

(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

14. Juni 2012 (14.06.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2012/075978 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01B 11/25 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2011/001692

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. September 2011 (07.09.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 045 097.9
13. September 2010 (13.09.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): MICRO-EPSILON OPTRONIC GMBH
[DE/DE]; Lessingstrasse 14, 01465 Langebrück (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STAUTMEISTER,
Torsten [DE/DE]; Seeligstrasse 2, 01465 Dresden-
Langebrück (DE).

(74) Anwalt: ULLRICH & NAUMANN; Schneidmühlstrasse
21, 69115 Heidelberg (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, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: OPTICAL MEASUREMENT SYSTEM FOR DETERMINING DISTANCES

(54) Bezeichnung : OPTISCHES MESSSYSTEM ZUM BESTIMMEN VON ABSTÄNDEN

(57) Abstract: A measurement system for determining a distance between a sensor device and a measurement object, wherein the sensor device comprises a light source for generating an illumination light beam and a detector for detecting a proportion of the illumination light beam reflected at a surface of the measurement object and wherein the measurement object is configured to be transparent at least for a wavelength range of visible light, is configured and developed with respect to a distance measurement which is as reliable as possible in a wide variety of measurement situations such that the illumination light beam has a wavelength in the violet or ultraviolet range and that the measurement object is configured such that the illumination light beam is diffusely reflected at the surface of the measurement object. Furthermore specified is a corresponding measurement system for measuring on measurement objects which are substantially opaque.

(57) Zusammenfassung: Ein Messsystem zum Bestimmen eines Abstandes zwischen einer Sensoreinrichtung und einem Messobjekt, wobei die Sensoreinrichtung eine Lichtquelle zum Erzeugen eines Beleuchtungslichtstrahls und einen Detektor zum Detektieren eines an einer Oberfläche des Messobjekts reflektierten Anteils des Beleuchtungslichtstrahls umfasst und wobei das Messobjekt zumindest für einen Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts transparent ausgebildet ist, ist im Hinblick auf eine möglichst zuverlässige Abstandsmessung in verschiedensten Messsituationen derart ausgestaltet und weitergebildet, dass der Beleuchtungslichtstrahl eine Wellenlänge im violetten oder ultravioletten Bereich aufweist und dass das Messobjekt derart ausgebildet ist, dass der Beleuchtungslichtstrahl an der Oberfläche des Messobjekts diffus reflektiert wird. Ferner ist ein entsprechendes Messsystem zum Messen an im Wesentlichen lichtundurchlässigen Messobjekten angegeben.



OPTISCHES MESSSYSTEM ZUM BESTIMMEN VON ABSTÄNDEN

Die Erfindung betrifft ein Messsystem zum Bestimmen eines Abstandes zwischen einer Sensoreinrichtung und einem Messobjekt, wobei die Sensoreinrichtung eine Lichtquelle zum Erzeugen eines Beleuchtungslichtstrahls und einen Detektor zum Detektieren eines an einer Oberfläche des Messobjekts reflektierten Anteils des Beleuchtungslichtstrahls umfasst und wobei das Messobjekt zumindest für einen Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts transparent ausgebildet ist.

Die Erfindung betrifft ferner ein Messsystem zum Bestimmen eines Abstandes zwischen einer Sensoreinrichtung und einem Messobjekt, wobei die Sensoreinrichtung eine Lichtquelle zum Erzeugen eines Beleuchtungslichtstrahls und einen Detektor zum Detektieren eines an einer Oberfläche des Messobjekts reflektierten Anteils des Beleuchtungslichtstrahls umfasst und wobei das Messobjekt derart ausgebildet ist, dass sichtbares Licht direkt reflektiert wird.

Optische Messsysteme finden in der Praxis weitreichende Verwendung. Die berührungslose, präzise und dennoch schnelle Messung eröffnet eine Vielzahl von Anwendungsgebieten, in denen der Abstand zwischen einem Messobjekt und einer Sensoreinrichtung berührungslos gemessen oder ein Messobjekt verschleißfrei vermessen werden soll. Ein wichtiges Anwendungsgebiet ist die Qualitätssicherung, bei der die Beschaffenheit eines Werkstücks überprüft wird.

Bei optischen Messsystemen wird ein Messobjekt mit einem Beleuchtungslichtstrahl – sehr häufig einem roten oder infraroten Laserstrahl – beleuchtet und der an dem Messobjekt reflektierte Anteil des Beleuchtungslichtstrahls mit einem Detektor detektiert. Es sind aus der Praxis verschiedene Verfahren bekannt, nach denen mit einer derartigen Sensoreinrichtung der Abstand des Messobjekts von der Sensoreinrichtung bestimmt werden kann. Beispielhaft sei auf eine Triangulationsmessung verwiesen.

Problematisch sind die aus dem Stand der Technik bekannten Messsysteme immer dann, wenn an transparenten oder teil-transparenten Messobjekten gemes-

sen werden soll. Transparent bedeutet in diesem Zusammenhang, dass weite spektrale Anteile des sichtbaren Lichts (Wellenlängenbereich zwischen etwa 400 nm und 800 nm) das Messobjekt passieren können. Während des Passierens werden die spektralen Anteile nur in geringem Maße gedämpft. Teiltransparent bedeutet, dass zumindest ein spektraler Anteil des sichtbaren Lichts das Messobjekt passieren kann während ein anderer spektraler Anteil des sichtbaren Lichts vollständig oder in nicht unerheblichem Maße absorbiert oder reflektiert wird.

Fällt ein Beleuchtungslichtstrahl auf derartige Messobjekte wird dieser direkt reflektiert, d.h. der Einfallswinkel des Beleuchtungslichtstrahls auf der Oberfläche des Messobjekts ist gleich dem Ausfallwinkel des reflektierten Beleuchtungslichtstrahls. Streuungen in andere Raumrichtungen sind praktisch nicht vorhanden. Dies führt dazu, dass Sensoreinrichtung und Messobjekt optimal zueinander ausgerichtet sein müssen, damit eine Messung zu verwertbaren Ergebnissen führt. Ist die Oberfläche des Messobjekts nur geringfügig aus der optimalen Lage verkippt, wird der Beleuchtungslichtstrahl nicht zum Detektor reflektiert. Das Messverfahren scheitert und ist erheblich instabil. Eine optimale Ausrichtung der Sensoreinrichtung und des Messobjekts zueinander ist insbesondere bei der Qualitätssicherung in Fertigungsumgebungen praktisch nicht zu gewährleisten. Bei gewölbten oder gerundeten Messobjekten ist diese Ausrichtung praktisch unmöglich. Ähnlich problematisch ist das optische Messen an nicht-transparenten Messobjekten, die aufgrund ihrer Oberflächenbeschaffenheit Licht direkt reflektieren. Die Probleme sind hier vergleichbar. Beispielhaft sei auf spiegelnde Oberflächen verwiesen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, Messsysteme der eingangs genannten Art zur Messung an transparenten, teiltransparenten oder nichttransparenten Messobjekten derart auszugestalten und weiterzubilden, dass eine zuverlässige optische Abstandsmessung auch an Messobjekten durchgeführt werden kann, an deren Oberfläche eine direkte Reflektion auftritt.

Erfindungsgemäß wird die voranstehende Aufgabe für die Messung an transparenten und teil-transparenten Messobjekten durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Danach ist das in Rede stehende Messsystem dadurch gekennzeichnet, dass der Beleuchtungslichtstrahl eine Wellenlänge im violetten oder ultravioletten

Bereich aufweist und dass das Messobjekt derart ausgebildet ist, dass der Beleuchtungslichtstrahl an der Oberfläche des Messobjekts diffus reflektiert wird.

Bei der Messung gegen nicht-transparente Messobjekte wird die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 5 gelöst. Danach ist das in Rede stehende Messsystem dadurch gekennzeichnet, dass der Beleuchtungslichtstrahl eine Wellenlänge im violetten oder ultravioletten Bereich aufweist und dass auf einer Oberfläche des Messobjekts eine Beschichtung aufgebracht ist, durch die der Beleuchtungslichtstrahl diffus reflektiert wird.

In erfindungsgemäßer Weise ist zunächst erkannt worden, dass transparente oder teiltransparente Messobjekte sehr häufig die Eigenschaft aufweisen, dass sie im violetten oder ultravioletten Wellenlängenbereich lichtundurchlässig oder stark lichtdämpfend ausgebildet sind. Meist wird diese Eigenschaft als Schutzmaßnahme gezielt herbeigeführt. Insbesondere Kunststoffe neigen dazu, bei lang andauernder Bestrahlung mit ultraviolettem Licht ihre Transparenz zu verlieren. Zur Verhinderung dieses Effekts werden die Kunststoffe so behandelt, dass violettes und/oder ultraviolettes Licht nicht oder kaum in das Material eindringt. Vielmehr wird violettes und/oder ultraviolettes Licht an der Oberfläche des Materials diffus reflektiert. Die Lichtundurchlässigkeit oder starke Lichtdämpfung dieser Messobjekte wird bei dem erfindungsgemäßen Messsystem genutzt.

Erfindungsgemäß wird als Beleuchtungslichtstrahl ein Lichtstrahl genutzt, der eine Wellenlänge im violetten oder ultravioletten Bereich aufweist. Durch die Kombination dieses Beleuchtungslichtstrahls mit dem genannten Messobjekt wird auf verblüffend einfache Art und Weise erreicht, dass der Beleuchtungslichtstrahl nicht direkt sondern diffus reflektiert wird. Dadurch kann eine Messung an transparenten oder teiltransparenten Messobjekten mit einem optischen Messsystem erreicht werden, ohne dass die optischen Eigenschaften des Messobjekts im sichtbaren Bereich beeinflusst werden.

Diese Merkmalskombination kann erfindungsgemäß auch bei der Messung von nichttransparenten Messobjekten verwendet werden, d.h. bei Messobjekten, durch die sichtbares Licht praktisch nicht durchdringen kann und an denen sichtbares

Licht direkt reflektiert wird. Erfindungsgemäß wird hierzu auf das Messobjekt eine Beschichtung aufgebracht, die für violettes und/oder ultraviolettes Licht undurchlässig ist oder die violettes und/oder ultraviolettes Licht in nicht unerheblichem Maße dämpft. Dadurch entsteht eine diffuse Reflektion des violetten oder ultravioletten Beleuchtungslichtstrahls an der Oberfläche des Messobjekts.

Durch die diffuse Reflektion des Beleuchtungslichtstrahls an einer Oberfläche des Messobjekts – transparent, teiltransparent oder nichttransparent – wird erreicht, dass der Beleuchtungslichtstrahl nicht mehr nur in eine Raumrichtung sondern in einen Winkelbereich um den Lichtstrahl der direkten Reflektion herum reflektiert wird. Dadurch muss das Messobjekt und die Sensoreinrichtung nicht mehr präzise zueinander ausgerichtet werden und der Einsatzbereich dieses Messsystems wird deutlich erweitert. Es können deutlich stabilere Messsituationen erreicht werden.

Die Oberfläche des Messobjekts, an der der Beleuchtungslichtstrahl reflektiert wird ist vorzugsweise die der Sensoreinrichtung zugewandte Außenfläche des Messobjekts. Prinzipiell ist auch denkbar, dass der Beleuchtungslichtstrahl bei transparenten Messobjekten zunächst in das Messobjekt eindringt und dann auf der der Sensoreinrichtung abgewandten Oberfläche oder einer beliebigen im Messobjekt angeordneten Trennfläche in Richtung Detektor reflektiert wird. Bevorzugter Weise kommen jedoch Messobjekte zum Einsatz, bei denen der Beleuchtungslichtstrahl nicht oder nur unerheblich in das Messobjekt eindringt.

Bei einem transparenten oder teiltransparenten Messobjekt kann die diffuse Reflektion des Beleuchtungslichtstrahls durch eine besondere Beschichtung des Messobjekts hervorgerufen sein. Hierfür geeignete Beschichtungen, die im violetten und/oder ultravioletten Bereich undurchlässig oder stark dämpfend sind, sind aus der Praxis bekannt. Beispielhaft jedoch nicht auf diese beschränkend sei auf beschichtetes Kunststoff-Glas hingewiesen.

Allerdings ist auch denkbar, dass das Messobjekt durch seine Materialzusammensetzung bereits die geforderte Eigenschaft besitzt und violettes und/oder ultraviolettes Licht nicht nennenswert in das Messobjekt eindringen kann. Entsprechende

für sichtbares Licht transparente und im violetten und/oder ultravioletten Bereich undurchlässige Materialien sind aus der Praxis bekannt.

Bei einem bevorzugten Anwendungsbeispiel des erfindungsgemäßen Messsystems besteht das Messobjekt aus transparenten Kunststoffteilen oder beschichteten Gläsern aus dem Fahrzeugbereich. In besonders bevorzugter Weise wird das Messsystem für die Vermessung von Linsen oder Scheiben eines Fahrzeugscheinwerfers oder einer Rückleuchte eingesetzt.

Bevorzugte Anwendungsbeispiele mit nichttransparenten Messobjekten beziehen sich auf das Vermessen von lichtundurchlässigen Kunststoffen, polierten Metallplatten oder anderweitig ausgestaltete Objekte aus Metall. Aber auch Holz, holzartige Werkstoffe oder Papier können nichttransparente Objekte bilden. Das Messobjekt muss nicht vollständig lichtundurchlässig sein. Das Messobjekt kann prinzipiell auch transluzent sein.

Bevorzugter Weise sind die Messobjekte – transparente, teiltransparente oder nichttransparente – derart ausgebildet, dass sie für Licht mit einer Wellenlänge von weniger als 420 nm lichtundurchlässig oder stark dämpfend sind. Besonders bevorzugter Weise sind sie für Licht mit einer Wellenlänge kleiner gleich 390 nm undurchlässig oder stark dämpfend.

Für ein besonders gutes optisches Verhalten der Sensoreinrichtung kann die Lichtquelle durch einen Laser gebildet sein, der einen Laserstrahl als Beleuchtungslichtstrahl aussendet. Hierbei lassen sich Laserdioden ebenso wie Festkörper- oder Gas-Laser einsetzen. Für besonders kostengünstige Messsysteme kann die Lichtquelle aber auch durch eine Leuchtdiode gebildet sein. In vielen Anwendungsbereichen ist die reduzierte Lichtqualität ausreichend.

Der Beleuchtungslichtstrahl weist vorzugsweise eine Wellenlänge kleiner oder gleich 425 nm auf. Besonders bevorzugter Weise kommt ein Beleuchtungslichtstrahl mit einer Wellenlänge kleiner oder gleich 405 nm zum Einsatz. Ganz besonders bevorzugter Weise ist die Wellenlänge des Beleuchtungslichtstrahl kleiner oder gleich 390 nm. Generell ließen sich Lichtquellen bis hin zu extrem kurzwel-

ligem UV-Licht einsetzen. Allerdings werden derartige Lichtquellen sehr teuer und ein sicherer Betrieb des Messsystems wird wegen besonderer Schutzmaßnahmen aufwändig. Daher sind der Wellenlänge Grenzen gesetzt. Derzeit technisch sinnvoll umsetzbare, minimale Wellenlängen liegen bei 300 nm.

Der Beleuchtungslichtstrahl beleuchtet das Messobjekt vorzugsweise punktförmig oder linienförmig. Die Punkte oder Linien können auch zu Mustern wie gekreuzte Linien oder mehrere parallele Linien zusammengefügt sein. Vorzugsweise sind die Linien der Beleuchtung gerade.

Vorzugsweise ist im Strahlengang des Beleuchtungslichtstrahls nach der Lichtquelle eine Fokussiereinrichtung angeordnet, mit der der Beleuchtungslichtstrahl fokussiert wird. Lichtquelle und Fokussiereinrichtung bilden gemeinsam eine Beleuchtungseinheit. Vorzugsweise ist der Beleuchtungslichtstrahl auf die Oberfläche des Messobjekts fokussiert. Allerdings wäre auch denkbar, den Beleuchtungslichtstrahl ins Unendliche oder auf andere Punkte auf der optischen Achse zu fokussieren.

Als Detektor kann ein CMOS (Complimentary Metal Oxide Silicon) Array oder ein CCD (Charge Coupled Device) Array verwendet werden. Das Array ist vorzugsweise ein Linienarray oder ein Flächenarray (d.h. mit zweidimensionaler Ausdehnung). Linienarrays können beispielsweise bei punktförmigen Abstandsmessungen, Flächenarrays bei Abstandsmessung nach dem Linienschnittverfahren verwendet werden. In einigen Fällen kann auch eine konventionelle Zeilen- oder Matrixkamera den Detektor bilden.

Für punktförmige Abstandsmessungen kann auch eine PSD (Position Sensitive Diode) oder eine APD (Avalanche PhotoDiode) eingesetzt werden. Insbesondere APDs lassen sich gut für Abstandsmessungen durch Laufzeit- oder Phasenverschiebungsmessung einsetzen. PSDs oder APDs können in einem Array angeordnet sein.

Zum Ausblenden von Fremdstrahlung kann im Detektionskanal, d.h. dem Strahlengang des an einer Oberfläche des Messobjekts reflektierten Anteils des

Beleuchtungslichtstrahls innerhalb der Sensoreinrichtung, vor dem Detektor ein wellenlängenselektives Element angeordnet sein. Durch das wellenlängenselektive Element kann beispielsweise Umgebungslicht von dem breitbandig empfindlichen Detektor ferngehalten werden. Das wellenlängenselektive Element kann durch ein Filter (beispielsweise ein Interferenzfilter) oder ein dispersives Element gebildet sein. Das wellenlängenselektive Element kann aber auch – beispielsweise zur Reduzierung der Baugröße der Sensoreinrichtung – durch einen dichroitischen Spiegel zur Strahlumlenkung/-faltung gebildet sein. Generell ist es sinnvoll, den gesamten optischen Kanal, d.h. den Weg den der Beleuchtungslichtstrahl von der Lichtquelle bis zum Detektor nimmt, auf die Wellenlänge des Beleuchtungslichts anzupassen.

Um die Welllängenselektion noch weiter zu verbessern, ist auch eine Kombination von mehreren wellenlängenselektiven Elementen denkbar. So können beispielsweise mehrere disperse Elemente nacheinander angeordnet sein. Vorzugsweise werden jedoch andersartige wellenlängenselektive Elemente miteinander kombiniert. So ist die Kombination eines Filters oder eines dispersiven Elements mit einem dichroitischen Spiegel möglich.

Vorzugsweise umfasst das Messsystem eine Auswerteeinheit, die mit der Sensoreinrichtung verbunden ist und Messsignale der Sensoreinrichtung erhält. Gegebenenfalls erhält die Auswerteeinrichtung zusätzlich Informationen über den Beleuchtungslichtstrahl, wenn beispielsweise der Beleuchtungslichtstrahl moduliert ist. Basierend auf dem Empfangslichtstrahl (d.h. den am Messobjekt reflektierten und bei dem Detektor empfangenen Anteil des Beleuchtungslichtstrahls) und eventuell basierend auf Kenntnisse über den Beleuchtungslichtstrahl selbst führt die Auswerteeinrichtung eine Bestimmung eines Abstands zwischen der Sensoreinrichtung und dem Messobjekt durch. Die Bestimmung des Abstands kann beispielsweise durch Berechnen oder durch Auslesen von Werten aus einer Tabelle, deren Inhalt in Kalibrierungsmessungen ermittelt worden ist und bei der Auswerteeinheit hinterlegt ist, erfolgen.

Zusätzlich oder alternativ zu den Informationen über den Beleuchtungslichtstrahl kann die Auswerteeinheit Informationen über die Intensität des vom Messobjekt

reflektierten Lichts erhalten und mittels einer Steuereinheit entsprechend die Intensität der Lichtquelle nachregeln und/oder die Integrationszeit des Detektors anpassen und/oder einen im Detektorzeig angeordneten Signalverstärker anpassen.

Sensoreinrichtung und Auswerteeinheit können derart ausgebildet sein, dass eine Abstandsmessung nach dem Triangulationsverfahren durchgeführt wird. Hierzu sind Lichtquelle und Detektor derart angeordnet, dass die Lichtquelle, der beleuchtete Punkt auf der Oberfläche des Messobjekts und der beleuchtete Punkt auf dem Detektor ein Dreieck bilden. Mit Kenntnis der Geometrie der Sensoreinrichtung kann der Abstand des beleuchteten Punktes auf der Oberfläche des Messobjekts von der Sensoreinrichtung berechnet werden.

Sensoreinrichtung und Auswerteeinheit können auch derart ausgebildet sein, dass eine Abstandsmessung über eine Messung der Lichtlaufzeit bestimmbar ist. Hierzu wird gemessen, wie lange ein Lichtstrahl von der Lichtquelle zum Messobjekt und zum Detektor benötigt. Mit Kenntnis der Lichtgeschwindigkeit kann daraus der Abstand bestimmt werden.

Eine weitere mögliche Ausgestaltung der Sensoreinrichtung und der Auswerteeinheit besteht darin, dass eine Phasenverschiebung gemessen wird. Hierzu wird der Beleuchtungslichtstrahl mit einer geeigneten Frequenz in seiner Helligkeit moduliert und die Helligkeitsveränderungen des Beleuchtungslichtstrahls und des Empfangslichtstrahls miteinander verglichen. Aus der gegenseitigen Phasenlage kann auf die Lichtlaufzeit und damit auf den Abstand zwischen Sensoreinrichtung und Messobjekt geschlossen werden.

Die Auswerteeinheit kann mehrere Abstandsmesswerte derart kombinieren, dass ein Profil des Messobjekts bzw. eines Teils des Messobjekts entsteht. Hierzu werden Abstandswerte mit der Position der Messpunkte auf dem Messobjekt in Verbindung gebracht. Arbeitet die Sensoreinrichtung beispielsweise nach dem Linienschnittverfahren, kann ein Profil längs einer Linie mit einer Messung bestimmt werden. Überstreicht die Linie das Messobjekt, kann die dreidimensionale Struktur des Messobjekts oder eines Teils der Messobjekts bestimmt werden. Für eine Profilmessung können auch Sensoreinrichtung und Messobjekt relativ zueinander

bewegbar ausgestaltet sein. Es ist aber auch möglich, dass eine der Beleuchtungslichtstrahl mit einer Umlenkvorrichtung über das Messobjekt bewegt wird. Entsprechende Scanvorrichtungen sind aus der Praxis bekannt.

Nach einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel betrifft die Erfindung ein Messsystem nach dem Triangulationsprinzip, das zum Messen von Abständen gegen Objekte eingesetzt wird, welche aufgrund einer Beschichtung oder ihrer Materialzusammensetzung UV-Licht teils absorbieren und teils reflektieren. Eine Beleuchtungseinheit (z.B. Laserdiode mit Fokussieroptik) sendet fokussiertes Licht mit einer Emissionswellenlänge im UV-Bereich aus. Es erfolgt eine Selektion dieser Wellenlänge von anderen Wellenlängen im Empfangsstrahlengang durch optische Filter, dispersive Elemente und/oder dichroitische Spiegel mit entsprechenden Blenden. Teile des ausgesendeten Lichtes werden von der Oberfläche des Objektes bzw. aus dem Objekt heraus diffus in den Empfangsstrahlengang reflektiert.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die dem Anspruch 1 und 5 nachgeordneten Ansprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im Allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine Intensitätsverteilung längs eines Detektors bei Verwendung eines roten Beleuchtungslichtstrahls mit einer Wellenlänge von 670 nm und

Fig. 2 eine Intensitätsverteilung längs eines Detektors bei Verwendung eines violetten Beleuchtungslichtstrahls mit einer Wellenlänge von 405 nm in einem erfindungsgemäßen Messsystem.

Die in den beiden Figuren dargestellten Diagramme sind an der gleichen Messanordnung ermittelt worden. Ein Laser erzeugt zusammen mit einer Linse einen fokussierten Laserstrahl, der auf ein Fahrzeugscheinwerferglas – Messobjekt – aus ca. 2 mm dickem Kunststoff-Glas gelenkt wird. Der Laserstrahl wird an einer Oberfläche des Messobjekts zumindest teilweise reflektiert und gelangt durch eine weitere Linse, ein wellenlängenselektives Filter, das auf die Wellenlänge des Beleuchtungslichtstrahls angepasst ist, und eine Blende zu einem Zeilendetektor. Die Sensoreinrichtung führt eine Messung nach dem Triangulationsverfahren durch. Das Messobjekt ist an der Oberfläche, die der Sensoreinrichtung zugewandt ist, mit einer für ultraviolettes Licht undurchlässigen Beschichtung versehen.

Fig. 1 zeigt eine Intensitätsverteilung bei Verwendung eines roten Lasers mit einer Emissionswellenlänge von 670 nm nach dem Stand der Technik. Zum einen ist eine optimale Ausrichtung des Messobjekts und der Sensoreinrichtung relativ zueinander notwendig. Zum anderen sind in der Intensitätsverteilung zwei ausgeprägte Hauptpeaks vorhanden. Der linke Peak in Fig. 1 rührt von der Reflektion des Beleuchtungslichtstrahls an der Oberfläche des Messobjekts her, die der Sensoreinrichtung zugewandt ist. Bei dem rechten Peak dringt der Beleuchtungslichtstrahl in das Messobjekt ein und wird an der Oberfläche des Messobjekts reflektiert, die der Sensoreinrichtung abgewandt ist. Dadurch wird die Messung nicht mehr eindeutig. Ein anderes Problem besteht darin, dass der rechte Peak höher ist als der linke Peak. Wird vereinfachender Weise eine Auswertung des Intensitätsverlaufs basierend auf den höchsten Peak durchgeführt, ergeben sich fehlerhafte Abstandswerte. Wird die Intensität des Beleuchtungslichtstrahls und Belichtungszeit basierend auf den höchsten Peak geregelt, können sich sogar instabile Messungen ergeben. Ebenfalls kann es vorkommen, dass aufgrund von Objektverkippen die Intensität des ersten Peaks so gering ist, dass er von der Sensoreinrichtung nicht mehr ausgewertet wird und damit eine fehlerhafte Messung gegen die Rückseite des Messobjekts oder gegen interne Reflektionspunkte erfolgt. Die kleineren Peaks, die in der Intensitätsverteilung nach Fig. 1 zu erkennen sind, resultieren von Mehrfachreflektionen in dem Messobjekt.

Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Verwendung eines violetten Lasers mit einer Wellenlänge von 405 nm. Durch die diffuse Reflektion an der Oberfläche des

Messobjekts kann die Sensoreinrichtung und das Messobjekt freier positioniert werden. Des Weiteren ist in der Intensitätsverteilung nach Fig. 2 lediglich ein einzelner Peak ausgeprägt. Ein sehr kleiner Nebenpeak deutet darauf hin, dass ein geringer Anteil des Beleuchtungslichtstrahls in das Messobjekt eindringt und an der Oberfläche des Messobjekts, die der Sensoreinrichtung abgewandt ist, reflektiert wird. Die Intensität ist aber so gering, dass der Nebenpeak nicht ins Gewicht fällt. Mehrfachreflektionen treten nicht auf.

Hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf den allgemeinen Teil der Beschreibung sowie auf die beigefügten Ansprüche verwiesen.

Schließlich sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die voranstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung lediglich zur Erörterung der beanspruchten Lehre dienen, diese jedoch nicht auf die Ausführungsbeispiele einschränken.

Ansprüche

1. Messsystem zum Bestimmen eines Abstandes zwischen einer Sensoreinrichtung und einem Messobjekt, wobei die Sensoreinrichtung eine Lichtquelle zum Erzeugen eines Beleuchtungslichtstrahls und einen Detektor zum Detektieren eines an einer Oberfläche des Messobjekts reflektierten Anteils des Beleuchtungslichtstrahls umfasst und wobei das Messobjekt zumindest für einen Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts transparent ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass der Beleuchtungslichtstrahl eine Wellenlänge im violetten oder ultravioletten Bereich aufweist und dass das Messobjekt derart ausgebildet ist, dass der Beleuchtungslichtstrahl an der Oberfläche des Messobjekts diffus reflektiert wird.
2. Messsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Oberfläche des Messobjekts zum Erzeugen der diffusen Reflektion des Beleuchtungslichtstrahl eine Beschichtung aufweist, die im violetten und/oder ultravioletten Wellenlängenbereich undurchlässig oder zumindest stark dämpfend ist.
3. Messsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Messobjekt aus einem Material ausgebildet ist, das im violetten und/oder ultravioletten Wellenlängenbereich undurchlässig oder zumindest stark dämpfend ist.
4. Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Messobjekt aus einem transparenten Kunststoff, vorzugsweise einer Linse oder einer Scheibe eines Fahrzeugscheinwerfers oder einer Fahrzeugrückleuchte, gebildet ist.
5. Messsystem zum Bestimmen eines Abstandes zwischen einer Sensoreinrichtung und einem Messobjekt, wobei die Sensoreinrichtung eine Lichtquelle zum Erzeugen eines Beleuchtungslichtstrahls und einen Detektor zum Detektieren eines an einer Oberfläche des Messobjekts reflektierten Anteils des Beleuchtungslichtstrahls umfasst und wobei das Messobjekt derart ausgebildet ist, dass sichtbares Licht direkt reflektiert wird,

dadurch gekennzeichnet, dass der Beleuchtungslichtstrahl eine Wellenlänge im violetten oder ultravioletten Bereich aufweist und dass auf einer Oberfläche des Messobjekts eine Beschichtung aufgebracht ist, durch die der Beleuchtungslichtstrahl diffus reflektiert wird.

6. Messsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Messobjekt aus einem lichtundurchlässigen Kunststoff, aus Metall, Holz und/oder Papier gebildet ist.

7. Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle durch einen Laser gebildet ist, der einen Laserstrahl als Beleuchtungslichtstrahl aussendet.

8. Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Beleuchtungslichtstrahl eine Wellenlänge kleiner gleich 425 nm, bevorzugter Weise kleiner gleich 405 nm, besonders bevorzugter Weise kleiner gleich 390 nm aufweist.

9. Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Beleuchtungslichtstrahl das Messobjekt punktförmig, linienförmig, als gekreuzte Linien und/oder als mehrere parallele Linien beleuchtet.

10. Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Lichtquelle eine Fokussiereinrichtung angeordnet ist, mittels der der Beleuchtungslichtstrahl fokussiert wird.

11. Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor ein CMOS- oder ein CCD-Array umfasst, wobei das Array vorzugsweise als Linienarray oder als Flächenarray ausgebildet ist.

12. Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor eine positionsempfindliche Diode – PSD – und/oder eine Avalanche-Fotodiode – APD – umfasst.

13. Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zum Ausblenden von Fremdstrahlung vor dem Detektor ein wellenlängenselektives Element angeordnet ist, wobei das wellenlängenselektive Element vorzugsweise durch einen Filter, ein dispersives Element oder einen dichroitischen Spiegel gebildet ist.

14. Messsystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere, vorzugsweise andersartige wellenlängenselektive Elemente kombiniert sind.

15. Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Auswerteeinheit mit der Sensoreinrichtung verbunden ist, wobei die Auswerteeinrichtung basierend auf dem am Messobjekt reflektierten und bei dem Detektor empfangenen Anteil des Beleuchtungslichtstrahls – Empfangslichtstrahl – einen Abstandsmesswert bestimmt.

16. Messsystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit und die Sensoreinrichtung derart ausgebildet sind, dass eine Abstandsmessung nach einem Triangulationsverfahren durchgeführt wird.

17. Messsystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit und die Sensoreinrichtung derart ausgebildet sind, dass eine Messung der Laufzeit des Beleuchtungs- und Empfangslichts oder eine Messung einer Phasenverschiebung zwischen einem modulierten Beleuchtungslichtstrahl und dem Empfangslichtstrahl durchgeführt wird.

18. Messsystem nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass Messobjekt und Sensoreinrichtung relativ zueinander verschiebbar ausgebildet sind und dass die Auswerteeinheit derart ausgebildet ist, dass aus mehreren Abstandsmessungen ein Profil des Messobjekts oder eines Teils des Messobjekts bestimmbar ist.

1/2

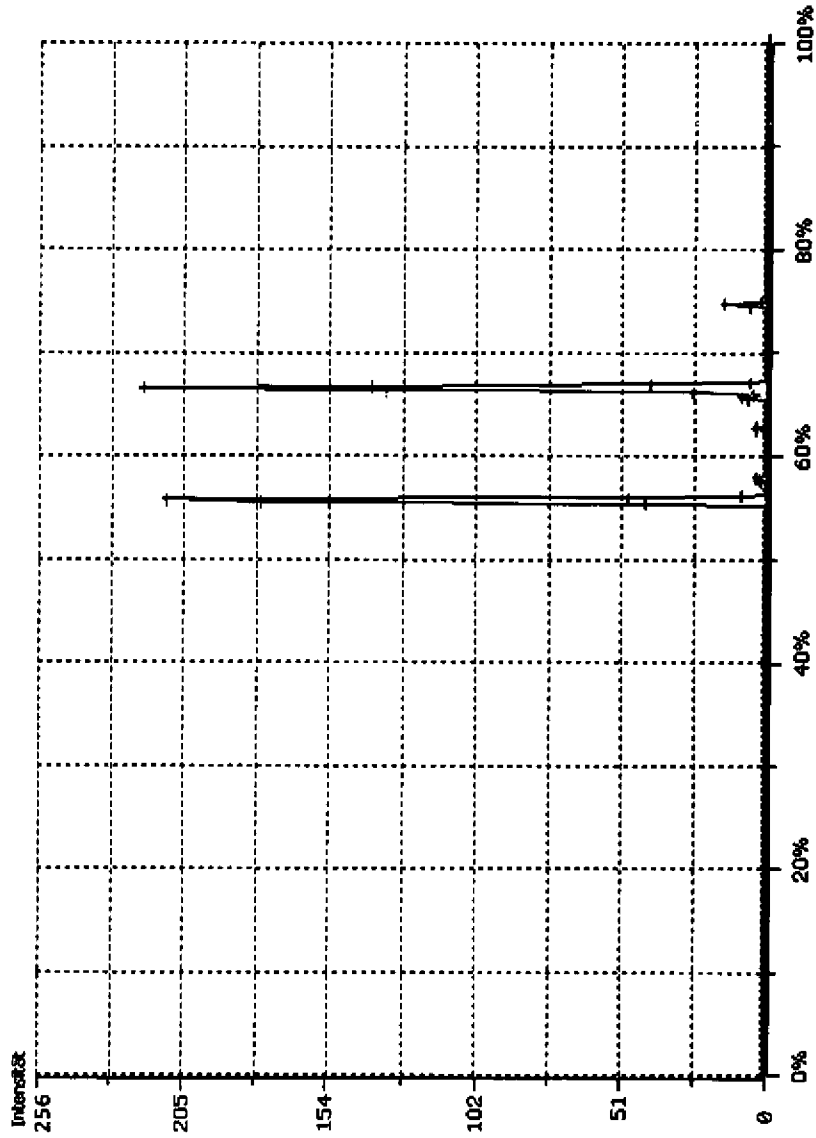


Fig. 1

2/2

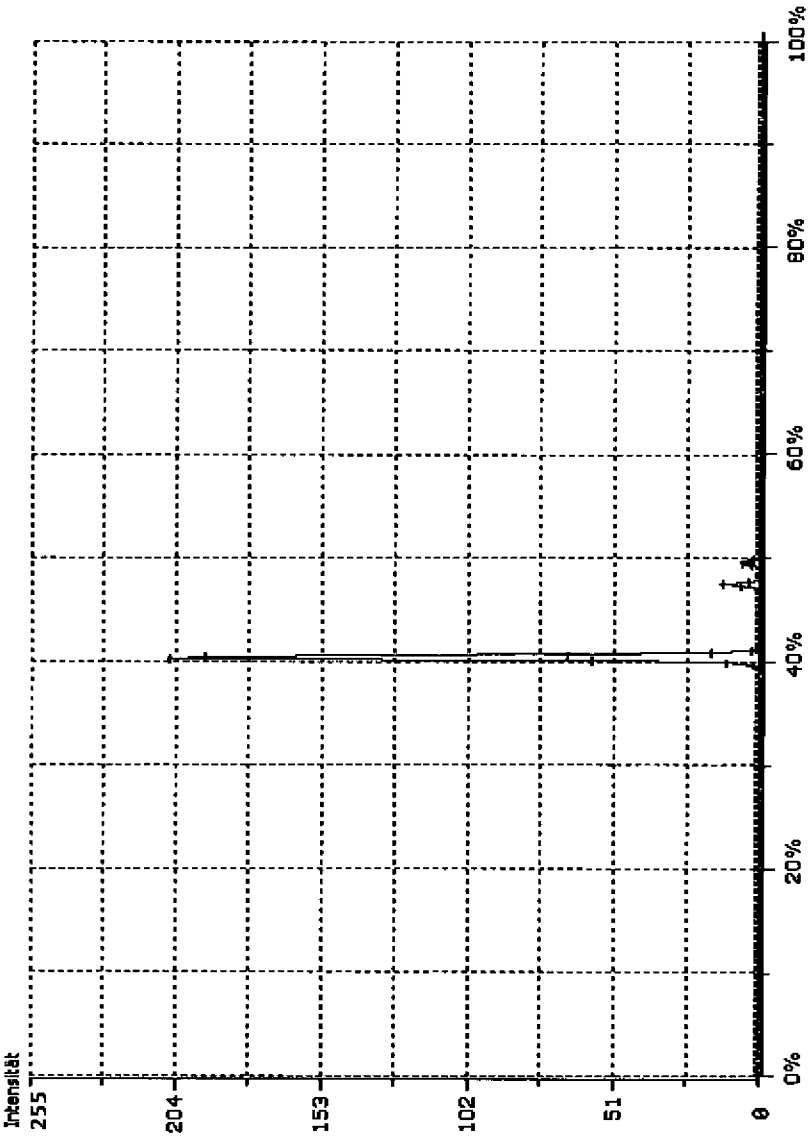


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2011/001692

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01B11/25
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)
G01B

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	EP 2 189 752 A1 (STICHTING DUTCH POLYMER INST [NL]) 26 May 2010 (2010-05-26) paragraphs [0003], [0012] - [0025], [0048] - [0052], [0061] abstract	1-18
X	WO 02/066924 A1 (TASSAKOS CHARALAMBOS [DE]) 29 August 2002 (2002-08-29) pages 1-3 pages 11-14 abstract; figures 1,2	1-18
X	DE 10 2004 025490 A1 (KAMMER HUBERT [DE]) 15 December 2005 (2005-12-15) the whole document	1-18
	----- -/--	



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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 March 2012

Date of mailing of the international search report

30/03/2012

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

Passier, Martinus

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2011/001692

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/055082 A1 (DURBIN DUANE [US] ET AL) 9 May 2002 (2002-05-09) abstract; claims 1-10; figures 1,10 -----	1-18
X	DE 10 2007 029440 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 8 January 2009 (2009-01-08) the whole document -----	5-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2011/001692

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see extra sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-4

Measurement system comprising a measurement object, the measurement object being configured to be transparent at least for a wavelength range of visible light.

2. Claims 5-18

Measurement system comprising a measurement object, wherein the measurement object is configured such that visible light is directly reflected and wherein a coating is applied onto a surface of the measurement object.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2011/001692

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 2189752	A1	26-05-2010	EP	2189752 A1		26-05-2010
			WO	2010057635 A1		27-05-2010

WO 02066924	A1	29-08-2002	DE	10108221 A1		12-09-2002
			WO	02066924 A1		29-08-2002

DE 102004025490	A1	15-12-2005	NONE			

US 2002055082	A1	09-05-2002	NONE			

DE 102007029440	A1	08-01-2009	DE	102007029440 A1		08-01-2009
			EP	2158446 A1		03-03-2010
			US	2011133102 A1		09-06-2011
			WO	2009000231 A1		31-12-2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01B11/25
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01B

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	EP 2 189 752 A1 (STICHTING DUTCH POLYMER INST [NL]) 26. Mai 2010 (2010-05-26) Absätze [0003], [0012] - [0025], [0048] - [0052], [0061] Zusammenfassung -----	1-18
X	WO 02/066924 A1 (TASSAKOS CHARALAMBOS [DE]) 29. August 2002 (2002-08-29) Seiten 1-3 Seiten 11-14 Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	1-18
X	DE 10 2004 025490 A1 (KAMMER HUBERT [DE]) 15. Dezember 2005 (2005-12-15) das ganze Dokument ----- -/-	1-18

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. März 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/03/2012

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

Passier, Martinus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/055082 A1 (DURBIN DUANE [US] ET AL) 9. Mai 2002 (2002-05-09) Zusammenfassung; Ansprüche 1-10; Abbildungen 1,10	1-18

X	DE 10 2007 029440 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 8. Januar 2009 (2009-01-08) das ganze Dokument	5-18

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☒ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☒ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN**PCT/ISA/ 210**

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-4

Messsystem mit Messobjekt, wobei das Messobjekt zumindest für einen Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts transparent ausgebildet ist.

2. Ansprüche: 5-18

Messsystem mit Messobjekt, wobei das Messobjekt derart ausgebildet ist, dass sichtbares Licht direkt reflektiert wird und, dass auf einer Oberfläche des Messobjekts eine Beschichtung aufgebracht ist.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2011/001692

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2189752 A1	26-05-2010	EP 2189752 A1	26-05-2010
		WO 2010057635 A1	27-05-2010
WO 02066924 A1	29-08-2002	DE 10108221 A1	12-09-2002
		WO 02066924 A1	29-08-2002
DE 102004025490 A1	15-12-2005	KEINE	
US 2002055082 A1	09-05-2002	KEINE	
DE 102007029440 A1	08-01-2009	DE 102007029440 A1	08-01-2009
		EP 2158446 A1	03-03-2010
		US 2011133102 A1	09-06-2011
		WO 2009000231 A1	31-12-2008