



(10) **DE 10 2016 124 090 B4** 2021.01.28

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 124 090.7**

(22) Anmeldetag: **12.12.2016**

(43) Offenlegungstag: **14.06.2018**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **28.01.2021**

(51) Int Cl.: **A61B 17/00 (2006.01)**

**A61B 18/02 (2006.01)**

**A61F 7/00 (2006.01)**

**A61N 7/00 (2006.01)**

**A61B 17/34 (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:

**Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 39106  
Magdeburg, DE**

(74) Vertreter:

**Schneiders & Behrendt PartmbB, Rechts- und  
Patentanwälte, 44787 Bochum, DE**

(72) Erfinder:

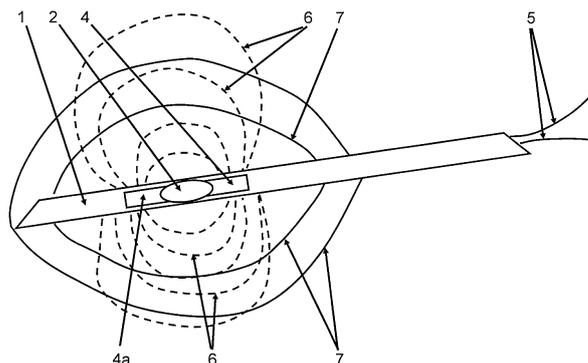
**Friebe, Michael, Prof. Dr. Ing., 45657  
Recklinghausen, DE; Hoeschen, Christoph, Prof.  
Dr., 39114 Magdeburg, DE; Boese, Axel, Dr., 39114  
Magdeburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>US</b>	<b>2014 / 0 257 262</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>2006/ 034 295</b>	<b>A2</b>
<b>WO</b>	<b>2007/ 147 022</b>	<b>A2</b>
<b>WO</b>	<b>2009/ 125 002</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>2014/ 003 855</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Invasives medizinisches Instrument**

(57) Hauptanspruch: Invasives medizinisches Instrument (1), welches als Kryonadel ausgebildet ist, welche mindestens einen durch mindestens einen Kühlkreislauf (5) gekühlten Bereich (4, 4a, 4b) aufweist, dazu geeignet, zu behandelndes Gewebe in einem das Instrument (1) umgebenden, lokal begrenzten Bereich einzufrieren, dadurch gekennzeichnet, dass das Instrument (1) mindestens eine Vibrationsseinheit (2) in dem mindestens einen gekühlten Bereich (4, 4a, 4b) aufweist, die geeignet ist, mechanische Schwingungen in dem zu behandelnden Gewebe in dem das Instrument (1) umgebenden Bereich anzuregen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein invasives medizinisches Instrument, welches als Kryonadel ausgebildet ist, welche mindestens einen durch mindestens einen Kühlkreislauf gekühlten Bereich aufweist.

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft besonders das Gebiet der minimal invasiven, bildgeführten Therapien. Hierbei wird beispielsweise ein Tumor über diagnostische Bildgebung identifiziert und nach positiver pathologischer Bestätigung chirurgisch entfernt oder durch interstitielle oder intrakavitäre oder intraarterielle Wege unter Verwendung von Katheter, Nadeln oder anderen Werkzeugen behandelt.

**[0003]** Ein Tumor kann mit kleinen Werkzeugen entfernt oder mit extrem niedrigen Temperaturen, im Rahmen der Kryotherapie, oder hohen Temperaturen, im Rahmen der Hyperthermie oder der Hochfrequenzablation, behandelt werden. Durch die Anwendung von elektrischen Strömen können die Zellen zudem, im Rahmen der Elektrochemotherapie, zerstört werden. Außerdem können Tumore durch Kombinationen von Medikamenten und Licht im Rahmen der photodynamischen Therapie behandelt werden. Weiterhin können durch hochintensiven fokussierten Ultraschall, der von innen oder außen auf ein kleines Gewebevolumen fokussiert ist, Tumorzellen abgetötet werden. Zudem können Tumorzellen durch Strahlung im Rahmen der Brachytherapie und Radioembolisation und durch weitere Methoden abgetötet werden.

**[0004]** Die WO 2009 / 125002 A1 betrifft ein invasives medizinisches Instrument, das eine Vibrationseinheit aufweist, die geeignet ist, mechanische Schwingungen in zu behandelndem Gewebe anzuregen.

**[0005]** Die US 2014 / 0257262 A1 betrifft ein Ablationsinstrument, bei dem die zur Gewebeerstörung benötigte Erwärmung durch Ultraschall-Emitter erzeugt wird.

**[0006]** Die WO 2006 / 034295 A2 betrifft eine Kryosonde und eine Quelle elektromagnetischer Energie. Die erwärmende elektromagnetische Energie kann hier beispielsweise genutzt werden, um den Wirkbereich der Kryosonde zu begrenzen bzw. zu kanalisieren. Die elektromagnetische Energie und die Kryosonde können auch kumulativ genutzt werden, um größere Gewebereiche zu zerstören.

**[0007]** Die WO 2014/003855 A1 offenbart ein System zur bildgesteuerten Therapie von Gewebe. Zur Bildgebung kann Magnetresonanztomographie (MRT) oder ein anderes medizinisches Bildgebungsgerät eingesetzt werden, um ein Instrument im Gewebe zu führen. Eine Arbeitsstation kann eine Bewe-

gung des Instruments auslösen und die Energieabgabe und/oder Kühlung des Instruments betätigen, um die Behandlung des Gewebes zu bewirken. Die Arbeitsstation und/oder ein Bediener der Arbeitsstation kann sich außerhalb der Nähe eines MRT-Geräts oder eines anderen medizinischen Bildgebungsgeräts befinden, und Antriebsmittel zur Positionierung des Instruments können sich in der Nähe des MRT-Geräts oder des anderen medizinischen Bildgebungsgeräts befinden. Bei dem Instrument kann es sich um eine MRT-kompatible Lasersonde handeln, die z.B. ein Gewebe im Gehirn eines Patienten thermisch therapiert.

**[0008]** Aus der WO 2007/147022 A2 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von Gefäßverschlüssen mittels einer Kombination aus Kryo- und Ultraschallbehandlung bekannt

**[0009]** Alle diese Behandlungsmethoden haben in der Praxis gezeigt, dass sie für einige Patienten geeignet sind, Krebs zu behandeln, allerdings führen diese Methoden nicht bei allen Patienten zum gewünschten Erfolg, was für die betroffenen Patienten ein Ausweichen auf Verfahren mit potentiell höheren Nebenwirkungen bedeutet oder den Behandlungserfolg ganz in Frage stellt.

**[0010]** Die Erfindung stellt sich somit dem Problem ein verbessertes medizinisches Instrument zur sichereren Behandlung von Patienten mit erkranktem Gewebe anzugeben.

**[0011]** Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch ein invasives medizinisches Instrument mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0012]** Dadurch dass das Instrument mindestens eine Vibrationseinheit aufweist, die geeignet ist, mechanische Schwingungen in zu behandelndem Gewebe anzuregen, kann bewirkt werden, dass die Zellmembranen in dem zu behandelnden Gewebe zerbrechen und zerstört werden, was auf sichere Weise einen irreversiblen Zelltod verursacht. Diese mechanischen Schwingungen können in Kombination mit anderen therapeutischen Ansätzen, bei denen die Behandlung zuvor die Zellen geschwächt hat, verwendet werden. Die vorliegende Erfindung kombiniert insofern zwei der oben genannten Verfahren. Diese Verfahren sind teilweise nadelbasiert, wobei hier Werkzeuge direkt in das Tumorgewebe eingeführt werden. Durch kontrollierte elektromechanische Vibrationen oder Ultraschallvibrationen um das Instrument herum wird sichergestellt, dass die Zellmembran des Tumorgewebes wirklich zerstört wird und zusätzlich wird die Form des behandelten Tumors verändert bzw. das Volumen verkleinert.

**[0013]** In der Kryotherapie oder Kryoablation werden in einer Vielzahl von klinischen Anwendungen

Hohlnadeln als Kryosonden verwendet. Diese werden durch zirkulierende Flüssigkeiten gekühlt und sind thermisch leitend. Kryosonden werden in oder neben dem Gewebe eingesetzt, welches als erkrankt angesehen wird. Auf diese Weise wird durch Gewebeablation eine Korrektur vorgenommen, die dem Patienten große Vorteile bringt. Wenn die Sonden an Ort und Stelle sind, entzieht eine Tiefkühlleinheit an der Spitze und in der näheren Umgebung der Sonde dem Gewebe zur Behandlung bzw. Zerstörung die Wärme.

**[0014]** Die Kryoablation wirkt auf das Gewebe durch mindestens drei Mechanismen ein. Zum einen bilden sich Eiskristalle innerhalb der Zellen, wodurch die Zellmembranen und der Stoffwechsel sowie weitere Prozesse in der Zelle unterbrochen werden. Außerdem wird die Blutgerinnung beeinflusst, wodurch der Blutfluss zum restlichen Gewebe unterbrochen wird, was zu Ischämie und Zelltod führt. Weiterhin führt dies zur Einleitung der Apoptose, der sogenannten programmierten Zelltodkaskade. Die Beeinflussung der Blutgerinnung und die Einleitung der Apoptose sind für den Zelltod verantwortlich. Mit der Kryoablation können Gewebereiche durch begrenztes reversibles Einfrieren bei bis zu  $-10^{\circ}\text{C}$  markiert werden. Falls die Markierung nicht mehr erforderlich ist, kann das Gewebe wieder aufgeheizt werden, ohne eine bleibende Schädigung des Gewebes. Falls die Markierung das kranke Gewebe erfasst, kann es dauerhaft abgetragen werden durch Einfrieren des markierten Bereichs auf eine niedrigere Temperatur, beispielsweise  $-73^{\circ}\text{C}$ . Die Zerstörung der Zellmembranen kann hier auch mit anderen Technologieansätzen erreicht werden.

**[0015]** Erfindungsgemäß wird ein Instrument mit mindestens einer Vibrationseinheit vorgeschlagen, die geeignet ist, in das Gewebe fokussierte Wellen bzw. Vibrationen zu emittieren. Diese Art von Schwingungen bewirken, dass die gefrorenen Zellmembranen zerbrechen und zerstört werden, was einen irreversiblen Zelltod verursacht.

**[0016]** Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

**[0017]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mehrere Vibrationseinheiten an dem Instrument angeordnet sind. Mit mehreren an dem Instrument angeordneten Vibrationseinheiten kann die Wirkung des Instrumentes auf einfache Weise deutlich gesteigert werden.

**[0018]** Eine vorteilhafte Ausführungsform ist, dass mindestens zwei an dem Instrument angeordnete Vibrationseinheiten unterschiedliche Größen aufweisen. Durch unterschiedlich große Vibrationseinheiten

lässt sich eine optimale Wirkung des Instruments auf die erkrankten Zellen flexibel einstellen.

**[0019]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mindestens zwei Vibrationseinheiten an unterschiedlichen Positionen entlang einer Längsachse des Instruments angeordnet sind. Die Anordnung von zwei Vibrationseinheiten an unterschiedlichen Stellen entlang des Instruments bietet die Möglichkeit, an unterschiedlichen Stellen im Gewebe Behandlungen durchzuführen.

**[0020]** Besonders vorteilhaft ist die Weiterbildung, dass mindestens zwei Vibrationseinheiten an dem Instrument in unterschiedliche Richtungen ausgerichtet sind. Die Ausrichtung der Vibrationseinheiten in unterschiedliche Richtungen ermöglicht die Behandlung von Gewebe um das Instrument herum, wobei durch die Ausrichtung eine Fokussierung der Wellen bzw. Vibrationen in unterschiedliche Richtungen möglich ist und ggf. Anregung in Bezug zu Resonanzfrequenzen im gekühlten Gewebe ermöglicht wird.

**[0021]** Eine bevorzugte Ausführung sieht vor, dass die Vibrationseinheiten einzeln und / oder in Kombination miteinander aktivierbar sind. Die Möglichkeit zur Aktivierung einzelner Vibrationseinheiten oder die Möglichkeit zur gleichzeitigen Aktivierung mehrerer Vibrationseinheiten macht die Behandlung mit dem Instrument besonders flexibel und vielseitig.

**[0022]** Besonders vorteilhaft ist die Weiterbildung, dass mindestens zwei Vibrationseinheiten unterschiedliche Vibrationsprofile erzeugen. Durch die Erzeugung unterschiedlicher Vibrationsprofile kann das Gewebe sehr gezielt behandelt werden. Insbesondere in Verbindung mit der Aktivierung einzelner Vibrationseinheiten oder der gleichzeitigen Aktivierung mehrerer Vibrationseinheiten lassen sich für die jeweilige Behandlungssituation geeignete Vibrationen erzeugen. Die Erzeugung unterschiedlicher Vibrationsprofile ermöglicht die passende Vibration zur jeweiligen Tumorform. Die Vibrationsprofile können sich z.B. hinsichtlich der Fokustiefe voneinander unterscheiden.

**[0023]** Weiter vorteilhaft ist die Ausgestaltung, dass mindestens eine Vibrationseinheit als elektromechanisches Bauteil ausgebildet ist. Die Ausgestaltung der Vibrationseinheit als elektromechanisches Bauteil macht die Herstellung des Instruments einfach und preiswert und die Behandlung mit einem solchen Instrument sicher und zuverlässig.

**[0024]** Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass mindestens eine Vibrationseinheit als Ultraschallerzeuger ausgebildet ist. Mit einer als Ultraschallerzeuger ausgebildeten Vibrationseinheit lassen sich sehr einfach Ultraschallwellen durch die Vibrationseinheit erzeugen.

**[0025]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mindestens eine Vibrationseinheit als Piezoelement ausgebildet ist. Die Ausgestaltung der Vibrationseinheiten als Piezoelement bietet eine einfache, aber sichere und bewährte Möglichkeit, geeignete Vibrationen an dem Instrument zu erzeugen.

**[0026]** Eine bevorzugte Ausführung sieht vor, dass mindestens eine Vibrationseinheit fokussierte Schallwellen erzeugt. Die Erzeugung von fokussierten Schallwellen durch eine Vibrationseinheit ermöglicht die gezielte Behandlung von erkranktem Gewebe mit dem Instrument.

**[0027]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mindestens eine Vibrationseinheit Schallwellen im Frequenzbereich von 10 Hz bis 100 MHz erzeugt. Eine Vibrationseinheit, die Schallwellen in dem vorgenannten Frequenzbereich erzeugt, lässt sich vielseitig zur Behandlung von erkranktem Gewebe einsetzen.

**[0028]** Erfindungsgemäß ist das Instrument als Kryonadel ausgebildet, welche mindestens einen durch mindestens einen Kühlkreislauf gekühlten Bereich aufweist. Die Ausgestaltung des Instruments als Kryonadel bietet eine geeignete Möglichkeit, zur sicheren Behandlung von erkranktem Gewebe. Der gekühlte Bereich wird durch eine zirkulierende Flüssigkeit gekühlt und ist thermisch leitend. Der gekühlte Bereich wird zur Behandlung in oder neben dem erkrankten Gewebe eingesetzt. Auf diese Weise kann eine Behandlung vorgenommen werden, indem der gekühlte Bereich der näheren Umgebung im Gewebe die Wärme entzieht. Hierdurch werden mindestens drei Mechanismen ausgelöst. Zum einen bilden sich Eiskristalle innerhalb der Zellen, wodurch die Zellmembranen und der Stoffwechsel sowie weitere Prozesse in der Zelle unterbrochen werden. Außerdem wird die Blutgerinnung beeinflusst, wodurch der Blutfluss zum gesunden Gewebe unterbrochen wird, was zu Ischämie und Zelltod führt. Weiterhin führt dies zur Einleitung der Apoptose, der sogenannten programmierten Zelltodkaskade. Die Beeinflussung der Blutgerinnung und die Einleitung der Apoptose sind für den Zelltod verantwortlich. Über den gekühlten Bereich lässt sich das erkrankte Gewebe auf eine niedrigere Temperatur, beispielsweise  $-73^{\circ}\text{C}$ , einfrieren. Die mechanischen Schwingungen durch die Aktivierung der Vibrationseinheit oder der Vibrationseinheiten bewirken, dass die gefrorenen Zellmembranen zerbrechen und zerstört werden, was einen irreversiblen Zelltod verursacht. Hierdurch kann das erkrankte Gewebe dauerhaft und sicher abgetragen werden.

**[0029]** Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass mehrere gekühlte Bereiche an dem Instrument angeordnet sind. Mit mehreren an dem Instrument angeordneten Kühlbereichen kann

die Wirkung des Instrumentes auf einfache Weise deutlich gesteigert werden und ein deutlich größerer Bereich des zu behandelnden Gewebes eingefroren werden.

**[0030]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mindestens zwei gekühlte Bereiche an unterschiedlichen Positionen entlang einer Längsachse des Instruments angeordnet sind. Die Anordnung von zwei gekühlten Bereichen an unterschiedlichen Stellen entlang des Instruments bietet die Möglichkeit, an unterschiedlichen Stellen im Gewebe gezielte Behandlungen durchzuführen.

**[0031]** Eine bevorzugte Ausführung sieht vor, dass die gekühlten Bereiche einzeln und / oder in Kombination miteinander aktivierbar sind. Die Möglichkeit zur Aktivierung einzelner gekühlter Bereiche oder die Möglichkeit zur gleichzeitigen Aktivierung mehrerer gekühlter Bereiche macht die Behandlung mit dem Instrument besonders flexibel und vielseitig.

**[0032]** Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass im Instrument eine oder mehrere Vorrichtungen zur Temperaturmessung integriert sind. Hierdurch kann der ideale Temperaturpunkt der Anwendung festgestellt werden.

**[0033]** Außerdem können die Vorrichtungen zur Temperaturmessung an der Steuerung der Vibrationswellen beteiligt sein. So können abhängig von den Signalen der Vorrichtungen zur Temperaturmessung die Vibrationseinheiten gesteuert werden. Mit einem oder mehreren Temperaturfühler im Instrument kann der ideale Gewebetemperaturpunkt für die Behandlung festgelegt bzw. überprüft werden. Der oder die Temperaturfühler werden vorzugsweise zur Steuerung der Vibrationseinheit bzw. Vibrationseinheiten genutzt.

**[0034]** Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aufgrund der nachfolgenden Beschreibung sowie anhand der Zeichnungen. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den folgenden Zeichnungen rein schematisch dargestellt und werden nachfolgend näher beschrieben. Einander entsprechende Gegenstände oder Elemente sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

**Fig. 1** schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Instruments im Gewebe;

**Fig. 2** schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Instruments in einer weiteren Ausgestaltung;

**Fig. 3** schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Instruments während der Behandlung.

**[0035]** In **Fig. 1** mit dem Bezugszeichen **1** bezeichnet ist ein längliches invasives medizinisches Instrument **1** schematisch dargestellt. Die Darstellung gemäß **Fig. 1** zeigt ein Instrument **1**, das als Nadel ausgestaltet ist. Das Instrument **1** weist eine Vibrationseinheit **2** auf, die geeignet ist, mechanische Schwingungen in dem zu behandelnden Gewebe anzuregen. Diese mechanischen Schwingungen sind durch die gestrichelt eingezeichneten Schallwellen **6** angedeutet, die von der Vibrationseinheit **2** ausgehen und durch den Kontakt mit dem umgebenden Gewebe in dieses eingeleitet werden. Über einen Kühlkreislauf **5** wird ein gekühlter Bereich **4, 4a** gekühlt. Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel sind zwei Kühlbereiche **4, 4a** in der Nähe der Vibrationseinheit **2** angeordnet. Durch diese Kühleinheiten **4, 4a** wird das umgebende zu behandelnde Gewebe gekühlt, indem Wärme entzogen wird. Dies ist durch die Isothermalinien **7** angedeutet, welche die Kühleinheiten **4, 4a** umgeben. **Fig. 1** zeigt ein Beispiel für ein typisches Temperaturprofil im Gewebe. Gut zu erkennen ist, dass durch die Kühleinheiten **4, 4a** sehr gezielt ein bestimmter Bereich des Gewebes eingefroren werden kann. Genau dieser bestimmte Bereich des Gewebes kann im Anschluss an das Einfrieren durch die im Instrument **1** angeordnete Vibrationseinheit **2** wirksam behandelt werden. Hierzu erzeugt die Vibrationseinheit **2** mechanische Schwingungen, die dazu führen, dass die gefrorenen Zellmembranen zerbrechen und zerstört werden, was einen irreversiblen Zelltod verursacht. Hierdurch kann das erkrankte Gewebe dauerhaft und sicher abgetragen werden.

**[0036]** **Fig. 2** zeigt ein invasives medizinisches Instrument **1** mit mehreren Vibrationseinheiten **2, 2a, 2b** und mehreren Kühlbereichen **4, 4a, 4b**. Die Vibrationseinheiten **2, 2a, 2b** sind im hier gezeigten Beispiel unterschiedlich groß. Außerdem erzeugen die Vibrationseinheiten **2, 2a, 2b** unterschiedliche Vibrationsprofile, was durch die gestrichelt gezeichneten Schallwellen **6** angedeutet ist, die von den Vibrationseinheiten **2, 2a, 2b** ausgehen. Die drei Vibrationseinheiten **2, 2a, 2b** sind an unterschiedlichen Positionen entlang einer Längsachse **3** des Instruments **1** angeordnet. Die Längsachse **3** ist in **Fig. 2** strichpunktiert angedeutet. Die Vibrationseinheiten **2, 2a, 2b** lassen sich einzeln oder in Kombination miteinander aktivieren. Hierdurch lässt sich ein deutlich größerer Bereich behandeln. Außerdem sind mehrere gekühlte Bereiche **4, 4a, 4b** an unterschiedlichen Positionen entlang der Längsachse **3** des Instrumentes **1** angeordnet. Diese gekühlten Bereiche **4, 4a, 4b** werden über einen Kühlkreislauf **5** gekühlt. Es ist auch vorgesehen, die gekühlten Bereiche **4, 4a, 4b** einzeln oder in Kombination miteinander zu aktivieren. Hierzu sind gegebenenfalls mehrere Kühlkreisläufe vorzusehen.

**[0037]** **Fig. 3** zeigt ein Organ **8** mit Tumor **9** und die Anwendung eines Instruments **1** in diesem Tumor **9**. Das Instrument **1** ist durch die Haut **10** des Patienten

in das befallene Organ **8** geführt, wo es gezielte Schallwellen **6** zur Behandlung des Tumors **9** erzeugt. Die Schallwellen **6** sind als gestichelte Linien **6** angedeutet und gehen von einer Vibrationseinheit **2** (**Fig. 1**) im Instrument aus. Zur Überprüfung der Behandlung ist ein externes Ultraschallgerät **11** vorgesehen, dass auf der Haut **10** aufgesetzt, dem behandelnden Arzt ein Bild von der Behandlung liefert. Das Instrument **1** kann auch durch einen interstitiellen Zugang des Patienten positioniert werden. Der mit dem Kühlbereich **4** (**Fig. 1**) gefrorene Gewebeteil wird durch die Vibrationen der Vibrationseinheit **2** (**Fig. 1**) bearbeitet, während der nicht gefrorene Gewebeteil des Organs **8** ausgespart bleibt. Hierdurch ist eine gezielte Behandlung des erkrankten Gewebes bzw. des Tumors **9** möglich.

**[0038]** Die Vibrationseinheiten **2, 2a, 2b** werden zur Behandlung über eine nicht dargestellte externe Stromversorgung mit elektrischer Energie versorgt. Denkbar ist auch ein im Instrument **1** eingebauter Akkumulator zur Versorgung der Vibrationseinheiten **2, 2a, 2b** mit elektrischer Energie.

#### Bezugszeichenliste

1.	Nadel
2. 2a, 2b	Vibrationseinheiten
3.	Längsachse
4. 4a, 4b	gekühlte Bereiche
5.	Kühlkreislauf
6.	Schallwellen
7.	Isothermale Linien
8.	Organ
9.	Tumor
10.	Haut
11.	Externes Ultraschallgerät

#### Patentansprüche

1. Invasives medizinisches Instrument (1), welches als Kryonadel ausgebildet ist, welche mindestens einen durch mindestens einen Kühlkreislauf (5) gekühlten Bereich (4, 4a, 4b) aufweist, dazu geeignet, zu behandelndes Gewebe in einem das Instrument (1) umgebenden, lokal begrenzten Bereich einzufrieren, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Instrument (1) mindestens eine Vibrationseinheit (2) in dem mindestens einen gekühlten Bereich (4, 4a, 4b) aufweist, die geeignet ist, mechanische Schwingungen in dem zu behandelnden Gewebe in dem das Instrument (1) umgebenden Bereich anzuregen.

2. Instrument (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Vibrationseinheiten (2, 2a, 2b) an dem Instrument (1) angeordnet sind.

3. Instrument (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei an dem Instrument (1) angeordnete Vibrationseinheiten (2, 2a, 2b) unterschiedliche Größen aufweisen.

4. Instrument (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei Vibrationseinheiten (2, 2a, 2b) an unterschiedlichen Positionen entlang der Längsachse (3) des Instruments (1) angeordnet sind.

5. Instrument (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei Vibrationseinheiten (2, 2a, 2b) an dem Instrument (1) in unterschiedliche Richtungen ausgerichtet sind.

6. Instrument (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vibrationseinheiten (2, 2a, 2b) einzeln oder in Kombination miteinander aktivierbar sind.

7. Instrument (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei Vibrationseinheiten (2, 2a, 2b) unterschiedliche Vibrationsprofile erzeugen, die sich in der Fokustiefe voneinander unterscheiden.

8. Instrument (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Vibrationseinheit (2, 2a, 2b) als elektromechanisches Bauteil ausgebildet ist.

9. Instrument (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Vibrationseinheit (2, 2a, 2b) als Ultraschallerzeuger ausgebildet ist.

10. Instrument (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Vibrationseinheit (2, 2a, 2b) fokussierte Schallwellen erzeugt.

11. Instrument (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Vibrationseinheit (2, 2a, 2b) Schallwellen im Frequenzbereich von 10 Hz bis 100 MHz erzeugt.

12. Instrument (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere gekühlte Bereiche (4, 4a, 4b) an dem Instrument (1) angeordnet sind.

13. Instrument (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei gekühlte Bereiche (4, 4a, 4b) an unterschiedlichen Positionen

entlang der Längsachse (3) des Instruments (1) angeordnet sind.

14. Instrument (1) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gekühlten Bereiche (4, 4a, 4b) einzeln oder in Kombination miteinander aktivierbar sind.

15. Instrument (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Instrument eine oder mehrere Vorrichtungen zur Temperaturmessung integriert sind.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

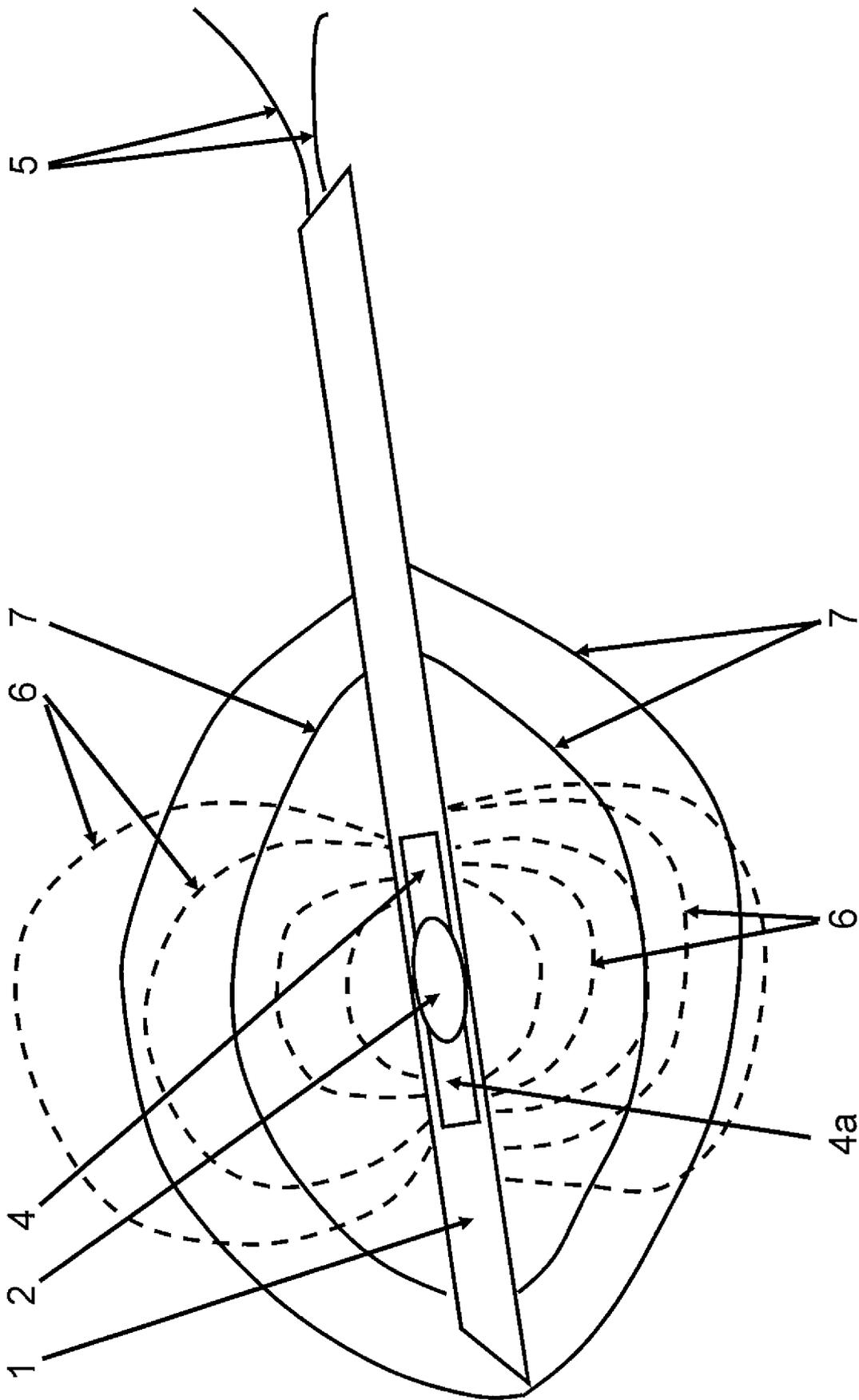


Fig. 1



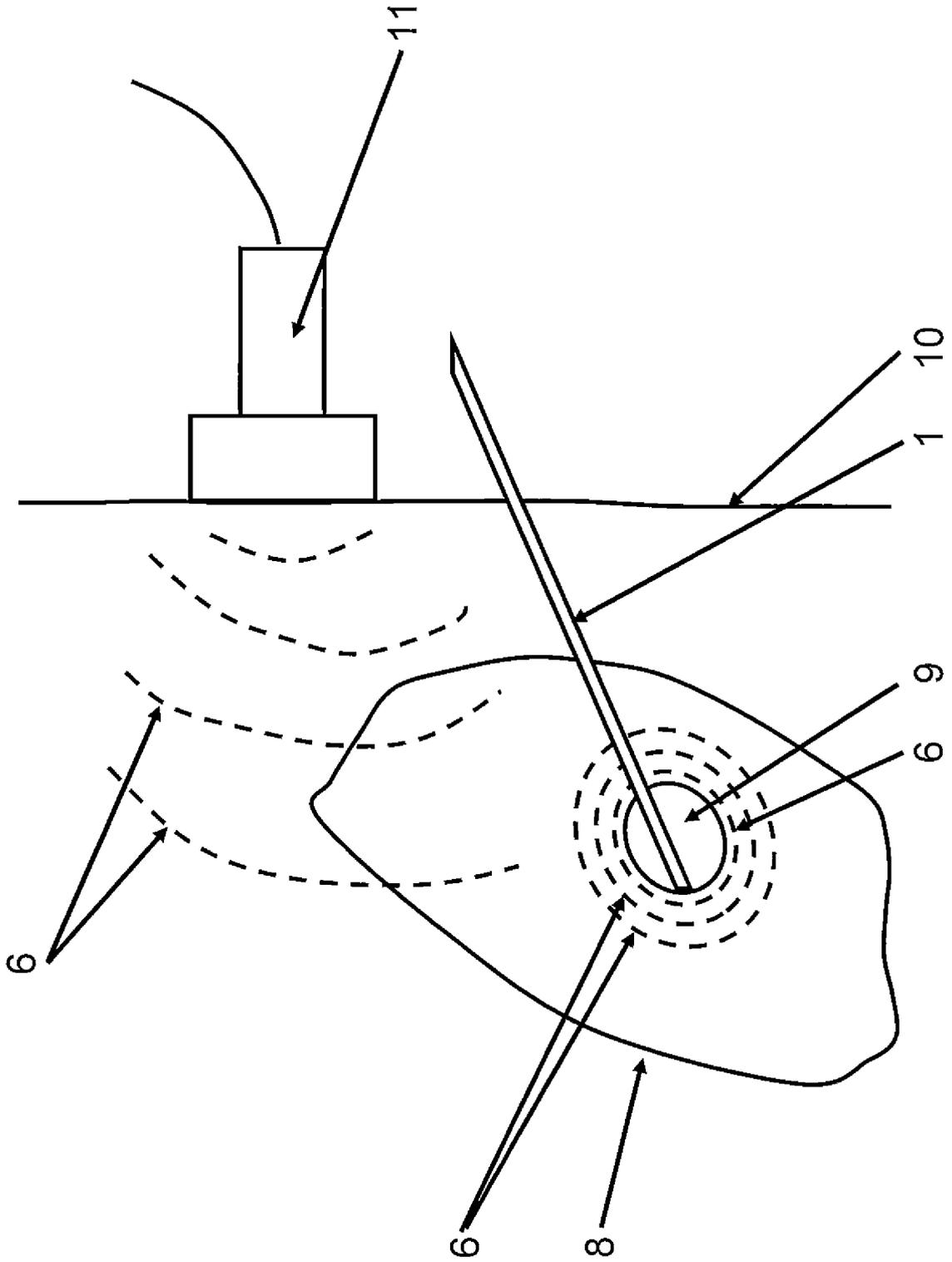


Fig. 3