



(10) **DE 10 2012 024 931 A1** 2014.06.26

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 024 931.4**

(22) Anmeldetag: **20.12.2012**

(43) Offenlegungstag: **26.06.2014**

(51) Int Cl.: **E05F 15/20 (2006.01)**

(71) Anmelder:
**GM Global Technology Operations LLC (n. d. Ges.
d. Staates Delaware), Detroit, Mich., US**

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(72) Erfinder:
Weyer, Holger, 65185, Wiesbaden, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

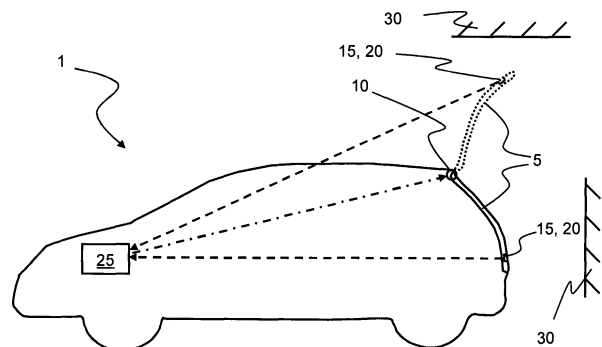
DE	103 31 466	A1
DE	198 13 025	A1
DE	199 59 990	A1
DE	10 2009 014 404	A1
DE	10 2010 001 263	A1
DE	60 2005 004 571	T2

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Heckklappensystem mit Öffnungswinkelbeschränkung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Heckklappensystem für ein Kraftfahrzeug (1), mit einer an dem Kraftfahrzeug (1) anlenkbaren Heckklappe (5) zum Verschließen einer Heckraumöffnung des Kraftfahrzeugs (1), und einem motorischen und steuerbaren Antrieb (10) zum automatischen Verschwenken der Heckklappe (5) von einem geöffneten Zustand in einen geschlossenen Zustand und umgekehrt, wobei die Heckklappe (5) eine wenigstens einen Abstandssensor (20) umfassende Abstandssensorik (15) aufweist, mittels der ein Abstand zu einem in einem Schwenkbereich der am Kraftfahrzeug (1) angelenkten Heckklappe (5) detektierten Hindernis (30) ermittelbar ist, und wobei ein Mittel (25) zur Steuerung des Antriebs (10) vorhanden ist, das den Antrieb (10) abhängig von dem ermittelten Abstand steuert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Heckklappensystem für ein Kraftfahrzeug, ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Heckklappensystems sowie ein Kraftfahrzeug, das ein solches Heckklappensystem umfasst oder in dem ein solches Verfahren durchgeführt wird.

[0002] Beim Öffnen der Heckklappe eines Kraftfahrzeugs können Beschädigungen auftreten, wenn diese mit Gegenständen oder Wänden kollidieren, die sich im Schwenkbereich befinden. Die DE 19801274 A1 beschreibt zur Vermeidung von Schäden die Verwendung einer bereits auf den Heckbereich eines Fahrzeugs ausgerichteten Abstandssensorik. Dabei werden die Daten der Abstandssensorik, die eigentlich für Abstandswarnungen beim Einparken oder für Abstandsermittlungen zu nachfolgenden Fahrzeugen im Fahrbetrieb gedacht sind, verwendet, um die Antriebsleistung für den Antrieb der Heckklappe zu steuern, falls rechnerisch erkannt wird, dass sich ein Hindernis innerhalb des Schwenkbereichs der Heckklappe hinter dem Kraftfahrzeug befindet.

[0003] Derartige auf den Heckbereich eines Kraftfahrzeugs ausgerichtete Abstandssensoren sind üblicherweise so weit wie möglich hinten am Kraftfahrzeugheck angeordnet, also in den rückwärtigen Stoßfängern, und erfassen somit ungehindert den Bereich hinter dem Kraftfahrzeugheck.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung ist es, Möglichkeiten bereitzustellen, mit denen ein erweiterter Erfassungsbereich vorliegt oder mit denen Abstandssensoren vorteilhafter eingesetzt werden können.

[0005] Die Erfindung ergibt sich aus den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche. Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, sowie der Erläuterung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren dargestellt sind.

[0006] Die Aufgabe ist in einem ersten Aspekt gelöst durch ein Heckklappensystem für ein Kraftfahrzeug, mit einer an dem Kraftfahrzeug anlenkbaren Heckklappe zum Verschließen einer Heckraumöffnung des Kraftfahrzeugs, und einem motorischen und steuerbaren Antrieb zum automatischen Verschwenken der Heckklappe von einem geöffneten Zustand in einen geschlossenen Zustand und umgekehrt, wobei die Heckklappe eine Abstandssensorik aufweist, mittels der ein Abstand zu einem in einem Schwenkbereich der am Kraftfahrzeug angeordneten Heckklappe detektierten Hindernis ermittelbar ist, und wobei ein Mittel zur Steuerung des An-

triebs vorhanden ist, das den Antrieb abhängig von dem ermittelten Abstand steuert.

[0007] Die Abstandssensorik, die einen oder mehrere Abstandssensoren umfasst, ist somit direkt an der Heckklappe angeordnet und wird während des Verschwenkens der Heckklappe zusammen mit dieser bewegt. Ist die Heckklappe geschlossen, so liegt der Erfassungsbereich der Abstandssensorik hinter dem Kraftfahrzeugheck, wodurch Gegenstände oder Wände hinter dem Kraftfahrzeug erfassbar sind. Wird die Heckklappe in Richtung des geöffneten Zustands verschwenkt, so ändert auch der Erfassungsbereich der Abstandssensorik von einem im Wesentlichen in Richtung der Fahrzeuglängsachse nach hinten gerichteten Bereich im geschlossenen Zustand zu einem mehr in Richtung der Fahrzeughochachse gerichteten Bereich im geöffneten Zustand. Vorteilhaft ist somit nicht eine Kollisionsgefahr mit hinter dem Kraftfahrzeugheck befindlichen Hindernissen wie Gegenständen oder Wänden feststellbar, sondern zusätzlich auch eine Kollisionsgefahr mit über dem Kraftfahrzeugheck befindlichen Hindernissen. Beispielsweise kann somit verhindert werden, dass die Heckklappe des Kraftfahrzeugs beim Öffnen mit niedrig liegenden Deckenwänden einer Parkgarage, mit niedrig liegenden Gestängen, Leitungen oder mit Sensoreinrichtungen, die in Parkgaragen die Belegung eines Stellplatzes detektieren, oder mit niedrigen Decken oder Trennböden, die oft bei Duplexgaragen auftreten, kollidiert. Da im geschlossenen Zustand wiederum der Bereich hinter dem Kraftfahrzeug erfasst wird, kann die Abstandssensorik des Heckklappensystems vorteilhaft eine herkömmliche Abstandssensorik ersetzen, die nicht in der verschwenkbaren Heckklappe angeordnet ist, sondern in einem nicht verschwenkbaren Teil der Fahrzeugkarosserie, üblicherweise im Stoßfänger. Somit wird eine in Kraftfahrzeugen bekannte Funktionalität, nämlich eine Überwachung einer Kraftfahrzeugumgebung hinter dem Fahrzeug, beibehalten und ohne das Erfordernis zusätzlicher Bauteile durch eine weitere Funktionalität ergänzt, nämlich die Überwachung einer Kraftfahrzeugumgebung oberhalb des Fahrzeugs.

[0008] Für den motorischen und steuerbaren Antrieb kommen beispielsweise fachbekannte Lösungen in Frage, wie etwa Schwenkmotoren, Elektrozyylinder, Hydraulikzylinder, Pneumatikzylinder oder beliebige Kombinationen davon.

[0009] Das Mittel zur Steuerung des Antriebs steuert diesen abhängig von dem ermittelten Abstand zu einem Hindernis, oder bei mehreren detektierten Hindernissen in Abhängigkeit zum demjenigen Hindernis, für das bei weiterem Verschwenken als erstes eine Kollisionsgefahr mit der Heckklappe bestünde. Das Mittel zur Steuerung kann räumlich zusammen mit dem Antrieb in einer Verschwenkvorrichtung für die Heckklappe untergebracht sein oder räumlich ge-

trennt davon vorliegen. In einem nicht beschränkenden Beispiel ist das Mittel zur Steuerung ein elektronischer Regelkreis, der die Steuerung unabhängig von anderen Fahrzeugfunktionen durchführt. In einem weiteren nicht beschränkenden Beispiel ist das Mittel zur Steuerung in einem Fahrzeugzentralcomputer implementiert, der auch weitere Fahrzeugfunktionen steuert.

[0010] Gemäß einer Ausführungsform ist das Mittel zur Steuerung des Antriebs derart ausgeführt und eingerichtet, dass im Falle, dass ein Abstand zu einem im Schwenkbereich detektierten Hindernis einen vorgegebenen Grenzwert unterschreitet, der Antrieb gestoppt wird. Das Verschwenken der Heckklappe wird dadurch gestoppt, so dass diese sich nicht weiter in Richtung des Hindernisses bewegt wird. Ein Kontakt der Heckklappe mit dem Hindernis, eine Beschädigung der Heckklappe und/oder des Hindernisses, und/oder eine Verlagerung des Hindernisses durch die Heckklappe werden dadurch vorteilhaft vermieden. Das Mittel zur Steuerung des Antriebs erhält Abstandsdaten der Abstandssensorik über eine drahtlose oder leitungsgebundene Datenverbindung und übermittelt über ebenfalls eine drahtlose oder leitungsgebundene Datenverbindung Steuerungsdaten an den Antrieb, der in Abhängigkeit davon die Heckklappe verschwenkt oder nicht verschwenkt. Das Stoppen des Antriebs erfolgt gemäß einer Weiterbildung abrupt, sobald der Mindestabstand unterschritten wird. In einer alternativen Weiterbildung wird die Leistung des Antriebs bereits vor Erreichen des Mindestabstands mit zunehmender Annäherung an diesen allmählich verringert, so dass beim Erreichen des Grenzwerts oder spätestens bei dessen Unterschreiten die Heckklappe stetig zum Stillstand kommt.

[0011] In einer weiteren Ausführungsform ist die Abstandssensorik in einem Bereich der Heckklappe angeordnet, der im geschlossenen Zustand der am Kraftfahrzeug angelenkten Heckklappe einer Fahrbahnoberfläche zugewandt ist. Dadurch kommen Gegenstände auf der Fahrbahnoberfläche oder Erhebungen der Fahrbahnoberfläche im Erfassungsbereich der Abstandssensorik zu liegen. Die Abstandssensorik des Heckklappensystems kann somit vorteilhaft insbesondere die Aufgabe einer Einparkhilfe wahrnehmen und im Rahmen eines Einparkvorgangs geeignete Abstände zu Bordsteinen oder anderen Abgrenzungen von Fahrbahnen oder Parkbuchten, wie etwa Ziersteinen oder Pflanzenkübeln, ermitteln. Kommt das Kraftfahrzeug zum Stillstand und wird ein Verschwenken der Heckklappe eingeleitet, um diese zu öffnen, so schwenkt auch der Erfassungsbereich der Abstandssensorik nach oben, wodurch wieder vorteilhaft Hindernisse erfassbar sind, die sich oberhalb der Fahrbahnoberfläche und innerhalb des Schwenkbereichs der Heckklappe befinden. Weiterhin kann der Erfassungsbereich der Abstandssensorik in der zwischen Hochachse und Längsachse des

Kraftfahrzeugs aufgespannten Ebene eng oder weit ausgelegt sein. Bei einem engen Erfassungsbereich liegt ein geringer Höhenwinkel vor, so dass bei geschlossener Heckklappe im Wesentlichen nur Hindernisse auf der Ebene der Fahrbahn erfasst werden. Bei einem weiten Erfassungsbereich liegt dementsprechend ein großer Höhenwinkel vor, so dass nicht nur Hindernisse auf Fahrbahnebene erfasst werden, sondern auch höher liegende Hindernisse wie etwa Pflanzenkübel und dergleichen. Weiterhin vorteilhaft nutzbar ist ein großer Öffnungswinkel zur Überwachung nachfolgender Verkehrsteilnehmer, die sich nicht unmittelbar hinter dem Kraftfahrzeug befinden, sondern weiter entfernt, beispielsweise fünf bis Dutzende von Metern.

[0012] Als Sensoren für die Abstandssensorik können fachbekannte Sensoren verwendet werden. Nicht-beschränkende Beispiele dafür sind Radarsensoren, Ultraschallsensoren, LIDAR-Sensoren, optische oder stereooptische Sensoren, die einzeln oder in beliebiger Kombination verwendbar sind. Dementsprechend kann die Abstandssensorik einen einzigen Abstandssensor umfassen, zwei oder mehr Abstandssensoren des gleichen Typs, die an unterschiedlichen Stellen der Heckklappe vorliegen, oder wenigstens ein Exemplar eines Abstandssensors eines ersten Typs zusammen mit wenigstens einem Exemplar eines Abstandssensors eines zweiten Typs. Umfasst eine Heckklappe eine Vielzahl von Abstandssensoren, beispielsweise zwei innere Abstandssensoren, die nahe der durch die Fahrzeugmitte verlaufenden Längsachse angeordnet sind, und zwei äußere Abstandssensoren, die weiter entfernt von der Fahrzeugmitte in Richtung der Fahrzeugseiten angeordnet sind, so ist gemäß einer Weiterbildung vorgesehen, dass die Abstandsmesswerte aller Sensoren für die Steuerung des Antriebs berücksichtigt werden. Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist vorgesehen, dass nur Messwerte derjenigen Abstandssensoren verwendet werden, die beim Öffnen der Heckklappe am wahrscheinlichsten mit einem Hindernis kollidieren würden, beispielsweise die inneren Sensoren, falls diese aufgrund einer konvexen Form der Heckklappe als erste Oberflächen mit dem Hindernis kollidieren würden. Für Abstandsmessungen im Fahrbetrieb bei geschlossener Heckklappe würden dann sowohl die Messwerte der inneren als auch der äußeren Abstandssensoren verwendet. Eine geeignete Positionierung des oder der Abstandssensorik ist in Kenntnis des hier offenbarten Erfindungsgedankens, der Oberflächenform der jeweiligen Heckklappe und deren Schwenkbereich vom Fachmann leicht bestimmbar. Beispiele für geeignete Positionen sind solche im Bereich des äußeren Rands der Heckklappe oder unterhalb der für das Nummernschild vorgesehenen Position. Gemäß einer Weiterbildung werden der oder die Abstandssensoren so positioniert, dass keine Beeinträchtigung von deren Erfassungsbereich durch sich noch wei-

ter in Richtung des Fahrzeugshecks erstreckende Erhebungen wie etwa die Stoßfänger, das rückwärtige Nummernschild oder die Nummernschildbeleuchtung auftritt.

[0013] Gemäß einer besonderen Ausführungsform umfasst die Abstandssensorik Ultraschallsensoren und/oder LIDAR-Sensoren.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform ist die Abstandssensorik derart ausgeführt und an der Heckklappe angeordnet, dass sie bei einem Verschwenken der am Kraftfahrzeug angelenkten Heckklappe einen von einem Innenraum des Kraftfahrzeugs abgewandten Umgebungsbereich abtastet. Somit befindet sich die Heckklappe zwischen dem Innenraum des Kraftfahrzeugs und von der Abstandssensorik erfassbaren Hindernissen. Vorteilhaft erfasst die Abstandssensorik damit Hindernisse, die sich vom Fahrzeuginnenraum gesehen jenseits der Heckklappe befinden, beispielsweise bei geschlossener Heckklappe hinter dem Fahrzeug befindliche senkrechte Wände oder andere Verkehrsteilnehmer. Bei weitgehend geöffneter Heckklappe werden dagegen Hindernisse oberhalb des Kraftfahrzeugs detektiert, etwa Deckenwände. Eine Beschädigung all dieser Wände bei stehendem Kraftfahrzeug, dessen Heckklappe geöffnet wird, kann somit durch entsprechende Steuerung des Antriebs, der den Öffnungsvorgang abbricht, verhindert werden. Bei Vorwärts- oder Rückwärtsfahrt des Kraftfahrzeugs und geschlossener Heckklappe ermöglicht die Abstandssensorik des Heckklappensystems gleichwohl eine Abstandsregelung in Bezug auf hinter dem Kraftfahrzeug befindliche Objekte oder eine Einparkhilfe.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Abstandssensorik derart ausgeführt und an der Heckklappe angeordnet, dass sie bei einem Verschwenken der am Kraftfahrzeug angelenkten Heckklappe einen einem Innenraum des Kraftfahrzeugs zugewandten Umgebungsbereich abtastet. Dementsprechend befinden sich von der Abstandssensorik detektierbare Hindernisse zwischen diesem Innenraum des Kraftfahrzeugs und dessen Heckklappe. Vorteilhaft kann dadurch verhindert werden, dass eine sich schließende Heckklappe beispielsweise mit Hindernissen wie etwa Personen, die sich unter der Heckklappe befinden, oder Gegenständen, die über die Hinterkante des Laderaums ragen, kollidiert und damit die Personen gefährdet oder die Gegenstände beschädigt. Gemäß einer Weiterbildung wird der Antrieb durch das Mittel zu dessen Steuerung so gesteuert, dass das Verschwenken gestoppt wird, wenn ein vorgegebener Sicherheitsabstand zu einem von der Abstandssensorik ermittelten Abstand zu einem Hindernis unterschritten wird. Gemäß einer anderen Weiterbildung wird ein Verschwenken auf jeden Fall unterbunden, solange ein Hindernis von der Abstandssensorik erfasst wird.

[0016] Insbesondere durch eine Abstandssensorik mit Abstandssensoren, die sowohl an der Außenseite einer Heckklappe als auch an deren Innenseite angeordnet sind, sind die beiden vorgenannten Ausführungsformen gleichzeitig an einem Kraftfahrzeug realisierbar.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform ist die Abstandssensorik derart eingerichtet und ausgeführt, dass sie im geschlossenen Zustand der am Kraftfahrzeug angelenkten Heckklappe Abstandsmesswerte von in einer rückwärtigen Umgebung des Kraftfahrzeugs befindlichen Hindernissen erfasst und entsprechende Umgebungsdaten, die entsprechende Abstandsmesswerte detektierter Hindernisse umfassen beziehungsweise im Falle fehlender Hindernisse keine Abstandsmesswerte umfassen, an ein oder mehrere Fahrerassistenzsysteme des Kraftfahrzeugs übermittelt. Nicht beschränkende Beispiele für derartige Fahrerassistenzsysteme sind Einparkassistenten, welche insbesondere ein Rückwärtseinparken unterstützen, Abstandsregelungen, welche Abstände zwischen Fahrzeugen regeln und/oder vor einer Unterschreitung von Mindestabständen warnen, Totwinkelassistenten, welche sich seitlich und/oder hinter dem eigenen Kraftfahrzeug nähernde Verkehrsteilnehmer melden, und Navigationssysteme, die anhand von durch die Abstandssensorik erkannten Hindernissen Rückschlüsse auf die geografische Position des eigenen Kraftfahrzeugs ziehen können.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Abstandssensorik derart eingerichtet und ausgeführt, dass sie im geschlossenen Zustand der am Kraftfahrzeug angelenkten Heckklappe mit einer ersten Empfindlichkeit und in jedem vom geschlossenen Zustand abweichenden Zustand mit einer zweiten Empfindlichkeit betrieben wird. Vorzugsweise geht die erste Empfindlichkeit mit einer größeren Abstandsauflösung und einem größeren Abstandsmessbereich einher, beispielsweise mit einem Messbereich von etwa Dutzenden von Zentimetern oder einem halben Meter bis zu mehreren Hunderten von Metern und Abstandsaufösungen im Bereich von Fünffenzentimeterschritten über Schritte im Bereich von Metern bis hin zu Dutzenden von Metern. Vorteilhaft ist mit einer derartigen ersten Empfindlichkeit eine Überwachung des Bereichs hinter dem Kraftfahrzeug für eine Einparkhilfe oder für eine Abstandsregelung durchführbar. Die zweite Empfindlichkeit, die sich teilweise durchaus mit der ersten Empfindlichkeit überlappen kann, geht entsprechend mit einer feinen Abstandsauflösung und einem geringen Abstandsmessbereich im Nahbereich einher, beispielsweise einer Abstandsauflösung im Bereich von weniger als fünf Zentimetern, etwa einem Zentimeter oder weniger als einem Zentimeter, und Abstandsmessbereich von maximal zwei Metern, wie etwa einem Meter, bis zu 50 Zentimeter, bis zu 30 Zentime-

ter oder bis zu 20 Zentimeter. Vorteilhaft lassen sich dadurch Hindernisse im Nahbereich der Heckklappe detektieren, mit denen die Heckklappe nach Verlassen des geschlossenen Zustands und/oder während des Verschwenkens kollidieren könnte. Durch die feinere Abstandsauflösung ist der Abstand der Heckklappe zu einem Hindernis mit ausreichender Genauigkeit ermittelbar. In Bezug auf den Abstandsmesswert. Bei den vorgenommenen Abstandsmessungen wird durch das Mittel zur Steuerung des Antriebs gegebenenfalls die Tatsache berücksichtigt, dass ein Abstandssensor nicht zwangsläufig die erhabenste Fläche auf der Heckklappe darstellen muss, sondern existieren Bereiche existieren könne, die sich noch über die Ebene des Abstandssensors erheben und folglich bei einem Verschwenken der Heckklappe mit zuerst mit einem detektierten Hindernis kollidieren könnten. Das Mittel zur Steuerung des Antriebs legt in solchen Fällen die tatsächliche räumliche Ausdehnung der Heckklappe zugrunde.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform weist eine Verschwenkvorrichtung der Heckklappe einen Winkelsensor auf, wobei das Mittel zur Steuerung des Antriebs nach Erreichen des kleinsten von der Abstandssensorik detektierbaren Abstands zwischen einem Abstandssensor und einem Hindernis den Antrieb abhängig von einem dann noch zulässigen Verschwenkwinkel der Heckklappe steuert. Beispielsweise kann bauteilbedingt der kleinste feststellbare Abstand zwischen einem Abstandssensor und einem Hindernis so groß sein, dass die Heckklappe bei einem weiteren Verschwenken durchaus noch weiter dem Hindernis angenähert werden könnte, ohne dass die Gefahr einer Kollision bestünde. So liegen kleinste feststellbare Abstände für bestimmte Abstandssensoren im Bereich von 25 bis 35 Zentimetern. Eine weitere Annäherung einer Heckklappe an ein Hindernis ist dementsprechend vom derartigen Abstandssensor nicht mehr erfassbar. Um den tatsächlich zur Verfügung stehenden Annäherungsspielraum möglichst vollständig auszunutzen, kann in Kenntnis der räumlichen Gestalt und des Schwenkbereichs der Heckklappe festgelegt sein, um welchen Verschwenkwinkel die Heckklappe noch weiter nach Erreichen eines von der Abstandssensorik kleinsten feststellbaren Abstands von einem Hindernis, insbesondere in Richtung des maximal geöffneten Zustands verschwenkt werden könnte, ohne dass vorbehaltlich eines Sicherheitsabstandes die Gefahr einer Kollision mit einem Hindernis droht. Der Antrieb wird entsprechend erst dann ausgeschaltet, wenn der Winkelsensor dem Mittel zur Steuerung des Antriebs anzeigt, dass dieser Verschwenkwinkel ausgeschöpft ist.

[0020] In einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug, das ein Heckklappensystem wie vorstehend beschrieben umfasst.

[0021] Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Heckklappensystems eines Kraftfahrzeugs, das eine an dem Kraftfahrzeug angelenkte Heckklappe und einen motorischen und steuerbaren Antrieb zum automatischen Verschwenken der Heckklappe von einem geöffneten Zustand in einen geschlossenen Zustand um umgekehrt umfasst. Bei dem Verfahren wird mit einer an der Heckklappe angeordneten Abstandssensorik ein Abstand zu einem in einem Schwenkbereich der Heckklappe detektiert Hindernis ermittelt, und mit einem Mittel zur Steuerung des Antriebs dieser abhängig von dem ermittelten Abstand gesteuert.

[0022] Die Steuerung erfolgt gemäß einer Ausführungsform derart, dass der Antrieb gestoppt wird, wenn der Abstand zu einem im Schwenkbereich der Heckklappe detektierten Hindernis einen vorgegebenen Grenzwert unterschreitet. Die Messung des Abstands kann kontinuierlich oder periodisch erfolgen. Gemäß einer Weiterbildung wird der Antrieb so gesteuert, dass sich das Verschwenken der Heckklappe bereits im Vorfeld des Erreichens des Grenzwerts verlangsamt. Wird der Grenzwert erreicht oder überschritten, so wird das Verschwenken vollständig gestoppt.

[0023] Das Verfahren kann Abstandsmesswerte verschiedener fachüblicher Abstandssensoren erhalten, wie etwa Radarsensoren, Ultraschallsensoren, LIDAR-Sensoren, optischer oder stereooptischer Sensoren, die einzeln oder in beliebiger Kombination verwendbar sind. Gemäß besonderen Ausführungsformen umfasst die Abstandssensorik Ultraschallsensoren und/oder LIDAR-Sensoren.

[0024] Im Rahmen des Verfahrens kann über die Abstandssensorik ein von einem Innenraum des Kraftfahrzeugs abgewandter Umgebungsbereich und/oder ein dem Innenraum zugewandter Umgebungsbereich erfasst werden. Werden beide Umgebungsbereiche erfasst, so umfasst die Abstandssensorik gemäß einer Weiterbildung insbesondere getrennte Abstandssensoren für jeden dieser Umgebungsbereiche. Weitere Ausführungsformen sehen vor, dass das Verfahren Abstandsmesswerte einer Abstandssensorik verwendet, die derart in einem Bereich der Heckklappe angeordnet ist, dass dieser im geschlossenen Zustand der am Kraftfahrzeug angelenkten Heckklappe einer Fahrbahn zugewandt ist.

[0025] In einer Weiterbildung werden im Rahmen des Verfahrens durch die Abstandssensorik erhobene Umgebungsdaten einer rückwärtigen Umgebung des Kraftfahrzeugs an ein oder mehrere Fahrerassistenzsysteme des Kraftfahrzeugs übermittelt. Diese Umgebungsdaten umfassen gegebenenfalls die Abstandsmesswerte sich in der rückwärtigen Umgebung befindlicher Hindernisse oder zeigen an, dass keine Hindernisse vorliegen, Beispiele für derarti-

ge Fahrerassistenzsysteme sind Einparkassistenten, welche insbesondere ein Rückwärtseinparken unterstützen, Abstandregelungen, welche Abstände zwischen Fahrzeugen regeln oder vor einer Unterschreitung von Mindestabständen warnen, Totwinkelassistenten, welche sich seitlich und/oder hinter dem eigenen Kraftfahrzeug nähernde Verkehrsteilnehmer melden, und Navigationssysteme, die anhand von durch die Abstandssensorik erkannten Hindernissen Rückschlüsse auf die geografische Position des Kraftfahrzeugs ermöglichen.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist die Abstandssensorik derart eingerichtet und ausgeführt, dass sie im geschlossenen Zustand der am Kraftfahrzeug angelenkten Heckklappe mit einer ersten Empfindlichkeit und in jedem vom geschlossenen Zustand abweichenden Zustand mit einer zweiten Empfindlichkeit betrieben wird. Im geschlossenen Zustand ist das Verfahren insbesondere geeignet zur Detektion von Hindernissen in einem rückwärtigen Umgebungsbereich, etwa bei Einparken oder bei der Überwachung nachfolgender Verkehrsteilnehmer, in dem Messbereiche von etwa Dutzenden von Zentimetern oder etwa einem halben Meter bis zu mehreren Hunderten von Metern und Abstandsaufösungen im Bereich von Fünfcentimeterschritten über Schritte im Bereich von Metern bis hin zu Dutzenden von Metern zweckmäßig sind. Im einem vom geschlossenen Zustand abweichenden Zustand ist insbesondere die Detektion von im Schwenkbereich der Heckklappe befindlichen Hindernisse relevant, so dass eine feinere Abstandsauflösung und einem geringer Abstandsmessbereich zugrunde gelegt werden, beispielsweise eine Abstandsauflösung im Bereich von weniger als fünf Zentimetern, etwa einem Zentimeter oder weniger als einem Zentimeter, und ein Abstandsmessbereich von maximal zwei Metern, wie etwa einem Meter, bis zu 50 Zentimeter, bis zu 30 Zentimeter oder bis zu 20 Zentimeter.

[0027] In einer weiteren Ausführungsform werden beim Betrieb des Heckklappensystems nicht nur Abstandsmesswerte der Abstandssensorik berücksichtigt, sondern auch Winkelmesswerte des Verschwenkwinkels der Heckklappe. Ist beispielsweise der kleinste Abstand zu einem Hindernis erreicht, der durch die Abstandssensorik noch detektierbar ist, und wird weiterhin in Kenntnis der räumlichen Gestalt und des Schwenkbereichs der Heckklappe eine darüber hinausgehende Annäherung der Heckklappe an das Hindernis für sicher erachtet, so ist diese Annäherung über Winkelmesswerte des Winkelsensors steuerbar. Im Rahmen des Verfahrens erfolgt ab diesem Punkt die Steuerung über das Mittel zur Steuerung des Antriebs nicht mehr auf der Grundlage der Abstandssensorik, die keine verlässlichen Abstandsmesswerte mehr liefern kann, sondern auf der Grundlage der Winkelmesswerte des Winkelsensors.

Die Heckklappe kann dann noch soweit verschwenkt werden, bis unter Zugrundelegung von deren räumlicher Gestalt und deren bekanntem Schwenkbereich und des zusätzlichen Verschwenkwinkels ein Grenzwert für eine maximale Annäherung zwischen der Heckklappe und dem Hindernis erreicht ist.

[0028] Im Rahmen der Beschreibung des Heckklappensystems wurden implizite Offenbarungen hinsichtlich des Verfahrens gemacht, und umgekehrt wurden im Rahmen der Beschreibung des Verfahrens implizite Offenbarungen hinsichtlich des Heckklappensystems gemacht, auf die ebenfalls Bezug genommen wird.

[0029] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der – gegebenenfalls unter Bezug auf die Zeichnung – zumindest ein Ausführungsbeispiel im Einzelnen beschrieben ist. Beschriebene und/oder bildlich dargestellte Merkmale bilden für sich oder in beliebiger, sinnvoller Kombination den Gegenstand der Erfindung, gegebenenfalls auch unabhängig von den Ansprüchen, und können insbesondere zusätzlich auch Gegenstand einer oder mehrerer separater Anmeldung/en sein. Gleiche, ähnliche und/oder funktionsgleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0030] Es zeigen:

[0031] Fig. 1 eine schematische Seitenansicht eines Kraftfahrzeugs mit Heckklappe

[0032] Fig. 2 eine schematische Seitenansicht eines Kraftfahrzeugs mit verschiedenen Öffnungssituationen der Heckklappe

[0033] Fig. 3 eine schematische Seitenansicht von Kraftfahrzeughecks mit Abstandssensoriken, die einen vom Innenraum abgewandten Umgebungsbereich erfassen

[0034] Fig. 4 eine schematische Seitenansicht von Kraftfahrzeughecks mit Abstandssensoriken, die einen dem Innenraum zugewandten Umgebungsbereich erfassen

[0035] Fig. 5 schematische Seitenansichten der Hecks von Kraftfahrzeugen mit einer Fahrbahnoberflächen zugewandten Abstandssensorik

[0036] Fig. 6 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betrieb eines Heckklappensystems.

[0037] Fig. 1 zeigt eine schematische Seitenansicht eines Kraftfahrzeugs **1** mit einer Heckklappe **5**, die in zwei Positionen dargestellt ist, wobei die dem geschlossenen Zustand entsprechende Position über

durchgezogene Linien und die dem geöffneten Zustand entsprechende Position über Punktlinien symbolisiert ist. Über einen Antrieb **10**, der beispielhaft als Schwenkmotor dargestellt ist, ist die Heckklappe **5** zwischen dem geöffneten und dem geschlossenen Zustand verschwenkbar. Die Heckklappe **5** umfasst eine Abstandssensorik **15**, für die stellvertretend ein Abstandssensor **20** gezeigt ist. Von der Abstandssensorik **15** werden über eine Datenverbindung, die schematisch als Strichlinie dargestellt ist, Abstandsmesswerte an ein Mittel **25** zur Steuerung des Antriebs **10** übermittelt. In Abhängigkeit von dem ermittelten Abstand zu einem Hindernis **30** übermittelt das Mittel **25** zur Steuerung des Antriebs **10** über eine Datenverbindung, die schematisch als Punktstrichlinie dargestellt ist, Steuerdaten an den Antrieb **10**, die ein entsprechendes Verschwenken oder das Beenden eines Verschwenkens der Heckklappe **5** durch den Antrieb **10** bewirken. Die Datenverbindungen sind beispielhaft als direkte Verbindungen dargestellt, die drahtlos realisierbar sind, können jedoch auch leitungsgebunden ausgebildet sein, wobei die Leitungen zusammen mit Leitungen etwa für die Stromversorgung einer Kennzeichenbeleuchtung geführt werden können. Beispielhaft für Hindernisse **30** sind eine senkrechte Wand **30a** sowie eine waagrechte Wand **30b** einer Decke dargestellt.

[0038] Fig. 2 zeigt eine schematische Seitenansicht eines Kraftfahrzeugs **1** mit verschiedenen Öffnungssituationen der Heckklappe **5**. Das Kraftfahrzeug **1** befindet sich in einem Parkhaus mit im Vergleich zu der in Fig. 1 gezeigten Situation niedrigerer Deckenhöhe. Ein Verschwenken der Heckklappe **5** vom geschlossenen Zustand, in dem die Heckklappe **5** wiederum mit durchgezogenen Linien dargestellt ist, ist anfänglich möglich, da über die Abstandssensorik **15** bereits durch Abstandsmessungen in einer im Wesentlichen geschlossenen Position über das Mittel **25** zur Steuerung des Antriebs festgestellt wird, dass selbst bei einem Verschwenken über eine im Wesentlichen waagrechte Position noch ein ausreichender Sicherheitsabstand zu dem Hindernis **30a** in Form einer senkrechten Wand eingehalten wird. In dieser im Wesentlichen waagrechten Position ist der Abstandssensor **20** der Abstandssensorik **15** auf das Hindernis **30b** in Form der waagrechten Deckenwand gerichtet und ermittelt den Abstand zu dem Hindernis **30b**. Unter Berücksichtigung der Ausmaße der Heckklappe **5** und deren Schwenkbereich ermittelt das Mittel **25** zur Steuerung des Antriebs **10**, dass der vollständig geöffnete Zustand der Heckklappe **5**, der beispielhaft dargestellt ist, nicht erreichbar ist, da diese mit dem Hindernis **30b** kollidieren würde. Folglich steuert das Mittel **25** zur Steuerung des Antriebs **10** diesen so, dass die Heckklappe **5** zwischen der im Wesentlichen waagrechten Position und dem unzulässigen vollständig geöffneten Zustand zum Stillstand kommt, so dass als Abstand ein vorgegebener Grenzwert zum Hindernis **30b** eingehalten wird.

In Fig. 2 ist die Datenverbindung zwischen der Abstandssensorik **15** der Übersichtlichkeit halber nur für die geschlossene Position der Heckklappe **5** gezeigt.

[0039] Fig. 3 zeigt in zwei Teilfiguren schematische Seitenansichten der Heckbereiche von Kraftfahrzeugen **1** mit jeweils einer Abstandssensorik **15**, die einen vom Innenraum **40** des jeweiligen Kraftfahrzeugs **1** abgewandten Umgebungsbereich **45** erfasst. Somit befindet sich die Heckklappe **5** zwischen dem Innenraum **40** und dem innenraumabgewandten Umgebungsbereich **45**. In der linken Teilfigur befindet sich die Heckklappe **5** des nur unvollständig gezeigten Kraftfahrzeugs **1** im geschlossenen Zustand. Der gezeigte Abstandssensor **20** der Abstandssensorik **15** erfasst daher einen innenraumabgewandten Umgebungsbereich **45**, der sich im Wesentlichen hinter dem Kraftfahrzeug **1** befindet. Beispielsweise sind damit hinter dem Kraftfahrzeug **1** befindliche Gegenstände oder Wände beim Einparken erfassbar, oder dem Kraftfahrzeug **1** nachfolgende Verkehrsteilnehmer im normalen Fahrbetrieb des Kraftfahrzeugs **1**. In der rechten Teilfigur befindet sich die Heckklappe **5** in einem geöffneten Zustand. Der zusammen mit der Heckklappe **5** verschwenkte Abstandssensor **20** der Abstandssensorik **15** erfasst nun einen innenraumabgewandten Umgebungsbereich **45**, der sich im Wesentlichen über dem Kraftfahrzeug **1** befindet. Über die Abstandssensorik **15** können somit beispielsweise Hindernisse **30** detektiert werden, etwa wie gezeigt eine Deckenwand, wobei das in der Fig. 3 nicht dargestellte Mittel **25** zur Steuerung des Antriebs **10** diesen so steuert, dass der Antrieb **10** beim Verschwenken der Heckklappe **5** in Richtung des geöffneten Zustands bei Unterschreiten eines durch einen Doppelpfeil symbolisierten Grenzwerts für den Abstand zu dem Hindernis **30** gestoppt wird.

[0040] Fig. 4 zeigt eine schematische Seitenansicht des Heckbereichs eines Kraftfahrzeugs **1** mit einer Abstandssensorik **15**, die einen dem Innenraum **40** zugewandten Umgebungsbereich **50** erfasst. Wie das Kraftfahrzeug **1** aus Fig. 3 umfasst das Kraftfahrzeug **1** eine Abstandssensorik **15** mit einem Abstandssensor **20a**, der einen innenraumabgewandten Umgebungsbereich **45** umfasst und beispielsweise in der für die Fig. 2 oder die Fig. 3 beschriebene Weise zur Steuerung des Verschwenkens der Heckklappe **5** in Abhängigkeit des Abstands zu einer Deckenwand als Hindernis Heckklappe **30a** verwendbar ist. Weiterhin umfasst die Abstandssensorik **15** einen Abstandssensor **20b**, der einen innenraumzugewandten Umgebungsbereich **50** erfasst. Wenn ein Hindernis **30b**, beispielsweise eine Person wie in der linken Teilfigur von Fig. 4 gezeigt, sich im innenraumzugewandten Umgebungsbereich **50** aufhält, wird somit über das nicht dargestellte Mittel **25** zur Steuerung des Antriebs **10** verhindert, dass die Heckklappe **5** in Richtung des geschlossenen Zustands verschwenkt wird und die Heckraumöffnung verschließt,

die durch eine punktierte Linie angedeutet ist. In der rechten Teilfigur von **Fig. 4** wird die Heckklappe **5** geschlossen, wobei jedoch durch den Abstandssensor **20b** ein im Kofferraum abgelegter und über die die Heckklappenkante ragender Gegenstand als Hindernis **30b** erfasst und ein Verschwenken der Heckklappe **5** in Richtung des geschlossenen Zustands gestoppt wird.

[0041] **Fig. 5** zeigt in zwei Teilfiguren schematische Seitenansichten der Heckbereiche von Kraftfahrzeugen **1** mit jeweils einer Abstandssensorik **15**, die einer Fahrbahnoberfläche **35** zugewandt ist und von der jeweils ein Abstandssensor **20** gezeigt ist. In der linken Teilfigur liegt ein geringer Höhenwinkel α des Erfassungsbereichs der Abstandssensorik **15** vor, so dass nur Hindernisse **30** erfasst werden, die sich im Wesentlichen auf der Ebene der Fahrbahn **35** befinden, wie etwa ein dargestellter Bordstein. Weiter oberhalb dieser Ebene befindliche Hindernisse liegen dagegen außerhalb des Erfassungsbereichs. In der rechten Teilfigur weist der Erfassungsbereich dagegen einen großen Höhenwinkel α auf. Somit werden nicht nur etwaige Hindernisse **30a** auf der Fahrbahn **35** erkannt, wie etwa ein dargestellter Randstein, sondern auch oberhalb der Ebene der Fahrbahn **35** befindliche Hindernisse, etwa beispielhaft gezeigt an einem Feuerlöscher als Hindernis **30b**, der an einer Wand einer Parkgarage befestigt ist und bei einem Rückwärtseinparken oder einem Verschwenken der Heckklappe **5** vom geschlossenen in Richtung des geöffneten Zustands mit dieser kollidieren könnte.

[0042] **Fig. 6** zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betrieb eines Heckklappensystems. In einem Verfahrensschritt **100** wird mit einer an der Heckklappe **5** angeordneten Abstandssensorik **15** ein Abstand zu einem in einem Schwenkbereich der Heckklappe **5** detektierten Hindernis **30** ermittelt. In einem Verfahrensschritt **200** wird mit einem Mittel **25** zur Steuerung des Antriebs **10** dieser abhängig von dem ermittelten Abstand gesteuert.

[0043] Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte Ausführungsbeispiele näher illustriert und erläutert wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen. Es ist daher klar, dass eine Vielzahl von Variationsmöglichkeiten existiert. Es ist ebenfalls klar, dass beispielhaft genannte Ausführungsformen wirklich nur Beispiele darstellen, die nicht in irgendeiner Weise als Begrenzung etwa des Schutzbereichs, der Anwendungsmöglichkeiten oder der Konfiguration der Erfindung aufzufassen sind. Vielmehr versetzen die vorhergehende Beschreibung und die Figurenbeschreibung den Fachmann in die Lage, die beispielhaften Ausführungsformen konkret umzuset-

zen, wobei der Fachmann in Kenntnis des offenbarten Erfindungsgedankens vielfältige Änderungen beispielsweise hinsichtlich der Funktion oder der Anordnung einzelner, in einer beispielhaften Ausführungsform genannter Elemente vornehmen kann, ohne den Schutzbereich zu verlassen, der durch die Ansprüche und deren rechtliche Entsprechungen, wie etwa weitergehenden Erläuterung in der Beschreibung, definiert wird.

Bezugszeichenliste

1	Kraftfahrzeug
5	Heckklappe
10	Antrieb
15	Abstandssensorik
20a, b	Abstandssensor
25	Mittel zur Steuerung des Antriebs
30a, b	Hindernis
35	Fahrbahnoberfläche
40	Innenraum des Kraftfahrzeugs
45	innenraumabgewandter Umgebungsbereich
50	innenraumzugewandter Umgebungsbereich
100–200	Verfahrensschritte

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- DE 19801274 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Heckklappensystem für ein Kraftfahrzeug (1), mit einer an dem Kraftfahrzeug (1) anlenkbaren Heckklappe (5) zum Verschließen einer Heckraumöffnung des Kraftfahrzeugs (1), und einem motorischen und steuerbaren Antrieb (10) zum automatischen Verschwenken der Heckklappe (5) von einem geöffneten Zustand in einen geschlossenen Zustand und umgekehrt,

dadurch gekennzeichnet, dass

– die Heckklappe (5) eine Abstandssensorik (15) aufweist, mittels der ein Abstand zu einem in einem Schwenkbereich der am Kraftfahrzeug (1) angelenkten Heckklappe (5) detektierten Hindernis (30) ermittelbar ist, und

– ein Mittel (25) zur Steuerung des Antriebs (10) vorhanden ist, das den Antrieb (10) abhängig von dem ermittelten Abstand steuert.

2. Heckklappensystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mittel (25) derart ausgeführt und eingerichtet ist, dass im Falle, dass ein zu einem im Schwenkbereich detektierten Hindernis (30) ermittelter Abstand einen vorgegebenen Grenzwert unterschreitet, der Antrieb (10) gestoppt wird.

3. Heckklappensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstandssensorik (15) in einem Bereich der Heckklappe (5) angeordnet ist, der im geschlossenen Zustand der am Kraftfahrzeug (1) angelenkten Heckklappe (5) einer Fahrbahnoberfläche (35) zugewandt ist.

4. Heckklappensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstandssensorik (15) Ultraschallsensoren und/oder LIDAR-Sensoren umfasst.

5. Heckklappensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstandssensorik (15) derart ausgeführt und an der Heckklappe (5) angeordnet ist, dass sie bei einem Verschwenken der am Kraftfahrzeug (1) angelenkten Heckklappe (5) einen von einem Innenraum (40) des Kraftfahrzeugs (1) abgewandten Umgebungsbereich (45) erfasst.

6. Heckklappensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstandssensorik (15) derart ausgeführt und an der Heckklappe (5) angeordnet ist, dass sie bei einem Verschwenken der am Kraftfahrzeug (1) angelenkten Heckklappe (5) einen einem Innenraum (40) des Kraftfahrzeugs (1) zugewandten Umgebungsbereich (50) erfasst.

7. Heckklappensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstandssensorik (15) derart eingerichtet und ausge-

führt ist, dass sie im geschlossenen Zustand der am Kraftfahrzeug (1) angelenkten Heckklappe (5) Abstandsmesswerte von in einer rückwärtigen Umgebung des Kraftfahrzeugs (1) befindlichen Hindernissen (30) erfasst und entsprechende Umgebungsdaten an ein oder mehrere Fahrerassistenzsysteme des Kraftfahrzeugs (1) übermittelt.

8. Heckklappensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstandssensorik (15) derart eingerichtet und ausgeführt ist, dass sie im geschlossenen Zustand der am Kraftfahrzeug (1) angelenkten Heckklappe (5) mit einer ersten Empfindlichkeit und in jedem vom geschlossenen Zustand abweichenden Zustand mit einer zweiten Empfindlichkeit betrieben wird.

9. Heckklappensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Verschwenkvorrichtung der Heckklappe (5) einen Winkelsensor aufweist, wobei das Mittel (25) zur Steuerung des Antriebs (10) nach Erreichen des kleinsten von der Abstandssensorik (15) detektierbaren Abstands zwischen einem Abstandssensor (20) und einem Hindernis (30) den Antrieb (10) abhängig von einem dann noch zulässigen Verschwenkwinkel der Heckklappe (5) steuert.

10. Kraftfahrzeug (1) mit einem Heckklappensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

11. Verfahren zum Betrieb eines Heckklappensystems eines Kraftfahrzeugs (1), das eine an dem Kraftfahrzeug (1) angelenkte Heckklappe (5) und einen motorischen und steuerbaren Antrieb (10) zum automatischen Verschwenken der Heckklappe (5) von einem geöffneten Zustand in einen geschlossenen Zustand und umgekehrt umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass

– mit einer an der Heckklappe (5) angeordneten Abstandssensorik (15) ein Abstand zu einem in einem Schwenkbereich der Heckklappe (5) detektierten Hindernis (30) ermittelt wird, und

– mit einem Mittel (25) zur Steuerung des Antriebs (10) dieser abhängig von dem ermittelten Abstand gesteuert wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

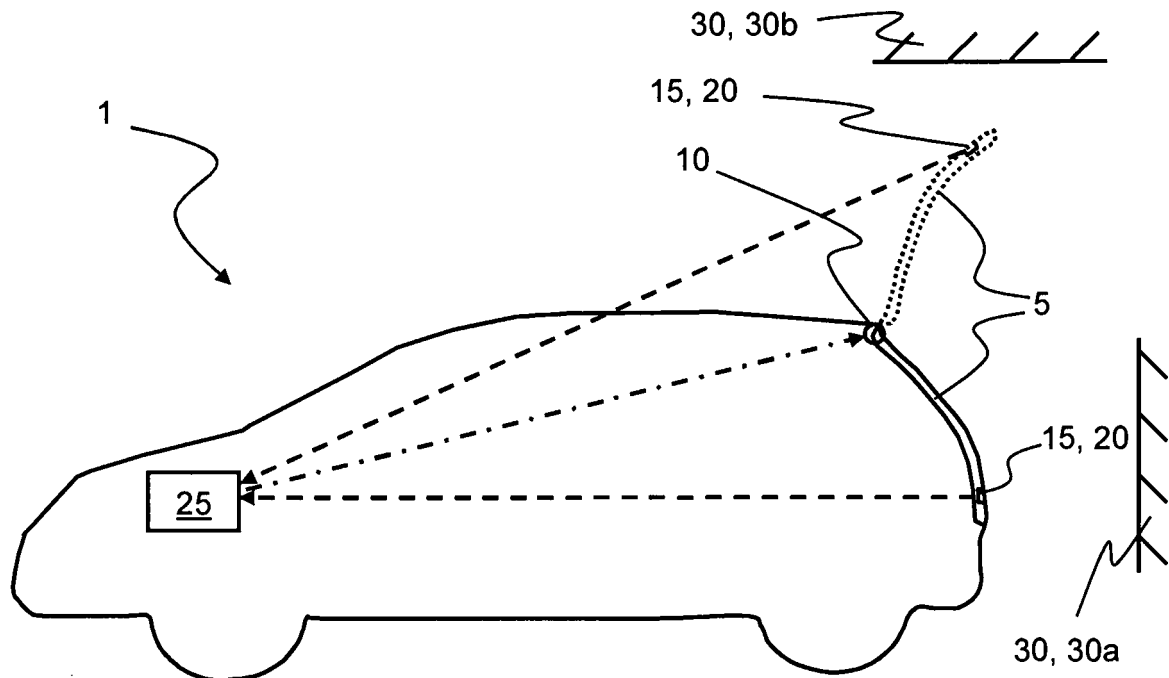


Fig. 1

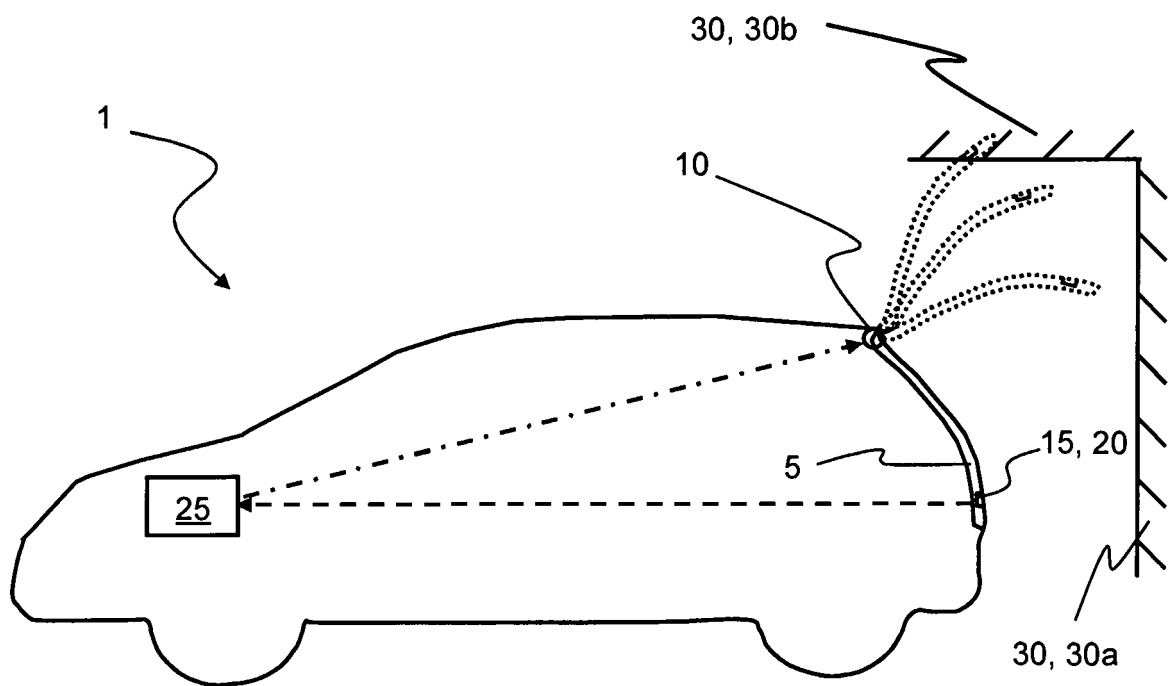


Fig. 2

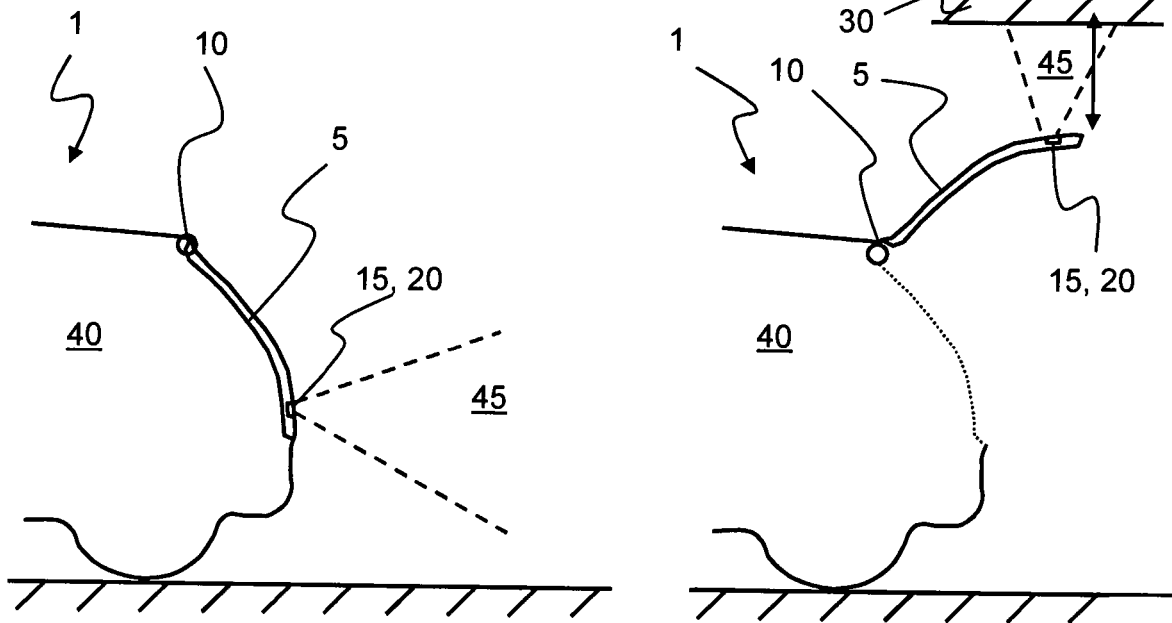


Fig. 3

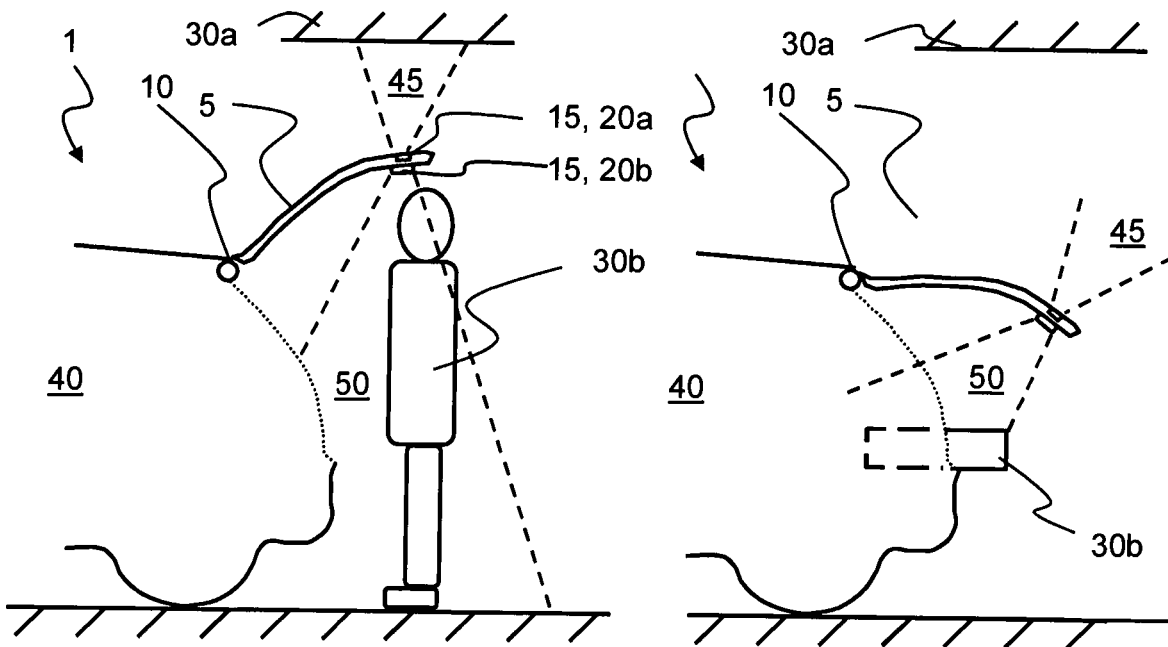


Fig. 4

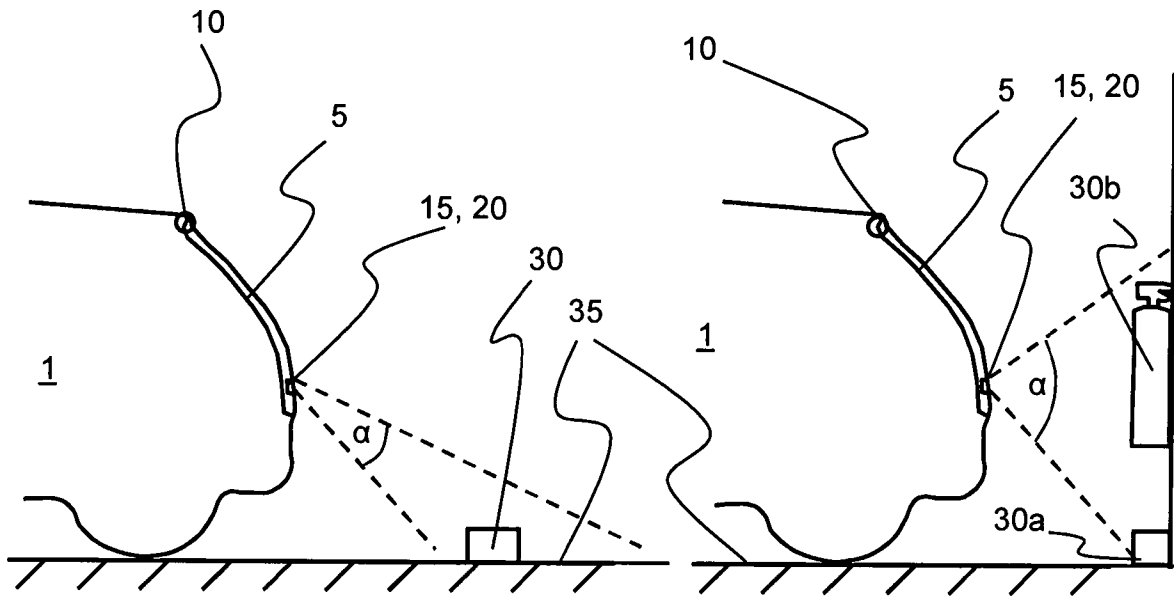


Fig. 5

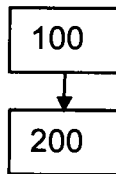


Fig. 6