

(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
1. Mai 2014 (01.05.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/063912 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01N 21/03 (2006.01) G01N 21/25 (2006.01)
G01N 21/07 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/070720

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. Oktober 2013 (04.10.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 219 491.6
25. Oktober 2012 (25.10.2012) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **HOEHL, Melanie**; Ziegelei-Str. 7, 71254
Ditzingen (DE). **SLOCUM, Alexander**; 1 Merrill
Crossing Bow, New Hampshire, 03304 (US). **STEIGERT,
Juergen**; Senefelderstrasse 60, 70176 Stuttgart (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, 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, LT, 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, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR OPTICALLY ANALYZING A MATERIAL

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR OPTISCHEN ANALYSE EINES MATERIALS

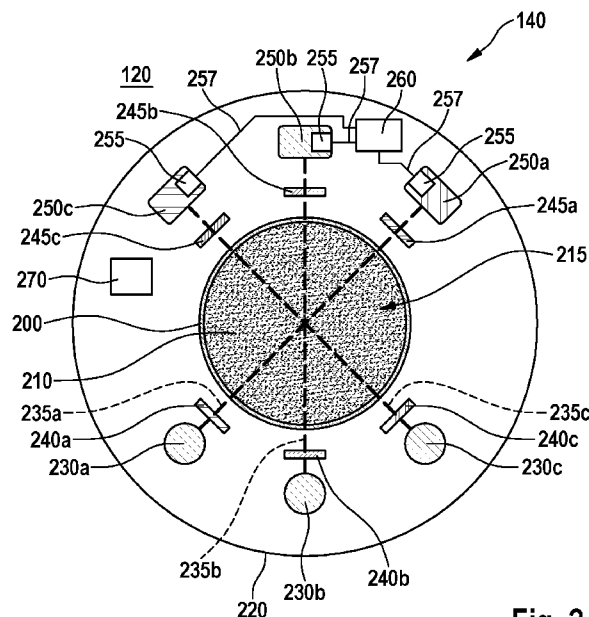


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to an analyzing device (140) for optically analyzing an analysis material (210). The analyzing device (140) comprises an analysis material receiving unit (215) for receiving a container (200), which comprises an analysis material (210), and at least one lighting unit (230a, 230b, 230c) for illuminating an analysis material (210) arranged in the analysis material receiving unit (215) using at least one light of a defined optical spectrum range. Finally, the analyzing device (140) comprises at least one detector unit (250a, 250b, 250c) in order to receive the light emitted by the lighting unit (230a, 230b, 230c), said detector unit (250a, 250b, 250c) being designed to carry out or prepare an analysis of the analysis material (210) using the received light.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Analysevorrichtung (140) zur optischen Analyse eines Analysematerials (210). Die Analysevorrichtung (140) umfasst eine Analysematerialaufnahmeeinheit (215) zur Aufnahme eines Behälter (200) mit Analysematerial (210) und zumindest eine Beleuchtungseinheit (230a, 230b, 230c), um ein in der Analysematerialaufnahmeeinheit (215) angeordnetes Analysematerial (210) mit zumindest einem Licht eines vordefinierten Bereichs des optischen Lichtspektrums zu beleuchten. Schließlich umfasst die Analysevorrichtung (140) zumindest eine Detektoreinheit

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(250a, 250b, 250c), um das von der Beleuchtungseinheit (230a, 230b, 230c) ausgestrahlte Licht zu empfangen, wobei die Detektoreinheit (250a, 250b, 250c) ausgebildet ist, um unter Verwendung des empfangenen Lichts eine Analyse des Analysematerials (210) durchzuführen oder vorzubereiten.

Beschreibung

Titel

5

VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR OPTISCHEN ANALYSE EINES MATERIALS

Stand der Technik

10

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Analysevorrichtung und ein Analyseverfahren zur optischen Analyse eines Analysematerials, auf ein entsprechendes Steuergerät sowie auf ein entsprechendes Computerprogrammprodukt.

15

Die Durchführung biochemischer Prozesse basiert auf der Handhabung von Flüssigkeiten. Typischerweise wird diese Handhabung manuell mit Hilfsmitteln wie Pipetten, Reaktionsgefäßen, aktiven Sondenoberflächen oder Laborgeräten durchgeführt. Durch Pippetierroboter oder Spezialgeräte sind diese Prozesse zum Teil bereits automatisiert.

20

Sogenannte Lab-on-a-Chip-Systeme (Westentaschenlabor oder Chiplabor) sind mikrofluidische Systeme, welche die gesamte Funktionalität eines makroskopischen Labors auf einem nur plastikkartengroßen Kunststoffsubstrat unterbringt. Lab-on-a-Chip-Systeme bestehen typischerweise aus zwei Hauptkomponenten. Ein Testträger oder eine Einwegkartusche beinhaltet

25

Strukturen und Mechanismen für die Umsetzung der fluidischen Grundoperationen (z. B. Mischer), welche aus passiven Komponenten wie Kanäle, Reaktionskammer, vorgelagerte Reagenzien oder auch aktiven Komponenten wie Ventile oder Pumpen bestehen können. Die zweite Hauptkomponente sind Aktuations-, Detektions- und Steuereinheiten. Das

30

System ermöglicht es, biochemische Prozesse vollautomatisiert zu prozessieren.

35

Derzeit ist eine Vielzahl von Systemen zur Automatisierung biochemischer Prozesse realisiert. Prinzipiell lassen sich die Systeme in zwei Kategorien unterscheiden. Zum einen Pipettierroboter mit Hilfe derer die Flüssigkeiten mittels Pipetten präzise abgemessen und in verschiedene funktionale Reaktionsgefäße überführt werden. Für die Prozessierung kommen eventuell

noch weitere Komponenten wie z. B. eine Zentrifuge zum Einsatz. Zum anderen existieren kartuschenbasierte Systeme, wobei die Flüssigkeiten typischerweise in einem Spezialgerät in einer Kartusche prozessiert werden. Eine Übersicht über den derzeitigen Stand bezüglich Durchführung biochemischer Prozesse mittels Zentrifugensysteme ist in der Offenlegungsschrift DE 10 2010 003 223 A1 dargestellt.

In der Offenlegungsschrift DE 10 2010 003 223 A1 ist bereits ein System beschrieben, wobei verschiedene Revolver im Format eines Standard-Zentrifugenröhrchens axial übereinander angeordnet werden und somit in eine Zentrifuge eingesetzt werden können. Die Revolver beinhalten Kanäle, Reaktionskammern und weitere Strukturen für die Durchführung von fluidischen Einheitsoperationen. Über eine integrierte Kugelschreibermechanik können die Revolver bezüglich ihrer Positionen zueinander rotiert werden, wobei sich Kavitäten zueinander schalten lassen. Die Aktuation erfolgt über die Änderung der Drehzahl der Zentrifuge und damit der Zentrifugalkraft, welche auf das Mikrofluidiksystem wirkt und die Kugelschreibermechanik aktuiert. Die Flüssigkeiten werden entlang dem Kraftvektor der Zentrifugalkraft vom radial innenliegenden Punkten zum radial außenliegenden Punkten transportiert.

Normalerweise werden Proben, die in einem Lab Tube, beispielsweise gemäß der Druckschrift DE 10 2010 003 223 A1, aufgereinigt und präpariert werden, durch externe Ausleseeinheiten optisch ausgelesen. Dazu gehören beispielsweise Spektrofotometer oder Fluorometer.

Offenbarung der Erfindung

Vor diesem Hintergrund wird vorliegend eine Analysevorrichtung, ein Analyseverfahren, sowie schließlich ein entsprechendes Computerprogrammprodukt gemäß den Hauptansprüchen vorgestellt. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den jeweiligen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Vorliegend wird eine Analysevorrichtung zur optischen Analyse eines Analysematerials vorgestellt, wobei die Analysevorrichtung die folgenden Merkmale aufweist:

- eine Analysematerialaufnahmeeinheit zur Aufnahme eines Behälter mit Analysematerial;
- zumindest eine Beleuchtungseinheit, die ausgebildet ist, um ein in der Analysematerialaufnahmeeinheit angeordnetes Analysematerial mit zumindest einem Licht eines vordefinierten Bereichs des optischen Lichtspektrums zu beleuchten; und
- zumindest eine Detektoreinheit, die ausgebildet ist, um das von der Beleuchtungseinheit ausgestrahlte Licht zu empfangen, wobei die Detektoreinheit ausgebildet ist, um unter Verwendung des empfangenen Lichts eine Analyse des Analysematerials durchzuführen oder vorzubereiten.

Weiterhin wird ein Analyseverfahren zur optischen Analyse eines Analysematerials unter Verwendung einer Analysevorrichtung gemäß einer hier beschriebenen Variante vorgestellt, wobei das Analyseverfahren die folgenden Schritte aufweist:

- Beleuchten des Analysematerials mit Licht eines vordefinierten Bereichs des optischen Lichtspektrums unter Verwendung der zumindest einen Beleuchtungseinheit;
- Detektieren des von der Beleuchtungseinheit ausgesandten Lichts unter Verwendung der zumindest einen Detektoreinheit; und
- Ausgeben eines Signals an eine außerhalb der Analysevorrichtung angeordnete Einrichtung, wobei das Signal eine Eigenschaft des unter Verwendung des detektierten Lichts analysierten Analysematerials repräsentiert.

Unter einer Analysevorrichtung kann eine Einheit verstanden werden, die zur Erkennung von Bestandteilen eines Analysematerials ausgebildet ist. Ein Analysematerial kann dabei beispielsweise ein Fluid, Feststoff, Gas und/oder Gemische aus mehreren unterschiedlichen Bestandteilen, eine Suspension oder ein ähnliches Stoffgemisch sein, welches in einer Zentrifuge zentrifugiert wird, um es für die Analyse aufzubereiten. Als Beispiel für ein solches Analysematerial, welches durch die vorstehend vorgestellte Analysevorrichtung als Assay prozessiert werden kann, lassen sich isothermale DNA oder RNA Amplifikation, PCR, Immunoassays (z.B. Antikörperreaktionen, ELISA), kinetische Assays (z. B. Enzymbasiert), Mg und Calcium Nachweise etc. nennen. Außerdem können andere chemische Reaktionen auch außerhalb von

biochemischen Anwendungen nachgewiesen werden, wie z. B. Nachweise von Giftstoffen oder Verunreinigungen oder Herstellung/Synthese von Stoffen im System - diese können alle entweder fluorszent, photometrisch, biolumineszent oder turbidimetrisch nachgewiesen werden.

5

Unter einer Analysematerialaufnahmeeinheit kann beispielsweise eine Innenöffnung oder Innenausnehmung der Analysevorrichtung verstanden werden, in welche ein Behälter mit dem Analysematerial eingesetzt werden kann. Unter einem Behälter mit Analysematerial kann beispielsweise ein Laborröhrchen als Glas oder Kunststoff verstanden werden, in welches das Analysematerial eingefüllt ist und wobei der Behälter insbesondere für das Licht mit der vorbestimmten Wellenlänge transparent ist. Unter einer Beleuchtungseinheit kann eine Einheit verstanden werden, die Licht eines vordefinierten Bereichs des optischen Spektrums in Richtung des Analysematerials oder in Richtung des Behälters mit dem Analysematerial abstrahlt. Unter einem vordefinierten Bereich des optischen Lichtspektrums kann beispielsweise ein bestimmter Spektralbereich des Lichts, beispielsweise rotes Licht, grünes Licht, blaues Licht oder ultraviolettes Licht, verstanden werden. Die Beleuchtungseinheit kann beispielsweise durch eine Lampe, eine Laserdiode, eine LED oder Ähnliches Licht-aussendendes Element gebildet sein. Unter einer Detektoreinheit kann eine Einheit verstanden werden, die ausgebildet ist, um Licht, welches von der Beleuchtungseinheit ausgesandt wurde, zu empfangen. Dabei kann die Detektoreinheit besonders empfindlich im Bereich des Lichts des vordefinierten Bereichs des optischen Lichtspektrums sein, um eine oder mehrere Eigenschaften des Analysematerials aus dem empfangenen Licht extrahieren zu können. Die Detektoreinheit kann dabei ferner eine Auswertungseinheit umfassen, die das empfangene Licht analysiert und hieraus einen Rückschluss auf die Eigenschaft des Analysematerials bezieht. Beispielsweise kann die Detektoreinheit ausgebildet sein, um Spektrallinien aus dem das Analysematerial durchstrahlenden Licht zu erkennen und hieraus auf einen Bestandteil des Analysematerials zu schließen. Denkbar ist weiterhin, dass die Detektoreinheit lediglich ausgebildet ist, um ein Signal auszugeben, dass das empfangene Licht repräsentiert, sodass eine Auswertung des empfangenen Lichts, das heißt, eine Analyse des Analysematerials außerhalb der Analysevorrichtung ermöglicht wird.

35

Der hier vorgestellte Ansatz basiert auf der Erkenntnis, dass die Auswertung oder Analyse eines Analysematerials durch eine optische Auswertung von Licht erfolgen kann, welches das Analysematerial durchstrahlt. Hierdurch kann technisch sehr einfach und effizient eine (oder mehrere) Eigenschaft(en) des Analysematerials erkannt werden. Ferner kann gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung auch bereits in der Zentrifuge bzw. im oder am Rotor der Zentrifuge eine solche Auswertung des Analysematerials erfolgen. Hierzu kann die Analysevorrichtung direkt am oder im Rotor oder zumindest im Innenraum der Zentrifuge befestigt sein oder werden, sodass die zu analysierende Probe bzw. das Analysematerial zur Analyse nicht mehr aus dem Rotor der Zentrifuge oder einer Zentrifugenkammer der Zentrifuge herausgenommen werden braucht. Zugleich kann auch eine Analyse oder Untersuchung des Analysematerials während einer Rotation des Rotors der Zentrifuge erfolgen. Hierdurch kann eine wesentlich detailliertere Analyse mit aussagekräftigeren Ergebnissen erhalten werden. Insbesondere ist es durch den hier vorgestellten Ansatz möglich, eine Echtzeitauslese bzw. ein Realtime Assay zu ermöglichen, wodurch ein Informationsgewinn in Bezug auf eine Endzeitauslese (end-point assay) nach der Prozessierung erreicht werden kann. Denkbar ist es ferner, dass besonders genaue und schnelle Analyseergebnisse erhalten werden können, wenn alternativ oder zusätzlich zu der vorstehend genannten Anordnung der Analysevorrichtung das Analysematerial zur Durchführung des Assays temperiert wird. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass für gewünschte Reaktionen des Analysematerials dieses schnell auf eine ausreichend hohe bzw. niedrige Temperatur gebracht werden kann, um die gewünschte Reaktion im Analysematerial ablaufen zu lassen.

Der hier vorgestellte Ansatz bietet somit den Vorteil, dass neben einer deutlichen Stärkung des Aussagegehalts der Ergebnisse einer hier vorgestellten Analysevorrichtung auch noch eine Vereinfachung der Handhabung und des Ablaufs der Analyse möglich ist. Dies resultiert insbesondere daraus, dass zur Ausführung der Analyse der Behälter mit dem Analysematerial nicht mehr aus dem Rotor der Zentrifuge herausgenommen werden braucht, sodass neben einer Analyse während des Betriebs der Zentrifuge beispielsweise auch eine Verunreinigung oder ein Verlust eines durch die Zentrifuge aufbereiteten Analysematerials weitestgehend vermieden werden kann. Ferner kann gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung durch die

Temperierung auch erreicht werden, dass ohne Herausnahme des Behälters mit dem Analysematerial die Analyse schnell und kostengünstig durchgeführt werden kann.

5 Der hier vorgestellte Ansatz schafft ferner ein Steuergerät, das ausgebildet ist, um die Schritte einer Variante eines hier vorgestellten Verfahrens in entsprechenden Einrichtungen durchzuführen bzw. umzusetzen. Auch durch diese Ausführungsvariante der Erfindung in Form eines Steuergeräts kann die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe schnell und effizient gelöst werden.

10 Unter einem Steuergerät kann vorliegend ein elektrisches Gerät verstanden werden, das Sensorsignale verarbeitet und in Abhängigkeit davon Steuer- und/oder Datensignale ausgibt. Das Steuergerät kann eine Schnittstelle aufweisen, die hard- und/oder softwaremäßig ausgebildet sein kann. Bei einer hardwaremäßigen Ausbildung können die Schnittstellen beispielsweise Teil eines
15 sogenannten System-ASICs sein, der verschiedenste Funktionen des Steuergeräts beinhaltet. Es ist jedoch auch möglich, dass die Schnittstellen eigene, integrierte Schaltkreise sind oder zumindest teilweise aus diskreten Bauelementen bestehen. Bei einer softwaremäßigen Ausbildung können die
20 Schnittstellen Softwaremodule sein, die beispielsweise auf einem Mikrocontroller neben anderen Softwaremodulen vorhanden sind.

Von Vorteil ist auch ein Computerprogrammprodukt mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger wie einem Halbleiterspeicher, einem
25 Festplattenspeicher oder einem optischen Speicher gespeichert sein kann und zur Durchführung des Verfahrens nach einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen verwendet wird, wenn das Programmprodukt auf einem Computer oder einer Vorrichtung ausgeführt wird.

30 Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der die zumindest eine Detektoreinheit auf einer der zumindest einen Beleuchtungseinheit gegenüberliegenden Seite Analysematerialaufnahmeeinheit angeordnet ist. Eine solche Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bietet den Vorteil, dass das Analysematerial derart angeordnet ist, dass es von dem
35 Licht der Beleuchtungseinheit durchstrahlt wird, ohne dass technische Vorrichtungen zur Umleitung oder Spiegelung des Lichts der Beleuchtungseinheit

erforderlich sind. Auch ermöglicht diese Anordnung eine platzsparende radiale Positionierung von mehreren für die Analyse des Analysematerials erforderlichen Komponenten um die Analysematerialaufnahmeeinheit herum.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann
zumindest eine Filtereinheit vorgesehen sein, die für Licht des vordefinierten
Bereichs des optischen Spektrums transparent ist und für Licht außerhalb des
vordefinierten Spektrums intransparent ist, wobei die Filtereinheit in einem
Strahlenweg oder Strahlengang zwischen der zumindest einen
10 Beleuchtungseinheit und der zumindest einen Detektoreinheit angeordnet ist.
Eine derartige Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bietet den Vorteil,
dass kostengünstige breitbandige Lichtquellen zum Verbau in der
Beleuchtungseinheit verwendet werden können, wobei die Filtereinheit einen
bestimmten zur Analyse des Analysematerials benötigten spektralen Bereich des
15 von der Beleuchtungseinheit bereitgestellten Lichts herausfiltert oder polarisiert.
Auf diese Weise lässt sich das Analysematerial mit technisch einfachen Mitteln
einer sehr genauen optischen Analyse unterziehen, wobei die Eigenschaften des
Analysematerials präzise erkannt werden können.
- 20 Um möglichst viele Parameter oder Eigenschaften des Analysematerials
erfassen zu können, kann gemäß einer anderen Ausführungsform der
vorliegenden Erfindung eine optische Analyse des Analysematerials unter
Verwendung eines zweiten spektralen Bereichs von Licht durchgeführt werden.
Hierzu kann gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die
25 Analysevorrichtung zumindest eine weitere Beleuchtungseinheit und zumindest
eine weitere Detektoreinheit aufweisen, wobei die weitere Beleuchtungseinheit
ausgebildet ist, um ein in der Analysematerialaufnahmeeinheit angeordnetes
Analysematerial mit zumindest einem Licht eines zweiten vordefinierten Bereichs
des optischen Lichtspektrums zu beleuchten, wobei sich der zweite vordefinierte
30 Bereich des optischen Lichtspektrums von dem vordefinierten Bereich des
optischen Lichtspektrums unterscheidet und wobei die zumindest eine weitere
Detektoreinheit ausgebildet ist, um das von der weiteren Beleuchtungseinheit
ausgestrahlte Licht zu empfangen, wobei die weitere Detektoreinheit ferner
ausgebildet ist, um unter Verwendung des empfangenen Lichts eine Analyse des
35 Analysematerials durchzuführen oder vorzubereiten.

Bestimmte Eigenschaften des Analysematerials können dann besonders gut erkannt werden, wenn Fluoreszenzeffekte ausgewertet werden, die in dem Analysematerial durch eine Beleuchtung von Licht der Beleuchtungseinheit ausgelöst werden. In diesem Fall sollte jedoch sichergestellt sein, dass das

5 tatsächlich nur die Fluoreszenzeffekte erfasst werden, nicht jedoch Anteile des von der Beleuchtungseinheit ausgesandten Lichts. Hierzu kann gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Analysevorrichtung zumindest eine Fluoreszenzlichtdetektoreinheit aufweisen, die außerhalb eines Strahlenwegs von der Beleuchtungseinheit zur Detektoreinheit angeordnet ist

10 und wobei die Fluoreszenzlichtdetektoreinheit ausgebildet ist, um zumindest durch Licht von der Beleuchtungseinheit ausgelöste Fluoreszenzeffekte in dem Analysematerial zu erfassen.

Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der ferner eine Befestigungseinheit zur Befestigung der Analysevorrichtung an einer Zentrifuge, insbesondere an einem Rotor einer Zentrifuge, oder zum Einsetzen der Analysevorrichtung in einen Rotor der Zentrifuge vorgesehen ist. Unter einer Befestigungseinheit kann beispielsweise eine Außenform und/oder Außenabmessung der Analysevorrichtung verstanden werden, die ein Befestigen

15 der Analysevorrichtung an einem Rotor der Zentrifuge ermöglicht. Beispielsweise kann die Befestigungseinheit durch eine im Querschnitt kreisrunde Außenform der Analysevorrichtung gebildet sein, sodass die Analysevorrichtung sich in ein Aufnahmeelement in den Rotor der Zentrifuge einsetzen lässt. Alternativ oder zusätzlich kann die Befestigungseinheit auch Befestigungselemente wie

20 Schrauben oder Innengewinde in Löchern aufweisen, um die Analysevorrichtung an einem Rotor der Zentrifuge zu fixieren, damit sich die Analysevorrichtung gemeinsam mit dem Rotor der Zentrifuge gemeinsam drehen kann. Eine solche Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bietet den Vorteil einer Möglichkeit zur besonders präzisen Analyse des Analysematerials, da die Analyse

25 beispielsweise während des Zentrifugierens durchgeführt werden kann, sodass Zwischenstadien der Reaktion auswertbar sind und andererseits kein Herausnehmen des Analysematerials erforderlich ist, wodurch dieses kontaminiert werden könnte.

35 Besonders günstig ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der die Möglichkeit besteht, die Temperatur des Analysematerials beispielsweise

während des Betriebs der Zentrifuge verändern zu können. Auf diese Weise können bestimmte Reaktionen im Analysematerial ausgelöst werden, die ohne dass Temperieren während des Betriebs der Zentrifuge nicht möglich wären. Dies beinhaltet z. B. die Amplifikation von Nukleinsäuren oder andere biochemische Reaktionen. Unter einem Temperieren kann beispielsweise ein Erhitzen oder Abkühlen des Analysematerials verstanden werden. Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Analysevorrichtung somit zumindest eine Temperierungseinheit aufweisen, die ausgebildet ist, um das Analysematerial oder einen in der Analysematerialaufnahmeeinheit angeordneten Behälter mit dem Analysematerial zu erhitzen oder zu kühlen, insbesondere wobei die Temperierungseinheit eine Wärmelichtbeleuchtungseinheit aufweist, die ausgebildet ist, um das Analysematerial oder einen in der Analysematerialaufnahmeeinheit angeordneten Behälter mit dem Analysematerial mit elektromagnetischer Strahlung zu bestrahlen, um das Analysematerial in dem Behälter zu erwärmen. Unter einer Wärmelichtbeleuchtungseinheit kann beispielsweise eine Einheit verstanden werden, die Infrarotstrahlung ausstrahlt, um das Analysematerial zu erwärmen. Beispielsweise kann die Infrarotstrahlung auch dazu ausgebildet sein, um eine Wand oder ein Material des Behälters zu erwärmen, indem das Analysematerial sich befindet, sodass durch die Erwärmung des Materials des Behälters auch das darin befindliche Analysematerial erwärmt wird.

Besonders vorteilhaft ist ferner eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der die Temperierungseinheit ausgebildet ist, um das in dem Behälter angeordnete Analysematerial aus einer Richtung zu temperieren, die nicht in einer Rotationsebene der Zentrifuge liegt. Unter einer Rotationsebene kann eine Ebene verstanden werden, in der die Drehrichtung der Zentrifuge liegt. Besonders günstig kann die Temperierungseinheit angeordnet werden, wenn sie beispielsweise nicht auf in der gleichen Ebene liegt, in der die zumindest eine Beleuchtungseinheit und die zumindest eine Detektoreinheit angeordnet sind, wobei diese Ebene, in der die Beleuchtungseinheit und die Detektoreinheit angeordnet sind, meist in einer Rotationsebene der Zentrifuge liegt. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass das bei einer Anordnung von mehreren Beleuchtungseinheiten und Detektoreinheiten die Temperierungseinheit keinen Platz benötigt, der für eine (weitere) Detektoreinheit, eine Fluoreszenzlichtdetektoreinheit und/oder eine (weitere) Beleuchtungseinheit

benötigt würde. Hierbei wird ausgenutzt, dass eine Temperierung, insbesondere eine Erwärmung (oder Abkühlung) beispielsweise auch von einem Boden des Behälters mit dem Analysematerial erfolgen kann, wobei in diesem Fall eine sehr gleichmäßige Temperierung (Erwärmung oder Abkühlung) des Analysematerials möglich wird.

Um eine energieeffiziente, dynamische und schnelle Temperierung des Analysematerials zu ermöglichen, kann gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Analysematerialaufnahmeeinheit, die Befestigungseinheit und/oder der Behälter eine Isolationsschicht aufweisen, die ausgebildet ist, um das Analysematerial und/oder den Behälter von einem Bereich außerhalb der Analysevorrichtung thermisch zu isolieren.

Besonders günstig ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der die Temperierungseinheit ausgebildet ist, um eine Temperatur des Analysematerials und/oder des Behälters zu erfassen und ansprechend auf die erfasste Temperatur das Analysematerial und/oder den Behälter zu temperieren. Eine solche Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bietet den Vorteil, die tatsächliche Temperatur des Analysematerials zu erfassen und auf diese Weise sicherzustellen, dass die Rahmenbedingungen für eine gewünschte Reaktion des Analysematerials auch gewährleistet sind. Beispielsweise kann die Temperatur des Analysematerials durch eine Auswertung einer vom Analysematerial oder dem Behälter mit dem Analysematerial ausgesandten Infrarotstrahlung erfolgen.

Denkbar ist ferner eine Temperierung des Analysematerials oder des Behälters auch mittels eines oder mehrerer normaler Widerstandsheizer oder auch Luftströmungen (erwärmte oder kalte Luft ermöglicht schnelles Hoch und Runterheizen der Zentrifuge) in der Zentrifuge.

Um die Analysevorrichtung mit elektrischer Energie zu versorgen, damit sie auch im oder am Rotor der Zentrifuge eine optische Analyse oder eine Vorbereitung einer optischen Analyse des Analysematerials ausführen kann, kann gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zumindest eine Energieversorgungseinheit vorgesehen sein, die ausgebildet ist, um zumindest die Beleuchtungseinheit und/oder die Detektoreinheit mit elektrischer Energie zu

versorgen, insbesondere wobei die Energieversorgungseinheit einen elektrochemischen Energiespeicher, eine Induktionsspule und/oder einen Energieanschlusskontakt zur Befestigung einer Energieversorgungsleitung aufweist.

5

Denkbar ist ferner eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, in der zumindest eine Datenausgabeschnittstelle vorgesehen ist, die ausgebildet ist, um ein das von der Detektoreinheit empfangene Licht oder ein Ergebnis der Analyse repräsentierendes Signal an eine Einheit außerhalb der Zentrifuge zu übertragen, insbesondere wobei die Datenausgabeschnittstelle einen

10

Datenausgabeanschlusskontakt zum Anschluss eines elektrisch leitfähigen Datenübertragungskabels, einen Datenausgabeanschlusskontakt zum Anschluss einer Glasfaserleitung und/oder eine Funkschnittstelle aufweist. Eine derartige Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bietet den Vorteil, das Ergebnis der Analyse einfacher, schneller und sicher an eine Datenempfangseinheit zu übertragen, die außerhalb des Rotors der Zentrifuge angeordnet ist und somit eine Weiterverarbeitung des Analyseergebnisses der Analysevorrichtung ermöglicht.

15

20

Die Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

25

Fig. 1 eine Querschnittsdarstellung einer Zentrifuge zur Verwendung mit einer Analysevorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in Draufsicht;

Fig. 2 eine Querschnittsdarstellung einer Analysevorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in Draufsicht;

30

Fig. 3 eine Querschnittsdarstellung einer Analysevorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in Draufsicht;

35

Fig. 4A und 4B Querschnittsdarstellungen einer von Analysevorrichtungen gemäß weiteren Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung in Draufsicht;

Fig. 5 eine Querschnittsdarstellung einer Analysevorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in Draufsicht;

Fig. 6 eine Querschnittsdarstellung einer Analysevorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung perspektivischer Ansicht; und

Fig. 7 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

In der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden für die in den verschiedenen Figuren dargestellten und ähnlich wirkenden Elemente gleiche oder ähnliche Bezugszeichen verwendet, wobei auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente verzichtet wird.

Fig. 1 zeigt eine Querschnittsdarstellung einer Zentrifuge 100 zur Verwendung mit einer Analysevorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in Draufsicht. Die Zentrifuge 100 umfasst ein Zentrifugengehäuse 110, in dem sich ein Rotor 120 in eine Drehrichtung 130 (Zentrifugationsrichtung) bewegen oder drehen kann, wenn die Zentrifuge 100 in Betrieb ist. Der Rotor 120 umfasst vier integrierte oder herausnehmbare Zentrifugen-Röhrchenhalter 140, die als nachfolgend näher beschriebene Analysevorrichtung ausgebildet sind. Der Halter 140 bzw. die Analysevorrichtung 140 kann dabei in einem Aufnahmebecher 150 des Rotors 120 eingesetzt werden. Alternativ oder zusätzlich kann auch die Analysevorrichtung 140 direkt mit dem Rotor 120 verschraubt oder anderes an den Rotor 120 befestigt werden, sodass sich die Analysevorrichtung 140 zusammen mit dem Rotor 120 beim Betrieb der Zentrifuge 100 in die Drehrichtung 130 dreht. Es ist jedoch auch denkbar, dass weniger als vier Analysevorrichtungen 140 in Aufnahmebecher 150 des Rotors 120 eingesetzt werden, je nach dem welcher Anzahl von durchzuführenden Analysen oder welche Menge eines Analysematerials zu analysieren ist. Denkbar ist ferner, dass in jeder der Analysevorrichtungen ein anderes Analysematerial beim Betrieb der Zentrifuge 100 analysiert wird, wobei dieses Analysieren durch die Anordnung von unterschiedlichen Analysevorrichtungen 140

unterschiedlichen Aufnahmebechern 150 der Zentrifuge 100 in einem einzigen Arbeitsschritt zeiteffizient erfolgt.

Die optische Anordnung der Elemente der Analysevorrichtungen 140 kann somit in den Zentrifugenrotor 120 eingebaut sein. Diese Anordnung benötigt ein Nachrüsten oder eine Spezialanfertigung einer Zentrifuge. Alternativ dazu kann die optische Anordnung in die austauschbaren Probenhalter 150 (Aufnahmebecher) der Zentrifuge 100 eingebaut sein. In einem solchen Fall ist kein Nachrüsten der Zentrifuge 100 notwendig. Der Nutzer der Zentrifuge 100 kann vielmehr je nach Bedarf optische Probenhalter oder Analysevorrichtungen 140 für seine Zentrifuge 100 nachkaufen. Diese können beispielsweise so gestaltet werden, dass die mit Bezug zu nachfolgenden Figuren beschriebenen Filter und/oder Lichtquellen je nach Bedarf für optische Spektren vom Anwender ausgetauscht werden können.

Fig. 2 zeigt eine Querschnittsdarstellung einer Analysevorrichtung 140 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in Draufsicht. Diese Analysevorrichtung 140 bildet einen Zentrifugen-Röhrchenhalter, der ein Zentrifugen-Röhrchen 200 (im weiteren auch einfach als Behälter bezeichnet) mit dem Analysematerial 210 in einer Öffnung als Analysematerialaufnahmeeinheit 215 im Inneren der Analyseeinheit 140 aufnehmen kann. Die Analysevorrichtung 140 umfasst dabei gebaut eine Befestigungseinheit 220, die beispielsweise als zylindrischer Mantel der Analysevorrichtung 140 ausgebildet ist. Dieser zylindrische Mantel als Befestigungseinheit 220 bietet somit die Möglichkeit, die Analysevorrichtung 140 in entsprechende Aufnahmebecher 150 in den Rotor 120 der Zentrifuge 100 einsetzen zu können. Alternativ kann die Befestigungseinheit 220 auch derart ausgebildet sein, dass sie fest mit dem Rotor 120 der Zentrifuge 100 verbunden werden kann (beispielsweise mittels eines Klebematerials oder unter Verwendung von Schrauben).

Die Analysevorrichtung 140 umfasst weiterhin eine erste Beleuchtungseinheit 230a, die ausgebildet ist, um Licht einer ersten vorbestimmten Wellenlänge (beispielsweise gelbes Licht) auszusenden. Die erste Beleuchtungseinheit 230a kann beispielsweise als Lampe zur Aussendung eines breitbandigen Lichtspektrums, eine LED oder eine Laser-Lichtquelle ausgestaltet sein. In einem ersten Strahlengang 235a eines von der ersten Beleuchtungseinheit 230a

ausgesandten Lichtstrahls ist eine erste Filtereinheit 240a angeordnet, die ausgebildet ist, um das von der ersten Beleuchtungseinheit 230a ausgesandte Licht derart zu filtern, das Licht mit der ersten vorbestimmten Wellenlänge die erste Filtereinheit 240a passieren kann und Licht mit einer von der ersten vorbestimmten Wellenlänge abweichenden Wellenlänge die erste Filtereinheit 240a nicht passieren kann. Dies ermöglicht, den (günstigerweise für das Licht mit der ersten vorbestimmten Wellenlänge transparenten) Behälter 200 mit dem Analysematerial 210 lediglich dem Licht der ersten vorbestimmten Wellenlänge auszusetzen, sodass die Eigenschaften des Analysematerials 210 in Reaktion auf das Licht mit der ersten vorbestimmten Wellenlänge besonders klar ausgewertet werden können. Auf einer der ersten Filtereinheit 240a und der ersten Beleuchtungseinheit 230a gegenüberliegenden Seite des Behälters 200 ist im ersten Strahlengang 235a zunächst eine erste Empfangsfiltereinheit 245a sowie eine erste Detektoreinheit 250a angeordnet. Die erste Empfangsfiltereinheit 245a kann wiederum ausgebildet sein, um das Licht der ersten vorbestimmten Wellenlänge (beispielsweise gelbes Licht) passieren zu lassen und Licht mit einer von der ersten vorbestimmten Wellenlänge abweichenden Wellenlänge nicht passieren zu lassen oder zu unterdrücken. Die erste Detektoreinheit 250a kann ausgebildet sein, um das Licht der ersten vorbestimmten Wellenlänge besonders empfindlich zu erfassen und beispielsweise hinsichtlich einer empfangenen Lichtintensität auszuwerten. Insbesondere kann durch ein solches Vorgehen erkannt werden, dass während oder nach dem Zentrifugieren das Analysematerial eine Änderung des Transparenzgrades für das Licht mit der ersten vorbestimmten Wellenlänge erfahren hat, was auf eine Veränderung der Zusammensetzung des Analysematerials hindeuten kann. Zur technischen Implementierung einer solchen Erkennung kann die erste Detektoreinheit 250a beispielsweise eine Auswertungseinheit 255 aufweisen, die eine solche Auswertung als optische Analyse des Analysematerials durchführt, und ein Signal 257, welches das Ergebnis der optischen Analyse repräsentiert, an eine entsprechende Übertragungseinheit 260 überträgt. Die Übertragungseinheit, die beispielsweise auch als Datenübertragungsschnittstelle bezeichnet werden kann, kann als Steckkontakt, als Funkschnittstelle oder als anderes Element ausgebildet sein, um das Signal 257 an eine Einheit außerhalb der Analysevorrichtung 140 übertragen.

Um nun weitere Parameter oder Eigenschaften des Analysematerials zu erhalten, kann eine optische Analyse dieses Analysematerials mit Licht weiterer vorbestimmter Wellenlängen durchgeführt werden. Beispielsweise kann eine zweite Beleuchtungseinheit 230b vorgesehen sein, um blaues oder ultraviolettes Licht in einem (vom ersten Strahlengang 235a abweichenden) zweiten Strahlengang 235b auf den (nun günstigerweise auch für das von der zweiten Beleuchtungseinheit 230b ausgesandte Licht mit einer zweiten vorbestimmten Wellenlänge transparenten) Behälter 200 mit dem Analysematerial 210 auszusenden. Dabei kann das von der zweiten Beleuchtungseinheit 230b ausgesandte Licht vor dem Eintritt in den Behälter 200 durch eine zweite Filtereinheit 240b gefiltert werden. Die zweite Filtereinheit kann ausgebildet sein, um Licht mit der zweiten vorbestimmten Wellenlänge passieren zu lassen und Licht mit einer von der zweiten vorbestimmten Wellenlänge nicht passieren zu lassen. Im zweiten Strahlengang 235b ist auf einer in Bezug zum Behälter 200 gegenüberliegenden Seite zur zweiten Beleuchtungseinheit 230b eine zweite Empfangsfiltereinheit 245b sowie eine zweite Detektoreinheit 250b angeordnet. Die zweite Empfangsfiltereinheit 245b kann ebenfalls wiederum dazu ausgebildet sein, um Licht mit der zweiten vorbestimmten Wellenlänge passieren zu lassen und Licht mit einer von der zweiten vorbestimmten Wellenlänge abweichenden Wellenlänge nicht passieren zu lassen. Die zweite Detektoreinheit 250b kann besonders empfindlich für die Erkennung von Licht mit der zweiten vorbestimmten Wellenlänge (wie vorliegend blaues oder ultraviolettes Licht) sein. Für Auswertung des von der zweiten Detektoreinheit 250b empfangenen Lichts kann die zweite Detektoreinheit 250b ebenfalls wiederum eine Auswerteeinheit 255 aufweisen, die beispielsweise eine Intensitätsänderung des von der zweiten Detektoreinheit 250b empfangenen Lichts mit der zweiten vorbestimmten Wellenlänge erkennt und hieraus ein Signal 257 ermittelt, welches ebenfalls mittels der Datenübertragungsschnittstelle 260 an eine Einheit außerhalb der Analysevorrichtung 140 übertragen werden kann. Dieses von der zweiten Detektoreinheit 250b gelieferte Signal kann somit einen Hinweis darauf geben, dass sich ein Transparenzgrad des Analysematerials während oder nach der Rotation des Rotors 120 der Zentrifuge in Bezug auf Licht der zweiten vorbestimmten Wellenlänge verändert hat. Hieraus kann ebenfalls eine Veränderung der Zusammensetzung oder von bestimmten Eigenschaften des Analysematerials gezogen werden.

Um weitere Parameter oder Eigenschaften des Analysematerials erkennen zu können, kann noch eine dritte Beleuchtungseinheit 230c vorgesehen sein, um grünes Licht in einem dritten Strahlengang 235c auf den (nun günstigerweise auch für das von der dritten Beleuchtungseinheit 230c ausgesandte Licht mit einer dritten vorbestimmten Wellenlänge transparenten) Behälter 200 mit dem Analysematerial 210 auszusenden. Dabei kann das von der dritten Beleuchtungseinheit 230c ausgesandte Licht vor dem Eintritt in den Behälter 200 durch eine dritte Filtereinheit 240c gefiltert werden. Die dritte Filtereinheit 240c kann ausgebildet sein, um Licht mit der dritten vorbestimmten Wellenlänge passieren zu lassen und Licht mit einer von der dritten vorbestimmten Wellenlänge nicht passieren zu lassen. Im dritten Strahlengang 235c ist auf einer in Bezug zum Behälter 200 gegenüberliegenden Seite zur dritten Beleuchtungseinheit 230c eine dritte Empfangsfiltereinheit 245c sowie eine dritte Detektoreinheit 250c angeordnet. Die dritte Empfangsfiltereinheit 245c kann ebenfalls wiederum dazu ausgebildet sein, um Licht mit der dritten vorbestimmten Wellenlänge passieren zu lassen und Licht mit einer von der dritten vorbestimmten Wellenlänge abweichenden Wellenlänge nicht passieren zu lassen. Die dritte Detektoreinheit 250c kann besonders empfindlich für die Erkennung von Licht mit der dritten vorbestimmten Wellenlänge (wie vorliegend grünes Licht) sein. Für Auswertung des von der dritten Detektoreinheit 250c empfangenen Lichts kann die dritte Detektoreinheit 250c ebenfalls wiederum eine Auswerteeinheit 255 aufweisen, die beispielsweise eine Intensitätsänderung des von der dritten Detektoreinheit 250c empfangenen Lichts mit der dritten vorbestimmten Wellenlänge erkennt und hieraus ein Signal 257 ermittelt, welches ebenfalls mittels der Datenübertragungsschnittstelle 260 an eine Einheit außerhalb der Analysevorrichtung 140 übertragen werden kann. Dieses von der dritten Detektoreinheit 250c gelieferte Signal 257 kann somit einen Hinweis darauf geben, dass sich ein Transparenzgrad des Analysematerials während oder nach der Rotation des Rotors 120 der Zentrifuge in Bezug auf Licht der dritten vorbestimmten Wellenlänge verändert hat. Hieraus kann ebenfalls eine Veränderung der Zusammensetzung oder von bestimmten Eigenschaften des Analysematerials gezogen werden.

Besonders wenig Bauraum für die Anordnung der Beleuchtungseinheiten 230, der Filtereinheiten 240 der Empfangsfiltereinheit 245 sowie der Detektoreinheiten 250 ist dann aufzuwenden, wenn die vorstehend genannten Einheiten in einer

Ebene angeordnet sind, insbesondere die im Wesentlichen parallel zu einer Ebene ist, in der die Rotation der Zentrifuge ausgeführt wird oder in der die Drehrichtung des Rotors 120 der Zentrifuge 100 liegt. Eine solche Anordnung ermöglicht ferner, das Analysematerial 210 in einer Mitte des Behälters 200 in mehreren Strahlengängen 235 liegt, sodass das gleiche Analysematerial in Bezug auf seine Eigenschaften zu Licht mit unterschiedlichen Wellenlängen hin untersucht oder optisch analysiert werden kann. Dies stellt sicher, dass dieses Analysematerial 210, welches in mehreren Strahlengängen 235 liegt, zugleich auf unterschiedliche Parameter oder Eigenschaften hin untersucht werden kann, die sich durch die Auswertung von Licht mit unterschiedlichen Wellenlängen erfassen lässt.

Um zumindest die Beleuchtungseinheiten 230, die Detektoreinheiten 250, die Auswerteeinheit 255 und/oder die Datenübertragungsschnittstelle 260 mit elektrischer Energie zu versorgen, kann beispielsweise eine Energieversorgungseinheit 270 vorgesehen sein. Diese Energieversorgungseinheit 270 kann beispielsweise einen elektrochemischen Energiespeicher wie eine Batterie oder einen Akkumulator aufweisen, der die zuvor genannten Einheiten auch während des Betriebs der Zentrifuge, das heißt bei Rotation des Rotors 120, mit elektrischer Energie versorgt. Denkbar ist jedoch auch, dass die Energieversorgungseinheit 270 eine Induktionsspule aufweist, die mit einer außerhalb des Rotors 120 angeordneten (in der Fig. 2 nicht dargestellten) Gegeninduktionsspule in Wechselwirkung treten kann, um bei Rotation des Rotors 120 elektromagnetische Energie induktiv an die Energieversorgungseinheit 270 oder die mit der Energieversorgungseinheit 270 verbundenen Komponenten zu übertragen. Denkbar ist auch, dass die Energieversorgungseinheit 270 einen Steckkontakt aufweist, der mit einem Energieversorgungskabel elektrisch leitend verbunden ist, wobei das Energieversorgungskabel durch den Rotor 120 oder am Rotor 120 entlang geführt ist und elektrische Energie von außerhalb des Rotors 120 an die Energieversorgungseinheit 270 leiten kann.

Dargestellt ist in der Fig. 2 somit ein Zentrifugen-Röhrchen-Halter 140, der entweder fest in den Zentrifugen-Rotor 120 eingebaut oder aber von Hand austauschbar und befestigbar ist. In der Mitte befindet sich das Zentrifugen-Röhrchen 200, welches von Lichtquellen 230, Detektoren 250 und Filtern 235,

245 umgeben ist. Die runde Geometrie erlaubt es, die Probe 210 mit mehr als einer Lichtquelle 230 simultan zu beleuchten.

5 Ein System nach der Offenlegungsschrift DE 10 2010 003 223 A1 weist bereits einzelne mechanische und fluidische Funktionalität auf. Zur Automatisierung komplexer biochemischer Prozesse und für die Detektion können jedoch noch weitere Funktionalitäten notwendig sein. Neben dem Schalten und dem Transport von Flüssigkeiten ist auch die optische Auslese von Proben wichtig, vor allem wenn diese mit Assays gekoppelt sind. Hierzu ist es ferner denkbar, 10 das System aus der DE 10 2010 003 223 A1 mit dem hier vorgeschlagenen Ansatz zu kombinieren, um einerseits eine optimale Aufbereitung der Assays zu ermöglichen und andererseits sehr detaillierte Analyseergebnisse zu erhalten.

15 Normalerweise werden Proben, die im Lab Tube aufgereinigt und präpariert werden, durch externe Ausleseseinheiten optisch ausgelesen. Dazu gehören beispielsweise Spektrofotometer oder Fluorometer. Diese bestehen in der Regel aus preisintensiven Lichtquellen, die in der Lage sind verschiedene Spektralbereiche von 300 - 900 nm zu erzeugen. Sie beinhalten außerdem teure Diffraktionsgradienten und Präzisionsbauteile. Dies alles macht die 20 standardmäßig genutzten Ausleseseinheiten teuer. Zusätzlich kann standardmäßig nur ein Spektralbereich pro Zeiteinheit erzeugt und ausgelesen werden. Das Auslesen mehrerer Wellenlängen gleichzeitig ist standardmäßig nicht möglich. Der Informationsgehalt nur einer Wellenlänge ist limitiert, weshalb beispielweise Hintergrundsignale schlechter normalisiert/subtrahiert werden 25 können und eine niedrigere Sensitivität erreichbar ist, als wenn man mehrere Wellenlängen gleichzeitig anschauen kann. Letztlich bedeutet ein externes Auslesegerät auch immer, dass die Probe von der Zentrifuge in ein anderes Gerät transferiert werden muss. Dadurch können Verunreinigungen in die Probe gelangen. Zusätzlich kann man optische Informationen der Probe erst nach Ende 30 der Zentrifugation erhalten, sobald die Probe ins Auslesegerät transferiert wurde. Ein real-time-Assay während, vor oder direkt nach dem Zentrifugivorgang ist deshalb nicht möglich.

35 In dem hier vorgestellten Ansatz wird eine optische Anordnung in einer Zentrifuge 100 beschrieben, mit welcher eine Probe 210, die sich in einem Zentrifugenröhrchen 200 befinden, während, vor oder nach der Zentrifugation

optisch ausgelesen werden können. Die runde Geometrie der optischen Anordnung erlaubt es, eine oder mehrere Wellenlängen-Bereiche gleichzeitig auszulesen. Durch das Auslesen von einem oder mehreren Wellenlängenbereichen gleichzeitig, sowie durch das Auslesen von optischen Daten in Echtzeit kann die Sensitivität eines Assays im Vergleich zu Standard-Methoden, wie z. B. Spektrofotometer oder Fluorometer, signifikant erhöht werden.

Durch das Datenauslesen in der Zentrifuge 120 ergeben sich folgende Vorteile:

- Ein externes Auslesegerät braucht nicht gekauft werden, da die Datenauslese direkt in der Zentrifuge 100 abläuft.
- Die Probe 210 muss nach Prozessierung in der Zentrifuge 100 nicht in ein anderes Gerät transferiert werden, d. h. dass Zeit gespart und potentielle Kontaminationen verhindert werden können
- Die Probe 210 braucht nach Prozessierung in der Zentrifuge 100 nicht in ein anderes Gerät transferiert werden, da die Probe direkt in der gestapelten mikrofluiden Anordnung ablaufen kann. Die Probe muss nicht aus der Anordnung heraus pipettiert und in ein anderes Gerät transferiert werden, d. h. dass Zeit gespart und potenzielle Kontaminationen verhindert werden können.
- Die Daten können automatisiert ausgelesen und bspw. über Internet oder Mobiltelefon aufgezeichnet werden.
- Die Temperaturprofile können individuell, auf den Assay spezifisch eingestellt werden und rapide hoch- und runtergefahren werden. Das schnelle Temperatur-Zyklieren ermöglicht chemische Assays, wie beispielsweise PCR.
- Es können kinetische Assays in Echtzeit ablaufen (d. h., die Proben werden während der Reaktion ausgelesen) und somit können mehr Parameter aufgezeichnet und damit eine höhere Sensitivität und Qualität des Assays erreicht werden.
- Im Vergleich zum Fluorometer oder UV/VIS Spektrofotometer kann man aufgrund der runden, optischen Konfiguration zwei oder mehrere Wellenlängen gleichzeitig aufzeichnen. Dadurch kann ebenfalls eine neue Qualität und Sensitivität des Assays erreicht werden.
- Durch Einsetzen von Wärmelichtquellen kann die optische Anordnung als Temperatursteuering verwendet werden.

- Die Vorrichtung 140 zur optischen Datenauslese ist robust.
- Der Preis der in der Zentrifuge integrierten Optik kann unter Umständen niedriger sein als der von Standardauslesegeräten.
- Die Vorrichtung 140 zur optischen Datenauslese ist leicht zu handhaben (auch von nichtspezialisiertem Personal), da die Prozessschritte durch das Zentrifugenprotokoll automatisiert sind.

In dem hier vorgeschlagenen Ansatz wird eine optische Anordnung in einer Zentrifuge 100 beschrieben, mit welcher Proben 210, die sich in einem Zentrifugenröhrchen 200 befinden, während oder nach der Zentrifugation optisch ausgelesen werden können. Wie in Fig. 2 dargestellt, handelt es sich bei dem hier vorgestellten Ansatz um eine optische Anordnung beispielsweise mit runder Geometrie. Dabei besteht die Anordnung aus einer oder mehreren Lichtquellen 230, Filtern 235, 245 und Detektoren 250. Die runde Geometrie erlaubt es, die Probe mit mehr als einer Lichtquelle simultan zu beleuchten. Zudem kann ein Detektor 250 zum Auslesen mehrerer Wellenlängen/Lichtquellen genutzt werden, z .B. wenn diese sequentiell angesteuert werden. Beispielsweise wenn eine UV-Lichtquelle im Winkel von 180° und eine Fluoreszenz-Lichtquelle im Winkel von 60° ausgelesen werden. Ein Aufbau einer solchen Anordnung ist in der Fig. 3 näher dargestellt.

Fig. 3 zeigt eine Querschnittansicht einer Analysevorrichtung 140 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in Draufsicht. Dabei ist im Unterschied zu dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel nun keine erste Beleuchtungseinheit 230a (und keine erste Filtereinheit 235a) zum Abstrahlen von Licht mit der ersten vorbestimmten Wellenlänge und auch keine erste Empfangsfiltereinheit 245a und keine erste Detektoreinheit 250a vorgesehen. Vielmehr ist anstelle der ersten Detektoreinheit 250a, wie sie in dem Ausführungsbeispiel gemäß der Darstellung aus Fig. 2 wiedergegeben ist, eine beispielsweise von der Energieversorgungseinheit 270 mit elektrischer Energie versorgbare Fluoreszenzlichtdetektoreinheit 300 vorgesehen. Die Fluoreszenzlichtdetektoreinheit 300, der ein Fluoreszenzfilter 310 in einem Fluoreszenzstrahlengang 320 vorgeschaltet ist, ist so ausgelegt, dass sie beispielsweise sequenziell Fluoreszenz-Signale erfassen kann, die von dem Analysematerial 210 ansprechend auf eine Anregung durch die Bestrahlung von Licht aus der zweiten Beleuchtungseinheit 230b und/oder der dritten

Beleuchtungseinheit 230c abgestrahlt werden. Hierzu ist die Fluoreszenzlichtdetektoreinheit 300 auch nicht im zweiten Strahlengang 235b oder dritten Strahlengang 235c angeordnet, sondern in dem zuvor beschriebenen Winkel zu zumindest dem zweiten oder dritten Strahlengang.

5 Auch ist es denkbar, dass sowohl die zweite Detektoreinheit 250b als auch die dritte Detektoreinheit 250c als für UV-Licht sensitive Detektoreinheiten 250 ausgebildet sind.

Die optische Anwendung bzw. Analysevorrichtung 140 kann somit beispielsweise aufgrund der runden Geometrie dazu genutzt werden, mehrere Wellenlängen-Bereiche zu detektieren, beispielsweise wenn diese sequenziell angesteuert werden. Beispielsweise kann eine UV-Lichtquelle 230b (durch die zweite Detektoreinheit 250b) im Winkel von 180° und eine Fluoreszenz-Lichtquelle durch die Fluoreszenzlichtdetektoreinheit 300 im Winkel von 60° (d. h. im Fluoreszenzstrahlengang 320) auslesen, wie es in der Fig. 3 dargestellt.

10
15

Die Lichtquellen 230 können z. B. LEDs, Laser oder Lampen sein. Die Filter 235 bzw. 245 können z. B. preisgünstige Theaterlicht-/Plastikfilter oder hochwertigere mikroskopische Filter sein. Die optische Anordnung kann entweder in den Zentrifugenrotor oder als Einsatz in den Rotor bzw. Zentrifugenbecher eingebaut sein. Diese Anordnung benötigt ein Nachrüsten oder eine Spezialanfertigung einer Zentrifuge bzw. Rotor. Alternativ dazu kann die optische Anordnung in die Probenhalter der Zentrifuge eingebaut sein, wie dies in der Fig. 1 dargestellt ist. In einem solchen Fall ist kein Nachrüsten der Zentrifuge 100 notwendig. Ein Kunde kann vielmehr je nach Bedarf optische Probenhalter 140 für seine Zentrifuge 100 nachkaufen. Diese können beispielsweise so gestaltet werden, dass die Filter 235 bzw. 245 und/oder Lichtquellen 230 (bzw. die Messsignale ausgelesen werden) je nach Bedarf für optische Spektren vom Anwender ausgetauscht werden können.

20
25
30

Die Elemente der optischen Anordnung bzw. der Analysevorrichtung 140 können über verschiedene Methoden durch die Energieversorgungseinheit 270 elektrisch angetrieben oder betrieben werden:

1. Als Stromquelle kann eine Batterie oder ein Akku dienen.

35

2. Alternativ dazu kann die Zentrifugation dazu genutzt werden mittels (magnetischer) Induktion oder energy harvesting (bspw. Induktion über eine Feder wie in Chen et al, Proceedings of PowerMEMS 2008+ beschrieben) Strom zu erzeugen.
- 5 3. Der Strom kann auch leitungsgebunden extern über beispielsweise den Zentrifugendeckel oder Rotor eingespeist werden.

Für das Ansteuern der Optik und das Auslesen der Daten von der Zentrifuge können z. B. ein Computer, Tablet-PC oder Handy benutzt werden. Dabei
10 können Daten z.B. mittels folgender Methoden über die Datenübertragungsschnittstelle 260 übermittelt werden.

1. Über Kabel in der Zentrifuge oder dem Zentrifugenhalter
2. Ansteuerung über wireless Internet
- 15 3. Ansteuerung über andere kabellose Methoden, wie beispielsweise radio-frequency identification, RFID

Die optische Anordnung, d. h. die Analyseeinheit 140, im Zentrifugenrotor 120 oder Zentrifugenhalter kann mit anderen Funktionalitäten, wie z.B. einer Heizung
20 oder einer Kühlung, verbunden werden. Diese können z. B. für das Ablaufen bestimmter Assays und Reaktionen notwendig sein. Als Temperaturkontrolle kommen diverse elektrische, chemische und optische Methoden infrage, wie sie beispielhaft in den Figuren 4A und 4B dargestellt sind.

Fig. 4A zeigt eine Querschnittsansicht einer Analysevorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in Draufsicht. Zusätzlich zu der in Fig. 2 dargestellten Anordnung von Komponenten der Analysevorrichtung 140, ist eine Temperierungseinheit 400 vorgesehen, die in dem in Fig. 4A
25 dargestellten Ausführungsbeispiel als Wärmelichtquelle (das heißt als Infrarot-Lichtquelle) ausgebildet ist. Die Temperierungseinheit 400 kann ausgebildet sein, um Infrarotlicht auf den Behälter 200 abzustrahlen, und den Behälter 200 hierdurch zu erwärmen. Dabei wird die Wärme der Behälterwand 200 an das Analysematerial 210 übertragen, wodurch sich dieses erhitzt. Ferner kann die
30 Temperierungseinheit 400 in gleicher Ebene wie die Beleuchtungseinheiten 230, die Detektoreinheiten 250 sowie die Filtereinheiten 235 und die Empfangsfiltereinheiten 245 angeordnet sein. Auf diese Weise lässt sich eine
35

baulich sehr einfache Analysevorrichtung 140 herstellen, die insbesondere im Schnittpunkt der Strahlengänge 235 das Analysematerial 210 möglichst schnell auf die gewünschte Temperatur bringt. Um sicherzustellen, dass lediglich die gewünschte Infrarotstrahlung auf die Wand des Behälters 200 trifft, kann ein Temperierungsfilter 410 vorgesehen sein, der lediglich für die gewünschte Infrarotstrahlung transparent ist. Denkbar ist ferner, dass die Temperierungseinheit 400 ein Peltierelement aufweist, um auch die Wand des Behälters 200 oder das Analysematerial 210 zu kühlen und somit eine gewünschte Temperaturreduzierung des Analysematerials zu erreichen.

Zusätzlich zu den für die optische Auslese notwendigen Lichtquellen 230 (z. B. für gelbes, blaues und/oder grünes Licht), kann eine optische Wärmelichtquelle 400 mit oder ohne vorgeschalteten Filter 410 in das System der Analysevorrichtung 140 eingefügt werden. Die Wärmelichtquelle 400 kann beispielsweise als optische Lichtquelle ausgebildet sein, die Licht im

Infrarotbereich abstrahlt. Die Probe 210 kann sich zusätzlich in einem Behälter 200 befinden, welcher aus einem Material (z. B. ein Glas oder Plastik) besteht, welches Licht im Wärmewellenlängenbereich absorbiert (z. B. Infrarot) und gleichzeitig das von den Beleuchtungseinheiten 230 ausgesandte Licht im Wellenlängenbereich der optischen Auslese (z. B. UV- und Fluoreszenz) durchlässt. Es ist weiterhin auch denkbar, dass zusätzlich zu der Wärmelichtquelle (Infrarotlichtquelle) noch eine weitere Temperierungseinheit 400 vorgesehen ist, die an einer Innenseite des Mantels der Befestigungseinheit 220 angebracht ist. Diese Temperierungseinheit kann beispielsweise als wärme- oder kältespendende Folie ausgestaltet sein und sich entlang des zylindrischen Mantels der Analysevorrichtung 140 erstrecken. Hierdurch kann eine besonders gleichmäßige Erwärmung oder Kühlung (Temperierung) des in der Analysematerialaufnahmeeinheit 215 angeordneten Analysematerials und/oder des Behälters erreicht werden.

Die vorliegende Erfindung kann auch in einem Ausführungsbeispiel realisiert werden, in dem die Analysevorrichtung keine Befestigungseinheit zum Befestigen an einem Rotor oder der Innenwand der Zentrifuge 100 aufweist, sondern insbesondere zur Analyse das Analysematerial und/oder den Behälter mittels der Temperierungseinheit 400 temperiert. Hierbei sollte dann der Behälter mit dem Analysematerial 200 aus der Zentrifuge 100 herausgenommen werden und in eine als von der Zentrifuge 100 separate Analysevorrichtung eingesetzt

werden. Durch eine solche separate Analysevorrichtung kann dann eine sehr gute und dynamische Temperierung des Analysematerials erfolgen, die bei einer Anordnung der Analysevorrichtung in der Zentrifuge 100 oder am Rotor 120 der Zentrifuge 100 beispielsweise wegen eines geringen zur Verfügung stehenden Bauraumes für eine hochwirksame (große) Temperierungseinheit 400 nicht möglich ist.

Fig. 4B zeigt eine Querschnittsansicht einer Analysevorrichtung 410 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in Draufsicht. Im Unterschied zu dem in Fig. 4A dargestellten Ausführungsbeispiel einer Analysevorrichtung 140 ist die Temperierungseinheit 400 nun am Boden des Behälters 200 angeordnet, sodass eine Richtung eines von der Temperierungseinheit 400 weg oder zur Temperierungseinheit 400 hin führender Wärmestrom nun aus der Zeichenebene heraus oder in die Zeichenebene hinein resultieren würde. Somit wird eine Richtung eines von einer derart angeordneten Temperierungseinheit 400 bewirkten Wärmestroms nicht mehr in einer Anordnungsebene von weiteren Komponenten 230, 240, 245 und 250 der Analysevorrichtung 140 liegen, insbesondere senkrecht zu der Anordnungsebene der weiteren Komponenten 230, 240, 245 und 250 der Analysevorrichtung 140 angeordnet sein. Ebenfalls ist denkbar, dass die Temperierungseinheit 400 gemäß dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 4B ein Peltier-Element zur Bewirkung einer Kühlung des Analysematerials aufweist. Die Temperierungseinheit 400, hier die als optische Wärmelichtquelle ausgebildet ist, kann somit auch unterhalb des Probebehälters 200, statt seitlich angebracht sein. Dadurch wird eine gleichmäßigere Verteilung der Wärmeenergie erzielt.

Elektrisch kann die Temperatur bzw. die Ansteuerung der Temperierungseinheit 400 beispielsweise über die Energieversorgungseinheit 270 mit einer Batterie oder andere Stromquelle geregelt werden. Wärmeverluste können durch ein Wärmeisolationselement 420 ausgeglichen werden, die beispielsweise als ein Mantel, der um die Außenwand der Analysevorrichtung gelegt ist oder als thermisch isolierende Befestigungseinheit ausgebildet ist. Alternativ kann über exotherme und endotherme Reaktionen im „tube“ (d. h. Behälter) die Temperatur auch chemisch durch ein oder mehrere entsprechende aktivierbare chemische Temperatursteuerungselemente gesteuert werden. Eine Beispielausführung für eine optische Heizung ist in der Fig. 4A beschrieben. Anstelle einer LED zur

optischen Datenauslese kann eine Infrarotlampe oder andere aufgezeichnet auf die Probe scheinen oder aber von unten, wie dies in dem Ausführungsbeispiel entsprechend der Fig. 4B dargestellt ist. Filter 410 können, müssen aber nicht verbaut werden. Um ein gleichmäßigeres Aufheizen der Probe zu erreichen,
5 kann das Lab Tube aus einem Glas oder anderem Material (bspw. Polymer, Plastik, Gummi) hergestellt werden, welches Infrarot/Wärmelicht absorbiert und UV/Fluoreszenzlicht, welches zur optischen Messung der Probe benötigt wird, durchlässt.

10 Die optische, temperaturgeregeltere Anordnung von Elementen der Analysevorrichtung 140 kann so konzipiert sein, dass Proben 210 direkt nach der Aufreinigung ohne Umpipettieren in die Anordnung zur temperaturkontrollierten, optischen Auslese gesetzt werden können. Beispielsweise kann für eine solche Anordnung auch eine Kombination von Elementen aus der Fig. 2 mit dem
15 Isolationselement aus Fig. 4A bzw. 4B verwendet werden, wie es in der Querschnittsdarstellung einer Analysevorrichtung 140 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in Draufsicht wiedergegeben ist. Dargestellt ist in der Fig. 5 somit eine Anordnung 140 zur temperaturkontrollierten, optischen Auslese von Proben 210 aus der gestapelten,
20 mikrofluiden Anordnung. In der Mitte befindet sich die gestapelte mikrofluide Anordnung als zu untersuchendes Analysematerial 210, welche von Lichtquellen 230, Detektoren 250 und Filtern 235, 245 umgeben ist. Die runde Geometrie der Analysevorrichtung 140 erlaubt es, die Probe 210 mit mehr als einer Lichtquelle 230 simultan zu beleuchten. Außen um die Analysevorrichtung 140 herum und
25 beispielsweise als Befestigungselement wirkend, befinden sich (zumindest) ein Heizelement 410 und (zumindest) ein Isolationselement 420 zur Temperatursteuerung. Dies bedeutet, es kann entweder eine gesamte gestapelte mikrofluide Anordnung in das System 140 eingesetzt werden oder aber ein herausnehmbares Behältnis 200, welches die aufgereinigte Probe beinhaltet.
30 Eine Beispielausführung ist in Fig. 6 zu sehen, in der der Behälter 200 mit der Probe bzw. dem zu analysierenden Material (d. h. dem Analysematerial) als gestapelte mikrofluidische Anordnung oder als BD tube in die Analysevorrichtung 140 als Gerät zum temperaturgesteuerten, optischen Auslesen von Daten eingesetzt wird. Die optische Anordnung der Analysevorrichtung 140 kann auch
35 kompatibel mit anderen Probenbehältnissen sein, beispielsweise Glas- oder Plastikkuvetten oder Zentrifugenröhrchen. Die optische Anordnung der

Analysevorrichtung 140 ist kompatibel mit dem Zentrifugenröhrchen 200 (oder einem anderen herausnehmbaren Behälter 200), welches die aufgereinigte Probe 210 aus der gestapelten mikrofluiden Anordnung enthält. Dies bedeutet, dass die gestapelte mikrofluide Anordnung 140 entweder direkt nach der

5 Prozessierung in die Anordnung 140 zum Auslesen gesetzt werden kann oder aber ein herausnehmbares Behältnis 200 direkt ohne Umpipettieren aus der gestapelten Mikrofluidik in die optische Anordnung eingesetzt werden kann.

Fig. 7 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung als Analyseverfahren 700 zur optischen Analyse eines

10 Analysematerials unter Verwendung einer Analysevorrichtung gemäß einer vorstehend vorgestellten Variante. Das Analyseverfahren 700 umfasst einen Schritt 710 des Beleuchtens des Analysematerials mit Licht eines vordefinierten Bereichs des optischen Lichtspektrums unter Verwendung der zumindest einen

15 Beleuchtungseinheit. Ferner umfasst das Analyseverfahren 700 einen Schritt 720 des Detektierens des von der Beleuchtungseinheit ausgesandten Lichts unter Verwendung der Detektoreinheit und einen Schritt 730 des Ausgebens eines Signals an eine außerhalb der Analysevorrichtung angeordneten Einrichtung, wobei das Signal eine Eigenschaft des unter Verwendung des empfangenen

20 Lichts analysierten Analysematerials repräsentiert.

Die beschriebenen und in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele sind nur beispielhaft gewählt. Unterschiedliche Ausführungsbeispiele können vollständig oder in Bezug auf einzelne Merkmale miteinander kombiniert werden. Auch kann

25 ein Ausführungsbeispiel durch Merkmale eines weiteren Ausführungsbeispiels ergänzt werden.

Ferner können erfindungsgemäße Verfahrensschritte wiederholt sowie in einer anderen als in der beschriebenen Reihenfolge ausgeführt werden.

Umfasst ein Ausführungsbeispiel eine „und/oder“-Verknüpfung zwischen einem ersten Merkmal und einem zweiten Merkmal, so ist dies so zu lesen, dass das Ausführungsbeispiel gemäß einer Ausführungsform sowohl das erste Merkmal als auch das zweite Merkmal und gemäß einer weiteren Ausführungsform

35 entweder nur das erste Merkmal oder nur das zweite Merkmal aufweist.

5 Ansprüche

1. Analysevorrichtung (140) zur optischen Analyse eines Analysematerials (210), wobei die Analysevorrichtung (140) die folgenden Merkmale aufweist:

-

- 10 - eine Analysematerialaufnahmeeinheit (215) zur Aufnahme eines Behälter (200) mit Analysematerial (210);
- zumindest eine Beleuchtungseinheit (230a, 230b, 230c), um ein in der Analysematerialaufnahmeeinheit (215) angeordnetes Analysematerial (210) mit zumindest einem Licht eines vordefinierten Bereichs des
- 15 optischen Lichtspektrums zu beleuchten; und
- zumindest eine Detektoreinheit (250a, 250b, 250c), um das von der Beleuchtungseinheit (230a, 230b, 230c) ausgestrahlte Licht zu empfangen, wobei die Detektoreinheit (250a, 250b, 250c) ausgebildet ist, um unter Verwendung des empfangenen Lichts eine Analyse des
- 20 Analysematerials (210) durchzuführen oder vorzubereiten.

2. Analysevorrichtung (140) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Detektoreinheit (250a, 250b, 250c) auf einer der zumindest einen Beleuchtungseinheit (230a, 230b, 230c)
- 25 gegenüberliegenden Seite der Analysematerialaufnahmeeinheit (215) angeordnet ist.

3. Analysevorrichtung (140) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet, durch** zumindest eine Filtereinheit (240a, 240b, 240c, 245a, 245b, 245c), die für Licht des vordefinierten Bereichs des optischen
- 30 Spektrums transparent ist und für Licht außerhalb des vordefinierten Spektrums intransparent ist, wobei die Filtereinheit (240a, 240b, 240c, 245a, 245b, 245c) in einem Strahlenweg (235a, 235b, 235c) zwischen der Beleuchtungseinheit (230a, 230b, 230c) und der Detektoreinheit (250a,
- 35 250b, 250c) angeordnet ist.

4. Analysevorrichtung (140) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet, durch** zumindest eine weitere Beleuchtungseinheit (230b, 230c) und zumindest eine weitere Detektoreinheit (250b, 250c), wobei die weitere Beleuchtungseinheit (230b, 230c) ausgebildet ist, um ein in der Analysematerialaufnahmeeinheit (215) angeordnetes Analysematerial (210) mit zumindest einem Licht eines zweiten vordefinierten Bereichs des optischen Lichtspektrums zu beleuchten, wobei sich der zweite vordefinierte Bereich des optischen Lichtspektrums von dem vordefinierten Bereich des optischen Lichtspektrums unterscheidet und wobei die zumindest eine weitere Detektoreinheit (250b, 250c) ausgebildet ist, um das von der weiteren Beleuchtungseinheit (230b, 230c) ausgestrahlte Licht zu empfangen, wobei die weitere Detektoreinheit (250b, 250c) ferner ausgebildet ist, um unter Verwendung des empfangenen Lichts eine Analyse des Analysematerials (210) durchzuführen oder vorzubereiten.
5. Analysevorrichtung (140) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet, durch** zumindest Fluoreszenzlichtdetektoreinheit (300), die außerhalb eines Strahlenwegs (235b, 235c) von der Beleuchtungseinheit (230b, 230c) zur Detektoreinheit (250b, 250c) angeordnet ist und wobei die Fluoreszenzlichtdetektoreinheit (300) ausgebildet ist, um zumindest durch Licht von der Beleuchtungseinheit (230b, 230c) ausgelöste Fluoreszenzeffekte in dem Analysematerial (210) zu erfassen.
6. Analysevorrichtung (140) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet, durch** eine Befestigungseinheit (220) zur Befestigung der Analysevorrichtung (140) an einer Zentrifuge (100) oder an einem Rotor (120) einer Zentrifuge (100) oder zum Einsetzen der Analysevorrichtung (140) in einen Rotor (120) der Zentrifuge (100).
7. Analysevorrichtung (140) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet, durch** zumindest eine Temperierungseinheit (400) die ausgebildet ist, um das Analysematerial (210) oder einen in der Analysematerialaufnahmeeinheit (215) angeordneten Behälter (200) mit dem Analysematerial (210) zur Erhitzen oder zu kühlen, insbesondere wobei die Temperierungseinheit (400) eine Wärmelichtbeleuchtungseinheit aufweist, die ausgebildet ist, um das Analysematerial (210) oder einen in der Analysematerialaufnahmeeinheit (215) angeordneten Behälter (200) mit dem

Analysematerial (210) mit elektromagnetischer Strahlung zu bestrahlen, um das Analysematerial (210) in dem Behälter (200) zu erwärmen.

- 5 8. Analysevorrichtung (140) gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperierungseinheit (400) ausgebildet ist, um die das in dem Behälter (200) angeordnete Analysematerial (210) aus einer Richtung zu temperieren, die nicht in einer Ebene der Rotationsrichtung der Zentrifuge (100) liegt.
- 10 9. Analysevorrichtung (140) gemäß Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Analysematerialaufnahmeeinheit (215), die Befestigungseinheit (220) und/oder der Behälter (200) eine Isolationsschicht (420) aufweist, die ausgebildet ist, um das Analysematerial (210) und/oder den Behälter (200) von einem Bereich außerhalb der Analysevorrichtung
15 (140) thermisch zu isolieren.
- 20 10. Analysevorrichtung (140) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperierungseinheit (400) ausgebildet ist, um eine Temperatur des Analysematerials (210) und/oder des Behälters (200) zu erfassen und ansprechend auf die erfasste Temperatur das Analysematerial (210) und/oder den Behälter (200) zu temperieren.
- 25 11. Analysevorrichtung (140) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet, durch** zumindest eine Energieversorgungseinheit (270), die ausgebildet ist, um zumindest die Beleuchtungseinheit (230a, 230b, 230c) und/oder die Detektoreinheit (250a, 250b, 250c) mit elektrischer Energie zu versorgen, insbesondere wobei die Energieversorgungseinheit (270) einen elektrochemischen Energiespeicher, eine Induktionsspule und/oder einen Energieanschlusskontakt zur Befestigung einer
30 Energieversorgungsleitung aufweist.
- 35 12. Analysevorrichtung (140) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet, durch** zumindest eine Datenausgabeschnittstelle (260), die ausgebildet ist, um ein das von der Detektoreinheit (250a, 250b, 250c) empfangene Licht oder ein Ergebnis der Analyse repräsentierendes Signal (257) an eine Einheit außerhalb des Rotors (120) und/oder außerhalb der Zentrifuge (100) zu übertragen, insbesondere wobei die

Datenausgabeschnittstelle (260) einen Datenausgabeanschlusskontakt zum Anschluss eines elektrisch leitfähigen Datenübertragungskabels, einen Datenausgabeanschlusskontakt zum Anschluss einer Glasfaserleitung und/oder eine Funkschnittstelle aufweist.

5

13. Analyseverfahren (700) zur optischen Analyse eines Analysematerials unter Verwendung einer Analysevorrichtung gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Analyseverfahren die folgenden Schritte aufweist:

10

- Beleuchten (710) des Analysematerials mit Licht eines vordefinierten Bereichs des optischen Lichtspektrums unter Verwendung der zumindest einen Beleuchtungseinheit;
- Detektieren (720) des von der Beleuchtungseinheit ausgesandten Lichts unter Verwendung der Detektoreinheit; und
- Ausgeben (730) eines Signals an eine außerhalb der Analysevorrichtung angeordneten Einrichtung, wobei das Signal eine Eigenschaft des unter Verwendung des empfangenen Lichts analysierten Analysematerials repräsentiert.

15

20

14. Computer-Programmprodukt mit Programmcode zur Durchführung des Analyseverfahrens nach Anspruch 13, wenn das Programmprodukt auf einem Steuergerät ausgeführt wird.

1 / 7

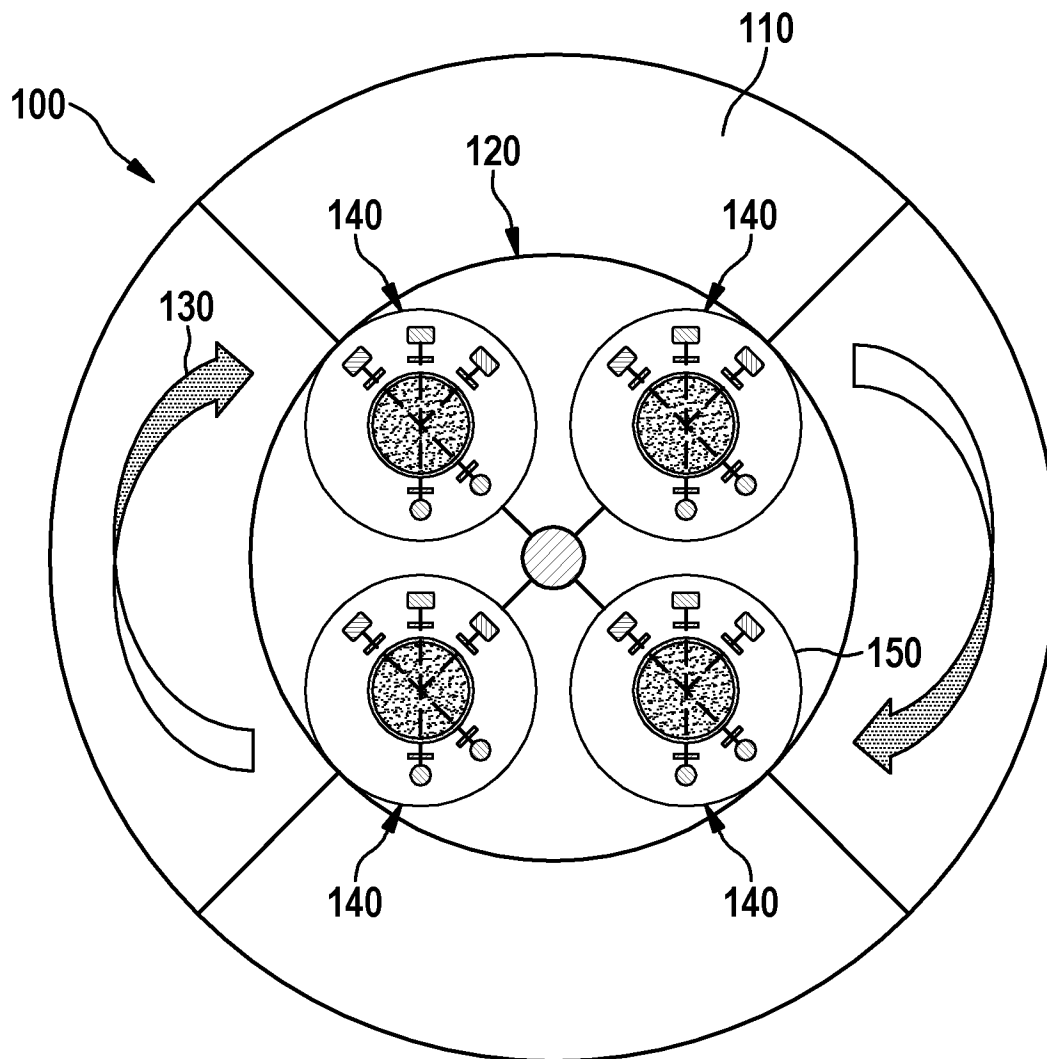


Fig. 1

2 / 7

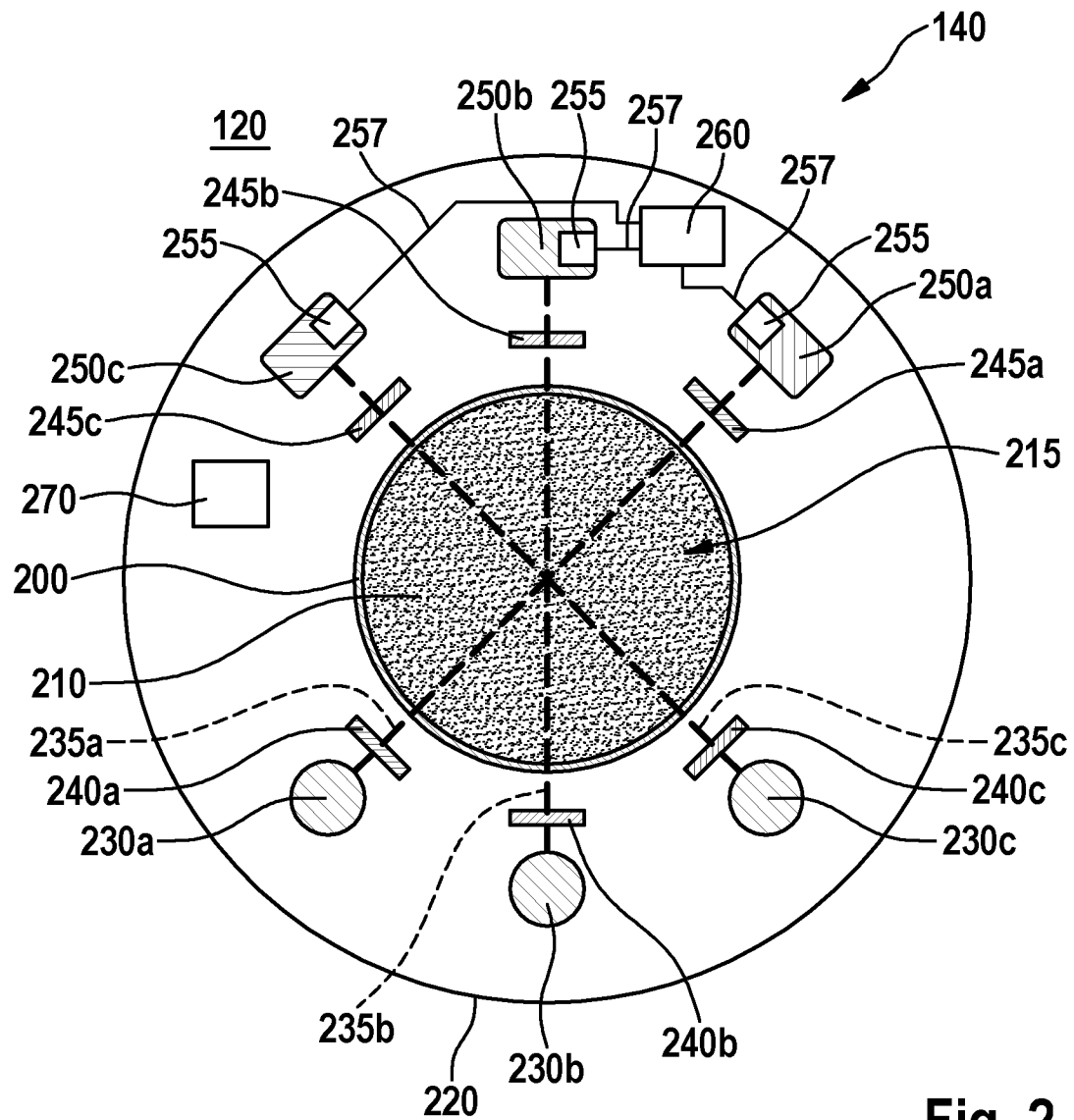


Fig. 2

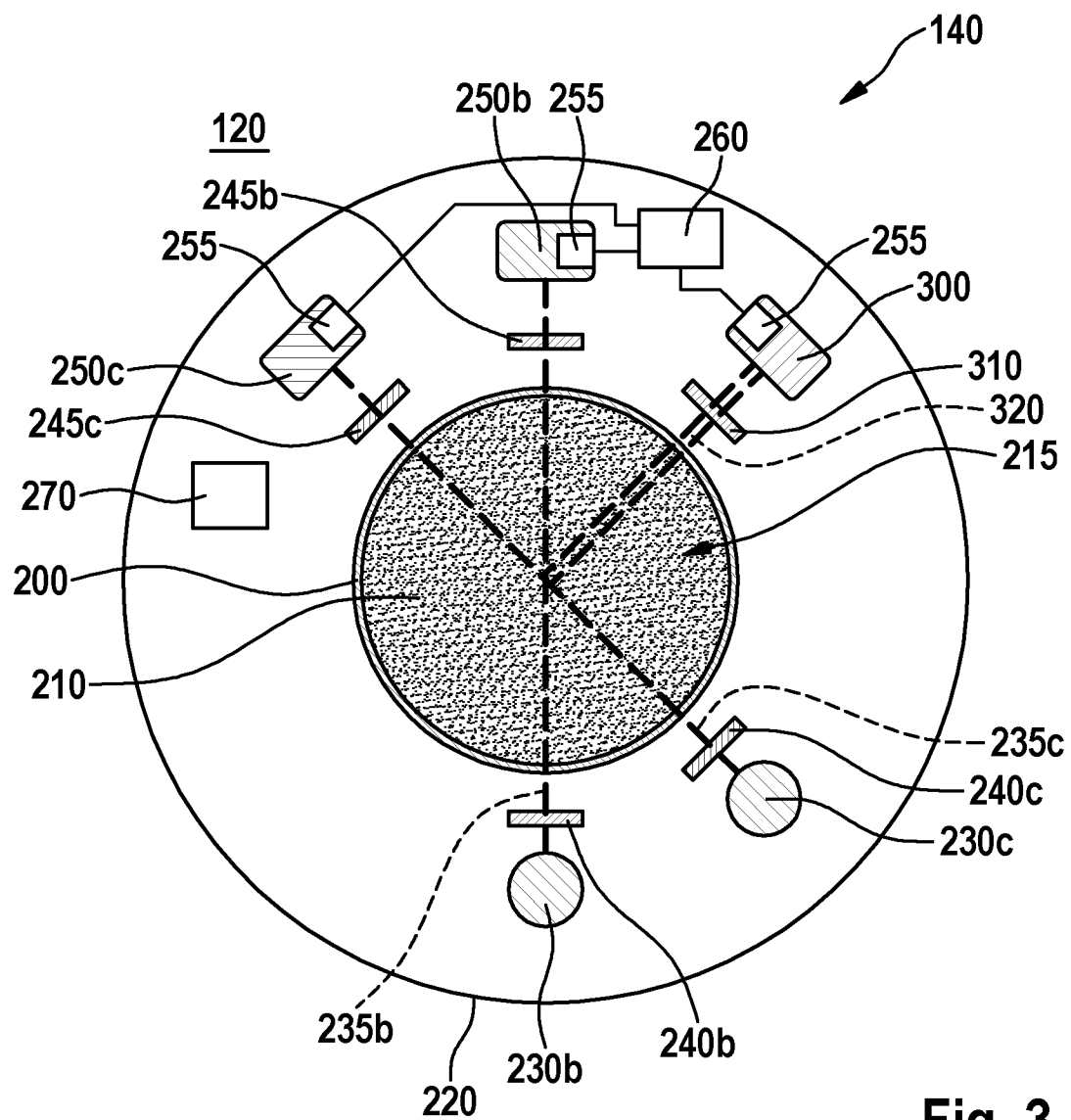


Fig. 3

4/7

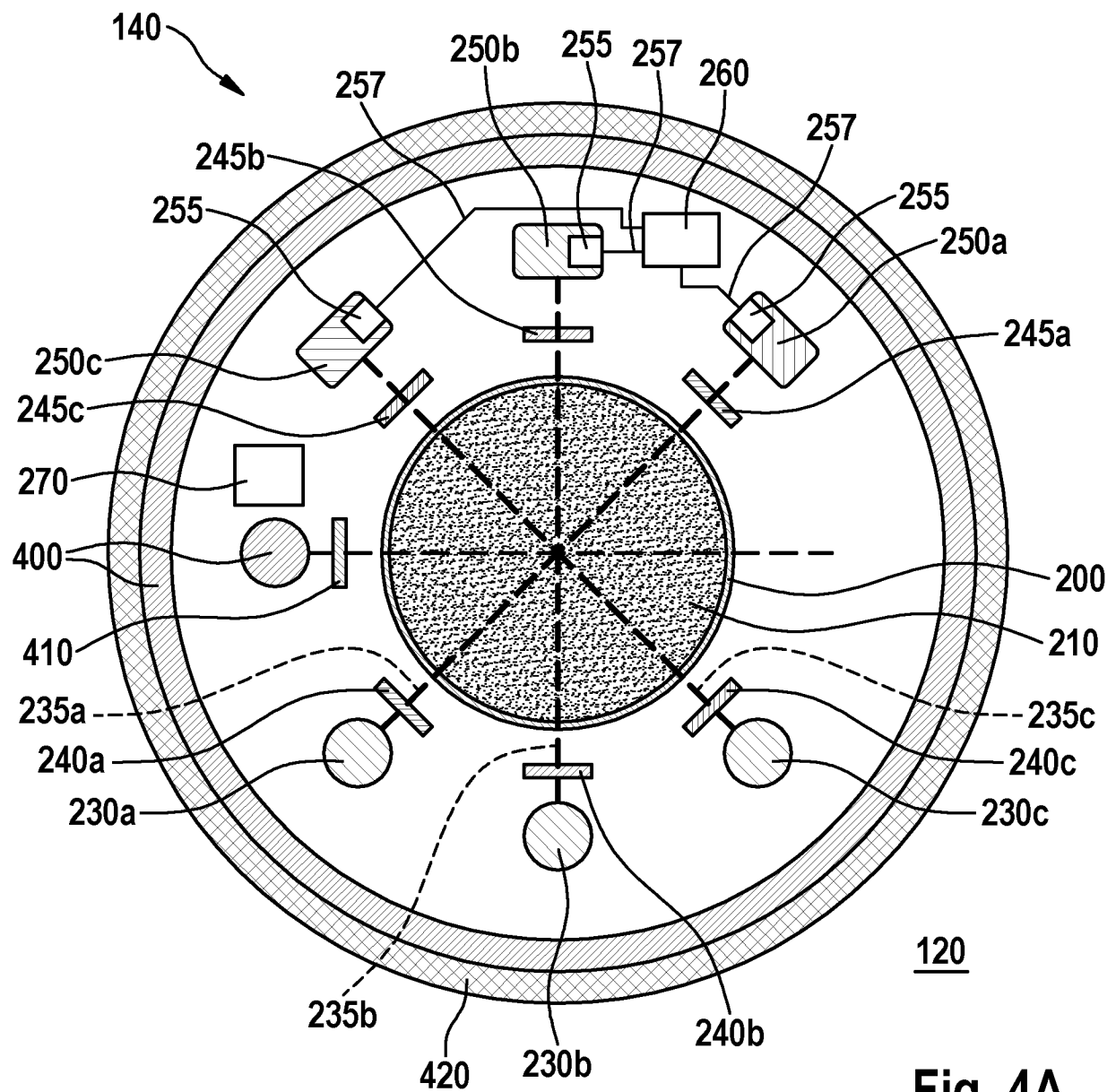


Fig. 4A

5/7

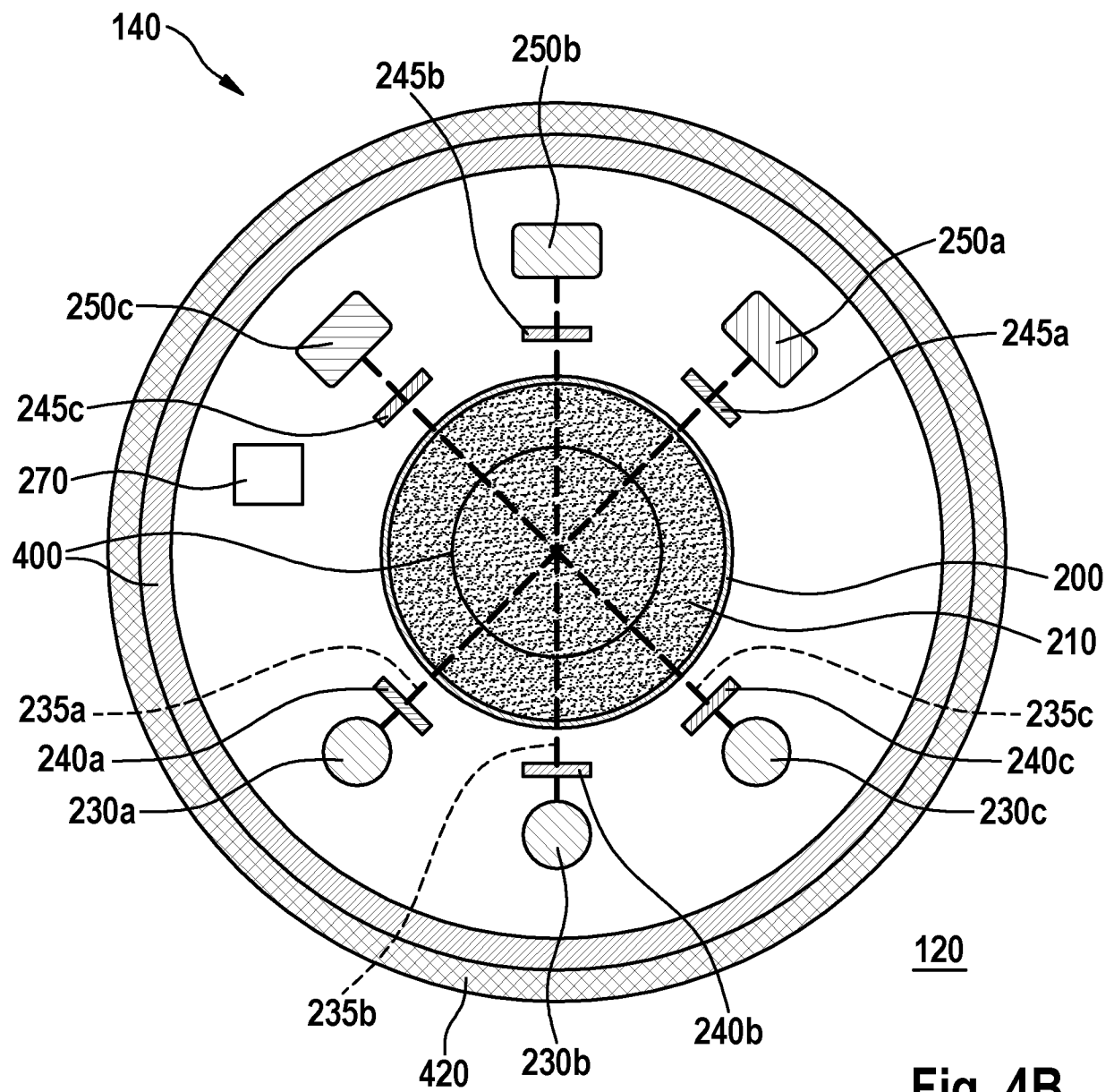


Fig. 4B

6 / 7

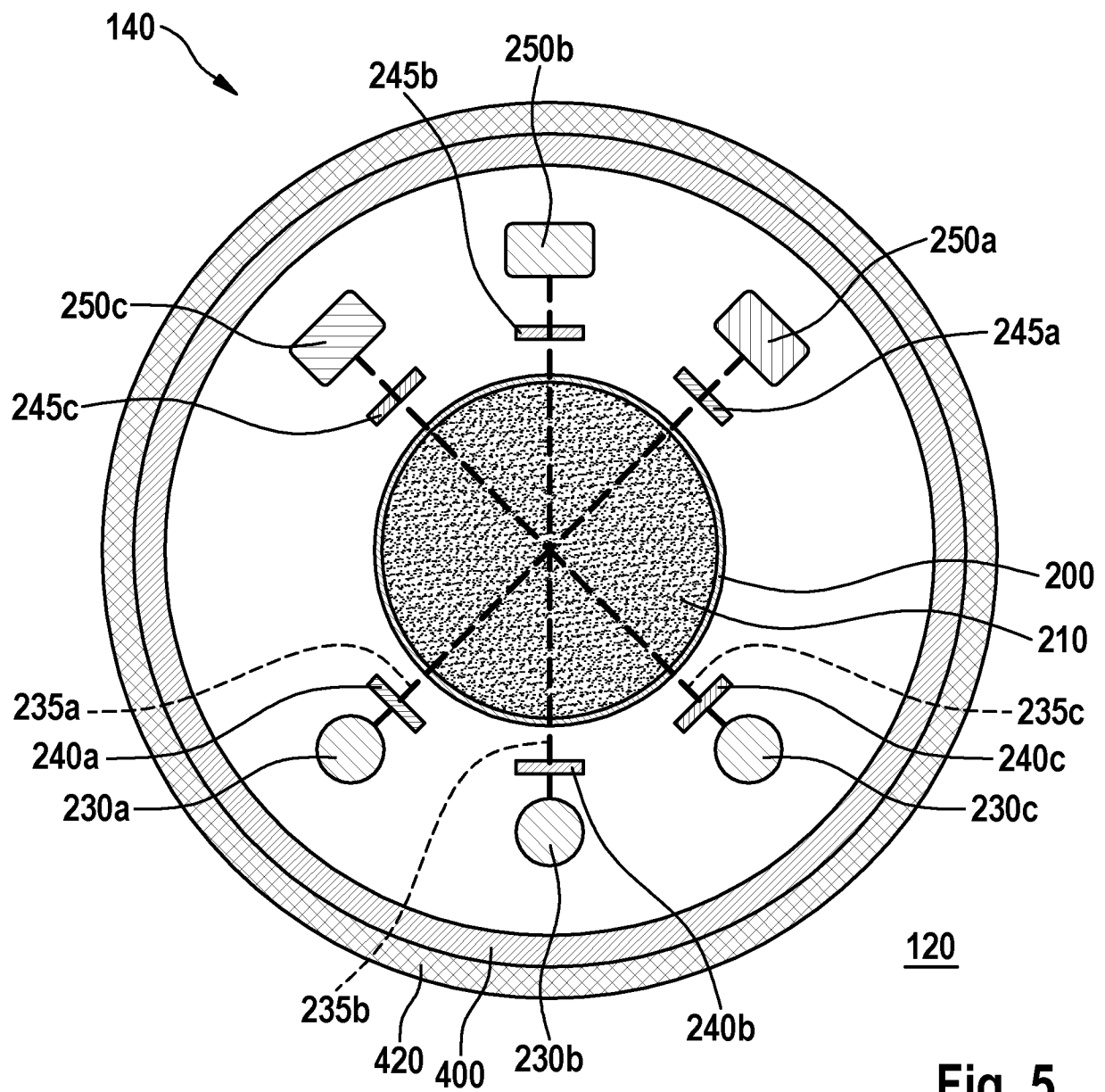


Fig. 5

7/7

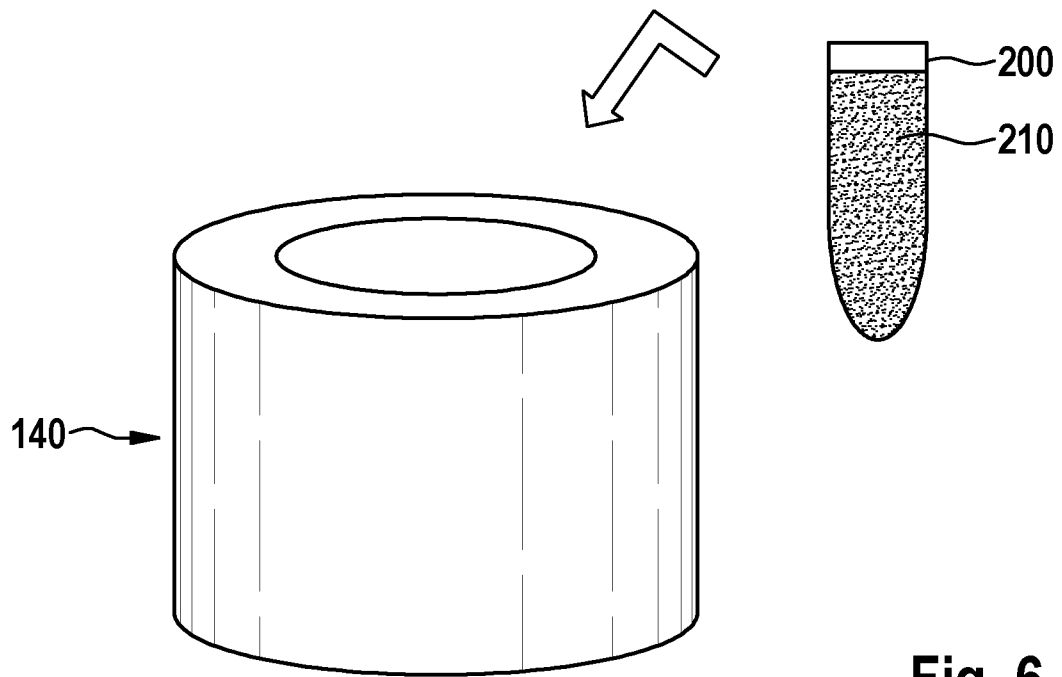


Fig. 6

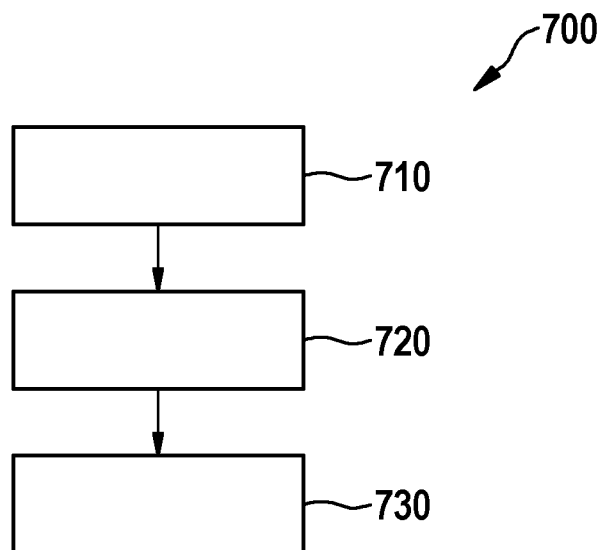


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/070720

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G01N21/03 G01N21/07 G01N21/25 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) 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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 909 094 A1 (SYSMEX CORP [JP]) 9 April 2008 (2008-04-09) paragraphs [0033], [0034], [0041], [0057] figure 11	1-14
X	EP 0 121 404 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 10 October 1984 (1984-10-10) page 4, line 27 - page 6, line 20 figure 2	1-14
X	GB 1 225 925 A (HERAEUS-CHRIST GMBH) 24 March 1971 (1971-03-24) page 2, line 83 - page 3, line 6 figure	1,2
	----- -/-	
☒ 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 22 January 2014		Date of mailing of the international search report 30/01/2014
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 Krametz, Edeltraud

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/070720

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2007 030347 A1 (DUCREE JENS [DE]) 2 January 2009 (2009-01-02) paragraphs [0054], [0077] - [0079] figure 1 -----	1-14
A	US 4 509 856 A (LEE NORMAN E [US]) 9 April 1985 (1985-04-09) column 2, line 59 - column 4, line 13 figure 3 -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/070720

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1909094	A1	09-04-2008	CN 101228430 A 23-07-2008
			EP 1909094 A1 09-04-2008
			JP 4018131 B2 05-12-2007
			US 2008123091 A1 29-05-2008
			WO 2007013254 A1 01-02-2007
EP 0121404	A2	10-10-1984	DE 3478501 D1 06-07-1989
			EP 0121404 A2 10-10-1984
			JP H0347450 B2 19-07-1991
			JP S59178339 A 09-10-1984
GB 1225925	A	24-03-1971	DE 1798101 A1 17-02-1972
			GB 1225925 A 24-03-1971
			JP S4837397 B1 10-11-1973
			US 3599002 A 10-08-1971
DE 102007030347	A1	02-01-2009	DE 102007030347 A1 02-01-2009
			US 2010245815 A1 30-09-2010
			WO 2009003985 A1 08-01-2009
US 4509856	A	09-04-1985	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01N21/03 G01N21/07 G01N21/25 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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 909 094 A1 (SYSMEX CORP [JP]) 9. April 2008 (2008-04-09) Absätze [0033], [0034], [0041], [0057] Abbildung 11 -----	1-14
X	EP 0 121 404 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 10. Oktober 1984 (1984-10-10) Seite 4, Zeile 27 - Seite 6, Zeile 20 Abbildung 2 -----	1-14
X	GB 1 225 925 A (HERAEUS-CHRIST GMBH) 24. März 1971 (1971-03-24) Seite 2, Zeile 83 - Seite 3, Zeile 6 Abbildung ----- -/--	1,2
☒ 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
22. Januar 2014		30/01/2014
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 Krametz, Edeltraud

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2007 030347 A1 (DUCREE JENS [DE]) 2. Januar 2009 (2009-01-02) Absätze [0054], [0077] - [0079] Abbildung 1 -----	1-14
A	US 4 509 856 A (LEE NORMAN E [US]) 9. April 1985 (1985-04-09) Spalte 2, Zeile 59 - Spalte 4, Zeile 13 Abbildung 3 -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/070720

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1909094	A1	09-04-2008	CN 101228430 A 23-07-2008
			EP 1909094 A1 09-04-2008
			JP 4018131 B2 05-12-2007
			US 2008123091 A1 29-05-2008
			WO 2007013254 A1 01-02-2007
EP 0121404	A2	10-10-1984	DE 3478501 D1 06-07-1989
			EP 0121404 A2 10-10-1984
			JP H0347450 B2 19-07-1991
			JP S59178339 A 09-10-1984
GB 1225925	A	24-03-1971	DE 1798101 A1 17-02-1972
			GB 1225925 A 24-03-1971
			JP S4837397 B1 10-11-1973
			US 3599002 A 10-08-1971
DE 102007030347	A1	02-01-2009	DE 102007030347 A1 02-01-2009
			US 2010245815 A1 30-09-2010
			WO 2009003985 A1 08-01-2009
US 4509856	A	09-04-1985	KEINE