(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
19. Mai 2005 (19.05.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/045784 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: G08G 1/16, G01S 13/93, 13/50, 13/04

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/001950

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. September 2004 (03.09.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 51 066.4 31. Oktober 2003 (31.10.2003) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **CONTI TEMIC MICROELECTRONIC GMBH** [DE/DE]; Sieboldstrasse 19, 90411 Nürnberg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **BEUSCHEL, Michael** [DE/DE]; Erlenstrasse 7, 85092 Kösching (DE).

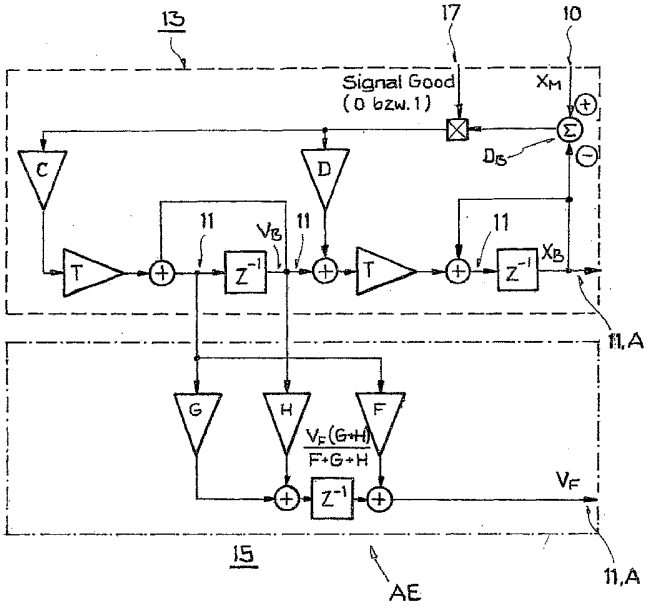
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, 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, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR MEASURING DISTANCE AND/OR SPEED

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ABSTANDS- UND/ODER GESCHWINDIGKEITSMESSUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a method and to a device suited for carrying out the method for measuring distance and/or speed, which are characterized in that the evaluation involves a determination of a distance (X_M) by means of an observer (13), whereby the determined distance (X_M) is provided to the observer (13) in the form of an input signal (10), and the observer (13) furnishes an observed distance (X_B) and an observed speed (V_B) in the form of output signals (11).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/045784 A1

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.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren und eine zur Ausführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung zur Abstands- und/oder Geschwindigkeitsmessung angegeben, die sich dadurch auszeichnen, dass die Auswertung eine Ermittlung eines Abstands (X_M) mittels eines Beobachters (13) umfasst, wobei dem Beobachter (13) als Eingangssignal (10) der ermittelte Abstand (X_M) zugeführt wird und der Beobachter (13) als Ausgangssignale (11) einen beobachteten Abstand (X_B) sowie eine beobachtete Geschwindigkeit (V_B) liefert.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Abstands- und/oder Geschwindigkeitsmessung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Abstands- und/oder Geschwindigkeitsmessung, insbesondere zum Einsatz in einem Fahrzeug im Zusammenhang mit einem Kollisionserkennungs-, Kollisionswarnungs- oder Kollisionsvermeidungssystem.

Vorrichtungen zur Abstands- und/oder Geschwindigkeitsmessung (kurz Abstandssensoren genannt) sowie Verfahren zur Abstands- und/oder Geschwindigkeitsmessung sind beispielsweise für den Einsatz in Fahrzeugen zur Früherkennung eines Aufpralls als so genannte Precrash-Sensoren allgemein bekannt. Dabei wird üblicherweise anhand der Bestimmung einer Entfernung oder eines Abstands mittels Differentiation der ermittelten Abstandssignale zusätzlich eine Geschwindigkeit bestimmt. Wenn im Folgenden daher von einer Abstandsmessung die Rede ist, schließt dies, wenn nicht anders ausgeführt, eine Geschwindigkeitsmessung mit ein.

Nachteilig bei bekannten Verfahren oder Vorrichtungen ist jedoch, dass aufgrund der hochempfindlichen Messelektronik solcher Sensoren der berechnete Entfernungsverlauf störungsbehaftet ist. Wenn aus einem solchen Signal durch Differentiation die Geschwindigkeit berechnet wird, werden dabei zudem die enthaltenen Störungen (= so genanntes Signalrauschen) verstärkt. Dies resultiert aus der Tatsache, dass die Differentiation wie ein Hochpassfilter wirkt. Um das Signalrauschen zu vermindern, wird üblicherweise die Zeitdifferenz für die Differentiation vergrößert. Nachteilig dabei ist, dass nur kurz sichtbare Objekte oder Hindernisse nicht oder nur sehr ungenau erfasst werden. Darüber hinaus wird stets nur die mittlere Geschwindigkeit berechnet. Alternativ wird zusammen mit der Differentiation eine Tiefpassfilterung verwen-

det. Fällt jedoch ein Messwert aus, führt dies in der Regel zu einer Störung des Ausgangssignals.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine zur Durchführung des Verfahrens vorgesehene und geeignete Vorrichtung anzugeben, mit dem Abstands- und Geschwindigkeitsmesswerte gefiltert werden und fehlende Messwerte ohne zusätzlichen Aufwand überbrückt werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dazu wird bei einem Verfahren zur Abstands- und/oder Geschwindigkeitsmessung, insbesondere zur Verwendung in einem Fahrzeug im Zusammenhang mit einem Kollisionserkennungs-, Kollisionswarnungs- oder Kollisionsvermeidungssystem, ein von einem Sender abgegebenes Signal, insbesondere eine elektromagnetische Welle, nach Reflexion an einem ortsfesten oder beweglichen Objekt von einem Empfänger aufgenommen und zur Ermittlung von Abstand und/oder Geschwindigkeit des Objekts eine Auswertung von ausgesandtem und reflektiertem Signal derart ausgeführt, dass ein Beobachter, insbesondere ein Luenberger-Beobachter, adaptiert wird, wobei dem Beobachter als Eingangssignal ein ermittelter Abstand zugeführt wird, anhand dessen als Ausgangssignale ein beobachteter Abstand sowie eine beobachtete Geschwindigkeit ermittelt werden.

Die abhängigen Ansprüche betreffen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

Vorteilhaft erfolgt fortlaufend, also kontinuierlich oder zu vorgegebenen oder vorgebbaren, insbesondere äquidistanten Zeitpunkten ein Vergleich zwischen beobachtetem Abstand und ermitteltem Abstand, um die Zustände des Beobachters zu adaptieren.

Des Weiteren wird eine Differenz zwischen ermitteltem Abstand und beobachtetem Abstand zur Nachführung (Adaption) des Beob-

achters verwendet. Auf diese Weise wird der Wert und somit die Annäherung und Qualität der beobachteten Zustände, also des beobachteten Abstands und der beobachteten Geschwindigkeit, kontinuierlich angepasst bzw. fortlaufend verbessert. Die Rückführung des beobachteten Abstands bewirkt zudem besonders vorteilhaft eine stärkere Gewichtung zeitlich späterer (Abstands-)Messwerte, d. h. solcher Messwerte, die bei Annäherung an das Objekt einen kürzeren Abstand oder eine kürzere Strecke und somit genauere Messwerte repräsentieren. Diese höhere Gewichtung näherer und ggf. zeitlich nachfolgender Messwerte ist besonders vorteilhaft, weil sich die zeitlich späteren Messwerte im Vergleich zu früheren Messwerten durch ein gutes Signal-Rausch-Verhältnis auszeichnen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist für den Fall, dass ein ermittelter Abstand ausfällt oder als unzuverlässig erkannt wird, vorgesehen, dass dem Messwert für den ermittelten Abstand ein Kennzeichen zugeordnet wird, aufgrund dessen der Messwert durch den Beobachter unberücksichtigt bleibt oder der Beobachter deaktiviert wird. Eine solche Kennzeichnung fehlerbehafteter Messwerte vermeidet eine ungünstige oder fehlerhafte Beeinflussung des Beobachters. Zur Adaption der Beobachter-Zustände werden vorzugsweise nur plausible Messwerte verwendet. D. h., ggf. werden die Messwerte vorab auf Plausibilität geprüft.

Vorteilhaft werden mittels des Beobachters im Falle eines ausgefallenen oder als unzuverlässig erkannten Messwertes für den ermittelten Abstand die bisher ermittelten oder vorangegangenen Messwerten verwendet. Der Beobachter übernimmt die Funktion eines Prädiktors. Alternativ oder zusätzlich kann an die Stelle des ausgefallenen, fehlerbehafteten oder unzuverlässigen Messwertes für den Abstand der beobachtete Abstandswert verwendet werden. Damit liegt in jedem Zeitpunkt eine verwertbare Information zum Abstand des Objekts vor.

Bevorzugt wird der Beobachter zeitdiskret ausgeführt und um eine Filterstruktur ergänzt. Die Filterstruktur ermöglicht eine Filterung der beobachteten Zustände, also des beobachteten Abstands und/oder der beobachteten Geschwindigkeit, um eine noch bessere Verwendbarkeit des oder jedes beobachteten Zustands zu ermöglichen.

Vorteilhaft wird eine Filterstruktur derart verwendet, dass bei einer Gesamtbetrachtung von Beobachter und Filterstruktur sich für wenigstens einen beobachteten Zustand eine gewünschte Filterfunktion ergibt. Als Beobachterzustände dienen vorteilhaft der beobachtete Abstand und die beobachtete Geschwindigkeit. Die Beobachterzustände können ggf. geeignet skaliert werden. Im Fall der beobachteten und gefilterten Geschwindigkeit kann diese anhand von differenzierten Abstandsmesswerten mit zusätzlicher Filterung (z. B. Butterworth-Tiefpass 2. Ordnung) ermittelt werden.

Weiter vorteilhaft wird anhand der Filterstruktur eine beobachtete Geschwindigkeit angepasst. Die angepasste beobachtete Geschwindigkeit wird auch gefilterte beobachtete Geschwindigkeit genannt.

Zweckmäßigerweise wird der Beobachter- und Filterstruktur eine variable Zeitkonstante bzw. Eckfrequenz zugeordnet. Dadurch wird die Adaption in Bezug auf die Qualität der Messwerte verbessert.

Bevorzugt wird zu Beginn einer Messung für die Beobachter- und Filterstruktur eine geringe Zeitkonstante verwendet und bei längerer Messung die Zeitkonstante erhöht. Auf diese Weise kann zu Beginn einer Messung mit einer kurzen Zeitkonstante eine grobe aber rasche Adaption erreicht werden. Bei längerer Messdauer wird dann auf eine längere Zeitkonstante für eine höhere Genauigkeit bei gleichzeitig besserer Rauschunterdrückung umgeschaltet.

Der Vorteil der Erfindung und ihrer Ausgestaltungen besteht darin, dass nur ein vergleichsweise geringer Speicherbedarf und eine ebenfalls vergleichsweise geringe Rechenzeit erforderlich ist. Des Weiteren ist eine Berücksichtigung von Geschwindigkeitsänderungen, insbesondere von Geschwindigkeitsänderungen des Objekts auch während der Messung möglich. Schließlich zeichnet sich das Verfahren durch eine günstige Robustheit der berechneten Ergebnisse bei gestörten und/oder ausgefallenen Messwerten aus.

Bezüglich der Vorrichtung wird die genannte Aufgabe erfindungsgemäß gelöst mit einem Abstands- und/oder Geschwindigkeitssensor, der zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahren geeignet und vorgesehen ist. Dazu weist die Vorrichtung an sich bekannte Mittel, also z. B. eine zur Ausführung des Verfahrens geeignete Schaltung oder eine zur Ausführung des Verfahrens geeignete Software, die in einem Speicher zur Ausführung durch eine Verarbeitungseinrichtung, z. B. einen Prozessor oder einen ASIC, hinterlegt ist.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

FIG 1 ein sich in Richtung auf ein Objekt bewegendes Kraftfahrzeug mit einer Einrichtung zur Detektion des Hindernisses, und

FIG 2 einen Signalflussplan zur Verarbeitung eines bei der Detektion des Objekts aufgenommenen Messwertes.

Einander entsprechende Gegenstände oder Elemente sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

FIG 1 zeigt schematisch ein Kraftfahrzeug 1, das sich auf ein Objekt 2 zubewegt. Das Fahrzeug verfügt über ein Kollisionserkennungs-, Kollisionswarnungs- oder Kollisionsvermeidungssystem, im Folgenden zusammenfassend als Kollisionser-

kennungssystem KS oder kurz als Kollisionserkennung bezeichnet. Das Kollisionserkennungssystem KS umfasst zumindest einen Sender 3 und einen Empfänger 4. Der Sender 3 und der Empfänger 4 bilden zusammen mit einer nicht näher dargestellten Auswerteelektronik einen Abstands- und/oder Geschwindigkeitssensor 5, im folgenden zusammenfassend als Abstandssensor 5 bezeichnet.

Der Sender 3 sendet kontinuierlich oder pulsierend, also in vorgegebenen, vorzugsweise äquidistanten Zeitabschnitten, ein Signal 6, insbesondere eine elektromagnetische Welle aus. Wenn das Signal 6 auf ein Objekt 2 trifft, wird es von dem Objekt 2 reflektiert. Ein daraus resultierendes reflektiertes Signal 7 gelangt zum Empfänger 4, so dass in an sich bekannter Weise anhand des ausgesandten Signals 6 und des reflektierten und empfangenen Signal 7 ein Abstand X_M, z. B. für den Abstand des Fahrzeugs 1 zum Objekt 2, bestimmt wird. Mit anderen Worten: Der Abstandssensor 5 dient der Erfassung und Ermittlung des Abstands X_M. Der aktuell erfasste Abstand X_M (= Messwert oder Istwert) wird anschließend mittels der Auswerteelektronik AE des Kollisionserkennungssystems KS weiterverarbeitet.

Anhand des erfassten Abstands X_M und der eigenen über einen nicht näher dargestellten Sensor erfassten Geschwindigkeit des Fahrzeugs 1 ist es möglich, die Zeitdauer bis zu einer möglichen Kollision mit dem Objekt 2 zu ermitteln. In Abhängigkeit davon können geeignete Maßnahmen zur Vermeidung der Kollision oder zur Minimierung der Auswirkungen der Kollision, also z. B. eine Warnung für den Fahrer, ein automatischer Eingriff in das Lenk- und/oder Bremssystem des Fahrzeugs, etc., ausgeführt werden. Durch weitere geeignete Maßnahmen kann die Position des Objekts 2 im Hinblick auf einen Versatz senkrecht zur Bewegungsrichtung des Fahrzeugs erkannt werden. Wenn das Objekt 2 selbst beweglich ist, etwa wenn es sich um ein weiteres Fahrzeug, z. B. um ein entgegenkommendes Fahrzeug handelt, kann nicht nur die Entfernung

oder der Abstand X_M zu dem Objekt 2, sondern aus der zeitlichen Änderung des Abstands X_M und gleichzeitiger Berücksichtigung der Momentangeschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs 1 selbst die Geschwindigkeit des Objekts 2 ermittelt werden. Des Weiteren kann aus dem Abstand X_M zum Objekt 2 und der Geschwindigkeit des Objekts 2 sowie eigener Geschwindigkeit wiederum eine evtl. Kollisionsgefahr sowie die Dauer bis zu einer evtl. Kollision ermittelt werden.

In FIG 2 ist der zugehörige Signalflussplan für die Verarbeitung des anhand des Abstandssensors 5 ermittelten Abstands X_M (der Index "M" steht dabei für "Messung") gezeigt. Der ermittelte Abstand X_M wird der Auswerteelektronik AE als Mess- oder Istwert und als Eingangssignal 10 zugeführt und zu Ausgangssignalen 11 der Auswerteelektronik AE verarbeitet. Als Ausgangssignal 11 wird ein beobachteter Abstand X_B für den erfassten Abstand X_M und eine beobachtete gefilterte Geschwindigkeit V_F (die Indizes "B" und "F" stehen dabei für "beobachtet" bzw. "gefiltert"), bestimmt.

Der erfasste Abstand X_M stellt ein Eingangssignal 10 für den Signalflussplan oder für eine entsprechend dem Signalflussplan realisierte Schaltung oder softwaremäßige Realisierung der Auswerteelektronik 5 dar. Der beobachtete Abstand X_B und die beobachtete gefilterte Geschwindigkeit V_F stellen entsprechend Ausgangssignale 11 des Signalflussplans bzw. der korrespondierenden Schaltung/Software der Auswerteelektronik 5 dar.

Im Signalflussplan gemäß der Darstellung in FIG 2 sind zwei separate Abschnitte erkennbar, welche zum einen eine Nachführung oder Adaption und dieser nachgeschaltet eine Filterstufe bilden. Ein erster Abschnitt (= eine Nachführung), dem als Eingangssignal 10 der ermittelte Abstand X_M zugeführt wird, realisiert die Funktionalität eines Beobachters 13, insbesondere eines zeitdiskreten Luenberger Beobachters. Die theoretischen Grundlagen des Beobachters 13 in Form einer adaptiven

Regelung und/oder Steuerung sind allgemein bekannt. Sie sind in den Lehrbüchern zur Regelungstechnik/-theorie oder zur Systemtechnik/-theorie nachzulesen. Lediglich beispielhaft wird dazu das Fachbuch von Günter Ludyk: Theoretische Regelungstechnik 2, Springer Verlag 1995, genannt.

Der Beobachter 13 liefert als Ausgangssignale 11 beobachtete Zustände - den beobachteten Abstand X_B und eine beobachtete Geschwindigkeit V_B.

Die beobachtete Geschwindigkeit V_B wird eine dem Beobachter 13 nachgeschalteten Filterstruktur 15 zugeführt. Das Ausgangssignal 11 der Filterstruktur 15 ist die beobachtete gefilterte Geschwindigkeit V_F.

Die Nachführung oder Adaption mittels des Beobachters 13 erfolgt, indem der erwartete oder beobachtete Abstand X_B über eine Summationsstelle 16 mit dem ermittelten Abstand X_M verknüpft wird. Dabei wird die Differenz D_B aus ermitteltem Abstand X_M und beobachtetem Abstand X_B ($D_B = X_M - X_B$) gebildet. Anstelle der Summationsstelle 16 kann auch eine Differenzeinheit verwendet werden.

Der Beobachter 13 ist darüber hinaus zur Verarbeitung eines weiteren, insbesondere binären Eingangssignals 17 vorgesehen, das anzeigt, ob der aktuelle Abstand X_M zulässig ist (SignalGood = 1) oder nicht (SignalGood = 0). Wenn der ermittelte Abstand X_M über das weitere Eingangssignal 17 als fehlerhaft ausgewiesen ist, wird der ermittelte Abstand X_M nicht berücksichtigt und der Beobachter 13 nicht adaptiert. Dies lässt sich z. B. dadurch erreichen, dass das Verknüpfungsergebnis der Summationsstelle 16 im Falle eines fehlerbehafteten Eingangssignals 10 mit Null, also z. B. direkt mit dem Wert des weiteren Eingangssignals 17, multipliziert wird. Für den Fall, das mittels des Wertes des weiteren Eingangssignals 17 angezeigt wird, dass der ermittelte Abstand X_M verwertbar ist, ist entsprechend eine Multiplikation des Verknüpfungser-

gebnisses der Summationsstelle 16 mit Eins, also z. B. wiederum direkt mit dem Wert des weiteren Eingangssignals 17, erforderlich. Auch ist eine Gewichtung der Differenz D_B mit einem Eingangssignal 17 und mit einem beliebigen Wert zwischen 0 und 1 entsprechend der zuvor ermittelten Plausibilität der Messung möglich.

Die Parameter "C", "D", "G", "H" und "F" sind die Parameter des Beobachters 13 und der Filterstruktur 15, z. B. Verstärkungs- oder Verzögerungsglieder. Die Abtastzeit ist mit "T" bezeichnet. Es handelt sich also um den Sonderfall eines zeitdiskreten Beobachters 13.

Als zeitdiskrete Übertragungsfunktionen ergeben sich für den Beobachter 13 allein die folgenden Zusammenhänge:

$$\frac{X_B}{X_M} = \frac{TD + z^{-1}(T^2C - TD)}{1 + z^{-1}(TD - 2) + z^{-2}(1 - TD + T^2C)} x z^{-1}$$

$$\frac{V_B}{X_M} = \frac{1 - z^{-1}}{T} \times \frac{z^{-1}T^2C}{1 + z^{-1}(TD - 2) + z^{-2}(1 - TD + T^2C)} \qquad [1]$$

Die Übertragungsfunktion der nachgeschalteten Filterstruktur 15 lautet:

$$\frac{V_F}{V_B} = \frac{F + z^{-1}G + z^{-2}H}{z^{-1}} \qquad [2]$$

Damit ergibt sich die gesamte Übertragungsfunktion der Kombination aus Beobachter 13 und nachgeschalteter Filterstruktur 15 für die gefilterte beobachtete Geschwindigkeit V_F zu:

$$\frac{V_F}{X_M} = \frac{1 - z^{-1}}{T} \cdot \frac{(F + z^{-1}G + z^{-2}H)\,T^2C}{1 + z^{-1}(TD - 2) + z^{-2}(1 - TD + T^2C)} \qquad [3]$$

Die vorstehend angegebene Übertragungsfunktion setzt sich aus einer Differentiation (erster Bruch) und einer Filterung zusammen. Durch geeignete Wahl der Koeffizienten, also der Parameter "C", "D", "G", "H" und "F", kann ein vorgebbares oder vorgegebenes Filterverhalten zweiter Ordnung, z. B. ein zeitdiskretes Butterworthfilter, erreicht werden.

Um eine Übertragungsfunktion der Form

$$\frac{B}{A} = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}} \qquad [4]$$

mit dem beschriebenen Beobachter 13 und der Filterstruktur 15 ggf. nachzubilden, können deren Parameter folgendermaßen bestimmt werden:

$$D = \frac{a_1 + 2}{T} \qquad C = \frac{a_2 + TD - 1}{T^2} = \frac{a_1 + a_2 + 1}{T^2}$$

$$F = \frac{b_0}{T^2 C} \qquad G = \frac{b_1}{T^2 C} \qquad H = \frac{b_2}{T^2 C} \qquad [5]$$

Um eine rasche Adaption des Beobachters 13 sicherzustellen, ist die Wahl günstiger Startwerte, also z. B.

$$X_B(0) = X_M \qquad V_B(0) = V_0 \qquad [6]$$

für den erwarteten oder beobachteten Abstand X_B und die erwartete oder beobachtete Geschwindigkeit V_B vorteilhaft.

Zusätzlich lässt sich der in FIG 2 dargestellte Signalflussplan auf minimale Rechenzeit optimieren, indem die Zustände von Beobachter 13 und Filterstruktur 15 geeignet skaliert und die Verstärkungsfaktoren entsprechend zusammengefasst werden.

Im dem Signalflussplan gemäß FIG 2 wird auf eine nachgeschaltete Filterung der Entfernung, also des ermittelten Abstands

X_M, verzichtet, da störendes Rauschen im Entfernungssignal geringer ausfällt als bei der Geschwindigkeit. Eine nachgeschaltete Filterung des beobachteten Abstands X_B ist gleichwohl möglich mit einer weiteren, nicht dargestellten Filterstruktur entsprechend der Filterstruktur 15 für Filterung der beobachteten Geschwindigkeit V_B jedoch mit einer zusätzlichen Rückkopplung des Filterzustands, so dass sich folgende Übertragungsfunktion mit dem zusätzlichen Parameter:

$$E = 1 - TC/D \qquad [7]$$

ergibt:

$$\frac{X_F}{X_B} = \frac{F + z^{-1}G + z^{-2}H}{1 + z^{-1}E} \times \frac{1}{z^{-1}} \qquad [8]$$

Beobachter mit mehr als zwei Zuständen sowie entsprechend zusätzlichen Zuständen des Filters oder der Filter sind ebenfalls möglich.

Zusammenfassend lässt sich die Erfindung kurz wie folgt darstellen:
Die erfindungsgemäße Lösung basiert auf einer Beobachterstruktur nach Luenberger. Als Beobachterzustände dienen die beobachtete Entfernung und Geschwindigkeit, welche ggf. geeignet skaliert werden kann. Die beobachtete Entfernung wird fortlaufend mit der Messung verglichen. Die Differenz, der Beobachterfehler, wird zur Nachführung (Adaption) des Beobachters 13 genutzt. Im adaptierten Zustand entsprechen die Beobachterzustände den gefilterten Entfernungs- und Geschwindigkeitswerten.

Fällt ein Messwert für den aktuell ermittelten Abstand X_M aus oder wird ein Messwert für den aktuell ermittelten Abstand X_M als unzuverlässig erkannt, wird der Beobachter 13 nicht adaptiert (Fehler := 0) und arbeitet mit den bisher ermittelten

Abständen X_M als Prädiktor für die beobachtete Geschwindigkeit V_B bzw. den beobachteten Abstand X_B weiter. Bei vorheriger ausreichender Adaption tritt dadurch beim nächsten verwertbaren Messwert für den Abstand X_M kein übergroßer Beobachterfehler und keine entsprechende Schwankung des Ausgangssignals 11 auf. Damit kann eine kleine Zeitkonstante für kurze Adaptionszeiten für den Beobachter 13 gewählt werden.

Bei Verwendung zeitdiskreter Integratoren ergibt sich aufgrund der Beobachterstruktur 13 eine hinsichtlich des Filterverhaltens ungünstige Übertragungsfunktion. Daher werden nachgeschaltete Filterstrukturen 15 erster Ordnung für die Beobachterzustände eingeführt, so dass durch Anpassung der zusätzlich gewonnenen Koeffizienten eine beliebige Filterfunktion zweiter Ordnung des Beobachters 13 zusammen mit der nachgeschalteten Filterstruktur 15 und ggf. mit zusätzlicher Differenzierung beim Geschwindigkeitsverlauf realisiert werden kann.

Im Vergleich zu bekannten Verfahren kombiniert der erfindungsgemäß vorgeschlagene Beobachteransatz folgende Vorteile:

- Zeitdiskrete Filterung der Messwerte zur Erfassung veränderlicher Geschwindigkeiten,
- Geringer Speicher- und Rechenzeitbedarf,
- Robustheit gegenüber ausgefallenen Messwerten durch Prädiktorfunktion.

Der Beobachteransatz erlaubt auch grobe Messungen bei kurzer Messzeit, wie sie bei optisch schlecht erfassbaren Objekten 2 auftreten können.

Um dennoch nur zuverlässige Ergebnisse auszugeben, ist zusätzlich eine Messwertqualifikation vorzusehen, die Ergebnisse nur dann ausgibt, wenn sie auf einer Mindestanzahl zuverlässiger Messungen beruht. Damit wird die Ausgabe unsicherer Ergebnisse, z. B. während der anfänglichen Adaption des Beobachters 13, verhindert. Die Messwertqualifikation hat

ebenso die Aufgabe, beim ersten Auftreten relevanter Messwerte die Initialisierung des Beobachters 13 anzustoßen sowie nach Ausbleiben zuverlässiger Messwerte (= Dequalifikation) ggf. für ein Rücksetzen zu sorgen.

Wird durch eine Messwertqualifikation sichergestellt, dass Ergebnisse erst nach einer Mindestanzahl gültiger Messungen ausgegeben werden, kann auf die Vorbelegung der nachgeschalteten Filterstruktur 15 für die Geschwindigkeit verzichtet werden.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	Objekt
3	Sender
4	Empfänger
5	Abstandssensor
6	Signal
7	reflektiertes Signal
10	Eingangssignal
11	Ausgangssignal
13	Beobachter
15	Filterstruktur
16	Summationsstelle
17	weiteres Eingangssignal
AE	Auswerteelektronik
KS	Kollisionserkennungssystem
V_B	beobachtete Geschwindigkeit
V_F	beobachtete gefilterte Geschwindigkeit
X_B	beobachtete Abstand
X_M	ermittelter Abstand
v	Geschwindigkeit des Fahrzeugs 1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abstands- und/oder Geschwindigkeitsmessung, insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug im Zusammenhang mit einem Kollisionserkennungs-, Kollisionswarnungs- oder Kollisionsvermeidungssystem, wobei ein von einem Sender (3) abgegebenes Signal (6), insbesondere eine elektromagnetische Welle, nach Reflexion an einem ortsfesten oder beweglichen Objekt (2) als reflektiertes Signal (7) von einem Empfänger (4) aufgenommen wird und zur Ermittlung von Abstand und/oder Geschwindigkeit des Objekts (2) eine Auswertung von ausgesandtem und reflektiertem Signal (6 bzw. 7) derart ausgeführt wird, dass ein Beobachter (13) adaptiert wird, wobei dem Beobachter (13) als Eingangssignal ein ermittelter Abstand (X_M) zugeführt wird, anhand dessen als Ausgangssignale (12) ein beobachteter Abstand (X_B) sowie eine beobachtete Geschwindigkeit (V_B) ermittelt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei fortlaufend oder zu vorgegebenen, insbesondere äquidistanten Zeitpunkten der beobachtete Abstand (X_B) und der ermittelte Abstand (X_M) verglichen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei anhand des beobachteten Abstands (X_B) und des ermittelten Abstands (X_M) eine Differenz (D_B) bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei anhand der Differenz (D_B) zwischen beobachteten Abstand (X_B) und ermittelten Abstand (X_M) der Beobachter (13) nachgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei wenn ein ermittelter Abstand (X_M) ausfällt oder als unzuverlässig identifiziert wird, dem Messwert für den ermittelten Abstand (X_M) ein Kennzeichen zugeordnet wird, aufgrund dessen der Messwert durch den Beobachter (13) unberücksichtigt

bleibt, nur teilweise berücksichtigt oder der Beobachter (13) deaktiviert wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Beobachter (13) im Falle eines ausgefallenen oder als unzuverlässig erkannten Messwertes für den ermittelten Abstand (X_M) die vorangegangenen Messwerte für den ermittelten Abstand (X_M) verwendet.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Beobachter (13) um eine Filterstruktur (15) ergänzt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei eine Filterstruktur (15) erster Ordnung und/oder zweiter Ordnung verwendet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei anhand der Filterstruktur (15) die beobachtete Geschwindigkeit (V_F) angepasst wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei dem Beobachter (13) und/oder der Filterstruktur (15) eine variable Zeitkonstante bzw. Eckfrequenz zugeordnet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei zu Beginn einer Messung der Filterstruktur (15) eine geringe Zeitkonstante zugeordnet wird und bei längerer Messung die Zeitkonstante erhöht wird.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit einem Sender (3) und einem Empfänger (4), wobei der Sender (3) zum Abgeben eines Signals (6) und der Empfänger (4) zum Empfangen eines daraus resultierenden reflektierten Signals (7) an einem Objekt (2) vorgesehen ist, oder zum Zusammenwirken mit einem solchen Sender (3) und einem solchen Empfänger (4), mit Mitteln zur Ermittlung von Abstand und/oder Geschwindigkeit des Objekts (2) anhand einer Auswertung von ausgesandtem und reflektiertem Signal (6, 7).

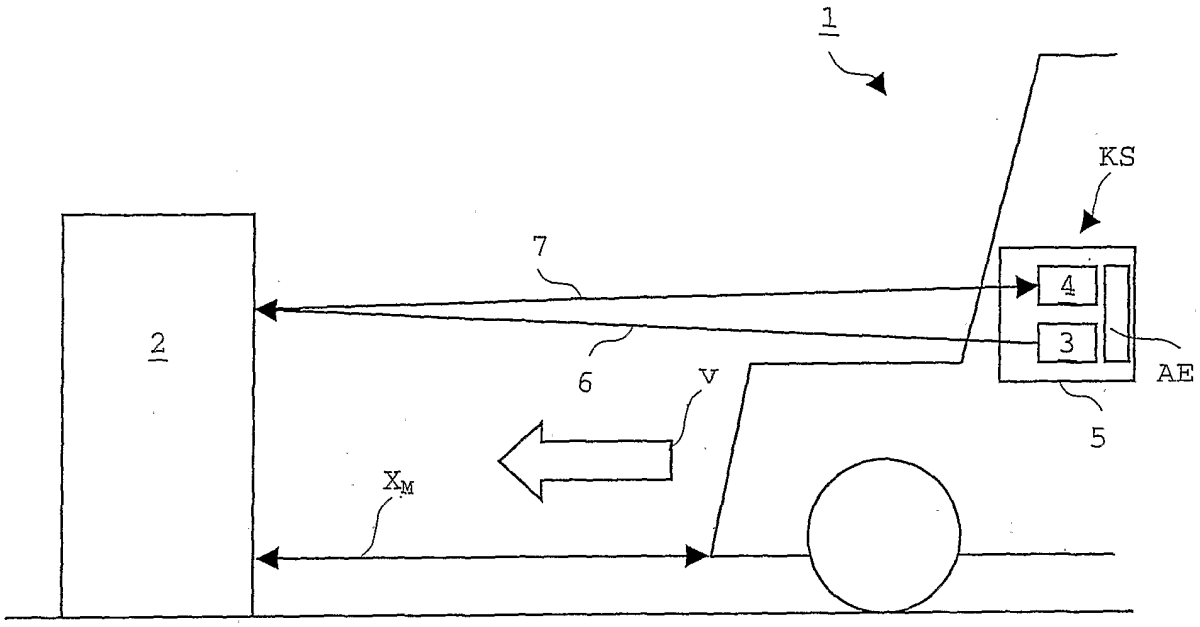


FIG 1

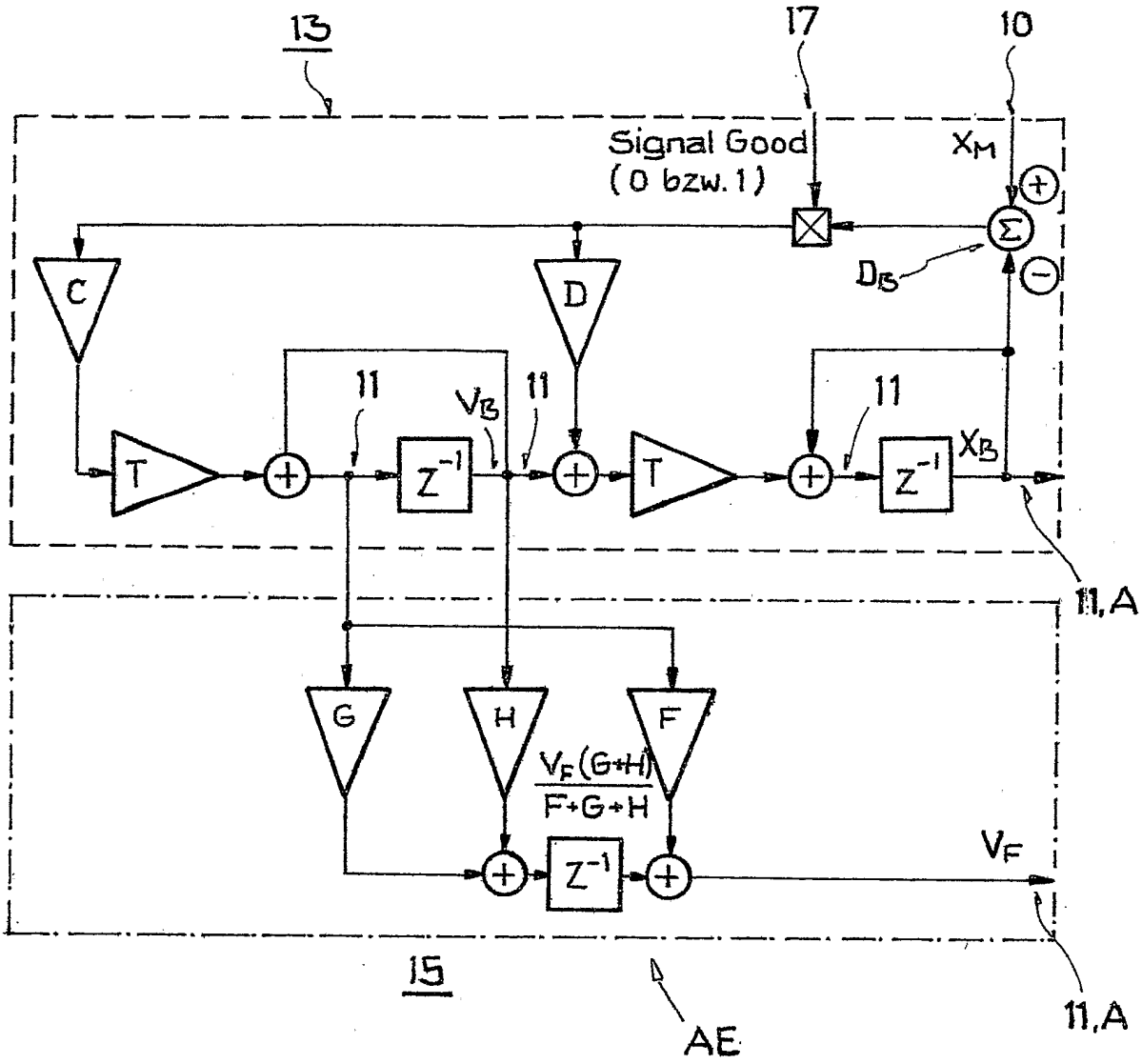

13
17
10
Signal Good
(0 bzw. 1)
X_M
C
D
D_B
11
V_B
11
11
T
Z^{-1}
T
Z^{-1}
X_B
11,A
G
H
F
$V_F(G+H)$
$F+G+H$
V_F
Z^{-1}
15
AE
11,A

FIG.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/001950

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G08G1/16 G01S13/93 G01S13/50 G01S13/04

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 G08G G01S

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, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	EP 0 915 350 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 12 May 1999 (1999-05-12) page 3, column 23 - page 5, column 44; claim 1; figures 1,2	1-4,12 5,6
X,P Y,P	EP 1 367 411 A (DELPHI TECH INC) 3 December 2003 (2003-12-03) page 3, column 8 - page 6, column 29; claim 1	1-4,12 5,6
Y	EP 1 111 393 A (VOLKSWAGENWERK AG) 27 June 2001 (2001-06-27) column 3, line 38 - column 3, line 46	5,6
Y,P	EP 1 380 379 A (AIRBUS GMBH) 14 January 2004 (2004-01-14) column 12, line 21 - column 12, line 36	5,6

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] 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
22 December 2004	03/01/2005

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	Henrikson, O

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/001950

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 766 160 A (BOSCH GMBH ROBERT) 2 April 1997 (1997-04-02) column 3, line 9 - column 5, line 15; figure 1	1-12
A	EP 1 129 944 A (JENA OPTRONIK GMBH) 5 September 2001 (2001-09-05) page 2, column 52 - page 7, column 55; figures 1-3	1-12
A	US 4 320 287 A (RAWICZ HARRIS C) 16 March 1982 (1982-03-16) the whole document	1-12
A	US 4 179 696 A (FARRELL JAMES L ET AL) 18 December 1979 (1979-12-18) the whole document	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/DE2004/001950

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0915350 A	12-05-1999	DE 19749086 C1	12-08-1999
		EP 0915350 A2	12-05-1999
		JP 11265442 A	28-09-1999
		US 6292752 B1	18-09-2001
EP 1367411 A	03-12-2003	US 2003225517 A1	04-12-2003
		EP 1367411 A2	03-12-2003
EP 1111393 A	27-06-2001	DE 19962022 A1	28-06-2001
		EP 1111393 A2	27-06-2001
EP 1380379 A	14-01-2004	DE 10234242 A1	05-02-2004
		EP 1380379 A2	14-01-2004
		US 2004134891 A1	15-07-2004
EP 0766160 A	02-04-1997	DE 19536697 A1	03-04-1997
		DE 59605289 D1	29-06-2000
		EP 0766160 A1	02-04-1997
EP 1129944 A	05-09-2001	DE 10011890 A1	13-09-2001
		EP 1129944 A1	05-09-2001
		JP 2001315698 A	13-11-2001
		US 2001037185 A1	01-11-2001
US 4320287 A	16-03-1982	NONE	
US 4179696 A	18-12-1979	BE 867380 A1	23-11-1978
		DK 228078 A ,B,	25-11-1978
		NL 7805371 A	28-11-1978
		NO 781794 A ,B,	27-11-1978

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/001950

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G08G1/16 G01S13/93 G01S13/50 G01S13/04

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G08G G01S

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

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	EP 0 915 350 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 12. Mai 1999 (1999-05-12) Seite 3, Spalte 23 - Seite 5, Spalte 44; Anspruch 1; Abbildungen 1,2	1-4,12 5,6
X,P Y,P	EP 1 367 411 A (DELPHI TECH INC) 3. Dezember 2003 (2003-12-03) Seite 3, Spalte 8 - Seite 6, Spalte 29; Anspruch 1	1-4,12 5,6
Y	EP 1 111 393 A (VOLKSWAGENWERK AG) 27. Juni 2001 (2001-06-27) Spalte 3, Zeile 38 - Spalte 3, Zeile 46	5,6
Y,P	EP 1 380 379 A (AIRBUS GMBH) 14. Januar 2004 (2004-01-14) Spalte 12, Zeile 21 - Spalte 12, Zeile 36	5,6

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] 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
22. Dezember 2004	03/01/2005

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	Henrikson, O

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/001950

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 766 160 A (BOSCH GMBH ROBERT) 2. April 1997 (1997-04-02) Spalte 3, Zeile 9 - Spalte 5, Zeile 15; Abbildung 1	1-12
A	EP 1 129 944 A (JENA OPTRONIK GMBH) 5. September 2001 (2001-09-05) Seite 2, Spalte 52 - Seite 7, Spalte 55; Abbildungen 1-3	1-12
A	US 4 320 287 A (RAWICZ HARRIS C) 16. März 1982 (1982-03-16) das ganze Dokument	1-12
A	US 4 179 696 A (FARRELL JAMES L ET AL) 18. Dezember 1979 (1979-12-18) das ganze Dokument	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/001950

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0915350	A	12-05-1999	DE	19749086 C1	12-08-1999
			EP	0915350 A2	12-05-1999
			JP	11265442 A	28-09-1999
			US	6292752 B1	18-09-2001
EP 1367411	A	03-12-2003	US	2003225517 A1	04-12-2003
			EP	1367411 A2	03-12-2003
EP 1111393	A	27-06-2001	DE	19962022 A1	28-06-2001
			EP	1111393 A2	27-06-2001
EP 1380379	A	14-01-2004	DE	10234242 A1	05-02-2004
			EP	1380379 A2	14-01-2004
			US	2004134891 A1	15-07-2004
EP 0766160	A	02-04-1997	DE	19536697 A1	03-04-1997
			DE	59605289 D1	29-06-2000
			EP	0766160 A1	02-04-1997
EP 1129944	A	05-09-2001	DE	10011890 A1	13-09-2001
			EP	1129944 A1	05-09-2001
			JP	2001315698 A	13-11-2001
			US	2001037185 A1	01-11-2001
US 4320287	A	16-03-1982	KEINE		
US 4179696	A	18-12-1979	BE	867380 A1	23-11-1978
			DK	228078 A ,B,	25-11-1978
			NL	7805371 A	28-11-1978
			NO	781794 A ,B,	27-11-1978