

(19)



(11)

EP 2 546 524 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

16.01.2013 Patentblatt 2013/03

(51) Int Cl.:

F04D 13/02 (2006.01)

F04D 15/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12175418.8**

(22) Anmeldetag: **06.07.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **CP Pumpen AG**
4800 Zofingen (CH)

(72) Erfinder: **Folsche, Thomas**
79541 Lörrach (CH)

(74) Vertreter: **TSWpat Luzern AG**
Postfach 3128
6002 Luzern (CH)

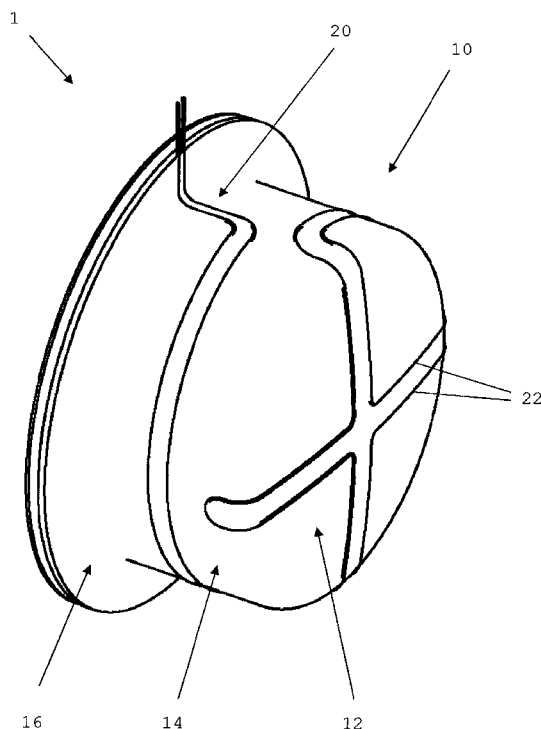
(30) Priorität: **15.07.2011 CH 11832011**

(54) **Magnetgekoppelte Kreispumpe mit Spalttopfüberwachung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine magnetgekoppelte Kreispumpe mit Spalttopfüberwachung. Diese Kreispumpe weist einen Spalttopf (1) auf, der eine für ein magnetisches und/oder elektrisches Feld zumindest teilweise durchlässig Trennwand (10) aufweist, um ein im Spalttopf (1) angeordnetes Pumpenrad der Kreispumpe berührungslos anzutreiben. Ausserdem weist die Kreispumpe einen elektrischen Leiter (20) zur

flächenmässigen Überwachung des Spalttopfs (1) auf. Dabei ist der, gegebenenfalls isolierte, elektrische Leiter (20) innerhalb des Wandmaterials der Trennwand (10) oder unmittelbar auf der Oberfläche der Trennwand (10) angeordnet, um die Integrität der Trennwand (10) zu überwachen. Dadurch können Beschädigungen der Trennwand mit einem geringen technischen Aufwand, in einem frühen Stadium und mit hoher Zuverlässigkeit erkannt werden.

Fig. 1



EP 2 546 524 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine magnetgekoppelte Kreislampe mit Spalttopfüberwachung.

[0002] Zur Förderung von gefährlichen oder giftigen Flüssigkeiten werden oftmals Kreislampen mit berührungslosen Magnetkupplungen verwendet. Eine solche magnetgekoppelte Kreislampe umfasst in der Regel eine Trennwand, einen sogenannten Spalttopf, welcher einerseits die Flüssigkeit im Inneren der Kreislampe gegen die äussere Atmosphäre abdichtet, und welcher andererseits durchlässig für magnetische Felder ist, um ein in der Flüssigkeit angeordnetes Pumpenrad durch den Spalttopf hindurch berührungslos anzutreiben. Dadurch wird ein Kontakt der Flüssigkeit im Inneren der Pumpe mit der Umwelt vermieden.

[0003] In der Praxis kann es beim Betrieb einer solchen Kreislampe zu einer Beschädigung des Spalttopfs kommen, was oft nicht gleich bemerkt wird. So können unbemerkt Flüssigkeiten aus der Pumpe austreten und grössere Schäden verursachen. Daher ist eine Überwachung der korrekten Funktion des Spalttopfs und damit eine frühzeitige Erkennung einer allfälligen Beschädigung des Spalttopfs wünschenswert.

[0004] Aus dem Stand der Technik ist eine Drucküberwachung für einen solchen Spalttopf bekannt. Dabei besteht der Spalttopf aus zwei in einem Abstand angeordneten Wänden, so dass ein Zwischenraum zwischen diesen Wänden gebildet wird. Eine Beschädigung der inneren, das heisst der flüssigkeitszugewandten Wand des Spalttopfs führt in der Regel zu einer Druckänderung in diesem Zwischenraum. Eine Beschädigung des Spalttopfs kann somit anhand einer Druckveränderung in dem Zwischenraum erkannt werden.

[0005] Ferner ist aus DE 3645260 A1 bekannt, dass in einen solchen Zwischenraum ein dünnes Gewebe mit einem eingebetteten elektrischen Leitungsnetz eingebracht werden kann. Bei einer Beschädigung der inneren Wand des Spalttopfs tritt typischerweise Flüssigkeit in diesen Zwischenraum ein, so dass das Leitungsnetz mit einer Widerstandsänderung beim Kontakt mit der eingetretenen Flüssigkeit reagiert. Eine Beschädigung der inneren Wand wird daher anhand einer Widerstandsänderung beim Leitungsnetz erkannt. Ausserdem kann mit dem Leitungsnetz eine mechanische Beschädigung der äusseren Wand angezeigt werden.

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine verbesserte magnetgekoppelte Kreislampe mit Spalttopfüberwachung anzugeben.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine magnetgekoppelte Kreislampe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weitere erfindungsgemässe Ausführungen sind in den weiteren Ansprüchen angegeben.

[0008] Die vorliegende Erfindung betrifft eine magnetgekoppelte Kreislampe mit einem Spalttopf, der eine für ein magnetisches und/oder elektrisches Feld zumindest teilweise durchlässige Trennwand aufweist, um ein im Spalttopf angeordnetes Pumpenrad der Kreislampe

berührungslos anzutreiben. Ausserdem weist die Kreislampe einen elektrischen Leiter zur flächenmässigen Überwachung des Spalttopfs auf. Dabei ist der, gegebenenfalls isolierte, elektrische Leiter innerhalb des Wandmaterials der Trennwand oder unmittelbar auf der Oberfläche der Trennwand angeordnet, um die Integrität der Trennwand zu überwachen. Dadurch können Beschädigungen der Trennwand mit einem geringen technischen Aufwand, in einem frühen Stadium und mit hoher Zuverlässigkeit erkannt werden.

[0009] Unter dem Begriff "Fördermedium" ist sowohl eine Flüssigkeit, ein Gas als auch eine Suspension, also eine Mischung von festen Partikeln in einer Flüssigkeit oder einem Gas, zu verstehen. Ferner bezeichnet der Begriff "Integrität" im Wesentlichen die weitgehende Unversehrtheit der Trennwand, also im Wesentlichen das Fehlen von Beschädigungen wie Brüche oder Risse in der Trennwand.

[0010] Der Begriff "Spalttopf" bezeichnet ein generelles Trennelement bei einer Magnetkupplung. Dabei umfasst der Begriff Spalttopf auch ein sogenanntes "Spaltrohr" bei einem Spaltrohrmotorantrieb oder ein Trennelement mit Trennwand bei einem Rührwerk, wobei in diesen Fall das Pumpenrad einem Mischerwerkzeug entspricht. Die Trennwand eines solchen Spalttopfs weist eine innere Oberfläche und eine der ersten Oberfläche gegenüberliegende äussere Oberfläche auf, wobei die innere Oberfläche mit dem Fördermedium in Kontakt steht und die äussere Oberfläche in der Regel mit der äusseren Umgebung der Kreislampe in Kontakt steht. Dabei benötigt die Trennwand einerseits eine gewisse mechanische Festigkeit, insbesondere dann, wenn das Fördermedium unter höherem oder tieferem Druck steht als die äussere Umgebung. Andererseits ist eine solche Trennwand relativ dünnwandig, damit eine berührungslose Kraft- und/oder Drehmomentübertragung mittels eines magnetischen und/oder elektrischen Feldes durch die Trennwand hindurch erfolgt. Vor allem wegen dieser Dünnwandigkeit besteht, insbesondere an den kritischen Stellen der Trennwand, ein erhöhtes Bruchrisiko der Trennwand.

[0011] Die erfindungsgemässe Kreislampe wird überwacht, indem bei einem Unterbruch des elektrischen Leiters, also bei einer ungewöhnlichen Spannungs- und/oder Stromänderung, insbesondere bei einem Überschreiten oder Unterschreiten eines vorgegebenen Schwellwerts, eine Warnung und/oder ein Alarm an das Betriebspersonal der Kreislampe abgegeben wird. Dementsprechend kann dann, je nach vorliegender Risikosituation, entsprechend reagiert werden, beispielsweise durch einen sofortigen Betriebsunterbruch mit Reparatur oder Auswechseln des Spalttopfs oder mit einer späteren Behebung des Schadens in Laufe zukünftiger Wartungsarbeiten.

[0012] Beim Spalttopf der erfindungsgemässen Kreislampe verläuft der elektrische Leiter innerhalb des Wandmaterials der Trennwand oder unmittelbar auf der Oberfläche der Trennwand. Dabei ist der elektrische Lei-

ter vollflächig mit der Trennwand verbunden, so dass der elektrische Leiter bei einem Anriss der darunter und/oder darüber liegenden Trennwand ebenfalls reissen würde.

[0013] Mit dieser Anordnung können aber auch Beschädigungen erkannt werden, bei denen die Trennwand oder der elektrische Leiter nicht reissen, sondern der elektrische Leiter durch eine übermässige Deformation der Trennwand gedehnt wird. Dabei heisst "übermässige Deformation" eine über die üblichen Betriebsbedingungen hinausgehende Deformation. In diesem Fall streifen die nahe an der Trennwand umlaufenden Bauteile der Kreispumpe, beispielsweise das Pumpenrad und/oder der Antriebsrotor, den elektrischen Leiter und durchtrennen diesen sofort.

[0014] Durch diese Anordnung wird erreicht, dass der elektrische Leiter bei einer mechanischen Beschädigung der Trennwand frühzeitig unterbrochen wird. Dadurch erfolgt diese Unterbrechung noch bevor die Trennwand als Ganzes so stark beschädigt ist, dass sie ihre Funktion nicht mehr wahrnehmen kann, also noch bevor sie undicht wird. Mit Hilfe dieser Überwachung können also Beschädigungen bereits frühzeitig erkannt werden, lange bevor die Trennwand wirklich ausgefallen ist. Die Erfindung bietet daher eine Spalttopfüberwachung mit hoher Sensitivität und damit eine sehr empfindliche und zuverlässige Erkennung von Beschädigungen der Trennwand.

[0015] Eine solche Beschädigung kann beispielsweise sein:

- eine Deformation und/oder ein Bersten der Trennwand durch übermassigen Über- oder Unterdruck des Fördermediums,
- eine Beschädigung und/oder eine Durchtrennung der Trennwand durch streifende Bauteile der Kreispumpe, zum Beispiel durch einen inneren Magnetrotor (z.B. Pumpenrad) oder durch einen äusseren Magnetrotor (z.B. Antriebsrotor),
- eine Beschädigung und/oder eine Durchtrennung der Trennwand durch Partikel im Fördermedium, oder
- ein Korrosionsabtrag und/oder eine Materialveränderung der Trennwand durch das Fördermedium.

[0016] In einem Beispiel ist der, gegebenenfalls isolierte, elektrische Leiter innerhalb des Wandmaterials der Trennwand angeordnet, so dass dieser gegenüber störenden Einflüssen des Fördermediums und/oder der äusseren Umgebung gut geschützt ist. Der, gegebenenfalls isolierte, elektrische Leiter ist somit in das Wandmaterial der Trennwand eingebettet, so dass dadurch eine kompakte und sehr robuste Trennwand erreicht wird.

[0017] In einem anderen Beispiel ist der elektrische Leiter mit oder ohne Isolation unmittelbar auf mindestens einer Oberfläche der Trennwand angeordnet. Dadurch

wird eine Anpassung des elektrischen Leiter an die Form und/oder das Material der Trennwand und/oder an die üblicherweise zu erwartenden Beschädigungen erreicht.

[0018] Der elektrische Leiter kann eine einzelne Einheit oder eine Kombination einer Vielzahl von elektrisch leitenden Elementen sein. Ferner kann der Leiter eine linienförmige oder eine flächige, insbesondere netzförmige, Struktur bilden. Länglich geformte Teile des elektrischen Leiters werden als Leiterbahnen bezeichnet.

[0019] Beispielsweise weist der elektrische Leiter mehrere Leiterbahnen auf, welche sich untereinander weder berühren noch überschneiden. Dadurch wird die Gefahr eines Kurzschlusses innerhalb des elektrischen Leiters reduziert oder eliminiert, insbesondere bei nicht-isolierten Drähten oder Leitlackbeschichtungen.

[0020] Überraschenderweise erlaubt die erfindungsgemässe Lösung ein zuverlässiges Erkennen von Beschädigungen der Trennwand in einem sehr frühen Stadium. Das ermöglicht eine Früherkennung von vielfältigen, oft schleichend auftretenden Beschädigungen und insbesondere eine vorausschauende Planung der Wartungsarbeiten.

[0021] Ausserdem werden bei einem solchen Spalttopf Zwischenräume in der Trennwand vermieden. Dadurch wird eine hohe Festigkeit und/oder ein platzsparender Aufbau des Spalttopfs erreicht. Somit kann mit diesem Spalttopf eine robuste und kostengünstige Kreispumpe realisiert werden.

[0022] Insbesondere wird durch das Vermeiden von Zwischenräumen eine hohe Vakuumfestigkeit bei Trennwänden erreicht, welche aus einem Material mit einer geringen Eigenfestigkeit hergestellt sind, zum Beispiel bei Trennwänden aus Polytetrafluorethylen (PTFE).

[0023] In einer ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der elektrische Leiter ein Metalldraht und/oder eine leitfähige Beschichtung, insbesondere eine FPC-Platine. Dadurch wird ein präzise definierter und/oder kostengünstiger Aufbau des Spalttopfs und damit eine hohe Reproduzierbarkeit erreicht.

[0024] Beispielsweise ist der Metalldraht oder die Beschichtung aus Nickel hergestellt, so dass eine hohe chemische Verträglichkeit mit dem Fördermedium und/oder der äusseren Umgebung erreicht wird.

[0025] In einem weiteren Beispiel ist die leitfähige Beschichtung ein auf Silber oder Graphit basierender Leitlack, so dass im Schadensfall ein sehr schnelles und zuverlässiges Unterbrechen des elektrischen Leiters erreicht wird.

[0026] Die FPC-Platine (Flexible Printed Circuit) umfasst ein flexibles Trägermaterial, auf welchem eine Schicht eines elektrisch leitenden Materials angeordnet ist. Eine solche Platine ist gut handhabbar und kann bei der Herstellung des Spalttopfs in einem Arbeitsgang mit eingearbeitet werden.

[0027] Beispielsweise gilt für eine solche FPC-Platine mindestens eines der folgenden Merkmale:

- das Trägermaterial umfasst einen Polymer,

- das leitende Material ist im Wesentlichen Kupfer,
- die Schichtdicke des leitenden Materials ist wesentlich dünner als die Schichtdicke des Trägermaterials,
- das Trägermaterial ist sternförmige ausgebildet,
- die Form des Trägermaterials entspricht im Wesentlichen der Form des leitenden Materials.

[0028] Dadurch wird eine sehr flexible FPC-Platine erreicht, die besonders gut an oder in eine gekrümmte, insbesondere mehrdimensional gekrümmte, Fläche des Spalttopfs gelegt werden kann.

[0029] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung münden die Enden des elektrischen Leiters und/oder der Leiterbahnen jeweils in ein Anschlussstück, insbesondere in einen Goldanschluss. Dadurch wird der Korrosionsschutz des elektrischen Leiters und/oder der Leiterbahnen verbessert.

[0030] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung liegt die Dicke des elektrischen Leiters in einem Bereich von 0.05 mm bis 0.6 mm, insbesondere in einem Bereich von 0.1 mm bis 0.3 mm und/oder der elektrische Leiter weist eine leitfähige Schicht mit einer Schichtdicke von 5 Mikrometer bis 30 Mikrometer, insbesondere von 10 Mikrometer bis 15 Mikrometer, auf.

[0031] Bei einem solchen dünnen elektrischen Leiter ist dessen Festigkeit klein im Verhältnis zur Festigkeit der Trennwand. Dadurch wird eine frühzeitige Unterbrechung des elektrischen Leiters und damit eine sehr empfindliche und präzise Erkennung von Beschädigung der Trennwand erreicht. Ausserdem ist bei einem solchen elektrischen Leiter die Induktion von Wirbelströmen reduziert, so dass eine übermässige Erwärmung oder gar ein Durchbrennen des elektrischen Leiters vermieden wird. Daher ist ein solcher Leiter besonders für die Verwendung in einem wirbelstromfreien Spalttopf geeignet.

[0032] Andererseits wird durch die genannten Bereiche eine minimale Dicke des elektrischen Leiters erreicht, so dass eine den vorgesehenen Betriebsbedingungen entsprechende Deformation des Spalttopfs durch Dehnung des elektrischen Leiters aufgenommen wird. Dadurch wird ein ungewollter Unterbruch des elektrischen Leiters und damit ein Fehlalarm vermieden.

[0033] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weist der elektrische Leiter mindestens eine Schlaufe auf, insbesondere eine netzartige, sternförmige oder mäanderförmige Schlaufe. Dadurch wird die Trennwand vollflächig überwacht, so dass bei einer mechanischen Beschädigung der Trennwand ein früher Unterbruch des elektrischen Leiters erreicht wird.

[0034] Beispielsweise bildet die Schlaufe einen Stromkreis, welcher auf Unterbrechungen hin überwacht wird. Dadurch wird eine besonders stabile, zuverlässige und kostengünstige Überwachung des Spalttopfs erreicht.

[0035] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegen-

den Erfindung weist der elektrische Leiter mindestens zwei Leiterbahnen auf, welche weitgehend parallel nebeneinander angeordnet sind. Dadurch wird erreicht, dass ein durch die Schlaufe fliessender Strom in den beiden länglichen Teilen der Schlaufe im Wesentlichen gegenläufig und insbesondere antiparallel gerichtet ist. Durch diese Anordnung wird im Wesentlichen ein Neutralisieren der Wirbelstrominduktion erreicht, so dass eine übermässige Erwärmung des elektrischen Leiters vermieden wird.

[0036] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der elektrische Leiter auf oder in mindestens einem der folgenden Teile des Spalttopfs angeordnet:

- Boden,
- Seitenwand, oder
- Übergangsbereich von Boden und Seitenwand.

[0037] Dadurch wird eine umfassende Überwachung des Spalttopfs erreicht.

[0038] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der elektrische Leiter zumindest gemäss einem der Folgenden angeordnet:

- quer zu einer Kante des Spalttopfs,
- entlang eines mittleren Bereichs der Seitenwand des Spalttopfs,
- zumindest teilweise entlang einer Mantellinie der Seitenwand des Spalttopfs.

[0039] Dadurch ist der elektrische Leiter in Längsrichtung zum Verlauf von typischen Überlastungen der Trennwand angeordnet. Somit erzeugen diese Überlastungen eine besonders starke Überdehnung des elektrischen Leiters an den bruchgefährdeten Stellen der Trennwand. Eine Beschädigung der Trennwand führt daher mit grosser Sicherheit zu einer Unterbrechung des elektrischen Leiters, so dass eine besonders frühzeitige und zuverlässige Überwachung erreicht wird.

[0040] Beispielsweise ist der elektrische Leiter in einem Bereich der Seitenwand angeordnet, bei welchem Bauteile der Kreislumppe, insbesondere das Pumpenrad und/oder der Antriebsrotor, an der Seitenwand streifen könnten.

[0041] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der elektrische Leiter ein Teil der Trennwand, insbesondere eine leitfähige Faser in einem Faserverbundwerkstoff. Dadurch wird eine vereinfachte Herstellung des Spalttopfs, insbesondere ein Wegfall des Befestigens oder Beschichtens, erreicht.

[0042] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der elektrische Leiter derart angeordnet, dass dieser weitgehend in der Nähe eines bruchge-

fährdeten Bereichs der Trennwand, insbesondere in der Nähe einer Kante, liegt. Dadurch wird erreicht, dass typische Beschädigungen der Trennwand zu einer frühzeitigen Unterbrechung des elektrischen Leiters führen, so dass eine hohe Zahl von gängigen Schadensfällen zuverlässig und mit einfachen Mitteln erkannt werden.

[0043] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weist der elektrische Leiter mehrere Leiterbahnen auf, die mit einem gegenseitigen Abstand von maximal der Hälfte, insbesondere maximal einem Viertel, des Durchmessers des Spalttopfs angeordnet sind. Dadurch wird erreicht, dass eine Beschädigung der Trennwand mit grosser Sicherheit zu einer Unterbrechung des elektrischen Leiters führt, so dass eine hohe Zuverlässigkeit erreicht wird.

[0044] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weist der elektrische Leiter mehrere Leiterbahnen auf, deren gegenseitiger Abstand in einem bruchgefährdeten Bereich der Trennwand höchstens 2 cm, insbesondere höchstens 1 cm beträgt. Dadurch wird erreicht, dass die Längenausdehnung eines vom elektrischen Leiter nichterfassten Bereichs in diesem Bereich höchstens 2 cm, beziehungsweise 1 cm beträgt. Dadurch können kritische Beschädigungen in der Trennwand zuverlässig erkannt werden.

[0045] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Trennwand ein massiver Körper, das heisst ein kompakter Körper ohne Zwischenraum oder ein sogenanntes Vollmaterial. Dabei kann der massive Körper und insbesondere dessen Wandmaterial aus den verschiedensten festen Materialien hergestellt sein, beispielsweise aus Metall, Polymere, Keramik oder beliebigen Kombinationen davon. Durch den massiven Körper wird sowohl eine platzsparende Bauform als auch eine hohe Festigkeit der Trennwand erreicht.

[0046] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der elektrische Leiter auf der inneren und/oder äusseren Oberfläche der Trennwand angeordnet. Dadurch wird eine optimale Anpassung des elektrischen Leiters an die jeweiligen Anforderungen zum Betrieb der Kreiselpumpe erreicht. Beispielsweise ist der elektrische Leiter auf der äusseren, also der fluidabgewandten Oberfläche der Trennwand angeordnet, so dass diese Anordnung auf besonders einfache Weise hergestellt werden kann, zum Beispiel durch Umwicklung oder Aussenbeschichtung. Einer Anordnung des elektrischen Leiters auf beiden Oberflächen bietet eine höhere Redundanz und Zuverlässigkeit bei wechselseitig gerichteten Druckdifferenzen.

[0047] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Trennwand aus Metall hergestellt. Dadurch wird eine hohe Festigkeit und Dichtigkeit erreicht, insbesondere bei einer dünnen Wandstärke. Somit kann ein besonders platzsparender Aufbau des Spalttopfs erreicht werden.

[0048] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Trennwand aus einem elektrisch isolierenden Material, insbesondere aus einer Keramik

oder einem Polymer, hergestellt, wobei der Polymer insbesondere rein ist oder einen Füllstoff aufweist. Dadurch kann eine Induktion von Wirbelströmen und somit ein Verlust eines Teils der aufgewendeten Antriebsleistung und die damit verbundene Erwärmung der Trennwand vermieden werden.

[0049] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Trennwand aus einem Verbundwerkstoff, insbesondere einem Faserverbundwerkstoff, hergestellt und weist insbesondere eine zusätzliche chemisch resistente und/oder dichtende Zusatzhülle auf. Beispielsweise ist eine solche Trennwand aus Polytetrafluorethylen (PTFE) hergestellt und vakuumfest mit einem Kohlefaser-Verbundwerkstoff zu einer Einheit verbunden. Dadurch wird ein besonders kompakter und robuster Spalttopf erreicht, welcher insbesondere gegenüber einem PTFE-Spalttopf ohne Verbund eine wesentlich höhere Vakuumfestigkeit aufweist.

[0050] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weist das Trennelement mindestens eine zusätzliche Wand auf, welche, insbesondere form-schlüssig, mit der Trennwand verbunden ist, und welche insbesondere mit der Trennwand eine kompakte Einheit bildet.

[0051] Beispielsweise ist die mindestens eine zusätzliche Wand aus einem elektrisch isolierenden Material hergestellt. Dadurch wird eine Wärmeerzeugung in der zusätzlichen Wand oder den zusätzlichen Wänden durch Wirbelstrom-Induktion vermieden. Da in der Regel die zusätzlichen Wände nicht in Kontakt mit dem Fördermedium stehen entfällt in diesem Fall die Möglichkeit zur Wärmeabfuhr durch das Fördermedium. Bei zusätzlichen Wänden aus elektrisch isolierendem Material kann somit, trotz der fehlenden Kühlung, die Temperatur auf einem tiefen Niveau gehalten werden. Daher sind solche Wände besonders für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen geeignet.

[0052] Beispielsweise ist die mindestens eine zusätzliche Wand aus einem Metall hergestellt. Dadurch kann erreicht werden, dass mindestens eine der zusätzlichen Wände das Fördermedium noch abdichtet, wenn die Trennwand oder die zusätzliche Wand ausfällt. Dadurch wird eine besonders hohe Robustheit und Ausfallsicherheit des Spalttopfs erreicht. Ausserdem ist eine solche zusätzliche metallische Wand platzsparend.

[0053] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weist die Kreiselpumpe eine Auswertevorrichtung zur Erkennung einer elektrischen Unterbrechung des elektrischen Leiters auf. Eine solche Auswertevorrichtung ist besonders kostengünstig und zuverlässig, da ein elektrischer Unterbruch wesentlich leichter erkannt werden kann als eine Widerstandsänderung in einem Leitungsnetz.

[0054] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weist die Kreiselpumpe ein Mittel zur Reduzierung von Funkenbildung bei dem elektrischen Leiter auf, insbesondere eine normgemässe Strom- und/oder Spannungsquelle. Dadurch wird der elektrische Lei-

ter mit einem derart geringen Strom und/oder einer derart geringen Spannung beaufschlagt, dass kein Explosionsrisiko in einer explosionsfähigen Atmosphäre entsteht.

[0055] Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass jede Kombination der zuvor genannten Beispiele und Ausführungsformen oder Kombinationen von Kombinationen Gegenstand einer weiteren Kombination sein können. Es werden nur jene Kombinationen ausgeschlossen, die zu einem Widerspruch führen würden.

[0056] Weitere Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachstehend anhand der folgenden Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1. eine schematisch vereinfachte perspektivische Darstellung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Spalttopfs 1 mit einer Trennwand 10 und einem Metalldraht 20 als elektrischer Leiter;

Fig. 2. eine vereinfachte Darstellung einer FPC-Platine 24 als elektrischer Leiter gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 3. eine schematische Querschnitts-Darstellung der Anordnung der FPC-Platine 24 gemäss Fig. 2 im Spalttopf 1; und

Fig. 4. eine schematisch vereinfachte perspektivische Darstellung eines Ausführungsbeispiels des Spalttopfs 1 gemäss Fig. 1, jedoch mit der FPC-Platine 24 gemäss Fig. 2.

[0057] Die nachfolgenden Ausführungen sind Beispiele und sollen die Erfindung in keiner Weise beschränken. Fig. 1 zeigt eine schematisch vereinfachte perspektivische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemässen Trennelements in Form eines Spalttopfs 1 für eine magnetgekuppelte Kreiselpumpe, beispielsweise eine dichtungslose Chemieprozesspumpe, insbesondere eine Kreiselpumpe nach der Norm EN-22858.

[0058] Der Spalttopf 1 umfasst eine hutförmige Trennwand 10, die wiederum einen Boden 12, eine daran anschliessende Seitenwand 14 und einen radial gerichteten Flansch 16 aufweist, welcher den Seitenrand 14 zum offenen Ende des Spalttopfs 1 hin abschliesst.

[0059] Die hutförmige Trennwand 10 weist eine innere Oberfläche und eine dieser gegenüberliegend angeordnete äussere Oberfläche auf. Die innere Oberfläche steht mit dem Fördermedium in Kontakt, in diesem Beispiel mit der zu fördernden Flüssigkeit. Die innere Oberfläche bildet somit die fluidzugewandte Oberfläche der Trennwand 10.

[0060] Die Trennwand 10 ist als massive Wand ausgebildet, also als kompakter Körper ohne einen in der Wand eingeschlossenen Zwischenraum. Beispielsweise ist das Wandmaterial der Trennwand 10 aus einem elektrisch isolierenden Material, in diesem Beispiel aus einem

Polymer, insbesondere aus einem Kohlefaser-Verbundwerkstoff, hergestellt. Zusätzlich kann der Spalttopf 1 eine chemisch resistente Zusatzhülle aufweisen, welche beispielsweise durch eine Polytetrafluorethylen (PTFE) Beschichtung gebildet wird.

[0061] Die Trennwand 10 ist für ein magnetisches Feld zumindest teilweise durchlässig, so dass durch die Trennwand 10 hindurch ein Pumpenrad der Kreiselpumpe berührungslos angetrieben werden kann.

[0062] Ferner weist der Spalttopf 1 einen elektrischen Leiter in Form eines dünnen Metalldrahts 20 auf, beispielsweise in Form eines Nickeldrahts mit 0.2 mm Durchmesser. Der Metalldraht 20 ist als Schlaufe ausgebildet und unmittelbar auf der äusseren Oberfläche der Trennwand 10 angeordnet, beispielsweise durch Kleben. Der Metalldraht 20 dient der flächenmässigen Überwachung der Integrität der Trennwand 10, also dem Erkennen von Beschädigungen wie Brüche oder Risse in der Trennwand 10. Durch diese unmittelbare Anordnung und aufgrund des dünnen Durchmessers wird eine sensitive und zuverlässige Detektion von Unregelmässigkeiten und damit frühzeitige Erkennung allfälliger Beschädigungen der Trennwand 10 erreicht. Der Metalldraht 20 kann aber auch innerhalb des Wandmaterials der Trennwand 10 angeordnet sein.

[0063] Der Metalldraht 20 verläuft in mehreren mäanderförmigen Schlaufen auf der äusseren Oberfläche der Trennwand 10. So wird der Boden der Trennwand 10 durch eine kreuzförmige Anordnung bedeckt und die Kanten des Bodens 12, also der Übergangsbereich zwischen Boden und Seitenwand, in regelmässigen Abständen umfasst. In diesem Beispiel findet ein solches Umfassen jeweils nach 90° statt. Ausserdem wird auch die Seitenwand 14 durch eine doppelt umlaufende Schlaufe des Metalldrahts 20 umfasst. Dadurch liegt der Metalldraht 20 weitgehend in der Nähe der bruchgefährdeten Bereiche der Trennwand 10 und insbesondere in der Nähe der Kante des Bodens 12.

[0064] Die verschiedenen Schlaufen weisen jeweils ein Paar von zwei Leiterbahnen 22 auf, welche eben auf der Trennwand 10 und weitgehend parallel nebeneinander liegen, so dass sich die Leiterbahnen untereinander weder berühren noch überschneiden. Der Metalldraht 20 weist somit fünf Paare von Leiterbahnen auf, nämlich vier welche die Arme der kreuzförmigen Anordnung auf dem Boden bilden und ein Paar, dass die Seitenwand umfasst. Durch jedes dieser Paare würde ein durch den Metalldraht 20 zugeführter Strom in gegenläufiger Richtung fliessen. Dadurch wird eine Wärmeerzeugung im Metalldraht 20 durch Wirbelstrominduktion weitgehend vermieden.

[0065] Die Schlaufen bilden verschiedene Leiterbahnen die mit einem gegenseitigen Abstand von maximal der Hälfte des Durchmessers des Spalttopfs 1 angeordnet sind, so dass deren gegenseitiger Abstand höchstens 2 cm beträgt. Somit weist der vom Metalldraht 20 nichterfasste Bereich des Bodens 12 oder der Seitenwand 14 eine Längenausdehnung von höchstens 2 cm auf. In Ge-

gensatz zum Boden 12 und der Seitenwand 14 wird jedoch der Flansch 16 nicht als bruchgefährdeter Bereich der Trennwand 10 angesehen. Durch diese Anordnung des Metalldrahts 20 wird erreicht, dass eine Beschädigung der Trennwand 10 mit grosser Sicherheit zu einer Unterbrechung des Metalldrahts 20 führt.

[0066] Im Betrieb wird der Metalldraht 20 an eine Strom- und/oder Spannungsquelle (nicht dargestellt) und an eine Auswertevorrichtung (nicht dargestellt) angeschlossen. Dabei dient die Auswertevorrichtung, welche typischerweise eine Spannungs- und/oder eine Strommessung durchführt, zur Erkennung einer elektrischen Unterbrechung des Metalldrahts 20, beispielsweise indem gemessene Spannungswerte mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen werden.

[0067] Zur Erkennung von elektrischen Unterbrechungen genügt eine Beaufschlagung des Metalldrahts 20 mit einem äusserst geringen Strom und/oder einer sehr kleinen Spannung. Dadurch kann eine Funkenbildung beim Unterbruch des Metalldrahts 20 und damit das Explosionsrisiko in einer explosionsfähigen Atmosphäre stark reduziert oder völlig eliminiert werden.

[0068] Der Metalldraht 20 ist derart angeordnet, dass typische Überlastungen zu einer Überdehnung des Drahtes in Längsrichtung an dieser Stelle führen. Dazu bildet der Metalldraht 20 vier längliche Schlaufen, welche quer zu einer Kante liegen und diese jeweils überlappen, wobei die Kante durch den Übergang von der Seitenwand 14 und dem Boden 12 gebildet wird. Ausserdem bildet der Metalldraht 20 eine längliche Schlaufe in Form von zwei Umwicklungen der Seitenwand 14 in einem Bereich, wo ein Platzen der Seitenwand 14 zu befürchten wäre (ca. auf halber Höhe der Seitenwand 14) oder dort wo der Antriebsrotor der Kreispumpe die Trennwand 10 streifen könnte.

[0069] Durch diese Anordnung und die Dicke des Metalldrahtes 20 wird die Induktion von Wirbelströmen weitgehend reduziert und damit die übermässige Wärmeentwicklung im Metalldraht 20 vermieden.

[0070] Fig. 2 zeigt eine vereinfachte Darstellung des elektrischen Leiters in Form einer FPC-Platine 24 (Flexible Printed Circuit) gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Dabei ist die FPC-Platine 24 als Zwischenprodukt in ebener Konfiguration dargestellt, so wie sie typischerweise vor der Montage der FPC-Platine 24 in oder an den Spalttopf vorliegt. Bei der Montage wird dann die Form der FPC-Platine 24 an die Bodenfläche, Seitenfläche und die Flächenübergänge des Spalttopfs angepasst (vgl. Spalttopf 1 in Fig. 1), beispielsweise durch einfaches Auflegen und gegebenenfalls leichtes Andrücken der flexiblen FPC-Platine 24.

[0071] Die FPC-Platine 24 umfasst eine Polymer-schicht als flexibles Trägermaterial, eine leitfähige Schicht in Form von mehreren Leiterbahnen 26 und zwei elektrische Anschlussstücke 28.

[0072] Die Leiterbahnen 26 sind sternförmig oder spinnenförmig angeordnet, bestehen aus Kupfer und sind wesentlich dünner als das flexible Trägermaterial. Ferner

ist das Trägermaterial ebenfalls sternförmig ausgebildet, so dass die Form des Trägermaterials im Wesentlichen der Form der Leiterbahnen 26 entspricht (dargestellt als Doppellinie).

[0073] Die Leiterbahnen 26 dienen der flächenmässigen Überwachung der Integrität des Spalttopfs, also dem Erkennen von Beschädigungen wie Brüche oder Risse in den Topfwänden. Aufgrund der dünnen und empfindlichen Leiterbahnen 26 wird eine sensitive und zuverlässige und damit frühzeitige Detektion allfälliger Beschädigungen erreicht.

[0074] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel verlaufen die Leiterbahnen 26 im Wesentlichen parallel entlang den Diagonalen und entlang den Mittellinien eines Quadrats. Dadurch ergibt sich eine sternförmige Konfiguration der Leiterbahnen 26 mit 8 Armen, welche jeweils benachbart im Winkel von 45° zueinander stehen. Beispielsweise beträgt die Kantenlänge des Quadrats ca. 230 mm. Ferner beträgt die Schichtdicke der Leiterbahnen 26 ca. 12 Mikrometer und/oder die Gesamtdicke der FPC-Platine 24, d.h. Trägermaterial inkl. Leiterbahnen 26, ca. 0.1 mm.

[0075] Bei einem Arm der sternförmigen Konfiguration münden die beiden Enden des elektrischen Leisters bzw. der Leiterbahnen 26 jeweils in eines der beiden Anschlussstücke 28. Dabei ist dieser Arm gegenüber den anderen 7 Armen verlängert. Zum Schutz vor Korrosion sind die Anschlussstücke 28 in der vorliegenden Ausführung als Goldanschluss ausgeführt.

[0076] Fig. 3 zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung (jedoch nur eine Symmetriehälfte) der Anordnung der FPC-Platine 24 gemäss Fig. 2 im Spalttopf 1. Dabei ist die sternförmige FPC-Platine 24 mittig zur Symmetrieachse des Spalttopfs 1 und unterhalb der äussersten Schicht des Spalttopfs 1 platziert. In diesem Beispiel wird die FPC-Platine 24 unter der äussersten CFK-Lage des Spalttopfs 1 platziert (parallel zur Oberfläche verlaufender Teil der gestrichelten Linie) und die Enden der Leiterbahnen 26 werden zwischen den Kohlebändern der äussersten CFK-Lage an die Anschlussstücke 28 (Goldanschluss) geführt (überschneidender Teil der gestrichelten Linie), die auf der Oberfläche des Spalttopfs 1 angeordnet sind (ausserliegender Teil der gestrichelten Linie).

[0077] Die Leiterbahnen 26 verlaufen grösstenteils entlang den Mantellinien der Seitenwand des Spalttopfs 1 (gerader Teil der gestrichelten Linie). Da die Seitenwand des Spalttopfs 1 im Wesentlichen zylindrisch ist, verlaufen die Mantellinien der Seitenwand und damit die Leiterbahnen 26 im Wesentlichen parallel zu der Symmetrieachse des Spalttopfs 1.

[0078] In der Funktion entsprechen die FPC-Platine 24 und die Leiterbahnen 26 im Wesentlichen dem Metalldraht 20 und den Leiterbahnen 22 der Fig. 1. Allerdings wird in diesem Ausführungsbeispiel die Seitenwand hauptsächlich durch die verlängerten Arme der sternförmigen FPC-Platine 24 und nicht durch die Seitenwand umlaufende Leiterbahnen überwacht.

[0079] Fig. 4 zeigt eine schematisch vereinfachte perspektivische Darstellung eines Ausführungsbeispiels des Spalttopfs 1 gemäss Fig. 1, bei dem jedoch anstelle des Metalldrahts eine FPC-Platine 24 gemäss Fig. 2 verwendet wird.

[0080] Die FPC-Platine 24 ist zentriert auf der Bodenfläche des Spalttopfs 1 angeordnet, deren Leiterbahnen laufen auf der Bodenfläche sternförmig auseinander und weiter über die Kante der Bodenfläche auf die angrenzende Seitenfläche. Auf der Seitenfläche verlaufen die Leiterbahnen entlang einer Mantellinie - je nach Länge der Arme der sternförmigen FPC-Platine 24 - teilweise oder weitgehend über die Höhe der Seitenfläche. In einem Ausführungsbeispiel wird über diese Leiterbahnen eine Schicht, zum Beispiel eine CFK-Lage, aufgebracht, so dass die Leiterbahnen dann innerhalb der Wand des Spalttopfs 1 angeordnet sind.

Patentansprüche

1. Eine magnetgekoppelte Kreiselpumpe mit einem Spalttopf (1), der eine für ein magnetisches und/oder elektrisches Feld zumindest teilweise durchlässig Trennwand (10) aufweist, um ein im Spalttopf (1) angeordnetes Pumpenrad der Kreiselpumpe berührungslos anzutreiben, und mit einem elektrischen Leiter (20, 24) zur flächenmässigen Überwachung des Spalttopfs (1), wobei der, gegebenenfalls isolierte, elektrische Leiter (20, 24) innerhalb des Wandmaterials der Trennwand (10) oder unmittelbar auf der Oberfläche der Trennwand (10) angeordnet ist, um die Integrität der Trennwand (10) zu überwachen.
2. Die Kreiselpumpe nach Anspruch 1, wobei der elektrische Leiter ein Metalldraht (20) und/oder eine leitfähige Beschichtung, insbesondere eine FPC-Platine (24), ist.
3. Die Kreiselpumpe nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Dicke des elektrischen Leiters (20, 24) in einem Bereich von 0.05 mm bis 0.6 mm, insbesondere in einem Bereich von 0.1 mm bis 0.3 mm, liegt und/oder der elektrische Leiter (24) eine leitfähige Schicht mit einer Schichtdicke von 5 Mikrometer bis 30 Mikrometer, insbesondere von 10 Mikrometer bis 15 Mikrometer, aufweist.
4. Die Kreiselpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der elektrische Leiter (20, 24) mindestens eine Schlaufe aufweist, insbesondere eine netzartige, sternförmige oder mäanderförmige Schlaufe.
5. Die Kreiselpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der elektrische Leiter (20, 24) mindestens zwei Leiterbahnen (22, 26) aufweist, welche

weitgehend parallel nebeneinander angeordnet sind.

6. Die Kreiselpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der elektrische Leiter (20, 24) auf oder in mindestens einem der folgenden Teile des Spalttopfs (1) angeordnet ist:
 - dem Boden,
 - der Seitenwand, oder
 - dem Übergangsbereich von Boden und Seitenwand.
7. Die Kreiselpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der elektrische Leiter (20, 24) zumindest gemäss einem der Folgenden angeordnet ist:
 - quer zu einer Kante des Spalttopfs (1),
 - entlang eines mittleren Bereichs der Seitenwand (14) des Spalttopfs (1),
 - zumindest teilweise entlang einer Mantellinie der Seitenwand (14) des Spalttopfs (1).
8. Die Kreiselpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der elektrische Leiter (20, 24) ein Teil der Trennwand (10) ist, insbesondere eine leitfähige Faser in einem Faserverbundwerkstoff.
9. Die Kreiselpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der elektrische Leiter (20, 24) auf der inneren und/oder äusseren Oberfläche der Trennwand (10) angeordnet ist.
10. Die Kreiselpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Trennwand (10) aus Metall hergestellt ist.
11. Die Kreiselpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Trennwand (10) aus einem elektrisch isolierenden Material, insbesondere aus einer Keramik oder einem Polymer, hergestellt ist, wobei das Polymer insbesondere rein ist oder einen Füllstoff aufweist.
12. Die Kreiselpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Trennwand (10) aus einem Verbundwerkstoff, insbesondere einem Faserverbundwerkstoff, hergestellt ist und insbesondere eine zusätzliche chemisch resistente und/oder dichtende Zusatzhülle aufweist.
13. Die Kreiselpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei diese mindestens eine zusätzliche Wand aufweist, welche, insbesondere form-schlüssig, mit der Trennwand (10) verbunden ist, und welche insbesondere mit der Trennwand (10) eine kompakte Einheit bildet.

14. Die Kreislpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei diese eine Auswertevorrichtung zur Erkennung einer elektrischen Unterbrechung des elektrischen Leiters (20, 24) aufweist.

5

15. Die Kreislpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei diese ein Mittel zur Reduzierung von Funkenbildung bei dem elektrischen Leiter (20, 24) aufweist, insbesondere eine normgemässe Strom- und/oder Spannungsquelle.

10

15

20

25

30

35

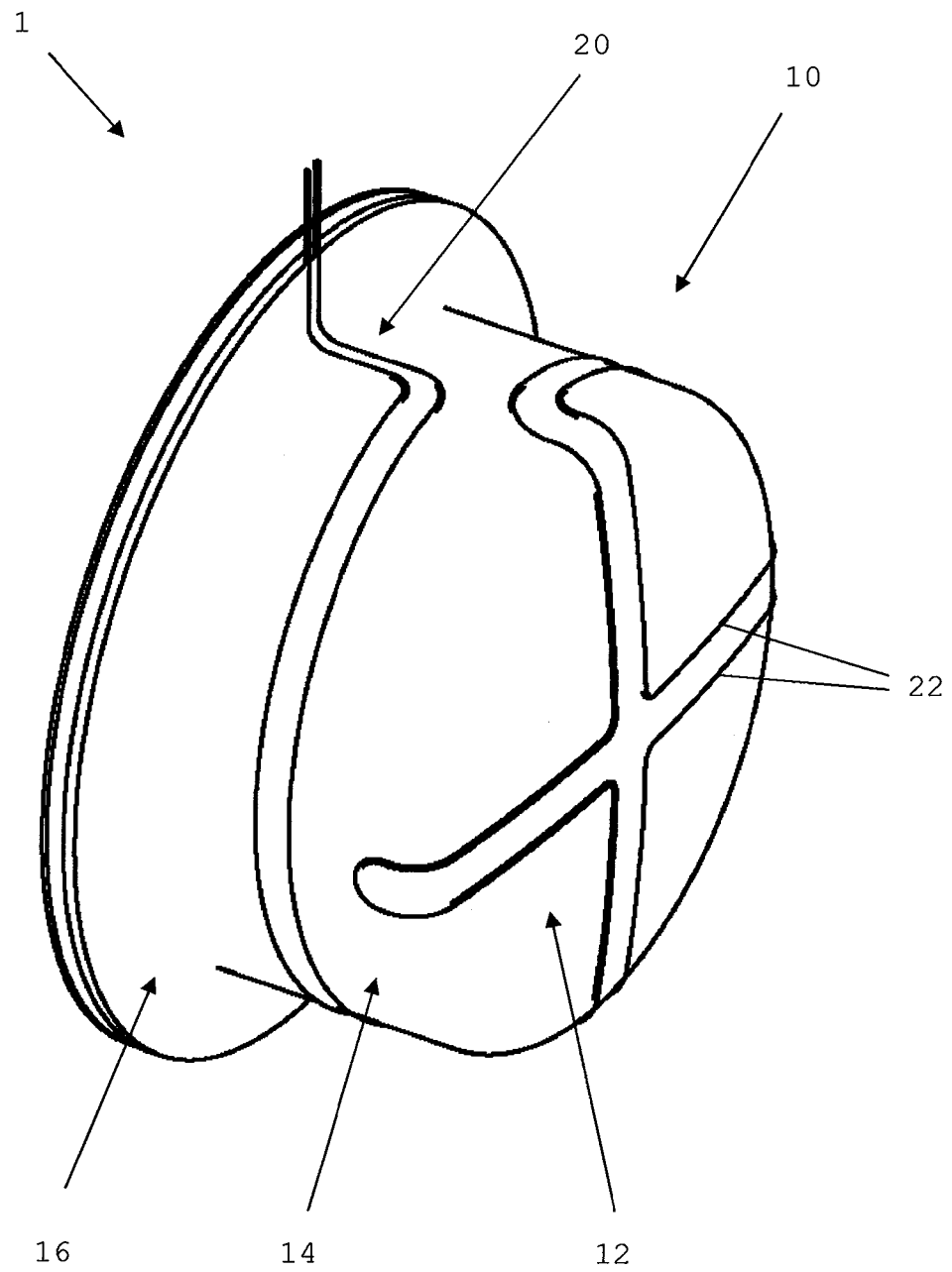
40

45

50

55

Fig. 1



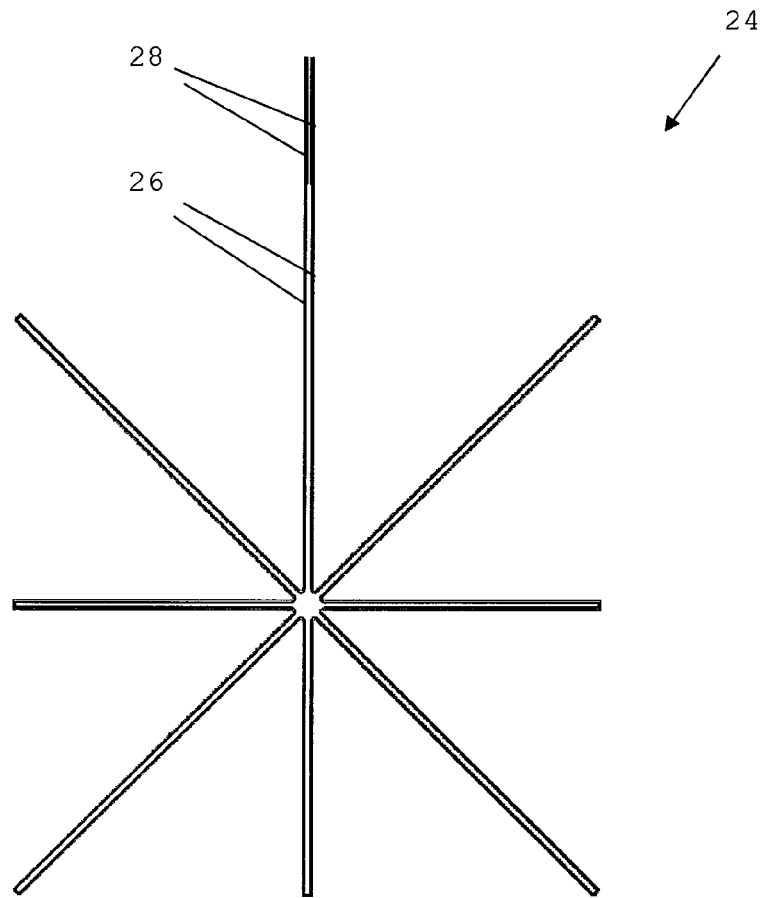


Fig. 2

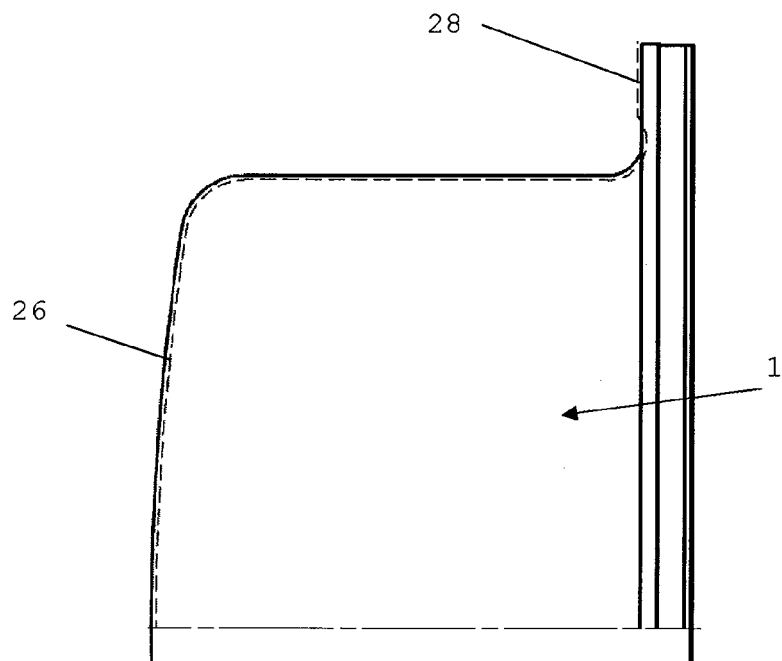
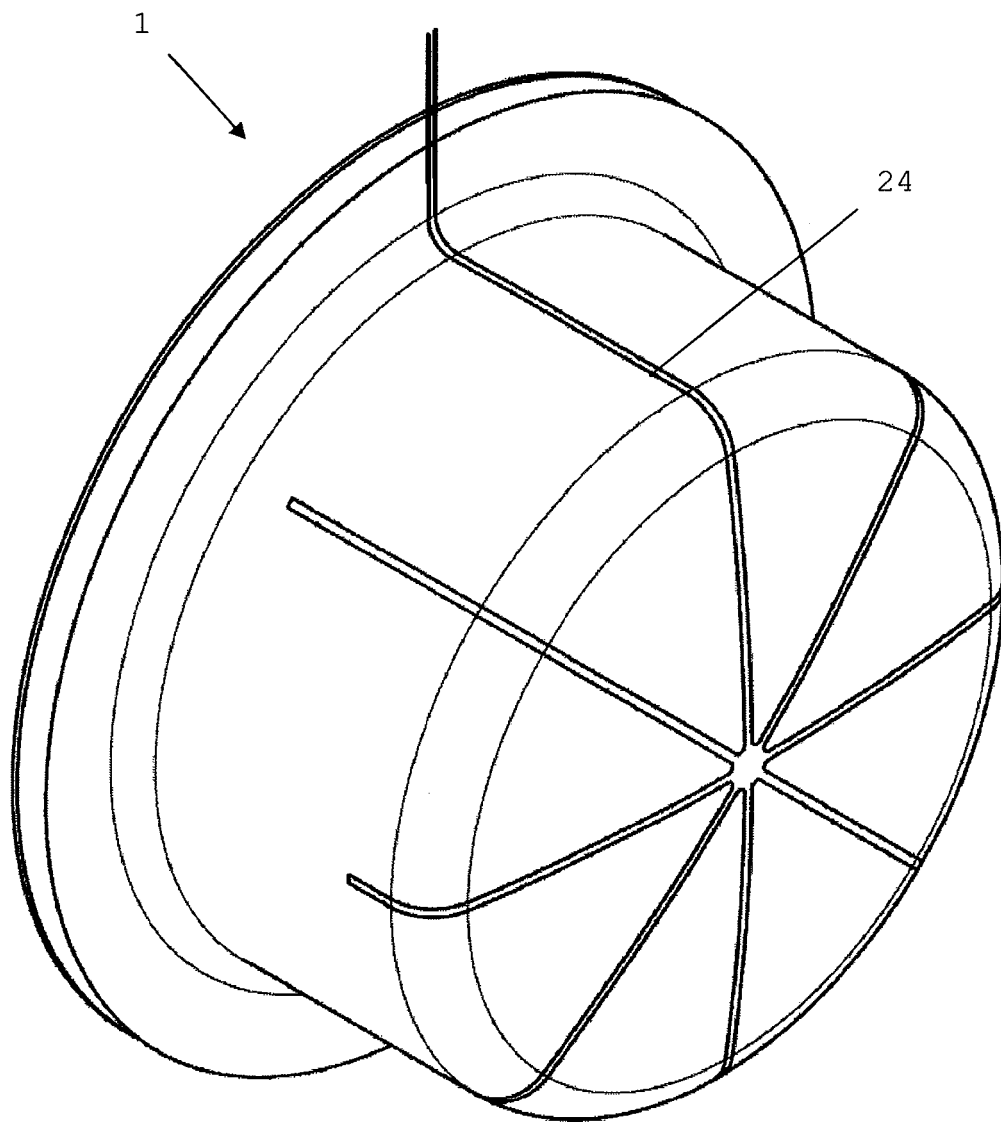


Fig. 3

Fig. 4



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3645260 A1 [0005]