

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 439/2017
(22) Anmeldetag: 10.11.2017
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2020

(51) Int. Cl.: **B01L 3/00** (2006.01)
B29C 45/16 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2009024589 A1
WO 2004024326 A1
EP 2653285 A1
WO 2017044527 A1
WO 2017091618 A1

(73) Patentinhaber:
Erba Technologies Austria GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Felsberger Robert
8020 Graz (AT)
Schlembacher Gerhard
8251 Stallhofen (AT)
Hackl Martin
8054 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Haffner und Keschmann Patentanwälte GmbH
1010 Wien (AT)

(54) Sensorkassette

(57) Bei einer in ein Analysemodul einsetzbaren Sensorkassette zur Durchführung von insbesondere elektrochemischen Messvorgängen in Probenflüssigkeiten, umfassend einen Sensorträger (1), der im wesentlichen planar ausgebildet ist und eine Mehrzahl von insbesondere elektrochemischen Sensorelementen (10) zur Bestimmung von chemischen und/oder physikalischen Parametern der Probenflüssigkeiten trägt, die mit am Sensorträger (1) ausgebildeten Leiterbahnen in Verbindung stehen, und einen auf dem Sensorträger (1) angeordneten Abdeckteil (2), in dem wenigstens ein zum Sensorträger (1) hin offener nutzförmiger Messkanal (3) ausgebildet ist, der für den Durchfluss der Probenflüssigkeit bestimmt ist, mit wenigstens einem insbesondere elektrochemischen Sensorelement (10) des Sensorträgers (1) in Verbindung steht und mit wenigstens einem an der dem Sensorträger (1) abgewandten Seite angeordneten Flüssigkeitsanschluss (18) fluidisch verbunden ist, wobei der Abdeckteil (2) als Zweikomponenten-Spritzgussteil umfassend eine Hartkomponente (15) und eine Weichkomponente (14) ausgeführt, wobei der wenigstens eine Messkanal (3) über seine gesamte Länge in der Weichkomponente (14) ausgebildet ist, bildet die Weichkomponente (14) den wenigstens einen Flüssigkeitsanschluss (18) aus, wobei der wenigstens eine Messkanal (3) und der wenigstens eine Flüssigkeitsanschluss (18) miteinander einstückig ausgebildet sind.

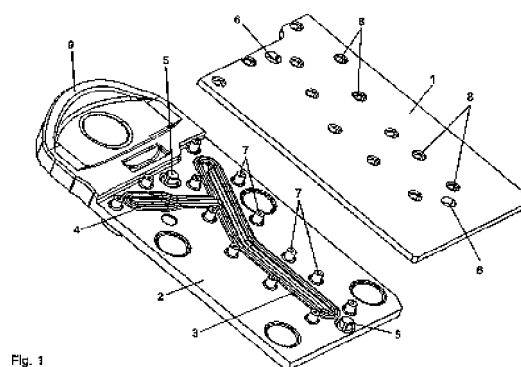


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine in ein Analysemodul einsetzbare Sensorkassette zur Durchführung von insbesondere elektrochemischen Messvorgängen in Probenflüssigkeiten, insbesondere Körperflüssigkeiten oder durch präanalytische Aufbereitung von Körperflüssigkeiten oder biologischem Probenmaterial gewonnenen Probenflüssigkeiten, umfassend einen Sensorträger, der im wesentlichen planar ausgebildet ist und eine Mehrzahl von insbesondere elektrochemischen Sensorelementen zur Bestimmung von chemischen und/oder physikalischen Parametern der Probenflüssigkeiten trägt, die mit am Sensorträger ausgebildeten Leiterbahnen in Verbindung stehen, und einen auf dem Sensorträger angeordneten Abdeckteil, in dem wenigstens ein zum Sensorträger hin offener nutzförmiger Messkanal ausgebildet ist, der für den Durchfluss der Probenflüssigkeit bestimmt ist, mit wenigstens einem insbesondere elektrochemischen Sensorelement des Sensorträgers in Verbindung steht und mit wenigstens einem an der dem Sensorträger abgewandten Seite angeordneten Flüssigkeitsanschluss fluidisch verbunden ist, wobei der Abdeckteil als Zweikomponenten-Spritzgussteil umfassend eine Hartkomponente und eine Weichkomponente ausgeführt ist, wobei der wenigstens eine Messkanal über seine gesamte Länge in der Weichkomponente ausgebildet ist.

[0002] Die Erfindung betrifft weiter eine Vorrichtung zur Durchführung von insbesondere elektrochemischen Messvorgängen in Probenflüssigkeiten umfassend eine erfindungsgemäße Sensorkassette und ein Analysemodul mit wenigstens einer Kassettenaufnahme für die Sensorkassette, wobei die Sensorkassette im in der Kassettenaufnahme aufgenommenen Zustand entlang einer Bewegungsbahn zwischen einer ersten und einer zweiten Position verlagerbar ist, wobei die Sensorkassette in der ersten Position von dem Analysemodul fluidisch und elektrisch getrennt und in der zweiten Position fluidisch und elektrisch mit dem Analysemodul verbunden ist.

[0003] Messsysteme zur Bestimmung mehrerer Parameter in Körperflüssigkeiten stellen wichtige Bestandteile klinisch relevanter Analyseverfahren dar. Hierbei steht insbesondere eine schnelle und präzise Messung sowohl im Rahmen der klinischen in-vitro Labordiagnostik als auch eines Point-of-Care-Testings im Vordergrund. Unter dem Point-of-Care-Testing (kurz: POCT) versteht man diagnostische Untersuchungen, die unmittelbar am Ort der Patientenuntersuchung stattfinden, wie z.B. in der Krankenstation eines Krankenhauses, in Intensivstationen, in der Anästhesie, in Ambulanzen, in der Praxis eines niedergelassenen Arztes oder während eines Krankentransports. POCT hat den Vorteil, dass die Ergebnisse bereits nach kurzer Zeit vorliegen, da zum einen der Transport der Proben zu einem spezialisierten Labor entfällt und zum anderen keine Rücksicht auf die zeitlichen Abläufe des Labors genommen werden muss.

[0004] Mit POCT-Analysegeräten gemäß dem Stand der Technik ist es möglich im Rahmen eines einzigen Messvorgangs mehrere Einzelparameter zu messen. Zu diesem Zweck wird eine Probemenge der zu untersuchenden Probenflüssigkeit, insbesondere Vollblut, Serum, Plasma, Urin oder einer durch präanalytische Aufbereitung von Körperflüssigkeiten oder biologischem Probenmaterial gewonnenen Probenflüssigkeit, einem Messkanal zugeführt, in welchem die Probemenge mit Sensorelementen in Kontakt kommt. Dabei können mehrere unterschiedliche Sensorelemente zu Gruppen von Sensorelementen (Sensorarrays) zusammengefasst werden, welche auf einem gemeinsamen Träger angeordnet sind.

[0005] Unter einem Sensorelement wird hierbei eine Messanordnung verstanden, die der Bestimmung von chemischen und/oder physikalischen Parametern der Probenflüssigkeiten dienen kann. Dabei können verschiedenste Messverfahren zur Anwendung gelangen, wie z.B. elektrochemische, optische, photometrische/spektroskopische oder elektrooptische Messverfahren (wie z.B. Elektrokemilumineszenz), wobei entsprechende sensorische Elemente, wie z.B. Elektroden, Optoden oder dgl. eingesetzt werden. Im Rahmen der Erfindung sind elektrochemisch arbeitende Sensorelemente besonders bevorzugt. Die Sensorelemente können ausgebildet sein, um Werte der Blutgase (O_2 , CO_2), den pH-Wert, die Konzentration von Elektrolyten

(Li^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , Cl^- , H^+ , NH_4^+), die Konzentration von Metaboliten (Glukose, Laktat, Harnstoff, Creatinin), die Werte der Hämoglobinderivate (O_2Hb (Oxyhämoglobin), HHb (Desoxyhämoglobin), COHb (Carboxyhämoglobin), MethHb (Methämoglobin)) und Bilirubin, den Hämatokritwert, Nierenfunktionswerte, Blutgerinnungswerte, Marker für kardiale Erkrankungen, Proteine, Nukleinsäuren, Peptide und andere Messwerte zu ermitteln.

[0006] Für die elektrochemische Ermittlung der Konzentration bzw. Aktivität eines in der zu untersuchenden Probenflüssigkeit gelösten Ions bzw. Elektrolyts werden seit langem ionenselektive Elektroden eingesetzt, die z.B. mittels Dünnschichttechnologie oder Dickschichttechnologie auf einem planaren Sensorträger aufgebracht sind. Zwischen der mit der zu untersuchenden Probenflüssigkeit in Kontakt stehenden ionenselektiven Elektrode und einer Referenzelektrode kann hierbei eine konzentrationsabhängige Spannung gemessen werden, wobei der Abgriff der Spannung über auf dem Sensorträger ausgebildete Leiterbahnen erfolgen kann.

[0007] Für die elektrochemische Ermittlung der Konzentration bzw. Aktivität von in der zu untersuchenden Körperflüssigkeiten gelösten Blutgasen, Metaboliten sowie anderer biochemischer Parameter (wie Proteine, Nukleinsäuren, Peptide, etc.) sowie anderen Markern und Messwerten, werden seit langem auch amperometrische Sensoren oder elektrochemische Impedanzsensoren eingesetzt, die z.B. mittels Dünnschichttechnologie oder Dickschichttechnologie auf einem planaren Sensorträger aufgebracht sind. Zwischen der mit der zu untersuchenden Probenflüssigkeit in Kontakt stehenden Sensorelektrode und einer Gegenelektrode kann hierbei ein konzentrationsabhängiger Strom bzw. eine konzentrationsabhängige Impedanz gemessen werden, wobei der Abgriff der elektrochemischen Signale über auf dem Sensorträger ausgebildete Leiterbahnen erfolgen kann.

[0008] Um POCT-Anwendungen zu ermöglichen, ist es bekannt, die Sensorelemente in einer Sensorkassette zu integrieren, die austauschbar in einem Analysemodul aufgenommen ist. Die Sensorkassette umfasst dabei den Sensorträger sowie einen auf diesem angeordneten Abdeckteil, in dem wenigstens ein Messkanal ausgebildet ist, welcher der Durchleitung der zu untersuchenden Probenflüssigkeit dient. Die Probenflüssigkeit kontaktiert dabei entlang des Messkanals die Sensorelemente, sodass unmittelbar entsprechende Messwerte gewonnen werden können, die im Analysemodul ausgewertet und verarbeitet werden, sodass entsprechende Ergebnisse ausgegeben werden können. Die Sensorkassette kann lediglich für eine definierte Anzahl an Messvorgängen verwendet werden und muss danach gegen eine neue Sensorkassette ausgetauscht werden.

[0009] Um eine möglichst große Anzahl an Messvorgängen und eine möglichst lange Einsatzdauer zu ermöglichen, werden hohe Anforderungen an die Sensorkassette gestellt:

[0010] - Zuverlässige Abdichtung des Messkanals

[0011] - Vermeidung von Toträumen und Spalten im Flüssigkeitsweg

[0012] - Vermeidung von Verschleppung und Kreuzkontamination zwischen unterschiedlichen Messungen

[0013] - Verhinderung der Biofilmbildung an den mit der Flüssigkeit in Kontakt kommenden Teilen

[0014] Die vorliegenden Erfindung zielt darauf ab, eine Sensorkassette sowie eine Messvorrichtung umfassend eine Sensorkassette und ein Analysemodul dahingehend weiterzubilden, dass den oben genannten Anforderungen entsprochen werden kann. Weiters zielt die Erfindung darauf ab, eine möglichst kostengünstige und automatisierte Herstellung der Sensorkassette zu ermöglichen.

[0015] Zur Lösung dieser Aufgabe besteht die Erfindung bei einer Sensorkassette der eingangs genannten Art im Wesentlichen darin, dass die Weichkomponente den wenigstens einen Flüssigkeitsanschluss ausbildet, wobei der wenigstens eine Messkanal und der wenigstens eine Flüssigkeitsanschluss miteinander einstückig ausgebildet sind. Dadurch sind alle Bereiche des Abdeckteils, mit denen die Probenflüssigkeit auf ihrem Weg vom Flüssigkeitseintritt über den

Messkanal bis zum Flüssigkeitsaustritt in Berührung kommen, von der Weichkomponente und daher in einem einzigen Stück gebildet. Dies minimiert Materialübergänge und Interfaces, wie z.B. Spalte im Bereich der Kanäle, sowie die Anzahl der unterschiedlichen mit der Flüssigkeit in Kontakt kommenden Materialien, was einerseits die Möglichkeiten für Undichtigkeiten und andererseits mögliche Toträume und Spalte, die zu Verschmutzung, Biofilmbildung, Verschleppung (carry over) und Kreuzkontamination zwischen unterschiedlichen Messungen führen können, verringert. Dadurch, dass der wenigstens eine Messkanal zur Gänze in der Weichkomponente eines Zweikomponenten-Spritzgussteils ausgeführt ist, kann dieser einteilig ausgebildet werden, sodass Toträume und Spalten sowie Verschleppung und Kreuzkontamination zwischen unterschiedlichen Messungen in einfacher Weise vermieden werden. Außerdem kann der Abdeckteil in einem einzigen Fertigungsprozess, nämlich durch einen Zweikomponenten-Spritzgussvorgang, in einem Stück hergestellt werden, sodass eine kostengünstige Herstellung mit kurzen Taktzeiten unter Verwendung erprobter Werkzeuge und Werkstoffe sichergestellt ist. Im Falle der Anordnung von zwei oder mehr Messkanälen können diese, sofern die Messkanalgeometrie so gewählt ist, dass die Messkanäle miteinander verbunden sind oder ineinander münden, in vorteilhafter Weise ebenfalls einstückig miteinander ausgebildet sein.

[0016] Die Ausbildung des Messkanals als Weichkomponente eines Zweikomponenten-Spritzgussteils erlaubt es weiters auch die Abdichtung des wenigstens einen Messkanals gegenüber dem Sensorträger in einem Stück mit dem Messkanal auszubilden. Eine bevorzugte Ausbildung sieht in diesem Zusammenhang vor, dass die Weichkomponente mit dem Sensorträger zusammenwirkende Dichtlippen zur Abdichtung des wenigstens einen Messkanals aufweist. Die Dichtlippen sind dabei vorzugsweise als eine den wenigstens einen Messkanal vollständig umlaufende Struktur ausgebildet, sodass eine allseitige Abdichtung gewährleistet ist. Die Dichtlippen sind vorzugsweise derart ausgebildet, dass sie im unverformten Zustand von der dem Sensorträger zugewandten Fläche des Abdeckteils vorstehen. Die Dichtlippen weisen beispielsweise ein V-förmiges Profil auf, wobei bevorzugt ein Profil mit zwei nebeneinander liegenden Erhebungen, insbesondere ein W-förmiges Profil, vorgesehen ist. Die Dichtlippe wird im an den Sensorträger angepressten Zustand derart verformt, dass ein dichter Abschluss gewährleistet ist.

[0017] Unter einer Hart- und einer Weichkomponente werden im Rahmen der Erfindung im Spritzguss verarbeitbare Kunststoffe verstanden, wobei die Hart- und die Weichkomponente sich in ihrer Härte (gemessen in HR oder HV) unterscheiden, d.h. in dem mechanischen Widerstand, den die jeweilige Komponente der mechanischen Eindringung eines anderen Körpers entgegensetzt, wobei die Weichkomponente eine geringere Härte aufweist als die Hartkomponente. Als Weichkomponente findet insbesondere ein Polymer Verwendung, das bei Raumtemperatur nachgiebig bzw. flexibel ist. Die Hartkomponente hingegen ist im Wesentlichen nicht nachgiebig bzw. nicht flexibel.

[0018] Als Kunststoff für die Hartkomponente kommen gängige thermoplastisch verarbeitbare Kunststoffe in Frage, wie z.B. PC (Polycarbonat), PS (Polystyrol), PMMA (Polymethylmethacrylat), COP/COC (Cycloolefin-Copolymere), PP (Polypropylen), PE (Polyethylen), PA (Polyamid) und dgl., wobei optisch transparente Kunststofftypen bevorzugt sind.

[0019] Als Kunststoff für die Weichkomponente kommen gängige, im Zweikomponenten-Spritzgussprozess verarbeitbare Weichkunststoffkomponenten bzw. Elastomere in Frage, wie z.B. thermoplastische Elastomere (TPE's), eCOC (elastomere Cycloolefin-Copolymere), Silikone, insbesondere Flüssigsilikonkautschuk (LSR), thermoplastische Polyurethan Elastomere (TPU), und dgl., wobei optisch transparente Kunststofftypen bevorzugt sind.

[0020] Gemäß einer bevorzugten Ausbildung ist in der Hartkomponente wenigstens eine Nut ausgebildet, in der die Weichkomponente zur Ausbildung des wenigstens einen Messkanals angeordnet ist. Dies verleiht dem Messkanal eine mechanische Stabilität.

[0021] Bevorzugt ist weiters vorgesehen, dass an einem Ende der Hartkomponente ein ergonomischer Haltegriff angeformt ist, welcher zum einfachen Einführen der Sensorkassette in eine entsprechende Aufnahme des Analysenmoduls dient.

[0022] Der Sensorträger kann ebenfalls aus einer Hartkomponente gefertigt werden. Als Kunststoff für den Sensorträger kommen gängige thermoplastisch verarbeitbare Kunststoffe in Frage, wie z.B. PC (Polycarbonat), PS (Polystyrol), PMMA (Polymethylmethacrylat), COP/COC (Cycloolefin-Copolymere), PP (Polypropylen), PE (Polyethylen), PA (Polyamid) und dgl., wobei optisch transparente Kunststofftypen bevorzugt sind. Polycarbonat ist im Rahmen der Erfindung besonders bevorzugt. Der Sensorträger kann ebenfalls in Form einer Leiterplatte in den im Bereich der Elektronik üblichen Substratmaterialien für starre oder flexible Leiterplatten (wie Faserverstärkte Epoxydharze (z.B. sog. FR4), Polyimid (PI), etc.) ausgeführt sein.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausbildung sind der Sensorträger und/oder der Abdeckteil optisch transparent ausgebildet. Die transparente Ausführung ermöglicht eine visuelle Probenbeobachtung und/oder eine Luftblasenerkennung. Die Ausführung in optisch transparentem Kunststoffmaterial bietet weiters die Möglichkeit zur simultanen Durchführung weiterer optischer Messungen an der Probe, z.B. Absorptions- bzw. Fluoreszenz-Spektroskopie oder Transmissionsmessungen im UV-Vis-NIR Bereich zur Bestimmung weiterer Parameter (z.B. Oxymetrie). Weiters bietet sich durch eine transparente Ausbildung von Sensorträger und/oder Abdeckteil die Möglichkeit zur Nutzung kombinierter elektrochemisch/optischer Detektionsmethoden (wie z.B. Elektrochemilumineszenz).

[0024] Alternativ kann die Probenbeobachtung, insbesondere die Beobachtung der Probenpositionierung im Messkanal und ggf. die Detektion von Luftblasen durch eine Leitwert- oder Impedanzmessung mittels auf den Sensorträger aufgebrachtener gesonderter Elektroden vorgenommen werden.

[0025] Die Verbindung des Abdeckteils mit dem Sensorträger kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen, wobei die Verbindung bevorzugt nicht zerstörungsfrei gelöst werden kann. Eine weitere Anforderung liegt darin, dass eine möglichst präzise gegenseitige Ausrichtung von Sensorträger und Abdeckteil gewährleistet sein soll. Die Verbindung zwischen Sensorträger und dem Abdeckteil kann durch gängige Verfahren, wie z.B. Verkleben, Verschweißen (z.B. thermisch, mittels Ultraschall, mittels Laser), Einrastelemente, etc. erfolgen. Eine bevorzugte Ausbildung sieht in diesem Zusammenhang vor, dass der Sensorträger und der Abdeckteil formschlüssig miteinander zusammenwirkende Verbindungselemente aufweisen. Der Formschluss kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass der Sensorträger oder der Abdeckteil wenigstens zwei vorragende Stifte, Zapfen, Dorne oder dgl. trägt, die in entsprechende Ausnehmungen des anderen Teils eingreifen.

[0026] Der Formschluss ermöglicht eine automatisierte und sehr exakte, zentrierte Positionierung des wenigstens einen Messkanals über den Sensorelementen. Dadurch kann neben Kosteneinsparungen in der Fertigung die Größe der Sensorelemente optimal an die Breite des Messkanals angepasst werden, ohne dass die Gefahr einer teilweisen Überdeckung oder Quetschung der Sensorelemente durch den Abdeckteil oder die Dichtlippen besteht. Dies ermöglicht u.a. den Mehrfach- und Langzeiteinsatz der Sensorkassette mit bis zu 700 Probenmessungen bzw. bis zu 8 Wochen Einsatzdauer.

[0027] Eine besonders bevorzugte Ausbildung der Verbindung zwischen dem Sensorträger und dem Abdeckteil gelingt dadurch, dass die Verbindungselemente durch Verstemmen in formschlüssige Verbindung gebracht sind. Das Verstemmen kann hierbei als Kalt- oder als Heißverstemmen vorgenommen werden. Die Verbindung wird hierbei so hergestellt, dass Teile der Weichkomponente des Abdeckteils gegen den Sensorträger gedrückt und dadurch komprimiert werden, wodurch der wenigstens eine Messkanal abgedichtet wird.

[0028] Die Verstemmelemente umfassen bevorzugt am Sensorträger oder am Abdeckteil angeordnete Dome, die am jeweils anderen Teil ausgebildete Ausnehmungen durchsetzen. Diese Ausnehmungen können in Form einfacher Bohrungen ausgeführt sein oder können optional auch erweiterte Bereiche aufweisen, in denen das durch die plastische Verformung verdrängte Material des Verstemmdoms aufgenommen wird. Das Verstemmen ermöglicht eine sichere, dichte und dauerhafte Verbindung des Sensorträgers mit dem Abdeckteil. Dieser Fügeprozess ist sehr gut automatisierbar, hat sehr kurze Zykluszeiten und ist deutlich prozessicherer und

langlebiger als z.B. Klebverfahren. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die Sensorkassette nicht zerstörungsfrei lösbar bzw. zerlegbar ist. Weiters besteht außerhalb des Bereichs der Verstemmelemente, insbesondere der Verstemmdome und -nuten keine Beeinträchtigung der Transparenz der Kunststoffteile durch z.B. Kleberschlieren, Schweißwülste, etc. Die Wärmeeinwirkungszone beim Verfügen kann auf einen engen Bereich um die Verstemmdome begrenzt werden und so eine thermische Belastung der ggf. temperaturempfindlichen aktiven Sensorflächen vermieden werden.

[0029] Die auf dem Sensorträger angeordneten Sensorelemente sind bevorzugt als elektrochemische Sensorelemente mit einer ionenselektiven Elektrode, einer Sensorelektrode für amperometrische oder Impedanzmessungen ausgebildet. Bevorzugt sind diese Sensorelemente in Dickschicht-Technologie auf den Sensorträger aufgebracht, insbesondere aufgedruckt. Insbesondere umfasst der Sensorträger eine Anordnung von mehreren ionenselektiven, amperometrischen oder Impedanzbasierten Sensorelektroden zur simultanen Messung mehrerer Ionenspezies, Blutgasparameter, Metabolite, Biomoleküle oder Marker in Form eines Sensorarrays und mindestens eine Referenzelektrode sowie gegebenenfalls eine Gegenelektrode. Ionenselektive elektrochemische Sensortypen auf Dickschichtbasis für die hier verwendeten Messparameter (z.B. Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Cl^- , H^+ , Li^+ , NH_4^+ , Mg^{++} , etc.) basieren auf dem in der Literatur bekannten schichtweisen Aufbau aus Elektrodenableitung, ggf. weiteren elektrochemisch aktiven Materialien wie z.B. Festkontaktmaterialien, Ionen-Elektronen Transduktoren, Mediatoren, und mittels Ionophoren, Ionentauschern bzw. Leitsalzen dotierten Sensormembranen.

[0030] Amperometrische elektrochemische Sensortypen für Blutgase, Metabolite, und Biomoleküle basieren auf dem in der Literatur bekannten schichtweisen Aufbau aus Elektrodenableitung, ggf. weiteren elektrochemisch aktiven Materialien wie Festkontaktmaterialien, Transduktoren, Mediatoren, Enzymen, Rezeptormolekülen, Deckmembranen, etc.

[0031] Impedanzbasierte Sensortypen für Biomoleküle und weitere chemisch-physikalische Probenparameter basieren auf dem in der Literatur bekannten schichtweisen Aufbau aus Elektrodenableitung und ggf. weiteren Modifikationen und/oder spezifischen Beschichtungen der Elektrodenoberfläche mit z.B. Rezeptormolekülen.

[0032] Bevorzugt ist vorgesehen, dass zusätzlich zu dem wenigstens einen Messkanal ein Referenzkanal im Abdeckteil ausgebildet ist, wobei der Messkanal an einem Ende mit einem für den Zufluss der Probenflüssigkeit vorgesehenen ersten Flüssigkeitsanschluss und am anderen Ende mit einem für den Abfluss der Probenflüssigkeit vorgesehenen zweiten Flüssigkeitsanschluss in Verbindung steht und wobei der Referenzkanal an einem Ende mit einem für den Zufluss einer Referenzflüssigkeit vorgesehenen dritten Flüssigkeitsanschluss in Verbindung steht und am anderen Ende in den Messkanal mündet. Der Referenzkanal steht hierbei mit einer Referenzelektrode in Verbindung, wobei die Referenzelektrode mit einer Leiterbahn elektrisch verbunden ist, die im Hinblick auf die Messung einer Spannung zwischen der Referenzelektrode und einer ionenselektiven Elektrode dem Spannungsabgriff dient. Dadurch, dass die Referenzelektrode in den Messkanal mündet, vermischt sich die Referenzlösung mit der bereits untersuchten Probenflüssigkeit und der Abfluss dieser Mischung kann über einen einzigen Flüssigkeitsanschluss erfolgen, wodurch ein platzsparender Aufbau gewährleistet ist.

[0033] Bevorzugt ist hierbei weiters vorgesehen, dass der Referenzkanal in einen abgewinkelten Abschnitt des Messkanals mündet. Der Referenzkanal trifft im abgewinkelten Abschnitt des Messkanals somit in Form ähnlich eines Y auf diesen auf, um den gesamten Platzbedarf des Kanalsystems und die Gesamtfläche der Sensorkassette zu minimieren.

[0034] Eine weitere bevorzugte Ausführungsvariante basiert auf der Verwendung wenigstens einer Referenzelektrode, welche direkt im Messkanal angeordnet ist und welche keine separate Referenzflüssigkeit bzw. separaten Referenzkanal benötigt. Solche Referenzelektroden basieren z.B. auf dem in der Literatur bekannten Elektrodenaufbau aus einer Metall/Metallsalz-Kombination ggf. in Verbindung mit einem Salzreservoir, welches in einem Gel oder einer quellbaren Polymermatrix auf der Elektrodenfläche aufgebracht ist.

[0035] Gemäß einem weiteren Aspekt wird durch die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung von insbesondere elektrochemischen Messvorgängen in Probenflüssigkeiten geschaffen, umfassend eine erfindungsgemäße Sensorkassette und ein Analysemodul mit wenigstens einer Kassettenaufnahme für die Sensorkassette, wobei die Sensorkassette im in der Kassettenaufnahme aufgenommenen Zustand entlang einer Bewegungsbahn zwischen einer ersten und einer zweiten Position verlagerbar ist, wobei die Sensorkassette in der ersten Position von dem Analysemodul fluidisch und elektrisch getrennt und in der zweiten Position fluidisch und elektrisch mit dem Analysemodul verbunden ist. Durch das Vorsehen einer Kassettenaufnahme kann die Sensorkassette zuerst in die Aufnahme eingelegt oder eingeschoben werden und dann in eine Position verlagert werden, in welcher die fluidische und elektrische Verbindung bzw. Kontaktierung der Sensorkassette mit dem Analysemodul erfolgt. Die dadurch erreichte Trennung der Einlege- bzw. Einschubbewegung von der zu der Kontaktierung führenden Bewegung der Sensorkassette stellt sicher, dass die Kontaktierung am Ende einer definierten Bewegungsbahn und daher unter definierten Verhältnissen erfolgt, bei der die Sensorkassette von der ersten in die zweite Position verlagert wird.

[0036] Im Zusammenhang mit der fluidischen und elektrischen Kontaktierung der Sensorkassette sieht eine bevorzugte Ausbildung vor, dass das Analysemodul wenigstens ein fluidisches Verbindungselement aufweist, das mit dem wenigstens einen als Gegenelement ausgebildeten Flüssigkeitsanschluss der Sensorkassette in fluidische Verbindung bringbar ist und dass das Analysemodul eine Mehrzahl von elektrischen Kontaktelementen aufweist, die mit von dem Abdeckteil freigelassenen Kontaktbereichen der Leiterbahnen der Sensorkassette in elektrische Verbindung bringbar sind. Insbesondere kann der im Zweikomponenten-Spritzguss-Abdeckteil ausgebildete und durch die Weichkomponente realisierte Flüssigkeitsanschluss in Form einer Zentrierdichtung für die Sicherstellung einer sicheren und dichten Verbindung mit den entsprechend einfach ausgeführten Verbindungseinheiten auf der Seite des Analysemoduls ausgeführt sein.

[0037] Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die fluidische und die elektrische Verbindung durch die Verlagerung der Sensorkassette entlang der Bewegungsbahn herstellbar ist. Dies bedeutet beispielsweise, dass das Ineinandergreifen des wenigstens einen Flüssigkeitsanschlusses der Sensorkassette in das fluidische Verbindungselement des Analysemoduls durch die Bewegung entlang der Bewegungsbahn erfolgt. In Bezug auf die Herstellung der elektrischen Verbindung erfolgt dies beispielsweise dadurch, dass die elektrischen Kontaktelemente von in Richtung der Bewegung entlang der Bewegungsbahn federnd gehaltenen Kontaktstiften gebildet sind.

[0038] Wenn, wie dies ebenfalls einer bevorzugten Ausbildung entspricht, die Bewegungsbahn oder eine Bewegungskomponente derselben im Wesentlichen quer oder senkrecht zur Ebene des planaren Sensorträgers verläuft, können die fluidische und die elektrische Kontaktierung an derselben Seite der im Wesentlichen planaren Sensorkassette erfolgen, d.h. an der Ober- oder an der Unterseite der Sensorkassette.

[0039] Die Dichtheit der fluidischen Verbindung kann durch die in den Flüssigkeitsanschlüssen der Sensorkassette enthaltene Dichtungs-Weichkomponente und die sichere elektrische Kontaktierung durch entsprechende am Analysemodul angebrachte Federkontakte gewährleistet werden. Diese Anordnung der fluidischen und elektrischen Anschlüsse ermöglicht eine entsprechend kompakte Bauweise und begünstigt den platzsparenden, universellen Einbau solcher Module in größere Messgeräte und Analysesysteme.

[0040] Gemäß einer bevorzugten Ausbildung wirkt die Kassettenaufnahme mit einer Lagerung oder Führung zusammen, um gemeinsam mit der darin aufgenommenen Sensorkassette entlang der Bewegungsbahn verlagert zu werden.

[0041] Insbesondere kann die Kassettenaufnahme schwenkbar gelagert sein, um die Sensorkassette entlang der Bewegungsbahn von der ersten Position in die zweite Position zu verschwenken. Die fluidische und elektrische Kontaktierung der Sensorkassette erfolgen hierbei durch eine Schwenk- bzw. Kippbewegung durch Anpressen der Anschlüsse gegen das Analy-

semodul.

[0042] Bevorzugt weist das Analysemodul ein mit der Kassettenaufnahme zusammenwirkendes Verriegelungselement auf, um die Kassettenaufnahme in der zweiten Position der Sensorkassette zu fixieren. Die Verriegelung kann hierbei durch verschiedene einfache Mechanismen, wie z.B. Kugelschnapper, Schiebedeckel und dgl. erreicht werden.

[0043] Um die für die Anpressung der Sensorkassette an die Verbindungselemente des Analysemoduls erforderlichen Kräfte aufbringen zu können, ist bevorzugt vorgesehen, dass die Kassettenaufnahme wenigstens ein Halteelement aufweist, welches einen quer zur Bewegungsbahn wirksamen Anschlag für die Sensorkassette ausbildet.

[0044] Gleichzeitig kann das wenigstens eine Halteelement eine Führung zum Einschieben der Sensorkassette in die Kassettenaufnahme quer zur Bewegungsbahn ausbilden.

[0045] Für die weitere Verarbeitung der aus der Sensorkassette gewonnenen elektrischen Signale ist bevorzugt vorgesehen, dass das Analysemodul eine elektronische Schaltung zur Verstärkung und/oder analog-digital Wandlung der über die elektrischen Kontaktelemente abgegriffenen Signale aufweist. Insbesondere ist für jede ionenselektive Elektrode der Sensorkassette eine eigene Vorverstärkerschaltung und/oder ADC-Schaltung im Analysemodul vorgesehen. Durch das Vorsehen von separaten Verstärkerschaltungen und/oder ADC Schaltungen im Analysemodul können alle Messparameter in unmittelbarer Nähe der Sensorkassette bzw. der Kassettenaufnahme simultan und mit geringen Störeinflüssen gemessen werden.

[0046] Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In dieser zeigen Fig. 1 eine perspektivische Ansicht der Sensorkassette in auseinandergezogener Darstellung, Fig. 2 eine perspektivische Ansicht des Sensorträgers der Sensorkassette, Fig. 3 eine Draufsicht auf den Abdeckteil der Sensorkassette, Fig. 4 eine Schnittansicht gemäß dem Pfeil IV-IV der Fig. 3, Fig. 5 eine Schnittansicht gemäß dem Pfeil v-v der Fig. 3, Fig. 6 eine Detailansicht einer formschlüssigen Verbindung zwischen dem Sensorträger und dem Abdeckteil, Fig. 7 eine perspektivische Ansicht des Analysemoduls mit der Kassettenaufnahme in aufgeschwenktem Zustand, Fig. 8 eine Ansicht entsprechend Fig. 7 mit abgenommener Kassettenaufnahme und Fig. 9 eine perspektivische Ansicht des Analysemoduls mit in der Kassettenaufnahme aufgenommenen Sensorkassette in angeschlossenem Zustand.

[0047] In Fig. 1 ist eine Sensorkassette dargestellt, deren im Wesentlichen planarer Sensorträger mit 1 bezeichnet ist. Die Sensorelemente des Sensorträgers sind an der in Fig. 1 nicht sichtbaren Unterseite angeordnet. Der Abdeckteil 2 ist im gebrauchsfertigen bzw. zusammengebauten Zustand der Sensorkassette mit seiner Unterseite auf der Oberseite des Abdeckteils 2 angebracht. In Fig. 1 sind der Sensorträger 1 und der Abdeckteil 2 der Übersichtlichkeit halber jedoch in voneinander beabstandeter Position dargestellt. Im Abdeckteil 2 sind an der dem Sensorträger 1 zugewandten Seite ein Messkanal 3 und eine Referenzkanal 4 ausgebildet.

[0048] Zur gegenseitigen Ausrichtung des Sensorträgers 1 und des Abdeckteils 2 trägt der Abdeckteil zwei in Richtung des Sensorträgers 1 vorstehende Ausrichtzapfen 5, welche im zusammengebauten Zustand der Sensorkassette in Ausnehmungen 6 des Sensorträgers 1 eintauchen. Die formschlüssige Verbindung des Sensorträgers 1 mit dem Abdeckteil 2 erfolgt mit Hilfe einer Vielzahl von Verstemmdomen 7, welche Ausnehmungen 8 des Sensorträgers 1 durchsetzen. In Fig. 1 ist weiters ein aus der Ebene des Abdeckteils 2 herausgebogener Griffbereich 9 ersichtlich.

[0049] In Fig. 2 ist die Unterseite des Sensorträgers 1 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass der Sensorträger eine Mehrzahl von Sensorelementen 10 trägt, die entlang des Messkanals 3 angeordnete ionenselektive Elektroden umfassen, die von der durch den Messkanal 3 fließenden Probenflüssigkeit benetzt werden. Weiters ist eine Referenzelektrode 11 vorgesehen, welche durch die über den Referenzkanal 4 zugeführte Referenzlösung benetzt wird. Weiters sind Leitwertkontakte 12 vorgesehen. Die ionenselektiven Elektroden der Sensorelemente 10, die Referenzelektrode 11 und die Leitwertkontakte 12 sind über Leiterbahnen 13 mit elektri-

schen Kontaktbereichen 13' verbunden, über welche ein Spannungsabgriff erfolgt. Die elektrischen Kontaktbereiche 13' sind in einem Randbereich des Sensorträgers 1 angeordnet, der im zusammengebauten Zustand der Sensorkassette nicht von dem Abdeckteil 2 abgedeckt ist.

[0050] In Fig. 3 sind die Schnittlinien IV-IV und V-V für die in den Fig. 4 und 5 dargestellten Querschnittsdarstellungen ersichtlich. Fig. 4 ist ein Querschnitt des Messkanals 3, wobei ersichtlich ist, dass der Kanal in einer Weichkomponente 14 des Abdeckteils 2 ausgebildet ist. Der restliche Körper des Abdeckteils besteht aus einer Hartkomponente 15. Die Hartkomponente 15 weist eine nutförmige Ausnehmung 16 auf, die dem Verlauf des Messkanals 3 folgt und der Aufnahme der Weichkomponente 14 dient. Eine analoge Ausbildung ist im Zusammenhang mit dem Referenzkanal 4 vorgesehen. Die Weichkomponente 14 bildet hierbei auch Dichtungslippen 17 aus, die seitlich des Messkanals 3 aus der Ebene des Abdeckteils in Richtung zum Sensorträger vorstehen.

[0051] In Fig. 5 ist der Querschnitt des Abdeckteils 1 im Bereich eines an der Rückseite des Abdeckteils ausgebildeten Flüssigkeitsanschlusses 18 dargestellt.

[0052] Flüssigkeitsanschlüsse sind hierbei an allen drei Enden der Kanäle 3,4 angeordnet. Der in Fig. 5 dargestellte Flüssigkeitsanschluss 18 ist aus der Weichkomponente 14 gebildet und daher sowohl mit dem den Messkanal 3 ausbildenden Material als auch mit den Dichtlippen 17 einstückig ausgebildet. Der Flüssigkeitsanschluss 18 ist über einen in der Weichkomponente 14 ausgebildeten Verbindungskanal 19 mit dem Messkanal 3 verbunden.

[0053] Anhand der Fig. 6 wird die Befestigung des Abdeckteils 2 am Sensorträger 1 durch Verstemmen näher erläutert. Der Verstemmdom 7 des Abdeckteils 2 durchsetzt die Ausnehmung 8 des Sensorträgers 1. Die Ausnehmung 8 weist hierbei einen erweiterten Bereich 20 auf, in den das durch den Verstemmprozess bzw. die plastische Verformung verdrängte Material des Verstemmdoms 7 aufgenommen wird. Zu diesem Zweck wird ein Verstemmwerkzeug in Richtung des Pfeils 21 in die stirnseitige Ausnehmung 22 des Verstemmdoms 7 eingeführt und durch Aufbringen einer großen Kraft eine plastische Verformung bewirkt. Um Spannungsspitzen im Bereich des Ansatzes des Verstemmdoms 17 zu reduzieren, ist dort eine Verrundung 23 nach Art eines Axialeinstichs ausgebildet.

[0054] In Fig. 7 ist ein Analysemodul 24 dargestellt, welches eine schwenkbar gelagerte Kassettenaufnahme 25 umfasst. Beidseitig an der Kassettenaufnahme 25 angeordnete Führungselemente 26 definieren hierbei einen Bereich, in den die Sensorkassette in Richtung des Pfeils 27 eingeschoben werden kann. Die Schwenkachse der Kassettenaufnahme 25 ist mit 28 bezeichnet.

[0055] Die Verbindungselemente des Analysemoduls, welche die fluidische und elektrische Verbindung der Sensorkassette mit dem Analysemodul 24 herstellen, sind in Fig. 8 besser ersichtlich. Es sind drei fluidische Verbindungselemente 29 vorgesehen, welche ausgebildet sind, um mit den Flüssigkeitsanschlüssen 18 der Sensorkassette zusammenzuwirken, wobei hier im Wesentlichen eine Steckverbindung hergestellt wird. Die elektrischen Verbindungselemente sind in Form von Kontaktstiften 30 ausgebildet, welche in Richtung des Doppelpfeils 31 federnd beweglich gehalten sind.

[0056] Zum Anschließen einer Sensorkassette 32 an das Analysemodul 24 wird diese in der in Fig. 7 dargestellten aufgeschwenkten Position der Kassettenaufnahme 25 in Richtung des Pfeils 27 bis zum Anschlag eingeschoben. Danach wird die Kassettenaufnahme 25 samt der Sensorkassette 32 um die Schwenkachse 28 nach unten verschwenkt, bis die Flüssigkeitsanschlüsse 18 in die fluidischen Verbindungselemente 29 und die elektrischen Kontaktbereiche 13' des Sensorträgers 1 gegen die Kontaktstifte 30 gedrückt werden. In dieser in Fig. 9 dargestellten Position wird die Kassettenaufnahme 25 durch nicht näher dargestellte Verriegelungselemente verriegelt, sodass die Sensorkassette 32 in dem mit dem Analysemodul 24 verbundenen Zustand verbleibt bis die Verriegelung gelöst und die Kassettenaufnahme 25 wieder aufgeschwenkt wird.

Patentansprüche

1. In ein Analysemodul einsetzbare Sensorkassette zur Durchführung von insbesondere elektrochemischen Messvorgängen in Probenflüssigkeiten, insbesondere Körperflüssigkeiten oder durch präanalytische Aufbereitung von Körperflüssigkeiten oder biologischem Probenmaterial gewonnenen Probenflüssigkeiten, umfassend einen Sensorträger (1), der im wesentlichen planar ausgebildet ist und eine Mehrzahl von insbesondere elektrochemischen Sensorelementen (10) zur Bestimmung von chemischen und/oder physikalischen Parametern der Probenflüssigkeiten trägt, die mit am Sensorträger (1) ausgebildeten Leiterbahnen in Verbindung stehen, und einen auf dem Sensorträger (1) angeordneten Abdeckteil (2), in dem wenigstens ein zum Sensorträger (1) hin offener nutförmiger Messkanal (3) ausgebildet ist, der für den Durchfluss der Probenflüssigkeit bestimmt ist, mit wenigstens einem insbesondere elektrochemischen Sensorelement (10) des Sensorträgers (1) in Verbindung steht und mit wenigstens einem an der dem Sensorträger (1) abgewandten Seite angeordneten Flüssigkeitsanschluss (18) fluidisch verbunden ist, wobei der Abdeckteil (2) als Zweikomponenten- Spritzgussteil umfassend eine Hartkomponente (15) und eine Weichkomponente (14) ausgeführt ist, wobei der wenigstens eine Messkanal (3) über seine gesamte Länge in der Weichkomponente (14) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Weichkomponente (14) den wenigstens einen Flüssigkeitsanschluss (18) ausbildet, wobei der wenigstens eine Messkanal (3) und der wenigstens eine Flüssigkeitsanschluss (18) miteinander einstückig ausgebildet sind.
2. Sensorkassette nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Weichkomponente (14) mit dem Sensorträger (1) zusammenwirkende Dichtlippen (17) zur Abdichtung des wenigstens einen Messkanals (3) aufweist.
3. Sensorkassette nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Hartkomponente (15) wenigstens eine Nut ausgebildet ist, in der die Weichkomponente (14) zur Ausbildung des wenigstens einen Messkanals (3) angeordnet ist.
4. Sensorkassette nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensorträger (1) und der Abdeckteil (2) formschlüssig miteinander zusammenwirkende Verbindungselemente (7,8) aufweisen.
5. Sensorkassette nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungselemente (7,8) durch Verstemmen, insbesondere Heiß- und/oder Kaltverstemmen, in formschlüssige Verbindung gebracht sind.
6. Sensorkassette nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungselemente (7,8) am Sensorträger (1) oder am Abdeckteil (2) angeordnete Dome (7) umfassen, die am jeweils anderen Teil ausgebildete Ausnehmungen (8) durchsetzen.
7. Sensorkassette nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensorträger (1) und/oder der Abdeckteil (2) optisch transparent ausgebildet sind.
8. Sensorkassette nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich zu dem wenigstens einen Messkanal (3) ein Referenzkanal (4) im Abdeckteil (2) ausgebildet ist, wobei der Messkanal (3) an einem Ende mit einem für den Zufluss der Probenflüssigkeit vorgesehenen ersten Flüssigkeitsanschluss (18) und am anderen Ende mit einem für den Abfluss der Probenflüssigkeit vorgesehenen zweiten Flüssigkeitsanschluss (18) in Verbindung steht und wobei der Referenzkanal (4) an einem Ende mit einem für den Zufluss einer Referenzflüssigkeit vorgesehenen dritten Flüssigkeitsanschluss (18) in Verbindung steht und am anderen Ende in den Messkanal (3) mündet.
9. Sensorkassette nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Referenzkanal (4) in einen abgewinkelten Abschnitt des Messkanals (3) mündet.

10. Vorrichtung zur Durchführung von insbesondere elektrochemischen Messvorgängen in Probenflüssigkeiten umfassend eine Sensorkassette (32) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und ein Analysemodul (24) mit wenigstens einer Kassettenaufnahme (25) für die Sensorkassette (32), wobei die Sensorkassette (32) im in der Kassettenaufnahme (25) aufgenommenen Zustand entlang einer Bewegungsbahn zwischen einer ersten und einer zweiten Position verlagerbar ist, wobei die Sensorkassette (32) in der ersten Position von dem Analysemodul (24) fluidisch und elektrisch getrennt und in der zweiten Position fluidisch und elektrisch mit dem Analysemodul (24) verbunden ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Analysemodul (24) wenigstens ein fluidisches Verbindungselement (29) aufweist, das mit dem wenigstens einen als Gegenelement ausgebildeten Flüssigkeitsanschluss (18) der Sensorkassette (32) in fluidische Verbindung bringbar ist und dass das Analysemodul (24) eine Mehrzahl von elektrischen Kontaktelementen aufweist, die mit von dem Abdeckteil (2) freigelassenen Kontaktbereichen der Leiterbahnen der Sensorkassette (32) in elektrische Verbindung bringbar ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die fluidische und die elektrische Verbindung durch die Verlagerung der Sensorkassette (32) entlang der Bewegungsbahn herstellbar ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrischen Kontaktelemente von in Richtung der Bewegung entlang der Bewegungsbahn federnd gehaltenen Kontaktstiften (30) gebildet sind.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kassettenaufnahme (25) mit einer Lagerung oder Führung zusammenwirkt, um gemeinsam mit der darin aufgenommenen Sensorkassette (32) entlang der Bewegungsbahn verlagert zu werden.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kassettenaufnahme (25) schwenkbar gelagert ist, um die Sensorkassette (32) entlang der Bewegungsbahn von der ersten Position in die zweite Position zu verschwenken.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Analysemodul (24) ein mit der Kassettenaufnahme (25) zusammenwirkendes Verriegelungselement aufweist, um die Kassettenaufnahme (25) in der zweiten Position der Sensorkassette (32) zu fixieren.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kassettenaufnahme (25) wenigstens ein Halteelement aufweist, welches einen quer zur Bewegungsbahn wirksamen Anschlag für die Sensorkassette (32) ausbildet.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine Halteelement eine Führung zum Einschieben der Sensorkassette (32) in die Kassettenaufnahme (25) quer zur Bewegungsbahn ausbildet.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Analysemodul (24) eine elektronische Schaltung zur Verstärkung und/oder analog-digital Wandlung der über die elektrischen Kontaktelemente abgegriffenen Signale aufweist.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

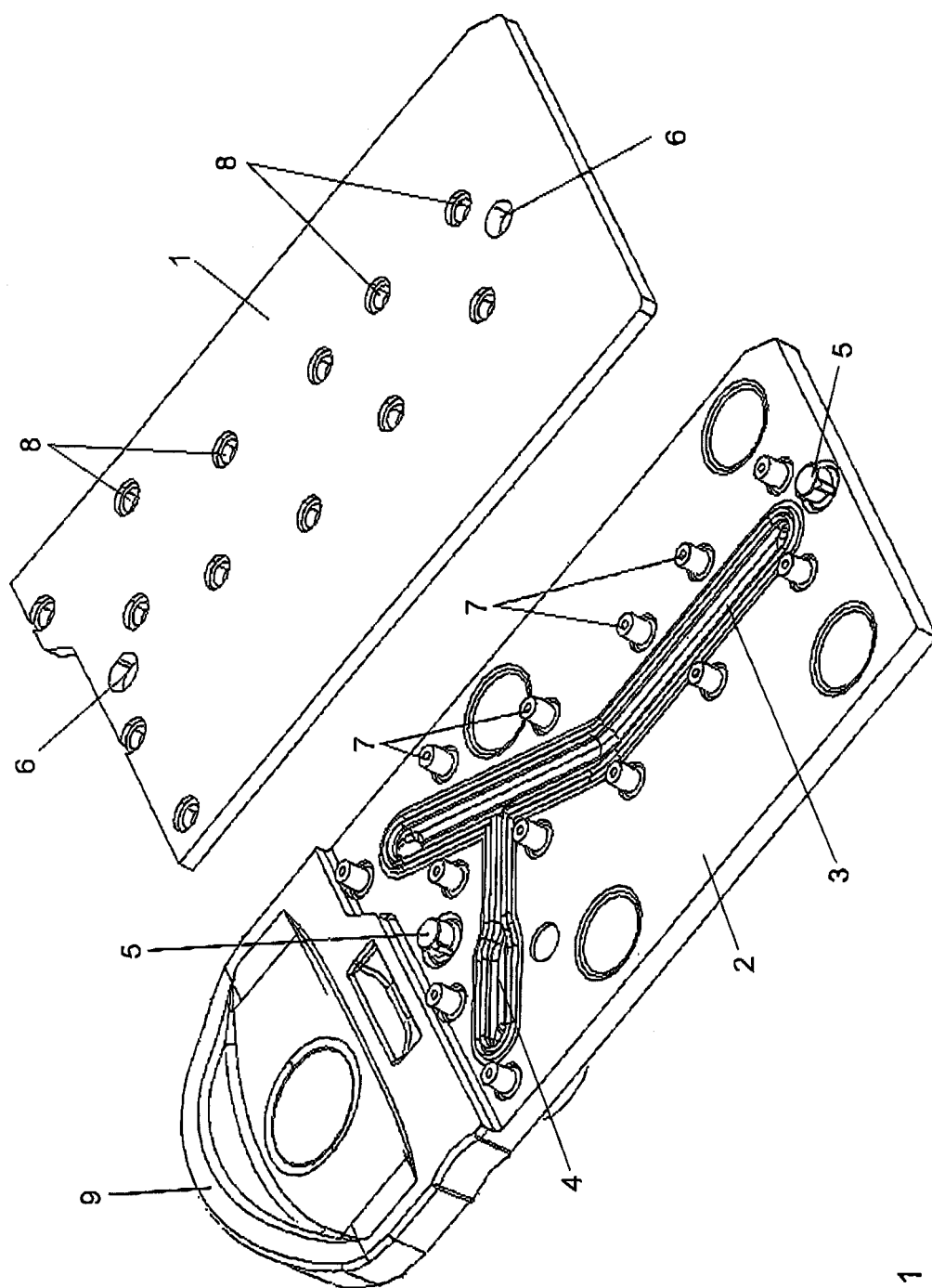
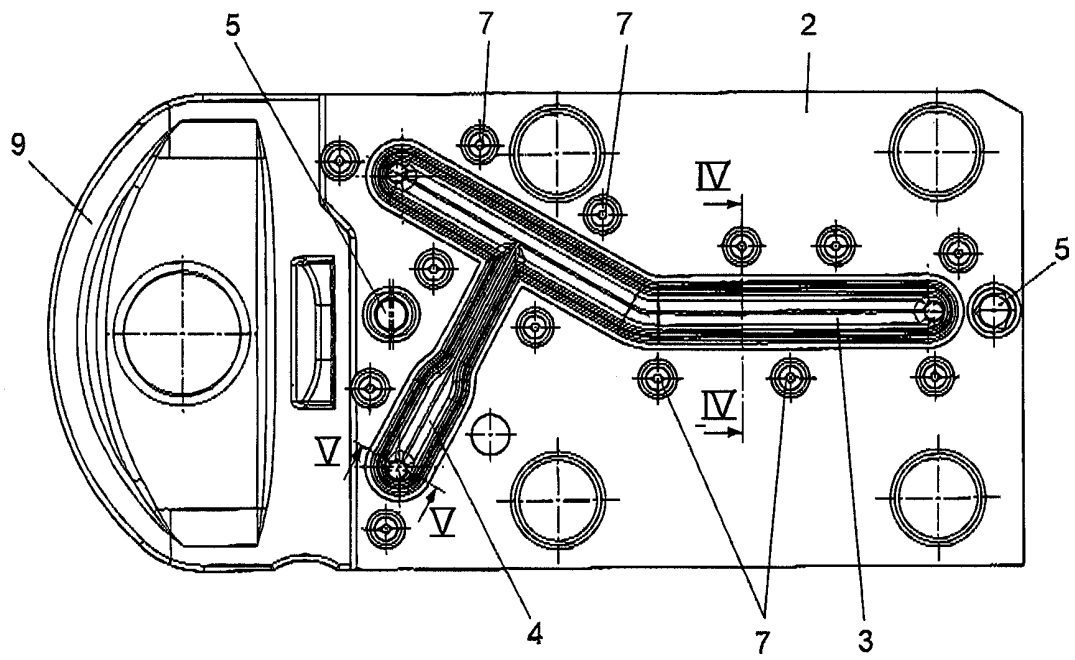
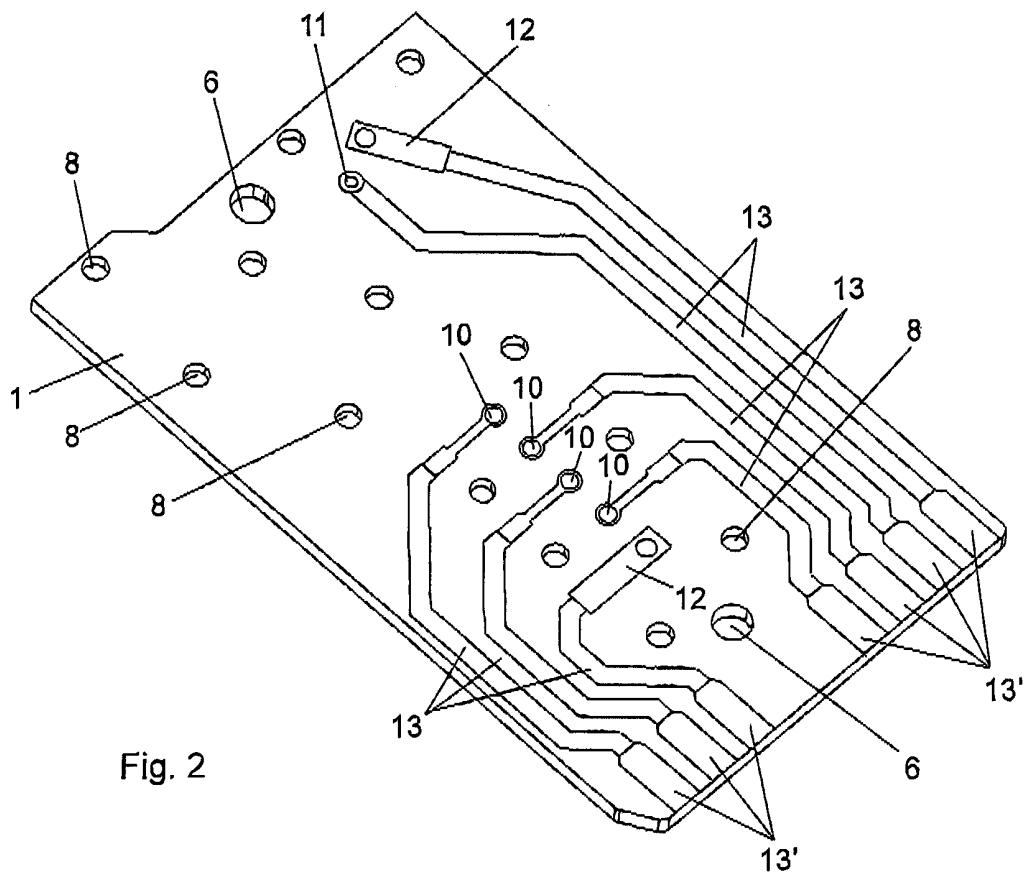


Fig. 1



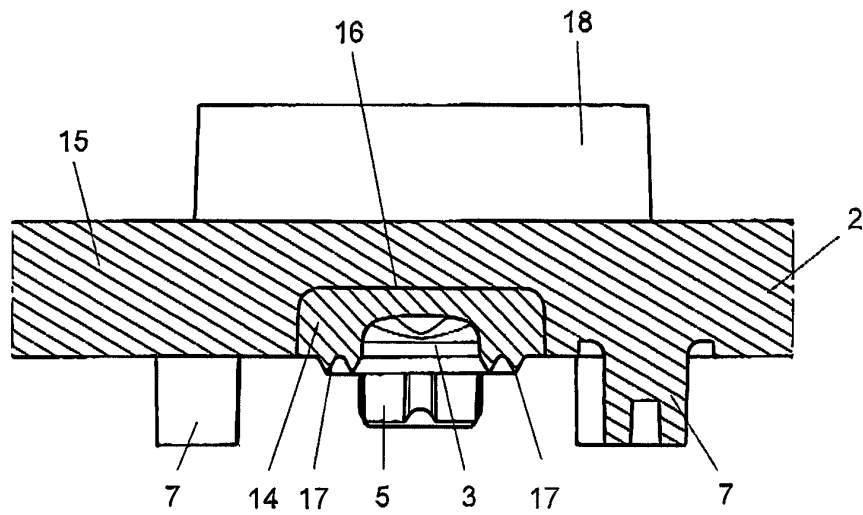


Fig. 4

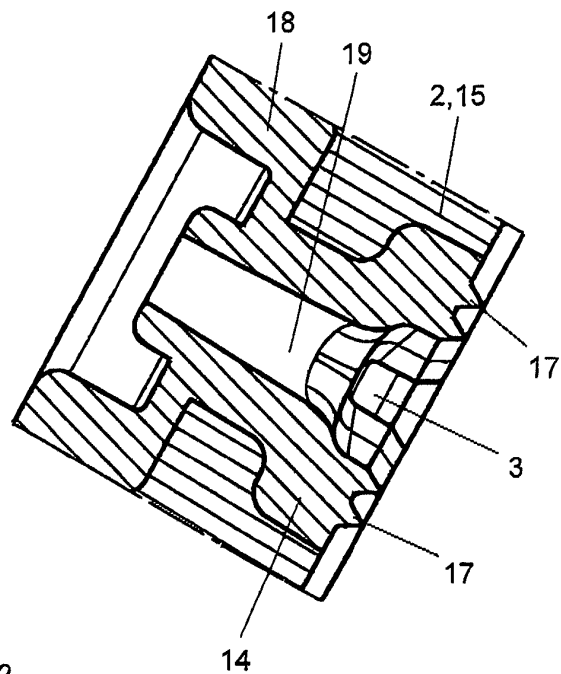


Fig. 5

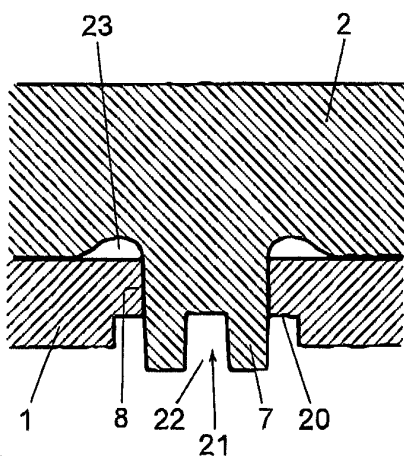
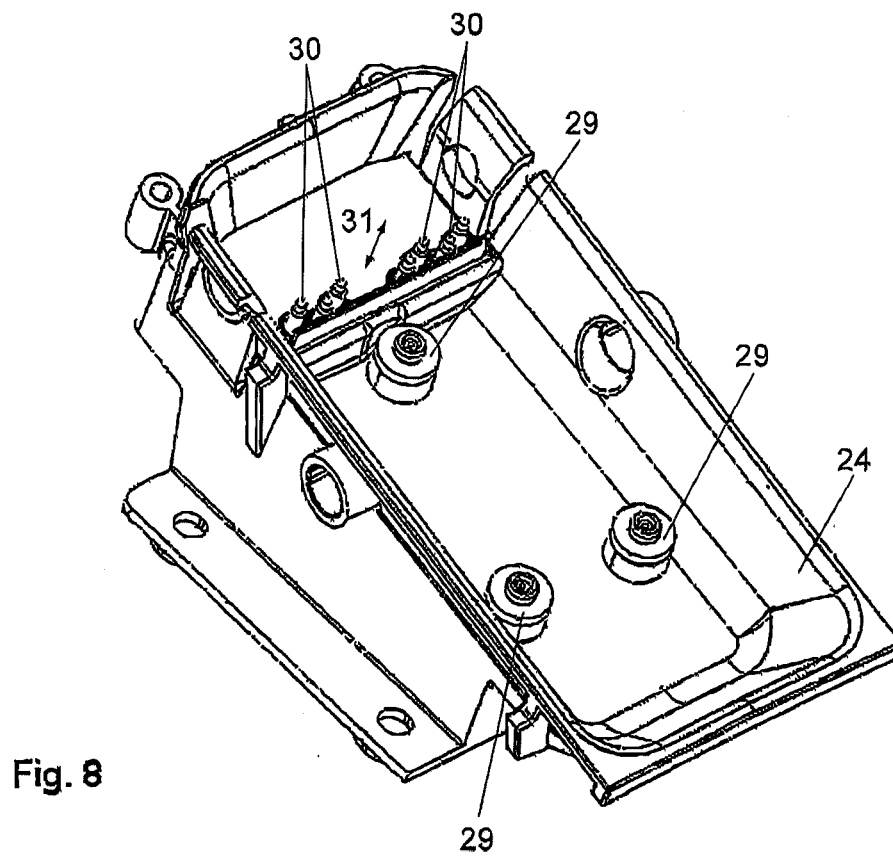
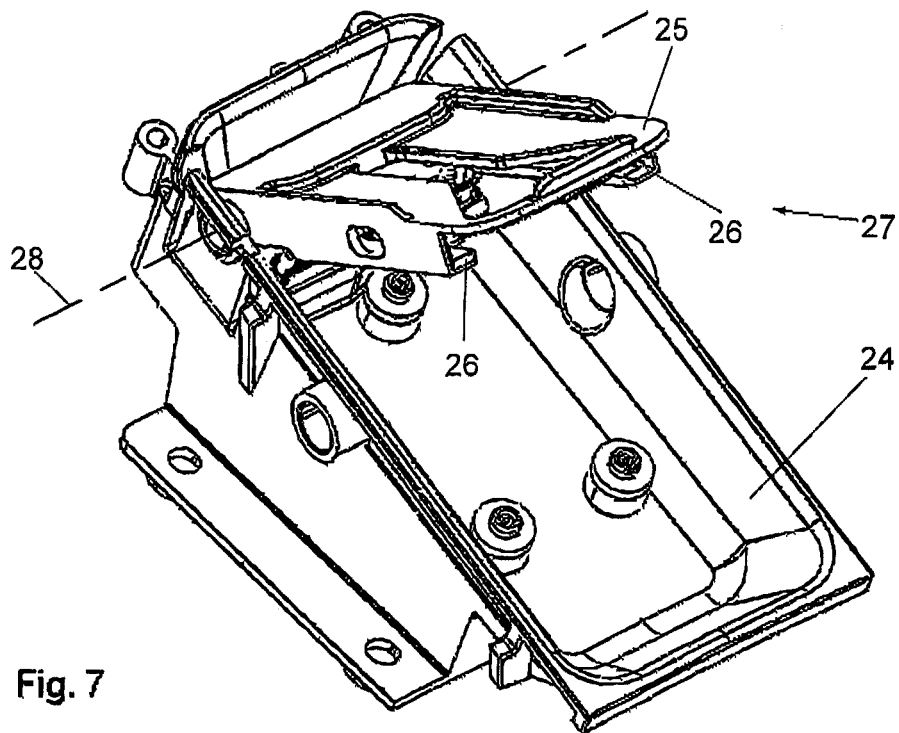


Fig. 6



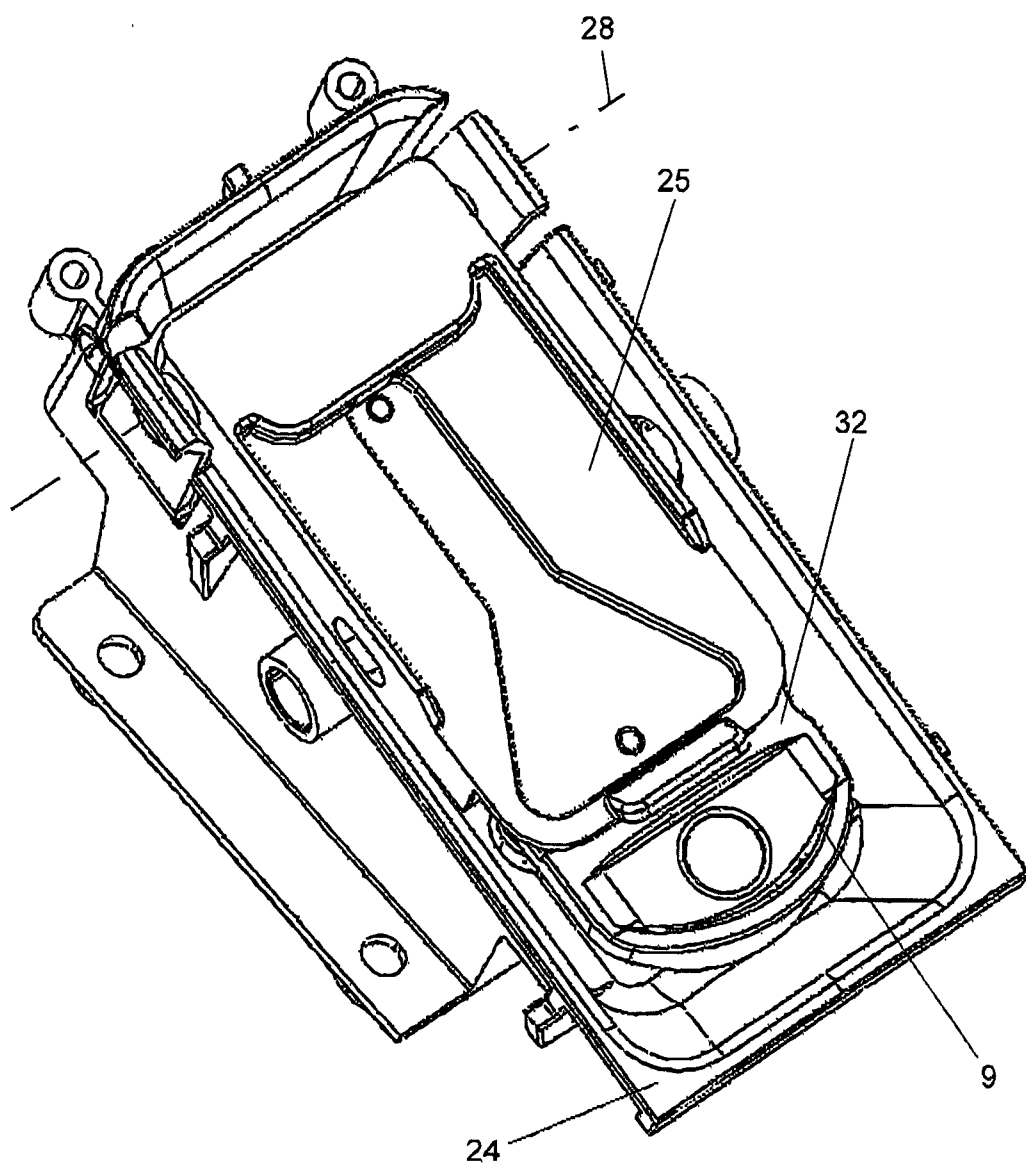


Fig. 9