



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 29 320 T2** 2006.07.20

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 071 370 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 29 320.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/06296**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 914 988.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1999/052434**

(86) PCT-Anmeldetag: **25.03.1999**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **21.10.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **31.01.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **04.01.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.07.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61B 6/00** (2006.01)  
**A61B 5/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**60487 15.04.1998 US**

(73) Patentinhaber:  
**Intraluminal Therapeutics Inc., Carlsbad, Calif., US**

(74) Vertreter:  
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &  
Schwanhäusser, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, ES, FR, GB, IE**

(72) Erfinder:  
**WINSTON, Thomas, Leawood, KS 66211, US;  
NEET, John, Lawrence, KS 66049, US**

(54) Bezeichnung: **FÜHRUNGSDRAHTVORRICHTUNG**

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

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

**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Diese Erfindung betrifft im Allgemeinen medizinische Führungsdrähte und Katheter und spezieller Leiteinrichtungen und Leitverfahren für Führungsdrähte.

**[0002]** Hintergrund der Erfindung Krankheitsprozesse, z.B. Tumore, Entzündung von Lymphknoten und der Aufbau von Ablagerungen in Arterien befallen häufig den menschlichen Körper. Als ein spezielles Beispiel ist bekannt, dass sich in den Arterienwänden des menschlichen Körpers atherosklerotische Ablagerung (Plaque) aufbaut. Ein solcher Aufbau von Ablagerungen schränkt den Kreislauf ein und verursacht oft kardiovaskuläre Probleme, speziell wenn der Aufbau in Koronararterien auftritt.

**[0003]** Um eine solche Krankheit zu behandeln, ist es häufig notwendig, ein medizinisches Gerät an die krankhafte Stelle zu führen und dann das medizinische Gerät zum Behandeln des krankhaften Bereichs zu verwenden. Häufig wird ein Führungsdraht genutzt, um das Führen anderer Behandlungsgeräte zu unterstützen. Ein Führungsdraht wird normalerweise benötigt, um einen Katheter in einer Arterie genau zu positionieren. Der Führungsdraht wird vorgeschoben und bildet einen Weg durch die Arterie und den Bereich des Ablagerungsaufbaus. Der Katheter oder eine andere Vorrichtung wie zum Beispiel ein Ballon oder eine Atherektomie-Rotationsvorrichtung wird anschließend mittels Führungsdraht durch die Arterie geführt.

**[0004]** Für die Behandlung von Gewebe sind bekannte Führungsdrähte da. Die bekannten Führungsdrähte nutzen zum Beispiel Laserenergie, um den Ablagerungsaufbau an Arterienwänden zu entfernen, wenn der Führungsdraht vorgeschoben wird. Ein bekannter Katheter umfasst eine Laserquelle und ein Führungsdrahtgehäuse. Das Führungsdrahtgehäuse besitzt ein erstes Ende und ein zweites Ende oder Kopf, wobei sich mehrere Lichtwellenleiter zwischen dem ersten und dem zweiten Ende erstrecken. Die Laserquelle ist mit jedem der Lichtwellenleiter neben dem ersten Ende des Kathetergehäuses gekoppelt und so ausgeführt, um Laserenergie gleichzeitig durch die Lichtwellenleiter zu übertragen.

**[0005]** Um eine arterielle Ablagerung zu entfernen, wird zum Beispiel das Führungsdrahtgehäuse in der Arterie so positioniert, dass das zweite Ende des Führungsdrahtgehäuses einem Bereich des Ablagerungsaufbaus benachbart ist. Anschließend wird die Laserquelle unter Spannung gesetzt, so dass sich durch jeden der Lichtwellenleiter Laserenergie bewegt und die am zweiten Ende des Kathetergehäuses angrenzende Ablagerung durch Lichtimpulse im

Wesentlichen abträgt. Das Führungsdrahtgehäuse wird anschließend durch den Bereich vorgeschoben, um die Ablagerung im gesamten Bereich durch Lichtimpulse abzutragen.

**[0006]** Es ist jedoch häufig schwierig, bekannte Führungsdrähte durch den Körper zu führen, ohne eine Beschädigung zu riskieren. Zum Beispiel können bekannte Führungsdrähte normalerweise nicht ohne weiteres durch teilweise oder völlig verschlossene Arterien vorgeschoben werden, ohne das erhebliche Risiko, die Arterienwand zu beschädigen oder zu durchstechen. Wenn der Führungsdraht durch die Arterie vorgeschoben wird, wird er auf Vorschubhindernisse, die den Ablagerungsaufbau oder die Arterienwand selbst umfassen, stoßen. Jedoch unterscheiden bekannte Führungsdrähte nicht zwischen Ablagerungsaufbau und der Arterienwand. Ein operierender Arzt kann daher ein Hindernis fälschlicherweise als Ablagerungsaufbau erkennen und versuchen, den Führungsdraht durch das Hindernis zu führen, was zu einer Verletzung oder Durchbohrung der Arterienwand führt.

**[0007]** Folglich wäre es wünschenswert, einen Führungsdraht einschließlich eines Leitsystems zur Verfügung zu stellen, um die Sicherheit beim weiteren Vorschieben des Führungsdrahtes in das Gefäß zu bestimmen. Es wäre außerdem wünschenswert, einen solchen Führungsdraht bereitzustellen, der die Fähigkeit besitzt, einem operierenden Arzt Informationen zu liefern, um zwischen den Arten von Hindernissen, die den Vorschub des Führungsdrahtes behindern könnten, zu unterscheiden.

**[0008]** WO 97 32182 offenbart ein Abbildungssystem zur Durchföhrung einer Tomographie mit optischer Kohärenz, das eine optische Strahlungsquelle, einen ersten Strahlengang, der zu einem optischen Bezugsreflektor föhrt, und einen zweiten Strahlengang, der mit einer Endoskopeinheit gekoppelt ist, umfasst. Die Endoskopeinheit umfasst vorzugsweise ein längliches Gehäuse, das einen Einmoden-Lichtwellenleiter enthält, und ein mit einem distalen Ende des Lichtwellenleiters gekoppeltes optisches System, und ist so angeordnet, um die optische Strahlung von der Faser zu einer Struktur, die beobachtet wird, zu übertragen, und um die reflektierte optische Strahlung zu der Faser zurück zu strahlen. Das System umfasst des Weiteren einen Strahlungsteiler, der die optische Strahlung von der optischen Strahlungsquelle längs des ersten Strahlengangs zu dem Reflektor und längs des zweiten Strahlengangs teilt, und einen Detektor, der positioniert ist, um reflektierte optische Strahlung zu empfangen, die längs des ersten Strahlengangs und des zweiten Strahlengangs zurück übertragen wurde. Der Detektor erzeugt ein Signal als Reaktion auf die reflektierte optische Strahlung von dem Bezugsreflektor und die Struktur, und ein Prozessor erzeugt ein Bild der Struktur als Reak-

tion auf das Signal von dem Detektor.

#### Abriss der Erfindung

**[0009]** Diese und andere Aufgaben können durch eine Führungsdrahtvorrichtung erzielt werden, die in einer Ausführung ein interferometrisches Leitsystem umfasst. Speziell enthält die Führungsdrahtvorrichtung einen im Wesentlichen zylindrischen Führungsdraht mit einem ersten Ende, einem zweiten Ende oder Führungsdrahtkopf, und eine Bohrung, die sich zwischen dem ersten und dem zweiten Ende erstreckt. Das interferometrische Leitsystem ist mit dem Führungsdraht gekoppelt und enthält eine gering kohärente Beleuchtungsquelle, einen optischen Strahlungsteiler, einen ersten Lichtwellenleiter, einen zweiten Lichtwellenleiter, einen Photodetektor und einen Computer. Der erste Lichtwellenleiter ist um einen ersten piezoelektrischen Wandler (PZT) und der zweite Lichtwellenleiter um einen zweiten PZT gewickelt. Der erste PZT und der zweite PZT sind mit dem Leitsystem in umgekehrter paralleler Ausführung verbunden, so dass beim Anlegen eines sägezahnförmigen Spannungssignals der eine sich ausdehnt, während sich der andere zusammenzieht. Der erste Lichtwellenleiter umfasst ein erstes Ende sowie ein zweites Ende und erstreckt sich durch die Bohrung des Führungsdrahtes, so dass sich das zweite Ende neben dem zweiten Ende des Führungsdrahtes befindet. Der zweite Lichtwellenleiter des Leitsystems umfasst entsprechend ein erstes und ein zweites Ende sowie einen feststehenden Reflektor wie zum Beispiel ein Metallauftrag-Reflektor an dem zweiten Ende des zweiten Lichtwellenleiters.

**[0010]** Der Strahlungsteiler umfasst einen Beleuchtungsquelleneingang, einen ersten Strahlengang, einen zweiten Strahlengang und einen kombinierten Strahlengang. Die Beleuchtungsquelle ist mit dem Beleuchtungseingang des Strahlungsteilers gekoppelt.

**[0011]** Das erste Ende des ersten Lichtwellenleiters und das erste Ende des zweiten Lichtwellenleiters sind mit dem Strahlungsteiler gekoppelt. Insbesondere sind das erste Ende des ersten Lichtwellenleiters mit dem ersten Strahlengang des Strahlungsteilers zur Übertragung und das erste Ende des zweiten Lichtwellenleiters mit dem zweiten Strahlengang des Strahlungsteilers zur Übertragung gekoppelt. Der mit dem Strahlengang kombinierte Strahlungsteiler ist mit dem Photodetektor gekoppelt, der zur Übertragung mit dem Computer verbunden ist. Der Photodetektor ist so ausgeführt, um eine Interferenz zwischen im Wesentlichen gleichen reflektierten Lichtstrahlen zu bestimmen, die anfänglich von der gleichen Quelle emittiert und später gespalten werden, um sich getrennt durch den ersten Lichtwellenleiter und durch den zweiten Lichtwellenleiter auszubreiten.

**[0012]** Beim Einsatz wird der Führungsdrahtkopf zumindest teilweise zum Beispiel in ein Blutgefäß eingesetzt, so dass der Führungsdrahtkopf und das zweite Ende des ersten Lichtwellenleiters des Leitsystems außerhalb des Blutgefäßes positioniert sind. Der Strahlungsteiler teilt den Lichtstrahl der Beleuchtungsquelle in zwei Strahlen. Der erste Strahl wird durch den ersten Lichtwellenleiter zum Gewebe übertragen, das sich vor dem zweiten Ende des Führungsdrahtes befindet. Das wie eine reflektierende Fläche wirkende Gewebe reflektiert zumindest einen Teil des ersten Lichtstrahls zum ersten Lichtwellenleiter und zum Strahlungsteiler zurück. Der zweite Lichtstrahl wird durch den zweiten Lichtwellenleiter zu dem feststehenden Reflektor, der den zweiten Lichtstrahl reflektiert, durchgelassen, wobei der reflektierte Strahl zum Strahlungsteiler zurückgeführt wird. Der Strahlungsteiler kombiniert die reflektierten ersten und zweiten Lichtstrahlen, was zu einer konstruktiven oder destruktiven Interferenz der beiden Lichtstrahlen führt, und erzeugt einen kombinierten Lichtstrahlengang. Der kombinierte Lichtstrahlengang einschließlich Interferenzinformationen ist mit dem Photodetektor gekoppelt, und der Photodetektorausgang wird durch den Computer verarbeitet, um die Sicherheit beim weiteren Verschieben des zweiten Endes des Führungsdrahtes in das Gefäß zu bestimmen.

**[0013]** Vor dem weiteren Verschieben des Führungsdrahtes in das Gefäß werden an die piezoelektrischen Wandler (PZT) phasenverschobene Frequenzsignale angelegt, die bewirken, dass sich die PZT abwechselnd phasenverschoben zueinander ausdehnen und zusammenziehen. Dieser Vorgang streckt abwechselnd jeden Lichtwellenleiter, der seine Länge vergrößert. Speziell verändert die Abwechslung zwischen einer Verlängerung des ersten Lichtwellenleiters und einer Verlängerung des zweiten Lichtwellenleiters die Länge des Strahlengangs für den ersten und den zweiten Lichtstrahl. Dies verschiebt den Interferenzpunkt des reflektierten ersten und zweiten Lichtstrahls, indem Interferenzdaten erzeugt werden, die verarbeitet werden, um Informationen, die das Gewebe in bekannten Abständen von dem zweiten Ende des Führungsdrahtes betreffen, zur Verfügung stellen.

**[0014]** Die oben beschriebene Führungsdrahtvorrichtung liefert ein Leitsystem zum Bestimmen der Sicherheit beim weiteren Verschieben eines Führungsdrahtes in ein Gefäß.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0015]** [Fig. 1](#) ist die bildhafte Darstellung einer in ein Blutgefäß eingesetzten Führungsdrahtvorrichtung gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung;

**[0016]** [Fig. 2](#) ist eine Schnittansicht des in [Fig. 1](#)

dargestellten Führungsdrahtes;

[0017] **Fig. 3** ist die schematische Darstellung eines feststehenden Reflektors auf dem zweiten Lichtwellenleiter.

#### Ausführliche Beschreibung

[0018] **Fig. 1** ist eine bildhafte Darstellung der Führungsdrahtvorrichtung **20** entsprechend einer Ausführung nach der vorliegenden Erfindung. Die Führungsdrahtvorrichtung **20** umfasst ein interferometrisches Leitsystem **22** und ist so ausgeführt, um in einen Körperkanal **24** wie zum Beispiel ein Blutgefäß eingesetzt zu werden. Die Führungsdrahtvorrichtung **20** umfasst des Weiteren einen Katheter **26**, der sich über einem Führungsdraht **28** erstreckt. Der Führungsdraht **28** besitzt ein erstes Ende **30** und einen Kopf **32** und enthält eine Bohrung **34**, die sich zwischen dem ersten Ende **30** und dem Kopf **32** erstreckt. Das zweite Ende **32** des Führungsdrahtes ist im Inneren **36** des Blutgefäßes **24** neben dem Gewebe angeordnet, durch welches, z.B. Ablagerung **38**, der Führungsdraht **28** vorzuschieben ist. Der Führungsdraht **28** kann zum Beispiel mit einem an sich bekannten gewendelten Draht ausgebildet sein.

[0019] Das Leitsystem **22** umfasst einen Strahlungsteiler **40**, einen ersten oder messenden Lichtwellenleiter **42** und einen zweiten oder Bezugswellenleiter **44**, eine Beleuchtungsquelle **46**, zwei piezoelektrische Wandler (PZT) **48** und **50**, ein Detektierelement **52** und einen Computer **54**. Der Strahlungsteiler **40** umfasst einen Beleuchtungsquelleneingang **56**, einen ersten Strahlenausgang **58**, einen zweiten Strahlenausgang **60** und einen kombinierten Strahlenausgang **62**. Der erste Lichtwellenleiter **42** enthält ein erstes Ende **64** und ein zweites Ende **66** und ist mit dem Führungsdraht **28** so gekoppelt, dass das zweite Ende **66** an den Führungsdrahtkopf **32** angrenzt und im Inneren **36** des Blutgefäßes positioniert wird. Das erste Ende **64** des ersten Lichtwellenleiters wird an den Führungsdrahtkopf **32** zum Beispiel mit Epoxidharz geklebt. Der zweite Lichtwellenleiter **44** umfasst außerdem ein erstes Ende **68** und ein zweites Ende **70**. Das zweite Ende **70** des zweiten Lichtwellenleiters enthält einen feststehenden Reflektor **72**. Das erste Ende **64** des ersten Lichtwellenleiters ist mit dem ersten Strahlenausgang **58** verbunden, und das erste Ende **68** des zweiten Lichtwellenleiters ist mit dem zweiten Strahlenausgang **60** verbunden. Der erste Lichtwellenleiter **42** ist so ausgeführt, um Energiewellen auszusenden, die relativ zu dem Führungsdrahtkopf **32** im Wesentlichen coaxial sind. In einer Ausführung ist die Beleuchtungsquelle **46** eine wenig kohärente Beleuchtungsquelle, zum Beispiel ein an sich bekannter Laser.

[0020] Die Lichtwellenleiter **42** und **44** sind aus Ziehglas oder stranggepresstem Glas oder Kunst-

stoff mit einem mittleren Kern und einem Überzug aus einem Material geringerer Brechungszahl, um innere Reflexion zu unterstützen, hergestellt. In der einen Ausführung sind die Lichtwellenleiter **42** und **44** polarisationserhaltende Lichtwellenleiter, die die Polarisationsebene eines Lichtstrahls erhalten, wenn er sich entlang der Länge einer Faser ausbreitet. Polarisationserhaltende Lichtwellenleiter halten die Polarisation des Lichtstrahls dadurch aufrecht, dass eine Asymmetrie in der Faserstruktur entweder in der gesamten Form der Faser oder in der Ausführung des Überzugs in Bezug auf den mittleren Kern erhalten wird. In einer Ausführung beträgt der Durchmesser von jeder Faser etwa 80 Mikrometer, jedoch kann der Durchmesser variieren.

[0021] Die PZT **48** und **50** sind aus einem piezoelektrischen Material hergestellt, das um einen Zylinder, wie es an sich bekannt ist, gewickelt wird, und sind im Leitsystem **22** in umgekehrter, paralleler Ausführung verbunden, so dass sich der eine PZT dehnt, während sich der andere zusammenzieht. Die PZT **48** und **50** sind so ausgeführt, dass Dehnung und Zusammenziehung des piezoelektrischen Materials den Durchmesser der PZT ändern. Der erste Lichtwellenleiter **42** und der zweite Lichtwellenleiter **44** sind gleichmäßig in Schichten um die PZT **48** und **50** gewickelt. In einer Ausführung ist der erste Lichtwellenleiter **42** ungefähr 1000 Mal um den PZT **48** und der zweite Lichtwellenleiter **44** ungefähr 1000 Mal um den PZT **50** gewickelt. Die Länge jedes Lichtwellenleiters überschreitet etwa 110 Meter nicht. Die PZT **48** und **50** sind jeweils so ausgeführt, dass sie sich ausdehnen und zusammenziehen, wodurch sie sich bei Anlegen zum Beispiel eines sägezahnwellenförmigen Spannungssignals im Durchmesser ändern. In einer Ausführung besitzt das Spannungssignal eine Spannung von etwa 1 kV oder darunter und eine Frequenz von etwa 10 Hz bis etwa 30 Hz mit einer Stromstärke von weniger als 100 mA, obwohl andere Spannungssignalwerte verwendet werden können. In anderen Ausführungen können die PZT **48** und **50** stattdessen andere Verlängerungsmittel zur Änderung der Länge des ersten Lichtwellenleiters **42** und des zweiten Lichtwellenleiters **44** sein.

[0022] In einer Ausführung ist das Detektierelement **52** ein mit einem Bildschirm **74** gekoppelter Photodetektor, der zum Übertragen von Daten auf den Bildschirm **74** ausgelegt ist. Das Detektierelement **52** ist insbesondere ausgelegt, um zwischen einem Lichtstrahl, der sich durch den ersten Lichtwellenleiter **42** ausbreitet, und einem Lichtstrahl, der sich durch den zweiten Lichtwellenleiter **44** ausbreitet, Interferenz zu bestimmen und um Interferenzdaten, die diese Interferenz darstellen, zu erzeugen. Zum Beispiel kann das Detektierelement **52** einen Detektor, einen Demodulator und ein analoges Digitalisiergerät umfassen, die in bekannter Art und Weise zusammenwirken, um solche Interferenzdaten zu erzeugen. Diese

Interferenzdaten werden zu dem Computer **54** übertragen, der Bilddaten zur Anzeige auf dem Bildschirm **74** erzeugt oder um einen mit Hand operierenden Arzt über eine widrige Situation in Kenntnis zu setzen und die Verfolgung des aktuellen Weges nicht fortzusetzen.

**[0023]** Wie es in [Fig. 2](#) deutlicher dargestellt ist, enthält der Führungsdraht **28** eine Führungsdrahtbohrung **34**, die sich jeweils zwischen dem ersten Ende **30** und dem zweiten Ende **32** des Führungsdrahtes erstreckt. Der erste Lichtwellenleiter **42** erstreckt sich durch die Führungsdrahtbohrung **34**, so dass das zweite Ende **66** des ersten Lichtwellenleiters **42** dem zweiten Ende **32** des Führungsdrahtes benachbart liegt. In einer Ausführung ist das zweite Ende **66** glatt poliert.

**[0024]** Mit Bezug jetzt auf [Fig. 3](#) umfasst das zweite Ende **70** des zweiten Lichtwellenleiters den feststehenden Reflektor **72**. In einer Ausführung ist das zweite Ende **70** des zweiten Lichtwellenleiters glatt poliert, und der feststehende Reflektor **72** wird durch Auftragen von Gold auf das Ende **70** des zweiten Lichtwellenleiters hergestellt, indem Auftragverfahren genutzt werden, die dem Fachmann bekannt sind. In anderen Ausführungen kann der feststehende Reflektor **72** aus einem beliebigen Material hergestellt sein, das eine andere Brechungszahl als der zweite Lichtwellenleiter **44** aufweist oder kann eine andere Art von Spiegel sein, die an sich bekannt ist. Edelmetalle wie Gold, Platin und Silber sind reaktionsträge, ergeben gute Zurückstrahlungen und sind deshalb für den Reflektor **72** speziell geeignet, wobei andere geeignete Werkstoffe verwendet werden können.

**[0025]** Bei Gebrauch, und wieder mit Bezug auf [Fig. 1](#), wird die Führungsdrahtvorrichtung **20** mittels Katheter **26** in das Blutgefäß **24** eingesetzt, so dass das zweite Ende **32** des Führungsdrahtes und das zweite Ende **66** des ersten Lichtwellenleiters innerhalb des Blutgefäßes **24** angeordnet sind und das zweite Ende **70** des zweiten Lichtwellenleiters außerhalb des Blutgefäßes **24** und außerhalb des Körpers angeordnet ist.

**[0026]** Die Lichtstrahlquelle **46** überträgt einen Lichtstrahl zu dem Strahlungsteiler **40**, der den Lichtstrahl jeweils in einen ersten Lichtstrahl A und einen zweiten Lichtstrahl B teilt, die im Wesentlichen gleich sind. Der erste Lichtstrahl A wird anschließend durch den ersten Lichtwellenleiter **42** und der zweite Lichtstrahl B durch den zweiten Lichtwellenleiter **44** übertragen. Der erste Lichtstrahl A tritt aus dem zweiten Ende **66** des ersten Lichtwellenleiters im Wesentlichen koaxial in Bezug auf den Führungsdrahtkopf **32** aus, wird zumindest teilweise durch das Gewebe reflektiert, tritt erneut in das zweite Ende **66** des ersten Lichtwellenleiters ein und breitet sich zu dem ersten

Ende **64** des ersten Lichtwellenleiters aus. Ähnlich wird der durch den zweiten Lichtwellenleiter **44** übertragene zweite Lichtstrahl B zumindest teilweise durch den Reflektor **72** reflektiert, tritt erneut in das zweite Ende **70** des zweiten Lichtwellenleiters ein und breitet sich zu dem ersten Ende Lichtstrahlen A und B werden am Strahlungsteiler wieder vereinigt und zum Photodetektor **52** geleitet.

**[0027]** Beim Wiedervereinigen am Strahlungsteiler **40** überlagern sich die Lichtstrahlen A und B miteinander konstruktiv oder destruktiv in Abhängigkeit von den relativen Längen ihrer optischen Strahlengänge und der Kohärenzfunktion der Quelle **46**. Die Länge des Strahlengangs des Lichtstrahls A hängt ab von der Länge des ersten Lichtwellenleiters **42** und dem Abstand des reflektierenden Gewebes innerhalb des Blutgefäßes vom ersten Ende **66** des ersten Lichtwellenleiters. Die Länge des Strahlengangs des Lichtstrahls B ist von der Länge des zweiten Lichtwellenleiters **44** abhängig. Wenn der Lichtstrahl A zum Beispiel einen Strahlengang durchläuft, dessen Länge der Länge des durch den Lichtstrahl B durchlaufenen Strahlengangs äquivalent ist, zeigen die beiden Lichtstrahlen eine maximale konstruktive Interferenz, wenn sie am Strahlungsteiler **40** wiedervereinigt werden. Ähnlich kann konstruktive Interferenz durch Ändern der relativen Längen des Strahlengangs der Lichtstrahlen A und B, durch Ermöglichen von PZT **48** und **50** sowie durch Strecken der Lichtwellenleiter ausgeschaltet werden. Speziell werden an die PZT **48** und **50** phasenverschobene Spannungssignale angelegt, die bewirken, dass sich die PZT **48** und **50** abwechselnd dehnen und zusammenziehen und dadurch die optischen Abstände längs der Lichtwellenleiter vergrößern und verkleinern. Insbesondere verschiebt der Wechsel zwischen Erhöhen des optischen Abstands längs des ersten Lichtwellenleiters **42** und Erhöhen des optischen Abstands längs des zweiten Lichtwellenleiters **44** den Interferenzpunkt der reflektierten Lichtstrahlen A und B.

**[0028]** Das Interferenzmuster wird, wenn das Spannungssignal an den PZT **48** und den PZT **50** angelegt ist, verarbeitet, um Interferenzpunkte zu schaffen, die dem operierenden Arzt Informationen bereitstellen, um festzustellen, ob der Führungsdraht **28** sicher vorgeschoben werden kann.

**[0029]** In einer Ausführung besitzt der PZT einen Durchmesser von 25,4 mm (1 Zoll), wobei jede Umhüllung des Lichtwellenleiters um einen PZT den Lichtwellenleiter ungefähr 10 Mikrometer dehnt. Wenn der PZT als Reaktion auf ein angelegtes Spannungssignal von etwa 1 kV oder darunter gedehnt wird, bewirken 300 Umhüllungen des Lichtwellenleiters um den PZT einen sichtbaren Arbeitsbereich von ungefähr 1 Millimeter. Der kombinierte Arbeits-Sicht-Bereich der in umgekehrter, paralleler Ausführung verbundenen PZT **48** und **50** stellt einen

Arbeits-Sicht-Bereich von etwa 2 mm bereit. In einer anderen Ausführung ist jeder Lichtwellenleiter 1000 Mal um einen PZT gewickelt, wodurch ein Bereich von ungefähr 5 Millimetern Betrachtungsabstand bewirkt wird. Zum Beispiel werden an jedem von mehreren Punkten in unterschiedlichen Abständen vom zweiten Ende **66** des ersten Lichtwellenleiters innerhalb von ungefähr 5 Millimetern Interferenzpunkte bestimmt, wodurch die Daten für ungefähr 5 Millimeter vor dem zweiten Ende **66** zur Verfügung gestellt werden. Der erste Lichtwellenleiter **42** und der zweite Lichtwellenleiter **44** können um andere Größen gedehnt werden, um den gewünschten Abstand zu erhalten.

**[0030]** Um die Interferenzdaten zu erhalten, detektiert das Detektiererelement **52** zuerst die Lichtinterferenzmuster oder Interferenzen zwischen dem reflektierten ersten Lichtstrahl A und dem reflektierten zweiten Lichtstrahl B und überträgt Interferenzdaten der jeweiligen Interferenzen zum Computer **54**. Der Computer **54** nutzt die Interferenzdaten, um die Sicherheit des sich vorschubenden Führungsdrahtes **28** zu bestimmen.

**[0031]** In einer anderen Möglichkeit können, wenn das Detektiererelement **52** Interferenzdaten erzeugt, die einem Signalverlust durch den ersten Lichtwellenleiter **42** entsprechen, die Längen des Strahlengangs entlang des ersten Lichtwellenleiters **42** und des zweiten Lichtwellenleiters **44** durch Ausdehnen der PZT **48** und **50** verändert werden, um ein Signal mit einem neuen Abstand vom zweiten Ende **66** des ersten Lichtwellenleiters wieder herzustellen.

**[0032]** In einer Ausführung erzeugt der Computer **54** Daten aus einem solchen Gewebe und zeigt auf dem Bildschirm **74** ein entsprechendes tiefenverkehrtes Bild an. Insbesondere nutzt der Computer **54** die an verschiedenen Punkten im Gewebe erzeugten Interferenzdaten, um Bilddaten zu generieren, die einem im Wesentlichen linearen Bildprofil des überprüften Gewebes entsprechen. Der Computer **54** kann außerdem die Interferenzdaten nutzen, um Steuersignale zu erzeugen und zu einem Monitor zu übertragen, während ein operierender Arzt den Führungsdraht **28** per Hand führt. Alternativ dazu können die Steuersignale zu einem mit dem Führungsdraht **28** verbundenen Steuergerät übertragen werden.

**[0033]** Die Führungsdrahtbohrung **34** kann zum Beispiel einen Durchmesser von ungefähr 0,25 mm (0,010 Zoll) besitzen. Der erste Lichtwellenleiter **42** und der zweite Lichtwellenleiter **44** können zum Beispiel einen entsprechenden Durchmesser von ungefähr 0,18 mm (0,007 Zoll) aufweisen.

**[0034]** Der oben beschriebene Führungsdraht bewirkt ein Leitsystem, um die Sicherheit des weiteren Vorschubens des Führungsdrahtes in das Gefäß zu

bestimmen. Der Führungsdraht stellt außerdem Informationen bereit, die einem operierenden Arzt helfen, zwischen den Arten von Hindernissen zu unterscheiden, die das Vorschieben des Führungsdrahtes behindern könnten. Es soll jedoch verständlich werden, dass der oben beschriebene Führungsdraht beispielhaft ist und andere Ausführungen möglich sind.

**[0035]** Es werden viele andere Variationen in Erwägung gezogen, die möglich sind. Zum Beispiel kann in einer anderen Ausführung der Führungsdraht mit einem härteren und weniger schlaffen Ende (zum Beispiel aus gehärtetem Stahl bestehend) hergestellt werden, um ihn geeigneter für einen Durchgang durch eine teilweise verschlossene Arterie zu machen. Der Führungsdraht kann auch mit einem reibungsmindernden Material wie zum Beispiel ein Polymer oder eine wasserannehmende Beschichtung, wie sie an sich bekannt ist, beschichtet werden. Die Beschichtung vermindert die Flächenreibung, was den weiteren Vorschub des Führungsdrahtes in das Gefäß erleichtert. Der Führungsdraht kann außerdem einen dünnen Metalldraht umfassen, der neben dem Lichtwellenleiter angeordnet ist und zurückgezogen werden kann, was das Führungsdrahtende sehr schlaff macht. Der Metalldraht versteift den distaleren Teil des Führungsdrahtes, wenn er ausgefahren ist.

**[0036]** Aus der vorhergehenden Beschreibung der vorliegenden Erfindung wird offensichtlich, dass die Aufgaben der Erfindung erreicht werden. Obwohl die Erfindung ausführlich beschrieben und veranschaulicht worden ist, soll klar verständlich werden, dass diese nur als Veranschaulichung und Beispiel beabsichtigt ist und nicht als Einschränkung betrachtet werden soll. Folglich sollen Geist und Umfang der Erfindung nur unter dem Aspekt der Ansprüche beschränkt sein.

## Patentansprüche

1. Führungsdrahtvorrichtung (**20**), umfassend: einen Führungsdraht (**28**) mit einem ersten Ende (**30**), einem zweiten Ende (**32**) und einer Bohrung (**34**), die sich zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende erstreckt; und zumindest ein Führungssystem (**22**), das mit dem Führungsdraht gekoppelt ist, wobei das Führungssystem eine Beleuchtungsquelle (**46**) geringer Kohärenz; einen Strahlungsteiler (**40**); eine erste optische Faser (**42**) mit einer Länge, einem ersten Ende (**64**) und einem zweiten Ende (**66**); eine zweite optische Faser (**44**) mit einer Länge, einem ersten Ende (**68**) und einem zweiten Ende (**70**); einen feststehenden Reflektor (**72**) an dem zweiten Ende der zweiten optischen Faser und ein Detektiererelement (**52**) aufweist, das mit den ersten Enden (**64**, **68**) der ersten und zweiten optischen Fasern zur Übertragung gekoppelt ist, wobei der Strahlungsteiler (**40**) so ausge-

legt ist, um einen ersten Lichtstrahl in einen zweiten Lichtstrahl (A) und einen dritten Lichtstrahl (B) zu spalten, die erste optische Faser um einen ersten piezoelektrischen Wandler (48) gelegt ist, die zweite optische Faser um einen zweiten piezoelektrischen Wandler (50) gelegt ist, wobei der erste piezoelektrische Wandler die erste optische Faserlänge verändert und der zweite piezoelektrische Wandler die zweite optische Faserlänge verändert, um interferometrische Daten zu erzeugen, die erste optische Faser so mit dem Führungsdraht verbunden wird, dass das zweite Ende der ersten optischen Faser dem zweiten Ende des Führungsdrahtes benachbart ist, das Detektiererelement (52) so ausgelegt ist, um Interferenz zwischen dem durch die erste optische Faser (42) reflektierten zweiten Lichtstrahl und dem durch die zweite optische Faser (44) reflektierten dritten Lichtstrahl zu bestimmen.

2. Führungsdrahtvorrichtung nach Anspruch 1, bei der das Detektiererelement (52) ein lichtempfindlicher Sensor ist.

3. Führungsdrahtvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die erste optische Faser (42) ungefähr 1000 Mal um den ersten piezoelektrischen Wandler (48) gelegt ist.

4. Führungsdrahtvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die zweite optische Faser (44) ungefähr 1000 Mal um den zweiten piezoelektrischen Wandler (50) gelegt ist.

5. Führungsdrahtvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die erste optische Faser (42) ungefähr 300 Mal um den ersten piezoelektrischen Wandler (48) gelegt ist.

6. Führungsdrahtvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die zweite optische Faser (44) ungefähr 300 Mal um den zweiten piezoelektrischen Wandler (50) gelegt ist.

7. Führungsdrahtvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die erste optische Faser (42) sich durch die Führungsdrahtbohrung (34) erstreckt.

8. Führungsdrahtvorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Reflektor (72) eine Edelmetallfläche an dem zweiten Ende (70) der zweiten optischen Faser aufweist.

9. Führungsdrahtvorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Reflektor (72) eine Goldfläche an dem zweiten Ende (70) der zweiten optischen Faser aufweist.

10. Führungsdrahtvorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Strahlungsteiler (40) einen Beleuchtungsquelleneingang (56), einen ersten Strahlenausgang

(58), einen zweiten Strahlenausgang (60) und einen kombinierten Strahlenausgang (62) umfasst.

11. Führungsdrahtvorrichtung nach Anspruch 10, bei der die Beleuchtungsquelle (46) mit dem Beleuchtungsquelleneingang (56) verbunden ist, das erste Ende (64) der ersten optischen Faser (42) mit dem ersten Strahlenausgang (58) verbunden ist, das erste Ende (68) der zweiten optischen Faser (44) mit dem zweiten Strahlenausgang (60) verbunden ist und der kombinierte Strahlenausgang (62) mit dem Detektiererelement (52) verbunden ist.

12. Führungsdrahtvorrichtung nach Anspruch 1, bei der das Führungssystem erste Verlängerungsmittel zum Verändern der Länge der ersten optischen Faser und zweite Verlängerungsmittel zum Verändern der Länge der zweiten optischen Faser umfasst.

13. Führungsdrahtvorrichtung nach Anspruch 12, bei der das erste Verlängerungsmittel ein piezoelektrischer Wandler (48) ist.

14. Führungsdrahtvorrichtung nach Anspruch 12, bei der das zweite Verlängerungsmittel ein piezoelektrischer Wandler (50) ist.

15. Führungsdrahtvorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Strahlungsteiler (40) so ausgeführt ist, um den zweiten Lichtstrahl und den dritten Lichtstrahl zu einem vierten Lichtstrahl wieder zu vereinigen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

