



(10) **DE 11 2020 003 748 T5** 2022.04.28

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2021/026145**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2020 003 748.7**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2020/044871**  
(86) PCT-Anmeldetag: **04.08.2020**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **11.02.2021**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **28.04.2022**

(51) Int Cl.: **A61B 5/00 (2006.01)**

**A61B 1/00 (2006.01)**  
**A61B 1/06 (2006.01)**  
**A61B 1/07 (2006.01)**  
**A61B 1/307 (2006.01)**  
**A61B 18/26 (2006.01)**  
**A61B 18/24 (2006.01)**  
**G16H 20/40 (2018.01)**  
**G01N 21/25 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

<b>62/882,837</b>	<b>05.08.2019</b>	<b>US</b>
<b>62/931,360</b>	<b>06.11.2019</b>	<b>US</b>
<b>63/008,940</b>	<b>13.04.2020</b>	<b>US</b>
<b>63/018,262</b>	<b>30.04.2020</b>	<b>US</b>

(71) Anmelder:

**Gyrus ACMI, Inc. d/b/a Olympus Surgical  
Technologies America, Southborough, MA, US**

(74) Vertreter:

**Noack, Andreas, 20354 Hamburg, DE**

(72) Erfinder:

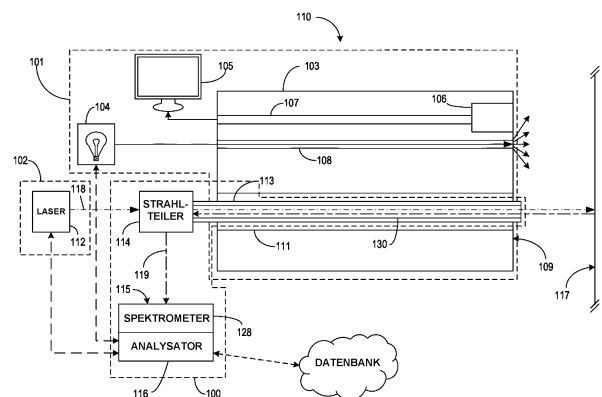
**Bukesov, Sergey A., Acton, MA, US; Shelton, Kurt  
G., Bedford, MA, US; Talbot, Brian M.,  
Southborough, MA, US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Zielidentifikation mit optischem Rückkopplungssignalteiler**

(57) Zusammenfassung: Eine Sonde eines Zielidentifikationssystems kann über ein erstes Lumen eines Betrachtungsinstruments verlängert werden, z. B. um einen Bereich hinter einem distalen Ende des Betrachtungsinstruments über einen optischen Pfad des Betrachtungsinstruments zu beleuchten. Eine optische Antwort auf die Beleuchtung des Bereichs kann über einen optischen Pfad der Sonde empfangen und von anderen optischen Signalen des optischen Pfades aufgeteilt werden. Die Informationen über die optische Antwort können verwendet werden, um die Merkmale eines Ziels zu identifizieren und gleichzeitig die Parameter eines Arbeitsinstruments, wie z. B. eines Arbeitsinstruments, mit der Sonde anzupassen.



**Beschreibung****PRIORITÄTSANSPRUCH**

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der am 5. August 2019 eingereichten vorläufigen US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 62/882,837, der am 6. November 2019 eingereichten vorläufigen US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 62/931,360, der am 13. April 2020 eingereichten vorläufigen US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 63/008,940 und der am 30. April 2020 eingereichten vorläufigen US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 63/018,262, die hierin durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit enthalten sind.

**GEBIET DER OFFENBARUNG**

**[0002]** Die Dokumente betreffen allgemein optische chirurgische Systeme und insbesondere Techniken zur Zielidentifizierung unter Verwendung eines optischen Antwortsignals, das einen Weg mit einem anderen optischen Signal gemeinsam nutzt.

**HINTERGRUND DER OFFENBARUNG**

**[0003]** Es wurden Laser- oder Plasmasysteme für die Abgabe von chirurgischer Laserenergie an verschiedene Behandlungsbereiche wie Weich- oder Hartgewebe verwendet. Beispiele für die Lasertherapie sind Abtragung, Koagulation, Vaporisation, Fragmentierung usw. Bei Lithotripsieanwendungen wird der Laser eingesetzt, um Konkreme in Niere, Gallenblase, Harnleiter und anderen steinbildenden Regionen zu zertrümmern oder um große Konkreme in kleinere Fragmente zu zerlegen.

**[0004]** Endoskope werden in der Regel verwendet, um Zugang zu einer inneren Stelle eines Patienten bereitzustellen, so dass ein Arzt einen visuellen Zugang erhält. Ein Endoskop wird normalerweise in den Körper eines Patienten eingeführt, sendet Licht an ein zu untersuchendes Ziel (z. B. eine Zielanatomie oder ein Objekt) und sammelt das vom Objekt reflektierte Licht. Das reflektierte Licht enthält Informationen über das untersuchte Objekt. Einige Endoskope schließen einen Arbeitskanal ein, über den der Bediener eine Absaugung vornehmen oder Instrumente wie Bürsten, Biopsienadeln oder Pinzetten einführen kann, oder er kann eine minimalinvasive Operation durchführen, um unerwünschtes Gewebe oder Fremdkörper aus dem Körper des Patienten zu entfernen.

**[0005]** Bei bestimmten Eingriffen, bei denen elektromagnetische Energie eingesetzt wird, ist es nicht möglich, die Zusammensetzung des Zielobjekts während der Durchführung des Eingriffs festzustellen. Bei gesundheitsbezogenen Eingriffen kann es

schwierig sein, in vivo zu erkennen, ob ein Ziel Weich- oder Hartgewebe ist. Es gibt einige chirurgische Verfahren, mit denen Gewebe entnommen und anschließend die Zusammensetzung des Gewebes bestimmt werden kann, nachdem es aus dem Körper entfernt wurde, aber die Gewebezusammensetzung kann nicht in vivo bestimmt werden.

**Figurenliste**

**Fig. 1** veranschaulicht allgemein ein beispielhaftes Zielidentifikationssystem in einem chirurgischen System, wie z. B. einem Abtragungssystem.

**Fig. 2** veranschaulicht allgemein ein detailliertes Beispiel für ein Zielidentifikationssystem.

**Fig. 3** veranschaulicht allgemein ein Beispiel für einen Strahlteiler in einem beispielhaften Zielidentifikationssystem.

**Fig. 4** veranschaulicht allgemein ein detailliertes Beispiel eines Strahlteilers in einem beispielhaften Zielidentifikationssystem.

**Fig. 5** veranschaulicht allgemein ein detailliertes Beispiel eines Strahlteilers in einem beispielhaften Zielidentifikationssystem.

**Fig. 6** veranschaulicht allgemein ein Beispiel für ein Verfahren zum Betreiben eines Abtragungssystems.

**Fig. 7** veranschaulicht allgemein ein Beispiel für einen Strahlteiler in einem beispielhaften Zielidentifikationssystem.

**Fig. 8** veranschaulicht allgemein ein Beispiel für einen Strahlteiler in einem beispielhaften Zielidentifikationssystem.

**Fig. 9** veranschaulicht allgemein ein Beispiel für einen Strahlteiler in einem beispielhaften Zielidentifikationssystem.

**KURZDARSTELLUNG**

**[0006]** Es werden Techniken zum Bestimmen der Zusammensetzung eines Ziels bereitgestellt, während ein Eingriff an dem Ziel durchgeführt wird. Zum besseren Verständnis werden die Techniken in Bezug auf gesundheitsbezogene Eingriffe beschrieben, sind aber nicht darauf beschränkt. Es werden Techniken zum Bestimmen einer Gewebezusammensetzung in vivo (innerhalb eines Patienten) bereitgestellt, beispielsweise während der Durchführung eines medizinischen Eingriffs am oder in der Nähe des Gewebes. Beispielsweise können bei der Abtragung von obstruktivem Gewebe wie Nierensteinen die Informationen über die Gewebezusammensetzung helfen, den Eingriff effizienter und effektiver auszuführen. Die vorliegenden Techniken können ein System einschließen oder verwenden, das ein

Betrachtungsinstrument mit einem Lumen, ein Arbeitsinstrument, eine Lichtquelle, einen Strahlteiler und eine Laserlichtquelle umfasst. Das Betrachtungsinstrument kann ein Endoskop oder ein Laparoskop sein, das beispielsweise ein proximales und ein distales Ende aufweisen kann. Das Arbeitsinstrument kann eine Arbeitssonde einschließen, die sich beispielsweise durch das Lumen des Betrachtungsinstruments erstrecken kann. Die Lichtquelle kann einen Bereich hinter dem distalen Ende des Betrachtungsinstruments beleuchten, z. B. durch Bereitstellen einer Beleuchtung über einen optischen Pfad des Betrachtungsinstruments. Der Strahlteiler kann sich an einem proximalen Ende des optischen Pfades des Arbeitsinstruments befinden oder mit diesem gekoppelt sein. Die Laserlichtquelle kann mit dem Strahlteiler gekoppelt werden und einen Laserstrahl erzeugen. Der Laserstrahl kann von einem proximalen Ende des Arbeitsinstruments zu einem distalen Ende des Arbeitsinstruments gelangen, z. B. über den optischen Pfad des Arbeitsinstruments. Der optische Pfad des Arbeitsinstruments kann optional ein optisches Antwortsignal durchleiten, das aus dem Bereich hinter dem distalen Ende empfangen wird, z. B. für die Kommunikation vom distalen Ende des Arbeitsinstruments zum Strahlteiler, der sich am proximalen Ende des Arbeitsinstruments befindet.

**[0007]** Beispiel 1 ist ein Zielidentifikationssystem, das Folgendes umfasst: eine Sonde mit einem ersten Ende und einem zweiten Ende, wobei das zweite Ende dazu konfiguriert ist, an ein anatomisches Ziel anzugrenzen, wobei die Sonde dazu konfiguriert ist, einen optischen Pfad zu definieren, wobei der optische Pfad dazu konfiguriert ist, gleichzeitig ein erstes optisches Signal und ein zweites optisches Signal, das für das anatomische Ziel repräsentativ ist, durchzuleiten; und einen Strahlteiler, der Folgendes umfasst: einen ersten Port, der mit dem ersten Ende der Sonde gekoppelt ist; einen zweiten Port, der dazu konfiguriert ist, sich an dem optischen Pfad auszurichten, und dazu konfiguriert ist, das erste optische Signal durchzuleiten; und wobei der Strahlteiler dazu konfiguriert ist, das zweite optische Signal, das für das anatomische Ziel repräsentativ ist, von dem optischen Pfad und von dem ersten optischen Signal umzulenken.

**[0008]** In Beispiel 2 schließt der Gegenstand von Beispiel 1 optional ein Spektrometer ein, das optisch mit dem Strahlteiler gekoppelt ist, wobei das Spektrometer dazu konfiguriert ist, von dem Strahlteiler das zweite optische Signal zu empfangen, das für das anatomische Ziel repräsentativ ist, und Spektralmessungen bereitzustellen, die für das anatomische Ziel repräsentativ sind.

**[0009]** In Beispiel 3 schließt der Gegenstand von Beispiel 2 optional einen Rückkopplungsanalysator ein, der dazu konfiguriert ist, die Spektralmessungen

zu empfangen und ein Zusammensetzungsprofil des Ziels zu erzeugen.

**[0010]** In Beispiel 4 schließt der Gegenstand eines oder mehrerer der Beispiele 2-3 optional ein, wobei der Strahlteiler Folgendes einschließt: eine Fokussierlinse; einen optischen Sensor; und wobei die Fokussierlinse eine wellenlängenempfindliche Schicht einschließt, wobei die wellenlängenempfindliche Schicht dazu konfiguriert ist, das erste optische Signal entlang des optischen Pfades durchzuleiten und das zweite optische Signal in Richtung des optischen Sensors umzulenken.

**[0011]** In Beispiel 5 schließt der Gegenstand von Beispiel 4 optional ein, dass der optische Sensor dazu konfiguriert ist, mit dem Spektrometer zu koppeln und das zweite optische Signal in ein oder mehrere elektrische Signale umzuwandeln.

**[0012]** In Beispiel 6 schließt der Gegenstand eines oder mehrerer der Beispiele 2 bis 5 optional ein, dass der Strahlteiler Folgendes einschließt: eine Fokussierlinse mit einer wellenlängenempfindlichen Schicht, wobei die wellenlängenempfindliche Schicht dazu konfiguriert ist, das erste optische Signal entlang des optischen Pfades durchzuleiten und das zweite optische Signal umzulenken; einen dritten optischen Port, der mit dem spektroskopischen System gekoppelt ist; und eine Ulbricht-Kugel, die dazu konfiguriert ist, das zweite optische Signal weiter zum dritten optischen Port umzulenken.

**[0013]** In Beispiel 7 schließt der Gegenstand eines oder mehrerer der Beispiele 2-6 optional ein, dass der Strahlteiler Folgendes einschließt: einen dritten optischen Port; und einen dichroitischen Spiegel, der dazu konfiguriert ist, das erste optische Signal von dem ersten Port zum zweiten Port durchzuleiten und das zweite optische Signal zu einem dritten optischen Port umzulenken.

**[0014]** Beispiel 8 ist ein chirurgisches System, das Folgendes einschließt: ein Betrachtungsinstrument einschließlich eines Lumens, wobei das Betrachtungsinstrument und das Lumen ein proximales Ende und ein distales Ende definieren, wobei das Betrachtungsinstrument eine Lichtquelle umfasst, die dazu konfiguriert ist, ein anatomisches Ziel über einen optischen Pfad des Betrachtungsinstruments zu beleuchten; und ein Zielidentifikationssystem, das Folgendes einschließt: eine Arbeitssonde, die dazu konfiguriert ist, sich durch das Lumen zu erstrecken; einen Strahlteiler, der mit einem proximalen Ende der Arbeitssonde gekoppelt ist, wobei der Strahlteiler dazu konfiguriert ist, ein optisches Antwortsignal zu teilen, das das Ziel aus dem optischen Pfad anzeigt; und ein Spektrometer, das optisch mit dem Strahlteiler gekoppelt ist, wobei das Spektrometer dazu konfiguriert ist, von dem Strahlteiler mindes-

tens eine Darstellung des optischen Antwortsignals zu empfangen und Spektralmessungen bereitzustellen, die für das anatomische Ziel repräsentativ sind.

**[0015]** In Beispiel 9 schließt der Gegenstand von Beispiel 8 optional ein, dass der Strahlteiler Folgendes einschließt: einen ersten Port, der mit dem proximalen Ende der Sonde gekoppelt ist; und einen zweiten Port, der dazu konfiguriert ist, sich an dem optischen Pfad auszurichten, und der dazu konfiguriert ist, ein zweites optisches Signal durchzuleiten.

**[0016]** In Beispiel 10 schließt der Gegenstand von Beispiel 9 optional ein, dass der Strahlteiler Folgendes einschließt: eine Fokussierlinse; einen optischen Sensor; und wobei die Fokussierlinse eine wellenlängenempfindliche Schicht einschließt, wobei die wellenlängenempfindliche Schicht dazu konfiguriert ist, das zweite optische Signal entlang des optischen Pfades durchzuleiten und das optische Antwortsignal in Richtung des optischen Sensors umzulenken.

**[0017]** In Beispiel 11 schließt der Gegenstand von Beispiel 10 optional ein, dass der optische Sensor dazu konfiguriert ist, mit dem Spektrometer zu koppeln und das optische Antwortsignal in ein oder mehrere elektrische Signale umzuwandeln.

**[0018]** In Beispiel 12 schließt der Gegenstand eines oder mehrerer der Beispiele 9-11 optional ein, dass der Strahlteiler Folgendes einschließt: eine Fokussierlinse in einem Pfad des optischen Pfades, wobei die Fokussierlinse eine wellenlängenempfindliche Schicht enthält, die dazu konfiguriert ist, das zweite optische Signal entlang des optischen Pfades durchzuleiten und das optische Antwortsignal umzulenken, um ein umgelenktes optisches Antwortsignal bereitzustellen; einen dritten optischen Port, der mit dem Spektrometer gekoppelt ist; und eine Ulbricht-Kugel, die dazu konfiguriert ist, das umgelenkte optische Antwortsignal zum dritten optischen Port zu reflektieren.

**[0019]** In Beispiel 13 schließt der Gegenstand eines oder mehrerer der Beispiele 9-12 optional ein, dass der Strahlteiler Folgendes einschließt: einen dritten optischen Port, der mit dem Spektrometer gekoppelt ist; und einen dichroitischen Spiegel, der dazu konfiguriert ist, das zweite optische Signal entlang des optischen Pfades durchzuleiten und das optische Antwortsignal zum dritten optischen Port zu reflektieren.

**[0020]** In Beispiel 14 schließt der Gegenstand eines oder mehrerer der Beispiele 8-13 optional ein, dass das Zielidentifikationssystem einen Rückkopplungsanalysator einschließt, der dazu konfiguriert ist, Spektralinformationen zu empfangen und ein Zusammensetzungsprofil des Ziels zu erzeugen.

**[0021]** In Beispiel 15 schließt der Gegenstand von Beispiel 14 optional ein Eingriffsinstrument ein, das dazu konfiguriert ist, die Arbeitssonde gleichzeitig mit dem optischen Antwortsignal, das den optischen Pfad durchläuft, zu verwenden; und wobei der Rückkopplungsanalysator dazu konfiguriert ist, Steuersignale an das Eingriffsinstrument basierend auf dem Zusammensetzungsprofil zu liefern.

**[0022]** In Beispiel 16 schließt der Gegenstand von Beispiel 15 optional ein, dass das Eingriffsinstrument einen Laser einschließt, der dazu konfiguriert ist, einen Laserstrahl zu erzeugen, wobei der Laserstrahl dazu konfiguriert ist, den optischen Pfad vom Strahlteiler zum distalen Ende der Sonde gleichzeitig mit dem optischen Antwortsignal zu durchlaufen, das den optischen Pfad durchläuft.

**[0023]** Beispiel 17 ist ein Laserchirurgiesystem, umfassend: ein Lasersystem, das dazu konfiguriert ist, einen Laserstrahl zu erzeugen, der dazu dient, ein Ziel im Körper eines Patienten abzutragen; eine optische Sonde, umfassend eine optische Faser, die dazu konfiguriert ist, den Laserstrahl zu dem Ziel zu übertragen und Ziellicht von dem Ziel zu übertragen; und einen Strahlteiler, der dazu konfiguriert ist, den Laserstrahl von dem Lasersystem zu der optischen Faser zu leiten und das Ziellicht zu empfangen und das Ziellicht von dem Laserstrahl aufzuteilen; ein Spektrometer, das optisch mit dem Strahlteiler gekoppelt ist, wobei das Spektrometer dazu konfiguriert ist, das von dem Laserstrahl aufgeteilte Ziellicht zu empfangen und Spektralinformationen des Ziellichts zu erzeugen; und eine Rückkopplungsschaltung, die dazu konfiguriert ist, die Spektralinformationen zu empfangen und Zusammensetzungsinformationen des Ziels zu bestimmen.

**[0024]** In Beispiel 18 schließt der Gegenstand von Beispiel 17 optional ein, dass das Lasersystem dazu konfiguriert ist, die Zusammensetzungsinformationen zu empfangen und den Laserstrahl in Reaktion auf die Zusammensetzungsinformationen anzupassen.

**[0025]** Beispiel 19 ist ein Verfahren, das Folgendes umfasst: Ausfahren eines Arbeitsinstruments über ein erstes Lumen eines Betrachtungsinstruments; Beleuchten eines anatomischen Ziels über einen optischen Pfad des Betrachtungsinstruments; Durchleiten eines optischen Antwortsignals des anatomischen Ziels über einen optischen Pfad des Arbeitsinstruments; und Aufteilen des optischen Antwortsignals vom optischen Pfad des Arbeitsinstruments.

**[0026]** In Beispiel 20 schließt der Gegenstand von Beispiel 19 optional ein, dass das Betrachtungsinstrument ein Endoskop ist.

**[0027]** In Beispiel 21 schließt der Gegenstand von einem oder mehreren der Beispiele 19-20 optional ein, dass das Betrachtungsinstrument ein Laparoskop ist.

**[0028]** In Beispiel 22 schließt der Gegenstand eines oder mehrerer der Beispiele 19-21 optional das Durchleiten des optischen Antwortsignals an ein Spektroskopiesystem ein.

**[0029]** In Beispiel 23 schließt der Gegenstand eines oder mehrerer der Beispiele 19-22 optional das Durchleiten eines zweiten optischen Signals über den optischen Pfad des Arbeitsinstruments ein, während das optische Antwortsignal durchgeleitet wird.

**[0030]** In Beispiel 24 schließt der Gegenstand von Beispiel 23 optional ein, dass das zweite optische Signal ein Laserstrahl ist, der dazu konfiguriert ist, das anatomische Ziel abzutragen.

**[0031]** In Beispiel 25 schließt der Gegenstand von Beispiel 24 optional ein, dass das Durchleiten des optischen Antwortsignals an ein Spektroskopiesystem das Aufteilen der optischen Antwort vom optischen Pfad des Arbeitsinstruments zu einem dritten optischen Pfad einschließt.

**[0032]** In Beispiel 26 schließt der Gegenstand von Beispiel 25 optional ein, dass das Durchleiten des Laserstrahls das Zusammenführen eines vom Laser ausgehenden optischen Pfades mit dem optischen Pfad des Arbeitsinstruments einschließt.

**[0033]** In Beispiel 27 schließt der Gegenstand von Beispiel 26 optional ein, dass das Zusammenführen eines optischen Pfades, der sich von dem Laser erstreckt, das Durchleiten des Laserstrahls durch einen dichroitischen Spiegel einschließt; und wobei das Aufteilen der optischen Antwort von dem optischen Pfad des Arbeitsinstruments das Reflektieren der optischen Antwort an einer Oberfläche des dichroitischen Spiegels einschließt.

**[0034]** Dieser Abschnitt soll einen Überblick über den Gegenstand der vorliegenden Patentanmeldung geben. Es ist nicht beabsichtigt, eine ausschließliche oder erschöpfende Erklärung der Erfindung zu geben. Die ausführliche Beschreibung schließt weitere Informationen über die vorliegende Patentanmeldung ein.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0035]** Das Identifizieren der Gewebezusammensetzung in vivo mit Hilfe eines Endoskops oder Laparoscops birgt zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Wenn beispielsweise die Zusammensetzung eines Nierensteins a priori bestimmt werden könnte, könnte die Behandlungsmethode zumindest teil-

weise auf der Zusammensetzung des Steins basieren. Wenn beispielsweise bei der Verwendung eines Lasers zum Zertrümmern oder „Zerstäuben“ eines Steins a priori bekannt wäre, dass der Stein eine harte Zusammensetzung hat, könnten die Lasereinstellungen so angepasst werden, dass sie bei einem harten Nierenstein besser funktionieren.

**[0036]** Außerdem können Techniken, bei denen zur Bestimmung der Zusammensetzung die Entnahme einer Gewebeprobe erforderlich ist, die Zusammensetzung des Gewebes während des gesamten oder eines Teils des gesamten Eingriffs nicht kontinuierlich überwachen. Die gegenwärtigen Techniken können die Messung und Analyse der Zusammensetzung eines anatomischen Ziels oder Zielgewebes an der Spitze des Endoskops oder Laparoscops ermöglichen. Diese Techniken liefern während eines gesundheitsbezogenen Eingriffs, z. B. eines chirurgischen oder diagnostischen Eingriffs, mehr Informationen, sodass ein Behandlungsverfahren während des Eingriffs besser angepasst werden kann. Wenn ein Eingriff beispielsweise darin besteht, einen Nierenstein in winzige Stücke zu zertrümmern, d. h. den Nierenstein zu „zerstäuben“, der eine harte Oberfläche, aber einen weichen Kern hat, kann durch die kontinuierliche oder andere fortlaufende Überwachung der Zusammensetzung des Zielgewebes über das Endoskop oder Laparoskop beispielsweise die Einstellung des Instruments, das die „Zerstäubung“ während des Eingriffs vornimmt, angepasst werden, wie z. B. die Lasereinstellungen für ein Laserabtragungsinstrument. Durch die Identifizierung des Zielgewebes können zuerst Einstellungen vorgenommen werden, die auf der harten Oberfläche des Steins besser funktionieren, um dann Einstellungen vorzunehmen, die auf dem weichen Kern des Steins besser funktionieren.

**[0037]** Fig. 1 veranschaulicht allgemein ein beispielhaftes Zielidentifikationssystem 100 innerhalb eines chirurgischen Systems 110, wie z. B. eines Abtragungssystems. Das chirurgische System 110 kann Visualisierungsgeräte wie ein Endoskop 101, das Zielidentifikationssystem 100 und primäre medizinische Geräte wie z. B. ein Laserabtragungssystem 102 einschließen. Das Endoskop 101 kann eine Endoskopsonde 103, einen Laser oder eine andere Lichtquelle 104 und eine Anzeigeeinheit 105 einschließen. Die Endoskopsonde 103 kann eine Kamera 106, einen oder mehrere optische Signalübertragungswege 107, 108 und mindestens ein Arbeitslumen 111 einschließen. Ein distaler Abschnitt der Endoskopsonde 103 kann in den Körper eines Patienten eingeführt werden. Mit der Lichtquelle 104, einem oder mehreren optischen Übertragungsmedien 107, 108 und der Anzeigeeinheit 105 kann ein Endbenutzer, wie z. B. ein Arzt oder Chirurg oder ein Robotergerät, einen inneren Bereich des Patientenkörpers am oder in der Nähe des distalen

Endes 109 der Endoskopsonde 103 beleuchten und beobachten. Beispielsweise kann die Lichtquelle 104 den Bereich am oder hinter dem distalen Ende 109 der Endoskopsonde 103 über ein erstes optisches Übertragungsmedium 108 beleuchten, und ein zweites optisches Übertragungsmedium 107 kann Bildsignalinformationen von der Kamera am distalen Ende 109 der Endoskopsonde 103 an eine Signalverarbeitungsschaltung am Display 105 übertragen, um ein Bild des Bereichs am oder hinter dem distalen Ende 109 der Endoskopsonde 103 anzuzeigen. In einigen Beispielen kann das zweite optische oder elektrische Übertragungsmedium 107 eine oder mehrere Komponenten wie eine oder mehrere optische Fasern einschließen, und die Anzeige 105 kann ein Okular für den Endbenutzer einschließen, um den Bereich am oder hinter dem distalen Ende 109 der Endoskopsonde 103 zu beobachten. In bestimmten Beispielen kann das zweite optische Übertragungsmedium 107 Bildsignalinformationen von der Kamera 106 an eine elektronische Anzeige 105 koppeln, so dass der Endbenutzer den Bereich am oder hinter dem distalen Ende 109 der Endoskopsonde 103 beobachten kann. In einigen Beispielen kann die Kamera 106 am oder in der Nähe des proximalen Endes der Endoskopsonde 103 angeordnet sein, beispielsweise in der Nähe der Anzeige 105, und eine oder mehrere optische Fasern können das zweite optische Übertragungsmedium 107 bilden, um die Bildinformationen vom distalen Ende 109 der Endoskopsonde 103 zur Kamera 106 zu übertragen. In einigen Beispielen kann die Kamera 106 am distalen Ende 109 der Endoskopsonde 103 angeordnet sein, und die Bildinformationen können über elektrische Leiter, die das in die Endoskopsonde 103 integrierte zweite optische Übertragungsmedium 107 bilden, an die Anzeige 105 übertragen werden.

**[0038]** Über das Arbeitslumen 111 kann der Endbenutzer außerdem einen Abschnitt des primären medizinischen Instruments, wie z. B. ein oder mehrere chirurgische Werkzeuge, einführen und herausziehen, um in dem angestrebten inneren Bereich des Körpers des Patienten zu operieren, der mit der Endoskopsonde 103 visualisiert wird. Beispielsweise kann bei einem chirurgischen Abtragungssystem 102 das primäre medizinische Instrument eine Arbeitssonde 113 und einen Laser 112 einschließen, um die Abtragung von Gewebe am oder in der Nähe des distalen Endes 109 der Endoskopsonde 103 zu ermöglichen. In einem solchen System kann ein Laserstrahl 118 bei endoskopischen oder laparoskopischen Eingriffen Energie durch das Arbeitslumen 111 leiten, um hartes und weiches Gewebe effektiv zu behandeln. In bestimmten Beispielen kann das Lasersystem 102 einen Laserausgangsstrahl 118 in einem breiten Wellenlängenbereich von Ultraviolett (UV) bis Infrarot (IR) (z. B. 200 nm bis 10000 nm) erzeugen. Einige Laser können eine Leistung in einem Wellenlängenbereich erzeugen, der von

weichem oder hartem Gewebe stark absorbiert werden kann, z. B. 1900-3000 nm für die Wasserabsorption oder 400-520 nm für die Absorption von Oxyhämoglobin und/oder Desoxyhämoglobin.

**[0039]** Die Arbeitssonde 113 kann auch ein Teil des Zielidentifikationssystems 100 sein. Das Zielidentifikationssystem 100 kann die Arbeitssonde 113, einen optischen Strahlteiler 114 und ein Spektroskopiesystem 115 einschließen. Das Spektroskopiesystem 115 kann ein Spektrometer 128 und optional einen Rückkopplungsanalysator 116 einschließen. Das Zielidentifikationssystem 100 kann Bildantwortinformationen verwenden, wie z. B. den Inhalt von elektromagnetischen Emissionen, die von einem Ziel reflektiert oder abgestrahlt werden, um bei der Bestimmung eines Materials oder einer Zusammensetzung des Ziels, wie z. B. des Zielgewebes, zu helfen. Solche elektromagnetische Emissionen können, ohne darauf beschränkt zu sein, für das menschliche Auge sichtbares Licht, fluoreszierende Emissionen, ultraviolettes Licht, Infrarotlicht oder Kombinationen davon einschließen.

**[0040]** In bestimmten Beispielen können solche Bildantwortinformationen verwendet werden, um einen Eingriff effizienter auszuführen. In einem Beispiel kann das Licht der Lichtquelle 104 vom Zielgewebe 117 reflektiert werden oder das Zielgewebe veranlassen, optische Informationen zu emittieren, wie z. B. durch Fluoreszenz. Solche optische Informationen werden hier als Bildantwortinformationen oder optische Antwortinformationen bezeichnet, die zum Beispiel über ein optisches Antwortsignal 119 übermittelt werden. Das Spektrometer 128 oder das Spektroskopiesystem 115 kann optisch mit dem Strahlteiler 114 gekoppelt werden und Spektralmessungen anhand des optischen Antwortsignals 119 bereitstellen. Solche Spektralmessungen können verwendet werden, um Eigenschaften des Zielobjekts wie Material, Härte usw. zu bestimmen, die wiederum zur Steuerung des Eingriffs verwendet werden können. Eine solche Anleitung kann dazu führen, dass ein anderes Werkzeug ausgewählt, ein Werkzeug (z. B. die Lasereinstellung) angepasst oder eine Kombination daraus gewählt wird, um den Eingriff effizienter durchzuführen.

**[0041]** Spektroskopie-/Spektrometrietechniken können verwendet werden, um Materialien oder Strukturen anhand des von einer Zieloberfläche reflektierten, übertragenen, emittierten, absorbierten oder nicht absorbierten Spektrums zu identifizieren. Mit der optischen Spektroskopie lassen sich organische und anorganische Materialien zeitnah analysieren. Für die Abtragung kann die optische Spektroskopie eine Reihe von Vorteilen bieten, einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, der Integration mit Faserlasersabtragungstechniken, zerstörungsfreien Analyseverfahren für die chemische Zusammensetzung von

Materialien, Echtzeit- oder echtzeitnahen Zusammensetzungsschätzungen oder -profilen und der Anwendbarkeit für die Analyse verschiedener Arten von biologischen Materialien: Hart- und Weichgewebe, Steine und andere. Spektroskopische Verfahren können allein oder in Kombination eingesetzt werden, um die chemische Zusammensetzung von hartem oder weichem Gewebe zu analysieren und digitale Spektraldaten zu erstellen. In einigen Beispielen können eine oder mehrere Arten der Spektroskopie, einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, Farb-, Ultraviolett-, tiefes Ultraviolett-, visuelles Licht, Nahinfrarot- und Fluoreszenzspektroskopie, mit dem Endoskop 103 verwendet werden, um die Zusammensetzung des Zielgewebes 117 zu identifizieren. In einem Beispiel kann das Spektroskopiesystem 112 die Lichtquelle 104, die das Zielgewebe beleuchtet, z. B. über das erste optische Übertragungsmedium 108 der Endoskopsonde 103 initiieren und steuern, kann ein optisches Antwortsignal empfangen, das entweder vom Zielgewebe 117 reflektiert oder an diesem erzeugt wird, wie z. B. über ein optisches Übertragungsmedium der Arbeitssonde 113, und kann anhand des optischen Antwortsignals 119 Spektraldaten erzeugen. In bestimmten Beispielen kann die Lichtquelle 103 eine sichtbare Lichtquelle, eine Infrarot-Lichtquelle, eine Ultraviolett-Lichtquelle, eine Fluoreszenz-Lichtquelle oder eine Kombination davon einschließen, ist aber nicht darauf beschränkt.

**[0042]** Der Rückkopplungsanalysator 116 kann ein vom Spektrometer 128 geliefertes spektroskopisches Antwortsignal empfangen, eine Zusammensetzung oder ein Zusammensetzungsprofil der durch die Spektraldaten dargestellten Materialien schätzen und solche Schätzungen anzeigen oder ein oder mehrere Steuersignale zur Steuerung des primären chirurgischen Instruments 102 liefern. Die Informationen über die Zusammensetzung oder Struktur können nützlich sein, um Rückkopplungen zu geben, die für eine effizientere Durchführung des chirurgischen Eingriffs verwendet werden können. Beispielsweise kann der Rückkopplungsanalysator 116 das spektroskopische Antwortsignal mit einer verfügbaren Datenbank mit Gewebezusammensetzungsdaten vergleichen. Der Rückkopplungsanalysator 116 kann die Zusammensetzung des Zielmaterials auf der Grundlage des spektroskopischen Antwortsignals schätzen und eine Konfiguration für das primäre chirurgische Instrument 102 vorschlagen, um eine effektive Gewebebehandlung für die identifizierte Gewebezusammensetzung zu erreichen. In bestimmten Beispielen kann der Rückkopplungsanalysator 116 ein oder mehrere Steuersignale oder Steuerdaten bereitstellen, um eine oder mehrere Parametereinstellungen des primären chirurgischen Instruments 102 anzupassen. In einem Beispiel für Laserabtragung kann der Rückkopplungsanalysator 116 oder eine zwischengeschaltete Vorrichtung die Lasereinstellungen automatisch auf der Grundlage

der geschätzten Zusammensetzung des Zielmaterials programmieren. In einigen Beispielen kann die Anpassung der Lasereinstellungen auf einen bestimmten individuellen oder multivariaten sicheren Betriebsbereich begrenzt oder beschränkt werden, wie z. B. auf der Grundlage einer vom Endbenutzer zu Beginn des Eingriffs gewählten Einstellung.

**[0043]** In bestimmten Beispielen kann das Spektroskopiesystem 115 optional mit einer Datenbank 129 kommunizieren. In einigen Beispielen kann die Datenbank 129 ein Archiv für Messungen und andere Informationen im Zusammenhang mit einem Eingriff sein. In einigen Beispielen kann das Spektroskopiesystem 102 oder ein Abschnitt davon, wie z. B. der Rückkopplungsanalysator 116, mit den Informationen der Datenbank 129 interagieren, wenn die Datenbank mehr Informationen sammelt, um z. B. die effizienteste Anwendung des Lasersystems 112 auf der Grundlage der während des Eingriffs gesammelten oder analysierten spektroskopischen Informationen zu bestimmen und mit den in der Datenbank 129 verfügbaren historischen Informationen zu vergleichen. In bestimmten Beispielen kann die Datenbank in der Lage sein, ein zeitliches Rezept für die Konfiguration des primären chirurgischen Instruments 102 bereitzustellen, während die spektroskopischen Informationen eines Eingriffs gesammelt und analysiert werden. In bestimmten Beispielen kann die Datenbank 129 eine internetbasierte oder eine cloudbasierte Datenbank einschließen und möglicherweise Anwendungen einschließen, die für die Interaktion mit einem Rückkopplungsanalysator 116 oder einem anderen Abschnitt des Spektroskopiesystems 102 ausgelegt sind, um die Ausführung eines effizienten chirurgischen Eingriffs auf der Grundlage historischer Eingriffsinformationen zu unterstützen und sich an die während des Eingriffs gesammelten spezifischen spektroskopischen Informationen anzupassen.

**[0044]** Bei einem Laserabtragungssystem zum Beispiel können die Lasereinstellungen, die Teil eines Rezepts für die Konfiguration des primären chirurgischen Instruments 102 sein können, unter anderem die Betriebsart des Lasers (z. B. Puls oder kontinuierliche Welle), Leistung, Energie, Frequenz, Pulsform, Pulsprofil oder eine oder mehrere Kombinationen davon einschließen. In bestimmten Beispielen kann das Lasersystem 112 unter anderem in einem automatischen Modus oder einem halbautomatischen Modus arbeiten. Im automatischen Modus können die Lasereinstellungen automatisch basierend auf der Schätzung der Zielmaterialzusammensetzung gesteuert werden. Im halbautomatischen Modus können die Lasereinstellungen basierend auf der Schätzung der Zielmaterialzusammensetzung angepasst werden, nachdem einige bestätigende Hinweise auf die Zustimmung des Bedieners zum Vornehmen der Einstellungsänderung erhalten wurden.

Die Kombination aus dem Lasersystem 112, dem Spektroskopiesystem 115 und dem Rückkopplungsanalysator 116 kann in einem fortlaufenden intraoperativen Rückkopplungsmodus verwendet werden, um beispielsweise die Zusammensetzung des Zielgewebes 117 durch die Arbeitssonde 113 kontinuierlich oder wiederholt zu ermitteln und die Lasereinstellungen während eines Eingriffs zu aktualisieren. Es versteht sich, dass auch andere chirurgische Techniken als die hier erörterten laserbasierten chirurgischen Techniken mit dem Zielidentifikationssystem 100 verwendet werden können, ohne vom Anwendungsbereich des vorliegenden Gegenstands abzuweichen.

**[0045]** In bestimmten Beispielen kann ein einzelnes optisches Übertragungsmedium der Arbeitssonde 113 des Zielidentifikationssystems 100 verwendet werden, um eine erste Art von elektromagnetischer Emission oder Strahl zum oder vom Zielgewebe 117 am distalen Ende 109 der Arbeitssonde 113 zu transportieren, und kann auch verwendet werden, um ein optisches Antwortsignal vom distalen Ende 109 der Arbeitssonde 113 zum Spektroskopiesystem 115 zu transportieren. Der optische Teiler 114 kann verwendet werden, um mehrere optische Wege zu einem einzigen optischen Weg zusammenzuführen oder um optische Informationen von einem gemeinsamen optischen Weg auf einen oder mehrere separate optische Wege aufzutrennen. Der optische Teiler 114 kann eine wellenlängenempfindliche Beschichtung wie eine Antireflexbeschichtung oder ein Antireflexmaterial oder eine dichroitische Beschichtung oder ein dichroitisches Material oder eine Kombination davon verwenden. Geeignete Materialien für Antireflexbeschichtungen können Folgendes einschließen: SiO<sub>2</sub> (Brechungsindex zwischen etwa 1,4 und etwa 1,5), SiO (Brechungsindex zwischen etwa 1,8 und etwa 1,9), Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (Brechungsindex von etwa 1,9), TiO<sub>2</sub> (Brechungsindex von etwa 2,3), Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Brechungsindex zwischen etwa 2,1 und etwa 2,3), MgF<sub>2</sub> (Brechungsindex zwischen etwa 1,4 und etwa 1,5), BaF<sub>2</sub> (Brechungsindex von etwa 1,47), und andere.

**[0046]** **Fig. 2** veranschaulicht allgemein ein detailliertes Beispiel für ein Zielidentifikationssystem 200. Das Zielidentifikationssystem 200 kann einen Strahlteiler 214, eine Sonde 113 und ein Spektroskopiesystem 215 einschließen. Der Strahlteiler 214 kann mindestens drei Ports 221, 222, 223, eine Kollimationslinse 220, eine Fokussierlinse 224 und eine Ulbricht-Kugel 225 einschließen. Die drei Ports 221, 222, 223 können einen ersten Port 221 für einen ersten optischen Weg, einen zweiten Port 222 für einen optischen Rückkopplungsweg zum Spektroskopiesystem und einen dritten Port 223 für einen gemeinsamen optischen Weg 130 zum Übertragen eines ersten optischen Signals, wie z. B. eines Laserstrahls 118, und eines optischen Antwortsignals 119 zwi-

schen dem Strahlteiler 214 und dem distalen Ende der Sonde 113 einschließen. Beispielsweise kann die Laserenergie von dem ersten Port 221 an den dritten Port 223 gekoppelt werden, z. B. über die Kollimationslinse 220 und die Fokussierlinse 224, und das optische Antwortsignal 119 kann vom dritten Port 223 an den zweiten Port 222 gekoppelt werden, z. B. über eine Kombination aus der Fokussierlinse 224 und der Ulbricht-Kugel 225. Die Fokussierlinse 224 kann ein wellenlängenempfindliches Material oder eine Beschichtung 226 einschließen, z. B. ein AR-Material, das für die Wellenlänge des Lasers transparent oder antireflektierend sein kann, aber für die interessierenden Wellenlängen des optischen Antwortsignals 119 stark reflektierend sein kann. Auf diese Weise kann ein Großteil, wenn nicht sogar die gesamte Laserenergie vom ersten Port 221 zum dritten Port 223 durchgeleitet werden. Das optische Antwortsignal 119 kann über den dritten Port 223 empfangen und in die Ulbricht-Kugel 225 zurückreflektiert oder umgeleitet werden, beispielsweise durch eine beschichtete Oberfläche der Fokussierlinse 224. Die Innenflächen der Ulbricht-Kugel 225 können das optische Antwortsignal 119 so lange umlenken, bis das optische Antwortsignal 119 aus der Ulbricht-Kugel 225 über den zweiten Port 222 austritt. Beim Ausreten aus der Ulbricht-Kugel 225 über den zweiten Port 222 kann das optische Antwortsignal 119 an das Spektroskopiesystem übertragen werden.

**[0047]** **Fig. 3** veranschaulicht allgemein ein detailliertes Beispiel für ein Zielidentifikationssystem 300. Das Zielidentifikationssystem 300 kann einen Strahlteiler 314, eine Sonde 113 und ein Spektroskopiesystem 315 einschließen. Der Strahlteiler 314 kann mindestens drei Ports 321, 322, 323, eine Fokussierlinse 324 und eine Ulbricht-Kugel 325 einschließen. Die drei Ports 321, 322, 323 können einen ersten Port 321 für einen mit dem Laser gekoppelten optischen Weg, einen zweiten Port 322 für einen optischen Rückkopplungsweg zum Spektroskopiesystem und einen dritten Port 323 für einen gemeinsamen optischen Weg 130 zum Übertragen sowohl des Lasers als auch des optischen Antwortsignals 119 zwischen dem Strahlteiler 314 und dem distalen Ende der Arbeitssonde 113 einschließen. Im Gegensatz zum Strahlteiler von **Fig. 2** kann die Fokussierlinse 324 dazu ausgelegt sein, sowohl die Kollimationsfunktion des Laserlichts als auch die Fokussierfunktion des Laserlichts zum dritten Port 323 zu übernehmen. Im Betrieb wird die Laserenergie vom ersten Port 321 über die Fokussierlinse 324 an den dritten Port 323 gekoppelt und das optische Antwortsignal 119 wird vom dritten Port 323 über eine Kombination aus Fokussierlinse 324 und Ulbricht-Kugel 325 an den zweiten Port 322 gekoppelt. In bestimmten Beispielen kann die Fokussierlinse 324 ein wellenlängenempfindliches Material oder eine Beschichtung 326 einschließen, wie z. B. ein AR-Material, das für die Wellenlänge des Lasers transparent oder antireflek-



tierend ist, aber für die Wellenlängen des optischen Antwortsignals 119 stark reflektierend ist. So wird ein Großteil der Laserenergie vom ersten Port 321 zum dritten Port 323 durchgeleitet, während das optische Antwortsignal 119, das vom dritten Port 323 empfangen wird, in die Ulbricht-Kugel 325 reflektiert wird. Die Ulbricht-Kugel 325 kann das optische Antwortsignal 119 so lange reflektieren, bis die Bildinformationen über den zweiten Port 322 aus der Ulbricht-Kugel 325 austreten. Beim Austreten aus der Ulbricht-Kugel 325 über den zweiten Port 322 kann das optische Antwortsignal 119 an das Spektroskopiesystem übertragen werden.

**[0048] Fig. 4** veranschaulicht allgemein ein detailliertes Beispiel für ein Zielidentifikationssystem 400. Das Zielidentifikationssystem 400 kann einen Strahlteiler 414, eine Sonde 113 und ein Spektroskopiesystem 415 einschließen. Der Strahlteiler 414 kann zwei Ports 421, 423, eine Kollimationslinse 420, eine Fokussierlinse 424 und einen optischen Sensor 425 einschließen. Die beiden Ports 421, 423 können einen ersten Port 421 für einen mit dem Laser gekoppelten optischen Weg und einen zweiten Port 423 für einen gemeinsamen optischen Weg 130 zur Übertragung sowohl des Lasers als auch des optischen Antwortsignals 119 zwischen dem Strahlteiler 414 und dem distalen Ende der Arbeitssonde einschließen. Im Betrieb wird die Laserenergie vom ersten Port 421 über die Kollimationslinse 420 und die Fokussierlinse 424 an den dritten Port 423 gekoppelt. Die Fokussierlinse 424 kann ein wellenlängenempfindliches Material oder eine Beschichtung 426 einschließen, z. B. ein AR-Material, das für die Wellenlänge des Lasers transparent oder antireflektierend ist, aber für die interessierenden Wellenlängen des optischen Antwortsignals 119 stark reflektierend ist. Auf diese Weise wird ein Großteil, wenn nicht sogar die gesamte Laserenergie vom ersten Port 421 zum dritten Port 423 durchgeleitet. Das optische Antwortsignal 119 kann über den dritten Port 423 empfangen und an den optischen Sensor 425 zurückreflektiert oder umgelenkt werden. In den oben erörterten Beispielen kann das Spektroskopiesystem typischerweise einen optischen Sensor zum Empfangen des optischen Antwortsignals 119 einschließen. In dem Strahlteiler 414 von **Fig. 4** kann der optische Sensor 425 zum Empfangen des optischen Antwortsignals 119 Teil des Strahlteilers 414 sein und zumindest einen Teil des optischen Weges oder der optischen Übertragungsmedien für das optische Antwortsignal 119 bilden.

**[0049] Fig. 5** veranschaulicht allgemein ein detailliertes Beispiel für ein Zielidentifikationssystem 500. Das Zielidentifikationssystem 500 kann einen Strahlteiler 514, eine Sonde 113 und ein Spektroskopiesystem 515 einschließen. Der Strahlteiler 514 kann mindestens drei Ports 521, 522, 523, eine Kollimationslinse 520, eine erste Fokussierlinse 524 und einen

dichroitischen Spiegel 526 einschließen. In einigen Beispielen kann der Strahlteiler eine zweite optionale Fokussierlinse 527 einschließen. Die drei Ports 521, 522, 523 können einen ersten Port 521 für einen mit dem Laser gekoppelten optischen Weg, einen zweiten Port 522 für einen optischen Rückkopplungsweg zum Spektroskopiesystem und einen dritten Port 523 für einen gemeinsamen optischen Weg 130 zum Übertragen sowohl des Lasers als auch des optischen Antwortsignals 119 zwischen dem Strahlteiler 514 und dem distalen Ende der Arbeitssonde einschließen. Im Betrieb wird die Laserenergie vom ersten Port 521 über die Kollimationslinse 520 und die erste Fokussierlinse 524 an den dritten Port 523 gekoppelt, und das optische Antwortsignal 119 wird vom dritten Port 523 über eine Kombination aus der Fokussierlinse 524 und dem dichroitischen Spiegel 526 an den zweiten Port 522 gekoppelt. Der dichroitische Spiegel 526 lässt Licht einer bestimmten Wellenlänge hindurch, während Licht anderer Wellenlängen reflektiert wird. In bestimmten Beispielen, wie z. B. in **Fig. 5**, können solche anderen Wellenlängen die Wellenlängen des optischen Antwortsignals 119 einschließen. In bestimmten Beispielen wird der dichroitische Spiegel 526 gefertigt, um die mit der Laserenergie verbundenen Wellenlängen durchzuleiten und die Wellenlängen, die dem optischen Antwortsignal 119 zugeordnet sind, zu reflektieren. Als solches kann der dichroitische Spiegel 526 das optische Antwortsignal 119 aus dem gemeinsamen optischen Weg 130 extrahieren, der auch die Laserenergie einschließt, und das optische Antwortsignal 119 über den zweiten Port 522 des Strahlteilers 514 an das Spektroskopiesystem weiterleiten. In bestimmten Beispielen kann die Fokussierlinse 524 ein wellenlängenempfindliches Material oder eine Beschichtung 526, wie z. B. ein AR-Material, einschließen, das für die Wellenlänge des Lasers transparent oder antireflektierend ist, so dass ein Großteil, wenn nicht die gesamte Laserenergie vom ersten Port 521 zum dritten Port 523 durchgeleitet wird.

**[0050] Fig. 6** veranschaulicht allgemein ein Beispiel für ein Verfahren zum Betreiben eines Abtragungssystems. Bei 601 kann ein Arbeitsinstrument durch ein erstes Lumen eines Betrachtungsinstruments, z. B. eines Endoskops, verlängert werden. Bei 603 kann ein Bereich hinter einem distalen Ende des Betrachtungsinstruments über einen optischen Pfad des Betrachtungsinstruments beleuchtet werden. Eine Lichtquelle (z. B. **Fig. 1**, 104) kann am proximalen oder distalen Ende des Betrachtungsinstruments angeordnet sein. Die Lichtquelle kann eine sichtbare Lichtquelle, eine Infrarotlichtquelle, eine Ultraviolettlichtquelle, eine Fluoreszenzlichtquelle oder eine Kombination davon sein. Bei 605 können als Reaktion auf die Beleuchtung des Bereichs optische Antwortinformationen über einen optischen Pfad des Arbeitsinstruments an einem proximalen Ende des Arbeitsinstruments empfangen werden. Die opti-

schen Antwortinformationen können Licht einschließen, das vom Zielgewebe im Bereich des distalen Endes des Endoskops reflektiert wird. In bestimmten Beispielen können die optischen Antwortinformationen Licht einschließen, das vom Zielgewebe im Bereich des distalen Endes des Endoskops emittiert oder erzeugt wird. Bei 607 kann das optische Antwortsignal vom optischen Pfad des Arbeitsinstruments getrennt werden, z. B. durch einen Strahlteiler, wie oben erörtert. In bestimmten Beispielen kann ein zweites optisches Signal über den optischen Pfad des Arbeitsgeräts übertragen werden, während gleichzeitig das optische Antwortsignal übertragen und vom optischen Pfad des Arbeitsinstruments getrennt oder aufgeteilt wird. Beispielsweise kann das zweite optische Signal ein Laserstrahl sein. So kann zum Beispiel ein Laserstrahl zwischen dem proximalen Ende des Arbeitsinstruments und dem Bereich am distalen Ende über den optischen Pfad des Arbeitsinstruments durchgeleitet werden. Somit kann der einzige optische Pfad des Arbeitsinstruments ein optisches Übertragungsmedium für eine gleichzeitige Übertragung sowohl des Laserstrahls als auch der optischen Antwortinformationen sein.

**[0051]** Die optischen Antwortinformationen können verwendet werden, um die Struktur und Zusammensetzung des Zielgewebes zu erkennen. Beispielsweise können die optischen Antwortinformationen einem Spektroskopiesystem bereitgestellt werden. Das Spektroskopiesystem kann ein Spektrometer und einen Spektralanalysator einschließen. Das Spektrometer kann Spektralmessungen der optischen Antwortinformationen liefern. Der Spektralanalysator kann die Spektralmessungen mit einer oder mehreren Proben der erwarteten Zusammensetzung vergleichen. Der Spektralanalysator kann eine Schätzung der Zusammensetzung des Zielgewebes zugrunde legen. In einigen Beispielen kann der Endanwender des Abtragungssystems einen Betriebsparameter des Lasers anpassen, um den Patienten effektiver zu behandeln. Beispielsweise kann die vom Spektralanalysator gelieferte Schätzung der Zusammensetzung darauf hinweisen, dass das aktuell behandelte Zielgewebe härter oder weicher ist als zuvor behandeltes Gewebe. Anhand solcher Informationen kann der Endanwender beispielsweise die Intensität des Lasers anpassen, um das härtere oder weichere Zielgewebe effektiver abzutragen. In einigen Beispielen kann der Spektralanalysator die Betriebsparameter des Lasers oder der Lichtquelle als Reaktion auf eine Schätzung der Zusammensetzung automatisch oder halbautomatisch anpassen.

**[0052]** Fig. 7 veranschaulicht allgemein eine detaillierte Ansicht eines Beispiels eines Zielidentifikationssystems 700. Das Zielidentifikationssystem 700 kann einen Strahlteiler 714, eine Arbeitssonde 113 und ein optisch mit dem Strahlteiler 714 gekop-

pertes Spektroskopiesystem 715 einschließen. Der Strahlteiler 714 kann mindestens drei Ports 721, 722, 723, eine Kollimationslinse 720, eine erste Fokussierlinse 724 und einen Reflektor 726 einschließen. Der Reflektor 726 kann aus Glas bestehen und mit oder ohne Beschichtung versehen sein. Der Reflektor 726 kann eine Öffnung einschließen, die das Laserlicht des Laserstrahls 118 durchleitet. In einigen Beispielen kann der Strahlteiler 714 eine zweite optionale Fokussierlinse 727 einschließen. Die drei Ports 721, 722, 723 können einen ersten Port 721 für einen mit dem Laser gekoppelten optischen Weg, einen zweiten Port 722 für einen optischen Rückkopplungsweg zum Spektroskopiesystem und einen dritten Port 723 für einen gemeinsamen optischen Weg 130 zum Übertragen sowohl des Lasers als auch des optischen Antwortsignals 119 zwischen dem Strahlteiler 714 und dem distalen Ende der Arbeitssonde 113 einschließen. Im Betrieb wird die Laserenergie von dem ersten Port 721 über die Kollimationslinse 720, dem Port im Reflektor und die erste Fokussierlinse 724 an den dritten Port 723 gekoppelt. Das optische Antwortsignal 119 kann vom dritten Port 723 über eine Kombination aus der Fokussierlinse 724 und dem Reflektor 726 an den zweiten Port 722 gekoppelt werden. In bestimmten Beispielen können der Durchmesser und die numerische Apertur des optischen Weges am dritten Port 723 größer sein als der Durchmesser und die numerische Apertur des optischen Weges, der den Laserstrahl am ersten Port 721 bereitstellt. Aufgrund des Größenverhältnisses zwischen den optischen Ports und der numerischen Apertur kann die optische Antwort durch den Strahlteiler weiter ausgedehnt werden als das optische Signal des Laserstrahls 118. Als solches kann mehr Licht aus der optischen Antwort aufgefangen werden, ohne den Pfad des Laserstrahls zu beeinträchtigen, verglichen mit einem Pfad der optischen Antwort, der weniger Ausdehnung aufweist.

**[0053]** Fig. 8 veranschaulicht allgemein eine detaillierte Ansicht eines Beispiels eines Zielidentifikationssystems 800. Das Zielidentifikationssystem 800 kann einen Strahlteiler 814, eine Arbeitssonde 113 und ein Spektroskopiesystem 815 einschließen. Der Strahlteiler 814 kann mindestens drei Ports 821, 822, 823, 832, eine Kollimationslinse 820, eine erste Fokussierlinse 824 sowie einen ersten Reflektor 826 und einen zweiten Reflektor 836 einschließen. Die Reflektoren 826, 836 können aus Glas bestehen und mit oder ohne Beschichtung versehen sein. In einigen Beispielen kann der Strahlteiler 814 eine zweite optionale Fokussierlinse 827, 837 einschließen. Die vier Ports 821, 822, 823, 832 können einen ersten Port 821 für einen mit dem Laser gekoppelten optischen Weg, einen zweiten Port 822 für einen ersten optischen Rückkopplungsweg zum Spektroskopiesystem, einen dritten Port 823 für einen gemeinsamen optischen Weg 130 zum Über-

tragen sowohl des Lasers als auch des optischen Antwortsignals 119 zwischen dem Strahlteiler 814 und dem distalen Ende der Arbeitssonde 113 und einen vierten Port für einen zweiten optischen Rückkopplungsweg zum Spektroskopiesystem einschließen. Im Betrieb wird die Laserenergie vom ersten Port 821 über die Kollimationslinse 820, die Reflektoren 826, 836 und die erste Fokussierlinse 824 an den dritten Port 823 gekoppelt. Das optische Antwortsignal 119 kann vom dritten Port 823 über eine Kombination aus der Fokussierlinse 824 und dem Reflektor 826 an den zweiten Port 822 gekoppelt werden. Das optische Antwortsignal kann auch über eine Kombination aus der Fokussierlinse 824 und dem zweiten Reflektor 836 vom dritten Port 823 an den vierten Port 832 gekoppelt werden. Das System kann einen optischen Koppler 830 einschließen, um den ersten und den zweiten optischen Rückkopplungsweg zu koppeln und das optische Antwortsignal 119 bereitzustellen. Das in **Fig. 8** veranschaulichte Beispiel kann eine effiziente Kopplung des Laserstrahls mit dem gemeinsamen optischen Weg 130 ermöglichen, wenn die Reflektoren aus Glas bestehen. Gleichzeitig kann mit zwei Glasreflektoren mehr Energie aus dem optischen Antwortpfad gesammelt werden als mit einem einzelnen Reflektor, was ein stärkeres optisches Antwortsignal 119 ergibt. In bestimmten Beispielen können die Reflektoren eine Öffnung einschließen und in ähnlicher Weise wie der Einzelreflektor 726 in **Fig. 7** verwendet werden. Die Öffnungen leiten die Laserenergie ungehindert durch, und die beiden Glasreflektoren fangen die optische Antwortenergie des kollimierten Lichts um den Laserstrahl ein.

**[0054]** **Fig. 9** veranschaulicht allgemein eine detaillierte Ansicht eines Beispiels eines Zielidentifikationssystems 900. Das Zielidentifikationssystem 900 kann einen Strahlteiler 914, eine Arbeitssonde 113 und ein Spektroskopiesystem 915 einschließen. Der Strahlteiler 914 kann mindestens zwei Ports 921, 923, eine Kollimationslinse 920, eine Fokussierlinse 924 und eine oder mehrere Rückkopplungsfasern 931 einschließen. Die Rückkopplungsfasern oder mehrere Faserbündel können optische Antwortenergie empfangen und einen optischen Weg für die optische Antwortenergie oder das Signal 919 bereitstellen, das am Spektroskopiesystem 915 empfangen werden soll. Die beiden Ports 921, 923 können einen ersten Port 921 für einen mit dem Laser gekoppelten optischen Weg und einen zweiten Port 923 für einen gemeinsamen optischen Weg 130 zur Übertragung sowohl des Lasers als auch eines optischen Antwortsignals 119 zwischen dem Strahlteiler 914 und dem distalen Ende der Arbeitssonde 113 einschließen. Im Betrieb wird die Laserenergie vom ersten Port 921 über die Kollimationslinse 920 und die Fokussierlinse 924 an den dritten Port 923 gekoppelt. Wie bereits erwähnt, kann das optische Antwortsignal 119 vom dritten Port 923 über eine Kombination

aus der Fokussierlinse 924 und der/den Rückkopplungs-faser(n) 931 an das Spektroskopiesystem gekoppelt werden. In bestimmten Beispielen können der Durchmesser und die numerische Apertur des optischen Weges am zweiten Port 923 größer sein als der Durchmesser und die numerische Apertur des optischen Weges, der den Laserstrahl am ersten Port 921 bereitstellt. Aufgrund des Größenverhältnisses zwischen den optischen Ports und der numerischen Apertur kann das optische Antwortsignal 119 durch den Strahlteiler weiter ausgedehnt werden als das optische Signal des Laserstrahls 118. Als solches kann mehr Licht aus der optischen Antwort aufgefangen werden, ohne den Pfad des Laserstrahls zu beeinträchtigen, verglichen mit einem Pfad der optischen Antwort, der weniger Ausdehnung aufweist. In bestimmten Beispielen können zusätzliche Rückkopplungsfasern 931 um den kollimierten Pfad des Lasers zwischen der Kollimationslinse 920 und der Fokussierlinse 924 platziert werden, um mehr Energie des optischen Antwortsignals 919 innerhalb des optischen Teilers zu sammeln. Im Extremfall kann eine Einheit von Rückkopplungsfasern 931, z. B. in Form eines Rings, um den Pfad des Laserlichts herum angeordnet werden, um das gesamte Licht des optischen Antwortsignals zu sammeln.

#### Zusätzliche Hinweise

**[0055]** Die vorstehende ausführliche Beschreibung schließt Verweise auf die beigefügten Zeichnungen ein, die einen Teil der ausführlichen Beschreibung darstellen. Die Zeichnungen veranschaulichen bestimmte Ausführungsformen, in denen die Erfindung angewandt werden kann. Diese Ausführungsformen werden hier auch als „Beispiele“ bezeichnet. Solche Beispiele können neben den gezeigten oder beschriebenen auch andere Elemente einschließen. Die Erfinder der vorliegenden Erfindung denken jedoch auch an Beispiele, in denen nur die gezeigten oder beschriebenen Elemente bereitgestellt werden. Darüber hinaus ziehen die Erfinder der vorliegenden Erfindung auch Beispiele in Betracht, bei denen eine beliebige Kombination oder Permutation der gezeigten oder beschriebenen Elemente (oder eines oder mehrerer Aspekte davon) verwendet wird, entweder in Bezug auf ein bestimmtes Beispiel (oder einen oder mehrere Aspekte davon) oder in Bezug auf andere hier gezeigte oder beschriebene Beispiele (oder einen oder mehrere Aspekte davon).

**[0056]** In diesem Dokument werden die Begriffe „ein“ oder „eine“, wie in Patentdokumenten üblich, verwendet, um eines oder mehr als eines einzuschließen, unabhängig von allen anderen Instanzen oder Verwendungen von „mindestens einem“ oder „einem oder mehreren“. In diesem Dokument wird der Begriff „oder“ verwendet, um sich auf ein nicht ausschließendes „oder“ zu beziehen, so dass „A oder B“ „A, aber nicht B“, „B, aber nicht A“ und „A

und B“ einschließt, sofern nicht anders angegeben. In diesem Dokument werden die Ausdrücke „einschließlich“ und „in denen“ als einfache Entsprechungen der jeweiligen Begriffe „umfassend“ und „wobei“ verwendet. Ferner sind in den folgenden Ansprüchen die Begriffe „einschließlich“ und „umfassend“ offen, d. h. ein System, eine Vorrichtung, ein Artikel, eine Zusammensetzung, eine Formulierung oder ein Verfahren, das Elemente zusätzlich zu den nach einem solchen Begriff in einem Anspruch aufgeführten einschließt, gilt immer noch als in den Anwendungsbereich des Anspruchs fallend. Darüber hinaus werden in den folgenden Ansprüchen die Begriffe „erster“, „zweiter“, „dritter“ usw. lediglich als Bezeichnungen verwendet und sollen keine numerischen Anforderungen an deren Gegenstände stellen.

**[0057]** Die obige Beschreibung soll veranschaulichend und nicht einschränkend sein. Beispielsweise können die oben beschriebenen Beispiele (oder ein oder mehrere Aspekte davon) auch in Kombination miteinander verwendet werden. Andere Ausführungsformen können verwendet werden, wie z. B. durch einen Durchschnittsfachmann auf dem Gebiet nach Durchsicht der obigen Beschreibung. Die Übersicht wird gemäß 37 C.F.R. §1.72(b) zur Verfügung gestellt, damit der Leser die Art der technischen Offenbarung schnell feststellen kann. Sie wird unter der Voraussetzung eingereicht, dass sie nicht zur Auslegung oder Einschränkung des Umfangs oder der Bedeutung der Ansprüche verwendet wird. In der obigen detaillierten Beschreibung können auch verschiedene Merkmale gruppiert werden, um die Offenbarung zu straffen. Dies sollte nicht dahingehend ausgelegt werden, dass ein nicht beanspruchtes offenbartes Merkmal für einen Anspruch wesentlich ist. Vielmehr kann der erfinderische Gegenstand in weniger als allen Merkmalen einer bestimmten offenbarten Ausführungsform liegen. Somit werden die folgenden Ansprüche als Beispiele oder Ausführungsformen in die ausführliche Beschreibung aufgenommen, wobei jeder Anspruch für sich genommen eine separate Ausführungsform darstellt, und es wird in Betracht gezogen, dass diese Ausführungsformen in verschiedenen Kombinationen oder Permutationen miteinander kombiniert werden können. Der Umfang der Erfindung sollte unter Bezugnahme auf die beigefügten Ansprüche bestimmt werden, zusammen mit dem vollen Umfang der Äquivalente, zu denen diese Ansprüche berechtigt sind.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

**Zitierte Patentliteratur**

- US 62/882837 [0001]
- US 62/931360 [0001]
- US 63/008940 [0001]
- US 63/018262 [0001]

## Patentansprüche

### 1. Zielidentifikationssystem, umfassend:

eine Sonde mit einem ersten Ende und einem zweiten Ende, wobei das zweite Ende dazu konfiguriert ist, an ein anatomisches Ziel anzugrenzen, wobei die Sonde dazu konfiguriert ist, einen optischen Pfad zu definieren, wobei der optische Pfad dazu konfiguriert ist, gleichzeitig ein erstes optisches Signal und ein zweites optisches Signal, das für das anatomische Ziel repräsentativ ist, durchzuleiten; und

einen Strahlteiler, umfassend:

einen ersten Port, der mit dem ersten Ende der Sonde gekoppelt ist;

einen zweiten Port, der dazu konfiguriert ist, sich an dem optischen Pfad auszurichten und dazu konfiguriert ist, das erste optische Signal durchzuleiten; und wobei der Strahlteiler dazu konfiguriert ist, das zweite optische Signal, das für das anatomische Ziel repräsentativ ist, aus dem optischen Pfad und aus dem ersten optischen Signal umzulenken.

2. Zielidentifikationssystem nach Anspruch 1, einschließlich eines Spektrometers, das optisch mit dem Strahlteiler gekoppelt ist, wobei das Spektrometer dazu konfiguriert ist, von dem Strahlteiler das zweite optische Signal zu empfangen, das für das anatomische Ziel repräsentativ ist, und Spektralmessungen bereitzustellen, die für das anatomische Ziel repräsentativ sind.

3. Zielidentifikationssystem nach Anspruch 2, einschließlich eines Rückkopplungsanalysators, der dazu konfiguriert ist, die Spektralmessungen zu empfangen und ein Zusammensetzungsprofil des Ziels zu erzeugen.

4. Zielidentifikationssystem nach einem der Ansprüche 2-3, wobei der Strahlteiler einschließt:

eine Fokussierlinse;

einen optischen Sensor; und

wobei die Fokussierlinse eine wellenlängenempfindliche Schicht einschließt, wobei die wellenlängenempfindliche Schicht dazu konfiguriert ist, das erste optische Signal entlang des optischen Pfades durchzuleiten und das zweite optische Signal in Richtung des optischen Sensors umzulenken.

5. Zielidentifikationssystem nach Anspruch 4, wobei der optische Sensor dazu konfiguriert ist, mit dem Spektrometer zu koppeln und das zweite optische Signal in ein oder mehrere elektrische Signale umzuwandeln.

6. Zielidentifikationssystem nach einem der Ansprüche 2-5, wobei der Strahlteiler einschließt:

eine Fokussierlinse, die eine wellenlängenempfindliche Schicht aufweist, wobei die wellenlängenempfindliche Schicht dazu konfiguriert ist, das erste opti-

sche Signal entlang des optischen Pfades durchzuleiten und das zweite optische Signal umzulenken; einen dritten optischen Port, der mit einem spektroskopischen System gekoppelt ist; und eine Ulbricht-Kugel, die dazu konfiguriert ist, das zweite optische Signal ferner an den dritten optischen Port umzulenken.

7. Zielidentifikationssystem nach einem der Ansprüche 2-6, wobei der Strahlteiler einschließt:

einen dritten optischen Port; und

einen dichroitischen Spiegel, der dazu konfiguriert ist, das erste optische Signal von dem ersten Port zum zweiten Port durchzuleiten und das zweite optische Signal zu einem dritten optischen Port umzulenken.

### 8. Chirurgisches System, umfassend:

ein Betrachtungsinstrument einschließlich eines Lumens, wobei das Betrachtungsinstrument und das Lumen ein proximales Ende und ein distales Ende definieren, wobei das Betrachtungsinstrument eine Lichtquelle umfasst, die dazu konfiguriert ist, ein anatomisches Ziel über einen optischen Pfad des Betrachtungsinstruments zu beleuchten; und ein Zielidentifikationssystem, umfassend:

eine Arbeitssonde, die dazu konfiguriert ist, sich durch das Lumen zu erstrecken;

einen Strahlteiler, der mit einem proximalen Ende der Arbeitssonde gekoppelt ist, wobei der Strahlteiler dazu konfiguriert ist, ein optisches Antwortsignal aufzuteilen, das das Ziel aus dem optischen Pfad anzeigt; und

ein Spektrometer, das optisch mit dem Strahlteiler gekoppelt ist, wobei das Spektrometer dazu konfiguriert ist, von dem Strahlteiler mindestens eine Darstellung des optischen Antwortsignals zu empfangen und Spektralmessungen bereitzustellen, die für das anatomische Ziel repräsentativ sind.

9. Chirurgisches System nach Anspruch 8, wobei der Strahlteiler einschließt:

einen ersten Port, der mit dem proximalen Ende der Sonde gekoppelt ist; und

einen zweiten Port, der dazu konfiguriert ist, sich an dem optischen Pfad auszurichten und dazu konfiguriert ist, ein zweites optisches Signal durchzuleiten.

10. Chirurgisches System nach Anspruch 9, wobei der Strahlteiler einschließt:

eine Fokussierlinse;

einen optischen Sensor; und

wobei die Fokussierlinse eine wellenlängenempfindliche Schicht einschließt, wobei die wellenlängenempfindliche Schicht dazu konfiguriert ist, das zweite optische Signal entlang des optischen Pfades durchzuleiten und das optische Antwortsignal in Richtung des optischen Sensors umzulenken.

11. Chirurgisches System nach Anspruch 10, wobei der optische Sensor dazu konfiguriert ist, mit dem Spektrometer zu koppeln und das optische Antwortsignal in ein oder mehrere elektrische Signale umzuwandeln.

12. Chirurgisches System nach einem der Ansprüche 9-11, wobei der Strahlteiler einschließt: eine Fokussierlinse in einem Pfad des optischen Pfades, wobei die Fokussierlinse eine wellenlängenempfindliche Schicht einschließt, wobei die wellenlängenempfindliche Schicht dazu konfiguriert ist, das zweite optische Signal entlang des optischen Pfades durchzuleiten und das optische Antwortsignal umzulenken, um ein umgelenktes optisches Antwortsignal bereitzustellen; einen dritten optischen Port, der mit dem Spektrometer gekoppelt ist; und eine Ulbricht-Kugel, die dazu konfiguriert ist, das umgelenkte optische Antwortsignal an den dritten optischen Port zu reflektieren.

13. Chirurgisches System nach einem der Ansprüche 9-12, wobei der Strahlteiler einschließt: einen dritten optischen Port, der mit dem Spektrometer gekoppelt ist; und einen dichroitischen Spiegel, der dazu konfiguriert ist, das zweite optische Signal entlang des optischen Pfades durchzuleiten und das optische Antwortsignal zum dritten optischen Port zu reflektieren.

14. Chirurgisches System nach einem der Ansprüche 8-13, wobei das Zielidentifikationssystem einen Rückkopplungsanalysator einschließt, der dazu konfiguriert ist, Spektralinformationen zu empfangen und ein Zusammensetzungsprofil des Ziels zu erzeugen.

15. Chirurgisches System nach Anspruch 14, einschließlich eines Eingriffsinstruments, das dazu konfiguriert ist, die Arbeitssonde gleichzeitig mit dem optischen Antwortsignal, das den optischen Pfad durchläuft, zu verwenden; und wobei der Rückkopplungsanalysator dazu konfiguriert ist, Steuerungssignale an das Eingriffsinstrument basierend auf dem Zusammensetzungsprofil zu liefern.

16. Chirurgisches System nach Anspruch 15, wobei das Eingriffsinstrument einen Laser einschließt, der dazu konfiguriert ist, einen Laserstrahl zu erzeugen, wobei der Laserstrahl dazu konfiguriert ist, den optischen Pfad vom Strahlteiler zum distalen Ende der Sonde gleichzeitig mit dem optischen Antwortsignal zu durchlaufen, das den optischen Pfad durchläuft.

17. Laserchirurgiesystem, umfassend: ein Lasersystem, das dazu konfiguriert ist, einen Laserstrahl zu erzeugen, der betrieben werden kann, um ein Ziel im Körper eines Patienten abzu-

tragen;  
eine optische Sonde, umfassend:  
eine optische Faser, die dazu konfiguriert ist, den Laserstrahl zum Ziel zu übertragen und Ziellicht vom Ziel zu übertragen; und  
einen Strahlteiler, der dazu konfiguriert ist, den Laserstrahl von dem Lasersystem zu der optischen Faser durchzuleiten und das Ziellicht zu empfangen und das Ziellicht von dem Laserstrahl zu teilen;  
ein Spektrometer, das optisch mit dem Strahlteiler gekoppelt ist, wobei das Spektrometer dazu konfiguriert ist, das vom Laserstrahl geteilte Ziellicht zu empfangen und Spektralinformationen des Ziellichts zu erzeugen; und  
eine Rückkopplungsschaltung, die dazu konfiguriert ist, die Spektralinformationen zu empfangen und Informationen über die Zusammensetzung des Ziels zu bestimmen.

18. Laserchirurgie nach Anspruch 17, wobei das Lasersystem dazu konfiguriert ist, die Informationen über die Zusammensetzung zu empfangen und den Laserstrahl in Abhängigkeit von den Informationen über die Zusammensetzung anzupassen.

19. Verfahren, umfassend:  
Vorschieben eines Arbeitsinstruments über ein erstes Lumen eines Betrachtungsinstruments;  
Beleuchten eines anatomischen Ziels über einen optischen Pfad des Betrachtungsinstruments;  
Durchleiten eines optischen Antwortsignals des anatomischen Ziels über einen optischen Pfad des Arbeitsinstruments; und  
Aufteilen des optischen Antwortsignals aus dem optischen Pfad des Arbeitsinstruments.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei das Betrachtungsinstrument ein Endoskop ist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 19-20, wobei das Betrachtungsinstrument ein Laparoskop ist.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19-21, einschließlich Weiterleiten des optischen Antwortsignals an ein Spektroskopiesystem.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19-22, einschließlich Durchleiten eines zweiten optischen Signals über den optischen Pfad des Arbeitsinstruments, während das optische Antwortsignal durchgeleitet wird.

24. Verfahren nach Anspruch 23, wobei das zweite optische Signal ein Laserstrahl ist, der dazu konfiguriert ist, das anatomische Ziel abzutragen.

25. Verfahren nach Anspruch 24, wobei das Durchleiten des optischen Antwortsignals an ein Spektroskopiesystem das Aufteilen der optischen

Antwort vom optischen Pfad des Arbeitsinstruments zu einem dritten optischen Pfad einschließt.

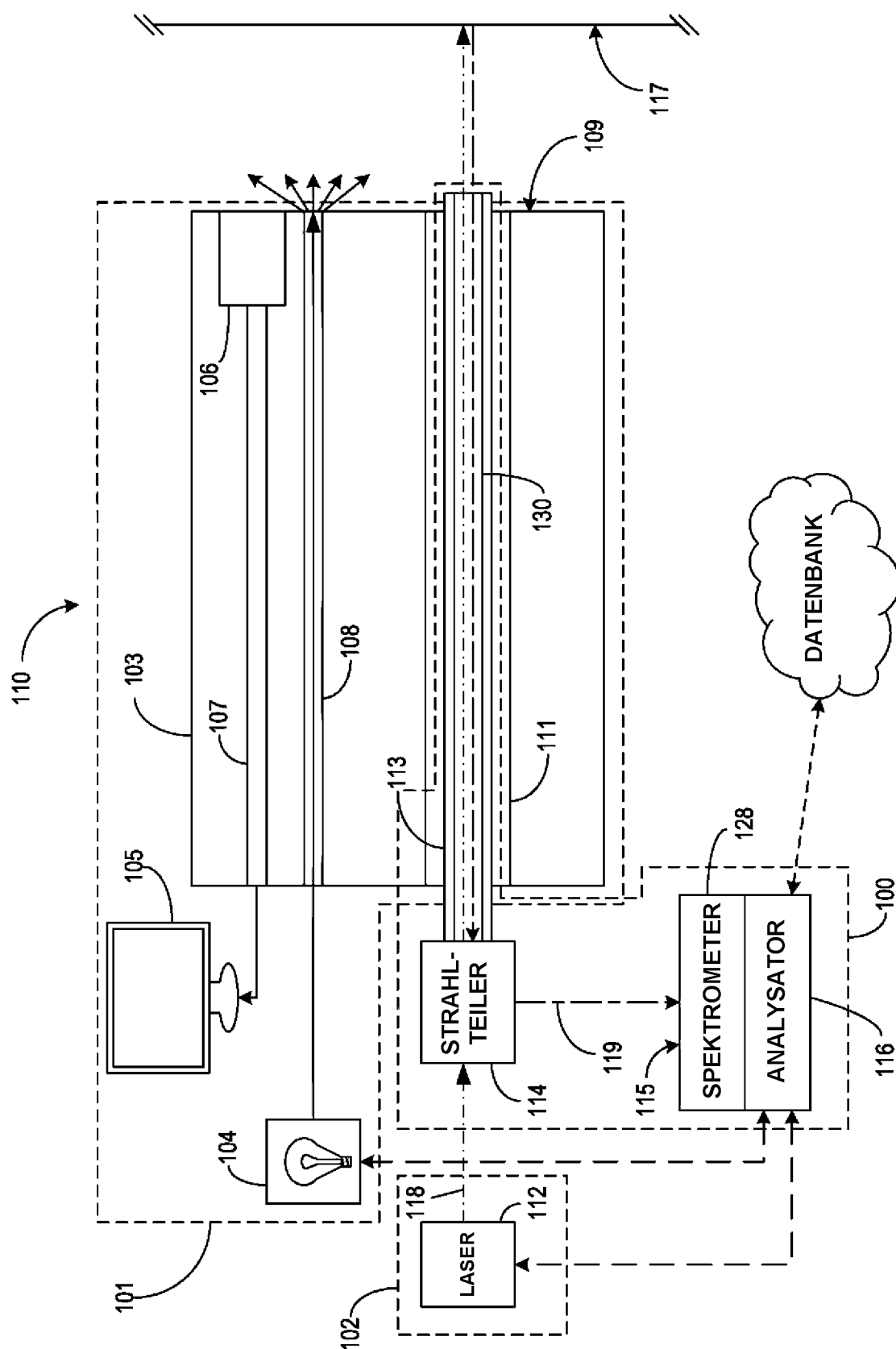
26. Verfahren nach Anspruch 25, wobei das Durchleiten des Laserstrahls das Zusammenführen eines vom Laser ausgehenden optischen Pfades mit dem optischen Pfad des Arbeitsinstruments einschließt.

27. Verfahren nach Anspruch 26, wobei das Zusammenführen eines optischen Pfades, der sich von dem Laser erstreckt, das Durchleiten des Laserstrahls durch einen dichroitischen Spiegel einschließt; und wobei das Aufteilen der optischen Antwort von dem optischen Pfad des Arbeitsinstruments das Reflektieren der optischen Antwort an einer Oberfläche des dichroitischen Spiegels einschließt.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen



## Anhängende Zeichnungen



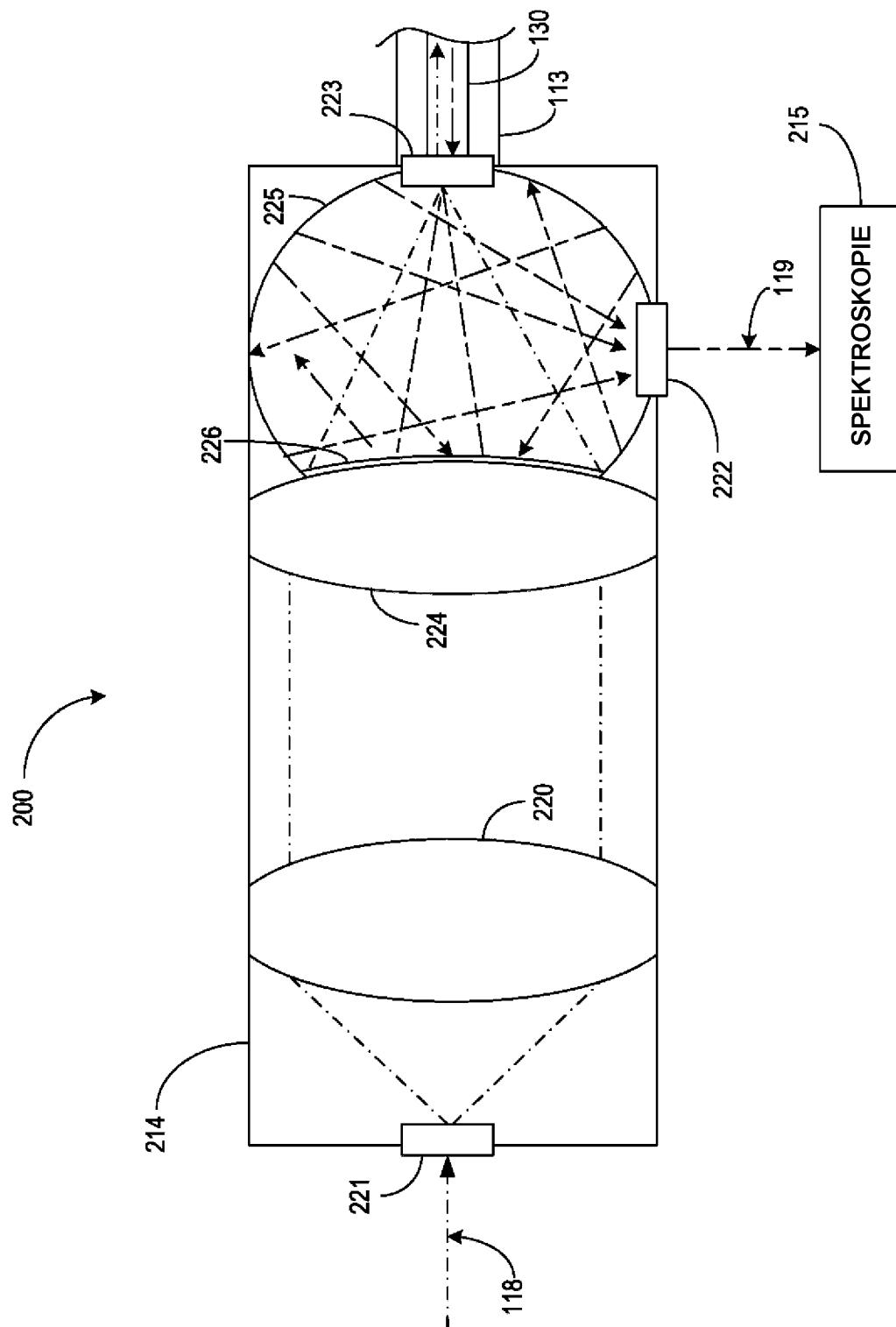


Fig. 2

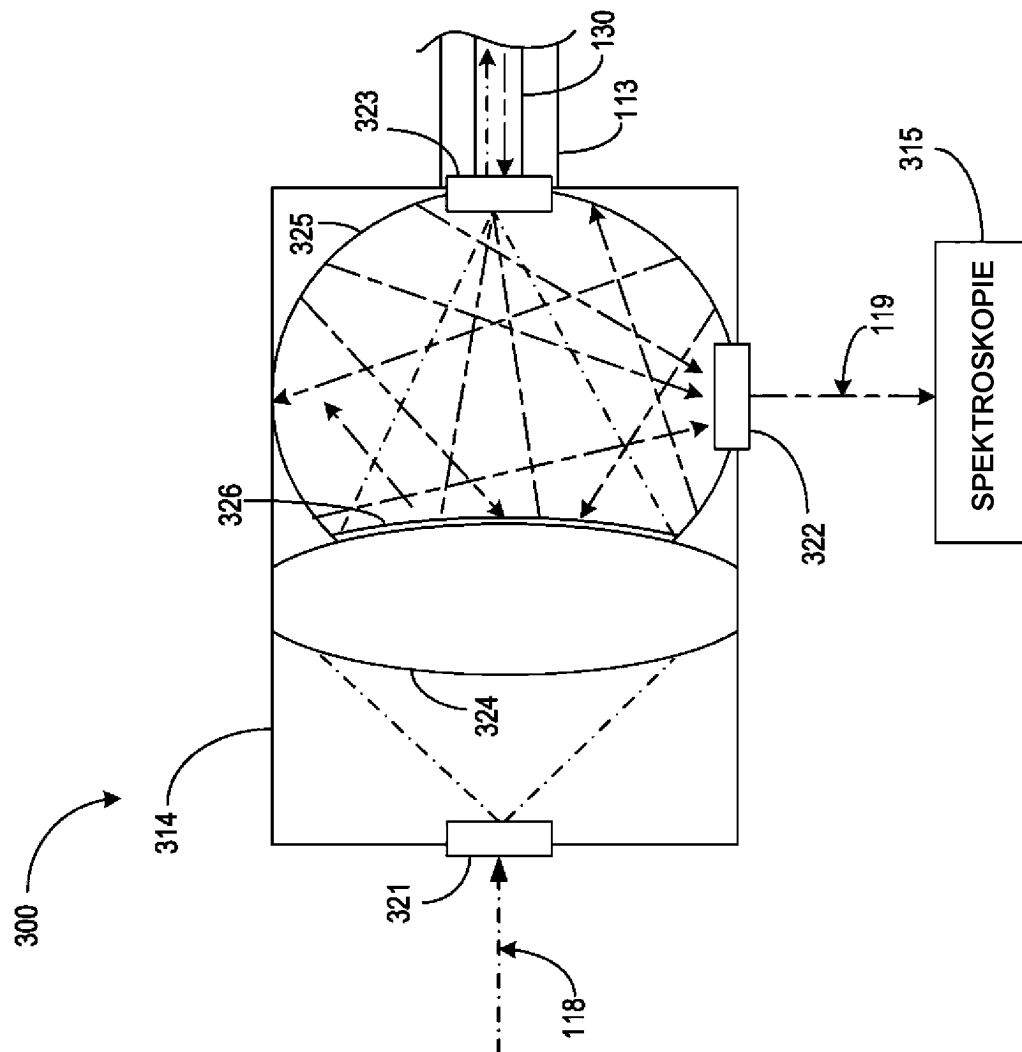
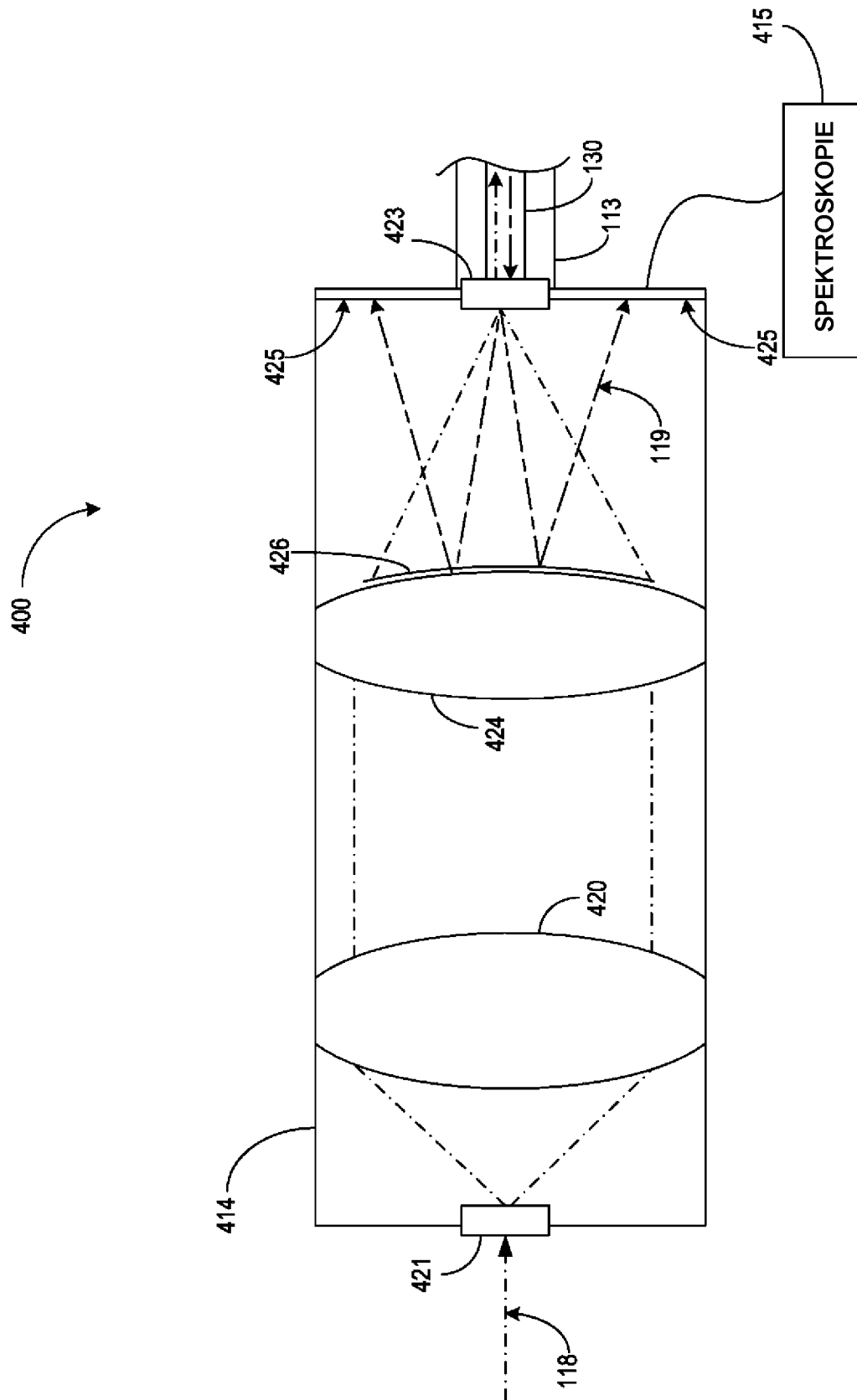


Fig. 3



**Fig. 4**

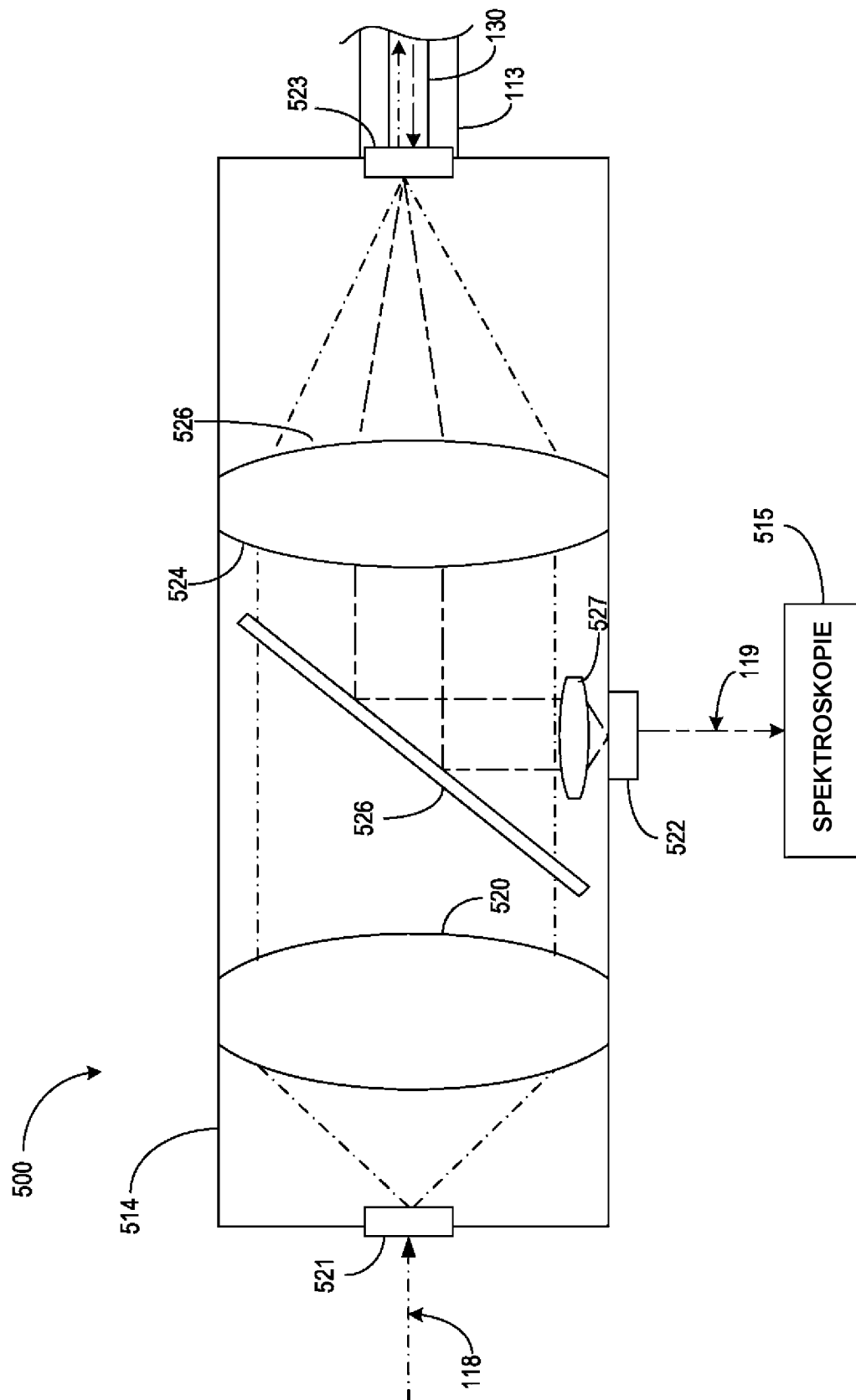
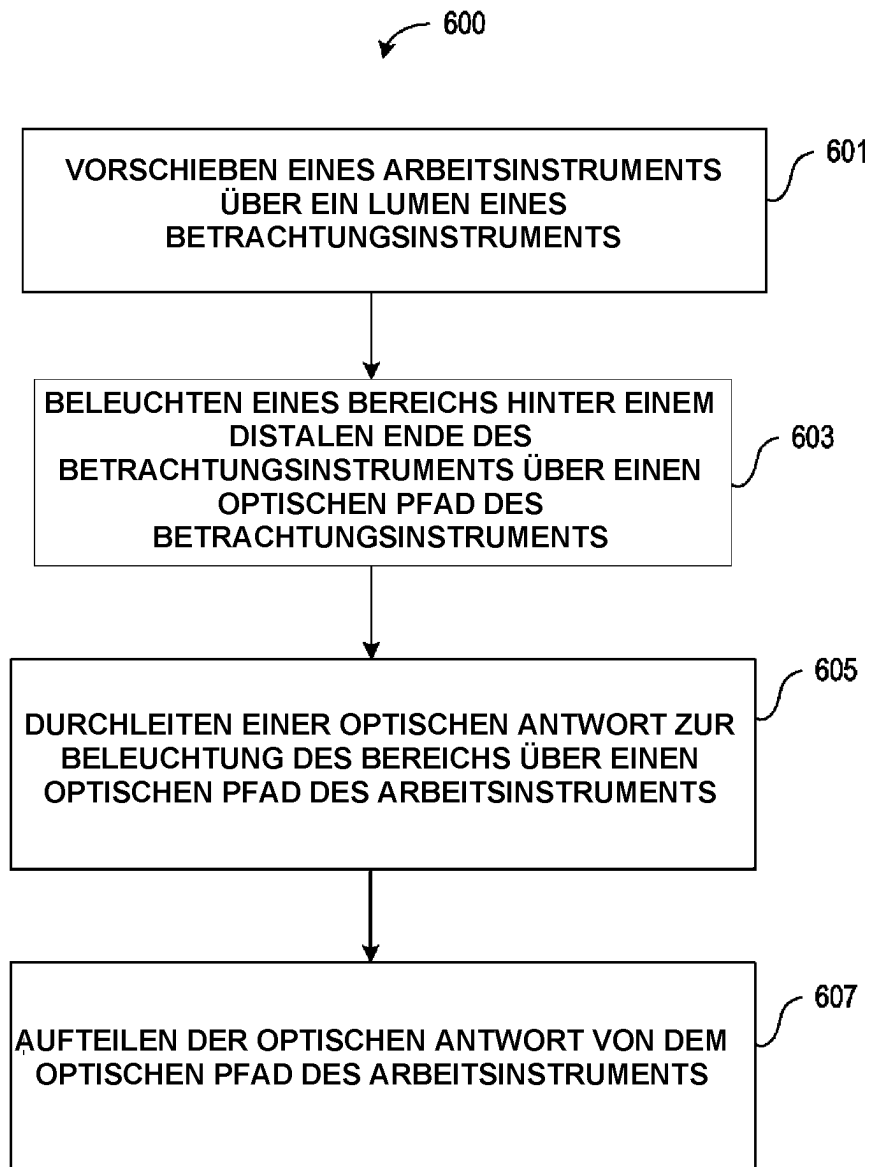


Fig. 5



*Fig. 6*

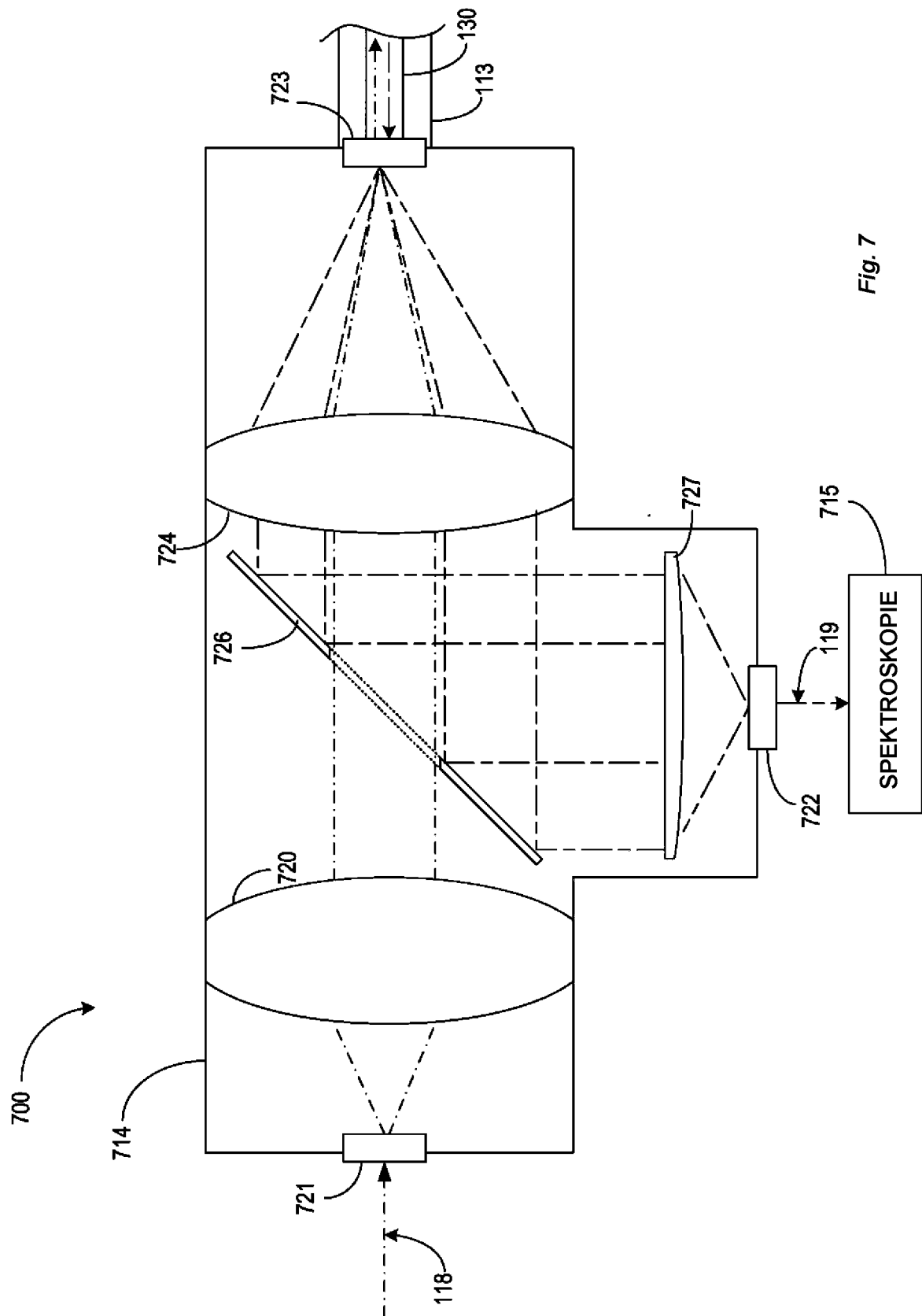


Fig. 7

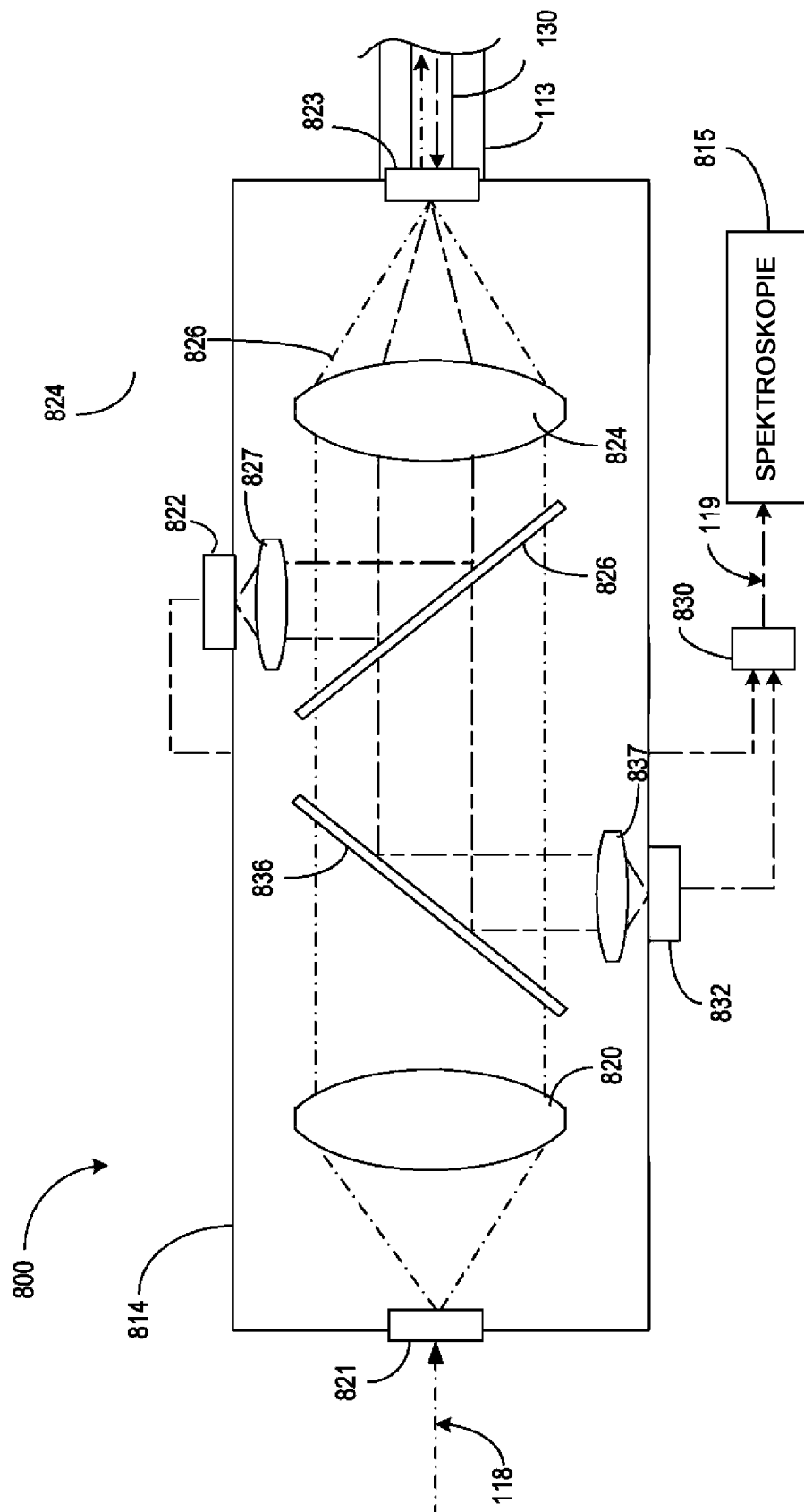


Fig. 8



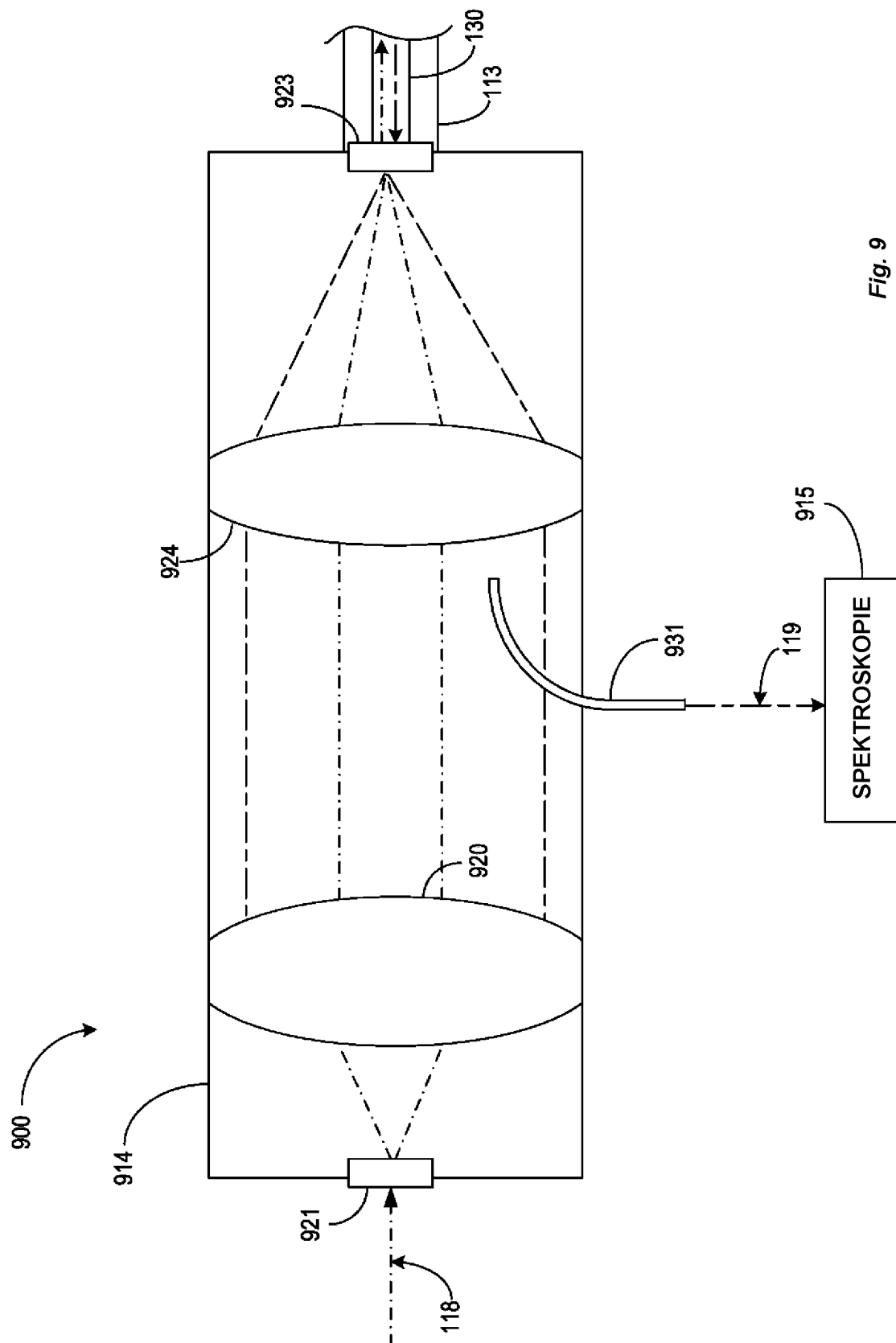


Fig. 9