

(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
9. September 2016 (09.09.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/139257 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01J 5/08 (2006.01) *G01J 5/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/054445
- (22) Internationales Anmeldedatum:
2. März 2016 (02.03.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 203 633.2 2. März 2015 (02.03.2015) DE
- (71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder: WILLSCH, Michael; Am Lindenberg 2, 07745
Jena (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,

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

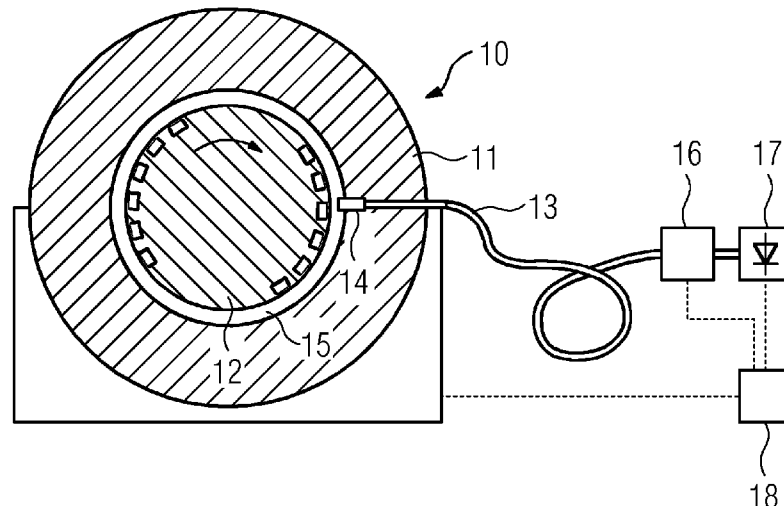
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,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

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: PYROMETRIC TEMPERATURE SENSOR AND METHOD FOR PYROMETRIC DETECTION

(54) Bezeichnung : PYROMETRISCHER TEMPERATURSENSOR UND VERFAHREN ZUR PYROMETRISCHEN
DETEKTION



(57) Abstract: The invention relates to a pyrometric temperature sensor for determining a temperature of an object below 500 °C, comprising a near-infrared photodetector for receiving the heat radiation emitted by the object, a shutter device for the controlled interrupting of the receiving of the radiation at a frequency of at least 1 kHz, a control electronic system designed for the strengthening of the electrical signal with a factor of at least 10^{11} V/A, and the determining of the temperature from the difference between a dark signal in the event of radiation redirection interrupted by the shutter device and a light signal in the event of an open shutter device.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/139257 A1



Pyrometrischer Temperatursensor zur Ermittlung einer unterhalb von 500 °C liegenden Temperatur eines Objekts, umfassend: - einen Nahinfrarot-Fotodetektor zur Aufnahme der vom Objekt emittierten Wärmestrahlung, - eine Shuttereinrichtung zum gesteuerten Unterbrechen der Aufnahme der Strahlung mit einer Frequenz von wenigstens 1 kHz, - eine Steuerelektronik, ausgestaltet zur - Verstärkung des elektrischen Signals mit einem Faktor von wenigstens 10^{11} V/A und - Ermittlung der Temperatur aus der Differenz zwischen einem Dunkelsignal bei durch die Shuttereinrichtung unterbrochener Weiterleitung der Strahlung und einem Hellsignal bei geöffneter Shuttereinrichtung.

Beschreibung

Pyrometrischer Temperatursensor und Verfahren zur
pyrometrischen Detektion

5

Die Erfindung betrifft einen pyrometrischen Temperatursensor hoher Bandbreite zur Ermittlung einer unterhalb von 500 °C liegenden Temperatur eines Objekts sowie ein entsprechendes Messverfahren.

10

Um eine hohe Verfügbarkeit aller Art von Maschinen wie Generatoren und Motoren sicherzustellen, halten mehr und mehr Überwachungs-Systeme und damit Sensoren darin Einzug. Große Kraftwerksgeneratoren und Antriebe werden mit spezifischer Sensorik ausgerüstet, um sich anbahnende Schäden früh zu erkennen. Eine besondere Herausforderung stellt dabei die Messung von Temperaturen und mechanischen Deformationen an den Läufern elektrischer Maschinen dar. Die Zugangsbedingungen und starke elektromagnetische Störungen verhindern oder erschweren den Einsatz elektronischer Sensoren. Für die berührungslose Messung von Temperaturen an drehenden Maschinen werden daher pyrometrische Sensoren eingesetzt, die die vom zu messenden Objekt emittierte Wärmestrahlung als Maß für die Temperatur detektieren. Bei Temperaturbereichen oberhalb 500°C werden dazu optische Fotoempfänger aus Silizium oder InGaAs-Fotodioden eingesetzt.

Zunehmend ist die Temperaturverteilung an Maschinen wie Motoren, Generatoren oder Kompressoren und Dampfturbinen von Interesse, bei denen Betriebstemperaturen zwischen Raumtemperatur und 500°C herrschen. Da bei hohen Temperaturen, beispielsweise 1000 °C, eine erhebliche Leistung als Wärmestrahlung emittiert wird, ist bei solchen Temperaturen eine Auswertung mit hoher Bandbreite, beispielsweise 100 kHz – also eine Messung alle 10 µs, gut möglich. Die emittierte Wärmestrahlung ist proportional zur absoluten Temperatur T^4 . Daher wird bei einer Temperatur von 80 °C gerade noch 0,6 % der Strahlungsleistung emittiert, die bei 1000 °C anfällt. Der

Einfluss von Strahlung anderer Quellen und sonstiger Störsignale wird entsprechend größer. Pyroelektrische Detektoren, die in diesem Bereich messen können, sind daher auf langsame Messungen mit Bandbreiten unterhalb von 1 kHz begrenzt.

5

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten pyrometrischen Temperatursensor sowie ein Messverfahren anzugeben, der eine Messung von Temperaturen von unterhalb 500 °C mit einer hohen Bandbreite von mehr als 1 kHz erlaubt.

10

Diese Aufgabe wird durch einen pyrometrischen Sensor mit den Merkmalen von Anspruch 1 sowie ein Messverfahren mit den Merkmalen von Anspruch 10 gelöst.

15

Der erfindungsgemäße pyrometrische Temperatursensor ist zur Ermittlung einer unterhalb von 500 °C liegenden Temperatur eines Objekts ausgestaltet und umfasst einen Nahinfrarot-Fotodetektor zur Aufnahme der vom Objekt emittierten Wärmestrahlung, eine Shuttereinrichtung zum gesteuerten Unterbrechen der Aufnahme der Strahlung mit einer Frequenz von wenigstens 1 kHz und eine Steuerelektronik.

20

Die Steuerelektronik ist ausgestaltet zur Verstärkung des Strom-Signals des Nahinfrarot-Fotodetektors mit einem Faktor von wenigstens 10^{11} V/A und zur Ermittlung der Temperatur aus der Differenz zwischen einem Dunkelsignal bei durch die Shuttereinrichtung unterbrochener Weiterleitung der Strahlung und einem Hellsignal bei geöffneter Shuttereinrichtung.

25

30

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur pyrometrischen Detektion einer unterhalb von 500 °C liegenden Temperatur eines Objekts wird Strahlung des Objekts in einen Nahinfrarot-Fotodetektor geleitet und in ein elektrisches Signal mittels des Fotodetektors gewandelt. Weiterhin wird die Leitung der

35

Strahlung periodisch unterbrochen durch eine Shuttereinrichtung mit einer Frequenz von wenigstens 1 kHz. Das elektrische Signal wird mit einem Faktor von wenigstens 10^{11} V/A verstärkt und die Temperatur wird aus der Differenz zwischen einem Dun-

kelsignal bei durch die Shuttereinrichtung unterbrochener Weiterleitung und einem Hellsignal bei geöffneter Shuttereinrichtung ermittelt.

5 Für die Erfindung wurde erkannt, dass eine pyrometrische Messung auch tiefer Temperaturen von weniger als 500 °C, insbesondere weniger als 200 °C, mit hoher Geschwindigkeit ermöglicht wird, indem ein Nahinfrarotsensor mit einer sehr hohen elektrischen Verstärkung seines Ausgangssignals gekoppelt
10 wird und den damit auch verstärkten erheblichen Störsignalen mit einer Shuttereinrichtung, d.h. einem Verschluss, begegnet wird. Damit stehen stets Messwerte mit und ohne die eigentlich auszumessende Wärmestrahlung zur Verfügung und aus einem Vergleich zwischen einem Dunkelsignal und Hellsignal kann die
15 Wärmestrahlung ermittelt werden.

Damit ist ein pyrometrischer Sensor geschaffen, der bei den oben genannten vergleichsweise geringen Temperaturen, mit einer Geschwindigkeit von wenigstens 1000 Messungen pro Se-
20 kunde messen kann.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Einrichtung gehen aus den von Anspruch 1 abhängigen Ansprüchen hervor. Dabei kann die Ausführungsform nach Anspruch 1 mit den
25 Merkmalen eines der Unteransprüche oder vorzugsweise auch mit denen aus mehreren Unteransprüchen kombiniert werden. Demgemäß können für den Stromwandler noch zusätzlich folgende Merkmale vorgesehen werden:

- 30 - Der Nahinfrarot-Fotodetektor kann eine Fotodiode sein, insbesondere eine InGaAs-Fotodiode. Diese liefert einen elektrischen Strom als Ausgangssignal.
- Zum Transport der Strahlung vom zu vermessenden Objekt zum
35 Nahinfrarot-Fotodetektor kann ein Lichtwellenleiter vorhanden sein. Damit können elektronische Komponenten vom Ort der Messung ferngehalten werden, was in stark elektromagne-

tisch gestörten Umgebungen eine Verbesserung der Signalqualität bewirkt.

- Der Sensor kann einen Sensorkopf mit Linse, ausgestaltet zur Einleitung eines Teils der Strahlung in den Lichtwellenleiter umfassen.
- Der Lichtwellenleiter kann als Linsenendoskop ausgestaltet sein. Alternativ kann der Lichtwellenleiter ein faserbasierter Lichtwellenleiter, insbesondere mit einem Kernquerschnitt von wenigstens 0,5 mm, insbesondere wenigstens 1 mm oder 2 mm, sein.
- Die Shuttereinrichtung kann eine elektronische Shuttereinrichtung sein.
- Die Shuttereinrichtung kann ausgestaltet sein zum gesteuerten Unterbrechen der Aufnahme der Strahlung mit einer Frequenz von wenigstens 10 kHz, insbesondere wenigstens 50 kHz oder 100 kHz.
- Die verwendete Verstärkung kann auch wenigstens 10^{12} V/A betragen. Die Verstärkung kann beispielsweise durch einen Transimpedanzverstärker bewirkt werden.
- Der Sensor kann eine Einrichtung zur Erzeugung eines Triggersignals aus einer Drehung im Objekt umfassen. Das Triggersignal gibt dabei den Ablauf einer Drehung oder Teildrehung an, beispielsweise eine vollständige Läuferumdrehung in einem Generator oder das Vorbeistreichen einer von mehreren Turbinenschaufeln. Vorteilhaft kann anhand des Triggersignals eine Zuordnung der Signale des Nahinfrarot-Fotodetektors zu wenigstens einer Winkelstellung der Maschine vorgenommen werden und Signale des Nahinfrarot-Fotodetektors für die wenigstens eine Winkelstellung über mehrere Drehungen der Maschine gemittelt werden. Damit wird ein höheres Signal-Rausch-Verhältnis erreicht.

Ein bevorzugtes, jedoch keinesfalls einschränkendes Ausführungsbeispiel für die Erfindung wird nunmehr anhand der Figuren der Zeichnung näher erläutert. Dabei sind die Merkmale schematisiert dargestellt. Es zeigt

5

Figur 1 einen Generator mit einem pyrometrischen Temperatursensor.

Figur 1 zeigt stark schematisiert einen Schnitt durch einen Generator 10 gemäß einem Ausführungsbeispiel für die Erfindung. Der Generator 10 umfasst einen außenliegenden Ständer 11 und einen innenliegenden Läufer 12. Zwischen Ständer 11 und Läufer 12 verbleibt ein Luftspalt 15.

Figur 1 zeigt weiterhin einen pyrometrischen Temperatursensor. Dieser ist entweder fest in dem Generator 10 verbaut oder zur Inspektion momentan in diesen eingeschoben, beispielsweise über einen Kühlschlitz. Der pyrometrische Temperatursensor umfasst an seiner im Bereich des Luftspaltes 15 liegenden Spitze 14 einen Sensorkopf. Der Sensorkopf umfasst eine Linse zur Fokussierung eintreffender Strahlung auf einen Lichtwellenleiter 13, der im Sensorkopf ein offenes Ende aufweist. Lichtwellenleiter 13 und die Linse sind dabei im Sensorkopf zueinander fixiert angeordnet, beispielsweise durch eine Hülse, die beide Element umschließt. Dabei kann die Linse so ausgerichtet sein, dass die Richtung, aus der Strahlung in den Lichtwellenleiter 13 aufgenommen wird, von der radialen Richtung im Generator abweicht. Zusätzlich können dafür auch andere optische Elemente wie beispielsweise Prismen vorgesehen sein.

Der Lichtwellenleiter 13 ist in diesem Ausführungsbeispiel eine flexible Faser mit einem Kern aus Quarzglas mit einem Durchmesser von 1,5 mm. In anderen Ausführungen kann auch ein Lichtwellenleiter 13 mit einem Kerndurchmesser von beispielsweise 1 mm oder 2 mm verwendet werden.

Der Lichtwellenleiter 13 schließt abseits des Generators an eine Shuttereinrichtung 16 an. Die Shuttereinrichtung 16 ist ausgestaltet, den Lichttransport im Lichtwellenleiter 13 gesteuert zu unterbinden oder die Strahlung abzulenken und die Strahlung passieren zu lassen. Die Shuttereinrichtung 16 kann dabei in einer Unterbrechung des Lichtwellenleiters 13 angeordnet sein und beispielsweise eine mechanisch zuschaltbare Abschattung umfassen. Der Shuttereinrichtung 16 kann auch als elektronischer Shutter realisiert sein. Alternativ ist es auch möglich, dass die Eigenschaften des Lichtwellenleiters 13 ohne eine Unterbrechung von außen beeinflusst werden, um eine Shutterwirkung zu erzielen.

Nach einer weiteren Teilstrecke des Lichtwellenleiters 13 oder direkt auf die Shuttereinrichtung 16 folgend trifft die Strahlung auf eine InGaAs-Fotodiode 17. Dort löst eintreffende Strahlung ein elektrisches Signal aus, das einer Steuerelektronik 18 zugeführt wird. Die Steuerelektronik 18 umfasst einen Verstärker, der das von der InGaAs-Fotodiode 17 kommende Signal um einen sehr hohen Verstärkungsfaktor wie beispielsweise 10^{12} V/A verstärkt. Da dabei Störsignale wie der Dunkelstrom und sogar die Erwärmung der InGaAs-Fotodiode 17 durch die eintreffende Strahlung ebenfalls mitverstärkt werden und das Signal der Wärmestrahlung des Objekts überlagern, betreibt die Steuerelektronik 18 die Shuttereinrichtung periodisch, indem die Shuttereinrichtung die Strahlung nur für eine kurze Messdauer passieren lässt. Um eine Bandbreite von beispielsweise 100 kHz für die Messung zu ermöglichen, muss die Shuttereinrichtung daher in der Lage sein, im Bereich einzelner μ s oder sogar unterhalb von μ s zu öffnen und zu schließen.

Das Messsignal wird dann in der Steuerelektronik 18 aus einem Wert oder mehreren Werten bei geschlossener Shuttereinrichtung 16 und einem oder mehreren Werten bei geöffnetem Shutter gebildet. Das Messsignal ist ein zeitlich hochaufgelöstes Maß für die Temperatur der Oberfläche des Objekts, hier des Läufers 12 im Generator 10, wobei die Temperatur kleiner als

500 °C ist. Herkömmliche pyrometrische Sensoren können bei solch niedrigen Temperaturen nur mit sehr langen Integrierzeiten, beispielsweise von einer Sekunde arbeiten.

5 Eine Verbesserung des Messsignals lässt sich dadurch erreichen, dass die periodische Drehbewegung des Generators 10 genutzt wird. Das Signal der InGaAs-Fotodiode 17 wird dadurch periodisch wiederholt entsprechend der Drehgeschwindigkeit des Generators 10. Um diese zu nutzen, ist es möglich, die
10 Eigenschaften des periodischen Signals in der Steuerelektronik 18 auszuwerten, um die Periodizität anhand des Signalmusters ohne äußere Hilfe zu erkennen. Dazu ist es aber nötig, dass die Temperatur der beobachteten Oberfläche während der Drehbewegung ausreichend schwankend ist, um überhaupt ein
15 Muster zu bilden.

Alternativ kann auch ein Signalgeber verwendet werden, beispielsweise ein induktiver Näherungsschalter im Sensorkopf. Dieser registriert beispielsweise das Vorbeistreichen einer
20 Turbinenschaufel. Mit dem Vorwissen über die Anzahl der vorhandenen Turbinenschaufeln kann die Steuerelektronik 18 jederzeit die Drehgeschwindigkeit ermitteln.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass eine bereits
25 vorhandene Geschwindigkeitsinformation in der Steuerelektronik 18 mitgenutzt wird. Beispielsweise kann die Steuerung des Generators 10 bereits eine Sensorik oder anderweitig erzeugte Information zur Drehgeschwindigkeit haben, die der Steuerelektronik 18 mitgeteilt wird. Im vorliegenden Ausführungs-
30 beispiel ist die Steuerelektronik 18 mit dem Generator 10 verbunden, um eine Information über die Drehgeschwindigkeit übermittelt zu bekommen.

Ist die Drehgeschwindigkeit bekannt, kann das Signal der
35 InGaAs-Fotodiode 17 in Bruchstücke zerlegt werden, die jeweils einer Drehung entsprechen. Damit stehen für jeden Ort der Oberfläche des Läufers 12, für den Messungen gemacht werden, Signale aus einer Mehrzahl von Drehungen zur Verfügung,

die gemittelt werden können, um einen verbesserten Signalwert für den jeweiligen Ort zu erhalten. Eine Verbesserung des Signals ist auch dadurch zu erreichen, dass die betrachtete Oberfläche, beispielsweise die äußere Läuferoberfläche des
5 Generators 10, mit einer matten Farbe mit hohem Emissionsgrad versehen wird.

Patentansprüche

1. Pyrometrischer Temperatursensor zur Ermittlung einer unterhalb von 500 °C liegenden Temperatur eines Objekts (12),
5 umfassend:

- einen Nahinfrarot-Fotodetektor (17) zur Aufnahme der vom Objekt (12) emittierten Wärmestrahlung,
- eine Shuttereinrichtung (16) zum gesteuerten Unterbrechen der Aufnahme der Strahlung mit einer Frequenz von wenigstens 1 kHz,
- 10 - eine Steuerelektronik (18),
ausgestaltet zur
- Verstärkung des elektrischen Strom-Signals des Nahinfrarot-Fotodetektors (17) mit einem Faktor von wenigstens 10^{11} V/A
- 15 und
- Ermittlung der Temperatur aus der Differenz zwischen einem Dunkelsignal bei durch die Shuttereinrichtung (16) unterbrochener Weiterleitung der Strahlung und einem Hellsignal bei geöffneter Shuttereinrichtung (16).

2. Pyrometrischer Temperatursensor nach Anspruch 1 mit einer Fotodiode (17), insbesondere einer InGaAs-Fotodiode (17) als Nahinfrarot-Fotodetektor (17).

25 3. Pyrometrischer Temperatursensor nach Anspruch 1 oder 2 mit einem Lichtwellenleiter (13).

4. Pyrometrischer Temperatursensor nach Anspruch 3 mit einem Sensorkopf (14) mit Linse, ausgestaltet zur Einleitung eines
30 Teils der Strahlung in den Lichtwellenleiter (13).

5. Pyrometrischer Temperatursensor nach Anspruch 3, bei dem der Lichtwellenleiter (13) als Linsenendoskop ausgestaltet ist.

35 6. Pyrometrischer Temperatursensor nach Anspruch 3 oder 4 mit einem faserbasierten Lichtwellenleiter (13), insbesondere mit einem Kernquerschnitt von wenigstens 0,5 mm.

7. Pyrometrischer Temperatursensor nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer elektronischen Shuttereinrichtung (16).

5

8. Pyrometrischer Temperatursensor nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Shuttereinrichtung ausgestaltet ist zum gesteuerten Unterbrechen der Aufnahme der Strahlung mit einer Frequenz von wenigstens 10 kHz.

10

9. Pyrometrischer Temperatursensor nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer Einrichtung zur Erzeugung eines Triggersignals aus einer Drehung im Objekt, wobei das Triggersignal den Ablauf einer Drehung angibt.

15

10. Verfahren zur pyrometrischen Detektion einer unterhalb von 500 °C liegenden Temperatur eines Objekts (12) mit den Schritten:

20

- Leiten von Strahlung des Objekts (12) in einen Nahinfrarot-Fotodetektor (17) und Wandlung in ein elektrisches Signal mittels des Fotodetektors (17),

- periodisches Unterbrechen der Leitung der Strahlung durch eine Shuttereinrichtung (16) mit einer Frequenz von wenigstens 1 kHz,

25

- Verstärkung des elektrischen Strom-Signals des Nahinfrarot-Fotodetektors (17) mit einem Faktor von wenigstens 10^{11} V/A,

- Ermittlung der Temperatur aus der Differenz zwischen einem Dunkelsignal bei durch die Shuttereinrichtung (16) unterbrochener Weiterleitung und einem Hellsignal bei geöffneter

30

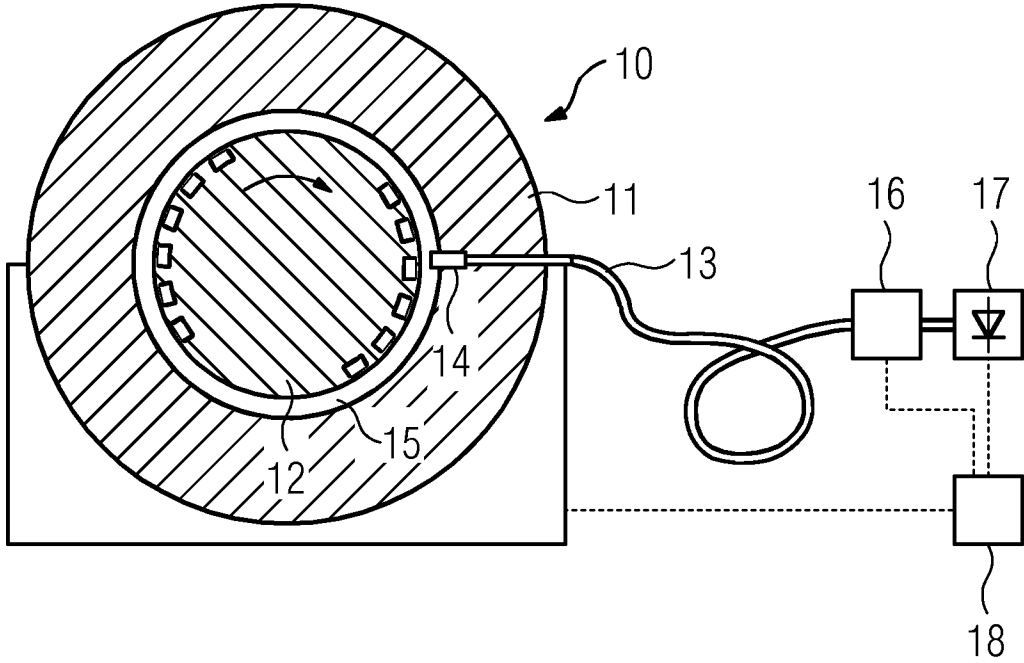
11. Verfahren gemäß Anspruch 10, bei dem

- an einer drehenden Maschine (10) gemessen wird,
- ein Triggersignal aufgenommen wird, das den Ablauf einer

35

- anhand des Triggersignals eine Zuordnung der Signale des Nahinfrarot-Fotodetektors (17) zu wenigstens einer Winkelstellung der Maschine (10) vorgenommen wird,

- Signale des Nahinfrarot-Fotodetektors (17) für die wenigstens eine Winkelstellung über mehrere Drehungen der Maschine (10) gemittelt werden.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/054445

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01J5/08 G01J5/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01J G02B

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

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

EPO-Internal, 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	YOON H W ET AL: "SSE and Noise-Optimized InGaAs Radiation Thermometer", INTERNATIONAL JOURNAL OF THERMOPHYSICS ; JOURNAL OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES AND THERMOPHYSICS AND ITS APPLICATIONS, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS-CONSULTANTS BUREAU, NE, vol. 28, no. 6, 6 November 2007 (2007-11-06), pages 2076-2086, XP019552086, ISSN: 1572-9567, DOI: 10.1007/S10765-007-0309-5	1,2,7,8, 10
Y	figure 1 page 2083 table 5 ----- -/-	3-6,9,11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 May 2016

Date of mailing of the international search report

06/06/2016

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

Parise, Berengere

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/054445

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 99/54692 A2 (ADVANCED FUEL RES INC [US]) 28 October 1999 (1999-10-28) figure 4 page 8 -----	3-6,9
Y	US 2013/235391 A1 (BALEINE ERWAN [US] ET AL) 12 September 2013 (2013-09-12) figures 2, 4 paragraphs [0011], [0026] -----	9,11
Y	US 3 855 864 A (DOUGLAS J) 24 December 1974 (1974-12-24) abstract column 3 -----	9,11
A	US 5 258 619 A (DUVALL III ROBERT L [US]) 2 November 1993 (1993-11-02) the whole document -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/054445

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9954692	A2	28-10-1999	US 6364524 B1 WO 9954692 A2	02-04-2002 28-10-1999

US 2013235391	A1	12-09-2013	NONE	

US 3855864	A	24-12-1974	DE 2334294 A1 FR 2192302 A1 GB 1411285 A IT 998209 B JP S4968779 A JP S5651573 B2 US 3855864 A	24-01-1974 08-02-1974 22-10-1975 20-01-1976 03-07-1974 07-12-1981 24-12-1974

US 5258619	A	02-11-1993	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01J5/08 G01J5/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01J G02B

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	YOON H W ET AL: "SSE and Noise-Optimized InGaAs Radiation Thermometer", INTERNATIONAL JOURNAL OF THERMOPHYSICS ; JOURNAL OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES AND THERMOPHYSICS AND ITS APPLICATIONS, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS-CONSULTANTS BUREAU, NE, Bd. 28, Nr. 6, 6. November 2007 (2007-11-06), Seiten 2076-2086, XP019552086, ISSN: 1572-9567, DOI: 10.1007/S10765-007-0309-5	1,2,7,8, 10
Y	Abbildung 1 Seite 2083 Tabelle 5 ----- -/-	3-6,9,11



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. Mai 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/06/2016

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

Parise, Berengere

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 99/54692 A2 (ADVANCED FUEL RES INC [US]) 28. Oktober 1999 (1999-10-28) Abbildung 4 Seite 8	3-6,9
Y	----- US 2013/235391 A1 (BALEINE ERWAN [US] ET AL) 12. September 2013 (2013-09-12) Abbildungen 2, 4 Absätze [0011], [0026]	9,11
Y	----- US 3 855 864 A (DOUGLAS J) 24. Dezember 1974 (1974-12-24) Zusammenfassung Spalte 3	9,11
A	----- US 5 258 619 A (DUVALL III ROBERT L [US]) 2. November 1993 (1993-11-02) das ganze Dokument -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/054445

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
WO 9954692	A2	28-10-1999	US 6364524 B1 WO 9954692 A2	02-04-2002 28-10-1999

US 2013235391	A1	12-09-2013	KEINE	

US 3855864	A	24-12-1974	DE 2334294 A1 FR 2192302 A1 GB 1411285 A IT 998209 B JP S4968779 A JP S5651573 B2 US 3855864 A	24-01-1974 08-02-1974 22-10-1975 20-01-1976 03-07-1974 07-12-1981 24-12-1974

US 5258619	A	02-11-1993	KEINE	
