



(51) МПК
B62D 6/00 (2006.01)
B62D 15/00 (2006.01)
B62D 1/02 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B62D 15/00 (2006.01); B62D 1/02 (2006.01)

(21)(22) Заявка: **2015133264, 05.12.2013**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.12.2013

Дата регистрации:
07.02.2018

Приоритет(ы):
 (30) Конвенционный приоритет:
10.01.2013 JP 2013-002374

(43) Дата публикации заявки: **14.02.2017** Бюл. № 5

(45) Опубликовано: **07.02.2018** Бюл. № 4

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
 национальной фазе: **10.08.2015**

(86) Заявка РСТ:
JP 2013/082716 (05.12.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2014/109150 (17.07.2014)

Адрес для переписки:
**129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
 ООО "Юридическая фирма Городисский и
 Партнеры"**

(72) Автор(ы):
ТАКЕДА Юя (JP)

(73) Патентообладатель(и):
НИССАН МОТОР КО., ЛТД. (JP)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: **EP 1291227 A2, 12.03.2003. EP
 1862374 A1, 05.12.2007. RU 2006385 C1,
 30.01.1994.**

(54) УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТЬЮ

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам управления устойчивостью. Устройство управляет углом поворота левого и правого передних колес (5L, 5R) на основе задаваемого SBW-угла поворота, соответствующего углу поворота при рулении руля, который механически отсоединяется от левого и правого передних колес (5L, 5R). На основе задаваемого угла поворота для подавления возмущений для подавления угла относительно вертикальной оси, который формируется в транспортном средстве посредством возмущений. При управлении силой

реакции при рулении, которая прикладывается к валу рулевой колонки, на основе угла поворота руля при рулении, величина поворачивания для подавления корректируется. Величина поворачивания для подавления увеличивается по мере того, как поперечная позиция рассматриваемого транспортного средства становится ближе к сигнальной линии дорожной разметки, которая пересекается с линией направления движения рассматриваемого транспортного средства. Техническим результатом является повышение комфорта



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B62D 6/00 (2006.01)
B62D 15/00 (2006.01)
B62D 1/02 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B62D 15/00 (2006.01); *B62D 1/02* (2006.01)

(21)(22) Application: **2015133264, 05.12.2013**

(24) Effective date for property rights:
05.12.2013

Registration date:
07.02.2018

Priority:

(30) Convention priority:
10.01.2013 JP 2013-002374

(43) Application published: **14.02.2017** Bull. № 5

(45) Date of publication: **07.02.2018** Bull. № 4

(85) Commencement of national phase: **10.08.2015**

(86) PCT application:
JP 2013/082716 (05.12.2013)

(87) PCT publication:
WO 2014/109150 (17.07.2014)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, stroenie 3,
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskiji Partnery"**

(72) Inventor(s):
TAKEDA Yuya (JP)

(73) Proprietor(s):
NISSAN MOTOR KO., LTD. (JP)

(54) **SUSTAINABILITY MANAGEMENT DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: transportation.

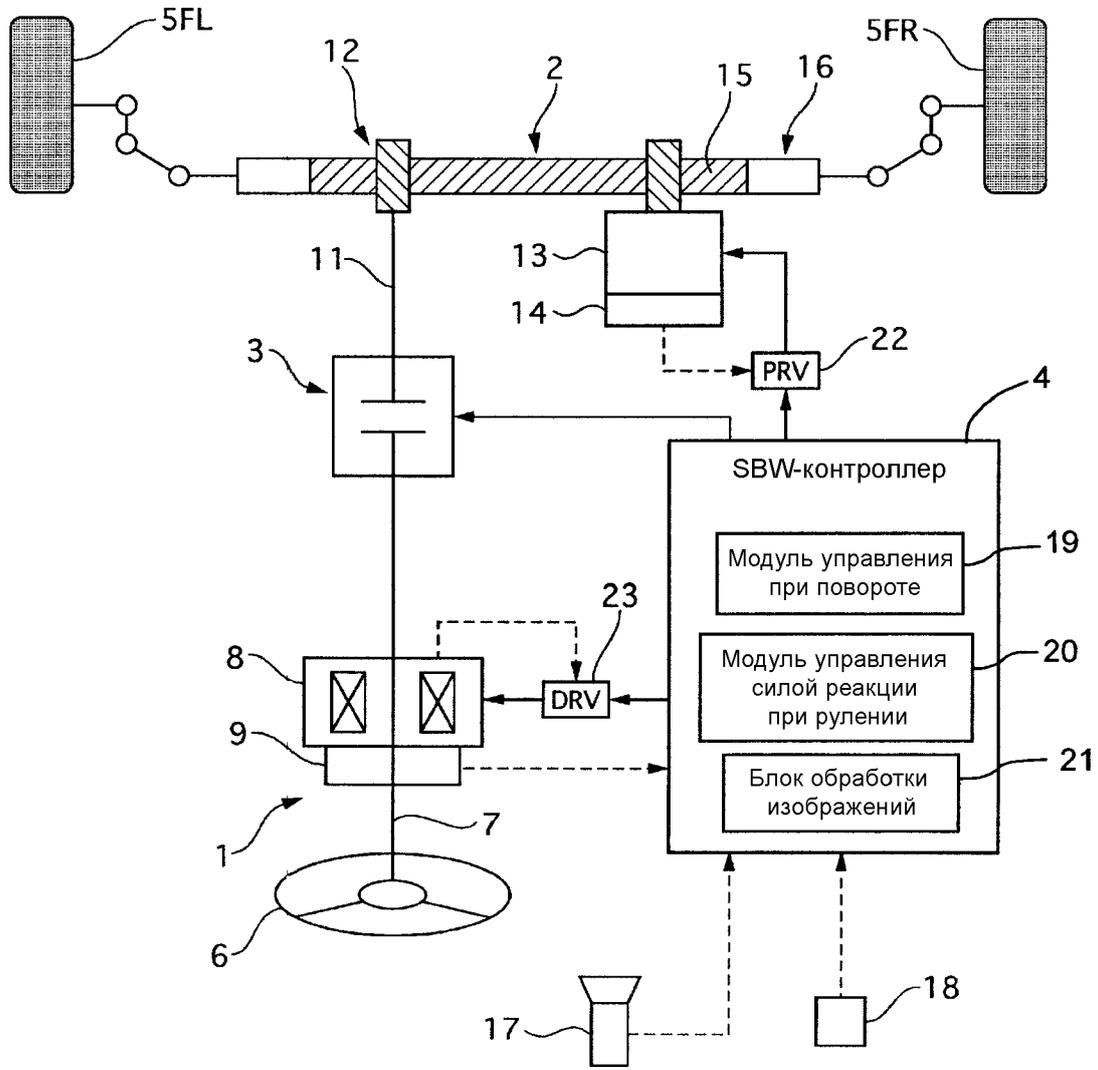
SUBSTANCE: device controls the angle of the left and right front wheels (5, 5R) based on a specified angle-SBW relevant angle when taxiing steering, which mechanically disconnects from the left and right front wheels (5, 5R). Based on the predetermined steering angle for suppressing the perturbations to suppress the angle with respect to the vertical axis that is generated in the vehicle by disturbances. When controlling the reaction force during taxiing, which is applied to the

shaft of the steering column, based on the steering angle during taxiing, the amount of rotation for suppression is adjusted. The amount of rotation to be suppressed increases as the transverse position of the vehicle in question becomes closer to the road marking the signal line that intersects with the guide line of the vehicle in question.

EFFECT: increased comfort of driving a vehicle.
4 cl, 20 dwg

C 2
2 6 4 4 0 6 3
R U

R U
2 6 4 4 0 6 3
C 2



Фиг. 1

Область техники, к которой относится изобретение

[0001] Настоящее изобретение относится к устройству управления устойчивостью.

Уровень техники

[0002] Патентный документ 1 раскрывает технологию, в устройстве рулевого управления по проводам, в которой руль и поворотные колеса механически отсоединены, при этом составляющая силы реакции при рулении, соответствующая возмущениям, прикладывается к рулю для того, чтобы получать угол поворота при рулении поворотных колес для подавления эффекта возмущений, таких как боковой ветер, в транспортном средстве.

10 Документы предшествующего уровня техники

Патентные документы

[0003] Патентный документ 1. Выложенная заявка на патент Японии № 2000-25630

Сущность изобретения

Задачи, которые должны быть решены изобретением

15 [0004] В предшествующем уровне техники, описанном выше, имеется проблема в том, что составляющая силы реакции при рулении, которая способствует повороту для подавления возмущений, прикладывается к рулю, вызывая дискомфорт у водителя.

Цель настоящего изобретения заключается в том, чтобы предоставлять устройство управления устойчивостью, которое допускает уменьшение дискомфорта, вызываемого у водителя.

20 Средство для решения задач

[0005] В настоящем изобретении, величина поворачивания поворотного модуля управляется на основе величины поворачивания при рулевом управлении по проводам, соответствующей величине руления модуля рулевого управления, который механически отсоединяется от поворотного модуля, и на основе величины поворачивания для подавления для подавления угла относительно вертикальной оси, который формируется в транспортном средстве посредством возмущений; с другой стороны, при управлении силой реакции при рулении, которая прикладывается к модулю рулевого управления на основе величины руления, величина поворачивания для подавления корректируется таким образом, что она увеличивается по мере того, как поперечная позиция рассматриваемого транспортного средства становится ближе к сигнальной линии дорожной разметки, которая пересекается с направлением движения рассматриваемого транспортного средства.

Преимущества изобретения

35 [0006] Следовательно, приложение составляющей силы реакции при рулении, которая способствует повороту для подавления возмущений, становится необязательным, и поскольку сила реакции при рулении не колеблется вследствие поворота для подавления возмущений, может уменьшаться дискомфорт, вызываемый у водителя.

Краткое описание чертежей

40 [0007] Фиг. 1 является системным видом, иллюстрирующим систему рулевого управления транспортного средства первого варианта осуществления.

Фиг. 2 является блок-схемой управления модуля 19 управления при повороте.

Фиг. 3 является блок-схемой управления модуля 20 управления силой реакции при рулении.

45 Фиг. 4 является блок-схемой управления модуля 32 вычисления задаваемого угла поворота для подавления возмущений.

Фиг. 5 является блок-схемой управления модуля 37 вычисления силы отталкивания на основе угла относительно вертикальной оси.

Фиг. 6 является блок-схемой управления модуля 38 вычисления силы отталкивания на основе поперечной позиции.

Фиг. 7 является видом, иллюстрирующим область управления для F/B-управления углом относительно вертикальной оси и F/B-управления поперечной позицией.

5 Фиг. 8 является временной диаграммой, иллюстрирующей изменение угла относительно вертикальной оси, когда транспортное средство, движущееся по прямой дороге на шоссе, принимает прерывистый боковой ветер.

Фиг. 9 является временной диаграммой, иллюстрирующей изменение угла относительно вертикальной оси и изменение поперечной позиции, когда F/B-управление поперечной позицией не выполняется, когда транспортное средство, движущееся по 10 прямой дороге на шоссе, принимает постоянный боковой ветер.

Фиг. 10 является временной диаграммой, иллюстрирующей изменение угла относительно вертикальной оси и изменение поперечной позиции, когда F/B-управление поперечной позицией выполняется, когда транспортное средство, движущееся по 15 прямой дороге на шоссе, принимает постоянный боковой ветер.

Фиг. 11 является блок-схемой управления модуля 34 вычисления смещения поперечной силы.

Фиг. 12 является видом, иллюстрирующим состояние, в котором характеристика силы реакции при рулении, представляющая крутящий момент силы реакции при 20 рулении, соответствующий стабилизирующему крутящему моменту, смещается в направлении, идентичном направлению стабилизирующего крутящего момента.

Фиг. 13 является характерным видом, иллюстрирующим взаимосвязь между углом поворота руля при рулении и крутящим моментом поворота при рулении водителя.

Фиг. 14 является видом, иллюстрирующим состояние, в котором характеристика, 25 иллюстрирующая взаимосвязь между углом поворота руля при рулении и крутящим моментом поворота при рулении водителем, изменена посредством смещения характеристики силы реакции при рулении, представляющей крутящий момент силы реакции при рулении, соответствующий стабилизирующему крутящему моменту, в направлении, идентичном направлению стабилизирующего крутящего момента.

30 Фиг. 15 является блок-схемой управления модуля 36 вычисления смещения крутящего момента силы реакции при рулении.

Фиг. 16 является блок-схемой управления модуля 39 вычисления силы реакции на основе допустимого времени отклонения.

Фиг. 17 является блок-схемой управления модуля 40 вычисления силы реакции на 35 основе поперечной позиции.

Фиг. 18 является видом, иллюстрирующим состояние, в котором характеристика силы реакции при рулении, представляющая крутящий момент силы реакции при рулении, соответствующий стабилизирующему крутящему моменту, смещается в направлении, в котором абсолютное значение крутящего момента силы реакции при 40 рулении становится большим.

Фиг. 19 является характерным видом, иллюстрирующим взаимосвязь между углом поворота руля при рулении и крутящим моментом поворота при рулении водителя.

Фиг. 20 является видом, иллюстрирующим состояние, в котором характеристика, 45 иллюстрирующая взаимосвязь между углом поворота руля при рулении и крутящим моментом поворота при рулении водителем, изменена посредством смещения характеристики силы реакции при рулении, представляющей крутящий момент силы реакции при рулении, соответствующий стабилизирующему крутящему моменту, в направлении, в котором абсолютное значение крутящего момента силы реакции при

рулении становится большим.

Список ссылочных позиций

[0008] 1 - модуль рулевого управления

2 - поворотный модуль

5 3 - резервная муфта

4 - SBW-контроллер

5FL, 5FR - левое и правое передние колеса

6 - руль

7 - вал рулевой колонки

10 8 - электромотор для формирования силы реакции

9 - датчик угла поворота при рулении

11 - вал шестерни

12 - рулевая передача

13 - поворотный электромотор

15 14 - датчик угла поворота

15 - шестерня зубчатой рейки

16 - зубчатая рейка

17 - камера

18 - датчик скорости транспортного средства

20 19 - модуль управления при повороте

19a - сумматор

20 - модуль управления силой реакции при рулении

20a - модуль вычитания

20b - сумматор

25 20c - сумматор

21 - блок обработки изображений

22 - формирователь сигналов управления по току

23 - формирователь сигналов управления по току

24 - навигационная система

30 31 - модуль вычисления задаваемого угла поворота

32 - модуль вычисления задаваемого угла поворота для подавления возмущений

32a - модуль вычисления угла относительно вертикальной оси

32b - модуль вычисления кривизны

32c - модуль умножения F/B-усиления поперечной позиции

35 32d - сумматор

32e - модуль вычисления целевого момента относительно вертикальной оси

32f - модуль вычисления целевого углового ускорения относительно вертикальной

оси

32g - модуль вычисления целевой скорости относительно вертикальной оси

40 32h - модуль вычисления задаваемого угла поворота

32i - блок обработки задания ограничений

32j - модуль вычисления поперечной позиции на основе F/B по углу относительно

вертикальной оси

33 - модуль вычисления поперечной силы

45 34 - модуль вычисления смещения поперечной силы

34a - модуль вычисления кривизны

34b - модуль верхнего и нижнего ограничения

34c - модуль вычисления SAT-усиления

- 34d - умножитель
 34e - блок обработки задания ограничений
 35 - модуль вычисления SAT
 36 - модуль вычисления смещения крутящего момента силы реакции при рулении
 5 36a - модуль вычисления угла относительно вертикальной оси
 36b - модуль вычисления поперечной позиции
 36c - модуль выбора силы реакции
 36d - блок обработки задания ограничений
 37 - модуль вычисления силы отталкивания на основе угла относительно вертикальной
 10 оси
 37a - модуль верхнего и нижнего ограничения
 37b - модуль умножения F/B-усиления угла относительно вертикальной оси
 37c - модуль умножения корректирующего усиления скорости транспортного средства
 37d - модуль умножения корректирующего усиления кривизны
 15 37e - умножитель
 37f - модуль умножения корректирующего усиления поперечной позиции
 38 - модуль вычисления силы отталкивания на основе поперечной позиции
 38a - модуль вычитания
 38b - модуль верхнего и нижнего ограничения
 20 38c - модуль умножения корректирующего усиления расстояния
 38d - модуль умножения F/B-усиления поперечной позиции
 38e - модуль умножения корректирующего усиления скорости транспортного средства
 38f - модуль умножения корректирующего усиления кривизны
 38g - умножитель
 25 39 - модуль вычисления силы реакции на основе допустимого времени отклонения
 39a - умножитель
 39b - делитель
 39c - делитель
 39d - модуль выбора допустимого времени отклонения
 30 39e - модуль вычисления силы реакции на основе допустимого времени отклонения
 40 - модуль вычисления силы реакции на основе поперечной позиции
 40a - модуль вычитания
 40b - модуль вычитания
 40c - модуль выбора отклонения поперечной позиции
 35 40d - модуль вычисления силы реакции на основе отклонения поперечной позиции

Предпочтительные варианты осуществления изобретения

[0009] Первый вариант осуществления

Конфигурация системы

40 Фиг. 1 является системным видом, иллюстрирующим систему рулевого управления транспортного средства первого варианта осуществления.

Устройство рулевого управления первого варианта осуществления, главным образом, сконфигурировано посредством модуля 1 рулевого управления, поворотного модуля 2, резервной муфты 3 и SBW-контроллера 4, и устройство использует систему рулевого управления по проводам (SBW), в которой модуль 1 рулевого управления, который
 45 принимает ввод руления от водителя, и поворотный модуль 2, который поворачивает левое и правое передние колеса 5FL, 5FR (поворотные колеса), механически отсоединены.

[0010] Модуль 1 рулевого управления содержит руль 6, вал 7 рулевой колонки, электромотор 8 для формирования силы реакции и датчик 9 угла поворота при рулении.

Вал 7 рулевой колонки вращается неразъемно с рулем 6.

Электромотор 8 для формирования силы реакции, например, представляет собой бесщеточный электромотор, и коаксиальный электромотор, в котором выходной вал является коаксиальным с валом 7 рулевой колонки, выводит крутящий момент силы реакции при рулении на вал 7 рулевой колонки в ответ на команду из SBW-контроллера 4.

Датчик 9 угла поворота при рулении обнаруживает абсолютный угол поворота вала 7 рулевой колонки, т. е. угол поворота руля 6 при рулении.

[0011] Поворотный модуль 2 содержит вал 11 шестерни, рулевую передачу 12, поворотный электромотор 13 и датчик 14 угла поворота.

Рулевая передача 12 представляет собой рулевую передачу с реечным механизмом, которая поворачивает передние колеса 5L, 5R в ответ на вращение вала 11 шестерни.

Поворотный электромотор 13, например, представляет собой бесщеточный электромотор, в котором выходной вал соединяется с шестерней 15 зубчатой рейки через непроиллюстрированный деселератор, и этот электромотор выводит крутящий момент поворота для поворота передних колес 5 в зубчатую рейку 16 в ответ на команду из SBW-контроллера 4.

Датчик 14 угла поворота обнаруживает абсолютный угол поворота поворотного электромотора 13. Поскольку всегда возникает уникально определенная корреляция между углом поворота поворотного электромотора 13 и углом поворота передних колес 5, угол поворота передних колес 5 может обнаруживаться на основе угла поворота поворотного электромотора 13. В данном документе, если прямо не описано, угол поворота передних колес 5 должен представлять собой угол, который вычисляется на основе угла поворота поворотного электромотора 13.

Резервная муфта 3 предоставляется между валом 7 рулевой колонки модуля 1 рулевого управления и валом 11 шестерни поворотного модуля 2, и модуль 1 рулевого управления и поворотный модуль 2 механически отсоединяются посредством расцепления; модуль 1 рулевого управления и поворотный модуль 2 механически соединяются посредством их прикрепления.

[0012] В дополнение к датчику 9 угла поворота при рулении и датчику 14 угла поворота, описанным выше, скорость транспортного средства (скорость кузова транспортного средства), обнаруживаемая посредством изображения проезжаемого пути впереди рассматриваемого транспортного средства, захваченного посредством камеры 17 и датчика 18 скорости транспортного средства, вводится в SBW-контроллер 4.

SBW-контроллер 4 содержит модуль 19 управления при повороте для управления углом поворота передних колес 5FL, 5FR, модуль 20 управления силой реакции при рулении для управления крутящим моментом силы реакции при рулении, приложенным к валу 7 рулевой колонки, и блок 21 обработки изображений.

Модуль 19 управления при повороте формирует задаваемый угол поворота на основе каждого фрагмента входной информации и выводит сформированный задаваемый угол поворота в формирователь 22 сигналов управления по току.

Формирователь 22 сигналов управления по току управляет задаваемым током в поворотный электромотор 13 посредством обратной связи по углу для согласования фактического угла поворота, определенного посредством датчика 14 угла поворота, с задаваемым углом поворота.

Модуль 20 управления силой реакции при рулении формирует задаваемый крутящий момент силы реакции при рулении на основе каждого фрагмента входной информации

и выводит сформированный задаваемый крутящий момент силы реакции при рулении в формирователь 23 сигналов управления по току.

Формирователь 23 сигналов управления по току управляет задаваемым током в электромотор 8 для формирования силы реакции посредством обратной связи по крутящему моменту для согласования фактического крутящего момента силы реакции при рулении, который логически выводится из значения тока электромотора 8 для формирования силы реакции, с задаваемым крутящим моментом силы реакции при рулении.

Блок 21 обработки изображений распознает левую и правую сигнальные линии дорожной разметки полосы движения (разделительные линии проезжаемого пути) посредством обработки изображений, к примеру, посредством извлечения краев из изображения проезжаемого пути впереди рассматриваемого транспортного средства, захваченного посредством камеры 17.

Помимо этого, когда SBW-система выходит из строя, SBW-контроллер 4 закрепляет резервную муфту 3 и механически соединяет модуль 1 рулевого управления и поворотный модуль 2, обеспечивая возможность перемещения зубчатой рейки 16 в осевом направлении посредством поворачивания руля 6. В это время, может выполняться управление, соответствующее системе электрического усилителя рулевого управления, для повышения силы поворота при рулении водителем посредством вспомогательного крутящего момента поворотного электромотора 13.

SBW-система, описанная выше, может представлять собой систему с резервированием, содержащую множество экземпляров каждого датчика, каждого контроллера и каждого электромотора. Кроме того, модуль 19 управления при повороте и модуль 20 управления силой реакции при рулении могут быть отдельными элементами управления.

[0013] В первом варианте осуществления, управление устойчивостью и управление уменьшением величины корректирующего руления выполняются с целью уменьшать величину корректирующего руления и уменьшать нагрузку по рулению на водителя.

Управление устойчивостью направлено на повышение уровня безопасности транспортного средства относительно возмущений (бокового ветра, неровных поверхностей дороги, выбоин, отклонений от прямой поверхности дороги и т. д.) и выполняет два вида управления с обратной связью (F/B).

1. F/B-управление углом относительно вертикальной оси

Угол относительно вертикальной оси, сформированный посредством возмущений, уменьшается посредством коррекции угла поворота в соответствии с углом относительно вертикальной оси, который представляет собой угол между сигнальной линией дорожной разметки и направлением движения рассматриваемого транспортного средства.

2. F/B-управление поперечной позицией

Изменение поперечной позиции, которое является интегрированным значением углов относительно вертикальной оси, сформированных посредством возмущений, уменьшается посредством коррекции угла поворота в соответствии с расстоянием до сигнальной линии дорожной разметки (поперечной позицией).

[0014] Управление уменьшением величины корректирующего руления направлено на повышение уровня безопасности транспортного средства относительно ввода руления от водителя и выполняет три вида управления смещением силы реакции.

1. Управление смещением силы реакции, соответствующим поперечной позиции

Характеристика силы реакции при рулении, соответствующая стабилизирующему крутящему моменту, смещается в направлении, в котором абсолютное значение силы реакции при рулении становится большим в соответствии с поперечной позицией, чтобы

подавлять изменение знака крутящего момента поворота при рулении на противоположный, когда водитель выполняет корректирующее руление, которое переходит нейтральную позицию угла поворота при рулении.

5 2. Управление смещением реакции, соответствующим допустимому времени отклонения

Характеристика силы реакции при рулении, соответствующая стабилизирующему крутящему моменту, смещается в направлении, в котором абсолютное значение силы реакции при рулении становится большим в соответствии с допустимым временем отклонения (временем, требуемым для того, чтобы достигать сигнальной линии

10 дорожной разметки), чтобы подавлять изменение знака крутящего момента поворота при рулении на противоположный, когда водитель выполняет корректирующее руление, которое переходит нейтральную позицию угла поворота при рулении.

3. Управление смещением силы реакции, соответствующим кривизне

Характеристика силы реакции при рулении, соответствующая стабилизирующему крутящему моменту, смещается в направлении кодирования, идентичном направлению кодирования стабилизирующего крутящего момента в соответствии с кривизной сигнальной линии дорожной разметки, чтобы уменьшать силу удержания руления водителя и подавлять изменение угла удержания руления относительно изменения силы удержания руления при повороте.

20 [0015] Модуль управления при повороте

Фиг. 2 является блок-схемой управления модуля 19 управления при повороте.

Модуль 31 вычисления задаваемого SBW-угла поворота вычисляет задаваемый SBW-угол поворота на основе угла поворота при рулении и скорости транспортного средства.

25 Модуль 32 вычисления задаваемого угла поворота для подавления возмущений вычисляет задаваемый угол поворота для подавления возмущений для коррекции задаваемого SBW-угла поворота во время управления устойчивостью, на основе скорости транспортного средства и информации сигнальной линии дорожной разметки. Ниже описываются подробности модуля 32 вычисления задаваемого угла поворота

30 для подавления возмущений.

Сумматор 19а выводит значение, полученное посредством суммирования задаваемого SBW-угла поворота и задаваемого угла поворота для подавления возмущений, в формирователь 22 сигналов управления по току в качестве конечного задаваемого угла поворота.

35 [0016] Модуль управления силой реакции при рулении

Фиг. 3 является блок-схемой управления модуля 20 управления силой реакции при рулении.

Модуль 33 вычисления поперечной силы вычисляет поперечную силу на шинах посредством обращения к карте преобразования угла поворота при рулении и

40 поперечной силы, представляющей взаимосвязь между углом поворота при рулении и поперечной силой на шинах, согласно скорости транспортного средства в традиционном устройстве рулевого управления, которая получена посредством экспериментирования или других средств заранее, на основе угла поворота при рулении и скорости транспортного средства. Карта преобразования угла поворота при рулении и

45 поперечной силы имеет характеристику, при которой поперечная сила на шинах увеличивается по мере того, как возрастает угол поворота при рулении; величина изменения поперечной силы на шинах относительно величины изменения угла поворота при рулении больше, когда угол поворота при рулении является небольшим, по

сравнению со случаем, когда он является большим; и поперечная сила на шинах становится меньшей по мере того, как возрастает скорость транспортного средства.

Модуль 34 вычисления смещения поперечной силы вычисляет величину смещения поперечной силы для смещения характеристики силы реакции при рулении при
5 управлении смещением силы реакции, соответствующем кривизне, на основе скорости транспортного средства и информации сигнальной линии дорожной разметки. Ниже описываются подробности модуля 34 вычисления смещения поперечной силы.

Модуль 20a вычитания вычитает величину смещения поперечной силы из поперечной силы на шинах.

10 Модуль 35 вычисления SAT вычисляет крутящий момент силы реакции при рулении, который формируется посредством поперечной силы на шинах, посредством обращения к карте преобразования крутящего момента силы реакции при рулении поперечной
15 силы, представляющей взаимосвязь между поперечной силой на шинах и крутящим моментом силы реакции при рулении в традиционном устройстве рулевого управления, полученным посредством экспериментирования или других средств заранее, на основе
20 скорости транспортного средства и поперечной силы на шинах после смещения посредством величины смещения поперечной силы. Карта преобразования поперечной силы на шинах и крутящего момента силы реакции при рулении имеет характеристику, при которой крутящий момент силы реакции при рулении больше по мере того, как
25 возрастает поперечная сила на шинах; величина изменения крутящего момента силы реакции при рулении относительно величины изменения поперечной силы на шинах больше, когда поперечная сила на шинах является небольшой, по сравнению со случаем, когда она является большой; и крутящий момент силы реакции при рулении становится
30 меньшим по мере того, как возрастает скорость транспортного средства. Эта характеристика моделирует силу реакции, которая формируется на руле посредством стабилизирующего крутящего момента колес, пытающихся возвращаться в прямое состояние, который формируется посредством силы реакции поверхности дороги в традиционном устройстве рулевого управления.

[0017] Сумматор 20b суммирует составляющую крутящего момента силы реакции
30 при рулении (пружинный элемент, элемент вязкости, инерционный элемент), соответствующую крутящему моменту силы реакции при рулении, и характеристику руления. Пружинный элемент представляет собой составляющую, которая пропорциональна углу поворота при рулении, и вычисляется посредством умножения
35 предварительно определенного усиления и угла поворота при рулении. Элемент вязкости представляет собой составляющую, пропорциональную угловой скорости руления, и вычисляется посредством умножения предварительно определенного усиления и угловой скорости руления. Инерционный элемент представляет собой составляющую, которая пропорциональна угловому ускорению руления, и вычисляется посредством умножения
40 предварительно определенного усиления и углового ускорения руления.

Модуль 36 вычисления смещения крутящего момента силы реакции при рулении
45 вычисляет величину смещения крутящего момента силы реакции при рулении для смещения характеристики силы реакции при рулении при управлении смещением силы реакции, соответствующем поперечной позиции или допустимому времени отклонения, на основе скорости транспортного средства и изображения проезжаемого пути впереди рассматриваемого транспортного средства. Ниже описываются подробности модуля 36 вычисления смещения крутящего момента силы реакции при рулении.

Сумматор 20c выводит значение, полученное посредством суммирования крутящего момента силы реакции при рулении после суммирования составляющей крутящего

момента силы реакции при рулении, соответствующей характеристике руления, и величины смещения крутящего момента поворота при рулении, в формирователь 23 сигналов управления по току в качестве конечного задаваемого крутящего момента силы реакции при рулении.

5 [0018] Модуль вычисления задаваемого угла поворота для подавления возмущений Фиг. 4 является блок-схемой управления модуля 32 вычисления задаваемого угла поворота для подавления возмущений.

Модуль 32а вычисления угла относительно вертикальной оси вычисляет угол относительно вертикальной оси, который представляет собой угол между сигнальной
10 линией дорожной разметки, которая пересекается с направлением движения рассматриваемого транспортного средства в точке контакта в направлении переднего обзора (сигнальной линией дорожной разметки, к которой обращено рассматриваемое транспортное средство), и направлением движения рассматриваемого транспортного средства. Угол относительно вертикальной оси в точке контакта в направлении
15 переднего обзора должен представлять собой угол, сформированный между сигнальной линией дорожной разметки после предварительно определенного времени (например, 0,5 секунды) и направлением движения рассматриваемого транспортного средства. Простое и точное обнаружение угла относительно вертикальной оси является возможным посредством вычисления угла относительно вертикальной оси на основе
20 изображения проезжаемого пути, захваченного посредством камеры 17.

Модуль 32j вычисления поперечной позиции на основе F/V по углу относительно вертикальной оси вычисляет расстояние до сигнальной линии дорожной разметки, которая пересекается с направлением движения рассматриваемого транспортного средства в точке контакта в направлении переднего обзора.

25 Модуль 32b вычисления кривизны вычисляет кривизну сигнальной линии дорожной разметки, которая пересекается с направлением движения рассматриваемого транспортного средства в точке контакта в направлении переднего обзора.

Модуль 32с вычисления поперечной позиции F/V поперечной позиции вычисляет расстояние до сигнальной линии дорожной разметки, которая ближе к рассматриваемому
30 транспортному средству, из левой и правой сигнальных линий дорожной разметки в точке контакта в направлении переднего обзора.

Модуль 37 вычисления силы отталкивания на основе угла относительно вертикальной оси вычисляет силу отталкивания транспортного средства для уменьшения угла относительно вертикальной оси, который формируется посредством возмущений при
35 F/V-управлении углом относительно вертикальной оси, на основе угла относительно вертикальной оси, кривизны, скорости транспортного средства и расстояния до сигнальной линии дорожной разметки, которая пересекается с направлением движения рассматриваемого транспортного средства в точке контакта в направлении переднего обзора. Ниже описываются подробности модуля 37 вычисления силы отталкивания на
40 основе угла относительно вертикальной оси.

[0019] Модуль 38 вычисления силы отталкивания на основе поперечной позиции вычисляет силу отталкивания транспортного средства для уменьшения изменения поперечной позиции, которое формируется посредством возмущений при F/V-управлении поперечной позицией, на основе кривизны, скорости транспортного средства и
45 расстояния до сигнальной линии дорожной разметки в точке контакта в направлении переднего обзора. Ниже описываются подробности модуля 38 вычисления силы отталкивания на основе поперечной позиции.

Сумматор 32d суммирует силу отталкивания, соответствующую углу относительно

вертикальной оси, и силу отталкивания, соответствующую поперечной позиции, и вычисляет силу отталкивания в поперечном направлении.

Модуль 32e вычисления целевого момента относительно вертикальной оси вычисляет целевой момент относительно вертикальной оси на основе силы отталкивания в поперечном направлении, колесной базы (расстояния между осями), нагрузки на ось заднего колеса и нагрузки на ось переднего колеса. В частности, значение, умножающее отношение нагрузки на ось заднего колеса относительно веса транспортного средства (нагрузки на ось переднего колеса + нагрузки на ось заднего колеса) и колесную базу, относительно силы отталкивания в поперечном направлении, должно быть целевым моментом относительно вертикальной оси.

Модуль 32f вычисления целевого ускорения по углу относительно вертикальной оси вычисляет целевое ускорение по углу относительно вертикальной оси посредством умножения коэффициента момента инерции относительно вертикальной оси и целевого момента относительно вертикальной оси.

Модуль 32g вычисления целевой скорости относительно вертикальной оси вычисляет целевую скорость относительно вертикальной оси посредством умножения времени проезда расстояния между движущимися в потоке транспортными средствами и целевого ускорения по углу относительно вертикальной оси.

[0020] Модуль 32h вычисления задаваемого угла поворота вычисляет задаваемый угол δ_{st}^* поворота для подавления возмущений посредством обращения к следующей формуле на основе целевой скорости φ^* относительно вертикальной оси, колесной базы WHEEL_BASE, скорости V транспортного средства и характеристической скорости vCh транспортного средства. Здесь характеристическая скорость V_{ch} транспортного средства представляет собой параметр в известном "уравнении Аккермана", представляющем характеристики самостоятельного руления транспортного средства.

$$\delta_{st}^* = (\varphi^* \times \text{WHEEL_BASE} (1 + (B/vCh)^2) 180) / (V \times M_PI),$$

где M_PI является предварительно определенным коэффициентом.

Блок 32i обработки задания ограничений задает максимальное значение и верхний предел скорости изменения задаваемого угла δ_{st}^* поворота для подавления возмущений. В традиционном устройстве рулевого управления (в котором механически соединены модуль рулевого управления и поворотный модуль), когда угол поворота руля δ при рулении в диапазоне углов люфта около нейтральной позиции (например, 3° влево и вправо), максимальное значение должно быть диапазоном углов поворота передних колес 5FL, 5FR, соответствующим диапазону люфта (например, 0,2° влево и вправо).

[0021] Фиг. 5 является блок-схемой управления модуля 37 вычисления силы отталкивания на основе угла относительно вертикальной оси.

Модуль 37a верхнего и нижнего ограничения выполняет процесс задания верхнего и нижнего ограничения для угла относительно вертикальной оси. Когда угол относительно вертикальной оси является положительным значением (угол относительно вертикальной оси является положительным, когда сигнальная линия дорожной разметки пересекает линию, идущую в направлении движения рассматриваемого транспортного средства), модуль верхнего и нижнего ограничения задает значение равным или превышающим предварительно определенное значение, которое допускает подавление возмущений, и меньшим значения, когда транспортное средство начинает вибрировать, а также значения, которое формируется посредством руления водителем (например, 1°), и задает значение равным 0, когда угол относительно вертикальной оси является отрицательным. Модуль 37f умножения корректирующего усиления поперечной позиции

умножает F/B-усиление поперечной позиции и угол относительно вертикальной оси после обработки задания ограничений. F/B-усиление поперечной позиции должно иметь характеристику увеличения по мере того, как сокращается расстояние до сигнальной линии дорожной разметки, которая пересекается с направлением движения рассматриваемого транспортного средства в точке контакта в направлении переднего обзора, и верхний предел и нижний предел задаются для этого.

Модуль 37b умножения F/B-усиления угла относительно вертикальной оси умножает F/B-усиление угла относительно вертикальной оси и вывод модуля 37f умножения корректирующего усиления поперечной позиции. F/B-усиление угла относительно вертикальной оси должно быть равным или превышать предварительно определенное значение, что должно исключать недостаточную величину управления при обеспечении чувствительности, меньше значения, когда транспортное средство вибрирует, а также значения, при котором водитель ощущает разрегулированность нейтральных позиций угла поворота при рулении и угла поворота.

[0022] Модуль 37c умножения корректирующего усиления скорости транспортного средства умножает корректирующее усиление скорости транспортного средства и скорость транспортного средства. Корректирующее усиление скорости транспортного средства должно иметь такую характеристику, что максимальное значение находится в диапазоне 0-70 км/ч, постепенного уменьшения в диапазоне 70-130 км/ч и становления минимальным значением (0) в пределах диапазона, равного или большего 130 км/ч.

Модуль 37d умножения корректирующего усиления кривизны умножает корректирующее усиление кривизны и кривизну. Корректирующее усиление кривизны должно иметь характеристику становления меньшим по мере того, как возрастает кривизна, и верхний предел и нижний предел (0) задаются для него.

Умножитель 37e умножает каждый из выводов из модуля 37b умножения F/B-усиления угла относительно вертикальной оси, модуля 37c умножения корректирующего усиления скорости транспортного средства и модуля 37d умножения корректирующего усиления кривизны, чтобы определять силу отталкивания, соответствующую углу относительно вертикальной оси.

[0023] Фиг. 6 является блок-схемой управления модуля 38 вычисления силы отталкивания на основе поперечной позиции.

Модуль 38a вычитания определяет отклонение поперечной позиции посредством вычитания расстояния до сигнальной линии дорожной разметки в точке контакта в направлении переднего обзора из порогового значения поперечной позиции, которое задано заранее (например, 90 см).

Модуль 38b верхнего и нижнего ограничения выполняет процесс задания верхнего и нижнего ограничения для отклонения поперечной позиции. Модуль верхнего и нижнего ограничения принимает предварительно определенное положительное значение, когда отклонение поперечной позиции является положительным значением; это значение равно 0, когда отклонение поперечной позиции является отрицательным значением.

Модуль 38c умножения корректирующего усиления расстояния умножает корректирующее усиление расстояния и расстояние до сигнальной линии дорожной разметки, которая ближе к рассматриваемому транспортному средству, из левой и правой сигнальных линий дорожной разметки в точке контакта в направлении переднего обзора. Корректирующее усиление расстояния должно иметь характеристику принятия максимального значения, когда расстояние до сигнальной линии дорожной разметки равно или меньше предварительно определенного значения, и становления меньшим по мере того, как становится больше расстояние при превышении предварительно

определенного значения, и нижний предел задается для него.

[0024] Модуль 38d умножения F/B-усиления поперечной позиции умножает F/B-усиление поперечной позиции и расстояние до сигнальной линии дорожной разметки после того, как выполнена коррекция посредством модуля 38c умножения
 5 корректирующего усиления расстояния. F/B-усиление поперечной позиции должно быть равным или выше предварительно определенного значения, что должно исключать недостаточную величину управления при обеспечении чувствительности, и меньше значения, когда транспортное средство вибрирует, а также значения, при котором
 10 водитель ощущает разрегулированность нейтральных позиций; оно также задается в качестве значения, которое меньше F/B-усиления угла относительно вертикальной оси модуля вычисления F/B-усиления угла относительно вертикальной оси 37b.

Модуль 38e умножения корректирующего усиления скорости транспортного средства умножает корректирующее усиление скорости транспортного средства и скорость транспортного средства. Корректирующее усиление скорости транспортного средства
 15 должно иметь такую характеристику, что максимальное значение находится в диапазоне 0-70 км/ч, постепенного уменьшения в диапазоне 70-130 км/ч и становления минимальным значением (0) в пределах диапазона, равного или большего 130 км/ч.

Модуль 38f умножения корректирующего усиления кривизны умножает корректирующее усиление кривизны на кривизну. Корректирующее усиление кривизны
 20 должно иметь характеристику становления меньшим по мере того, как возрастает кривизна, и верхний предел и нижний предел (0) задаются для него.

Умножитель 38g умножает каждый из выводов из модуля 38d умножения F/B-усиления поперечной позиции, модуля 38e умножения корректирующего усиления скорости транспортного средства и модуля 38f умножения корректирующего усиления кривизны,
 25 чтобы определять силу отталкивания, соответствующую поперечной позиции.

[0025] Преимущество управления устойчивостью

В первом варианте осуществления, F/B-управление углом относительно вертикальной оси для уменьшения угла относительно вертикальной оси, сформированного
 30 посредством возмущений, и F/B-управление поперечной позицией для уменьшения изменения поперечной позиции, которое является интегрированным значением углов относительно вертикальной оси, сформированных посредством возмущений, выполняются в качестве управления устойчивостью. F/B-управление углом относительно вертикальной оси выполняется независимо от поперечной позиции, когда формируется
 35 угол относительно вертикальной оси, и F/B-управление поперечной позицией выполняется, когда расстояние до сигнальной линии дорожной разметки становится равным или меньше предварительно определенного порогового значения поперечной позиции (90 см). Иными словами, окрестность центра полосы движения становится мертвой зоной для F/B-управления поперечной позицией. Диапазоны регулирования
 40 двух видов F/B-управления проиллюстрированы на фиг. 7; ϕ представляет собой угол относительно вертикальной оси.

[0026] Фиг. 8 является временной диаграммой, иллюстрирующей изменение угла относительно вертикальной оси, когда транспортное средство, движущееся по прямой
 45 дороге на шоссе, принимает прерывистый боковой ветер, и транспортное средство предположительно движется около центра полосы движения. При F/B-управлении углом относительно вертикальной оси, когда транспортное средство принимает прерывистый боковой ветер, и формируется угол относительно вертикальной оси, вычисляется сила отталкивания, соответствующая углу относительно вертикальной оси, определяется задаваемый угол поворота для подавления возмущений для получения

силы отталкивания, и корректируется задаваемый SBW-угол поворота на основе угла поворота при рулении и скорости транспортного средства.

Когда транспортное средство движется вдоль полосы движения, в частности, по прямой дороге, совпадают направление сигнальной линии дорожной разметки и направление движения рассматриваемого транспортного средства, так что угол относительно вертикальной оси является нулевым. Иными словами, при F/B-управлении углом относительно вертикальной оси первого варианта осуществления, угол относительно вертикальной оси предположительно формируется посредством возмущений; следовательно, возможно повышение безопасности транспортного средства относительно возмущений, в частности, при движении по прямой, за счет уменьшения угла относительно вертикальной оси, и возможно уменьшение величины корректирующего руления водителя.

[0027] Традиционно в качестве таких компонентов, которые подавляют влияние возмущений, таких как боковой ветер, на поведение транспортного средства, компонент, который прикладывает крутящий момент поворота для подавления возмущений к системе рулевого управления, известен в традиционном устройстве рулевого управления, и компонент, который прикладывает составляющую силы реакции при рулении, который способствует повороту для подавления возмущений, известен в SBW-системе. Тем не менее, колебание силы реакции при рулении формируется в этих традиционных устройствах рулевого управления, что вызывает дискомфорт у водителя.

Напротив, при управлении устойчивостью, содержащем F/B-управление углом относительно вертикальной оси первого варианта осуществления, за счет фокусировки внимания на таком аспекте, что могут независимо управляться руль 6 и передние колеса 5L, 5R, что является характеристикой SBW-системы, в которой руль 6 и передние колеса 5L и 5R механически отсоединены, угол поворота передних колес 5L, 5R может управляться на основе задаваемого угла поворота, который суммирует задаваемый SBW-угол поворота, соответствующий углу поворота при рулении и скорости транспортного средства, и задаваемый угол поворота для подавления возмущений, соответствующий углу относительно вертикальной оси, в то время как поперечная сила на шинах логически выводится на основе угла поворота при рулении и скорости транспортного средства, и сила реакции при рулении управляется на основе задаваемой силы реакции при рулении, соответствующей логически выведенной поперечной силе на шинах и скорости транспортного средства.

Иными словами, поскольку угол поворота для подавления возмущений непосредственно применяется к передним колесам 5L, 5R, приложение составляющей силы реакции при рулении, которая способствует повороту для подавления возмущений, становится необязательным. Кроме того, посредством приложения силы реакции при рулении, соответствующей поперечной силе на шинах, логически выведенной из угла поворота при рулении, колебание поперечной силы на шинах, сформированной посредством поворота для подавления возмущений, не должно отражаться на силе реакции при рулении; как результат, может уменьшаться дискомфорт, вызываемый у водителя. В традиционной SBW-системе поперечная сила на шинах логически выводится из осевой силы зубчатой рейки или угла поворота, обнаруженного посредством датчика, и прикладывается сила реакции при рулении, соответствующая логически выведенной поперечной силе на шинах. Следовательно, колебание поперечной силы на шинах, сформированной посредством поворота для подавления возмущений, всегда должно отражаться на силе реакции при рулении, что создает дискомфорт для водителя. В первом варианте осуществления, только поперечная сила на шинах, которая

формируется посредством руления водителем, отражается на силе реакции при рулении, и сила реакции при рулении не колеблется вследствие поворота для подавления возмущений; следовательно, может уменьшаться дискомфорт, вызываемый у водителя.

[0028] Здесь разрегулированность нейтральных позиций угла поворота при рулении и угла поворота становится проблемой при применении угла поворота для подавления возмущений непосредственно к передним колесам 5L, 5R; тем не менее, в первом варианте осуществления, задаваемый угол поворота для подавления возмущений задается как диапазон углов поворота передних колес 5FL, 5FR ($0,2^\circ$ влево и вправо), соответствующий диапазону люфта, когда руль 6 находится в диапазоне углов люфта около нейтральной позиции угла поворота при рулении (3° влево и вправо) в традиционном устройстве рулевого управления. Формирование угла относительно вертикальной оси посредством возмущений более заметно при движении по прямой, чем при повороте; при движении по прямой, угол поворота при рулении размещается около нейтральной позиции угла поворота при рулении. Другими словами, поскольку коррекция угла поворота посредством F/B-управления углом относительно вертикальной оси главным образом выполняется около нейтральной позиции угла поворота при рулении, подавление дискомфорта, который сопровождает разрегулированность нейтральных позиций, возможно посредством подавления величины разрегулированности нейтральных позиций между углом поворота при рулении и углом поворота, которая сопровождает применение задаваемого угла поворота для подавления возмущений в диапазоне люфта руления.

Кроме того, поскольку задаваемый угол поворота для подавления возмущений ограничен диапазоном $0,2^\circ$ влево и вправо, водитель может изменять направление движения транспортного средства в требуемом направлении посредством ввода руления даже во время управления устойчивостью. Иными словами, поскольку величина коррекции угла поворота посредством задаваемого угла поворота для подавления возмущений является незначительной относительно величины изменения угла поворота, сформированной посредством ввода руления водителя, возможно повышение безопасности транспортного средства относительно возмущений без помех для руления водителем.

[0029] Традиционно управление недопущением отклонения от полосы движения транспортного средства, которое прикладывает момент относительно вертикальной оси для недопущения выезда за пределы полосы движения транспортного средства, когда обнаружена тенденция отклонения от полосы движения транспортного средства, или управление удержанием на полосе движения, которое прикладывает момент относительно вертикальной оси к транспортному средству таким образом, что транспортное средство должно двигаться около центра полосы движения, известны в качестве видов управления, которые управляют поперечным движением транспортного средства. Тем не менее, управление недопущением отклонения от полосы движения представляет собой управление, имеющее пороговое значение прерывания управления, и управление не активируется около центра полосы движения; следовательно, не может обеспечиваться безопасность транспортного средства относительно возмущений. Кроме того, поскольку прерывание управления осуществляется вследствие порогового значения, даже если водитель хочет перемещать транспортное средство к краю полосы движения, то водитель испытывает некоторые затруднения. С другой стороны, управление удержанием на полосе движения представляет собой управление, имеющее такую целевую позицию (целевую линию), что тогда как может обеспечиваться безопасность транспортного средства относительно возмущений, невозможно

обеспечение принудительного движения транспортного средства по линии, которая отклоняется от целевой линии. Помимо этого, поскольку управление должно быть прекращено, когда сила захвата водителя на руле уменьшается вследствие определения того, что возникает состояние снятых с руля рук, водитель должен постоянно захватывать руль с силой выше определенного уровня; как результат, возникает большая нагрузка по рулению на водителя.

Напротив, F/B-управление углом относительно вертикальной оси первого варианта осуществления не имеет порогового значения прерывания управления; следовательно, возможно непрерывное обеспечение безопасности относительно возмущений за счет прозрачного управления. Кроме того, поскольку вышеуказанное не имеет целевой позиции, водитель может управлять транспортным средством в требуемой линии. Кроме того, управление не должно прекращаться, даже если руль б слегка удерживается, обеспечивая возможность уменьшения нагрузки по рулению на водителя.

[0030] Кроме того, при F/B-управлении углом относительно вертикальной оси первого варианта осуществления, задаваемый угол поворота для подавления возмущений увеличивается по мере того, как поперечная позиция рассматриваемого транспортного средства становится ближе к сигнальной линии дорожной разметки, которая пересекается с направлением движения рассматриваемого транспортного средства. Когда угол относительно вертикальной оси формируется вследствие возмущений, рассматриваемое транспортное средство приближается к сигнальной линии дорожной разметки, которая пересекается с направлением движения рассматриваемого транспортного средства (называемой "целевой сигнальной линией дорожной разметки"). В это время, когда расстояние до целевой сигнальной линии дорожной разметки является небольшим, имеется вероятность отклонения от полосы движения; как следствие, требуется быстрое уменьшение угла относительно вертикальной оси. С другой стороны, когда расстояние до целевой сигнальной линии дорожной разметки является небольшим, транспортное средство находится в состоянии движения к центру полосы движения, и нет необходимости быстро уменьшать угол относительно вертикальной оси; если задаваемый угол поворота для подавления возмущений должен увеличиваться, создаются небольшие помехи для руления водителем в центр полосы движения вследствие уменьшения угла относительно вертикальной оси, что может вызывать дискомфорт у водителя. Следовательно, посредством задания сигнальной линии дорожной разметки, которая пересекается с направлением движения рассматриваемого транспортного средства, в качестве целевой сигнальной линии дорожной разметки и посредством увеличения задаваемого угла поворота для подавления возмущений по мере того, как сокращается расстояние до целевой сигнальной линии дорожной разметки, может задаваться надлежащая величина управления (задаваемый угол поворота для подавления возмущений), и возможна реализация как уменьшения угла относительно вертикальной оси вследствие возмущений, так и уменьшения дискомфорта, вызываемого у водителя.

[0031] Фиг. 9 является временной диаграммой, иллюстрирующей изменение угла относительно вертикальной оси и изменение поперечной позиции, когда F/B-управление поперечной позицией не выполняется, когда транспортное средство, движущееся по прямой дороге на шоссе, принимает постоянный боковой ветер, и транспортное средство предположительно движется около центра полосы движения. Когда транспортное средство принимает постоянный боковой ветер, и формируется угол относительно вертикальной оси, угол относительно вертикальной оси уменьшается вследствие F/B-управления углом относительно вертикальной оси, но транспортное средство по-

прежнему принимает постоянные возмущения и дрейфует. Это обусловлено тем, что F/B-управление углом относительно вертикальной оси служит для уменьшения угла относительно вертикальной оси и не корректирует угол поворота, когда угол относительно вертикальной оси является нулевым; следовательно, невозможно непосредственное уменьшение изменения поперечной позиции, которое является интегрированным значением углов относительно вертикальной оси, которые формируются вследствие возмущений. Косвенное подавление изменения поперечной позиции (подавление увеличения интегрированного значения углов относительно вертикальной оси) возможно посредством задания силы отталкивания, соответствующей углу относительно вертикальной оси, равной большому значению; тем не менее, поскольку максимальное значение задаваемого угла поворота для подавления возмущений ограничено $0,2^\circ$ влево и вправо, с тем чтобы не вызывать дискомфорт у водителя, эффективное подавление дрейфования транспортного средства только с помощью F/B-управления углом относительно вертикальной оси является затруднительным. Кроме того, F/B-усиление угла относительно вертикальной оси для определения силы отталкивания, соответствующей углу относительно вертикальной оси, задается максимально возможно большим значением, поскольку требуется схождение угла относительно вертикальной оси до того, как водитель замечает изменение угла относительно вертикальной оси; тем не менее, поскольку транспортное средство вибрирует, если оно остается без изменений, угол относительно вертикальной оси, который умножается на F/B-усиление угла относительно вертикальной оси, ограничен таким образом, что он равен или меньше верхнего предела (1°), посредством модуля 37а верхнего и нижнего ограничения. Другими словами, поскольку сила отталкивания, соответствующая углу относительно вертикальной оси, представляет собой силу отталкивания, соответствующую углу относительно вертикальной оси, который меньше фактического угла относительно вертикальной оси, этот аспект также демонстрирует то, что эффективное подавление дрейфования транспортного средства только с помощью F/B-управления углом относительно вертикальной оси является затруднительным.

[0032] Следовательно, при управлении устойчивостью первого варианта осуществления, F/B-управление поперечной позицией вводится, чтобы подавлять дрейфование транспортного средства посредством установившихся возмущений. Фиг. 10 является временной диаграммой, иллюстрирующей изменение угла относительно вертикальной оси и изменение поперечной позиции, когда F/B-управление поперечной позицией выполняется, когда транспортное средство, движущееся по прямой дороге на шоссе, принимает постоянный боковой ветер; при F/B-управлении поперечной позицией, когда транспортное средство, движущееся в окрестности центра полосы движения, принимает постоянный боковой ветер и дрейфует, и расстояние до сигнальной линии дорожной разметки становится равным или меньше порогового значения поперечной позиции, вычисляется сила отталкивания, соответствующая изменению поперечной позиции (= интегрированное значение угла относительно вертикальной оси). В модуле 32 вычисления задаваемого угла поворота для подавления возмущений вычисляется задаваемый угол поворота для подавления возмущений на основе силы отталкивания в поперечном направлении, которая суммирует силу отталкивания, соответствующую поперечной позиции, и силу отталкивания, соответствующую углу относительно вертикальной оси, и корректируется задаваемый SBW-угол поворота. Иными словами, при F/B-управлении поперечной позицией, корректируется задаваемый SBW-угол поворота посредством задаваемого угла поворота для подавления

возмущений, соответствующего поперечной позиции; как результат, возможно непосредственное уменьшение изменения поперечной позиции, вызываемого посредством установившихся возмущений, и может подавляться дрейфование транспортного средства. Другими словами, возможно возвращение позиции движения транспортного средства, проводящего F/B-управление углом относительно вертикальной оси, в окрестность центра полосы движения, которая является мертвой зоной для F/B-управления поперечной позицией.

[0033] Как описано выше, управление устойчивостью первого варианта осуществления уменьшает изменение угла относительно вертикальной оси вследствие неустановившихся возмущений с помощью F/B-управления углом относительно вертикальной оси, и уменьшает интегрированное значение угла относительно вертикальной оси (изменение поперечной позиции) вследствие установившихся возмущений с помощью F/B-управления поперечной позицией; как результат, управление устойчивостью допускает повышение безопасности транспортного средства относительно неустановившихся и установившихся возмущений.

Кроме того, управление устойчивостью первого варианта осуществления ограничивает поведение транспортного средства, которое формируется посредством управления (применения задаваемого угла поворота для подавления возмущений), уровнем, который не замечается водителем, и уровнем, который не создает помехи для изменения поведения транспортного средства, которое формируется посредством руления водителем; оно не отражает изменение стабилизирующего крутящего момента, сформированного посредством управления для силы реакции при рулении, и в силу этого может выполняться без знания водителем того, что осуществляется управление устойчивостью. Как результат, возможно моделирование поведения транспортного средства как имеющего спецификацию кузова транспортного средства с превосходной устойчивостью к возмущениям.

F/B-усиление поперечной позиции для определения силы отталкивания, соответствующей поперечной позиции при F/B-управлении поперечной позицией, задается равным значению, меньшему F/B-усиления угла относительно вертикальной оси. Как описано выше, F/B-управление углом относительно вертикальной оси должно быть высокочувствительным вследствие необходимости схождения угла относительно вертикальной оси до того, как водитель ощущает изменение угла относительно вертикальной оси, вызываемое посредством неустановившихся возмущений, тогда как F/B-управление поперечной позицией не требует настолько большой чувствительности, как F/B-управление углом относительно вертикальной оси, поскольку требуется прекращение увеличения изменения поперечной позиции, и поперечная позиция требует времени для изменения вследствие накопления интегрированного значения угла относительно вертикальной оси. Помимо этого, это обусловлено тем, что если должно увеличиваться F/B-усиление поперечной позиции, величина управления значительно изменяется согласно абсолютной величине возмущений, и вызывается дискомфорт у водителя.

[0034] Модуль вычисления смещения поперечной силы

Фиг. 11 является блок-схемой управления модуля 34 вычисления смещения поперечной силы.

Модуль 34а вычисления кривизны вычисляет кривизну сигнальной линии дорожной разметки в точке контакта в направлении переднего обзора.

Модуль 34b верхнего и нижнего ограничения выполняет процесс задания верхнего и нижнего ограничения для скорости транспортного средства. Модуль 34с вычисления

SAT-усиления вычисляет SAT-усиление, соответствующее скорости транспортного средства, на основе скорости транспортного средства после процесса задания ограничений. SAT-усиления должны иметь характеристику становления большим усилением по мере того, как возрастает скорость транспортного средства, и верхний предел задается для него.

Умножитель 34d определяет величину смещения поперечной силы посредством умножения кривизны и SAT-усиления. Блок 34e обработки задания ограничений ограничивает максимальное значение и верхний предел скорости изменения величины смещения поперечной силы. Например, максимальное значение составляет 1000 Н, а верхний предел скорости изменения составляет 600 Н/с.

[0035] Преимущество управления смещением силы реакции, соответствующего кривизне

Управление смещением силы реакции, соответствующее кривизне, определяет большую величину смещения поперечной силы по мере того, как возрастает кривизна сигнальной линии дорожной разметки, которая вычитается из поперечной силы на шинах. Крутящий момент силы реакции при рулении, соответствующий поперечной силе на шинах, которая вычисляется посредством модуля 35 вычисления SAT, т. е. характеристика силы реакции при рулении, представляющая крутящий момент силы реакции при рулении, соответствующий стабилизирующему крутящему моменту, за счет этого смещается в направлении кодирования, идентичном направлению кодирования стабилизирующего крутящего момента, по мере того, как возрастает кривизна сигнальной линии дорожной разметки, как проиллюстрировано на фиг. 12. Фиг. 12 иллюстрирует случай правой кривой, а в случае левой кривой, смещение выполняется в направлении, противоположном относительно направления по фиг. 12.

[0036] Традиционно в SBW-системе, в которой модуль рулевого управления и поворотный модуль механически отсоединены, задается характеристика силы реакции при рулении, которая моделирует силу реакции при рулении, соответствующую стабилизирующему крутящему моменту в традиционном устройстве рулевого управления, и сила реакции при рулении прикладывается к рулю на основе характеристики силы реакции при рулении; в это время, взаимосвязь между углом поворота руля при рулении и крутящим моментом поворота водителя имеет характеристику А, проиллюстрированную на фиг. 13. Иными словами, абсолютное значение крутящего момента поворота увеличивается по мере того, как возрастает абсолютное значение угла поворота при рулении, и величина изменения крутящего момента поворота при рулении относительно величины изменения угла поворота при рулении увеличивается, когда абсолютное значение угла поворота при рулении является небольшим, по сравнению со случаем, когда оно является большим.

[0037] Здесь рассматривается случай, в котором водитель изменяет крутящий момент удержания руления, чтобы регулировать курс во время поворота. На фиг. 13, когда водитель уменьшает крутящий момент удержания руления до T2 из состояния, в котором угол $\theta 1$ поворота при рулении удерживается с помощью крутящего момента T1 удержания руления, угол поворота при рулении становится $\theta 2$, и угол поворота передних колес 5L, 5R уменьшается вследствие уменьшения угла поворота при рулении. В это время, вследствие характеристики силы реакции при рулении в SBW-системе, описанной выше, угол поворота при рулении варьируется больше относительно изменения крутящего удержания руления по мере того, как возрастает кривизна кривой. Другими словами, чувствительность транспортного средства относительно крутящего момента поворота при рулении увеличивается по мере того, как возрастает кривизна кривой;

как результат, имеется проблема в том, что регулирование курса является затруднительным.

[0038] Напротив, при управлении смещением силы реакции, соответствующем кривизне первого варианта осуществления, посредством смещения характеристики силы реакции при рулении, которая представляет крутящий момент силы реакции при рулении, соответствующий стабилизирующему крутящему моменту, больше в направлении кодирования, идентичном направлению кодирования стабилизирующего крутящего момента по мере того, как возрастает кривизна сигнальной линии дорожной разметки, характеристика, представляющая взаимосвязь между углом поворота при рулении и крутящим моментом поворота, смещается в направлении кодирования, идентичном направлению кодирования угла поворота при рулении, как проиллюстрировано на фиг. 14, и характеристика А изменяется на характеристику В. Величина изменения угла поворота при рулении относительно величины изменения крутящего момента удержания руления за счет этого уменьшается по мере того, как возрастает кривизна сигнальной линии дорожной разметки; даже когда водитель уменьшает крутящий момент удержания руления до T_4 , и величина ΔT_{3-4} уменьшения крутящего момента удержания руления является идентичной величине ΔT_{1-2} уменьшения предшествующего уровня техники, проиллюстрированной на фиг. 13, величина $\Delta\theta_{1-4}$ уменьшения угла поворота при рулении становится меньше величины $\delta\theta_{1-2}$ уменьшения предшествующего уровня техники. Иными словами, варьирование угла поворота при рулении относительно изменения крутящего момента удержания руления может задаваться меньшим по мере того, как возрастает кривизна кривой, и чувствительность транспортного средства относительно крутящего момента поворота при рулении может уменьшаться; как результат, изменение поведения в транспортном средстве становится постепенным, и возможно упрощение регулирования курса водителем. Кроме того, поскольку крутящий момент T_3 удержания руления ($<T_1$) для поддержания угла θ_1 поворота при рулении может задаваться меньшим крутящего момента T_3 удержания руления из предшествующего уровня техники, может уменьшаться нагрузка по рулению на водителя при повороте.

[0039] Традиционно известна технология, которая направлена на уменьшение нагрузки по рулению на водителя при повороте, которая уменьшает наклон характеристики силы реакции при рулении больше по мере того, как возрастает кривизна сигнальной линии дорожной разметки; тем не менее, в традиционной технологии, переменность угла поворота при рулении относительно изменения крутящего момента удержания руления увеличивается по мере того, как возрастает кривизна, так что увеличивается чувствительность транспортного средства относительно крутящего момента поворота при рулении. Иными словами, возможны как реализация уменьшения нагрузки по рулению на водителя во время поворота, так и упрощение регулирования курса посредством смещения характеристики силы реакции при рулении в направлении, идентичном направлению стабилизирующего крутящего момента в соответствии с кривизной сигнальной линии дорожной разметки.

[0040] Модуль вычисления смещения крутящего момента силы реакции при рулении Фиг. 15 является блок-схемой управления модуля 36 вычисления смещения крутящего момента силы реакции при рулении.

Модуль 36а вычисления угла относительно вертикальной оси вычисляет угол относительно вертикальной оси в точке контакта в направлении переднего обзора. Простое и точное обнаружение угла относительно вертикальной оси является

возможным посредством вычисления угла относительно вертикальной оси на основе изображения проезжаемого пути, захваченного посредством камеры 17.

Модуль 36b вычисления поперечной позиции вычисляет каждую из поперечных позиций относительно левой и правой сигнальных линий дорожной разметки в точке контакта в направлении переднего обзора и поперечной позиции относительно левой и правой сигнальных линий дорожной разметки в текущей позиции. Здесь, когда рассматриваемое транспортное средство перемещается в смежную полосу движения за пределами сигнальной линии дорожной разметки, т. е. когда возникает смена полосы движения, модуль 36b вычисления поперечной позиции заменяет поперечную позицию относительно левой и правой сигнальных линий дорожной разметки в текущей позиции. Иными словами, поперечная позиция относительно левой сигнальной линии дорожной разметки до достижения сигнальной линии дорожной разметки задается в качестве поперечной позиции относительно правой сигнальной линии дорожной разметки после достижения сигнальной линии дорожной разметки; поперечная позиция относительно правой сигнальной линии дорожной разметки до достижения сигнальной линии дорожной разметки задается в качестве поперечной позиции относительно левой сигнальной линии дорожной разметки после достижения сигнальной линии дорожной разметки. При смене полосы движения на полосу движения с другой шириной полосы движения, поперечная позиция корректируется посредством умножения значения $W2/W1$, полученного посредством деления ширины $W2$ полосы движения для полосы движения после смены полосы движения на ширину $W1$ полосы движения для полосы движения перед сменой полосы движения, на замененную поперечную позицию. Здесь информация ширины полосы движения для каждой полосы движения получается из навигационной системы 24.

Модуль 39 вычисления силы реакции на основе допустимого времени отклонения вычисляет силу реакции, соответствующую допустимому времени отклонения, на основе скорости транспортного средства и поперечной позиции относительно левой и правой сигнальных линий дорожной разметки в точке контакта в направлении переднего обзора. Ниже описываются подробности модуля 39 вычисления силы реакции на основе допустимого времени отклонения.

Модуль 40 вычисления силы реакции на основе поперечной позиции вычисляет силу реакции, соответствующую поперечной позиции, на основе поперечной позиции относительно левой и правой сигнальных линий дорожной разметки в текущей позиции. Ниже описываются подробности модуля 40 вычисления силы реакции на основе поперечной позиции.

Модуль 36c выбора силы реакции выбирает силу реакции с большим абсолютным значением из силы реакции, соответствующей допустимому времени отклонения, и силы реакции, соответствующей поперечной позиции, в качестве величины смещения крутящего момента силы реакции при рулении.

Блок 36d обработки задания ограничений ограничивает максимальное значение и верхний предел скорости изменения величины смещения крутящего момента силы реакции при рулении. Например, максимальное значение составляет 2 Нм, и верхний предел скорости изменения составляет 10 Нм/с.

[0041] Фиг. 16 является блок-схемой управления модуля 39 вычисления силы реакции на основе допустимого времени отклонения. Умножитель 39a определяет поперечную скорость транспортного средства посредством умножения скорости транспортного средства и угла относительно вертикальной оси. Делитель 39b определяет допустимое время отклонения относительно левой сигнальной линии дорожной разметки

посредством деления поперечной позиции относительно левой сигнальной линии дорожной разметки в точке контакта в направлении переднего обзора на поперечную скорость.

5 Делитель 39с определяет допустимое время отклонения относительно правой сигнальной линии дорожной разметки посредством деления поперечной позиции относительно правой сигнальной линии дорожной разметки в точке контакта в направлении переднего обзора на поперечную скорость.

10 Модуль 39d выбора допустимого времени отклонения выбирает меньшее из допустимых времен отклонения относительно левой и правой сигнальных линий дорожной разметки в качестве допустимого времени отклонения.

15 Модуль 39е вычисления силы реакции на основе допустимого времени отклонения, соответствующей допустимому времени отклонения, вычисляет силу реакции, соответствующую допустимому времени отклонения, на основе допустимого времени отклонения. Сила реакции, соответствующая допустимому времени отклонения, является
20 обратно пропорциональной допустимому времени отклонения (пропорциональной обратной величине относительно допустимого времени отклонения) и имеет характеристику становления почти нулевой через три секунды или больше.

[0042] Фиг. 17 является блок-схемой управления модуля 40 вычисления силы реакции на основе поперечной позиции.

20 Модуль 40а вычитания определяет отклонение поперечной позиции относительно левой полосы движения посредством вычитания поперечной позиции относительно левой полосы движения из целевой левой поперечной позиции, которая задается заранее (например, 90 см).

25 Модуль 40b вычитания определяет отклонение поперечной позиции относительно правой полосы движения посредством вычитания поперечной позиции относительно правой полосы движения из целевой правой поперечной позиции, которая задается заранее (например, 90 см).

30 Модуль 40с выбора отклонения поперечной позиции выбирает большее из отклонений поперечной позиции относительно левой и правой полос движения в качестве отклонения поперечной позиции.

35 Модуль 40d вычисления силы реакции на основе отклонения поперечной позиции вычисляет силу реакции, соответствующую поперечной позиции, на основе отклонения поперечной позиции. Сила реакции, соответствующая поперечной позиции, задается с возможностью иметь характеристику увеличения по мере того, как возрастает
отклонение поперечной позиции, и для нее задается верхний предел.

[0043] Преимущество управления смещением силы реакции, соответствующего поперечной позиции

40 Управление смещением силы реакции, соответствующее поперечной позиции, суммирует силу реакции, соответствующую поперечной позиции, с крутящим моментом силы реакции при рулении, в качестве величины смещения крутящего момента силы реакции при рулении. Характеристика силы реакции при рулении, представляющая крутящий момент силы реакции при рулении, соответствующий стабилизирующему крутящему моменту, за счет этого смещается в направлении, в котором увеличивается абсолютное значение крутящего момента силы реакции при рулении, по мере того, как
45 уменьшается расстояние до сигнальной линии дорожной разметки, как проиллюстрировано на фиг. 18. Фиг. 18 иллюстрирует случай близости к правой полосе движения, а в случае близости к левой полосе движения, смещение выполняется в противоположном направлении относительно направления на фиг. 18.

[0044] Здесь рассматривается случай, в котором позиция движения транспортного средства сдвигается в правую сторону вследствие внезапного руления водителем вправо, после чего водитель возвращает позицию движения в окрестность центра полосы движения с помощью корректирующего руления, при традиционном управлении силой реакции при рулении. Угол поворота при рулении и крутящий момент поворота при рулении, когда водитель проводит внезапную операцию, должны представлять собой позицию точки P_1 на характеристике А на фиг. 19. Характеристика А должна представлять собой характеристику, представляющую взаимосвязь между углом поворота при рулении и крутящим моментом поворота при рулении, при задании характеристики силы реакции при рулении, моделирующей традиционное устройство рулевого управления, таким же образом, как фиг. 13. Поскольку поворот переднего колеса налево требуется для того, чтобы возвращать позицию движения в окрестность центра полосы движения из этого состояния, после руления с возвратом в нейтральную позицию угла поворота при рулении водитель увеличивает руление из нейтральной позиции угла поворота при рулении и согласует руль с целевым углом θ_5 . В это время, в традиционной технологии, описанной выше, нейтральная позиция угла поворота при рулении (нулевая точка угла поворота при рулении) и нейтральная позиция крутящего момента поворота при рулении (нулевая точка крутящего момента поворота при рулении) совпадают, и требуется уменьшение крутящего момента поворота при рулении после превышения нейтральной позиции угла поворота при рулении. Другими словами, при проведении корректирующего руления, охватывающего нейтральную позицию угла поворота при рулении, изменяется на противоположный знак крутящего момента поворота при рулении, и переключается направление, в котором водитель управляет силой; поскольку величина изменения угла поворота при рулении относительно величины изменения крутящего момента поворота при рулении значительно меньше около нейтральной позиции крутящего момента поворота при рулении, по сравнению с другими областями угла поворота при рулении, нагрузка по рулению на водителя является большой, и управление рулем таким образом, что он имеет целевой угол θ_5 , является затруднительным. Таким образом, имеется проблема в том, что позиция движения транспортного средства легко выходит за установленные пределы, приводя к увеличению величины корректирующего руления.

[0045] Напротив, при управлении смещением силы реакции, соответствующем поперечной позиции, по первому варианту осуществления, посредством смещения крутящего момента силы реакции при рулении, соответствующего стабилизирующему крутящему моменту, больше в направлении, в котором абсолютное значение крутящего момента силы реакции при рулении увеличивается по мере того, как уменьшается расстояние до сигнальной линии дорожной разметки, характеристика, представляющая взаимосвязь между углом поворота при рулении и крутящим моментом поворота при рулении, смещается в направлении, в котором увеличивается абсолютное значение крутящего момента поворота при рулении, как проиллюстрировано на фиг. 20, и характеристика А изменяется непрерывно на характеристику С по мере того, как уменьшается расстояние до сигнальной линии дорожной разметки. В это время, требуется увеличение крутящего момента поворота при рулении для того, чтобы поддерживать угол поворота при рулении; следовательно, если крутящий момент поворота при рулении является постоянным, руль б постепенно возвращается в нейтральную позицию угла поворота при рулении (точка P_1 → точка P_2), за счет этого подавляя сдвиг позиции движения транспортного средства в правую сторону вследствие

внезапного руления водителя. С другой стороны, когда водитель поддерживает угол поворота при рулении, угол поворота при рулении и крутящий момент поворота при рулении перемещаются из точки P1 в точку P3. Когда водитель осуществляет корректирующее руление из этого состояния, поскольку нейтральная позиция крутящего момента поворота при рулении смещается больше в сторону увеличения руления, чем нейтральная позиция угла поворота при рулении в характеристике C, не изменяется на противоположный знак крутящего момента поворота при рулении до достижения нейтральной позиции крутящего момента поворота при рулении, когда руление увеличивается из нейтральной позиции угла поворота при рулении. Таким образом, водитель может управлять углом поворота передних колес 5L, 5R только посредством уменьшения крутящего момента поворота при рулении и прекращения вращения руля 6, когда руль 6 поворачивается до целевого угла. Иными словами, управление смещением силы реакции, соответствующее поперечной позиции, по первому варианту осуществления позволяет упрощать корректирующее руление водителя, поскольку направление, в котором водитель управляет силой, не переключается легко. Как результат, позиция движения транспортного средства не выходит легко за установленные пределы, и может уменьшаться величина корректирующего руления.

[0046] Традиционно известна технология, в которой цель заключается в том, чтобы подавлять сдвиг позиции движения вследствие внезапной операции водителем посредством увеличения силы реакции при рулении при приближении к сигнальной линии дорожной разметки; тем не менее, в традиционной технологии, руль выполнен с возможностью просто становиться более тяжелым при приближении к сигнальной линии дорожной разметки, и нейтральная позиция крутящего момента поворота при рулении в характеристике силы реакции при рулении всегда совпадает с нейтральной позицией угла поворота при рулении; следовательно, изменяется на противоположный знак крутящего момента поворота при рулении при корректирующем рулении, которое охватывает нейтральную позицию угла поворота при рулении, и не уменьшается нагрузка по рулению на водителя. Другими словами, посредством смещения крутящего момента силы реакции при рулении, соответствующего стабилизирующему крутящему моменту, больше в направлении, в котором абсолютное значение крутящего момента силы реакции при рулении увеличивается по мере того, как уменьшается расстояние до сигнальной линии дорожной разметки, возможна реализация как подавления сдвига позиции движения, так и уменьшения нагрузки по рулению на водителя.

[0047] Кроме того, при управлении смещением силы реакции, соответствующем поперечной позиции, по первому варианту осуществления, величина смещения выполнена с возможностью быть больше по мере того, как уменьшается расстояние до сигнальной линии дорожной разметки; как результат, нейтральная позиция крутящего момента поворота при рулении смещается в позицию, которая дополнительно отделена от нейтральной позиции угла поворота при рулении по мере того, как уменьшается расстояние до сигнальной линии дорожной разметки. Когда водитель осуществляет корректирующее руление для того, чтобы возвращать позицию движения транспортного средства в окрестность центра полосы движения, требуется увеличение рабочей величины увеличения руления из нейтральной позиции угла поворота при рулении по мере того, как приближается сигнальная линия дорожной разметки. В это время, когда величина смещения нейтральной позиции крутящего момента поворота при рулении относительно нейтральной позиции угла поворота при рулении является небольшой, имеется вероятность того, что крутящий момент поворота при рулении превышает нейтральную позицию, и изменяется на противоположный знак крутящего момента поворота при

рулении до того, как руль поворачивается до целевого угла. Таким образом, возможно подавление превышения нейтральной позиции посредством крутящего момента поворота при рулении посредством увеличения величины смещения по мере того, как уменьшается расстояние до сигнальной линии дорожной разметки.

5 [0048] При управлении смещением силы реакции, соответствующем поперечной позиции, по первому варианту осуществления, модуль 36b вычисления поперечной
10 позиции переключает поперечную позицию относительно левой и правой сигнальных линий дорожной разметки в текущей позиции, когда рассматриваемое транспортное средство достигает сигнальной линии дорожной разметки. Управление смещением силы
15 реакции, соответствующее поперечной позиции, имеет такую конфигурацию, в которой рассматриваемое транспортное средство легко возвращается в окрестность центра полосы движения посредством увеличения силы реакции при рулении по мере того, как рассматриваемое транспортное средство удаляется от окрестности центра полосы
20 движения. Другими словами, интегрированное значение угла относительно вертикальной оси (изменение поперечной позиции) считается возмущениями, и сила реакции при рулении управляется таким образом, что транспортное средство направляется в направлении, в котором исключается интегрированное значение угла относительно
25 вертикальной оси. Следовательно, требуется сброс интегрированного значения угла относительно вертикальной оси, когда осуществлена смена полосы движения. Это обусловлено тем, что если интегрированное значение угла относительно вертикальной оси не сбрасывается, сила реакции при рулении для возвращения транспортного средства в окрестность центра полосы движения до смены полосы движения продолжает
действовать даже после смены полосы движения, и запрещается операция водителя. Если интегрированное значение просто задано равным нулю, невозможно направление
30 транспортного средства в окрестность центра полосы движения после смены полосы движения.

[0049] Следовательно, в первом варианте осуществления, поскольку преднамеренная операция водителя может рассматриваться, когда рассматриваемое транспортное
35 средство достигает сигнальной линии дорожной разметки, в этом случае посредством переключения поперечной позиции относительно левой и правой сигнальных линий дорожной разметки в текущей позиции, другими словами, посредством изменения на
противоположный знака интегрированного значения угла относительно вертикальной оси, позиция, в которую направляется рассматриваемое транспортное средство,
40 переключается из окрестности центра полосы движения перед сменой полосы движения на окрестность центра полосы движения после смены полосы движения; следовательно, может формироваться сила реакции при рулении для направления рассматриваемого транспортного средства в окрестность центра полосы движения после смены полосы движения. В это время, для того чтобы учитывать отношение $W2/W1$ ширины $W2$ полосы движения для полосы движения после смены полосы движения относительно
45 ширины $W1$ полосы движения для полосы движения до смены полосы движения, возможно задание точной поперечной позиции, и возможно задание оптимальной величины смещения для направления рассматриваемого транспортного средства в окрестность центра полосы движения.

[0050] Преимущество управления смещением силы реакции, соответствующего
45 допустимому времени отклонения

Управление смещением силы реакции, соответствующее допустимому времени отклонения, суммирует силу реакции, соответствующую допустимому времени отклонения, с крутящим моментом силы реакции при рулении, в качестве величины

смещения крутящего момента силы реакции при рулении. Характеристика силы реакции при рулении, представляющая крутящий момент силы реакции при рулении, соответствующий стабилизирующему крутящему моменту, за счет этого смещается в направлении, в котором увеличивается абсолютное значение крутящего момента силы реакции при рулении по мере того, как уменьшается допустимое время отклонения, как проиллюстрировано на фиг. 18. Фиг. 18 иллюстрирует случай близости к правой полосе движения, а в случае близости к левой полосе движения, смещение выполняется в противоположном направлении относительно направления по фиг. 18.

[0051] Соответственно характеристика, представляющая взаимосвязь между углом поворота при рулении и крутящим моментом поворота при рулении, смещается в направлении, в котором увеличивается абсолютное значение крутящего момента поворота при рулении, и характеристика А изменяется непрерывно на характеристику С по мере того, как уменьшается допустимое время отклонения, как проиллюстрировано на фиг. 20. В это время, требуется увеличение крутящего момента поворота при рулении, чтобы поддерживать угол поворота при рулении; следовательно, если крутящий момент поворота при рулении является постоянным, руль 6 постепенно возвращается в нейтральную позицию угла поворота при рулении (точка P1->точка P2), за счет этого подавляя сдвиг позиции движения транспортного средства в правую сторону вследствие внезапного руления водителем. С другой стороны, когда водитель поддерживает угол поворота при рулении, угол поворота при рулении и крутящий момент поворота при рулении перемещаются из точки P1 в точку P3. Когда водитель осуществляет корректирующее руление из этого состояния, поскольку нейтральная позиция крутящего момента поворота при рулении смещается больше в сторону увеличения руления, чем нейтральная позиция угла поворота при рулении в характеристике С, не изменяется на противоположный знак крутящего момента поворота при рулении до достижения нейтральной позиции крутящего момента поворота при рулении, когда руление увеличивается из нейтральной позиции угла поворота при рулении. Таким образом, водитель может управлять углом поворота передних колес 5L, 5R только посредством уменьшения крутящего момента поворота при рулении и прекращения вращения руля 6, когда руль 6 поворачивается до целевого угла. Иными словами, управление смещением силы реакции, соответствующее допустимому времени отклонения, по первому варианту осуществления позволяет упрощать корректирующее руление водителя, поскольку направление, в котором водитель управляет силой, не переключается легко. Как результат, позиция движения транспортного средства не выходит легко за установленные пределы, и может уменьшаться величина корректирующего руления.

[0052] Кроме того, при управлении смещением силы реакции, соответствующем допустимому времени отклонения, по первому варианту осуществления, величина смещения выполнена с возможностью увеличиваться по мере того, как уменьшается допустимое время отклонения; как результат, нейтральная позиция крутящего момента поворота при рулении смещается в позицию, которая дополнительно отделена от нейтральной позиции угла поворота при рулении по мере того, как уменьшается допустимое время отклонения. Когда водитель осуществляет корректирующее руление для возвращения позиции движения транспортного средства в окрестность центра полосы движения, транспортное средство с большей вероятностью должно находиться ближе к сигнальной линии дорожной разметки по мере того, как уменьшается допустимое время отклонения, и требуется увеличение величины руления из нейтральной позиции угла поворота при рулении по мере того, как становится ближе сигнальная линия дорожной разметки. В это время, когда величина смещения нейтральной позиции

крутящего момента поворота при рулении относительно нейтральной позиции угла поворота при рулении является небольшой, имеется вероятность того, что крутящий момент поворота при рулении превышает нейтральную позицию, и изменяется на противоположный знак крутящего момента поворота при рулении до того, как руль поворачивается до целевого угла. Таким образом, возможно подавление превышения нейтральной позиции посредством крутящего момента поворота при рулении посредством увеличения величины смещения по мере того, как уменьшается расстояние до сигнальной линии дорожной разметки.

[0053] Преимущество управления смещением силы реакции, соответствующего поперечной позиции и допустимому времени отклонения

В модуле 20 управления силой реакции при рулении, сила реакции с большим абсолютным значением из силы реакции, соответствующей допустимому времени отклонения, и силы реакции, соответствующей поперечной позиции, выбирается в качестве величины смещения крутящего момента силы реакции при рулении в модуле 36 вычисления смещения крутящего момента поворота при рулении, и величина смещения крутящего момента силы реакции при рулении суммируется с крутящим моментом силы реакции при рулении в сумматоре 20с. Характеристика силы реакции при рулении за счет этого смещается в направлении, в котором увеличивается абсолютное значение крутящего момента силы реакции при рулении, в соответствии с допустимым временем отклонения или поперечной позицией.

При управлении смещением силы реакции, соответствующем допустимому времени отклонения, сила реакции, соответствующая допустимому времени отклонения, является нулевой, когда рассматриваемое транспортное средство и сигнальная линия дорожной разметки являются параллельными, т. е. когда угол относительно вертикальной оси является нулевым. Следовательно, даже если рассматриваемое транспортное средство находится в позиции близко к сигнальной линии дорожной разметки, когда угол относительно вертикальной оси является небольшим, может выводиться только небольшая сила реакции. Напротив, при управлении смещением силы реакции, соответствующем поперечной позиции, сила реакции (сила реакции, соответствующая поперечной позиции) формируется как пропорциональная расстоянию до сигнальной линии дорожной разметки; следовательно, большая сила реакции может выводиться по мере того, как уменьшается расстояние до сигнальной линии дорожной разметки, и возможно простое возвращение рассматриваемого транспортного средства в окрестность центра полосы движения.

[0054] С другой стороны, при управлении смещением силы реакции, соответствующем поперечной позиции, когда рассматриваемое транспортное средство находится около центра полосы движения, сила реакции, соответствующая поперечной позиции, является нулевой. Следовательно, даже около центра полосы движения, когда угол относительно вертикальной оси является большим, и скорость транспортного средства является высокой, сигнальная линия дорожной разметки достигается за короткий период времени, тогда как увеличение силы реакции при рулении с хорошей чувствительностью является затруднительным. Напротив, при управлении смещением силы реакции, соответствующем допустимому времени отклонения, поскольку сила реакции (сила реакции, соответствующая допустимому времени отклонения) формируется в соответствии с допустимым временем отклонения, и сила реакции имеет характеристику быстрого увеличения, когда допустимое время отклонения становится равным или меньше 3 секунд, возможно подавление отклонения от полосы движения посредством увеличения силы реакции при рулении с хорошей чувствительностью даже при

достижении сигнальной линии дорожной разметки за короткий период времени.

Таким образом, посредством комбинирования управления смещением силы реакции, соответствующего допустимому времени отклонения, и управления смещением силы реакции, соответствующего поперечной позиции, возможно эффективное подавление отклонения от полосы движения при приложении устойчивой силы реакции в соответствии с расстоянием до сигнальной линии дорожной разметки. В это время, посредством использования силы реакции с большим абсолютным значением из силы реакции, соответствующей допустимому времени отклонения, и силы реакции, соответствующей поперечной позиции, возможно непрерывное приложение оптимальной требуемой силы реакции при рулении.

[0055] Нижеуказанные преимущества могут быть получены в первом варианте осуществления, как описано выше.

(1) Предусмотрены руль 6, который принимает ввод руления водителя; поворотный модуль 2, который механически отсоединяется от руля 6 и поворачивает левое и правое передние колеса 5L, 5R; модуль 31 вычисления задаваемого SBW-угла поворота, который вычисляет задаваемый SBW-угол поворота, соответствующий углу поворота руля 6 при рулении; модуль 33 вычисления поперечной силы и модуль 35 вычисления SAT, которые логически выводят стабилизирующий крутящий момент на основе угла поворота руля 6 при рулении; камера 17 для захвата сигнальной линии дорожной разметки впереди рассматриваемого транспортного средства; модуль 32j вычисления поперечной позиции на основе F/B по углу относительно вертикальной оси, который вычисляет поперечную позицию рассматриваемого транспортного средства относительно целевой сигнальной линии дорожной разметки, которая представляет собой сигнальную линию дорожной разметки, которая пересекается с направлением движения рассматриваемого транспортного средства; модуль 32a вычисления угла относительно вертикальной оси, который вычисляет угол относительно вертикальной оси, который представляет собой угол между целевой сигнальной линией дорожной разметки и направлением движения рассматриваемого транспортного средства; модуль 32 вычисления задаваемого угла поворота для подавления возмущений, который вычисляет задаваемый угол поворота для подавления возмущений для подавления вычисленного угла относительно вертикальной оси; модуль 37f умножения корректирующего усиления поперечной позиции, который корректирует задаваемый угол поворота для подавления возмущений таким образом, что он увеличивается по мере того, как поперечная позиция рассматриваемого транспортного средства становится ближе к целевой сигнальной линии дорожной разметки; формирователь 22 сигналов управления по току, который управляет углом поворота левого и правого передних колес 5L, 5R на основе задаваемого SBW-угла поворота и скорректированного задаваемого угла поворота для подавления возмущений; и модуль 20 управления силой реакции при рулении, который управляет силой реакции при рулении, которая прикладывается к валу 7 рулевой колонки, на основе угла поворота руля 6 при рулении.

Приложение составляющей силы реакции при рулении, которая способствует повороту для подавления возмущений, в силу этого становится необязательным, и поскольку сила реакции при рулении не колеблется вследствие поворота для подавления возмущений, может уменьшаться дискомфорт, вызываемый у водителя.

Кроме того, посредством коррекции задаваемого угла поворота для подавления возмущений согласно расстоянию до целевой сигнальной линии дорожной разметки может задаваться надлежащий задаваемый угол поворота для подавления возмущений, и возможна реализация как уменьшения угла относительно вертикальной оси вследствие

возмущений, так и уменьшения дискомфорта, вызываемого у водителя.

[0056] (2) Модуль 20 управления силой реакции при рулении управляет силой реакции при рулении, которая прикладывается к валу 7 рулевой колонки, на основе задаваемого SBW-угла поворота.

5 Приложение составляющей силы реакции при рулении, которая способствует повороту для подавления возмущений, в силу этого становится необязательным, и поскольку сила реакции при рулении не колеблется вследствие поворота для подавления возмущений, может уменьшаться дискомфорт, вызываемый у водителя.

10 [0057] (3) Угол поворота левого и правого передних колес 5L, 5R управляется на основе задаваемого SBW-угла поворота, соответствующего углу поворота при рулении руля 6, который механически отсоединяется от левого и правого передних колес 5L, 5R, и на основе задаваемого угла поворота для подавления возмущений для подавления угла относительно вертикальной оси, который формируется в транспортном средстве посредством возмущений; с другой стороны, при управлении силой реакции при рулении, 15 которая прикладывается к валу 7 рулевой колонки, на основе угла поворота руля 6 при рулении, величина поворачивания для подавления корректируется таким образом, что она увеличивается по мере того, как поперечная позиция рассматриваемого транспортного средства становится ближе к сигнальной линии дорожной разметки, которая пересекается с направлением движения рассматриваемого транспортного 20 средства.

Приложение составляющей силы реакции при рулении, которая способствует повороту для подавления возмущений, в силу этого становится необязательным, и поскольку сила реакции при рулении не колеблется вследствие поворота для подавления возмущений, может уменьшаться дискомфорт, вызываемый у водителя.

25 Кроме того, посредством коррекции задаваемого угла поворота для подавления возмущений согласно расстоянию до целевой сигнальной линии дорожной разметки может задаваться надлежащий задаваемый угол поворота для подавления возмущений, и возможна реализация как уменьшения угла относительно вертикальной оси вследствие возмущений, так и уменьшения дискомфорта, вызываемого у водителя.

30 [0058] (4) Предусмотрены модуль 32j вычисления поперечной позиции на основе F/V по углу относительно вертикальной оси, который вычисляет поперечную позицию рассматриваемого транспортного средства относительно сигнальной линии дорожной разметки, которая пересекается с направлением движения рассматриваемого транспортного средства, и SBW-контроллер 4, который управляет углом поворота 35 левого и правого передних колес 5L, 5R на основе задаваемого SBW-угла поворота, соответствующего углу поворота при рулении руля 6, который механически отсоединяется от левого и правого передних колес 5L, 5R, и на основе задаваемого угла поворота для подавления возмущений для подавления угла относительно вертикальной оси, который формируется в транспортном средстве посредством возмущений, и 40 корректирует величину поворачивания для подавления таким образом, что она увеличивается по мере того, как поперечная позиция рассматриваемого транспортного средства становится ближе к сигнальной линии дорожной разметки, которая пересекается с направлением движения рассматриваемого транспортного средства при управлении силой реакции при рулении, которая прикладывается к валу 7 рулевой 45 колонки, на основе угла поворота руля 6 при рулении.

Приложение составляющей силы реакции при рулении, которая способствует повороту для подавления возмущений, в силу этого становится необязательным, и поскольку сила реакции при рулении не колеблется вследствие поворота для подавления

возмущений, может уменьшаться дискомфорт, вызываемый у водителя.

Кроме того, посредством коррекции задаваемого угла поворота для подавления возмущений согласно расстоянию до целевой сигнальной линии дорожной разметки может задаваться надлежащий задаваемый угол поворота для подавления возмущений, и возможна реализация как уменьшения угла относительно вертикальной оси вследствие возмущений, так и уменьшения дискомфорта, вызываемого у водителя.

[0059] Другие варианты осуществления

Выше описан предпочтительный вариант осуществления настоящего изобретения на основе одного варианта осуществления, но конкретные конфигурации настоящего изобретения не ограничены посредством варианта осуществления, и конструктивные изменения, внесенные без отступления от объема изобретения, также включаются в настоящее изобретение.

(57) Формула изобретения

- 15 1. Устройство управления устойчивостью, отличающееся тем, что оно содержит модуль рулевого управления, который принимает ввод руления от водителя; поворотный модуль для поворота поворотного колеса, который механически отсоединяется от модуля рулевого управления;
 - 20 средство вычисления величины поворачивания при рулевом управлении по проводам для вычисления величины поворачивания при рулевом управлении по проводам, соответствующей величине руления модуля рулевого управления;
 - камеру для захвата сигнальной линии дорожной разметки впереди рассматриваемого транспортного средства;
 - средство обнаружения поперечной позиции для обнаружения поперечной позиции рассматриваемого транспортного средства относительно целевой сигнальной линии дорожной разметки, которая представляет собой сигнальную линию дорожной разметки, которая пересекается с линией направления движения рассматриваемого транспортного средства;
 - 30 средство обнаружения угла относительно вертикальной оси для обнаружения угла относительно вертикальной оси, который представляет собой угол между целевой сигнальной линией дорожной разметки и направлением движения рассматриваемого транспортного средства;
 - средство вычисления величины поворачивания для подавления для вычисления величины поворачивания, чтобы подавлять обнаруженный угол относительно вертикальной оси;
 - 35 средство коррекции величины поворачивания для подавления для коррекции величины поворачивания для подавления таким образом, что она увеличивается по мере того, как поперечная позиция рассматриваемого транспортного средства становится ближе к целевой сигнальной линии дорожной разметки;
 - 40 средство управления при повороте для управления величиной поворачивания поворотного модуля на основе величины поворачивания при рулевом управлении по проводам и скорректированной величины поворачивания для подавления; и
 - средство управления силой реакции при рулении для управления силой реакции при рулении на основе величины руления, без отражения скорректированной величины поворачивания для подавления на силе реакции при рулении, которая прикладывается к модулю рулевого управления.
 - 45
2. Устройство управления устойчивостью по п. 1, в котором средство управления силой реакции при рулении управляет силой реакции при рулении, которая

прикладывается к модулю рулевого управления на основе величины поворачивания при рулевом управлении по проводам.

5 3. Устройство управления устойчивостью по п. 1, в котором величина поворачивания для подавления корректируется таким образом, что она увеличивается по мере того, как поперечная позиция рассматриваемого транспортного средства становится ближе к сигнальной линии дорожной разметки.

10 4. Устройство управления устойчивостью по п. 1, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит датчик для обнаружения поперечной позиции рассматриваемого транспортного средства относительно сигнальной линии дорожной разметки.

15

20

25

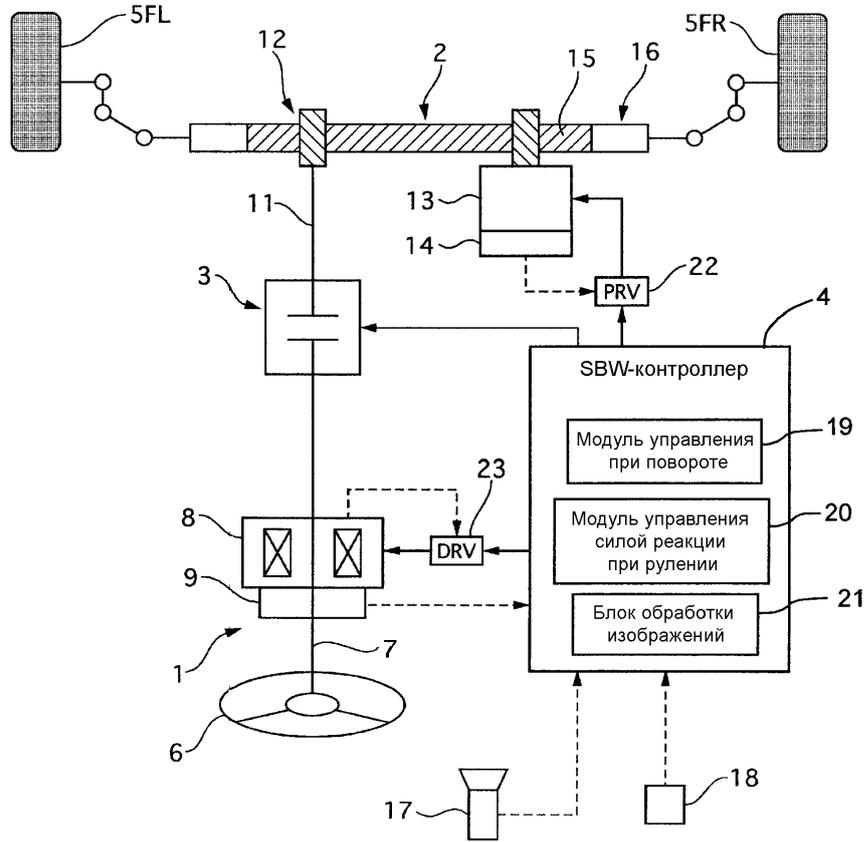
30

35

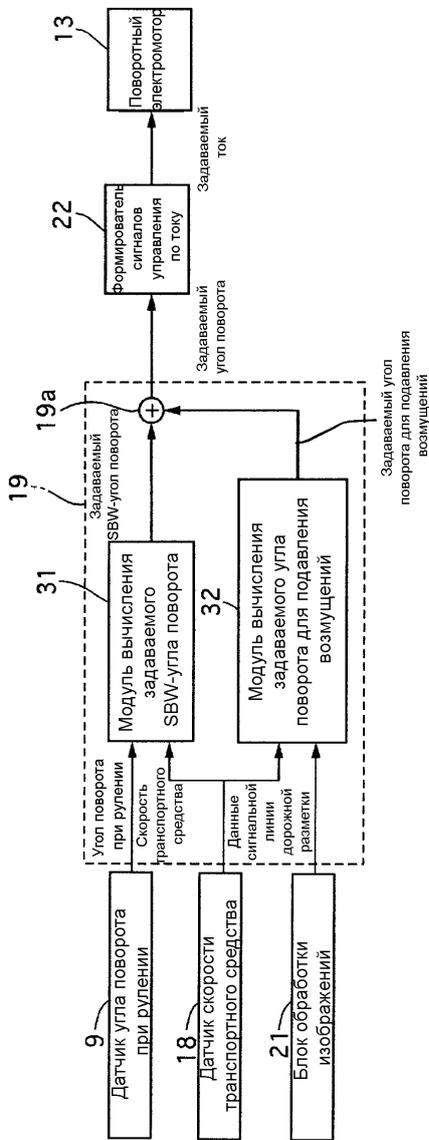
40

45

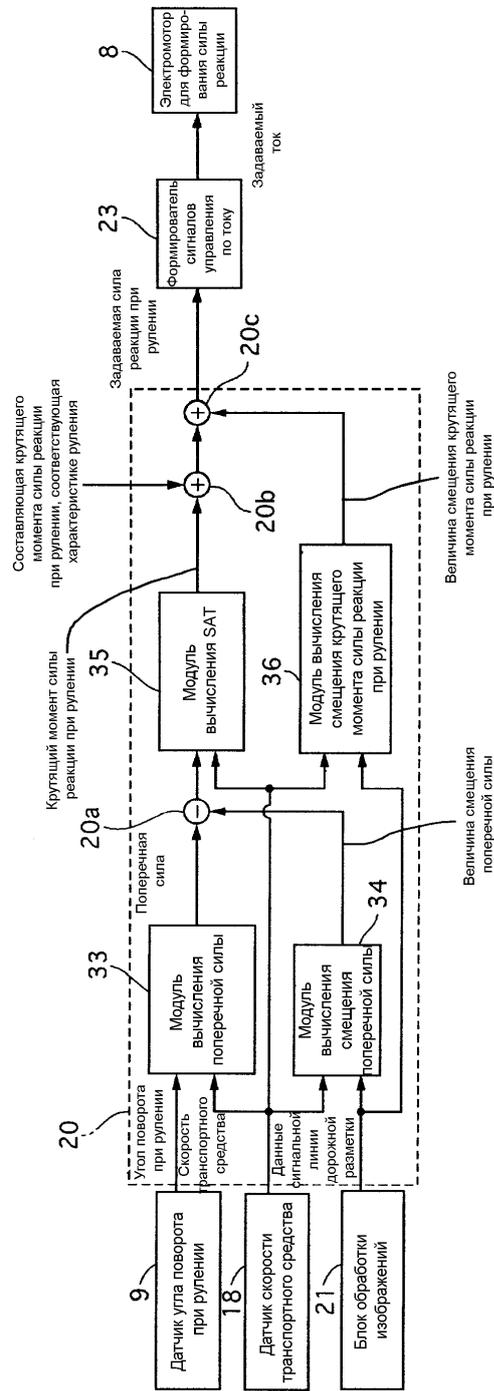
Фиг. 1



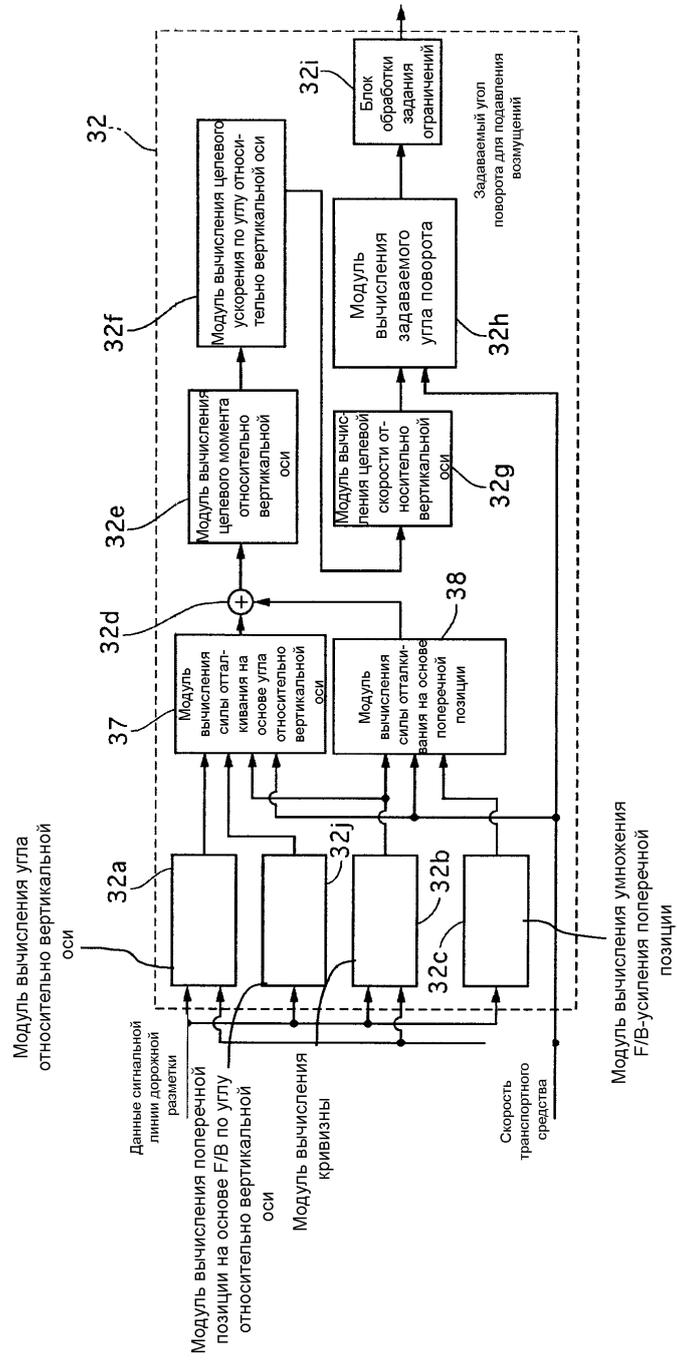
Фиг. 2



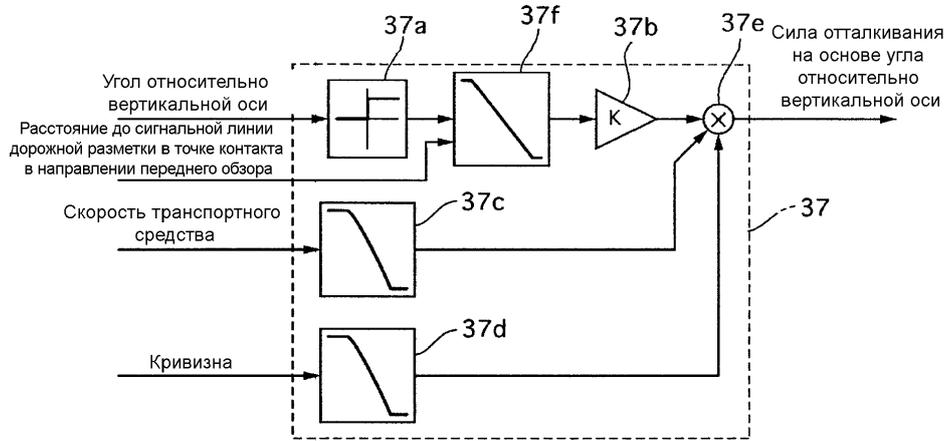
Фиг. 3



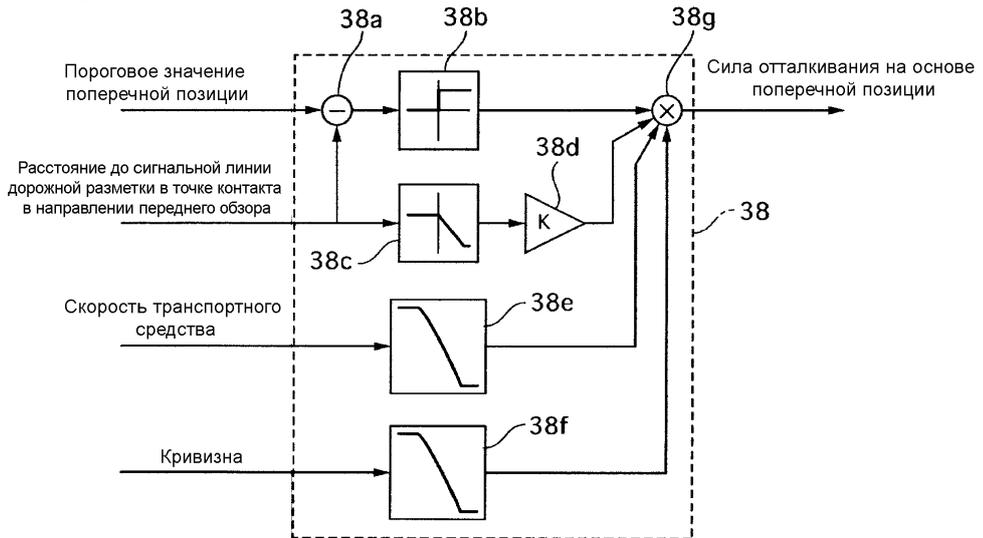
Фиг. 4



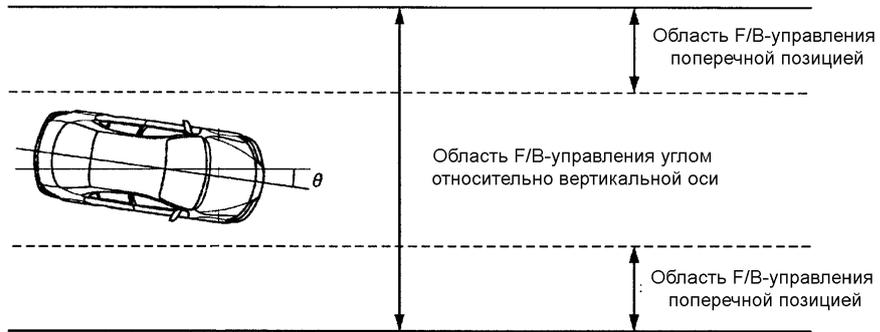
Фиг. 5



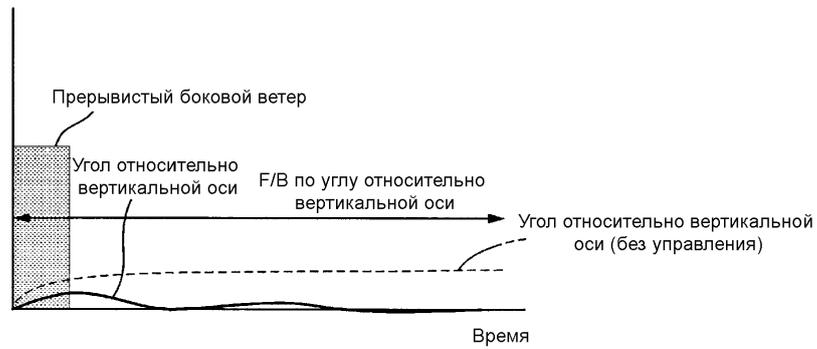
Фиг. 6



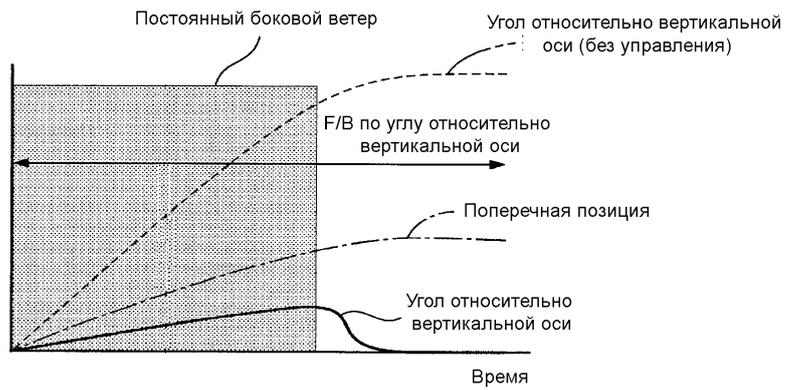
Фиг. 7



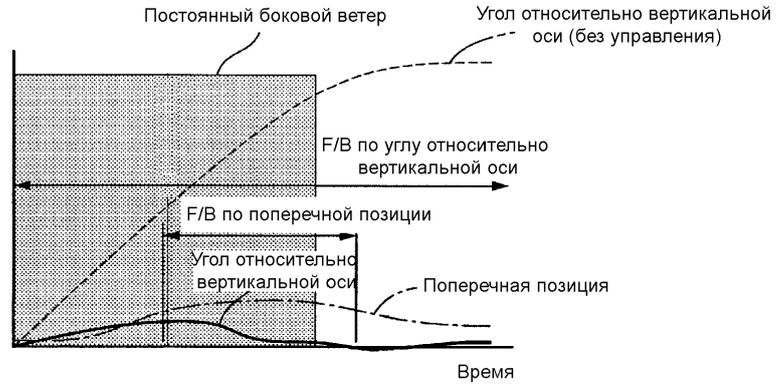
Фиг. 8



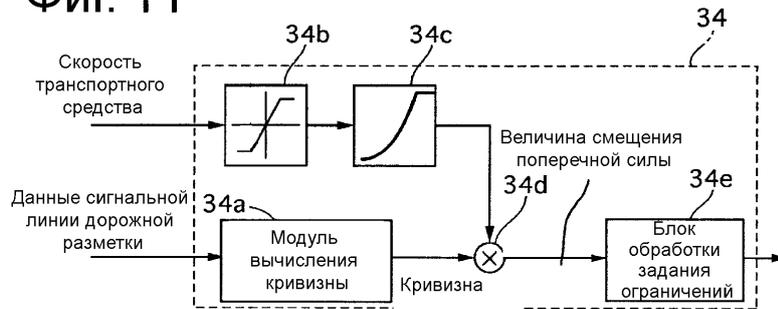
Фиг. 9



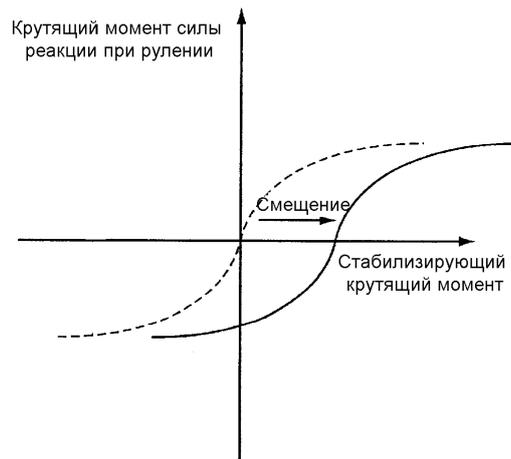
Фиг. 10



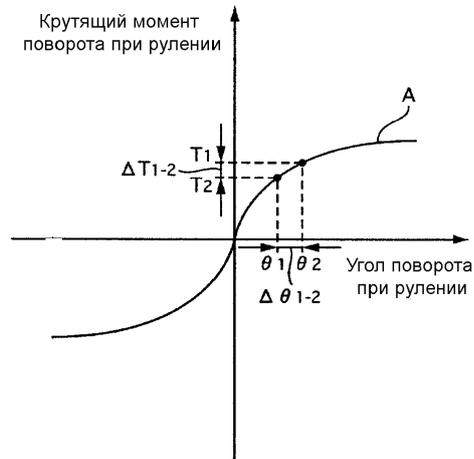
Фиг. 11



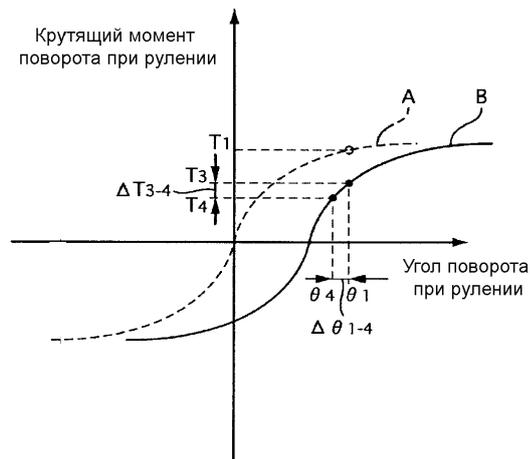
Фиг. 12



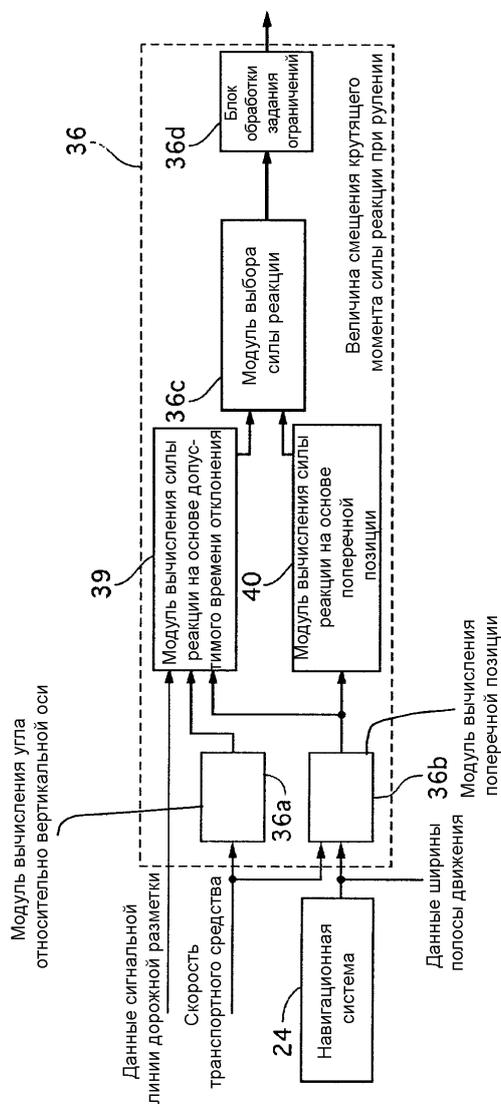
Фиг. 13



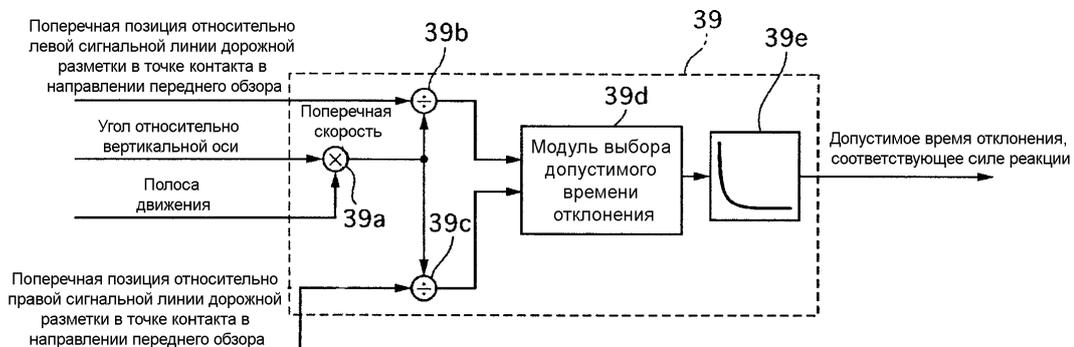
Фиг. 14



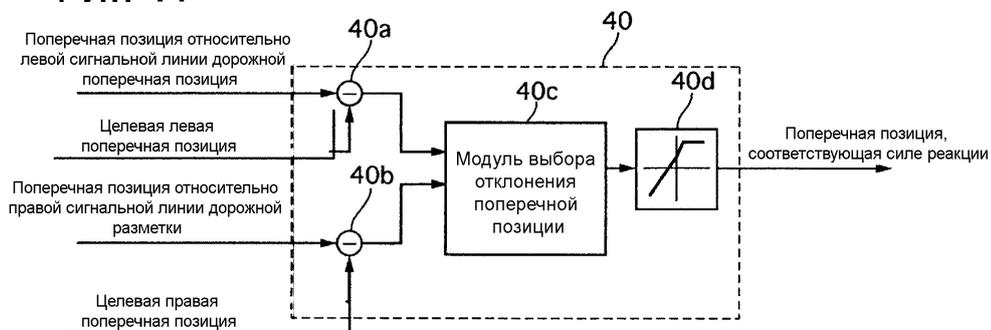
Фиг. 15



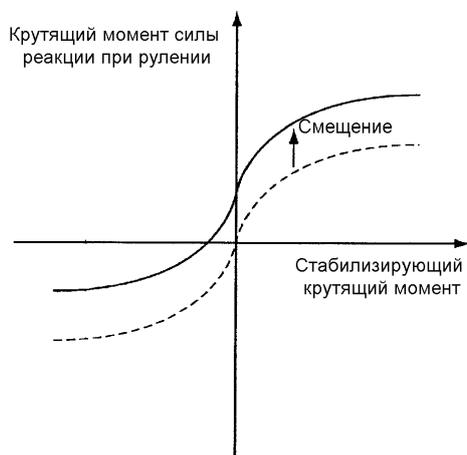
Фиг. 16



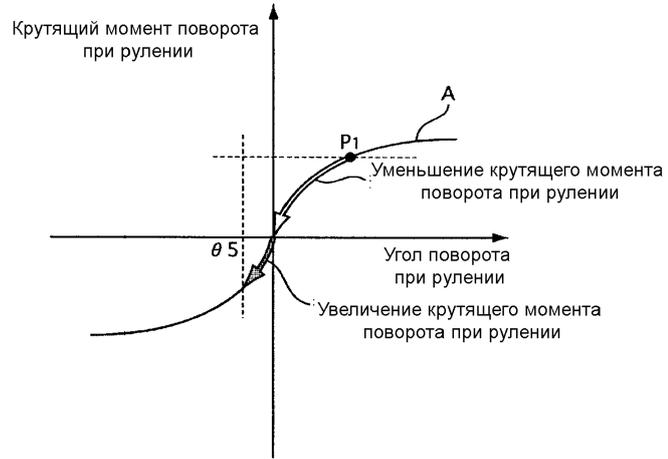
Фиг. 17



Фиг. 18



Фиг. 19



Фиг. 20

