

(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
31. Oktober 2019 (31.10.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/204840 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B01L 3/02 (2006.01) G01N 35/04 (2006.01)
G01N 35/10 (2006.01) G01N 35/02 (2006.01)
G01N 21/25 (2006.01) B01L 3/00 (2006.01)
G01N 35/00 (2006.01) G01N 21/00 (2006.01)

derhof 62, 8054 RIEDERHOF (AT). **KRAUS-FÜRE-
DER, Patrick**; St. Peter Hauptstrasse 290, 8042 GRAZ
(AT). **SCHOLZ-MAREICH, Robert**; Weiberfelderweg
20e, 8054 GRAZ (AT). **SPRENGERS, Wolfgang**; Stief-
leitenstrasse 10, 8081 VASOLDSBERG (AT).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2019/060123

(74) **Anwalt: BABELUK, Michael**; Florianigasse 26/3, 1080
WIEN (AT).

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. April 2019 (12.04.2019)

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 50340/2018 23. April 2018 (23.04.2018) AT

(71) **Anmelder: MEON MEDICAL SOLUTIONS GMBH &
CO KG** [AT/AT]; Neue Stiftingtalstrasse 2, 8010 GRAZ
(AT).

(72) **Erfinder: HUEMER, Herfried**; Karl Schnetzgasse 12,
8330 FELDBACH (AT). **BARTEL, Arnold**; Göstinger-
strasse 222a/8, 8051 GRAZ (AT). **GULO, Stefan**; Rie-

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) **Title:** OPTICAL MEASURING UNIT AND OPTICAL MEASURING METHOD FOR OBTAINING MEASUREMENT SIGNALS OF FLUID MEDIA

(54) **Bezeichnung:** OPTISCHE MESSEINHEIT UND OPTISCHES MESSVERFAHREN ZUR GEWINNUNG VON MESSSIGNALEN VON FLÜSSIGEN MEDIEN

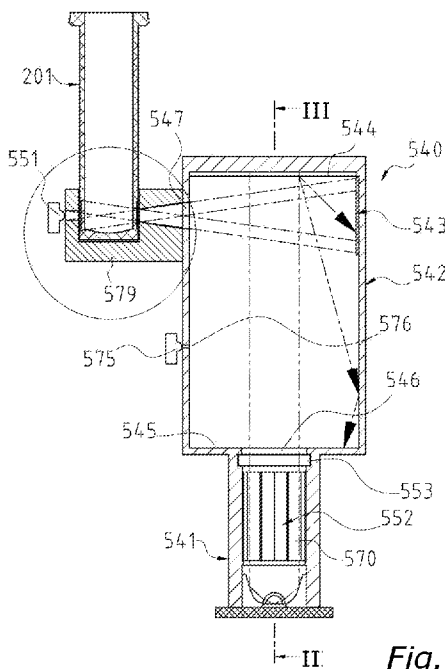


Fig. 3a

(57) **Abstract:** The invention relates to an optical measuring unit (500) for obtaining measurement signals of fluid media which are received in cuvettes (201) that lie against each other in a row, comprising a light-providing unit (540) for dispensing an inlet radiation into the cuvettes (201) and comprising a detection unit (550) for detecting a measurement radiation exiting the cuvettes (201) and converting the measurement radiation into an electric measurement signal. According to the invention, the light-providing unit (540) has multiple LED light sources (541) with an emission that varies spectrally in the UV/VIS/NIR wavelength range, wherein the cuvettes (201) lying against each other in a row form a stationary cuvette array (200), and the detection unit (550) of the optical measuring unit (500) is designed such that each cuvette (201) of the cuvette array (200) is paired with at least one photodiode (551) in a fixed manner.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine optische Messeinheit (500) zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien, die in aneinander gereihten Küvetten (201) aufgenommen sind, mit einer Lichtbereitstellungseinheit (540) zur Abgabe einer Eintrittsstrahlung in die Küvetten (201), sowie mit einer Detektionseinheit (550) zur Erfassung einer aus den Küvetten (201) austretenden Messstrahlung und Umwandlung der Messstrahlung in ein elektrisches Messsignal. Erfindungsgemäß weist die Lichtbereitstellungseinheit (540) mehrere im UV/VIS/NIR-Wellenlängenbereich spektral unterschiedlich emittierende LED-Lichtquellen (541) auf, wobei die aneinander gereihten Küvetten (201) ein stationäres Küvettenarray (200) bilden und die Detektionseinheit (550) der optischen Messeinheit (500) so ausgelegt ist, dass jeder Küvette (201) des Küvettenarrays (200) zumindest eine Fotodiode (551) fix zugeordnet ist.



WO 2019/204840 A1

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

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Optische Messeinheit und optisches Messverfahren zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien

Die Erfindung betrifft eine optische Messeinheit zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien, die in aneinander gereihten Küvetten aufgenommen sind, mit einer Lichtbereitstellungseinheit zur Abgabe einer Eintrittsstrahlung in die Küvetten, sowie mit einer Detektionseinheit zur Erfassung einer aus den Küvetten austretenden Messstrahlung und Umwandlung der Messstrahlung in ein elektrisches Messsignal. Weiters betrifft die Erfindung ein optisches Messverfahren zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien.

In optischen Messeinheiten zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien kommen unterschiedliche Messarten zum Einsatz:

Fotometrie

Bei dem der fotometrischen Messung zugrundeliegenden physikalischen Effekt handelt es sich um die Absorption von Licht bestimmter Wellenlängen durch bestimmte, in einer Flüssigkeit vorhandene Substanzen. Die daraus folgende Verringerung der Intensität des durch die Küvette durchgehenden Lichts wird messtechnisch erfasst und erlaubt eine quantitative Ermittlung der Konzentration einer Substanz unter Einbeziehung der folgenden Gleichungen:

$$T = I / I_0 \quad (\text{Eq 1})$$

$$E = -\log T = \log (I_0 / I) \quad (\text{Eq 2})$$

$$E = \epsilon \cdot c \cdot d \quad (\text{Eq 3) Lambert-Beer'sches Gesetz}$$

wobei

- T** ... Transmission
- E** ... Extinktion
- I₀** ... Intensität in Abwesenheit der Licht absorbierenden Substanz
- I** ... Intensität in Anwesenheit der Licht absorbierenden Substanz
- c** [mol / l] ... Stoffmengenkonzentration
- d** [cm] ... Dicke der absorbierenden Flüssigkeitsschicht
- ε** [l mol⁻¹ cm⁻¹] ... molarer Extinktionskoeffizient (stoffabhängige Größe)

Die Stoffmengenkonzentration **c** lässt sich also direkt aus dem Ergebnis einer Extinktions- bzw. Transmissionsmessung berechnen. Diese Art der Messung kommt bei chemischen und enzymatischen Reaktionen zur Bestimmung der Stoffmengenkonzentration bestimmter in der Probe (Blutplasma, Harn, etc.)

vorhandener Analyte zum Einsatz. Dabei entstehen oder verschwinden Licht absorbierende Substanzen (Farbstoffe), aus deren Extinktion oder Änderungen der Extinktion dann auf die Stoffmengenkonzentration der zu bestimmenden Analyte geschlossen wird.

Im Bereich der klinisch-chemischen Analyse erfolgt die Bestimmung zahlreicher Parameter mit Hilfe fotometrischer Methoden, z. B. die Bestimmung von Enzymen (AP, GOT, GPT, γ -GT, Amylase, CK), Elektrolyten (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , Mg^{2+}), organ-spezifischen Substanzen (Herz, Leber, Niere) und zahlreichen Stoffwechselgrößen (Bilirubin, Gesamt-, HDL- und LDL-Cholesterin, Triglyzeride, Glukose, Harnsäure, Kreatinin, Harnstoff und Laktat).

Turbidimetrie und Nephelometrie

Diese Art der Messung kommt bei homogenen Immunoassays zum Einsatz, wobei bestimmte Analyte, wie beispielsweise Metabolite, Enzyme, Peptide oder Proteine, mit Antikörpern, in Reaktion gebracht werden. Dabei entstehen größere Strukturen, die eine erhöhte Lichtstreuung bzw. eine Trübung des Reaktionsgemisches verursachen.

Während sich bei der Transmissionsmessung mit zunehmender Analytkonzentration die Intensität des durchgehenden Lichtstrahls in Folge der zunehmenden Trübung abschwächt, erhöht sich in einem Detektionswinkel von beispielsweise 90° die Intensität des gestreuten Lichtstrahls mit zunehmender Trübung.

Die Trübungsmessung in Form der Transmissionsmessung wird als Turbidimetrie bezeichnet. Die betreffende Messvorrichtung als Turbidimeter. Die in einem Winkel von beispielsweise 90° zum durchgehenden Lichtstrahl erfolgende Streulichtmessung wird als Nephelometrie bezeichnet, die betreffende Messvorrichtung als Nephelometer.

Zum besseren Verständnis der Erfindung werden einige wesentliche, in der gegenständlichen Anmeldung verwendete technische Begriffe näher definiert:

flüssiges Medium:

Dabei handelt es sich um flüssige Proben, flüssige Reagenzien oder deren Gemische bzw. Reaktionsgemische.

Probe:

Als Analysenprobe (meist nur Probe oder Stoffprobe genannt) wird die Gesamtheit des zu untersuchenden Materials bezeichnet.

Analyt:

Analyte sind diejenigen in einer Probe enthaltenen Stoffe, über die bei einer chemischen Analyse eine Aussage, beispielsweise über deren Stoffmengenkonzentration, getroffen werden soll, d.h. welche analysiert werden sollen.

Reagenz:

Als Reagenz wird ein Stoff bezeichnet, der beim Kontakt mit bestimmten anderen, in einer Probe vorhandenen Stoffen eine spezifische Reaktion zeigt. Die Zugabe eines Reagens zu einer Probe führt zu einer chemischen Reaktion mit Bildung einer charakteristischen Farbänderung, die Rückschlüsse auf die An- oder Abwesenheit und auf die Stoffmengenkonzentration bestimmter Analyte in der Probe erlaubt.

Küvette:

Eine Küvette im Sinne der vorliegenden Erfindung bezeichnet ein allseitig verschlossenes, nach oben hin offenes und thermostatisierbares Gefäß zur Aufnahme von Proben- und Reagenzienflüssigkeiten und der sich daraus ergebenden Reaktionsgemische und dient zur Vermessung der Reaktionsgemische mittels fotometrischer und/oder lumineszenzoptischer Verfahren. Eine Küvette im Sinne der vorliegenden Erfindung weist zumindest ein für das angewandte optische Messverfahren durchlässiges, in einer Seitenwand der Küvette angeordnetes Fenster auf oder ist zur Gänze optisch transparent ausgeführt.

stationäres Küvettenarray:

Bezeichnet eine Vielzahl aneinander gereihter Küvetten, welche ortsfest angeordnet sind und während des gewöhnlichen Messbetriebs nicht bewegt werden.

optische Elemente zur Kollimation:

Dabei handelt es sich um optische Elemente zur Erzeugung eines möglichst parallelen Strahlenverlaufs. Grundsätzlich wird dabei das Licht einer mehr oder weniger punktförmigen Quelle in ein paralleles Strahlenbündel verwandelt. Optische Elemente die das von einer LED ausgehende Licht im Wesentlichen parallel ausrichten, sind beispielsweise Sammellinsen, TIR-Linsen, Parabolspiegel, und Blendenanordnungen.

optische Elemente zur Filterung:

Dabei handelt es sich um optische Bauelemente, insbesondere um Interferenzfilter, um das transmittierte Licht wellenlängen- bzw. frequenzabhängig, d.h. farbabhängig für sichtbares Licht, zu filtern. Zumeist sind diese Bauelemente als dielektrische Schichten auf einem dünnen Träger aufgebaut. Nachdem der wellenlängenabhängige Transmissionsgrad vom Einfallswinkel des Lichts abhängt,

ist es vorteilhaft, wenn die auf das Filterelement einfallenden Lichtstrahlen möglichst parallel verlaufen und parallel zur optischen Achse ausgerichtet sind.

Verwendung finden Bandsperrefilter, Langpassfilter, Kurzpassfilter, Bandpassfilter und dichroitische Interferenzfilter. Besonders bevorzugt sind Bandpassfilter, da sie einen hohen Transmissionsgrad für ein bestimmtes Wellenlängenband aufweisen, während kürzere oder längere Wellenlängen absorbiert werden.

Kondensor bzw. Kondensorenlinse:

Dabei handelt es sich um eine Anordnung von ein bis zwei Linsen die einen möglichst großen Teil des Lichts einer LED in eine Küvette einstrahlen bzw. um eine derartige Anordnung, die einen möglichst großen Teil des aus der Küvette austretenden Lichts auf eine Fotodiode lenken.

Stand der Technik:

In der US 8,675,187 B2 (Hitachi) wird eine optische Messeinheit zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien und ein damit ausgestattetes Analysesystem beschrieben. Wie in **Fig. 1a** der gegenständlichen Anmeldung dargestellt, wird eines von mehreren an einer Drehscheibe 23 kreisförmig angeordneten Reaktionsgefäßen 24 in ein Temperaturbad 25 eingetaucht, das mit Wasser 26 konstanter Temperatur gefüllt ist. Ein fix im Temperaturbad 25 angeordnetes Fotometer 27 weist eine LED-Lichtquelle 28 auf, deren Licht mittels einer Kondensorenlinse 29 und eines Umlenkspiegels 30 in die im Reaktionsgefäß 24 vorliegende Probe 31 eingestrahlt wird. Als Lichtquelle kann auch ein Halbleiterlaser verwendet werden. An der gegenüberliegenden Seite des Reaktionsgefäßes 24 ist ein Fotodetektor 32 des Fotometers 27 angeordnet. Ein- und austrittsseitig des Reaktionsgefäßes 24 sind in der Messposition 33 des Fotometers 27 Blenden 34 für die Ein- und Austrittsstrahlung vorgesehen. Nachteilig ist der mechanische und messtechnische Aufwand im Zusammenhang mit Reaktionsgefäßen die kreisförmig an einer Drehscheibe angeordnet sind, da die einzelnen Reaktionsgefäße 24 zur Vermessung der Proben in eine Messposition des Fotometers 27 bewegt werden müssen.

Die US 2013/0301051 A1 (Pogosyan) beschreibt ein kostengünstiges, portables Fotometer, welches – wie in **Fig. 1b** der gegenständlichen Anmeldung dargestellt – als Lichtquellen 35 mehrere LEDs mit verschiedenen Wellenlängen und als Detektor 36 eine Fotodiode oder einen Fotomultiplier aufweist. Das Fotometer kann zur Untersuchung von chemischen, biologischen oder pharmazeutischen Proben verwendet werden, welche sich in einem Probenhalter 37 zwischen den Lichtquellen 35 und dem Detektor 36 befinden. Das Licht der Lichtquellen 35 wird – ggf. nach der Passage eines Interferenzfilters 38 – auf eine lichtstreuende Fläche 39 gerichtet und gelangt über eine Kollimatorlinse 40 und eine Schlitzblende 41 in die im

Probenhalter 37 vorliegende Probe. Der Detektor 36 kann – wie dargestellt - von einer ersten Position in eine zweite Position verschwenkt werden. In der dargestellten Geometrie funktioniert eine Kollimatorlinse optimal, wenn die streuende Fläche sehr klein, quasi punktförmig, gewählt wird, was jedoch die Lichtausbeute schmälert.

Die US 8,064,062 B2 (Beckmann) offenbart - wie in **Fig. 1c** der gegenständlichen Anmeldung dargestellt - ein Fotometer mit einem stationären LED-Array mit den Lichtquellen L1 bis L5 und einem stationären Detektor-Array mit den Fotodioden R1 bis R5, wobei jeder Lichtquelle eine Fotodiode zugeordnet ist. Die sich auf einem Drehteller befindlichen Küvetten C sind zwischen dem LED-Array und dem Detektor-Array angeordnet. Bei einer rotatorischen Bewegung der Küvetten C in Pfeilrichtung werden die optischen Strahlengänge gekreuzt und die Proben in den Küvetten C können nacheinander mit dem Licht der unterschiedlichen Wellenlängen λ_1 bis λ_5 beaufschlagt werden.

Die AT 510 631 B1 (SCAN Messtechnik) beansprucht ein Spektrometer mit multiplen LEDs als Lichtquelle 44, wie in **Fig. 1d** der gegenständlichen Anmeldung dargestellt. Das Spektrometer dient zur Untersuchung der Inhaltsstoffe eines Fluides 42, mittels der Lichtquelle 44 und einem Detektor 45, wobei das Licht der Lichtquelle 44 mit einem vorgegebenen Spektralbereich durch ein Eintrittsfenster 47 durch das zu untersuchende Fluid 42 und durch ein Austrittsfenster 48 zum Detektor 45 geführt wird. Die Lichtquelle 44 wird durch mehrere in einer Halterung 50 angeordnete, mit einer Steuerelektronik 43 verbundene LEDs 49 gebildet, die zur Aussendung von Licht unterschiedlicher Wellenlängenbereiche innerhalb des vorgegebenen Spektralbereichs ausgebildet sind. Die Steuerelektronik 43 ist zur sequentiellen Ansteuerung der Leuchtdioden 49 ausgebildet, wobei in der Halterung 50 gegenüber den Leuchtdioden 49 ein mit der Steuerelektronik 43 verbundener Kompensationsdetektor 51 angeordnet ist. Im Strahlengang zwischen der Lichtquelle 44 und dem Eintrittsfenster 47 sind eine Linse 46, eine Blende 52 sowie eine Sammellinse 53 angeordnet. Zur Messung des Streulichts des zu untersuchenden Fluides kann quer zur Messstrahlung ein weiterer Detektor 54 angeordnet sein.

Die WO 2010/122203 A1 (Biosystems) offenbart ein auf einer Anordnung von mehreren LEDs als Lichtquelle basiertes Fotometer zur Messung der Absorption und der Trübung einer in einer Küvette vorliegenden Probe. Dabei wird das Licht der einzelnen LEDs mittels Strahlteiler samt Bandpassfilter in den Strahlengang vor der Probe eingekoppelt. Auf der Seite der Lichtquelle ist weiters eine Referenzfotodiode angeordnet. Im Strahlengang nach der Probe, auf der Detektionsseite ist eine Fotodiode angeordnet. Die einzelnen Küvetten werden am Fotometer vorbeigeführt. Nachteiliger Weise ist die Lichtquelle sehr komplex aufgebaut und besteht aus vielen Einzelkomponenten. Zudem muss das Licht der LEDs, die weiter von der

Küvette entfernt sind, mehrere Strahlteiler passieren, was zu Intensitätsverlusten führt.

In der US 4,234,539 (Coulter Elelectronics) wird ein automatischer Analysator mit Drehscheiben für Proben-, Reagenzien- und Reaktionsgefäße (Küvetten) mit dazwischen eingebauten Pipettierarmen zum Transfer der Medien beschrieben. Konzentrisch zu einer Küvetten-Drehscheibe ist ein Rotor angeordnet, auf dem zueinander fix positionierte Paare von Lichtquellen und Fotodetektoren angeordnet sind. Bei entsprechender Positionierung bzw. Drehung kommen die einzelnen Küvetten zwischen Lichtquelle und Fotodetektor zu liegen. In einer alternativen Ausführungsform ist an der Rotationsachse zentral eine einzelne Lichtquelle positioniert und die Fotodetektoren befinden sich (in radialer Richtung gesehen) an der gegenüberliegenden Seite der Küvetten. Während sich nun die Küvetten-Drehscheibe nur langsam dreht, vollführt der Rotor mit der Lichtquelle eine viel raschere Drehbewegung, was zu einer deutlichen Erhöhung der Messfrequenz führt. Weiters kann der Rotor ein Filtrerrad mit unterschiedlichen Filtern aufweisen, die in den Strahlengang zwischen der zentralen Lichtquelle und der Küvette bringbar sind. Der Rotor muss jedoch bei jeder Küvette stoppen, wonach das jeweilige Filter durch Drehung des Filtrerrades ausgewählt wird. Es bestehen jedoch auch hier die bereits eingangs beschriebenen Nachteile von Drehtellersystemen bzw. von an Drehscheiben befestigten Küvetten.

Aus der EP 2 309 251 A1 (Siemens Healthcare) ist ein automatischer Analysator mit stationären, in kreisförmiger oder linearer Anordnung vorliegenden Probengefäßen bzw. Küvetten bekannt, wobei die optische Messeinheit auf einer drehbaren Einrichtung entlang der Probengefäße verfahrbar ausgeführt ist. Gemäß einer Ausführungsvariante kann die drehbare Einrichtung, die die Lichtquelle in Form einer LED und den Fotodetektor in Form einer Fotodiode trägt, unterhalb der Aufnahme der Probengefäße angeordnet sein, wodurch es jederzeit möglich ist, auf die Probengefäße mittels eines Greifarms zuzugreifen. Die drehbare Einrichtung kann auch mehrere LEDs unterschiedlicher Wellenlängen und mehrere Fotodioden aufweisen, damit die Proben bei mehreren Wellenlängen gemessen werden können. Die Fotodioden können durch ein CCD-Element ersetzt sein.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine optische Messeinheit sowie ein optisches Messverfahren zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien, die in aneinander gereihten Küvetten aufgenommen sind, dahingehend zu verbessern, dass im Verlauf der chemischen Reaktionen in den einzelnen Küvetten und in kurzer zeitlicher Abfolge eine Vielzahl von Messungen bei unterschiedlichen Wellenlängen durchgeführt werden kann, wobei der kinematische Aufwand, bedingt durch translatorische und/oder rotatorische Relativbewegungen zwischen einzelnen Komponenten des Messsystems, möglichst reduziert werden soll.

Eine erfindungsgemäße optische Messeinheit zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien, die in aneinander gereihten Küvetten aufgenommen sind, wobei jede Küvette mit einem seitlichen Eintrittsfenster und zumindest einem seitlichen Austrittsfenster ausgestattet ist, weist folgende Komponenten auf:

eine Lichtbereitstellungseinheit die geeignet ist in zeitlicher Abfolge spektral unterschiedliche Eintrittsstrahlungen in das Eintrittsfenster jeder Küvette abzugeben, wobei die Lichtbereitstellungseinheit mehrere im UV/VIS/NIR-Wellenlängenbereich spektral unterschiedlich emittierende LED-Lichtquellen aufweist, sowie

eine Detektionseinheit die geeignet ist eine aus dem zumindest einen Austrittsfenster jeder Küvette austretende Messstrahlung zu erfassen und diese in ein elektrisches Messsignal umzuwandeln,

wobei die aneinander gereihten Küvetten ein stationäres Küvettenarray bilden und die Detektionseinheit der optischen Messeinheit eine Vielzahl von Fotodioden aufweist, wobei jedem Austrittsfenster jeder Küvette des Küvettenarrays zumindest eine Fotodiode fix zugeordnet ist.

Von Vorteil ist insbesondere, dass die Küvetten als unbewegliches, stationäres Küvettenarray angeordnet sind, wobei jeder Küvette ihre individuellen Detektoren (Durchlichtdetektor (für fotometrische und turbidimetrische Messungen) und/oder Streulichtdetektor (für nephelometrische Messungen)) fix zugeordnet sind und dass das aus den einzelnen Küvetten austretende Licht - also auch allfällige Dunkelsignale und ggf. einfallendes Umgebungslicht - einer jeden Küvette zeitlich unbegrenzt zwecks Korrektur gemessen werden kann. Somit ist es nicht erforderlich im Vorbeifahren der Detektoren zu messen oder einen Detektor in sequenzieller Abfolge vor mehreren Küvetten im Stop-and-Go-Betrieb zu positionieren. Dadurch können präzisere Messergebnisse in sehr kurzen Zeitabständen erhalten, und Messabläufe wesentlich flexibler gestaltet werden.

Gemäß einer ersten Ausführungsvariante der Erfindung weist die Lichtbereitstellungseinheit zumindest eine stationäre Lichtverteilereinrichtung auf, die das Licht der einzelnen LED-Lichtquellen auf die einzelnen Küvetten des Küvettenarrays verteilt, wobei die Lichtverteilereinrichtung einen Hohlraum aufweist, dessen innere Flächen zumindest teilweise verspiegelt und/oder diffus reflektierend ausgeführt sind, und wobei die Lichtverteilereinrichtung für jede LED-Lichtquelle eine Eintrittsöffnung zur Einspeisung des Lichts in den Hohlraum aufweist und wobei die Lichtverteilereinrichtung für jede Küvette des Küvettenarrays eine Austrittsöffnung zur Einspeisung des Lichts in die Küvette aufweist.

Dabei handelt es sich um eine kompakte, kostengünstige Variante, da die Lichtverteilereinrichtung, die mehrere LED-Lichtquellen unterschiedlicher Wellenlänge aufnimmt, stationär einer Reihe von Küvetten zugeordnet ist. Bei Küvettenarrays mit einer großen Anzahl von Küvetten kann das stationäre Küvettenarray segmentiert sein, wobei jedem Segment eine separate Lichtverteilereinrichtung fix zugeordnet ist. Insgesamt wird somit eine optische Messeinheit realisiert, die keine beweglichen Komponenten aufweist.

Zur besseren Verteilung des von den einzelnen LED-Lichtquellen unterschiedlicher Wellenlänge in die Lichtverteilereinrichtung eingestrahlt Lichts ist die den Eintrittsöffnungen der LED-Lichtquellen gegenüberliegende, innere Fläche der Lichtverteilereinrichtung bevorzugt gewellt und reflektierend ausgeführt. Obwohl sich unterschiedliche Lichtwege zwischen einzelnen LED-Lichtquellen und Küvetten ergeben, können – bedingt durch die konstanten geometrischen Verhältnisse – Intensitätsunterschiede rechnerisch, durch Parametrierung des Hardware-Setups und/oder durch Kalibriermessungen ausgeglichen werden.

Zur Homogenisierung der in die Küvetten gelangenden Messstrahlung ist die den Austrittsöffnungen zu den Küvetten gegenüberliegende, innere Fläche der Lichtverteilereinrichtung diffus reflektierend ausgeführt.

Gemäß einer zweiten Ausführungsvariante der Erfindung weist die Lichtbereitstellungseinheit zumindest ein eindimensionales, stabförmiges Lichtquellenarray mit mehreren LED-Lichtquellen auf, das entlang des stationären Küvettenarrays ausgerichtet ist und entlang des stationären Küvettenarrays verfahrbar ist, derart, dass jeder Küvette des stationären Küvettenarrays jede LED-Lichtquelle des Lichtquellenarrays zuordenbar ist.

Diese Variante profitiert davon, dass detektorseitig die den einzelnen Küvetten des stationären Küvettenarrays fix zugeordneten Fotodioden als stationäres, lineares Fotodiodenarray vorliegen und vorzugsweise auf einer gemeinsamen Platine angeordnet sind. Der geringfügige Nachteil, eines entlang des stationären Küvettenarrays verfahrbaren, stabförmigen Lichtquellenarrays, wird durch eine kostengünstige Herstellung (nur ein Lichtquellenarray für eine Vielzahl von Küvetten) aufgewogen.

Gemäß einer dritten Ausführungsvariante der Erfindung sind die LED-Lichtquellen der Lichtbereitstellungseinheit als 2D-LED-Array angeordnet, wobei jeder Küvette des stationären Küvettenarrays ein stationäres 2D-LED-Array fix zugeordnet ist.

Diese Variante genießt die Vorteile der oben beschriebenen ersten Variante, da die optische Messeinheit ohne bewegliche Komponenten realisierbar ist und jede Küvette über ein individuelles Fotometer, aufweisend ein fix zugeordnetes 2D-LED-Array als Lichtquelle und eine fix zugeordnete Fotodiode als Detektor, verfügt.

Eine Sparvariante zur dritten Variante zeichnet sich dadurch aus, dass die Lichtbereitstellungseinheit – ähnlich wie bei der dritten Variante als 2D LED-Array ausgeführt ist, welches – ähnlich wie bei der zweiten Variante entlang des stationären Küvettenarrays verfahrbar ausgeführt ist. Um die Messfrequenz an einzelnen Küvetten bei langen Küvettenarrays weiter zu steigern, können auch mehrere 2D-LED-Arrays entlang einzelner Segmente des stationären Küvettenarrays verfahrbar ausgeführt sein. Diese vierte Variante wird gegenüber der dritten Variante dadurch kostengünstiger, dass nicht für jede Küvette ein 2D-LED-Array erforderlich ist.

Ein erfindungsgemäßes optisches Messverfahren zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien, insbesondere im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsvariante der Erfindung, zeichnet sich durch folgende Schritte aus:

- Aufnahme der flüssigen Medien in aneinander gereihete Küvetten, die ein stationäres Küvettenarray bilden,
- Bereitstellen einer in die Küvetten einstrahlenden Eintrittsstrahlung mit Hilfe zumindest einer stationären Lichtverteilereinrichtung, die zumindest ein Segment des Küvettenarrays optisch kontaktiert,
- wobei in zeitlicher Abfolge nacheinander durch mehrere im UV/VIS/NIR-Wellenlängenbereich spektral unterschiedlich emittierende LED-Lichtquellen Licht in die Lichtverteilereinrichtung eingestrahlt und auf die einzelnen Küvetten verteilt wird, und
- Detektieren der aus den Küvetten austretenden Messstrahlung mit Hilfe von zumindest einer - jeder Küvette fix zugeordneten - Fotodiode einer stationären Detektionseinheit.

Die aus den Küvetten austretende Messstrahlung wird in ein elektrisches Messsignal umgewandelt und nach entsprechender Aufbereitung in einer Anzeigeeinheit dargestellt.

Die Erfindung wird im Folgenden an Hand von zum Teil schematischen Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a bis Fig. 1d unterschiedliche, optische Messeinheiten (Fotometer und fotometrische Messeinrichtungen) zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien gemäß Stand der Technik,

Fig. 2a eine erste Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen, optischen Messeinheit zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien in einer dreidimensionalen Ansicht, mit Blickrichtung auf die Lichtbereitstellungseinheit,

- Fig. 2b die Ausführungsvariante gemäß Fig. 2a in einer dreidimensionalen Ansicht, mit Blickrichtung auf die Detektionseinheit,
- Fig. 3a eine Schnittdarstellung der Lichtbereitstellungseinheit gemäß Fig. 2a nach Linie II-II in Fig. 3b,
- Fig. 3b eine Schnittdarstellung der Lichtbereitstellungseinheit gemäß Fig. 2a nach Linie III-III in Fig. 3a,
- Fig. 3c eine dreidimensionale Detaildarstellung eines Röhrenkörpers der Lichtbereitstellungseinheit gemäß Fig. 2a,
- Fig. 3d eine vergrößerte Detaildarstellung aus Fig. 3a,
- Fig. 3e eine Variante der Lichtbereitstellungseinheit in einer Schnittdarstellung gemäß Fig. 3a,
- Fig. 3f die Variante der Lichtbereitstellungseinheit gemäß Fig. 3e in einer Schnittdarstellung nach Linie IV-IV in Fig. 3e,
- Fig. 3g bis Fig. 3i drei unterschiedliche Detailvarianten der Strahlführung ein- und ausgangsseitig einer Küvette in einer Schnittdarstellung gemäß Fig. 3f,
- Fig. 4 ein Blockschaltbild zur elektronischen Ansteuerung der optischen Messeinheit gemäß Fig. 2a,
- Fig. 5a ein erstes Diagramm zur Darstellung eines Messablaufs (Modi 1 und 2),
- Fig. 5b ein zweites Diagramm zur Darstellung eines Messablaufs (Modus 3),
- Fig. 6a eine zweite Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen optischen Messeinheit zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien in einer dreidimensionalen Ansicht,
- Fig. 6b eine vergrößerte Schnittdarstellung durch die Achse einer Küvette, normal auf das Küvettenarray,
- Fig. 7a eine dritte Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen optischen Messeinheit zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien in einer dreidimensionalen Ansicht,
- Fig. 7b eine vergrößerte Schnittdarstellung durch die Achse einer Küvette, normal auf das Küvettenarray, sowie
- Fig. 7c eine vergrößerte Detaildarstellung aus Fig. 7a.

Die in den Fig. 1a bis 1d dargestellten optischen Messeinrichtungen betreffen Beispiele zum Stand der Technik und wurden bereits in der voranstehenden Beschreibungseinleitung ausführlich dargelegt.

Funktionsgleiche Teile sind in den einzelnen Ausführungsvarianten der Erfindung mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Die im Folgenden beschriebenen, erfindungsgemäßen Ausführungsvarianten der optischen Messeinheit 500 zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien, die in aneinander gereihten Küvetten 201 eines stationären (d.h. feststehenden) Küvettenarrays 200 aufgenommen sind, weisen folgende Grundelemente auf:

eine Lichtbereitstellungseinheit 540 zur Abgabe einer Eintrittsstrahlung in die Küvetten 201 des Küvettenarrays 200, wobei die Lichtbereitstellungseinheit 540 mehrere im UV/VIS/NIR-Wellenlängenbereich spektral unterschiedlich emittierende LED-Lichtquellen 541 aufweist, sowie

eine Detektionseinheit 550 zur Erfassung einer aus den Küvetten 201 des Küvettenarrays 200 austretenden Messstrahlung und Umwandlung der Messstrahlung in ein elektrisches Messsignal, wobei die Detektionseinheit 550 so ausgelegt ist, dass jeder Küvette 201 des Küvettenarrays 200 zumindest eine Fotodiode 551 fix und stationär zugeordnet ist.

Die in den Fig. 2a und 2b sowie Fig. 3a bis 3d dargestellte, erste Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen, optischen Messeinheit 500 weist zumindest eine stationäre Lichtverteilereinrichtung 542 auf, die das Licht der einzelnen LED-Lichtquellen 541 auf die einzelnen Küvetten 201 des stationären Küvettenarrays 200 verteilt. Im dargestellten Beispiel sind die Küvetten 201 geradlinig, d.h. linear, angeordnet, davon abweichend wären jedoch auch stationäre, gekrümmte oder kreisförmige Anordnungen denkbar.

Die Lichtverteilereinrichtung 542 weist einen von Wänden gebildeten Hohlraum auf, dessen innere Flächen 543, 544, 545, sowie die Rückwand und die beiden Stirnflächen zumindest teilweise verspiegelt und/oder diffus reflektierend ausgeführt sind. Die Lichtverteilereinrichtung 542 weist für jede LED-Lichtquelle 541 in der Bodenfläche 545 eine Eintrittsöffnung 546 zur Einspeisung des Lichts in den Hohlraum auf und verfügt für jede Küvette 201 des Küvettenarrays 200 über eine Austrittsöffnung 547 zur Einspeisung des Lichts in die Küvette 201.

Erfindungsgemäß ist die den Eintrittsöffnungen 546 der LED-Lichtquellen 541 gegenüberliegende, innere Fläche 544 an der Deckfläche der Lichtverteilereinrichtung 542 gewellt und reflektierend ausgeführt, wobei die Wellen der gewellten Innenfläche 544 bevorzugt normal zur Längserstreckung der Lichtverteilereinrichtung 542 ausgerichtet sind, um das von den einzelnen LED-

Lichtquellen 541 eintretende Licht in Längsrichtung der Lichtverteilereinrichtung 542 optimal zu verteilen (siehe Fig. 3b).

Um eine möglichst homogene Beaufschlagung der Küvetten 201 mit der Messstrahlung zu gewährleisten, ist die den Austrittsöffnungen 547 zu den Küvetten 201 gegenüberliegende, innere Fläche 543 der Lichtverteilereinrichtung 542 am oberen Teil diffus reflektierend ausgeführt (siehe Fig. 3a). Als Material zur Beschichtung der inneren Fläche 543 im Sichtbereich ausgehend vom Eintrittsfenster 202 der Küvette 201 eignet sich beispielsweise Bariumsulfat (BaSO_4).

Zumindest einzelne LED-Lichtquellen 541 der Lichtbereitstellungseinheit 540 zur Verbesserung der spektralen Charakteristik und zur Einspeisung des Lichts in die Lichtverteilereinrichtung 542 weisen optische Filter, beispielsweise Farbfilter oder Interferenzfilter auf. Im Falle der Verwendung eines Interferenzfilters 553 ist im Lichtpfad eingangsseitig des Interferenzfilters 553 zumindest ein optisches Element zur Kollimation des Lichts angeordnet.

Wie in Fig. 2a und im Detail in Fig. 3a dargestellt, kann die LED-Lichtquelle 541 eine LED 548, angeordnet in einer TIR-Linse 549, einen Röhrenkörper 552 zur Eliminierung nicht-paralleler Strahlanteile der LED, sowie eintrittsseitig in die Lichtverteilereinrichtung 542 ein schmalbandiges Filter, vorzugsweise ein Interferenzfilter 553, aufweisen. Die aus dem Interferenzfilter 553 austretende Strahlung (im Wesentlichen monochromatisches Licht), soll dabei eine vorbestimmte Bandbreite mit einer bevorzugten Halbwertsbreite von kleiner/gleich 10 Nanometer, zentriert auf eine vorbestimmte Wellenlänge aufweisen.

Dabei kann der Röhrenkörper 552 parallel zur Längsachse der LED-Lichtquelle 541 verlaufende, längliche Durchgangsöffnungen 570 aufweisen, deren Wände 571 aus einem Licht absorbierenden Material bestehen oder mit einem derartigen Material beschichtet sind (siehe Detaildarstellung gemäß Fig. 3c). Es gelangen somit – innerhalb einer gewissen Toleranz – nur parallel ausgerichtete Strahlen auf das Interferenzfilter 553, da abweichende Strahlen vom Röhrenkörper 552 absorbiert werden.

Eine bevorzugte Ausführungsvariante der LED-Lichtquellen 541, die an der Bodenfläche 545 der Lichtverteilereinrichtung 542 angeordnet sind, ist in den Schnittdarstellungen gemäß Fig. 3e und 3f dargestellt. Bei dieser Variante ist eingangsseitig eines Interferenzfilters 553 eine Sammellinse 590 angeordnet, die das von einer LED 548 emittierte Licht für den Eintritt in das Interferenzfilter 553 parallel ausrichtet, wobei ausgangsseitig des Interferenzfilters 553 eine vorzugsweise asphärische Streulinse 591 zur Auffächerung der in die Lichtverteilereinrichtung 542 eintretenden Strahlung angeordnet sein kann.

Bevorzugt werden die Lichtstrahlen soweit aufgefächert (siehe Randstrahlen S_1 , S_2 in Fig. 3f), dass die inneren Oberflächen der Lichtverteilereinrichtung 542 möglichst homogen ausgeleuchtet werden. Besonders bevorzugt wird bei einer rechteckig ausgestalteten Lichtverteilereinrichtung 542 gemäß Fig. 3e, 3f die der Bodenfläche 545 gegenüberliegende, Fläche 544 möglichst großflächig ausgeleuchtet, während die seitliche Fläche 543 nicht direkt belichtet wird. Bei einer symmetrisch ausgebildeten Streulinse 591 treten die Lichtstrahlen kegelförmig aus, wodurch die der LED-Lichtquelle 541 direkt gegenüberliegende Fläche 544 der Lichtverteilereinrichtung im Wesentlichen kreisförmig belichtet wird (siehe Fig. 3f, zweite LED-Lichtquelle von links, Randstrahlen S_3 , S_4). Um in allen Austrittsfenstern 547 eine möglichst einheitliche Lichtmenge einer jeden LED-Lichtquelle 541 der Lichtverteilereinrichtung 542 austreten zu lassen, ist eine möglichst homogene Ausleuchtung der gesamten Fläche 544 mit Hilfe einer asphärischen Streulinse 591 von Vorteil (siehe Fig. 3f, erste LED-Lichtquelle von links, Randstrahlen S_1 , S_2). Die LED-Lichtquelle 541 ganz rechts in der Abbildung gemäß Fig. 3f weist keine Streulinse auf, sodass in diesem Fall ein parallel ausgerichtetes Strahlenbündel in die Lichtverteilereinrichtung 542 eintritt. Dabei ist es von Vorteil, wenn die direkt gegenüberliegende Fläche 544 zur besseren Lichtverteilung gewellt und ggf. verspiegelt ausgeführt ist.

Für eine optimale Strahlführung zwischen der Lichtverteilereinrichtung 542 und den einzelnen Küvetten 201 einerseits und zwischen den Küvetten 201 und den Fotodioden 551 der Detektionseinheit 550 andererseits sind erfindungsgemäß eingangsseitig des Eintrittsfenster 202 und ausgangsseitig des Austrittsfensters 203 jeder Küvette 201 kanalartige Durchführungen 578 in der Wand der Küvettenaufnahme 579 angeordnet, die Einbauten oder Modifikationen aufweisen, die zur Elimination unerwünschter Strahlungsanteile U_1 der aus der Lichtverteilereinrichtung 542 austretenden Küvetten-Eintrittsstrahlung sowie unerwünschter Strahlungsanteile U_2 der aus der Küvette 201 austretenden Messstrahlung dienen.

So kann beispielsweise jede der kanalartigen Durchführungen 578 in der Küvettenaufnahme 578 gemäß einer in Fig. 3i dargestellten Ausführungsvariante als Kanal 594 mit glatter Oberfläche, mit einem im Verhältnis zur Länge der Bohrung kleineren Durchmesser ausgeführt sein und dadurch die unerwünschten Strahlungsanteile U_1 , U_2 auf dem Weg zur Fotodiode 551 ausblenden.

In einer bevorzugten Variante kann die kanalartigen Durchführung 578 gemäß Fig. 3h eine Freistellung 593 bzw. einen Hohlraum aufweisen, in welchem sich die unerwünschten Strahlungsanteile U_1 , U_2 totlaufen.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Variante können die kanalartigen Durchführungen 578 gemäß Fig. 3g eine gerillte oder gezahnte Struktur 592 aufweisen, an welcher unerwünschte Strahlungsanteile U_1 , U_2 , die eine zu große

Winkelabweichung von der Strahlachse aufweisen, geblockt oder absorbiert werden. Diese Variante kann kostengünstig in einem einzigen, sich über alle Küvettenpositionen erstreckenden Bauteil gefertigt werden, wobei die, Rillenstruktur 592 mittels Gewindebohrungen realisiert werden kann.

Die Lichtführung bzw. Lichtlenkung in der optischen Messeinheit erfolgt in mehreren Schritten, um den Anforderungen gerecht zu werden:

- Im ersten Schritt wird das räumlich breit abgestrahlte Licht der LEDs 548 mit Hilfe von optischen Linsen, TIR-Linsen 549 oder Parabolspiegeln gesammelt, parallelisiert und in Richtung des Innenraums der Lichtverteilereinrichtung 542 gelenkt. Alternativ kann gemäß Fig. 3e die LED 548 auch im Brennpunkt der Sammellinse 590 angeordnet sein, die das Licht der LED 548 möglichst parallel ausrichtet.
- Im (optionalen) zweiten Schritt kann bei Verwendung einer TIR-Linse mit Hilfe des Röhrenkörpers 552 oder anderer röhrenartiger Bauelemente das weitere Fortschreiten nicht ausreichend parallelisierter Anteile des Lichtes verhindert werden.
- Im dritten Schritt sind optische Bandpassfilter, beispielsweise Interferenzfilter 553 vorgesehen, um ein vorgegebenes, schmalbandiges, monochromatisches Licht zu erhalten. Optional kann dem Interferenzfilter 553 eine Streulinse 591 nachgeschaltet sein, um die aus dem Interferenzfilter 553 austretende Strahlung entsprechend aufzufächern.
- Im vierten Schritt erfolgt im Innenraum der Lichtverteilereinrichtung 542 die möglichst homogene Verteilung und Lenkung des durch die einzelnen LED-Lichtquellen 541 erzeugten Lichts in die einzelnen Küvetten 201. Dafür ist die im Wesentlichen quaderförmige Lichtverteilereinrichtung 542 derart ausgestaltet, dass den Austrittsöffnungen 547 gegenüberliegend eine diffus reflektierende Fläche 543 angeordnet ist und mit Ausnahme der Eintritts- und Austrittsöffnungen die restlichen Innenflächen diffus reflektierende und/oder spiegelnde Oberflächen aufweisen. Bevorzugt weist die Deckelfläche eine gewellte Struktur 544 auf (siehe Fig. 3b), während die übrigen Innenflächen bevorzugt eben ausgeführt sind, sodass Licht über einen spektralen Bereich von ca. 340 bis 800nm möglichst effektiv gestreut bzw. reflektiert wird. In der Rückwand der Lichtverteilereinrichtung 542 sind die Austrittsöffnungen 547 angeordnet, durch die das Licht direkt zu den Eintrittsfenstern 202 der Küvetten 201 gelangen kann.
- Im fünften Schritt wird durch eine Durchführung 578, ggf. unter Zwischenschaltung einer Blende zwischen der Lichtverteilereinrichtung 542

und der Küvette 201 ein in das Innere der Küvette 201 gerichtetes Strahlenbündel erzeugt.

- Im sechsten Schritt wird die Messstrahlung vom Austrittsfenster 203 der Küvette 201 ggf. unter Zwischenschaltung einer Blende zur Fotodiode 551 der Detektionseinheit 550 gelenkt.

Erfindungsgemäß sind an der Lichtverteilereinrichtung 542 ausgangsseitig von in einer Wand, beispielsweise der Rückwand, der Lichtverteilereinrichtung 542 angeordneten Durchgangsöffnungen oder Lochblenden 576 Monitor- oder Referenzdetektoren 575 angeordnet, mit welchen Schwankungen der Messstrahlung jederzeit erfasst werden können. Es kann jeder Küvette 201 eine Lochblende 576 samt Referenzdetektor 575 zugeordnet sein. Falls jeder Küvette 201 eine Referenzfotodiode zugeordnet ist, befinden sich diese vorzugsweise an den Austrittsöffnungen 547 der Lichtverteilereinrichtung 542. Es ist auch möglich in der Lichtverteilereinrichtung 542 nur zwei oder drei Lochblenden 576 samt Referenzdetektoren 575 vorzusehen (siehe Fig. 2a).

Wie in den Fig. 2a/b dargestellt, kann das stationäre Küvettenarray 200 segmentiert bzw. in mehrere Abschnitte unterteilt sein, wobei jedem Segment 210 eine separate Lichtbereitstellungseinheit 540 fix zugeordnet ist.

Jedem Segment 210 ist eine gemeinsame, über die gesamte Länge des Segments verlaufende Lichtverteilereinrichtung 542 zugeordnet, welche über eine hinreichende Anzahl n von Einbaupositionen für LED-Lichtquellen 541 für bis zu beispielsweise 16 optische Kanäle mit Licht unterschiedlicher Wellenlänge (λ_1 bis λ_n) verfügt. Die einzelnen LEDs der LED-Lichtquellen 541 können bevorzugt in Form eines LED-Arrays auf einer gemeinsamen Leiterplatte 582, beispielsweise aus Aluminium, angeordnet sein. Benachbarte Einbaupositionen (siehe Fig. 2a) können zur Erhöhung der Intensität mit LED-Lichtquellen gleicher Wellenlänge bestückt sein. Im Bereich des vorderen, der Lichtverteilereinrichtung 542 benachbarten Eintrittsfensters 202 jeder Küvette 201 besitzt die Lichtverteilereinrichtung 542 eine kreisrunde Öffnung, die sogenannte Austrittsöffnung 547, durch welche das von den LEDs erzeugte Licht durch das Eintrittsfenster 202 in das Innere der Küvette 201 eingestrahlt wird. Die Durchführung 578 in der Küvettenaufnahme 579, zwischen der Austrittsöffnung 547 und dem Eintrittsfenster 202 in die Küvette 201 kann gemäß Fig. 3d auch trichterförmig ausgeführt sein und ggf. Blenden beinhalten.

Die optischen Durchführungen 578 in der Küvettenaufnahme 579 können somit unabhängig voneinander auf beiden Seiten der Ein- 202 und Austrittsfenster 203 der Küvette 201 trichterförmig (Fig. 3d), als Kanal 594 mit glatter Oberfläche (Fig. 3i), mit gerillter oder gezahnter Struktur 592 (Fig. 3g) oder mit im Kanal befindlichem Hohlraum oder Freistellung 593 (Fig. 3h) ausgestaltet sein.

Wie in Fig. 3e dargestellt, können auch unterschiedliche Strukturen (radiale Freistellung 593 eintrittsseitig der Küvette 201 und Rillenstruktur 592 ausgangsseitig der Küvette 201) zur Eliminierung unerwünschter Streustrahlung in einer Küvettenaufnahme 579 kombiniert werden.

Bevorzugt bestehen die Wände der kanalartigen Durchführungen 578 in der Küvettenaufnahme 579 aus einem lichtabsorbierenden Material oder sind mit einem solchen beschichtet.

Durch die Verteilung des Lichts innerhalb der Lichtverteilereinrichtung 542 durch multiple Streuungen und Reflexionen an den Innenwänden gelangt das Licht eines jeden optischen Kanals der LED-Lichtquellen 541 durch die kreisrunden Austrittsöffnungen 547 in das Eintrittsfenster 202 einer jeden, zugeordneten Küvette 201.

Die Messung der Intensität I des durch die Küvetten 201 transmittierten Lichts erfolgt mittels eines stationären Arrays von Fotodioden 551 (zumindest eine Fotodiode pro Küvette), welche jeweils fix hinter dem hinteren, von der Lichtverteilereinrichtung 542 abgewandten Austrittsfenster 203 der Küvetten 201 platziert sind.

Optional kann an jeder Küvette 201 eine zweite Fotodiode (nicht dargestellt) in einem vom durchgehenden Strahlengang um beispielsweise 90° verdrehten Winkel zur Durchführung nephelometrischer Streulichtmessungen angeordnet sein.

Zwecks Gewährleistung einer konstanten Umgebungstemperatur der LED-Lichtquellen 541 wird ein massiver Alu-Block 583 beispielsweise mit Hilfe von Peltier-Bauteilen temperiert (Kühl- und Heizmöglichkeit) an der Leiterplatte 582 der LED-Lichtquellen 541 angebracht.

Die in Fig. 4 schematisch dargestellte Elektronik für die optische Messeinheit 500 besteht aus mehreren Schaltungseinheiten, die auf mehreren Leiterplatten verteilt angeordnet und entsprechend deren Funktion am stationären Küvettenarray 200 (siehe Pfeil) geometrisch platziert sind.

Die Leiterplatte der Sendeeinheit 580 enthält im dargestellten Beispiel 16 parallel aufgebaute Stromquellen 581, die jeweils einer bestimmten Lichtquelle (LED 548) mit einer bestimmten Wellenlänge zugeordnet sind. Die Stromquellen 581 können von einem Optik-Kontroller (584) in der Stromstärke und in der Pulslänge geregelt werden, sodass ein gewünschter Stromimpuls in Länge und Stärke für den Lichtimpuls eingestellt werden kann. Auch die LED-Versorgungsspannung kann für jeden LED-Kanal individuell geregelt werden. Die Platine der Sendeeinheit 580 wird zwecks Thermostatisierung mit einem Alu-Block 583 samt Kühlrippen 577 (siehe Fig. 2a) verschraubt und mittels Peltier Elementen auf eine einstellbare

Temperatur, beispielsweise zwischen 29°C und 41°C, geregelt. Die thermische Drift der Stromquellen 581 kann dadurch auf ein Minimum reduziert werden. Die in den Stromquellen 581 anfallende Verlustleistung wird durch die zeitlich aufeinanderfolgende Ansteuerung vergleichmäßig. Es wird immer nur eine Stromquelle 581 pro Zeiteinheit aktiviert, somit wird auch immer nur Licht mit einer bestimmten, vorgegebenen Wellenlänge erzeugt.

Die eigentlichen Lichtquellen werden auf einer separaten, gekühlten Alu-Leiterplatte 582 mittels beispielsweise 16 selektierten LEDs 548 mit den gewünschten 16 Wellenlängen realisiert. Die Alu-Leiterplatte 582 wird wegen der besseren thermischen Ankopplung der LEDs verwendet, mit dem Alu-Block 583 verschraubt und somit auch auf konstanter Temperatur (z.B. +37°C) betrieben. Die LEDs haben trotz unterschiedlicher Pulslängen konstante mittlere Temperatur und erzeugen damit einen geringen spektralen Shift.

Die Alu-Leiterplatte bzw. Platine 582 mit den LEDs ist direkt an der Lichtverteilereinrichtung 542 (siehe Fig. 2a) angeordnet, um bestmögliche Lichteinkopplung in die Lichtverteilereinrichtung 542 zu garantieren. Das Licht der LEDs 548 wird über TIR Linsen 549 und Röhrenkörper 552 zunächst parallel ausgerichtet, dann über optische Filter 553 spektral gefiltert und anschließend im Inneren der Lichtverteilereinrichtung 542 soweit gleichmäßig diffus verteilt, sodass das Licht auf 16 nebeneinanderliegenden Austrittsöffnungen 547 zu den 16 Küvetten 201 des stationären Küvettenarrays (siehe Pfeil 200 in Fig. 4) ausgekoppelt werden kann.

Eine weitere Leiterplatte 585 ist mit bis zu 16 Monitor- oder Referenzfotodioden 575 ausgestattet, die das von den LEDs 548 erzeugte Licht vor der Passage der jeweiligen Küvette erfassen. Es können aber auch nur zwei globale Monitor bzw. Referenzfotodioden 575 zum Einsatz kommen. In diesem Fall wird das Licht nicht direkt vor jeder Küvette sondern an mehreren, geeigneten Stellen der Lichtverteilereinrichtung 542 gemessen. Aufgrund der konstanten geometrischen Verhältnisse kann das Licht vor jeder Küvette mit Hilfe eines Geometriefaktors umgerechnet werden.

Ausgangsseitig der Küvetten des Küvettenarrays 200 befindet sich die Leiterplatte 586 der Detektoreinheit 550. Diese Leiterplatte enthält eine der Anzahl der Küvetten im Segment 210 des Küvettenarrays 200 entsprechende Anzahl von Fotodioden 551 (im dargestellten Beispiel 16 Fotodioden) für das aus den Küvetten 201 austretende Durchlicht. Die Detektoreinheit verarbeitet pro Küvette zwei Analogwerte der zwei zugeordneten Fotodioden 551, 575 von Durchlicht und Monitor- bzw. Referenzlicht. Für die Streulichtmessung (Nephelometrie) kann von jeder Küvette durch eine seitlich angeordnete Fotodiode ein dritter Analogwert erfasst werden, dessen Signalpfad jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit in Fig. 4 nicht weiter dargestellt ist.

Die zwei Signalpfade ausgehend von den Fotodioden 551, 575 werden durch zwei 16:1 Multiplexer 587, Inverter, Integratoren und ADCs zeitsynchron verarbeitet und in einen digitalen Messwert gewandelt. Die Multiplexer 587 ermöglichen es die beispielsweise 16 Küvettenkanäle auszuwählen und zeitlich nacheinander in konfigurierbarer Reihenfolge umzuschalten.

Insbesondere bei Messungen mit hohen Extinktionswerten kommt es in der Küvette 201 zu Lichtabschwächungen um mehrere Dekaden. Bei hohen Extinktionswerten werden die Fotodioden 551 in der Regel im untersten Aussteuerbereich knapp über dem Dunkelwert betrieben. Die resultierenden sehr niedrigen Fotoströme weisen eine hohe Empfindlichkeit gegenüber elektrischen Störsignalen aller Art auf. Daher ist von essenzieller Bedeutung, dass das Signal der Fotodioden (Fotostrom) in enger räumlicher Nähe zum Detektor, der lichtempfindlichen Schicht, verstärkt wird und sowohl die Spannungsversorgung als auch das Layout der Schaltung bezüglich elektrischer Störungen optimiert sind.

Die bevorzugte Anordnung weist eine auf einer einzigen Leiterplatte 586 vorliegende kompakte Schaltung auf, mit multiplen, im Abstand der Küvetten 201 des Küvettenarrays 200 aneinandergereihten Fotodioden 551 der Detektionseinheit 550 mit unmittelbar an den elektrischen Ausgängen der einzelnen Fotodioden 551 folgenden Vorverstärkern 589 (vorzugsweise Transimpedanzverstärkern), nachfolgenden Tiefpassfiltern, Multiplexer, Integrator und 24Bit ADCs. Besonders bevorzugt sind Fotodioden 551 mit einem im Gehäuse der Fotodiode integrierten Transimpedanzverstärker.

Weiters sind eine sauber gefilterte Versorgungsspannung und eine entsprechend rauscharme Referenzspannung auf derselben Detektorplatine für die Qualität der Messsignale von maßgeblicher Bedeutung. Ferner ist auch die Temperaturdrift der Bauteile durch eine konstant geregelte Temperatur der Platine auf ein Minimum zu halten.

Falls das stationäre Küvettenarray 200 segmentiert ist, und jedem Segment 210 eine separate Lichtverteilereinrichtung 542 fix zugeordnet ist (siehe Fig. 2a/b) werden strichliert angedeutete, zusätzliche Leiterplatten bei der Sendeeinheit 580, der Leiterplatte für die LEDs 582, der Leiterplatte für die Monitor- bzw. Referenzdioden 575 und ggf. der Leiterplatte für die Detektoreinheit 586 eingesetzt. Beispielsweise können bei einer Anordnung von 96 Küvetten 201 im stationären Küvettenarray 200 sechs separate Lichtverteilereinrichtungen 540 mit jeweils 16 Austrittsöffnungen zu den fix zugeordneten Küvetten 201 vorgesehen sein.

Die zentrale Leiterplatte 584 für die optische Messeinheit 500 ist mit dem Optik-Kontroller bestückt. Die optische Steuereinheit wird durch eine programmierbare Logik (FPGA) als State-machine realisiert und kann zeitgleich die Sendeeinheit 580

und die Detektoreinheit 586 bedienen. Für die Erzeugung des korrekten Zeitablaufs werden die einzelnen Lichtmessungen in Licht- und Dunkelmessungen zerlegt und können in einem Konfigurationsspeicher zeilenweise unterschiedlich parametrierbar werden. Die State-Machine arbeitet diese Konfigurationszeilen der Reihe nach ab, wobei auch Zeilen übersprungen werden können. Die Unterscheidung für Licht- und Dunkelmessung wird durch ein Flag in der Konfigurationszeile definiert, ebenso wie der gewünschte Küvettenkanal und die Lichtquelle. Des Weiteren sind in der Konfigurationszeile die gewünschten Delay-Einstellungen, Stromstärke und Pulslänge enthalten, weiters die Auswahl der Referenz-Fotodiode, der LED-Versorgungsspannung, die Oversampling- und Averaging-Vorgabe sowie die Periodendauer.

Die Detektoreinheit 586 wird synchronisiert zur Sendeeinheit 580 angesteuert und kann durch globale Parameter mit Mittelung oder Oversampling-Einstellungen gesetzt werden. Des Weiteren wird aus der Konfigurationszeile die gewünschte Integrationszeit ausgelesen, mit der das Lichtsignal integriert werden soll. Ebenso können hier mittels globaler Parameter die Delayzeit für den Integrator und die Integrationssteilheit gewählt werden, sodass man damit die Einschwingzeiten des Messsignals und die Integrationsgeschwindigkeit umschalten kann.

Der analoge Messwert wird somit aus der entsprechenden Fotodiode 551 mit Transimpedanzverstärker über den Multiplexer 587 selektiert und mittels Inverter und Integrator und optionalem logarithmischem Verstärker gemessen und mit einem hochauflösenden ADC-Messungen mit bzw. ohne Oversampling digitalisiert. Letztlich werden – falls auch eine Streulichtmessung erfolgt – drei Analogmesswerte (Durchlicht, Monitor- bzw. Referenzlicht, Streulicht) zeitgleich mit drei ADCs digitalisiert und als Rohmesswerte im internen Speicher zeilenweise abgelegt. Wesentlich ist, dass die Messung von Durchlicht und Monitor- bzw. Referenzlicht sowie ggf. Streulicht zeitgleich erfolgt.

Der interne Speicher enthält alle Rohdaten und wird vom Auswerteprozessor mittels Software zyklisch ausgelesen und durch einen Umrechnungsalgorithmus in einen endgültigen Messwert umgerechnet. Die Umrechnung berücksichtigt Dunkelwert und Lichtwert und auch die I_0 -Messung und I_1 -Messung vor und nach Hinzumischen der Reagenzien. Auch die zeitliche Veränderung der Messwerte kann durch aufeinanderfolgende Messungen erfasst werden. Wesentlich ist, dass die Messungen periodisch erfolgen und entsprechend der eingestellten Periodendauer einen wiederholbaren Messzyklus ergeben.

Die berechneten Daten werden pro Küvette in definierte Datenpakete verpackt und mittels lokaler Ethernet-Schnittstelle an den Hauptrechner 588 übermittelt. Durch diese Datenreduktion ist es möglich alle Küvetten des Küvettenarrays 200 der optischen Messeinheit 500 zu bearbeiten und an den Hauptrechner 588 zu übergeben.

Im Messverfahren ist die Messung von I bzw. I_0 in rascher Abfolge für jede Küvette mit einer hohen Abtastfrequenz ($>1\text{Hz}$) möglich. Dabei gibt es verschiedene Möglichkeiten die multiplen LED-Lichtquellen 541 und Fotodioden 551 der Detektionseinheit 500 anzusteuern bzw. auszulesen.

Das periodische Ansteuerungssignal der einzelnen LED-Lichtquellen 541 wird bezüglich Puls- und Integrationsdauer sowie der verwendeten Stromhöhe für jede Kombination aus Küvette und Wellenlänge für den verwendeten Messmodus festgelegt und während des Betriebs nicht verändert.

Im dargelegten Beispiel erfolgt die Ansteuerung von 16 LED-Lichtquellen 541 über 16 separate Stromquellen 581 und deren Umgebungshardware. Die Belichtung jeder Küvette mit jedem spektralen Kanal der LED-Lichtquellen 541 sowie die dabei verwendeten Integrationszeiten werden einzeln definiert (16 x 16 Kombinationen). Die einzelnen LEDs emittieren (bzw. in einzelnen Positionen zur Erhöhung der Intensität auch mehrere LEDs) im Zuge eines Messzyklus in sequentieller Reihenfolge jeweils einen Lichtpuls, der im Inneren der Lichtverteilereinrichtung 542 an den Innenwänden mehrfach reflektiert wird und schließlich durch die 16 Austrittsöffnungen 547 zu den 16 zugeordneten Küvetten 201 gelangt (siehe Fig. 3a).

Es sind verschiedene Messmodi vorgesehen:

Modus 1: Detektion des dynamischen LED-Blitzsignals mit konstanter Integrationszeit und variabler Stromstärke sowie Pulsdauer (256 Blitze)

Modus 2: Detektion des statischen LED-Signals mit variabler Integrationszeit (256 LED-Ansteuerungen) und variabler Stromstärke

Modus 3: Detektion des statischen LED-Signals mit variabler Integrationszeit (16 LED- Ansteuerungen)

Die Messung erfolgt für jede Kombination aus Küvette und Wellenlänge einzeln, wobei bei den Modi 1 und 2 für jeden Messpunkt ein Lichtpuls erzeugt wird.

Wie in Fig. 5a dargestellt, werden in den Modi 1 und 2 die spektralen Kanäle ($\lambda_1 \dots \lambda_{16}$) der einzelnen LED-Lichtquellen 541 in fester Reihenfolge aktiviert und deaktiviert. Die resultierenden Lichtblitze werden von der durch den Multiplexer 587 angewählten Fotodiode 551 detektiert und vermessen. Nach dem Durchlauf aller spektralen Kanäle wird auf die Sensorik von der Küvettenposition K1 auf die Küvettenposition K2 umgeschaltet und die hierfür benötigten Lichtblitze in derselben Reihenfolge erzeugt. Nach einem kompletten Durchlauf aller 16 Küvettenpositionen (also 16 x 16 Lichtblitzen) ist ein Sampling abgeschlossen und das nächste kann initiiert werden. Durch diesen Ablauf können bis zu vier Samplings pro Sekunde realisiert werden. In den Modi 1 und 2 werden abwechselnd

Dunkel- und Lichtmessungen hintereinander ausgeführt, sodass in Summe 512 Einzelmessungen pro Sampling durchgeführt werden.

Das Messverfahren gemäß Modi 1 und 2 zeichnet sich somit dadurch aus, dass die spektralen Kanäle $\lambda_1 \dots \lambda_n$ der einzelnen LED-Lichtquellen 541 in einer vorgegebenen Reihenfolge aktiviert und deaktiviert werden, wobei jeweils die in einer ersten Küvettenposition K1 angeordnete Fotodiode 551 detektiert wird, sowie dass nach dem Durchlauf aller spektralen Kanäle in der ersten Küvettenposition K1 auf die nächste Küvettenposition K2 umgeschaltet wird. Die Zeitdauer für einen Zyklus in Messmodus 1 oder 2 beträgt $\geq 0,25$ Sekunden.

Im Messmodus 3, schematisch dargestellt in Fig. 5b, werden die LED-Lichtquellen 541 in anderer Reihenfolge als im Modus 1 bzw. 2 geschaltet.

Jede LED-Lichtquelle 541 bzw. jeder spektrale Kanal wird im Zyklus (angedeutet durch die strichpunktierte Linie) nur jeweils einmal eingeschaltet und danach alle 16 Küvetten hintereinander gemessen, wobei zwischen diesen Einzelmessungen keine Dunkelmessung erfolgt. Die erste Küvette K1 wird mit einem Delay vermessen, sodass die zugeordneten Fotodioden 551 der Detektoreinheit 550 genug Zeit zum Einschwingen haben. Die weiteren Küvetten K2 bis K16 können ohne zusätzliche Einschwingzeit schneller hintereinander gemessen werden.

Innerhalb eines Zyklus wird jede LED nur einmal eingeschaltet, wobei jeweils alle 16 Küvetten vermessen werden. Falls eine Dunkelmessung erforderlich ist, wird einmal, beispielsweise am Anfang oder Ende des Zyklus für die Vermessung der 16 Küvetten ein Dunkelwert gemessen.

Bei 16 Wellenlängen bzw. 16 spektralen Kanälen ($\lambda_1 \dots \lambda_{16}$) und 16 Küvettenpositionen benötigt man 16×16 Lichtmessungen. Addiert man die 16 Dunkelmessungen (einmal pro Zyklus) ergibt das 272 Einzelmessungen. Die Zeitdauer für einen Zyklus in Messmodus 3 beträgt $\geq 0,5$ Sekunden.

Das Messverfahren gemäß Modus 3 zeichnet sich somit dadurch aus, dass der spektrale Kanal λ_1 der ersten LED-Lichtquellen 541 aktiviert wird, wobei in einer vorgegebenen Reihenfolge die in den Küvettenpositionen K1 ... Km angeordneten Fotodioden 551 detektiert werden, wobei nach dem Durchlauf aller Küvettenpositionen K1 ... Km der nächste spektrale Kanal λ_2 der nächsten LED-Lichtquellen 541 aktiviert wird.

Vorteil von Modus 3:

- Modus 3 ist in Summe schneller als die 512 abwechselnd ausgeführten Dunkel/Lichtmessungen von Modus 1 und Modus 2, weil insgesamt weniger Messungen und weniger Einschwingzeiten für die Fotodioden notwendig sind.

- Die Einschwingzeit der Fotodioden muss nur vor der ersten Lichtmessung der Küvette K1 berücksichtigt werden, die restlichen 15 Küvetten K2 bis K16 können unmittelbar folgen.
- Insgesamt kommt man daher auf deutlich kürzere Abtastzeiten pro Zyklus gegenüber Modus 1 oder 2.

Bei der in den Fig. 6a und 6b dargestellten, zweiten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen, optischen Messeinheit 500 weist die Lichtbereitstellungseinheit 540 zumindest ein eindimensionales, stabförmiges Lichtquellenarray 554 mit mehreren LED-Lichtquellen 541 auf, das entlang des stationären Küvettenarrays 200, beispielsweise einer Analyseneinrichtung, ausgerichtet ist und entlang des stationären Küvettenarrays 200 verfahrbar ausgeführt ist. Jeder Küvette 201 des stationären Küvettenarrays 200 kann somit jede LED-Lichtquelle 541 des Lichtquellenarrays 554 zugeordnet werden.

Bei dieser Ausführungsvariante ist bevorzugt jeweils eine LED-Lichtquelle 541 zusammen mit einem Strahlteiler 555 und einem Referenzdetektor 556 in einem gemeinsamen, beispielsweise rohrförmigen, Gehäuse 560 angeordnet. Die Lichtwege der einzelnen, nebeneinander angeordneten LED-Lichtquelle 541 können dadurch separiert werden.

Einzelne LED-Lichtquellen 541 des stabförmigen Lichtquellenarrays 554 können zur Einspeisung des Lichts in die Küvetten 201 optische Elemente 557 zur Kollimation und zur Verbesserung der spektralen Charakteristik des Lichts ein schmalbandiges Filter 558 aufweisen. Weiterhin kann ein Kondensor, vorzugsweise eine Sammellinse 559, zur Bündelung des Lichts in die Küvette 201 vorgesehen sein.

Falls einzelne LED-Lichtquellen 541 als schmalbandig emittierende und parallel ausgerichtetes Licht abgebende Laserdioden ausgebildet sind, können die optischen Elemente 557 zur Kollimation, zur Filterung 558 und zur Bündelung 559 zur Gänze oder zumindest teilweise entfallen.

Die den einzelnen Küvetten 201 des stationären Küvettenarrays 200 fix zugeordneten Fotodioden 551 der Detektionseinheit 550 sind bevorzugt als Fotodiodenarray auf einer gemeinsamen Platine 572 angeordnet. Die Detektionseinheit 550 weist dabei - ausgehend von jeder Küvette 201 des stationären Küvettenarrays 200 eine beispielsweise rohrförmige Aufnahme 573 auf, in welcher - falls erforderlich - optische Elemente 569 zur Bündelung der Messstrahlung auf die Fotodiode 551 und - falls erforderlich - ein Filterelement 574 angeordnet sind.

Mit dieser Modulvariante können verschiedene fotometrische und turbidimetrische Messungen an multiplen Küvetten 201 eines fest stehenden linearen

Küvettenarrays 200 bei einzelnen und/oder multiplen Wellenlängen im Wellenlängenbereich des ultravioletten und sichtbaren Lichts durchgeführt werden, indem die einzelnen LED-Lichtquellen 541 unterschiedlicher Wellenlängen der Lichtbereitstellungseinheit 540 nacheinander vor den einzelnen Küvetten 201 positioniert werden. Danach wird dann jeweils die Intensität des durch die jeweilige Küvette 202 hindurchgetretenen Lichts durch die fix zugeordnete, stationäre Detektoreinheit 550 gemessen. Alternativ zur Positionierung ist auch eine Messung "on the fly" d.h. im Vorbeifahren möglich.

Bei der in den Fig. 7a, 7b und 7c dargestellten, dritten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen, optischen Messeinheit 500 sind die LED-Lichtquellen 541 der Lichtbereitstellungseinheit 540 als 2D-LED-Array 561 angeordnet, wobei jeder Küvette 201 des stationären Küvettenarrays 200 ein stationäres 2D-LED-Array 561 fix zugeordnet ist. Bei dieser Ausführungsvariante findet – ähnlich wie bei der ersten Ausführungsvariante – keine Relativbewegung zwischen den Küvetten 201 des Küvettenarrays 200 einerseits und der Lichtbereitstellungseinheit 540 sowie der Detektionseinheit 550 andererseits statt, wodurch die Messvorgänge durch den Wegfall mechanischer Bewegungen innerhalb der optischen Messeinheit 500 wesentlich beschleunigt werden können.

Gemäß einer Untervariante der dritten Ausführungsvariante können die LED-Lichtquellen 541 in der Lichtbereitstellungseinheit 540 als einzelnes 2D-LED-Array 561 angeordnet sein (wie in der Detaildarstellung gemäß Fig. 7c), wobei die Lichtbereitstellungseinheit 540 entlang des gesamten stationären Küvettenarrays 200 oder eines Segments 210 des Küvettenarrays 200 verfahrbar ausgeführt ist (ähnlich wie in Fig. 6a dargestellt), derart, dass jeder Küvette 201 des Küvettenarrays 200 oder jedem Segment 210 des Küvettenarrays 200 das 2D-LED-Array 561 zuordenbar ist. Bei einer Segmentierung des Küvettenarrays 200 ist für jedes Segment 210 eine Lichtbereitstellungseinheit 540 mit einem 2D-LED-Array 561 vorgesehen.

Zur Einspeisung des Lichts der einzelnen LEDs 548 des 2D-LED-Arrays 561 in die Küvetten 201 ist ein 2D-Linsenarray 562 zur Kollimation des Lichts der einzelnen LEDs vorgesehen. Weiters ist im Strahlengang zur Verbesserung der spektralen Charakteristik ein 2D-Filterarray 563 zur schmalbandigen Filterung des Lichts angeordnet. Das Filterarray 563 kann in einzelnen Positionen keine Filterfunktion aufweisen, beispielsweise wenn in dieser Position des 2D-LED-Arrays 561 eine schmalbandig und parallel emittierende Laserdiode angeordnet ist.

Weiters ist im Strahlengang zumindest ein Kondensor, vorzugsweise eine Sammellinse 564, zur Bündelung des Lichts in die einzelnen Küvetten 200 vorgesehen.

Besonders bevorzugt sind Ausführungsvarianten, bei welchen das 2D-LED-Array 561 aus auf einem einzigen Substrat 565 gebondeten LED-Emittern besteht, wobei das 2D-Linsenarray 562 ein 2D-Mikrolinsenarray ist und das 2D-Filterarray 563 ein 2D-Mikrointerferenzfilterarray ist.

Jeweils eine LED-Lichtquelle 541, aufweisend ein 2D-LED-Array 561, ein 2D-Linsenarray 562, ein 2D-Filterarray 563 und eine Sammellinse 564 können bevorzugt zusammen mit einem Strahlteiler 566 und einem Referenzdetektor 567 in einem gemeinsamen Gehäuse 568 angeordnet sein.

Bei dieser Variante verfügt jede Küvette 201 über eine individuelle Fotometereinheit bestehend aus einer Lichtbereitstellungseinheit für Licht mit bis zu 9, 12 oder 16 unterschiedlichen Wellenlängen (λ_1 bis λ_n) die durch einzelne LEDs 548 generiert werden. Bei der Verwendung von kommerziellen LEDs (Seitenlänge ca. 2 mm und einem Abstand von ca. 0,5 mm) die mittels Durchsteckmontage auf eine Platine gelötet werden, ist bei einem 4 x 4 Array mit einer Fläche von ca. 10 x 10 mm² zu rechnen.

Bei der Anordnung der Halbleiter der einzelnen LEDs als COB (Chip on Board) können diese auf einer platzsparenden Fläche von unter 5 x 5 mm² ausgeführt werden. Bei der COB-Technik werden die LED-Chips vorzugsweise direkt auf eine hoch wärmeleitende Aluminium-Platine gebondet.

Bei einer Kantenlänge von 300 bis 900 μm und einem Abstand von ca. 100 μm können beispielsweise 16 LED-Chips auf einer quadratischen Fläche von 1,6 bis 4 mm Kantenlänge untergebracht werden. Entsprechend weisen die einzelnen Kollimatorlinsen des 2D-Mikrolinsenarrays sowie die Interferenzfilter des 2D-Interferenzfilterarrays Durchmesser von bis zu 900 μm auf. Um die Kollimation (Parallelisierung) weiter zu verbessern kann auf das LED-Array ein Lochblendenarray aufgesetzt sein, so dass die Licht emittierenden Flächen unabhängig von der Größe der emittierenden Halbleiterflächen hinreichend punktförmig dargestellt werden können.

Die LED-Chips können auf dem 2D-Array in Spalten oder Reihen, z.B. 3 x 3, 3 x 4 oder 4 x 4, oder auch in konzentrischen Kreisen angeordnet sein.

Wie bereits im Zusammenhang mit der Variante gemäß Fig. 6a/b beschrieben, weist die Detektionseinheit 550 ausgehend von jeder Küvette 201 des stationären Küvettenarrays 200 eine beispielsweise rohrförmige Aufnahme 573 auf, in welcher optische Elemente 569 zur Bündelung der Messstrahlung auf die Fotodiode 551 und – falls erforderlich – ein Filterelement 574 angeordnet sind.

Die den einzelnen Küvetten 201 fix zugeordneten Fotodioden 551 der Detektionseinheit 550 sind bevorzugt als Fotodiodenarray auf einer gemeinsamen Platine 572 angeordnet.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Optische Messeinheit (500) zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien, die in aneinander gereihten Küvetten (201) aufgenommen sind, wobei jede Küvette (201) ein seitliches Eintrittsfenster (202) und zumindest ein seitliches Austrittsfenster (203) aufweist, mit

einer Lichtbereitstellungseinheit (540) die geeignet ist in zeitlicher Abfolge spektral unterschiedliche Eintrittsstrahlungen in das Eintrittsfenster (202) jeder Küvette (201) abzugeben, wobei die Lichtbereitstellungseinheit (540) mehrere im UV/VIS/NIR-Wellenlängenbereich spektral unterschiedlich emittierende LED-Lichtquellen (541) aufweist, sowie mit

einer Detektionseinheit (550) die geeignet ist eine aus dem zumindest einen Austrittsfenster (203) jeder Küvette (201) austretende Messstrahlung zu erfassen und diese in ein elektrisches Messsignal umzuwandeln,

wobei die aneinander gereihten Küvetten (201) ein stationäres Küvettenarray (200) bilden und die Detektionseinheit (550) der optischen Messeinheit (500) eine Vielzahl von Fotodioden (551) aufweist, wobei jedem Austrittsfenster (203) jeder Küvette (201) des Küvettenarrays (200) zumindest eine Fotodiode (551) fix zugeordnet ist.
2. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Fotodioden (551) der Detektionseinheit (550) im Abstand der Küvetten (201) des Küvettenarrays (200) auf einer gemeinsamen Leiterplatte (586) angeordnet sind, wobei im Gehäuse jeder Fotodiode (551) oder direkt am Signalausgang jeder Fotodiode (551) ein Vorverstärker (589), beispielsweise ein Transimpedanzverstärker, angeordnet ist.
3. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtbereitstellungseinheit (540) zumindest eine stationäre Lichtverteilereinrichtung (542) aufweist, die das Licht der einzelnen LED-Lichtquellen (541) auf die einzelnen Küvetten (201) des Küvettenarrays (200) verteilt, wobei die Lichtverteilereinrichtung (542) einen Hohlraum aufweist, dessen innere Flächen (543, 544, 545) zumindest teilweise verspiegelt und/oder diffus reflektierend ausgeführt sind, und wobei die Lichtverteilereinrichtung (542) für jede LED-Lichtquelle (541) eine Eintrittsöffnung (546) zur Einspeisung des Lichts in den Hohlraum aufweist und wobei die Lichtverteilereinrichtung (542) für jede Küvette (201) des Küvettenarrays (200) eine Austrittsöffnung (547) zur Einspeisung des Lichts in die Küvette (201) aufweist.

4. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die den Austrittsöffnungen (547) zu den Küvetten (201) gegenüberliegende, innere Fläche (543) der Lichtverteilereinrichtung (542) diffus reflektierend ausgeführt ist.
5. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die den Eintrittsöffnungen (546) der LED-Lichtquellen (541) gegenüberliegende, innere Fläche (544) der Lichtverteilereinrichtung (542) gewellt und reflektierend ausgeführt ist.
6. Optische Messeinheit (500) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einzelne LED-Lichtquellen (541) der Lichtbereitstellungseinheit (540) zur Verbesserung der spektralen Charakteristik optische Filter, beispielsweise Farbfilter oder Interferenzfilter, aufweisen.
7. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Filter als zumindest ein schmalbandiges Interferenzfilter (553) ausgeführt ist und dass im Lichtpfad eingangsseitig des Interferenzfilters (553) zumindest ein optisches Element zur Kollimation des Lichts angeordnet ist.
8. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Lichtquelle (541) zur Kollimation des emittierten Lichts eine in einer TIR-Linse (549) angeordnete LED (548) aufweist.
9. Optische Messeinheit (500) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass im Lichtpfad eingangsseitig des optischen Filters, insbesondere des Interferenzfilters (553), ein Röhrenkörper (552) zur Eliminierung nicht-paralleler Strahlanteile angeordnet ist, wobei der Röhrenkörper (552) parallel zu dessen Längsachse Durchgangsöffnungen (570) aufweist, deren Wände (571) aus einem Licht absorbierenden Material bestehen oder mit einem derartigen Material beschichtet sind.
10. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eingangsseitig des Interferenzfilters (553) eine Sammellinse (590) angeordnet ist, die das von einer LED (548) emittierte Licht parallel ausrichtet.
11. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass ausgangseitig des Interferenzfilters (553) eine vorzugsweise asphärische Streulinse (591) zur Auffächerung der in die Lichtverteilereinrichtung (542) eintretenden Strahlung angeordnet ist.

12. Optische Messeinheit (500) nach einem der Ansprüche 3 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass eingangsseitig des Eintrittsfensters (202) und ausgangsseitig des Austrittsfensters (203) jeder Küvette (201) kanalartige Durchführungen (578) in der Wand einer Küvettenaufnahme (579) angeordnet sind, die Einbauten oder Modifikationen aufweisen, die zur Elimination unerwünschter Strahlungsanteile (U_1 , U_2) der aus der Lichtverteilereinrichtung (542) austretenden Eintrittsstrahlung und der aus der Küvette (201) austretenden Messstrahlung dienen.
13. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Einbauten oder Modifikationen der kanalartigen Durchführungen (578) in der Küvettenaufnahme (579) jeder Küvette (201) unabhängig voneinander als Kanal (594) mit glatter Oberfläche mit einem im Verhältnis zur Länge kleineren Durchmesser, als Durchführung (578) mit einem Hohlraum oder einer Freistellung (593) oder als Durchführung (578) mit einer gerillten oder gezahnten Struktur (592) ausgeführt sind.
14. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Wände der kanalartigen Durchführungen (578) in der Küvettenaufnahme (579) aus einem lichtabsorbierenden Material bestehen oder mit einem solchen beschichtet sind.
15. Optische Messeinheit (500) nach einem der Ansprüche 3 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass an der Lichtverteilereinrichtung (542) ausgangsseitig von in einer Wand der Lichtverteilereinrichtung (542) angeordneten Durchgangsöffnungen oder Lochblenden (576) Referenzdetektoren (575) angeordnet sind.
16. Optische Messeinheit (500) nach einem der Ansprüche 3 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das stationäre Küvettenarray (200) segmentiert ist, und jedem Segment (210) eine separate Lichtbereitstellungseinheit (540) fix zugeordnet ist.
17. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtbereitstellungseinheit (540) zumindest ein eindimensionales, stabförmiges Lichtquellenarray (554) mit mehreren LED-Lichtquellen (541) aufweist, das entlang des stationären Küvettenarrays (200) ausgerichtet ist und entlang des stationären Küvettenarrays (200) verfahrbar ist, derart, dass jeder Küvette (201) des stationären Küvettenarrays (200) jede LED-Lichtquelle (541) des Lichtquellenarrays (554) zuordenbar ist.
18. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eine LED-Lichtquelle (541) zusammen mit einem Strahlteiler

(555) und einem Referenzdetektor (556) in einem gemeinsamen Gehäuse (560) angeordnet sind.

19. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einzelne LED-Lichtquellen (541) des stabförmigen Lichtquellenarrays (554) zur Verbesserung der spektralen Charakteristik und zur Einspeisung des Lichts in die Küvetten (201) optische Elemente (557) zur Kollimation, ein schmalbandiges Filter (558), vorzugsweise ein Interferenzfilter, und einen Kondensator, vorzugsweise eine Sammellinse (559), zur Bündelung des Lichts in die Küvette (201) aufweisen.
20. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Lichtquellen (541) der Lichtbereitstellungseinheit (540) als 2D-LED-Array (561) angeordnet sind, wobei jeder Küvette (201) des stationären Küvettenarrays (200) ein stationäres 2D-LED-Array (561) fix zugeordnet ist.
21. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Lichtquellen (541) in der Lichtbereitstellungseinheit (540) als einzelnes 2D-LED-Array (561) angeordnet sind, wobei die Lichtbereitstellungseinheit (540) entlang des stationären Küvettenarrays (200) oder eines Segments (210) des Küvettenarrays (200) verfahrbar ist, derart, dass jeder Küvette (201) des Küvettenarrays (200) oder eines Segments (210) des Küvettenarrays (200) das 2D-LED-Array (561) zuordenbar ist.
22. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass zur Verbesserung der spektralen Charakteristik und zur Einspeisung und Bündelung des Lichts der einzelnen LEDs (548) des 2D-LED-Arrays (561) in die Küvetten (201) des Küvettenarrays (200) ein 2D-Linsenarray (562) zur Kollimation des Lichts der einzelnen LEDs, ein 2D-Filterarray (563), vorzugsweise ein 2D-Interferenzfilterarray, zur schmalbandigen Filterung des Lichts und zumindest ein Kondensator, vorzugsweise eine Sammellinse (564), vorgesehen sind.
23. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass das 2D-LED-Array (561) aus auf einem einzigen Substrat (565) gebondeten LED-Emittern besteht, wobei das 2D-Linsenarray (562) ein 2D-Mikrolinsenarray ist und das 2D-Filterarray (563) ein 2D-Mikrointerferenzfilterarray ist.
24. Optische Messeinheit (500) nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eine LED-Lichtquelle (541), aufweisend ein 2D-LED-Array (561), ein 2D-Linsenarray (562), ein 2D-Filterarray (563) und eine Sammellinse (564) zusammen mit einem Strahlteiler (566) und einem

Referenzdetektor (567) in einem gemeinsamen Gehäuse (568) angeordnet sind.

25. Optische Messeinheit (500) nach einem der Ansprüche 17 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionseinheit (550) ausgehend von jeder Küvette (201) des stationären Küvettenarrays (200) eine beispielsweise rohrförmige Aufnahme (573) aufweist, in welcher optische Elemente (569) zur Bündelung der Messstrahlung auf die Fotodiode (551) und ggf. ein Filterelement (574) angeordnet sind.

26. Optisches Messverfahren zur Gewinnung von Messsignalen von flüssigen Medien, gekennzeichnet durch folgende Schritte.

Aufnahme der flüssigen Medien in aneinander gereihte Küvetten (201), die ein stationäres Küvettenarray (200) bilden,

Bereitstellen einer in die Küvetten (201) einstrahlenden Eintrittsstrahlung mit Hilfe zumindest einer stationären Lichtverteilerinrichtung (542), die zumindest ein Segment (210) des Küvettenarrays (200) optisch kontaktiert,

wobei in zeitlicher Abfolge nacheinander durch mehrere im UV/VIS/NIR-Wellenlängenbereich spektral unterschiedlich emittierende LED-Lichtquellen (541) Licht in die Lichtverteilerinrichtung (542) eingestrahlt wird, und

Detektieren der aus den Küvetten (201) austretenden Messstrahlung mit Hilfe von zumindest einer, jeder Küvette (201) fix zugeordneten Fotodiode (551) einer stationären Detektionseinheit (550).

27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die spektralen Kanäle ($\lambda_1 \dots \lambda_n$) der einzelnen LED-Lichtquellen (541) in einer vorgegebenen Reihenfolge aktiviert und deaktiviert werden, wobei jeweils die in einer ersten Küvettenposition (K1) angeordnete Fotodiode (551) detektiert wird, sowie dass nach dem Durchlauf aller spektralen Kanäle ($\lambda_1 \dots \lambda_n$) in der ersten Küvettenposition (K1) auf die nächste Küvettenposition (K2) umgeschaltet wird. (Modus 1 und Modus 2)
28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass nach jeder Deaktivierung einer der LED-Lichtquellen (541) eine Dunkelmessung an der jeweiligen Fotodiode (551) durchgeführt wird.
29. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass der spektrale Kanal (λ_1) der ersten LED-Lichtquellen (541) aktiviert wird, wobei in einer vorgegebenen Reihenfolge die in den Küvettenpositionen (K1 ... Km) angeordneten Fotodioden (551) detektiert werden, sowie dass nach dem

Durchlauf aller Küvettenpositionen (K1 ... Km) der nächste spektrale Kanal (λ_2) der nächsten LED-Lichtquellen (541) aktiviert wird. (Modus 3)

30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass vor jeder Umschaltung auf den nächsten spektralen Kanal (λ_2 ... λ_n) eine Dunkelmessung an der jeweiligen Fotodiode (551) durchgeführt wird.

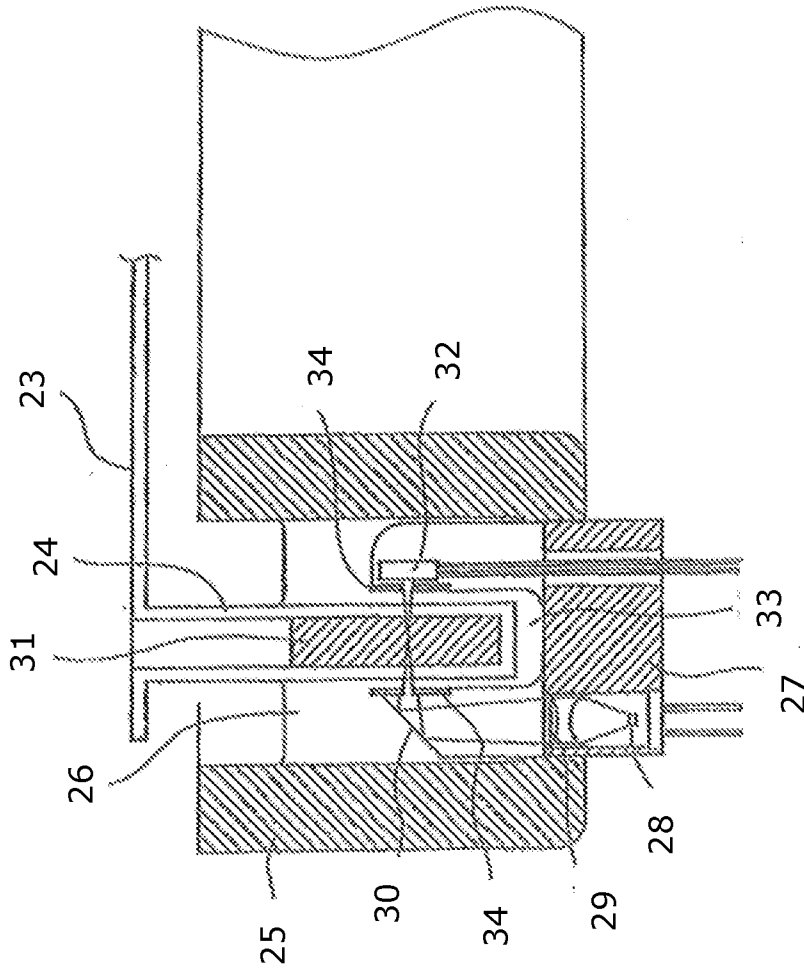


Fig. 1a (PRIOR ART)

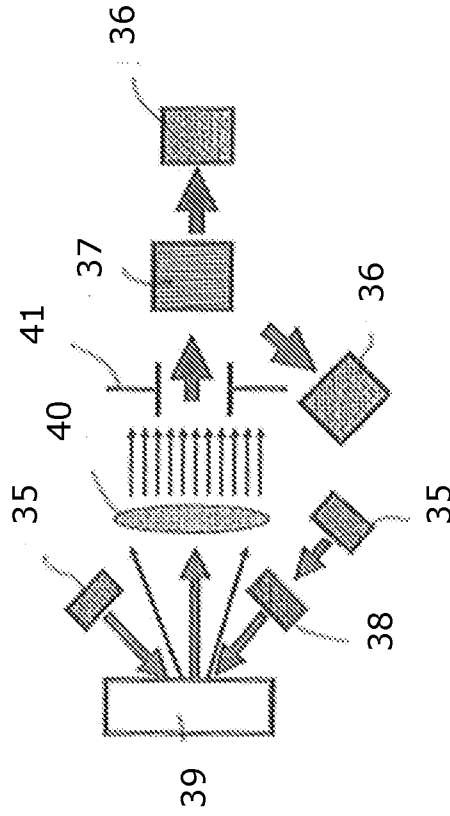


Fig. 1b (PRIOR ART)

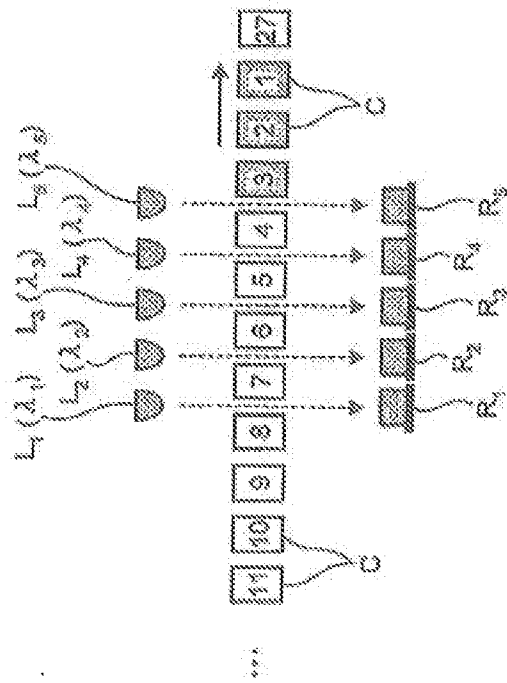


Fig. 1c (PRIOR ART)

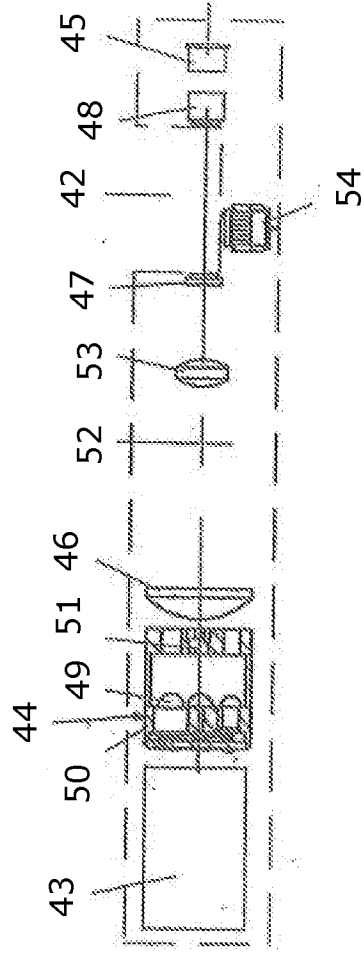


Fig. 1d (PRIOR ART)

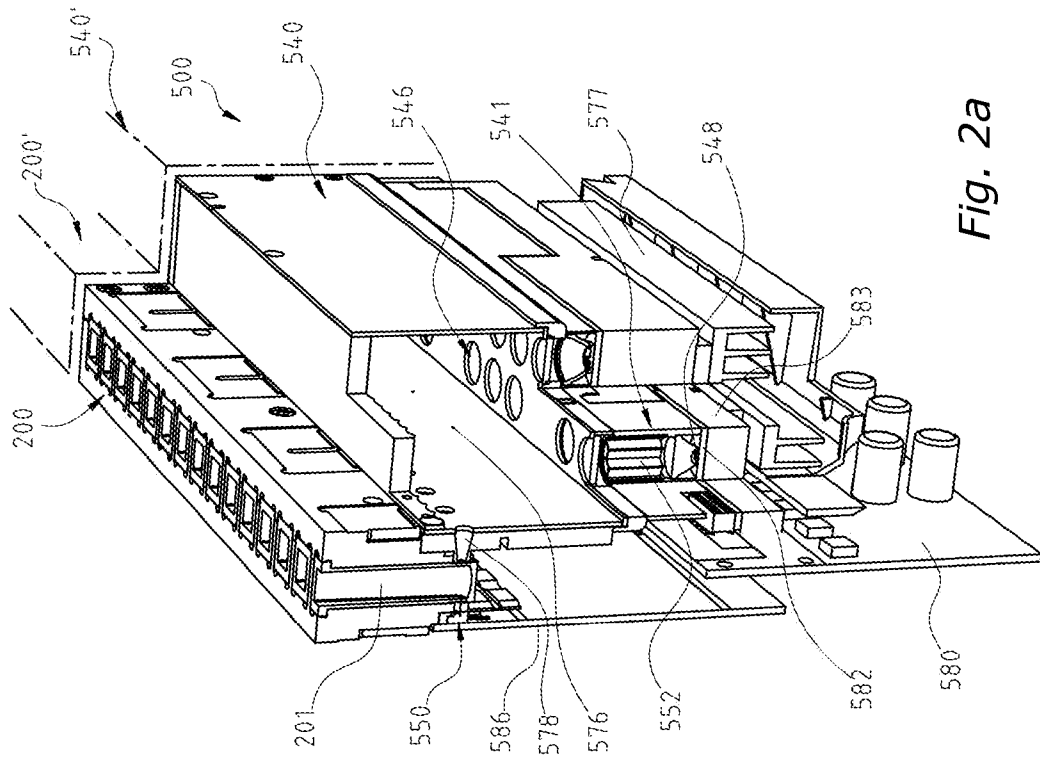


Fig. 2a

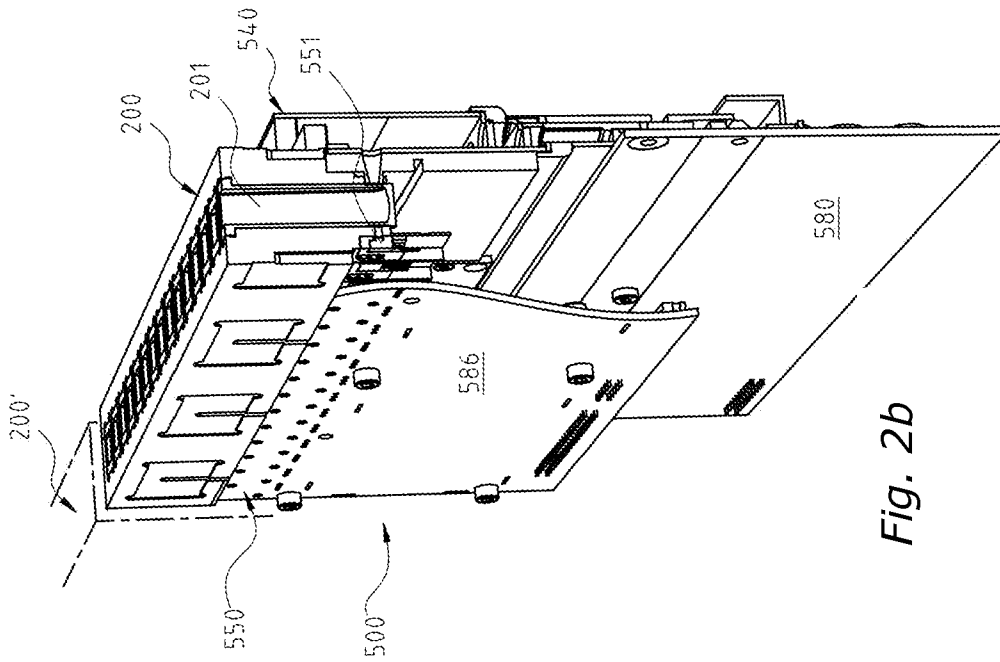
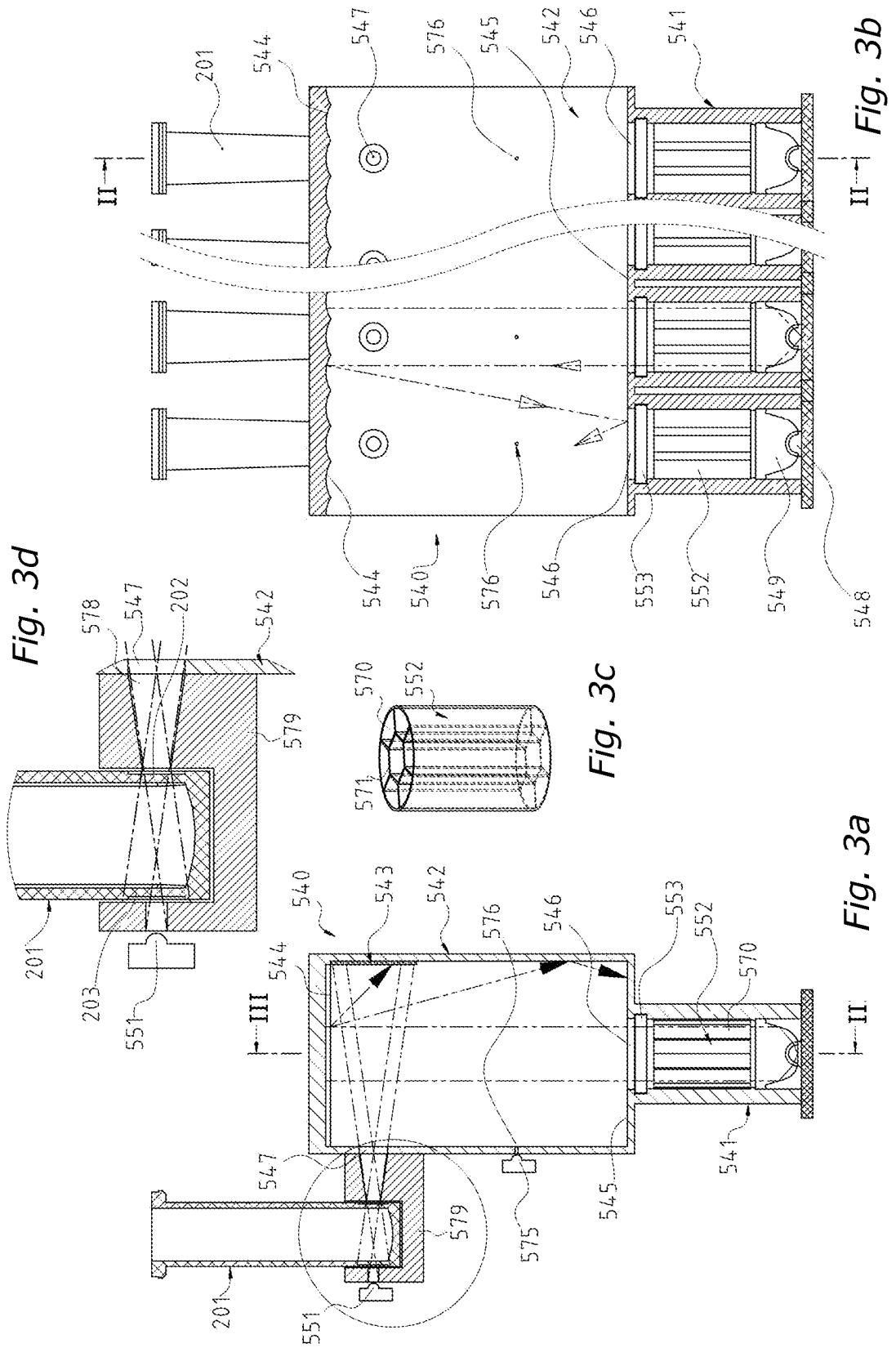


Fig. 2b



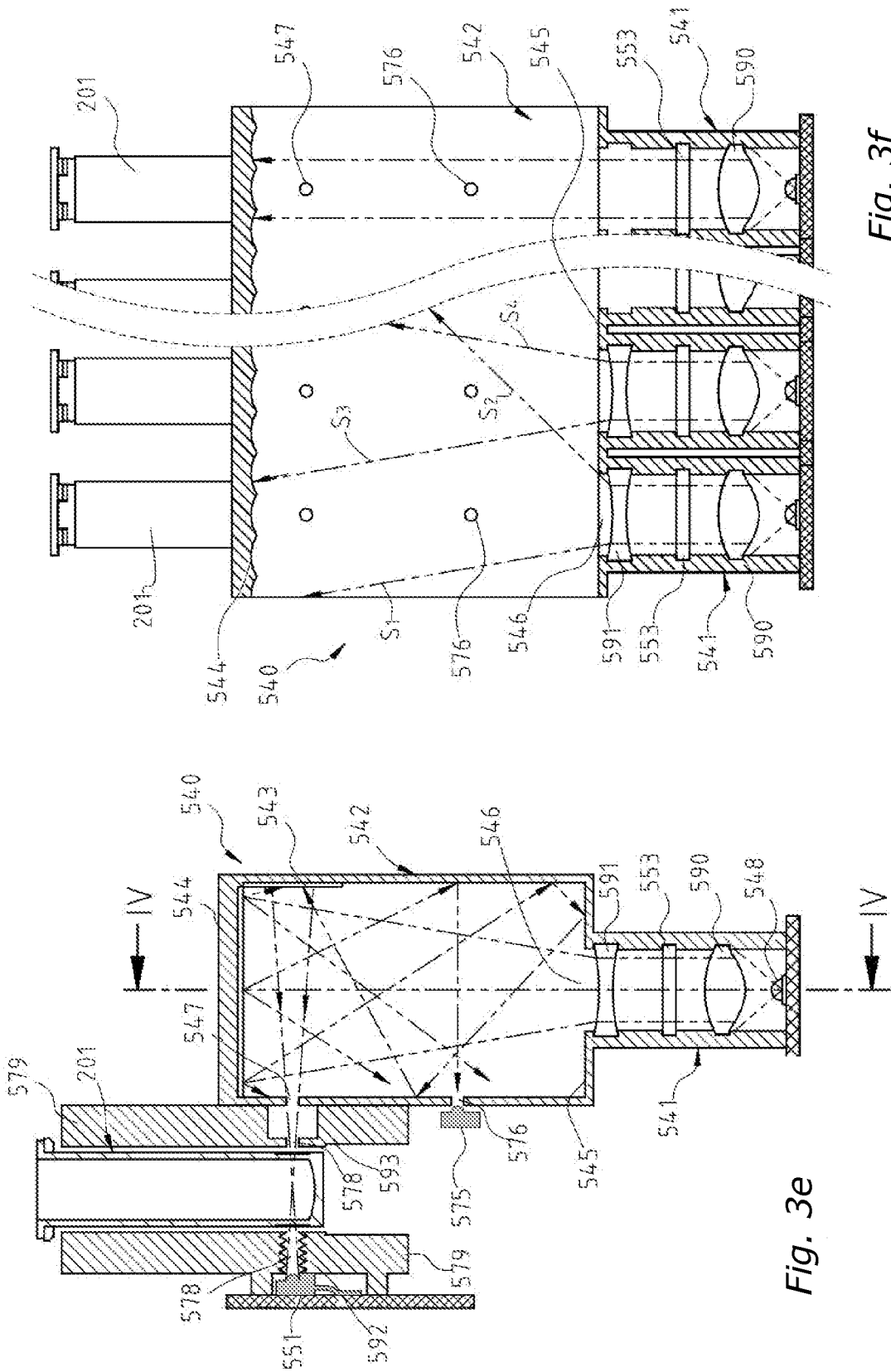


Fig. 3e

Fig. 3f

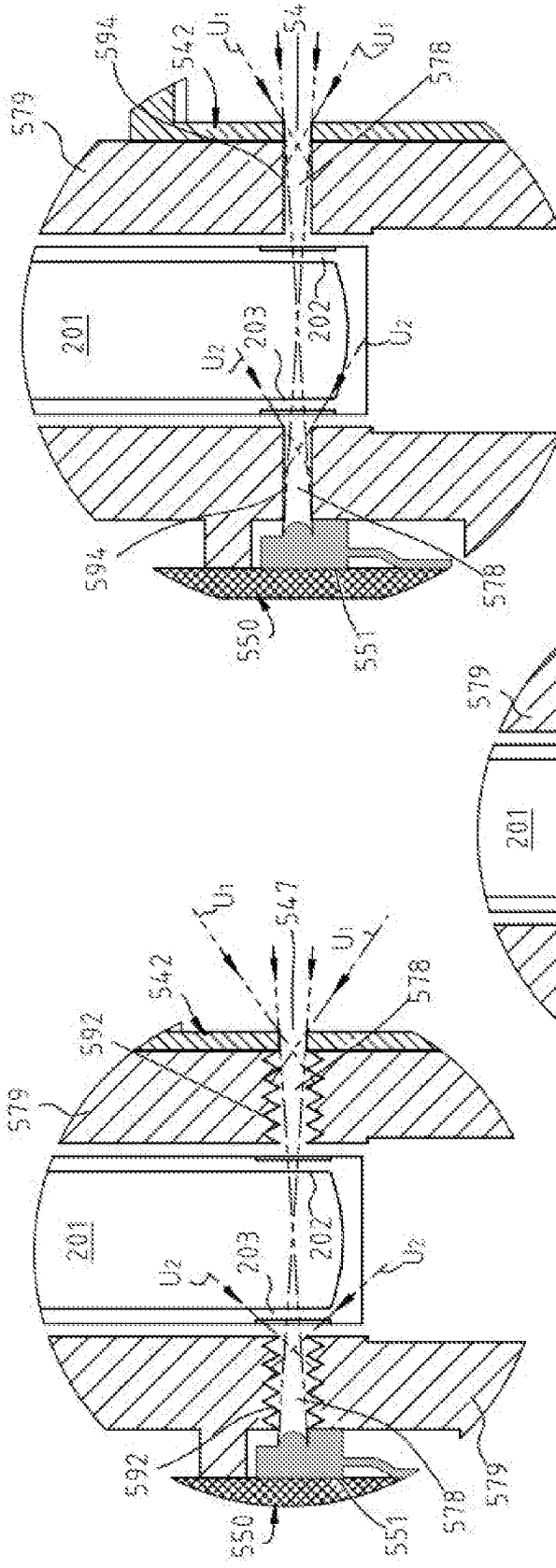


Fig. 3g

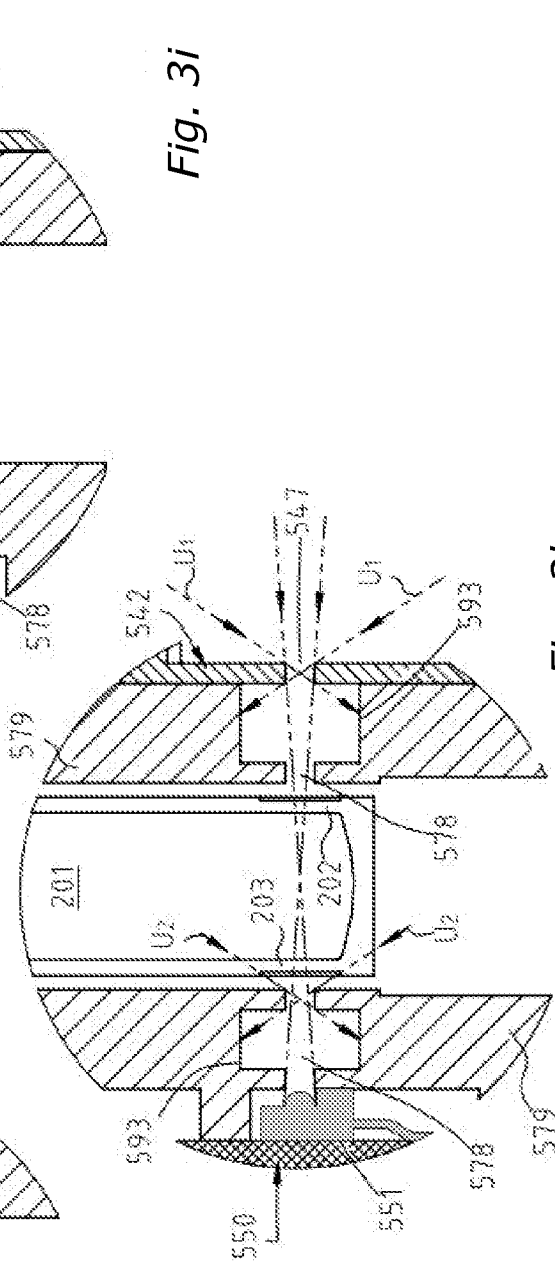


Fig. 3h

Fig. 3i

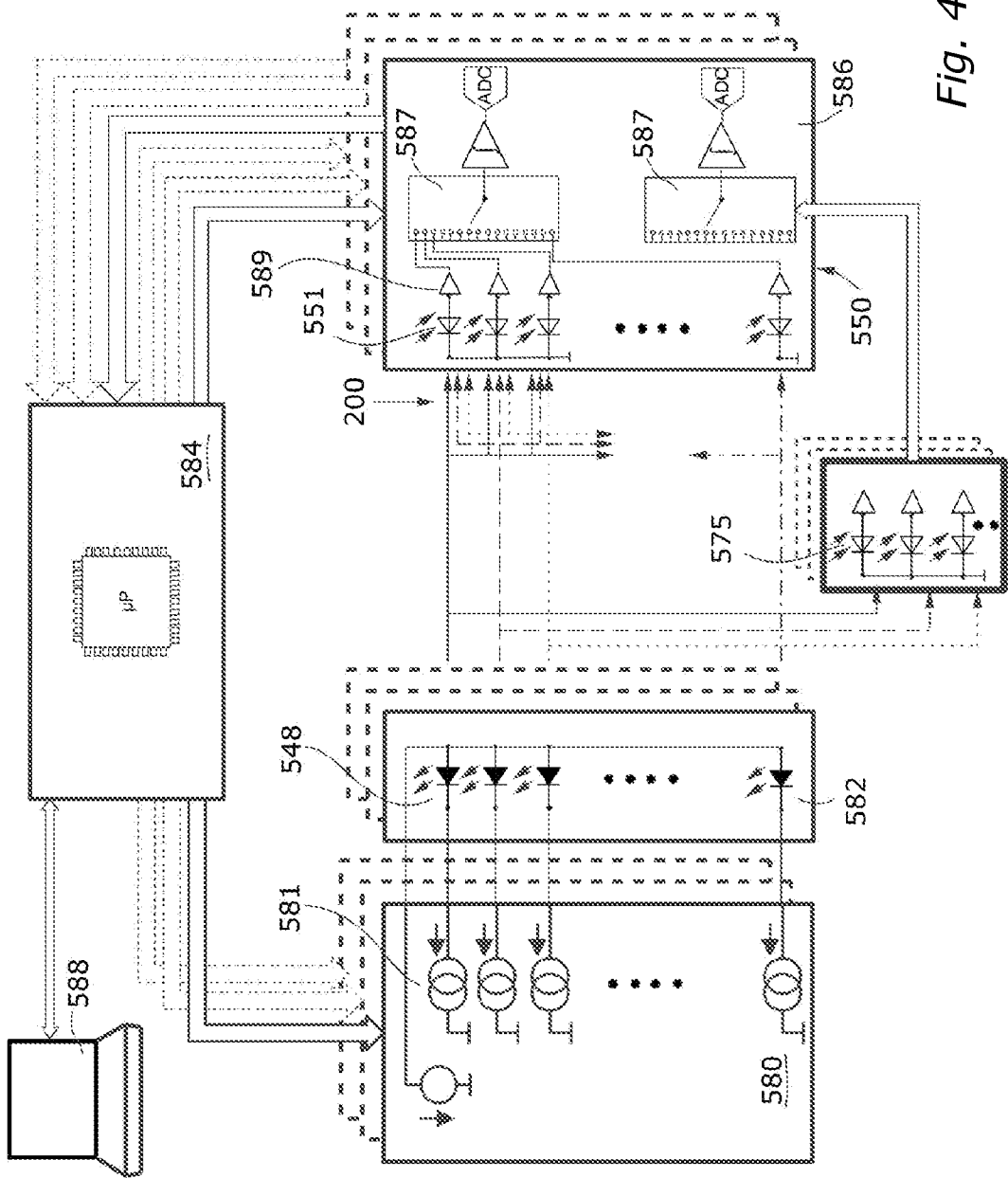


Fig. 4

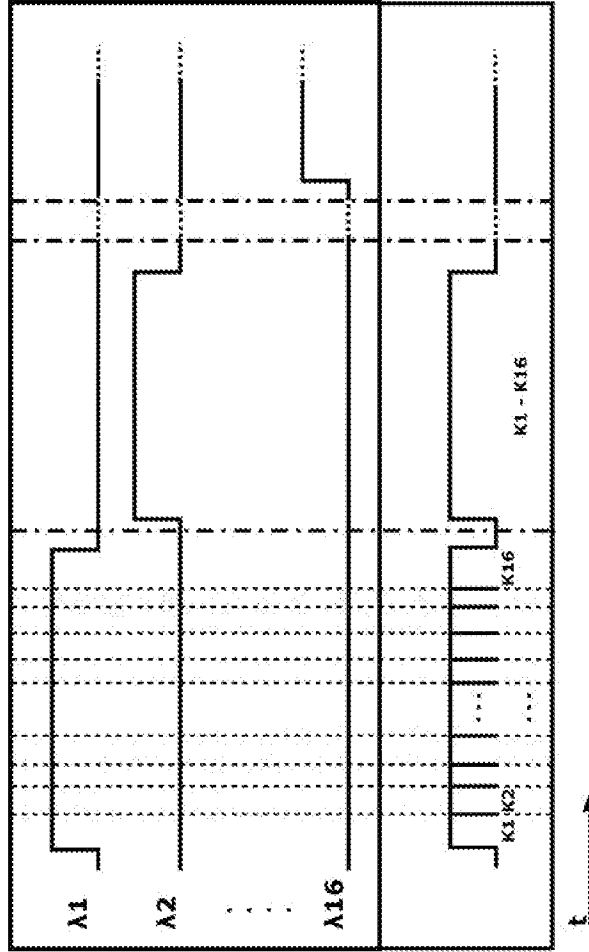


Fig. 5b

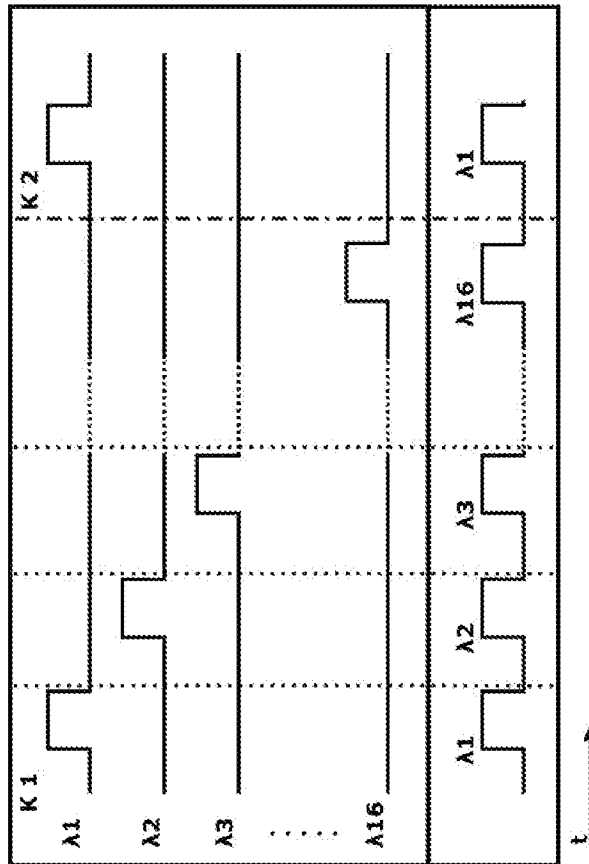


Fig. 5a

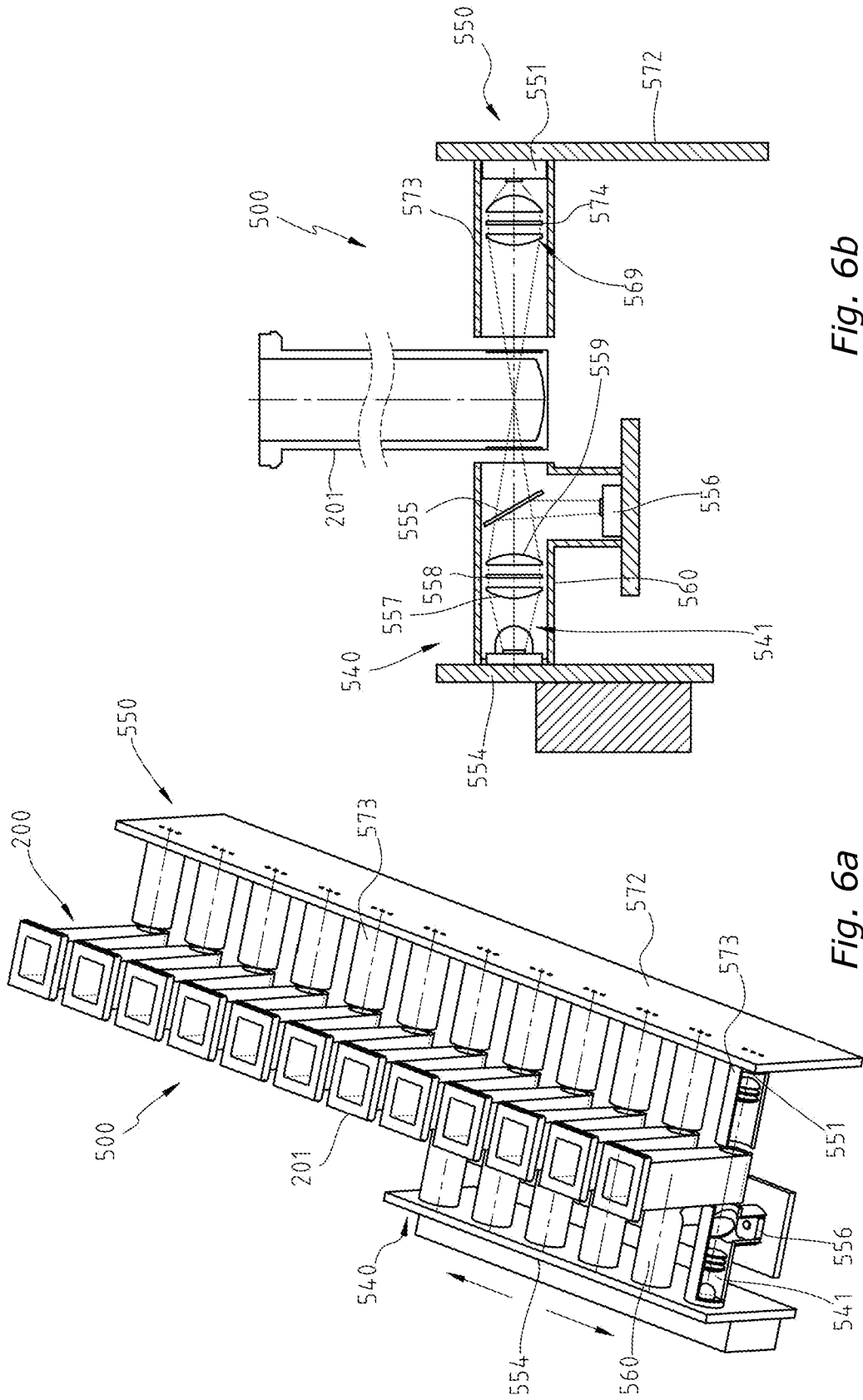
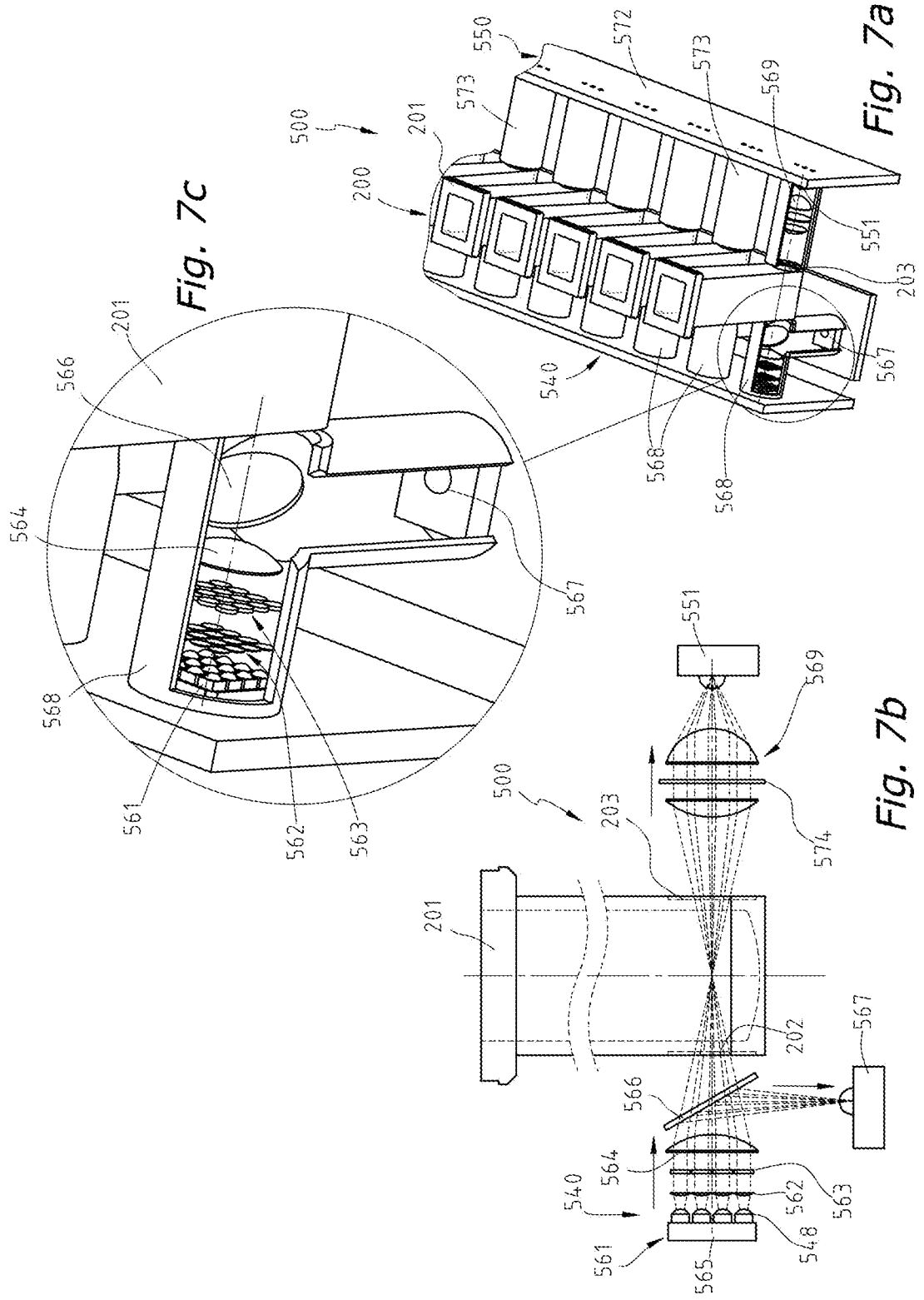


Fig. 6b

Fig. 6a



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AT2019/060123

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B01L 3/02</i> (2006.01)i; <i>G01N 35/10</i> (2006.01)i; <i>G01N 21/25</i> (2006.01)i; <i>G01N 35/00</i> (2006.01)i; <i>G01N 35/04</i> (2006.01)i; <i>G01N 35/02</i> (2006.01)i; <i>B01L 3/00</i> (2006.01)i; <i>G01N 21/00</i> (2006.01)i		
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) B01L; 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 3182096 A1 (F HOFFMANN-LA ROCHE AG [CH]; ROCHE DIAGNOSTICS GMBH [DE]) 21 June 2017 (2017-06-21) abstract paragraphs [0021] - [0026]; figure 1	1-30
X A	US 5307144 A (HIROSHI TAMURA [JP] ET AL) 26 April 1994 (1994-04-26) abstract column 2, lines 30-57; figures 1,2	26-30 1-25
X A	US 4498780 A (BANNO TAIICHI [JP] ET AL) 12 February 1985 (1985-02-12) abstract column 2, line 65 - column 4, line 7; figures 1,2	26-30 1-25
A	FR 2668597 A1 (LABSYSTEMS OY [FI]) 30 April 1992 (1992-04-30) the whole document	1-30
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 15 July 2019		Date of mailing of the international search report 30 July 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Sinn, Cornelia Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/AT2019/060123

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	3182096	A1	21 June 2017	CN	106896062	A	27 June 2017
				EP	3182096	A1	21 June 2017
				JP	2017111145	A	22 June 2017
				US	2017176478	A1	22 June 2017

US	5307144	A	26 April 1994	DE	69206104	D1	21 December 1995
				DE	69206104	T2	09 May 1996
				EP	0545673	A1	09 June 1993
				JP	H05157684	A	25 June 1993
				US	5307144	A	26 April 1994

US	4498780	A	12 February 1985	DE	3204578	A1	07 October 1982
				JP	H0115012	B2	15 March 1989
				JP	S57132038	A	16 August 1982
				US	4498780	A	12 February 1985

FR	2668597	A1	30 April 1992	DE	4135814	A1	07 May 1992
				FI	905381	A	30 April 1992
				FR	2668597	A1	30 April 1992
				GB	2251303	A	01 July 1992
				IT	1251444	B	09 May 1995
				JP	3268462	B2	25 March 2002
				JP	H04274732	A	30 September 1992
				US	5216488	A	01 June 1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/AT2019/060123

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B01L3/02 G01N35/10 G01N21/25 G01N35/00 G01N35/04
 G01N35/02 B01L3/00 G01N21/00
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B01L 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 3 182 096 A1 (F HOFFMANN-LA ROCHE AG [CH]; ROCHE DIAGNOSTICS GMBH [DE]) 21. Juni 2017 (2017-06-21) Zusammenfassung Absätze [0021] - [0026]; Abbildung 1 -----	1-30
X	US 5 307 144 A (HIROSHI TAMURA [JP] ET AL) 26. April 1994 (1994-04-26) Zusammenfassung Spalte 2, Zeilen 30-57; Abbildungen 1,2 -----	26-30
A		1-25
X	US 4 498 780 A (BANNO TAIICHI [JP] ET AL) 12. Februar 1985 (1985-02-12) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 65 - Spalte 4, Zeile 7; Abbildungen 1,2 -----	26-30
A		1-25
	-/--	

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
15. Juli 2019	30/07/2019

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 Sinn, Cornelia
--	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 2 668 597 A1 (LABSYSTEMS OY [FI]) 30. April 1992 (1992-04-30) das ganze Dokument -----	1-30

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2019/060123

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3182096	A1	21-06-2017	CN 106896062 A 27-06-2017
			EP 3182096 A1 21-06-2017
			JP 2017111145 A 22-06-2017
			US 2017176478 A1 22-06-2017

US 5307144	A	26-04-1994	DE 69206104 D1 21-12-1995
			DE 69206104 T2 09-05-1996
			EP 0545673 A1 09-06-1993
			JP H05157684 A 25-06-1993
			US 5307144 A 26-04-1994

US 4498780	A	12-02-1985	DE 3204578 A1 07-10-1982
			JP H0115012 B2 15-03-1989
			JP S57132038 A 16-08-1982
			US 4498780 A 12-02-1985

FR 2668597	A1	30-04-1992	DE 4135814 A1 07-05-1992
			FI 905381 A 30-04-1992
			FR 2668597 A1 30-04-1992
			GB 2251303 A 01-07-1992
			IT 1251444 B 09-05-1995
			JP 3268462 B2 25-03-2002
			JP H04274732 A 30-09-1992
			US 5216488 A 01-06-1993
