(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 98 309 694 T1** 2004.09.30

(12) # Veröffentlichung der Patentansprüche

der europäischen Patentanmeldung mit der
(97) Veröffentlichungsnummer: **0 919 793**
in deutscher Übersetzung (Art. II § 2 Abs. 1 IntPatÜG)
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 309 694.2**
(96) Europäischer Anmeldetag: **26.11.1998**
(97) Veröffentlichungstag
der europäischen Anmeldung: **02.06.1999**
(46) Veröffentlichungstag der Patentansprüche
in deutscher Übersetzung: **30.09.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G01F 1/84**

(30) Unionspriorität:

66554 P	**26.11.1997**	**US**
111739	**08.07.1998**	**US**

(71) Anmelder:
The Foxboro Co., Foxboro, Mass., US

(72) Erfinder:
Henry, P Manus, Oxford OX3 OJL, GB; Clarke, W David, Oxford OX3 8SX, GB; Vignos, H James, Massachusetts 02194, US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Coriolisdurchflussmesser mit digitalem Regelsystem**

(57) Hauptanspruch: Digitaler Durchflußmesser, mit:
einer schwingungsfähigen Leitung,
einer Antriebseinrichtung, die mit der Leitung verbunden ist und betreibbar ist, um die Leitung in Bewegung zu versetzen,
einem Sensor, der mit der Leitung verbunden ist und betreibbar ist, um die Bewegung der Leitung zu erfassen, und
einem Steuer- und Meßsystem, das zwischen die Antriebseinrichtung und den Sensor geschaltet ist, wobei das Steuer- und Meßsystem eine Schaltungsanordnung aufweist, um:
ein Sensorsignal von dem Sensor zu empfangen,
ein Antriebssignal auf der Grundlage des Sensorsignals unter Verwendung digitaler Signalverarbeitung zu erzeugen,
das Antriebssignal der Antriebseinrichtung zuzuführen und
eine Messung einer Eigenschaft von durch die Leitung fließendem Material auf der Grundlage des Signals von dem Sensor zu erzeugen.

Patentansprüche

1. Digitaler Durchflußmesser, mit:
einer schwingungsfähigen Leitung,
einer Antriebseinrichtung, die mit der Leitung verbunden ist und betreibbar ist, um die Leitung in Bewegung zu versetzen,
einem Sensor, der mit der Leitung verbunden ist und betreibbar ist, um die Bewegung der Leitung zu erfassen, und
einem Steuer- und Meßsystem, das zwischen die Antriebseinrichtung und den Sensor geschaltet ist, wobei das Steuer- und Meßsystem eine Schaltungsanordnung aufweist, um:
ein Sensorsignal von dem Sensor zu empfangen,
ein Antriebssignal auf der Grundlage des Sensorsignals unter Verwendung digitaler Signalverarbeitung zu erzeugen,
das Antriebssignal der Antriebseinrichtung zuzuführen und
eine Messung einer Eigenschaft von durch die Leitung fließendem Material auf der Grundlage des Signals von dem Sensor zu erzeugen.

2. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, der des weiteren einen zweiten Sensor aufweist, der mit der Leitung verbunden ist und betreibbar ist, um die Bewegung der Leitung zu erfassen, wobei das Steuer- und Meßsystem mit dem zweiten Sensor verbunden ist, um:
ein zweites Sensorsignal von dem zweiten Sensor zu empfangen,
das Antriebssignal auf der Grundlage des ersten und des zweiten Sensorsignals unter Verwendung digitaler Signalverarbeitung zu erzeugen und
die Messung der Eigenschaft von durch die Leitung fließendem Material auf der Grundlage des ersten und des zweiten Sensorsignals zu erzeugen.

3. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 2, der des weiteren eine zweite Antriebseinrichtung aufweist, wobei das Steuer- und Meßsystem verschiedene Antriebssignale für die beiden Antriebseinrichtungen erzeugt.

4. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 3, wobei das Steuer- und Meßsystem Antriebssignale mit verschiedenen Frequenzen erzeugt.

5. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 4, wobei das Steuer- und Meßsystem Antriebssignale mit verschiedenen Amplituden erzeugt.

6. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, der des weiteren eine Schaltungsanordnung zum Messen des der Antriebseinrichtung zugeführten Stroms aufweist.

7. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 6, wobei die Schaltungsanordnung einen in Reihe mit der Antriebseinrichtung geschalteten Widerstand und einen parallel zum Widerstand geschalteten Analog-Digital-Wandler aufweist, um eine Spannung am Widerstand zu messen, die gemessene Spannung in einen Digitalwert umzuwandeln und den Digitalwert dem Steuer- und Meßsystem zuzuführen.

8. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, der des weiteren einen ersten Drucksensor, der geschaltet ist, um einen ersten Druck am Einlaß der Leitung zu messen, und einen zweiten Drucksensor, der geschaltet ist, um einen zweiten Druck am Auslaß der Leitung zu messen, aufweist.

9. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 8, der des weiteren Analog-Digital-Wandler aufweist, die geschaltet sind, um von dem ersten Drucksensor und dem zweiten Drucksensor erzeugte Signale in Digitalwerte umzuwandeln und um die Digitalwerte dem Steuer- und Meßsystem zuzuführen.

10. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 8, der des weiteren einen ersten Temperatursensor, der geschaltet ist, um eine erste Temperatur an einem Einlaß der Leitung zu messen, und einen zweiten Temperatursensor, der geschaltet ist, um eine zweite Temperatur an einem Auslaß der Leitung zu messen, aufweist.

11. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 2, wobei das Steuer- und Meßsystem die Messung der Eigenschaft erzeugt, indem es:
eine Frequenz des ersten Sensorsignals schätzt,
eine Phasendifferenz unter Verwendung des ersten Sensorsignals berechnet und
die Messung unter Verwendung der berechneten Phasendifferenz erzeugt.

12. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 11, wobei das Steuer- und Meßsystem Amplitudendifferenzen in den Sensorsignalen durch Einstellen der Amplitude von einem der Sensorsignale kompensiert.

13. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 12, wobei das Steuer- und Meßsystem Amplitudendifferenzen in den Sensorsignalen durch Multiplizieren der Amplitude von einem der Sensorsignale mit einem Verhältnis zwischen der Amplitude des anderen Sensorsignals und der Amplitude des einen Sensorsignals kompensiert.

14. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Sensorsignal im wesentlichen periodisch ist und das Steuer- und Meßsystem das Sensorsignal in Sätzen verarbeitet, wobei jeder Satz Daten für einen vollständigen Zyklus des periodischen Sensorsignals enthält.

15. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch

14, wobei aufeinanderfolgende Sätze Daten für überlappende Zyklen des periodischen Sensorsignals enthalten.

16. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 14, wobei das Steuer- und Meßsystem einen Endpunkt eines Zyklus unter Verwendung einer Frequenz eines vorhergehenden Zyklus schätzt.

17. 7. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 14, wobei das Steuer- und Meßsystem Daten für einen Zyklus analysiert, um festzustellen, ob der Zyklus eine weitere Verarbeitung verdient.

18. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 17, wobei das Steuer- und Meßsystem feststellt, daß ein Zyklus keine weitere Verarbeitung verdient, wenn Daten für den Zyklus nicht mit dem erwarteten Verhalten für die Daten übereinstimmen, wobei das erwartete Verhalten auf einem oder mehreren Parametern eines vorhergehenden Zyklus beruht.

19. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 18, wobei das Steuer- und Meßsystem feststellt, daß ein Zyklus keine weitere Verarbeitung verdient, wenn eine Frequenz für den Zyklus um mehr als einen Schwellenwert von einer Frequenz für den vorhergehenden Zyklus abweicht.

20. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 19, wobei das Steuer- und Meßsystem bestimmt, ob die Frequenz für den Zyklus von der Frequenz für den vorhergehenden Zyklus abweicht, indem es Werte an bestimmten Punkten im Zyklus mit Werten vergleicht, die auftreten würden, falls die Frequenz für den Zyklus der Frequenz für den vorhergehenden Zyklus gleichen würde.

21. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Steuer- und Meßsystem eine Frequenz des Sensorsignals bestimmt, indem es Nulldurchgänge des Sensorsignals erfaßt und die Abtastwerte zwischen Nulldurchgängen zählt.

22. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Steuer- und Meßsystem eine Frequenz des Sensorsignals unter Verwendung einer iterativen Kurvenanpaßtechnik bestimmt.

23. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Steuer- und Meßsystem eine Amplitude des Sensorsignals unter Verwendung einer Fourier-Analyse bestimmt und die bestimmte Amplitude beim Erzeugen des Antriebssignals verwendet.

24. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 11, wobei das Steuer- und Meßsystem eine Phasenverschiebung für jedes Sensorsignal bestimmt und die Phasendifferenz durch Vergleichen der Phasenverschiebungen bestimmt.

25. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 11, wobei das Steuer- und Meßsystem die Phasendifferenz unter Verwendung einer Fourier-Analyse bestimmt.

26. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 11, wobei das Steuer- und Meßsystem eine Frequenz, eine Amplitude und eine Phasenverschiebung für jedes Sensorsignal bestimmt und die Phasenverschiebungen zu einem Durchschnitt der Frequenzen der Sensorsignale skaliert.

27. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 11, wobei das Steuer- und Meßsystem die Phasendifferenz unter Verwendung mehrerer Ansätze berechnet und ein Ergebnis von einem der Ansätze als die berechnete Phasendifferenz auswählt.

28. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 2, wobei das Steuer- und Meßsystem die Sensorsignale kombiniert, um ein kombiniertes Signal zu erzeugen und das Antriebssignal auf der Grundlage des kombinierten Signals zu erzeugen.

29. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 28, wobei das Steuer- und Meßsystem das Antriebssignal durch Anwenden einer Verstärkung auf das kombinierte Signal erzeugt.

30. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 29, wobei das Steuer- und Meßsystem das Antriebssignal erzeugt, indem es eine große Verstärkung auf das kombinierte Signal anwendet, um eine Bewegung der Leitung einzuleiten, und indem es ein periodisches Signal mit einer auf der Phase und Frequenz eines Sensorsignals beruhenden Phase und Frequenz als das Antriebssignal erzeugt, nachdem die Bewegung eingeleitet worden ist.

31. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 28, wobei das Steuer- und Meßsystem die Sensorsignale durch Summieren von diesen kombiniert.

32. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 31, wobei das Steuer- und Meßsystem eine Amplitude von einem der Sensorsignale unter Verwendung eines Verhältnisses zwischen einer Amplitude des anderen Sensorsignals und der Amplitude des einen Sensorsignals vor der Summierung der Sensorsignale modifiziert.

33. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Steuer- und Meßsystem die Bewegung der Leitung einleitet, indem es einen ersten Modus zur Signalerzeugung verwendet, um das Antriebssignal zu erzeugen, und die Bewegung der Leitung aufrechterhält, indem es einen zweiten Modus zur Signalerzeugung verwendet, um das Antriebssignal zu erzeugen.

34. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 33, wobei der erste Modus zur Signalerzeugung eine Synthese eines periodischen Signals mit einer erwünschten Eigenschaft aufweist und der zweite Modus zur Signalerzeugung das Verwenden einer Rückkopplungsschleife unter Einschluß des Sensorsignals aufweist.

35. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 34, wobei die gewünschte Eigenschaft eine gewünschte Anfangsfrequenz der Leitungsschwingung aufweist.

36. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 33, wobei der erste Modus zur Signalerzeugung die Verwendung einer das Sensorsignal aufweisenden Rückkopplungsschleife aufweist und der zweite Modus zur Signalerzeugung die Synthese eines periodischen Signals mit einer gewünschten Eigenschaft aufweist.

37. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 36, wobei die gewünschte Eigenschaft eine Frequenz und eine Phase entsprechend einer Frequenz und einer Phase des Sensorsignals aufweist.

38. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Steuer- und Meßsystem ein anpaßbares, periodisches Antriebssignal erzeugt.

39. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 38, der des weiteren positive und negative Gleichstromquellen aufweist, die zwischen das Steuer- und Meßsystem und die Antriebseinrichtung geschaltet sind, wobei das Steuer- und Meßsystem das Antriebssignal durch Ein- und Ausschalten der Stromquellen in Intervallen mit einer auf dem Sensorsignal beruhenden Phase und Frequenz erzeugt.

40. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 38, wobei das Steuer- und Meßsystem das Antriebssignal durch Synthetisieren einer Sinuswelle mit einer Eigenschaft, die einer Eigenschaft des Sensorsignals entspricht, erzeugt.

41. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 40, wobei das Steuer- und Meßsystem das Antriebssignal durch Synthetisieren einer Sinuswelle mit einer Phase und einer Frequenz entsprechend einer Phase und einer Frequenz des Sensorsignals erzeugt.

42. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Steuer- und Meßsystem eine Verstärkung zur Verwendung beim Erzeugen des Antriebssignals auf der Grundlage einer oder mehrerer Eigenschaften des Sensorsignals digital erzeugt.

43. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 42, wobei das Steuer- und Meßsystem die Verstärkung auf der Grundlage einer Amplitude des Sensorsignals digital erzeugt.

44. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 42, wobei das Steuer- und Meßsystem einen PI-Steueralgorithmus zum Regeln der Amplitude der Leitungsoszillation digital implementiert.

45. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei die Antriebseinrichtung betreibbar ist, um die Leitung in eine oszillierende Bewegung zu versetzen.

46. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 45, wobei das Steuer- und Meßsystem das Antriebssignal auf der Grundlage des Sensorsignals digital erzeugt, um die Oszillationsamplitude der Leitung auf einem vom Benutzer gesteuerten Wert zu halten.

47. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 46, wobei das Steuer- und Meßsystem ein negatives Antriebssignal erzeugt, das die Antriebseinrichtung veranlaßt, der Bewegung der Leitung Widerstand entgegenzusetzen, wenn die Oszillationsamplitude den vom Benutzer gesteuerten Wert übersteigt, und ein positives Antriebssignal erzeugt, das die Antriebseinrichtung veranlaßt, die Leitung in Bewegung zu versetzen, wenn die Oszillationsamplitude kleiner als der vom Benutzer gesteuerte Wert ist.

48. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Steuer- und Meßsystem eine Steuereinrichtung zum Erzeugen eines Verstärkungssignals auf der Grundlage des Sensorsignals und einen mit der Steuereinrichtung verbundenen multiplizierenden Digital-Analog-Wandler zum Empfangen des Verstärkungssignals und zum Erzeugen des Antriebssignals auf der Grundlage des Verstärkungssignals aufweist.

49. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, der des weiteren einen zweiten Sensor aufweist, der mit der Leitung verbunden ist und betreibbar ist, um die Bewegung der Leitung zu erfassen, wobei das Steuer- und Meßsystem folgendes aufweist: eine Steuereinrichtung zum Erzeugen der Messung, einen ersten Analog-Digital-Wandler, der zwischen den ersten Sensor und die Steuereinrichtung geschaltet ist, um der Steuereinrichtung ein erstes digitales Sensorsignal zuzuführen, und einen zweiten Analog-Digital-Wandler, der zwischen den zweiten Sensor und die Steuereinrichtung geschaltet ist, um der Steuereinrichtung ein zweites digitales Sensorsignal zuzuführen.

50. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 49, wobei die Steuereinrichtung die digitalen Sensorsignale kombiniert, um ein kombiniertes Signal zu erzeugen, und ein auf dem ersten und dem zweiten digitalen Sensorsignal beruhendes Verstärkungssignal erzeugt, und wobei das Steuer- und Meßsystem des weiteren einen multiplizierenden Digital-Ana-

log-Wandler aufweist, der geschaltet ist, um das kombinierte Signal und das Verstärkungssignal von der Steuereinrichtung zu empfangen, um das Antriebssignal als ein Produkt des kombinierten Signals und des Verstärkungssignals zu erzeugen.

51. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Steuer- und Meßsystem selektiv eine negative Verstärkung auf das Sensorsignal anwendet, um die Bewegung der Leitung zu verringern.

52. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Steuer- und Meßsystem eine Nullpunktverschiebung im Sensorsignal kompensiert.

53. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 52, wobei
die Nullpunktverschiebung eine Komponente, die auf eine Verstärkungsänderung zurückzuführen ist, und eine Komponente, die auf eine Nichtlinearität der Verstärkung zurückzuführen ist, aufweist und
das Steuer- und Meßsystem die beiden Komponenten getrennt kompensiert.

54. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 52, wobei das Steuer- und Meßsystem die Nullpunktverschiebung kompensiert, indem es einen oder mehrere Korrekturfaktoren erzeugt und das Sensorsignal unter Verwendung der Korrekturfaktoren modifiziert.

55. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 2, wobei das Steuer- und Meßsystem:
eine Phasenverschiebung für das erste Sensorsignal berechnet und
eine Phasenverschiebung für das zweite Sensorsignal berechnet.

56. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 55, wobei eine Phasenverschiebung als eine Differenz zwischen einem Nulldurchgangspunkt eines Sensorsignals und einem Punkt der Phase Null für eine Komponente des Sensorsignals, die einer Grundfrequenz des Sensorsignals entspricht, definiert ist.

57. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 56, wobei das Steuer- und Meßsystem die berechneten Phasenverschiebungen kombiniert, um eine Phasendifferenz zu erzeugen.

58. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 2, wobei das Steuer- und Meßsystem die Messung der Eigenschaft erzeugt, indem es:
eine Frequenz des ersten Sensorsignals schätzt,
eine Frequenz des zweiten Sensorsignals schätzt, wobei die Frequenz des zweiten Sensorsignals von der Frequenz des ersten Sensorsignals verschieden ist, und
eine Phasendifferenz zwischen den Sensorsignalen unter Verwendung der geschätzten Frequenzen berechnet.

59. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei der Sensor einen Geschwindigkeitssensor aufweist und das Steuer- und Meßsystem:
die Frequenz, die Amplitude und die Phase des Sensorsignals schätzt und
die geschätzte Frequenz, Amplitude und Phase korrigiert, um Funktionsunterschieden zwischen einem Geschwindigkeitssensor und einem Absolutpositionssensor Rechnung zu tragen.

60. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Steuer- und Meßsystem:
einen ersten Parameter des Sensorsignals schätzt,
eine Änderungsrate eines zweiten Parameters bestimmt und
den geschätzten ersten Parameter auf der Grundlage der bestimmten Änderungsrate korrigiert.

61. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 60, wobei der erste Parameter eine Frequenz des Sensorsignals aufweist.

62. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 61, wobei der zweite Parameter eine Oszillationsfrequenz der Leitung aufweist.

63. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 61, wobei der zweite Parameter eine Oszillationsamplitude der Leitung aufweist.

64. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 60, wobei der erste Parameter eine Amplitude des Sensorsignals aufweist.

65. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 63, wobei der zweite Parameter eine Oszillationsfrequenz der Leitung aufweist.

66. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 64, wobei der zweite Parameter eine Oszillationsamplitude der Leitung aufweist.

67. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 60, wobei der erste Parameter eine Phase des Sensorsignals aufweist.

68. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 67, wobei der zweite Parameter eine Oszillationsfrequenz der Leitung aufweist.

69. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 67, wobei der zweite Parameter eine Oszillationsamplitude der Leitung aufweist.

70. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 2, wobei das Steuer- und Meßsystem:
einen ersten Parameter des ersten Sensorsignals

schätzt,
eine Änderungsrate eines zweiten Parameters des ersten Sensorsignals bestimmt,
den geschätzten ersten Parameter des ersten Sensorsignals auf der Grundlage der bestimmten Änderungsrate des zweiten Parameters des ersten Sensorsignals korrigiert,
einen ersten Parameter des zweiten Sensorsignals schätzt,
eine Änderungsrate eines zweiten Parameters des zweiten Sensorsignals bestimmt und
den geschätzten ersten Parameter des zweiten Sensorsignals auf der Grundlage der bestimmten Änderungsrate des zweiten Parameters des zweiten Sensorsignals korrigiert,
wobei das Steuer- und Meßsystem das Schätzen, Bestimmen und Korrigieren jedes Sensorsignals unabhängig vom Schätzen, Bestimmen und Korrigieren des anderen Sensorsignals ausführt.

71. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 70, wobei der erste Parameter eine Frequenz des Sensorsignals aufweist.

72. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 71, wobei der zweite Parameter eine Oszillationsfrequenz der Leitung aufweist.

73. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 71, wobei der zweite Parameter eine Oszillationsamplitude der Leitung aufweist.

74. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 70, wobei der erste Parameter eine Amplitude des Sensorsignals aufweist.

75. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 73, wobei der zweite Parameter eine Oszillationsfrequenz der Leitung aufweist.

76. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 74, wobei der zweite Parameter eine Oszillationsamplitude der Leitung aufweist.

77. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 70, wobei der erste Parameter eine Phase des Sensorsignals aufweist.

78. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 77, wobei der zweite Parameter eine Oszillationsfrequenz der Leitung aufweist.

79. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 77, wobei der zweite Parameter eine Oszillationsamplitude der Leitung aufweist .

80. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei der digitale Durchflußmesser einen Massendurchflußmesser aufweist und die Eigenschaft des durch die Leitung fließenden Materials eine Massendurchflußrate aufweist.

81. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 80, wobei das Steuer- und Meßsystem Luftbeimengungswirkungen in der Leitung Rechnung trägt, indem es:
eine anfängliche Massendurchflußrate bestimmt,
eine scheinbare Dichte des durch die Leitung fließenden Materials bestimmt,
die scheinbare Dichte mit einer bekannten Dichte des Materials vergleicht, um eine Dichtedifferenz zu bestimmen, und
die anfängliche Massendurchflußrate auf der Grundlage der Dichtedifferenz anpaßt, um eine angepaßte Massendurchflußrate zu erzeugen.

82. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 81, wobei das Steuer- und Meßsystem Luftbeimengungswirkungen in der Leitung durch Anpassen der angepaßten Massendurchflußrate, um Dämpfungswirkungen Rechnung zu tragen, Rechnung trägt.

83. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 81, der des weiteren einen zweiten Sensor aufweist, der mit der Leitung verbunden ist und betreibbar ist, um die Bewegung der Leitung zu erfassen, wobei das Steuer- und Meßsystem mit dem zweiten Sensor verbunden ist, um:
ein zweites Sensorsignal von dem zweiten Sensor zu empfangen und
Luftbeimengungswirkungen in der Leitung durch Anpassen der angepaßten Massendurchflußrate auf der Grundlage von Amplitudendifferenzen zwischen dem ersten und dem zweiten Sensorsignal Rechnung zu tragen.

84. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei der digitale Durchflußmesser einen Dichtemesser aufweist und die Eigenschaft des durch die Leitung fließenden Materials die Dichte des Materials aufweist.

85. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Sensorsignal ein Analogsignal aufweist und das Steuer- und Meßsystem einen Analog-Digital-Wandler zum Umwandeln des Analogsignals in ein Digitalsignal aufweist.

86. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei die schwingungsfähige Leitung zwei planare Schleifen aufweist.

87. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 86, wobei der Sensor und die Antriebseinrichtung zwischen die Schleifen geschaltet sind.

88. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 87, der des weiteren einen zweiten Sensor und eine zweite Antriebseinrichtung aufweist, wobei die erste Antriebseinrichtung und der erste Sensor zwischen

ein erstes Ende der Schleifen geschaltet sind und die zweite Antriebseinrichtung und der zweite Sensor zwischen ein zweites Ende der Schleifen geschaltet sind, wobei das zweite Ende dem ersten Ende entgegengesetzt angeordnet ist.

89. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, der des weiteren eine Leistungsschaltung zum Empfangen von Leistung an nur einem einzigen Drahtpaar aufweist, wobei die Leistungsschaltung dem Steuer- und Meßsystem und der Antriebseinrichtung Leistung zuführt, wobei das Steuer- und Meßsystem betreibbar ist, um die Messung der Eigenschaft des durch die Leitung fließenden Materials auf dem einzigen Drahtpaar zu übertragen.

90. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 89, wobei die Leistungsschaltung eine Konstantausgabeschaltung, die dem Steuer- und Meßsystem Leistung zuführt, und einen Antriebskondensator, der mit überschüssiger Leistung von den beiden Drähten geladen wird, aufweist.

91. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 90, wobei das Steuer- und Meßsystem betreibbar ist, um den Antriebskondensator zu entladen und dadurch die Antriebseinrichtung mit Leistung zu versorgen.

92. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 91, wobei das Steuer- und Meßsystem das Ladungsniveau des Antriebskondensators überwacht und den Antriebskondensator entlädt, nachdem das Ladungsniveau des Kondensators ein Schwellenniveau erreicht hat.

93. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 92, wobei das Steuer- und Meßsystem den Antriebskondensator periodisch entlädt.

94. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 89, wobei das Steuer- und Meßsystem auf dem Drahtpaar eine bidirektionale Kommunikation ausführt.

95. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Sensorsignal ein periodisches Signal aufweist und das Steuer- und Meßsystem:
einen ersten Datensatz für eine Periode des periodischen Signals aufnimmt,
den ersten Datensatz verarbeitet, um das Antriebssignal und die Messung zu erzeugen, und
einen zweiten Datensatz für eine folgende Periode des Sensorsignals gleichzeitig mit dem Verarbeiten des ersten Datensatzes aufnimmt.

96. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 95, wobei die dem ersten Datensatz entsprechende Periode die dem zweiten Datensatz entsprechende Periode überlappt.

97. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Steuer- und Meßsystem:
das Antriebssignal steuert, um eine Amplitude des Sensorsignals auf einem festen Sollwert zu halten,
den festen Sollwert verringert, wenn das Antriebssignal ein erstes Schwellenniveau übersteigt, und
den festen Sollwert erhöht, wenn das Antriebssignal kleiner als ein zweites Schwellenniveau ist und der feste Sollwert kleiner als ein maximal zulässiger Wert für den Sollwert ist.

98. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 97, wobei das erste Schwellenniveau 95% oder weniger eines maximal zulässigen Antriebssignals ist.

99. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Steuer- und Meßsystem eine Unbestimmtheitsanalyse an der Messung vornimmt.

100. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 99, der des weiteren eine Verbindung zu einem Steuersystem aufweist, über die das Steuer- und Meßsystem die Messung und die Ergebnisse der Unbestimmtheitsanalyse zum Steuersystem überträgt.

101. Digitaler Durchflußmesser nach Anspruch 1, wobei das Steuer- und Meßsystem eine Digitalverarbeitung verwendet, um eine Phase des Antriebssignals anzupassen, um eine Zeitverzögerung zu kompensieren, die dem Sensor und zwischen den Sensor und die Antriebseinrichtung geschalteten Komponenten zugeordnet ist.

102. Digitaler Durchflußmesser, mit:
einer schwingungsfähigen Leitung,
einer Antriebseinrichtung, die mit der Leitung verbunden ist und betreibbar ist, um die Leitung in Bewegung zu versetzen,
einem Sensor, der mit der Leitung verbunden ist und betreibbar ist, um die Bewegung der Leitung zu erfassen und ein periodisches Sensorsignal zu erzeugen, und
einem Steuersystem, das zwischen die Antriebseinrichtung und den Sensor geschaltet ist, um:
Daten zu sammeln, die einem aktuellen Zyklus des Sensorsignals entsprechen,
die Daten für den aktuellen Zyklus zu verarbeiten, um ein Antriebssignal und eine Messung einer Eigenschaft des durch die Leitung fließenden Materials zu erzeugen,
das Antriebssignal der Antriebseinrichtung zuzuführen und
Daten, die einem nachfolgenden Zyklus des Sensorsignals entsprechen, gleichzeitig mit dem Verarbeiten der Daten für den aktuellen Zyklus zu sammeln.

103. Verfahren zum Erzeugen einer Messung einer Eigenschaft eines durch eine Leitung fließenden Materials mit den folgenden Schritten:
Erfassen der Bewegung der Leitung,

Erzeugen einer Messung einer Eigenschaft eines durch die Leitung fließenden Materials auf der Grundlage der erfaßten Bewegung,
Verwenden einer digitalen Signalverarbeitung zum Erzeugen eines Antriebssignals, um eine Bewegung in der Leitung auf der Grundlage der erfaßten Bewegung der Leitung zu veranlassen, und
In-Bewegung-Setzen der Leitung unter Verwendung des Antriebssignals.

104. Verfahren nach Anspruch 103, wobei:
beim Erfassen der Bewegung der Leitung die Bewegung an zwei Stellen erfaßt wird,
die Messung auf der Grundlage der an den zwei Stellen erfaßten Bewegung erzeugt wird und
das Antriebssignal auf der Grundlage der an den zwei Stellen erfaßten Bewegung erzeugt wird.

105. Verfahren nach Anspruch 104, bei dem weiter eine digitale Signalverarbeitung verwendet wird, um ein zweites Antriebssignal zum Veranlassen einer Bewegung in der Leitung auf der Grundlage der erfaßten Bewegung der Leitung zu erzeugen, wobei beim In-Bewegung-Setzen der Leitung das erste Antriebssignal verwendet wird, um eine Bewegung an einer ersten Stelle zu veranlassen, und das zweite Antriebssignal verwendet wird, um eine Bewegung an einer zweiten Stelle zu veranlassen.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen