(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. Januar 2007 (04.01.2007)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/000148 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2006/001094

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Juni 2006 (26.06.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 030 472.9 28. Juni 2005 (28.06.2005) DE

(71) Anmelder und
(72) Erfinder: **PFEFFER, Joachim-Georg** [DE/DE]; Feldstrasse 8, 52070 Aachen (DE). **GÜNTHER, Rolf, W.** [DE/DE]; Preusweg 28, 52074 Aachen (DE). **SCHMITZ RODE, Thomas** [DE/DE]; Kupferstrasse 22, 52070 Aachen (DE).

(74) Anwalt: **WAGNER, Mario**; Bauer Wagner Priesmeyer, Dennewartstrasse 25-27, 52068 Aachen (DE).

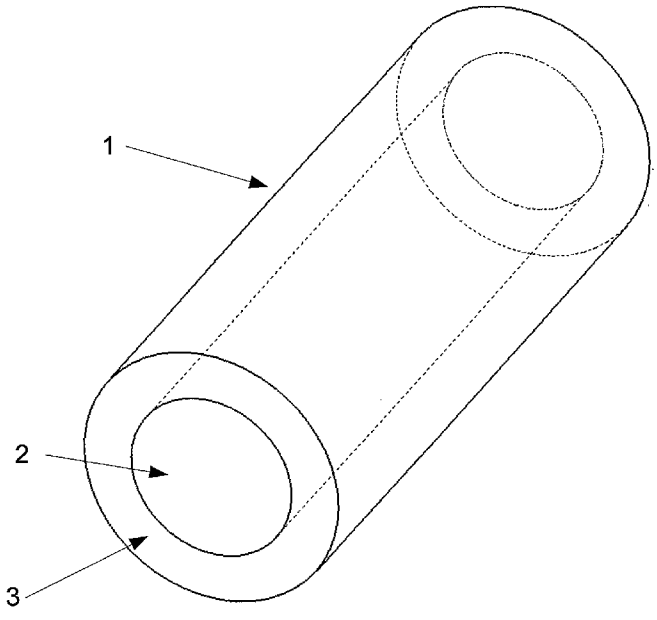
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,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

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** ROD-SHAPED BODY

(54) **Bezeichnung:** STABFÖRMIGER KÖRPER



(57) **Abstract:** The invention relates to a rod-shaped body (1) comprised of one or more filaments (2) and of a non-ferromagnetic matrix material (3). The matrix material (3) surrounds the filament(s) (1) and/or adheres them to one another. The rod-shaped body is also comprised of a dopant consisting of particles that generate magnetic resonance tomographic artifacts that is introduced into the matrix material (3). Rod-shaped bodies of this type can be used to construct guide wires, catheters and other instruments to be used in minimally invasive surgical interventions.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/000148 A2

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Offenbart ist ein stabförmiger Körper (1), bestehend aus einem oder mehreren Filamenten (2) und einem nicht-ferromagnetischen Matrixwerkstoff (3), wobei der Matrixwerkstoff (3) das oder die Filamente (1) umschliesst und/oder miteinander verklebt, und einer in den Matrixwerkstoff (3) eingebrachten Dotierung aus magnetresonanztomografisch Artefakte erzeugenden Partikeln. Mit derartigen Stäben können Führungsdrähte, Katheter und andere bei minimal invasiven Eingriffen einzusetzende Instrumente aufgebaut werden.

Stabförmiger Körper

Die Erfindung betrifft das Gebiet der bei minimal invasiven Eingriffen einzusetzenden Instrumente, insbesondere Führungsdrähte und Katheter.

Minimal invasive Eingriffe im menschlichen Körper erfordern Führungsdrähte und Katheter. Diese stehen in einer Vielzahl von Formen, Größen, Konfigurationen und mechanischen Eigenschaften für röntgendurchleuchtungsgesteuerte Verfahren zur Verfügung.

Für magnetresonanztomografisch (MRT) gesteuerte Prozeduren sind diese Katheter und Führungsdrähte allerdings nicht verwendbar, da sie in der Regel Metalle enthalten. Damit erzeugen sie Artefakte, die eine Bildbeurteilung erschweren oder unmöglich machen. Zudem bergen sie die Gefahr der induktiven Erhitzung im Magnetfeld und stellen somit eine mögliche Gefährdung für den Patienten dar.

Drei wesentliche Anforderungen an das Instrumentarium müssen erfüllt sein, damit eine Eignung in der MRT gegeben ist:

1. Es darf keine lang gestreckten Metallteile, wie z.B. Metallgewebe zur Katheterverstärkung oder Drahtseelen bei Führungsdrähten beinhalten.

2. Es sollte möglichst über der gesamten Länge in der MRT-Bildakquisition abbildbar sein, so dass die Position des Instruments in Beziehung zu dem bzw. den Organ(en) deutlich wird.

3. Da die örtliche Auflösung der Echtzeit-MRT derzeit eine direkte Darstellung von Kathetern und Führungsdrähten nicht ermöglicht, müssen im MRT-Bild gut sichtbare Effekte entlang des Instrumentariums erzeugt werden.

Solche Effekte sollten einerseits so groß sein, dass sich das Instrumentarium zwar gut im MRT-Bild abbildet, und anderseits so klein, dass wichtige Nachbarstrukturen dadurch nicht unkenntlich gemacht werden.

Das starke Magnetfeld eines Kernspintomographen macht einen fehlenden Ferromagnetismus zur Voraussetzung für den Einsatz von Instrumenten innerhalb

BESTÄTIGUNGSKOPIE

dieses Gerätes. Dies schließt zum Beispiel viele Standardkatheter aus, die durch das starke Magnetfeld angezogen und umgelenkt werden können. Materialien, die alleine aus Kunststoffen gefertigt werden, erfüllen die Voraussetzung des fehlenden Ferromagnetismus.

Die Kleinheit interventionell eingesetzter Instrumente wie Führungsdrähte oder Katheter wirft im Rahmen der Magnetresonanztomographie und insbesondere im Rahmen von schneller Bildgebung ein besonderes Problem auf. Je schneller die Datenaufnahme im MRT erfolgt, desto geringer ist die örtliche Auflösung. Will man also einen so kleinen Gegenstand wie einen Katheter, der sich wegen der relativen Armut an Wasserstoffprotonen dunkel abbildet, in der MRT darstellen, sind entsprechen hochauflösende und somit auch langsame Bilder notwendig. Des Weiteren ist es sehr schwierig einen derartig kleinen Gegenstand bei den normalerweise angefertigten Schichtdicken von um 10 mm so abzubilden, dass er zum einen innerhalb der aufgenommenen Schicht liegt und zum anderen nicht durch Partialvolumeneffekte unsichtbar wird.

Ein Lösungsansatz hierfür liegt in Markierungen, die zu einer lokalen Signalauslöschung im MRT-Bild führen und somit das Instrument leichter auffindbar und darstellbar machen. Hierzu sind prinzipiell Materialien geeignet, die eine von Wasser unterschiedliche Suszeptibilität (Magnetisierbarkeit) aufweisen. Um Abhängigkeiten dieser Markierung von der Orientierung eines Instruments zum Magnethauptfeld zu vermeiden, müssen diese Markierungen lokal angebracht werden. Seltene Erden, die auch als MRT-Kontrastmittel genutzt werden, wurden in höherer Konzentration hierfür verwand. Sie wurden sowohl lokal als Markierungen als auch als Katheterfüllungen an- bzw. eingebracht, um eine bessere Sichtbarkeit von Instrumenten im MRT zu erreichen.

Ein wesentlicher Nachteil der bisher zur lokalen Markierung verwendeten Substanzen besteht in der relativ großen Masse, die notwendig ist, um einen im MRT ausreichenden Markierungseffekt zu erreichen. Dies spiegelt sich zum Beispiel in der Tatsache wieder, dass wesentlich kompliziertere Techniken, die Strom durch einen Draht entlang dem Instrument leiten oder die Mikrospulen auf

Katheter montieren, entwickelt wurden, obwohl hierdurch bedingte Sicherheitsprobleme wie Erhitzungen durch das Radiofrequenzfeld noch in keiner Weise gelöst sind. Derartige Erhitzungen treten auf, wenn elektrische Leiter, wie z.B. Metalle, über eine längere Strecke im MR-Tomographen den Radiofrequenzfeldern ausgesetzt werden. Kommt es zu einer Resonanz, so erfolgt über eine stehende Welle eine Summation der eingestrahlten Radioenergien mit dem möglichen Effekt einer wesentlichen Erhitzung des Leiters.

Bekannte einsträngige, homogene Nicht-Metall-Materialien weisen im Vergleich zur üblichen Metallseele wesentliche Nachteile in den Materialeigenschaften, hinsichtlich Stabilität, Biegsamkeit und Elastizität auf. So weisen z. B. Materialien mit hoher Stabilität zumeist eine geringe Biegsamkeit und/oder Elastizität auf. Deshalb ist es bisher auf einfachem Wege nicht gelungen, die gängigen Metallseelen durch einen MRT-kompatiblen und im MRT sichtbaren Werkstoff zu ersetzen.

Aufgabe

Der hier beschriebenen Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, MRT-kompatible Instrumente, insbesondere einen Katheter und einen Führungsdraht zu realisieren, der keine längeren zusammenhängenden Metallteile aufweist und somit nicht der Gefahr einer induktiven Erhitzung unterliegt, andererseits jedoch über der ganzen Länge längs und quer zur Hauptmagnetisierung in geeigneten MRT-Sequenzen darstellbar ist, ohne dass die Körperstrukturen in der Umgebung des Instruments durch Artefakte unkenntlich gemacht werden. Es ist weiter Aufgabe de vorliegenden Erfindung, MRT-kompatible Instrumente anzugeben, die gegenüber den bislang bekannten Instrumenten keinerlei Einschränkung hinsichtlich ihrer Materialeigenschaften und der damit verbundenen Handhabbarkeit aufweisen.

Lösung

Zur Lösung dieser Aufgabe wird zunächst ein stabförmiger Körper ("Stab") vorgeschlagen, der aus einem oder mehreren nicht-metallischen Filamenten und

einem nicht-ferromagnetischen Matrixwerkstoff besteht, wobei der Matrixwerkstoff das oder die Filamente umschließt und/oder miteinander verklebt, und wobei in den Matrixwerkstoff eine Dotierung aus magnetresonanztomografisch Artefakte erzeugenden Partikeln eingebracht ist. Die Kombination aus dem Matrixwerkstoff mit dem oder den nicht-metallischen Filament(en) erzielt auf überraschend einfach Weise metallähnliche Steifigkeits-, Biegsamkeits- und Elastizitätseigenschaften.

Die den stabförmigen Körper bildenden Filamente sind leicht und kostengünstig herstellbar, dabei ausreichend stabil und können Druck- und Zugkräfte sowie Drehmomente übertragen. Durch die Dotierung des zum Umschließen eines einzelnen Filamentes oder zum Verkleben mehrerer Filamente ohnehin erforderlichen Matrixwerkstoffes ist eine einfache und effektive Möglichkeit geschaffen, den stabförmigen Körper in der MRT darzustellen und gleichzeitig eine dem heute üblichen Standard entsprechende Handhabbarkeit zu gewährleisten.

Aus diesem Grundelement werden, wie weiter unten beschrieben ist, die eigentlichen Instrumente wie Katheter, Führungsdrähte etc. aufgebaut.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Filamente aus Kunststoff und/oder Glasfaser bestehen. Derartige Filamente können leicht und preiswert, in großen Längen, mit unterschiedlichsten Querschnitten und Dicken hergestellt werden. Insbesondere Glasfaser verfügt über geringste Dehnungen, weshalb eine sehr direkte Kraft- und Momentenübertragung möglich ist.

Der Matrixwerkstoff kann vorteilhafter Weise aus Epoxidharz bestehen. Epoxidharze stehen in einer großen Fülle von Eigenschaften zur Verfügung und die zur Verarbeitung erforderlichen Geräte sind ausgereift.

Die Stäbe können entlang ihrer Längsachse kontinuierlich mit magnetresonanztomografisch Artefakte erzeugenden Partikeln dotiert sein. Hierdurch wird der Stab auf seiner gesamten Länge in der MRT gut sichtbar.

Für manche Anwendungen kann es jedoch auch bevorzugt sein, den Stab entlang seiner Längsachse diskontinuierlich, insbesondere abschnittsweise mit magnetresonanztomografisch Artefakte erzeugenden Partikeln zu dotieren. Dies trifft insbesondere für die Spitzen der Stäbe zu, die in manchen Fällen besonders gut sichtbar sein sollen.

Innerhalb der Stäbe können die Filamente parallel verlaufend angeordnet sein. Hierdurch wird eine besonders einfache Verarbeitung unterstützt.

Die Filamente können nach besonderes bevorzugten Ausführungsformen jedoch auch miteinander verflochten, verwoben, vernetzt, verdrillt oder wendelförmig verlaufend angeordnet sein, um bestimmte gewünschte Eigenschaften, insbesondere mechanische Eigenschaften zu erzielen.

Vorteilhaft ist es, wenn die Masse eines einzelnen Partikels im Mikro- bis Nanogramm-Bereich liegt und aufgrund der im Vergleich zum Matrixwerkstoff geringen Menge die äußere Form, Stabilität und die Torquierungseigenschaften des Stabs im Wesentlichen nicht beeinflusst.

Typische bevorzugte Größen der Stäbe liegen im Bereich eines Durchmessers zwischen 0,005 mm und 5 mm, vorzugsweise zwischen 0,1 und 1 mm.

Aus den beschriebenen Stäben wird ein zylindrischer Verbindungskörper ("Zylinder"), insbesondere ein Führungsdraht, gebildet, und zwar dergestalt, das mindestens ein Stab von einem nicht-ferromagnetischen Matrixwerkstoff umschlossen wird bzw. mehrere Stäbe mit einem nicht-ferromagnetischen Matrixwerkstoff verklebt und/oder umschlossen werden.

Auf diese Weise können mit ein und dem selben Element (dem Stab) und dem Matrixwerkstoff sehr leicht und kostengünstig Zylinder unterschiedlichster Geometrien und mechanischer sowie MRT-Eigenschaften aufgebaut werden.

Der Zylinder kann z. B. besonderes einfach aus Stäben gleichen Durchmessers bestehen oder - nach einer anderen Ausführungsform - aus Stäben unterschiedlichen Durchmessers. Im letzteren Falle können insbesondere um einen ersten Stab herum zweite Stäbe geringeren Durchmessers angeordnet sein.

Die einzelnen Stäbe können – wie zuvor die Filamente - miteinander verflochten, verwoben, vernetzt, verdrillt oder wendelförmig verlaufend angeordnet sein.

Besonders bevorzugt ist es, wenn die Zylinder Stäbe unterschiedlicher magnetresonanztomografischer Eigenschaften aufweisen. So kann ein und der selbe Zylinder (z. B. als Führungsdraht) in unterschiedlichen MRT-Sequenzen (zum Beispiel zur spezifischen Darstellung von Fettgewebe, Muskelgewebe usw.) gleich gut beobachtet werden.

Vorteilhaft ist es, die äußere Oberfläche des Zylinders hydrophil zu beschichten und ihn damit körperverträglich zu machen.

Aus den beschriebenen Stäben können jedoch auch andere Instrumente gefertigt werden, insbesondere ein schlauchförmiger Verbindungskörper ("Katheter"). Dieser besteht aus mindestens einem Stab, der von einem nicht-ferromagnetischen Matrixwerkstoff umschlossen wird und/oder mehrerer Stäbe miteinander verklebt und/oder umschließt.

Nach einer Ausführungsform des Katheters besteht dieser aus mehreren, in seiner Wandung auf dem Umfang radiär verteilt eingebetteten Stäben. Diese können insbesondere zur Erzielung symmetrischer Eigenschaften regelmäßig radiär verteilt eingebettet sein.

Aus dem gleichen Grunde können die den Katheter bildenden Stäbe gleichen Durchmesser aufweisen, in besonderen Fällen können aber auch Stäbe unterschiedlichen Durchmessers zur Anwendung kommen.

Ebenso wie bei den Zylindern / Führungsdrähten können auch bei dem Katheter die Stäbe miteinander verflochten, verwoben, vernetzt, verdrillt oder wendelförmig verlaufend angeordnet sein, die Stäbe unterschiedliche magnetresonanztomografische Eigenschaften aufweisen und seine äußere Oberfläche hydrophil beschichtet sein.

Neben den hier beschriebenen Instrumenten können aus den stabförmigen Körpern und dem Matrixwerkstoff in gleicher Weise auch andere Instrumente erstellt werden, z. B. Dormia-Fangkörbchen.

Nachstehend werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand der beigefügten schematischen Zeichnungsfiguren erläutert, die folgendes zeigen:

Fig. 1 einen dotierten Stab,

Fig. 2 einen zylindrischen Verbindungskörper (Führungsdraht),

Fig. 3 einen schlauchförmigen Verbindungskörper (Katheter),

Fig. 4 einen Querschnitt durch einen dotierten Stab, und

Fig. 5 die Spitze eines Führungsdrahtes.

Der in Figur 1 gezeigte Stab 1 bzw. Stabausschnitt besteht aus einem langgestreckten Glasfaserfilament 2, welches in Epoxidharz 3 als Matrixwerkstoff eingebettet ist. Der Stab 1 kann durch herkömmliche Verfahren, insbesondere durch Extrusion praktisch endlos hergestellt werden. Nach der Extrusion wird er gegebenenfalls auf für die Weiterverarbeitung geeignete Längen geschnitten.

In das Epoxidharz eingebracht sind – nicht dargestellte – magnetresonanztomografisch Artefakte erzeugende Partikel, z. B. Nanopartikel. Diese sind in dem Matrixwerkstoff homogen verteilt, so dass sich ein entlang der Längsachse homogen dotierter Stab 1 ergibt.

Wie Figur 4 zeigt, können anstelle eines Filamentes auch mehrere Filamente 4, 5 in einem stabförmigen Körper 1 angeordnet sein. In gezeigten Beispiel sind dies ein relativ dickes Filament 4 und darum angeordnete relativ dünne Filamente 5. Sämtliche Filamente 4, 5 werden mit dem Epoxidharz 3 verklebt und von diesem umschlossen.

In Figur 2 ist ein zylindrischer Verbindungskörper 6 bzw. ein Abschnitt desselben gezeigt. Die Erstreckung in Längsrichtung kann erheblich länger sein und beträgt z. B. mehrere Meter bei einem Durchmesser von z. B. 0,1 mm.

Der zylindrische Verbindungskörper 6 ist aufgebaut aus mehreren Stäben 1, die von einem Matrixwerkstoff 7, z. B. Epoxidharz, verklebt und umschlossen werden. Dieser Matrixwerkstoff 7 ist, entgegen dem Matrixwerkstoff 3, nicht mit magnetresonanztomografisch Artefakte erzeugenden Partikeln dotiert. Die

Sichtbarkeit des zylindrischen Verbindungskörpers 6 in der MRT beruht einzig auf der Sichtbarkeit der eingebetteten Stäbe 1. In der dargestellten Ausführungsform sind Stäbe 1, 8, 9 unterschiedlicher Dotierung eingearbeitet, so dass je nach Sequenz andere Stäbe 1, 8, 9 in der MRT sichtbar werden.

Auf die gleiche Weise kann, wie Figur 3 zeigt, auch ein schlauchförmiger Verbindungskörper 10 (dargestellt ist wiederum ein Abschnitt desselben) gebildet sein.

Der schlauchförmige Verbindungskörper 10 ist ebenfalls aufgebaut aus einem Mantelwerkstoff 15 und mehreren Stäben 1, 8, 9 unterschiedlicher Dotierung. Sämtliche Stäbe sind am Umfang des schlauchförmigen Verbindungskörpers 10 regelmäßig verteilt.

Sowohl der zylindrische Verbindungskörper 6 als auch der schlauchförmige Verbindungskörper 10 kann mit einer nicht dargestellten hydrophilen Beschichtung versehen sein.

Die Enden der zylindrischen und schlauchförmigen Verbindungskörper 6, 10 können in geeigneter Weise bearbeitet sein, z. B. gerundet, poliert oder mit einem Endstück versehen. Wie Figur 5 zeigt, kann insbesondere bei einem Führungsdraht 11 mit einem inneren Stab 12 und darum radial verteilt angeordneten äußere Stäben 13 der innere Stab 12 früher enden als die äußeren Stäbe 13. Diese werden zusammengeführt und bilden eine Spitze 14 (Anordnung der Stäbe 12 und 13 wie in den Querschnitten A-A beziehungsweise B-B dargestellt).

Patentansprüche:

1. Stabförmiger Körper ("Stab"), bestehend aus
   - einem oder mehreren nicht-metallischen Filamenten und
   - einem nicht-ferromagnetischen Matrixwerkstoff
   - wobei der Matrixwerkstoff das oder die Filamente umschließt und/oder miteinander verklebt, und
   - einer in den Matrixwerkstoff eingebrachten Dotierung aus magnetresonanztomografisch Artefakte erzeugenden Partikeln.
2. Stab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Filamente aus Kunststoff und/oder Glasfaser bestehen.
3. Stab nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Matrixwerkstoff aus Epoxidharz besteht.
4. Stab nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass er entlang seiner Längsachse kontinuierlich mit magnetresonanztomografisch Artefakte erzeugenden Partikeln dotiert ist.
5. Stab nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass er entlang seiner Längsachse diskontinuierlich, insbesondere abschnittsweise mit magnetresonanztomografisch Artefakte erzeugenden Partikeln dotiert ist.
6. Stab nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Filamente parallel verlaufend angeordnet sind.
7. Stab nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Filamente miteinander verflochten, verwoben, vernetzt, verdrillt oder wendelförmig verlaufend angeordnet sind.

8. Stab nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Masse eines einzelnen Partikels im Mikro- bis Nanogramm-Bereich liegt und aufgrund der im Vergleich zum Matrixwerkstoff geringen Menge die äußere Form, Stabilität und die Torquierungseigenschaften des Stabs im Wesentlichen nicht beeinflusst.
9. Stab nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sein Durchmesser im Bereich zwischen 0,005 mm und 5 mm, vorzugsweise zwischen 0,1 und 1 mm liegt.
10. Zylindrischer Verbindungskörper ("Zylinder"), bestehend aus
    - mindestens einem Stab nach den Ansprüchen 1 bis 9, und
    - einem nicht-ferromagnetischen Matrixwerkstoff,
    - wobei der Matrixwerkstoff den oder die Stäbe umschließt und/oder miteinander verklebt.
11. Zylinder nach Anspruch 10, bestehend aus Stäben gleichen Durchmessers.
12. Zylinder nach Anspruch 10, bestehend aus Stäben unterschiedlichen Durchmessers.
13. Zylinder nach Anspruch 12, bestehend aus einem ersten Stab, um welchen herum zweite Stäbe geringeren Durchmessers angeordnet sind.
14. Zylinder nach den Ansprüchen 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Stäbe miteinander verflochten, verwoben, vernetzt, verdrillt oder wendelförmig verlaufend angeordnet sind.
15. Zylinder nach den Ansprüchen 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Stäbe unterschiedliche magnetresonanztomografische Eigenschaften aufweisen.
16. Zylinder nach den Ansprüchen 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass seine äußere Oberfläche hydrophil beschichtet ist.

17. Schlauchförmiger Verbindungskörper ("Katheter"), bestehend aus
    - mindestens einem Stab nach den Ansprüchen 1 bis 9, und
    - einem nicht-ferromagnetischen Matrixwerkstoff,
    - wobei der Matrixwerkstoff den oder die Stäbe umschließt und/oder miteinander verklebt.
18. Katheter nach Anspruch 17, bestehend aus mehreren, in seiner Wandung auf dem Umfang radiär verteilt eingebetteten Stäben.
19. Katheter nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Stäbe regelmäßig radiär verteilt eingebettet sind.
20. Katheter nach den Ansprüchen 17 bis 19, bestehend aus Stäben gleichen Durchmessers.
21. Katheter nach den Ansprüchen 17 bis 19, bestehend aus Stäben unterschiedlichen Durchmessers.
22. Katheter nach den Ansprüchen 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Stäbe miteinander verflochten, verwoben, vernetzt, verdrillt oder wendelförmig verlaufend angeordnet sind.
23. Katheter nach den Ansprüchen 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Stäbe unterschiedliche magnetresonanztomografische Eigenschaften aufweisen.
24. Katheter nach den Ansprüchen 17 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass seine äußere Oberfläche hydrophil beschichtet ist.

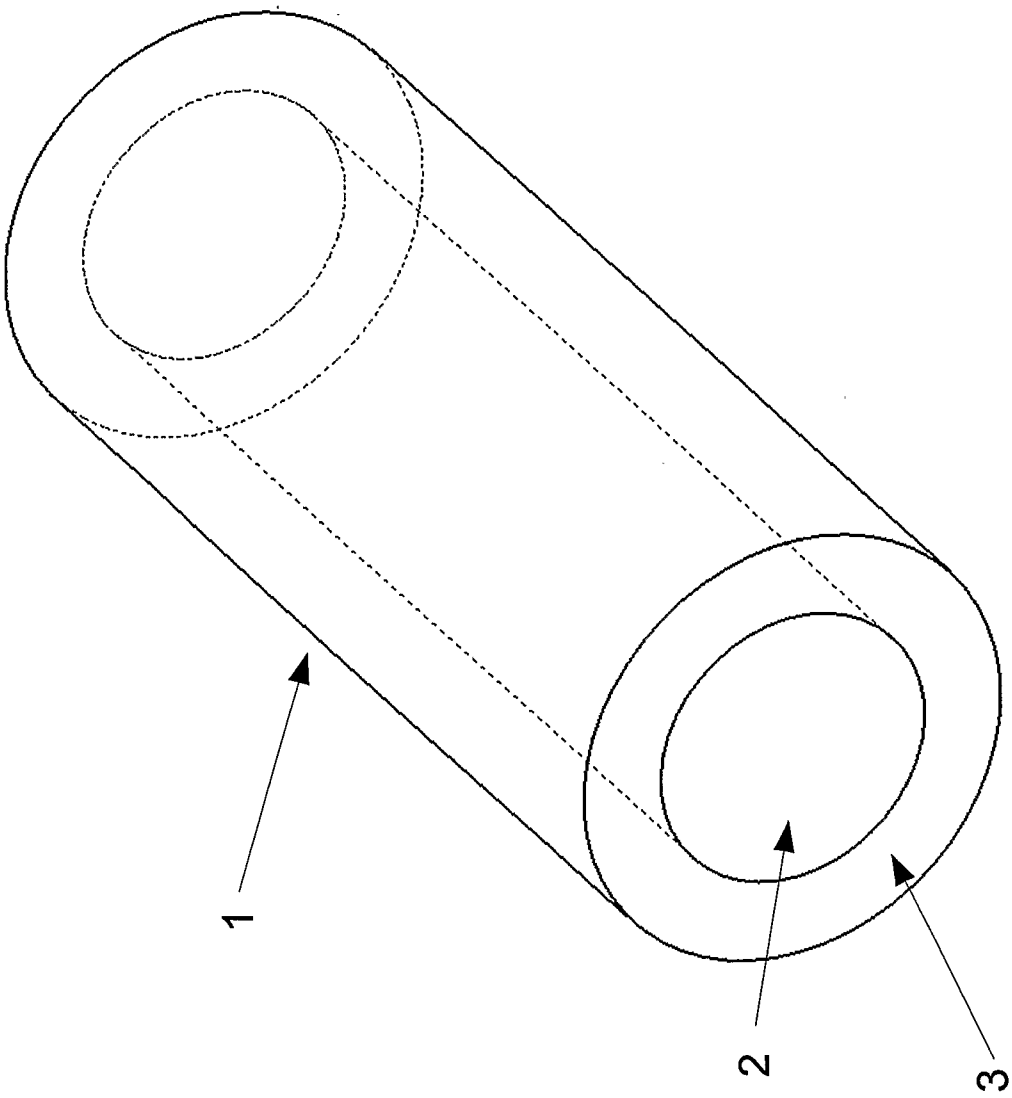


Fig.1

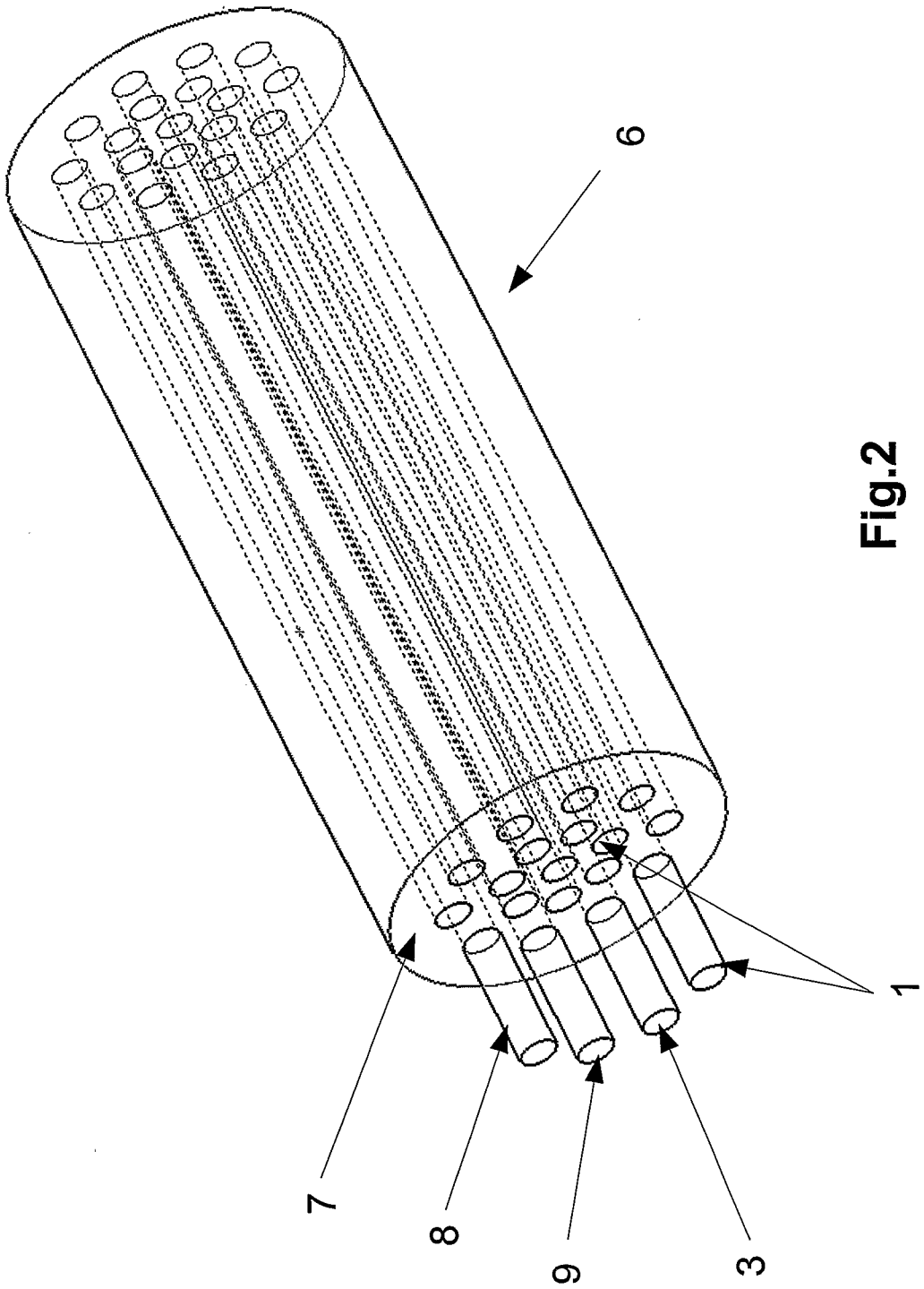


Fig.2

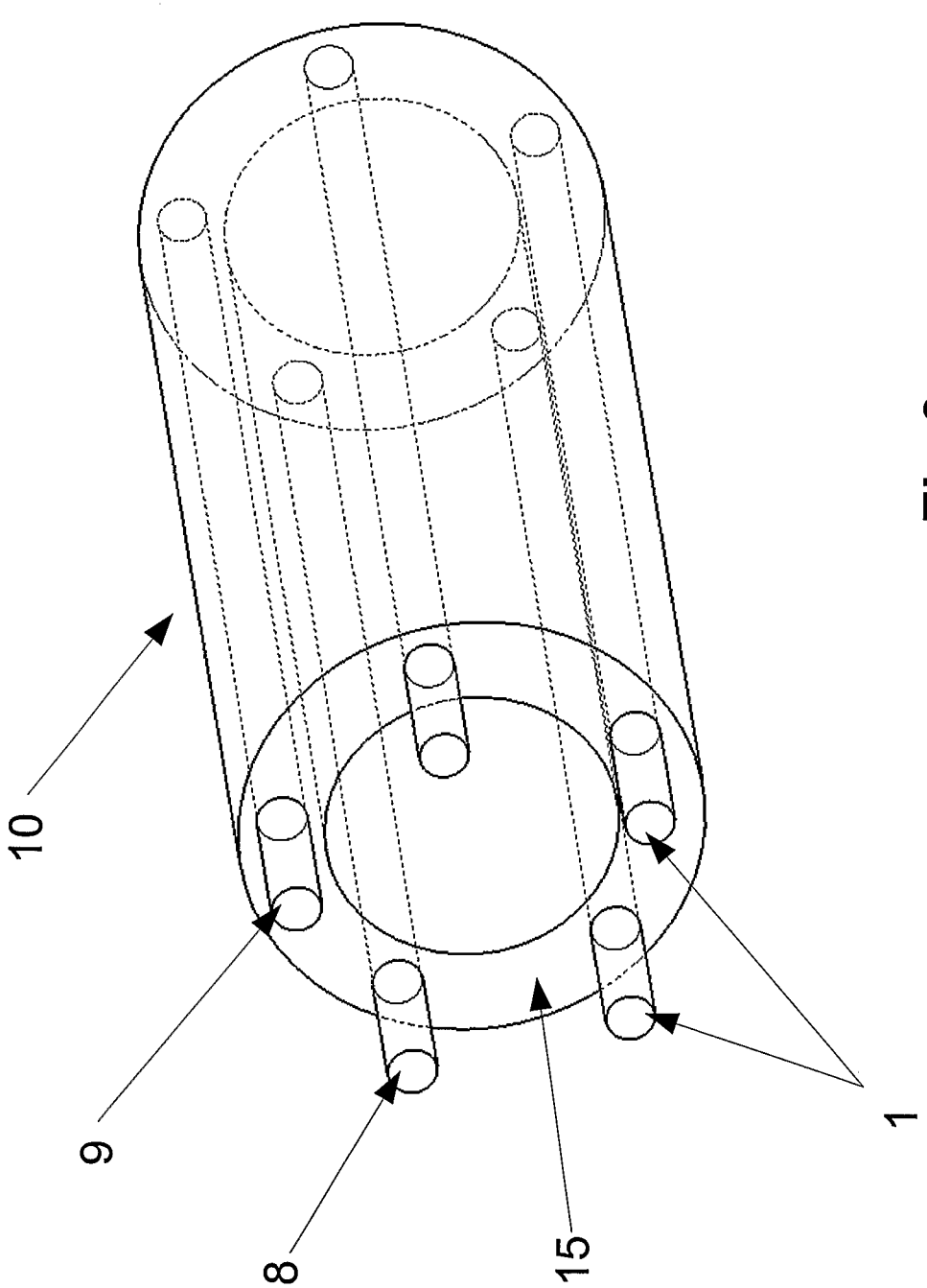


Fig.3

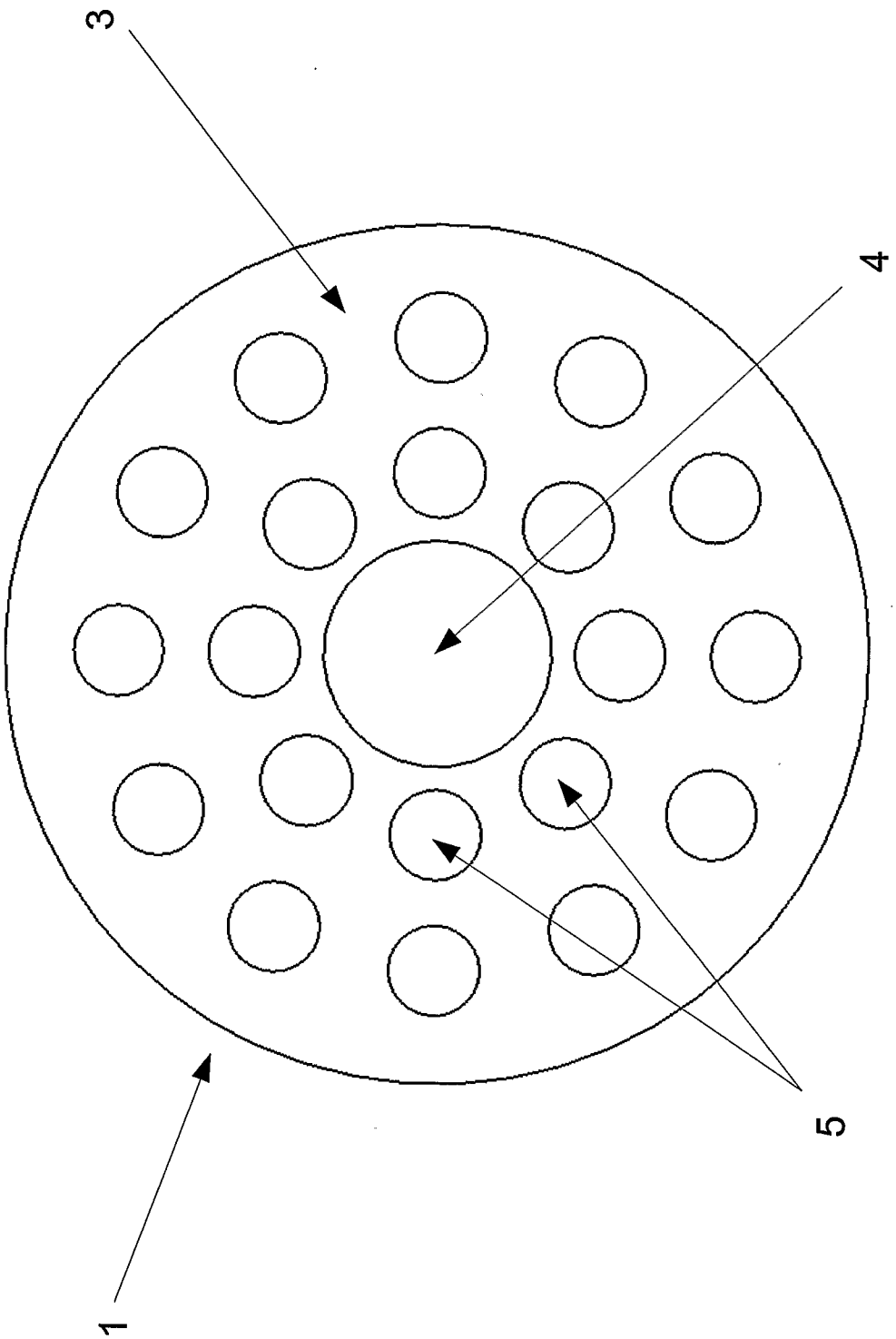


Fig.4

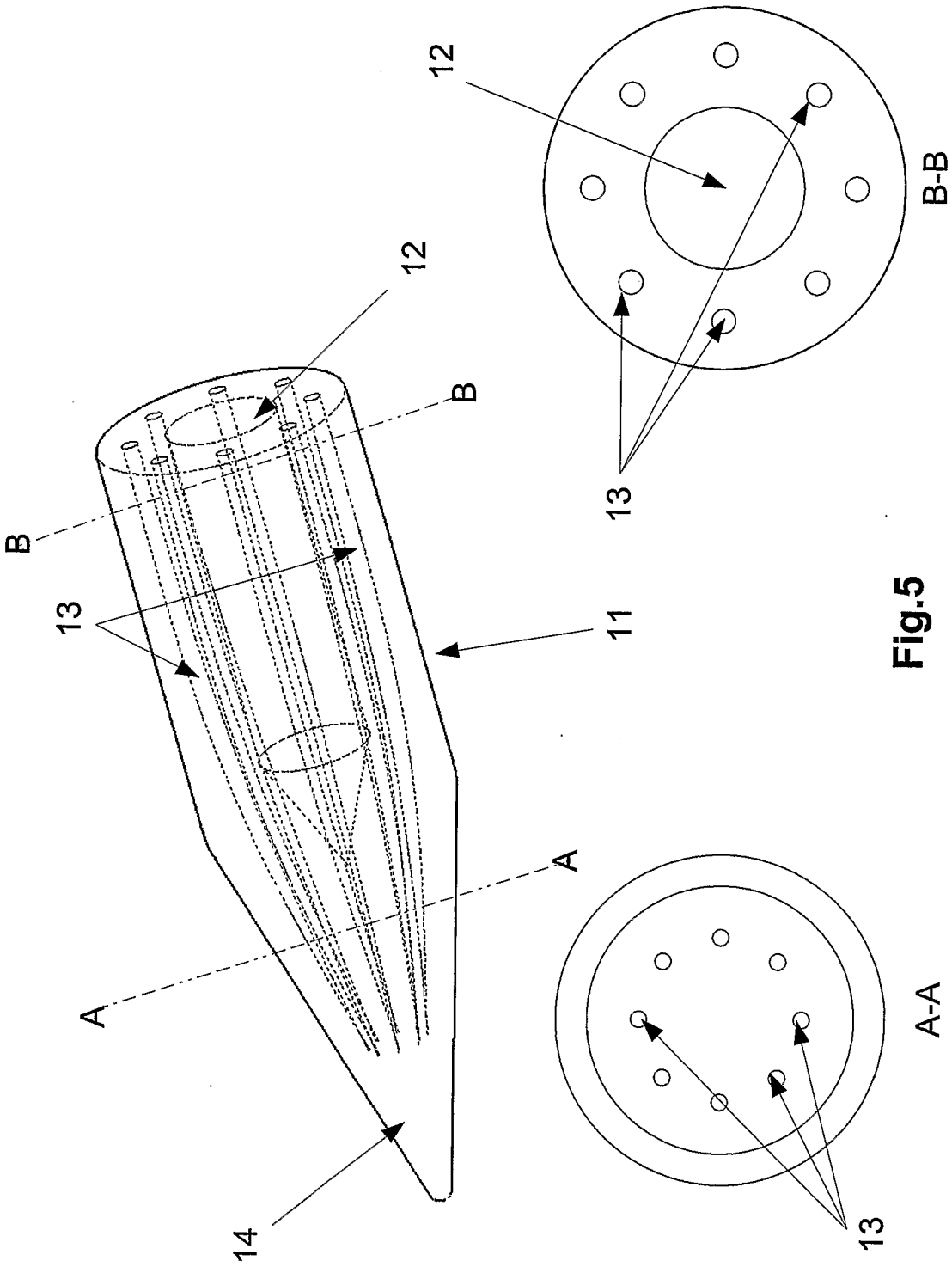


Fig.5