

(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
5. November 2015 (05.11.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/165448 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G06K 9/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2015/200212

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. März 2015 (31.03.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 207 994.2
29. April 2014 (29.04.2014) DE

(71) Anmelder: **CONTI TEMIC MICROELECTRONIC GMBH** [DE/DE]; Sieboldstraße 19, 90411 Nürnberg (DE).

(72) Erfinder: **KOSUBEK, Christopher**; Herrenkellergasse 9, 89073 Ulm (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) **Title:** DEVICE FOR DETECTING PRECIPITATION FOR A MOTOR VEHICLE

(54) **Bezeichnung :** VORRICHTUNG ZUM ERKENNEN VON NIEDERSCHLAG FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG

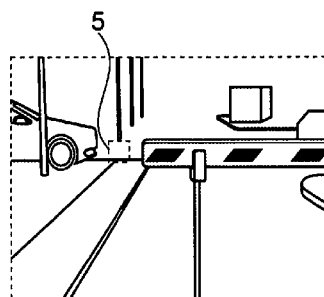


Fig. 3a

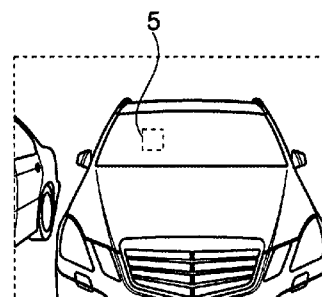


Fig. 4a

(57) **Abstract:** The invention relates to a device and to a method for detecting precipitation for a motor vehicle. The device comprises a camera device which is arranged behind a windscreen and is configured to record a first image of the surroundings of the motor vehicle and a second image, chronologically following the first image, of the surroundings of the motor vehicle; and an evaluation device which is configured to determine, on the basis of a comparison of the first image with the second image, a change in brightness in at least a partial region of the second image, and to detect precipitation adhering to the windscreen on the basis of the determined change in brightness.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Erkennen von Niederschlag für ein Kraftfahrzeug. Die Vorrichtung umfasst eine hinter einer Scheibe angeordnete Kameraeinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, ein erstes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeugs und ein dem ersten Abbild zeitlich folgendes zweites Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeugs aufzunehmen; und eine Auswertungseinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, basierend auf einem Vergleichen des ersten Abbildes mit dem zweiten Abbild eine Helligkeitsänderung in zumindest einem Teilbereich des zweiten Abbildes zu ermitteln und anhand der ermittelten Helligkeitsänderung auf der Scheibe anhaftenden Niederschlag zu erfassen.

WO 2015/165448 A1

Vorrichtung zum Erkennen von Niederschlag für ein Kraftfahrzeug5 Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Regensensor für ein Kraftfahrzeug. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Erkennen von Niederschlag
10 für ein Kraftfahrzeug.

Technischer Hintergrund

Objekte oder Partikel auf der Windschutzscheibe eines Kraftfahrzeuges sind aufgrund der Fokussierung des Fernbereichs
15 nur schwer im Kamerabild einer im Kraftfahrzeug verbauten optischen Kamera zu erkennen.

Ein auf der Windschutzscheibe anhaftender Regentropfen mit nahezu transparenten Eigenschaften kann demnach aus dem von der Kamera aufgenommenen Bild kaum mittels Bildverarbeitung
20 extrahiert werden.

Zusammenfassung der Erfindung

25 Es kann als Aufgabe der vorliegenden Erfindung angesehen werden, die Effizienz einer Niederschlags- oder Regenerkennung für das Kraftfahrzeug zu erhöhen.

30 Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Ausführungsformen und Weiterbildungen sind den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren zu entnehmen.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erkennen von Niederschlag für ein Kraftfahrzeug.

5 Die Vorrichtung umfasst: eine hinter einer Scheibe angeordnete Kameraeinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, ein erstes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeugs und ein dem ersten Abbild zeitlich folgendes zweites Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeugs aufzunehmen; und eine Auswertungseinrichtung,
10 welche dazu ausgelegt ist, basierend auf einem Vergleichen des ersten Abbildes mit dem zweiten Abbild eine Helligkeitsänderung in zumindest einem Teilbereich des zweiten Abbildes zu ermitteln und anhand der ermittelten Helligkeitsänderung auf der Scheibe anhaftenden Niederschlag zu erfassen.

15

In anderen Worten ausgedrückt, werden von der Kameraeinrichtung mindestens zwei zeitlich aufeinander folgende Abbildungen der Umgebung des Kraftfahrzeuges aufgenommen.

20 Nach einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Erkennen von Niederschlag für ein Kraftfahrzeug vorgesehen. Das Verfahren umfasst folgende Schritte: Aufnehmen eines ersten Abbildes der Umgebung des Kraftfahrzeugs und eines dem ersten Abbild zeitlich folgenden zweiten Abbild mit Hilfe von
25 einer Kameraeinrichtung; Ermitteln einer Helligkeitsänderung in zumindest einem Teilbereich des zweiten Abbildes basierend auf einem Vergleichen des ersten Abbildes mit dem zweiten Abbild; und Erfassen des auf der Scheibe anhaftenden Niederschlags anhand der ermittelten Helligkeitsänderung.

30

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die vorliegende Erfindung zeichnet sich durch aus, dass eine Regentropfenerkennung direkt aus dem aufgenommenen Kamerabild, d.h. passiv oder ohne eine zusätzliche Beleuchtungsquelle vorgenommen werden kann.

5

Das Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet den Effekt der auftretenden Helligkeits- bzw. Intensitätserhöhungen, welche durch Tropfen auf der Windschutzscheibe verursacht werden. Diese Helligkeits- bzw. Intensitätserhöhungen sind auf allen Pixel des aufgenommenen Abbildes nahezu gleichmäßig verteilt.

10

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Idee liegt in der Trennung der Helligkeits- und Farbänderungen im aufgenommenen Abbild. Diese Trennung der Helligkeitsänderungen von den Farbänderungen ermöglicht vorteilhaft, dass Regentropfen und sich bewegende Hintergrundobjekte bei der Bildanalyse voneinander getrennt werden.

15

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist die direkt aus dem Bild ableitbare Regentropfenerkennung. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Beleuchtung der Windschutzscheibe etwa mittels Leuchtdioden, kurz LED von englisch light-emitting diode, dt. Licht-emittierende Diode, auch Lumineszenz-Diode, oder einer sonstigen zusätzlichen Lichtquelle nicht erforderlich.

20

25

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass die Detektionsfläche, welche zur Regenerkennung verwendet wird, um ein Vielfaches erhöht wird.

30

Mit anderen Worten kann ein Kerngedanke der vorliegenden Erfindung darin gesehen werden, dass ein Regentropfen als eine Linse auf der Windschutzscheibe modelliert wird. Diese Linse

bündelt das Licht aus einem durch die Linse abgedeckten Teilbereich, wobei das gebündelte Licht auf die Kamera fällt und die Helligkeits- bzw. Intensitätserhöhungen verursacht.

- 5 Daher ist es möglich, nur die Helligkeitsänderung innerhalb dieses Teilbereiches zu ermitteln und etwaige Farbwechsel oder Farbänderungen in diesem Bereich zu ignorieren.

Die Regentropfen verursachen primär eine Helligkeitsänderung
10 (dL^*), jedoch wird auch die Farbänderung (da^* , db^*) betrachtet, um herauszufinden, ob neben der durch den Regentropfen verursachten Helligkeitsänderung auch noch eine Farbänderung vorliegt.

- 15 Falls ja, so wird der Teilbereich in dem Abbild als farbiges Hintergrundobjekt markiert und als möglicher Tropfen verworfen, da die Farbänderung nicht dem Tropfenmodell entspricht. D. h. eine koinzident auftretende Helligkeits- und Farbänderung hat eine andere Ursache und entspricht keinem auf der
20 Windschutzscheibe abgeschiedenen Regentropfen.

Mit anderen Worten ausgedrückt, wird die Betrachtung der Farbänderung dazu genutzt, das Tropfenmodell zu verifizieren, falls keine Farbänderung in dem Teilbereich vorliegt, oder zu
25 verwerfen, falls eine Farbänderung in dem Teilbereich vorliegt.

Unter dem Fahrzeug kann beispielsweise ein Personenkraftwagen oder ein Lastkraftwagen verstanden werden. Die Kameraeinrichtung kann als Infrarotkamera oder eine sonstige Kamera ausgeführt
30 sein. Die Kameraeinrichtung kann ferner dazu ausgeführt sein, mehrere Bilder, ein Video und/oder eine Bildfolge der Umgebung des Fahrzeuges aufzunehmen.

Unter der Umgebung des Fahrzeuges kann beispielsweise ein Bereich der Umgebung des Fahrzeuges, der in Fahrtrichtung des Fahrzeuges liegt, verstanden werden.

5 Unter der Kameraeinrichtung kann beispielsweise eine Kamera zur Verkehrszeichenerkennung oder zur Totwinkel-Überwachung oder eine Kamera eines sonstigen Fahrerassistenzsystems verstanden werden.

10 Unter der Auswertungseinrichtung kann beispielsweise ein digitaler Signalprozessor, engl. digital signal processor, DSP, verstanden werden, welcher dazu ausgebildet ist, eine kontinuierlichen Bearbeitung von digitalen Signalen z. B. Audio- oder Videosignale zu ermöglichen.

15

In einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Kameraeinrichtung einen farbempfindlichen Flächensensor aufweist.

20 Der Begriff „farbempfindlich“ bedeutet hierbei, dass der Flächensensor eine spektrale Auflösung aufweist, welche eine Anzahl der Spektralkanäle, etwa rot, grün, blau, des Sensors charakterisiert. Als Flächensensor kann ein CCD-Sensor oder ein CMOS-Sensor verwendet werden.

25

Dadurch kann vorteilhaft ermöglicht werden, dass eine breite spektrale Empfindlichkeit erreicht wird, ebenso wie ein hoher Dynamikumfang (also die Fähigkeit, gleichzeitig sehr lichtschwache und sehr helle Bereiche eines Bildes zu erfassen)

30 und die Bildinformationen digital anfallen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass der farbempfindliche Flächensensor eine Bayer-Matrix oder eine

sonstige Farbfilteranordnung aufweist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Auswertungseinrichtung dazu
5 ausgelegt ist, vor dem Vergleichen des ersten Abbildes mit dem zweiten Abbild eine Farbraumtransformation des ersten Abbildes und des zweiten Abbildes durchzuführen und anschließend das transformierte erste Abbild mit dem transformierten zweiten Abbild zu vergleichen.

10

Dies erlaubt auf einfache Weise, eine Differenzierung von Farbmodell und Farbraum vorzunehmen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden
15 Erfindung ist vorgesehen, dass die Auswertungseinrichtung dazu ausgelegt ist, als die Farbraumtransformation eine Transformation in einen $L^*a^*b^*$ -Farbraum oder in einen LCh-Farbraum oder in einen sonstigen Farbraum vorzunehmen.

20 Dies erlaubt auf einfache Weise, eine Angleichung der Farbabstände im Farbraum an die Wahrnehmung vorzunehmen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Auswertungseinrichtung dazu
25 ausgelegt ist, die Helligkeitsänderung in dem zumindest einem Teilbereich des zweiten Abbildes anhand eines Nichtvorhandenseins einer Farbvalenzänderung in dem zumindest einem Teilbereich des zweiten Abbildes zu verifizieren.

30 Vorteilhaft erlaubt die Betrachtung der Farbänderung, das Tropfenmodell zu verwerfen, falls eine Farbänderung in dem Teilbereich vorliegt.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Kameraeinrichtung dazu ausgelegt ist, ein drittes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeugs aufzunehmen.

5

Dies erhöht vorteilhaft das zeitliche Auflösungsvermögen der Niederschlagserfassung und die Detektionsschwelle der Vorrichtung im Hinblick auf die geringste überhaupt erfassbare Niederschlagsintensität.

10

In einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Auswertungseinrichtung dazu ausgelegt ist, anhand des dritten Abbildes die ermittelte Helligkeitsänderung in zumindest einem Teilbereich des zweiten Abbildes zu überprüfen bzw. zu bestätigen.

15

Dies erhöht vorteilhaft die Zuverlässigkeit, d.h. die formale Genauigkeit bzw. die Verlässlichkeit der Messungen der Vorrichtung und hilft Messfehler bzw. Messabweichungen zu vermeiden.

20

Die beschriebenen Ausgestaltungen und Weiterbildungen lassen sich beliebig miteinander kombinieren.

25

Weitere mögliche Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale der Erfindung.

30

Kurze Beschreibung der Figuren

Die beiliegenden Zeichnungen sollen ein weiteres Verständnis der Ausführungsformen der Erfindung vermitteln. Die beiliegenden

Zeichnungen veranschaulichen Ausführungsformen und dienen im Zusammenhang mit der Beschreibung der Erklärung von Konzepten der Erfindung.

5 Andere Ausführungsformen und viele der genannten Vorteile ergeben sich im Hinblick auf die Zeichnungen. Die dargestellten Elemente der Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu zueinander gezeigt.

10 Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Erkennen von flüssigem Niederschlag für ein Kraftfahrzeug gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

15

Fig. 2a eine schematische Darstellung eines Flussdiagramms eines Verfahrens zum Erkennen von flüssigem Niederschlag für ein Kraftfahrzeug gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

20

Fig. 2b eine schematische Darstellung eines Funktionsblockdiagramms eines Verfahrens zum Erkennen von flüssigem Niederschlag gemäß einer noch weiteren Ausführungsform der Erfindung;

25

Fig. 3a ein von einer Kameraeinrichtung der Vorrichtung aufgenommenes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeuges zur Erläuterung der Erfindung;

30

Fig. 3b ein von einer Kameraeinrichtung der Vorrichtung aufgenommenes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeuges zur Erläuterung der Erfindung;

Fig. 4a ein von einer Kameraeinrichtung der Vorrichtung
aufgenommenes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeuges
zur Erläuterung zur Erläuterung der Erfindung;

5

Fig. 4b ein von einer Kameraeinrichtung der Vorrichtung
aufgenommenes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeuges
zur Erläuterung zur Erläuterung der Erfindung;

10 Fig. 5a eine Darstellung einer Farbkomponente eines Abbildes
der Umgebung des Kraftfahrzeuges nach einer
Farbraumtransformation zur Erläuterung der Erfindung;

Fig. 5b eine Darstellung einer Farbkomponente eines Abbildes
15 der Umgebung des Kraftfahrzeuges nach einer
Farbraumtransformation zur Erläuterung der Erfindung;

Fig. 5c eine Darstellung einer Farbkomponente eines Abbildes
der Umgebung des Kraftfahrzeuges nach einer
20 Farbraumtransformation zur Erläuterung der Erfindung;

Fig. 6a eine Darstellung einer Farbkomponente eines Abbildes
der Umgebung des Kraftfahrzeuges nach einer
Farbraumtransformation zur Erläuterung der Erfindung;

25

Fig. 6b eine Darstellung einer Farbkomponente eines Abbildes
der Umgebung des Kraftfahrzeuges nach einer
Farbraumtransformation zur Erläuterung der Erfindung;
und

30

Fig. 6c eine Darstellung einer Farbkomponente eines Abbildes
der Umgebung des Kraftfahrzeuges nach einer
Farbraumtransformation zur Erläuterung der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsbeispielen

In den Figuren der Zeichnungen bezeichnen gleiche Bezugszeichen
5 gleiche oder funktionsgleiche Elemente, Bauteile, Komponenten
oder Verfahrensschritte, soweit nichts Gegenteiliges angegeben
ist.

Mit dem Begriff „Niederschlag“ kann jegliche Form von Regen oder
10 Wasser, das nach Kondensation von Wasserdampf infolge der
Schwerkraft auf die Erde fällt.

Der Begriff „Niederschlag“ umfasst beispielsweise auch Regen
oder flüssigen Niederschlag, auch Staub und Aerosole, die in die
15 Atmosphäre aufgestiegen sind und sich auf der Windschutzscheibe
als quasi transparent, da außerhalb des Schärfetiefenbereichs
der Kamera, abscheiden oder niederschlagen.

Ferner kann auch fester Niederschlag, z. B. Hagel, Graupel oder
20 Schnee, umfasst sein, welcher gemischt mit Regen auftritt oder
erst nach dem Niedergang auf die Windschutzscheibe flüssig wird.

Die Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung
zum Erkennen von flüssigem Niederschlag für ein Kraftfahrzeug
25 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Eine Vorrichtung 100 zum Erkennen von flüssigem Niederschlag für
ein Kraftfahrzeug umfasst beispielsweise eine hinter einer
Scheibe angeordnete Kameraeinrichtung 10 und eine mit der
30 Kameraeinrichtung 10 gekoppelte Auswertungseinrichtung 20.

Die Kameraeinrichtung 10 kann dazu ausgelegt sein, ein erstes
Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeugs und ein dem ersten Abbild

zeitlich folgendes zweites Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeugs aufzunehmen.

Die Kameraeinrichtung 10 ist dazu ausgebildet, innerhalb eines bestimmten Bildwinkels, welcher das Sichtfeld 11 definiert, Abbilder der Umgebung des Kraftfahrzeugs aufzunehmen.

Die Auswertungseinrichtung 20 kann dazu ausgelegt sein, basierend auf einem Vergleichen des ersten Abbildes mit dem zweiten Abbild eine Helligkeitsänderung in zumindest einem Teilbereich des zweiten Abbildes zu ermitteln und anhand der ermittelten Helligkeitsänderung auf der Scheibe anhaftenden, flüssigen Niederschlag zu erfassen.

Ferner kann die Auswertungseinrichtung 20 auch in der Form einer anwendungsspezifischen integrierten Schaltung oder in der Form eines „Field Programmable Gate Array“ (FPGA) realisiert werden, d.h. beispielsweise in der Form eines integrierten Schaltkreises (IC) der Digitaltechnik, in den eine logische Schaltung programmiert werden kann. Die englische Bezeichnung kann übersetzt werden als: im (Anwendungs-)Feld programmierbare (Logik-)Gatter-Anordnung.

Die Figur 2a zeigt ein Verfahren zum Erkennen von flüssigem Niederschlag für ein Kraftfahrzeug.

Das Verfahren zum Erkennen von flüssigem Niederschlag umfasst folgende Schritte:

Als ein erster Schritt des Verfahrens erfolgt ein Aufnehmen S1 eines ersten Abbildes der Umgebung des Kraftfahrzeugs und eines dem ersten Abbild zeitlich folgenden zweiten Abbild mit Hilfe von einer Kameraeinrichtung.

Als ein zweiter Schritt des Verfahrens erfolgt ein Ermitteln S2 einer Helligkeitsänderung in zumindest einem Teilbereich des zweiten Abbildes basierend auf einem Vergleichen des ersten
5 Abbildes mit dem zweiten Abbild.

Als ein dritter Schritt des Verfahrens erfolgt ein Erfassen S3 des auf der Scheibe anhaftenden, flüssigen Niederschlags anhand der ermittelten Helligkeitsänderung.

10

Die Figur 2b zeigt eine schematische Darstellung eines Funktionsblockdiagramms eines Verfahrens zum Erkennen von flüssigem Niederschlag gemäß einer noch weiteren Ausführungsform der Erfindung.

15

Ein erstes Abbild I1 und ein zweites Abbild I2 werden von der Kammereinrichtung 10 aufgenommen, wobei das zweite Abbild I2 zeitlich nachfolgend zu dem ersten Abbild I1 aufgenommen wurde.

20 In einem ersten Funktionsblock S21 erfolgt eine Farbraumtransformation, beispielsweise in Form einer Transformation in einen $L^*a^*b^*$ -Farbraum oder in einen LCh-Farbraum oder in einen sonstigen Farbraum.

25 In einem zweiten Funktionsblock S22 erfolgt eine Trennung der Abbilder in Farbraumkomponenten, beispielsweise in einen dL^* Kanal, in einen da^* Kanal und in einen db^* Kanal im Falle einer Transformation in den $L^*a^*b^*$ -Farbraum.

30 Eine Darstellung oder Bildanalyse des dL^* Kanals erfolgt in einem Funktionsblock S31, eine Darstellung oder Bildanalyse des da^* Kanals in einem Funktionsblock S32 und eine Darstellung oder Bildanalyse des db^* Kanals in einem Funktionsblock S33.

Figur 3a zeigt ein von einer Kameraeinrichtung der Vorrichtung aufgenommenes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeuges zur Erläuterung der Erfindung.

5

Das in der Figur 3a dargestellte Abbild ist ein erstes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeuges. Das erste Abbild weist einen Teilbereich 5 auf, wobei von oben kommend drei Regentropfen herunter fallen, aber in den Figuren 3a und 3b noch nicht auf der Windschutzscheibe niedergegangen sind.

10

Figur 3b zeigt ein von einer Kameraeinrichtung der Vorrichtung aufgenommenes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeuges zur Erläuterung der Erfindung.

15

Das in der Figur 3b dargestellte Abbild ist ein zweites Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeuges. Das zweite Abbild weist einen Teilbereich 5 auf. In den Ausführungsbeispielen der Abbildungen 3a und 3b ist auf der Windschutzscheibe kein Regentropfen vorhanden.

20

Diese Ausführungsbeispiele dienen zur Veranschaulichung der Farbänderungen, die durch bewegte Objekte (hier: Schranke bewegt sich nach oben) in allen drei Kanälen (dL^* , da^* und db^*) dargestellt werden. Der Regentropfen, wie in den Ausführungsbeispielen der Figuren 4a und 4b dargestellt, hingegen, wird durch die alleinige Helligkeitsänderung nur im dL^* bemerkbar.

25

Figur 4a zeigt ein von einer Kameraeinrichtung der Vorrichtung aufgenommenes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeuges zur Erläuterung zur Erläuterung der Erfindung.

30

Das in der Figur 4a dargestellte Abbild ist ein erstes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeuges. Das erste Abbild weist einen Teilbereich 5 auf.

- 5 Figur 4b zeigt ein von einer Kameraeinrichtung der Vorrichtung aufgenommenes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeuges zur Erläuterung zur Erläuterung der Erfindung.

Das in der Figur 4b dargestellte Abbild zeigt einen an der
10 Windschutzscheibe anhaftenden Regentropfen.

Die Figuren 3a und 3b bzw. 4a und 4b zeigen zwei voneinander unabhängige Ereignisse:

- 15 Die Figuren 3a und 3b zeigen nur Hintergrundänderung durch sich bewegend Objekte, etwa eine sich öffnende Schranke eines Parkhauses oder eines Bahnüberganges ohne Regentropfen.

Die Figuren 4a und 4b zeigen im Gegensatz hierzu keine
20 Hintergrundänderung, d.h. keine sich bewegend Objekte, jedoch trifft in dem Zeitversatz zwischen den Figuren 4a und 4b ein Regentropfen in den Sichtbereich der Kamera, etwa beispielsweise auf die Windschutzscheibe des Kraftfahrzeuges.

- 25 Die Figur 5a zeigt eine Darstellung einer Farbkomponente eines Abbildes der Umgebung des Kraftfahrzeuges nach einer Farbraumtransformation zur Erläuterung der Erfindung.

Die Figur 5a zeigt einen dL^* Kanal des ersten Abbildes wie in der
30 Figur 3a und 3b dargestellt. Es wird hier die absolute Differenz zwischen der Transformierten ($L1^*$) des ersten Abbildes der Figur 3a und der Transformierten ($L2^*$) des zweiten Abbildes der Figur 3b dargestellt.

Kurz: $dL^* = |L1^* - L2^*|$.

Das Gleiche gilt für a^* und b^* :

5

$da^* = |a1^* - a2^*|$.

$db^* = |b1^* - b2^*|$.

10 Die Figur 5b zeigt eine Darstellung einer Farbkomponente eines Abbildes der Umgebung des Kraftfahrzeuges nach einer Farbraumtransformation zur Erläuterung der Erfindung.

Die Figur 5b zeigt einen da^* Kanal des ersten Abbildes wie in der
15 Figuren 3a und 3b dargestellt.

Die Figur 5c zeigt eine Darstellung einer Farbkomponente eines Abbildes der Umgebung des Kraftfahrzeuges nach einer Farbraumtransformation zur Erläuterung der Erfindung.

20

Die Figur 5c zeigt einen db^* Kanal des ersten Abbildes wie in der Figur 3a und 3b dargestellt.

Die Figur 6a zeigt eine Darstellung einer Farbkomponente eines
25 Abbildes der Umgebung des Kraftfahrzeuges nach einer Farbraumtransformation zur Erläuterung der Erfindung.

Die Figur 6a zeigt einen dL^* Kanal des zweiten Abbildes wie in der Figur 4a und 4b dargestellt.

30

Die Figur 6b zeigt eine Darstellung einer Farbkomponente eines Abbildes der Umgebung des Kraftfahrzeuges nach einer Farbraumtransformation zur Erläuterung der Erfindung.

Die Figur 6b zeigt einen da* Kanal des zweiten Abbildes, wie in den Figuren 4a und 4b dargestellt.

- 5 Die Figur 6c zeigt eine Darstellung einer Farbkomponente eines Abbildes der Umgebung des Kraftfahrzeuges nach einer Farbraumtransformation zur Erläuterung der Erfindung.

10 Die Figur 6c zeigt einen db* Kanal des zweiten Abbildes wie in den Figuren 4a und 4b dargestellt.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele vorstehend beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art und Weise
15 modifizierbar. Insbesondere lässt sich die Erfindung in mannigfaltiger Weise verändern oder modifizieren, ohne vom Kern der Erfindung abzuweichen.

Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass „umfassend“ und
20 „aufweisend“ keine anderen Elemente oder Schritte ausschließt und „eine“ oder „ein“ keine Vielzahl ausschließt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten
25 anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkungen anzusehen.

Patentansprüche

- 5 1. Vorrichtung zum Erkennen von Niederschlag für ein Kraftfahrzeug, die Vorrichtung umfassend:
- 10 - eine hinter einer Scheibe angeordnete Kameraeinrichtung (10), welche dazu ausgelegt ist, ein erstes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeugs und ein dem ersten Abbild zeitlich folgendes zweites Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeugs aufzunehmen; und
 - 15 - eine Auswertungseinrichtung (20), welche dazu ausgelegt ist, basierend auf einem Vergleichen des ersten Abbildes mit dem zweiten Abbild eine Helligkeitsänderung in zumindest einem Teilbereich des zweiten Abbildes zu ermitteln und anhand der ermittelten Helligkeitsänderung auf der Scheibe anhaftenden Niederschlag zu erfassen.
 - 20
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Kameraeinrichtung (10) einen farbempfindlichen Flächensensor aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der farbempfindliche
25 Flächensensor eine Bayer-Matrix oder eine sonstige Farbfilteranordnung aufweist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Auswertungseinrichtung (20) dazu ausgelegt ist, vor dem
30 Vergleichen des ersten Abbildes mit dem zweiten Abbild eine Farbraumtransformation des ersten Abbildes und des zweiten Abbildes durchzuführen und anschließend das transformierte erste Abbild mit dem transformierten zweiten Abbild zu vergleichen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Auswertungseinrichtung (20) dazu ausgelegt ist, als die Farbraumtransformation eine Transformation in einen

5 L*a*b*-Farbraum oder in einen LCh-Farbraum oder in einen sonstigen Farbraum vorzunehmen.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Auswertungseinrichtung (20) dazu ausgelegt ist, die
10 Helligkeitsänderung in dem zumindest einem Teilbereich des zweiten Abbildes anhand eines Nichtvorhandenseins einer Farbvalenzänderung in dem zumindest einem Teilbereich des zweiten Abbildes zu verifizieren.

15 7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kameraeinrichtung (10) dazu ausgelegt ist, ein drittes Abbild der Umgebung des Kraftfahrzeugs aufzunehmen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die
20 Auswertungseinrichtung (20) dazu ausgelegt ist, anhand des dritten Abbildes die ermittelte Helligkeitsänderung in zumindest einem Teilbereich des zweiten Abbildes zu bestätigen.

9. Verfahren zum Erkennen von Niederschlag für ein
25 Kraftfahrzeug, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Aufnehmen (S1) eines ersten Abbildes der Umgebung des Kraftfahrzeugs und eines dem ersten Abbild zeitlich
folgenden zweiten Abbild mit Hilfe von einer

30 Kameraeinrichtung (10);

- Ermitteln (S2) einer Helligkeitsänderung in zumindest einem Teilbereich des zweiten Abbildes basierend auf einem Vergleichen des ersten Abbildes mit dem zweiten Abbild; und

5 - Erfassen (S3) des auf der Scheibe anhaftenden Niederschlags anhand der ermittelten Helligkeitsänderung.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei vor dem Vergleichen des ersten Abbildes mit dem zweiten Abbild eine

10 Farbraumtransformation des ersten Abbildes und des zweiten Abbildes durchgeführt wird und anschließend das transformierte erste Abbild mit dem transformierten zweiten Abbild verglichen wird.

15

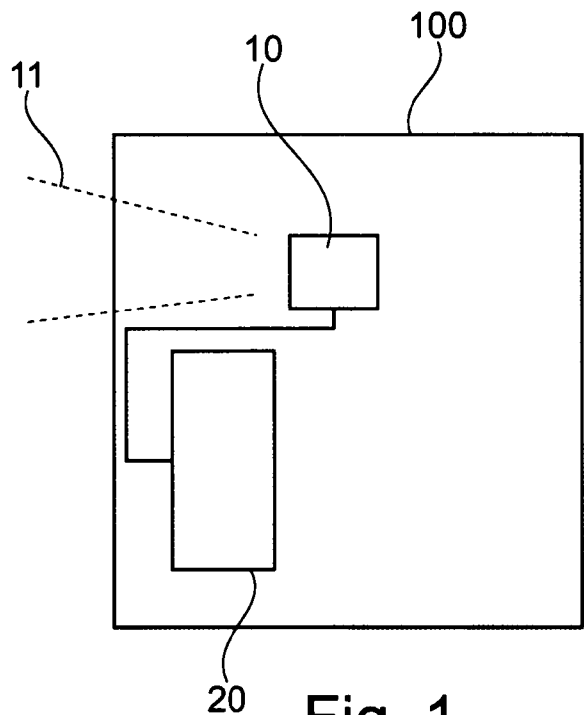


Fig. 1

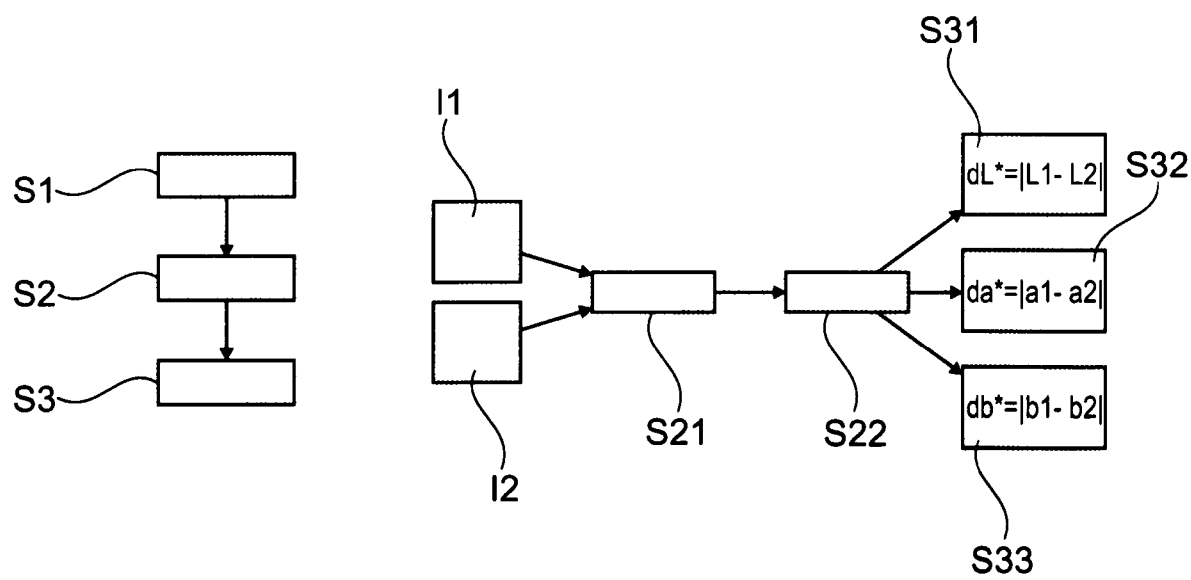


Fig. 2a

Fig. 2b

2/8

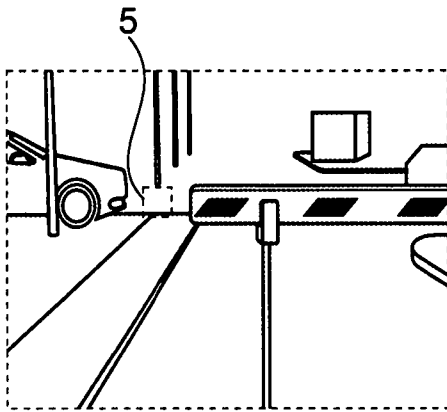


Fig. 3a

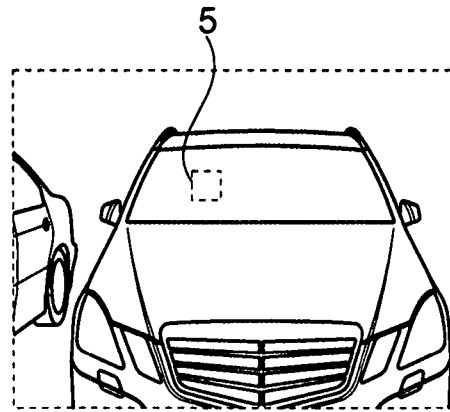


Fig. 4a

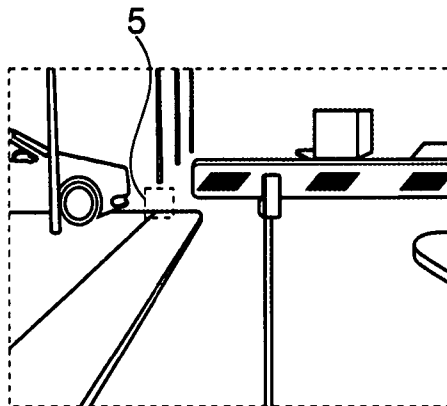


Fig. 3b

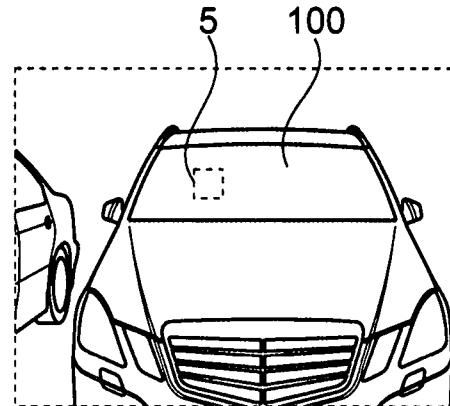


Fig. 4b

3/8

dL* Channel

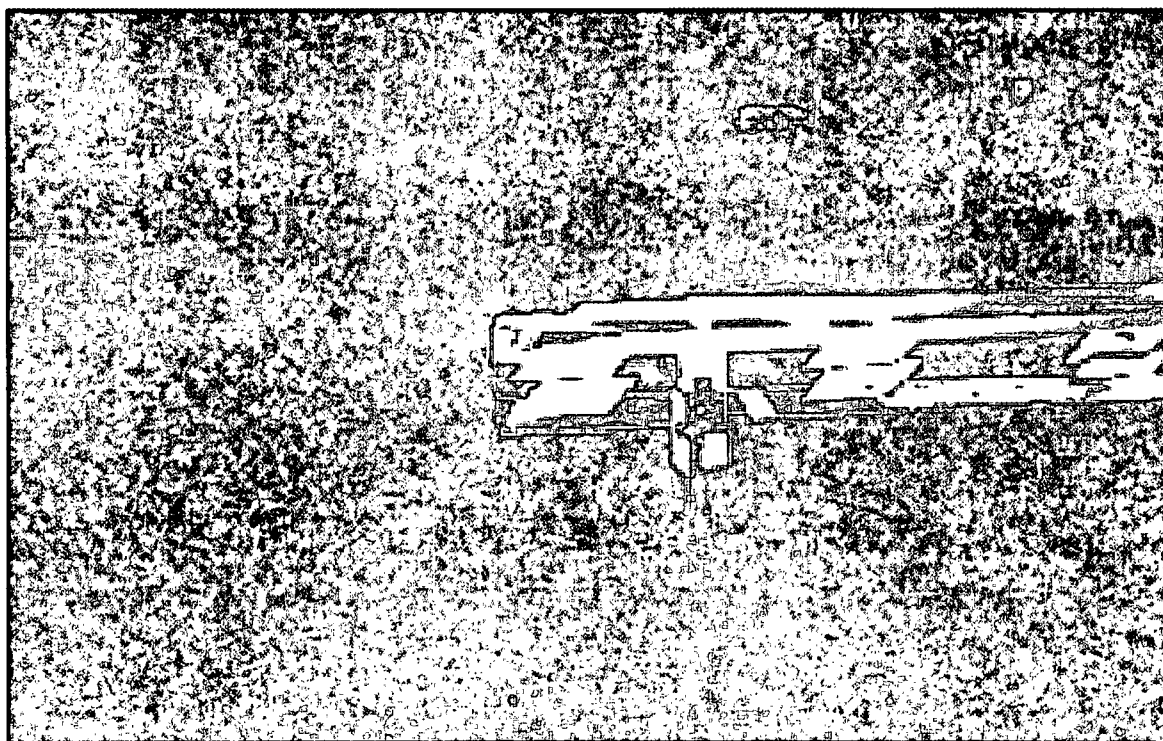


Fig. 5a

4/8

da* Channel

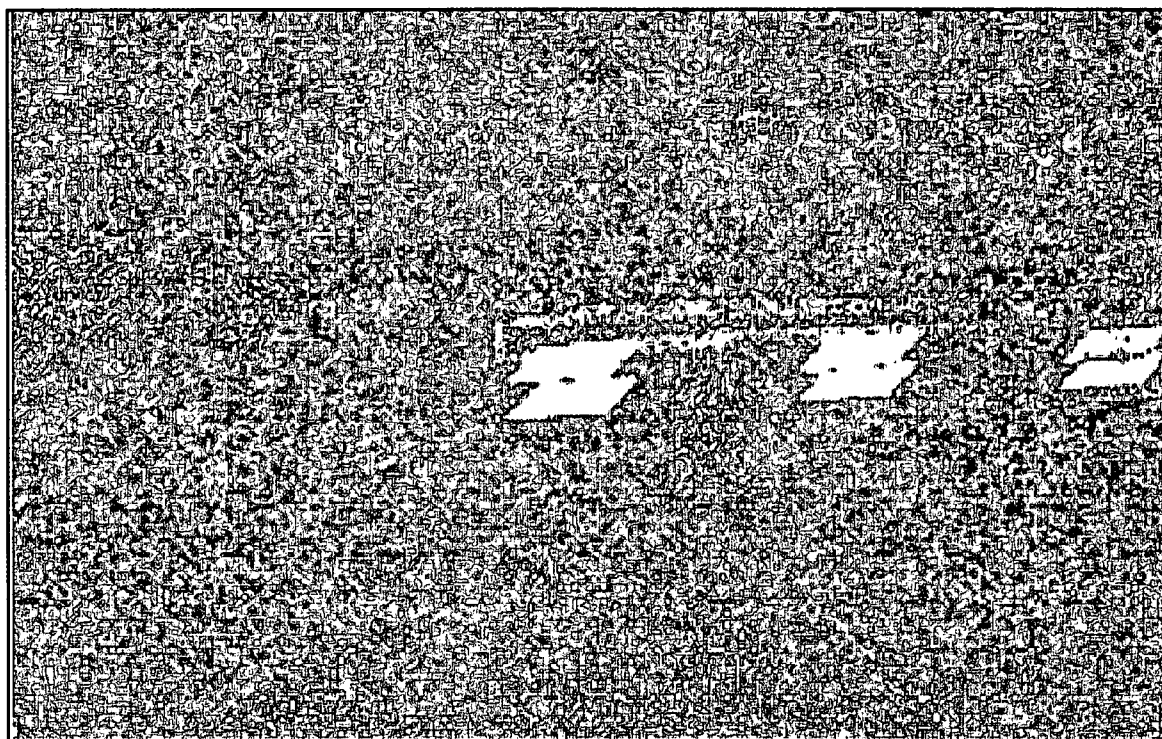


Fig. 5b

5/8

db* Channel

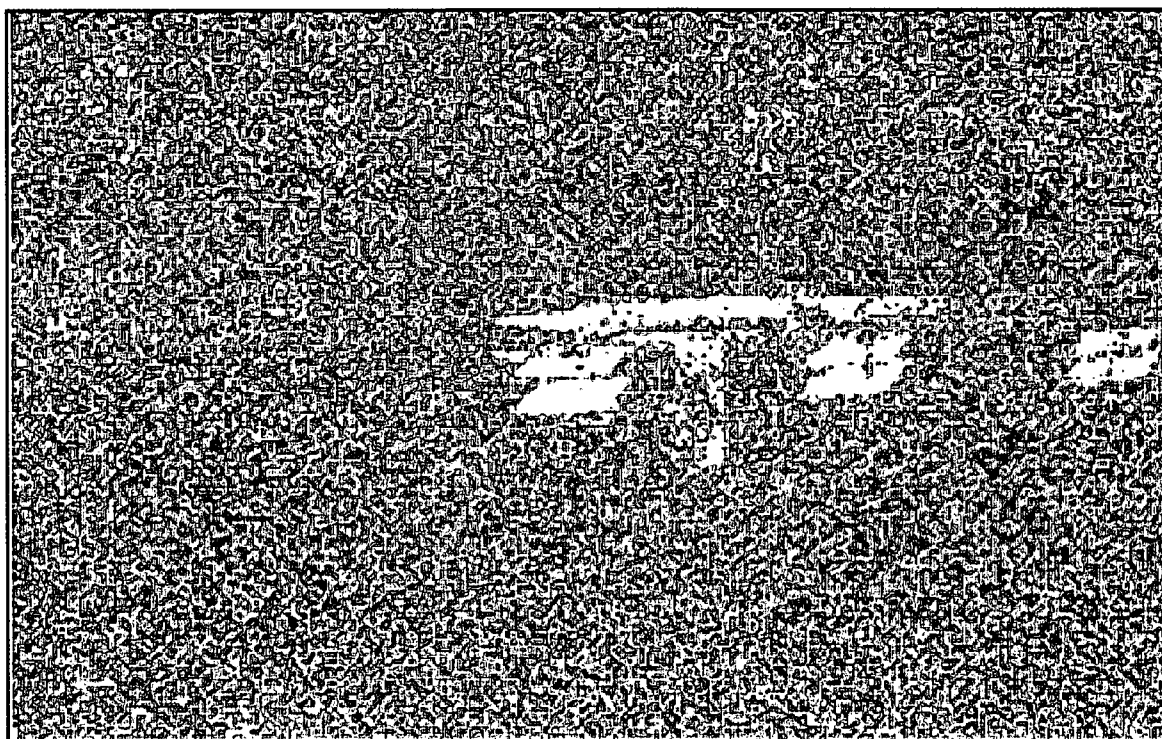


Fig. 5c

6/8

dL* Channel



Fig. 6a

7/8

da* Channel

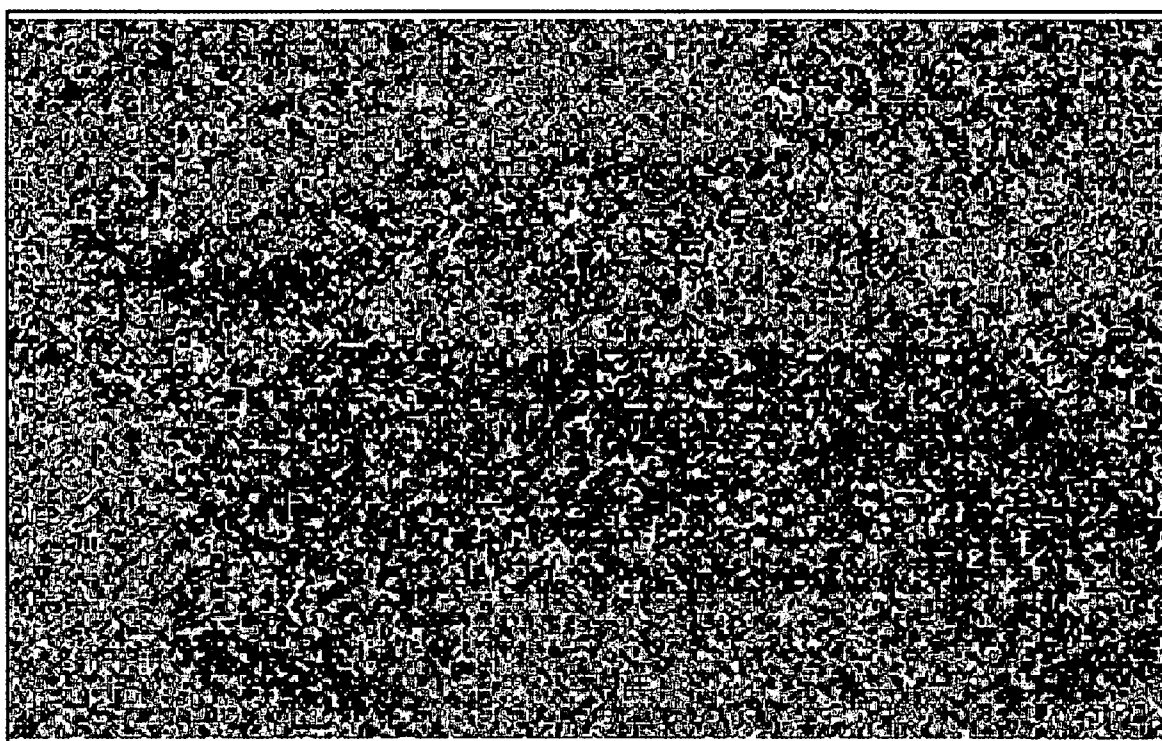


Fig. 6b

8/8

db* Channel

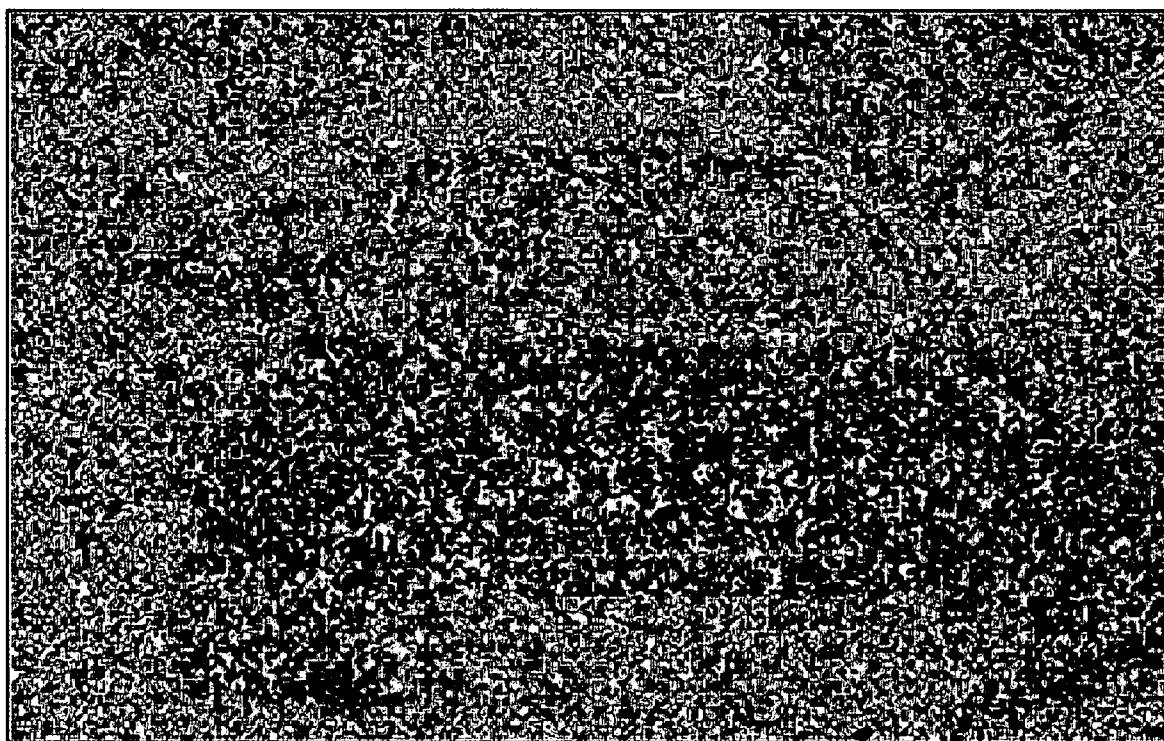


Fig. 6c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2015/200212

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G06K9/00
ADD.

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)
G06K

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2006 016774 A1 (DENSO CORP [JP]) 12 October 2006 (2006-10-12)	1,6-9
Y	paragraph [0003] paragraph [0032] - paragraph [0050]; figures 1A-7	2-5,10
Y	----- XIAOPENG ZHANG ET AL: "Rain Removal in Video by Combining Temporal and Chromatic Properties", PROCEEDINGS / 2006 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA AND EXPO, ICME 2006 : JULY 9 - 12, 2006, HILTON, TORONTO, TORONTO, ONTARIO, CANADA, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, 1 July 2006 (2006-07-01), pages 461-464, XP031032872, ISBN: 978-1-4244-0366-0 Abschnitt 3.1 und Abschnitt 3.2 ----- -/-	2-5,10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 June 2015

Date of mailing of the international search report

02/07/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Grigorescu, Cosmin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2015/200212

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	HIROYUKI KURIHATA ET AL: "DETECTION OF RAINDROPS ON A WINDSHIELD FROM AN IN-VEHICLE VIDEO CAMERA", INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE COMPUTING, INFORMATION & CONTROL, 1 December 2007 (2007-12-01), pages 1583-1591, XP055028330, Japan ISSN: 1349-4198 Abschnitt 2; figures 2-4 -----	1,6-9
A	Chen Guan Zhi: "Physics-based Rain Removal for Moving Object Detection", National Central University Library Electronic Thesis & Dissertation System, June 1999 (1999-06), pages Frontpage-61, XP002740493, Honk Kong Retrieved from the Internet: URL: http://thesis.lib.ncu.edu.tw/ETD-db/ETD-search/getfile?URN=975202012&filename=975202012.pdf [retrieved on 2015-06-03] abstract; figures 6-9,13-15, 20-22 -----	1-10
X	WO 2013/034166 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]; AHIAD SAMIA [FR]; ROBERT CAROLINE) 14 March 2013 (2013-03-14) abstract -----	1,9
A	DE 103 16 794 A1 (AUDI AG [DE]) 11 November 2004 (2004-11-11) the whole document -----	1-10
A	US 2007/047809 A1 (SASAKI MIKIO [JP]) 1 March 2007 (2007-03-01) the whole document -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2015/200212

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006016774 A1	12-10-2006	DE 102006016774 A1	12-10-2006
		FR 2884316 A1	13-10-2006
		JP 4353127 B2	28-10-2009
		JP 2006292543 A	26-10-2006
		KR 20060107937 A	16-10-2006
		US 2006228001 A1	12-10-2006

WO 2013034166 A1	14-03-2013	CN 103918006 A	09-07-2014
		EP 2754123 A1	16-07-2014
		JP 2014528064 A	23-10-2014
		US 2014347487 A1	27-11-2014
		WO 2013034166 A1	14-03-2013

DE 10316794 A1	11-11-2004	NONE	

US 2007047809 A1	01-03-2007	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G06K9/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G06K		
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	DE 10 2006 016774 A1 (DENSO CORP [JP]) 12. Oktober 2006 (2006-10-12)	1,6-9
Y	Absatz [0003] Absatz [0032] - Absatz [0050]; Abbildungen 1A-7	2-5,10
Y	----- XIAOPENG ZHANG ET AL: "Rain Removal in Video by Combining Temporal and Chromatic Properties", PROCEEDINGS / 2006 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA AND EXPO, ICME 2006 : JULY 9 - 12, 2006, HILTON, TORONTO, TORONTO, ONTARIO, CANADA, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, 1. Juli 2006 (2006-07-01), Seiten 461-464, XP031032872, ISBN: 978-1-4244-0366-0 Abschnitt 3.1 und Abschnitt 3.2 ----- -/--	2-5,10
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
17. Juni 2015		02/07/2015
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Grigorescu, Cosmin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	HIROYUKI KURIHATA ET AL: "DETECTION OF RAINDROPS ON A WINDSHIELD FROM AN IN-VEHICLE VIDEO CAMERA", INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE COMPUTING, INFORMATION & CONTROL, 1. Dezember 2007 (2007-12-01), Seiten 1583-1591, XP055028330, Japan ISSN: 1349-4198 Abschnitt 2; Abbildungen 2-4	1,6-9
A	----- Chen Guan Zhi: "Physics-based Rain Removal for Moving Object Detection", National Central University Library Electronic Thesis & Dissertation System , Juni 1999 (1999-06), Seiten Frontpage-61, XP002740493, Honk Kong Gefunden im Internet: URL: http://thesis.lib.ncu.edu.tw/ETD-db/ETD-search/getfile?URN=975202012&filename=975202012.pdf [gefunden am 2015-06-03] Zusammenfassung; Abbildungen 6-9,13-15, 20-22	1-10
X	----- WO 2013/034166 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]; AHIAD SAMIA [FR]; ROBERT CAROLINE) 14. März 2013 (2013-03-14) Zusammenfassung	1,9
A	----- DE 103 16 794 A1 (AUDI AG [DE]) 11. November 2004 (2004-11-11) das ganze Dokument	1-10
A	----- US 2007/047809 A1 (SASAKI MIKIO [JP]) 1. März 2007 (2007-03-01) das ganze Dokument	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2015/200212

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006016774 A1	12-10-2006	DE 102006016774 A1	12-10-2006
		FR 2884316 A1	13-10-2006
		JP 4353127 B2	28-10-2009
		JP 2006292543 A	26-10-2006
		KR 20060107937 A	16-10-2006
		US 2006228001 A1	12-10-2006

WO 2013034166 A1	14-03-2013	CN 103918006 A	09-07-2014
		EP 2754123 A1	16-07-2014
		JP 2014528064 A	23-10-2014
		US 2014347487 A1	27-11-2014
		WO 2013034166 A1	14-03-2013

DE 10316794 A1	11-11-2004	KEINE	

US 2007047809 A1	01-03-2007	KEINE	
