

(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. Juli 2018 (05.07.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/121929 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01F 1/84 (2006.01) G01F 25/00 (2006.01)
G01F 15/02 (2006.01) G01F 1/74 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/080093

(22) Internationales Anmeldedatum:

22. November 2017 (22.11.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2016 015 563.9 29. Dezember 2016 (29.12.2016) DE
10 2017 106 209.2 22. März 2017 (22.03.2017) DE

(71) Anmelder: ENDRESS+HAUSER FLOWTEC AG
[CH/CH]; Kägenstr. 7, 4153 Reinach (CH).

(72) Erfinder: BITTO, Ennio; A.v. Blarerweg 11, 4147 Aesch
(CH). HUBER, Christof; Eigerstraße 54, 3007 Bern (CH).
RIEDER, Alfred; Buchenstraße 9, 84032 Landshut (DE).

(74) Anwalt: ANDRES, Angelika; Endress+Hauser (Deutsch-
land) AG+Co. KG, Colmarer Str. 6, 79576 Weil am Rhein
(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,
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,

(54) Title: VIBRONIC MEASURING SYSTEM FOR MEASURING A MASS FLOW RATE

(54) Bezeichnung: VIBRONISCHES MEßSYSTEM ZUM MESSEN EINER MASSENDURCHFLUßRATE

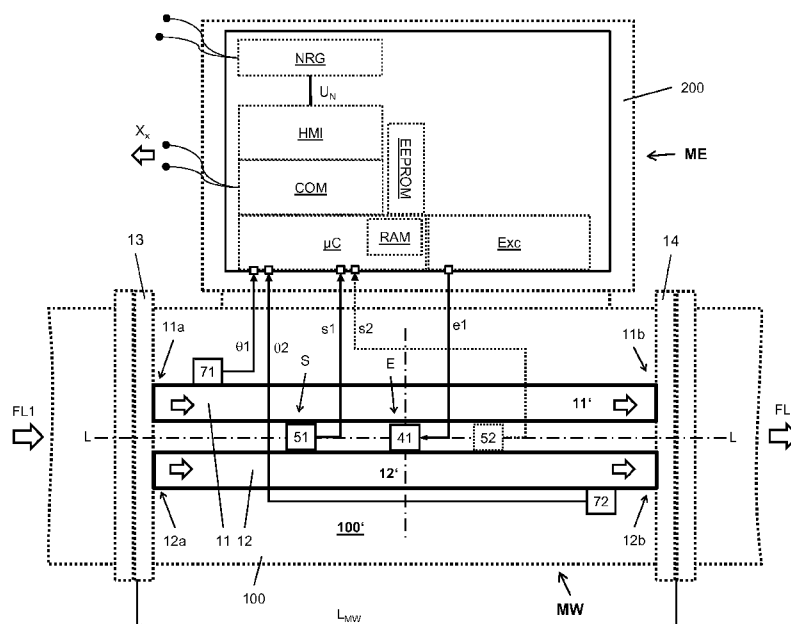


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a measuring system comprising a measuring and operation electronic unit (ME) and a transducer device electrically coupled thereto. The transducer device (MW) has two tubes (11, 12), through which fluid flows during operation and which are caused to vibrate meanwhile, a vibration exciter (41), two vibration sensors (51, 52), on the inlet and outlet sides, respectively, for generating vibration signals (s1, s2), and an inlet-side temperature sensor (71) coupled to a wall of the tube (11) for thermal conduction and an outlet-side temperature sensor (72) coupled to a wall of the tube (12) for generating temperature measurement signals (θ_1 , θ_2). The measuring and operation electronic unit (ME) is electrically connected to each of the



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)

vibration sensors (51, 52) and to each of the temperature sensors (71, 72) and also to the at least one vibration exciter (41). The measuring and operation electronic unit (ME) is designed to feed electrical power into the at least one vibration exciter (41) in order to effect mechanical vibrations of the tube (11) by means of an electrical excitation signal (e1). Furthermore, the measuring and operation electronic unit (ME) is designed to generate a mass flow sequence (X_m), namely a series of temporally successive mass flow measurement values ($x_{m,i}$) representing the instantaneous mass flow rate (m) of the fluid, by means of each of the vibration signals (s1, s2) and each of the temperature measurement signals (θ_1 , θ_2) in such a way that, at least for a reference mass flow rate (m_{ref}), namely a specified mass flow rate of a reference fluid flowing through the transducer device, the mass flow measurement values ($x_{m,i} \rightarrow x_{m,ref}$) are independent of the temperature difference ($\Delta\theta$).

(57) Zusammenfassung: Das Meßsystem umfaßt eine Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) sowie eine damit elektrisch gekoppelte Wandlervorrichtung. Die Wandlervorrichtung (MW) weist zwei im Betrieb von Fluid durchströmte und währenddessen vibrieren gelassene Rohre (11, 12), einen Schwingungserreger (41), zwei ein- bzw. auslaßseitige Schwingungssensoren (51, 52) zum Generieren von Schwingungssignalen (s1, s2) sowie einen thermisch leitend mit einer Wandung des Rohrs (11) gekoppelten einlaßseitigen Temperatursensor (71) sowie einen mit einer Wandung des Rohrs (12) gekoppelten auslaßseitigen Temperatursensor (72) zum Generieren von Temperaturmeßsignalen (θ_1 , θ_2) auf. Die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) ist sowohl mit jedem der Schwingungssensoren (51, 52) als auch jedem der Temperatursensoren (71, 72) sowie auch mit dem wenigstens einen Schwingungserreger (41) elektrisch verbunden. Die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) ist eingerichtet, zum Bewirken mechanischer Schwingungen des Rohrs (11) mittels eines elektrischen Erregersignals (e1) elektrische Leistung in den wenigstens einen Schwingungserreger (41) einzuspeisen. Darüberhinaus ist die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) eingerichtet, unter Verwendung sowohl jedes der Schwingungssignale (s1, s2) als auch jedes der Temperaturmeßsignale (θ_1 , θ_2) eine Massendurchfluß-Sequenz (X_m), nämlich eine Folge von zeitlich aufeinander folgenden, jeweils die Massendurchflußrate (m), des Fluids momentan repräsentierenden Massendurchfluß-Meßwerten ($x_{m,i}$) zu generieren, derart, daß zumindest für eine Referenz-Massendurchflußrate (m_{ref}), nämlich eine vorgegebene Massendurchflußrate eines durch die Wandlervorrichtung strömenden Referenz-Fluids die Massendurchfluß-Meßwerte ($x_{m,i} \rightarrow x_{m,ref}$) von der Temperaturdifferenz ($\Delta\theta$) unabhängig sind.

Vibronisches Meßsystem zum Messen einer Massendurchflußrate

Die Erfindung betrifft ein, insb. zur Messung einer physikalische Meßgröße eines in einer Rohrleitung strömenden Fluids dienliches, vibronisches Meßsystem.

5 In der industriellen Meß- und Automatisierungstechnik werden zur hochgenauen Ermittlung von Meßwerten für wenigstens eine physikalische Meßgröße eines in einer Rohrleitung strömenden Fluids - beispielsweise nämlich eines Stoffparameters, wie etwa eine Dichte, und/oder eines Strömungsparameters, wie etwa eine Massendurchflußrate, eines Gases, einer Flüssigkeit oder einer Dispersion - oftmals vibronische, nämlich mittels einer vibronischen Wandlervorrichtung
10 gebildete Meßsysteme eingesetzt. Im besonderen haben sich hierbei auch solche vibronischen Meßsysteme etabliert, bei denen die Wandlervorrichtung wenigstens zwei jeweils ein von einer zumeist metallischen Wandung umhülltes Lumen aufweisende Rohre umfaßt, wobei jedes der - sich von einem jeweiligen einlaßseitigen ersten Ende bis zu einem jeweiligen auslaßseitigen zweiten Ende erstreckenden - Rohre dafür eingerichtet ist, ausgehend vom jeweiligen ersten Ende in
15 Richtung des jeweiligen auslaßseitigen zweiten Ende, zumindest von einem Teilvolumen des zu messenden Fluids durchströmt und währenddessen vibrieren gelassen zu werden, und bei denen die Wandlervorrichtung an eine sowohl dem aktiven Anregen als auch dem Auswerten von mechanischen Schwingungen der Rohre dienliche, beispielsweise mittels wenigstens eines Mikroprozessors gebildete, Meß- und Betriebs-Elektronik angeschlossen ist.

20 Die jeweilige Meß- und Betriebs-Elektronik kann zudem über entsprechende elektrische Leitungen auch an ein - vom jeweiligen Meßsystem zumeist räumlich entfernt angeordnetes und zumeist auch räumlich verteiltes - übergeordnetes elektronisches Datenverarbeitungssystem elektrisch angeschlossen sein, an das die vom jeweiligen Meßsystem erzeugten Meßwerte mittels wenigstens
25 eines diese entsprechend tragenden Meßwertesignals zeitnah, beispielsweise auch in Echtzeit, weitergegeben werden. Meßsysteme der in Rede stehenden Art sind zudem üblicherweise mittels eines innerhalb des übergeordneten Datenverarbeitungssystems vorgesehenen Datenübertragungsnetzwerks miteinander und/oder mit entsprechenden elektronischen Prozeß-Steuerungen verbunden, beispielsweise vor Ort installierte Speicherprogrammierbare
30 Steuerungen (SPS) oder in einer entfernten Leitwarte installierte Prozeß-Leitrechnern, wohin die mittels des jeweiligen Meßsystems erzeugten und in geeigneter Weise digitalisierten und entsprechend codierten Meßwerte weitergesendet werden. Mittels solcher Prozeß-Leitrechner können die übertragenen Meßwerte weiterverarbeitet und als entsprechende Meßergebnisse z.B. auf Monitoren visualisiert und/oder in Steuersignale für andere als Stellgeräte ausgebildete
35 Feldgeräte, wie z.B. Magnet-Ventile, Elektro-Motoren etc., umgewandelt werden. Da moderne Meßanordnungen zumeist auch direkt von solchen Leitrechnern aus überwacht und gegebenenfalls

gesteuert und/oder konfiguriert werden können, werden in entsprechender Weise über vorgenannte, zumeist hinsichtlich der Übertragungsphysik und/oder der Übertragungslogik hybride Datenübertragungsnetzwerke dem Meßsystem zugewiesene Betriebsdaten gleichermaßen versendet. Dementsprechend dient das Datenverarbeitungssystem üblicherweise auch dazu, das

5 vom Meßsystem gelieferte Meßwertesignal entsprechend den Anforderungen nachgelagerter Datenübertragungsnetzwerke zu konditionieren, beispielsweise geeignet zu digitalisieren und gegebenenfalls in ein entsprechendes Telegramm umzusetzen, und/oder vor Ort auszuwerten. Dafür sind in solchen Datenverarbeitungssystemen mit den jeweiligen Verbindungsleitungen elektrisch gekoppelte Auswerteschaltungen vorgesehen, die die vom jeweiligen Meßsystem

10 empfangenen Meßwerte vor- und/oder weiterverarbeiten sowie, falls erforderliche, geeignet konvertieren. Zur Datenübertragung dienen in solchen industriellen Datenverarbeitungssystemen zumindest abschnittsweise, insb. serielle, Feldbusse, wie z.B. FOUNDATION FIELDBUS, RACKBUS–RS 485, PROFIBUS etc., oder beispielsweise auch Netzwerke auf Basis des ETHERNET-Standards sowie die entsprechenden, zumeist übergreifend standardisierten

15 Übertragungs-Protokolle. Alternativ oder in Ergänzung können bei modernen Meßsystemen der in Rede stehenden Art Meßwerte auch drahtlos per Funk an das jeweilige Datenverarbeitungssystem übermittelt werden. Neben den für die Verarbeitung und Konvertierung der von den jeweils angeschlossenen Meßsystem gelieferten Meßwerte erforderlichen Auswerteschaltungen weisen solche übergeordnete Datenverarbeitungssysteme zumeist auch der Versorgung der

20 angeschlossenen Meßsystemen mit elektrischer Energie dienende elektrische Versorgungsschaltungen auf, die eine entsprechende, ggf. direkt vom angeschlossenen Feldbus gespeiste, Versorgungsspannung für die jeweilige Elektronik bereitstellen und die daran angeschlossenen elektrische Leitungen sowie die jeweiligen Elektroniken durchfließende elektrische Ströme treiben. Eine Versorgungsschaltung kann dabei beispielsweise genau einem Meßsystem

25 bzw. einer entsprechenden Elektronik jeweils zugeordnet und zusammen mit der dem jeweiligen Meßsystem zugeordneten Auswerteschaltung - beispielsweise zu einem entsprechenden Feldbusadapter vereint - in einem gemeinsamen, z.B. als Hutschienen-Modul ausgebildeten, Elektronik-Gehäuse untergebracht sein. Es ist aber durchaus auch üblich, Versorgungsschaltungen und Auswerteschaltungen jeweils in separaten, ggf. voneinander räumlich entfernten

30 Elektronik-Gehäusen unterzubringen und über externe Leitungen miteinander entsprechend zu verdrahten.

Aufbau und Wirkungsweise von vibronischen Wandlervorrichtungen der in Rede stehenden Art bzw. von damit gebildeten - beispielsweise auch als Coriolis-Massendurchfluß-Meßgeräte und/oder auch

35 als Dichte- und/oder Viskositäts-Meßgeräte ausgebildeten – vibronischen Meßsystemen sind dem Fachmann an und für sich bekannt und beispielsweise auch in der US-A 2004/0031328, der US-A 2006/0161359, US-A 2007/0119264, der US-A 2010/0242623, der US-A 2011/0113896, der US-A 2011/0146416, der US-A 2011/0265580, der US-A 2012/0073384, der US-A 2014/0060154,

der US-A 2015/0226590, der US-A 47 68 384, der US-A 48 01 897, der US-A 56 02 345, der US-A 63 11 136, der WO-A 01/29519, der WO-A 01/71290, der WO-A 02/097379, der WO-A 2005/031285, der WO-A 2009/134268, der WO-A 2012/018323, der WO-A 2012/033504, der WO-A 2013/092104, der WO-A 2014/151829, der WO-A 2015/135738, der WO-A 2015/135739, der
5 WO-A 2015/156767, der WO-A 2015/165468, der WO-A 2016/058745, der WO-A 2016/059132, der WO-A 88/02853, der WO-A 94/21999, der WO-A 96/07081, der WO-A 98/02725, der WO-A 98/52000 oder der WO-A 99/39164 gezeigt. Demnach weist eine solche Wandlervorrichtung jeweils eine mittels wenigstens eines, beispielsweise elektrodynamischen, Schwingungserregers gebildete elektro-mechanische Erregeranordnung auf, die dafür eingerichtet ist Nutzschwingungen
10 der wenigstens zwei Rohre, nämlich mechanischen Schwingungen mit wenigstens einer vorgebbaren Schwingungsfrequenz der Rohre um eine jedem jeweils zugehörige statische Ruhelage, beispielsweise mechanischen Schwingungen jedes der Rohre um eine dessen jeweiliges erstes Ende mit dessen jeweiligem zweiten Ende imaginär verbindende jeweilige gedachte Schwingungsachse, anzuregen bzw. aufrechtzuerhalten. Typischerweise kommen hierbei
15 elektrodynamische Schwingungserreger, nämlich mittels eines an einem der Rohre fixierten Permanentmagneten und mittels einer an einem anderen der Rohre fixierten und mit dem Permanentmagneten wechselwirkenden Erregerspule gebildeten Schwingungserreger zu Einsatz. Als Nutzschwingungen der Rohre dienen solche Schwingungen, die geeignet sind, im strömenden Fluid von einer Massendurchflußrate (m) abhängige Corioliskräfte zu induzieren, ggf. auch solche,
20 die geeignet sind, im strömenden Fluid von einer Viskosität (η) abhängige Reibungs- bzw. Dämpfungskräfte zu induzieren, und/oder die geeignet sind, im strömenden Fluid von einer Dichte (ρ) abhängige Trägheitskräfte zu induzieren. Als Nutzfrequenz, nämlich als Schwingungsfrequenz der Nutzschwingungen wird bei vibronischen Meßsystemen der in Rede stehenden Art zumeist eine der den Fluid führenden Rohren gemeinsam innewohnenden
25 Resonanzfrequenzen gewählt, typischerweise nämlich eine gemeinsame Resonanzfrequenz eines Biegeschwingungsgrundmodes jedes des Rohrs.

Zum Erfassen von mechanischen Schwingungen der wenigstens zwei Rohre, nicht zuletzt auch den Nutzschwingungen und/oder von durch vorbezeichnete Coriolis-Kräfte erzwungenen
30 Coriolis-Schwingungen, weisen die in vibronischen Meßsystemen der in Rede stehenden Art verwendeten Wandlervorrichtung ferner jeweils eine mittels wenigstens zweier, beispielsweise elektrodynamischen oder optischen, Schwingungssensoren gebildete Schwingungssensoranordnung auf, die dafür eingerichtet ist, wenigstens zwei Schwingungssignale, nämlich jeweils ein, insb. gegengleiche, Schwingungsbewegungen der wenigstens zwei Rohre
35 repräsentierendes elektrisches Meßsignal, beispielsweise mit einer von einer Geschwindigkeit der Schwingungsbewegungen der Rohre bzw. einer entsprechenden Schwingfrequenz abhängigen elektrischen (Signal-)Wechselspannung, zu generieren; dies im besonderen in der Weise, daß zwischen den wenigstens zwei Schwingungssignalen eine von der Massendurchflußrate abhängige

Phasendifferenz existiert bzw. derart, daß jedes der wenigstens zwei Schwingungssignale ein mit einer Schwingungsfrequenz der wenigstens zwei Rohre korrespondierende Signalfrequenz aufweist. Die dem Erfassen von Schwingungen dienlichen Schwingungssensoren solcher Wandlervorrichtungen sind in Strömungsrichtung voneinander beabstandet an den beiden Rohren angeordnet sein, derart, daß einer der Schwingungssensoren unter Bildung einer einlaßseitigen ersten Schwingungsmeßstelle weniger weit vom jeweiligen ersten Ende jedes der Rohre entfernt positioniert ist als vom jeweiligen zweiten Ende und der andere der Schwingungssensoren unter Bildung einer auslaßseitigen zweiten Schwingungsmeßstelle weniger weit vom jeweiligen zweiten Ende jedes der Rohre entfernt positioniert ist als vom jeweiligen ersten Ende.

Wandlervorrichtungen der in Rede stehenden Art umfassen desweiteren typischerweise jeweils ein eine von einer – beispielsweise metallischen - Wandung umhüllte Kavität aufweisendes Wandler-Gehäuse, innerhalb der die wenigstens zwei Rohre einschließlich der daran angebrachten Komponenten des wenigstens Schwingungserregers sowie des wenigstens einen Schwingungssensors in einer die vorbezeichneten Schwingungen der Rohre ermöglichenden Weise angeordnet sind, derart nämlich, daß zwischen einer der Kavität zugewandte Innenfläche der Wandung des Wandler-Gehäuses und einer Mantelfläche der Wandung jedes der Rohre, nämlich einer der Kavität jeweils zugewandten Außenfläche der jeweiligen Wandung jedes der Rohre ein - zumeist mit Luft oder einem inerten Gas befüllter - Zwischenraum gebildet ist. Zudem ist auch die jeweilige Meß- und Betriebs-Elektronik typischerweise innerhalb wenigstens eines vergleichsweise robusten, insb. schlag-, druck-, und/oder wetterfesten, Elektronik-Gehäuse untergebracht. Das, beispielsweise aus Edelstahl oder Aluminium gefertigte, Elektronik-Gehäuse kann von der Wandlereinrichtung entfernt angeordnet und mit diesem über ein flexibles Kabel verbunden sein; es kann aber beispielsweise auch direkt an der Wandlervorrichtung, beispielsweise nämlich am vorbezeichneten Wandler-Gehäuse angeordnet bzw. fixiert sein.

Die Meß- und Betriebs-Elektronik solcher vibronischer Meßsysteme ist weiters dafür eingerichtet, jedes der wenigstens zwei Schwingungssignale zu empfangen und zu verarbeiten, beispielsweise nämlich zu digitalisieren und auszuwerten. Im besonderen generiert die Meß- und Betriebs-Elektronik unter Verwendung der wenigstens zwei Schwingungssignale wiederkehrend einen Massendurchfluß-Meßwert, nämlich einen die Massendurchflußrate repräsentierenden Meßwert, bzw. generiert die Meß- und Betriebs-Elektronik unter Verwendung der wenigstens zwei Schwingungssignale eine Massendurchfluß-Sequenz, nämlich eine Folge von zeitlich aufeinander folgenden, jeweils die Massendurchflußrate des Fluids momentan repräsentierenden Massendurchfluß-Meßwerten. Neben der Auswertung der wenigstens zwei Schwingungssignale dient die Meß- und Betriebs-Elektronik vibronischer Meßsysteme der vorbezeichneten Art typischerweise aber auch dazu, wenigstens ein, beispielsweise harmonisches und/oder getaktetes, Treibersignal für den wenigstens einen elektro-mechanischen Schwingungserreger zu generieren.

Nämliches Treibersignal kann beispielsweise hinsichtlich einer Stromstärke und/oder einer Spannungshöhe und/oder einer Signalfrequenz geregelt sein.

Bei in der industriellen Meß- und Automatisierungstechnik verwendeten vibronischen Meßsystemen ist die Meß- und Betriebs-Elektronik zumeist mittels eines oder mehreren, ggf. auch als digitale Signalprozessoren (DSP) ausgebildeten Mikroprozessoren realisiert, derart, daß die Meß- und Betriebs-Elektronik die jeweiligen Meßwerte für den wenigstens einen Stoff- bzw. Strömungsparameter durch numerische Verrechnung von aus Meßsignalen der jeweiligen Wandlervorrichtung, beispielsweise nämlich anhand von den wenigstens zwei Schwingungssignalen gewonnenen, digitalen Abtatswerten ermittelt und inform von entsprechenden Digitalwerten, insb. auch in Echtzeit, bereitstellt.

Bei Wandlervorrichtungen der in Rede stehenden Art bzw. damit gebildeten vibronischen Meßsystemen ist eine weitere, für den Betrieb, nicht zuletzt auch für die präzise Ermittlung der Meßwerte für den wenigstens einen Stoff- bzw. des Strömungsparameter wichtige (Hilfs-) Meßgröße u.a. auch eine Wandlervorrichtungstemperatur, die geeignet ist, einen thermodynamischen Zustand der Wandlervorrichtung bzw. dessen Einfluß auf die für die Messung des wenigstens einen Stoff- bzw. des Strömungsparameters relevanten Schwingungseigenschaften der Wandlervorrichtung zu charakterisieren (Ziel-Temperatur). Im besonderen soll die Wandlervorrichtungstemperatur geeignet sein, eine Abhängigkeit der Schwingungseigenschaften der wenigstens zwei Rohre bzw. der Schwingungsmeßsignale von einer räumlichen Temperaturverteilung innerhalb der Wandlervorrichtung meßtechnisch in einem für die angestrebte hohe Meßgenauigkeit, mit der die Meßwerte für die wenigstens eine Meßgröße - nicht zuletzt auch die mittels computerbasierter Echtzeit-Berechnung ermittelten Meßwerte für die Massendurchflußrate oder aber auch die Dichte und/oder die Viskosität - ermittelte werden sollen, ausreichenden Maße kompensieren zu können. Nämliche Wandlervorrichtungstemperatur wird bei Meßsystemen der in Rede stehenden Art regelmäßig basierend auf einer an der Wandung des wenigstens einen Rohrs erfassten Rohrtemperatur ermittelt. Zum Erfassen der Rohrtemperatur können derartige Wandlervorrichtungen, wie u.a. auch in den eingangs erwähnten US-A 57 96 012, der WO-A 2009/134268, WO-A 01/71290, WO-A 98/52000 oder WO-A 98/02725 gezeigt, daher ferner einen oder mehr jeweils mittels eines innerhalb des Zwischenraums angeordneten, mithin im Betrieb nicht von dem im Lumen des jeweiligen Rohrs kontaktierten Temperaturfühler, beispielsweise einem Platin-Meßwiderstand, einem Thermistor oder einem Thermoelement, gebildeten Temperatursensoren aufweisen, wobei der jeweilige Temperatursensor jeweils thermisch leitend mit der Wandung des jeweiligen Rohrs und elektrisch mit der Meß- und Betriebselektronik gekoppelt ist. Der Temperatursensor kann mittels eines einzelnen Temperaturfühlers oder aber auch mittels mehrerer solcher temperaturempfindlichen elektrischen bzw. elektronischen Bauteilen gebildete elektrische Schaltungen, etwa in Form einer Wheatstoneschen Meßbrücke, gebildet sein.

Der wenigstens eine Temperatursensor ist dafür eingerichtet, eine einer Temperatur an einer mittels des jeweiligen Temperaturfühlers gebildeten Temperaturmeßstelle entsprechende Meßstellentemperatur in ein entsprechendes Temperaturmeßsignal, nämlich eine die jeweilige Meßstellentemperatur repräsentierendes elektrisches Meßsignal, beispielsweise mit einer von
5 nämlich der Meßstellentemperatur abhängigen elektrischen Signalspannung und/oder einem von nämlich der Meßstellentemperatur abhängigen elektrischen Signalstrom, zu wandeln. Desweiteren kann die Meß- und Betriebs-Elektronik zudem dafür eingerichtet sein, Meßwerte für die wenigstens eine Meßgröße auch unter Verwendung des mittels der Wandlervorrichtung generierten wenigstens einen Temperaturmeßsignals zu generieren.

10 Experimentelle Untersuchungen an konventionellen Wandlervorrichtungen der in Rede stehenden Art haben ergeben, daß nicht nur, wie u.a. auch in der eingangs erwähnten WO-A 2009/134268 erörtert, bei auf einer dem Lumen zugewandten Innenseite von einem unerwünschten Belag befallener Wandung, sondern auch bei deren Verwendung zum Messen der Massendurchflußrate
15 von Fluiden mit einer vergleichsweise geringen, beispielsweise nämlich in einem Bereich zwischen $1 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ und $4,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ liegender, spezifischer Wärmekapazität und/oder bei einer Verwendung in Anwendungen mit einer rasch wechselnden Meßstellentemperatur, beispielsweise infolge einer zeitlich rasch ändernden Fluid-Temperatur oder infolge abrupten Meßstoffwechsel, trotz Einbeziehung des vorbezeichneten Temperaturmeßsignals in die Berechnung der
20 Massendurchfluß-Meßwerte gelegentlich überraschend hohe Meßfehler, beispielsweise auch von mehr als 0,05% bzw. mehr als 1 kg/h, beobachtet werden können. Wenngleich für die in der WO-A 2009/134268 erörterten Fälle die vorbezeichnete Temperaturdifferenz $\Delta\theta$ regelmäßig größer ausgebildet ist als bei intakter Wandlervorrichtung bzw. bei intaktem Rohr bzw. intakten Rohren, insb. mit nicht von einem Belag befallener Wandung, und ansonsten gleichen Randbedingungen,
25 kann sie dennoch ein für die eigentlich angestrebte hohe Meßgenauigkeit nicht mehr vernachlässigbares Ausmaß annehmen. Im besonderen konnte solche erhöhten Meßfehler bei Anwendungen mit im Vergleich zu einer Temperatur einer die Wandlervorrichtung umgebenden Atmosphäre (Umgebungstemperatur) sehr heißen ($>50 \text{ K}$) oder sehr kalten Gasen (-50 K), bei Anwendungen mit vergleichsweise schnell strömenden hochviskosen Ölen, beispielsweise bei der
30 Befüllung von Lagertanks oder Treibstofftanks auf Schiffen (Bunkering), bei intermittierend betriebenen Meßstellen, wie z.B. in Abfüllanlagen, oder aber auch im Zusammenhang mit der Messung der Massendurchflußrate in wiederkehrend mit heißen Reinigungsfluiden ortsgebunden zu reinigenden (CIP – cleaning in place) bzw. zu sterilisierende (SIP - sterilization in place) verfahrenstechnischen Anlagen festgestellt werden. Bei einem in der eingangs erwähnten
35 WO-A 2016/058745 gezeigten vibronischen Meßsystem wird die zugehörige Wandlervorrichtung zur Reduzierung solcher Meßfehler vor der eigentlichen Messung temperiert, nämlich auf eine stationäre Betriebstemperatur gebracht, die einer während der eigentlichen Messung zu erwartenden Meßstoff-Temperatur bzw. einem korrespondierenden thermischen

Gleichgewichtszustand entspricht, bzw. wird eine zu messende Flüssigkeit vorab geeignet konditioniert, beispielsweise nämlich entlüftet. Dies erfolgt hier durch eine entsprechende Rezirkulation des jeweils zu messenden Fluids. Das Meßsystem weist dafür eine zusätzliche, gleichwohl aufwendige Ventilsteuerung sowie zusätzliche zu- bzw. rückführende Fluidleitungen auf.

Weiterführende Untersuchungen an solchermaßen verwendeten bzw. im Labor entsprechenden Meßbedingungen ausgesetzten konventionellen Wandlervorrichtungen haben jedoch ferner ergeben, daß die vorbezeichnete Phasendifferenz zwischen den wenigstens zwei Schwingungssignalen trotz gleichbleibender Massendurchflußrate und gleichbleibender Meßstellentemperatur, mithin auch bei im thermischen Gleichgewichtszustand befindlicher Wandlervorrichtung bzw. eigentlich stationären Meßbedingungen in erheblichem, nämlich die Meßgenauigkeit signifikant beeinträchtigendem Maße streuen kann; dies im besonderen auch bei niedrigen Reynolds-Zahlen (Re) von weniger als 1000 aufweisenden, insb. nämlich laminaren, bzw. konstant auf einer weniger als 1 kg/h, beispielsweise auch Null, betragende Massendurchflußrate gehaltenen Fluidströmungen.

Dem Rechnung tragend besteht eine Aufgabe der Erfindung darin, eine Meßgenauigkeit von Meßsystemen der vorgenannten Art so zu verbessern, daß die damit für strömende Fluide mit geringer spezifischer Wärmekapazität und/oder mit einer erheblich von einer Umgebungstemperatur abweichenden Fluid-Temperatur und/oder die damit für Fluidströmungen mit einer niedrigen Reynolds-Zahlen (<1000) bzw. weniger als 1 kg/h betragende Massendurchflußrate ermittelten Massendurchfluß-Meßwerte reproduzierbar einen geringen Meßfehler, insb. von weniger als 0,05% und/oder weniger als 1 kg/h, aufweisen.

Zur Lösung der Aufgabe besteht die Erfindung in einem vibronischem Meßsystem zum Messen einer Massendurchflußrate eines, insb. in einer Rohrleitung, strömenden Fluids, insb. eines Gases, einer Flüssigkeit oder einer Dispersion. Das Meßsystem umfaßt dafür eine, insb. mittels eines Mikroprozessors und/oder eines digitalen Signalprozessors gebildete, Meß- und Betriebs-Elektronik sowie eine mit nämlicher Meß- und Betriebs-Elektronik elektrisch gekoppelte, insb. auch mechanisch verbundene, Wandlervorrichtung. Die erfindungsgemäße Wandlervorrichtung umfaßt:

- ein ein von einer, beispielsweise metallischen, Wandung umhülltes Lumen aufweisendes, sich von einem einlaßseitigen ersten Ende bis zu einem auslaßseitigen zweiten Ende erstreckendes erstes Rohr, das dafür vorgesehen bzw. eingerichtet ist, von Fluid, ausgehend vom einlaßseitigen ersten Ende in Richtung des auslaßseitigen zweiten Ende, durchströmt und währenddessen vibrieren gelassen zu werden;
- ein ein von einer Wandung umhülltes Lumen aufweisendes, sich von einem einlaßseitigen ersten Ende bis zu einem auslaßseitigen zweiten Ende erstreckendes - beispielsweise zumindest abschnittsweise gekrümmtes und/oder zumindest abschnittsweise gerades

und/oder dem ersten Rohr baugleiches und/oder zum ersten Rohr parallel angeordnetes - zweites Rohr, das dafür eingerichtet ist - beispielsweise nämlich simultan zum ersten Rohr, von Fluid, ausgehend vom einlaßseitigen ersten Ende in Richtung des auslaßseitigen zweiten Ende - durchströmt und währenddessen - beispielsweise nämlich

- einen thermisch leitend mit der Wandung des ersten Rohrs gekoppelten ersten Temperatursensor, der weniger weit vom ersten Ende des ersten Rohrs entfernt positioniert ist als vom zweiten Ende nämlich ersten Rohres und der dafür vorgesehen bzw. eingerichtet ist, eine erste Meßstellentemperatur, nämlich eine Temperatur der Wandung des ersten Rohrs an einer mittels nämlich Temperatursensors gebildeten einlaßseitigen ersten Temperaturmeßstelle, zu erfassen und in ein erstes Temperaturmeßsignal, nämlich ein die erste Meßstellentemperatur repräsentierendes erstes elektrisches Meßsignal, beispielsweise mit einer von nämlich ersten Meßstellentemperatur abhängigen elektrische Signalspannung und/oder mit einem von nämlich ersten Meßstellentemperatur abhängigen elektrischen Signalstrom, zu wandeln;
- einen, beispielsweise gleichermaßen wie der erste Temperatursensor mit der Wandung des ersten Rohrs, thermisch leitend mit der Wandung des zweiten Rohrs gekoppelten, beispielsweise zum ersten Temperatursensor baugleichen, zweiten Temperatursensor, der weniger weit vom zweiten Ende des zweiten Rohrs entfernt positioniert ist als vom ersten Ende nämlich zweiten Rohres und der dafür vorgesehen bzw. eingerichtet ist, eine zweite Meßstellentemperatur, nämlich eine Temperatur der Wandung des zweiten Rohrs an einer mittels nämlich Temperatursensors gebildeten, von der ersten Temperaturmeßstelle entfernten und/oder auslaßseitigen zweiten Temperaturmeßstelle zu erfassen und in ein zweites Temperaturmeßsignal, nämlich ein die zweite Meßstellentemperatur repräsentierendes zweites elektrisches Meßsignal, beispielsweise mit einer von nämlich zweiten Meßstellentemperatur abhängigen elektrische Signalspannung und/oder mit einem von nämlich zweiten Meßstellentemperatur abhängigen elektrischen Signalstrom, zu wandeln;
- wenigstens einen, beispielsweise elektrodynamischen, Schwingungserreger zum Anregen und Aufrechterhalten von mechanischen Schwingungen sowohl des ersten als auch des zweiten Rohrs um eine zugehörige statische Ruhelage, insb. nämlich von Biegeschwingungen jedes der Rohre um eine jeweilige dessen jeweiliges erstes Ende mit dessen jeweiligem zweiten Ende imaginär verbindende gedachte Schwingungsachse;
- einen, beispielsweise elektrodynamischen, ersten Schwingungssensor zum Erfassen von mechanischen Schwingungen zumindest des ersten Rohrs, der weniger weit vom ersten Ende des ersten Rohrs entfernt positioniert ist als vom zweiten Ende ersten Rohres und der dafür vorgesehen bzw. eingerichtet ist, Schwingungsbewegungen zumindest des ersten Rohrs an einer mittels nämlich Schwingungssensors gebildeten einlaßseitigen ersten

Schwingungsmeßstelle zu erfassen und ein nämliche Schwingungsbewegungen repräsentierendes erstes Schwingungssignal zu generieren;

- sowie wenigstens einen, beispielsweise elektrodynamischen und/oder zum ersten Schwingungssensors baugleichen, zweiten Schwingungssensor zum Erfassen von mechanischen Schwingungen zumindest des ersten Rohres, der weniger weit vom zweiten Ende des ersten Rohrs entfernt positioniert ist als vom ersten Ende nämlichen ersten Rohres und der dafür vorgesehen bzw. eingerichtet ist, Schwingungsbewegungen zumindest des ersten Rohrs an einer mittels nämlichen Schwingungssensors gebildeten auslaßseitige zweiten Schwingungsmeßstelle zu erfassen und ein nämliche Schwingungsbewegungen repräsentierendes zweites Schwingungssignal zu generieren, derart, daß zwischen dem ersten Schwingungssignal und nämlichem zweiten Schwingungssignal eine Phasendifferenz existiert, die sowohl von der Massendurchflußrate als auch von einer zwischen einer Temperatur des ersten Schwingungssensors und einer Temperatur nämlichen zweiten Schwingungssensors etablierten, beispielsweise zumindest zeitweise mit einer Änderungsgeschwindigkeit von mehr als 0,05 K/s zeitlich ändernden, Temperaturdifferenz abhängig ist.

Die Meß- und Betriebs-Elektronik des erfindungsgemäßen Meßsystems ist sowohl mit jedem der ersten und zweiten Schwingungssensoren als auch jedem der ersten und zweiten

Temperatursensoren sowie auch mit dem wenigstens einen Schwingungserreger elektrisch

verbunden. Die Meß- und Betriebs-Elektronik ist zum einen dafür eingerichtet, zum Bewirken

mechanischer Schwingungen sowohl des ersten Rohrs als auch des zweiten Rohrs mittels eines elektrischen Erregersignals elektrische Leistung in den wenigstens Schwingungserreger einzuspeisen. Zum anderen ist die Meß- und Betriebs-Elektronik eingerichtet, unter Verwendung

sowohl jedes der ersten und zweiten Schwingungssignale als auch jedes der ersten und zweiten

Temperaturmeßsignale eine Massendurchfluß-Sequenz, nämlich eine Folge von zeitlich aufeinander folgenden, jeweils die Massendurchflußrate des Fluids momentan repräsentierenden

Massendurchfluß-Meßwerten zu generieren, derart, daß zumindest für eine

Referenz-Massendurchflußrate, nämlich eine vorgegebene, beispielsweise nicht mehr als 1 kg/h

betragende und/oder konstant gehaltene, Massendurchflußrate eines durch die Wandlervorrichtung

strömenden, beispielsweise auch laminar und/oder mit einer Reynolds-Zahl von weniger als 1000

durch das erste und/oder zweite Rohr strömenden und/oder eine spezifische Wärmekapazität von

mehr als 1 kJ·kg⁻¹·K⁻¹ und/oder weniger als 4,2 kJ·kg⁻¹·K⁻¹ aufweisenden, Referenz-Fluids die

Massendurchfluß-Meßwerte von der Temperaturdifferenz unabhängig sind.

Zudem besteht die Erfindung auch darin, das erfindungsgemäße Meßsystem zum Messen einer wenigstens einer physikalischen Meßgröße, insb. einer Dichte und/oder einer Viskosität und/oder einer Massendurchflußrate und/oder einer Volumendurchflußrate, eines, insb. in einer Rohrleitung, strömenden Fluids, insb. eines Gases, einer Flüssigkeit oder einer fließfähigen Dispersion, zu verwenden.

Nach einer ersten Ausgestaltung der Erfindung sind die für die Referenz-Massendurchflußrate ermittelten Massendurchfluß-Meßwerte von der Temperaturdifferenz unabhängig, indem für zumindest eine von Null verschiedene, gleichwohl konstante Referenz-Massendurchflußrate zeitlich aufeinanderfolgend ermittelte Massendurchfluß-Meßwerte auch bei unterschiedlichen, nämlich mehr als 1 K betragenden und/oder weniger als 10 K betragenden und/oder im zeitlichen Verlauf mit einer Spannweite von mehr als 1 K streuenden und/oder mit einer Änderungsgeschwindigkeit von mehr als 0,05 K/s zeitlich ändernden, Temperaturdifferenzen um nicht mehr als 0,01% nämlicher Referenz-Massendurchflußrate voneinander abweichen,

Nach einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung sind die für die Referenz-Massendurchflußrate ermittelten Massendurchfluß-Meßwerte von der Temperaturdifferenz unabhängig, indem jeweils einen Skalen-Nullpunkt der Meß- und Betriebs-Elektronik repräsentierende, nämlich jeweils im Falle einer nicht von Fluid durchströmten Wandlervorrichtung bzw. jeweils für eine Referenz-Massendurchflußrate von Null zeitlich aufeinanderfolgend ermittelte Massendurchfluß-Meßwerte auch bei unterschiedlichen, gleichwohl mehr als 1 K betragenden und/oder weniger als 10 K betragenden und/oder im zeitlichen Verlauf mit einer Spannweite von mehr als 1 K und/oder weniger als 10 K streuenden und/oder mit einer Änderungsgeschwindigkeit von mehr als 0,05 K/s zeitlich ändernden Temperaturdifferenzen weniger als 0,01 kg/h betragen bzw. weniger als 0,01 kg/h voneinander abweichen.

Nach einer dritten Ausgestaltung der Erfindung weist das, beispielsweise flüssige oder gasförmige, Referenz-Fluid eine spezifische Wärmekapazität von mehr als $1 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ und/oder weniger als $4,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ auf.

Nach einer vierten Ausgestaltung der Erfindung ist das Referenz-Fluid eine Flüssigkeit, beispielsweise ein Öl oder Wasser.

Nach einer fünften Ausgestaltung der Erfindung ist das Referenz-Fluid ein Gas, beispielsweise Luft.

Nach einer sechsten Ausgestaltung der Erfindung ist das Referenz-Fluid Wasser, insb. mit einer Fluidtemperatur von nicht weniger als 20°C .

Nach einer siebenten Ausgestaltung der Erfindung ist das Referenz-Fluid ein Öl, insb. mit einer Fluidtemperatur von nicht weniger als 20°C und/oder mit einer Viskosität von mehr als 10^{-2} Pa · s (Pascalsekunde).

5

Nach einer achten Ausgestaltung der Erfindung ist das Referenz-Fluid ein Öl, beispielsweise mit einer Fluidtemperatur von nicht weniger als 20°C und/oder mit einer Viskosität von mehr als 10^{-2} Pa · s (Pascalsekunde) und ist zudem vorgesehen, daß die Referenz-Massendurchflußrate in Abhängigkeit von einem Betrag |D| einer in SI-Basiseinheit für Länge (m = Meter) angegebenen Nennweite der Wandlervorrichtung weniger als |D|·10000 kg/h beträgt.

10

Nach einer neunten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Referenz-Fluid ein Gas, insb. mit einer Fluidtemperatur von nicht weniger als 20°C und/oder Luft, ist.

15

Nach einer zehnten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Referenz-Fluid ein Gas, beispielsweise mit einer Fluidtemperatur von nicht weniger als 20°C und/oder Luft, ist und ist vorgesehen die Referenz-Massendurchflußrate in Abhängigkeit von einem Betrag |D| eines in SI-Basiseinheit für Länge (m = Meter) angegebenen angegebenen Nennweite der Wandlervorrichtung weniger als |D|·1000 kg/h beträgt.

20

Nach einer elften Ausgestaltung der Erfindung etabliert die Temperaturdifferenz auch bei intakter Wandlervorrichtung bzw. intaktem ersten Rohr und intaktem zweiten Rohr.

25

Nach einer zwölften Ausgestaltung der Erfindung ist die Temperaturdifferenz bei auf einer dem Lumen zugewandten Innenseite von einem unerwünschten Belag befallener Wandung des ersten Rohrs größer ausgebildet als bei intaktem ersten Rohr, beispielsweise nämlich mit nicht von einem Belag befallener Wandung.

30

Nach einer dreizehnten Ausgestaltung der Erfindung ist die Meß- und Betriebs-Elektronik dafür eingerichtet, unter Verwendung sowohl des ersten Schwingungssignals als auch des zweiten Schwingungssignals eine Phasendifferenz-Sequenz, nämlich eine Folge von zeitlich aufeinander folgenden, jeweils die Phasendifferenz repräsentierenden Phasendifferenz-Meßwerten zu generieren.

35

Nach einer vierzehnten Ausgestaltung der Erfindung ist die Meß- und Betriebs-Elektronik dafür eingerichtet, unter Verwendung sowohl des ersten Temperaturmeßsignals als auch des zweiten Temperaturmeßsignals eine Temperaturdifferenz-Sequenz, nämlich eine Folge von zeitlich

aufeinander folgenden, jeweils die Temperaturdifferenz repräsentierenden Temperaturdifferenz-Meßwerten zu generieren.

5 Nach einer fünfzehnten Ausgestaltung der Erfindung ist die Meß- und Betriebs-Elektronik dafür eingerichtet, unter Verwendung sowohl des ersten Temperaturmeßsignals als auch des zweiten Temperaturmeßsignals eine Temperaturdifferenz-Sequenz, nämlich eine Folge von zeitlich aufeinander folgenden, jeweils die Temperaturdifferenz repräsentierenden Temperaturdifferenz-Meßwerten zu generieren sowie unter Verwendung der Temperaturdifferenz-Sequenz eine Funktionstüchtigkeit der Wandlervorrichtung, insb. nämlich eine
10 Funktionstüchtigkeit des ersten Rohrs und/oder des zweiten Rohrs, zu überwachen.

Nach einer sechzehnten Ausgestaltung der Erfindung ist die Meß- und Betriebs-Elektronik dafür eingerichtet, unter Verwendung sowohl des ersten Temperaturmeßsignals als auch des zweiten Temperaturmeßsignals eine Temperaturdifferenz-Sequenz, nämlich eine Folge von zeitlich
15 aufeinander folgenden, jeweils die Temperaturdifferenz repräsentierenden Temperaturdifferenz-Meßwerten zu generieren sowie unter Verwendung der Temperaturdifferenz-Sequenz zu Diagnostizieren, daß die Wandlervorrichtung einen gegenüber einem ursprünglichen Strömungswiderstand veränderten Strömungswiderstand aufweist, insb. nämlich, daß das zumindest eines der ersten und zweiten Rohre einen gegenüber einem
20 ursprünglichen Strömungswiderstand veränderten Strömungswiderstand aufweist

Nach einer siebzehnten Ausgestaltung der Erfindung ist die Meß- und Betriebs-Elektronik dafür eingerichtet, unter Verwendung sowohl des ersten Temperaturmeßsignals als auch des zweiten Temperaturmeßsignals eine Temperaturdifferenz-Sequenz, nämlich eine Folge von zeitlich
25 aufeinander folgenden, jeweils die Temperaturdifferenz repräsentierenden Temperaturdifferenz-Meßwerten zu generieren sowie unter Verwendung der Temperaturdifferenz-Sequenz einen Alarm zu generieren, der eine nur noch eingeschränkte Funktionstüchtigkeit der Wandlervorrichtung signalisiert, insb. infolge eines gegenüber einem ursprünglichen Strömungswiderstand veränderten Strömungswiderstands des ersten Rohrs
30 und/oder des zweiten Rohrs.

Nach einer achtzehnten Ausgestaltung der Erfindung ist die Meß- und Betriebs-Elektronik dafür eingerichtet, die Meß- und Betriebs-Elektronik dafür eingerichtet, unter Verwendung sowohl des ersten Temperaturmeßsignals als auch des zweiten Temperaturmeßsignals einen
35 Meßfluidtemperatur-Meßwert, nämlich einen eine Temperatur eines durch das erste Rohr und/oder das zweite Rohr strömenden Fluids repräsentierenden Meßwert zu generieren.

Nach einer neunzehnten Ausgestaltung der Erfindung ist die Meß- und Betriebs-Elektronik dafür eingerichtet, unter Verwendung zumindest eines der Schwingungssignale als auch zumindest eines der Temperaturmeßsignale einen Dichte-Meßwert zu generieren, der eine Dichte des Fluids repräsentiert.

5

Nach einer zwanzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist die Meß- und Betriebs-Elektronik dafür eingerichtet, unter Verwendung zumindest eines der Schwingungssignale als auch zumindest eines der Temperaturmeßsignale einen Viskositäts-Meßwert zu generieren, der eine Viskosität des Fluids repräsentiert.

10

Nach einer einundzwanzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist die Meß- und Betriebs-Elektronik dafür eingerichtet, unter Verwendung sowohl des ersten Temperaturmeßsignals als auch des zweiten Temperaturmeßsignals einen Wandlertemperatur-Meßwert zu generieren, der eine Wandlervorrichtungstemperatur repräsentiert, die sowohl von der ersten Meßstellentemperatur als auch von der zweiten Meßstellentemperatur abweicht, derart, daß ein Betrag nämlich

15 Wandlertemperatur-Meßwerts einem arithmetischen Mittelwert der ersten und zweiten Meßstellentemperaturen und/oder einem gewichteten Mittel der ersten und zweiten Meßstellentemperaturen entspricht. Diese Ausgestaltung der Erfindung weiterbildend ist ferner vorgesehen, daß die Meß- und Betriebs-Elektronik dafür eingerichtet ist, unter Verwendung des

20 ersten Temperaturmeßsignals, gleichwohl nicht des zweiten Temperaturmeßsignals, und/oder unter Verwendung des zweiten Temperaturmeßsignals, gleichwohl nicht des ersten Temperaturmeßsignals einen Hilfstemperaturmeßwert zu generieren, der die Wandlervorrichtungstemperatur zumindest näherungsweise repräsentiert.

25 Nach einer zweiundzwanzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Meß- und Betriebs-Elektronik einen Multiplexer mit wenigstens zwei Signaleingängen sowie wenigstens einem Signalausgang aufweist, welcher Multiplexer dafür eingerichtet ist, wahlweise, beispielsweise zyklisch, einen von dessen Signaleingängen auf den Signalausgang durchzuschalten, derart, daß ein am jeweils durchgeschalteten Signaleingang anliegendes Signal an den Signalausgang

30 weitergeführt ist; und daß die Meß- und Betriebs-Elektronik einen, beispielsweise eine nominelle Auflösung von mehr als 16 Bit aufweisenden und/oder mit einer mehr als 1000 s⁻¹ betragenden Abtastrate getakteten, Analog-zu-Digital-Wandler mit wenigstens einem Signaleingang und wenigstens einem Signalausgang aufweist, welcher Analog-zu-Digital-Wandler dafür eingerichtet ist, ein an nämlichem Signaleingang anliegendes analoges Eingangssignal mit einer, beispielsweise

35 mehr als 1000 s⁻¹ betragenden, Abtastrate und mit einer, beispielsweise mehr als 16 Bit betragenden, digitalen Auflösung in ein nämliches Eingangssignal repräsentierendes digitales Ausgangssignal umzusetzen und am Signalausgang bereitzustellen. Diese Ausgestaltung der Erfindung weiterbildend ist ferner vorgesehen, daß der wenigstens eine Signalausgang des Multiplexers und

der wenigstens eine Signaleingang des Analog-zu-Digital-Wandlers miteinander elektrisch gekoppelt sind; und daß der erste Temperatursensor und der zweite Temperatursensor jeweils mit dem Multiplexer elektrisch verbundenen sind, derart, daß das erste Temperaturmeßsignal an einem ersten Signaleingang des Multiplexers und daß das zweite Temperaturmeßsignal an einem zweiten
5 Signaleingang des Multiplexers anliegen. Somit kann das Ausgangssignal des Analog-zu-Digital-Wandlers zumindest zeitweise genau eines der beiden Temperaturmeßsignale repräsentier bzw. kann die Meß- und Betriebs-Elektronik den Massendurchfluß-Meßwert unter Verwendung des eines der beiden Temperaturmeßsignale repräsentierenden Ausgangssignals des Analog-zu-Digital-Wandlers zu generieren.

10

Nach einer dreiundzwanzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der erste Temperatursensor weniger weit vom ersten Ende des ersten Rohrs entfernt positioniert ist als der zweite Temperatursensor vom ersten Ende des zweiten Rohres.

15 Nach einer vierundzwanzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der zweite Temperatursensor weniger weit vom zweiten Ende des zweiten Rohrs entfernt positioniert ist als der erste Temperatursensor vom zweiten Ende des zweiten Rohres.

20 Nach einer fünfundzwanzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der erste Temperatursensor gleichweit vom ersten Ende des ersten Rohrs entfernt positioniert ist wie der zweite Temperatursensor vom zweiten Ende des zweiten Rohrs.

25 Nach einer sechsundzwanzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der erste Temperatursensor gleichweit vom zweiten Ende des ersten Rohrs entfernt positioniert ist wie der zweite Temperatursensor vom ersten Ende des zweiten Rohrs.

30 Nach einer siebenundzwanzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der erste Temperatursensor gleichweit von einer Mitte des ersten Rohrs entfernt positioniert ist wie der zweite Temperatursensor von einer Mitte des zweiten Rohrs.

Nach einer achtundzwanzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der erste Temperatursensor und der zweite Temperatursensor baugleich sind.

35 Nach einer neunundzwanzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der erste Temperatursensor in gleicher Weise mechanisch mit der Wandung des ersten Rohrs gekoppelt ist wie der zweite Temperatursensor mit der Wandung des zweiten Rohrs.

Nach einer dreißigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Wandlervorrichtung außer dem ersten Temperatursensor keinen weiteren die Wandung des ersten Rohrs und/oder außer dem zweiten Temperatursensor keinen weiteren Wandung des zweiten Rohrs kontaktierenden Temperatursensor aufweist.

5

Nach einer einunddreißigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der erste Temperatursensor in gleicher Weise thermisch leitend mit der Wandung des ersten Rohrs gekoppelt ist wie der zweite Temperatursensor mit der Wandung des zweiten Rohrs, insb. derart, daß ein einem von der Wandung des ersten Rohrs zum ersten Temperatursensor und weiter zu einer den ersten Temperatursensor umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand gleich groß ist wie ein einem von der Wandung des zweiten Rohrs zum zweiten Temperatursensor und weiter zu einer den zweiten Temperatursensor umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand.

10

15

Nach einer zweiunddreißigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der erste Schwingungssensor in gleicher Weise thermisch leitend mit der Wandung des ersten Rohrs und/oder der Wandung des zweiten Rohrs gekoppelt ist wie der zweite Schwingungssensor; beispielsweise derart, daß ein einem von der Wandung des ersten Rohrs zum ersten Schwingungssensor und weiter zu einer den ersten Schwingungssensor umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand gleich groß ist wie ein einem von der Wandung des ersten Rohrs zum zweiten Schwingungssensor und weiter zu einer den zweiten Schwingungssensor umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand und/oder daß ein einem von der Wandung des zweiten Rohrs zum ersten Schwingungssensor und weiter zu einer den ersten Schwingungssensor umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand gleich groß ist wie ein einem von der Wandung des zweiten Rohrs zum zweiten Schwingungssensor und weiter zu einer den zweiten Schwingungssensor umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand.

20

25

30

Nach einer dreiunddreißigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß eine mittels des ersten Schwingungssensors und mittels des zweiten Schwingungssensors gebildete Schwingungssensoranordnung spiegelsymmetrisch bezüglich wenigstens einer die Wandlervorrichtung imaginär schneidenden, insb. nämlich zu einer Trägheitshauptachse des ersten Rohrs parallelen, gedachten Symmetrieachse ist.

35

Nach einer vierunddreißigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß eine mittels des ersten Temperatursensors und mittels des zweiten Temperatursensors gebildete Temperatursensoranordnung spiegelsymmetrisch bezüglich wenigstens einer die

Wandlervorrichtung imaginär schneidenden, insb. nämlich zu einer Trägheitshauptachse des ersten Rohrs parallelen, gedachten Symmetrieachse ist.

5 Nach einer fünfunddreißigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der erste Temperatursensor gleichweit vom ersten Schwingungssensor entfernt positioniert ist wie der zweite Temperatursensor vom zweiten Schwingungssensor.

10 Nach einer sechsenddreißigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das erste Rohr spiegelsymmetrisch bezüglich wenigstens einer das Rohr imaginär schneidenden, insb. nämlich mit einer Trägheitshauptachse nämlichen Rohrs koinzidierenden, gedachten Symmetrieachse ist.

Nach einer siebenunddreißigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das erste Rohr, beispielsweise V-förmig oder U-förmig, gekrümmt ist.

15 Nach einer achtunddreißigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das erste Rohr zumindest abschnittsweise, beispielsweise überwiegend oder auch gänzlich, gerade, beispielsweise nämlich kreiszylindrisch, ist.

20 Nach einer neununddreißigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das erste Rohr zumindest abschnittsweise, beispielsweise kreisbogenförmig, gekrümmt ist.

25 Nach einer vierzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Wandung des ersten Rohrs zumindest anteilig, beispielsweise auch überwiegend oder gänzlich, aus einem Material, wie z.B. einem Metall oder einer Legierung, besteht, von dem eine spezifische Wärmeleitfähigkeit größer als $10 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$, ist und von dem eine spezifische Wärmekapazität kleiner als $1000 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$ ist.

30 Nach einer einundvierzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Wandung des ersten Rohrs aus Metall, beispielsweise einer Eisen und/oder Aluminium und/oder Chrom und/oder Titan und/oder Zirkonium und/oder Tantal und/oder Nickel enthaltenden Legierung, besteht.

Nach einer zweiundvierzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Wandung des ersten Rohrs aus rostfreiem Stahl besteht.

35 Nach einer dreiundvierzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das erste Rohr ein Kaliber aufweist, das mehr als 0,1 mm (Millimeter) beträgt.

Nach einer vierundvierzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das erste Rohr ein Kaliber aufweist, das mehr als 1 mm (Millimeter) beträgt.

Nach einer fünfundvierzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß eine abgewickelte Rohrlänge des ersten Rohrs mehr als 300 mm beträgt.

- 5 Nach einer sechsendvierzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das erste Rohr und das zweite Rohr baugleich sind.

Nach einer siebenundvierzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der erste Temperatursensor mittels eines, beispielsweise einen Platin-Meßwiderstand, einen Thermistor oder
10 ein Thermoelement aufweisenden, ersten Temperaturfühlers sowie mittels eines nämlichen ersten Temperaturfühler thermisch leitend mit der Wandung des ersten Rohrs koppelnden ersten Kopplungskörpers gebildet ist, und daß der zweite Temperatursensor mittels eines - beispielsweise einen Platin-Meßwiderstand, einen Thermistor oder ein Thermoelement aufweisenden und/oder zum
15 ersten Temperaturfühler baugleichen - zweiten Temperaturfühlers sowie mittels eines nämlichen zweiten Temperaturfühler thermisch leitend mit der Wandung des zweiten Rohrs koppelnden – beispielsweise zum ersten Kopplungskörper baugleichen - zweiten Kopplungskörpers gebildet ist. Diese Ausgestaltung der Erfindung weiterbildend ist ferner vorgesehen, daß der erste Kopplungskörper, beispielsweise gänzlich, mittels eines zwischen der Wandung des ersten Rohrs und dem ersten Temperaturfühler platzierten, insb. sowohl die Mantelfläche der Wandung als auch
20 den ersten Temperaturfühler kontaktierenden und/oder mit Metalloxid-Partikeln versetzten, Kunststoffs, beispielsweise nämlich einem Epoxidharz oder einem Silikon, gebildet ist, und daß der zweite Kopplungskörper, beispielsweise gänzlich, mittels eines zwischen der Wandung des zweiten Rohrs und dem zweiten Temperaturfühler platzierten, insb. sowohl die Mantelfläche der Wandung als auch den zweiten Temperaturfühler kontaktierenden und/oder mit Metalloxid-Partikeln versetzten,
25 Kunststoffs, beispielsweise einem Epoxidharz oder einem Silikon, gebildet ist.

Nach einer achtundvierzigsten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der erste Temperatursensor, beispielsweise mittels eines Wärmeleitklebers, unter Bildung des ersten Kopplungskörpers stoffschlüssig, beispielsweise adhäsiv, mit der Mantelfläche der Wandung des
30 ersten Rohrs verbunden ist, und daß der zweite Temperatursensor, beispielsweise mittels eines Wärmeleitklebers, unter Bildung des zweiten Kopplungskörpers stoffschlüssig, beispielsweise adhäsiv, mit der Mantelfläche der Wandung des zweiten Rohrs verbunden ist.

Nach einer ersten Weiterbildung des Meßsystems der Erfindung umfaßt diese weiters: einen
35 einlaßseitigen ersten Strömungsteiler sowie einen auslaßseitigen zweiten Strömungsteiler, wobei das erste und das zweite Rohr unter Bildung strömungstechnisch parallel geschalteter Strömungspfade an die, insb. baugleichen, Strömungsteiler angeschlossen sein können, derart, daß das erste Rohr mit dessen ersten Ende in eine erste Strömungsöffnung des ersten Strömungsteilers

und mit dessen zweiten Ende in eine erste Strömungsöffnung des zweiten Strömungsteilers mündet, und daß das zweite Rohr mit dessen ersten Ende in eine zweite Strömungsöffnung des ersten Strömungsteilers und mit dessen zweiten Ende in eine zweite Strömungsöffnung des zweiten Strömungsteilers mündet. Die Strömungsteiler können zudem jeweils integraler Bestandteil eines Wandler-Gehäuses der Wandlervorrichtung sein.

Nach einer zweiten Weiterbildung des Meßsystems der Erfindung umfaßt diese weiters: ein eine von einer, beispielsweise metallischen, Wandung umhüllte Kavität aufweisendes Wandler-Gehäuse, wobei sowohl das erste als auch das zweite Rohr innerhalb der Kavität des Wandler-Gehäuses angeordnet sind, derart, daß zwischen einer der Kavität zugewandte Innenfläche der Wandung des Wandler-Gehäuses, einer der Kavität zugewandten Mantelfläche der Wandung des ersten Rohrs sowie einer der Kavität zugewandten Mantelfläche der Wandung des zweiten Rohrs ein Zwischenraum gebildet ist, und wobei das Wandler-Gehäuse, das erste Rohr und das zweite Rohr dafür eingerichtet sind, im Zwischenraum ein, insb. eine spezifische Wärmeleitfähigkeit von weniger als $1 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ aufweisendes, Fluid, beispielsweise nämlich Luft oder ein inertes Gas, unter Bildung eines sowohl das erste als auch das zweite Rohr umhüllenden Fluidvolumens zu halten, derart, daß die dem Zwischenraum zugewandte Mantelfläche der Wandung des ersten Rohrs unter Bildung einer ersten Grenzfläche erster Art, nämlich einer Grenzfläche zwischen einer fluiden und einer festen Phase, und die dem Zwischenraum zugewandte Mantelfläche der Wandung des zweiten Rohrs unter Bildung einer zweiten Grenzfläche erster Art von im Zwischenraum gehaltenem Fluid kontaktiert sind.

Nach einer dritten Weiterbildung des Meßsystems der Erfindung umfaßt diese weiters: einen, beispielsweise dem Anschluß der Wandlervorrichtung an ein das Fluid zuführendes Leitungssegment einer Prozeßleitung dienlichen, einlaßseitigen ersten Anschlußflansch sowie einen, beispielsweise dem Anschluß der Wandlervorrichtung an ein das Fluid wieder abführendes Leitungssegment einer Prozeßleitung dienlichen, auslaßseitigen zweiten Anschlußflansch. Jeder der Anschlußflansche kann beispielsweise zudem jeweils eine Dichtfläche zum fluiddichten bzw. leakagefreien Verbinden der Wandlervorrichtung mit einem jeweils korrespondierenden Leitungssegment einer Prozeßleitung aufweisen und ein kleinster Abstand zwischen nämlichen Dichtflächen kann eine, beispielsweise mehr als 250 mm betragende und/oder weniger als 3000 mm betragende, Einbaulänge der Wandlervorrichtung definieren, beispielsweise derart, daß ein Rohrlänge-zu-Einbaulänge-Verhältnis der Wandlervorrichtung, definiert durch ein Verhältnis einer abgewinkelte Rohrlänge des ersten Rohrs zu nämlicher Einbaulänge der Wandlervorrichtung, mehr als 1.2 - insb. mehr als 1,4 - beträgt.

Ein Grundgedanke der Erfindung besteht darin, bei der Berechnung der Meßwerte für die Massendurchflußrate eine Abhängigkeit der Phasendifferenz zwischen den wenigstens zwei Schwingungsmeßsignalen von entlang der wenigstens zwei Rohre gelegentlich etablierten Temperaturgradienten zu berücksichtigen bzw. zu kompensieren; dies insb. derart, daß die für
5 vibronische Meßsysteme der in Rede stehenden Art angestrebten niedrigen Meßfehler von weniger als 0,05% (des wahren Meßwerts) auch für solche – erschwerten bzw. bislang nicht beherrschten - Meßbedingungen erzielt werden, bei denen zwischen den jeweils zwei Schwingungsmeßstellen eine Temperaturdifferenz von mehr als 1 K auftritt bzw. in denen nämliche Temperaturdifferenz mit einer Änderungsgeschwindigkeit von mehr als 0,05 K/s zeitlich ändert.

10 Die Erfindung basiert u.a. auf der überraschenden Erkenntnis, daß vorbezeichnete Temperaturgradienten zum einen die Schwingungseigenschaften, nicht zuletzt die natürlichen Eigenschwingungsformen, der wenigstens zwei Rohre, beeinflussen können, und daß zum anderen die vorbezeichneten Temperaturdifferenzen zu Abweichungen zwischen den nominell gleichen,
15 naturgemäß aber temperaturabhängigen Übertragungsfunktionen jedes Schwingungssensoren (Temperaturgang) führen können, einhergehend mit einer entsprechenden Asymmetrie zwischen den Schwingungssignalen. Solche, die Phasendifferenz zwischen den Schwingungsmeßsignalen (mit-)beeinflussenden, entlang des wenigstens einen Rohrs etablierten Temperaturgradienten bzw. zwischen den beiden Schwingungssensoren etablierten
20 Temperaturdifferenzen können nicht nur bei auf einer dem Lumen zugewandten Innenseite von einem unerwünschten Belag befallener Wandung auftreten, sondern überraschenderweise auch an intakten Wandlervorrichtungen für solche Meßbedingungen beobachtet werden, bei denen eine Enthalpie des zu messenden Fluids in erheblichem Maße von einer Enthalpie der völlig intakten Wandung des Rohrs abweicht und bei denen die kinetische Energie der Fluidströmung
25 vergleichsweise niedrig ist, beispielsweise nämlich für solche Meßbedingungen, bei denen sich für die Fluidströmung dementsprechend eine Eckert-Zahl (Ec) mit vergleichsweise niedrigem Betrag ergibt.

Ein Vorteil der Erfindung ist zudem auch darin zu sehen, daß bei einer erfindungsgemäßen
30 Anordnung der Temperatursensoren unter Verwendung der gleichen Temperaturmeßsignale, wie bei der Ermittlung der Massendurchflußrate zudem auch eine Diagnose der Wandlervorrichtung im Betrieb des jeweiligen Meßsystems durchführbar ist, beispielsweise im Hinblick auf einer Degradation zumindest einer der Wandungen und/oder im Hinblick auf eine Verstopfung eines der Rohre.

Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen davon werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen; wenn es die Übersichtlichkeit erfordert oder es anderweitig sinnvoll erscheint, wird auf bereits erwähnte Bezugszeichen in nachfolgenden Figuren verzichtet. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen oder Weiterbildungen, insb. auch Kombinationen zunächst nur einzeln erläuterter Teilaspekte der Erfindung, ergeben sich ferner aus den Figuren der Zeichnung wie auch den Unteransprüchen an sich. Im einzelnen zeigen:

- Fig. 1 ein, insb. für die Verwendung in der industriellen Meß- und Automatisierungstechnik geeignetes, Meßsystem mit einer ein Wandler-Gehäuse aufweisenden Wandlervorrichtung und einer in einem – hier direkt am Wandler-Gehäuse befestigten - Elektronik-Gehäuse untergebrachten Meß- und Betriebs-Elektronik;
- Fig. 2 schematisch ein Ausführungsbeispiel für ein Meßsystem gemäß Fig. 1;
- Fig. 3a, 3b in perspektivischen Seitenansichten eine für ein Meßsystem gemäß Fig. 1 bzw. 2 geeignete Wandlervorrichtung;
- Fig. 4 in einer geschnittenen Seitenansicht eine für ein Meßsystem gemäß Fig. 1 bzw. 2 geeignete Wandlervorrichtung;
- Fig. 5a, 5b in unterschiedlichen geschnittenen Seitenansichten weitere Ausführungsbeispiele für, insb. für eine Wandlervorrichtung gemäß Fig. 3a, 3b bzw. ein Meßsystem gemäß Fig. 1 geeignete, Temperatursensoren;
- Fig. 6 schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein Meßsystem gemäß Fig. 1; und
- Fig. 7 ein mittels einer Vielzahl diskreter Wärmewiderstände nach Art eines Ersatzschaltbildes gebildetes, der Erklärung von in einer Wandlervorrichtung gemäß Fig. 2, 3 fließenden Wärmeströme bzw. entsprechender Temperaturabfälle innerhalb nämlicher Wandlervorrichtung dienendes Widerstandsnetzwerk.

In Fig. 1 ist schematisch ein vibronisches Meßsystem zum Messen eine einer Massendurchflußrate m des, eines - ggf. eine zeitlich und/oder räumlich veränderliche Meßfluidtemperatur ϑ_{FL1} aufweisenden - strömenden Fluids FL1 (Meßfluid), wie z.B. eines Gases, einer Flüssigkeit oder einer fließfähigen Dispersion, bzw. zum wiederkehrenden Ermitteln von nämliche Massendurchflußrate m momentan repräsentierenden Massendurchfluß-Meßwerten x_m

schematisch dargestellt. Das Meßsystem kann zudem dafür eingerichtet sein, wenigstens eine weitere Meßgröße, beispielsweise nämlich einen Stoffparameters, des Fluids FL zu ermitteln. Nämliche weitere Meßgröße kann beispielsweise eine Dichte ρ , eine Viskosität η oder auch eine Meßfluidtemperatur ϑ_{FL1} des, beispielsweise durch eine Rohrleitung, strömenden Fluids sein.

5

Das Meßsystem umfaßt dafür eine Wandlervorrichtung MW zum Erzeugen von zumindest für die Messung der Massendurchflußrate dienlichen Meßsignalen sowie eine mit nämlicher Wandlervorrichtung MW elektrisch verbundene, insb. im Betrieb von extern via Anschlußkabel und/oder mittels interner Energiespeicher mit elektrischer Energie versorgte, Meß- und Betriebs-

10 Elektronik ME zum Erzeugen der die mittels der Wandlervorrichtung erfaßte Meßgröße(n) repräsentierenden Meßwerte bzw. zum sequentiellen Ausgeben solcher Meßwerte x_m als einen jeweils aktuell gültigen Meßwert x_x ($x_m \rightarrow x_x$) des Meßsystems an einem entsprechenden Meßausgang, beispielsweise auch in Form digitaler Meßwerte und/oder in Echtzeit.

15 Die Wandlervorrichtung des Meßsystems dient – wie in Fig. 2 schematisch dargestellt bzw. einer Zusammenschau der Fig. 1 und 2 ersichtlich - im besonderen dazu, im Betrieb ein Teilvolumen des jeweils zu messenden Fluid FL1 zu führen bzw. von nämlichem Fluid durchströmt zu werden sowie verschiedene Meßsignale für mittels der Wandlervorrichtung jeweils zu erfassende physikalische Meßgrößen sowie für an verschiedenen Meßpunkten innerhalb der Wandlervorrichtung herrschende

20 Meßstellentemperaturen bereitzustellen. Die Wandlervorrichtung ist dafür mit einem ein von einer Wandung umhülltes Lumen 11' aufweisenden, beispielsweise zumindest abschnittsweise gekrümmten und/oder zumindest abschnittsweise geraden, ersten Rohr 11 sowie einem ein von einer Wandung umhülltes Lumen 11' aufweisenden, beispielsweise zumindest abschnittsweise gekrümmten und/oder zumindest abschnittsweise geraden zweiten Rohr 12 ausgestattet.

25 Nämliches Rohr 12 kann – wie auch in den Fign. 2, 3a oder 3b angedeutet bzw. wie aus der Zusammenschau ohne weiteres ersichtlich - beispielsweise dem ersten Rohr 11 baugleich und/oder zum ersten Rohr 11 parallel angeordnet sein. Die Wandung des Rohrs 11 bzw. des Rohrs 12 kann, wie bei Wandlervorrichtungen der in Rede stehenden Art üblich metallisch sein, beispielsweise nämlich zumindest anteilig aus Titan, Zirkonium oder Tantal oder beispielsweise auch aus einem

30 Edelstahl bestehen. Jedes der wenigstens wie Rohre 11, 12 erstreckt sich, wie u.a. auch in Fig. 2 angedeutet, jeweils von einem einlaßseitigen ersten Ende 11a bzw. 12a bis zu einem auslaßseitigen zweiten Ende 11b bzw. 12b und ist jeweils dafür eingerichtet, von einem Fluid, ausgehend vom jeweiligen einlaßseitigen ersten Ende 11a bzw. 12a in Richtung des auslaßseitigen zweiten Ende 11b bzw. 12b durchströmt und währenddessen vibrieren gelassen zu werden, beispielsweise

35 auch derart, daß die Rohre 11, 12 simultan und/oder gegengleich vibrieren.

Desweiteren kann jedes der – beispielsweise baugleichen – Rohre 11, 12 der erfindungsgemäßen Wandlervorrichtung zumindest abschnittsweise gerade, mithin abschnittsweise (hohl-)zylindrisch, beispielsweise nämlich kreiszylindrisch, und/oder zumindest abschnittsweise gekrümmt,

beispielsweise nämlich kreisbogenförmig gekrümmt, ausgebildet sein. Sowohl das Rohr 11 als auch das Rohr 12 können ferner jeweils spiegelsymmetrisch bezüglich wenigstens einer das jeweilige Rohr imaginär schneidenden, beispielsweise nämlich mit einer Trägheitshauptachse des nämlichen Rohrs koinzidierenden, jeweiligen gedachten Symmetrieachse, beispielsweise nämlich V-förmig oder U-förmig, ausgebildet sein. Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist ferner vorgesehen, daß die Wandung des Rohrs 11 und/oder die Wandung des Rohrs 12 zumindest anteilig – beispielsweise auch überwiegend oder gänzlich - aus einem Material besteht, von dem eine spezifische Wärmeleitfähigkeit λ_{10} größer als $10 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ und eine spezifische Wärmekapazität c_{p10} kleiner als $1000 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$ sind.

Bei der erfindungsgemäßen Wandlervorrichtung bzw. dem damit gebildeten Meßsystem ist jedes der Rohre 11, 12 dafür vorgesehen bzw. eingerichtet, jeweils von einem Teilvolumen des Fluids FL1 in einer Strömungsrichtung - beispielsweise nämlich ausgehend vom Ende 11a in Richtung des Endes 11b bzw. ausgehend vom Ende 12a in Richtung des Endes 12b - durchströmt und währenddessen vibrieren gelassen zu werden; dies im besonderen derart, daß das jedes der Rohre 11, 12 jeweils Nutzschrwingungen, nämlich mechanische Schwingungen um eine zugehörige statische Ruhelage ausführen gelassen wird, die geeignet sind, im hindurchströmenden Fluid zumindest von dessen Massendurchflußrate m abhängige Corioliskräfte zu induzieren. Darüberhinaus können die vom Rohr 11 bzw. Rohr 12 ausgeführten Nutzschrwingungen auch geeignet sein, im Fluid von dessen Viskosität η abhängige Reibungskräfte und/oder von dessen Dichte ρ abhängige Trägheitskräfte zu bewirken. Die Wandlervorrichtung kann dementsprechend beispielsweise auch als ein als Bestandteil eines vibronischen Meßsystems, beispielsweise eines Coriolis-Massendurchfluß-Meßgerätes, eines Dichte-Meßgerät und/oder Viskositäts-Meßgerätes, dienlicher Meßwandler vom Vibrationstyp ausgebildet sein.

Wie bereits angedeutete, kann nämliche Wandung beispielsweise aus einem Metall bzw. einer Metall-Legierung, beispielsweise nämlich Titan, Zirkonium oder Tantal bzw. einer entsprechenden Legierung davon, einem Stahl oder einer Nickelbasislegierung, bestehen. Ferner ist vorgesehen, daß die Wandung jedes der Rohre 11, 12 gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung jeweils eine Wanddicke s , die mehr als $0,5 \text{ mm}$ beträgt, und/oder einen Innendurchmesser, der mehr als $0,5 \text{ mm}$ beträgt, aufweist. Alternativ oder in Ergänzung kann jedes der Rohre ferner so bemessen sein, daß es ein Innendurchmesser-zu-Wandstärke-Verhältnis, definiert als ein Verhältnis eines Innendurchmessers des jeweiligen Rohrs zu einer Wanddicke s der Wandung nämlichen Rohrs, aufweist, das weniger als $25:1$ beträgt. Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist ferner vorgesehen, daß die Wanddicke bei jedem der Rohre weniger als 10 mm und/oder der Innendurchmesser weniger als 200 mm beträgt bzw. daß das jedes der Rohre 11, 12 jeweils so bemessen ist, daß das Innendurchmesser-zu-Wandstärke-Verhältnis mehr als $5:1$ beträgt.

Die Rohre 11, 12 können – wie bei Wandlervorrichtungen der in Rede stehenden Art durchaus üblich – in einem Wandler-Gehäuse 100 der Wandlervorrichtung untergebracht sein, derart, daß - wie auch in Fig. 4 gezeigt bzw. aus einer Zusammenschau der Fign. 1, 2 und 4 ohne weiteres ersichtlich - jedes der Rohre 11, 12 jeweils innerhalb ein und derselben von einer, beispielsweise metallischen und/oder als äußere Schutzhülle dienenden, Wandung des Wandler-Gehäuses umhüllten Kavität des Wandler-Gehäuses angeordnet ist und daß zwischen einer nämlich einer Kavität zugewandte Innenfläche 100+ der Wandung des Wandler-Gehäuses 100, einer Mantelfläche 11# der Wandung des Rohrs 11, nämlich einer der Kavität zugewandten Außenfläche der Wandung des Rohrs 11 sowie einer Mantelfläche 12# der Wandung des Rohrs 12, nämlich einer der Kavität zugewandten Außenfläche der Wandung des Rohrs 12 ein Zwischenraum 100' gebildet ist. Die Rohre 11, 12 sowie nämlich Wandler-Gehäuse sind hierbei auch dafür eingerichtet, im Zwischenraum 100' ein, beispielsweise eine spezifische Wärmeleitfähigkeit von weniger als $1 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ aufweisendes, Fluid FL2, beispielsweise nämlich Luft oder ein inertes Gas, unter Bildung eines sowohl das Rohr 11 als auch das Rohr 12 umhüllenden Fluidvolumens zu halten, derart, daß die dem Zwischenraum zugewandte Mantelfläche 11# der Wandung des Rohrs 11 unter Bildung einer ersten Grenzfläche II11 erster Art, nämlich einer Grenzfläche zwischen einer fluiden und einer festen Phase, und die dem Zwischenraum zugewandte Mantelfläche 12# der Wandung des Rohrs 12 unter Bildung einer zweiten Grenzfläche II12 erster Art von im Zwischenraum 100' gehaltenem Fluid FL2 kontaktiert sind.

Die wenigstens zwei Rohre 11, 12 können beispielsweise unter Bildung von seriellen Strömungspfaden miteinander fluidleitend verbunden sein, derart daß das Rohr 11 mit seinem zweiten Ende 11b an das erste Ende 12a des Rohrs 12 angeschlossen ist. Die Rohre 11, 12 können aber auch – wie bei Wandlervorrichtungen der in Rede stehenden Art durchaus üblich - unter Bildung von zwei parallelen Strömungspfaden miteinander fluidleitend verbunden sein. Dafür umfaßt die Wandlervorrichtung nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ferner einen einlaßseitigen ersten Strömungsteiler 20₁ sowie einen auslaßseitigen zweiten Strömungsteiler 20₂, wobei sowohl das zweite Rohr 11 als auch das Rohr 12 unter Bildung strömungstechnisch parallel geschalteter Strömungspfade an die, beispielsweise auch baugleichen, Strömungsteiler 20₁, 20₂ angeschlossen sind, derart, daß das Rohr 11 mit dessen Ende 11a in eine erste Strömungsöffnung 20_{1A} des Strömungsteilers 20₁ und mit dessen Ende 11b in eine erste Strömungsöffnung 20_{2A} des Strömungsteilers 20₂ mündet, und daß das Rohr 12 mit dessen Ende 12a in eine zweite Strömungsöffnung 20_{1B} des Strömungsteilers 20₁ und mit dessen Ende 12b in eine zweite Strömungsöffnung 20_{2B} des Strömungsteilers 20₂ mündet. Für den vorbezeichneten Fall, daß die Rohre 11, 12 innerhalb eines Wandler-Gehäuses 100 untergebracht sind können sowohl der Strömungsteiler 20₁ als auch der Strömungsteiler 20₂ jeweils integraler Bestandteil nämlich Wandler-Gehäuses sein, etwa derart, daß – wie auch in Fig. 2 schematisch dargestellt - mittels des Strömungsteiler 20₁ ein erstes Ende des Wandler-Gehäuses und mittels des

Strömungsteiler 20₂ ein vom ersten Ende des Wandler-Gehäuses entferntes zweites Ende des Wandler-Gehäuses gebildet sind.

Wie in Fig. 2 angedeutet, kann die Wandlervorrichtung MW ferner dafür eingerichtet sein, in den
5 Verlauf einer das Fluid führenden, beispielsweise als starre Rohrleitung ausgebildeten, Prozeßleitung eingesetzt, beispielsweise nämlich lösbar mit der Prozeßleitung montiert zu werden. Dafür können einlaßseitig der Wandlervorrichtung ein dem Anschluß derselben an ein das Fluid FL1 zuführendes Leitungssegment der Prozeßleitung dienender erster Anschlußflansch 13 und
10 auslaßseitig der Wandlervorrichtung ein dem Anschluß an ein das Fluid wieder abführendes Leitungssegment der Prozeßleitung dienender zweiter Anschlußflansch 14 vorgesehen sein. Die Anschlußflansche 13, 14 können dabei, wie bei Wandlervorrichtung der in Rede stehenden Art durchaus üblich bzw. wie in Fig. 2 angedeutet, ggf. auch endseitig in das vorbezeichnete Wandler-Gehäuse 100 integriert, nämlich als integraler Bestandteil des Wandler-Gehäuses ausgebildet sein. Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist ferner vorgesehen, daß jeder
15 der Anschlußflansche 13, 14 jeweils eine Dichtfläche zum fluiddichten bzw. leakagefreien Verbinden der Wandlervorrichtung mit einem jeweils korrespondierenden Leitungssegment einer Prozeßleitung aufweist und daß zudem ein kleinster Abstand zwischen nämlichen Dichtflächen eine Einbaulänge L_{MW} der Wandlervorrichtung definiert; dies im besonderen in der Weise, daß nämliche Einbaulänge L_{MW} mehr als 250 mm und/oder weniger als 3000 mm beträgt und/oder in der Weise,
20 daß ein Rohrlänge-zu-Einbaulänge-Verhältnis L_{11}/L_{MW} der Wandlervorrichtung, definiert durch ein Verhältnis einer abgewinkelte Rohrlänge L_{11} des ersten Rohrs 11 zur vorbezeichneten Einbaulänge L_{MW} mehr als 1.2, beispielsweise auch mehr als 1,4 beträgt. Die vorbezeichnete abgewinkelte Rohrlänge L_{11} des Rohrs 11 und/oder eine abgewinkelte Rohrlänge L_{12} des Rohrs 12 können zudem beispielsweise mehr als 300 mm betragen.

25 Die, z.B. mittels wenigstens eines Mikroprozessors und/oder mittels eines digitalen Signalprozessors (DSP) gebildete, Meß- und Betriebs-Elektronik ME wiederum kann, wie in den Fig. 2 angedeutet, beispielsweise in einem einzigen, ggf. auch gekammerten, Elektronik-Gehäuse 200 des Meßsystems untergebracht sein. Nämliches Elektronik-Gehäuse 200
30 kann je nach Anforderung an das Meßsystem beispielsweise auch schlag- und/oder auch explosionsfest und/oder hermetisch dicht ausgebildet sein. Die Meßgerät-Elektronik ME kann, wie auch in Fig. 2 schematisch nach Art eines Blockschaltbildes dargestellt, eine Meßsignale der Wandlervorrichtung MW verarbeitende, beispielsweise mittels eines Mikroprozessors gebildete, Meß- und Auswerte-Schaltung μC aufweisen, die im Betrieb die entsprechende Meßwerte für die
35 mittels des Meßsystems zu erfassenden Meßgröße generiert. Die Meß- und Auswerteschaltung μC der Meß- und Betriebs-Elektronik ME kann beispielsweise mittels eines wenigstens einen Mikroprozessor und/oder einen digitalen Signalprozessor (DSP) aufweisenden Mikrocomputers realisiert sein. Die davon auszuführenden Programm-Codes wie auch der Steuerung des jeweiligen

Meßsystems dienliche Betriebsparameter, wie z.B. auch Sollwerte für mittels der Meß- und Betriebs-Elektronik realisierte Regler bzw. Regleralgorithmen, können - wie auch in der Fig. 2 schematisch dargestellt -, z.B. in einem nicht-flüchtigen Datenspeicher EEPROM der Meß- und Betriebs-Elektronik ME persistent gespeichert sein und beim Starten desselben in einen, z.B. im Mikrocomputer integrierten, flüchtigen Datenspeicher RAM geladen werden.

Im übrigen kann die Meß- und Betriebs-Elektronik ME auch so ausgebildet sein, daß sie hinsichtlich des Schaltungsaufbaus einer der aus dem eingangs erwähnten Stand der Technik, beispielsweise etwa der US-B 63 11 136, bekannten Meß- und Betriebs-Elektroniken oder beispielsweise auch einem Meßumformer eines seitens der Anmelderin, z.B. unter der Bezeichnung "PROMASS 83F", angebotenen Coriolis-Massendurchfluß-/Dichte-Meßgeräts im wesentlichen entspricht.

Die mittels der Meß- und Betriebs-Elektronik ME generierten Meßwerte x_x (x_m , x_p , x_η , x_θ ...) können beim hier gezeigten Meßsystem beispielsweise vor Ort, nämlich unmittelbar an der mittels des Meßsystems gebildeten Meßstelle, angezeigt werden. Zum Visualisieren von mittels des Meßsystems erzeugten Meßwerten und/oder gegebenenfalls Meßgerät intern generierten Systemstatusmeldungen, wie etwa einer erhöhte Meßungenauigkeit bzw. -unsicherheit signalisierende Fehlermeldung oder einem eine Störung im Meßsystem selbst oder an der mittels des Meßsystems gebildeten Meßstelle signalisierenden Alarm, vor Ort kann das Meßsystem, wie auch Fig. 2 angedeutet, beispielsweise ein mit der Meß- und Betriebs-Elektronik kommunizierendes, ggf. auch portables, Anzeige- und Bedienelement HMI aufweisen, wie etwa ein im Elektronik-Gehäuse 200 hinter einem darin entsprechend vorgesehenen Fenster plaziertes LCD-, OLED- oder TFT-Display sowie eine entsprechende Eingabetastatur und/oder ein Touchscreen. In vorteilhafter Weise kann die, beispielsweise auch (re-)programmier- bzw. fernparametrierbare, Meß- und Betriebs-Elektronik ME zudem so ausgelegt sein, daß sie im Betrieb des Meßsystems mit einem diesem übergeordneten elektronischen Datenverarbeitungssystem, beispielsweise einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS), einem Personalcomputer (PC) und/oder einer Workstation, via Datenübertragungssystem, beispielsweise einem Feldbussystem, wie etwa FOUNDATION FIELDBUS, PROFIBUS, und/oder drahtlos per Funk, Meß- und/oder andere Betriebsdaten austauschen kann, wie etwa aktuelle Meßwerte, Systemdiagnosewerte, Systemstatusmeldungen oder aber auch der Steuerung des Meßsystems dienende Einstellwerte. Des weiteren kann die Meß- und Betriebs-Elektronik ME so ausgelegt sein, daß sie von einer externen Energieversorgung, beispielsweise auch über das vorgenannte Feldbussystem, gespeist werden kann. Dafür kann die Meß- und Betriebs-Elektronik ME beispielsweise eine solche interne Energieversorgungsschaltung NRG zum Bereitstellen interner Versorgungsspannungen U_N aufweisen, die im Betrieb von einer im vorgenannten Datenverarbeitungssystem vorgesehenen externen Energieversorgung über das vorgenannte Feldbussystem gespeist wird. Hierbei kann das Meßsystem beispielsweise als sogenanntes Vierleitergerät ausgebildet sein, bei dem die interne Energieversorgungsschaltung der Meßgerät-Elektronik ME mittels eines ersten Paares Leitungen mit

einer externen Energieversorgung und die interne Kommunikationsschaltung der Meß- und Betriebs-Elektronik ME mittels eines zweiten Paares Leitungen mit einer externen

Datenverarbeitungsschaltung oder einem externen Datenübertragungssystem verbunden werden

kann. Die Meß- und Betriebs-Elektronik kann ferner aber auch so ausgebildet sein, daß sie, wie u.a

5 auch in der eingangs erwähnten US-A 2006/0161359 gezeigt, mittels einer, beispielsweise

als 4-20 mA-Stromschleife konfigurierten, Zweileiter-Verbindung mit dem externer elektronischen

Datenverarbeitungssystem elektrisch verbindbar ist und darüber mit elektrischer Energie versorgt

wird sowie Meßwerte zum Datenverarbeitungssystem übertragen kann, ggf. auch unter Verwendung

von HART Multidrop. Für den typischen Fall, daß das Meßsystem für eine Ankopplung an ein

10 Feldbus- oder ein anderes elektronisches Kommunikationssystem vorgesehen ist, kann die,

beispielsweise auch vor Ort und/oder via Kommunikationssystem (re-)programmierbare, Meß- und

Betriebs-Elektronik ME zu dem eine entsprechende - beispielsweise einem der einschlägigen

Industriestandards, wie etwa der IEC 61158/IEC 61784, konforme - Kommunikations-

Schnittstelle COM für eine Datenkommunikation aufweisen, z.B. zum Senden von Meß- und/oder

15 Betriebsdaten, mithin den die jeweilige Meßgröße repräsentierenden Meßwerte an die bereits

erwähnte speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) oder ein übergeordnetes Prozeßleitsystem

und/oder zum Empfangen von Einstelldaten für das Meßsystem. Das elektrische Anschließen der

Wandlervorrichtung an die Meß- und Betriebs-Elektronik kann mittels entsprechender

Anschlußleitungen erfolgen, die aus dem Elektronik-Gehäuse 200, beispielsweise via

20 Kabeldurchführung, in das Wandler-Gehäuse 100 geführt und zumindest abschnittsweise auch

innerhalb des Wandler-Gehäuses 100 verlegt sind. Die Anschlußleitungen können dabei zumindest

anteilig als zumindest abschnittsweise von einer elektrischen Isolierung umhüllte Leitungsdrähte

ausgebildet sein, z.B. in Form von "Twisted-pair"-Leitungen, Flachbandkabeln und/oder

Koaxialkabeln. Alternativ oder in Ergänzung dazu können die Anschlußleitungen zumindest

25 abschnittsweise auch mittels Leiterbahnen einer, beispielsweise flexiblen bzw. teilweise starren und

teilweise flexiblen, gegebenenfalls auch lackierten Leiterplatte gebildet sein, vgl. hierzu auch die

eingangs erwähnten WO-A 96/07081.

Zum Anregen und Aufrechterhalten von mechanischen Schwingungen sowohl des Rohrs 11 als

30 auch des Rohrs 12 um eine jeweils zugehörige statische Ruhelage - insb. nämlich von

mechanischen Schwingungen des Rohrs 11 und des Rohrs 12 um eine dessen jeweiliges erstes

Ende mit dessen jeweiligen zweiten Ende imaginär verbindende jeweilige gedachte

Schwingungsachse bzw. von den vorbezeichneten Nuttschwingungen - weist die

Wandlervorrichtung ferner eine mittels wenigstens eines - beispielsweise elektrodynamischen,

35 nämlich mittels Tauchankerspule gebildeten bzw. als Schwingenspule

realisierten - Schwingungserregers 41 gebildete elektro-mechanische Erregeranordnung E auf.

Zum Erfassen von mechanischen Schwingungen zumindest des Rohres 11, insb. nämlich der

wenigstens zwei Rohre 11, 12, umfaßt die Wandlervorrichtung desweiteren eine mittels wenigstens

eines, beispielsweise elektrodynamischen und/oder zum Schwingungserreger typgleichen, ersten Schwingungssensors 51 sowie mittels eines, beispielsweise elektrodynamischen und/oder zum Schwingungssensors 51 baugleichen, zweiten Schwingungssensors 52 gebildete Sensoranordnung S. Der Schwingungssensor 51 ist dafür eingerichtet, Schwingungsbewegungen

5 zumindest des Rohrs 11 - beispielsweise auch jedes der wenigstens zwei Rohre 11,12 - an einer mittels nämlichen Schwingungssensors 51 gebildeten einlaßseitige ersten Schwingungsmeßstelle zu erfassen und ein nämliche Schwingungsbewegungen repräsentierendes erstes Schwingungssignal s1 zu generieren, während der Schwingungssensor 52 dafür vorgesehen bzw. eingerichtet ist, Schwingungsbewegungen zumindest des Rohrs 11 - beispielsweise auch jedes der

10 wenigstens zwei Rohre 11, 12 - an einer mittels nämlichen Schwingungssensors 52 gebildeten auslaßseitige zweiten Schwingungsmeßstelle zu erfassen und ein nämliche Schwingungsbewegungen repräsentierendes zweites Schwingungssignal s2 zu generieren; dies im besonderen in der Weise, daß daß zwischen dem Schwingungssignal s1 und dem Schwingungssignal s2 eine u.a. auch von einer Massendurchflußrate des durch das Rohr 11

15 strömenden Fluids (mit-)abhängige Phasendifferenz existiert. Dafür sind, wie auch in Fig. 2 angedeutet, der Schwingungssensor 51, mithin die damit gebildete erste Schwingungsmeßstelle weniger weit vom Ende 11a des Rohrs 11 entfernt positioniert als vom Ende 11b und der Schwingungssensor 52, mithin die damit gebildete zweite Schwingungsmeßstelle weniger weit vom Ende 11b des Rohrs 11 entfernt positioniert als vom Ende 11a, insb. derart, daß der

20 Schwingungssensor 51 gleichweit vom Ende 11a entfernt positioniert ist wie der der Schwingungssensor 52 vom Ende 11b. Die so mittels der beiden Schwingungssensoren 51, 52 gebildete Schwingungssensoranordnung kann - wie bei Wandlervorrichtung der in Rede stehenden Art durchaus üblich – zudem beispielsweise auch spiegelsymmetrisch bezüglich wenigstens einer die Wandlervorrichtung imaginär schneidenden gedachten Symmetrieachse sein, beispielsweise

25 nämlich bezüglich einer sowohl zu einer Trägheitshauptachse des Rohrs 11 als auch zu einer Trägheitshauptachse des Rohrs 12 parallelen Symmetrieachse. Der Schwingungssensor 51 ist nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung in gleicher Weise thermisch leitend mit der Wandung des Rohrs 11 und/oder der der Wandung des Rohrs 12 gekoppelt wie der Schwingungssensor 12, insb. derart, daß ein einem von der Wandung des Rohrs 11 zum

30 Schwingungssensor 51 und weiter zu einer den Schwingungssensor 51 umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand gleich groß ist wie ein einem von der Wandung des Rohrs 11 zum Schwingungssensor 52 und weiter zu einer den Schwingungssensor 52 umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand und/oder daß ein einem von der Wandung des Rohrs 12 zum

35 Schwingungssensor 51 und weiter zu einer den Schwingungssensor 51 umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand gleich groß ist wie ein einem von der Wandung des Rohrs 12 zum Schwingungssensor 52 und weiter zu einer den

Schwingungssensor 52 umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand.

5 Zum Erfassen von innerhalb der Wandlervorrichtung herrschenden Meßstellentemperaturen und zum Konvertieren derselben in ein jeweiliges Temperaturmeßsignal, nicht zuletzt zum Kompensieren einer Abhängigkeit der vorbezeichneten Phasendifferenz auch von einem innerhalb der Wandung des Rohrs 11 und/oder der Wandung des Rohr 12 jeweils in Strömungsrichtung etablierten Temperaturgradienten bzw. von einer zwischen einer Temperatur des Schwingungssensors 51 und einer Temperatur des Schwingungssensors 52 etablierten, 10 beispielsweise zumindest zeitweise mit einer Änderungsgeschwindigkeit von mehr als 0,05 K/s zeitlich ändernden, Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta$, umfaßt die erfindungsgemäße Wandlervorrichtung – wie in Fig. 2, 3a, 3b bzw. 4 gezeigt - ferner einen mechanisch, gleichwohl thermisch leitend mit der Wandung des ersten Rohrs 11 gekoppelten ersten Temperatursensor 71 sowie einen mechanisch, gleichwohl thermisch leitend ebenfalls mit der Wandung des zweiten Rohrs 12 gekoppelten zweiten 15 Temperatursensor 72. Nämliche Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta$ kann bei intakter Wandlervorrichtung bzw. intakten Rohren 11, 12 oder, wie auch in der eingangs erwähnten WO-A 2009/134268 erörtert, besonders auch bei auf einer dem Lumen zugewandten Innenseite von einem unerwünschten Belag befallener Wandung wenigstens eines der Rohre 11, 12 auftreten. Für letzteren Fall ist die Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta$ regelmäßig größer ausgebildet ist bei intakten Rohren 11, 12, insb. mit nicht 20 von einem Belag befallener Wandung, und ansonsten gleichen Randbedingungen.

Die Temperatursensoren 71, 72 sind zudem elektrisch mit der Meß- und Betriebs-Elektronik ME verbunden, beispielsweise durch jeweils zwei der vorbezeichneten elektrischen Anschlußleitungen. Der Temperatursensor 71 ist, wie auch aus der Fig. 2 bzw. 3a jeweils ersichtlich, weniger weit vom 25 ersten Ende 11a des Rohrs 11 entfernt positioniert als vom zweiten Ende 11b nämlichen Rohres 11, während der Temperatursensor 72, wie ebenfalls aus Fig. 2 oder auch aus Fig. 3b ersichtlich, weniger weit vom zweiten Ende 12b des Rohrs 12 entfernt positioniert als vom ersten Ende 12a nämlichen Rohres 12; dies im besonderen in der Weise, daß der Temperatursensor 71 gleichweit vom Ende 11a des Rohrs 11 entfernt positioniert ist wie der Temperatursensor 72 vom Ende 12b 30 bzw. daß der Temperatursensor 71 gleichweit vom Ende 11b des Rohrs 11 entfernt positioniert ist wie der Temperatursensor 72 vom Ende 12a. Alternativ oder in Ergänzung kann der Temperatursensor 71 beispielsweise auch gleichweit von einer Mitte des Rohrs 11 entfernt positioniert sein wie der Temperatursensor 72 von einer Mitte des Rohrs 12. Alternativ oder in Ergänzung kann der Temperatursensor 71 beispielsweise auch gleichweit von einer Mitte des Rohrs 35 entfernt positioniert sein wie der Temperatursensor 72 von einer Mitte des Rohrs 12. Desweiteren können die beiden Temperatursensoren 71, 72 ferner auch so positioniert sein, daß der Temperatursensor 71 und der Temperatursensor 72, wie auch in Fig. 4 angedeutet bzw. aus einer Zusammenschau der Fig. 2 und 4 ohne weiteres ersichtlich, bezogen auf eine, beispielsweise mit einer Hauptströmungsrichtung der Wandlervorrichtung übereinstimmende, gedachte Längsachse L

der Wandlervorrichtung azimuthal – beispielsweise nämlich in Projektion auf eine nämliche Längsachse L als Flächennormale aufweisende gedachte Querschnittsfläche - einander diametral gegenüberliegen. Im besonderen können die beiden Temperatursensoren 71 , 72 ferner auch so positioniert bzw. angeordnet sein, daß eine mittels nämlicher Temperatursensoren 71 , 72 gebildete

5 Temperatursensoranordnung der Wandlervorrichtung achsensymmetrisch bezüglich wenigstens einer die Wandlervorrichtung imaginär schneidenden gedachten Symmetrieachse ist, beispielsweise nämlich einer sowohl zu einer Trägheitshauptachse des Rohrs 11 als auch zu einer Trägheitshauptachse des Rohrs 12 parallelen gedachten Symmetrieachse. Darüberhinaus kann der Temperatursensor 71 – wie auch in Fig. 2 angedeutet - beispielsweise auch gleichweit vom

10 Schwingungssensor 51 entfernt positioniert sein wie der zweite Temperatursensor 72 vom Schwingungssensor 52. Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Wandlervorrichtung außer dem Temperatursensor 71 keinen weiteren die Wandung des Rohrs 11 kontaktierenden Temperatursensor auf und/oder weist die Wandlervorrichtung außer dem Temperatursensor 72 keinen weiteren die Wandung des Rohrs 72 kontaktierenden

15 Temperatursensor auf.

Der Temperatursensor 71 ist im besonderen dafür vorgesehen bzw. eingerichtet, eine erste Meßstellentemperatur ϑ_1 , nämlich eine Temperatur an einer mittels nämlichen

20 Temperatursensors 71 gebildeten ersten Temperaturmeßstelle, zu erfassen und in ein erstes Temperaturmeßsignal θ_1 , nämlich ein die erste Meßstellentemperatur ϑ_1 repräsentierendes erstes elektrisches Meßsignal zu wandeln. Zudem ist der Temperatursensor 72 dafür vorgesehen bzw. eingerichtet, eine zweite Meßstellentemperatur ϑ_2 , nämlich eine Temperatur an einer mittels des nämlichen Temperatursensors 72 gebildeten zweiten Temperaturmeßstelle zu erfassen und in ein zweites Temperaturmeßsignal θ_2 , nämlich ein die zweite Meßstellentemperatur ϑ_2

25 repräsentierendes zweites elektrisches Meßsignal zu wandeln. Jedes der Temperaturmeßsignale θ_1 , θ_2 kann beispielsweise so ausgebildet sein, daß es eine von der jeweiligen Meßstellentemperatur ϑ_1 bzw. ϑ_2 abhängige elektrische Signalspannung und/oder einen von nämlicher Meßstellentemperatur abhängigen elektrischen Signalstrom aufweist. Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist der Temperatursensor 71 in gleicher Weise thermisch

30 leitend mit der Wandung des ersten Rohrs 11 gekoppelt wie der Temperatursensor 72 der Wandung des zweiten Rohrs 12; dies beispielsweise auch derart, daß ein einem von der Wandung des Rohrs 11 zum Temperatursensor 71 und weiter zu einer nämlichen Temperatursensor 71 umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand gleich groß ist wie ein einem von der Wandung des Rohrs 12 zum Temperatursensor 72 und weiter zu

35 einer den Temperatursensor 72 umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand. Desweiteren ist vorgesehen, daß der Temperatursensor 71 in gleicher Weise mechanisch mit der Wandung des Rohrs 11 gekoppelt ist wie der Temperatursensor 72 mit der Wandung des Rohrs 12. Der Temperatursensor 71 ist nach einer

weiteren Ausgestaltung der Erfindung – wie auch in Fig. 4 schematisch dargestellt - mittels eines innerhalb des Zwischenraums 100' angeordneten ersten Temperaturfühler 711 sowie mittels eines nämlichen Temperaturfühler 711 thermisch leitend mit der Wandung des Rohrs 11 koppelnden ersten Kopplungskörper 712 gebildet. Analog dazu kann der Temperatursensor 72 mittels eines ebenfalls innerhalb des Zwischenraums 100' angeordneten – beispielsweise auch zum vorbezeichneten Temperaturfühler 711 baugleichen - zweiten Temperaturfühler 721 sowie mittels eines nämlichen Temperaturfühler 721 thermisch leitend mit der Wandung des Rohrs 12 koppelnden – beispielsweise auch zum vorbezeichneten Kopplungskörper 712 baugleichen - zweiten Kopplungskörper 722 gebildet sein. Jeder der beiden – die eigentliche Wandlung der zu erfassenden (Meßstellen-)Temperatur in das jeweilige Meßsignal vollziehenden - Temperaturfühler 711, 721 kann beispielsweise jeweils mittels eines Platin-Meßwiderstandes, eines Thermistors oder eines Thermoelements gebildet sein. Ferner kann jeder der Temperaturfühler 711, 721 mit dem jeweils zugehörigen Kopplungskörper 712 bzw. 722 mittels einer geeigneten stoffschlüssigen Verbindung, beispielsweise nämlich einer Klebeverbindung oder einer Löt- bzw. Schweißverbindung, und/oder durch Einbetten in den jeweiligen Kopplungskörper 712 bzw. 722 verbunden sein.

Zwecks Erzielung einer mechanisch festen und beständigen, gleichwohl thermisch gut leitfähigen Verbindung zwischen der Wandung des Rohrs 11 und dem Temperatursensor 71 ist dieser gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung stoffschlüssig mit der Mantelfläche 11# der Wandung des Rohrs 11 verbunden, beispielsweise nämlich adhäsiv oder mittels Löt- bzw. Schweißverbindung. Zum Herstellen einer solchen stoffschlüssigen Verbindung zwischen Rohr 11 und Temperatursensor 71 kann z.B. ein Wärmeleitkleber, mithin ein Kunststoff auf Basis von Epoxidharz oder auf Basis von Silikon, beispielsweise nämlich ein Silikonelastomere oder ein 1- oder 2-komponentiger Silikonkautschuk, wie sie u.a. auch von der Fa. DELO Industrie Klebstoffe GmbH & Co KGaA, 86949 Windach, DE unter der Bezeichnung DELO-GUM® 3699 gehandelt werden, dienen. Der zum Verbinden von Temperatursensor 71 und Rohr 11 verwendete Kunststoff kann zwecks Erzielung einer möglichst guten Wärmeleitung zudem auch mit Metalloxid-Partikeln versetzt sein. Ferner ist es zudem auch möglich, den vorbezeichneten Kopplungskörper 712 selbst – teilweise oder gänzlich - aus Kunststoff herzustellen, beispielsweise auch in der Weise, daß ein zwischen Temperaturfühler 711 und Wandung platzierter bzw. sowohl die Mantelfläche 11# der Wandung als auch den Temperaturfühler 711 kontaktierendes, ggf. auch monolithisches Kunststoffformteil als Kopplungskörper 712 dient bzw. der gesamte Kopplungskörper 712 aus – beispielsweise ein oder mehrlagig auf die Wandung des Rohrs 11 appliziertem, mithin zwischen der Wandung des Rohrs 11 und dem ersten Temperaturfühler 711 platziertem - Kunststoff besteht. Darüberhinaus kann auch der Temperatursensor 72 gleichermaßen stoffschlüssig mit der Mantelfläche 12# der Wandung des Rohrs 12 verbunden sein, beispielsweise nämlich adhäsiv oder mittels einer Löt- bzw. Schweißverbindung. Dafür besteht der

Kopplungskörper 722 gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung zumindest anteilig, beispielsweise auch überwiegend, aus einem Metall, mithin kann der Kopplungskörper 722 aus einem Material hergestellt sein, von dem eine spezifische Wärmeleitfähigkeit λ_2 größer als $10 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ bzw. und/oder von dem Material eine spezifische Wärmekapazität c_{p722} kleiner als $1000 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$ ist, beispielsweise nämlich aus dem gleichen Material wie der Kopplungskörper 712. Ferner können die beiden vorbezeichneten Kopplungskörper 712, 722 durch entsprechende Auswahl der zu deren jeweiliger Herstellung jeweils tatsächlich verwendeten Materialien ohne weiteres so ausgebildet werden, daß die spezifische Wärmeleitfähigkeit λ_{722} eines Materials des zweiten Kopplungskörpers 722 gleich einer spezifischen Wärmeleitfähigkeit λ_{712} eines Materials des Kopplungskörpers 712 und/oder die spezifische Wärmekapazität c_{p722} des Materials des Kopplungskörpers 722 gleich einer spezifischen Wärmekapazität c_{p712} des Materials des ersten Kopplungskörpers 712 ist.

Nach einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist auch der zweite Kopplungskörper 722 des Temperatursensors 72 zumindest teilweise aus einem Kunststoff hergestellt bzw. mittels eines entsprechend zwischen dem Temperaturfühler 721 und der Wandung des Rohrs 12 platzierten Kunststoffkörpers gebildet. Alternativ oder in Ergänzung dazu ist gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, sowohl den Kopplungskörper 721 des Temperatursensors 71 – wie auch in Fig. 5a angedeutet – mittels einer zwischen der Wandung des Rohrs 11 und dem Temperaturfühler 721 platzierten, aus einem Metall bzw. einer Metall-Legierung, beispielsweise einem Stahl, bestehenden Scheibe als auch den Kopplungskörper 722 des Temperatursensors 72 – wie auch in Fig. 5b angedeutet – mittels einer solchen zwischen der Wandung des Rohrs 12 und dem Temperaturfühler 721 platzierten, aus einem Metall bzw. einer Metall-Legierung, beispielsweise einem Stahl, bestehenden Scheibe zu bilden. Jede der beiden vorbezeichneten Scheiben kann als eine der Mantelfläche der Wandung des Rohrs 11 bzw. der Mantelfläche der Wandung des Rohrs 12 jeweils entsprechend angepaßte Durchgangsöffnung aufweisende – beispielsweise im wesentlichen ringförmige oder, wie auch in Fig. 5a bzw. 5b jeweils dargestellt, im wesentlichen rechteckige – Scheibe ausgebildet sein, die jeweils auf das Rohr 11 bzw. das Rohr 12 aufgeschoben ist, derart, daß die Scheibe das zugehörige Rohr 11 bzw. 12 umgreift bzw. eine der Mantelfläche der Wandung des Rohrs 11 bzw. 12 zugewandt Innenfläche der Durchgangsöffnung die jeweilige Mantelfläche zumindest teilweise kontaktiert. Jede der beiden vorbezeichneten Scheiben kann beispielsweise jeweils auch sowohl als Kopplungskörper 712 bzw. 722 des Temperatursensors 71 bzw. 72 bzw. als Teil davon, als auch als eine ein- bzw. auslaßseitige Schwingungsknoten von mechanischen Schwingungen der Rohre 11, 12 erzwingende Knotenplatte oder aber beispielsweise auch als Halterung des erwähnten Schwingungssensors 51 bzw. des ebenfalls vorgesehenen Schwingungssensor 52 dienen.

Wie in der Fig. 4 schematisch jeweils dargestellt, ist jeder der beiden Temperatursensoren thermisch an das jeweilige Rohr 11 bzw. 12 gekoppelt, indem der Kopplungskörper 712 des Temperatursensors 71 die Mantelfläche 11# der Wandung des Rohrs 11 unter Bildung einer ersten Grenzfläche II21 zweiter Art, nämlich einer Grenzfläche zwischen zwei festen Phasen, sowie der Kopplungskörper 722 des Temperatursensors 72 die Mantelfläche 12# der Wandung des Rohrs 12 unter Bildung einer zweiten Grenzfläche II22 zweiter Art kontaktieren. Jede der beiden Grenzflächen II21, II22 weist dabei jeweils eine durch die konkrete Bauform des jeweiligen Kopplungskörpers 712 bzw. 722 bedingte, mithin vorgegebenen Flächeninhalt auf.

Dementsprechend wirkt somit – wie auch in Fig. 7 anhand eines Ersatzschaltbildes für ein mittels einer Vielzahl diskreter Wärmewiderstände gebildeten Widerstandsnetzwerks vereinfacht dargestellt – einem aus einer zwischen der Grenzfläche II21 zweiter Art und der ersten Temperaturmeßstelle herrschenden Temperaturdifferenz ΔT_1 resultierenden, gleichwohl durch nämliche Grenzfläche II21 insgesamt hindurchtretenden und weiter zur ersten Temperaturmeßstelle fließenden Wärmestrom Q_1 ein mit der ersten Temperaturmeßstelle thermisch leitend verbundener – hier nämlich vornehmlich durch Wärmeleitung (Konduktion) bestimmter - erster Wärmewiderstand R_1 ($R_1 = \Delta T_1 / Q_1$) entgegen, und wirkt somit einem aus einer zwischen der Grenzfläche II22 zweiter Art und der zweiten Temperaturmeßstelle herrschenden Temperaturdifferenz ΔT_2 resultierenden, gleichwohl durch nämliche Grenzfläche II22 insgesamt hindurchtretenden und weiter zur zweiten Temperaturmeßstelle fließenden Wärmestrom Q_2 , ein mit der zweiten Temperaturmeßstelle thermisch leitend verbundener – hier ebenfalls vornehmlich durch Wärmeleitung bestimmter -- zweiter Wärmewiderstand R_2 ($R_2 = \Delta T_2 / Q_2$) entgegen. Um eine möglichst gute thermische Ankopplung des Temperatursensors 71 an die Wandung des Rohrs 11 wie auch des Temperatursensors 72 an die Wandung des Rohrs 12 zu erreichen, ist jeder der Wärmewiderstände R_1 und R_2 bzw. jeder der Temperatursensoren 71, 72 gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung so dimensioniert, daß jeder der Wärmewiderstände R_1 und R_2 jeweils kleiner als 1000 K / W , beispielsweise nämlich kleiner als 25 K / W ist. Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind die beiden vorbezeichneten Wärmewiderstände R_1 , R_2 ferner so bemessen, daß insgesamt eine Bedingung $R_1 = R_2$ erfüllt ist, daß nämlich beide Wärmewiderstände R_1 , R_2 gleichgroß eingerichtet sind.

Um zu erreichen, daß jeder der Temperatursensoren 71, 72 – wie auch bei dem dem in Fig. 7 gezeigten Ersatzschaltbild zugrundeliegenden (statischen) Berechnungsmodell angenommen - jeweils lediglich eine vergleichsweise geringe, mithin vernachlässigbare thermische Trägheit aufweist bzw. jede der beiden Meßstellentemperaturen ϑ_1 , ϑ_2 jeweils rasch allfälligen Änderungen jeweils einer ersten Rohrwandtemperatur ϑ_{11} , nämlich einer von der Wandung des Rohrs 11 angenommenen örtliche Temperatur bzw. einer zweiten Rohrwandtemperatur ϑ_{12} , nämlich einer von der Wandung des Rohrs 12 angenommenen örtliche Temperatur folgen kann, bzw. daß umgekehrt jede der beiden Meßstellentemperaturen nicht oder allenfalls in nur geringem Maße von

einer Änderungsgeschwindigkeit der Rohrwandtemperatur ϑ_{11} , nämlich einer Geschwindigkeit, mit der die Rohrwandtemperatur ϑ_{11} zeitlich ändert, bzw. einer Änderungsgeschwindigkeit der Rohrwandtemperatur ϑ_{12} , nämlich einer Geschwindigkeit, mit der die Rohrwandtemperatur ϑ_{12} zeitlich ändert abhängig ist, ist gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ferner

5 vorgesehen, jeden der Kopplungskörper 712 und 722 jeweils so auszubilden, daß sowohl dem Kopplungskörper 712 als auch dem Kopplungskörper 722 im Ergebnis jeweils eine Wärmekapazität C1 bzw. C2 innewohnt, die kleiner als 2000 J / K; dies in vorteilhafter Weise ferner so, daß die Wärmekapazität C1 des ersten Kopplungskörpers 712 und die Wärmekapazität C2 des zweiten Kopplungskörpers 722 eine Bedingung $\frac{1}{1000} < \frac{C1}{C2} \leq 1$ erfüllt, und/oder daß zumindest der

10 Kopplungskörper 712 eine spezifische Wärmekapazität, die kleiner als 200 J / (kg · K), möglichst aber auch kleiner als 100 J / (kg · K), ist. Aufgrund des für Temperatursensoren der in Rede stehenden Art typischerweise angestrebten kompakten Aufbaus sowie der typischerweise verwendeten, nämlich thermisch gut leitfähigen Materialien besteht zudem auch ein enger Zusammenhang zwischen Wärmewiderstand und Wärmekapazität des jeweiligen

15 Temperatursensors, derart, daß die jeweilige Wärmekapazität – mithin auch die vorbezeichnete Wärmekapazität C1 bzw. C2 - umso niedriger ausgebildet ist, je niedriger der jeweilige Wärmewiderstand gewählt ist. Dementsprechend kann durch die Bemessung der Wärmewiderstände R1, R2 der Kopplungskörper 712 bzw. 722 in der vorbezeichneten Weise somit zugleich auch erreicht werden, daß jeder der Temperatursensoren 71, 72 jeweils auch nur eine

20 vergleichsweise geringe thermische Trägheit bezüglich der jeweiligen Rohrwandtemperatur ϑ_{11} bzw. ϑ_{12} aufweist bzw. jede der beiden Meßstellentemperaturen ϑ_1 , ϑ_2 – wie angestrebt - jeweils rasch allfälligen Änderungen der jeweiligen Rohrwandtemperatur folgen kann, bzw. umgekehrt, daß jede der beiden Meßstellentemperaturen ϑ_1 , ϑ_2 nicht oder allenfalls in nur geringem Maße von einer Änderungsgeschwindigkeit der Rohrwandtemperatur, nämlich einer Geschwindigkeit, mit der die

25 jeweilige Rohrwandtemperatur zeitlich ändert, abhängig ist.

Der zwischen der Innenfläche 100+ der Wandung des Wandler-Gehäuses 100 und den Mantelflächen 11#, 12# der Wandungen des Rohrs 11 bzw. des Rohrs 12 gebildete Zwischenraum 100' ist ferner – wie bei Wandlervorrichtungen der in Rede stehenden Art durchaus

30 üblich und wie in Fig. 4 jeweils schematisch mittels punktierter Schraffur angedeutet - mit einem, beispielsweise eine spezifische Wärmeleitfähigkeit λ_F von weniger als 1 W / (m · K) aufweisenden, Fluid FL2 zwecks Bildung eines die Rohre 11, 12 umhüllenden Fluidvolumen gefüllt. Das im Zwischenraum 100' gehaltene Fluid FL2 bzw. das damit gebildete Fluidvolumen weist eine im weiteren als Rohrumgebungstemperatur ϑ_{FL2} bezeichnete, ggf. auch zeitlich veränderliche

35 Fluidtemperatur auf, die zumindest zeitweise von der Meßfluid-Temperatur ϑ_{FL1} um mehr als 1 K (Kelvin), insb. zumindest zeitweise um mehr als 5 K, abweicht. Dementsprechend sind nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung das Wandler-Gehäuse und die Rohre 11, 12 dafür

eingerrichtet, nämliches Fluid FL2 im Zwischenraum 100' zu halten, derart, daß die dem Zwischenraum 100' zugewandte Mantelfläche 11# der Wandung des Rohrs 11 unter Bildung einer dritten Grenzfläche II13 erster Art von im Zwischenraum vorgehaltenem Fluid FL2 und die dem Zwischenraum 100' zugewandte Mantelfläche 12# der Wandung des Rohrs 12 unter Bildung einer

5 vierten Grenzfläche II14 erster Art von im Zwischenraum vorgehaltenem Fluid FL2 kontaktiert sind, mithin jedes der Rohr 11, 12 jeweils an das im Zwischenraum 100' gebildete Fluidvolumen thermisch gekoppelt ist. Als Fluid FL2 kann beispielsweise Luft oder ein inertes Gas, wie z.B. Stickstoff oder ein Edelgas, insb. nämlich Helium, dienen. Im Ergebnis dessen sind auch eine dem Zwischenraum 100' zugewandte äußere Oberfläche des Temperatursensors 71 unter Bildung einer

10 fünften Grenzfläche II15 erster Art (Grenzfläche zwischen einer fluiden und einer festen Phase) sowie eine dem Zwischenraum 100' gleichermaßen zugewandte äußere Oberfläche des Temperatursensors 72 unter Bildung einer sechsten Grenzfläche II16 erster Art von im Zwischenraum gehaltenem Fluid FL2 kontaktiert bzw. sind sowohl der Temperatursensor 71 als auch der Temperatursensor 72 an das im Zwischenraum 100' gebildete Fluidvolumen thermisch

15 gekoppelt, derart, daß – wie auch in Fig. 4 schematisch dargestellt - einem aus einer zwischen der Grenzfläche II15 erster Art und der ersten Temperaturmeßstelle herrschenden Temperaturdifferenz ΔT_3 resultierenden, nämlich von der ersten Temperaturmeßstelle insgesamt zur Grenzfläche II15 fließenden, gleichwohl durch nämliche Grenzfläche II15 insgesamt hindurchtretenden Wärmestrom Q_3 ein mit der ersten Temperaturmeßstelle thermisch leitend

20 verbundener – hier nämlich durch Wärmeleitung wie auch an der Grenzfläche II15 auftretende Wärmeströmung (Konvektion) bestimmter - dritter Wärmewiderstand R_3 ($R_3 = \Delta T_3 / Q_3$) und einem aus einer zwischen der Grenzfläche II16 erster Art und der zweiten Temperaturmeßstelle herrschenden Temperaturdifferenz ΔT_4 resultierenden, nämlich von der zweiten Temperaturmeßstelle insgesamt zur Grenzfläche II16 fließenden, gleichwohl durch nämliche

25 Grenzfläche II16 insgesamt hindurchtretenden Wärmestrom Q_4 ein mit der zweiten Temperaturmeßstelle thermisch leitend verbundener – hier ebenfalls durch Wärmeleitung sowie an der Grenzfläche II16 auftretende Wärmeströmung bestimmter - vierter Wärmewiderstand R_4 ($R_4 = \Delta T_4 / Q_4$) entgegenwirken. Jeder der Wärmewiderstände R_3 und R_4 ist in vorteilhafter Weise so bemessen, daß er kleiner als 20000 K / W, insb. kleiner 10000 K / W,

30 ist. Um eine im Vergleich zur thermischen Ankopplung an das Rohr 11 schwächere thermische Ankopplung des Temperatursensors 71 bzw. des Temperatursensors 72 an das im Zwischenraum 100' gebildet Fluidvolumen zu erreichen, nicht zuletzt auch um zu erreichen, daß die damit jeweils erfaßte Meßstellentemperatur ϑ_1 bzw. ϑ_2 möglichst immun gegen - ggf. auch räumlich unterschiedlich ausfallende - schnelle zeitliche Änderungen der Rohrumgebungstemperatur ϑ_{FL2} ist,

35 bzw. daß die Temperatursensoren 71, 72 bezüglich der Rohrumgebungstemperatur ϑ_{FL2} möglichst eine größere thermische Trägheit als bezüglich der Rohrwandtemperatur ϑ_{11} bzw. ϑ_{12} aufweisen, ist der Temperatursensor 71 bzw. ist der Temperatursensor 72 nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ferner so ausgebildet, daß der Wärmewiderstand R_3 bzw. der Wärmewiderstand R_4 mehr

als 500 K / W, insb. mehr als 5000 K / W, beträgt. Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind die beiden vorbezeichneten Wärmewiderstände R3, R4 ferner so bemessen, daß insgesamt eine Bedingung $R3 = R4$ erfüllt ist, daß nämlich beide Wärmewiderstände R3, R4 gleichgroß eingerichtet sind.

5

Um auch den Wärmewiderstand R3 zum einen auf möglichst einfache Weise vorab bestimmen zu können, zum anderen aber auch nämlichen Wärmewiderstand R3 so auszubilden, daß dessen jeweilige Exemplare innerhalb eines Loses bzw. einer Serie von industriell gefertigten Wandlervorrichtungen der in Rede stehenden Art von Wandlervorrichtung zu Wandlervorrichtung auch

10 eine möglichst geringen Streuung aufweisen, mithin die Wandlervorrichtung insgesamt gut reproduzierbar ist, kann der Temperatursensor 71 ferner einen dessen Temperaturfühler 711 thermisch mit dem im Zwischenraum gebildeten Fluidvolumen koppelnden dritten Kopplungskörper aufweisen, der nämliches Fluidvolumen unter Bildung der dritten Grenzfläche II15 erster Art kontaktiert. Nämlicher Kopplungskörper kann zumindest anteilig, insb. nämlich überwiegend oder

15 gänzlich, aus einem Material bestehen, von dem eine spezifische Wärmeleitfähigkeit größer als die spezifische Wärmeleitfähigkeit λ_F des im Zwischenraum gehaltenen Fluids FL2 und/oder größer als 0,1 W / (m · K) ist, und von dem eine spezifische Wärmekapazität kleiner als eine spezifische Wärmekapazität cp_F des im Zwischenraum gehaltenen Fluids FL2 und/oder kleiner als 2000 J / (kg · K), ist. In vorteilhafter Weise kann das Material des vorbezeichneten

20 Kopplungskörper abgestimmt auf das im Zwischenraum vorgehalten Fluid FL2 auch so gewählt sein, daß ein Verhältnis der spezifische Wärmeleitfähigkeit nämlichen Materials zur Wärmeleitfähigkeit λ_F des im Zwischenraum gehaltenen Fluids FL2 größer als 0,2 ist, und/oder daß ein Verhältnis der spezifische Wärmekapazität nämlichen Materials zur Wärmekapazität cp_F des im Zwischenraum gehaltenen Fluids FL2 kleiner als 1,5 ist. Der dritte Kopplungskörper kann - beispielsweise auch

25 gänzlich - mittels eines auf dem Temperaturfühler 711 des Temperatursensors 71 applizierten, beispielsweise auch mit Metalloxid-Partikeln versetzten, Kunststoffs, wie z.B. einem Epoxidharz oder einem Silikon, gebildet sein. Alternativ oder in Ergänzung kann nämlicher dritter Kopplungskörper, ggf. auch gänzlich, mittels eines auf dem Temperaturfühler 711 applizierten Gewebeband, beispielsweise einem Glasfasergewebeband, bzw. auch mittels eines auf dem Temperaturfühler 711

30 applizierten Metallblech, wie z.B. einem Blechstreifen aus Edelstahl, gebildet sein. In gleicher Weise kann auch der Temperatursensor 72 mittels eines weiteren, nämlich einem dessen Temperaturfühler 721 thermisch mit dem im Zwischenraum gebildeten Fluidvolumen koppelnden vierten Kopplungskörper gebildet sein, der das im Zwischenraum 100' gebildete Fluidvolumen unter Bildung der sechsten Grenzfläche II16 erster Art kontaktiert. Der vierte Kopplungskörper kann in

35 vorteilhafter Weise zudem baugleich zu dem vorbezeichneten, den Temperaturfühler 711 thermisch an das im Zwischenraum 100' gebildete Fluidvolumen koppelnden dritten Kopplungskörper des Temperatursensors 71 ausgebildet sein. In entsprechender Weise ist auch innerhalb des Rohrs 11, nämlich an der dessen Lumen zugewandten, mithin von im Lumen geführtem Fluid FL1

kontaktierten Innenfläche 11+ der Wandung nämlich Rohrs eine siebente Grenzfläche erster Art gebildet und ist auch innerhalb des Rohrs 12, nämlich an der dessen Lumen zugewandten, mithin von im Lumen geführtem Fluid FL1 kontaktierten Innenfläche 12+ der Wandung nämlich Rohrs eine achte Grenzfläche erster Art gebildet, wodurch im Ergebnis die Rohrwandtemperatur ϑ_{11} des Rohrs 11 bzw. die Rohrwandtemperatur ϑ_{12} des Rohrs 12 auch von der Meßfluidtemperatur ϑ_{FL1} des momentan im Lumen des Rohrs 11 bzw. im Lumen des Rohrs 12 befindlichen Fluids FL1 mitbestimmt ist.

Jeder der vorbezeichneten Wärmewiderstände R1, R2, R3 und R4 ist – wie bereits erwähnt - jeweils maßgeblich bzw. gänzlich durch Materialkennwerte, wie z.B. eine spezifische Wärmeleitfähigkeit λ , sowie Abmessungen des jeweiligen Kopplungskörpers bzw. der Wandung des jeweiligen Rohrs 11, 12, wie z.B. eine für den jeweils hindurchfließend Wärmestrom jeweilige effektive Länge L_{th} des jeweiligen Kopplungskörpers sowie einen Flächeninhalt A_{th} einer für nämlich Wärmestrom jeweilige effektive Querschnittsfläche des jeweiligen Kopplungskörpers, beispielsweise nämlich der Flächeninhalt der jeweiligen Grenzflächen II21, II22, und/oder durch entsprechende Materialkennwerte der Wandung des jeweiligen Rohrs 11 bzw. 12 wie auch des im Zwischenraum 100' vorgehaltenen Fluids FL2, mithin schon allein durch vorab zumindest näherungsweise bekannte, gleichwohl über einen längeren Betriebszeitraum im wesentlichen unveränderliche Parameter definiert. Somit kann jeder der Wärmewiderstände R1, R2, R3, R4 mittels nämlich Parameter (λ , A_{th} , L_{th}) vorab ausreichend genau bestimmt werden, beispielsweise durch experimentelle Messungen und/oder durch Berechnungen. Beispielsweise kann nämlich basierend auf der bekannten Beziehung:

$$R_{th} = \frac{L_{eff}}{\lambda \cdot A_{eff}} \quad (1)$$

ein den Wärmewiderstand R1 bzw. R2 mitbestimmender – nämlich einen auf einen Wärmestrom aufgrund von Wärmeleitungsvorgängen bezogenen Temperaturabfall repräsentierender - Wärmeleitwiderstand quantifiziert werden, beispielsweise nämlich für eine Einheit K / W (Kelvin pro Watt) berechnet werden. In Kenntnis der Materialkennwerte der zur Herstellung der Temperatursensoren jeweils tatsächlich verwendeten Materialien sowie der tatsächlichen Form und Abmessung der vorbezeichneten, mittels der Temperatursensoren gebildeten Grenzflächen II13, II14, II21, II22 können auch die Widerstandswerte für die vorbezeichneten, die Wärmewiderstände R1, R2, R3, R4 jeweils mitbestimmenden Wärmeübergangswiderstände ausreichend genau festgelegt bzw. ausreichend genau vorab ermittelt werden. Alternativ oder in Ergänzung können die Wärmewiderstände R1, R2, R3, R4 bzw. entsprechender Wärmewiderstandsverhältnisse beispielsweise auch mittels an der jeweiligen Wandlervorrichtung durchgeführten Kalibriermessungen experimentell ermittelt werden.

Um zum einen den Temperatursensor 71 mit möglichst geringer thermischer Trägheit bezüglich zeitlicher Änderungen der Rohrwandtemperatur des Rohrs 11 bereitzustellen, zum anderen auch aber auch eine möglichst gute thermische Ankopplung des Temperatursensors 71 an die Wandung des Rohrs 11 auch bei möglichst kompakter Bauweise zu erreichen ist der Kopplungskörper 712 gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung zumindest anteilig – beispielsweise auch überwiegend oder gänzlich - aus einem Material, beispielsweise nämlich einem Wärmeleitkleber hergestellt, von dem eine spezifische Wärmeleitfähigkeit λ_{712} größer als eine spezifische Wärmeleitfähigkeit λ_F des im Zwischenraum gehaltenen Fluids FL2 und/oder größer als $1 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ ist. In vorteilhafter Weise ist das Material des Kopplungskörpers 712 hierbei ferner so gewählt, daß ein Verhältnis $\lambda_{712} / \lambda_F$ der spezifische Wärmeleitfähigkeit λ_{712} nämlich des Materials des Kopplungskörpers 712 zur spezifischen Wärmeleitfähigkeit λ_F des im Zwischenraum gehaltenen Fluids FL2 größer als 2 ist, und/oder daß ein Verhältnis c_{p712} / c_{pF} einer spezifischen Wärmekapazität c_{p712} nämlich des Materials des Kopplungskörpers 712 zur Wärmekapazität c_{pF} des im Zwischenraum gehaltenen Fluids FL2 kleiner als 1,5 ist, insb. derart, daß die spezifische Wärmekapazität c_{p712} kleiner als eine spezifische Wärmekapazität c_{pF} des im Zwischenraum vorgehaltenen Fluids ist. Darüberhinaus kann auch der Kopplungskörper 722 des Temperatursensors 72 zumindest teilweise (oder auch gänzlich) aus dem gleichen Material wie der Kopplungskörper 712 des Temperatursensors 71 hergestellt sein, um eine gleichermaßen geringe thermische Trägheit des Temperatursensors 72 bezüglich zeitlicher Änderungen der Rohrwandtemperatur des Rohrs 12 bereitzustellen und um eine gleichermaßen gute thermische Ankopplung des Temperatursensors 72 an die Wandung des Rohrs 12 zu erreichen. Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist ferner vorgesehen, daß der erste Temperatursensor und der zweite Temperatursensor baugleich sind, daß nämlich sowohl die dafür jeweils sowohl die verwendeten Temperaturfühler und Kopplungskörper als auch die thermische Ankopplung der vorbezeichneten Komponenten untereinander bzw. an das Rohr und das im Zwischenraum vorgehaltene Fluid im wesentlichen gleich sind.

Zwecks der Verarbeitung bzw. Auswertung der vorbezeichneten, mittels der Wandlervorrichtung generierten Meßsignale ist die Meß- und Betriebs-Elektronik ME, wie auch in Fig. 3 schematisch dargestellt, sowohl mit jedem der wenigstens zwei Schwingungssensoren 51, 52 als auch mit jedem der zwei Temperatursensoren 71, 72 wie auch mit dem wenigstens einen Schwingungserreger 41 jeweils elektrisch verbunden, beispielsweise jeweils mittels entsprechender Anschlußdrähte. Zwecks einer Reduzierung des Aufwandes für die elektrische Verbindung der Temperatursensoren der Wandlervorrichtung mit der Meß- und Betriebs-Elektronik ME bzw. zwecks Ermöglichen einer einfachen Verkabelung der Meß- und Betriebs-Elektronik ME mit nämlich den Temperatursensoren weist die Meß- und Betriebs-Elektronik ME, wie auch in Fig. 6 nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung einen Multiplexer mit wenigstens zwei Signaleingängen sowie wenigstens einem

Signalausgang sowie einen, beispielsweise eine nominelle Auflösung von mehr als 16 Bit aufweisenden und/oder mit einer mehr als 1000 s⁻¹ betragenden Abtastrate getakteten, Analog-zu-Digital-Wandler ADC mit wenigstens einem Signaleingang und wenigstens einem Signalausgang auf. Nämlicher Multiplexer MUX ist im besonderen dafür eingerichtet, wahlweise, 5 beispielsweise nämlich zyklisch, einen von dessen Signaleingängen auf den Signalausgang durchzuschalten, derart, daß ein am jeweils durchgeschalteten Signaleingang anliegendes Signal an den Signalausgang weitergeführt ist, während der Analog-zu-Digital-Wandler ADC dafür eingerichtet ist, ein an nämlichem Signaleingang anliegendes analoges Eingangssignal mit einer - beispielsweise nämlich mehr als 1000 s⁻¹ betragenden - Abtastrate f_A und mit einer digitalen 10 Auflösung N - beispielsweise von mehr als 16 Bit - in ein nämliches Eingangssignal repräsentierendes digitales Ausgangssignal umzusetzen und am Signalausgang bereitzustellen. Wie auch Fig. 6 angedeutet, sind zudem der wenigstens eine Signalausgang des Multiplexers und der wenigstens eine Signaleingang des Analog-zu-Digital-Wandlers miteinander elektrisch gekoppelt und sind der Temperatursensor 71 und der Temperatursensor 72 jeweils mit dem Multiplexer MUX 15 elektrisch verbundenen, derart, daß das Temperaturmeßsignal θ_1 an einem ersten Signaleingang des Multiplexers MUX und daß das Temperaturmeßsignal θ_2 an einem zweiten Signaleingang des Multiplexers MUX anliegen. Im Ergebnis repräsentiert das Ausgangssignal des Analog-zu-Digital-Wandlers ADC im Betrieb zeitweise genau eines der beiden Temperaturmeßsignale θ_1 , θ_2 . Desweiteren kann die Meß- und Betriebs-Elektronik ME ferner dafür 20 eingerichtet sein, den Wandlertemperatur-Meßwert unter Verwendung nämlich eines der beiden Temperaturmeßsignale θ_1 , θ_2 repräsentierenden Ausgangssignals des Analog-zu-Digital-Wandlers ADC zu generieren.

Die Meß- und Betriebs-Elektronik ME ist desweiteren dafür eingerichtet, ein die 25 Erregeranordnung E, beispielsweise nämlich deren wenigstens einen Schwingungserreger 41, treibendes- beispielsweise auf eine vorgegebenen Spannungshöhe und/oder auf eine vorgegebene Stromstärke und/oder auf eine vorgegebene Frequenz geregeltes – Erregersignal e_1 zu generieren, das eine Anregungsfrequenz, nämlich eine der Nutzfrequenz entsprechende Signalfrequenz, aufweist, bzw. zum Bewirken mechanischer Schwingungen der wenigstens zwei Rohre 11, 12 30 mittels nämlich elektrischen Erregersignals e_1 elektrische Leistung in den wenigstens einen Schwingungserreger 41 einzuspeisen. Nämliches Erregersignals e_1 dient im besonderen dazu, den wenigstens einen Schwingungserreger kontrolliert zumindest mit der für das Anregen bzw. Aufrechterhalten der Nutzschwingungen benötigten elektrischen Leistung zu speisen, kann dementsprechend eine einer (momentanen) Resonanzfrequenz des Nutzmoden, mithin der 35 Nutzfrequenz entsprechende Signalfrequenz aufweisen. Beispielsweise kann das Erregersignal e gleichzeitig auch eine Vielzahl von sinusförmigen Signalkomponenten mit voneinander verschiedener Signalfrequenz aufweisen, von denen eine - etwa eine zumindest zeitweise hinsichtlich einer Signalleistung dominierende - Signalkomponente die der Nutzfrequenz entsprechende Signalfrequenz aufweist.

Darüberhinaus ist die Erregeranordnung E dafür eingerichtet ist, angesteuert von nämlichem Erregersignal e_1 , mechanische Schwingungen der Rohre 11, 12 anzuregen bzw. aufrecht zu erhalten. Der wenigstens eine Schwingungserreger wandelt dabei eine mittels des elektrischen Erregersignals eingespeiste elektrische Erregerleistung in, z.B. pulsierende oder harmonische, nämlich im wesentlichen sinusförmige, Erregerkräfte, die entsprechend auf das Rohr 11 bzw. 12 einwirken und somit die gewünschten Nutzschnwingungen aktiv anregen. Die - durch Wandlung von in den Schwingungserreger eingespeister elektrischer Erregerleistung schlußendlich generierten – Erregerkräfte können dabei in dem Fachmann an und für sich bekannter Weise, nämlich mittels einer in der Meß- und Betriebs-Elektronik ME vorgesehenen, das Erregersignal anhand von Signalfrequenz und Signalamplitude des wenigstens einen Sensorsignals ein- und über einen Ausgangskanal bereitstellenden Treiberschaltung entsprechend erzeugt werden. Zum Ermitteln der momentanen Resonanzfrequenz des Nutzmodes bzw. zum Einstellen der der Nutzfrequenz entsprechenden Signalfrequenz für das Erregersignal kann in der Treiberschaltung beispielsweise eine digitalen Phasen-Regelschleife (PLL -phase locked loop) vorgesehen sein, während eine einen Betrag nämlich der Erregerkräfte bestimmende Stromstärke des Erregersignals beispielsweise mittels eines entsprechenden Stromreglers der Treiberschaltung passend eingestellt werden kann. Die Meßgerät-Elektronik ME kann hier z.B. auch dafür ausgestaltet sein, das Erregersignal in der Weise zu regeln, daß die Nutzschnwingungen eine gleichbleibende, mithin auch von der Dichte ρ bzw. auch der Viskosität η des jeweils zu messenden Mediums weitgehend unabhängige Amplitude aufweisen. Zum Generieren des vorbezeichneten Erregersignals kann – wie bei solchen Meß- und Betriebs-Elektroniken durchaus üblich bzw. wie auch in Fig. 2 angedeutet - in der Meß- und Betriebs-Elektronik ME ferner eine entsprechende, beispielsweise nämlich als eigenständiges Elektronik-Modul ausgebildete, Treiber-Schaltung Exc vorgesehen sein. Der Aufbau und die Verwendung vorgenannter Phasenregel-Schleifen zum aktiven Anregen von Vibrationselementen der in Rede stehenden Art auf einer momentanen Resonanzfrequenz ist z.B. in der US-A 48 01 897 ausführlich beschrieben. Selbstverständlich können auch andere für das Einstellen der Erregerenergie bzw. der Erregerleistung geeignete, dem Fachmann an und für sich, beispielsweise auch aus eingangs erwähnten US-A 48 01 897, US-A 50 24 104, bzw. US-A 63 11 136, bekannte Treiberschaltungen verwendet werden.

Die Meß- und Betriebs-Elektronik ME ist desweiteren auch dafür eingerichtet, die beiden Schwingungsmeßsignale s_1 , s_2 wie auch die beiden Temperaturmeßsignale θ_1 , θ_2 zu empfangen und zu verarbeiten sowie unter Verwendung sowohl jedes der beiden Schwingungssignale s_1 , s_2 als auch jedes der Temperaturmeßsignale θ_1 , θ_2 einen Massendurchfluß-Meßwert X_m , nämlich einen die vorbezeichnete Massendurchflußrate m bzw. eine Massendurchflußrate des durch die Wandlervorrichtung strömenden Fluids FL1 repräsentierenden Meßwert ($x_x \rightarrow x_m$), bzw. eine Massendurchfluß-Sequenz X_m , nämlich eine Folge solcher zeitlich aufeinander folgenden, jeweils

- die Massendurchflußrate, m , des Fluids momentan repräsentierenden Massendurchfluß-Meßwerten $x_{m,i}$, zu generieren. Dafür kann – wie bei solchen Meß- und Betriebs-Elektroniken durchaus üblich bzw. wie auch in Fig. 2 angedeutet – in der Meß- und Betriebs-Elektronik ME ferner eine entsprechende, ggf. auch mit der vorbezeichneten
- 5 Treiber-Schaltung Exc elektrisch verbundene, beispielsweise auch als eigenständiges Elektronik-Modul ausgebildete und/oder wenigstens einen Mikroprozessor aufweisende, Meß- und Auswerte-Schaltung μC vorgesehen sein. Beim erfindungsgemäßen Meßsystem ist die Meß- und Betriebs-Elektronik ME im besonderen dafür vorgesehen bzw. eingerichtet, die vorbezeichneten Massendurchfluß-Meßwerten $x_{m,i}$ so zu generieren, daß zumindest für eine
- 10 Referenz-Massendurchflußrate m_{ref} , nämlich eine vorgegebene Massendurchflußrate eines durch die Wandlervorrichtung strömenden Referenz-Fluids, beispielsweise nämlich eine Flüssigkeit oder ein Gas, die Massendurchfluß-Meßwerte $x_{m,i}$ ($x_{m,i} \rightarrow x_{m,ref}$) von der vorbezeichneten Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta$ zwischen den beiden Temperatur-Meßstellen unabhängig sind; dies im besonderen in der Weise, daß nämlich für zumindest eine von Null verschiedene, gleichwohl
- 15 konstante Referenz-Massendurchflußrate m_{ref} zeitlich aufeinanderfolgend ermittelte Massendurchfluß-Meßwerte $x_{m,i}$ ($x_{m,i} \rightarrow x_{m,ref}$) auch bei unterschiedlichen – insb. nämlich mehr als 1 K betragenden und/oder weniger als 10 K betragenden und/oder im zeitlichen Verlauf mit einer Spannweite von mehr als 1 K streuenden und/oder mit einer Änderungsgeschwindigkeit von mehr als 0,05 K/s zeitlich ändernden – Temperaturdifferenzen $\Delta\vartheta$ um nicht mehr als 0,01% nämlich
- 20 Referenz-Massendurchflußrate m_{ref} voneinander abweichen, und/oder daß nämlich jeweils im Falle einer nicht von Fluid durchströmten Wandlervorrichtung zeitlich aufeinanderfolgend ermittelte Massendurchfluß-Meßwerte $x_{m,i}$ ($x_{m,i} \rightarrow x_{m,ref}$) auch bei unterschiedlichen – insb. mehr als 1 K betragenden und/oder weniger als 10 K betragenden und/oder im zeitlichen Verlauf mit einer Spannweite von mehr als 1 K und/oder weniger als 10 K streuenden und/oder mit einer
- 25 Änderungsgeschwindigkeit von mehr als 0,05 K/s zeitlich ändernden – Temperaturdifferenzen weniger als 0,01 kg/h betragen bzw. weniger als 0,01 kg/h voneinander abweichen.

- Die vorbezeichnete Referenz-Massendurchflußrate m_{ref} kann beispielsweise während einer (Naß-)Kalibrierung des Meßsystems mit dem Referenz-Fluid unter Verwendung eines geeichten
- 30 Referenz-Meßsystems eingestellt werden, beispielsweise vor dessen Auslieferung auf einer Kalibrieranlage des Herstellers und/oder aber auch, wie u.a. auch in der eingangs erwähnten WO-A 02/097379 gezeigt, in Einbaulage vor Ort. Für den vorbezeichneten Fall, daß das Referenz-Fluid mit einer von Null verschiedenen Referenz-Massendurchflußrate m_{ref} durch die Wandlervorrichtung strömen gelassen wird, kann die Fluidströmung in vorteilhafter Weise, nicht
- 35 zuletzt zwecks Etablierung der vorbezeichneten Temperaturdifferenz, laminar ausgebildet sein bzw. kann das Referenz-Fluid in vorteilhafter Weise mit einer Reynolds-Zahl (Re) von weniger als 1000 durch das Rohr 11 und/oder das Rohr 12 bzw. die damit gebildete Wandlervorrichtung hindurch strömen gelassen werden. Bei der vorbezeichneten Referenz-Massendurchflußrate m_{ref} kann es

sich demnach beispielsweise um eine nicht mehr als 1 kg/h betragende und/oder konstant gehaltene Massendurchflußrate handeln. Beispielsweise kann die Referenz-Massendurchflußrate m_{ref} aber auch Null betragen, so daß die dafür ermittelten

Massendurchfluß-Meßwerte $x_{m,i}$ ($x_{m,i} \rightarrow x_{m,\text{ref}} \rightarrow x_{m,\text{ZERO}}$) einen Skalen-Nullpunkt der Meß- und

- 5 Betriebs-Elektronik ME repräsentieren. Bei dem Referenz-Fluid kann es sich in vorteilhafter Weise, nicht zuletzt zwecks Etablierung der vorbezeichneten Temperaturdifferenz, beispielsweise um ein Gas oder eine Flüssigkeit mit einer spezifische Wärmekapazität $c_{p,\text{ref}}$ handeln, die mehr als $1 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ und/oder weniger als $4,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ beträgt. und/oder um ein solches Fluid handeln, das mit einer Fluidtemperatur von nicht weniger als 20°C in die Rohre 11, 12 bzw. die damit gebildete
- 10 Wandlervorrichtung eingeleitet ist. Das Referenz-Fluid kann demnach beispielsweise ein Öl, insb. mit einer Viskosität von mehr als $10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ (Pascalsekunde) sein. Besonders ausgeprägte Temperaturdifferenzen $\Delta\vartheta$ können hierbei festgestellt werden, falls die jeweilige Referenz-Massendurchflußrate m_{ref} in Abhängigkeit von einem Betrag $|D|$ des in SI-Basiseinheit für Länge ($m = \text{Meter}$) angegebenen Nennweite der Wandlervorrichtung weniger als $|D| \cdot 10000 \text{ kg/h}$
- 15 beträgt. Referenz-Fluid kann aber beispielsweise auch Wasser oder beispielsweise auch Luft sein, wobei in diesem Fall nennenswerte Temperaturdifferenzen $\Delta\vartheta$ bereits für Referenz-Massendurchflußraten m_{ref} von weniger als $|D| \cdot 1000 \text{ kg/h}$ etabliert werden können.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Meß- und Betriebs-Elektronik ME dafür

20 eingerichtet ist, die Massendurchfluß-Meßwerte $x_{m,i}$ basierend auf folgender, nämlich N Temperaturdifferenz-Koeffizienten K_j enthaltenden Polynomfunktion zu ermitteln:

$$x_{m,\text{ref}} = C_0 \cdot \Delta\varphi + \sum_{j=0}^N K_j \cdot (\Delta\vartheta)^j = C_0 \cdot \Delta\varphi + \sum_{j=0}^N K_j \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_2)^j \quad \text{mit } j = 0, 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

- 25 bzw. die Massendurchfluß-Meßwerte $x_{m,i}$ so zu ermitteln, daß ein für die Referenz-Massendurchflußrate m_{ref} ermittelter Massendurchfluß-Meßwert $x_{m,\text{ref}}$ zumindest eine nämlicher Polynomfunktion entsprechende Bedingung erfüllt. Im besondern kann die Meß- und Betriebs-Elektronik ME eingerichtet sein, vorbezeichnete Massendurchfluß-Meßwerte $x_{m,i}$ so zu ermitteln, daß im Falle einer nicht von Fluid durchströmten Wandlervorrichtung bzw. nicht von Fluid
- 30 durchströmten Rohren 11, 12 zeitlich aufeinanderfolgend ermittelte, insb. jeweils einem eine Massendurchflußrate m von Null ($m_{\text{ref}} = 0$) entsprechenden Skalen-Nullpunkt $x_{m,\text{ZERO}}$ der Meß- und Betriebs-Elektronik ME repräsentierende, Massendurchfluß-Meßwerte $x_{m,i}$ ($x_{m,i} \rightarrow x_{m,\text{ZERO}}$) eine Bedingung:

$$C_0 \cdot \Delta\varphi + \sum_{j=0}^N K_j \cdot (\Delta\vartheta)^j = C_0 \cdot \Delta\varphi + \sum_{j=0}^N K_j \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_2)^j \leq 0,01 \text{ kg/h mit } j = 0, 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

insb. nämlich eine Bedingung:

$$C_0 \cdot \Delta\varphi + \sum_{j=0}^N K_j \cdot (\Delta\vartheta)^j = C_0 \cdot \Delta\varphi + \sum_{j=0}^N K_j \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_2)^j \approx 0 \quad (4)$$

5

erfüllen. Nämliche Temperaturdifferenz-Koeffizienten K_j können für das jeweilige Meßsystem vorab experimentell - etwa im Zuge der vorbezeichneten (Naß-)Kalibrierung des Meßsystems durch Einmessen des jeweiligen Meßsystems bei verschiedenen Temperaturdifferenzen und/oder verschiedenen (Referenz-)Masssendurchflußraten und/oder durch rechnerbasierte Simulationen – bestimmt werden, beispielsweise durch Anpassung der Polynomfunktion bzw. deren Temperaturdifferenz-Koeffizienten K_j an experimentell ermittelte Meß- und/oder Simulationsdaten, etwa nach der Methode der kleinsten Quadrate (KQ-Methode). Weiterführende Untersuchungen haben hierbei ergeben, daß für zahlreiche Anwendung die Anzahl der Temperaturdifferenz-Koeffizienten in der vorbezeichneten Polynomfunktion ohne weiteres auf $N \leq 3$ bzw. ein Polynomgrad dementsprechend auch auf zwei oder eins limitiert werden kann. Zudem konnte ferner festgestellt werden, daß es für die allermeisten Wandlervorrichtungen bzw. Wandlervorrichtungstypen genügen kann, die zunächst für eine einzelne Wandlervorrichtung stellvertretend experimentell ermittelten Temperaturdifferenz-Koeffizienten K_j der Polynomfunktion auf andere, baugleiche Wandlervorrichtungen zu übertragen, so daß nämlich baugleiche Wandlervorrichtungen einhergehend mit einer beträchtlichen Reduzierung des Kalibrieraufwandes bezüglich der Polynomfunktion nicht mehr erneut eingemessen werden müssen.

10

15

20

25

30

Nicht zuletzt zwecks Umsetzung der vorbezeichneten Polynomfunktion ist die Meß- und Betriebs-Elektronik ME nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ferner dafür eingerichtet, unter Verwendung sowohl des Temperaturmeßsignals θ_1 als auch des Temperaturmeßsignals θ_2 eine Temperaturdifferenz-Sequenz $X_{\Delta\vartheta,i}$, nämlich eine Folge von zeitlich aufeinander folgenden, jeweils die Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta$ repräsentierenden Temperaturdifferenz-Meßwerten $x_{\Delta\vartheta,i}$ zu generieren, und/oder ist die Meß- und Betriebs-Elektronik ME eingerichtet, unter Verwendung sowohl des Schwingungssignals s_1 als auch des Schwingungssignals s_2 in dem Fachmann an und für sich bekannter Weise eine Phasendifferenz-Sequenz $x_{\Delta\varphi,i}$, nämlich eine Folge von zeitlich aufeinander folgenden, jeweils die Phasendifferenz $\Delta\varphi$ repräsentierenden (konventionellen) Phasendifferenz-Meßwerten $x_{\Delta\varphi,i}$ zu generieren. Unter Verwendung sowohl der Phasendifferenz-Sequenz $X_{\Delta\varphi,i}$ als auch der Temperaturdifferenz-Sequenz $X_{\Delta\vartheta,i}$ kann die

vorbezeichnete Massendurchfluß-Sequenz X_m fortlaufend generiert werden, beispielsweise basierend auf einer der vorbezeichneten Polynomfunktion entsprechenden Berechnungsvorschrift:

$$x_{m,i} = C_0 \cdot x_{\Delta\varphi,i} + \sum_{j=0}^N K_j \cdot (x_{\Delta\vartheta,i})^j \quad \text{mit } j = 0, 1, 2, \dots \quad (5)$$

5

Die Berechnung des jeweiligen (momentanen) Temperaturdifferenz-Meßwerts $x_{\Delta\vartheta}$ kann z.B. in der Weise erfolgen, daß mittels der Meß- und Betriebs-Elektronik ME in zeitlichen Abständen sowohl anhand des Temperaturmeßsignals ϑ_1 ein die Meßstellentemperatur ϑ_1 repräsentierender erster Meßstellentemperatur-Meßwert als auch anhand des Temperaturmeßsignals ϑ_2 ein die

10 Meßstellentemperatur ϑ_2 repräsentierender zweiten Meßstellentemperatur-Meßwert generiert werden, und daß nämlicher Temperaturdifferenz-Meßwert $x_{\Delta\vartheta}$ einer einfachen numerischen Subtraktion nämlicher beider aktuell ermittelten Meßstellentemperatur-Meßwerte entspricht.

Zusätzlich dazu kann die Meß- und Betriebs-Elektronik ME ferner auch dafür eingerichtet sein, unter

15 Verwendung der Temperaturdifferenz-Sequenz $X_{\Delta\vartheta,i}$ eine Funktionstüchtigkeit der Wandlervorrichtung, insb. nämlich eine Funktionstüchtigkeit des Rohrs 11 und/oder des Rohrs 12, zu überwachen; beispielsweise kann mittels der Meß- und Betriebs-Elektronik ME Meß- und Betriebs-Elektronik unter Verwendung der Temperaturdifferenz-Sequenz $X_{\Delta\vartheta,i}$ diagnostizieren werden, ob bzw. daß zumindest eines der Rohre 11, 12 bzw. die damit gebildete die

20 Wandlervorrichtung einen gegenüber einem ursprünglichen Strömungswiderstand veränderten Strömungswiderstand aufweist bzw. unter Verwendung der Temperaturdifferenz-Sequenz $X_{\Delta\vartheta,i}$ ggf. auch einen Alarm zu generieren, der eine nur noch eingeschränkte Funktionstüchtigkeit der Wandlervorrichtung signalisiert, beispielsweise nämlich infolge vorbezeichneten veränderten Strömungswiderstands des Rohrs 11 und/oder des Rohrs 12.

25

Die Meß- und Betriebs-Elektronik ME ist nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung desweiteren dafür eingerichtet, unter Verwendung sowohl des Temperaturmeßsignals ϑ_1 als auch des Temperaturmeßsignals ϑ_2 (wiederkehrend) einen Wandlertemperatur-Meßwert X_ϑ zu generieren, der eine Wandlervorrichtungstemperatur ϑ_{MW} repräsentiert, die sowohl von der

30 Meßstellentemperatur ϑ_1 als auch von der Meßstellentemperatur ϑ_2 abweicht, derart, daß der

Wandlertemperatur-Meßwert X_ϑ einem gewichteten Mittel $\frac{\alpha \cdot \vartheta_1 + \beta \cdot \vartheta_2}{\alpha + \beta}$ der

Meßstellentemperaturen ϑ_1 , ϑ_2 entspricht.

Die Berechnung des Temperatur-Meßwerts X_{Θ} kann z.B. in der Weise erfolgen, daß zunächst mittels der sowohl anhand des Temperaturmeßsignals θ_1 einen die Meßstellentemperatur ϑ_1 repräsentierenden ersten Meßstellentemperatur-Meßwert X_1 als auch anhand des Temperaturmeßsignals θ_2 einen die Meßstellentemperatur ϑ_2 repräsentierenden zweiten

- 5 Meßstellentemperatur-Meßwert X_2 generiert werden, und daß nämlicher Wandlertemperatur-Meßwert gemäß einer von den Meßstellentemperatur-Meßwerten X_1 , X_2 sowie von vorab ermittelten und in der Meß- und Betriebs-Elektronik ME abgespeicherten numerischen Festwerten α , β abhängigen Berechnungsvorschrift:

$$X_{\Theta} = \alpha \cdot X_{\theta_1} + \beta \cdot X_{\theta_2} \text{ bzw.} \quad (6)$$

10
$$X_{\Theta} = \frac{\alpha \cdot X_{\theta_1} + \beta \cdot X_{\theta_2}}{\alpha + \beta} \quad (7)$$

- ermittelt wird. Bei Verwendung von lediglich zwei basierend auf den Temperaturmeßsignalen ermittelten Meßstellentemperatur-Meßwerten können die in vorbezeichneter Bedingung enthaltenen Festwerte α , β in vorteilhafter Weise auch so gewählt sein, daß sie im Ergebnis die Bedingung $\alpha + \beta = 1$ erfüllt ist; dies im besonderen auch derart, daß die Bedingung $\alpha = \beta = 0,5$ erfüllt ist, mithin
- 15 die Meßstellentemperaturen ϑ_1 , ϑ_2 mit jeweils gleichem Gewicht in das Meßergebnis eingehen bzw. der Wandlertemperatur-Meßwert X_{Θ} einem arithmetischen Mittelwert $0,5 \cdot (\vartheta_1 + \vartheta_2)$ der Meßstellentemperaturen ϑ_1 , ϑ_2 entspricht. Für den erwähnten Fall, daß sowohl die zwei Rohre 11, 12 als auch die zwei Temperatursensoren 71, 72 baugleich sind und daß der Aufbau der Temperatursensoranordnung der Wandlervorrichtung achsensymmetrisch bezüglich der
- 20 vorbezeichneten gedachten Symmetrieachse ist, repräsentiert der Wandlertemperatur-Temperaturmeßwert X_{Θ} dementsprechend als arithmetischer Mittelwert aus einer Rohrwandtemperatur in der Mitte des Rohrs 11 und einer Rohrwandtemperatur in der Mitte des Rohrs 12 ergibt und/oder eine mittlere Rohrwändetemperatur, die sich zumindest näherungsweise als arithmetischer Mittelwert $0,5 \cdot (\overline{\vartheta}_{11} + \overline{\vartheta}_{12})$ aus einer mittleren
- 25 Rohrwandtemperatur $\overline{\vartheta}_{11}$ des Rohrs 11 und einer mittleren Rohrwandtemperatur $\overline{\vartheta}_{12}$ des Rohrs 12 ergibt. Falls erforderlich, können die Festwerte α , β hierfür aber auch unter Abwandlung der vorbezeichneten Bedingung $\alpha = \beta = 0,5$ so definiert sein - beispielsweise nämlich anhand von entsprechenden Kalibrationsmessungen an der Wandlervorrichtung feinjustiert werden -, daß der dadurch schlußendlich ermittelte Wandlertemperatur-Meßwert zumindest tatsächlich nämlicher
- 30 mittlerer Rohrwändetemperatur genauer entspricht als bei Anwendung nämlicher Bedingung $\alpha = \beta = 0,5$.

Die Meß- und Betriebs-Elektronik ME ist nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ferner dafür eingerichtet, den wenigstens einen Meßwert X_x – beispielsweise nämlich den vorbezeichneten Dichte-Meßwert X_ρ und/oder den vorbezeichneten Massendurchfluß-Meßwert X_m - unter Verwendung sowohl des mittels der Wandlervorrichtung generierten ersten

- 5 Temperaturmeßsignals θ_1 als auch zumindest des mittels der Wandlervorrichtung generierten zweiten Temperaturmeßsignals θ_2 zu generieren. Im besonderen ist die Meß- und Betriebs-Elektronik ME nämlich ferner dafür eingerichtet, unter Verwendung sowohl des Wandlertemperatur-Temperaturmeßwerts als auch des Frequenzmeßwerts X_f einen Dichte-Meßwert, nämlich einen eine Dichte ρ des Fluids repräsentierenden Meßwert und/oder einen
- 10 Viskositäts-Meßwert, nämlich einen eine Viskosität η des Fluids repräsentierenden Meßwert zu generieren.

Für den anderen erwähnten Fall, daß das Meßsystem ferner auch dafür vorgesehen ist, die Meßfluidtemperatur ϑ_{FL1} zu messen, ist die Meß- und Betriebs-Elektronik ME ferner dafür

15 eingerichtet, basierend auf den beiden Temperaturmeßsignalen θ_1 , θ_2 gelegentlich auch einen Meßfluidtemperatur-Meßwert $X_{\Theta,FL}$ zu ermitteln, der nämliche Meßfluidtemperatur ϑ_{FL1} repräsentiert. Der Meßfluidtemperatur-Meßwert $X_{\Theta,FL}$ kann z.B. auf sehr einfache Weise unter Verwendung einer gegenüber einer der vorbezeichneten Berechnungsvorschriften (1), (2) lediglich um einen, beispielsweise fest vorgegebenen, Koeffizienten K_{FL} ergänzte Berechnungsvorschrift.

$$20 \quad X_{\Theta,FL} = \alpha \cdot X_{\theta_1} + \beta \cdot X_{\theta_2} + K_{FL} \quad (8)$$

bzw.

$$X_{\Theta,FL} = \frac{\alpha \cdot X_{\theta_1} + \beta \cdot X_{\theta_2}}{\alpha + \beta} + K_{FL} \quad (9)$$

ermittelt werden, wobei nämlicher Koeffizienten K_{FL} eine Temperatur-Differenz zwischen der gemessenen Wandlervorrichtungstemperatur ϑ_{MW} und der zugleich auftretenden

- 25 Meßfluidtemperatur ϑ_{FL1} , insb. eine sich bei in thermischem Equilibrium befindlicher Wandlervorrichtung stets einstellende stationäre, mithin vorab bestimmbare Temperatur-Differenz, repräsentiert.

- Wie bereits in der eingangs erwähnten US-A 2011/0113896 erörtert, kann bei Wandlervorrichtungen
- 30 mit parallelen Strömungspfaden u.a. auch ein besonderes Risiko darin bestehen, daß eines der nämliche Strömungspfade bildenden Rohre im Laufe des Betriebs teilweise oder ganz verstopft, mithin einen gegenüber einem ursprünglichen Strömungswiderstand veränderten Strömungswiderstand aufweist, während zumindest ein anderes der Rohre weitgehend intakt und

nach wie vor von Fluid durchströmt ist, mithin selbst einen vom vorbezeichneten Strömungswiderstand abweichenden Strömungswiderstand aufweist. Nämliche Veränderung des Strömungswiderstands kann beispielsweise aus einem in einem der Rohre festgeklemmten Feststoffteilchen oder einem sich an der Rohrwandung des jeweiligen Rohrs bildenden Belags resultieren. Gleichwohl kann gemäß der US-A 2011/0113896 bzw. WO-A 2009/134268 eine solche Beeinträchtigung der Funktionstüchtigkeit der Wandlervorrichtung betreffende Diagnose beispielsweise auch anhand von Meßstellentemperaturen durchgeführt werden, die im Betrieb der jeweiligen Wandlervorrichtung bzw. des damit gebildeten Meßsystems an verschiedenen, an den jeweiligen Rohren etablierten Temperaturmeßstellen erfaßt werden. Beispielsweise kann anhand einer überhöhten Abweichung zwischen solchen Meßstellentemperaturen eine allfällige Veränderung des Strömungswiderstands eines der Rohre detektiert werden. Weiterführenden Untersuchungen haben zudem überraschenderweise ergeben, daß auch unter Verwendung der vorbezeichneten Temperatursensoranordnung ein derartige Detektion verläßlich realisiert werden kann. Dementsprechend ist die Meß- und Betriebs-Elektronik ME nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ferner dafür eingerichtet, unter Verwendung sowohl des Temperaturmeßsignals $\theta 1$ als auch des Temperaturmeßsignals $\theta 2$ einen Temperaturabweichungsmeßwert zu generieren, der eine, beispielsweise absolute oder relative, Abweichung zwischen der Meßstellentemperatur $\theta 1$ und der Meßstellentemperatur $\theta 2$ repräsentiert. Darüberhinaus ist die Meß- und Betriebs-Elektronik ME ferner auch dafür eingerichtet, unter Verwendung nämlichen Temperaturabweichungsmeßwerts $X_{\Delta\theta}$ eine Funktionstüchtigkeit der Wandlervorrichtung, beispielsweise nämlich eine Funktionstüchtigkeit des Rohrs 11 und/oder eine Funktionstüchtigkeit des Rohrs 12, zu überwachen bzw. ggf. zu diagnostizieren, daß die Wandlervorrichtung einen gegenüber einem ursprünglichen Strömungswiderstand veränderten Strömungswiderstand aufweist, daß also zumindest eines der Rohre der Wandlervorrichtung einen gegenüber einem ursprünglichen Strömungswiderstand veränderten Strömungswiderstand aufweist und/oder das das Rohr 11 einen Strömungswiderstand aufweist, der von einem Strömungswiderstand des Rohrs 12 abweicht. Beispielsweise kann die Meß- und Betriebs-Elektronik ME auch dafür eingerichtet sein, unter Verwendung des Temperaturabweichungsmeßwerts $X_{\Delta\theta}$ einen Alarm zu generieren, der eine nur noch eingeschränkte Funktionstüchtigkeit der Wandlervorrichtung signalisiert, etwa infolge der vorbezeichneten Änderungen des Strömungswiderstandes.

Nach einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist die Meß- und Betriebs-Elektronik ME ferner dafür eingerichtet, unter Verwendung des Temperaturmeßsignals $\theta 1$, gleichwohl nicht des Temperaturmeßsignals $\theta 2$ bzw. unter Verwendung des Temperaturmeßsignals $\theta 2$, gleichwohl nicht des Temperaturmeßsignals $\theta 1$ einen Hilfstemperaturmeßwert X_{Θ, MW^*} zu generieren, der die Wandlervorrichtungstemperatur zumindest näherungsweise repräsentiert. Dadurch kann beispielsweise auch für den Fall, daß genau einer der beiden Temperatursensoren 71, 72 defekt

und/oder von der Meß- und Betriebs-Elektronik ME getrennt ist, etwa durch Bruch einer der vorbezeichneten Anschlußleitungen, trotzdem ein Meßwert für Wandlervorrichtungstemperatur ermittelt und anstelle des Wandlertemperatur-Meßwerts $X_{\Theta, MW}$ ersatzweise ausgegeben werden.

Darüberhinaus kann die Meß- und Betriebs-Elektronik ME ferner dafür auch eingerichtet sein, unter

5 Verwendung des Temperaturmeßsignals $\theta 1$, gleichwohl nicht des Temperaturmeßsignals $\theta 2$ bzw.

unter Verwendung des Temperaturmeßsignals $\theta 2$, gleichwohl nicht des Temperaturmeßsignals $\theta 1$ einen (weiteren) Hilfstemperaturmeßwert $X_{\Theta, FL*}$ zu generieren, der die

Meßfluidtemperatur zumindest näherungsweise repräsentiert, sowie nämlich

Hilfstemperaturmeßwert $X_{\Theta, FL*}$ ggf. anstelle des Meßfluidtemperatur-Meßwerts $X_{\Theta, FL}$ ersatzweise

10 auszugegeben. Alternativ oder in Ergänzung kann die Meß- und Betriebs-Elektronik ME zudem

dafür eingerichtet sein, den vorbezeichneten Defekt eines der Temperatursensoren 71, 72 bzw. die vorbezeichnete Trennung eines der Temperatursensoren 71, 72 von der Meß- und

Betriebs-Elektronik ME zu detektieren und ggf. zu vermelden, beispielsweise in Form einer Wartungsmeldung.

15

Darüberhinaus kann das Meßsystem, wie bereits erwähnt, ferner auch dafür eingerichtet sein, etwa basierend auf einer Nutzsignalkomponente zumindest eines der Schwingungssignale und/oder basierend auf dem Erregersignal, eine Dichte und/oder eine Viskosität des Mediums zu messen.

Dafür ist die Meß- und Betriebs-Elektronik ME nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung

20 ferner eingerichtet, unter Verwendung zumindest eines der Schwingungssignals $s1$, $s2$

wiederkehrend einen Frequenzmeßwert x_f zu generieren, der eine Frequenz von mechanischen

Schwingungen der Rohre 11, 12 repräsentiert; dies im besonderen in der Weise, daß anhand des

Schwingungssignals eine Nutzfrequenz, nämlich eine von der zu messenden Meßgröße abhängigen Schwingfrequenz der Nutzschwingungen ermittelt wird und der Frequenzmeßwert x_f nämlich

25 Nutzfrequenz repräsentiert. Als Nutzfrequenz kann - wie bereits erwähnt und wie bei vibronischen

Meßsystemen der in Rede stehenden Art durchaus üblich - eine der den Fluid führenden Rohren jeweils innewohnende Resonanzfrequenzen gewählt sein, beispielsweise nämlich eine

Resonanzfrequenz eines Biegeschwingungsgrundmodes der Rohre. Darüberhinaus ist die

Meß- und Betriebs-Elektronik ME nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung dafür

30 eingerichtet, wenigstens einen weiteren Meßwert unter Verwendung zumindest des

Frequenzmeßwerts zu generieren. Nämlicher mittels des Frequenzmeßwerts x_f generierter Meßwert

kann beispielsweise ein die Dichte ρ des Fluids FL1 repräsentierender Dichte-Meßwert x_ρ und/oder

ein die Viskosität η des Fluids FL1 repräsentierender Viskositäts-Meßwert x_η sein. Die Meß- und

Betriebs-Elektronik ME ist nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ferner dafür eingerichtet,

35 auch den wenigstens einen Dichte-Meßwert x_ρ und/oder den wenigsten einen

Viskositäts-Meßwert x_η unter Verwendung sowohl des mittels der Wandlervorrichtung generierten

Temperaturmeßsignals $\theta 1$ als auch zumindest des mittels der Wandlervorrichtung generierten

Temperaturmeßsignals $\theta 2$ zu generieren.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vibronisches Meßsystem zum Messen einer Massendurchflußrate, m , eines, insb. in einer Rohrleitung, strömenden Fluids (FL1), insb. eines Gases, einer Flüssigkeit oder einer Dispersion, welches Meßsystem umfaßt:

5

- eine, insb. mittels eines Mikroprozessors und/oder eines digitalen Signalprozessors gebildete, Meß- und Betriebs-Elektronik (ME);

10

- sowie eine mit nämlicher Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) elektrisch gekoppelte, insb. auch mechanisch verbundene, Wandlervorrichtung,

- wobei die Wandlervorrichtung (MW) aufweist:

15

-- ein ein von einer, insb. metallischen, Wandung umhülltes Lumen (11') aufweisendes, sich von einem einlaßseitigen ersten Ende (11a) bis zu einem auslaßseitigen zweiten Ende (11b) erstreckendes, insb. zumindest abschnittsweise gekrümmtes und/oder zumindest abschnittsweise gerades, erstes Rohr (11), das dafür vorgesehen bzw. eingerichtet ist, zumindest von einem Teilvolumen des Fluids (FL1), ausgehend vom einlaßseitigen ersten Ende in Richtung des auslaßseitigen zweiten Ende, durchströmt und währenddessen vibrieren gelassen zu werden;

20

25

-- ein ein von einer Wandung umhülltes Lumen aufweisendes, sich von einem einlaßseitigen ersten Ende (12a) bis zu einem auslaßseitigen zweiten Ende (12b) erstreckendes - beispielsweise zumindest abschnittsweise gekrümmtes und/oder zumindest abschnittsweise gerades und/oder dem ersten Rohr (11) baugleiches und/oder zum ersten Rohr (11) parallel angeordnetes - zweites Rohr (12), das dafür eingerichtet ist - beispielsweise nämlich simultan zum ersten Rohr (11), von Fluid, ausgehend vom einlaßseitigen ersten Ende (12a) in Richtung des auslaßseitigen zweiten Ende (12b) - durchströmt und währenddessen - beispielsweise nämlich simultan und/oder gegengleich zum ersten Rohr - vibrieren gelassen zu werden;

30

-- einen thermisch leitend mit der Wandung des ersten Rohrs gekoppelten ersten Temperatursensor (71),

--- der weniger weit vom ersten Ende (11a) des ersten Rohrs (11) entfernt positioniert ist als vom zweiten Ende (11b) nämlichen ersten Rohres (11)

- und der dafür vorgesehen bzw. eingerichtet ist, eine erste Meßstellentemperatur (91), nämlich eine Temperatur der Wandung des ersten Rohrs an einer mittels nämlichen Temperatursensors (71) gebildeten einlaßseitigen ersten Temperaturmeßstelle, zu erfassen und in ein erstes Temperaturmeßsignal (01), nämlich ein die erste Meßstellentemperatur (91) repräsentierendes erstes elektrisches Meßsignal, insb. mit einer von nämlicher ersten Meßstellentemperatur abhängigen elektrische Signalspannung und/oder mit einem von nämlicher ersten Meßstellentemperatur abhängigen elektrischen Signalstrom, zu wandeln;
- 5
- einen, insb. gleichermaßen wie der erste Temperatursensor (71) mit der Wandung des ersten Rohrs, thermisch leitend mit der Wandung des zweiten Rohrs (12) gekoppelten, insb. zum ersten Temperatursensor (71) baugleichen, zweiten Temperatursensor (72),
- 10
- der weniger weit vom zweiten Ende (12b) des zweiten Rohrs (12) entfernt positioniert ist als vom ersten Ende (12a) nämlichen zweiten Rohres (12)
- und der dafür vorgesehen bzw. eingerichtet ist, eine zweite Meßstellentemperatur (92), nämlich eine Temperatur der Wandung des zweiten Rohrs (12) an einer mittels nämlichen Temperatursensors (72) gebildeten, von der ersten Temperaturmeßstelle entfernten und/oder auslaßseitigen zweiten Temperaturmeßstelle zu erfassen und in ein zweites Temperaturmeßsignal (02), nämlich ein die zweite Meßstellentemperatur (92) repräsentierendes zweites elektrisches Meßsignal, insb. mit einer von nämlicher zweiten Meßstellentemperatur abhängigen elektrische Signalspannung und/oder mit einem von
- 15
- 20
- nämlicher zweiten Meßstellentemperatur abhängigen elektrischen Signalstrom, zu wandeln;
- wenigstens einen, insb. elektrodynamischen, Schwingungserreger (41) zum Anregen und Aufrechterhalten von mechanischen Schwingungen sowohl des ersten als auch des zweiten Rohrs um eine zugehörige statische Ruhelage, insb. nämlich von Biegeschwingungen jedes der Rohre um eine jeweilige dessen jeweiliges erstes Ende mit dessen jeweiligem zweiten Ende imaginär verbindende gedachte Schwingungsachse;
- 25
- einen, insb. elektrodynamischen, ersten Schwingungssensor (51) zum Erfassen von mechanischen Schwingungen zumindest des ersten Rohres (11),
- 30
- der weniger weit vom ersten Ende (11a) des ersten Rohrs (11) entfernt positioniert ist als vom zweiten Ende (11b) nämlichen ersten Rohres (11)
- und der dafür vorgesehen bzw. eingerichtet ist, Schwingungsbewegungen zumindest des ersten Rohrs an einer mittels nämlichen Schwingungssensors (51) gebildeten, einlaßseitigen ersten Schwingungsmeßstelle zu erfassen und ein zumindest nämliche Schwingungsbewegungen repräsentierendes erstes Schwingungssignal (s1) zu generieren;
- 35

- sowie wenigstens einen, insb. elektrodynamischen und/oder zum ersten Schwingungssensor (51) baugleichen, zweiten Schwingungssensor (52) zum Erfassen von mechanischen Schwingungen zumindest des ersten Rohres (11),
- 5 --- der weniger weit vom zweiten Ende (11b) des ersten Rohrs (11) entfernt positioniert ist als vom ersten Ende (11a) nämlich ersten Rohres (11)
- und der dafür vorgesehen bzw. eingerichtet ist, Schwingungsbewegungen zumindest des ersten Rohrs an einer mittels nämlich Schwingungssensors (52) gebildeten auslaßseitigen zweiten Schwingungsmeßstelle zu erfassen und ein zumindest nämliche Schwingungsbewegungen repräsentierendes zweites Schwingungssignal (s2) zu generieren,
- 10 derart, daß zwischen dem ersten Schwingungssignal (s1) und nämlichem zweiten Schwingungssignal (s2) eine Phasendifferenz ($\Delta\varphi$) existiert, die sowohl von der Massendurchflußrate, m, als auch von einer zwischen einer Temperatur nämlich zweiten Schwingungssensors (52) und einer Temperatur des ersten Schwingungssensors (51) etablierten, insb. zumindest zeitweise mit einer Änderungsgeschwindigkeit von mehr als
- 15 0,05 K/s zeitlich ändernden, Temperaturdifferenz ($\Delta\vartheta$) abhängig ist;
- wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) sowohl mit jedem der ersten und zweiten Schwingungssensoren (51, 52) als auch jedem der ersten und zweiten Temperatursensoren (71, 72) sowie auch mit dem wenigstens einen Schwingungserreger (41)
- 20 elektrisch verbunden ist;
- wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) eingerichtet ist, zum Bewirken mechanischer Schwingungen sowohl des ersten Rohrs (11) als auch des zweiten Rohrs (12) mittels eines elektrischen Erregersignals (e1) elektrische Leistung in den wenigstens Schwingungserreger (41)
- 25 einzuspeisen;
- und wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) eingerichtet ist, unter Verwendung sowohl jedes der ersten und zweiten Schwingungssignale (s1, s2) als auch jedes der ersten und zweiten Temperaturmeßsignale (ϑ_1 , ϑ_2) eine Massendurchfluß-Sequenz (X_m), nämlich eine Folge von
- 30 zeitlich aufeinander folgenden, jeweils die Massendurchflußrate, m, des Fluids momentan repräsentierenden Massendurchfluß-Meßwerten ($x_{m,i}$) zu generieren, derart,
- daß zumindest für eine Referenz-Massendurchflußrate (m_{ref}), nämlich eine vorgegebene, beispielsweise nicht mehr als 1 kg/h betragende und/oder konstant gehaltene,
- 35 Massendurchflußrate eines durch die Wandlervorrichtung strömenden, beispielsweise auch laminar und/oder mit einer Reynolds-Zahl von weniger als 1000 durch das erste und/oder zweite Rohr strömenden und/oder eine spezifische Wärmekapazität ($c_{p,ref}$) von mehr als 1 kJ·kg⁻¹·K⁻¹ und/oder weniger als 4,2 kJ·kg⁻¹·K⁻¹ aufweisenden, Referenz-Fluids, insb. eine Flüssigkeit oder

ein Gas, die Massendurchfluß-Meßwerte ($x_{m,i} \rightarrow x_{m,ref}$) von der Temperaturdifferenz ($\Delta\vartheta$) unabhängig sind, insb. derart,

- daß für zumindest eine von Null verschiedene, gleichwohl konstante Referenz-Massendurchflußrate (m_{ref}) zeitlich aufeinanderfolgend ermittelte Massendurchfluß-Meßwerte ($x_{m,i} \rightarrow x_{m,ref}$) auch bei unterschiedlichen, nämlich mehr als 1 K betragenden und/oder weniger als 10 K betragenden und/oder im zeitlichen Verlauf mit einer Spannweite von mehr als 1 K streuenden und/oder mit einer Änderungsgeschwindigkeit von mehr als 0,05 K/s zeitlich ändernden, Temperaturdifferenzen um nicht mehr als 0,01% nämlicher Referenz-Massendurchflußrate (m_{ref}) voneinander abweichen,
- und/oder daß einen Skalen-Nullpunkt der Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) repräsentierende, nämlich jeweils im Falle einer nicht von Fluid durchströmten Wandlervorrichtung bzw. jeweils für eine Referenz-Massendurchflußrate (m_{ref}) von Null zeitlich aufeinanderfolgend ermittelte Massendurchfluß-Meßwerte ($x_{m,ref} \rightarrow x_{m,ZERO}$) auch bei unterschiedlichen, gleichwohl mehr als 1 K betragenden und/oder weniger als 10 K betragenden und/oder im zeitlichen Verlauf mit einer Spannweite von mehr als 1 K und/oder weniger als 10 K streuenden und/oder mit einer Änderungsgeschwindigkeit von mehr als 0,05 K/s zeitlich ändernden Temperaturdifferenzen weniger als 0,01 kg/h betragen bzw. weniger als 0,01 kg/h voneinander abweichen.

2. Meßsystem nach einem der vorherigen Ansprüche,

- wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) dafür eingerichtet ist, die Massendurchfluß-Meßwerte ($x_{m,i}$) so zu ermitteln, daß ein für die Referenz-Massendurchflußrate (m_{ref}) ermittelter Massendurchfluß-Meßwert ($x_{m,ref}$) eine Bedingung:

$$x_{m,ref} = C_0 \cdot \Delta\varphi + \sum_{j=0}^N K_j \cdot (\Delta\vartheta)^j = C_0 \cdot \Delta\varphi + \sum_{j=0}^N K_j \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_2)^j \quad \text{mit } j = 0, 1, 2, \dots, N, \text{ insb. eine}$$

Bedingung:

$$x_{m,ref} = C_0 \cdot \Delta\varphi + \sum_{j=0}^N K_j \cdot (\Delta\vartheta)^j \quad \text{mit } N \leq 3$$

erfüllt; und/oder

- wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) dafür eingerichtet ist, die Massendurchfluß-Meßwerte ($x_{m,i}$) so zu ermitteln, daß im Falle einer nicht von Fluid durchströmten Wandlervorrichtung bzw. eines nicht von Fluid durchströmten ersten Rohrs zeitlich aufeinanderfolgend ermittelte, insb. jeweils einem eine Massendurchflußrate (m) von Null entsprechenden Skalen-Nullpunkt ($x_{m,ZERO}$) der Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) repräsentierende, Massendurchfluß-Meßwerte ($x_{m,i} \rightarrow x_{m,ZERO}$) eine Bedingung:

$$C_0 \cdot \Delta\varphi + \sum_{j=0}^N K_j \cdot (\Delta\vartheta)^j = C_0 \cdot \Delta\varphi + \sum_{j=0}^N K_j \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_2)^j \leq 0,01 \text{ kg/h mit } j = 0, 1, 2, \dots, N$$

erfüllen; und/oder

- wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) eingerichtet ist, unter Verwendung zumindest eines der Schwingungssignale (s1, s2) als auch zumindest eines der Temperaturmeßsignale (θ_1 , θ_2) einen Dichte-Meßwert (X_ρ) zu generieren, der eine Dichte des Fluids (FL1) repräsentiert; und/oder
 - wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) eingerichtet ist, unter Verwendung zumindest eines der Schwingungssignale (s1, s2) als auch zumindest eines der Temperaturmeßsignale (θ_1 , θ_2) einen Viskositäts-Meßwert (X_η) zu generieren, der eine Viskosität des Fluids (FL1) repräsentiert; und/oder
 - wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) dafür eingerichtet ist, unter Verwendung sowohl des ersten Temperaturmeßsignals (θ_1) als auch des zweiten Temperaturmeßsignals (θ_2) einen Meßfluidtemperatur-Meßwert, nämlich einen eine Temperatur eines durch das erste Rohr strömenden Fluids repräsentierenden Meßwert zu generieren.
3. Meßsystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Referenz-Fluid Wasser, insb. mit einer Fluidtemperatur von nicht weniger als 20°C, ist.
4. Meßsystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Referenz-Fluid ein Öl, insb. mit einer Fluidtemperatur von nicht weniger als 20°C und/oder mit einer Viskosität von mehr als $10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ (Pascalsekunde), ist.
5. Meßsystem nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Referenz-Massendurchflußrate (m_{ref}) in Abhängigkeit von einem Betrag $|D|$ eines in SI-Basiseinheit für Länge (m = Meter) angegebenen Nennweite der Wandlervorrichtung weniger als $|D| \cdot 10000 \text{ kg/h}$ beträgt.
6. Meßsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei das Referenz-Fluid ein Gas, insb. mit einer Fluidtemperatur von nicht weniger als 20°C und/oder Luft, ist.
7. Meßsystem nach dem vorherigen Anspruch, wobei die Referenz-Massendurchflußrate (m_{ref}) in Abhängigkeit von einem Betrag $|D|$ eines in SI-Basiseinheit für Länge (m = Meter) angegebenen Nennweite der Wandlervorrichtung weniger als $|D| \cdot 1000 \text{ kg/h}$ beträgt.
8. Meßsystem nach einem der vorherigen Ansprüche,
- wobei die Temperaturdifferenz ($\Delta\vartheta$) auch bei intakter Wandlervorrichtung bzw. intaktem ersten Rohr etabliert; und/oder

- wobei die Temperaturdifferenz ($\Delta\vartheta$) bei auf einer dem Lumen zugewandten Innenseite von einem unerwünschten Belag befallener Wandung größer ausgebildet ist als bei intaktem ersten Rohr, insb. mit nicht von einem Belag befallener Wandung.

5 9. Meßsystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) dafür eingerichtet ist, unter Verwendung sowohl des ersten Temperaturmeßsignals (θ_1) als auch des zweiten Temperaturmeßsignals (θ_2) eine Temperaturdifferenz-Sequenz ($X_{\Delta\vartheta,i}$), nämlich eine Folge von zeitlich aufeinander folgenden, jeweils die Temperaturdifferenz ($\Delta\vartheta$) repräsentierenden Temperaturdifferenz-Meßwerten ($x_{\Delta\vartheta,i}$) zu generieren.

10

10. Meßsystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) dafür eingerichtet ist, unter Verwendung sowohl des ersten Schwingungssignals (s_1) als auch des zweiten Schwingungssignals (s_2) eine Phasendifferenz-Sequenz ($x_{\Delta\varphi,i}$), nämlich eine Folge von zeitlich aufeinander folgenden, jeweils die Phasendifferenz ($\Delta\varphi$) repräsentierenden Phasendifferenz-Meßwerten ($x_{\Delta\varphi,i}$) zu generieren.

15

11. Meßsystem nach den Ansprüchen 9 und 10, wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) dafür eingerichtet ist, die Massendurchfluß-Sequenz (X_m) unter Verwendung sowohl der Phasendifferenz-Sequenz ($X_{\Delta\varphi,i}$) als auch der Temperaturdifferenz-Sequenz ($X_{\Delta\vartheta,i}$) zu generieren, insb. nämlich basierend auf einer Berechnungsvorschrift:

20

$$x_{m,i} = C_0 \cdot x_{\Delta\varphi,i} + \sum_{j=0}^N K_j \cdot (x_{\Delta\vartheta,i})^j \quad \text{mit } j = 0, 1, 2, \dots$$

12. Meßsystem nach Anspruch 9 oder 11,

- wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) dafür eingerichtet ist, unter Verwendung der Temperaturdifferenz-Sequenz ($X_{\Delta\vartheta,i}$) eine Funktionstüchtigkeit der Wandlervorrichtung, insb. nämlich eine Funktionstüchtigkeit des ersten Rohrs, zu überwachen; und/oder
- wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) dafür eingerichtet ist, unter Verwendung der Temperaturdifferenz-Sequenz ($X_{\Delta\vartheta,i}$) zu Diagnostizieren, daß die Wandlervorrichtung einen gegenüber einem ursprünglichen Strömungswiderstand veränderten Strömungswiderstand aufweist, insb. nämlich, daß das erste Rohre einen gegenüber einem ursprünglichen Strömungswiderstand veränderten Strömungswiderstand aufweist; und/oder
- wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) dafür eingerichtet ist, unter Verwendung der Temperaturdifferenz-Sequenz ($X_{\Delta\vartheta,i}$) einen Alarm zu generieren, der eine nur noch eingeschränkte Funktionstüchtigkeit der Wandlervorrichtung signalisiert, insb. infolge eines gegenüber einem ursprünglichen Strömungswiderstand veränderten Strömungswiderstands des ersten Rohrs.

35

13. Meßsystem gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

- wobei der erste Temperatursensor (71) weniger weit vom ersten Ende (11a) des ersten Rohrs (11) entfernt positioniert ist als der zweite Temperatursensor (72) vom ersten Ende (12a) des ersten Rohres (12); und/oder

5 - wobei der zweite Temperatursensor (72) weniger weit vom zweiten Ende (12b) des zweiten Rohrs (12) entfernt positioniert ist als der erste Temperatursensor (71) vom zweiten Ende (11b) des ersten Rohres (11); und/oder

- wobei der erste Temperatursensor (71) gleichweit vom ersten Ende (11a) des ersten Rohrs (11) entfernt positioniert ist wie der zweite Temperatursensor (72) vom zweiten Ende (12b) des ersten Rohrs (12); und/oder

- wobei der erste Temperatursensor (71) gleichweit vom zweiten Ende (11b) des ersten Rohrs (11) entfernt positioniert ist wie der zweite Temperatursensor (72) vom ersten Ende (12a) des ersten Rohrs (12); und/oder

- wobei der erste Temperatursensor (71) gleichweit von einer Mitte des ersten Rohrs entfernt positioniert ist wie der zweite Temperatursensor (72); und/oder

- wobei der erste Temperatursensor und der zweite Temperatursensor baugleich sind; und/oder

- wobei der erste Temperatursensor in gleicher Weise mechanisch mit der Wandung des ersten Rohrs gekoppelt ist wie der zweite Temperatursensor; und/oder

- wobei die Wandlervorrichtung außer dem ersten Temperatursensor keinen weiteren die Wandung des ersten Rohrs kontaktierenden Temperatursensor aufweist; und/oder

- wobei die Wandlervorrichtung außer dem zweiten Temperatursensor keinen weiteren die Wandung des zweiten Rohrs kontaktierenden Temperatursensor aufweist; und/oder

- wobei der erste Temperatursensor in gleicher Weise thermisch leitend mit der Wandung des ersten Rohrs gekoppelt ist wie der zweite Temperatursensor, insb. derart, daß ein einem von der Wandung des ersten Rohrs zum ersten Temperatursensor und weiter zu einer den ersten Temperatursensor umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand gleich groß ist wie ein einem von der Wandung des ersten Rohrs zum zweiten Temperatursensor und weiter zu einer den zweiten Temperatursensor umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand.

14. Meßsystem gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

- wobei der Schwingungserreger (41) eingerichtet ist, angesteuert vom Erregersignal (e1), mechanische Schwingungen des ersten Rohrs anzuregen bzw. aufrecht zu erhalten; und/oder

- wobei eine mittels des ersten Schwingungssensors (51) und mittels des zweiten

Schwingungssensors (52) gebildete Schwingungssensoranordnung spiegelsymmetrisch bezüglich wenigstens einer die Wandlervorrichtung imaginär schneidenden, insb. nämlich zu einer Trägheitshauptachse des ersten Rohrs parallelen, gedachten Symmetrieachse ist; und/oder

- wobei der erste Temperatursensor (71) gleichweit vom ersten Schwingungssensor (51) entfernt positioniert ist wie der zweite Temperatursensor (72) vom zweiten Schwingungssensor (52); und/oder
 - wobei der erste Schwingungssensor in gleicher Weise thermisch leitend mit der Wandung des ersten Rohrs und/oder der der Wandung des zweiten Rohrs gekoppelt ist wie der zweite Schwingungssensor, insb. derart, daß ein einem von der Wandung des ersten Rohrs zum ersten Schwingungssensor und weiter zu einer den ersten Schwingungssensor umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand gleich groß ist wie ein einem von der Wandung des ersten Rohrs zum zweiten Schwingungssensor und weiter zu einer den zweiten Schwingungssensor umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand und/oder daß ein einem von der Wandung des zweiten Rohrs zum ersten Schwingungssensor und weiter zu einer den ersten Schwingungssensor umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand gleich groß ist wie ein einem von der Wandung des zweiten Rohrs zum zweiten Schwingungssensor und weiter zu einer den zweiten Schwingungssensor umgebenden Atmosphäre fließenden Wärmestrom entgegenwirkender Wärmewiderstand.
15. Meßsystem gemäß einem der vorherigen Ansprüche,
- wobei das erste Rohr spiegelsymmetrisch bezüglich wenigstens einer das Rohr imaginär schneidenden, insb. nämlich mit einer Trägheitshauptachse nämlichen Rohrs koinzidierenden, gedachten Symmetrieachse ist; und/oder
 - wobei eine mittels des ersten Temperatursensors (71) und mittels des zweiten Temperatursensors (72) gebildete Temperatursensoranordnung der Wandlervorrichtung achsensymmetrisch bezüglich wenigstens einer die Wandlervorrichtung imaginär schneidenden, insb. nämlich zu einer Trägheitshauptachse des ersten Rohrs, gedachten Symmetrieachse ist; und/oder
 - wobei das erste Rohr (11), insb. V-förmig oder U-förmig, gekrümmt ist; und/oder
 - wobei das erste Rohr (11) zumindest abschnittsweise, insb. überwiegend, gerade, insb. kreiszylindrisch, ist; und/oder
 - wobei das erste Rohr (11) zumindest abschnittsweise, insb. kreisbogenförmig, gekrümmt ist; und/oder
 - wobei die Wandung des ersten Rohrs zumindest anteilig, insb. überwiegend oder gänzlich, aus einem Material, insb. einem Metall oder einer Legierung, besteht, von dem eine spezifische Wärmeleitfähigkeit, λ_{10} , größer als $10 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$, ist und von dem eine spezifische Wärmekapazität, cp_1 , kleiner als $1000 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$ ist; und/oder
 - wobei die Wandung des ersten Rohrs (11) aus Metall, insb. einer Eisen, Aluminium, Chrom, Titan, Zirkonium, Tantal und/oder Nickel enthaltenden Legierung, besteht; und/oder
 - wobei die Wandung des ersten Rohrs (11) aus rostfreiem Stahl besteht; und/oder

- wobei eine abgewickelte Rohrlänge, L_{11} , des ersten Rohrs (11) mehr als 300 mm beträgt; und/oder
- wobei das, insb. flüssige oder gasförmige, Referenz-Fluid eine spezifische Wärmekapazität ($c_{p,ref}$) von mehr als $1 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ und/oder weniger als $4,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ aufweist; und/oder
- 5 - wobei das erste Rohr (11) ein Kaliber (D_{11}) aufweist, das mehr als 0,1 mm (Millimeter), insb. mehr als 1 mm, beträgt.

16. Meßsystem gemäß einem der vorherigen Ansprüche, weiters umfassend: ein ein von einer, insb. metallischen, Wandung umhülltes Lumen (12') aufweisendes, sich von einem einlaßseitigen ersten Ende (12a) bis zu einem auslaßseitigen zweiten Ende (12b) erstreckendes, insb. zumindest abschnittsweise gekrümmtes und/oder zumindest abschnittsweise gerades und/oder dem ersten Rohr (11) baugleiches und/oder zum ersten Rohr (11) parallel angeordnetes, zweites Rohr (12), das dafür eingerichtet ist, insb. simultan zum ersten Rohr, von einem Fluid, ausgehend vom einlaßseitigen ersten Ende in Richtung des auslaßseitigen zweiten Ende, durchströmt und
10 währenddessen, insb. simultan und/oder gegengleich zum ersten Rohr, vibrieren gelassen zu werden.

17. Meßsystem gemäß dem vorherigen Anspruch, weiters umfassend: einen einlaßseitigen ersten Strömungsteiler (20_1) sowie einen auslaßseitigen zweiten Strömungsteiler (20_2), wobei das erste und das zweite Rohr (11, 12) unter Bildung strömungstechnisch parallel geschalteter Strömungspfade an die, insb. baugleichen, Strömungsteiler (20_1 , 20_2) angeschlossen sind, derart, daß das erste Rohr (11) mit dessen ersten Ende (11a) in eine erste Strömungsöffnung (20_{1A}) des ersten Strömungsteilers (20_1) und mit dessen zweiten Ende (11b) in eine erste Strömungsöffnung (20_{2A}) des zweiten Strömungsteilers (20_2) mündet, und daß das zweite Rohr (12) mit dessen ersten Ende (12a) in eine zweite Strömungsöffnung (20_{1B}) des ersten Strömungsteilers (20_1) und mit dessen zweiten Ende (12b) in eine zweite Strömungsöffnung (20_{2B}) des zweiten Strömungsteilers (20_2) mündet.
20
25

18. Meßsystem gemäß einem der vorherigen Ansprüche, weiters umfassend: ein eine von einer, insb. metallischen, Wandung umhüllte Kavität aufweisendes Wandler-Gehäuse (100),
30 - wobei zumindest das erste Rohr innerhalb der Kavität des Wandler-Gehäuses angeordnet ist, derart, daß zwischen einer der Kavität zugewandte Innenfläche ($100+$) der Wandung des Wandler-Gehäuses und einer der Kavität zugewandten Mantelfläche (11#) der Wandung des ersten Rohrs ein Zwischenraum ($100'$) gebildet ist,
35 - und wobei das Wandler-Gehäuse und das erste Rohr dafür eingerichtet sind, im Zwischenraum ($100'$) ein, insb. eine spezifische Wärmeleitfähigkeit von weniger als $1 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ aufweisendes, Fluid (FL2), insb. Luft oder ein inertes Gas, unter Bildung eines das erste Rohr umhüllenden Fluidvolumens zu halten, derart, daß die dem Zwischenraum zugewandte Mantelfläche (11#) der Wandung des ersten Rohrs (11) unter Bildung einer ersten

Grenzfläche (II11) erster Art, nämlich einer Grenzfläche zwischen einer fluiden und einer festen Phase, kontaktiert ist.

19. Meßsystem gemäß den Ansprüchen 17 und 18, wobei sowohl der erste Strömungsteiler (20_1) als auch der zweite Strömungsteiler (20_2) jeweils integraler Bestandteil des Wandler-Gehäuses sind, insb. derart, daß mittels des ersten Strömungsteiler (20_1) ein erstes Ende des Wandler-Gehäuses und mittels des zweiten Strömungsteiler (20_2) ein vom ersten Ende des Wandler-Gehäuses entferntes zweites Ende des Wandler-Gehäuses gebildet sind.
20. Meßsystem gemäß einem der vorherigen Ansprüche, weiters umfassend:
- einen, insb. dem Anschluß der Wandlervorrichtung an ein das Fluid (FL1) zuführendes Leitungssegment einer Prozeßleitung dienlichen, einlaßseitigen ersten Anschlußflansch (13)
 - sowie einen, insb. dem Anschluß der Wandlervorrichtung an ein das Fluid (FL1) wieder abführendes Leitungssegment einer Prozeßleitung dienlichen, auslaßseitigen zweiten Anschlußflansch (14).
21. Meßsystem gemäß dem vorherigen Anspruch,
- wobei jeder der Anschlußflansche (13, 14) jeweils eine Dichtfläche zum fluiddichten bzw. leakagefreien Verbinden der Wandlervorrichtung mit einem jeweils korrespondierenden Leitungssegment einer Prozeßleitung aufweist,
 - und wobei ein kleinster Abstand zwischen nämlichen Dichtflächen eine, insb. mehr als 250 mm betragende und/oder weniger als 3000 mm betragende, Einbaulänge, L_{MW} , der Wandlervorrichtung definiert.
22. Meßsystem gemäß dem vorherigen Anspruch, wobei ein Rohrlänge-zu-Einbaulänge-Verhältnis, L_{11}/L_{MW} , der Wandlervorrichtung, definiert durch ein Verhältnis einer abgewinkelte Rohrlänge, L_{11} , des ersten Rohrs (11) zur Einbaulänge, L_{11} , der Wandlervorrichtung, mehr als 1.2 - insb. mehr als 1,4 - beträgt.
23. Meßsystem gemäß einem der vorherigen Ansprüche,
- wobei der erste Temperatursensor (71) mittels eines, insb. einen Platin-Meßwiderstand, einen Thermistor oder ein Thermoelement aufweisenden, ersten Temperaturfühlers (711) sowie mittels eines nämlichen ersten Temperaturfühler (711) thermisch leitend mit der Wandung des ersten Rohrs koppelnden ersten Kopplungskörpers (712) gebildet ist,
 - und wobei der zweite Temperatursensor (72) mittels eines, insb. einen Platin-Meßwiderstand, einen Thermistor oder ein Thermoelement aufweisenden, zweiten Temperaturfühlers (721) sowie mittels eines nämlichen zweiten Temperaturfühler (721) thermisch leitend mit der Wandung des zweiten Rohrs koppelnden zweiten Kopplungskörpers (722) gebildet ist.

24. Meßsystem gemäß dem vorherigen Anspruch,

- wobei der erste Temperaturfühler (711) und der zweite Temperaturfühler (712) baugleich sind;
und/oder
- wobei der erste Kopplungskörper (712) und der zweite Kopplungskörper (722) baugleich sind;
5 und/oder
- wobei der erste Kopplungskörper, insb. gänzlich, mittels eines zwischen der Wandung des ersten Rohrs und dem ersten Temperaturfühler platzierten, insb. sowohl die Mantelfläche (11#) der Wandung als auch den ersten Temperaturfühler kontaktierenden und/oder mit Metalloxid-Partikeln versetzten, Kunststoffs, insb. einem Epoxidharz oder einem Silikon, gebildet ist,
- 10 - und wobei der zweite Kopplungskörper, insb. gänzlich, mittels eines zwischen der Wandung des zweiten Rohrs und dem zweiten Temperaturfühler platzierten, insb. sowohl die Mantelfläche (12#) der Wandung als auch den zweiten Temperaturfühler kontaktierenden und/oder mit Metalloxid-Partikeln versetzten, Kunststoffs, insb. einem Epoxidharz oder einem Silikon, gebildet ist; und/oder
- 15 - wobei der erste Temperatursensor, insb. mittels eines Wärmeleitklebers, unter Bildung des ersten Kopplungskörpers stoffschlüssig, insb. adhäsiv, mit der Mantelfläche (11#) der Wandung des ersten Rohrs verbunden ist,
- und wobei der zweite Temperatursensor, insb. mittels eines Wärmeleitklebers, unter Bildung des zweiten Kopplungskörpers stoffschlüssig, insb. adhäsiv, mit der Mantelfläche (11#) der Wandung
20 des ersten Rohrs verbunden ist.

25. Meßsystem gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

- wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) einen Multiplexer mit wenigstens zwei Signaleingängen sowie wenigstens einem Signalausgang aufweist, welcher Multiplexer (MUX)
25 dafür eingerichtet ist, wahlweise, insb. zyklisch, einen von dessen Signaleingängen auf den Signalausgang durchzuschalten, derart, daß ein am jeweils durchgeschalteten Signaleingang anliegendes Signal an den Signalausgang weitergeführt ist;
- und wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) einen, insb. eine nominelle Auflösung von mehr als 16 Bit aufweisenden und/oder mit einer mehr als 1000 s⁻¹ betragenden Abtastrate getakteten,
30 Analog-zu-Digital-Wandler (ADC) mit wenigstens einem Signaleingang und wenigstens einem Signalausgang aufweist, welcher Analog-zu-Digital-Wandler dafür eingerichtet ist, ein an nämlichem Signaleingang anliegendes analoges Eingangssignal mit einer, insb. mehr als 1000 s⁻¹ betragenden, Abtastrate, f_A, und mit einer, insb. mehr als 16 Bit betragenden, digitalen Auflösung, N, in ein nämliches Eingangssignal repräsentierendes digitales Ausgangssignal
35 umzusetzen und am Signalausgang bereitzustellen.

26. Meßsystem gemäß dem vorherigen Anspruch,

- wobei der wenigstens eine Signalausgang des Multiplexers und der wenigstens eine Signaleingang des Analog-zu-Digital-Wandlers miteinander elektrisch gekoppelt sind;
- und wobei der erste Temperatursensor (71) und der zweite Temperatursensor (72) jeweils mit dem Multiplexer (MUX) elektrisch verbundenen sind, derart, daß das erste Temperaturmeßsignal (θ_1) an einem ersten Signaleingang des Multiplexers (MUX) und daß das zweite Temperaturmeßsignal (θ_2) an einem zweiten Signaleingang des Multiplexers (MUX) anliegen.

27. Meßsystem gemäß dem vorherigen Anspruch, wobei das Ausgangssignal des Analog-zu-Digital-Wandlers (ADC) zeitweise genau eines der beiden Temperaturmeßsignale (θ_1 , θ_2) repräsentiert.

28. Meßsystem gemäß dem vorherigen Anspruch, wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) dafür eingerichtet ist, den Massendurchfluß-Meßwert unter Verwendung des eines der beiden Temperaturmeßsignale (θ_1 , θ_2) repräsentierenden Ausgangssignals des Analog-zu-Digital-Wandlers (ADC) zu generieren.

29. Meßsystem gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) dafür eingerichtet ist, unter Verwendung sowohl des ersten Temperaturmeßsignals (θ_1) als auch des zweiten Temperaturmeßsignals (θ_2) einen Wandlertemperatur-Meßwert zu generieren, der eine Wandlervorrichtungstemperatur repräsentiert, die sowohl von der ersten Meßstellentemperatur (ϑ_1) als auch von der zweiten Meßstellentemperatur (ϑ_2) abweicht, derart, daß ein Betrag nämlich den Wandlertemperatur-Meßwert einem arithmetischen Mittelwert der ersten und zweiten Meßstellentemperaturen (ϑ_1 , ϑ_2) und/oder einem gewichteten Mittel der ersten und zweiten Meßstellentemperaturen (ϑ_1 , ϑ_2) entspricht und/oder eine mittlere Rohrwandtemperatur ($\overline{\vartheta}_{11}$) des ersten Rohrs (11) repräsentiert.

30. Meßsystem gemäß einem dem vorherigen Anspruch,

- wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) dafür eingerichtet ist, unter Verwendung des ersten Temperaturmeßsignals (θ_1), gleichwohl nicht des zweiten Temperaturmeßsignals (θ_2) einen Hilfstemperaturmeßwert zu generieren, der die Wandlervorrichtungstemperatur zumindest näherungsweise repräsentiert; und/oder

- wobei die Meß- und Betriebs-Elektronik (ME) dafür eingerichtet ist, unter Verwendung des zweiten Temperaturmeßsignals (θ_2), gleichwohl nicht des ersten Temperaturmeßsignals (θ_1) einen Hilfstemperaturmeßwert zu generieren, der die Wandlervorrichtungstemperatur zumindest näherungsweise repräsentiert.

5

31. Verwenden eines Meßsystems gemäß einem der vorherigen Ansprüche zum Messen einer wenigstens einer physikalischen Meßgröße, insb. einer Dichte und/oder einer Viskosität und/oder einer Massendurchflußrate und/oder einer Volumendurchflußrate, eines, insb. in einer Rohrleitung, strömenden Fluids, insb. eines Gases, einer Flüssigkeit oder einer fließfähigen Dispersion.

10

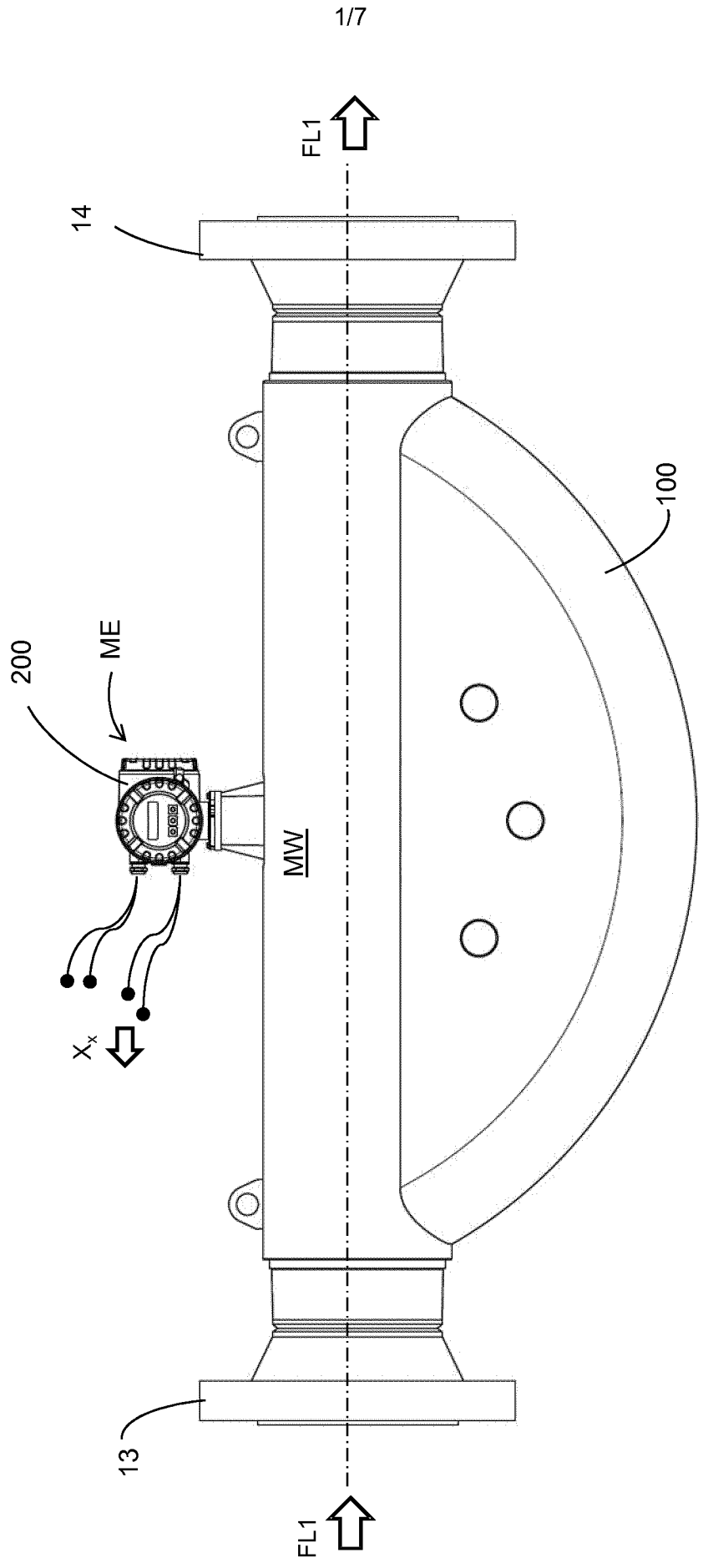


Fig. 1

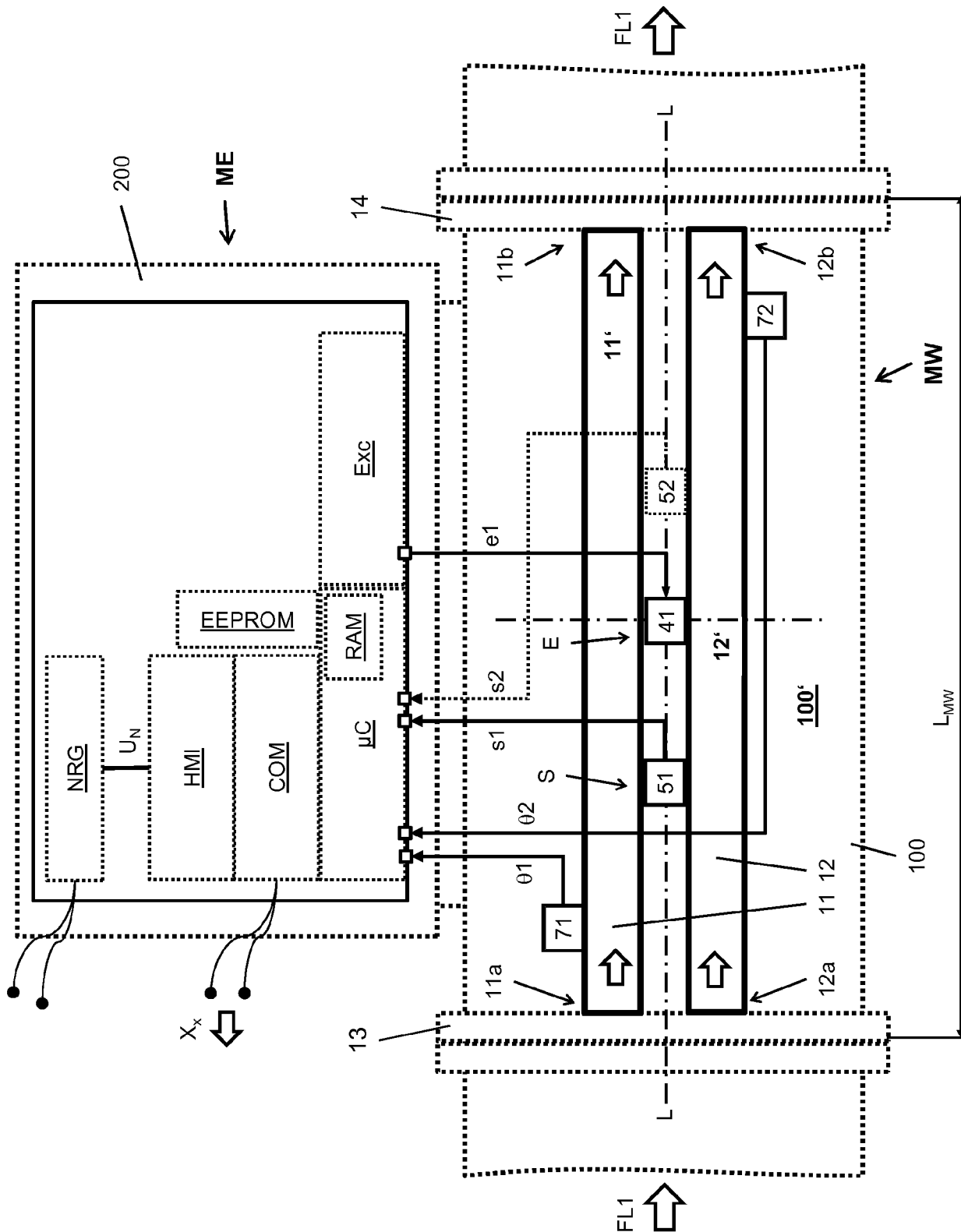


Fig. 2

3/7

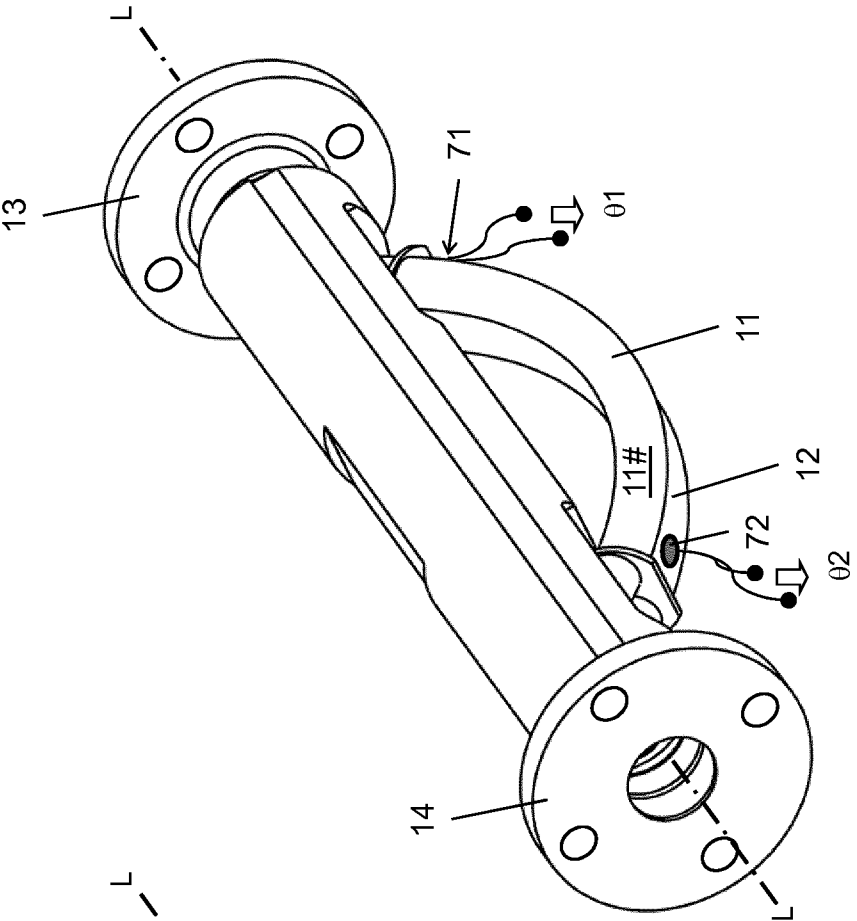


Fig. 3a

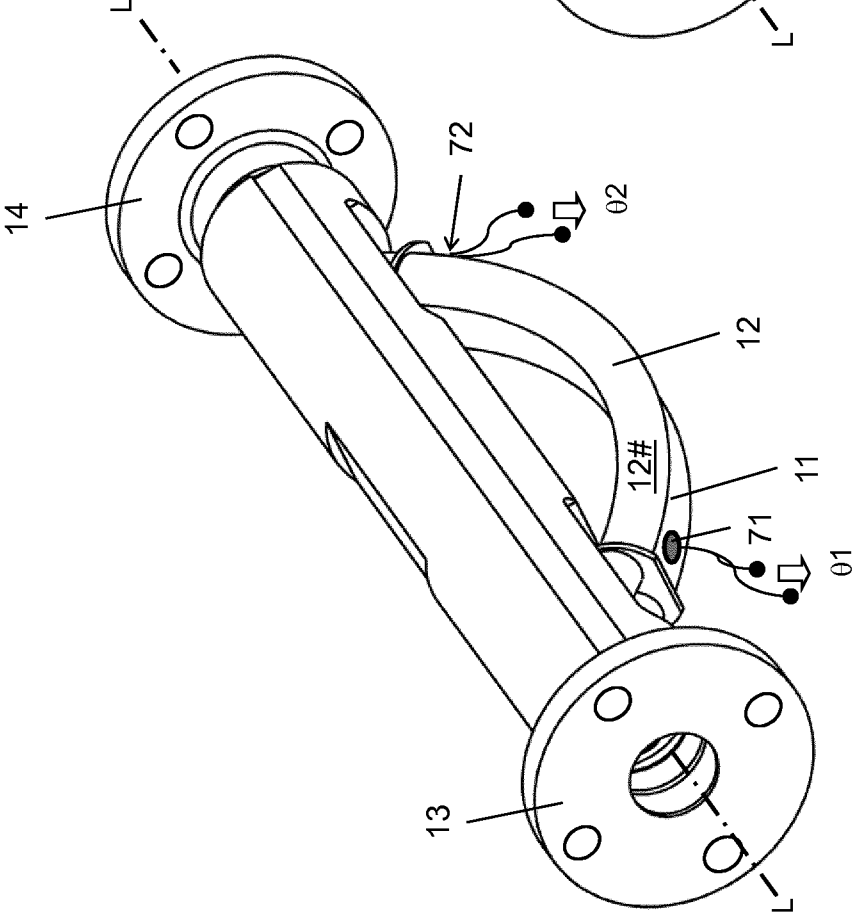


Fig. 3b

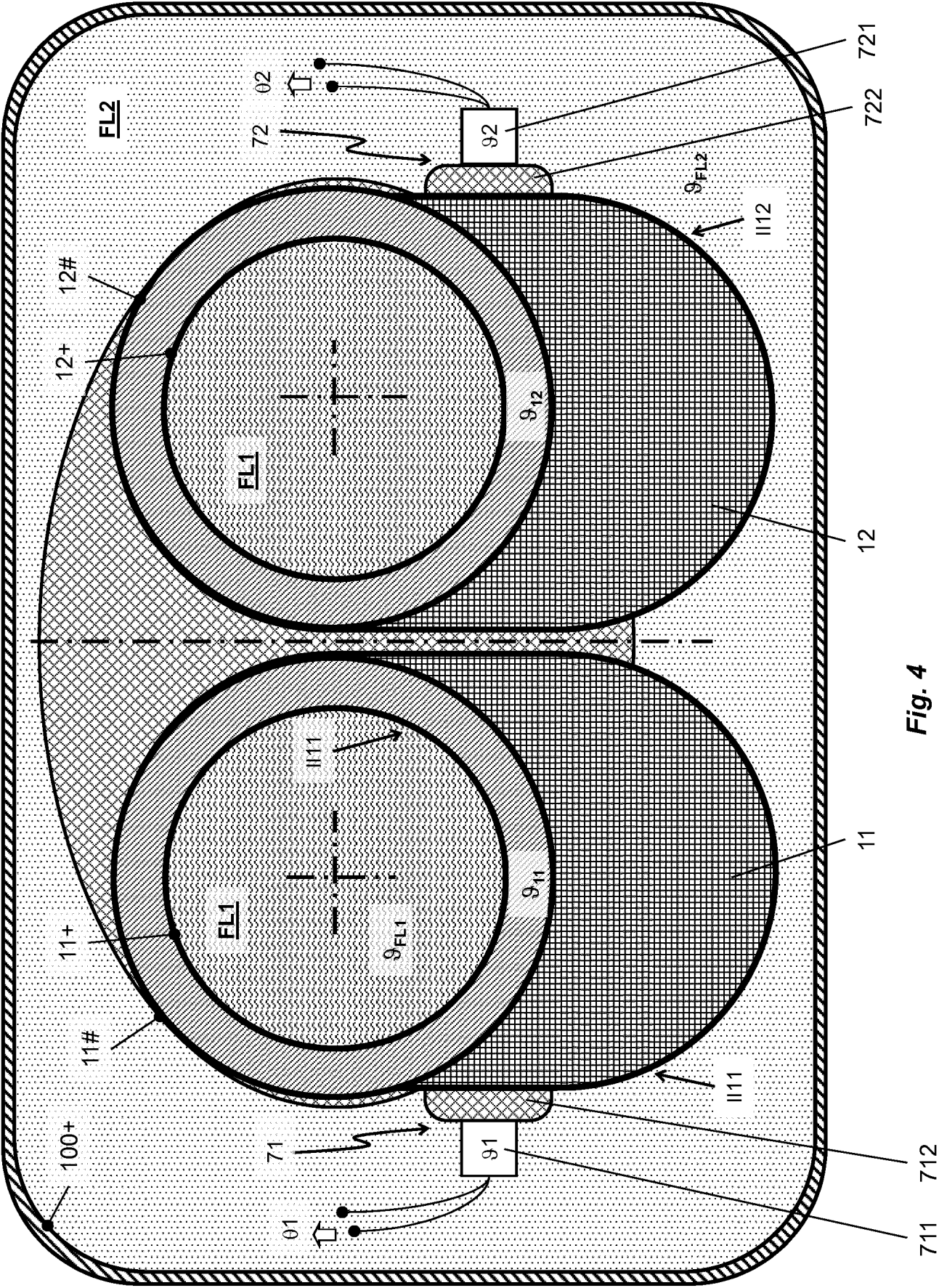


Fig. 4

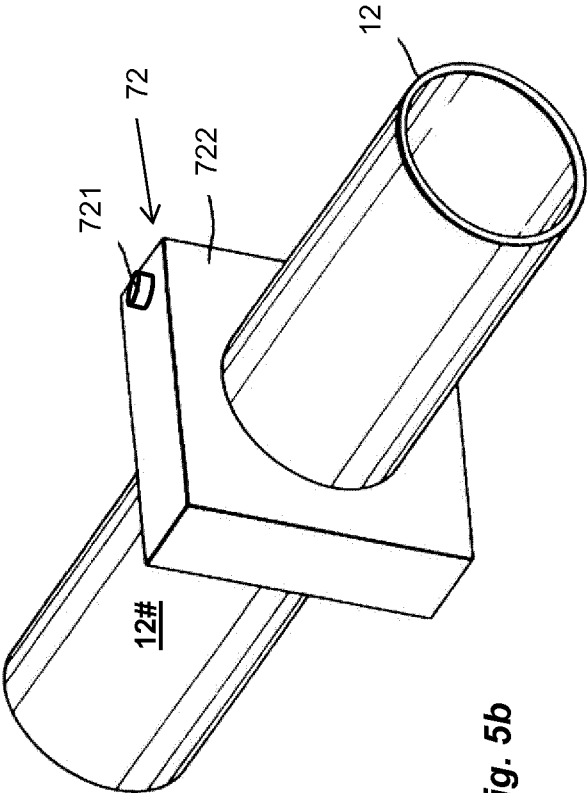


Fig. 5b

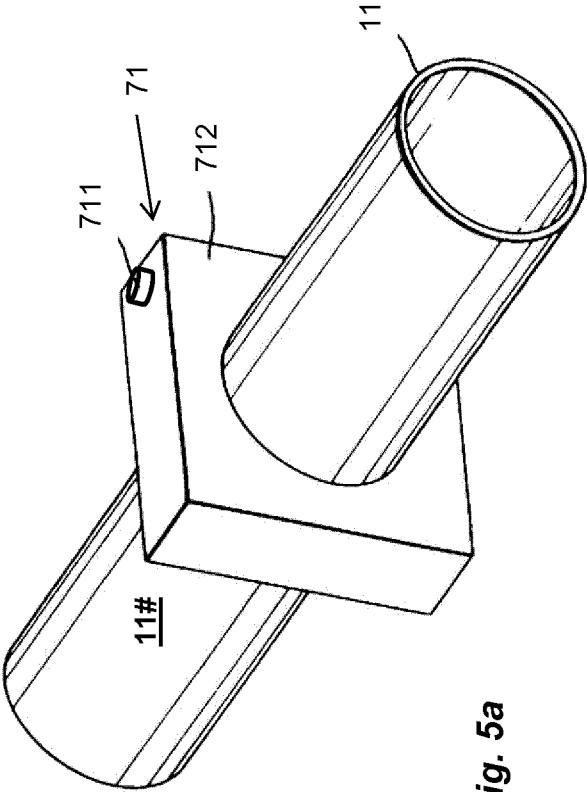


Fig. 5a

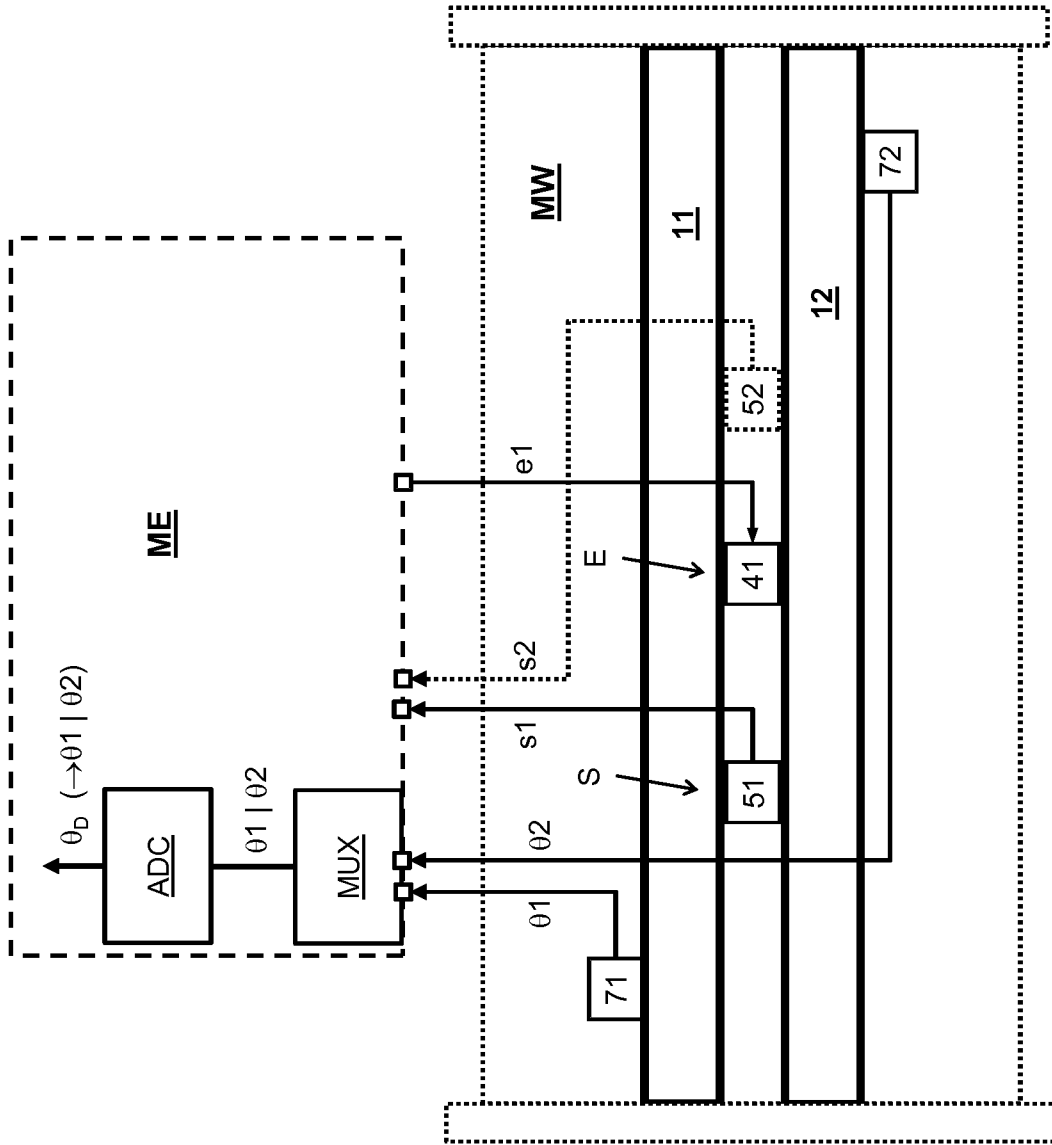


Fig. 6

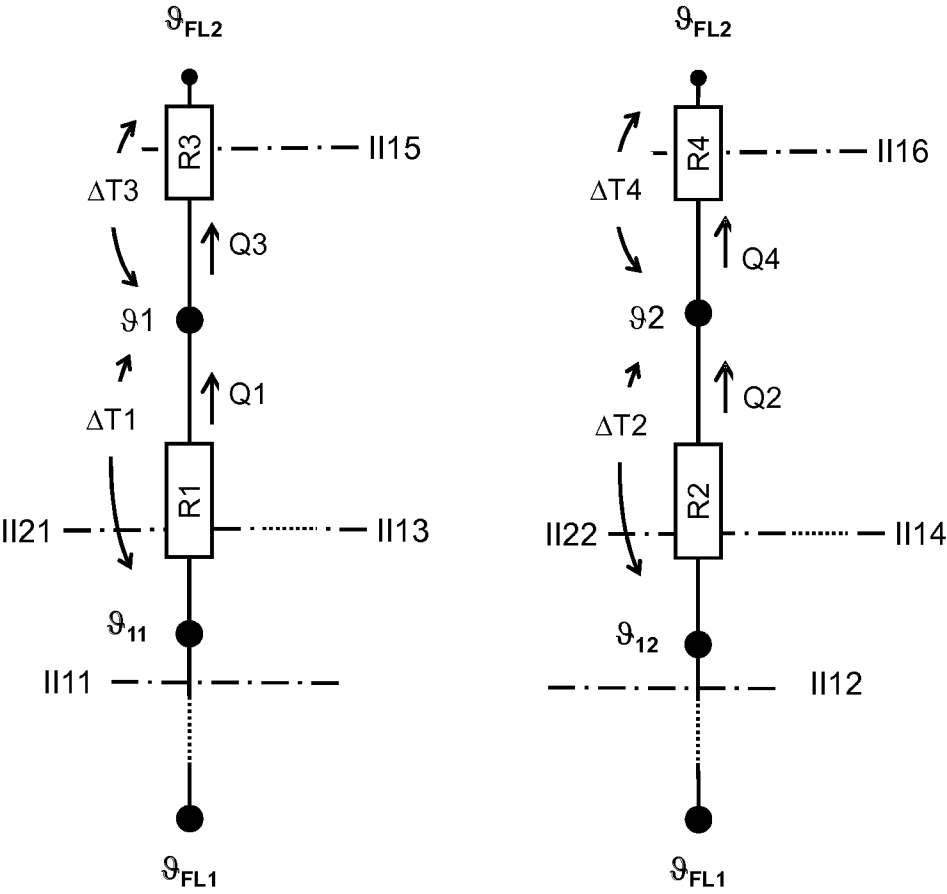


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/080093

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01F1/84 G01F15/02 G01F25/00 G01F1/74
ADD.

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	DE 10 2011 080415 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 7 February 2013 (2013-02-07) abstract pages 6-7, paragraph [0026] page 8, paragraph [0032] - page 10, paragraph [0047] figures 1, 2, 3A, 3B	1-31
X	DE 10 2009 046839 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 19 May 2011 (2011-05-19) abstract page 7, paragraph [0026] - page 8, paragraph [0029] page 12, paragraph [0038] - page 14, paragraph [0042] figures 1-3 ----- -/-	1,31



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

22 March 2018

Date of mailing of the international search report

04/04/2018

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Baytekin, Hüseyin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/080093

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2014 103427 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 17 September 2015 (2015-09-17) abstract page 13, paragraph [0061] - page 15, paragraph [0066] figures 1, 2 -----	1-31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/080093

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011080415 A1	07-02-2013	DE 102011080415 A1	07-02-2013
		EP 2739944 A1	11-06-2014
		US 2013031973 A1	07-02-2013
		WO 2013017405 A1	07-02-2013

DE 102009046839 A1	19-05-2011	CN 102667420 A	12-09-2012
		DE 102009046839 A1	19-05-2011
		EP 2502032 A1	26-09-2012
		RU 2012125049 A	27-12-2013
		US 2011113896 A1	19-05-2011
		WO 2011061009 A1	26-05-2011

DE 102014103427 A1	17-09-2015	CN 106104223 A	09-11-2016
		DE 102014103427 A1	17-09-2015
		EP 3117189 A1	18-01-2017
		US 2017074701 A1	16-03-2017
		WO 2015135738 A1	17-09-2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01F1/84 G01F15/02 G01F25/00 G01F1/74 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	DE 10 2011 080415 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 7. Februar 2013 (2013-02-07) Zusammenfassung Seiten 6-7, Absatz [0026] Seite 8, Absatz [0032] - Seite 10, Absatz [0047] Abbildungen 1, 2, 3A, 3B -----	1-31
X	DE 10 2009 046839 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 19. Mai 2011 (2011-05-19) Zusammenfassung Seite 7, Absatz [0026] - Seite 8, Absatz [0029] Seite 12, Absatz [0038] - Seite 14, Absatz [0042] Abbildungen 1-3 ----- -/--	1,31
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
22. März 2018		04/04/2018
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 Baytekin, Hüseyin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2014 103427 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 17. September 2015 (2015-09-17) Zusammenfassung Seite 13, Absatz [0061] - Seite 15, Absatz [0066] Abbildungen 1, 2 -----	1-31

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/080093

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011080415 A1	07-02-2013	DE 102011080415 A1	07-02-2013
		EP 2739944 A1	11-06-2014
		US 2013031973 A1	07-02-2013
		WO 2013017405 A1	07-02-2013

DE 102009046839 A1	19-05-2011	CN 102667420 A	12-09-2012
		DE 102009046839 A1	19-05-2011
		EP 2502032 A1	26-09-2012
		RU 2012125049 A	27-12-2013
		US 2011113896 A1	19-05-2011
		WO 2011061009 A1	26-05-2011

DE 102014103427 A1	17-09-2015	CN 106104223 A	09-11-2016
		DE 102014103427 A1	17-09-2015
		EP 3117189 A1	18-01-2017
		US 2017074701 A1	16-03-2017
		WO 2015135738 A1	17-09-2015
