(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 53 086 B4** 2005.02.03

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 53 086.6**
(22) Anmeldetag: **13.11.2002**
(43) Offenlegungstag: **27.05.2004**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **03.02.2005**

(51) Int Cl.[7]: **G01F 1/22**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Krohne Meßtechnik GmbH & Co KG, 47058 Duisburg, DE

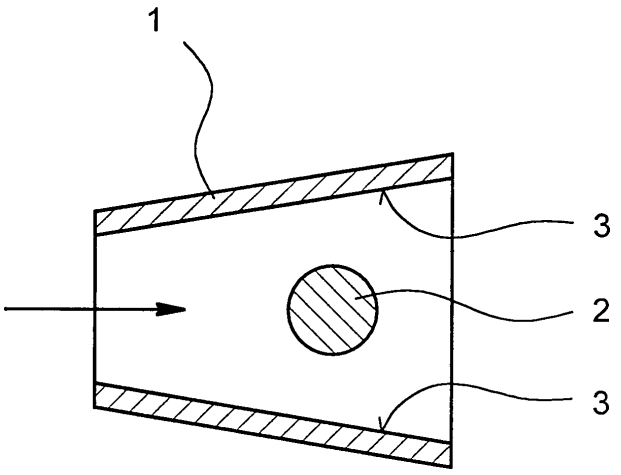
(74) Vertreter:
Patentanwälte Gesthuysen, von Rohr & Eggert, 45128 Essen

(72) Erfinder:
Bernard, Heinz, Dipl.-Ing., 47057 Duisburg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 100 53 829 A1
GB 20 85 598 A
H.W.Dettner, Lexikon für Metalloberflächenveredlung, 2.Aufl., Eu.G.Leuze Verl. 1989, S.154-155;

(54) Bezeichnung: **Schwebekörperdurchflußmeßgerät**

(57) Hauptanspruch: Schwebekörperdurchflußmeßgerät, zur Messung des Durchflusses eines strömenden Mediums, mit einem von dem Medium gegen die Schwerkraft durchströmten Meßrohr (1) und einem in dem Meßrohr (1) vorgesehenen und wenigstens in Strömungsrichtung beweglichen Schwebekörper (2), dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens die der Strömung des Mediums ausgesetzte Oberfläche des Schwebekörpers (2) oder/und die Innenfläche (3) des Meßrohrs (1), zumindest im Steigbereich des Schwebekörpers (2), mit einer solchen Mikrostruktur versehen ist, deren Erhebungen hydrophobiert sind.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Schwebekörperdurchflußmeßgerät, zur Messung des Durchflusses eines strömenden Mediums, mit einem von dem Medium gegen die Schwerkraft durchströmten Meßrohr und einem in dem Meßrohr vorgesehenen und wenigstens in Strömungsrichtung beweglichen Schwebekörper. Ein derartiges Schwebekörperdurchflußmeßgerät ist z. B. aus der GB 2 085 598 A bekannt.

[0002] Schwebekörperdurchflußmeßgeräte der zuvor genannten Art werden schon seit langem zur Erfassung von Volumendurchflüssen in geschlossenen Rohrleitungen eingesetzt und haben aufgrund ihrer Einfachheit und Robustheit insbesondere in der chemischen und in der verfahrenstechnischen Industrie, aber auch in Medizin und Naturwissenschaft breite Anwendung gefunden. In seiner einfachsten Ausführungsform besteht ein herkömmliches Schwebekörperdurchflußmeßgerät aus einem konischen Meßrohr und dem Schwebekörper, ein zweckmäßig gestalteter, wenigstens in Strömungsrichtung frei beweglicher Meßkörper. Dabei wird das Meßrohr gegen die Schwerkraft, d. h. im wesentlichen von unten nach oben, von dem Medium durchströmt, dessen Durchfluß gemessen werden soll.

[0003] Der Schwebekörper bildet also zusammen mit dem Meßrohr eine Drosselstelle. Die Dichte des Schwebekörpers ist ferner größer als die des durch das Meßrohr strömenden Mediums. In Abhängigkeit vom Durchfluß stellt sich der Schwebekörper damit im eingeschwungenen Zustand in einer bestimmten Höhenstellung im Meßrohr ein, die sich durch das Gleichgewicht der durch die Strömung hervorgerufenen, auf den Schwebekörper übertragenen hydrodynamischen Kraft und der Differenz der Gewichts- bzw. Auftriebskräfte des Schwebekörpers ergibt. Diese Höhenstellung des Schwebekörpers, die auch als Hub des Schwebekörpers bezeichnet wird, wird dann entweder vom Betrachter direkt über eine Skala an einem transparenten Meßrohr abgelesen oder durch eine Kupplung, wie eine Magnetkupplung, auf eine externe Skala und/oder einen elektrischen Meßaufnehmer übertragen.

[0004] Neben dem Volumendurchfluß wird der Hub des Schwebekörpers unter anderem maßgeblich von der Viskosität des strömenden Mediums beeinflußt. Es ist also immer eine Eichung bzw. Kalibrierung des Schwebekörperdurchflußmeßgeräts auf ein bestimmtes Medium mit einer vorbestimmten Viskosität erforderlich. Dies bedeutet aber auch, daß das Schwebekörperdurchflußmeßgerät bei veränderter Viskosität des strömenden Mediums oder einem anderem Medium mit einer anderen Viskosität nicht mehr korrekt arbeitet, nämlich in der Regel keinen korrekten Wert für den Volumendurchfluß mehr angibt.

[0005] Konkret macht sich die Viskosität des strömenden Mediums unter anderem in Form einer Grenzschicht der Strömung bemerkbar, die sich an der der Strömung des Mediums ausgesetzten Oberfläche des Schwebekörpers ausbildet. In dieser Grenzfläche wirken auf den Schwebekörper Scher- und Reibungskräfte, die den Hub des Schwebekörpers maßgeblich beeinflussen.

[0006] Um den Einfluß der Viskosität auf den Hub des Schwebekörpers zumindest zu verringern, sind die Schwebekörper herkömmlicher Schwebekörperdurchflußmeßgeräte häufig mit einer Abrißkante versehen, die dazu führen soll, daß die Strömung von der Oberfläche des Schwebekörper abreißt und damit der Einfluß der Viskosität auf den Hub des Schwebekörpers zumindest verringert wird. Solche Lösungen mit Abrißkante sind zwar grundsätzlich funktionsfähig, die damit erzielbare Reduktion der Ausbildung der Grenzschicht ist jedoch gering, und es kann im allgemeinen nicht vermieden werden, daß sich die Strömung hinter der Abrißkante wieder an den Schwebekörper anlegt, so daß es zu einer erneuten Ausbildung einer Grenzschicht kommt. Außerdem scheinen schließlich auch an der Innenfläche des Meßrohrs auftretende Viskositätseffekte den Hub des Schwebekörpers zu beeinflussen.

[0007] In H. W. Dettner, Lexikon für Metalloberflächenveredelung, 2. Auflage, Eugen G. Leuze Verlag, Seite 155, ist beschrieben, daß die Oberflächen, die bei der Bearbeitung einer Oberfläche durch Fräsen, Drehen oder Sintern erzielt werden, eine Rauhigkeit in der Größenordnung von 1 bis 500 µm aufweisen. Weiterhin ist es aus der DE 100 53 829 A1 bekannt, das Meßrohr eines Durchflußmeßgeräts mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung zu versehen, die eine Nanostrukturierung aufweist.

Aufgabenstellung

[0008] Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein solches Schwebekörperdurchflußmeßgerät anzugeben, bei dem der Hub des Schwebekörpers im wesentlichen von der Viskosität des strömenden Mediums unabhängig ist.

[0009] Die zuvor hergeleitete und aufgezeigte Aufgabe ist ausgehend von dem eingangs beschriebenen Schwebekörperdurchflußmeßgerät dadurch gelöst, daß wenigstens die der Strömung des Mediums ausgesetzte Oberfläche des Schwebekörpers oder/und die Innenfläche des Meßrohrs, zumindest im Steigbereich des Schwebekörpers, mit einer solchen Mikrostruktur versehen ist, deren Erhebungen hydrophobiert sind.

[0010] Erfindungsgemäß soll also die der Strömung des Mediums ausgesetzte Oberfläche des Schwebekörpers oder/und die Innenfläche des Meßrohrs nicht im herkömmlichen Sinne "glatt" sein, sondern bewußt eine gewisse Rauhigkeit aufweisen, die im Mikrometerbereich liegt. Eine entsprechende Rauhigkeit wird z. B. dadurch erhalten, daß die Oberfläche des Schwebekörpers, die der Strömung des Mediums ausgesetzt ist, bzw. die Innenfläche des Meßrohrs eine "Berg-und-Tal"-Struktur aufweist, also eine Vielzahl von Erhebung mit diese voneinander trennenden Tälern.

[0011] Dabei ist es bevorzugt, daß die Erhebungen der Mikrostruktur jeweils eine Höhe zwischen 5 und 400 µm, ganz besonders bevorzugt zwischen 5 und 100 µm, aufweisen und die Zentren einander benachbarter Erhebungen zwischen 5 und 800 µm, ganz besonders bevorzugt zwischen 5 und 200 µm, voneinander beabstandet sind. Dabei gilt, daß der zuvor genannte Höhenbereich und der zuvor genannte Abstandsbereich über die gesamte der Strömung des Mediums ausgesetzte Oberfläche des Schwebekörpers bzw. über die gesamte Innenfläche des Meßrohrs vollständig ausgeschöpft sein können, so daß die entsprechende Oberfläche sowohl sehr niedrige als auch sehr hohe Erhebungen und sehr geringe als auch sehr große Abstände zwischen den Erhebungen aufweist. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, daß einander benachbarte Erhebungen in etwa gleich hoch sind und der Abstand der Zentren einander benachbarter Erhebungen etwa dem 1- bis 2-fachen der Höhe der Erhebungen entspricht.

[0012] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die Erhebungen der Mikrostruktur hydrophobiert sind. Ein Schwebekörper mit einer Mikrostruktur aus hydrophobierten Erhebungen gewährleistet neben der schon angesprochenen Vermeidung der Ausbildung einer Grenzschicht und damit der Vermeidung oder zumindest Verringerung eines Einflusses der Viskosität des strömenden Mediums auf den Hub des Schwebekörpers, einen gewissen Reinigungseffekt: An dem Schwebekörper anhaftenden Verunreinigungen, die von dem Medium mitgetragen werden, werden durch die ständige Umspülung des Schwebekörpers mit dem Medium von der hydrophobierten Oberfläche leicht wieder abgetragen.

[0013] Die für diese Reinigungswirkung verantwortlichen Effekte können auch an allen anderen von dem strömenden Medium benetzten Oberflächen des Schwebekörperdurchflußmeßgeräts, nämlich insbesondere an der Innenfläche des Meßrohrs, zumindest nämlich im Steigbereich des Schwebekörpers, genutzt werden.

Ausführungsbeispiel

[0014] Im einzelnen gibt es nun eine Vielzahl von Möglichkeiten, das erfindungsgemäße Schwebekörperdurchflußmeßgerät auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche sowie auf die nachfolgende detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung verwiesen.

[0015] In der Zeichnung zeigt

[0016] **Fig.** 1 schematisch ein Schwebekörperdurchflußmeßgerät gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung im Schnitt und

[0017] **Fig.** 2 schematisch die Struktur einer mikrostrukturierte Oberfläche gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0018] Das in **Fig.** 1 dargestellte Schwebekörperdurchflußmeßgerät gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist ein abschnittsweise dargestelltes Meßrohr **1** auf, das, wie mit einem Pfeil schematisch angedeutet, von einem selbst nicht weiter dargestellten Medium gegen die Schwerkraft, nämlich von unten nach oben, durchströmt wird. Das Meßrohr **1** ist als sich nach oben hin konisch erweiterndes Rohr ausgebildet. In dem Meßrohr **1** befindet sich ein frei beweglicher Schwebekörper **2**, der zusammen mit dem Meßrohr **1** eine Drosselstelle für das strömende Medium bildet.

[0019] Die Dichte des Schwebekörpers **2** ist größer als die Dichte des durch das Meßrohr **1** strömenden Mediums. Durch die Strömung des Mediums greifen Kräfte an dem Schwebekörper **2** an, so daß sich dieser in Abhängigkeit vom Durchfluß des Mediums durch das Meßrohr **1** im eingeschwungenen Zustand in einer bestimmten Höhenstellung im Meßrohr **1** befindet, die sich durch das Gleichgewicht der durch die Strömung hervorgerufenen, auf den Schwebekörper **2** übertragenen hydrodynamischen Kraft einerseits und der Differenz der auf den Schwebekörper **2** wirkenden Gewichts- bzw. Auftriebskräfte ergibt.

[0020] Die Höhenstellung des Schwebekörpers **2**, also dessen Hub, wird neben dem Volumenstrom des strömenden Mediums bei herkömmlichen Schwebekörperdurchflußgeräten auch durch die Viskosität des strömenden Mediums beeinflußt. Eine Beeinflussung des Hubs durch die Viskosität ist bei dem Schwebekörperdurchflußmeßgerät gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung nun im wesentlichen dadurch ausgeschlossen, daß der Schwebekörper **2** auf seiner gesamten Oberfläche mit einer Mikrostruktur versehen ist. Konkret handelt es sich bei dem Schwebekörper **2** gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung um eine

Kugel, die auf ihrer gesamten Oberfläche mit Mikroerhebungen versehen ist, die eine Höhe von etwa 50 µm aufweisen und deren Zentren etwa 100 µm voneinander beabstandet sind. Diese Mikroerhebungen führen dazu, daß die Ausbildung einer Grenzschicht der Strömung an dem Schwebekörper **2** im wesentlichen vermieden wird und damit auch die Viskosität des strömenden Mediums durch von ihr auf den Schwebekörper **2** ausgeübte Scher- und Reibungskräfte im wesentlichen keinen Einfluß auf den Hub des Schwebekörpers **2** nehmen kann. Damit ist unter im wesentlichen vollständiger Vermeidung der in Rede stehenden Viskositätsproblematik ein Schwebekörper **2** mit einer einfachen Form, nämlich in Form einer Kugel, verwendbar, wobei keine Abrißkante vorgesehen werden muß.

[0021] Außer dem Schwebekörper **2** ist bei dem Schwebekörperdurchflußmeßgerät gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung auch die Innenfläche **3** des Meßrohrs **1** mit einer mikrostrukturierten Oberfläche versehen, und zwar wenigstens im Steigbereich des Schwebekörpers **2**, wobei das Maß der Mikrostrukturierung der Innenfläche **3** im wesentlichen dem der Mikrostrukturierung auf der Oberfläche des Schwebekörpers **2** entspricht, darüber hinaus jedoch hydrophobierte Erhebungen aufweist. Die Erhebungen der Mikrostruktur auf der Oberfläche des Schwebekörpers **2** sind ebenfalls hydrophobiert, um auch dort von dem damit erzielten Reinigungseffekt zu profitieren.

[0022] Hydrophobierte Erhebungen können z. B. durch die Beschichtung der Oberfläche des Schwebekörpers **2** bzw. der Innenfläche **3** des Meßrohrs **1** mit entsprechenden Polymeren erzielt werden; als Beschichtungspolymer kommt dabei z. B. Polytetrafluorethylen (PTFE) in Betracht. Die Mikrostrukturierung der Oberfläche des Schwebekörpers **2** bzw. der Innenfläche **3** des Meßrohrs **1** selbst wird z. B. hergestellt durch Prägen, Aufbringen von entsprechend feinkörnigem Material oder Zerstäuben der Oberfläche durch Beschuß mit energiereichen Ionen (Sputtern).

[0023] Wie eine mikrostrukturierte Oberfläche gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung aussehen kann, ist aus **Fig.** 2 ersichtlich. Diese zeigt eine regelmäßige Anordnung von Erhebungen **4** und diese trennenden Täler **5**, wobei die Höhe a der Erhebungen **4** etwa 50 µm beträgt und die Zentren der Erhebungen **4** etwa doppelt so große Abstände b von 100 µm aufweisen. Wie weiter oben schon angesprochen ist für die Erzielung der in Rede stehenden Wirkungen allerdings nicht zwingend eine so gleichmäßige Struktur, wie in **Fig.** 2 dargestellt, erforderlich. Vielmehr kann z. B. ein besonders bevorzugter Höhenbereich von 5 bis 100 µm und ein besonders bevorzugter Abstandsbereich von 5 bis 200 µm über die gesamte Oberfläche vollständig ausgeschöpft sein.

Patentansprüche

1. Schwebekörperdurchflußmeßgerät, zur Messung des Durchflusses eines strömenden Mediums, mit einem von dem Medium gegen die Schwerkraft durchströmten Meßrohr (**1**) und einem in dem Meßrohr (**1**) vorgesehenen und wenigstens in Strömungsrichtung beweglichen Schwebekörper (**2**), **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens die der Strömung des Mediums ausgesetzte Oberfläche des Schwebekörpers (**2**) oder/und die Innenfläche (**3**) des Meßrohrs (**1**), zumindest im Steigbereich des Schwebekörpers (**2**), mit einer solchen Mikrostruktur versehen ist, deren Erhebungen hydrophobiert sind.

2. Schwebekörperdurchflußmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhebungen (**4**) der Mikrostruktur jeweils eine Höhe zwischen 5 und 400 µm, vorzugsweise von 5 bis 100 µm, aufweisen und die Zentren einander benachbarter Erhebungen (**4**) zwischen 5 und 800 µm, vorzugsweise zwischen 5 und 200 µm, voneinander beabstandet sind.

3. Schwebekörperdurchflußmeßgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß einander benachbarte Erhebungen (**4**) in etwa gleich hoch sind und der Abstand der Zentren einander benachbarter Erhebungen (**4**) etwa dem 1- bis 2-fachen der Höhe der Erhebungen (**4**) entspricht.

4. Schwebekörperdurchflußmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die hydrophobierten Erhebungen (**4**) der Mikrostruktur durch die Beschichtung der Oberfläche des Schwebekörpers (**2**) bzw. der Innenfläche (**3**) des Meßrohrs (**1**) mit hydrophoben Polymeren gebildet sind.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

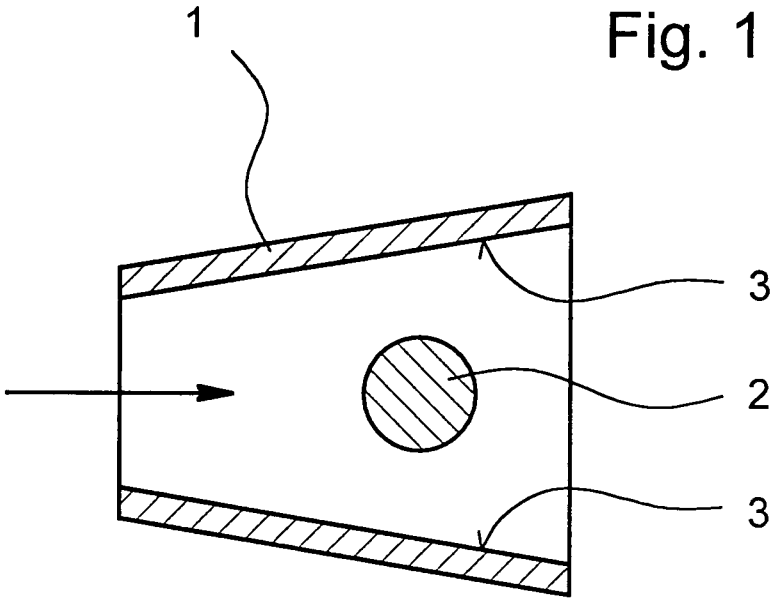


Fig. 2

