

(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  
30. August 2018 (30.08.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2018/153943 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

A61M 27/00 (2006.01) A61B 5/03 (2006.01)  
A61B 5/00 (2006.01)

(74) Anwalt: MAIWALD PATENTANWALTS- UND RECHTSANWALTSGESELLSCHAFT MBH; Elisenhof, Elisenstraße 3, 80335 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/054316

(22) Internationales Anmeldedatum:  
21. Februar 2018 (21.02.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
17157971.7 24. Februar 2017 (24.02.2017) EP

(71) Anmelder: IPTA GMBH [DE/DE]; Am Rötspark 32, 71332 Waiblingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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.

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

(54) Title: DEVICE FOR DRAINAGE OF THE BRAIN

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG FÜR EINE GEHIRNDRAINAGE

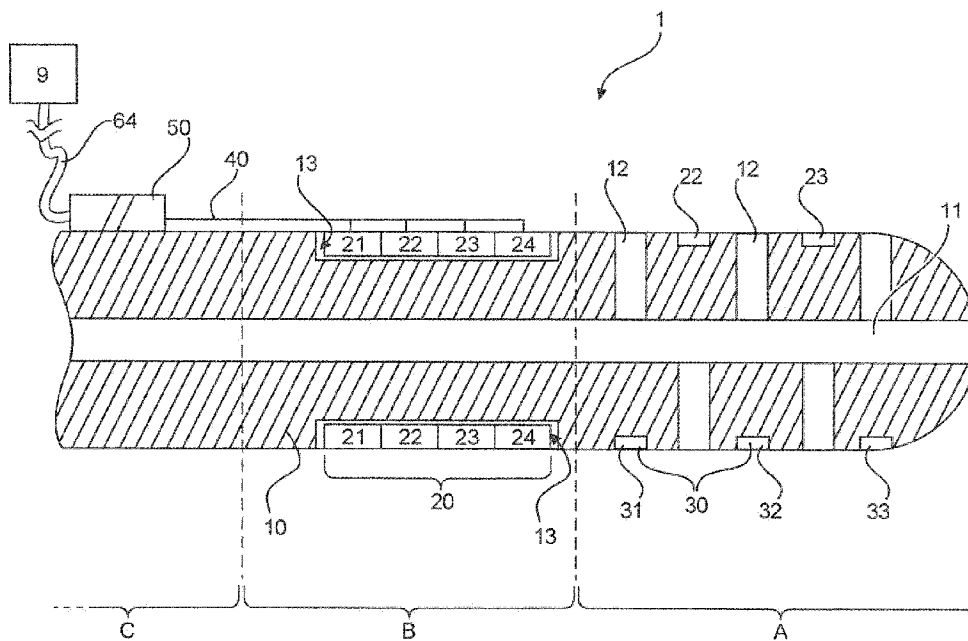


Fig. 1

(57) Abstract: Brain drainage device having a rod-shaped hollow body (10) with an inner drainage channel (11) for insertion through the cranium into the brain, a first sensor arrangement (20) with at least one sensor (21, 22, 23, 24) for measuring a physical parameter, and a signal interface; wherein the rod-shaped hollow body has a first region A which, in the applied state, is designed to protrude into the ventricle situated in the brain; wherein the rod-shaped hollow body has a second region B, which is arranged proximally from the first region, wherein the second region is designed to lie in the region of the brain mass in the applied state; wherein the first sensor arrangement is arranged in the second region in order to measure a physical parameter of the brain mass; wherein the first sensor arrangement is connected to the signal interface such that measurement data determined by the first sensor arrangement are transmitted



WO 2018/153943 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).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

---

to a measuring system that is to be connected.

**(57) Zusammenfassung:** Gehirndrainagevorrichtung mit einem stabförmigen Hohlkörper (10) mit einem inneren Drainagekanal (11) zur Einführung durch die Schädeldecke in das Gehirn, einer ersten Sensoranordnung (20) mit wenigstens einem Sensor (21, 22, 23, 24) zur Messung eines physikalischen Parameters und einer Signalschnittstelle; wobei der stabförmige Hohlkörper einen ersten Bereich A aufweist, der ausgelegt ist, um im applizierten Zustand in den im Gehirn befindlichen Ventrikel hineinzuragen; wobei der stabförmige Hohlkörper einen zweiten Bereich B aufweist, der proximal von dem ersten Bereich angeordnet ist, wobei der zweite Bereich ausgelegt ist, um im applizierten Zustand im Bereich der Gehirnmasse zu liegen; wobei die erste Sensoranordnung im zweiten Bereich angeordnet ist, um einen physikalischen Parameter der Hirnmasse zu messen; wobei die erste Sensoranordnung mit der Signalschnittstelle verbunden ist, um von der ersten Sensoranordnung ermittelte Messdaten an ein zu verbindendes Messsystem zu übermitteln.

## Vorrichtung für eine Gehirndrainage

15

### **Technische Gebiet**

Die Erfindung betrifft eine Gehirndrainagevorrichtung, insbesondere eine Gehirndrainagevorrichtung mit einer integrierten Sensoranordnung zur Überwachung  
20 von physikalischen Parametern, insbesondere des Gehirndrucks während eines Eingriffs.

### **Hintergrund der Erfindung**

25 Der Hirndruck ist ein umgangssprachlicher Begriff für den Druck, der im Schädelinneren herrscht (intrakranieller Druck, häufige, auch im Medizinischen verwendete Abkürzung ICP für englisch intracranial pressure). Der intrakranielle Druck ist entscheidend für die Durchblutung und somit für die Funktion des Gehirns, da er dem Druck, mit dem das Blut ins Gehirn gepumpt wird, entgegenwirkt. Sind  
30 intrakranieller Druck und mittlerer arterieller Blutdruck gleich, wird das Gehirn nicht mehr durchblutet. Das Gehirn reduziert in kurzer Zeit seine Funktionstätigkeit und stirbt innerhalb kurzer Zeit ab. Daher ist die Messung des intrakraniellen Drucks ein wichtiger Anhaltspunkt für therapeutische Entscheidungen bei der Behandlung von Patienten mit schweren Hirnschädigungen, z.B. nach einem Schädel-Hirn-Trauma

oder einem Schlaganfall.

Messungen des intrakraniellen Drucks kommen z.B. zum Einsatz im Bereich der raumfordernden post-operativen Tumor-Nachsorge, bei Schädel-Hirn Traumata, parenchymatösen und intraventrikulären Hirnblutungen und Schlaganfall. Erhöhter intrakranieller Druck kann z.B. zu Stauungspapillen, Kopfschmerz und Erbrechen führen.

Konventionelle Messmethoden des intrakraniellen Drucks sind entweder nicht-invasiv und bieten damit einen gewissen Patientenkomfort mit einhergehender Messgenauigkeit oder invasiv bei höherer Messgenauigkeit aber deutlich geringerem Patientenkomfort.

Der Liquor cerebrospinalis (Gehirn-Rückenmarks-Flüssigkeit, Zerebrospinalflüssigkeit, CSF) ist eine klare und farblose Körperflüssigkeit, die mit der Gewebsflüssigkeit des Gehirns in Verbindung steht und daher auch in der Zusammensetzung sehr ähnlich ist. Der Liquor wird in den Plexus choroidei hauptsächlich in den Seitenventrikeln (aber auch in Teilen des dritten und vierten Ventrikels) aus dem Blut abgepresst und gelangt über den dritten Ventrikel und den Aquaeductus mesencephali in den vierten Ventrikel und von dort durch Öffnungen (Aperturae) in den äußeren Liquorraum außerhalb des Gehirns. Hier findet die Wiederaufnahme (Resorption) des Hirnwassers in venöse Blutleiter statt. Es handelt sich also um ein zirkulierendes System.

Ist die Liquorproduktion zu stark oder kann der Liquor nicht ordnungsgemäß abfließen, weil ein Tumor, eine Hirnblutung oder eine andere Schwellung den Abfluss versperrt, dann entsteht ein Hydrocephalus internus, eine Stauung des Hirnwassers im Ventrikelsystem. Diese kann das Gehirn unter Druck setzen (Hirndruck), der lebensgefährlich sein kann. Um diese Lebensgefahr abzuwenden, muss der Druck aus dem Ventrikel abgeleitet werden. Daher wird von außen in einer

kleinen Operation, die entweder im Operationssaal oder bettseitig auf der Intensivstation erfolgen kann, ein Schlauch oder eine dünne Nadel (Duisburger Nadel) durch die Schädeldecke in das Ventrikelsystem eingeführt. Durch diese Ableitung kann dann der Liquor entweichen und die Gefahr ist zunächst gebannt.

5

Da eine solche externe Ventrikeldrainage eine potenzielle Eintrittspforte für Keime ist, kann sie nicht unbegrenzt liegen bleiben. Sie ist also nur als vorübergehende Ableitung geeignet. Ist eine dauerhafte Liquorableitung erforderlich, muss operativ ein sogenannter interner Cerebralshunt z.B. in Form eines Ventrikulo-peritonealen Shunts angelegt werden.

10

### **Zusammenfassung der Erfindung**

Durch die vorliegende Erfindung wird eine verbesserte Gehirndrainagevorrichtung gemäß den unabhängigen Ansprüchen bereitgestellt, insbesondere eine Gehirndrainagevorrichtung mit einer integrierten Sensoranordnung, insbesondere zur Hirndruckmessung. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung verkörpert.

15

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird eine Gehirndrainagevorrichtung vorgeschlagen mit einem stabförmigen Hohlkörper mit einem inneren Drainagekanal zur Einführung durch die Schädeldecke in das Gehirn, einer ersten Sensoranordnung mit wenigstens einem Sensor zur Messung eines physikalischen Parameters und einer Signalschnittstelle; wobei der stabförmige Hohlkörper einen ersten Bereich aufweist,

20

der ausgelegt ist, um im applizierten Zustand in den im Gehirn befindlichen Ventrikel hineinzuragen; wobei der stabförmige Hohlkörper einen zweiten Bereich aufweist, der proximal von dem ersten Bereich angeordnet ist, wobei der zweite Bereich ausgelegt ist, um im applizierten Zustand im Bereich der Gehirnmasse zu liegen; wobei der erste Bereich eine mit dem Drainagekanal verbundene

25

Drainageöffnungsanordnung aufweist, über die im applizierten Zustand Liquor aus

30

dem Ventrikel in den Drainagekanal drainagiert werden kann; wobei die erste Sensoranordnung im zweiten Bereich angeordnet ist, um einen physikalischen Parameter der Hirnmasse zu messen; wobei die erste Sensoranordnung mit der Signalschnittstelle verbunden ist, um von der ersten Sensoranordnung ermittelte

5 Messdaten an ein zu verbindendes Messsystem zu übermitteln. Auf diese Weise kann eine schonende und zuverlässige Drainagierung des Ventrikels vorgenommen werden und gleichzeitig die relevanten physikalischen Parameter überwacht werden, die Ausdruck des medizinischen Zustandes des Patienten sind.

10 In einer Ausführungsform der Erfindung weist die erste Sensoranordnung im Wesentlichen eine geometriekonstante Form auf. Mit anderen Worten, die Sensoranordnung und der Messvorgang hat keinen Einfluss auf die Geometrie der Gehirndrainagevorrichtung. Auf diese Weise kann eine Auswirkung der Sensoren und der Gehirndrainagevorrichtung auf den Organismus des Patienten reduziert

15 werden.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann die Gehirndrainagevorrichtung mehrere Sensoren aufweisen, die mit einem anzuschließenden Messsystem verbunden sind. Die mehreren Sensoren können beispielsweise unterschiedliche

20 physikalische Parameter messen. Die Sensoren können zusammen in einer Baueinheit gefasst sein und so fusioniert sein. Beispielsweise kann eine Fusion von Sensoren für die Temperatur, Blutsauerstoffsättigung, Hirndruckmessung und/oder Hirnaktivität in einer Sensoranordnung vorgenommen werden. Die Sensoranordnung kann außen auf den Hohlkörper aufgebracht werden. Möglich ist die Aufbringung

25 der Sensoranordnung zur Messung von z.B. Hirndruck, Temperatur, Sauerstoffmessung und/oder Gehirnaktivitätsmessung (EEG) mit einem Druckverfahren, etwa einem galvanischen, lithographischen oder Jet-Druckverfahren. Die Sensoranordnung kann auch innen durch den Hohlkörper verlaufen. Die Sensoranordnung kann mehrere Sensoren gleicher oder verschiedener

30 Art umfassen. Die Sensoren können an unterschiedlichen Positionen und/oder mit

unterschiedlichen Messwinkeln versehen sein. Die Sensoren können in Vertiefungen an der Außenseite des stabförmigen Hohlkörpers eingelassen sein, sodass diese flächenbündig mit der Außenseite des Hohlkörpers fluchten und nicht aufragen.

- 5 Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann der Hohlkörper der Gehirndrainagevorrichtung aus einer Titanlegierung oder Titan sein. Der Hohlkörper, der die Messsensorik aufnimmt, kann aus einem nicht-magnetischen, strahlungsdurchlässigem Material bestehen. Das Material kann metallisch, insbesondere Titan oder eine Titanlegierung oder Kunststoff sein. Die Vorteile in
- 10 einem metallischen Material werden darin gesehen, dass die Länge im Vergleich zu Kunststoff besser kalibrierbar ist. Der Hohlkörper kann mit einem Kunststoff überzogen sein. Der Hohlkörper kann sterilisierbar sein und kann insbesondere durch Hitze sterilisierbar sein.
- 15 Gemäß einer Ausführungsform kann der Hohlkörper z.B. einen Mindestdurchmesser von 1 mm haben, der Maximaldurchmesser kann z.B. bei 10 mm liegen.

- Gemäß einer Ausführungsform kann die Gehirndrainagevorrichtung mehrere oder nur eine Drainageöffnung aufweisen. Der stabförmige Hohlkörper kann gemäß einer
- 20 Ausführungsform die Drainageöffnungen ausschließlich an den zylindrischen Teilen aufweisen, sodass der Stirnbereich ohne Öffnung ausgestaltet ist. Dies verringert die Verletzungsgefahr beim Einführen des stabförmigen Hohlkörpers in den Schädel bzw. die Gehirnmasse des Patienten. Alternativ kann eine einzelne Drainageöffnung eine Öffnung einer entlang der Längsachse des Hohlkörpers verlaufenden
- 25 Durchgangsbohrung am Ende des Hohlkörpers sein. Die Drainageöffnungen können dabei oval oder elliptisch ausgestaltet sein und an den Kanten zu der Außenseite des Hohlkörpers gerundet sein um Verletzungen zu vermeiden.

- Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann die Gehirndrainagevorrichtung in
- 30 dem ersten, mit der Drainageöffnungsanordnung versehenen Bereich eine zweite

- Sensoranordnung aufweisen mit wenigstens einem Sensor aus der Gruppe bestehend aus: Sauerstoffgehaltssensor, Sauerstoffsättigungssensor, Drucksensor und Temperatursensor, um einen entsprechenden physikalischen Parameter auch im Ventrikel zu ermitteln. Die zweite Sensoranordnung kann auch mit der
- 5 Signalschnittstelle verbunden sein, um von der zweiten Sensoranordnung ermittelte Messdaten an ein zu verbindendes Messsystem zu übermitteln. Auf diese Weise können auch im Ventrikelbereich physikalische Parameter ermittelt und ausgelesen werden.
- 10 Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist wenigstens ein Sensor der ersten und/oder zweiten Sensoranordnung einen Sensor zur Erfassung eines Sauerstoffgehaltes im Bereich der Gehirnmasse oder des Ventrikels auf mit wenigstens einer Lichtquelle für Licht mit wenigstens einer ersten Wellenlänge und einer zweiten Wellenlänge, sowie wenigstens einen der Lichtquelle zugeordneten
- 15 und bezüglich der erste Wellenlänge sensitiven ersten Lichtsensor und einen der Lichtquelle zugeordneten und bezüglich der zweite Wellenlänge sensitiven zweiten Lichtsensor. Der erste und der zweite Lichtsensor können auch fusioniert in einer Baueinheit vorgesehen sein. Gemäß einer Ausführungsform können die Lichtquelle und die zugeordneten Lichtsensoren axial und/oder azimuthal beabstandet zueinander
- 20 angeordnet sein.
- Auf diese Weise kann die Sauerstoffsättigung auf der Grundlage von zwei unterschiedlichen Lichtwellenlängen ermittelt werden, die beispielsweise im Bereich des roten bzw. infraroten Lichtes liegen, d.h. z.B. bei einer Wellenlänge von größer
- 25 als 570nm oder 600nm.
- Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist die Gehirndrainagevorrichtung im Drainagekanal proximal der Drainageöffnungsanordnung eine steuerbare Ventilanzordnung auf, um den Drainagekanal gezielt öffnen und schließen zu können.
- 30 Dies kann entweder durch einen am Ventil einstellbaren Schwelldruck erfolgen, oder

in Abhängigkeit von einem durch eine der Sensoranordnungen gemessenen Druck. Das Messsystem kann dazu einen einstellbaren Regelkreis aufweisen, über den die Ventilanordnung automatisch angesteuert werden kann, um einen voreingestellten Druck aufrecht zu erhalten.

5

Gemäß einer Ausführungsform weist die steuerbare Ventilanordnung einen mit einer Innenwandung des Drainagekanals verbundenen Ventilsitz und ein dazu in Bezug zu dem Drainagekanal verschiebbares und gegenüber dem Ventilsitz abdichtendes Ventilelement auf. Dieses kann beispielsweise durch ein Piezoelement bewegt  
10 werden. Das Ventilelement kann strömungstechnisch optimiert sein und beispielsweise eine Ellipsoidform oder Projektilform aufweisen.

15

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann ein Abschnitt der Innenwandung des Drainagekanals, der Ventilsitz und das Ventilelement als eine vormontierte bzw.  
15 vorgefertigte Einheit ausgebildet sein, die bei der Fertigung der Gehirndrainagevorrichtung in den stabförmigen Hohlkörper eingebracht wird. Dazu kann im stabförmigen Hohlkörper im Drainagekanal ein Absatz bzw. Rücksprung vorgesehen sein, sodass die vorgefertigte Einheit im montierten Zustand eine zusammen mit dem Grundkörper des stabförmigen Hohlkörpers eine fluchtende  
20 Innenwand des Drainagekanals bildet.

25

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann der stabförmige Hohlkörper Markierungen für z.B. die Eindringtiefe aufweisen, die beispielsweise durch einen Laser oder ein Ätzverfahren sehr präzise aufgebracht werden können. Der  
25 Hohlkörper kann an seinem freien distalen Ende eine gewölbte Oberfläche aufweisen, um Hirnmasse beiseite zu drücken.

30

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann der distale Bereich des stabförmigen Hohlkörpers eine Verdickung aufweisen, hergestellt z.B. dadurch, dass  
30 eine Kugel mit einer Durchgangsbohrung auf den stabförmigen Hohlkörper

geschoben und mit diesem fest und lückenfrei verbunden wird. Auf diese Weise kann die Gehirnmasse beim Durchschieben der Gehirndrainagevorrichtung sanft beiseite gedrückt werden.

- 5 Unter distal wird ein Bereich in Richtung des menschlichen Körpers bzw. der Körpermitte verstanden, hier dem Bereich mit Drainageöffnungen. Unter proximal wird ein Bereich in vom menschlichen Körper weg gerichteter Richtung verstanden.

- Als magnetisch inaktives Material wird Material verstanden, welches sich bei  
10 magnetfeldbasierten Untersuchungsverfahren im Wesentlichen neutral verhält und keine signifikanten magnetischen Eigenschaften entwickelt. Dadurch sollen bei bildgebenden Verfahren, z.B. MRT, störende Artefakte vermieden werden. Derartige Materialien können z.B. Titan bzw. Titanlegierungen oder Kunststoffe sein. Titan hat den Vorteil, dass es sich thermisch sterilisieren lässt. Kunststoffe sind leicht zu  
15 verarbeiten.

- Als geometriekonstante Form wird eine Form verstanden, die ihre geometrische Form nicht signifikant verändert. Ein Drucksensor mit einer Druckmembran verändert die Form der Gehirndrainagevorrichtung nicht signifikant. Ein  
20 Ballonkatheter hingegen, insbesondere, wenn er zu Druckmessungen herangezogen wird, verändert seine Form und ist raumgreifend. Für Anwendungen im Gehirn, insbesondere bei erhöhten Gehirndrücken, ist das jedoch nicht immer erwünscht, da es zu unvorhersehbaren Druckbelastungen kommen kann.

- 25 Die Festlegung an der Schädeldecke kann direkt oder indirekt erfolgen, etwa durch eine Schneideschraube, in der der stabförmige Hohlkörper festgelegt ist oder festlegbar ist.

- Drucktechnisch hergestellte Signalverbindung oder auch Sensoren können z.B.  
30 gedruckte Leiterbahnen oder Elektroden und Isolatorschichten sein. Diese könne

auch in Multilayertechnik hergestellt sein. Dazu zählen auch Herstellungsverfahren wie eine galvanische Abscheidung, chemisches Verändern und/oder Ätztechniken wie in der Halbleiterherstellung verwendet, Lithographieverfahren oder Jet-Verfahren analog zu einem Tintenstrahldrucker. Die Leiterbahnen sind üblicherweise gegeneinander und nach außen mit einer isolierenden Schicht versehen. Die äußere isolierende Schicht kann auch durch das Coating des gesamten stabförmigen Hohlkörpers erfolgen. Dieses Coating kann z.B. durch eine Pulverbeschichtung erfolgen. Isolationsschichten, sowohl für die Leiterbahnen, als auch für die Sensoren, etwa zur Isolierung gegenüber dem stabförmigen Hohlkörper, können auch mittels Sputtertechnik aufgebracht werden, etwa durch Sputtern von Glas, welches so spezifiziert ist, dass es weder splittert noch bricht.

#### **Kurze Beschreibung der Figuren**

15 Die Erfindung wird anhand folgender Figuren erläutert und verdeutlicht:

Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Anordnung (nicht maßstabsgerecht).

Fig. 2 zeigt eine mögliche Applikation der erfindungsgemäßen Anordnung an der menschlichen Anatomie.

Fig. 3 zeigt eine gestufte bzw. abgesetzte Geometrie des stabförmigen Hohlkörpers gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 4 zeigt eine konisch nach distal zulaufende Geometrie des stabförmigen Hohlkörpers gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

25 Fig. 5 zeigt eine Ausgestaltung des Spitzenbereiches bzw. Ventrikelbereiches gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 6 zeigt eine beispielhafte Anordnung mehrerer gleichartiger Sensoren, um z.B. eine orts aufgelöste Messung vornehmen zu können.

Fig. 7 zeigt eine Anordnung einer Ventilanordnung im Drainagekanal zur Drucksteuerung im Ventrikel.

30

- Fig. 8 zeigt eine beispielhafte Anordnung eines Sauerstoffmess-/Sauerstoffsättigungssensors mit einer oder mehreren Lichtquellen und auf gleicher Längenposition angeordneten Lichtsensoren.
- Fig. 9 zeigt eine Schnittansicht der Anordnung der Fig. 8 mit Schnittverlauf durch den Sensor Kranz.
- Fig. 10 zeigt eine beispielhafte Anordnung eines Sauerstoffmess-/Sauerstoffsättigungssensors mit einer oder mehreren Lichtquellen und auf beabstandeten Längenpositionen angeordneten Lichtsensoren.
- Fig. 11 zeigt eine Schnittansicht der Anordnung der Fig. 10 mit Schnittverlauf durch den Sensor Kranz, bei dem in jedem Kranz im Wesentlichen nur eine Art von Sensor/Lichtquelle angeordnet sind.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele und den Figuren. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich und in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, auch unabhängig von ihrer Zusammensetzung in den einzelnen Ansprüchen oder deren Rückbezügen. In den Figuren stehen gleiche Bezugszeichen für gleiche oder ähnliche Objekte.

20

### **Detaillierte Beschreibung beispielhafter Ausführungsformen**

Die vorliegende Erfindung sieht eine Messung unmittelbar an einer Sonde einer Gehirndrainagevorrichtung vor. Darüber hinaus sieht die Erfindung unter anderem vor mehrere Messverfahren (z.B. ICP (intrakraniale Druckmessung) über eine Sonde, Druckmessung der zerebralen Durchblutung und Messung der Hirnaktivität, der Temperatur etc.) miteinander zu verbinden und die ICP, Durchblutungsmessung und Hirnaktivität in einem Gerät zu vereinen. Konventionell finden solche Messverfahren unabhängig voneinander statt und es gibt keine aggregierte Datenbasis aus diesen Messungen. Weiterhin leiden bekannte Messverfahren daran, dass die Ungenauigkeit

30

der Druckmessung zunimmt, je höher der ICP wird.

Figur 1 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform der Erfindung, wobei die  
Gehirndrainagevorrichtung 1 in einer Querschnittsansicht gezeigt ist. Die  
5 Gehirndrainagevorrichtung weist beispielsweise drei Bereiche A, B, C auf. Wie in  
Figur 2 zu sehen ist, liegt der Bereich A im applizierten Zustand im Ventrikel 5 des  
Gehirns. Der Bereich B liegt im Bereich der Gehirnmasse, während der Bereich C im  
Bereich der Schädeldecke oder außerhalb des Schädels liegt. Die Gehirndrainage-  
vorrichtung 1 weist einen stabförmigen Hohlkörper 10 auf, in dessen Inneren ein  
10 innerer Drainagekanal vorgesehen ist. In dem stabförmigen Hohlkörper 10 sind  
Drainageöffnungen 12 vorgesehen, die den Drainagekanal 11 mit der Außenseite des  
stabförmigen Hohlkörpers 10 verbinden. Die Drainageöffnungen 12 können dabei  
entweder nur an dem zylindrischen Teil des Bereiches A vorgesehen sein, sodass die  
Stirnseite im Wesentlichen integral geschlossen bleibt, so wie in Figur 5 gezeigt,  
15 oder auch an der Stirnseite vorgesehen sein, so wie in Figur 1 gezeigt. Im Bereich B,  
der im Bereich der Gehirnmasse liegt, kann eine Sensoranordnung 20 vorgesehen  
sein, die wiederum mehrere unterschiedliche Einzelsensoren aufweisen kann, die  
jedoch zu der Sensoranordnung 20 fusioniert sein können. Die Sensoren 21, 22, 23,  
24 können dabei Drucksensoren, Temperatursensoren, Gehirnaktivitätssensoren oder  
20 Sauerstoffsättigungssensoren sein. Die Sensoren bzw. die Sensoranordnung 20 kann  
dabei in eine entsprechende Ausnehmung 13 an der Außenseite des stabförmigen  
Hohlkörpers 10 eingelassen sein, sodass die Sensoren 20 nicht über die Außenseite  
des stabförmigen Hohlkörpers 10 hinausragen. Auf diese Weise kann eine integrale  
Oberfläche geschaffen werden, die das Risiko von Verletzungen oder ungewünschte  
25 Verformungen beim Applizieren reduzieren kann. Der Zwischenraum zwischen den  
Sensoren 21, 22, 23, 24 und dem stabförmigen Hohlkörper kann mit einer  
Isolationsschicht versehen sein. Diese kann beispielsweise ein polymerer Isolierstoff  
oder auch Glas sein. Die Sensoren können im eingelassenen Zustand auch mit einer  
Beschichtung versehen sein, die sich auch über die verbleibende Außenseite des  
30 stabförmigen Hohlkörpers 10 erstrecken kann, um Spalten zu verschließen. Die

- 12 -

Sensoren können mittels einer Signalverbindung 40 mit einer Signalschnittstelle 50 verbunden sein, wobei die Signalschnittstelle im Wesentlichen außerhalb des eigentlichen Schädelbereiches liegt, hier im Bereich C. Die Verbindung zwischen den Sensoren und der Signalschnittstelle 50 kann durch eine aufgedruckte

5 Signalleitung erfolgen, die beispielsweise durch ein lithographisches Verfahren, ein Jetverfahren ähnlich eines Tintenstrahldruckers oder auch eines galvanischen Verfahrens hergestellt werden kann. Derartige Signalleitungen 40 können auch in einer Multilayertechnik hergestellt werden. Die Signalleitungen sollen jedenfalls so

10 vorgesehen sein, dass sie im Wesentlichen nicht aufragen und die äußere Geometrie des stabförmigen Hohlkörpers bzw. der Gehirndrainagevorrichtung 1 im Wesentlichen nicht beeinträchtigen. Über die Signalschnittstelle 50 können die Signale dann über eine entsprechende Signalleitung 64 oder auch drahtlos an eine

15 Messanordnung bzw. ein Messsystem weitergegeben werden. Die Energieversorgung der Sensorik kann drahtgebunden oder auch drahtlos erfolgen, z.B. über eine induktive Kopplung. Alternativ kann die notwendige Energie auch über eine

20 Temperaturdifferenz des Körpers zur Umgebung gewonnen werden. Zu diesem Zweck kann gemäß einer Ausführungsform die Gehirndrainagevorrichtung ein Thermoelement aufweisen. Sofern für die drainagierte Flüssigkeit ein Sammelbehälter vorgesehen ist und die Signalübertragung über eine

25 Drahtlosübertragung erfolgt, kann die gesamte Gehirndrainagevorrichtung ohne störende Zu- und Ableitungen vorgesehen sein, was die Anwendung wesentlich komfortabler macht.

Im Bereich A, der bei der Applikation in einem Ventrikel des Gehirns liegt, können

25 ferner weitere Sensoren 31, 32, 33 vorgesehen sein, die auch Teil einer zweiten Sensoranordnung 30 sein können. Diese Sensoren 31, 32, 33 können beispielsweise Temperatursensoren, Drucksensoren oder Sauerstoffsättigungssensoren sein. Diese Sensoren können, obwohl dies in Figur 1 nicht dargestellt ist, ebenfalls mit entsprechenden Signalleitungen an die Signalschnittstelle 50 angebunden sein.

30

Die Messung des Hirnnendrucks, der zerebralen Durchblutung und der neuronalen Aktivitäten soll nach dem in Figur 2 gezeigten Schema erfolgen. Die Sonde weist eine äußere Drainageführung, auf die in axialer Länge bis in die Ventrikel des Gehirns hineinreicht und dem Abtransport überschüssiger Liquor Flüssigkeit dient.

5 Richtung Schädeldecke ist diese Drainage gegen Herausfallen gesichert durch eine Verschraubung. Eine zusätzliche Sicherung ist durch eine Sicherung, z.B. eine Kontermutter gegeben. Im Bereich A und B befindet sich z.B. die Messeinrichtung für Druck, Temperatur, Sauerstoffsättigung und Hirnaktivität. Diese Signale werden über ein Kabel 64 nach außen geleitet und an das externe Messgerät angeschlossen.

10 Dabei kann auch eine Datenübertragung an ein externes Messgerät über RFID, WLAN oder andere drahtlose Verfahren erfolgen.

Figur 2 zeigt nun die Applikation der Gehirndrainagevorrichtung 1 an einem menschlichen Schädel. Im eingebrachten und applizierten Zustand liegt der Bereich

15 A im Bereich des Ventrikels 5, sodass die Drainageöffnungen 12 im Bereich des Ventrikels liegen, um eine dort vorhandene Flüssigkeit drainieren zu können. Wie in Figur 2 zu sehen ist, liegen die Sensoren der ersten Sensoranordnung 20 im Bereich B, der im applizierten Zustand im Bereich der Gehirnmasse liegt. In diesem Bereich können die Temperatur, der Druck, eine Sauerstoffsättigung bzw. eine

20 Gehirnaktivität gemessen werden. Die Sensoren der zweiten Sensoranordnung 30 liegen im Bereich des Ventrikels, um auch an dieser Stelle physikalische Parameter aufnehmen zu können. Über in Figur 2 nicht dargestellte Signalverbindungen können die erfassten Messsignale an eine Signalschnittstelle 50 weitergeleitet werden, um dann über eine Signal- bzw. Datenleitung 64 an das Messsystem weitergeleitet zu

25 werden. Es sei verstanden, dass das Messsystem auch integral an der Gehirndrainagevorrichtung 1 vorgesehen sein kann, sodass keine explizite Signal- bzw. Datenleitung 64 notwendig ist.

Im Bereich C, der im Bereich der Schädeldecke liegt, kann die

30 Gehirndrainagevorrichtung 1 an der Schädeldecke 2 festgelegt werden. Auf diese

- Weise kann vermieden werden, dass sich die Gehirndrainagevorrichtung 1 in Bezug zum Schädel verschiebt und sich damit auch die Sensoranordnungen verschieben, die möglicherweise infolgedessen Messfehler generieren könnten. Der stabförmige Hohlkörper 10 bzw. die Gehirndrainagevorrichtung 1 können mittels eines
- 5 Cranialblocks an der Schädeldecke 2 festgelegt werden, wobei der Cranialblock 61 mit einer Kontermutter 62 an dem stabförmigen Hohlkörper 10 verriegelt werden kann. Darüber hinaus kann die Gehirndrainagevorrichtung 1 eine Drainageleitung 63 aufweisen, über die drainierte Flüssigkeit abgeführt werden kann.
- 10 Die Figuren 3 und 4 beschreiben beispielhafte Ausführungsformen bezüglich der äußeren Form der Gehirndrainagevorrichtung 1 bzw. des stabförmigen Hohlkörpers 10. Figur 3 zeigt dabei eine Ausgestaltung, bei der der stabförmige Hohlkörper eine gestufte Außengeometrie aufweist, die beispielsweise an den Stellen gestuft sein kann, in denen der voraussichtliche Übergang zwischen der
- 15 Schädeldecke 2 und der Gehirnmasse 4 sowie zwischen der Gehirnmasse 4 und dem Ventrikel 5 erwartet wird. Mit anderen Worten können die Stufungen beispielsweise zwischen dem Bereich A und dem Bereich B und/oder zwischen dem Bereich B und Bereich C erfolgen. Wie in Bezugnahme auf Figur 1 bereits beschrieben wurde, liegen dann im Bereich B wiederum die erste Sensorvorrichtung 20 und im
- 20 Bereich A die zweite Sensorvorrichtung 30, wenn diese vorgesehen werden soll. Die Drainageöffnungen 12 liegen hier im Bereich A. Für den Fall, dass eine solche abgesetzte Außengeometrie des stabförmigen Hohlkörpers 10 vorgesehen ist, insbesondere zwischen den Bereichen B und C, kann dies die Festlegung an der äußeren Schädeldecke erleichtern und verhindern, dass der stabförmige Hohlkörper
- 25 weiter in den Schädel eindringt. Da die Anatomie der Patienten variieren kann, können unterschiedliche Sondenlängen vorkonfektioniert bereitgehalten werden oder auch individualisiert vorgefertigt werden. Es sei verstanden, dass ein derartiger Absatz auch ausschließlich zwischen den Bereichen B und C vorgesehen sein kann, wobei in diesem Fall dann der Übergang zwischen den Bereichen A und B bezüglich
- 30 der Außengeometrie im Wesentlichen kontinuierlich verläuft. Figur 4 zeigt eine

weitere Ausgestaltung, bei der die äußere Geometrie des stabförmigen Hohlkörpers C konisch ausgestaltet ist, sodass an dieser Stelle keine äußeren Stufen vorgesehen sind. Die Lage der ersten und zweiten Sensoranordnung 20, 30 ist analog zu Figur 3, ebenso wie die Lage der Drainageöffnungen 12. Es sei verstanden, dass auch eine

5 Mischform einer Geometrie verwendet werden kann, bei der beispielsweise zwischen den Bereichen B und C eine Stufe vorgesehen ist, während der Bereich B und A im Wesentlichen konisch oder zylindrisch verläuft.

Figur 5 zeigt eine weitere beispielhafte Ausführungsform des stabförmigen

10 Hohlkörpers 10 mit dem darin liegenden inneren Drainagekanal 11. In der in Figur 5 gezeigten Ausführungsform weist der stabförmige Hohlkörper im Bereich der Stirnfläche keine Drainageöffnung auf, sodass eine derartige Ausgestaltung möglicherweise weniger Verletzungen hervorruft. Die im zylindrischen Bereich des Bereiches A vorgesehene Drainageöffnung 12 kann beispielsweise rund, oval oder

15 elliptisch ausgestaltet sein. Eine Ausgestaltung des Bereiches A mit nur einer einzigen stirnseitigen Drainageöffnung 12 ermöglicht den Bereich A kurz zu halten, um auch in sehr flachen Ventrikelbereichen zu drainagieren. Die Mündung der Drainageöffnung 12 kann dabei gerundete Ecken an der Außenseite des stabförmigen Hohlkörpers aufweisen, sodass Abscherungen von Gewebe beim Einführen im

20 Wesentlichen vermieden werden kann. In diesem Bereich A wiederum können auch Sensoren vorgesehen sein, in der hier gezeigten Ausführungsform beispielsweise ein Drucksensor oder ein Temperatursensor. Diese Sensoren können beispielsweise an der zylindrischen Außenwand des Bereiches A vorgesehen sein oder auch im Stirnbereich.

25

Figur 6 zeigt eine Teilansicht einer Schnittansicht der Gehirndrainagevorrichtung 1 bei der mehrere gleichförmige Sensoren entlang der Längserstreckung vorgesehen sein können. In diesem Fall sind im Bereich B die Sensoren 23 bzw. 24 mehrfach vorgesehen, sodass eine orts aufgelöste Messung erfolgen kann. Eine derartige

30 orts aufgelöste Messung kann beispielsweise eine Temperaturmessung, eine

Sauerstoffsättigungsmessung oder eine Gehirnaktivitätsmessung sein. Es sei verstanden, dass derartige Mehrfachsensoren auch im Bereich A vorgesehen sein können, der im Ventrikelbereich des Gehirns liegt.

- 5 Figur 7 zeigt eine Schnittansicht einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der Erfindung, bei der im Inneren des stabförmigen Hohlkörpers 10 eine Ventilanordnung 80 vorgesehen ist. Diese Ventilanordnung kann dazu dienen, den Drainagefluss durch den Drainagekanal 11 zu steuern. Zu diesem Zweck weist die Ventilanordnung beispielsweise einen Ventilsitz 82 sowie ein bewegliches
- 10 Ventilelement 81 auf. Der Ventilsitz 82 kann dabei beispielsweise fest mit einer Wandung 83 des Drainagekanals 11 verbunden sein. Das Ventilelement 81 kann sich dabei in Bezug auf die Position der Innenwand des Drainagekanals 11 bewegen, um dichtend in Eingriff mit dem Ventilsitz 82 zu gelangen. Das Ventilelement kann dabei angesteuert werden, sodass sich beispielsweise ein konstanter voreinstellbarer
- 15 Druck einstellt und das Ventil diesen Druck im Wesentlichen geregelt aufrechterhält. In der in Figur 7 gezeigten Ausführungsform ist die Innenwandung 83 des Drainagerohrs als ein separates Rohr vorgesehen, wobei dieses Rohr 83 als eine Basis für ein Ventilmodul dienen kann, welches vorgefertigt werden kann. Dabei kann an einem derartigen Rohr 83 der Ventilsitz 82 befestigt sein, sowie das
- 20 Ventilelement 81 mit entsprechenden Steuerleitungen. Ein derartiges Modul, bestehend aus den Elementen Innenrohr 83, Ventilsitz 82 und Ventilelement 81 kann dabei als vorgefertigtes Element in den inneren Drainagekanal des stabförmigen Hohlkörpers 10 bei der Fertigung eingeführt werden. Zu diesem Zweck kann die Innenwandung des Drainagekanals 11 einen Absatz bzw. einen Rücksprung
- 25 aufweisen, sodass die Innenwandung des Rohres 83 zusammen mit der verbleibenden Innenwandung des Drainagekanals 11 eine fluchtende Fläche bildet und keine Absätze oder Lücken bildet, die bezüglich einer Sterilisierung möglicherweise zu Problemen führen könnten. Es sei verstanden, dass eine derartige Ventilvorrichtung proximal zu den Drainageöffnungen vorgesehen sein kann, und
- 30 sowohl im Bereich C als auch im Bereich B oder A angeordnet sein kann.

Figur 8 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform der Außenseite des stabförmigen Hohlkörpers 10, bei dem hier am Beispiel eines Sensors 23 der strukturelle Aufbau erläutert wird. In der in Figur 8 gezeigten Anordnung weist der Sauerstoffsensor eine  
5 oder mehrere Lichtquellen 70 auf, die Licht mit unterschiedlichen Wellenlängen emittieren kann/können. Das emittierte Licht kann dabei beispielsweise im Rotbereich oder im Infrarotbereich liegen. Bevorzugt sind hier beispielsweise Wellenlängen oberhalb von 570 nm bzw. oberhalb von 600 nm. Korrespondierend dazu sind entsprechende lichtempfindliche Sensoren 71 und 72 vorgesehen, die in  
10 der in Figur 8 gezeigten Anordnung auf der gleichen Höhe neben der Lichtquelle 70 angeordnet sind. Der erste lichtempfindliche Sensor 71 ist dabei ein Lichtsensor, der empfindlich auf eine erste Wellenlänge der Lichtquelle 70 reagiert, während der zweite Lichtsensor 72 ein Sensor ist, der auf eine zweite davon verschiedene Wellenlänge reagiert. Auf diese Weise können aufgrund unterschiedlicher  
15 Wellenlänge unterschiedliche Parameter bei der Sauerstoffsättigung gemessen werden. Es sei verstanden, dass mehrere derartige Anordnungen bestehend aus einer Lichtquelle 70 und zwei Lichtsensoren 71 und 72 vorgesehen sein können, wie in Figur 8 gezeigt. Dabei sei verstanden, dass eine derartige Sensoranordnung nicht beschränkt ist auf die in Figur 8 gezeigten drei Ringe. Die zwei Lichtsensoren 71 und  
20 72 können auch in einem einzigen Bauelement realisiert sein.

Korrespondierend dazu zeigt Figur 9 eine Schnittansicht durch den stabförmigen Hohlkörper 10 mit dem darin liegenden Drainagekanal 11. Entlang des Umfangs sind hier wiederum die Lichtquelle 70 sowie der erste lichtempfindliche Sensor 71 und  
25 der zweite lichtempfindliche Sensor 72 angeordnet. In der in Figur 9 gezeigten Anordnung sind entlang des Umfangs zwei Lichtquellen, zwei erste lichtempfindliche Sensoren und zwei zweite lichtempfindliche Sensoren vorgesehen, die so im Wechsel angeordnet sind, dass neben der Lichtquelle 70 jeweils ein erster und ein zweiter lichtempfindlicher Sensor 71, 72 liegt. Es sei verstanden, dass eine  
30 derartige Anordnung auch beispielsweise Lichtquelle 70 und jeweils einen ersten

lichtempfindlichen Sensor 71 und einen lichtempfindlichen Sensor 72 entlang des Umfangs aufweisen kann.

Figur 10 zeigt eine weitere Ausgestaltung der Erfindung, bei der einer oder mehrere  
5 Lichtquellen 70 auf einer Höhe angeordnet sind, während die lichtempfindlichen Sensoren 71 und 72 davon in Längsrichtung beabstandet angeordnet sind. Es sei dabei verstanden, dass auch mehrere erste Sensoren und zweite Sensoren entlang des Umfangs verteilt sein können und dass auch die Lichtquelle 70 in der Mitte zwischen dem ersten lichtempfindlichen Sensor und dem zweiten lichtempfindlichen Sensor  
10 71, 72 angeordnet sein können.

Figur 11 zeigt eine zu Figur 10 korrespondierende Schnittansicht des stabförmigen Hohlkörpers 10 mit dem darin liegenden inneren Drainagekanal 11, bei der in einer Schnittebene durch die Sensoren jeweils nur ein Typ von Sensor bzw. die Lichtquelle  
15 angeordnet sind.

Die in den Figuren 8 bis 11 gezeigten Sensoren können dabei in einer in der Außenwand des stabförmigen Hohlkörpers 10 vorgesehenen Ausnehmung oder einer Mehrzahl von Ausnehmungen 13 eingebettet sein, sodass diese Sensoren und  
20 Lichtquellen nicht über die Außenfläche des verbleibenden stabförmigen Hohlkörpers hinausragen. Die Lichtquelle 70 kann dabei von dem Messsystem gesteuert werden und beispielsweise dauerhaft angesteuert werden oder gepulst betrieben werden. Es sei verstanden, dass die Sensoren zur Erfassung des Lichtes mit unterschiedlichen Wellenlängen auch mehrere unterschiedliche Wellenlängen  
25 erfassen können und eine Mehrzahl derartiger Sensoren auch ein entsprechendes Erfassungsarray bilden können, sodass aufgrund der örtlichen Verteilung und der dort ermittelten Lichtintensitäten mit entsprechenden Wellenlängen auf beispielsweise eine Sauerstoffsättigung zurückgeschlossen werden kann. Insbesondere können punktförmige Lichtquellen und auch im Wesentlichen  
30 punktförmige Sensoren verwendet werden sowie auch sektorielle Lichtquellen und

Sensoren.

- Darüber hinaus können auch in analoger Geometrie zu den Figuren 8 und 10 sowie 9 und 11 Sensoren zur Erfassung der Gehirnaktivität vorgesehen sein. Derartige
- 5 Sensoren können dabei den Potentialunterschied unter einander, d.h. zwischen unterschiedlichen Sensoren, als auch gegenüber einem externen Bezugspotential erfassen. Die Elektroden können dabei gleich große Flächen aufweisen, jedoch auch unterschiedlich große Flächen und Geometrie aufweisen, je nach gewünschter
- 10 Anwendungsart. Es sei verstanden, dass derartige Elektroden und Sensoren ebenfalls drucktechnisch hergestellt werden können gemäß den oben erwähnten drucktechnischen Verfahren. Das Vorsehen von derartigen Elektroden zur Messung der Gehirnaktivität hat gegenüber den Elektroden, die üblicherweise auf die Außenseite des Schädels aufgesetzt werden, den entscheidenden Vorteil, dass diese unmittelbar am Ort der Gehirnaktivitätsentwicklung messen und keine Signalverluste
- 15 oder Verzerrungen über die Schädeldecke aufweisen. Auch eine derartige Elektrodenanordnung zur Erfassung der Gehirnaktivität wird üblicherweise im Bereich B des stabförmigen Hohlkörpers vorgesehen, der im Bereich der Gehirnmasse 4 liegt.
- 20 Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass „umfassend“ keine anderen Elemente oder Schritte ausschließt und „eine“ oder „ein“ keine Vielzahl ausschließt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden
- 25 können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

## Bezugszeichenliste:

	A	erster Bereich/Vertrikelbereich
	B	zweiter Bereich/Gehirnmassebereich
5	C	dritter Bereich/Schädeldeckenbereich
	1	Gehirndrainagevorrichtung
	2	Schädeldecke
	3	Gehirn
	4	Gehirnmasse
10	5	Ventrikel
	9	Messsystem
	10	stabförmigen Hohlkörper
	11	innerer Drainagekanal des stabförmigen Hohlkörpers
	12	Drainageöffnung/Drainageöffnungsanordnung
15	13	Vertiefung/Ausnehmung zur Aufnahme eines Sensors/Sensoranordnung
	20	erste Sensoranordnung
	21	Sensor/Temperatursensor der ersten Sensoranordnung
	22	Sensor/Drucksensor der ersten Sensoranordnung
	23	Sensor/Sauerstoffsättigungssensor der ersten Sensoranordnung
20	24	Sensor/Gehirnaktivitätssensor der ersten Sensoranordnung
	30	zweite Sensoranordnung
	31	Sensor/Temperatursensor der zweiten Sensoranordnung
	32	Sensor/Drucksensor der zweiten Sensoranordnung
	33	Sensor/Sauerstoffsättigungssensor der zweiten Sensoranordnung
25	40	Signalverbindung
	50	Signalschnittstelle
	61	Cranialblock
	62	Kontermutter zum Cranialblock
	63	Drainageleitung
30	64	Signal-/Datenleitung
	70	Lichtquelle des Sauerstoffsättigungssensors
	71	erster Lichtsensor des Sauerstoffsättigungssensors
	72	zweiter Lichtsensor des Sauerstoffsättigungssensors
	80	steuerbare Ventilanordnung
35	81	Ventilelement
	82	Ventilsitz
	83	Ventilabschnitt der Innenwandung des Drainagekanals

## Patentansprüche

1.     Gehirndrainagevorrichtung mit  
          einem stabförmigen Hohlkörper (10) mit einem inneren Drainagekanal (11)  
5     zur Einführung durch die Schädeldecke (2) in das Gehirn (3),  
          einer ersten Sensoranordnung (20) mit wenigstens einem Sensor (21, 22, 23,  
24) zur Messung eines physikalischen Parameters und  
          einer Signalschnittstelle (50);  
          wobei der stabförmige Hohlkörper (10) einen ersten Bereich (A) aufweist, der  
10     ausgelegt ist, um im applizierten Zustand in einen im Gehirn befindlichen Ventrikel  
       (5) hineinzuragen;  
          wobei der stabförmige Hohlkörper (10) einen zweiten Bereich (B) aufweist,  
          der proximal von dem ersten Bereich (A) angeordnet ist, wobei der zweite Bereich  
       (B) ausgelegt ist, um im applizierten Zustand im Bereich der Gehirnmasse (4) zu  
15     liegen;  
          wobei der erste Bereich (A) eine mit dem Drainagekanal (11) verbundene  
       Drainageöffnungsanordnung (12) aufweist, über die im applizierten Zustand Liquor  
       aus dem Ventrikel (5) in den Drainagekanal (11) drainagiert werden kann;  
          wobei die erste Sensoranordnung (20) im zweiten Bereich (B) angeordnet ist,  
20     um einen physikalischen Parameter der Gehirnmasse (4) zu messen;  
          wobei die erste Sensoranordnung (20) mit der Signalschnittstelle (50)  
       verbunden ist, um von der ersten Sensoranordnung (20) ermittelte Messdaten an ein  
       zu verbindendes Messsystem (9) zu übermitteln.
  
- 25    2.     Gehirndrainagevorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die erste  
       Sensoranordnung (20) wenigstens einen Sensor (21, 22, 23, 24) aufweist aus der  
       Gruppe bestehend aus: Sauerstoffgehaltssensor, Drucksensor, Temperatursensor und  
       Gehirnaktivitätssensor.

- 22 -

3.       Gehirndrainagevorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 und 2, wobei der erste, mit der Drainageöffnungsanordnung (12) versehene Bereich (A) eine zweite Sensoranordnung (30) aufweist mit wenigstens einem Sensor (31, 32, 33) aus der Gruppe bestehend aus: Sauerstoffgehaltsensor, Drucksensor und Temperatursensor, um einen entsprechenden physikalischen Parameter im Ventrikel (5) zu ermitteln, wobei die zweite Sensoranordnung (30) mit der Signalschnittstelle (50) verbunden ist, um von der zweiten Sensoranordnung (30) ermittelte Messdaten an ein zu verbindendes Messsystem (9) zu übermitteln.
- 10      4.       Gehirndrainagevorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei wenigstens ein Sensor (21, 31) der ersten und/oder zweiten Sensoranordnung (20, 30) ein Sensor zur Erfassung eines Sauerstoffgehaltes und/oder einer Sauerstoffsättigung im Bereich der Gehirnmasse (4) oder des Ventrikels (5) ist und wenigstens eine Lichtquelle (70) für Licht mit wenigstens einer ersten Wellenlänge und einer zweiten Wellenlänge aufweist, sowie wenigstens einen der Lichtquelle (70) zugeordneten und bezüglich der erste Wellenlänge sensitiven ersten Lichtsensor (71) und einen der Lichtquelle (70) zugeordneten und bezüglich der zweite Wellenlänge sensitiven zweiten Lichtsensor (72).
- 15      5.       Gehirndrainagevorrichtung gemäß Anspruch 4, wobei der erste Lichtsensor (71) und der zweite Lichtsensor (72) axial und/oder azimuthal beabstandet zu der zugeordneten Lichtquelle (70) angeordnet sind.
- 20      6.       Gehirndrainagevorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Drainageöffnungsanordnung (12) wenigstens eine ovale oder elliptische Öffnung aufweist.
- 25      7.       Gehirndrainagevorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Gehirndrainagevorrichtung im Drainagekanal (11) proximal der Drainageöffnungsanordnung (12) eine steuerbare Ventilanordnung (80) aufweist, um
- 30

den Drainagekanal (11) gezielt zu öffnen und zu schließen in Abhängigkeit von einem durch eine der Sensoranordnungen (20, 30) gemessenen Druck.

8.      Gehirndrainagevorrichtung gemäß Anspruch 7, wobei die steuerbare  
5      Ventilanordnung (80) einen mit einer Innenwandung des Drainagekanals (11) verbundenen Ventilsitz (82) und ein dazu in Bezug zu dem Drainagekanal (11) verschiebbares und gegenüber dem Ventilsitz (82) abdichtendes Ventilelement (81) aufweist.
- 10     9.      Gehirndrainagevorrichtung gemäß Anspruch 8, wobei ein Abschnitt (83) der Innenwandung des Drainagekanals (11), der Ventilsitz (82) und das Ventilelement (81) als eine vormontierte Einheit (80) ausgebildet sind, die bei der Fertigung in den stabförmigen Hohlkörper (10) eingebracht werden kann.
- 15     10.     Gehirndrainagevorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Gehirndrainagevorrichtung (1) ferner einen dritten Bereich (C) aufweist, der proximal zum zweiten Bereich (B) angeordnet ist, wobei der dritte Bereich (C) ausgelegt ist die Gehirndrainagevorrichtung (1) an der Schädeldecke (2) festzulegen.
- 20     11.     Gehirndrainagevorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die erste Sensoranordnung (20) wenigstens einen der Sensoren (21, 22, 23, 24) zur Messung der Temperatur, des Gehirndruckes, des Sauerstoffgehaltes bzw. der Gehirnaktivität mehrfach aufweist, wobei die Mehrzahl der Sensoren einer Sensorart entlang einer Längserstreckungsrichtung des stabförmigen Hohlkörpers (10)  
25     angeordnet ist, um eine orts aufgelöste Messung eines entsprechenden physikalischen Parameters vornehmen zu können.
- 30     12.     Gehirndrainagevorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der stabförmige Hohlkörper (10) wenigstens eine Ausnehmung (13) im ersten Bereich (A) und/oder im zweiten Bereich (B) aufweist, wobei die erste bzw. zweite

Sensoranordnung (20, 30) in der Ausnehmung (13) außenflächenbündig angeordnet ist.

13.     Gehirndrainagevorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei eine  
5     Signalverbindung (40) zwischen der ersten Sensoranordnung (20) bzw. der zweiten  
   Sensoranordnung (30) und der Signalschnittstelle (50) eine drucktechnisch  
   hergestellte Signalverbindung ist.

14.     Gehirndrainagevorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei  
10     wenigstens einer der Sensoren (21, 22, 23, 24) der ersten Sensoranordnung (20)  
   und/oder der zweiten Sensoranordnung (31, 32, 33) ein drucktechnisch hergestellter  
   Sensor ist.

15.     Gehirndrainagevorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei der  
15     stabförmige Hohlkörper (10) aus einem magnetisch inaktivem Material gefertigt ist.

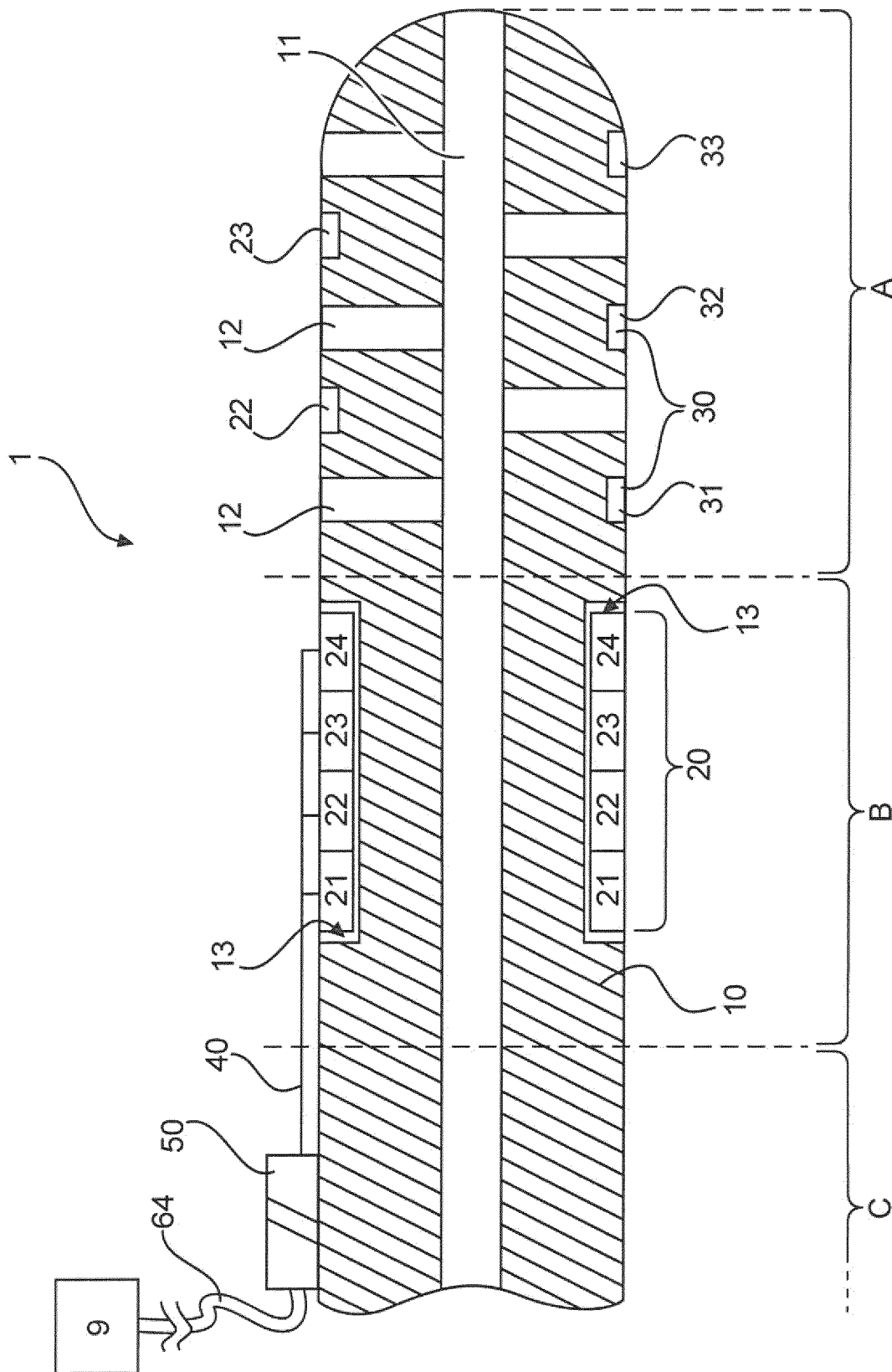


Fig. 1

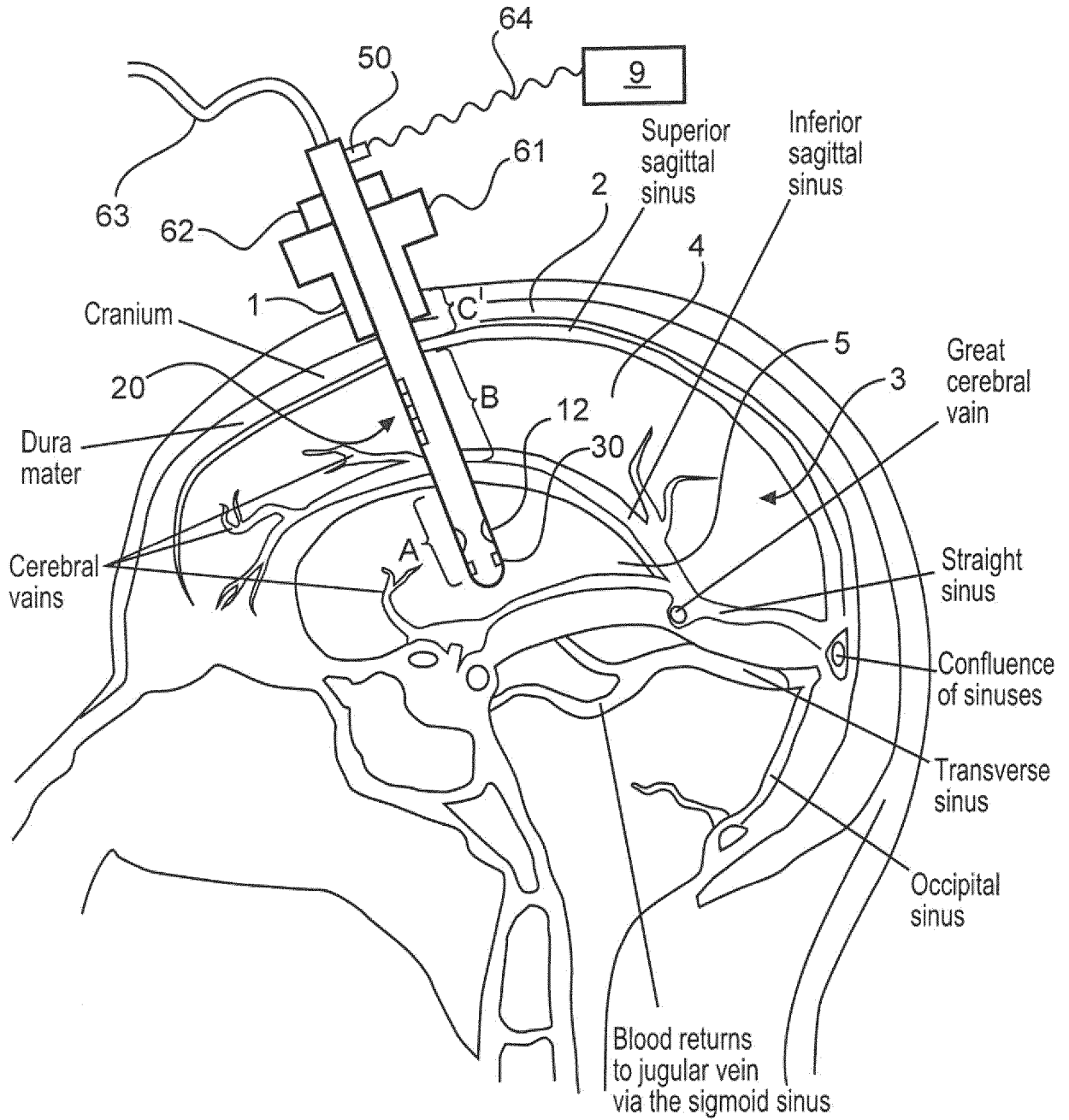


Fig. 2

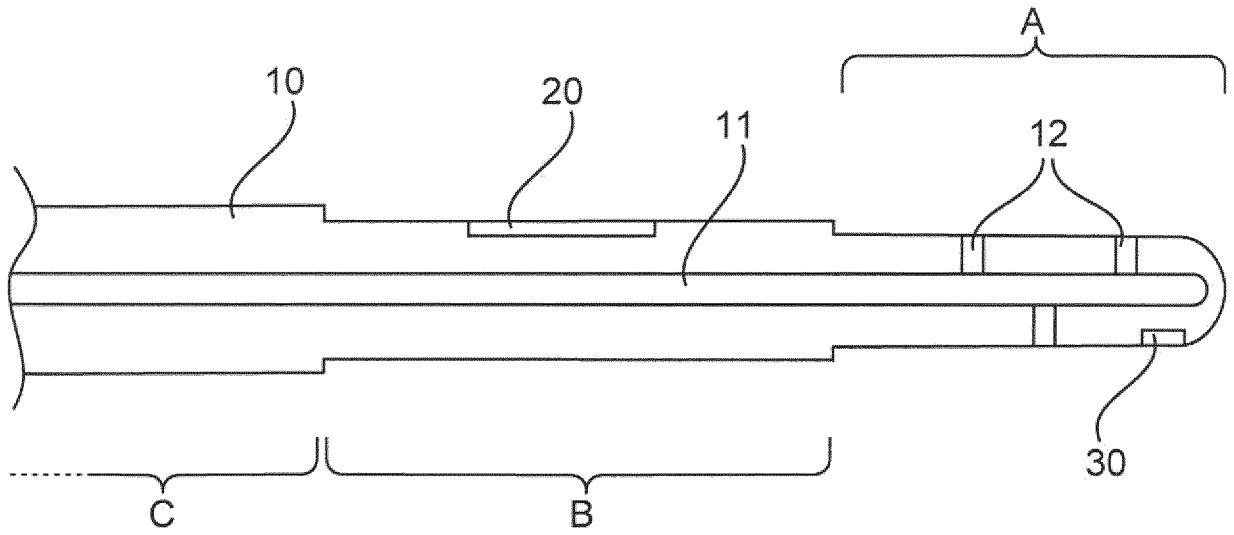


Fig. 3

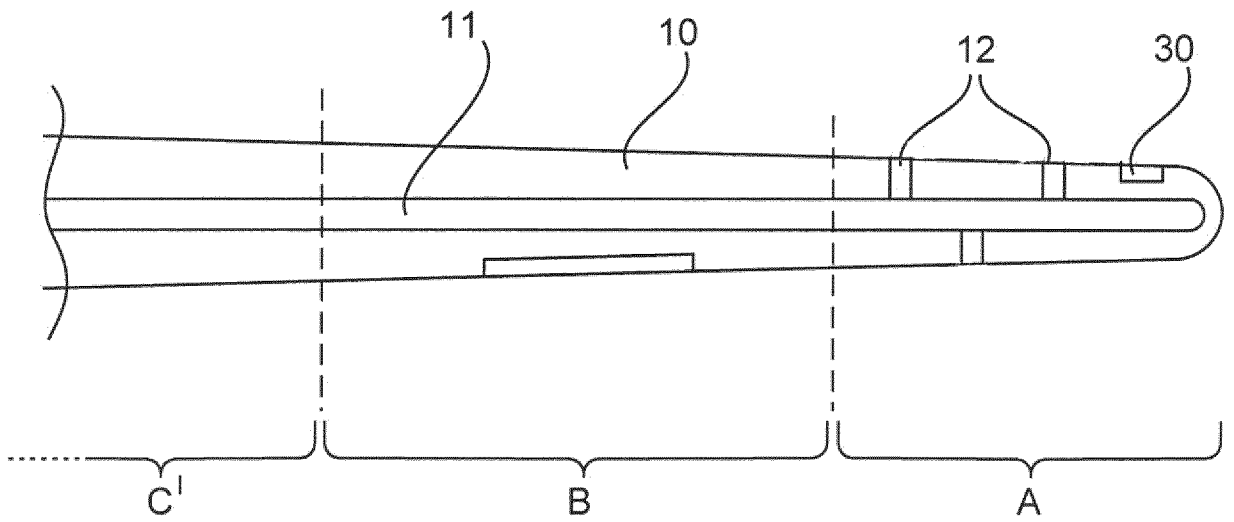


Fig. 4

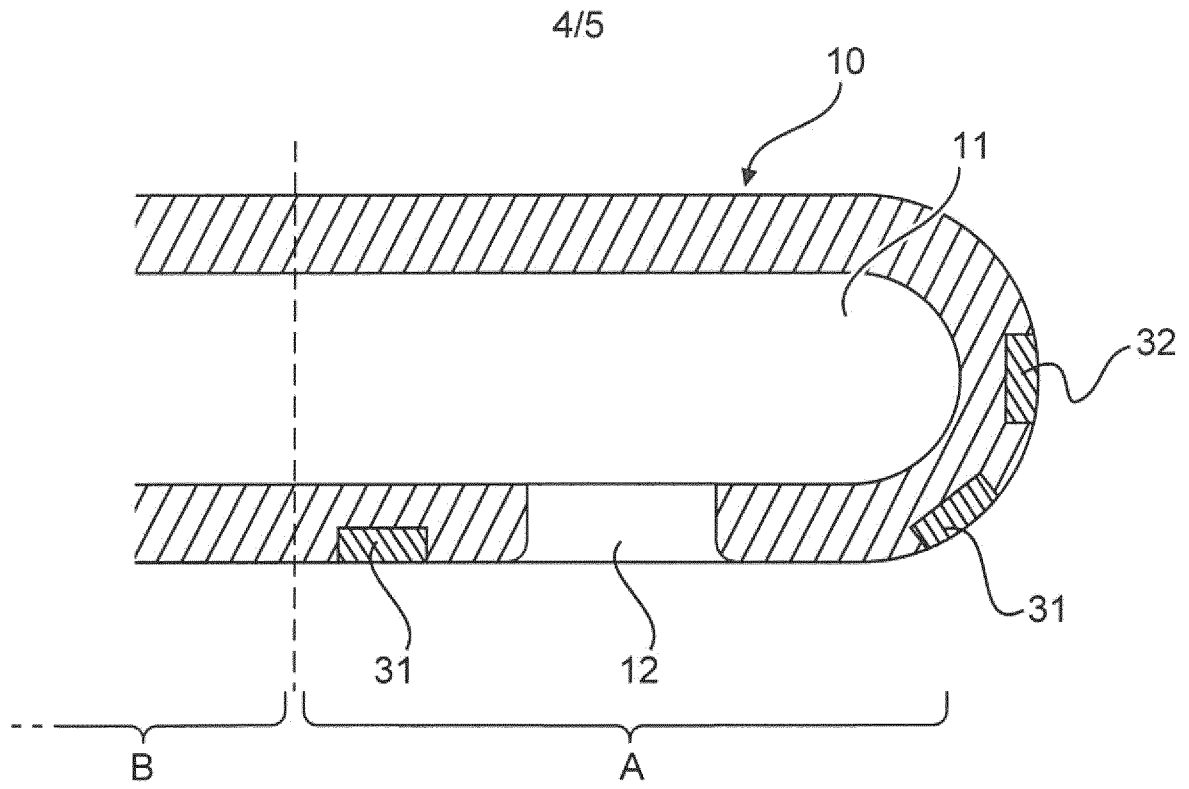


Fig. 5

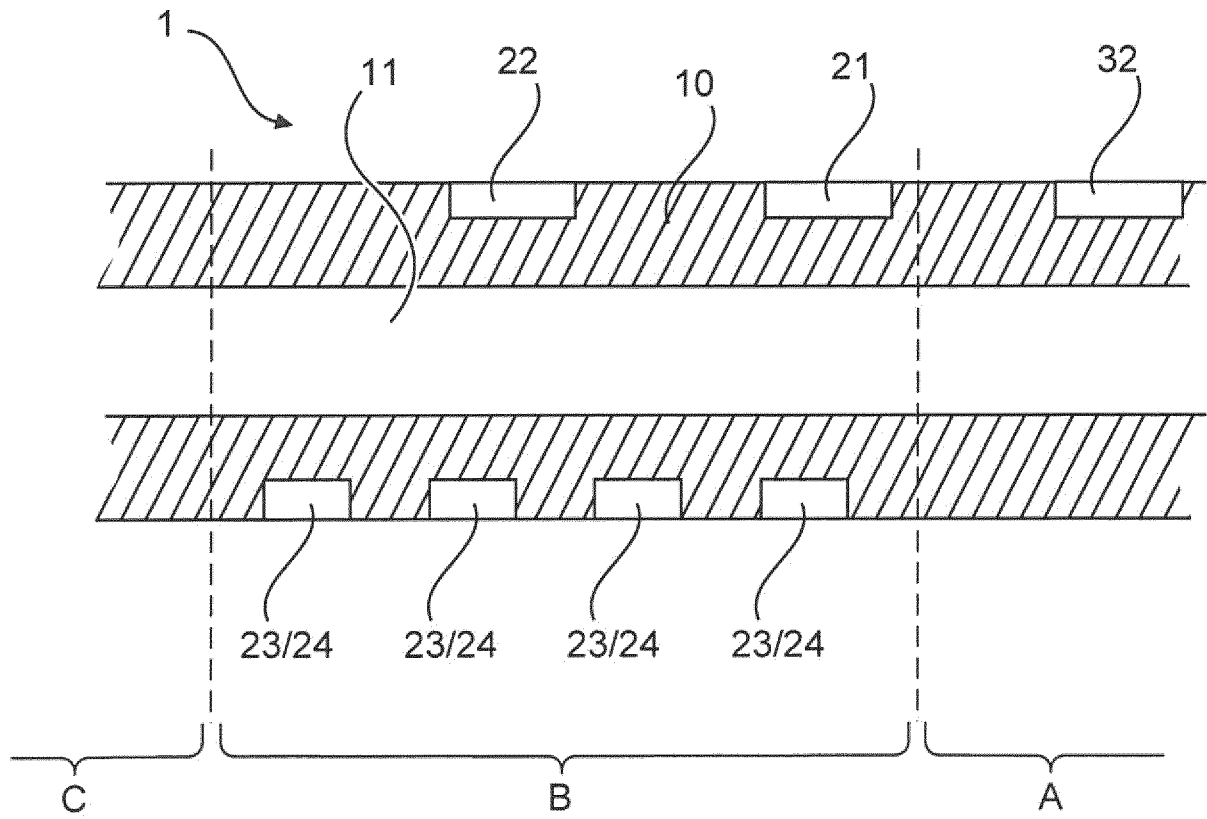


Fig. 6

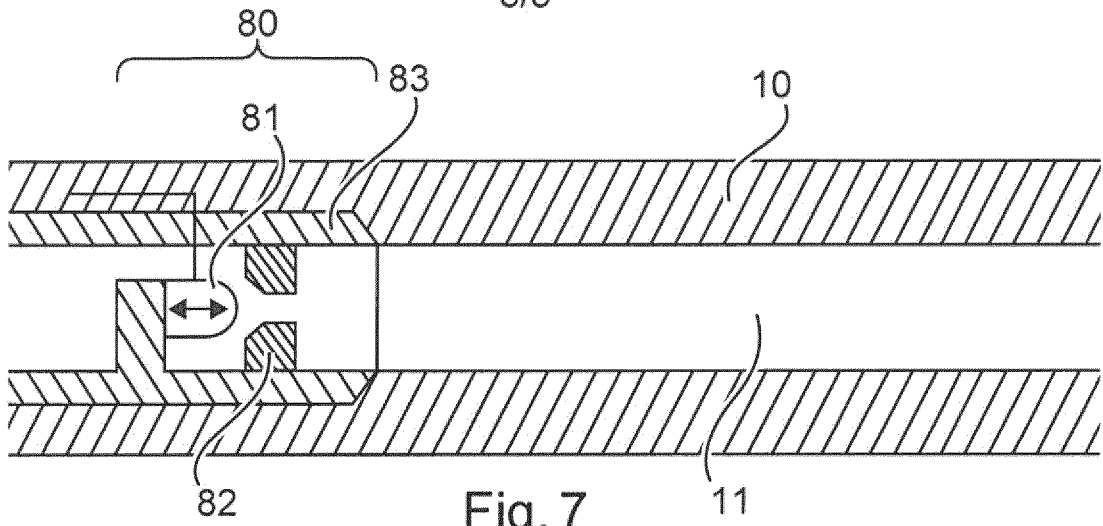


Fig. 7

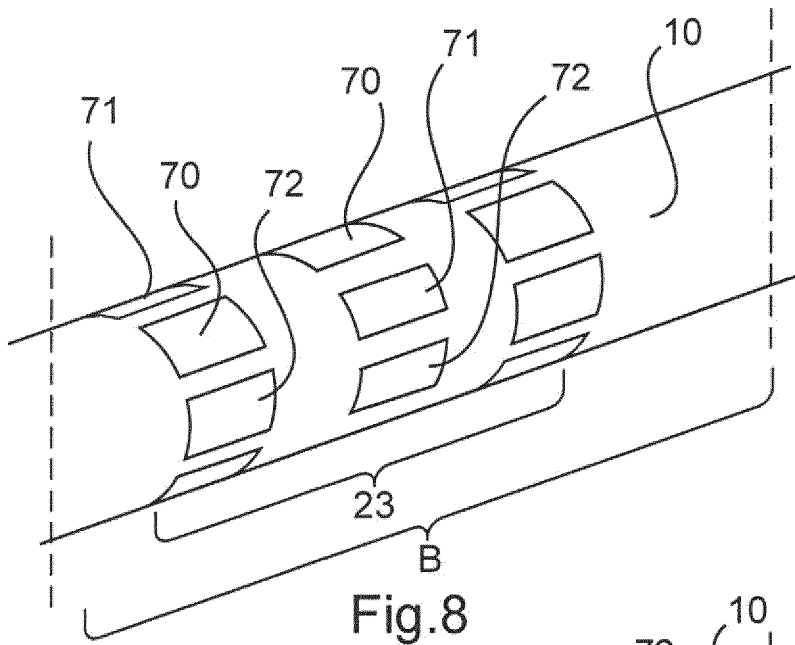


Fig. 8

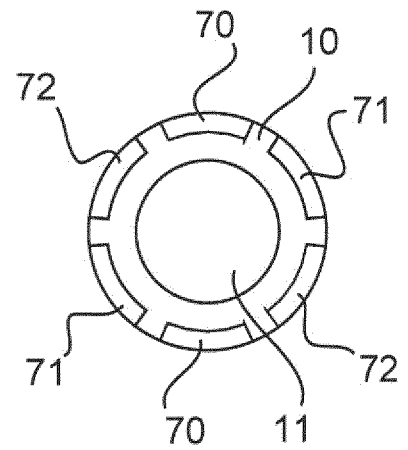


Fig. 9

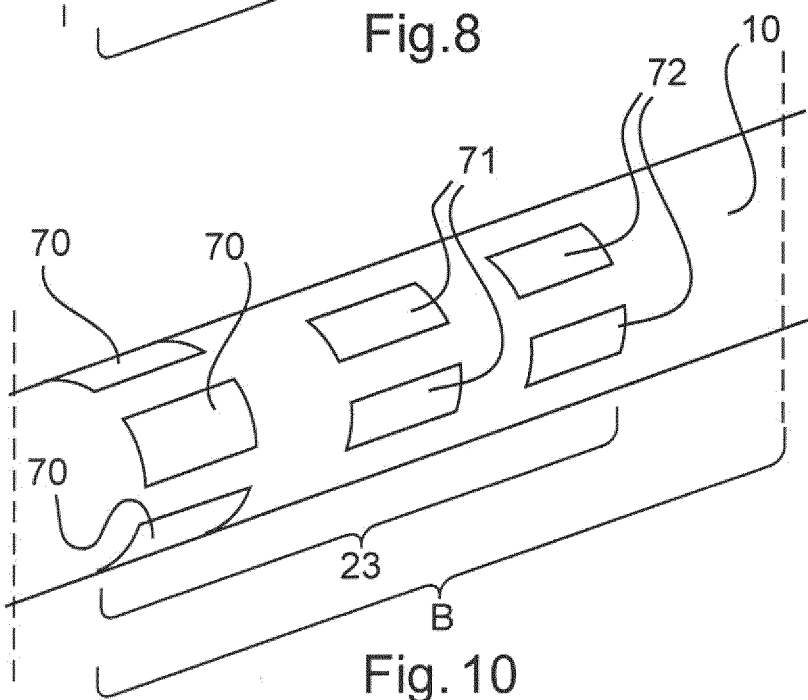


Fig. 10

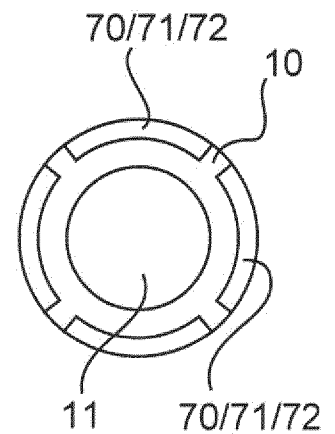


Fig. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2018/054316

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. A61M27/00 A61B5/00 A61B5/03  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
A61M A61B

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	US 2016/287111 A1 (JACOBSEN BRAD [US]) 6 October 2016 (2016-10-06)	1-3,6-15
Y	page 1, paragraph 1 - page 9, paragraph 87; figures 1A-5B	4,5
X	US 2014/276660 A1 (ECKERMANN JAN M [US]) 18 September 2014 (2014-09-18)	1-3,6-15
Y	page 1, paragraph 2 - page 4, paragraph 42; figures 1A-4	4,5
Y	EP 0 589 862 A2 (AVL MEDICAL INSTR AG [CH]) 30 March 1994 (1994-03-30) page 2, line 1 - page 4, line 50; figures 1-9	4,5
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  17 May 2018	Date of mailing of the international search report  25/05/2018
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Rolland, Philippe

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2018/054316

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 702 641 A2 (CODMAN & SHURTLEFF [US]) 20 September 2006 (2006-09-20) page 2, line 5 - page 9, line 33; figures 1-12B  -----	1-15
A	US 2012/302938 A1 (BROWD SAMUEL R [US] ET AL) 29 November 2012 (2012-11-29) page 1, paragraph 10 - page 10, line 94; figures 1A-8B  -----	1-12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2018/054316
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2016287111	A1	06-10-2016	AU 2016243358 A1	09-11-2017
			CA 2981280 A1	06-10-2016
			CN 107666854 A	06-02-2018
			EP 3277362 A1	07-02-2018
			JP 2018510000 A	12-04-2018
			KR 20170132835 A	04-12-2017
			US 2016287111 A1	06-10-2016
			WO 2016160463 A1	06-10-2016
-----				
US 2014276660	A1	18-09-2014	US 2014276660 A1	18-09-2014
			WO 2014160395 A1	02-10-2014
-----				
EP 0589862	A2	30-03-1994	AT 397458 B	25-04-1994
			DE 59304596 D1	09-01-1997
			EP 0589862 A2	30-03-1994
			JP 2583730 B2	19-02-1997
			JP H06261890 A	20-09-1994
			US 5353792 A	11-10-1994
-----				
EP 1702641	A2	20-09-2006	AU 2006200951 A1	28-09-2006
			CA 2539461 A1	15-09-2006
			CA 2842754 A1	15-09-2006
			CN 1879555 A	20-12-2006
			CN 102160783 A	24-08-2011
			CO 5810194 A1	31-10-2007
			EP 1702641 A2	20-09-2006
			JP 5172101 B2	27-03-2013
			JP 5595990 B2	24-09-2014
			JP 2006255422 A	28-09-2006
			JP 2011212502 A	27-10-2011
-----				
US 2012302938	A1	29-11-2012	US 2012302938 A1	29-11-2012
			US 2016101270 A1	14-04-2016
			US 2018028794 A1	01-02-2018
-----				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. A61M27/00 A61B5/00 A61B5/03 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) A61M A61B		
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	US 2016/287111 A1 (JACOBSEN BRAD [US]) 6. Oktober 2016 (2016-10-06)	1-3,6-15
Y	Seite 1, Absatz 1 - Seite 9, Absatz 87; Abbildungen 1A-5B	4,5
	-----	
X	US 2014/276660 A1 (ECKERMANN JAN M [US]) 18. September 2014 (2014-09-18)	1-3,6-15
	Seite 1, Absatz 2 - Seite 4, Absatz 42; Abbildungen 1A-4	
	-----	
Y	EP 0 589 862 A2 (AVL MEDICAL INSTR AG [CH]) 30. März 1994 (1994-03-30)	4,5
	Seite 2, Zeile 1 - Seite 4, Zeile 50; Abbildungen 1-9	
	-----	
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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
17. Mai 2018		25/05/2018
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  Rolland, Philippe

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 702 641 A2 (CODMAN & SHURTLEFF [US]) 20. September 2006 (2006-09-20) Seite 2, Zeile 5 - Seite 9, Zeile 33; Abbildungen 1-12B -----	1-15
A	US 2012/302938 A1 (BROWD SAMUEL R [US] ET AL) 29. November 2012 (2012-11-29) Seite 1, Absatz 10 - Seite 10, Zeile 94; Abbildungen 1A-8B -----	1-12

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/054316

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2016287111 A1	06-10-2016	AU 2016243358 A1	09-11-2017
		CA 2981280 A1	06-10-2016
		CN 107666854 A	06-02-2018
		EP 3277362 A1	07-02-2018
		JP 2018510000 A	12-04-2018
		KR 20170132835 A	04-12-2017
		US 2016287111 A1	06-10-2016
		WO 2016160463 A1	06-10-2016
US 2014276660 A1	18-09-2014	US 2014276660 A1	18-09-2014
		WO 2014160395 A1	02-10-2014
EP 0589862 A2	30-03-1994	AT 397458 B	25-04-1994
		DE 59304596 D1	09-01-1997
		EP 0589862 A2	30-03-1994
		JP 2583730 B2	19-02-1997
		JP H06261890 A	20-09-1994
		US 5353792 A	11-10-1994
		EP 1702641 A2	20-09-2006
CA 2539461 A1	15-09-2006		
CA 2842754 A1	15-09-2006		
CN 1879555 A	20-12-2006		
CN 102160783 A	24-08-2011		
CO 5810194 A1	31-10-2007		
EP 1702641 A2	20-09-2006		
JP 5172101 B2	27-03-2013		
JP 5595990 B2	24-09-2014		
JP 2006255422 A	28-09-2006		
JP 2011212502 A	27-10-2011		
US 2012302938 A1	29-11-2012		
		US 2016101270 A1	14-04-2016
		US 2018028794 A1	01-02-2018

专利名称(译)	引流装置		
公开(公告)号	<a href="#">EP3585474A1</a>	公开(公告)日	2020-01-01
申请号	EP2018705416	申请日	2018-02-21
IPC分类号	A61M27/00 A61B5/00 A61B5/03		
CPC分类号	A61B5/02055 A61B5/031 A61B5/14553 A61B5/6864 A61B5/6868 A61B5/6882 A61B2505/05 A61M27/006 A61B5/01 A61B5/0478 A61B5/14551 A61B2562/12		
优先权	2017157971 2017-02-24 EP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

大脑排泄装置，其具有杆状空心体（10），该杆状空心体（10）具有内部排泄通道（11），用于通过颅骨插入脑内；第一传感器装置（20），具有至少一个传感器（21、22、23、24）用于测量物理参数，以及信号接口；其中，杆状空心体具有第一区域A，该第一区域在施加状态下被设计成伸入位于大脑中的心室中。其中，杆状中空体具有第二区域B，该第二区域B布置在第一区域的近侧，其中第二区域被设计成在施加状态下位于脑质量的区域中。其中，第一传感器装置布置在第二区域中，以便测量脑质量的物理参数；其中第一传感器装置连接到信号接口，使得由第一传感器装置确定的测量数据被传输到要连接的测量系统。