



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 208 539.0**
(22) Anmeldetag: **30.05.2018**
(43) Offenlegungstag: **05.12.2019**

(51) Int Cl.: **A61M 1/12** (2006.01)
A61M 1/10 (2006.01)
H02K 5/22 (2006.01)
A61N 1/372 (2006.01)
H02K 11/00 (2016.01)

(71) Anmelder:
Kardion GmbH, 70376 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Kassel, Julian, 71034 Böblingen, DE; Minzenmay, David, 70569 Stuttgart, DE; Schlebusch, Thomas Alexander, 71272 Renningen, DE

(74) Vertreter:
Pfiz/Gauss Patentanwälte PartmbB, 70178 Stuttgart, DE

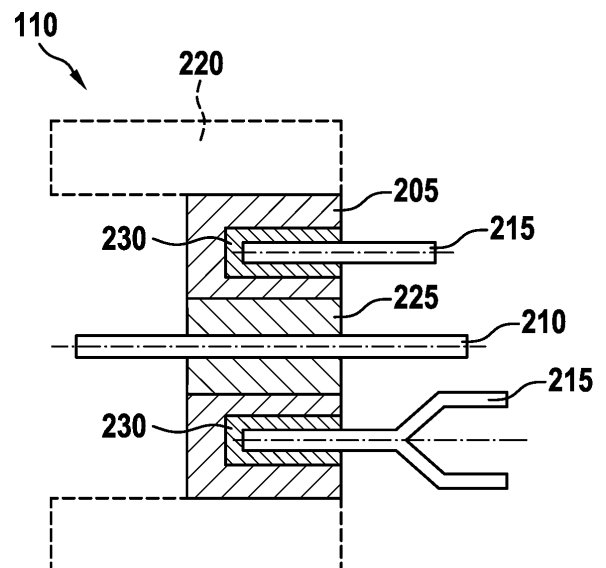
(56) Ermittelter Stand der Technik:
WO 2014/ 042 925 A2

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Motorgehäusemodul zum Abdichten eines Motorraums eines Motors eines Herzunterstützungssystems und Herzunterstützungssystem und Verfahren zum Montieren eines Herzunterstützungssystems**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Motorgehäusemodul (110) zum Abdichten eines Motorraums eines Motors eines Herzunterstützungssystems. Das Motorgehäusemodul (110) weist zumindest einen Durchführungsabschnitt (205), zumindest eine Durchführleitung (210) und zumindest einen Kontaktstift (215) auf. Der Durchführungsabschnitt (205) ist zum Herstellen einer elektrischen Verbindung zwischen dem Herzunterstützungssystem und einem Anschlusskabel zum externen Kontaktieren des Herzunterstützungssystems ausgebildet. Die zumindest eine Durchführleitung (210) ist in dem Durchführungsabschnitt (205) eingebettet und erstreckt sich durch den Durchführungsabschnitt (205) hindurch. Die Durchführleitung (210) ist an den Motor und an das Anschlusskabel anschließbar. Ein erstes Ende des zumindest einen Kontaktstifts (215) ist in dem Durchführungsabschnitt (205) eingebettet und ein zweites Ende des Kontaktstifts (215) ragt auf einer von dem Motorraum abgewandten Seite aus dem Durchführungsabschnitt (205) heraus. Das zweite Ende des Kontaktstifts (215) ist an eine Sensorleitung zu zumindest einem Sensor des Herzunterstützungssystems und an das Anschlusskabel anschließbar.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht von einer Vorrichtung oder einem Verfahren nach Gattung der unabhängigen Ansprüche aus. Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch ein Computerprogramm.

[0002] Herzunterstützungssysteme, wie beispielsweise ein linksventrikuläres Herzunterstützungssystem, können in eine Herzkammer implantiert werden und integrierte elektronische Komponenten, beispielsweise Sensoren, aufweisen. Die Integration elektronischer Komponenten in das Herzunterstützungssystem erfolgt meist klassisch auf Substraten, z. B. Leiterplatten oder gedruckten Leiterplatten (PCBs, printed circuit boards), aufgebaut und in entsprechend große Kavitäten des Herzunterstützungssystems integriert. Diese Herzunterstützungssysteme können beispielsweise mittels einer Sternotomie implantiert werden. Zudem ist es möglich, kompakter gebaute Herzunterstützungssysteme, beispielsweise auch linksventrikuläre Herzunterstützungssysteme, minimalinvasiv in ein Blutgefäß zu implantieren. Diese kompakter gebauten Herzunterstützungssysteme weisen aufgrund der Anforderungen an die Baugröße bisher keine integrierten elektronischen Komponenten mit implantiert platzierter Verarbeitungselektronik auf.

[0003] Die US9474840B2 beschreibt die Integration eines optischen Drucksensors in die Spitze eines kompakter gebauten Herzunterstützungssystems zum minimalinvasiven Implantieren. Die optische Zuleitung ist mittels einer Glasfaser in einem Kanal aufwendig realisiert. Die gesamte Auswertelektronik wird durch die Glasfaser abgesetzt in einer extrakorporalen Steuerkonsole platziert. Für vollimplantierte Systeme ist es jedoch erforderlich, auch die Verarbeitungselektronik implantiert zu platzieren.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Vor diesem Hintergrund werden mit dem hier vorgestellten Ansatz ein Motorgehäusemodul zum Abdichten eines Motorraums eines Motors eines Herzunterstützungssystems, ein Herzunterstützungssystem sowie ein Verfahren zum Montieren eines Herzunterstützungssystems gemäß den Hauptansprüchen vorgestellt. Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im unabhängigen Anspruch angegebenen Vorrichtung möglich.

[0005] Mit diesem Ansatz wird ein Motorgehäusemodul für ein Herzunterstützungssystem vorgestellt. Das Motorgehäusemodul kann den Motorraum des Herzunterstützungssystems fluiddicht abdichten und

den Motor des Herzunterstützungssystems mit einem Anschlusskabel verbinden, über das der Motor mit Strom versorgt werden kann. Zudem können mittels dem Motorgehäusemodul Sensorsignale zusammengeführt, verarbeitet und über das Anschlusskabel weitergeleitet werden. Das Motorgehäusemodul und das Herzunterstützungssystem können dabei vorteilhafterweise so kompakt gestaltet sein, das sie beispielsweise für ein linksventrikuläres Herzunterstützungssystem (LVAD, left ventricular assist device) zum minimalinvasiven Implantieren als vollimplantiertes System verwendet werden können. Vorteilhafterweise ist es somit möglich, auch in einem kompakt gebauten Herzunterstützungssystem elektronische Bauelemente zu integrieren.

[0006] Es wird ein Motorgehäusemodul zum Abdichten eines Motorraums eines Motors eines Herzunterstützungssystems vorgestellt. Das Motorgehäusemodul weist einen Durchführungsabschnitt, zumindest eine Durchführleitung und zumindest einen Kontaktstift auf. Der Durchführungsabschnitt ist ausgebildet, eine elektrische Verbindung zwischen dem Herzunterstützungssystem und einem Anschlusskabel zum externen Kontaktieren des Herzunterstützungssystems herzustellen. Die zumindest eine Durchführleitung ist in dem Durchführungsabschnitt eingebettet und erstreckt sich durch den Durchführungsabschnitt hindurch. Die Durchführleitung ist an den Motor und an das Anschlusskabel anschließbar. Ein erstes Ende des zumindest einen Kontaktstifts ist in den Durchführungsabschnitt eingebettet und ein zweites Ende ragt auf einer von dem Motorraum abgewandten Seite aus dem Durchführungsabschnitt heraus. Das zweite Ende des Kontaktstifts ist an eine Sensorleitung zu zumindest einem Sensor des Herzunterstützungssystems und an das Anschlusskabel anschließbar.

[0007] Das Motorgehäusemodul kann beispielsweise einteilig oder zweiteilig ausgeführt sein. Beispielsweise kann das Motorgehäusemodul Titankomponenten oder Glaskomponenten aufweisen. Das Herzunterstützungssystem kann beispielsweise ein linksventrikuläres Herzunterstützungssystem sein, das eine Herzpumpe mit einem Motor aufweist. Bei dem Motorraum kann es sich beispielsweise um einen Abschnitt des Herzunterstützungssystems handeln, beispielsweise auch um einen Gehäuseabschnitt. Der Motorraum kann mittels des hier vorgestellten Gehäuses vorteilhafterweise hermetisch, also fluiddicht, abgedichtet werden. Das Motorgehäusemodul kann beispielsweise aus einem Material bestehen, das eine Schweißverbindung zwischen dem Motor oder dem Motorraum und dem Motorgehäusemodul ermöglicht, um den Motorraum abzudichten. Der Durchführungsabschnitt zum Herstellen einer elektrischen Verbindung zwischen dem Herzunterstützungssystem und dem Anschlusskabel kann beispielsweise einteilig ausgeführt sein. Alternativ

kann der Durchführungsabschnitt beispielsweise einen Frästeil und eine Glaskomponente umfassen, die beispielsweise durch Laserschweißen oder Sintern hermetisch miteinander verbunden sind. Die Durchführleitung und der Kontaktstift können beispielsweise aus einem elektrisch leitfähigen Material, beispielsweise einem Metall wie einer Eisen-Nickel-Kobalt-Legierung mit einem geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten oder Edelstahl bestehen. Das Anschlusskabel zum externen Kontaktieren des Herzunterstützungssystems kann beispielsweise eine elektrische Verbindung zu einer weiteren implantierten Komponente herstellen, beispielsweise einer Stromquelle und/oder Steuereinheit des Herzunterstützungssystems. Die Sensorleitung kann beispielsweise eine Gruppe von Leitungen umfassen und ausgebildet sein, um Sensorsignale eines Sensors im Pumpenkopf des Herzunterstützungssystems und/oder Sensorsignale mehrerer Sensoren weiterzuleiten. Die Sensorleitung kann beispielsweise als ein aufgebrachtes flexibles Dünnschichtsubstrat realisiert sein.

[0008] Der Durchführungsabschnitt kann gemäß einer Ausführungsform zumindest eine mit einem elektrisch isolierenden Material verfüllte Durchgangsöffnung zum Einbetten der zumindest einen Durchführleitung und zumindest ein mit einem elektrisch isolierenden Material verfülltes Sackloch zum Einbetten des zumindest einen Kontaktstifts aufweisen. Vorteilhafterweise kann der Durchführungsabschnitt somit beispielsweise aus Glas hergestellt sein oder werden, und sowohl die Durchführleitung als auch der Kontaktstift können eingebettet werden. Diese Ausführungsform ermöglicht vorteilhafterweise eine besonders kostensparende Herstellung.

[0009] Von Vorteil ist es zudem gemäß einer Ausführungsform, wenn die zumindest eine Durchführleitung und zusätzlich oder alternativ der zumindest eine Kontaktstift zylinderförmig oder kelchförmig ausgeformt sind. Wenn die zumindest eine Durchführleitung und der zumindest eine Kontaktstift zylinderförmigen, also als gerade Pins, ausgeführt sind, kann die Anbindung des Anschlusskabels beispielsweise durch direktes Löten, Kleben, Crimpen oder Schweißen der Anschlusskabelnuten an den Pin oder unter Verwendung einer Hülse oder eines Steckers erfolgen. Bei einer kelchförmig oder tulpenförmigen Ausformung der zumindest einen Durchführleitung und zusätzlich oder alternativ des zumindest einen Kontaktstifts kann das Anbinden an das Anschlusskabel beispielsweise durch ein Einführen der Litzen des Anschlusskabels in den Kelch der Durchleitung oder des Kontaktstifts erfolgen, wobei das Fixieren mittels Löten, Kleben, Crimpen oder Schweißen realisiert werden kann. Vorteilhafterweise lassen sich gemäß dieser Ausführungsform verschiedene Anwendungsformen realisieren, was in Bezug auf eine möglichst einfache Bauweise von Vorteil ist. Zudem kann bei-

spielsweise eine zusätzliche mechanische Stabilisierung der Anbindung erfolgen, beispielsweise durch einen Stecker als Teil der Anbindung.

[0010] Gemäß einer Ausführungsform kann das Motorgehäusemodul einen Korpus umfassen. Der Korpus kann eine Sensornut zum Aufnehmen zumindest eines elektronischen Bauteils, insbesondere eines Sensors und zusätzlich oder alternativ eines Sensor-Hubs, aufweisen. Vorteilhafterweise kann somit ein Sensor auf dem Korpus des Motorgehäusemoduls platziert werden, was eine kompakte Bauweise ermöglicht. Die elektrische Kontaktierung eines in der Sensornut aufgenommenen elektronischen Bauteils mit dem Durchführungsabschnitt kann beispielsweise mittels eines elektrisch leitfähigen Substrats, beispielsweise eines flexiblen Dünnschichtsubstrats, erfolgen. Die Sensornut kann beispielsweise auch als Mulde oder als Kavität ausgeformt sein. Der Korpus kann beispielsweise ein Frästeil aus Titan sein. Der Korpus kann beispielsweise ausgeformt sein, um den Durchführungsabschnitt zu umschließen. Der Durchführungsabschnitt, der beispielsweise Glas aufweisen kann, kann dann durch Laserschweißen, Sintern oder Umspritzen hermetisch mit dem Frästeil kombiniert werden. Eine Integration des Durchführungsabschnitts in den Korpus kann in Bezug auf die Bauweise vorteilhaft sein, da der Korpus des Motorgehäusemoduls besonders einfach mit einem anderen Abschnitt des Herzunterstützungssystems, beispielsweise dem Motorraum oder dem Motor, verschweißt werden kann.

[0011] Wenn das Motorgehäusemodul gemäß einer Ausführungsform eine Sensornut aufweist, kann das Motorgehäusemodul zusätzlich eine Sensorkappe zum Abdecken des zumindest einen in der Sensornut aufgenommenen elektronischen Bauteils aufweisen. Die Sensorkappe kann beispielsweise ein Metall aufweisen und durch Kleben fixiert werden. Vorteilhafterweise kann so ein aufgenommenes elektronisches Bauteil durch die Sensorkappe geschützt werden.

[0012] Zudem kann das Motorgehäuse gemäß dieser Ausführungsform einen Sensorleitungsabschnitt der Sensorleitung aufweisen. Der Sensorleitungsabschnitt kann im Bereich der Sensornut einen Sensorträger zum Anschließen des zumindest einen elektronischen Bauteils ausformen. Der Sensorleitungsabschnitt repräsentiert einen Teil der Sensorleitung des Herzunterstützungssystems, die Sensorleitung kann dazu beispielsweise modular ausgeführt sein. Zum Ausformen des Sensorträgers kann sich die Sensorleitung beispielsweise im Bereich des Sensorleitungsabschnitts aufweiten. Vorteilhafterweise ist gemäß dieser Ausführungsform eine Verbindung mit der Sensorleitung und eine Integration eines elektronischen Bauteils, wie beispielsweise eines weiteren

Sensors, besonders platzsparend und einfach möglich.

[0013] Das elektronische Bauteil kann gemäß einer Ausführungsform einen Sensor-Hub aufweisen. Der Sensor-Hub kann ausgebildet sein, zumindest ein Sensorsignal des zumindest einen Sensors des Herzunterstützungssystems zu verarbeiten. Zusätzlich oder alternativ kann der Sensor-Hub dazu ausgebildet sein, das Sensorsignal über den zumindest einen Kontaktstift an das Anschlusskabel bereitzustellen. Unter dem Sensor-Hub kann beispielsweise ein Gerät verstanden werden, das Netzknoten mehrerer Sensoren beispielsweise sternförmig miteinander verbindet. Der Sensor-Hub kann ein Rechnernetz sein. Der Sensor-Hub kann als Kopplungselement mehrerer Sensoren bezeichnet werden. Der Sensor-Hub kann beispielsweise den Sensor am Pumpenkopf mit einem in der Sensornut des Motorgehäusemoduls aufgenommenen Sensor verbinden. Die Verbindung mehrerer Sensoren mittels eines Sensor-Hubs kann vorteilhaft sein, um eine Ausfallsicherheit gegenüber einem physikalischen Bus-Netz zu erhöhen. Der Sensor-Hub kann beispielsweise Kalibrier- und Identifikationsinformationen von der Pumpe und den Sensoren des Herzunterstützungssystems umfassen und über einen Kommunikationsbus im Anschlusskabel von einem zentralen Steuergerät des Herzunterstützungssystems auslesbar sein. Auf diese Weise kann das Steuergerät beispielsweise mit Motordaten parametrisiert werden. Der Sensor-Hub kann zudem dazu genutzt werden, Sensordaten der Sensoren der Pumpe vorzuverarbeiten, z. B. zu aggregieren, zu filtern, oder zu kalibrieren und das Kommunikationsprotokoll der Sensoren auf ein robusteres Kommunikationsprotokoll zu übersetzen und künstliche Redundanz oder Prüfsummen hinzuzufügen.

[0014] Vorteilhafterweise kann der Sensorleitungsabschnitt gemäß einer Ausführungsform einen Kontaktabschnitt aufweisen. Der Kontaktabschnitt kann an einer von dem Motorraum abgewandten Seite des Durchführungsabschnitts angeordnet sein. Zudem kann der Kontaktabschnitt O-förmig oder U-förmig ausgeformt sein. Vorteilhafterweise kann der Kontaktabschnitt zum elektrischen Kontaktieren der Sensorleitung mit dem Durchführungsabschnitt verwendet werden, wobei diese Ausführungsform besonders platzsparend ist. Der Kontaktabschnitt kann dazu beispielsweise als ein Endabschnitt des Sensorleitungsabschnitts ausgeformt sein und auf den Durchführungsabschnitt umgeklappt sein oder werden, wobei durch die O-Form oder U-Form beispielsweise das Kontaktieren des Anschlusskabels mit dem zumindest einen Kontaktstift ohne einen Kontakt des Kontaktabschnitts zur Durchführleitung realisiert werden kann.

[0015] Der Kontaktabschnitt kann gemäß einer Ausführungsform zumindest eine Kontaktfläche zum Anschließen an den zumindest einen Kontaktstift aufweisen. Die Kontaktfläche kann ausgeformt sein, um den zumindest einen Kontaktstift zumindest teilweise zu umschließen. Die Kontaktfläche kann dazu beispielsweise halbkreis- oder ellipsenförmig sein. Die Kontaktfläche kann beispielsweise einen offenliegenden elektrisch kontaktierbaren Bereich aufweisen, wobei der elektrische Kontakt zwischen dem Sensorleitungsabschnitt und dem Kontaktstift beispielsweise durch Lot oder Kleber hergestellt werden kann.

[0016] Gemäß einer Ausführungsform kann das Motorgehäusemodul eine Anschlussstellenkappe zum Abdecken einer Anschlussstelle zwischen dem Durchführungsabschnitt und dem Anschlusskabel aufweisen. Dies ist von Vorteil, um die Anschlussstelle zu schützen. Die Anschlussstellenkappe kann beispielsweise auch ein Teil der Sensorkappe sein. Die Anschlussstellenkappe kann, wie auch die Sensorkappe, mit einer Vergussmasse ausgefüllt werden, beispielsweise einem Silikon oder Epoxidharz, um Sensoren und Kontaktstellen vor Korrosion und leitfähigen Flüssigkeiten zu schützen. Die Anschlussstellenkappe kann flexibel ausgeformt sein, um neben einem mechanischen Schutz einen Knickschutz und eine Zugentlastung realisieren zu können.

[0017] Zudem kann das Motorgehäusemodul gemäß einer Ausführungsform eine Koppeleinrichtung zum Ankoppeln einer Einführeinrichtung zum Einführen des Herzunterstützungssystems an das Motorgehäusemodul aufweisen, insbesondere wobei die Koppeleinrichtung zumindest ein Fixierelement aufweisen kann. Dies ist von Vorteil, um das Motorgehäusemodul beispielsweise formschlüssig und/oder kraftschlüssig an die Einführeinrichtung fixieren zu können, beispielsweise um das Herzunterstützungssystem, welches das Motorgehäusemodul umfasst, minimalinvasiv einbringen zu können, und nach erfolgtem Implantieren der Einführeinrichtung abkoppeln zu können, um das Herzunterstützungssystem am Bestimmungsort freizusetzen. Das Fixierelement kann beispielsweise eine Klammer, auch Clamp genannt, oder dergleichen aufweisen. Die Koppeleinrichtung kann gemäß einer Ausführungsform auf dem Korpus des Motorgehäusemoduls realisiert sein.

[0018] Es wird zudem ein Herzunterstützungssystem vorgestellt. Das Herzunterstützungssystem weist ein Gehäuse mit einem Motorraum, einen Motor, der in dem Motorraum angeordnet ist, zumindest einen Sensor, eine mit dem zumindest einen Sensor elektrisch verbundene Sensorleitung, ein Anschlusskabel zum externen Kontaktieren des Herzunterstützungssystems und eine Ausführungsform des vorstehend genannten Motorgehäusemoduls als Teil des Gehäuses auf. Der Motor und der zumindest eine Sensor

sind mittels des Motorgehäusemoduls elektrisch mit dem Anschlusskabel verbunden.

[0019] Bei dem Herzunterstützungssystem kann es sich um ein ventrikuläres Herzunterstützungssystem, insbesondere ein linksventrikuläres Herzunterstützungssystem handeln. Das Herzunterstützungssystem kann beispielsweise einen Elektromotor oder eine elektrisch betriebene Motor-Kupplung-Pumpeneinheit aufweisen. Der Sensor kann beispielsweise am Pumpenkopf und zusätzlich oder alternativ an dem Motorgehäusemodul angeordnet sein. Der Sensor kann beispielsweise ein Drucksensor sein oder ein Sensor zum Messen der Blutflussrichtung. Das Herzunterstützungssystem kann beispielsweise zum minimalinvasiven Einführen zylinderförmig sein und einen Durchmesser aufweisen, der geringer als die menschliche Aorta ist, beispielsweise 5 bis 12 Millimeter.

[0020] Zudem wird ein Verfahren zum Montieren eines Herzunterstützungssystems vorgestellt. Das Herzunterstützungssystem weist einen Motor, einen Motorraum, zumindest einen Sensor, eine mit dem zumindest einen Sensor elektrisch verbundene Sensorleitung und ein Anschlusskabel zum externen Kontaktieren des Herzunterstützungssystems auf. Das Verfahren umfasst einen Schritt des Bereitstellens, einen Schritt des Herstellens, einen Schritt des Kontaktierens und einen Schritt des Erzeugens. Im Schritt des Bereitstellens wird eine Ausführungsform des vorstehend genannten Motorgehäusemoduls bereitgestellt. Im Schritt des Herstellens wird eine elektrisch leitfähige Verbindung zwischen der zumindest einen Durchführleitung des Motorgehäusemoduls und dem Motor des Herzunterstützungssystems hergestellt. Im Schritt des Erzeugens wird eine stoffschlüssige Verbindung zwischen dem Motorgehäusemodul und dem Herzunterstützungssystem erzeugt, um den Motorraum des Herzunterstützungssystems abzudichten. Im Schritt des Kontaktierens wird der zumindest eine Kontaktstift des Motorgehäusemoduls mit der Sensorleitung des Herzunterstützungssystems kontaktiert.

[0021] Die stoffschlüssige Verbindung kann beispielsweise mittels Schweißen erzeugt werden. Optional kann nach dem Verschweißen zudem noch eine Sensorkappe und zusätzlich oder alternativ eine Anschlussstellenkappe zum Abdecken und Schützen eines elektronischen Bauteils oder einer elektrisch leitfähigen Schnittstelle einer Komponente des Herzunterstützungssystems montiert werden.

[0022] Das Verfahren kann gemäß einer Ausführungsform zudem einen Schritt des Anschließens des Anschlusskabels des Herzunterstützungssystems an die zumindest eine Durchführleitung und den zumindest einen Kontaktstift des Motorgehäusemoduls umfassen. Der Schritt des Anschließens kann vor oder

nach dem Schritt des Erzeugens erfolgen. Wenn der Schritt des Anschließens nach dem Schritt des Erzeugens erfolgt, kann das Motorgehäusemodul eine Durchlassöffnung für das Anschlusskabel aufweisen.

[0023] Dieses Verfahren kann beispielsweise in Software oder Hardware oder in einer Mischform aus Software und Hardware beispielsweise in einem Steuergerät implementiert sein.

[0024] Von Vorteil ist auch ein Computerprogrammprodukt oder Computerprogramm mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger oder Speichermedium wie einem Halbleiterspeicher, einem Festplattenspeicher oder einem optischen Speicher gespeichert sein kann und zur Durchführung, Umsetzung und/oder Ansteuerung der Schritte des Verfahrens nach einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen verwendet wird, insbesondere wenn das Programmprodukt oder Programm auf einem Computer oder einer Vorrichtung ausgeführt wird.

[0025] Ausführungsbeispiele des hier vorgestellten Ansatzes sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Herzunterstützungssystems gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Motorgehäusemoduls gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Motorgehäusemoduls gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Motorgehäusemoduls gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Sensorleitungsabschnitts eines Motorgehäusemoduls gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Kapenelements für ein Motorgehäusemodul gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Motorgehäusemoduls gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Motorgehäusemoduls gemäß einem Ausführungsbeispiel; und

Fig. 9 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Montieren eines Herzunterstützungssystems gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0026] In der nachfolgenden Beschreibung günstiger Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden für die in den verschiedenen Figuren dargestellten und ähnlich wirkenden Elemente gleiche oder ähnliche Bezugszeichen verwendet, wobei auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente verzichtet wird.

[0027] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Herzunterstützungssystems **100** gemäß einem Ausführungsbeispiel. Es ist eine Seitenansicht des Herzunterstützungssystems **100** gezeigt, das hier beispielhaft als linksventrikuläres Herzunterstützungssystem **100** ausgeführt ist. Das Herzunterstützungssystem **100** weist ein Gehäuse **105** auf. Als Teil des Gehäuses **105** umfasst das Herzunterstützungssystem **100** ein Motorgehäusemodul **110**. Von dem Gehäuse **105** und dem Motorgehäusemodul **110** ist ein Motorraum **112** umschlossen. In dem Motorraum **112** ist ein Motor **115** angeordnet. An einer Kopfseite des Herzunterstützungssystems **100** ist in einer Sensorbaugruppe zumindest ein Sensor **120** angeordnet. Der Sensor **120** ist elektrisch mit einer Sensorleitung **125** verbunden. Die Sensorleitung **125** ist hier beispielhaft über das Gehäuse **105** zu dem Motorgehäusemodul **110** geführt, sie kann auch zumindest abschnittsweise innerhalb des Gehäuses **105** verlaufen oder spiralförmig über das Gehäuse **105** geführt sein. Der Sensor **120** kann beispielsweise ein Drucksensor oder ein Flusssensor zum Blutflussmessen sein, beispielsweise mittels Ultraschall oder Laser. An der dem Motorraum **112** abgewandten Seite des Motorgehäusemoduls **110** weist das Herzunterstützungssystem **100** ein Anschlusskabel **130** zum externen Kontaktieren des Herzunterstützungssystems **100** auf. Das Motorgehäusemodul **110** kann als elektrisches Verbindungselement bezeichnet werden: Der Motor **115** und der zumindest eine Sensor **120** sind mittels des Motorgehäusemoduls **110** elektrisch mit dem Anschlusskabel **130** verbunden. Das Motorgehäusemodul **110**, auch Motor-Backend genannt, ist dazu ausgeformt, den Motorraum **112** hermetisch zu verschließen und somit fluiddicht abzudichten. Zudem ist das Motorgehäusemodul **110** dazu ausgebildet, eine elektrische Verbindung zwischen dem hermetisch verschlossenen Motorinneren des Motors **115** und der Umgebung des Herzunterstützungssystems **100** herzustellen: Das Motorgehäusemodul **110** übernimmt die Aufgaben der Zusammenführung der Sensorleitung **125**, die elektrische Signale aus einem Pumpenkopf **135** des Herzunterstützungssystems **100** zum Motorgehäusemodul **110** führt, mit dem Anschlusskabel **130**, das die Sensorsignale weiterführt und den Motor mit elektrischer Energie versorgt. Dazu können elektrische Leiter aus dem Inneren des Motors **115** mit dem auf der Außenseite des Motors **115** geführten Sensorkabel **125** und dem Anschlusskabel **130**, auch Zuleitungskabel genannt, zusammengeführt werden. Auf diese Weise kann eine mechanisch sichere Verbindung

des Anschlusskabels **130** mit dem Motorgehäusemodul **110** hergestellt werden. Über das Anschlusskabel **130** kann das Herzunterstützungssystem **100** an eine weitere Komponente angeschlossen sein oder werden, wie eine Energiequelle, eine Datenverarbeitungseinrichtung oder ein Steuergerät.

[0028] Das Herzunterstützungssystem **100** weist einen zylinderförmigen, länglichen Aufbau mit im Wesentlichen konstantem Außendurchmesser und abgerundeten, sich verjüngenden Enden zur einfachen Platzierung mittels eines Katheters in einem Blutgefäß, etwa der Aorta, auf. Das Motorgehäusemodul **110** ist konusförmig ausgeformt, mit einer Grundfläche in Richtung des Motorraums **112**, die dem Außendurchmesser des Herzunterstützungssystems **100** entspricht, und mit einer kleineren Deckfläche als Übergang zum Anschlusskabel **130**.

[0029] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Motorgehäusemoduls **110** zum Abdichten eines Motorraums eines Motors eines Herzunterstützungssystems gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Motorgehäusemodul **110** entspricht oder ähnelt hierbei dem Motorgehäusemodul **110** aus Fig. 1. Gezeigt ist ein Querschnitt einer Seitenansicht des Motorgehäusemoduls **110**. Das Motorgehäusemodul **110** weist zumindest einen Durchführungsabschnitt **205** zum Herstellen einer elektrischen Verbindung zwischen dem Herzunterstützungssystem und einem Anschlusskabel zum externen Kontaktieren des Herzunterstützungssystems auf. Zudem weist das Motorgehäusemodul **110** zumindest eine Durchführleitung **210** auf, die in dem Durchführungsabschnitt **205** eingebettet ist und sich durch den Durchführungsabschnitt **205** hindurch erstreckt. Die Durchführleitung **210** ist an den Motor und an das Anschlusskabel des Herzunterstützungssystems anschließbar. Das Motorgehäusemodul **110** weist ferner zumindest einen Kontaktstift **215** auf. Beispielfhaft sind hier zwei unterschiedlich ausgeformte Kontaktstifte **215** gezeigt. Ein erstes Ende des Kontaktstifts **215** ist in dem Durchführungsabschnitt **205** eingebettet und ein zweites Ende ragt auf einer von dem Motorraum abgewandten Seite aus dem Durchführungsabschnitt **205** heraus. Das zweite Ende des Kontaktstifts **215** ist an eine Sensorleitung zu zumindest einem Sensor des Herzunterstützungssystems und an das Anschlusskabel anschließbar.

[0030] Der Durchführungsabschnitt **205** kann wie in dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel zumindest eine mit einem elektrisch isolierenden Material verfüllte Durchgangsöffnung **225** zum Einbetten der zumindest einen Durchführleitung **210** und zumindest ein mit einem elektrisch isolierenden Material verfülltes Sackloch **230** zum Einbetten des zumindest einen Kontaktstifts **215** aufweisen. Eines der Sacklöcher kann auch leitfähig, beispielsweise mit elektrisch leitfähigem Kleber verfüllt sein, um eine elek-

trische Verbindung zwischen Motorgehäuse und einem Leiter des Anschlusskabels herzustellen. Dies kann beispielsweise der elektrischen Schirmung von Motor und Anschlusskabel dienen. Der Durchführungsabschnitt **205** ist beispielsweise aus Titan ausgeformt. Die Durchgangsöffnung **225** und die beiden gezeigten Sacklöcher **230** sind in dem Durchführungsabschnitt **205** ausgeformt und beispielsweise mit Glas als elektrisch isolierendes Material verfüllt. Die Sacklöcher **230** können entsprechend auch als blinde Glasdurchführungen bezeichnet werden, da sie nicht bis in das Innere des hermetisch verschlossenen Motors geführt sind. Die Durchführleitung **210**, die als Durchführstift oder Pin realisiert sein kann, wird zur elektrischen Kontaktierung des Motors genutzt. Die Kontaktstifte **215**, auch Blindpins genannt, werden zur Umverdrahtung der Sensorleitung genutzt. Die Durchführleitung **210** sowie der zumindest eine Kontaktstift **215** sind aus einem elektrisch leitfähigen Material ausgeformt, beispielsweise aus einem Metall wie einer Eisen-Nickel-Cobalt-Legierung mit einem geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten oder Edelstahl.

[0031] Die zumindest eine Durchführleitung **210** und/oder der zumindest eine Kontaktstift **215** können zylinderförmig ausgeformt sein, wie hier beispielhaft bei der Durchführleitung **210** und dem oberen der beiden Kontaktstifte **215** gezeigt, also als gerade Pins. Die Durchführleitung **210** und/oder der zumindest eine Kontaktstift **215** können alternativ auch kelchförmig ausgeformt sein, wie beispielhaft bei dem unteren der beiden Kontaktstifte **215** gezeigt. Wenn die Durchführleitung **210** und/oder der zumindest eine Kontaktstift **215** zylinderförmig ausgeformt sind, kann die Anbindung des Anschlusskabels beispielsweise durch direktes Lötten, Kleben, Crimpen oder Schweißen der Anschlusskabelnuten an die Durchführleitung **210** und/oder den Kontaktstift **215** oder unter Verwendung einer Hülse oder eines Steckers erfolgen. Wenn die Durchführleitung **210** und/oder der zumindest eine Kontaktstift **215** kelchförmig ausgeformt sind, kann die Kabelverbindung mit dem Anschlusskabel durch Einführen der Litzen in den Kelch realisiert werden. Eine Fixierung kann durch Lötten, Kleben, Crimpen oder Schweißen erfolgen.

[0032] Das Motorgehäusemodul **110** ist gemäß dem in **Fig. 2** dargestellten Ausführungsbeispiel zweiteilig ausgeführt, mit einem Korpus **220** und dem Durchführungsabschnitt **205**, der beispielsweise als sogenannte Glas-Feedthrough-Komponente ausgeformt ist. Die zweiteilige Ausführung des Motorgehäusemoduls **110** ist produktionstechnisch vorteilhaft. Die elektrische Kontaktierung des Motors und der Sensorleitung mit dem Durchführungsabschnitt **205** kann in diesem Fall im Inneren des Motorgehäusemoduls **110**, im Folgenden auch Backend genannt, ermöglicht werden, wobei Motorlitzen beispielsweise an den Durchführungsabschnitt **205** angelötet wer-

den können. Von Vorteil bei der zweiteiligen Ausführung des Motorgehäusemoduls **110** ist, dass für den Durchführungsabschnitt **205** auf eine Standard-Glas-Durchführung, ein Standard-Glas-Feedthrough, zurückgegriffen werden kann, das dann beispielsweise durch Laserschweißen, Sintern oder Umspritzen hermetisch mit dem als Frästeil ausgeführten Korpus **220** kombiniert werden kann, wobei der Korpus weitere Merkmale, wie die Integration von Clamps als Fixierlement der Koppelinrichtung und eine Sensormulde in Form der Sensornut aufweisen kann, wie beispielsweise anhand von **Fig. 8** beschrieben. Die zweiteilige Ausführung des Motorgehäusemoduls **110** ist zudem in Bezug auf die Montage vorteilhaft, da beispielsweise folgender Produktionsablauf realisiert werden kann: Kontaktieren des Durchführungsabschnitts **205** mit dem Motorinneren, Verbinden des Durchführungsabschnitts **205** mit dem Korpus **220**, beispielsweise durch Aufschieben des Korpus **220** über den Durchführungsabschnitt **205**, Verschweißen des Korpus **220** mit dem Motorgehäuse **112**, Verschweißen des Korpus **220** mit dem Durchführungsabschnitt **205**, Herstellen einer elektrischen Verbindung des Sensorkabels an die Kontaktstifte **215** und Kontaktieren des Anschlusskabels mit der Durchführleitung **210** und den Kontaktstiften **215**. Optional kann anschließend die Montage eines Kappenelements wie in **Fig. 6** gezeigt als Schutzkappe mit Verguss-erfolgen.

[0033] Die zweiteilige Ausführung des Motorgehäusemoduls **110** kann durch eine Kombination aus einem Frästeil als Korpus **220** zur Herstellung der entsprechenden Geometrie mit vorteilhafter mechanischer Robustheit und Festigkeit und durch einen Durchführungsabschnitt **205** mit klassischen Glas-Durchführungen realisiert werden. Der Korpus **220** als Frästeil kann vorteilhafterweise aus Titan ausgeformt sein, um das Motorgehäusemodul **110** besonders einfach und effizient an ein Motorgehäuse **112** des Motors **115** anschweißen zu können, das beispielsweise auch aus Titan bestehen kann. Auf diese Weise kann eine hermetisch dichte Verbindung zwischen dem Korpus **220** und dem Motorgehäuse **112** hergestellt werden, um den Motorraum fluiddicht abzudichten. Die Ausformung der Kontaktstifte **215** als Glas-Blindstifte, also als blind endende Glasdurchführung, ermöglicht eine robuste Umverdrahtung der flexiblen Sensorleitung auf das Anschlusskabel auf Basis der Glas-Feedthrough-Technik, durch die Möglichkeit, die Kontaktstifte **215** an die Sensorleitung und an das Anschlusskabel anzuschließen. **Fig. 2** zeigt somit ein Backend oder Motorgehäusemodul **110** mit Blind-Pins zur Umverdrahtung in Form der beiden beispielhaft gezeigten Kontaktstifte **215** in den Sacklöchern **230**.

[0034] **Fig. 3** zeigt eine schematische Darstellung eines Motorgehäusemoduls **110** gemäß einem Ausführungsbeispiel. Gezeigt ist eine Seitenansicht auf das

Motorgehäusemodul **110** mit dem Korpus **220** und dem Durchführungsabschnitt **205**, wobei der Durchführungsabschnitt **205** zum Einbetten der Durchföhrung und des zumindest einen Kontaktstifts ausgeformt ist und dazu beispielhafte Aussparungen aufweist.

[0035] Das Motorgehäusemodul **110**, auch Pumpen-Backend genannt, weist eine zylinderförmige Form mit einer abgesetzten Ebene in Richtung des Durchführungsabschnitts **205** auf. Auf dieser abgesetzten Ebene kann beispielweise ein Sensor platziert werden. Die abgesetzte Ebene kann als Mulde oder als Kavität oder als Nut ausgeformt sein. Gemäß dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel weist der Korpus **220** entsprechend eine Sensornut **305**, in Form der abgesetzten Ebene, zum Aufnehmen zumindest eines elektronischen Bauteils, insbesondere eines Sensors und/oder eines Sensor-Hubs, auf.

[0036] In der Sensornut **305** kann ein elektrisch leitfähiges Substrat angeordnet werden, um eine elektrische Kontaktierung eines in der Sensornut **305** aufgenommenen elektronischen Bauteils zu realisieren. Das Substrat kann beispielsweise ausgeformt sein, um das in der Sensornut **305** aufgenommene elektronische Bauteil an elektrisch leitfähigen Pins des Backends, also an den zumindest einen in den Durchführungsabschnitt **205** eingebetteten Kontaktstift, anzuschließen. Das Substrat ist beispielsweise ein flexibles Dünnschichtsubstrat. Gemäß dem in der folgenden Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiel kann das Substrat auch Teil der Sensorleitung oder eines Sensorleitungsabschnitts sein.

[0037] Optional kann das Motorgehäusemodul **110** eine Koppereinrichtung zum Ankoppeln einer Einföhrereinrichtung an das Herzunterstützungssystem aufweisen, wie in Fig. 9 gezeigt. Zudem kann das Motorgehäusemodul **110** optional eine Passung zum Anbinden eines wie in Fig. 6 gezeigten Kappenelements als Schutzkappe oder als Knickschutztöüle aufweisen. Das Kappenelement kann beispielweise ausgeformt sein, um die Sensornut **305** und den Durchführungsabschnitt **205** abzudecken.

[0038] Der Korpus **220** kann aus demselben Material wie der Motor des Herzunterstützungssystems ausgeformt sein, um eine hermetische Schweißverbindung zwischen dem Motor und dem Backend in Form des Motorgehäusemoduls **110** herstellen zu können. Eine feste Verbindung beispielsweise durch Ultraschallschweißen oder Anspritzen eines Polymers ist ebenfalls möglich, ebenso wie Sinterprozesse und Verglasungsprozesse von Keramikbauteilen, wenn das Motorgehäusemodul **110** beispielsweise Keramikkomponenten aufweist. Für die Verwendung des Motorgehäusemoduls **110** als elektrisches Verbindungselement ist der Durchführungsabschnitt **205** bedeutsam, der sowohl eine elektrische

Durchföhrung in das hermetisch verschlossene Innere, als auch eine Umverdrahtung für die Sensorleitung realisieren kann. Eine Fertigung des Motorgehäusemoduls **110** aus einem Teil verzichtet auf eine Schweißnaht und erfordert entsprechend ausgeformte GlasDurchföhrungen für den Durchführungsabschnitt **205**.

[0039] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Motorgehäusemoduls **110** gemäß einem Ausführungsbeispiel. Es ist eine Seitenansicht des mit dem Motorraum **112** des Herzunterstützungssystems verbundenen Motorgehäusemoduls **110** gezeigt, wobei von dem Herzunterstützungssystem nur ein proximaler Abschnitt des zylinderförmigen Herzunterstützungssystems, das den Motorraum **112** umfasst, dargestellt ist. Das Motorgehäusemodul **110** weist auf der dem Motorraum **112** zugewandten Seite den gleichen Durchmesser und das gleiche Material auf, wie der Motorraum **112**. Zur Ausbildung einer Sensornut kann sich das Motorgehäusemodul **110** konusförmig verjüngen, um Bauraum zur Platzierung von Sensoren zu schaffen. Die Sensorleitung **125** ist hier beispielhaft entlang der Längsachse des Herzunterstützungssystems **100** bandförmig auf dem Gehäuse des Herzunterstützungssystems über den Motorraum **112** zum Motorgehäusemodul **110** geföhrt.

[0040] Das Motorgehäusemodul **110** umfasst gemäß dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel einen Sensorleitungsabschnitt **405** der Sensorleitung **125**. Der Sensorleitungsabschnitt **405** weist im Bereich der Sensornut **305** einen Sensorträger **410** zum Anschließen des zumindest einen elektronischen Bauteils auf. Der Sensorträger **410** kann auch als ein Abschnitt, beispielsweise ein planarer Bereich des Motorgehäusemoduls **110** verstanden werden. Der Sensorleitungsabschnitt **405** ist beispielsweise zum Integrieren eines Sensors in der Sensornut **305** ausgeformt.

[0041] Die Sensorleitung **125** und der Sensorleitungsabschnitt **405** können aus einem elektrisch leitfähigen flexiblen Dünnschichtsubstrat ausgeformt sein. Die Sensornut **305** ist hier bandförmig um das Motorgehäusemodul **110** umlaufend ausgeformt. Der Sensorleitungsabschnitt **405** ist mit der Sensorleitung **125** verbunden, und verläuft zu einem Teil entlang der Sensornut **305** um einen Abschnitt der Mantelfläche des Motorgehäusemoduls **110**, wobei der Sensorleitungsabschnitt **405** dazu in diesem Bereich ausgeweitet ist, um ein Ausformen mehrerer Sensorträger **410** zum Anschließen mehrerer elektronischer Bauteile auf dem Sensorleitungsabschnitt **405** entlang der Sensornut **305** zu ermöglichen, wie in der folgenden Fig. 5 gezeigt. Die Formgebung der Sensornut **305** kann entsprechend dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel ausgeföhrt sein, um sowohl die Kabelföhrung der Sensorleitung **125** in dem beschriebenen Abschnitt des Sensorleitungsabschnitts **405** zu

ermöglichen, als auch die Sensorintegration auf dem Sensorleitungsabschnitt **405** in der Sensornut **305** zu ermöglichen. Zu einem anderen Teil verläuft der Sensorleitungsabschnitt **405** in Richtung des Durchführungsabschnitts **205** von der Sensornut **305** aus auf die Querschnittsfläche des Durchführungsabschnitts **205**.

[0042] Gemäß dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel weist der Sensorleitungsabschnitt **405** einen Kontaktabschnitt **415** auf. Der Kontaktabschnitt **415** ist an einer von dem Motorraum **112** abgewandten Seite des Durchführungsabschnitts **205** angeordnet. Der Kontaktabschnitt **415** ist zumindest teilweise auf dem Durchführungsabschnitt **205** angeordnet. Der Kontaktabschnitt **415** kann O-förmig oder U-förmig ausgeformt sein. Hier erstreckt sich der Kontaktabschnitt **415** beispielhaft über einen Großteil der Querschnittsfläche des Durchführungsabschnitts **205**. Der Kontaktabschnitt **415** weist gemäß dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel im Bereich der Durchgangsöffnung und/oder der Sacklöcher Aussparungen auf. Zum Kontaktieren des zumindest einen Kontaktstifts **215** mit der Sensorleitung **125** kann der Sensorleitungsabschnitt **405** einen offenliegenden elektrisch kontaktierbaren Bereich in Form einer elektrisch leitfähigen Kontaktfläche **510** aufweisen, die an den in den Durchführungsbereich **205** eingebetteten zumindest einen Kontaktstift **215** anschließt. Beispielhaft sind hier vier Kontaktstifte **215** gezeigt. Der Kontaktabschnitt **415** weist angrenzend an die Kontaktstifte je Kontaktstift **215** eine halbkreisförmige Aussparung **510** auf. Der Sensorleitungsabschnitt **405**, und damit die Sensorleitung **125**, ist über den Kontaktabschnitt **415** elektrisch mit den Kontaktstiften **215** im Druckführungsabschnitt **205** des Motormodulgehäuses **110** verbunden. Diese Ausführung der Verbindung kann auch als Anbindung der auch Sensor-Flex genannten flexiblen Sensorleitung **125** an die Blindpins in Form der Kontaktstifte **215** bezeichnet werden.

[0043] Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung eines Sensorleitungsabschnitts **405** eines Motorgehäusemoduls gemäß einem Ausführungsbeispiel. Der Sensorleitungsabschnitt **405** ist hier beispielhaft als Dünnschichtsubstrat zur Kontaktierung der Blindpins in Form der Kontaktstifte und zur Integration zusätzlicher Sensoren des Herzunterstützungssystems auf dem Motorgehäusemodul ausgeführt und in einer Aufsicht als Auffaltung gezeigt. Die hier gezeigte Ausformung des Sensorleitungsabschnitts **405** ist zur Kontaktierung der Sensorleitung an das Motorgehäusemodul geeignet und ermöglicht eine Sensorintegration auf dem Sensorleitungsabschnitt **405**. Die Ausformung des Sensorleitungsabschnitts **405** entspricht im Wesentlichen dem in Fig. 4 beschriebenen Sensorleitungsabschnitt **405**, mit der Ausweitung des Sensorleitungsabschnitts **405** in einen um das Motorgehäusemodul umlaufenden Abschnitt, der der Sensornut entspricht. In diesem Bereich der Ausweitung

des Sensorleitungsabschnitts **405** sind in dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel beispielhaft drei Sensorträger **410** ausgeformt. Auf diesen Sensorträgern **410** können elektronische Bauteile, beispielsweise Sensoren, integriert sein. Der Kontaktabschnitt **415** weist hier zusätzlich eine O-förmige Aussparung **505** auf, durch die die Durchführleitung durchgeführt werden kann, wenn der Kontaktabschnitt **415** auf dem Durchführungsabschnitt **205** aufliegt.

[0044] Der Kontaktabschnitt **415** weist zumindest eine Kontaktfläche **510** zum Anschließen an den zumindest einen Kontaktstift auf. Die zumindest eine Kontaktfläche **510** ist ausgeformt, um den zumindest einen Kontaktstift zumindest teilweise zu umschließen. Die Kontaktfläche **510** kann auch als Kontaktpad bezeichnet werden. Gemäß dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel weist der Kontaktabschnitt **415** beispielhaft vier Kontaktflächen **510** auf, um vier in den Durchführungsabschnitt eingebettete Kontaktstifte elektrisch mit dem Sensorleitungsabschnitt **405** zu verbinden. Die Kontaktflächen **510** können je nach Ausformung des Kontaktabschnitts **415** halbkreisförmig oder ellipsenförmig ausgeformt sein, um je einen Kontaktstift zum elektrischen Kontaktieren mit dem Sensorleitungsabschnitt **405** zumindest teilweise zu umschließen. Die Form des Motorgehäusemoduls und der Sensorleitung sind beispielsweise durch die Ausformung des Sensorleitungsabschnitts **405** so aufeinander abgestimmt, dass die Kontaktpads **510** die Kontaktstifte des Motorgehäusemoduls umschließen. Die Kontaktpads **510** weisen dazu einen offenliegenden elektrisch kontaktierbaren Bereich auf. Ein elektrischer Kontakt kann beispielsweise durch Lot oder Kleber hergestellt werden. Die Kontaktierung der Durchführleitung zum Anschluss des Motors kann gleichartig wie die Kontaktierung der Kontaktstifte mit den Sensoren erfolgen, oder der Kontaktabschnitt **415** weist, wie hier gezeigt, die Aussparung **505** in O- oder U-Form auf, sodass eine Verbindung der Durchführleitung mit dem Anschlusskabel ohne Kontakt zum Kontaktabschnitt **415** des Sensorleitungsabschnitts **405** möglich ist. Die Anordnung des Kontaktabschnitts **415** auf dem Durchführungsabschnitt, und damit die Kontaktierung der Sensorleitung an die Blindpins des Motorgehäusemoduls, kann im Produktionsprozess beispielsweise durch ein Umklappen des Sensorleitungsabschnitts **405** auf den Durchführungsabschnitt und eine anschließende Herstellung der elektrischen Verbindungen erfolgen.

[0045] Durch zusätzliche Mulden in der Sensornut des Motorgehäusemoduls kann zusätzlicher Bauraum für die Aufnahme elektronischer Bauteile wie Sensoren in der Sensornut geschaffen werden, insbesondere wenn der Sensorleitungsabschnitt **405** wie hier gezeigt mehrere Sensorträger **410** aufweist. In der Sensornut aufgenommene Bauteile können zusätzlich durch ein Kappenelement mechanisch geschützt sein oder werden.

[0046] Ein auf dem Sensorleitungsabschnitt **405** in der Sensornut des Motorgehäusemoduls aufgenommenes elektronisches Bauteil kann gemäß einem Ausführungsbeispiel einen Sensor-Hub aufweisen. Der Sensor-Hub ist ausgebildet, zumindest ein Sensorsignal des zumindest einen Sensors des Herzunterstützungssystems zu verarbeiten. Zusätzlich oder alternativ ist der Sensor-Hub ausgebildet, das zumindest eine Sensorsignal über den zumindest einen Kontaktstift an das Anschlusskabel bereitzustellen. Die Integration eines Sensor-Hubs ermöglicht die Vorverarbeitung von Sensordaten sowie die Übersetzung der Datenschnittstellen. Darüber hinaus können Kalibrier- und Betriebsparameter wie eine Identifikationsinformation des Herzunterstützungssystems oder aufgenommener Sensoren mittels des Sensor-Hubs auf dem Herzunterstützungssystem gespeichert sein und mittels des Anschlusskabels an ein angeschlossenes Steuergerät bereitgestellt werden, beispielsweise über einen Kommunikationsbus im Anschlusskabel. Auf diese Weise kann das Steuergerät beispielsweise mit Motordaten parametrieren werden. Der Sensor-Hub kann dazu genutzt werden, Sensordaten von Sensoren des Herzunterstützungssystems Pumpe vorzuvorarbeiten, z. B. zu aggregieren, zu filtern, oder zu kalibrieren und das Kommunikationsprotokoll der Sensoren auf ein robusteres Kommunikationsprotokoll zu übersetzen (Transceiver) und künstliche Redundanz oder Prüfsummen hinzuzufügen.

[0047] Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung eines Kappenelements **605** für ein Motorgehäusemodul gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Kappenelement **605** ist zur Verwendung mit dem Motorgehäusemodul aus einer der hier gezeigten Figuren vorgesehen. Das Kappenelement **605** ist dazu ausgeformt, elektronische Bauteile eines Motorgehäusemoduls, wie es anhand von Fig. 3 beschrieben ist, abzudecken. Das Kappenelement **605** kann somit als mechanischer Schutz des Motorgehäusemoduls verwendet werden. Es ist eine Seitenansicht des Kappenelements **605** in einer einteiligen Ausführung gezeigt.

[0048] Das Kappenelement **605** weist in Richtung des Motorraums mindestens eine Aussparung **610** als sensitives Messfenster für einen der Sensoren **120/410/710** auf. Bei dem Sensor kann es sich beispielsweise um einen Drucksensor handeln, sodass das Messfenster **610** über der druckempfindlichen Membran des Drucksensors zu platzieren ist, sodass der Blutdruck des umgebenden Blutes ungehindert auf den Drucksensor einwirken kann. Angrenzend an die Aussparung **610** weist das Kappenelement die Sensorkappe **615** auf. Die Sensorkappe ist ausgeformt, um eine Sensornut, z. B. die in Fig. 3 beschriebene Sensornut, die beispielhaft als abgesetzte Ebene des zylinderförmigen Korpus des Motorgehäusemoduls ausgeformt ist, abzudecken. Wenn die

Sensornut beispielsweise gemäß den in den Fig. 4 und Fig. 5 beschriebenen Ausführungsbeispielen als umlaufende Mulde ausgeformt ist, kann die Sensorkappe entsprechend zum Abdecken dieses Bereichs ausgeformt sein. An die Sensorkappe **615** schließt eine konusförmig in der Art einer Pfeilspitze ausgeformte Anschlussstellenkappe **620** an, die eine Öffnung **625** zum Durchführen des Anschlusskabels aufweist.

[0049] Das Kappenelement **605** weist gemäß dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel somit die Sensorkappe **615** zum Abdecken des zumindest einen in der Sensornut aufgenommenen elektronischen Bauteils auf. Ferner weist das Kappenelement **605** die optionale Anschlussstellenkappe **620** zum Abdecken einer Anschlussstelle zwischen dem Durchführungsabschnitt und dem Anschlusskabel auf. Die Sensorkappe **615** und die Anschlussstellenkappe **620** können wie hier gezeigt als einteiliges Bauteil kombiniert als Kappenelement **605** ausgeführt sein.

[0050] Alternativ können die Sensorkappe **615** und die Anschlussstellenkappe **620** auch je als eigene Komponente getrennt ausgeführt sein. Die Sensorkappe **615** kann in diesem Fall beispielsweise eine metallische Kappe sein, die durch Kleben fixiert wird. Die Anschlussstellenkappe **620** kann beispielsweise flexibel ausgeformt sein, um neben einem mechanischen Schutz einen Knickschutz und eine Zugentlastung zu ermöglichen. Das Kappenelement **605** kann beispielsweise mit einer Vergussmasse ausgefüllt werden, beispielsweise mit einem Silikon oder Epoxidharz, um Sensoren und Kontaktstellen vor Korrosion und leitfähigen Flüssigkeiten zu schützen.

[0051] Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung eines Motorgehäusemoduls **110** gemäß einem Ausführungsbeispiel. Dabei entspricht oder ähnelt das Motorgehäusemodul **110** dem Motorgehäusemodul aus einer der vorstehend beschriebenen Figuren. Die Seitenansicht zeigt als Abschnitt des montierten zylinderförmigen Herzunterstützungssystems den Motorraum **112** mit einem Motorraumgehäuse **705**. Das Motorgehäusemodul **110** ist mit dem Motorraumgehäuse **705** verbunden und weist in Richtung des Motorraums **112** eine umlaufende Mulde als Sensornut **305** auf. Im Bereich der Sensornut **305** ist auf dem Sensorleitungsabschnitt **405** als elektronisches Bauteil beispielhaft ein Sensor **710** integriert. Zur Veranschaulichung der Möglichkeit, den Sensor **710** unter Verwendung der Sensorkappe und/oder des Kappenelements mit einer Vergussmasse auszufüllen, wie anhand der vorhergehenden Fig. 6 beschrieben, ist der entsprechend ausgefüllte Bereich **715** hier beispielhaft gezeigt. Das Motorgehäusemodul **110** weist an der dem Motorraum **112** abgewandten Seite den Durchführungsabschnitt **205** auf, aus dem beispielhaft vier Kontaktstifte **215** herausragen.

[0052] Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung eines Motorgehäusemoduls **110** gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Motorgehäusemodul **110** ist hier in einer Aufsicht gezeigt. Der Korpus **220** ist als Titanteil realisiert. Zur elektrischen Funktionalisierung des Motorgehäusemoduls **110** als elektrisches Verbindungselement ist der Sensorleitungsabschnitt **405** aus der Richtung des Motorraums in die Sensornut **305** hineingeführt. Der Sensorleitungsabschnitt **405** ist hier beispielhaft als Dünnschichtsubstrat ausgeformt. Der Korpus **220** in Form eines Frästeils aus Titan weist als Sensornut **305** eine abgesetzte Ebene auf. Der Sensorleitungsabschnitt **405** weitet sich im Bereich der Sensornut **305** aus und füllt als dünne Schicht einen unteren Bereich der Grundfläche der Sensornut **305** fast vollständig aus. In der Sensornut **305** befindet sich auf dem Sensorleitungsabschnitt **405** ein Sensorträger **410**, auf dem beispielhaft ein elektronisches Bauteil **805** aufgenommen ist.

[0053] Das Motorgehäusemodul **110** weist gemäß einem Ausführungsbeispiel eine Koppeleinrichtung zum Ankoppeln einer Einführeinrichtung zum Einführen des Herzunterstützungssystems an das Motorgehäusemodul **110** auf, insbesondere wobei die Koppeleinrichtung zumindest ein Fixierelement **810** aufweist. Das Fixierelement **810** kann der formschlüssigen Ankopplung eines Klammerelements, eines sogenannten Clamp, dienen. Der Korpus **220** als Titanteil weist hier beispielhaft drei runde Fixierelemente **810** als Koppeleinrichtung auf. Die Fixierelemente **810** können zusätzlich oder alternativ auch zum Fixieren eines Kappenelements zum Abdecken eines elektronischen Bauteils **805** oder einer elektrischen Anschlussstelle des Motorgehäusemoduls **110** verwendet werden, die Fixierelemente **810** dienen dann als Passung zum Anbringen des Kappenelements.

[0054] Das hier gezeigte Ausführungsbeispiel des Motorgehäusemoduls **110** weist den Korpus **220** und den Durchführungsabschnitt **205**, realisiert als sogenanntes Glas-Feedthrough, auf. In dem Durchführungsabschnitt **205** sind beispielhaft drei Durchführleitungen **210** zum elektrischen Verbinden des Motors des Herzunterstützungssystems mit dem Anschlusskabel eingebettet. Zudem sind in dem Durchführungsabschnitt **205** beispielhaft acht U-förmig angeordnete Kontaktstifte **215** eingebettet. Die Kontaktstifte **215** sind im Wesentlichen gleichmäßig beabstandet angeordnet. Der Sensorleitungsabschnitt **405** ist bandförmig verjüngt in Richtung des Durchführungsabschnitts **205** aus der Sensornut **305** herausgeführt und bildet den O-förmigen Kontaktabschnitt **415** aus. Der Kontaktabschnitt **415** weist angrenzend an die Kontaktstifte **215** jeweils eine halbkreisförmige Kontaktfläche zum elektrischen Verbinden der Kontaktstifte **215** mit dem Sensorleitungsabschnitt **405** auf. Das Anschlusskabel kann zum externen Kontaktieren des Herzunterstützungssystems mittels des Motorgehäusemoduls **110** an die Durch-

führleitung **210** und an die Kontaktstifte **215** angeschlossen werden.

[0055] Fig. 9 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens **900** zum Montieren eines Herzunterstützungssystems gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Herzunterstützungssystem weist einen Motor, einen Motorraum, zumindest einen Sensor, eine mit dem zumindest einen Sensor elektrisch verbundene Sensorleitung und ein Anschlusskabel zum externen Kontaktieren des Herzunterstützungssystems auf. Das Verfahren **900** umfasst einen Schritt **901** des Bereitstellens, einen Schritt **903** des Herstellens, einen Schritt **905** des Kontaktierens und einen Schritt **907** des Erzeugens. Im Schritt **901** des Bereitstellens wird ein Motorgehäusemodul bereitgestellt. Dabei entspricht oder ähnelt das Motorgehäusemodul dem Motorgehäusemodul aus einer der vorstehend beschriebenen Figuren. Im Schritt **903** des Herstellens wird eine elektrisch leitfähige Verbindung zwischen der zumindest einen Durchführleitung des Motorgehäusemoduls und dem Motor des Herzunterstützungssystems hergestellt. Im Schritt **905** des Erzeugens wird eine stoffschlüssige Verbindung zwischen dem Motorgehäusemodul und dem Herzunterstützungssystem erzeugt, um den Motorraum des Herzunterstützungssystems abzudichten. Im Schritt **907** des Kontaktierens wird der zumindest eine Kontaktstift des Motorgehäusemoduls mit der Sensorleitung des Herzunterstützungssystems kontaktiert. Optional kann zudem im Schritt **907** des Erzeugens eine Sensorkappe und/oder eine Anschlussstellenkappe zum Abdecken und Schützen eines elektronischen Bauteils oder einer elektrisch leitfähigen Schnittstelle einer Komponente des Herzunterstützungssystems montiert werden.

[0056] Auch kann eine Reihenfolge der Schritte des hier vorgestellten Verfahrens in einem speziellen Ausführungsbeispiel wie folgt vorgesehen sein:

1. Durchführpin an Motorinneres anbinden
2. Korpus **220** aufführen
3. Korpus mit Motorgehäuse dicht verschweißen, damit die auf diese Weise hergestellte Verbindung mechanisch hält
4. Kontaktierelement in Korpus dicht verschweißen
5. Sensorleitung **125** aufkleben, Kontaktabschnitt **415** auf Durchführungsabschnitt **205** klappen, Kontaktfläche **510** an Kontaktstift **215** kontaktieren
6. Hülsen an Adern des Anschlusskabel **130** kontaktieren

7. Kontaktierte Hülsen auf Kontaktstift **215** und Durchführleitung **210** schieben und festschweißen

8. Verguss und Aufsetzen der Sensorkappe **615** und Anschlussstellenkappe 620

[0057] Das Verfahren **900** weist gemäß einem Ausführungsbeispiel optional einen Schritt **909** des Anschließens des Anschlusskabels des Herzunterstützungssystems an die zumindest eine Durchführleitung und den zumindest einen Kontaktstift des Motorgehäusemoduls auf. Der Schritt **909** des Anschließens ist vor oder nach dem Schritt **907** des Erzeugens ausführbar.

[0058] Umfasst ein Ausführungsbeispiel eine „und/oder“-Verknüpfung zwischen einem ersten Merkmal und einem zweiten Merkmal, so ist dies so zu lesen, dass das Ausführungsbeispiel gemäß einer Ausführungsform sowohl das erste Merkmal als auch das zweite Merkmal und gemäß einer weiteren Ausführungsform entweder nur das erste Merkmal oder nur das zweite Merkmal aufweist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 9474840 B2 [0003]

Patentansprüche

1. Motorgehäusemodul (110) zum Abdichten eines Motorraums (112) eines Motors (115) eines Herzunterstützungssystems (100), wobei das Motorgehäusemodul (110) folgende Merkmale aufweist:

einen Durchführungsabschnitt (205) zum Herstellen einer elektrischen Verbindung zwischen dem Herzunterstützungssystem (100) und einem Anschlusskabel (130) zum externen Kontaktieren des Herzunterstützungssystems (100);

zumindest eine Durchführleitung (210), die in dem Durchführungsabschnitt (205) eingebettet ist und sich durch den Durchführungsabschnitt (205) hindurch erstreckt, wobei die Durchführleitung (210) an den Motor (115) und an das Anschlusskabel (130) anschließbar ist; und

zumindest einen Kontaktstift (215), wobei ein erstes Ende des Kontaktstifts (215) in dem Durchführungsabschnitt (205) eingebettet ist und ein zweites Ende auf einer von dem Motorraum (112) abgewandten Seite aus dem Durchführungsabschnitt (205) herausragt, und wobei das zweite Ende des Kontaktstifts (215) an eine Sensorleitung (125) zu zumindest einem Sensor (120) des Herzunterstützungssystems (100) und an das Anschlusskabel (130) anschließbar ist.

2. Motorgehäusemodul (110) gemäß Anspruch 1, wobei der Durchführungsabschnitt (205) zumindest eine mit einem elektrisch isolierenden Material verfüllte Durchgangsöffnung (225) zum Einbetten der zumindest einen Durchführleitung (210) und zumindest ein mit einem elektrisch isolierenden Material verfülltes Sackloch (230) zum Einbetten des zumindest einen Kontaktstifts (215) aufweist.

3. Motorgehäusemodul (110) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die zumindest eine Durchführleitung (210) und/oder der zumindest eine Kontaktstift (215) zylinderförmig oder kelchförmig ausgeformt ist.

4. Motorgehäusemodul (110) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, mit einem Korpus (220), wobei der Korpus (220) eine Sensornut (305) zum Aufnehmen zumindest eines elektronischen Bauteils (805), insbesondere eines Sensors (120) und/oder eines Sensor-Hubs, aufweist.

5. Motorgehäusemodul (110) gemäß Anspruch 4, mit einer Sensorkappe (615) zum Abdecken des zumindest einen in der Sensornut (305) aufgenommenen elektronischen Bauteils (805).

6. Motorgehäusemodul (110) gemäß Anspruch 4 oder 5, mit einem Sensorleitungsabschnitt (405) der Sensorleitung (125), wobei der Sensorleitungsabschnitt (405) im Bereich der Sensornut (305) einen

Sensorträger (410) zum Anschließen des zumindest einen elektronischen Bauteils (805) aufweist.

7. Motorgehäusemodul (110) gemäß Anspruch 6, wobei das elektronische Bauteil (805) einen Sensor-Hub aufweist, und wobei der Sensor-Hub ausgebildet ist, zumindest ein Sensorsignal des zumindest einen Sensors (120) des Herzunterstützungssystems (100) zu verarbeiten und/oder über den zumindest einen Kontaktstift (215) an das Anschlusskabel (130) bereitzustellen.

8. Motorgehäusemodul (110) gemäß einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei der Sensorleitungsabschnitt (405) einen Kontaktabschnitt (415) aufweist, wobei der Kontaktabschnitt (415) an einer von dem Motorraum (112) abgewandten Seite des Durchführungsabschnitts (205) angeordnet ist, wobei der Kontaktabschnitt (415) O-förmig oder U-förmig ausgeformt ist.

9. Motorgehäusemodul (110) gemäß Anspruch 8, wobei der Kontaktabschnitt (415) zumindest eine Kontaktfläche (510) zum Anschließen an den zumindest einen Kontaktstift (215) aufweist, und wobei die zumindest eine Kontaktfläche (510) ausgeformt ist, den zumindest einen Kontaktstift (215) zumindest teilweise zu umschließen.

10. Motorgehäusemodul (110) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche mit einer Anschlussstellenkappe (620) zum Abdecken einer Anschlussstelle zwischen dem Durchführungsabschnitt (205) und dem Anschlusskabel (130).

11. Motorgehäusemodul (110) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche mit einer Koppereinrichtung zum Ankoppeln einer Einführeinrichtung zum Einführen des Herzunterstützungssystems (100) an das Motorgehäusemodul (110), insbesondere wobei die Koppereinrichtung zumindest ein Fixierelement (810) aufweist.

12. Herzunterstützungssystem (100), wobei das Herzunterstützungssystem (100) folgende Merkmale aufweist:

ein Gehäuse (105) mit einem Motorraum (112);

einen Motor (115), der in dem Motorraum (112) angeordnet ist;

zumindest einen Sensor (120);

eine Sensorleitung (125), wobei die Sensorleitung (125) mit dem zumindest einen Sensor (120) elektrisch verbunden ist;

ein Anschlusskabel (130) zum externen Kontaktieren des Herzunterstützungssystems (100); und

ein Motorgehäusemodul (110) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche als Teil des Gehäuses (105), wobei der Motor (115) und der zumindest eine Sensor (120) mittels des Motorgehäusemoduls (110)

elektrisch mit dem Anschlusskabel (130) verbunden sind.

13. Verfahren (900) zum Montieren eines Herzunterstützungssystems (100), wobei das Herzunterstützungssystem (100) einen Motor (115), einen Motorraum (112), zumindest einen Sensor (120), eine mit dem zumindest einen Sensor (120) elektrisch verbundene Sensorleitung (125) und ein Anschlusskabel (130) zum externen Kontaktieren des Herzunterstützungssystems (100) aufweist, wobei das Verfahren (900) folgende Schritte umfasst:

Bereitstellen (901) eines Motorgehäusemoduls (110) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11;

Herstellen (903) einer elektrisch leitfähigen Verbindung zwischen der zumindest einen Durchführleitung (210) des Motorgehäusemoduls (110) und dem Motor (115) des Herzunterstützungssystems (100);

Erzeugen (905) einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen dem Motorgehäusemodul (110) und dem Herzunterstützungssystem (100), um den Motorraum (112) des Herzunterstützungssystems (100) abzudichten; und

Kontaktieren (907) des zumindest einen Kontaktstifts (215) des Motorgehäusemoduls (110) mit der Sensorleitung (125) des Herzunterstützungssystems (100).

14. Verfahren (900) gemäß Anspruch 13, mit einem Schritt (909) des Anschließen des Anschlusskabels (130) des Herzunterstützungssystems (100) an die zumindest eine Durchführleitung (210) und den zumindest einen Kontaktstift (215) des Motorgehäusemoduls (110).

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

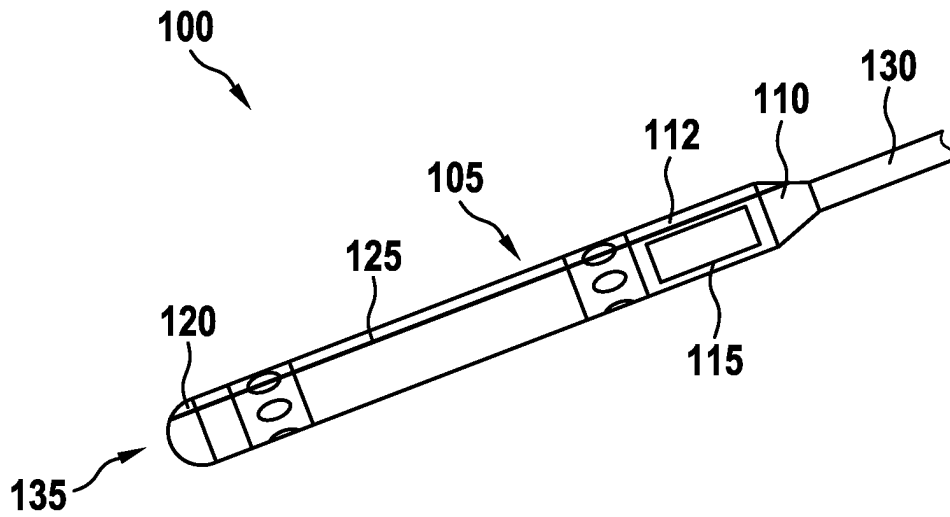


Fig. 2

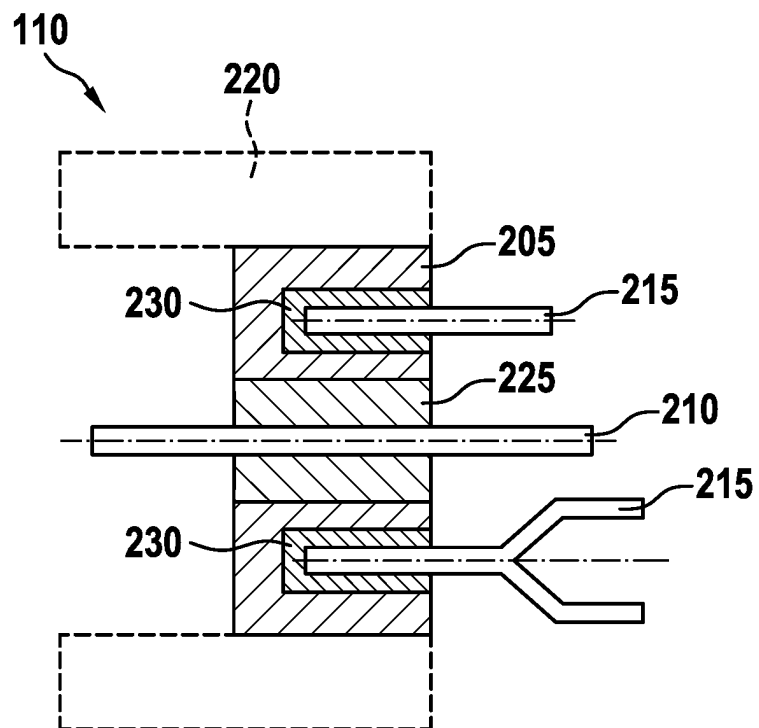


Fig. 3

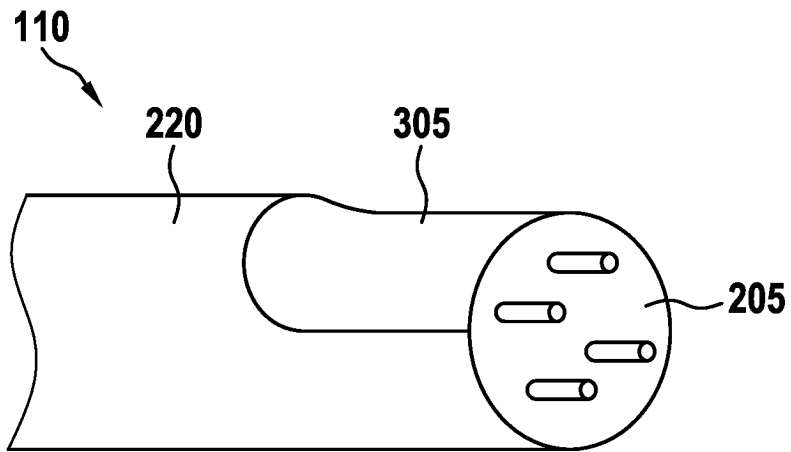


Fig. 4

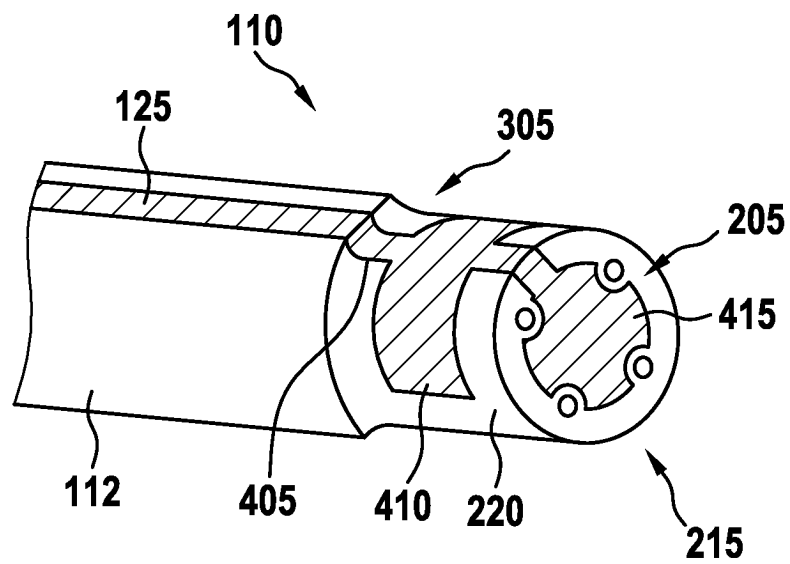


Fig. 5

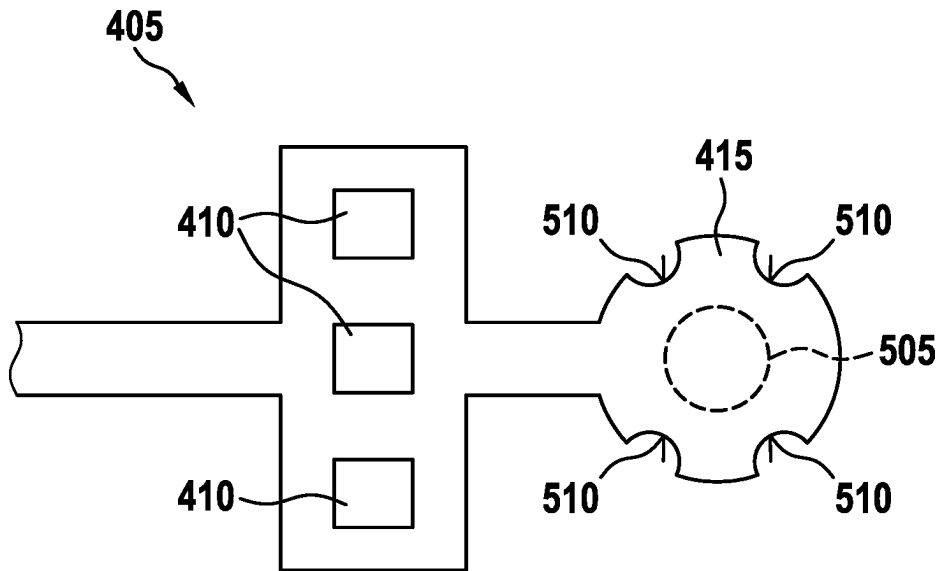


Fig. 6

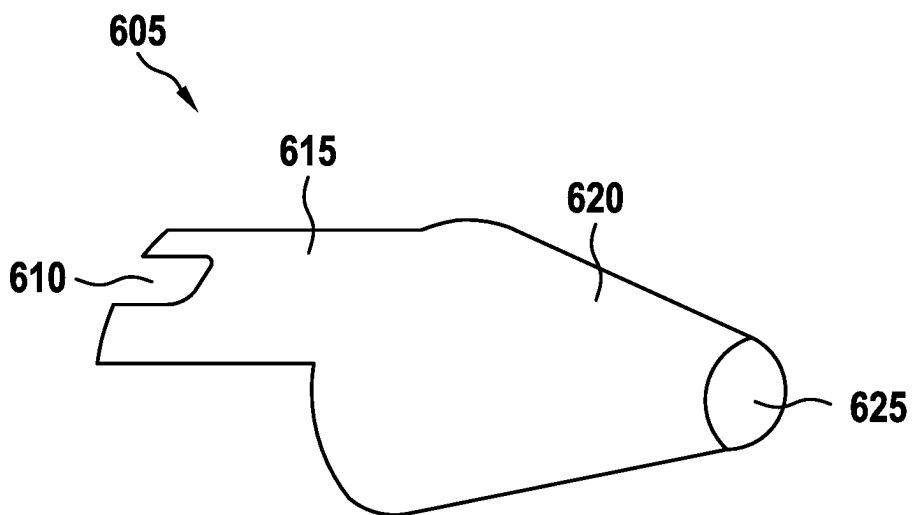


Fig. 7

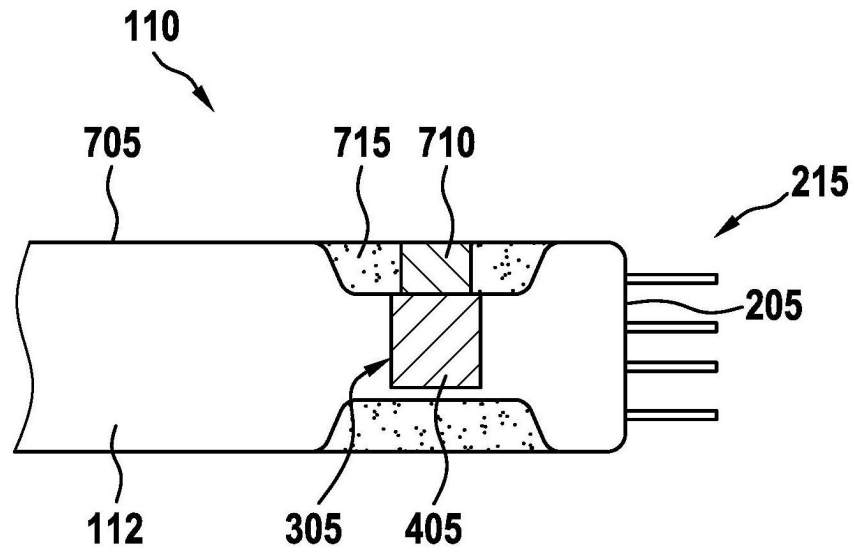


Fig. 8

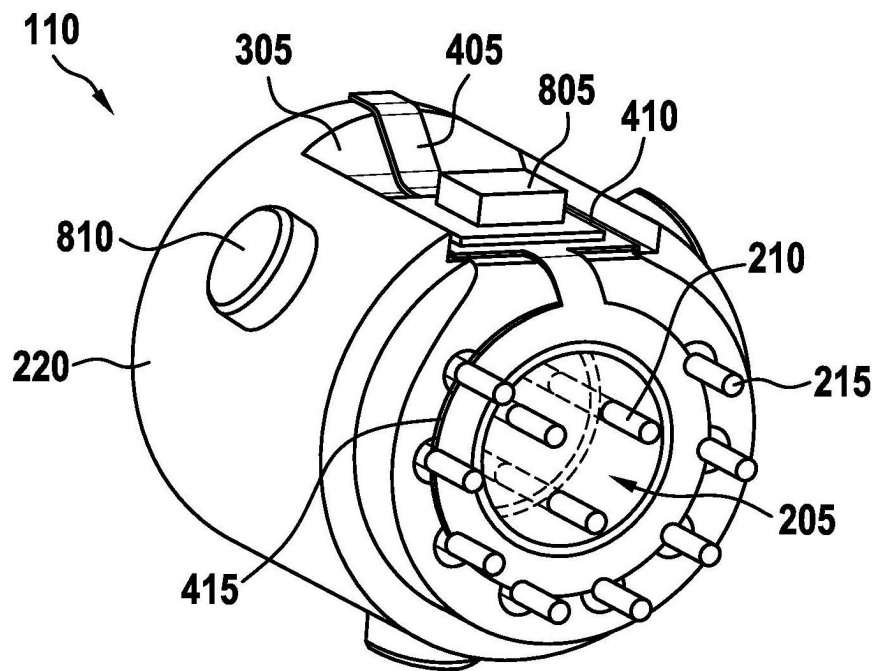


Fig. 9

