



(10) **AT 517856 B1 2017-05-15**

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 256/2016  
 (22) Anmeldetag: 20.05.2016  
 (45) Veröffentlicht am: 15.05.2017

(51) Int. Cl.: **F16L 55/28** (2006.01)  
**F16L 55/34** (2006.01)  
**F16L 55/44** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
 DE 202010005845 U1  
 WO 2006013070 A2  
 DE 4302731 C1  
 CH 669127 A5  
 JP S6085085 A  
 JP H01186462 A  
 EP 0324644 A2  
 DE 3829894 A1  
 DE 10001334 A1  
 WO 2005084833 A1  
 DE 4314995 C1  
 FR 2557055 A1

(73) Patentinhaber:  
 Müller Matthias Manuel  
 2102 Hagenbrunn (AT)

(72) Erfinder:  
 Müller Matthias Manuel  
 2102 Hagenbrunn (AT)

(74) Vertreter:  
 Haffner und Keschmann Patentanwälte GmbH  
 Wien

(54) **Roboter**

(57) Die Erfindung betrifft einen Wurmroboter für den Einsatz in Tunneln, Rohrleitungen, auf unwegsamem Gelände, etc., bestehend aus Segmenten (1), wobei jedes Segment (1) ein- und ausfahrbare Füße (2) aufweist, die Segmente (1) untereinander mit einem längenveränderbaren Verbindungsmittel (4) verbunden sind, wobei das Verbindungsmittel (4) ein Tripod oder ein Hexapod ist, und, wobei mehr als zwei Segmente (1), vorzugsweise vier Segmente (1), vorgesehen sind.

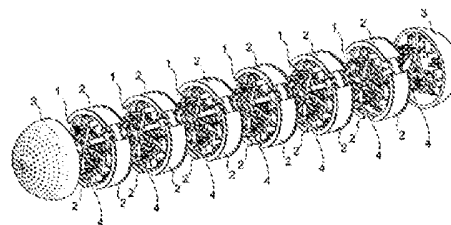


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Wurmroboter gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

**[0002]** In der Bionik werden technische Modelle nach dem Vorbild der Natur gebaut und oft werden neue Entdeckungen gemacht, die dann große Auswirkungen auf bereits bekannte Maschinen haben. Ein Wurm bietet extreme Vorteile in seiner Fortbewegung, da er sich zwar langsam, aber dafür umso sicherer fortbewegt, außerdem bietet sich die Möglichkeit, dass ein Wurmroboter auch ohne Energieverbrauch in einer vertikalen Position verharren kann.

**[0003]** Ein Wurmroboter in dieser Form kann als Erkundungs- und Aufklärungswurmroboter, aber auch in anderen Formen, wie beispielsweise als Tunnelbohrmaschine oder zur Leitungssanierung, eingesetzt werden. Im Tunnelbau ist auch der Einsatz eines solchen Wurmroboters mit einer Düse für Chemikalien an der Vorderseite denkbar um beispielsweise auch ohne Steinbohrung oder ähnliche Aufwände durch einen Berg zu kommen (Materialabtragung ähnlich wie bei Fracking), es kann jedoch auch ein Bohr-Satz an der Vorderseite des Wurms angebracht werden und der durchs Bohren entstandene „Abfall“, zum Beispiel durch ein Fördersystem, durch die Segmente hindurch an das andere Ende des Wurmroboters transportiert werden. Eine Verwendung im Bereich der Medizin, beispielsweise für den Einsatz in Arterien, ist eher unwahrscheinlich, jedoch nicht auszuschließen.

**[0004]** Der Wurmroboter imitiert den Gang eines natürlichen Wurms, jedoch leicht abgewandelt für eine bessere Einsatzmöglichkeit in der Technik. Auf den beiden Enden des Wurms können sich Kuppeln oder andere Gebilde befinden (Bohrer, Düsen,...).

**[0005]** Aus der EP0324644 A1 ist ein solcher Wurmroboter bekannt. Er besteht aus zwei Segmenten mit ein- und ausfahrbaren Füßen. Die Segmente sind zueinander längenveränderbar und mittels eines Druckzylinders verbunden. Dabei wird das erste Segment mittels der ausgefahrenen Füße gegenüber der z.B. Rohrwand fixiert, während sich das zweite Segment mittels der eingefahrenen Füße frei bewegen kann und sich auf das erste Segment zubewegt. Nun werden die Füße des zweiten Segments ausgefahren, die Füße des ersten Segments eingefahren. Das erste Segment ist nun frei beweglich und wird vom zweiten Segment wegbewegt. Dann wird der komplette Vorgang mehrfach wiederholt um eine Fortbewegung zu erzielen.

**[0006]** Der Nachteil an dem geoffenbarten Wurmroboter ist, dass die Verbindung zwischen den Segmenten (der Druckzylinder) starr ist, weshalb der Wurmroboter in Kurven sehr unflexibel ist. Des Weiteren ist durch die Verwendung von lediglich zwei Segmenten der Wurmroboter sehr instabil. Deshalb ist bei dem erfindungsgemäßen Wurmroboter vorgesehen, die Verbindungen zwischen den Segmenten mittels Tri- oder Hexapoden zu realisieren. Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 sind es auf drei Anschlüsse (auf Zahnstangenantriebe) minimierte Hexapoden. Der Wurmroboter besitzt zudem mehr als zwei Segmente und bewegt sich fort, indem sich jedes zweite Segment zusammenzieht, bewegt und anschließend wieder ausdehnt.

**[0007]** Es ist jedoch auch möglich, dass anstelle jedes zweiten Segments immer nur ein Segment oder eine bestimmte Anzahl an Segmenten in einem Schritt alle Bewegungsstadien durchschreiten-ähnlich wie bei Regenwürmern können durchlaufend Verschiebungen von Segmenten passieren. (Regenwurm: optisch sieht dieser Vorgang aus, wie der Durchlauf von Segmentringen, dabei werden nur durchlaufend die einzelnen Ringe verkleinert, verschoben und vergrößert - es werden Bereiche „verdünnt“, bewegt und wieder „verdickt“.)

**[0008]** Den Wurmroboter kann man auch in sich zusammen wandern lassen, um ihn zu transportieren oder zu verwahren. Natürlich gilt das gleiche Prinzip auch beim „Auseinandergehen“ (Starten der Fortbewegung), nur in umgekehrter Reihenfolge.

**[0009]** Der Wurmroboter in dieser Form kann sich in Schächten und Röhren, sowie anderen Tunnelsystemen durch Ausdehnung seines Durchmessers bzw. Querschnitts (bei nicht runden Abwandlungen) in einer Position so verankern, dass er auch ohne weiteren Energieaufwand an der gleichen Stelle verweilen kann. Dies bietet Vorteile für die Langzeiterkundung/Langzeitüberwachung einer Umgebung, da es möglich wird über längere Zeit mit zyklischen Tasks

Aktionen auszuführen (z.B.: Messung). Außerdem ist mit dieser Möglichkeit auch die Möglichkeit der Ladung/Betankung des Wurmroboters/der Maschine gegeben.

**[0010]** Ein Wurmroboter mit unflexiblen und in sich starren Segmenten (1) bietet die Vorteile der Verstaung von Teilen wie Akkumulatoren, Tanks, Steuereinheiten, Antrieben und weiteren Komponenten in den Segmenten selbst.

**[0011]** Mögliche Einsatzgebiete sind:

**[0012]** 1. Katastrophenschutz (militärische Verwendung - Als Fahrzeug, Aufklärungswurmroboter,...)

**[0013]** 2. Erkundungsarbeiten (archäologische Untersuchungen,...)

**[0014]** 3. Expeditionswurmroboter (Mond-, Marswurmroboter,...)

**[0015]** 4. Tunnelbohrmaschinen (autonome Tunnelbohrsysteme vertikal, horizontal und schräg)

**[0016]** 5. Rohr- und Schachtwartung (Wartungswurmroboter, „Kanalfernseh“-Drohne,...)

**[0017]** In den Zeichnungen ist die Erfindung beispielsweise veranschaulicht, es zeigen:

**[0018]** Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Wurmroboters,

**[0019]** Fig. 2 den Schrittablauf des Wurmroboters,

**[0020]** Fig. 3 den Einfahrtvorgang bzw. Ausfahrtvorgang.

**[0021]** Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist der Wurmroboter nach dem Vorbild eines Wurmes designt, wobei der Wurmroboter aus mehreren Segmenten (1) besteht und diese starre Grundkörper haben, aus denen sich bei Ausdehnung des Segmentes „Füße“ (2) vom Grundkörper nach außen bewegen, die somit den Durchmesser bzw. die Größe des Segments (1) verändern. Die Füße (2), welche aus den Grundkörpern der Segmente (1) ausgefahren werden, können am vom Wurmroboter weiter entfernten Ende jede beliebige Berührfläche haben, somit auch nur Stifte sein, die nach außen gefahren werden.

**[0022]** Die Verbindung der Segmente (1) kann durch Kugelgelenke, Kettengetriebe oder einen Tri- oder Hexapod (4) zwischen den einzelnen Segmenten (1) ermöglicht werden.

**[0023]** Dadurch können sich die Segmente (1) in alle Richtungen neigen und auch der Abstand zwischen den Segmenten (1) kann verändert werden.

**[0024]** Der Wurmroboter zeichnet sich durch seine Segmentgrundkörper aus, in denen die Antriebe für die Verbindungen zwischen den Segmenten (1) und die Ausdehnung sitzen. Außerdem können sich in den Segmentkörpern andere Teile wie beispielsweise Sensoren befinden.

**[0025]** Solch ein Wurmroboter kann z.B. auch für das Graben von Tunnel verwendet werden und der „Abfall“ (z.B.: Geröll) kann (ähnlich wie ein Regenwurm Nahrung verarbeitet) durch den Wurmroboter transportiert werden, um den Abfall von der Bohrstelle wegzubewegen.

**[0026]** In z.B. Gefahrensituationen kann der Wurmroboter Rollbewegungen wie ein realer Wurm ausführen, sowie sich schnell Einkringeln.

**[0027]** Der Wurmroboter kann mit starren Segmentteilen versehen sein, die als Personentransportmittel bzw. als generelles Transportmittel dienen.

**[0028]** Des Weiteren sorgen Kuppeln (3) an beiden Enden des Wurmroboters für den Abschluss desselben.

**[0029]** Fig. 2 zeigt einen Schrittablauf des Wurmroboters bei der Fortbewegung, wobei es insgesamt zwei unterschiedliche Schritte mit vier Szenarien gibt. In Schritt A1 steht der Roboter da, wie nach dem Ausfahrtvorgang (Fig. 3) und alle Füße (2), aller Segmente sind ausgefahren. Im nächsten Szenario A2 fahren die Füße (2) jedes zweiten Segments (1) zusammen und in A3 bewegen sich eben diese Segmente (1) fort. In A4 fahren die zusammengezogenen Füße (2)

wieder aus und der erste Schritt ist beendet. Im zweiten Schritt passiert das Gleiche nur mit den anderen Segmenten (1), die zuvor ruhig standen.

**[0030]** Fig. 3 zeigt den Einfahr- bzw. im umgekehrten Ablauf den Ausfahrvorgang des Wurmroboters, damit dieser beim Transport oder bei Festsetzung in einem Rohr so kompakt wie möglich ist. In Punkt 1 sind alle Füße (2) aller Segmente (1) ausgefahren. Die danach folgenden Schritte sind vom Vorgang her wie bei der Fortbewegung (Fig. 2) des Wurms nur mit dem Unterschied, dass nicht jedes zweite Segment (1) das gleiche tut. Das vorderste Segment (1) bleibt immer an der gleichen Stelle und die dahinterliegenden Segmente (1) wandern auf das vorderste Segment (1) zu. Sind alle Segmente (1) zusammengefahren, wie in Schritt 8, so ist der Vorgang beendet.

## Patentansprüche

1. Wurmroboter für den Einsatz in Tunneln, Rohrleitungen, auf unwegsamem Gelände, etc., bestehend aus Segmenten (1), wobei jedes Segment (1) ein- und ausfahrbare Füße (2) aufweist, die Segmente (1) untereinander mit einem längenveränderbaren Verbindungsmittel (4) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbindungsmittel (4) ein Tripod oder ein Hexapod ist, und, dass mehr als zwei Segmente (1), vorzugsweise vier oder mehr Segmente (1), vorgesehen sind.
2. Wurmroboter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hexapod ein auf drei Anschlüsse minimierter Hexapod (Tripod) ist.
3. Wurmroboter nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder der drei Anschlüsse mittels Linearantrieb bewegt wird.
4. Wurmroboter nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Füße (2) stiftförmig sind.
5. Wurmroboter nach einem der Ansprüche 1 -4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein oder mehrere starre Segmente (1) vorgesehen sind, in welchen Akkumulatoren, Tanks, Steuereinheiten, Antriebe und/oder Sensoren untergebracht sind.
6. Wurmroboter nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die starren Segmente als Transportmittel ausgebildet sind.
7. Wurmroboter nach einem der Ansprüche 1 -6, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Enden des Wurmroboters Kuppeln (3) vorgesehen sind.
8. Wurmroboter nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kuppeln (3) mit den Verbindungsmitteln (4) an den Segmenten (1) befestigt sind.
9. Wurmroboter nach einem der Ansprüche 1-6, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Enden des Wurmroboters Gebilde z.B. Bohrer, Düsen, etc. vorgesehen sind

**Hierzu 2 Blatt Zeichnungen**

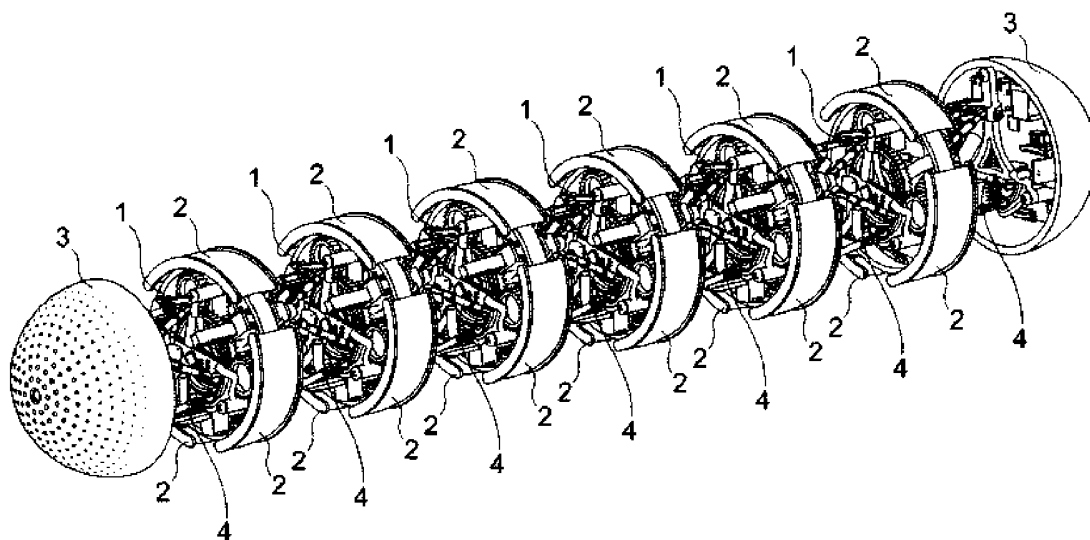


Fig. 1

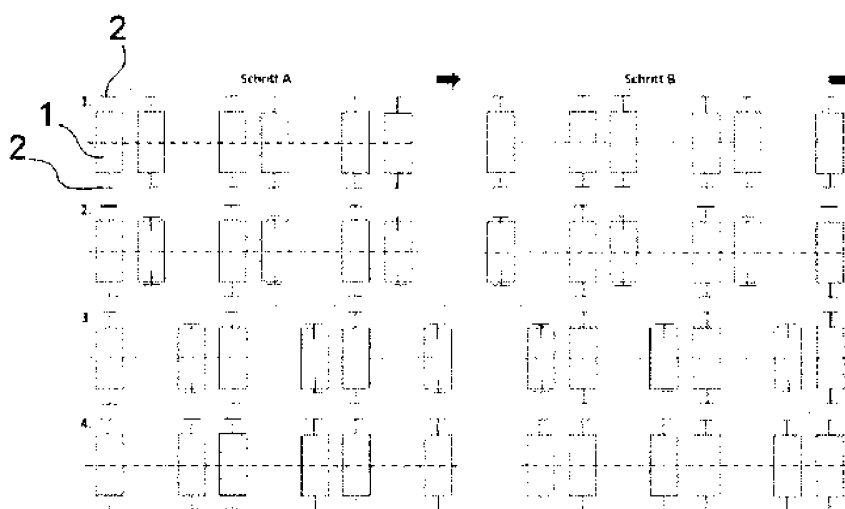


Fig. 2

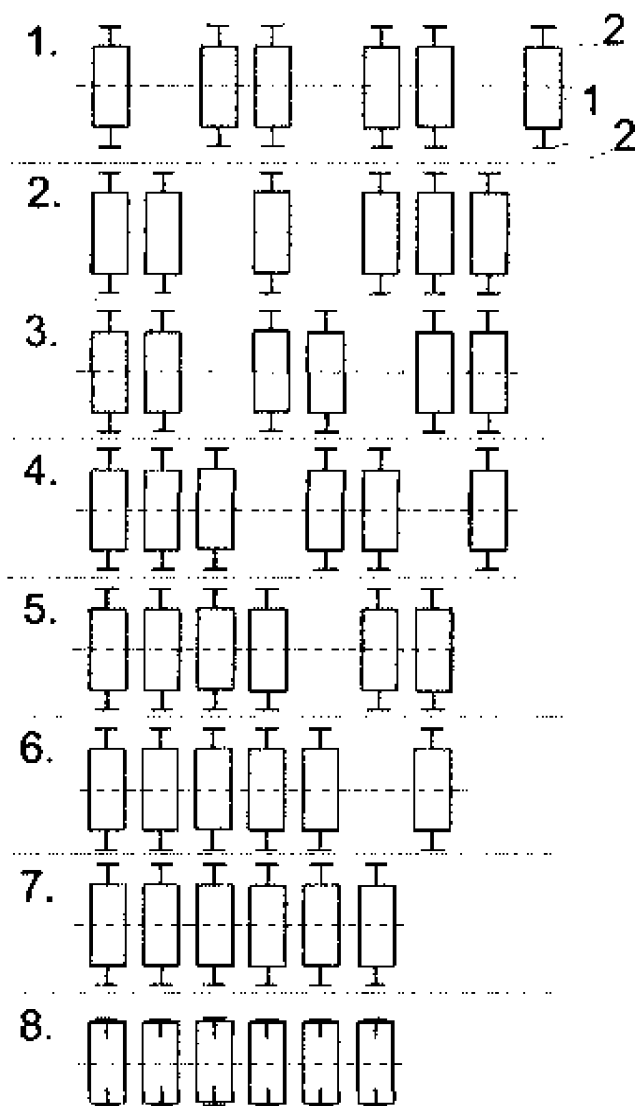


Fig. 3