



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 29 866 T2** 2008.05.15

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 118 310 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61B 18/14** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 29 866.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 300 354.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **16.01.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.07.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **15.08.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.05.2008**

(30) Unionspriorität:

**484548                      18.01.2000                      US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**BE, DE, FR, IT, NL**

(73) Patentinhaber:

**AFX, Inc., Fremont, Calif., US**

(72) Erfinder:

**Gauthier, Jules, Laval, Quebec H7M 2V5, CA;**

**Berube, Dany, Fremont, California 94538, US;**

**NGuyen, Hiep, Milpitas, California 95035, US**

(74) Vertreter:

**PRÜFER & PARTNER GbR, 81479 München**

(54) Bezeichnung: **Mikrowellenablationsinstrument mit flexiblem Antennensystem**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG****1. Gebiet der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf Ablationsinstrumentensysteme, die elektromagnetische Energie im Mikrowellenfrequenzbereich zum Abtragen bzw. Ablatieren von inneren Körpergeweben verwendet werden, und speziell auf Antennenanordnungen und Instrumentkonstruktionstechniken, die die Mikrowellenenergie in ausgewählte Richtungen lenken, die relativ nah entlang der Antenne enthalten sind.

**2. Beschreibung des Standes der Technik**

**[0002]** Es ist gut dokumentiert, dass Herzflimmern entweder alleine oder als Folge anderer Herzerkrankungen als die häufigste Herzarrhythmie dauerhaft fortbesteht. Nach jüngsten Schätzungen leiden in den U.S.A. mehr als zwei Millionen unter dieser gemeinen Arrhythmie, also grob 0,15% bis 2,0% der Bevölkerung. Die Prävalenz dieser Herzerkrankungen steigt mit dem Alter, wobei nahezu 8% bis 17% der über 60-Jährigen davon betroffen sind.

**[0003]** Die Herzarrhythmie kann unter Verwendung mehrerer Methoden behandelt werden. Eine pharmakologische Behandlung von Herzflimmern zum Beispiel ist anfänglich der bevorzugte Weg, erstens um einen normalen Sinusrhythmus zu erhalten, oder zweitens, um die ventrikuläre Response-Rate zu verringern. Andere Behandlungsformen schließen eine chemische Kardioversion zu normalem Sinusrhythmus, eine elektrische Kardioversion und eine RF-Katheterablation von durch Abbildung bestimmten, ausgewählten Bereichen ein. In jüngerer Vergangenheit sind andere Verfahren beim Herzflimmern entwickelt worden, einschließlich Isolierung des linken Vorhofs, transvenösem Katheter oder einer cryochirurgischen Ablation des His-Bündels sowie das Corridor-Verfahren, was unregelmäßigen ventrikulären Rhythmus wirksam beseitigt hat. Diese Verfahren versagten jedoch zum größten Teil, um eine normale Herz hämodynamik wiederherzustellen oder die Anfälligkeit des Patienten gegenüber Thromboembolien zu lindern, da die Vorhöfe weiter flimmern können. Folglich war eine wirksamere chirurgische Behandlung erforderlich, um hartnäckiges Herzflimmern medizinisch zu heilen.

**[0004]** Auf der Basis von elektrophysiologischen Aufnahmen der Vorhöfe und einer Identifizierung von Makroeintrittsschaltungen wurde ein chirurgischer Weg entwickelt, der im Vorhof ein elektrisches Labyrinth wirksam schafft (d.h. das Labyrinth (MAZE-Verfahren) und die Fähigkeit des Vorhofs davon abhält, zu flimmern. Kurz gesagt werden im gewöhnlich als

MAZE III-Verfahren bezeichneten Verfahren strategische Herzeinschnitte ausgeführt, um einen Vorhofwiedereintritt zu verhindern und Sinusimpulse dazu zu veranlassen, das gesamte Vorhofmyokardium zu aktivieren, wodurch die Vorhoftransportfunktion nachoperativ erhalten bleibt. Da Herzflimmern durch das Vorliegen von multiplen Makroeintrittsschaltungen charakterisiert ist, die von Natur aus umherirren und irgendwo im Vorhof auftreten können, ist es umsichtig, alle potentiellen Wege der Vorhofmakroeintrittsschaltungen zu unterbrechen. Diese Schaltungen sind übrigens sowohl experimentell als auch klinisch in Patienten durch intraoperative Aufnahmen identifiziert worden.

**[0005]** Dieses Verfahren schließt im Allgemeinen die Entfernung beider Vorhofanhänge und die elektrische Isolierung der pulmonaren Venen ein. Strategisch platzierte Vorhofschnitte unterbrechen darüber hinaus nicht nur die Leitungswege der gewöhnlichen Wiedereintrittsschaltungen, sondern sie lenken ferner den Sinusimpuls aus dem sinoatrialen Knoten entlang einer speziellen Route zum atrioventrikulären Knoten. Im Wesentlichen wird das gesamte Vorhofmyokardium – mit Ausnahme der Vorhofanhänge und der pulmonaren Venen – durch Bereitstellen mehrerer Blindbahnen weg von der Hauptleitungsroute zwischen dem sinoatrialen Knoten bis zum atrioventrikulären Knoten elektrisch aktiviert. Die Vorhoftransportfunktion wird somit nachoperativ aufrecht erhalten, wie im Allgemeinen in einer Reihe von Artikeln wiedergegeben: Cox, Schuessler, Boineau, Canavan, Cain, Lindsay, Stone, Smith, Corr, Change und D'Agostino, Jr., The Surgical Treatment Atrial Fibrillation (Pkt. 1-4), 101 THORAC CARDIOVASC SURG., 402-426, 569-592 (1991).

**[0006]** Während dieses MAZE III-Verfahren sich beim Abtragen von medizinisch widerstandsfähigen Herzflimmern und damit verbundenen, schädlichen Folgekomplikationen als wirksam erwies, ist dieses operative Verfahren für den Patienten traumatisch, da starke Einschnitte in die Innenkammern des Herzens eingeführt werden. Folglich sind somit andere Techniken entwickelt worden, um die Leitungswege zu unterbrechen und neu auszurichten, ohne starke Vorhofeinschnitte zu erfordern. Eine solche Technik ist die strategische Ablation bzw. das Abtragen von Vorhofgeweben durch Ablationskatheter.

**[0007]** Die meisten zugelassenen Ablationskathetersysteme nutzen heutzutage Radiofrequenz(RF)-Energie als die ablatierende Energiequelle. Folglich stehen Elektrophysiologen zur Zeit eine Reihe von RF-basierten Kathetern und -Leistungslieferanten zur Verfügung. Radiofrequenzenergie hat jedoch mehrere Limitierungen, einschließlich dem schnellen Verschwinden von Energie in oberflächlichen Geweben, was zu oberflächlichen "Verbrennungen" und dem Unvermögen führt, tiefere arrhythmie-

sche Gewebe zu erreichen. Eine andere Limitierung von RF-Ablationskathetern ist das Risiko der Gerinselformung auf den Energie-emittierenden Elektroden. Solche Gerinselformungen weisen eine damit verbundene Gefahr auf, potentiell letale Schlaganfälle für den Fall zu verursachen, dass ein Gerinsel sich vom Katheter löst.

**[0008]** Für sich genommen werden zur Zeit Katheter entwickelt, die elektromagnetische Energie im Mikrowellen-Frequenzbereich als Ablationsenergiequelle nutzen. Die Mikrowellenfrequenzenergie wurde seit langem als eine wirksame Energiequelle zum Erhitzen von biologischen Geweben erkannt und hat Nutzen erfahren in solchen Hyperthermie-Anwendungen wie der Krebsbehandlung und dem Vorerhitzen von Blut vor Infusionen. Folglich bestand mit Blick auf die Nachteile der herkömmlichen Katheterablationstechniken seit kurzem ein starkes Interesse daran, Mikrowellenenergie als eine Ablationsenergiequelle zu verwenden. Der Vorteil der Mikrowellenenergie besteht darin, dass sie viel leichter zu steuern und sicherer ist als direkte Stromanwendungen, und dass sie in der Lage ist, wesentlich größere Läsionen als RF-Katheter zu erzeugen, was die aktuellen Ablationsverfahren stark vereinfacht. Solche Mikrowellenablationssysteme werden in den US-Patenten Nr. 4,641,649 von Walinsky; 5,246,438 von Langberg; 5,405,346 von Grundy et al.; und 5,314,466 von Stern et al beschrieben.

**[0009]** Die meisten der existierenden Mikrowellenablationskatheter ziehen die Verwendung von sich länglich erstreckenden, helikalen Antennenspulen in Betracht, die die elektromagnetische Energie in einer radialen Richtung ausrichten, die im Allgemeinen zur Längsachse des Katheters senkrecht ist, obgleich die aufgebauten Felder nicht besonders gut auf die Antenne selbst beschränkt bleiben. Obgleich solche Kathetergestaltungen für eine Reihe von Anwendungen gut funktionieren, wie etwa dem radialen Output, sind sie zum Gebrauch in chirurgischen Präzisionsverfahren ungeeignet. Bei chirurgischen MAZE III-Verfahren zum Beispiel müssen im Herzgewebe sehr präzise und strategische Läsionen gemacht werden, was die bestehenden Mikrowellenablationskatheter nicht zu bewerkstelligen im Stande sind.

**[0010]** Folglich sind kürzlich Mikrowellenablationsinstrumente entwickelt worden, die Mikrowellenantennen mit richtenden Reflektoren einschließen. Typischerweise wird ein sich verjüngender Richtungsreflektor in der Peripherie um die Mikrowellenantenne herum positioniert, um die Wellen in Richtung eines Fensterabschnitts des Antennensystems und daraus heraus zu lenken. Somit sind diese Ablationsinstrumente in der Lage, elektromagnetische Energie in einer spezifischeren Richtung effektiv zu übertragen. Die elektromagnetische Energie kann zum Beispiel im Allgemeinen senkrecht zur Längsachse des

Katheters, jedoch beschränkt auf einen ausgewählten Winkelabschnitt der Antenne übertragen werden oder aus dem distalen Ende des Instruments heraus gelenkt werden.

**[0011]** Das Dokument US-A-5 741 249 offenbart ein anderes flexibles Mikrowellenablationssystem mit einer flexiblen Antenne und einem biegbaren Halteelement, das aus einem Formersinnerungs-Metalldraht gefertigt ist.

**[0012]** Bei diesen Gestaltungen wird die Mikrowellenantenne bevorzugt darauf abgestimmt, einen Kontakt zwischen dem Zielgewebe und einem Kontaktbereich des Antennensystems zu bilden, der sich in Längsrichtung neben der Längsachse der Antenne erstreckt. Sollte ein Bereich oder die gesamte exponierte Kontaktregion der Antenne während des Abtragens nicht mit dem Zielgewebe in Kontakt sein, wird somit die Anpassung der Antenne ungünstig verändert, und die Antenne wird unabgestimmt sein. Als ein Ergebnis wird der Abschnitt der Antenne, der sich mit dem Zielgewebe nicht in Kontakt befindet, die elektromagnetische Strahlung in die Umgebungsluft abstrahlen. Die Effizienz der Energielieferung zum Gewebe wird folglich abnehmen, was seinerseits dazu führt, dass die Durchdringungstiefe der Läsion abnimmt.

**[0013]** Dies ist besonders problematisch, wenn Gewebeoberflächen im Wesentlichen krummlinig sind, oder wenn das Zielgewebe zur Ablation schwierig zugänglich ist. Da diese Antennengestaltungen im Allgemeinen relativ steif sind, ist es oft schwierig, im Wesentlichen die gesamte exponierte Kontaktregion der Antenne in einen anliegenden Kontakt gegenüber dem Zielgewebe zu bringen. In diesen Fällen sind möglicherweise mehrere Ablationsinstrumente, die Antennen unterschiedlicher Länge und Form aufweisen, nötig, um gerade mal eine Serie von Ablationen abzuschließen.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0014]** Die Erfindung ist im Anspruch 1 definiert. Demgemäß wird ein flexibles Mikrowellenantennensystem als ein auf das Abtragen bzw. Ablatieren einer Oberfläche eines biologischen Gewebes angepasstes, chirurgisches Ablationsinstrument bereitgestellt. Das Ablationsinstrument schließt eine Übertragungsleitung ein, die ein zur Verbindung mit einer elektromagnetischen Energiequelle geeigneten, proximalen Abschnitt aufweist. Das Antennensystem schließt eine flexible Antenne ein, die mit der Übertragungsleitung gekoppelt ist, um radial ein elektrisches Feld zu erzeugen, das ausreichend stark ist, um eine Gewebeablation zu verursachen. Eine flexible Abschirmeinrichtung ist mit der Antenne gekoppelt, um einen Umgebungsbereich der Antenne vor davon radial erzeugtem elektrischen Feld im Wesentlichen

abzuschirmen, während ein Hauptteil des Feldes dazu veranlasst wird, im Wesentlichen in eine vorbestimmte Richtung gelenkt zu werden. Ein flexibler Isolator ist zwischen der Abschirmeinrichtung und der Antenne eingerichtet, was einen Fensterabschnitt definiert, der die Übertragung des gerichteten elektrischen Feldes in die vorbestimmte Richtung ermöglicht. Gemäß der vorliegenden Erfindung sind die Antenne, die Abschirmeinrichtung und der Isolator gebildet zum selektiven handhabenden Verbiegen davon als Einheit zu einer aus einer Vielzahl von Kontaktpositionen, damit der Fensterabschnitt mit der zu ablatierenden Oberfläche des biologischen Gewebes im Allgemeinen konform geht.

**[0015]** In einer Konstruktion ist eine Längsachse der Antenne versetzt gegenüber einer Längsachse des Isolators, um die Antenne im Wesentlichen nahe zu und benachbart zum Fensterbereich zu positionieren. Die Abschirmeinrichtung liegt in Form einer halbzylindrischen Schale vor, mit einer Längsachse, die im Allgemeinen coaxial ist mit der Längsachse des Isolators.

**[0016]** In einer anderen Ausführungsform definiert der Isolator einen Aufnahmedurchgang, der gebildet ist zum längs darin gleitenden Aufnehmen der Antenne während des betätigten Verbiegens des Antennensystems. Darüber hinaus kann im Aufnahmedurchgang nahe des distalen Endes der Antenne eine Polyimid-Röhreneinrichtung positioniert sein. Das Rohr bildet eine Bohrung, die zum gleitenden länglichen Hin und Her bewegen von mindestens dem distalen Ende der Antenne darin gebildet und dimensioniert ist.

**[0017]** Die vorliegende Erfindung stellt ein längliches, biegbares Halteelement zur Verfügung, das angepasst ist auf eine längliche Kopplung mit dem Isolator der Länge nach. Dieses biegbare Halteelement ermöglicht es dem Isolator, die eine Kontaktposition nach dessen betätigenden Verbiegen zu halten, für die Konformität des Fensterabschnitts mit der zu ablatierenden Oberfläche des biologischen Gewebes. Das Halteelement ist längs entlang des Isolators und auf einer Seite der Abschirmeinrichtung angeordnet, während die Antenne auf der gegenüberliegenden Seite der Abschirmeinrichtung entlang des Isolators und zwischen der Abschirmeinrichtung und dem Fensterabschnitt angeordnet ist.

**[0018]** Bei einem anderen Gegenstand stellt die vorliegende Erfindung ein Mikrowellenablationsinstrument zur Verfügung, das zum Abtragen einer Oberfläche eines biologischen Gewebes angepasst ist, mit einem Halteelement, das zur manuellen Betätigung des Ablationsinstruments gebildet ist. Eine längliche Übertragungsleitung ist am Halteelement gekoppelt bereitgestellt. Ein proximaler Abschnitt der Übertragungsleitung ist zur Verbindung mit einer

elektromagnetischen Energiequelle geeignet. Das Ablationsinstrument schließt ferner ein flexibles Antennensystem ein, das mit dem Halteelement gekoppelt ist, welches zum selektiven betätigenden Verbiegen davon gebildet ist. Das Antennensystem schließt eine mit der Übertragungsleitung gekoppelten, flexiblen Antenne ein, zum radialen Erzeugen eines elektrischen Feldes, das ausreichend stark ist, um eine Gewebeablation zu verursachen. Es wird eine flexible Abschirmeinrichtung des Antennensystems angewandt, um einen umgebenden radialen Bereich der Antenne vor einem radial demgegenüber erzeugten elektrischen Feld im Wesentlichen abzuschirmen, während ein Großteil des Feldes im Allgemeinen in eine vorbestimmte Richtung gelenkt wird. Ein flexibler Isolator ist zwischen der Abschirmeinrichtung und der Antenne eingerichtet und definiert einen Fensterabschnitt, der die Übertragung des gerichteten elektrischen Feldes in eine vorbestimmte Richtung gestattet. Die Antenne, die Abschirmeinrichtung und der Isolator sind gebildet zum selektiven betätigenden Verbiegen davon als Einheit in eine von einer Vielzahl von Kontaktpositionen, damit der Fensterabschnitt mit der zu ablatierenden Oberfläche des biologischen Gewebes im Allgemeinen konform geht.

**[0019]** Bei diesem Aufbau kann das Ablationsinstrument einen biegbaren, verformbaren Schaft einschließen, der einen mit dem Halteelement gekoppelten proximalen Abschnitt und einen gegenüberliegenden, mit dem Antennensystem gekoppelten distalen Abschnitt aufweist. Der Schaft ist vorzugsweise ein halbsteifes Koaxialkabel, kann aber auch einen röhrenförmigen Schaft einschließen, worin die Übertragungsleitung durchgehend vom proximalen Abschnitt bis zum distalen Abschnitt davon eingerichtet sein kann. Der Schaft ist vorzugsweise leitend, mit einem mit dem proximalen Ende der Abschirmeinrichtung leitend gekoppelten distalen Abschnitt und einem mit dem Leiter der Übertragungsleitung nach außen leitend gekoppelten Abschnitt.

**[0020]** In einer anderen Ausführungsform ist ein Hemmschlauch darauf angepasst, die Biegebewegung des biegbaren Antennensystems bei der leitenden Kopplung zwischen der Abschirmeinrichtung und dem Schaft zu begrenzen. Der Hemmschlauch ist so gebildet und dimensioniert, dass er sich peripher über der leitenden Kopplung erstreckt, um die biegebewegende Bewegung in eine vorbestimmte Richtung zu begrenzen, zum Erhalten der Unversehrtheit der leitenden Kopplung. Der Hemmschlauch schließt ein krummliniges Quer-Größenmaß im Querschnitt ein, das sich längswärts über die leitende Kopplung hinweg um einen Betrag erstreckt, der ausreicht, um die Unversehrtheit aufrecht zu erhalten.

**[0021]** Bei einem noch anderen Aufbau ist ein längliches Griffelement eingeschlossen, mit einem distalen Griffabschnitt und einem gegenüberliegenden

proximalen Abschnitt, der mit einem distalen Abschnitt des Antennensystems gekoppelt ist. Das Griffelement und die Handhabe kooperieren miteinander, um das Antennensystem selektiv zu biegen und in einen andrückenden Kontakt mit der zu ablatierenden Oberfläche des biologischen Gewebes selektiv zu zwingen. Das Griffelement ist vorzugsweise mit einem länglichen flexiblen Stab versehen, der einen geringeren Durchmesser aufweist als ein Durchmesser des Isolators. Eine Längsachse des flexiblen Stabs ist gegenüber der Längsachse des Isolators versetzt, um den Stab in im Allgemeinen axialer Ausrichtung mit der Antenne und benachbart zum Fensterabschnitt zu positionieren.

**[0022]** Mit dem Zusammenbau der vorliegenden Erfindung kann ein Verfahren durchgeführt werden zum Ablatieren bzw. Abtragen einer medizinisch mit widerstandsfähigen Herzfibrillation des Herzens, einschließlich dem Schritt des Bereitstellens eines Mikrowellenablationsinstruments mit einer flexiblen Antenne, die darauf angepasst ist, ausreichend starkes elektrisches Feld zu erzeugen, um eine Gewebeablation zu verursachen. Das Antennensystem definiert einen Fensterabschnitt, der die Übertragung des elektrischen Feldes dort hindurch in eine vorbestimmte Richtung ermöglicht. Das Verfahren schließt ferner das selektive Biegen und Halten des flexiblen Antennensystems in einer aus einer Vielzahl von Kontaktpositionen, damit die Form des Fensterabschnitts mit der zu ablatierenden Oberfläche des biologischen Zielgewebes im Allgemeinen konform geht, und die Handhabung des Ablationsinstruments ein, um den konform gemachten Fensterabschnitt in Kontakt mit der Oberfläche des biologischen Zielgewebes strategisch zu positionieren. Der nächste Schritt schließt das Bilden einer länglichen Läsion in der Oberfläche des biologischen Zielgewebes durch die Erzeugung des elektrischen Feldes durch das Antennensystem ein.

**[0023]** Diese Vorgänge aus Biegen, Handhaben und Energetisieren werden vorzugsweise wiederholt, um eine Vielzahl von strategisch positionierten Ablationsläsionen zu bilden. Zusammen werden diese Läsionen gebildet, um einen vorbestimmten Leitungsweg zwischen einem sinoatrialen Knoten und einem atrioventrikularen Knoten des Herzens zu schaffen.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0024]** Das System bzw. der Zusammenbau der vorliegenden Erfindung besitzt noch weitere Aufgaben und Merkmale bezüglich Vorteilen, die deutlicher werden aus der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung sowie den beigefügten Ansprüchen, bei Betrachtung mit den beigefügten Zeichnungen, worin:

**[0025]** [Fig. 1](#) ist eine diagrammartige Draufsicht von

oben eines Mikrowellenablationsinstrumentsystems mit einem biegbaren, direktional reflektiven Antennensystem, das gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist.

**[0026]** [Fig. 2](#) ist eine vergrößerte perspektivische Teilansicht von oben des Antennensystems von [Fig. 1](#), angebracht an ein distales Ende einer Handhabe des Ablationsinstruments.

**[0027]** [Fig. 3](#) ist eine vergrößerte, perspektivische Teilansicht von oben des Antennensystems von [Fig. 1](#), gezeigt in einer gebogenen Position, um mit einer zu ablatierenden Oberfläche des Gewebes konform zu gehen.

**[0028]** [Fig. 4](#) ist eine vergrößerte perspektivische Teilansicht von oben des Antennensystems von [Fig. 2](#), dabei veranschaulichend eine andere gebogene Position, um mit einer zu ablatierenden Oberfläche des Gewebes konform zu gehen.

**[0029]** [Fig. 5](#) ist eine vergrößerte Teildraufsicht von oben des Antennensystems von [Fig. 2](#), dabei veranschaulichend eine Bewegung zwischen einer normalen Position (Phantomlinien) und einer gebogenen Position (durchgezogene Linien).

**[0030]** [Fig. 6](#) ist eine seitliche Teilaufrißansicht des Antennensystems von [Fig. 5](#)

**[0031]** [Fig. 7](#) ist eine vergrößerte Aufrissansicht von vorne im Querschnitt des Antennensystems, genommen im Wesentlichen längs einer Ebene der Linie 7-7 in [Fig. 6](#).

**[0032]** [Fig. 8](#) ist eine vergrößerte seitliche Teilaufrißansicht des Antennensystems von [Fig. 2](#) mit einem daran gekoppelten Hemmschlauch.

**[0033]** [Fig. 9](#) ist eine vergrößerte Aufrissansicht von vorne im Querschnitt des Antennensystems, genommen im Wesentlichen entlang der Ebene der Linie 9-9 in [Fig. 8](#).

**[0034]** [Fig. 10](#) ist eine diagrammartige Draufsicht von oben eines Mikrowellenablationsinstrumentsystems einer alternativen Ausführungsform, die gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist.

**[0035]** [Fig. 11](#) ist eine verkleinerte perspektivische Teilansicht von oben des Antennensystems von [Fig. 10](#), veranschaulicht in einer gebogenen Position, um mit einer zu ablatierenden Oberfläche des Gewebes konform zu sein.

**[0036]** [Fig. 12](#) ist eine verkleinerte perspektivische Teilansicht von oben eines Antennensystems von [Fig. 10](#) einer alternativen Ausführungsform mit ei-

nem flexiblen Handhabelement.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFIN- DUNG

**[0037]** Während die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf einige spezifische Ausführungsformen beschrieben wird, ist die Beschreibung der Erfindung veranschaulichend und ist nicht als die Erfindung beschränkend anzusehen. Unterschiedliche Modifikationen der vorliegenden Erfindung gegenüber den bevorzugten Ausführungsformen können durch Fachleute gemacht werden, ohne sich vom Umfang der Erfindung – wie durch die beigefügten Ansprüche definiert – zu entfernen. Es sei hier zum besseren Verständnis angemerkt, dass ähnliche Komponenten durch gleiche Bezugsziffern in den verschiedenen Figuren bezeichnet sind.

**[0038]** Nun auf [Fig. 1-Fig. 4](#) Bezug nehmend wird ein allgemein mit **20** bezeichnetes Mikrowellenablationsinstrument bereitgestellt, das zum Abtragen einer Oberfläche **21** eines biologischen Gewebes **22** angepasst ist. Das Ablationsinstrument **20** schließt eine Handhabe **23** ein, die so gebildet ist, um das Instrument während einer offenen Operation manuell zu betätigen. Eine längliche Übertragungsleitung **25** ist – mit der Handhabe **23** an einem distalen Abschnitt davon gekoppelt – bereitgestellt und weist einen proximalen Abschnitt auf, der zur Verbindung mit einer elektromagnetischen Energiequelle (nicht gezeigt) geneigt ist. Das Ablationsinstrument **20** schließt ferner ein im Allgemeinen mit **26** bezeichnetes, flexibles Antennensystem ein, das mit der Handhabe **23** und mit der Übertragungsleitung **25** zur Erzeugung eines elektrischen Feldes gekoppelt ist. Das Antennensystem **26** ist darauf angepasst, ein elektrisches Feld aus einem Fensterabschnitt **27** davon heraus zu übertragen in eine vorbestimmte Richtung und in ausreichender Stärke, um eine Gewebeablation zu verursachen. Das Antennensystem ist ferner zum selektiven betätigenden Biegen in eine von einer Vielzahl von Kontaktpositionen gebildet (z.B. [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#)), um den Fensterabschnitt **27** mit der zu ablatierenden Oberfläche des biologischen Gewebes **21** in Übereinstimmung zu bringen.

**[0039]** Speziell schließt das flexible Antennensystem **26** eine flexible Antenne **28** ein, die mit der Übertragungsleitung **25** gekoppelt ist, zum radialen Erzeugen des elektrischen Feldes im Wesentlichen entlang ihrer Längslänge. Eine flexible Abschirmeinrichtung **30** schirmt einen umgebenden radialen Bereich des Antennendrahts **28** gegenüber einem radial davon erzeugten elektrischen Feld im Wesentlichen ab, während ein Großteil des Feldes dazu veranlasst wird, im Allgemeinen in eine vorbestimmte Richtung zum Fensterabschnitt **27** hin gelenkt zu werden. Ein flexibler Isolator **31** ist zwischen der Abschirmeinrichtung **30** und der Antenne **28** eingerichtet und definiert

den Fensterabschnitt **27**, um die Übertragung des gerichteten elektrischen Feldes in die vorbestimmte Richtung zu ermöglichen. Die Antenne, die Abschirmeinrichtung **30** und der Isolator **31** sind gebildet zum selektiven betätigenden Biegen davon als eine Einheit in eine von einer Vielzahl von Kontaktpositionen, um den Fensterabschnitt **27** mit der zu ablatierenden biologischen Gewebeoberfläche **21** im Allgemeinen in Übereinstimmung zu bringen.

**[0040]** Folglich ermöglicht das Mikrowellenablationsinstrument der vorliegenden Erfindung das betätigende Biegen des Antennensystems, um den Fensterabschnitt mit der zu ablatierenden biologischen Gewebeoberfläche in Übereinstimmung zu bringen. Dies stellt ein größeres Maß des Kontakts zwischen dem länglichen Fensterabschnitt und dem Zielgewebe sicher. Dies ist zwingend, um die Abstrahleffizienz der Antenne und somit der Antenne aufrecht zu erhalten und somit eine passende Abstimmung für eine effizientere Mikrowellenübertragung aufrecht zu erhalten. Ein solches betätigendes Biegen erhöht auch die Vielseitigkeit des Instruments, da ein Antennensystem zur Konformität mit den meisten Gewebeoberflächen gestaltet werden kann.

**[0041]** Kurz gesagt schließt das Ablationsinstrument **20** eine Handhabe **23** ein, die mit dem Antennensystem **26** über einen länglichen röhrenförmigen Schaft oder ein halbsteifes Koaxialkabel – nachfolgend als ein Schaft **32** bezeichnet – gekoppelt ist. Durch manuelles Betätigen der Handhabe kann der Fensterabschnitt **27** des Antennensystems **26** so orientiert und positioniert werden, um die gewünschte Ablation auszuführen. Wie erwähnt ist der Schaft **32** vorzugsweise als ein halbsteifes Koaxialkabel oder durch ein leitendes Material wie einem metallischen Hyporohr bereitgestellt, welches an den Komponenten des Antennensystems **26** über eine Lötpaste, eine Verschweißung oder dergleichen – wie nachfolgend diskutiert – angebracht ist. Wenn der Schaft **32** folglich durch das halbsteife Koaxialkabel bereitgestellt wird, ist vorzugsweise der umspinnene Außenleiter **29** des halbsteifen Koaxialkabels **32** – peripher den mittleren Leiter **33** umgebend – mit dem Außenleiter der Übertragungsleitung **25** leitend gekoppelt. Auf ähnliche Weise ist der Innenleiter **33** des halbsteifen Koaxialkabels **32** leitend mit dem Innenleiter der Übertragungsleitung **25** gekoppelt.

**[0042]** Wenn der Schaft **32** im Gegensatz dazu durch das Rohr, etwa ein leitendes Hyporohr bereitgestellt wird, ist die feste zylindrische Schale des Außenleiters **29** davon vorzugsweise mit dem Außenleiter der Übertragungsleitung **25** leitend gekoppelt. Bei diesem Aufbau erstrecken sich der Innenleiter und der Isolator der Übertragungsleitung durch die zylindrische Schale des Außenleiters **29** des leitenden Hyporohrs **32**, um den Innenleiter **33** davon zu bilden. Auf diese Weise fungiert das metallische Hyporohr



selbst als Außenleiter der Übertragungsleitung **25** zum Abschirmen entlang der Schaftlänge.

**[0043]** Darüber hinaus ist der Schaft **32**, egal ob als Hyporohr oder als halbsteifes Koaxialkabel, vorzugsweise von Natur aus biegsam und verformbar, um eine Formneukonfiguration zur Positionierung des Antennensystems zu einer gewünschten Orientierung in Bezug auf die Handhabe zu ermöglichen. Dies erlaubt es, einen passenden Winkel des Fensterabschnitts gegenüber dem Zielbereich zur Gewebeablation einzustellen. Es sollte jedoch klar sein, dass das Material des Schafts **32** im Übrigen ausreichend steif ist, so dass der Schaft während des operativen Gebrauchs nicht leicht deformiert wird. Solche Materialien für das Hyporohr schließen z.B. rostfreien Stahl oder Aluminium ein, die Durchmesser im Bereich von etwa 2,3 mm (0,090") bis etwa 5 mm (0,200") mit Wanddicken im Bereich von etwa 0,25 mm (0,010") bis etwa 1,3 mm (0,050") aufweisen. Wenn das halbsteife Koaxialkabel an dem Schaft **32** angewandt wird, reicht der Außendurchmesser des Außenleiters von etwa 2,3 mm (0,090") bis etwa 5 mm (0,200"), mit einer Wandstärke im Bereich von etwa 0,25 mm (0,010") bis etwa 1,3 mm (0,050"); wohingegen der Innenleiter einen Durchmesser im Bereich von etwa 0,25 mm (0,010") bis etwa 1,3 mm (0,050") einschließt.

**[0044]** Die Übertragungsleitung **25** ist im Allgemeinen koaxial und über den Verbinder **35** mit einer Leistungszufuhr (nicht gezeigt) gekoppelt ([Fig. 1](#)). Wie am besten in den [Fig. 2](#) und [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#) gezeigt schließt das Mikrowellenablationsinstrument **20** im Allgemeinen einen länglichen Antennendraht **28** ein, der ein mit dem mittleren Leiter **33** der Übertragungsleitung **25** verbundenes proximales Ende aufweist. Diese linearen Drahtantennen strahlen ein zylindrisches elektrisches Feldmuster ab, das im Allgemeinen mit ihrer Länge übereinstimmt. Es sollte jedoch klar sein, dass es genauso gut von irgendeinem Aufbau sein kann, wie etwa einer helikalen oder Spulenantenne.

**[0045]** Die elektrische Zwischenverbindung zwischen dem Antennendraht **28** und dem distalen Ende des mittleren Leiters **33** kann auf irgendeine geeignete Weise bewerkstelligt werden, etwa durch Verlöten, Hartlöten, Ultraschallschweißen oder adhäsives Bondieren. Darüber hinaus kann der Antennendraht **28** eine Verlängerung des mittleren Leiters der Übertragungsleitung selbst darstellen, was den Vorteil der Bildung einer robusteren Verbindung zwischen ihnen hat. Typischerweise setzt sich der Antennendraht **28** aus irgendeinem geeigneten Material wie Stahlfeder, Beryllium-Kupfer oder Silber-plattiertes Kupfer zusammen.

**[0046]** Wie unten noch näher diskutiert wird, kann der Durchmesser des Antennendrahts in gewissem

Ausmaß variieren, basierend auf der speziellen Anwendung des Instruments. Im ein Beispiel zu geben: ein zur Verwendung bei der Herzflimmern-Anwendung geeignetes Instrument kann einen typischen Durchmesser im Bereich von ungefähr 0,13 bis 0,76 mm (0,005 bis 0,030") aufweisen. Weiter bevorzugt kann der Durchmesser des Antennendrahts im Bereich von ungefähr 0,33 bis 0,5 mm (0,013 bis 0,020") sein.

**[0047]** Die Antenne **28** wird so gestaltet, dass sie eine gute Abstrahleffizienz aufweist und elektrisch ausgewogen ist. Folglich wird die Energiezuliefereffizienz der Antenne erhöht, während die reflektierte Mikrowellenleistung abnimmt, was seinerseits die Betriebstemperatur der Übertragungsleitung vermindert. Darüber hinaus ist das abgestrahlte elektromagnetische Feld im Wesentlichen beschränkt auf den Bereich vom proximalen Ende bis zum distalen Ende der Antenne. Somit erstreckt sich das Feld im Wesentlichen radial senkrecht zur Antenne und ist ziemlich gut beschränkt auf die Länge der Antenne selbst, unabhängig von der verwendeten Leistung. Diese Anordnung verhilft dazu, während der Ablation eine bessere Steuerung bereitzustellen. Instrumente mit spezifizierten Ablationseigenschaften können durch den Aufbau von Instrumenten mit Antennen unterschiedlicher Länge hergestellt werden.

**[0048]** Kurz gesagt schließt die Leistungszufuhr (nicht gezeigt) einen Mikrowellengenerator ein, der irgendeine herkömmliche Form annehmen kann. Bei Verwendung einer Mikrowellenenergie zur Gewebeablation sind die optimalen Frequenzen im Allgemeinen in der Nähe der optimalen Frequenz zum Erhitzen von Wasser. Um ein Beispiel zu geben: Frequenzen im Bereich von ungefähr 800 MHz bis 6 GHz funktionieren gut. Zur Zeit sind die Frequenzen, die für experimentelles klinisches Arbeiten durch die US Food and Drug Administration zugelassen sind, 915 MHz und 2,45 GHz. Deshalb kann eine Leistungszufuhr gewählt werden, die eine solche Kapazität aufweist, um eine Mikrowellenenergie bei Frequenzen in der Nähe von 2,45 GHz zu erzeugen. Ein herkömmliches Magnetron von dem Typ, der gewöhnlich in Mikrowellenöfen verwendet werden, wird als Generator verwendet. Es sollte jedoch klar sein, dass an dessen Stelle irgendeine andere geeignete Mikrowellenleistungsquelle eingesetzt werden kann, und dass die erläuterten Konzepte bei anderen Frequenzen angewandt werden können, wie etwa 434 MHz, 915 MHz oder 5,8 GHz (ISM-Band).

**[0049]** Wieder auf die [Fig. 1-Fig. 5](#) zurückkommend wird nun das Mikrowellenablationsinstrument **20** der vorliegenden Erfindung im Einzelnen beschrieben. Wie oben erwähnt kooperieren der Antennendraht **28**, die Abschirmeinrichtung **30** und der Isolator **31** des Antennensystems als eine Einheit, um ein selektives betätigendes Biegen davon zu ermöglichen zu

einer von einer Vielzahl von Kontaktpositionen, um den Fensterabschnitt **27** mit der zu ablatierenden biologischen Gewebeoberfläche **21** im Allgemeinen in Übereinstimmung zu bringen. So veranschaulichen die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) zwei besondere Kontaktpositionen, wo der Fensterabschnitt **27** so konfiguriert sein kann, dass Kontakt mit im Wesentlichen krummlinigen Gewebeoberflächen **21** gehalten wird. Aufgrund einer passenden Impedanzübereinstimmung zwischen dem Medium des Isolators **31** und dem des biologischen Gewebes ist folglich zwischen beiden entlang des Fensterabschnitts **27** erforderlich, um die Abstrahleffizienz der Antenne aufrecht zu erhalten.

**[0050]** Wie oben erwähnt erstreckt sich eine flexible Abschirmeinrichtung **30** im Wesentlichen entlang der Länge der Antenne, im Wesentlichen parallel zur Längsachse der Antenne in einer normalen ungebogenen Position (gezeigt durch durchgezogene Linien in [Fig. 2](#) und Phantomlinien in [Fig. 5](#)).

**[0051]** Die Abschirmeinrichtung **30** ist so geformt und dimensioniert, dass ausgewählte umgebende Bereiche radial um den Antennendraht **28** herum gegenüber einem radial davon erzeugten elektrischen Feld abzuschirmen, während das Feld den Verlauf des Feldes in einer im Allgemeinen vorbestimmten Richtung zum strategisch in Stellung gebrachten Fensterabschnitt **27** des Isolators **31** hin ermöglicht wird. Wie am besten in den [Fig. 2](#), [Fig. 7](#) und [Fig. 9](#) gezeigt ist die Abschirmeinrichtung **30** in der Dimension des transversalen Querschnitts vorzugsweise halbzyklindrisch oder bogenförmig, um das auftreffende Feld zurück zur Antenne davon zu reflektieren.

**[0052]** Die Gewebeablation kann somit besser strategisch gesteuert, gerichtet und ausgeführt werden, ohne Sorge um eine unerwünschte Ablation von anderen benachbarten Geweben, welche ansonsten innerhalb des elektromagnetischen Ablationsbereichs wären, der radial von der Antenne ausströmt. Mit anderen Worten wird jegliches andere, die peripheren Seiten der Antenne umgebende Gewebe, sich außerhalb der Wirkungslinie des Fensterabschnitts des Grundgerüsts befindet, dem gerichteten elektrischen Feld nicht unterworfen und somit nicht abgetragen. Dieses Ablationsinstrumentensystem ist besonders geeignet für Ablationsverfahren, die genaue Gewebeablationen erfordern, wie jene, die beim oben erwähnten MAZE III-Verfahren erforderlich sind.

**[0053]** Kurz gesagt wird deutlich, dass der Ausdruck "peripherer Bereich, der die Antenne unmittelbar umgibt" definiert ist als das unmittelbare radiale Übertragungsmuster der Antenne, welches innerhalb des elektromagnetischen Ablationsbereichs davon liegt, wenn ein Abschirmsystem abwesend ist.

**[0054]** Die Abschirmeinrichtung **30** setzt sich vorzugsweise aus einem hochleitfähigen Metall zusam-

men, um eine verbesserte Mikrowellenreflexion bereitzustellen. Die Wände der Abschirmeinrichtung **30** sind deshalb im Wesentlichen undurchdringbar gegenüber einem Durchtritt von Mikrowellen, die von der Antenne **28** ausgeströmt werden, um die Rückseite des Antennensystems vor einem Aussetzen gegenüber Mikrowellen zu schützen. Wenn eine aus der Antenne stammende eingestrahle elektromagnetische Welle die leitende Abschirmeinrichtung erreicht, wird speziell ein Oberflächenstrom induziert, der seinerseits ein darauf ansprechendes elektromagnetisches Feld erzeugt, welches mit dem auftreffenden Feld interferieren wird. Folglich löschen sich das auftreffende elektromagnetische Feld und das darauf ansprechende elektromagnetische Feld innerhalb der Abschirmeinrichtung **30** des Antennensystems **26** aus und werden daher vernachlässigbar.

**[0055]** [Fig. 2](#) und [Fig. 5](#) veranschaulichen am besten, dass die Abschirmeinrichtung **30** vorzugsweise durch ein umspannendes leitendes Netz bereitgestellt wird mit einem proximalen Ende, das am distalen Abschnitt des Außenleiters des Koaxialkabels leitend angebracht ist. Dieses leitende Netz ist vorzugsweise dünnwandig, um einen Gewichtszuwachs zur Abschirmeinrichtung zu minimieren, andererseits die angemessene Mikrowellenabschirmeigenschaften bereitzustellen, wie es auch eine starke Flexibilität der Abschirmeinrichtung während der Biegebewegung ermöglicht. Ein besonders geeignetes Material ist rostfreier Stahl, beispielsweise mit Netzdrähten mit einer Dicke im Bereich von etwa 0,13 mm (0,005") bis etwa 0,25 mm (0,010") und weiter bevorzugt etwa 0,18 mm (0,007").

**[0056]** Wie erwähnt emittiert eine längliche Mikrowellenantenne normalerweise ein im Wesentlichen radiales, zur Antennenlänge senkrechtes elektromagnetisches Feld, welches ziemlich gut auf die Länge des Antennendrahts unabhängig von der verwendeten Leistung beschränkt ist. Um eine gute Abschirmung sicherzustellen, kann jedoch die Längslänge der Abschirmung länger sein und über die distalen und proximalen Enden des Antennendrahts **28** hinausgehen.

**[0057]** Um die elektromagnetischen Feldeigenschaften der Antenne während des operativen Gebrauchs selbst mit einer flexiblen Antenne zu erhalten, ist es wichtig, die Position eines transversalen Querschnittssegments der Abschirmeinrichtung **30** relativ zu einem entsprechenden transversalen Querschnittssegment des Antennendrahts **28** aufrecht zu erhalten. Relative Positionsveränderungen zwischen den Segmenten können das Abstrahlmuster und die Abstrahleffizienz der Antenne verändern. Um diese transversalen Querschnittssegmente der Abschirmeinrichtung relativ zu dem entsprechenden transversalen Querschnittssegmenten des Antennendrahts **28** zu stabilisieren, schließt das Antennensystem **26**



folglich den flexiblen Isolator **31** vorzugsweise so ein, dass er über die Abschirmeinrichtung **30** und dem Antennendraht **28** geformt ist und dazwischen eingerichtet ist.

**[0058]** Der Isolator **31** ist vorzugsweise weiter durch Formgebung mit dem distalen Abschnitt des metallischen rohrförmigen Schafts verbunden und ist vorzugsweise zylindrisch gestaltet mit einer Achse, die mit der der Abschirmeinrichtung **30** im Wesentlichen koaxial ist. Der Isolator **31** erfüllt ferner die Funktion des Erniedrigens der Kopplung zwischen der Antenne **28** und der flexiblen Abschirmeinrichtung **30**. Sollte die Antenne **28** zu nahe an der leitenden Abschirmeinrichtung **30** sein, kann an der Oberfläche davon ein starker Strom induziert werden. Dieser Oberflächenstrom würde die Widerstandsverluste im Metall erhöhen, und die Temperatur der Gerüstvorrichtung würde ansteigen.

**[0059]** Andererseits würde ein direkter leitender Kontakt oder ein im Wesentlichen naher Kontakt der Antenne mit der metallischen Gerüstvorrichtung dazu führen, dass die reflektive Gerüstvorrichtung Teil der abstrahlenden Struktur wird und beginnen würde, elektromagnetische Energie in alle Richtungen abzugeben.

**[0060]** Der Isolator **31** wird deshalb vorzugsweise durch ein gutes dielektrisches Material mit niedrigem Verlust gebildet, welches durch die Strahlung durch Mikrowellen relativ unbeeinflusst ist und somit in der Lage ist, eine Übertragung des elektromagnetischen Feldes dort hindurch zu gestatten. Darüber hinaus besitzt das Isolatormaterial vorzugsweise eine geringe Wasserabsorption, so dass es nicht selbst durch Mikrowellen erhitzt wird. Schließlich muss das Isolatormaterial größtenteils im Wesentlichen Flexibilität ermöglichen, ohne Zersplitterung oder Brechen. Solche Materialien schließen formbares TEFLON®, Silikon oder Polyethylen, Polyimid etc. ein.

**[0061]** In der bevorzugten Ausführungsform definiert der Isolator **31** einen länglichen Fensterabschnitt **27**, der sich im Wesentlichen neben und parallel zum Antennendraht **28** erstreckt. Wie in den [Fig. 5](#) und [Fig. 7-Fig. 9](#) gezeigt ist somit eine Längsachse des Antennendrahts **28** gegenüber der Längsachse des Isolators, jedoch parallel dazu versetzt in einer Richtung zum Fensterabschnitt hin. Dieser Aufbau positioniert den Antennendraht **28** wirksam in den Fensterabschnitt **27**, um die Exponierung des Zielgewebes gegenüber den durch die Antenne erzeugten Mikrowellen zu maximieren, und entfernt die Antenne ausreichend weiter weg von der Abschirmeinrichtung, um die oben erwähnte elektrische Kopplung zu verhindern.

**[0062]** In einer normalen unbogenen Position des Antennensystems **26** (gezeigt durch durchgezogene

Linien in [Fig. 2](#) und Phantomlinien in [Fig. 5](#)) ist der Fensterabschnitt **27** im Wesentlichen planar und in Bezug auf die Form rechteckig. Durch dessen Verbiegen kann jedoch die Seite des Fensterabschnitts **27** betätigt werden, um mit der zu ablatierenden Oberfläche des Gewebes **22** im Allgemeinen konform zu sein. Somit wird ein größeres Maß an Kontakt einer krummlinigen Oberfläche **21** eines Gewebes **22** mit einer vollen Seite des Fensterabschnitts **27** ermöglicht. Das Abstrahlmuster entlang der Antenne wird deshalb nicht nachteilig verändert, und die Antenne wird abgestimmt bleiben, was die Effizienz und die Durchdringtiefe der Energiezufuhr in das Gewebe **22** erhöht.

**[0063]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist der Fensterabschnitt **27** strategisch dimensioniert und in Bezug auf die Abschirmeinrichtung lokalisiert, um einen Großteil des elektromagnetischen Feldes im Allgemeinen in eine vorbestimmte Richtung zu lenken. Wie am besten in den [Fig. 2](#), [Fig. 5](#) und [Fig. 7](#) zu sehen, erstreckt sich der Fensterabschnitt **27** vorzugsweise längs entlang des Isolators **31** in einer Richtung, die im Wesentlichen parallel zu seiner Längsachse ist. Die Länge der Ablativstrahlung ist deshalb im Allgemeinen begrenzt auf die Länge des Antennendrahts **28** und kann gleichwohl durch Einstellen der Länge des Antennendrahts **28** eingestellt werden. Um die Kopplung zwischen dem Koaxialkabel und dem Antennendraht zu erleichtern, erstreckt sich das proximale Ende des Fensterabschnitts **27** im Allgemeinen proximal etwas länger als das proximale Ende der Antenne **28** (etwa 2-5 mm). Am distalen Ende demgegenüber ist der Fensterabschnitt **27** zur Annäherung an die Länge des distalen Endes der Abschirmeinrichtung **30** aufgebaut. Ansonsten, wie untenstehend noch genauer beschrieben wird, erstreckt sich der distale Abschnitt der Abschirmeinrichtung **30** deutlich über das distale Ende der Antenne hinaus, um dem Biegen des Antennensystems **26** Rechnung zu tragen.

**[0064]** Die [Fig. 7](#) und [Fig. 9](#) veranschaulichen am besten, dass das Abstrahlmuster des elektromagnetischen Feldes, das vom Fensterabschnitt **27** geliefert wird, sich radial von etwa 120° bis etwa 180° erstrecken kann und sich am meisten bevorzugt radial um etwa 180° erstrecken kann, bezogen auf die Längsachse des Isolators. Somit wird ein substantieller Teil der Rückseite der Antenne vor einer ablativen Exponierung durch die Antenne radial erzeugten Mikrowellen in Richtungen abgeschirmt, die im Wesentlichen senkrecht zur Längsachse davon sind. Die Umfangsdimension des Fensterabschnitts **27** kann somit in Übereinstimmung mit der Breite der gewünschten ablativen Exponierung variieren, ohne vom eigentlichen Kern und dem Prinzip der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Während ein kleiner Prozentsatz des elektromagnetischen Feldes, der durch die Abschirmeinrichtung nicht abgeschirmt

wird, aus anderen Bereichen als dem Fensterabschnitt des Isolators übertragen werden kann, wird darüber hinaus ein substantieller Großteil durch den Fensterabschnitt hindurch übertragen. Dies liegt an den Impedanzabstimmeeigenschaften, die auf Kontakt gebracht werden zwischen dem Gewebe und dem Fensterabschnitt.

**[0065]** Folglich kann die vorbestimmte Richtung des von der Antenne radial erzeugten, ablativen elektromagnetischen Feldes im Wesentlichen durch die Größe der Umfangsöffnung, die Länge und die Form des Fensterabschnitts **27** gesteuert werden. Die Betätigung der Form des Antennensystems **26** unter allgemeiner Konformität des Fensterabschnitts mit der Form der Gewebe-Zielfläche und das Positionieren des Fensterabschnitts **27** in der gewünschten Richtung zum Kontakt mit dem Gewebe steuert somit die Richtung der Gewebeablation, ohne den die Antenne unmittelbar umgebenden, verbleibenden peripheren Bereich dem ablativen elektromagnetischen Feld auszusetzen.

**[0066]** In der vorliegenden Erfindung wird ein – allgemein mit **36** bezeichnetes – längliches, biegbares Halteelement bereitgestellt, das auf ein längliches Koppeln der Länge nach mit dem Isolator **31** angepasst ist. Sobald der Fensterabschnitt **27** zur Übereinstimmung mit der zur ablatierenden Oberfläche des biologischen Gewebes manuell betätigt wird, wirkt dieses biegbare Halteelement **36** zum Halten des Isolators **31** in der einen Position zur operativen Ablation. Wie am besten in den [Fig. 2](#), [Fig. 5](#) und [Fig. 7](#) gezeigt ist das Halteelement **36** bevorzugt hinter der Abschirmeinrichtung **30** positioniert, um gegenüber einem Aussetzen durch die mittels der Antenne **28** übertragenen Mikrowellen abgeschirmt zu sein. Das Halteelement erstreckt sich vorzugsweise entlang der vollen Länge der Abschirmeinrichtung in einer Richtung im Wesentlichen parallel zu der Längsachse des Isolators **31**.

**[0067]** Das Halteelement **36** muss aus einem biegbaren Material sein, andererseits aber eine ausreichende Steifigkeit nach Verbiegen bereitstellen, um der Rückfederung des Isolators unter Bewegung aus der gebogenen Position (z.B. [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#)) zurück zur normalen Position ([Fig. 2](#)) zu widerstehen. Darüber hinaus dürfen sowohl das Halteelement **36** als auch der Antennendraht **28** nicht aus einem zu steifen oder brüchigen Material zusammengesetzt sein unter Brechen oder leichtem Ermüdungsreißen während einer wiederholten Biegebewegung. Solche Materialien für das Halteelement schließen Zinn oder Silber-plattiertes Kupfer oder Messing mit einem Durchmesser im Bereich von etwa 0,5 mm (0,020") bis etwa 1,3 mm (0,050") ein.

**[0068]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Halteelement **36** im formbaren Isolator einge-

formt oder darin eingebettet. Dies erleichtert den Schutz des Halteelements **36** vor einem Kontakt mit korrosiven Elementen während des Gebrauchs. Es dürfte jedoch klar sein, dass das Halteelement **36** mit dem Äußeren des Isolators entlang der Länge davon gekoppelt sein kann.

**[0069]** Wie in den [Fig. 2](#) und [Fig. 5](#) gezeigt ist ein proximaler Abschnitt des Halteelements **36** benachbart und im Wesentlichen parallel zu einem distalen Abschnitt des Schafts **32** positioniert. Der proximale Abschnitt des Halteelements **36** ist fest mit dem distalen Abschnitt des Schafts **32** bei einem Kopplungsabschnitt **41** davon befestigt, um eine relative Stabilität zwischen dem Schaft und dem Antennensystem **26** während der Biegebewegung bereitzustellen. Während eine solche starre Befestigung bevorzugt durch Löten, Hartlöten oder Ultraschallverschweißen ausgeführt wird, könnte die Kopplung durch einen steifen, nichtleitenden Klebstoff oder dergleichen bereitgestellt werden.

**[0070]** Das Halteelement **36** ist vorzugsweise zylindrisch geformt, mit einer im Wesentlichen gleichförmigen Dimension im transversalen Querschnitt. Es sollte jedoch klar sein, dass andere geometrische transversale Querschnittsdimensionen angewandt werden können, wie einem rechteckigen Querschnitt. Wie in [Fig. 9](#) gezeigt liegt dieses Halteelement **36** in Form eines dünnen metallischen Bandes vor, das über der Abschirmeinrichtung **30** eingebettet ist. Aufgrund der relativen Orientierung der Antenne und der Abschirmeinrichtung **30** wird bei diesem Aufbau ein Verbiegen in vertikaler Richtung gestattet, während eine Bewegung in einer lateralen Richtung von einer zur anderen Seite widerstanden wird. Darüber hinaus mag das Halteelement **36** nicht gleichförmig sein in der transversalen Querschnittsdimension, um eine sich verändernde Steifigkeit und somit variable Biegeeigenschaften längs entlang des Antennensystems zu gestatten.

**[0071]** In einer anderen, alternativen Konfiguration kann das Halteelement **36** in der Abschirmeinrichtung oder der Antenne selbst inkorporiert sein. In einer dieser Konfigurationen oder bei einer Kombination davon muss die Abschirmeinrichtung und/oder die Antenne eine ausreichende Steifigkeit bereitstellen, um der Rückstellkraft des Isolators **31** unter Bewegung aus der verbogenen Position (z.B. [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#)) zurück zur normalen Position hin ([Fig. 2](#)) zu widerstehen.

**[0072]** Gemäß der vorliegenden Erfindung definiert der Isolator **31** einen Aufnahmedurchgang **37**, der gebildet ist zum gleitenden Aufnehmen des Antennendrahts **28** länglich darin während des betätigenden Verbiegens des Antennensystems **26**. Wie am besten in den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) gezeigt ermöglicht diese gleitende Hin- und Herbewegung das Verbie-

gen des Antennensystems **26**, ohne die Antenne **28** einer Kompression oder Dehnung während der Biegebewegung der Antenne auszusetzen, was schließlich die Antenne ermüden oder beschädigen würde oder die Unversehrtheit des elektromagnetischen Feldes nachträglich verändern würde.

**[0073]** Eine solche Versetzung wird verursacht durch die biegende Bewegung des Antennensystems in drehbarer Weise um das Halteelement **36** herum. Wie zum Beispiel in [Fig. 7](#) gezeigt wird während einer konkaven Biegebewegung ([Fig. 2](#) und [Fig. 5](#)) oder einer konvexen Biegebewegung ([Fig. 8](#)) des Fensterabschnitts **27** des Antennensystems **26** die drehende oder biegende Bewegung über die Längsachse des Halteelements **36** auftreten. Folglich wird bei konkaver Biegebewegung des Fensterabschnitts **27** ([Fig. 2](#) und [Fig. 5](#)) die Länge des Aufnahmedurchgangs **37** verkürzt. Dies liegt daran, dass der Isolator **31** an dieser Stelle komprimiert wird, da der offene Aufnahmedurchgang **37** radial entlang dem Inneren des Halteelements positioniert ist. Der Radius der Krümmung des Aufnahmedurchgangs **37** ist im Wesentlichen nicht geringer als der Radius der Krümmung des äußeren Halteelements **36**. Die Längslänge der Antenne **28**, die im Aufnahmedurchgang **37** gleitbar gehalten wird, wird jedoch konstant bleiben und somit distal in den Aufnahmedurchgang gleiten.

**[0074]** Bei der konvexen Biegebewegung des Fensterabschnitts **27** ([Fig. 8](#)) demgegenüber vergrößert sich die Länge des Aufnahmedurchgangs **37**, da der Aufnahmedurchgang **37** radial auf dem Äußeren des Halteelements **36** positioniert ist. In dieser Situation wird nun der Radius der Krümmung des Aufnahmedurchgangs **37** größer sein als der Radius der Krümmung des äußeren Halteelements **36**. Folglich gleitet das distale Ende der Antenne proximal in den Aufnahmedurchgang **37**.

**[0075]** Der Durchmesser des Aufnahmedurchgangs ist vorzugsweise etwa 5% bis etwa 10% größer als derjenige des Antennendrahts **28**. Dies stellt eine ungestörte gleitende Hin- und Herbewegung darin während der Biegebewegung des Antennensystems **26** sicher. Darüber hinaus braucht das proximale Ende des Aufnahmedurchgangs **37** nicht am proximalen Ende des Antennendrahts **28** zu beginnen. Da die Versetzung beim proximalen Abschnitt des Antennendrahts **28** wesentlich geringer ist als die Versetzung des Antennendrahts **28** an einem distalen Abschnitt davon, kann z.B. das proximale Ende des Aufnahmedurchgangs **37** bei etwa 30% bis etwa 80% vom proximalen Ende des Antennendrahts **28** aus beginnen. Das distale Ende des Aufnahmedurchgangs **37** erstreckt sich andererseits vorzugsweise um etwa 30% bis etwa 40% über das distale Ende des Antennendrahts **28** hinaus, wenn sich das Antennensystem in der normalen ungebogenen Position befindet.

**[0076]** Wie oben angegeben ermöglicht dieser, über das distale Ende der Antenne **28** hinausgehende Raum im Aufnahmedurchgang **37** ihre reziproke Versetzung während einer konkaven Biegebewegung.

**[0077]** Um sicherzustellen, dass während einer Biegebewegung das distale Ende der Antenne **28** nicht durch das relativ weiche, flexible Isolatormaterial des Isolators **31** hindurchstößt, kann der Bereich an der Spitze davon abgerundet oder abgestumpft sein. In einem anderen Aufbau kann der Aufnahmedurchgang **37** vollständig oder teilweise auf einer Linie liegen mit einer flexiblen Röhreneinrichtung **38** ([Fig. 2](#) und [Fig. 5-Fig. 7](#)), die zur gleitenden Längs-Hin- und Herbewegung des distalen Endes der Antenne darin mit einer Bohrung **39** gebildet und dimensioniert ist. Die Wände der Röhreneinrichtung **38** sind vorzugsweise relativ dünn zur weitgehenden Flexibilität davon, andererseits um aber einen deutlich besseren Widerstand gegenüber einem Durchstoßen des distalen Endes der Antenne **28** bereitzustellen. Die Materialzusammensetzung der Röhreneinrichtung muss darüber hinaus einen niedrigen Verlustfaktor und eine geringe Wasserabsorption aufweisen, so dass sie nicht selbst beeinträchtigt wird durch Aussetzen gegenüber den Mikrowellen. Solche Materialien schließen formbares TEFLON® und Polyimid, Polyethylen, etc. ein.

**[0078]** Nun auf [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) Bezug nehmend wird ein allgemein mit **40** bezeichneter Hemmschlauch bereitgestellt, der eine konvexe Biegebewegung des Halteelements **36** an dessen proximalen Abschnitt im Wesentlichen verhindert. Bei diesem Kopplungsabschnitt **41**, wo das Halteelement **36** und die Abschirmeinrichtung **30** am distalen Abschnitt des Schafts **32** angebracht sind, kann ein wiederholtes Hin- und Her-Biegen in der konvexen Richtung eine deutliche Ermüdung an der Verbundstelle verursachen und schließlich brechen. Der Hemmschlauch **40** erstreckt sich somit vorzugsweise der Länge nach über den Kopplungsabschnitt **41** hinweg, um die Unversehrtheit der Kopplung durch Verhinderung von Beanspruchungen darauf aufrecht zu erhalten. Eine solche konvexe Biegebewegung wird dann im Wesentlichen an einem Abschnitt des Antennensystems **26** distal des Kopplungsabschnitts beginnen.

**[0079]** Der Hemmschlauch **40** schließt einen bogenförmigen Basisabschnitt **42** ein, der entfernter angebracht ist am proximalen Abschnitt des Isolators **31** und damit im Wesentlichen bezüglich der Dimension des Umfangquerschnitts konform geht ([Fig. 9](#)). Der Basisabschnitt **42** ist mit dem Antennensystem und/oder dem Schaft steif befestigt, um über den Kopplungsabschnitt **41** eine Schutzstabilität bereitzustellen.

**[0080]** Distal vom Basisabschnitt **42** erstreckt sich

ein Fingerabschnitt **43** auf eine Weise, dass der Beginn des konvexen Verbiegens des Antennensystems bis zu einer Position nach dem distalen Ende des Fingerabschnitts **43** hinausgeschoben wird. Folglich wird jegliche Belastung auf den Kopplungsabschnitt **41** beseitigt, der durch eine konvexe Biegebewegung des Antennensystems erzeugt würde.

**[0081]** In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung schließt das Mikrowellenablationsinstrument **20** ein längliches Griffelement **45** ein, das einen distalen Griffabschnitt **46** und einen an einen distalen Abschnitt des Antennensystems **26** gekoppelten, gegenüberliegenden proximalen Abschnitt **47** aufweist. Wie am besten in den [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) veranschaulicht arbeiten das Griffelement **45** und die Handhabe **23** des Ablationsinstruments **20** zusammen, um das flexible Antennensystem **26** selektiv zu verbiegen und den Fensterabschnitt **27** in andrückenden Kontakt mit der zu ablatierenden Oberfläche des biologischen Gewebes selektiv zu zwingen. Diese Anwendung ist zum Beispiel besonders nützlich, wenn die Oberfläche des Zielgewebes an einem rückseitigen Abschnitt eines Organs oder dergleichen lokalisiert ist. [Fig. 11](#) veranschaulicht, dass während offener Operationen das längliche Griffelement **45** um die Rückseite des Organs herum hindurchläuft, bis der Fensterabschnitt **27** des Antennensystems in andrückenden Kontakt mit der Oberfläche des Zielgewebes **21** bewegt ist. Folglich werden die Handhabe **23** am einen Ende des Ablationsinstruments und das Griffelement **45** am anderen Ende davon manuell gegriffen und betätigt, um den Fensterabschnitt **27** in ablativen Kontakt mit der Zielgewebeoberfläche zu zwingen.

**[0082]** Dieser Aufbau ist darin vorteilhaft, dass der Fensterabschnitt **27** darauf angepasst ist, durch manuelles Ziehen des Griffelements **45** und der Handhabe **23** mit der Gewebeoberfläche konform zu gehen. Indem das flexible Antennensystem **26** das Zielgewebe **22** kontaktiert, wird der Fensterabschnitt **27** davon dazu veranlasst, mit der Peripherie der Gewebeoberfläche konform zu gehen. Ein kontinuierliches Manipulieren des Griffelements **45** und der Handhabe **23** erzwingen weiter einen Kontakt unter Biegung. Folglich erfordert diese Ausführungsform zur Formhaltung kein Halteelement.

**[0083]** Das längliche Griffelement **45** wird durch einen im Wesentlichen flexiblen Stab bereitgestellt, der einen geringeren Durchmesser aufweist als der Durchmesser des Isolators **31**. Eine solche Flexibilität ermöglicht eine Betätigung des Stabes, um sein distales Ende hinter ein biologisches Zielgewebe **22** zu positionieren. Sobald der distale Griffabschnitt **46** des Griffelements **45** unter einem Organ **22** oder dergleichen hindurch geschlungen worden ist, kann der distale Griffabschnitt **46** gegriffen werden, um das Antennensystem **26** hinter das Organ **22** zur Ablation

des Zielgewebes zu ziehen.

**[0084]** Es dürfte jedoch klar sein, dass der Stab **45** im Wesentlichen nicht flexibler sein sollte als das Antennensystem. Dies stellt sicher, dass der Fensterabschnitt **27** des Isolators **31** dazu gebracht wird, mit der krummlinigen Oberfläche des Zielgewebes **22** konform zu gehen – im Gegensatz zu einem bloßen Verbiegen des flexiblen Stabs **45**. Solche Materialien für den flexiblen Stab **45** schließen mit Silikon und Polyethylen gefülltes Pebax, Polyurethan, etc. ein.

**[0085]** Um den flexiblen Stab **48** am Ablationsinstrument **20** anzubringen, schließt das Antennensystem **26** einen Anbringabschnitt **48** ein, der sich distal vom Isolator **31** aus erstreckt. Dieser Anbringabschnitt **48** ist vorzugsweise integral mit dem Isolator **31** gebildet und ist von einer ausreichenden Länge, um zu ermöglichen, dass der proximale Abschnitt des flexiblen Stabs **45** integral daran gebildet ist, ohne Störung der Abschrümrichtung **30** und/oder des Antennendrahts **28**.

**[0086]** In der bevorzugten Ausführungsform ist die Längsachse des flexiblen Stabs **45** gegenüber der Längsachse des Isolators **31** in der Richtung zum Fensterabschnitt **27** hin versetzt. Wie in [Fig. 11](#) gezeigt, positioniert dieses Versetzen die Längsachse des flexiblen Stabs vorzugsweise in die Nähe und in koaxialer Ausrichtung zur Antenne. Diese Anordnung erleichtert die Ausrichtung des Fensterabschnitts **27** zum Zielgewebe **22** hin, indem das Griffelement **45** und die Handhabe **23** betätigt werden zur Anpassung des Fensterabschnitts **27** mit und gegenüber der Gewebeoberfläche **21**. Wenn das Antennensystem und der Stab um das biologische Gewebe **22** herum eng gemacht werden, wird aufgrund der Natur des Versetzens des flexiblen Stabs **45** das Antennensystem **26** dazu veranlasst, sich um seine Längsachse herum auf eine Orientierung des geringsten Widerstands zu drehen (d.h. eine Position, wo sich der flexible Stab **45** am nächsten am biologischen Gewebe **22** befindet).

**[0087]** Wie in [Fig. 12](#) gezeigt kann ferner die Handhabe **23** länglich und im Wesentlichen flexibel sein auf eine Weise, die dem länglichen Griffelement **45** ähnlich ist. In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung schließt die Handhabe **23** einen proximalen Griffabschnitt **50** und einen gegenüberliegenden distalen Abschnitt **51** ein, der an einen proximalen Abschnitt des Antennensystems **26** gekoppelt ist. Somit kooperieren die flexiblen Handhabe **23** und das flexible Griffelement **45**, um das flexible Antennensystem **26** selektiv zu biegen und den Fensterabschnitt **27** in andrückenden Kontakt mit der zu ablatierenden Oberfläche des biologischen Gewebes selektiv zu zwingen. Als einem anderen Beispiel ist diese Applikation besonders nützlich zum Bilden von langen, kontinuierlich linearen Läsionen (z.B.



zum Schließen von pulmonaren Venen beim Behandeln von Herzfibrillationen oder dergleichen). Die flexible Handhabe **23** am einen Ende des Ablationsinstruments und das flexible Griffelement **45** am anderen Ende davon werden manuell gegriffen und betätigt, um den Fensterabschnitt **27** in ablativen Kontakt mit der Zielgewebeoberfläche zu zwingen. Dies kann ausgeführt werden, indem einfach das Antennensystem **26** durch Ziehen von entweder dem flexiblen Griffelement **45** oder der flexiblen Handhabe **23** gegliedert wird, um den Fensterabschnitt **27** gegenüber dem Gewebe zu positionieren. Darüber hinaus kann dies verwendet werden, um die Läsionen leicht zu überlappen, um eine lange kontinuierliche Läsion ohne Lücken zu erzeugen. Auf einfache Weise kann ein Ende der Zielgewebeoberfläche an einem hinteren Abschnitt eines Organs oder dergleichen lokalisiert sein.

**[0088]** Die längliche flexible Handhabe **23** wird vorzugsweise im Wesentlichen durch ein flexibles Koaxialkabel bereitgestellt, das passend an die Übertragungsleitung gekoppelt ist. In einigen Fällen kann die Handhabe **23** einfach eine Verlängerung der Übertragungsleitung sein.

**[0089]** Das flexible Koaxialkabel der Handhabe **23** wird vorzugsweise bedeckt durch einen Plastikschlauch wie Pebax, PE Polyolefin, etc.. Eine solche duale Flexibilität ermöglicht eine gesteigerte Betätigungsmöglichkeit von sowohl dem Griffelement als auch der Handhabe. Um die flexible Handhabe **23** am Antennensystem **26** zu montieren, ist ihr distaler Abschnitt vorzugsweise integral mit dem Isolator **31** gebildet.

**[0090]** Ähnlich zum Griffelement **45** ist eine Längsachse der flexiblen Handhabe **23** gegenüber der Längsachse des Isolators **31** in Richtung zum Fensterabschnitt **27** hin versetzt. Zusammen mit demselben Versatz des Griffelements positioniert dieses Versetzen, wie in [Fig. 12](#) gezeigt, die Längsachse der Handhabe vorzugsweise in der Nähe in koaxialer Ausrichtung mit der Antenne. Diese Anordnung erleichtert die Ausrichtung des Fensterabschnitts **27** gegenüber dem Zielgewebe **22**, indem das Griffelement **45** und die Handhabe **23** betätigt werden, damit der Fensterabschnitt **27** mit und gegenüber der Gewebeoberfläche **21** konform geht. Wenn das Antennensystem und der Stab um das biologische Gewebe **22** herum eng gemacht werden, wird aufgrund der Art des Versatzes des flexiblen Stabs **45** das Antennensystem **26** dazu veranlasst, um seine Längsachse herum zu einer Orientierung des geringsten Widerstands zu drehen (d.h. eine Position, wo der flexible Stab **45** dem biologischen Gewebe **22** am nächsten ist).

**[0091]** Mit dem System bzw. dem Zusammenbau der vorliegenden Erfindung kann ein Verfahren aus-

geführt werden zur Behandlung eines Herzens, das das Bereitstellen eines Mikrowellenablationsinstruments **20** einschließt, das ein flexibles Antennensystem **26** aufweist, das einen Fensterabschnitt **27** definiert, der die Übertragung eines gerichteten elektrischen Feldes dort hindurch in eine vorbestimmte Richtung ermöglicht. Durch selektives Biegen des flexiblen Antennensystems **26** in eine von einer Vielzahl von Kontaktpositionen kann der Fensterabschnitt **27** im Allgemeinen in Übereinstimmung gebracht werden mit der Form der zu ablatierenden Oberfläche des biologischen Zielgewebes **22**. Das Verfahren schließt ferner das Betätigen des Ablationsinstruments **20** ein, um den in Übereinstimmung gebrachten Fensterabschnitt **27** in Kontakt mit der Zieloberfläche des biologischen Gewebes **21** strategisch zu positionieren; sowie ein Erzeugen des elektrischen Feldes, das ausreichend stark ist, um eine Gewebeablation gegenüber der Zieloberfläche des biologischen Gewebes **21** zu veranlassen.

**[0092]** Dieses Verfahren richtet sich weiter bevorzugt auf eine medizinisch widerstandsfähige atriale Fibrillation des Herzens. Durch Wiederholen der Vorgänge hinsichtlich Biegen, Betätigen und Energetisieren können im Herzen eine Vielzahl von strategisch positionierten Ablationsläsionen akkurat gebildet werden. Zusammengenommen werden diese Läsionen gebildet, um einen vorbestimmten Leitungsweg zwischen einem sinuatrialen Knoten und einem atrioventrikularen Knoten des Herzens zu schaffen, oder den linken und/oder den rechten Vorhof zu trennen, um jegliche Wiedereintrittsschaltungen zu verhindern.

**[0093]** Diese Techniken können ausgeführt werden, während das Herz weiter schlägt – wie etwa bei einer minimal invasiven Herzoperation –, während das Herz zeitweise still steht, etwa wenn das Herz für etwa 20 oder 30 Sekunden während einer "Cabbage"-Prozedur, oder während das Herz zum Stillstand wird wie bei einer Operation am offenen Herzen. Diese Verfahren können darüber hinaus angewandt werden, um die Herzhinnenhaut (Endokard) sowie das Epikard abzutragen, um eine atriale Fibrillation über die Vorgänge des Biegens, Betätigens und Energetisierens zu behandeln. Darüber hinaus werden die wiederholten Vorgänge des Biegens, Betätigens und Energetisierens angewandt auf eine Weise, dass pulmonar Venen gegenüber dem Epikard des Herzens getrennt werden.

**[0094]** Obgleich nur einige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung im Einzelnen beschrieben wurden, sollte klar sein, dass die vorliegende Erfindung in vielen anderen speziellen Ausführungsformen ausgeführt werden kann, ohne sich vom Umfang der Erfindung zu entfernen. Insbesondere wurde die Erfindung in Bezug auf ein Mikrowellenablationsinstrument für Herzanwendungen beschrieben, jedoch

sollte klar sein, dass das beschriebene Mikrowellenablationsinstrument kleinen Durchmessers für eine große Vielzahl von Nichttherz-Ablationsanwendungen genauso gut verwendet werden könnte.

**[0095]** Es sollte ferner klar sein, dass die Mikrowellenantenne keine lineare Antenne zu sein braucht. Die Konzepte der vorliegenden Erfindung können auf jegliche Art von abstrahlender Struktur angewandt werden, wie einer helikalen Dipolantenne, einer aufgedruckten Antenne, einer Antenne mit langsamen Wellen, einer Antenne mit verlustreicher Übertragung oder dergleichen. Ferner sollte klar sein, dass die Übertragungsleitung nicht absolut kein Koaxialkabel sein muss. Zum Beispiel kann die Übertragungsleitung durch eine Streifenleitung, eine Mikrostreifenleitung, eine koplanare Leitung oder dergleichen bereitgestellt werden.

### Patentansprüche

1. Flexibles Mikrowellenantennensystem für ein chirurgisches Ablationsinstrument (20), das zum Abtragen einer Oberfläche eines biologischen Gewebes angepasst ist, wobei das Ablationsinstrument eine Übertragungsleitung (25) mit einem proximalen Abschnitt einschließt, der zur Verbindung zu einer elektromagnetischen Energiequelle geeignet ist, wobei das Antennensystem umfasst:  
eine flexible, an die Übertragungsleitung gekoppelte Antenne (28), die radial ein elektrisches Feld erzeugt, das ausreichend stark ist, um Gewebeablation zu bewirken;  
eine an die Antenne gekoppelte, flexible Abschirmeinrichtung (30) zum im Wesentlichen Abschirmen eines Umgebungsbereichs der Antenne vor dem von ihr radial erzeugten elektrischen Feld, während ein Hauptteil des Feldes dazu veranlasst wird, im Allgemeinen in eine vorbestimmte Richtung gelenkt zu werden; und  
einen flexiblen Isolator (31), der zwischen der Abschirmeinrichtung und der Antenne eingerichtet ist und einen Fensterabschnitt (27) festlegt, der die Übertragung des in die vorbestimmte Richtung gelenkten elektrischen Feldes ermöglicht;  
wobei die Antenne (28), die Abschirmeinrichtung (30) und der Isolator (31) zum selektiven manövrierenden Biegen davon als eine Einheit zu einer Kontaktposition geformt sind, in der der Fensterabschnitt mit der abzutragenden biologischen Gewebeoberfläche im Allgemeinen konform geht; und  
ein längliches, biegbares Halteelement (36), das auf einer Seite der Abschirmeinrichtung (30) eingerichtet ist und längs entlang und an den Isolator (31) gekoppelt ist, um es dem Isolator zu ermöglichen, die Kontaktposition zu halten;  
wobei die Antenne (28) auf einer der Abschirmeinrichtung (30) gegenüberliegenden Seite längs entlang dem Isolator (31) und zwischen der Abschirmeinrichtung (30) und dem Fensterabschnitt (27) an-

geordnet ist.

2. Mikrowellensystem gemäß Anspruch 1, wobei das Halteelement (31) ein biegbares Material aufweist, das nach dem Verbiegen eine ausreichende Steifigkeit bereitstellt, um der Rückfederung des Isolators zur Bewegung aus einer Biegeposition in die normale Position zu widerstehen.

3. Mikrowellensystem gemäß Anspruch 2, wobei das Halteelement (36) und die Antenne (28) aus einem Material zusammengesetzt sind, welches nicht zu steif oder spröde unter Fraktur und/oder Ermüdungsrisss während wiederholtem Biegen ist.

4. Mikrowellensystem gemäß irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Halteelement (36) im (formbaren) Isolator eingeformt oder eingebettet ist.

5. Mikrowellensystem gemäß irgendeinem vorangehenden Anspruch, mit einem Halteschlauch (40), der um einen proximalen Bereich des Systems herum angeordnet ist zur Verhinderung einer Biegebewegung des Halteelements (36) an seinem proximalen Abschnitt in einer Richtung weg vom Fensterabschnitt.

6. Mikrowellensystem gemäß Anspruch 5, wobei der Halteschlauch (40) einen bogenförmigen Basisabschnitt (42) und einen sich distal vom Basisabschnitt erstreckenden Fingerabschnitt (43) einschließt.

7. Mikrowellenantennensystem gemäß irgendeinem vorangehenden Anspruch, wobei ein proximales Ende der Antenne (28) operativ an ein distales Ende eines inneren Leiters (33) der Übertragungsleitung gekoppelt ist; und ein proximales Ende der Abschirmeinrichtung (31) operativ mit einem distalen Ende eines äußeren Leiters der Übertragungsleitung gekoppelt ist.

8. Mikrowellenantennensystem gemäß irgendeinem vorangehenden Anspruch, wobei eine Längsachse der Antenne gegenüber einer Längsachse des Isolators versetzt ist, um die Antenne im Wesentlichen in der Nähe und benachbart zum Fensterabschnitt zu positionieren.

9. Mikrowellenantennensystem gemäß irgendeinem vorangehenden Anspruch, wobei die Abschirmeinrichtung (30) ein flexibles, umspannenes metallisches Band einschließt.

10. Mikrowellenantennensystem gemäß Anspruch 9, wobei die Abschirmeinrichtung (30) die Form einer halbzyklindrischen Schale einnimmt, mit einer Längsachse, die im Allgemeinen coaxial mit einer Längsachse des Isolators ist.



11. Mikrowellenantennensystem gemäß irgendeinem vorangehenden Anspruch, wobei der Isolator (31) aus einem dielektrischen Material zusammengesetzt ist, um darauf angepasst zu sein, die Energieübertragung zwischen der elektromagnetischen Welle und dem Material zu minimieren.

12. Mikrowellenantennensystem gemäß irgendeinem vorangehenden Anspruch, wobei der Isolator (31) einen Aufnahmedurchgang definiert, der zum gleitenden, länglichen Aufnehmen der Antenne darin während dem betätigenden Biegen des Antennensystems gebildet ist.

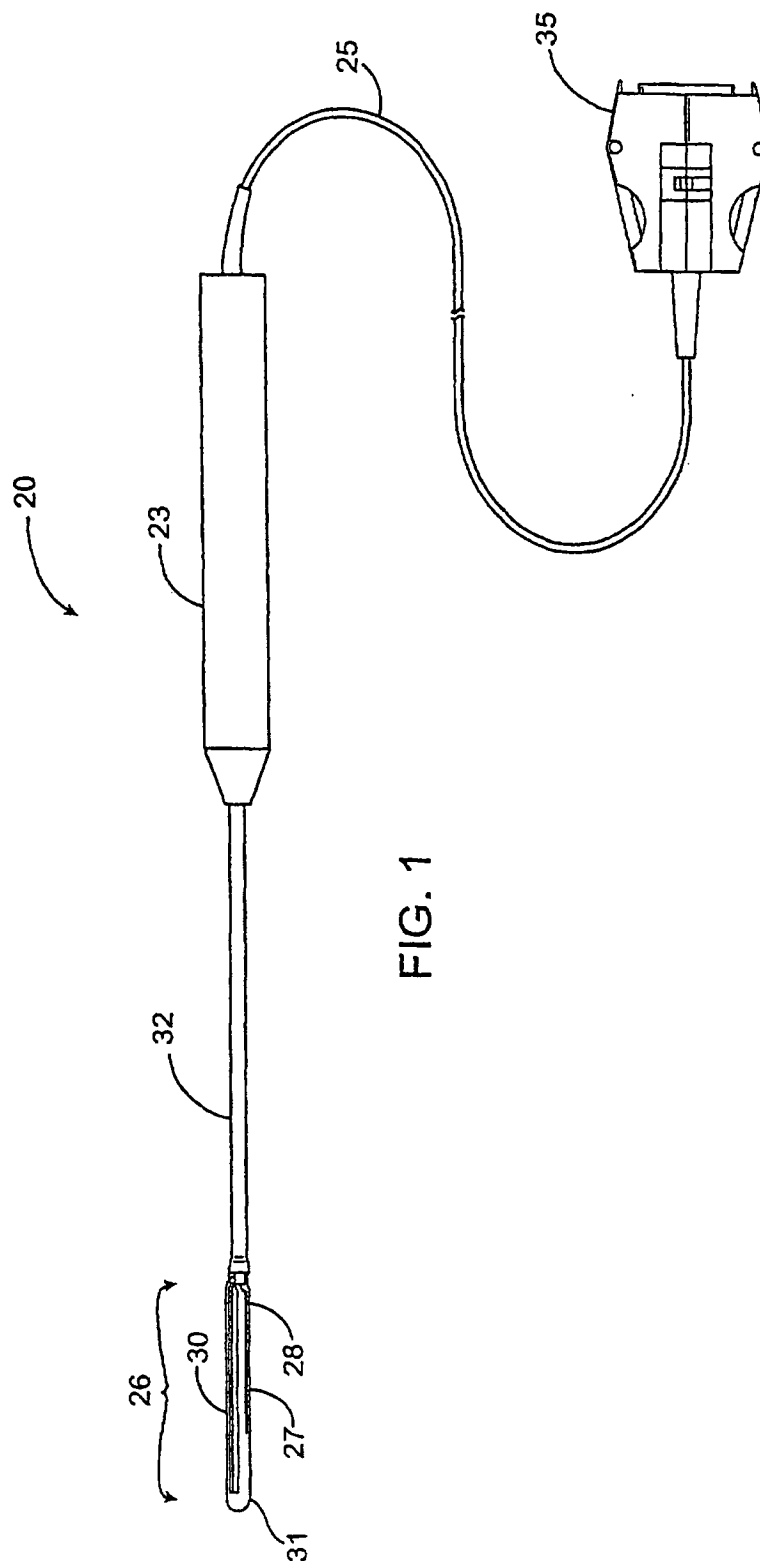
13. Mikrowellenantennensystem gemäß Anspruch 12, ferner mit: einer Röhreneinrichtung, die im Aufnahmedurchgang nahe am distalen Ende der Antenne positioniert ist und eine Bohrung aufweist, die zum gleitenden länglichen Hin- und Herbewegen von mindestens dem distalen Ende der Antenne darin geformt und dimensioniert ist.

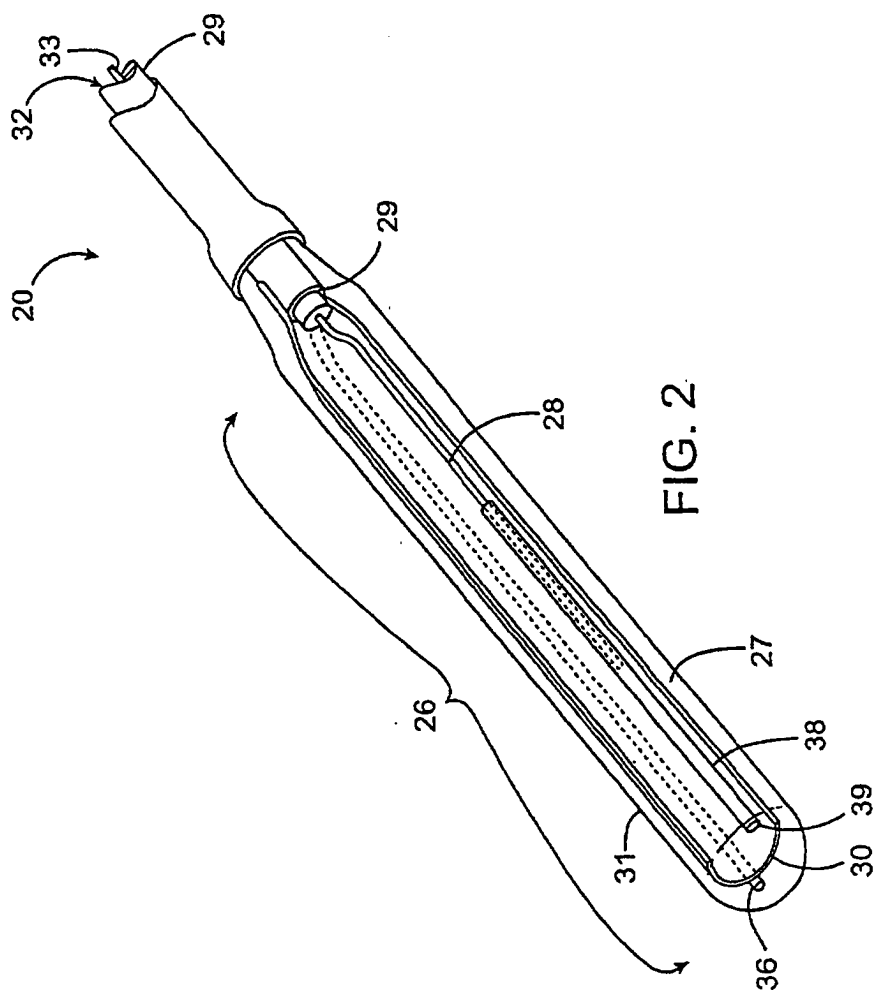
14. Mikrowellenantennensystem gemäß Anspruch 13, wobei die Längsachse der Antenne gegenüber einer Längsachse des Isolators versetzt ist, um die Antenne im Wesentlichen in der Nähe zu und neben dem Fensterabschnitt zu positionieren.

15. Mikrowellenablationsinstrument wie in irgendeinem vorangehenden Anspruch beansprucht, umfassend ein Griffelement (23), das am distalen Abschnitt der Übertragungsleitung (25) zur manuellen Bedienung des Ablationsinstruments angeordnet ist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen





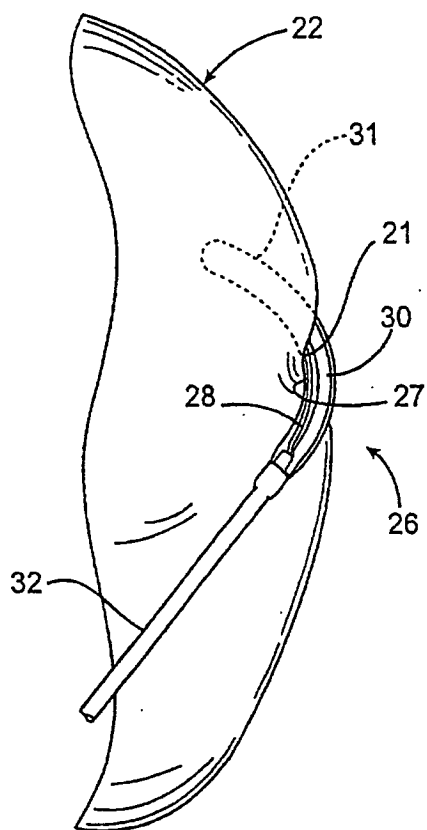


FIG. 3

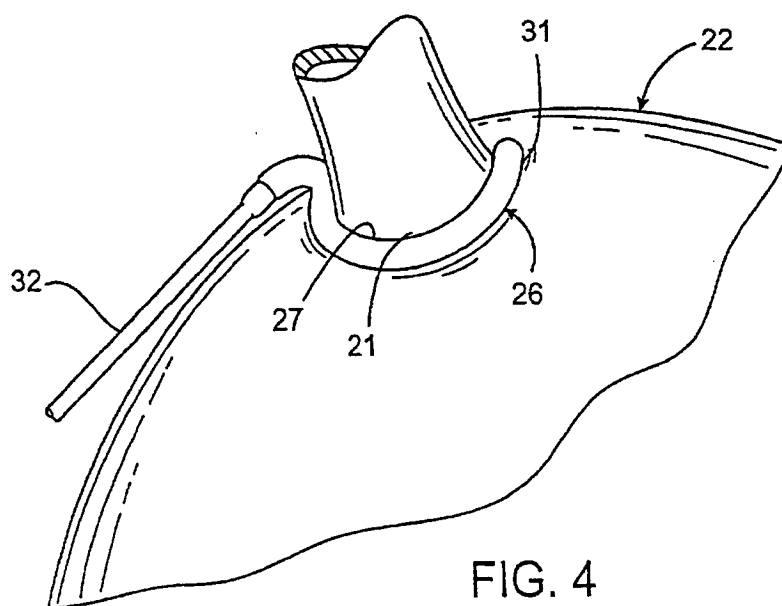
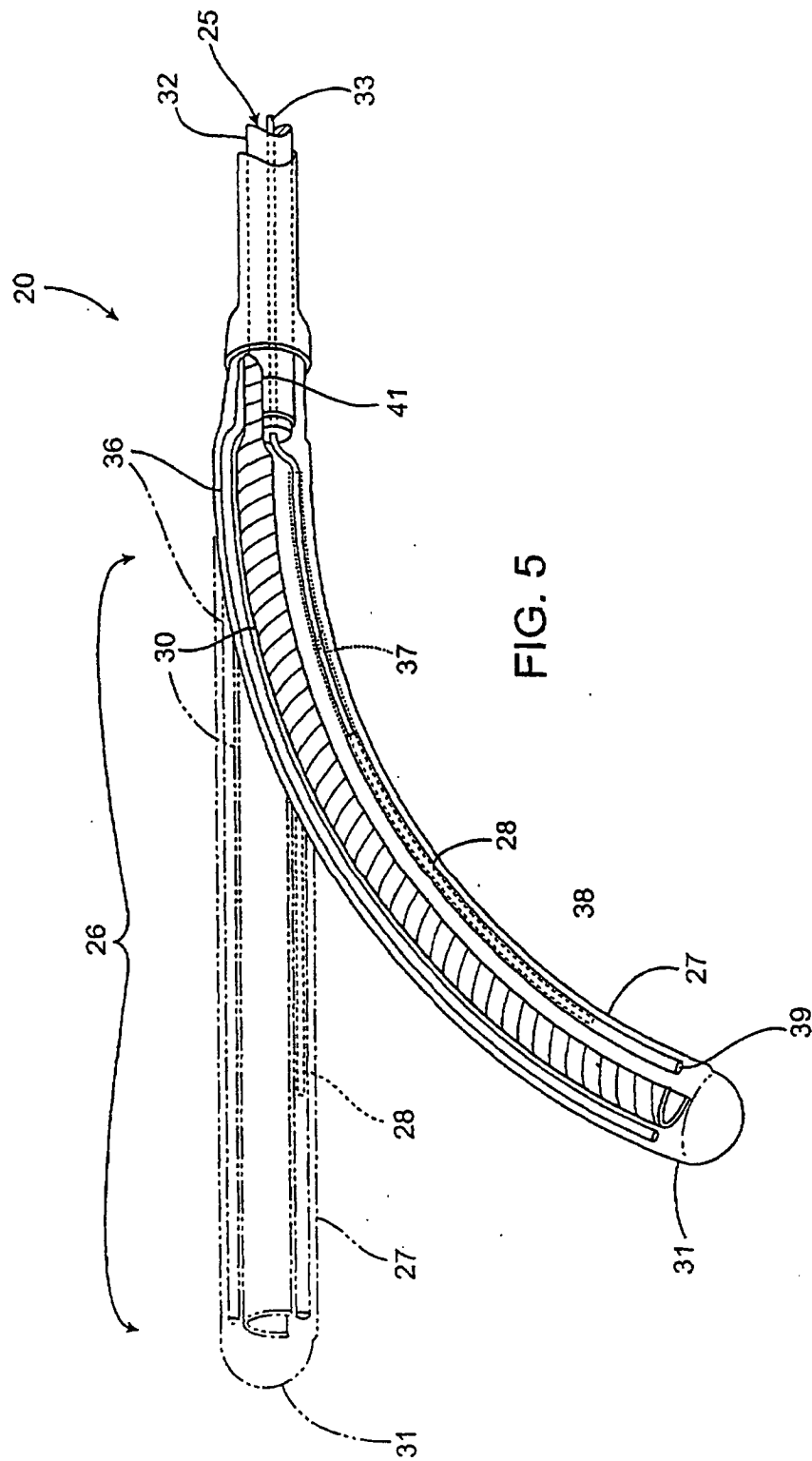
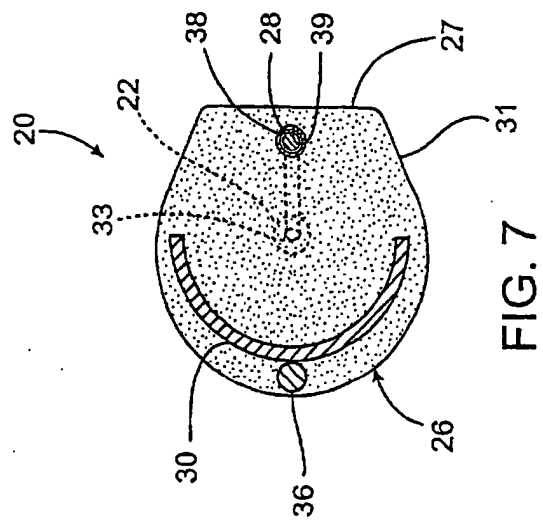
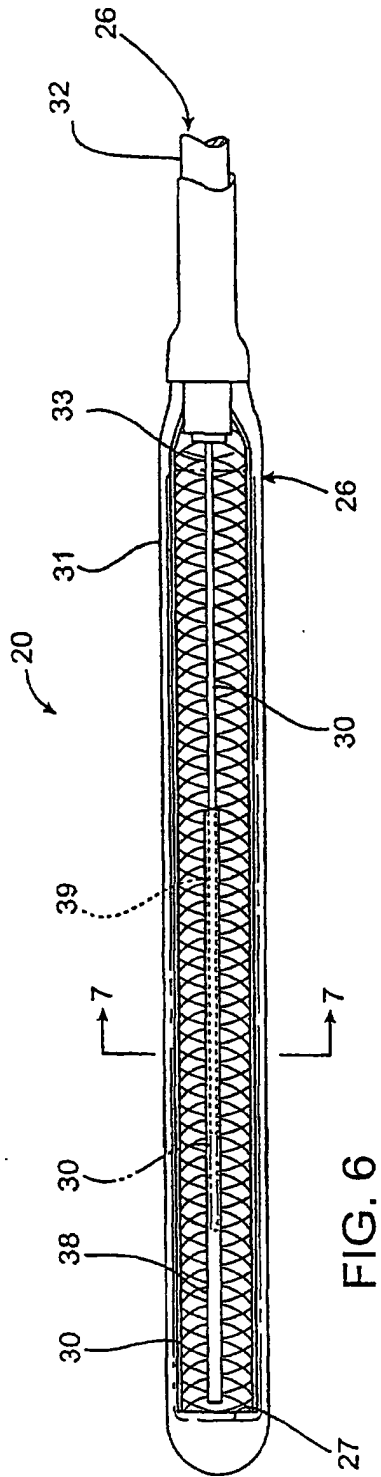


FIG. 4







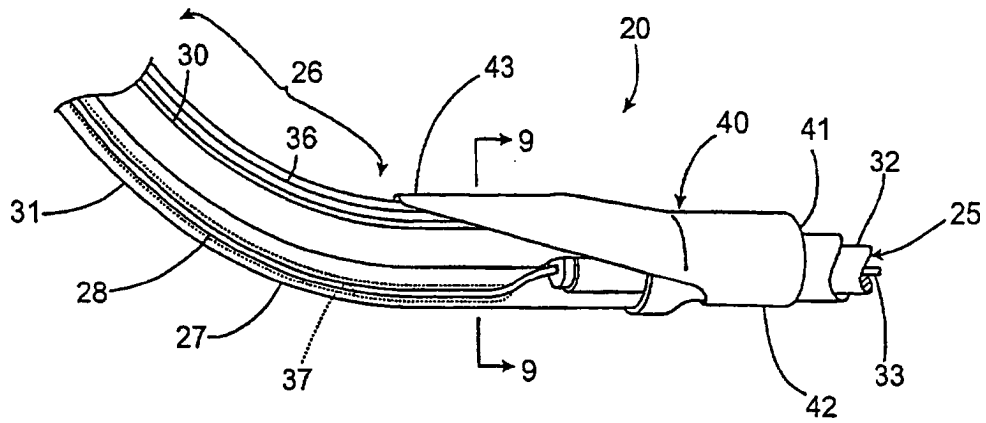


FIG. 8

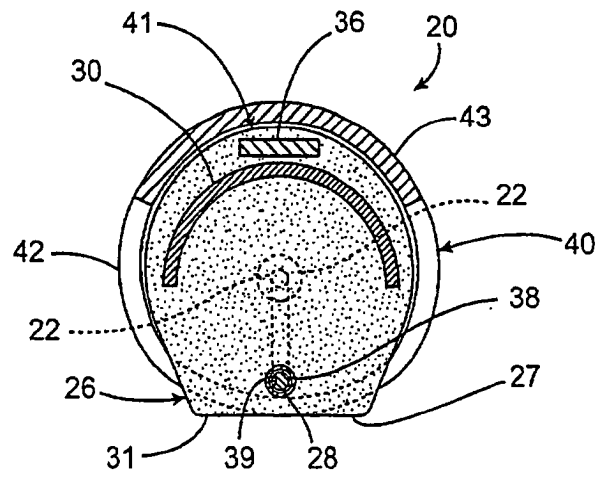
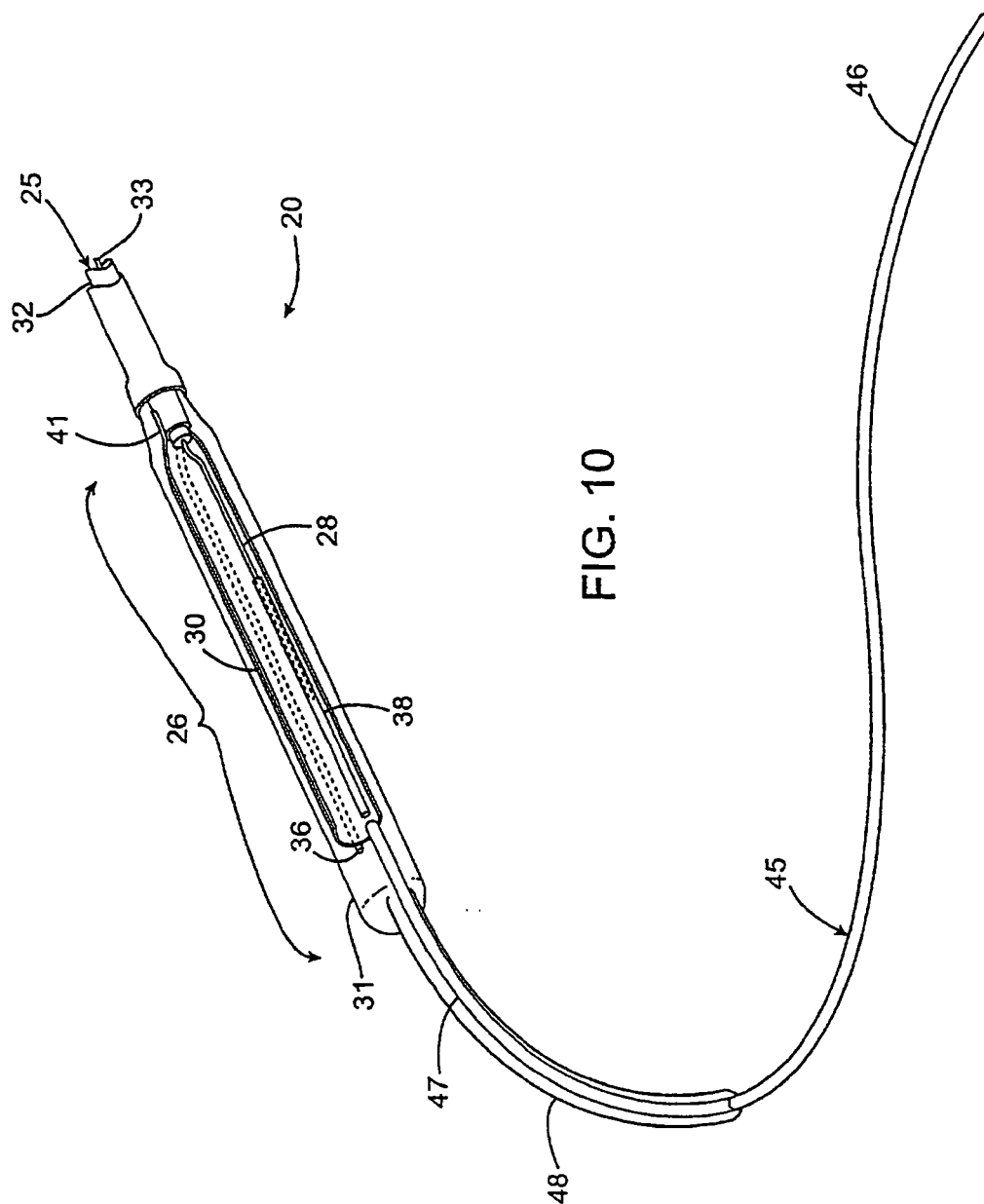


FIG. 9



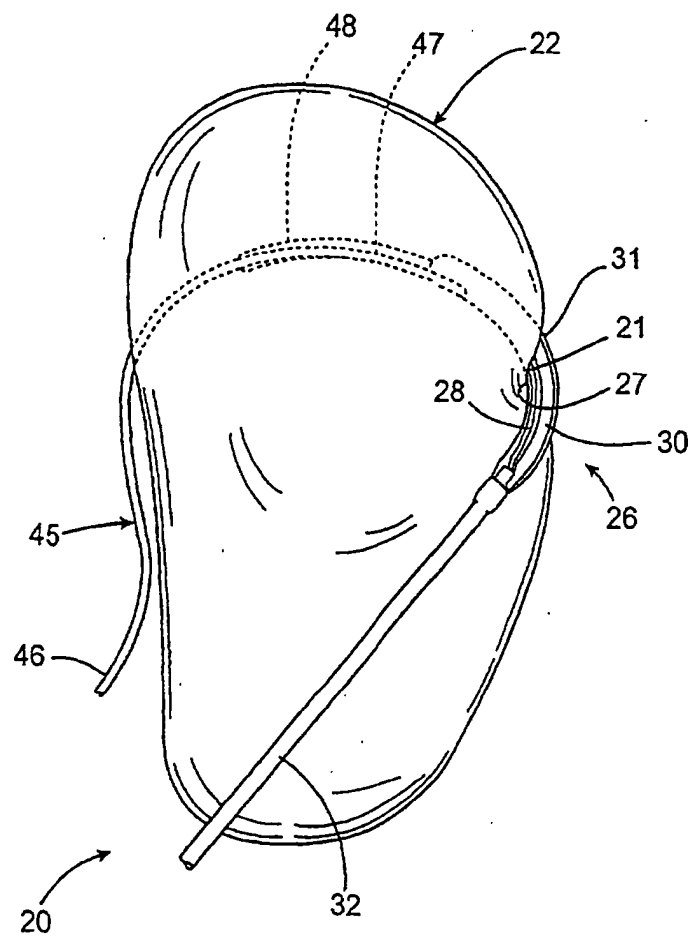


FIG. 11

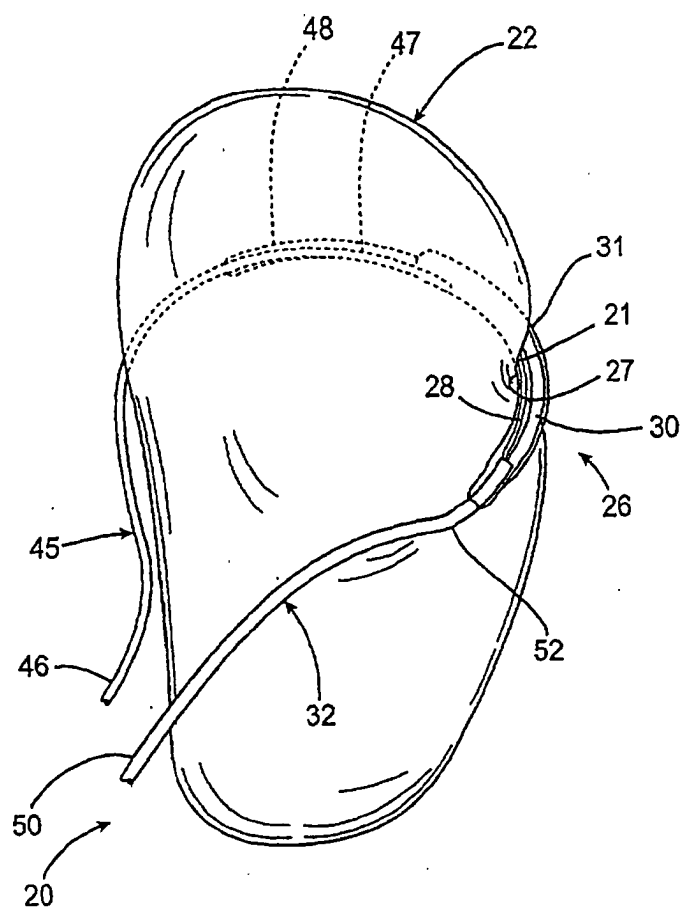


FIG. 12