

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/002312 A1

(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,

This diagram shows an exploded perspective view of a device assembly. It consists of several main components: a top housing (28) with a central opening, a middle ring-like structure (24) with internal features (30), a lower ring-like structure (26) with protrusions, and a base housing (22) with a large circular opening. A separate circular component (22) is shown to the left, likely a lid or a separate housing part. The components are shown in their relative positions as they would be assembled.

Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a measuring device for determining the flow rate of a fluid flowing through a tube section, comprising a measuring tube (14; 114; 414, 416) with a tube wall, at least one transmitter for transmitting an acoustic signal, at least one receiver for receiving the acoustic signal emitted by the transmitter, a reflective surface for reflecting the acoustic signal, and a data detection unit, wherein both the transmitter as well as the receiver are designed as an ultrasonic device (20; 120; 210; 310; 440), each of which is arranged on the measuring tube (14; 114; 414, 416) and comprises a coupling element (222; 230, 444) and an ultrasonic converter element (320). The measuring tube (14; 114; 414, 416) has at least one receiving area for an ultrasonic device (20; 120; 210; 310; 440), said receiving area being formed either as a contact surface (33) on the exterior of the measuring tube (14; 114) or as a

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)

passage (422, 424) through the tube wall of the measuring tube (414, 416), and a measuring device housing (12; 112) is provided which protects the transmitter, the receiver, and the data detection unit from external influences.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Messvorrichtung zur Bestimmung des Durchflusses eines durch einen Rohrabchnitt hindurchströmenden Fluids, umfassend ein Messrohr (14; 114; 414, 416) mit einer Rohrwand, wenigstens einen Sender zum Senden eines akustischen Signals, wenigstens einen Empfänger zum Empfangen des vom Sender abgegebenen akustischen Signals, eine Reflexionsfläche zur Reflexion des akustischen Signals und eine Datenerfassungseinheit, wobei sowohl der Sender als auch der Empfänger als eine Ultraschallvorrichtung (20; 120; 210; 310; 440) ausgebildet sind, die jeweils an dem Messrohr (14; 114; 414, 416) angeordnet ist und ein Koppelement (222; 330, 444) und ein Ultraschallwandlerelement (320) umfasst, wobei das Messrohr (14; 114; 414, 416) wenigstens eine Aufnahme für eine Ultraschallvorrichtung (20; 120; 210; 310; 440) aufweist, wobei die Aufnahme entweder als eine Auflagefläche (33) auf der Außenseite des Messrohrs (14; 114) oder als Durchgang (422, 424) durch die Rohrwand des Messrohrs (414, 416) ausgebildet ist und wobei ein Messgerätegehäuse (12; 112) vorgesehen ist, welches den Sender, den Empfänger und die Datenerfassungseinheit vor äußeren Einflüssen schützt.

"Ultraschallmessvorrichtung"

Beschreibung:

5 Technisches Gebiet:

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Messvorrichtung zur Bestimmung des Durchflusses eines durch einen Rohrabschnitt hindurchströmenden Fluids. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine Messvorrichtung zur Bestimmung des Durchflusses des durch einen Rohrabschnitt
10 hindurchströmenden Fluids mittels Ultraschallsensoren nach dem Laufzeitdifferenzverfahren.

Stand der Technik:

Eine Möglichkeit, den Durchfluss eines durch einen Rohrabschnitt hindurchströmenden Fluids zu
15 bestimmen, basiert auf einem Ultraschallmessverfahren. Die Bestimmung des Durchflusses mittels Ultraschall basiert auf einer Laufzeitdifferenz eines Signals in einer strömenden Flüssigkeit im Vergleich zu einer ruhenden Flüssigkeit. Hierbei werden akustische Signale mittels eines Ultraschallsenders schräg zur Strömungsrichtung des Fluids in ein Messrohr eingekoppelt. Ein Ultraschallempfänger nimmt das Signal am Ende einer vorgestimmten Wegstrecke des Signals
20 auf. Aus der gemessenen Laufzeit des Signals im Vergleich zu einem Zustand, in dem das Fluid im Messrohr nicht strömt, lässt sich in Kenntnis der Messrohrgeometrie der Durchfluss eines strömenden Fluids durch das Messrohr bestimmen. Um den Laufweg des Signals zu verlängern oder aus baulichen Gründen, sind zwischen Sender und Empfänger Reflexionsstellen vorgesehen, an denen das eingekoppelte Signal reflektiert wird.

25 Zur Durchführung dieser Messung werden in der Regel mindestens zwei Messvorrichtungen mit einem Ultraschall-Wandler oder Ultraschall-Sensor verwendet. Da Ultraschallvorrichtungen sowohl als Empfänger als auch als Sender dienen können, wird eine Ultraschallvorrichtung als Empfänger und die andere als Sender verwendet. Der Sender und der Empfänger sind in einem
30 vorgegebenen Abstand an der Außenwand eines Messrohrs befestigt.

Es handelt sich hierbei um das sogenannte Clamp-on-Verfahren. Das Clamp-On-Verfahren hat den Vorteil, dass an dem Messrohr keine besonderen Vorkehrungen zu treffen sind. Allerdings besteht bei diesem Clamp-On-Verfahren jedoch der Nachteil, dass die Befestigung der
35 Messvorrichtungen, insbesondere der Ultraschallvorrichtungen an dem Messrohr vergleichsweise aufwändig ist, da sichergestellt werden muss, dass die Messvorrichtungen ordnungsgemäß zueinander ausgerichtet sind, um ein korrektes Messergebnis zu erhalten. Darüber hinaus besteht

die Gefahr, dass die Messvorrichtungen, insbesondere Ultraschallvorrichtungen aufgrund äußerer Einflüsse im Gebrauch ihre Position verändern, was das Messergebnis verändert.

Darstellung der Erfindung:

5

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Messvorrichtung zur Bestimmung des Durchflusses eines durch einen Rohrabschnitt hindurchströmenden Fluids bereitzustellen, welche nach dem Ultraschallprinzip arbeitet, einfach montierbar ist, eine vergleichsweise hohe Messgenauigkeit aufweist und auch im Dauereinsatz die hohe Messgenauigkeit behält.

10

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine Messvorrichtung zur Bestimmung des Durchflusses eines durch einen Rohrabschnitt hindurchströmenden Fluids, umfassend ein Messrohr mit einer Rohrwand, wenigstens einen Sender zum Senden eines akustischen Signals, wenigstens einen Empfänger zum Empfangen des vom Sender abgegebenen akustischen Signals, 15 eine Reflexionsfläche zur Reflexion des akustischen Signals und eine Datenerfassungseinheit, wobei sowohl der Sender als auch der Empfänger als eine Ultraschallvorrichtung ausgebildet sind, die jeweils an dem Messrohr angeordnet ist und ein Korpелеlement und ein Ultraschallwandlerelement umfasst, wobei das Messrohr wenigstens eine Aufnahme für eine Ultraschallvorrichtung aufweist, wobei die Aufnahme entweder als eine Auflagefläche auf der 20 Außenseite des Messrohrs oder als Durchgang durch die Rohrwand des Messrohrs ausgebildet ist und wobei ein Messgerätegehäuse vorgesehen ist, welches den Sender, den Empfänger und die Datenerfassungseinheit vor äußeren Einflüssen schützt.

25

Das Vorsehen von Auflageflächen auf der Außenseite des Messrohrs oder Durchgängen im Messrohr hat den Vorteil, dass die Position für die Montage von Ultraschallvorrichtungen bereits durch das Messrohr vorgegeben ist. Eine exakte Positionierung der Ultraschallvorrichtungen wird dadurch vereinfacht. In dem Fall, in dem Durchgänge im Messrohr vorgesehen sind, wird 30 zusätzlich die Einkopplung des Messsignals in das strömende Medium vereinfacht, da das akustische Signal nicht durch die Rohrwand geführt werden muss. Die Messgenauigkeit wird dadurch erhöht.

35

Die Auflagefläche auf der Außenseite des Messrohrs kann bei einem Messrohr mit einem runden oder in etwa runden Querschnitt als Abflachung auf der Außenseite des Messrohrs ausgebildet sein. Alternativ kann ein flanschartiger Ansatz am Messrohr vorgesehen sein, dessen Auflagefläche tangential zum Messrohr verläuft.

Das Messgerätegehäuse, welches vorzugsweise wasserdicht und/oder nicht offenbar ist, sorgt dafür, dass der Sender, der Empfänger und die Datenerfassungseinheit beispielsweise vor Wasser oder vor Manipulationsversuchen unbefugter Dritter oder versehentlicher Beschädigungen geschützt sind.

5

Vorzugsweise ist das Messrohr an seinen Endabschnitten jeweils mit einem Flansch versehen, so dass die Messvorrichtung als eine Einheit in ein bestehendes Rohrsystem eingefügt werden kann. Die Messvorrichtung ist vergleichsweise flexibel einsetzbar, da der zur Bestimmung des Durchflusses notwendige Durchmesser des Messrohrs von der Messvorrichtung selbst
10 vorgegeben ist.

15

Bei einer bevorzugten Weiterbildung ist das Ultraschallwandlerelement scheibenförmig ausgebildet und das Koppellement weist ein Substratkörper mit einer Aufnahmefläche für das Ultraschallwandlerelement auf, wobei die Aufnahmefläche für das Ultraschallwandlerelement
15 vorzugsweise schräg zur Rohrwand ausgerichtet ist. Hierdurch ist es möglich, die Ultraschallsignale schräg in das Messrohr einzuleiten. Beispielsweise handelt es sich bei dem Ultraschallwandlerelement um eine piezokeramische Scheibe. Das Koppellement besteht beispielsweise aus Kunststoff.

20

Damit es in dem Fall, in dem die Ultraschallvorrichtung in einem im Messrohr vorgesehenen Durchgang angeordnet, insbesondere eingesteckt ist, im Messrohr zu keiner Beeinflussung der Strömung des Fluids kommt, ist es gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass das Koppellement zumindest abschnittsweise in dem Durchgang angeordnet ist und flächenbündig mit der Innenwand des Messrohrs abschließt. Es versteht sich, dass die Außenseite
25 des Koppellements, welche flächenbündig zur Innenwand des Messrohrs ausgerichtet ist, die Geometrie des Messrohrs aufnimmt. So ist die Außenseite des Koppellements, welches flächenbündig zur Innenwand eines rechteckigen Rohres ausgebildet ist, als ebene Fläche ausgebildet, wohingegen ein Koppellement, welches flächenbündig zur Innenwand des runden oder ovalen Messrohrs ausgebildet ist, die Rundung des Messrohrs an seiner Außenseite
30 aufnimmt, um eine glatte Innenwandung im Messrohr zu erhalten.

35

Gemäß einer Ausführungsform der Messvorrichtung sind der Sender und der Empfänger entlang einer Achse des Messrohrs im Abstand voneinander auf dem Messrohr oder in einem Durchgang des Messrohrs angeordnet, wobei der Sender und der Empfänger vorzugsweise in Form eines
35 Messbalkens ausgebildet sind. Auf diese Weise lässt sich eine Messvorrichtung, bei der das Messsignal entlang eines V-Pfads erfasst wird, herstellen.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung ist ein Messbalken mit einem Messbalkengehäuse vorgesehen. Der Messbalken weist im Querschnitt eine längliche Grundform auf, wobei der wenigstens eine Sender an einem Ende des länglichen Messbalkens, und der wenigstens eine Empfänger am anderen Ende des länglichen Messbalkens angeordnet sind und mittig zwischen dem wenigstens einen Sender und dem wenigstens einen Empfänger ein Elektronikelement und/oder ein Anschlusselement vorgesehen ist.

Dies ermöglicht eine sehr kompakte Ausbildung des Senders und des Empfängers, welche einfach auf einem Messrohr oder in einem Durchgang des Messrohrs montiert werden können.

Vorzugsweise ist zumindest der Bodenabschnitt des Messbalkengehäuses aus dem gleichen Material hergestellt wie das Koppellement, um einen zusätzlichen Signalübergang zwischen dem Koppellement und dem Messbalkengehäuse zu vermeiden. In diesem Fall können der Bodenabschnitt des Messbalkengehäuses und die Koppellemente der beiden Ultraschallvorrichtungen einstückig ausgebildet sein. Darüber hinaus kann das Messbalkengehäuse einstückig ausgebildet sein und aus dem gleichen Material wie das Koppellement bestehen. In diesem Fall können sowohl das Koppellement als auch das Messbalkengehäuse einstückig ausgebildet sein.

Das für die Reflexion des Sendesignals notwendige Reflexionselement ist vorzugsweise als ringförmiges oder teilkreisförmiges Reflexionselement an der Innenwand des Messrohrs vorgesehen. Um störende Einflüsse des Reflexionselements im Messkanal zu vermeiden, ist das Reflexionselement flächenbündig mit der Innenwand des Messrohrs ausgerichtet.

Anstelle eines ringförmigen Reflexionselements kann selbstverständlich auch ein röhrenförmiges, ringförmiges, teilkreisförmiges oder plattenförmiges Reflexionselement vorgesehen sein. Ein ring- oder röhrenförmiges Reflexionselement oder ein teilkreisförmiges Reflexionselement, welches mehr als die Hälfte des Umfangs des Innenrohrs des Messrohrs bedeckt, hat den Vorteil, dass es sich im Inneren des Messrohrs selbst fixiert. Dieser Vorteil wird verstärkt, wenn es sich bei dem Reflexionselement um ein biegbares elastisches Band beispielsweise aus Metall handelt, welches im Messrohr ein ring- oder röhrenförmiges oder teilkreisförmiges Reflexionselement bildet.

Da das Reflexionselement flächenbündig mit der Innenwand des Messrohrs ausgerichtet ist, beeinflusst das Reflexionselement die Strömung und somit die Strömungsgeschwindigkeit nicht. Hierfür ist in der Innenwand des Messrohrs vorzugsweise eine Aussparung vorgesehen, die die gleichen Maße und die gleiche Geometrie wie das Reflexionselement aufweist, um das Reflexionselement passgenau in der Innenwand des Messrohrs einzufügen.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung umfasst das Messrohr ein Außenrohr und ein Innenrohr, wobei sowohl im Außenrohr als auch im Innenrohr ein Durchgang für eine Ultraschallvorrichtung vorgesehen ist und die Ultraschallvorrichtung vorzugsweise flächenbündig mit der Innenwand des Innenrohrs in dem Messrohr eingesetzt ist. Um eine Ultraschallvorrichtung durch die Durchgänge im dem Außenrohr und dem Innenrohr zu führen, versteht es sich, dass die Durchgänge im Außenrohr und Innenrohr die gleichen Maße haben und konzentrisch angeordnet sind.

Das Innenrohr ist vorzugsweise konzentrisch in dem Außenrohr angeordnet. Das Innenrohr hat den Vorteil, den Querschnitt des Messrohrs bei Bedarf zu verringern, so dass die Strömungsgeschwindigkeit erhöht werden kann. Hierdurch lassen sich insbesondere geringe Durchflüsse sicherer erfassen.

Bei einer ersten Ausführungsform kann die Wanddicke des Innenrohrs vergrößert werden, um den Querschnitt des Messrohrs zu verringern, bei einer anderen Ausführungsform können an der Außenseite des Messrohrs Abstandselemente vorgesehen sein, um das Innenrohr im Abstand von dem Außenrohr anzuordnen. Ein Innenrohr kann auch verwendet werden, um das Innere des Messrohrs mit einer anderen Materialschicht als dem Material des Messrohrs auszubilden. Beispielsweise kann das Außenrohr aus Metall und das Innenrohr aus Kunststoff sein.

In dem Fall, in dem das Innenrohr lediglich als Verkleidung des Messrohrs dient, kann die Innenwand des Messrohrs, genauer gesagt die Innenwand des Außenrohrs in dem Bereich, in dem das Innenrohr vorgesehen ist, eine Aussparung aufweisen, um das Innenrohr flächenbündig aufzunehmen.

Bei dieser Ausführungsform einer Messvorrichtung mit Außenrohr und Innenrohr ist es von Vorteil, dass ein Reflexionselement, vorzugsweise ein ringförmiges oder teilkreisförmiges Reflexionselement, an der Innenwand des Innenrohrs vorgesehen ist. Anstelle eines ringförmigen oder teilkreisförmigen Reflexionselements kann selbstverständlich auch ein röhrenförmiges, oder plattenförmiges Reflexionselement vorgesehen sein. Weiterhin kann das Reflexionselement ein biegbares elastisches Band sein, welches im Innenrohr ein ring- oder röhrenförmiges oder teilkreisförmiges Reflexionselement bildet.

Um das Reflexionselement flächenbündig mit der Innenwand des Innenrohrs auszurichten ist in der Innenwand des Innenrohrs vorzugsweise eine Aussparung vorgesehen, die die gleichen Maße und die gleiche Geometrie wie das Reflexionselement aufweist, um das Reflexionselement passgenau in der Innenwand des Innenrohrs einzufügen.

Zur Montage des Innenrohrs in dem Messrohr ist es von Vorteil, dass das Innenrohr zweiteilig aufgebaut ist und beispielsweise mittels einer Schnappverbindung miteinander verbunden ist.

- 5 Zum Betreiben der Messvorrichtung ist eine Stromversorgungsvorrichtung vorgesehen, wobei die Stromversorgungsvorrichtung vorzugsweise eine Batterie oder ein Akkumulator und ein die Batterie oder den Akkumulator umgebendes Stromversorgungsgehäuse umfasst. Die Stromversorgungsvorrichtung kann hierbei fest mit der Messvorrichtung verbunden oder austauschbar sein. Hierdurch ist es möglich, die Messvorrichtung auch fern von einem Stromnetz
10 zu betreiben.

- Insbesondere zur Messung des Durchflusses von Wasser in Fernleitungen besteht die Gefahr, dass die Messvorrichtung Wasser oder anderen Flüssigkeiten ausgesetzt ist. Von daher ist es von Vorteil, dass eine Steuerelektronik vorgesehen ist, die in einem vorzugsweise wasserdichten
15 Steuerelektronik-Gehäuse untergebracht ist. Beispielsweise ist die Steuerelektronik in ein Steuerelektronik-Gehäuse eingegossen. Die Steuerelektronik umfasst vorzugsweise die Datenerfassungseinheit, so dass auch die Datenerfassungseinheit vor Wasser oder anderen Flüssigkeiten im Gebrauch geschützt ist.

- 20 Zur Steuerung des wenigstens einen Senders und zur Übertragung der vom Empfänger erfassten Daten ist es von Vorteil, dass der wenigstens eine Sender und der wenigstens eine Empfänger über eine BUS-Verbindung mit der Steuerelektronik verbunden ist. Eine BUS-Verbindung ist insbesondere dann von Vorteil, wenn eine Vielzahl von Sendern und Empfängern sowie weitere Messsensoren wie etwa Druck- oder Temperatursensoren vorgesehen sind.

- 25 Weiterhin ist vorgesehen, dass in dem Messgerätgehäuse der wenigstens eine Sender, der wenigstens eine Empfänger und die Datenerfassungseinheit sowie wenigstens eines der folgenden Bauteile enthalten sind: Steuerelektronik, Stromversorgungsvorrichtung, wenigstens ein weiterer Sensor, wenigstens ein weiterer Empfänger, ein Messsensor zur Erfassung eines anderen
30 physikalischen oder chemischen Parameters als die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids, Kommunikationsmodul. Wenn das Messgerätgehäuse wasserdicht ausgebildet ist, besteht nicht nur ein mechanischer Schutz der genannten Bauteile, sondern auch ein Schutz vor eindringendem Wasser.

- 35 Um die Messdaten auch an der Messvorrichtung auslesen zu können, ist ein Anzeigeelement vorgesehen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen:

Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

- 5
- Fig. 1 eine erste Ausführungsform eines Durchflussmessers in perspektivischer Ansicht,
- Fig. 2 die erste Ausführungsform eines Durchflussmessers in zerlegter Darstellung,
- Fig. 3 das Messgerätgehäuse der in Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsform in
10 zerlegter Darstellung,
- Fig. 4 ein Messrohr mit Messbalken gemäß einer ersten Ausführungsform,
- Fig. 5 das in Fig. 4 dargestellte Messrohr mit Messbalken in zerlegter Darstellung,
- 15 Fig. 6 das in Fig. 4 dargestellte Messrohr mit Messbalken und Verkabelung,
- Fig. 7 das Messrohr in der in den Fig. 4-6 dargestellten Ausführungsform,
- 20 Fig. 8 eine zweite Ausführungsform eines Messbalkens an einem Messrohr,
- Fig. 9 den in Fig. 8 dargestellten Messbalken in einer Ansicht von unten,
- Fig. 10 eine zweite Ausführungsform eines Durchflussmessers in perspektivischer Ansicht,
- 25 Fig. 11 den in Fig. 10 dargestellten Durchflussmesser in einer teilweise zerlegten Darstellung,
- Fig. 12 eine Stromversorgungseinheit,
- 30 Fig. 13 die in Fig. 12 dargestellte Stromversorgungseinheit in zerlegter Darstellung,
- Fig. 14 eine erste Ansicht einer Steuereinheit,
- 35 Fig. 15 eine zweite Ansicht einer Steuereinheit,

- Fig. 16 eine schematische Darstellung einer Anordnung von Ultraschallvorrichtungen in einem Messrohr gemäß einer ersten Ausführungsform,
- 5 Fig. 17 eine schematische Darstellung einer Anordnung von Ultraschallvorrichtungen in einem Messrohr gemäß einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 18 einen Messbalken in einer perspektivischen Ansicht,
- Fig. 19 den in Fig. 18 dargestellten Messbalken in zerlegter Darstellung,
- 10 Fig. 20 ein Gehäuse eines Messbalkens gemäß einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 21 die Ultraschallwandlerelemente und die Messeinheit eines Messbalkens gemäß der in Fig. 20 dargestellten Ausführungsform,
- 15 Fig. 22 den Messbalken gemäß der weiteren Ausführungsform,
- Fig. 23 eine Vielzahl von Messbalken in einer Messreihe,
- Fig. 24 ein Messrohr mit einem Innenrohr,
- 20 Fig. 25 das Messrohr der Fig. 24,
- Fig. 26 das Innenrohr der Fig. 24 in zerlegter Darstellung und
- 25 Fig. 27 das Innenrohr der Fig. 24 in montiertem Zustand.

Wege zur Ausführung der Erfindung und gewerbliche Verwertbarkeit:

Die Fig. 1 zeigt einen Durchflussmesser 10 mit einem Messgerätgehäuse 12 und einem Messrohr 14 in montiertem Zustand. In Fig. 2 ist der in Fig. 1 dargestellte Durchflussmesser 10 zerlegt dargestellt.

30

Das Messrohr 14 weist einen Rohrabschnitt 16 sowie zwei an jedem Ende des Rohrabschnitts 16 angeordnete Flansche 18 auf, die sich vom Rohrabschnitt 16 radial nach außen erstrecken. Das Messrohr 12 besteht aus einem Metall und ist vorzugsweise zur Vermeidung von Korrosion beschichtet, insbesondere pulverbeschichtet. Die Flansche 18 dienen dazu, das Messrohr in ein

35

bestehendes Rohrsystem einzubauen und mit vorhandenen Rohrabschnitten des Rohrsystems zu verbinden. Hierfür sind entsprechende Durchlässe 19 in den beiden Flanschen 18 vorgesehen.

Wie Fig. 3 zeigt, sind auf dem Messrohrabschnitt 16 entlang des Umfangs des Messrohrabschnitts 16 Messbalken 20 vorgesehen. Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform sind drei um 120° versetzt angeordnete Messbalken 20 angebracht, von denen in Fig. 2 nur zwei zu erkennen sind.

Das Messgerätgehäuse 12 umfasst zwei im Querschnitt halbkreisförmige Schalenelemente 22, die den Rohrabschnitt 16 des Messrohrs 16 sowie die Messbalken 20 zwischen den beiden Flanschen 18 umgreifen, und fest miteinander verbindbar sind. Beispielsweise kann eine nicht zerstörungsfrei lösbare Rast- oder Schnappverbindung zwischen den beiden Schalenelementen 22 vorgesehen sein, um Manipulationsversuche unbefugter Dritter an dem Durchflussmesser zu verhindern.

Weiterhin ist ein Gehäusekopf 24 vorgesehen, der mittels eines Dichtungsrings 26 mit den beiden Gehäuseschalen 22 verbunden ist. Auch hier kann zwischen dem Gehäusekopf 24 und den beiden Gehäuseschalen 22 eine nicht zerstörungsfrei lösbare Rast- oder Schnappverbindung vorgesehen sein, um Manipulationsversuche unbefugter Dritter an dem Durchflussmesser zu verhindern.

Die beiden Schalenelemente 22 weisen im zusammengebauten Zustand eine zylindrische Grundform auf. Der Gehäusekopf 24 ist auf der Mantelfläche der montierten Schalenelemente 22 vorgesehen, wobei der Gehäusekopf 24 sowie die beiden Schalenelemente 22 in einem Zustand, in dem sie an dem Messrohr 14 montiert sind, einen Hohlraum bilden.

An der Oberseite des Gehäusekopfs 24 ist ein Fenster 28 vorgesehen, um Daten der Messvorrichtung optisch zu erfassen. Hierfür kann im Inneren des Messgerätgehäuses eine Anzeigeeinheit 29 vorgesehen sein. Weiterhin weist der Gehäusekopf 24 eine Öffnung 30 auf, in der eine Stromversorgungsvorrichtung 32 angeordnet ist.

Befindet sich die Stromversorgungsvorrichtung 32 in der dafür vorgesehenen Öffnung 30, bilden der Gehäusekopf 24 sowie die beiden Schalenelemente 22 in einem Zustand, in dem sie an dem Messrohr 14 montiert sind, einen geschlossenen, vorzugsweise wasserdichten Hohlraum.

Das Messgerätgehäuse ist vorzugsweise aus einem Kunststoff hergestellt.

Fig. 4 zeigt das Messrohr 14 sowie die entlang des Umfangs des Rohrabschnitts 16 angeordneten Messbalken 20 im Detail. Wie insbesondere in den Figuren 5 und 7 zu erkennen ist, sind Auflageflächen 33 für die Messbalken 20 an der Außenseite des Messrohrabschnitts 16 an den

Stellen, an denen die Messbalken 20 angeordnet sind, vorgesehen. Die Auflageflächen 33 weisen in etwa die Kontur der Unterseite des Messbalkens 20 auf, so dass jeder Messbalken 20 mit seiner Unterseite vollständig auf der Auflagefläche 33 des Rohrabschnitts 16 aufliegt.

- 5 Da der Messbalken 20 an seinen Seitenabschnitten Auskragungen mit Durchgängen 34 für eine Schraubverbindung aufweist, sind passend hierzu auf der Auflagefläche 33 Bohrungen 35, insbesondere Gewindebohrungen vorgesehen. Die Bohrungen 35 sind als Sacklochbohrung ausgebildet, um zu verhindern, dass das Fluid in dem Messrohr 14 durch die Bohrung 35 nach außen dringen kann.

10 Bei der dargestellten Ausführungsform ist die Auflagefläche 33 teilweise in die Außenwand des Rohrabschnitts 16 eingearbeitet. Alternativ kann sich die Auflagefläche 33 auch auf einem plattenartigen Ansatzelement befinden, welches tangential an dem Rohrabschnitt ausgerichtet und mit dem Rohrabschnitt fest verbunden ist.

15 Jeder Messbalken 20 wird mittels Schrauben an dem Messrohr 20 befestigt. An der Oberseite 36 jedes Messbalkens 20 ist ein elektrischer Anschluss 37 vorgesehen.

20 In der Figur 6 sind die am Rohrabschnitt 16 montierten Messbalken 20 mit entsprechender Verkabelung gezeigt. In jedem Anschluss 37 eines Messbalkens 20 befindet sich ein Steckelement 38 einer BUS-Verbindung.

Es versteht sich, dass im Rahmen der Erfindung nicht zwangsläufig eine BUS-Verbindung notwendig ist. Es können auch andere, aus dem Stand der Technik bekannte elektrische
25 Verbindungssysteme verwendet werden.

Die Fig. 8 und 9 zeigen eine weitere Ausführungsform eines Messbalkens 120. Bei dieser Ausführungsform befindet sich der elektrische Anschluss 137 zu einer nicht dargestellten Steuereinheit im Innern des Messbalkens 120. Die Kabel 139, die zu der nicht dargestellten
30 Steuereinheit führen, werden seitlich aus dem Messbalken 120 herausgeführt.

Analog wie bei der in den Fig. 4 bis 7 dargestellten Ausführungsform werden auch bei dieser Ausführungsform eines Messbalkens 120 die Messbalken 120 auf den auf dem Rohrabschnitt 16 vorgesehenen Auflageflächen 33 positioniert, mittels Schrauben an dem Rohrabschnitt 16 befestigt
35 und elektronisch über eine Verkabelung miteinander verbunden.

In Fig. 10 ist eine zweite Ausführungsform eines Durchflussmessers 110 in perspektivischer Ansicht gezeigt. Bei dieser Ausführungsform ist die Stromversorgungsvorrichtung 132 als austauschbares Element in dem Gehäusekopf 124 vorgesehen.

- 5 Die Stromversorgungsvorrichtung 132 ist im Detail in den Figuren 12 und 13 dargestellt. Die Stromversorgungsvorrichtung 132 umfasst ein Stromversorgungsgehäuse 150, bestehend aus einem Aufnahmeelement 152 in Form eines becherartigen Behälters und einem Deckel 154, der das Aufnahmeelement 152 bedeckt. Das Aufnahmeelement 152 ist so geformt, dass es zwei nebeneinander angeordnete Batterien oder Akkumulatoren 156 passend aufnehmen kann. An dem
- 10 Aufnahmeelement 152 sind Öffnungen 157 vorgesehen, durch die Leiterelemente oder dergleichen durchgreifen, um eine elektrische Verbindung zwischen der Batterie bzw. den Akkumulatoren 156 und den Einheiten im Inneren des Messgerätgehäuses, die mit Strom versorgt werden müssen, herzustellen.
- 15 Der Deckel 154 weist eine Grifföffnung 158 auf, um die Stromversorgungseinheit 132 aus der in Gehäusekopf 124 vorgesehen Öffnung entnehmen zu können.

In den Figuren 14 und 15 ist eine Elektronikeinheit 60 dargestellt. Die Elektronikeinheit 60 ist mit einem BUS-Verbindungskabel 62 verbunden, an dem Anschlussstecker 64 in vorgegebenen

20 Abständen angeordnet sind.

Die Elektronikeinheit 60 umfasst eine Platine 66, die mittels entsprechender Anschlüsse mit dem Kabel 62 fest verbunden ist. Weiterhin ist eine Anzeigeeinheit 29 im Bereich der Platine 66 vorgesehen.

25 Um zu verhindern, dass äußere Einflüsse wie etwa Wasser die Elektronikeinheit 60 sowie die Anzeigeeinheit 29 beschädigen, sind diese in einem Elektronikgehäuse 70 untergebracht. Bei dem Elektronikgehäuse 70 handelt es sich um ein Elektronikgehäuse 70 mit ebenen und/oder gekrümmten Wänden, um dieses einfach in dem Messgerätgehäuse 12; 112 eines Messgeräts 10, 110 unterzubringen. Werden die Platine 66 und/oder die Anzeigeeinheit 29 in das

30 Elektronikgehäuse 70 eingeführt, verbleiben Hohlräume, in denen beispielsweise Wasser kondensieren kann. Das kondensierte Wasser beeinträchtigt jedoch die Lebensdauer der Elektronikeinheit 60. Somit werden die im Elektronikgehäuse verbleibenden Hohlräume, wenn die Platine 66 und/oder die Anzeigeeinheit 29 in das Elektronikgehäuse 70 eingeführt sind, mit einem

35 gießbaren Material ausgefüllt. Idealerweise handelt es sich bei dem gießbaren Material um ein Silikongel oder um Silikonkautschuk. Um Kondensation von Wasser am Übergang zwischen Elektronikeinheit 60 und Kabel 62 zu verhindern, wird auch der Kabelabschnitt, der mit der

Elektronikeinheit 60 verbunden ist, in das Elektronikgehäuse 70 eingeführt und mit dem gießbaren Material umgeben.

Bei dem Elektronikgehäuse handelt es sich um ein Polycarbonat-Gehäuse und das Silikongel oder der Silikonkautschuk sind vorzugsweise transparent.

Auf diese Weise entsteht ein besonders wasserdichtes Gehäuse für die Elektronikeinheit 60.

Die Elektronikeinheit 60 kann die gesamte für die Erfassung der Messdaten erforderliche Elektronik, wie etwa Steuereinheit, Datenerfassungseinheit, Fernübertragungseinheit usw. enthalten. Alternativ kann die Elektronikeinheit 60 auch nur einzelne Einheiten, die für die Erfassung der Messdaten erforderlich sind, umfassen. In diesem Fall ist es sinnvoll, jede Einheit entsprechend der oben beschriebenen Weise in einem Gehäuse anzuordnen und mit Gießmasse auszufüllen, um ein wasserdichtes Gehäuse zu erhalten.

In dem Messgerätgehäuse 12 sind somit die Elektronikeinheit, die Stromversorgungseinheit, der Sender und der Empfänger untergebracht. Zusätzlich können noch weitere Module wie etwa ein Kommunikationsmodul in dem Messgerätgehäuse 12 vorgesehen sein, um beispielsweise die erfassten Daten beispielsweise per Funk fern zu übertragen.

Zur Bestimmung weitere physikalischer Parameter wie etwa Temperatur und Druck können zusätzliche Sensoren vorgesehen sein, die im Messrohr angeordnet und mit der Elektronikeinheit der Messvorrichtung verbunden sind.

Zum besseren Verständnis sind in den Figuren 16 und 17 verschiedene Messanordnungen zur Bestimmung des Durchflusses mittels Ultraschallvorrichtungen bzw. Ultraschallsensoren dargestellt.

Bei dem in Fig. 16 dargestellten Messverfahren handelt es sich um ein sogenanntes Dry-clamp-on-Messverfahren, bei dem die Ultraschallsensoren bzw. Ultraschallvorrichtungen 80, 82 auf einem Messrohr 84 befestigt sind. In diesem Fall wird das Ultraschallsignal, welches von einem als Sender wirkenden Ultraschallsensor 80 ausgeht, durch die Wand des Messrohrs 84 geleitet, an der dem Ultraschallsensor 80 gegenüberliegenden Wand des Messrohres 84 reflektiert und durch die Wand des Messrohrs wieder in den als Empfänger wirkenden zweiten Ultraschallsensor 82 geführt. Für dieses Messverfahren eignen sich Messrohre 84 mit einer Auflagefläche, wie beispielsweise in den Fig. 5 und 7 dargestellt. Anstelle der in Fig. 16 schematisch dargestellten Ultraschallsensoren 80, 82 kann auch ein Messbalken verwendet werden.

Die Reflexion des akustischen Signals kann an der Innenwand des Messrohrs 84 stattfinden. Alternativ kann ein Reflexionselement vorgesehen sein.

- 5 Bei der in Fig. 17 dargestellten Variante einer Messanordnung ist der Ultraschallsensor bzw. die Ultraschallvorrichtung 180, 182 zumindest abschnittsweise in einem Durchgang 186 des Messrohrs 184 eingelassen. Bei diesem Verfahren handelt es sich um ein sogenanntes Semi- Dry-Verfahren. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass das akustische Signal nicht durch die Rohrwand hindurchgeführt werden muss. Das akustische Signal wird über ein Koppellement 188 direkt in
10 den Messraum im Messrohr 184 eingekoppelt, an der gegenüberliegenden Wand des Messrohres 184 reflektiert und über das Koppellement 188 wieder in den als Empfänger wirkenden zweiten Ultraschallsensor 182 geführt. Hierdurch sind weniger Signalbeeinträchtigungen als bei dem zuerst beschriebenen Verfahren erkennbar.
- 15 Bei den beschriebenen Verfahren wurde von einer einzigen Reflexion an der den Ultraschallsensoren gegenüberliegenden Rohrwand ausgegangen. Bei diesem Signalweg handelt es sich um einen sogenannten V-Pfad. Alternativ können weitere Reflexionen an den Innenwänden des Messrohrs vorgesehen sein, so dass sich ein sogenannter W-Pfad ausbildet. Die Ausbildung eines V-Pfades oder eines W-Pfades ist von dem Einstrahlwinkel des akustischen
20 Signals in das Messrohr abhängig, welcher beispielsweise durch die Neigung des Ultraschallwandlers gegenüber dem Messrohr eingestellt werden kann.

Das in einem Durchgang 186 durch das Messrohr 184 angeordnete Koppellement 188 ist flächenbündig mit der Innenwand des Messrohrs 184 ausgerichtet, um störende Einflüsse der
25 Ultraschallsensoren bzw. Ultraschallvorrichtungen 180, 182 im Inneren des Messrohrs 184 zu vermeiden.

Fig. 18 zeigt einen Messbalken 210, welcher für das sogenannte Semi-Dry-Messverfahren geeignet ist.

- 30 Wie insbesondere in Fig. 19 zu erkennen ist, umfasst der Messbalken 210 ein Messbalkengehäuse 212 sowie eine Abdeckkappe 214. Das Messbalkengehäuse 212 weist in einer Ansicht von oben einen länglichen Verlauf auf, wobei an den beiden äußeren Enden des Messbalkengehäuses 212 jeweils ein Ultraschallsensor 216 angeordnet ist. Mittig zwischen den
35 beiden Ultraschallsensoren 216 sind eine nicht dargestellte elektronische Einheit und ein Anschluss 218 für ein Verbindungskabel zu einer nicht dargestellten Steuereinheit vorgesehen. Die Abdeckkappe 214 bedeckt das Messbalkengehäuse 212 vollständig, wobei eine Öffnung 219 im

oberen Abschnitt der Abdeckkappe 214 zur Durchführung von Kabeln vorgesehen ist. Das Messbalkengehäuse 212 ist mittels Schrauben 220 fest mit der Abdeckkappe 214 verschraubt.

Die Ultraschallsensoren 216 sind unter einem schrägen Winkel in das Messbalkengehäuse 212 eingeführt und umfassen einen Ultraschallwandler aus einem piezokeramischen Material. Der vorzugsweise scheibenförmige Ultraschallwandler ist zusammen mit den elektrischen Anschlüssen in einen Abschnitt des Messbalkengehäuses 212 eingegossen.

Für eine Impedanzanpassung sind Blättchen 222, vorzugsweise Silikonblättchen vorgesehen, die am Ausgang des Ultraschallsensors 216 angeordnet sind und als Koppellement bzw. Anpassungs- oder Übertragungselement wirken. An den Seiten der Abdeckkappe 214 sind Auskragungen mit Öffnungen 224 angebracht, um die Abdeckkappe 214 zusammen mit dem Messbalkengehäuse 212 an ein Messrohr zu schrauben

In den Figuren 20 bis 23 ist eine zweite Ausführungsform eines Messbalkens 310 dargestellt, welcher sowohl für den Einsatz in einem Semi-Dry-Verfahren als auch für ein Dry-clamp-on-Verfahren geeignet ist.

Das Messbalkengehäuse 312 weist im Querschnitt eine im Wesentlichen längliche Form auf, wobei an den Seitenabschnitten des Messbalkengehäuses 312 Seitenbefestigungen mit Öffnungen für eine Schraubverbindung vorgesehen sind.

Das Innere des Messbalkengehäuses 312 ist in drei Bereiche unterteilt: einen ersten Wandlerabschnitt 314, welcher an einem Ende des Messbalkengehäuses 312 angeordnet ist, einen zweiten Wandlerabschnitt 316, welcher am entgegengesetzten liegenden Ende des Messbalkengehäuses 312 vorgesehen ist und mittig zwischen dem ersten und zweiten Wandlerabschnitt 314, 316 ein Aufnahmebereich 318 für ein Elektronikelement. An den Seitenwänden des Messbalkengehäuses 312 sind Seitenbefestigungen 331 vorgesehen.

Der erste und der zweite Wandlerabschnitt 314, 316 weisen jeweils einen konische verlaufenden Koppelkeil 330 mit einer unter schrägem Winkel ausgerichteten Aufnahmefläche auf.

Die Unterseite des Messbalkengehäuses 312 ist, wie in Fig. 23 besser zu erkennen ist, mit einer durchgehenden Bodenfläche gestaltet. Die konisch verlaufenden Koppelkeile 330 und die durchgehende Bodenfläche sind einstückig ausgebildet.

In Fig. 21 sind zwei Ultraschallwandler 320 in Verbindung mit einem Elektronikelement 322 gezeigt. Die beiden Ultraschallwandler 320 sind mittels entsprechender Kabel 324 mit dem gemeinsamen Elektronikelement 322 verbunden. Die Ultraschallwandler 320 sind scheibenförmig ausgebildet und bestehen aus einem piezokeramischen Material.

5

Das scheibenförmige piezokeramische Material liegt auf der Aufnahme­fläche des Koppelkeils 330 auf und ist an dem Koppelkeil 330 befestigt, beispielsweise verklebt. Zur besseren Schalleinkopplung kann zwischen dem Ultraschallwandler und dem Koppelkeil eine Anpassungsschicht aus festen oder flüssigen, insbesondere zähflüssigem Material vorgesehen sein.

10

In dem Messbalkengehäuse 312 sind seitlich Öffnungen 332 zur Durchführung eines Kabels 334 (siehe Fig. 23) vorgesehen. Das Kabel 334 dient dazu, mehrere Messbalken untereinander und/oder das Elektronikelement des Messbalkens 310 mit einer nicht dargestellten Steuereinheit bzw. Stromversorgung zu verbinden.

15

Vorzugsweise handelt es sich bei dem Koppelkeil 330 und/oder dem Messbalkengehäuse 312 um PEEK, PSU oder einen anderen Kunststoff, der eine gute akustische Signaleinkopplung in das Messrohr ermöglicht, druckfest, trinkwasserverträglich und alterungsbeständig ist.

20

Der Bodenabschnitt des Messbalkens 310 steht nach unten über den Seitenbefestigungen 331 vor, so dass der Bodenabschnitt in Zusammenhang mit einem Semi-Dry-Verfahren in einen im Messrohr vorgesehenen Durchgang eingefügt werden kann.

25

Alternativ können die Seitenbefestigungen 331 und der Bodenabschnitt eine ebene Fläche aufweisen, so dass sich der Messbalken 310 für den Einsatz in einem Dry-clamp-on-Verfahren eignet.

30

Wenn auch nicht dargestellt, so sind die Hohlräume in dem Messbalkengehäuse 312 mit einem Füllmaterial ausgegossen, um die Ultraschallwandler 320 und das Elektronikelement 322 vor äußeren Einflüssen wie etwa Wasser zu schützen.

35

In den Figuren 24 bis 27 ist eine Variante der Messvorrichtung 410 gezeigt, bei der in einem Außenrohr 414 ein Innenrohr 416 vorgesehen ist. Das Außenrohr 414 und das Innenrohr 416 bilden das Messrohr.

Das Innenrohr 416 besteht vorzugsweise aus Kunststoff und ist, wie Fig. 26 zeigt, aus zwei Teilabschnitten 418a und 418b zusammengesetzt. Die beiden Abschnitte 418a und 418b sind über eine Schnappverbindung 420 fest miteinander verbindbar.

- 5 Das Außenrohr 414 ist vorzugsweise aus Metall hergestellt.

In der Innenwand des Innenrohrs 416 ist eine Vertiefung 418 vorgesehen, in der ein Reflexionselement 420 angeordnet ist. Das Reflexionselement 430 ist als ringförmiges Modul ausgestaltet. Sowohl im Messrohr 414 als auch im Innenrohr 416 sind Durchgänge 422, 424
10 vorgesehen, durch die ein Ultraschallsensor 440 zumindest teilweise durchgreift. Die beiden Ultraschallsensoren 440 liegen bündig an der Innenwand des Innenrohrs 416 an. Die Abdichtung der Ultraschallsensoren 440 erfolgt über einen Dichtring 442, welcher außen am Außenrohr 414 angeordnet ist.

- 15 Der Sender und der Empfänger sind als separate Ultraschallsensoren 440 ausgebildet. Jeder Sender und Empfänger umfasst einen Substratkörper 444, der den Koppelkeil bildet und in dem eine Vertiefung 446 zur Aufnahme eines nicht dargestellten Wandlerelements vorgesehen ist. Die Vertiefung 446 weist an ihrem unteren Ende eine schräge Aufnahmefläche 448 für ein Wandlerelement auf.

20 Das Wandlerelement ist auf der schrägen Aufnahmefläche 448 befestigt, insbesondere verklebt, um das akustische Signal unter einen schrägen Winkel in das Messrohr einzukoppeln bzw. zu empfangen. Jeder Substratkörper 444 ist mittels des Dichtrings 442 an der Außenseite des Außenrohrs 414 fluiddicht in den beiden Durchgängen 422, 424 eingesetzt.

- 25 Der Substratkörper 424 schließt an seiner Unterseite flächenbündig mit der Innenwand des Innenrohrs ab.

Anstelle der im Zusammenhang mit den Ausführungsformen beschriebenen BUS-Verbindung
30 können auch andere im Stand der Technik bekannte Verbindungen verwendet werden.

Wenn auch einzelne Merkmale im Zusammenhang mit einer konkreten Ausführungsform dargestellt sind, so versteht es sich, dass die im Rahmen einzelner Ausführungsformen
35 offenbarten Merkmale untereinander kombiniert werden können.

Die Anmelderin behält es sich vor, Teilanmeldungen auf einzelne Aspekte der Erfindung zu richten.

Patentansprüche:

1. Messvorrichtung zur Bestimmung des Durchflusses eines durch einen Rohrabschnitt hindurchströmenden Fluids, umfassend
5 ein Messrohr (14; 114; 414, 416) mit einer Rohrwand, wenigstens einen Sender zum Senden eines akustischen Signals, wenigstens einen Empfänger zum Empfangen des vom Sender abgegebenen akustischen Signals,
10 eine Reflexionsfläche zur Reflexion des akustischen Signals und eine Datenerfassungseinheit, wobei sowohl der Sender als auch der Empfänger als eine Ultraschallvorrichtung (20; 120; 210; 310; 440) ausgebildet sind, die jeweils an dem Messrohr (14; 114; 414, 416) angeordnet ist und ein Koppellement (222; 330, 444) und ein Ultraschallwandlerelement (320) umfasst,
15 wobei das Messrohr (14; 114; 414, 416;) wenigstens eine Aufnahme für eine Ultraschallvorrichtung (20; 120; 210; 310; 440) aufweist, wobei die Aufnahme entweder als eine Auflagefläche (33) auf der Außenseite des Messrohrs (14; 114) oder als Durchgang (422, 424) durch die Rohrwand des Messrohrs (414, 416) ausgebildet ist, wobei ein Messgerätegehäuse (12; 112) vorgesehen ist, welches den Sender, den Empfänger und
20 die Datenerfassungseinheit vor äußeren Einflüssen schützt.
2. Messvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Messrohr (14; 114; 414, 416) an seinen Endabschnitten jeweils mit einem Flansch (18) versehen ist.
- 25 3. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ultraschallwandlerelement (320) scheibenförmig ausgebildet ist und das Koppellement einen Substratkörper (440) mit einer Auflagefläche (448) für das Ultraschallwandlerelement (320) aufweist, wobei die Auflagefläche (448) für das Ultraschallwandlerelement (320) vorzugsweise schräg zur Rohrwand ausgerichtet ist.
30
4. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ultraschallvorrichtung (310; 440) in einem im Messrohr (414, 416) vorgesehenen Durchgang (422, 424) angeordnet, insbesondere eingesteckt ist, wobei das Koppellement zumindest abschnittsweise in dem Durchgang (422, 424) angeordnet ist und flächenbündig
35 mit der Innenwand des Messrohrs (414, 416) abschließt.

5. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Sender und der wenigstens eine Empfänger entlang einer Achse des Messrohrs (14; 114; 414, 416) im Abstand voneinander auf dem Messrohr (14; 114) oder in einem Durchgang des Messrohrs (414, 416) angeordnet sind, wobei der Sender und der Empfänger vorzugsweise in Form eines Messbalkens (20; 120; 210; 310) ausgebildet sind.
6. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Messbalken (20; 120; 210; 310) mit einem Messbalkengehäuse (212; 312) vorgesehen ist und wobei das Messbalkengehäuse (20; 120; 210; 310) im Querschnitt eine längliche Grundform aufweist und der wenigstens eine Sender an einem Ende des länglichen Messbalkens (20; 120; 210; 310), und der wenigstens eine Empfänger am anderen Ende des länglichen Messbalkens (20; 120; 210; 310) angeordnet sind und mittig zwischen dem wenigstens einen Sender und dem wenigstens einen Empfänger ein Elektronikelement (322) und/oder ein Anschlusselement (218) vorgesehen ist.
7. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Reflexionselement (430), vorzugsweise ein ringförmiges oder teilkreisförmiges Reflexionselement, an der Innenwand des Messrohrs (414, 416) vorgesehen ist und flächenbündig mit der Innenwand des Messrohrs (414, 416) ausgerichtet ist.
8. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Messrohr (414, 416) ein Außenrohr (414) und ein Innenrohr (416) umfasst, wobei sowohl im Außenrohr (414) als auch im Innenrohr (416) ein Durchgang (422, 424) für eine Ultraschallvorrichtung (440) vorgesehen ist und die Ultraschallvorrichtung (440) vorzugsweise flächenbündig mit der Innenwand des Innenrohrs in dem Messrohr (414, 416;) eingesetzt ist.
9. Messvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Reflexionselement (430), vorzugsweise ein ringförmiges oder teilkreisförmiges Reflexionselement an der Innenwand des Innenrohrs vorgesehen ist.
10. Messvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr (414) zweiteilig aufgebaut ist.
11. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Stromversorgungsvorrichtung (31; 132) vorgesehen ist, wobei die

Stromversorgungsvorrichtung vorzugsweise eine Batterie oder einen Akkumulator und ein die Batterie oder den Akkumulator (156) umgebendes Stromversorgungsgehäuse (150) umfasst, wobei vorzugsweise die Stromversorgungsvorrichtung fest mit der Messvorrichtung verbunden oder austauschbar ist.

5

12. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerelektronik vorgesehen ist, die in einem vorzugsweise wasserdichten Steuerelektronikgehäuse untergebracht ist.

10

13. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Sender und der wenigstens eine Empfänger über eine BUS-Verbindung mit einer Steuerelektronik verbunden sind.

15

14. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Messgerätgehäuse (12, 112) der wenigstens eine Sender, der wenigstens eine Empfänger und die Datenerfassungseinheit sowie wenigstens eines der folgenden Bauteile enthalten sind: Steuerelektronik, Stromversorgungsvorrichtung (32; 132), wenigstens ein weiterer Sender, wenigstens ein weiterer Empfänger, ein Messsensor, Kommunikationsmodul.

20

15. Messvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Messgerätegehäuse (12; 112) ein Anzeigeelement (29) aufweist.

25

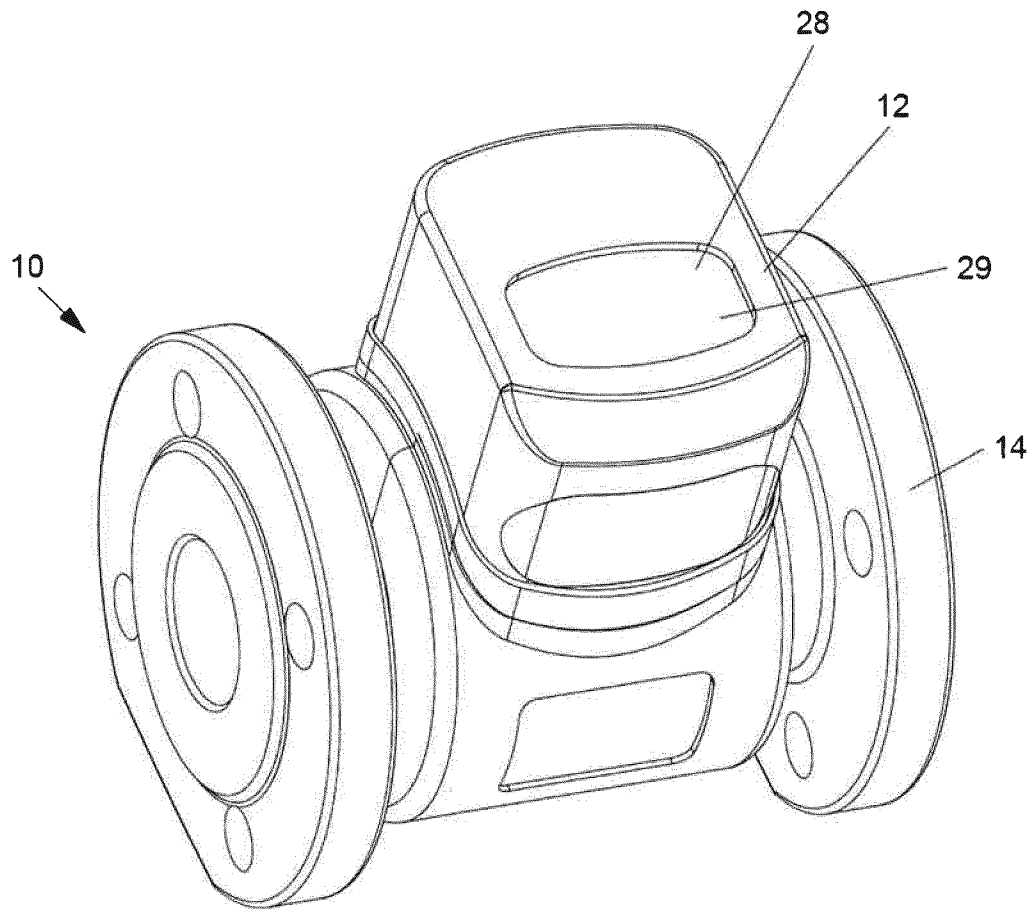


Fig. 1

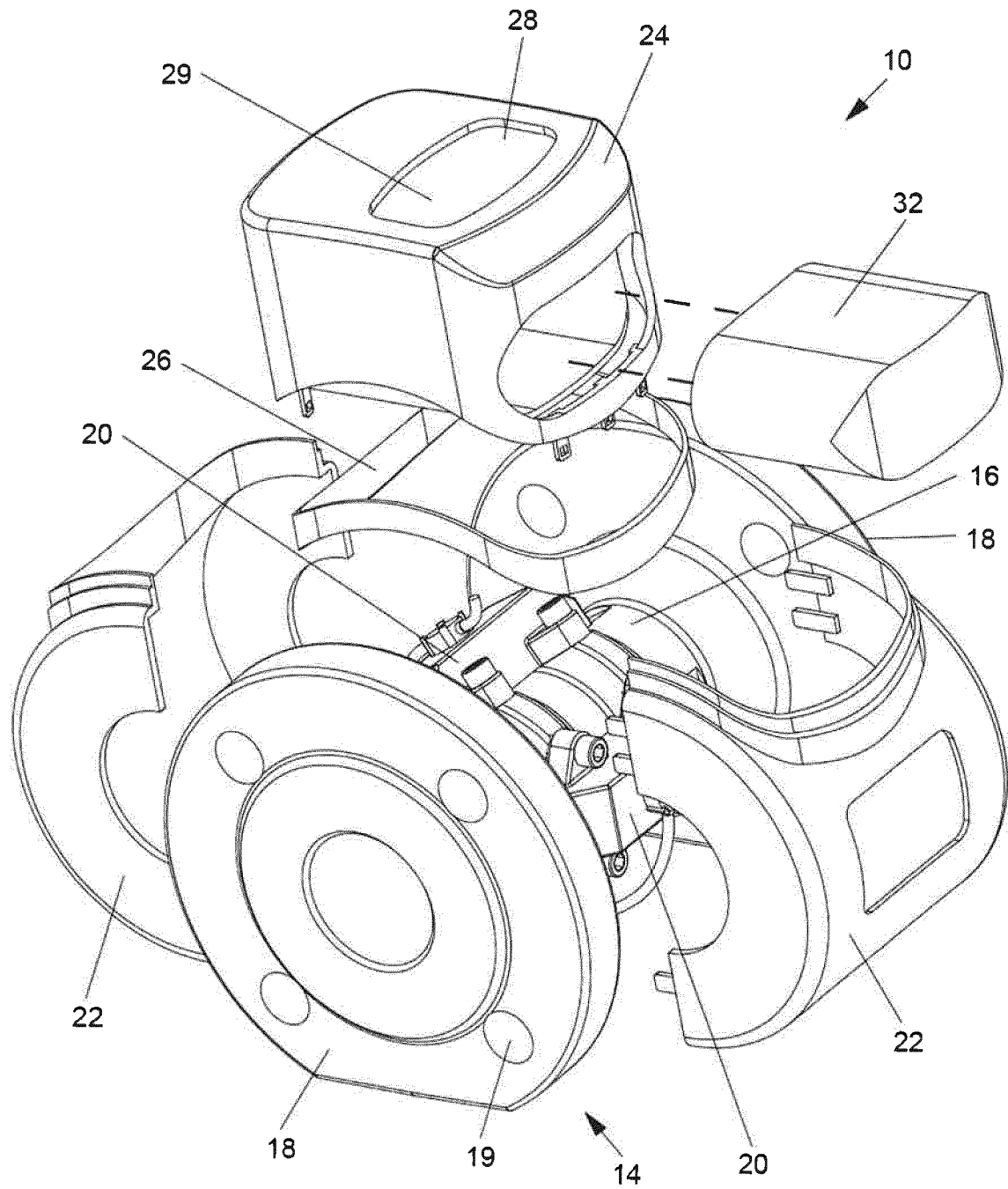


Fig. 2

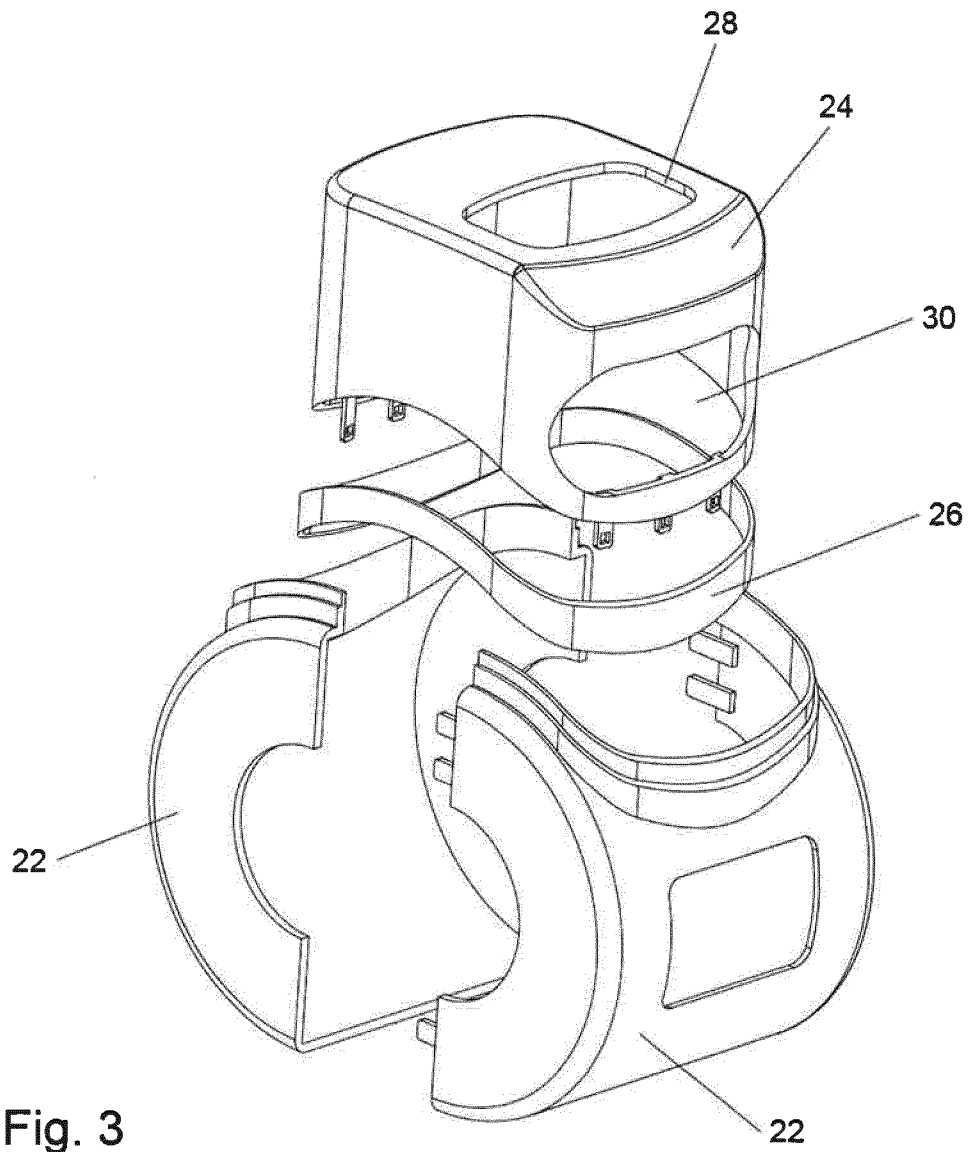
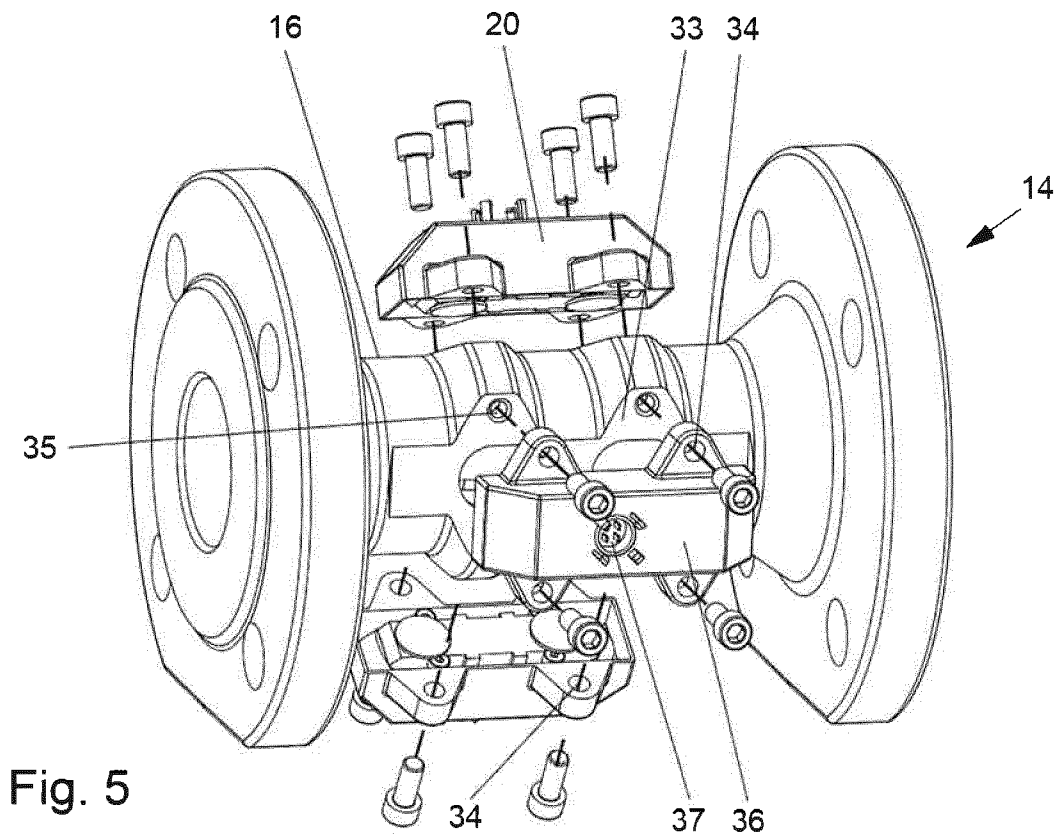
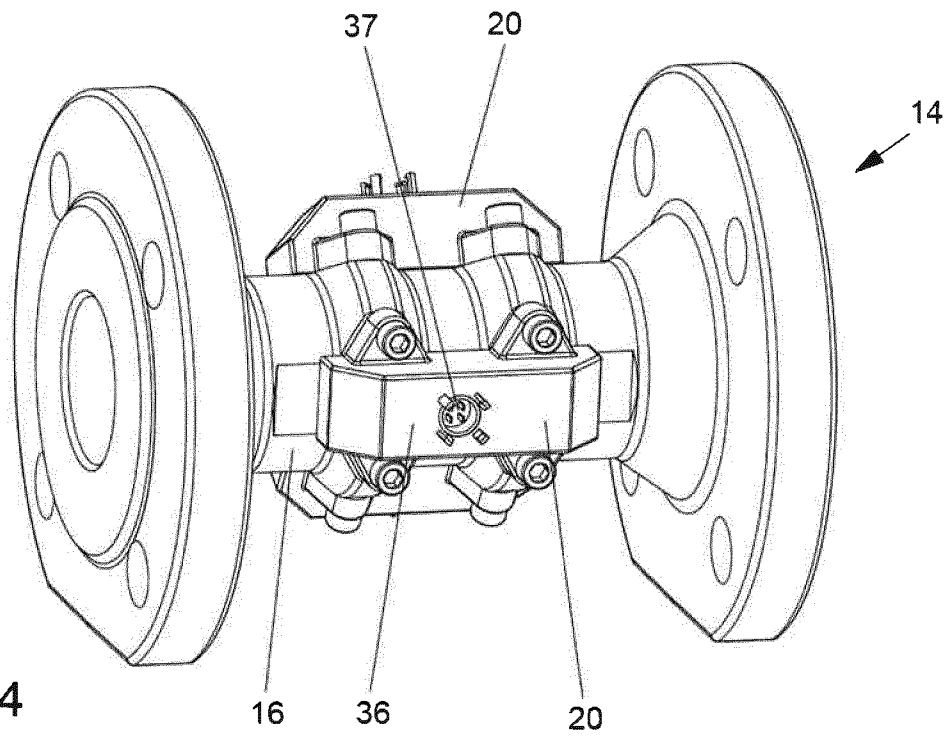


Fig. 3



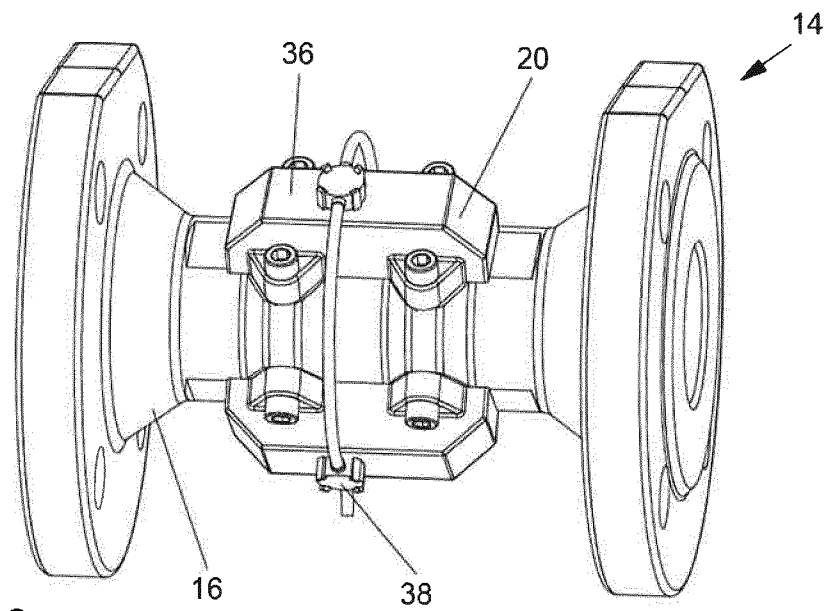


Fig. 6

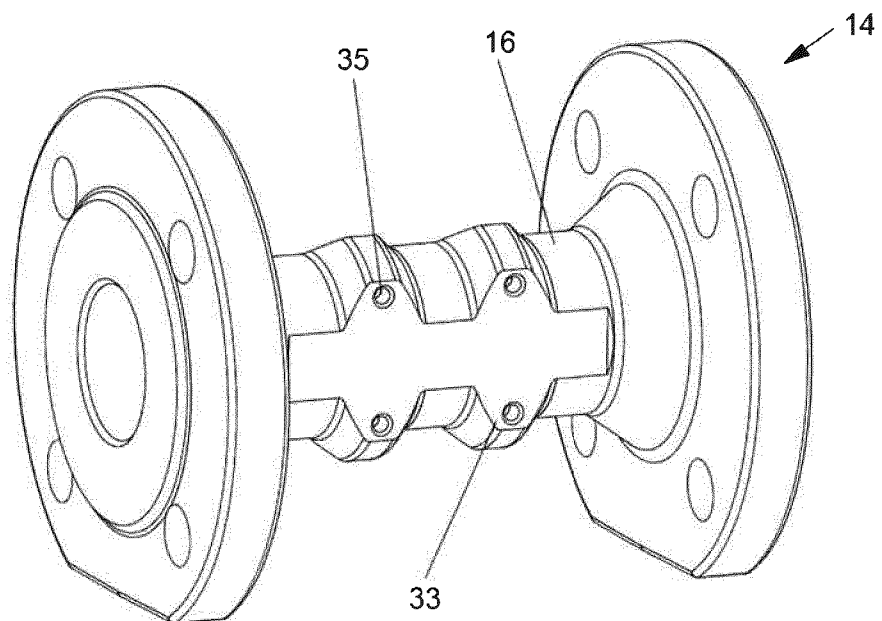


Fig. 7

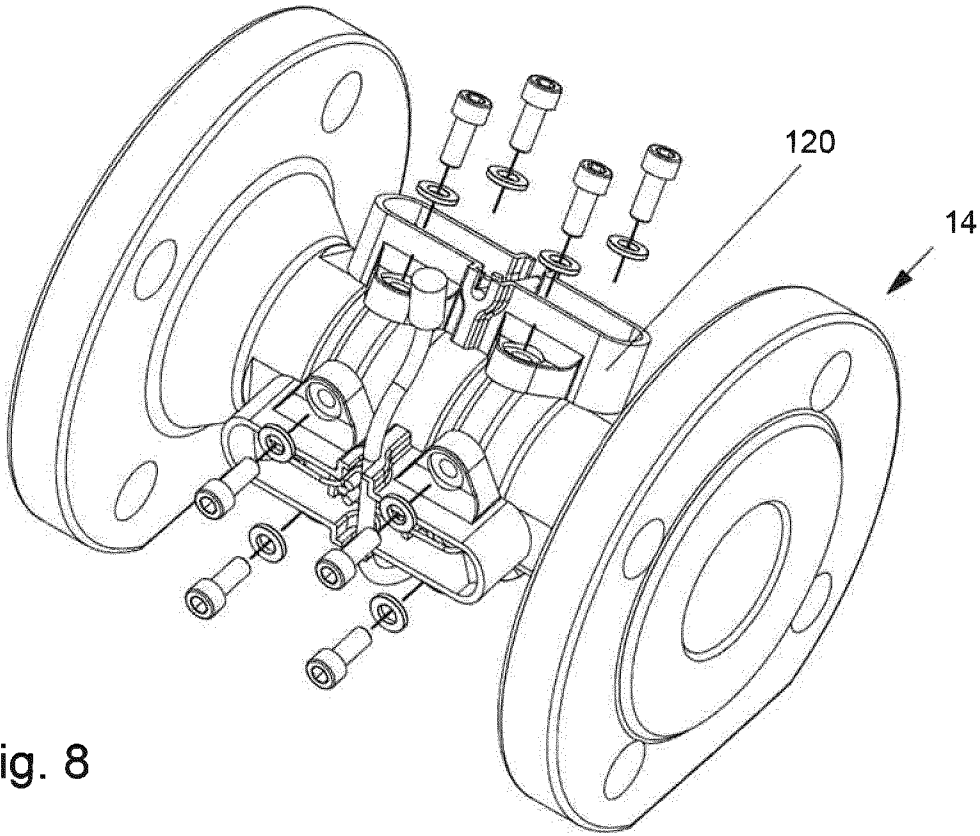


Fig. 8

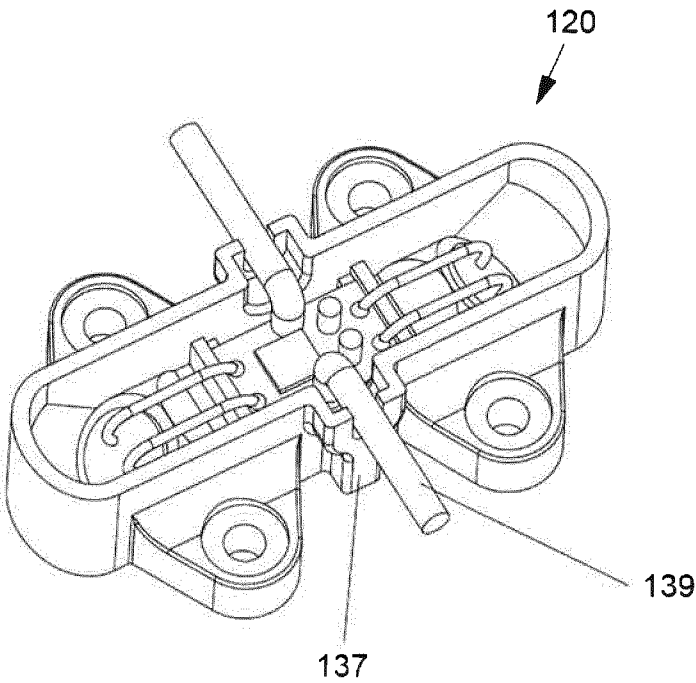


Fig. 9

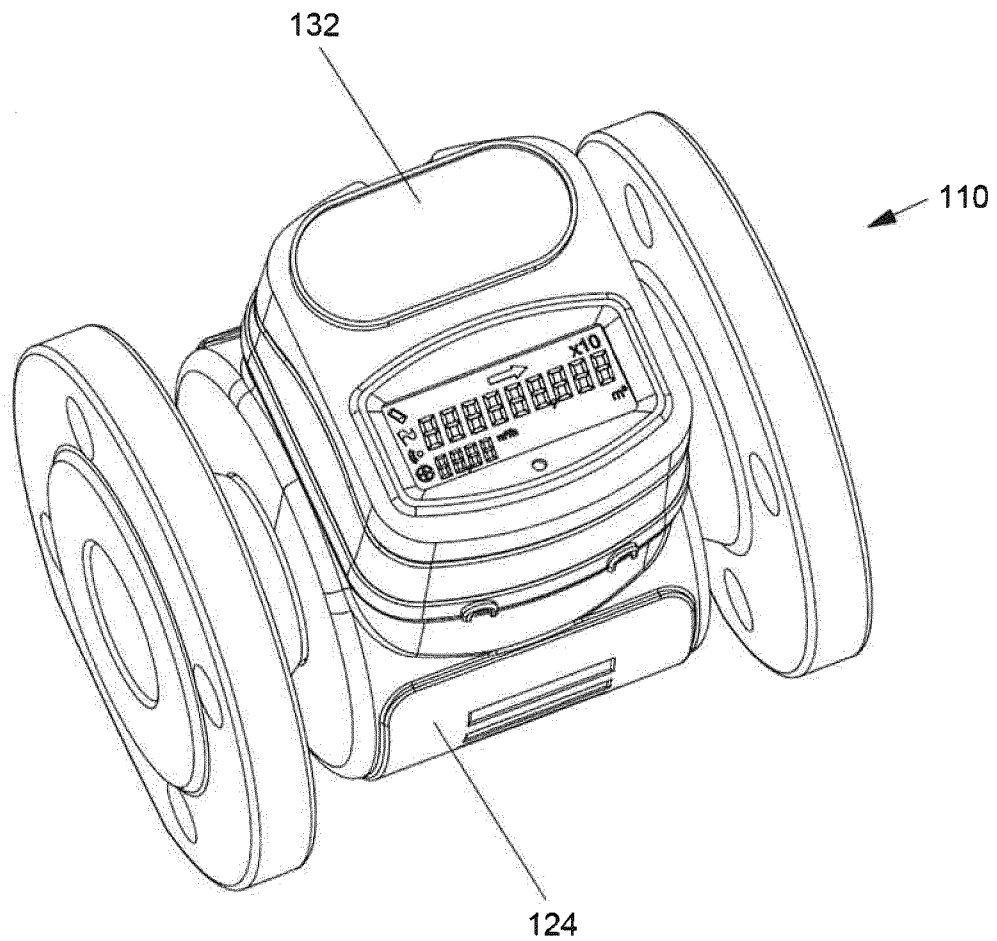


Fig. 10

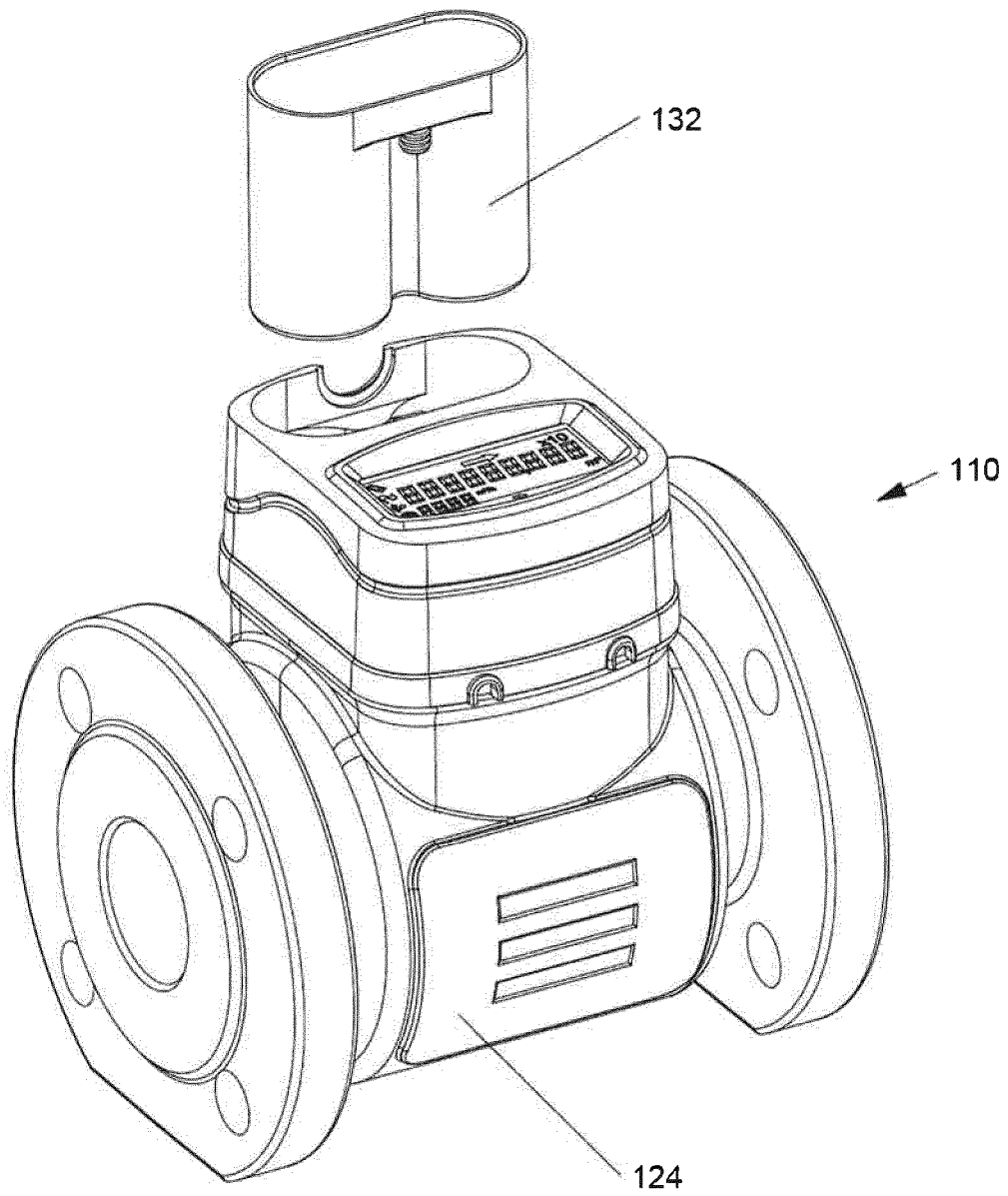


Fig. 11

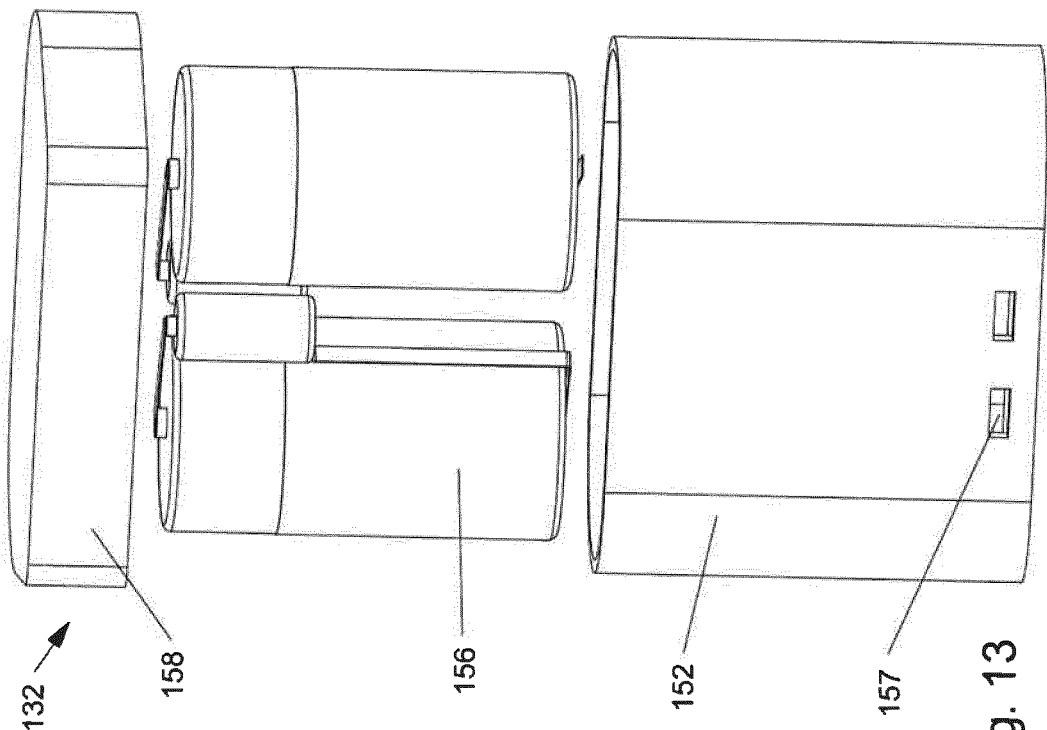


Fig. 13

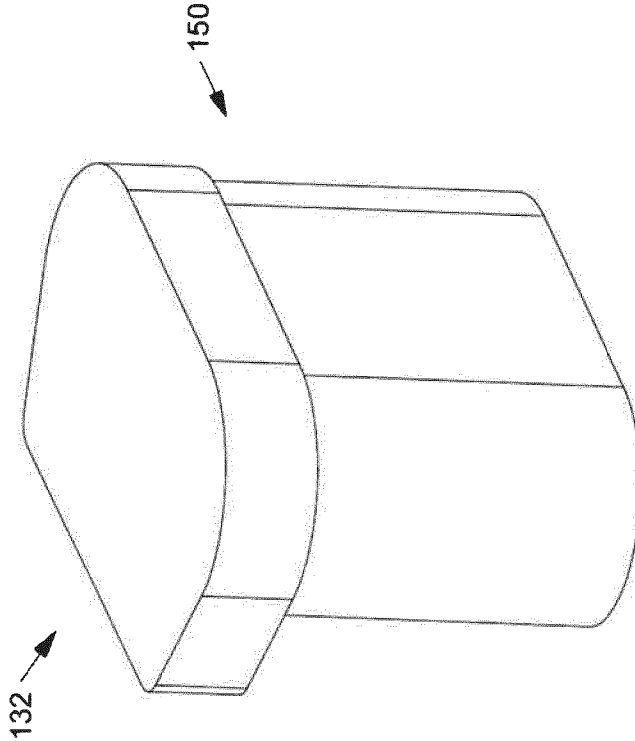


Fig. 12

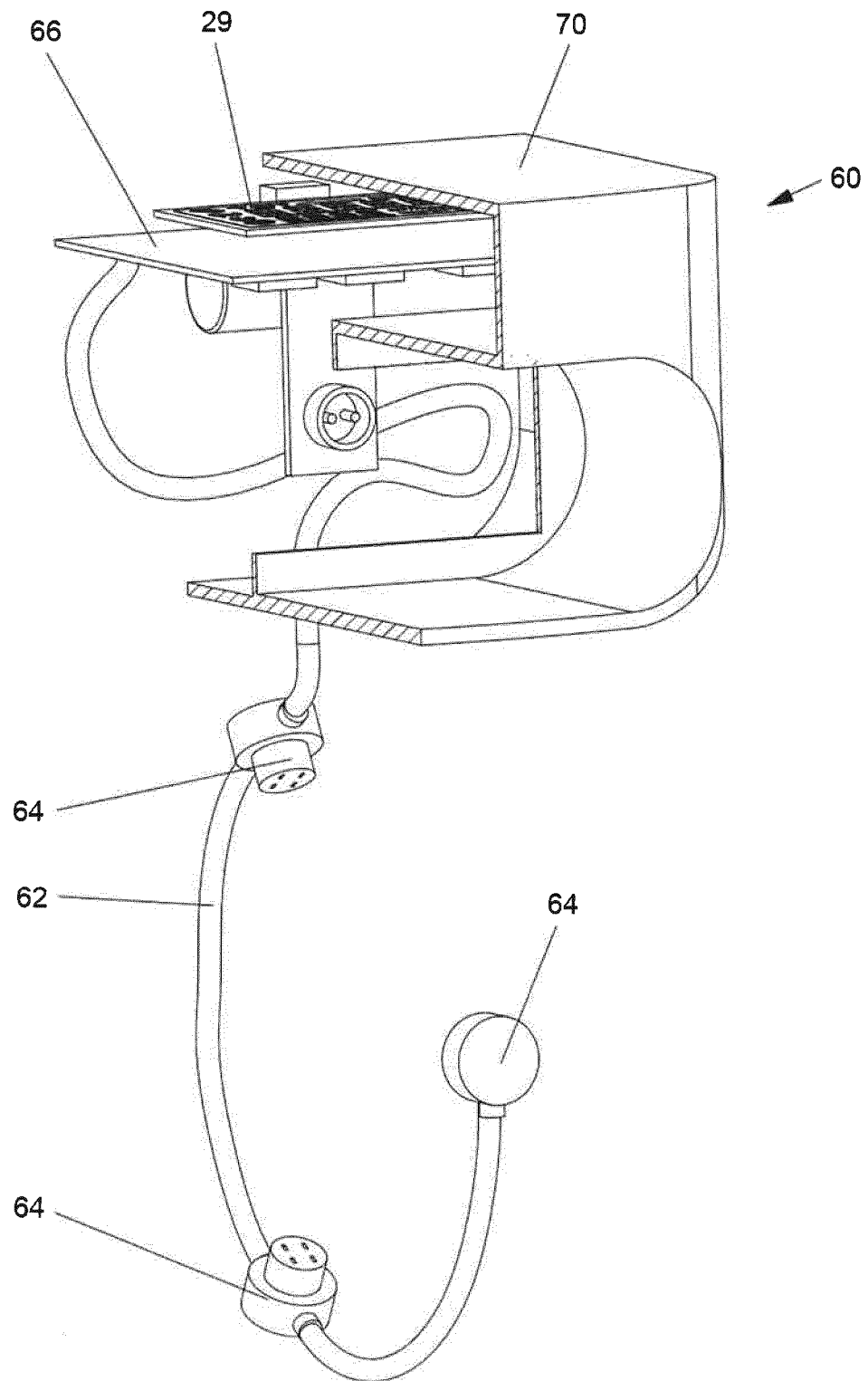


Fig. 14

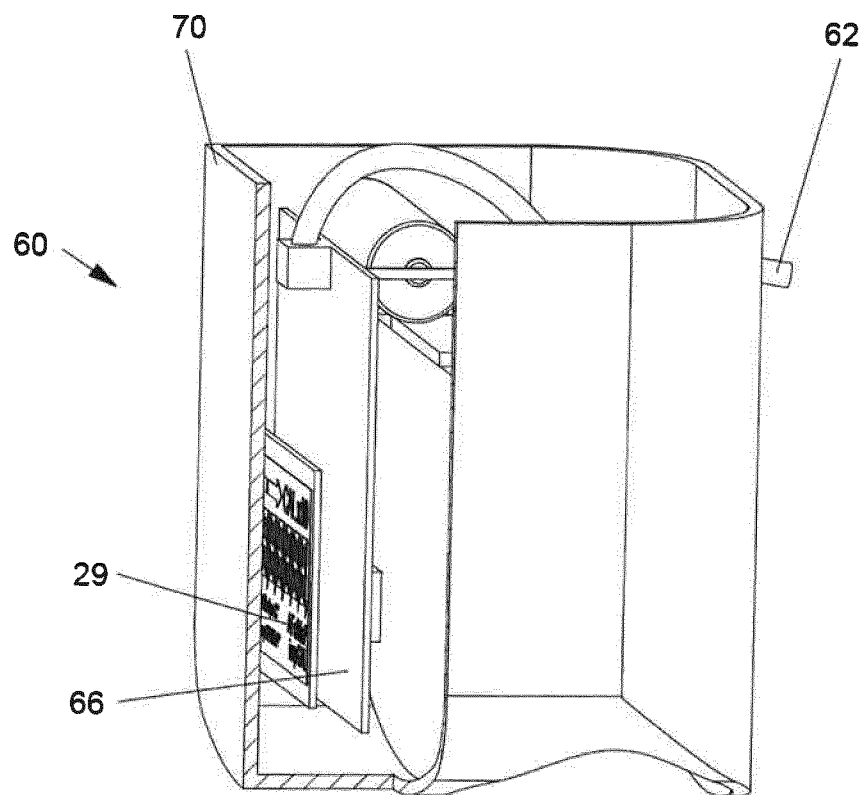


Fig. 15

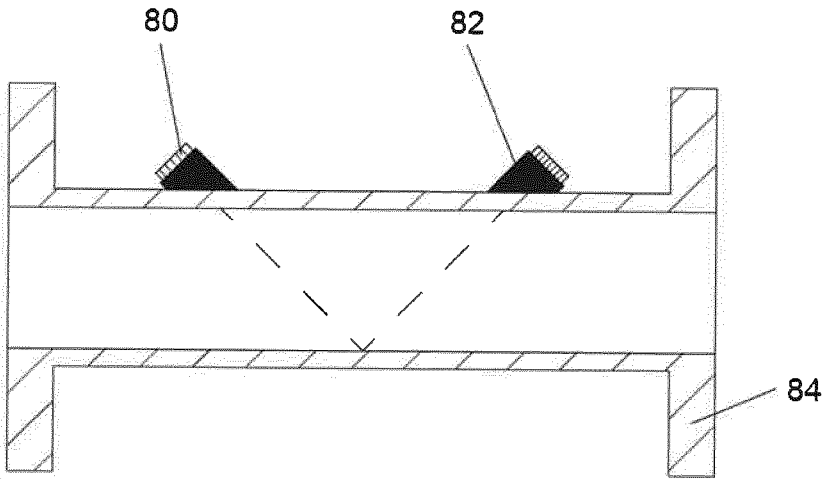


Fig. 16

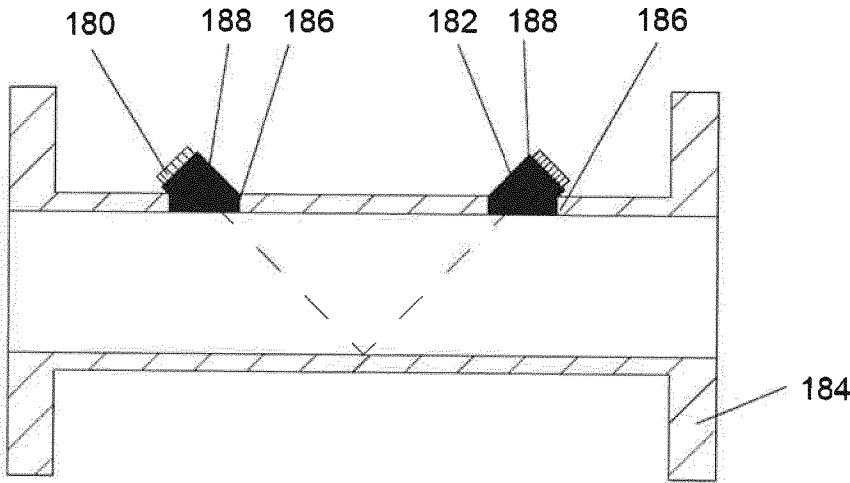


Fig. 17

Fig. 18

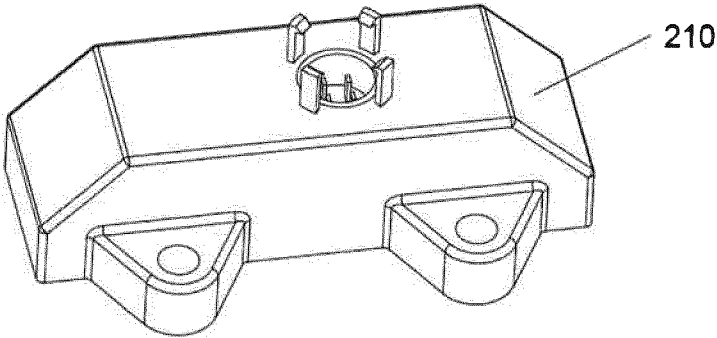
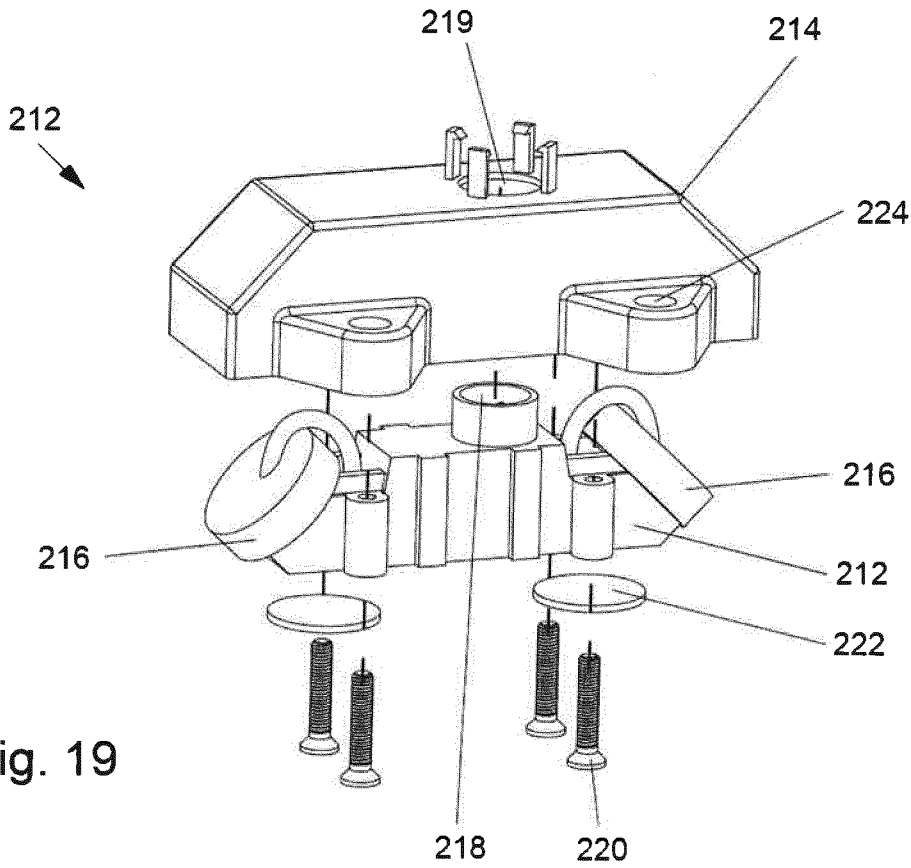


Fig. 19



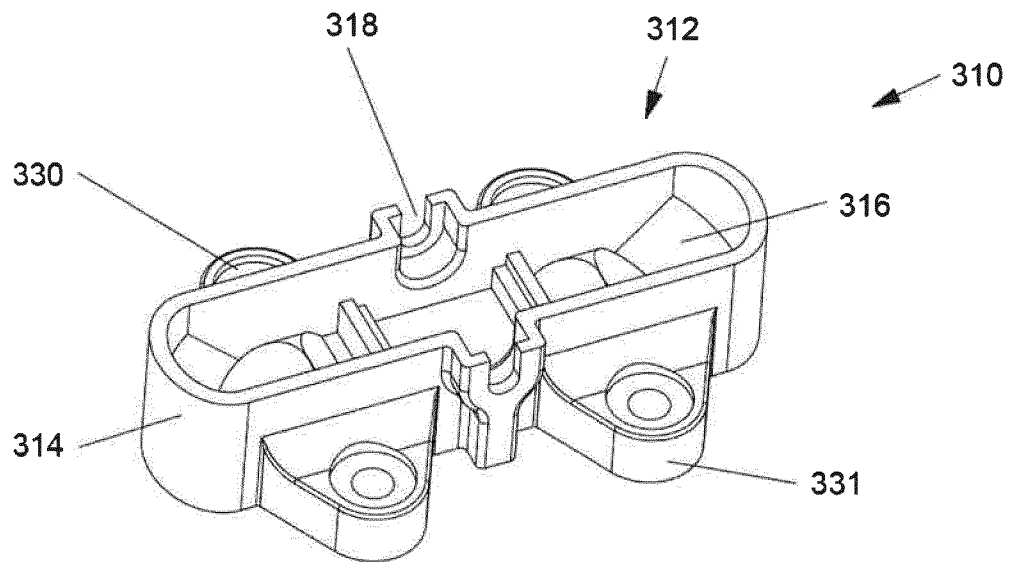


Fig. 20

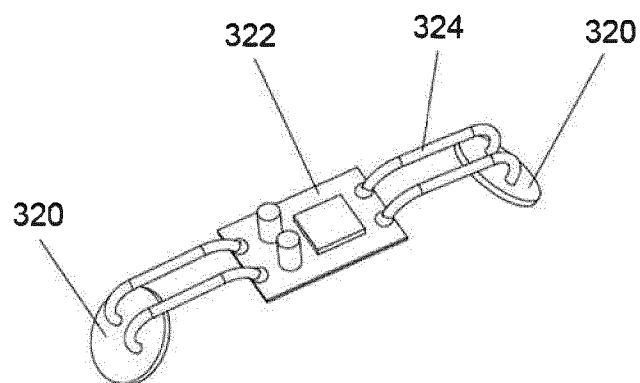


Fig. 21

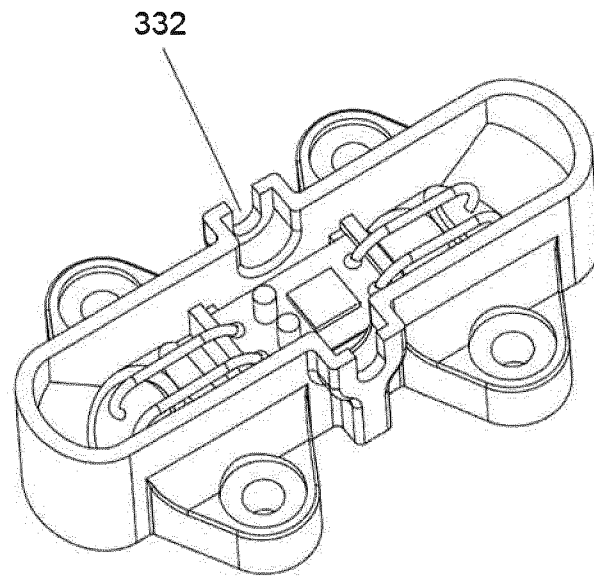


Fig. 22

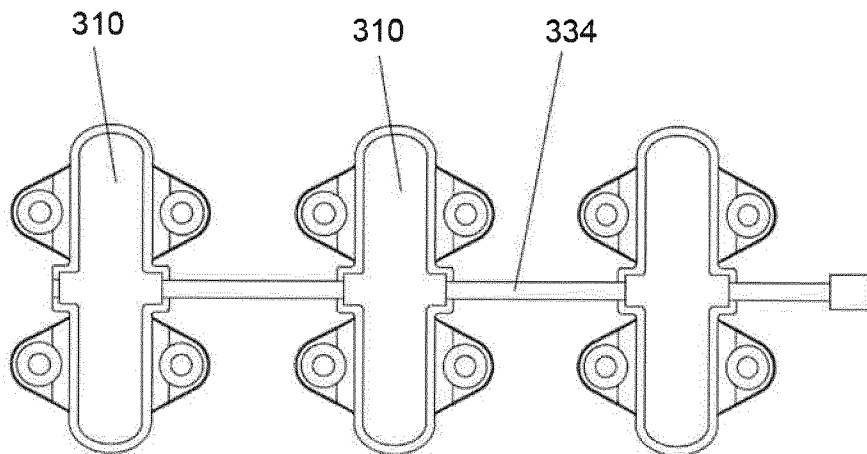


Fig. 23

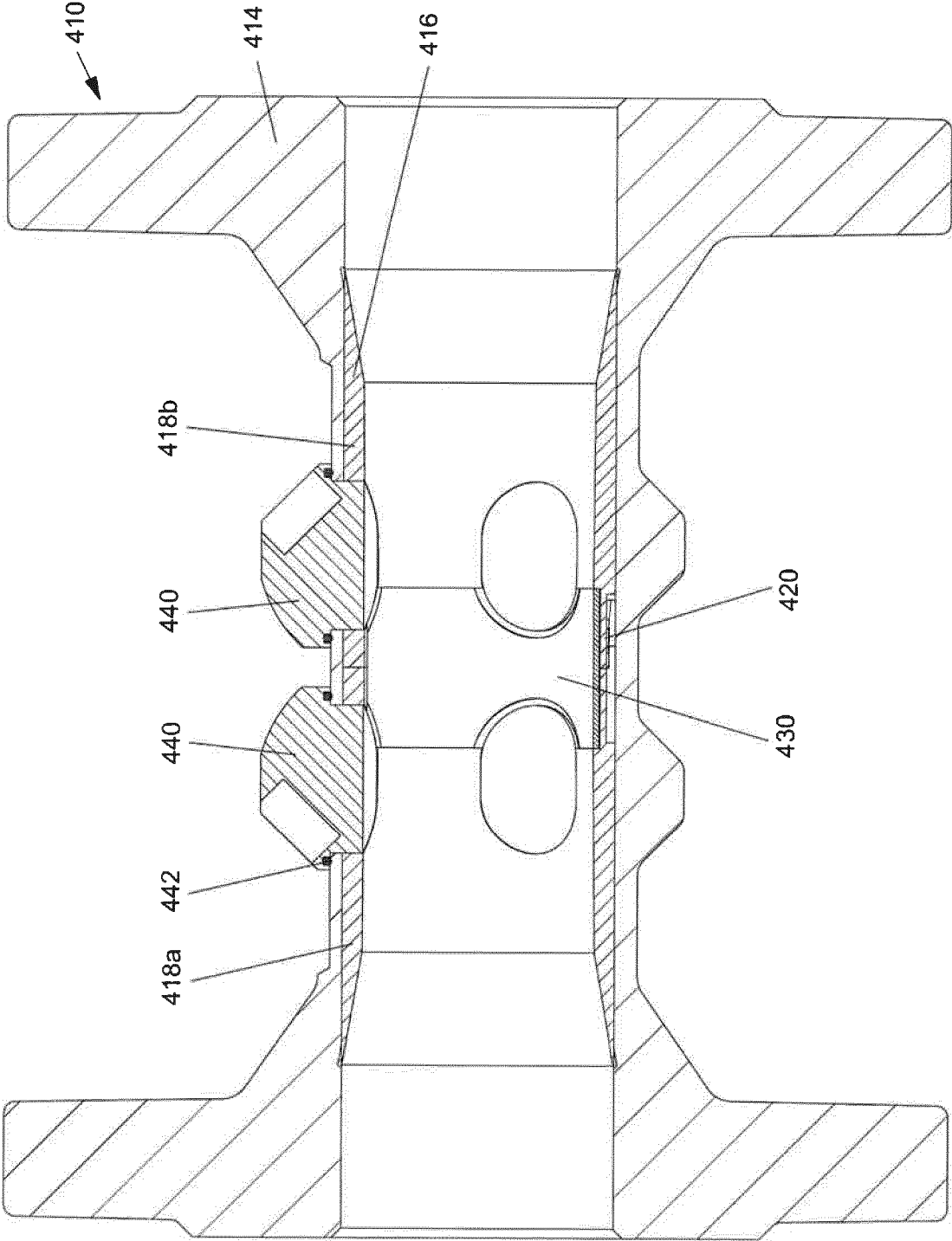


Fig. 24

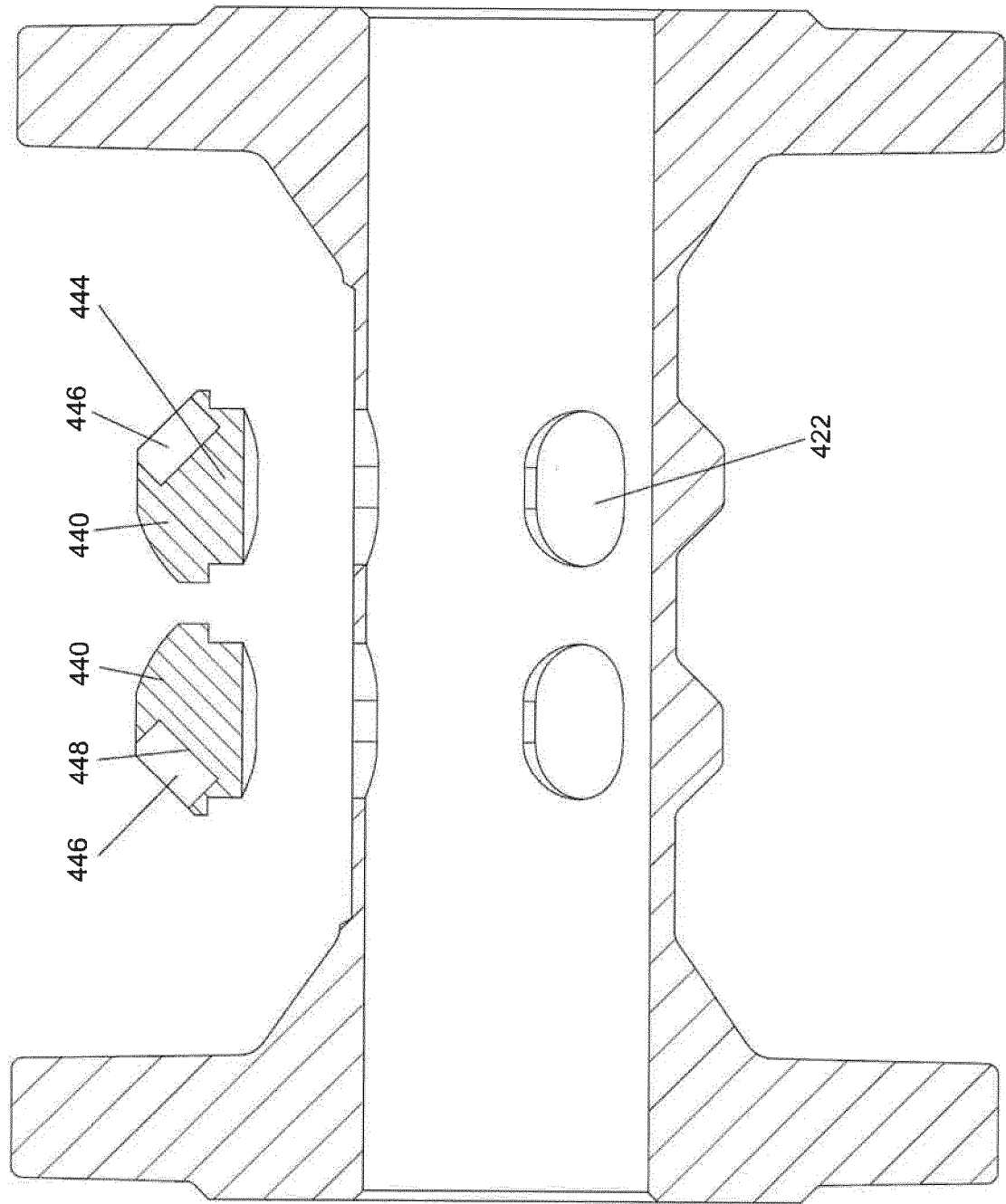


Fig. 25

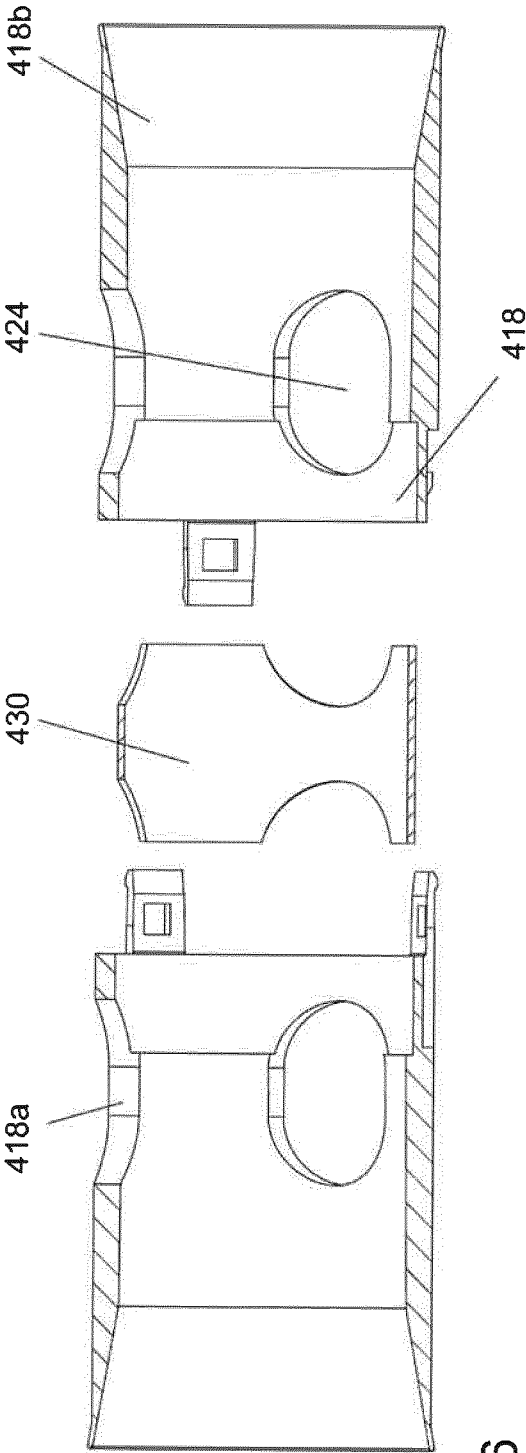


Fig. 26

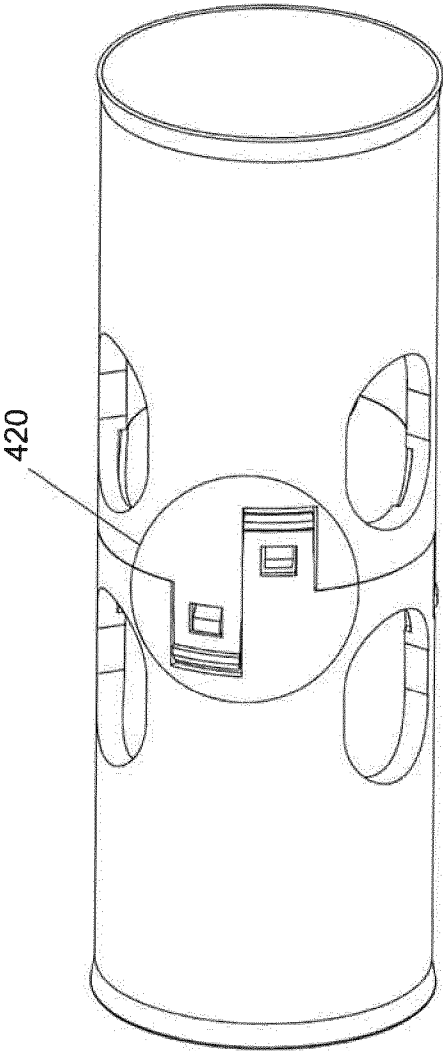


Fig. 27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/066797

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01F 1/66**(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)

G01F

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.
X	US 2017146378 A1 (DRACHMANN JENS [DK]) 25 May 2017 (2017-05-25) paragraphs [0051], [0052], [0071], [0119], [0122], [0123], [0126]; figures 1,2,3	1,3,5,8-15
X	US 2013312537 A1 (MIYATA HAJIME [JP] ET AL) 28 November 2013 (2013-11-28) paragraphs [0031], [0034], [0041], [0059]; figures 1,2,4,8	1,4,6,7
X	US 2013139610 A1 (LAURSEN PETER SCHMIDT [DK] ET AL) 06 June 2013 (2013-06-06) paragraphs [0023], [0024], [0026], [0027], [0028], [0042]; figures 2,4	1
X	DE 10249542 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 06 May 2004 (2004-05-06) paragraphs [0026], [0031], [0032]; figures 1,3	1,2
X	US 2016334251 A1 (OTSU SHINICHIRO [JP] ET AL) 17 November 2016 (2016-11-17) paragraph [0089] - paragraph [0092]; figures 2,16,19	1,6,7
X	US 2013061687 A1 (RATH ERIC [NL] ET AL) 14 March 2013 (2013-03-14) paragraphs [0040], [0078], [0081]; figures 2,8a,8b	1
A	US 2017167904 A1 (SATHYANARAYANA AMARDEEP [US] ET AL) 15 June 2017 (2017-06-15) paragraph [0035]; figure 3	13

☐ 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

12 September 2019

Date of mailing of the international search report

26 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

Reeb, Bertrand

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/066797

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
US	2017146378	A1	25 May 2017	BR	112015003632	A2	26 September 2017
				BR	112015003634	A2	24 October 2017
				CN	104583731	A	29 April 2015
				CN	104583732	A	29 April 2015
				EP	2888560	A1	01 July 2015
				EP	2888561	A1	01 July 2015
				US	2015211905	A1	30 July 2015
				US	2015219482	A1	06 August 2015
				US	2017102254	A1	13 April 2017
				US	2017146378	A1	25 May 2017
				WO	2014029404	A1	27 February 2014
				WO	2014029405	A1	27 February 2014
				US	2013312537	A1	28 November 2013
EP	2696174	A1	12 February 2014				
JP	WO2012137489	A1	28 July 2014				
US	2013312537	A1	28 November 2013				
WO	2012137489	A1	11 October 2012				
US	2013139610	A1	06 June 2013	CN	102713530	A	03 October 2012
				CN	106092231	A	09 November 2016
				DK	2513610	T3	12 June 2017
				DK	3211386	T3	25 February 2019
				EP	2336732	A1	22 June 2011
				EP	2513610	A2	24 October 2012
				EP	3211386	A1	30 August 2017
				PL	2513610	T3	31 August 2017
				PL	3211386	T3	29 March 2019
				US	2013139610	A1	06 June 2013
				WO	2011072693	A2	23 June 2011
DE	10249542	A1	06 May 2004	DE	10249542	A1	06 May 2004
				EP	1413858	A1	28 April 2004
US	2016334251	A1	17 November 2016	CN	106153131	A	23 November 2016
				DE	102016208297	A1	17 November 2016
				JP	6474682	B2	27 February 2019
				JP	2016217733	A	22 December 2016
				US	2016334251	A1	17 November 2016
US	2013061687	A1	14 March 2013	AU	2012216753	A1	28 March 2013
				EP	2568263	A1	13 March 2013
				US	2013061687	A1	14 March 2013
US	2017167904	A1	15 June 2017	CN	106855424	A	16 June 2017
				US	2017167904	A1	15 June 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01F1/66
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01F

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.
X	US 2017/146378 A1 (DRACHMANN JENS [DK]) 25. Mai 2017 (2017-05-25) Absätze [0051], [0052], [0071], [0119], [0122], [0123], [0126]; Abbildungen 1,2,3 -----	1,3,5, 8-15
X	US 2013/312537 A1 (MIYATA HAJIME [JP] ET AL) 28. November 2013 (2013-11-28) Absätze [0031], [0034], [0041], [0059]; Abbildungen 1,2,4,8 -----	1,4,6,7
X	US 2013/139610 A1 (LAURSEN PETER SCHMIDT [DK] ET AL) 6. Juni 2013 (2013-06-06) Absätze [0023], [0024], [0026], [0027], [0028], [0042]; Abbildungen 2,4 ----- -/-	1

☒ 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 er-
scheinen 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

12. September 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/09/2019

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

Reeb, Bertrand

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 102 49 542 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 6. Mai 2004 (2004-05-06) Absätze [0026], [0031], [0032]; Abbildungen 1,3 -----	1,2
X	US 2016/334251 A1 (OTSU SHINICHIRO [JP] ET AL) 17. November 2016 (2016-11-17) Absatz [0089] - Absatz [0092]; Abbildungen 2,16,19 -----	1,6,7
X	US 2013/061687 A1 (RATH ERIC [NL] ET AL) 14. März 2013 (2013-03-14) Absätze [0040], [0078], [0081]; Abbildungen 2,8a,8b -----	1
A	US 2017/167904 A1 (SATHYANARAYANA AMARDEEP [US] ET AL) 15. Juni 2017 (2017-06-15) Absatz [0035]; Abbildung 3 -----	13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/066797

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2017146378 A1	25-05-2017	BR 112015003632 A2	26-09-2017
		BR 112015003634 A2	24-10-2017
		CN 104583731 A	29-04-2015
		CN 104583732 A	29-04-2015
		EP 2888560 A1	01-07-2015
		EP 2888561 A1	01-07-2015
		US 2015211905 A1	30-07-2015
		US 2015219482 A1	06-08-2015
		US 2017102254 A1	13-04-2017
		US 2017146378 A1	25-05-2017
		WO 2014029404 A1	27-02-2014
		WO 2014029405 A1	27-02-2014

US 2013312537 A1	28-11-2013	CN 103459988 A	18-12-2013
		EP 2696174 A1	12-02-2014
		JP WO2012137489 A1	28-07-2014
		US 2013312537 A1	28-11-2013
		WO 2012137489 A1	11-10-2012

US 2013139610 A1	06-06-2013	CN 102713530 A	03-10-2012
		CN 106092231 A	09-11-2016
		DK 2513610 T3	12-06-2017
		DK 3211386 T3	25-02-2019
		EP 2336732 A1	22-06-2011
		EP 2513610 A2	24-10-2012
		EP 3211386 A1	30-08-2017
		PL 2513610 T3	31-08-2017
		PL 3211386 T3	29-03-2019
		US 2013139610 A1	06-06-2013
		WO 2011072693 A2	23-06-2011

DE 10249542 A1	06-05-2004	DE 10249542 A1	06-05-2004
		EP 1413858 A1	28-04-2004

US 2016334251 A1	17-11-2016	CN 106153131 A	23-11-2016
		DE 102016208297 A1	17-11-2016
		JP 6474682 B2	27-02-2019
		JP 2016217733 A	22-12-2016
		US 2016334251 A1	17-11-2016

US 2013061687 A1	14-03-2013	AU 2012216753 A1	28-03-2013
		EP 2568263 A1	13-03-2013
		US 2013061687 A1	14-03-2013

US 2017167904 A1	15-06-2017	CN 106855424 A	16-06-2017
		US 2017167904 A1	15-06-2017
