

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Februar 2009 (19.02.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/021746 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 21/27 (2006.01) *G07D 7/06* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/006713
- (22) Internationales Anmeldedatum:
14. August 2008 (14.08.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2007 038 752.2 16. August 2007 (16.08.2007) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **GIESECKE & DEVRIENT GMBH** [DE/DE];
Prinzregentenstrasse 159, 81677 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ENGELHARDT,**

Franz [DE/DE]; Von-der-Tann-Strasse 18a, 82319 Starnberg (DE). **HOLL, Norbert** [DE/DE]; Amselweg 13a, 82110 Germering (DE). **NÖMMER, Franz** [DE/DE]; Friedrich-Schiller-Weg 22, 84405 Dorfen (DE).

(74) **Anwalt: KLUNKER.SCHMITT-NILSON.HIRSCH;**
Destouchesstrasse 68, 80796 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CALIBRATING A SENSOR SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN FÜR DIE KALIBRIERUNG EINES SENSORSYSTEMS

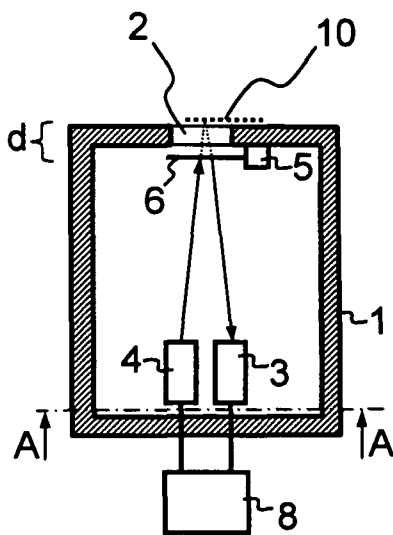


Fig. 2a

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for calibrating a sensor system. The method according to the invention provides for using two calibration media. A high-quality first calibration medium (1), having a standardized reference that is independent of the sensor system to be calibrated, is used once, such as upon manufacture or after a repair of the sensor system, for a first calibration step, in which the sensor system is calibrated and adjusted. In an immediately subsequent second calibration step, a second calibration medium having a non-standardized reference and being part of the sensor system is used in order to generate and store measurement signals from the second calibration medium (6) by means of at least one sensor (3) of the sensor system. In the calibration mode, the second calibration medium is used exclusively in the subsequent calibration of the sensor system, in order to generate new measurement signals from the second calibration medium by means of the sensor (3). If the measurement signals generated in the subsequent calibrations deviate from the stored measurement signals of the second calibration step, the sensor (3) is adjusted, correction factors being determined, for example, to compensate for the detected deviations.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren für die Kalibrierung eines Sensorsystems. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es vorgesehen zwei Kalibriermedien einzusetzen. Ein hochwertiges erstes Kalibriermedium (1), mit einer standardisierten Referenz, das vom zu kalibrierenden Sensorsystem unabhängig ist, wird einmalig, z. B. bei der Herstellung oder nach einer Reparatur des Sensorsystems für einen ersten Kalibrierungsschritt eingesetzt, bei dem das Sensorsystem kalibriert und eingestellt wird.

In einem sich unmittelbar anschließenden zweiten Kalibrierungsschritt wird ein zweites Kalibriermedium, mit einer nicht standardisierten Referenz, das Bestandteil des Sensorsystems ist, verwendet, um Meßsignale von dem zweiten Kalibriermedium (6) mit mindestens einem Sensor (3) des Sensorsystems zu erzeugen und zu speichern. Im Kalibriermodus wird bei nachfolgenden Kalibrierungen des Sensorsystems ausschließlich das zweite Kalibriermedium verwendet, um erneut Meßsignale von dem zweiten Kalibriermedium mit dem Sensor (3) zu erzeugen. Weisen die bei den nachfolgenden Kalibrierungen erzeugten Meßsignale Abweichungen zu den gespeicherten Meßsignalen des zweiten Kalibrierungsschritts auf, wird eine Einstellung des Sensors (3) vorgenommen, wozu beispielsweise Korrekturfaktoren bestimmt werden, welche die festgestellten Abweichungen ausgleichen.

WO 2009/021746 A1



(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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Verfahren für die Kalibrierung eines Sensorsystems

Die Erfindung betrifft ein Verfahren für die Kalibrierung eines Sensorsystems.

Um eine korrekte Funktion von Sensoren sicherzustellen werden Sensoren üblicherweise kalibriert. Für die Kalibrierung von Sensoren werden Kalibriermedien verwendet, die bestimmte, fest vorgegebene Eigenschaften aufweisen. Mittels dieser bekannten Eigenschaften ist es möglich, die Sensoren zu kalibrieren, da die bekannten Eigenschaften der Kalibriermedien bestimmte, zu erwartende Meßsignale der Sensoren hervorrufen müssen. Damit ist es möglich Abweichungen der Sensoren, die z. B. herstellungs-, alterungs-, verschmutzungsbedingt usw. hervorgerufen werden, zu erkennen und bei Messungen zu berücksichtigen. Dazu wird in einem Kalibriermodus festgestellt, ob die Meßsignale der Sensoren von den aufgrund des verwendeten Kalibriermediums zu erwartenden Meßsignalen abweichen. Die Größe der ermittelten Abweichungen legt die für eine Korrektur der Abweichungen erforderlichen Einstellungen des Sensors fest. Dazu können beispielsweise Korrekturfaktoren bestimmt werden, mit denen die Meßsignale der Sensoren bei anschließenden Messungen im Betriebsmodus beaufschlagt werden, um die Abweichungen auszugleichen. Ebenso kann die Intensität einer Anregungsquelle, beispielsweise einer Beleuchtung, bei der Korrektur verändert werden, bis die Meßsignale des Sensors die zu erwartenden Werte aufweisen. Die veränderte Intensität der Anregungsquelle wird beibehalten und anschließend für Messungen mit dem Sensor verwendet, wodurch die aufgetretenen Abweichungen ausgeglichen werden.

25

Besondere Schwierigkeiten treten auf, wenn an die Kalibrierung von Sensoren hohe Ansprüche gestellt werden, weil mittels der Sensoren sensible Messungen vorgenommen werden, z. B. die Erkennung von Wertdokumenten, nachfolgende als Banknoten bezeichnet, deren Art (Währung, Denominati-

- 2 -

on), Echtheit, Zustand (Verschmutzung, Beschädigung) usw. festgestellt werden soll. In derartigen Fällen ist eine sehr präzise Kalibrierung der Sensoren erforderlich, da Fehlbeurteilungen aufgrund falscher Meßsignale der Sensoren unbedingt vermieden werden müssen. In diesem Zusammenhang hat sich die Verwendung von hochwertigen Kalibriermedien mit standardisierten Referenzen, sogenannten Meßnormalen, aus verschiedenen Gründen als problematisch herausgestellt.

Aus der WO 2006/025846 A1 ist eine selbstkalibrierendes optisches System bekannt, das ein hochwertiges Kalibriermedium mit einer standardisierten Weißreferenz verwendet, welches in einem Sensorgehäuse des optischen Systems integriert ist. Das Kalibriermedium mit der standardisierten Weißreferenz wird während des Kalibriermodus mittels einer Mechanik innerhalb des Sensorgehäuses in den Strahlengang des Sensors eingeklappt. Aufgrund der definierten optischen Eigenschaften der standardisierten Weißreferenz ist jederzeit eine Selbstkalibrierung des Sensors möglich. Im Betriebsmodus wird das Kalibriermedium mittels der Mechanik aus dem Strahlengang des Sensors geklappt, um Messungen z. B. pharmazeutischer Produkte zu ermöglichen.

20

Das aus WO 2006/025846 A1 bekannte selbstkalibrierende optische System weist jedoch den Nachteil auf, daß ein hochwertiges Kalibriermedium mit einer standardisierten Weißreferenz verwendet werden muß, um die gewünschte jederzeitige Selbstkalibrierung zu ermöglichen. Die Verwendung der standardisierten Weißreferenz weist zum einen den Nachteil auf, daß eine derartige standardisierte Weißreferenz in jedem zu kalibrierenden optischen System eingesetzt werden muß, derartige standardisierte Referenzen für die Kalibrierung aber teuer sind. Dies resultiert aus der Notwendigkeit die standardisierten Referenzen exakt zu vermessen, da für die Selbstkali-

brierung sichergestellt sein muß, daß die die Referenzen exakt die gewünschten Eigenschaften aufweisen. Zum anderen kann es, trotz der relativ geschützten Unterbringung der standardisierten Referenz zu z. B. alterungsbedingten Veränderungen der standardisierten Referenz kommen. In diesem
5 Fall ist keine zuverlässige Selbstkalibrierung des Sensors mehr möglich.

Weiterhin ist durch die Unterbringung des Kalibriermediums mit der standardisierten Weißreferenz innerhalb des Sensorgehäuses und des Einklappens in den Strahlengang des zu kalibrierenden Sensors innerhalb des Sensorgehäuses immer eine Abweichung vom eigentlichen Meßort des Sensors
10 gegeben, der außerhalb des Sensorgehäuses liegt. Diese Problematik wird noch vergrößert, wenn die Sensoren bzw. eine zugehörige Beleuchtung größere zeilen- oder flächenförmige Gebiete erfassen sollen, weshalb sie beispielsweise als Zeilenkamera aufgebaut sind. Derartige Sensoren weisen eine
15 Vielzahl von Elementen auf, die nebeneinander angeordnet sind, um z. B. den zeilenförmigen Sensor bzw. seine Beleuchtung mit einer erforderlichen Länge zu bilden. In der Regel weisen derartige Sensoren bzw. Beleuchtungen zudem optisch abbildende Systeme auf. In derartigen Fällen ist es zum einen
20 wünschenswert eine Kalibrierung für alle den Sensor bildenden Elemente durchführen zu können, zum anderen tritt bei der bekannten Kalibrierung eine Unschärfe auf, da das Kalibriermedium nicht im Fokusbereich des Sensors liegt, innerhalb dessen im Betriebsmodus die Messung von Meßobjekten, z. B. Banknoten, erfolgt.

25 Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren für die Kalibrierung eines Sensorsystems anzugeben, welches bei verringertem Aufwand eine präzise und langzeitstabile Kalibrierung ermöglicht.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den Merkmalen des Anspruchs 1. Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung geht von einem Verfahren für die Kalibrierung eines Sensorsystems, mit einem Betriebsmodus für die Prüfung von Meßobjekten, insbesondere Banknoten, und einem Kalibriermodus, für die Kalibrierung des Sensorsystems, aus, bei dem

5 in einem ersten Kalibrierungsschritt ein von dem Sensorsystem unabhängiges erstes Kalibriermedium, mit einer standardisierten Referenz, in einen

10 Fokusbereich des Sensorsystems eingebracht wird und den gesamten Erfassungsbereich des Sensorsystems abdeckt, an dem sich während des Betriebsmodus das jeweils zu prüfende Meßobjekt befindet, wobei eine Anregungsquelle des Sensorsystems das erste Kalibriermedium mit einem Anregungssignal anregt und ein aufgrund des Anregungssignals von der

15 standardisierten Referenz des ersten Kalibriermediums erzeugtes Signal von mindestens einem Sensor des Sensorsystems detektiert und ein Meßsignal erzeugt wird, und wobei aufgrund des Meßsignals eine Einstellung des Sensorsystems vorgenommen wird, und

20 in einem zweiten Kalibrierungsschritt, der unmittelbar nach dem ersten Kalibrierungsschritt durchgeführt wird, ein zweites Kalibriermedium mit einer nicht standardisierten Referenz, das Bestandteil des Sensorsystems ist, an einen Ort in den Strahlengang des Sensorsystems eingebracht wird, der um eine Distanz zum Fokusbereich des Sensorsystems versetzt ist, und den gesamten Erfassungsbereich des Sensorsystems abdeckt, wobei die Anre-

25 gungsquelle des Sensorsystems das zweite Kalibriermedium mit dem Anregungssignal anregt und ein aufgrund des Anregungssignals von der Referenz des zweiten Kalibriermediums erzeugtes Signal vom Sensor detektiert und ein Meßsignal erzeugt wird, und wobei das Meßsignal des zweiten Kalibrierungsschritts gespeichert wird, und bei dem weiterhin

im Kalibriermodus das zweite Kalibriermedium erneut an den Ort in den Strahlengang des Sensorsystems eingebracht wird, der um die Distanz zum Fokusbereich des Sensorsystems versetzt ist, und den gesamten Erfassungsbereich des Sensorsystems abdeckt, wobei die Anregungsquelle des Sensorsystems das zweite Kalibriermedium mit dem Anregungssignal anregt und
5 ein aufgrund des Anregungssignals von der Referenz des zweiten Kalibriermediums erzeugtes Signal vom Sensor detektiert und ein Meßsignal erzeugt wird, und wobei das Meßsignal des Kalibriermodus mit dem gespeicherten Meßsignal des zweiten Kalibrierungsschritts verglichen wird, und
10 eine Einstellung des Sensorsystems vorgenommen wird, falls das Meßsignal des Kalibriermodus von dem gespeicherten Meßsignal des zweiten Kalibrierungsschritts abweicht.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, nur ein hochwertiges Kalibriermedium mit einer standardisierten Referenz verwendet
15 werden muß, um die gewünschte Kalibrierung zu ermöglichen. Dieses hochwertige Kalibriermedium muß nur einmalig eingesetzt werden, z. B. bei der Herstellung oder Reparatur des zu kalibrierenden Sensorsystems. Da dieses hochwertige Kalibriermedium für alle Sensorsysteme verwendet werden kann, wird zudem erreicht, daß alle Sensorsysteme eines Typs gleichartig kalibriert sind und somit vergleichbare Meßsignale für ein bestimmtes
20 Meßobjekt liefern.

Für die Kalibrierung des Sensorsystems im normalen Betrieb kann ein kostengünstiges Kalibriermedium mit einer nicht standardisierten Referenz
25 verwendet werden. Dies hat zudem den weiten Vorteil, daß das hochwertige Kalibriermedium mit der standardisierten Referenz keinerlei schädlichen Umwelteinflüssen während des Betriebs des Sensorsystems ausgesetzt ist und Veränderungen des kostengünstigen Kalibriermediums, mit der nicht

- 6 -

standardisierten Referenz, während des Betriebs bei der Kalibrierung berücksichtigt werden. Dies erlaubt eine langzeitstabile Kalibrierung des Sensorsystems. Zusätzlich werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren Abweichung des Kalibriermediums vom eigentlichen Meßort des Sensorsystems berücksichtigt, wodurch eine wesentlich präzisere Kalibrierung des Sensorsystems ermöglicht wird, die zudem den gesamten Erfassungsbereich des Sensorsystems umfaßt.

Weitere Ausführungsformen und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden anhand der Figuren sowie deren Beschreibung erläutert.

Es zeigen

Figur 1 eine prinzipielle Ausführungsform eines Sensorsystems mit Kalibriermedien, bei der Durchführung eines ersten Kalibrierungsschritts, und

Figur 2 das Sensorsystem nach Figur 1, bei der Durchführung eines zweiten Kalibrierungsschritts bzw. in einem Kalibriermodus.

Figur 1 zeigt eine prinzipielle Ausführungsform eines Sensorsystems mit Kalibriermedien, bei der Durchführung eines ersten Kalibrierungsschritts. Figur 1a zeigt einen Schnitt senkrecht zur Längsachse des Sensorsystems, während Figur 1b einen Schnitt parallel zur Längsachse des Sensorsystems, in einer in Figur 1a angegebenen Blickrichtung A-A, darstellt.

Das Sensorsystem besteht aus einem Sensorgehäuse 1, in welchem mindestens ein Sensor 3 und eine Anregungsquelle 4 enthalten sind. Im dargestellten Beispiel handelt es sich bei dem Sensor 3 um eine Zeilenkamera, die von

einer Anzahl nebeneinander angeordneter Detektoren gebildet wird, z. B. Fotodioden oder von einem CCD-Element. Ebenso können zwei oder mehr Zeilenkameras parallel nebeneinander angeordnet sein. Die Anregungsquelle 4 ist eine ebenfalls zeilenförmig aufgebaute Beleuchtung, die z. B. aus einer Anzahl nebeneinander angeordneter Elemente wie Leuchtdioden bestehen kann. Die Beleuchtung 4 kann beispielsweise weißes Licht aussenden, es ist aber auch möglich, daß Beleuchtung 4 Licht mit bestimmten spektralen Eigenschaften aussendet, z. B. infrarotes, rotes, grünes, blaues, ultraviolettes Licht usw. Im Sensorgehäuse 1 ist ein Fenster 2 vorgesehen, welches für das Licht der Beleuchtung 4 und das zum Sensor 3 zurückreflektierte Licht durchlässig ist. Das Sensorgehäuse 1 kann staubdicht ausgebildet sein, um eine Verschmutzung des Sensors 3 bzw. der Beleuchtung 4 zu verhindern. Der Sensor 3 sowie die Beleuchtung 4 stehen mit einer Steuereinrichtung 8 in Verbindung, welche den Sensor 3 sowie die Beleuchtung 4 steuert und die Signale des Sensors 3 auswertet. Die Steuereinrichtung 8 kann beispielsweise von einem Mikroprozessor oder einem digitalen Signalprozessor gebildet werden, der über einen flüchtigen Arbeitsspeicher sowie einen nichtflüchtigen Speicher, für die Speicherung von Software und für den Betrieb erforderliche Parameter, verfügen kann.

20

Während des in Figur 1a dargestellten ersten Kalibrierungsschritts wird ein erstes Kalibriermedium 10 in den Erfassungsbereich des Sensorsystems eingebracht. Dies kann beispielsweise durch eine Bedienperson geschehen, es ist aber auch möglich, daß das erste Kalibriermedium 10 von einem Transportsystem eingebracht wird, das z. B. Bestandteil einer Banknotenbearbeitungsmaschine ist, in welcher das Sensorsystem eingebaut und zur Überprüfung von Banknoten verwendet wird. Das erste Kalibriermedium 10 wird dabei so positioniert, daß es sich im Fokusbereich des Sensorsystems befindet, d. h. an einem Ort, an dem sich auch die zu untersuchenden Meßobjekte

25

- 8 -

während eines Betriebsmodus befinden, z. B. Banknoten in der Banknotenbearbeitungsmaschine. Das erste Kalibriermedium 10 ist dabei derart dimensioniert, daß es den gesamten Erfassungsbereich des Sensorsystems abdeckt. Es weist also insbesondere eine Länge auf, welche einer Länge des Sensors 3, wie z. B. in Figur 1b dargestellt, oder der Länge seines optischen Erfassungsbereichs entspricht. Vorteilhafterweise wird das erste Kalibriermedium 10 so groß gestaltet, daß es das gesamte Fenster 2 abdeckt. Dadurch wird vermieden, daß die Kalibrierung mittels des ersten Kalibriermediums 10 von externen Störsignalen beeinflusst wird. Das erste Kalibriermedium 10 weist eine hochwertige, standardisierte Referenz auf, insbesondere eine standardisierte Weißreferenz. Beispielsweise kann für die standardisierte Weißreferenz Spectralon® verwendet werden.

Gesteuert durch die Steuereinrichtung 8, wird beim ersten Kalibrierungsschritt das erste Kalibriermedium 10 mit der Beleuchtung 4 beleuchtet und das vom ersten Kalibriermedium 10 reflektierte Licht wird vom Sensor 3 detektiert. Die Meßsignale des Sensors 3, beispielsweise für die Intensität des vom ersten Kalibriermedium 10 reflektierten Lichts, werden von der Steuereinrichtung 8 analysiert. Ausgehend von dem verwendeten ersten Kalibriermedium 10 mit der standardisierten Weißreferenz und ihren dadurch exakt definierten Eigenschaften, kann eine Einstellung des Sensorsystems erfolgen, wenn die vom Sensor 3 gemessenen Intensitäten nicht den aufgrund der bekannten Eigenschaften des verwendeten ersten Kalibriermediums 10 erwarteten Intensitäten entsprechen. Da sich das erste Kalibriermedium 10 über den gesamten Sensor 3 erstreckt, werden für alle Detektoren des Sensors 3 Meßsignale erzeugt, welche die Kalibrierung der jeweiligen Detektoren ermöglichen. Zur Einstellung des Sensorsystems können beispielsweise Korrekturfaktoren berechnet werden, welche vorhandene Abweichungen bei der Kalibrierung des Sensorsystems mit dem ersten Kalibriermedium 10

ausgleichen. Die Korrekturfaktoren werden im nichtflüchtigen Speicher der Steuereinheit 8 gespeichert und bei späteren Messungen für die Erzeugung der Meßsignale verwendet. Es kann auch vorgesehen sein, daß die Intensität der Beleuchtung 4 bzw. deren einzelner Elemente von der Steuereinrichtung 5 8 verändert wird, bis die bei der Messung vorhandenen Abweichungen ausgeglichen sind. Dabei werden die bestimmten Parameter für die Beleuchtung 4 ebenfalls im nichtflüchtigen Speicher der Steuereinrichtung 8 für spätere Messungen gespeichert. Ebenso ist es möglich, sowohl Korrekturfaktoren für die Meßsignale als auch veränderte Intensitäten der Beleuchtung 4 vorzusehen, um vorhandene Abweichungen ausgleichen zu können. Am Ende des ersten Kalibrierungsschritts können außerdem die Meßsignale des Sensors 4 bzw. der einzelnen Detektoren für spätere Vergleiche gespeichert werden.

Vorteilhafterweise ist es vorgesehen, daß der erste Kalibrierungsschritt nur 15 einmalig, z. B. bei der Herstellung oder nach einer Reparatur des Sensorsystems durchgeführt wird, so daß nur für den ersten Kalibrierungsschritt ein Kalibriermedium mit einer standardisierten Weißreferenz vorhanden sein muß.

20 Unmittelbar nach dem ersten Kalibrierungsschritt wird ein zweiter Kalibrierungsschritt mit dem im ersten Kalibrierungsschritt eingestellten Sensorsystem durchgeführt. Dazu ist innerhalb des Sensorgehäuses 1 ein zweites Kalibriermedium 6 vorhanden, welches eine Referenz mit ebenfalls definierten Eigenschaften aufweist, beispielsweise einer Weißreferenz. Wie nachfolgend 25 noch erklärt werden wird, kann aber auf die Verwendung einer standardisierten und damit teureren Referenz innerhalb des Sensorsystems als Bestandteil des zweiten Kalibriermediums 6 verzichtet werden.

- 10 -

Für den zweiten Kalibrierungsschritt wird, wie in Figur 1a durch einen Pfeil angedeutet, das zweite Kalibriermedium 6 in den Strahlengang des Sensors 3 eingebracht. Dies kann beispielsweise wie dargestellt durch drehen oder schwenken geschehen. Das zweite Kalibriermedium 6 kann jedoch auch auf
5 andere Weise in den Strahlengang des Sensors 3 eingebracht werden, z. B. durch klappen, schieben usw.

Wie aus den Figuren 1b und 2b ersichtlich, ist das zweite Kalibriermedium 6 an einer Achse 7 befestigt, die über einen Antrieb 5 verfügt, welcher von der
10 Steuereinrichtung 8 gesteuert wird. Das zweite Kalibriermedium 6 wird, gesteuert von der Steuereinrichtung 8, mittels Antrieb 5 und Achse 7 in den Strahlengang eingebracht. Wie aus Figur 2a ersichtlich, wird das zweite Kalibriermedium 6 unmittelbar vor dem Fenster 2 innerhalb des Sensorgehäuses 1 positioniert. Auch das zweite Kalibriermedium 6 erstreckt sich über den
15 gesamten Erfassungsbereich des Sensors 3 (Figur 2b), wodurch eine Kalibrierung aller Detektoren des Sensors 3 ermöglicht wird. Vorteilhafterweise wird das zweite Kalibriermedium 6 so groß gestaltet, daß es das gesamte Fenster 2 abdeckt. Dadurch wird vermieden, daß die Kalibrierung mittels des zweiten Kalibriermediums 6 von externen Störsignalen beeinflusst wird.

20

Das zweite Kalibriermedium 6 weist eine Weißreferenz mit Eigenschaften auf, die prinzipiell den Eigenschaften der standardisierten Weißreferenz des ersten Kalibriermediums 10 entsprechen. Die Weißreferenz des zweiten Kalibriermediums 6 ist jedoch im Gegensatz zur Weißreferenz des ersten Kalibriermediums 10 nicht standardisiert. Ebenso ist es möglich, daß das zweite
25 Kalibriermedium 6 über eine Referenz mit Eigenschaften verfügt, welche den Eigenschaften der Referenz des ersten Kalibriermediums 10 zumindest ähnlich sind. Im Falle der für die Referenz des ersten Kalibriermediums 10 verwendeten Weißreferenz, kann beispielsweise für das zweite Kalibriermedi-

um 6 eine Referenz verwendet werden, die weiß oder relativ hell ist. Idealerweise sollten die Eigenschaften der Referenz des zweiten Kalibriermediums 6 alterungsstabil sein. Als Referenz für das zweite Kalibriermedium 6 kann beispielsweise Banknotenpapier verwendet werden.

5

Im zweiten Kalibrierungsschritt erfolgt eine Beleuchtung des zweiten Kalibriermediums 6 bzw. dessen Weißreferenz durch die Beleuchtung 4. Falls, wie oben für den ersten Kalibrierungsschritt beschrieben, die Intensität der Beleuchtung 4 zur Einstellung verändert wurde, wird die Beleuchtung mit dieser veränderten Intensität betrieben. Das vom zweiten Kalibriermedium 6 reflektierte Licht wird vom Sensor 3 bzw. den einzelnen Detektoren erfaßt und in entsprechende Meßsignale umgesetzt, beispielsweise für die Intensität des vom zweiten Kalibriermedium 6 reflektierten Lichts. Wurden im oben beschriebenen ersten Kalibrierschritt Korrekturfaktoren bestimmt und gespeichert, werden diese bei der Erzeugung der Meßsignale von der Steuereinrichtung 8 verwendet. Die Meßsignale des Sensors 3 bzw. der einzelnen Detektoren für das zweite Kalibriermedium 6 werden von der Steuereinrichtung 8 in ihrem nichtflüchtigen Speicher am Ende des zweiten Kalibrierungsschritts gespeichert.

15
20

Die Meßsignale des zweiten Kalibrierungsschritts werden in aller Regel von den Meßsignalen des ersten Kalibrierungsschritts differieren, da in ihnen einerseits zum Ausdruck kommt, daß nicht das erste Kalibriermedium 10 mit der standardisierten Weißreferenz verwendet wird. Andererseits macht sich bemerkbar, daß das zweite Kalibriermedium 6 für die Messung nicht wie das in Figur 2a gestrichelt angedeutete erste Kalibriermedium 10 außerhalb des Sensorgehäuses 1 im Fokusbereich des Sensors 3 angeordnet ist, sondern um eine Distanz d in das Sensorgehäuse 1 hineinverschoben und damit um die Distanz d außerhalb des Fokusbereichs des Sensorsystems bzw. des Sensors

3 und/oder der Beleuchtung 4 liegt. Da der zweite Kalibrierungsschritt unmittelbar nach dem ersten Kalibrierungsschritt durchgeführt wird, stellen die Meßsignale des zweiten Kalibrierungsschritts eine Grundlage für spätere Kalibrierungen und Einstellungen des Sensorsystems bzw. des Sensors 3 und/oder der Beleuchtung 4 während des normalen Betriebs dar. Die an sich nachteiligen Abweichungen der nicht standardisierten Eigenschaften des zweiten Kalibriermediums 6 sowie die an sich nachteilige Verschiebung des zweiten Kalibriermediums 6 um die Distanz d aus dem Fokusbereich des Sensors 3 bzw. der Beleuchtung 4 heraus, werden somit automatisch einbezogen, weshalb sie auch bei späteren Kalibrierungen mit dem zweiten Kalibriermedium 6 bzw. dessen Referenz automatisch berücksichtigt werden und den Kalibriervorgang nicht nachteilig beeinflussen können. Zudem können dadurch auch z. B. alterungsbedingte Veränderungen des zweiten Kalibriermediums 6 spätere Kalibrierungsvorgänge nicht fehlerhaft beeinflussen, da diese immer geänderte Meßsignale hervorrufen, die bei der Kalibrierung ausgeglichen werden.

Für den Betriebsmodus wird das zweite Referenzmedium 6 unter Steuerung der Steuereinrichtung 8 vom Antrieb 5 aus dem Strahlengang des Sensors 3 bzw. der Beleuchtung 4 entfernt. Während des Betriebsmodus werden dann an dem für das erste Referenzmedium 10 in Figur 1a dargestellten Ort Meßobjekte, z. B. Banknoten, eingebracht. Dazu kann beispielsweise ein Transportsystem einer Banknotenbearbeitungsmaschine verwendet werden, in welcher das Sensorsystem zur Prüfung von Banknoten verwendet wird. Bei der Auswertung der Meßsignale des Sensors 3 durch die Steuereinrichtung 8 werden zur Prüfung der Banknoten im Betriebsmodus die oben beschriebenen Korrekturfaktoren und/oder die veränderte Intensität der Beleuchtung 4 verwendet.

- 13 -

Nach vorgegebenen Benutzungszeiträumen des Sensorsystems oder beim Einschalten des Sensorsystems bzw. der das Sensorsystem aufweisenden Banknotenbearbeitungsmaschine kann es vorgesehen sein, daß eine erneute Kalibrierung und Einstellung des Sensorsystems bzw. des Sensors 3 und/oder der Beleuchtung in einem Kalibriermodus durchgeführt wird. Dazu wird, wie beim oben beschriebenen zweiten Kalibrierungsschritt, das zweite Kalibriermedium 6 vom Antrieb 5 in den Strahlengang des Sensors 3 und/oder der Beleuchtung 4 eingebracht. Die bei der erneuten Kalibrierung ermittelten Meßsignale des Sensors 3 bzw. der einzelnen Detektoren werden mit den im nichtflüchtigen Speicher der Steuereinrichtung 8 gespeicherten Meßsignalen des zweiten Kalibrierungsschritts verglichen. Treten Abweichungen auf, wird das Sensorsystem, d. h. der Sensor 3 und/oder die Beleuchtung 4, in der oben für den ersten Kalibrierungsschritt beschriebenen Weise eingestellt. Dazu werden Korrekturfaktoren für die Korrektur der Abweichungen der Meßsignale ermittelt und/oder die Intensität der Beleuchtung 4 bzw. deren einzelner Elemente wird verändert. Die Korrekturfaktoren bzw. die Veränderung der Intensität der Beleuchtung 4 werden im nichtflüchtigen Speicher der Steuereinrichtung 8 gespeichert und nachfolgend im Betriebsmodus verwendet, für den das zweite Kalibriermedium 6 unter Steuerung der Steuereinrichtung 8 vom Antrieb 5 erneut aus dem Strahlengang des Sensors 3 entfernt wird.

Die bei der erneuten Kalibrierung festgestellten Abweichungen zwischen den bei der Kalibrierung ermittelten Meßsignalen und den im nichtflüchtigen Speicher der Steuereinrichtung 8 gespeicherten Meßsignalen des zweiten Kalibrierungsschritts erlauben zudem eine Aussage über bestimmte Drifterscheinungen des Sensorsystems, also alterungs-, verschmutzungs- usw. - bedingte Veränderungen von Sensor 3, Beleuchtung 4, zweitem Kalibriermedium 6 usw.

- 14 -

In der oben beschriebenen Ausführungsform ist ein in Reflektion messender Sensor 3 mit zugehöriger Beleuchtung 4 dargestellt. Es ist aber offensichtlich, daß auch ein in Transmission messender Sensor, mit einer dem Sensor außerhalb des Sensorgehäuses 1 gegenüberliegenden Beleuchtung kalibriert werden kann. Dazu müssen die Kalibriermedien 6, 10 entsprechend gewählt sein, insbesondere müssen diese zumindest für einen Teil des Lichts der Beleuchtung 4 durchlässig sein. Es ist offensichtlich, daß neben den beschriebenen optischen Sensoren auch andere Sensoren mit dem vorgeschlagenen Verfahren kalibriert werden können, wenn Kalibriermedien 6, 10 mit entsprechenden sensorspezifischen Eigenschaften gewählt werden.

In der obigen Beschreibung wurde beispielhaft ausgeführt, daß die Einstellung des Sensorsystems aufgrund der bei der Kalibrierung festgestellten Abweichungen mittels Korrekturfaktoren und/oder einer Veränderung der Intensität der Anregungsquelle vorgenommen werden kann. Die Einstellung des Sensorsystems, d. h. die Korrektur der festgestellten Abweichungen, kann aber auch auf anderen Wegen erreicht werden. Beispielsweise kann die Verstärkung von Verstärkern verändert werden, mit welchen die vom Sensor bzw. den einzelnen Detektoren stammenden Meßsignale für die weitere Verarbeitung verstärkt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren für die Kalibrierung eines Sensorsystems, mit einem Betriebsmodus, für die Prüfung von Meßobjekten, insbesondere Banknoten, und einem Kalibriermodus, für die Kalibrierung des Sensorsystems,
gekennzeichnet durch
 - 5 einen ersten Kalibrierungsschritt, bei dem ein von dem Sensorsystem unabhängiges erstes Kalibriermedium (10), mit einer standardisierten Referenz, in einen Fokusbereich des Sensorsystems eingebracht wird und den gesamten Erfassungsbereich des Sensorsystems abdeckt, an dem sich während des Betriebsmodus das jeweils zu prüfende Meßobjekt befindet,
10 wobei eine Anregungsquelle (4) des Sensorsystems das erste Kalibriermedium (10) mit einem Anregungssignal anregt und ein aufgrund des Anregungssignals von der standardisierten Referenz des ersten Kalibriermediums (10) erzeugtes Signal von mindestens einem Sensor (3) des Sensorsystems detektiert und ein Meßsignal erzeugt wird, und wobei
15 aufgrund des Meßsignals eine Einstellung des Sensorsystems vorgenommen wird, und
einen zweiten Kalibrierungsschritt, der unmittelbar nach dem ersten Kalibrierungsschritt durchgeführt wird, wobei ein zweites Kalibriermedium (6), mit einer nicht standardisierten Referenz, das Bestandteil des Sensorsystems ist, an einen Ort in den Strahlengang des Sensorsystems eingebracht wird, der um eine Distanz (d) zum Fokusbereich des Sensorsystems versetzt ist, und den gesamten Erfassungsbereich des Sensorsystems abdeckt, wobei die Anregungsquelle (4) des Sensorsystems das
20 zweite Kalibriermedium (6) mit dem Anregungssignal anregt und ein aufgrund des Anregungssignals von der Referenz des zweiten Kalibriermediums (6) erzeugtes Signal vom Sensor (3) detektiert und ein
25 Meßsignal erzeugt wird, und

wobei das Meßsignal des zweiten Kalibrierungsschritts gespeichert wird, und weiterhin dadurch, daß im Kalibriermodus das zweite Kalibriermedium (6) erneut an den Ort in den Strahlengang des Sensorsystems eingebracht wird, der um die Distanz (d) zum Fokusbereich des Sensorsystems versetzt ist, und den gesamten Erfassungsbereich des Sensorsystems abdeckt, wobei die Anregungsquelle (4) des Sensorsystems das zweite Kalibriermedium (6) mit dem Anregungssignal anregt und ein aufgrund des Anregungssignals von der Referenz des zweiten Kalibriermediums (6) erzeugtes Signal vom Sensor (3) detektiert und ein Meßsignal erzeugt wird, und wobei das Meßsignal des Kalibriermodus mit dem gespeicherten Meßsignal des zweiten Kalibrierungsschritts verglichen wird, und eine Einstellung des Sensorsystems vorgenommen wird, falls das Meßsignal des Kalibriermodus von dem gespeicherten Meßsignal des zweiten Kalibrierungsschritts abweicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Referenz des zweiten Kalibriermediums (6) und die Referenz des ersten Kalibriermediums (10) vergleichbare Eigenschaften aufweisen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Kalibrierung und Einstellung des Sensorsystems für eine Vielzahl den Sensor (3) bildender Detektoren vorgenommen und für jeden Detektor ein Meßsignal erzeugt und gespeichert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei zur Einstellung des Sensorsystems Korrekturfaktoren bestimmt werden, mit denen die Meßsignale des Sensors (3) korrigiert werden.

- 17 -

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei zur Einstellung des Sensorsystems eine Intensität des Anregungssignals der Anregungsquelle (4) verändert wird.
- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Anregungsquelle (4) ein optisches Anregungssignal erzeugt und der Sensor (3) ein optisches Signal detektiert.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei für das erste Kalibriermedium (10)
10 eine standardisierte Weißreferenz und für das zweite Kalibriermedium (6) eine nicht standardisierte Weißreferenz verwendet wird.

1/2

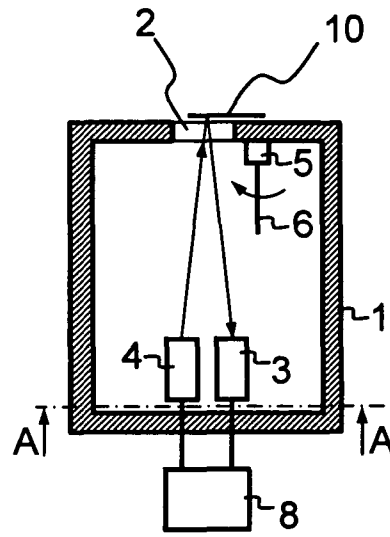


Fig. 1a

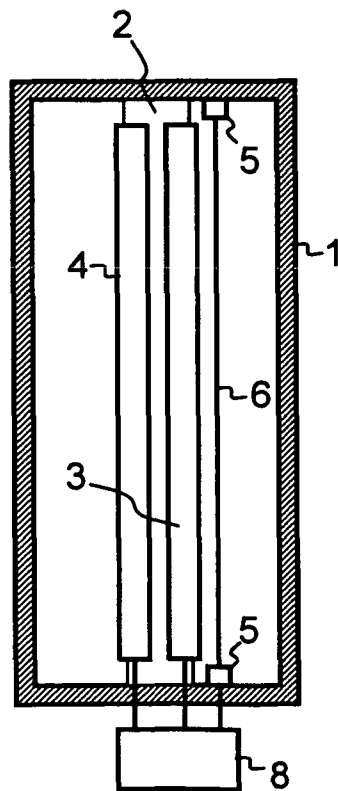


Fig. 1b

2/2

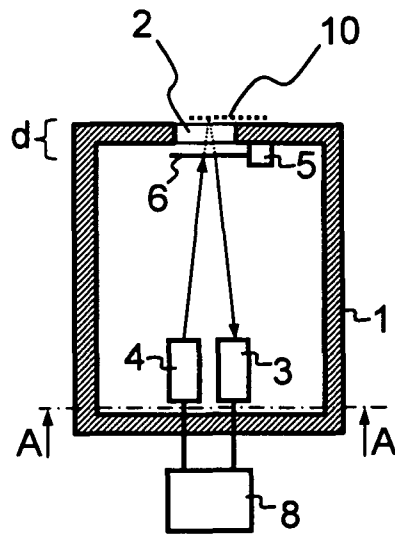


Fig. 2a

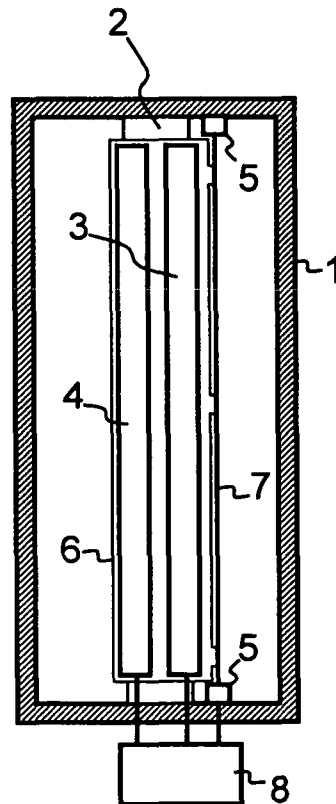


Fig. 2b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/006713

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01N21/27 G07D7/06

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)
G01N G07D

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

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 2004 021448 A1 (ZEISS CARL JENA GMBH [DE]) 24 November 2005 (2005-11-24) paragraphs [0009], [0014], [0015], [0018], [0019], [0021], [0024], [0026] claims 6,9; figure 1	1-7
X	US 2001/008275 A1 (YANAGIUCHI TAKAHIRO [JP]) 19 July 2001 (2001-07-19) paragraph [0013]	5

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 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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 Dezember 2008

Date of mailing of the international search report

07/01/2009

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

Stadlmeier, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/006713

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102004021448 A1	24-11-2005	NONE	
US 2001008275 A1	19-07-2001	AT 292313 T	15-04-2005
		DE 60109659 D1	04-05-2005
		DE 60109659 T2	20-04-2006
		EP 1120753 A2	01-08-2001
		ES 2236052 T3	16-07-2005
		JP 3839207 B2	01-11-2006
		JP 2001195629 A	19-07-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/006713

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01N21/27 G07D7/06

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01N G07D

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2004 021448 A1 (ZEISS CARL JENA GMBH [DE]) 24. November 2005 (2005-11-24) Absätze [0009], [0014], [0015], [0018], [0019], [0021], [0024], [0026] Ansprüche 6,9; Abbildung 1 -----	1-7
X	US 2001/008275 A1 (YANAGIUCHI TAKAHIRO [JP]) 19. Juli 2001 (2001-07-19) Absatz [0013] -----	5



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Dezember 2008

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

07/01/2009

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

Stadlmeyer, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/006713

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102004021448 A1	24-11-2005	KEINE	
US 2001008275 A1	19-07-2001	AT 292313 T DE 60109659 D1 DE 60109659 T2 EP 1120753 A2 ES 2236052 T3 JP 3839207 B2 JP 2001195629 A	15-04-2005 04-05-2005 20-04-2006 01-08-2001 16-07-2005 01-11-2006 19-07-2001