



(10) **DE 10 2012 103 873 A1** 2013.11.21

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 103 873.2**

(22) Anmeldetag: **03.05.2012**

(43) Offenlegungstag: **21.11.2013**

(51) Int Cl.: **G01W 1/14 (2012.01)**

(71) Anmelder:
**Conti Temic microelectronic GmbH, 90411,
Nürnberg, DE**

(72) Erfinder:
Krökel, Dieter, 88097, Eriskirch, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	197 00 665	C5
DE	10 2006 008 274	A1
DE	10 2008 043 737	A1
WO	2003/ 097 420	A1
WO	2010/ 072 198	A1
WO	2010/ 076 066	A1

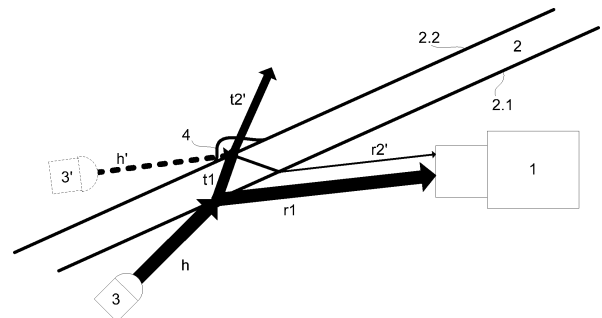
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Detektion von Regentropfen auf einer Scheibe mittels einer Kamera und Beleuchtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren zur Erkennung von Regen (4), die bzw. das eine Kamera (1) und eine Beleuchtungsquelle (3) umfasst. Die Kamera (1) ist hinter einer Scheibe (2) angeordnet, insbesondere im Inneren eines Fahrzeugs hinter einer Windschutzscheibe, und auf einen Fernbereich fokussiert, der vor der Scheibe (2) liegt. Die Beleuchtungsquelle (3) zur Erzeugung mindestens eines auf die Scheibe (2) gerichteten Lichtstrahls (h) richtet den mindestens einen Lichtstrahl (h) so auf die Scheibe (2), dass mindestens ein von Außenseite (2.2) der Scheibe reflektierter Strahl (r2; r2') auf die Kamera (1) auftrifft.

Die Struktur der Abbildung (9) des mindestens einen von der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) reflektierten Strahls (r2; r2') wird ausgewertet, insbesondere im Rahmen einer Bildverarbeitung. Auf Basis der Auswertung der Struktur dieser Abbildung (9) wird die Art des Regens oder Niederschlags (4) auf der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) klassifiziert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Detektion von Regentropfen auf einer Scheibe mittels einer Beleuchtungsquelle und einer Kamera.

[0002] In der WO2010/072198 A1 wird eine Regen-erkennung mit Hilfe einer Kamera beschrieben, die für automotiv Fahrerassistenzfunktionen eingesetzt wird. Zur Regen-erkennung wird eine bifokale Optik genutzt, die einen Teilbereich der Windschutzscheibe scharf auf eine Teilfläche des Bildchips bzw. Bildsensors der Kamera abbildet. Um auch bei Nacht Regentropfen erkennen zu können, ist weiter vorgeschlagen, Licht über ein Einkoppelement in die Windschutzscheibe einzukoppeln und über Totalreflexion in der Scheibe zu führen. Durch ein Auskoppelement wird das totalreflektierte Licht in Richtung der Kamera ausgekoppelt. Befinden sich Wassertropfen auf der Windschutzscheibe, wird ein Teil des Lichts ausgekoppelt und nicht mehr zum Auskoppelement totalreflektiert.

[0003] In der US 7,259,367 B2 wird ebenfalls mittels einer Kamera eine Regensensierung vorgeschlagen, die eine großflächige Beleuchtung des Durchtrittsfensters des Kameraöffnungswinkels mit der Scheibe vorsieht. Die Kamera ist nahezu auf unendlich fokussiert und damit gleichzeitig für Fahrerassistenzapplikationen nutzbar. Wegen der Abbildung auf den Fernbereich sind Regentropfen nur als Störungen im Bild bemerkbar, die durch aufwendige Differenzmessungen der mit in Synchronisation des Pixeltaktes gepulsten oder modulierten Lichtes aufgenommen Bildern detektiert werden.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zuverlässigere und präzisere Informationen über Regen oder Feuchtigkeit auf der Scheibe bereitzustellen.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Erkennung von Regen auf der Außenseite einer Scheibe. Mittels einer hinter der Scheibe angeordneten Kamera, die auf einen Fernbereich vor der Scheibe fokussiert ist, und einer Beleuchtungsquelle zur Erzeugung mindestens eines auf die Scheibe gerichteten Lichtstrahls. Die Beleuchtungsquelle richtet den mindestens einen Lichtstrahl so auf die Scheibe, dass mindestens ein von Außenseite der Scheibe reflektierter Strahl auf die Kamera auftrifft. Die Kamera nimmt eine Abbildung des mindestens einen von der Außenseite der Scheibe reflektierten Strahls auf. Die Struktur der Abbildung des mindestens einen von der Außenseite der Scheibe reflektierten Strahls wird insbesondere im Rahmen einer Bildverarbeitung ausgewertet zur Klassifikation der Art des Regens oder Niederschlags auf der Außenseite der Scheibe.

[0006] Die Erfindung bietet den Vorteil, dass die Art von Regen bzw. Niederschlag mit einer Fahrzeugkamera, insbesondere mit einer Fahrerassistenzkamera, ermittelt werden kann, während die eigentliche Funktion der Kamera dadurch kaum beeinträchtigt wird.

[0007] Gemäß einem bevorzugten Verfahren umfasst die Auswertung der Struktur der Abbildung des mindestens einen von der Außenseite der Scheibe reflektierten Strahls eine Muster- bzw. Texturerkennung. Die Textur- und/oder Mustererkennung kann insbesondere eine Klassifikation anhand trainierter Texturen und/oder Muster sein, z.B. mittels eines neuronalen Netzwerks.

[0008] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Auswertung der Struktur der Abbildung des mindestens einen von der Außenseite der Scheibe reflektierten Strahls einen Vergleich von vorliegenden mit gespeicherten und/oder gelernten Strukturcharakteristika.

[0009] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform wird aus einem zusammenhängenden Teilbereich in der Abbildung des mindestens einen von der Außenseite der Scheibe reflektierten Strahls mit geringerer Intensität das Vorliegen eines einzelnen Regentropfens auf der Außenseite der Scheibe erkannt.

[0010] Bevorzugt wird aus Schlieren in der Abbildung des mindestens einen von der Außenseite der Scheibe reflektierten Strahls das Vorliegen von Niesel- bzw. Sprühregen auf der Außenseite der Scheibe erkannt.

[0011] In einer vorteilhaften Ausführungsvariante richtet die Beleuchtungsquelle den mindestens einen Lichtstrahl so auf die Scheibe, dass von der Innen- und Außenseite der Scheibe reflektierten Strahlen als mindestens zwei räumlich getrennte Strahlen auf die Kamera auftreffen. Dadurch nimmt die Kamera eine Abbildung des mindestens einen von der Außenseite der Scheibe reflektierten Strahls und eine Abbildung des mindestens einen von der Innenseite der Scheibe reflektierten Strahls auf. Letztere kann als Referenzabbildung ausgewertet werden.

[0012] Bevorzugt kann bei dieser Variante aus einer Auswertung der Struktur der Abbildung des mindestens einen von der Innenseite der Scheibe reflektierten Strahls Beschlag oder eine andere optische Störung auf der Innenseite der Scheibe erkannt werden.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird mit der Kamera zunächst ein erstes Bild bei ausgeschalteter Beleuchtungsquelle aufgenommen. Anschließend wird ein zweites Bild bei eingeschalteter Beleuchtungsquelle aufgenommen. Das Differenzbild aus zweitem und erstem Bild wird gebil-

det. Im Differenzbild wird die Struktur der Abbildung des mindestens einen an der Außenseite der Scheibe reflektierten Strahls zur Erkennung der Art des Niederschlags bzw. Regens auf der Außenseite der Scheibe ausgewertet.

[0014] Bei einer vorteilhaften Verwendung von sichtbarem Licht als Beleuchtung muss darauf geachtet werden, dass Verkehrsteilnehmer nicht durch die Beleuchtung gestört werden.

[0015] Hierzu wird vorgeschlagen, einen kurzen, von der Intensität der äußeren Helligkeit angepassten sichtbaren Lichtpuls zu verwenden. Dies würde eine nur kurze Belichtungszeit und Bildaufnahmezeit für das Regensensorbild erfordern, was wiederum die Fahrerassistenzfunktion wenig beeinflusst. Ein derartiger Lichtpuls würde bei Tageslicht nur wahrgenommen werden, wenn man direkt auf die Beleuchtung blickt. Bei Nacht wird nur wenig Licht für eine Regendetektion benötigt. Hier kann die Intensität entsprechend herunter geregelt werden, so dass auch nachts die Beleuchtung nicht störend wirkt.

[0016] Eine bevorzugte Anpassung der Beleuchtungsintensität – unabhängig von dem benutzten Wellenlängenbereich – bringt einen weiteren Vorteil. Die Regensensorlichtreflexe sind auch bei Tag gut sichtbar und bei Nacht wird vermieden, dass die Abbilder in Sättigung geraten und damit eine Auswertung der Struktur der Abbildung(en) verhindert würde.

[0017] Vorteilhaft kann eine zeitliche Veränderung der vom Bildsensor der Kamera abgebildeten Strukturen des an der Außenseite der Scheibe reflektierten Strahls ermittelt werden. Hierzu kann eine Folge von Bildern mit der Kamera aufgenommen werden.

[0018] Bevorzugt wird die Kamera für eine oder mehrere weitere Fahrerassistenzfunktionen eingesetzt, die auf einer Auswertung des fokussiert abgebildeten Fernbereichs beruhen.

[0019] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Erkennung von Regen bzw. Niederschlag, die eine Kamera und eine Beleuchtungsquelle umfasst. Die Kamera ist hinter einer Scheibe angeordnet, insbesondere im Inneren eines Fahrzeugs z.B. hinter einer Windschutzscheibe, und auf einen Fernbereich fokussiert, der vor der Scheibe liegt. Die Kamera umfasst bevorzugt ein Objektiv zur Fokussierung und einen Bildsensor, z.B. einen CCD- oder CMOS-Sensor. Die Beleuchtungsquelle zur Erzeugung mindestens eines auf die Scheibe gerichteten Lichtstrahls richtet den mindestens einen Lichtstrahl so auf die Scheibe, dass mindestens ein von der Außenseite der Scheibe reflektierter Strahl (bzw. Teilstrahl des auf die Scheibe gerichteten Lichtstrahls) auf die Kamera auftrifft. Die Beleuchtungsquelle kann als eine oder mehrere Leuchtdioden (LEDs) oder als

ein Lichtband ausgebildet sein. Bildverarbeitungsmittel zur Auswertung der Struktur der Abbildung des mindestens einen von der Außenseite der Scheibe reflektierten Strahls sind vorgesehen. Mittel zur Klassifikation der Art des Regens oder Niederschlags auf der Außenseite der Scheibe sind vorgesehen, deren Klassifikation auf der Auswertung der Struktur dieser Abbildung beruht.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform richtet die Beleuchtungsquelle den mindestens einen Lichtstrahl so auf die Scheibe, dass die von der Innen- und Außenseite der Scheibe reflektierten Strahlen als mindestens zwei räumlich getrennte Strahlen auf die Kamera auftreffen. Die mindestens zwei auf die Kamera auftreffenden Strahlen können dadurch räumlich getrennt abgebildet werden. Die Struktur der separaten Beleuchtungsreflexe kann ausgewertet werden. Der (direkt) an der Innenseite der Scheibe reflektierte Strahl, der auf die Kamera auftrifft, kann hierbei bevorzugt als Referenzabbildung dienen, da die Struktur der Abbildung dieses Strahls bei An- oder Abwesenheit von Regentropfen auf der Außenseite der Scheibe unverändert bleibt. Sofern sich die Struktur der Abbildung dieses Strahls dennoch ändert, kann auf Beschlag oder ähnliches auf der Innenseite der Scheibe geschlossen werden.

[0021] Die Beleuchtung kann vorteilhaft über einzelne Leuchtdioden, die z.B. in Reihe angeordnet sind, realisiert werden. Es könnte alternativ ein Lichtband genutzt werden. Vorzugsweise ist hierbei eine ausreichend gerichtete Abstrahlcharakteristik von z.B. kleiner $\pm 20^\circ$ gewährleistet.

[0022] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Beleuchtungsquelle baulich in die Kamera bzw. in das Gehäuse der Kamera integriert. Hier kann die Beleuchtungsquelle bevorzugt unter einer Sichtblende bzw. einem Sichttrichter der Kamera innerhalb des Kameragehäuses angeordnet sein. Vorteilhaft erzeugt hierbei die Beleuchtungsquelle Licht im infraroten Wellenlängenbereich und die Sichtblende ist zumindest in einem Teilbereich, der sich oberhalb der Beleuchtungsquelle bzw. in der Strahlrichtung der Beleuchtungsquelle befindet, im infraroten Wellenlängenbereich durchlässig.

[0023] Die Beleuchtungsquelle kann hierbei insbesondere auf einem Schaltungsträger bzw. einer Platine der Kamera angeordnet sein.

[0024] Bevorzugt erzeugt die Beleuchtungsquelle nur Licht mit einer Wellenlänge in einem bestimmten Wellenlängenbereich, wie z.B. im (nahen) infraroten Wellenlängenbereich. Im Strahlengang der Kamera ist ein erster spektraler Filter in dem Bereich angeordnet, in dem die mindestens zwei räumlich getrennten reflektierten Strahlen verlaufen. Der erste spektrale Filter lässt Licht mit einer Wellenlänge in diesem

bestimmten Wellenlängenbereich zumindest weitgehend durch (z.B. infrarot-durchlässig).

[0025] Vorteilhaft ist ein zweiter spektraler Filter in dem Bereich des Strahlengangs angeordnet, in dem die mindestens zwei räumlich getrennten reflektierten Strahlen nicht verlaufen, wobei der zweite spektrale Filter Licht mit einer Wellenlänge in dem bestimmten Wellenlängenbereich sperrt (z.B. Infrarot-Sperrfilter).

[0026] Der erste oder beide spektralen Filter können bevorzugt direkt auf Pixel des Bildsensors der Kamera aufgebracht sein.

[0027] In einer vorteilhaften Ausführungsform erzeugt die Beleuchtungsquelle einen gebündelten Lichtstrahl.

[0028] Bevorzugt kann der von der Beleuchtungsquelle erzeugte Lichtstrahl mittels eines Lichtleiters wie z.B. einer Glasfaser auf die Scheibe gerichtet werden.

[0029] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren und Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0030] Es zeigen:

[0031] [Fig. 1](#) schematisch das Grundprinzip einer möglichen Anordnung von Beleuchtungsquelle und Kamera mit Strahlengängen bei einer trockenen Scheibe;

[0032] [Fig. 2](#) schematisch die veränderten Strahlengänge bei Regen auf der Scheibe;

[0033] [Fig. 3](#) die veränderten Strahlengänge mit einem Spiegelbild der Lichtquelle;

[0034] [Fig. 4](#) von einem Bildsensor einer Kamera abgebildete Reflexe von Beleuchtungsstrahlen, die auf das Vorliegen eines einzelnen Regentropfens im Detektionsbereich schließen lassen;

[0035] [Fig. 5](#) abgebildete Reflexe von Beleuchtungsstrahlen, die auf Niesel- und/oder Sprühregen auf der Scheibe schließen lassen;

[0036] [Fig. 6](#) schematisch die Strahlengänge mit einem Spiegelbild der Lichtquelle bei Beschlag auf und Reflexion an der Innenseite der Scheibe und

[0037] [Fig. 7](#) abgebildete Reflexe von Beleuchtungsstrahlen, die auf Beschlag auf der Scheibeninnenseite schließen lassen.

[0038] [Fig. 1](#) verdeutlicht das Funktionsprinzip einer Ausführungsform der Erfindung. Die hier vorgestellte Regenerkennung basiert auf einer auf den Fernbereich fokussierten Kamera (1) und einer Beleuchtung

(3). Ein von einer Beleuchtungsquelle (3) erzeugter Lichtstrahl (h) wird so auf die Scheibe (2) gerichtet, dass die von der Innen- (2.1) und Außenseite (2.2) der Scheibe reflektierten Strahlen als zwei räumlich getrennte Strahlen (r_1 , r_2) auf das Objektiv bzw. die Kamera (1) auftreffen. Wegen der Fokussierung auf den Fernbereich ist die Umrandung der Strahlenbündel nur unscharf auf den Bildchip abgebildet. Aber beide Strahlen (r_1 , r_2) sind ausreichend getrennt und ihre jeweilige Abbildung (8, 9) im Folgenden auch Beleuchtungsreflex) wird vom Bildsensor aufgenommen.

[0039] Das Licht der Beleuchtungsquelle kann gebündelt sein. Der an der Luft-Scheibe-Grenzfläche (bzw. Scheibeninnenseite (2.1)) reflektierte Anteil (r_1) des Hauptstrahls dient als Referenzstrahl. Vom Anteil, der in die Scheibe transmittiert (t_1) wird, dient der Anteil als Messstrahl (r_2), der an der Scheibe-Luft-Grenzfläche (bzw. Scheibenaußenseite (2.2)) reflektiert wird und auf die Kamera (1) trifft. Nicht dargestellt ist der Anteil des Strahls, der mehrfach innerhalb der Scheibe (2) reflektiert wird (an der Innenseite (2.1) Scheibe-Luft, nachdem er an der Außenseite (2.2) Scheibe-Luft reflektiert wurde).

[0040] Änderungen der Abbildung des Messstrahls bei Vorliegen von Regen (4) auf der Scheibenaußenseite (2.2) werden anhand von [Fig. 2](#) erläutert. Wenn nun im Regenfall (4) die Außenseite (2.2) der Windschutzscheibe (2) benetzt wird, wird der überwiegende Teil des Lichts (t_1) ausgekoppelt, so dass der reflektierte Anteil (r_2') entsprechend geschwächt wird (siehe [Fig. 2](#)). Der von der Innenseite (2.1) reflektierte Strahl (r_1) ist davon unbeeinflusst.

[0041] Durch den Vergleich der Abbildungen des Messstrahls (r_2 bzw. r_2') mit und ohne Niederschlag (4) auf der Scheibenaußenseite (2.2) kann aus einer Auswertung der Struktur der Abbildung des Messstrahls die Art des Niederschlags (4) ermittelt und ein Scheibenwischer entsprechend angesteuert werden.

[0042] Um den Fahrer und andere Verkehrsteilnehmer nicht durch die Beleuchtung (3) zu irritieren, kann insbesondere nah infrarotes Licht verwendet werden, für das in der Regel die eingesetzten CCD- oder CMOS-Bildchips eine hohe Empfindlichkeit aufweisen.

[0043] Um gegenüber Störungen wie Rauschen, Tages- und Sonnenlicht und andere künstliche Lichtquellen unempfindlich zu werden, wird vorgeschlagen, die Lichtquelle (3) vorzugsweise synchron mit dem Bildauslesetakt teilweise oder komplett zeitlich zu modulieren, so dass über einfache Differenzverfahren Störungen abgezogen werden können. Dies ist eine Möglichkeit zur Verbesserung des Signal- zu Rauschabstandes. Eine weitere Möglichkeit besteht in geeigneter spektraler Filterung: Der Ausschnitt des

Bildchips, auf den die Strahlenpaare (r_1 , r_2/r_2') treffen, kann mit einem spektralen Bandpass versehen werden, der eine hohe Durchlässigkeit für die Wellenlänge der Beleuchtung (3) aufweist.

[0044] Fig. 3 dient der Illustration des Sachverhalts, dass der Beleuchtungsreflex (9) des Messstrahls (r_2 bzw. r_2') als unscharfes an der Außenseite der Scheibe gespiegelten Bildes der Lichtquelle (3) erscheint. Die Spiegelbilder der Lichtquelle (3') und des Lichtstrahls (h') sind hierzu schematisch gestrichelt dargestellt.

[0045] Fig. 4 zeigt im oberen Teil (6) des Bildsensors (5), der der Regenerkennung dient, jeweils sieben Paare von Beleuchtungsreflexen (8, 9), die z.B. von sieben LEDs als Beleuchtungsquelle (3) erzeugt werden. Diese sind aufgrund der auf unendlich fokussierten Kamera (1) nicht scharf abgebildet aber wahrnehmbar. Insbesondere kann die Struktur der Beleuchtungsreflexe ausgewertet werden. Die unteren Beleuchtungsreflexe (8) werden von an der Innenseite (2.1) der Windschutzscheibe (2) reflektierten Strahlen (r_1) erzeugt, die oberen (9) von an der Außenseite der Windschutzscheibe reflektierten Strahlen (r_2 , r_2') erzeugt.

[0046] Um gleichzeitig mit dem Kamerabild Fahrerassistenzfunktionen realisieren zu können, sollten die Lichtbündelpaare (8, 9) das Fahrerassistenzbild (7) nicht stören. Hierzu wird aufgrund einer geeigneten Anordnung und Ausrichtung von Lichtquelle (3) und Kamera (1) zur Scheibe (2) ein Bereich (6) zur Regenerkennung gewählt, der außerhalb des Fahrerassistenzbildes (7) auf dem Bildchip (5) liegt.

[0047] Ein Beleuchtungsreflex von der äußeren Windschutzscheibe (9), über dem ein einzelner Regentropfen (4) liegt, weist einen dunklen zusammenhängenden Bereich bzw. eine Aussparung (10) auf. Die Intensität ist bei diesem Beleuchtungsreflex (9) verringert, weil ein Großteil des in die Windschutzscheibe (2) transmittierten Strahls (t_1) durch den Regentropfen (4) aus der Windschutzscheibe ausgekoppelt (t_2') und somit nicht zurück zur Kamera (1) reflektiert (r_2') wird. Dieser Beleuchtungsreflex (9) trägt daher die Information in sich, ob Regen (4) auf der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) vorliegt, und dessen Struktur könnte alleine als Messsignal verwendet werden. Die Auswertung kann z.B. durch eine Mustererkennung bzw. durch einen Vergleich von vorliegenden mit gespeicherten und/oder gelernten Strukturcharakteristika, wie z.B. dunklen zusammenhängenden Teilbereichen oder Schlieren innerhalb eines Beleuchtungsreflexes (9) erfolgen. Auch Vergleiche der Struktur mehrerer dieser Beleuchtungsreflexe (9) untereinander und/oder durch Analyse der zeitlichen Veränderungen der Struktur zumindest eines dieser Beleuchtungsreflexe (9) können erfolgen. Schließlich kann auch ein Vergleich der Struktur eines Reflexes

von der Scheibenaußenseite mit dem entsprechenden Reflex von der Scheibeninnenseite als Referenzstruktur durchgeführt werden.

[0048] Um Störungen durch die Beleuchtung (3) weitestgehend zu vermeiden, kann zusätzlich auf einem Abdeckglas des Bildchips (5) bis zur oberen Kante des Fahrerassistenzbereichs (7) ein Infrarot-Sperrfilter aufgedampft werden. Zusätzlich kann, wie bereits oben erwähnt, über dem Regensensordetektionsbereich (6) ein Bandpassfilter für die Wellenlänge der Beleuchtung (3) aufgedampft werden.

[0049] Alternativ könnten die Filter auch direkt auf die Pixel des Bildsensors (5) aufgebracht sein. Dies hätte den Vorteil, dass ein Parallaxenversatz, der durch die Kante der unterschiedlichen Filter für den Regensensorbereich (6) und Fahrerassistenzbereich (7) auf dem Abdeckglas erzeugt wird, vermieden wird. Vorteilhaft wäre hier ein Prozess, der dem jetzigen Aufbringen der Pixel-Farbfiler entspricht. Dadurch können die beiden Bereiche (6, 7) pixelgenau getrennt werden, womit zusätzliche mechanische Toleranzvorhalte, die sich durch den Produktionsprozess ergeben, vermieden werden. In diesem Zuge würde man auf das Aufbringen von Farbfiltren (R, G, B) für den Regensensorbereich (6) verzichten und dadurch die Empfindlichkeit für die Regendetektion steigern.

[0050] In Fig. 4a wird das in den vorhergehenden Absätzen Beschriebene schematisch illustriert.

[0051] In Fig. 4b wird das Beschriebene anhand eines reellen Fotos (aufgenommen vom Bildsensor (5) der Kamera (1)) gezeigt, um die Realisierbarkeit dieser Ausführungsform zu belegen: hier sind jeweils drei unscharfe Beleuchtungsreflexe (8 bzw. 9) von der Innen- (2.1) bzw. Außenseite (2.2) zu erkennen, wobei der linke Außenreflex partiell von einem einzelnen Regentropfen beeinflusst ist.

[0052] Fig. 5 zeigt im Prinzip einen Ausschnitt des Regensensorbereichs (6) des Bildsensors (5) (vgl. Fig. 4) bei Vorliegen einer anderen Art von Niederschlag (4) auf der Außenseite (2.2) der Windschutzscheibe (2), nämlich Niesel- oder Sprühregen. In den dargestellten Beleuchtungsreflexen (9) von der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) sind Schlieren (11) vorhanden, die von der Auswertung der Reflexstruktur als solche erkannt werden. Sofern Nieselregen flächig auf der Scheibenaußenseite (2.2) vorliegt, sind Schlieren auf allen entsprechenden Beleuchtungsreflexen (9) vorhanden.

[0053] Wiederrum wird in Fig. 5a das Beschriebene schematisch illustriert, während in Fig. 5b das Beschriebene anhand eines reellen Fotos gezeigt wird.

[0054] [Fig. 6](#) zeigt schematisch einen Teil der Strahlengänge (vgl. [Fig. 1–Fig. 3](#)) bei Vorliegen von Beschlag (12) auf der Innenseite (2.1) der Scheibe (2). Hierbei erscheint der Beleuchtungsreflex (8) als unscharfes an der Innenseite der Scheibe gespiegelter Teilstrahl (r1) erscheint. Die Spiegelbilder der Lichtquelle (3') und des Lichtstrahls (h') sind hierzu schematisch gestrichelt dargestellt.

[0055] Durch den Beschlag auf der Innenseite verändert sich die Struktur dieses Beleuchtungsreflexes gegenüber einer nichtbeschlagenen Scheibeninnenseite. Durch eine Auswertung dieser Strukturveränderung des Beleuchtungsreflexes (8) von der Scheibeninnenseite (2.1) kann somit zuverlässig erkannt werden, dass Beschlag oder eine andere optische Störung auf der Scheibeninnenseite vorliegt. Der Beschlag wird im Übrigen auch den oder die Beleuchtungsreflex(e) von der Scheibenaußenseite beeinflussen.

[0056] So zeigt der in [Fig. 7](#) dargestellte Ausschnitt des Regensensorbereichs (6) des Bildsensors (5) (vgl. [Fig. 5](#)) bei Vorliegen von Beschlag (12) auf der Innenseite (2.1) der Windschutzscheibe (2) auf der gesamten Fläche eine veränderte Bildstruktur im Vergleich zu [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#). Zur Erkennung von Beschlag oder optischen Störungen auf der Scheibeninnenseite genügt es jedoch in der Regel, die Struktur der Reflexe von der Scheibeninnenseite auszuwerten.

[0057] Auch hier illustriert [Fig. 7a](#) das gerade Beschriebene schematisch und [Fig. 7b](#) verdeutlicht das Beschriebene anhand eines reellen Fotos.

t1	Anteil von h, der an der Scheibeninnenseite transmittiert wird
r2	Anteil von t1, der an der Scheibenaußenseite reflektiert wird
t2	Anteil von t1, der an der Scheibenaußenseite transmittiert wird
r2'	entspricht r2 bei Regen auf der Scheibenaußenseite
t2'	entspricht t2 bei Regen auf der Scheibenaußenseite

Bezugszeichenliste

1	Kamera
2	Scheibe
2.1	Innenseite der Scheibe
2.2	Außenseite der Scheibe
3	Beleuchtungsquelle
3'	Spiegelbild der Beleuchtungsquelle
4	Regen, Regentropfen
5	Bildsensor
6	Regensensorbereich
7	Fahrerassistentzbereich
8	Abbildung des Reflexes von Scheibeninnenseite
9	Abbildung des Reflexes von Scheibenaußenseite
10	Dunkler Teilbereich
11	Schlieren
12	Beschlag auf der Scheibeninnenseite
h	Hauptstrahl
h'	Strahl des Spiegelbilds der Beleuchtungsquelle
r1	Anteil von h, der an der Scheibeninnenseite reflektiert wird

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- WO 2010/072198 A1 [[0002](#)]
- US 7259367 B2 [[0003](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung von Regen oder Niederschlag (4) auf der Außenseite (2.2) einer Scheibe (2) mittels

- einer hinter der Scheibe (2) angeordneten und auf einen Fernbereich vor der Scheibe fokussierten Kamera (1),
- einer Beleuchtungsquelle (3) zur Erzeugung mindestens eines auf die Scheibe (2) gerichteten Lichtstrahls (h), wobei die Beleuchtungsquelle (3) den mindestens einen Lichtstrahl (h) so auf die Scheibe (2) richtet, dass mindestens ein von der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) reflektierter Strahl (r_2 ; r_2') auf die Kamera (1) auftrifft, wobei
- die Kamera (1) eine Abbildung (9) des mindestens einen von der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) reflektierten Strahls (r_2 ; r_2') aufnimmt und
- die Struktur der Abbildung (9) des mindestens einen von der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) reflektierten Strahls (r_2 ; r_2') ausgewertet wird zur Klassifikation der Art des Regens oder Niederschlags (4) auf der Außenseite (2.2) der Scheibe (2).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Auswertung der Struktur der Abbildung (9) des mindestens einen von der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) reflektierten Strahls (r_2 ; r_2') eine Mustererkennung umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Auswertung der Struktur der Abbildung (9) des mindestens einen von der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) reflektierten Strahls (r_2 ; r_2') einen Vergleich von vorliegenden mit gespeicherten und/oder gelernten Strukturcharakteristika umfasst.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei aus einem zusammenhängenden Teilbereich (10) der Abbildung (9) des mindestens einen von der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) reflektierten Strahls (r_2 ; r_2') mit geringerer Intensität das Vorliegen eines einzelnen Regentropfens (4) auf der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) erkannt wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei aus Schlieren (11) in der Abbildung (9) des mindestens einen von der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) reflektierten Strahls (r_2 ; r_2') das Vorliegen von Niesel- und/oder Sprühregen (4) auf der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) erkannt wird.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Beleuchtungsquelle (3) den mindestens einen Lichtstrahl (h) so auf die Scheibe (2) richtet, dass von der Innen- (2.1) und Außenseite (2.2) der Scheibe reflektierten Strahlen (r_1 ; r_2 bzw. r_2') als mindestens zwei räumlich getrennte Strahlen (r_1 ; r_2 bzw. r_2') auf die Kamera (1) auftreffen, so dass die Kamera (1) eine Abbildung (9) des mindestens einen

von der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) reflektierten Strahls (r_2 ; r_2') und eine Abbildung (8) des mindestens einen von der Innenseite (2.1) der Scheibe (2) reflektierten Strahls (r_1) aufnimmt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei aus einer Auswertung der Struktur der Abbildung (8) des mindestens einen von der Innenseite (2.1) der Scheibe (2) reflektierten Strahls (r_1) Beschlag auf der Innenseite (2.1) der Scheibe (2) erkannt werden kann.

8. Vorrichtung zur Erkennung von Regen oder Niederschlag (4) auf einer Scheibe (2) umfassend

- eine hinter einer Scheibe (2) angeordnete Kamera (1), wobei die Kamera auf einen Fernbereich fokussiert ist, der vor der Scheibe (2) liegt,
- eine Beleuchtungsquelle (3) zur Erzeugung mindestens eines auf die Scheibe gerichteten Lichtstrahls (h), wobei die Beleuchtungsquelle (3) den mindestens einen Lichtstrahl (h) so auf die Scheibe (2) richtet, dass mindestens ein von Außenseite (2.2) der Scheibe (2) reflektierter Strahl (r_2 ; r_2') auf die Kamera (1) auftrifft,
- Bildverarbeitungsmittel zur Auswertung der Struktur der Abbildung (9) des mindestens einen von der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) reflektierten Strahls (r_2 ; r_2') und
- Mittel zur Klassifikation der Art des Regens oder Niederschlags (4) auf der Außenseite (2.2) der Scheibe (2) auf Basis der Auswertung der Struktur der Abbildung (9).

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Beleuchtungsquelle (3) den mindestens einen Lichtstrahl (h) so auf die Scheibe (2) richtet, dass die von der Innen- (2.1) und Außenseite (2.2) der Scheibe reflektierten Strahlen (r_1 ; r_2 bzw. r_2') als mindestens zwei räumlich getrennte Strahlen (r_1 ; r_2 bzw. r_2') auf die Kamera (1) auftreffen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

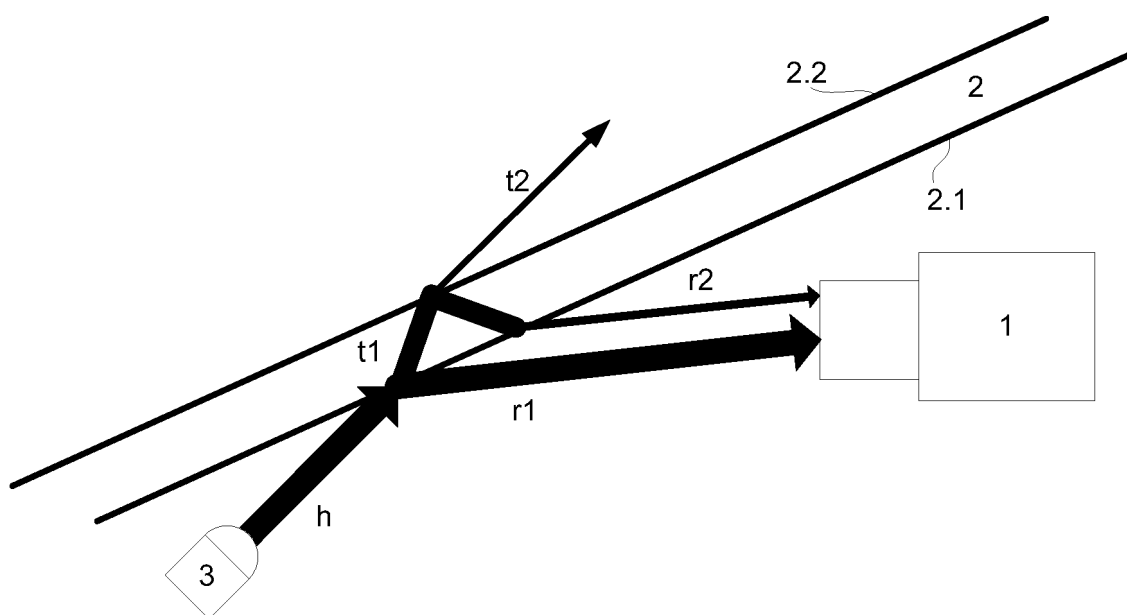


Fig. 1

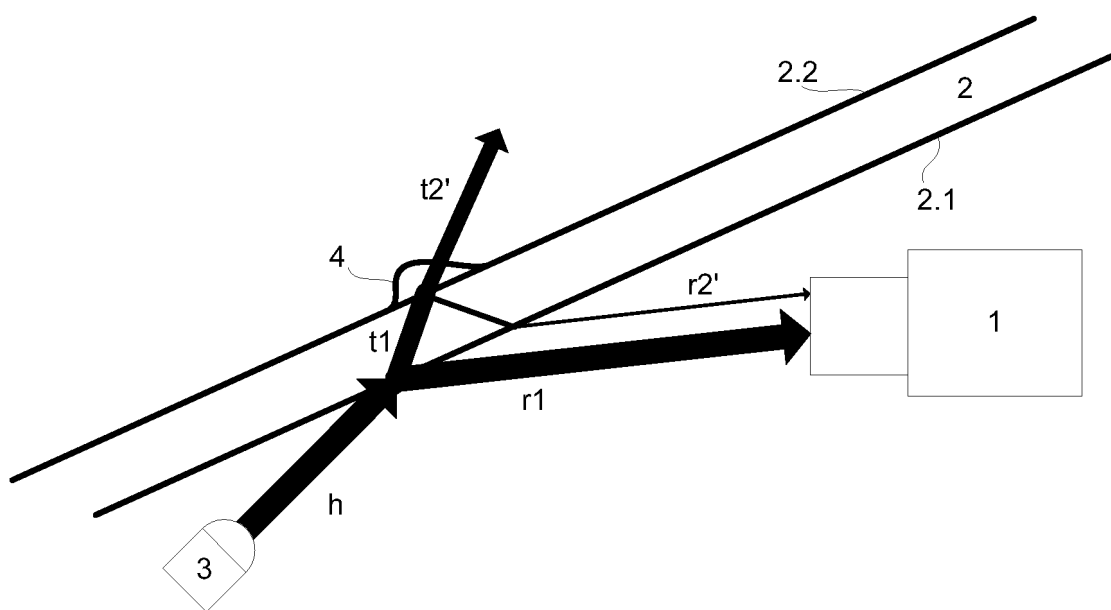


Fig.2

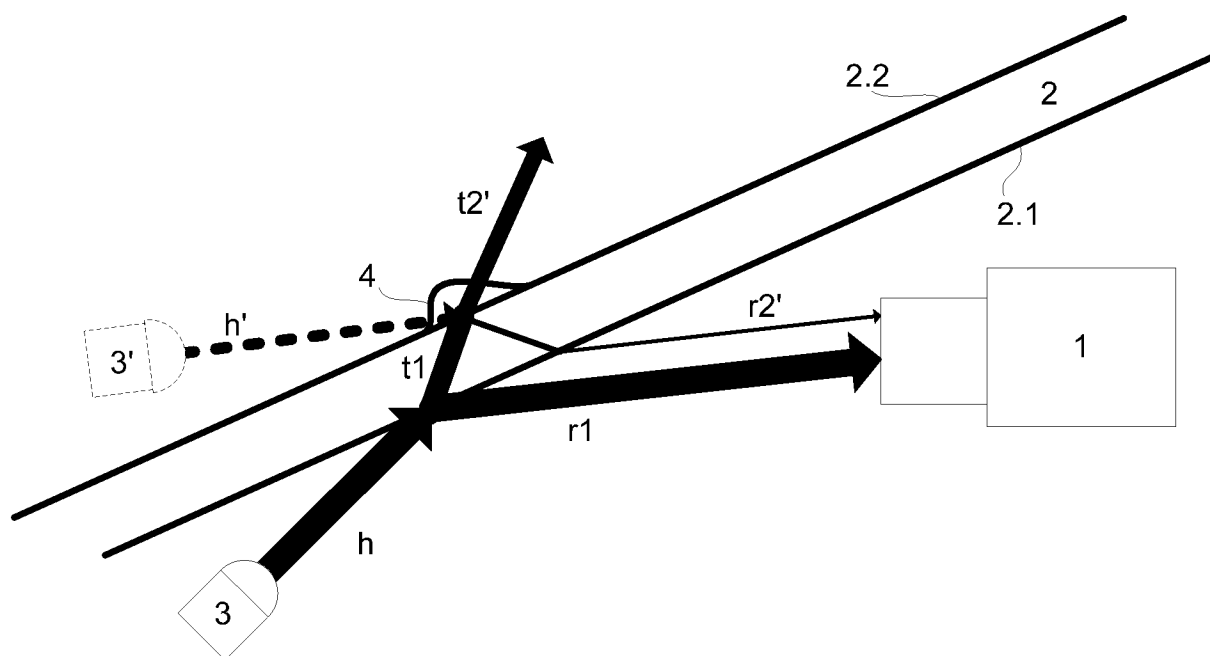


Fig. 3

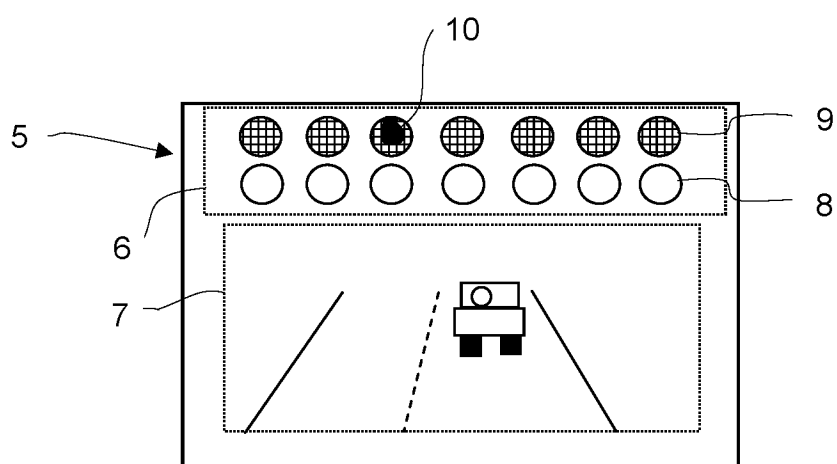


Fig. 4a

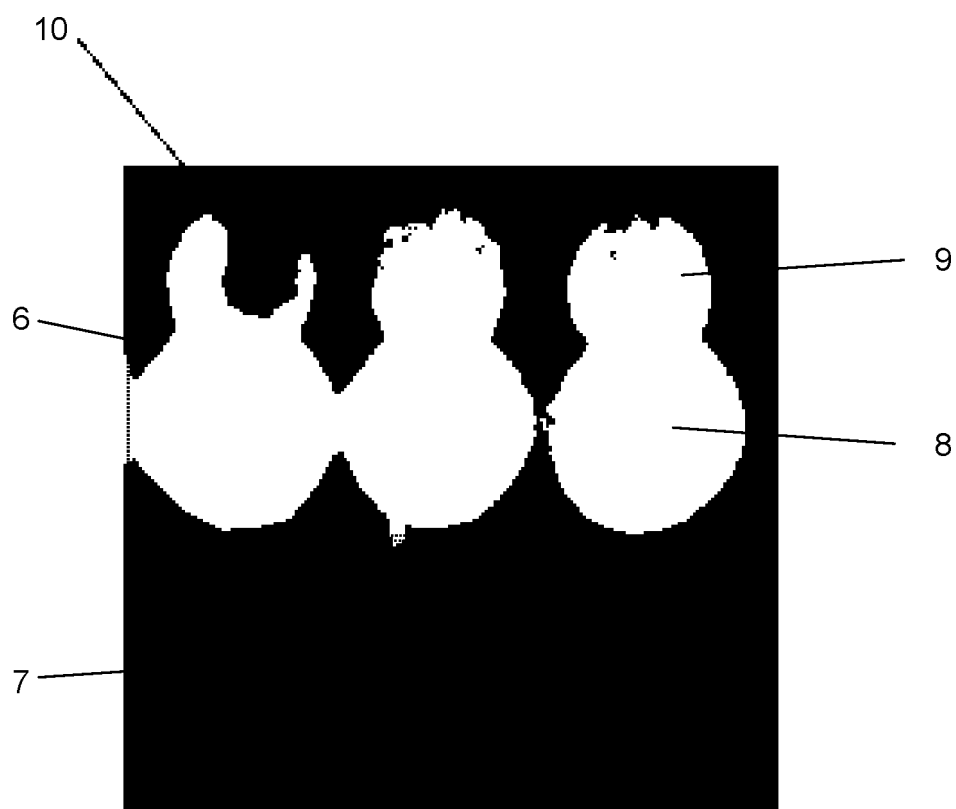


Fig. 4b

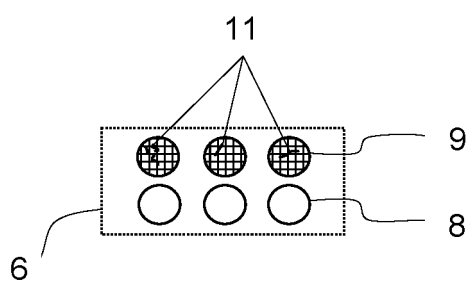


Fig. 5a



Fig. 5b

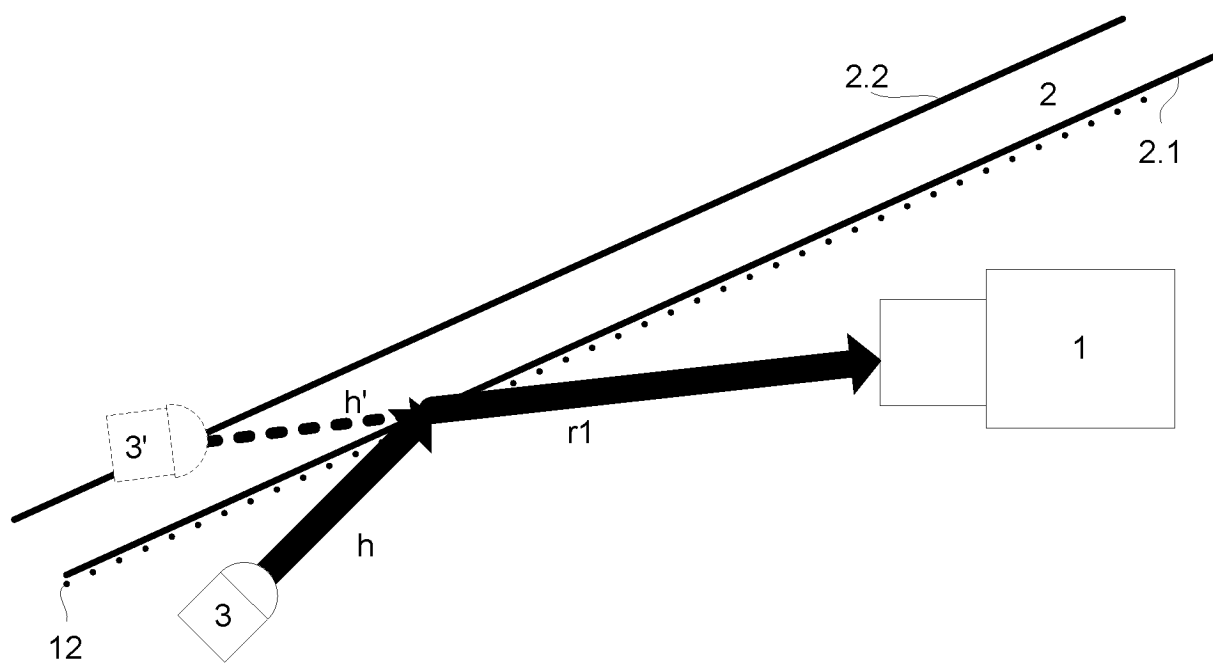


Fig. 6

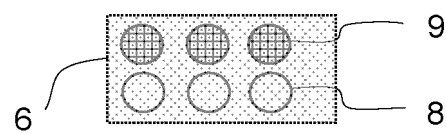


Fig. 7a

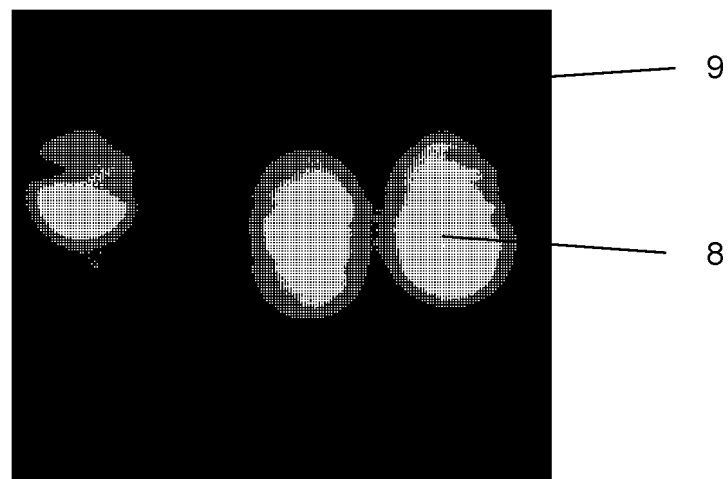


Fig. 7b