



(10) **DE 11 2017 006 282 T5** 2019.09.26

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/110046**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 006 282.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/036296**
(86) PCT-Anmeldetag: **05.10.2017**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **21.06.2018**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **26.09.2019**

(51) Int Cl.: **H04L 12/28** (2006.01)
B60R 16/023 (2006.01)
B60T 8/17 (2006.01)
B60T 8/173 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2016-242731 **14.12.2016** **JP**

(71) Anmelder:
**Panasonic Intellectual Property Management Co.,
Ltd., Osaka-shi, Osaka, JP**

(74) Vertreter:
**Eisenführ Speiser Patentanwälte Rechtsanwälte
PartGmbH, 28217 Bremen, DE**

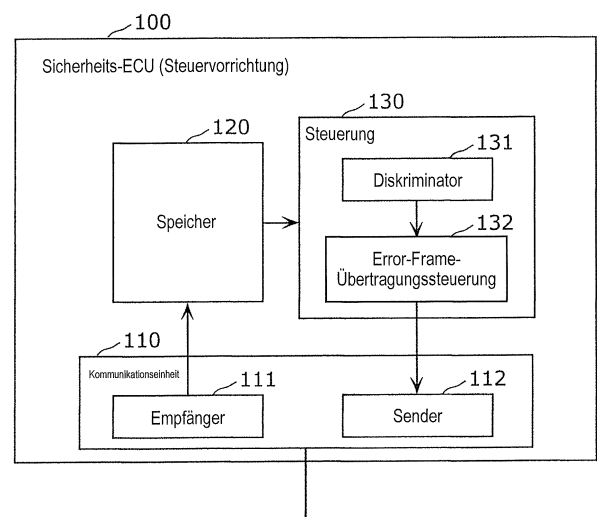
(72) Erfinder:
**Wakabayashi, Tohru, Osaka-shi, JP; Higo, Keiichi,
Osaka-shi, JP; Nakano, Toshihisa, Osaka-shi, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Steuervorrichtung, Steuersystem, Steuerverfahren und Speichermedium**

(57) Zusammenfassung: Eine Steuervorrichtung enthält einen Empfänger und eine Steuerung. Der Empfänger empfängt einen Brems-Steuerbefehl von einem Bus, der zur Kommunikation unter einer Vielzahl elektronischer Steuereinheiten in einer beweglichen Vorrichtung benutzt wird. Die Steuerung führt die Steuerung durch, um den Brems-Steuerbefehl zu annullieren oder zu verwerfen, wenn die Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung und einem Hindernis und die Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung als Reaktion auf den Brems-Steuerbefehl durch den Empfänger eine vorher festgelegte Bedingung zum Annullieren des Brems-Steuerbefehls erfüllen.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Sicherheitstechnologie zur Behandlung von Betrug bezüglich einer Brems-Steuerbefehl-Nachricht, die zum Beispiel in einem Fahrzeug-Netzwerk übertragen wird, über das eine in einem Fahrzeug montierte elektronische Steuereinheit eine Kommunikation durchführt.

Technischer Hintergrund

[0002] In den letzten Jahren sind zahlreiche Vorrichtungen, die elektronische Steuereinheiten (ECUs) genannt werden, in Systemen vorgesehen, die in Automobilen installiert sind. Ein Netzwerk, das diese ECUs verbindet, wird als Fahrzeug-Netzwerk bezeichnet. Es gibt eine große Zahl von Standards für das Fahrzeug-Netzwerk. Unter diesen ist eines der am meisten vorherrschenden Fahrzeug-Netzwerke das Controller Area Network (CAN), das durch ISO 11898-1 spezifiziert ist.

[0003] In dem CAN ist der Kommunikationspfad ein Bus (CAN-Bus), der zwei Leitungen umfasst, und die mit dem Bus verbundene ECU wird Knoten genannt. Jeder mit dem CAN-Bus verbundene Knoten sendet und empfängt Frames (Nachrichten). Ein Sendeknoten legt Spannungen an zwei Busse, wenn er einen Frame sendet, verursacht eine Potentialdifferenz zwischen den Bussen und sendet somit den Wert „1“, rezessiv genannt, und den Wert „0“, dominant genannt. Wenn eine Vielzahl von Sendeknoten rezessive und dominante Bits zu exakt denselben Zeitpunkten sendet, werden vorrangig die dominanten Bits gesendet. Wenn ein Fehler im Format des empfangenen Frames vorliegt, sendet ein Empfangsknoten einen Frame, der Error-Frame genannt wird. Als Error-Frame wird eine Reihe von sechs dominanten Bits gesendet, und somit wird ein Frame-Fehler an den Sendeknoten und an andere Empfangsknoten gemeldet.

[0004] In dem CAN gibt es keine Kennungen, die ein Sendeziel und eine Sendequelle angeben, und der Sendeknoten sendet jeden Frame mit einer daran angehängten ID, die Nachrichten-ID genannt wird (mit anderen Worten, sendet ein Signal an den Bus), und jeder Empfangsknoten empfängt nur die vorher festgelegte Nachrichten-ID (mit anderen Worten, liest ein Signal von dem Bus). Ferner wird in dem CAN das Verfahren Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance (CSMA/CA) (Mehrfachzugriff mit Trägerprüfung/Kollisionsvermeidung) benutzt. Bei gleichzeitigem Senden der Vielzahl von Knoten wird eine Arbitrierung unter Verwendung von Nachrichten-IDs durchgeführt, und ein Frame mit einem kleineren Wert der Nachrichten-ID wird vorrangig gesendet.

In den in Autos installierten Systemen tauschen die zahlreichen ECUs verschiedene Frames aus. Zum Beispiel verbinden sich die ECUs mit anderen ECUs, indem sie Frames austauschen, und somit wird eine Funktion zur Unterstützung der Kollisionsvermeidung usw. eines modernen Fahrer-Assistenzsystems (ADAS) vorgesehen. In der Funktion zur Unterstützung der Kollisionsvermeidung sind zum Beispiel eine Brems-ECU, die eine Bremse steuert, eine Sensor-ECU, die Hinderniserkennung und dergleichen durchführt, und eine Notbrems-ECU, die ein Kollisionsrisiko mit einem Hindernis erkennt und einen Frame eines Brems-Steuerbefehls sendet, miteinander verbunden.

[0005] Inzwischen besteht die Gefahr einer unberechtigten Steuerung eines Autos durch einen Angreifer, der einen Angriffs-Frame an einen CAN-Bus sendet, zum Beispiel durch Anschließen eines unberechtigten Knotens an den CAN-Bus oder Angreifen einer ECU, usw., der die Funktion aufweist, mit einem mobilen Informations-Terminal, einer externen Kommunikationsvorrichtung und dergleichen zu kommunizieren, um die ECU usw. in einen unberechtigten Knoten zu verwandeln. Der Angriffs-Frame ist ein Frame (Betrugs-Frame), der von einem unberechtigten Angreifer an den CAN-Bus gesendet wird, und es wird nicht angenommen, das er in einem normalen Zustand des Fahrzeug-Netzwerks gesendet wird. Wenn ein Angreifer zum Beispiel an den CAN-Bus einen Frame des Brems-Steuerbefehls sendet, um ein abruptes Bremsen in dem Zustand zu verursachen, in dem sich kein Hindernis vor einem fahrenden Fahrzeug befindet, kann das plötzliche Anhalten des Fahrzeugs zu einer Verletzung eines Insassen, einem Unfall, wie etwa einer Kollision eines nachfolgenden Fahrzeugs und dergleichen führen.

[0006] Ein bekanntes Verfahren zum Erkennen und Verteidigen gegen einen solchen Angriffs-Frame ist es, im Voraus einen erwarteten Zyklus eines Nachrichten-ID-Frames zu registrieren, der periodisch in einem Fahrzeug-Netzwerk ausgesendet werden muss, und auf der Grundlage des erwarteten Zyklus zu bestimmen, ob ein Frame betrügerisch ist oder nicht (siehe Patentliteratur (PTL) 1). Mit der in PTL 1 offenbarten Technik ist es jedoch nicht möglich, den Fall zu behandeln, in dem ein Angreifer einen Frame in Übereinstimmung mit einem normalen Frame-Übertragungszyklus der ECU sendet. Wenn zum Beispiel ein Betrugs-Frame unmittelbar vor einem normalen Frame empfangen wird, kann der Betrugs-Frame nicht erkannt werden, und der auf den Betrugs-Frame folgende normale Frame wird fälschlicherweise als betrügerisch erkannt.

[0007] Ferner wird bei einer herkömmlich bekannten Technik (siehe PTL 2), wenn numerische Informationen über die Raddrehzahl in dem Frame, der in dem Fahrzeug-Netzwerk empfangen wird, größer sind als

ein vorher festgelegter Wert, der als Referenzwert festgelegt ist, festgestellt, dass ein Fehler vorliegt.

Liste der Anführungen

Patentliteratur

PTL 1: Ungeprüfte japanische Patentoffenlegung Nr. 2014-146868

PTL 2: Ungeprüfte japanische Patentoffenlegung Nr. 2008-114806 Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Mit der in PTL 2 offenbarten Technik wird unabhängig von dem Zyklus der Frames bestimmt, ob ein Fehler in dem empfangenen Frame vorliegt, was nicht nützlich für ein richtiges Behandeln eines Angriffs-Frames eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls ist.

[0009] Die vorliegende Offenbarung sieht eine Steuervorrichtung vor, die einen Angriffs-Frame eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls, der von einem Angreifer an einen Bus in einem Netzwerk (zum Beispiel ein Fahrzeug-Netzwerk) in einer beweglichen Vorrichtung gesendet wird, richtig behandelt. Ferner sieht die vorliegende Offenbarung ein Steuersystem und ein Verfahren zum richtigen Behandeln eines betrügerischen Frames bezüglich eines Brems-Steuerbefehls und ein in dem Steuersystem benutztes Steuerprogramm zum richtigen Behandeln eines betrügerischen Frames bezüglich eines Brems-Steuerbefehls vor.

[0010] Die Steuervorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst einen Empfänger und eine Steuerung. Der Empfänger empfängt einen Befehl (als Brems-Steuerbefehl bezeichnet) zum Steuern einer Bremse einer beweglichen Vorrichtung von einem Bus, der zur Kommunikation unter einer Vielzahl elektronischer Steuereinheiten in der beweglichen Vorrichtung benutzt wird. Wenn die Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung und einem Hindernis und die Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung bei Empfang des Brems-Steuerbefehls eine vorher festgelegte Bedingung zum Annullieren des Brems-Steuerbefehls erfüllen, führt die Steuerung die Steuerung durch, um den Brems-Steuerbefehl zu annullieren oder zu verwerfen.

[0011] Ferner umfasst ein Steuersystem gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung: eine Bremse, die in einer beweglichen Vorrichtung vorgesehen ist; eine Detektions-Vorrichtung, die ein Hindernis für die bewegliche Vorrichtung detektiert; und die oben erwähnte Steuervorrichtung.

[0012] Ferner wird in einem Steuerverfahren gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung ein Brems-Steuerbefehl von einem Bus empfangen,

der zur Kommunikation unter einer Vielzahl elektronischer Steuereinheiten in einer beweglichen Vorrichtung benutzt wird. Wenn eine Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung und einem Hindernis und die Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung bei Empfang des Brems-Steuerbefehls eine vorher festgelegte Bedingung erfüllen, wird der Brems-Steuerbefehl annulliert oder verworfen.

[0013] Ferner dient ein Steuerverfahren gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung dazu, zu bewirken, dass eine Vorrichtung, die einen Mikroprozessor enthält, einen Prozess zur Betrugserkennung ausführt. In diesem Prozess zur Betrugserkennung wird ein Brems-Steuerbefehl von einem Bus empfangen, der zur Kommunikation unter einer Vielzahl elektronischer Steuereinheiten in einer beweglichen Vorrichtung benutzt wird. Ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht, wird in Übereinstimmung damit bestimmt, ob eine Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung und einem Hindernis und die Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung bei Empfang des Brems-Steuerbefehls eine vorher festgelegte Bedingung erfüllen oder nicht.

[0014] Ferner ist ein Speichermedium gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung ein nichtflüchtiges Speichermedium, auf dem das oben erwähnte Steuerprogramm gespeichert ist.

[0015] Gemäß der vorliegenden Offenbarung kann ein betrügerischer Frame (Angriffs-Frame) bezüglich eines Brems-Steuerbefehls annulliert werden.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine Darstellung, die einen Gesamtaufbau eines Steuersystems gemäß einer ersten beispielhaften Ausführungsform darstellt.

Fig. 2 ist eine Darstellung, die das Format eines im CAN-Protokoll spezifizierten Daten-Frames darstellt.

Fig. 3 ist eine Darstellung, die das Format eines im CAN-Protokoll spezifizierten Error-Frames darstellt.

Fig. 4 ist ein Konfigurations-Diagramm einer Brems-ECU gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform.

Fig. 5 ist eine Darstellung, die ein Beispiel eines Datenfeldes eines Frames bezüglich eines Brems-Steuerbefehls, der von einer Notbrems-ECU gesendet wird, gemäß einer ersten beispielhaften Ausführungsform darstellt.

Fig. 6 ist ein Konfigurations-Diagramm einer Sicherheits-ECU (Steuervorrichtung) gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform.

Fig. 7 ist eine Darstellung zur Erklärung einer Bedingung zur Feststellung eines Betrugs in dem Brems-Steuerbefehl gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform.

Fig. 8 ist ein Ablaufplan, der einen Steuerprozess in der in **Fig. 6** gezeigten Sicherheits-ECU darstellt.

Fig. 9 ist eine Darstellung, die ein Beispiel eines Prozessablaufs bezüglich einer Bremssteuerung gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform zeigt.

Fig. 10 ist eine Darstellung, die ein Beispiel eines Prozessablaufs bezüglich der Bremssteuerung gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform zeigt.

Fig. 11 ist eine Darstellung, die einen Gesamtaufbau eines Steuersystems gemäß einer zweiten beispielhaften Ausführungsform darstellt.

Fig. 12 ist ein Konfigurations-Diagramm einer Brems-ECU gemäß der zweiten beispielhaften Ausführungsform.

Fig. 13 ist ein Ablaufplan, der einen Steuerprozess in der in **Fig. 12** gezeigten Brems-ECU darstellt.

Fig. 14 ist eine Darstellung, die ein Beispiel eines Prozessablaufs bezüglich einer Bremssteuerung gemäß der zweiten beispielhaften Ausführungsform zeigt.

Fig. 15 ist eine Darstellung, die ein Beispiel eines Prozessablaufs bezüglich der Bremssteuerung gemäß der zweiten beispielhaften Ausführungsform zeigt.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0016] Vor dem Beschreiben beispielhafter Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung ist Grundlagenwissen, das die Grundlage der vorliegenden Offenbarung bildet, kurz beschrieben.

[0017] Das moderne Fahrer-Assistenzsystem eines Fahrzeugs enthält eine Notbrems-ECU, um eine Kollision des Fahrzeugs mit einem Hindernis zu vermeiden. Auf der Grundlage von Informationen, usw., die von einer Sensor-ECU erhalten werden, die eine Hinderniserkennung oder dergleichen durchführt, sendet die Notbrems-ECU im Allgemeinen unmittelbar vor einer Kollision einen Brems-Steuerbefehl (insbesondere einen Frame des Brems-Steuerbefehls) an einen CAN-Bus. Die Brems-ECU steuert eine Bremse entsprechend diesem Brems-Steuerbefehl, und somit hält das Fahrzeug vor einer Kollision an. Es ist anzumerken, dass Beispiele für den Inhalt des Brems-Steuerbefehls zusätzlich zu einer Angabe zur Betätigung der Bremse eine Angabe für ein Verhindern der Betätigung der Bremse umfassen.

[0018] In einem Fall, in dem ein Angreifer einen Angriffs-Frame eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls (Betrugs-Frame) sendet und der Inhalt dieses betrügerischen Brems-Steuerbefehls sich von dem eines richtigen Brems-Steuerbefehls unterscheidet, den die Notbrems-ECU sendet, kann das Fahrzeug usw. einen Unfall haben. Es wird angenommen, dass der Inhalt des richtigen Brems-Steuerbefehls der Entfernung zwischen dem Fahrzeug und einem Hindernis, das sich in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs befindet, und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs entspricht. Dies führte zu einem Verfahren zum Bestimmen, ob der zu dem CAN-Bus gesendete Brems-Steuerbefehl ein richtiger Brems-Steuerbefehl ist, der der Fahrsituation des Fahrzeugs entspricht, oder ein betrügerischer Bremssteuerbefehl, der sich im Inhalt von einem richtigen Brems-Steuerbefehl unterscheidet, auf der Grundlage der Entfernung zwischen dem Fahrzeug und dem Hindernis, das sich in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs befindet, und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs (zum Beispiel der Relativgeschwindigkeit oder der absoluten Geschwindigkeiten des Fahrzeugs und des Hindernisses). Es ist anzumerken, dass ein Fahrzeug ein Beispiel ist; dieses Verfahren kann auf eine bewegliche Vorrichtung einschließlich eines Fahrzeugs und anderer angewendet werden. In dem Steuersystem usw. gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung wird dieses Verfahren dazu benutzt, festzustellen, ob ein Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht, und wenn ein Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist, wird der betrügerische Brems-Steuerbefehl annulliert, um eine Brems-Steuerung zu verhindern, die auf den betrügerischen Brems-Steuerbefehl folgt. Mit diesem Verfahren ist es möglich, einen Unfall zu verhindern, der durch den Angriffs-Frame passiert.

[0019] Die Steuervorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst einen Empfänger und eine Steuerung. Der Empfänger empfängt einen Befehl (als Brems-Steuerbefehl bezeichnet) zum Steuern einer Bremse einer beweglichen Vorrichtung von einem Bus, der zur Kommunikation unter einer Vielzahl elektronischer Steuereinheiten in der beweglichen Vorrichtung benutzt wird. Wenn die Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung und einem Hindernis und die Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung bei Empfang des Brems-Steuerbefehls durch den Empfänger eine vorher festgelegte Bedingung (oder Anforderung) zum Annullieren des Brems-Steuerbefehls erfüllen, führt die Steuerung die Steuerung durch, um den Brems-Steuerbefehl zu annullieren oder zu verwerfen. Hiermit ist es möglich, einen betrügerischen Brems-Steuerbefehl auf der Grundlage der Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung (zum Beispiel einem Fahrzeug) und dem Hindernis (zum Beispiel einem Fußgänger, einem anderen Fahrzeug, einem Gebäude oder dergleichen) und der Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung zu annullieren oder zu verwerfen. Diese

Annullierung ist in einem weiten Sinn das Verhindern der effektiven Wirkung eines Brems-Steuerbefehls. Hierbei wird das Verhindern der effektiven Wirkung eines Brems-Steuerbefehls auf dem Bus (zum Beispiel Änderung durch Überschreiben mit einem Error-Frame, was später beschrieben wird) als Annullieren bezeichnet, und das Verhindern der effektiven Wirkung eines Brems-Steuerbefehls, nachdem eine ECU den Brems-Steuerbefehl vom Bus empfangen hat, wird als Verwerfen bezeichnet. Das Verwerfen umfasst das Verhindern einer Brems-Steuerung, die auf einen Brems-Steuerbefehl folgt.

[0020] Ferner kann die oben erwähnte Geschwindigkeit zum Beispiel eine Relativgeschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung bezüglich des Hindernisses sein. Hiermit ist es möglich, richtig zu bestimmen, ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht (das heißt, ob der Brems-Steuerbefehl einer Annullierungs-Steuerung unterzogen wird), sogar wenn sich das Hindernis bewegt.

[0021] Darüber hinaus kann die Steuerung beispielsweise bestimmen, indem sie einen Grenzwert und ein Ergebnis einer vorher festgelegten Berechnung auf der Grundlage der oben erwähnten Entfernung und der oben erwähnten Geschwindigkeit vergleicht, ob die oben erwähnte Entfernung und die oben erwähnte Geschwindigkeit die vorher festgelegte Bedingung erfüllen oder nicht. Hiermit ist es als Ergebnis der richtigen Einstellung der vorher festgelegten Berechnung und des Grenzwertes möglich, einen betrügerischen Brems-Steuerbefehl richtig zu behandeln.

[0022] Ferner kann der Brems-Steuerbefehl zum Beispiel eine Kennzeichnung für ein Maß der Verzögerung durch die Bremse enthalten, und wenn der Brems-Steuerbefehl eine Kennzeichnung für eine maximale Verzögerung enthält, kann es sein, dass die Steuerung als vorher festgelegte Bedingung eine Bedingung verwendet, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung größer ist als ein erster Grenzwert. Andererseits kann, wenn der Brems-Steuerbefehl eine Kennzeichnung für eine Verzögerung von Null enthält, die Steuerung als vorher festgelegte Bedingung eine Bedingung verwenden, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung kleiner ist als ein zweiter Grenzwert, der kleiner oder gleich dem ersten Grenzwert ist. Hiermit ist es möglich, einen betrügerischen Brems-Steuerbefehl zu annullieren, der die Bremse anweist, in einer Situation nicht betätigt zu werden, in der die Bremse betätigt werden muss, oder einen betrügerischen Brems-Steuerbefehl zu annullieren, der die Bremse anweist, in einer Situation betätigt zu werden, in der die Bremse nicht zu betätigen ist.

[0023] Ferner kann zum Beispiel der zweite Grenzwert kleiner sein als der erste Grenzwert. Hiermit ist

es möglich, eine Situation richtig zu behandeln, in der sowohl der Brems-Steuerbefehl, der die Bremse anweist, betätigt zu werden, als auch der Brems-Steuerbefehl, der die Bremse anweist, nicht betätigt zu werden, nicht notwendigerweise betrügerisch sind (eine Situation in Bezug auf die Entfernung zwischen dem Hindernis und der beweglichen Vorrichtung und der Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung).

[0024] Ferner kann zum Beispiel die Vielzahl elektronischer Steuereinheiten eine Notbrems-Steuereinheit enthalten, die den Brems-Steuerbefehl an den Bus sendet. Außerdem kann die vorher festgelegte Berechnung so festgesetzt sein, dass sie ein Ergebnis kleiner oder gleich dem ersten Grenzwert und größer oder gleich dem zweiten Grenzwert aufweist, wenn der Brems-Steuerbefehl in einem normalen Zustand, der von der elektronischen Notbrems-Steuereinheit zum Bus gesendet wird, eine Kennzeichnung für eine Verzögerung größer als Null enthält. Hiermit ist es möglich, eine Annullierung des Brems-Steuerbefehls zu vermeiden, der in dem Fall gesendet wird, wenn sich die Notbrems-ECU in einem normalen Zustand befindet (was nicht der Fall ist, wenn ein Angreifer die Steuerung hat, oder im Fall einer Fehlfunktion).

[0025] Ferner kann zum Beispiel die vorher festgelegte Berechnung sein, ein Produkt eines vorher festgelegten Koeffizienten mit der oben erwähnten Geschwindigkeit von der oben erwähnten Entfernung zu subtrahieren, und der erste Grenzwert kann Null sein. Hiermit ist es möglich, einen betrügerischen Brems-Steuerbefehl unter Verwendung einer relativ einfachen Berechnung zu annullieren.

[0026] Ferner kann zum Beispiel die vorher festgelegte Berechnung sein, von der Entfernung ein Ergebnis zu subtrahieren, das erhalten wird, indem die oben erwähnte Geschwindigkeit durch eine Variable einer ganzrationalen Funktion einer einzigen Variablen mit einem vorher festgelegten Koeffizienten ersetzt wird. Hiermit ist es durch richtiges Einstellen des Koeffizienten der ganzrationalen Funktion möglich, einen betrügerischen Brems-Steuerbefehl richtig zu behandeln.

[0027] Darüber hinaus kann die Steuerung beispielsweise eine Einzelheit der vorher festgelegten Berechnung entsprechend einer Änderung eines Bestandteils der beweglichen Vorrichtung ändern, der einen Bremsweg der beweglichen Vorrichtung durch die Bremse beeinflusst. Hiermit ist es möglich, einen betrügerischen Brems-Steuerbefehl zu annullieren, sogar wenn sich ein Bestandteil der beweglichen Vorrichtung geändert hat.

[0028] Ferner kann der Empfänger beispielsweise von dem Bus Hindernis-Informationen empfangen, die die Art des von der beweglichen Vorrichtung er-

kannten Hindernisses anzeigen, und die Steuerung kann eine Einzelheit der vorher festgelegten Berechnung entsprechend der Hindernis-Informationen ändern. Hiermit ist es möglich, in einem System, in dem zum Beispiel der Zeitpunkt, an dem die Notbrems-ECU die Bremse betätigen muss, entsprechend einer Art des Hindernisses, wie etwa eine Person oder ein Objekt, geändert wird, einen betrügerischen Brems-Steuerbefehl richtig zu annullieren.

[0029] Ferner kann, zum Beispiel wenn der Brems-Steuerbefehl die Bremse anweist, betätigt zu werden, die Steuerung eine Bedingung als vorher festgelegte Bedingung benutzen, bei der ein Verhältnis der oben erwähnten Entfernung zu der oben erwähnten Geschwindigkeit einen vorher festgelegten Grenzwert überschreitet. Hiermit ist es möglich, richtig zu bestimmen, ob der Brems-Steuerbefehl, der die Bremse anweist, betätigt zu werden, betrügerisch ist oder nicht (das heißt, ob der Brems-Steuerbefehl, der die Bremse anweist, betätigt zu werden, einer Annullierungs-Steuerung unterzogen wird).

[0030] Ferner kann die vorher festgelegte Bedingung zum Beispiel entsprechend einer Art der beweglichen Vorrichtung festgelegt sein. Hiermit ist es möglich, entsprechend der Leistungsfähigkeit der Bremse, usw. für jeden Fahrzeugtyp richtig zu bestimmen, ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht.

[0031] Ferner kann der Empfänger beispielsweise von dem Bus Messungs-Informationen empfangen, die Messergebnisse der Entfernung und der Geschwindigkeit anzeigen, die in der beweglichen Vorrichtung gemessen werden, und die Steuerung kann auf der Grundlage der Entfernung und der Geschwindigkeit, die unter Verwendung der Messungs-Informationen bestimmt werden, feststellen, ob die Entfernung und die Geschwindigkeit die vorher festgelegte Bedingung erfüllen. Hiermit ist die Steuervorrichtung in der Lage, die Entfernung und die Geschwindigkeit von dem Bus zu erhalten und muss somit nicht mehr einen Sensor oder einen Kommunikations-Schaltkreis enthalten, um mit dem Sensor über einen zugeordneten Kommunikationspfad zu kommunizieren.

[0032] Ferner kann zum Beispiel die Vielzahl elektronischer Steuereinheiten die Kommunikation über den Bus entsprechend dem Protokoll des Controller Area Network (CAN) durchführen. In diesem Fall empfängt der Empfänger einen Daten-Frame, der den Brems-Steuerbefehl enthält. Wenn die Entfernung und die Geschwindigkeit bei Empfang des Daten-Frames durch den Empfänger eine vorher festgelegte Bedingung erfüllen, kann die Steuerung die Steuerung durchführen, um einen Error-Frame zur Annullierung des Daten-Frames zu senden. Hiermit muss der Aufbau der Brems-ECU nicht geändert wer-

den; zum Beispiel wird als Ergebnis des Anschlusses der Steuervorrichtung an einen Bus, an den eine vorhandene Brems-ECU angeschlossen ist, die Häufigkeit, dass die Brems-ECU eine unberechtigte Steuerung nach einem betrügerischen Brems-Steuerbefehl ausführt, verringert.

[0033] Ferner kann zum Beispiel die Steuervorrichtung eine elektronische Steuereinheit aus der Vielzahl elektronischer Steuereinheiten sein, welche die Bremse der beweglichen Vorrichtung steuert. Wenn die Entfernung und die Geschwindigkeit die vorher festgelegte Bedingung nicht erfüllen, kann die Steuerung die Bremse entsprechend dem Brems-Steuerbefehl steuern. Andererseits kann, wenn die Entfernung und die Geschwindigkeit die vorher festgelegte Bedingung erfüllen, die Steuerung die Steuerung durchführen, um den Brems-Steuerbefehl zu verwerfen, indem die Steuerung der Bremse, die auf den Brems-Steuerbefehl folgt, annulliert wird. Hiermit ist es möglich, einen betrügerischen Brems-Steuerbefehl in der Brems-ECU richtig zu behandeln.

[0034] Ferner kann zum Beispiel die Vielzahl elektronischer Steuereinheiten eine elektronische Brems-Steuereinheit enthalten, die Folgendes umfasst: ein Speichermedium; und eine Brems-Steuerung, die die Bremse entsprechend den in dem Speichermedium gespeicherten Informationen steuert. Die Steuervorrichtung kann in der elektronischen Brems-Steuereinheit enthalten sein, und wenn die Entfernung und die Geschwindigkeit die vorher festgelegte Bedingung nicht erfüllen, kann die Steuerung in dem Speichermedium Informationen speichern, die den Brems-Steuerbefehl anzeigen. Andererseits kann, wenn die Entfernung und die Geschwindigkeit die vorher festgelegte Bedingung erfüllen, die Steuerung die Steuerung durchführen, um den Brems-Steuerbefehl zu verwerfen, indem es verhindert wird, die Informationen, die den Brems-Steuerbefehl anzeigen, in dem Speichermedium zu speichern. Hiermit ist es möglich, den Brems-Steuerbefehl in der Brems-ECU richtig zu filtern.

[0035] Ferner umfasst das Steuersystem gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung: eine Bremse, die in einer beweglichen Vorrichtung vorgesehen ist; eine Detektions-Vorrichtung, die ein Hindernis für die bewegliche Vorrichtung detektiert; und eine Steuervorrichtung gemäß einem der obigen Aspekte. Hiermit ist es möglich, einen betrügerischen Brems-Steuerbefehl auf der Grundlage der Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung und dem Hindernis und der Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung zu annullieren.

[0036] Ferner wird in dem Steuerverfahren gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung ein Brems-Steuerbefehl von einem Bus empfangen, der zur Kommunikation unter einer Vielzahl elektroni-

scher Steuereinheiten in einer beweglichen Vorrichtung benutzt wird. Wenn die Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung und einem Hindernis und die Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung bei Empfang des Brems-Steuerbefehls eine vorher festgelegte Bedingung erfüllen, wird der Brems-Steuerbefehl annulliert oder verworfen. Hiermit ist es möglich, einen betrügerischen Brems-Steuerbefehl auf der Grundlage der Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung und dem Hindernis und der Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung zu annullieren.

[0037] Ferner dient das Steuerprogramm gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung dazu, zu bewirken, dass eine Vorrichtung, die einen Mikroprozessor enthält, einen Prozess zur Betrugserkennung ausführt. In diesem Prozess zur Betrugserkennung wird ein Brems-Steuerbefehl von einem Bus empfangen, der zur Kommunikation unter einer Vielzahl elektronischer Steuereinheiten in einer beweglichen Vorrichtung benutzt wird. Ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht, wird in Übereinstimmung damit bestimmt, ob die Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung und einem Hindernis und die Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung bei Empfang des Brems-Steuerbefehls eine vorher festgelegte Bedingung erfüllen oder nicht. Durch Installieren dieses Steuerprogramms in einer Vorrichtung, die einen Prozessor (Mikroprozessor) enthält, ist es möglich, durch Ausführen des Steuerprogramms durch den Prozessor richtig zu bestimmen, ob der Brems-Steuerbefehl, der auf dem Bus erschienen ist, betrügerisch ist oder nicht.

[0038] Es ist anzumerken, dass diese allgemeinen und spezifischen Aspekte unter Verwendung eines Systems, eines Verfahrens, einer integrierten Schaltung, eines Computerprogramms oder eines computerlesbaren Aufzeichnungsmediums, wie etwa einer CD-ROM, oder einer beliebigen Kombination von Systemen, Verfahren, integrierten Schaltungen, Computerprogrammen oder Aufzeichnungsmedien umgesetzt sein können. Insbesondere ist das Speichermedium gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung ein nichtflüchtiges Speichermedium, auf dem das oben erwähnte Steuerprogramm gespeichert ist.

[0039] Nachstehend sind Steuersysteme, usw., bei denen Steuerverfahren gemäß beispielhafter Ausführungsformen benutzt werden, mit Bezug auf die Zeichnung beschrieben. Jede der hier beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen zeigt ein konkretes Beispiel der vorliegenden Offenbarung. Die Zahlenwerte, Bestandteile, die Anordnung und die Verbindung der Bestandteile, sowie die Schritte, die Reihenfolge der Schritte, usw., die in den folgenden beispielhaften Ausführungsformen gezeigt sind, sind nur Beispiele und sollen daher den Geltungsbereich der

vorliegenden Offenbarung nicht einschränken. Unter den Bestandteilen in den folgenden beispielhaften Ausführungsformen sind diejenigen, die nicht in einem der unabhängigen Ansprüche erwähnt sind, Bestandteile, die frei hinzugefügt werden können. Ferner sind die jeweiligen Figuren schematisch dargestellt und nicht unbedingt genaue Darstellungen.

(Erste beispielhafte Ausführungsform)

[0040] Nachstehend ist als eine beispielhafte Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ein Steuersystem, das eine Sicherheits-ECU (Steuer- vorrichtung) enthält, die einen Frame annulliert, der zu einem betrügerischen Brems-Steuerbefehl gehört, der auf einen Bus (CAN-Bus) gesendet wird, der in einem Fahrzeug-Netzwerk in einem Fahrzeug enthalten ist, das ein Beispiel für eine bewegliche Vorrichtung ist, mit Bezug auf die Zeichnung beschrieben.

[Aufbau des Steuersystems 10]

[0041] Fig. 1 ist eine Darstellung, die einen Gesamtaufbau des Steuersystems 10 gemäß einer ersten beispielhaften Ausführungsform darstellt.

[0042] Das Steuersystem 10 ist hauptsächlich als Fahrzeug-Netzwerkssystem im Fahrzeug 20 gestaltet und enthält verschiedene ECUs, die im Fahrzeug 20 installiert sind (Sicherheits-ECU 100, Brems-ECU 200, Notbrems-ECU 310, Sensor-ECU 320 und Motor-ECU 330), und den Bus (CAN-Bus) 30, wie in Fig. 1 veranschaulicht. Es ist anzumerken, dass obwohl das im Fahrzeug 20 installierte Fahrzeug-Netzwerkssystem andere ECUs als Sicherheits-ECU 100, Brems-ECU 200, Notbrems-ECU 310, Sensor-ECU 320 und Motor-ECU 330 enthalten kann, Abbildungen davon weggelassen sind und nur einige ECUs in Fig. 1 dargestellt sind. Ferner kann das Steuersystem 10 eine externe Server-Vorrichtung oder dergleichen enthalten, die mit jeder der ECUs in dem Fahrzeug 20 kommuniziert.

[0043] Jede der ECUs ist zum Beispiel eine Vorrichtung, die einen Kommunikations-Schaltkreis, einen analogen Schaltkreis und einen digitalen Schaltkreis enthält, wie Speicher und einen Prozessor (Mikroprozessor). Der Speicher ist ein Festwertspeicher (ROM), ein Direktzugriffsspeicher (RAM) oder dergleichen, und ein Steuerprogramm (ein Computerprogramm in Form von Software), das von dem Prozessor ausgeführt wird, kann in dem Speicher gespeichert sein. Zum Beispiel arbeitet der Prozessor entsprechend dem Steuerprogramm (Computerprogramm), und somit sieht jede der ECUs verschiedene Funktionen vor. Es ist anzumerken, dass das Computerprogramm aus einer Vielzahl von Befehlscodes gestaltet ist, die zusammengesetzt sind. Jeder der Befehlscodes kennzeichnet einen Befehl an den Prozessor, um eine vorher festgelegte Funktion zu er-

zielen. Die ECUs sind in der Lage, über den Bus **30** in dem Fahrzeug entsprechend dem CAN-Protokoll Frames untereinander auszutauschen.

[0044] Einige der ECUs sind mit verschiedenen Vorrichtungen, wie etwa einem Sensor, einem Aktor, einer Benutzerschnittstellen-Vorrichtung und dergleichen über andere Kommunikationspfade als der Bus **30** verbunden. Zum Beispiel ist die Brems-ECU **200** mit der Bremse **201** verbunden und steuert die Bremse **201**. Die Motor-ECU **330** ist mit dem Verbrennungsmotor **331** verbunden und steuert den Verbrennungsmotor **331**. Die Sensor-ECU **320** ist mit dem Hindernis-Sensor **321** und dem Geschwindigkeitssensor **322** verbunden und sendet an den Bus **30** periodisch Frames (Daten-Frames), die jeweils Messungs-Informationen anzeigen, die von jedem Sensor erhalten wurden. In dem Fahrzeug-Netzwerksystem können Sensor-ECUs **320** in Eins-zu-Eins-Übereinstimmung mit jedem Sensor vorhanden sein, zum Zweck der Veranschaulichung erfolgt die Beschreibung hier jedoch unter der Annahme, dass es eine einzige Sensor-ECU **320** gibt, die in der Lage ist, Frames zu senden, die Messungs-Informationen enthalten, die von jedem der Vielzahl von Sensoren erhalten wurden. Der Hindernis-Sensor (die Detektions-Vorrichtung) **321** detektiert ein Hindernis, das sich in einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs **20** befindet, und misst zum Beispiel die Entfernung zwischen dem Fahrzeug **20** und dem Hindernis. Der Geschwindigkeitssensor **322** misst die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **20** und ist in der Lage, zum Beispiel die Absolutgeschwindigkeit des Fahrzeugs **20** zu messen, die Beschreibung erfolgt hier jedoch unter der Annahme, dass der Geschwindigkeitssensor **322** die Relativgeschwindigkeit des Fahrzeugs **20** bezüglich des Hindernisses misst, das vom Hindernis-Sensor **321** detektiert wurde. Es ist anzumerken, dass wenn sich das Hindernis nicht bewegt, die Absolutgeschwindigkeit des Fahrzeugs **20** gleich der Relativgeschwindigkeit des Fahrzeugs bezogen auf das Hindernis ist.

[0045] Die Notbrems-ECU **310** sieht eine Funktion zur Unterstützung der Kollisionsvermeidung, usw. wie ein modernes Fahrer-Assistenzsystem vor. Die Notbrems-ECU **310** sendet periodisch Frames von Brems-Steuerbefehlen an den Bus **30** auf der Grundlage von Messungs-Informationen oder dergleichen, die von der Sensor-ECU **320** erhalten wurden, um eine Bremssteuerung der Brems-ECU **200** anzufordern. Es ist zu beachten, dass die Notbrems-ECU **310** zum Beispiel mit der Sensor-ECU **320** integriert sein kann, um die Messungs-Informationen oder dergleichen von jedem Sensor direkt zu erhalten und nicht über den Bus **30**. Die Notbrems-ECU **310** sendet an den Bus **30** einen Frame eines Brems-Steuerbefehls, der zum Beispiel eine Kennzeichnung zum Anfordern der Betätigung der Bremse im Allgemeinen direkt vor der Kollision enthält.

[0046] Die Diagnose-Schnittstelle **390** ist ein mit dem Bus **30** verbundener Anschluss, wie eine Bord-Diagnose **2** (OBD2), und eine Vorrichtung, wie etwa ein Diagnosewerkzeug (Fehlerdiagnose-Werkzeug) kann über die Diagnose-Schnittstelle **390** auf den Bus **30** zugreifen. Es besteht die Möglichkeit, dass ein Angreifer einen Frame (Daten-Frame) eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls auf den Bus **30** einspeisen (senden) kann, zum Beispiel über die Diagnose-Schnittstelle **390** oder dergleichen.

[0047] Die Sicherheits-ECU **100** sieht eine Funktion vor, um die Sicherheit des Fahrzeug-Netzwerksystems zu garantieren. Die Sicherheits-ECU **100** arbeitet als Steuervorrichtung, die Frames überwacht, die in Bus **30** fließen, und die einen Daten-Frame bezüglich eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls, der auf dem Bus **30** erschienen ist, durch Senden eines Error-Frames annulliert, so dass ein Angriffs-Frame eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls richtig behandelt wird. Es ist anzumerken, dass die ECU **100** die Funktion enthalten kann, nicht nur einen betrügerischen Brems-Steuerbefehl zu annullieren, sondern auch andere betrügerische Daten-Frames unter einer vorher festgelegten Bedingung.

[Format des Daten-Frames]

[0048] Nachstehend wird ein Daten-Frame (Nachricht) beschrieben, der einer der Frames ist, die in einem Netzwerk verwendet werden, das dem CAN-Protokoll folgt.

[0049] Fig. 2 ist eine Darstellung, die das Format eines im CAN-Protokoll spezifizierten Daten-Frames darstellt. Fig. 2 zeigt einen Daten-Frame in einem Standard-ID-Format, das im CAN-Protokoll spezifiziert ist. Der Daten-Frame umfasst: Start of Frame (SOF); ein ID-Feld; Remote Transmission Request (RTR); eine Kennungs-Erweiterung (Identifier Extension, IDE); ein Reservierungs-Bit „r“; einen Datenlängen-Code (DLC); ein Datenfeld; eine Prüfsumme (Cyclic Redundancy Check, CRC); einen CRC-Delimiter „DEL“; ein Bestätigungsfeld (ACK); einen ACK-Delimiter „DEL“; und ein Feld End of Frame (EOF).

[0050] SOF besteht aus 1 dominanten Bit. SOF ist rezessiv, während sich der Bus im Leerlauf-Zustand befindet, und bei einer Änderung des SOF auf dominant wird der Beginn der Übertragung eines Frames gemeldet.

[0051] Das ID-Feld ist ein 11-Bit-Feld, das eine ID (Nachrichten-ID) speichert, die ein Wert ist, der den Datentyp anzeigt. In dem Fall, in dem eine Vielzahl von Knoten die Übertragung zum selben Zeitpunkt beginnt, wird in diesem ID-Feld eine Kommunikations-Arbitrierung durchgeführt; daher ist das ID-Feld so gestaltet, dass einem Frame, der einen kleineren

ID-Wert aufweist, ein höherer Prioritätsgrad gegeben wird.

[0052] RTR ist ein Wert, der dazu benutzt wird, den Daten-Frame und einen Remote-Frame zu identifizieren; in dem Daten-Frame besteht RTR aus 1 dominanten Bit.

Sowohl IDE als auch „r“ bestehen aus 1 dominanten Bit.

[0053] DLC ist ein Wert, der aus 4 Bits besteht und die Länge des Datenfeldes anzeigt. Zu beachten ist, dass IDE, „r“ und DLC zusammen als Steuerfeld bezeichnet sind.

[0054] Das Datenfeld ist ein Wert, der aus maximal 64 Bits besteht und den Inhalt der zu übertragenden Daten anzeigt. Die Länge des Datenfeldes kann in Schritten von 8 Bit eingestellt werden. Die Spezifikation der zu übertragenden Daten ist im CAN-Protokoll nicht festgelegt und wird in dem Fahrzeug-Netzwerk-system festgelegt. Daher ist die Spezifikation abhängig vom Fahrzeugtyp, vom Hersteller (Herstellungs-Unternehmen) und dergleichen.

[0055] Die CRC-Sequenz besteht aus 15 Bits. Die CRC-Sequenz wird aus den Übertragungswerten von SOF, ID-Feld, Steuerfeld und dem Datenfeld berechnet.

[0056] Der CRC-Delimiter ist ein Begrenzungssymbol, das aus 1 rezessiven Bit besteht und das Ende der CRC-Sequenz darstellt. Zu beachten ist, dass die CRC-Sequenz und der CRC-Delimiter zusammen als CRC-Feld bezeichnet sind.

[0057] Der ACK-Slot besteht aus 1 Bit. Ein Sendeknoten setzt den ACK-Slot auf rezessiv und führt die Übertragung durch. Wenn ein Empfangsknoten einen Frame erfolgreich bis zur CRC-Sequenz auf normale Weise empfängt, setzt der Empfangsknoten den ACK-Slot auf dominant und sendet ihn. Da das dominante Bit gegenüber dem rezessiven Bit Priorität aufweist, kann, wenn der ACK-Slot nach dem Senden dominant ist, der Sendeknoten bestätigen, dass einer der Empfangsknoten es erfolgreich empfangen hat.

[0058] Der ACK-Delimiter ist ein Begrenzungssymbol, das aus 1 rezessiven Bit besteht und das Ende von ACK darstellt.

[0059] EOF besteht aus 7 rezessiven Bits und zeigt das Ende des Daten-Frames an.

[Format des Error-Frames]

[0060] Fig. 3 ist eine Darstellung, die das Format eines im CAN-Protokoll spezifizierten Error-Frames darstellt. Der Error-Frame enthält ein Error-Flag (pri-

mär), ein Error-Flag (sekundär) und einen Error-Delimiter.

[0061] Das Error-Flag (primär) wird dazu benutzt, anderen Knoten das Auftreten eines Fehlers anzuzeigen. Ein Knoten, der einen Fehler erkannt hat, sendet 6 aufeinanderfolgende dominante Bits, um anderen Knoten das Auftreten des Fehlers anzuzeigen. Diese Übertragung ist eine Verletzung der Regel des Bitstopfens (Verbot der Übertragung von 6 oder mehr aufeinanderfolgenden Bits mit demselben Wert) im CAN-Protokoll und verursacht das Senden eines Error-Frames (sekundär) von anderen Knoten.

[0062] Das Error-Flag (sekundär) besteht aus 6 aufeinanderfolgenden dominanten Bits, die dazu benutzt werden, anderen Knoten das Auftreten eines Fehlers anzuzeigen. Alle Knoten, die das Error-Flag (primär) empfangen und die Verletzung der Regel des Bitstopfens erkannt haben, senden das Error-Flag (sekundär).

[0063] Der Error-Delimiter „DEL“ besteht aus 8 aufeinanderfolgenden rezessiven Bits und zeigt das Ende des Error-Frames an.

[Aufbau der Brems-ECU 200]

[0064] Fig. 4 ist ein Konfigurations-Diagramm der Brems-ECU 200. Die Brems-ECU 200 zur Steuerung der Bremse 201 enthält die Kommunikationseinheit 210, einen Datenpuffer 220 und den Steuerprozessor (die Bremssteuerung) 230.

[0065] Die Kommunikationseinheit 210 ist ein integrierter Schaltkreis (zum Beispiel ein Kommunikations-Schaltkreis, ein Speicher und ein Prozessor), der die Kommunikation auf dem Bus 30 steuert. Die Kommunikationseinheit 210 enthält als Funktions-Bestandteile zum Beispiel eine Frame-Sende/Empfangs-Funktionseinheit, eine Funktionseinheit zum Auswerten empfangener Frames und dergleichen. Die Frame-Sende/Empfangs-Funktionseinheit dient zum Austausch (Empfangen/Senden) von Frames (sequentielles Austauschen von Frames auf 1-Bit-Basis) mit dem Bus 30, zum Beispiel entsprechend dem CAN-Protokoll. Die Funktionseinheit zum Auswerten empfangener Frames wertet die Werte in dem von der Frame-Sende/Empfangs-Funktionseinheit empfangenen Frame aus, um die Werte in den Feldern in dem im CAN-Protokoll spezifizierten Frame-Format abzubilden (zuzuordnen oder zuzuweisen). Die Funktionseinheit zum Auswerten empfangener Frames bestimmt, ob der als ID-Feld bestimmte Wert die von der Brems-ECU 200 zu empfangende ID (Nachrichten-ID) ist oder nicht, und wenn der Wert nicht die zu empfangende ID ist, wird die Auswertung des Frames beendet. Wenn festgestellt wird, dass der Frame nicht dem CAN-Protokoll entspricht, zum Beispiel in dem Fall, in dem der Wert

der CRC nicht korrekt ist oder in dem Fall, in dem ein Punkt, der als fest dominant angenommen wird, rezessiv ist, führt die Funktionseinheit zum Auswerten empfangener Frames die Steuerung aus, um einen Error-Frame zu senden. Wenn der Error-Frame empfangen wird, insbesondere wenn der empfangene Frame durch die Werte darin als Error-Frame ausgewertet wird, verwirft die Funktionseinheit zum Auswerten empfangener Frames ferner den nachfolgenden Teil des Frames oder mit anderen Worten beendet das Auswerten des nachfolgenden Teils des Frames. Die Funktionseinheit zum Auswerten empfangener Frames speichert im Datenpuffer **220** den Inhalt (ID, Daten im Datenfeld, usw.) des Frames, der eine ID aufweist, die als die zu empfangende ID bestimmt wurde. Die ID des Daten-Frames, die einen Brems-Steuerbefehl anzeigt, die in dem Fahrzeug-Netzwerkssystem im Steuersystem **10** vorher festgelegt wurde, wird von der Funktionseinheit zum Auswerten empfangener Frames der Kommunikationseinheit **210** als die zu empfangende ID bestimmt.

[0066] Der Datenpuffer **220** ist ein Speicherbereich eines Speichermediums, wie eines Speichers, eines Registers und dergleichen. In dem Datenpuffer **220** werden Informationen, die die ID anzeigen, die Daten des Datenfeldes, usw. als der Inhalt des Frames, der eine zu empfangende ID aufweist (zum Beispiel Informationen, die einen Brems-Steuerbefehl anzeigen), die von der Kommunikationseinheit **210** empfangen werden, gespeichert. Bei einer gleichzeitigen Übertragung von Daten-Frames von der Vielzahl von Knoten an den Bus **30** wird eine Arbitrierung unter Verwendung der IDs durchgeführt. Daher stimmt das Timing, mit dem die Brems-ECU **200** von dem Bus **30** einen Daten-Frame bezüglich eines Brems-Steuerbefehls empfängt, der von der Notbrems-ECU **310** gesendet wird, nicht notwendigerweise exakt mit einem konstanten Zyklus (zum Beispiel 50 ms) überein und kann etwas von dem konstanten Zyklus abweichen. In der Brems-ECU **200** wird der Datenpuffer **220** dazu benutzt, den empfangenen Daten-Frame entsprechend einer Änderung im Empfangs-Timing, die während einer solchen Kommunikations-Arbitrierung auftritt, effizient zu verarbeiten.

[0067] Der Steuerprozessor **230** erhält den Inhalt (Informationen, die einen Brems-Steuerbefehl oder dergleichen anzeigen) des im Datenpuffer **220** gespeicherten Frames periodisch oder zum Beispiel, wenn eine vorher festgelegte Bedingung (wie etwa eine Bedingung bezüglich des Speicherns eines Frames in Datenpuffer **220**) erfüllt ist, und steuert die Bremse **201** durch Senden eines Steuersignals an die Bremse **201** entsprechend dem Brems-Steuerbefehl, der in den erhaltenen Informationen angezeigt wird.

[0068] Es ist zu beachten, dass neben der Brems-ECU **200** eine ECU (beispielsweise eine Motor-ECU

330) die in der Lage ist, den Aktor zu steuern, wie die Brems-ECU **200** ebenfalls einen Steuerprozessor zum Steuern der Kommunikationseinheit, des Datenpuffers und des Aktors enthält. Die Sensor-ECU **320**, die mit dem/den Sensor(en) verbunden ist, enthält zum Beispiel einen Prozessor, eine Kommunikationseinheit und dergleichen. Der Prozessor erhält ein Messergebnis des Sensors und erzeugt einen Daten-Frame, der in einem Datenfeld Messungs-Informationen enthält, die das Messergebnis mit einer daran angefügten vorher festgelegten Nachrichten-ID anzeigen. Die Kommunikationseinheit sendet den Daten-Frame entsprechend dem CAN-Protokoll an den Bus **30**. Diese Messungs-Informationen zeigen das Messergebnis der Entfernung zwischen dem Fahrzeug **20** und einem Hindernis und die Relativgeschwindigkeit des Fahrzeugs **20** bezüglich des Hindernisses an.

[Brems-Steuerbefehl]

[0069] Fig. 5 ist eine Darstellung, die ein Beispiel eines Datenfeldes eines Frames bezüglich eines Brems-Steuerbefehls, der von der Notbrems-ECU **310** gesendet wird, darstellt. Das Datenfeld in dem Frame des Brems-Steuerbefehls enthält einen Umfang der Verzögerung durch die Bremse **201** (ein angeforderter Grad der Verzögerung, der durch die Bremse **201** bewirkt wird); ein Beispiel für den Inhalt dieses Verzögerungsumfanges ist in Fig. 5 gezeigt. Es ist zu beachten, dass das Datenfeld in dem Frame des Brems-Steuerbefehls zusätzlich Informationen enthalten kann, die kein Verzögerungsumfang sind (zum Beispiel ein Flag oder dergleichen, das anzeigt, ob der Brems-Steuerbefehl gültig oder ungültig ist); zum Zweck der Veranschaulichung erfolgt die Beschreibung jedoch hier unter der Annahme, dass das Datenfeld nur den Umfang der Verzögerung enthält. Der Umfang der Verzögerung selbst muss nicht notwendigerweise mit dem Wert (Datenwert) in dem Datenfeld übereinstimmen. Der Umfang der Verzögerung wird zum Beispiel durch 1 Byte dargestellt; der Wert **255** stellt eine Verzögerung von Null (**0**) dar, und der Wert **55** stellt den maximalen Umfang (zum Beispiel 100) der Verzögerung dar.

[0070] Wenn ein Brems-Steuerbefehl, der eine Kennzeichnung eines Verzögerungsumfanges größer als Null (**0**) enthält, von der Notbrems-ECU **310** gesendet wird, betätigt die Brems-ECU **200** die Bremse **201** entsprechend dem Umfang der Verzögerung des Brems-Steuerbefehls. Das bedeutet, dass die Brems-ECU **200** die Bremse **201** auf eine Weise betätigt, dass eine größere Bremswirkung (größere Bremskraft) erhalten wird, wenn der Umfang der Verzögerung des Brems-Steuerbefehls größer ist. Insbesondere wenn der Umfang der Verzögerung des Brems-Steuerbefehls maximal ist (zum Beispiel 100), steuert der Steuerprozessor **230** der Brems-ECU **200** die Bremse **201** so, dass die Bremse **201** betätigt wird, um die maximale Bremskraft anzuwenden, was

dem entspricht, was als Vollbremsung bezeichnet wird. Wenn ein Brems-Steuerbefehl, der eine Kennzeichnung von Null Verzögerung enthält, von der Notbrems-ECU **310** gesendet wird, verhindert der Steuerprozessor **230** der Brems-ECU **200** die Betätigung der Bremse **201**, die auf den Brems-Steuerbefehl folgt. Es ist zu beachten, dass in dem Fall, in dem die Brems-ECU **200** die Steuerung der Bremse **201** entsprechend einer von einem Fahrer des Fahrzeugs **20** durchgeführten Bedienung des Bremspedals durchführt, zum Beispiel der Steuerung entsprechend der Bedienung durch den Fahrer Priorität vor der Steuerung des Verhinderns der Betätigung der Bremse **201** gegeben werden kann.

[Aufbau der Sicherheits-ECU 100]

[0071] Fig. 6 ist ein Konfigurations-Diagramm der Sicherheits-ECU **100**. Die Sicherheits-ECU **100** arbeitet als Steuervorrichtung, die Frames überwacht, die in Bus **30** fließen, und die einen Daten-Frame bezüglich eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls, der auf dem Bus **30** erschienen ist, annulliert, indem sie einen Error-Frame sendet. Um diese Funktion vorzusehen, enthält die Sicherheits-ECU **100** die Kommunikationseinheit **110**, den Speicher **120** und die Steuerung **130**. Die Funktionen dieser Bestandteile werden zum Beispiel von einer Kommunikationseinheit, einem Speichermedium, wie etwa einem Speicher, und einem Prozessor, einem digitalen Schaltkreis oder dergleichen vorgesehen, die ein Steuerprogramm ausführen, das in dem Speicher in der Sicherheits-ECU **100** gespeichert ist.

[0072] In der Kommunikationseinheit **110** ist zum Beispiel ein Kommunikations-Schaltkreis und ein Prozessor vorgesehen, der ein Steuerprogramm ausführt. Die Kommunikationseinheit **110** enthält den Empfänger **111** und den Sender **112** zum Austausch von Frames (sequentiell austauschen von Frames auf 1-Bit-Basis) mit dem Bus **30** entsprechend dem CAN-Protokoll. Der Empfänger **111** empfängt einen Frame (zum Beispiel einen Daten-Frame bezüglich eines Brems-Steuerbefehls und/oder einen Daten-Frame, der Messungs-Informationen enthält) von dem Bus **30**. Wenn der Empfänger **111** den Frame vom Bus **30** empfängt, wertet die Kommunikationseinheit **110** den Frame aus, um die Daten in dem Frame den Feldern in dem im CAN-Protokoll spezifizierten Frame-Format zuzuordnen, und erkennt und extrahiert somit jeweilige Daten der ID (Nachrichten-ID), des DLC und des Datenfeldes. Die Kommunikationseinheit **110** bestimmt, ob die extrahierte ID eine der zu empfangenden IDs ist oder nicht, wie etwa die ID eines Daten-Frames, die den Brems-Steuerbefehl anzeigt, die in dem Fahrzeug-Netzwerkssystem im Steuersystem **10** vorher festgelegt wurde, und die ID eines Daten-Frames, die die Messungs-Informationen anzeigt, die von der Sensor-ECU **320** gesendet werden. Wenn die extrahierte ID nicht die zu emp-

fangende ID ist, beendet die Kommunikationseinheit **110** die Auswertung des Frames. Die Kommunikationseinheit **110** speichert im Speicher **120** den Inhalt (wie etwa ID und Daten) des Frames, der vom Empfänger **111** empfangen wird und die zu empfangende ID aufweist. Weiter sendet die Kommunikationseinheit **110** den Error-Frame vom Sender **112** zum Bus **30**, wenn sie einen Befehl zum Senden eines Error-Frames von der Steuerung **130** empfängt.

[0073] Der Speicher **120** ist ein Speicherbereich eines Speichermediums, wie etwa eines Speichers zum Speichern des Inhalts eines von dem Empfänger **111** empfangenen Frames. Zum Beispiel werden die Messungs-Informationen, die von der Sensor-ECU **320** sequentiell übertragen werden, in dem Speicher **120** gespeichert. Die Messungs-Informationen zeigen die Entfernung zwischen dem Fahrzeug **20** und einem Hindernis und die Relativgeschwindigkeit des Fahrzeugs **20** bezüglich des Hindernisses als das Messergebnis an, das von einem Sensor in Fahrzeug **20** erhalten wird.

[0074] In der Steuerung **130** ist zum Beispiel ein Prozessor vorgesehen, der ein Steuerprogramm ausführt, und eine Funktion aufweist, eine Annullierungs-Steuerung des Annullierens eines Daten-Frames eines Brems-Steuerbefehls unter einer vorher festgelegten Bedingung auszuführen. Die Steuerung **130** enthält den Diskriminator **131** und die Error-Frame-Übertragungssteuerung **132**.

[0075] Der Diskriminator **131** bestimmt, ob ein Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht (das heißt, ob der Daten-Frame des Brems-Steuerbefehls annulliert werden muss), in Übereinstimmung damit, ob die vorher festgelegte Bedingung, die die Entfernung zwischen dem Fahrzeug **20** und dem Hindernis und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **20** bei Empfang des Daten-Frames des Brems-Steuerbefehls durch den Empfänger **111** umfasst, erfüllt ist oder nicht. Der Diskriminator **131** spezifiziert die Entfernung zwischen dem Fahrzeug **20** und dem Hindernis und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **20** auf der Grundlage der vom Empfänger **111** empfangenen Messungs-Informationen und bestimmt auf der Grundlage der spezifizierten Geschwindigkeit und Entfernung, ob die vorher festgelegte Bedingung erfüllt ist oder nicht. Dieser Bestimmungsprozess wird vom Empfänger **111** durchgeführt, der den gesamten Daten-Frame des Brems-Steuerbefehls vom Bus **30** empfängt (mit anderen Worten vor dem Ende des Daten-Frames; zum Beispiel sofort nach Empfang des Datenfeldes oder sofort nach Empfang der CRC-Sequenz). Wenn festgestellt wird, dass der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist, meldet der Diskriminator **131** die Tatsache an die Error-Frame-Übertragungssteuerung **132**. Der Diskriminator **131** benutzt die Entfernung zwischen dem Fahrzeug **20** und dem Hindernis und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **20**

(die Geschwindigkeit bezüglich eines Hindernisses), die in den neuesten Messungs-Informationen angezeigt werden, bei Empfang des Daten-Frames des Brems-Steuerbefehls unter den Messungs-Informationen, die sequentiell in dem Speicher **120** gespeichert wurden, als die Entfernung zwischen dem Fahrzeug **20** und dem Hindernis und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **20** bei Empfang des Daten-Frames des Brems-Steuerbefehls durch den Empfänger **111**.

[0076] Wenn der Diskriminator **131** den Brems-Steuerbefehl als betrügerisch bestimmt, führt die Error-Frame-Übertragungssteuerung **132** die Annullierungs-Steuerung durch, indem sie bewirkt, dass der Sender **112** einen Error-Frame zum Bus **30** sendet, um den Daten-Frame des Brems-Steuerbefehls zu annullieren, der auf dem Bus **30** erschienen ist. Die Annullierungs-Steuerung durch die Error-Frame-Übertragungssteuerung **132** wird ausgeführt, indem der Error-Frame zu dem Bus **30** gesendet wird, bevor das Ende des Daten-Frames des Brems-Steuerbefehls (EOF) vollständig empfangen ist. Wenn die Annullierungs-Steuerung durchgeführt wird, wird der Daten-Frame des Brems-Steuerbefehls als Ergebnis der Übertragung des Error-Frames vor dem Ende des Daten-Frames des Brems-Steuerbefehls auf dem Bus **30** überschrieben, und somit wird in der Brems-ECU **200** der Daten-Frame des Brems-Steuerbefehls verworfen, was bedeutet, dass die Bremssteuerung, die auf den Brems-Steuerbefehl folgt, nicht ausgeführt wird.

[Bestimmen, ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht]

[0077] Im Folgenden wird ein Verfahren beschrieben, mit dem der Diskriminator **131** der Steuerung **130** in der oben beschriebenen Sicherheits-ECU **100** (Steuervorrichtung) bestimmt, ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht.

[0078] Wenn zum Beispiel die vorher festgelegte Bedingung **C**, die die Entfernung **L** (m) zwischen einem Hindernis und dem Fahrzeug und die Relativgeschwindigkeit **V** (km/h) des Fahrzeugs bezüglich des Hindernisses umfasst, bei Empfang des Brems-Steuerbefehls erfüllt ist, bestimmt der Diskriminator **131** den Brems-Steuerbefehl als betrügerisch. Als spezielles Beispiel vergleicht der Diskriminator **131** einen Grenzwert und das Ergebnis einer vorher festgelegten Berechnung **F(V, L)** auf der Grundlage der Entfernung **L** und der Relativgeschwindigkeit **V** und bestimmt, ob die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt ist oder nicht.

[0079] Als detaillierteres Beispiel benutzt, wenn der vom Empfänger **111** empfangene Brems-Steuerbefehl (das heißt, der zum dem empfangenen Daten-Frame gehörende Brems-Steuerbefehl) zum Beispiel eine Kennzeichnung für die maximale Verzögerung

enthält, verwendet der Diskriminator **131** als vorher festgelegte Bedingung **C** eine Bedingung, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung **F(V, L)** größer ist als der erste Grenzwert **a**. Wenn der vom Empfänger **111** empfangene Brems-Steuerbefehl eine Kennzeichnung für eine Verzögerung von Null enthält, benutzt der Diskriminator **131** als die vorher festgelegte Bedingung **C** eine Bedingung, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung **F(V, L)** kleiner ist als der zweite Grenzwert **b**, der kleiner oder gleich dem ersten Grenzwert **a** ist. Dies zeigt an, dass zum Beispiel in einer Situation, in der ein Brems-Steuerbefehl zum Betätigen der Bremse auf eine Weise, dass die Verzögerung maximal ist, betrügerisch ist, der Brems-Steuerbefehl zum Annullieren der Betätigung der Bremse (Einstellen der Verzögerung auf Null) nicht betrügerisch ist, und in einer Situation, in der ein Brems-Steuerbefehl zum Annullieren der Betätigung der Bremse betrügerisch ist, ein Brems-Steuerbefehl zum Betätigen der Bremse auf eine Weise, dass die Verzögerung maximal ist, nicht betrügerisch ist. Es ist zu beachten, dass zum Beispiel der zweite Grenzwert **b** kleiner sein kann als der erste Grenzwert **a**.

[0080] Ferner kann die vorher festgelegte Berechnung zum Beispiel als $F(V, L) = L - G(V)$ dargestellt werden. Hier ist **G** eine ganzrationale Funktion einer einzigen Variablen mit einem vorher festgelegten Koeffizienten. Die ganzrationale Funktion kann eine lineare Funktion sein oder kann eine n-dimensionale Funktion sein, wobei **n** mindestens 2 ist. In diesem Fall ergibt die vorher festgelegte Berechnung **F(V, L)** einen Wert, der erhalten wird, indem **G(V)** von der Entfernung **L** subtrahiert wird, wobei die Geschwindigkeit (Relativgeschwindigkeit **V**) durch die Variable **G** ersetzt ist.

[0081] Ferner kann als ein vereinfachtes Beispiel die vorher festgelegte Berechnung $F(V, L) = L - kV$ sein. Hierbei ist **k** ein vorher festgelegter Koeffizient.

[0082] **Fig. 7** ist eine Darstellung zur Erklärung einer Bedingung zur Feststellung eines Betrugs in einem Brems-Steuerbefehl. **Fig. 7** stellt als Punkte (schwarze Rhomboide) in einem Graphen die Verteilung experimenteller Ergebnisse dar, die jeweils durch Messung der Entfernung **L** (m) zwischen dem Fahrzeug **20** und einem Hindernis und der Relativgeschwindigkeit **V** (km/h) des Fahrzeugs **20** bezüglich des Hindernisses erhalten wurden, wenn die Notbrems-ECU **310** in einem normalen Zustand an den Bus **30** einen Daten-Frame eines Brems-Steuerbefehls sendet, der eine Kennzeichnung eines Verzögerungsgrades größer als Null enthält. Die oben erwähnte vorher festgelegte Berechnung **F(V, L)** ist so festgesetzt, dass das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung **F(V, L)** in einem Bereich zwischen dem ersten Grenzwert **a** und einem zweiten Grenzwert **b** einschließlich liegt, in dem Fall, dass ein solcher Brems-Steuerbefehl,

der von der Notbrems-ECU **310** in einem normalen Zustand gesendet wird und der vom Empfänger **111** empfangen wird, eine Kennzeichnung für eine Verzögerung größer als Null enthält. Somit erfüllt der Brems-Steuerbefehl, der von der Notbrems-ECU **310** in einem normalen Zustand gesendet wird, nicht die vorher festgelegte Bedingung **C**.

[0083] Außerdem zeigt **Fig. 7** die Gerade **F01** und die Gerade **F02**. Die Gerade **F01** zeigt den Vergleichsausdruck $L - kV = 0$, und die Gerade **F02** zeigt den Vergleichsausdruck $L - kV = -1$. Hierbei ist der Koeffizient k gleich 0,25.

[0084] Als ein Beispiel kann in einer Situation, in der die Beziehung zwischen der Entfernung L und der Relativgeschwindigkeit V über der Geraden **F01** in **Fig. 7** liegt, wenn ein Brems-Steuerbefehl (Befehl zum Betätigen der Bremse), der die maximale Verzögerung kennzeichnet, zum Bus **30** gesendet wird, der Brems-Steuerbefehl als betrügerisch bestimmt werden. Auf ähnliche Weise kann in einer Situation, in der die Beziehung zwischen der Entfernung L und der Relativgeschwindigkeit V unter der Geraden **F02** in **Fig. 7** liegt, wenn ein Brems-Steuerbefehl (Befehl zum Annullieren der Betätigung der Bremse), der eine Verzögerung von Null kennzeichnet, zum Bus **30** gesendet wird, der Brems-Steuerbefehl als betrügerisch bestimmt werden. In diesem Beispiel, unter der Annahme, dass die vorher festgelegte Berechnung $F(V, L)$ durch $F(V, L) = L - kV$ definiert ist, der erste Grenzwert a durch $a = 0$ definiert ist, der zweite Grenzwert b durch $B = 1$ definiert ist, benutzt der Diskriminator **131** für einen Brems-Steuerbefehl, der eine Kennzeichnung für die maximale Verzögerung enthält, als die vorher festgelegte Bedingung **C** eine Bedingung, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung $F(V, L)$ größer ist als der erste Grenzwert a . Ferner benutzt der Diskriminator **131** für einen Brems-Steuerbefehl, der eine Kennzeichnung für eine Verzögerung von Null enthält, als die vorher festgelegte Bedingung **C** eine Bedingung, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung $F(V, L)$ kleiner ist als der zweite Grenzwert b , der kleiner oder gleich dem ersten Grenzwert a ist. Dies entspricht der Bestimmung eines Brems-Steuerbefehls als betrügerisch, wenn die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt ist. Dies ist lediglich ein Beispiel, die vorher festgelegte Bedingung **C** zur Bestimmung, ob ein Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht, kann auf der Grundlage experimenteller Ergebnisse festgelegt werden, zum Beispiel wie oben beschrieben.

[0085] Es ist zu beachten, dass unter Berücksichtigung der Beziehung zwischen der Geraden **F01** und den Versuchsergebnissen in **Fig. 7**, wenn der vom Empfänger **111** empfangene Brems-Steuerbefehl die Bremse anweist, betätigt zu werden (zum Beispiel ein Brems-Steuerbefehl, der eine Verzögerung kennzeichnet, die ungleich Null ist), der Diskri-

minator **131** als vorher festgelegte Bedingung **C** eine Bedingung verwenden kann, bei der das Verhältnis von Entfernung L und Relativgeschwindigkeit V einen vorher festgelegten Grenzwert überschreitet. Die vorher festgelegte Bedingung zur Bestimmung, dass ein Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist, kann zum Beispiel eine sein, die erfüllt ist, wenn die Relativgeschwindigkeit zu einem oder mehreren speziellen Abschnitten (zum Beispiel 8 km/h bis 10 km/h) aus einer Vielzahl von Bereichsabschnitten gehört, und wenn die Entfernung L zu einem oder mehreren speziellen Abschnitten (zum Beispiel 3 m bis 4 m) aus einer Vielzahl von Bereichsabschnitten gehört.

[Steuerungsablauf in der Sicherheits-ECU 100]

[0086] **Fig. 8** zeigt ein Beispiel eines Steuerungsablaufs in der Sicherheits-ECU **100**. Mit Bezug auf **Fig. 8** wird im Folgenden ein Steuerungsablauf beschrieben, der ausgeführt wird, um einen Angriffs-Frame eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls in der Sicherheits-ECU **100** richtig zu behandeln.

[0087] Wenn der Empfänger **111** vom Bus **30** einen Daten-Frame empfängt, der von der Sensor-ECU **320** gesendete Messungs-Informationen enthält (Ja in Schritt **S11**), sichert, mit anderen Worten speichert die Sicherheits-ECU **100** die Messungs-Informationen im Speicher **120** (Schritt **S12**). Somit werden die Messungs-Informationen, die die Entfernung L (m) zwischen einem Hindernis und dem Fahrzeug und die Relativgeschwindigkeit V (km/h) des Fahrzeugs bezüglich des Hindernisses anzeigen, in dem Speicher **120** gespeichert. Die Sensor-ECU **320** sendet periodisch Daten-Frames, von denen jeder Messungs-Informationen enthält, die ein von einem Sensor erhaltenes Messergebnis anzeigen, und somit wird das Speichern von Messungs-Informationen in Schritt **S12** wiederholt durchgeführt.

[0088] Wenn der Empfänger **111** vom Bus **30** den Daten-Frame des Brems-Steuerbefehls empfängt (Ja in Schritt **S13**), spezifiziert die Sicherheits-ECU **100** die Entfernung L und die Relativgeschwindigkeit V zwischen dem Fahrzeug und dem Hindernis unter Verwendung des Diskriminators **131** auf der Grundlage der neuesten Messungs-Informationen, die zuletzt im Speicher **120** gespeichert wurden (Schritt **S14**). Anschließend bestimmt der Diskriminator **131**, indem er bestimmt, ob die vorher festgelegte Bedingung **C**, die die Entfernung L und die Relativgeschwindigkeit V umfasst, die spezifiziert wurden, erfüllt ist oder nicht, ob der in Schritt **S13** empfangene, zu dem Daten-Frame gehörende Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht (Schritt **S15**). Es ist zu beachten, dass wenn der Empfänger **111** den Empfang des Daten-Frame des Brems-Steuerbefehls bis zu dessen Datenfeld ausgeführt hat, der Inhalt einer Festlegung eines Verzögerungs-Umfangs in dem Brems-Steuerbefehl erhalten werden kann, und somit der Diskri-

minator **131** zum Beispiel angeben kann, ob der gekennzeichnete Verzögerungsgrad maximal, Null oder ein anderer Wert ist. Zum Beispiel benutzt der Diskriminator **131** für einen Brems-Steuerbefehl, der eine Kennzeichnung für eine maximale Verzögerung enthält, als die vorher festgelegte Bedingung **C** eine Bedingung, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung $F(V, L)$ größer ist als der erste Grenzwert a , und benutzt für einen Brems-Steuerbefehl, der eine Kennzeichnung für eine Verzögerung von Null enthält, als die vorher festgelegte Bedingung **C** eine Bedingung, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung $F(V, L)$ kleiner ist als der zweite Grenzwert, der kleiner oder gleich dem ersten Grenzwert a ist. Ferner kann der Diskriminator **131** zum Beispiel für einen Brems-Steuerbefehl, der eine Kennzeichnung für eine Verzögerung zwischen Null und dem Maximum enthält, als die vorher festgelegte Bedingung **C** eine Bedingung benutzen, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung $F(V, L)$ größer ist als der erste Grenzwert a , oder eine Bedingung, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung $F(V, L)$ größer oder kleiner ist als jeder andere vorher festgelegte Grenzwert.

[0089] Wenn der Diskriminator **131** in Schritt **S15** bestimmt, dass die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt ist (Ja in Schritt **S15**), bedeutet dies, dass der Brems-Steuerbefehl als betrügerisch bestimmt wird. In diesem Fall führt, indem sie bewirkt, dass der Sender **112** einen Error-Frame sendet, die Error-Frame-Übertragungssteuerung **132** die Annullierungs-Steuerung der Annullierung des Daten-Frames des Brems-Steuerbefehls durch (Schritt **S16**).

[Zur Bremssteuerung im Steuersystem
10 gehörender Prozessablauf]

[0090] Fig. 9 und Fig. 10 zeigen ein Beispiel eines Prozessablaufs bezüglich einer Bremssteuerung im Steuersystem **10**.

[0091] Fig. 9 zeigt ein Beispiel, in dem in einer Situation, bei der nicht das Risiko besteht, dass das Fahrzeug **20** mit einem Hindernis kollidiert, eine Vorrichtung (als unberechtigte ECU bezeichnet), die an der Diagnose-Schnittstelle **390** angeschlossen ist, einen Daten-Frame eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls (Befehl zum Verursachen einer abrupten Bremsung) an den Bus **30** sendet. Mit Bezug auf Fig. 9 werden Operationen von ECUs in Steuersystem **10** nachstehend beschrieben. Es ist zu beachten, dass hier das Beispiel beschrieben wird, in dem die unberechtigte ECU eine Vorrichtung ist, die an die Diagnose-Schnittstelle **390** angeschlossen ist, aber dies ist lediglich ein Beispiel einer unberechtigten Vorrichtung, die auf den Bus **30** zugreifen kann. Zum Beispiel kann in dem Fall, in dem eine der ECUs, die an den Bus **30** angeschlossen sind, von einem Angreifer angegriffen und gesteuert wird, (zum Beispiel in

dem Fall, dass die Firmware oder dergleichen einer des ECUs missbräuchlich überschrieben wird), diese ECU als die unberechtigte ECU dienen.

[0092] Die Sensor-ECU **320** sendet an den Bus **30** einen Daten-Frame, der Messungs-Informationen enthält, die Messergebnisse anzeigen, die vom Hindernis-Sensor **321** und vom Geschwindigkeitssensor **322** erhalten wurden (Schritt **S101**). Folglich erhalten die an den Bus **30** angeschlossenen ECUs (Notbrems-ECU **310**, Sicherheits-ECU **100**, usw.) die Messungs-Informationen, die die Entfernung zwischen dem Hindernis und dem Fahrzeug und die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Hindernis und dem Fahrzeug anzeigen.

[0093] Wenn kein Risiko einer Kollision mit einem Hindernis besteht, sendet die Notbrems-ECU **310**, die periodisch Brems-Steuerbefehle sendet, an den Bus **30** Daten-Frames der Brems-Steuerbefehle, die die Verzögerung von Null kennzeichnen (Schritt **S102**).

[0094] Zum Beispiel sendet unmittelbar, nachdem die Notbrems-ECU **310** einen der Daten-Frames des Brems-Steuerbefehls sendet, die unberechtigte ECU an den Bus **30** einen Daten-Frame eines Brems-Steuerbefehls (betrügerischer Brems-Steuerbefehl), der eine maximale Verzögerung kennzeichnet (Schritt **S103**). Es ist zu beachten, dass wenn die unberechtigte ECU den Daten-Frame des betrügerischen Brems-Steuerbefehls in ungefährender Synchronisation mit dem Sendezyklus des Daten-Frames des Brems-Steuerbefehls von der Notbrems-ECU **310** sendet, auf der Grundlage des Sendezyklus es nicht bestimmt werden kann, ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht.

[0095] In dem Steuerungsablauf (siehe Fig. 8), wenn der Daten-Frame des von der unberechtigten ECU gesendeten Brems-Steuerbefehls bis zu dem Datenfeld empfangen ist, spezifiziert die Sicherheits-ECU **100** die Entfernung L und die Relativgeschwindigkeit V zwischen dem Fahrzeug und dem Hindernis auf der Grundlage der neuesten Messungs-Informationen, die empfangen wurden, wählt die vorher festgelegte Bedingung **C** entsprechend einer Kennzeichnung eines Umfangs der Verzögerung und bestimmt, ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht. In dem Beispiel in Fig. 9 bestimmt, bei Empfang des Daten-Frames des von der Notbrems-ECU **310** in Schritt **S102** gesendeten Brems-Steuerbefehls, die Sicherheits-ECU **100** den Brems-Steuerbefehl als geeignet, weil die vorher festgelegte Bedingung **C** nicht erfüllt ist. Ferner bestimmt, bei Empfang des Daten-Frames des von der unberechtigten ECU in Schritt **S103** gesendeten Brems-Steuerbefehls, die Sicherheits-ECU **100** den Brems-Steuerbefehl als betrügerisch, weil die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt ist.

[0096] Wenn die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt ist und der Brems-Steuerbefehl, der zu dem empfangenen Daten-Frame gehört, der Schritt **S103** entspricht, als betrügerisch bestimmt wird, sendet die Sicherheits-ECU **100** einen Error-Frame (Schritt **S104**). Als Ergebnis dieses Error-Frame-Sendens wird der Daten-Frame des betrügerischen Brems-Steuerbefehls, der von der unberechtigten ECU gesendet wurde, annulliert (insbesondere wird ein Teil des Daten-Frames auf dem Bus **30** mit dem Error-Frame überschrieben, was zur Annullierung führt) und wird somit nicht in der Bremssteuerung der Brems-ECU **200** verwendet. Daher folgt in der Brems-ECU **200** der Steuerprozessor **230** dem Brems-Steuerbefehl, der von der Notbrems-ECU **310** empfangen wurde, was Schritt **S102** entspricht. Daher verursacht der Steuerprozessor **230** in der Brems-ECU **200** keine Betätigung der Bremse **201**, die auf den betrügerischen Brems-Steuerbefehl folgt, der von der unberechtigten ECU empfangen wurde (Schritt **S105**).

[0097] Es ist zu beachten, dass wenn die Sicherheits-ECU **100** nicht vorhanden ist, der Daten-Frame des betrügerischen Brems-Steuerbefehls, der in Schritt **S103** von der unberechtigten ECU gesendet wird, nicht annulliert wird. In diesem Fall wird der Daten-Frame des betrügerischen Brems-Steuerbefehls vollständig von der Brems-ECU **200** empfangen, und der von der Notbrems-ECU **310** gesendete und im Datenpuffer **220** gespeicherte Brems-Steuerbefehl, der Schritt **S102** entspricht, wird mit dem betrügerischen Brems-Steuerbefehl überschrieben. Der Steuerprozessor **230** der Brems-ECU **200** steuert die Bremse **201** entsprechend dem betrügerischen Brems-Steuerbefehl von der unberechtigten ECU.

[0098] Fig. 10 zeigt ein Beispiel, in dem in einer Situation kurz bevor das Fahrzeug **20** bald mit einem Hindernis kollidieren kann, eine unberechtigte ECU einen Daten-Frame eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls (Befehl zum Annullieren der Betätigung der Bremse) an den Bus **30** sendet. Mit Bezug auf Fig. 10 werden Operationen der ECUs in Steuersystem **10** nachstehend beschrieben.

[0099] Die Sensor-ECU **320** sendet an den Bus **30** einen Daten-Frame, der Messungs-Informationen enthält, die Messergebnisse anzeigen, die vom Hindernis-Sensor **321** und vom Geschwindigkeitssensor **322** erhalten wurden (Schritt **S201**). Dieser Schritt **S201** ist im Wesentlichen derselbe wie der oben beschriebene Schritt **S101** in Fig. 9.

[0100] Unmittelbar vor der Kollision mit einem Hindernis sendet die Notbrems-ECU **310**, die periodisch Brems-Steuerbefehle sendet, an den Bus **30** Daten-Frames der Brems-Steuerbefehle, die die maximale Verzögerung kennzeichnen (Schritt **S202**).

[0101] Zum Beispiel sendet unmittelbar, nachdem die Notbrems-ECU **310** einen der Daten-Frames des Brems-Steuerbefehls sendet, die unberechtigte ECU an den Bus **30** einen Daten-Frame eines Brems-Steuerbefehls (betrügerischer Brems-Steuerbefehl), der eine Verzögerung von Null kennzeichnet (Schritt **S203**).

[0102] In dem Steuerprozess (siehe Fig. 8), wenn der Daten-Frame des von der unberechtigten ECU gesendeten Brems-Steuerbefehls bis zu dem Datenfeld empfangen ist, spezifiziert die Sicherheits-ECU **100** die Entfernung **L** und die Relativgeschwindigkeit **V** zwischen dem Fahrzeug und dem Hindernis auf der Grundlage der neuesten Messungs-Informationen, die empfangen wurden, wählt die vorher festgelegte Bedingung **C** entsprechend einer Kennzeichnung des Umfangs der Verzögerung und bestimmt, ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht. In dem Beispiel in Fig. 10 bestimmt, bei Empfang des Daten-Frames des von der Notbrems-ECU **310** in Schritt **S102** gesendeten Brems-Steuerbefehls, die Sicherheits-ECU **100** den Brems-Steuerbefehl als geeignet, weil die vorher festgelegte Bedingung **C** nicht erfüllt ist. Ferner bestimmt, bei Empfang des Daten-Frames des von der unberechtigten ECU in Schritt **S203** gesendeten Brems-Steuerbefehls, die Sicherheits-ECU **100** den Brems-Steuerbefehl als betrügerisch, weil die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt ist.

[0103] Wenn die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt ist und der Brems-Steuerbefehl, der zu dem empfangenen Daten-Frame gehört, der Schritt **S203** entspricht, als betrügerisch bestimmt wird, sendet die Sicherheits-ECU **100** einen Error-Frame (Schritt **S204**). Als Ergebnis dieses Error-Frame-Sendens wird der Daten-Frame des betrügerischen Brems-Steuerbefehls, der von der unberechtigten ECU gesendet wurde, annulliert und wird somit nicht in der Bremssteuerung der Brems-ECU **200** verwendet. Daher betätigt in der Brems-ECU **200** der Steuerprozessor **230** die Bremse **201** (Schritt **S205**) entsprechend dem Brems-Steuerbefehl, der von der Notbrems-ECU **310** empfangen wurde, was Schritt **S202** entspricht.

[Vorteilhafte Wirkungen der ersten beispielhaften Ausführungsform]

[0104] Im Steuersystem **10** gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform spezifiziert auf der Grundlage von Messungs-Informationen, die von der Sensor-ECU **320** erhalten werden, unmittelbar bevor der Empfänger **111** einen Brems-Steuerbefehl empfängt (insbesondere einen Daten-Frame eines Brems-Steuerbefehls), die Steuerung **130** der Sicherheits-ECU (Steuervorrichtung) **100** als Reaktion auf den Brems-Steuerbefehl die Entfernung **L** zwischen dem Fahrzeug **20** und dem Hindernis und die Relativgeschwindigkeit **V** des Fahrzeugs **20** bezüglich

des Hindernisses. Anschließend, wenn die vorher festgelegte Bedingung **C**, die die Entfernung **L** und die Relativgeschwindigkeit **V** umfasst, erfüllt ist, führt die Steuerung **130** eine Annullierungs-Steuerung des Annullierens des Brems-Steuerbefehls durch Error-Frame-Aussenden durch. Die vorher festgelegte Bedingung **C** kann unterschiedlich sein, abhängig davon, ob der Brems-Steuerbefehl die maximale Verzögerung (maximaler Verzögerungsgrad) oder eine Verzögerung von Null kennzeichnet. Die vorher festgelegte Bedingung **C** kann so eingestellt sein, dass der Brems-Steuerbefehl, der von der Notbrems-ECU **310** in einem normalen Zustand gesendet wird, nicht die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt. Wenn eine unberechtigte ECU an den Bus **30** einen Brems-Steuerbefehl (insbesondere einen Daten-Frame eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls) sendet, der sich von dem von der Notbrems-ECU **310** gesendeten unterscheidet, bestimmt die Sicherheits-ECU **100** den Brems-Steuerbefehl als betrügerisch und annulliert den Brems-Steuerbefehl, indem sie einen Error-Frame sendet, wenn die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt ist, und somit wird unterdrückt, dass die Brems-ECU **200** die Bremse **201** entsprechend einem betrügerischen Brems-Steuerbefehl steuert. Mit anderen Worten kann in dem Steuersystem **10** die Sicherheits-ECU **100** einen betrügerischen Frame (Angriffs-Frame) bezüglich eines Brems-Steuerbefehls richtig behandeln und verhindern, dass durch den Angriffs-Frame ein Unfall verursacht wird.

(Zweite beispielhafte Ausführungsform)

[0105] Im Folgenden wird das Steuersystem **11** beschrieben, das erhalten wird, indem einige der ECUs des im Fahrzeug **20** installierten Steuersystems **10** entsprechend der ersten beispielhaften Ausführungsform geändert werden.

[0106] In dem Steuersystem **10** gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform annulliert, wenn festgestellt wird, dass ein Brems-Steuerbefehl (ein Daten-Frame eines Brems-Steuerbefehls), der in Bus **30** fließt, betrügerisch ist, die Sicherheits-ECU **100** den Daten-Frame des Brems-Steuerbefehls, indem sie einen Error-Frame sendet. Im Gegensatz dazu ist in dem Steuersystem **11** gemäß der vorliegenden Ausführungsform eine Sicherheits-ECU **100** nicht vorgesehen, und eine Brems-ECU, die durch teilweise Änderung der in der ersten beispielhaften Ausführungsform beschriebenen Brems-ECU **200** erhalten wird, bestimmt, ob der empfangene Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht, und wenn bestimmt wird, dass der empfangene Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist, wird eine Brems-Steuerung, die auf den betrügerischen Brems-Steuerbefehl folgt, nicht ausgeführt (das heißt, der Brems-Steuerbefehl wird verworfen), wovon ein Beispiel beschrieben wird.

[Aufbau des Steuersystems 11]

[0107] Fig. 11 ist eine Darstellung, die einen Gesamtaufbau des Steuersystems **11** gemäß der vorliegenden Ausführungsform darstellt. In Fig. 11 werden Bestandteilen, die im Wesentlichen dieselben sind wie die in Steuersystem **10** (siehe Fig. 1), die in der ersten beispielhaften Ausführungsform beschrieben sind, dieselben Bezugsnummern zugeordnet wie in Fig. 1, und Erklärungen davon werden weggelassen.

[0108] Das Steuersystem **11** ist hauptsächlich als Fahrzeug-Netzwerkssystem im Fahrzeug **20** gestaltet und enthält verschiedene ECUs, die im Fahrzeug **20** installiert sind (Brems-ECU **2200**, Notbrems-ECU **310**, Sensor-ECU **320** und Motor-ECU **330**), und den Bus (CAN-Bus) **30**, wie in Fig. 11 veranschaulicht. Die Eigenschaften des Steuersystems **11**, die hier nicht speziell erklärt sind, sind im Wesentlichen gleich denen des in der ersten beispielhaften Ausführungsform beschriebenen Steuersystems **10**.

[Aufbau der Brems-ECU 2200]

[0109] Fig. 12 ist ein Konfigurations-Diagramm der Brems-ECU **2200**. Die Brems-ECU **2200** wird erhalten, indem die in der ersten beispielhaften Ausführungsform beschriebene Brems-ECU **200** teilweise geändert wird. In Fig. 12 werden Bestandteilen, die im Wesentlichen dieselben sind wie die in der Brems-ECU **200** (siehe Fig. 4), dieselben Bezugsnummern zugeordnet wie in Fig. 4, und Erklärungen davon werden entsprechend weggelassen.

[0110] Die Brems-ECU **2200**, die mit der Bremse **201** verbunden ist und zur Steuerung der Bremse **201** verwendet wird, enthält die Kommunikationseinheit **210**, einen Datenpuffer **220**, einen Steuerprozessor **230** und eine Steuerung **2130**.

[0111] Der funktionale Aufbau der Kommunikationseinheit **210** bezüglich des Empfangs eines Frames wird in Fig. 12 als Empfänger **2111** dargestellt. Der Empfänger **2111** empfängt einen Frame (empfangt den Frame sequentiell auf 1-Bit-Basis) von dem Bus **30** entsprechend dem CAN-Protokoll. Der Empfänger **2111** umfasst die Funktion des Empfangens eines Frames und die Funktion des Auswertens des empfangenen Frames, und wertet die Werte in dem vom Bus **30** empfangenen Frame aus, um die Werte in den Feldern in dem im CAN-Protokoll spezifizierten Frame-Format abzubilden. Als ein Ergebnis dieser Auswertung werden die ID (Nachrichten-ID), der DLC und die Daten im Datenfeld erkannt und extrahiert. Der Empfänger **2111** bestimmt, ob die extrahierte ID eine der zu empfangenden IDs ist oder nicht, wie etwa die ID eines Daten-Frames, die einen Brems-Steuerbefehl anzeigt, die in dem Fahrzeug-Netzwerkssystem im Steuersystem **11** vorher festgelegt wurde, und die ID eines Daten-Frames, die die

Messungs-Informationen anzeigt, die von der Sensor-ECU **320** gesendet werden. Wenn die extrahierte ID nicht die zu empfangende ID ist, beendet der Empfänger **2111** die Auswertung des Frames.

[0112] Wenn festgestellt wird, dass der Frame nicht dem CAN-Protokoll entspricht, zum Beispiel in dem Fall, in dem der Wert der CRC in dem vom Empfänger **2111** empfangenen Frame nicht korrekt ist oder in dem Fall, in dem ein Punkt, der als fest dominant angenommen wird, rezessiv ist, führt die Kommunikationseinheit **210** die Steuerung aus, um einen Error-Frame an den Bus **30** zu senden. Wenn ein Error-Frame empfangen wird, insbesondere wenn der empfangene Frame durch die Werte darin als Error-Frame ausgewertet wird, verwirft der Empfänger **2111** ferner den nachfolgenden Teil des Frames oder mit anderen Worten beendet das Auswerten des nachfolgenden Teils des Frames. Der Empfänger **2111** speichert im Speicher **120** in der Steuerung **2130** den Inhalt (ID, Daten im Datenfeld, usw.) des Frames, der eine ID aufweist, die als die zu empfangende ID bestimmt wurde.

[0113] In der Steuerung **2130** ist zum Beispiel ein Prozessor vorgesehen, der ein Steuerprogramm ausführt, und die Funktion aufweist, einen Brems-Steuerbefehl durch einen Filterprozess zu verwerfen, in dem die Übertragung von Informationen, die einen Brems-Steuerbefehl anzeigen, zum Datenpuffer **220** unter einer vorher festgelegten Bedingung verhindert wird. Die Steuerung **2130** enthält den Speicher **120**, den Diskriminator **131** und den Weiterleiter **2133**. Der Speicher **120** in der Steuerung **2130** ist im Wesentlichen der gleiche wie der Speicher **120** in der in der ersten beispielhaften Ausführungsform beschriebenen Sicherheits-ECU **100** und ist ein Speicherbereich eines Speichermediums, wie etwa eines Speichers zum Speichern des Inhalts eines von dem Empfänger **2111** empfangenen Frames. Zum Beispiel werden der Inhalt von Daten-Frames bezüglich Messungs-Informationen, die von der Sensor-ECU **320** sequentiell gesendet werden, und der Inhalt (zum Beispiel der Umfang der Verzögerung) von Daten-Frames, bezüglich eines Brems-Steuerbefehls sequentiell in dem Speicher **120** gespeichert. Die Messungs-Informationen zeigen die Entfernung zwischen dem Fahrzeug **20** und einem Hindernis und die Relativgeschwindigkeit des Fahrzeugs **20** bezüglich des Hindernisses an.

[0114] Der Diskriminator **131** in der Steuerung **2130** ist im Wesentlichen derselbe wie der in der in der ersten beispielhaften Ausführungsform beschriebene Diskriminator **131** in der Sicherheits-ECU **100**, und bestimmt, ob ein Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht, in Übereinstimmung damit, ob die vorher festgelegte Bedingung **C**, die die Entfernung **L** zwischen dem Fahrzeug **20** und einem Hindernis und die Geschwindigkeit (Relativgeschwin-

digkeit) **V** des Fahrzeugs **20** bezüglich des Hindernisses bei Empfang des Daten-Frames des Brems-Steuerbefehls durch den Empfänger **2111** umfasst, erfüllt ist oder nicht. Auf der Grundlage der vom Empfänger **2111** empfangenen Messungs-Informationen spezifiziert der Diskriminator **131** die Entfernung **L** zwischen dem Fahrzeug **20** und dem Hindernis und die Geschwindigkeit (Relativgeschwindigkeit) **V** des Fahrzeugs **20** bezüglich des Hindernisses, und auf der Grundlage der spezifizierten Entfernung **L** und Geschwindigkeit **V** bestimmt der Diskriminator **131**, ob die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt ist oder nicht. Der Diskriminator **131** meldet an den Weiterleiter **2133** das Ergebnis der Bestimmung, ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht. Der Diskriminator **131** benutzt die Entfernung zwischen dem Fahrzeug **20** und dem Hindernis und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **20** (die Geschwindigkeit bezüglich eines Hindernisses), die in den neuesten Messungs-Informationen angezeigt werden, bei Empfang des Daten-Frames des Brems-Steuerbefehls unter den Messungs-Informationen, die sequentiell in dem Speicher **120** gespeichert wurden, als die Entfernung **L** zwischen dem Fahrzeug **20** und dem Hindernis und die Geschwindigkeit **V** des Fahrzeugs **20** bei Empfang des Daten-Frames des Brems-Steuerbefehls durch den Empfänger **2111**. Es ist zu beachten, dass als vorher festgelegte Bedingung **C** zur Bestimmung eines Brems-Steuerbefehls als betrügerisch eine aus einer Vielzahl von Bedingungen ausgewählt werden kann, zum Beispiel entsprechend dem Umfang der Verzögerung, der in dem Brems-Steuerbefehl gekennzeichnet ist, wie in der ersten beispielhaften Ausführungsform beschrieben.

[0115] Wenn der Diskriminator **131** den Brems-Steuerbefehl als nicht betrügerisch bestimmt, überträgt der Weiterleiter **2133** den Inhalt des Daten-Frames, der zu dem Brems-Steuerbefehl gehört, aus dem Speicher **120** in den Datenpuffer **220**, und wenn der Diskriminator **131** den Brems-Steuerbefehl als betrügerisch bestimmt, überträgt der Weiterleiter **2133** den Inhalt des Daten-Frames, der zu dem Brems-Steuerbefehl gehört, nicht aus dem Speicher **120** in den Datenpuffer **220**.

[0116] Der Datenpuffer **220** speichert Informationen, die eine ID, Daten im Datenfeld, usw. anzeigen (das heißt Informationen, die einen Brems-Steuerbefehl anzeigen), die als Inhalt eines Datenfeldes eines Brems-Steuerbefehls dienen, der als nicht betrügerisch bestimmt wurde.

[0117] Der Steuerprozessor **230** erhält den Inhalt (Informationen, die einen Brems-Steuerbefehl oder dergleichen anzeigen) des im Datenpuffer **220** gespeicherten Frames periodisch oder zum Beispiel, wenn eine vorher festgelegte Bedingung (wie etwa eine Bedingung bezüglich des Speicherns eines

Frames in Datenpuffer **220**) erfüllt ist, und steuert die Bremse **201** durch Senden eines Steuersignals an die Bremse **201** entsprechend dem Brems-Steuerbefehl, der in den erhaltenen Informationen angezeigt wird.

[0118] Es ist zu beachten, dass ein Teil (zum Beispiel der Empfänger **211** und die Steuerung **2130**) der Brems-ECU **2200** als Steuervorrichtung **2100** funktioniert, die einen Angriffs-Frame eines betrügerischen Brems-Steuerbefehl richtig behandelt.

[Steuerungsablauf in der Brems-ECU 2200]

[0119] Fig. 13 zeigt ein Beispiel eines Steuerungsablaufs in der Brems-ECU **2200**. Mit Bezug auf Fig. 13 wird im Folgenden ein Steuerungsablauf beschrieben, der ausgeführt wird, um einen Angriffs-Frame eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls in der Brems-ECU **2200** richtig zu behandeln.

[0120] Wenn der Empfänger **2111** vom Bus **30** einen Daten-Frame empfängt, der von der Sensor-ECU **320** gesendete Messungs-Informationen enthält (Ja in Schritt **S21**), sichert, mit anderen Worten speichert die Brems-ECU **2200** die Messungs-Informationen im Speicher **120** (Schritt **S22**). Somit werden die Messungs-Informationen, die die Entfernung **L** (m) zwischen einem Hindernis und dem Fahrzeug und die Relativgeschwindigkeit **V** (km/h) des Fahrzeugs zwischen dem Hindernis und dem Fahrzeug anzeigen, in dem Speicher **120** gespeichert. Die Sensor-ECU **320** sendet periodisch Daten-Frames, von denen jeder Messungs-Informationen enthält, die ein von einem Sensor erhaltenes Messergebnis anzeigen, und somit wird das Speichern von Messungs-Informationen in Schritt **S22** wiederholt durchgeführt.

[0121] Wenn der Empfänger **2111** vom Bus **30** den Daten-Frame des Brems-Steuerbefehls empfängt (Ja in Schritt **S23**), spezifiziert die Brems-ECU **2200** die Entfernung **L** und die Relativgeschwindigkeit **V** zwischen dem Fahrzeug und dem Hindernis unter Verwendung des Diskriminators **131** auf der Grundlage der neuesten Messungs-Informationen, die zuletzt im Speicher **120** gespeichert wurden (Schritt **S24**). Anschließend bestimmt der Diskriminator **131**, indem er bestimmt, ob die vorher festgelegte Bedingung **C**, die die Entfernung **L** und die Relativgeschwindigkeit **V** umfasst, die spezifiziert wurden, erfüllt ist oder nicht, ob der in Schritt **S23** empfangene, zu dem Daten-Frame gehörende Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht (Schritt **S25**). Wenn der Empfänger **2111** den Daten-Frame des Brems-Steuerbefehls empfangen hat, speichert der Empfänger **2111** in dem Speicher **120**, den Verzögerungs-Umfang, usw., der in dem Brems-Steuerbefehl gekennzeichnet ist, und somit kann der Diskriminator **131** zum Beispiel angeben, ob der gekennzeichnete Verzögerungsgrad maximal, Null oder ein anderer Wert ist. Auch benutzt

in der vorliegenden Ausführungsform der Diskriminator **131** für einen Brems-Steuerbefehl, der eine Kennzeichnung für eine maximale Verzögerung enthält, als die vorher festgelegte Bedingung **C** eine Bedingung, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung $F(V, L)$ größer ist als der erste Grenzwert **a**, und benutzt für einen Brems-Steuerbefehl, der eine Kennzeichnung für eine Verzögerung von Null enthält, als die vorher festgelegte Bedingung **C** eine Bedingung, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung $F(V, L)$ kleiner ist als der zweite Grenzwert **b**, der kleiner oder gleich dem ersten Grenzwert **a** ist, wie in der ersten beispielhaften Ausführungsform beschrieben. Ferner kann der Diskriminator **131** zum Beispiel für einen Brems-Steuerbefehl, der eine Kennzeichnung für eine Verzögerung zwischen Null und dem Maximum enthält, als die vorher festgelegte Bedingung **C** eine Bedingung benutzen, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung $F(V, L)$ größer ist als der erste Grenzwert **a**, oder eine Bedingung, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung $F(V, L)$ größer oder kleiner ist als jeder andere vorher festgelegte Grenzwert.

[0122] Wenn der Diskriminator **131** in Schritt **S25** bestimmt, dass die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt ist (Ja in Schritt **S25**), bedeutet dies, dass der Brems-Steuerbefehl als betrügerisch bestimmt wird. Wenn der Brems-Steuerbefehl als betrügerisch bestimmt wird, überträgt der Weiterleiter **2133** den Inhalt des Daten-Frames des Brems-Steuerbefehls nicht aus dem Speicher **120** in den Datenpuffer **220** (Schritt **S26**), und wenn der Brems-Steuerbefehl als nicht betrügerisch bestimmt wird, überträgt der Weiterleiter **2133** den Inhalt des Daten-Frames des Brems-Steuerbefehls aus dem Speicher **120** in den Datenpuffer **220** (Schritt **S27**). Mit diesen Prozessen von Schritt **S25** bis **S27** verhindert die Brems-ECU **2200** die Steuerung der Bremse **201**, die auf einen betrügerischen Brems-Steuerbefehl folgt, und steuert somit die Bremse **201** entsprechend einem geeigneten Brems-Steuerbefehl.

[Zur Bremssteuerung im Steuersystem
11 gehörender Prozessablauf]

[0123] Fig. 14 und Fig. 15 zeigen ein Beispiel eines Prozessablaufs bezüglich einer Bremssteuerung im Steuersystem **11**.

[0124] Fig. 14 zeigt ein Beispiel, in dem in einer Situation, bei der nicht das Risiko besteht, dass das Fahrzeug **20** mit einem Hindernis kollidiert, eine Vorrichtung (als unberechtigte ECU bezeichnet), die an der Diagnose-Schnittstelle **390** angeschlossen ist, einen Daten-Frame eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls (Befehl zum Verursachen einer abrupten Bremsung) an den Bus **30** sendet. Mit Bezug auf Fig. 14 werden Operationen von ECUs in Steuersystem **11** nachstehend beschrieben.

[0125] Die Sensor-ECU **320** sendet an den Bus **30** einen Daten-Frame, der Messungs-Informationen enthält, die Messergebnisse anzeigen, die vom Hindernis-Sensor **321** und vom Geschwindigkeitssensor **322** erhalten wurden (Schritt **S301**). Folglich erhalten die an den Bus **30** angeschlossenen ECUs (Notbrems-ECU **310**, Brems-ECU **2200**, usw.) die Messungs-Informationen, die die Entfernung zwischen dem Hindernis und dem Fahrzeug und die Relativgeschwindigkeit des Fahrzeugs bezüglich des Hindernisses anzeigen.

[0126] Wenn kein Risiko einer Kollision mit einem Hindernis besteht, sendet die Notbrems-ECU **310**, die periodisch Brems-Steuerbefehle sendet, an den Bus **30** Daten-Frames von Brems-Steuerbefehlen, die die Verzögerung von Null kennzeichnen (Schritt **S302**).

[0127] Wenn der Daten-Frame des von der Notbrems-ECU **310** gesendeten Brems-Steuerbefehls empfangen wird, spezifiziert die Brems-ECU **2200** die Entfernung **L** und die Relativgeschwindigkeit **V** zwischen dem Fahrzeug und dem Hindernis auf der Grundlage der neuesten Messungs-Informationen, die empfangen wurden, wählt die vorher festgelegte Bedingung **C** entsprechend einer Kennzeichnung eines Umfangs der Verzögerung und bestimmt, ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht, entsprechend dem Steuerungsablauf (siehe **Fig. 13**). In dem Beispiel in **Fig. 14** wird bestimmt, dass der Brems-Steuerbefehl richtig ist, weil die vorher festgelegte Bedingung **C** nicht erfüllt ist, und der Weiterleiter **2133** sendet den Inhalt des Daten-Frames des vom Bus **30** empfangenen Brems-Steuerbefehls aus dem Speicher **120** an den Datenpuffer **220** (Schritt **S303**).

[0128] Anschließend zum Beispiel sendet unmittelbar, nachdem die Notbrems-ECU **310** einen Daten-Frame des Brems-Steuerbefehls sendet, die unberechtigte ECU an den Bus **30** einen Daten-Frame eines Brems-Steuerbefehls (betrügerischer Brems-Steuerbefehl), der die maximale Verzögerung kennzeichnet (Schritt **S304**).

[0129] Wenn der Daten-Frame des von der unberechtigten ECU gesendeten Brems-Steuerbefehls empfangen wird, spezifiziert die Brems-ECU **2200** die Entfernung **L** und die Relativgeschwindigkeit **V** zwischen dem Fahrzeug und dem Hindernis auf der Grundlage der neuesten Messungs-Informationen, die empfangen wurden, wählt die vorher festgelegte Bedingung **C** entsprechend einer Kennzeichnung eines Umfangs der Verzögerung und bestimmt, ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht, entsprechend dem Steuerungsablauf. In dem Beispiel in **Fig. 14** wird der Brems-Steuerbefehl als betrügerisch bestimmt, weil die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt ist. In diesem Fall sendet der Weiterleiter **2133** nicht den Inhalt des Daten-Frames des vom Bus **30**

empfangenen Brems-Steuerbefehls aus dem Speicher **120** an den Datenpuffer **220** (Schritt **S305**).

[0130] Anschließend führt der Steuerprozessor **230** der Brems-ECU **2200** in Schritt **S303** eine Bremssteuerung durch, die auf den Brems-Steuerbefehl folgt, der in den im Datenpuffer **220** gespeicherten Informationen angezeigt wird, und somit wird die Bremse **201** nicht entsprechend dem betrügerischen Brems-Steuerbefehl betätigt (Schritt **S306**).

[0131] **Fig. 15** zeigt ein Beispiel, in dem in einer Situation kurz bevor das Fahrzeug **20** bald mit einem Hindernis kollidieren kann, eine unberechtigte ECU einen Daten-Frame eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls (Befehl zum Annullieren der Betätigung der Bremse) an den Bus **30** sendet. Mit Bezug auf **Fig. 15** werden Operationen der ECUs in Steuersystem **11** nachstehend beschrieben.

[0132] Die Sensor-ECU **320** sendet an den Bus **30** einen Daten-Frame, der Messungs-Informationen enthält, die Messergebnisse anzeigen, die vom Hindernis-Sensor **321** und vom Geschwindigkeitssensor **322** erhalten wurden (Schritt **S401**). Dieser Schritt **S401** ist im Wesentlichen derselbe wie der oben beschriebene Schritt **S301** in **Fig. 14**.

[0133] Unmittelbar vor der Kollision mit einem Hindernis sendet die Notbrems-ECU **310**, die periodisch Brems-Steuerbefehle sendet, an den Bus **30** Daten-Frames der Brems-Steuerbefehle, die die maximale Verzögerung kennzeichnen (Schritt **S402**).

[0134] Wenn der Daten-Frame des von der Notbrems-ECU **310** gesendeten Brems-Steuerbefehls empfangen wird, spezifiziert die Brems-ECU **2200** die Entfernung **L** und die Relativgeschwindigkeit **V** zwischen dem Fahrzeug und dem Hindernis auf der Grundlage der neuesten Messungs-Informationen, die empfangen wurden, wählt die vorher festgelegte Bedingung **C** entsprechend einer Kennzeichnung eines Umfangs der Verzögerung und bestimmt, ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht, entsprechend dem Steuerungsablauf. In dem Beispiel in **Fig. 15** wird bestimmt, dass der Brems-Steuerbefehl richtig ist, weil die vorher festgelegte Bedingung **C** nicht erfüllt ist, und der Weiterleiter **2133** sendet den Inhalt des Daten-Frames des vom Bus **30** empfangenen Brems-Steuerbefehls aus dem Speicher **120** an den Datenpuffer **220** (Schritt **S403**).

[0135] Anschließend zum Beispiel sendet unmittelbar, nachdem die Notbrems-ECU **310** einen Daten-Frame des Brems-Steuerbefehls sendet, die unberechtigte ECU an den Bus **30** einen Daten-Frame eines Brems-Steuerbefehls (betrügerischer Brems-Steuerbefehl), der die Verzögerung von Null kennzeichnet (Schritt **S404**).

[0136] Wenn der Daten-Frame des von der unberechtigten ECU gesendeten Brems-Steuerbefehls empfangen wird, spezifiziert die Brems-ECU **2200** die Entfernung **L** und die Relativgeschwindigkeit **V** zwischen dem Fahrzeug und dem Hindernis auf der Grundlage der neuesten Messungs-Informationen, die empfangen wurden, wählt die vorher festgelegte Bedingung **C** entsprechend einer Kennzeichnung eines Umfangs der Verzögerung und bestimmt, ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht, entsprechend dem Steuerungsablauf. In dem Beispiel in **Fig. 15** wird der Brems-Steuerbefehl als betrügerisch bestimmt, weil die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt ist. In diesem Fall sendet der Weiterleiter **2133** nicht den Inhalt des Daten-Frames des vom Bus **30** empfangenen Brems-Steuerbefehls aus dem Speicher **120** an den Datenpuffer **220** (Schritt **S405**).

[0137] Anschließend führt der Steuerprozessor **230** der Brems-ECU **2200** in Schritt **S403** eine Steuerung durch, um die Bremse **201** entsprechend dem Brems-Steuerbefehl zu betätigen, der in den im Datenpuffer **220** gespeicherten Informationen angezeigt wird, und somit wird die Betätigung der Bremse **201** nicht entsprechend dem betrügerischen Brems-Steuerbefehl verhindert (Schritt **S406**).

[Vorteilhafte Wirkungen der zweiten beispielhaften Ausführungsform]

[0138] In dem Steuersystem **11** gemäß der zweiten beispielhaften Ausführungsform funktioniert die Steuerung **2130** der Steuervorrichtung **2100** als ein Teil der Brems-ECU **2200**. Auf der Grundlage von Messungs-Informationen, die von der Sensor-ECU **320** erhalten werden, unmittelbar bevor der Empfänger **2111** einen Brems-Steuerbefehl empfängt (insbesondere einen Daten-Frame eines Brems-Steuerbefehls), spezifiziert die Steuerung **2130** als Reaktion auf den Brems-Steuerbefehl die Entfernung **L** zwischen dem Fahrzeug **20** und dem Hindernis und die Relativgeschwindigkeit **V** des Fahrzeugs **20** bezüglich des Hindernisses. Anschließend, wenn die vorher festgelegte Bedingung **C**, die die Entfernung **L** und die Relativgeschwindigkeit **V** umfasst, erfüllt ist, führt die Steuerung **2130** eine Filterung durch, so dass der Brems-Steuerbefehl nicht in den Datenpuffer **220** übertragen wird. Durch diese Filterung führt die Steuerung **2130** die Steuerung zum Annullieren des Brems-Steuerbefehls aus. Die vorher festgelegte Bedingung **C** kann unterschiedlich sein, abhängig davon, ob der Brems-Steuerbefehl die maximale Verzögerung oder eine Verzögerung von Null kennzeichnet. Die vorher festgelegte Bedingung **C** kann so eingestellt sein, dass der Brems-Steuerbefehl, der von der Notbrems-ECU **310** in einem normalen Zustand gesendet wird, nicht die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt. Wenn eine unberechtigte ECU an den Bus **30** einen Brems-Steuerbefehl (insbesondere einen Daten-Frame eines betrügerischen Brems-

Steuerbefehls) sendet, der sich von dem von der Notbrems-ECU **310** gesendeten unterscheidet, bestimmt die Steuerung **2130** den Brems-Steuerbefehl als betrügerisch, wenn die vorher festgelegte Bedingung **C** erfüllt ist. Anschließend führt die Steuerung **2130** eine Filterung durch, so dass Informationen, die den Brems-Steuerbefehl anzeigen, nicht in den Datenpuffer **220** übertragen werden. Somit kann verhindert werden, dass der Steuerprozessor **230** die Bremse **201** entsprechend dem betrügerischen Brems-Steuerbefehl steuert. Mit anderen Worten kann in dem Steuersystem **11** die Brems-ECU **2200** einen betrügerischen Frame (Angriffs-Frame) bezüglich eines Brems-Steuerbefehls richtig behandeln und verhindern, dass durch den Angriffs-Frame ein Unfall verursacht wird.

(Andere modifizierte Beispiele)

[0139] Die erste und zweite beispielhafte Ausführungsform wurden oben als Beispiele der Technik gemäß der vorliegenden Offenbarung beschrieben. Jedoch ist die Technik gemäß der vorliegenden Offenbarung nicht auf die obigen beispielhaften Ausführungsformen beschränkt und kann auch auf beispielhafte Ausführungsformen angewendet werden, die durch eine Abwandlung, Ersetzung, Hinzufügung, Weglassung, usw. erhalten wurden. Zum Beispiel sind die folgenden modifizierten Beispiele ebenfalls beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

[0140] (1) Die oben beschriebene erste beispielhafte Ausführungsform zeigt ein Beispiel, bei dem die Sicherheits-ECU **100** über den Bus **30** die Entfernung zwischen dem Fahrzeug **20** und einem Hindernis und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **20** (Relativgeschwindigkeit bezüglich des Hindernisses) erhält (das Beispiel des Erhaltens der Entfernung und der Geschwindigkeit durch Empfangen eines Daten-Frames, der Messungs-Informationen enthält). Außerdem kann, zum Beispiel unter Verwendung jedes Sensors, der mit der Sicherheits-ECU **100** über eine zugeordnete Kommunikationsleitung verbunden ist, bei Empfang eines Brems-Steuerbefehls (insbesondere innerhalb einer vorher festgelegten Zeitdauer vor und nach dem Empfang) die Entfernung zwischen dem Fahrzeug **20** und einem Hindernis und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **20** (die Relativgeschwindigkeit bezüglich des Hindernisses) gemessen und somit direkt erhalten werden. Ferner kann, anstelle der Relativgeschwindigkeit des Fahrzeugs **20** bezüglich des Hindernisses, die in den obigen beispielhaften Ausführungsformen beschrieben wird, die absolute Geschwindigkeit des Fahrzeugs **20** durch den Geschwindigkeits-Sensor **322** erhalten werden, und eine Bedingung, die die Entfernung zwischen dem Fahrzeug **20** und dem Hindernis und die absolute Geschwindigkeit des Fahrzeugs **20** umfasst, kann als vorher festgelegte Bedingung benutzt werden, um

zu bestimmen, ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht.

[0141] (2) Die oben beschriebene zweite beispielhafte Ausführungsform zeigt ein Beispiel, in dem ein Teil der Brems-ECU **2200** als Steuervorrichtung **2100** funktioniert, die einen Angriffs-Frame eines betrügerischen Brems-Steuerbefehl richtig behandelt. Insbesondere, wenn eine vorher festgelegte Bedingung zur Bestimmung eines Brems-Steuerbefehls als betrügerisch nicht erfüllt ist, speichert die Steuerung **2130** in dem Datenpuffer **220** Informationen, die den vom Empfänger **2111** empfangenen Brems-Steuerbefehl anzeigen, und wenn die vorher festgelegte Bedingung erfüllt ist, führt die Steuerung **2130** die Steuerung durch, um das Speichern von Informationen, die den vom Empfänger **2111** empfangenen Brems-Steuerbefehl anzeigen, im Datenpuffer **220** zu verhindern und somit den Brems-Steuerbefehl zu verwerfen. Außerdem kann die Brems-ECU **2200** als eine Steuervorrichtung funktionieren, die einen Angriffs-Frame eines betrügerischen Brems-Steuerbefehl richtig behandelt. Zum Beispiel kann die Steuerung **2130** die Funktionen des Steuerprozessors **230** enthalten, und wenn eine vorher festgelegte Bedingung zur Bestimmung eines Brems-Steuerbefehls als betrügerisch nicht erfüllt ist, kann die Steuerung **2130** die Bremse **201** entsprechend dem vom Empfänger **2111** empfangenen Brems-Steuerbefehl steuern, und wenn die vorher festgelegte Bedingung erfüllt ist, kann die Steuerung **2130** die Steuerung durchführen, um das Steuern der Bremse, das auf den vom Empfänger **211** empfangenen Brems-Steuerbefehl folgt, verhindern und somit den Brems-Steuerbefehl verwerfen.

[0142] (3) Die vorher festgelegte Bedingung zur Bestimmung des Brems-Steuerbefehls als betrügerisch, die in den obigen beispielhaften Ausführungsformen beschrieben wird, kann entsprechend jedem Typ des Fahrzeugs **20** eingestellt sein. Insbesondere kann die vorher festgelegte Bedingung so eingestellt sein, dass sie für alle aus einer Vielzahl von Fahrzeugen **20** desselben Typs gleich ist, und kann so eingestellt sein, dass sie für alle aus einer Vielzahl von Fahrzeugen **20** unterschiedlicher Typen unterschiedlich ist. Fahrzeuge desselben Typs sind hier zum Beispiel Fahrzeuge desselben Modells (Automodells). Als ein Beispiel sind Fahrzeuge desselben Typs Fahrzeuge, die Fahrgestellnummern mit demselben Modellwert aufweisen, oder Fahrzeuge, die Fahrgestellnummern (VINs) mit denselben Werten von der Startziffer bis zur Ziffer vor der Seriennummer aufweisen.

[0143] (4) Die in den obigen beispielhaften Ausführungsformen beschriebenen Steuerungen **130**, **2130** können den Inhalt der vorher festgelegten Berechnung $F(V, L)$ bezüglich der vorher festgelegten Bedingung C zur Bestimmung eines Brems-Steuerbefehls als betrügerisch entsprechend einer Änderung

eines Bestandteils des Fahrzeugs **20**, die eine Auswirkung auf den Bremsweg durch die Bremse **201** des Fahrzeugs **20** hat, ändern. Zum Beispiel können die Steuerungen **130**, **2130** den Koeffizienten, usw. einer ganzrationalen Funktion G in der vorher festgelegten Berechnung $F(V, L) = L - G(V)$ entsprechend dem Austausch, der Abnutzung oder dergleichen eines Reifens, eines Bestandteils der Bremse **201**, usw. des Fahrzeugs **20** ändern. Es ist zu beachten, dass die Steuerungen **130**, **2130** zum Beispiel Informationen über den Reifen, den Bestandteil der Bremse **201**, usw. durch Kommunikation oder ein anderes Verfahren erhalten können, oder den Grad der Abnutzung des Reifens des Bestandteils der Bremse **201**, usw. unter Verwendung von Informationen einer Uhr, eines Kilometerzählers, der die gefahrene Entfernung misst, oder dergleichen berechnen. Außerdem kann der Koeffizient, usw. der oben beschriebenen ganzrationalen Funktion G zum Beispiel entsprechend dem Zustand der Straßenoberfläche (befestigt oder Kies), des Wetters (Sonne, Regen oder Schnee) oder dergleichen geändert werden.

[0144] (5) Der in der obigen beispielhaften Ausführungsform beschriebene Hindernis-Sensor **321** kann zum Beispiel die Art des Hindernisses (zum Beispiel den Typ zur Unterscheidung einer Person von einem Objekt, das keine Person ist) erkennen, und die in den obigen beispielhaften Ausführungsformen beschriebene Sensor-ECU **320** kann einen Daten-Frame, der Hindernis-Informationen enthält, die die Art des Hindernisses anzeigen, an den Bus **30** senden. Anschließend können die Empfänger **111**, **2111** den Daten-Frame, der die Hindernis-Informationen enthält, vom Bus **30** empfangen, und die Steuerungen **130**, **2130** können den Inhalt der vorher festgelegten Berechnung $F(V, L)$ bezüglich der vorher festgelegten Bedingung C zur Bestimmung eines Brems-Steuerbefehls als betrügerisch entsprechend der in den von den Empfängern **111**, **2111** empfangenen Hindernis-Informationen angezeigten Art ändern.

[0145] (6) Obwohl die obigen beispielhaften Ausführungsformen ein Beispiel zeigen, in dem der Daten-Frame des Brems-Steuerbefehls eine Kennzeichnung eines Umfangs der Verzögerung enthält, muss der Daten-Frame nicht notwendigerweise die Kennzeichnung des Umfangs der Verzögerung enthalten. Zum Beispiel kann der Daten-Frame des Brems-Steuerbefehls eine Kennzeichnung enthalten, die anzeigt, dass die Bremse zu betätigen ist, oder eine Kennzeichnung, dass die Betätigung der Bremse zu verhindern ist. In diesem Fall kann bei der Bestimmung, ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht, die Kennzeichnung, die anzeigt, dass die Bremse zu betätigen ist, im Wesentlichen dieselbe sein, wie zum Beispiel eine Kennzeichnung einer maximalen Verzögerung, und die Kennzeichnung, dass die Betätigung der Bremse zu verhindern ist, kann im

Wesentlichen behandelt werden, wie zum Beispiel eine Kennzeichnung einer Verzögerung von Null.

[0146] (7) In den obigen beispielhaften Ausführungsformen wird das Standard-ID-Format (siehe **Fig. 2**) als das Format eines Daten-Frames in dem CAN-Protokoll beschrieben, aber das Format kann ein erweitertes ID-Format sein, und die ID (Nachrichten-ID) des Daten-Frames kann eine erweiterte ID im erweiterten ID-Format sein, usw.. Ferner kann das in den obigen beispielhaften Ausführungsformen beschriebene CAN-Protokoll ein CAN-Protokoll im weitesten Sinn sein, das abgeleitete Protokolle umfasst, wie etwa Time Triggered CAN (TTCAN) und CAN mit flexiblen Daten (CANFD).

[0147] (8) Die Funktionszuordnung von verschiedenen Bestandteilen, die in den Steuersystemen **10**, **11** enthalten sind, die in den obigen beispielhaften Ausführungsformen beschrieben sind, ist nur ein Beispiel; diese Zuordnung kann geändert werden. Außerdem kann ein Teil der Funktionen der Steuerung **130** oder dergleichen in der Sicherheits-ECU **100** einer Vorrichtung (zum Beispiel einer Server-Vorrichtung, usw. außerhalb des Fahrzeugs **20**) zugeordnet werden, die in der Lage ist, mit der Sicherheits-ECU **100** zu kommunizieren.

[0148] (9) Jede der ECUs in den obigen beispielhaften Ausführungsformen ist zum Beispiel eine Vorrichtung, die einen Kommunikations-Schaltkreis, einen analogen Schaltkreis und einen digitalen Schaltkreis enthält, wie einen Speicher und einen Prozessor, kann aber auch Hardware-Bestandteile enthalten, wie etwa eine Festplatten-Vorrichtung, ein Display, eine Tastatur und eine Maus. Ferner kann jede der in den obigen beispielhaften Ausführungsformen beschriebenen Vorrichtungen ihre Funktionen unter Verwendung spezieller Hardware (wie etwa ein digitaler Schaltkreis) vorsehen, statt seine Funktion als Softwarelösung als Ergebnis der Ausführung eines Steuerprogramms durch den Prozessor, das in dem Speicher gespeichert ist, vorzusehen.

[0149] (10) Ein Teil oder alle der Bestandteile jeder Vorrichtung in den obigen beispielhaften Ausführungsformen können mit einem hochintegrierten Einchip-System-LSI-Chip gestaltet sein. Der System-LSI-Chip ist ein supermultifunktionaler LSI-Chip, so gefertigt, dass eine Vielzahl von Bestandteilen in einen einzigen Chip integriert ist, und ist insbesondere ein Computersystem, das zum Beispiel aus einem Mikroprozessor, einem ROM und einem RAM gestaltet ist. Ein Computerprogramm ist im RAM gespeichert. Der System-LSI-Chip erzielt seine Funktion durch den Betrieb des Mikroprozessors entsprechend dem Computerprogramm. Darüber hinaus kann jede der Einheiten der Bestandteile, die in jeder der oben beschriebenen Vorrichtungen enthalten sind, als einzelner Chip gestaltet sein, oder ein Teil oder al-

le der Einheiten können als einzelner Chip gestaltet sein. Obwohl hier ein System-LSI erwähnt ist, kann der integrierte Schaltkreis auch als ein IC, ein LSI, ein Super-LSI und als Ultra-LSI bezeichnet sein, je nach unterschiedlichem Integrationsgrad. Darüber hinaus ist das Verfahren der Schaltkreisintegration nicht auf LSIs beschränkt und kann auch durch eine zweckbestimmte Schaltung oder einen Universalprozessor umgesetzt sein. Es kann auch ein FPGA (Field Programmable Gate Array), das nach der Herstellung des LSI-Schaltkreises programmiert werden kann, oder ein umkonfigurierbarer Prozessor verwendet sein, bei dem die Verbindungen und Einstellungen von im LSI-Schaltkreis angeordneten Schaltkreiszellen umkonfiguriert werden können. Darüber hinaus, abhängig vom Aufkommen von Technologien zur Schaltkreisintegration, die LSI wegen der Fortschritte der Halbleitertechnologie oder anderer Technologien ersetzen, ist es offensichtlich, dass diese Technologien zur Integration der Funktionsblöcke verwendet werden können. Diesbezügliche Möglichkeiten umfassen die Anwendung von Biotechnologie und dergleichen.

[0150] (11) Darüber hinaus können einige oder alle der Bestandteile, die in jeder der oben beschriebenen Vorrichtungen enthalten sind, als eine IC-Karte oder als Einzelmodul realisiert sein, das in die entsprechende Vorrichtung eingesetzt oder aus ihr entnommen werden kann. Die IC-Karte oder das Modul ist ein Computersystem, das mit einem Mikroprozessor, einem ROM, einem RAM, usw. gestaltet ist. Die IC-Karte oder das Modul kann den oben beschriebenen supermultifunktionalen LSI-Chip enthalten. Der Mikroprozessor arbeitet gemäß dem Computerprogramm, und dadurch wird eine Funktion der IC-Karte oder des Moduls ausgeführt. Die IC-Karte oder das Modul kann eine Manipulationsfestigkeit aufweisen.

[0151] (12) Ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann beispielsweise ein Steuerverfahren sein, das alle oder einige der in **Fig. 8** bis **Fig. 10** und **Fig. 13** bis **Fig. 15** dargestellten Prozessabläufe umfasst. Zum Beispiel enthält das Steuerverfahren: einen Empfangsschritt (zum Beispiel die Schritte **S13**, **S23**) des Empfangens eines Brems-Steuerbefehls vom Bus **30**, der zur Kommunikation unter einer Vielzahl von ECUs im Fahrzeug **20** verwendet wird; und einen Steuerschritt (zum Beispiel die Schritte **S15**, **S16**, **S25**, **S26**) der Durchführung einer Steuerung zum Annullieren oder Verwerfen des Brems-Steuerbefehls, wenn eine vorher festgelegte Bedingung, die die Entfernung zwischen dem Fahrzeug **20** und einem Hindernis und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **20** bei Empfang des Brems-Steuerbefehls im Empfangs-Schritt umfasst, erfüllt ist. Ferner kann ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung ein Computerprogramm sein, um unter Verwendung eines Computers einen Prozess umzusetzen, der zu diesem Steu-

erverfahren gehört, oder kann ein Digitalsignal des Computerprogramms sein.

einer beweglichen Vorrichtung, wie etwa einem Fahrzeug, das eine Bremse erfordert, gesendet wird.

[0152] Der zu diesem Steuerverfahren gehörende Prozess ist zum Beispiel ein Betrugserkennungsprozess, der den Empfangsschritt (zum Beispiel die Schritte **S13**, **S23**) und einen Bestimmungsschritt (zum Beispiel die Schritte **S15**, **S25**) enthält. In dem Empfangsschritt wird der Brems-Steuerbefehl von dem Bus **30** empfangen, der zur Kommunikation unter der Vielzahl von ECUs in dem Fahrzeug **20** benutzt wird. In dem Bestimmungsschritt wird bestimmt (erkannt), ob der Brems-Steuerbefehl betrügerisch ist oder nicht, in Übereinstimmung damit, ob eine vorher festgelegte Bedingung, die die Entfernung zwischen dem Fahrzeug **20** und dem Hindernis und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **20** bei Empfang des Brems-Steuerbefehls umfasst, in dem Empfangsschritt erfüllt ist.

[0153] Ferner kann ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung als Computerprogramm oder Digitalsignal vorgesehen sein, das auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert ist, wie etwa einer flexiblen Platte, einer Festplatte, einer CD-ROM, einer magnetooptischen Platte (MO), einer DVD, einer DVD-ROM, einer DVD-RAM, einer Blue-Ray-Platte (eingetragenes Warenzeichen) (BD) oder einem Halbleiterspeicher. Die vorliegende Offenbarung kann auch das auf diesen Datenträgern gespeicherte digitale Signal sein. Weiter kann ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung ein Computerprogramm oder das digitale Signal sein, das zum Beispiel über eine Telekommunikationsleitung, eine drahtlose oder drahtgebundene Kommunikationsleitung, ein Netzwerk, repräsentiert durch das Internet, oder durch Datenrundfunk übertragen wird. Weiter kann ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung ein Computersystem sein, enthaltend einen Mikroprozessor und einen Speicher. Der Speicher kann das oben erwähnte Computerprogramm speichern, und der Mikroprozessor kann gemäß dem Computerprogramm arbeiten. Außerdem kann die vorliegende Offenbarung durch Übertragen des Speichermediums mit dem oben erwähnten Computerprogramm oder des darauf aufgezeichneten digitalen Signals über das oben erwähnte Netzwerk oder dergleichen durch ein andere unabhängiges Computersystem umgesetzt sein.

[0154] (13) Durch beliebiges Kombinieren der in den obigen beispielhaften Ausführungsformen und modifizierten Beispielen beschriebenen Bestandteile und Funktionen erhaltene Formen sind ebenfalls im Umfang der vorliegenden Offenbarung enthalten.

Gewerbliche Anwendbarkeit

[0155] Die vorliegende Offenbarung ist anwendbar auf einen Angriff, bei dem ein Frame eines betrügerischen Brems-Steuerbefehls zu einem Netzwerk auf

Bezugszeichenliste

10, 11	Steuersystem
20	Fahrzeug
30	Bus
100	Sicherheits-ECU (Steuervorrichtung)
110	Kommunikationseinheit
111, 2111	Empfänger
112	Sender
120	Speicher
130, 2130	Steuerung
131	Diskriminator
132	Error-Frame-Sendesteuerung
200, 2200	Brems-ECU
201	Bremse
210	Kommunikationseinheit
220	Datenpuffer
230	Steuerprozessor (Bremsensteuerung)
310	Notbrems-ECU
320	Sensor-ECU
321	Hindernis-Sensor (Erfassungsvorrichtung)
322	Geschwindigkeitssensor
330	Motor-ECU
331	Verbrennungsmotor
390	Diagnose-Schnittstelle
2100	Steuervorrichtung
2133	Weiterleiter

Patentansprüche

1. Steuervorrichtung, umfassend:
einen Empfänger, der im Betrieb einen Befehl zum Steuern einer Bremse einer beweglichen Vorrichtung von einem Bus, der zur Kommunikation unter einer Vielzahl elektronischer Steuereinheiten in der beweglichen Vorrichtung benutzt wird, empfängt; und
eine Steuerung, die in Betrieb die Steuerung durchführt, um den Befehl zu annullieren oder zu verwerfen, wenn eine Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung und einem Hindernis und eine Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung bei Empfang des

Befehls durch den Empfänger eine vorher festgelegte Bedingung zum Annullieren des Befehls erfüllen.

2. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Geschwindigkeit eine Relativgeschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung bezüglich des Hindernisses ist.

3. Steuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei durch Vergleichen eines Grenzwertes und eines Ergebnisses einer vorher festgelegten Berechnung auf der Grundlage der Entfernung und der Geschwindigkeit die Steuerung bestimmt, ob die Entfernung und die Geschwindigkeit die vorher festgelegte Bedingung erfüllen oder nicht.

4. Steuervorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Befehl eine Kennzeichnung eines Umfangs der Verzögerung durch die Bremse enthält, wenn der Befehl eine Kennzeichnung für eine maximale Verzögerung enthält, benutzt die Steuerung als vorher festgelegte Bedingung eine Bedingung, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung größer ist als ein erster Grenzwert, und wenn der Befehl eine Kennzeichnung für eine Verzögerung von Null enthält, benutzt die Steuerung als die vorher festgelegte Bedingung eine Bedingung, bei der das Ergebnis der vorher festgelegten Berechnung kleiner ist als ein zweiter Grenzwert, der kleiner oder gleich dem ersten Grenzwert ist.

5. Steuervorrichtung nach Anspruch 4, wobei der zweite Grenzwert kleiner ist als der erste Grenzwert.

6. Steuervorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Vielzahl elektronischer Steuereinheiten eine Notbrems-Steuereinheit enthält, die im Betrieb den Befehl an den Bus sendet, und die vorher festgelegte Berechnung so festgesetzt ist, dass sie ein Ergebnis kleiner oder gleich dem ersten Grenzwert und größer oder gleich dem zweiten Grenzwert aufweist, wenn der Befehl in einem normalen Zustand, der von der elektronischen Notbrems-Steuereinheit zum Bus gesendet wird, eine Kennzeichnung für eine Verzögerung größer als Null enthält.

7. Steuervorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, wobei die vorher festgelegte Berechnung ist, ein Produkt eines vorher festgelegten Koeffizienten und der Geschwindigkeit von der Entfernung zu subtrahieren, und der erste Grenzwert Null ist.

8. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei die vorher festgelegte Berechnung ist, von der Entfernung ein Ergebnis zu subtrahieren, das erhalten wird, indem die Geschwindigkeit durch eine Variable einer ganzrationalen Funktion einer einzigen

Variablen mit einem vorher festgelegten Koeffizienten ersetzt wird.

9. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, wobei die Steuerung eine Einzelheit der vorher festgelegten Berechnung entsprechend einer Änderung eines Bestandteils der beweglichen Vorrichtung ändert, das einen Bremsweg der beweglichen Vorrichtung durch die Bremse beeinflusst.

10. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, wobei der Empfänger vom Bus Hindernis-Informationen empfängt, die einen Typ des von der mobilen Vorrichtung erkannten Hindernisses anzeigen, und die Steuerung eine Einzelheit der vorher festgelegten Berechnung entsprechend der Hindernis-Informationen ändert.

11. Steuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei wenn der Befehl die Bremse anweist, betätigt zu werden, die Steuerung eine Bedingung als vorher festgelegte Bedingung benutzt, bei der ein Verhältnis der Entfernung zu der Geschwindigkeit einen vorher festgelegten Grenzwert überschreitet.

12. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die vorher festgelegte Bedingung entsprechend einer Art der beweglichen Vorrichtung festgelegt ist.

13. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei der Empfänger vom Bus Messungs-Informationen empfängt, die Messergebnisse der Entfernung und der Geschwindigkeit anzeigen, die in der beweglichen Vorrichtung gemessen werden, und die Steuerung auf der Grundlage der Entfernung und der Geschwindigkeit, die unter Verwendung der Messungs-Informationen bestimmt werden, bestimmt, ob die Entfernung und die Geschwindigkeit die vorher festgelegte Bedingung erfüllen oder nicht.

14. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Vielzahl elektronischer Steuereinheiten die Kommunikation über den Bus entsprechend einem Protokoll des Controller Area Network (CAN) durchführt, der Empfänger einen Daten-Frame empfängt, der den Befehl enthält, und die Steuerung die Steuerung durchführt, um einen Error-Frame zur Annullierung des Daten-Frames zu senden, wenn die Entfernung und die Geschwindigkeit bei Empfang des Daten-Frames durch den Empfänger die vorher festgelegte Bedingung erfüllen.

15. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,

wobei die Steuervorrichtung eine elektronische Steuereinheit aus der Vielzahl elektronischer Steuereinheiten ist, wobei die elektronische Steuereinheit in Betrieb die Bremse der beweglichen Vorrichtung steuert,

wenn die Entfernung und die Geschwindigkeit die vorher festgelegte Bedingung nicht erfüllen, die Steuerung die Bremse entsprechend dem Befehl steuert, und

wenn die Entfernung und die Geschwindigkeit die vorher festgelegte Bedingung erfüllen, die Steuerung die Steuerung durchführt, um den Befehl zu verwerfen, indem die Steuerung der Bremse, die auf den Befehl folgt, annulliert wird.

16. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,

wobei die Vielzahl elektronischer Steuereinheiten eine elektronische Brems-Steuereinheit enthält, wobei die elektronische Brems-Steuereinheit umfasst: ein Speichermedium; und eine Brems-Steuerung, die in Betrieb die Bremse entsprechend den in dem Speichermedium gespeicherten Informationen steuert, die Steuervorrichtung in der elektronischen Brems-Steuereinheit enthalten ist,

wenn die Entfernung und die Geschwindigkeit die vorher festgelegte Bedingung nicht erfüllen, die Steuerung in dem Speichermedium Informationen speichert, die den Befehl anzeigen, und

wenn die Entfernung und die Geschwindigkeit die vorher festgelegte Bedingung erfüllen, die Steuerung die Steuerung durchführt, um den Befehl zu verwerfen, indem vermieden wird, in dem Speichermedium die Informationen zu speichern die den Befehl anzeigen.

17. Steuersystem, umfassend:

eine Bremse, die an einer beweglichen Vorrichtung vorgesehen ist;

eine Erfassungsvorrichtung, die im Betrieb ein Hindernis für die bewegliche Vorrichtung erkennt; und

eine Steuervorrichtung,

wobei die Steuervorrichtung enthält:

einen Empfänger, der im Betrieb einen Befehl zum Steuern der Bremse der beweglichen Vorrichtung von einem Bus, der zur Kommunikation unter einer Vielzahl elektronischer Steuereinheiten in der beweglichen Vorrichtung benutzt wird, empfängt; und

eine Steuerung, die in Betrieb die Steuerung durchführt, um den Befehl zu annullieren oder zu verwerfen, wenn eine Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung und dem Hindernis und eine Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung bei Empfang des Befehls durch den Empfänger eine vorher festgelegte Bedingung erfüllen.

18. Steuerverfahren, umfassend:

Empfangen eines Befehls zum Steuern einer Bremse einer beweglichen Vorrichtung von einem Bus, der zur Kommunikation unter einer Vielzahl von elektro-

nischen Steuereinheiten in der beweglichen Vorrichtung benutzt wird; und

Annullieren oder Verwerfen des Befehls, wenn eine Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung und einem Hindernis und eine Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung bei Empfang des Befehls eine vorher festgelegte Bedingung erfüllen.

19. Nichtflüchtiges Speichermedium, auf dem ein Steuerprogramm gespeichert ist, um eine Vorrichtung, die einen Mikroprozessor enthält, zu veranlassen, einen Betrugserkennungsprozess durchzuführen,

wobei der Betrugserkennungsprozess umfasst:

Empfangen eines Befehls zum Steuern einer Bremse einer beweglichen Vorrichtung von einem Bus, der zur Kommunikation unter einer Vielzahl von elektronischen Steuerungen in der beweglichen Vorrichtung benutzt wird; und

Erkennen, ob der Befehl betrügerisch ist oder nicht entsprechend dessen, ob eine Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung und einem Hindernis und eine Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung bei Empfang des Befehls eine vorher festgelegte Bedingung erfüllen.

20. Steuerprogramm zum Veranlassen einer Vorrichtung, die einen Mikroprozessor enthält, einen Betrugserkennungsprozess durchzuführen,

wobei der Betrugserkennungsprozess umfasst:

Empfangen eines Befehls zum Steuern einer Bremse einer beweglichen Vorrichtung von einem Bus, der zur Kommunikation unter einer Vielzahl von elektronischen Steuereinheiten in der beweglichen Vorrichtung benutzt wird; und

Erkennen, ob der Befehl betrügerisch ist oder nicht entsprechend dessen, ob eine Entfernung zwischen der beweglichen Vorrichtung und einem Hindernis und eine Geschwindigkeit der beweglichen Vorrichtung bei Empfang des Befehls eine vorher festgelegte Bedingung erfüllen.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

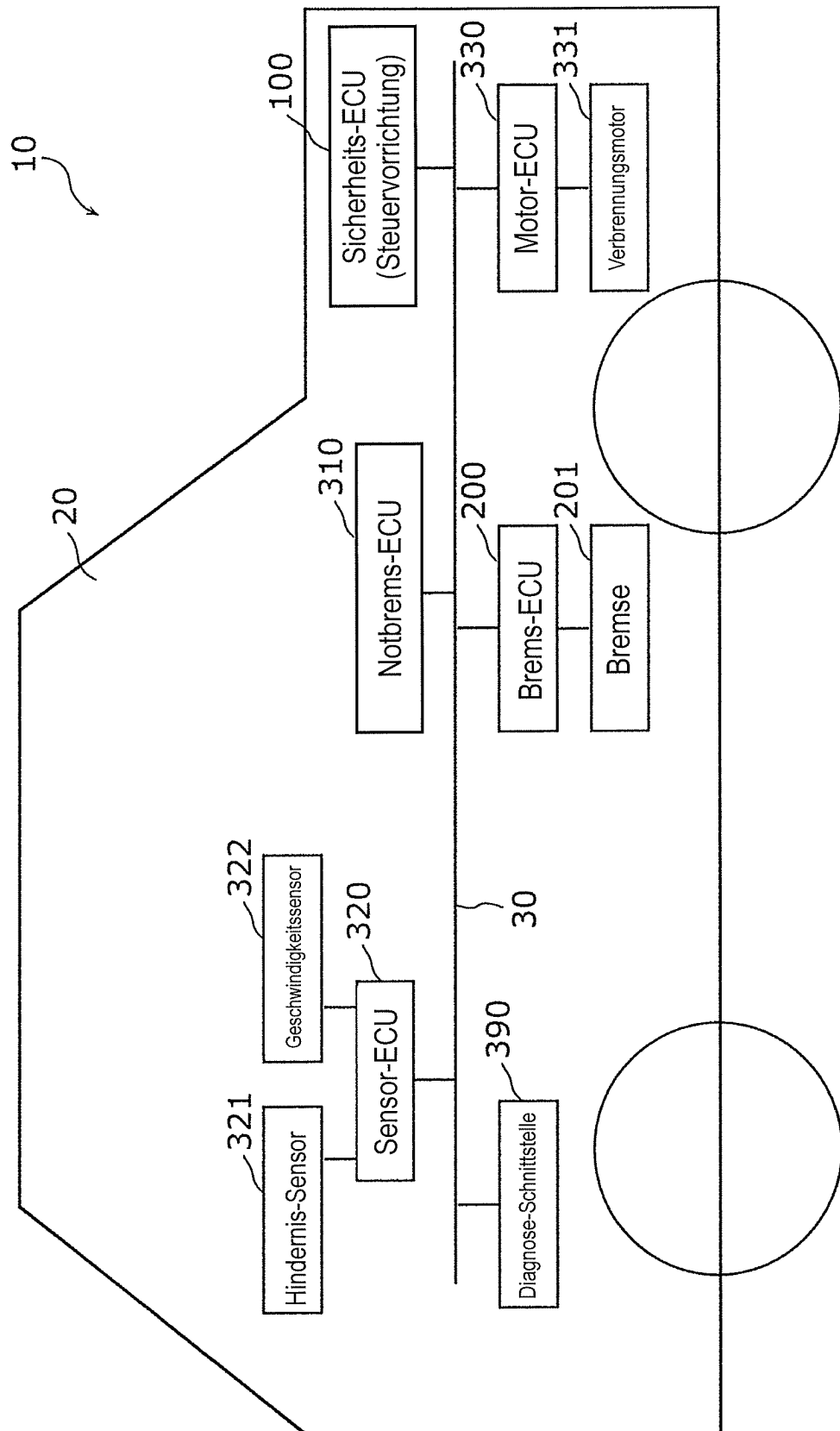


FIG. 2

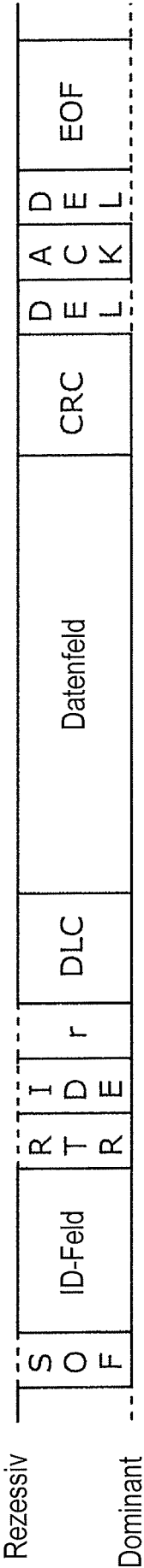


FIG. 3

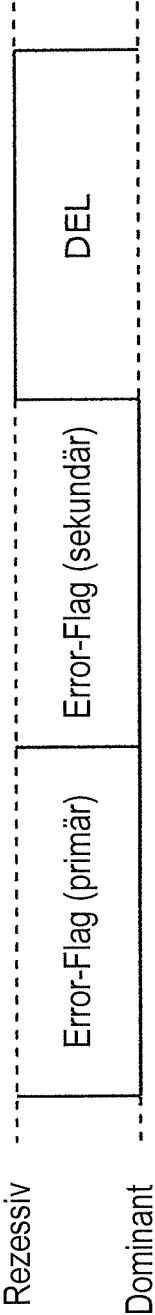


FIG. 4

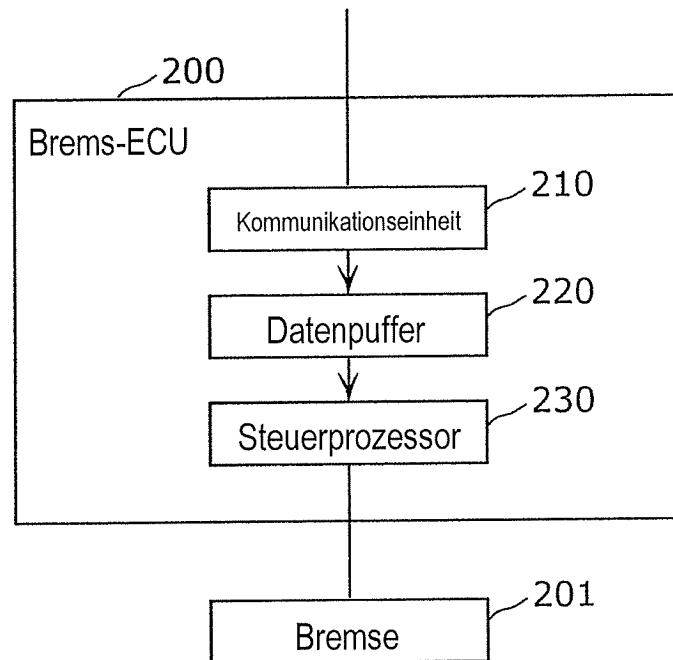


FIG. 5

Verzögerungsgrad	Wert (1 Byte)
0	255
0.5	254
1	253
⋮	⋮
100 (maximale Verzögerung)	55

FIG. 6

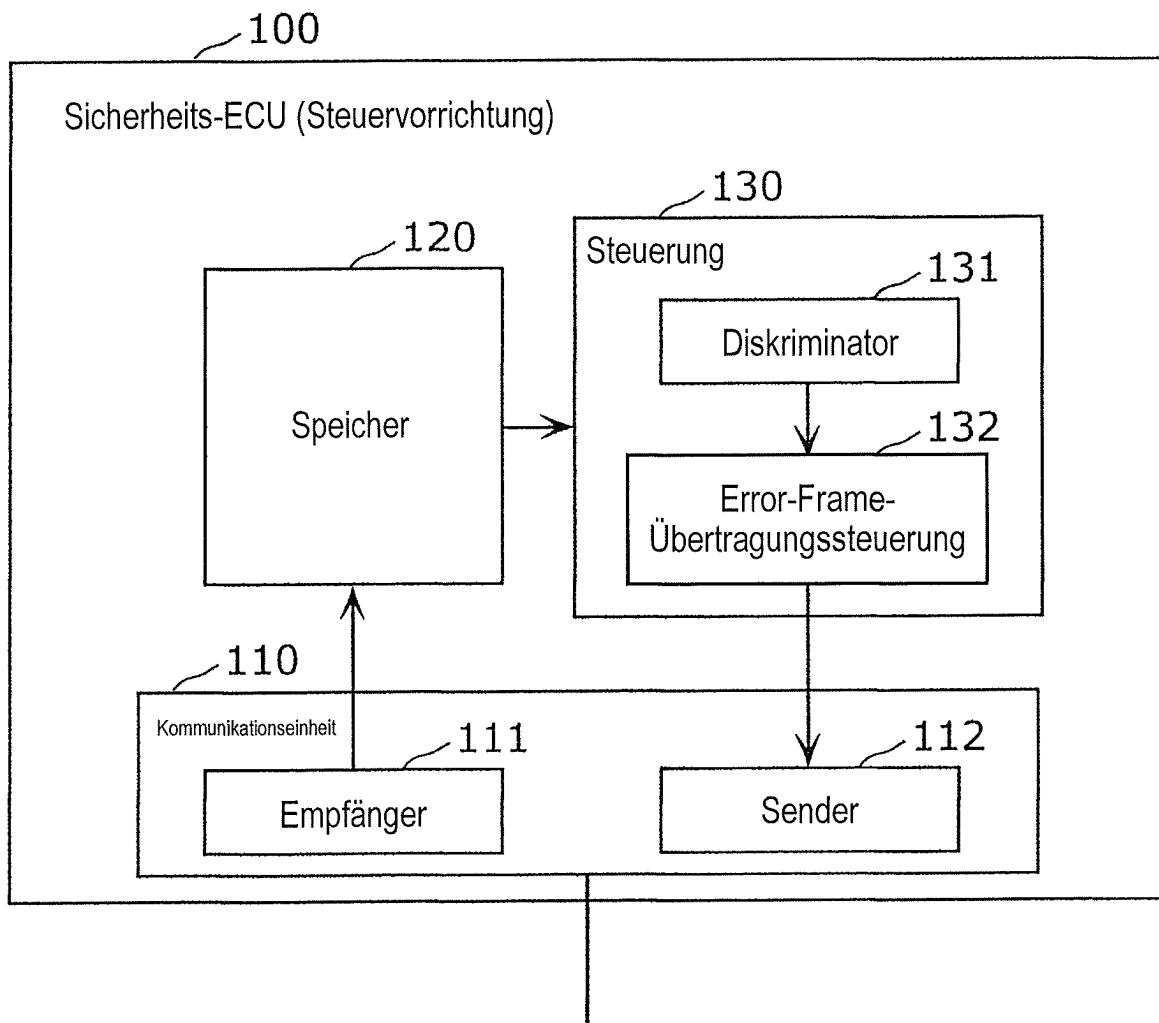


FIG. 7

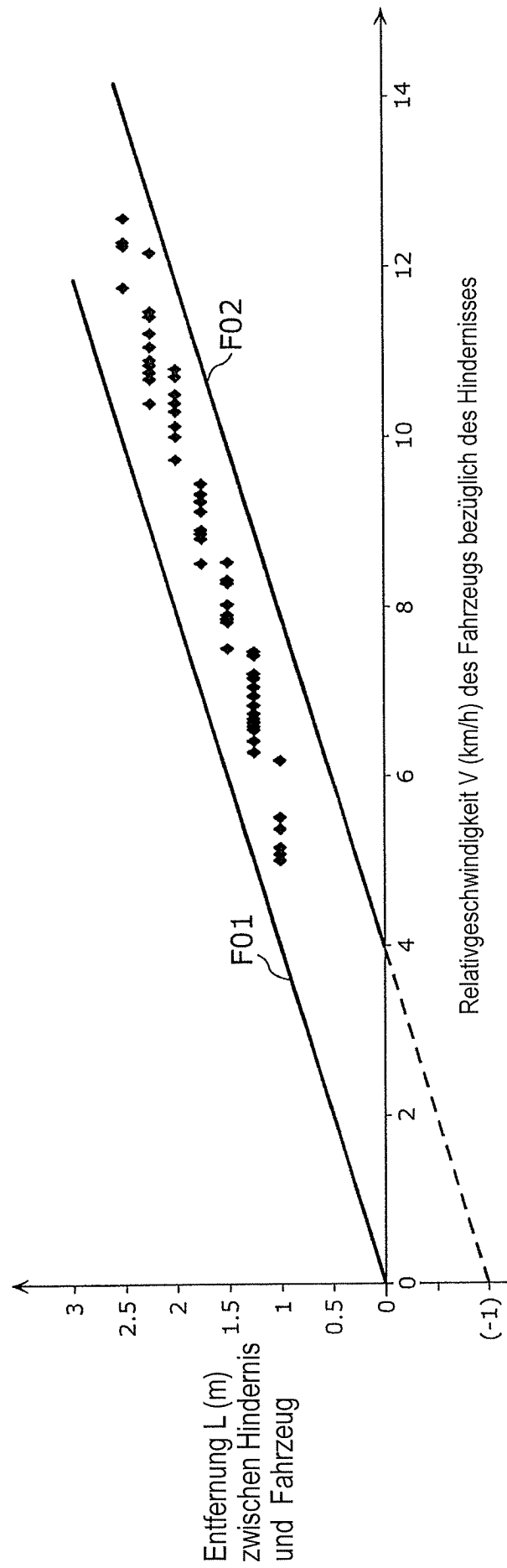


FIG. 8

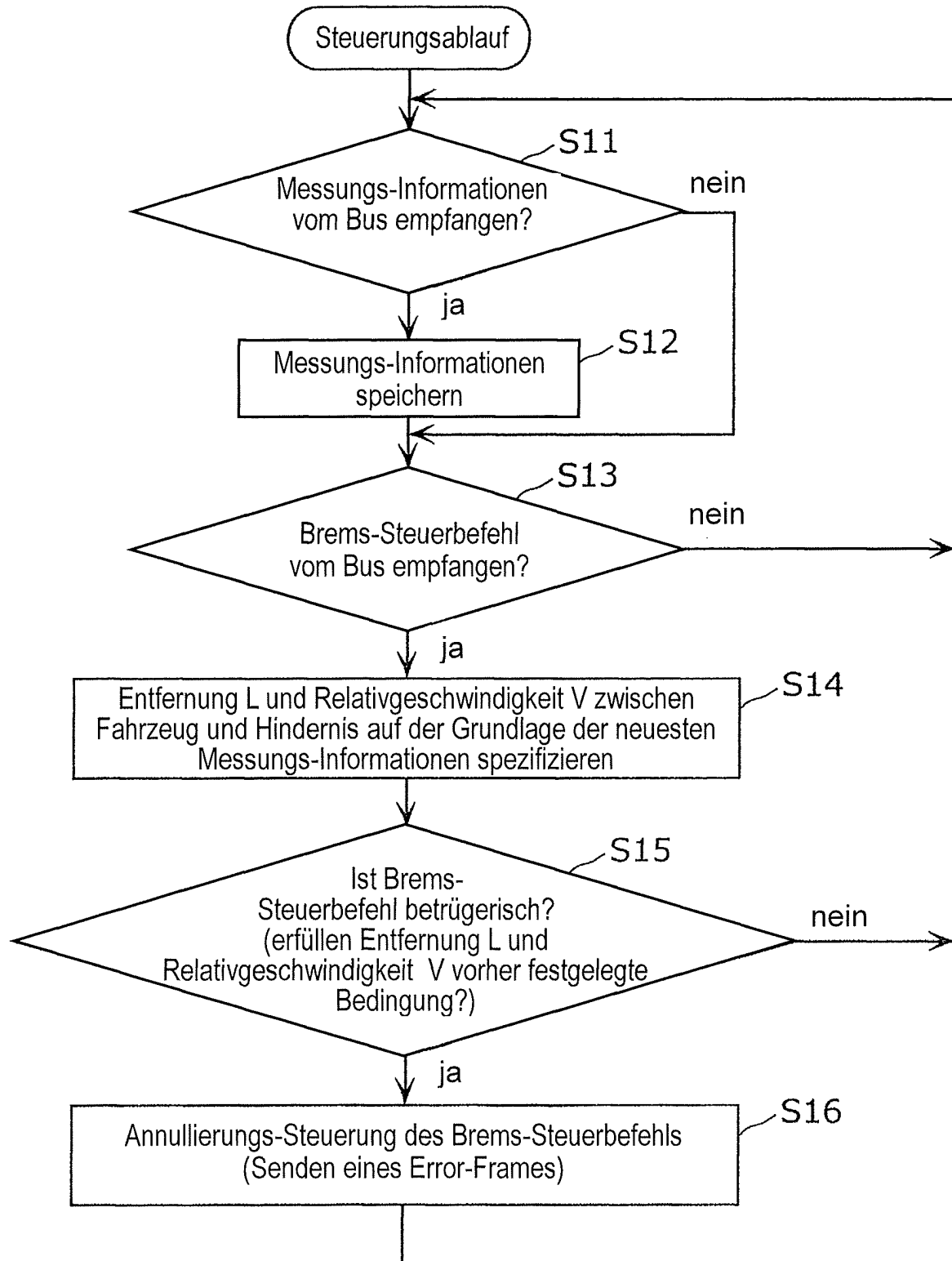


FIG. 9

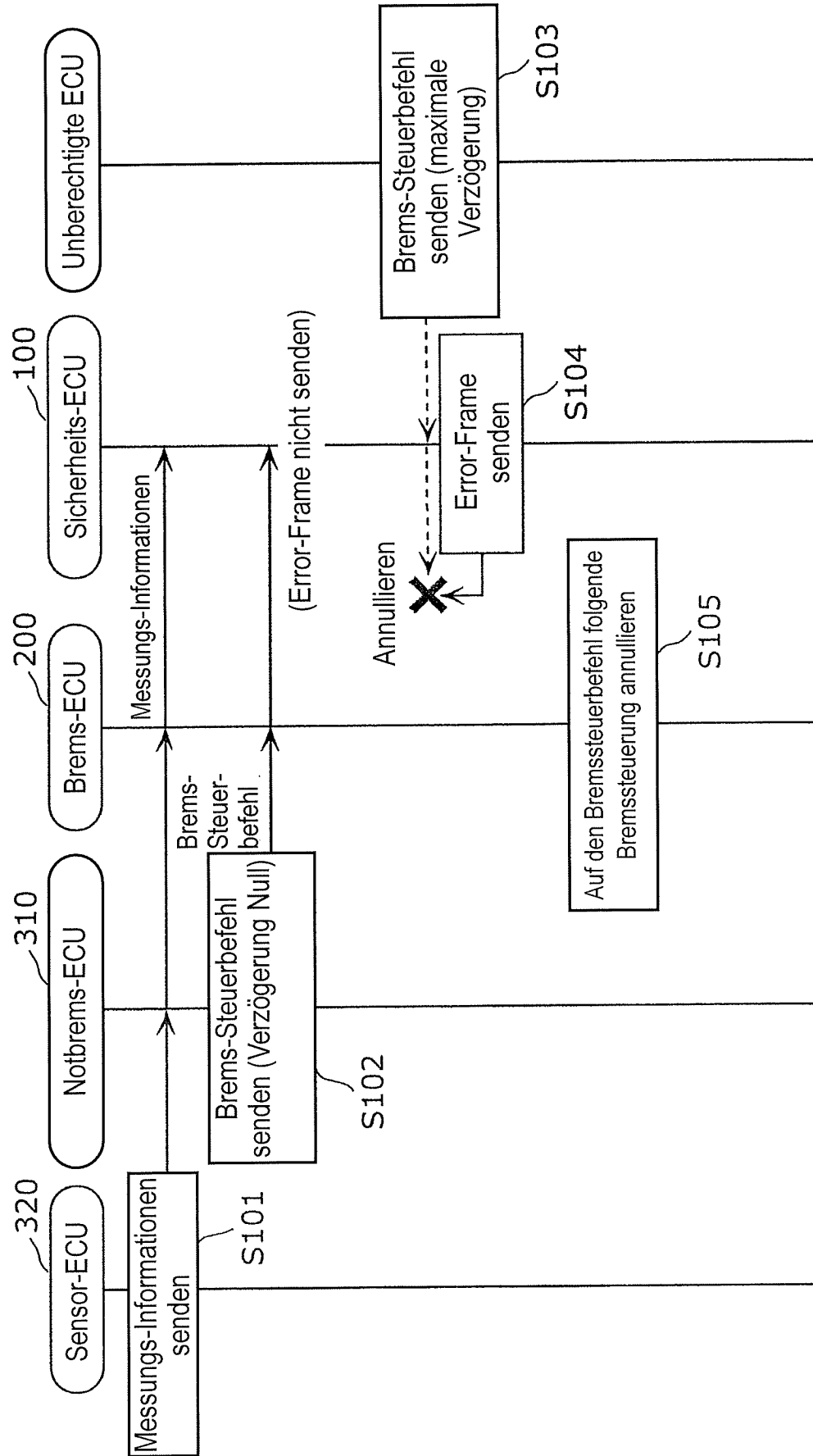


FIG. 10

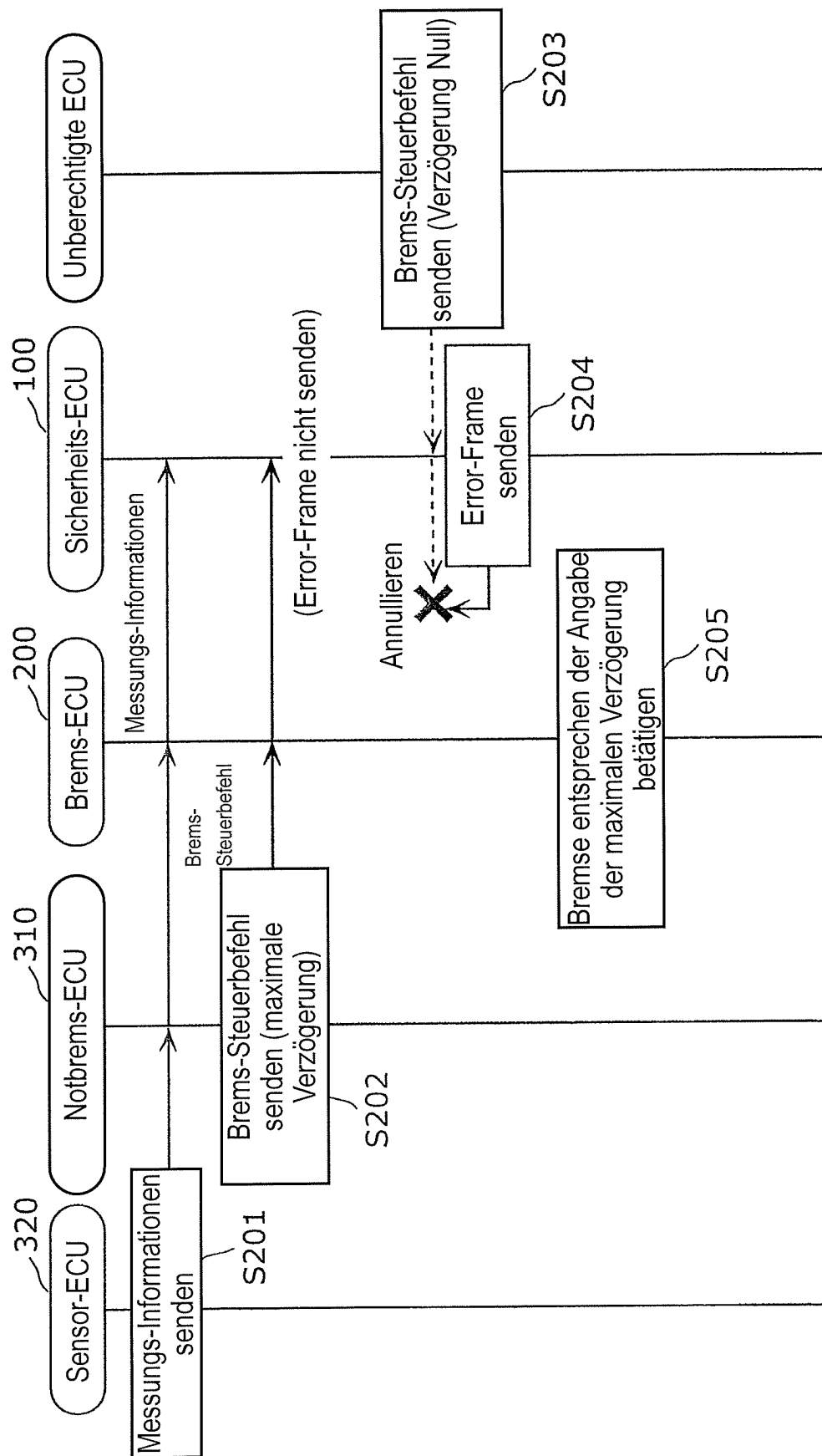


FIG. 11

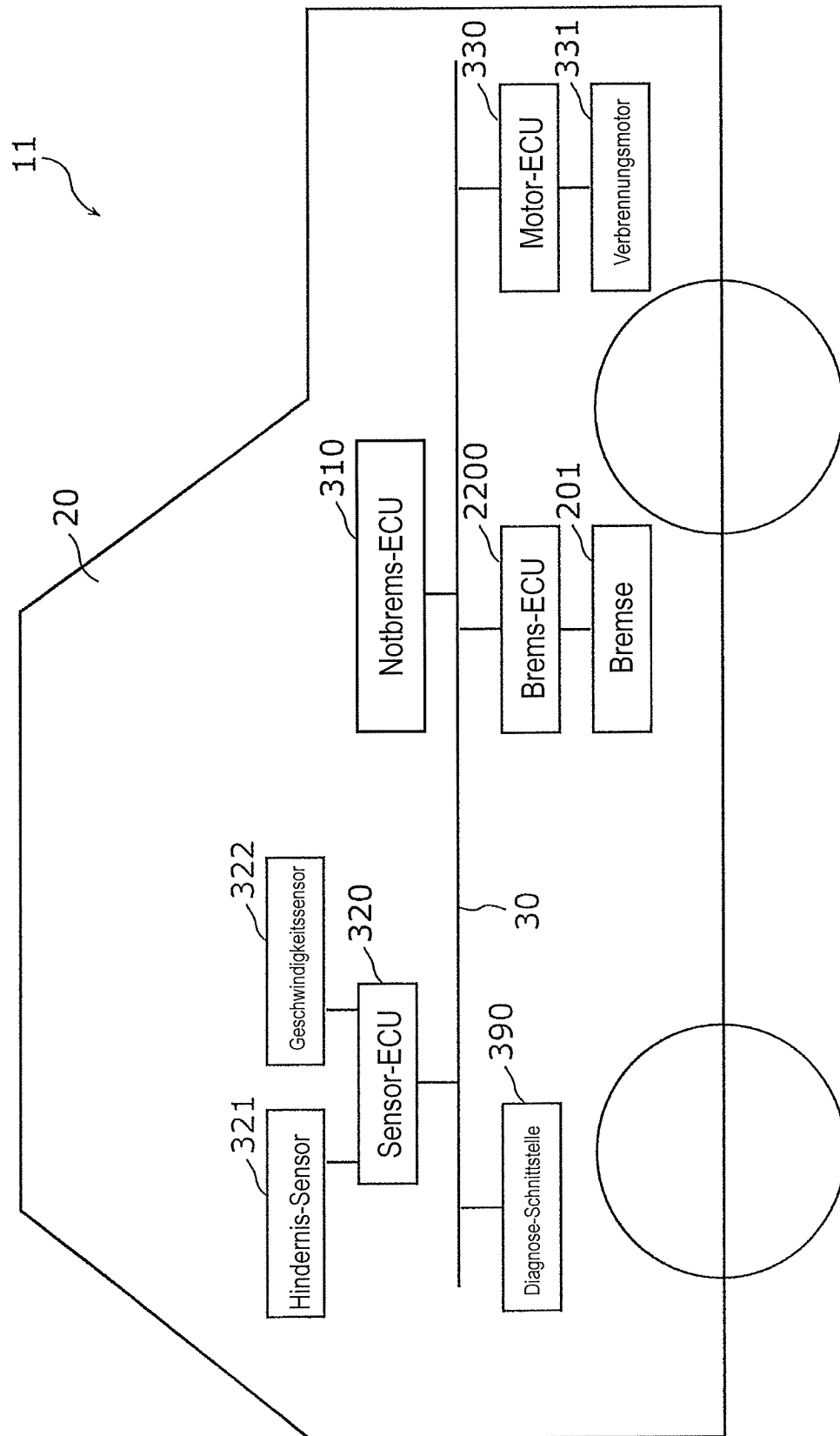


FIG. 12

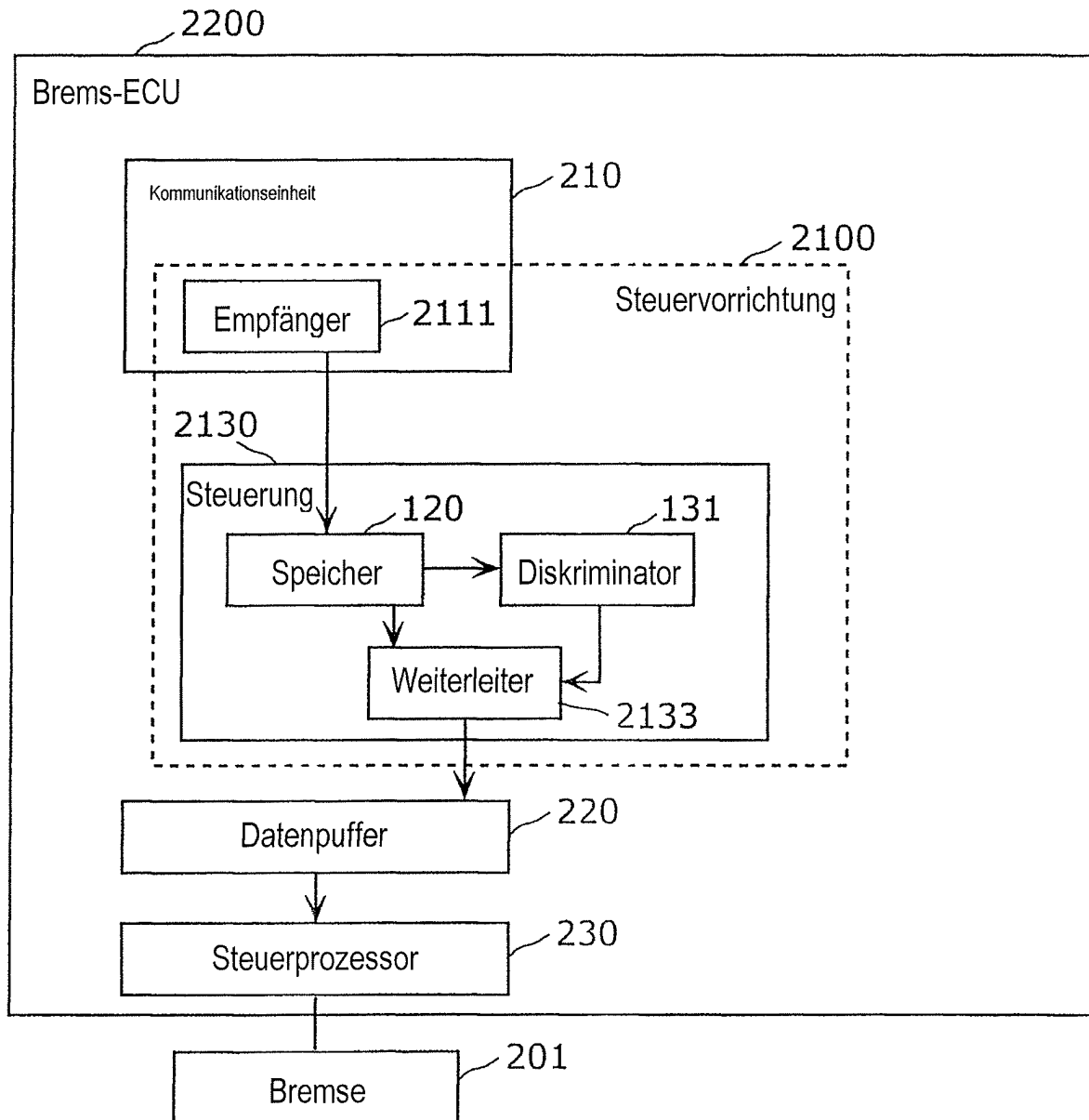


FIG. 13

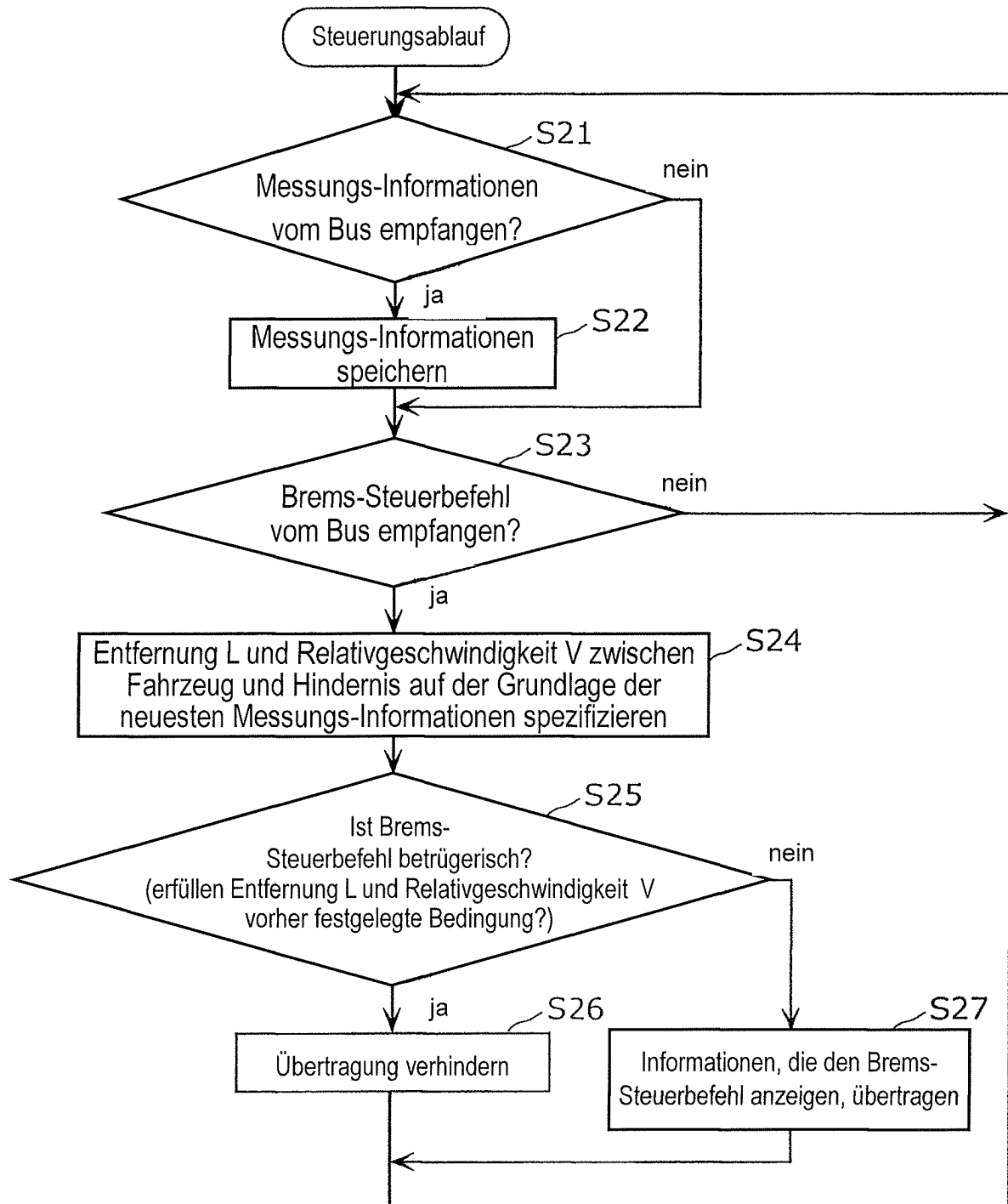


FIG. 14

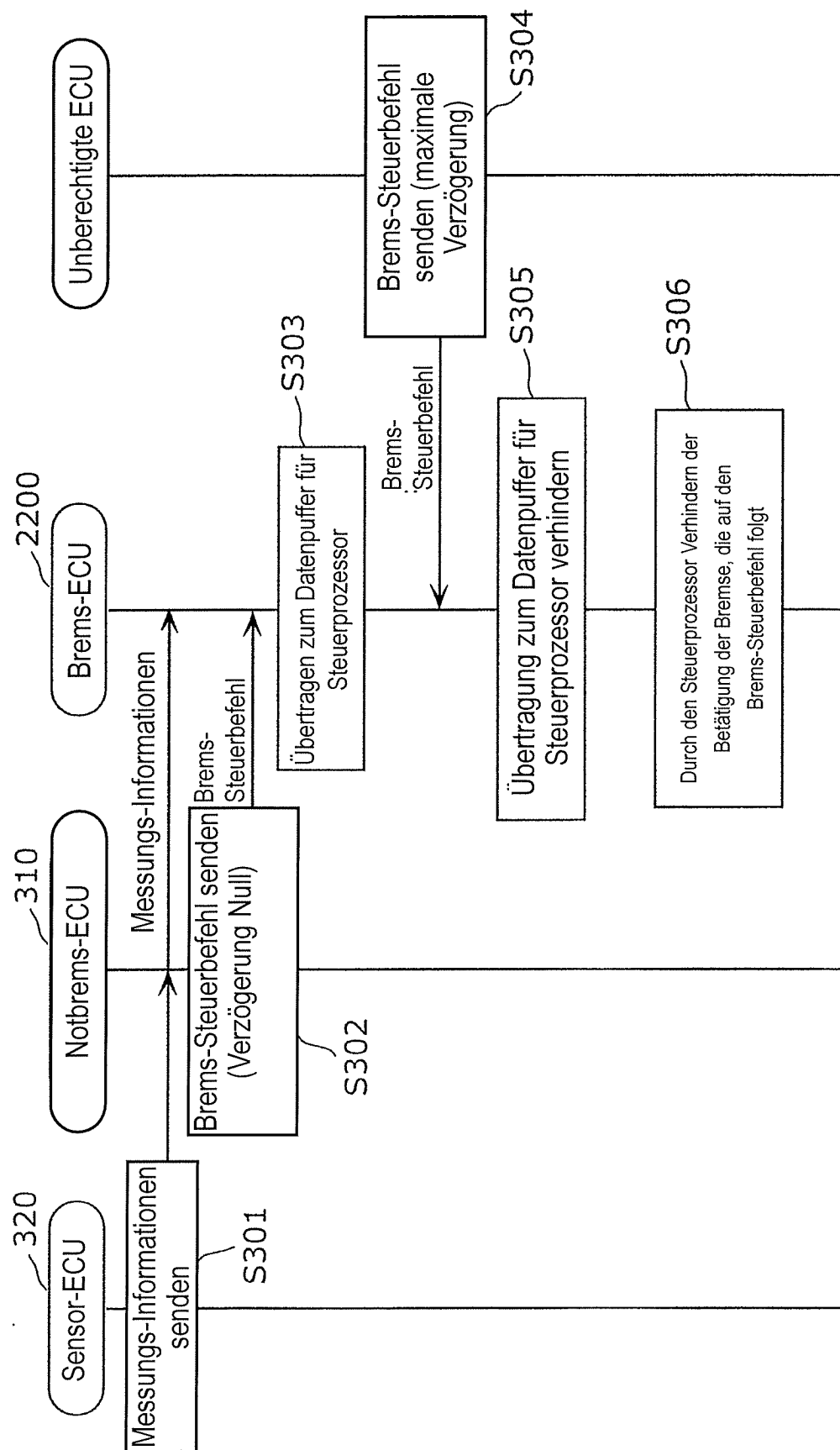


FIG. 15

