



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2006 029 455 B4** 2009.06.25

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 029 455.6**

(22) Anmeldetag: **27.06.2006**

(43) Offenlegungstag: **03.01.2008**

(45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **25.06.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61B 19/00** (2006.01)

**A61B 17/00** (2006.01)

**A61B 5/055** (2006.01)

**A61B 17/16** (2006.01)

**A61N 2/02** (2006.01)

**A61N 2/10** (2006.01)

**A61M 25/00** (2006.01)

Innerhalb von drei 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:  
**Erbe Elektromedizin GmbH, 72072 Tübingen, DE**

(74) Vertreter:  
**Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München**

(72) Erfinder:  
**Hagg, Martin, 72827 Wannweil, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

<b>DE</b>	<b>101 42 253</b>	<b>C1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2004 009237</b>	<b>B3</b>
<b>DE</b>	<b>93 21 021</b>	<b>U1</b>
<b>US</b>	<b>2005/01 01 946</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>49 70 656</b>	
<b>WO</b>	<b>02/0 74 358</b>	<b>A2</b>
<b>CA</b>	<b>25 05 464</b>	<b>A1</b>

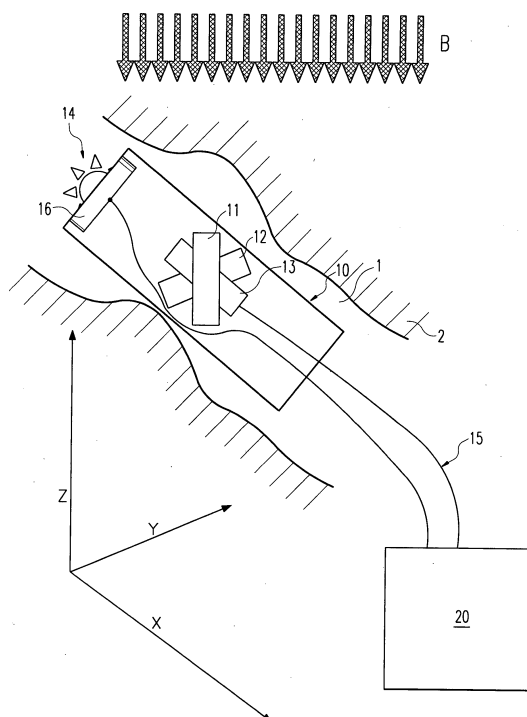
(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Behandlung von menschlichem oder tierischem Gewebe**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Behandlung von menschlichem oder tierischem Gewebe mittels eines bewegbaren Instruments (10), das derart ausgebildet ist, dass es in ein Hohlorgan (1) eines Patienten einführbar ist, welche Vorrichtung Folgendes umfasst:

eine Einrichtung zur Erzeugung eines magnetischen Stator-Feldes (B), in welchem sich das Gewebe (2) befindet, insbesondere einen Magnetresonanztomographen (MRT), mindestens eine Leiterschleife (11–13) an oder in dem Instrument (10),

sowie einen Generator (20) zur Erzeugung eines die mindestens eine Leiterschleife (11–13) durchfließenden Stroms zum Erzeugen eines magnetischen Nutz-Feldes, das in Zusammenwirkung mit dem Stator-Feld (B) eine resultierende Wirkung zur Beaufschlagung des Instruments (10) mit einer Nutzkraft erzeugt, dadurch gekennzeichnet, dass

der Generator (20) zur Erzeugung eines Wechselstromes ausgebildet ist, derart, dass der Wechselstrom hinsichtlich seiner Frequenz auf eine Resonanzfrequenz des Instruments (10) einstellbar ist, so dass auch bei geringer Energiezufuhr hohe Schwingungsamplituden erzeugbar sind.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Behandlung von menschlichem oder tierischem Gewebe.

**[0002]** Bei der Behandlung von menschlichem oder tierischem Gewebe, insbesondere bei minimalinvasiven Operationen oder auch bei Therapien, werden oftmals Instrumente in den Körper eingeführt und müssen an einen Applikationsort bewegt werden. Zusätzlich gilt es oftmals, am Applikationsort eine mechanische Arbeit zu verrichten. Typische Beispiele hierfür sind die Devitalisierung und/oder Entfernung von Tumorgewebe. Ein anderes typisches Beispiel ist die Behandlung einer Cholezystolithiasis (Gallenblasenstein) oder die Entfernung von Nephrolithen aus Nierengängen oder ableitenden Harnwegen. In manchen Fällen ist hierbei das Arbeiten mit einem Endoskop problematisch, da das Bewegen des eigentlichen, an dem distalen Ende des Endoskops sitzenden Instruments Schwierigkeiten bereitet.

**[0003]** Die WO 02/074358 A2 zeigt – entsprechend dem Oberbegriff von Anspruch 1 – ein Verfahren und ein System zur Navigation eines medizinischen Gerätes in einem Magnetresonanztomographen (MRT). Das System umfasst das medizinische Gerät mit einem Satz von drei orthogonal zueinander angeordneten Spulen, Stromzuführungseinrichtungen zur Bestromung der Spulen, einen Computer zur Steuerung der Stromzuführungseinrichtungen sowie Mittel zur MRT-Bildgebung. Ein statisches Magnetfeld wird mittels eines externen Magneten des MRT erzeugt, so dass im medizinischen Gerät magnetische Momente erzeugt werden und das Gerät in einer entsprechenden Richtung innerhalb eines Operationsgebietes orientiert wird.

**[0004]** Aus der DE 93 21 021 U1 ist ein chirurgisches Ultraschallhandstück und Energieinitiator zum aufrechterhalten der Schwingungen und der linearen Dynamik bekannt. Ultraschall-Behandlungsinstrumente dieser Art weisen einen kompletten Wandler auf, um eine elektrische Schwingung in eine mechanische Schwingung umzusetzen.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art aufzuzeigen, mit welcher eine Behandlung von Gewebe ohne großen Aufwand und effizient innerhalb eines Körpers oder eines Gewebebereiches ohne mechanische Verbindung nach außen ermöglicht wird.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1 gelöst.

**[0007]** Vorteilhafte Gestaltungen hiervon sind den abhängigen Ansprüchen 2 bis 5 zu entnehmen.

**[0008]** Ein wesentlicher Punkt der Erfindung liegt darin, dass mittels eines auf dem Markt verfügbaren Gerätes, nämlich eines Magnetresonanztomographen (Kernspintomographen) ein starkes, statisches Magnetfeld erzeugt wird, das man dazu ausnützt, in Zusammenarbeit mit einem gesondert erzeugten Magnetfeld einer stromdurchflossenen Leiterschleife eine Kraft zu erzeugen, welche das Instrument beaufschlagt. Diese Kraft wiederum kann zur Bewegung des Instrumentes innerhalb des Körpers bzw. Gewebes, aber auch zur Verrichtung von mechanischer Arbeit am Gewebe benutzt werden.

**[0009]** Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt liegt hierbei darin, dass mittels des MRT (Magnetresonanztomographen) die gesamte Behandlung gleichzeitig durch bildgebende Verfahren beobachtet werden kann. Es werden also hier „zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen“, da das Magnetfeld einerseits Grundlage des bildgebenden Verfahrens bildet, andererseits zur Erzeugung mechanischer Arbeit ausgenutzt wird.

**[0010]** Insbesondere wird die oben genannte Aufgabe durch eine Vorrichtung zur Behandlung von menschlichem oder tierischem Gewebe mittels eines bewegbaren Instruments gelöst, das derart ausgebildet ist, dass es in ein Hohlorgan eines Patienten einführbar ist, wobei die Vorrichtung Folgendes umfasst: eine Einrichtung zur Erzeugung eines magnetischen Stator-Feldes, in welchem sich das Gewebe befindet, insbesondere einen Magnetresonanztomographen (MRT), mindestens eine Leiterschleife an oder im Instrument, sowie einen Generator zum Erzeugen eines, die mindestens eine Leiterschleife durchfließenden Stroms zur Erzeugung eines magnetischen Nutz-Feldes, das in Zusammenarbeit mit dem Stator-Feld eine resultierende Wirkung zur Beaufschlagung des Instrumentes mit einer Nutzkraft erzeugt.

**[0011]** Der Generator ist zur Erzeugung eines Wechselstromes ausgebildet, so dass das Instrument Schwingungen ausführen kann. Weiterhin ist der Generator derart ausgebildet, dass der Wechselstrom hinsichtlich seiner Frequenz auf eine Resonanzfrequenz des Instrumentes einstellbar ist. Durch Ausnützung einer solchen mechanischen Resonanz ist es möglich, auch bei geringer Energiezufuhr relativ hohe Schwingungsamplituden zu erzeugen.

**[0012]** Wenn hierbei der Generator zur Lieferung einer zusätzlichen Gleichstromkomponente ausgebildet ist, kann ein „Netto-Vortrieb“ erzeugt werden, so dass beispielsweise das Instrument einerseits keine Haftreibung überwinden muss, andererseits aber eine Vortriebskomponente erfährt, so dass es zu einem Zielort manövrierbar ist.

**[0013]** Vorzugsweise wird eine Vielzahl von zueinander jeweils in einem bestimmten Raumwinkel, ins-

besondere drei zueinander in einem Raumwinkel von 90° angeordneten Leiterschleifen vorgesehen. Weiterhin ist der Generator zur Bestromung der Leiterschleifen derart vorgesehen und ausgebildet, dass die Nutzkraft hinsichtlich ihrer Richtung und Größe einstellbar ist. Dadurch ist ein verbessertes „Manövrieren“ des Instrumentes möglich.

**[0014]** Alternativ (oder auch zusätzlich) ist es möglich, den Generator zur Erzeugung eines Drehfeldes und das Instrument derart auszubilden, dass das Instrument bzw. daran befindliche bohrende oder fräsende Teile in Drehung versetzbar sind. Auch hier können natürlich wiederum verschiedene Bewegungs- bzw. Kraftkomponenten derart zusammen treffen, dass zusätzlich zu einer drehenden Bewegung eine schwingende (schlagende) Bewegung kommt.

**[0015]** Möglich ist es auch, einen Magnetresonanztomographen zur Erzeugung eines Stator-Feldes für eine elektrische Maschine zum Antrieb eines chirurgischen oder therapeutischen Instruments zu verwenden. Die Vorteile hiervon wurden oben bereits dargestellt.

**[0016]** Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Abbildungen näher erläutert. Hierbei zeigen:

**[0017]** [Fig. 1](#) eine erste bevorzugte Ausführungsform der Erfindung in schematisierter Darstellung in ihrer „Arbeitsumgebung“ und

**[0018]** [Fig. 2](#) eine zweite Ausführungsform der Erfindung in einer schematisierten Darstellung.

**[0019]** In der nachfolgenden Beschreibung werden für gleiche und gleich wirkende Teile dieselben Bezugsziffern verwendet.

**[0020]** In der [Fig. 1](#) ist mit B ein Magnetfeld schematisiert dargestellt, das von einem Magnetresonanztomographen erzeugt wird. Im Magnetfeld B befindet sich ein Patient, von dessen Gewebe 2 ein Bereich mit einem Hohlorgan 1, z. B. einem Harnleiter dargestellt ist.

**[0021]** Im Hohlorgan 1 befindet sich ein Instrument 10, in dessen Innerem drei als Spulen ausgebildete Leiterschleifen 11, 12 und 13 angeordnet sind. Die Richtungen dieser Spulen 11–13 sind in der Abbildung im Koordinatensystem X, Y, Z schematisiert wiedergegeben.

**[0022]** Die drei Leiterschleifen bzw. Spulen 11–13 sind über eine Zuleitung 15 mit einem Generator 20 verbunden, der jede der Leiterschleifen 11–13 individuell bestromen kann, so dass sich in Zusammenarbeit mit dem statischen Magnetfeld B eine resultie-

rende Kraft auf das Instrument 10 ausbildet. Im vorliegenden Fall wäre es beispielsweise vorstellbar, die Leiterschleifen 11–13 derart durch den Generator 10 zu bestromen, dass das Instrument 10 einerseits eine Kraftkomponente in X-Richtung (also in Richtung des Hohlorgans 1) erfährt, andererseits dieser gleichförmigen Kraft eine Schwingung überlagert ist, welche das Instrument 10 samt einem an seiner Spitze befindlichen Fräskopf 14 in eine Schwingung in Bewegungsrichtung versetzt. Zusätzlich hierzu kann ein Drehmoment durch Aufbringung eines entsprechenden Drehfeldes auf die Leiterschleifen 11–13 erzeugt werden, so dass sich das Instrument 10 (ggf. auch nur der Fräskopf 14) dreht. Auf diese Weise könnte beispielsweise ein im Hohlorgan 1 befindlicher Gegenstand (z. B. ein Nierenstein) zertrümmert werden.

**[0023]** Zusätzlich zur Erzeugung der Kraftwirkung unter Zuhilfenahme des statischen Feldes B kann im Instrument 10 ein (weiterer) elektromechanischer Wandler 16 vorgesehen sein, z. B. ein Ultraschallschwinger, der ebenfalls über den Generator 20 bestromt wird und so den Fräskopf 14 in (Ultraschall-)Schwingungen versetzt.

**[0024]** Bei dem in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsbeispiel der Erfindung besteht das Instrument aus einem stabförmigen Schaft 17 aus nichtmagnetischem Material, an dem in einem aktiven Bereich (in [Fig. 2](#) am oberen Ende) die erste Leiterschleife 11 spulenförmig angebracht ist. Diese Spule wird durch eine koaxiale Zuleitung 15 mit einem Außenleiter 18 und einem Innenleiter 19 vom Generator 20 mit Wechselstrom versorgt, während sich der „aktive Bereich“ innerhalb des im Kernspin-Tomographen vorhandenen permanenten und zumindest in diesem Bereich als homogen zu sehenden Magnetfeld B befindet.

**[0025]** Entsprechend der momentanen Stromrichtung wird der „aktive Bereich“ somit ein Drehmoment in oder entgegen dem Uhrzeigersinn erfahren und aufgrund der Elastizität des Schaftes 17 (und aller darin angebrachten Vorrichtungsteile) in die entsprechende Richtung ausgelenkt werden. Die Größe der Auslenkung ist abhängig von der Elastizität des Schaftes 17, der Stärke des Stroms, der Stärke des Magnetfelds und des Winkels, den die Achse der Leiterschleife 11 zur Richtung der Magnetfeldlinien einnimmt.

**[0026]** Durch einen durch diese Anordnung fließenden Wechselstrom kann der „aktive Bereich“ folglich zum Schwingen gebracht werden. Besonders hohe Amplituden bei relativ geringer Stromstärke können bei geeigneter Wahl der Stromfrequenz derart erzeugt werden, dass diese der Resonanzfrequenz der Anordnung entsprechen, welche durch die Elastizität des Schaftes und der Massenverteilung innerhalb des Schaftes (aktiver Bereich zu inaktiver Bereich) definiert ist.

**[0027]** Die Zuleitung **15** wird vorzugsweise außerhalb des „aktiven Bereichs“ coaxial aufgebaut, damit die durch den Stromfluss im Magnetfeld entstehenden Lorentzkraft sich gegenseitig aufheben.

**[0028]** Bei einer hier nicht in der Abbildung gezeigten Ausführungsform wird das Instrument als nadelartige Sonde gebildet, so dass der „aktive Bereich“ in das zu behandelnde Zielgewebe eingeführt werden kann. Somit können die erzeugten Schwingungen in das an- und umliegende Gewebe übertragen werden, so dass dort die mechanisch erzeugte Energie in Wärmeenergie umgewandelt wird. Diese Wärme kann genutzt werden, um beispielsweise Tumorgewebe gezielt thermisch zu devitalisieren. Weiterhin besteht eine Möglichkeit auch darin, durch die Schwingungen entsprechender Frequenz die Zellstrukturen des Zielgewebes mechanisch zu zerstören, um damit eine Devitalisierung oder Defragmentierung des Gewebes zu erzeugen.

**[0029]** Aus Obigem ergibt sich, dass die verschiedenen Einzelgedanken, die im Zusammenhang mit den beiden Figurenbeschreibungen ausgeführt wurden, auch kombiniert werden können.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Hohlorgan
<b>2</b>	Gewebe
<b>10</b>	Instrument
<b>11</b>	erste Leiterschleife
<b>12</b>	zweite Leiterschleife
<b>13</b>	dritte Leiterschleife
<b>14</b>	Fräskopf
<b>15</b>	Zuleitung
<b>16</b>	Wandler
<b>20</b>	Generator

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Behandlung von menschlichem oder tierischem Gewebe mittels eines bewegbaren Instruments (**10**), das derart ausgebildet ist, dass es in ein Hohlorgan (**1**) eines Patienten einführbar ist, welche Vorrichtung Folgendes umfasst:  
eine Einrichtung zur Erzeugung eines magnetischen Stator-Feldes (B), in welchem sich das Gewebe (**2**) befindet, insbesondere einen Magnetresonanztomographen (MRT),  
mindestens eine Leiterschleife (**11–13**) an oder in dem Instrument (**10**),  
sowie einen Generator (**20**) zur Erzeugung eines die mindestens eine Leiterschleife (**11–13**) durchfließenden Stroms zum Erzeugen eines magnetischen Nutz-Feldes, das in Zusammenwirkung mit dem Stator-Feld (B) eine resultierende Wirkung zur Beaufschlagung des Instruments (**10**) mit einer Nutzkraft erzeugt,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Generator (**20**) zur Erzeugung eines Wechselstromes ausgebildet ist, derart, dass der Wechselstrom hinsichtlich seiner Frequenz auf eine Resonanzfrequenz des Instruments (**10**) einstellbar ist, so dass auch bei geringer Energiezufuhr hohe Schwingungsamplituden erzeugbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl von zueinander jeweils in einem bestimmten Raumwinkel angeordneten Leiterschleifen (**11–13**), sowie der Generator (**20**) zur Bestromung der Leiterschleifen (**11–13**) derart vorgesehen und ausgebildet sind, dass die Nutzkraft hinsichtlich ihrer Richtung und Größe einstellbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vielzahl von Leiterschleifen als drei zueinander in einem Raumwinkel von 90° angeordnete Leiterschleifen (**11–13**) vorgesehen sind.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Generator (**20**) zur Lieferung einer zusätzlichen Gleichstromkomponente ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Generator (**20**) zur Erzeugung eines Drehfeldes und das Instrument (**10**) derart ausgebildet sind, dass das Instrument (**10**) und/oder bohrende oder fräsende Teile (**14**) hiervon in Drehung versetzbar sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

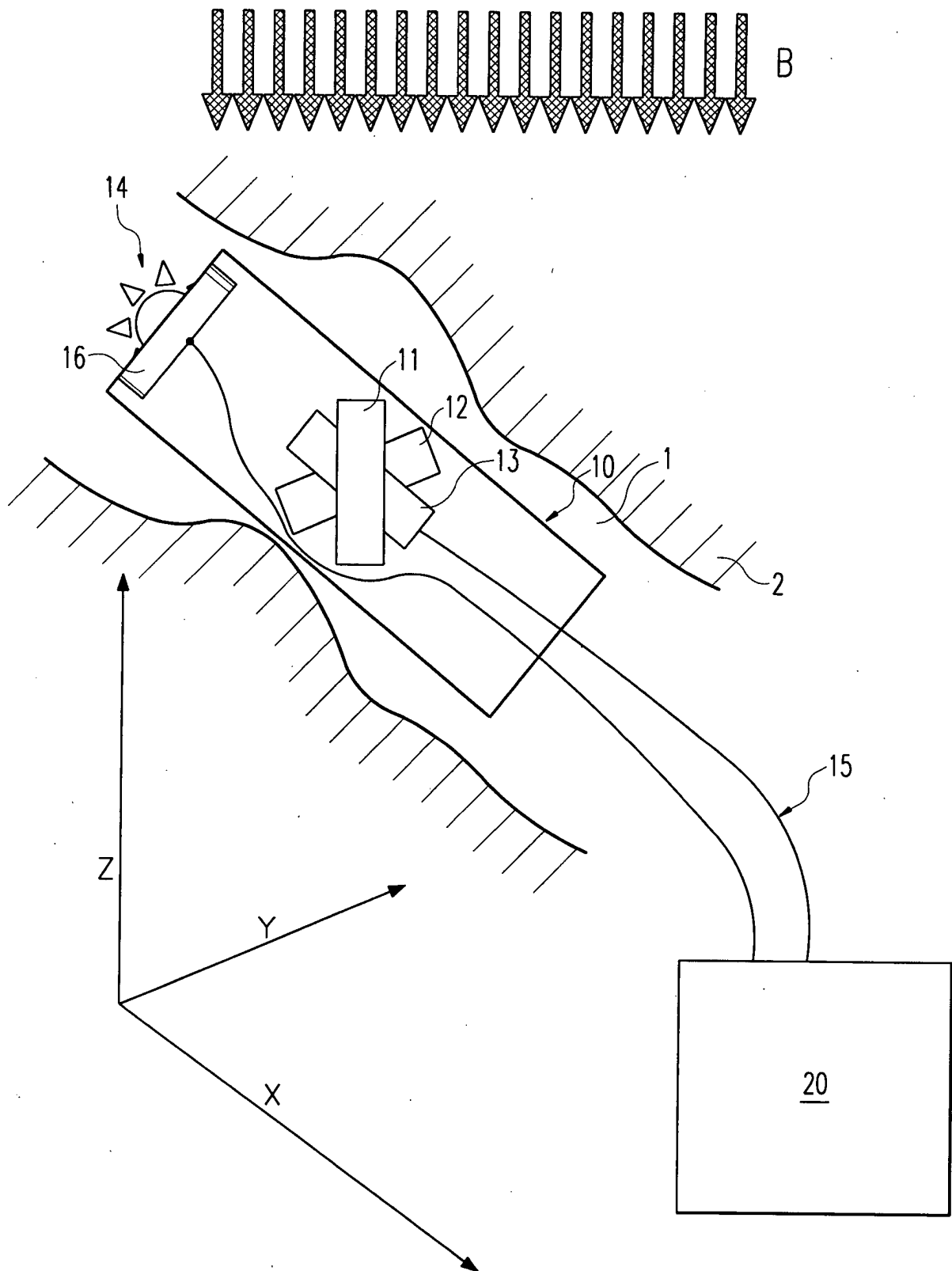


Fig. 1

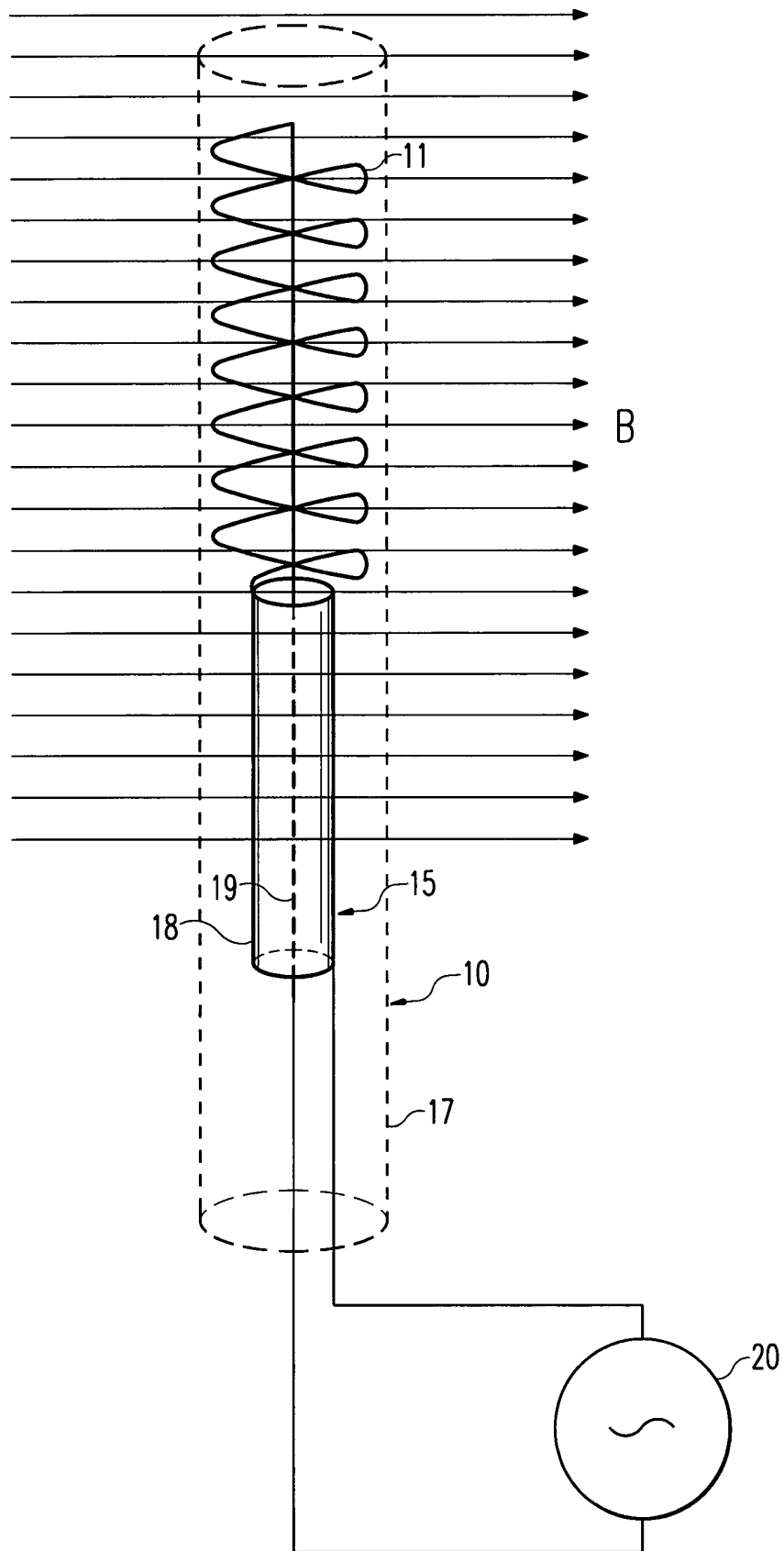


Fig. 2