



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 15 869 T2 2005.03.03**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 135 609 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 15 869.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/26336**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 956 956.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/28217**

(86) PCT-Anmeldetag: **08.11.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **18.05.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.09.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **24.03.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.03.2005**

(51) Int Cl.⁷: **F04B 49/06**

**F04B 43/08, A61M 1/00, A61M 31/00,
A61M 5/142**

(30) Unionspriorität:

189052 09.11.1998 US

(73) Patentinhaber:

**Curlin Technology, L.L.C., Huntington Beach,
Calif., US**

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(72) Erfinder:

**MOUBAYED, Ahmad-Maher, Mission Viejo, US;
HYMAN, E., Oscar, Poulsbo, US; JONES, L.,
Robert, Anaheim, US; WHITE, N., David, San Juan
Capistrano, US**

(54) Bezeichnung: **KURVENFÖRMIGE PERISTALTISCHE PUMPE**

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] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen medizinische Infusionspumpen und im Besonderen eine krummlinige Peristaltikpumpe, die eine Vielzahl vonnockengetriebenen pumpenden Fingern aufweist, die nacheinander mit einem Teilabschnitt elastischer Schlauchleitung in Eingriff stehen, um den Durchfluss einer Flüssigkeit durch dieselbe zu erleichtern.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Es sind gegenwärtig verschiedene Ausführungen von Peristaltikpumpen nach dem bisherigen Stand der Technik bekannt, die normalerweise bei medizinischen Anwendungen zur Erleichterung der dosierten intravenösen Infusion eines Medikaments in einen Patienten eingesetzt werden. Neben dem Einsatz für Infusionsanwendungen werden Peristaltikpumpen auch für das Abführen von Flüssigkeiten, beispielsweise in einem Wunddrainagesystem, eingesetzt. Diese Pumpen nach dem bisherigen Stand der Technik arbeiten in einer positiven Weise und können beträchtliche Auslassdrücke erzeugen. Die bekannten Peristaltikpumpen nach dem bisherigen Stand der Technik lassen sich im Allgemeinen in eine von zwei Kategorien einteilen, nämlich in lineare Peristaltikpumpen und rotatorische Peristaltikpumpen. Herkömmliche lineare und rotatorische Peristaltikpumpen weisen jeweils einen Abschnitt elastischer Schlauchleitung (vgl. US-Patent Nr. 5 458 578) zwischen einer Wand und einem Satz von Rollen oder Hubkolbenschiebern auf, die nach und nach die Abschnitte der Schlauchleitung zusammendrücken, um das Pumpen einer Flüssigkeit durch dieselbe zu erleichtern.

[0003] Speziell umfassen typische lineare Peristaltikpumpen solche, die in den US-Patenten mit den Nrn. 2.877.714 (Sorg, et al.), 4.671.792 (Borsannyi), 4.893.991 (Heminway, et al.), und 4.728.265 (Canon) beschrieben sind. Obwohl diese linearen Peristaltikpumpen nach dem bisherigen Stand der Technik im Allgemeinen nutzbar sind, sind sie groß, komplex und hinderlich, erfordern eine Antriebswelle parallel zu einem elastischen Schlauch und eine Vielzahl von Nocken längs der Antriebswelle, um entsprechende Schieber einer Vielzahl von Schiebern hin zum und weg vom Schlauch zu bewegen.

[0004] Bei den bekannten rotatorischen Peristaltikpumpen nach dem bisherigen Stand der Technik ist im Allgemeinen ein elastischer Schlauch längs einer Kreisbahn angeordnet, wobei eine Vielzahl von Rollen, die um den Umfang eines kreisförmigen Rotors montiert sind, sequenziell längs des Schlauches rollen, um denselben zu verschließen und Flüssigkeit

durch denselben zu drücken. Typische rotatorische Peristaltikpumpen umfassen solche, die in den US-Patenten mit den Nrn. 4.886.431 (Soderquist, et al.) und 3.172.367 (Kling) beschrieben sind. Obwohl diese Pumpen im Allgemeinen ebenfalls nutzbar sind, haben diese relativ niedrige Wirkungsgrade und üben hohe Scher- und Spannungskräfte auf den Schlauch aus, wodurch eine Innenschlauchwanderung oder -fragmentierung verursacht werden kann. Als Folge davon kann der Schlauch gegebenenfalls auf Dauer verformt werden, so dass er in eine ovalere Form abgeflacht wird und weniger Fluid führt, d. h. eine verringerte Fluiddurchflussmenge durch denselben bereitstellt.

[0005] Außer den oben beschriebenen linearen und rotatorischen Peristaltikpumpen gibt es nach dem bisherigen Stand der Technik auch eine andere bekannte Ausführung einer Peristaltikpumpe, bei der ein Schlauch längs einer Kreisbahn angeordnet ist und ein Nockenelement im Kreis eine Vielzahl von stumpfen Schiebern oder Fingern sequenziell nach außen bewegt, um den Schlauch sequenziell von einem Ende der Bahn zum anderen zusammenzudrücken. Diese Ausführungen von Peristaltikpumpen umfassen solche, die im deutschen Patent Nr. 2.152.352 (Gonner) und im italienischen Patent Nr. 582.797 (Tubospir) beschrieben sind. Obwohl diese Pumpenausführungen tendenziell weniger komplex als lineare Peristaltikpumpen sind, reduziert der durch die stumpfen Finger vorgegebene Druck normalerweise die Lebensdauer des Schlauches und verursacht manchmal die Innenschlauchwanderung oder -fragmentierung, was dazu führt, dass Schwebstoffteilchen in den Fluidstrom gelangen. Außerdem können Schläuche mit verschiedener Wanddicke nicht von diesen speziellen Pumpenausführungen des bisherigen Standes der Technik aufgenommen werden. So verschließen die Finger den Schlauch bei dünneren als den Standardschläuchen nicht richtig. Umgekehrt wird bei dickeren als den Standardschläuchen der Schlauch vorzeitig geschlossen und einer übermäßigen Kompression unterliegen, wodurch eine höhere Nockenleistungsleistung erforderlich ist und ein übermäßiger Verschleiß an den Nocken und dem Schlauch verursacht wird.

[0006] In Anerkennung der Mängel, die mit den oben beschriebenen Ausführungen der Peristaltikpumpen nach dem bisherigen Stand der Technik verbunden sind, entwickelte der Anmelder die krummlinige Peristaltikpumpe, die in den US-Patenten mit den Nrn. 5.575.631 (Jester) und 5.683.233 (Moubayed, et al.) und der PCT-Anmeldung Nr. PCT/US97/03676 (Moubayed, et al.) offenbart ist.

[0007] Diese spezielle krummlinige Peristaltikpumpe des Anmelders stellte eine Verbesserung gegenüber diesen bekannten Ausführungen dar, indem eine größere Einfachheit, kleine Größe, niedrige Antriebs-

leistungsaufnahme und die Fähigkeit zur Aufnahme elastischer Schläuche variierender Wanddicke bei gleichzeitiger Verringerung des Verschleißes und der Innenerosion des elastischen Schlauches als Merkmale bereitgestellt werden. Insbesondere umfasst diese spezielle krummlinige Peristaltikpumpe des Anmelders eine konkave, gekrümmte Walze zur Abstützung eines elastischen Schlauches, einen um die Mitte der Walzenkonkavität drehbaren Mehrfachnocken und eine Vielzahl von Pumpenfingern, die auf dem Nocken als Nockenläufer laufen und geführt werden, um sich in einer radialen Richtung hin zum und weg von der Walze zu bewegen. Wenn der Nocken gedreht wird, wird der zum höchsten Bereich (weitesten Nocken) nächste Pumpenfinger am Nocken in der Richtung der Drehung in einer radialen Richtung nach außen bewegt, um den Schlauch gegen die Walze zu quetschen. Da sich der Nocken weiterdreht, quetscht der nachfolgende Pumpenfinger den Schlauch, während der vorhergehende Pumpenfinger den gleichen verschließt; somit wird erzwungen, dass die Flüssigkeit im Schlauch in die Richtung der Nockendrehung fließt. Da die Nockendrehung fortgesetzt wird, quetscht der anschließende Pumpenfinger sequenziell den Schlauch, um Flüssigkeit zu drücken und dann den Schlauch zu verschließen, wobei sich der Pumpenfinger direkt hinter dem Nocken vom Schlauch weg bewegt und demselben gestattet, sich auszudehnen und mit der Flüssigkeit zu füllen.

[0008] Obwohl diese krummlinige Peristaltikpumpe des Anmelders viele der Mängel der Peristaltikpumpen-Ausführungen des Standes der Technik beseitigt, erhöhen die Ausführungsmerkmale einer solchen Pumpe gewisse Unzulänglichkeiten bei ihrem Betrieb. Insbesondere der Motor, die Riemenscheibe und der Antriebsriemen, die für die Drehung des Nockens zum Einsatz kommen, schaffen eine Anfälligkeit für eine geringfügige Vorwärtsdrehung oder Rückwärtsdrehung (Zurückrollen) des Nockens bei der Deaktivierung des Motors. Eine solche geringfügige Vorwärts- oder Rückwärtsdrehung des Nockens führt zu einem solchen Eingriff der Pumpenfinger am Schlauch, dass dieser einen darin unerwünschten positiven Durchfluss oder Rückfluss der Flüssigkeit nach der Deaktivierung des Motors bewirkt. So muss dem Motor bei dieser krummlinigen Peristaltikpumpe des Anmelders zum Zwecke der Verhinderung irgendeiner unerwünschten Drehung des Nockens ständig Leistung zugeführt werden. Wie anerkannt werden wird, erhöht die Notwendigkeit, den Motor dauernd mit Leistung zu versorgen, beträchtlich dessen Leistungsverbrauch (sie verringert z. B. die Lebensdauer sämtlicher Batterien, die zur Energieversorgung des Motors eingesetzt werden).

[0009] Zu den vorhergehenden Punkten kommt hinzu, dass bei der existierenden krummlinigen Peristaltikpumpe des Anmelders ein "Pumpzyklus" auftritt,

wenn sich der erste bis letzte Pumpenfinger längs des Schlauches hin zur und weg von der Walze bewegt. Während jedes "Pumpzyklus" wird durch den Eingriff der Pumpenfinger am Schlauch in der oben beschriebenen Weise Flüssigkeit durch denselben gedrückt. Infolge der Konfiguration des Nockens und der Unfähigkeit der Antriebseinheit zur selektiven Drehzahleinstellung, gibt es bei der existierenden krummlinigen Peristaltikpumpe zwischen den Pumpzyklen eine "Todpumpphase", während der die Flüssigkeit nicht durch den Schlauch gedrückt wird. Wie anerkannt werden wird, wäre es wesentlich wünschenswerter, wenn die Flüssigkeit durch den Schlauch in einer gleich bleibenden, stationären Rate fließen würde. Der Betriebswirkungsgrad der existierenden krummlinigen Peristaltikpumpe des Anmelders würde auch erhöht, wenn Strukturen enthalten wären, die den Längenabschnitt des Schlauches in der Pumpenkammer stabilisieren und einen Rückfluss der Flüssigkeit im Schlauch bei einem Aussetzen des darin wirkenden positiven Flüssigkeitsdruckes verhindern. Die vorliegende Erfindung geht auf die Mängel der existierenden krummlinigen Peristaltikpumpe sowie der anderen gegenwärtig bekannten Peristaltikpumpen des Standes der Technik ein und beseitigt sie.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine krummlinige Peristaltikpumpe gemäß der Definition in Anspruch 1 zur Erleichterung des Pumpens einer Flüssigkeit durch einen Längenabschnitt elastischer Schlauchleitung bereitgestellt. Die Erfindung stellt auch eine Schlauchleitungsbaugruppe gemäß der Definition in Anspruch 15 für den Einsatz mit einer solchen Pumpe bereit. Die Pumpe umfasst ein Gehäuse, das ein Paar Gehäusehälften umfasst, die aneinander angebaut sind. Außer dem Gehäuse umfasst die Pumpe ein Walzenelement, das mit dem Gehäuse drehbar verbunden und zwischen einer Betriebsposition und einer dazu relativen Nichtbetriebsposition beweglich ist. Das Walzenelement definiert eine bogenförmige, im Allgemeinen konkave Innenfläche und umfasst einen über die Mitte wirkenden Verriegelungsmechanismus, um dasselbe in seiner Betriebsposition relativ zum Gehäuse zu halten.

[0011] Die vorliegende Pumpe umfasst außerdem einen drehbaren Nocken, der im Gehäuse angeordnet und um die ungefähre Mitte der Konkavität der Innenfläche des Walzenelementes drehbar ist. Die Drehung des Nockens wird durch eine Antriebseinheit der Pumpe erleichtert, die ebenfalls im Gehäuse angeordnet ist. Die Antriebseinheit ist mechanisch so an den Nocken gekoppelt, dass die Aktivierung der Antriebseinheit zu der gleichlaufenden Drehung des Nockens in einer ersten Richtung führt und die Deaktivierung der Antriebseinheit den Nocken in einer eingestellten Position hält. Bei der bevorzugten Ausführung

rungsform umfasst die Antriebseinheit einen Nockenschaft, der sich vom Nocken aus erstreckt und ein daran angebrachtes Schneckenrad umfasst. Außer dem Nockenschaft und dem Schneckenrad umfasst die Antriebseinheit einen Elektromotor, der eine drehbare, sich von denselben aus erstreckende Motorwelle aufweist, die eine daran montierte Schnecke umfasst. Die Schnecke selbst greift durch das Zusammenwirken der Bauteile in das Schneckenrad. Wichtig ist, dass der Eingriff der Schnecke in das Schneckenrad bei der Aktivierung des Motors zur Drehung des Nockens in der ersten Richtung führt, wobei ein solcher Eingriff auch jede Drehung des Nockens bei Deaktivierung des Motors beseitigt. Der Elektromotor der Antriebseinheit wird vorzugsweise durch mehrere Batterien (z. B. C-Zellenbatterien), die im Gehäuse untergebracht sind, gespeist.

[0012] Die vorliegende Pumpe umfasst außerdem eine Vielzahl von Pumpenfingern, die am Gehäuse beweglich angebracht und zueinander in einer Nebeneinanderanordnungs-Beziehung angeordnet sind, um eine Reihe zu definieren. Jeder der Pumpenfinger hat erstes Ende, das gemeinsam am Nocken in Eingriff gebracht wird, sowie ein zweites Ende, das in einer Abstandsbeziehung zum Walzenelement angeordnet ist. Am Gehäuse ist eine biegsame, durchsichtige Membran der Pumpe angebracht, die die zweiten Enden der Pumpenfinger abdeckt und eingesetzt wird, um zu verhindern, dass Feuchtigkeit in das Innere des Gehäuses eintritt. So werden die zweiten Enden der Pumpenfinger durch die Membran abgedeckt und sind auf diese Weise in einer im Wesentlichen äquidistanten Abstandsbeziehung zur Innenfläche des Walzenelementes angeordnet, wenn sie in ihrer Betriebsposition sind. Die Membran ist exponiert, wenn das Walzenelement in seiner Nichtbetriebsposition ist. Jeder der Pumpenfinger umfasst vorzugsweise eine Vielzahl von Rollenelementen, die im ersten Ende drehbar angebracht sind und von diesem aus hervorstehen, wobei die Pumpenfinger über die Rollenelemente gemeinsam am Nocken in Eingriff gebracht werden.

[0013] Bei der vorliegenden Pumpe wurde der Nocken konfiguriert um die Pumpenfinger nacheinander radial nach außen zur und nach innen weg von der Innenfläche des Walzenelementes zu bewegen, wenn die Drehung durch die Antriebseinheit in der ersten Richtung erfolgt. So kann ein Abschnitt der Schlauchleitung zwischen der Innenfläche des Walzenelementes und der Membran (und somit den zweiten Enden der Pumpenfinger) ausgedehnt werden, so dass die sequenzielle Bewegung der Pumpenfinger hin zum und weg vom Walzenelement dazu führt, dass Flüssigkeit in der Schlauchleitung in der ersten Drehrichtung des Nockens gepumpt wird. Da das Pumpen der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung, wie anerkannt werden wird, vom sequenziellen Eingriff der Pumpenfinger an derselben abhängt

und die Bewegung der Pumpenfinger von der Drehung des Nockens abhängt, unterstützt die Deaktivierung des Motors, die jede Drehung des Nockens infolge des Eingriffs der Schnecke in das Schneckenrad beseitigt, die Verhinderung eines positiven Durchflusses oder Rückflusses der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung.

[0014] Bei der vorliegenden Pumpe definiert die sequenzielle Bewegung eines jeden Pumpenfingers der Reihe, der sich durch die Drehung des Nockens hin zum und weg vom Walzenelement bewegt, einen Pumpzyklus. Bei der bevorzugten Ausführungsform ist der Nocken profiliert oder geformt, um an den ersten Enden der Pumpenfinger in einer Weise zu wirken, die bewirkt, dass deren zweiten Enden an der Schlauchleitung in Eingriff gebracht werden, so dass die Flussrate der Flüssigkeit durch dieselbe im Wesentlichen während jedes Pumpzyklus konstant ist. Eine solche konstante Flussrate wird durch die Ausbildung des Nockens als Vierfachnocken erreicht. Außer den Nocken, die geformt sind, um eine im Wesentlichen konstante Flussrate während jedes Pumpzyklus bereitzustellen, ist die Pumpe der vorliegenden Erfindung vorzugsweise mit einer Motordrehzahl-Steuereinheit ausgestattet, die betätigbar ist, um die Drehzahl des Nockens an vorgeschriebenen Intervallen selektiv zu erhöhen und zu erniedrigen. Insbesondere ist die Motordrehzahl-Steuereinheit betätigbar, um die Drehzahl des Nockens in der ersten Richtung zwischen den Pumpzyklen zu erhöhen, mit dem Zweck die Todpumpphase im Wesentlichen zu beseitigen, die normalerweise zwischen den Pumpzyklen vorhanden ist.

[0015] Die Motordrehzahl-Steuereinheit der vorliegenden Pumpe ist im Gehäuse angeordnet und umfasst einen optischen Sensor, der am Motor elektrisch angeschlossen ist. Der optische Sensor ist für die Übertragung eines Lichtstrahls ausgelegt und erfasst jegliche Strahlunterbrechungen. So umfasst der optische Sensor einen Lichtstrahlsender, der für die Erzeugung eines Lichtstrahles ausgelegt ist, sowie einen Lichtstrahlempfänger, der für den Empfang oder die Erfassung des vom Lichtstrahlsenders erzeugten Lichtstrahles ausgelegt ist. Außer dem optischen Sensor umfasst die Motordrehzahl-Steuereinheit ein Encoderrad, das am Nockenschaft angebracht und dadurch drehbar ist. Das Encoderrad umfasst eine Vielzahl von Encoderarmen, die sich von demselben aus radial erstrecken, und ist relativ zum optischen Sensor ausgerichtet, so dass die Encoderarme den Lichtstrahl, während der Drehung des Encoderrades durch den Nockenschaft, periodisch unterbrechen. Wichtig ist, dass die Anzahl und die Größe der Encoderarme so ausgewählt werden, dass die dadurch verursachten Lichtstrahlunterbrechungen den Pumpzyklen entsprechen, wobei der optische Sensor betätigbar ist, um den Anfang und das Ende eines jeden Pumpzyklus zu ermitteln und die Leis-

tung für den Motor und somit die Drehzahl des Nockens zwischen den Pumpzyklen zu erhöhen. Wie anerkannt werden wird, verkürzt die erhöhte Drehzahl des Nockens zwischen den Pumpzyklen die Totpumpphase beträchtlich, wodurch eine gleich bleibende Rate des Durchflusses der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung bereitgestellt wird.

[0016] Die vorliegende Pumpe umfasst außerdem eine Vielzahl von Quetschelementen, die an den jeweiligen Pumpenfingern beweglich angebracht sind und von deren zweiten Enden aus hervorstehen. Jedes der Quetschelemente ist radial nach außen und zur Innenfläche des Walzenelementes hin vorgespannt und betätigbar, um im Wesentlichen die Schlauchleitung zu verschließen, wenn der Pumpenfinger, an dem sie angebracht ist, sich radial nach außen zu einer Position bewegt, die der Innenfläche des Walzenelementes am nächsten ist. Um daran die Anbringung eines Quetschelementes zu erleichtern, ist jeder der Pumpenfinger mit einem Querschlitz versehen, der in dessen zweiten Ende angeordnet ist und in einen darin ausgebildeten Querhohlraum mündet. Jedes der Quetschelemente umfasst vorzugsweise einen Basisteil, der im Querhohlraum angeordnet ist, sowie einen Fingerteil, der sich vom Basisteil aus in den Querschlitz erstreckt. Der Fingerteil definiert eine Fingerspitze, die vom zweiten Ende des Pumpenfingers aus hervorsticht. Eine Vorspannfeder des Quetschelementes verläuft zwischen dem Basisteil und der Wand des Querhohlraumes und ist vom Fingerteil am weitesten weg angeordnet. Die vorliegende Pumpe umfasst außerdem ein Paar Drucksensorelemente, die im Gehäuse angrenzend an die jeweiligen Enden der Reihe der Pumpenfinger ausgerichtet sind, für den Eingriff an der Schlauchleitung und die Erzeugung elektrischer Signale, die dem Grad der Kompression oder Expansion der Schlauchleitung entsprechen, wenn auf sie durch die Pumpenfinger und Quetschelemente eingewirkt wird.

[0017] Die gemäß der vorliegenden Erfindung konstruierte Pumpe wird zusammen mit einer Schlauchleitungsbaugruppe eingesetzt, die sich am Gehäuse lösbar anbringen lässt. Die Schlauchleitungsbaugruppe umfasst einen Längenabschnitt von im Wesentlichen gerader, elastischer Schlauchleitung, die vorzugsweise aus Polyvinylchlorid (PVC) hergestellt ist. An der Schlauchleitung ist ein Schlauchleitungspassstift und ein Absperrventil angebracht, das betätigbar ist, um den Durchfluss der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung in einer Richtung selektiv zu verschließen, die der ersten Drehrichtung des Nockens entgegengesetzt ist. Der Schlauchleitungspassstift und das Absperrventil lassen sich in ein jeweiliges Paar von Vertiefungen einführen, die im Gehäuse außerhalb von jedem der entgegengesetzten Enden der Reihe der Pumpenfinger ausgebildet sind. Wichtig ist, dass der Schlauchleitungspassstift und das Absperrventil an der Schlauchleitung an Stellen an-

gebracht werden, an denen ein Abschnitt der Schlauchleitung über den zweiten Enden der Pumpenfinger verläuft, wenn der Schlauchleitungspassstift und das Absperrventil entnehmbar in ihre jeweiligen Vertiefungen im Gehäuse eingeführt werden. Wenn das Walzenelement in seiner Betriebsposition ist, verläuft die Schlauchleitung zwischen den zweiten Enden der Pumpenfinger und dem Walzenelement, so dass die sequenzielle Bewegung der Pumpenfinger hin zum und weg vom Walzenelement dazu führt, dass Flüssigkeit in der Schlauchleitung in der ersten Drehrichtung des Nockens gepumpt wird.

[0018] Bei der vorliegenden Pumpe lassen sich der Schlauchleitungspassstift und das Absperrventil der Schlauchleitungsbaugruppe entnehmbar in ihre jeweiligen Vertiefungen im Gehäuse einführen, wenn das Walzenelement in seiner Nichtbetriebsposition ist. Wie oben angegeben wurde, wird der Abschnitt der Schlauchleitung, der über den zweiten Enden der Pumpenfinger verläuft, durch die Einführung des Schlauchleitungspassstiftes und das Absperrventil in ihre jeweiligen Vertiefungen im Gehäuse zwischen den zweiten Enden und der Innenfläche erfasst, wenn sich das Walzenelement zu seiner Betriebsposition bewegt wird.

[0019] Bei der bevorzugten Ausführungsform umfasst das Absperrventil der Schlauchleitungsbaugruppe selbst einen Ventilkörper, der eine darin befindliche Öffnung aufweist, um durch denselben den Durchgang der Schlauchleitung zu ermöglichen. Am Ventilkörper ist ein Quetscharm beweglich angebracht, der sich an der Schlauchleitung, die durch die Öffnung hindurchgeht, in Eingriff bringen lässt. Der Quetscharm ist zwischen einer geöffneten Position, an der die durch den Ventilkörper hindurchgehende Schlauchleitung dadurch nur teilweise geknickt ist und nicht vom Quetscharm zusammengedrückt wird, so dass der Durchfluss der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung möglich ist, und einer geschlossenen Position beweglich, an der die durch den Ventilkörper hindurchgehende Schlauchleitung vollständig durch den Quetscharm geknickt wird, was den Durchfluss der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung verhindert. Das Absperrventil umfasst außerdem ein Vorspannelement, das normalerweise den Quetscharm in die geschlossene Position vorspannt, wobei das Vorspannelement vorzugsweise eine Feder umfasst, die zwischen dem Ventilkörper und dem Quetscharm verläuft. Der Quetscharm des Absperrventils selbst umfasst einen zerbrechbaren, daran ausgebildeten Sicherungslappen, der den Quetscharm in seiner geöffneten Position hält. Die Entfernung des Sicherungslappens vom Quetscharm oder der Bruch des Sicherungslappens führt dazu, dass sich der Quetscharm in seine geschlossene Position bewegt.

[0020] Bei der vorliegenden Pumpe ist das Walzen-

element bemessen und konfiguriert, um den Quetscharm von seiner geschlossenen Position zu seiner geöffneten Position zu bewegen, wenn das Walzenelement zu seiner Betriebsposition bewegt wird. Außerdem ist das Walzenelement mit dem Gehäuse an einer Stelle drehbar verbunden, an der die Bewegung des Walzenelementes von seiner Nichtbetriebsposition zu seiner Betriebsposition zum Verschluss der Schlauchleitung durch mindestens eines der Quetschelemente führt, bevor die Bewegung des Quetscharmes des Absperrventils von seiner geschlossenen Position zu seiner geöffneten Position durch das Walzenelement erfolgt.

[0021] Außer den oben beschriebenen Drucksensorelementen ist die vorliegende Pumpe mit einem Walzensensor ausgestattet, der im Gehäuse angeordnet und zur Erkennung, ob sich das Walzenelement in der Betriebsposition befindet, betätigbar ist. Genauer gesagt umfasst der Walzensensor einen Hallsensor, der einen Magnet umfasst, der in dem über die Mitte wirkenden Verriegelungsmechanismus des Walzenelementes angeordnet ist. Außer dem Magneten umfasst der Walzensensor einen im Gehäuse angeordneten Magnetfelddetektor. Der Magnet und der Magnetfelddetektor sind so ausgerichtet, dass sie direkt angrenzend aneinander angeordnet sind, wenn das Walzenelement in seiner Betriebsposition ist. Die Pumpe umfasst auch einen Schlauchleitungssensor, der im Gehäuse angeordnet und zur Erkennung, ob die Schlauchleitung über der Membran verläuft, betätigbar ist. Während genauer gesagt der Walzensensor durch die Bewegung des Walzenelementes zu seiner Betriebsposition ausgelöst wird, wird der Schlauchleitungssensor durch die Einführung des Schlauchleitungspassstiftes in seine entsprechende Vertiefung im Gehäuse ausgelöst. Bei der bevorzugten Ausführungsform sind der Walzensensor und der Schlauchleitungssensor elektrisch in Serie geschaltet, so dass die Antriebseinheit erst aktiviert werden kann, wenn die Schlauchleitung über der Membran verläuft und das Walzenelement in seiner Betriebsposition ist.

[0022] Vorteilhafterweise können der Schlauchleitungspassstift und das Absperrventil der Schlauchleitungsbaugruppe hinzugefügt oder Längenabschnitte elastischer Schlauchleitung unterschiedlichen Durchmessers angebracht werden. Außerdem reduziert der Einsatz einer handelsüblichen geraden, ununterbrochenen PVC-Schlauchleitung bei der vorliegenden Schlauchleitungsbaugruppe im Gegensatz zu einem Silikonschlauchleitungs-Teilabschnitt, der PVC-Schlauchleitungs-Teilabschnitte aufweist, die aneinander durch Kleben befestigt sind, wie dies bei vielen bekannten Ausführungen von Peristaltikpumpen erforderlich ist, beträchtlich die mit der vorliegenden Schlauchleitungsbaugruppe verbundenen Kosten, neben der Bereitstellung der erhöhten Zuverlässigkeit infolge des Nichtvorhandenseins jeglicher

Kleberverbindungen. Bei der Schlauchleitungsbaugruppe wird das an der Schlauchleitung angebrachte Absperrventil während des Versandes in seiner geöffneten Position gehalten, damit keine vorzeitige Verformung in der Schlauchleitung hervorgerufen wird. Wenn die vorliegende Pumpe und die zugehörige Schlauchleitungsbaugruppe einsatzbereit sind, wird der zerbrechbare Lappen vom Quetscharm des Absperrventils weggebrochen, wodurch bewirkt wird, dass dasselbe seine normalerweise geschlossene Position an der Schlauchleitung annimmt.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0023] Diese sowie weitere Merkmale der vorliegenden Erfindung werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen deutlicher, wobei:

[0024] Fig. 1 eine perspektivische Darstellung, mit Ansicht von vorne und oben, der Peristaltikpumpe ist, bei der die vorliegende Erfindung realisiert ist;

[0025] Fig. 2 eine perspektivische Darstellung, mit Ansicht von hinten und oben, der Peristaltikpumpe ist, bei der die vorliegende Erfindung realisiert ist;

[0026] Fig. 3 eine perspektivische Darstellung, mit Ansicht von hinten und unten, der Peristaltikpumpe ist, bei der die vorliegende Erfindung realisiert ist;

[0027] Fig. 4 eine perspektivische Darstellung der Schneckenrad-Antriebseinheit der vorliegenden Peristaltikpumpe ist;

[0028] Fig. 5 eine perspektivische Darstellung der Motordrehzahl-Steuereinheit der vorliegenden Peristaltikpumpe ist;

[0029] Fig. 6 eine perspektivische Darstellung des Walzenelementes der vorliegenden Peristaltikpumpe ist, die die Art und Weise zeigt, in der es sich am Gehäuse in Eingriff bringen lässt;

[0030] Fig. 7 eine Teilquerschnittsdarstellung der vorliegenden Peristaltikpumpe ist, die die Art und Weise zeigt, in der deren Schlauchleitungsbaugruppe zwischen den Pumpenfingern und dem Walzenelement der Pumpe wirksam erfasst wird;

[0031] Fig. 7a eine Teilquerschnittsdarstellung ist, die die Art und Weise zeigt, in der der Schlauchleitungssensor der vorliegenden Peristaltikpumpe durch die Einführung des Schlauchleitungspassstiftes der Schlauchleitungsbaugruppe in das Gehäuse ausgelöst wird;

[0032] Fig. 8 eine Teilquerschnittsdarstellung der Pumpenfinger der vorliegenden Peristaltikpumpe ist, die die Art und Weise zeigt, in der deren Quetschelement an der Schlauchleitung der Schlauchleitungs-

baugruppe in Eingriff steht;

[0033] Fig. 8a eine perspektivische Darstellung von einem der Pumpenfinger der vorliegenden Peristaltikpumpe ist;

[0034] Fig. 9 eine perspektivische Darstellung der Schlauchleitungsbaugruppe der vorliegenden Peristaltikpumpe ist;

[0035] Fig. 10 eine perspektivische Darstellung des Schlauchleitungspassstiftes der in Fig. 9 dargestellten Schlauchleitungsbaugruppe ist;

[0036] Fig. 11 eine perspektivische Darstellung des Absperrventils der Schlauchleitungsbaugruppe längs der Schnittlinie 11-11 von Fig. 9 ist;

[0037] Fig. 12 eine Explosionsdarstellung des in Fig. 11 dargestellten Absperrventils ist;

[0038] Fig. 13 eine Querschnittsdarstellung des Absperrventils in seiner geöffneten Position ist;

[0039] Fig. 14 eine Querschnittsdarstellung des Absperrventils in seiner geschlossenen Position ist;

[0040] Fig. 15a eine grafische Darstellung ist, die einen typischen Pumpzyklus einer rotatorischen Peristaltikpumpe nach dem bisherigen Stand der Technik veranschaulicht;

[0041] Fig. 15b eine grafische Darstellung ist, die einen typischen Pumpzyklus einer linearen Peristaltikpumpe nach dem bisherigen Stand der Technik veranschaulicht;

[0042] Fig. 15c eine grafische Darstellung ist, die einen typischen Pumpzyklus der Peristaltikpumpe veranschaulicht, bei der die vorliegende Erfindung realisiert ist;

[0043] Fig. 16 eine schematische Darstellung der Schaltung ist, die zur Erleichterung der Funktionsschnittstelle zwischen der Motordrehzahl-Steuereinheit der vorliegenden Peristaltikpumpe und deren Antriebseinheit eingesetzt wird; und

[0044] Fig. 17 ein Flussdiagramm ist, das die primären Hardware- und Software-Schnittstellen der vorliegenden Peristaltikpumpe zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0045] Jetzt wird auf die Zeichnungen Bezug genommen, wobei die Darstellungen nur zum Zwecke der Illustration einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und nicht zum Zwecke der Einschränkung derselben dienen. Die Fig. 1–3

zeigen in perspektiver Darstellung die gemäß der vorliegenden Erfindung konstruierte, krummlinige Peristaltikpumpe **10**. Die vorliegende Pumpe **10** wird vorzugsweise zusammen mit einem Verabreichungsset bzw. einer Schlauchleitungsbaugruppe **12** eingesetzt, die in Fig. 9 dargestellt ist und nachstehend detaillierter beschrieben wird. Die Schlauchleitungsbaugruppe **12** selbst ist mit einem neuen und einzigartigen Durchfluss-Stoppelement bzw. Absperrventil **14** der vorliegenden Erfindung ausgestattet, das in den Fig. 11–14 dargestellt ist und ebenfalls nachstehend detaillierter beschrieben wird.

PERISTALTIKPUMPE

[0046] Die vorliegende Pumpe **10** ist ausgelegt, um das Pumpen einer Flüssigkeit durch die Schlauchleitungsbaugruppe **12** zu erleichtern und umfasst ein Gehäuse **16**. Das Gehäuse **16** umfasst eine vordere Gehäusehälfte **18a** und eine hintere Gehäusehälfte **18b**, die durch den Einsatz von Befestigungselementen wie Schrauben fest aneinander angebaut sind, obwohl auch alternative Anbringungsmethoden diesbezüglich zur Anwendung kommen können. Wie in Fig. 1 ersichtlich ist, ist die vordere Gehäusehälfte **18a** mit einem Tastenfeld **20** und einer Sichtanzeige **22** ausgestattet, deren Nutzung nachstehend detaillierter erläutert wird. Die hintere Gehäusehälfte **18b** ist mit einer abnehmbaren Klappe **24** ausgestattet, die den Zugang zu einem Batterieaufbewahrungsfach im Inneren des Gehäuses **16** ermöglicht. Die vorderen und hinteren Gehäusehälften **18a**, **18b** sind vorzugsweise aus einem Kunststoff hergestellt, obwohl alternative Leichtbaumaterialien für deren Herstellung eingesetzt werden können. Außer den vorderen und hinteren Gehäusehälften **18a**, **18b** umfasst das Gehäuse **16** ein Abstützelement **25**, das einen Kanal definiert, der eine im Allgemeinen U-förmige Querschnittskonfiguration aufweist. Das Abstützelement **25** ist an den vorderen und hinteren Gehäusehälften **18a**, **18b** angebracht, so dass der dadurch definierte Kanal längs zwischen den oberen Enden der vorderen und hinteren Gehäusehälften **18a**, **18b** verläuft. Jetzt wird auf die Fig. 1–4 und 6 Bezug genommen. Die Pumpe **10** umfasst außerdem ein Walzenelement **26**, das mit dem Abstützelement **25** des Gehäuses **16** drehbar verbunden ist und sich zwischen einer Betriebsposition (wie in den Fig. 1–3, 7 und 8 dargestellt) und einer dazu relativen Nichtbetriebsposition (wie in Fig. 6 dargestellt) bewegt. Das Walzenelement **26** definiert eine bogenförmige, im Allgemeinen konkave Innenfläche **28**. Wenn das Walzenelement **26** in seiner Betriebsposition ist, befindet es sich in dem Kanal, der durch das Abstützelement **25** definiert ist, wobei die Innenfläche **28** dadurch abgeschirmt ist. Wie am besten in den Fig. 6 und 7 ersichtlich ist, ist das Walzenelement **26** mit einem über der Mitte wirkenden Verriegelungsmechanismus **30** an dessen Ende ausgestattet, das dem, das mit dem Abstützelement **25** drehbar verbunden

ist, gegenüberliegt. Der Verriegelungsmechanismus **30** lässt sich durch Zusammenwirken der Bauteile an einem Paar von Verriegelungsstiften **32** in Eingriff bringen, die von den jeweiligen gegenüberliegenden Innenflächen des Abstützelementes **25** aus in den dazwischen definierten Kanal hineinragen. Wie anerkannt werden wird, hält oder verriegelt der form-schlüssige Eingriff des Verriegelungsmechanismus **30** an den Verriegelungsstiften **32** das Walzenelement **26** in seiner Betriebsposition.

[0047] Wie außerdem in **Fig. 6** ersichtlich ist, umfasst die Pumpe **10** einen Walzensensor **120**, der zur Erkennung, ob sich das Walzenelement **26** in seiner Betriebsposition befindet, betätigbar ist. Bei der bevorzugten Ausführungsform ist der Walzensensor **120** ein Hallsensor, der einen Magneten **122** umfasst, der in dem über die Mitte wirkenden Verriegelungsmechanismus **30** des Walzenelementes **26** angeordnet ist. Außer dem Magneten **122** umfasst der Walzensensor **120** einen Magnetfelddetektor **124**, der im Abstützelement **25** in unmittelbarer Nähe von einem der dort hervorstehenden Verriegelungsstifte **32** angeordnet ist. Der Magnetfelddetektor **124** ist so ausgerichtet, dass er direkt angrenzend an den Magneten **122** angeordnet ist, nachdem das Walzenelement **26** in seine Betriebsposition bewegt und der Verriegelungsmechanismus **30** an den Verriegelungsstiften **32** in Eingriff gebracht wurde. Der Einsatz des Walzensensors **120** wird nachstehend detaillierter erläutert.

[0048] Jetzt wird auf **Fig. 7** Bezug genommen. Die Pumpe **10** umfasst außerdem einen drehbaren Nocken **34**, der im Inneren des Gehäuses **16** angeordnet und am Abstützelement **25** drehbar angebracht ist. Genauer gesagt ist der Nocken **34** am Abstützelement **25** so angebracht, dass er um eine Achse drehbar ist, die durch die ungefähre Mitte der Konkavität der bogenförmigen Innenfläche **28** des Walzenelementes **26** verläuft, wenn das Walzenelement **26** in seiner Betriebsposition ist.

[0049] Jetzt auf **Fig. 4** Bezug genommen. Die Drehung des Nockens **34** wird durch eine Antriebseinheit **36** der Pumpe **10** erleichtert, die ebenfalls im Inneren des Gehäuses **16** angeordnet und am Abstützelement **25** angebracht ist. Die Antriebseinheit **36** ist mechanisch an den Nocken **34** gekoppelt, so dass die Aktivierung der Antriebseinheit **36** zu der gleichlaufenden Drehung des Nockens in einer ersten Richtung führt (d. h. der Drehung des Nockens **34** im Gegenuhrzeigersinn, wenn er aus der in **Fig. 7** dargestellten Perspektive betrachtet wird) und die Deaktivierung der Antriebseinheit **36** den Nocken in einer eingestellten Position hält. Bei der bevorzugten Ausführungsform umfasst die Antriebseinheit **36** einen Nockenschaft **38**, der sich vom Nocken **34** aus erstreckt. Am Nockenschaft **38** ist ein Schneckenrad **40** der Antriebseinheit **36** angebracht. Außer dem No-

ckenschaft **38** und dem Schneckenrad **40** umfasst die Antriebseinheit **36** einen Elektromotor mit variabler Drehzahl **42**, der am Abstützelement **25** mit Hilfe einer Motorhalterung **44** angebracht ist. Aus dem Elektromotor **42** steht eine drehbare Motorwelle **46** hervor, die eine daran montierte Schnecke **48** umfasst. Das distale Ende der Motorwelle **46** ist in einem Lager drehbar gelagert, das in einer Öffnung **50** angeordnet ist, die durch einen Teil der Motorhalterung **44** verläuft. Die Schnecke **48** selbst greift durch das Zusammenwirken der Bauteile in das Schneckenrad **40**.

[0050] Bei der Antriebseinheit **36** führt der Eingriff der Schnecke **48** in das Schneckenrad **40**, wenn der Motor **42** aktiviert wird, zur Drehung des Nockens **34** in der ersten Richtung. Ein solcher Eingriff beseitigt auch jede Drehung des Nockens **34** bei der Deaktivierung des Motors **42**, wobei die Bedeutung dieses Sachverhaltes nachstehend detaillierter erläutert wird. Der Motor **42** der Pumpe **10** ist elektrisch an mehrere Batterien angeschlossen und wird von diesen gespeist, die im Inneren des Gehäuses **16** untergebracht und über die an der hinteren Gehäusehälfte **18b** bereitgestellte Zugangsklappe **24** zugänglich sind.

[0051] Jetzt wird auf die **Fig. 6–8** und **8a** Bezug genommen. Die Pumpe **10** der vorliegenden Erfindung umfasst außerdem eine Vielzahl von Pumpenfingern **52**, die am Abstützelement **25** beweglich angebracht und zueinander in einer Nebeneinanderanordnungs-Beziehung angeordnet sind, um eine bogenförmige Reihe zu definieren. Jeder der Pumpenfinger **52** hat ein erstes Ende **54**, das gemeinsam am Nocken **34** in Eingriff gebracht wird, sowie ein zweites Ende **56**, das in einer Abstandsbeziehung zum Walzenelement **26** angeordnet ist, wenn dasselbe in seiner Betriebsposition ist. Die Pumpe **10** umfasst auch eine biegsame Membran **126**, die vorzugsweise aus einem durchsichtigen oder lichtdurchlässigen Werkstoff hergestellt ist und am Abstützelement **25** so angebracht ist, dass die zweiten Enden **56** der Pumpenfinger **52** abgedeckt sind. Wichtig ist, dass es die Funktion der Membran **126** ist, zu verhindern, dass Feuchtigkeit in das Innere des Gehäuses **16** eintritt. So werden die zweiten Enden **56** der Pumpenfinger **52** durch die Membran **126** abgedeckt und sind in einer im Wesentlichen äquidistanten Abstandsbeziehung zur bogenförmigen Innenfläche **28** des Walzenelementes **26** angeordnet, wenn es in seiner Betriebsposition ist. Die Membran **126** ist exponiert (wie in **Fig. 6** dargestellt), wenn das Walzenelement **26** in seiner Nichtbetriebsposition ist. Die Membran ist vorzugsweise so geformt, dass sie eine Dicke von etwa 0,2 mm (0,007") hat. Wie am besten in den **Fig. 7, 8** und **8a** ersichtlich ist, umfasst jeder der Pumpenfinger **52** vorzugsweise eine Vielzahl von Rollenelementen **58**, die jeweils in dessen erstem Ende **54** drehbar gelagert sind und von dort aus hervorstehen.

Die Rollenelemente **58** eines jeden Pumpenfingers **52** sind in einer Reihe angeordnet. Die Pumpenfinger **52** werden an den Nocken **34** über die Rollenelemente **58** gemeinsam in Eingriff gebracht. Da die Rollenelemente **58** frei auf den Nockenflächen des Nockens **34** rollen, wird, wie anerkannt werden wird, der Verschleiß auf solchen Nockenflächen beträchtlich reduziert.

[0052] Jetzt auf **Fig. 5** Bezug genommen. Die vorliegende Pumpe **10** umfasst außerdem eine Motordrehzahl-Steuereinheit **60**, die betätigbar ist, um, aus Gründen die nachstehend detaillierter erläutert werden, die Drehzahl des Nockens **34** in vorgeschriebenen Intervallen selektiv zu erhöhen und zu erniedrigen. Die Motordrehzahl-Steuereinheit **60** ist im Inneren des Gehäuses **16** angeordnet und umfasst einen optischen Sensor **62**, der an der Motorhalterung **44** angebracht und elektrisch am Motor **42** angeschlossen ist. Der optische Sensor **62** ist für die Übertragung eines Lichtstrahls **L** ausgelegt und erfasst jegliche Lichtstrahlunterbrechungen. So umfasst der optische Sensor **62** einen Lichtstrahlsender **64**, der für die Erzeugung eines Lichtstrahles **L** ausgelegt ist, sowie einen Lichtstrahlempfänger **66**, der für den Empfang oder die Erfassung des von dem Lichtstrahlsenders **64** erzeugten Lichtstrahles **L** ausgelegt ist.

[0053] Außer dem optischen Sensor **62** umfasst die Motordrehzahl-Steuereinheit **60** eine Blende bzw. ein Encoderrad **68**, das am Nockenschaft **38** angebracht und dadurch drehbar ist. Der optische Sensor **62** und das Encoderrad **68** definieren zusammen einen optischen Encoder. Das Encoderrad **68** umfasst vier (4) Encoderarme **70**, die sich von dort aus radial in gleichgroßen Winkelabständen von ungefähr 90 Grad erstrecken. Wichtig ist, dass das Encoderrad **68** relativ zum optischen Sensor **62** ausgerichtet ist, so dass die Encoderarme **70** den Lichtstrahl **L** während der Drehung des Encoderrades **68** durch den Nockenschaft **38** periodisch unterbrechen. Wie ebenfalls nachstehend detaillierter erläutert wird, ist die Anzahl und die Größe der Encoderarme **70** so ausgewählt, dass die dadurch verursachten Unterbrechungen des Lichtstrahles **L** den Pumpzyklen der Pumpe **10** entsprechen, wobei der optische Sensor **62** betätigbar ist, um den Anfang und das Ende eines jeden Pumpzyklus zu ermitteln und die Leistung für den Motor **42** und somit die Drehzahl des Nockens **34** zwischen den Pumpzyklen zu erhöhen.

[0054] Jetzt wird auf die **Fig. 7** und **8** Bezug genommen. Die Pumpe **10** umfasst außerdem eine Vielzahl von Quetschelementen **72**, die an den jeweiligen Pumpenfingern **52** beweglich angebracht sind und von deren zweiten Enden **56** hervorstehen. Um daran die Anbringung eines Quetschelementes **72** zu erleichtern, ist jeder der Pumpenfinger **52** mit einem Querschlitze **74** versehen, der in derem jeweiligem zweitem Ende **56** angeordnet ist und in einen darin

ausgebildeten Querhohlraum **76** mündet. Jedes der Quetschelemente **72** umfasst vorzugsweise einen Basisteil **78**, der im Querhohlraum **76** angeordnet ist, sowie einen Fingerteil **80**, der sich vom Basisteil **78** aus in den Querschlitze **74** erstreckt. Der Fingerteil **80** definiert eine Fingerspitze **82**, die vom zweiten Ende **56** eines jeweiligen Pumpenfingers **52** aus hervorsteht. Eine Vorspannfeder **84** des Quetschelementes **72** verläuft zwischen dem Basisteil **78** und der Wand des Querhohlraumes **76** und ist vom Fingerteil **80** am weitesten weg angeordnet. Die Vorspannfedern **84** haben die Funktion, die Quetschelemente **72** radial nach außen und zur Innenfläche **28** des Walzenelementes **26** hin vorzuspannen, wenn das Walzenelement **26** in seiner Betriebsposition ist, und zwar aus Gründen die ebenfalls nachstehend detaillierter erläutert werden.

[0055] Jetzt wird auf **Fig. 7** Bezug genommen. Die vorliegende Pumpe **10** umfasst außerdem ein Paar Drucksensorelemente **86a**, **86b**, deren Abschnitte vom Abstützelement **25** aus angrenzend an die jeweiligen Enden der Reihe der Pumpenfinger **52** hervorstehen. Jedes der Drucksensorelemente **86a**, **86b** umfasst einen Balken **87**, der einen darauf angeordneten Dehnungsmessstreifen aufweist. Die Funktionalität der Drucksensorelemente **86a**, **86b** wird nachstehend ebenfalls detaillierter beschrieben.

SCHLAUCHLEITUNGSBAUGRUPPE

[0056] Jetzt wird auf die **Fig. 7–14** Bezug genommen. Die gemäß der vorliegenden Erfindung konstruierte Pumpe **10** wird vorzugsweise zusammen mit der Schlauchleitungsbaugruppe **12** eingesetzt, die sich am Abstützelement **25** des Gehäuses **16** lösbar anbringen lässt. Die Schlauchleitungsbaugruppe **12** umfasst einen Längenabschnitt von im Wesentlichen gerader, elastischer Schlauchleitung **88**, die vorzugsweise aus Polyvinylchlorid (PVC) hergestellt ist. An jedem der entgegengesetzten Enden der Schlauchleitung **88** ist jeweils ein Verbindungsstück **90** eines entsprechenden Paares, z. B. von Standard-Luer-Verbindungsstücken, angebracht. Außerdem ist an der Schlauchleitung **88** ein Schlauchleitungspassstift **92** (in **Fig. 10** dargestellt) und das Absperrventil **14** (in den **Fig. 11–14** dargestellt) angebracht, das betätigbar ist, um den Durchfluss der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung selektiv zu verschließen. Wie in **Fig. 10** ersichtlich ist, umfasst der Schlauchleitungspassstift **92** einen im Allgemeinen C-förmigen Befestigungsteil **94**, der dafür ausgelegt ist, die Schlauchleitung **88** so reibschlüssig zu umschließen, dass der Schlauchleitungspassstift **92** darauf in einer gewünschten Position gehalten wird. Außer dem Befestigungsteil **94** umfasst der Schlauchleitungspassstift **92** einen Einbauteil **96**, der sich in einer dazu passenden Vertiefung **98** aufnehmen lässt, die im Abstützelement **25** angrenzend an die Stelle ausgebildet ist, mit der das Walzenelement **26** daran drehbar

verbunden ist.

[0057] Jetzt wird auf **Fig. 7a** Bezug genommen. Die vorliegende Pumpe **10** umfasst außerdem einen Schlauchleitungssensor **128**, der in der im Abstützelement **25** ausgebildeten Vertiefung **98** angeordnet ist. Wie nachstehend detaillierter erläutert wird, ist der Schlauchleitungssensor **128** zur Erkennung betätigbar, ob die Schlauchleitungsbaugruppe **12** am Abstützelement **25** richtig in Eingriff gebracht wurde und wird durch die Einführung des Schlauchleitungspassstiftes **92** in die Vertiefung **98** ausgelöst.

[0058] Jetzt wird auf die **Fig. 11–14** Bezug genommen. Das Absperrventil **14** der Schlauchleitungsbaugruppe **12** umfasst einen Ventilkörper **100**. Der Ventilkörper **100** definiert einen ersten Schlitz **102**, der längs durch denselben verläuft und einen zweiten Schlitz **104**, der seitlich durch denselben verläuft und im Allgemeinen in senkrechter bzw. in Querbeziehung zum ersten Schlitz **102** steht. So bilden der erste und zweite Schlitz **102**, **104** gemeinsam eine im Allgemeinen T-förmige Struktur im Ventilkörper **100**. Der untere Abschnitt des Ventilkörpers **100** lässt sich in eine dazu passende Vertiefung **105** einführen, die im Abstützelement **25** angrenzend an dessen Ende ausgebildet ist, das dem, das die darin ausgebildete Vertiefung **98** umfasst, gegenüberliegt.

[0059] Außer dem Ventilkörper **100** umfasst das Absperrventil **14** einen Quetscharm **106**, der eine im Allgemeinen H-förmige Konfiguration aufweist und ein gegenüberliegendes Paar von Längsträgerabschnitten **108** umfasst, die durch einen Querträgerabschnitt **110** verbunden sind, der damit integral verbunden ist und im Allgemeinen lotrecht dazwischen verläuft. Ein Pfostenabschnitt **112** des Quetscharms **106**, der eine im Allgemeinen zylindrische Konfiguration aufweist, ist an einer Seite des Längsträgerabschnittes **110** ausgebildet und erstreckt sich von dieser aus im Allgemeinen senkrecht. Wie in den **Fig. 12–14** ersichtlich ist, ist der Pfostenabschnitt **112** so bemessen, dass er eine solche Länge aufweist, dass dessen distales Ende nach unten über die unteren Enden der Längsträgerabschnitte **108** hinaus hervorsteht. Am Pfostenabschnitt **112** ist eine Vorspannfeder **114** des Absperrventils **14** angeordnet. Wie außerdem in den **Fig. 12–14** ersichtlich ist, definieren die Fläche des Querträgerabschnittes **110**, die der gegenüberliegt, die den von dort aus sich erstreckenden Pfostenabschnitt **112** aufweist, und Abschnitte der Innenfläche der Längsträgerabschnitte **108** gemeinsam eine Öffnung **116** des Quetscharms **106**. Außerdem ist in den **Fig. 12–13** ersichtlich, dass wenn der Quetscharm **106** anfangs geformt wird, derselbe mit einem zerbrechbaren Sicherungslappen **118** ausgestattet ist, der mit dem unteren Ende von einem der Längsträgerabschnitte **108** integral verbunden und somit angrenzend an den Pfostenabschnitt **112** angeordnet ist. Die Nutzung des Sicherungslappens **118** wird

nachstehend detaillierter beschrieben. Es wird jedoch vom Durchschnittsfachmann anerkannt werden, dass der Ventilkörper **100** des Absperrventils **14** sowie dessen Quetscharm **106** in anderen als den oben beschriebenen Formen bereitgestellt werden kann.

[0060] Beim Absperrventil **14** ist der Quetscharm **106**, der die am Pfostenabschnitt **112** montierte Vorspannfeder **114** umfasst, am Ventilkörper **100** über die Aufnahme des Quetscharms **106** im ersten Schlitz **102** beweglich angebracht. Wenn der Quetscharm **106** richtig in den ersten Schlitz **102** eingeführt ist, stehen dessen obere Enden der Längsträgerabschnitte **108** vom oberen Ende des ersten Schlitzes **102** aus hervor, wie in den **Fig. 13** und **14** ersichtlich ist, wobei sich das distale Ende des Pfostenabschnitts **112** bis in einen reduzierten Breitenabschnitt des ersten Schlitzes **102** erstreckt, der an dessen unterem Ende definiert ist. Außerdem ist die durch den Quetscharm **106** definierte Öffnung **116** so ausgerichtet, dass sie mit dem zweiten Schlitz **104** des Ventilkörpers **100** im Wesentlichen fluchtet. Wenn der Quetscharm **106** anfangs am Ventilkörper **100** angebracht ist, liegt der Sicherungslappen **118** am unteren Ende des Ventilkörpers **100** in einer Weise an, die die Vorspannfeder **114** in einem zusammengedrückten Zustand hält und verhindert, dass der Quetscharm **106** seine Maximalgrenze des Aufwärtshubs erreicht.

[0061] Bei der Schlauchleitungsbaugruppe **12** wird das Absperrventil **14** an der Schlauchleitung **88** angebracht, indem die Schlauchleitung **88** durch den zweiten Schlitz **104** und die Öffnung **116** vorgeschoben wird. Wie in **Fig. 13** ersichtlich ist, ist der zweite Schlitz **104** des Ventilkörpers **100** bezüglich der Schlauchleitung **88** so bemessen, dass die Wand der Schlauchleitung **88** und somit das dadurch definierte Lumen teilweise durch den Ventilkörper **100** geknickt wird, wenn die Schlauchleitung **88** durch den zweiten Schlitz **104** und die Öffnung **116** vorgeschoben wird. Wie anerkannt werden wird, erleichtert das Zusammendrücken der Schlauchleitung **88** durch den Ventilkörper **100** die reibschlüssige Sicherung des Absperrventils **14** an einer vorgeschriebenen Stelle an der Schlauchleitung **88**.

[0062] Bei der Schlauchleitungsbaugruppe **12** ist das Absperrventil **14** und insbesondere dessen Quetscharm **106** zwischen einer geöffneten Position (wie in **Fig. 13** dargestellt) und einer geschlossenen Position (wie in **Fig. 14** dargestellt) beweglich. Wenn der Quetscharm **106** in seiner geöffneten Position ist, ist die Wand der Schlauchleitung **88**, die durch das Absperrventil **14** hindurch geht, nur teilweise durch den Ventilkörper **100** geknickt und wird nicht durch den Quetscharm **106** zusammengedrückt. So definiert die Wand der Schlauchleitung **88** ein offenes Lumen, das den Durchfluss der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung **88** ermöglicht. Umgekehrt, wenn der

Quetscharm **106** zu seiner geschlossenen Position bewegt wird, wirkt er gegen die Wand der Schlauchleitung **88** und übt eine Druckkraft in einer Weise aus, die dieselbe und somit das dadurch definierte Lumen vollständig zusammendrückt. Wie anerkannt werden wird, verhindert das vollständige Knicken der Schlauchleitung **88**, das durch die Bewegung des Quetscharms **106** in seine geschlossene Position erleichtert wird, den Durchfluss der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung **88**. Da die Schlauchleitung **88** schon teilweise durch deren Durchgang durch den zweiten Schlitz **104** geknickt ist, beträgt die Gesamtlänge der Bewegung des Quetscharms **106** von seiner geöffneten Position zu seiner geschlossenen Position, an der die Schlauchleitung **88** dadurch vollständig geknickt ist, nur etwa einige Millimeter. Die Vorspannfeder **114** spannt normalerweise den Quetscharm **106** in seine geschlossene Position vor. Die Bewegung des Quetscharms **106** zu seiner geöffneten Position wird durch die Aufbringung von Druck an den oberen Enden der Längsträgerabschnitte **108** bewerkstelligt, die vom oberen Ende des ersten Schlitzes **102** des Ventilkörpers **100** aus in einem ausreichenden Maße hervorstehen, um die durch die Vorspannfeder **114** ausgeübte Vorspannkraft zu überwinden und den Quetscharm **106** bis hin zum unteren Ende des ersten Schlitzes **102**, das eine reduzierte Breite aufweist, zu bewegen.

[0063] Bei der Schlauchleitungsbaugruppe **12** wird das an der Schlauchleitung **88** angebrachte Absperrventil **14** während des Versandes vorzugsweise in seiner geöffneten Position gehalten, damit keine vorzeitige Verformung in der Schlauchleitung **88** hervorgerufen wird. Wie oben angegeben wurde, wird durch das Anliegen des Sicherungslappens **118** am Ventilkörper **100** der Quetscharm **106** in seiner geöffneten Position gehalten, so wie dies in **Fig. 13** dargestellt ist. Wenn die Pumpe **10** und die zugehörige Schlauchleitungsbaugruppe **12** einsatzbereit sind, wird der Sicherungslappen **118** zerbrochen oder vom restlichen Teil des Quetscharms **106** weggebrochen, indem er ungefähr um neunzig Grad verdreht wird und somit bewirkt wird, dass der Quetscharm **108** sofort seine normalerweise bezüglich der Schlauchleitung geschlossene Position annimmt, wie dies in **Fig. 14** dargestellt ist.

[0064] Wie oben angegeben wurde, lässt sich der Einbauteil **96** des Schlauchleitungspassstiftes **92** in die Vertiefung **98** des Abstützelementes **25** entnehmbar einführen, wobei sich der untere Abschnitt des Ventilkörpers **100** des Absperrventils **14** in die Vertiefung **105** des Abstützelementes **25** entnehmbar einführen lässt. Wie in **Fig. 7** ersichtlich ist, sind die Vertiefungen **98**, **105** im Abstützelement **25** außerhalb von jedem der entgegengesetzten Enden der Reihe der Pumpenfinger **52** ausgebildet. Wie außerdem in **Fig. 7** ersichtlich ist, sind bei der Schlauchleitungsbaugruppe **12** der Schlauchleitungspassstift **92** und

das Absperrventil **14** an der Schlauchleitung **88** an Stellen angebracht, an denen ein Abschnitt der Schlauchleitung **88** über der Membran **126** und somit den zweiten Enden **56** der Pumpenfinger **52** (die die Fingerspitzen **82** umfassen, die von dort aus hervorstehen) verläuft, wenn der Schlauchleitungspassstift **92** und das Absperrventil **14** entnehmbar in ihre jeweiligen Vertiefungen **98**, **105** eingeführt werden.

[0065] Wie anerkannt werden wird, lassen sich der Schlauchleitungspassstift **92** und das Absperrventil **14** der Schlauchleitungsbaugruppe **12** entnehmbar in ihre jeweilige Vertiefungen **98**, **105** einführen, wenn das Walzenelement **26** in seiner Nichtbetriebsposition ist. Wie nachstehend detaillierter erläutert wird, wird der Abschnitt der Schlauchleitung **88** der Schlauchleitungsbaugruppe **12**, der über den zweiten Enden **56** der Pumpenfinger **52** verläuft, durch die Einführung des Schlauchleitungspassstiftes **92** und des Absperrventils **14** in ihre jeweiligen Vertiefungen **98**, **105** zwischen den zweiten Enden **56** (die die Fingerspitzen **82** der Quetschelemente **72** umfassen, die von dort aus hervorstehen) und der Innenfläche **28** erfasst, wenn das Walzenelement **26** zu seiner Betriebsposition bewegt wird.

[0066] Bei der Schlauchleitungsbaugruppe **12** kann der Schlauchleitungspassstift **92** und das Absperrventil **14** hinzugefügt oder an Längenabschnitten elastischer Schlauchleitung unterschiedlichen Durchmessers angebracht werden. Außerdem reduziert der Einsatz einer handelsüblichen geraden, ununterbrochenen PVC-Schlauchleitung bei der vorliegenden Schlauchleitungsbaugruppe **12** im Gegensatz zu einem Silikonschlauchleitungs-Teilabschnitt, der PVC-Schlauchleitungs-Teilabschnitte aufweist, die aneinander mechanisch befestigt sind, wie dies bei vielen bekannten Ausführungen von Peristaltikpumpen erforderlich ist, beträchtlich die mit der vorliegenden Schlauchleitungsbaugruppe **12** verbundenen Kosten, neben der Bereitstellung der erhöhten Zuverlässigkeit infolge des Nichtvorhandenseins jeglicher mechanischer Verbindungen.

EINSATZ UND BETRIEB DER PERISTALTIKPUMPE

[0067] Nachdem somit die konstruktiven Attribute der Pumpe **10** und der zugehörigen Schlauchleitungsbaugruppe **12** beschrieben wurden, wird jetzt die bevorzugte Weise des Einsatzes der derselben unter besonderer Bezugnahme auf die **Fig. 6–8** beschrieben. Bei der nachfolgenden Erläuterung wird anerkannt werden, dass wenn beschrieben wird, dass die Schlauchleitung **88** über den zweiten Enden **56** der Pumpenfinger **52** (die die Fingerspitzen **82** der Quetschelemente **72** umfassen, die von dort aus hervorstehen), oder zwischen den zweiten Enden **56** und der Innenfläche **28** des Walzenelementes **26** verläuft, die Schlauchleitung **88** tatsächlich über der

Membran **126** oder zwischen der Membran **126** und der Innenfläche **28** verläuft. In ähnlicher Weise erfolgt jedes Mal, wenn beschrieben wird, dass die zweiten Enden **56** und/oder Fingerspitzen **82** an der Schlauchleitung **88** Kraft ausüben, der Kontakt zwischen denselben tatsächlich über die Membran **126**, die die zweiten Enden **56** und Fingerspitzen **82** abdeckt. Es wird jedoch vom Durchschnittsfachmann anerkannt werden, dass die Membran **126** nicht notwendigerweise in der Pumpe **10** enthalten sein muss, und dass die Schlauchleitung **88** direkt über den zweiten Enden **56** der Pumpenfinger **52** und Fingerspitzen **82** der Quetschelemente **72** verlaufen kann. Die Pumpe **10** wird eingesetzt, indem anfangs das Walzenelement **26** zu seiner Nichtbetriebsposition bewegt wird, wie dies in **Fig. 6** dargestellt ist. Danach wird die Schlauchleitungsbaugruppe **12** an der Pumpe **12** durch Einführung des Einbauteils **96** des Schlauchleitungspassstiftes **92** in die Vertiefung **98** und durch Einführung des unteren Abschnittes des Ventilkörpers **100** des Absperrventils **14** in die Vertiefung **105** lösbar angebracht. Wie zuvor erläutert wurde, sind das Absperrventil **14** und der Schlauchleitungspassstift **92** an der Schlauchleitung **88** der Schlauchleitungsbaugruppe **12** an Stellen angebracht, an denen deren Einführung in die jeweiligen Vertiefungen **98**, **105** einen Abschnitt der Schlauchleitung **88** ergibt, der über den zweiten Enden **56** der Pumpenfinger **52** (die die Fingerspitzen **82** der Quetschelemente **72** umfassen, die von dort aus hervorstehen) verläuft. Die Einführung des Schlauchleitungspassstiftes **92** in die Vertiefung **98** bewirkt ferner die Auslösung des Schlauchleitungssensors **128**. Außerdem liegt ein Teilabschnitt der Schlauchleitung **88**, der zwischen den Pumpenfingern **52** und dem Absperrventil **14** verläuft, auf einem der Drucksensorelemente **86** auf, wobei ein Teilabschnitt der Schlauchleitung **88** zwischen den Pumpenfingern **52** und dem Schlauchleitungspassstift **92** verläuft, der auf dem anderen Drucksensorelement **86** aufliegt. Wie ebenfalls zuvor angegeben wurde, befindet sich, wenn die Schlauchleitungsbaugruppe **12** anfangs an der Pumpe **10** angebracht ist, deren Absperrventil **14** in seiner normalerweise geschlossenen Position, wobei dessen Quetscharm **106** an der Schlauchleitung **88** in Eingriff gebracht wird und diese vollständig abknickt.

[0068] Nach der Anbringung der Schlauchleitungsbaugruppe **12** an der Pumpe **10** in der oben beschriebenen Weise, wird das Walzenelement **26** von seiner Nichtbetriebsposition zu seiner Betriebsposition bewegt, wie dies in **Fig. 7** dargestellt ist. Wie oben angegeben wurde, führt die Bewegung des Walzenelementes **26** zu seiner Betriebsposition und der formschlüssige Eingriff von dessen Verriegelungsmechanismus **30** an den Verriegelungsstiften **32** zur Auslösung des Walzensensors **120**. Bei der Bewegung zu seiner Betriebsposition bringt die Innenfläche **28** des Walzenelementes **26** eine geringfügige Druckkraft

am Abschnitt der Schlauchleitung **88** auf, der zwischen dem Absperrventil **14** und dem Schlauchleitungspassstift **92** verläuft. So wird der Abschnitt der Schlauchleitung **88**, der über der Reihe der Pumpenfinger **52** verläuft, geringfügig zwischen der Innenfläche **28** des Walzenelementes **26** und den zweiten Enden **56** der Pumpenfinger **52**, die die Fingerspitzen **82** der Quetschelemente **72**, die von dort aus hervorstehen, umfassen, zusammengedrückt. Als Folge davon werden die Pumpenfinger **52**, und genauer gesagt die in deren zweiten Enden **56** angeordneten Rollenelemente **58**, gegen den Nocken **34** vorgespannt. Wichtig ist, dass das Walzenelement **26** bemessen und konfiguriert ist, um den Quetscharm **106** des Absperrventils **14** von seiner normalerweise geschlossenen Position zu seiner geöffneten Position zu bewegen, wenn das Walzenelement **26** zu seiner Betriebsposition bewegt wird. So wirkt ein Teil des Walzenelementes **26** gegen die oberen Enden der Längsträgerabschnitte **108** des Quetscharms **106** und übt eine Druckkraft auf diese aus, wodurch das Zusammendrücken der Vorspannfeder **114** erleichtert wird und zu einer Bewegung des Quetscharms **106** zu seiner geöffneten Position führt. Außerdem ist das Walzenelement **26** mit dem Abstützelement **25** an einer Stelle drehbar verbunden, an der die Bewegung des Walzenelementes **26** von seiner Nichtbetriebsposition zu seiner Betriebsposition zum Verschluss der Schlauchleitung **88** durch wenigstens eines der Quetschelemente **72**, und genauer gesagt dessen Fingerspitze **82**, führt, bevor die Bewegung des Quetscharms **106** des Absperrventils **14** von seiner geschlossenen Position zu seiner geöffneten Position durch den Eingriff des Walzenelementes **26** an demselben erfolgt. So ist die Schlauchleitung **88** unabhängig davon, ob das Walzenelement **26** in seiner Betriebs- oder Nichtbetriebsposition ist, immer entweder durch das Absperrventil **14** oder eines der Quetschelemente **72** verschlossen, wodurch ein Rückfluss der Flüssigkeit durch dieselbe wirksam verhindert wird.

[0069] Nach der Bewegung des Walzenelementes **26** zu seiner Betriebsposition kann die Pumpe **10** aktiviert werden, um dadurch das Pumpen der Flüssigkeit durch die Schlauchleitungsbaugruppe **12** zu erleichtern. Die Pumpe **10** lässt sich erst aktivieren, nachdem der Schlauchleitungssensor **128** und der Walzensensor **120** durch die Schnittstelle der Schlauchleitungsbaugruppe **12** am Abstützelement **25** und das Schließen des Walzenelementes **26** (d. h. die Bewegung des Walzenelementes **26** zu seiner Betriebsposition) ausgelöst wurden. Wie oben angegeben wurde, müssen beide Sensoren für die Aktivierung der Pumpe **10**, und genauer gesagt deren Antriebseinheit **36** ausgelöst werden, da der Walzen- und der Schlauchleitungssensor **120**, **128** miteinander in Serie geschaltet sind.

[0070] Bei der Pumpe **10** wurde der Nocken **34** kon-

figuriert, um die Pumpenfinger **52** nacheinander radial nach außen zur und nach innen weg von der Innenfläche **28** des Walzenelementes **26** zu bewegen, wenn die Drehung durch die Antriebseinheit **36** in der ersten Richtung erfolgt. Während sich so der Nocken **34** dreht und gegen die Rollenelemente **58** in den ersten Enden **54** wirkt, werden die Pumpenfinger **52** nacheinander in einer wellenähnlichen Weise vorgeschoben und zurückgezogen, wie sich dies aus der in **Fig. 7** dargestellten Perspektive ersehen lässt, wodurch Flüssigkeit in der Schlauchleitung **88** in der Drehrichtung des Nockens **34** (d. h. in einer Richtung weg vom Ende des Walzenelementes **26**, das mit dem Abstützelement **25** drehbar verbunden ist) gedrückt wird. Während jeder aufeinander folgende Pumpenfinger **52** radial ganz nach außen vorgeschoben und gegen die Schlauchleitung **88** gedrückt wird, fängt der unmittelbare vorausgehende Pumpenfinger **52** an, sich radial nach innen zurückzuziehen und sich somit von der Schlauchleitung **88** weg zu bewegen. Nachdem jeder Pumpenfinger **52** zu seiner Position bewegt wurde, die der Innenfläche **28** des Walzenelementes **26** am nächsten ist, verschließt die Fingerspitze **82** des Quetschelementes **72**, die vom zweiten Ende **56** aus hervorsticht, die Schlauchleitung **88**. Somit drückt, wie oben angegeben wurde, die Drehung des Nockens **34** Flüssigkeit in der Richtung der Nockendrehung durch die Schlauchleitung **88**, wobei der Verschluss der Schlauchleitung **88**, der als Folge der sequenziellen Wirkung der nach außen vorgespannten Quetschelemente **72** an derselben erfolgt, einen Rückfluss der Flüssigkeit in der Schlauchleitung **88** verhindert, wenn das Walzenelement **26** in seiner Betriebsposition ist, und zwar sogar bei der Deaktivierung des Motors **42**. Da, wie anerkannt werden wird, das Pumpen der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung **88** vom sequenziellen Eingriff der zweiten Enden **56** der Pumpenfinger **52** an derselben abhängt und die Bewegung der Pumpenfinger **52** von der Drehung des Nockens **34** abhängt, unterstützt die Deaktivierung des Elektromotors **42**, die jede Drehung des Nockens **34** infolge des Eingriffs der Schnecke **48** in das Schneckenrad **40** beseitigt, die Verhinderung eines positiven Durchflusses oder Rückflusses von Flüssigkeit durch die Schlauchleitung **88**.

[0071] Bei der Pumpe **10** definiert die durch die Drehung des Nockens **34** verursachte sequenzielle Bewegung des ersten bis letzten Pumpenfingers **52** der Reihe, hin zum und weg vom Walzenelement **26**, einen "Pumpzyklus". Während eines jeden "Pumpzyklus" drückt der Eingriff der zweiten Enden **56** der Pumpenfinger **52** und Quetschelemente **72** an der Schlauchleitung **88** in der oben beschriebenen Weise Flüssigkeit durch dieselbe. Wie in **Fig. 15a** ersichtlich ist, werden die Pumpzyklen bei rotatorischen Peristaltikpumpen nach dem bisherigen Stand der Technik in einer im Allgemeinen sinusförmigen Weise erzeugt, wobei jeder der Pumpzyklen durch eine "Tod-

pumpphase" getrennt ist, in der keine Flüssigkeit durch den Schlauch der Pumpe gedrückt wird. Außerdem ist die Flussrate der Flüssigkeit durch den Schlauch einer rotatorischen Peristaltikpumpe nach dem bisherigen Stand der Technik während des eigentlichen Pumpzyklus nicht konstant, sondern unterliegt fast kontinuierlich Geschwindigkeitsschwankungen. Obwohl bei linearen Peristaltikpumpen nach dem bisherigen Stand der Technik, wie in **Fig. 15b** ersichtlich ist, eine konstantere Flussrate während jedes Pumpzyklus erreicht wird, sind diese Pumpzyklen durch lang ausgedehnte Todpumpphasen getrennt, in denen keine Flüssigkeit durch den Schlauch einer solchen Pumpe gepumpt wird. Wie oben angegeben wurde, ist es bei einer Peristaltikpumpe deutlich wünschenswerter, wenn die Flüssigkeit durch den Schlauch in einer gleich bleibenderen, stationären Rate fließen würde, mit minimalen Geschwindigkeitsschwankungen oder Unterbrechungen wie sie den Todpumpphasen zuzuschreiben sind.

[0072] Bezugnehmend auf **Fig. 15c** ist bei der Pumpe **10** der Nocken **34** profiliert oder geformt, um gegen die Rollenelemente **58** zu wirken, die von den ersten Enden **54** der Pumpenfinger **52** in einer Weise hervorstehen, die bewirkt, dass die zweiten Enden **56** und die Quetschelemente **72** an der Schlauchleitung **88** in Eingriff gebracht werden, so dass die Flussrate der Flüssigkeit durch dieselbe während jedes Pumpzyklus im Wesentlichen konstant ist. Eine solche Flussrate wird durch die Ausbildung des Nockens **34** als Vierfachnocken erreicht. Außer dem Nocken **34**, der geformt ist, um eine im Wesentlichen konstante Flussrate während jedes Pumpzyklus bereitzustellen, ist die Motordrehzahl-Steuereinheit **60** der Pumpe **10** betätigbar, um die Drehzahl des Nockens **34** in der ersten Richtung zwischen den Pumpzyklen zu erhöhen, damit im Wesentlichen die Todpumpphasen, die normalerweise zwischen den Pumpzyklen vorhanden sind, beseitigt werden. Daher ist die Anzahl und die Größe der Encoderarme **70** des Encoderrades **68** so ausgewählt, dass die dadurch verursachten Unterbrechungen des Lichtstrahles **L** den Pumpzyklen entsprechen, wobei der optische Sensor **62** betätigbar ist, um den Anfang und das Ende eines jeden Pumpzyklus zu ermitteln und die Leistung für den Motor **42** und somit die Drehzahl des Nockens **34** zwischen den Pumpzyklen zu erhöhen, was die Todpumpphasen beträchtlich verkürzt. Normalerweise wird der Motor **42** mit einer zusätzlichen Leistung von vier (4) Volt gespeist, um die gewünschte Erhöhung der Drehzahl des Nockens **34** zu erreichen. Die Verkürzung solcher Todpumpphasen stellt, gekoppelt mit einer gleich bleibenderen Flussrate, die während jedes Pumpzyklus auftritt, wie sie durch die Profilierung und Ausbildung des Nockens **34** erreicht wird, eine im Wesentlichen gleich bleibende oder konstante Rate des Flüssigkeitsdurchflusses durch die Schlauchleitung **88** der Schlauchleitungsbaugruppe **12** während des Betriebs der Pumpe **10** bereit.

[0073] Jetzt wird auf **Fig. 16** Bezug genommen, in der ein elektrisches Schema des Steuerkreises anschaulich dargestellt ist, der als Regelkreis-Rückkopplungssystem fungiert und eingesetzt wird, um die Betriebsschnittstelle zwischen der Motordrehzahl-Steuereinheit **60** und der Antriebseinheit **36** der vorliegenden Pumpe **10** zu vereinfachen. Eine vollständige schematische Darstellung des Regelkreises ist in der vorliegenden Anmeldung enthalten und nachstehend abgebildet. Wie oben erläutert wurde, ist ein Todzonenabschnitt bezüglich des Pumpzyklus der Pumpe **10** vorhanden, wo keine Pumpwirkung auftritt. Obwohl diese Todzone keine Probleme hinsichtlich höherer Infusionsraten verursacht, ist sie hinsichtlich niedrigerer Infusionsraten sehr unerwünscht. Folglich ist ein Anhebungszyklus in der Pumpe **10** implementiert worden, um deren Pump-Flussrate gleich bleibender zu machen, indem die Pumprate während des Todzonenabschnitts des Pumpzyklus angehoben wird, so dass der Fluiddurchfluss, sogar bei niedrigen Flussraten, nahezu konstant ist.

[0074] Bei der Pumpe **10** ist der Anhebungszyklus sorgfältig auf die Minimierung des Beschleunigungs-Steuerimpulses zugeschnitten, der an der Motorantriebsschaltung des Elektromotors **42** angelegt wird, um die Leistungsspitze zu reduzieren, die durch eine plötzliche Erhöhung der Drehzahl des Elektromotors **42** verursacht wird. So wäre bei der Pumpe **10** ein einfacher Tiefpassfilter wegen der großen auftretenden Drehzahländerungsrate nicht ausreichend. Da für eine einfache RC-Zeitkonstante die Anfangsdrehzahländerung am größten ist und sich die Rate schließlich asymptotisch dem Endwert nähert, ist eine lineare Rampenantwort erforderlich, um eine konstante Beschleunigung des Elektromotors **42** zu erleichtern und die Motorstrom-Leistungsspitze zu reduzieren. Insbesondere ist ein Anhebungssignal erforderlich, das von einer gesteuerten Anfangsrate startet, in Rampenform auf eine Anhebungsrate ansteigt und dann auf eine programmierte Rate abfällt.

[0075] Um den Anhebungszyklus bei der Pumpe **10** zu mechanisieren, wird der optische Sensor **62** der Motordrehzahl-Steuereinheit **60** eingesetzt, um dann ein Signal zu erzeugen, wenn die Anhebung erforderlich ist. Bei dem in **Fig. 16** schematisch dargestellten Schaltkreis wird das durch den optischen Sensor **62** erzeugte Motor-Beschleunigungssignal wieder aufbereitet und auf digitale logische Werte verstärkt. Der Schaltkreis umfasst auch eine torgesteuerte temperaturkompensierte Stromquelle und einen integrierten Schaltkreis, der ein 4 zu 1 Analogmultiplexer ist. Der Schaltkreis erzeugt ein pulsbreitenmoduliertes (PBM) Signal, das am Steuereingang des Schalters anliegt. Während das Eingangssignal "1" anliegt, liegt das Potenzial des Schalters auf Masse. Wenn das Eingangssignal auf "0" liegt, liegt das Potenzial des Schalters genau auf +2,5 Volt. So invertiert der

Schalter das PBM-Signal und wandelt den Wert in eine Präzisionsspannung für den richtigen Eingangssteuerimpuls an den Treiber des Elektromotors **42** um. Der Eingangs- bzw. Motordrehzahl-Steuerimpuls gelangt durch einen Widerstand und einen Kondensator und wird in einen Antriebssteuerimpuls umgewandelt. Das gleiche PBM-Signal wird ebenfalls durch einen Widerstand und einen Kondensator geschickt, um den Eingangs-Steuerimpulswert für die Wechselwirkung mit dem torgesteuerten Stromgenerator aufzubereiten. Der Schaltkreis umfasst auch einen Spannungsfolger mit Verstärkung **1**, um die Antriebsbedingungen für den Schalter bereitzustellen. Das Anhebungs- bzw. Beschleunigungssignal hat eine sehr viel niedrigere Frequenz als das 10-kHz-PBM-Signal und wird, wenn ein Spannungssignal am Tor anliegt, durch einen Widerstand an den Elektromotor **42** weitergeleitet.

[0076] Während des Betriebs der Pumpe **10** erzeugen die Drucksensorelemente **86a** und **86b** elektrische Signale, die dem jeweiligen Grad der Expansion oder Kompression der Schlauchleitung **88** entsprechen, wenn an derselben durch die Pumpenfinger **52** und Quetschelemente **72** eine Einwirkung erfolgt, und somit eine Warnung hinsichtlich deren Überexpansion und/oder Überkompression bereitstellen. Wenn, wie oben angegeben wurde, der Motor **42** deaktiviert ist und das Walzenelement **26** zu seiner Nichtbetriebsposition bewegt wurde, kehrt das Absperrventil **14** in seine normalerweise geschlossene Position zurück und verhindert einen Rückfluss der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung **88** in einer Richtung, die der ersten Drehrichtung des Nockens **34** entgegengesetzt ist.

STEUERUNGSABFOLGE

[0077] Jetzt wird auf **Fig. 17** Bezug genommen. Die Pumpe **10** der vorliegenden Erfindung ist mit einer internen Überwachungs- und Steuereinheit **130** ausgestattet, die deren verschiedenen Betriebsabläufe überwacht, steuert und koordiniert. In der Überwachungs- und Steuereinheit **130** ist Software eines spezifischen Entwurfs und einer spezifischen Architektur implementiert, die der Pumpe **10** verschiedene Funktionsattribute verleiht, die bei bisher bekannten Ausführungen von Peristaltikpumpen nicht vorhanden sind.

[0078] Wie in **Fig. 17** ersichtlich ist, steht die Überwachungs- und Steuereinheit **130** mit einer Anzahl von Bauteilen der Pumpe **10**, einschließlich des zuvor beschriebenen Tastenfeldes **20**, das eine Konfiguration mit 19 Tasten aufweist, in elektrischer Kommunikation. Im Tastenfeld **20** ist eine Ein-/Aus-Taste enthalten sowie ein Fernbedien-Bolus-Knopf für die Eingabe des Status und der Daten in die Software der Pumpe **10**. Ferner steht ein Pieper **132** der Pumpe **10**, der im Inneren des Gehäuses **16** angeordnet

ist, mit der Überwachungs- und Steuereinheit **130** in elektrischer Kommunikation. Der Pieper **132** enthält zwei Summer, die auf einer einzigen, festen Frequenz betrieben werden. Einer der Summer, der als der normale Betriebssummer bezeichnet wird, wird mit veränderlichen Pulsbreiten, Pulsfolgefrequenzen und einer veränderlichen Gesamtzahl der Pulse, als Funktion des dadurch signalisierten Ereignisses betrieben. Der zweite Summer, der als der Hilfssummer bezeichnet wird, wird mit Hilfe einer Zeitlimitüberschreitung einer Zeitüberwachungseinrichtung (Watchdog) betrieben. Der zweite Summer kann einmal getestet und dann über ein eindeutiges Hilfspieper-Eingangseignis zurückgesetzt werden.

[0079] Ferner stehen ein Systemtaktgeber **134** und das zuvor beschriebene Display **22** mit der Überwachungs- und Steuereinheit **130** in elektrischer Kommunikation. Der Systemtaktgeber **134** wird durch einen Prozessor-Timerinterrupt realisiert, der auf ungefähr 53,3 Millisekunden eingestellt ist. Das Display **22** besteht vorzugsweise aus einem grafischen 100 × 32 Punktmatrix-LCD-Display und drei einzelnen LEDs, die sich auf dem Tastenfeld **20** befinden. Das LCD-Display wird eingesetzt, um dem Benutzer Dateninformationen bereitzustellen und die LEDs werden eingesetzt, um dem Benutzer Statusinformationen bereitzustellen. Außer den oben beschriebenen Bauteilen stehen verschiedene Pumpensensoren, die die oben beschriebenen Drucksensorelemente **86**, den Walzensensor **120** und den Schlauchleitungssensor **128** umfassen, mit der Überwachungs- und Steuereinheit **130** in elektrischer Kommunikation. Außer diesen speziellen Sensoren kann die Pumpe **10** auch mit Sensoren zur Lufterkennung in der Leitung ausgestattet sein, und zwar am Anfang und Ende jenes Abschnitts der Schlauchleitung **88**, der über der Membran **126** und den Peristaltik-Nocken-antriebssensoren verläuft, die die Umdrehung oder Drehung des Nockens **34** überwachen. Der Elektromotor **42** der Antriebseinheit **36** steht auch mit der Überwachungs- und Steuereinheit **130** in elektrischer Kommunikation, da sie eine Stromversorgung **136** der Pumpe **10** ist. Wie zuvor erläutert wurde, erleichtert der Elektromotor **42** die Drehung des Nockens **34** und treibt somit die Pumpe **10** an. Wie ebenfalls zuvor erläutert wurde, kann die Stromversorgung **136** eine oder mehrere Batterien, wie z. B. eine 3-Volt-Batterie oder eine Lithiumbatterie, umfassen, die im Inneren des Gehäuses **16** aufbewahrt werden. Alternativ kann die Stromversorgung **136** eine externe 3-Volt-Stromquelle umfassen, die elektrisch an das Gehäuse **16** angeschlossen ist und in elektrischer Kommunikation mit den erforderlichen Bauteilen der Pumpe **10** gebracht wurde.

[0080] Außer den bisher erwähnten Bauteilen stehen auch ein Systemspeicher **138**, ein Echtzeittaktgeber **140**, ein Watchdog **142** und ein serieller Kommunikationsanschluss **144** mit der Überwachungs-

und Steuereinheit **130** in elektrischer Kommunikation. Der Echtzeittaktgeber **140** stellt eine Referenz für das Datum und die Uhrzeit des Tages bereit, wobei diese Information auf Anforderung von dort ausgelesen werden kann. Der Echtzeittaktgeber **140** kann man auf einen vorprogrammierten Wert zurücksetzen. Der serielle Kommunikationsanschluss **144** ist vorzugsweise ein asynchroner serieller Anschluss mit den folgenden Einstellungen: 9600 bps full duplex, kein RTS oder CTS, nur RXD und TXD. Der Watchdog **142** ist ein unabhängiger, nachtrIGGERbarer monostabiler Baustein, der an einem Mikrokontrollern-MI-Eingang und einem Motorsperr-Steuereingang der Pumpe **10** angeschlossen ist. Der Watchdog **142** muss mindestens einmal pro 1,6 Sekunden periodisch zurückgesetzt werden und stellt auch eine Testmöglichkeit bereit, die sich aktivieren lassen, um zu bewirken, dass der Watchdog **142** das Zeitlimit überschreitet, nicht aber den Mikrocontroller der Pumpe **10** zurücksetzt, nachdem einmal deren Einschaltung erfolgt ist.

[0081] Die Überwachungs- und Steuereinheit **130** der Pumpe **10** steuert den Infusionsprozess und überwacht den Prozess, um eine Überinfusion zu verhindern. Die Überwachungs- und Steuereinheit **130** ermöglicht auch die Benutzerauswahl und die Programmierung von fünf verschiedenen Therapien, umfassend:

1. Dauerinfusion – entworfen, um eine konstante programmierte Infusionsrate zu ermöglichen;
2. PCA bzw. Patient Controlled Analgesia (patientengesteuerte Analgesie) – entworfen für Therapien, die eine Dauerinfusionsrate, patientengesteuerte Bedarfsboli oder beides, erfordern;
3. TPN bzw. Total Parenteral Nutrition (totale parenterale Ernährung) mit automatischer Rampenfunktion – entworfen, um eine Niveauintfusionsrate von parenteralen Ernährungsprodukten mit der Option der Abschrägung des Infusionsniveaus am Anfang, am Ende oder zu beiden Zeitpunkten sowie ein frühes rampenartiges Niveauabfall-Merkmal zu ermöglichen;
4. Intervallförderung – entworfen, um programmierte Intervalle und Raten spezifizierter Mengen von Infusaten und optional kleine Infusionsmengen zwischen den Dosen zu fördern, um die Zugangsstelle des Patienten offen zu halten; und
5. Variables Programm – entworfen, um variierende Mengen, Raten und Förderzeiten der Infusionen in Form von bis zu vierundzwanzig (24) spezifizierten Programme zu ermöglichen.

[0082] So kann die Pumpe **10** für intravenöse, intraarterielle, epidurale, subkutane oder enterale Therapien eingesetzt werden. Die Pumpe **10** kann außerdem eingesetzt werden, um Medikationen aus einem Medikationsreservoir, aus IV-Beuteln oder aus Spritzen zu fördern.

[0083] Beim Start der Pumpe **10** initiiert ein durch die Software implementierter Prozess "Validieren Pumpe" den Ablauf der Überwachungs- und Steuereinheit **130** und insbesondere deren Software. Der Prozess "Validieren Pumpe" führt eine Anzahl von Funktionen, einschließlich eines "Boot"-Vorganges, aus, dessen Eingabe vom Einschaltungs-Reset aus erfolgt und die Überwachungs- und Steuereinheit **130** und deren Ein-/Ausgänge auf die richtige Konfiguration initialisiert. Der Bootvorgang führt einen Test bezüglich des Bootcodes und Startcodes der Software aus, um deren Gültigkeit zu überprüfen und kann außerdem einen speziellen Befehl zum Herunterladen von Code in ein Flash-ROM annehmen. Der Bootvorgang überprüft auch, ob ein gültiges Programm in den Flash-ROM-Speicher heruntergeladen wurde, bevor der Betriebsablauf der Pumpe **10** weiter fortgesetzt werden darf. Beim Bootvorgang wird außerdem zuerst mit Hilfe eines CRC-Algorithmus überprüft, ob der Bootcode gut ist.

[0084] Außer dem Bootvorgang führt der Prozess "Validieren Pumpe" einen "Start"-Vorgang aus, der überprüft, ob die Pumpe **10**, einschließlich ihrer Hardware und Software, ordnungsgemäß funktioniert, indem die erforderlichen Starttests an der Überwachungs- und Steuereinheit **130**, am Systemspeicher **138**, an den Pumpenüberwachungssensoren **86**, **120**, **124**, an der Antriebseinheit **36** und bezüglich aller Aspekte der Hardware der Pumpe **10** ausgeführt werden. Wenn diese Tests erfolgreich durchgeführt wurden, übergibt die Steuerung an eine "Programmwahl"-Funktion des Prozesses "Validieren Pumpe", ansonsten übergibt sie an eine Störungsphasen-Funktion.

[0085] Die Programmwahlfunktion des Prozesses "Validieren Pumpe" stellt dem Benutzer ein Mittel bereit, um die Option "normaler Pumpenbetrieb" (Übergabe an Programmierung) auszuwählen oder dem Benutzer zu gestatten, spezielle Einstellfunktionen auszuführen. Für den Zugriff auf solche speziellen Einstellfunktionen benötigt der Benutzer einen speziellen Zugriffscode, wobei nach der entsprechenden Einstellung direkt auf den normalen Betrieb der Pumpe **10** übergeben wird. Diese speziellen Einstellfunktionen umfassen das Drucken von Historiedateien und anderen relevanten Daten eines Patienten. Eine weitere Funktion des Prozesses "Validieren Pumpe" ist die "Werkskalibrierung", die die Kalibrierung der Pumpe **10** ermöglicht. Diese Funktionen sind ebenfalls nur durch einen speziellen Zugriffscode zugänglich und werden manuell gesteuert.

[0086] Die Software der Überwachungs- und Steuereinheit **130** implementiert außerdem einen Prozess "Erstellen Therapie", der Eingaben vom Benutzer zur Programmierung von bis zu fünf (5) verschiedenen Infusionstherapien akzeptiert. Eine solche Programmierung umfasst die Auswahl der zu programmieren-

den Therapie, die Programmierung der Pumpe **10** und der Therapieoptionen und die Programmierung der Verordnung für die Infusion. Eine Therapie kann als neue Therapie, Wiederholung einer bestehenden Therapie, Änderungen einer bestehenden Therapie oder Fortsetzung einer gerade laufenden Therapie, die zuvor unterbrochen wurde, programmiert werden. Nachdem eine Therapie durch Aufforderung des Benutzers, jeden Ordnungsparameter mit dem Druck auf die Ja-Taste des Tastenfeldes **20** auszuwählen, validiert worden ist, leitet der Ausführungsablauf zu einem Benachrichtigungsmenü weiter, um den Start der Infusion zu ermöglichen.

[0087] Die Pumpe **10** mit der realisierten vorliegenden Erfindung umfasst zahlreiche andere Betriebsattribute, die durch verschiedene Aspekte von deren Hardware und Software implementiert wurden.

[0088] Zusätzliche Abwandlungen und Verbesserungen der vorliegenden Erfindung können für den Fachmann offensichtlich sein. Somit dient die spezielle Kombination der hier beschriebenen und abgebildeten Teile nur zur Darstellung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Patentansprüche

1. Krummlinige Peristaltikpumpe (**10**), umfassend:
 ein Gehäuse (**16**), das ein Abstützelement (**25**) umfasst, das darin eine erste und zweite Vertiefung aufweist;
 ein am Gehäuse angebrachtes Walzenelement (**26**);
 einen im Gehäuse angeordneten, drehbaren Nocken (**34**);
 eine im Gehäuse angeordnete und mechanisch mit dem Nocken gekoppelte Antriebseinheit (**36**), wobei die Aktivierung der Antriebseinheit zu einer gleichlaufenden Drehung des Nockens in der ersten Richtung führt;
 eine Vielzahl von Pumpenfingern (**52**), die beweglich am Gehäuse angebracht sind, wobei jeder der Pumpenfinger (**52**) ein erstes Ende (**54**) aufweist, das gemeinsam am Nocken in Eingriff gebracht wird, sowie ein zweites Ende (**56**), das in einer Abstandsbeziehung zum Walzenelement angebracht ist, wobei der Nocken konfiguriert wurde, um die Pumpenfinger nacheinander radial nach außen zum und nach innen weg vom Walzenelement zu bewegen, wenn die Drehung durch die Antriebseinheit in der ersten Richtung erfolgt; und
 eine Schlauchleitungsbaugruppe (**12**), die sich lösbar am Gehäuse anbringen lässt und Folgendes umfasst:
 einen Längenabschnitt elastischer Schlauchleitung (**88**);
 gekennzeichnet durch:
 einen Schlauchleitungssensor (**128**), der in der ersten Vertiefung (**98**) angeordnet ist;

einen Schlauchleitungspassstift (**92**), der an der Schlauchleitung angebracht wird und sich entnehmbar in die erste Vertiefung einführen lässt und zur Auslösung des Schlauchleitungssensors (**128**) betätigbar ist; und

ein Absperrventil (**14**), das an der Schlauchleitung angebracht wird und sich entnehmbar in die zweite Vertiefung einführen lässt, wobei das Absperrventil betätigbar ist, um wahlweise den Durchfluss der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung in einer der ersten Richtung entgegengesetzten Richtung zu verschließen;

wobei der Schlauchleitungspassstift und das Absperrventil an der Schlauchleitung an Stellen angebracht werden, an denen ein Abschnitt der Schlauchleitung über den zweiten Enden (**56**) der Pumpenfinger verläuft, wenn der Schlauchleitungspassstift und das Absperrventil entnehmbar in die jeweilige erste und zweite Vertiefung im Abstützelement des Gehäuses eingeführt werden, wobei die Schlauchleitung zwischen den zweiten Enden und dem Walzenelement so dehnbar ist, dass die sequenzielle Bewegung der Pumpenfinger hin zum und weg vom Walzenelement bewirkt, dass Flüssigkeit in der Schlauchleitung in die erste Drehrichtung des Nockens gepumpt wird.

2. Pumpe nach Anspruch 1, bei der die Schlauchleitung der Schlauchleitungsbaugruppe aus Polyvinylchlorid hergestellt ist.

3. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, die außerdem eine biegsame Membran (**126**) umfasst, die am Gehäuse angebracht wird und die zweiten Enden der Pumpenfinger abdeckt.

4. Pumpe nach Anspruch 3, bei der:
das Walzenelement (**26**) eine bogenförmige, im Allgemeinen konkave Innenfläche (**26**) definiert und mit dem Gehäuse drehbar verbunden ist, um zwischen einer Betriebsposition, bei der die Membran dadurch abgedeckt ist und die zweiten Enden der Pumpenfinger in einer im Wesentlichen äquidistanten Abstandsbeziehung zur Innenfläche angeordnet sind, und einer Nichtbetriebsposition, bei der die Membran exponiert ist, beweglich zu sein;
der Schlauchleitungspassstift (**92**) und das Absperrventil (**14**) der Schlauchleitungsbaugruppe sich entnehmbar in die jeweilige erste und zweite Vertiefung im Abstützelement des Gehäuses einführen lassen, wenn das Walzenelement in der Nichtbetriebsposition ist, wobei der Abschnitt der Schlauchleitung über der Membran verläuft, indem der Schlauchleitungspassstift und das Absperrventil in die jeweilige erste und zweite Vertiefung eingeführt werden, da er zwischen der Membran und der Innenfläche erfasst wird, wenn das Walzenelement in der Betriebsposition ist.

5. Pumpe nach Anspruch 4, bei der das Absperrventil (**14**) Folgendes umfasst:

einen Ventilkörper, der eine darin befindliche Öffnung aufweist, um durch denselben den Durchgang der Schlauchleitung zu ermöglichen; und
einen Quetscharm, der am Ventilkörper beweglich angebracht wird und sich an der Schlauchleitung, die durch die Öffnung hindurchgeht, in Eingriff bringen lässt;

wobei der Quetscharm beweglich ist zwischen einer geöffneten Position, bei der die durch den Ventilkörper hindurchgehende Schlauchleitung nicht vom Quetscharm zusammengedrückt ist, so dass der Durchfluss der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung möglich ist, und einer geschlossenen Position, bei der die durch den Ventilkörper hindurchgehende Schlauchleitung geknickt ist, und zwar durch den Quetscharm, der den Durchfluss der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung verhindert.

6. Pumpe nach Anspruch 5, bei der:
das Absperrventil (**14**) außerdem ein Vorspannelement für die normalerweise wirkende Vorspannung des Quetscharms in die geschlossene Position umfasst;
die Bewegung des Walzenelementes zur Betriebsposition die Bewegung des Quetscharms von der geschlossenen Position zur geöffneten Position erleichtert.

7. Pumpe nach Anspruch 6, bei der das Vorspannelement eine Feder umfasst, die sich zwischen dem Ventilkörper und dem Quetscharm erstreckt.

8. Pumpe nach Anspruch 6 oder 7, bei der der Quetscharm einen daran ausgebildeten zerbrechbaren Sicherungslappen umfasst, der den Quetscharm in der geöffneten Position hält, wobei die Entfernung des Sicherungslappens vom Quetscharm bewirkt, dass sich der Quetscharm zur geschlossenen Position bewegt.

9. Pumpe nach Anspruch 6, 7 oder 8, die außerdem eine Vielzahl von Quetschelementen (**72**) umfasst, die beweglich an den jeweiligen Pumpenfingern angebracht sind und von deren zweiten Enden aus hervorstehen, wobei jedes der Quetschelemente radial nach außen und zur Innenfläche des Walzenelementes hin vorgespannt ist und betätigbar ist, um im Wesentlichen die Schlauchleitung zu verschließen, wenn der Pumpenfinger, an dem es angebracht ist, radial nach außen zu einer Position bewegt wird, die der Innenfläche am nächsten ist.

10. Pumpe nach Anspruch 9, bei der das Walzenelement mit dem Gehäuse an einer Stelle drehbar verbunden ist, während die Bewegung des Walzenelementes von der Nichtbetriebsposition zur Betriebsposition bewirkt, dass die Schlauchleitung durch mindestens eines der Quetschelemente verschlossen wird, und zwar bevor sich der Quetscharm des Absperrventils durch das Walzenelement von der ge-

geschlossen Position zur geöffneten Position bewegt.

11. Pumpe nach Anspruch 4, die außerdem Folgendes umfasst:

einen Walzensensor (120), der im Gehäuse angeordnet ist und zur Erkennung, ob sich das Walzenelement in der Betriebsposition befindet, betätigbar ist; und

einen Schlauchleitungssensor, der im Gehäuse angeordnet ist und zur Erkennung, ob die Schlauchleitung über der Membran verläuft, betätigbar ist; wobei der Schlauchleitungssensor durch die Einführung des Schlauchleitungspassstiftes in die erste Vertiefung im Abstützelement des Gehäuses ausgelöst wird und wobei der Walzensensor durch die Bewegung des Walzenelementes zur Betriebsposition ausgelöst wird.

12. Pumpe nach Anspruch 11, bei der der Walzensensor (120) und der Schlauchleitungssensor in einer Weise miteinander elektrisch kommunizieren, bei der die Antriebseinheit erst aktiviert werden darf, wenn der Schlauchleitungspassstift in der ersten Vertiefung im Abstützelement des Gehäuses eingeführt ist und das Walzenelement in der Betriebsposition ist.

13. Pumpe nach Anspruch 12, bei der der Walzensensor ein Hallsensor ist, der Folgendes umfasst: einen im Walzenelement angeordneten Magneten; und einen im Gehäuse angeordneten Magnetfelddetektor; wobei der Magnet und der Magnetfelddetektor so ausgerichtet werden, dass sie unmittelbar nebeneinander angeordnet sind, wenn das Walzenelement in der Betriebsposition ist.

14. Pumpe nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, wobei die Pumpenfinger (52) in einer Reihe angeordnet sind und die Pumpe außerdem ein Paar Drucksensorelemente (86a) umfasst, die im Abstützelement des Gehäuses jeweils angrenzend an die Reihe der pumpenden Fingern angeordnet sind, und zwar für das In-Eingriff bringen der Schlauchleitung und das Erzeugen der dem Kompressionsgrad entsprechenden elektrischen Signalen.

15. Schlauchleitungsbaugruppe (12) für den Einsatz in einer Peristaltikpumpe (10), die Folgendes aufweist: ein Gehäuse (16), das ein Abstützelement (25) definiert, das darin angeordnete erste und zweite Vertiefungen umfasst, einen in der ersten Vertiefung (98) angeordneten Schlauchleitungssensor (128), ein am Gehäuse angebrachtes Walzenelement (26), einen drehbaren Nocken (34), der im Gehäuse angeordnet ist, und eine Vielzahl von Pumpenfingern (52), die entnehmbar am Gehäuse angebracht werden und gemeinsam am Nocken so in Eingriff gebracht werden, dass die Drehung des Nockens die Pumpenfinger nacheinander radial nach außen zum und nach

innen weg vom Walzenelement bewegt, wobei die Schlauchleitungsbaugruppe Folgendes umfasst: einen Längenabschnitt elastischer Schlauchleitung (88);

gekennzeichnet durch:

einen Schlauchleitungspassstift (92), der an der Schlauchleitung angebracht wird und sich entnehmbar in die erste Vertiefung einführen lässt und zur Auslösung des Schlauchleitungssensors (128) betätigbar ist; und

ein Absperrventil (14), das an der Schlauchleitung angebracht wird und sich entnehmbar in die zweite Vertiefung einführen lässt, wobei das Absperrventil betätigbar ist, um wahlweise den Durchfluss der Flüssigkeit durch die Schlauchleitung zu verschließen; wobei der Schlauchleitungspassstift und das Absperrventil an der Schlauchleitung an Stellen angebracht werden, an denen ein Abschnitt der Schlauchleitung über den Pumpenfingern verläuft, wenn der Schlauchleitungspassstift und das Absperrventil entnehmbar in die jeweilige erste und zweite Vertiefung im Abstützelement des Gehäuses eingeführt werden.

16. Schlauchleitungsbaugruppe nach Anspruch 15, bei der die Schlauchleitung der Schlauchleitungsbaugruppe aus Polyvinylchlorid hergestellt ist.

17. Schlauchleitungsbaugruppe nach Anspruch 15 oder 16, bei der das Absperrventil Folgendes umfasst:

einen Ventilkörper, der eine darin befindliche Öffnung aufweist, um durch denselben den Durchgang der Schlauchleitung zu ermöglichen; und

einen Quetscharm, der am Ventilkörper beweglich angebracht wird und sich an der Schlauchleitung, die durch die Öffnung hindurchgeht, in Eingriff bringen lässt;

wobei der Quetscharm zwischen einer geöffneten Position beweglich ist, bei der die durch den Ventilkörper hindurchgehende Schlauchleitung nicht vom Quetscharm zusammengedrückt ist, und einer geschlossenen Position, bei der die durch den Ventilkörper hindurchgehende Schlauchleitung durch den Quetscharm geknickt ist.

18. Schlauchleitungsbaugruppe nach Anspruch 17, bei der das Absperrventil außerdem ein Vorspannelement für die normalerweise wirkende Vorspannung des Quetscharms in die geschlossene Position umfasst.

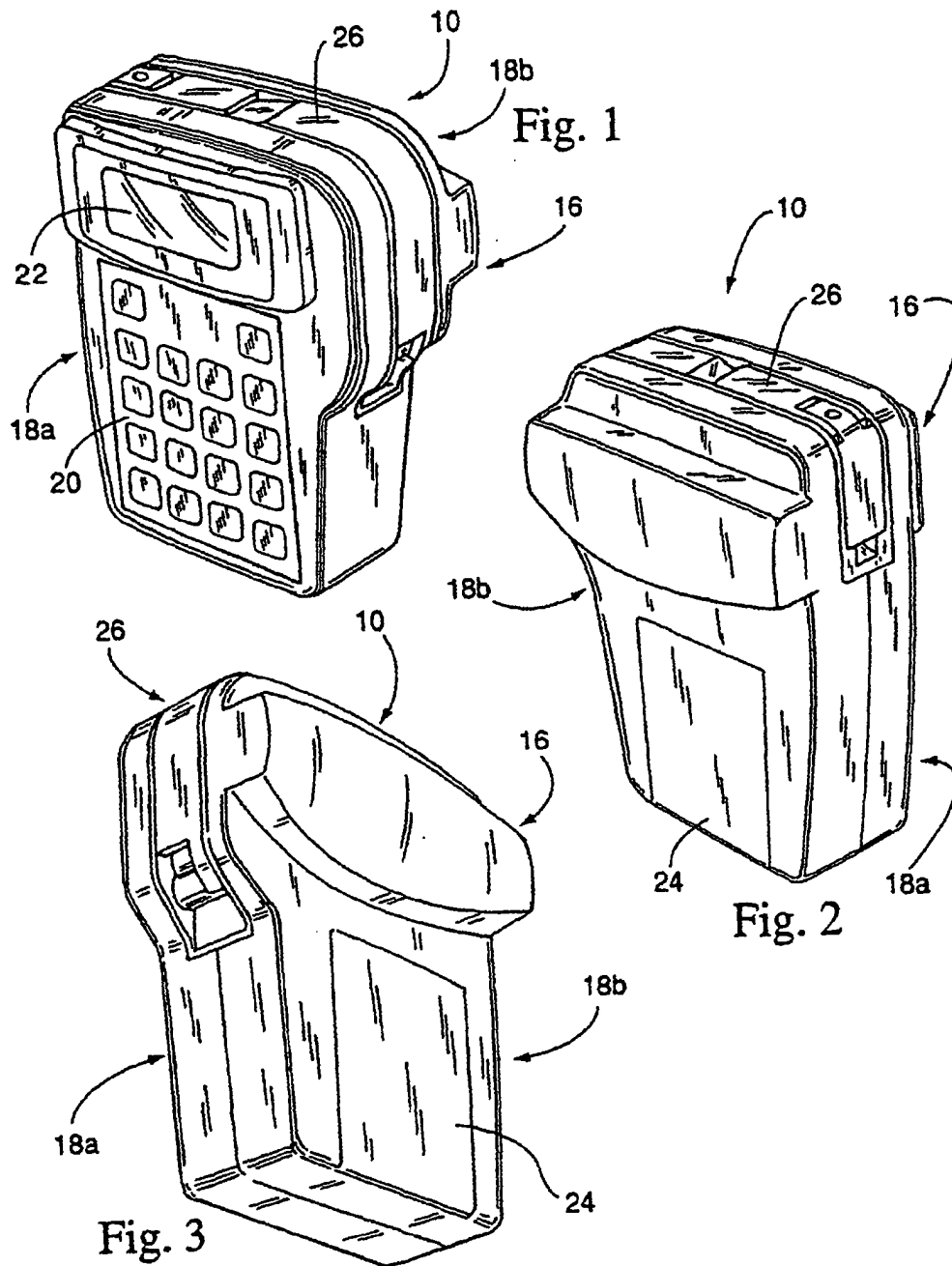
19. Schlauchleitungsbaugruppe nach Anspruch 18, bei der das Vorspannelement eine Feder umfasst, die sich zwischen dem Ventilkörper und dem Quetscharm erstreckt.

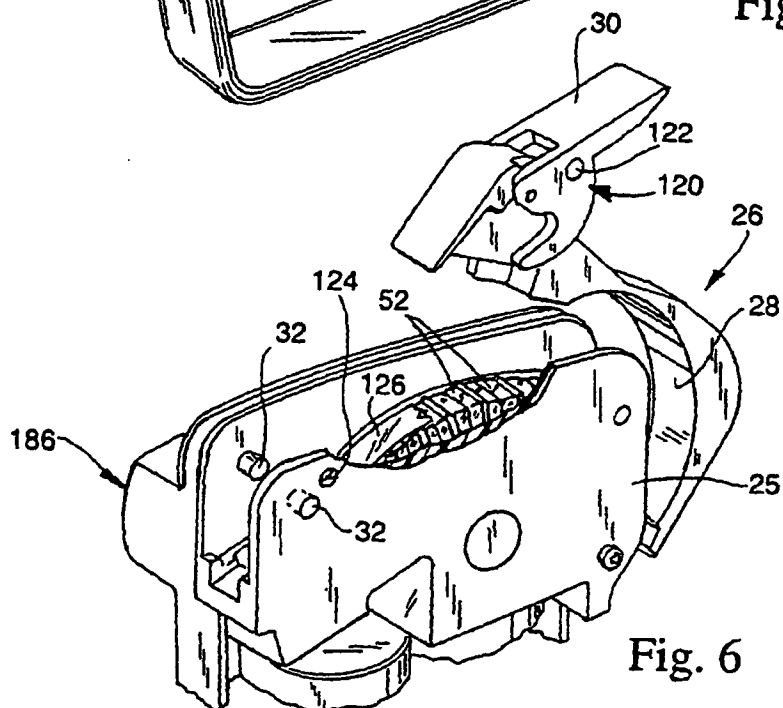
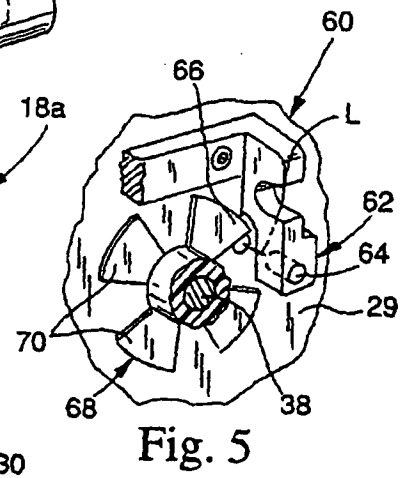
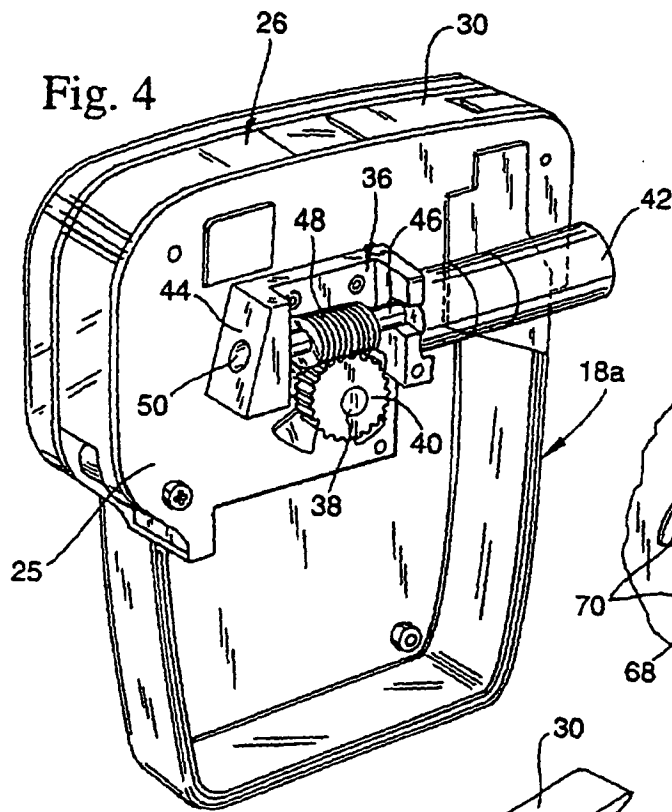
20. Schlauchleitungsbaugruppe nach Anspruch 18 oder 19, bei der der Quetscharm einen daran ausgebildeten zerbrechbaren Sicherungslappen umfasst, der den Quetscharm in der geöffneten Position

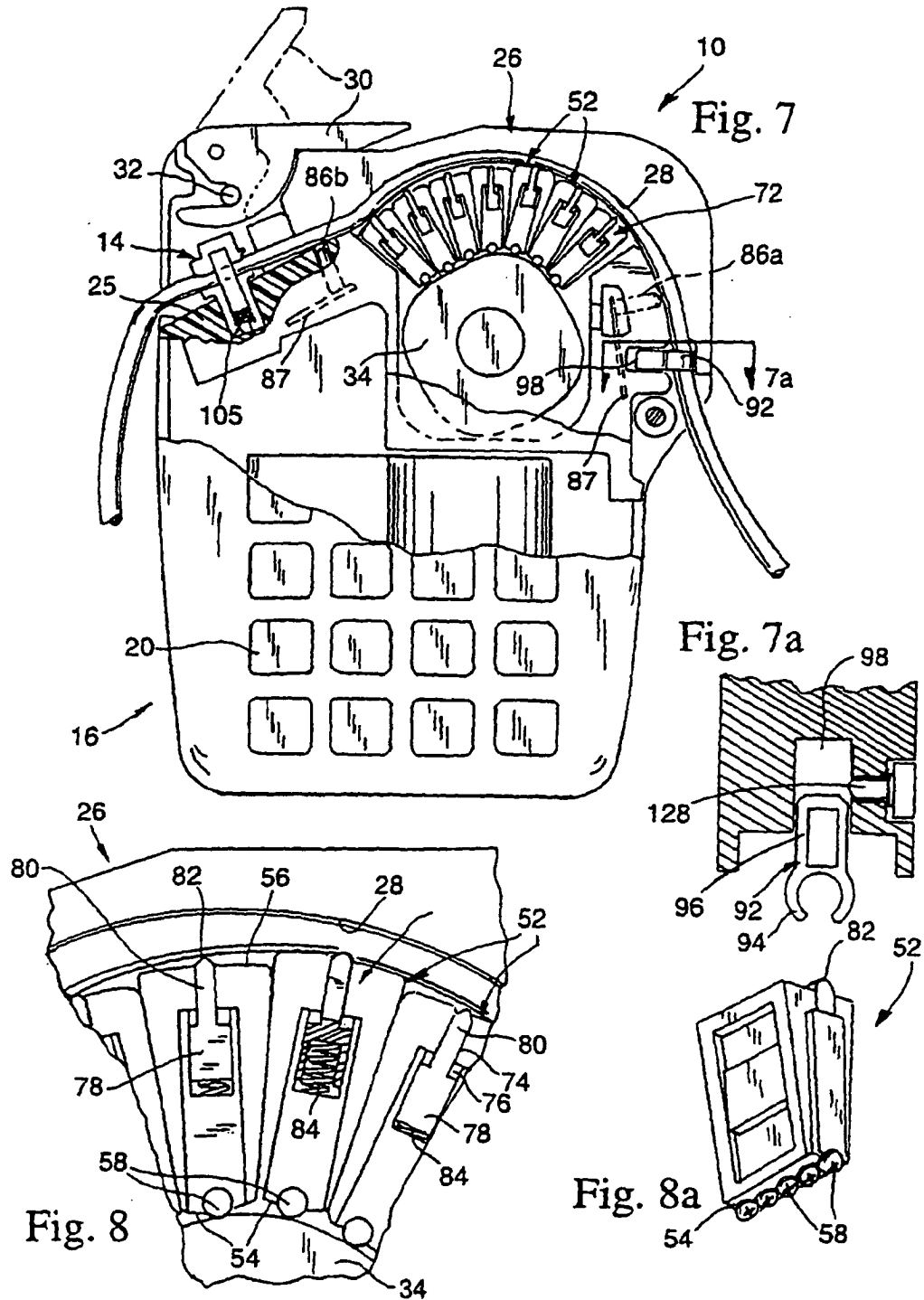
hält, wobei die Entfernung des Sicherungslappens vom Quetscharm bewirkt, dass sich der Quetscharm zur geschlossenen Position bewegt.

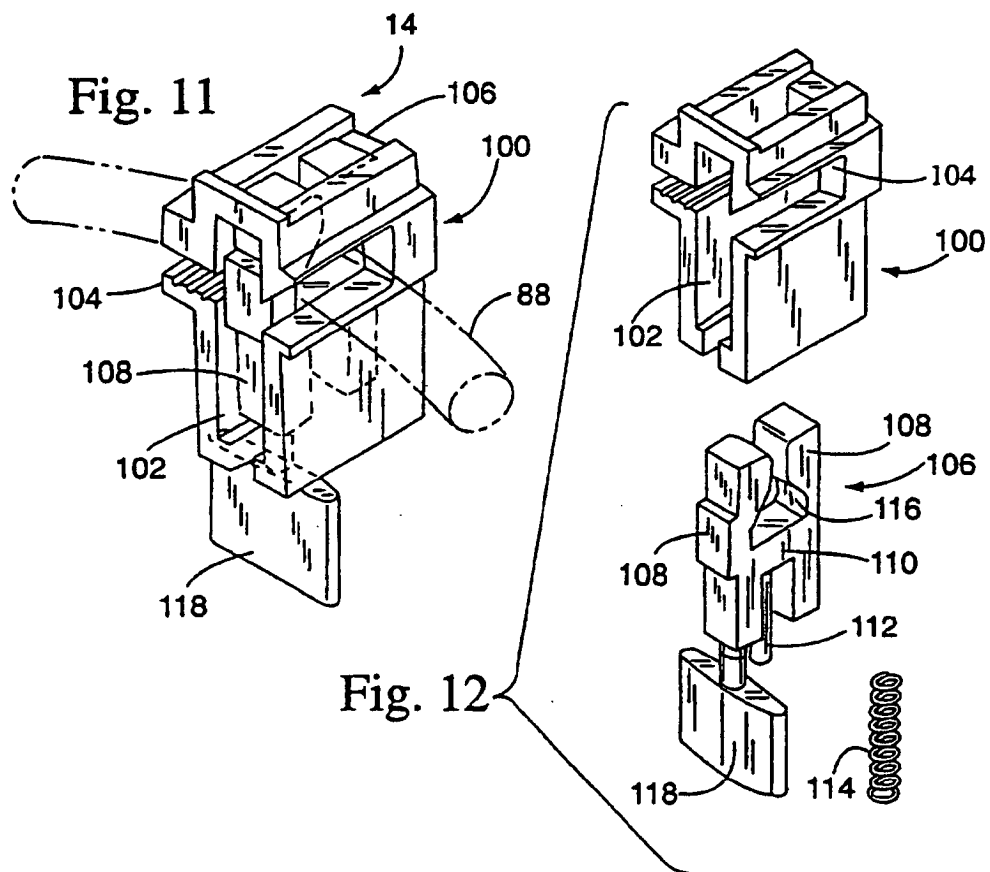
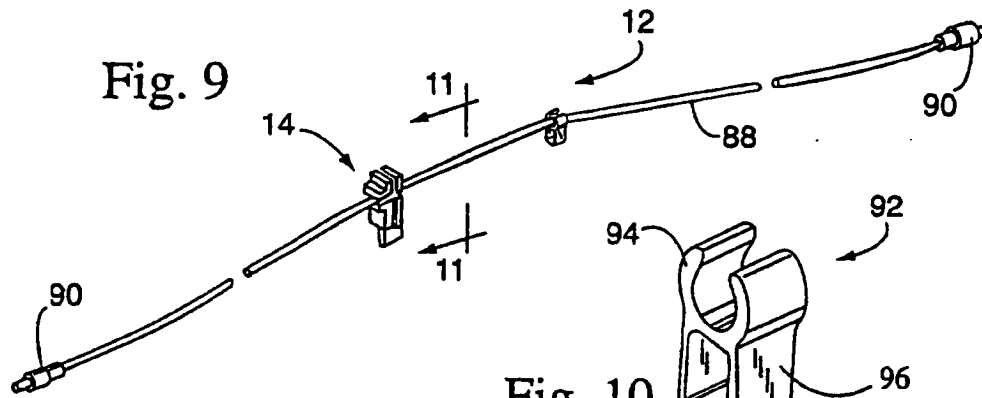
Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen









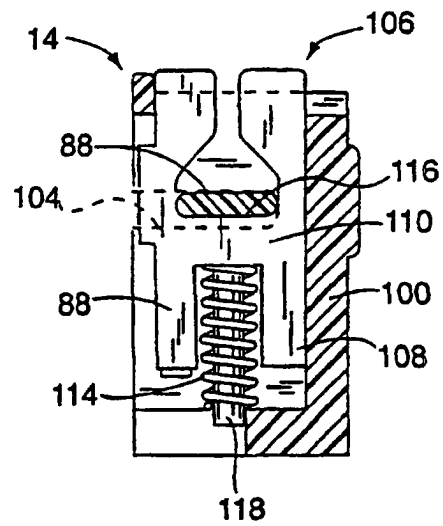
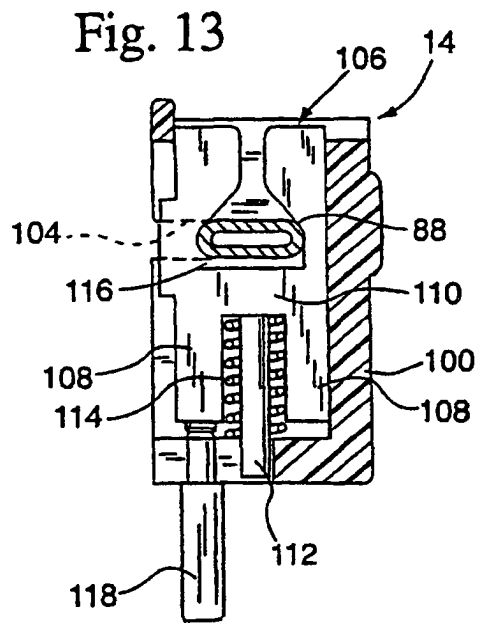


Fig. 14

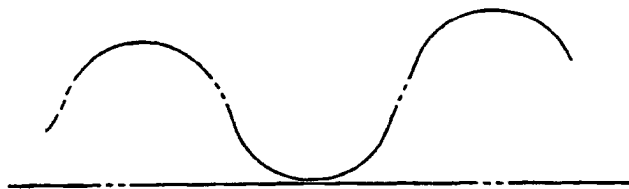


Fig. 15

BISHERIGER STAND
DER TECHNIK



Fig. 15b

BISHERIGER STAND
DER TECHNIK



Fig. 15c

