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

(10) **DE 601 03 973 T2** 2005.06.30

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 251 787 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 03 973.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US01/03724**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 906 991.3**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/056484**
(86) PCT-Anmeldetag: **02.02.2001**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **09.08.2001**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **30.10.2002**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **23.06.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.06.2005**

(51) Int Cl.[7]: **A61B 17/32**
A61B 17/22

(30) Unionspriorität:
496482 **02.02.2000** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR

(73) Patentinhaber:
Board of Regents, The University of Texas System, Austin, Tex., US

(72) Erfinder:
KONYA, András, Houston, US; WRIGHT, C., Kenneth, Houston, US

(74) Vertreter:
Dehmel & Bettenhausen, Patentanwälte, 80331 München

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG ZUM EINFANGEN VON FREMDKÖRPERN**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen das Gebiet medizinischer Instrumente für das Einfangen von Fremdkörpern in Patienten. Im Besonderen handelt es sich um einen Apparat für die Verwendung als eine Schlinge oder eine Einfangvorrichtung für Fremdkörper, die führungsdrahtkompatibel ist und eine stufenlos verstellbare, seitlich orientierte Schlinge beinhaltet.

[0002] Während medizinischer Verfahren, die von Kathetern, Führungsdrähten, Herzschrittmacherdrähten oder anderen medizinischen Vorrichtungen Gebrauch machen, kann ein Teil der Vorrichtung manchmal abbrechen und im Patienten zurückbleiben. Das abgetrennte Teil kann dann innerhalb des Gefäßsystems des Patienten herumwandern und in einem luminalen Organ, einer Vene oder Arterie und üblicherweise an einem Verzweigungspunkt oder im Herzen zur Ruhe kommen. Diese Fremdkörper im Patienten zurück zu lassen, kann ausgesprochen schädlich sein und zu Komplikationen wie Sepsis, Perforation, Thrombose, Arrhythmie, myokardialer Nekrose oder sogar zum Tod führen. Daher ist es notwendig und dringend, den Fremdkörper aus dem Patienten zu entfernen.

[0003] In ähnlicher Weise erfordern etliche radiologische Eingriffsverfahren die Implantation verschiedener Vorrichtungen in den Körper. In jüngster Zeit werden Emboliespiralen, Stents und Hohlvenenfilter unter anderem häufig verwendet. Eine Missplatzierung und/oder ein Verrutschen dieser Vorrichtungen kann in ernsten Konsequenzen resultieren und ihre Entfernung nötig machen (Galal et al., Eur. Heart J., 1997; Ing und Bierman, Cardiovasc. Intervent. Radiol, 1995; Siegel und Robertson, JVIR 1993; Lipton, JVIR 1995).

[0004] Die perkutane Entfernung von Fremdkörpern oder Vorrichtungen ist akzeptabel geworden, weil sie relativ einfach und sicher ist. Allerdings weisen die derzeitigen Vorrichtungen bestimmte Nachteile auf, welche ihre Leichtigkeit in der Verwendung und ihren Verwendungsbereich eingrenzen.

[0005] Derzeit ist die Amplatz "Goose Neck"-Schlinge, die von Microvena Corporation of White Bear Lake, MN, kommerziell erhältlich ist, die beliebteste Schlinge. Wie im U.S. Patent 5,171,233 von Amplatz et al. (1992) beschrieben, besteht die Amplatz-Schlinge aus einem superelastischen Draht, der in zwei Hälften gebogen ist. Die zwei Drahtsegmente, die aus der Biegung resultieren, sind miteinander verbunden, so dass die Möglichkeit, dass sich die Segmente relativ zueinander bewegen, ausgeschlossen wird. Am Ort der Biegung wird eine Schlinge ausgebildet. Die Schlinge ist an ihrem proximalen Ende gebogen (d. h. das Ende der Schlinge, das dem Anwender am nächsten liegt), so dass die Schlinge in einem Winkel zu den zusammengeschnürten Drahtsegmenten orientiert ist. Weil die Drahtsegmente zusammengebunden sind, um ihre Bewegung relativ zueinander zu verhindern, ist die Größe der Schlinge festgelegt.

[0006] Um die Amplatz-Schlinge zu bedienen, wird die Schlinge zusammengezogen (gequetscht) und in einen Katheter inseriert. Sobald dieser einmal im Patienten positioniert ist, wird die Position des Katheters beibehalten, um die Schlinge zu verwenden, und der zusammengefaltete Draht wird gedrückt bis die Schlinge sich über die Spitze des Katheters hinaus völlig geöffnet hat. Sie kehrt dann in ihre geöffnete Konfiguration zurück. Bevor sie über die Spitze des Katheters hinaus vollständig ausgeweitet ist, wird die Schlinge zusammengefaltet und nutzlos bleiben.

[0007] Nachdem die Schleife ausgebildet wurde, kann die Amplatz-Schlinge manipuliert werden, bis die Schlinge über den Fremdkörper, der eingefangen werden soll, gezogen wird. Anschließend kann der Katheter über die zusammengebundenen Segmente und die Schlinge gezogen werden, wobei die Position des gefalteten Drahts beibehalten wird, bis der Fremdkörper fest zwischen dem distalen Ende der Schlinge und dem Katheter verkeilt ist. Dieser Vorgang kann auch erreicht werden, indem der Katheter ruhig gehalten wird und die zusammengebundenen Drahtsegmente zurückgezogen werden, oder indem beides gleichzeitig ausgeführt wird. Die Schlinge kann dann aus dem Patienten zusammen mit dem seitlich orientierten Fremdkörper entfernt werden.

[0008] Ein angeblicher Vorteil der zusammengebundenen Drahtsegmente und der fixierten Schlinge der Amplatz-Schlinge besteht darin, dass der Verwender nur eine Hand braucht, um die Schlinge auszubilden, im Gegensatz zu anderen Schlingen, in denen die relative Bewegung zweier Drahthälften von Nöten sein kann, um eine nützliche Schlinge auszubilden (siehe z. B. die Schlinge, die in Bett et al., Med. J. Aust., 1971 offenbart ist).

[0009] Die Tatsache, dass die Schlinge der Amplatz-Schlinge eine fixe ist, weist allerdings bestimmte Nachteile auf. Zum Beispiel könnte es nicht machbar sein, Fremdkörper aller Größen auf eine am wenigsten zerstörerische Art und Weise aus dem Patienten zu entfernen, weil die Schlinge fix ist und nur eine oder zwei Schlingengrößen besitzt. Es ist offensichtlich, dass, während eine Schlinge mit einer relativ großen Schlinge für die Entfernung entsprechend großer Fremdkörper in ausreichend großen Gefäßen oder Strukturen nützlich sein kann, ein Patient durch die Entfernung eines kleiner dimensionierten Fremdkörpers mit derselben Schlinge traumatisiert werden könnte. Insbesondere würde es für einen Patienten nicht gut sein, einen kleinen Fremdkörper, der in ei-

nem kleinen Gefäß oder einer kleinen Struktur liegt, mit einer Amplatz-Schlinge zu entfernen, die eine Schlinge besitzt, die größer ist als die Größe des Gefäßes. Das Gefäß oder die Struktur könnten durch den Druck traumatisiert werden, den die Schlinge auf die Wand des Gefäßes oder der Struktur während der Prozedur ausüben würde. Im Endergebnis ist es nicht möglich, ein bis zwei Amplatz-Schlingen für das Einfangen von Fremdkörpern aller möglichen Größen zu verwenden.

[0010] Ferner müsste, als ein Ergebnis der Unveränderlichkeit der Schlinge und der Tatsache, dass sie über die Spitze des Katheters hinaus ausgedehnt werden muss, bevor sie ausgebildet und funktionstüchtig ist, wenn ein Fremdkörper so positioniert wäre, dass es leichter wäre, ihn durch das Zurückziehen der Schlinge in Richtung des Verwenders zu umgehen als die Schlinge von ihm oder ihr weg zu bewegen, die Spitze des Katheters distal des distalen Endes des Fremdkörpers positioniert werden, bevor die Schlinge ausgebildet wird. Als ein Ergebnis müsste das Gefäß oder die Struktur distal des Fremdkörpers ausreichend viel Raum besitzen, in welchen die zusammengezogene Schlinge während ihrer Ausbildung ausgedehnt werden könnte. Wenn ein solcher Raum nicht vorliegt, z. B. an einer Verzweigung oder Gabelung, wäre die Amplatz-Schlinge bei dieser Anwendung nutzlos.

[0011] Ein weiterer Nachteil der Amplatz-Schlinge liegt darin, dass der Fremdkörper vor seiner Entfernung zwischen dem distalen Ende der Schlinge und der distalen Spitze des Katheters eingeklemmt oder verkeilt werden muss. Als ein Ergebnis daraus, wird der Fremdkörper, in Fällen, in denen der Fremdkörper gerade oder nur wenig gebogen ist, transvers zum Katheter orientiert sein, während er entfernt wird. Infolgedessen kann die Wand des Gefäßes oder der Struktur, aus der er entfernt wird, durch den lateral orientierten Fremdkörper traumatisiert werden, indem er daran entlang kratzt, während der Fremdkörper herausgeholt wird. Aus dem selben Grund kann die Behandlung gewundener Passagen schwierig sein, und der Fremdkörper kann in einer Passage gefangen oder eingequetscht werden, was seine operative Entfernung nötig machen kann.

[0012] Ein weiterer Nachteil der Amplatz-Schlinge liegt darin, dass sie nicht führungsdrahtkompatibel ist. Der Gebrauch eines Führungsdrahts ist im Amplatz Patent weder offenbart noch nahe gelegt. Daher muss der Katheter, welcher die Hülle des gefalteten Drahts darstellt, zur Führung der Schlinge an ihre erwünschte Position verwendet werden. Ferner würde die Verwendung eines Führungsdrahts bei der Amplatz-Schlinge nur seine Größe erhöhen, weil ein größerer Zufuhrkatheter nötig wäre, um die beiden verdrillten und miteinander verbundenen Drahtsegmente und den Führungsdraht unterzubringen.

[0013] Die Operationsschlinge, die im U.S. Patent 5,342,371 von Welter et al. (1994) (käuflich erhältlich von Cook Inc., Bloomington, IN) (die "Welter-Schlinge") offenbart ist, besitzt einige der selben Nachteile wie die Amplatz-Schlinge, löst jedoch einen von diesen. Die Welter besteht aus einem verlängerten Stabelement in welchem zwei der Länge distanzierte Anschlüsse vorhanden sind. Ein Draht aus rostfreiem Stahl wird aus einem der Anschlüsse herausgefädelt, helikal um das elongierte Stabelement gewunden und durch den anderen Anschluss zurück in das Stabelement gefädelt, wobei außerhalb des Stabelements eine helikale Schlinge aus rostfreiem Stahl ausgebildet wird. Das distale Ende des Drahts aus rostfreiem Stahl wird am distalen Ende des Stabelements angebracht. Die helikale Schlinge aus rostfreiem Stahl kann geöffnet und geschlossen werden, indem ein gleitender Griff der am proximalen Ende des Stabelements angebracht ist, bedient wird. Durch das Anbringen des distalen Endes des Drahts aus rostfreiem Stahl an das distale Ende des elongierten Stabelements löst die Welter-Schlinge das Problem, welches im Amplatz-Patent erkannt wurde, und darin besteht, dass man ein Ende des Drahts aus rostfreiem Stahl, der die helikale Schlinge ausbildet, relativ zum anderen bewegen muss, indem die Position des distalen Endes des Drahts fixiert wird, anstelle den Draht zu biegen und die zwei Drahtsegmente zu verbinden. Als ein Ergebnis daraus kann die helikale Schlinge der Welter-Schlinge aus rostfreiem Stahl nicht nur mit einer Hand bedient werden, ein Ziel, das durch die verbundenen Drahtsegmente der Amplatz-Schlinge erreicht wurde, sondern kann auch kontinuierlich angepasst werden.

[0014] Das Stabelement ist an seinem distalen Ende geschlossen, und somit ist die Welter-Schlinge nicht führungsdrahtkompatibel. Diesbezüglich hat sie die selben Nachteile wie die Amplatz-Schlinge. Ferner wird die Verwendung einer Führungsschlinge vom Welter-Patent nicht nahe gelegt, weil die Funktion eines Führungsdrahts – nämlich die Kontrolle – so gelehrt wird, dass sie durch eine Litze des Drahts aus rostfreiem Stahl, die als ein Verdrillungskontrollglied in der Wand des Stabelements eingelassen ist, erreicht wird. Diese eingelassene rostfreie Drahtlitze erleichtert angeblich die Richtungskontrolle des Stabelements durch das Gefäßsystem des Patienten. Die Drahtlitze ist während der Extrusion des Stabelements in der Wand des Stabelements eingelassen.

[0015] Das Welter-Patent offenbart, dass die Anschlüsse in dem verlängerten Stabelement longitudinal voneinander getrennt sind. Der durch die Anschlüsse geführte rostfreie Stahldraht, der die helikale Schlinge ausbildet, ist um das elongierte Stabelement auf eine Art und Weise gewickelt, dass die rostfreie Stahlschlinge ausgebildet und bedient werden kann, ohne dass sie lateral deformiert oder geknickt wird. Diesbezüglich erkennt das Welter-Patent die

Nachteile von Schlingen, die während ihres Gebrauchs geknickt werden können, und es scheint, dass es dieses Problem löst, indem es die Ausbildung einer helikalen Schlinge (d. h. eine die nicht lateral deformiert ist) sicherstellt, durch die longitudinale räumliche Trennung der Anschlüsse im Stabelement und die Orientierung des rostfreien Stahldrahts zwischen den Anschlüssen.

[0016] Allerdings besteht ein Nachteil dieses Designs in der Tatsache, dass der rostfreie Stahldraht während seiner Einführung in und Bewegung durch den Körper des Patienten in der Peripherie des Stabelements Raum einnimmt. Als ein Ergebnis davon könnte der rostfreie Stahldraht den Flüssigkeitsfluss unterbrechen oder sogar das Gefäß oder das luminale Organ, in welches es platziert ist, beschädigen, z. B. wenn das Gefäß oder luminale Organ auf Grund des Vorhandenseins von Ablagerungen eine unregelmäßige Form hat, etc. Darüber hinaus benötigt die helikale rostfreie Stahlschlinge entlang der gesamten Länge des Stabelements, welches zwischen den zwei Anschlüssen liegt, Platz innerhalb des Patienten, wenn sie geöffnet, verwendet und geschlossen wird. Folglich unterliegt das Gefäß oder die luminale Struktur, in welcher die Welter-Schlinge verwendet wird, einer möglichen Beschädigung wie sie gerade beschrieben wurde und zwar ihrer gesamten Länge nach, welche der Länge des Stabelements zwischen den zwei Anschlüssen entspricht. In ähnlicher Weise erhöht sich das Risiko für die Unterbrechung des Flüssigkeitsflusses, wenn die helikale rostfreie Stahlschlinge bedient wird, weil die in dem Gefäß oder luminalen Organ vorhandene Menge an rostfreier Stahlschlinge ansteigt.

[0017] Eine weitere Schlinge ist in einem Artikel in The Medical Journal of Australia ("die Australische Schlinge") offenbart und beinhaltet einen Katheter mit zwei kleinen Löchern darin und eine Angelschnur aus Nylon, welche durch die Löcher hindurch gefädelt ist (Bett et al. Med. J. Aust., 1971). Die Enden der Nylonschnur erstrecken sich über die proximale Nabe des Katheters hinaus, wobei die Nabe von einem kurzen Halsstück aus einem Polyurethanrohr geformt wird. Die Lage der Löcher wird aus dem Artikel nicht klar. Die Australische Schlinge wird auch in einem anderen Artikel besprochen, der in seiner Fig. 4 die Löcher in der Schlinge als longitudinal auseinander stehend beschreibt (Bloomfield, Cathet. Cardiovasc. Diagn. 1978).

[0018] Was auch immer die Position der Löcher in der Australischen Schlinge sein mag, besitzt sie einen vom Amplatz-Patent erkannten Nachteil – die Notwendigkeit für die relative Bewegung der Enden der Nylonschnur, so dass eine nützliche Schlinge ausgebildet wird. Obwohl ein Bediener die zwei Enden der Nylonschnur zusammenhalten und beide auf die selbe Weise bedienen könnte, um eine Schlinge auszubilden, könnte die Rigidität der Nylonschnur bestimmte Probleme bereiten. Zum Beispiel ist es wahrscheinlich, dass die Nylonschnur, welche ja keine höhere Rigidität hat als eine Angelschnur, nur schwer durch die Löcher im Katheter auf eine glatte Art und Weise hindurch gefädelt werden kann. (Die Schlaffheit der Schnur ist in Fig. 4 des Bloomfield-Artikels beschrieben.) Das bedeutet, dass die relativ schlaffe Nylonschnur wahrscheinlich eine Tendenz haben würde, sich zu verziehen, wenn die Schlinge ausgebildet wird. Dies würde sich wahrscheinlich besonders bewahrheiten, wenn beide Enden der Schnur zusammengehalten und gleichzeitig bedient werden würden. Ein weiteres Problem, welches durch die relative Schlaffheit der Nylonschnur auftritt, besteht darin, dass, wenn die Position der ausgebildeten Schlinge entweder durch den Fremdkörper oder einen Teil der Anatomie des Patienten gestört werden würde, das Fehlen der Rigidität der Nylonschnur es dem Bediener unmöglich machen könnte, leicht eine bedienbare Konfiguration der verformten Schlinge wieder zu erreichen.

[0019] Es ist nicht beabsichtigt, dass die Probleme der vorhergehenden Schlingen erschöpfend dargelegt sind, sondern stellen im Gegenteil nur einige der vielen Probleme dar, welche die Effektivität der bereits bekannten Schlingen beeinträchtigen können. Es können auch andere nennenswerte Probleme existieren; allerdings sollten die oben dargestellten ausreichen, um zu zeigen, dass die bisherigen Techniken, welche in diesem Fachgebiet aufgetaucht sind, insgesamt nicht zufriedenstellend sind, vor allem in der Bereitstellung einer einfach konstruierten Schlinge, die leicht bedienbar und in der Lage ist, Gegenstände auf eine verlässliche und minimal invasive Art zu ergreifen.

[0020] In einer Hinsicht ist die Erfindung eine Einfangvorrichtung, die einen ersten Katheter mit einem distalen Ende, einem proximalen Ende, einem Lumensystem, das konfiguriert ist, um mindestens einen ersten Draht aufzunehmen, so dass der wenigstens eine Draht sich über beide Enden des ersten Katheters hinaus ausdehnen kann, und mit einem Öffnungssystem, durch welches eine Schlinge ausgebildet werden kann, beinhaltet, aber nicht darauf begrenzt ist; und einen Draht, der ein distales Ende besitzt, welches an dem ersten Katheter angebracht ist, und ein proximales Ende besitzt. Das proximale Ende des Drahts kann manipuliert werden, so dass ein Anteil des Drahts außerhalb des ersten Katheters eine Schlinge bildet. Die Schlinge ist in der Lage, Fremdkörper innerhalb eines Patienten zu ergreifen.

[0021] Die Einfangvorrichtung kann auch einen Führungsdraht beinhalten, ist aber nicht darauf begrenzt, welcher konfiguriert ist, um innerhalb des Lumensystems platziert zu werden. Das Öffnungssystem kann erste und zweite Öffnungen beinhalten. Die

erste Öffnung kann vom distalen Ende des ersten Katheters einen ersten Abstand weit entfernt liegen, die zweite Öffnung kann vom distalen Ende des ersten Katheters einen zweiten Abstand weit entfernt liegen, und der erste und zweite Abstand können im Wesentlichen gleich sein. Die Schlinge, welche ausgebildet werden kann, kann eine offene Position besitzen, die im Wesentlichen eine kreisförmige Gestalt hat. Das Lumensystem kann ein einzelnes Lumen sein, das konisch zulaufend ist. Das Lumensystem kann ein erstes Lumen und ein zweites Lumen beinhalten, und der Draht kann konfiguriert sein, so dass er innerhalb des ersten Lumens platziert wird und sich über beide Enden des ersten Katheters hinaus ausdehnen kann. Der erste Katheter kann wenigstens zwei miteinander verbundene Segmente beinhalten. Die Einfangvorrichtung kann auch einen Griff, der mit dem Draht verbunden ist, beinhalten, ist aber nicht darauf beschränkt. Der Griff kann manipuliert werden, so dass der Teil des Drahts durch das Öffnungssystem hindurch gleitet und die Schlinge ausbildet, die in der Lage ist Fremdkörper innerhalb des Patienten zu ergreifen. Die Einfangvorrichtung kann auch ein verstärkendes Schlingenmaterial beinhalten, das mit dem Draht verbunden ist, so dass, wenn das proximale Ende des Drahts manipuliert wird, um die Schlinge auszubilden, wenigstens ein Anteil der Schlinge an das verstärkende Schlingenmaterial angrenzt, ist aber nicht darauf beschränkt. Das verstärkende Schlingenmaterial kann aus Teflon, Nylon oder PTFE bestehen. Das verstärkende Schlingenmaterial kann aus rostfreiem Stahl bestehen. Das verstärkende Schlingenmaterial kann aus Nitinol bestehen. Das verstärkende Schlingenmaterial kann aus Wolfram oder Platin bestehen. Die Einfangvorrichtung kann auch ein verstärkendes Schiebermaterial, das mit dem Draht in der Nähe des proximalen Endes des Drahts verbunden ist, beinhalten, ist aber nicht darauf beschränkt. Das verstärkende Schiebermaterial kann beispielsweise aus Nitinol oder rostfreiem Stahl bestehen. Das verstärkende Schiebermaterial kann ein zweiter Katheter sein, und der zweite Katheter kann manipuliert werden, so dass der Teil des Drahts durch das Öffnungssystem hindurch gleitet und die Schlinge ausbildet, die in der Lage ist, Fremdkörper innerhalb des Patienten zu ergreifen. Die Einfangvorrichtung kann auch ein erstes Ventil für die Blutstillung, das mit dem distalen Ende des ersten Katheters verbunden ist, und ein zweites Ventil für die Blutstillung, das mit dem distalen Ende des zweiten Katheters verbunden ist, beinhalten, ist aber nicht darauf beschränkt. Die Einfangvorrichtung kann auch einen Seitenarmadapter, der mit dem distalen Ende des ersten Katheters verbunden ist, beinhalten, ist aber nicht darauf beschränkt. Die Einfangvorrichtung kann auch eine Sperrvorrichtung, die mit dem Seitenarmadapter verbunden ist, beinhalten, ist aber nicht darauf beschränkt. Die Einfangvorrichtung kann auch ein Ventil für die Blutstillung, das mit der Sperrvorrichtung verbunden ist, beinhalten, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0022] In einem weiteren Hinblick ist die Erfindung eine Einfangvorrichtung, die einen ersten Katheter mit einem distalen Ende, einem proximalen Ende, einem Lumensystem, das konfiguriert ist um wenigstens einen Draht aufzunehmen, so dass sich der eine Draht über beide Enden des ersten Katheters hinaus ausdehnen kann, und mit einem Öffnungssystem, durch welches eine Schlinge ausgebildet werden kann, beinhaltet, aber nicht darauf beschränkt ist; einen ersten Draht, konfiguriert, um innerhalb des Lumensystems platziert zu werden und sich über beide Enden des ersten Katheters hinaus auszudehnen; und einen zweiten Draht, der ein distales Ende und ein proximales Ende besitzt. Das distale Ende des zweiten Drahts ist an dem ersten Katheter angebracht. Das proximale Ende des zweiten Drahts kann manipuliert werden, so dass ein Anteil des zweiten Drahts durch das Öffnungssystem hindurch gleitet und eine Schlinge ausbildet, die in der Lage ist, Fremdkörper innerhalb eines Patienten zu ergreifen.

[0023] Das Öffnungssystem kann zwei Öffnungen beinhalten, die im Wesentlichen im gleichen Abstand vom distalen Ende des ersten Katheters ausgerichtet sind. Die Schlinge, die ausgebildet werden kann, kann eine offene Position besitzen, die im Wesentlichen eine kreisförmige Gestalt hat. Das Lumensystem kann ein einzelnes Lumen sein. Das Lumensystem kann ein erstes Lumen und ein zweites Lumen beinhalten. Der erste Draht kann konfiguriert werden, um innerhalb des ersten Lumens platziert zu werden und sich über beide Enden des ersten Katheters hinaus auszudehnen, und der zweite Draht kann innerhalb des zweiten Lumens platziert werden. Der erste Katheter kann konisch zulaufend sein. Der erste Katheter kann wenigstens zwei miteinander verbundene Segmente beinhalten. Der zweite Draht kann konisch zulaufend sein. Die Einfangvorrichtung kann auch einen Griff der mit dem zweiten Draht verbunden ist, beinhalten, ist aber nicht darauf beschränkt, und der Griff manipuliert werden, so dass der Teil des zweiten Drahts durch das Öffnungssystem hindurch gleitet und die Schlinge ausbildet, die in der Lage ist Fremdkörper innerhalb des Patienten zu ergreifen. Die Einfangvorrichtung kann auch ein verstärkendes Schlingenmaterial beinhalten, das mit dem zweiten Draht verbunden ist, so dass, wenn das proximale Ende des zweiten Drahts manipuliert wird, um die Schlinge auszubilden, wenigstens ein Anteil der Schlinge an das verstärkende Schlingenmaterial angrenzt, ist aber nicht darauf beschränkt. Die Einfangvorrichtung kann auch ein verstärkendes Schiebermaterial, das mit dem zweiten Draht in der Nähe des proximalen Endes des zweiten Drahts verbunden ist, beinhalten, ist aber nicht darauf beschränkt. Das verstärkende Schiebermaterial kann ein zweiter Katheter sein, der konfiguriert ist, um den ersten Draht aufzunehmen, und der zweite Katheter kann manipuliert

werden, so dass der Teil des zweiten Drahts durch das Öffnungssystem hindurch gleitet und die Schlinge ausbildet, die in der Lage ist Fremdkörper innerhalb des Patienten zu ergreifen. Die Einfangvorrichtung kann auch ein erstes Ventil für die Blutstillung, das mit dem distalen Ende des ersten Katheters verbunden ist, und ein zweites Ventil für die Blutstillung, das mit dem distalen Ende des zweiten Katheters verbunden ist, beinhalten, ist aber nicht darauf beschränkt. Die Einfangvorrichtung kann auch einen Seitenarmadapter, der mit dem distalen Ende des ersten Katheters verbunden ist, beinhalten, ist aber nicht darauf beschränkt. Die Einfangvorrichtung kann auch eine Sperrvorrichtung, die mit dem Seitenarmadapter verbunden ist, beinhalten, ist aber nicht darauf beschränkt. Die Einfangvorrichtung kann auch ein Ventil für die Blutstillung, das mit der Sperrvorrichtung verbunden ist, beinhalten, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0024] In einer weiteren Hinsicht ist die Erfindung ein Verfahren für das Einfangen von Fremdkörpern in einem Patienten, das die Einführung eines Führungsdrahts in den Patienten beinhaltet, aber nicht darauf beschränkt ist; das Manövrieren des Führungsdrahts an eine geeignete Stelle innerhalb des Patienten; die Einführung eines ersten Katheters, der ein distales Ende, ein proximales Ende, ein Öffnungssystem besitzt, durch welches eine Schlinge ausgebildet werden kann, und einen daran befestigten Draht, der in der Lage ist, eine Schlinge auszubilden, oberhalb des Führungsdrahts; die Manipulation des Drahts, um den Fremdkörper mit der Schlinge einzufangen; und den ersten Katheter und den Fremdkörper zurückzuziehen, um den Fremdkörper in dem Patienten einzufangen.

[0025] Das Öffnungssystem kann erste und zweite Öffnungen beinhalten. Die erste Öffnung kann vom distalen Ende des ersten Katheters einen ersten Abstand weit entfernt liegen. Die zweite Öffnung kann vom distalen Ende des ersten Katheters einen zweiten Abstand weit entfernt liegen. Der erste und zweite Abstand können im Wesentlichen gleich sein. Die Schlinge, die ausgebildet werden kann, kann eine offene Position besitzen, die im Wesentlichen eine kreisförmige Gestalt hat. Der erste Katheter kann wenigstens zwei miteinander verbundene Segmente beinhalten. Das Verfahren kann auch ein verstärkendes Schlingenmaterial beinhalten, ist aber nicht darauf beschränkt, das mit dem Draht verbunden ist, so dass, wenn der Draht manipuliert wird, um die Schlinge auszubilden, wenigstens ein Teil der Schlinge an das verstärkende Schlingenmaterial angrenzt.

[0026] Die folgenden Zeichnungen sind Teil der vorliegenden Beschreibung und sind eingefügt, um bestimmte Aspekte der vorliegenden Einfangvorrichtung darzulegen. Die vorliegende Einfangvorrichtung kann durch die Bezugnahme auf eine oder mehrere dieser Zeichnungen in Kombination mit der hierin präsentierten Beschreibung erläuternder Ausführungsformen besser verstanden werden.

[0027] Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung.

[0028] Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht von vorne einer Ausführungsform des Katheters der vorliegenden Einfangvorrichtung.

[0029] Fig. 3 ist eine Aufsicht einer weiteren Ausführungsform des Katheters der vorliegenden Einfangvorrichtung.

[0030] Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht eines Teils in der Nähe des distalen Endes einer Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung, die eine Art zeigt, auf welche der Draht, der die Schlinge der vorliegenden Einfangvorrichtung ausbildet, mit dem Katheter verbunden werden kann.

[0031] Fig. 5A ist eine Vorderansicht des Katheters der vorliegenden Einfangvorrichtung, die eine Ausführungsform des Öffnungssystems in dem Katheter zeigt.

[0032] Fig. 5B ist eine Vorderansicht des Katheters der vorliegenden Einfangvorrichtung, die eine weitere Ausführungsform des Öffnungssystems in dem Katheter zeigt.

[0033] Fig. 6A ist eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung, welche die Schlinge in einer offenen Position zeigt.

[0034] Fig. 6B ist eine Aufsicht, die den Teil des Drahts, der die Schlinge einer Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung ausbildet, welcher den größten Abstand entlang des Umfangs des Katheters zwischen den darin befindlichen Öffnungen einnimmt.

[0035] Fig. 7 ist eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung, die einen Fremdkörper zeigt, der zwischen dem Katheter und der Schlinge gesichert ist.

[0036] Fig. 8 ist eine Aufsicht auf eine Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung.

[0037] Fig. 9 ist eine Aufsicht auf eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung.

[0038] Fig. 10 ist eine Vorderansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung, in welcher die Schlinge in einer Ebene verbleibt, die im Wesentlichen senkrecht zu einer Achse des Kathe-

ters verläuft.

[0039] Fig. 11 ist eine Vorderansicht einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung, in welcher eine gekrümmte Longitudinalachse durch die Schlinge führt.

[0040] Fig. 12 ist eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung, welche die Ventile für die Blutstillung, die mit sowohl dem Katheter als auch dem verstärkenden Schiebermaterial verbunden sind, zeigt.

[0041] Fig. 13 ist eine partielle perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung, in der sowohl ein verstärkendes Schlingenmaterial als auch ein verstärkendes Schiebermaterial an den Draht, der die Schlinge ausbildet, angebracht ist.

[0042] Fig. 14 ist eine partielle perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung, in welcher nur ein verstärkendes Schiebermaterial an den Draht, der die Schlinge ausbildet, angebracht ist.

[0043] Fig. 15 ist eine partielle perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung, welche ein an das distale Ende des Katheters angebrachtes Sperrsystem und einen Griff zeigt, der an das distale Ende des verstärkenden Schiebermaterials angebracht ist.

[0044] Fig. 16 ist eine partielle perspektivische Ansicht, die eine Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung zeigt, während sie einen Stent mit Maschen einfängt.

[0045] Fig. 17 ist eine partielle perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Einfangvorrichtung, die ein zweilumiges Lumensystem in dem Katheter, ein Sperrsystem, das an das distale Ende des Katheters angebracht ist, und einen Griff zeigt, der an dem distalen Ende des Drahts, der die Schlinge ausbildet, angebracht ist.

[0046] Fig. 18 ist eine Querschnittsansicht von vorne einer dritten Ausführungsform des Katheters der vorliegenden Einfangvorrichtung.

[0047] Schlingen oder Einfangvorrichtungen für das Einfangen von Fremdkörpern wie fragmentierten Kathetern, Führungsdrähten oder Anschlussdrähten für Herzschrittmacher; oder Stents, Filter oder Verschlussgerätschaften wie Emboliespiralen, sollten konfiguriert werden, so dass sie einfach und sicher durch das Gefäßsystem oder andere luminale Organe des Patienten manövriert werden können. Ferner sollte die Schlinge für das Ergreifen von Fremdkörpern so wenig wie möglich Raum innerhalb des Gefäßsystems oder luminalen Organs einnehmen, um damit das Risiko einer Verletzung irgendeiner Art infolge seiner Verwendung auf ein Minimum zu reduzieren. In ähnlicher Weise sollte die Vorrichtung, die verwendet wird, um die Schlinge zu transponieren, ebenfalls so wenig Raum im Gefäßsystem oder luminalen Organ aus dem selben Grund einnehmen. Zusätzlich sollte die Schleife konfiguriert werden, dass sie kontinuierlich verstellbar ist, und in der Lage ist, Fremdkörper jeder beliebigen Größe zu greifen, so dass nur eine oder zwei Einfangvorrichtungen der richtigen Größe mit einem Fremdkörper beliebiger Größe auf eine angemessene Art und Weise zurechtkommen.

[0048] Vorteilhafterweise erreichen die vorliegenden Einfangvorrichtungen diese wünschenswerten Eigenschaften und lösen die Probleme, die mit den vorhergehenden Schlingen einhergehen, wie das Fehlen einer Führungsdrahtkompatibilität, zusammen mit einer leicht und verlässlich handhabbaren Schlinge zum Ergreifen des Zielfremdkörpers. Zusätzlich sind die vorliegenden Schlingen kontinuierlich verstellbar und, infolge dessen müssen im Gegensatz zu den Amplatz-Schlingen nur eine oder zwei Einfangvorrichtungen der richtigen Größe gemäß der vorliegenden Offenbarung in der Hand gehalten werden, um sicher und effizient jeden Fremdkörper fast jeder beliebigen Größe einzufangen, der innerhalb des Gefäßsystems oder eines luminalen Organs eines Patienten sitzt. Ein weiterer Unterschied zu der Amplatz-Schlinge liegt darin, dass sowohl der Katheter als auch die Schlinge der vorliegenden Einfangvorrichtungen so ausgelegt sind, dass sie so wenig wie möglich Raum innerhalb des Gefäßsystems oder der luminalen Organe des Patienten einnehmen. Darüber hinaus kann die Größe der Katheter der vorliegenden Einfangvorrichtungen so klein wie möglich sein, wenn ein Führungsdraht bei einer der vorliegenden Einfangvorrichtungen nicht verwendet wird, vorausgesetzt, dass ein Ende des Drahts, der die Schlinge ausbildet, am Katheter auf eine Weise angebracht ist, dass der Katheter nur noch groß genug sein muss, um ein einzelnes Drahtsegment zu beherbergen, und entsprechend klein können die Zugangsstellen für Eingriffe mit den vorliegenden Einfangvorrichtungen sein. Vorteilhafterweise wird daher die Möglichkeit, dass der Eingriff ambulant ausgeführt werden kann, maximiert.

[0049] In Fig. 1 ist eine Einfangvorrichtung **10** gezeigt, die einen Katheter **20**, einen Führungsdraht **30** und einen Draht **40** beinhaltet. Ein Teil des Drahts **40** liegt in Schlingenform **50** vor, wie es unten detaillierter diskutiert wird. Der Katheter **20** hat ein distales Ende **22** und ein proximales Ende **24**. Der Katheter **20** hat ebenfalls ein Lumensystem **26**, wie in Fig. 2 dargestellt ist. Wie hierin verwendet, ist ein "Katheter" jede Röhre oder Umhüllung, die um Objekte wie Drähte, inklusive Führungsdrähte, herum platziert

werden kann, und die ein solches Objekt oder solche Objekte umschließen kann und einen Kontakt zwischen dem Objekt/den Objekten und dem Gefäß oder der Struktur, in welche der Katheter platziert wird, verhindern kann. Ein "Katheter", wie hierin verwendet, kann Materialien beinhalten, die innerhalb des Katheters eingelassen sind, so dass eine Richtungskontrolle des Katheters erleichtert wird, z. B. eine Metalllitze.

[0050] In einer Ausführungsform kann das Lumensystem **26** ein einzelnes Lumen sein, wie in Fig. 2 dargestellt ist. Sowohl der Führungsdraht **30** als auch der Draht **40** können innerhalb des einzelnen Lumens untergebracht sein und agieren, wie in Fig. 1 dargestellt ist. In einer weiteren Ausführungsform, gezeigt in Fig. 3, kann das Lumensystem **26** zwei Lumina beinhalten, von denen eines vom Führungsdraht **30** eingenommen werden kann und im anderen der Draht **40** untergebracht sein kann. Weiterhin wird ein Fachmann verstehen, dass im Hinblick auf den Vorteil dieser Offenbarung, sollten sich mehr als zwei Lumina als nützlich für eine Anwendung der Einfangvorrichtung **10** erweisen, das Lumensystem **26** des Katheters **20** entsprechend konfiguriert werden kann.

[0051] Wie in Fig. 1 gezeigt ist, hat der Draht **40** ein distales Ende **42**, das durch den Katheter **20** verborgen wird, und ein proximales Ende **44**. Das distale Ende **42** des Drahts **40** kann an dem Katheter **20** an jeder geeigneten Stelle mit jedem geeigneten Mittel angebracht werden. Beispielsweise kann das distale Ende **42** an den Katheter **20** in der Nähe des distalen Endes **22** des Katheters **20** angebracht werden. Diesbezüglich kann das distale Ende **42** des Drahts **40** entweder außerhalb oder innerhalb (d. h. innerhalb des Lumensystems **26**) des Katheters **20** in der Nähe des distalen Endes **22** des Katheters **20** angebracht werden. Ferner kann das distale Ende **42** des Drahts **40** an den Katheter **20** entweder näher an das distale Ende **22** als das Loch oder die Öffnung (beides unten detaillierter beschrieben), durch das oder durch die es gefädelt wird, oder auch weiter entfernt vom distalen Ende **22** als das Loch oder die Öffnung.

[0052] Das distale Ende **42** kann unter Verwendung einer Anzahl geeigneter Mittel an den Katheter **20** angebracht werden. Zum Beispiel, wenn der Katheter **20** aus Metall besteht (unten diskutiert), wie Nitinol, kann das distale Ende **42** durch Löten, Schweißen, einen geeigneten Kleber oder Ähnliches direkt an den Katheter **20** angebracht werden. Wenn der Katheter **20** aus einem Polymer besteht (unten diskutiert), wie TEFLON, NYLON oder Ähnliches, kann das distale Ende **42** z. B. mit einem geeigneten Klebstoff direkt an den Katheter **20** angebracht werden. Der Fachmann wird verstehen, dass im Hinblick auf den Vorteil dieser Offenbarung die Menge an Draht **40**, die an den Katheter **20** angebracht werden kann, variieren kann, je nachdem welche Anwendung für die Einfangvorrichtung in Erwägung gezogen wird.

[0053] In einer Ausführungsform, wie in Fig. 4 gezeigt, ist das distale Ende **42** des Drahts **40** an den Ring **45** angebracht, der wiederum am Katheter **20** gesichert ist. Der Ring **45** kann aus jedem geeigneten Material bestehen, an welches der Draht **40** angebracht werden kann, wie rostfreier Stahl, Nitinol, Platin, Iridium, Wolfram oder Ähnliches. Entsprechend kann das distale Ende **42** unter Verwendung jedes geeigneten Mittels, beispielsweise durch Löten oder Schweißen, mit einem geeigneten Klebstoff oder Ähnlichem an den Ring **45** angebracht werden. Ferner kann jede geeignete Menge an Draht **40** an den Ring **45** angebracht werden. Das bedeutet, der Draht **40** kann in einer oder mehreren Wicklungen gewunden werden (das distale Ende **42** kann sich darunter befinden), die z. B. an den Ring **45** gelötet oder geschweißt werden können. Weiterhin kann der Ring **45** hohl sein, und das distale Ende **42** kann am Ende einer Folge von Wicklungen des Drahts **40** innerhalb des Rings **45** positioniert sein. Der Teil des Drahts **40**, der an den Ring **45** angebracht ist, kann vorteilhafterweise konisch zulaufend sein, damit er weniger Raum auf der Oberfläche oder innerhalb des Katheters **20** einnimmt. Der Ring **45** kann unter Verwendung jedes geeigneten Mittels, beispielsweise mit jedem geeigneten Klebstoff (z. B. Leim), an den Katheter **20** angebracht werden, indem der Ring **45** und der Katheter **20** aus dem selben Material bestehen und der Ring **45** durch eine Reibungsanpassung oder Ähnliches geformt wird.

[0054] Durch das Anbringen des distalen Endes **42** des Drahts **40** an den Katheter **20** kann der Draht **40** manipuliert werden, so dass die Schlinge **50** (unten detaillierter beschrieben) mit nur einer Hand geöffnet und geschlossen wird. Daher lösen die vorliegenden Einfangvorrichtungen das Problem, welches im Amplatz-Patent aufgezeigt wurde, dass zwei Hände benötigt werden, um die zwei Enden eines Drahts, der verwendet wird um die Schlinge auszubilden, zu manipulieren. Im Gegensatz zu den vorliegenden Einfangvorrichtungen, löst die Amplatz-Schlinge dieses Problem durch die gebogenen Segmente des Drahts, der aus diesen die Schlinge ausbildet. Allerdings besitzt die Amplatz-Schlinge die oben beschriebenen Nachteile (beispielsweise die begrenzte Nützlichkeit einer Amplatz-Schlinge einer gegebenen Größe), welche von den gebogenen Segmenten und der entsprechenden Fixiertheit der Amplatz-Schlinge herrühren. Die vorliegenden Einfangvorrichtungen besitzen diese Nachteile nicht, weil, als ein Ergebnis der Anbringung des distalen Endes **42** an den Katheter **20**, die Schlinge **50** kontinuierlich verstellbar ist. Darüber hinaus nimmt die Schlinge **50** während der Manipulation und Operation mit der Einfangvorrichtung innerhalb des Gefäßsystems oder des luminalen Organs des Patienten so wenig Raum wie möglich ein, weil die Schlinge **50** kontinuierlich verstellbar ist. Und

ganz im Gegenteil zu den Amplatz-Schlingen ist es für einen Bediener möglich, nur eine oder zwei der vorliegenden Einfangvorrichtungen zu verwenden, um das Einfangen von Fremdkörpern jeder beliebigen Größe zu bewerkstelligen.

[0055] Weil der Draht **40** der vorliegenden Einfangvorrichtungen an den Katheter **20** so angebracht werden kann, dass sich keine zwei Teile des Drahts **40** gegenseitig überlappen (d. h. das distale Ende **42** des Drahts **40** kann an den Katheter **20** näher an das distale Ende **22** als das Loch oder die Öffnung, durch das oder durch die es gefädelt wird, angebracht werden, wie in Fig. 4 dargestellt), und weil die vorliegenden Einfangvorrichtungen führungsdrahtkompatibel sind, bieten die vorliegenden Einfangvorrichtungen den Bedienern bestimmte Vorteile, die bei der Amplatz-, Welter- und Australischen Schlinge nicht vorhanden sind.

[0056] Beispielsweise ist die Welter-Schlinge einfach nicht führungsdrahtkompatibel. Und obwohl das Welter-Patent die Verwendung einer rostfreien Stahldrahtlitze lehrt, um die Richtungskontrolle der Einzelglieder der Welter-Schlinge zu erleichtern, kann es für einen Bediener, wenn er einen Führungsdraht **30** bei einer der vorliegenden Einfangvorrichtungen verwendet, leichter sein, die vorliegende Einfangvorrichtung zum Zielfremdkörper von einer gegebenen Stelle aus leichter zu dirigieren als es für ihn oder sie sein würde, die Welter-Schlinge zum Zielfremdkörper aus der selben Stelle zu dirigieren. Dies ist wahr, wenn man beachtet, dass Führungsdrähte leichter manövriert werden können als gelitzte Katheter. Beispielsweise kann der Führungsdraht **30** mit einer flexiblen abgewinkelten Spitze ausgerüstet werden.

[0057] Ein weiterer Vorteil bei der Benutzung der vorliegenden Einfangvorrichtungen, um einen Fremdkörper von einem Ort einzufangen, der ohne einen Führungsdraht unerreichbar ist, liegt darin, dass weniger Schritte unternommen werden können, um das erwünschte Ergebnis mit einer der vorliegenden Einfangvorrichtungen zu erreichen, als dies mit entweder der Welter- oder der Amplatz-Schlinge der Fall wäre. Beispielsweise wird in der Situation, in der jede der drei eben erwähnten Vorrichtungen verwendet wird, ein Führungsdraht an den Zielort dirigiert. Im Fall der Welter-Schlinge wird anschließend über den Führungsdraht ein Katheter vorgeschoben, der groß genug ist, um die Welter-Schlinge unterzubringen. Wenn dieser Katheter einmal stabil positioniert ist, wird der Führungsdraht zurückgezogen. Anschließend wird die Welter-Schlinge in den Katheter platziert und zur Zielstelle vorgeschoben. Im Gegensatz dazu sind bei der Verwendung der vorliegenden Einfangvorrichtung zwei der vorhin erwähnten Schritte – der Schritt des Zurückziehens des Führungsdrahts und der Schritt des Vorschiebens der Welter-Schlinge – eliminiert. Wenn der Führungsdraht **30** einmal in geeigneter Weise positioniert ist, kann der Katheter **20** über den Führungsdraht **30** bis zum Zielgebiet vorgeschoben werden, und die Einfangprozedur kann fortgesetzt werden.

[0058] Im Fall der Amplatz-Schlinge wird ein Katheter, der konfiguriert ist, um den gefalteten Draht mit der Schlinge und die zusammengebundenen Segmente der Amplatz-Schlinge aufzunehmen, über den Führungsdraht zum Zielort vorgeschoben, sobald der Führungsdraht in Position ist. Der Führungsdraht wird anschließend zurückgezogen und durch den gefalteten Draht ersetzt. Im Gegensatz dazu ist der zuvor erwähnte Schritt des Zurückziehens des Führungsdrahts eliminiert, wenn die vorliegende Einfangvorrichtung auf die oben beschriebene Art und Weise verwendet wird.

[0059] Indem verschiedene Schritte, die bei der Verwendung der Amplatz- und Welter-Schlingen unternommen werden, eliminiert werden, wird das Einfangen von Fremdkörpern unter Verwendung der vorliegenden Einfangvorrichtungen weniger Zeit dauern als ein vergleichbarer Einfangvorgang mit der Amplatz- oder Welter-Schlinge. Diese Zeitersparnis entspricht einer Reduktion des Risikos für alle möglichen Komplikationen, und davon profitiert der Patient. Ferner profitiert auch der Bediener, wenn er/sie weniger Zeit benötigt. Diese günstige Zeitersparnis ist besonders vorteilhaft für alle, die beteiligt sind (d. h. Patient, Bediener und assistierendes Personal), weil es die Zeit der Strahlungsexposition verringert, deren Effekte kumulativ sind. Üblicherweise ist die fluoroskopische Röntgenstrahlführung das Mittel der Wahl, durch welches die Manipulation der Einfangvorrichtungen überwacht wird. Infolge dessen kann ein Bediener auswählen, das Einfangen eines Fremdkörpers auszuführen, während er/sie einen schweren Bleischutz irgendeiner Art trägt, um sich zu schützen. Allerdings wird der Bediener trotz solch einer Schutzmaßnahme wahrscheinlich immer noch einer Streustrahlung ausgesetzt sein. Daher wird der Bediener weniger Zeit darauf verwenden, einen körperlich erschöpfenden Bleischutz zu tragen, weil die Verwendung der vorliegenden Einfangvorrichtungen wahrscheinlich die Zeit reduzieren wird, die benötigt wird, um das Einfangen auszuführen, im Vergleich zur Verwendung von entweder der Amplatz- oder der Welter-Schlinge, und alle Personen, die in den Eingriff involviert sind – vom Patienten bis zum Assistenten – werden einer geringeren Strahlung ausgesetzt sein.

[0060] Ein weiterer Vorteil, der durch die vorliegenden Einfangvorrichtungen, die einen Führungsdraht **30** verwenden, bieten, liegt darin, dass der Führungsdrahtzugang zum Zielort kontinuierlich aufrechterhalten werden kann, während der Bediener versucht, den Fremdkörper mit der Schlinge **50** zu ergreifen. Ein kontinuierlicher Führungsdrahtzugang ist besonders wichtig, wenn sich der Fremdkörper an einer

heiklen Stelle befindet, deren Zugang eine Reihe von lang dauernden Manipulationen nötig macht. Der Verlust des Führungsdrahtzugangs an eine benachbarte Stelle – z. B. im Fall, wenn der Bediener von entweder einer Amplatz- oder Welter-Schlinge den Fremdkörper aus seiner Position entfernt und dadurch verursacht, dass dieser sich frei bewegt, während er versucht ihn zu ergreifen – könnte die lang andauernden Manipulationen nutzlos machen, weil die Manipulationen wiederholt werden müssten. Ferner könnte es nicht einmal mehr möglich sein, wieder Zugang zum Zielort zu erlangen, auf Grund eines zwischenzeitlichen Gefäßkrampfes, eines bereits vorliegenden endothelialen Schadens oder Ähnlichem.

[0061] Weiterhin: Wäre der Katheter der Amplatz-Schlinge modifiziert, um ihn führungsdrahtkompatibel zu machen, müsste er einen Führungsdraht und beide Segmente des Drahts, der die Schlinge der Amplatz-Schlinge ausbildet, aufnehmen müssen, weil beide Segmente zusammengebunden sind. Im Gegensatz dazu muss der Katheter **20** der vorliegenden Einfangvorrichtungen nur einen Führungsdraht **30** (wenn er verwendet wird) und ein einzelnes Segment des Drahts **40** aufnehmen, da das distale Ende **42** des Drahts **40** am Katheter **20** angebracht ist, in Ausführungsformen der vorliegenden Einfangvorrichtungen, in denen der Draht **40** ohne verstärkendes Schlingenmaterial **90** (unten diskutiert) oder verstärkendes Schiebermaterial **60** (unten diskutiert), das daran angebracht ist, verwendet wird. Daher würde der Katheter **20** der vorliegenden Einfangvorrichtungen im Vergleich weniger Raum in einem Gefäß oder luminalen Organ eines Patienten einnehmen als entweder eine Amplatz-Schlinge, die modifiziert wurde, so dass sie einen Führungsdraht aufnehmen kann, oder als die Australische Schlinge, deren Katheter ebenfalls bemessen sein muss, so dass er eine gefaltete Nylonschnur und einen Führungsdraht aufnehmen kann. Vorteilhafterweise ist es daher bei den vorliegenden Einfangvorrichtungen weniger wahrscheinlich, dass sie den Fluss irgendeiner vorbei fließenden Flüssigkeit versperren, und das Risiko von Komplikationen, die aus einer solchen Versperrung resultieren, kann reduziert werden.

[0062] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Einfangvorrichtungen liegt darin, dass, wenn der Führungsdraht **30** nicht verwendet wird, der äußere Durchmesser des Katheters **20** auf eine Größe wie 2-F verringert werden kann, da das Lumensystem **26** nur den Draht **40** oder den Draht **40**, der an das verstärkende Schiebermaterial **60** (unten diskutiert) oder das verstärkende Schlingenmaterial **90** (unten diskutiert) oder an beidem angebracht ist, aufnehmen muss.

[0063] Fig. 5A stellt das Öffnungssystem **27** dar, durch welches die Schlinge **50** ausgebildet werden kann. In der Ausführungsform des Öffnungssystems **27**, das in Fig. 5A dargestellt ist, beinhaltet das Öffnungssystem **27** eine erste Öffnung **28** und eine zweite Öffnung **32**, welche beide im Katheter **20** in der Nähe des distalen Endes **22** bereit gestellt sind. Die erste Öffnung **28** und die zweite Öffnung **32** sind im Wesentlichen im gleichen Abstand vom distalen Ende **22** des Katheters **20** positioniert. Mit "im Wesentlichen im gleichen Abstand" ist gemeint, dass der Abstand zwischen dem distalen Ende **22** und der ersten Öffnung **28** entlang einer Linie, die parallel zur Achse **31** ist, und der Abstand zwischen dem distalen Ende **22** und der zweiten Öffnung **32** entlang einer Linie, die parallel zur Achse **31** ist, gleich sein können, oder dass der Unterschied bei diesen Abständen so sein kann, dass die Linie **29**, die sich durch die Öffnungen erstreckt, in einem Winkel θ bezüglich der Achse **31** orientiert sein kann, der nicht größer ist als ungefähr 10°.

[0064] Während die erste Öffnung **28** und die zweite Öffnung **32** im Wesentlichen im gleichen Abstand vom distalen Ende **22** des Katheters **20** in Fig. 5A gelegen sind, können beide Öffnungen an gegenüberliegenden Seiten des Katheters **20** (nicht gezeigt) oder auf der selben Hälfte des Katheters **20** (gezeigt) positioniert sein. Ferner kann der Teil des Drahts **40**, der nach Manipulation des proximalen Endes **44** die Schlinge **50** ausbilden kann, entweder den größten Abstand (siehe Fig. 6B, hier befindet sich die Schlinge in einer geschlossenen Position) oder den kürzesten Abstand (siehe Fig. 6A, hier befindet sich die Schlinge in einer offenen Position) zwischen den Öffnungen **28** und **32** entlang des Umfangs des Katheters **20** einnehmen. Je nachdem, ob offen oder geschlossen, wird man verstehen, dass die Schlinge **50** den Katheter **20** nicht einkreist oder um ihn herum gewickelt ist, im Gegensatz zur Beziehung der helikalen rostfreien Stahlschlinge zum Stabelement der Welter-Schlinge. Daher kann der Draht **40** nicht nur sehr vorteilhaft einen minimal bemessenen Raum außerhalb des Katheters **20** während der Positionierung der Einfangvorrichtung **10** innerhalb eines Patienten einnehmen, sondern, wenn sie offen ist, nimmt die Schlinge **50** vorteilhafterweise angesichts des radialen Abstands von der Achse **31**, die durch das Lumensystem **26** des Katheters **20** läuft, weniger Raum außerhalb des Katheters **20** ein als die helikale Schlinge der Welter-Schlinge.

[0065] Die Löcher können in einem beliebigen geeigneten Abstand vom distalen Ende **22** des Katheters **20** positioniert werden. Bei den größeren Einfangvorrichtungen (unten definiert) können die Abstände zwischen dem distalen Ende **22** von sowohl der ersten Öffnung **28** als auch der zweiten Öffnungen **32** zwischen ungefähr 0,5 cm und ungefähr 1,0 cm liegen. Bei den kleineren Einfangvorrichtungen (unten definiert) können die Abstände vom distalen Ende **22** der sowohl ersten Öffnung **28** als auch der

zweiten Öffnung **32** ungefähr 0,5 cm sein. Die Durchmesser der Löcher können geringfügig größer sein als der gewählte Durchmesser des Drahts **40**. Wenn z. B. der Durchmesser des verstärkenden Schlingenmaterials **90** (das den Draht **40** umgeben kann und unten diskutiert ist) ungefähr 0,015" bis ungefähr 0,018" beträgt, können die Löcher Durchmesser von etwa 0,020" bis etwa 0,025" haben. Wie hierin verwendet bedeutet " Inches. Daher bedeutet 0,015" 0,015 Inches.

[0066] Ferner kann der Winkel der Löcher bezüglich der Achse **31** auch verstellt werden. In dieser Hinsicht können die erste Öffnung **28** und die zweite Öffnung **32** jeweils in einem Winkel von etwa 90° bezüglich der Achse **31** orientiert sein. Dieser Winkel kann verstellt werden, um auf den Winkel einzuwirken, in welchem eine durch die Schlinge **50** führende Ebene orientiert werden kann.

[0067] In Fig. 5B ist eine breite Öffnung **33**, eine weitere Ausführungsform des Öffnungssystems **27**, dargestellt. Wie gezeigt, kann die breite Öffnung **33** in der Form eines Schlitzes oder jeder anderen geeigneten Form, beispielsweise die eines Stundenglases oder einer Hantel, bereitgestellt werden. Wie die Löcher **28** und **32**, kann die breite Öffnung **33** im Katheter **20** in jedem beliebigen geeigneten Abstand vom distalen Ende **22** positioniert werden. Beispiele solcher Abstände sind oben beschrieben. Ebenso kann der Winkel der breiten Öffnung **33** wie oben beschrieben verstellt werden, um auf den Winkel einzuwirken, in welchem eine durch die Schlinge **50** führende Ebene bezüglich der Achse **31** orientiert werden kann.

[0068] Indem die erste Öffnung **28** und die zweite Öffnung **32** im Wesentlichen im gleichen Abstand vom distalen Ende **22** des Katheters **20** orientiert werden, oder indem die breite Öffnung **33** auf eine Weise orientiert wird, dass eine Ebene, die durch die Schlinge **50** führt, im Wesentlichen senkrecht zur Achse **31** sein wird, nimmt die Schlinge **50** den geringst möglichen Raum innerhalb des Patienten ein. Im Besonderen entspricht der longitudinale Raum (d. h. der Raum entlang der Länge des Katheters **20**), der durch die Schlinge **50** eingenommen wird, lediglich der Dicke des Drahts **40**. Im Gegensatz dazu nimmt der Draht, der die helikale rostfreie Stahlschlinge der Welter-Schlinge ausbildet, den Raum entlang der Länge des Stabelements zwischen den longitudinal verteilten Anschlüssen ein. Ferner nimmt die helikale rostfreie Stahlschlinge auch den Raum um den Umfang des Stabelements sogar in ihrer "geschlossenen" Position ein, weil der rostfreie Stahldraht der Welter-Schlinge um das Stabelement herum gewickelt ist. Im Gegensatz dazu nimmt die Schlinge **50** beispielsweise in ihrer geschlossenen Position nur den Raum zwischen den Öffnungen **28** und **32** ein.

[0069] Ein weiterer Vorteil, der aus der Orientierung der ersten Öffnung **28** und der zweiten Öffnung **32** oder der breiten Öffnung **33** resultiert, besteht darin, dass kein Raum distal des Katheters **20** innerhalb des Patienten benötigt wird, um die Schlinge **50** sicher um den Zielfremdkörper zu positionieren, wenn man sich dem Fremdkörper aus einer vom Fremdkörper aus gesehenen distalen Position nähert. Dies steht im Kontrast zu der fixierten Schlinge der Amplatz-Schlinge, die longitudinal über das Ende des Katheters hinaus ausgedehnt werden muss (d. h. sie muss entlang der Achse des Katheters der Amplatz-Schlinge ausgedehnt werden), in dem sie untergebracht ist, bevor sie in ihre entspannte Position zurückkehren kann. Daher, als ein Ergebnis der Konfiguration der Schlinge **50**, kann die vorliegende Einfangvorrichtung an Stellen wie Verästelungen oder Kabelungen verwendet werden, um Fremdkörper aus einer distalen Entfernung einzufangen, was in einem solchen Ansatz mit der Amplatz-Schlinge nicht leicht erreicht werden könnte.

[0070] Und noch ein weiterer Vorteil der Orientierung der ersten Öffnung **28** und der zweiten Öffnung **32** oder der breiten Öffnung **33** des Katheters **20** wird im Vergleich zur Konfiguration der fixierten Schlinge der Amplatz-Schlinge offensichtlich. Im Besonderen, wenn der Zielfremdkörper entweder gerade oder geringfügig gebogen ist, wird er im Bezug auf den Katheter der Amplatz-Schlinge transvers orientiert sein, wenn diese verwendet wird, um ihn einzufangen. Infolge dessen kann die Gefäßwand oder die Wand der Struktur, aus welcher er entfernt wird, sowie die Zugangsstelle traumatisiert werden, wenn irgendein Teil des Gefäßes oder der Struktur in ihrem Durchmesser kleiner ist als die Länge des lateral orientierten Fremdkörpers. In ähnlicher Weise können gewundene Passagen während der Entfernung schwierig sein, und der lateral orientierte Fremdkörper kann in einer Passage gefangen werden oder sich verkeilen und eine operative Entfernung nötig machen. Im Gegensatz dazu können dieselben Fremdkörper mit der Schlinge **50** neben dem Katheter **20** in einer longitudinal orientierten Position gesichert werden, wie in Fig. 7 dargestellt ist. Infolge dessen wird das Risiko der Traumatisierung des Gefäßes oder der Struktur des Patienten auf ein Minimum reduziert, und gewundene Passagen können während der Entfernung leichter gemeistert werden.

[0071] Wie in Fig. 6A dargestellt ist, wird der Draht **40** so positioniert, dass das distale Ende **42** innerhalb des Lumensystems **26** mittels des Rings **45** in der Nähe der ersten Öffnung **28** und des distalen Endes **22** am Katheter **20** angebracht wird, während das proximale Ende **44** des Drahts **40** sich durch die erste Öffnung **28** bis hinüber zur zweiten Öffnung **32**, zurück in das Lumen **26** durch die zweite Öffnung **32** und durch das Lumensystem **26** bis über das proximale Ende **24** des Katheters **20** hinaus erstreckt. Der

Teil des Drahts **40**, der außerhalb des Katheters **20** zwischen der ersten Öffnung **28** und der zweiten Öffnung **32** positioniert ist, ist die Schlinge **50**. Wie in Fig. 6A gezeigt ist, befindet sich die Schlinge **50** in einer offenen Position. Wie in den Fig. 7 und Fig. 12 gezeigt ist, befindet sich die Schlinge **50** in einer geschlossenen Position. Der Teil des Drahts **40**, der die Schlinge **50** ausbildet, kann aufgeraut oder anders auf eine Art und Weise behandelt sein, die dafür sorgt, dass die Reibung zwischen ihm und dem Zielfremdkörper erhöht wird, um dadurch die Fähigkeit der Bedieners zu erhöhen, den Fremdkörper mit der Schlinge **50** sicher zu ergreifen (Fig. 7). Beispielsweise können in den Draht **40** Kerben eingefügt werden, oder der Draht **40** kann unter Verwendung jedes geeigneten Mittels, beispielsweise durch das Aufstempeln eines erwünschten Musters auf den Draht, deformiert werden.

[0072] Der Katheter **20** kann aus jedem geeigneten flexiblen und biokompatiblen Material bestehen. Beispielsweise kann der Katheter **20** aus TEFLON bestehen. Solche Katheter sind kommerziell erhältlich von Cook, Inc. (Bloomington, IN, USA). Der Katheter **20** kann auch aus NYLON bestehen. Solche Katheter sind ebenso kommerziell erhältlich von Cook, Inc. (Bloomington, IN, USA). Der Fachmann wird verstehen, dass im Hinblick auf die Vorteile dieser Offenbarung, Material, welches weniger flexibel oder stärker ist als TEFLON oder NYLON ebenfalls verwendet werden kann, um den Katheter **20** herzustellen. Beispielsweise kann der Katheter **20** aus Metallröhren wie Nitinolmikroröhren bestehen, die kommerziell von Shape Memory Applications (Santa Clara, CA, USA) erhältlich sind.

[0073] Je nachdem ob die Einfangvorrichtung **10** mit einem Führungsdraht **30** verwendet werden soll, kann der äußere Durchmesser des Katheters **20** von 2 French (2-F) bis 6-F reichen. Entsprechend kann der äußere Durchmesser des Katheters **20** z. B. 2-F, 3-F, 4-F, 5-F oder 6-F sein. Der Fachmann wird verstehen, dass mit Hinblick auf den Vorteil dieser Offenbarung der Katheter **20** konfiguriert werden kann, so dass sein äußerer Durchmesser entweder kleiner als 2-F, z. B. 1,5-F, oder dass sein Durchmesser größer als 6-F, z. B. 7-F, sein kann, wenn der Verwendungszweck es erfordert. Die Länge des Katheters **20** kann entsprechend dem gegebenen Verwendungszweck variieren. Die Erfinder haben herausgefunden, dass eine Länge von etwa 100 cm für die meisten Anwendungen nützlich sein kann. Für die Verwendung bei Anwendungen in kleinen Gefäßen, beispielsweise Neuro-Eingriffen, kann die Länge des Katheters **20** etwa 150 cm sein.

[0074] Der innere Durchmesser des Katheters **20** kann ausgewählt werden, so dass der Katheter **20** in der Lage ist, einen Führungsdraht **30** und einen Draht **40** oder nur einen Draht **40** aufzunehmen. In dieser Hinsicht kann die Größe des Führungsdrahts **30** von etwa 0,012" bis etwa 0,035" reichen (was Größen wie 0,014", 0,016", 0,018", 0,025" und 0,035" mit einschließt). In einer Ausführungsform kann der Führungsdraht **30** ein 0,018" ULTRA SELECT Nitinol-Führungsdraht mit einer flexiblen abgewinkelten Spitze sein (kommerziell erhältlich von Microvena Corporation of White Bear Lake, MN, USA). Beispiele für Größen des Drahts **40** sind unten diskutiert. Die Erfinder haben herausgefunden, dass 0,010" bis 0,052" eine Bandbreite annehmbarer innerer Durchmesser für diese Katheter **20** ist, die einen äußeren Durchmesser von 2-F bis 6-F besitzen. Der Fachmann wird verstehen, dass im Hinblick auf den Vorteil dieser Offenbarung der Katheter **20** keine kreisförmige Form besitzen muss – entweder innerhalb oder außerhalb – und jede geeignete äußere oder innere Form besitzen kann (beispielsweise die einer Ellipse), welche jede Größe aufweisen kann, die mit den hierin beschriebenen vergleichbar ist.

[0075] Der Draht **40** kann aus jedem geeigneten steifen, aber doch elastischem Material, das geeignet biokompatibel ist, gemacht sein. Wie hierin verwendet, bedeutet "Draht" einen Einzeldraht, der aus einem solchen Material gemacht ist, beispielsweise NiTi Legierungen wie Nitinol, oder aus anderen Materialien, die gute Formgedächtnischarakteristiken besitzen. Diesbezüglich beinhalten andere Legierungen, die verwendet werden können FePt, FePd und FeNiCoTi. Diese Legierungen können hitzebehandelt werden, so dass sie eine thermoelastische martensitische Transformation und daher ein gutes Formgedächtnis aufweisen. Andere Legierungen wie FeNiC, FeMnSi und FeMnSiCrNi besitzen keine weitreichende Ordnung und machen eine nicht-thermoelastische Transformation durch, weisen aber dennoch ein gutes Formgedächtnis auf und können daher ebenfalls verwendet werden. Darüber hinaus können auch einige Eisen-basierte Legierungen verwendet werden. Nitinoldrähte des Typs, der erfolgreich als Draht **40** verwendet werden kann, beinhalten diese, die kommerziell von Shape Memory Applications (Santa Clara, CA) erhältlich sind. Unter diesen befinden sich Nitinoldrähte, die etwa 55 bis 56% Nickel und etwa 45 bis 44% Titan besitzen.

[0076] Vorteilhafterweise können Formgedächtnismetalle wie Nitinol mit entweder einem Thermalformgedächtnis oder einem superelastischen Formgedächtnis programmiert werden. Um einen Nitinoldraht mit Superelastizität zu programmieren, sollte der Draht auf einer Vorlage mit der erwünschten Form ausgelegt werden (d. h. mit der Endgröße der Schlinge **50**) und für 5 bis 15 Minuten bei 500°C eingebrannt werden. Um einen Nitinoldraht mit einem Thermalformgedächtnis zu programmieren, sollte der Draht auf dieselbe Weise ausgelegt und für wenigstens 60 Minuten, möglichst 90 bis 120 Minuten, bei 500°C eingebrannt werden. Sowohl die superelasti-

schen als auch die thermalen Formgedächtniseigenschaften können bei höheren Temperaturen (bis zu 800°C) erreicht werden, wenn die Dauer des Einbrennens entsprechend reduziert wird.

[0077] Als ein Ergebnis der Verwendung von Materialien wie Nitinol für den Draht **40**, kann die Schlinge **50**, die daraus ausgebildet wird, nicht nur elastisch und leicht manipulierbar sein, sondern auch in geeigneter Weise rigide, im Gegensatz zu der Nylonschlinge der oben beschriebenen australischen Schlinge. Entsprechend ist es unwahrscheinlich, dass die Orientierung der Schlinge **50** durch einen Zusammenstoß mit entweder dem Zielfremdkörper oder dem Gefäß oder der Struktur, innerhalb der sie lokalisiert ist, so dass die Orientierung der Schlinge **50** nach einer Manipulation des Drahts **40** nicht leicht wieder hergestellt werden könnte. Im Gegensatz dazu könnte, angesichts der Schlaffheit der Nylonangelschnur, die verwendet wird, um die Schlinge der australischen Schlinge auszubilden, eine Störung derselben den Bediener hindern, die korrekte Orientierung dieser Schlinge schnell und verlässlich wieder zu erlangen.

[0078] Wenn der Draht **40** entweder mit Superelastizität oder thermalem Formgedächtnis programmiert wird, kann der Draht **40** programmiert werden, so dass die Schlinge **50** jede beliebige geeignete Form hat, beispielsweise eine leicht elliptische Form wie in Fig. 8 dargestellt oder eine runde Form wie in Fig. 9 dargestellt. In dieser Hinsicht kann die Schlinge **50** auch eine Form haben, die nur im Wesentlichen rund ist, das bedeutet, dass die Achsen A und B, die senkrecht zueinander stehen und sich gegenseitig im Mittelpunkt der Schlinge **50** kreuzen, Längen besitzen können, die z. B. bis zu 10% voneinander abweichen. Die Schlinge **50** kann programmiert sein, so dass sie innerhalb einer Ebene fällt, die im Wesentlichen senkrecht zur Achse **31** orientiert ist wie in Fig. 10 dargestellt ist. Diese räumliche Anordnung zwischen der Ebene, welche die Schlinge **50** und die Achse **31** des Katheters **20** beinhalten, kann erreicht werden, sobald die Schlinge **50** einen Durchmesser erreicht (wenn sie in einer im Wesentlichen runden Konfiguration vorliegt), der etwa 6 bis etwa 12% ihres Gesamtdurchmessers beträgt. In ähnlicher Weise kann, wenn die Schlinge **50** in irgendeiner anderen Form, beispielsweise der elliptischen Form wie in Fig. 8 dargestellt, vorliegt, kann diese räumliche Anordnung zwischen der Ebene, welche die Schlinge **50** und die Achse **31** des Katheters **20** beinhaltet, erreicht werden, sobald die Schlinge **50** sich um etwa 6 bis etwa 12% des Gesamtabstands der Länge L ausgedehnt hat, was der Abstand ist, der gemessen wird, wenn die Schlinge **50** in einer offenen Position vorliegt (Fig. 8). In anderen Worten: Wenn die Schlinge **50** durch eine Manipulation des Drahts **40** geöffnet wird und die Schlinge **50** wenigstens etwa 6 bis etwa 12% der vorhergehenden Abmessungen beträgt, wird der Teil der Schlinge **50**, der sich zu jeder Zeit danach außerhalb des Katheters **20** befindet, in einer Ebene sein, die im Wesentlichen senkrecht zur Achse **31** des Katheters **20** ist.

[0079] Der Fachmann wird verstehen, dass im Hinblick auf den Vorteil dieser Offenbarung die Schlinge **50** mit Superelastizität oder thermalem Formgedächtnis programmiert werden kann, so dass sie einer Ebene vorliegt, die bezüglich der Achse **31** in jedem geeigneten Winkel orientiert ist. Allerdings wird, wie in Fig. 10 gezeigt, die Programmierung des Drahts **40** mit Superelastizität, so dass die Schlinge **50** in einer Ebene (wie die Ebene **51**) vorliegt, die im Wesentlichen senkrecht zur Achse **31** ist, die nützlichste Orientierung der Schlinge **50** für fast alle Anwendungen für ein schnelles und effizientes Ergreifen von Fremdkörpern bereitstellen. Wie in Fig. 11 gezeigt ist, kann die Schlinge **50** mit einer longitudinalen Achse **120**, die gekrümmt ist, ausgestattet werden. Obwohl die Fig. 11 die longitudinale Achse **120** so gekrümmt zeigt, dass die Schlinge **50** nach unten auf das proximale Ende **44** des Drahts **40** weist, wird der Fachmann verstehen, dass, im Hinblick auf den Vorteil der Offenbarung, der Draht **40** mit Superelastizität oder thermalem Formgedächtnis programmiert werden kann, so dass die Schlinge **50** in die entgegengesetzte Richtung gekrümmt ist.

[0080] Obwohl die Einfangvorrichtung **10** konfiguriert werden kann, so dass sie in allen Gefäßen oder luminalen Organen innerhalb des Körpers eines Patienten nützlich ist, wird der Fachmann verstehen, dass, im Hinblick auf den Vorteil dieser Offenbarung, es für einen Chirurgen oder einen Bediener vernünftig ist, darauf vorbereitet zu sein, mit einem Fremdkörper jeder möglichen Größe fertig zu werden, indem er eine der beiden vorliegenden Einfangvorrichtungen verwendet, die für unterschiedliche Größen konfiguriert sind. In dieser Hinsicht kann eine "kleinere Einfangvorrichtung" für Anwendungen konfiguriert werden, die innerhalb eines Gefäßes oder luminalen Organs mit einem Durchmesser von weniger als etwa 1 cm (z. B. neuroradiologische Anwendungen) ausgeführt werden, und sie kann mit einem Draht **40** und einem verstärkenden Schlingenmaterial **90** (unten diskutiert) ausgestattet werden, das an den Draht **40** angebracht werden kann, so dass der Durchmesser oder die Länge L (Fig. 8) der Schlinge **50**, wenn die Schlinge **50** offen ist, zwischen etwa 2 mm und etwa 7 mm beträgt. Eine "größere Einfangvorrichtung" kann für alle anderen Anwendungen verwendet werden und kann mit einem Draht **40** und einem verstärkenden Schlingenmaterial **90** ausgestattet werden, das an den Draht **40** angebracht wird, so dass der Durchmesser oder die Länge L (Fig. 8) der Schlinge **50**, wenn die Schlinge **50** offen ist, zwischen etwa 5 mm und etwa 45 mm beträgt.

[0081] Die Größe des Drahts **40** kann je nach gege-

bener Anwendung variieren. Für die kleineren Einfangvorrichtungen kann die Größe des Drahts **40** von etwa 0,004" bis etwa 0,006" (was 0,004", 0,005" und 0,006" beinhaltet) reichen und kann aus Nitinol bestehen. Für die größeren Einfangvorrichtungen kann die Größe des Drahts **40** von etwa 0,007" bis etwa 0,012" (was 0,007", 0,008", 0,009", 0,010", 0,011" und 0,012" beinhaltet) reichen und kann aus Nitinol bestehen. Der Fachmann wird verstehen dass, im Hinblick auf diese Offenbarung, der Draht **40** größer oder kleiner sein kann als die Größen, welche innerhalb dieser beispielhaften Bereiche umfasst sind.

[0082] Die kleinere Einfangvorrichtung sollte mit einem Katheter **20** versehen werden, der den kleinst möglichen äußeren Durchmesser besitzt. Dementsprechend wird der Fachmann verstehen, dass im Hinblick auf den Vorteil dieser Offenbarung, der Katheter, welcher für die kleinere Einfangvorrichtung nützlich ist, einen äußeren Durchmesser von beispielsweise 2-F, 3-F oder 4-F haben kann. Die inneren Durchmesser solcher Katheter können beispielsweise von 0,012" bis 0,018" reichen.

[0083] Im Hinblick auf die größeren Einfangvorrichtungen kann die Größe des äußeren Durchmessers des Katheters **20** in solchen Vorrichtungen beispielsweise 4-F, 5-F oder 6-F sein. Der Katheter **20** kann mit einem Lumensystem **26** versehen sein, welches ein Lumen besitzt, das in der Lage ist, den Draht **40** aufzunehmen oder unterzubringen; wenn der Draht **40** zwischen etwa 0,005" und etwa 0,010" ist und an den ein verstärkendes Schiebermaterial **90** (unten detaillierter diskutiert), das einen äußeren Durchmesser von etwa 0,015" bis etwa 0,020" besitzt, angebracht ist; zusammen mit einem Führungsdraht **30**, der einen Durchmesser von 0,018" besitzt.

[0084] Ferner kann der Katheter **20**, wenn er mit sowohl der kleineren als auch der größeren Einfangvorrichtung verwendet wird, aus Stücken oder Teilen von Kathetern gebildet werden, die unterschiedliche äußere Durchmesser besitzen. In einer solchen Ausführungsform kann der Katheter **20** aus Stücken von Kathetern, die aus den oben beschriebenen Materialien bestehen können, und die unterschiedliche äußere Durchmesser besitzen (oder unterschiedliche Formen, wenn die Katheter nicht rund sind) gebildet werden, so dass das distale Ende **22** des Katheters **20** aus einem Stück eines Katheters gebildet werden kann, der einen äußeren Durchmesser besitzt, der kleiner ist als der äußere Durchmesser des Stücks des Katheters, aus dem das proximale Ende **24** gebildet werden kann. Die unterschiedlichen Katheterstücke können zusammengefügt werden, indem wohlbekannte Techniken verwendet werden wie das Schweißen, Löten oder Ähnliches, so dass ein ganzer Katheter **20** gebildet wird, der ein relativ glattes Übergangsgebiet besitzt, wo die Stücke zusammen kommen. In ähnlicher Weise können die unterschiedlichen Stücke der Katheter von unterschiedlichen Größen so angeordnet werden, dass der Katheter **20** effektiv konisch zulaufend wird, so dass das distale Ende **22** für ein Katheterstück bereitgestellt wird, das einen kleineren äußeren Durchmesser besitzt als der des Katheterstücks für den das proximale Ende **24** bereitgestellt wird. Der Katheter **20** kann auch extrudiert oder auf eine andere Weise hergestellt werden, so dass er äußerlich oder innerlich (d. h. so, dass er zum Beispiel ein einziges konisch zulaufendes Lumen besitzt) konisch zulaufend ist.

[0085] In dieser Hinsicht bedeutet ein "konisch zulaufender" Katheter, wie hierin verwendet, einen Katheter, der entweder (a) eine äußere Oberfläche besitzt, die eine erste Querschnittsfläche hat, die durch die äußere Oberfläche an einem ersten Ort definiert wird, die von einer zweiten Querschnittsfläche verschieden ist, die durch die äußere Oberfläche an einer zweiten Stelle definiert ist oder (b) eine innere Oberfläche (die das Lumensystem **26** wie hierin verwendet definiert), die wenigstens eine erste Querschnittsfläche besitzt, die durch die innere Oberfläche an einer ersten Stelle definiert ist, die sich von einer zweiten Querschnittsfläche unterscheidet, die durch die innere Oberfläche an einer zweiten Stelle definiert ist. Die zuvor genannten Querschnittsflächen sollen so verstanden werden, dass sie in einem Winkel genommen werden, der senkrecht zu einer longitudinalen Achse des Katheters ist (z. B. die Achse **31** wie in Fig. 5A gezeigt). Ein konisch zulaufender Katheter **20**, der sowohl (a) als auch (b) genüge tut, ist in Fig. 18 dargestellt.

[0086] Die Größe und Konfiguration des Lumensystems **26** des Katheters **20** kann ebenso je nach gegebener Anwendung variieren. Wie oben beschrieben, kann der innere Durchmesser des Katheters **20** (d. h. der Durchmesser des Lumensystems **26**), wenn das Lumensystem **26** nur ein einziges Lumen beinhaltet, in seiner Größe von etwa 0,010" bis etwa 0,052" reichen. Katheter oder Stücke von Kathetern, die zusammengesetzt wurden, um einen Katheter **20** zu bilden, können mit einem oder mehreren Lumina versehen werden, in denen z. B. der Draht **40** und/oder der Führungsdraht **30** untergebracht werden können. Das Lumensystem **26** des Katheters **20** der kleineren Einfangvorrichtung kann ein konisch zulaufendes Lumen besitzen (d. h. ein Katheter, der dem Teil (b) der Definition eines konisch zulaufenden Katheters, wie oben dargelegt, entspricht), das konfiguriert ist, so dass es einen Führungsdraht **30**, der einen Durchmesser von etwa 0,012" bis etwa 0,014" besitzt, aufnimmt und einen Draht **40**, der einen Durchmesser von etwa 0,004" bis etwa 0,006" besitzt, an welchem ein verstärkendes Schlingenmaterial **90** (unten diskutiert und in den Fig. 12 und Fig. 13 dargestellt), welches einen äußeren Durchmesser von etwa 0,010" bis etwa 0,015" besitzt, angebracht ist.

[0087] Bei bestimmten Anwendungen kann es wünschenswert sein, die Schubfestigkeit des Drahts **40** zu erhöhen. Anders ausgedrückt, kann es wünschenswert sein, die Möglichkeit zu reduzieren, dass der Draht **40** abknickt oder sich verzieht, wenn die Schlinge **50** geöffnet wird. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der Draht **40** mit einem verstärkenden Schiebermaterial versehen wird. Wie hierin verwendet, ist ein "verstärkendes Schiebermaterial" jedes Material, das in jeder beliebigen Art an den Draht **40** angebracht oder mit ihm verbunden werden kann, um die Steifheit jedes Segments des Drahts **40** zu erhöhen. Fig. 12 und Fig. 13 stellen das verstärkende Schiebermaterial **60** dar. Das Ergebnis der Anbringung des verstärkenden Schiebermaterials **60** an den Draht **40** liegt darin, dass der Bediener leicht genügend Kraft ausüben kann, um den Draht **40** distal zu bewegen (zu drücken) und proximal zu bewegen (zu ziehen).

[0088] Wie in den Fig. 12–Fig. 14 gezeigt ist, besteht eine Ausführungsform der Einfangvorrichtung **10** darin, dass das verstärkende Schiebermaterial **60** ein Stück einer Metallröhre sein kann. In dieser Hinsicht kann die Metallröhre aus Nitinol bestehen, welches superelastische Qualitäten besitzt. Solche Nitinolröhren sind von Shape Memory Applications (Santa Clara, CA) mit einer vorprogrammierten Superelastizität erhältlich und besitzen etwa 55 bis 56% Nickel und etwa 45 bis 44% Titan. Andere Materialien wie rostfreie Stahlröhren oder Nitinol oder rostfreier Stahldraht können ebenfalls für das verstärkende Schiebermaterial **60** verwendet werden.

[0089] Bei einer Ausführungsform, in der das verstärkende Schiebermaterial **60** aus Metallröhren besteht, können die Röhren über das proximale Ende **44** des Drahts **40** gezogen und unter Verwendung eines der unten beschriebenen Mittel befestigt werden, wie in Fig. 14 gezeigt ist. Bei einer weiteren Ausführungsform, bei der das verstärkende Schiebermaterial **60** aus Metallröhren besteht, können die Röhren neben einem Segment des Drahts **40** in der Nähe seines proximalen Endes **44** wie in den Fig. 12 und Fig. 13 gezeigt platziert werden (Draht **40** ist umgeben vom verstärkenden Schlingenmaterial **90**, unten diskutiert, dargestellt) und unter Verwendung eines der unten beschriebenen Mittel befestigt. In dieser Ausführungsform können die Röhren konfiguriert sein, so dass sie den Führungsdraht **30**, wie in den Fig. 12 und Fig. 13 dargestellt, aufnehmen.

[0090] Das verstärkende Schiebermaterial **16** kann an den Draht unter Verwendung jedes geeigneten Mittels befestigt werden. Zum Beispiel kann beides durch Löten oder geeignetes Schweißen miteinander verbunden werden. Die Länge entlang derer beides miteinander verbunden werden kann, kann jede beliebige Länge sein, die geeignet ist, um eine verlässliche Befestigung zwischen beiden zu erreichen. Bei einer Ausführungsform kann die Länge wenigstens 1 cm oder länger sein. Es können eine oder mehrere Befestigungsstellen verwendet werden. Alternativ kann das verstärkende Schiebermaterial **60** mit einer Kerbe oder Fuge (beispielsweise in, Längs- oder helikaler Ausrichtung) versehen werden; der Draht **40** kann in diese Kerbe oder Fuge platziert werden; und beides kann miteinander verlötet, verschweißt, verklebt oder durch Reibung eingepasst werden. Darüber hinaus kann der Ring **55** (Fig. 12) über den Draht **40** und das verstärkende Schiebermaterial **60** entlang jeden Teils von beiden platziert werden, einschließlich des proximalen Endes **44**, so dass er als Mittel dienen kann, das beides miteinander verbindet. Der Ring **55** kann aus jedem beliebigen geeigneten Material bestehen und kann alleine oder zusammen mit Löten oder Schweißen verwendet werden.

[0091] Im Hinblick auf die Längen des Drahts **40** und verstärkenden Schiebermaterials **60**, sollte der Draht **40** wenigstens so lang sein wie der Teil des Drahts **40**, der sich vom distalen Ende **42** durch die Schlinge **50** ausdehnt, und er sollte die Länge der Befestigungsstelle zwischen dem Draht **40** und dem verstärkenden Schiebermaterial **60** beinhalten, wenn ein verstärkendes Schiebermaterial **60** verwendet wird. Das verstärkende Material **60** wiederum sollte sich, wenn die Schlinge **50** offen ist, von dem Punkt, an dem es am Draht **40** befestigt ist, bis über die proximalste Befestigung am Katheter **20** hinaus, wenn eine solche existiert, (wie das Ventil für die Blutstillung **25**, in Fig. 17 dargestellt) in einem Ausmaß ausdehnen, das ausreichend ist, um eine Manipulation des verstärkenden Schiebermaterials **60** zu ermöglichen, um eine offene Schlinge **50** auszubilden. Wenn kein verstärkendes Material **60** verwendet wird, sollte der Draht **40** wenigstens so lang sein wie der Teil des Drahts **40**, der sich vom distalen Ende **42** durch die Schlinge **50** bis über die proximalste Befestigung am Katheter **20**, wenn eine solche existiert, in einem Ausmaß ausdehnen wird, das ausreicht, um eine Manipulation des proximalen Endes **44** des Drahts **40** zu ermöglichen, um eine offene Schlinge **50** auszubilden. Zusätzlich können sowohl der Durchmesser und die Länge des verstärkenden Schiebermaterials **60** so gewählt werden, dass der distale Teil des Katheters **20** auf eine vernünftige Art und Weise schlaff und flexibel bleibt, wodurch eine superselektive Positionierung der Einfangvorrichtung **10** erleichtert wird.

[0092] Die Druckfestigkeit des Drahts **40** kann auch erhöht werden, indem ein konisch zulaufender Draht verwendet wird. In dieser Hinsicht kann das distale Ende des Drahts **40**, der aus Nitinol bestehen kann, einen Durchmesser von z. B. 0,003", 0,004", 0,005" oder 0,006" für die kleinere Einfangvorrichtung und 0,006", 0,007", 0,008", 0,009", 0,010", 0,011" oder 0,012" für die größere Einfangvorrichtung besitzen. Das proximale Ende – das bedeutet das proximale Ende **44** – solcher Drähte kann anschließend in sei-

nem Durchmesser graduell auf etwa 0,020" bei der Verwendung in den kleineren Einfangvorrichtungen und auf etwa 0,035" bei der Verwendung in den größeren Einfangvorrichtungen vergrößert werden. Der Teil des Drahts **40**, der die Schlinge **50** ausbildet, kann einen einheitlichen Durchmesser besitzen oder konisch zulaufend sein. Wie hierin verwendet, bedeutet ein "konisch zulaufender" Draht oder ein "konisch zulaufender" Teil eines Drahts einen Draht oder einen Teil eines Drahts, der eine erste Querschnittsfläche hat, die durch die äußere Oberfläche des Drahts oder des Teils des Drahts an einer ersten Stelle definiert ist, welche sich von einer zweiten Querschnittsfläche, die durch die äußere Oberfläche des Drahts oder eines Teils des Drahts an einer zweiten Stelle definiert ist, unterscheidet. Die oben genannten Querschnittsflächen sollen verstanden werden, dass sie in einem Winkel genommen wurden der senkrecht zu einer longitudinalen Achse ist, die durch den Draht oder den Teil des Drahts verläuft.

[0093] Eine weitere Art, die Druckfestigkeit des Drahts **40** zu erhöhen, wird ermöglicht, indem multiple Lumina innerhalb des Lumensystems **26** des Katheters **20** verwendet werden. Dementsprechend kann der Draht **40** in eines der Lumina platziert werden und ein anderes Lumen kann durch den Führungsdraht **30**, wie oben beschrieben, eingenommen werden.

[0094] In der in Fig. 12 dargestellten Ausführungsform der Einfangvorrichtung **10** ist das Ventil für die Blutstillung **25** mit dem proximalen Ende **24** des Katheters **20** verbunden und kann verwendet werden, um den Fluss von Flüssigkeit durch den Katheter **20** zu kontrollieren. Das Ventil für die Blutstillung **25** kann mit dem Katheter **20** auf jede in der Fachwelt bekannten Art verbunden werden, z. B. mit einem herkömmlichen Luerlock-Mechanismus (nicht gezeigt). Alternativ kann in der in Fig. 12 dargestellten Ausführungsform das proximale Ende **24** nach außen erweitert sein und unter Verwendung eines Katheteradapters **112** auf den Kern des Ventils für die Blutstillung **25** angebracht werden. Wie gezeigt, ist der Katheteradapter **112** eng mit dem Kern des Ventils für die Blutstillung **25** verbunden und sichert das nach außen gebogene proximale Ende **24** des Katheters **20** zwischen dem Ventil für die Blutstillung **25** und dem Katheteradapter **112**. Der Katheteradapter **112** kann auch konfiguriert werden, so dass ein Seitenarm **27** an das Ventil für die Blutstillung **25** wie dargestellt angebracht werden kann. Das Ventil für die Blutstillung **25** dient dazu, einen Flüssigkeitsaustritt um den Draht oder das ihn beherbergende verstärkende Schiebermaterial zu verhindern. In der gesamten vorliegenden Offenbarung werden die Ventile für die Blutstillung, die als Teil der vorliegenden Einfangvorrichtungen verwendet werden können, jeweils als Ventile für die Blutstillung **25** bezeichnet, obwohl Variationen in Größe unter den verwendeten geeignet sein können. Weiterhin kann die Art und Weise der Verbindung der Ventile für die Blutstillung mit anderen Vorrichtungen erreicht werden, indem jeder geeignete Mechanismus verwendet wird, einschließlich derer, die gerade beschrieben werden. Flüssigkeiten wie Kontrastmittel oder eine Spülung aus Kochsalzlösung kann in das Lumensystem des Katheters **20** durch den Seitenarm **27** injiziert werden. In einer weiteren Ausführungsform kann anstelle des Katheteradapters **112** ein Festspannschraubenmechanismus (nicht gezeigt) verwendet werden, der einen komprimierbaren, federnden Ring verwendet, der sich um das nach außen gebogene proximale Ende **24** eng anlegen würde, wenn der Mechanismus mit einem Ventil **25** versehen ist, und wobei der Feststellschraubenmechanismus konfiguriert werden kann, dass der Seitenarm **27** an das Ventil für die Blutstillung **25** angebracht werden kann. Leim kann verwendet werden, um die Verbindung zwischen Katheter **20** und dem Ventil für die Blutstillung **25** weiter zu verstärken, egal welches Mittel für die Verbindung verwendet wurde. Wie auch in Fig. 12 gezeigt ist, kann das verstärkende Schiebermaterial **60** mit einem Ventil für die Blutstillung **25** versehen werden.

[0095] Wie in den Fig. 12 und Fig. 13 dargestellt ist, hat das verstärkende Schiebermaterial **60**, das eine Röhre ist, ein Lumen, welches konfiguriert ist, dass es den Führungsdraht **30** aufnimmt. Dieses Lumen kann eine Größe besitzen, so dass es eine Vielzahl von unterschiedlich großen Führungsdrähten **30** aufnimmt. Beispielsweise kann das Lumen eine Größe besitzen, dass es einen Führungsdraht **30** aufnimmt, der einen Durchmesser von 0,018" hat. Obwohl ein Führungsdraht **30**, der einen Durchmesser von 0,018" hat, eine genügende Rigidität und eine exzellente Manövrierbarkeit in den meisten Fällen bei entweder den größeren oder kleineren Einfangvorrichtungen bereitstellen kann, kann das Lumen des verstärkenden Schiebermaterials **60** konfiguriert werden, so dass es im Fall der kleineren Einfangvorrichtungen kleinere Führungsdrähte **30**, beispielsweise solche, die einen Durchmesser von 0,014" haben, oder im Fall der größeren Einfangvorrichtungen größere Führungsdrähte, beispielsweise solche, die Durchmesser von 0,025" haben, aufnimmt.

[0096] Wie auch in den Fig. 12 und Fig. 13 dargestellt ist, kann in einigen Ausführungsformen der vorliegenden Einfangvorrichtungen wenigstens ein Teil des Segments des Drahts **40**, der die Schlinge **50** ausbildet, mit dem verstärkenden Schlingenmaterial **90** versehen werden. Wie in Fig. 13 dargestellt ist, kann das verstärkende Schlingenmaterial **90** auch entlang einer größeren Länge des Drahts **40** ausgedehnt werden als der, welcher einen Teil oder die gesamte offene Schlinge **50** ausbildet. Wie hierin verwendet, ist ein "verstärkendes Schlingenmaterial" jedes Material, das an den Draht **40** angebracht oder mit ihm verbunden werden kann, um die Steifheit des

gesamten oder eines Stücks des Teils des Drahts **40**, der die offene Schlinge **50** ausbildet, zu erhöhen. Je nach dem verwendeten Material kann das verstärkende Schlingenmaterial **90** (entweder "natürlich" oder nach einer Behandlung auf eine bestimmte Weise) rauer sein als der Draht **40**, so dass die Reibung zwischen dem Fremdkörper und der Schlinge **50** im Verhältnis zu der Reibung zwischen dem Draht **40** und dem Fremdkörper erhöht werden kann.

[0097] Das verstärkende Schlingenmaterial **90** kann aus jedem geeigneten rigiden aber doch elastischen Material bestehen, das auf geeignete Weise bio-kompatibel ist. Beispielsweise kann das verstärkende Schlingenmaterial **90** aus rostfreiem Stahl, Nitinol, TEFLON, NYLON oder PTFE bestehen. Diese Materialien können in einer Röhrenform bereitgestellt werden, so dass sie über den Draht **40** gezogen werden können, vorausgesetzt, sie sind genügend flexibel um die Ausbildung der Schlinge **50** zu erlauben. Das verstärkende Schlingenmaterial **90** kann auch in Form einer Drahtummantelung bereitgestellt werden, so dass das verstärkende Schlingenmaterial **90** eine hohle Spirale mit einem inneren und äußeren Durchmesser ist, die über den Draht **40** gezogen werden kann. Wenn das verstärkende Schlingenmaterial **90** entweder als Röhre oder als hohle Spirale bereitgestellt wird, wird deren innerer Durchmesser durch den Durchmesser des Drahts **40** bestimmt und ist diesbezüglich im Allgemeinen nur wenig größer als der Durchmesser des Drahts **40**. Der äußere Durchmesser des verstärkenden Schlingenmaterials **90** hängt vom Material ab, das verwendet wird. Diesbezüglich ist ein verstärkendes Schlingenmaterial **90** mit einem äußeren Durchmesser von 0,018" für die Verwendung bei größeren Einfangvorrichtungen geeignet, während ein äußerer Durchmesser von 0,012" geeignet ist für die Verwendung bei kleineren Einfangvorrichtungen.

[0098] In einer weiteren Ausführungsform kann das verstärkende Schlingenmaterial **90** die Form eines Drahts annehmen, der manuell um den Draht **40** gewickelt wird. Solch ein Draht kann aus Nitinol bestehen und besitzt 55 bis 56% Nickel und etwa 45 bis 44% Titan (Shape Memory Applications). Zusätzlich kann das verstärkende Schlingenmaterial **90** mit einem röntgendichten Material wie Wolfram oder Platin versehen werden. Diesbezüglich kann das verstärkende Schlingenmaterial **90** exklusiv aus hoch röntgendichtem Material wie Wolfram oder Platin bestehen, oder es kann aus einem Gemisch eines hoch röntgendichten Materials und einem weniger röntgendichten Material wie rostfreiem Stahl oder Nitinol gemacht sein.

[0099] Das verstärkende Schlingenmaterial **90** kann an den Draht **40** unter Verwendung jedes geeigneten Mittels angebracht werden, so z. B. durch geeignetes Schweißen, Löten oder Kleben. Diesbezüglich können beide Enden des verstärkenden Schlingenmaterials **90** an den Draht **40** angebracht werden, oder es kann jede beliebige Anzahl von Befestigungsstellen zwischen den Enden des verstärkenden Schlingenmaterials **90** generiert werden. In ähnlicher Weise kann das verstärkende Schlingenmaterial **90** entlang der gesamten Länge des verstärkenden Schlingenmaterials **90** an den Draht **40** angebracht werden, insbesondere unter Verwendung von Klebstoff. Vor oder nach einer geeigneten Befestigung können das verstärkende Schlingenmaterial **90**, wenn es aus einem geeigneten Material wie Nitinol besteht, und der Draht **40** miteinander verschmolzen werden wie oben beschrieben. Ungeachtet der Form des verstärkenden Schlingenmaterials **90** wird man verstehen, dass, wenn es einmal an den Draht **40** angebracht ist und wenn das proximale Ende des Drahts **40** manipuliert wird, um die Schlinge **50** zu öffnen oder zu schließen, wenigstens ein Teil der Schlinge **50** in der Nähe des verstärkenden Schlingenmaterials **90** liegt.

[0100] Bei bestimmten Anwendungen, wie superselektive Positionierungen in den Lungenarterien, sollte der Katheter **20** ein tiefes Profil besitzen, so dass seine Führungseigenschaften maximiert werden. Dementsprechend kann der Katheter **20**, im Fall der größeren Einfangvorrichtungen, mit einem äußeren Durchmesser von 6-F versehen werden, der Draht **40** kann mit einem Durchmesser von 0,009" versehen werden und das verstärkende Schlingenmaterial **90** kann, wenn es verwendet wird, mit einem äußeren Durchmesser von 0,018" versehen werden. In der selben Hinsicht kann, im Fall der kleineren Einfangvorrichtungen, der Katheter **20** mit einem äußeren Durchmesser von 3-F versehen werden, der Draht **40** kann mit einem Durchmesser von 0,005" versehen werden und das verstärkende Schlingenmaterial **90** kann, wenn es verwendet wird, mit einem äußeren Durchmesser von 0,012" versehen werden. Als ein Ergebnis davon werden sowohl die kleineren als auch die größeren Einfangvorrichtungen, die mit solchen Größen ausgestattet wurden, in der Lage sein, leicht gewundene Teile des Gefäßsystems oder anderer luminalen Organe und/oder spitze Winkel in beiden zu meistern, indem sie dem Führungsdraht **30** folgen.

[0101] Im Hinblick auf Fig. 15 kann der Katheter **20** mit einem Sperrsystem **110** und einem Griff **120** ausgestattet sein. Das Sperrsystem **110** kann einen Katheteradapter **112** beinhalten, der in der Lage ist, den Katheter **20** mit dem Seitenarmadapter **114** auf die oben beschriebene Weise zu verbinden. Der Führungsdraht **30** (nicht gezeigt) kann durch den Seitenarmadapter **114** eingeführt werden. In dieser Hinsicht kann der Katheter **20** auch positioniert und über einen Führungsdraht, der bereits an Ort und Stelle ist, vorgeschoben werden, wie unten detaillierter beschrieben ist. Das Lumen des Seitenarmadapters **114** kann konfiguriert sein, dass es einen Führungs-

draht, der in den Adapter von seinem distalen Ende aus eindringt, zum Arm **77** dirigiert – so als ob der Katheter **20** über einen bereits positionierten Führungsdraht **30** vorgeschoben würde. Dies kann durch einen Teiler innerhalb des Lumens des Seitenarmadapters **114** oder Ähnliches erreicht werden.

[0102] Wie ebenso in Fig. 15 dargestellt ist, kann das Sperrsystem **110** auch eine Sperrvorrichtung **116** beinhalten, die als mit dem Seitenarmadapter **114** verbunden gezeigt ist, und die verwendet werden kann, um das verstärkende Schiebermaterial **60** oder den Draht **40** (nicht gezeigt) relativ zum Katheter **2O** zu sichern. Wenn diese zwei Sachen auf diese Weise gesichert sind, ist weder das verstärkende Schiebermaterial **60** (oder der Draht **40**) noch der Katheter **20** in der Lage, sich relativ zu dem anderen axial zu bewegen. Geeignete Sperrvorrichtungen **116** beinhalten beispielsweise die FloSwitch®HP (kommerziell erhältlich von Meditech/Bosten Scientific Corp., Watertown, MA, USA), ein Festspannschraubenmechanismus, und ein Druckknopfmechanismus. Andere ähnlich funktionierende Vorrichtungen können ebenfalls als Sperrvorrichtung **116** verwendet werden. Das Ventil für die Blutstillung **25** kann mit dem proximalen Ende der Sperrvorrichtung **116** verbunden werden. Genau wie Luerlock verwendet werden kann, um ein Ventil für die Blutstillung **25** an einer Sperrvorrichtung **116** anzubringen, so kann eines als Verbindungsmechanismus verwendet werden, um die Sperrvorrichtung **116** am Seitenarmadapter **114** anzubringen.

[0103] Wie in Fig. 15 gezeigt ist, kann ein Griff **120** direkt am verstärkenden Schiebermaterial **60** oder Draht **40** (nicht gezeigt) angebracht werden. Mit Hilfe des Griffs **120** kann ein Bediener den Draht **40** schieben oder ziehen, wie es nötig ist, um die Schlinge **50** zu öffnen oder zu schließen. Obwohl nicht gezeigt, wird der Fachmann verstehen, dass, in Hinsicht auf den Vorteil dieser Offenbarung, die Fingerstücke **122** direkt an dem verstärkenden Schiebermaterial **60** oder dem Draht **40** angebracht werden können. Ferner kann das Daumenstück **124** mit dem Verschlusssystem **110** verbunden werden und die Fingerstücke **122** können relativ zum stationären Daumenstück **124** gleitend bewegt werden. Jede geeignete Vorrichtung kann an das proximale Ende des verstärkenden Schiebermaterials **60** oder den Draht **40** (nicht gezeigt) angebracht werden, um die Manipulation dieser beiden zu erleichtern.

[0104] Der Fachmann wird verstehen, dass, im Hinblick auf den Vorteil dieser Erfindung, jede der vorliegenden Einfangvorrichtungen **10** mit oder ohne Verschlusssystem **110** oder Griff **120** verwendet werden können.

[0105] Eine weitere Ausführungsform des Verschlusssystems **110** ist in Fig. 17 dargestellt. Wie gezeigt ist, beinhaltet das Lumensystem des Katheters **20** zwei Lumina. Der Draht **40** ist in einem der Lumina untergebracht, und der Führungsdraht **30** ist im anderen Lumen untergebracht. Das proximale Ende **24** (verborgen) des Katheters **20** wird mit einem Katheterkern **71** versehen, der als ein Mutter-Luer-Verbindungsstück konfiguriert ist. Der Katheterkern **71** kann angeklebt oder anderweitig am Katheter **20** am proximalen Ende **24** angebracht sein. Der Katheterkern **71** kann auch als fester Bestandteil des Katheters **20** ausgebildet sein (nicht gezeigt). Wie gezeigt ist, kann der Katheter **20** am Seitenarmadapter **114** durch ein Vater-Luer-Verbindungsstück **73** angebracht sein, wobei es in den Katheterkern **71** eingreift. Das Ventil für die Blutstillung **25** kann am Arm **77** des Seitenarmsadapter **114** angebracht sein, so dass wenigstens der Blutverlust um den Führungsdraht **30** herum verhindert wird. Wie auch in Fig. 17 gezeigt ist, kann das Verschlusssystem **110** eine Verschlussvorrichtung **116** beinhalten, die jede der oben beschriebenen Vorrichtungen mit Bezug auf Fig. 15 sein kann. Die Verschlussvorrichtung **116** kann mit dem Seitenarmadapter **114** mit einem Luerlock verbunden sein. Ferner kann die Verschlussvorrichtung **116** an dem Ventil für die Blutstillung **25** angebracht sein. Das Ventil für die Blutstillung **25** kann mit einem Seitenarm **27** versehen werden, durch welchen jede geeignete Flüssigkeit in das Lumensystem **26** injiziert werden kann, genau wie jede geeignete Flüssigkeit durch den Arm **77** injiziert werden kann, nachdem das Ventil für die Blutstillung **25** entfernt wurde. Um sicherzustellen, dass eine geeignete Flüssigkeit durch beide Lumina eines Multilumen-Lumensystems **26** gedrückt werden kann, können die Lumina mit jedem geeigneten Mittel für ihre gegenseitige Kommunikation versehen werden, beispielsweise mit einer Serie von einer oder mehreren Öffnungen in der Zwischenwand, welche die Lumina teilt. In dieser Hinsicht kann die Zwischenwand porös sein. Allerdings sollte sorgfältig darauf geachtet werden, dass Lumensystem **26** gegen eine Konfiguration zu schützen, welche die Wahrscheinlichkeit fördern oder erhöhen würde, dass der Führungsdraht **30** während der Operation versehentlich in das falsche Lumen dirigiert werden könnte.

[0106] Wie in Fig. 17 dargestellt ist, kann der Griff **120**, hier gezeigt als an den Draht **40** in der Nähe des proximalen Endes **44** des Drahts **40** angebracht, ein einzelner Ring sein. In dieser Hinsicht kann jede geeignete Vorrichtung an das proximale Ende des Drahts **40** oder des verstärkenden Schiebermaterials **60** (nicht gezeigt) angebracht werden, um die Manipulation der beiden zu erleichtern.

[0107] Weiter in Hinsicht auf Fig. 17 kann das Lumen des Seitenarmadapters **114** konfiguriert sein, so dass es einen Führungsdraht, der in den Adapter von dessen distalem Ende aus eindringt, zum Arm **77** dirigiert – so als ob der Katheter **20** über einen bereits

positionierten Führungsdraht **30** vorgeschoben würde. Dies kann durch einen Teiler innerhalb des Lumens des Seitenarmadapters **114** oder Ähnliches erreicht werden. Zusätzlich kann das Lumen des Lumensystems **26**, in dem der Draht **40** untergebracht ist, auf jede geeignete Weise am proximalen Ende **24** des Katheters **20** verengt werden, wenn der Führungsdraht **30** durch den Arm **77** in den Seitenarmadapter **114** eingeführt wird, um sicherzustellen dass der Führungsdraht **30** durch das andere Lumen des Lumensystems **26** vorgeschoben wird. Diese Verengung kann durch jeden geeigneten Einsatz (nicht gezeigt), wie einen elastischen Ring oder Ähnliches, erreicht werden, der innerhalb des proximalen Endes des Lumens durch Reibung eingepasst, geklebt, extrudiert oder anderweitig integral eingepasst, etc. werden kann, so dass, wenn der Draht **40** an seinem Platz ist, nur ein geringster Freiraum da ist, der den Draht **40** (oder das verstärkende Schiebermaterial **60**, nicht gezeigt) umgibt. Dadurch ist weniger wahrscheinlich, dass der Führungsdraht **30** versehentlich in das Lumen des Lumensystems **26** eingeführt wird, das vom Draht **40** eingenommen wird, falls das Lumen des Seitenarmadapters **114** nicht mit einem Teiler oder einem anderen Element, um den Führungsdraht **30** korrekt zu dirigieren, versehen sein sollte. Allerdings wird der Fachmann verstehen, dass, im Hinblick auf den Vorteil dieser Offenbarung, die vorsichtige Manipulation des Führungsdrahts **30** seine korrekte Platzierung sicherstellen wird, sogar wenn ein Teiler innerhalb des Lumens des Seitenarmadapters **114** oder ein verengender Einsatz im geeigneten Lumen des Lumensystems **26** nicht vorliegen.

[0108] Die vorliegenden Einfangvorrichtungen können in einer Vielzahl von Anwendungen für das Einfangen von Fremdkörpern jeder beliebigen Größe verwendet werden. In den meisten Fällen können die vorliegenden Einfangvorrichtungen mittels einer einzigen perkutanen Einführung in Patienten eingeführt werden. In dieser Hinsicht kann das Zugangsgefäß oder luminale Organ durch die Haut mit einer geeigneten Nadel punktiert werden. Der Führungsdraht **30** kann durch das Lumen der Nadel in den Körper eingeführt und die Nadel entfernt werden. Der Führungsdraht kann anschließend durch den Patienten manövriert werden bis er eine geeignete Stelle erreicht, beispielsweise eine in der Nähe des Fremdkörpers. Wenn der Führungsdraht **30** einmal an einer geeigneten Stelle positioniert wurde, kann der Katheter **20** der vorliegenden Einfangvorrichtung über den Führungsdraht vorgeschoben werden, bis auch er geeignet positioniert ist.

[0109] Wenn die verwendete Einfangvorrichtung mit einem Sperrsystem **110** und einem Griff **120** versehen ist, kann die Schlinge **50** manipuliert werden, wenn die Einfangvorrichtung einmal das Zielgebiet erreicht hat – was weitere Manipulationen des Führungsdrahts **30** und des Katheters **20** beinhalten kann oder auch nicht – und der Bediener kann versuchen, den Fremdkörper mit ihr zu ergreifen. Um dies zu tun, kann die Sperrvorrichtung **116** zeitweise entriegelt sein, und der Griff **120** kann manipuliert werden, um die Schlinge **50** zu öffnen. Die Sperrvorrichtung **116** kann anschließend wieder verriegelt werden. Die Schlinge **50** kann anschließend manövriert werden, so dass sie den Fremdkörper umfängt; die Sperrvorrichtung **116** kann zeitweise entriegelt sein; der Griff **120** kann manipuliert werden, bis der Fremdkörper fest zwischen der Schlinge **50** und dem Katheter **20** verkeilt ist; und die Sperrvorrichtung **116** kann wieder verriegelt werden. Die Einfangvorrichtung kann anschließend zusammen mit dem Fremdkörper zurückgezogen und aus dem Patienten entfernt werden.

[0110] Während des Eingriffs, kann eine Einführscheide verwendet werden, wenn das im Interesse des Patienten liegt. Einführscheiden werden normalerweise verwendet, wenn die Zugangsstelle mehrere Male verwendet werden soll, was normalerweise auftritt, wenn Katheter oder andere Vorrichtungen ausgetauscht werden. Üblicherweise kann die Verwendung einer der vorliegenden Einfangvorrichtungen nötig sein, um einer unerwünschten Komplikation, die während eines Eingriffs auftritt, abzuhelfen. Weil solch ein Eingriff die Verwendung einer Einführscheide beinhaltet haben kann, kann die vorliegende Einfangvorrichtung ebenfalls durch diese Einführscheide eingeführt werden. Wenn eine anfängliche Einführscheide nicht geeignet erscheint, dass der betreffende Fremdkörper sicher entfernt werden kann, kann der Bediener sie gegen eine Einführscheide der geeigneten Größe austauschen, bevor er den Einfangvorgang beginnt. Der Vorteil in der Verwendung einer Einführscheide liegt in der Reduktion des Risikos, dass der Fremdkörper während seiner Entfernung die Zugangsstelle beschädigen kann.

[0111] Wenn die vorliegende Einfangvorrichtung bei einem Eingriff ohne einen Führungsdraht **30** verwendet wird, kann der Zugang zu dem Gefäß oder luminalen Organ wie eben beschrieben eingerichtet werden. Ein Führungsdraht kann dann durch den Patienten manövriert werden, bis er eine Stelle in der Nähe des Fremdkörpers erreicht. Anschließend kann ein Katheter der geeigneten Größe (d. h. ein Führungskatheter oder Ähnliches, der durch den Katheter **20** passen wird) über den Führungsdraht zur Zielstelle vorgeschoben werden. Der Führungsdraht kann zurückgezogen werden, und der Katheter **20** kann innerhalb des Katheters der geeigneten Größe bis zum Zielort vorgeschoben werden. Der Katheter der geeigneten Größe kann teilweise zurückgezogen werden, damit der Bediener die Einfangvorrichtung uneingeschränkt manipulieren kann.

[0112] In manchen Fällen kann es wünschenswert sein, einen Katheter der geeigneten Größe zu ver-

wenden, um den Fremdkörper zu ergreifen oder ihn festzuhalten. In solchen Fällen kann die Spitze des Katheters der geeigneten Größe über die Einführungsvorrichtung hinaus bis zu den Öffnungen **28** und **32** oder der breiten Öffnung **33** an den Punkt vorgeschoben werden, an welchem der Draht **40** den Katheter **20** verlässt oder in ihn eintritt. Der Rand des Endes des Katheters der geeigneten Größe kann dann verwendet werden, um den Kontakt zwischen der Schlinge **50**, dem Fremdkörper und dem Katheter **20** zu verstärken. Wenn der Katheter der geeigneten Größe bei dem Einfangvorgang keine Rolle spielt, kann er positioniert werden, so dass er die freie Bedienung der Einfangvorrichtung ermöglicht und kann dann unbeweglich am Katheter **20** gesichert werden, indem eine Vorrichtung verwendet wird, die der ähnlich ist, die als Sperrvorrichtung **116** dienen kann.

[0113] Wenn die Schlinge **50** durch die Manipulation von entweder dem Draht **40** oder dem verstärkenden Schiebermaterial **60** geöffnet oder geschlossen wird, ob der Griff **120** nun verwendet wird oder nicht, wird der Durchschnittsfachmann verstehen, dass, im Hinblick auf den Vorteil dieser Erfindung, in Abhängigkeit seiner Orientierung, der Zielfremdkörper von seinem proximalen oder seinem distalen Ende aus angegangen werden kann. In beiden Fällen kann die Schlinge **50**, wenn die Schlinge **50** einmal in geeigneter Weise um den Zielfremdkörper herum ausgerichtet wurde, so manipuliert werden, dass der Fremdkörper gegen die Außenseite des Katheters **20** gesichert wird. In einigen Fällen kann die Schlinge **50** einmal oder mehrere Male gelockert und wieder angezogen werden, um den Fremdkörper bestmöglich so longitudinal zu orientieren, dass die Achse des Fremdkörpers, wenn eine solche existiert, wenn möglich parallel zur Achse **31** des Katheters **20** ist. Wenn der Zielfremdkörper einmal auf diese Weise gesichert ist, kann die Einfangvorrichtung und der Fremdkörper zusammen zurückgezogen und aus dem Körper entfernt werden. Wie oben angedeutet wurde, kann eine Zugangsscheide verwendet werden, so dass das Risiko für die Beschädigung der Zugangsstelle während der Entfernung minimiert wird.

[0114] Der Durchschnittsfachmann wird verstehen, dass, im Hinblick auf den Vorteil dieser Erfindung, die vorliegenden Einfangvorrichtungen auch chirurgisch in einen Patienten eingeführt werden können.

[0115] Die vorliegenden Einfangvorrichtungen können auch verwendet werden, um verschiedene Stents, wie den Palmaz-Schatz-Stent, den Wallstent® oder den Gianturco-Roubin-Stent, einzufangen. Wie in Fig. 16 gezeigt ist, kann ein Führungsdraht **130** in das Lumen des Stents **132** platziert werden, um solch einen Stent einzufangen. Als nächstes kann eine Scheide oder ein Führungskatheter **134** über den Führungsdraht **130** vorgeschoben werden, bis er in der Nähe des Stents **132** positioniert ist. Die Einfangvorrichtung **10** kann anschließend innerhalb der Scheide oder des Führungskatheters vorgeschoben werden, bis sie entweder distal oder proximal des Stents geeignet positioniert ist. Wenn die Schlinge **50** einmal geöffnet und auf geeignete Weise um den Stent, der eingefangen werden soll, orientiert ist, kann der Führungsdraht **30** vollständig zurückgezogen werden. Die Schlinge **50** kann um den Stent durch die Manipulation des proximalen Endes **44** des Drahts **40** (nicht gezeigt) geschlossen werden, indem der Griff **120** (nicht gezeigt) verwendet wird, und die Einfangvorrichtung **10** und der gesicherte Stent **132** können gleichzeitig über den Führungsdraht **130** in den Führungskatheter **134** zurückgezogen und aus dem Körper des Patienten herauszogen werden.

[0116] Jede der vorliegenden hierin offenbarten und beanspruchten Einfangvorrichtungen kann im Licht der vorliegenden Offenbarung ohne unangemessenes Experimentieren hergestellt und bedient werden. Während die Techniken dieser Erfindung anhand von spezifischen Ausführungsformen beschrieben wurden, wird es dem Durchschnittsfachmann offensichtlich sein, dass die vorliegenden Einfangvorrichtungen mit Abweichungen versehen werden können, ohne vom Konzept und dem Umfang der Erfindung abzuweichen. Beispielsweise können alle Verbindungen zwischen den Elementen, die im Sperrsystem **110** beinhaltet sein können – z. B. der in den Fig. 15 und Fig. 17 dargestellte Seitenarmadapter **114** bzw. die Sperrvorrichtung **116** – mit Leim oder jedem geeigneten Klebstoff verstärkt sein.

LITERATURHINWEISE

[0117] Die folgenden Literaturstellen sind Bestandteil dieser Beschreibung, insofern sie Beispiele für Verfahrens- und andere Details in Ergänzung zu den hier beschriebenen liefern.

Bett et al., "Plastic catheter embolism to the right heart a technique of non-surgical removal," Med. J. of Aust., 854–856, 1971.

Bloomfield, "The nonsurgical retrieval of intracardiac foreign bodies – an international survey," Cathet. Cardiovasc. Diagn., 4: 1–14, 1978.

Galal et al., "Problems encountered during introduction of Gianturco coils for transcatheter occlusion of the patent arterial duct," Eur. Heart J., 18: 625–630, 1997.

Ing and Bierman, "Percutaneous transcatheter coil occlusion of the patent ductus arteriosus aided by the nitinol snare: further observations," Cardiovasc. Intervent. Radiol., 18: 222–226, 1995.

Lipton et al., "Percutaneous retrieval of two Wallstent endoprostheses from the hear through a single jugular sheath," JVIR, 6: 469–472, 1995.

Siegel and Robertson, "Percutaneous transfemoral retrieval of a free-floating Titanium Greenfield filter with an Amplatz goose neck snare," JVIR, 4: 565–568, 1993.

Patentansprüche

1. Eine Einfangvorrichtung (**10**), umfassend:
– einen ersten Katheter (**20**) mit einem distalen Ende (**22**), einem proximalen Ende (**24**), einem Lumensystem (**26**), das konfiguriert ist, um mindestens einen ersten Draht (**30**) aufzunehmen, so dass der wenigstens eine Draht (**30**) sich über beide Enden des ersten Katheters (**20**) hinaus ausdehnen kann, und mit einem Öffnungssystem (**27**), durch welches eine Schlinge (**50**) ausgebildet werden kann, wobei das Öffnungssystem (**27**) zwischen dem distalen Ende (**22**) und dem proximalen Ende (**24**) positioniert ist, wobei das Lumensystem (**26**) eine Öffnung besitzt, welche vom Öffnungssystem (**27**) abgetrennt ist, wobei die Öffnung des Lumensystems konfiguriert ist, wenigstens einen Draht (**30**) aufzunehmen, so dass der wenigstens eine Draht (**30**) sich über das distale Ende des ersten Katheters (**20**) hinaus ausdehnen kann; und
– einen zweiten Draht (**40**), welcher ein distales Ende (**42**), das an den ersten Katheter (**20**) angebracht ist, und ein proximales Ende (**44**) besitzt;
wobei das proximale Ende (**44**) des zweiten Drahts manipuliert werden kann, so dass ein Anteil des Drahts (**40**) außerhalb des ersten Katheters eine Schlinge (**50**) bildet, wobei die Schlinge (**50**) in der Lage ist, Fremdkörper innerhalb eines Patienten zu ergreifen.

2. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß Anspruch 1, wobei das Öffnungssystem (**27**) erste (**28**) und zweite (**32**) Öffnungen umfasst, und die erste Öffnung (**28**) vom distalen Ende (**22**) des ersten Katheters (**20**) einen ersten Abstand weit entfernt liegt und die zweite Öffnung (**32**) vom distalen Ende (**22**) des ersten Katheters einen zweiten Abstand weit entfernt liegt, wobei der erste und zweite Abstand im Wesentlichen gleich sind.

3. Die Einfangvorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Schlinge (**50**), die ausgebildet werden kann, eine offene Position besitzt, die im Wesentlichen eine kreisförmige Gestalt hat, und/oder wobei der erste Katheter (**20**) konisch zulaufend ist, und/oder wobei der erste Katheter (**20**) wenigstens zwei Segmente umfasst, die miteinander verbunden sind.

4. Die Einfangvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei das Lumensystem (**26**) ein erstes Lumen und ein zweites Lumen umfasst, und wobei der wenigstens eine erste Draht konfiguriert ist, um innerhalb des ersten Lumens platziert zu werden und um sich über beide Enden des ersten Katheters (**20**) hinaus auszudehnen.

5. Die Einfangvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei das Lumensystem (**26**) ein erstes Lumen und ein zweites Lumen umfasst, und wobei das erste Lumen konfiguriert ist, um wenigstens (a) einen Führungsdraht (**30**) aufzunehmen, so dass der Führungsdraht (**30**) sich über beide Enden des ersten Katheters hinaus ausdehnen kann, und um (b) den zweiten Draht aufzunehmen, der in der Lage ist, die Schlinge (**50**) auszubilden.

6. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend einen Führungsdraht (**30**), der konfiguriert ist, um innerhalb des Lumensystems (**26**) platziert zu werden, wobei das Lumensystem (**26**) vorzugsweise ein einziges Lumen umfasst.

7. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend einen Griff (**120**), der mit dem Draht (**40**) verbunden ist, und wobei der Griff (**120**) manipuliert werden kann, so dass der Anteil des zweiten Drahts (**40**) durch das Öffnungssystem (**27**) hindurch gleitet und die Schlinge (**50**) ausbildet, die in der Lage ist, Fremdkörper innerhalb des Patienten zu ergreifen.

8. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend ein verstärkendes Schlingenmaterial (**90**), das mit dem Draht (**40**) verbunden ist, so dass, wenn das proximale Ende des Drahts manipuliert wird, um die Schlinge (**50**) auszubilden, wenigstens ein Anteil der Schlinge an das verstärkende Schlingenmaterial (**90**) angrenzt, wobei das verstärkende Schlingenmaterial (**90**) vorzugsweise PTFE, rostfreien Stahl, Nitinol, Wolfram oder Platin umfasst.

9. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend ein verstärkendes Schiebermaterial (**60**), das mit dem Draht (**40**) in der Nähe des proximalen Endes des Drahts verbunden ist, wobei das verstärkende Schiebermaterial (**60**) vorzugsweise Nitinol oder rostfreien Stahl umfasst.

10. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß Anspruch 9, wobei das verstärkende Schiebermaterial ein zweiter Katheter ist, und wobei der zweite Katheter manipuliert werden kann, so dass ein Anteil des Drahts durch das Öffnungssystem (**27**) hindurch gleitet und eine Schlinge (**50**) ausbildet, die in der Lage ist, Fremdkörper innerhalb des Patienten zu ergreifen.

11. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß Anspruch 9, weiterhin umfassend ein erstes Ventil (**25**) für die Blutstillung, das mit dem distalen Ende des ersten Katheters verbunden ist, und ein zweites Ventil für die Blutstillung, das mit dem distalen Ende des zweiten Katheters verbunden ist.

12. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfas-

send einen Seitenarmadapter (**114**), der mit dem distalen Ende des ersten Katheters (**20**) verbunden ist, und gegebenenfalls weiterhin umfassend eine Sperrvorrichtung (**116**), die mit dem Seitenarmadapter (**114**) verbunden ist und ein Ventil für die Blutstillung, das mit der Sperrvorrichtung (**116**) verbunden ist.

13. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß Anspruch 1, wobei das Lumensystem (**26**) konfiguriert ist, um wenigstens (a) einen Führungsdraht (**30**) aufzunehmen, so dass sich der Führungsdraht über beide Enden des ersten Katheters (**30**) hinaus ausdehnen kann, und um (b) einen Draht (**40**) aufzunehmen, der in der Lage ist, eine Schlinge (**50**) auszubilden, und wobei die Öffnung des Lumensystems (**26**) konfiguriert ist, den Führungsdraht (**30**) aufzunehmen, so dass sich der Führungsdraht über das distale Ende des ersten Katheters hinaus ausdehnen kann.

14. Eine Einfangvorrichtung (**10**), umfassend:
– einen ersten Katheter (**20**) mit einem distalen Ende (**22**), einem proximalen Ende (**24**), einem Lumensystem (**26**), das konfiguriert ist, um wenigstens einen Draht (**30**) aufzunehmen, so dass sich der wenigstens eine Draht über beide Enden des ersten Katheters (**20**) hinaus ausdehnen kann, und mit einem Öffnungssystem (**27**), durch welches eine Schlinge ausgebildet werden kann;
– einen ersten Draht (**30**), konfiguriert, um innerhalb des Lumensystems (**26**) platziert zu werden und sich über beide Enden des ersten Katheters (**20**) hinaus auszudehnen; und
– einen zweiten Draht (**40**), der ein distales Ende (**42**) und ein proximales Ende (**44**) besitzt, und wobei das distale Ende (**42**) des zweiten Drahts (**40**) an dem ersten Katheter angebracht ist;
wobei das proximale Ende (**44**) des zweiten Drahts (**40**) manipuliert werden kann, so dass ein Anteil des zweiten Drahts durch das Öffnungssystem (**27**) hindurch gleitet und eine Schlinge (**50**) ausbildet, die in der Lage ist, Fremdkörper innerhalb eines Patienten zu ergreifen.

15. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß Anspruch 14, wobei das Öffnungssystem (**27**) zwei Öffnungen (**28**, **32**) umfasst, die im Wesentlichen im gleichen Abstand vom distalen Ende des ersten Katheters (**20**) ausgerichtet sind.

16. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß Anspruch 14 oder 15, wobei die Schlinge (**50**), die ausgebildet werden kann, eine offene Position besitzt, die im Wesentlichen eine kreisförmige Gestalt hat, und/oder wobei der erste Katheter konisch zulaufend ist, und/oder wobei der zweite Draht (**40**) konisch zulaufend ist, und/oder wobei der erste Katheter (**20**) wenigstens zwei Segmente umfasst, die miteinander verbunden sind.

17. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei das Lumensystem (**26**) ein einziges Lumen oder ein erstes und ein zweites Lumen umfasst, und wobei der erste Draht (**30**) konfiguriert ist, um innerhalb des ersten Lumens platziert zu werden und sich über beide Enden des ersten Katheters hinaus auszudehnen, und der zweite Draht innerhalb des zweiten Lumens platziert ist.

18. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß einem der Ansprüche 14 bis 17, weiterhin umfassend einen Griff (**120**), der mit dem zweiten Draht (**40**) verbunden ist, und wobei der Griff (**120**) manipuliert werden kann, so dass der Anteil des zweiten Drahts (**40**) durch das Öffnungssystem (**27**) hindurch gleitet und die Schlinge (**50**) ausbildet, die in Lage ist, Fremdkörper innerhalb des Patienten zu ergreifen.

19. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß einem der Ansprüche 14 bis 18, weiterhin umfassend ein verstärkendes Schlingenmaterial (**90**), das mit dem zweiten Draht (**40**) verbunden ist, so dass, wenn das proximale Ende des zweiten Drahts (**40**) manipuliert wird, um die Schlinge (**50**) auszubilden, wenigsten ein Anteil der Schlinge (**50**) an das verstärkende Schlingenmaterial (**90**) angrenzt.

20. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß einem der Ansprüche 14 bis 19, weiterhin umfassend ein verstärkendes Schiebermaterial (**60**), das mit dem zweiten Draht (**40**) in der Nähe des proximalen Endes des zweiten Drahts (**40**) verbunden ist.

21. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß einem der Ansprüche 14 bis 20, wobei das verstärkende Schiebermaterial (**60**) ein zweiter Katheter ist, konfiguriert, um den ersten Draht (**30**) aufzunehmen, und wobei der zweite Katheter manipuliert werden kann, so dass der Anteil des zweiten Drahts (**40**) durch das Öffnungssystem hindurch gleitet und die Schlinge (**50**) ausbildet, die in der Lage ist, Fremdkörper innerhalb des Patienten zu ergreifen.

22. Dies Einfangvorrichtung (**10**) gemäß einem der Ansprüche 14 bis 21, weiterhin umfassend ein erstes Ventil (**25**) für die Blutstillung, das mit dem distalen Ende des ersten Katheters (**20**) verbunden ist, und ein zweites Ventil für die Blutstillung, das mit dem distalen Ende des zweiten Katheters verbunden ist.

23. Die Einfangvorrichtung (**10**) gemäß einem der Ansprüche 14 bis 22, weiterhin umfassend einen Seitenarmadapter (**114**), der mit dem distalen Ende des ersten Katheters (**20**) verbunden ist, und gegebenenfalls weiterhin umfassend eine Sperrvorrichtung (**116**), die mit dem Seitenarmadapter (**114**) verbunden ist, und ein Ventil (**25**) für die Blutstillung, das mit der Sperrvorrichtung verbunden ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

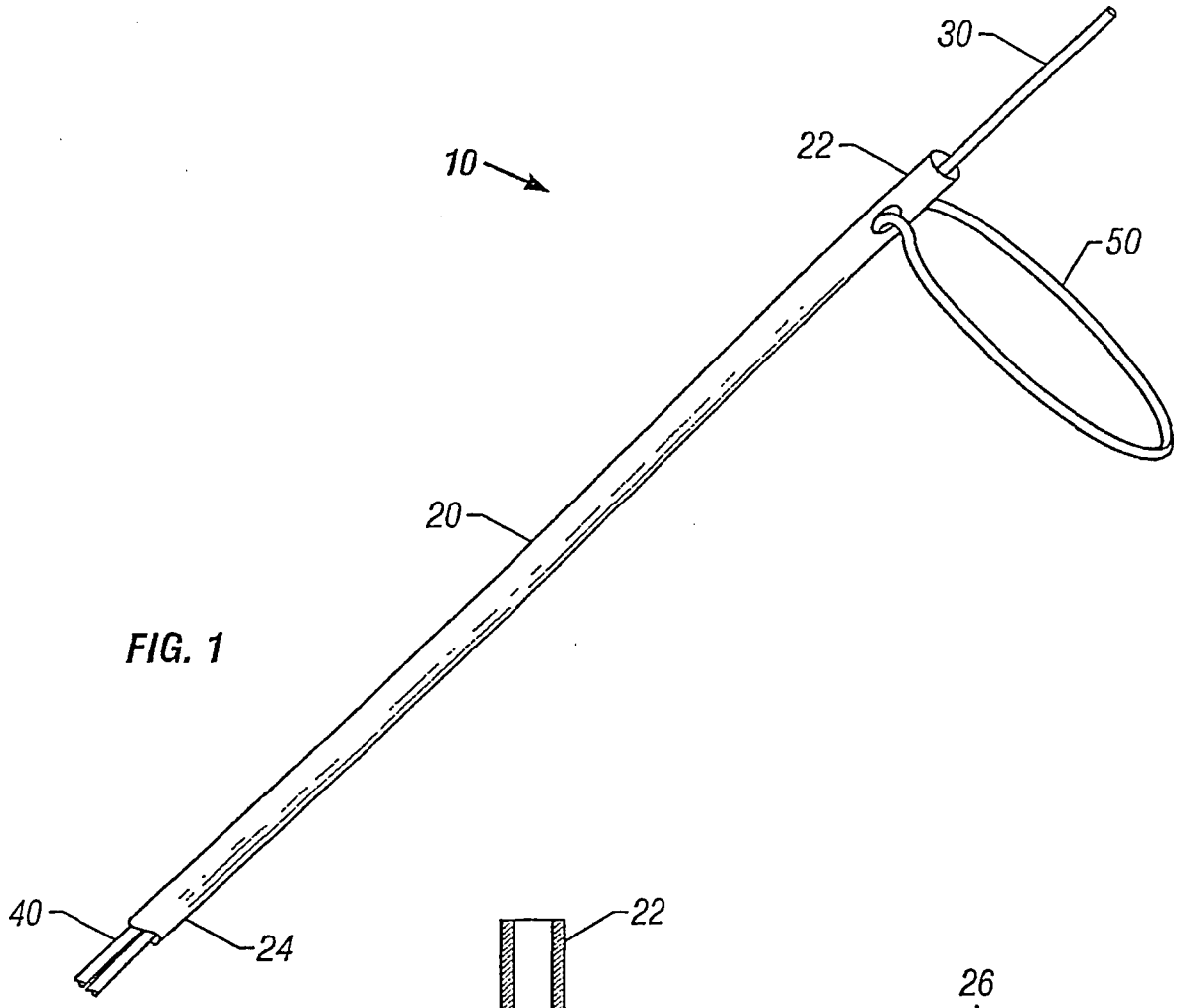


FIG. 1

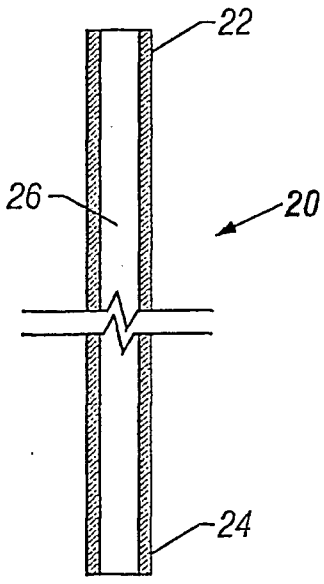


FIG. 2

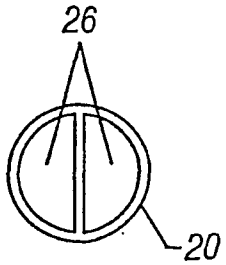


FIG. 3

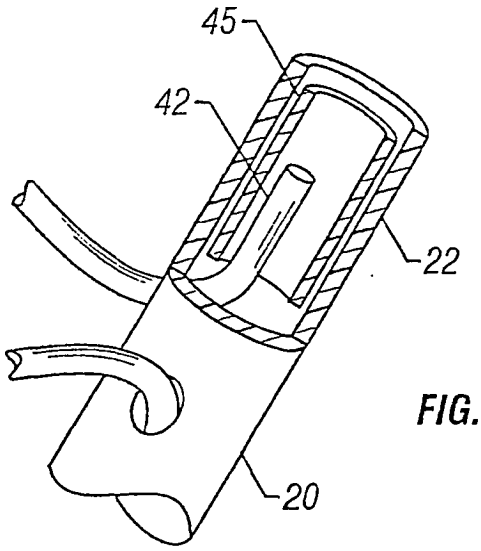


FIG. 4

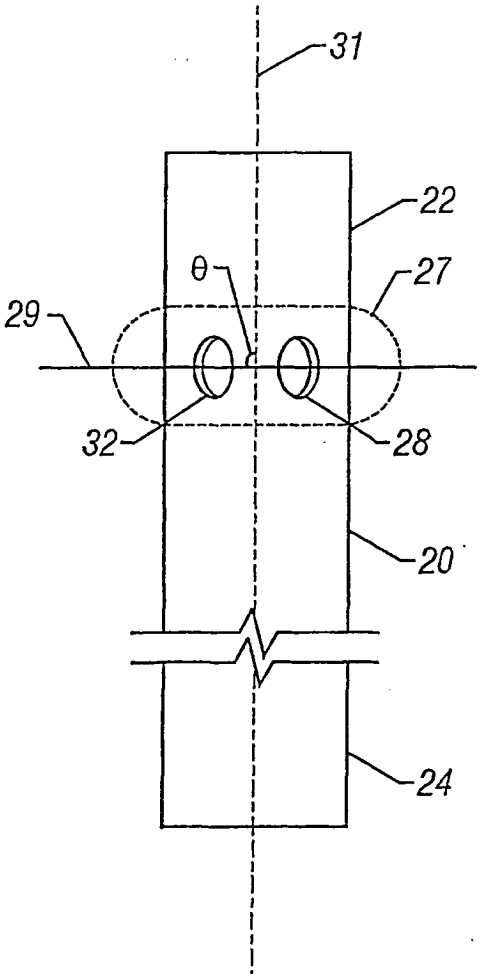


FIG. 5A

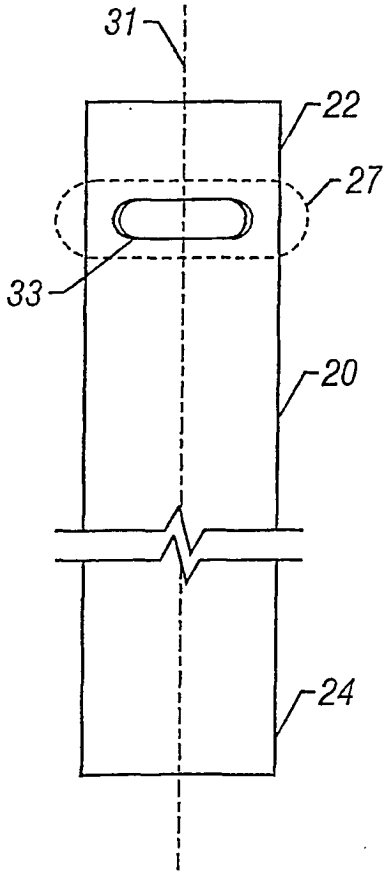


FIG. 5B

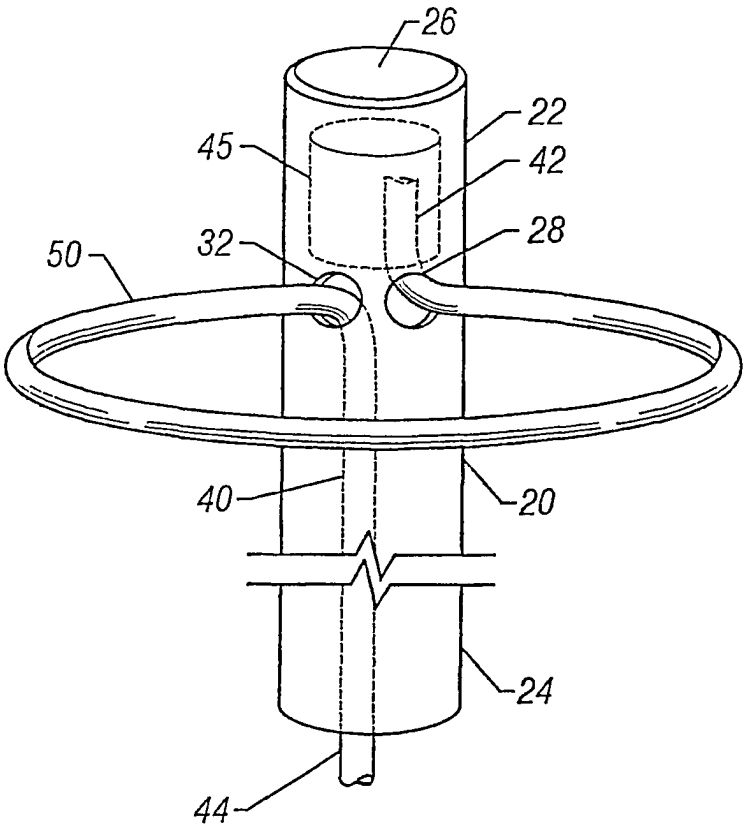


FIG. 6A

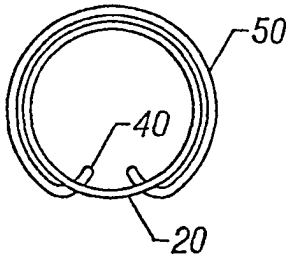


FIG. 6B

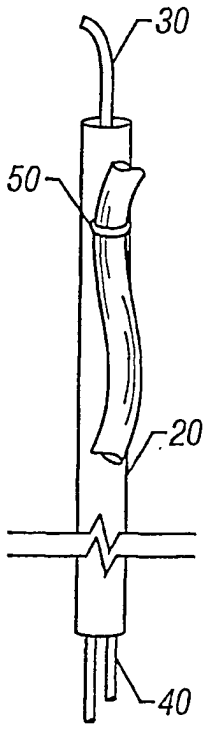


FIG. 7

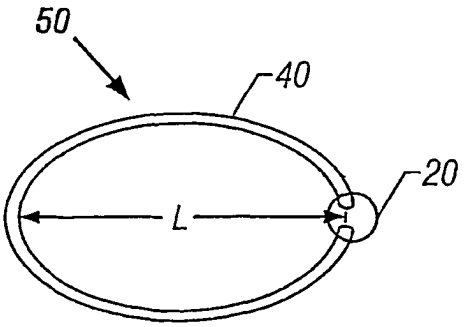


FIG. 8

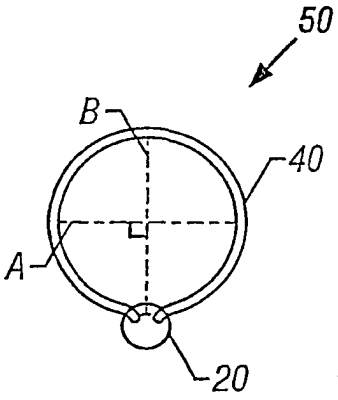


FIG. 9

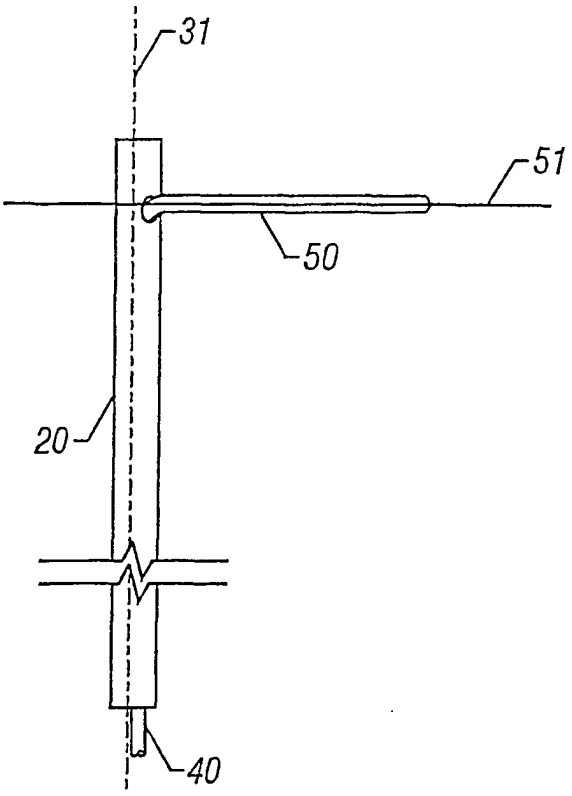


FIG. 10

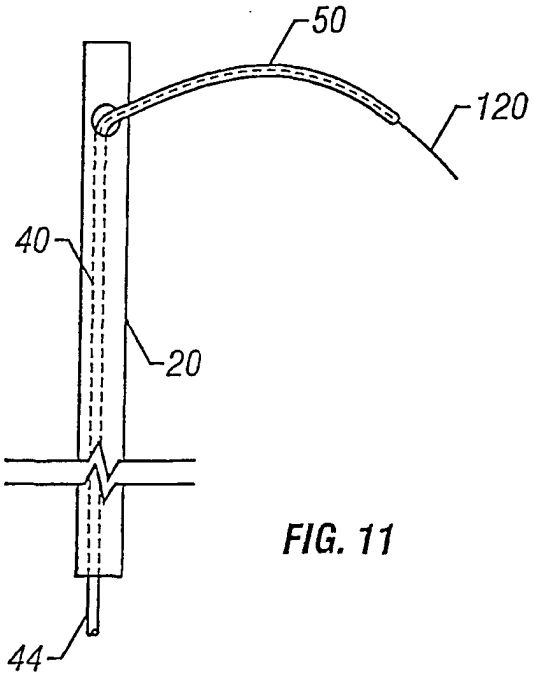


FIG. 11

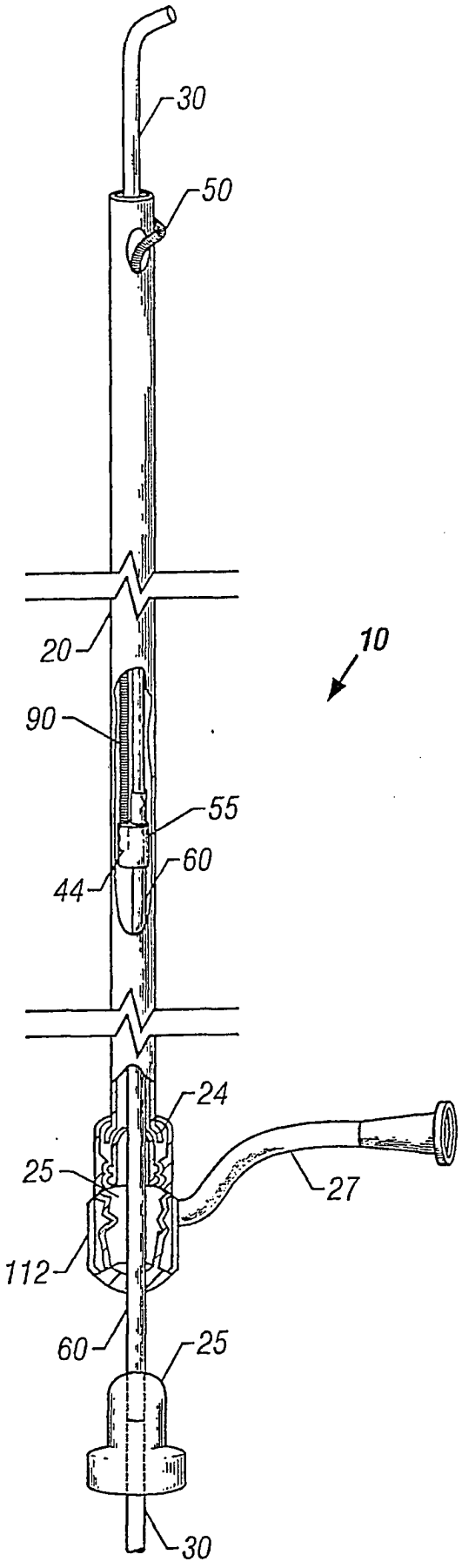


FIG. 12

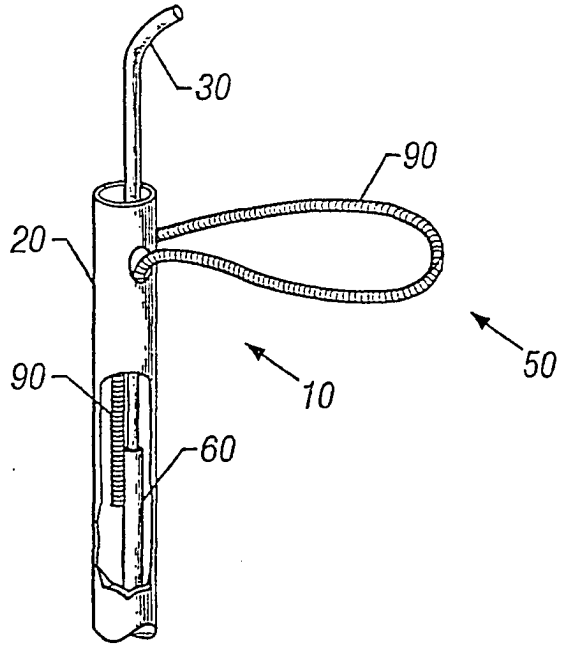


FIG. 13

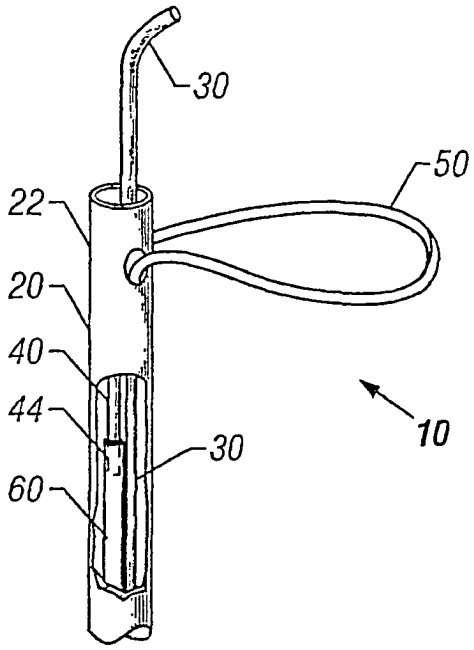


FIG. 14

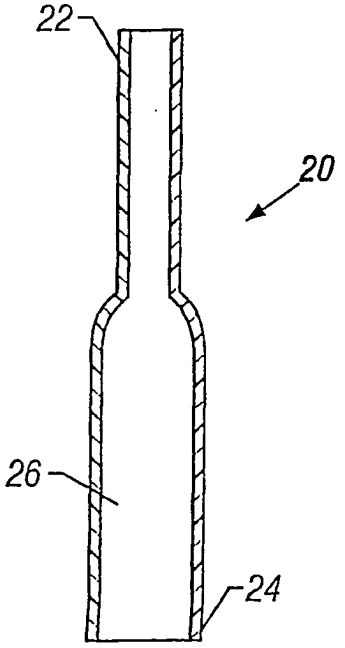


FIG. 18

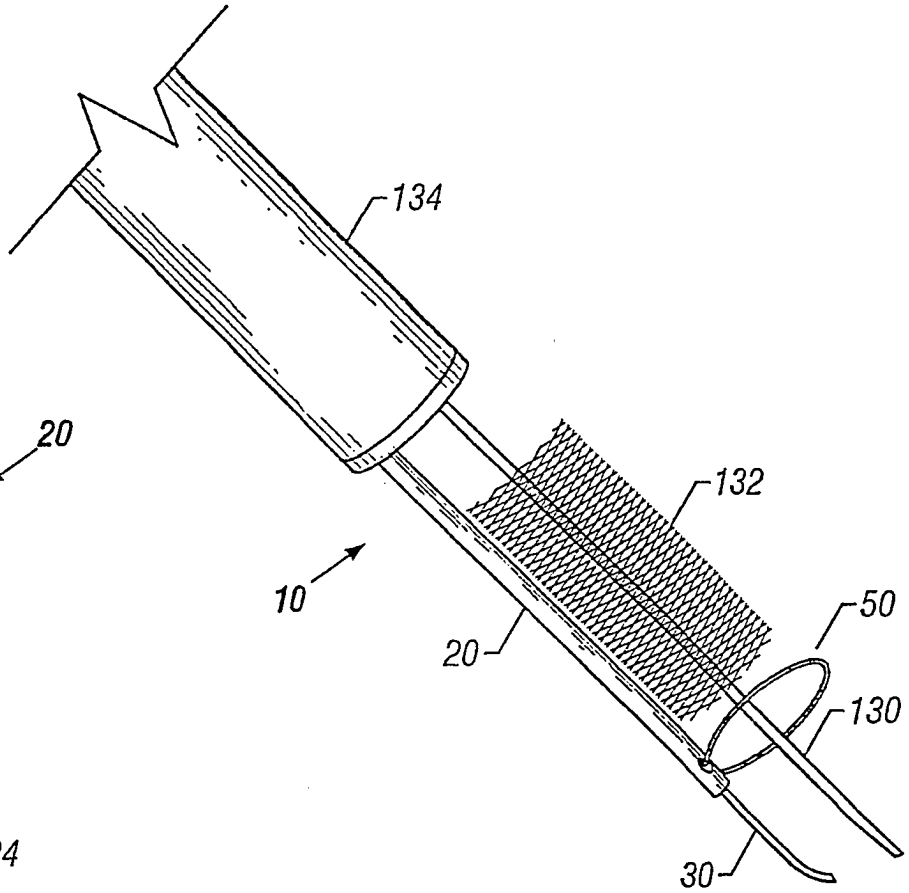


FIG. 16

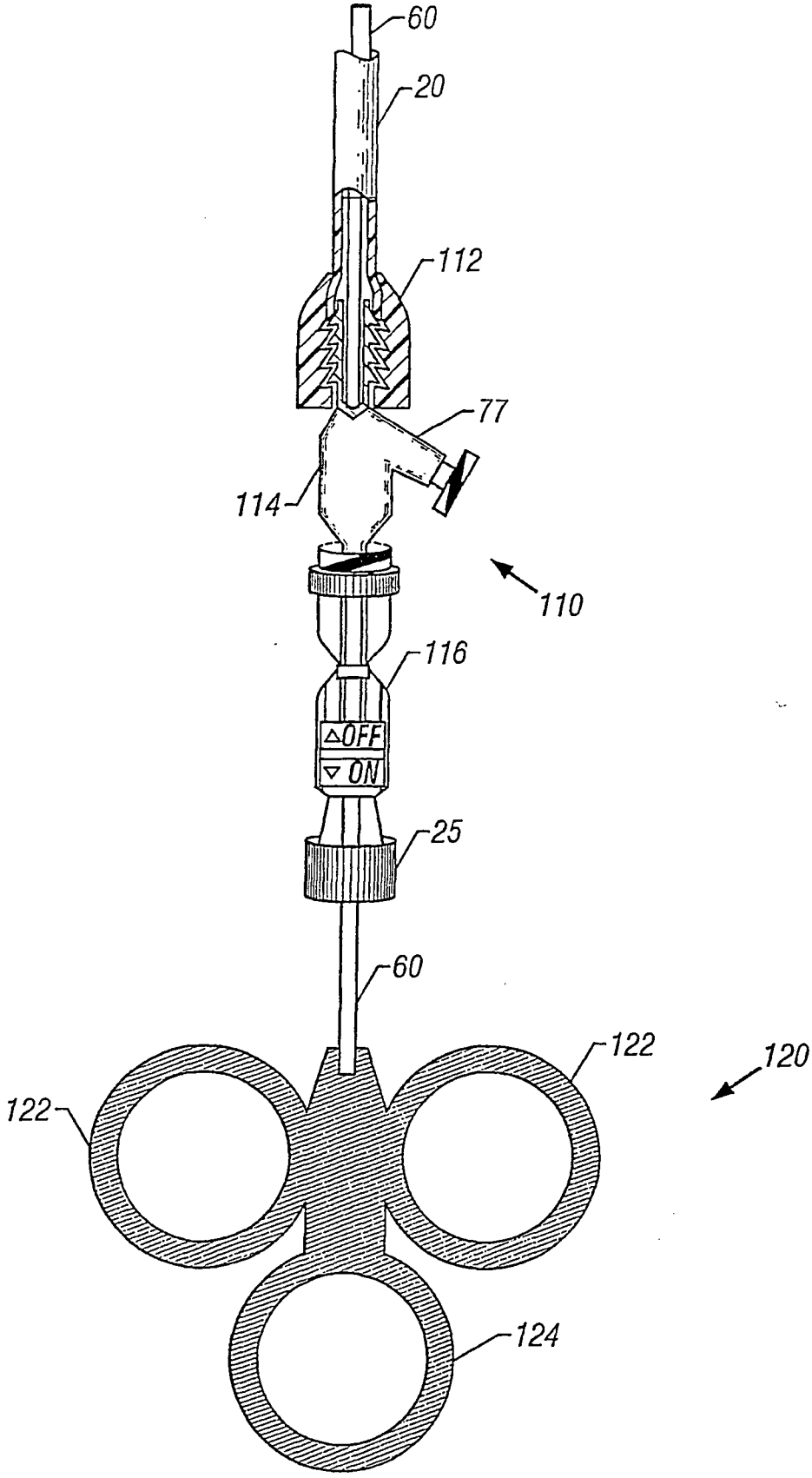


FIG. 15

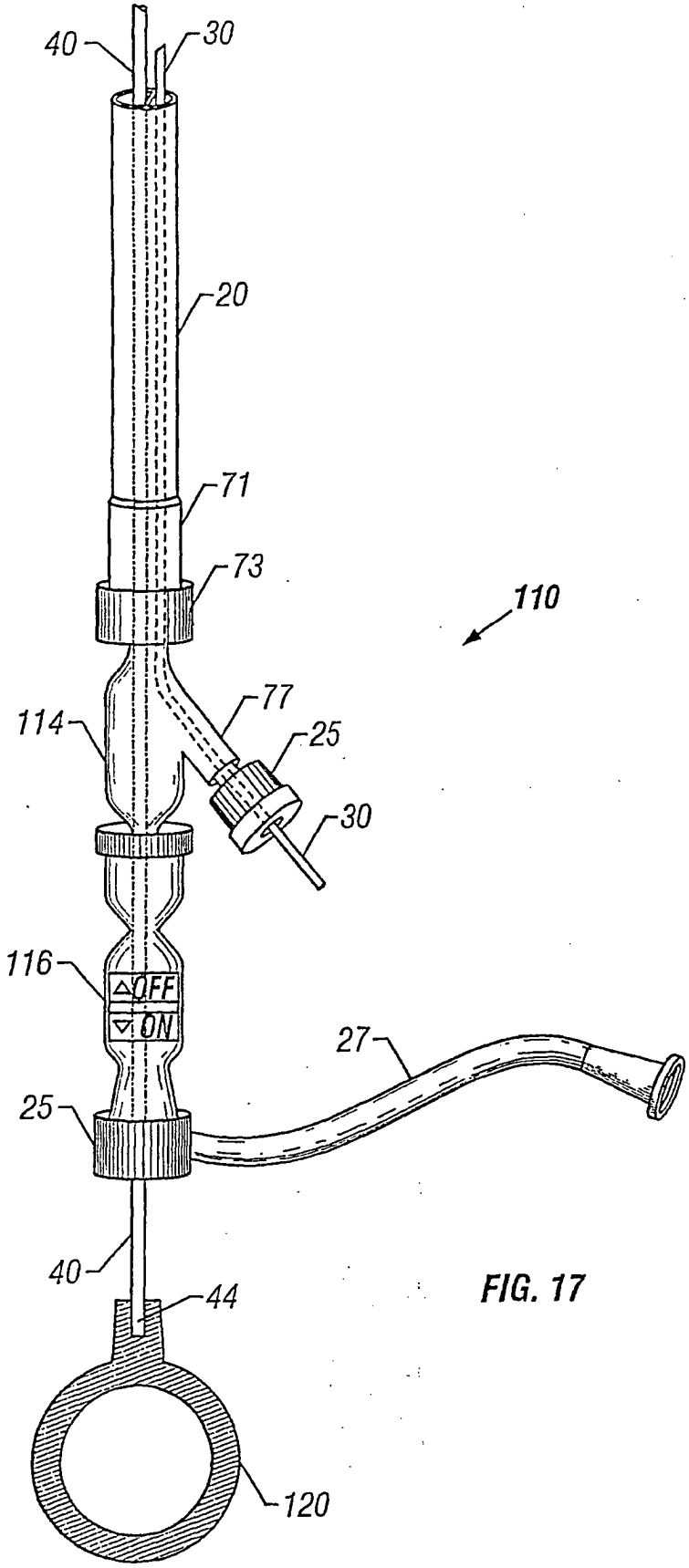


FIG. 17