



(10) **DE 10 2022 203 871 A1** 2022.11.10

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 203 871.1**

(22) Anmeldetag: **20.04.2022**

(43) Offenlegungstag: **10.11.2022**

(51) Int Cl.: **G05B 23/02 (2006.01)**

B60R 16/02 (2006.01)

G06F 11/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2021-078319 06.05.2021 JP

(74) Vertreter:
**HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte
PartmbB, 81925 München, DE**

(71) Anmelder:
**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION, Tokyo,
JP**

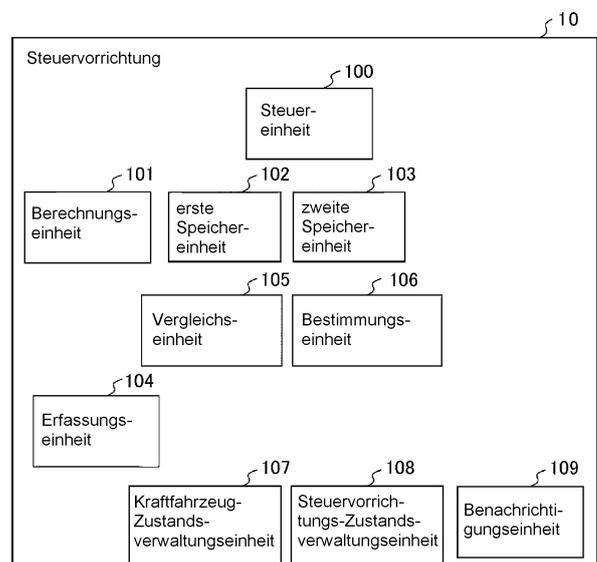
(72) Erfinder:
Shimamura, Koji, Tokyo, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Steuersystem**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Steuersystem erhalten, das in der Lage ist, eine Abnormalität in einem frühen Stadium zu detektieren, indem es eine Bestimmung der Abnormalität durchführt, ob sie zwischen Prozessen in Berechnungsprozessen existiert oder nicht existiert, die einen Steuerwert (Steuerwerte) für die Ausführung der Steuerungsverarbeitung einer Steuervorrichtung (10) berechnen, selbst wenn die Steuervorrichtung (10) sich in der Ausführung der Steuerungsverarbeitung befindet, und selbst wenn ein unbekannter Cybersicherheitsangriff während der Steuerungsverarbeitung empfangen wird. Bei der Steuerungsverarbeitung durch die Steuervorrichtung (10) werden Normalzeitinformationen mit jeweiligen Ausführungszeitinformationen in Bezug auf die Reihenfolge der Schreib- und Leseausführung in Bezug auf einen vorbestimmten Adressbereich einer ersten Speichereinheit (102) verglichen, die von einem Berechnungsprozess zum Berechnen eines Steuerwerts (von Steuerwerten), eines Schreib- und Leseausführungszeitpunkts in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich davon, eines Schreib- und Lesewerts (von Schreib- und Lesewerten) in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich davon und einer Schreibstartadresse davon und einer Schreibgröße davon verwendet wird; und gemäß dem Vergleich, der von einer Bestimmungseinheit (106) durchgeführt wird, bestimmt sie eine Abnormalität, wenn mindestens einer der oben aufgeführten Werte nicht mit einem anderen übereinstimmt.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Offenbarung der vorliegenden Anmeldung betrifft ein Steuersystem.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass bordeigene oder fahrzeuginterne Systeme eines Kraftfahrzeugs über ein oder mehrere Netzwerke mit fahrzeugexternen Vorrichtungen verbunden sind, so dass die Gefahr besteht, dass ein Dritter mit böswilligen Absichten von außen über das oder die Netzwerke unbefugt in das oder die fahrzeugeigenen Systeme eindringt. Wenn ein Dritter unbefugt in das (die) Bordsystem(e) eindringt, ist zu befürchten, dass z.B. in einer elektronischen Steuereinheit (Electronic Control Unit, ECU), die eine Steuervorrichtung in einem Kraftfahrzeug ist, ein gespeichertes Programm (gespeicherte Programme) manipuliert wird (werden) und die Steuerung der ECU übernommen wird, so dass ein Unfall absichtlich durch Fernsteuerung verursacht werden könnte.

[0003] In einem bordeigenen System ist ein Verfahren zur Behandlung von Abnormalitäten denkbar, bei dem selbst bei einer Fehlfunktion eines Teils einer Vorrichtung eine durch die Fehlfunktion verursachte Abnormalität detektiert wird, so dass ein normaler Betrieb erreicht werden kann, indem eine oder mehrere Funktionen der Vorrichtung mittels Fail-Safe oder ähnlichem degeneriert werden.

[0004] Wenn jedoch, wie oben beschrieben, ein Mechanismus zur Detektion von Abnormalitäten aufgrund einer Fehlfunktion durch unbefugte Manipulation eines oder mehrerer Programme verändert wird, oder wenn Informationen, die Gegenstand der Abnormalitätsdetektion sind, so verschleiert werden, als ob die Informationen einen normalen Wert hätten, wird es schwierig, ein Ereignis als abnormales Ereignis zu detektieren, das in erster Linie als abnormal bestimmt werden sollte.

[0005] Als Technologie zum Schutz der Sicherheit im Hinblick auf solche Überlegungen gibt es die Technologie der Nachrichtenauthentifizierung, die einer digitalen Signatur und/oder dergleichen. Diese gehören jedoch zu Technologien, die Gegenmaßnahmen in Bezug auf ein bekanntes Angriffsszenario ergreifen, so dass es nicht immer zutrifft, dass ein unbekannter Angriff auf die Cybersicherheit damit bewältigt werden kann. Wenn beispielsweise Kommunikationsdaten so getarnt werden, als ob es sich um normale Werte handelt, wird es schwierig, die Daten als abnormale Daten zu detektieren. Aus diesem Grund ergibt sich die Notwendigkeit, nicht nur die Kommunikationsdaten, sondern auch das Verhal-

ten eines Kraftfahrzeugs oder das einer Steuervorrichtung zu überwachen.

[0006] Als eine der Gegenmaßnahmen gegen unbekannte Cybersicherheitsangriffe gibt es die Technologie des Secure Boot. Aufgrund einer Speicherprüfung, die zum Zeitpunkt des Starts durchgeführt wird, kann ein Kraftfahrzeug jedoch nicht mit einem Angriff fertig werden, wenn der Angriff während der Fahrt des Kraftfahrzeugs empfangen wird. Darüber hinaus ergibt sich das Problem, dass die Arbeitslast eines Prozesses größer wird, wenn der Speicher während der Laufzeit eines Kraftfahrzeugs ständig überprüft wird. Um damit umzugehen, ist ein Mechanismus erforderlich, bei dem, selbst wenn ein unbekannter Cybersicherheitsangriff während der Zeit, in der ein Kraftfahrzeug fährt, empfangen wird, eine Abnormalität detektiert wird, ohne eine große Menge an Einfluss auf eine Prozessarbeitslast der Steuerungsverarbeitung zu geben, und das Kraftfahrzeug wird in die Lage versetzt, normal zu fahren.

[0007] Im Patentdokument 1 wird erklärt, dass eine Abnormalität in einem Fall detektiert werden kann, in dem Abweichungen von autorisierten Normalzuständen in der Prozessreihenfolge einer Funktionssequenz in einer elektronischen Steuervorrichtung oder einer elektronischen Steuervorrichtung, einer Ausführungsbedingung davon, einem Ausführungszeitpunkt davon, einem Steuerwert (Steuerwerten) davon und dergleichen auftreten.

[0008] [Patentdokument 1] Internationale Veröffentlichung Nr. 2019/159615

[0009] Bei den im Patentdokument 1 beschriebenen konventionellen Technologien ergeben sich jedoch folgende Probleme. Obwohl die Prozessreihenfolge der Funktionssequenz und ein Steuerwert davon zum Gegenstand werden, werden die Ausgabewerte zwischen den Prozessen einer Sequenz nicht zum Gegenstand, soweit sie dazwischen liegen. In einem Fall, in dem aufgrund eines unbekanntes Cybersicherheitsangriffs ein weiterer neuer Prozess zwischen den Prozessen einer Sequenz hinzugefügt wird, wird ein Steuerwert durch einen konventionellen Prozess gemäß der Sequenz ausgegeben, während der Steuerwert daraus resultiert, dass er unter Verwendung eines Wertes (von Werten) berechnet wird, der (die) aufgrund des anderen neuen Prozesses, der dazwischen hinzugefügt wurde, geändert wurde. Eine solche Abnormalität kann anhand des Prozessablaufs nicht detektiert werden. Darüber hinaus kann die Detektion auch dann nicht durchgeführt werden, wenn ein Wert oder mehrere Werte während eines Prozesses der Sequenz zeitlich geändert werden, wenn der Kontrollwert innerhalb eines normalen Wertebereichs liegt.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Die Offenbarung der vorliegenden Anmeldung ist darauf gerichtet, Technologien zur Lösung der oben beschriebenen Probleme zu offenbaren, und ein Ziel der Offenbarung ist es, ein Steuersystem zu erhalten, das in der Lage ist, eine Abnormalität in einem frühen Stadium zu detektieren, indem es eine Bestimmung der Abnormalität durchführt, ob sie zwischen Prozessen in Berechnungsprozessen existiert oder nicht existiert, die einen Steuerwert (Steuerwerte) zur Ausführung einer Steuerungsverarbeitung einer Steuervorrichtung berechnen, selbst wenn die Steuervorrichtung sich in der Ausführung der Steuerungsverarbeitung befindet, und selbst wenn ein unbekannter Cybersicherheitsangriff während der Steuerungsverarbeitung empfangen wird.

[Mittel zur Lösung der Probleme]

[0011] Ein in der Offenbarung der vorliegenden Anmeldung offenbartes Steuersystem umfasst: eine Steuereinheit zum Ausführen einer Steuerungsverarbeitung einer Steuervorrichtung; eine Recheneinheit zum Berechnen eines Steuerwerts der Steuerungsverarbeitung durch eine Vielzahl von Schritten eines Berechnungsprozesses; eine erste Speichereinheit zum Speichern, als Ausführungszeitinformation, eines Eingabewerts, der zwischen Schritten eines Berechnungsprozesses durch die Recheneinheit verwendet wird, und eines Ausgabewerts eines Ergebnisses, das dadurch ausgeführt wird; eine zweite Speichereinheit, für die eine Adresse der ersten Speichereinheit und ein Adressbereich davon im Voraus definiert sind, wobei ein Einschreiben eines Eingabe-Ausgabe-Wertes und ein Auslesen davon in Bezug auf die erste Speichereinheit bei jedem jeweiligen Berechnungsprozess durch die Recheneinheit durchgeführt werden, um im Voraus als normale Zeitinformation Schreib- und Leseinformationen der ersten Speichereinheit in Bezug auf eine Adresse davon und einen Adressbereich davon, die jeweils im Voraus definiert sind, zu speichern eine Erfassungseinheit zum Erfassen von Schreib- und Leseinformationen in Bezug auf einen im Voraus definierten Adressbereich; eine Vergleichseinheit zum Vergleichen der durch die Erfassungseinheit erhaltenen Normalzeitinformationen mit den dadurch erhaltenen Ausführungszeitinformationen; und eine Bestimmungseinheit zum Bestimmen einer Abnormalität, wenn sich die durch die Vergleichseinheit verglichenen Normalzeitinformationen von den dadurch verglichenen Ausführungszeitinformationen unterscheiden.

[0012] Gemäß dem Steuersystem, das in der Offenbarung der vorliegenden Anmeldung offenbart ist, wird selbst dann, wenn eine Steuervorrichtung sich in der Ausführung ihrer Steuerungsverarbeitung befindet, eine Abnormalität der Steuervorrichtung

aufgrund eines unbekanntes Angriffs in einem frühen Stadium detektiert, so dass die Steuervorrichtung normal gesteuert werden kann.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Diagramm, das ein Kraftfahrzeug zeigt, in dem ein Steuersystem gemäß Ausführungsform 1 montiert ist;

Fig. 2 ist ein funktionelles Blockdiagramm, das eine Steuervorrichtung in dem Steuersystem gemäß Ausführungsform 1 veranschaulicht;

Fig. 3 ist ein Diagramm, das beispielhaft eine Hardwarekonfiguration der Steuervorrichtung in dem Steuersystem gemäß Ausführungsform 1 darstellt;

Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das beispielhaft die Schritte eines Berechnungsprozesses bei der Steuerungsverarbeitung durch das Steuersystem gemäß Ausführungsform 1 zeigt;

Fig. 5 ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung der Abnormalitätsdetektionsverarbeitung während der Steuerungsverarbeitung durch das Steuersystem gemäß Ausführungsform 1;

Fig. 6 ist ein Diagramm, das den Inhalt eines Anweisungsregisters in einer Zeitreihe zum Zeitpunkt der Steuerungsverarbeitung durch das Steuersystem gemäß Ausführungsform 1 zeigt;

Fig. 7 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für Adressen einer ersten Speichereinheit und deren Größe in Berechnungsprozessen zum Zeitpunkt der Steuerungsverarbeitung durch das Steuersystem gemäß Ausführungsform 1 zeigt;

Fig. 8 (a) und **Fig. 8 (b)** sind Diagramme, die jeweils beispielhaft normale Zeitinformationen zeigen, die in einer zweiten Speichereinheit des Steuersystems gemäß Ausführungsform 1 gespeichert sind; und

Fig. 9 ist ein Diagramm, das den Inhalt des Anweisungsregisters in Zeitreihen zu einem Zeitpunkt zeigt, zu dem ein illegaler Prozess in Bezug auf die Steuerungsverarbeitung durch das Steuersystem gemäß Ausführungsform 1 hinzugefügt wird.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0013] Nachfolgend wird die Erläuterung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen für die beispielhaften Ausführungsformen von Steuersystemen, die in der Offenbarung der vorliegenden Anmeldung offenbart sind, vorgenommen. Die Erläuterung erfolgt im Detail, insbesondere als spezifische Bei-

spiele der Steuersysteme, für Fälle, in denen Steuersysteme von fahrzeug- oder bordseitigen Steuervorrichtungen (ECUs) angewendet werden, deren Steuerobjekte oder Ziele als ein Kraftfahrzeug und seine bordseitige(n) Vorrichtung(en) definiert sind. Es ist zu beachten, dass in jeder der Figuren die gleichen und/oder korrespondierenden Elemente, Abschnitte oder Teile die gleichen Referenzzeichen und Symbole bezeichnen.

Ausführungsform 1.

[0014] Fig. 1 ist ein Diagramm zur Erläuterung eines Kraftfahrzeugs 1, an dem ein ECU (im Folgenden als „Steuervorrichtung“ 10 bezeichnet) montiert ist, das ein Steuersystem gemäß Ausführungsform 1 anwendet. Die Steuervorrichtung 10 ist an dem Kraftfahrzeug 1 angebracht, um verschiedene Arten von Vorrichtungen (im Folgenden jeweils als „Steuerziel“ 2 bezeichnet) zu steuern, die an dem Kraftfahrzeug 1 angebracht sind. Die Steuervorrichtung 10 kann auch über einen Kommunikationskanal oder eine Kommunikationsleitung 30, beispielsweise über ein Controller Area Network (Controller Area Network, CAN-Bus), mit einer anderen am Kraftfahrzeug 1 montierten Steuervorrichtung 20 verbunden sein. Als Steuervorrichtung 20 ist eine Steuervorrichtung einer elektrischen Servolenkung oder dergleichen denkbar, bei der beispielsweise ein Zustand wie „Laufen“, „Wenden“, „Anhalten“ oder dergleichen durch die Steuervorrichtung bestimmt werden kann.

<Jede der Funktionen in der Steuervorrichtung 10>

[0015] Fig. 2 ist ein funktionelles Blockdiagramm der Steuervorrichtung 10. Die Steuervorrichtung 10 umfasst eine Steuereinheit 100, eine Recheneinheit 101, eine erste Speichereinheit 102, eine zweite Speichereinheit 103, eine Erfassungseinheit 104, eine Vergleichseinheit 105, eine Bestimmungseinheit 106, eine Kraftfahrzeug-Zustandsverwaltungseinheit 107, eine Steuervorrichtung-Zustandsverwaltungseinheit 108 und eine Benachrichtigungseinheit 109. Die einzelnen Elemente werden im Folgenden detailliert beschrieben.

[0016] Die Steuereinheit 100 hat eine Funktion zur Steuerung des im Inneren des Kraftfahrzeugs montierten Steuerziels 2. Es kann angenommen werden, dass es eine solche Steuereinheit 100 in Bezug auf die Steuervorrichtung 10 gibt, oder dass es eine Vielzahl solcher Steuereinheiten in Bezug auf diese gibt. Es ist zu beachten, dass eine Vorrichtung wie das in Fig. 1 gezeigte Steuerziel 2 einem Aktuator oder dergleichen entspricht, obwohl die Erklärung dafür nicht im Detail erfolgen wird.

[0017] Die Steuereinheit 100 liest die für die Steuerung verwendeten Programmdateien, die dem Steuerziel 2 entsprechen, aus einem Nur-Lese-Speicher

(Read-Only Memory, ROM) und aus einem Schreib-Lese-Speicher mit direktem Zugriff (Random Access Memory, RAM) aus, die eine Speichervorrichtung bilden, und steuert das Steuerziel 2 durch Ausführen eines oder mehrerer ausgelesener Programme. Es kann angenommen werden, dass eine Vielzahl von Steuerungsverfahren vorhanden ist. Zum Beispiel wird in einem Fall unter einer Bedingung A ein Programm mit einem Steuerwert X ausgeführt, und in einem Fall unter einer Bedingung B wird ein Programm mit einem Steuerwert Y ausgeführt.

[0018] Die Berechnungseinheit 101 berechnet einen oder mehrere Steuerwerte zur Verwendung bei der Steuerungsverarbeitung durch die Steuereinheit 100. Ein Berechnungsprozess zur Berechnung des/der Steuerwerts/Steuerwerte besteht aus einer Vielzahl von Schritten. Darüber hinaus kann angenommen werden, dass es eine Vielzahl von Berechnungsprozessen zur Berechnung von Steuerwerten gibt. Zum Beispiel wird der Steuerwert X durch einen Berechnungsprozess C berechnet, und der Steuerwert Y wird durch einen Berechnungsprozess D berechnet.

[0019] Die erste Speichereinheit 102 ist ein Speicher oder eine Speichereinheit oder -vorrichtung, in der die Berechnungseinheit 101 bei jedem der Schritte eines Berechnungsprozesses durch die Berechnungseinheit ein Auslesen eines Eingabewertes aus der Speichervorrichtung und ein Einschreiben eines Ausgabewertes in die Speichervorrichtung durchführt. In einem gewöhnlichen Fall besteht die erste Speichereinheit aus einem Schreib-Lese-Speicher mit direktem Zugriff (Random Access Memory, RAM).

[0020] Die zweite Speichereinheit 103 speichert Informationen, die zwischen den Schritten eines Betriebsprogramms bzw. von Betriebsprogrammen zum Zeitpunkt eines normalen Betriebs der Steuereinheit 100 und zum Zeitpunkt eines normalen Betriebs der Berechnungseinheit 101 verwendet werden, und Informationen, die zwischen den Schritten eines Berechnungsprozesses zum Zeitpunkt des normalen Betriebs verwendet werden, als Teile der Informationen von:

"Schreib- und Lese-Ausführungsreihenfolge in Bezug auf einen vorbestimmten Adressbereich der ersten Speichereinheit 102;

Schreib- und Leseausführungszeitpunkt in Bezug auf einen vorbestimmten Adressbereich davon;

einen Schreib- und Lesewert(e) in Bezug auf einen vorbestimmten Adressbereich davon; und

eine Schreibstartadresse in Bezug darauf und eine Schreibgröße in Bezug darauf."

[0021] Die Verwaltung eines Schlüssels eines Kryptographen mittels eines Hardwaresicherheitsmoduls (Hardware Security Module, HSM) kann auf gewöhnlichen Zeitinformationen oder normalen Zeitinformationen, die in der zweiten Speichereinheit 103 gespeichert sind, durchgeführt werden. Darüber hinaus kann die Speicherinformation komprimiert oder auch als ein Ergebnis gespeichert werden, bei dem eine Berechnung zum Zweck der Sicherheitsverstärkung zu der Speicherinformation hinzugefügt wird. So gibt es zum Beispiel Verfahren, wie die Speicherung in verschlüsselten Informationen oder in Hash-Informationen und/oder in einem Nachrichtenauthentifizierungscode (Message Authentication Code, MAC).

[0022] Die Erfassungseinheit 104 überwacht ein Befehls- oder Anweisungsregister 13 (siehe **Fig. 5**), wie später beschrieben wird, zum Zeitpunkt der Ausführung der Steuerungsverarbeitung, und erfasst Teile der Ausführungszeitinformationen von:

"Reihenfolge der Schreib- und Leseausführung in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich der ersten Speichereinheit 102;

Schreib- und Leseausführungszeitpunkt in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich davon;

einen Schreib- und Lesewert (e) in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich davon; und

eine Schreibstartadresse in Bezug darauf und eine Schreibgröße in Bezug darauf."

[0023] Die erfassten Informationen werden in der ersten Speichereinheit 102 gespeichert.

[0024] Die Vergleichseinheit 105 vergleicht einen Wert, der im Voraus in der zweiten Speichereinheit 103 zum Zeitpunkt einer normalen Operation (en) gespeichert ist, mit einem Wert, der durch die Erfassungseinheit 104 bei jedem Schritt eines Berechnungsprozesses zum Zeitpunkt seiner Ausführung erfasst wurde. Darüber hinaus kann das Timing für den Vergleich bei jedem der Schritte sein, oder es kann auch ein Timing sein, das gewünscht wird, um den Vergleich vor dem Zeitpunkt der Beendigung des Berechnungsprozesses durchzuführen.

[0025] Die Bestimmungseinheit 106 bestimmt eine Abnormalität in einem Fall, in dem die Vergleichsergebnisse der Vergleichseinheit 105 nicht miteinander übereinstimmen. Insbesondere kann sie so eingerichtet sein, dass sie eine Abnormalität feststellt, die ein Fall sein kann, in dem irgendeines der Vergleichsergebnisse nicht übereinstimmt, oder die auch ein Fall sein kann, in dem mehrere oder alle Vergleichsergebnisse nicht übereinstimmen, und zwar unter den Informationen von:

"Reihenfolge der Schreib- und Leseausführung in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich der ersten Speichereinheit 102;

Schreib- und Leseausführungszeitpunkt in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich davon;

einen Schreib- und Lesewert (e) in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich davon; und

eine Schreibstartadresse in Bezug darauf und eine Schreibgröße in Bezug darauf."

[0026] Wenn die Bestimmungseinheit 106 eine Abnormalität feststellt, geht die Verarbeitung zu einem Abnormalität-Benachrichtigungsprozess über. Wenn die Bestimmungseinheit Normalität feststellt, wird die Steuerungsverarbeitung der Steuereinheit 100 kontinuierlich ausgeführt.

[0027] Die Kraftfahrzeug-Zustandsverwaltungseinheit 107 verwaltet einen oder mehrere Betriebszustände des Kraftfahrzeugs 1. Was die Betriebszustände betrifft, so können solche Zustände so benannt werden, dass das Kraftfahrzeug 1 beispielsweise „fährt“, „wendet“, „anhält“ und dergleichen. Der Betriebszustand bzw. die Betriebszustände können von einer anderen Steuervorrichtung als der Steuervorrichtung 10 erfasst werden, z.B. von der Steuervorrichtung 20 von **Fig. 1**.

[0028] Die Steuervorrichtungen-Zustandsverwaltungseinheit 108 verwaltet einen oder mehrere Zustände der Steuervorrichtung 10. Als solche Zustände der Steuervorrichtung 10 können z.B. ein Zustand einer Stromquellenspannung, ein Zustand während einer Inbetriebnahme, ein stationärer Steuerzustand und dergleichen genannt werden.

[0029] Die Meldeeinheit 109 meldet Informationen, die mittels der Bestimmungseinheit 106 als abnormal bestimmt wurden, nach außen hin an die Steuervorrichtung 10. Der Inhalt der Benachrichtigung wird dem Bediener oder Fahrer mittels eines Bildschirms auf einem Armaturenbrett oder ähnlichem angezeigt. Ein Ziel der Benachrichtigung kann auch die externe Benachrichtigungszentrale eines Fahrzeugs sein. Darüber hinaus sind die Benachrichtigungsinhalte Informationen über Abnormalitäten und/oder Angriffe oder eine Aufforderung zur Aufmerksamkeit oder ähnliches. Es kann auch so eingerichtet werden, dass die Benachrichtigungsinhalte auf dem Bildanzeigebildschirm eines Armaturenbretts z. B. so angezeigt werden: „Abnormal“, „Normal“, „Abnormalität wurde bewältigt“, „Angegriffen!“, „Achten Sie auf die Geschwindigkeit“ und/oder dergleichen.

[0030] Ein Beispiel für die Hardware eines Mikrocomputers in der Steuervorrichtung 10 ist in **Fig. 3** dargestellt. Die Steuervorrichtung besteht aus einem Prozessor 11 und einer Speichervorrichtung

14; und die Speichervorrichtung 14 ist mit einer flüchtigen Speichervorrichtung eines RAM, wie oben beschrieben, und mit einer nichtflüchtigen Hilfsspeichervorrichtung eines ROM, wie oben beschrieben, oder einem Flash-Speicher oder dergleichen versehen, obwohl diese Speichervorrichtungen nicht in der Figur gezeigt sind. Darüber hinaus kann anstelle des Flash-Speichers ein Hilfsspeicher in Form einer Festplatte vorgesehen werden. Der Prozessor 11 enthält einen Programmzähler 12 und das Anweisungsregister 13 und führt ein Programm (bzw. mehrere Programme) aus, das/die von einem RAM der Speichervorrichtung 14 und von einem ROM derselben wie oben beschrieben eingegeben wird/werden. In diesem Fall wird eine Anweisung (bzw. werden Anweisungen), die sich an einer Adresse (bzw. an Adressen) einer Hilfsspeichervorrichtung (z. B. einem ROM) oder einer flüchtigen Speichervorrichtung (z. B. einem RAM) befindet (befinden), auf die der Programmzähler 12 zeigt, in das Anweisungsregister 13 ausgelesen, und die Anweisung(en) wird (werden) dann ausgeführt. Der Prozessor 11 kann Daten eines Berechnungsergebnisses oder dergleichen in einer flüchtigen Speicherborvorrichtung (z.B. dem RAM) der Speichervorrichtung 14 speichern, oder kann die Daten auch in einer Hilfsspeichervorrichtung über die flüchtige Speichervorrichtung speichern; und zusätzlich wird eine Adresse, die zum Speichern bestimmt ist, im Voraus in der Speichervorrichtung 14 als ein Satz mit einer Schreibweisung gespeichert, die in das Anweisungsregister 13 ausgelesen wird, und danach wird die Schreibweisung in Bezug auf die angegebene Adresse ausgeführt. Von jeder der Funktionen des in **Fig. 2** dargestellten Funktionsblockdiagramms können die anderen Funktionen als die der ersten Speichereinheit 102 und der zweiten Speichereinheit 103 mittels des Prozessors 11 ausgeführt werden; oder die Funktionen der ersten Speichereinheit 102 und der zweiten Speichereinheit 103 können sich innerhalb der in **Fig. 3** dargestellten Speichervorrichtung 14 befinden, oder Teile der Funktionen der ersten Speichereinheit 102 und der zweiten Speichereinheit 103 können sich innerhalb des Prozessors 11 befinden. Zusätzlich zu dieser Hardware kann auch Hardware zur Verbesserung der Sicherheit, wie z. B. ein Hardwaresicherheitsmodul (HSM) oder Ähnliches, hinzugefügt werden.

<Steuerungsverarbeitung>

[0031] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf **Fig. 4** die Steuerungsverarbeitung der Steuervorrichtung 10 im Detail erläutert. **Fig. 4** ist ein Flussdiagramm, das die Abläufe der Verarbeitung vom Beginn der Steuerungsverarbeitung durch die Steuereinheit 100 gemäß Ausführungsform 1 und die Abläufe zeigt, in denen ein Steuerwert (Steuerwerte) durch die Berechnungseinheit 101 durch einen Berechnungsprozess in drei Berechnungspro-

zessschritten berechnet wird, bis die Steuerungsverarbeitung ausgeführt wird. Es ist unnötig zu sagen, dass die Anzahl der Schritte des Berechnungsprozesses nicht notwendigerweise auf die drei Schritte beschränkt ist.

[0032] Zunächst startet die Steuereinheit 100 eine Steuerungsverarbeitung (Schritt S401). Unter der Steuerungsverarbeitung sind beispielsweise die folgenden Prozesse zu verstehen: (1) zur Berechnung eines oder mehrerer Steuerwerte durch die Berechnungseinheit 101 werden verschiedene Zustände eines Kraftfahrzeugs (z.B. eine Störung oder dergleichen) zur Steuerung des Steuerziels 2 von der Steuervorrichtung 10 oder von der Steuervorrichtung 20 oder verschiedene Zustände von jeweils mit der Steuervorrichtung verbundenen Sensoren erfasst; (2) auf der Grundlage eines erfassten Zustands des Kraftfahrzeugs werden Programmdateien, die für die dem Steuerziel 2 entsprechende Steuerung verwendet werden, aus einem ROM der Speichervorrichtung 14 oder einem RAM davon oder aus beiden davon ausgelesen, und die Berechnung eines Steuerwerts (von Steuerwerten) zur Steuerung des Steuerziels 2 wird der Berechnungseinheit 101 vorgegeben; und dergleichen.

[0033] In Schritt S401 wird ein Zustand eines Sensors oder dergleichen in Übereinstimmung mit der Steuerungsverarbeitung erfasst, und der erfasste Zustand wird in einem vorbestimmten Speicher gespeichert. Hier bezeichnet der Speicher einen RAM wie die erste Speichereinheit 102.

[0034] In Schritt S402 wird eine Ladeanweisung ausgeführt, um aus dem Speicher Sensorinformationen oder dergleichen auszulesen, die für einen Berechnungsprozessschritt 1 benötigt werden. Hier ist es so angeordnet, dass die Informationen von Adresse 0 ausgelesen werden; es ist jedoch unnötig zu sagen, dass, wenn eine Vielzahl von Informationen für den Berechnungsprozessschritt 1 erforderlich ist, die Informationen von einer Vielzahl von Adressen ausgelesen werden.

[0035] In Schritt S403 wird der Berechnungsprozessschritt 1 unter Verwendung der in Schritt S402 ausgelesenen Informationen ausgeführt.

[0036] In Schritt S404 wird eine Speicheranweisung ausgeführt, um ein Berechnungsergebnis des Berechnungsprozessschritts 1 in den Speicher an seiner vorbestimmten Adresse 1 zu schreiben.

[0037] In Schritt S405 wird eine Ladeanweisung ausgeführt, um aus dem Speicher Informationen (Sensorinformationen oder dergleichen) auszulesen, einschließlich der Informationen, die in Schritt S404 in die Adresse 1 geschrieben wurden, die beide für einen Berechnungsprozessschritt 2 erforderlich sind.

[0038] In Schritt S406 wird der Berechnungsprozessschritt 2 unter Verwendung der in Schritt S405 ausgelesenen Informationen ausgeführt.

[0039] In Schritt S407 wird ein Berechnungsergebnis des Berechnungsvorgangsschrittes 2 in den Speicher an seiner vorbestimmten Adresse 2 geschrieben.

[0040] In Schritt S408 wird eine Ladeanweisung ausgeführt, um aus dem Speicher Informationen (Sensorinformationen oder dergleichen) auszulesen, einschließlich der Informationen, die in Schritt S407 in die Adresse 2 geschrieben wurden, die beide für einen Berechnungsprozessschritt 3 erforderlich sind.

[0041] In Schritt S409 wird der Berechnungsprozessschritt 3 unter Verwendung der in Schritt S408 ausgelesenen Informationen ausgeführt.

[0042] In Schritt S410 wird ein Berechnungsergebnis des Berechnungsvorgangsschrittes 3 in den Speicher an seiner vorbestimmten Adresse 3 geschrieben.

[0043] In Schritt S411 wird eine Ladeanweisung ausgeführt, um aus dem Speicher ein Ergebnis des Berechnungsprozessschrittes 3 auszulesen, das die Informationen enthält, die in Schritt S410 in die Adresse 3 geschrieben wurden; und dann wird in Schritt S412 die Steuerung des Steuerziels 2 unter Verwendung des Ergebnisses des Berechnungsprozessschrittes 3 ausgeführt.

<Abnormalitätsdetektionsverarbeitung>

[0044] Als nächstes wird die Abnormalitätsdetektionsverarbeitung anhand von **Fig. 5** im Detail erklärt. **Fig. 5** ist ein Flussdiagramm, das die Abläufe der Verarbeitung von einem Start der Steuerung durch die Steuereinheit 100 gemäß Ausführungsform 1 bis zur Detektion einer Abnormalität zeigt.

[0045] Wie von Schritt S401 bis Schritt S411, der oben in **Fig. 4** beschrieben ist, gezeigt, beginnt die Steuereinheit 100 bereits die Ausführung der Steuerungsverarbeitung, so dass die Berechnungseinheit 101 einen Berechnungsprozess zur Berechnung eines Steuerwerts (von Steuerwerten) der Steuerungsverarbeitung beginnt.

[0046] In Schritt S501 überwacht die Erfassungseinheit 104 das Anweisungsregister 13 und erfasst die Reihenfolge der Schreib- und Leseausführung in Bezug auf einen vorbestimmten Adressbereich. Spezifische Beispiele werden später beschrieben.

[0047] In Schritt S502 überwacht die Erfassungseinheit 104 das Anweisungsregister 13 und erfasst das

Schreib- und Leseausführungs-Timing in Bezug auf einen vorbestimmten Adressbereich.

[0048] In Schritt S503 überwacht die Erfassungseinheit 104 das Anweisungsregister 13 und erfasst einen Schreib- und Lesewert(e) in Bezug auf einen vorbestimmten Adressbereich.

[0049] In Schritt S504 überwacht die Erfassungseinheit 104 das Anweisungsregister 13 und erfasst eine Schreibstartadresse in Bezug auf einen vorbestimmten Adressbereich und eine Schreibgröße in Bezug darauf.

[0050] Als nächstes, in Schritt S505, erfasst die Vergleichseinheit 105 von der zweiten Speichereinheit 103 Normalzeitinformationen, die einem Zustand des Kraftfahrzeugs und einem Zustand seiner Steuervorrichtung entsprechen.

[0051] In Schritt S506 vergleicht die Vergleichseinheit 105 die Reihenfolge der Ausführung von Schreib- und Lesevorgängen in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich mit der oben als Normalzeitinformation beschriebenen Reihenfolge der Ausführung zur Normalzeit.

[0052] In Schritt S507 vergleicht die Vergleichseinheit 105 den Schreib- und Leseausführungszeitpunkt in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich mit dem oben beschriebenen normalen Zeitausführungszeitpunkt als die normale Zeitinformation.

[0053] In Schritt S508 vergleicht die Vergleichseinheit 105 einen oder mehrere Schreib- und Lesewerte in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich mit dem oder den normalen Zeitwert (en), die oben als die normalen Zeitinformationen beschrieben sind.

[0054] In Schritt S509 vergleicht die Vergleichseinheit 105 eine Schreibstartadresse in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich und eine Schreibgröße in Bezug auf diesen mit der Normalzeit-Schreibstartadresse bzw. der Normalzeit-Schreibgröße, die oben als die Normalzeitinformationen beschrieben sind.

[0055] In Schritt S510 bestimmt die Bestimmungseinheit 106, ob eines der oben beschriebenen Vergleichsergebnisse voneinander verschieden ist oder nicht. Wenn die Bestimmung so durchgeführt wird, dass sich irgendeines der Vergleichsergebnisse voneinander unterscheidet (JA), wird die Verarbeitung mit Schritt S511 fortgesetzt. Wenn alle Vergleichsergebnisse normal sind (NEIN), wird die Verarbeitung beendet.

[0056] In Schritt S511 benachrichtigt die Benachrichtigungseinheit 109, die als ein Bestimmungsprozess zu einem Zeitpunkt der Abnormalität funktio-

niert, Informationen, die mittels der Bestimmungseinheit 106 als abnormal bestimmt wurden, nach außerhalb der Steuervorrichtung 10; und die Verarbeitung endet zum Zeitpunkt der Bestimmung der Abnormalität. Benachrichtigungsinhalte können auch als eine Warnung für einen Bediener oder Fahrer mittels eines Bildanzeigebildschirms auf einem Armaturenbrett angezeigt werden.

[0057] Nachfolgend wird die beispielhafte Erklärung unter Bezugnahme auf spezifische Beispiele, wie sie für die Abnormalitätendetectionsverarbeitung dargestellt sind, gegeben. **Fig. 6** ist ein Diagramm, das schematisch drei Perioden von Werten im Anweisungsregister 13 in Zeitreihen zeigt, wenn die oben in **Fig. 4** beschriebene Verarbeitung von Schritt S401 bis Schritt S411 in einer Periode von 10 ms ausgeführt wird. Es ist zu beachten, dass in jeder der Perioden ein Zeitintervall zwischen den Anweisungen einer Speicheranweisung, einer Ladeanweisung und dergleichen im Diagramm jeweils mit 0,1 ms angegeben ist; dies liegt jedoch daran, dass das Diagramm zeigt, dass jede der Anweisungen sequentiell ausgeführt wird, und daher ist das Zeitintervall ein solcher Wert, der sich in Abhängigkeit von der Leistung des Prozessors 11 oder von einem oder mehreren externen Faktoren ändert.

[0058] Darüber hinaus ist **Fig. 7** eine schematische Darstellung der ersten Speichereinheit 102, auf die in den Schritten S404 und S405 zugegriffen wird. Es ist zu beachten, dass es so angeordnet ist, dass die Erfassungseinheit 104 Schreib- und Leseinformationen in einem Adressbereich der Größe 1 von Adresse 1 erfasst. Die Adresse 1A bezeichnet eine Adresse, die sich innerhalb des Bereichs der Größe 1 von Adresse 1 befindet.

[0059] Zu diesem Zeitpunkt erfasst die Erfassungseinheit 104 Informationen in der Reihenfolge der Ausführung von Schreib- und Leseanweisungen in Bezug auf einen vorbestimmten Adressbereich, zum Beispiel Adresse 1, in der Reihenfolge eine Speicheranweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A) in einer ersten Periode und eine Ladeanweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A) dazu; eine Speicheranweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A1) in einer zweiten Periode und eine Ladeanweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A1) dazu; und eine Speicheranweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A2) in einer dritten Periode und eine Ladeanweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A2) dazu.

[0060] Als Schreib- und Leseausführungszeitpunkt in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich wird die Information als ein Ausführungszeitintervall von 10 ms für die dazwischen liegenden Speicheranweisungen (Größe 1, Adresse 1) und als ein Ausführungszeitintervall von 10 ms für die dazwischen lie-

genden Ladeanweisungen (Größe 1, Adresse 1) erfasst.

[0061] Als Schreib- und Lesewerte werden jeweils in Bezug auf den vorgegebenen Adressbereich Werte erfasst, die in die erste Speichereinheit 102 geschrieben und aus dieser ausgelesen werden.

[0062] Was eine Schreibstartadresse in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich und eine Schreibgröße in Bezug darauf betrifft, so werden Adresse 1 und Größe 1 jeweils von den Speicheranweisungen (Größe 1, Adresse 1) erfasst.

[0063] In der Vergleichseinheit 105 wird eine erste Normalzeitinformation aus der zweiten Speichereinheit 103 erfasst. Entsprechende Teile der Normalzeitinformationen sind in **Fig. 8 (a)** und **Fig. 8 (b)** dargestellt. Die normalen Zeitinformationen, die aus den Informationen der Kraftfahrzeug-Zustandsverwaltungseinheit 107 und aus denen der Steuervorrichtung-Zustandsverwaltungseinheit 108 gewonnen werden, werden ausgewählt (siehe **Fig. 8 (a)**). Wenn die Steuereinheit 100 der Steuervorrichtung 10 und ihre Berechnungseinheit 101 ihre Ausführungen durchführen und wenn Teile ihrer Informationen während der Zeit eines fahrenden Kraftfahrzeugs verglichen werden, wird die Ausführungsreihenfolge der Sequenz der Adresse 1 beispielsweise für zwei Zeiträume als Speicheranweisung -> Ladeanweisung -> Speicheranweisung -> Ladeanweisung erfasst; und die Zeitintervalle des Ausführungszeitpunkts der Adresse 1 werden als 10 ms zwischen den Speicheranweisungen und als 10 ms zwischen den Ladeanweisungen erfasst. In der Zwischenzeit wird für die Werte eine Liste von Kombinationen eines Wertes/von Werten zum Zeitpunkt einer Ladeanweisung/von Ladeanweisungen und eines Wertes/von Werten zum Zeitpunkt einer Anweisung/von Speicheranweisungen erfasst, die dem Wert/den Werten der Ladeanweisung/der Ladeanweisungen entsprechen. Die Schreibstartadresse und die Schreibgröße sind Werte, die im Voraus festgelegt wurden, wie in **Fig. 8(b)** gezeigt, ohne dass sie mit einem Zustand eines Kraftfahrzeugs oder mit einem Zustand seiner Steuervorrichtung in Beziehung stehen.

[0064] Anschließend werden die erfassten Normalzeitinformationen und die von der Erfassungseinheit 104 erfassten Informationen von der Vergleichseinheit 105 miteinander verglichen. Wenn die oben beschriebenen Informationen, die von der Erfassungseinheit 104 erfasst wurden, verglichen werden, ist es möglich, als „normal“ zu bestimmen, weil jede der oben beschriebenen Informationen mit jeder anderen übereinstimmt.

<Beispiel zum Zeitpunkt der Abnormalität>

[0065] Die Erläuterung erfolgt für einen Fall, in dem die Werte des Anweisungsregisters 13 in der Zeitreihe, wenn überhaupt, solche Werte sind, wie in **Fig. 9** gezeigt. Bei einer Speicheranweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A3), der durch den Unterstrich gekennzeichnet ist, wird davon ausgegangen, dass es sich um eine Anweisung handelt, der auf eine unbefugte Manipulation eines Programms oder auf ein getarntes Programm zurückzuführen ist.

[0066] Zu diesem Zeitpunkt werden in der Erfassungseinheit 104 Informationen als Schreib- und Lese-Ausführungsreihenfolge in Bezug auf einen vorbestimmten Adressbereich erfasst, wie zum Beispiel Adresse 1, in der Reihenfolge einer Speicheranweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A) zu einer ersten Periode und einer Ladeanweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A) dazu; einer Speicheranweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A1) zu einer zweiten Periode, einer Speicheranweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A3) dazu und einer Ladeanweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A3) dazu; und einer Speicheranweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A2) zu einer dritten Periode und einer Ladeanweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A2) dazu.

[0067] Als Schreib- und Leseausführungszeitpunkt in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich wird die Information als ein Ausführungszeitintervall von 10 ms für die Ladeanweisungen (Größe 1, Adresse 1) dazwischen erfasst; jedoch wird die Information als ein Ausführungszeitintervall von 0,1 ms für die dazwischen liegenden Speicheranweisungen (Größe 1, Adresse 1) in Bezug auf die Adresse 1 erfasst, da zum Zeitpunkt der zweiten Periode die Speicheranweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A1) zu einem Zeitpunkt von 10,1 ms und die Speicheranweisung (Größe 1, Adresse 1, Wert A3) zu einem Zeitpunkt von 10,2 ms vorhanden sind.

[0068] Der ausgelesene (geladene) Wert A3 in Bezug auf die Adresse 1 und der eingeschriebene (gespeicherte) Wert B in Bezug auf die Adresse 2 sind erfasst worden.

[0069] Wenn diese mit den normalen Zeitinformationen verglichen werden, die von der Vergleichseinheit 105 wie oben beschrieben erfasst wurden, kann eine Abnormalität festgestellt werden, weil es keine Übereinstimmung mit den normalen Zeitinformationen in Bezug auf die Ausführungsreihenfolge der Sequenz und den Ausführungszeitpunkt gibt.

[0070] Auch bei den Werten kann eine Abnormalität festgestellt werden, weil es keinen Wert gibt, der mit einem normalen Wert der Ladeanweisung oder der Speicheranweisung übereinstimmt.

[0071] Wie bei den oben beschriebenen normalen Zeitwerten wird eine Liste gebildet, indem ein Wert einer Ladeanweisung vor jedem der Berechnungsprozessschritte mit einem Wert einer Speicheranweisung nach dem Berechnungsprozessschritt kombiniert wird, der dem Wert der Ladeanweisung entspricht. Der Grund dafür ist, dass im Berechnungsprozessschritt die Berechnung unter Verwendung eines Eingabewertes (Ladeanweisung) durchgeführt wird und dann ein Berechnungsergebnis als Ausgabewert (Speicheranweisung) erzeugt wird. Durch die Bildung einer Liste ist es möglich, normale Werte eines Ausgabewertes bzw. von Ausgabewerten zu erhalten, die der Differenz bzw. den Differenzen eines Eingabewertes bzw. von Eingabewerten entsprechen. Darüber hinaus ist es auch möglich, eine Liste von Normalwerten von Ausgabewerten zu haben, die einer Vielzahl von Eingabewerten entsprechen.

[0072] Darüber hinaus ist es für einen Fall, in dem ein Zustand (Zustände) geändert wird (werden), so dass eine nachfolgende Änderung bei einem Berechnungsprozessschritt (Berechnungsschritten) verursacht wird, nur angemessen, normale Zeitinformationen selbst in Übereinstimmung mit dem Zustand (den Zuständen) umzuschalten oder zu übertragen. Beispielsweise werden in einem Fall während eines Zustands des Parkens Zeitintervalle des Ausführungszeitpunkts von jeweils 100 ms zwischen Speicheranweisungen und von 100 ms zwischen Ladeanweisungen übernommen, wobei beide Zeitintervalle des Ausführungszeitpunkts als normale Zeitinformationen übernommen werden.

[0073] Was die Zustandsinformationen betrifft, die für die Übertragung von in der zweiten Speichereinheit 103 gespeicherten Normalzeitinformationen verwendet werden, so können diese Zustände beispielsweise als „während eines Fahrzustands“, „während eines Parkzustands“, „während eines Fahrzustands auf einer Schnellstraße“ oder dergleichen bezeichnet werden. Diese Zustände werden bei jeder dieser Zustandsarten im Voraus definiert, wenn Berechnungsschritte der Steuerungsverarbeitung geändert werden. Beispielsweise ist es geeignet, Übertragungszustände in einem Bereich, in dem sich jeweils eine Ausführungsbedingung von Berechnungsprozessschritten ändert, so zu definieren, dass: wenn sich ein Kraftfahrzeug in einem Fahrzustand befindet, ein Berechnungsprozessschritt 1, ein Berechnungsprozessschritt 2 und ein Berechnungsprozessschritt 3 ausgeführt werden; wenn sich das Kraftfahrzeug in einem Parkzustand befindet, wird nur der Berechnungsprozessschritt 1 ausgeführt; und wenn sich das Kraftfahrzeug in einem Autobahnfahrzustand befindet, werden der Berechnungsprozessschritt 2 und der Berechnungsprozessschritt 3 ausgeführt.

[0074] Darüber hinaus, obwohl es in der Figur nicht gezeigt ist, dass zum Beispiel in dem Anweisungsregister 13 es möglich ist, eine Abnormalität einer Schreibadresse in einem Fall zu bestimmen, in dem eine Speicheranweisung (Größe 2, Adresse 1, Wert A) ein Ergebnis gewesen ist. Es ist auch möglich, eine Abnormalität in Bezug auf eine Schreibgröße in einem Fall festzustellen, in dem eine Speicheranweisung (Größe 1, Adresse 1A, Wert A) ein Ergebnis im Anweisungsregister war, zum Beispiel.

[0075] In der Ausführungsform werden ein Einschreiben in Bezug auf einen vorbestimmten Adressbereich und ein Auslesen in Bezug auf diesen durch Überwachung des Anweisungsregisters detektiert; anstelle dessen kann jedoch auch ein Speicher oder die Speichereinheit oder -vorrichtung direkt überwacht werden.

[0076] Es ist zu beachten, dass in der oben beschriebenen Ausführungsform 1 die Erläuterung für ein Beispiel gemacht wurde, in dem ein Steuersystem gemäß der Offenbarung der vorliegenden Anmeldung als ein fahrzeugseitiges oder bordseitiges Steuersystem implementiert ist. Das Steuersystem gemäß der Offenbarung der vorliegenden Anmeldung ist jedoch nicht unbedingt darauf beschränkt. Beispielsweise ist es möglich, das Steuersystem für eine Steuervorrichtung zu verwenden, die ein hohes Maß an Sicherheitsstärke aufweist und gleichzeitig einen Mechanismus benötigt, um eine Abnormalität der Steuervorrichtung in einem frühen Stadium ihrer Abnormalität zu detektieren.

[0077] In Übereinstimmung mit der oben beschriebenen Ausführungsform 1 gemäß der Offenbarung der vorliegenden Anmeldung können in der Steuerungsverarbeitung Effekte erzielt werden, wie sie im Folgenden beschrieben werden.

[0078] Die Konfiguration zum Detektieren von Abnormalitäten der Steuerungsverarbeitung wird bereitgestellt, indem der Vergleich durchgeführt wird, ob im Vergleich zu einer normalen Betriebszeit (en) die Koinzidenz mit besteht oder nicht: Schreib- und Lese-Ausführungsreihenfolge in Bezug auf einen vorbestimmten Adressbereich der ersten Speichereinheit, in dem ein Berechnungsprozess eines Steuerwertes (von Steuerwerten) zur Verwendung bei der Steuerungsverarbeitung implementiert wird; Schreib- und Lese-Ausführungszeitpunkt in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich davon; ein Schreib- und Lesewert (Schreib- und Lesewerte) in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich davon; und eine Schreibstartadresse in Bezug auf den vorbestimmten Adressbereich davon und eine Schreibgröße in Bezug darauf. Gemäß dieser Anordnung, ohne notwendigerweise auf ein Detektionsverfahren beschränkt zu sein, das sich speziell auf einen Steuerwert (Steuerwerte) zum Zweck eines Kontroll-

ziels oder auf die Verarbeitungsreihenfolge dafür konzentriert, kann eine Abnormalität selbst dann detektiert werden, wenn der Steuerwert (die Steuerwerte) und/oder die Verarbeitungsreihenfolge aufgrund eines unbekanntes Cybersicherheitsangriffs verschleiert sind. Da der Vergleich immer dann durchgeführt wird, wenn einer der Schritte eines Berechnungsprozesses beendet ist, unabhängig davon, ob die Eingabe-/Ausgabewerte zwischen den Schritten des Berechnungsprozesses im Vergleich zu den Werten zu einem normalen Betriebszeitpunkt (zu normalen Betriebszeitpunkten) übereinstimmen, ist es außerdem möglich, eine Abnormalität der Steuerungsverarbeitung in einem frühen Stadium zu detektieren, bevor die Steuerungsverarbeitung endet.

[0079] Darüber hinaus ist die Anordnung vorgesehen, bei der ein Betriebszustand eines Kraftfahrzeugs und ein Zustand seiner Steuervorrichtung verwaltet werden und in Abhängigkeit von diesen Betriebszuständen eine Abnormalität durch Übertragen dieser Listen normaler Werte ermittelt wird. Gemäß dieser Anordnung ist es möglich, eine Abnormalität in einem bestimmten Betriebszustand zu bestimmen, selbst wenn die Bestimmung in einem anderen Betriebszustand als normal durchgeführt wird, und somit ist es möglich, den Grad der Detektionsgenauigkeit der Abnormalität zu verbessern. Darüber hinaus wird es möglich, aus einem Überwachungsgegenstand einen Adressbereich zu entfernen, der in Abhängigkeit vom Betriebszustand nicht überwacht werden muss, und somit kann die Arbeitslast der Abnormalitätendetektionsverarbeitung reduziert werden.

[0080] Des Weiteren ist die Anordnung dazu vorgesehen, die Informationen, in denen die Abnormalitätsbestimmung durchgeführt wird, bei der Steuerungsverarbeitung der Steuervorrichtung nach außen zu melden. Gemäß dieser Anordnung ist es möglich, einem Bediener oder Fahrer sofort mitzuteilen, dass ein Cybersicherheitsangriff stattgefunden hat. Darüber hinaus kann der Bediener oder Fahrer, dem der Angriff gemeldet wird, umgehend eine Inspektion seines Kraftfahrzeugs durchführen.

[0081] In der vorliegenden Anmeldung werden beispielhafte Ausführungsformen beschrieben; verschiedene Merkmale, Aspekte und Funktionen, die in einer Ausführungsform oder mehreren Ausführungsformen beschrieben sind, sind jedoch nicht notwendigerweise auf die Anwendungen einer bestimmten Ausführungsform oder mehrerer Ausführungsformen beschränkt, sondern sind in einer Ausführungsform oder mehreren Ausführungsformen allein oder in verschiedenen Kombinationen anwendbar.

[0082] Daher können grenzenlose Modifikationsbeispiele, die nicht beispielhaft dargestellt sind, angenommen werden, ohne dass der Umfang der in der Beschreibung der Anmeldung offenbarten Technologien verlassen wird. Zum Beispiel gibt es ein Modifikationsbeispiel, das als ein Fall eingeschlossen ist, in dem mindestens ein konstituierendes Element modifiziert, zu einem konstituierenden Element (oder mehreren) einer anderen Ausführungsform hinzugefügt oder eliminiert wird.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2019/159615 [0008]

Patentansprüche

1. Ein Steuersystem, umfassend:
 eine Steuereinheit (100) zum Ausführen einer Steuerungsverarbeitung einer Steuervorrichtung (10);
 eine Berechnungseinheit (101) zum Berechnen eines Steuerwerts der Steuerungsverarbeitung durch eine Vielzahl von Schritten eines Berechnungsprozesses;
 eine erste Speichereinheit (102) zum Speichern, als Ausführungszeitinformation, eines Eingabewertes, der zwischen Schritten eines Berechnungsprozesses durch die Berechnungseinheit (101) verwendet wird, und eines Ausgabewertes eines Ergebnisses, das dadurch ausgeführt wird;
 eine zweite Speichereinheit (103), für die eine Adresse der ersten Speichereinheit (102) und ein Adressbereich davon im Voraus definiert sind, wobei ein Einschreiben eines Eingabe-Ausgabewertes und ein Auslesen davon in Bezug auf die erste Speichereinheit (102) bei jedem jeweiligen Berechnungsprozess durch die Berechnungseinheit (101) durchgeführt werden, um im Voraus als normale Zeitinformation Schreib- und Leseinformationen der ersten Speichereinheit (102) in Bezug auf eine Adresse davon und einen Adressbereich davon, die jeweils im Voraus definiert sind, zu speichern
 eine Erfassungseinheit (104) zum Erfassen von Schreib- und Leseinformationen in Bezug auf einen im Voraus definierten Adressbereich;
 eine Vergleichseinheit (105) zum Vergleichen der von der Erfassungseinheit (104) erhaltenen Normalzeitinformation mit der dadurch erhaltenen Ausführungszeitinformation; und
 eine Bestimmungseinheit (106) zum Bestimmen einer Abnormalität, wenn sich die von der Vergleichseinheit (105) verglichene Normalzeitinformation von der von ihr verglichenen Ausführungszeitinformation unterscheidet.

2. Das Steuersystem nach Anspruch 1, wobei die zweite Speichereinheit (103) im Voraus Normalzeitinformationen der Schreib- und Lese-Ausführungsreihenfolge in Bezug auf einen Adressbereich speichert, der im Voraus für die erste Speichereinheit (102) definiert ist, die zwischen Schritten eines Berechnungsprozesses durch die Steuereinheit (100) verwendet wird;
 die Erfassungseinheit (104) Informationen über die Schreib- und Lese-Ausführungsreihenfolge in Bezug auf einen im Voraus definierten Adressbereich erfasst; und
 die Bestimmungseinheit (106) eine Abnormalität bestimmt, wenn Sequenzen der Schreib- und Lese-Ausführungsreihenfolge, die verglichen werden, nicht miteinander übereinstimmen.

3. Das Steuersystem nach Anspruch 1, wobei die zweite Speichereinheit (103) im Voraus Normalzeitinformationen der Schreib- und Leseausführungszeitpunkte in Bezug auf einen vorbestimmten Adressbereich für die erste Speichereinheit (102) speichert, die zwischen Schritten eines Berechnungsprozesses durch die Steuereinheit (100) verwendet wird;
 die Erfassungseinheit (104) Informationen des Schreib- und Leseausführungszeitpunkts in Bezug auf einen im Voraus definierten Adressbereich erfasst; und
 die Bestimmungseinheit (106) eine Abnormalität bestimmt, wenn die Zeitintervalle der Schreib- und Leseausführungszeitpunkte, die verglichen werden, nicht miteinander übereinstimmen.

4. Das Steuersystem nach Anspruch 1, wobei die zweite Speichereinheit (103) im Voraus normale Zeitwerte eines Schreib- und Lesewertes in Bezug auf einen vorbestimmten Adressbereich für die erste Speichereinheit (102) speichert, die zwischen Schritten eines Berechnungsprozesses durch die Steuereinheit (100) verwendet wird;
 die Erfassungseinheit (104) einen Schreib- und Lesewert in Bezug auf einen im Voraus definierten Adressbereich erfasst; und
 die Bestimmungseinheit (106) eine Abnormalität feststellt, wenn Schreib- und Lesewerte, die verglichen werden, nicht miteinander übereinstimmen.

5. Das Steuersystem nach Anspruch 1, wobei die zweite Speichereinheit (103) im Voraus eine Schreibstartadresse für die erste Speichereinheit (102) und eine Schreibgröße für die erste Speichereinheit (102) speichert, die zwischen Schritten eines Berechnungsprozesses durch die Steuereinheit (100) verwendet werden;
 die Erfassungseinheit (104) eine Schreibstartadresse und eine Schreibgröße zu einem Zeitpunkt erfasst, zu dem beide als Einschreibvorgänge in Bezug auf einen im Voraus definierten Adressbereich durchgeführt werden; und
 die Bestimmungseinheit (106) eine Abnormalität bestimmt, wenn mindestens eine der verglichenen Schreibstartadressen und Schreibgrößen nicht miteinander übereinstimmen.

6. Das Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, ferner umfassend:
 eine Kraftfahrzeug-Zustandsverwaltungseinheit (107) zum Verwalten eines Zustands eines Kraftfahrzeugs (1); und
 eine Steuervorrichtungszustandsverwaltungseinheit (108) zum Verwalten eines Zustands der Steuervorrichtung (10), wobei Normalzeitinformationen, die in der zweiten Speichereinheit (103) gespeichert sind, in jedem der Zustände des Kraftfahrzeugs (1) und in jedem der Zustände der Steuervorrichtung (10) gespeichert

werden; und
die normale Zeitinformation in Übereinstimmung mit einem Zustand des Kraftfahrzeugs (1) und mit einem Zustand der Steuervorrichtung (10) übertragen wird und mit der Ausführungszeitinformation in der Bestimmungseinheit (106) verglichen wird.

7. Das Steuersystem nach Anspruch 4, wobei die Normalzeitwerte aus einem Eingabewert vor einem Schritt eines Berechnungsprozesses der Berechnungseinheit (101) und aus einem Ausgabewert nach dem Schritt desselben gebildet werden und die Normalzeitwerte eine Liste von Kombinationen aus einem oder mehreren der Ausgabewerte entsprechend einem oder mehreren der Eingabewerte bilden.

8. Das Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, ferner umfassend eine Meldeeinheit (109) zur Meldung von Informationen, die sich auf eine von der Bestimmungseinheit (106) ermittelte Abnormalität beziehen, an die Außenseite der Steuervorrichtung (10) .

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

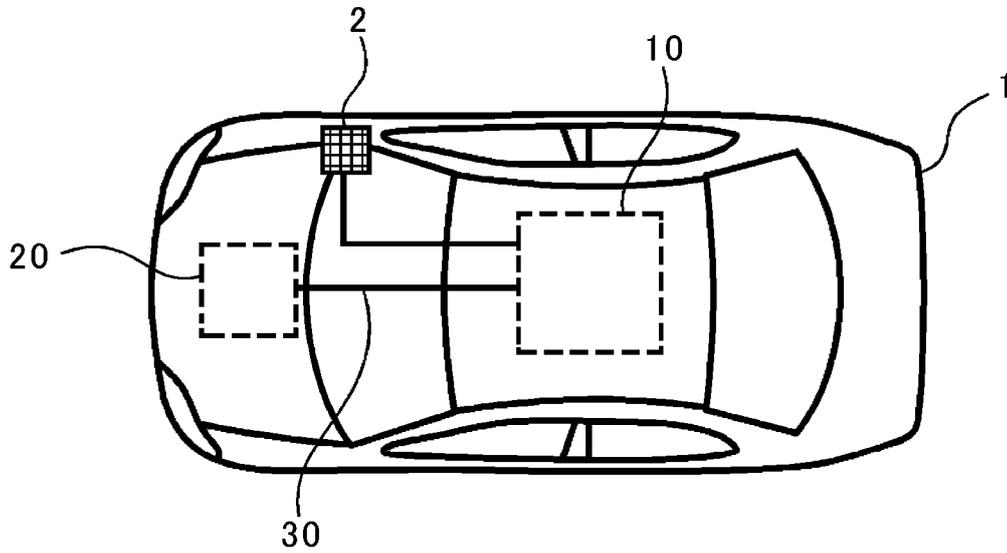


FIG. 2

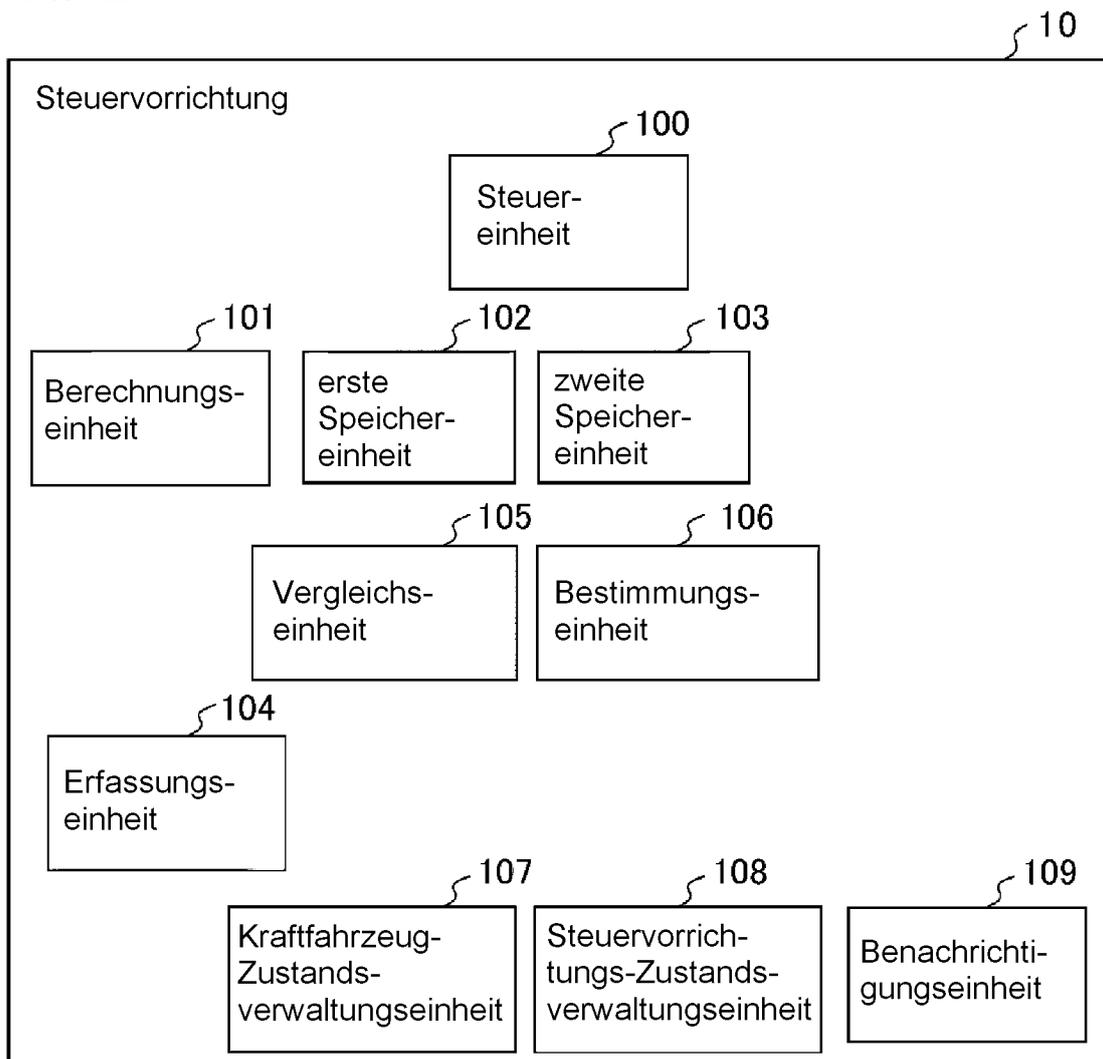


FIG. 3

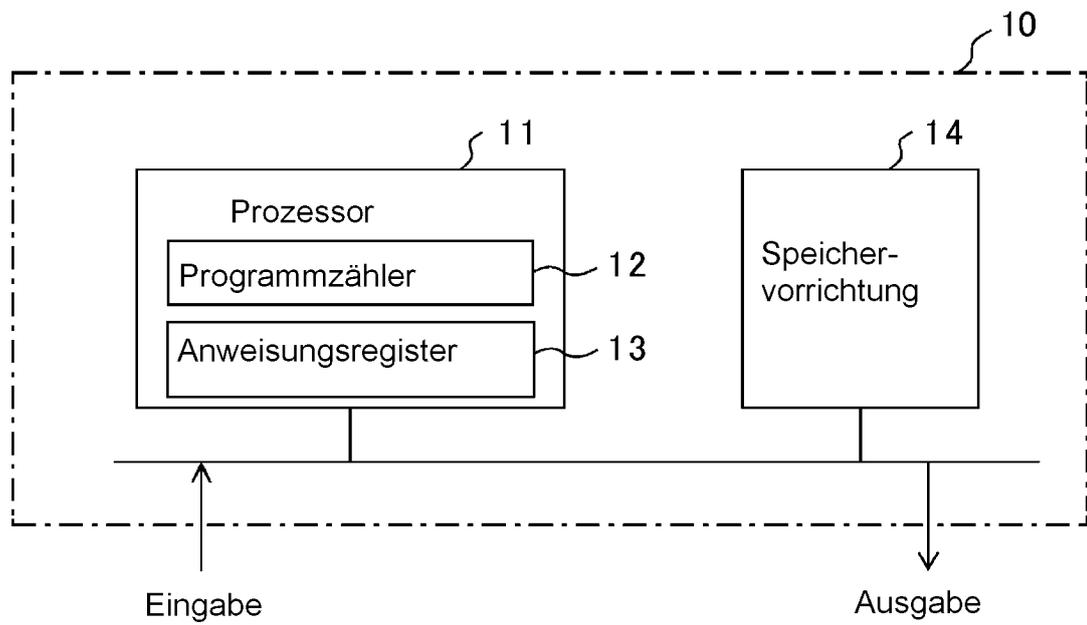


FIG. 4

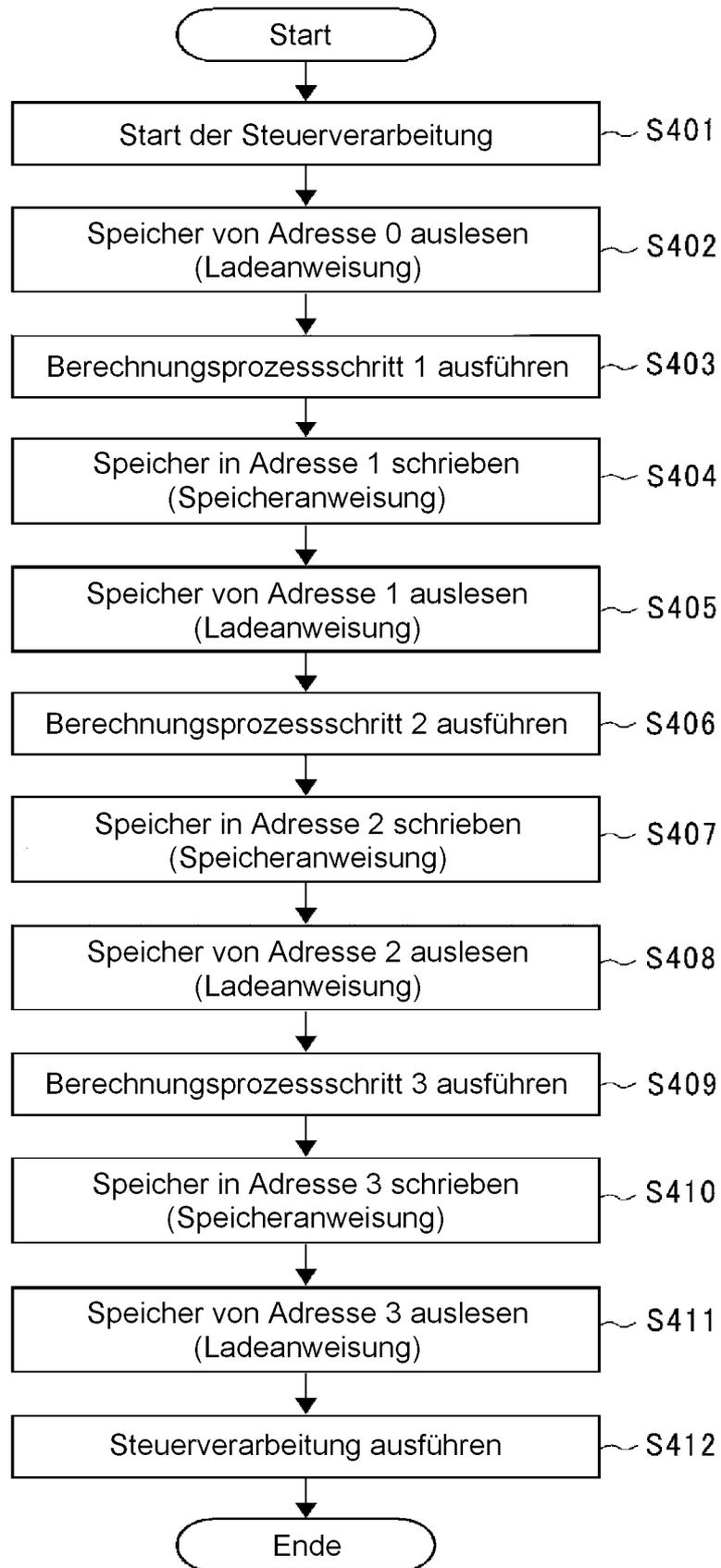


FIG. 5

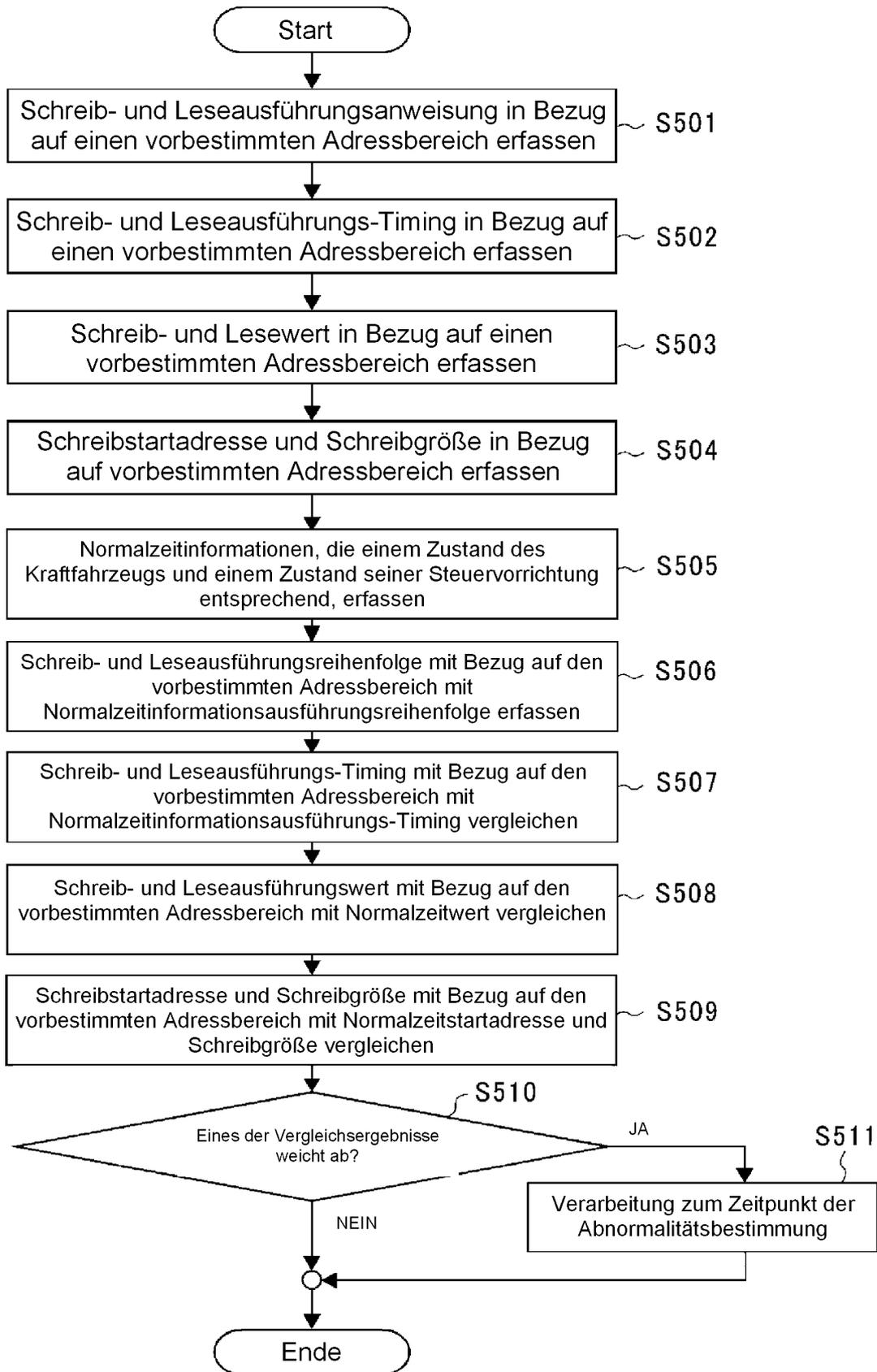


FIG. 6

Anweisungsregister

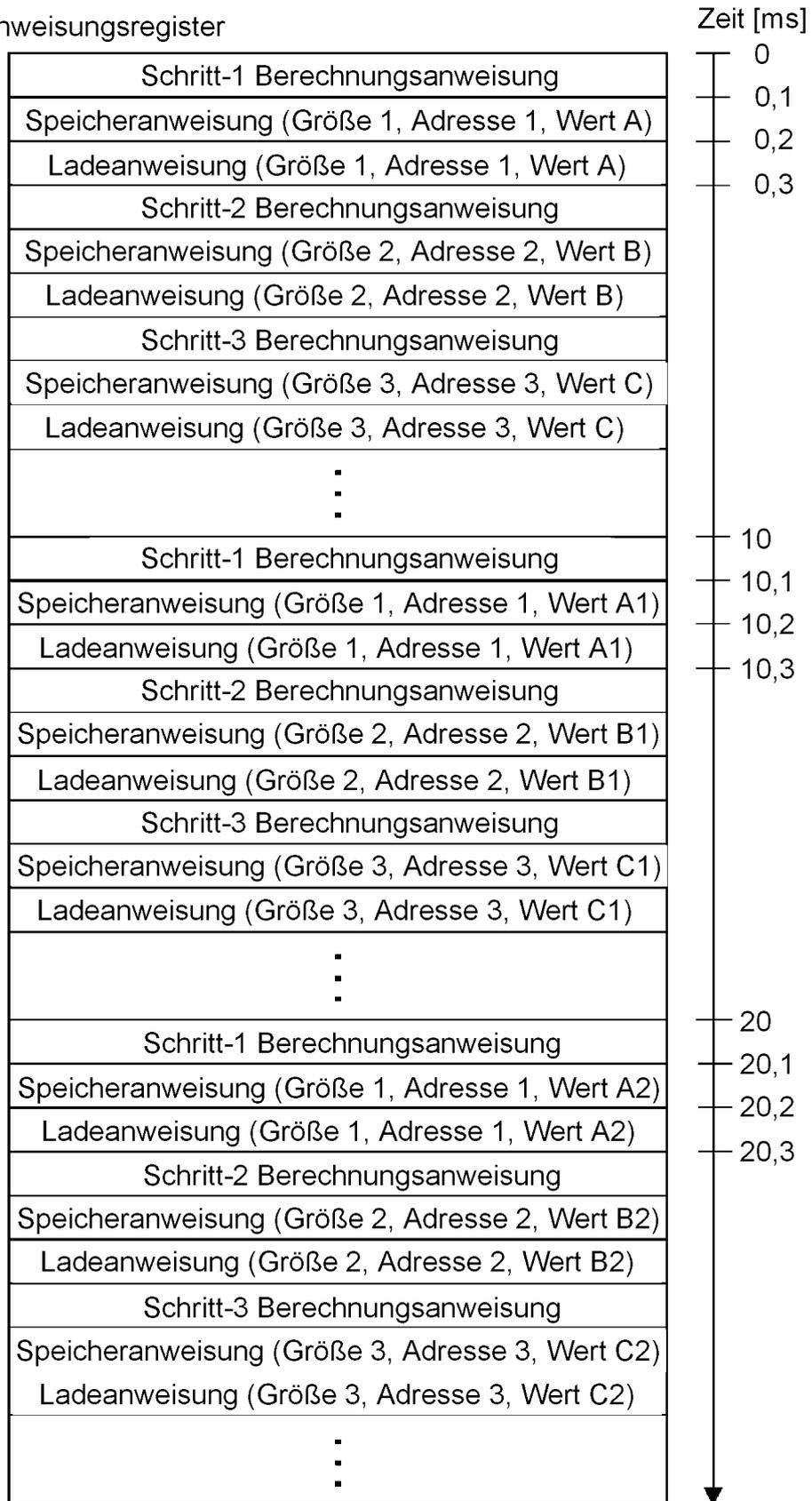


FIG. 7

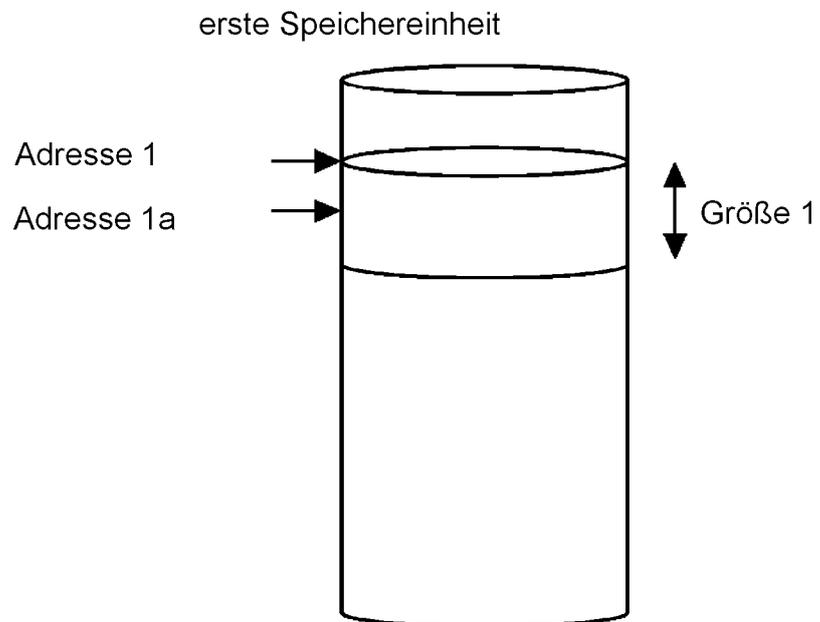


FIG. 8

		Während Zustand des Fahrens		Während Zustand des Parkens																																																													
Ausführungsreihenfolge	Adresse 1	Speicheranweisung -> Speicheranweisung -> Speicheranweisung -> Ladeanweisung	Speicheranweisung -> Speicheranweisung -> Speicheranweisung -> Ladeanweisung	Adresse 1	Speicheranweisung -> Speicheranweisung -> Speicheranweisung -> Ladeanweisung																																																												
Ausführungs-Timing	Adresse 1	Speicheranweisung 10ms dazwischen, Ladeanweisung 10ms dazwischen	Speicheranweisung 10ms dazwischen, Ladeanweisung 10ms dazwischen	Adresse 1	Speicheranweisung 10ms dazwischen, Ladeanweisung 10ms dazwischen																																																												
Wert		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="6">Ladeanweisung</th> </tr> <tr> <th>Adresse 1</th> <th>Adresse 2</th> <th>Adresse 1</th> <th>Adresse 2</th> <th>Adresse 1</th> <th>Adresse 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>A1</td> <td>B1</td> <td>A2</td> <td>B2</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td style="background-color: #cccccc;">C</td> <td style="background-color: #cccccc;">B1</td> <td style="background-color: #cccccc;">B2</td> <td style="background-color: #cccccc;">C1</td> <td style="background-color: #cccccc;">C2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">C</td> <td style="background-color: #cccccc;">A</td> <td style="background-color: #cccccc;">B</td> <td style="background-color: #cccccc;">C</td> <td style="background-color: #cccccc;">A</td> <td style="background-color: #cccccc;">B</td> </tr> </tbody> </table>		Ladeanweisung						Adresse 1	Adresse 2	Adresse 1	Adresse 2	Adresse 1	Adresse 2	A	B	A1	B1	A2	B2	B	C	B1	B2	C1	C2	C	A	B	C	A	B	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="6">Ladeanweisung</th> </tr> <tr> <th>Adresse 1</th> <th>Adresse 2</th> <th>Adresse 1</th> <th>Adresse 2</th> <th>Adresse 1</th> <th>Adresse 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td style="background-color: #cccccc;">E</td> <td style="background-color: #cccccc;">F</td> <td style="background-color: #cccccc;">F</td> <td style="background-color: #cccccc;">E</td> <td style="background-color: #cccccc;">E</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">E</td> <td style="background-color: #cccccc;">D</td> <td style="background-color: #cccccc;">F</td> <td style="background-color: #cccccc;">E</td> <td style="background-color: #cccccc;">D</td> <td style="background-color: #cccccc;">C</td> </tr> </tbody> </table>		Ladeanweisung						Adresse 1	Adresse 2	Adresse 1	Adresse 2	Adresse 1	Adresse 2	D	C	D	C	D	C	F	E	F	F	E	E	E	D	F	E	D	C
Ladeanweisung																																																																	
Adresse 1	Adresse 2	Adresse 1	Adresse 2	Adresse 1	Adresse 2																																																												
A	B	A1	B1	A2	B2																																																												
B	C	B1	B2	C1	C2																																																												
C	A	B	C	A	B																																																												
Ladeanweisung																																																																	
Adresse 1	Adresse 2	Adresse 1	Adresse 2	Adresse 1	Adresse 2																																																												
D	C	D	C	D	C																																																												
F	E	F	F	E	E																																																												
E	D	F	E	D	C																																																												
	Adresse 2	Speicheranweisung		Adresse 2																																																													
	Adresse 3			Adresse 3																																																													

(a)

Schreibstartadresse	Adresse 1	Adresse 2	Adresse 3
Schreibgröße	Größe 1	Größe 2	Größe 3

(b)

FIG. 9

Anweisungsregister

