

(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  
30. Juni 2011 (30.06.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2011/076187 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
G01S 7/481 (2006.01) G01S 17/06 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2010/001507
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Dezember 2010 (22.12.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2009 060 442.1  
22. Dezember 2009 (22.12.2009) 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). OTTO, Tobias [DE/DE]; Selliner Strasse 5, 01109 Dresden (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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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: SENSOR AND METHOD FOR OPTICALLY MEASURING A DISTANCE, A POSITION, AND/OR A PROFILE

(54) Bezeichnung : SENSOR UND VERFAHREN ZUM OPTISCHEN MESSEN EINES ABSTANDS, EINER POSITION UND/ODER EINES PROFILS

(57) Abstract: The invention relates to an optical sensor for measuring a distance, a position, and/or a profile of a measured object, the measured object emitting electromagnetic radiation due to the temperature of the measured object, and the sensor having a light source for illuminating the surface of the measured object and a detector for detecting the illuminating light reflected at the measurement object, is characterized in regard to the measurability of the optical sensor with respect to bodies that emit electromagnetic radiation in that light generated by the light source has a wavelength below the maximum of the Planck radiation spectrum of the measured object. A corresponding method is specified.

(57) Zusammenfassung: Ein optischer Sensor zum Messen eines Abstands, einer Position und/oder eines Profils eines Messobjekts, wobei das Messobjekt aufgrund seiner Temperatur elektromagnetische Strahlung emittiert und wobei der Sensor eine Lichtquelle zum Beleuchten der Oberfläche des Messobjekts und einen Detektor zum Detektieren des an dem Messobjekt reflektierten Beleuchtungslichts aufweist, ist im Hinblick auf eine Messbarkeit auch gegen Körper, die elektromagnetische Strahlung emittieren, dadurch gekennzeichnet, dass das durch die Lichtquelle erzeugte Licht eine Wellenlänge unterhalb des Maximums des Planckschen Strahlungsspektrums des Messobjekts aufweist. Ein entsprechendes Verfahren ist angegeben.

WO 2011/076187 A1

## **SENSOR UND VERFAHREN ZUM OPTISCHEN MESSEN EINES ABSTANDS, EINER POSITION UND/ODER EINES PROFILS**

Die Erfindung betrifft einen Sensor zum optischen Messen eines Abstands, einer Position und/oder eines Profils eines Messobjekts, wobei das Messobjekt aufgrund seiner Temperatur elektromagnetische Strahlung emittiert und wobei der Sensor eine Lichtquelle zum Beleuchten der Oberfläche des Messobjekts und einen Detektor zum Detektieren des an dem Messobjekt reflektierten Beleuchtungslichts aufweist. Die Erfindung betrifft ferner ein entsprechendes Verfahren.

Optische Sensoren zum Messen eines Abstands, einer Position und/oder eines Profils eines Messobjekts sind aus der Praxis seit langem bekannt. Ein Lichtstrahl, meist ein Laserstrahl, wird als Beleuchtungslichtstrahl ausgesendet und an einem Messobjekt reflektiert. Das zu dem Sensor zurückreflektierte Teil der Beleuchtungslichtstrahl wird von einem Detektor gemessen. Die Messungen erlauben Rückschlüsse auf die Position und/oder den Abstand des Messobjekts relativ zum Sensor. Bei einer punktförmigen Beleuchtung des Messobjekts kann durch Bewegung des Sensors, Lenken des Lichtstrahls und/oder Bewegen des Messobjekts ein Profil des Messobjekts ermittelt werden. Bei nicht-punktförmigen (beispielsweise linien- oder gitterförmigen) Beleuchtungsmustern kann ein Profil auch ohne Bewegung bestimmt werden. Eine reine Profilmessung kann bei einigen optischen Sensortypen ohne Abstandsmessung erfolgen.

Sehr weite Verbreitung bei optischen Abstandssensoren finden Triangulationssensoren, bei denen die Lichtquelle, der auf dem Messobjekt beleuchtete Messpunkt und der Detektor ein Dreieck aufspannen. Aus der Kenntnis der Geometrie des Triangulationssensors und aus der Position des Lichtflecks auf dem Detektor kann auf die Entfernung des Messobjekts vom Sensor geschlossen werden.

Wesentlich für optische Messungen ist, dass eine ausreichende Intensität des durch den Sensor ausgesandten Lichts zu dem Detektor zurückreflektiert wird und dass das zurückreflektierte Licht auf dem Detektor einen ausreichend hellen Messfleck, -streifen oder -muster erzeugt.

Besonders problematisch sind optischen Messverfahren dann, wenn gegen selbstleuchtende Körper gemessen werden soll. Einer der wichtigsten Fälle von selbstleuchtenden Messobjekten sind heiße Gegenstände. Bei Temperaturen über 700°C emittieren Körper nicht unerhebliche elektromagnetische Strahlung im infraroten Bereich. Mit zunehmender Temperatur nimmt der Anteil der elektromagnetischen Strahlung im sichtbaren optischen Bereich zu. Wenn gegen derartige selbstleuchtende Körper gemessen werden soll, muss bei den bekannten optischen Sensoranordnungen die Beleuchtungslichtstärke erhöht oder auf andere Sensortechniken, wie kapazitive oder induktive Sensoren, ausgewichen werden. Nicht immer möchte oder kann man jedoch auf die Vorzüge optischer Sensoren verzichten. So verfügen optische Sensoren beispielsweise im Vergleich zu anderen berührungslos arbeitenden Sensoren relativ große Messabstände bei gleichzeitig guten Auflösungen. Ferner kann gegen sehr viele verschiedene leitende oder nicht-leitende Materialien zuverlässig gemessen werden. Die Erhöhung der Beleuchtungslichtstärke hat jedoch zum einen zur Folge, dass der Energieverbrauch des Sensors ansteigt, zum anderen ist bei Verwendung von Lasern als Lichtquellen das Einhalten Leistungsgrenzwerte gesetzlich vorgeschrieben, so dass die Leistung nicht beliebig erhöht werden kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein System und ein Verfahren zum optischen Messen eines Abstands, einer Position und/oder eines Profils der eingangs genannten Art derart auszugestalten und weiterzubilden, dass Messungen auch gegen Messobjekte, die elektromagnetische Strahlung emittieren, durchgeführt werden können.

Erfindungsgemäß wird die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Danach ist der in Rede stehende Sensor dadurch gekennzeichnet, dass das durch die Lichtquelle erzeugte Licht eine Wellenlänge unterhalb des Maximums des Planckschen Strahlungsspektrums des Messobjekts aufweist.

In verfahrensmäßiger Hinsicht ist die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 10 gelöst. Danach ist das in Rede stehende Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass das Messobjekt zur Durchführung der Messung mit einem Lichtstrahl mit kurzer Wellenlänge beleuchtet wird, wobei die Wellenlänge unterhalb des Maximums des Planckschen Strahlungsspektrums des Messobjekts gewählt wird.

In erfindungsgemäßer Weise ist zunächst erkannt worden, dass auf die Vorzüge des optischen Messens bei einer Messung gegen Messobjekte, die aufgrund ihrer Temperatur elektromagnetische Strahlung emittieren, nicht verzichtet werden muss. Vielmehr kann durch geeignete Wahl der Wellenlänge des durch die Lichtquelle des Sensors emittierten Lichtstrahls auch in derartigen Messsituationen eine optische Messung ermöglicht werden. Jeder heiße Körper emittiert aufgrund seiner Temperatur elektromagnetische Strahlung, deren Spektrum durch das Plancksche Strahlungsspektrum beschrieben werden kann. Das Plancksche Strahlungsspektrum beschreibt die spezifische Abstrahlung über der Wellenlänge der abgestrahlten elektromagnetischen Strahlung. Das Plancksche Strahlungsspektrum ist eine von der Temperatur des Körpers abhängige Kurvenschar, wobei sich das Maximum, das jedes Strahlungsspektrum aufweist, mit zunehmender Temperatur in Richtung kürzerer Wellenlängen verschiebt.

Erfindungsgemäß wird das Maximum des Planckschen Strahlungsspektrums bei der Wahl der Wellenlänge des Lichtstrahls, der durch die Lichtquelle des Sensors ausgesendet wird, genutzt. In den meisten Messsituationen ist bekannt, mit welchen Temperaturen der Messobjekte zu rechnen ist. Soll beispielsweise der Sensor in einer Gießerei zur Messung an Gussteilen verwendet werden, ist im Allgemeinen bekannt, wie heiß das Messobjekt jeweils ist. Daher lässt sich sehr häufig im Vorfeld bestimmen, bei welcher Wellenlänge das Maximum des Planckschen Strahlungsspektrums zu erwarten ist. Mit dem bekannten Maximum kann auch die erfindungsgemäße Dimensionierung der Wellenlänge derart durchgeführt werden, dass die Wellenlänge des durch die Lichtquelle erzeugten Lichts unterhalb des Maximums des Planckschen Strahlungsspektrums des Messobjekts liegt. Auf diese Weise ist ein geeignetes Mittel gegeben, mit dem der Einsatz des optischen Sensors bei Messungen gegen heiße Messobjekte sichergestellt ist.

Vorzugsweise wird der Abstand zwischen Wellenlänge und dem Maximum des Planckschen Strahlungsspektrums möglichst groß gewählt. Es bieten sich – je nach Temperatur des Messobjekts – mehrere 10 nm bis hin zu einigen 100 nm an. Bei sehr heißen Messobjekten mit Temperaturen jenseits von 1.000 K fällt das Plancksche Strahlungsspektrum nach dem Maximum zu kleineren Wellenlängen hin sehr stark ab. In diesem Fall kann der Abstand zwischen dem Maximum des Planckschen Strahlungsspektrums und der Wellenlänge mit mehreren 10 nm, bei-

spielsweise 50nm, gewählt werden. Bei niedrigeren Temperaturen, beispielsweise 700 K, ist das Plancksche Strahlungsspektrum relativ flach und die Kurve fällt nach dem Maximum zu kleineren Wellenlängen hin relativ gemächlich ab. In solchen Fällen empfiehlt sich die Wahl eines Abstands zwischen Wellenlänge des ausgesendeten Lichts und dem Maximum des Planckschen Strahlungsspektrums bis hin zu einigen 100 nm.

Vorzugsweise wird zur Dimensionierung des Abstands zwischen Wellenlänge des durch den Sensor ausgesendeten Lichts und des Maximums des Planckschen Strahlungsspektrums die Detektierbarkeit des zurückreflektierten Teils des Beleuchtungslichtstrahls berücksichtigt. In einem ersten Schritt kann die maximale Leistung des Lichts der Lichtquelle definiert werden. Diese maximale Strahlungsleistung ist im Allgemeinen bedingt durch die zur Verfügung stehende Energie, die mögliche Abwärme, die Strahlungsgrenzwerte in der jeweiligen Einsatzsituation, die Kosten der jeweiligen Lichtquelle und/oder weiteren Randbedingungen. Der Abstand zwischen der Wellenlänge des ausgesendeten Lichts und des Maximums des Planckschen Strahlungsspektrums wird vorzugsweise derart gewählt, dass der in dem Detektor des Sensors zurückreflektierte Anteil des Beleuchtungslichtstrahls noch ausreichend gut detektierbar ist. Im Allgemeinen ist hierzu notwendig, dass der an dem Messobjekt reflektierte Lichtstrahl auf dem Detektor einen Lichtfleck mit ausreichender Intensität zeichnet. Dabei sollte der Lichtfleck nicht zu groß sein und die Intensitätsverteilung auf dem Detektor derart ausgestaltet sein, dass eine Entscheidung für die Position des Lichtflecks auf dem Detektor mit ausreichender Sicherheit getroffen werden kann. Entsprechende Dimensionierungsverfahren sind dem Fachmann aus der Praxis hinlänglich bekannt. Statt der Erhöhung der Beleuchtungsleistung kann nunmehr jedoch die Wellenlänge des Beleuchtungslichtstrahls beeinflusst werden, um eine Detektierbarkeit zu verbessern.

Vorzugsweise wird die Wellenlänge des durch die Lichtquelle des Sensors ausgesendeten Lichtstrahls kleiner als 450 nm gewählt. Besonders bevorzugter Weise wird diese kleiner als oder gleich 432 nm gewählt. Es wird darauf hingewiesen, dass mit dieser Wellenlänge lediglich der wesentliche Anteil der durch die Lichtquelle erzeugten Strahlungsintensität gemeint ist. Die Lichtquelle kann – je nach Wahl der Lichtquelle - auch andere spektrale Anteile mit längeren Wellenlängen emittieren. Allerdings sollte das Maximum der Strahlungsintensität bei kleineren Wellenlängen

liegen, vorzugsweise bei Wellenlängen kleiner als 450 nm, besonders bevorzugter Weise kleiner als oder gleich 432 nm. Beispiele für besonders bevorzugte Wellenlängen sind 405 nm und 370 nm.

Zum Schutz des empfindlichen Detektors kann dem Detektor ein wellenlängenselektives Element vorgeschaltet sein. Dadurch kann die elektromagnetische Strahlung des Messobjekts bereits recht gut ausgeblendet werden. Das wellenlängenselektive Element lässt dabei im Wesentlichen nur die spektralen Anteile durch, in denen das Licht der Lichtquelle liegt. Dabei ist das wellenlängenselektive Element vorzugsweise schmalbandig ausgeführt, wodurch das im Allgemeinen ebenso sehr schmalbandig ausgeprägte Licht der Lichtquelle des Sensors besonders effektiv bei dem Detektor gemessen werden kann. Andere, nicht von der Lichtquelle herührende spektrale Anteile in dem zurückreflektierten Lichtstrahl führen daher nicht zu einer allgemeinen Anhebung der durch den Detektor gemessenen Strahlungsintensität. Dadurch kann die Gefahr der Sättigung des Detektors reduziert werden. Das wellenlängenselektive Element kann durch ein optisches Filter, ein dispersives Element oder andere, aus der Praxis bekannte Elemente gebildet sein.

Der Detektor kann dabei zeilen- oder matrixförmig aufgebaut sein. Der Detektor lässt sich in CMOS-Technik oder CCD(Charge Coupled Device)-Technik ausbilden. Der Detektor kann auch als positionsabhängige Fotodiode ausgestaltet sein.

In einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung arbeitet der Sensor nach dem Triangulationsprinzip. Der Abstand des Messobjekts von dem Sensor wird dabei über die Geometrie des Sensors bestimmt. Es wird ausgenutzt, dass die Lichtquelle, der auf dem Messobjekt beleuchtete Messfleck und der auf dem Detektor beleuchtete Punkt ein Dreieck bilden. Über dieses Dreieck wird der Abstand zwischen Sensor und dem beleuchteten Punkt auf der Oberfläche des Messobjekts berechnet.

In einer anderen bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung arbeitet der Sensor nach dem Lichtlaufprinzip. Hierbei wird die Zeit gemessen, die ein Lichtstrahl vom Sensor zum Messobjekt und zurück zum Detektor benötigt. Aus dem Stand der Technik bekannte Verfahren zur Laufzeitmessung nutzen das Pulslaufzeitenprinzip oder das Phasenshiftverfahren. Bei letzterem wird der Beleuchtungslichtstrahl moduliert.

Durch die Laufzeit des Lichtstrahls entsteht eine Phasenverschiebung zwischen Beleuchtungslichtstrahl und dem reflektierten Lichtstrahl. Aus der Phasenverschiebung kann auf die Laufzeit und damit auf die Entfernung geschlossen werden.

Die Lichtquelle wird vorzugsweise als Laser ausgebildet. Der Laser beleuchtet das Messobjekt punktförmig, linienförmig oder kreuzlinienförmig. Auch andere Beleuchtungsmuster sind denkbar. So können mehrere parallele oder mehrere gekreuzte Linien zur Beleuchtung genutzt werden. Der Laser kann durch eine Laserdiode, einen Festkörperlaser oder einen Gaslaser gebildet sein.

Alternativ könnte die Lichtquelle auch als LED (Light Emitting Diode) ausgebildet sein. Da Dioden zunehmend mit kürzeren Wellenlängen am Markt verfügbar sind, lassen sich auch diese bei dem erfindungsgemäßen Sensor einsetzen. Die Verwendbarkeit ist von dem jeweiligen Anwendungszweck abhängig.

Zusammenfassend werden nochmals einige Merkmale der Erfindung beispielhaft dargestellt. Die Erfindung bezieht sich auf den Einsatz einer Laserdiode mit einer kurzen Wellenlänge (bspw. 405 nm oder 432 nm) im deutlichen Abstand vom Wellenlängenmaximum eines mit über 700°C strahlenden heißen Objektes.

Das Verhältnis von spezifischer Ausstrahlung eines heißen Körpers und Bestrahlungsstärke einer Lichtquelle ist maßgebend für die Möglichkeit der Abstandsmessung gegen durch Erwärmung selbstleuchtende Oberflächen mit einem Sensor, welcher nach dem Triangulationsprinzip arbeitet. Die spezifische Abstrahlung bezeichnet den abgegebenen Strahlungsfluß/Fläche [ $\text{W}/\text{m}^2$ ], die Bestrahlungsstärke den auftreffenden Strahlungsfluß/Fläche [ $\text{W}/\text{m}^2$ ].

Entsprechend dem Planckschen Strahlungsspektrum ergibt sich, dass je größer der Abstand der Wellenlänge der Lichtquelle der Messeinheit zur maximalen Wellenlänge des selbstleuchtenden Objekts ist, desto niedriger kann die Bestrahlungsstärke sein, desto größer wird die Möglichkeit, den auf die selbstleuchtende Oberfläche projizierten Lichtpunkt von der selbstleuchtenden Oberfläche zu unterscheiden und somit letztlich Abstände gegen diese selbstleuchtende Oberfläche mit gleichzeitig lichtemittierenden und spektral selektiv lichtsammelnden Sensoren zu messen. Die Lichtquelle emittiert vorzugsweise im Wellenlängenbereich  $< 432 \text{ nm}$ .

Durch den Einsatz eines wellenlängenselektiven Elements (z.B. schmalbandiges optisches Filter) im Detektionskanal, bspw. eines Interferenzfilters, wird die Strahlungsselektion bewirkt, d.h. die restliche Strahlung vom breitbandig empfindlichen optoelektronischen Detektor ferngehalten.

Als Detektor kommen bei der Abstandsmessung nach dem Triangulationsverfahren (punktförmige Abstandsmessung oder Lichtschnittverfahren) üblicherweise CCD- oder CMOS-Zeilen oder -Matrizen in Frage. Es können für die punktförmige Abstandsmessung aber auch positionsempfindliche Fotodioden (PSD) zum Einsatz kommen. In anderen Fällen kann auch statt eines Detektors eine komplette Zeilen- oder Matrixkamera verwendet werden.

Als Lichtquellen können Laserdioden, Festkörper- oder Gaslaser sowie unter Umständen auch Leuchtdioden genutzt werden. Die Strahlform ist beliebig, vorzugsweise jedoch punktförmig oder linienförmig oder gekreuzte Linien.

Das Messsystem/der Sensor kann eingesetzt werden bei der Abstandsmessung, Positionsmessung, Profilmessung. Eine Anwendung an Objekten mit hoher Temperatur ist möglich.

Aufgrund der verwendeten Wellenlängen ist die Eindringtiefe des Lichtes in teiltransparente Objekte geringer und damit auch der daraus resultierende Messfehler.

Das hier beschriebene Messsystem arbeitet nach dem Triangulationsprinzip und wird zum Messen von Abständen gegen aufgrund Ihrer Temperatur selbst Strahlung emittierende Körper eingesetzt. Das Messsystem ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Lichtquelle (z.B. Laserdiode) mit einer Emmissionswellenlänge eingesetzt wird, welche entsprechend dem Planckschen Strahlungsspektrum nicht im Maximum sondern möglichst weit entfernt vom Maximum des selbststrahlenden Körpers liegt.

Selektion dieser Wellenlänge/Unterdrückung von sich unterscheidenden Wellenlängen im Empfangsstrahlengang durch optische Filter, bzw. dispersive Elemente mit entsprechenden Blenden.

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.

## A n s p r ü c h e

1. Sensor zum optischen Messen eines Abstands, einer Position und/oder eines Profils eines Messobjekts, wobei das Messobjekt aufgrund seiner Temperatur elektromagnetische Strahlung emittiert und wobei der Sensor eine Lichtquelle zum Beleuchten der Oberfläche des Messobjekts und einen Detektor zum Detektieren des an dem Messobjekt reflektierten Beleuchtungslichts aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das durch die Lichtquelle erzeugte Licht eine Wellenlänge unterhalb des Maximums des Planckschen Strahlungsspektrums des Messobjekts aufweist.
2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenlänge einen möglichst großen Abstand, vorzugsweise mehrere 10 nm, von dem Maximum des Planckschen Strahlungsspektrums aufweist.
3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der spektrale Abstand zwischen der Wellenlänge des durch die Lichtquelle ausgesendeten Lichtstrahls und des Wellenlängenmaximums des Messobjekts derart groß gewählt ist, dass bei gegebener maximaler Leistung des Lichts der Lichtquelle eine ausreichende Signalstärke am Detektor erreicht wird.
4. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der durch die Lichtquelle ausgesendete Lichtstrahl ein Wellenlängenbereich kleiner als 450 nm aufweist, besonders bevorzugter Weise kleiner als oder gleich 432 nm.
5. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass dem Detektor ein wellenlängenselektives Element vorgeschaltet ist, wobei das wellenlängenselektive Element im Wesentlichen nur die spektralen Anteile durchlässt, in denen das Licht der Lichtquelle liegt, wobei das wellenlängenselektive Element vorzugsweise durch ein optisches Filter bzw. ein dispersives Element gebildet ist.
6. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor zeilen- oder matrixförmig aufgebaut ist, wobei der Detektor in CCD- oder CMOS-Technik oder als positionsabhängige Fotodiode ausgebildet sein kann.

7. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor als Triangulationssensor ausgebildet ist.
8. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor nach dem Lichtlaufprinzip arbeitet.
9. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle durch ein Laser gebildet ist, mittels dem das Messobjekt vorzugsweise punktförmig, linienförmig oder kreuzlinienförmig beleuchtbar ist, wobei der Laser vorzugsweise durch eine Laserdiode, einen Festkörper- oder einen Gaslaser gebildet ist.
10. Verfahren zum optischen Messen eines Abstand, eines Position und/oder eines Profils eines Messobjekts, wobei das Messobjekt aufgrund seiner Temperatur elektromagnetische Strahlung emittiert, insbesondere unter Verwendung eines Sensors nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Messobjekt zur Durchführung der Messung mit einem Lichtstrahl mit kurzer Wellenlänge beleuchtet wird, wobei die Wellenlänge unterhalb des Maximums des Planckschen Strahlungsspektrums des Messobjekts gewählt wird.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2010/001507

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G01S7/481 G01S17/06  
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)  
G01S  
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2008/068791 A1 (ENEA ENTE NUOVE TEC [IT]; FORNETTI GIORGIO [IT]; BARTOLINI LUCIANO [IT] 12 June 2008 (2008-06-12) the whole document	1-10
X	US 2002/149694 A1 (SEO SHUZO [JP]) 17 October 2002 (2002-10-17) abstract; figures 1-4,7-9 paragraphs [0002] - [0007] paragraphs [0026] - [0046]	1-10
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search  22 March 2011	Date of mailing of the international search report  01/06/2011
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  Zaneboni, Thomas

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2010/001507

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT: "Performance and Results Annual Report 2007", , vol. Annual Report 2007 (Auszug) 2007, XP002629371, Retrieved from the Internet: URL:www.ilt.fraunhofer.de/eng/ilt/pdf/eng/ JB2007-eng.pdf [retrieved on 2011-03-21] Document consists of pages 1,3,5,121-122,141,158 page 122</p>	1-4,7,9, 10
A	<p>----- AKASAKI I ET AL: "Shortest wavelength semiconductor laser diode", ELECTRONICS LETTERS, vol. 32, no. 12, 6 June 1996 (1996-06-06), pages 1105-1106, XP006005254, IEE STEVENAGE, GB ISSN: 0013-5194, DOI: 10.1049/EL:19960743 the whole document -----</p>	1-10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2010/001507

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2008068791 A1	12-06-2008	EP 2097715 A1	09-09-2009
US 2002149694 A1	17-10-2002	JP 4530571 B2	25-08-2010
		JP 2002315022 A	25-10-2002

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. G01S7/481 G01S17/06  
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 G01S

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2008/068791 A1 (ENEA ENTE NUOVE TEC [IT]; FORNETTI GIORGIO [IT]; BARTOLINI LUCIANO [IT] 12. Juni 2008 (2008-06-12) das ganze Dokument	1-10
X	US 2002/149694 A1 (SEO SHUZO [JP]) 17. Oktober 2002 (2002-10-17) Zusammenfassung; Abbildungen 1-4,7-9 Absätze [0002] - [0007] Absätze [0026] - [0046]	1-10
	----- -/--	

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

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" 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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
22. März 2011	01/06/2011

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  Zaneboni, Thomas
--	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT:  "Performance and Results Annual Report  2007",  Bd. Annual Report 2007 (Auszug)  2007, XP002629371,  Gefunden im Internet:  URL:www.ilt.fraunhofer.de/eng/ilt/pdf/eng/  JB2007-eng.pdf  [gefunden am 2011-03-21]  Document consists of pages  1,3,5,121-122,141,158  Seite 122</p>	1-4,7,9, 10
A	<p>AKASAKI I ET AL: "Shortest wavelength  semiconductor laser diode",  ELECTRONICS LETTERS,  Bd. 32, Nr. 12, 6. Juni 1996 (1996-06-06),  Seiten 1105-1106, XP006005254,  IEE STEVENAGE, GB  ISSN: 0013-5194, DOI: 10.1049/EL:19960743  das ganze Dokument</p>	1-10

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2010/001507

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2008068791 A1	12-06-2008	EP 2097715 A1	09-09-2009
US 2002149694 A1	17-10-2002	JP 4530571 B2	25-08-2010
		JP 2002315022 A	25-10-2002