

(12)

# Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 60104/2019  
(22) Anmeldetag: 23.04.2019  
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2020

(51) Int. Cl.: F24H 1/10 (2006.01)  
F24H 9/20 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
WO 2011072453 A1  
DE 102009021656 A1  
WO 9957492 A1

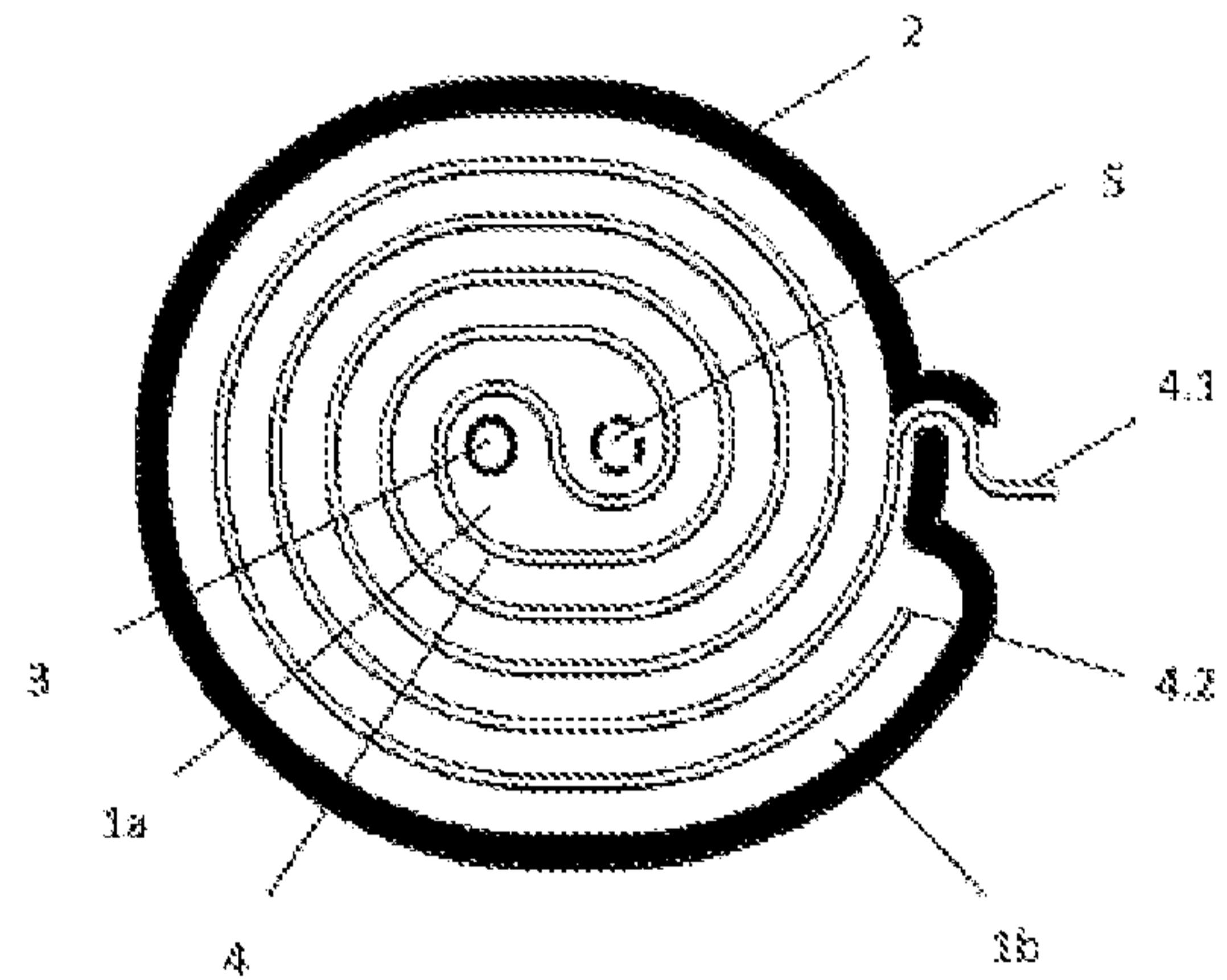
(73) Patentinhaber:  
ATT advanced thermal technologies GmbH  
8143 Dobl (AT)

(72) Erfinder:  
Gruber Manfred DDipl.Ing. Dr.  
8510 Stainz (AT)

(74) Vertreter:  
Kliment & Henhapel Patentanwälte OG  
1010 Wien (AT)

## (54) Spiralwärmetauscher

(57) Vorrichtung zur Erwärmung eines Fluids mittels elektrischer Energie, wobei ein zylindrisches Gehäuse (2) mit einem Einlass (3) und einem Auslass (5) für das Fluid vorgesehen ist, und der Einlass (3) mit dem Auslass (5) über einen innerhalb des Gehäuses (2) verlaufenden Strömungskanal (1) für das Fluid verbunden ist, der einen sich mit zunehmendem Abstand zur Zylinderachse auswärts windenden spiralförmigen Strömungskanalabschnitt (1a) aufweist, sowie einen sich mit abnehmendem Abstand zur Zylinderachse einwärts windenden spiralförmigen Strömungskanalabschnitt (1b). Deren Wandung wird aus einem als bahnförmiges Heizelement (4) ausgeführten elektrischen Heizelement (4) gebildet, das mit PTC-Widerstandselementen versehen ist. Der vorgeschlagene Strömungskanal (1) ermöglicht es, dass sich beidseits des spiralförmig angeordneten Heizelements (4) an jeder Stelle Fluide mit Temperaturen befinden, deren Durchschnitt jeweils konstant ist. Dadurch wird der unerwünschte Effekt einer Reduktion der Heizleistung durch den PTC-Effekt eliminiert, was die mögliche Heizleistung der Vorrichtung in einem gegebenen Bauraum drastisch erhöht.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erwärmung eines Fluids mittels elektrischer Energie, wobei ein zylindrisches Gehäuse mit einem Einlass und einem Auslass für das Fluid vorgesehen ist, und der Einlass mit dem Auslass über einen innerhalb des Gehäuses verlaufenden Strömungskanal für das Fluid verbunden ist, der einen sich um die Zylinderachse des Gehäuses mit abnehmendem Abstand zur Zylinderachse einwärts windenden spiralförmigen Strömungskanalabschnitt aufweist, der von einer senkrecht zwischen einer Deckplatte und einer Bodenplatte des Gehäuses angeordneten Wandung gebildet wird, die mit einem als bahnförmiges Heizelement ausgeführten elektrischen Heizelement zur Erwärmung des strömenden Fluids versehen ist, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

**[0002]** Vorrichtungen der genannten Art sind etwa aus der CH 101971 A bekannt. Hierbei wird die über einen zentralen Einlass einströmende Flüssigkeit an die Peripherie eines sich einwärts windenden spiralförmigen Strömungskanals geleitet, der die zu erwärmende Flüssigkeit dem Inneren der Vorrichtung zuführt, wo ein bahnförmiges Widerstandselement an den innersten Windungsabschnitten des spiralförmigen Strömungskanals befestigt ist und die Flüssigkeit erwärmt. Der spiralförmige Strömungskanal mündet schließlich in einen zentralen Auslass, über den die erwärmte Flüssigkeit die Vorrichtung verlässt. Der Nachteil solcher Vorrichtungen liegt einerseits im niedrigen Wirkungsgrad der Vorrichtung und andererseits in der mangelnden Betriebssicherheit. Falls die vom Widerstandselement gebildete Wärmeenergie nicht ausreichend von der strömenden Flüssigkeit abgeführt wird, kommt es zu einer Erhitzung des Widerstandselements, die bis zur Zerstörung des Heizelements führen kann. Daher muss etwa gewährleistet sein, dass das Heizelement nur bei strömender Flüssigkeit eingeschaltet ist, was regelungstechnisch entsprechend aufwändig ist.

**[0003]** Aus der EP 104673 A2 ist eine Heizvorrichtung für Scheibenwaschflüssigkeiten bekannt, bei der die Scheibenwaschflüssigkeit einem sich einwärts windenden spiralförmigen Strömungskanal zugeleitet wird. Der Strömungskanal ist mit einer Deckplatte und einer Bodenplatte versehen, die ein mit PTC-Widerstandselementen versehenes Heizelement aufweisen, der von einem Thermostat geregelt wird. Die Widerstandselemente stellen dabei einen elektrischen Widerstand dar, in denen Strom in Wärme umgewandelt wird. PTC-Widerstandselemente, die auch als Kaltleiter bezeichnet werden, verfügen dabei über die Eigenschaft eines zunehmenden elektrischen Widerstandes bei steigender Temperatur. In der EP 104673 A2 werden die PTC-Widerstandselemente für ein sekundenschnelles Aufheizen der Scheibenwaschflüssigkeit verwendet, wobei sie auf eine höhere Temperatur als jene der Scheibenwaschflüssigkeit geregelt werden.

**[0004]** Die DE 19837923 C1 beschreibt eine Vorrichtung zur Sterilisierung von Flüssigkeiten, bei der die zu sterilisierende Flüssigkeit einem sich einwärts windenden spiralförmigen Strömungskanal zugeleitet wird, der die zu sterilisierende Flüssigkeit dem Inneren der Vorrichtung zuführt, wo ein elektrisches Heizelement angeordnet ist, das die Flüssigkeit erhitzt. Die erhitze und somit sterilisierte Flüssigkeit wird in weiterer Folge über einen sich auswärts windenden Strömungskanal wieder abgekühlt und als abgekühlte, sterilisierte Flüssigkeit abgegeben.

**[0005]** Die DE 29618194 U1 beschreibt einen Spiralwärmetauscher, bei der eine erste Flüssigkeit einem sich einwärts windenden spiralförmigen Strömungskanal zugeleitet wird, der in einen zentralen Auslass mündet, über den die erste Flüssigkeit die Vorrichtung verlässt. Des Weiteren wird eine zweite Flüssigkeit einem sich auswärts windenden spiralförmigen Strömungskanal zugeleitet, der in einen Auslass mündet, über den die zweite Flüssigkeit die Vorrichtung verlässt. Die Wärmeenergie der ersten Flüssigkeit kann dabei auf die zweite Flüssigkeit übertragen werden. Es handelt sich somit um einen Wärmetauscher zur Übertragung von Wärmeenergie. Ein elektrisches Heizelement zur Erwärmung einer Flüssigkeit ist dabei nicht vorgesehen.

**[0006]** Die KR 100762010 B1 zeigt eine Heizmatte mit einer induktiv erhitzen Flüssigkeit, die einem in der Heizmatte spiralförmig verlaufenden Kanal zugeleitet wird, dessen Einlass und Auslass in der induktiven Heizeinrichtung enden.

**[0007]** Es besteht somit das Ziel der Erfindung darin eine Vorrichtung zur Erwärmung eines Fluids mittels elektrischer Energie bereitzustellen, die eine kompakte Bauweise aufweist und nicht nur eine rasche Erwärmung des Fluids ermöglicht, sondern auch mit einem im Vergleich zu bekannten Vorrichtungen höheren Wirkungsgrad betrieben werden kann. Des Weiteren soll eine hohe Betriebssicherheit gewährleistet sein.

**[0008]** Diese Ziele werden durch die Merkmale von Anspruch 1 erreicht. Anspruch 1 bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Erwärmung eines Fluids mittels elektrischer Energie, wobei ein zylindrisches Gehäuse mit einem Einlass und einem Auslass für das Fluid vorgesehen ist, und der Einlass mit dem Auslass über einen innerhalb des Gehäuses verlaufenden Strömungskanal für das Fluid verbunden ist, der einen sich um die Zylinderachse des Gehäuses mit abnehmendem Abstand zur Zylinderachse einwärts windenden spiralförmigen Strömungskanalabschnitt aufweist, der von einer senkrecht zwischen einer Deckplatte und einer Bodenplatte des Gehäuses angeordneten Wandung gebildet wird, die mit einem als bahnförmiges Heizelement ausgeführten elektrischen Heizelement zur Erwärmung des strömenden Fluids versehen ist. Erfindungsgemäß wird hierbei vorgeschlagen, dass die Wandung zusätzlich einen sich um die Zylinderachse des Gehäuses mit zunehmendem Abstand zur Zylinderachse auswärts windenden spiralförmigen Strömungskanalabschnitt bildet, wobei die Wandung in einem zentralen Bereich des Gehäuseinneren einen den sich einwärts windenden Strömungskanalabschnitt abschließenden Endbereich umgrenzt, der in den Auslass mündet, sowie einen den sich auswärts windenden Strömungskanalabschnitt abschließenden Endbereich umgrenzt, in den der Einlass mündet, und der sich auswärts windende Strömungskanalabschnitt in einem der Gehäuseinnenwand nächstliegenden Abschnitt der Wandung über einen durch ein freies Ende der Wandung gebildeten Umkehrbereich in den sich einwärts windenden Strömungskanalabschnitt mündet, wobei die Wandung vom bahnförmig ausgeführten Heizelement gebildet wird, das mit PTC-Widerstandselementen versehen ist, und als Grenzfläche zwischen dem sich auswärts windenden Strömungskanalabschnitt und dem sich einwärts windenden Strömungskanalabschnitt ausgeführt ist.

**[0009]** Die zu erwärmende Flüssigkeit wird der erfindungsgemäßen Vorrichtung über den Einlass zugeführt, der in den Endbereich des sich auswärts windenden Strömungskanalabschnittes mündet. Die Flüssigkeit strömt somit vom zentralen Bereich des Gehäuses in die peripheren Bereiche des Gehäuseinneren, wobei es durch eine diesem auswärts windenden Strömungskanalabschnitt zugewandte Oberfläche des bahnförmigen Heizelements, das die Wandung dieses Strömungskanalabschnittes bildet, erwärmt wird. Der sich auswärts windende Strömungskanalabschnitt mündet in einem der Gehäuseinnenwand nächstliegenden Abschnitt der Wandung über einen durch ein freies Ende der Wandung gebildeten Umkehrbereich in den sich einwärts windenden Strömungskanalabschnitt. Die Flüssigkeit strömt somit von den peripheren Bereichen des Gehäuseinneren wieder in den zentralen Bereich des Gehäuses zurück, wobei es durch eine dem einwärts windenden Strömungskanalabschnitt zugewandte Oberfläche desselben bahnförmigen Heizelements weiter erwärmt wird. Der sich einwärts windende Strömungskanalabschnitt endet im zentralen Bereich des Gehäuses schließlich in einem Endbereich, der in den Auslass mündet. Da die vom bahnförmigen Heizelement gebildete Wandung als Grenzfläche zwischen dem sich einwärts windenden Strömungskanalabschnitt und dem sich auswärts windenden Strömungskanalabschnitt ausgeführt ist, umströmt die Flüssigkeit beide Oberflächen desselben Heizelements. Der Temperaturunterschied der in den zentralen Bereich über den Einlass eingeleiteten Flüssigkeit und der über den Auslass abgeleiteten Flüssigkeit, der sich ebenfalls im zentralen Bereich befindet, ist dabei maximal. Somit ist auch der Temperaturunterschied der zu beiden Seiten des Heizelements strömenden Flüssigkeit maximal, und zwar in jenem Abschnitt des Heizelements, der im zentralen Bereich des Gehäuses angeordnet ist. In den peripheren Bereichen der sich einwärts und auswärts windenden Strömungskanalabschnitte ist der Temperaturunterschied der zu beiden Seiten des Heizelements strömenden Flüssigkeit hingegen minimal. Der Mittelwert der zu beiden Seiten des Heizelements vorliegenden Temperatur ist über den gesamten Verlauf des Heizelements hingegen annähernd konstant. So wird über die gesamte Länge des bahnförmigen Heizelements sichergestellt, dass die Temperatur innerhalb des mit PTC-Widerstandselementen versehenen Heizelements annähernd konstant ist und der innere ohmsche Widerstand der PTC-Widerstandselemente pro Längeneinheit somit annähernd konstant über die Länge ist, was eine

gleichmäßige elektrische Leistungsabgabe in Bezug auf die von der Temperatur abhängigen PTC-Widerstandscharakteristik sicherstellt. Im Umkehrbereich am freien Ende der Wandung erreicht die Temperatur des Fluids annähernd die Hälfte der gewünschten Temperatursteigerung zwischen Eintritts- und Austrittstemperatur. Für einen optimalen Wirkungsgrad sollte ferner die vom Heizelement entlang der Strömungsstrecke vom Einlass bis zum Umkehrbereich abgegebene Heizleistung der Hälfte der für die gesamte Strömungsstrecke vom Einlass bis zum Auslass vorgesehenen Heizleistung entsprechen. Da an jeder Stelle des Heizelements der durch das Fluid bewirkte Temperaturmittelwert konstant ist, wird der unerwünschte Effekt einer Reduktion der Heizleistung durch die PTC-Charakteristik eliminiert, wodurch die mögliche Heizleistung der Vorrichtung in einem gegebenen Bauraum drastisch erhöht werden kann und der Wirkungsgrad optimiert wird. Zudem wird das Gehäuseinnere aufgrund der maximierten beheizten Oberfläche in idealer Weise ausgenutzt und die Wärmeübertragung an das durchströmende Fluid optimiert. Auf diese Weise werden kompakte bauliche Ausführungen ermöglicht.

**[0010]** Eine konkrete bauliche Ausführung sieht etwa vor, dass das bahnförmig ausgeführte Heizelement in einem ersten Endabschnitt über einen fluiddichten, schlitzförmigen Befestigungsbereich den Gehäusemantel quert und ein erstes, elektrische Anschlüsse aufweisendes und außerhalb des Gehäuses angeordnetes Ende des Heizelements bildet, und in einem zweiten Endabschnitt das innerhalb des Gehäuses angeordnete, freie Ende der Wandung bildet. Die Dichtheit kann etwa durch Vergießen des Befestigungsbereiches mit Vergussmasse oder Klebstoff sichergestellt werden.

**[0011]** Das bahnförmig ausgeführte Heizelement kann ferner mit seinen Längsseiten in Nuten der Deckplatte und der Bodenplatte des Gehäuses befestigt sein.

**[0012]** Zur Erhöhung der strukturellen Stabilität der Vorrichtung insbesondere im Umkehrbereich wird insbesondere vorgeschlagen, dass das innerhalb des Gehäuses angeordnete, freie Ende des bahnförmig ausgeführten Heizelements mit einem Stabilisierungsstab versehen ist, der an der Deckplatte und der Bodenplatte des Gehäuses befestigt ist.

**[0013]** Das Heizelement besteht in an sich bekannter Weise aus einem bahnförmigen Substrat (vorzugsweise aus Kunststoff), einer Wärmeverteillage aus Metall, Elektroden und einer Heizschicht aus PTC-Widerstandselementen, beispielsweise Carbon-Pasten oder Keramikschichten, die als ohmscher Widerstand wirken und im Siebdruckverfahren aufgebracht werden. Nach außen kann das Heizelement durch eine dielektrische Deckfolie isoliert sein. Wie bereits ausgeführt wurde, zeichnet sich das PTC-Material der PTC-Widerstandselemente durch eine stark nicht-lineare Kennlinie aus, indem der elektrische Widerstand des Materials mit steigender Temperatur (verursacht durch Betrieb oder passive Erwärmung) ansteigt und das Material bei der material-spezifischen Abregelungstemperatur schließlich hochohmig wird. Dadurch sinkt die elektrische Heizleistung und somit kommt es zu keiner weiteren Erwärmung. Dies gilt auch für lokale thermische Inhomogenitäten wie z.B. Lufteinchlüsse im Fluid. Das verwendete Heizelement ist dadurch selbstregelnd und kann nicht überhitzen. Gleichzeitig ermöglicht das PTC-Material der PTC-Widerstandselemente eine im Vergleich zu herkömmlichen Widerstandsmaterialien besonders rasche Aufheizung.

**[0014]** Für solche Ausführungsformen wird vorgeschlagen, dass das bahnförmige Heizelement als Heizfolie ausgeführt ist, die zur Bildung der Wandung um seine Längsachse sowie um seine Querachse gefaltet ist. Durch die Faltung um die Längsachse wird erreicht, dass sich die an sich einseitig angeordnete Wärmeverteillage nun zu beiden Seiten des Heizelements außen befindet und dem jeweiligen Strömungskanalabschnitt zugewandt ist. Zudem bildet das Substrat der Heizfolie eine trennende Schicht zwischen den elektrisch leitenden Schichten in Form der Elektroden und der Heizschicht und dem Fluid, wodurch die Gefahr von Kurzschlüssen reduziert wird. Durch die Faltung in Querrichtung kommen die Stirnseiten entlang der beiden Breitseiten der Heizfolie auf derselben Seite zu liegen, die nun außerhalb des Gehäuses angeordnet werden kann. Es gibt somit keine Schnittkanten der Heizfolie, die dem Fluid ausgesetzt wären, sodass ein Kurzschluss wiederum unterbunden wird.

**[0015]** Schließlich wird vorgeschlagen, dass der Einlass und der Auslass auf unterschiedlichen

Seiten des Gehäuses angeordnet sind. Diese Anordnung erleichtert es, mehrere Vorrichtungen in Serie zu koppeln, um auf diese Weise insgesamt eine höhere Heizleistung zu erzielen. Um ein größeres Fluidvolumen zu erhitzen, können auch mehrere Vorrichtungen parallel angeordnet werden.

[0016] Die Erfindung wird in weiterer Folge anhand von Ausführungsbeispielen mithilfe der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen hierbei die

- [0017] Fig. 1 eine Schnittansicht durch eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- [0018] Fig. 2 eine perspektivische Ansicht der Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 1 mit Bodenplatte und eingelegtem Heizelement, aber ohne Deckplatte und Gehäusemantel,
- [0019] Fig. 3 eine perspektivische Ansicht der Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 1 mit Bodenplatte, eingelegtem Heizelement und Gehäusemantel, aber ohne Deckplatte,
- [0020] Fig. 4 eine perspektivische Ansicht der Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 1 mit Bodenplatte, Deckplatte und Gehäusemantel, sowie mit eingelegtem Heizelement,
- [0021] Fig. 5 eine schematische Ansicht für einen möglichen Aufbau des bahnförmigen Heizelements, und die
- [0022] Fig. 6 eine schematische Ansicht zur Erläuterung der Faltung um die Längsachse sowie die Querachse des Heizelements.

[0023] Zunächst wird auf die Fig. 1 Bezug genommen, um den Verlauf der Strömungskanalabschnitte 1a, 1b innerhalb eines Gehäuses 2 der Vorrichtung zu erläutern. Die zu erwärmende Flüssigkeit wird über einen im zentralen Bereich des Gehäuseinneren angeordneten Einlass 3 zugeführt, der in den Endbereich eines sich auswärts windenden Strömungskanalabschnittes 1a mündet. Die Flüssigkeit strömt somit vom zentralen Bereich des Gehäuses 2 in die peripheren Bereiche des Gehäuseinneren, wobei es durch eine diesem auswärts windenden Strömungskanalabschnitt 1a zugewandte Oberfläche des bahnförmigen Heizelements 4, das die Wandung dieses Strömungskanalabschnittes 1a bildet, erwärmt wird. Der sich auswärts windende Strömungskanalabschnitt 1a mündet in einem der Gehäuseinnenwand nächstliegenden Abschnitt der Wandung über einen durch ein freies Ende des bahnförmigen Heizelements 4 gebildeten Umkehrbereich in den sich einwärts windenden Strömungskanalabschnitt 1b. Die Flüssigkeit strömt somit von den peripheren Bereichen des Gehäuseinneren wieder in den zentralen Bereich des Gehäuses 2 zurück, wobei es durch eine dem einwärts windenden Strömungskanalabschnitt 1b zugewandte Oberfläche desselben bahnförmigen Heizelements 4 weiter erwärmt wird. Der sich einwärts windende Strömungskanalabschnitt 1b endet im zentralen Bereich des Gehäuses 2 schließlich in einem Endbereich, der in den Auslass 5 (in der Fig. 1 zum besseren Verständnis strichliert eingezeichnet) mündet. Da die vom bahnförmigen Heizelement 4 gebildete Wandung als Grenzfläche zwischen dem sich auswärts windenden Strömungskanalabschnitt 1a und dem sich einwärts windenden Strömungskanalabschnitt 1b ausgeführt ist, umströmt die Flüssigkeit beide Oberflächen desselben Heizelements 4.

[0024] Der gezeigte Strömungspfad leitet somit das zentral durch den Einlass 3 eintretende kühle Fluid entlang der durch das spiralförmig angeordnete Heizelement 4 und den vom Heizelement 4 gebildeten, ersten Strömungskanalabschnitt 1a nach außen, wo es umgelenkt wird und wieder entlang eines zwischen den zuerst durchflossenen Bahnen verlaufenden, zweiten Strömungskanalabschnittes 1b nach innen fließt und durch den Auslass 5 wieder aus dem Gehäuse 2 tritt. Da die Wandung aus dem Heizelement 4 gebildet wird, erwärmt sich das Fluid dabei, wenn das Heizelement 4 eingeschaltet ist und so seine Wärme an das Fluid abgibt. Der PTC-Effekt der PTC-Widerstandselemente des Heizelements 4 würde an sich bewirken, dass in den äußeren Bereichen des spiralförmig angeordneten Heizelements 4 der elektrische Widerstand des Heiz-

elements 4 durch die höhere Temperatur des Fluids steigt und die Heizleistung sinkt, was im Widerspruch zum Ziel der möglichst starken Erwärmung des durch das Gehäuse 2 strömenden Fluids entlang des gesamten Strömungspfads steht. Der erfindungsgemäß vorgeschlagene Strömungskanal 1 ermöglicht es nun in vorteilhafter Weise, dass sich beidseits des spiralförmig angeordneten Heizelements 4 an jeder Stelle Fluide mit Temperaturen befinden, deren Durchschnitt jeweils konstant ist. So befindet sich im Bereich der Einströmstelle das kühlsste Fluid, während sich auf der anderen Seite des Heizelements 4 das heißeste Fluid befindet, weil dieses bereits den gesamten Strömungspfad durchflossen und daher die maximale Heizleistung aufgenommen hat. Der Durchschnitt der beiden Temperaturen entspricht weitgehend der Temperatur im Umkehrbereich des Strömungspfads, wo das kühle Fluid etwa die Hälfte des Strömungspfades durchflossen und somit etwa die Hälfte der Heizleistung aufgenommen hat. Da an jeder Stelle des Heizelements 4 die durch das Fluid entstehende Durchschnittstemperatur konstant ist, wird der unerwünschte Effekt einer Reduktion der Heizleistung durch den PTC-Effekt eliminiert, was die mögliche Heizleistung der Vorrichtung in einem gegebenen Bauraum drastisch erhöht.

**[0025]** Eine konkrete bauliche Ausführung der Vorrichtung wird anhand der Fig. 2 bis 4 erläutert. Die Fig. 2 zeigt zunächst eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der Vorrichtung gemäß Fig. 1 mit Bodenplatte 2B und eingelegtem Heizelement 4, aber ohne Deckplatte 2D und Gehäusemantel 2M. Das bahnförmig ausgeführte Heizelement 4 ist mit einer seiner beiden Längsseiten in einer spiralförmig verlaufenden Nute der Bodenplatte 2B des Gehäuses 2 befestigt. Ein erster Endabschnitt 4.1 des bahnförmigen Heizelements 4 ist außerhalb des Gehäuses 2 angeordnet. An diesem ersten Endabschnitt 4.1 befinden sich die elektrischen Anschlüsse des Heizelements 4. Des Weiteren ist eine Öffnung in der Bodenplatte 2B für den Einlass 3 ersichtlich. Die Bezeichnung Einlass 3 und Auslass 5 ist jedoch beliebig, da die Vorrichtung in beide Richtungen betrieben werden kann, sodass der Einlass 3 auch in der Deckplatte 2D und der Auslass 5 in der Bodenplatte 2B angeordnet sein kann. Zudem könnten auch sowohl der Einlass 3 als auch der Auslass 5 in der Bodenplatte 2B angeordnet sein, oder sowohl der Einlass 3 als auch der Auslass 5 in der Deckplatte 2D.

**[0026]** In einem zweiten Endabschnitt 4.2 bildet das bahnförmig ausgeführte Heizelement 4 ein innerhalb des Gehäuses 2 angeordnetes, freies Ende der Wandung, das den Umkehrbereich zwischen dem sich auswärts windenden Strömungskanalabschnitt 1a und dem sich einwärts windenden Strömungskanalabschnitt 1b definiert. Zur Erhöhung der strukturellen Stabilität der Vorrichtung insbesondere im Umkehrbereich kann das innerhalb des Gehäuses 2 angeordnete, freie Ende des bahnförmig ausgeführten Heizelements 4 mit einem Stabilisierungsstab versehen sein, der an der Deckplatte 2D und der Bodenplatte 2B des Gehäuses 2 befestigt ist.

**[0027]** Die Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht der Ausführungsform einer erfindungsgemäß Vorrichtung gemäß Fig. 1 mit der Bodenplatte 2B, dem eingelegten Heizelement 4 und einem Gehäusemantel 2M, aber ohne Deckplatte 2D. Des Weiteren ist ersichtlich, dass das bahnförmig ausgeführte Heizelement 4 in seinem ersten Endabschnitt 4.1 über einen fluiddichten, schlitzförmigen Befestigungsbereich 6 den Gehäusemantel 2M quert. Die Dichtheit des Befestigungsbereiches 6 kann etwa durch Vergießen des Befestigungsbereiches 6 mit Vergussmasse oder Klebstoff sichergestellt werden.

**[0028]** Die Fig. 4 zeigt eine perspektivische Ansicht der gesamten Vorrichtung gemäß Fig. 1 mit Bodenplatte 2B, Deckplatte 2D und Gehäusemantel 2M, sowie mit eingelegtem Heizelement 4, von dem in der Fig. 4 nur der außerhalb des Gehäuses 2 angeordnete erste Endabschnitt 4.1 ersichtlich ist. In der Bodenplatte 2B des Gehäuses 2 ist der mithilfe eines rohrförmigen Zulaufes gebildete Einlass 3 angeordnet. In der Deckplatte 2D des Gehäuses 2 ist der mithilfe eines rohrförmigen Ablaufes gebildete Auslass 5 angeordnet. Die Bodenplatte 2B, die Deckplatte 2D sowie der Gehäusemantel 2M können jeweils durch Spritzgussverfahren, 3D-Druck oder durch Fräsen hergestellt werden. In der gezeigten Ausführungsform der Fig. 4 sind der Einlass 3 und der Auslass 5 auf unterschiedlichen Seiten des Gehäuses 2 angeordnet. Diese Anordnung erleichtert es, mehrere Vorrichtungen in Serie zu koppeln, um auf diese Weise insgesamt eine höhere Heizleistung zu erzielen, wobei der Auslass 5 einer Vorrichtung mit dem Einlass 3 einer nachfolgenden Vorrichtung gekoppelt ist. Um ein größeres Fluidvolumen zu erhitzen, könnten zudem auch meh-

rere Vorrichtungen parallel angeordnet werden, wobei die jeweiligen Einlässe 3 über eine gemeinsame Zuführung miteinander verbunden sind, sowie die jeweiligen Auslässe 5 über eine gemeinsame Ablaufleitung.

**[0029]** Anhand der Fig. 5 und 6 wird eine mögliche Ausführungsform des Heizelements 4 erläutert, sowie dessen Faltung zur Bildung der Wandung für die Strömungskanalabschnitte 1a, 1b. Das Heizelement 4 besteht in an sich bekannter Weise aus einem bahnförmigen Substrat 7 (vorzugsweise aus Kunststoff), einer Wärmeverteillage 8 aus einem metallischen Werkstoff, Elektroden 9, und einer Heizschicht 10 aus PTC-Widerstandselementen, beispielsweise Carbon-Pasten oder Keramikschichten, die als ohmscher Widerstand wirken. Die Elektroden 9 können beispielsweise aus einer erhärteten, silberbasierenden Paste gefertigt sein, die in viskoser Form mittels Siebdruck mit dem gewünschten Verlauf auf das Substrat 7 aufgebracht und thermisch ausgehärtet wird. Die PTC-Widerstandselemente der Heizschicht 10 können aus einer erhärteten, kohlenstoffbasierenden Paste gefertigt sein, die auch als Carbon-Paste bezeichnet wird und ebenfalls bei Raumtemperatur in viskoser Form mittels Siebdruck in der gewünschten Anordnung auf das Substrat 7 aufgebracht und thermisch ausgehärtet werden kann. Nach außen kann das Heizelement 4 durch eine dielektrische Deckfolie 11 isoliert sein.

**[0030]** Wird an die Elektroden 9 über die elektrischen Anschlüsse des ersten Endabschnittes 4.1 eine Gleichspannung oder Wechselspannung von beispielsweise 230 V angelegt, so fließt durch die Elektroden ein Strom, der in den PTC-Widerstandselementen der Heizschicht 10 in Wärme umgewandelt wird, die zunächst die Heizschicht 10 erwärmt. Dadurch ändert sich auch der elektrische Widerstand der PTC-Widerstandselemente anhand einer Kennlinie, die beispielsweise bei einem PTC-Lack bei etwa 130°C einen markanten Anstieg zeigt. Dieser markante Anstieg der Kennlinie bewirkt, dass es oberhalb von 130°C zu keiner weiteren Erwärmung mehr kommt. Das verwendete Heizelement 4 ist dadurch selbstregelnd und kann nicht überhitzen. Gleichzeitig ermöglichen die PTC-Widerstandselemente eine im Vergleich zu herkömmlichen Widerstandsmaterialien besonders rasche Aufheizung. Nach einer anfänglichen Aufwärmphase beträgt die über die gesamte Oberfläche des Heizelements 4 gemittelte flächenbezogene Heizleistung etwa 100 kW/m<sup>2</sup>. Die in der Heizschicht 10 auftretende Kerntemperatur des Heizelements 4 beträgt dabei maximal 120°C.

**[0031]** Anhand der Fig. 6 wird erläutert, wie das als Heizfolie ausgeführte, bahnförmige Heizelement 4 zur Bildung der Wandung um seine Längsachse L sowie um seine Querachse Q gefaltet wird. Durch die Faltung um die Längsachse L wird erreicht, dass sich die an sich einseitig angeordnete Wärmeverteillage 8 nun zu beiden Seiten des Heizelements 4 außen befindet und dem jeweiligen Strömungskanalabschnitt 1a, 1b zugewandt ist. Dabei ist die Oberfläche einer ersten Seite des gefalteten, bahnförmigen Heizelements 4 immer dem sich auswärts windenden Strömungskanalabschnitt 1a zugewandt, und die Oberfläche der zweiten Seite des gefalteten, bahnförmigen Heizelements 4 immer dem einwärts windenden Strömungskanalabschnitt 1b. Zudem bildet das bahnförmige Substrat 7 eine trennende Schicht zwischen den elektrisch leitenden Schichten in Form der Elektroden 9 und der Heizschicht 10 und dem Fluid, wodurch die Gefahr von Kurzschlägen reduziert wird. Durch die Faltung in Querrichtung Q kommen die Stirnseiten entlang der beiden Breitseiten der Heizfolie auf derselben Seite zu liegen, die nun außerhalb des Gehäuses 2 angeordnet werden kann. Es gibt somit keine Schnittkanten der Heizfolie, die dem Fluid ausgesetzt wären, sodass ein Kurzschluss wiederum unterbunden wird.

**[0032]** Mithilfe der Erfindung wird somit eine Vorrichtung zur Erwärmung eines Fluids mittels elektrischer Energie verwirklicht, die eine kompakte Bauweise aufweist und nicht nur eine rasche Erwärmung des Fluids ermöglicht, sondern auch mit einem im Vergleich zu bekannten Vorrichtungen höheren Wirkungsgrad betrieben werden kann. Des Weiteren kann eine hohe Betriebssicherheit gewährleistet werden.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erwärmung eines Fluids mittels elektrischer Energie, wobei ein zylindrisches Gehäuse (2) mit einem Einlass (3) und einem Auslass (5) für das Fluid vorgesehen ist, und der Einlass (3) mit dem Auslass (5) über einen innerhalb des Gehäuses (2) verlaufenden Strömungskanal (1) für das Fluid verbunden ist, der einen sich um die Zylinderachse des Gehäuses (2) mit abnehmendem Abstand zur Zylinderachse einwärts windenden spiralförmigen Strömungskanalabschnitt (1b) aufweist, der von einer senkrecht zwischen einer Deckplatte (2D) und einer Bodenplatte (2B) des Gehäuses (2) angeordneten Wandung gebildet wird, die mit einem als bahnförmiges Heizelement (4) ausgeführten elektrischen Heizelement (4) zur Erwärmung des strömenden Fluids versehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandung zusätzlich einen sich um die Zylinderachse des Gehäuses (2) mit zunehmendem Abstand zur Zylinderachse auswärts windenden spiralförmigen Strömungskanalabschnitt (1a) bildet, wobei die Wandung in einem zentralen Bereich des Gehäuseinneren einen den sich einwärts windenden Strömungskanalabschnitt (1b) abschließenden Endbereich umgrenzt, der in den Auslass (5) mündet, sowie einen den sich auswärts windenden Strömungskanalabschnitt (1a) abschließenden Endbereich umgrenzt, in den der Einlass (3) mündet, und der sich auswärts windende Strömungskanalabschnitt (1a) in einem der Gehäuseinnenwand nächstliegenden Abschnitt der Wandung über einen durch ein freies Ende der Wandung gebildeten Umkehrbereich in den sich einwärts windenden Strömungskanalabschnitt (1b) mündet, wobei die Wandung vom bahnförmig ausgeführten Heizelement (4) gebildet wird, das mit PTC-Widerstandselementen versehen ist, und als Grenzfläche zwischen dem sich auswärts windenden Strömungskanalabschnitt (1a) und dem sich einwärts windenden Strömungskanalabschnitt (1b) ausgeführt ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das bahnförmig ausgeführte Heizelement (4) in einem ersten Endabschnitt (4.1) über einen fluiddichten, schlitzförmigen Befestigungsbereich (6) den Gehäusemantel (2M) des zylindrischen Gehäuses (2) quert und ein erstes, elektrische Anschlüsse aufweisendes und außerhalb des Gehäuses (2) angeordnetes Ende des Heizelements (4) bildet, und in einem zweiten Endabschnitt (4.2) das innerhalb des Gehäuses (2) angeordnete, freie Ende der Wandung bildet.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das bahnförmig ausgeführte Heizelement (4) mit seinen Längsseiten in Nuten der Deckplatte (2D) und der Bodenplatte (2B) des Gehäuses (2) befestigt ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das innerhalb des Gehäuses (2) angeordnete, freie Ende des bahnförmig ausgeführten Heizelements (4) mit einem Stabilisierungsstab versehen ist, der an der Deckplatte (2D) und der Bodenplatte (2B) des Gehäuses (2) befestigt ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das bahnförmige Heizelement (4) als Heizfolie ausgeführt ist, die zur Bildung der Wandung um seine Längsachse (L) gefaltet ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das bahnförmige Heizelement (4) als Heizfolie ausgeführt ist, die zur Bildung der Wandung um seine Querachse (Q) gefaltet ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Einlass (3) und der Auslass (5) auf unterschiedlichen Seiten des Gehäuses (2) angeordnet sind.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

1/3

Fig. 1

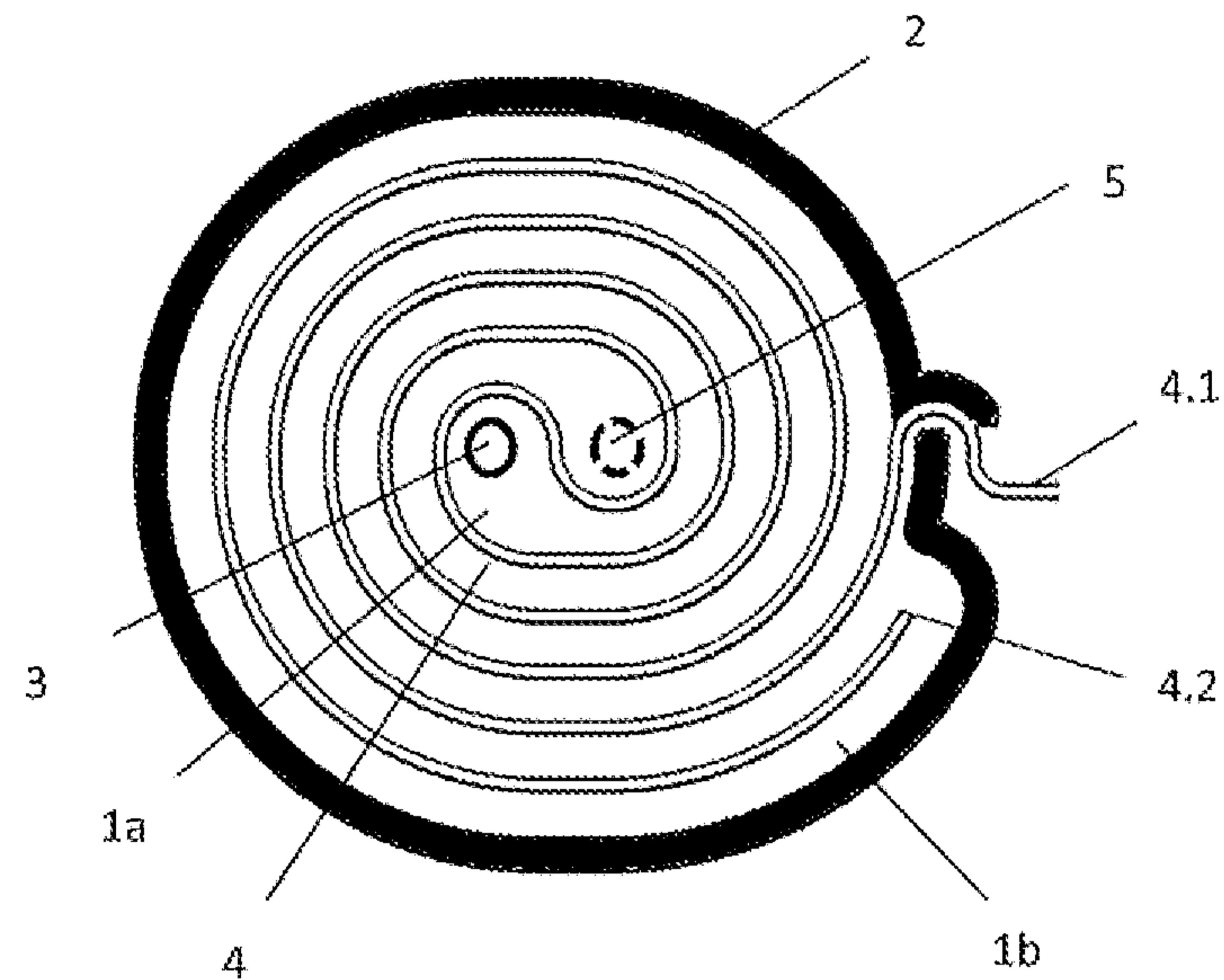
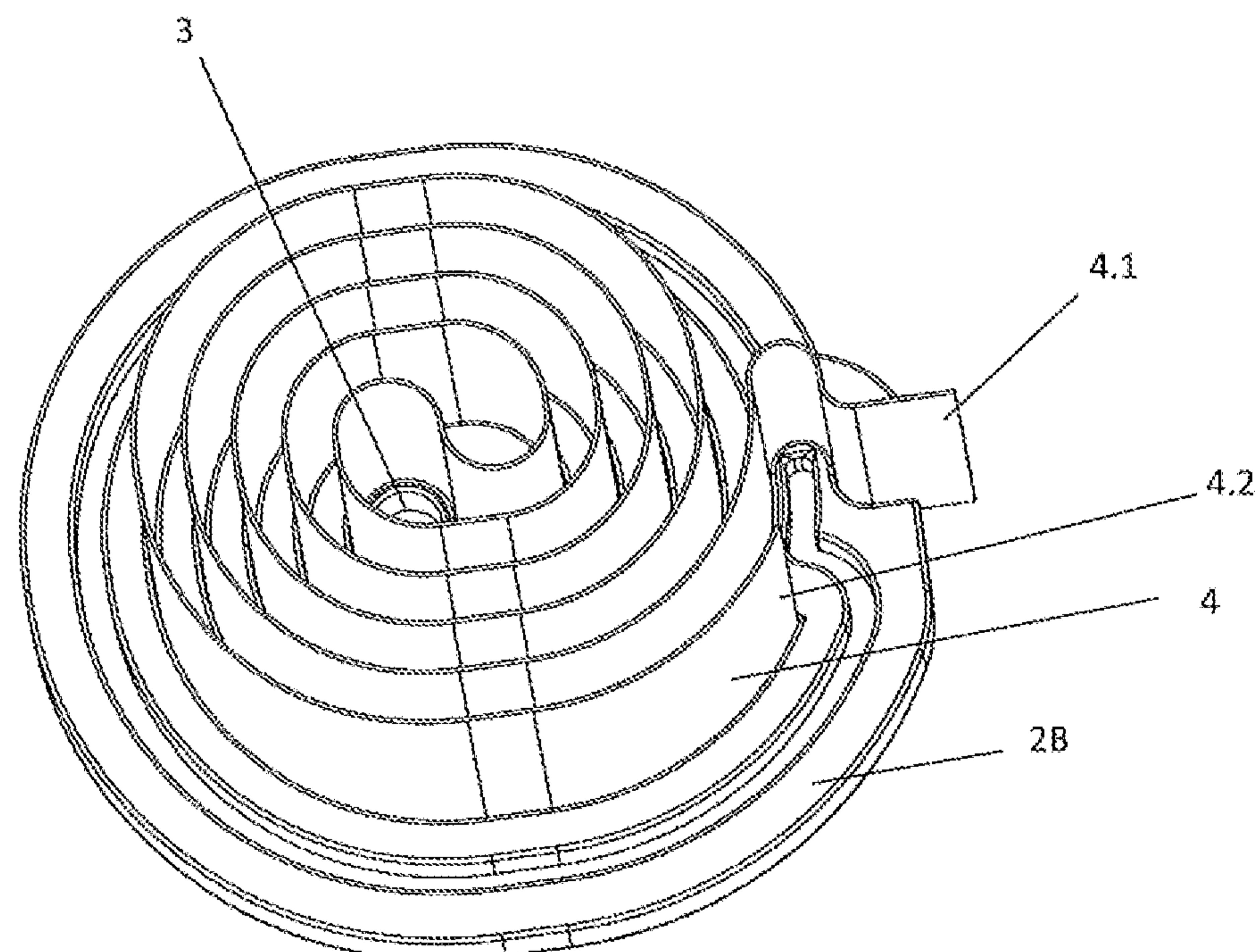


Fig. 2



2/3

Fig. 3

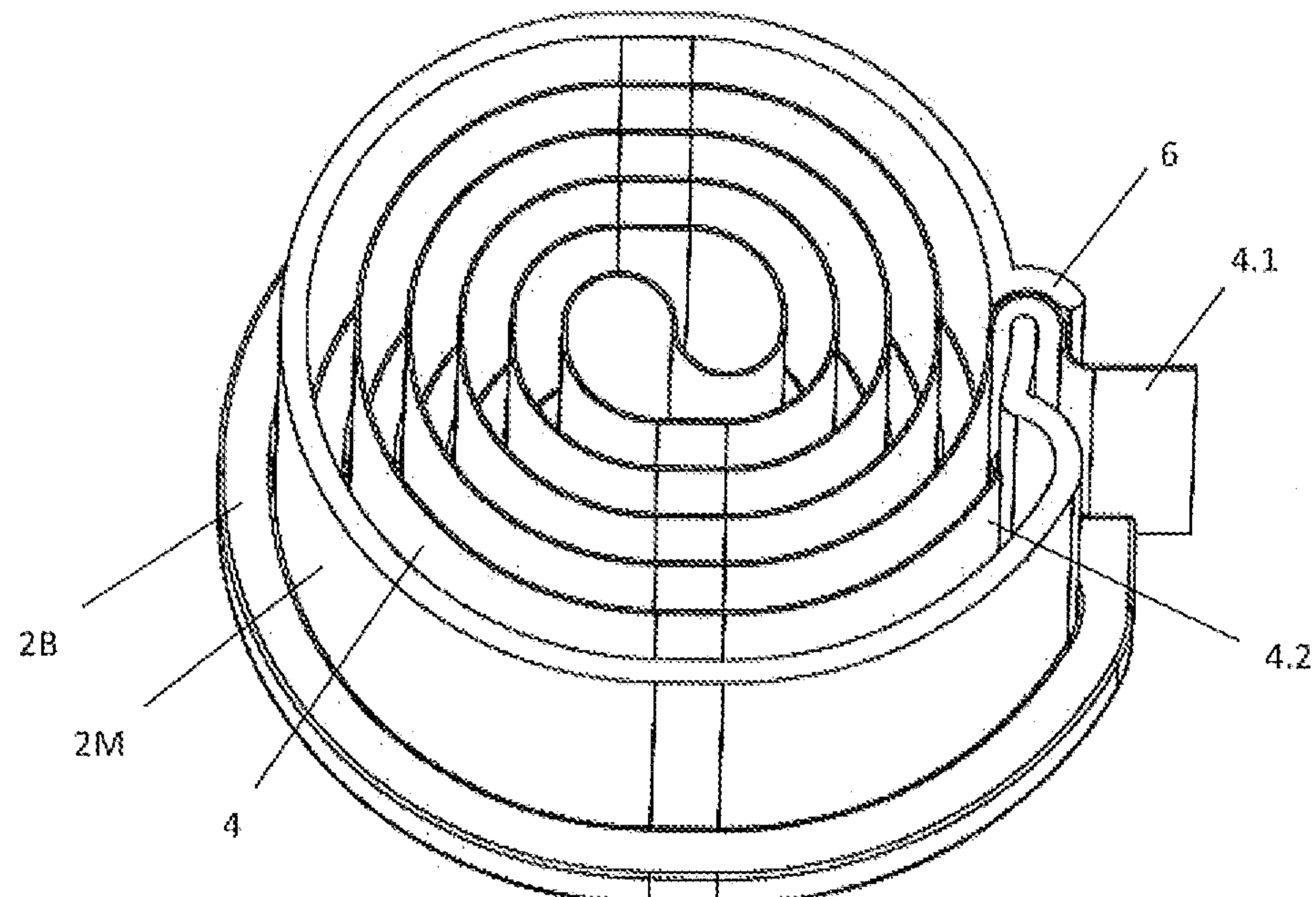
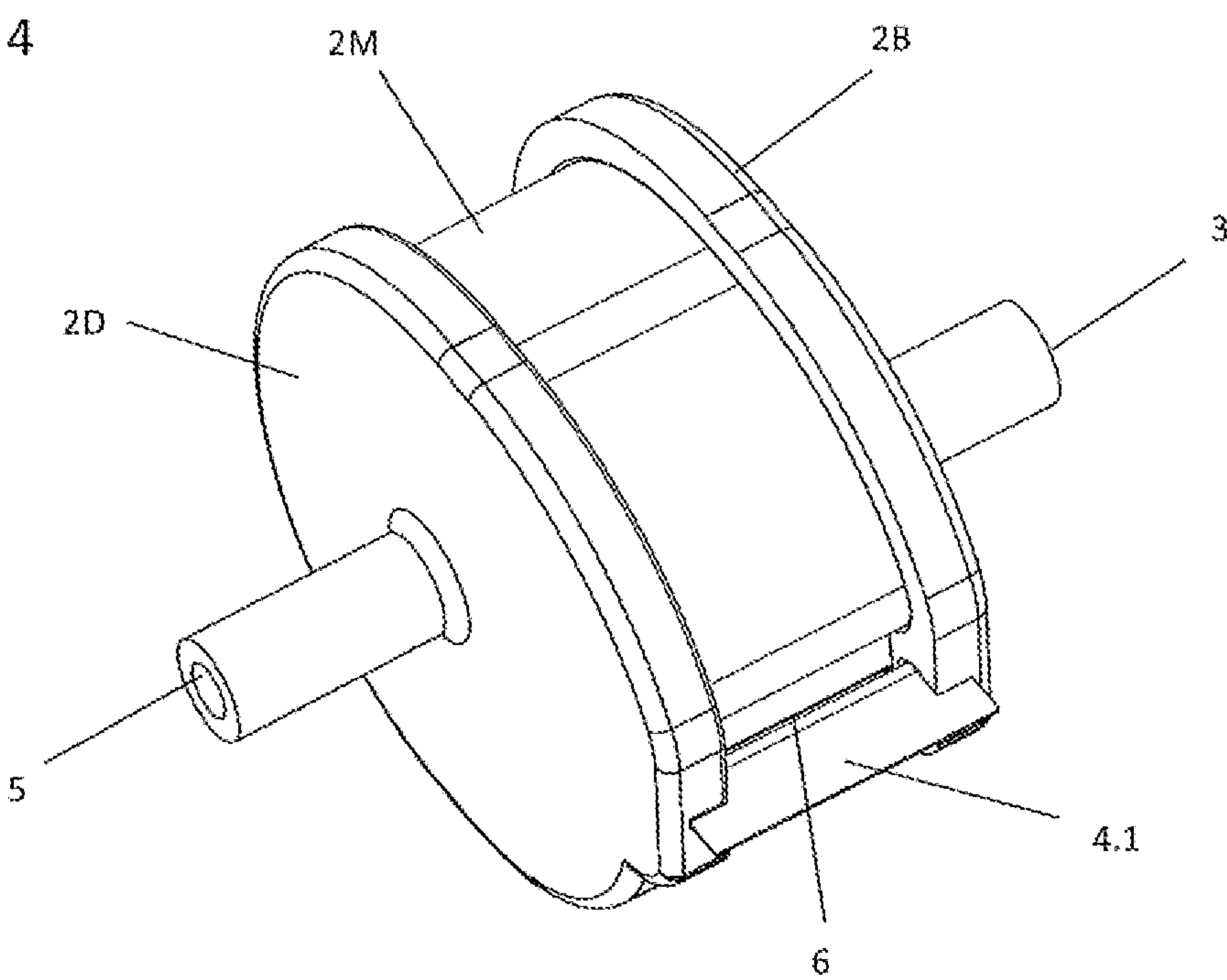


Fig. 4



3/3

Fig. 5

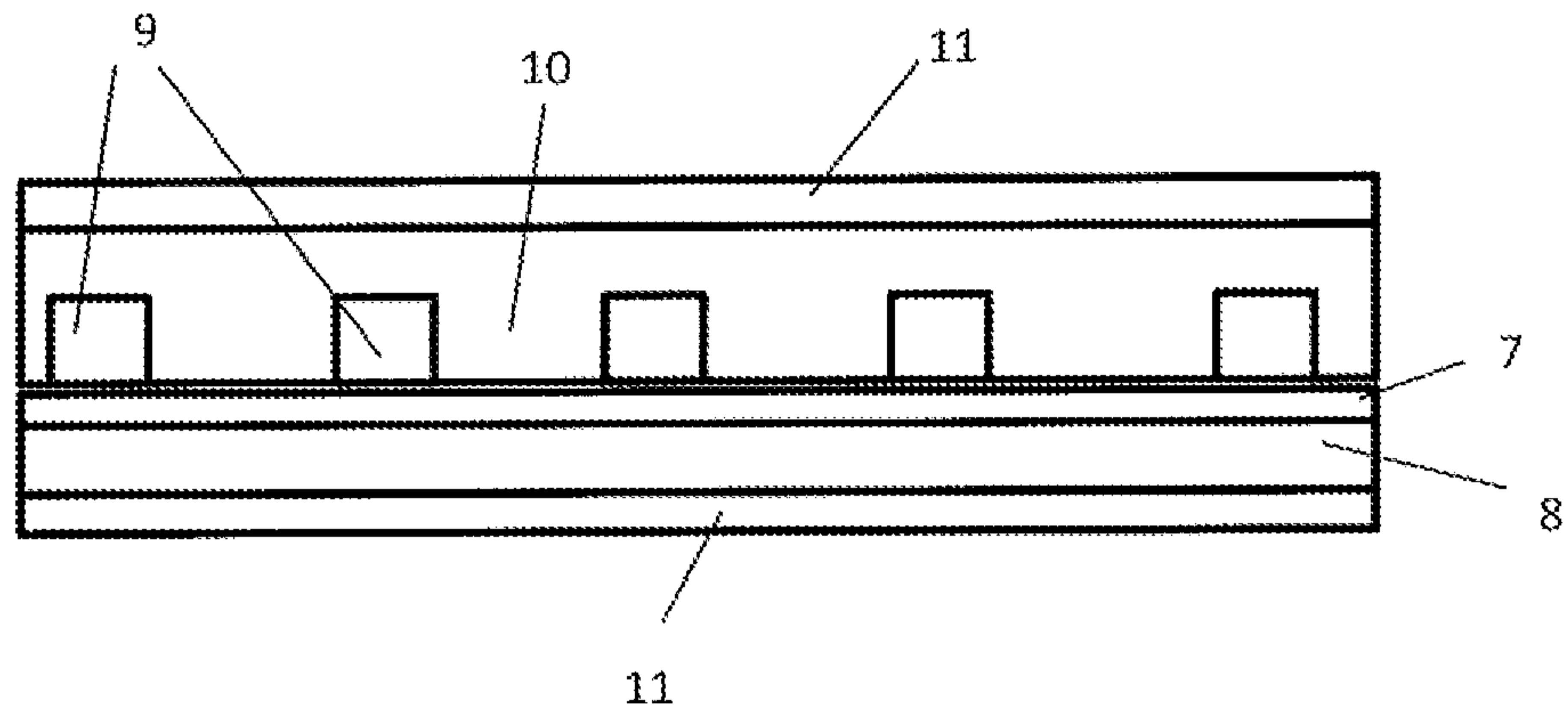


Fig. 6

