



(11)

EP 2 960 883 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.08.2017 Patentblatt 2017/32

(51) Int Cl.:
G08G 1/017 (2006.01) G08G 1/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14173551.4**

(22) Anmeldetag: **23.06.2014**

(54) **Bestimmung mindestens eines Merkmals eines Fahrzeugs**

Determination of at least one vehicle feature

Détermination d'au moins une caractéristique d'un véhicule

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.12.2015 Patentblatt 2015/53

(73) Patentinhaber: **VITRONIC Dr.-Ing. Stein
Bildverarbeitungssysteme
GmbH
65189 Wiesbaden (DE)**

(72) Erfinder:
• **Jung, Andreas
55437 Ockenheim (DE)**

• **Bartiromo, Marco
65197 Wiesbaden (DE)**

(74) Vertreter: **Neumann Müller Oberwalleney &
Partner
Patentanwälte
Overstolzenstraße 2a
50677 Köln (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 2 703 823 EP-A1- 2 708 902
WO-A1-2012/152596 DE-A1- 10 148 289**

EP 2 960 883 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Bestimmung mindestens eines Merkmals eines sich entlang einer Fahrspur bewegenden Fahrzeugs, mit einem lichtempfindlichen Sensor zur Aufnahme eines Abbilds des Fahrzeugs und mit einer Auswertungsvorrichtung zur Erkennung des mindestens einen Merkmals auf dem Abbild, sowie ein Verfahren zur Bestimmung mindestens eines Merkmals eines sich entlang einer Fahrspur bewegenden Fahrzeugs mittels einer solchen Anordnung, wobei ein Abbild des Fahrzeugs mit einer Zeilenkamera aufgenommen wird und das Abbild zur Erkennung mindestens eines Merkmals des Fahrzeugs ausgewertet wird.

[0002] Anordnungen und Verfahren zum Erfassen von sich entlang einer Fahrspur bewegenden Fahrzeugen mit Hilfe mindestens einer Kamera und/oder sonstigen Einrichtungen zur Erfassung der Kontur oder räumlichen Struktur des Fahrzeuges und gegebenenfalls seiner Geschwindigkeit sind beispielsweise aus verschiedenen Anwendungen zur Überwachung oder Verkehrserfassung bekannt.

[0003] Automatische Kontrollsysteme für Straßenmaut, beispielsweise, die auf der Kommunikation zwischen Fahrzeug und einer entsprechenden Kommunikationseinrichtung an einer Mautstelle beruhen, setzen voraus, dass in jedem mautpflichtigen Fahrzeug eine entsprechende Kommunikationseinrichtung vorhanden ist, aus welcher die wesentlichen Daten des Fahrzeuges abgerufen werden können, die seiner Identifikation dienen, wobei außerdem auch noch die benutzten Straßenabschnitte bei jeder Kontrolle erfasst und/oder übermittelt werden sollten. Das System muss in der Lage sein, jedes Fahrzeug, welches mautpflichtig ist, eindeutig als solches zu identifizieren. Das heißt, dass zum einen solche Fahrzeuge nicht erfasst werden dürfen, die der Mautpflicht nicht unterliegen und zum anderen, dass alle mautpflichtigen Fahrzeuge als solche erfasst werden. Um ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erfassen von Fahrzeugen in Bewegung zu schaffen, welche in der Lage sind, eine automatische Unterscheidung zwischen mautpflichtigen und nicht mautpflichtigen Fahrzeugen vorzunehmen, um so die unnötige Erfassung großer Datenmengen zu vermeiden, ist gemäß der Druckschrift DE 101 48 289 A1 vorgesehen, dass vor dem Erfassen der Kontur und/oder räumlichen Struktur die Erfassung und Verfolgung des Fahrzeuges mittels eines LIDAR-Systems erfolgt, wobei aus den LIDAR-Daten Weg und Geschwindigkeit des Fahrzeuges abgeschätzt werden und den anschließend ermittelten Kontur- und Strukturdaten zugeordnet werden. Die Vorrichtung weist ein LIDAR-System auf, welches so ausgerichtet ist, dass es ein Fahrzeug im Abstand vor der Aufnahme position der Kamera und/oder der sonstigen Einrichtungen erfasst. Weiterhin ist eine Recheneinheit vorgesehen, welche mit dem LIDAR verbunden ist und aus den LIDAR-Daten Weg und Geschwindigkeit des Fahrzeuges prognostiziert, diese Daten gegebenenfalls korrigiert und auf der

Basis dieser Daten eine Zuordnung zu den Daten der sonstigen Einrichtung und/oder dem erfassten Videobild vornimmt. Ein Nachteil besteht darin, dass bei der Kombination aus einem LIDAR-System und einer Videobilderfassung die jeweiligen Ergebnisse sicher und nachvollziehbar einander zugeordnet werden müssen, was vergleichsweise aufwändig ist. Bei der Auswertung der Videobilder besteht außerdem das Problem, dass diese durch die perspektivische Verzerrung erschwert wird, zum einen durch die Verzerrung selbst und zum anderen durch die mit Abstand von der Kamera abnehmenden Lichtausbeute, die zu einer deutlich schwächeren Ausleuchtung der entfernter von der Kamera befindlichen Bereiche des Fahrzeugs führt. Dies fällt insbesondere bei längeren Fahrzeugen, wie Lastkraftwagen, ins Gewicht. Eine Anordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist sowohl aus der WO 2012/152 596 A1 als auch aus der EP 2 703 823 A1 bekannt. Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine vereinfachte Anordnung und ein Verfahren zur Bestimmung mindestens eines Merkmals eines sich entlang einer Fahrspur bewegenden Fahrzeugs anzugeben, welche eine ebenso zuverlässige oder verbesserte Merkmalerkennung erlauben, wie der Stand der Technik, beispielsweise zur automatischen Unterscheidung zwischen mautpflichtigen und nicht mautpflichtigen Fahrzeugen.

[0004] Die Aufgabe wird durch die Anordnung und das Verfahren gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. In den jeweiligen Unteransprüchen sind bevorzugte Ausführungsformen und vorteilhafte Weiterbildungen angegeben.

[0005] Die erfindungsgemäße Anordnung zur Bestimmung mindestens eines Merkmals eines sich entlang einer Fahrspur bewegenden Fahrzeugs weist einen lichtempfindlichen Sensor zur Aufnahme eines Abbilds des Fahrzeugs und eine Auswertungsvorrichtung zur Erkennung des mindestens einen Merkmals auf dem Abbild auf. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der lichtempfindliche Sensor als Zeilenkamera ausgeführt ist, wobei diese Zeilenkamera seitlich neben der Fahrspur angeordnet ist.

[0006] Zwar ist es mit einer herkömmlichen Flächenkamera grundsätzlich möglich, ein eine Fahrspur befahrendes Fahrzeug in einem Bild zu erfassen, z.B. mit Induktionsschleifen als Auslöser für die Kamera, jedoch ist ein solches Bild perspektivisch in beiden Bilddimensionen verzerrt. Die Verwendung einer Zeilenkamera hat den Vorteil, dass der Abstand von dem aufgenommenen Teil des Fahrzeugs zu der Zeilenkamera im Wesentlichen gleich bleibt, so dass weder eine perspektivische Verzerrung in Richtung der aneinander gereihten Aufnahmen, noch eine unterschiedliche Lichtausbeute aufgrund der Entfernung zwischen Fahrzeug und Kamera auftritt. Aus diesem Grund ist es erfindungsgemäß vorgesehen, eine Zeilenkamera für die Anordnung seitlich neben der Fahrspur zu verwenden. Die Position seitlich neben der Fahrspur erlaubt eine besonders effektive Erkennung zahlreicher Merkmale von Fahrzeugen in dem

Abbild, wie insbesondere deren Länge, Anzahl der Achsen, charakteristische Form oder seitliche Beschriftung, die zu einer Identifizierung hilfreich sein können. Viele dieser Merkmale sind beispielsweise aus einer Position oberhalb der Fahrspur nicht erkennbar. Das Abbild wird dabei aus aufeinanderfolgenden Aufnahmen der Zeilenkamera zusammengesetzt, wobei die Zeilenkamera mit einer vorgegebenen, gegebenenfalls auch mit einer anpassbaren Abtastrate arbeitet. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Zeilenkamera mit der Auswertevorrichtung zur Bildauswertung ohne weitere Messgeräte verwendet werden kann. Beginn und Ende eines Fahrzeugs können durch Auswertung der laufend aufgenommenen Zeilenscans erkannt werden, so dass vorteilhaft keine Auslösung der Aufnahme erfolgen muss, um ein vollständiges Abbild des Fahrzeugs zu erhalten. Da die Abtastrate der Zeilenkamera bekannt ist, kann anhand einer Referenz im Abbild auch die Geschwindigkeit des Fahrzeugs festgestellt werden, da bei einer konstanten Abtastrate das Abbild eines Fahrzeugs, je nach Geschwindigkeit des Fahrzeugs, in der Bildhorizontalen, welche einer Zeitachse entspricht, gestaucht oder gestreckt gegenüber den tatsächlichen Seitenverhältnissen des Fahrzeugs dargestellt wird. Als Referenz kann somit beispielsweise eine bekannte Länge eines Objekts an dem Fahrzeug dienen. Besonders vorteilhaft kann auch jedes Rad als Referenz dienen. Da die mit ausreichender Genauigkeit kreisrunden Räder des Fahrzeugs in dem Abbild, je nach Geschwindigkeit des Fahrzeugs, durch die Stauchung oder Streckung entweder in der Höhe oder in der Breite elliptisch dargestellt werden, lässt sich durch eine Berechnung der Elliptizität auf die Geschwindigkeit des Fahrzeugs schließen. Die Elliptizität wird auch als Exzentrizität bezeichnet, die den Abstand der Brennpunkte einer Ellipse von ihrem Mittelpunkt angibt.

[0007] Seitlich neben der Fahrspur, ist im Sinne der Erfindung dahingehend zu verstehen, dass die Zeilenkamera nicht vertikal über der in der Regel im Wesentlichen horizontal verlaufenden Fahrspur angeordnet ist. Dennoch kann die Zeilenkamera verständlicherweise neben der Fahrspur in einer bestimmten Höhe über dem Niveau der Fahrspur angeordnet sein.

[0008] Als Zeilenkamera im Sinne der Erfindung ist ein Kameratyp zu verstehen, der nur eine lichtempfindliche Zeile, einen sogenannten Zeilensensor aufweist, im Gegensatz zum zweidimensionalen Sensor, der über eine Vielzahl von Zeilen verfügt. Zeilensensoren sind licht- bzw. strahlungsempfindliche Detektoren, in der Regel Halbleiterdetektoren, die aus einem eindimensionalen Feld aus Fotodetektoren oder anderen Detektorelementen bestehen. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Zeilenkamera schräg zu der Fahrspur ausgerichtet ist. Unter der Ausrichtung der Zeilenkamera ist im Sinne der Erfindung diejenige Richtung zu verstehen, in welche die lichtempfindliche Zeile ausgerichtet ist, um Licht zu empfangen. Das Fahrzeug bewegt sich in einer Fahrtrichtung entlang der Fahrspur. Die neben der Fahrspur

angeordnete Zeilenkamera kann somit dessen Seitenfläche aufnehmen. Bei einem Winkel ungleich 90° zwischen Fahrspur und Zeilenkamera ist die Zeilenkamera im Sinne der Erfindung schräg zu der Fahrspur ausgerichtet. In dem bevorzugten Fall einer in einem spitzen Winkel zu der Fahrspur, entgegen der Fahrtrichtung des Fahrzeugs ausgerichteten Zeilenkamera, wird zunächst die Vorderfront des Fahrzeugs und anschließend dessen Seitenfläche aufgenommen, was den Vorteil hat, dass eine Erkennung des Kennzeichens und möglicher Gefahrgutkennzeichnungen an der Vorderfront des Fahrzeugs ermöglicht wird. Bei einer Ausrichtung der Zeilenkamera in einem stumpfen Winkel zur Fahrspur in Fahrtrichtung des Fahrzeugs ist die Zeilenkamera im Sinne der Erfindung ebenfalls schräg zu der Fahrspur ausgerichtet. In diesem ebenfalls bevorzugten Fall wird die Seitenfläche des Fahrzeugs zuerst und anschließend dessen Rückseite aufgenommen, was ebenfalls eine Kennzeichenidentifizierung anhand des hinteren Kennzeichenschilts erlaubt. Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die Zeilenkamera in einem Winkel von etwa 30° zu der Fahrspur, entgegen der Fahrtrichtung des Fahrzeugs ausgerichtet ist. Der Winkel der Zeilenkamera zu einer geraden Fahrzeugfront beträgt somit etwa 60° .

[0009] Unter der Ausrichtung der Zeilenkamera ist im Sinne der Erfindung nicht die Ausrichtung des Zeilensensors selbst gemeint, der in der Regel vertikal, also im Wesentlichen rechtwinklig zu einer durch die Fahrspur gebildeten Ebene angeordnet ist. Eine Positionierung unter einem Winkel von deutlich weniger als 90° zur Vertikalen wäre für den Zeilensensor aber grundsätzlich auch denkbar.

[0010] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Anordnung ist eine Beleuchtungsvorrichtung vorgesehen, wobei die Beleuchtungsvorrichtung in einem Winkelabstand von mindestens 7° von der Ausrichtung der Zeilenkamera ausgerichtet ist. Die Beleuchtungsvorrichtung dient zur Ausleuchtung bei schwachen Lichtverhältnissen, insbesondere bei Nacht. Ein Winkelabstand von mindestens 7° von der Ausrichtung der Zeilenkamera bedeutet, dass das Licht, welches von der Beleuchtungsvorrichtung abgestrahlt, von dem Fahrzeug zurückgeworfen und von der Zeilenkamera detektiert wird, um mindestens 7° bei der Reflexion umgelenkt wird. Dadurch lässt sich ein übermäßiger, eine Auswertung behindernder Lichteinfall von Kennzeichenschilten mit retroreflektierender Oberfläche vorteilhaft vermeiden. Für die Beleuchtung eignet sich sowohl sichtbares Licht, als auch Infrarotstrahlung.

[0011] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Anordnung ist eine Steuerung der Zeilenkamera vorgesehen, wobei eine Abtastrate der aufgenommenen Zeilen durch die Steuerung einstellbar ist. Weiterhin bevorzugt ist eine Geschwindigkeitsmessvorrichtung zur Messung einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs bei der Aufnahme des Abbilds vorgesehen. Dadurch lässt sich besonders vorteilhaft eine Ausführungsform der Anordnung realisieren, bei der die Abtastrate

durch die Steuerung an die mittels einer Geschwindigkeitsmessvorrichtung gemessene Geschwindigkeit des Fahrzeugs anpassbar ist. Dadurch wird eine Stauchung oder Streckung des Abbilds in der Bildhorizontalen zumindest weitgehend vermieden, so dass eine nachträgliche Korrektur, beispielsweise anhand der Elliptizität der abgebildeten Räder, entfallen kann oder zumindest wesentlich weniger umfangreich ausfallen kann. In einer alternativen Ausgestaltung kann die Messung der Geschwindigkeit durch eine Geschwindigkeitsmessvorrichtung bei einer festen Abtastrate der Zeilenkamera anhand der rechnerisch aus dem Abbild ermittelbaren Geschwindigkeit verifiziert werden.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Bestimmung mindestens eines Merkmals eines sich entlang einer Fahrspur bewegenden Fahrzeugs mittels der hierin zuvor beschriebenen Anordnung sieht vor, dass ein Abbild des Fahrzeugs mit der Zeilenkamera aufgenommen wird und das Abbild zur Erkennung mindestens eines Merkmals des Fahrzeugs ausgewertet wird. Ein Vorteil des Verfahrens besteht darin, dass eine Identifizierung von Fahrzeugen nur mit Hilfe der Zeilenkamera und einer Auswertung des Abbilds ermöglicht wird. Dazu werden insbesondere die einzelnen aufgenommenen Zeilen oder Zeilenscans in einer Bildhorizontalen aneinander gereiht, so dass die Bildhorizontale einer Zeitachse entspricht. Entlang der Bildhorizontalen auftretende Linien zeigen somit ein zeitlich unverändertes Bild an, was darauf schließen lässt, dass kein Fahrzeug diesen Bildpunkt der Zeilenkamera passiert. Derartige horizontale Linien, bzw. insbesondere ein Ende einer horizontalen Linie lassen sich vorteilhaft zu einer automatischen Detektierung eines sich bewegenden Fahrzeugs heranziehen.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird bei der Auswertung eine das Abbild des Fahrzeugs einschließende Hüllkurve erstellt. Daraus lässt sich mindestens eine der Abmessung Höhe, Länge und Breite des Fahrzeugs unter Berücksichtigung einer Abtastrate der Zeilenkamera und einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs berechnen. Die Geschwindigkeit des Fahrzeugs kann dabei anhand einer Streckung oder Stauchung des Abbilds in der Bildhorizontalen gegenüber den tatsächlichen Seitenverhältnissen am Fahrzeug bestimmt werden, oder mittels einer separaten Geschwindigkeitsmessung ermittelt werden.

[0014] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass eine Anzahl und/oder Positionen von Rädern und/oder Achsen des Fahrzeugs durch Auffinden runder Objekte bei der Auswertung des Abbilds bestimmt werden. Weiterhin bevorzugt wird eine Elliptizität von bei der Auswertung des Abbilds aufgefundenen, runden Objekten bestimmt. Besonders bevorzugt wird unter Berücksichtigung der bestimmten Elliptizität eine Korrektur des Abbilds durch eine Streckung oder Stauchung in der Bildhorizontalen vorgenommen. Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass unter Berücksichtigung der Elliptizität und der Abtastrate der Zeilenkamera eine Geschwindig-

keit des Fahrzeugs berechnet wird. Diese berechnete Geschwindigkeit ist ein weiteres Merkmal des Fahrzeugs, welches vorteilhaft mittels der Zeilenkamera als alleinigem Messgerät bestimmt werden kann. Alternativ kann die berechnete Geschwindigkeit auch zur Überprüfung einer durch eine separate Geschwindigkeitsmessvorrichtung gemessene Geschwindigkeit verwendet werden.

[0015] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass eine Klassifizierung und/oder Identifizierung des Fahrzeugs anhand mindestens eines der folgenden, durch Auswertung des Abbilds erhaltenen Merkmale vorgenommen wird: Abmessungen, Anzahl der Achsen, Kennzeichen, Gefahrgutkennzeichnung, Form einer Frontscheibe und/oder einer Seitenscheibe und charakteristische Formen des Fahrzeugs.

[0016] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert. Die Ausführungen beziehen sich gleichermaßen auf die erfindungsgemäße Anordnung und auf das Verfahren. Sie sind lediglich beispielhaft und schränken den allgemeinen Erfindungsgedanken nicht ein.

[0017] Es zeigen

Figur 1 eine erste schematische Ansicht der erfindungsgemäßen Anordnung;

Figur 2 eine zweite schematische Ansicht der Anordnung gemäß Figur 1;

Figur 3 ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erstelltes Abbild eines Fahrzeugs.

[0018] In den Figuren 1 und 2 sind zwei verschiedene Ansichten der erfindungsgemäßen Anordnung zur Bestimmung mindestens eines Merkmals eines sich entlang einer Fahrspur 1 bewegenden Fahrzeugs 2 dargestellt, die nachfolgend gemeinsam beschrieben werden. In der Figur 1 ist eine Draufsicht der Fahrspur 1 und des Fahrzeugs 2 dargestellt, während in der Figur 2 eine Seitenansicht des Fahrzeugs 2 dargestellt ist. Die erfindungsgemäße Anordnung umfasst einen lichtempfindlichen Sensor 3 zur Aufnahme eines Abbilds des Fahrzeugs 2 und eine Auswertungsvorrichtung 4 zur Erkennung des mindestens einen Merkmals auf dem Abbild, wobei die Auswertevorrichtung 4 auch entfernt von dem Sensor 3 angeordnet sein kann. Der lichtempfindliche Sensor 3 ist erfindungsgemäß als Zeilenkamera 3 ausgeführt, wobei die Zeilenkamera 3 seitlich neben der Fahrspur 1 angeordnet ist.

[0019] Die erfindungsgemäße Anordnung ist besonders vorteilhaft für ein Verfahren zur Achsklassifikation bzw. Achszählung von Fahrzeugen 2 im fließenden Verkehr geeignet. Das Verfahren dient generell zur Klassifikation von Fahrzeugen 2, insbesondere zur Erkennung von markanten Merkmalen, wie z.B. den Fahrzeugher-

steller oder Gefahrgutkennzeichen in Bewegung. Zusätzlich wird mit dem gleichen Sensor 3 ein Bild des Kennzeichens aufgenommen, welches zur automatischen Kennzeichenleseverarbeitung geeignet ist. Des Weiteren wird ein Abbild des Fahrzeugs 2 als Übersichtsbild der Gesamtszene erstellt. Durch die erfindungsgemäße Anordnung und das erfindungsgemäße Verfahren können so vier Aufgaben aus dem Bereich der Verkehrsüberwachung mittels der einen Zeilenkamera 3 seitlich der Fahrspur 1 durchgeführt werden. Die Zeilenkamera 3 wird seitlich so neben der Fahrspur 1 angeordnet, dass von dem vorbeifahrenden Fahrzeug 2 die Fahrzeugfront 5 und die Fahrzeugflanke 6 zyklisch aufgenommen werden. Für den Fall, dass das natürliche Umgebungslicht, insbesondere bei Nacht, nicht ausreichend sein sollte, wird vorzugsweise eine Beleuchtung 7 auf das Fahrzeug 2 gerichtet. Der Winkel zwischen der Zeilenkamera 3 und dem Fahrzeug 2 ist dabei generell frei wählbar und kann, je nach Anwendung, angepasst werden. Anzustreben ist generell ein Winkel möglichst nahe an 90° auf die zu überwachende Fläche. Da im dargestellten Ausführungsbeispiel sowohl die Fahrzeugfront 5, als auch die Fahrzeugflanke 6 aufgenommen werden sollen, bietet sich ein Winkel von ca. 60° auf die Front 5 an, da diese mehr Detailinformationen enthält, als die Flanke 6, von der das Licht dementsprechend unter einem spitzeren Winkel von 30° in die Zeilenkamera 3 einfällt. In der Figur 2 ist erkennbar, dass das von der Beleuchtung 7 ausgehende, schematisch durch die mit L bezeichneten Pfeile dargestellte Licht, das von dem Fahrzeug 2 zurückgeworfen wird, bevorzugt unter einem Winkel α von mehr als 7° in die Zeilenkamera 3 fällt. Bei einem Winkelabstand von mehr als 7° zwischen der Beleuchtung 7 und der Kamera 3 wird vorteilhaft eine Überbelichtung durch den sogenannten Retroreflektiveffekt von Kennzeichenschildern vermieden.

[0020] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Abbild des Fahrzeugs 2 erzeugt und dadurch eine einfache Bildverarbeitung desselben ermöglicht, da keine Teilbilder zusammengefügt oder überlagert werden müssen. Es treten vorteilhaft in der Bildhorizontalen keine Verzerrungen auf der Flanke 6 des Fahrzeugs 2 auf, da der Abstand zwischen Kamera 3 und Fahrzeug 2 im Wesentlichen unverändert bleibt, abgesehen von Abweichungen durch Lenkbewegungen des Fahrzeugs 2 oder Unebenheiten der Flanke 6 des Fahrzeugs 2. Es entstehen weiterhin vorteilhaft keine stürzenden Linien in dem Abbild auf der Flanke 6 des Fahrzeugs 2. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich darüber hinaus vorteilhaft zur Bestimmung einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs 2. Je nachdem, wie elliptisch die hier nur schematisch angedeuteten Räder 8 in dem Abbild dargestellt werden, kann daraus auf die Geschwindigkeit des Fahrzeugs 2 rückgerechnet werden.

[0021] Alle hier genannten Merkmale können mit der erfindungsgemäßen Anordnung mit nur einem Sensor 3 erkannt werden. In den Figuren 1 und 2 ist der Sensor 3 geringfügig oberhalb des Fahrbahnniveaus platziert.

Denkbar ist auch die Montage des Sensors 3 an einer Brücke (nicht dargestellt), jedoch in jedem Fall seitlich versetzt zu dem zu überwachenden Bereich, also der Fahrspur 1.

[0022] Ein laserbasierter Geschwindigkeitssensor 9, wie z.B. ein LIDAR-Sensor, wie er in Geschwindigkeitsmessanlagen eingesetzt wird, kann vorzugsweise als zusätzlicher Detektor für Fahrzeuge 2 vorgesehen sein. Der Geschwindigkeitssensor 9 und die Zeilenkamera 3 befinden sich an der gleichen Position seitlich neben der Straße 1. Zum Detektionszeitpunkt liefert der Geschwindigkeitssensor 9 vorzugsweise die folgenden Daten des Fahrzeugs: Position relativ zur Sensorik, Entfernung und Geschwindigkeit des Fahrzeugs 2.

[0023] In der Figur 3 ist ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erstelltes Abbild eines Fahrzeugs 2 dargestellt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Kameras, sogenannten Still Cameras oder Area Scan Cameras, deren beide Koordinatenachsen im Abbild räumliche Positionen verzerrt durch die Perspektive darstellen, wird bei Verwendung einer Zeilenkamera 3 nach der erfindungsgemäßen Anordnung, die Bildhorizontale durch eine zeitliche Abfolge der nacheinander entstandenen Linienaufnahmen entlang der mit t bezeichneten Zeitachse ersetzt und ist daher frei von perspektivischer Verzerrung. Der Abstand von einem Pixel zum nächsten Pixel in Richtung der t-Achse entspricht der Abtastrate oder Zeilenfrequenz der Zeilenkamera 3 und ist vorzugsweise auf die durch den Geschwindigkeitssensor 9 ermittelte Geschwindigkeit des Fahrzeugs 2 angepasst, damit keine gestauchten bzw. gedehnten Bilder in Richtung der t-Achse entstehen. Die Bildvertikale in Richtung der mit Y bezeichneten Achse entspricht der Ausrichtung des Zeilensensors 3.

[0024] Die Zeilenkamera 3 befindet sich an einem festen Ort und wird nicht bewegt. Ortsfeste Objekte werden demnach durch horizontale Linien mit nur geringer Dynamik, evtl. durch Pixelrauschen oder Schatten dargestellt. Figur 3 zeigt das Abbild eines LKW 2 in Bewegung. Die Silhouette oder Hüllkurve H des Fahrzeugs 2 lässt sich vorteilhaft durch einfache Kantenfilter bestimmen. Selbst durch das Bild laufende Schatten können leicht identifiziert werden und führen nicht zu Fehleinschätzungen, wie dies bei Aufnahmen mit Still Cameras regelmäßig der Fall ist, da kein zeitlicher Bezug hergestellt werden kann. Die geometrischen Informationen, wie Länge, und/oder Höhe lassen sich mit Hilfe dieses Kantenbildes vorteilhaft bestimmen. Wenn die Positionen der Fahrzeugachsen bereits bekannt sind, kann vorteilhaft ausgeschlossen werden, dass die Front des Fahrzeugs 2 mitgemessen wird. Die Messung der Fahrzeuglänge beginnt beispielsweise mit der ersten erkannten Achse. Je nach identifizierten Fahrzeugtyp, wie LKW oder PKW, kann die Länge um einen gemittelten Faktor korrigiert werden.

[0025] Andere Sensoren, die zur Überwachung im Verkehr eingesetzt werden, wie LIDAR Scanner, arbeiten üblicherweise mit einer Abtastrate von 100 bis 200

Hz und liefern somit keine so detaillierten Daten, beispielsweise wird ein Rad nur mit etwa drei Pixeln Breite dargestellt, was keine so umfangreiche Auswertung erlaubt, wie das mit einer Zeilenkamera erstellte Abbild. Zeilenkameras, wie sie gemäß dieser Erfindung benutzt werden, können mit Zeilenfrequenzen bis zu 80 kHz arbeiten und bieten daher vorteilhaft weitergehende Möglichkeiten, die Daten zunutzen. Diese Erfindung befähigt dazu, mit der Zeilenkamera 3 als einzigen Sensor und mit nur einem Datenaufnahmezyklus alle Daten zu erzeugen, die z.B. zur Mauterhebung nötig sind. Dies sind im Einzelnen beispielsweise: Aufnahme eines Kennzeichenbildes, Aufnahme eines Übersichtsbildes, Klassifikation des Fahrzeugs auf Grund seiner Achsen und der Fahrzeuggeometrie. Zudem ist es möglich, Gefahrgutkennzeichen zu erkennen und den Fahrzeughersteller zu erkennen. Dadurch, dass alle Daten in einem Schritt erzeugt werden, entstehen konsistente Datensätze, die integer sind. Eine Falschzuordnung der Daten von mehreren Sensoren kann so vorteilhaft vermieden werden.

Bezugszeichenliste

[0026]

- 1 Fahrspur
- 2 Fahrzeug
- 3 Zeilenkamera
- 4 Auswertevorrichtung
- 5 Fahrzeugfront
- 6 Fahrzeugflanke
- 7 Beleuchtungsvorrichtung
- 8 Räder
- 9 Geschwindigkeitsmessvorrichtung
- L Pfeile
- α Winkel
- t Zeitachse, Bildhorizontale
- Y Achse, Bildvertikale
- H Hüllkurve

Patentansprüche

1. Anordnung zur Bestimmung mindestens eines Merkmals eines sich entlang einer Fahrspur (1) bewegenden Fahrzeugs (2), mit einem lichtempfindlichen Sensor (3) zur Aufnahme eines Abbilds des Fahrzeugs und mit einer Auswertevorrichtung (4) zur Erkennung des mindestens einen Merkmals auf dem Abbild, wobei der lichtempfindliche Sensor als Zeilenkamera ausgeführt ist, wobei die Zeilenkamera seitlich neben der Fahrspur angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeilenkamera schräg zu der Fahrspur, entweder entgegen einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs, oder in Fahrtrichtung des Fahrzeugs, ausgerichtet ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-**

zeichnet, dass die Zeilenkamera in einem Winkel von etwa 30° zu der Fahrspur, entgegen einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs ausgerichtet ist.

3. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Beleuchtungsvorrichtung (7) vorgesehen ist, wobei die Beleuchtungsvorrichtung in einem Winkelabstand von mindestens 7° von der Ausrichtung der Zeilenkamera ausgerichtet ist.
4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Geschwindigkeitsmessvorrichtung zur Messung einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs bei der Aufnahme des Abbilds vorgesehen ist.
5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuerung der Zeilenkamera vorgesehen ist, wobei eine Abtastrate der aufgenommenen Zeilen durch die Steuerung einstellbar ist.
6. Anordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abtastrate durch die Steuerung an die mittels einer Geschwindigkeitsmessvorrichtung gemessene Geschwindigkeit des Fahrzeugs anpassbar ist.
7. Verfahren zur Bestimmung mindestens eines Merkmals eines sich entlang einer Fahrspur (1) bewegenden Fahrzeugs (2) mittels einer Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Abbild des Fahrzeugs mit der Zeilenkamera (3) aufgenommen wird und das Abbild zur Erkennung mindestens eines Merkmals des Fahrzeugs ausgewertet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aufgenommenen Zeilen in einer Bildhorizontalen aneinander gereiht werden, wobei entlang der Bildhorizontalen auftretende Linien zur Detektierung des Fahrzeugs herangezogen werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine das Abbild des Fahrzeugs einschließende Hüllkurve erstellt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der Abmessung Höhe, Länge und Breite des Fahrzeugs unter Berücksichtigung einer Abtastrate der Zeilenkamera und einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs aus der Hüllkurve berechnet wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anzahl und/oder Position von Rädern und/oder Achsen des Fahr-

zeugs durch Auffinden runder Objekte bei der Auswertung des Abbilds bestimmt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Elliptizität von bei der Auswertung des Abbilds aufgefundenen, runden Objekten bestimmt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** unter Berücksichtigung der Elliptizität eine Korrektur des Abbilds durch eine Streckung oder Stauchung in der Bildhorizontalen vorgenommen wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** unter Berücksichtigung der Elliptizität und der Abtastrate der Zeilenkamera eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs berechnet wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Klassifizierung des Fahrzeugs anhand mindestens eines der folgenden, durch Auswertung des Abbild erhaltenen Merkmale vorgenommen wird: Abmessungen, Anzahl der Achsen, Kennzeichen, Gefahrgutkennzeichnung, Form einer Frontscheibe und/oder einer Seitenscheibe und charakteristische Formen des Fahrzeugs.

Claims

1. Assembly for determining at least one feature of a vehicle (2) moving along a traffic lane (1), having a light sensitive sensor (3) for recording an image of the vehicle, and having an evaluation device (4) for determining the at least one feature on the image, wherein the light sensitive sensor is provided as a line scan camera, wherein the line scan camera is arranged laterally beside the traffic lane, **characterized in that** the line scan camera is aligned aslant to the traffic lane either against a driving direction of the vehicle, or in the driving direction of the vehicle.
2. Assembly according to claim 1, **characterized in that** the line scan camera is aligned at an angle of approximately 30° to the traffic lane, against a driving direction of the vehicle.
3. Assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that** a lighting device (7) is provided, wherein the lighting device is aligned at an angular distance of at least 7° from the alignment of the line scan camera.
4. Assembly according to one of the preceding claims,

characterized in that a speed measuring device for measuring a speed of the vehicle during the recording of the image is provided.

5. Assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that** a controller for the line scan camera is provided, wherein a sampling rate of the recorded lines is adjustable by the controller.
6. Assembly according to claim 5, **characterized in that** the sampling rate is adaptable by the controller to the speed of the vehicle measured by a speed measuring device.
7. Method for determining at least one feature of a vehicle (2) moving along a traffic lane (1) by means of an assembly according to one of the preceding claims, wherein an image of the vehicle is recorded with the line scan camera (3) and the image for determining the at least one feature of the vehicle is analysed.
8. Method according to claim 7, **characterized in that** the recorded lines are attached on after another along a horizontal axis of the image, wherein lines occurring along the horizontal axis of the image are used for detecting the vehicle.
9. Method according to claim 8, **characterized in that** an envelope enclosing the image of the vehicle is generated.
10. Method according to claim 9, **characterized in that** at least one of the dimensions height, length and width of the vehicle are calculated from the envelope, taking into consideration a sampling rate of the line scan camera and a speed of the vehicle.
11. Method according to one of claims 7 to 10, **characterized in that** a number and/or a position of the wheels and/or axles of the vehicle are determined by finding round objects during the analysis of the image.
12. Method according to one of claims 7 to 11, **characterized in that** an ellipticity of round objects found during the analysis of the image is determined.
13. Method according to claim 12, **characterized in that** a correction of the image is carried out by means of stretching or compressing along the horizontal axis of the image under consideration of the ellipticity.
14. Method according to claim 13, **characterized in that** a speed of the vehicle is calculated under consideration of the ellipticity and the sampling rate of the line scan camera.

15. Method according to one of claims 8 to 14, **characterized in that** a classification of the vehicle is carried out by means of at least one of the following features obtained by the analysis of the image:

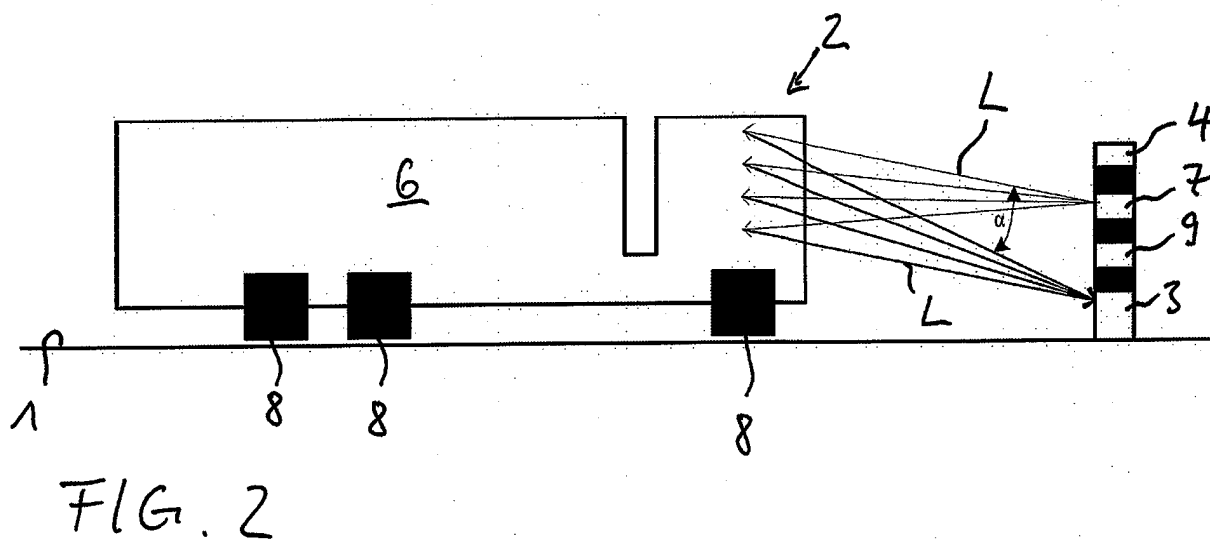
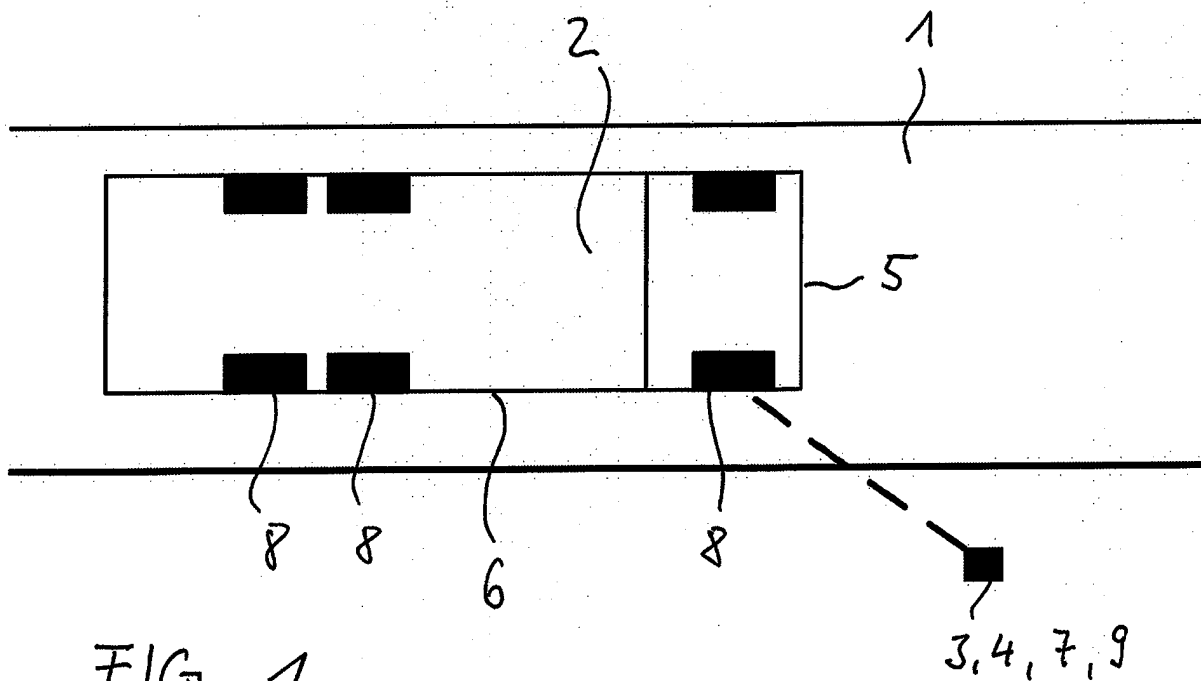
dimensions, number of axles, vehicle registration, dangerous goods sign, shape of a front windscreen and/or of a side window and characteristic shapes of the vehicle.

Revendications

1. Dispositif de détermination d'au moins une caractéristique d'un véhicule (2) se déplaçant le long d'une voie de circulation (1), comportant un capteur photosensible (3) destiné à enregistrer une image du véhicule et un dispositif d'exploitation (4) pour détecter l'au moins une caractéristique sur l'image, dans lequel le capteur photosensible est réalisé sous forme d'une caméra linéaire, la caméra linéaire étant orientée obliquement par rapport à la voie de circulation, soit dans le sens inverse au sens de circulation du véhicule, soit dans le sens de circulation du véhicule.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la caméra linéaire est orientée suivant un angle d'environ 30° par rapport à la voie de circulation, dans le sens inverse du sens de circulation du véhicule.
3. Dispositif selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un dispositif d'éclairage (7), le dispositif d'éclairage étant orienté à une distance angulaire d'au moins 7° par rapport à l'orientation de la caméra linéaire.
4. Dispositif selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un dispositif de mesure de vitesse pour mesurer une vitesse du véhicule lors de l'enregistrement de l'image.
5. Dispositif selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est prévu une commande de la caméra linéaire, une vitesse de balayage des lignes enregistrées étant réglable par la commande.
6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la vitesse de balayage est adaptable par la commande à la vitesse du véhicule mesurée au moyen d'un dispositif de mesure du véhicule.
7. Procédé de détermination d'au moins une caractéristique d'un véhicule (2) se déplaçant le long d'une voie de circulation (1) au moyen d'un dispositif selon une des revendications précédentes, dans lequel

une image du véhicule est enregistrée par la caméra linéaire (3) et l'image est exploitée pour détecter au moins une caractéristique du véhicule.

- 5 8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les lignes enregistrées sont alignées les unes sur les autres dans une axe horizontale de l'image, les lignes apparaissant le long de l'axe horizontale de l'image étant utilisées pour détecter le véhicule.
- 10 9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'une** courbe enveloppe circonscrite dans l'image du véhicule est établie.
- 15 10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'au** moins une dimension parmi la hauteur, la longueur et la largeur du véhicule est calculée en tenant compte d'une vitesse de balayage de la caméra linéaire et d'une vitesse du véhicule à partir de la courbe enveloppe.
- 20 11. Procédé selon une des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce qu'un** nombre et/ou une position des roues et/ou des essieux du véhicule est déterminé en cherchant les objets ronds lors de l'exploitation de l'image.
- 25 12. Procédé selon une des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce qu'une** ellipticité d'objets ronds trouvés lors de l'exploitation de l'image est déterminée.
- 30 13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que**, en tenant compte de l'ellipticité, une correction de l'image est effectuée par étirement ou écrasement dans l'axe horizontale de l'image.
- 35 14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que**, en tenant compte de l'ellipticité de la vitesse de balayage de la caméra linéaire, une vitesse du véhicule est calculée.
- 40 15. Procédé selon une des revendications 8 à 14, **caractérisé en ce qu'une** classification du véhicule est réalisée en partant d'au moins une des caractéristiques suivantes obtenues par exploitation de l'image : dimensions, nombre d'essieux, immatriculation, marquage de marchandises dangereuses, forme d'un pare-brise avant et/ou d'une vitre latérale et formes caractéristiques du véhicule.
- 45
- 50
- 55



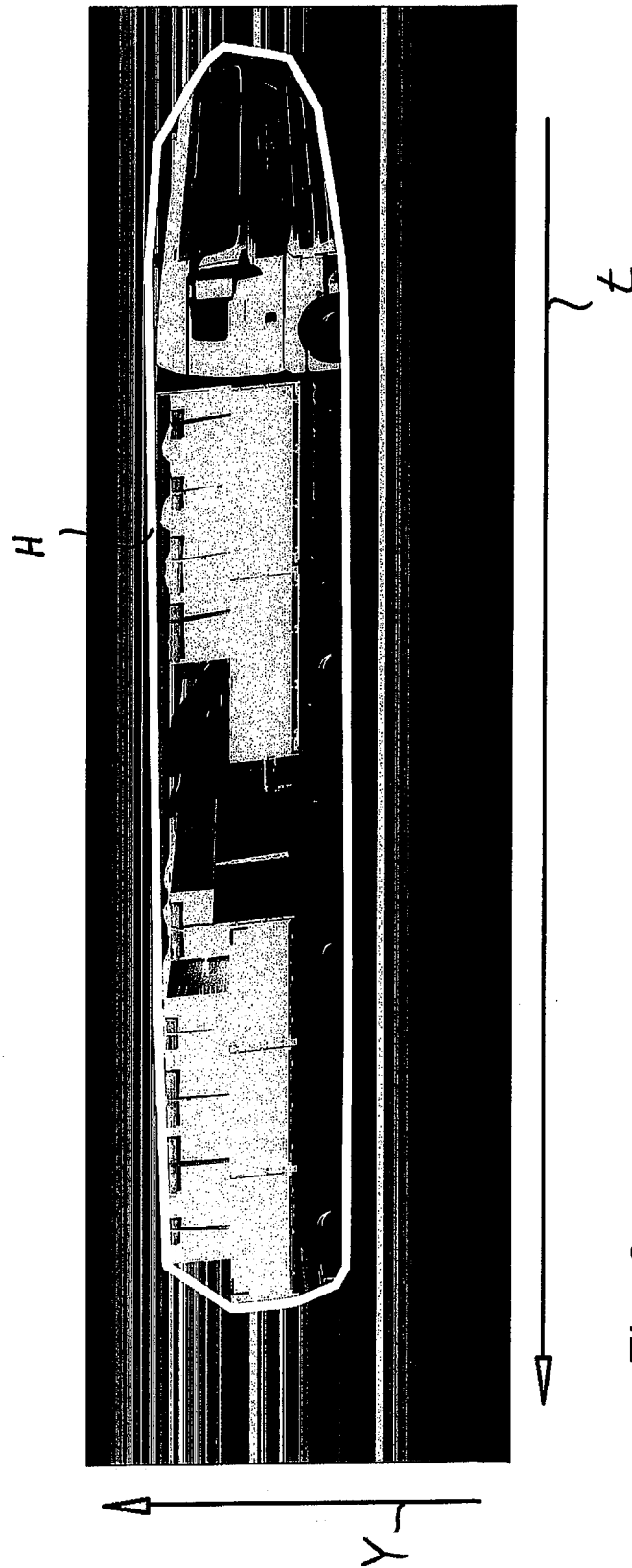


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10148289 A1 [0003]
- WO 2012152596 A1 [0003]
- EP 2703823 A1 [0003]