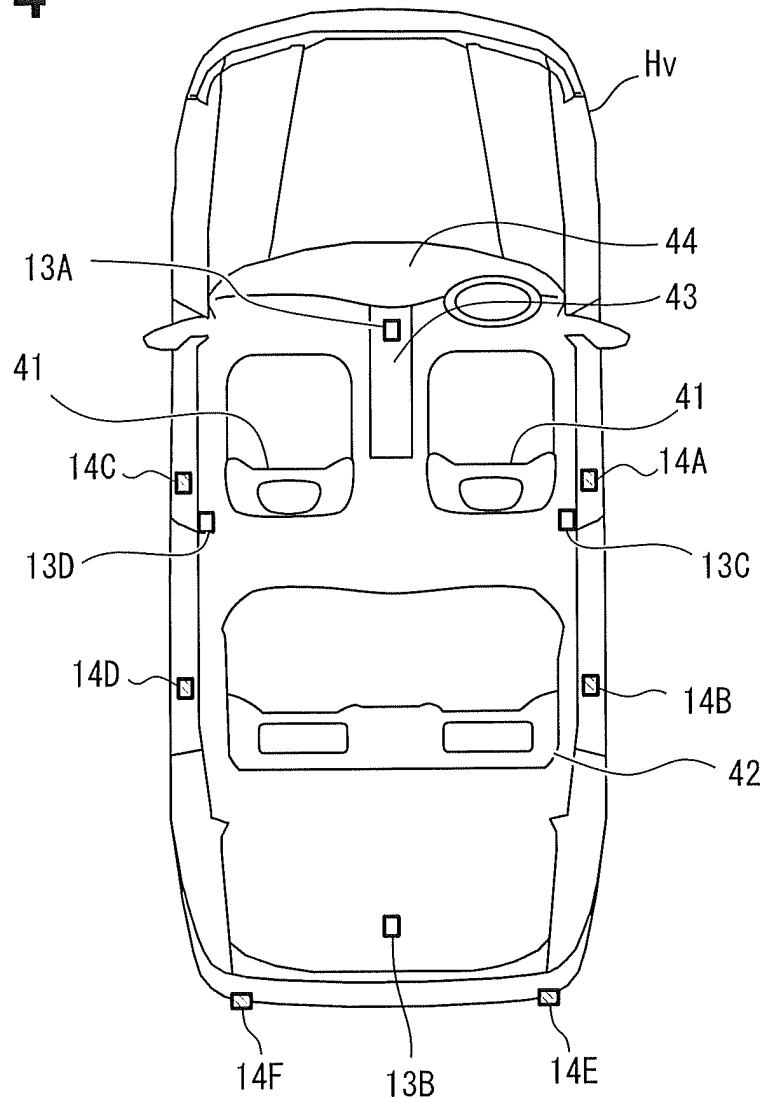
Es folgen 18 Seiten Zeichnungen

**FIG. 1****FIG. 2**

**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**

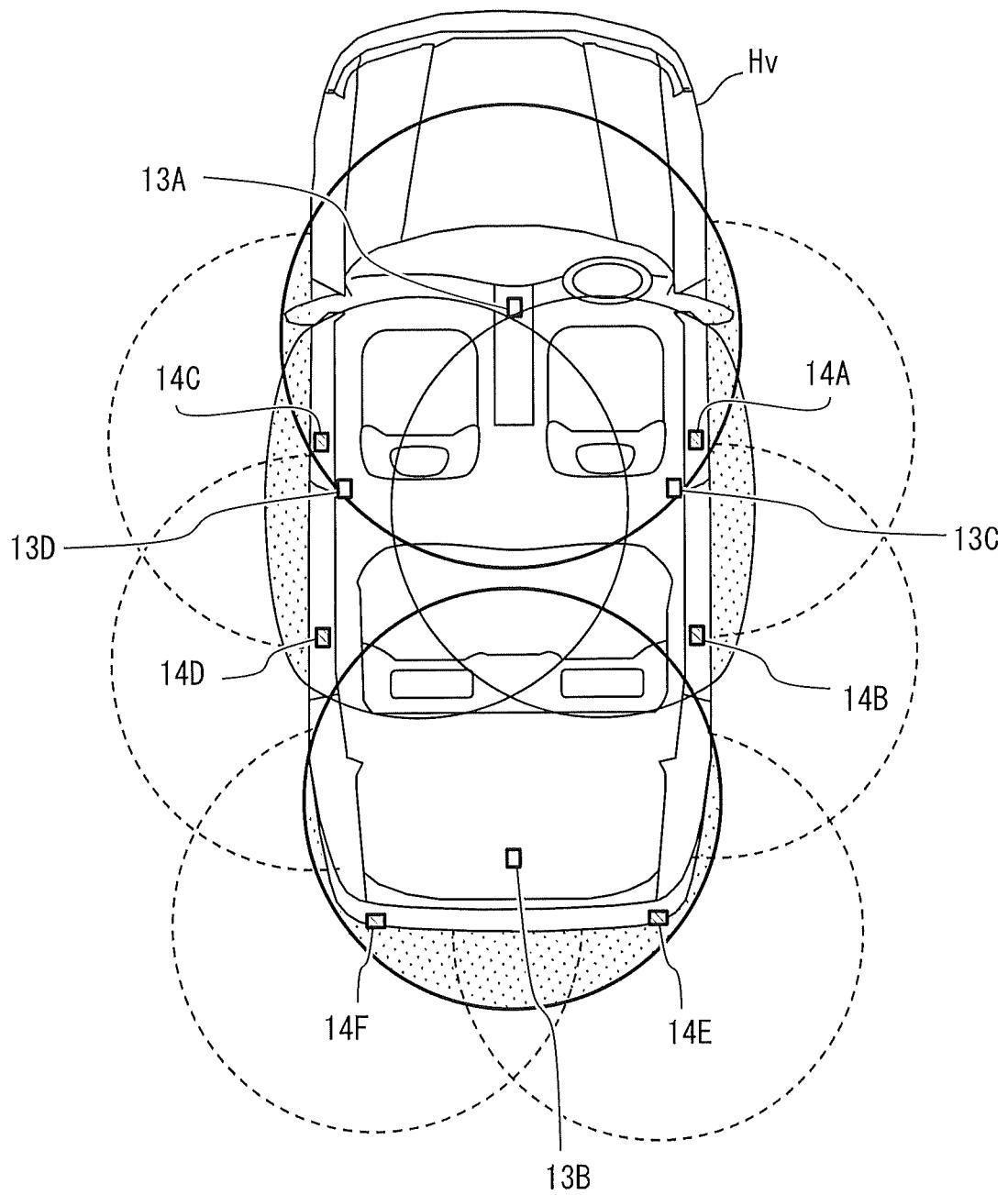


FIG. 6

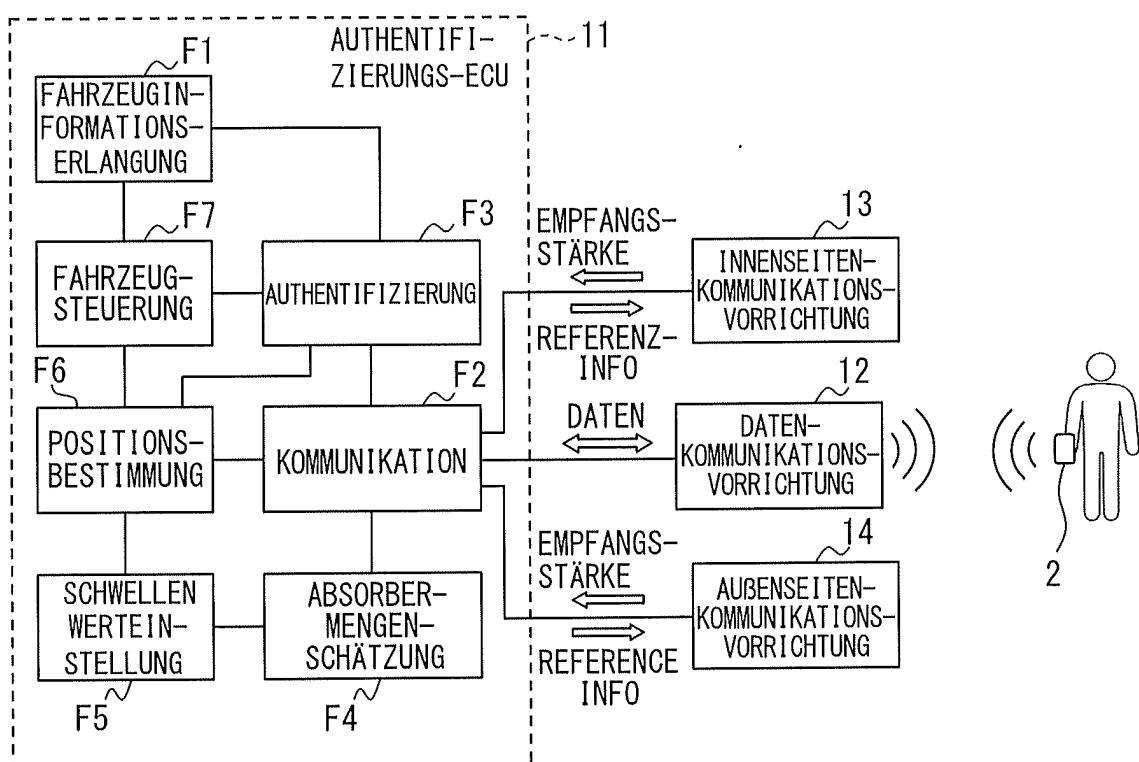
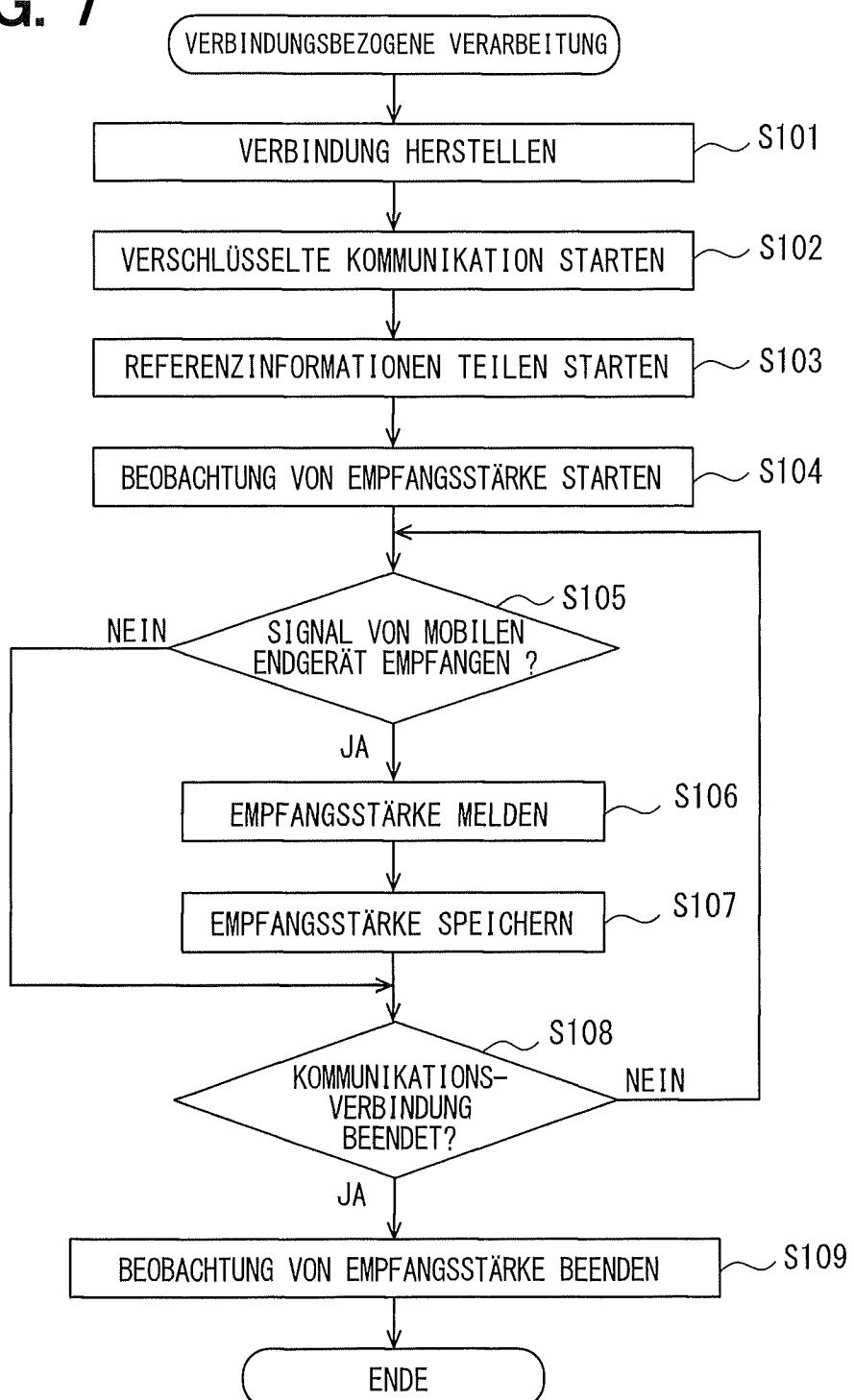
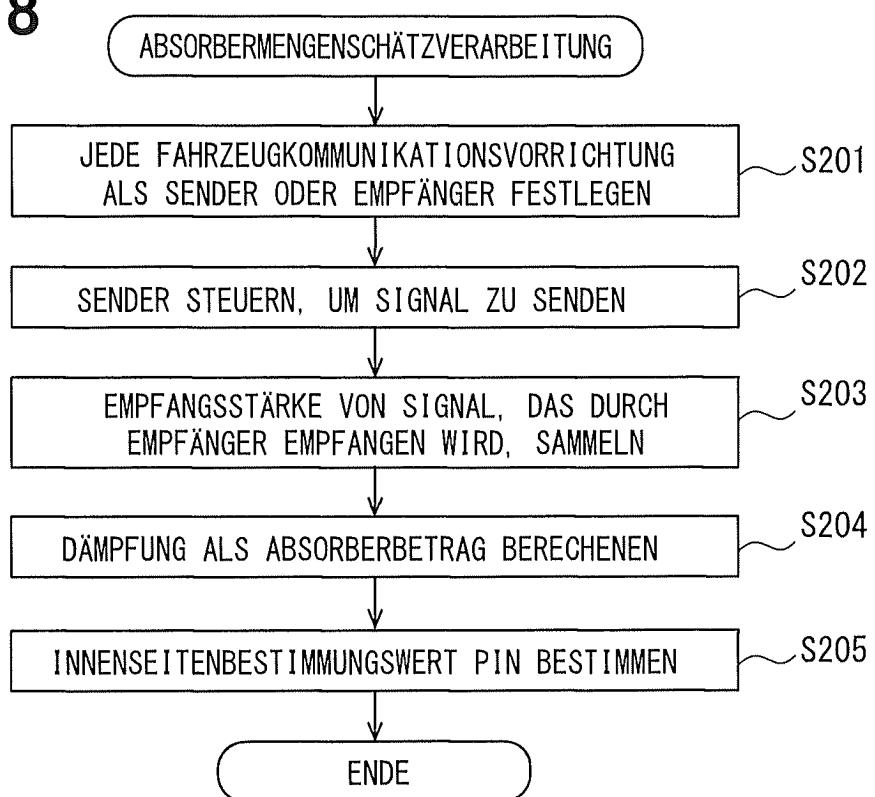


FIG. 7

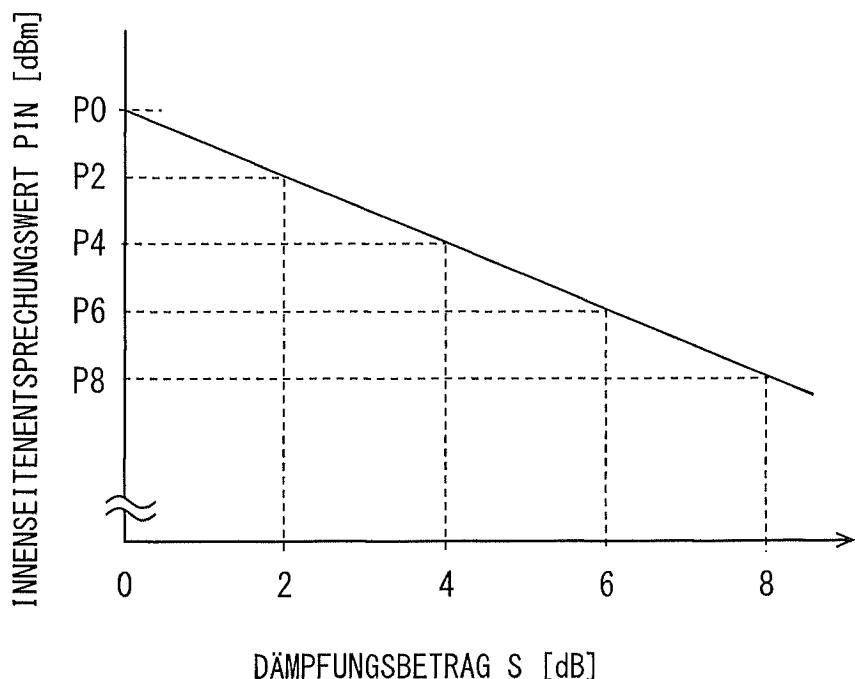


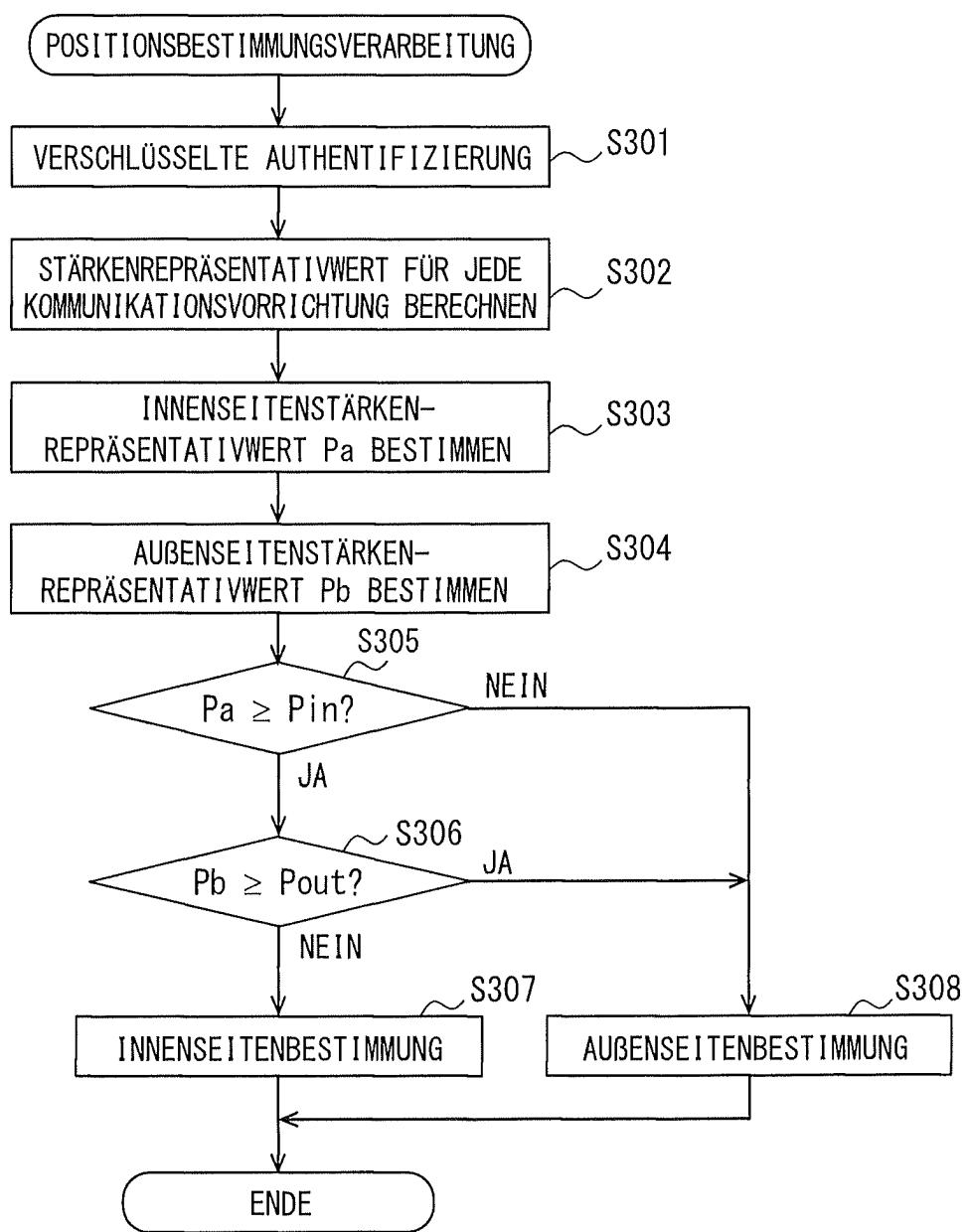
**FIG. 8**



**FIG. 9**

	KOMMUNIKATIONSVORRICHTUNG ALS EMPFÄNGER FESTLEGEN		
	KOFFERRAUM-KOMMUNIKATIONSVORRICHTUNG	1. HINTERSEITEN-KOMMUNIKATIONSVORRICHTUNG	2. HINTERSEITEN-KOMMUNIKATIONSVORRICHTUNG
VORDERSEITENKOMMUNIKATIONSVORRICHTUNG (KOMMUNIKATIONSVORRICHTUNG, DIE ALS SENDER FESTGELEGT IST)	Pm (AB)	Pm (AC)	Pm (AD)

**FIG. 10**

**FIG. 11**

**FIG. 12**

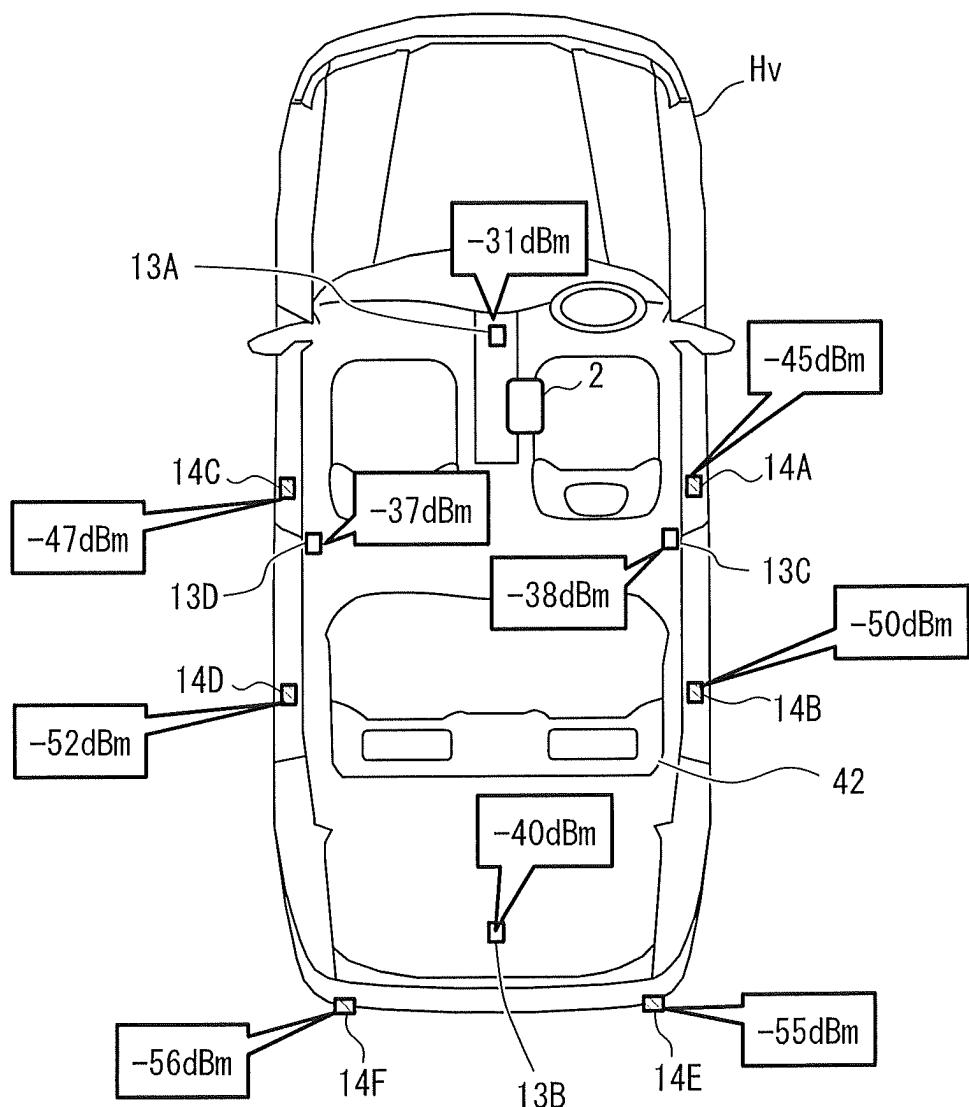


FIG. 13

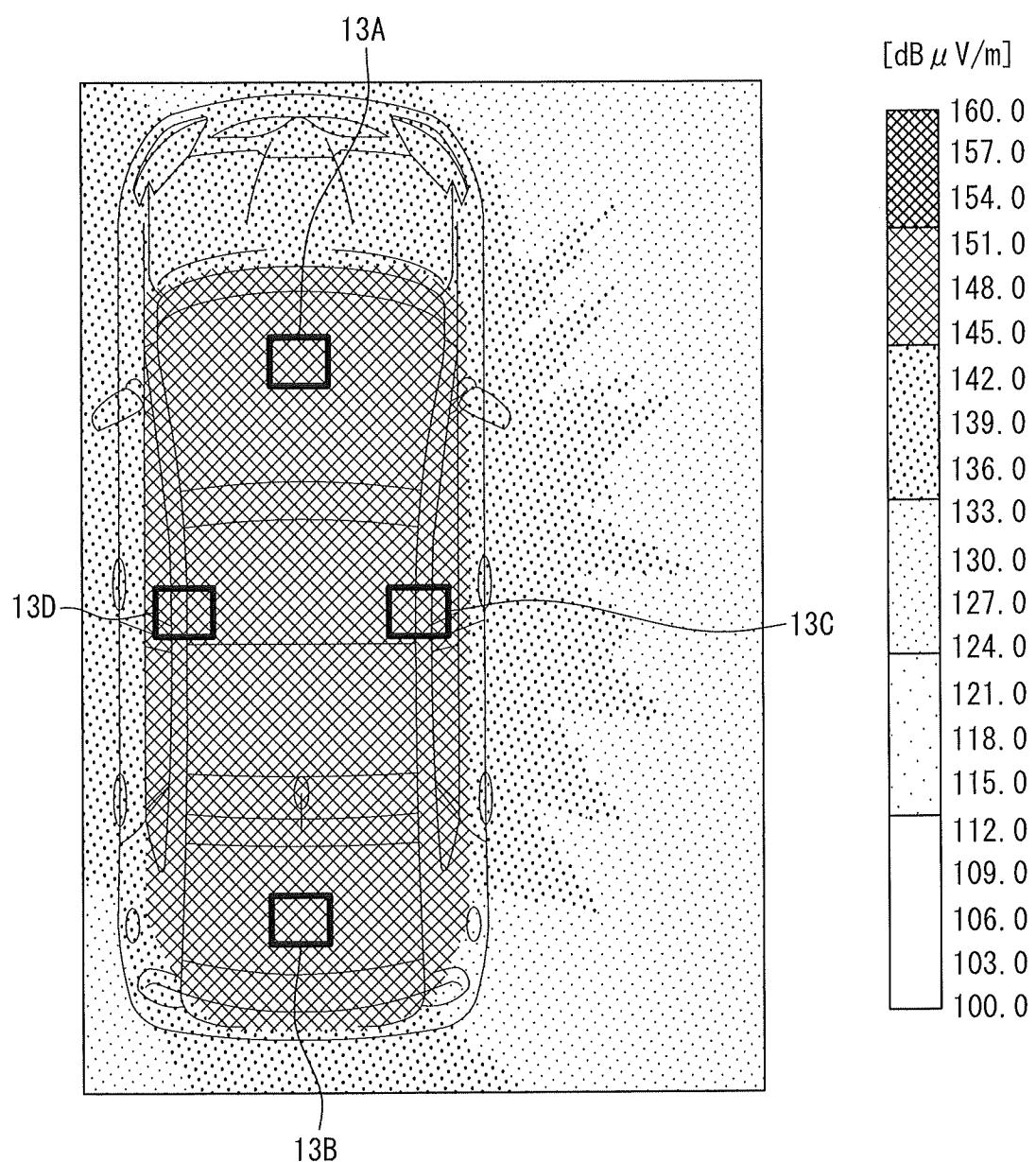
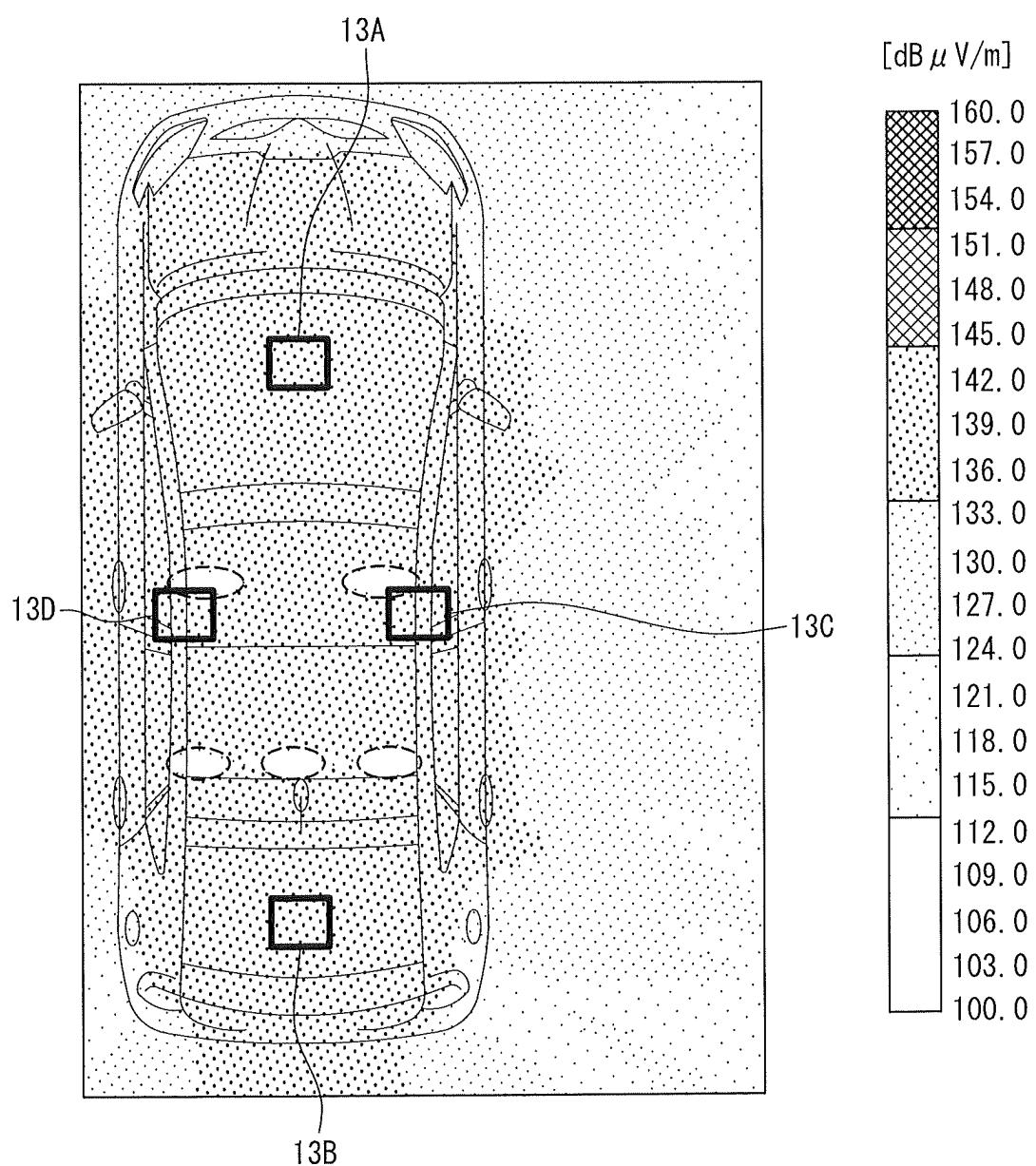
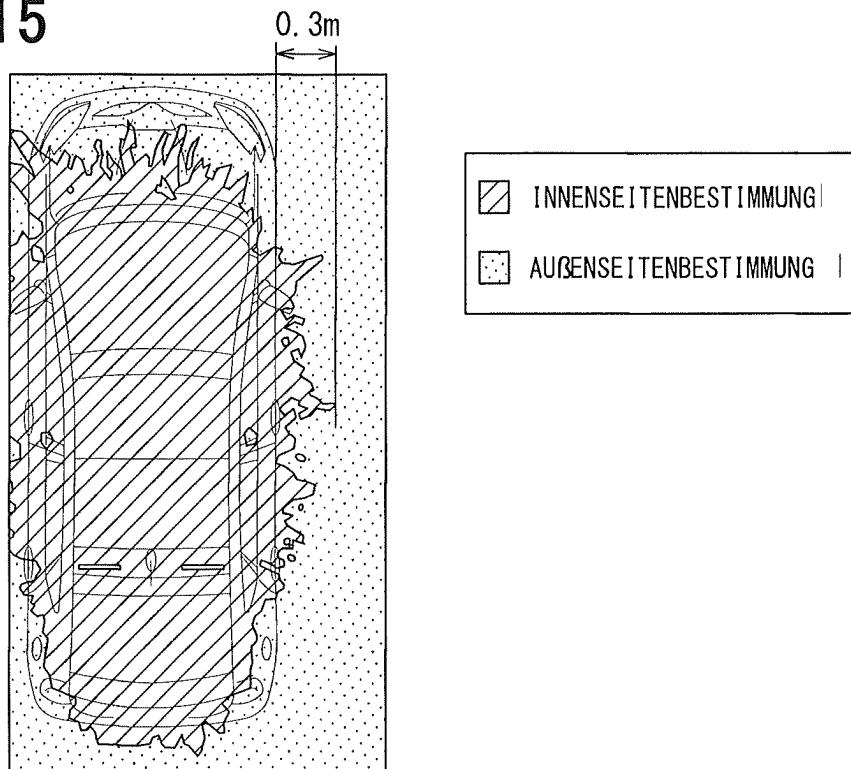


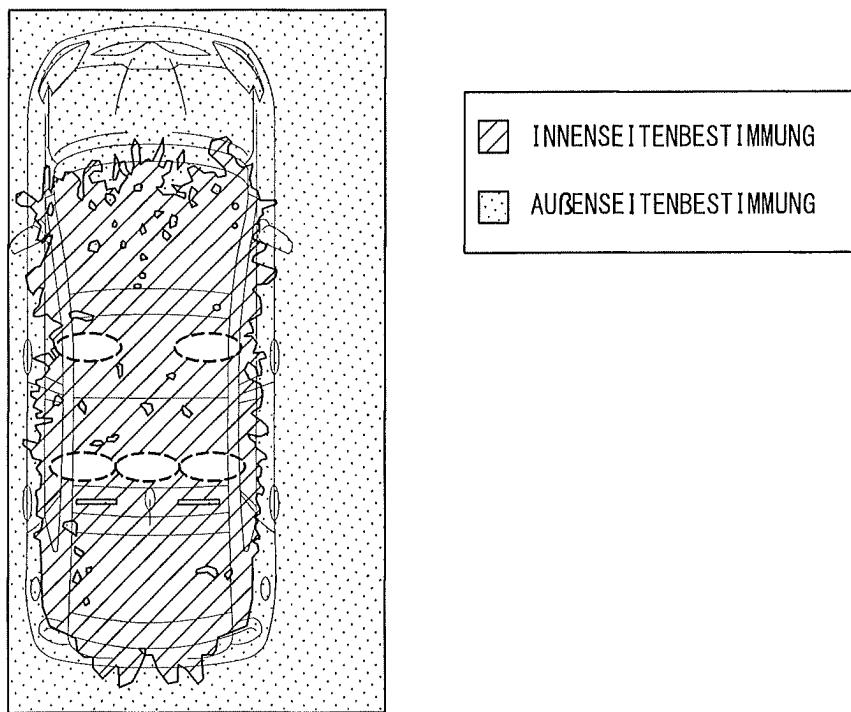
FIG. 14



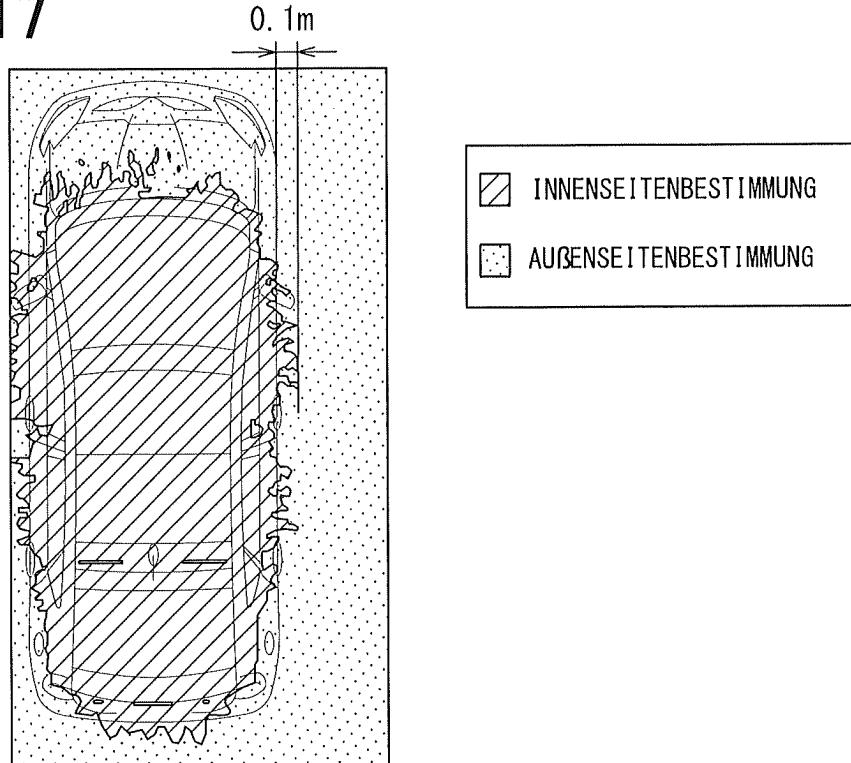
**FIG. 15**



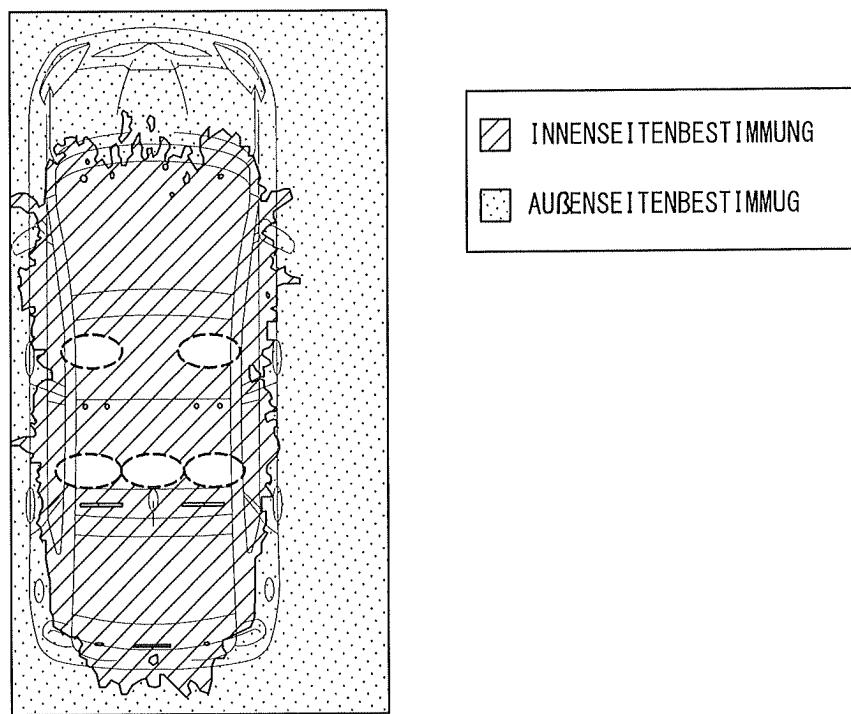
**FIG. 16**



**FIG. 17**



**FIG. 18**



**FIG. 19**

		ALS EMPFÄNGER FESTGELEGTE KOMMUNIKATIONSVORRICHTUNG			
		VORDERSEITEN- KOMMUNIKATIONS- VORRICHTUNG	KOFFERRAUM- KOMMUNIKATIONS- VORRICHTUNG	1. HINTERSEITEN- KOMMUNIKATIONS- VORRICHTUNG	2. HINTERSEITEN- KOMMUNIKATIONS- VORRICHTUNG
ALS SENDER FESTGELEGTE KOMMUNIKATIONSVORRICHTUNG	VORDERSEITEN- KOMMUNIKATIONS- VORRICHTUNG	–	Pm (AB)	Pm (AC)	Pm (AD)
	KOFFERRAUM- KOMMUNIKATIONS- VORRICHTUNG	Pm (BA)	–	Pm (BC)	Pm (BD)
	1. HINTERSEITEN- KOMMUNIKATIONS- VORRICHTUNG	Pm (CA)	Pm (CB)	–	Pm (CD)
	2. HINTERSEITEN- KOMMUNIKATIONS- VORRICHTUNG	Pm (DA)	Pm (DB)	Pm (DC)	–

FIG. 20

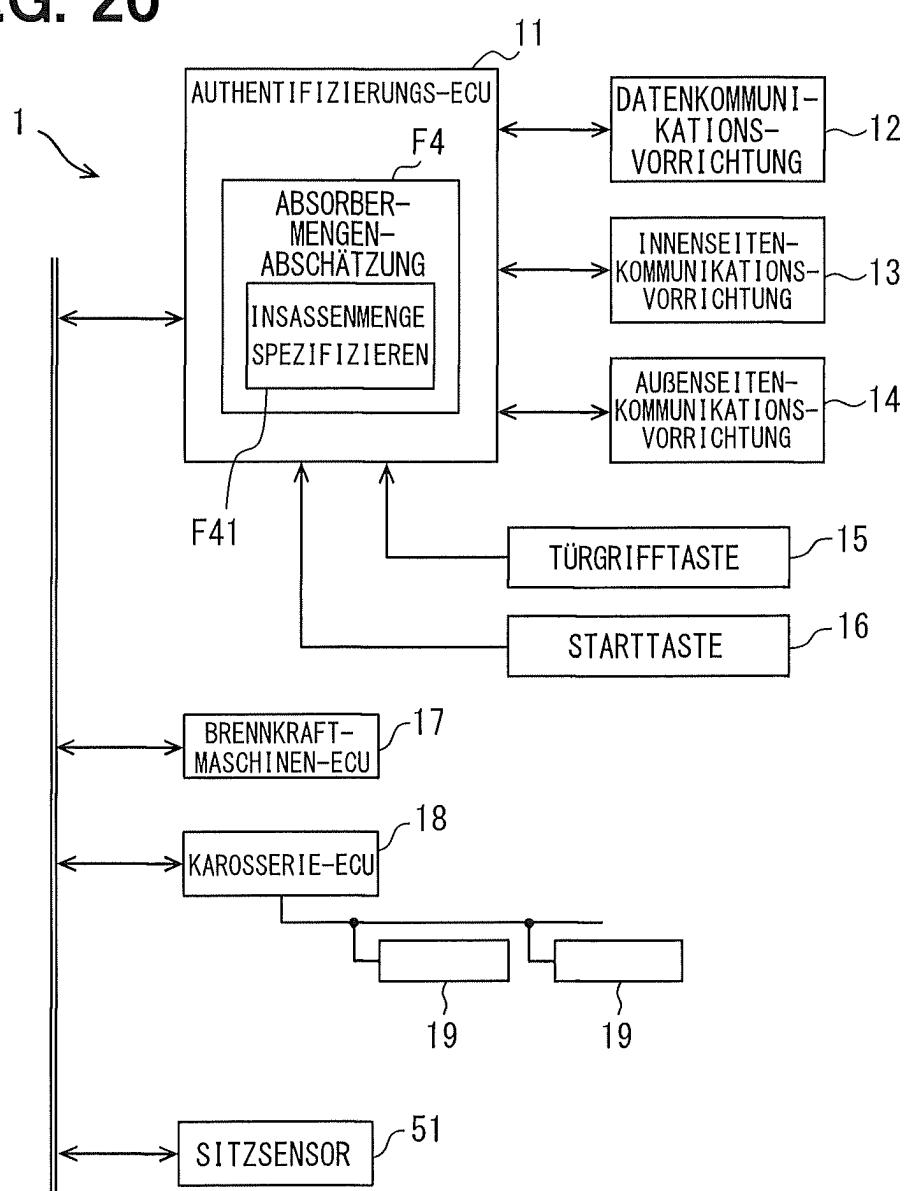
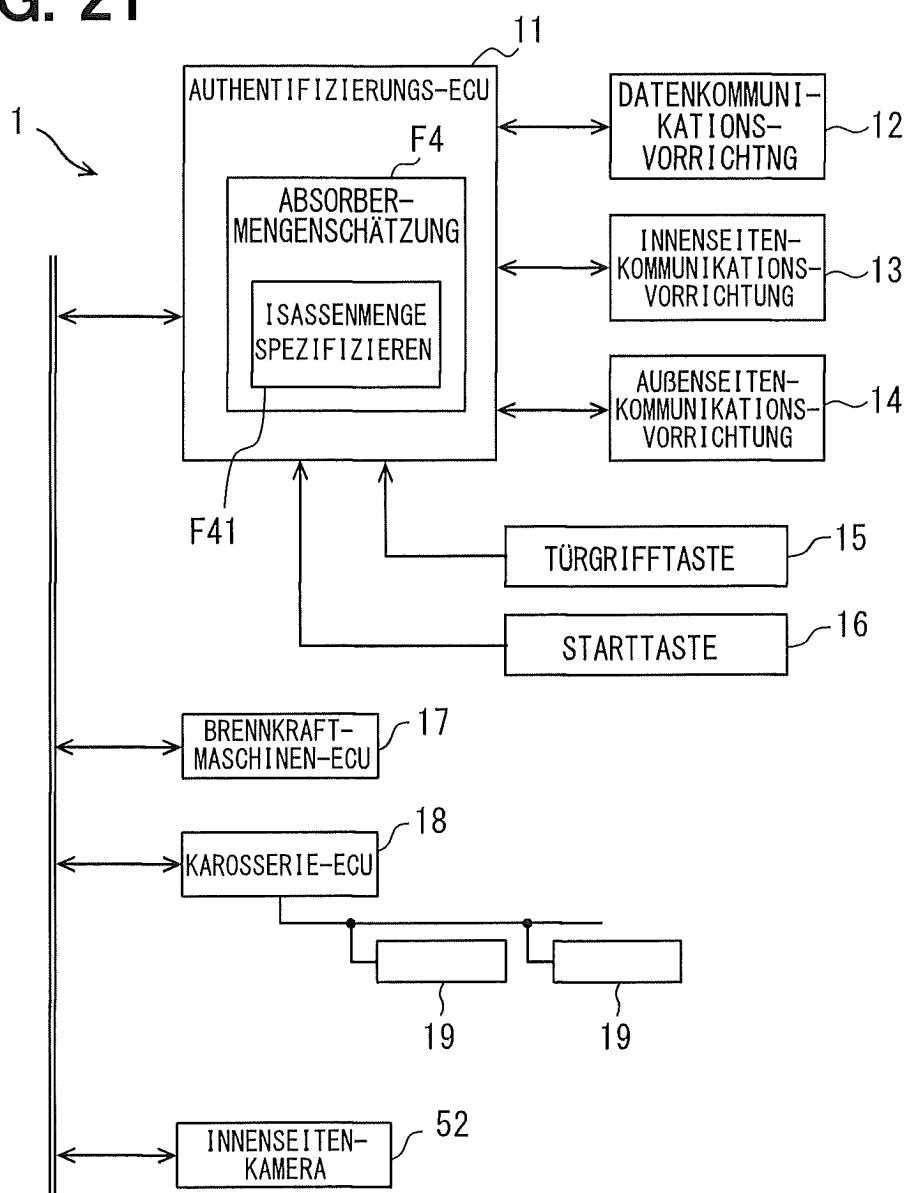


FIG. 21



**FIG. 22**

