

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
05. Dezember 2019 (05.12.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/229221 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 5/22 (2006.01) A61M 1/12 (2006.01)
H02K 5/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/064155

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Mai 2019 (30.05.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 208 549.8
30. Mai 2018 (30.05.2018) DE

(71) Anmelder: KARDION GMBH [DE/DE]; Quellenstraße 7,
70376 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: STOTZ, Ingo; Schubartstrasse 7, 71254 Ditzingen (DE). KASSEL, Julian; Hornberger Strasse 6, 71034 Böblingen (DE). SCHUELKE, Armin; Schulstrasse 6, 71134 Aidlingen (DE). HENNECK, Stefan; Hummelbergweg 40, 71229 Leonberg (DE). MINZENMAY, David; Viereichenweg 16, 70569 Stuttgart (DE). SCHLEBUSCH, Thomas, Alexander; Hirschstrasse 4, 71272 Renningen (DE).

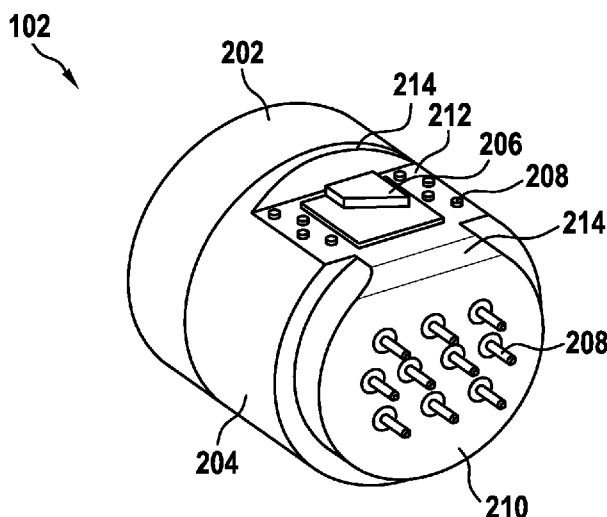
(74) Anwalt: GAUSS, Nikolai et al.; Tübinger Str. 26, 70178 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,

(54) Title: ELECTRONICS MODULE AND ARRANGEMENT FOR A VENTRICULAR ASSIST DEVICE, AND METHOD FOR PRODUCING A VENTRICULAR ASSIST DEVICE

(54) Bezeichnung: ELEKTRONIKMODUL UND ANORDNUNG FÜR EIN HERZUNTERSTÜTZUNGSSYSTEM SOWIE VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES HERZUNTERSTÜTZUNGSSYSTEMS

Fig. 2A



(57) Abstract: The invention relates to an electronics module (102) for a ventricular assist device, the ventricular assist device having a motor housing for receiving a pump motor. The electronics module (102) comprises an electronic section (204) for receiving at least one electronic component (206) and/or at least one electrically conductive contact-making element (208) and a coupling section (202), which is embodied as a joint between the motor housing (104) and the electronic section (204) or as a separate component to be joined, the motor housing (104) and the electronics section (204) being combined or combinable with one another via the coupling section (202) to form a fluid-tight module housing (104) to be arranged in a blood vessel.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Elektronikmodul (102) für ein Herzunterstützungssystem, wobei das Herzunter-

KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

stützungssystem ein Motorgehäuse zum Aufnehmen eines Pumpenmotors aufweist. Das Elektronikmodul (102) umfasst einen Elektronikabschnitt (204) zum Aufnehmen zumindest einer elektronischen Komponente (206) und/oder zumindest eines elektrisch leitfähigen Kontaktierungselementes (208) und einen Kopplungsabschnitt (202), der als Fügestelle zwischen Motorgehäuse (104) und Elektronikabschnitt (204) oder als separate zu fügende Komponente ausgeführt ist, wobei das Motorgehäuse (104) und der Elektronikabschnitt (204) über den Kopplungsabschnitt (202) miteinander zu einem fluiddichten Modulgehäuse (104) zur Anordnung in einem Blutgefäß kombiniert oder kombinierbar sind.

Elektronikmodul und Anordnung für ein Herzunterstützungssystem sowie Verfahren zum Herstellen eines Herzunterstützungssystems

Beschreibung

5

Die Erfindung betrifft ein Elektronikmodul und eine Anordnung für ein Herzunterstützungssystem und Verfahren zum Herstellen eines Herzunterstützungssystems.

- 10 Größere Herzunterstützungssysteme wie implantierte linksventrikuläre Unterstützungssysteme können Sensoren aufweisen, deren Elektronik beispielsweise auf Leiterplatten aufgebaut und in entsprechend große Kavitäten des Systems integriert sein kann. Kleinere, vollimplantierte Systeme, auch perkutane Unterstützungssysteme genannt, haben hohe Anforderungen an die Bau-
- 15 größe, sodass hier auf die Integration zusätzlicher Elektronik in der Regel verzichtet wird.

- Aufgabe der Erfindung ist es, ein Elektronikmodul und eine Anordnung für ein Herzunterstützungssystem sowie ein Herstellungsverfahren für ein Herzunter-
- 20 stützungssystem bereitzustellen, das die Integration von elektronischen Baugruppen und Sensoren in das Herzunterstützungssystem, insbesondere in einem perkutanen linkventrikulären Herzunterstützungssystem auf kleinem Baumraum ermöglicht.

- 25 Diese Aufgabe wird durch ein Elektronikmodul mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen, die in Anspruch 14 angegebene Anordnung und das in Anspruch 22 angegebene Herstellungsverfahren gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

- 30 Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, dass durch eine geeignet geformte Pumpen-Gehäusekomponente Sensoren und weitere elektronische Komponenten wie Mikrocontroller oder Leiterstrukturen in ein perkutanes

linksventrikuläres Herzunterstützungssystem integriert werden können. Dazu wird die Pumpen-Gehäusekomponente aus mindestens zwei Gehäuseteilen realisiert, sodass die Elektronik in dem ersten Gehäuseteil aufgebaut werden kann, der Motor in dem zweiten Gehäuseteil aufgebaut werden kann und die

5 Gehäuseteile anschließend zu einem Gesamtmotor zusammengefügt werden können. Die Elektronik kann dabei im Inneren der Pumpen-Gehäusekomponente oder in Vertiefungen auf deren Außenseite platziert sein. Letzteres ist vor allem für Sensoren sinnvoll. Beispielsweise kann die Pumpen-Gehäusekomponente zumindest abschnittsweise aus Keramik mit integrierten Lei-

10 terstrukturen gefertigt sein. Eine solche Keramikkomponente kann etwa als Spritzgussteil, in einem additiven Schichtaufbau, etwa durch 3D-Druck, oder durch Laminieren zweidimensionaler Keramiksubstrate aufgebaut werden.

Der hier vorgestellte Ansatz ermöglicht somit das hermetische Verschließen

15 des Motors durch ein sogenanntes Backend, das Herstellen einer hermetisch abgedichteten elektrischen Kontaktierung vom Motorinneren nach außen, die Zusammenführung elektrischer Leiter aus dem Inneren des Motors mit einem auf der Außenseite des Motors geführten Sensorkabel oder einem Anschlusskabel, die Integration von Elektronik in ein perkutanes Herzunterstützungssystem als integraler Bestandteil der Gehäusekomponenten sowie die Integration

20 von Sensorik am proximalen Ende des Herzunterstützungssystems, beispielsweise eines Blutdruck-, Beschleunigungs-, Vibrations-, Körperschall-, Temperatur-, Hall-, Ultraschall-, Oberflächenwellen-, optischen oder biochemischen Sensors oder eines Mikrofons.

25 Besonders vorteilhaft ist die mögliche Integration eines Mikrocontrollers als Verarbeitungseinheit in das proximale Ende zur Aggregation von Sensordaten, Speicherung von Kalibrierdaten, Identifikation über eine Seriennummer oder zur Realisierung einer Transceiver-Funktion.

30 Das Backend kann beispielsweise über eine 3D-MID-Keramikstruktur elektrisch funktionalisiert werden.

Durch optionale Kontaktflächen im Inneren können die Litzen der Motorwindungen direkt an die Keramik kontaktiert werden, wodurch eine zusätzliche Umverdrahtung entfallen kann.

5

Insbesondere ermöglicht der hier vorgestellte Ansatz eine Integration von Elektronik im Inneren einer hermetisch dichten Umgebung, sodass nur zwangsläufig zu exponierende Sensoren im nicht hermetischen Bereich Kontakt zu Blut bekommen, was Biokompatibilität und Zuverlässigkeit steigert.

10

Beispielsweise kann auf diese Weise ein Sensor-Hub in Form eines Mikrocontrollers zur Vorverarbeitung von Sensordaten, Übersetzung eines Kommunikationsprotokolls, Redundanz- und Fehlerabsicherung einer Übertragungsstrecke oder Identifikation einer Pumpe integriert werden.

15

Bei der Verwendung von Keramik können aufgrund der Isolationseigenschaften von Keramik Leiterbahnen und elektronische Komponenten ohne zusätzliche Isolationsschichten direkt auf ein Ausgangsmaterial aufgebracht werden. Auch an den Kontaktierungsstellen, etwa über Pins zum Anschluss von Sensoren oder Hybridkabeln, können keine Kurzschlüsse auftreten. Zudem ermöglichen die thermischen Isolationseigenschaften von Keramik eine Entkopplung von Messungen einer Umgebungstemperatur von der Motorwärme.

20

Es wird ein Elektronikmodul für ein Herzunterstützungssystem vorgestellt, wobei das Herzunterstützungssystem ein Motorgehäuse zum Aufnehmen eines Pumpenmotors aufweist, wobei das Elektronikmodul folgende Merkmale aufweist:

25

einen Elektronikabschnitt zum Aufnehmen zumindest einer elektronischen Komponente und/oder zumindest eines elektrisch leitfähigen Kontaktierungselementes; und

30

5 einem Kopplungsabschnitt, der als Fügestelle zwischen Motorgehäuse und Elektronikabschnitt oder als separate zu fügende Komponente ausgeführt ist, wobei das Motorgehäuse und der Elektronikabschnitt über den Kopplungsabschnitt zu einem fluiddichten Modulgehäuse zur Anordnung in einem Blutgefäß kombiniert oder kombinierbar sind.

Unter einem Elektronikmodul kann eine Einheit verstanden werden, welche zur elektrischen Kontaktierung und/oder Aufnahme von Schaltungs-, Steuerungs- oder Sensortechnik ausgebildet ist. Unter einem Herzunterstützungssystem, auch Kunstherz oder VAD (ventricular assist device) genannt, kann 10 eine Pumpeinrichtung zur Steigerung der Pumpleistung eines Herzens verstanden werden. Das Herzunterstützungssystem kann beispielsweise mittels Katheter in eine Herzkammer oder die Aorta einführbar sein. Insbesondere kann es sich bei dem Herzunterstützungssystem um ein, linksventrikuläres 15 Unterstützungssystem handeln. Bei dem Modulgehäuse kann es sich um eine Gehäusekomponente des Herzunterstützungssystems handeln. Unter einem Kopplungsabschnitt kann ein erster Gehäuseteil des Modulgehäuses verstanden werden. Unter einem Elektronikabschnitt kann ein zweiter Gehäuseteil des Modulgehäuses verstanden werden. Alternativ kann auch der Kopplungsabschnitt ein Teilbereich oder eine Fläche des Elektronikmoduls sein. Das Modulgehäuse kann mit dem Motorgehäuse zu einer hermetisch abgedichteten Gehäuseeinheit verbunden oder verbindbar sein, beispielsweise mittels Verschweißen. Der Kopplungs- und der Elektronikabschnitt können beispielsweise durch Stoffschluss oder unter Verwendung eines zusätzlichen Dichtele- 20 ments fluiddicht miteinander verbunden sein. Der Kopplungsabschnitt kann auch als Oberflächenbeschichtung oder Teilabschnitt einer Oberfläche des Elektronikabschnitts an der Fügestelle oder als Klebewulst ausgeführt sein. Unter einer elektronischen Komponente kann beispielsweise ein Mikrocontroller, ein Sensorelement oder ein sonstiges elektronisches Bauelement, insbesondere auf Halbleiterbasis, verstanden werden. Unter einem Kontaktierungselement kann beispielsweise eine Leiterbahn, eine Leiterbahnstruktur, ein 30 Stift, beispielsweise zur Durchkontaktierung, oder ein Pad verstanden werden.

Der Elektronikabschnitt kann beispielsweise größtenteils aus einem elektrisch isolierenden Material realisiert sein. Insbesondere kann das Kontaktierungselement dabei in das elektrisch isolierende Material zumindest abschnittsweise eingebettet sein. Unter einem Blutgefäß kann beispielsweise eine Arterie, Vene oder eine Herzkammer verstanden werden. Das Elektronikmodul kann auch als Backend des Herzunterstützungssystems bezeichnet werden und an einem proximalen Ende des Herzunterstützungssystems angeordnet sein.

5
10
15
20
25
30

Gemäß einer Ausführungsform kann der Kopplungsabschnitt als Titanteil oder Titanelement und/oder Sinterteil oder Sinterelement realisiert sein. Zusätzlich oder alternativ kann der Elektronikabschnitt als Keramikteil oder Keramikelement und/oder Schichtverbund aus zumindest zwei Schichten realisiert sein. Dadurch wird zum einen ein einfaches Kombinieren des Modulgehäuses mit dem Motorgehäuse, beispielsweise mittels Verschweißen, zum anderen eine einfache und platzsparende Integration der elektronischen Komponente oder des Kontaktierungselementes in den Elektronikabschnitt ermöglicht. Auch kann dadurch die Materialverträglichkeit oder Biokompatibilität des Elektronikmoduls verbessert werden.

Beispielsweise können die Schichten dabei in Längsrichtung des Elektronikabschnitts aufeinandergestapelt sein. Dadurch kann der Elektronikabschnitt besonders effizient gefertigt werden, etwa in einem additiven Fertigungsverfahren wie 3D-Druck.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann es sich bei dem Kopplungsabschnitt um eine Oberflächenschicht oder einen Teilabschnitt des Elektronikabschnitts handeln, die vorteilhafte Fügeigenschaften an das Motorgehäuse herstellt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Elektronikmodul direkt, beispielsweise durch Kleben, an das Motorgehäuse verbindbar oder verbunden sein.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der Kopplungsabschnitt mit dem Motorgehäuse verschweißt oder verschweißbar sein. Dadurch kann eine besonders zuverlässige hermetische Abdichtung des Modulgehäuses gegenüber dem Motorgehäuse erreicht werden und auf etablierte Standard-Fertigungsprozesse zurückgegriffen werden.

10

Der Kopplungsabschnitt kann ringförmig ausgestaltet sein. Dadurch lässt sich der Kopplungsabschnitt besonders einfach fertigen.

- 15 Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der Kopplungsabschnitt und/oder der Elektronikabschnitt zylinderförmig ausgestaltet sein. Dadurch kann das Elektronikmodul besonders vorteilhaft in Bezug auf eine geringe Thrombosegefahr realisiert werden.

- 20 Das Elektronikmodul kann je nach Ausführungsform die elektronische Komponente und/oder das Kontaktierungselement aufweisen. Dabei kann das Kontaktierungselement ausgebildet sein, um eine elektrisch leitfähige Kontaktierung des Elektronikmoduls über eine Außenseite des Elektronikabschnitts zu ermöglichen. Zusätzlich oder alternativ kann das Kontaktierungselement als Stift, Pad oder Leiterbahnstruktur oder eine Kombination aus zumindest zwei
- 25 der genannten Ausführungsformen ausgebildet sein. Unter einem Pad kann beispielsweise eine Kontaktfläche und/oder Erhebung verstanden werden, die eine Kontaktierung nicht nur über eine punktförmige Kontaktstelle, sondern zur besseren elektrischen Kontaktierung über eine flächige Kontaktstelle ermöglicht. Zusätzlich oder alternativ kann das Kontaktierungselement zumindest
- 30 abschnittsweise in ein Material des Elektronikabschnitts eingebettet sein. Dadurch können verschiedene elektrische oder elektronische Komponenten

mit verhältnismäßig geringem Fertigungsaufwand in das Herzunterstützungssystem integriert werden.

Des Weiteren kann der Elektronikabschnitt eine Ausnehmung zum Aufnehmen
5 zumindest eines Abschnitts des Pumpenmotors aufweisen. Unter einer Ausnehmung kann im Allgemeinen eine Tasche verstanden werden. Die Ausnehmung kann beispielsweise ausgeformt sein, um den Pumpenmotor passgenau aufzunehmen. Durch diese Ausführungsform kann die Bauform des Elektronikmoduls in Längsrichtung besonders kompakt gehalten werden.

10

Gemäß einer Ausführungsform kann das Kontaktierungselement in die Ausnehmung hineinreichen, um eine elektrische Kontaktierung des von der Ausnehmung aufgenommenen Pumpenmotors zu ermöglichen. Dabei kann sich der Kopplungsabschnitt um die Ausnehmung herum, beispielsweise ringförmig,
15 erstrecken, sodass ein Hindurchführen des Pumpenmotors durch den Kopplungsabschnitt in die Ausnehmung möglich ist. Durch diese Ausführungsform wird eine besonders einfache elektrische Kontaktierung des Pumpenmotors ohne zusätzliche Kontaktierungselemente ermöglicht.

20 Von Vorteil ist auch, wenn der Elektronikabschnitt einen Sensorabschnitt zum Aufnehmen zumindest eines Sensorelements und/oder einen Anschlussabschnitt zum Anschließen eines Kabels an das Elektronikmodul aufweist. Dabei kann das Kontaktierungselement an dem Sensorabschnitt und/oder dem Anschlussabschnitt angeordnet oder anordenbar sein. Bei dem Sensorabschnitt
25 kann es sich beispielsweise um einen abgeflachten Bereich einer Mantelfläche des Elektronikabschnitts handeln. Unter einem Anschlussabschnitt kann beispielsweise eine Stirnseite des Elektronikmoduls verstanden werden. Beispielsweise kann der Anschlussabschnitt als Anschlussfeld mit einer Mehrzahl von Kontaktierungselementen in Form von Anschlusspins oder Kontaktmulden
30 zum Kontaktieren eines Kabels oder eines Steckverbinders realisiert sein. Dadurch werden eine einfache Anbringung von Sensorelementen und eine einfache elektrische Kontaktierung des Elektronikmoduls ermöglicht.

Gemäß einer Ausführungsform kann der Anschlussabschnitt an einer dem Kopplungsabschnitt abgewandten Stirnseite des Elektronikabschnitts angeordnet sein. Zusätzlich oder alternativ kann der Elektronikabschnitt mit einer
5 Schutzkappe, einem Zugentlastungselement, einem Knickschutzelement oder einer Kombination aus zumindest zwei der vorgenannten Elemente gekoppelt oder koppelbar sein. Dadurch können Beschädigungen des Elektronikmoduls vermieden werden. Zudem wird dadurch ein einfaches Einführen des Elektronikmoduls in das Blutgefäß ermöglicht.

10

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der Anschlussabschnitt mit einer Mehrzahl von Kontaktmulden zur elektrischen Kontaktierung des Kabels ausgeformt sein. Unter einer Kontaktmulde kann eine beispielsweise halbkreisförmige Vertiefung verstanden werden, die mit einem elektrisch leitfähigen Material ausgekleidet sein kann. Die Kontaktmulden können beispielsweise um eine Mittelachse des Elektronikabschnitts herum angeordnet sein. Dadurch wird eine steckerlose elektrische Kontaktierung des Elektronikmoduls ermöglicht, beispielsweise durch Verlöten einzelner Adern des Kabels mit dem elektrisch leitfähigen Material in den Kontaktmulden.

20

Der hier vorgestellte Ansatz schafft ferner ein Herzunterstützungssystem mit folgenden Merkmalen:

einem Motorgehäuse zum Aufnehmen eines Pumpenmotors; und

25

einem Elektronikmodul mit einem Elektronikabschnitt und einem Kopplungsabschnitt zum Aufnehmen zumindest einer elektronischen Komponente und/oder zumindest eines elektrisch leitfähigen Kontaktierungselementes, wobei der Elektronikabschnitt und der Kopplungsabschnitt oder das Motorgehäuse miteinander zu einem fluiddichten Modulgehäuse, zur Anordnung in einem Blutgefäß kombiniert sind, wobei der Elektronikabschnitt über den Kopplungsabschnitt fluiddicht mit dem Motorgehäuse gekoppelt ist.

30

Schließlich schafft der vorgestellte Ansatz ein Verfahren zum Herstellen eines Elektronikmoduls für ein Herzunterstützungssystem, wobei das Herzunterstützungssystem ein Motorgehäuse zum Aufnehmen eines Pumpenmotors aufweist, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

10 Bilden eines Elektronikabschnitts zum Aufnehmen zumindest einer elektronischen Komponente und/oder zumindest eines elektrisch leitfähigen Kontaktierungselementes an einem Kopplungsabschnitt, wobei der Kopplungsabschnitt ausgeformt ist, um das Elektronikmodul fluiddicht mit dem Motorgehäuse zu koppeln.

15 Ferner kann in einer besonders günstigen Ausführungsform ein optionaler Schritt des Kombinierens der Elektronikabschnitt mit einem als separaten Element ausgeführten Kopplungsabschnitt zu einem fluiddichten Modulgehäuse zur Anordnung in einem Blutgefäß kombiniert werden, um das Elektronikmodul fluiddicht mit dem Motorgehäuse zu koppeln.

20 Das Ausformen des optionalen separaten Elementes als Kopplungsabschnitts kann beispielsweise durch Sintern erfolgen. Insbesondere kann der Kopplungsabschnitt im Schritt des Kombinierens direkt an den Elektronikabschnitt angesintert werden. Das Bilden des Elektronikabschnitts kann beispielsweise in einem additiven Fertigungsverfahren, insbesondere durch Aufeinanderstapeln von Keramiksichten, erfolgen. Alternativ kann das Bilden des Elektronikabschnitts in einem Spritzgießverfahren oder einem spanenden Fertigungsverfahren, etwa durch Fräsen oder Drehen, erfolgen. Das Kontaktierungselement kann im Schritt des Bildens direkt in den Elektronikabschnitt eingebettet werden, beispielsweise in Form eines Stifts zur Durchkontaktierung einzelner Schichten des Elektronikabschnitts. Zusätzlich oder alternativ kann das Kontaktierungselement auf eine Oberfläche des Elektronikabschnitts oder einzelner Schichten davon aufgebracht werden.

25
30

Vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind anhand der Zeichnungen in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

5

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

Fig. 2A eine schematische Darstellung eines Elektronikmoduls aus Fig. 1;

10

Fig. 2B schematische Darstellung eines Elektronikmoduls zur direkten Verbindung mit dem Motorgehäuse, beispielsweise durch Kleben;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Schichtaufbaus eines Elektronikabschnitts gemäß einem Ausführungsbeispiel;

15

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

20

Fig. 5 eine schematische Darstellung des Elektronikmoduls aus Fig. 4;

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Elektronikmoduls gemäß einem Ausführungsbeispiel;

25

Fig. 7 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen eines Elektronikmoduls gemäß einem Ausführungsbeispiel.

30

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.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Herzunterstützungssystems 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Herzunterstützungssystem 100, hier beispielhaft ein linksventrikuläres Herzunterstützungssystem zur perkuta-

5 nen Implantierung in eine linke Herzkammer, weist ein Elektronikmodul 102 auf, das mit einem Motorgehäuse 104 zum Aufnehmen eines Pumpenmotors fluiddicht verbunden ist. Das Elektronikmodul 102 repräsentiert dabei ein proximales Ende des Herzunterstützungssystems 100 und bildet einen Übergang zwischen dem Motorgehäuse 104 und einem Anschlusskabel 106 zum An-

10 schließen des Herzunterstützungssystems 100 an eine externe Energiequelle oder eine externe Auswerte- oder Steuereinrichtung.

Das Herzunterstützungssystem 100 weist einen zylinderförmigen, länglichen Aufbau mit im Wesentlichen konstantem Außendurchmesser und abgerunde-

15 ten, sich verjüngenden Enden zur einfachen Platzierung mittels Katheter in einem Blutgefäß, etwa der linken Herzkammer oder der Aorta, auf.

Beispielhaft weist das Herzunterstützungssystem 100 eine Spitze in Form einer Sensorbaugruppe 110 auf, etwa zur Druckmessung.

20

Fig. 2A zeigt eine schematische Darstellung des Elektronikmoduls 102 aus Fig. 1. Das Elektronikmodul 102 umfasst ein zylinderförmiges Modulgehäuse, das aus einem (optionalen) Kopplungsabschnitt 202 und einem Elektronikabschnitt 204 zusammengesetzt ist. Der (optionale) Kopplungsabschnitt 202

25 dient zum fluiddichten Koppeln des Elektronikmoduls 102 mit dem Motorgehäuse, beispielsweise durch Verschweißen. Für Verklebungen kann auch eine direkte Fügung stattfinden. Gemäß einem günstigen Ausführungsbeispiel ist der Kopplungsabschnitt 202 als (Metall-)Ring, insbesondere als Titanring realisiert. Der Elektronikabschnitt 204 dient zum Aufnehmen einer oder mehrerer

30 elektronischer Komponenten 206. Zusätzlich weist der Elektronikabschnitt 204 gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Mehrzahl elektrisch leitfähiger Kontaktierungselemente 208 auf, die zur elektrischen Kontaktierung der

elektronischen Komponente 206 oder des Pumpenmotors oder zum Anschließen eines Kabels an den Elektronikabschnitt 204 ausgebildet sind.

- Die beiden Abschnitte 202, 204 (soweit der Kopplungsabschnitt 202 als separates Element ausgeformt ist) sind beispielsweise durch Stoffschluss fluiddicht miteinander verbunden. Alternativ kann auch das Motorgehäuse direkt auf einen als Kopplungsabschnitt 202 wirkenden Oberflächenteil des Elektronikabschnitts 204 aufgebracht und fluiddicht mit demselben verschlossen werden.
- Ein Teil der Kontaktierungselemente 208 ist gemäß Fig. 2A an einem stirnseitigen, dem Kopplungsabschnitt 202 und/oder der Motorgehäusesseite abgewandten Anschlussabschnitt 210 des Elektronikabschnitts 204 angeordnet, wobei aus dem Anschlussabschnitt 210 herausragende Enden der Kontaktierungselemente 208 als Anschlussstifte zum Anschluss eines Anschlusskabels ausgebildet sind. Die Kontaktierung des Anschlusskabels erfolgt entsprechend über Kontakthülsen oder eine direkte Verbindung. Der Anschlussabschnitt 210 kann auch als Anschlussfeld bezeichnet werden. Die elektronische Komponente 206, hier ein Sensorelement, ist auf einem außenliegenden Sensorabschnitt 212 des Elektronikabschnitts 204 platziert. Der Sensorabschnitt 212 ist hier als Abflachung einer Mantelfläche des Elektronikabschnitts 204 realisiert und bildet somit eine Plattform für das Sensorelement 206. Auch sind im Sensorabschnitt 212 mehrere der Kontaktierungselemente 208 zur Kontaktierung in ein hermetisches Innere des Elektronikabschnitts 204 angeordnet.
- Das Elektronikmodul 102, das auch als Backend des Herzunterstützungssystems bezeichnet werden kann, ist beispielsweise mit einem Keramikteil als Elektronikabschnitt 204 und einem angesinterten Titanring als Kopplungsabschnitt 202 realisiert. Der zweiteilige Aufbau ist vorteilhaft, da dadurch anschließende Produktionsschritte, wie etwa ein hermetisches Verschweißen des Elektronikmoduls 102 mit dem Motorgehäuse, vereinfacht werden. Die Verwendung von Keramik als Gehäusematerial bietet vor allem den Vorteil einer einfachen Integration komplexer Leiterstrukturen. Durch die Verwendung

eines Titanelements als Kopplungsabschnitt 202 wird hingegen eine hermetische Verschweißung mit dem Motorgehäuse gewährleistet.

5 Der Elektronikabschnitt 204 ist beispielsweise durch einen schichtweisen Aufbau nach der cofiring-Technik als funktionalisierte Keramikkomponente realisiert.

10 Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist der Kopplungsabschnitt 202 form-schlüssig verglast, um eine hermetisch dichte Verbindung zwischen dem Kopplungsabschnitt 202 und dem Elektronikabschnitt 204 herzustellen.

15 Der Elektronikabschnitt 204 ist optional mit einer oder mehreren verrundeten Stufen 214 ausgeformt, sodass beispielsweise ein Dünnschichtsubstrat zur Anbindung weiterer Sensoren aus der in Fig. 1 gezeigten Sensorbaugruppe ohne Beschädigung zum Anschlussabschnitt 210 geführt werden kann. Der Anschlussabschnitt 210 dient beispielsweise zur Anbindung hermetischer Durchführungspins an das Anschlusskabel.

20 Optional ist eine weitere Stufe 216 zumindest abschnittsweise um den Anschlussabschnitt 210 herum ausgeformt, um die Anbindung einer Schutzkappe, Zugentlastung oder Knickschutztülle zu ermöglichen.

25 Fig. 2B zeigt eine schematische Darstellung eines Elektronikmoduls 102 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel zur direkten Verbindung mit dem Motorgehäuse, beispielsweise durch Kleben. Hierbei ist erkennbar, dass das Elektronikmodul 102 einen Kopplungsabschnitt 202 aufweist, der als Oberflächenschicht bzw. als Teilabschnitt des Elektronikabschnitts 204 ausgeformt ist, nicht jedoch als separates Element, wie es in der Fig. 2A dargestellt ist.

30 Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Schichtaufbaus eines Elektronikabschnitts 204 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Beispielhaft gezeigt ist ein Lagenaufbau des Elektronikabschnitts 204, wie er in einem LTCC-

Verfahren (LTCC = Low Temperature Cofired Ceramics; „Niedertemperatur-Einbrand-Keramiken“) realisierbar ist. Wie zu erkennen, umfasst der Schichtaufbau dabei eine Mehrzahl von entlang einer Längsachse 300 des Elektronikabschnitts 204 aufeinandergestapelter Einzelschichten 304, hier eine Mehrzahl von scheibenförmigen Keramiklagen.

Leiterstrukturen aus den Kontaktierungselementen 208 sind beispielsweise in der Ebene der Einzelschichten 304 durch Siebdruck und Vias von Einzelschicht zu Einzelschicht realisiert.

10

Das Elektronikmodul wird beispielsweise Schritt für Schritt durch Stapeln gestanzter und leitfähig bedruckter Grünteile aufgebaut. Dadurch ergibt sich die Randbedingung, dass weiter oben liegende Lagen nur identische oder kleinere Abmaße als tiefere Lagen haben dürfen. Anderslautende Formanforderungen sind beispielsweise durch eine entsprechende Nachbearbeitung von Sinterteilen des Elektronikmoduls durch Fräsen oder Drehen realisierbar.

Alternativ ist der Elektronikabschnitt 204 durch 3D-Druck, Spritzguss oder Fräsen als funktionalisierte Keramikkomponente hergestellt. Die elektrische Funktionalisierung erfolgt anschließend durch Siebdruck, Dispensen und verglaste Durchführungen.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Elektronikmoduls 102 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Gezeigt ist eine Ausführungsform des Elektronikmoduls 102 als Keramik-MID-Teil. Im Unterschied zu dem vorangehend anhand der Figuren 1 bis 3 beschriebenen Elektronikmodul umfasst die Mantelfläche des Elektronikabschnitts 204 hier eine erste Kavität 400, in die beispielhaft zwei Kontaktierungselemente 208 hineinreichen, und eine zweite Kavität 402, deren Bodenfläche den Sensorabschnitt zur Anordnung der Komponente 206 bildet. In einer dritten, stirnseitigen Kavität 404 sind die Kontaktierungselemente 208 des Anschlussabschnitts 210 angeordnet, wobei eine Bodenfläche der dritten Kavität 404 den Anschlussabschnitt 210 bildet. Optional ist der

Elektronikabschnitt 204 im Bereich des Anschlussabschnitts 210 konusförmig ausgestaltet.

5 Durch die vorgenannten Fertigungsverfahren sind in begrenztem Rahmen Formschlüsse ohne Nachbearbeitung abbildbar, sodass neben Plattformen für Sensoren auch Kavitäten an der Mantel- oder Stirnfläche des Elektronikabschnitts 204 realisierbar sind, wie sie beispielhaft in Fig. 4 gezeigt sind. Dadurch kann etwa der mechanische Schutz des außenliegenden Sensorelements 206 und des Anschlussabschnitts 210 verbessert werden.

10

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung des Elektronikmoduls 102 aus Fig. 4. Gezeigt ist eine Innenansicht des Elektronikmoduls 102 mit exemplarischen Leiterstrukturen. Es ist zu erkennen, dass der Elektronikabschnitt 204 eine innenliegende Ausnehmung 500 aufweist, in die eine Mehrzahl der Kontaktierungselemente 208 hineinreicht. Die Ausnehmung 500 dient beispielsweise zur Aufnahme einer Anschlussseite des Pumpenmotors, um eine direkte elektrische Kontaktierung des Pumpenmotors mit den Kontaktierungselementen 208 zu ermöglichen. Dabei ist es zweckdienlich, wenn der Kopplungsabschnitt 202 als Ring realisiert ist.

20

Die durch die Kontaktierungselemente 208 gebildeten elektrischen Leiterstrukturen sind beispielsweise außen durch Siebdruck oder innen durch Dispensen hergestellt. In Fig. 5 ist ein entsprechendes Ausführungsbeispiel gezeigt. Beim Dispensen führt ein Roboterarm eine dünne Kanüle, durch die leitfähiges Material wie Goldpaste oder Leitkleber abgegeben wird. Durch einen Sinterprozess wird die leitfähige Paste fest mit der Keramik verbunden, um die elektrischen Leiterbahnen zu realisieren.

25

Das Sensorelement 206 ist gemäß einem Ausführungsbeispiel als Sensor-Hub, etwa in Form eines Mikrocontrollers, realisiert, um Kalibrier- und Identifikationsinformationen des Pumpenmotors oder von Sensoren zu erfassen. Dabei ist das Sensorelement 206 beispielsweise über einen Kommunikationsbus

30

im Anschlusskabel über ein zentrales Steuergerät des Herzunterstützungssystems auslesbar. Dadurch kann das Steuergerät beispielsweise mit Motordaten parametrisiert werden.

- 5 Das Sensorelement 206 ist beispielsweise ausgebildet, um Sensordaten von Sensoren des Pumpenmotors vorzuverarbeiten, etwa zu aggregieren, zu filtern oder zu kalibrieren, oder als Transceiver ein Kommunikationsprotokoll der Sensoren in ein robusteres Kommunikationsprotokoll zu übersetzen oder künstliche Redundanz oder Prüfsummen hinzuzufügen.

10

Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung eines Elektronikmoduls 102 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Elektronikmodul 102 entspricht im Wesentlichen dem vorangehend anhand von Fig. 2 beschriebenen Elektronikmodul, mit dem Unterschied, dass der Anschlussabschnitt 210 eine Mehrzahl von bogenförmig, beispielsweise konzentrisch zu einer Umfangslinie des Elektronikabschnitts 204 angeordneten Kontaktmulden 600 zur elektrischen Kontaktierung des Anschlusskabels, etwa einzelner Adern des Anschlusskabels, aufweist. Die Kontaktierungselemente 208 weisen dabei je eine elektrisch leitfähige Kontaktierungsfläche 602 auf, die je eine der Kontaktmulden 600 auskleidet.

20

Die Kontaktmulden 600 dienen insbesondere zur direkten Kontaktierung des Anschlusskabels an die Keramik. Die Litzen des Anschlusskabels sind dabei direkt elektrisch an die außen platzierten Kontaktmulden 600 in der Keramik kontaktiert. Ein Dünnschichtsubstrat ist beispielsweise durch Blindpins oder Kontaktpads in der Mitte des Anschlussabschnitts 210 und eine kurze Verbindungsleitung an die Kontaktmulden 600 angebunden. Um eine Delaminierung der mechanisch belasteten Kontaktierungsflächen 602 zu verhindern, ist beispielsweise ein isolierender Keramikring zur mechanischen Stabilisierung über den Anschlussabschnitt 210 geschoben.

30

Fig. 7 zeigt ein Ablaufdiagramm als Verfahrens 700 zum Herstellen eines Elektronikmoduls gemäß einem Ausführungsbeispiel. Dabei wird in einem ersten Schritt 710 der Elektronikabschnitt zum Aufnehmen zumindest einer elektronischen Komponente und/oder zumindest eines elektrisch leitfähigen Kontaktierungselementes an einem Kopplungsabschnitt gebildet, wobei der Kopplungsabschnitt ausgeformt ist, um das Elektronikmodul fluiddicht mit dem Motorgehäuse zu koppeln. In einem zweiten Schritt 720 kann der Elektronikabschnitt mit dem Kopplungsabschnitt kombiniert werden, um das hermetisch abgedichtete Modulgehäuse herzustellen.

10

Gemäß einem Ausführungsbeispiel erfolgt das Kombinieren im Schritt 720 durch Ansintern des Kopplungsabschnitts an den Elektronikabschnitt. Alternativ erfolgt das Kombinieren durch Fügen des Kopplungs- und des Elektronikabschnitts. Alternativ kann das Kopplungselement aus Metall, im Besonderen Titanfolie, ausgeführt sein und der Kombinationsschritt 720 auf dem Diffusionsschweißen des folienförmigen Kopplungselements an das Elektronikelement erfolgen. Auch kann das Kopplungselement als metallische Oberflächenbeschichtung des Elektronikelements ausgeführt sein, sodass die hermetische Fügung an das Motorgehäuse im Folgenden durch beispielsweise einen Laserlötprozess möglich wird.

20

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel wird der Elektronikabschnitt im Schritt 710 schichtweise als Keramikbauteil hergestellt.

25

Die Fügung des hermetischen Modulgehäuses an das Motorgehäuse kann durch Schweißen eines optionalen Kopplungselements, beispielsweise aus Titan, erfolgen. In einer anderen Ausführung kann die Fügung durch Reaktiv-Bonden des Motorgehäuses (beispielsweise aus Titan) an das Modulgehäuse (beispielsweise aus Oxidkeramik) erfolgen. Alternativ ist eine Fügung des Elektronikabschnitts an das Motorgehäuse beispielsweise durch Verklebung mit einem beispielsweise Kunstharz möglich.

30

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.

Zusammenfassend sind insbesondere folgende Merkmale der Erfindung festzuhalten:

10

Die Erfindung betrifft ein Elektronikmodul (102) für ein Herzunterstützungssystem, wobei das Herzunterstützungssystem ein Motorgehäuse zum Aufnehmen eines Pumpenmotors aufweist. Das Elektronikmodul (102) umfasst einen Elektronikabschnitt (204) zum Aufnehmen zumindest einer elektronischen Komponente (206) und/oder zumindest eines elektrisch leitfähigen Kontaktierungselementes (208) und einen Kopplungsabschnitt (202), der als Fügestelle zwischen Motorgehäuse (104) und Elektronikabschnitt (204) oder als separate zu fügende Komponente ausgeführt ist, wobei das Motorgehäuse (104) und der Elektronikabschnitt (204) über den Kopplungsabschnitt (202) miteinander zu einem fluiddichten Modulgehäuse (104) zur Anordnung in einem Blutgefäß kombiniert oder kombinierbar sind.

Insbesondere betrifft die Erfindung die in den folgenden Klauseln angegebenen Aspekte:

25

1. Elektronikmodul (102) für ein Herzunterstützungssystem (100), wobei das Herzunterstützungssystem (100) ein Motorgehäuse (104) zum Aufnehmen eines Pumpenmotors aufweist, wobei das Elektronikmodul (102) folgende Merkmale aufweist:

30

einen Elektronikabschnitt (204) zum Aufnehmen zumindest einer elektronischen Komponente (206) und/oder zumindest eines elektrisch leitfähigen Kontaktierungselementes (208); und

- 5 einen Kopplungsabschnitt (202), der als Fügestelle zwischen Motorgehäuse (104) und Elektronikabschnitt (204) oder als separate zu fügende Komponente ausgeführt ist, wobei das Motorgehäuse (104) und der Elektronikabschnitt (204) über den Kopplungsabschnitt (202) miteinander zu einem fluiddichten Modulgehäuse (104) zur Anordnung in einem
- 10 Blutgefäß kombiniert oder kombinierbar sind.
2. Elektronikmodul (102) gemäß Aspekt 1, bei dem der Kopplungsabschnitt (202) als separates Element, insbesondere als Titanelement und/oder Sinterelement realisiert ist und/oder der Elektronikabschnitt (204) als Keramikelement und/oder Schichtverbund aus zumindest zwei Schichten (304) realisiert ist.
- 15
3. Elektronikmodul (102) gemäß Aspekt 2, bei dem die Schichten (304) in Längsrichtung des Elektronikabschnitts (204) aufeinandergestapelt sind.
- 20
4. Elektronikmodul (102) gemäß Aspekt 1, wobei der Kopplungsabschnitt (202) als eine Oberflächenschicht oder ein Teilabschnitt des Elektronikabschnitts (204) ausgeformt ist und/oder wobei das Elektronikmodul (102) direkt, insbesondere geklebt, mit dem Motorgehäuse (104)
- 25 verbindbar oder verbunden ist.
5. Elektronikmodul (102) gemäß einem der vorangegangenen Aspekte, bei dem der Kopplungsabschnitt (202) mit dem Motorgehäuse (104) verschweißt oder verschweißbar ist.
- 30
6. Elektronikmodul (102) gemäß einem der vorangegangenen Aspekte, bei dem der Kopplungsabschnitt (202) ringförmig ausgestaltet ist.

7. Elektronikmodul (102) gemäß einem der vorangegangenen Aspekte, bei dem der Kopplungsabschnitt (202) und/oder der Elektronikabschnitt (204) zylinderförmig ausgestaltet ist.
- 5
8. Elektronikmodul (102) gemäß einem der vorangegangenen Aspekte, mit der elektronischen Komponente (206) und/oder dem Kontaktierungselement (208), wobei das Kontaktierungselement (208) ausgebildet ist, um eine elektrisch leitfähige Kontaktierung des Elektronikmoduls (102) über eine Außenseite des Elektronikabschnitts (204) zu ermöglichen, und/oder als Stift und/oder Pad und/oder Leiterbahnstruktur ausgebildet ist und/oder zumindest abschnittsweise in ein Material des Elektronikabschnitts (204) eingebettet ist.
- 10
9. Elektronikmodul (102) gemäß einem der vorangegangenen Aspekte, bei dem der Elektronikabschnitt (204) eine Ausnehmung (500) zum Aufnehmen zumindest eines Abschnitts des Pumpenmotors aufweist.
- 15
10. Elektronikmodul (102) gemäß Aspekt 8 und 9, bei dem das Kontaktierungselement (208) in die Ausnehmung (500) hineinreicht, um eine elektrische Kontaktierung des von der Ausnehmung (500) aufgenommenen Pumpenmotors zu ermöglichen.
- 20
11. Elektronikmodul (102) gemäß Aspekt 8 oder 10, bei dem der Elektronikabschnitt (204) einen Sensorabschnitt (212) zum Aufnehmen zumindest eines Sensorelements (206) und/oder einen Anschlussabschnitt (210) zum Anschließen eines Kabels (106) an das Elektronikmodul (102) aufweist, wobei das Kontaktierungselement (208) an dem Sensorabschnitt (212) und/oder dem Anschlussabschnitt (210) angeordnet oder anordenbar ist.
- 25
- 30

12. Elektronikmodul (102) gemäß Aspekt 11, bei dem der Anschlussabschnitt (210) an einer dem Kopplungsabschnitt (202) abgewandten Stirnseite des Elektronikabschnitts (204) angeordnet ist und/oder mit einer Schutzkappe und/oder einem Zugentlastungselement und/oder einem Knickschutzelement gekoppelt oder koppelbar ist.
13. Elektronikmodul (102) gemäß Aspekt 11 oder 12, bei dem der Anschlussabschnitt (210) mit einer Mehrzahl von Kontaktmulden (600) zur elektrischen Kontaktierung des Kabels (106) ausgeformt ist.
14. Herzunterstützungssystem (100) mit folgenden Merkmalen:
- einem Motorgehäuse (104) zum Aufnehmen eines Pumpenmotors; und
- einem Elektronikmodul (102) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche.
15. Verfahren (700) zum Herstellen eines Elektronikmoduls (102) für ein Herzunterstützungssystem (100), wobei das Herzunterstützungssystem (100) ein Motorgehäuse (104) zum Aufnehmen eines Pumpenmotors aufweist, wobei das Verfahren (700) folgenden Schritt umfasst:
- Bilden (710) eines Elektronikabschnitts (204) zum Aufnehmen zumindest einer elektronischen Komponente (206) und/oder zumindest eines elektrisch leitfähigen Kontaktierungselementes (208) an einem Kopplungsabschnitt (202), wobei der Kopplungsabschnitt (202) ausgeformt ist, um das Elektronikmodul (102) fluiddicht mit dem Motorgehäuse (104) zu koppeln.

Patentansprüche

1. Elektronikmodul (102) für ein insbesondere mittels Katheter in eine Herzkammer oder die Aorta einführbares Herzunterstützungssystem (100),
5 wobei das Herzunterstützungssystem (100) ein Motorgehäuse (104) zum Aufnehmen eines Pumpenmotors aufweist, wobei das Elektronikmodul (102) folgende Merkmale aufweist:

einen Elektronikabschnitt (204) zum Aufnehmen zumindest einer elektronischen Komponente (206) und/oder zumindest eines elektrisch leitfähigen Kontaktierungselementes (208); und
10

einen Kopplungsabschnitt (202), der als Fügestelle zwischen Motorgehäuse (104) und Elektronikabschnitt (204) oder als separate zu fügende
15 Komponente ausgeführt ist, wobei das Motorgehäuse (104) und der Elektronikabschnitt (204) über den Kopplungsabschnitt (202) miteinander zu einem fluiddichten Modulgehäuse (104) zur Anordnung in einem Blutgefäß kombiniert oder kombinierbar sind.
- 20 2. Elektronikmodul (102) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kopplungsabschnitt (202) als ein separates Element realisiert ist.
3. Elektronikmodul nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das
25 separate Element wenigstens einen Abschnitt aus der Gruppe Titanelement, Titanteil, Sinterelement, Keramikelement enthält.
4. Elektronikmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektronikabschnitt (204) als ein Keramikelement
30 realisiert ist.

5. Elektronikmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektronikabschnitt (204) als ein Schichtverbund aus zumindest zwei Schichten (304) realisiert ist.
- 5 6. Elektronikmodul (102) gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichten (304) in Längsrichtung des Elektronikabschnitts (204) aufeinandergestapelt sind.
7. Elektronikmodul (102) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
10 dass der Kopplungsabschnitt (202) als eine Oberflächenschicht oder ein Teilabschnitt des Elektronikabschnitts (204) ausgeformt ist.
8. Elektronikmodul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Elektronikmodul (102) mit dem Motorgehäuse (104)
15 verbindbar oder verbunden ist.
9. Elektronikmodul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Elektronikmodul (102) mit dem Motorgehäuse (104) verklebbar oder verklebt ist.
20
10. Elektronikmodul (102) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kopplungsabschnitt (202) mit dem Motorgehäuse (104) verschweißt oder verschweißbar ist.
- 25 11. Elektronikmodul (102) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kopplungsabschnitt (202) ringförmig ausgestaltet ist.
12. Elektronikmodul (102) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kopplungsabschnitt (202) und/oder
30 der Elektronikabschnitt (204) zylinderförmig ausgestaltet ist.
13. Elektronikmodul (102) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektronikabschnitt (204) eine

Ausnehmung (500) zum Aufnehmen zumindest eines Abschnitts des Pumpenmotors aufweist.

- 5 14. Anordnung mit einem Elektronikmodul (102) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 und mit einem an dem Elektronikabschnitt (204) aufgenommenen Kontaktierungselement (208), wobei das Kontaktierungselement (208) für das Ermöglichen einer elektrisch leitfähigen Kontaktierung des Elektronikmoduls (102) über eine Außenseite des Elektronikabschnitts (204) ausgebildet ist.
- 10 15. Anordnung gemäß Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kontaktierungselement (208) als ein Stift oder ein Pad oder eine Leiterbahnstruktur ausgebildet ist.
- 15 16. Anordnung gemäß Anspruch 14 oder Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kontaktierungselement (208) zumindest abschnittsweise in ein Material des Elektronikabschnitts (204) eingebettet ist.
- 20 17. Anordnung gemäß einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektronikabschnitt (204) eine Ausnehmung (500) zum Aufnehmen zumindest eines Abschnitts des Pumpenmotors aufweist, wobei das Kontaktierungselement (208) in die Ausnehmung (500) hineinreicht, um eine elektrische Kontaktierung des von der Ausnehmung (500) aufgenommenen Pumpenmotors zu ermöglichen.
- 25 18. Anordnung gemäß einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektronikabschnitt (204) einen Sensorabschnitt (212) zum Aufnehmen zumindest eines Sensorelements (206) und/oder einen Anschlussabschnitt (210) zum Anschließen eines Kabels (106) an das Elektronikmodul (102) aufweist, wobei das Kontaktierungselement (208) an dem Sensorabschnitt (212) und/oder dem Anschlussabschnitt (210) angeordnet oder anordenbar ist.
- 30

19. Anordnung gemäß Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anschlussabschnitt (210) mit einer Mehrzahl von Kontaktmulden (600) zur elektrischen Kontaktierung des Kabels (106) ausgeformt ist.
- 5 20. Anordnung gemäß einem der Ansprüche 14 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anschlussabschnitt (210) an einer dem Kopplungsabschnitt (202) abgewandten Stirnseite des Elektronikabschnitts (204) angeordnet ist und/oder mit einer Schutzkappe und/oder einem Zugentlastungselement und/oder einem Knickschutzelement gekoppelt oder
- 10 koppelbar ist.
21. Herzunterstützungssystem (100) mit folgenden Merkmalen:
- 15 einem Motorgehäuse (104) zum Aufnehmen eines Pumpenmotors; und
- einem Elektronikmodul (102) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche.
22. Verfahren (700) zum Herstellen eines insbesondere mittels Katheter in
- 20 eine Herzkammer oder die Aorta einführbares Herzunterstützungssystem (100), wobei das Herzunterstützungssystem (100) ein Motorgehäuse (104) zum Aufnehmen eines Pumpenmotors aufweist, wobei das Verfahren (700) folgende Schritte umfasst:
- 25 Bereitstellen eines Elektronikmoduls (102) nach einem der Ansprüche 1 bis 13; und
- 30 fluiddichtes Kombinieren des Elektronikabschnitts (204) und des Motorgehäuses (104) über den Kopplungsabschnitts (202) zu einem fluiddichten Modulgehäuse (104).

1 / 5

Fig. 1

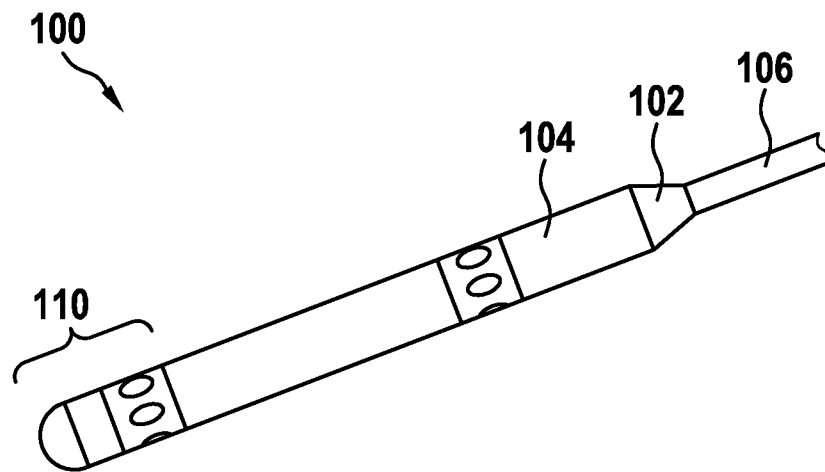
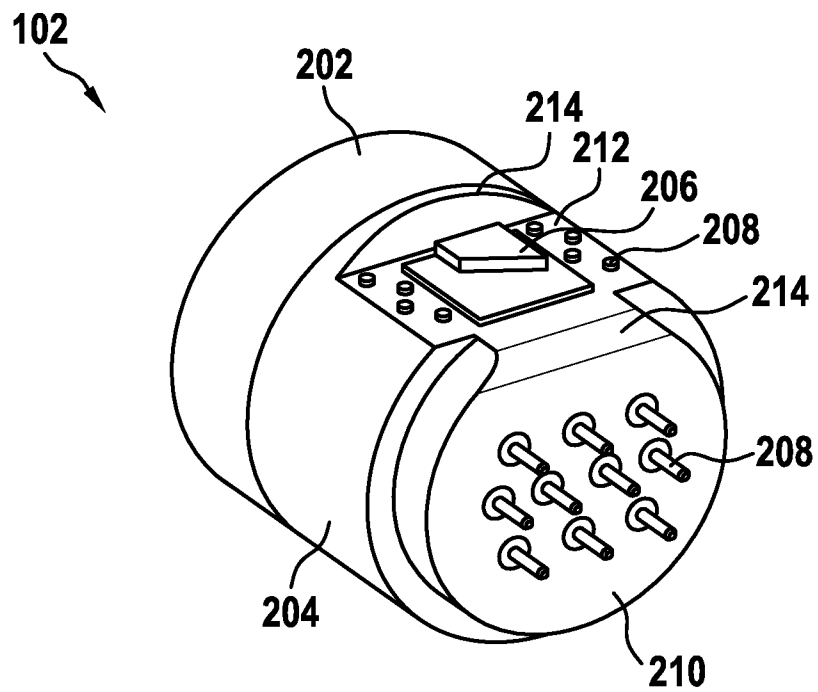
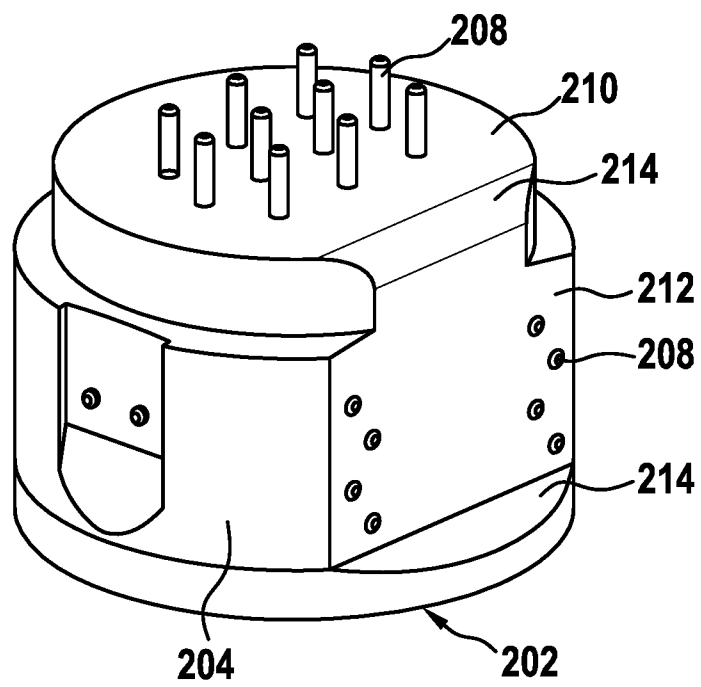


Fig. 2A



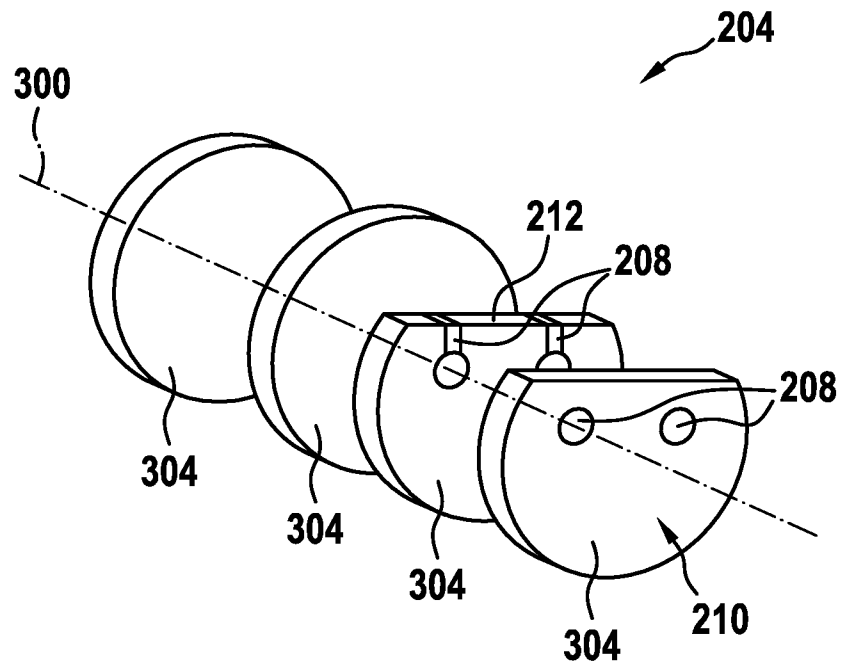
2 / 5

Fig. 2B



3 / 5

Fig. 3



4 / 5

Fig. 4

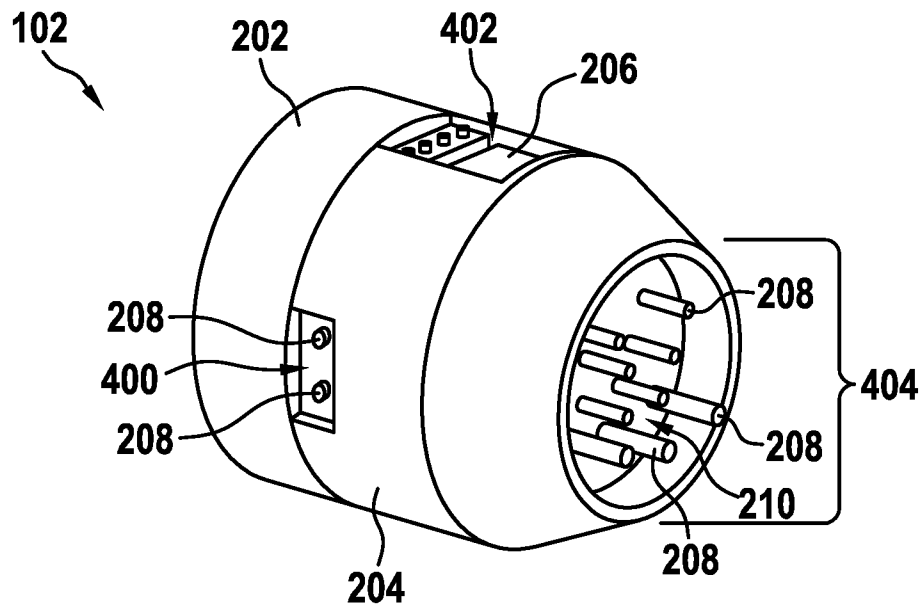
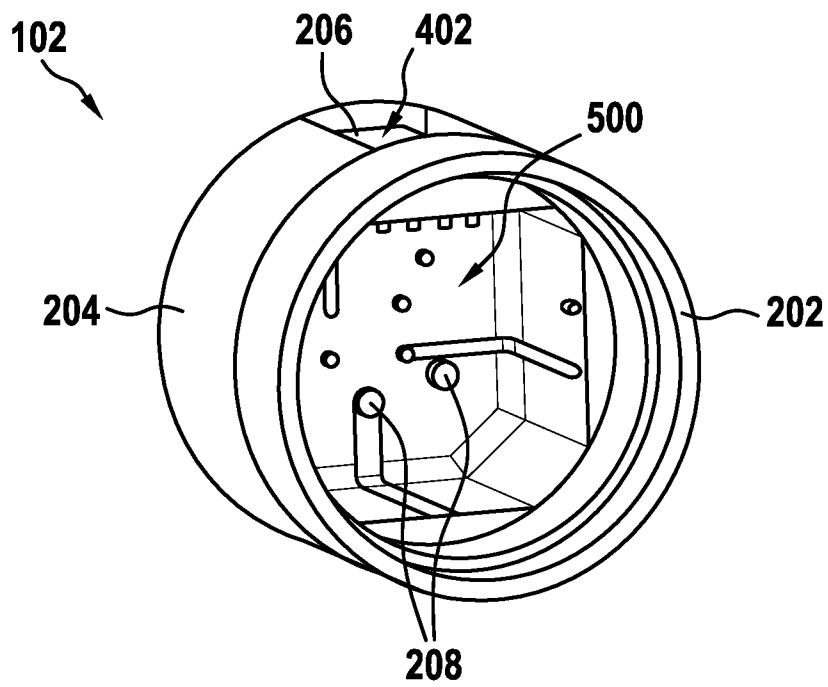


Fig. 5



5 / 5

Fig. 6

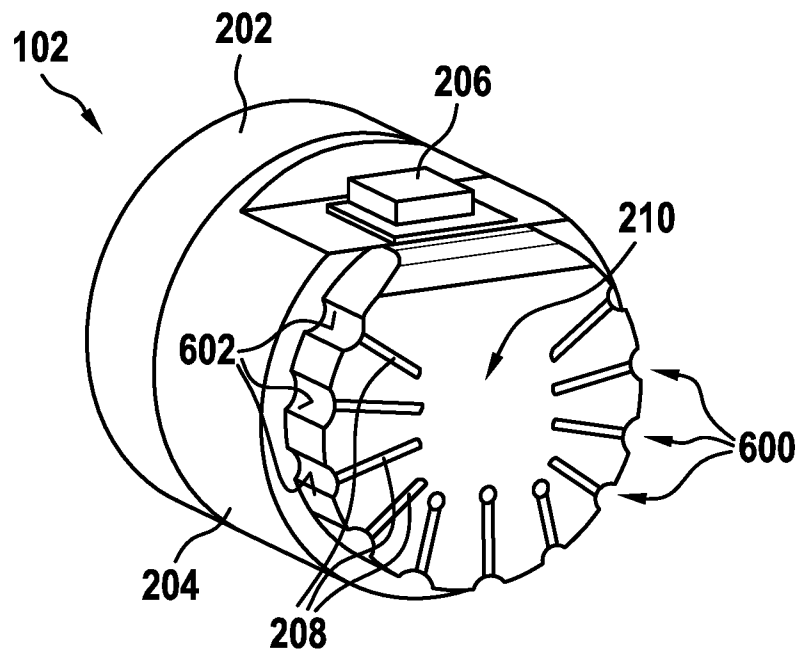
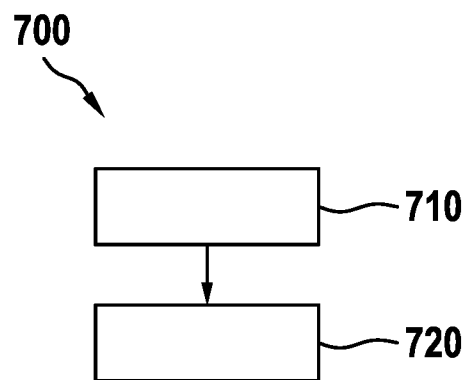


Fig. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/064155

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02K 5/22**(2006.01)i; **H02K 5/12**(2006.01)i; **A61M 1/12**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61M; H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2017205909 A1 (AYRE PETER [AU]; BEGG JOHN [AU]) 07 December 2017 (2017-12-07) paragraph [0010]; figures 1, 8 paragraph [0015] paragraph [0053] - paragraph [0059] paragraph [0076] - paragraph [0080]	1-22
Y	GB 2345387 A (SCHLUMBERGER HOLDINGS [VG]) 05 July 2000 (2000-07-05) page 7; figure 2 page 9	1-22
Y	DE 102008060357 A1 (AUDI AG [DE]) 10 June 2010 (2010-06-10) paragraph [0007]; figure 1	5,6
Y	WO 9949912 A1 (NIMBUS INC [US]; PETERSEN TRACY V [US] ET AL.) 07 October 1999 (1999-10-07) page 10, line 4 - page 11, line 4	7
Y	DE 19956380 C1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 04 January 2001 (2001-01-04) figure 1	13,17,19,20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 September 2019

Date of mailing of the international search report

13 September 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Sollinger, Martin

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/064155

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2017205909	A1	07 December 2017	AU	2017272906	A1	31 January 2019
				US	2019224394	A1	25 July 2019
				WO	2017205909	A1	07 December 2017
GB	2345387	A	05 July 2000	NONE			
DE	102008060357	A1	10 June 2010	NONE			
WO	9949912	A1	07 October 1999	AU	3105899	A	18 October 1999
				WO	9949912	A1	07 October 1999
DE	19956380	C1	04 January 2001	BR	0007661	A	06 November 2001
				CN	1338032	A	27 February 2002
				DE	19956380	C1	04 January 2001
				EP	1149245	A1	31 October 2001
				ES	2272356	T3	01 May 2007
				JP	4860867	B2	25 January 2012
				JP	2003515059	A	22 April 2003
				US	6663362	B1	16 December 2003
				WO	0138741	A1	31 May 2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H02K5/22 H02K5/12 A61M1/12
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 A61M H02K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2017/205909 A1 (AYRE PETER [AU]; BEGG JOHN [AU]) 7. Dezember 2017 (2017-12-07) Absatz [0010]; Abbildungen 1, 8 Absatz [0015] Absatz [0053] - Absatz [0059] Absatz [0076] - Absatz [0080] -----	1-22
Y	GB 2 345 387 A (SCHLUMBERGER HOLDINGS [VG]) 5. Juli 2000 (2000-07-05) Seite 7; Abbildung 2 Seite 9 -----	1-22
Y	DE 10 2008 060357 A1 (AUDI AG [DE]) 10. Juni 2010 (2010-06-10) Absatz [0007]; Abbildung 1 ----- -/-	5,6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. September 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/09/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sollinger, Martin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 99/49912 A1 (NIMBUS INC [US]; PETERSEN TRACY V [US] ET AL.) 7. Oktober 1999 (1999-10-07) Seite 10, Zeile 4 - Seite 11, Zeile 4 -----	7
Y	DE 199 56 380 C1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4. Januar 2001 (2001-01-04) Abbildung 1 -----	13,17, 19,20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/064155

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2017205909	A1	07-12-2017	AU	2017272906	A1	31-01-2019
			US	2019224394	A1	25-07-2019
			WO	2017205909	A1	07-12-2017

GB 2345387	A	05-07-2000	KEINE			

DE 102008060357	A1	10-06-2010	KEINE			

WO 9949912	A1	07-10-1999	AU	3105899	A	18-10-1999
			WO	9949912	A1	07-10-1999

DE 19956380	C1	04-01-2001	BR	0007661	A	06-11-2001
			CN	1338032	A	27-02-2002
			DE	19956380	C1	04-01-2001
			EP	1149245	A1	31-10-2001
			ES	2272356	T3	01-05-2007
			JP	4860867	B2	25-01-2012
			JP	2003515059	A	22-04-2003
			US	6663362	B1	16-12-2003
			WO	0138741	A1	31-05-2001
