(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 443 346 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.10.2017 Patentblatt 2017/42

(21) Anmeldenummer: **10722958.5**

(22) Anmeldetag: **04.06.2010**

(51) Int Cl.:
F04D 27/00 *(2006.01)* ***G01B 17/02*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/003388

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/145762 (23.12.2010 Gazette 2010/51)

(54) **PUMPEN UND ARMATUREN MIT SENSOREN**

PUMPS AND FITTINGS HAVING SENSORS

POMPES ET ROBINETTERIE À CAPTEURS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **17.06.2009 DE 102009025153**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.04.2012 Patentblatt 2012/17

(73) Patentinhaber: **KSB Aktiengesellschaft**
67227 Frankenthal (DE)

(72) Erfinder:
- **BOSBACH, Franz**
  67227 Frankenthal (DE)
- **STECKER, Ulrich**
  68163 Mannheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 957 337
JP-A- 61 091 509
US-A- 4 628 736
US-A1- 2007 006 656
US-A1- 2008 163 700

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 443 346 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bauteil für strömungsführende Systeme, wobei mit dem Bauteil ein innerhalb des strömungsführenden Systems befindliches Fluid beeinflusst wird und das Bauteil als Kraft- und/oder Arbeitsmaschine oder als Armatur mit Absperrkörper ausgebildet ist und ein Sensor im Bauteil platziert ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Detektion von Belägen auf Wänden von solchen Bauteilen.

[0002] Solche Bauteile finden in strömungsführenden Systemen als Pumpen, Turbinen und/oder Armaturen Verwendung. Pumpen sind dabei als Aggregate mit unterschiedlich angekoppelten Antriebsmotoren, als kompakte Motorpumpenaggregate oder als andere bekannte Bauformen ausgebildet.

[0003] Die Bauteile sind in strömungsführende Systeme integriert. Dabei kann es sich um ein Rohrleitungssystem von größeren Anlagen, beispielsweise von chemischen- oder biotechnologischen Produktionsanlagen oder von Kraftwerken, handeln.

[0004] Die Fluide können flüssig oder gasförmig vorliegen, wobei die Flüssigkeiten oder Gase auch mit Feststoffpartikeln versetzt sein können. Die Erfindung kommt vorzugsweise bei Flüssigkeiten zum Einsatz, wobei sich die Anwendung der Erfindung insbesondere bei wässrigen Lösungen eignet.

[0005] Eine Beeinflussung des Fluids durch das Bauteil kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Dem Fluid kann, wie dies beispielsweise bei einer Kreiselpumpe der Fall ist, vom dem Bauteil Energie zugeführt werden. Dabei wird das Fluid zunächst vom Laufrad der Pumpe beschleunigt. Die zugeführte kinetische Energie wird dann in Druckenergie umgewandelt. Das Fluid kann auch in seinem Volumenstrom oder seiner Strömungsgeschwindigkeit von dem Bauteil beeinflusst werden. Dies geschieht beispielsweise bei einer Ausführung des Bauteils als Armatur. Durch Variation der Stellung des Absperrkörpers der Armatur wird der Strömungsquerschnitt verändert, den das Fluid passieren muss. Dadurch kann der Volumenstrom reguliert werden.

[0006] Solche Bauteile sind häufig mit Sensoren versehen, welche Zustände oder spezifische Stoffeigenschaften des Fluids ermitteln. So können Pumpen mit einem Drucksensor ausgestattet sein. Auch in Armaturen kommen Sensoren zum Einsatz. In der DE 197 25 376 A1 wird beispielsweise eine Strangregulierarmatur zur Einregulierung von Volumenströmen beschrieben. Zur Erfassung des Volumenstroms ist ein Sensor in ein Strömungsgehäuse integriert. Der Sensor ist mit einer Auswerteeinheit verbunden.

[0007] Bei der Durchströmung von Pumpen oder Armaturen mit Fluiden kann es zur Bildung von Belägen kommen, die in vielen Fällen ein ernsthaftes wirtschaftliches und technisches Problem darstellen. Beispielsweise können sich in Belägen Keime bilden, welche die Produktqualität verschlechtern. Weiterhin führen Beläge zur Beeinflussung der Strömungscharakteristik. Zudem kommt es zu einem Anstieg des Druckverlustes. Bei kleinen Strömungsquerschnitten können sogar Verstopfungen auftreten. Auch Schäden am Werkstoff können durch Beläge hervorgerufen werden.

[0008] Bei den Belägen kann es sich entweder um anorganische oder organische Stoffe handeln.

[0009] Wichtige Beispiele für anorganische Beläge sind Carbonate, Oxide oder Hydroxide, die sich als Kesselstein, Rost oder Verockerung auf den Wänden des Bauteils niederschlagen.

[0010] Die wichtigsten organischen Beläge sind Biofilme. Im Bereich der Hygienetechnik, beispielsweise bei der Herstellung von Lebensmitteln und Pharmazeutika oder in der Biotechnologie können sie zu erheblichen Problemen führen. Der Bewuchs wird durch Biomasse und Verunreinigungen, die in der Biomasse eingeschlossen sind, verursacht. Bakterien, Pilze, Hefen, Kieselalgen und Einzeller sind nur einige Organismen, die den Aufbau von Biomasse verursachen. Wenn der durch diese Organismen verursachte Biobewuchs nicht kontrolliert wird, stört er Prozessvorgänge und beeinflusst die Produktqualität negativ. Bei der Herstellung von Lebensmitteln und pharmazeutischen Produkten müssen strenge Reinheitsgrade eingehalten werden, da Verunreinigungen mit Bakterien, bzw. Stoffwechselprodukten von Mikroorganismen beim Verbraucher zu gesundheitlichen Schäden führen können.

[0011] Die Bauteile, auf denen sich Beläge bilden, können aus unterschiedlichen Materialien, beispielsweise Edelstahl, Grauguss, Keramik oder Kunststoff, gefertigt sein. Dabei beeinflusst die Oberflächenstruktur die Belagbildung, wobei makroskopisch raue Oberflächen allgemein eine bessere Angriffsfläche bieten als glatte Oberflächen.

[0012] Auch die Strömungsgeschwindigkeit beeinflusst die Bildung von Belägen. So entstehen Biobeläge bevorzugt in Bereichen mit einer langsamen Strömung.

[0013] Die US 2008/0163700 A1 offenbart ein Sensorsystem für eine Rohrleitung, bei der ein Sender und ein Empfänger räumlich beabstandet auf der Rohrleitung positioniert sind. Die Anordnung dient der Durchflussbestimmung und Rohrleitungsüberwachung nach dem Ultraschall-Dopplerverfahren.

[0014] Die US 2007/0006656 A1 offenbart ein ein System und ein Verfahren zur Überwachung von Ablagerungen in Rohrleitungen eines Heizungssystems. Die verwendeten Sensoren senden akustische Signale in die Rohrleitung hinein.

[0015] Die JP 61 091509 A zeigt eine weitere Methode zur Messung der Ablagerungsdicke in einer Rohrleitung mittels Ultraschall-Dopplerverfahren.

[0016] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Bauteil mit Sensor zur Verfügung zu stellen, das ein innerhalb eines strömungsführenden Systems befindliches Fluid beeinflusst und gleichzeitig die Belagbildung kontinuierlich erfasst und quantitativ auswertet. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Detektion von Belägen auf Wänden von solchen Bauteilen

zu entwickeln.

[0017] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Sensor mindestens einen Sender und mindestens einen Empfänger umfasst, wobei der Sender akustische Wellen auf der Oberfläche des Sensors erzeugt und der Empfänger diese vom Sender erzeugten Oberflächenwellen wahrnimmt und der Sensor Signale für eine Auswerteeinheit erzeugt, die durch einen Vergleich mit Referenzdaten den Grad einer Belagbildung im Bauteil ermittelt.

[0018] Die Oberfläche des Sensors besteht vorzugsweise aus einem piezoelektrischen Substrat auf dem als Sender und Empfänger Kammelektroden aufgebracht sind. Eine Kammelektrode bildet einen ersten Interdigitalwandler (IDT = interdigital transducer), den sogenannten Sender-Interdigitalwandler (Sender-IDT), der auf dem piezoelektrischen Substrat eine Oberflächenwelle erzeugt. Die zweite Kammelektrode bildet einen zweiten Interdigitalwandler, den sogenannten Empfänger-Interdigitalwandler (Empfänger-IDT). Nach dem Durchlaufen einer gewissen Messstrecke werden die vom Sender erzeugten Oberflächenwellen vom Empfänger wahrgenommen.

[0019] Das Substrat kann aus einem beliebigen Piezoelektrikum bestehen, das zur Anregung von Wellen geeignet ist. Durch das Anlegen einer hochfrequenten Wechselspannung an den Sender-IDT werden aufgrund der Piezoelektrizität des Substrats elektroakustische Wellen angeregt. Eine von dem Sender-IDT angeregte Welle läuft entlang der Oberfläche des Substrats und generiert im Empfänger-IDT eine hochfrequente Wechselspannung, die elektronisch ausgewertet wird.

[0020] Die Bildung eines Belags auf der Oberfläche des Sensors beeinflusst die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen. Der Grad der Belagbildung kann auf unterschiedliche Weisen ermittelt werden. Beispielsweise lassen sich aus Phasen- und/oder Amplitudenverschiebung der Wellen Rückschlüsse auf den Grad der Belagbildung ziehen. Dabei wird bei Messungen mit einer festen Frequenz die Phasenverschiebung ermittelt.

[0021] Je nach Belagmasse hat das System eine Eigenfrequenz. Diese verschiebt sich bei Veränderung der Belagmasse, wobei die Frequenzverschiebung erfasst wird. Über die Verschiebung der Resonanzfrequenz lassen sich somit ebenfalls Rückschlüsse auf die Masse an Belag auf der Sensoroberfläche schließen.

[0022] Je stärker die Belagbildung fortschreitet, desto größer ist der Unterschied zur belagfreien Oberfläche. Maßgeblich für eine Ermittlung des Grades der Belagbildung ist ein Vergleich der Messdaten mit Referenzdaten. In der Regel werden als Referenz Daten bei einer belagfreien Sensoroberfläche verwendet. Vorzugsweise entsprechen bei der Referenzmessung die Prozessbedingungen den Bedingungen, die auch bei der Durchführung der Messung der Belagbildung vorliegen.

[0023] Der Sensor ist vorzugsweise als kompakte Einheit ausgebildet. Dabei hat es sich als günstig erwiesen, eine Wand des Bauteils mit einer Bohrung zu versehen, in die der Sensor passgenau eingefügt wird. In einigen Fällen erweist es sich als besonders günstig, wenn sich der Sensor bündig in die strömungsführende Wand des Bauteils einfügt. Auf diese Weise kann er in Pumpen oder Armaturen integriert werden, ohne die strömungscharakteristischen Eigenschaften des Bauteils störend zu beeinflussen. In diesem Fall wird der Sensor tangential angeströmt. Diese Anordnung eignet sich insbesondere bei Belägen, die sich vorzugsweise bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten bilden.

[0024] Es kann auch vorteilhaft sein, den Sensor bezüglich der strömungsführenden Wand des Bauteils zurückgesetzt anzuordnen. Dadurch entsteht ein Hohlraum vor dem Sensor, in dem das Fluid langsamer strömt. In dem Hohlraum bildet sich eine Wirbelströmung, die dazu führt, dass die Sensoroberfläche in unterschiedlichen Winkeln angeströmt wird. Diese Faktoren können eine Belagbildung fördern, was insbesondere auf Biobeläge zutrifft. Bei einer solchen Anordnung befindet sich der Sensor an einer Schlechtstelle des Bauteils. Somit kann die Belagbildung im Bauteil frühzeitig erkannt werden und es können entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

[0025] Der Grad der Belagbildung kann beispielsweise als Masse der Belagschicht angegeben werden, die sich auf dem Sensor bildet. Mit fortschreitender Belagbildung nimmt auch die Höhe der Belagschicht zu. Denkbar ist auch, dass sich mit fortschreitender Deckschichtbildung die Struktur des Belags ändert und dieser zunehmend kompakter wird. In diesem Falle wäre als physikalische Größe die Dichte der Belagschicht ein Maß für den Grad der Belagbildung.

[0026] Der Sensor erzeugt Signale und leitet diese an eine Auswerteeinheit weiter. Die Auswerteeinheit erfasst die Signale des Sensors und bestimmt über einen Algorithmus den Grad der Belagbildung. Die Signale, die der Sensor zur Auswerteeinheit weiterleitet, fließen als Messsignale in den Algorithmus ein. Der Algorithmus stellt mit Hilfe von Referenzdaten einen Zusammenhang zwischen den Sensordaten und dem Grad der Belagbildung her.

[0027] Die Auswerteeinheit kann auch, beispielsweise in Form eines Prozessors, in dem Sensor integriert sein.

[0028] Bei einer besonders vorteilhaften Variante der Erfindung wird von der Auswerteeinheit bei Überschreitung eines Grenzwertes, der einem bestimmten Grad an Belagbildung entspricht, ein Signal abgegeben. Dabei erweist es sich als besonders günstig, wenn dieses Signal zur Auslösung eines Prozesses führt, der eine Reinigung der Wände bewirkt. Die Verarbeitung des Sensorsignals und/oder die Auslösung des Reinigungsprozesses können mittels eines Prozessleitsystems erfolgen.

[0029] Durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Bauteils kann der Produktionszyklus so lange wie möglich und der Reinigungszyklus so kurz wie nötig gefahren werden, ohne dass es zu einer Beeinträchtigung der Produktqualität kommt. Die Betreiber der Produktionsanla-

gen müssen sich nicht mehr auf Erfahrungswerte verlassen, sondern haben verlässliche Messdaten, die kontinuierlich erfasst werden. Der Reinigungsprozess wird eingeleitet, wenn ein bestimmter Grad der Belagbildung überschritten wurde. Dadurch wird verhindert, dass der Reinigungsprozess weder zu spät noch zu früh eingeleitet wird. Zum einen schützt dies die Produktqualität davor, durch eine zu weit fortgeschrittene Belagbildung negativ beeinflusst zu werden. Zum anderen wird verhindert, dass Produktionszeit verloren geht.

[0030] Während des Reinigungsvorgangs geht durch den Einsatz von Reinigungsmitteln der Belag kontinuierlich zurück. Dabei wird auch während des Reinigungsvorgangs die noch verbleibende Masse an Belag kontinuierlich erfasst. Der Reinigungsvorgang wird so lange durchgeführt, bis der Belag vollständig entfernt ist, bzw. einen vorgegebenen Grenzwert unterschreitet. Anschließend wird mit einem Spülfluid, beispielsweise einer Spülflüssigkeit, das Reinigungsmittel aus dem Prozess ausgespült. Durch das erfindungsgemäße Bauteil wird verhindert, dass der Reinigungsprozess oder der Spülvorgang unnötig lange durchgeführt werden. Somit wird eine Verschwendung von Reinigungsmittel, Spülfluid und Produktionszeit vermieden. Umgekehrt wird gewährleistet, dass der Reinigungsvorgang erst dann beendet wird, wenn die Rohrleitungen weitgehend belagfrei sind. Dies sichert eine hohe Produktqualität.

[0031] Änderungen der physikalischen Randbedingungen an der Sensoroberfläche, beispielsweise Änderungen der Viskosität oder der Temperatur des Fluids, beeinflussen die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Oberflächenwellen. Daher ist es mit dem erfindungsgemäßen Bauteil auch möglich, die Art des Fluids zu erfassen, die am Sensor vorbei strömt. Somit kann mit dem Sensor beispielsweise festgestellt werden, ob ein für den Produktionsprozess notwendiges Fluid, ein Reinigungsmittel oder ein Spülfluid durch das Bauteil strömt.

[0032] Nach Auslösung des Reinigungsprozesses wird ein Reinigungsmittel in den Prozess gegeben, das den Sensor erst nach einer gewissen Totzeit erreicht. Die Totzeit ist umso größer je länger die Strömungswege sind, die vom Einleitungsort des Reinigungsmittels zum Sensor zurückgelegt werden müssen. Da der Sensor eine Änderung der Art des Fluids erfassen kann, die an seiner Oberfläche vorbeiströmt, kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren der Zeitpunkt bestimmt werden, ab dem das Reinigungsmittel am Sensor ankommt.

[0033] Nach Ende des Reinigungsprozesses wird das Bauteil gespült, wobei das Reinigungsmittel aus dem Bauteil entfernt wird. Erst nach einer bestimmten Totzeit ist das in den Leitungen vorhandene Reinigungsmittel wieder vollständig aus dem Bauteil ausgespült. Nach dem Spülvorgang werden die für den Produktionsprozess notwendigen Fluide wieder zugeführt. Mit dem Sensor kann dabei der Zeitpunkt erfasst werden, ab dem das Spülfluid vollständig aus dem Bauteil entfernt wurde. Dadurch wird vermieden, dass das Produkt durch Restmengen an Spülfluid verunreinigt wird.

[0034] Ein besonderer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass der Sensor nicht nur zur Bestimmung der Belagbildung im dem Bauteil, sondern gleichzeitig zur Bestimmung der Viskosität oder der Temperatur des Fluids eingesetzt werden kann. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Oberflächenwellen ist von der Viskosität und der Temperatur des Fluids abhängig. Erfindungsgemäß handelt es sich somit um ein Bauteil, das mehrere Messverfahren integrativ vereinigt.

[0035] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung enthält das Bauteil mindestens einen weiteren Sensor. Dieser Sensor bestimmt Zustandsgrößen des Fluids, welche die Belagsmessungen beeinflussen können. Insbesondere die Viskosität oder die Temperatur des Fluids können die Messungen des Grades der Belagbildung beeinflussen. Dabei können bei den zusätzlichen Sensoren unterschiedliche Messverfahren zum Einsatz kommen. Beispielsweise kann es sich um einen temperaturabhängigen Widerstand oder ein Thermoelement handeln. Die zusätzlichen Sensoren leiten ihre Signale ebenfalls an die Auswerteeinheit weiter. Die Auswerteeinheit rechnet die Beeinflussung der Messungen des Grades der Belagbildung durch Schwankungen innerhalb der Zustandsgrößen des Fluids heraus. Durch einen Datenvergleich kann somit der erste Sensor bezüglich der Belagmessung kalibriert werden. Auf diese Weise können Querempfindlichkeiten, die aufgrund von Schwankungen der Viskosität und/oder der Temperatur des Fluids auftreten, herausgerechnet werden.

[0036] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand von Zeichnungen und aus den Zeichnungen selbst. Dabei zeigt

Fig. 1: Eine Kreiselpumpe mit einem Belagsensor,

Fig. 2: Eine Vergrößerung der Sensoroberfläche,

Fig. 3: Eine Armatur mit einem zurückgesetzten Belagssensor,

Fig. 4: Ein Diagramm, das den Wechsel zwischen Produktions-, Reinigungs- und Spülungszyklen zeigt.

[0037] In Fig. 1 ist ein Bauteil 1 für strömungsführende Systeme dargestellt, wobei mit dem Bauteil 1 ein innerhalb des strömungsführenden Systems befindliches Fluid beeinflusst wird. Im Ausführungsbeispiel ist das Bauteil 1 als Kreiselpumpe ausgebildet. Die Förderung des Fluids erfolgt mit einem Laufrad 10, das auf einer Antriebswelle 11 befestigt ist. Das Fluid tritt durch den in der Drehachse angeordneten Saugstutzen 12 in die Pumpe 1 ein und wird vom rotierenden Laufrad 10 beschleunigt. Durch die Wirkung der Zentrifugalkraft strömt das Fluid von der Drehachse radial nach außen in ein Spiralgehäuse 13 und von dort über den Druckstutzen 14 in eine Rohrleitung des strömungsführenden Systems. Bei dem

strömungsführenden System kann es sich beispielsweise um ein Rohrleitungssysfem handeln, in welches das Bauteil 1 eingebaut ist. In einer Wand 2 des Bauteils 1 ist ein Sensor 3 integriert. Die Oberfläche 4 des Sensors 3 steht in Kontakt mit dem Fluid. An der Fluid abgewandten Seite des Sensors 3 ist ein Verbindungsmittel 5 befestigt, über das der Sensor 3 mit einer Auswerteeinheit 6 in Verbindung steht. Das Verbindungsmittel 5 kann als Steck-, Schraub-, oder ein ansonsten übliches Verbindungsmittel zur Herstellung elektrischer Verbindungen ausgebildet sein. Über das Verbindungsmittel 5 werden die Sensordaten an die Auswerteeinheit 6 weitergeleitet. Auch die Stromversorgung des Sensors 3 kann über das Verbindungsmittel 5 erfolgen. Der Sensor 3 ragt mit seiner Oberfläche 4 in den druckseitigen Radseitenraum des Bauteils 1. Der Sensor 3 detektiert Beläge, die sich auf seiner Oberfläche 4 bilden.

[0038] Fig. 2 zeigt die Oberfläche 4 des Sensors 3. Zumindest ein Teil der Oberfläche 4 des Sensors 3 ist als piezoelektrisches Substrat 7 ausgebildet. Auf dem piezoelektrischen Substrat 7 sind ein Sender 8 und ein Empfänger 9 angeordnet. Es handelt sich dabei um zwei als Interdigitaltransducer ausgebildete Kammelektroden. Ein auf eine feste Frequenz eingestellter Oszillator erzeugt ein elektrisches Wechselsignal mit konstanter Amplitude. Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Oszillator Teil des Sensors 3 ist und im Sensorkörper angeordnet ist. Über den Sender 8 wird eine Oberflächenwelle in dem piezoelektrischen Material 7 erzeugt. Nach Durchlaufen einer Messstrecke wird das akustische Signal über den Empfänger 9 in ein elektrisches Wechselstromsignal umgewandelt. Eine Belagbildung führt zu einer Änderung der Ausbreitungsgeschwindigkeit und der Amplitude der Oberflächenwelle. Die daraus resultierende Phasenänderung des Signals gegenüber der belagfreien Messung wird von der Auswerteeinheit 6 erfasst.

[0039] In Fig. 3 ist ein anderes erfindungsgemäßes Bauteil 1 dargestellt. Bei dem Bauteil 1 handelt es sich um eine Armatur, die ein innerhalb eines strömungsführenden Systems befindliches Fluid beeinflusst. Durch das Bauteil 1 kann die Durchflussmenge des Fluids reguliert werden. Mit Hilfe eines Stellantriebs 15, hier als Handrad ausgeführt, wird ein Absperrkörper bewegt. Durch die Positionsänderung des Absperrkörpers wird der Strömungsquerschnitt im Bauteil 1 verändert. Bei dem Bauteil 1 kann es sich beispielsweise um ein Ventil, einen Schieber, einen Hahn oder eine Klappe handeln. Das Bauteil 1 ist Teil eines strömungsführenden Systems. Dabei kann es sich beispielsweise um ein Rohrleitungssystem einer größeren Anlage handeln, beispielsweise einer chemischen Produktionsanlage, einer biotechnologischen Produktionsanlage oder eines Kraftwerks. Mit dem Bauteil 1 wird das innerhalb des strömungsführenden Systems befindliche Fluid beeinflusst, indem der Volumenstrom bzw. die Strömungsgeschwindigkeit variiert werden. Der Sensor 3 ist in einer Wand 2 des Bauteils 1 eingebaut. Dabei verfügt die strömungsführende Wand 2 auf der Außenseite über eine Materialanhäufung 16. In der Materialanhäufung 16 ist eine Öffnung 17 eingebracht. In der Öffnung 17 ist der Sensor 3 vertieft unter Bildung eines Innenraumes 18 angeordnet. Der Innenraum 18 befindet sich innerhalb der Materialanhäufung 16. Im Ausführungsbeispiel ist die Öffnung 17 als einfache Bohrung innerhalb der Materialanhäufung 16 ausgebildet. Aufgrund der zurückgesetzten Anordnung der Sensoroberfläche 4 bildet sich innerhalb des Innenraumes 18 ein Sekundärwirbel. Dieser Sekundärwirbel weist gegenüber der Hauptströmung eine geringere Strömungsgeschwindigkeit auf. Die Wirbelströmung trifft in beliebigen Winkeln auf die Sensoroberfläche 4. Durch die verlangsamte Strömung und das senkrechte Auftreffen wird die Bildung von Biobelägen an der Oberfläche 4 des Sensors 3 begünstigt. Die Oberfläche 4 des Sensors 3 besteht zumindest teilweise aus einem piezoelektrischen Substrat 7. Auf dem piezoelektrischen Substrat 7 sind ein Sender 8 und ein Empfänger 9 positioniert. An einem Ausgang des Sensors 3 ist ein Verbindungsmittel 5 angeschlossen, das mit einer Auswerteeinheit 6 in Verbindung steht. Das Verbindungsmittel 5 kann als Steck-, Schraub-, oder ein ansonsten übliches Verbindungsmittel zur Herstellung elektrischer Verbindungen ausgebildet sein. Alternativ zu einem festen Verbindungsmittel kann eine Übertragung der Signale per Funk erfolgen. Die Auswerteeinheit 6 kann von einer externen Spannungsquelle versorgt werden und/oder über eine integrierte Spannungsquelle verfügen. Hierbei kann es sich um Akkumulatoren, Batterien, Netzgeräte, thermoelektrische Generatoren, Solarzellen oder dergleichen handeln. Der Sensor 3 detektiert, in der bereits beschriebenen Weise, Beläge auf seiner Oberfläche 4.

[0040] In Fig. 4 ist ein Diagramm dargestellt in dem die Belagsmasse auf der Sensoroberfläche 4 und die Konzentrationen an Produktions-, Reinigungs- und Spülfluid in Abhängigkeit der Zeit aufgetragen sind. Der Produktionsprozess beginnt zum Zeitpunkt t_0. An dem Sensor 3 strömt das Fluid, beispielsweise eine Flüssigkeit, mit einer konstanten Produktkonzentration vorbei. Die Produktkonzentration ist als durchgezogene Linie 19 dargestellt. Die Linie 19, zur Darstellung der Produktkonzentration, ist gegenüber der Linie 20, zur Darstellung der Belagmasse, dünner ausgeführt. Ab einem Zeitpunkt t_1, beginnt sich ein Belag auf der Sensoroberfläche 4 aufzubauen. Zum Zeitpunkt t_2 wird, bei Überschreitung eines bestimmten, auf der linken Ordinate mit Wert "1" markierten, Grenzwertes an Belagsmasse, ein Reinigungsfluid, beispielsweise eine Reinigungsflüssigkeit, in den Prozess gegeben. Das Reinigungsfluid erreicht den Sensor 3 erst zum Zeitpunkt t_3. Die Zeitspanne t_3-t_2 ist die Totzeit, welche das Reinigungsfluid benötigt, um von seiner Einleitungsstelle zum Sensor 3 zu gelangen. Ab dem Zeitpunkt t_3 steigt die Konzentration an Reinigungsfluid am Sensor 3 an. Die Konzentration an Reinigungsfluid ist als gestrichelte Linie 21 dargestellt. Gleichzeit nimmt die Konzentration an Produktionsfluid ab. Die Belagmasse nimmt zunächst weiter zu und erreicht zum Zeitpunkt

t_4 ihr Maximum. Ab dann wird die Belagmasse abgebaut. Vom Zeitpunkt t_5 an ist das Produktionsfluid vollständig durch das Reinigungsfluid verdrängt. Das Reinigungsfluid hat seine maximale Konzentration erreicht. Die Belagmasse nimmt bis zum Zeitpunkt t_6 weiter ab. Ab dem Zeitpunkt t_6 wird Spülfluid in den Prozess geleitet. Die Konzentration an Spülfluid ist als Linie 22 dargestellt, die aus einer Abfolge von einem Strich und zwei Punkten besteht. Das Spülfluid erreicht den Sensor 3 erst zum Zeitpunkt t_7. Die Zeitspanne t_7-t_6 ist eine Totzeit, die das Spülfluid benötigt, um den Weg von der Einleitungsstelle bis zum Sensor 3 zurückzulegen. Ab dem Zeitpunkt t_7 steigt die Konzentration an Spülfluid am Sensor 3 an. Gleichzeitig nimmt die Konzentration an Reinigungsfluid ab. Zum Zeitpunkt t_8 hat die Konzentration an Spülfluid ihr Maximum erreicht, während das Reinigungsfluid vollständig verdrängt wunde. Um sicher zu gehen, dass sich kein Reinigungsfluid mehr in dem Prozess befindet wird der Spülvorgang auch nach dem Absinken des Reinigungsfluids auf eine Konzentration von Null weiter fortgeführt, um auf diese Weise einen zeitlichen Sicherheitsbereich zu schaffen. Dann wird der Prozess wieder auf Produktionsfluid umgestellt. Nach einer gewissen Totzeit erreicht das Produktionsfluid zum Zeitpunkt t_9 den Sensor 3. Die Konzentration an Produktionsfluid nimmt bis zum Zeitpunkt t_{10} zu, während die Konzentration an Spülfluid abnimmt. Ab dem Zeitpunkt t_{10} ist am Sensor 3 das Spülfluid von dem Produktionsfluid vollständig verdrängt. Gemäß der bereits beschriebenen Funktionsweise detektiert der Sensor 3 die Masse an Belag auf seiner Oberfläche 4. Wie bereits ausgeführt kann der Sensor 3 weiterhin detektieren ob Produktions-, Reinigungs- oder Spülfluid an ihm vorbeiströmt.

Patentansprüche

1. Bauteil (1) für strömungsführende Systeme, wobei mit dem Bauteil (1) ein innerhalb des strömungsführenden Systems befindliches Fluid beeinflusst wird und das Bauteil (1) als Kraft- und/oder Arbeitsmaschine oder als Armatur mit Absperrkörper ausgebildet ist, wobei das Bauteil (1) einen Sensor (3) aufweist,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   der Sensor (3) im Bauteil (1) platziert ist und mindestens einen Sender (8) und mindestens einen Empfänger (9) umfasst, wobei der Sender (8) akustische Wellen auf der Oberfläche (4) des Sensors (3) erzeugt und der Empfänger (9) diese vom Sender erzeugten Oberflächenwellen wahrnimmt und der Sensor (3) Signale für eine Auswerteeinheit (6) erzeugt, die durch einen Vergleich mit Referenzdaten den Grad einer Belagbildung im Bauteil (1) ermittelt.

2. Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Sender (8) und Empfänger (9) als Interdigitaltransducer ausgebildete Kammelektroden ausgeführt sind.

3. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Oberfläche (4) aus einem piezoelektrischen Substrat (7) besteht.

4. Bauteil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Sender (8) und Empfänger (9) auf dem piezoelektrischen Substrat (7) positioniert sind.

5. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (6) aus einer Frequenzverschiebung und/oder aus einer Phasenverschiebung und/oder aus einer Amplitudenverschiebung den Grad der Belagbildung ermittelt.

6. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (3) in eine Wand (2) des Bauteils (1) integriert ist.

7. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (3) auf einer Wand (2) des Bauteils (1) platziert ist.

8. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (6) bei Überschreitung eines Grenzwertes, der einem bestimmten Grad an Belagbildung entspricht, ein Signal abgibt.

9. Bauteil nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Signal einen Prozess auslöst, der eine Reinigung der mit Fluid benetzten Innenwände des Bauteils (1) bewirkt.

10. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (1) mindestens einen weiteren Sensor enthält, der zumindest eine Zustandsgröße des Fluids bestimmt und seine Daten an die Auswerteeinheit (6) weiterleitet, wobei die Auswerteeinheit (6) Beeinflussungen der Messungen des Grades der Belagbildung durch Schwankungen innerhalb der Zustandsgrößen des Fluids herausrechnet.

11. Verfahren zur Detektion von Belägen auf Wänden eines Bauteils (1) für strömungsführende Systeme, wobei mit dem Bauteil (1) ein innerhalb des strömungsführenden Systems befindliches Fluid beeinflusst wird und das Bauteil (1) als Kraft- und/oder Arbeitsmaschine oder als Armatur mit Absperrkörper ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor (3) im Bauteil (1) platziert ist, wobei der Sensor (3) mindestens einen Sender (8) und mindestens einen Empfänger (9) umfasst, wobei der Sender (8) akustische Wellen auf der Oberfläche (4)

des Sensors (3) erzeugt und der Empfänger (9) diese vom Sender erzeugten Oberflächenwellen wahrnimmt und der Sensor Signale für eine Auswerteeinheit (6) erzeugt, die durch einen Vergleich mit Referenzdaten den Grad einer Belagbildung im Bauteil (1) ermittelt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** Sender (8) und Empfänger (9) als Interdigitaltransducer ausgebildete Kammelektroden ausgeführt sind.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche (4) des Sensors (3) aus einem piezoelektrischen Substrat (7) besteht.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (6) aus einer Frequenzverschiebung und/oder aus einer Phasenverschiebung und/oder aus einer Amplitudenverschiebung den Grad der Belagbildung ermittelt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (3) in eine Wand (2) des Bauteils (1) integriert ist

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (3) auf einer Wand (2) des Bauteils (1) platziert ist.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (6) bei Überschreitung eines Grenzwertes, der einem bestimmten Grad an Belagbildung entspricht, ein Signal abgibt.

18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Signal einen Prozess auslöst, der eine Reinigung der mit Fluid benetzten Innenwände des Bauteils (1) bewirkt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (1) mindestens einen weiteren Sensor enthält, der zumindest eine Zustandsgröße des Fluids bestimmt und seine Daten an die Auswerteeinheit (6) weiterleitet, wobei die Auswerteeinheit (6) Beeinflussungen der Messungen des Grades der Belagbildung durch Schwankungen innerhalb der Zustandsgrößen des Fluids herausrechnet.

Claims

1. Component (1) for flow-conducting systems, a fluid within the flow-conducting system being influenced by the component (1), and the component (1) being formed as a power-generating and/or working machine or as a fitting with shut-off element, the component (1) having a sensor (3),
characterized in that
the sensor (3) is placed in the component (1) and comprises at least one transmitter (8) and at least one receiver (9), the transmitter (8) generating acoustic waves on the surface (4) of the sensor (3), and the receiver (9) detecting these surface waves generated by the transmitter, and the sensor (3) generating signals for an evaluation unit (6), which determines the level of deposit formation in the component (1) by means of a comparison with reference data.

2. Component according to Claim 1, **characterized in that** transmitter (8) and receiver (9) are implemented as comb electrodes formed as an interdigital transducer.

3. Component according to Claim 1 or 2, **characterized in that in that** at least part of the surface (4) consists of a piezoelectric substrate (7).

4. Component according to Claim 3, **characterized in that** transmitter (8) and receiver (9) are positioned on the piezoelectric substrate (7).

5. Component according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the evaluation unit (6) determines the level of deposit formation from a frequency shift and/or from a phase shift and/or from an amplitude shift.

6. Component according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the sensor (3) is integrated into a wall (2) of the component (1).

7. Component according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the sensor (3) is placed on a wall (2) of the component (1).

8. Component according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** when a limiting value which corresponds to a certain level of deposit formation is exceeded, the evaluation unit (6) outputs a signal.

9. Component according to Claim 8, **characterized in that** the signal triggers a process which effects cleaning of the inner walls of the component (1) that are wetted with fluid.

10. Component according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the component (1) contains at least one further sensor, which determines at least one state variable of the fluid and forwards the data therefrom to the evaluation unit (6), wherein the evaluation

unit (6) calculates influences on the measurements of the level of deposit formation through fluctuations within the state variables of the fluid.

11. Method for detecting deposits on walls of a component (1) for flow-conducting systems, a fluid within the flow-conducting system being influenced by the component (1), and the component (1) being formed as a power-generating and/or working machine or as a fitting with shut-off element, **characterized in that** a sensor (3) is placed in the component (1), the sensor (3) comprising at least one transmitter (8) and at least one receiver (9), the transmitter (8) generating acoustic waves on the surface (4) of the sensor (3), and the receiver (9) detecting these surface waves generated by the transmitter, and the sensor generating signals for an evaluation unit (6), which determines the level of deposit formation in the component (1) by means of a comparison with reference data.

12. Method according to Claim 11, **characterized in that** transmitter (8) and receiver (9) are implemented as comb electrodes formed as an interdigital transducer.

13. Method according to Claim 11 or 12, **characterized in that** the surface (4) of the sensor (3) consists of a piezoelectric substrate (7).

14. Method according to one of Claims 11 to 13, **characterized in that** the evaluation unit (6) determines the level of deposit formation from a frequency shift and/or from a phase shift and/or from an amplitude shift.

15. Method according to one of Claims 11 to 14, **characterized in that** the sensor (3) is integrated into a wall (2) of the component (1).

16. Method according to one of Claims 11 to 14, **characterized in that** the sensor (3) is placed on a wall (2) of the component (1).

17. Method according to one of Claims 11 to 16, **characterized in that** when a limiting value which corresponds to a certain level of deposit formation is exceeded, the evaluation unit (6) outputs a signal.

18. Method according to Claim 17, **characterized in that** the signal triggers a process which effects cleaning of the inner walls of the component (1) that are wetted with fluid.

19. Method according to one of Claims 11 to 18, **characterized in that** the component (1) contains at least one further sensor, which determines at least one state variable of the fluid and forwards its data to the evaluation unit (6), wherein the evaluation unit (6) calculates influences on the measurements of the level of deposit formation through fluctuations within the state variables of the fluid.

Revendications

1. Composant (1) destiné à des systèmes d'acheminement d'écoulements, dans lequel un fluide se trouvant à l'intérieur du système d'acheminement d'écoulements est influencé par le composant (1) et le composant (1) est réalisé sous la forme d'une machine d'entraînement et/ou entraînée ou sous la forme d'un robinet, dans lequel le composant (1) comporte un capteur (3),
caractérisé en ce que le capteur (3) est placé dans le composant (1) et comprend au moins un émetteur (8) et au moins un récepteur (9), dans lequel l'émetteur (8) génère des ondes acoustiques sur la surface (4) du capteur (3) et le récepteur (9) acquiert lesdites ondes de surface générées par l'émetteur, et le capteur (3) génère des signaux destinés à une unité d'évaluation (6) qui détermine, au moyen d'une comparaison à des données de référence, le degré d'une formation de dépôt dans le composant (1).

2. Composant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'émetteur (8) et le récepteur (9) sont mis en oeuvre sous la forme d'électrodes en peigne présentant la forme d'un transducteur interdigité.

3. Composant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie de la surface (4) est constituée d'un substrat piézoélectrique (7).

4. Composant selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'émetteur (8) et le récepteur (9) sont positionnés sur le substrat piézoélectrique (7).

5. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'unité d'évaluation (6) détermine le degré de formation de dépôt à partir d'un décalage de fréquence et/ou à partir d'un décalage de phase et/ou à partir d'un décalage d'amplitude.

6. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le capteur (3) est intégré à une paroi (2) du composant (1).

7. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le capteur (3) est placé sur une paroi (2) du composant (1).

8. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'unité d'évaluation (6) délivre un signal lors du dépassement d'une

valeur limite qui correspond à un degré déterminé de formation de dépôt.

9. Composant selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le signal déclenche un processus qui provoque un nettoyage des parois internes mouillées par un fluide du composant (1).

10. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le composant (1) contient au moins un autre capteur qui détermine au moins une grandeur d'état du fluide et réachemine ces données vers l'unité d'évaluation (6), dans lequel l'unité d'évaluation (6) déduit des influences des mesures du degré de formation de dépôt par l'intermédiaire de fluctuations se produisant dans les grandeurs d'état du fluide.

11. Procédé de détection de dépôt sur des parois d'un composant (1) destiné à des systèmes d'acheminement d'écoulements, dans lequel un fluide se trouvant à l'intérieur du système d'acheminement d'écoulements est influencé par le composant (1) et le composant (1) est réalisé sous la forme d'une machine d'entraînement et/ou entraînée ou sous la forme d'un robinet ayant un corps d'arrêt, **caractérisé en ce qu'**un capteur (3) est placé dans le composant (1), dans lequel le capteur (3) comprend au moins un émetteur (8) et au moins un récepteur (9), dans lequel l'émetteur (8) génère des ondes acoustiques sur la surface (4) du capteur (3) et le récepteur (9) acquiert lesdites ondes de surface générées par l'émetteur et le capteur génère des signaux destinés à une unité d'évaluation (6) qui détermine, au moyen d'une comparaison à des données de référence, le degré d'une formation de dépôt dans le composant (1).

12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'émetteur (8) et le récepteur (9) sont mis en oeuvre sous la forme d'électrodes en peigne présentant la forme d'un transducteur interdigité.

13. Procédé selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce que** la surface (4) du capteur (3) est constituée d'un substrat piézoélectrique (7).

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce que** l'unité d'évaluation (6) détermine le degré de formation de dépôt à partir d'un décalage de fréquence et/ou à partir d'un décalage de phase et/ou à partir d'un décalage d'amplitude.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que** le capteur (3) est intégré à une paroi (2) du composant (1).

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que** le capteur (3) est placé sur une paroi (2) du composant (1).

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 16, **caractérisé en ce que** l'unité d'évaluation (6) délivre un signal lors du dépassement d'une valeur limite qui correspond à un degré déterminé de formation de dépôt.

18. Procédé selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** le signal déclenche un processus qui provoque un nettoyage des parois internes mouillées par un fluide du composant (1).

19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 18, **caractérisé en ce que** le composant (1) contient au moins un autre capteur qui détermine au moins une grandeur d'état du fluide et réachemine ses données vers l'unité d'évaluation (6), dans lequel l'unité d'évaluation (6) déduit des influences des mesures du degré de formation de dépôt par l'intermédiaire de fluctuations se produisant dans les grandeurs d'état du fluide.

Fig. 1

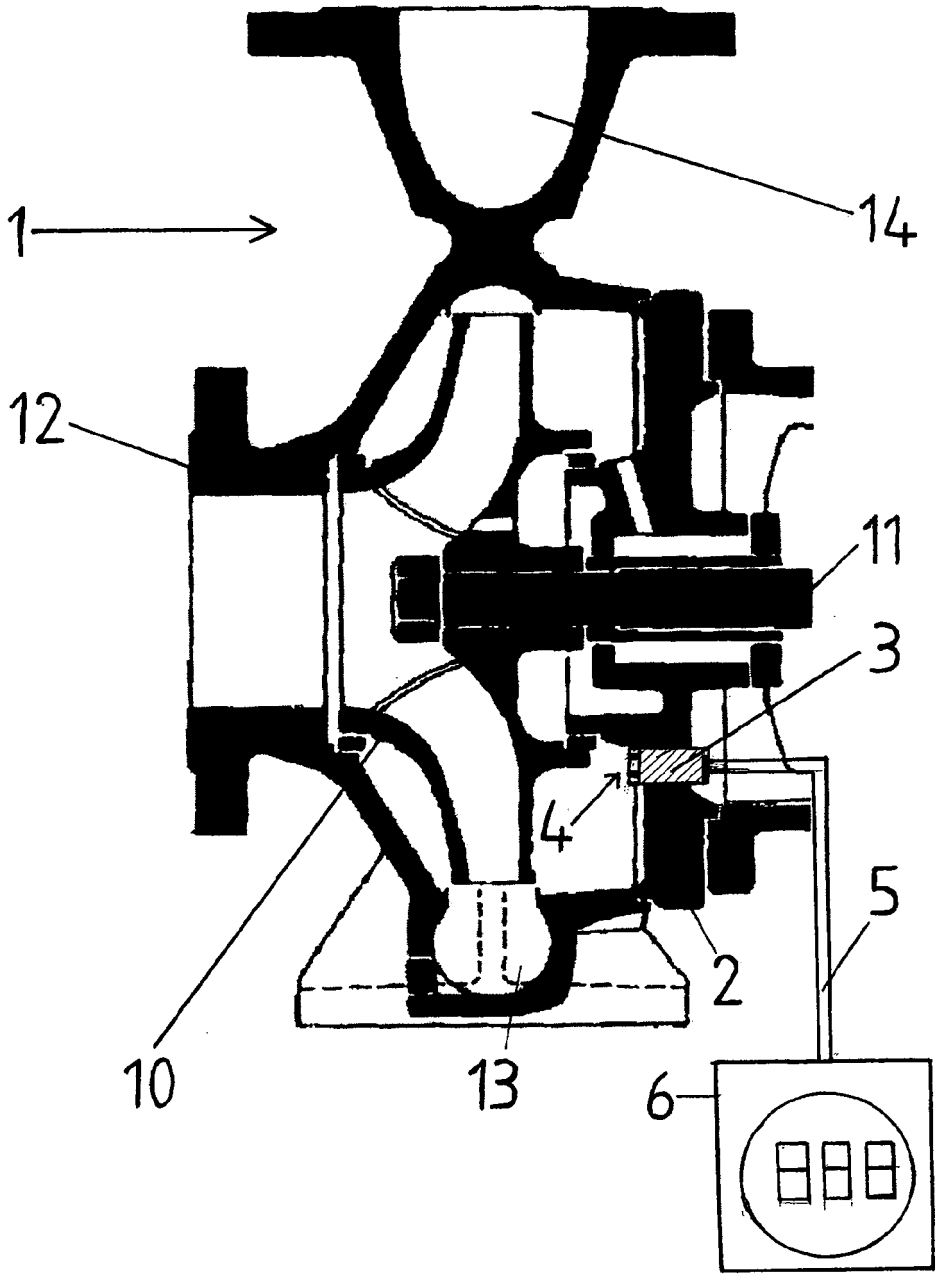


Fig. 2

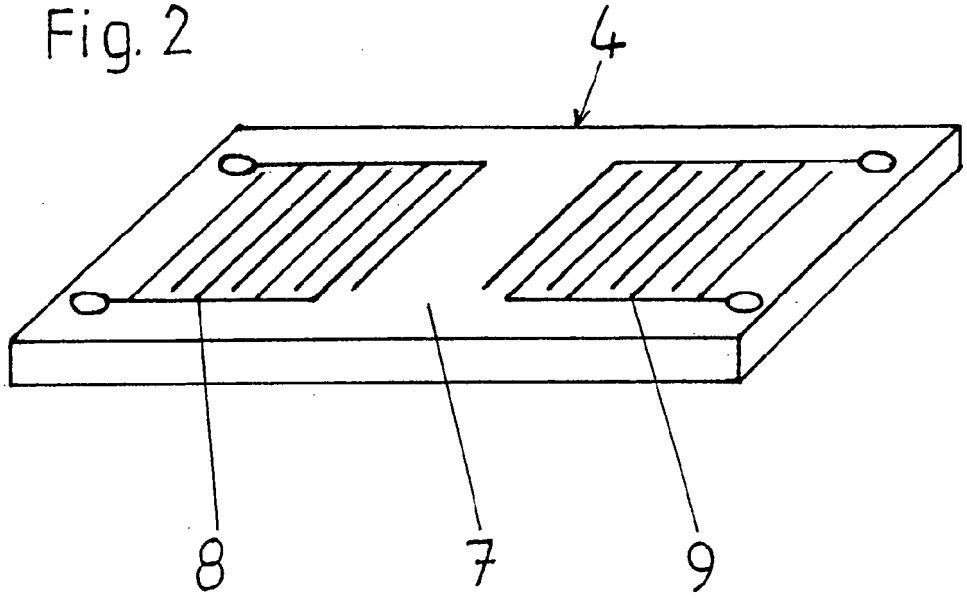
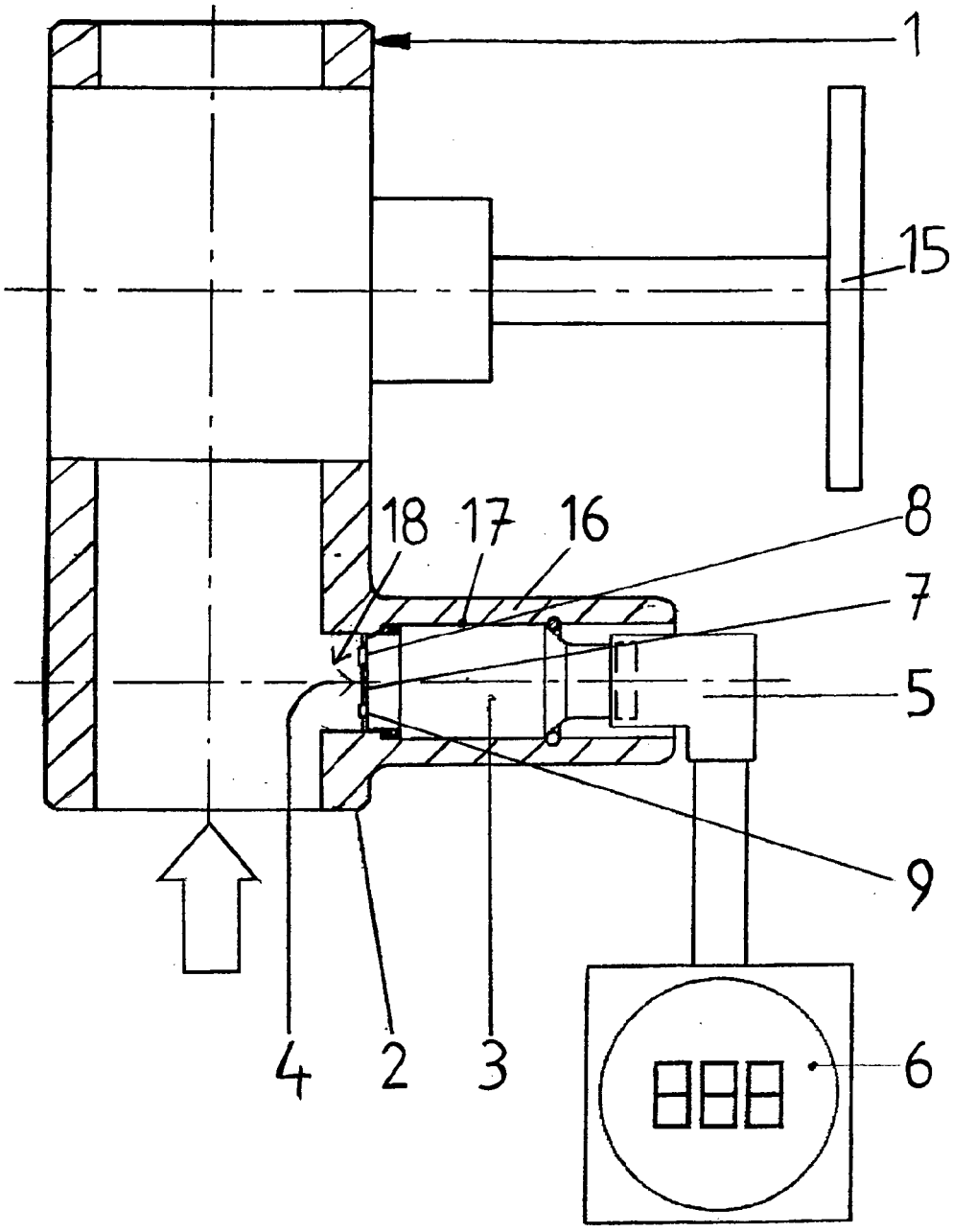


Fig. 3



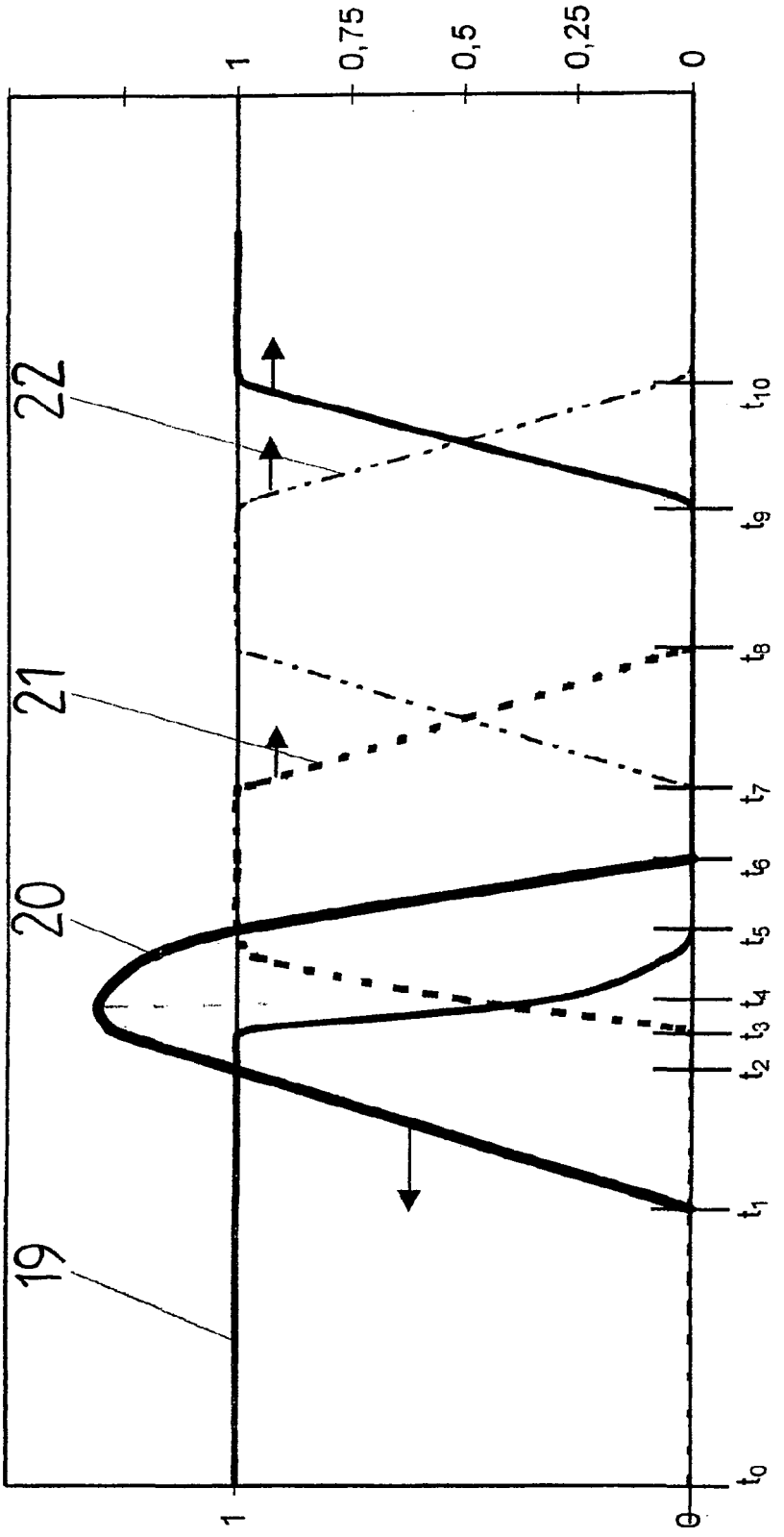


Fig.4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19725376 A1 **[0006]**
- US 20080163700 A1 **[0013]**
- US 20070006656 A1 **[0014]**
- JP 61091509 A **[0015]**