



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 055 552.4**
(22) Anmelddatag: **17.11.2004**
(43) Offenlegungstag: **18.05.2006**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **13.02.2014**

(51) Int Cl.: **G01F 23/28 (2006.01)**
G01N 11/16 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Endress + Hauser GmbH + Co. KG, 79689,
Maulburg, DE**

(74) Vertreter:
Andres, Angelika, 79576, Weil am Rhein, DE

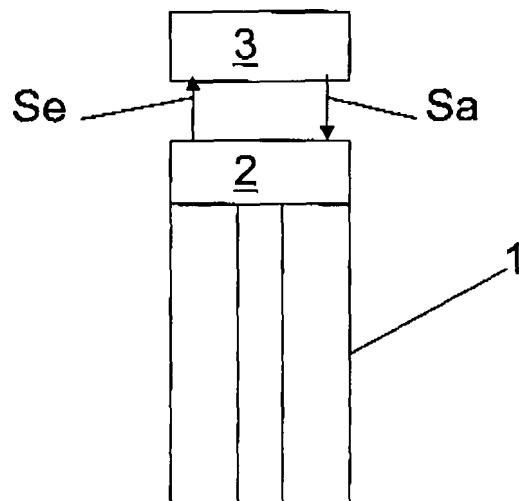
(72) Erfinder:
Müller, Alexander, 79361, Sasbach, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	42 03 967	C2
DE	100 57 974	A1
DE	103 02 437	A1

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung eines Füllstandes**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung eines vorgegebenen Füllstandes eines Mediums in einem Behälter, mit mindestens einer mechanisch schwingfähigen Einheit (1), mit mindestens einer Antriebs-/Empfangseinheit (2), welche die mechanisch schwingfähige Einheit (1) ausgehend von einem elektrischen Ansteuersignal (Sa) zu Schwingungen anregt, und welche die Schwingungen der mechanisch schwingfähigen Einheit (1) empfängt und in ein elektrisches Empfangssignal (Se) umwandelt, und mit einer Regel-/Steuereinheit (3), welche das elektrische Empfangssignal (Se) von der Antriebs-/Empfangseinheit (2) empfängt und verarbeitet, und welche das elektrische Ansteuersignal (Sa) erzeugt und an die Antriebs-/Empfangseinheit (2) übergibt, wobei die Regel-/Steuereinheit (3) das Ansteuersignal (Sa) derartig erzeugt, dass zwischen dem Empfangssignal (Se) und dem Ansteuersignal (Sa) eine einstellbare Phasendifferenz besteht, und wobei die Regel-/Steuereinheit (3) derartig einstellbar ist, dass sie das Unter- oder das Überschreiten des Füllstandes signalisiert, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit davon, wie die Regel-/Steuereinheit (3) hinsichtlich der Signalisierung eingestellt ist, ein fester Wert für die Phasendifferenz vorgegeben ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung eines vorgegebenen Füllstandes eines Mediums in einem Behälter, mit mindestens einer mechanisch schwingfähigen Einheit, mit mindestens einer Antriebs-/Empfangseinheit, welche die mechanisch schwingfähige Einheit ausgehend von einem elektrischen Ansteuersignal zu Schwingungen anregt, und welche die Schwingungen der mechanisch schwingfähigen Einheit empfängt und in ein elektrisches Empfangssignal umwandelt, und mit einer Regel-/Steuereinheit, welche das elektrische Empfangssignal von der Antriebs-/Empfangseinheit empfängt und verarbeitet, und welche das elektrische Ansteuersignal erzeugt und an die Antriebs-/Empfangseinheit übergibt, wobei die Regel-/Steuereinheit das Ansteuersignal derartig erzeugt, dass zwischen dem Empfangssignal und dem Ansteuersignal eine einstellbare Phasendifferenz besteht, und wobei die Regel-/Steuereinheit derartig einstellbar ist, dass sie aufgrund der Verarbeitung des Empfangssignals mindestens das Unter- oder das Überschreiten des Füllstandes signalisiert. Bei dem Medium handelt es sich beispielsweise um eine Flüssigkeit.

[0002] Von der Anmelderin werden Füllstandsmessgerät der oben beschriebenen Art hergestellt und vertrieben. Das Funktionsprinzip lässt sich beispielsweise der Offenlegungsschrift DE 100 57 974 A1 entnehmen. Solche Messgeräte werden auch als Grenzstandschalter bezeichnet. Für die Bestimmung des Füllstandes wird ausgenutzt, dass die Schwingungen der mechanisch schwingfähigen Einheit davon abhängig sind, ob die Einheit im Kontakt mit dem Medium steht. So ist die Schwingfrequenz im bedeckten Zustand geringer als im Fall der frei schwingenden Einheit. Weiterhin lässt sich auch die Amplitude der Schwingungen auswerten, welche im bedeckten Zustand ebenfalls vermindert ist. Bei der Einheit selbst kann es sich um einen sog. Einstab oder um eine Schwinggabel handeln. Die beiden bevorzugten Anwendungen einer solchen Messeinheit liegen im Anzeigen des Unterschreitens (auch mit Min-Schutz oder Pumpenleeraufschutz bezeichnet) oder des Überschreitens (andere Bezeichnungen sind Max-Schutz oder Überlaufschutz) eines vorgegebenen Füllstandes. Dieser Füllstand ist vorgegeben durch die Geometrie (z. B. die Länge der mechanisch schwingfähigen Einheit) und den Einbauort der schwingfähigen Einheit. In der ersten Art der Anwendung befindet sich die mechanisch schwingfähige Einheit zunächst im Medium, wird also durch diese bedeckt. Sinkt der Füllstand, so schwingt die Einheit beim Unterschreiten des Füllstandes frei und die Erhöhung der Schwingfrequenz zeigt dies an. Entsprechendes gilt für das Überschreiten des Füllstandes. Problematisch ist, dass die Resonanzfrequenz nicht nur vom Grad der Bedeckung abhängig ist, son-

dem auch von der Viskosität oder der Dichte des Mediums, wenn es sich um eine Flüssigkeit handelt. Weiterhin kann es bei einer Flüssigkeit zur Schaumbildung kommen. Es kann jedoch erforderlich sein, dass auch das Überschreiten des Füllstandes durch den Schaum erkannt und angezeigt wird. Dies impliziert, dass eine Frequenzänderung ggf. auch von einer Änderung der Viskosität oder der Dichte oder der Schaumbildung abhängt. Eine Kompensation solcher Störgrößen wird beispielsweise in der genannten Offenlegungsschrift DE 100 57 974 A1 diskutiert.

[0003] DE 100 57 974 A1 beschreibt eine Vorrichtung zur Feststellung und/oder Überwachung des Füllstandes eines Mediums in einem Behälter. Eine schwingfähige Einheit ist vorgesehen, die auf der Höhe des vorbestimmten Füllstandes angebracht ist. Eine Regel-/Auswerteeinheit erkennt das Erreichen des vorbestimmten Füllstandes, sobald die schwingfähige Einheit eine Schwingfrequenz aufweist, die eine vorbestimmte Frequenzänderung gegenüber der Erregerfrequenz aufweist. Die Regel-/Auswerteeinheit korrigiert die Frequenzänderung, bei der das Erreichen des vorbestimmten Füllstandes angezeigt wird. Eine Phasenverschiebung zwischen der Erregerfrequenz und der Schwingfrequenz von ca. 70 Grad in flüssigen Medien schaltet den Einfluss der Viskosität aus. Der Einfluss des Schaumes eines stark schäumenden Mediums, lässt sich mit einer Phasenverschiebung von ca. 120° kompensieren.

[0004] DE 103 02 437 A1 beschreibt eine Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung eines vorbestimmten Füllstandes eines Mediums in einem Behälter, mit mindestens einer mechanisch schwingfähigen Einheit, mindestens einer Antriebs-/Empfangseinheit, und mindestens einer Auswerte-/Regeleinheit. Eine Rückkoppelektronik ist vorgesehen, über welche die Antriebs-/Empfangseinheit die mechanisch schwingfähige Einheit zu einer Schwingung mit einer vorgegebenen Schwingfrequenz anregt. Die Auswerte-/Regeleinheit erkennt anhand einer Frequenz- und/oder Amplitudenänderung der Schwingung das Erreichen des vorbestimmten Füllstandes. Die mechanisch schwingfähige Einheit und die Rückkoppelektronik bilden einen Schwingkreis mit einer einstellbaren Güte, wobei das Medium in Abhängigkeit von der Güte des Schwingkreises in einer oder mehreren unterschiedlichen Zustandsformen detektierbar ist.

[0005] DE 420 39 67 C2 beschreibt eine Vorrichtung zur Feststellung und/oder Überwachung eines vorbestimmten Füllstands in einem Behälter, mit einem mechanischen Schwingungssystem. Die Vorrichtung weist eine Erregungsanordnung auf, die das Schwingungssystem in mechanische Schwingungen versetzt und einen Empfangswandler, der die Schwingungen des mechanischen Schwingungssystems in ein elektrisches Ausgangssignal umwan-

delt. Der Empfangswandler ist mit dem Eingang einer Verstärkerschaltung verbunden, an deren Ausgang der Erregungswandler angeschlossen ist. Ein Ausgangssignal einer Auswerteschaltung nimmt einen von zwei Zuständen in Abhängigkeit davon an, ob die Frequenz des Ausgangssignals der Verstärkerschaltung eine eingestellte Referenzfrequenz überschreitet oder unterschreitet.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu grunde, ein Messgerät vorzuschlagen, welches sowohl das Unter-, als auch das Überschreiten eines Füllstandes zuverlässig und unabhängig von Veränderungen des Mediums anzeigt.

[0007] Die Erfindung löst die Aufgabe dadurch, dass in Abhängigkeit davon, wie die Regel-/Steuereinheit hinsichtlich der Signalisierung eingestellt ist, ein fester Wert für die Phasendifferenz vorgegeben ist. Wie der Offenlegungsschrift DE 100 57 974 A1 zu entnehmen ist, erlauben es besondere Phasendifferenzen zwischen dem Ansteuer- und dem Empfangssignal, die Abhängigkeit von der Viskosität oder der Abhängigkeit von Schaumbildung aufzuheben. Es besteht jedoch keine Phase, die jegliche Abhängigkeit aufhebt. Somit ist es erforderlich, dass jede Anwendung (Über-/Unterschreiten) oder vom Messgerät zu erfüllende Aufgabe einen besonderen Phasenwert erforderlich macht.

[0008] Eine Ausgestaltung der Vorrichtung sieht vor, dass in dem Fall, dass die Regel-/Steuereinheit zur Signalisierung des Unterschreitens des Füllstandes eingestellt ist, ein derartiger Wert für die Phasendifferenz vorgegeben ist, dass die Bestimmung des Füllstandes im Wesentlichen unabhängig von der Viskosität des Mediums ist. Eine wichtige Abhängigkeit der Messungen ist von der Viskosität des Mediums gegeben. Beim Unterschreiten muss jedoch der Übergang von der vollständigen Bedeckung durch das Medium zum freien Zustand angezeigt werden. D. h. eine Viskositätsänderung darf nicht das Schaltsignal auslösen. Daher ist eine Phasendifferenz zu finden, bei welcher die Abhängigkeit von der Viskosität wegfällt.

[0009] Eine Ausgestaltung der Vorrichtung beinhaltet, dass in dem Fall, dass die Regel-/Steuereinheit zur Signalisierung des Unterschreitens des Füllstandes eingestellt ist, ein Wert von 70° für die Phasendifferenz vorgegeben ist. Wie der oben genannten Offenlegungsschrift DE 100 57 974 A1 zu entnehmen ist, hat bei diesem Phasenwert die Viskosität keine Auswirkungen auf die Bestimmung des Füllstandes.

[0010] Eine Ausgestaltung der Vorrichtung sieht vor, dass in dem Fall, dass die Regel-/Steuereinheit zur Signalisierung des Überschreitens des Füllstandes eingestellt ist, ein derartiger Wert für die Phasendifferenz vorgegeben ist, dass die Bestimmung des Füllstandes im Wesentlichen davon unabhängig ist, ob

das Medium zumindest teilweise als Schaum vorliegt. Beim Anzeigen des Überschreitens des Füllstandes muss der Übergang vom freien Schwingen zum bedeckten Schwingen erkannt werden. Die Viskositätsabhängigkeit ist somit nicht relevant. Es kann jedoch sein, dass sich Schaum auf dem Medium bildet. Um diesen zu detektieren, ist somit auch eine bestimmte Phasendifferenz erforderlich, die auch eine Detektion des Schaums erlaubt.

[0011] Dabei kann es vorkommen, dass der Schaum erst oberhalb eines bestimmten Dichtewertes detektierbar ist.

[0012] Eine Ausgestaltung der Vorrichtung beinhaltet, dass in dem Fall, dass die Regel-/Steuereinheit zur Signalisierung des Überschreitens des Füllstandes eingestellt ist, ein Wert zwischen 120° und 140° für die Phasendifferenz vorgegeben ist. Wie den Offenlegungsschriften DE 100 57 974 A1 und DE 103 02 437 A1 zu entnehmen ist, ist eine Phasendifferenz innerhalb dieses Bereichs optimal für die Detektion von Schaum mit einer Dichte oberhalb 0.6 g/cm^3 geeignet.

[0013] Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

[0014] **Fig. 1:** eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0015] In der **Fig. 1** sind schematisch die wesentlichen Bestandteile eines erfindungsgemäßen Füllstandsmessgerätes dargestellt. Die Vorrichtung ist üblicherweise so dimensioniert und in dem Behälter, in welchem sich das Medium (beides zeichnerisch nicht dargestellt) befindet, angeordnet, dass durch die Vorrichtung das Über- oder Unterschreiten eines durch die Einbauhöhe vorgegebenen Füllstandes signalisierbar ist. Im hier gezeigten Fall handelt es sich bei der mechanisch schwingfähigen Einheit **1** um eine sog. Schwinggabel mit zwei Gabelzinken. Diese schwingfähige Einheit **1** wird durch die Antriebs-/Empfangseinheit **2** zu mechanischen Schwingungen angeregt. Bei der Antriebs-/Empfangseinheit **2** handelt es sich üblicherweise um einen Piezowandler zur Umwandlung einer elektrischen Spannung in eine mechanische Schwingung. Die mechanisch schwingfähige Einheit **1** ist üblicherweise über eine Membran mit der Antriebs-/Empfangseinheit **2** verbunden. Die Antriebs-/Empfangseinheit **2** wird durch das elektrische Ansteuersignal S_a zu den mechanischen Schwingungen – meist Oszillationen der Dicke des Piezowandlers – angeregt. Umgekehrt erzeugt die Antriebs-/Empfangseinheit **2** aus den mechanischen Schwingungen der mechanisch schwingfähigen Einheit **1** das elektrische Empfangssignal S_e . Das Empfangssignal S_e wird von der Regel-/Steuereinheit **3** empfangen und verarbeitet. Dies bedeutet, dass aus dem Signal S_e die Information über den Füllstand

gewonnen wird, aber auch, dass das Signal Se so bearbeitet wird, dass es als Ansteuersignal Sa wieder der Antriebs-/Empfangseinheit **2** zugeführt wird. Dies führt dazu, dass die mechanisch schwingfähige Einheit **1** kontinuierlich schwingt. Für diese Aufgabe ist in der Regel-/Steuereinheit **3** üblicherweise eine Rückkoppeleinheit vorgesehen, welche u. a. das Empfangssignal Se verstärkt. Wesentlich für die Erfindung ist nun, dass die Regel-/Steuereinheit **3** eine Phasendifferenz zwischen dem Empfangssignal Se und dem Ansteuersignal Sa einstellen kann. In der Erfindung wird diese Phasendifferenz entsprechend der Aufgabe, die das Messgerät erfüllen soll, vorgegeben. Soll das Unterschreiten des Füllstandes erkannt werden, so ist es erforderlich, dass eine Änderung der Eigenschaften des Mediums nicht das Schaltsignal auslöst. Da die Viskosität Auswirkungen auf die Resonanzfrequenz hat, ist es wichtig, diese Abhängigkeit aufzuheben. Für diesen Zweck ist besonders eine Phasendifferenz von 70° vorteilhaft. Im Fall, dass das überschreiten des Füllstandes anzuzeigen ist, muss auch darauf geachtet werden, dass das Medium auch Schaumartig vorliegen kann. Um somit auch Schaum zu erkennen, sind besonders Phasendifferenzen zwischen 120° und 140° vorteilhaft. Damit lassen sich auch Schäume oberhalb einer Dichte von 0.6 g/cm³ erkennen. Dadurch, dass die Phasen fest eingestellt werden, wird also bei beiden Anwendungen sichergestellt, dass das Schaltignal auch bei Änderungen von Mediumseigenschaften sicher und zuverlässig von der Messvorrichtung ausgegeben wird.

Bezugszeichenliste

- 1** Mechanisch schwingfähige Einheit
- 2** Antriebs-/Empfangseinheit
- 3** Regel-/Steuereinheit

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung eines vorgegebenen Füllstandes eines Mediums in einem Behälter, mit mindestens einer mechanisch schwingfähigen Einheit **(1)**, mit mindestens einer Antriebs-/Empfangseinheit **(2)**, welche die mechanisch schwingfähige Einheit **(1)** ausgehend von einem elektrischen Ansteuersignal (Sa) zu Schwingungen anregt, und welche die Schwingungen der mechanisch schwingfähigen Einheit **(1)** empfängt und in ein elektrisches Empfangssignal (Se) umwandelt, und mit einer Regel-/Steuereinheit **(3)**, welche das elektrische Empfangssignal (Se) von der Antriebs-/Empfangseinheit **(2)** empfängt und verarbeitet, und welche das elektrische Ansteuersignal (Sa) erzeugt und an die Antriebs-/Empfangseinheit **(2)** übergibt,

wobei die Regel-/Steuereinheit **(3)** das Ansteuersignal (Sa) derartig erzeugt, dass zwischen dem Empfangssignal (Se) und dem Ansteuersignal (Sa) eine einstellbare Phasendifferenz besteht, und

wobei die Regel-/Steuereinheit **(3)** derartig einstellbar ist, dass sie das Unter- oder das Überschreiten des Füllstandes signalisiert, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Abhängigkeit davon, wie die Regel-/Steuereinheit **(3)** hinsichtlich der Signalisierung eingestellt ist, ein fester Wert für die Phasendifferenz vorgegeben ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Fall, dass die Regel-/Steuereinheit **(3)** zur Signalisierung des Unterschreitens des Füllstandes eingestellt ist, ein derartiger Wert für die Phasendifferenz vorgegeben ist, dass die Bestimmung des Füllstandes im Wesentlichen unabhängig von der Viskosität des Mediums ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Fall, dass die Regel-/Steuereinheit **(3)** zur Signalisierung des Unterschreitens des Füllstandes eingestellt ist, ein Wert von 70° für die Phasendifferenz vorgegeben ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Fall, dass die Regel-/Steuereinheit **(3)** zur Signalisierung des Überschreitens des Füllstandes eingestellt ist, ein derartiger Wert für die Phasendifferenz vorgegeben ist, dass die Bestimmung des Füllstandes im Wesentlichen davon unabhängig ist, ob das Medium zumindest teilweise als Schaum vorliegt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Fall, dass die Regel-/Steuereinheit zur Signalisierung des Überschreitens des Füllstandes eingestellt ist, ein Wert zwischen 120° und 140° für die Phasendifferenz vorgegeben ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

