

(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
6. Dezember 2012 (06.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/163751 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 21/33 (2006.01) *G01N 21/47* (2006.01)
G01N 21/35 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/059564
- (22) Internationales Anmeldedatum:
23. Mai 2012 (23.05.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 076 677.4 30. Mai 2011 (30.05.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CARL ZEISS MICROSCOPY GMBH** [DE/DE]; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **CORRENS, Nico** [DE/DE]; Malerstieg 2, 99425 Weimar (DE). **RODE, Michael** [DE/DE]; Am Planetarium 9, 07743 Jena (DE).
- (74) Anwalt: **STICHT, Andreas**; Thomas-Wimmer-Ring 15, 80539 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SPECTROSCOPIC MEASURING METHODS AND CORRESPONDING MEASURING DEVICES

(54) Bezeichnung : SPEKTROSKOPISCHE MESSVERFAHREN UND ENTSPRECHENDE MESSEINRICHTUNGEN

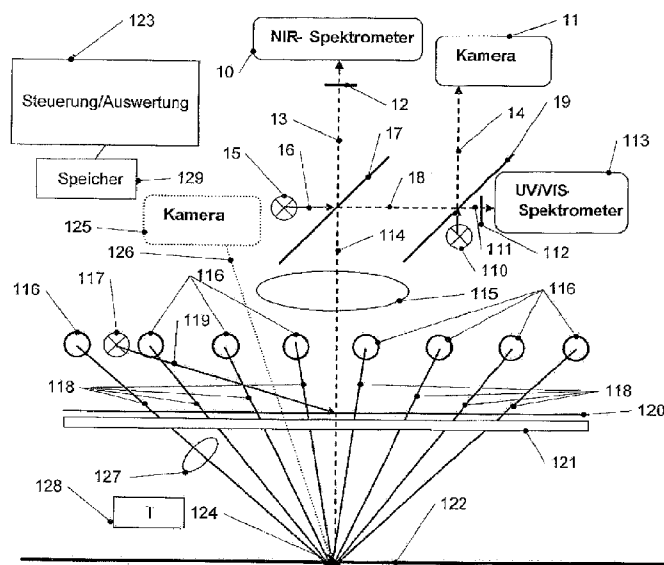


Fig. 1

FIG. 1:
10 NIR spectrometer
11, 125 camera
113 UV/VIS spectrometer
123 control/evaluation
129 storage

(57) Abstract: The invention relates to spectroscopic measuring methods and spectroscopic measuring devices. A sample (122) is thereby illuminated, a spectrum of the sample (122) is detected, for example, using a spectrometer (10, 113), and an image of the sample (122) is recorded using a camera (11, 125), for example. In one aspect, the spectrum is evaluated depending on the image. In another aspect, the measuring device is adjusted depending on the image. In yet another aspect, the image is stored in association with the spectrum.

(57) Zusammenfassung: Es werden spektroskopische Messverfahren und spektroskopische Messeinrichtungen bereitgestellt. Dabei wird eine Probe (122) beleuchtet, ein Spektrum von der Probe (122) beispielsweise mit einem Spektrometer (10, 113) erfasst und ein Bild von der Probe (122) beispielsweise mit einer Kamera (11, 125) erfasst. Bei einem Aspekt wird das Spektrum in Abhängigkeit von dem Bild ausgewertet. Bei einem anderen Aspekt wird die Messeinrichtung in Abhängigkeit von dem Bild eingestellt. Bei noch einem anderen Aspekt wird das Bild mit Zuordnung zu dem Spektrum gespeichert.



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, —
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

SPEKTROSKOPISCHE MESSVERFAHREN UND ENTSPRECHENDE MESSEINRICHTUNGEN

Die vorliegende Erfindung betrifft eine spektroskopische Messeinrichtung sowie entsprechende spektroskopische Messverfahren. Unter einer spektroskopischen Messeinrichtung wird dabei allgemein eine Messeinrichtung verstanden, mittels welcher eine Probe mit Licht bestrahlt werden kann und von der Probe in Antwort hierauf ausgehendes Licht detektiert werden kann.

Derartige spektroskopische Messeinrichtungen können beispielsweise bei so genannten Online-Messungen eingesetzt werden, bei welchen ein Produkt im Zuge der Produktion durchlaufend untersucht wird. Beispielsweise können geerntete landwirtschaftliche Produkte in einer Erntemaschine untersucht werden, wobei sich die geernteten Produkte – ggf. nach einer Vorbehandlung, beispielsweise Zerkleinern – an der spektroskopischen Messeinrichtung vorbeibewegen. Eine andere Art der Messung sind so genannte Offline-Messungen, bei welchen eine Probe beispielsweise aus dem Produktionsprozess herausgenommen wird und in eine Messeinrichtung eingebracht wird.

Insbesondere bei einer Online-Messung können aus verschiedenen Gründen systematische Fehler bei der Messung auftreten, beispielsweise durch Verschmutzung eines Messfensters, durch Fremdkörper oder durch ungünstige Positionierung der Probe relativ zu der Messeinrichtung. Grundsätzlich können derartige Fehler natürlich auch bei Offline-Messungen eintreten.

Eine Möglichkeit, die Auswirkungen derartiger Fehler zu minimieren, ist eine Mittelwertbildung, beispielsweise eine Mittelwertbildung über mehrere einzeln aufgenommene Messungen oder eine Mittelwertbildung über einen größeren Messbereich, beispielsweise, indem die Probe in einer größeren Fläche beleuchtet wird, was einer optischen Integration entspricht. Auch ist eine längere Messung auf einer bewegten Messprobe, was im Wesentlichen den gleichen integrierenden Effekt hat, möglich.

Bei einer derartigen Vorgehensweise ist der Gesamtfehler des Mittelwerts zwar kleiner als der Gesamtfehler der einzelnen fehlerhaften Messung. Er ist aber in der Regel noch deutlich größer als der Gesamtfehler einer einzelnen Messung, die frei von den genannten systematischen Fehlern ist.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Verfahren und Vorrichtungen bereitzustellen, bei welchen die Behandlung fehlerhafter Messungen verbessert werden kann.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein spektroskopisches Messverfahren nach Anspruch 1, 6 oder 9 sowie eine spektroskopische Messeinrichtung nach Anspruch 12, 13 oder 14. Die Unteransprüche definieren weitere Ausführungsbeispiele.

Erfindungsgemäß werden Verfahren bereitgestellt, umfassend:

Beleuchten einer Probe in einem Messbereich,

Erfassen eines Spektrums von von der Probe ausgehendem Licht, und

Erfassen eines Bildes der Probe umfassend den Messbereich.

Das Erfassen des Bildes ermöglicht es, mögliche Probleme bei der Erfassung des Spektrums zu identifizieren.

Bei einem ersten Aspekt erfolgt eine Auswertung des Spektrums in Abhängigkeit von dem erfassten Bild. Beispielsweise kann ein Spektrum in Abhängigkeit von dem erfassten Bild verworfen werden. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel wird bei einer Mittelwertbildung das Spektrum auf Basis des Bildes gewichtet.

Kriterien z.B. zum Verwerfen oder zum Gewichten des Spektrums können das Vorhandensein einer Probe in dem Messbereich, eine Homogenität der Probe, eine Art der Probe, detektierte Fremdkörper in der Probe, Glanz an der Probe, eine Verschmutzung einer für die Erfassung verwendeten Messeinrichtung, eine Struktur der Probe oder eine Geschwindigkeit der Probe sein.

Bei manchen Ausführungsbeispielen umfasst das Erfassen des Bildes ein Erfassen eines Wärmebildes, d.h. eines Infrarotbildes, und/oder das Verfahren umfasst zusätzlich das Erfassen einer Temperatur der Probe. In diesem Fall kann auch die Temperatur der Probe oder ein Temperaturgradient der Probe als Kriterium dienen.

Bei einem zweiten Aspekt der Erfindung wird eine Messeinrichtung, welche für das Verfahren benutzt wird, in Abhängigkeit von dem erfassten Bild angepasst. Beispielsweise kann das Beleuchten in Abhängigkeit von dem Bild angepasst werden. Insbesondere kann dies beispielsweise zur Vermeidung von Glanz oder zum Anpassen einer Größe des Messbereichs an eine Struktur der Probe, welche durch das Bild erfasst wurde, geschehen.

Bei einem dritten Aspekt wird das erfasste Bild in einer dem Spektrum zugeordneten Weise gespeichert. Auf diese Weise kann später nachvollzogen werden, falls sich herausstellt, dass ein Ergebnis nicht plausibel ist. Bei einem Ausführungsbeispiel erfolgt das Speichern nur dann, wenn ein vorgegebenes Kriterium erfüllt ist, beispielsweise wenn das erfasste Spektrum um mehr als einen vorgegebenen Wert von einem mittleren Spektrum abweicht.

Bei einem Ausführungsbeispiel, bei welchem wie oben erwähnt die Temperatur der Probe erfasst wird, kann zum Erfassen eine der Temperatur entsprechende Kalibrierung verwendet werden.

Bei manchen Ausführungsbeispielen kann zusätzlich zu dem Bild auch eine Temperatur erfasst werden, und die Auswertung des Spektrums oder das Einstellen der Messeinrichtung kann in Abhängigkeit von der Temperatur erfolgen. Bei einer Auswertung der Bilder kann das Bild mit dem Spektrum verknüpft werden, beispielsweise um eine bessere Farbinformation zu gewinnen.

Zudem wird eine spektroskopische Messeinrichtung bereitgestellt, umfassend:

eine Beleuchtungseinrichtung zum Beleuchten einer Probe in einem Messbereich,

mindestens ein Spektrometer zum Erfassen eines Spektrums von von der Probe ausgehendem Licht, und

eine Kameraeinrichtung zum Erfassen eines Bildes der Probe umfassend den Messbereich, wobei die Messeinrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem ersten, zweiten und/oder dritten Aspekt eingerichtet ist.

Zudem kann die Messeinrichtung eine Auswerteeinrichtung zum Auswerten des Bildes umfassen.

Die Messeinrichtung, beispielsweise die Auswerteeinrichtung, kann zur Durchführung eines oder mehrerer der oben beschriebenen Verfahren eingerichtet sein.

Merkmale der oben beschriebenen Aspekte und Ausführungsbeispiele können miteinander kombiniert werden, sofern nichts anderes angegeben ist.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer spektroskopischen Messeinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel,

Figur 2 ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel,

Figur 3 ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel, und

Figur 4 ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß noch einem weiteren Ausführungsbeispiel.

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es ist jedoch anzumerken, dass die Erfindung nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt ist. Zudem können Merkmale verschiedener Ausführungsbeispiele kombiniert werden, sofern nichts anderes angegeben ist. Auf der anderen Seite ist eine Beschreibung eines Ausführungsbeispiels mit einer Vielzahl von Merkmalen nicht dahingehend auszulegen, dass alle diese Merkmale zur Realisierung der Erfindung notwendig sind, da andere Ausführungsbeispiele weniger Merkmale und/oder alternative Merkmale aufweisen können.

In Fig. 1 ist schematisch eine Messeinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die in Fig. 1 dargestellte Messeinrichtung dient dabei zur spektroskopischen Untersuchung einer Probe 122. Unter einer spektroskopischen Untersuchung wird dabei allgemein jede Art von Untersuchung verstanden, bei welcher eine Probe mit Licht bestrahlt wird und von der Probe in Antwort auf dieses Licht ausgehendes Licht detektiert wird. Die Messeinrichtung der Fig. 1 kann insbesondere als Messkopf ausgestaltet sein, bei welchem die dargestellten Elemente, ggf. bis auf eine Steuerung 123, in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sind.

Die Messeinrichtung der Fig. 1 umfasst eine Vielzahl von Lichtquellen 116, welche die Probe 122 mit Lichtstrahlen 118 durch eine Blende 120 hindurch einen Messbereich 124 beleuchten. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel kann die Blende 120, welche beispielsweise eine Irisblende sein kann, geöffnet werden, sodass die Lichtstrahlen zur Probe 122 gelangen, sie kann jedoch auch geschlossen werden, sodass die Lichtstrahlen 118 nicht zur Probe 122 gelangen und ein Lichteintritt in die Messeinrichtung verhindert wird. Statt einer Irisblende kann jeder andere Mechanismus, welcher ein Öffnen und Schließen erlaubt, als Blende 120 verwendet werden, beispielsweise ein Schlitzverschluss. Bei wieder anderen Ausführungsbeispielen kann die Blende 120 weggelassen sein. Bei manchen Ausführungsbeispielen kann die Blende 120 schrittweise geöffnet werden, beispielsweise um die Menge des auf die Probe 122 fallenden Lichts zu regulieren, beispielsweise die Größe des Messbereichs 124. Zusätzlich oder al-

ternativ kann eine Optik 127, von welcher nur eine Linse angedeutet ist, im Strahlengang des von den Lichtquellen 116 erzeugten Lichtes angeordnet sein, insbesondere eine Variooptik, d.h. eine Optik mit veränderlicher Brennweite, um so die Größe des Messbereichs 124 verändern zu können.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist zudem ein Schutzglas 121, insbesondere zum Schutz der Blende 120, vorgesehen. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann das Schutzglas 121 auch weggelassen werden.

Die Lichtquellen 116 können dabei beispielsweise Leuchtdioden, Weißlichtlampen, Laser und/oder thermische Strahler umfassen. Bei manchen Ausführungsbeispielen können alle Lichtquellen 116 von gleicher Bauart sein, d.h. ein im Wesentlichen gleiches Spektrum aufweisen. Bei anderen Ausführungsbeispielen können verschiedene Arten von Lichtquellen kombiniert werden, beispielsweise Leuchtdioden und thermische Strahler, um einen gewünschten Spektralbereich abzudecken. Die Lichtquellen 116 können insbesondere kreisförmig um eine Mittelachse der Blende 120, d.h. eine Mittelachse einer Öffnung der Blende 120 in ihrem geöffneten Zustand, angeordnet sein, wobei auch andere Anordnungen, z.B. eine Anordnung nur auf einer Seite der Mittelachse, möglich ist.

Von der Probe 122, insbesondere dem Messbereich 124, in Antwort auf die Bestrahlung mit den Lichtstrahlen 118 ausgehendes Licht 114 wird durch eine Freistrahloptik 115 zu einem ersten Teilerspiegel 17 gelenkt. Die Freistrahloptik 115 ist in Fig. 1 schematisch als eine einzige Linse dargestellt, kann jedoch jede benötigte Anzahl von Linsen sowie andere optische Elemente, beispielsweise Spiegel oder Prismen, umfassen. Teile der Freistrahloptik 115 können auch an anderen Orten als dargestellt angeordnet sein, beispielsweise nach dem Teilerspiegel 117. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann auch eine Lichtleiter umfassende Optik vorgesehen sein.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 fallen die Lichtstrahlen 118 unter einem Winkel von ca. 45° zur Senkrechten auf die Probe 122, und das von der Probe ausgehende Licht entsprechend dem Lichtstrahl 114 wird unter einem Winkel von 0° zur Senkrechten detektiert. Es sind jedoch auch andere Winkel möglich, beispielsweise die umgekehrte Anordnung, indem Anregungslicht unter einem Winkel von 0° auf eine Probe gelenkt wird und unter einem Winkel von 45° detektiert wird. Auch andere Winkel als 0° und 45° sind möglich. Generell ist es allerdings wünschenswert, dass die Detektion unter einem Winkel erfolgt, bei welchem möglichst wenig, bevorzugt kein, von der Probe direkt reflektiertes Licht (d.h. mit Einfallswinkel = Ausfallswinkel) zur Detektion gelangt, da dieses direkt reflektierte Licht im Allgemeinen keine spektroskopische

interessante Information beinhaltet, jedoch eine hohe Intensität verglichen mit dem interessierenden beispielsweise gestreuten Licht aufweist.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Teilerspiegel 17 eingerichtet, Licht im nahen Infraroten zumindest annäherungsweise vollständig als Lichtstrahl 13 passieren zu lassen, wobei der Lichtstrahl 13 dann über einen Shutter 12 zu einem NIR (Nahinfrarot)-Spektrometer 10 gelangt, welches zur Analyse von Licht im nahen Infrarotbereich eingerichtet ist, insbesondere zur Aufnahme entsprechender Spektren. Die Freistrahloptik 115 ist dabei eingerichtet, den Lichtstrahl 13 auf einen Eintrittspalt des NIR-Spektrometers 10 zu fokussieren.

Licht im sichtbaren oder ultravioletten Spektralbereich wird hingegen von dem Teilerspiegel 17 als Lichtstrahl 18 reflektiert und gelangt durch einen weiteren Teilerspiegel 19 über einen Shutter 112 zu einem UV-(Ultraviolett)/VIS (sichtbar, vom englischen „visible“)-Spektrometer 113, welches zur Analyse von Licht im ultravioletten und sichtbaren Spektralbereich eingerichtet ist. Die Freistrahloptik 115 ist dabei auch ausgestaltet, von der Probe 122 kommendes Licht auf einem Eintrittspalt des Spektrometers 113 abzubilden.

Der Teilerspiegel 19 kann eingerichtet sein, einen größten Teil des Lichtstrahls 18 als Lichtstrahl 111 zu dem Spektrometer 113 passieren zu lassen und einen geringeren Teil des Lichtstrahls, z.B. 1-5 %, insbesondere einen Teil im sichtbaren Bereich, als Lichtstrahl 14 zu einer Kamera 11 zu lenken. Der Anteil, welcher als Lichtstrahl 111 zu dem Spektrometer 113 gelenkt wird, und der Anteil, der als Lichtstrahl 14 zu der Kamera 11 gelenkt wird, kann beim Design des Teilerspiegels 19 je nach der benötigten Intensität an der Kamera 11 und an dem Spektrometer 113 festgelegt werden. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Kamera 11 insbesondere eingerichtet, ein Bild der Probe in einem Bereich umfassend den Messbereich 124 zu erfassen, wobei die Kamera 11 dabei sowohl eine farbempfindliche Kamera, beispielsweise unter Benutzung eines RGB-Farbfilters vor einem entsprechenden Sensor oder durch Benutzung eines farbempfindlichen Sensors, oder eine „Schwarzweißkamera“, welche nur Helligkeiten aufnimmt, sein kann.

Es ist zu bemerken, dass eine weitere (nicht dargestellte) Kamera zusammen mit einem weiteren (nicht dargestellten) Teilerspiegel entsprechend dem Teilerspiegel 19 auch zwischen dem Teilerspiegel 17 und dem NIR-Spektrometer 10 angeordnet sein kann, wobei eine derartige weitere Kamera dann eingerichtet sein kann, ein Infrarotbild, d.h. ein Wärmebild, von einem Bereich der Probe 122 umfassend den Messbereich 124 zu erfassen. Alternativ oder zusätzlich kann auch eine Kamera wie die gestrichelt angedeutete Kamera 125 vorgesehen sein, welche nicht aus dem Messstrahlengang ausgekoppeltes Licht benutzt, sondern aus einem anderen Betrachtungswinkel entsprechend dem gestrichelten Strahl 126 ein Bild der Probe in einem Be-

reich umfassend den Messbereich 124 erfasst. Eine derartige Kamera 125 kann dabei zur Aufnahme von Wärmebildern und/oder zur Aufnahme von Bildern im Sichtbaren ausgestaltet sein, wobei die Kamera 125 beispielsweise zwei getrennte Sensoren zur parallelen Erfassung von sichtbarem und infrarotem Licht, verbunden ggf. mit entsprechenden Filtern, aufweisen kann. Alternativ kann auch eine Kamera, welche sichtbares und/oder Infrarotlicht erfasst, aus dem Lichtstrahl 114 vor dem Teilerspiegel 17 mittels eines entsprechenden (nicht dargestellten) weiteren Teilerspiegels ausgekoppeltes Licht auswerten.

Insbesondere bei Ausführungsbeispielen, welche keine Infrarotkamera aufweisen, kann auch ein Temperaturfühler 128 vorgesehen sein, um eine Temperatur und/oder eine Temperaturverteilung der Probe 122 zu messen. Der Temperaturfühler 128 ist dabei bei einem Ausführungsbeispiel nahe des Messbereichs 124 angeordnet, um die Temperatur bei dem Messbereich 124 erfassen zu können.

Bei manchen Ausführungsbeispielen kann auch keine Infrarotkamera oder kein expliziter Temperaturfühler zugeordnet sein, und die Temperatur kann beispielsweise aus einer Temperatur einer Zufuhreinrichtung, welche die Proben der Messeinrichtung zuführt, oder auch aus aufgenommenen Spektren bestimmt werden, da sich Spektren von Proben typischerweise bei vielen Arten von Proben mit der Temperatur ändern.

Zudem weist die Messeinrichtung der Fig. 1 Gasentladungslampen 15, 110 und 117 auf. Gasentladungslampen haben generell die Eigenschaft, dass sie genau definierte Spektrallinien aufweisen, deren Wellenlänge im Wesentlichen unabhängig von äußeren Bedingungen ist. Daher kann das Licht von derartigen Gasentladungslampen zur Kalibrierung beispielsweise der Spektrometer 110 und 113 benutzt werden.

Von der Gasentladungslampe 15 ausgehendes Licht wird dabei über den Teilerspiegel 17 zu dem Spektrometer 10 und/oder 113 gelenkt. Von der Gasentladungslampe 110 ausgehendes Licht kann zu dem Spektrometer 113 und/oder der Kamera 11 gelenkt werden. Beispielsweise kann die Gasentladungslampe 15 eine Gasentladungslampe mit charakteristischen Spektrallinien im Nahinfrarotbereich sein, um das Spektrometer 10 zu kalibrieren, und die Gasentladungslampe 110 kann charakteristische Linien im Ultraviolett und/oder Sichtbaren aufweisen, um das Spektrometer 113 zu kalibrieren. Von der Gasentladungslampe 117 ausgehendes Licht wird beispielsweise über die (geschlossene) Blende 120 zu dem Teilerspiegel 17 und von dort zu den Spektrometern 10, 113 gelenkt. Bei anderen Ausführungsbeispielen können auch nur eine oder zwei Gasentladungslampen bereitgestellt sein, oder die Gasentladungslampen können ganz weggelassen sein. Die Gasentladungslampen 15, 110 und 117 können jeweils eine

eigene (nicht dargestellte) Optik zur Fokussierung auf die jeweiligen Eintrittspalte der Spektrometer 10, 113 aufweisen.

Um die verschiedenen Elemente der Messeinrichtung des Ausführungsbeispiels der Fig. 1, beispielsweise die Spektrometer 10, 113, die Kamera 11 oder 125, die Shutter 12, 112, die Gasentladungslampen 15, 110, 117, die Lichtquellen 116, die Blende 120 und/oder die Temperaturmesseinrichtung 128 anzusteuern, ist eine Steuerung/Auswertung 123 bereitgestellt. Zudem kann die Steuerung/Auswertung 123 von den Spektrometern 10, 113 aufgenommene Spektren und/oder von der Kamera 11 bzw. 125 aufgenommene Bilder auswerten, wie später näher erläutert werden wird. Die Steuerung/Auswertung 123 kann in der Messeinrichtung integriert sein, kann jedoch eine außerhalb der Messeinrichtung bereitgestellte Steuerung sein und kann beispielsweise auf Basis eines oder mehrerer Mikroprozessoren mit entsprechender Programmierung implementiert sein. Bei anderen Ausführungsbeispielen können Steuerung und Auswertung auch durch separate Einheiten, beispielsweise mit separaten Mikroprozessoren, implementiert sein. Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist der Steuerung/Auswertung 123 ein Speicher 129 zugeordnet, beispielsweise um von der Kamera 11 oder 125 aufgenommene Bilder und/oder von dem Spektrometer 10 und/oder von dem Spektrometer 113 aufgenommene Spektren zu speichern. Der Speicher 129 kann beispielsweise einen Speicher mit wahlfreiem Zugriff (RAM), einen Flash-Speicher, einen Ringspeicher, eine Festplatte, eine Solid State Disk und/oder optische Speichermedien wie CD oder DVD umfassen.

Beispiele dafür, wie die Steuerung/Auswertung 123 Spektren und Kamerabilder auswerten kann und insbesondere Kamerabilder verwenden kann, um die Qualität von ausgewerteten Spektren zu verbessern, werden weiter unten unter Bezugnahme auf die Figuren 2-4 näher erläutert.

Zu bemerken ist, dass die Messeinrichtung der Fig. 1 lediglich als Beispiel dient, und eine Vielzahl von Variationen möglich ist. Beispielsweise kann bei einer Messeinrichtung auch nur ein einziges Spektrometer statt zweier Spektrometer wie in Fig. 1 dargestellt bereitgestellt sein, oder es können auch mehr als zwei Spektrometer vorhanden sein. Bei zwei oder mehr Spektrometern können sich die Spektralbereiche der Spektrometer teilweise überlappen, oder ein Spektrometer kann einen Teilbereich eines anderen Spektrometers mit einer höheren Auflösung abdecken. Insbesondere kann Art und Anzahl der verwendeten Spektrometer in Abhängigkeit von einer jeweiligen Anwendung der Messeinrichtung ausgewählt sein, insbesondere in Abhängigkeit von einem interessierenden Spektralbereich und der benötigten Auflösung hierfür. Insbesondere im Fall, in dem ein Spektrometer einen Teilbereich eines anderen Spektrometers abdeckt, können statt wellenlängenselektiver Teilerspiegel auch nichtwellenlängenselektive Strahlteiler verwendet werden. Falls nur ein einziges Spektrometer verwendet wird, können

Elemente wie der wellenlängenselektive Teilerspiegel 17, welcher den Lichtstrahl 114 zwischen dem Spektrometer 10 und dem Spektrometer 113 aufteilt, weggelassen werden.

Während bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 die Shutter 12, 112 vor den Spektrometern 10, 113 angeordnet sind, sind auch andere Anordnungen möglich, beispielsweise nach einem Eingangsspalt des jeweiligen Spektrometers, zwischen einem Gitter und einem Detektor des jeweiligen Spektrometers oder direkt auf einem Detektor des jeweiligen Spektrometers. Wie bereits erwähnt kann die Beleuchtungsrichtung (in Fig. 1 etwa 45°) und die Messrichtung (in Fig. 1 etwa 0°) variiert werden, insbesondere in einem Bereich von 8° bis 82° . Auch ist statt einer kreisförmigen symmetrischen Anordnung der Lichtquellen auch eine asymmetrische Anordnung, beispielsweise eine Anordnung von Lichtquellen nur in einem Halbkreis, oder auch die Verwendung nur einer einzigen Lichtquelle möglich.

Eine Messeinrichtung wie in Fig. 1 dargestellt kann beispielsweise für so genannte Online-Messungen verwendet werden, bei welchen sich die Probe 122 an der Messeinrichtung vorbeibewegt und laufend vermessen wird, wobei dies bei einer Online-Messung direkt in einem Produktionsprozess geschieht. Beispielsweise kann in einer landwirtschaftlichen Erntemaschine das geerntete Material, ggf. nach einer Vorbehandlung wie einer Zerkleinerung, fortlaufend untersucht werden. Eine Messeinrichtung wie in Fig. 1 dargestellt ist jedoch ebenso für Offline-Messungen einsetzbar, in welchen ausgewählte Proben eines Materials mit der Messeinrichtung z.B. außerhalb des normalen Produktionsprozesses untersucht werden. Auch Proben, welche nichts mit einer Produktion zu tun haben, z.B. wissenschaftliche Proben, können untersucht werden. Bei einer Offline-Messung kann beispielsweise eine stationäre Messung durchgeführt werden, bei welcher mehrere Spektren von einem Messbereich auf einer Probe aufgenommen werden. Eine Probe kann auch auf einem Drehteller angeordnet sein, womit mehrere Spektren von unterschiedlichen Messbereichen aufgenommen werden können. Die Messeinrichtung kann auch in einem Bypass eines Produktionsprozesses angeordnet sein.

Als nächstes werden unter Bezugnahme auf die Figuren 2-4 Ausführungsbeispiele von Verfahren erläutert, bei welchen von einer Probe sowohl ein Spektrum, beispielsweise mit einem Spektrometer wie in Fig. 1 dargestellt, als auch ein Bild, beispielsweise mit einer Kamera wie in Fig. 1 dargestellt, erfasst wird. Die Ausführungsbeispiele der Figuren 2-4 sind insbesondere in der Messeinrichtung der Fig. 1, beispielsweise durch eine entsprechende Programmierung der Steuerung/Auswertung 123, implementierbar, sind jedoch auch unabhängig hiervon verwendbar. Dabei ist zu beachten, dass eine einzige Messeinrichtung ein oder mehrere der Verfahren der Figuren 2-4 implementieren kann. In anderen Worten schließen sich die Verfahren der Figuren 2-4 nicht gegenseitig aus, sondern können gleichzeitig oder abwechselnd in der gleichen Messeinrichtung eingesetzt werden.

In dem Verfahren in Fig. 2 wird in Schritt 20 eine Probe beleuchtet, beispielsweise durch die Lichtquellen 116 der Fig. 1, um die Probe anzuregen. In Schritt 21 wird ein Spektrum von der Probe erfasst, beispielsweise wie unter Bezugnahme auf Fig 1 erläutert durch das Spektrometer 10 und/oder das Spektrometer 113.

In Schritt 22 wird ein Bild von der Probe erfasst, beispielsweise mittels der Kamera 11 oder mittels der Kamera 125. Es ist zu bemerken, dass die Schritte 20, 21 und 22 gleichzeitig stattfinden können. Bei manchen Ausführungsbeispielen kann aber auch das Bild der Probe von Schritt 22 kurz vor oder kurz nach dem Spektrum (Schritt 21) erfasst werden, insbesondere wenn eine stationäre Probe untersucht wird. Bei einer gleichzeitigen Ausführung der Schritte 21 und 22 können insbesondere die Integrationszeiten zwischen einem oder mehreren verwendeten Spektrometern und einem oder mehreren verwendeten Kameras, insbesondere auch die Aufnahmestartzeiten, synchronisiert werden.

In Schritt 23 wird das Spektrum in Abhängigkeit von dem Bild ausgewertet. Hierzu kann beispielsweise in der Steuerung/Auswertung 123 der Fig. 1 eine Bildanalyse stattfinden, und je nach in dem Bild erkannten Kriterien kann die Auswertung des Spektrums modifiziert werden.

Beispielsweise kann in Abhängigkeit von dem Bild das Spektrum verworfen werden, falls das Bild darauf hinweist, dass ein ungültiges oder wenig aussagekräftiges Spektrum aufgenommen wurde, oder eine Gewichtung des Spektrums bei einer Mittelwertbildung kann verändert werden. Beispielsweise kann eine Gewichtung von Spektren, bei welchen das Bild eine mögliche Verfälschung des Spektrums anzeigt, verringert werden. Ein derartiges Verwerfen von Spektren oder abweichendes Gewichten kann beispielsweise bei einer orts aufgelösten Messung bzw. einem Verfahren des Messbereichs wie dem Messbereich 124 auf einer Probe bzw. einem Bewegen der Probe unter den Messbereich für derartige Spektren vorgenommen werden, bei welchem im Messbereich potenzielle Probleme erkannt wurden. Bei einem orts aufgelösten Spektrometer, welches also Spektren nicht nur wellenlängenaufgelöst, sondern zusätzlich oder alternativ orts aufgelöst aufnimmt, kann beispielsweise nur ein Teil der Spektren verwendet werden, nämlich diejenigen aus dem Teil des Messbereichs, bei welchem kein Problem identifiziert werden konnte. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn die Probe den Messbereich nur teilweise ausfüllt, die Proben nur teilweise inhomogen sind, Fremdkörper nur in einem Teil des Messbereichs vorliegen, Glanz nur in einem Teil des Messbereichs auftritt oder das Messfenster nur teilweise verschmutzt ist. Schließlich können auch Spektren, bei welchen das Bild keine Probleme anzeigt, getrennt von Spektren, bei welchen das Bild Probleme anzeigt, ausgewertet werden. Beispiele, bei welchen ein Spektrum verworfen werden kann, eine Gewichtung des Spektrums verringert werden kann oder das Spektrum separat ausgewertet wird oder auf ande-

re Weise besonders behandelt wird, beispielsweise in besonderer Weise gekennzeichnet wird, werden im Folgenden erläutert.

Beispielsweise kann mittels der Auswertung des Bildes erkannt werden, dass in einem Messfenster, d.h. in einem gerade untersuchten Probenbereich, welcher insbesondere mit dem Messbereich 124 der Fig. 1 übereinstimmen oder diesen umfassen kann, keine Probe vorhanden ist oder nur teilweise eine Probe vorhanden ist. Dies kann insbesondere bei beweglichen Proben wie beispielsweise bei Online-Messungen auftreten. Ein weiteres Problem, welches erkannt werden kann, ist, dass keine homogene Messprobe vorliegt. Dies kann beispielsweise an einer ungünstigen Behandlung der Messprobe, beispielsweise ein unzureichendes Zerkleinern, oder auch durch Fremdkörper in der Messprobe verursacht sein.

Ein weiteres Problem, welches erkannt werden kann, ist, dass die Struktur der Probe nicht zu einer Größe eines verwendeten Messbereichs passt. Bei Messungen wird im Allgemeinen über die Größe des Messbereichs integriert, sodass es in vielen Fällen bevorzugt ist, wenn die Strukturen einer Probe kleiner sind als der Messbereich. In anderen Fällen kann es auch bevorzugt werden, nur einen Teil einer Struktur zu erfassen, in welchem Fall der Messbereich dann kleiner sein sollte als die Probenstruktur.

Ein weiteres Problem, welches durch Bildanalyse erkannt werden kann, ist so genannter Glanz an der Probe. Glanz entsteht, wenn eine direkte Reflexion des Anregungslichts, beispielsweise der Lichtstrahlen 118, in den Messstrahlengang, in dem Fall der Fig. 1 auf den Strahl 114, fällt. Dies kann insbesondere bei strukturierten Probenoberflächen, beispielsweise kugelförmigen Abschnitten in der Probe, auftreten.

Ein weiteres Problem, welches durch Bildanalyse erkannt werden kann, ist eine Verschmutzung des Messfensters. Beispielsweise können an einem Schutzglas wie dem Glas 121 bei einer strömenden Probe Probenteile hängenbleiben, welche dann die Messung verfälschen. Eine derartige Verschmutzung kann insbesondere erkannt werden, wenn bei einem Wechsel der Probe ein Teil des Bildes immer gleich bleibt (z.B. auch wenn gerade während des Wechselvorgangs keine Probe vorhanden ist) oder bei einer sich bewegenden Probe in einem Teil des Bildes keine Bewegung vorliegt.

Zudem kann bei einer sich bewegenden Probe erkannt werden, wenn eine Probengeschwindigkeit außerhalb eines eingestellten Toleranzbereiches ist oder ein Strömungsverhalten der Probe (beispielsweise bei Proben, welche aus vielen kleinen Teilchen, beispielsweise Erntegut, bestehen) zu ungleichmäßig ist, wobei die letzteren beiden Punkte auch auf eine Verschmutzung des Messfensters hindeuten können.

Wenn die verwendete Kamera wie oben erläutert eine Infrarotkamera umfasst oder ein Temperatursensor wie der Temperatursensor 128 der Fig. 1 oder eine andere Art der Temperaturerfassung vorgesehen ist, kann zudem erfasst werden, ob eine Temperatur der Probe oder ein Temperaturgradient in der Probe außerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs sind. Bei einem Temperaturgradient in der Probe können dann insbesondere die Messung von Proben-teilen bei orts aufgelösten Messungen, welche dann durch den Temperaturgradienten eine Temperatur außerhalb des Toleranzbereichs aufweisen, als problematisch gekennzeichnet werden.

Wie bereits erwähnt kann, wenn ein oder mehrere der oben beschriebenen potenziellen Probleme in dem Bild erkannt werden, ein aufgenommenes Spektrum in Schritt 23 aus Figur 2 entsprechend ausgewertet werden, beispielsweise verworfen werden, niedriger gewichtet werden oder separat ausgewertet werden.

Zusätzlich oder alternativ hierzu kann bei einem Erkennen derartiger Probleme die verwendete Messeinrichtung eingestellt werden, um das Problem zu beheben oder abzumildern. Ein entsprechendes Verfahren ist in Fig. 3 schematisch dargestellt. Die Schritte 30-32 des Ausführungsbeispiels der Fig. 3 entsprechen dabei den Schritten 20-22 des Ausführungsbeispiels der Fig. 2. In Schritt 33 wird dann eine verwendete Messeinrichtung, beispielsweise die Messeinrichtung der Fig. 1, abhängig von dem Bild eingestellt.

Diese Einstellung der Messeinrichtung in Schritt 33 kann zusätzlich oder alternativ zu der Auswertung des Spektrums von Schritt 23 der Fig. 2 erfolgen. Beispielsweise kann, wenn ein Bild, welches auf ein Problem hindeutet, wie unter Bezugnahme auf Fig. 2 erläutert wurde, das jeweilige Spektrum dann entsprechend ausgewertet werden und zudem die Messeinrichtung in Schritt 33 eingestellt werden, um derartige Probleme bei zukünftigen Messungen zu vermeiden.

Beispielsweise kann im Falle eines leeren oder nur teilweise gefüllten Messbereichs eine Probe entsprechend bewegt werden, um den Messbereich vollständig auf der Probe zu platzieren. Wenn die Struktur der Probe nicht zur Größe des Messbereichs passt, kann die Größe des Messbereichs, beispielsweise durch Einstellen der Blende 120 oder der Optik 127 der Fig. 1, verändert und der Struktur der Probe angepasst werden. Im Falle von Glanz an der Probe kann die Beleuchtung modifiziert werden, beispielsweise einzelne oder alle Lichtquellen der Lichtquellen 116 der Fig. 1 ausgeschaltet oder gedimmt werden, um den Glanz zu vermindern oder zu beseitigen. Zu Verminderung von Glanz kann bei manchen Vorrichtungen auch ein Beleuchtungswinkel variiert werden. Bei einer Verschmutzung des Messfensters kann eine Reinigung vorgenommen werden. Bei einer Temperatur außerhalb des Toleranzbereichs kann beispiels-

weise eine (in Fig. 1 nicht dargestellte) Kühlung oder Heizung angesteuert werden. Bei einer unpassenden Probengeschwindigkeit kann eine Geschwindigkeit des Proben transports, beispielsweise eine Geschwindigkeit eines Förderbandes, angepasst werden.

Bei einer Ermittlung der Temperatur der Probe beispielsweise durch den Temperaturfühler 128 kann eine Kalibrierung verschiedener Komponenten, beispielsweise der Spektrometer, der Temperatur angepasst werden.

Zusätzlich oder alternativ zu den Ausführungsbeispielen der Figuren 2 und 3 können die Bilder auch gespeichert werden. Ein entsprechendes Ausführungsbeispiel ist in Fig. 4 dargestellt. Die Schritte 40-42 der Fig. 4 entsprechen dabei wiederum den Schritten 20-22 der Fig. 2. In Schritt 43 wird dann das Bild mit Zuordnung zum Spektrum gespeichert, d.h. in einer Weise gespeichert, welche eine nachträgliche Zuordnung zu dem jeweiligen bevorzugt ebenfalls abgespeicherten Spektrum ermöglicht. Die Speicherung kann dabei beispielsweise in dem Speicher 129 der Fig. 1 erfolgen. Bei manchen Ausführungsbeispielen kann der Speicher 129 dabei ein Ring-speicher sein, in welchem Bilder nur für eine vorgegebene Zeit gespeichert werden, beispielsweise nur die Bilder der letzten Stunde oder eines anderen Zeitabschnittes.

Bei manchen Ausführungsbeispielen werden in Schritt 43 alle Bilder gespeichert. Bei anderen Ausführungsbeispielen werden nur manche Bilder gespeichert, beispielsweise Bilder, in welchen eines oder mehrere der oben erläuterten Probleme erkannt wurden, oder Bilder, deren zugeordnetes Spektrum von einem Mittelwert oder einem erwarteten Spektrum um mehr als einen vorgegebenen Betrag abweicht. Hierdurch kann beispielsweise im Nachhinein analysiert werden, ob eine Abweichung des Spektrums auf Probleme, beispielsweise Defekte, der Probe selbst hinweist oder ob andere Ursachen, wie beispielsweise die erwähnte Verschmutzung des Messfensters, das abweichende Spektrum verursacht haben.

Die Verfahren der Figuren 2-4 werden bei manchen Ausführungsbeispielen, insbesondere bei Online-Messungen, in Echtzeit ausgeführt.

Bei der Bildauswertung der Ausführungsbeispiele der Fig. 1-4 können auch Informationen aus den Spektrometern verwendet werden, um die Auswertung des von einer entsprechenden Kamera aufgenommenen Bildes zu verbessern. Beispielsweise werden bei Farbbildkameras üblicherweise rot, grün und blau separat detektiert, wobei beispielsweise durch entsprechende Farbfilter eine Unterteilung des Lichts erfolgt, welche nicht gleichmäßig ist. Durch gleichzeitiges Auswerten eines im sichtbaren Bereich aufgenommenen Spektrums kann eine höhere Farbdifferenzierung, beispielsweise in den Grüntönen, erfolgen.

Wie aus den obigen Erläuterungen ersichtlich, kann durch verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung eine verbesserte Auswertung und/oder Qualität von Spektren auf automatische Weise, beispielsweise durch eine entsprechende Programmierung der Steuerung/Auswertung 123 der Fig. 1, erfolgen. Im Hinblick auf die vielen beschriebenen Variationen und Abwandlungsmöglichkeiten der dargestellten Ausführungsbeispiele ist die vorliegende Erfindung nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt, diese dienen lediglich zur Veranschaulichung von Implementierungsmöglichkeiten der Erfindung.

PATENTANSPRÜCHE

1. Spektroskopisches Messverfahren, umfassend:
Beleuchten einer Probe (122) in einem Messbereich (124),
Erfassen eines Spektrums von von der Probe (122) ausgehendem Licht,
Erfassen eines Bildes der Probe (122) umfassend den Messbereich (124) und
Auswerten des Spektrums in Abhängigkeit von dem erfassten Bild.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Auswerten des Spektrums in Abhängigkeit von dem erfassten Bild ein Verwerfen des Spektrums in Abhängigkeit von dem erfassten Bild, ein Gewichten des Spektrums in Abhängigkeit von dem erfassten Bild und/oder eine separate Auswertung des Spektrums in Abhängigkeit von dem erfassten Bild umfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Auswerten des Spektrums in Abhängigkeit von dem erfassten Bild ein Analysieren des Bildes auf mindestens ein Kriterium hin und ein Auswerten des Spektrums in Abhängigkeit von einer Identifizierung des mindestens einen Kriteriums umfasst, wobei das mindestens eine Kriterium mindestens ein Kriterium umfasst aus der Gruppe, umfassend:
ein Nichtvorhandensein einer Probe in dem Messbereich (124),
ein nur teilweises Vorhandensein einer Probe in dem Messbereich (124),
eine inhomogene Probe,
eine falsche Probe,
eine nicht zu einer Größe des Messbereichs (124) passende Struktur der Probe,
ein Vorhandensein von Fremdkörpern in der Probe,
ein Vorhandensein von Glanz an der Probe,
eine Verschmutzung eines Messfensters,
eine Probengeschwindigkeit außerhalb eines Toleranzbereichs, und
ein Strömungsverhalten der Probe außerhalb eines Toleranzbereichs.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Bild ein Wärmebild der Probe umfasst.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Auswerten des Spektrums in Abhängigkeit von dem erfassten Bild ein Analysieren des Bildes auf mindestens ein Kriterium hin und ein Auswerten des Spektrums in Abhängigkeit von einer Identifizierung des mindestens einen Kriteriums umfasst, wobei das mindestens eine Kriterium mindestens ein Kriterium umfasst aus der Gruppe, umfassend:

eine Temperatur einer Probe außerhalb eines Toleranzbereichs, und
ein Temperaturgradient einer Probe außerhalb eines Toleranzbereichs.

6. Spektroskopisches Messverfahren, umfassend:
Beleuchten einer Probe (122) in einem Messbereich,
Erfassen eines Spektrums von der Probe (122),
Erfassen eines Bildes von der Probe (122), und
Einstellen einer zum Beleuchten und/oder Erfassen benutzten Messeinrichtung in Abhängigkeit von dem Bild.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Einstellen der Messeinrichtung in Abhängigkeit von dem Bild eine Erfassung eines vorgegebenen Kriteriums in dem Bild und ein Einstellen der Messeinrichtung, wenn das Kriterium in dem Bild identifiziert wurde, umfasst, wobei das Kriterium ausgewählt ist aus der Gruppe, umfassend:
ein Nichtvorhandensein einer Probe in dem Messbereich (124),
ein nur teilweises Vorhandensein einer Probe in dem Messbereich (124),
eine inhomogene Probe,
eine falsche Probe,
eine nicht zu einer Größe des Messbereichs passende Struktur der Probe,
ein Vorhandensein von Fremdkörpern in der Messprobe,
ein Vorhandensein von Glanz an der Probe,
eine Verschmutzung eines Messfensters,
eine Probengeschwindigkeit außerhalb eines Toleranzbereichs, und
ein Strömungsverhalten der Probe außerhalb eines Toleranzbereichs.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei das Einstellen der Messeinrichtung eine Veränderung des Beleuchtens zum Minimieren von Glanz, ein Bewegen der Probe, einen Reinigungsvorgang und/oder eine Veränderung der Größe des Messbereichs (124) umfasst.
9. Spektroskopisches Messverfahren, umfassend:
Beleuchten einer Probe (122),
Erfassen eines Spektrums von der Probe (122),
Erfassen eines Bildes von der Probe (122), und
Speichern des Bildes mit Zuordnung zu dem Spektrum.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Speichern nur dann erfolgt, wenn das erfasste Spektrum von einem mittleren Spektrum um mehr als einen vorgegebenen Betrag abweicht oder das Bild ein vorgegebenes Kriterium erfüllt.

11. Spektroskopisches Messverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter umfassend:
Auswerten des Bildes mithilfe von Farbinformation aus dem Spektrum.
12. Spektroskopische Messeinrichtung, umfassend:
eine Beleuchtungseinrichtung (116) zum Beleuchten einer Probe (122) in einem Messbereich (124),
mindestens ein Spektrometer (10, 113) zum Erfassen eines Spektrums von von der Probe (122) ausgehendem Licht,
mindestens eine Kamera (11, 125) zum Erfassen eines Bildes von der Probe (122) umfassend den Messbereich, und
eine Auswertungseinrichtung (123), wobei die Auswertungseinrichtung eingerichtet ist, das Spektrum in Abhängigkeit von dem Bild auszuwerten.
13. Spektroskopische Messeinrichtung, umfassend:
eine Beleuchtungseinrichtung (116) zum Beleuchten einer Probe (122) in einem Messbereich (124),
mindestens ein Spektrometer (10, 113) zum Erfassen eines Spektrums von von der Probe (122) ausgehendem Licht,
mindestens eine Kamera (11, 125) zum Erfassen eines Bildes von der Probe (122) umfassend den Messbereich, und
eine Auswertungseinrichtung (123), wobei die Auswertungseinrichtung eingerichtet ist, die Messeinrichtung in Abhängigkeit von dem Bild einzustellen.
14. Spektroskopische Messeinrichtung, umfassend:
eine Beleuchtungseinrichtung (116) zum Beleuchten einer Probe (122) in einem Messbereich (124),
mindestens ein Spektrometer (10, 113) zum Erfassen eines Spektrums von von der Probe (122) ausgehendem Licht,
mindestens eine Kamera (11, 125) zum Erfassen eines Bildes von der Probe (122) umfassend den Messbereich, und
eine Auswertungseinrichtung (123), wobei die Auswertungseinrichtung eingerichtet ist, das Bild mit Zuordnung zu dem Spektrum in einem Speicher (129) zu speichern.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 eingerichtet ist.

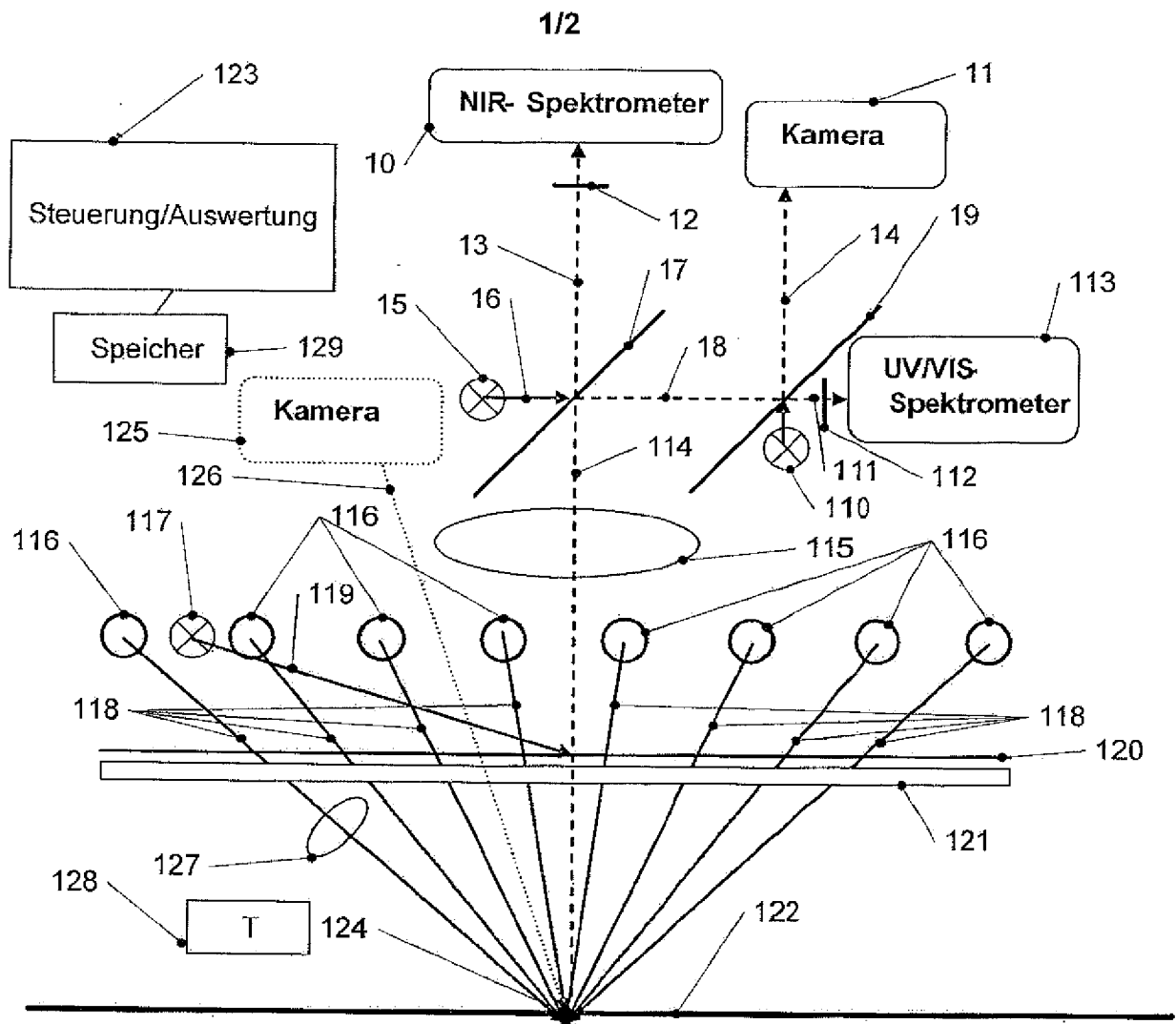


Fig. 1

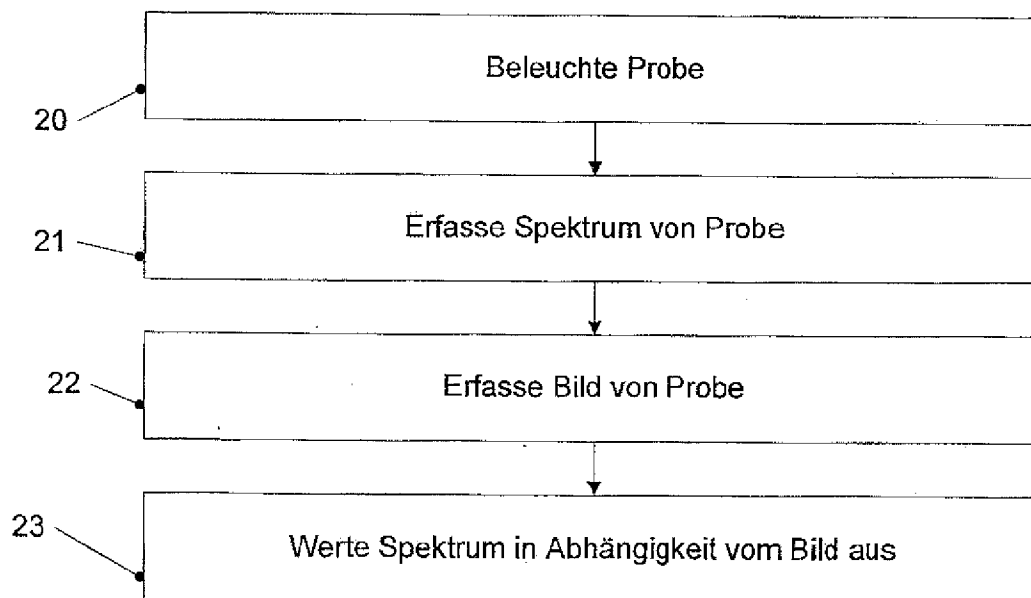


Fig. 2

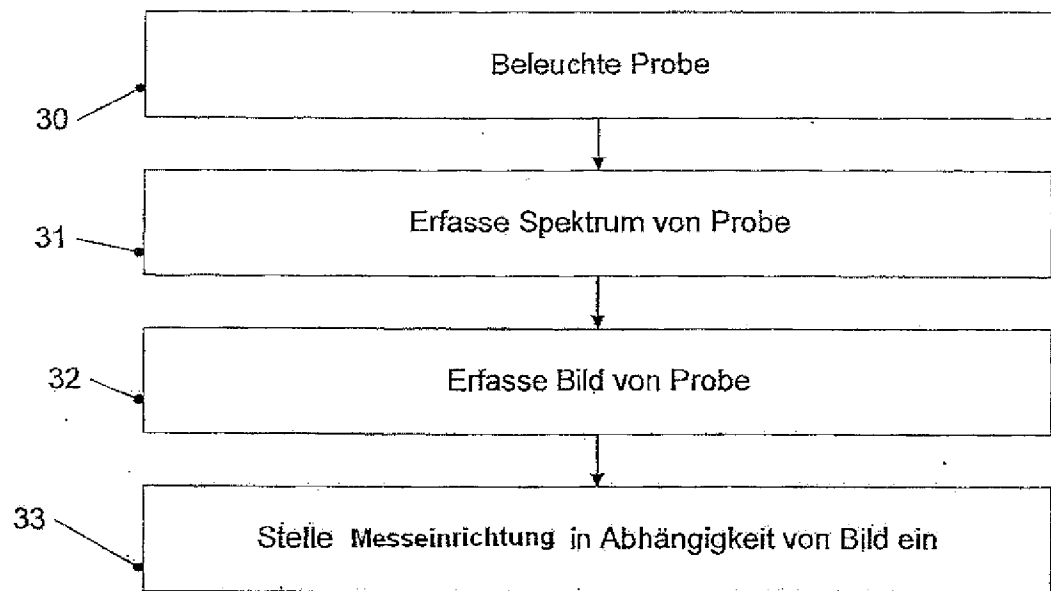


Fig. 3

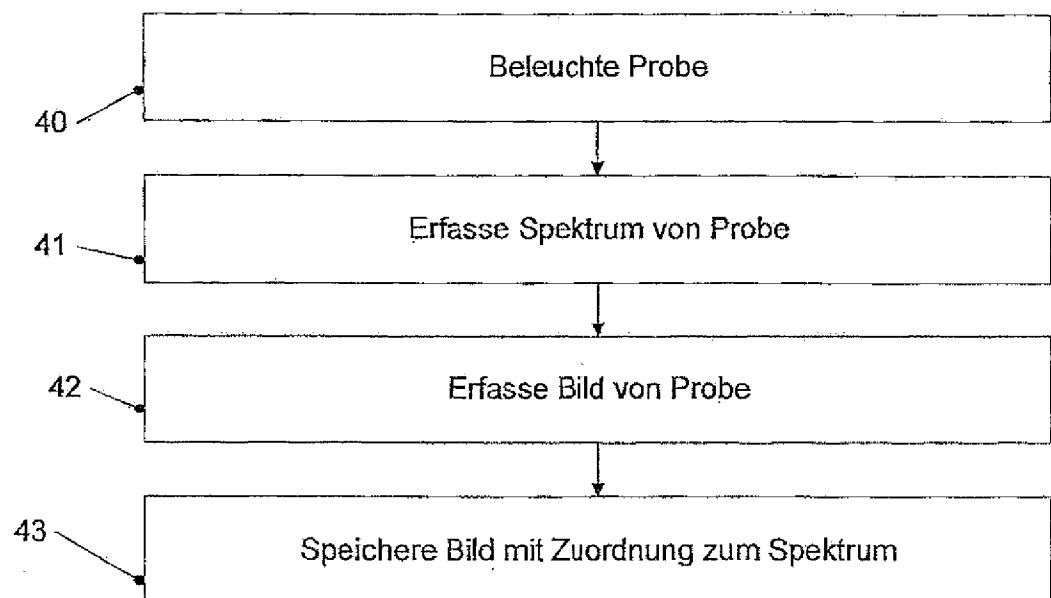


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/059564

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01N21/33 G01N21/35 G01N21/47
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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 956 361 A2 (DEERE & CO [US]; ZEISS CARL MICROIMAGING GMBH [DE]) 13 August 2008 (2008-08-13) paragraphs [0016], [0023] - [0030], [0035]; figure 1	1,2,12, 15
X	DE 20 2005 001438 U1 (SCHNEIDER THOMAS [DE]; QVARFORT TOMAS [DE]) 4 May 2005 (2005-05-04) paragraphs [0047] - [0056]; figure 3	1,12,15



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

"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

17 August 2012

Date of mailing of the international search report

14/11/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoogen, Ricarda

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2012/059564

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

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

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

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

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

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

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

See supplemental sheet

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

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

1, 2, 12, 15

Remark on Protest

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

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

1. Claims: 1, 2, 12, 15

Spectroscopic measurement method involving: illuminating a sample in a measurement area, detecting a spectrum of the light reflected by the sample, recording an image of the sample including the measurement area, and evaluating the spectrum based on the recorded image, the evaluation involving decomposing of the spectrum, weighting of the spectrum or a separate evaluation of the spectrum based on the recorded image.

Spectroscopic measurement device comprising an illumination mechanism, a spectrometer, a camera and an evaluation device for evaluating a spectrum detected by the spectrometer based on an image recorded by the camera.

2. Claim: 3

Spectroscopic measurement method involving: illuminating a sample in a measurement area, detecting a spectrum of the light reflected by the sample, recording an image of the sample including the measurement area, and evaluating the spectrum based on the recorded image, the recorded image being analysed for at least one of the criteria mentioned in claim 3 and the spectrum being evaluated on the basis of an identification of the at least one criterion.

3. Claims: 4, 5

Spectroscopic measurement method involving: illuminating a sample in a measurement area, detecting a spectrum of the light reflected by the sample, recording an image of the sample including the measurement area, and evaluating the spectrum based on the recorded image, the recorded image being a thermal image of the sample.

4. Claims: 6-8, 13

Spectroscopic measurement method involving: illuminating a sample in a measurement area, detecting a spectrum of the sample and recording an image of the sample, a measurement mechanism used for illumination and/or detection purposes being adjusted based on the image. Spectroscopic measurement device comprising an illumination mechanism, a spectrometer, a camera and an evaluation device configured to adjust the measurement mechanism based on an image recorded by the camera.

5. Claims: 9, 10, 14

Spectroscopic measurement method involving: illuminating a sample in a measurement area, detecting a spectrum of the sample and recording an image of the sample, the image being stored in association with the spectrum. Spectroscopic measurement device comprising an illumination mechanism, a spectrometer, a camera and an evaluation device which is configured to store in a memory an image recorded by the camera together with an association with a spectrum detected by the spectrometer.

6. Claim: 11

Spectroscopic measurement method involving: illuminating a sample in a measurement area, detecting a spectrum of the sample and recording an image of the sample, the image being evaluated using colour information from the spectrum.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/059564

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1956361	A2	13-08-2008	AU 2008200572 A1 21-08-2008
			CA 2619378 A1 07-08-2008
			DE 102007007040 A1 14-08-2008
			EP 1956361 A2 13-08-2008
			US 2008186487 A1 07-08-2008

DE 202005001438	U1	04-05-2005	CH 697534 B1 28-11-2008
			DE 202005001438 U1 04-05-2005
			FR 2881522 A1 04-08-2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01N21/33 G01N21/35 G01N21/47 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01N		
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	EP 1 956 361 A2 (DEERE & CO [US]; ZEISS CARL MICROIMAGING GMBH [DE]) 13. August 2008 (2008-08-13) Absätze [0016], [0023] - [0030], [0035]; Abbildung 1	1,2,12, 15
X	DE 20 2005 001438 U1 (SCHNEIDER THOMAS [DE]; QVARFORT TOMAS [DE]) 4. Mai 2005 (2005-05-04) Absätze [0047] - [0056]; Abbildung 3	1,12,15
☐ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
17. August 2012		14/11/2012
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Hoogen, Ricarda

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

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

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

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

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

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1, 2, 12, 15

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

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

WEITERE ANGABEN**PCT/ISA/ 210**

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

1. Ansprüche: 1, 2, 12, 15

Spektroskopisches Messverfahren umfassend: Beleuchten einer Probe in einem Messbereich, Erfassen eines Spektrums von von der Probe ausgehendem Licht, Erfassen eines Bildes der Probe umfassend den Messbereich und Auswerten des Spektrums in Abhängigkeit von dem erfassten Bild, wobei das Auswerten ein Verwerfen des Spektrums, ein Gewichten des Spektrums oder eine separate Auswertung des Spektrums in Abhängigkeit von dem erfassten Bild umfasst. Spektroskopische Messeinrichtung mit einer Beleuchtungseinrichtung, einem Spektrometer, einer Kamera und einer Auswerteeinrichtung, die dafür eingerichtet ist, ein von dem Spektrometer erfasstes Spektrum in Abhängigkeit von einem von der Kamera erfassten Bild auszuwerten.

2. Anspruch: 3

Spektroskopisches Messverfahren umfassend: Beleuchten einer Probe in einem Messbereich, Erfassen eines Spektrums von von der Probe ausgehendem Licht, Erfassen eines Bildes der Probe umfassend den Messbereich und Auswerten des Spektrums in Abhängigkeit von dem erfassten Bild, wobei das erfasste Bild auf mindestens eines der in Anspruch 3 genannten Kriterien hin analysiert wird und das Spektrum in Abhängigkeit von einer Identifizierung des mindestens einen Kriteriums ausgewertet wird.

3. Ansprüche: 4, 5

Spektroskopisches Messverfahren umfassend: Beleuchten einer Probe in einem Messbereich, Erfassen eines Spektrums von von der Probe ausgehendem Licht, Erfassen eines Bildes der Probe umfassend den Messbereich und Auswerten des Spektrums in Abhängigkeit von dem erfassten Bild, wobei das erfasste Bild ein Wärmebild der Probe ist.

4. Ansprüche: 6-8, 13

Spektroskopisches Messverfahren umfassend: Beleuchten einer Probe in einem Messbereich, Erfassen eines Spektrums von der Probe und Erfassen eines Bildes von der Probe, wobei eine zum Beleuchten und/oder Erfassen benutzte Messeinrichtung in Abhängigkeit von dem Bild eingestellt wird. Spektroskopische Messeinrichtung mit einer Beleuchtungseinrichtung, einem Spektrometer, einer Kamera und einer Auswerteeinrichtung, die dafür eingerichtet ist, die Messeinrichtung in Abhängigkeit von einem von der Kamera erfassten Bild

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

einzustellen.

5. Ansprüche: 9, 10, 14

Spektroskopisches Messverfahren umfassend: Beleuchten einer Probe in einem Messbereich, Erfassen eines Spektrums von der Probe und Erfassen eines Bildes von der Probe, wobei das Bild mit Zuordnung zu dem Spektrum gespeichert wird.

Spektroskopische Messeinrichtung mit einer Beleuchtungseinrichtung, einem Spektrometer, einer Kamera und einer Auswerteeinrichtung, die dafür eingerichtet ist, ein von der Kamera erfasstes Bild mit einer Zuordnung zu einem von dem Spektrometer erfassten Spektrum in einem Speicher zu speichern.

6. Anspruch: 11

Spektroskopisches Messverfahren umfassend: Beleuchten einer Probe in einem Messbereich, Erfassen eines Spektrums von der Probe und Erfassen eines Bildes von der Probe, wobei das Bild mithilfe von Farbinformationen aus dem Spektrum ausgewertet wird.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/059564

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1956361 A2	13-08-2008	AU 2008200572 A1	21-08-2008
		CA 2619378 A1	07-08-2008
		DE 102007007040 A1	14-08-2008
		EP 1956361 A2	13-08-2008
		US 2008186487 A1	07-08-2008

DE 202005001438 U1	04-05-2005	CH 697534 B1	28-11-2008
		DE 202005001438 U1	04-05-2005
		FR 2881522 A1	04-08-2006
