(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
6. Mai 2005 (06.05.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/039957 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: B62D 1/28, 15/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/052124

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. September 2004 (10.09.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 49 631.9 24. Oktober 2003 (24.10.2003) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **RANDLER, Martin** [DE/DE]; Schwarzwaldstr. 76, 70569 Stuttgart (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

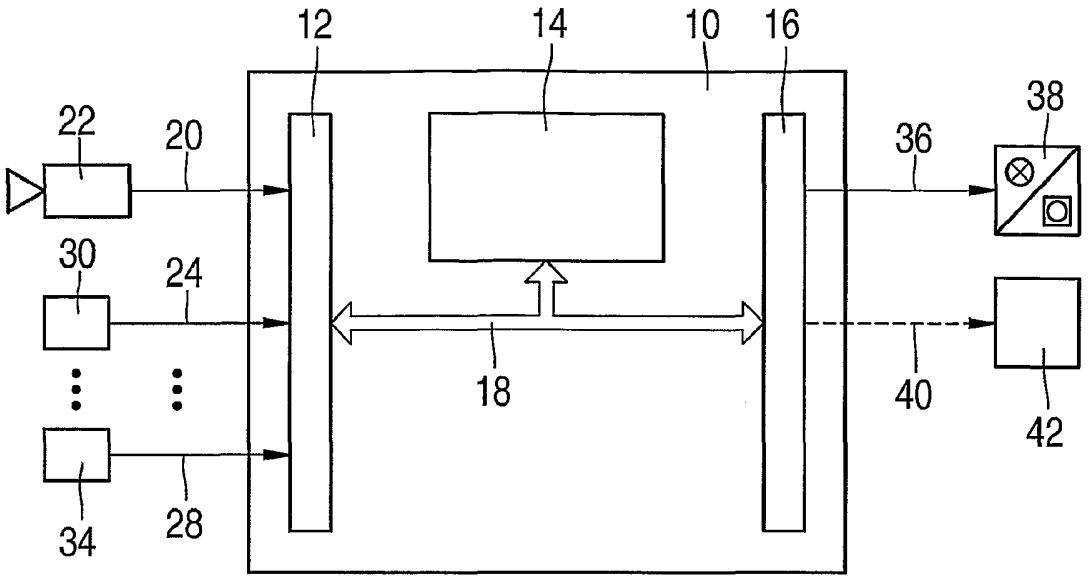
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DRIVER ASSIST METHOD AND DEVICE BASED ON LANE INFORMATION

(54) Bezeichnung: FAHRERASSISTENZVERFAHREN UND -VORRICHTUNG AUF DER BASIS VON FAHRSPURINFORMATIONEN



(57) Abstract: A driver assist method and driver assist device, based on lane information, are disclosed. The lane information is either measured using an image recorded by a video sensor and/or estimated from objects in said image, according to weather conditions.

(57) Zusammenfassung: Zusammenfassung Es wird ein Fahrerassistenzverfahren und eine Fahrerassistenzvorrichtung vorgeschlagen, welche auf der Basis von Fahrspurinfortnationen arbeitet. Die Fahrspurinformationen werden dabei je nach Witterungsbedingungen aus einem von einem Videosensor aufgenommenen Bild gemessen und/oder aufgrund von Objekten in diesem Bild geschätzt.

WO 2005/039957 A1

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Fahrerassistenzverfahren und –vorrichtung auf der Basis von Fahrspurinformationen

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Fahrerassistenzverfahren und eine Fahrerassistenzvorrichtung, welche auf der Basis von Fahrspurinformationen arbeitet.

Fahrerassistenzsysteme, welche auf der Basis von Fahrspurinformationen arbeiten, sind im Stand der Technik bekannt. Ein Beispiel für ein solches Fahrassistenzsystem ist ein Warnsystem, welches den Fahrer bei Verlassen der Fahrspur bzw. bei drohendem Verlassen der Fahrspur warnt. Ein derartiges System zeigt beispielsweise die EP 1074430 A1, bei welcher mit Bildsensorsystemen die Fahrbahn (Fahrspur), auf der sich das Fahrzeug bewegt, ermittelt wird und der Fahrer gewarnt wird, wenn das Fahrzeug diese Fahrspur verlässt bzw. zu verlassen droht. Ferner sind aus den nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldungen 103 11 518.8 mit der Priorität vom 30.04.2002 sowie der 102 38 215.8 mit Priorität vom 11.06.2002 derartige Fahrerassistenzsysteme bekannt. Zur Erfassung der Fahrspur werden in diesen Fällen Bildsensorsysteme verwendet, welche im Fahrzeug eingebaut sind und welche die Szene vor dem Fahrzeug aufnehmen. Aus den aufgenommenen Bildern der Fahrspurrandmarkierungen werden die Grenzen der Fahrspur und damit die Fahrspur selbst ermittelt. Die Ermittlung der Fahrspur hängt demnach wesentlich von den herrschenden Sichtverhältnissen ab, wobei bei schlechten Sichtverhältnissen die bekannten Systeme frühzeitig abzuschalten sind.

Aus der DE 19627 938 A1 ist ein Beispiel für die Erkennung und Modellierung von Fahrbandrandmarkierungen aus Videobildern bekannt, wobei als Modellparameter unter

anderem Fahrbahnbreite, Fahrbahnkrümmung, Krümmungsänderung und seitlicher Versatz des Fahrzeugs ermittelt werden.

Vorteile der Erfindung

Durch die Verwendung weiterer Informationen neben oder alternativ zur den Fahrspurrandmarkierungen, aus denen die den Verlauf der Fahrbahn (Fahrspur) beschreibenden Größen abgeleitet werden, wird die Verfügbarkeit eines auf Fahrspurinformationen basierenden Fahrerassistenzsystems deutlich erhöht. Besonders vorteilhaft ist, dass das Fahrerassistenzsystem auch dann verfügbar ist, wenn die Fahrspurrandmarkierungen nicht mehr zuverlässig erkennbar sind. Dies ist vor allem bei schlechten Witterungsbedingungen wie beispielsweise nasser Fahrbahn, bei schneebedeckter Fahrbahn, etc. oder bei schlecht sichtbaren bzw. nicht vorhandenen Fahrspurrandmarkierungen von Bedeutung.

Besonders vorteilhaft ist, den neben den Fahrspurrandmarkierungen oder auch anstelle dieser andere Informationen jeweils einzeln oder in beliebiger Kombination zur Fahrspurbestimmung herangezogen werden, wie beispielsweise die Trajektorie eines oder mehrerer vorausfahrender Fahrzeug, die Fahrspuren eines oder mehrerer vorausfahrender Fahrzeuge beispielsweise bei Regen oder Schnee, die Trajektorie eines oder mehrerer entgegenkommender Fahrzeuge, der Verlauf von Fahrbahnrandbegrenzungen wie beispielsweise Leitplanken, Bordsteine, etc. Aus diesen Daten lassen sich ebenfalls Fahrspurinformationen ableiten (schätzen), die anstelle oder zusammen mit der aus den Fahrspurrandmarkierungen ermittelten Fahrspurinformation die Spurinformation (Spurdaten) für das Fahrerassistenzsystem bilden. Dadurch wird die Fahrspurermittlung sicherer, insbesondere dann, wenn die eigentlichen Fahrspurrandmarkierungen nicht mehr ausreichend erkennbar sind.

Besonders vorteilhaft ist, dass dies ohne zusätzliche Hardware allein auf der Basis der Signale des Bildsensorsystems erfolgt.

Besonders vorteilhaft ist, dass Gütemaße für die Spurdatenerfassung beispielsweise aus dem Bildkontrast ermittelt werden, mit denen die jeweils ermittelten Spurdaten gewichtet und bei der Fusion der dem Fahrerassistenzsystem zur Verfügung gestellten Spurdaten aus den einzelnen Spurdaten berücksichtigt werden. Besonders vorteilhaft in diesem

Zusammenhang ist, dass die Bildung eines Gesamtgütemaßes für die Spurdatenerfassung aus den Einzelgütemaßen vorgesehen ist, wobei das Fahrerassistenzsystem abgeschaltet wird, wenn dieses Gesamtgütemaß einen bestimmten Wert unterschreitet. Vorteilhaft ist auch, wenn das Gütemaß aus einem Vergleich der Schätzung mit der Messung abgeleitet wird, wobei insbesondere die Abweichung der Messpunkte von der Schätzlinie (Varianz) herangezogen werden.

Vorteilhaft ist ferner, dass durch die Erhöhung der Verfügbarkeit des Fahrerassistenzsystems insbesondere auch bei schlechten Witterungsbedingungen die Fahrerunterstützung gerade dann funktioniert, wenn der Fahrer diese Unterstützung besonders braucht. Insbesondere bei schlechten Wetterbedingungen wird der Fahrer durch ein Funktionieren des Fahrerassistenzsystems erheblich entlastet.

In besonders vorteilhafter Weise werden bei der Spurdatenermittlung aus anderen Informationen als der Fahrspurrandmarkierungen (was im folgenden auch als Spurdatenschätzung bezeichnet wird) Daten eines globalen Positioniersystems und/oder Daten einer Navigationskarte und/oder neben der Fahrbahn stehende nicht bewegte Objekte, die vom Video-Sensor klassifiziert werden, zur Plausibilisierung der Spurdaten ausgewertet. Dadurch wird die Spurdatenermittlung (Spurdatenschätzung) zuverlässiger.

Besonders vorteilhaft ist auch, dass man bei Verlust von Werten, beispielsweise des Wertes für die Fahrbahnbreite, Werte vor dem Verlust oder Erfahrungswerte bzw. Durchschnittswerte bei der Spurdatenschätzung für diese Größe einsetzt. Damit ist die Funktion der Spurdatenschätzung auch unter diesen Umständen gewährleitstet.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert.
Figur 1 zeigt dabei ein Blockschaltbild eines Fahrerassistenzsystems, insbesondere zur Fahrerwarnung bzw. zur Reaktion bei drohendem Verlassen der Fahrspur durch das Fahrzeug.

Figur 2 zeigt ein grobes Ablaufdiagramm eines ersten Ausführungsbeispiels zur Bereitstellung der Spurdateninformation.
In den Figuren 3 bis 5 sind Flussdiagramme skizziert, welche eine zweite Ausführungsform für die Messung, Schätzung von Spurdaten und deren Auswertung im Fahrerassistenzsystem repräsentieren.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt eine Vorrichtung, welche zur Warnung des Fahrers bzw. zur Reaktion bei Verlassen der Fahrspur durch das Fahrzeug dient. Gezeigt ist eine Steuer- bzw. Auswerteeinheit 10, welche eine Eingangsschaltung 12, einen Mikrocomputer 14 sowie eine Ausgangsschaltung 16 aufweist. Diese Elemente sind mit einem Bussystem zum gegenseitigen Datenaustausch miteinander verbunden. Der Eingangsschaltung 12 werden Eingangsleitungen von verschiedenen Messeinrichtungen zugeführt, über die Messsignale bzw. Messinformationen übermittelt werden. Eine erste Eingangsleitung 20 verbindet die Eingangsschaltung 12 mit einem Bildsensorsystem 22, welches im Fahrzeug angeordnet ist und welches die Szene vor dem Fahrzeug aufnimmt. Entsprechende Bilddaten werden über die Eingangsleitung 20 übermittelt. Ferner sind Eingangsleitungen 24 bis 26 vorgesehen, welche die Eingangsschaltung 12 mit Messeinrichtungen 30 bis 34 verbinden. Bei diesen Messeinrichtungen handelt es sich beispielsweise um Messeinrichtungen zur Messung der Fahrzeuggeschwindigkeit, zur Erfassung des Lenkwinkels sowie zur Erfassung weiterer Betriebsgrößen des Fahrzeugs, welche im Zusammenhang mit der Funktion des Fahrerassistenzsystems Bedeutung haben. Ferner werden über diese Eingangsleitungen Kartendaten und/oder Positionsdaten des Fahrzeugs zugeführt. Über die Ausgangsschaltung 16 und die Ausgangsleitung 36 wird wenigstens eine Warneinrichtung 38 angesteuert, beispielsweise eine Warnlampe und/oder ein Lautsprecher für eine akustische Warnung und/oder für eine Sprachausgabe und/oder ein Display für die Anzeige eines Bildes, mit deren Hilfe der Fahrer vor dem drohenden Verlassen der Fahrspuren informiert bzw. gewarnt wird. Auch eine haptische Warnung (z.B. Lenkradvibration) kann vorgesehen sein. In einem anderen Ausführungsbeispiel ist alternativ oder zusätzlich vorgesehen, über die Ausgangsschaltung 16 und eine Ausgangsleitung 40 ein Stellsystem 42 anzusteuern, welches automatisch beispielsweise durch Eingriff in die Lenkung des Fahrzeugs das Fahrzeug wieder in die Spur zurückführt und so das Verlassen der Fahrspur verhindert.

Spurdaten werden in einer Ausführung entsprechend der im eingangs genannten Stand der Technik ermittelt, wobei Fahrbahnmodellparameter durch Analyse des erfassten Bildes nach Maßgabe einer die Kameradaten umfassenden Abbildungsvorschrift ermittelt werden und an das gemessene Bild angepasst werden. So analysiert das Fahrerassistenzsystem das vom Bildsensor erfasste Bild und ermittelt Objekte im Bild, insbesondere die Fahrspurrandmarkierungen (z.B. Mittellinien, etc.). Die Verläufe der ermittelten Fahrspurrandmarkierungen (links und rechts) werden dann mathematisch durch Funktionen angenähert, z.B. als Klothoidenmodell, beispielsweise angenähert durch ein Polynom zweiter Ordnung. Parameter dieser Gleichungen sind z.B. Krümmung und Krümmungsänderung, der Abstand des Eigenfahrzeugs zur Randmarkierungen nach links und nach rechts. Ferner kann der Winkel zwischen der Tangente der berechneten Spur und der Bewegungsrichtung des eigenen Fahrzeugs ermittelt werden. Die auf diese Weise ermittelte Fahrspurinformation wird dann dem Assistenzsystem zugeführt, welches anhand der Eigentrajektorie(n) des Fahrzeugs (ermittelt z.B. auf der Basis des Lenkwinkels) ein drohendes Überschreiten der Fahrspur erkennt und zum geeigneten Zeitpunkt den Fahrer warnt bzw. Gegenmaßnahmen einleitet.

Solange die Fahrspurrandmarkierungen im aufgenommenen Bild deutlich zu erkennen sind, ist die Berechnung dieser Spurdaten wie oben geschildert genau und zuverlässig. Bei schlechten Witterungsbedingungen und/oder schlechter Sicht und/oder schlecht sichtbaren bzw. nicht vorhandenen Spurrandmarkierungen kann die beschriebene Vorgehensweise ungenau sein bzw. kein Ergebnis liefern können. Die auf Basis der Spurdaten arbeitenden Systeme wären somit in solchen Situationen abzuschalten. Nachfolgend wird daher eine Erweiterung der Spurdatenerfassung und damit eine Erweiterung des damit verbundenen Fahrerassistenzsystems beschrieben, welche auch bei schlechten Witterungsbedingungen und/oder schlecht sichtbaren bzw. nicht vorhandenen Spurrandmarkierungen durch Berechnen einer Fahrspur (Schätzen einer Fahrspur) auf der Basis von anderen Informationen aus dem aufgenommen Bild als die Spurrandmarkierungen ein weiteres Funktionieren des Fahrerassistenzsystems erlaubt, wobei kein zusätzlicher Aufwand an Hardwareausstattung entsteht.

In Figur 2 ist ein Ablaufdiagramm dargestellt, welches ein erstes Ausführungsbeispiel bzgl. der oben genannten Erweiterung der Spurdatenerfassung darstellt. Das Ablaufdiagramm repräsentiert dabei auf dem Mikrocomputer in der Steuer- bzw. Auswerteeinheit 10 ablaufende Programme.

Ausgangspunkt ist ein Bildsensor 200, der im Fahrzeug oder am Fahrzeug angebracht ist und die Szene vor dem Fahrzeug aufnimmt. Entsprechende Bildsignale werden über die Leitungen 202 an die Auswerteeinheit 10 weitergeleitet. Neben der oben geschilderten Spurdatenberechnung auf der Basis von Spurrandmarkierungen wertet die Auswerteeinheit 10 die übermittelten Bilder wie folgt aus.

Zunächst werden wie oben beschrieben im Modul 204 die Fahrspurrandmarkierungen im Bild erkannt und dann im Modul 206 die Spurdaten berechnet. In einem zweiten Modul 208 werden im dargestellten Ausführungsbeispiel der Verlauf der Spuren eines oder mehrerer vorausfahrender Fahrzeug ermittelt, die z.B. auf nasser Fahrbahn, im Schnee, etc. zu sehen sind. Dies wird durch Analyse und Objekterkennung im Bild z.B. auf der Basis der Grauwerte erreicht (z.B. Gradientenauswertung). Dabei wird im Rahmen dieser Darstellung unter Objekt auch die Fahrbahnrandmarkierung und/oder die Fahrbahnrandbebauung (Leitplanken, etc.) verstanden. Der auf diese Weise erkannte Spurenverlauf wird dann analog zum oben Genannten mathematisch mit den genannten Parametern beschrieben. Dabei wird die Fahrbahnbreite (geschätzt, aus Kartendaten, etc.) mit berücksichtigt.

Im Modul 210 wird anhand aufeinander folgender Bilder die Trajektorie eines oder mehrerer vorausfahrender und/oder von entgegenkommender Fahrzeuge aufgezeichnet. Dies erfolgt durch Objekterkennung und –verfolgung in den einzelnen Bildern, wobei aus den Veränderungen des Objekts die Parameter abgeleitet werden. Die Fahrbahnbreite bzw. der Versatz zwischen Gegenverkehr und Verkehr auf der eigenen Spur werden als Schätzwerte berücksichtigt. Alternativ oder Ergänzend werden im Modul 210 stehende Objekte am Fahrbahnrand, z.B. Leitplanken, ausgewertet und die Trajektorie auf der Basis dieser Information bestimmt.

Ferner wird auf der Basis der vom Bildsensor gelieferten Bilder beispielsweise auf der Basis der Bildkontraste im Bereich des jeweiligen ausgewerteten Objekts ein Gütemaß (z.B. Zahl zwischen 0 und 1) für die jeweiligen Spurdaten ermittelt und jeder ermittelten Spurdaten mitgegeben. Eine alternative oder ergänzende Maßnahme zur Ermittlung des Gütemaß ist ein Vergleich der Schätzung mit der Messung, wobei insbesondere die Abweichung der Messpunkte von der Schätzlinie (Varianz) herangezogen werden. Ist die

Varianz groß, wird ein kleines Gütemaß angenommen, ist sie klein, wird ein hohes Gütemaß angegeben.

Die auf diese Weisen ermittelten zusätzlichen Spurdaten werden im Modul Spurdatenschätzung 212 dann zur Bildung eines Satzes von geschätzten Spurdaten gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Gütemaße ausgewertet. Dies erfolgt dabei in einer bevorzugten Ausführung durch Gewichtung der auf verschiedene Art und Weisen ermittelten Spurdaten mit dem zugeordneten ermittelten Gütemaß und der Berechnung der resultierenden Spurdaten aus diesen gewichteten Spurdaten der verschiedenen Quellen, z.B. durch Mittelwertbildung. Entsprechend wird ein resultierendes Gütemaß bestimmt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist ferner ein globales Positioniersystem bzw. Kartendaten 214 vorgesehen, deren Informationen im Rahmen der Spurdatenschätzung als Plausibilitätsüberprüfung verwertet wird. Beispielsweise wird überprüft, ob anhand dieser Kartendaten bzw. Positionierdaten die ermittelten Spurdaten mit den Kartendaten im Rahmen der geforderten Genauigkeit übereinstimmen oder nicht. Im letzteren Fall wird abhängig von einem Vergleich der Schätzdaten mit den Kartendaten ein Gütemaß für die Spurdaten festgelegt, wobei das Gütemaß bei größeren Abweichungen geringer ist als bei kleineren Abweichungen. Können bestimmte Spurdaten aus den zu Verfügung stehenden Daten nicht ermittelt werden, werden Erfahrungswerte oder Werte vor dem Verlust der Information herangezogen. Ist beispielsweise die Breite der Fahrbahn aus den aktuell vorliegenden Informationen nicht ermittelbar, so werden entweder Erfahrungswerte für die Fahrbahnbreite oder die bei der letzten Spurdatenschätzung ermittelten Werte für die Fahrbahnbreite verwendet.

Die auf diese Weise geschätzten Spurdaten werden dann einer Spurdatenfusion 216 zugeführt, in der die geschätzten Spurdaten mit resultierendem Gütemaß und die berechneten Spurdaten (ebenfalls mit Gütemaß) aufgrund der Fahrspurrandmarkierungen zu den für die Funktion verwendeten Spurdaten zusammengeführt werden. Auch hier findet die Datenfusion unter Berücksichtigung der Gütemaße statt, beispielsweise indem bei sehr geringem Gütemaß die entsprechenden Daten verworfen, bei sehr hohem Gütemaß einer der Berechnungswege nur diese Daten verwendet werden, im Zwischenbereich eine Mittelwertbildung stattfindet. Auch kann entsprechend ein resultierendes Gütemaß ermittelt werden.

Die auf diese Weise ermittelten Spurdaten werden der nachfolgenden Auswerteeinheit zur Verfügung gestellt, die dann auf der Basis dieser Spurdaten beispielsweise den Fahrer bei drohendem Verlassen der Fahrspur warnt.

In den Figuren 3 bis 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorgeschlagenen Vorgehensweise als Flussdiagramme dargestellt. Die Flussdiagramme repräsentieren dabei Programme oder Programmteile von Programmen für den Mikrocomputer, der in der Auswerteeinheit 10 angeordnet ist.

In Figur 3 ist ein Beispiel dargestellt, welches eine Auswertung der ermittelten Spurdaten am Beispiel eines Systems zur Warnung vor Verlassen der Fahrspur darstellt. Zunächst werden im Schritt 300 die gemessen und/oder geschätzten oder aus einer Fusion der beiden abgeleiteten Spurdaten bzw. die Abschaltinformation (siehe unten) eingelesen. Im Schritt 301 wird überprüft, ob eine Abschaltinformation vorliegt. In diesem Fall wird das Programm beendet und zum nächsten Zeitpunkt erneut durchlaufen. Im anderen Fall wird im Schritt 302 aufgrund von Fahrzeuggrößen wie Lenkwinkel, Gierrate, Querbeschleunigung, Fahrzeuggeometriedaten, etc. die Ist-Trajektorien des Fahrzeugs und daraus der zukünftige Kurs des Fahrzeugs (linke und/oder rechte Fahrzeugseite) als mathematische Funktion (unter der Annahme dass das Fahrzeug den aktuellen Kurs, ggf. unter Berücksichtigung üblicher Fahrerreaktionen beibehält) berechnet. Daraufhin wird im Schritt 304 durch Vergleich der ermittelten Spurdaten sowie mit dem zukünftigen Kurs des Fahrzeugs (auf einer oder auf beiden Fahrspurseiten) ein drohendes Verlassen der Fahrspur abgeleitet (Schnittpunkte der mathematischen Funktionen in der Zukunft). Ist dies der Fall, so wird gemäß Schritt 306 der Fahrer akustisch und/oder optisch und/oder haptisch gewarnt, gegebenenfalls in einem Ausführungsbeispiel durch Lenkeingriff das Fahrzeug in der Spur gehalten. Ergibt der Vergleich, dass kein Verlassen der Fahrspur zu befürchten ist, unterbleibt die Warnung bzw. die geschilderte Aktion.

Figur 4 zeigt eine Vorgehensweise zur Spurdatenermittlung auf der Basis zur Verfügung stehender geschätzter Spurdaten. Zunächst wird im Schritt 400 aus dem vom Videosensor 200 erfassten Bild mit Methoden der Bildanalyse, z.B. anhand der Bildkontraste und Vergleich mit gespeicherten Modellen, eine Erkennung der Fahrspurrandmarkierungen durchgeführt. Ferner wird im Schritt 402 aus dem Kontrast des Bildes, insbesondere aus dem Kontrast im Bereich der Fahrspurrandmarkierung, und/oder der Varianz der Mess-

und der Schätzwerte ein Gütemaß gebildet. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel ist dies ein Wert zwischen 0 und 1, wobei das Gütemaß umso höher ist, je höher der Kontrast des Bildes bzw. je kleiner die Varianz ist. Im darauf folgenden Schritt 404 wird dann auf der Basis der erkannten Fahrspurrandmarkierungen die Spurdaten berechnet, insbesondere ein Polynom zweiter Ordnung gebildet und die Spurparameter Krümmung und Krümmungsänderung sowie Abstand nach links und rechts zum eigenen Fahrzeug errechnet, so dass Spurdaten für den linken und für den rechten Rand vorliegen. Im Schritt 406 werden die Spurdaten aus der Spurdatenschätzung (die ebenfalls für rechts und links vorliegen) samt dem damit verbundenen Gütemaß eingelesen. Im Schritt 408 erfolgt dann die Fusion dieser Spurdaten für jede Seite einzeln zur Bildung der resultierenden Spurdaten. Dies erfolgt unter Berücksichtigung der ermittelten Gütemaße. So wird beispielsweise bei einem hohen Gütemaß (beispielsweise > 0,75) bei der Erfassung der Fahrspurrandmarkierungen auf die Berücksichtigung der Spurdatenschätzung vollständig verzichtet. Ebenso kann es Ausführungsbeispiele geben, in der im umgekehrten Fall bei einem hohen Gütemaß der Spurdatenschätzung und einem geringen Gütemaß der Fahrspurrandmarkierungserkennung (< beispielsweise 0,3) auf die Spurdaten aus der Schätzung herangezogen werden. In anderen Fällen erfolgt die Fusion beispielsweise im Rahmen einer gewichteten Mittelwertbildung aus den zur Verfügung stehenden Spurdaten, wobei die Wichtung auf der Basis der Gütemaße erfolgt. Ebenso wie bei den Spurdaten werden aus den Gütemaße ein resultierendes Gütemaß ermittelt. Im Schritt 410 wird überprüft, ob dieses eine bestimmte Größe erreicht hat, beispielsweise 0,5. Ist dies nicht der Fall, wird anstelle der Spurdaten eine Abschaltinformation im Schritt 412 an die nachfolgenden Systeme geschickt, derart, dass keine verlässlichen Spurdaten ermittelt werden können. Im anderen Fall werden die resultierenden Spurdaten an die nachfolgende Anwendung weitergegeben (Schritt 414).

In Figur 5 ist ein Flussdiagramm dargestellt, welches ein Ausführungsbeispiel zur Ermittlung der geschätzten Spurdaten skizziert. Auch hier wird im ersten Schritt 500 das vom Videosensor ermittelte Bild analysiert. Dabei werden verschiedene Objekte im Bild erkannt, beispielsweise vorausfahrende Fahrzeuge, entgegenkommende Fahrzeuge, stehende Objekte wie z.B. Leitplanken, die den Fahrbahnrand kennzeichnen, sowie nicht bewegte Objekte außerhalb der Fahrbahn, beispielsweise Bäume, etc. Die Analyse des Bildes und die Objekterkennung sowie Klassifizierung der Objekte erfolgt dabei nach Maßgabe eines entsprechenden Bildanalyseverfahrens z.B. auf der Basis der im Bild vorhandenen Kontraste und von Konturenvergleichen. Im darauf folgenden Schritt 502

werden aus den Kontrasten der Bildausschnitte, in denen die ermittelten Objekte liegen, und/oder aus der Varianz der entsprechenden Mess- und der Schätzwerte jeweils Gütemaße für die Objekterkennung ermittelt. Jedes erkannte Objekt ist dabei mit einem entsprechenden Gütemaß (z.B. einem Wert zwischen 0 und 1) versehen.

Im darauf folgenden Schritt 504 werden aus den Objekten Spurdaten abgeleitet. Dies erfolgt bei vorausfahrenden oder entgegenkommenden Fahrzeugen durch Analyse aufeinander folgender Bilder, aus denen die Bewegung der Fahrzeuge, die Richtung und deren Trajektorien in der Vergangenheit ermittelt werden. Die auf diese Weise ermittelten Trajektorien werden dann zur Bestimmung eines Fahrbahnverlaufs herangezogen. Insbesondere geeignet hierfür ist der Gegenverkehr, dessen Trajektorie in der Vergangenheit die vom Fahrzeug zu befahrene Fahrspur repräsentiert. Unter Berücksichtigung des lateralen Abstands zwischen den vorausfahrenden und den entgegenkommenden Fahrzeugen wird der Verlauf der eigenen Fahrspur ermittelt. Daraus werden wiederum die oben genannten Spurdaten aus der Trajektorie und einer angenommen oder bestimmten Fahrspurbreite ermittelt.

Bei Regen oder schlechter Sicht oder auch bei Schnee lässt sich aus dem aufgenommen Bild die dann sichtbare Spur des voranfahrenden Fahrzeuges auswerten. Aus der Bildanalyse lassen sich Trajektorien berechnen, die unter Berücksichtigung einer angenommenen Spurbreite in etwa dem Verlauf der Fahrbahnrandmarkierungen entsprechen. Die Spurdaten werden auch hier aus den im Bild erkannten Objekten als mathematische Funktion dargestellt.

Als weitere Möglichkeit lassen sich nicht bewegte Objekte zur Schätzung von Spurdaten auswerten, insbesondere Leitplanken oder andere Begrenzungen, die die Fahrbahn zumindest auf einer Seite begrenzen. Der Verlauf dieser Begrenzungen lässt sich im Bild analysieren und daraus eine Trajektorie berechnen. Unter Berücksichtigung von üblichen Seitenabständen und Fahrbahnbreiten lassen sich dann Spurdaten (rechts und links) ermitteln.

Wie oben erwähnt wird jedem ermittelten Objekt ein Gütemaß zugeordnet, welches entsprechend den auf der Basis dieses Objekts ermittelten Spurdaten beigegeben wird. Ferner können nicht bewegte Objekte, die vom Videosensor klassifiziert werden und nicht befahrbare Flächen markieren, zur Plausibilitätsüberprüfung der geschätzten Spur

dienen. Wird erkannt, dass die geschätzte Spur im Bereich solcher nicht bewegter Objekte sich befindet, ist von einer fehlerhaften Spurschätzung auszugehen.

Die ermittelten Spurdaten sowie das resultierende Gütemaß werden dann zur weiteren Auswertung abgegeben (vgl. Figur 4).

In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Spurschätzung nur bei erkannten schlechten Witterungsbedingungen durchgeführt, während bei guten Witterungsbedingungen und guter Sicht auf die Schätzung verzichtet wird. Schlechte Witterungsbedingungen werden dabei erkannt, wenn der Scheibenwischer über ein bestimmtes Maß hinaus aktiv ist und/oder wenn ein Regensensor Regen erkennt, und/oder wenn der Videosensor eine geringe Sichtweite ermittelt.

Ferner ist in einem Ausführungsbeispiel vorgesehen, die Güte der Spurschätzung zu verringern, wenn ein Abbiege- oder Spurwechselvorgang des vorherfahrenden Fahrzeuges erkannt wird.

Patentansprüche

1. Fahrerassistenzverfahren auf der Basis von Fahrspurinformation, wobei abhängig von der Fahrspurinformation eine Fahrerinformation und/oder eine Aktion ausgelöst wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrspurinformation aus wenigstens zwei, die Fahrspur kennzeichnenden Informationen abgeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrspurinformation anhand der Fahrspurrandmarkierungen mittels eines Bildes einer Kamera ermittelt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrspurinformation auf der Basis von im Bild einer Kamera erkannten Objekten erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrspurinformation auf der Basis entgegenkommender Fahrzeuge und/oder auf der Basis vorausfahrender Fahrzeuge und/oder auf der Basis nicht bewegter Objekte, die den Fahrbahnrand markieren, ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrspurinformation auf der Basis der Spuren des voranfahrenden Fahrzeugs oder der voranfahrenden Fahrzeuge ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede Information, aus der die Fahrspurinformation abgeleitet wird, mit einem Gütemaß versehen ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Ermittlung der Fahrspurinformation die jeweiligen Gütemaße berücksichtigt werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gütemaß aus dem Kontrast des Bildes abgeleitet wird und/oder aus einem Vergleich der Schätzung mit der Messung, wobei insbesondere die Abweichung der Messpunkte von der Schätzlinie (Varianz) herangezogen werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrspurinformation sowie das Gütemaß an nachfolgende Auswerteeinheiten abgegeben werden.

10. Fahrerassistenzvorrichtung auf der Basis von Fahrspurinformationen, mit einer Auswerteeinheit, welche auf der Basis eines ermittelten Bildes eine Fahrspurinformationen ermittelt, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit die Fahrspurinformation aus wenigstens zwei, die Fahrspur kennzeichnenden Informationen ableitet.

11. Fahrerassistenzvorrichtung auf der Basis von Fahrspurinformationen, mit einer Auswerteeinheit, welche auf der Basis eines ermittelten Bildes eine Fahrspurinformationen ermittelt, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit ein Gütemaß für die Fahrspurinformation ermittelt.

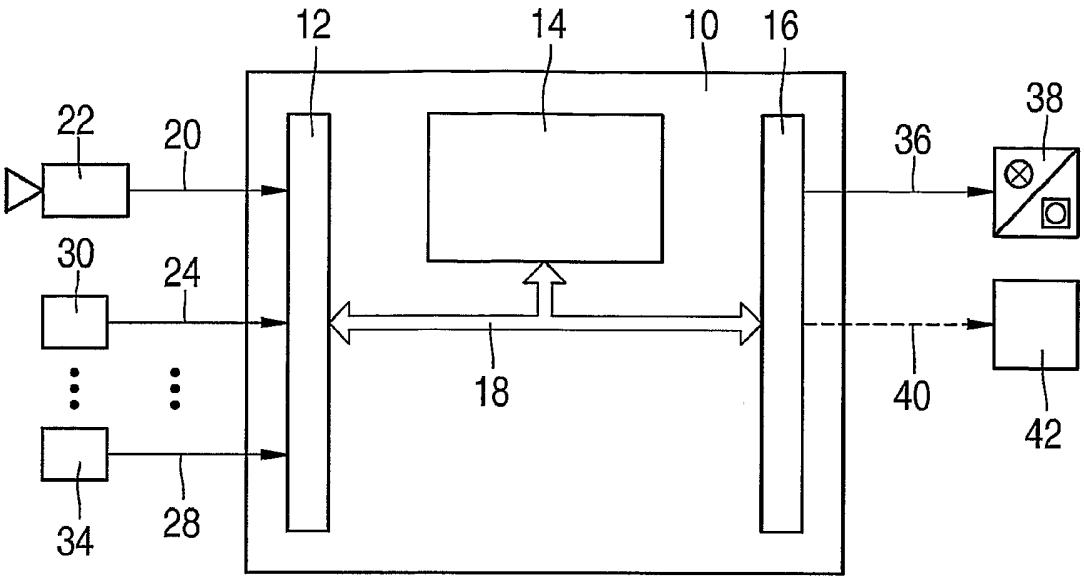

12
14
10
16
22
20
38
36
30
24
18
40
42
34
28

Fig. 1

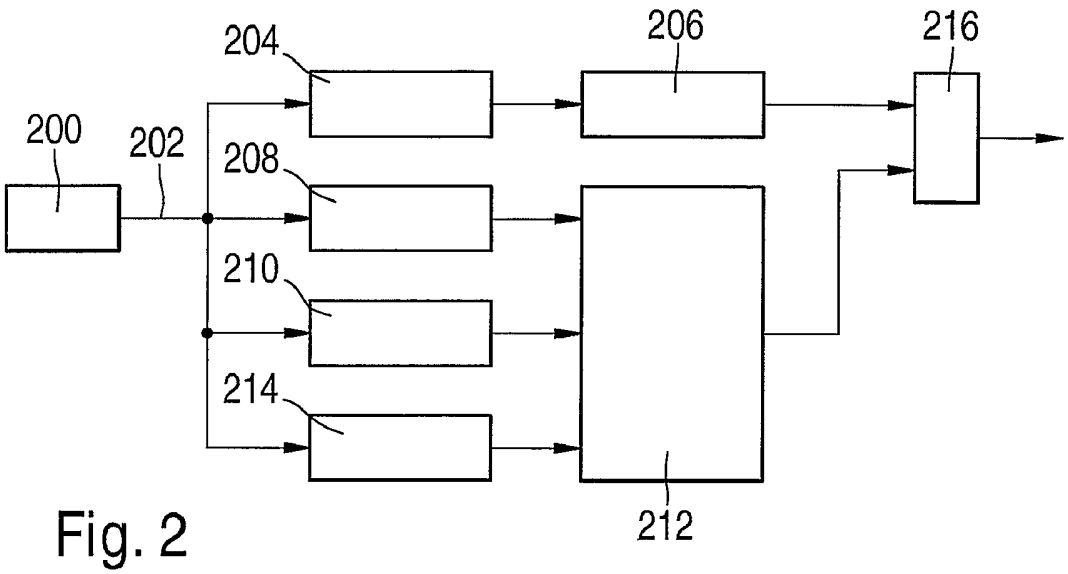

204
206
216
200
202
208
210
214
212

Fig. 2

Fig. 3

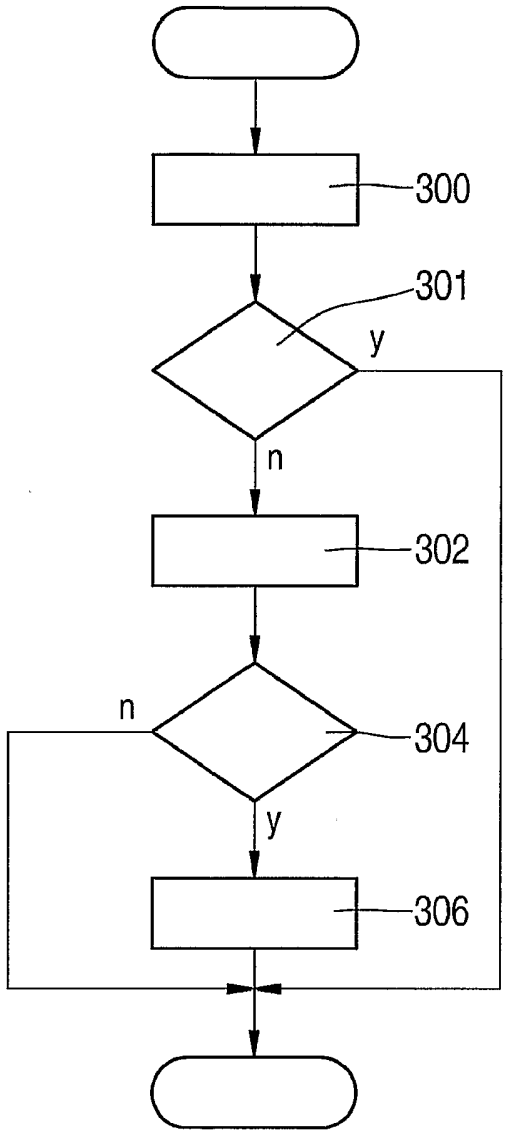


Fig. 4

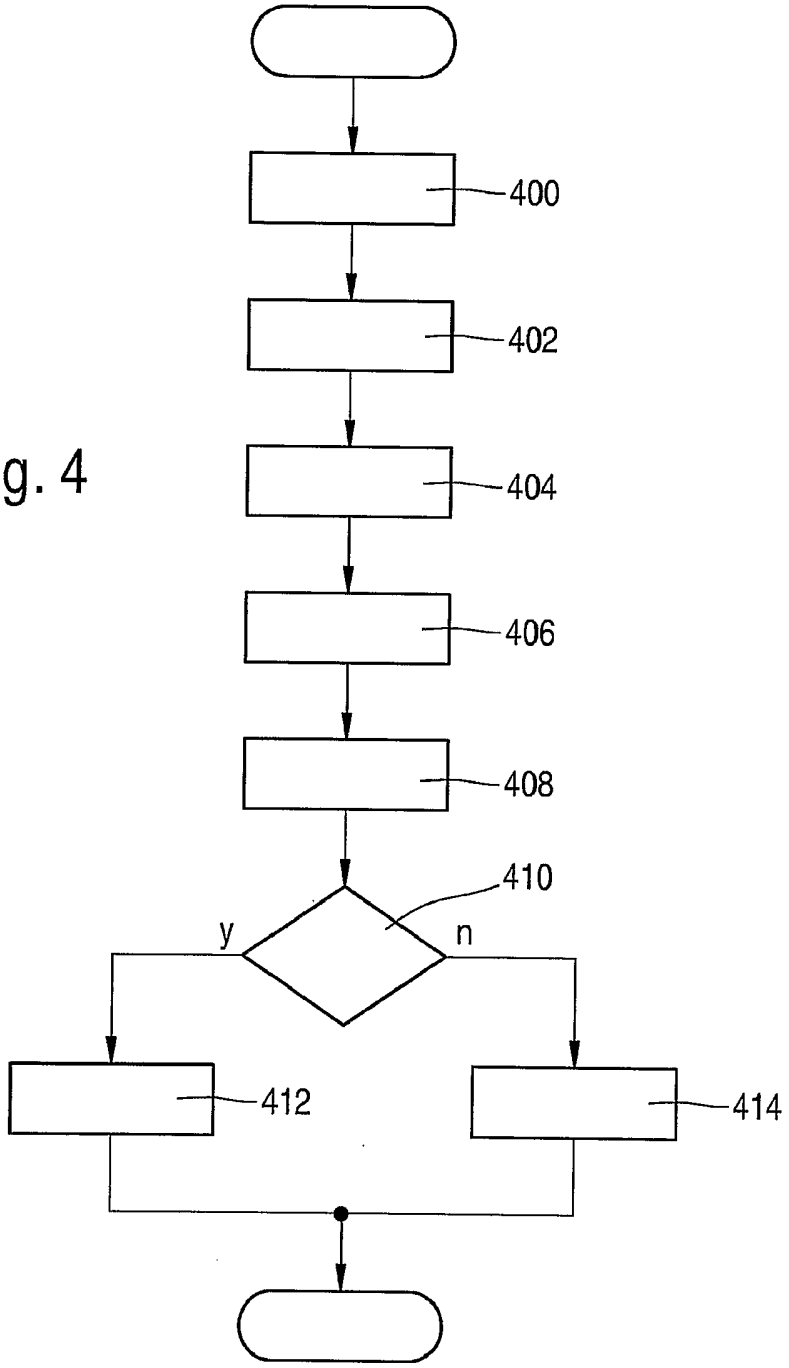
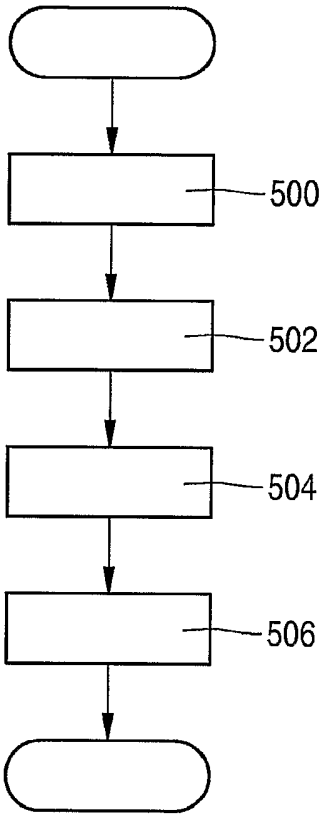


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/052124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B62D1/28 B62D15/02

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)
IPC 7 B62D

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 practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 285 842 A (NISSAN MOTOR) 26 February 2003 (2003-02-26) the whole document	1-11
X	WO 03/058169 A (AYLWARD ROGER ; PEMBERTON MARTIN (GB)) 17 July 2003 (2003-07-17) the whole document	1-5,10
X	EP 1 193 160 A (NISSAN MOTOR) 3 April 2002 (2002-04-03) the whole document	1-5,10
X	WO 03/033330 A (FROG NAVIGATION SYSTEMS B V ; PETERI PAUL HENRI FRANS (NL); SIEBERT RA) 24 April 2003 (2003-04-24) the whole document	1,6-11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in 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 document 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	Date of mailing of the international search report
11 November 2004	26/11/2004

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Van der Veen, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2004/052124

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 1285842	A	26-02-2003	JP	2003063430 A	05-03-2003
			JP	2003327018 A	19-11-2003
			JP	2003246225 A	02-09-2003
			EP	1285842 A2	26-02-2003
			US	2003060936 A1	27-03-2003
WO 03058169	A	17-07-2003	GB	2383983 A	16-07-2003
			EP	1468252 A1	20-10-2004
			WO	03058169 A1	17-07-2003
EP 1193160	A	03-04-2002	JP	3529042 B2	24-05-2004
			JP	2002104221 A	10-04-2002
			EP	1193160 A2	03-04-2002
			US	2002040265 A1	04-04-2002
WO 03033330	A	24-04-2003	NL	1019191 C2	23-04-2003
			CA	2463812 A1	24-04-2003
			EP	1436187 A1	14-07-2004
			WO	03033330 A1	24-04-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/052124

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B62D1/28 B62D15/02

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B62D

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 285 842 A (NISSAN MOTOR) 26. Februar 2003 (2003-02-26) das ganze Dokument	1-11
X	WO 03/058169 A (AYLWARD ROGER ; PEMBERTON MARTIN (GB)) 17. Juli 2003 (2003-07-17) das ganze Dokument	1-5,10
X	EP 1 193 160 A (NISSAN MOTOR) 3. April 2002 (2002-04-03) das ganze Dokument	1-5,10
X	WO 03/033330 A (FROG NAVIGATION SYSTEMS B V ; PETERI PAUL HENRI FRANS (NL); SIEBERT RA) 24. April 2003 (2003-04-24) das ganze Dokument	1,6-11

☐ 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" älteres Dokument, 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 anderen 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
11. November 2004	26/11/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Van der Veen, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/052124

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1285842	A	26-02-2003	JP	2003063430 A	05-03-2003
			JP	2003327018 A	19-11-2003
			JP	2003246225 A	02-09-2003
			EP	1285842 A2	26-02-2003
			US	2003060936 A1	27-03-2003
WO 03058169	A	17-07-2003	GB	2383983 A	16-07-2003
			EP	1468252 A1	20-10-2004
			WO	03058169 A1	17-07-2003
EP 1193160	A	03-04-2002	JP	3529042 B2	24-05-2004
			JP	2002104221 A	10-04-2002
			EP	1193160 A2	03-04-2002
			US	2002040265 A1	04-04-2002
WO 03033330	A	24-04-2003	NL	1019191 C2	23-04-2003
			CA	2463812 A1	24-04-2003
			EP	1436187 A1	14-07-2004
			WO	03033330 A1	24-04-2003