



(10) **DE 10 2015 225 728 B3** 2017.01.26

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 225 728.2**
(22) Anmeldetag: **17.12.2015**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **26.01.2017**

(51) Int Cl.: **B01F 13/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
KSB Aktiengesellschaft, 67227 Frankenthal, DE

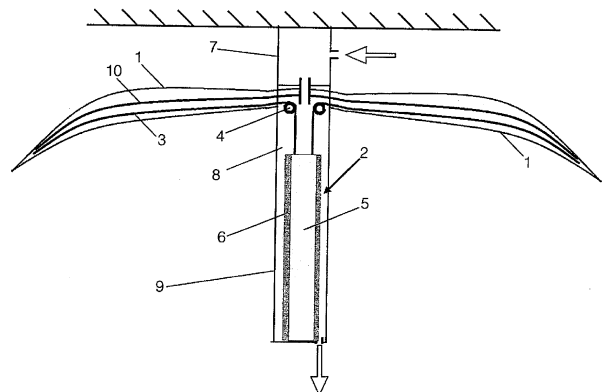
(72) Erfinder:
Bosbach, Franz Gerhard, 67227 Frankenthal, DE;
Graf, Hans, Dr., 67227 Frankenthal, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	25 48 754	A1
DE	10 2010 014 239	A1
US	5 664 990	A
US	5 957 759	A
JP	S58- 24 327	A

(54) Bezeichnung: **Anordnung zur Durchmischung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Anordnung und ein Verfahren zur Durchmischung eines Mediums mit einem Element (1) zur Erzeugung einer Bewegung in dem Medium. Das Element (1) steht mit einem Antrieb (2) in Verbindung. Der Antrieb (2) weist ein Material (5) zur Durchführung einer thermischen Änderung seiner geometrischen Abmessungen auf. Der Antrieb steht mit dem Element (1) zur Formänderung in Verbindung. Durch die Formänderung wird eine Durchmischung des Mediums bewirkt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Durchmischung eines Medium mit einem Element zur Erzeugung einer Bewegung in dem Medium, wobei das Element mit einem Antrieb in Verbindung steht.

[0002] Mischen ist eine Grundoperation in der mechanischen Verfahrenstechnik. Anordnungen zur Durchmischung kommen bei mischtechnischen Vorgängen zum Einsatz, bei denen Bestandteile von mindestens zwei getrennt vorliegenden Komponenten durch Relativbewegung so umpositioniert werden, dass ein neues Anordnungsschema entsteht.

[0003] Häufig liegt dabei eine Hauptphase als kontinuierliche Phase vor während eine Zusatzphase anfangs diskontinuierlich vorhanden ist. Je nachdem in welchem Aggregatzustand die Phasen vorliegen spricht man bei dem Mischvorgang auch von Homogenisieren, Suspendieren, Emulgieren oder Begasen. Unter Homogenisieren versteht man das Vermischen von Gasen oder ineinander löslicher Flüssigkeiten. Als Suspendieren bezeichnet man das Verteilen fester Teilchen in Flüssigkeiten. Emulgieren ist das Verteilen von Flüssigkeitströpfchen in Flüssigkeiten. Beim Begasen werden Gasblasen in Flüssigkeiten verteilt.

[0004] Anordnungen zum Durchmischen von Medien sind beispielsweise aus der US 5,957,759 A und der US 5,664,990 A bekannt. Diese sind mit einer Rühr- oder Umwälzeinrichtungen ausgestattet, um beispielsweise Dispersionen herzustellen.

[0005] Die DE 25 48 754 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einbringen von Luft in Flüssigkeiten, insbesondere für die Abwasserbelüftung. Die zu belüftende Flüssigkeit wird dazu unter Druck einer Wasserstrahlpumpe zugeführt. Durch den in der Wasserstrahlpumpe erzeugten Unterdruck wird Luft angesaugt, die sich dann mit der zu belüftenden Flüssigkeit vermischt.

[0006] In der Verfahrens- und Abwassertechnik werden häufig Rührwerke eingesetzt. Ein besonders geeignetes Verfahren zur Umwälzung von Flüssigkeitsvolumen besteht im Einsatz von Tauchrohrührwerken, welche einen Motor aufweisen, der einen Propeller antreibt, wobei der Motor vollständig in die Flüssigkeit eingetaucht arbeitet.

[0007] Tauchrohrührwerke bewirken eine Verteilung von Schmutzteilchen, Gasen oder anderen Stoffen in einem Becken, indem durch die Propellerhydraulik sehr große Impulskräfte bei niedrigem Energieeintrag übertragen werden und dadurch die Suspension total durchmischen.

[0008] In der DE 10 2010 014 239 A1 wird eine Vorrichtung zur Durchmischung eines Medium beschrieben. Die Anordnung ist in einem Becken zur Herstellung von Biogas positioniert und umfasst Rührwerke, die über einen Propeller verfügen, welcher von einem Motor angetrieben werden, der vollständig in die Flüssigkeit eintaucht.

[0009] Die JP S58-24327A beschreibt eine Rührvorrichtung mit Formgedächtniselementen, die durch einen Temperaturgradienten eines Mediums angetrieben wird.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Anordnung zur Durchmischung anzugeben, die weitgehend unabhängig von herkömmlichen Energiequellen arbeiten kann. Weiterhin soll ein Verfahren zur Durchmischung eines Mediums angegeben werden, das auch ohne aufwendige Infrastruktur bzw. ohne lange Versorgungsleitung betrieben werden kann. Auch soll sich die Anordnung zur Durchmischung durch eine lange Lebensdauer, eine zuverlässige Arbeitsweise und möglichst geringen Anschaffungs- bzw. Betriebskosten auszeichnen.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst. Bevorzugte Varianten sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung zu entnehmen.

[0012] Erfindungsgemäß weist der Antrieb ein Material zur Durchführung einer thermischen Änderung seiner geometrischen Abmessung auf. Durch Wärmeentwicklung dehnt sich das Material aus oder zieht sich zusammen. Aufgrund der Wärmeausdehnung bzw. Wärmeschrumpfung ändert sich die Länge, der Flächeninhalt bzw. das Volumen des Körpers, der aus diesem Material gefertigt ist.

[0013] Erfindungsgemäß steht das Material mit dem Element der derart in Verbindung, dass die Änderungen der geometrischen Abmessungen des Materials eine Formänderung des Elements hervorrufen. Diese Formänderung des Elements führt zur Durchmischung des Mediums.

[0014] Bei einer besonders günstigen Variante der Erfindung handelt es sich bei dem Material um eine Formgedächtnislegierung. Formgedächtnislegierungen (englisch: Shape Memory Alloy, Abkürzung: SMA) sind spezielle Metalle, die in zwei unterschiedlichen Kristallstrukturen existieren können. Sie werden oft auch als Memory-Metalle bezeichnet. Dies rührt von dem Phänomen, dass sie sich an eine frühere Formgebung trotz nachfolgender starker Verformung zu erinnern scheinen.

[0015] Vorzugsweise wird als Material eine Nickel-Titan-Legierung eingesetzt. Diese zeichnen sich durch besonders große Effekte bei gleichzeitig hoher Festigkeit aus. Bei Temperaturänderung vollzieht sich ein Phasenübergang.

[0016] Bei einer besonders günstigen Variante der Erfindung weist der Antrieb zudem ein Material zur Oxidation auf. Vorzugsweise handelt es sich dabei um ein katalytisches Material, wobei sich insbesondere ein platinhaltiges Material eignet. Bei einer Variante der Erfindung werden Nanopartikel von Platin eingesetzt. Diese werden bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung auf winzigen Röhren aus Kohlenstoff aufgetragen.

[0017] Das Material kommt mit mindestens einem Stoff in Kontakt, der mit Sauerstoff in einer katalytischen Reaktion umgesetzt wird. Bei den Stoffen kann es sich beispielsweise um Wasserstoff oder organische Verbindungen wie beispielsweise Methanol handeln. Bei einer Variante der Erfindung werden als Stoffe organische Verbindungen eingesetzt, die im Wasser gelöst sind. Dabei kann es sich beispielsweise um Zucker oder Kohlenhydrate wie zum Beispiel Stärke handeln. Insbesondere verschmutzte Gewässer weisen häufig eine Vielzahl an organischen Substanzen auf, welche sich als Stoffe für eine oxidative Umsetzung eignen.

[0018] Durch die exotherme oxidative Umsetzung wird Wärme freigesetzt, die an das Material zur Durchführung einer thermischen Änderung übertragen wird. Durch den Temperaturanstieg ändern sich die geometrischen Abmessungen und es kommt zu einer Längen-, Flächen- bzw. Volumenänderung, die zu einer Formänderung des Elements führen.

[0019] Bei einer besonders günstigen Variante der Erfindung ist das für die Oxidation verantwortliche Material um das Material angeordnet, welches eine thermische Änderung der geometrischen Abmessung durchführt. Beispielsweise kann das Material zur thermischen Änderung stabartig, vorzugsweise in Form eines Zylinders, ausgebildet sein. Um diesen stabartigen Körper ist dann das Katalysatormaterial angeordnet, wobei dieses vorzugsweise einen hohlzylindrischen Körper bildet. An der äußeren, ringförmigen Katalysatorhülle läuft die exotherme Oxidationsreaktion ab und überträgt die Wärme an den inneren Kern, der eine Längenänderung aufgrund des Temperaturanstiegs durchführt.

[0020] Bei einer besonders vorteilhaften Variante der Erfindung besteht das Element zumindest teilweise aus einem elastischen Material. Vorzugsweise eignet sich ein gummielastisches Material. Beispielsweise kann das Element aus einem Silikonkautschuk oder einem Silikonelastomer bestehen. Somit ist das Element elastisch verformbar.

[0021] Bei einer besonders günstigen Ausführung der Erfindung weist das Element einen sichelförmigen Querschnitt auf. Das Element ist vorzugsweise als glockenförmiger Körper ausgebildet.

[0022] Das Element steht bei einer vorteilhaften Variante der Erfindung über ein Verbindungselement mit dem Antrieb in Wirkverbindung. Bei dem Verbindungselement kann es sich beispielsweise um einen Draht handeln, der an dem Element angebracht ist und bei einer Kontraktion eines Materials des Antriebs das Element in eine Richtung verformt, sodass Medium gefördert wird. Bei einer besonders günstigen Variante ist das Verbindungselement zumindest teilweise in dem Element angeordnet. So kann ein als Draht ausgebildetes Verbindungselement in der elastischen Masse, aus der das Element besteht, eingebettet sein.

[0023] Bei einer besonders günstigen Ausführung der Erfindung weist die Anordnung zur Durchmischung ein Rückstellelement auf, welches nach einer Verformung des Elements durch den Antrieb das Element zurückverformt.

[0024] Während einer ersten Phase kommt es zu einer thermischen Änderung eines Materials des Antriebs, die zu einer Formänderung des Elements führt. In einer zweiten Phase sorgt das Rückstellelement dafür, dass das Element in seine Ausgangsposition zurückkehrt.

[0025] Die zuvor beschriebenen Phasen wiederholen sich zyklisch.

[0026] Bei dem Rückstellelement kann es sich beispielsweise um ein Federelement handeln, die als Rückstellfeder fungiert, insbesondere ein Blattfederelement.

[0027] Bei einer Variante der Erfindung ist das Rückstellelement in das Element integriert. Beispielsweise kann eine Rückstellfeder in das aus einer elastischen Masse gefertigte Element eingebettet sein.

[0028] Vorzugsweise ist der Antrieb an einem Ende ortsfest festgelegt. Mit dem anderen Ende steht der Antrieb über ein Verbindungselement mit dem Element in Verbindung. Durch die Kontraktions- und Expansionsvorgänge im Antrieb entsteht dadurch eine Verformungsbewegung des Elements, welche zu einer Durchmischung des Mediums führt.

[0029] Als besonders günstig erweist es sich, wenn der Antrieb in einem Raum angeordnet ist, der abgeschlossen ist gegenüber dem zu durchmischenden Medium.

[0030] Der Raum weist einen Einlass auf, durch den die Edukte für die Oxidation dem Katalysatormaterial

zuströmen. An dem Material findet eine katalytische Oxidation statt. Dabei kann es sich um eine Totaloxidation mit den Produkten Wasser bzw. Kohlendioxid handeln oder um eine Partialoxidation, bei der auch Kohlenmonoxid oder organische Produkte entstehen können.

[0031] Ein Stoffstrom mit den entstandenen Produkten und den nicht umgesetzten Edukten verlässt den Raum durch einen Auslass.

[0032] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben durch Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand einer Zeichnung und aus der Zeichnung selbst.

[0033] Dabei zeigt

[0034] Fig. 1 eine Anordnung zur Durchmischung mit kontrahiertem Antrieb,

[0035] Fig. 2 eine Anordnung zur Durchmischung mit gedehnten Antrieb.

[0036] Die Fig. 1 zeigt eine Anordnung zur Durchmischung eines Mediums.

[0037] Die Anordnung umfasst ein Element 1. Das Element 1 ist im Ausführungsbeispiel als glockenförmige Silikonhülle ausgeführt und weist einen sichelförmigen Querschnitt auf.

[0038] Das Element 1 ist mit einem Antrieb über ein Verbindungselement 3 verbunden. Bei dem Verbindungselement 3 handelt es sich im Ausführungsbeispiel um einen Draht, der im Element 1 eingebettet ist und mittels Umlenkrollen 4 mit dem Antrieb verbunden ist.

[0039] Der Antrieb umfasst ein erstes Material 5, das als innerer Kern in Form eines Zylinders ausgebildet ist und ein zweites Material 6 als äußere Hülle, die ringförmig das erste Material 5 umgibt.

[0040] Bei dem stabartigen Kern des Antriebs 2 handelt es sich um ein Material 5 zur Durchführung einer thermischen Änderung der geometrischen Abmessungen. Im Ausführungsbeispiel kommt dabei ein Formgedächtnismaterial zum Einsatz, das als Nickel-Titan-Legierung ausgeführt ist.

[0041] Die ringförmige äußere Hülle des Antriebs 2 besteht aus einem Material 6, das als Katalysator für eine Oxidationsreaktion dient. Im Ausführungsbeispiel kommt dabei ein platinhaltiges Material zum Einsatz. Es handelt sich um Kohlenstoffnanoröhrchen, die mit Platinpartikeln beschichtet sind.

[0042] Durch einen Einlass 7 strömt gemäß dem oberen Blockpfeil ein Gemisch in einen Raum 8, das

ein Oxidationsmittel und einen zu oxidierenden Stoff aufweist. Im Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Oxidationsmittel um Sauerstoff oder Luft und bei dem zu oxidierenden Stoff um Wasserstoff.

[0043] Der Raum 8 ist von einem Gehäuse 9 von dem Raum 10 getrennt, in dem sich das zu durchmischende Medium befindet.

[0044] Der oxidierende Stoff wird mit dem Oxidationsmittel am katalytischen Material 6 umgesetzt. Im Ausführungsbeispiel reagiert dabei Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser. Das Gemisch mit den Reaktionsprodukten und den nicht umgesetzten Edukten verlässt den Raum 8 durch einen Auslass in Richtung des unteren Blockpfeils.

[0045] Bei der exothermen Reaktion wird Wärme frei, die an den inneren Kern des Antriebszweigs übertragen wird. Das Material 5 erwärmt sich und ändert seine geometrischen Abmessungen. Beispielsweise kann es zu einer Längenkontraktion kommen, sodass sich der stabartige Antrieb 2 zusammenzieht.

[0046] Dadurch wird das drahtartige Verbindungselement 3 gespannt, sodass die Flanken des glockenartigen Elements 1 nach oben verformt werden. Die Stellung ist in Fig. 1 dargestellt.

[0047] Bei der Verformung des Elements 1 wird Medium in Bewegung versetzt und es findet eine Durchmischung statt.

[0048] In einer zweiten Phase endet die Oxidationsreaktion am Material 6. Die Reaktion kommt beispielsweise zum Stillstand, weil kein neues oxidierendes Mittel mehr zugeführt wird bzw. im Raum 8 bereits verbraucht wurde. Ohne die exotherme Reaktion kühlt sich der stabartige Antrieb 2 ab. Beispielsweise führt dies zu einer Längenänderung, wodurch das drahtartige Verbindungselement 3 seine mechanische Spannung verliert und die Flanken bzw. Flügel des glockenförmigen Elements 1 wieder nach unten klappen in Fig. 2 dargestellte Ausgangsposition. Dabei zu ergänzend oder alternativ ein Rückstellelement 10 eine Rückverformung bewirken.

[0049] Die zuvor beschriebenen Phasen wiederholen sich zyklisch.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Durchmischung eines Medium mit einem Element (1) zur Erzeugung einer Bewegung in dem Medium, wobei das Element (1) mit einem Antrieb (2) in Verbindung steht, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antrieb (2) ein Material (5) zur Durchführung einer thermischen Änderung der geometrischen Abmessungen aufweist, das mit dem Element (1) zur Formänderung in Verbindung steht,

wobei die Formänderung eine Durchmischung des Mediums bewirkt, wobei der Antrieb (2) ein Material (6) zur Oxidation aufweist, das zur Übertragung von Wärme mit dem Material (5) zur Durchführung der thermischen Änderung der geometrischen Abmessungen in Verbindung steht.

2. Anordnung zur Durchmischung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei dem Material (5) um eine Formgedächtnislegierung, insbesondere eine Nickel-Titan-Legierung, handelt.

3. Anordnung zur Durchmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material (6) zur Oxidation um das Material (5) zur thermischen Änderung der geometrischen Abmessungen angeordnet ist.

4. Anordnung zur Durchmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antrieb (2) einen stabartigen Kern aus dem Material (5) zur Durchführung einer thermischen Längenänderung aufweist, um den das Material zur Oxidation angeordnet ist.

5. Anordnung zur Durchmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Element (1) zumindest teilweise aus einem elastischen Material, insbesondere einem gummielastischen Material, besteht.

6. Anordnung zur Durchmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Element (1) einen sichelförmigen Querschnitt aufweist, wobei das Element vorzugsweise als glockenförmiger Körper ausgebildet ist.

7. Anordnung zur Durchmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antrieb (2) an einem Ende ortsfest festgelegt ist, wobei vorzugsweise das andere Ende über ein Verbindungselement (3) mit dem Element (1) in Verbindung steht.

8. Anordnung zur Durchmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Element (1) über ein Verbindungselement (3) mit dem Antrieb (2) in Wirkverbindung steht, das vorzugsweise drahtartig ausgebildet ist.

9. Anordnung zur Durchmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anordnung zur Durchmischung ein Rückstellelement (10) zur Formänderung des Elements (1) aufweist.

10. Anordnung zur Durchmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antrieb (2) in einem Raum (8) angeordnet ist, der einen Einlass (7) für Edukte zur Oxidation aufweist,

wobei der Raum (8) vorzugsweise abgeschlossen ist gegenüber dem zu durchmischenden Medium.

11. Anordnung zur Durchmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antrieb (2) in einem Raum (8) angeordnet ist, der einen Auslass für Produkte der Oxidation und nicht umgesetzte Edukte aufweist.

12. Verfahren zur Durchmischung eines Mediums, insbesondere mit einer Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit folgenden Schritten:

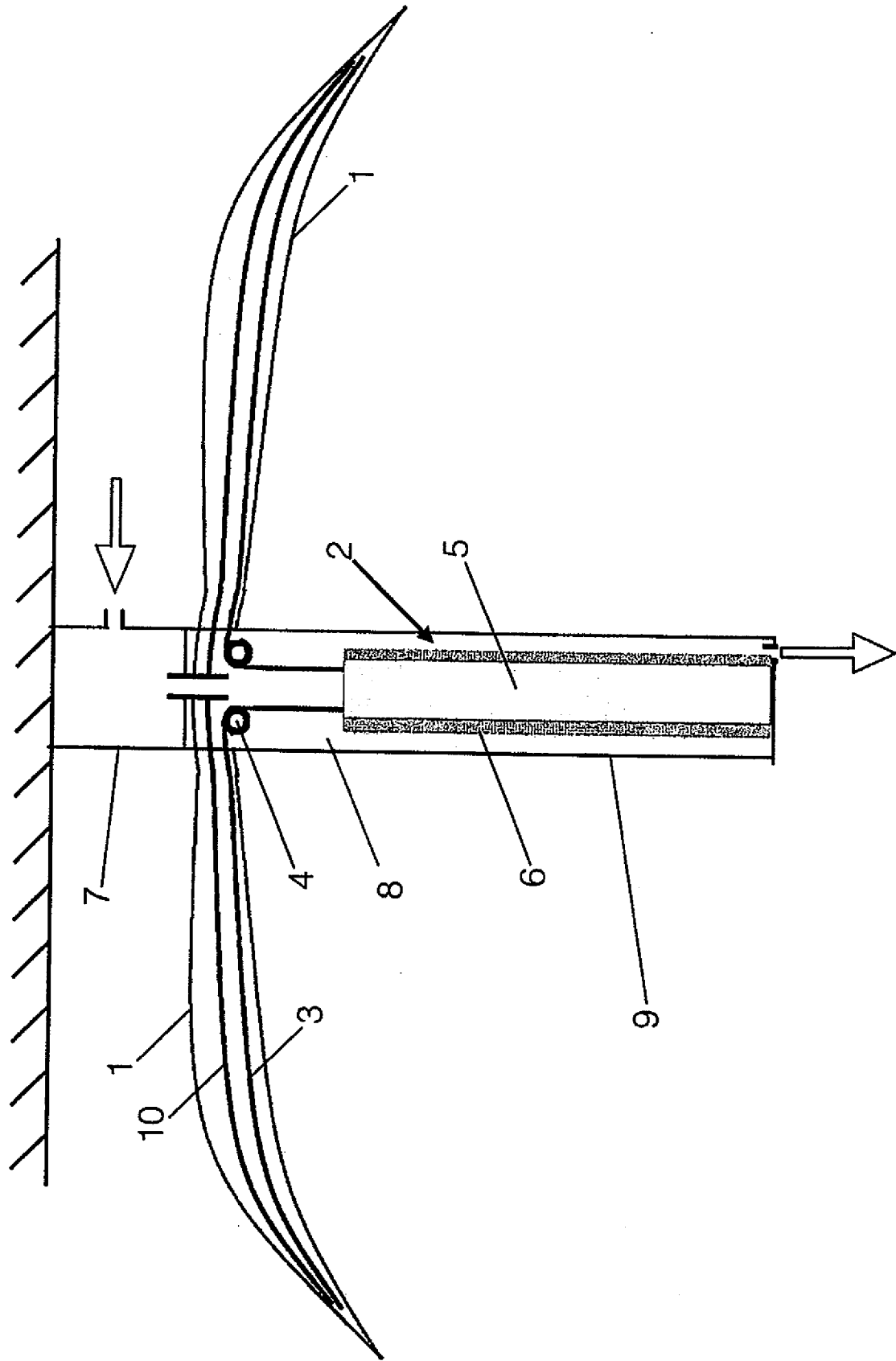
- Oxidation an einem Material (6),
- Erzeugung von Wärme durch die Oxidation,
- Übertragung der Wärme an ein Material (5),
- thermische Längenänderung des Materials (5),
- Verformen eines Elements (1),
- Erzeugung einer Bewegung des Mediums,
- Abkühlung des Materials (5),
- thermische Längenänderung des Materials (5),
- Verformen des Elements (1),
- Erzeugung einer Bewegung des Mediums.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material (5) bei Erwärmung eine Kontraktion durchführt.

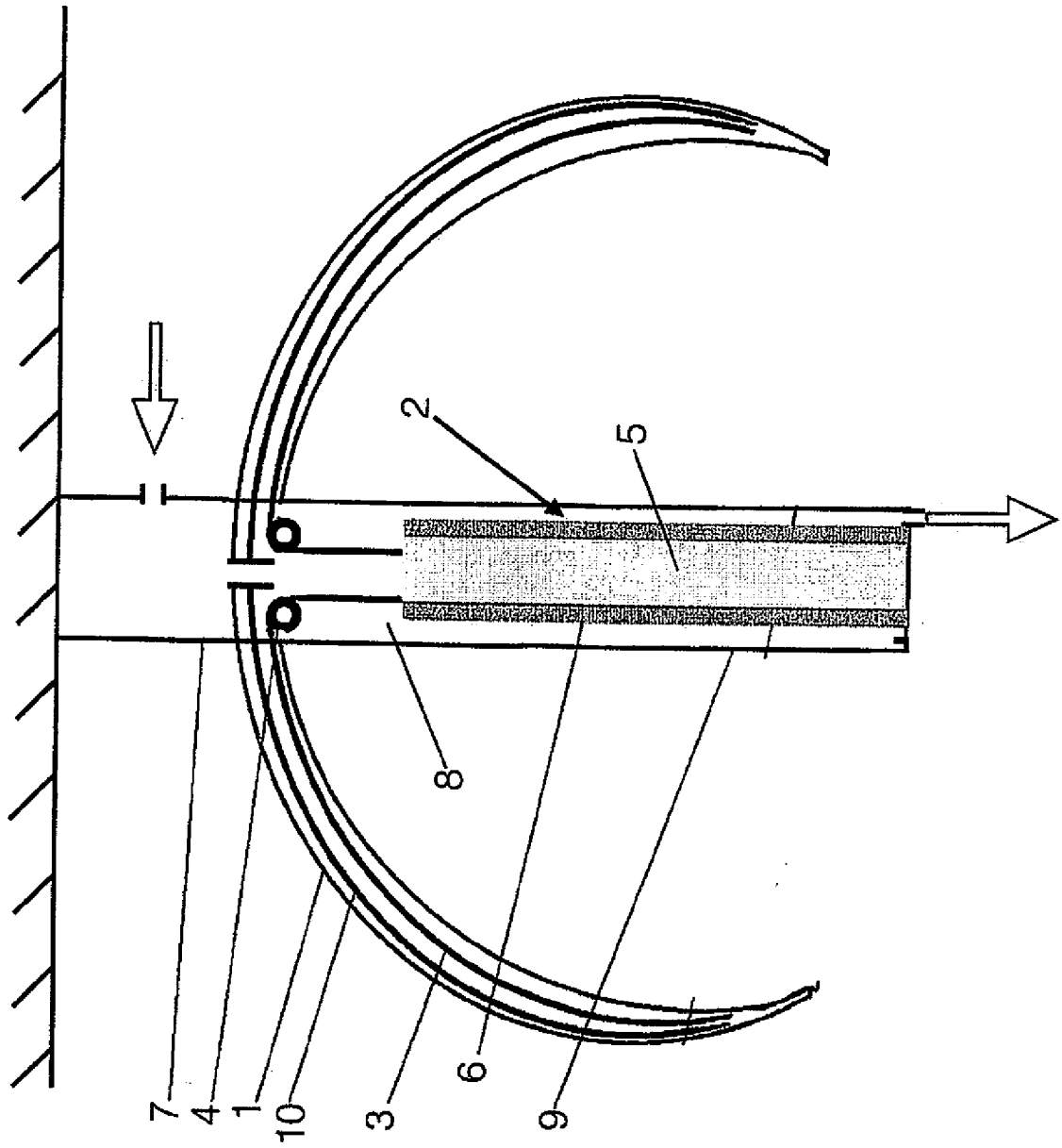
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material (5) bei Abkühlung eine Ausdehnung durchführt.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



Figur 1



Figur 2