



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 23 124 T2 2006.01.12**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 980 693 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 23 124.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 306 402.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **13.08.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.02.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **12.01.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **12.01.2006**

(51) Int Cl.⁸: **A61M 25/01 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

134009 14.08.1998 US

157055 18.09.1998 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(73) Patentinhaber:

Biosense Webster, Inc., Diamond Bar, Calif., US

(72) Erfinder:

**Webster Jr., Wilton W., Diamond Bar, California
91765, US**

(74) Vertreter:

BOEHMERT & BOEHMERT, 80336 München

(54) Bezeichnung: **In zwei Richtungen steuerbarer Katheter**

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

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Diese Erfindung betrifft Katheter mit steuerbaren Spitzen und insbesondere einen Katheter mit einer Spitze, die in zwei Richtungen steuerbar ist.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Steuerbare oder kardiovaskuläre Spitzenkatheter sind bei vielen Anwendungen hilfreich und stellen eine deutliche Verbesserung gegenüber Kathetern mit festen Spitzen dar. Sie sind besonders nützlich auf dem Gebiet der Elektrophysiologie zum Durchführen von Radiofrequenzablation von Herzgewebe, um anormale elektrische Leitungswege im Herzen zu unterbrechen.

[0003] Es gibt derzeit mehrere nützliche Konstruktionen für steuerbare Spitzenkatheter. Ein derartiger steuerbarer Spitzenkatheter ist in dem Re-Issued Patent Nr. 34,502 beschrieben. Der Katheter weist einen verlängerten Katheterkörper und einen Spitzenabschnitt auf, der in einer Richtung zu einem Halbkreis abgelenkt werden kann. Zusätzlich können der Katheterkörper und der Spitzenabschnitt gedreht werden. Deshalb kann durch Spitzenablenkung, Drehung des Katheters und Katheterversetzung, d. h. Bewegung des Katheters in Längsrichtung, der Kontakt des Spitzenabschnittes mit den meisten Bereichen der Herzkammer hergestellt werden.

[0004] Es gibt jedoch Strukturen und Unregelmäßigkeiten in den Herzkammern, die oft einen Zugang zu einer speziellen Stelle schwer machen. In einigen Fällen ist es erforderlich, um Hindernisse herumzureichen, um eine erwünschte Stelle zu kontaktieren. Darüber hinaus kann es notwendig sein, einen längeren oder kürzeren ablenkbaren Spitzenabschnitt zu verwenden, um eine spezielle Stelle zu erreichen und einen ausreichend stabilen Kontakt aufrechtzuerhalten.

[0005] Ein früher multidirektionaler ablenkbarer Spitzenkatheter wies einen Katheterkörper und eine Spitze mit fünf Hohlräumen auf, d. h. einen zentralen Hohlraum und vier äußere Hohlräume, die symmetrisch um den zentralen Hohlraum herum angeordnet waren. Dieser Katheter wies vier Zugdrähte auf, die sich durch die äußeren Hohlräume erstreckten. Das distale Ende der Zugdrähte war an einem Ring an der Spitze angebracht und die proximalen Enden waren an einem „Joystick“ angebracht. Der zentrale Hohlraum war an seinem distalen Ende offen und an seinem proximalen Ende mit einem Luer-Sitz verbunden. Dieser Katheter wies keine Verstärkung in seinem Körper oder seiner Spitze auf. Er war nicht geeignet für die Elektrophysiologie, da er effektiv keine Drehmomentübertragung zur Spitze aufwies, was die

Drehung der Spitze schwierig machte. Darüber hinaus wurde der Katheterkörper in gleicher Weise wie die Spitze abgelenkt, aber in einem geringeren Umfang.

[0006] Ein neuerer steuerbarer Katheter weist eine steuerbare Spitze auf, die durch einen biegbaren Steuergriff gesteuert wird. Mehrere Zugdrähte sind mit der steuerbaren Spitze mit diesem Steuergriff verbunden, der in eine jegliche Richtung gebogen werden kann und den man sich als ein mehrkugeliges Gelenk mit Reibung vorstellen kann. Wenn die Spitze einmal abgelenkt ist, kann sie weiter lateral durch einen internen Mandrin abgelenkt werden. Der Nachteil dieser Katheterkonstruktion besteht darin, dass die Spitze sehr weich ist und infolge der Anwesenheit des Mandrins eine geringe seitliche Steifheit aufweist, die kein Drehmoment wirksam übertragen kann. Infolge dessen kann eine Elektrode an der Spitze des Katheters nicht fest gegen die Myokardwand gehalten werden.

[0007] Ein weiterer neuer steuerbarer Spitzenkatheter umfasst eine ablenkbare Spitze, die in eine Richtung durch einen Zugdraht abgelenkt und weiter seitlich durch einen internen Mandrin abgelenkt werden kann. Der Mandrin kann auch axial innerhalb des Katheters bewegt werden, um die Form der Spitzenkurvatur zu verändern. Der Nachteil dieser Katheterkonstruktion besteht darin, dass die seitliche Steifheit der Spitze von dem Mandrin abhängt, der kein Drehmoment wirksam übertragen kann.

[0008] Bei einer Konstruktion, wo die Spitze vermittelt eines Mandrins gedreht wird, folgt, dass die seitliche Steifheit der Spitze geringer sein muss als die des Mandrins alleine. Das liegt darin begründet, dass ein Drehmoment von dem Mandrin erforderlich ist, um die Spitze zu drehen. Darüber hinaus muss der Mandrin klein gehalten werden, um zu erlauben, dass sich der Katheterkörper und die Spitze biegen und dass er innerhalb des Patientenkörpers und des Herzens sicher ist.

[0009] EP-A-0904796, das unter Artikel 54(3) EPÜ fällt, offenbart einen steuerbaren Spitzenkatheter, der einen verlängerten röhrenförmigen Katheterkörper, einen Katheterspitzenabschnitt am distalen Ende des Katheterkörpers und einen Steuergriff an dem proximalen Ende des Katheters umfasst. Der Katheterkörper umfasst vier symmetrisch außerhalb der Achse angeordnete Hohlräume, durch den sich jeweils ein verschiedener Zugdraht erstreckt. Jeder Zugdraht ist an einem proximalen Ende mit einem verbundenen beweglichen Kolben in dem Kontrollgriff und an einem distalen Ende an einer ausgewählten Stelle in dem Spitzenabschnitt befestigt. Die Bewegung eines ausgewählten Kolbens führt zur Bewegung eines ausgewählten Zugdrahtes und Ablenkung des Spitzenabschnittes in die Richtung desjenigen Zugdraht-

tes. Die Zugdrähte umfassen zwei kurze Drähte und zwei lange Drähte und diese erstrecken sich durch die außerhalb der Achse gelegenen Hohlräume, so dass einer der langen Drähte diametral dem anderen gegenüberliegt und so dass einer der kurzen Drähte diametral dem anderen gegenüberliegt. Die Anordnung erlaubt eine weitreichende Kurve in einer ersten Ebene und eine kurzreichende Kurve in einer Ebene 90° zu der ersten.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein bidirektional steuerbarer Katheter von der in dem beigefügten Anspruch 1 beschriebenen Art bereitgestellt.

[0011] Somit liefert die vorliegende Erfindung einen kardiovaskulären Katheter, der einen steuerbaren Katheterspitzenabschnitt, einen verlängerten Katheterkörper und einen Steuergriff umfasst. Der Katheterspitzenabschnitt umfasst wenigstens zwei im Allgemeinen diametral gegenüberliegende, außerhalb der Achse gelegene Hohlräume und bevorzugterweise einen axialen Hohlraum.

[0012] Der Katheterkörper umfasst wenigstens einen Hohlraum in Verbindung mit den außerhalb der Achse gelegenen Hohlräumen des Katheterspitzenabschnittes. Bevorzugterweise umfasst der Katheterkörper in dem Katheterspitzenabschnitt einen einzelnen mittigen Hohlraum in Verbindung mit einem jeden der außerhalb der Achse gelegenen Hohlräume.

[0013] Der Katheter umfasst zwei Paare verlängerter Zugdrähte, die sich durch den Hohlraum/die Hohlräume des Katheterkörpers und in die außerhalb der Achse gelegenen Hohlräume in dem Katheterspitzenabschnitt erstrecken. Ein Paar Zugdrähte erstreckt sich in einen außerhalb der Achse gelegenen Hohlraum oder Hohlraumpaar des Spitzenabschnittes und das andere Zugdrahtpaar erstreckt sich in den diametral gegenüberliegenden, außerhalb der Achse gelegenen Hohlraum oder Hohlraumpaar in dem Spitzenabschnitt. Die distalen Enden der Zugdrähte sind mit dem Spitzenabschnitt verankert. Ein jedes Paar Zugdrähte umfasst einen langen und einen kurzen Zugdraht, wobei der kurze Zugdraht des Paares an einer Stelle innerhalb des Spitzenabschnittes verankert ist, die proximal zu der Ankerstelle des langen Zugdrahtes des Paares ist. Eine Druckschlange erstreckt sich durch den Katheterkörper und umgibt einen jeden Zugdraht, um Druckkräften an dem Katheterkörper zu widerstehen, wenn ein Zugdraht in eine proximale Richtung relativ zum Katheterkörper bewegt wird. Das proximale Ende einer jeden Druckschlange ist fest an dem proximalen Ende des Katheterkörpers und das distale Ende der Druckschlange ist fest an dem distalen Ende des Katheterkörpers und/oder an einer ausgewählten Stelle

entlang der Länge des Katheterspitzenabschnittes angebracht. Die Befestigungsstelle des distalen Endes der Druckschlange und die Ankerstelle des Zugdrahtes, der mit der Druckschlange in dem Spitzenabschnitt verbunden ist, bestimmen die Länge der Spitzenablenkungskurvatur in der Richtung dieses Zugdrahtes.

[0014] Die Längsbewegung der Zugdrähte und somit die Ablenkung des Spitzenabschnittes wird vermittels des Steuergriffes erreicht. Ein bevorzugter Steuergriff umfasst einen Griffkörper mit vier beweglichen, bevorzugterweise verschiebbaren, Elementen. Ein jedes bewegliche Element ist mit einem Zugdraht verbunden, so dass eine Bewegung, bevorzugterweise in einer proximalen Richtung, eines beweglichen Elementes von einer ersten Position in eine zweite Position zu einer proximalen Bewegung des Führungsdrahtes, der mit dem Element verbunden ist, bezüglich des Katheterkörpers und einer Ablenkung des Spitzenabschnittes in der Richtung des außerhalb der Achse gelegenen Hohlraums führt, der den Zugdraht enthält.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der lange Zugdraht eines jeden Zugdrahtpaares an einer ersten Stelle benachbart dem distalen Ende des Spitzenabschnittes verankert, bevorzugterweise an einer Spitzenelektrode verankert. Der kurze Zugdraht eines jeden Paares ist mit der Seitenwand des Spitzenabschnittes an einer zweiten Stelle verankert, die räumlich getrennt ist proximal von dem distalen Ende des Spitzenabschnittes, bevorzugterweise an etwa dem Mittelpunkt des Spitzenabschnittes. Die distalen Enden der Druckschlangen, die die kurzen Zugdrähte umgeben, sind fest mit entweder dem distalen Ende des Katheterkörpers oder dem proximalen Ende des Spitzenabschnittes verbunden. Die distalen Enden der Druckschlangen, die die langen Zugdrähte umgeben, sind auch fest mit entweder dem distalen Ende des Katheterkörpers oder dem proximalen Ende des Spitzenabschnittes verbunden. Alternativ sind die distalen Enden der die langen Zugdrähte umgebenden Druckschlangen an dem Spitzenabschnitt an einer Position benachbart den Ankerstellen der kurzen Zugdrähte angebracht, der Spitzenabschnitt benachbart der zweiten Stelle.

[0016] Die proximale Bewegung eines kurzen Zugdrahtes des Zugdrahtpaares führt zu einer ersten Kurve in der Richtung des kurzen Zugdrahtes zwischen dem distalen Ende der Druckschlange, die den Zugdraht umgibt, z. B. dem distalen Ende des Katheterkörpers und der Stelle, wo der Zugdraht verankert ist. Die proximale Bewegung des langen Zugdrahtes des gleichen Paares wird zu einer Fortsetzung dieser Kurve führen, was zur Ablenkung des Spitzenabschnittes in einer allgemeinen planaren U-förmigen Kurve führt. Alternativ führt die proximale Bewegung des langen Zugdrahtes des diametral gegenüberlie-

genden Paares von Zugdrähten zu einer zweiten Kurve des distalen Endes der Druckschlange, die den Zugdraht umgibt, d. h. der zweiten Stelle, und des distalen Endes des Katheterspitzenabschnittes in einer Richtung, die der ersten Kurve gegenüberliegt. Das Ergebnis ist eine im Allgemeinen planare „S“-förmige Kurve.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Spitzenabschnitt einen axialen Hohlraum zusätzlich zu dem außerhalb der Achse gelegenen Hohlraum. In dem proximalen Abschnitt des Spitzenabschnittes erstrecken sich die zwei langen Zugdrähte in den axialen Hohlraum, während sich die zwei kurzen Zugdrähte in die außerhalb der Achse gelegenen Hohlräume erstrecken. An einer Position benachbart oder distal zu den Ankerstellen der kurzen Zugdrähte gehen die langen Zugdrähte in die außerhalb der Achse gelegenen Hohlräume der mit ihnen verbundenen kurzen Zugdrähte und werden an Positionen distal zu den Ankerstellen des kurzen Zugdrahtes und bevorzugterweise benachbart dem distalen Ende des Spitzenabschnittes verankert. Bei dieser Anordnung lenkt die proximale Bewegung eines langen Zugdrahtes nur den Teil des Spitzenabschnittes ab, wo sich dieser durch den außerhalb der Achse gelegenen Hohlraum erstreckt, d. h. den distalen Teil des Spitzenabschnittes. Die Ablenkung des proximalen Teils des Spitzenabschnittes resultiert aus der proximalen Bewegung eines kurzen Zugdrahtes.

[0018] Es wird verstanden, dass ein zusätzlicher Hohlraum für den Durchtritt weiterer Bestandteile bereitgestellt werden kann. Beispielsweise kann, bei einem Elektrophysiologie-Katheter, ein zusätzlicher Hohlraum dazu dienen, die Elektrodenleitungsdrähte zu tragen. In anderen Fällen kann der zusätzliche Hohlraum an seinem distalen Ende offen sein, um Fluide in den oder aus dem Katheter zu leiten. Er kann auch dazu dienen, andere Energieabgabeeinrichtungen, wie beispielsweise eine Faseroptik, zu führen, ein Faseroptikbündel zum direkten Betrachten zu tragen, einen Ballon als Kanal für Nadeln und dergleichen aufzublasen oder anderen nützlichen Interventionen zu dienen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0019] Diese und andere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden besser unter Bezugnahme auf die folgende detaillierte Beschreibung verstanden, wenn diese zusammen mit den beigelegten Zeichnungen betrachtet wird, wobei:

[0020] [Fig. 1](#) eine Seitenansicht ist, die einen bevorzugten bidirektionalen Katheter zeigt, der gemäß der vorliegenden Erfindung konstruiert ist.

[0021] [Fig. 2](#) eine Querschnittsansicht in Längsrichtung

einer Ausführungsform eines Katheterkörpers eines Katheters gemäß der vorliegenden Erfindung ist, einschließlich der Verbindung zwischen dem Katheterkörper und dem Spitzenabschnitt.

[0022] [Fig. 3](#) eine transversale Querschnittsansicht des Katheterkörpers von [Fig. 2](#) entlang der Linie 3-3 ist.

[0023] [Fig. 4a](#) ein Querschnitt in Längsrichtung des Katheterspitzenabschnittes ist, die ein bevorzugtes Mittel zum Verankern der langen Zugdrähte **34a** zeigt.

[0024] [Fig. 4b](#) eine Querschnittsansicht in Längsrichtung des Katheterspitzenabschnittes ist, die ein weiteres bevorzugtes Mittel zum Verankern des langen oder kurzen Zugdrahtes **34b** zeigt.

[0025] [Fig. 5](#) eine transversale Querschnittsansicht des Katheterspitzenabschnittes von [Fig. 3](#) entlang der Linie 5-5 ist.

[0026] [Fig. 6](#) eine Querschnittsansicht in Längsrichtung eines bevorzugten Zugdraht-T-Eisen-Ankers ist.

[0027] [Fig. 7](#) eine Querschnittsansicht in Längsrichtung des Zugdraht-T-Eisen-Ankers von [Fig. 6](#) ist, der um 90° gedreht ist, um das Querstück am Ende zu zeigen.

[0028] [Fig. 8](#) eine Querschnittsansicht in Längsrichtung eines bevorzugten Steuergriffes ist.

[0029] [Fig. 9](#) eine Endansicht des Steuergriffes von [Fig. 8](#) mit der proximalen Kappe und Einfügung ist.

[0030] [Fig. 10](#) eine transversale Querschnittsansicht eines bevorzugten Mittels zum Befestigen des Zugdrahtes **34** an dem Steuergriff ist.

[0031] [Fig. 11](#) eine transversale Querschnittsansicht des Spitzenabschnittes einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist.

[0032] [Fig. 12](#) eine Querschnittsansicht in Längsrichtung des Spitzenabschnittes von einer noch weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0033] Ein besonders bevorzugter ablenkbarer Elektrodenkatheter, der gemäß der vorliegenden Erfindung konstruiert ist, ist in [Fig. 1](#) bis [Fig. 10](#) gezeigt. Der Katheter **10** umfasst einen verlängerten Katheterkörper **12**, einen ablenkbaren Spitzenabschnitt **14** und einen Steuergriff **16**.

[0034] Der Katheterkörper **12** umfasst eine verlän-

gerte röhrenförmige Konstruktion mit einem einzelnen zentralen Hohlraum **18**. Der Katheterkörper **12** ist flexibel, d. h. biegsam, aber im Wesentlichen über seine Länge nicht komprimierbar. Der Katheterkörper **12** kann irgendeine geeignete Konstruktion sein und aus irgendeinem geeigneten Material hergestellt sein. Eine derzeit bevorzugte Konstruktion umfasst eine Außenwand **20**, die aus Polyurethan oder PE-BAX hergestellt ist. Die Außenwand **20** umfasst bevorzugterweise ein eingebettetes geflochtenes Netz aus rostfreiem Stahl oder dergleichen, um die Torsionssteifigkeit des Katheterkörpers **12** zu erhöhen, so dass sich, wenn der Steuergriff **16** gedreht wird, der Spitzenabschnitt **14** in entsprechender Art und Weise drehen wird.

[0035] Die Gesamtlänge und der Durchmesser des Katheters kann gemäß der Anwendung variieren. Ein derzeit bevorzugter Katheter weist eine Gesamtlänge von etwa 1,22 m (48 Zoll) auf. Der Außendurchmesser des Katheterkörpers **12** ist nicht kritisch, aber ist bevorzugterweise nicht mehr als etwa 2,67 mm (8 French). Die innere Oberfläche der Außenwand **20** ist bevorzugterweise mit einem Versteifungsrohr **22** ausgekleidet, das aus einem geeigneten Material hergestellt sein kann, bevorzugterweise Nylon oder Polyimid. Das Versteifungsrohr **22**, zusammen mit der geflochtenen Außenwand **20**, liefert eine verbesserte Torsionsstabilität, während gleichzeitig die Wandstärke des Katheterkörpers **12** minimiert wird, wodurch der Durchmesser des zentralen Hohlraums **18** somit maximiert wird. Der Außendurchmesser des Versteifungsrohres **22** ist etwa so groß wie oder geringfügig kleiner als der Innendurchmesser der Außenwand **20**. Ein besonders bevorzugter Katheter weist einen Außendurchmesser von etwa 2,34 mm (0,092 Zoll) und einen Hohlraumdurchmesser von etwa 1,32 mm (0,052 Zoll) auf.

[0036] Wie in **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigt, umfasst der Spitzenabschnitt **14** einen kurzen Abschnitt aus der Röhre **24** mit vier äußeren, außerhalb der Achse gelegenen Hohlräumen **26** und einem zentralen axialen Hohlraum **28**. Die außerhalb der Achse gelegenen Hohlräume **26** sind in zwei Paaren angeordnet, wobei sich die Paare durch diametral gegenüberliegende Quadranten des Spitzenabschnittes erstrecken. Die Hohlräume eines jeden Paares sind bevorzugterweise so eng zusammen wie durchführbar.

[0037] Die Röhre **24** ist aus einem geeigneten nicht-toxischen Material hergestellt, das bevorzugterweise flexibler ist als der Katheterkörper **12**. Ein derzeit bevorzugtes Material für die Röhre **24** ist geflochtenes Polyurethan, d. h. Polyurethan mit einem eingebetteten Netz aus geflochtenem rostfreiem Stahl oder dergleichen.

[0038] Der Außendurchmesser des Spitzenabschnittes **14** ist, wie der des Katheterkörpers **12**, be-

vorzugterweise nicht größer als etwa 2,67 mm (8 French). Die außerhalb der Achse gelegenen Hohlräume **26** weisen jeweils einen Durchmesser auf, der bevorzugterweise etwa 0,46 bis 0,51 mm (0,018 bis 0,020 Zoll) beträgt. Ein axialer oder zentraler Hohlraum **28** wird bereitgestellt, der bevorzugterweise einen Durchmesser von etwa 0,51 bis 0,64 mm (0,020 bis 0,025 Zoll) aufweist.

[0039] Ein bevorzugtes Mittel zum Befestigen des Katheterkörpers **12** an dem Spitzenabschnitt **14** ist in **Fig. 2** dargestellt. Das proximale Ende des Spitzenabschnittes **14** umfasst einen äußeren Umfangschlitz **30**, der die innere Oberfläche der Außenwand **20** des Katheterkörpers **12** aufnimmt. Der Spitzenabschnitt **14** und der Katheterkörper **12** sind durch Klebstoff oder dergleichen angebracht.

[0040] In der gezeigten Anordnung liegt ein Abstandshalter **32** innerhalb des Katheterkörpers **12** zwischen dem distalen Ende des Versteifungsrohres **22** und dem proximalen Ende des Spitzenabschnittes **14**. Der Abstandshalter **32** ist bevorzugterweise aus einem Material hergestellt, das steifer ist als das Material des Spitzenabschnittes **14**, z. B. Polyurethan, aber nicht so steif ist wie das Material des Versteifungsrohres **22**, z. B. Polyimid. Ein Abstandshalter, der aus Teflon[®] hergestellt ist, ist derzeit bevorzugt. Ein bevorzugter Abstandshalter **32** hat eine Länge von etwa 6,35 mm (0,25 Zoll) bis etwa 19,05 mm (0,75 Zoll), bevorzugterweise etwa 12,7 mm (0,50 Zoll) auf. Bevorzugterweise weist der Abstandshalter **32** einen Außen- und einen Innendurchmesser auf, der etwa so groß ist wie der Außen- und Innendurchmesser des Versteifungsrohres **22**. Der Abstandshalter **32** liefert einen Übergang an Flexibilität an der Verbindung des Katheterkörpers **12** und des Spitzenabschnittes **14**, um sich ohne Falten oder Knicken zu biegen.

[0041] In der gezeigten Ausführungsform tritt das distale Ende des Spitzenabschnittes **14** an der Spitzenelektrode **110** aus. Entlang der Länge des Spitzenabschnittes **14** sind eine Vielzahl von Ringelektroden **114** angebracht. Die Länge einer jeden Ringelektrode **114** ist nicht kritisch, ist aber bevorzugterweise etwa 1 mm bis etwa 4 mm. Die Ringelektroden **114** sind räumlich voneinander getrennt, bevorzugterweise in einem Abstand von etwa 2 mm bis etwa 4 mm.

[0042] Die Spitzenelektrode **110** und die Ringelektroden **114** sind jeweils mit einem getrennten Leitungsdraht **116** verbunden. Ein jeder Leitungsdraht **116** erstreckt sich durch den axialen Hohlraum **28** in den Spitzenabschnitt **14**, durch den zentralen Hohlraum **18** in dem Katheterkörper **12** und durch den Steuergriff **16**. Das proximale Ende eines jeden Leitungsdrahtes **116** erstreckt sich aus dem proximalen Ende des Steuergriffes **16** und ist mit einer geeigneten Buchse oder einem anderen Verbinder verbun-

den, der in einen geeigneten Monitor, eine geeignete Energiequelle etc. eingesteckt oder anderweitig mit dieser verbunden werden kann. Sofern erwünscht, kann der Teil des Leitungsdrahtes **116**, der sich durch den Katheterkörper **12** erstreckt, in einem nicht-leitfähigen Schutzrohr oder -hülle eingeschlossen oder gebündelt sein.

[0043] Die Leitungsdrähte **116** sind mit der Spitzenelektrode **110** und der Ringelektrode **114** durch irgendeine herkömmliche Technik verbunden. Die Verbindung eines Leitungsdrahtes **116** mit der Spitzenelektrode **110** wird bevorzugterweise durch Schweißen ausgebildet. Die Verbindung eines Leitungsdrahtes **116** mit einer Ringelektrode **114** wird bevorzugterweise erreicht, indem zuerst ein kleines Loch durch die Röhre **24** gemacht wird. Ein derartiges Loch kann, beispielsweise, durch Einführen einer Nadel durch die Röhre **24** und Erhitzen der Nadel in ausreichendem Maße erreicht werden, um ein permanentes Loch auszubilden. Ein Leitungsdraht **116** wird dann unter Verwendung eines Mikrohakens oder dergleichen durch das Loch gezogen. Das Ende des Führungsdrahtes **116** wird dann von einer jeglichen Beschichtung befreit und mit der Unterseite der Ringelektrode **114** verschweißt, die dann in die Position über dem Loch geschoben und vor Ort mit Polyurethanklebstoff oder dergleichen fixiert wird.

[0044] Der Katheter umfasst zwei Paar Zugdrähte **34**. Ein jedes Zugdrahtpaar **34** erstreckt sich von dem Steuergriff **16** durch den zentralen Hohlraum **18** in den Katheterkörper **12** und in eines der außerhalb der Achse gelegenen Hohlräume **26** des Spitzenabschnittes **14**. Wie detaillierter unten beschrieben, ist das proximale Ende eines jeden Zugdrahtes **34** innerhalb des Steuergriffes **16** verankert und das distale Ende eines jeden Zugdrahtes **34** ist innerhalb des Spitzenabschnittes **14** verankert.

[0045] Ein jeder Zugdraht **34** ist aus irgendeinem geeigneten Metall hergestellt, wie beispielsweise rostfreiem Stahl oder Nitinol. Bevorzugterweise ist ein jeder Zugdraht **34** mit einer Beschichtung beschichtet, wie beispielsweise einer Beschichtung aus Teflon® oder dergleichen. Ein jeder Zugdraht **34** weist einen Durchmesser auf, der bevorzugterweise von etwa 0,15 mm (0,006 Zoll) bis etwa 0,25 mm (0,010 Zoll) reicht. Bevorzugterweise weisen alle Zugdrähte **34** den gleichen Durchmesser auf.

[0046] In der gezeigten Ausführungsform umfasst ein jedes Paar Zugdrähte **34** einen „langen“ und einen „kurzen“ Zugdraht **34**. Der lange Zugdraht **34a** eines jeden Zugdrahtpaares ist an dem distalen Ende des Spitzenabschnittes **14** verankert. Der kurze Zugdraht **34b** eines jeden Zugdrahtpaares ist an der Seitenwand des Spitzenabschnittes **14** etwa an dem Mittelpunkt des Spitzenabschnittes **14** verankert. Es ist bevorzugt, dass der kurze Zugdraht **34b** eines je-

den Zugdrahtpaares an etwa der gleichen Position verankert ist, d. h. in der gleichen Entfernung von dem distalen Ende des Spitzenabschnittes **14**, und der lange Zugdraht **34a** eines jeden Zugdrahtpaares an dem distalen Ende des Spitzenabschnittes **14** verankert ist. Es wird jedoch verstanden, dass die Ankerpositionen der Zugdrähte wie erwünscht variiert werden können. Die zwei langen Zugdrähte **34a** können entweder an der Spitzenelektrode **110**, wie in [Fig. 4a](#) gezeigt, oder an der Seitenwand des Spitzenabschnittes **14** durch Schweißen oder dergleichen verankert sein.

[0047] Wenn an der Seitenwand des Spitzenabschnittes **14** verankert, ist ein jeder Zugdraht **34** bevorzugterweise mittels eines Ankers **46** fest an dem distalen Ende des Zugdrahtes **34** verankert, wie in [Fig. 4b](#), [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) dargestellt. In einer derartigen Ausführungsform ist der Anker **46** durch ein Metallrohr **48** ausgebildet, z. B. ein kurzes Segment eines Hypodermalschaftes, der, beispielsweise, durch Krimpen fest an dem distalen Ende des Zugdrahtes **34** angebracht ist. Das Rohr **48** weist einen Abschnitt auf, der sich über eine kurze Strecke über das distale Ende des Zugdrahtes **34** hinaus erstreckt. Ein Querstück **50**, das aus einem kurzen Abschnitt aus rostfreiem Stahlband oder dergleichen hergestellt ist, wird in transversaler Anordnung an das distale Ende des Metallrohrs **48** gelötet oder geschweißt, das während des Vorganges abgeflacht wird. Dies erzeugt einen T-Eisen-Anker **52**. Ein Schlitz **54** wird in der Seite des Spitzenabschnittes **14** erzeugt, was zu einer Öffnung in dem außerhalb der Achse gelegenen Hohlraum **26** führt, der den Zugdraht **34** trägt. Das Querstück **50** liegt transversal innerhalb des Schlitzes **54**. Da die Länge des das Querstück **50** ausbildenden Bandes nicht größer als der Durchmesser der Öffnung in den außerhalb der Achse gelegenen Hohlraum **26** ist, kann der Anker **46** nicht vollständig in den außerhalb der Achse gelegenen Hohlraum gezogen werden. Der Schlitz **54** wird dann mit Polyurethankleber oder dergleichen versiegelt, um eine glatte äußere Oberfläche zu ergeben. Der Kleber fließt in den außerhalb der Achse gelegenen Hohlraum, um den Anker vollständig zu sichern. Andere Mittel zum Verankern der Zugdrähte **34** in dem Spitzenabschnitt **14** würden von den Fachleuten auf dem Gebiet erkannt werden und sind im Umfang der Erfindung enthalten.

[0048] Der Katheter umfasst weiter vier Druckschlangen **36**, die die Zugdrähte **34** umgeben. Eine jede Druckschlange **36** ist aus irgendeinem geeigneten Material hergestellt, wie beispielsweise rostfreiem Stahl. Eine jede Druckschlange **36** ist eng auf sich selbst gewunden, um Flexibilität, d. h. Biegen bereitzustellen, aber um Druck zu widerstehen. Der Innendurchmesser einer jeden Druckschlange **36** ist bevorzugterweise geringfügig größer als der Durchmesser des mit ihr verbundenen Zugdrahtes **34**.

Wenn z. B. ein Zugdraht **34** einen Durchmesser von etwa 0,18 mm (0,007 Zoll) aufweist, weist die entsprechende Druckschlange **36** bevorzugterweise einen Innendurchmesser von etwa 0,23 mm (0,009 Zoll) auf. Die Beschichtung auf den Zugdrähten **34** erlaubt ihnen, sich frei innerhalb der Druckschlange **36** zu verschieben. Die äußere Oberfläche einer jeden Druckschlange **36** ist bevorzugterweise fast über ihre gesamte Länge durch eine flexible, nicht-leitfähige Hülle **38** abgedeckt, um einen Kontakt zwischen der Druckschlange **36** und irgendwelchen Drähten, Fasern oder Kabeln, die auch in dem zentralen Hohlraum **18** verteilt sind, zu verhindern. Eine nicht-leitfähige Hülle **38**, die aus einer Polyimidröhre hergestellt ist, ist derzeit bevorzugt.

[0049] Eine jede Druckschlange **36** ist an ihrem proximalen Ende mit dem proximalen Ende des Versteifungsrohres **22** in dem Katheterkörper **12** durch eine Klebeverbindung **40** verankert. Wenn kein Versteifungsrohr **22** verwendet ist, ist eine jede Druckschlange direkt mit der Außenwand **20** des Katheterkörpers **12** verankert. Ein Transferrohr **117** erstreckt sich durch die Klebeverbindung **40**. Das Transferrohr **117** stellt einen Tunnel bereit, durch den sich die Elektrodenleitungsdrähte **116** erstrecken und erlaubt den Elektrodenleitungsdrähten **116** eine Bewegung in Längsrichtung durch die Klebeverbindung.

[0050] Die distalen Enden der Druckschlange **36** können sich in die außerhalb der Achse gelegenen Hohlräume des Spitzenabschnittes erstrecken und sind an ihren distalen Enden mit den proximalen Enden des Spitzenabschnittes **14** durch eine Klebeverbindung verankert. Alternativ können die distalen Enden der zwei Druckschlangen **36** mit dem distalen Ende des Versteifungsrohres **22** in dem Katheter **12** oder direkt mit dem distalen Ende der Außenwand **20** des Katheterkörpers **12** verankert sein, wenn kein Versteifungsrohr **22** verwendet ist. In der letzteren Anordnung wird ein zweites Transferrohr **117** durch die Klebeverbindung **42** bereitgestellt, um einen verschiebbaren Durchgang der Elektrodenleitungsdrähte **116** von dem zentralen Hohlraum des Katheterkörpers in den zentralen Hohlraum des Spitzenabschnittes bereitzustellen.

[0051] Beide Klebeverbindungen **40**, **42** umfassen bevorzugterweise Polyurethankleber oder dergleichen. Der Kleber kann mittels einer Spritze oder dergleichen durch ein Loch aufgebracht werden, das zwischen der äußeren Oberfläche des Katheterkörpers **12** und dem zentralen Hohlraum **18** hergestellt ist. Ein derartiges Loch kann, beispielsweise, durch eine Nadel oder dergleichen hergestellt werden, die die Außenwand **20** und das Versteifungsrohr **22** punktiert und die ausreichend erhitzt wird, um ein permanentes Loch auszubilden. Der Kleber kann dann durch das Loch zu der äußeren Oberfläche der Druckschlange **36** eingeführt werden und dochtet um

den äußeren Umfang, um eine Klebeverbindung um den gesamten Umfang der Druckschlange **36** auszubilden.

[0052] Innerhalb der außerhalb der Achse gelegenen Hohlräume **26** ist ein jeder Zugdraht **34** durch eine Plastikhülle **44** umgeben, die bevorzugterweise aus Teflon[®] hergestellt ist. Die Kunststoffhüllen **44** verhindern, dass die Zugdrähte **34** in die Wand des Spitzenabschnittes **14** einschneiden, wenn der Spitzenabschnitt abgelenkt wird. Alternativ kann ein jeder Zugdraht **34** von einer Druckschlange umgeben sein, wo die Windungen in Längsrichtung expandiert sind, so dass die umgebende Druckschlange sowohl biegebar als auch komprimierbar ist.

[0053] In der oben beschriebenen Anordnung führt die Bewegung in Längsrichtung von einem der kurzen Zugdrähte **34b** in proximaler Richtung zur Ablenkung des Spitzenabschnittes in die Richtung des außerhalb der Achse gelegenen Hohlraums, das diesen Zugdraht **34** enthält. Die Ablenkung erfolgt zwischen dem distalen Ende der den Zugdraht **34** umgebenden Druckschlange und der Ankerstelle des Zugdrahtes **34**. In der oben beschriebenen, bevorzugten Ausführungsform, führt die proximale Bewegung eines kurzen Zugdrahtes **34b** zur Ablenkung über die proximale Hälfte des Spitzenabschnittes in die Richtung des kurzen Zugdrahtes **34b**. Danach führt die Bewegung in Längsrichtung von einem der langen Zugdrähte **34a** zur Ablenkung der distalen Hälfte des Spitzenabschnittes in die Richtung des langen Zugdrahtes **34a**.

[0054] Man hat festgestellt, dass wenn die Spitze zuerst mittels eines kurzen Zugdrahtes **34b** abgelenkt wird, eine nachfolgende Ablenkung mittels eines langen Zugdrahtes **34a** im Allgemeinen auf den Teil des Spitzenabschnittes jenseits der Ankerstelle des kurzen Zugdrahtes **34b** beschränkt ist und nicht wesentlich das Ausmaß an Ablenkung beeinflusst, das sich als Ergebnis einer Bewegung durch den kurzen Zugdraht **34b** ergibt. Wenn der lange Zugdraht **34a**, der bewegt wird, benachbart zu dem kurzen Zugdraht **34b** ist, der zuerst bewegt wurde, dann wird die Spitze in einer im Allgemeinen planaren „U“-Form abgelenkt werden, wobei das Ausmaß der Krümmung im Allgemeinen über die Länge der Kurve konsistent ist. Wenn der lange Zugdraht **34a**, der bewegt wird, sich in einem außerhalb der Achse gelegenen Hohlraum befindet, der diametral dem kurzen Zugdraht **34b** gegenüberliegt, der bewegt wurde, dann wird der Spitzenabschnitt in einer im Allgemeinen planaren „S“-Form abgelenkt werden.

[0055] Es sollte verstanden werden, dass, sofern erwünscht, die proximale Bewegung von einem der langen Zugdrähte **34a** zuerst erfolgen kann, gefolgt von einer proximalen Bewegung eines kurzen Zugdrahtes **34b**. Diese Abfolge ist nicht bevorzugt, da die Form und der Umfang der Krümmung nicht so leicht

kontrolliert werden. Z. B. führt eine Handhabung eines langen Zugdrahtes **34a** zuerst zur Ablenkung des Spitzenabschnittes über die gesamte Länge des Spitzenabschnittes. Danach führt die proximale Bewegung eines benachbarten kurzen Zugdrahtes **34b** dazu, den Umfang der Krümmung entlang der proximalen Hälfte des Spitzenabschnittes zu erhöhen, so dass das Ausmaß der Krümmung über die gesamte Länge der Kurve nicht konsistent ist. Wenn es ein gegenüberliegender kurzer Zugdraht **34b** ist, der proximal bewegt wird, wird die proximale Hälfte des Spitzenabschnittes gerade und wird ihre Krümmung in eine S-Form umkehren, wobei jedoch ein gleichmäßiges Ausmaß an Krümmung einer jeden Kurve in dem „S“ dazu neigt, schwer erreichbar zu sein.

[0056] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die die zwei kurzen Zugdrähte **34b** umgebenden Druckschlangen **36** an dem distalen Ende des Katheterkörpers oder dem proximalen Ende des Spitzenabschnittes **14** verankert, wie oben beschrieben. In dieser Ausführungsform sind jedoch die die langen Zugdrähte **34a** umgebenden Druckschlangen **36** an etwa der gleichen Position entlang der Länge des Spitzenabschnittes verankert, wie die Ankerstellen der kurzen Zugdrähte **34b**. Bei dieser Anordnung kann eine proximale Bewegung eines langen Zugdrahtes **34a** nur zu einer Ablenkung des distalen Teils des Spitzenabschnittes führen. In dieser Ausführungsform ist somit die Abfolge, mit der die Zugdrähte **34** gehandhabt werden, nicht erheblich, d. h. es ist nicht erheblich, ob ein langer oder kurzer Zugdraht **34b** zuerst proximal bewegt wird. Es wird verstanden, dass die Verankerungsstellen für die Zugdrähte **34b** wie erwünscht unabhängig variiert werden können.

[0057] Eine alternative Ausführungsform mit einem Spitzenabschnitt **14** mit nur zwei außerhalb der Achse gelegenen Hohlräumen **26** ist in [Fig. 11](#) dargestellt. Die außerhalb der Achse gelegenen Hohlräume **26**, die, wie erwünscht, oval oder rund sein können, befinden sich an diametral gegenüberliegenden Seiten des axial gelegenen Hohlraums **28**. Ein Paar benachbarter Zugdrähte **34** ist, wie oben beschrieben, in einem jeden der außerhalb der Achse gelegenen Hohlräume **26** enthalten. Innerhalb eines außerhalb der Achse gelegenen Hohlraumes **26** ist somit der kurze Zugdraht **34b** eines Paares innerhalb des Spitzenabschnittes **14** proximal zu seinem benachbarten langen Zugdraht **34a** verankert. In einer derartigen Ausführungsform wird ein Transferrohr durch die Klebeverbindung bereitgestellt, die an der Verankerungsstelle des kurzen Zugdrahtes **34b** ausgebildet ist. Der lange Zugdraht **34a** ist verschiebbar durch das Transferrohr geführt. Alternativ kann sich die den langen Zugdraht **34a** umgebende Druckschlange zu der Verankerungsstelle des kurzen Zugdrahtes **34b** erstrecken und durch den gleichen Kleber wie die Anker des kurzen Zugdrahtes **34b** ver-

ankert sein. Innerhalb des außerhalb der Achse gelegenen Hohlraums **26** sind die benachbarten Zugdrähte **34** bevorzugterweise nahe aneinander mit der gleichen Entfernung zu dem in der Achse gelegenen Hohlraum **28** angeordnet.

[0058] Unter Bezugnahme auf [Fig. 12](#) umfasst in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung der Spitzenabschnitt einen ersten kurzen Abschnitt aus einer flexiblen Röhre **24**, ein Überbrückungsrohr **25**, einen zweiten kurzen Abschnitt aus einer flexiblen Röhre **27** und eine Spitzenelektrode **110**. Der erste und zweite kurze Abschnitt aus den flexiblen Röhren **24** und **27** und das Überbrückungsrohr können aus irgendeinem geeigneten Material hergestellt sein, beispielsweise Polyurethan. Der erste Abschnitt der flexiblen Röhre **24** enthält einen axialen Hohlraum **28** und zwei im Allgemeinen diametral gegenüberliegende, außerhalb der Achse gelegene Hohlräume **26**. Der zweite Abschnitt der flexiblen Röhre **27** enthält zwei im Allgemeinen diametral gegenüberliegende, außerhalb der Achse gelegene Hohlräume **26** und kann einen axialen Hohlraum **28** enthalten, sofern erwünscht. Das Überbrückungsrohr **25** ist im Allgemeinen hohl mit einer offenen Innenregion **29**.

[0059] Ein jeder langer Zugdraht **34a** erstreckt sich durch einen axialen Hohlraum **28** in dem proximalen Teil des ersten Teils der ersten flexiblen Röhre **24**, durch die offene Innenregion **29** des Überbrückungsrohres und dann in einen anderen, außerhalb der Achse gelegenen Hohlraum **26** in dem zweiten Abschnitt der Röhre **27**. In der gezeigten Ausführungsform sind die distalen Enden der langen Zugdrähte **34a**, beispielsweise, durch Löten oder dergleichen mit einer Spitzenelektrode **110** verbunden. Andere Mittel zum Verankern der distalen Enden der langen Zugdrähte **34a** mit einer Spitzenelektrode **110** oder dem distalen Ende der Röhre **24** des Spitzenabschnittes **14** können verwendet werden, wie in der Technik gut bekannt ist. In dem Katheterkörper **12** erstrecken sich die langen und kurzen Zugdrähte **34a** und **34b** durch die Druckschlangen **36**, deren distale Enden fest mit dem distalen Ende des Katheterkörpers **12** oder dem proximalen Ende des Spitzenabschnittes **14** verbunden sind, wie allgemein oben beschrieben.

[0060] Indem sie sich durch einen axialen Hohlraum in dem proximalen Teil des Spitzenabschnittes erstrecken, d. h. in dem ersten Abschnitt der Röhre **24**, führt eine proximale Bewegung eines langen Zugdrahtes **34a** nicht zu einer Ablenkung dieses Teils des Spitzenabschnittes. Da sich jedoch die langen Zugdrähte **34a** durch die außerhalb der Achse gelegenen Hohlräume in den distalen Teil des Spitzenabschnittes erstrecken, d. h. in den Abschnitt der Röhre **27**, wird die proximale Bewegung eines langen Zugdrahtes **34a** zur Ablenkung des distalen Teils des Spitzenabschnittes in die Richtung des außerhalb

der Achse gelegenen Hohlraums **26** führen, durch den sich dieser lange Zugdraht **34a** erstreckt. In dieser Ausführungsform ist nicht erheblich, welcher Zugdraht **34**, d. h. lang oder kurz, zuerst gehandhabt wird.

[0061] In der in [Fig. 12](#) gezeigten Ausführungsform können ein oder mehrere zusätzliche, außerhalb der Achse gelegene Hohlräume bereitgestellt werden, durch die sich zusätzliche Bestandteile, d. h. Elektrodenleitungsdrähte, Infusionsrohre, Faseroptik etc. erstrecken können.

[0062] In einer jeden der obigen Ausführungsformen wird die Längsbewegung der Zugdrähte **34** durch den Steuergriff **16** gesteuert. Unter Bezugnahme auf [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) umfasst ein bevorzugter Steuergriff **16** einen im Allgemeinen zylindrischen Steuergriffkörper **56**, eine distale Kappe **58** an den distalen Enden des Steuergriffkörpers **56** und eine proximale Kappe **60** an seinem proximalen Ende. Der Steuergriffkörper **56** umfasst einen zylindrischen zentralen Hohlraum **62** und vier zylindrische äußere Hohlräume **64**, die mit dem zentralen Hohlraum **62** überlappen und somit mit diesem in Verbindung stehen.

[0063] Vier Kolben **68**, von denen jeder ein bewegliches Element umfasst, sind innerhalb eines jeden der äußeren Hohlräume **64** in dem Kontrollgriff **16** verschiebbar angebracht. Ein jeder Kolben **68** ist im Allgemeinen über etwa zwei Drittel seiner Länge zylindrisch. Das proximale Drittel eines jeden Kolbens weist im Allgemeinen einen halbkreisförmigen Querschnitt auf mit einer flachen Oberfläche **70**, die der Achse des Steuergriffes **12** gegenüberliegt. An dem Übergang zwischen dem distalen zylindrischen Teil und dem proximalen halbzyklindrischen Teil des Kolbens **68** befindet sich eine winklige, im Allgemeinen flache Stirnseite **72**. Ein bevorzugter Winkel beträgt etwa 45°.

[0064] Unter Bezugnahme auf [Fig. 10](#) befindet sich am distalen Ende eines jeden Kolbens **68** ein mit einem Gewinde versehenes axiales Loch **74**, das eine mit einem Gewinde versehene Einstellschraube **76** aufnimmt. Eine jede Einstellschraube **76** weist eine axiale Bohrung **78** dadurch hindurch für den Durchgang des proximalen Endes von einem der Zugdrähte **34** auf. In einer bevorzugten Ausführungsform weist die axiale Bohrung **78** einen distalen Abschnitt mit einem Durchmesser auf, der geringfügig größer ist als der Durchmesser des Zugdrahtes **34**, und einen proximalen Abschnitt mit einem Durchmesser, der größer ist als der des distalen Abschnittes. Der Eingang **79** zu der axialen Bohrung **78** ist angephast.

[0065] Ein jeder Zugdraht **34** erstreckt sich durch die axiale Bohrung **78** der entsprechenden Einstellschraube **76** und ist daran verankert. Ein bevorzugtes

Mittel zum Verankern eines Zugdrahtes **34** an einer Einstellschraube **76** umfasst festes Befestigen, z. B. durch Krimpen, eines kurzen Stückes eines hypodermalen Schaftes **80** an dem proximalen Ende des Zugdrahtes **34**, nachdem er durch den distalen Abschnitt der axialen Bohrung **78** der Einstellschraube **76** hindurchgegangen ist. Der hypodermale Schaft **80** weist einen Durchmesser auf, der größer ist als der Durchmesser des distalen Abschnittes der axialen Bohrung **78** und verhindert, dass der Zugdraht **34** durch die axiale Bohrung **78** und aus der Einstellschraube **76** herausgezogen wird. Alternativ kann ein Querelement, z. B. ein Band aus rostfreiem Stahl, an das proximale Ende des Zugdrahtes **34** angeschweißt werden, so dass das Querelement verhindert, dass der Zugdraht **34** durch die axiale Bohrung der Einstellschraube gezogen wird. Es wird verstanden, dass auch andere Mechanismen zum Befestigen des proximalen Endes eines jeden Zugdrahtes **34** an einem Ende der Kolben verwendet werden könnten.

[0066] Entlang der Länge eines jeden Kolbens **68** ist ein mit einem Gewinde versehenes Radialloch **82** bereitgestellt, in das ein mit einem Gewinde versehener Stiel **84** eingeschraubt ist. Der Stiel **84** erstreckt sich radial von der Achse des Steuergriffes **16** durch einen Längsschlitz **86** in dem Steuergriffkörper **56** nach außen. Am Ende eines jeden Stiels **84**, entfernt von dem entsprechenden Kolben **68**, ist ein Knopf **88** fest angebracht. Diese Konfiguration vervollständigt ein funktionales bewegliches Element. In dieser Anordnung ist das bewegliche Element verschiebbar zwischen mehreren Positionen einstellbar, die durch die Länge eines jeden Längsschlitzes **86** definiert sind.

[0067] Ein Anwender kann die äußere Oberfläche des Steuergriffkörpers **56** ergreifen und einen Knopf **88** und einen entsprechenden Kolben **68** in Längsrichtung entlang der Länge des Schlitzes **86** mittels Daumendruck verschieben. Die Knöpfe **88** sind bevorzugterweise so konstruiert, dass zwei Knöpfe **88a**, die den zwei benachbarten Zugdrähten **34** entsprechen, ähnlich geformt sind. In ähnlicher Weise sind auch die anderen zwei Knöpfe **88b**, die den anderen zwei benachbarten Zugdrähten **34** entsprechen, ähnlich geformt.

[0068] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform, wie in [Fig. 9](#) gezeigt, sind die Knöpfe **88** weiter differenziert, beispielsweise durch Größe, Textur etc., um eine taktile Identifizierung des Zugdrahtes bereitzustellen, der betätigt wird, z. B. mit welchem Zugdrahtpaar **34** er verbunden ist und ob es der kurze Zugdraht **34b** oder der lange Zugdraht **34a** ist. Beispielsweise können die mit einem Paar verbundenen Knöpfe **88** abgerundet und jene, die mit dem anderen Paar verbunden sind, zylindrisch sein, wobei der mit den kurzen Zugdrähten **34b** verbundene Knopf gerändelt ist und die mit den langen Zug-

drähten **34a** verbundenen Knöpfe **88** glatt sind. Dieses Design hilft, eine Verwirrung des Arztes zu verhindern, der den Katheter **10** während eines medizinischen Eingriffes handhabt.

[0069] In einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Mittel bereitgestellt, um den Umfang des manuellen Drucks einzustellen, der erforderlich ist, um einen Knopf **88** über die Länge des Schlitzes **86** zu verschieben. Beispielsweise kann ein Arzt wünschen, dass ein Steuergriff einen „leichten Kontakt“ aufweist, d. h. nur einen geringen Druck erfordert, um den Knopf **88** zu verschieben, wodurch somit eine Ablenkung des Spitzenabschnittes **14** auf den Kontakt des Arztes hin sehr schnell reagiert. Ein anderer mag es bevorzugen, dass ein erheblicher Druck erforderlich ist, um den Knopf **88** zu verschieben, so dass die Spitzenkrümmung beibehalten werden wird, wenn ein Knopf **88** freigegeben wird.

[0070] Unter Bezugnahme auf [Fig. 8](#) umfasst eine bevorzugte Knopfanzordnung eine Unterlegscheibe **90** und einen O-Ring **92**, der zwischen dem Knopf **88** und dem Steuergriffkörper **56** angeordnet ist, und eine Druckfeder **94**, die den mit einem Gewinde versehenen Stiel **84** zwischen dem Knopf **88** und der Unterlegscheibe **90** umgibt. Bei dieser Anordnung bedingt das Drehen eines Knopfes **88** in einer Richtung, dass der mit einem Gewinde versehene Stiel **84** in das Radialloch **82** des Kolbens **68** eingeschraubt wird, wodurch die Federkraft und die O-Ringkraft erhöht wird, die die Unterlegscheibe **90** gegen den Steuergriffkörper **56** drückt. Dies erhöht das Ausmaß an Reibungskraft, die überwunden werden muss, um einen Knopf **88** entlang der Länge des Schlitzes **86** zu verschieben. Das Drehen eines Knopfes **88** in der entgegengesetzten Richtung verringert derartige Kräfte.

[0071] Die distale Kappe **58** umfasst einen zylindrischen Teil **96** mit einem Umfangsschlitz **98** an seinem proximalen Ende. Der Umfangsschlitz **98** passt zu dem zylindrischen Flansch **66** des Steuergriffkörpers **56**. Das heißt, dass der Außendurchmesser des Umfangsschlitzes **98** etwa der gleiche ist wie der Innendurchmesser des Flansches **66** des Steuergriffkörpers **56**. Die distale Kappe **58** wird dann mit einem Drucksitz in den Steuergriffkörper **56** gedrückt, bis die distale Kante des Flansches **66** in eine Schulter **100** der distalen Kappe **58** eingreift. Distal zu dem zylindrischen Teil **96** umfasst die distale Kappe **58** einen im Allgemeinen konischen Teil **102**. Eine kleine Verlängerung **104** steht distal an dem distalen Ende des konischen Teils **102** vor. Die Verlängerung **104** umfasst ein axiales Loch, durch das sich der Katheterkörper **12** erstreckt. Der Katheterkörper **12** ist fest innerhalb der Verlängerung **104** befestigt, beispielsweise durch Klebstoff oder dergleichen.

[0072] Ein jeder der Zugdrähte **34** tritt aus dem pro-

ximalen Ende des Katheterkörpers **12** aus und erstreckt sich durch die distale Kappe **58** des Steuergriffes **16** in einen getrennten Kolben **68** innerhalb des Steuergriffkörpers **56**. Die proximalen Enden der Zugdrähte **34** sind an den Kolben **68** angebracht, beispielsweise durch die oben beschriebenen Einstellschrauben **76**. Bei dieser Anordnung bewegt die Längsbewegung eines Kolbens **68** mittels Druck auf den verbundenen Knopf **88** den Zugdraht **34** in Längsrichtung, der mit diesem Kolben **88** verbunden ist und lenkt den Spitzenabschnitt **14** in eine Richtung ab, die der Seite des Spitzenabschnittes entspricht, an der der Zugdraht **34** verankert ist.

[0073] Um sicherzustellen, dass die Zugdrähte **34** von dem Katheterkörper zu ihren Verankerungsstellen an den Kolben **68** glatt übergehen, treten die Zugdrähte **34** an der distalen Kappe **58** über einen ersten Radius und dann über einen zweiten Radius aus, bevor sie in den Kolben **68** eintreten. Der erste Radius ist die gebogene innere Oberfläche **105** des Loches in der distalen Kappe **58**. Der zweite Radius ist die gebogene Oberfläche der Einfügung **106**, die in das distale Ende des zentralen Hohlraums **62** des Steuergriffes **16** eingepasst ist. Die Einfügung **106** umfasst einen abgerundeten Kopfteil mit einer äußeren Oberfläche benachbart den distalen Enden der Kolben **68**. Die Zugdrähte **34** gehen aus dem Katheterkörper **12** in das Loch in der distalen Kappe **58** hinein, um den Kopfteil der Einfügung **106** herum und dann zu den entsprechenden Kolben **68**. Der abgerundete Kopf der Einfügung **106** gewährleistet, dass die Zugdrähte **34** im Allgemeinen an ihren Befestigungspunkten koaxial zu den Kolben **68** sind. Dies wiederum verhindert scharfe Biegungen in den Zugdrähten **34** an den Befestigungspunkten, die zu einer Schwächung und einem potentiellen Bruch führen könnten.

[0074] Es ist wünschenswert, eine gleichzeitige Biegung der zwei langen Zugdrähte **34a** oder der zwei kurzen Zugdrähte **34b** zu verhindern und doch eine gleichzeitige Bewegung einer Kombination aus einem langen Zugdraht **34a** und einem kurzen Zugdraht **34b** zu erlauben, ob sie benachbart sind oder nicht. Dies wird erreicht, indem die zwei langen Zugdrähte **34a** an diametral gegenüberliegenden Kolben **68** in dem Steuergriff **16** angebracht und die zwei kurzen Zugdrähte **34b** an den anderen diametral gegenüberliegenden Kolben **68** ähnlich befestigt sind. Ein ablenkbarer Anschlag **120** wird innerhalb des Steuergriffes **16** bereitgestellt. Der Anschlag **120** umfasst einen zentralen Stiel **122**, der sich distal von der proximalen Kappe **60** zu einem Punkt benachbart den winkligen Stirnseiten **72** der Kolben **68** erstreckt. Am distalen Ende des Stiels **122** befindet sich ein vergrößerter Kopf **124** mit einer konischen Oberfläche **126**, die in einer ähnlichen Art und Weise winklig ist, ähnlich den Stirnseiten **72** der Kolben **68**. Der Stiel **122** umfasst eine Axialbohrung, durch die die Elektrodenleitungsdrähte **116** hindurchgehen

können.

[0075] Wenn ein Kolben **68** proximal bewegt wird, greift die winkelige Stirnseite **72** des Kolbens in die konische Oberfläche **126** des Kopfes **124** des Anschlages **120** ein, was dazu führt, dass sich der Stiel **122** und der Kopf **124** aus der Achse heraus bewegen. Wenn man versucht, den diametral gegenüberliegenden Kolben **68** proximal zu bewegen, wird die konische Oberfläche **126** des Kopfes **124** in die Oberfläche der winkligen Stirnseite **72** dieses Kolbens eingreifen und eine proximale Bewegung verhindern. Das erfolgt deshalb, weil, infolge der Position des ersten Kolbens, der Stiel **122** und der Kopf **124** dem zweiten Kolben nicht aus dem Weg gehen können. Somit erlaubt der Anschlag **120**, dass nur ein Kolben **68** eines jeden Paares diametral gegenüberliegender Kolben zu einem Zeitpunkt bewegt wird.

[0076] Abhängig von der beabsichtigten Verwendung des Katheters **10** kann er weiter zusätzliche Merkmale wie beispielsweise Temperaturlaufnahmemittel, eine Faseroptik, ein Infusionsrohr und/oder einen elektromagnetischen Messfühler umfassen.

[0077] Der Spitzenabschnitt **14** kann auch einen elektromagnetischen Messfühler umfassen, der mit einem System verbunden ist, um die von dem Messfühler aufgenommenen Signale zu überwachen und darzustellen. Der elektromagnetische Messfühler erlaubt einem Arzt, den Ort des Katheters innerhalb des Herzens zu identifizieren. Ein bevorzugter elektromagnetischer Messfühler wird von Biosense Ltd. Israel hergestellt und unter dem Handelsnamen NOGA vermarktet. Eine Beschreibung der Anordnung eines elektromagnetischen Messfühlers in einem steuerbaren Katheter ist in US-Patent 5,964,757 gegeben.

[0078] Der Katheter kann, sofern erwünscht, eine Faseroptik umfassen, um Laserenergie an Herzgewebe zu übertragen, beispielsweise für einen perkutanen Myokardrevaskularisierungseingriff. Ein bevorzugtes Mittel zum Einbauen einer Faseroptik in einen steuerbaren Katheter ist in EP-A-0900549 offenbart.

[0079] Der Katheter kann auch, sofern erwünscht, ein Infusionsrohr zum Infundieren von Fluiden wie beispielsweise Wirkstoffen oder Saline in das Herz oder zum Abziehen von Flüssigkeiten aus dem Herz umfassen. Ein Infusionsrohr kann sich durch den zentralen Hohlraum des Katheterkörpers und in einen axial gelegenen Hohlraum in dem Spitzenabschnitt erstrecken. Das distale Ende des Infusionsrohrs kann sich in einen Durchgang in der Spitzenelektrode **110** erstrecken und, beispielsweise, durch Klebstoff an der Spitzenelektrode befestigt sein. Ein derartiger Durchgang in der Spitzenelektrode kann gerade oder verzweigt sein, wie erwünscht. In einer derartigen Ausführungsform würde sich das proxima-

te Ende des Infusionsrohrs aus einer versiegelten Öffnung in der Seitenwand des Katheterkörpers erstrecken und in einem Luer-Sitz oder dergleichen enden, wie in US-Patent 5,431,168 beschrieben. Alternativ kann sich das Infusionsrohr durch den Steuergriff erstrecken und in einem Luer-Sitz oder dergleichen an einer Stelle proximal des Steuergriffes enden.

[0080] In den oben beschriebenen Ausführungsformen wird der zentrale Hohlraum **18** des Katheterkörpers **12** für den Durchtritt der Elektrodenleitungsdrähte **116** ebenso wie der vier Zugdrähte **34**, der Druckschlangen **36** und, sofern vorhanden, Thermoelementendrähte, Kabel für den elektromagnetischen Messfühler, Faseroptik oder Infusionsrohr verwendet. Es wird verstanden, dass der Katheterkörper **12** alternativ eine Vielzahl von Hohlräumen umfassen könnte. Es ist jedoch ein einzelner zentraler Hohlraum **18** bevorzugt, da man festgestellt hat, dass ein einzelner Hohlraumkörper eine bessere Steuerung erlaubt, wenn der Katheter **10** gedreht wird. Der einzelne zentrale Hohlraum erlaubt, dass die Zugdrähte **34**, die Druckschlangen **36** und die Leitungsdrähte **110**, ebenso wie eine Faseroptik oder ein Infusionsrohr frei innerhalb des Katheterkörpers **12** flutieren. Wenn derartige Drähte und Rohre in mehreren Hohlräumen zurückgehalten werden, neigen sie dazu, Energie aufzubauen wenn der Steuergriff **16** gedreht wird, was dazu führt, dass der Katheterkörper **12** eine Tendenz aufweist, sich zurückzudrehen, wenn, z. B., der Griff freigegeben wird, oder, wenn er um eine Kurve gebogen wird, dass er zurückklappt, wobei dies alles unerwünschte Leistungsmerkmale sind.

[0081] Die vorhergehende Beschreibung ist unter Bezugnahme auf derzeit bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung gegeben worden. Die Fachleute auf dem Gebiet, das diese Erfindung betrifft, werden anerkennen, dass Abänderungen und Veränderungen in den bestehenden Strukturen durchgeführt werden können, ohne erheblich vom Umfang dieser Erfindung abzuweichen, wie sie in den beigefügten Ansprüchen definiert ist.

[0082] Entsprechend sollte die vorhergehende Beschreibung nicht so verstanden werden, dass sie nur die in den beigefügten Zeichnungen beschriebenen und dargestellten genauen Strukturen betrifft, sondern sie sollte konsistent mit und als Stütze der folgenden Ansprüche gelesen werden, die ihren umfanglichsten und fairen Umfang haben sollen.

Patentansprüche

1. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter (**10**) umfassend:
einen verlängerten Katheterkörper (**12**) mit einem proximalen und einem distalen Ende und wenigstens einem sich dadurch erstreckenden Hohlraum (**18**);

einen Katheterspitzenabschnitt (14) am distalen Ende des Katheterkörpers mit einem proximalen Ende und einem distalen Ende und wenigstens zwei diametral gegenüberliegenden außerhalb der Achse angeordneten Hohlräumen (26);

einen Kontrollgriff (16) am proximalen Ende des Katheterkörpers, wobei der Kontrollgriff wenigstens vier bewegliche Elemente (68) umfasst, die zwischen einer ersten und einer zweiten Position bewegbar sind; zwei Paare Zugdrähte (34), wobei ein jedes Paar einen langen (34a) und einen kurzen (34b) Zugdraht umfasst, jeder Zugdraht ein proximales und ein distales Ende aufweist, das proximale Ende eines jeden Zugdrahtes mit einem verbundenen beweglichen Element (68) des Kontrollgriffs verbunden ist, jedes Paar Zugdrähte sich durch einen Hohlraum (18) des Katheterkörpers erstreckt, jeder kurze Zugdraht (34b) sich in einen proximalen Abschnitt eines einzelnen der diametral gegenüberliegenden außerhalb der Achse angeordneten Hohlräume (26) im Spitzenabschnitt erstreckt, wobei das distale Ende des kurzen Zugdrahtes von einem jeden Paar Zugdrähte mit dem Spitzenabschnitt (14) an einer ersten Ankerposition entlang der Länge des Spitzenabschnittes verankert ist, sich ein jeder langer Zugdraht (34a) durch wenigstens einen Abschnitt des Spitzenabschnittes distal zu der ersten Verankerungsposition erstreckt, wobei das distale Ende des langen Zugdrahtes eines jeden Zugdrahtpaares mit dem Spitzenabschnitt (14) an einer zweiten Verankerungsposition distal der ersten Verankerungsposition seines verbundenen kurzen Zugdrahtes verankert ist, der lange Zugdraht (34a) und der kurze Zugdraht (34b) eines jeden Paares im Spitzenabschnitt zueinander benachbart sind; eine Druckschlange (36), die einen jeden Zugdraht (34) umgebend sich durch den Katheterkörper (12) erstreckt, wobei jede Druckschlange ein proximales Ende und ein distales Ende aufweist, das proximale Ende einer jeden Druckschlange fest an dem proximalen Ende des Katheterkörpers befestigt ist und wobei das distale Ende der den kurzen Zugdraht (34b) eines jeden Zugdrahtpaares umgebenden Druckschlange fest mit entweder dem Katheterkörper (12) oder dem Spitzenabschnitt (14) an einer Position proximal der ersten Verankerungsposition des kurzen Zugdrahtes, den sie umgibt, befestigt ist, und wobei das distale Ende der den langen Zugdraht (34a) eines jeden Zugdrahtpaares umgebenden Druckschlange fest mit einer Position proximal der zweiten Verankerungsposition des langen Zugdrahtes befestigt ist, den sie umgibt; und wobei Bewegung eines beweglichen Elementes (68) von seiner ersten in seine zweite Position zu einer proximalen Bewegung des Zugdrahtes (34), der mit dem beweglichen Element verbunden ist, relativ zum Katheterkörper (12) führt, wobei der Spitzenabschnitt (14) in eine im wesentlichen planare gebogene U- oder S-Form abgelenkt wird.

2. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach

Anspruch 1, wobei sich ein jedes Paar (34a, 34b) der benachbarten langen und kurzen Zugdrähte in einen anderen diametral gegenüberliegenden außerhalb der Achse angeordneten Hohlraum (26) in dem Spitzenabschnitt (14) erstreckt.

3. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach Anspruch 1, wobei der Spitzenabschnitt (14) wenigstens zwei benachbarte Paare von diametral gegenüberliegenden außerhalb der Achse angeordneten Hohlräumen (26) aufweist, sich ein jeder Zugdraht (34) in einen anderen diametral gegenüberliegenden außerhalb der Achse angeordneten Hohlraum erstreckt und ein jeder diametral gegenüberliegende außerhalb der Achse angeordnete Hohlraum mit einem kurzen Zugdraht (34) zu einem anderen diametral gegenüberliegenden außerhalb der Achse angeordneten Hohlraum mit einem langen Zugdraht (34a) benachbart ist.

4. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach Anspruch 3, wobei sich die außerhalb der Achse angeordneten Hohlräume (26) mit einem kurzen Zugdraht (34b) jeweils diametral gegenüberliegen und sich die außerhalb der Achse angeordneten Hohlräume (26) mit einem langen Zugdraht (34a) diametral gegenüberliegen.

5. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach Anspruch 1 oder 2, wobei jeder außerhalb der Achse angeordnete Hohlraum (26) gleich weit von einer axialen Mitte des Spitzenabschnittes (14) entfernt ist.

6. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der lange Zugdraht (34a) eines jeden Zugdrahtpaares am distalen Ende des Spitzenabschnittes (14) verankert ist.

7. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach Anspruch 6, wobei der kurze Zugdraht (34b) eines jeden Zugdrahtpaares in etwa am Mittelpunkt des Spitzenabschnittes (14) verankert ist.

8. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das distale Ende der Druckschlange (36), die den kurzen Zugdraht (34b) umgibt, fest mit entweder dem distalen Ende des Katheterkörpers (12) oder dem proximalen Ende des Spitzenabschnittes (14) befestigt ist.

9. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das distale Ende der Druckschlange (36), die den langen Zugdraht (34a) eines jeden Zugdrahtpaares umgibt, fest mit entweder dem distalen Ende des Katheterkörpers (12) oder dem proximalen Ende des Spitzenabschnittes (14) befestigt ist.

10. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter

nach Anspruch 8, wobei das distale Ende der Druckschlange (36), die den langen Zugdraht (34a) eines jeden Zugdrahtpaares umgibt, mit dem Spitzenabschnitt (14) an einer Position entlang der Länge des Spitzenabschnittes benachbart der Verankerungsposition des kurzen Zugdrahtes (34b) des Zugdrahtpaares verankert ist.

11. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach einem der vorangehenden Ansprüche weiter umfassend Mittel (120), um das bewegliche Element (68), das mit dem kurzen Zugdraht (34b) eines Zugdrahtpaares verbunden ist, daran zu hindern, sich von seiner ersten zu seiner zweiten Position zu bewegen, wenn das bewegliche Element (68), das mit dem kurzen Zugdraht (34b) des anderen Zugdrahtpaares verbunden ist, in seiner zweiten Position ist, und um zu verhindern, dass sich das bewegliche Element (68), das mit dem langen Zugdraht (34a) eines Zugdrahtpaares verbunden ist, von seiner ersten in seine zweite Position bewegt, wenn das bewegliche Element (68), das mit dem langen Zugdraht (34a) des anderen Zugdrahtpaares verbunden ist, sich in seiner zweiten Position befindet.

12. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Katheterkörper (12) einen einzelnen Hohlraum (18) umfasst.

13. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Spitzenabschnitt (14) weiter einen axialen Hohlraum (28) umfasst.

14. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach Anspruch 13, wobei sich ein jeder langer Zugdraht (34a) in und durch den axialen Hohlraum (28) des Spitzenabschnittes erstreckt und sich dann, an der ersten Verankerungsposition seines benachbarten kurzen Zugdrahtes (34b) oder distal davon, in und durch den außerhalb der Achse angeordneten Hohlraum (26) seines benachbarten kurzen Zugdrahtes erstreckt.

15. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Spitzenabschnitt (14) wenigstens eine Elektrode (110, 114) trägt.

16. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach Anspruch 15, wobei der Spitzenabschnitt (14) wenigstens eine Ringelektrode (114) trägt.

17. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach Anspruch 15 oder 16, wobei der Spitzenabschnitt (14) eine Spitzenelektrode (110) trägt.

18. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach einem der vorangehenden Ansprüche, weiter

umfassend eine Infusionsröhre, die sich durch einen Hohlraum in dem Katheterkörper (12) und durch einen Hohlraum in dem Spitzenabschnitt (14) erstreckt, um eine Flüssigkeit durch den Katheterkörper und den Spitzenabschnitt zu führen.

19. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach Anspruch 15, weiter umfassend ein Mittel zum Fühlen der Temperatur der wenigstens einen Elektrode (110, 114).

20. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach einem der vorangehenden Ansprüche, weiter umfassend einen elektromagnetischen Messfühler, der innerhalb des Spitzenabschnittes (14) angeordnet ist.

21. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach einem der vorangehenden Ansprüche, weiter umfassend eine optische Faser, die sich durch einen Hohlraum in dem Katheterkörper (12) und durch einen Hohlraum in dem Spitzenabschnitt (14) erstreckt.

22. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das proximale Ende des Spitzenabschnittes (14) einen Schlitz (30) umfasst, der konfiguriert ist, um das distale Ende des Katheterkörpers (12) aufzunehmen.

23. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach einem der vorangehenden Ansprüche, weiter umfassend einen Abstandshalter (32), der innerhalb des distalen Endes des Katheterkörpers (12) und des proximalen Endes des Spitzenabschnittes (14) sitzt.

24. In zwei Richtungen steuerbarer Katheter nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Spitzenabschnitt (14) weiter einen ersten kurzen Abschnitt einer flexiblen Röhre (24), eine überbrückende Röhre (25) und einen zweiten kurzen Abschnitt aus einer flexiblen Röhre (27) umfasst, wobei der erste kurze Abschnitt der flexiblen Röhre proximal zu der überbrückenden Röhre ist und die überbrückende Röhre proximal zu dem zweiten kurzen Abschnitt der flexiblen Röhre ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

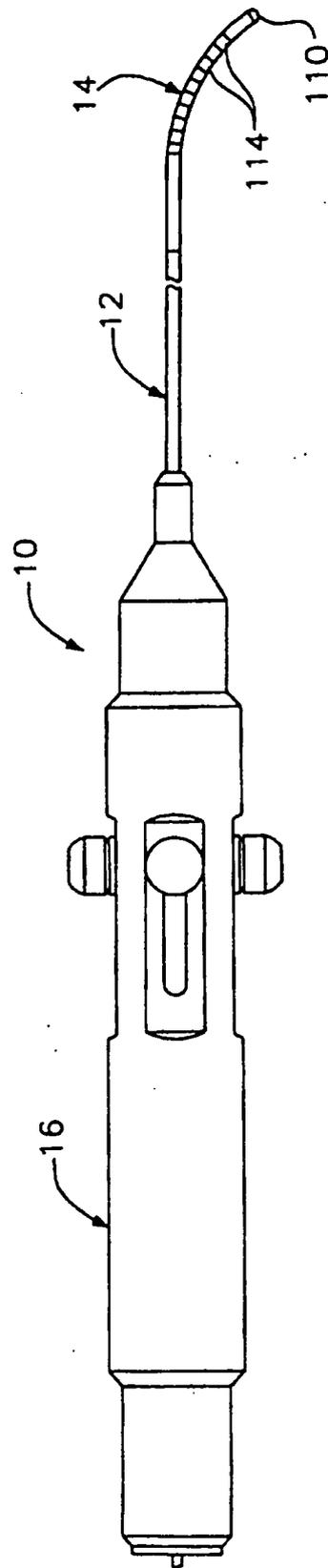


FIG. 2

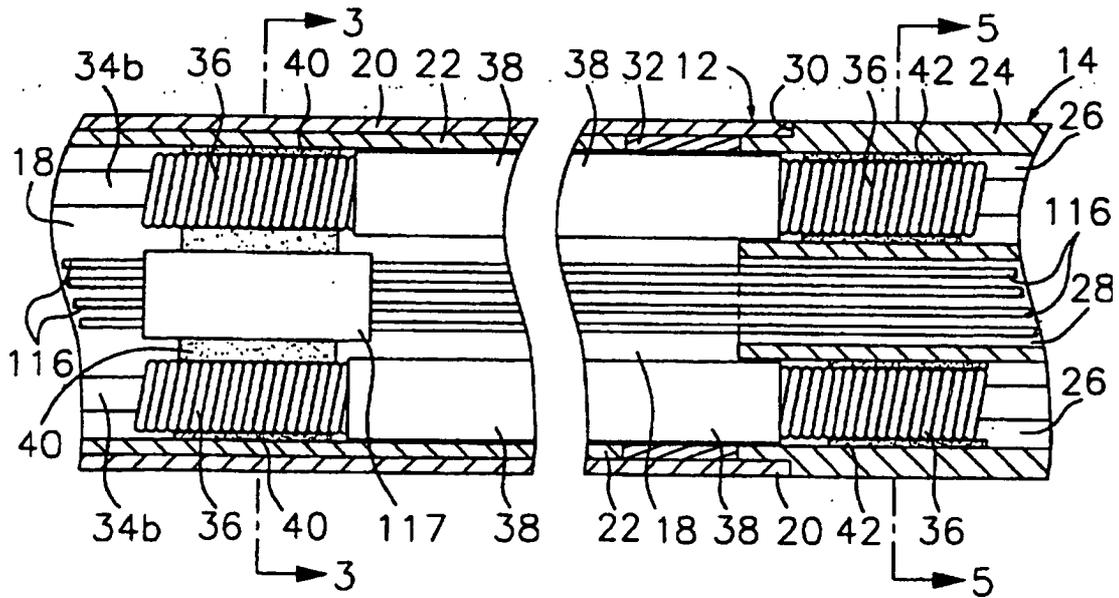


FIG. 3

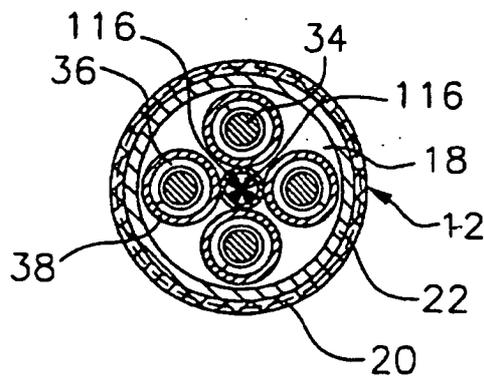


FIG. 4A

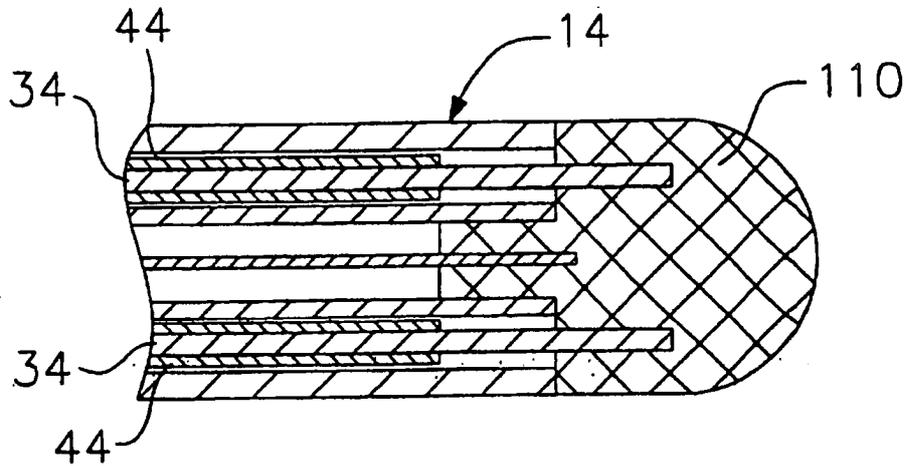


FIG. 4B

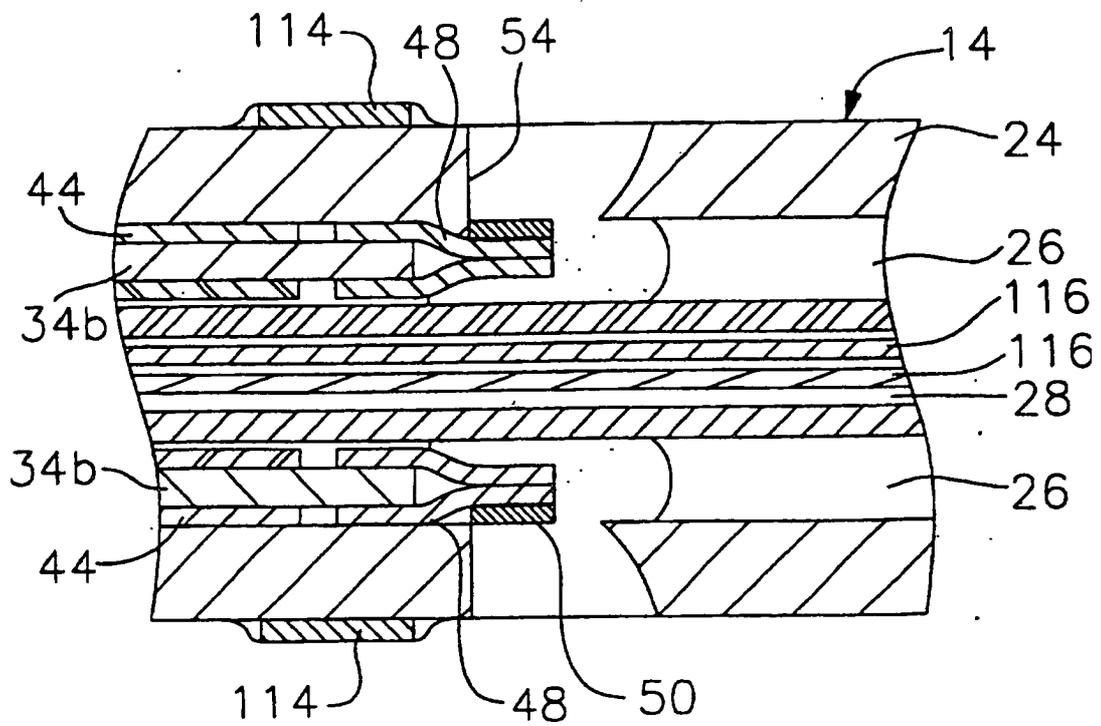


FIG. 5

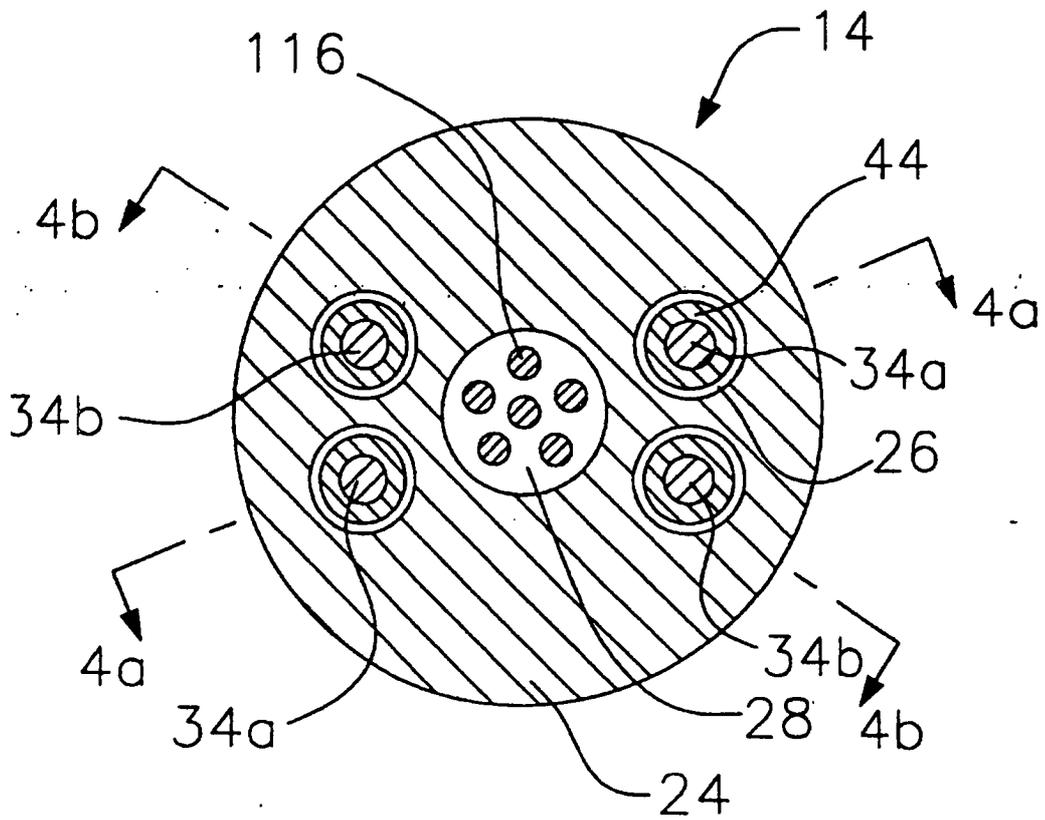


FIG. 6

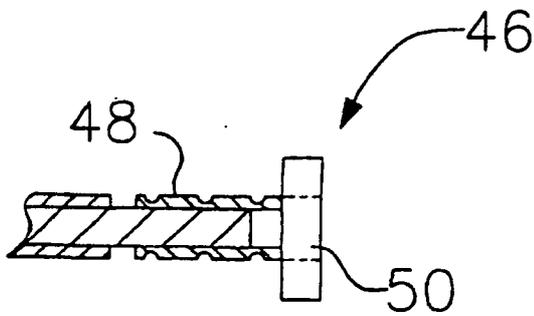
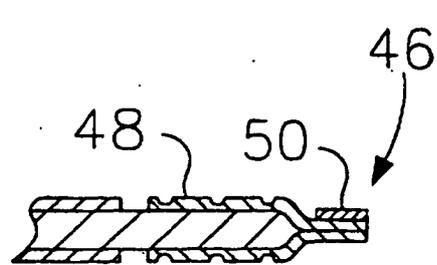


FIG. 7



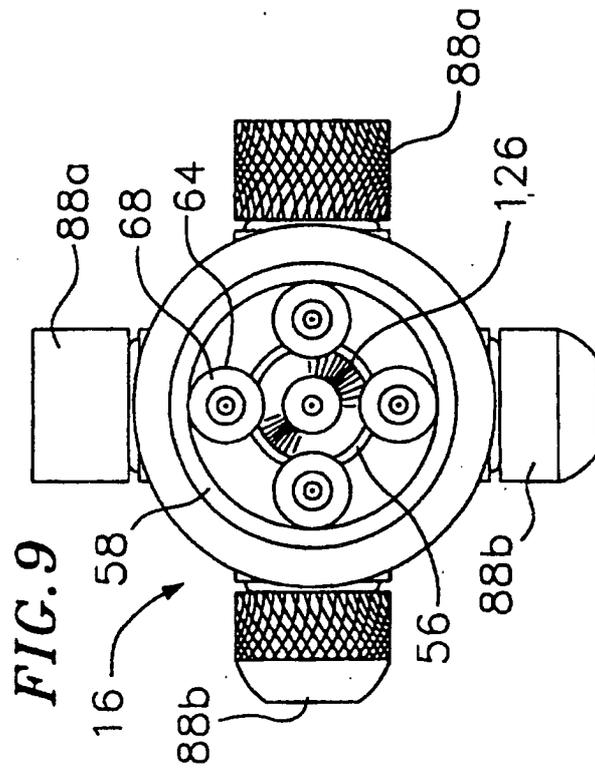
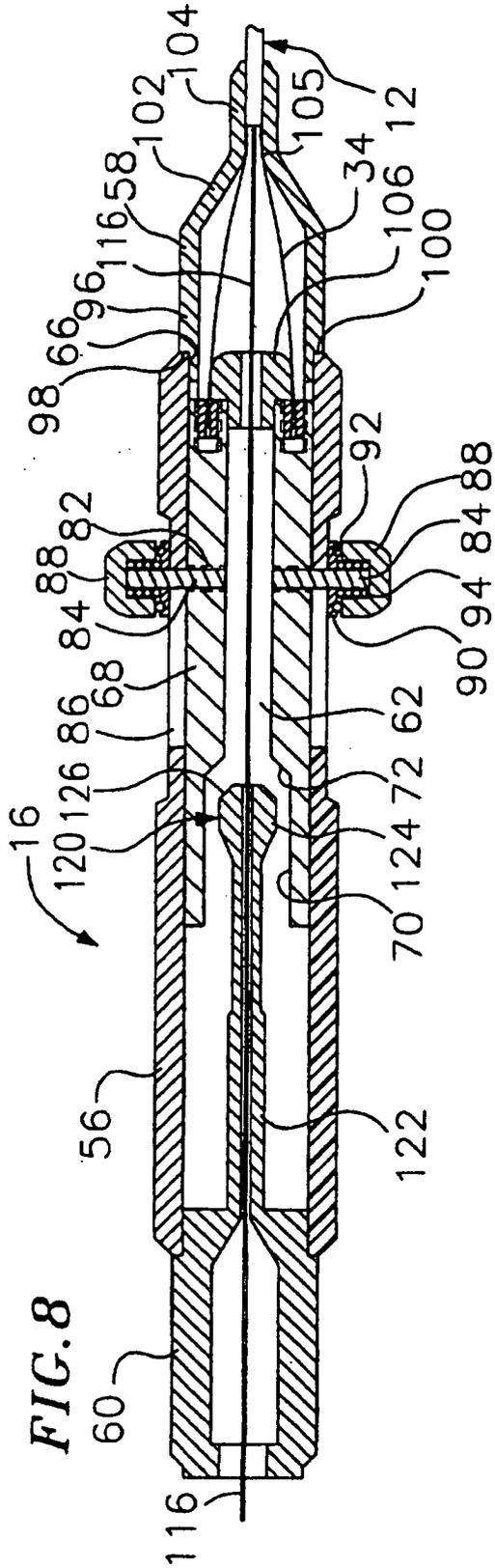


FIG. 10

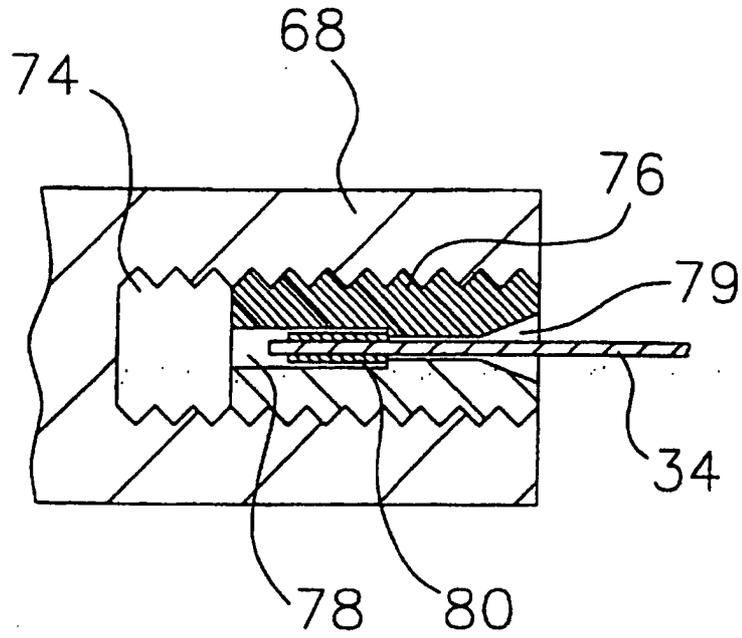


FIG. 11

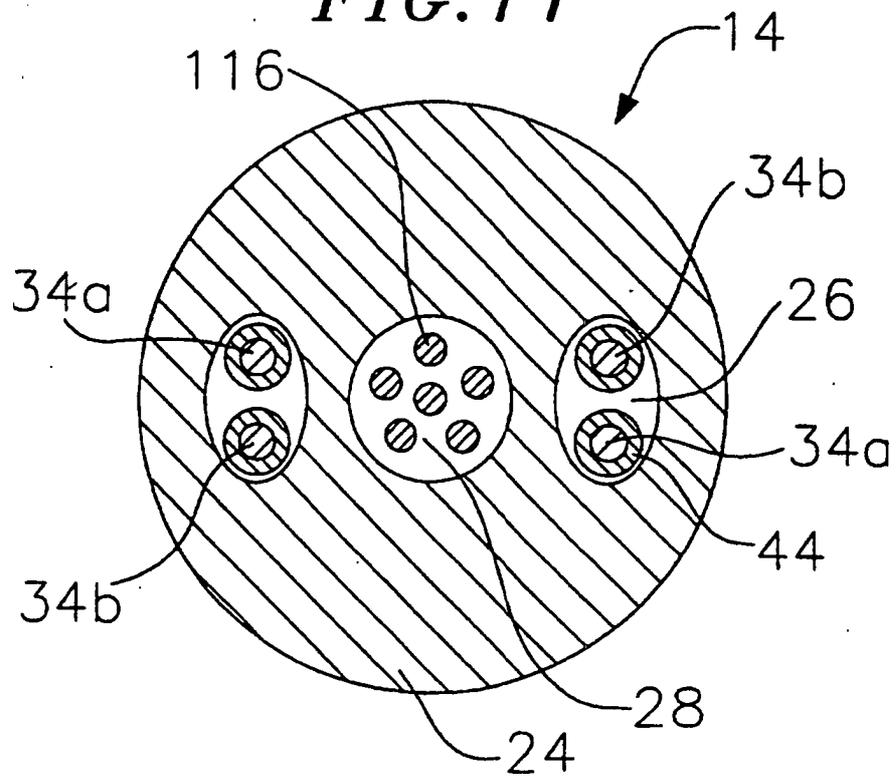


FIG. 12

