

(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  
25. Juni 2015 (25.06.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2015/090891 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
G01N 21/3577 (2014.01) G01N 21/552 (2014.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2014/075791
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
27. November 2014 (27.11.2014)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2013 114 244.3  
17. Dezember 2013 (17.12.2013) DE
- (71) **Anmelder:** PYREOS LTD. [GB/GB]; West Mains Road, Edinburgh EH9 3JF (GB). SPECTROLYTIC GMBH [DE/DE]; Bergstraße 14, 92533 Wernberg-Köblitz (DE).
- (72) **Erfinder:** GIEBELER, Carsten; 12 Orchard Court, Edinburgh EH32 0PE (GB). WIESENT, Benjamin Reinhard; Bergstraße 14, 92533 Wernberg-Köblitz (DE).
- (74) **Anwalt:** FISCHER, Ernst; Pateris Patentanwälte, Partnerschaft, Altheimer Eck 13, 80331 München (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** ATR INFRARED SPECTROMETER

(54) **Bezeichnung:** ATR-INFRAROTSPEKTROMETER

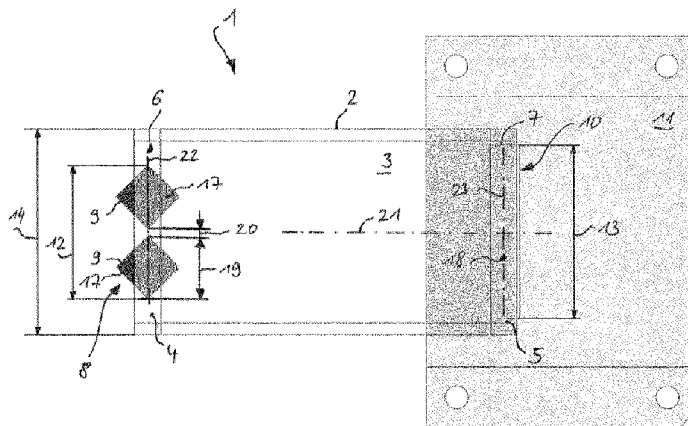


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to an ATR infrared spectrometer (1) for analyzing the chemical composition of a sample, having an elongated ATR crystal (2), an infrared light emitter line (8) arranged on an ATR crystal (2) inlet surface (4) which is arranged at one longitudinal end of the ATR crystal (2), and an infrared light detector line (10) arranged at the other longitudinal end of the ATR crystal (2). Infrared light emitted from the infrared light emitter line (8) directly enters the ATR crystal (2) via the inlet surface (4) and is guided in the ATR crystal (2) to the infrared light detector line (10) while undergoing total internal reflection and interacting with the sample, which is arranged between the infrared light emitter line (8) and the infrared light detector line (10) adjacently to the ATR crystal (2). The total extension (13) of all the infrared light-detecting regions (18) of the infrared light detector line (10) with respect to the direction perpendicular to the longitudinal axis (21) of the ATR crystal corresponds maximally to the width (14) of the ATR crystal (2) and is greater than the total extension (12) of all the infrared light-emitting regions (17) of the infrared light emitter line (8).

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2015/090891 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Ein ATR-Infrarotspektrometer (1) zur Analyse der chemischen Zusammensetzung einer Probe weist einen langgestreckten ATR-Kristall (2) und eine unmittelbar an einer am einen Längsende des ATR-Kristalls (2) angeordneten Eintrittsfläche (4) des ATR-Kristalls (2) angeordneten Infrarotlichtemitterzeile (8) sowie eine am anderen Längsende des ATR-Kristalls (2) angeordneten Infrarotlichtdetektorzeile (10) auf, wobei Infrarotlicht, das von der Infrarotlichtemitterzeile (8) emittiert ist, unmittelbar in den ATR-Kristall (2) via die Eintrittsfläche (4) eintritt und in dem ATR-Kristall (2) zur Infrarotlichtdetektorzeile (10) unter Totalreflektion und in Wechselwirkung mit der Probe, die zwischen der Infrarotlichtemitterzeile (8) und der Infrarotlichtdetektorzeile (10) benachbart zum ATR-Kristall (2) angeordnet ist, geführt ist, wobei die Gesamterstreckung (13) aller Infrarotlicht detektierenden Bereiche (18) der Infrarotlichtdetektorzeile (10) bezogen auf die Richtung senkrecht zur Längsachse (21) des ATR-Kristalls maximal der Breite (14) des ATR-Kristalls (2) entspricht und größer ist als die Gesamterstreckung (12) aller Infrarotlicht emittierenden Bereiche (17) der Infrarotlichtemitterzeile (8).

## ATR-Infrarotspektrometer

Die Erfindung betrifft ein ATR-Infrarotspektrometer.

5 Ein ATR-Infrarotspektrometer ist zur Analyse der chemischen Zusammensetzung einer Probe bekannt. Das ATR-Infrarotspektrometer (ATR: Attenuated Total Reflection (englisch) heißt: abgeschwächte Totalreflexion) weist einen langgestreckten ATR-Kristall als ein Lichtwellenleiter auf, in  
10 dem Infrarotlicht in Totalreflexion geführt wird, wobei etwa zehn Mehrfachreflexionen auftreten. An den Totalreflexionen bilden sich hinter der reflektierenden Grenzfläche des ATR-Kristalls evaneszente Wellen aus, die mit einer Probe wechselwirken, die nahe der Grenzfläche etwa auf einer  
15 Probenbühne angeordnet ist. Das Material des ATR-Kristalls ist beispielsweise Zinksulfid oder Zinkselenid.

An dem einen Längsende des ATR-Kristalls ist eine Infrarotlichtquelle angeordnet, mit der das Infrarotlicht in  
20 dem ATR-Kristall einkuppelbar ist. An dem dem einen Längsende abgewandt angeordneten anderen Längsende ist ein Infrarotlichtsensor mit einem linear variablen Wellenlängenfilter angeordnet, mit dem das Spektrum des aus dem ATR-Kristall ausgekuppelten Infrarotlichts detektierbar ist.  
25 Das Zinksulfid oder das Zinkselenid für den ATR-Kristall wird für Wellenlängen des Infrarotlichts zwischen 5,5  $\mu\text{m}$  und 11,0  $\mu\text{m}$  verwendet, wobei der linear variable Wellenlängenfilter auf diesen Wellenlängenbereich abgestimmt ist, um mit dem Infrarotlichtsensor die entsprechende spektrale Auflösung  
30 bereitzustellen. Der Infrarotlichtsensor ist beispielsweise ein lineares Array aus einer Mehrzahl an pyroelektrischen Infrarotlichtpixel. Um eine gute Ausleuchtung des ATR-Kristalls zu erzielen, ist es bekannt, dass die Infrarotlichtquelle eine Längserstreckung hat, die mindestens so groß ist wie die  
35 Längserstreckung des linearen Infrarotlichtsensorarrays ist. Alternativ ist es bekannt mit einer kolimierenden Linse zwischen der Infrarotlichtquelle und dem ATR-Kristall das einfallende Infrarotlicht so zu bündeln, dass das lineare

Infrarotlichtsensorarray gut ausgeleuchtet ist. Dadurch wird zwar erreicht, dass die spektrale Auflösung des ATR-Infrarotspektrometers hoch ist, jedoch ist nachteilig das Signal-Rausch-Verhältnis über den betreffenden Wellenlängenbereich von 5,5  $\mu\text{m}$  bis 11.0  $\mu\text{m}$  stark unterschiedlich.

In Figur 4 ist ein Diagramm gezeigt, das den Verlauf des Signal-Rausch-Verhältnisses des ATR-Infrarotspektrometers entlang des Infrarotlichtsensorarrays zeigt. Die mit den Bezugszeichen 16 bezeichnete Ordinate gibt das Signal-Rausch-Verhältnis an, das über der Abszisse 15 aufgetragen ist, auf der die Positionen der einzelnen Infrarotlichtpixel des Infrarotlichtsensorarrays nummeriert angezeigt sind. Auf das Infrarotlichtpixel mit der Positionsnummer 1 trifft Infrarotlicht mit der Wellenlänge von 5,5  $\mu\text{m}$  und auf das Infrarotlichtpixel mit der Positionsnummer 130 trifft Infrarotlicht mit der Wellenlänge von 11.0  $\mu\text{m}$ . Auf die Infrarotlichtpixel mit den Positionsnummern zwischen 1 und 130 trifft Infrarotlicht mit der Wellenlänge zwischen 5,5  $\mu\text{m}$  und 11.0  $\mu\text{m}$ , wobei die Wellenlänge vom Infrarotlichtpixel mit der Positionsnummer 1 bis zum Infrarotlichtpixel mit der Positionsnummer 130 linear ansteigt. Wie es aus Figur 4 ersichtlich ist, ist das Signal-Rausch-Verhältnis der ersten 20 Pixel vorteilhaft hoch. Ebenfalls noch recht hoch ist das Signal-Rausch-Verhältnis bei den Infrarotlichtpixel mit der Positionsnummer zwischen 100 und 120. Besonders niedrig ist das Signal-Rausch-Verhältnis der Infrarotlichtpixel mit den Positionsnummern zwischen 25 und 60. Diese ungleiche Verteilung des Signal-Rausch-Verhältnisses über die Infrarotlichtpixel und somit über den mit dem ATR-Infrarotspektrometer gemessenen Wellenlängenbereich ist von großem Nachteil, insbesondere dann, wenn für eine hohe Genauigkeit der Analyse der chemischen Zusammensetzung der Probe ein möglichst gleichbleibendes Signal-Rausch-Verhältnis über dem gesamten Wellenlängenmessbereich erforderlich ist.

Aufgabe der Erfindung ist es ein ATR-Infrarotspektrometer zu schaffen, mit dem eine hohe Messgenauigkeit über dem gesamten Wellenlängenmessbereich erzielbar ist.

- 5 Die Aufgabe wird gelöst mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Bevorzugte Ausgestaltungen dazu sind in den weiteren Patentansprüchen angegeben.

Das erfindungsgemäße ATR-Infrarotspektrometer zur Analyse der  
10 chemischen Zusammensetzung einer Probe weist einen langgestreckten ATR-Kristall und einen unmittelbar an einer am einen Längsende des ATR-Kristalls angeordneten Eintrittsfläche des ATR-Kristalls angeordneten Infrarotlichtemitterzeile sowie  
15 Infrarotlichtdetektorzeile auf, wobei Infrarotlicht, das von der Infrarotlichtemitterzeile emittiert ist, unmittelbar in den ATR-Kristall via die Eintrittsfläche eintritt und in dem ATR-Kristall zur Infrarotlichtdetektorzeile unter Totalreflexion und in Wechselwirkung mit der Probe, die zwischen der  
20 Infrarotlichtemitterzeile und der Infrarotlichtdetektorzeile benachbart zum ATR-Kristall angeordnet ist, geführt ist, wobei die Gesamterstreckung aller Infrarotlicht detektierenden Bereiche der Infrarotlichtdetektorzeile bezogen auf die Richtung senkrecht zur Längsachse des ATR-Kristalls maximal der  
25 Breite des ATR-Kristalls entspricht und größer ist als die Gesamterstreckung aller Infrarotlicht emittierenden Bereiche der Infrarotlichtemitterzeile.

Bevorzugt ist es, dass die Längsachsen der  
30 Infrarotlichtemitterzeile und der Infrarotlichtdetektorzeile jeweils senkrecht zur Längsachse des ATR-Kristalls sind. Die Infrarotlichtemitterzeile ist bevorzugt mit ihrer Gesamterstreckung aller Infrarotlicht emittierenden Bereiche bezogen auf die Richtung senkrecht zur Längsachse des ATR-  
35 Kristalls innerhalb der Gesamterstreckung aller Infrarotlicht detektierenden Bereiche der Infrarotlichtdetektorzeile angeordnet, die mit ihrer Gesamterstreckung aller Infrarotlicht detektierenden Bereiche bezogen auf die Richtung senkrecht zur

Längsachse des ATR-Kristalls innerhalb der Breitenerstreckung des ATR-Kristalls angeordnet ist. Ferner entspricht bevorzugtermaßen die Gesamterstreckung aller Infrarotlicht emittierenden Bereiche der Infrarotlichtemitterzeile zwischen  
5 15 und 95 % der Gesamterstreckung aller Infrarotlicht detektierenden Bereiche der Infrarotlichtdetektorzeile bezogen auf die Richtung senkrecht zur Längsachse des ATR-Kristalls.

Bevorzugtermaßen weist die Infrarotlichtemitterzeile in Reihe  
10 entlang der Längsachse der Infrarotlichtemitterzeile angeordnete Infrarotlichtpixel auf. Die Infrarotlichtpixel weisen bevorzugt jeweils einen der Infrarotlicht emittierenden Bereiche auf, die in Richtung senkrecht zur Längsachse des ATR-Kristalls unmittelbar aneinanderliegen. Alternativ ist es  
15 bevorzugt, dass die Infrarotlichtpixel jeweils einen der Infrarotlicht emittierenden Bereiche aufweisen, wobei die Anzahl der Infrarotlichtpixel und die Gesamterstreckung ihrer Infrarotlicht emittierenden Bereiche in Richtung senkrecht zur Längsachse des ATR-Kristalls derart aufeinander abgestimmt  
20 sind, dass die Abdeckung der Infrarotlicht emittierenden Bereiche der Infrarotlichtpixel mindestens 25 % der Gesamterstreckung aller Infrarotlicht emittierenden Bereiche der Infrarotlichtemitterzeile entspricht.

Es ist bevorzugt, dass die Infrarotlicht emittierenden Bereiche der Infrarotlichtpixel jeweils rechteckig sind. Eine der Diagonalen der Infrarotlicht emittierenden Bereiche der Infrarotlichtpixel ist bevorzugtermaßen senkrecht zur Längsachse des ATR-Kristalls. Alternativ bevorzugt ist es, dass  
30 eine der Seitenkanten der Infrarotlicht emittierenden Bereiche der Infrarotlichtpixel senkrecht zur Längsachse des ATR-Kristalls ist.

Die Infrarotlichtdetektorzeile weist bevorzugtermaßen einen  
35 linear variablen Wellenlängenfilter auf, dessen Lichtdurchlässigkeit senkrecht zur Längsachse des ATR-Kristalls variiert. Bevorzugt ist es, dass ATR-Kristall Zinksulfid oder Zinkselenid aufweist und der Spektralbereich des

Wellenlängenfilters von 5,5  $\mu\text{m}$  bis 11,0  $\mu\text{m}$  ist. Das ATR-Infrarotspektrometer ist mit Infrarotlicht aller Wellenlängen betreibbar, für die der ATR-Kristall transparent ist. Der Spektralbereich des Wellenlängenfilters umfasst den  
5 Wellenlängenbereich, für den der ATR-Kristall transparent ist, oder Ausschnitte davon.

Ferner weist bevorzugtermaßen die Infrarotlichtdetektorzeile eine Mehrzahl von pyroelektrischen Infrarotlichtsensorpixel  
10 auf. Es ist bevorzugt, dass die pyroelektrischen Infrarotlichtsensorpixel zum Detektieren von Infrarotlicht eine Dünnschicht aus Bleizirkonattitanat aufweisen. Die Dünnschicht ist bevorzugtermaßen dünner als die Wellenlänge des zu detektierenden Infrarotlichts.

15  
Dadurch, dass erfindungsgemäß die Gesamterstreckung aller Infrarotlicht detektierenden Bereiche der Infrarotlichtdetektorzeile bezogen auf die Richtung senkrecht zur Längsachse des ATR-Kristalls maximal der Breite des ATR-  
20 Kristalls entspricht und größer als die Gesamterstreckung aller Infrarotlicht emittierenden Bereiche der Infrarotlichtemitterzeile ist, ist das Signal-Rausch-Verhältnis des erfindungsgemäßen ATR-Infrarotspektrometers über den gesamten Bereich der Wellenlängen des von der  
25 Infrarotlichtdetektorzeile detektierbaren Spektrums gleichmäßig hoch. Etwa Einbrüche beim Signal-Rausch-Verhältnis des ATR-Infrarotspektrometers, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind, treten erfindungsgemäß nicht auf. Das Signal-Rausch-Verhältnis des erfindungsgemäßen ATR-  
30 Infrarotspektrometers ist über seinen gesamten Wellenlängenbereich gleichmäßig hoch, so dass eine hohe Messgenauigkeit erzielt ist.

Durch die erfindungsgemäße Dimensionierung der  
35 Gesamterstreckungen aller Infrarotlicht emittierenden und detektierenden Bereiche ist der Lichtkegel des Infrarotlichts, der via die Eintrittsfläche in den ATR-Kristall eintritt derart, dass die Vergleichmäßigung des Signal-Rausch-

Verhältnisses des ATR-Infrarotspektrometers bei hohem Niveau erzielt ist. Die Gesamterstreckung aller Infrarotlicht emittierenden Bereiche kann zwischen zwei 250  $\mu\text{m}$  und 1000  $\mu\text{m}$  liegen, wobei beispielsweise zehn der Infrarotlichtpixel für die Infrarotlichtemitterzeile vorgesehen sind. Ferner kann beispielsweise die Gesamterstreckung aller Infrarotlicht emittierenden Bereiche von 1000  $\mu\text{m}$  bis 3000  $\mu\text{m}$  liegen, wobei die Infrarotlichtemitterzeile zwei der Infrarotlichtpixel aufweist.

10

Der Erfindung liegt die Beobachtung zugrunde, dass, wenn das zu detektierende Infrarotlicht leicht schräg auf die Infrarotlichtdetektorzeile fällt, zusätzliche Interferenzeffekte in der Dünnschicht auftreten. Es wurde empirisch ermittelt, dass diese Interferenzeffekte die erfindungsgemäß erreichte Vergleichmäßigung des Signal-Rausch-Verhältnisses bewirken. Diese Interferenzeffekte sind erfindungsgemäß dadurch zu erreichen, dass die Gesamterstreckung aller Infrarotlicht detektierenden Bereiche der Infrarotlichtdetektorzeile maximal der Breite des ATR-Kristalls entspricht und größer ist als die Gesamterstreckung aller Infrarotlicht emittierenden Bereiche der Infrarotlichtemitterzeile. Bei einem ATR-Infrarotspektrometer, bei dem die erfindungsgemäße Dimensionierung der Infrarotlicht emittierenden und detektierenden Bereiche nicht vorgesehen ist, treten die Interferenzeffekte in der Dünnschicht nicht auf, so dass dieses ATR-Infrarotspektrometer eine stark ungleiche Verteilung des Signal-Rausch-Verhältnisses über die Wellenlänge hat.

30

Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen ATR-Infrarotspektrometers anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

35

Figur 1 eine Draufsicht der ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform,



Figur 2 eine Draufsicht der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform,

Figur 3 ein Diagramm über den Verlauf des Signal-Rausch-  
5 Verhältnisses über das Wellenlängenspektrum des erfindungsgemäßen ATR-Infrarotspektrometers und

Figur 4 ein Diagramm über den Verlauf des Signal-Rausch-  
Verhältnisses eines herkömmlichen ATR-Infrarotspektrometers.  
10

Wie es aus Figuren 1 und 2 ersichtlich ist, weist ein erfindungsgemäßes ATR-Infrarotspektrometer 1 einen langgestreckten ATR-Kristall 2 auf, der eine Längsachse 21 hat. In der Draufsicht hat der ATR-Kristall 2 eine rechteckige  
15 Grundfläche, wobei eine der beiden, insbesondere die obere, rechteckige Oberfläche eine Probenbühne 3 ist. Auf der Probenbühne 3 ist eine Probe anzuordnen, deren chemische Zusammensetzung mit dem ATR-Infrarotspektrometer 1 analysiert werden kann. An einer der Stirnseiten des ATR-Kristalls ist  
20 eine erste Eintrittsfläche 4 und an der der einen Stirnseite abgewandt angeordneten anderen Stirnseite ist eine Austrittsfläche 5 des ATR-Kristalls 2 vorgesehen, wobei durch die Eintrittsfläche 4 Infrarotlicht in den ATR-Kristall 2 eintritt und Infrarotlicht aus der Austrittsfläche 5 aus dem  
25 ATR-Kristall 2 austritt. Zur Eintrittsfläche 4 benachbart ist am ATR-Kristall 2 eine erste Reflexionsfläche 6 und an der Austrittsfläche 5 eine zweite Reflexionsfläche 7 vorgesehen, wobei die Reflexionsflächen 6, 7 so angeordnet sind, dass Infrarotlicht, das via die Eintrittsfläche 4 in den ATR-  
30 Kristall 2 eintritt, im ATR-Kristall 2 mehrfach totalreflektiert wird und dann via die Austrittsfläche 5 aus dem ATR-Kristall 2 austritt. Die Eintrittsfläche 4 und die Austrittsfläche 5 sind parallel zur Probenbühne 3 angeordnet, wohingegen die Reflexionsflächen 6, 7 zur Probenfläche 3  
35 geneigt angeordnet sind.

Unmittelbar benachbart zur Eintrittsfläche 4 ist eine Infrarotlichtemitterzeile 8 angeordnet, die vom

Infrarotlichtpixel 9 gebildet ist. Die in Figur 1 gezeigte Ausführungsform weist zwei Infrarotlichtpixel 9 und die in Figur 2 gezeigte Ausführungsform weist drei Infrarotlichtpixel 9 auf. Die Infrarotlichtpixel sind eingerichtet Infrarotlicht zu emittieren, dessen Wellenlängenbereich den Bereich zwischen 5,5  $\mu\text{m}$  bis 11,0  $\mu\text{m}$  aufweist. Der ATR-Kristall 2 ist aus Zinksulfid oder Zinkselenid. Das von dem Infrarotlichtpixel 9 emittierte Infrarotlicht wird via die Eintrittsfläche 5 in den ATR-Kristall 2 eingekuppelt, an der ersten Reflexionsfläche 6 totalreflektiert und dann in dem ATR-Kristall 2 durch eine Mehrzahl an Totalreflexionen an der Probenbühne 3 und der der Probenbühne 3 abgewandt angeordneten Oberfläche des ATR-Kristalls 2 zur zweiten Reflexionsfläche 7 geführt, an der das Infrarotlicht zur Austrittsfläche 5 hin reflektiert wird und dort aus dem ATR-Kristall 2 ausgekoppelt wird. Das von den Infrarotlichtpixel 9 emittierte Infrarotlicht trifft unmittelbar auf die Eintrittsfläche 4, da an den Infrarotlichtpixel 9 weder etwa ein Hohlspiegel noch eine Kollimatorlinse zur Fokussierung des Infrarotlichts vorgesehen ist. Die Infrarotlichtemitterzeile 8 hat eine Längsachse 22, die senkrecht zur Längsachse 21 des ATR-Kristalls 2 verläuft.

Der Infrarotlichtemitterzeile 8 abgewandt und unmittelbar an der Austrittsfläche 5 unmittelbar angeordnet ist am ATR-Kristall 2 eine Infrarotlichtdetektorzeile 10 vorgesehen. Die Infrarotlichtdetektorzeile 10 hat eine Längsachse 23, die parallel zur Längsachse 22 der Infrarotlichtemitterzeile 8 und senkrecht zur Längsachse 21 des ATR-Kristalls 2 ist. Die Infrarotlichtdetektorzeile 10 ist von einer Mehrzahl von pyroelektrischen Infrarotlichtsensorpixel gebildet, die jeweils eine Dünnschicht aus Bleizirkonattitanat aufweisen. Zwischen der Infrarotlichtdetektorzeile 10 und der Austrittsfläche 5 ist ein linear variabler Wellenlängenfilter angeordnet, dessen Spektralbereich von 5,5  $\mu\text{m}$  bis 11,0  $\mu\text{m}$  ist. Somit trifft auf das eine Infrarotlichtsensorpixel, das unmittelbar benachbart zum einen Ende des linear variablen Wellenlängenfilters angeordnet ist, dessen Lichtdurchgang bei 5,5  $\mu\text{m}$  liegt, lediglich Infrarotlicht mit gerade dieser Wellenlänge. Analog

trifft auf das hierzu abgewandt angeordnete Infrarotlichtsensorpixel lediglich Infrarotlicht mit der Wellenlänge von 11,0  $\mu\text{m}$ . Zwischen diesen beiden äußeren Infrarotlichtsensorpixel trifft Infrarotlicht mit einer Wellenlänge zwischen 5,5  $\mu\text{m}$  und 11,0  $\mu\text{m}$ , wobei der Spektrumsverlauf des Wellenlängenfilters linear ist. Die Infrarotlichtdetektorzeile 10 weist 130 Infrarotlichtsensorpixel auf, wobei das eine äußere Infrarotlichtpixel mit der Positionsnummer 1 an dem Ende des Wellenlängenfilters liegt, an dem Infrarotlicht von 5,5  $\mu\text{m}$  passiert, und das andere äußere Infrarotsensorpixel mit der Nummer 130 am anderen des Wellenlängenfilters liegt, an dem Infrarotlicht mit der Wellenlänge von 11,0  $\mu\text{m}$  passiert.

An der Infrarotlichtdetektorzeile 10 ist eine Auswertepattform 11 des ATR-Infrarotspektrometers 2 vorgesehen, mit der zur Spektralanalyse einer Probe, die auf der Probenbühne 3 angeordnet ist, mit einer entsprechenden Elektronik auswertbar ist.

Die Dünnschichten der Infrarotsensorpixel aus dem Bleizirkonattitanat sind dünner als die Wellenlänge desjenigen Infrarotlichts, das auf sie trifft, das heißt vom linear variablen Wellenlängenfilter zu ihnen durchgelassen wurde. Bei den gezeigten Ausführungsformen ist die Dicke der Dünnschichten aus dem Bleizirkonattitanat kleiner als die kleinste Wellenlänge desjenigen Infrarotlichts gewählt, das den Wellenlängenfilter passiert. Das heißt, bei den gezeigten Ausführungsformen sind die Dünnschichten der Infrarotlichtsensorpixel dünner als 5,5  $\mu\text{m}$  ausgeführt.

Gemäß den in Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsformen haben die Infrarotlichtpixel 9 jeweils eine rechteckige Emissionsfläche 17, wobei die Emissionsflächen 17 der Infrarotlichtpixel 9 gleich groß ausgebildet sind. Die Infrarotlichtpixel 9 sind entlang der Längsachse 22 der Infrarotlichtemitterzeile 8 angeordnet, wobei die Mittelpunkte

der rechteckigen Emissionsflächen auf der Längsachse 22 der Infrarotlichtemitterzeile 8 liegen.

Die in Figur 1 gezeigte Ausführungsform weist die zwei  
5 Infrarotlichtpixel 9 auf, wobei jeweils eine Diagonale der Emissionsflächen 17 der Infrarotlichtpixel 9 auf der Längsachse 22 der Infrarotlichtemitterzeile 8 liegt. Dadurch wird von der Länge der Diagonale die Breite 19 der Infrarotlichtemission der Emissionsfläche 17 für jedes Infrarotlichtpixel 9 definiert.  
10 Bei der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform kreuzen die Diagonalen der Emissionsflächen 17 der drei Infrarotlichtpixel 9 die Längsachse 22 der Infrarotlichtemitterzeile 8 im Winkel von  $45^\circ$ , so dass die Breiten 19 der Infrarotlichtemission der Emissionsflächen 17 jeweils durch die Seitenlänge der  
15 Emissionsflächen 19 definiert ist. Zwischen den Infrarotlichtpixel 9 sind bei der Ausführungsform in Figur 1 und bei der Ausführung in Figur 2 jeweils ein Abstand 20 vorgesehen. Die Gesamtlänge 12 der Infrarotlichtemission der Emissionsflächen 17 der Infrarotlichtpixel 9 der  
20 Infrarotlichtemitterzeile 8 ist von den beiden Extremerstreckungen der Infrarotlichtpixel 9 der Infrarotlichtemitterzeile 8 definiert, wobei innerhalb der Gesamtlänge 12 der Infrarotlichtemission der Abstand 20 der Infrarotlichtpixel 9 gemäß Figur 1 und die Abstände 20 der  
25 Infrarotlichtpixel 9 gemäß Figur 2 angeordnet sind.

Die Infrarotlichtdetektorzeile 10 hat eine Detektionsfläche 18, die entlang der Längsachse 23 der Infrarotlichtdetektorzeile 10 sich erstreckt und entlang der die Infrarotsensorpixel zum  
30 Detektieren von Infrarotlicht angeordnet sind. Die Erstreckung der Emissionsfläche 17 entlang der Längsachse 23 der Infrarotlichtdetektionszeile 10 ergibt die Gesamtlänge 13 der Infrarotlichtdetektion, wobei die Gesamtlänge der Infrarotlichtemission 12 kleiner ist als die Gesamtlänge 13 der  
35 Infrarotlichtdetektion. Ferner überdeckt der ATR-Kristall 2 mit seiner Breite 14 die Gesamtlänge 13 der Infrarotlichtdetektion und somit die Gesamtlänge 12 der Infrarotlichtemission. Die Reihe an den Emissionsflächen 17 und die Reihe an den

Detektionsflächen 18 sind jeweils symmetrisch zur Längsachse 21 des ATR-Kristalls 2 angeordnet.

Die Seitenlängen der Emissionsflächen 17 gemäß den

5 Ausführungsformen in Figuren 1 und 2 betragen 2 mm, wobei der Abstand 20 zwischen den Infrarotlichtpixel 9 bei der Ausführungsform gemäß Figur 1 11,03 mm und die Abstände 20 bei der Ausführungsform gemäß Figur 2 12,30 mm betragen.

10 In Figur 3 und 4 sind jeweils Diagramme gezeigt, die das Signal-Rausch-Verhältnis 16 entlang der Infrarotlichtdetektorzeile 10 zeigen, wobei an der Abszisse 15 die Positionen der Infrarotlichtsensorpixel in der Infrarotlichtdetektorzeile 10 mit Positionsnummern von 1 bis  
15 130 angegeben sind. Auf das Infrarotlichtsensorpixel mit der Nummer 1 trifft Infrarotlicht mit der Wellenlänge von 5,5  $\mu\text{m}$  und auf das Infrarotlichtpixel mit der Positionsnummer 130 trifft Infrarotlicht mit der Wellenlänge von 11,0  $\mu\text{m}$ . Auf die Infrarotlichtsensorpixel, die zwischen dem  
20 Infrarotlichtsensorpixel mit der Positionsnummer 1 und dem Infrarotlichtsensorpixel mit der Positionsnummer 127 liegen, trifft Infrarotlicht, dessen Wellenlänge zwischen 5,5  $\mu\text{m}$  und 11,0  $\mu\text{m}$  liegt, wobei die Wellenlänge von Infrarotlichtsensorpixel mit der Positionsnummer 1 zum  
25 Infrarotlichtsensorpixel mit der Positionsnummer 127 linear zunimmt.

Im Diagramm gemäß Figur 3 ist der Verlauf des Signal-Rausch-Verhältnisses 16 der Ausführungsformen gemäß Figuren 1 und 2  
30 aufgetragen. Es ist ersichtlich, dass das Signal-Rausch-Verhältnis bei denjenigen Infrarotlichtsensorpixel mit den niedrigsten Positionsnummern am höchsten und bei Infrarotlichtsensorpixel mit den höchsten Positionsnummern am niedrigsten ist. Dieser Abfall ist monoton und vergleichsweise  
35 gleichmäßig.

Das in Figur 4 dargestellte Diagramm zeigt den Verlauf des Signal-Rausch-Verhältnisses 16 entlang einer

Infrarotlichtdetektorzeile eines ATR-Infrarotspektrometers, bei dem eine Infrarotlichtemitterzeile einen Infrarotlichtemissionsbereich hat, dessen Gesamtlänge größer ist als die Gesamtlänge des Infrarotdetektionsbereichs der Infrarotlichtdetektorzeile. Es ist zu erkennen, dass der Verlauf der Signal-Rausch-Verhältnisses 16 in den beiden Randbereichen vergleichbar zum in Figur 3 dargestellten Diagramm ist, jedoch ist ein erheblicher Einbruch des Signal-Rausch-Verhältnisses bei Infrarotlichtsensorpixel mit einer Positionsnummer zwischen 20 und 60 zu erkennen. In diesem Bereich ist das Signal-Rausch-Verhältnis sogar niedriger als bei denjenigen Infrarotlichtsensorpixel mit den höchsten Positionsnummern. Dieser nicht monotone Verlauf des Signal-Rausch-Verhältnisses 16 und der beträchtliche Einbruch des Signal-Rausch-Verhältnisses bei Infrarotlichtpixel mit mittlerer Positionsnummer führt zu einer erheblichen Messungenauigkeit dieses bekannten ATR-Infrarotspektrometers. Hingegen ist, wie es in Figur 3 gezeigt ist, der Verlauf des Signal-Rausch-Verhältnisses 16 entlang der Infrarotlichtdetektionszeile 10 monoton und gleichmäßig, wodurch das erfindungsgemäße ATR-Infrarotspektrometer 1 eine hohe Messgenauigkeit hat.

## Bezugszeichenliste

- 1 ATR-Infrarotspektrometer
- 2 ATR-Kristall
- 5 3 Probenbühne
- 4 Eintrittsfläche
- 5 Austrittsfläche
- 6 erste Reflektionsfläche
- 7 zweite Reflektionsfläche
- 10 8 Infrarotlichtemitterzeile
- 9 Infrarotlichtpixel
- 10 Infrarotlichtdetektorzeile
- 11 Auswertepattform
- 12 Gesamtlänge der Infrarotlichtemission
- 15 13 Gesamtlänge der Infrarotlichtdetektion
- 14 Breite des ATR-Kristalls
- 15 Abszisse: Positionszahlen der Infrarotlichtsensorpixel der Infrarotlichtdetektorzeile
- 16 Ordinate: Signalrauschverhältnis
- 20 17 Emissionsfläche
- 18 Detektionsfläche
- 19 Breite der Infrarotlichtemission der Emissionsfläche
- 20 Abstand der Infrarotlichtpixel
- 21 Längsachse des ATR-Kristalls
- 25 22 Längsachse der Infrarotlichtemitterzeile
- 23 Längsachse der Infrarotlichtdetektorzeile

## Patentansprüche

1. ATR-Infrarotspektrometer (1) zur Analyse der chemischen Zusammensetzung einer Probe, mit einem langgestreckten ATR-Kristall (2) und einer unmittelbar an einer am einen Längsende des ATR-Kristalls (2) angeordneten Eintrittsfläche (4) des ATR-Kristalls (2) angeordneten Infrarotlichtemitterzeile (8) sowie einer am anderen Längsende des ATR-Kristalls (2) angeordneten Infrarotlichtdetektorzeile (10), wobei Infrarotlicht, das von der Infrarotlichtemitterzeile (8) emittiert ist, unmittelbar in den ATR-Kristall (2) via die Eintrittsfläche (4) eintritt und in dem ATR-Kristall (2) zur Infrarotlichtdetektorzeile (10) unter Totalreflektion und in Wechselwirkung mit der Probe, die zwischen der Infrarotlichtemitterzeile (8) und der Infrarotlichtdetektorzeile (10) benachbart zum ATR-Kristall (2) angeordnet ist, geführt ist, wobei die Gesamterstreckung (13) aller Infrarotlicht detektierenden Bereiche (18) der Infrarotlichtdetektorzeile (10) bezogen auf die Richtung senkrecht zur Längsachse (21) des ATR-Kristalls (2) maximal der Breite (14) des ATR-Kristalls (2) entspricht und größer ist als die Gesamterstreckung (12) aller Infrarotlicht emittierenden Bereiche (17) der Infrarotlichtemitterzeile (8).

2. ATR-Infrarotspektrometer gemäß Anspruch 1, wobei die Längsachsen (22, 23) der Infrarotlichtemitterzeile (8) und der Infrarotlichtdetektorzeile (10) jeweils senkrecht zur Längsachse (21) des ATR-Kristalls (2) sind.

3. ATR-Infrarotspektrometer gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Infrarotlichtemitterzeile (8) mit ihrer Gesamterstreckung (12) aller Infrarotlicht emittierenden Bereiche (17) bezogen auf die Richtung senkrecht zur Längsachse (21) des ATR-Kristalls (2) innerhalb der Gesamterstreckung (13) aller Infrarotlicht detektierenden Bereiche (18) der Infrarotlichtdetektorzeile (10) angeordnet ist, die mit ihrer Gesamterstreckung (13) aller Infrarotlicht detektierenden Bereiche (18) bezogen auf die Richtung senkrecht zur Längsachse



(21) des ATR-Kristalls (2) innerhalb der Breitenerstreckung (14) des ATR-Kristalls (2) angeordnet ist.

4. ATR-Infrarotspektrometer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3,  
5 wobei die Gesamterstreckung (12) aller Infrarotlicht  
emittierenden Bereiche (17) der Infrarotlichtemitterzeile (8)  
zwischen 15% und 95% der Gesamterstreckung (13) aller  
Infrarotlicht detektierenden Bereiche (18) der  
Infrarotlichtdetektorzeile (10) bezogen auf die Richtung  
10 senkrecht zur Längsachse (21) des ATR-Kristalls (2)  
entspricht.

5. ATR-Infrarotspektrometer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4,  
wobei die Infrarotlichtemitterzeile (8) in Reihe entlang der  
15 Längsachse (22) der Infrarotlichtemitterzeile (8) angeordnete  
Infrarotlichtpixel (9) aufweist.

6. ATR-Infrarotspektrometer gemäß Anspruch 5, wobei die  
Infrarotlichtpixel (9) jeweils einen der Infrarotlicht  
20 emittierenden Bereiche (17) aufweisen, die in Richtung  
senkrecht zur Längsachse (21) des ATR-Kristalls (2) unmittelbar  
aneinanderliegen.

7. ATR-Infrarotspektrometer gemäß Anspruch 5, wobei die  
25 Infrarotlichtpixel (9) jeweils einen der Infrarotlicht  
emittierenden Bereiche (17) aufweisen, wobei die Anzahl der  
Infrarotlichtpixel (9) und die Gesamterstreckung (12) ihrer  
Infrarotlicht emittierenden Bereiche (17) in Richtung senkrecht  
zur Längsachse (21) des ART-Kristalls (2) derart aufeinander  
30 abgestimmt sind, dass die Abdeckung der Infrarotlicht  
emittierenden Bereiche (17) der Infrarotlichtpixel (9)  
mindestens 25% der Gesamterstreckung (12) aller Infrarotlicht  
emittierenden Bereiche (17) der Infrarotlichtemitterzeile (8)  
entspricht.

35

8. ATR-Infrarotspektrometer gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7,  
wobei die Infrarotlicht emittierenden Bereiche (17) der  
Infrarotlichtpixel (9) jeweils rechteckig sind.

9. ATR-Infrarotspektrometer gemäß Anspruch 8, wobei eine der Diagonalen der Infrarotlicht emittierenden Bereiche (17) der Infrarotlichtpixel (9) senkrecht zur Längsachse (21) des ATR-Kristalls (2) ist.  
5
10. ATR-Infrarotspektrometer gemäß Anspruch 8, wobei eine der Seitenkanten der Infrarotlicht emittierenden Bereiche (17) der Infrarotlichtpixel (9) senkrecht zur Längsachse (21) des ATR-Kristalls (2) ist.  
10
11. ATR-Infrarotspektrometer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Infrarotlichtdetektorzeile (10) einen linear variablen Wellenlängenfilter aufweist, dessen Lichtdurchlässigkeit denkrecht zur Längsachse des ATR-Kristalls (2) variiert.  
15
12. ATR-Infrarotspektrometer gemäß Anspruch 11, wobei der ATR-Kristall (2) Zinksulfid oder Zinkselenid aufweist und der Spektralbereich des Wellenlängenfilters von 5,5  $\mu\text{m}$  bis 11,0  $\mu\text{m}$  ist.  
20
13. ATR-Infrarotspektrometer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Infrarotlichtdetektorzeile (10) eine Mehrzahl von pyroelektrischen Infrarotlichtsensorpixel aufweist.  
25
14. ATR-Infrarotspektrometer gemäß Anspruch 13, wobei die pyroelektrischen Infrarotlichtsensorpixel zum Detektieren von Infrarotlicht eine Dünnschicht aus Bleizirkonattitanat aufweisen.  
30
15. ATR-Infrarotspektrometer gemäß Anspruch 14, wobei die Dünnschicht dünner ist als die Wellenlänge des zu detektierenden Infrarotlichts.  
35

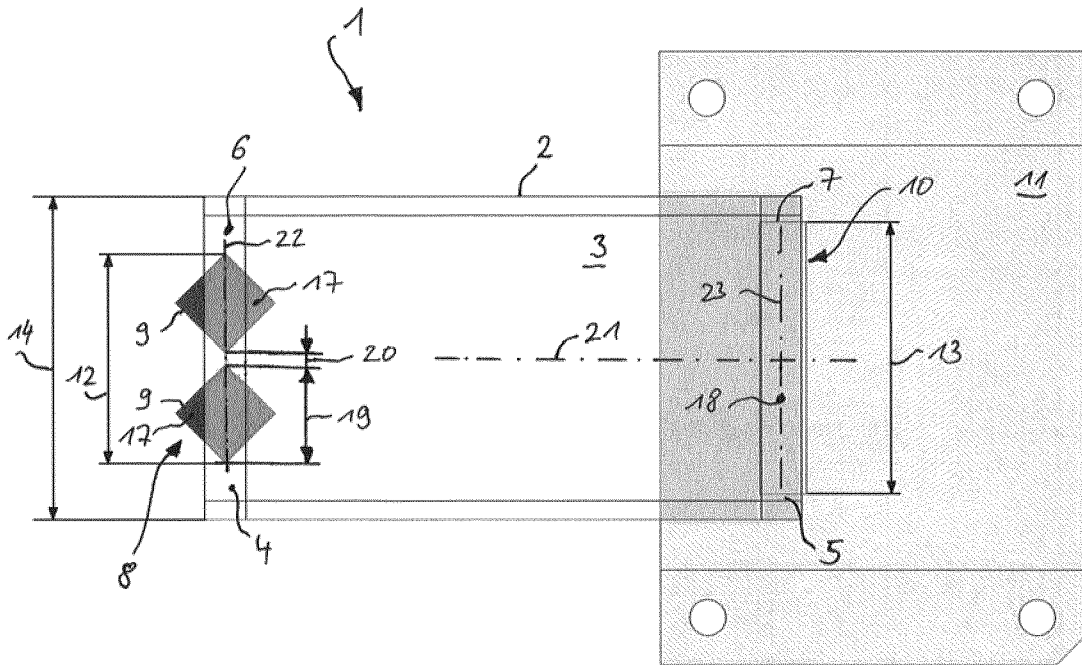


Fig. 1

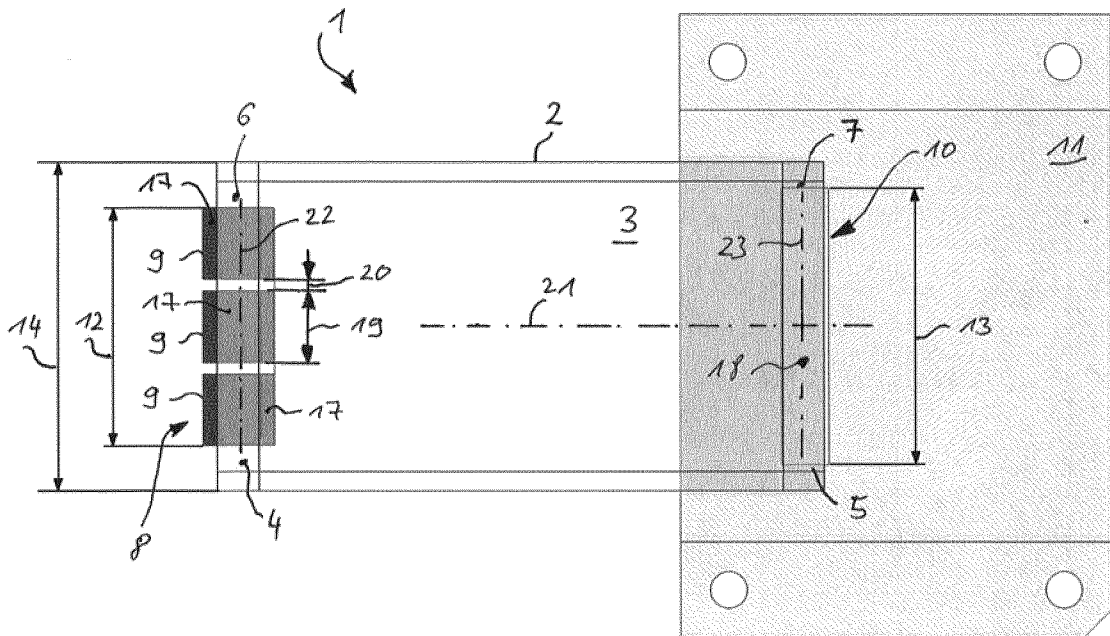


Fig. 2

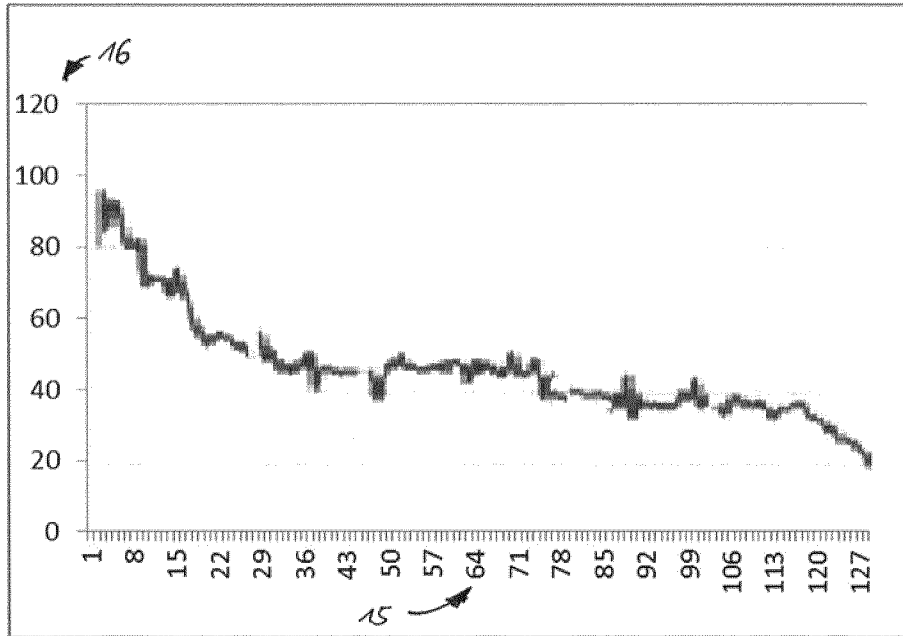


Fig. 3

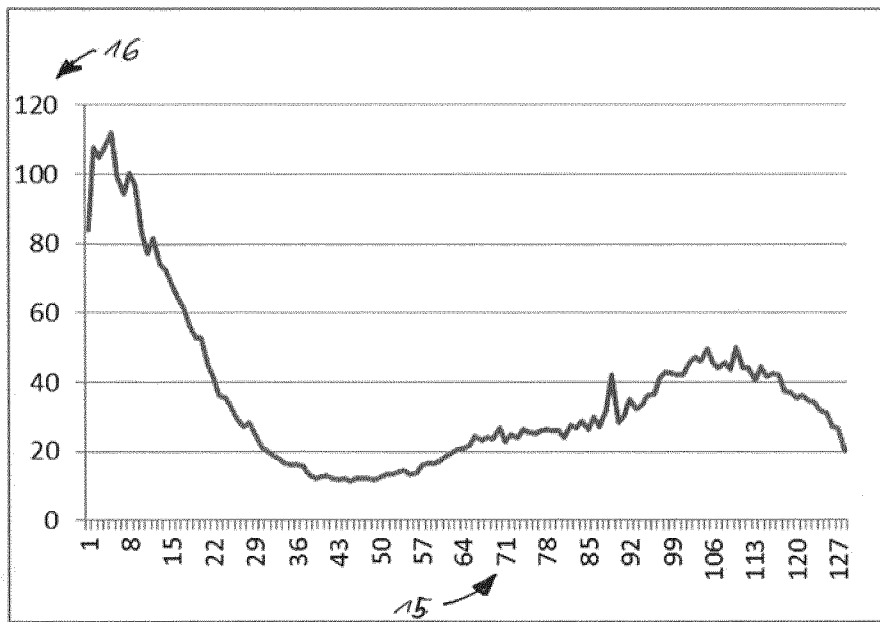


Fig. 4

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2014/075791

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. G01N21/3577 G01N21/552  
 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)  
 G01N G01J

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, COMPENDEX, 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,P	DONG SOO KIM ET AL: "Development of an ultra-compact mid-infrared attenuated total reflectance spectrophotometer", OPTICAL ENGINEERING, vol. 53, no. 7, 18 July 2014 (2014-07-18), page 074108, XP055168630, ISSN: 0091-3286, DOI: 10.1117/1.OE.53.7.074108 figures 1,5	1-15
X	----- US 2001/030288 A1 (WILKS PAUL A [US] ET AL WILKS JR PAUL A [US] ET AL) 18 October 2001 (2001-10-18)	1-5,9,11
Y	figures 1-2 ----- -/--	12-15

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  10 February 2015	Date of mailing of the international search report  18/02/2015
---	--

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  Mason, William
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2014/075791

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009/107988 A2 (JSM HEALTHCARE INC [KR]; KIM DONG-SOO [KR]) 3 September 2009 (2009-09-03)	1,3,4,6
Y	[117], [126]; figures 8-10	12-15
X	----- US 2002/079451 A1 (DROESSLER JUSTIN G [US] ET AL) 27 June 2002 (2002-06-27) (Figs. 1A-1E); figures 1A-1E	1,3,4, 6-10,12
Y	----- WIESENT BENJAMIN R ET AL: "Linear variable filter based oil condition monitoring systems for offshore windturbines", INSTRUMENTATION, METROLOGY, AND STANDARDS FOR NANOMANUFACTURING, OPTICS, AND SEMICONDUCTORS V, SPIE, 1000 20TH ST. BELLINGHAM WA 98225-6705 USA, vol. 8105, no. 1, 8 September 2011 (2011-09-08), pages 1-10, XP060018198, DOI: 10.1117/12.891505 [retrieved on 1901-01-01] figure 3	12-15
A	----- US 4 975 581 A (ROBINSON MARK R [US] ET AL) 4 December 1990 (1990-12-04) figure 1	1-15
A	----- US 2010/265509 A1 (JONES CHRISTOPHER M [US] ET AL) 21 October 2010 (2010-10-21) figures 2, 2C	1-15
A	----- US 2009/056434 A1 (CSUTAK SEBASTIAN [US]) 5 March 2009 (2009-03-05) figure 3	1-15
	-----	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/075791

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2001030288	A1	18-10-2001	AU 4164301 A	24-09-2001
			US 2001030288 A1	18-10-2001
			WO 0169208 A1	20-09-2001
-----				
WO 2009107988	A2	03-09-2009	NONE	
-----				
US 2002079451	A1	27-06-2002	NONE	
-----				
US 4975581	A	04-12-1990	AT 169406 T	15-08-1998
			AU 638649 B2	01-07-1993
			AU 5771490 A	03-01-1991
			CA 2019511 A1	21-12-1990
			DE 69032535 D1	10-09-1998
			DE 69032535 T2	10-12-1998
			EP 0404562 A2	27-12-1990
			IL 94822 A	15-03-1995
			JP 2965212 B2	18-10-1999
			JP H03114441 A	15-05-1991
			US 4975581 A	04-12-1990
			ZA 9004805 A	27-03-1991
-----				
US 2010265509	A1	21-10-2010	US 2006142955 A1	29-06-2006
			US 2010245096 A1	30-09-2010
			US 2010265509 A1	21-10-2010
			US 2013314709 A1	28-11-2013
			WO 2006063094 A1	15-06-2006
-----				
US 2009056434	A1	05-03-2009	GB 2465516 A	26-05-2010
			US 2009056434 A1	05-03-2009
			WO 2009033164 A1	12-03-2009
-----				

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/075791

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. G01N21/3577 G01N21/552  
 ADD.

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 G01N G01J

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, COMPENDEX, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	DONG SOO KIM ET AL: "Development of an ultra-compact mid-infrared attenuated total reflectance spectrophotometer", OPTICAL ENGINEERING, Bd. 53, Nr. 7, 18. Juli 2014 (2014-07-18), Seite 074108, XP055168630, ISSN: 0091-3286, DOI: 10.1117/1.OE.53.7.074108 Abbildungen 1,5	1-15
X	----- US 2001/030288 A1 (WILKS PAUL A [US] ET AL WILKS JR PAUL A [US] ET AL) 18. Oktober 2001 (2001-10-18)	1-5,9,11
Y	Abbildungen 1-2 -----	12-15
	-/--	

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

- |  |   |
|--|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> | <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |
|--|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
10. Februar 2015	18/02/2015

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  Mason, William
--	---



C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2009/107988 A2 (JSM HEALTHCARE INC [KR]; KIM DONG-SOO [KR]) 3. September 2009 (2009-09-03)	1,3,4,6
Y	[117], [126]; Abbildungen 8-10	12-15
X	US 2002/079451 A1 (DROESSLER JUSTIN G [US] ET AL) 27. Juni 2002 (2002-06-27) (Figs. 1A-1E); Abbildungen 1A-1E	1,3,4, 6-10,12
Y	WIESENT BENJAMIN R ET AL: "Linear variable filter based oil condition monitoring systems for offshore windturbines", INSTRUMENTATION, METROLOGY, AND STANDARDS FOR NANOMANUFACTURING, OPTICS, AND SEMICONDUCTORS V, SPIE, 1000 20TH ST. BELLINGHAM WA 98225-6705 USA, Bd. 8105, Nr. 1, 8. September 2011 (2011-09-08), Seiten 1-10, XP060018198, DOI: 10.1117/12.891505 [gefunden am 1901-01-01] Abbildung 3	12-15
A	US 4 975 581 A (ROBINSON MARK R [US] ET AL) 4. Dezember 1990 (1990-12-04) Abbildung 1	1-15
A	US 2010/265509 A1 (JONES CHRISTOPHER M [US] ET AL) 21. Oktober 2010 (2010-10-21) Abbildungen 2, 2C	1-15
A	US 2009/056434 A1 (CSUTAK SEBASTIAN [US]) 5. März 2009 (2009-03-05) Abbildung 3	1-15

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/075791

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2001030288 A1	18-10-2001	AU 4164301 A	24-09-2001
		US 2001030288 A1	18-10-2001
		WO 0169208 A1	20-09-2001
-----			
WO 2009107988 A2	03-09-2009	KEINE	
-----			
US 2002079451 A1	27-06-2002	KEINE	
-----			
US 4975581 A	04-12-1990	AT 169406 T	15-08-1998
		AU 638649 B2	01-07-1993
		AU 5771490 A	03-01-1991
		CA 2019511 A1	21-12-1990
		DE 69032535 D1	10-09-1998
		DE 69032535 T2	10-12-1998
		EP 0404562 A2	27-12-1990
		IL 94822 A	15-03-1995
		JP 2965212 B2	18-10-1999
		JP H03114441 A	15-05-1991
		US 4975581 A	04-12-1990
		ZA 9004805 A	27-03-1991
-----			
US 2010265509 A1	21-10-2010	US 2006142955 A1	29-06-2006
		US 2010245096 A1	30-09-2010
		US 2010265509 A1	21-10-2010
		US 2013314709 A1	28-11-2013
		WO 2006063094 A1	15-06-2006
-----			
US 2009056434 A1	05-03-2009	GB 2465516 A	26-05-2010
		US 2009056434 A1	05-03-2009
		WO 2009033164 A1	12-03-2009
-----			