

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
03. Oktober 2024 (03.10.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/199712 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60R 22/34 (2006.01) *B60R 21/015* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/000018

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. März 2024 (28.03.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 107 787.2 28. März 2023 (28.03.2023) DE
10 2023 122 555.3 23. August 2023 (23.08.2023) DE

(71) Anmelder: **ZF AUTOMOTIVE GERMANY GMBH**
[DE/DE]; Industriestraße 20, 73553 Alfdorf (DE).

(72) Erfinder: **FISCHER, Christian**; Obere Halde 7, 73655 Plüderhausen (DE). **STEGMEIER, Michael**; Leinweg 22, 73527 Schwäbisch Gmünd (DE).

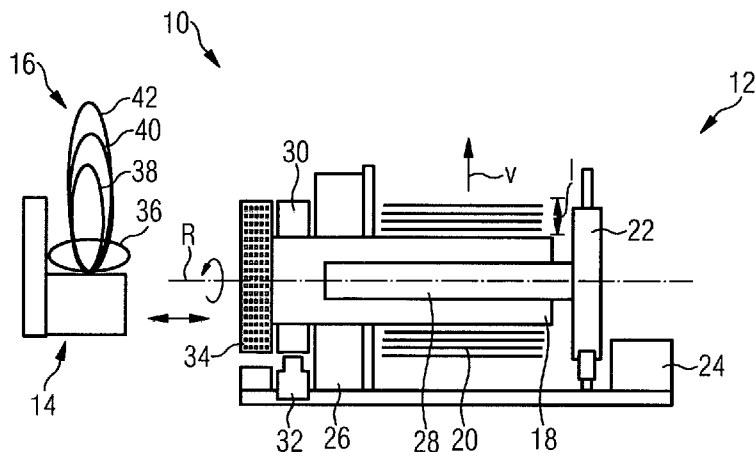
(74) Anwalt: **PREHN, Manfred**; TRW Automotive GmbH, Industriestraße 20, 73553 Alfdorf (DE).

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

(54) Title: SEATBELT SYSTEM OF A VEHICLE, AND METHOD FOR SWITCHING AT LEAST ONE SWITCHABLE FORCE LIMITER OF A SEATBELT SYSTEM

(54) Bezeichnung: SICHERHEITSGURTSYSTEM EINES FAHRZEUGS UND VERFAHREN ZUM SCHALTEN WENIGSTENS EINES SCHALTbaren KRAFTBEGRENZERS EINES SICHERHEITSGURTSYSTEMS

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a seatbelt system (10) of a vehicle, having a belt retractor (12) which has at least one switchable force limiter (28, 30), by means of which at least two different force levels of a seatbelt extraction force can be set. Additionally, at least one sensor (34) is provided which detects a rotation of a belt reel (18), and a control unit (24) is provided which is designed to determine a seatbelt retraction speed (v) from sensor data supplied by the sensor (34). The control unit (24) ascertains a category of a vehicle occupant (16) from the sensor data, and at least one of the force limiters (28, 30) is switched on the basis of the sensor data and the category of the vehicle occupant (16).

(57) Zusammenfassung: Ein Sicherheitsgurtsystem (10) eines Fahrzeugs hat einen Gurtaufroller (12), der wenigstens einen schaltbaren Kraftbegrenzer (28, 30) aufweist, mit dem wenigstens zwei unterschiedliche Kraftniveaus einer Gurtbandauszugskraft einstellbar sind. Außerdem sind wenigstens ein Sensor (34), der eine Drehung einer Gurtspule (18) erfasst, sowie eine Steuereinheit (24) vorgesehen,

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

die dazu ausgelegt ist, aus den vom Sensor (34) gelieferten Sensordaten eine Gurtbandauszugsgeschwindigkeit (v) zu bestimmen. Die Steuereinheit (24) ermittelt aus den Sensordaten eine Kategorisierung eines Fahrzeuginsassen (16). Wenigstens einer der Kraftbegrenzer (28, 30) wird in Abhängigkeit von den Sensordaten und der Kategorie des Fahrzeuginsassen (16) geschaltet.

**Sicherheitsgurtsystem eines Fahrzeugs und Verfahren zum Schalten
wenigstens eines schaltbaren Kraftbegrenzers eines
Sicherheitsgurtsystems**

Die Erfindung betrifft ein Sicherheitsgurtsystem eines Fahrzeugs und ein
5 Verfahren zum Schalten wenigstens eines schaltbaren Kraftbegrenzers eines
Sicherheitsgurtsystems.

Die in einer Rückhaltesituation auf den Fahrzeuginsassen durch den
Sicherheitsgurt wirkenden Kräfte lassen sich durch die Verwendung von
Kraftbegrenzern reduzieren. Ein Kraftbegrenzer erlaubt bei Überschreiten eines
10 vorgegebenen Kraftniveaus einen weiteren, kontrollierten Auszug von Gurtband
von einem Gurtaufroller auch bei gesperrem Gurtaufroller. Jedoch sind die in einer
Rückhaltesituation wirkenden Kräfte maßgeblich durch die Crashschwere sowie
Größe und Gewicht des jeweiligen Fahrzeuginsassen bestimmt. Ein großer und
schwerer Fahrzeuginsasse benötigt aufgrund seiner hohen Massenträgheit eine
15 höhere Rückhaltekraft durch den Sicherheitsgurt als ein kleiner und leichter
Fahrzeuginsasse. Daher sollte bei einem großen und schweren Fahrzeuginsassen
der Kraftbegrenzer ein höheres Kraftniveau zur Verfügung stellen können als bei
einem kleinen und leichten Fahrzeuginsassen.

Hierzu sind schaltbare Kraftbegrenzer bekannt, die auf unterschiedliche
20 Kraftniveaus einstellbar sind.

Die Erfassung von Daten über den Fahrzeuginsassen auf dem dem jeweiligen Gurtaufroller zugeordneten Fahrzeugsitz erfolgt bisher beispielsweise durch Sensoren im Fahrzeugsitz, die das Gewicht des Fahrzeuginsassen bestimmen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Sicherheitsgurtsystem zu verbessern und das
5 Schalten von Kraftbegrenzern zu vereinfachen, insbesondere, indem Daten für die Ansteuerung des Sicherheitsgurtsystems auf einfache, präzise und kostengünstige Weise gewonnen werden können.

Diese Aufgabe wird durch ein Sicherheitsgurtsystem eines Fahrzeugs gelöst,
mit einem Gurtaufroller, der wenigstens einen schaltbaren Kraftbegrenzer
10 aufweist, mit dem wenigstens zwei unterschiedliche Kraftniveaus einer Gurtbandauszugskraft einstellbar sind, und der wenigstens einen Sensor, der eine Drehung einer Gurtspule erfasst, aufweist, sowie mit einer Steuereinheit, die dazu ausgelegt ist, aus den vom Sensor gelieferten Sensordaten eine Spulenrotation und die Spulenrotationsgeschwindigkeit, und damit indirekt die Gurtbandauszugs-
15 geschwindigkeit zu bestimmen. Dabei ist die Steuereinheit dazu ausgelegt, aus den Sensordaten eine Kategorisierung eines Fahrzeuginsassen auf einem dem Gurtaufroller zugeordneten Fahrzeugsitz vorzunehmen.

Es hat sich herausgestellt, dass sich aus der Gurtbandauszugs-
geschwindigkeit, die grundsätzlich mit der Rotationsgeschwindigkeit der Gurtspule
20 korreliert, bereits ausreichende Informationen gewinnen lässt, um den jeweiligen Insassen als einen von mehreren Typen zu kategorisieren, beispielsweise „leichter Fahrzeuginsasse“, „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“ oder „schwerer Fahrzeuginsasse“. Außerdem kann z.B. erkannt werden, ob es sich bei dem Fahrzeuginsassen um den Typ „Kind im Kindersitz“ handelt. Mithilfe dieser Daten
25 kann die Steuereinheit das jeweils passende Kraftniveau des schaltbaren Kraftbegrenzers einstellen.

Die Gurtbandauszugsgeschwindigkeit kann dabei näherungsweise anhand der Spulenrotation ermittelt werden. Es ist auch möglich, einen Korrekturfaktor vorzusehen, der den Einfluss des abnehmenden Gurtbandrestwickels
30 berücksichtigt.

Insbesondere kann bei einer hohen aktuellen Gurtbandauszugs-
geschwindigkeit der Fahrzeuginsasse als Typ „schwerer Fahrzeuginsasse“, bei

einer mittleren aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit als Typ „leichter Fahrzeuginsasse“ und/oder bei einer niedrigen aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit als Typ „Kind in einem Kindersitz“ kategorisiert werden.

5 Diese Daten sind einfach aus den Sensordaten des am Gurtaufroller angeordneten Sensors ableitbar, der die Drehung der Gurtspule überwacht.

Die Drehung der Gurtspule ist direkt oder indirekt erfassbar. Der Sensor kann z.B. direkt eine Rotation der Gurtspule messen. Es ist aber auch möglich, z.B. eine Bewegung des Gurtbands zu detektieren, die sich aus der Drehung der Gurtspule ergibt.

10 In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Steuereinheit auch dazu ausgelegt, eine Restgurtbandlänge zu bestimmen, die dem noch auf der Gurtspule befindlichen Gurtband entspricht, und in die Kategorisierung mit einzubeziehen. Auf diese Weise wird ein zweiter gurtspulenabhängiger Parameter genutzt, um die Unterscheidung unterschiedlicher Insassentypen zu verbessern. Beispielsweise
15 ist beim Typ „Kind auf Kindersitz“ die Restgurtbandlänge gering, da der Kindersitz sehr voluminös ist, während beim Typ „leichter Fahrzeuginsasse“ die Restgurtbandlänge groß ist. Genauso ist eine feinere Abstufung zwischen dem Typ „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“ und „leichter Fahrzeuginsasse“ aufgrund der kürzeren Restgurtbandlänge beim Typ „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“
20 denkbar, oder eine Unterscheidung zwischen dem Typ „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“ und „schwerer Fahrzeuginsasse“, da beim Typ „schwerer Fahrzeuginsasse“ die Restgurtbandlänge kürzer ist als beim Typ „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“.

Wird die Restgurtbandlänge mit berücksichtigt, kann daher z.B. bei einer
25 kleinen Restgurtbandlänge und einer hohen aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit der Fahrzeuginsasse als Typ „schwerer Fahrzeuginsasse“ kategorisiert werden, bei einer mittleren Restgurtbandlänge und einer mittleren aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit als Typ „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“, bei einer großen Restgurtbandlänge und einer mittleren
30 aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit als Typ „leichter Fahrzeuginsasse“ und/oder bei einer kleinen oder mittleren Restgurtbandlänge und einer niedrigen aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit als Typ „Kind in einem Kindersitz“.

Die Kategorien können insbesondere standardisierten Dummies entsprechen, beispielsweise der Typ „schwerer Fahrzeuginsasse“ einem 95% HIII-Dummy, der Typ „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“ einem 50% HIII-Dummy, der Typ „leichter Fahrzeuginsasse“ einem 5% HIII-Dummy und der Typ „Kind auf Kindersitz“ einem Q6- oder Q10-Dummy, jeweils mit einem Kindersitz. Auf diese Weise sind für ein spezifisches Sicherheitsgurtsystem im Vorfeld durch Messungen der jeweiligen relevanten Werte für die aktuelle Gurtbandauszugsgeschwindigkeit und gegebenenfalls die Restgurtbandlänge einfach ermittelbar.

Selbstverständlich muss die Kategorisierung des Fahrzeuginsassen nicht explizit erfolgen. Beispielweise wird die Gurtauszugsgeschwindigkeit und/oder die Restgurtbandlänge vorgegebenen Bereichen zugeordnet, die implizit einer Insassenkategorie entsprechen.

Es ist möglich, nur einen einzigen Sensor zu verwenden und aus den Sensordaten sowohl die Gurtbandauszugsgeschwindigkeit als auch die Restgurtbandlänge zu bestimmen. Es können aber auch mehrere Sensoren verwendet werden, wobei beispielsweise ein Sensor die ausgegebene und/oder verbleibende Gurtbandlänge auf der Gurtspule misst, und ein anderer Sensor eine aktuelle Gurtbandauszugsgeschwindigkeit.

Der Sensor ist vorzugsweise so ausgelegt, dass die Erfassung der Gurtbandauszugsgeschwindigkeit kontinuierlich oder quasi-kontinuierlich erfolgt.

Auf die Verwendung weiterer Sensoren, insbesondere von Sensoren im Fahrzeugsitz, kann verzichtet werden, was das Sicherheitsgurtsystem kostengünstig macht.

Die Sensordaten des am Gurtaufroller angeordneten Sensors können in vorteilhafter Weise auch zusammen mit einer ECU weiterer Rückhaltesysteme zusammenwirken. Dazu kann entweder die dem Gurtaufroller zugeordnete ECU genutzt werden oder eine Haupt-ECU, die insbesondere Daten zur Auslösung von Airbags auswertet. Dazu werden zu vorgegebenen Zeiten von der Haupt-ECU die Sensordaten des Gurtaufrollers abgefragt und ausgewertet. Dadurch können dann adaptive Rückhaltesysteme angesteuert werden. Dies können zum Beispiel weitere schaltbare Kraftbegrenzungen im Gurtsystem oder adaptive Airbags sein.

Bei Airbags können dazu insbesondere mehrstufige Generatoren angesteuert werden und/oder adaptive Abströmöffnungen angesteuert werden.

Alternativ kann die ECU im Aufroller auch direkt eine Klassifizierung vornehmen und entsprechend agieren oder zurückmelden

- 5 Es können ein oder mehrere schaltbare Kraftbegrenzer vorhanden sein.

Alle Kraftbegrenzer ermöglichen generell eine Drehung der Gurtspule erst bei Überschreiten ihres jeweils eingestellten Kraftniveaus.

- Beispielsweise umfasst wenigstens einer der Kraftbegrenzer einen Torsionsstab oder ein anderes Gurtspulenblockierelement, etwa ein
10 Stopperelement mit einer Schneide oder eine Wellscheibe.

Ein Torsionsstab ist ein in der Achse der Gurtspule angeordnetes Bauteil, das bei gesperrtem Gurtaufroller um seine Längsachse verwindbar ist. Die hierzu benötigte Kraft stellt das Kraftniveau eines derartigen Kraftbegrenzers dar. Das Kraftniveau liegt beispielsweise zwischen 1,5 und 4,5 kN, insbesondere bei 2 kN.

- 15 Ein Stopperelement mit einer Schneide lässt eine Drehung der Gurtspule nur bei einem Materialabtrag zu. Das Kraftniveau eines derartigen Stopperelements liegt beispielsweise bei 4kN.

- Bei einem Kraftbegrenzer mit einer Wellscheibe ist eine Drehung der Gurtspule nur in Verbindung mit einer plastischen und/oder elastischen Verformung der
20 Wellscheibe möglich. Das Kraftniveau eines derartigen Kraftbegrenzers liegt beispielsweise bei 2kN.

Selbstverständlich sind auch andere geeignete Typen von Kraftbegrenzern verwendbar.

- Die unterschiedlichen Kraftbegrenzer sollten sich so schalten lassen, dass ihre
25 Kraftniveaus geeignet kombinierbar sind. Beispielsweise können einige oder alle der Kraftbegrenzer jeweils für sich aktiviert oder deaktiviert werden. Dies kann auf jede geeignete Weise erfolgen, beispielsweise mechanisch, etwa durch die Einwirkung des Fahrzeuginsassen auf das Gurtband, elektromechanisch, beispielsweise durch einen Elektromagneten, oder pyrotechnisch.

Eine Aktivierung ist z.B. bei Überschreiten einer vorgegebenen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit und/oder nach einer vorgegebenen Gurtbandauszugslänge möglich. Es ist auch denkbar, ein Schaltintervall vorzugeben, beispielsweise ein Zeitintervall oder ein Intervall der

5 Gurtbandauszugslänge, innerhalb dessen ein Schaltzeitpunkt bzw. Schaltpunkt des Kraftbegrenzers durch die Steuereinheit vorgegeben werden kann.

Bevorzugt sind wenigstens zwei Kraftbegrenzer im Sicherheitsgurtsystem vorhanden, und besonders bevorzugt sind wenigstens zwei schaltbare Kraftbegrenzer vorhanden. Beispielsweise handelt es sich bei den

10 Kraftbegrenzern um einen Torsionsstab und ein Stopperelement, um einen Torsionsstab, ein Stopperelement und eine Wellscheibe, oder um einen Torsionsstab und zwei Wellscheiben.

Die Kategorisierung wird vorzugsweise aktiv durch die Steuereinheit vorgenommen. Es wäre aber auch denkbar, die Kategorisierung passiv

15 durchzuführen, indem mechanische Elemente bei bestimmten Bedingungen ihren Zustand ändern, z.B. fliehkraftbedingt bei Überschreiten einer vorgegebenen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit.

Die oben genannte Aufgabe wird auch mit einem Verfahren zum Schalten wenigstens eines schaltbaren Kraftbegrenzers eines Sicherheitsgurtsystems in

20 einer Rückhaltesituation, wie es oben beschrieben wurde, gelöst. Hierzu werden die folgenden Schritte durchgeführt:

- Erfassen von Sensordaten des Sensors, der die Drehung einer Gurtspule erfasst,
- Bestimmen einer aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit und/oder
- 25 - eines aktuellen Gurtbandauszugsweg aus den Sensordaten,
- Kategorisieren des Fahrzeuginsassen auf dem dem Gurtaufroller zugeordneten Fahrzeugsitz aufgrund der aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit und/oder des aktuellen Gurtbandauszugsweg,
- Schalten des wenigstens einen schaltbaren Kraftbegrenzers in
- 30 Abhängigkeit von den Sensordaten und der Kategorie des Fahrzeuginsassen.

Das Schalten des oder der schaltbaren Kraftbegrenzer kann bereits zu Anfang oder auch erst im Verlauf der Rückhaltesituation erfolgen.

Vorzugsweise wird zusätzlich zur aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit aus den Sensordaten eine Restgurtbandlänge bestimmt, wobei die
5 Restgurtbandlänge dem noch auf der Gurtspule befindlichen Gurtband entspricht, und die Restgurtbandlänge geht in die Kategorisierung des Insassen ein, wie dies bereits oben beschrieben wurde.

Die aktuelle Gurtbandauszugsgeschwindigkeit wird vorzugsweise in der Anfangsphase einer Rückhaltesituation bestimmt, nachdem die Gurtspule gegen
10 einen weiteren Gurtbandauszug durch eine herkömmliche Sperrklinke gesperrt wurde und gegebenenfalls eine Vorstraffung erfolgt ist. Ein geeigneter Erfassungszeitraum ist beispielsweise ein Zeitraum zwischen 30 bis 60 ms nachdem die Steuereinheit eine Rückhaltesituation detektiert hat. Dies entspricht normalerweise einer bereits erfolgten Gurtbandauszugslänge von weniger als
15 50 mm.

Die Restgurtbandlänge wird hingegen vorzugsweise bereits vor Eintreten der Rückhaltesituation bestimmt, beispielsweise direkt beim Anlegen des Sicherheitsgurts, wenn das Gurtband beginnend von einer der Maximallänge entsprechenden Nullstellung ausgezogen wird. So können spätere Bewegungen
20 des Fahrzeuginsassen, bei denen weiteres Gurtband von der Gurtspule abgezogen wird, den Wert nicht verfälschen. Dieser Wert wird hier auch als Ausgangswert der Restgurtbandlänge bezeichnet.

Der wenigstens eine schaltbare Kraftbegrenzer sollte so geschaltet werden, dass das Kraftniveau der Gurtbandauszugskraft bei einer Kategorisierung als Typ
25 „Kind im Kindersitz“ niedriger ist als bei einer Kategorisierung als Typ „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“ und/oder „schwerer Fahrzeuginsasse“. Vorzugsweise wird auch für eine Kategorisierung als Typ „leichter Fahrzeuginsasse“ ein niedriges Kraftniveau eingestellt. Damit kann die Belastung für die kleinen und leichten Typen von Fahrzeuginsassen geringer gehalten
30 werden als für die großen und schweren.

Beispielsweise kann bei einer Kategorisierung als Typ „Kind im Kindersitz“ und/oder „leichter Fahrzeuginsasse“ wenigstens ein schaltbarer Kraftbegrenzer deaktiviert werden.

5 In einer möglichen Variante werden bei der Kategorisierung als Typ „Kind im Kindersitz“ und/oder „leichter Fahrzeuginsasse“ z.B. sämtliche Kraftbegrenzer außer einem Torsionsstab abgeschaltet. Insbesondere werden eventuell vorhandene Stoppererelemente deaktiviert. So wird eine komplette Blockierung der Gurtspule verhindert, da das Kraftniveau des Stoppererelements bei der maximal zu erwartenden Bewegungsenergie für diese Insassentypen voraussichtlich nicht
10 erreicht wird.

In einer möglichen Variante ist ein erster Kraftbegrenzer bei Beginn der Rückhaltesituation aktiv, und der schaltbare Kraftbegrenzer ist ein zweiter Kraftbegrenzer. In Abhängigkeit von der Kategorie des Insassen wird ein Schaltzeitpunkt des zweiten Kraftbegrenzers innerhalb eines vorgegebenen
15 Intervalls festgelegt, insbesondere für eine Kategorisierung als Typ „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“ oder „schwerer Fahrzeuginsasse“. Für eine Kategorisierung als Typ „Kind auf Kindersitz“ oder „leichter Fahrzeuginsasse“ wird der zweite Kraftbegrenzer beispielsweise deaktiviert.

20 In einer anderen möglichen Variante ist ein dritter Kraftbegrenzer vorhanden, der ein schaltbarer Kraftbegrenzer ist, und der in Abhängigkeit von der Kategorie des Insassen während der Rückhaltesituation deaktiviert wird.

In diesem Fall sind z.B. anfänglich in der Rückhaltesituation zwei Kraftbegrenzer aktiv. Direkt nach der Kategorisierung des Fahrzeuginsassen z.B. als „Kind im Kindersitz“ wird jedoch der dritte Kraftbegrenzer deaktiviert, um das
25 Kraftniveau zu senken. Diese Variante ist beispielsweise gut geeignet, um die Kategorisierung nur aufgrund der aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit durchzuführen, die in diesem Fall sehr klein, beispielsweise auch Null, ist.

Wird beispielsweise während der Rückhaltesituation aufgrund der aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit und/oder zusätzlich der Restgurtbandlänge der
30 Fahrzeuginsasse als Typ „Kind im Kindersitz“ oder „leichter Fahrzeuginsasse“ kategorisiert, kann ein aktuell aktiv im Sicherheitsgurtsystem wirkender Kraftbegrenzer deaktiviert werden, um das Kraftniveau zu senken.

Bei einem Sicherheitsgurtsystem mit insgesamt drei Kraftbegrenzern, von denen zwei schaltbar sind, lässt sich so für jeden der oben beschriebenen Typen von Fahrzeuginsassen ein geeignetes Kraftniveau einstellen.

Für den Typ „Kind auf Kindersitz“ ist in diesem Fall z.B. nur ein einziger, erster Kraftbegrenzer, beispielsweise eine Wellscheibe, aktiv. So wird ein erstes, niedrigstes Kraftniveau erreicht, dass beispielsweise etwa 2 kN betragen kann.

Für den Typ „leichter Fahrzeuginsasse“ ist z.B. zusätzlich zum ersten Kraftbegrenzer ein zweiter Kraftbegrenzer aktiviert, beispielsweise eine weitere Wellscheibe. So lässt sich beispielsweise ein zweites Kraftniveau von etwa 4 kN einstellen.

Für den Typ „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“ ist z.B. zusätzlich zum ersten Kraftbegrenzer ein dritter Kraftbegrenzer, beispielsweise ein Torsionsstab, aktiviert, während der zweite Kraftbegrenzer deaktiviert ist. Beispielsweise kann so ein drittes, etwas höheres Kraftniveau von etwa 4,5 kN eingestellt werden.

Für den Typ „schwerer Fahrzeuginsasse“ sind z.B. schließlich alle drei Kraftbegrenzer gleichzeitig aktiv, um ein viertes, höchstes Kraftniveau von beispielsweise etwa 6,5 kN zu erreichen.

Es ist auch möglich, Daten zu einem Verlauf der Rückhaltesituation zu erfassen und eine Echtzeitsimulation des Verhaltens verschiedener Fahrzeuginsassen auf der Grundlage dieser Daten durchzuführen. Auf diese Weise lassen sich z.B. eine simulierte Spulenrotationsbewegung (Winkel, Winkelgeschwindigkeit) und damit indirekt eine Gurtbandauszugsgeschwindigkeit ermitteln und/oder eine Kategorisierung des Fahrzeuginsassen durchführen. Beispielsweise kann ein Crashpuls in Echtzeit erfasst und damit im Vergleich mit den Daten, die vom Sensor, der die Drehung der Gurtspule erfasst, geliefert werden, eine vorher bestimmte Insassenkategorie überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden. Diese Abschätzung geht dann ebenfalls in die Wahl der Rückhaltestrategie für die Ansteuerung der verschiedenen Kraftbegrenzer ein. In die Aktivierung oder Deaktivierung der einzelnen Kraftbegrenzer können selbstverständlich auch weitere Parameter der Rückhaltesituation, beispielsweise eine aktuelle Fahrzeugverzögerung oder eine erkannte Art der Rückhaltesituation eingehen.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden diese Faktoren hier außer Acht gelassen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele mit Bezug auf die beigefügten Figuren näher beschrieben. In den Zeichnungen zeigen:

- 5 - Figur 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Sicherheitsgurtsystems nach einer ersten Variante, zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens;
- 10 - Figur 2 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Sicherheitsgurtsystems nach einer zweiten Variante, zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens;
- 15 - Figur 3 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Sicherheitsgurtsystems nach einer dritten Variante, zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens;
- 15 - Figur 4 schematisch den zeitlichen Verlauf einer auf einen Fahrzeuginsassen wirkenden Kraft in einer Rückhaltesituation für eine erste Variante eines erfindungsgemäßen Verfahrens, durchführbar mit einem Sicherheitsgurtsystem nach einem der Figuren 1 bis 3;
- 20 - Figur 5 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Sicherheitsgurtsystems nach einer vierten Variante, zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens;
- 20 - Figur 6 schematisch den zeitlichen Verlauf einer auf einen Fahrzeuginsassen wirkenden Kraft in einer Rückhaltesituation für eine zweite Variante eines erfindungsgemäßen Verfahrens, durchführbar mit einem Sicherheitsgurtsystem nach Figur 5;
- 25 - Figuren 7 und 8 schematisch den zeitlichen Verlauf einer auf einen Fahrzeuginsassen wirkenden Kraft in einer Rückhaltesituation für weitere Varianten eines erfindungsgemäßen Verfahrens, durchführbar mit einem Sicherheitsgurtsystem nach Figur 5;
- 30 - Figur 9 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Sicherheitsgurtsystems nach einer fünften Variante; und

- Figur 10 schematisch die im Verlauf einer Rückhaltesituation auftretenden unterschiedlichen Kraftniveaus bei einem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß einer weiteren Variante, durchführbar mit einem Sicherheitsgurtsystem nach Figur 9.

5 Figur 1 zeigt ein Sicherheitsgurtsystem 10 eines nicht näher dargestellten Fahrzeugs, das einen Gurtaufroller 12 umfasst, der einem Fahrzeugsitz 14 und dem darauf sitzenden Fahrzeuginsassen 16 zugeordnet ist.

Der Fahrzeugsitz 14 kann sich in beliebiger Position im Fahrzeug befinden, beispielsweise als Front- oder Rücksitz.

10 Der Gurtaufroller 12 umfasst auf bekannte Weise eine Gurtspule 18, auf der ein Gurtband 20 aufgewickelt ist.

Die Gurtspule 18 ist durch einen herkömmlichen Sperrmechanismus 22 blockierbar, der aktiv wird, wenn eine Fahrzeugverzögerung oder eine Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v einen vorgegebenen Wert überschreitet.

15 Der Gurtaufroller 12 ist von einer Steuereinheit 24 ansteuerbar, die auch von anderen Fahrzeugsystemen Informationen über eintretende Rückhaltesituationen erhält. Diese Informationen können beispielsweise Art und Schwere der Rückhaltesituation umfassen.

20 Die Gurtspule 18 ist hier auf bekannte Weise mit einem Vorstraffer 26 verbunden, der von der Steuereinheit 24 angesprochen wird, um im Vorfeld oder zu Beginn einer Rückhaltesituation die Gurtspule 18 in Aufrollrichtung zu drehen und ein gewisses Maß an Gurtband 20 einzuziehen.

In diesem Beispiel weist der Gurtaufroller 12 zwei voneinander separate Kraftbegrenzer 28, 30 auf.

25 Der erste Kraftbegrenzer 28 ist in diesem Beispiel ein sich entlang einer Drehachse R der Gurtspule 18 erstreckender Torsionsstab. Der zweite Kraftbegrenzer 30 ist in diesem Beispiel ein Stopperelement, das z.B. eine Schneide zum spanenden Eingriff in ein Bauteil an der Gurtspule 18 aufweist.

30 In diesem Beispiel ist der zweite Kraftbegrenzer 30 über einen geeigneten Schaltmechanismus 32 schaltbar, d. h. aktivierbar und deaktivierbar.

Außerdem umfasst der Gurtaufroller 12 einen Sensor 34, der eine Drehung der Gurtspule 18 um die Rotationsachse R erfasst und Sensordaten an die Steuereinheit 24 liefert. Hier ist nur ein Sensor 34 dargestellt, es könnten aber mehrere Sensoren 34 vorhanden sein.

- 5 Die Steuereinheit 24 bestimmt aus den Sensordaten eine aktuelle Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v .

In diesem Beispiel bestimmt die Steuereinheit 24 aus den Sensordaten außerdem eine Restgurtbandlänge l , die dem noch auf der Gurtspule 18 befindlichen Gurtband 20 entspricht. Insbesondere bestimmt die Steuereinheit 24
10 einen Ausgangswert der Restgurtbandlänge l direkt nach dem Anlegen des Sicherheitsgurts, wenn erkannt wird, dass sich der Fahrzeuginsasse 16 auf dem Fahrzeugsitz 14 in Ruhe befindet. Dieser Ausgangswert der Restgurtbandlänge l korreliert mit den Maßen des Fahrzeuginsassen.

Die Figuren 2 und 3 zeigen Varianten des Gurtaufrollers 12, bei denen die
15 Kraftbegrenzer 28, 30 sowie der Vorstraffer 26 an unterschiedlichen Positionen angeordnet sind. Bezüglich der im folgenden beschriebenen Funktion verhalten sich die Gurtaufroller 12 der Figuren 1 bis 3 aber identisch.

Grundsätzlich beginnt die Betrachtung hier zu dem Zeitpunkt der Rückhaltesituation, in der der Vorstraffer 26 seine Arbeit beendet hat und der
20 Sperrmechanismus 22 die Gurtspule 18 blockiert.

Aufgrund der vom Sensor 34 gelieferten Sensordaten kategorisiert die Steuereinheit 24 den Fahrzeuginsassen 16.

Hierzu wird die aktuelle Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v zu Beginn der Rückhaltesituation herangezogen.

- 25 Die Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v wird beispielsweise in einem Zeitfenster von etwa 40 bis 60 ms nach Erkennen einer Rückhaltesituation erfasst. Eine alternative Möglichkeit ist es, die Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v innerhalb eines Bereichs von 0 bis 50 mm Gurtbandauszug nach Erkennen der Rückhaltesituation zu betrachten.

- 30 Nach einer ersten Option erfolgt eine Kategorisierung des Fahrzeuginsassen 16 nur nach der aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v .

Hierzu werden die zu erwartenden Werte der Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v in einen niedrigen, einen mittleren und einen hohen Bereich unterteilt. Eine feinere Aufteilung in eine größere Anzahl von Geschwindigkeitsbereichen ist natürlich auch möglich.

- 5 Die genauen Grenzen der jeweiligen Bereiche lassen sich im Vorfeld durch Versuche mit genormten Dummys ermitteln.

Eine Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v im niedrigen Bereich führt zu einer Kategorisierung des Insassen als Typ 36 „Kind im Kindersitz“ (siehe Figur 1). Zur Ermittlung der Daten wird beispielsweise ein Q6- oder Q10-Dummy, jeweils mit
10 Kindersitz, verwendet.

Eine Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v im mittleren Bereich führt zu einer Kategorisierung des Insassen als Typ 38 „leichter Fahrzeuginsasse“. Zur Ermittlung der Daten wird beispielsweise ein 5% HIII-Dummy verwendet.

Eine Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v im hohen Bereich führt zu einer
15 Kategorisierung des Insassen als Typ 40 „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“ oder als Typ 42 „schwerer Fahrzeuginsasse“. Zur Ermittlung der Daten wird beispielsweise ein 50% HIII-Dummy bzw. ein 95% HIII-Dummy verwendet.

Wird gemäß einer zweiten Option zusätzlich der Ausgangswert der Restgurtbandlänge l zur Kategorisierung herangezogen, lässt sich z.B. eine
20 bessere Unterscheidung zwischen dem Typ 40 „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“ und den Typ 42 „schwerer Fahrzeuginsasse“ treffen. Diese Typen unterscheiden sich in der Restgurtbandlänge l . Der Ausgangswert der Restgurtbandlänge l ist für den Typ 42 „schwerer Fahrzeuginsasse“ kleiner als für den Typ 40 „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“. Der Ausgangswert der Restgurtbandlänge l ist auch für den Typ
25 36 „Kind im Kindersitz“ und den Typ 38 „leichter Fahrzeuginsasse“ aussagekräftig. Der Typ 36 „Kind im Kindersitz“ kombiniert einen kleinen Ausgangswert der Restgurtbandlänge l mit einer kleinen aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v . Bei Typ 38 „leichter Fahrzeuginsasse“ tritt ein großer Ausgangswert der Restgurtbandlänge l zusammen mit einer mittleren Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v auf.
30

Es ist also möglich, die Kategorisierung des Fahrzeuginsassen 16 nur aufgrund der aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v zu treffen. Es ist aber genauso

möglich, zusätzlich noch den Ausgangswert der Restgurtbandlänge l zur Kategorisierung heranzuziehen.

Auch andere Parameter, die hier nicht diskutiert werden, könnten zur Verfeinerung der Kategorisierung mit der aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v kombiniert werden.

Beispielsweise werden zusätzlich eine Echtzeitsimulationen des Verhaltens der Fahrzeuginsassen 16 unter den in der Rückhaltesituation wirkenden Kräften eingesetzt. Hier gehen Echtzeitinformationen zur aktuellen Rückhaltesituation ein, und die durch das simulierte Verhalten ermittelte Spulenrotation bzw. Gurtbandauszugsgeschwindigkeit wird mit der aktuell vom Sensor gemessenen tatsächlichen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v verglichen. Bei Abweichungen kann die Insassenkategorie entsprechend angepasst oder feiner abgestuft werden.

Bei dem in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Sicherheitsgurtsystem 10 ist in einer ersten Variante des Verfahrens zum Schalten der Kraftbegrenzer 28, 30, die in Figur 4 dargestellt ist, der erste Kraftbegrenzer 28, also der Torsionsstab, von Beginn der Rückhaltesituation an für jede Kategorie von Fahrzeuginsassen 16 aktiv.

Der zweite Kraftbegrenzer 30, also hier das Stopperelement, wird hingegen in Abhängigkeit der erkannten Kategorie des Fahrzeuginsassen 16 geschaltet.

Die in Figur 4 dargestellte Kraft F entspricht einer im Schulterbereich des Dummys erfassten, durch das Gurtband 20 aufgebrachten Kraft.

Die einzelnen Kurven sind mit den oben für die unterschiedlichen Fahrzeuginsassentypen 36, 38, 40, 42 verwendete Bezugszeichen gekennzeichnet und stellen den zeitlichen Kraftverlauf während einer Rückhaltesituation dar.

Für die Typen 36 und 38 wird bereits direkt nach der erfolgten Kategorisierung des Fahrzeuginsassen 16 der zweite Kraftbegrenzer 30 deaktiviert, noch bevor dieser aufgrund des Überschreitens eines vorgegebenen Werts der

Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v oder einer ausgezogenen Gurtbandlänge ansprechen würde.

Für die Typen 40 und 42 wird ein Schaltzeitpunkt t_s für den zweiten Kraftbegrenzer 30 innerhalb eines möglichen Zeitintervalls Δ_t von der Steuereinheit 24 in Abhängigkeit von anderen geeigneten Fahrzeugparametern gewählt, wobei der Schaltzeitpunkt t_s so früh wie möglich gesetzt wird.

Dies führt dazu, dass nur die Typen 40 „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“ und 42 „schwerer Fahrzeuginsasse“ einen deutlichen Anstieg der Rückhaltekraft durch den zweiten Kraftbegrenzer 30 erfahren, nicht aber die Typen 36 „Kind im Kindersitz“ und 38 „leichter Fahrzeuginsasse“.

Um den Schaltzeitpunkt t_s festzusetzen, ist beispielsweise eine Kategorisierung ausschließlich nach der aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v ausreichend.

Figur 5 zeigt ein Sicherheitsgurtsystem 10 gemäß einer vierten Variante. Wie bei den ersten drei Varianten ist auch hier der Gurtaufroller 12 einem Fahrzeugsitz 14 mit einem Fahrzeuginsassen 16 zugeordnet, wie in Figur 1 dargestellt ist.

Im Unterschied zu den oben beschriebenen Sicherheitsgurtsystemen sind hier drei Kraftbegrenzer 28, 30, 44 mit der Gurtspule 18 verbunden. Zumindest die Kraftbegrenzer 30, 44 sind hier schaltbar.

Der Gurtaufroller 12 ist hier so ausgelegt, dass der erste Kraftbegrenzer 28 grundsätzlich von Beginn der Rückhaltesituation an aktiv ist. Außerdem ist der dritte Kraftbegrenzer 44 zu Beginn der Rückhaltesituation aktiviert.

Der erste Kraftbegrenzer 28 ist hier wie in den oben beschriebenen Varianten ein Torsionsstab und der zweite Kraftbegrenzer 30 ein Stopperelement.

Zusätzlich ist der dritte Kraftbegrenzer 44 vorgesehen, der hier eine Wellscheibe ist.

Figur 6 zeigt den zeitlichen Kraftverlauf für die unterschiedlichen Typen 36, 38, 40, 42 der Fahrzeuginsassen 16.

Wird der Fahrzeuginsasse als Typ 36 „Kind im Kindersitz“ kategorisiert, bleibt der Torsionsstab, also der erste Kraftbegrenzer 28, aktiv, während zu einem

Schaltzeitpunkt t_{s1} direkt nach der Kategorisierung der dritte Kraftbegrenzer 44 deaktiviert wird. Der zweite Kraftbegrenzer 30 wird deaktiviert, sodass dieser insbesondere nicht durch das Erreichen einer vorgegebenen Gurtbandauszugslänge aktiviert werden kann. Dies führt dazu, dass die Gurtauszugskraft F auf
5 ein relativ niedriges Kraftniveau F_l beschränkt bleibt.

Wird der Fahrzeuginsasse als Typ 38 „leichter Fahrzeuginsasse“ kategorisiert, so bleibt zusätzlich zum ersten Kraftbegrenzer 28 der dritte Kraftbegrenzer 44 aktiv. Der zweite Kraftbegrenzer 30 wird deaktiviert. Das Kraftniveau bleibt daher auf einem mittleren Kraftniveau F_m beschränkt.

10 Wird der Fahrzeuginsasse als Typ 40 „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“ oder als Typ 42 „schwerer Fahrzeuginsasse“ kategorisiert, so bleiben der erste Kraftbegrenzer 28 und der dritte Kraftbegrenzer 44 über den gesamten Verlauf der Rückhaltesituation aktiv. Zusätzlich wird der zweite Kraftbegrenzer 30 aktiv geschaltet, sodass dieser bei Erreichen einer vorgegebenen Gurtbandauszugs-
15 länge oder einer vorgegebenen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v anspricht.

Hier kann der Schaltzeitpunkt t_{s2} des zweiten Kraftbegrenzers 30 wie oben bereits beschrieben in einem Schaltzeitintervall Δt durch die Steuereinheit 24 gesetzt werden, wobei auch andere relevante Parameter einfließen können.

In einer anderen Variante wird bei einer Kategorisierung als Typ 36 „Kind im
20 Kindersitz“ oder Typ 38 „leichter Fahrzeuginsasse“ der dritte Kraftbegrenzer 44 zum Schaltzeitpunkt t_{s1} deaktiviert, sodass auch für einen Fahrzeuginsassen der Kategorie Typ 38 das Kraftniveau von F_m auf F_l gesenkt wird. Dies ist in Figur 7 skizziert.

Auch bei dem in Figur 5 dargestellten Sicherheitsgurtsystem 10 ist es möglich,
25 die Kategorisierung des Fahrzeuginsassen 16 ausschließlich durch die Auswertung der Sensordaten des Sensors 34 bezüglich der aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v zu Beginn der Rückhaltesituation durchzuführen.

Dies ist in Figur 8 skizziert. In diesem Beispiel wird für eine Kategorisierung als
30 Typ 36 „Kind im Kindersitz“ wie bereits oben beschrieben der dritte Kraftbegrenzer 44 deaktiviert, sobald die Kategorisierung abgeschlossen ist. Auch für die anderen kategorisierten Typen 38 „leichter Fahrzeuginsasse“, 40 „mittelschwerer

Fahrzeuginsasse“ und 42 „schwerer Fahrzeuginsasse“ wird hier zum Schaltzeitpunkt t_{s1} der dritte Kraftbegrenzer 44 deaktiviert.

Für die Typen 40 und 42 wird innerhalb des Schaltzeitintervalls Δt der Schaltzeitpunkt t_{s2} für den zweiten Kraftbegrenzer 30 auf einen frühen Zeitpunkt gelegt. Für die Typen 36 und 38 wird hingegen ein Schaltzeitpunkt t_p für den zweiten Kraftbegrenzer 30 gesetzt, der am Ende des Schaltzeitintervalls Δt liegt und der generell einem voreingestellten Schaltzeitpunkt entspricht. Dieser Schaltzeitpunkt kann beispielsweise auch durch eine vorgegebene Gurtbandauszugslänge definiert sein, die für die Typen 36 „Kind im Kindersitz“ und 38 „leichter Fahrzeuginsasse“ bei einem normalen Verlauf der Rückhaltesituation in der Regel nicht erreicht wird.

Figur 9 zeigt ein Sicherheitsgurtsystem 10 gemäß einer fünften Variante.

Im Unterschied zur oben beschriebenen vierten Variante ist hier der zweite Kraftbegrenzer 30 kein Stopperelement, sondern ist als eine zweite Wellscheibe ausgebildet. Außerdem ist auch der erste Kraftbegrenzer 28, also der Torsionsstab, schaltbar.

Der Gurtaufroller 12 ist hier so ausgelegt, dass der erste Kraftbegrenzer 28 und der dritte Kraftbegrenzer 44 grundsätzlich von Beginn der Rückhaltesituation an aktiv sind. Der erste Kraftbegrenzer 28 kann wahlweise abgeschaltet und der zweite Kraftbegrenzer 30 wahlweise zu- und abgeschaltet werden.

In der in Figur 10 dargestellten Variante des Verfahrens zum Schalten der schaltbaren Kraftbegrenzer des Sicherheitsgurtsystems 10 wird nach dem Kategorisieren (aufgrund der Gurtbandauszugsgeschwindigkeit v und gegebenenfalls zusätzlich der Restgurtbandlänge l) zu einem Schaltzeitpunkt t_{s1} bzw. einer entsprechenden Gurtbandauszugslänge s_1 in Abhängigkeit der Kategorisierung des Fahrzeuginsassen 16 und der Gurtbandauszugslänge s ein Kraftniveau F_1 , F_2 , F_3 oder F_4 eingestellt.

Für den als Typ 36 „Kind mit Kindersitz“ kategorisierten Fahrzeuginsassen 16 wird der erste Kraftbegrenzer 28 deaktiviert, sodass nur noch der dritte Kraftbegrenzer 44 aktiv ist. Damit reduziert sich die Gurtauszugskraft F auf das niedrigste Kraftniveau F_1 .

Für den als Typ 38 „leichter Fahrzeuginsasse“ kategorisierten Fahrzeuginsassen 16 wird der erste Kraftbegrenzer 28 deaktiviert und der zweite Kraftbegrenzer 30 aktiviert, sodass ein höheres Kraftniveau F_2 erreicht wird.

5 Für den als Typ 40 „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“ kategorisierten Fahrzeuginsassen 16 bleiben der erste Kraftbegrenzer 28 und der dritte Kraftbegrenzer 44 aktiv, sodass sich ein Kraftniveau F_3 einstellt, das höher ist als das Kraftniveau F_2 .

10 Für den als Typ 42 „schwerer Fahrzeuginsasse“ kategorisierten Fahrzeuginsassen 16 wird schließlich der zweite Kraftbegrenzer 30 zusätzlich zum ersten Kraftbegrenzer 28 und dem dritten Kraftbegrenzer 44 aktiviert, sodass das höchste Kraftniveau F_4 resultiert.

Sämtliche Merkmale der einzelnen Ausführungsformen und Varianten lassen sich im Ermessen des Fachmanns frei gegeneinander austauschen oder miteinander kombinieren.

Patentansprüche

1. Sicherheitsgurtsystem (10) eines Fahrzeugs, mit einem Gurtaufroller (12),
der wenigstens einen schaltbaren Kraftbegrenzer (28, 30, 44) aufweist, mit dem
wenigstens zwei unterschiedliche Kraftniveaus (F_l , F_m ; F_1 , F_2 , F_3 , F_4) einer
5 Gurtbandauszugskraft (F) einstellbar sind, und der wenigstens einen Sensor (34),
der eine Drehung einer Gurtspule (18) erfasst, aufweist, sowie mit einer
Steuereinheit (24), die dazu ausgelegt ist, aus den vom Sensor (34) gelieferten
Sensordaten eine Gurtbandauszugsgeschwindigkeit (v) zu bestimmen, wobei die
Steuereinheit (24) dazu ausgelegt ist, aus den Sensordaten eine Kategorisierung
10 eines Fahrzeuginsassen (16) auf einem dem Gurtaufroller (12) zugeordneten
Fahrzeugsitz (14) vorzunehmen.

2. Sicherheitsgurtsystem (10) nach Anspruch 1, wobei die Steuereinheit (24)
dazu ausgelegt ist, eine Restgurtbandlänge (l) zu bestimmen, die dem noch auf
der Gurtspule (18) befindlichen Gurtband (20) entspricht, und in die
15 Kategorisierung mit einzubeziehen.

3. Verfahren zum Schalten wenigstens eines schaltbaren Kraftbegrenzers
(28, 30, 44) eines Sicherheitsgurtsystems (10) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche in einer Rückhaltesituation, mit den Schritten:

- 20 - Erfassen von Sensordaten des Sensors (34), der die Drehung der
Gurtspule (18) erfasst,
- Bestimmen einer aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit (v) aus den
Sensordaten,
- Kategorisieren des Fahrzeuginsassen (16) auf dem dem Gurtaufroller (12)
zugeordneten Fahrzeugsitz (14) aufgrund der aktuellen
25 Gurtbandauszugsgeschwindigkeit (v),
- Schalten des wenigstens einen schaltbaren Kraftbegrenzers (28, 30, 44) in
Abhängigkeit von den Sensordaten und der Kategorie des
Fahrzeuginsassen (16).

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei aus den Sensordaten eine
30 Restgurtbandlänge (l) bestimmt wird, wobei die Restgurtbandlänge (l) der dem

noch auf der Gurtspule (18) befindlichen Gurtband (20) entspricht, und die Restgurtbandlänge (l) in die Kategorisierung des Fahrzeuginsassen (16) eingeht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 und 4, wobei bei einer hohen aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit (v) der Fahrzeuginsasse (16) als Typ (42) „schwerer Fahrzeuginsasse“ kategorisiert wird, bei einer mittleren aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit (v) als Typ (38) „leichter Fahrzeuginsasse“ und/oder bei einer niedrigen aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit (v) als Typ (36) „Kind in einem Kindersitz“.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 4 und 5, wobei bei einer kleinen Restgurtbandlänge (l) und einer hohen aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit (v) der Fahrzeuginsasse (16) als Typ (42) „schwerer Fahrzeuginsasse“ kategorisiert wird, bei einer mittleren Restgurtbandlänge (l) und einer mittleren aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit (v) als Typ (40) „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“, bei einer großen Restgurtbandlänge (l) und einer mittleren aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit (v) als Typ (38) „leichter Fahrzeuginsasse“ und/oder bei einer kleinen oder mittleren Restgurtbandlänge (l) und einer niedrigen aktuellen Gurtbandauszugsgeschwindigkeit (v) als Typ (36) „Kind in einem Kindersitz“.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 und 6, wobei der wenigstens eine schaltbare Kraftbegrenzer (28, 30, 44) so geschaltet wird, dass das Kraftniveau der Gurtbandauszugskraft (F) bei einer Kategorisierung als Typ (36) „Kind im Kindersitz“ und/oder als Typ (38) „leichter Fahrzeuginsasse“ niedriger ist als bei einer Kategorisierung als Typ (40, 42) „mittelschwerer Fahrzeuginsasse“ und/oder „schwerer Fahrzeuginsasse“.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei bei einer Kategorisierung als Typ (36, 38) „Kind im Kindersitz“ und/oder „leichter Fahrzeuginsasse“ wenigstens ein schaltbarer Kraftbegrenzer (28, 30, 44) deaktiviert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, wobei ein erster Kraftbegrenzer (28) bei Beginn der Rückhaltesituation aktiv ist und der schaltbare Kraftbegrenzer (30) ein zweiter Kraftbegrenzer ist, wobei in Abhängigkeit von der Kategorie des Fahrzeuginsassen (16) ein Schaltzeitpunkt (t_{s2}) des zweiten

Kraftbegrenzers (30) innerhalb eines vorgegebenen Schaltzeitintervalls (Δt) festgelegt wird oder der zweite Kraftbegrenzer (30) deaktiviert wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, wobei in Abhängigkeit von der Kategorie des Fahrzeuginsassen (16) ein dritter Kraftbegrenzer (44), der ein
5 schaltbarer Kraftbegrenzer ist, während der Rückhaltesituation deaktiviert wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, wobei Daten zu einem Verlauf der Rückhaltesituation erfasst werden und eine Echtzeitsimulation eines Verhaltens des Fahrzeuginsassen (16) auf der Grundlage dieser Daten durchgeführt wird, wobei eine simulierte Gurtbandauszugsgeschwindigkeit (v)
10 ermittelt und/oder eine Kategorisierung des Fahrzeuginsassen (16) durchgeführt wird.

FIG 1

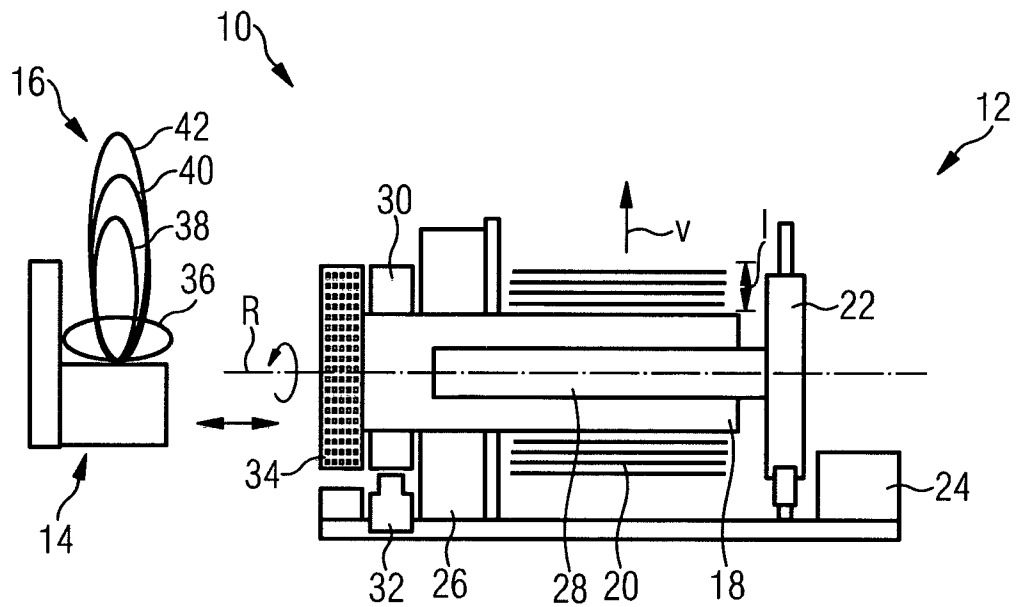


FIG 2

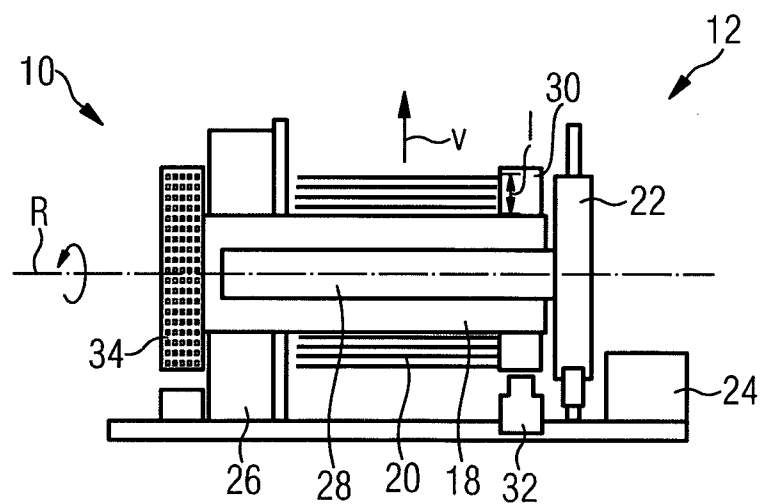


FIG 3

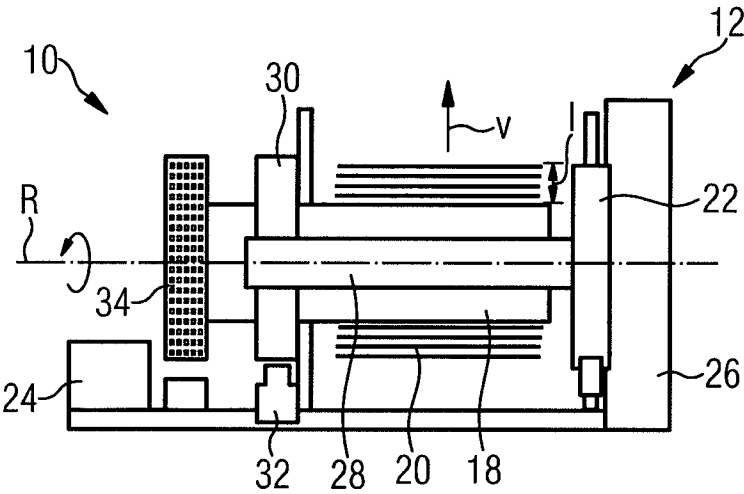


FIG 4

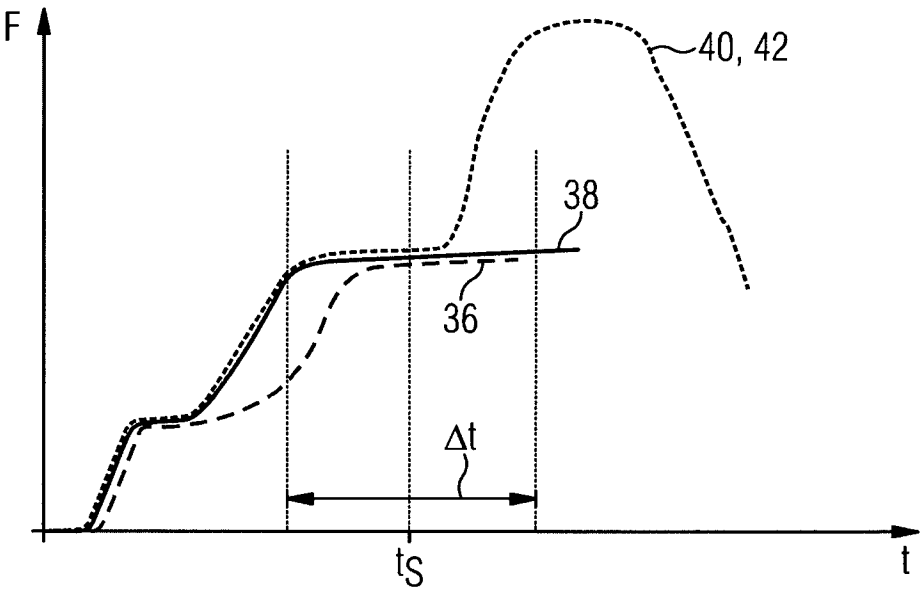


FIG 5

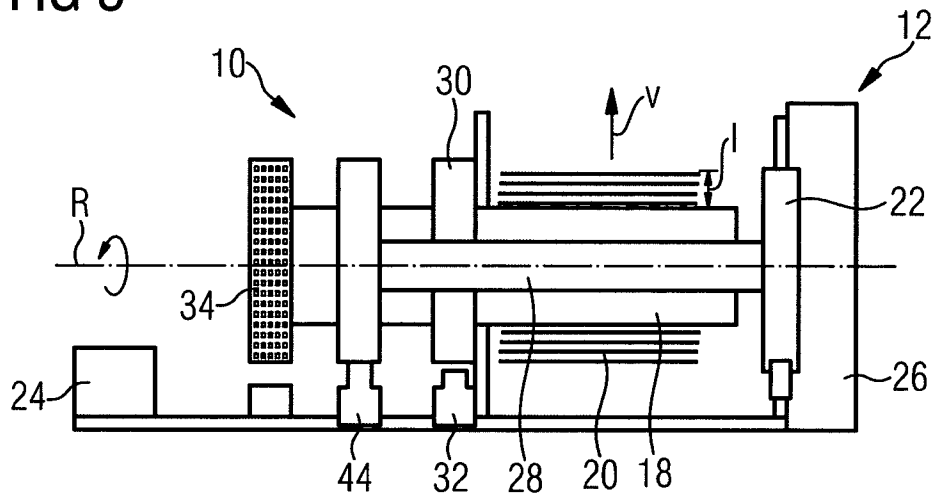


FIG 6

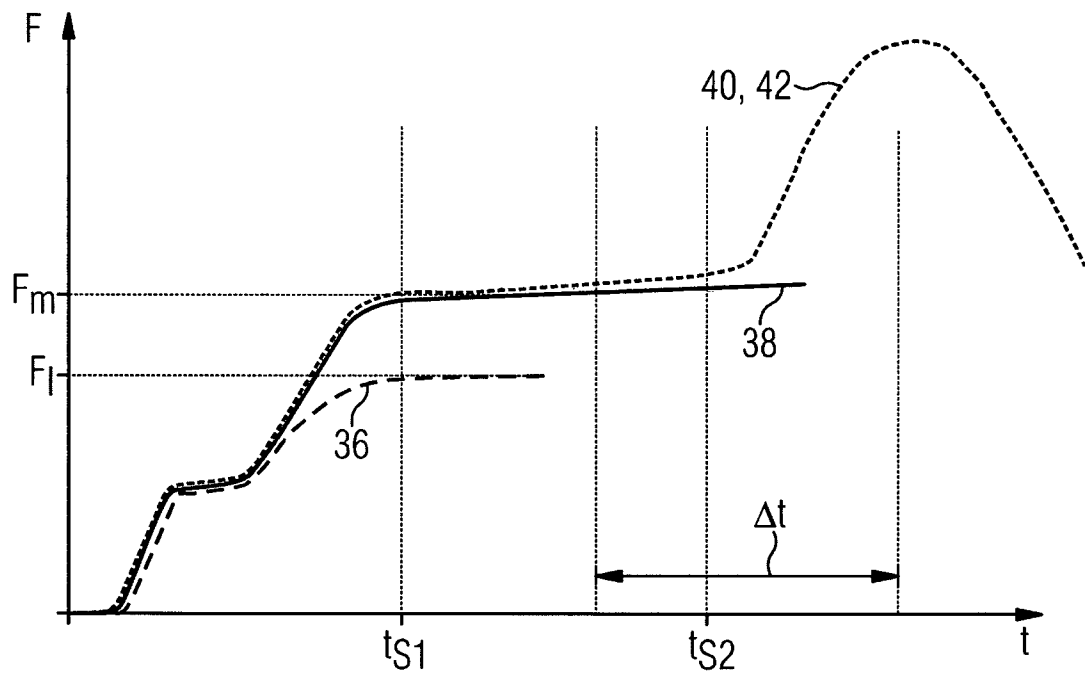


FIG 7

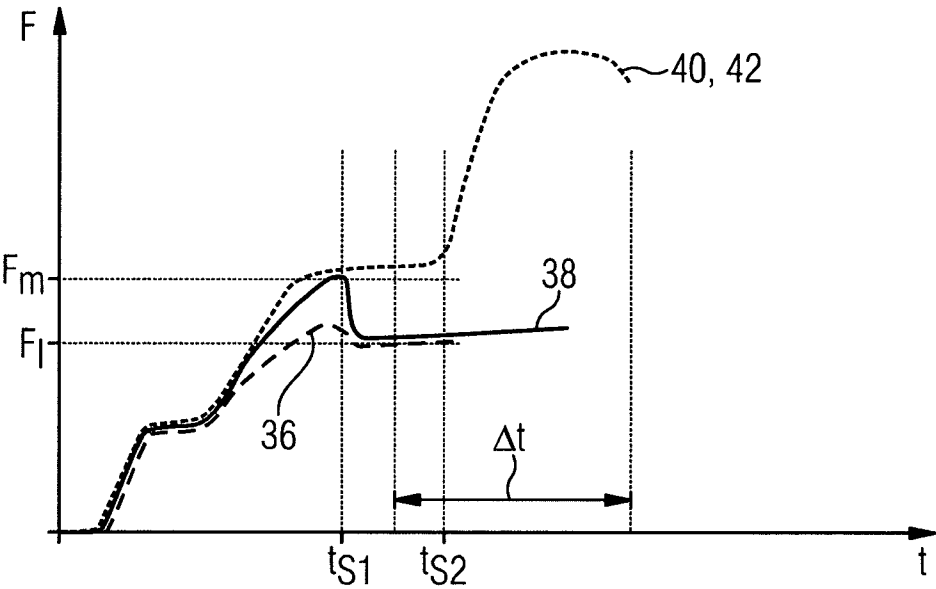


FIG 8

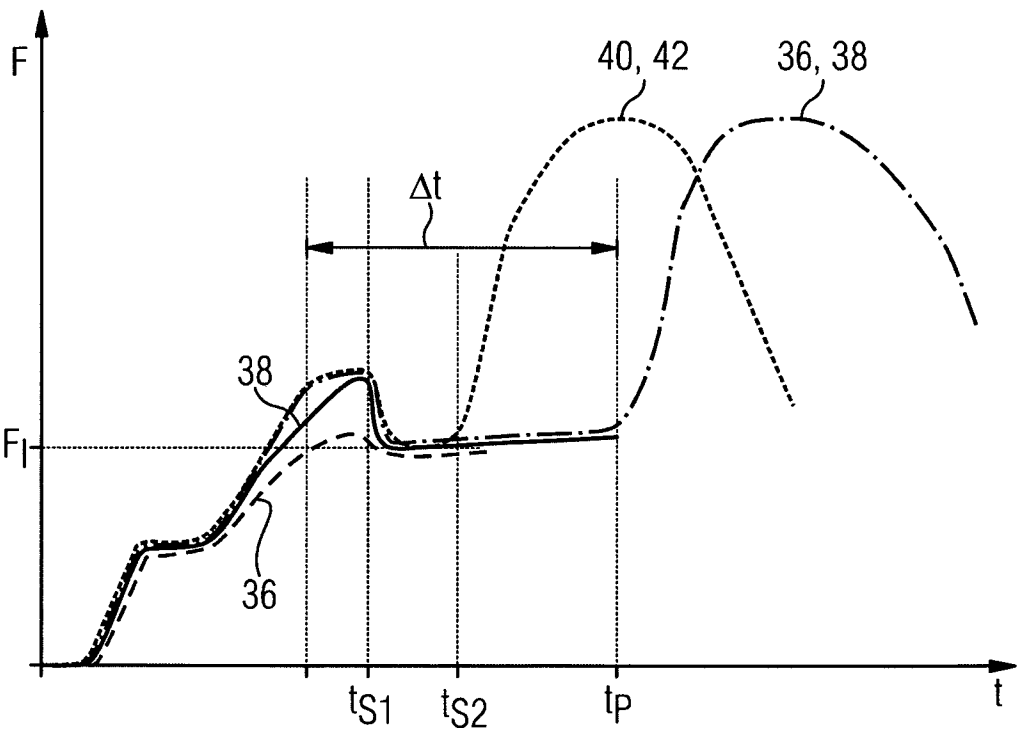


FIG 9

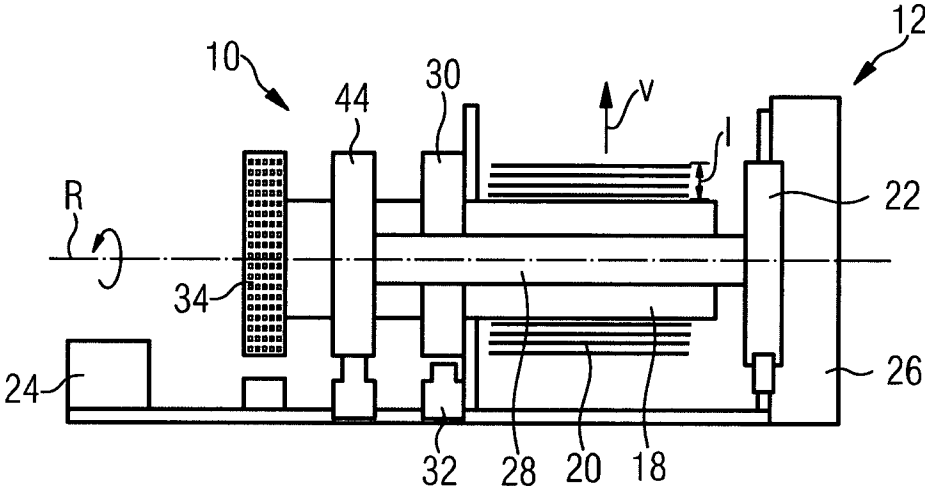
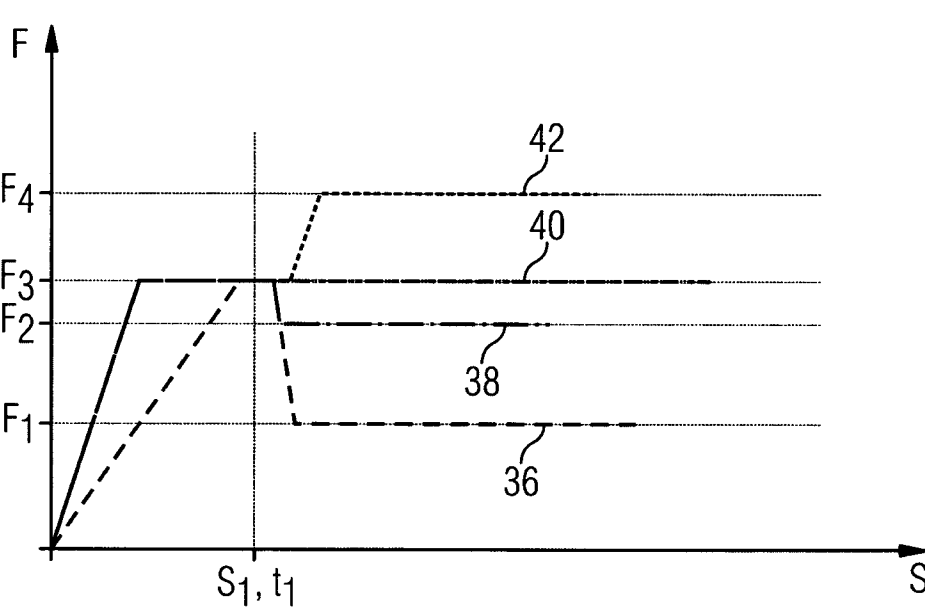


FIG 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/000018

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60R 22/34**(2006.01)i; **B60R 21/015**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60R

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2019030545 A1 (KEY SAFETY SYSTEMS INC [US]) 14 February 2019 (2019-02-14) page 4, line 4 - line 21	1-11
X	JP 2010241186 A (TOYOTA MOTOR CORP) 28 October 2010 (2010-10-28) the whole document	1,3
X	WO 0043245 A1 (BREED AUTOMOTIVE TECH [US]) 27 July 2000 (2000-07-27) the whole document	1,3
X	DE 102013011267 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 08 January 2015 (2015-01-08) the whole document	1,3
A	DE 102017107263 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 12 October 2017 (2017-10-12) the whole document	2, 4
A	US 2007114768 A1 (LENNIR ANDERS [SE]) 24 May 2007 (2007-05-24) the whole document	2, 4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 August 2024

Date of mailing of the international search report

29 August 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

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

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

Authorized officer

Busuiocescu, Bogdan

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/000018

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2019030545	A1	14 February 2019	CN	111212767	A	29 May 2020
				EP	3665044	A1	17 June 2020
				US	2020247353	A1	06 August 2020
				WO	2019030545	A1	14 February 2019
JP	2010241186	A	28 October 2010	JP	5347660	B2	20 November 2013
				JP	2010241186	A	28 October 2010
WO	0043245	A1	27 July 2000	BR	9915957	A	30 October 2001
				CA	2359019	A1	27 July 2000
				DE	19902483	A1	17 August 2000
				DE	69909427	T2	25 March 2004
				DE	69928030	T2	13 July 2006
				EP	1022201	A1	26 July 2000
				EP	1312518	A2	21 May 2003
				ES	2250759	T3	16 April 2006
				JP	2003522064	A	22 July 2003
				KR	100455634	B1	06 November 2004
				US	6290159	B1	18 September 2001
				WO	0043245	A1	27 July 2000
DE	102013011267	A1	08 January 2015	DE	102013011267	A1	08 January 2015
				GB	2517832	A	04 March 2015
DE	102017107263	A1	12 October 2017	CN	107284402	A	24 October 2017
				DE	102017107263	A1	12 October 2017
				GB	2549392	A	18 October 2017
				RU	2017112024	A	10 October 2018
				US	2017291575	A1	12 October 2017
US	2007114768	A1	24 May 2007	AT	E420797	T1	15 January 2009
				EP	1711380	A1	18 October 2006
				EP	2036781	A1	18 March 2009
				GB	2410593	A	03 August 2005
				US	2007114768	A1	24 May 2007
				WO	2005073034	A1	11 August 2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60R22/34 B60R21/015
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60R

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2019/030545 A1 (KEY SAFETY SYSTEMS INC [US]) 14. Februar 2019 (2019-02-14) Seite 4, Zeile 4 - Zeile 21 -----	1 - 11
X	JP 2010 241186 A (TOYOTA MOTOR CORP) 28. Oktober 2010 (2010-10-28) das ganze Dokument -----	1, 3
X	WO 00/43245 A1 (BREED AUTOMOTIVE TECH [US]) 27. Juli 2000 (2000-07-27) das ganze Dokument -----	1, 3
X	DE 10 2013 011267 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 8. Januar 2015 (2015-01-08) das ganze Dokument ----- - / - -	1, 3

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 1. August 2024	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 29/08/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Busuiocescu, Bogdan

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2017 107263 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 12. Oktober 2017 (2017-10-12) das ganze Dokument -----	2,4
A	US 2007/114768 A1 (LENNIR ANDERS [SE]) 24. Mai 2007 (2007-05-24) das ganze Dokument -----	2,4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/000018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2019030545	A1	14-02-2019	CN	111212767 A		29-05-2020
			EP	3665044 A1		17-06-2020
			US	2020247353 A1		06-08-2020
			WO	2019030545 A1		14-02-2019

JP 2010241186	A	28-10-2010	JP	5347660 B2		20-11-2013
			JP	2010241186 A		28-10-2010

WO 0043245	A1	27-07-2000	BR	9915957 A		30-10-2001
			CA	2359019 A1		27-07-2000
			DE	19902483 A1		17-08-2000
			DE	69909427 T2		25-03-2004
			DE	69928030 T2		13-07-2006
			EP	1022201 A1		26-07-2000
			EP	1312518 A2		21-05-2003
			ES	2250759 T3		16-04-2006
			JP	2003522064 A		22-07-2003
			KR	100455634 B1		06-11-2004
			US	6290159 B1		18-09-2001
			WO	0043245 A1		27-07-2000

DE 102013011267	A1	08-01-2015	DE	102013011267 A1		08-01-2015
			GB	2517832 A		04-03-2015

DE 102017107263	A1	12-10-2017	CN	107284402 A		24-10-2017
			DE	102017107263 A1		12-10-2017
			GB	2549392 A		18-10-2017
			RU	2017112024 A		10-10-2018
			US	2017291575 A1		12-10-2017

US 2007114768	A1	24-05-2007	AT	E420797 T1		15-01-2009
			EP	1711380 A1		18-10-2006
			EP	2036781 A1		18-03-2009
			GB	2410593 A		03-08-2005
			US	2007114768 A1		24-05-2007
			WO	2005073034 A1		11-08-2005
