

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Juli 2007 (05.07.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/074005 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01F 23/296 (2006.01) G08C 19/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/068907

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. November 2006 (24.11.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 062 389.1
23. Dezember 2005 (23.12.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ENDRESS+HAUSER GMBH+CO.KG [DE/DE];
Hauptstrasse 1, 79689 Maulburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GROZINGER,
Roland [DE/DE]; Kaiserstuhlweg 3a, 79129 Staufen
(DE). RUF, Klaus [DE/DE]; Im Seefeld 7, 79618 Rhein-
felden (DE).

(74) Anwalt: ANDRES, Angelika; c/o Endress+Hauser
(Deutschland) Holding GmbH, PatServe, Colmarer Strasse
6, 79576 Weil am Rhein (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS,
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: SENSOR SYSTEM FOR DETERMINING A PHYSICAL MEASUREMENT VARIABLE

(54) Bezeichnung: SENSORSYSTEM ZUR BESTIMMUNG EINER PHYSIKALISCHEN MESSGRÖßE

(57) Abstract: The present invention relates to a sensor system (1) for determining a physical measurement variable, said system comprising a sensor (2) and a control/evaluation unit (3) which are electrically conductively connected to at least two conductors (5, 6), in a physically separate manner, by means of a cable (4), wherein a temperature-measuring element (7) for determining the temperature (\tilde{N}) and a sensor recognition element (8) for recognizing the sensor are formed in the sensor (2). The invention involves the control/evaluation unit (3) driving the temperature-measuring element (7) and the sensor recognition element (8) with a positive voltage (9) or a negative voltage (10) using a common conductor (5) and reading out a temperature measured value of the temperature element (7) or a characteristic value of the sensor element (8) depending on the applied voltage (9, 10).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Sensorsystem (1) zur Bestimmung einer physikalischen Messgröße bestehend aus einem Sensor (2) und einer Regel-/Auswerteeinheit (3), die räumlich von einander getrennt über ein Kabel (4) mit zumindest zwei Leitern (5, 6) elektrisch leitend verbunden sind, wobei in dem Sensor (2) ein Temperaturmeselement (7) zur Bestimmung der Temperatur (\tilde{N}) und ein Sensorkennelement (8) zur Sensorerkennung ausgestaltet sind. Die Erfindung beinhaltet, dass die Regel-/Auswerteeinheit (3) das Temperaturmeselement (7) und das Sensorkennelement (8) über einen gemeinsamen Leiter (5) mit einer positiven Spannung (9) oder einer negativen Spannung (10) ansteuert und je nach angelegter Spannung (9, 10) einen Temperaturmesswert des Temperaturelements (7) oder einen Kennwert des Sensorelements (8) ausliest.

WO 2007/074005 A1

Beschreibung

Sensorsystem zur Bestimmung einer physikalischen Messgröße

- [0001] Die Erfindung betrifft ein Sensorsystem zur Bestimmung einer physikalischen Messgröße bestehend aus einem Sensor und einer Regel-/Auswerteeinheit, die räumlich von einander getrennt über ein Kabel mit zumindest zwei Leitern elektrisch leitend verbunden sind, wobei in dem Sensor ein Temperaturmesselement zur Bestimmung der Temperatur und ein Sensorkennelement zur Sensorerkennung ausgestaltet sind.
- [0002] Derartige Sensorsysteme zur Bestimmung einer physikalischen Messgröße, insbesondere des Füllstands in einem Behälter, werden häufig in den Messgeräten der Automations- und Prozesssteuerungstechnik eingesetzt. Von der Anmelderin werden beispielsweise Messgeräte unter dem Namen Prosonic, FMU produziert und vertrieben, welche nach dem Laufzeit-Messverfahren arbeiten und dazu dienen, den Füllstand eines Füllguts in einem Behälter zu bestimmen und/oder zu überwachen. Bei der Laufzeitmessmethode werden beispielsweise die über einen Ultraschall-Transceiver erzeugten Ultra-/Schallsignale in den Prozessraum ausgesendet und die reflektierten Echowellensignale werden nach der abstandsabhängigen Laufzeit der Signale wieder von einem Sende-/Empfangelement empfangen. Aus der Zeitdifferenz zwischen dem Aussenden der Ultra-/Schallsignale und dem Empfang der reflektierten Echosignale lässt sich der Abstand des Messgerätes zu der Füllgutoberfläche ermitteln. Vorrichtungen und Verfahren zur Bestimmung des Füllstandes über die Laufzeit von Ultraschallsignalen, sowie auch von anderen Messsignalen, wie z.B. Radar nutzen die physikalische Gesetzmäßigkeit aus, wonach die Laufstrecke gleich dem Produkt aus der Laufzeit und der Ausbreitungsgeschwindigkeit ist. Unter Berücksichtigung der Geometrie des Behälterinnern und des Behälters wird dann der Füllstand des Füllguts als relative oder absolute Größe ermittelt.
- [0003] Die Erzeugung der Schallwellen bzw. Ultraschallwellen und das Ermitteln der reflektierten Echowellensignale nach einer abstandsabhängigen Laufzeit können durch separate Sende- und Empfangselemente oder durch gemeinsame Sende-/Empfangselemente erfolgen. In der Praxis kommt meist nur ein einzelnes Sende-/Empfangselement – ein so genannter Ultraschall-Transceiver –, der ein Sendesignal erzeugt und zeitlich versetzt ein Reflexionssignal bzw. ein Echosignal empfängt, zum Einsatz.
- [0004] Die Laufzeit der Ultraschallwellen ist abhängig von der Ausbreitungs-

Geschwindigkeit der Ultraschallwellen in der Gasphase über dem zu messenden Medium, welche allgemein als Gasphasengeschwindigkeit bezeichnet wird. Diese Gasphasengeschwindigkeit ist unter anderem stark von der Temperatur der Gasphase, in der sich die Ultraschallwelle ausbreitet, abhängig. Aus diesem Grund muss die Temperatur des Mediums zur Bestimmung der Gasphasengeschwindigkeit bekannt sein, damit aus der Laufzeit der Ultraschallsignale auf eine dementsprechende Laufstrecke umgerechnet werden kann.

[0005] Des Weiteren wird ein Ultraschallsensors so angeregt, dass dieser in der Resonanzfrequenz schwingt. In diesem Resonanzfrequenz-Mode des Ultraschallsensors wird eine möglichst hohe Sendeleistung des Ultraschallsignals erzielt. Die Resonanzfrequenz des Ultraschallsensors ist abhängig sowohl von geometrischen Größen des Sensors und dessen Sensorelement als auch von der Umgebungstemperatur.

[0006] In der DE 103 23 063, DE 42 33 257 C1 und der DE 42 23 346 C2 sind Füllstandsmessgeräte mit Ultraschallsensoren beschrieben, die die Resonanzfrequenz des Ultraschallsensors bei verschiedenen Temperaturen bestimmen. In diesen Ultraschallsensoren sind Temperatursensoren integriert, die dazu dienen, die aktuelle Umgebungstemperatur des Ultraschallsensors zu erfassen. Anhand der aktuellen Umgebungstemperatur wird die Resonanzfrequenz der Ultraschallsensoren im Sendebetrieb von dem Messumformer durch Änderung der Anregung nachgeführt und angepasst. Aus aktuellen Werten und Historien-Werten, der Resonanzfrequenz und der Umgebungstemperatur kann auch eine Aussage über die Anlagerung von Medium am Ultraschallsensor, den so genannten Ansatz, getroffen werden.

[0007] In der DE 198 08 994 C2 wird hingegen eine Vorrichtung beschrieben, die mittels einem Temperaturkompensationskondensator im Ultraschallsensor einer Abweichung der temperaturabhängigen Resonanzfrequenz des Ultraschallwandlers, veranlasst durch eine Änderung der Umgebungstemperatur, entgegenwirkt.

[0008] In Prozessanlagen gibt es verschiedene Messbedingungen, wie beispielsweise Behältergeometrien, Reichweite, Messwertauflösung, Messmedium, die meist nicht alleine durch einen einzigen Ultraschallsensor abgedeckt werden können. Deshalb werden je nach Messaufgabe diesen Messbedingungen angepasste Ultraschallsensoren mit bestimmten Arbeitsfrequenzen bzw. Resonanzfrequenzen eingesetzt. Damit diese unterschiedlichen Ultraschallsensoren in ihrer jeweiligen Resonanzfrequenz arbeiten können, müssen diese mit einem entsprechenden Anregungssignal durch den Messumformer angesteuert werden. Hierzu ist es notwendig, den Typ des

angeschlossenen Ultraschallsensors zu kennen. Eine Möglichkeit ist es, den Typ des angeschlossenen Ultraschallsensors durch ein integriertes Sensorkennelement, beispielsweise in der Form eines Kennwiderstandes, automatisch ermitteln zu lassen. In der DE 40 35 403 A1 ist ein solcher Kennwiderstand im Sensorkörper integriert, der von der Steuereinheit bzw. dem Messumformer ausgelesen wird, wodurch eine feste Verbindung zwischen Sensor und Steuereinheit besteht und die Art des Sensors festgestellt wird.

- [0009] Zur unabhängigen Auswertung des Sensorkennelements und des Temperaturmesselements durch den Messumformer, werden in üblichen Geräten beide Elemente getrennt voneinander vom Messumformer ausgewertet, was einen erhöhten Verbindungsaufwand und Messaufwand zwischen dem Sensor und dem Messumformer verursacht.
- [0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Sensoreinheit zur Reduktion des Verbindungsaufbaus und Messaufwands zwischen Sensor und Messumformer aufzuzeigen, sowie deren Messgenauigkeit zu erhöhen.
- [0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Sensorsystem gelöst, bei dem die Regel-/Auswerteeinheit das Temperaturmesselement und das Sensorkennelement über einen gemeinsamen Leiter mit einer positiven Spannung oder einer negativen Spannung ansteuert und je nach angelegter Spannung einen Temperaturmesswert des Temperaturelements oder einen Kennwert des Sensorelements ausliest.
- [0012] Gemäß einer Ausgestaltung des Sensorsystems ist im Temperaturmesselement ein temperaturabhängiger Widerstand und/oder im Sensorkennelement ein entsprechender Kennwiderstand vorgesehen.
- [0013] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Sensorsystems ist im Temperaturmesselement und/oder im Sensorkennelement zumindest ein elektrisches Sperrelement vorgesehen.
- [0014] Eine zweckmäßige Ausgestaltung des Sensorsystems ist, dass in Reihe zum temperaturabhängigen Widerstand und/oder in Reihe zum Kennwiderstand jeweils ein elektrisches Sperrelement mit gegensätzlichen Sperrrichtungen vorgesehen ist.
- [0015] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des Sensorsystems ist vorgesehen, dass das Sperrelement als Diode ausgestaltet ist.
- [0016] Eine sehr vorteilhafte Variante des Sensorsystems ist, dass das Sperrelement als Feldeffekttransistor bzw. unipolarer Transistor ausgestaltet ist.
- [0017] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des Sensorsystems ist vorgesehen, dass der Feldeffekttransistor zu dem temperaturabhängigen Widerstand des

Temperaturmeselements oder zu dem Kennwiderstand des Sensorkennelements so angeordnet ist, dass ein Spannungsabfall am temperaturabhängigen Widerstand oder am Kennwiderstand den Feldeffekttransistor schaltet.

[0018] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Sensorsystems wird vorgeschlagen, dass ein Schaltelement in der Regel-/Auswerteeinheit vorgesehen ist, das im Wechsel die positive Spannung oder die negative Spannung und entsprechende Vorwiderstände auf den gemeinsamen Leiter schaltet.

[0019] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des Sensorsystems bilden die jeweils angelegte positive Spannung oder negative Spannung mit dem entsprechenden Vorwiderstand und dem Sensorkennelement oder dem Temperaturmeselement über die zwei Leiter des Kabels einen Spannungsteiler aus.

[0020] Eine ergänzende vorteilhafte Ausgestaltung des Sensorsystems sieht vor, dass es sich bei dem Sensor um einen Ultraschallsensor zur Ermittlung eines Füllstandes in einem Behälter handelt, in dem als Sensorelement zur Ermittlung der physikalischen Größe ein piezoelektrischer Wandler vorgesehen ist.

[0021] Weiterhin wird vorgeschlagen, dass ein dritter Leiter im Kabel vorgesehen ist, der zur Ansteuerung des Sensorelements durch die Regel-/Auswerteeinheit dient.

[0022] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung, in der der Aufbau und die Funktionsweise zwei verschiedener Ausführungsformen gemäß der Erfindung anhand von schematischen Zeichnungen im Einzelnen erläutert sind. Zur Vereinfachung sind in den Zeichnungen identische Teile mit dem gleichen Bezugszeichen versehen worden. Es zeigt:

[0023] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Sensorsystems zur Ermittlung des Füllstands mit Sperrelementen in Form von Dioden, welche seriell zum Kennwiderstand des Sensorkennelements und zum temperaturabhängigen Widerstand des Temperaturmeselements konträr angeordnet sind, und

[0024] Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Sensorsystems zur Ermittlung des Füllstands mit Sperrelementen in Form von Feldeffekttransistoren, welche seriell zum Kennwiderstand des Sensorkennelements und zum temperaturabhängigen Widerstand des Temperaturmeselements konträr angeordnet sind.

[0025] In Fig. 1 ist ein Sensorsystem 1 gezeigt, dessen Sensor 2 von der Regel-/Auswerteeinheit 3 räumlich abgesetzt, über ein Kabel 4 mit Leitern 5, 6, 20 elektrisch leitend verbunden ist. Die Regel-/Auswerteeinheit 3 wird im Allgemeinen auch als Messumformer 3 bezeichnet. Das Kabel 4 mit den Leitern 5, 6, 20 ist über eine Anschlussklemme 24 an der Regel-/Auswerteeinheit 3 lösbar und elektrisch leitend

angeschlossen. Der Sensor 2 ist beispielsweise mechanisch fest mit dem Kabel 4 und überdies elektrisch leitend mit den im Kabel 4 ausgebildeten Leitern 5, 6, 20 verbunden. Diese Verbindungsstrecke zwischen Sensor 2 und Messumformer 3 über das Kabel 4 kann in den Automations- und Prozessanlagen mehrere Meter betragen. Über einen dritten Leiter 20 im Kabel 4 und den Bezugsmasse-Leiter 6 als Rückleiter wird bei einem Ultraschallsensor ein Übertrager 21 mit einer Spannung von ungefähr 55 Volt angesteuert. Dieser Übertrager 21 transformiert die Spannung nochmals hoch. Mit der hochtransformierten Spannung von ungefähr 400-800 Volt wird ein piezoelektrisches Wandlerelement als Sensorelement 19 zu Schwingungen angeregt. Dieses piezoelektrische Wandlerelement erzeugt mit dem umgebenden Aufbau ein Verbundschwingsystem, das mit einer bestimmten Resonanzfrequenz schwingt.

[0026] Im Sensor 2 ist ein Temperaturmeselement 7 zur Ermittlung der Temperatur ϑ und ein Sensorkennelement 8 zur Bestimmung des angeschlossenen Sensortyps integriert. Dieses Temperaturmeselement 7 und das Sensorkennelement 8 sind in Parallelzweigen des gemeinsamen Leiters 5 angeordnet und beinhalten jeweils ein Sperrelement 11 mit unterschiedlichen Durchlassrichtungen. In diesem ersten Ausführungsbeispiel ist das Temperaturmeselement 7 als ein temperaturabhängiger Widerstand 7a mit einer seriell angeordneten ersten Diode 12a als Sperrelement 11 ausgestaltet, und das Sensorkennelement 8 ist als ein Kennwiderstand 8a mit einer seriell angeordneten zweiten Diode 12b als Sperrelement 11 ausgestaltet. Über einen gemeinsamen Leiter 5 und einen Bezugsmasse-Leiter 6 als Rückleiter wird von dem Messumformer das Temperaturmeselement 7 und/oder das Sensorkennelement 8 je nach angelegter Spannung abwechselnd oder nach einem vorgegebenen Schema ausgelesen. Meist wird jedoch das Sensorkennelement 8 nur während der Inbetriebnahme des Sensorsystems 1 vom Messumformer 3 ausgelesen, und die Temperatur ϑ wird über das Temperaturmeselement 7 stetig oder alternierend während der gesamten Messphase des Sensorsystems 1 ausgelesen. Hierzu wird über diesen gemeinsamen Leiter eine positive Spannung 9 oder negative Spannung 10 über ein im Messumformer 3 integriertes Schaltelement 15 auf den gemeinsamen Leiter 5 geschaltet. Als Schaltelement 15 sind beispielsweise zwei komplementäre Feldeffekttransistoren (CMOS) verwendbar, wodurch auch ein hochohmiger Zustand des Schaltelements 15 erzeugt werden kann. Hierdurch befindet sich das Schaltelement 15 und der gemeinsame Leiter 5 in einem potentialfreien Zustand, wenn beide Feldeffekttransistoren nicht durchgeschaltet sind und somit im hochohmigen Zustand sind.

- [0027] Die Auswertung des Temperaturmesswerts des Sensors 2 erfolgt beispielsweise dadurch, dass durch das Schaltelement 15 die positive Spannung 9 mit dem ersten Vorwiderstand 16 auf den gemeinsamen Leiter 5 geschaltet wird. Die erste Diode 12a als Sperrelement 11 des Temperaturmeselements 7 befindet sich bei einer positiven angelegten Spannung 9 in Durchlassrichtung, wodurch infolge des Stromflusses über den temperaturabhängigen Widerstand 7a eine temperaturcharakteristische Spannung abfällt. Dieser Spannungsabfall wird von dem Spannungsteiler 18, der sich aus dem ersten Vorwiderstand 16, dem temperaturabhängigen Widerstand 7a und der ersten Diode 12a zusammensetzt - über eine Spannungsmesseinrichtung 23 von der Anschlussklemme 24 des gemeinsamen Leiters 5 ermittelt. Da sich die zweite Diode 12b in Sperrrichtung befindet, fließt in diesem Zweig des Sensorkennelements 8 kein Messstrom, der das Messergebnis des Temperaturwertes verfälschen könnte. Die resultierende Spannung, die von der Spannungsmesseinrichtung 23 ermittelt wird, ist nur abhängig von dem temperaturabhängigen Widerstand 8a und der Durchlassspannung der ersten Diode 12a.
- [0028] Dementsprechend erfolgt die Auswertung des Kennwerts des Sensors 2 beispielsweise dadurch, dass durch das Schaltelement 15 die negative Spannung 10 mit dem zweiten Vorwiderstand 17 auf den gemeinsamen Leiter 5 geschaltet wird. Die zweite Diode 12b als Sperrelement 11 des Sensorkennelements 8 befindet sich bei einer negativen angelegten Spannung 10 in Durchlassrichtung, wodurch infolge des Stromflusses über den Kennwiderstand 8a eine vom Sensortyp abhängige Spannung abfällt. Dieser Spannungsabfall wird von dem Spannungsteiler 18, der sich aus dem zweiten Vorwiderstand 17, dem Kennwiderstand 7a und der zweiten Diode 12b zusammensetzt - über eine Spannungsmesseinrichtung 23 an der Anschlussklemme 24 des gemeinsamen Leiters 5 ermittelt. Der Bezugsmasse-Leiter 6 dient in diesen Fällen als Rückleitung des Messstroms. Da sich die erste Diode 12a in Sperrrichtung befindet, fließt in diesem Zweig des Temperaturmeselements 7 kein Messstrom, der das Messergebnis des Kennwerts verfälschen würde. Die resultierende Spannung, die von der Spannungsmesseinrichtung 23 ermittelt wird, ist nur abhängig von dem Kennwiderstand 8a und der Durchlassspannung der zweiten Diode 12b.
- [0029] Die resultierenden Spannungen, die von der Spannungsmesseinrichtung 23 ermittelt werden, sind proportional zum zu messenden Temperaturwert oder zum Kennwert des entsprechenden Sensors 2. Die beispielsweise positive resultierende Spannung des Temperaturwertes und die negative resultierende Spannung des Kennwertes werden in der Spannungsmesseinrichtung 23 und einer folgenden, hier nicht explizit gezeigten

Auswertelektronik weiter ausgewertet. Durch die unterschiedliche Polarität der beiden resultierenden Spannungen wird eine sehr große Störsicherheit bei der Ermittlung der beiden Werte, wie beispielsweise einem Temperaturwert und einem Kennwert eines Sensors 2, erreicht. Es ist auch möglich, die Widerstandselemente, wie den temperaturabhängigen Widerstand 7a und/oder den Kennwiderstand 8a, nur durch Dioden 12 mit unterschiedlichen Durchlasskennlinien, welche auch eine starke Temperaturabhängigkeit aufweisen können, zu ersetzen. Dies hat den Vorteil, dass das Widerstandselement als Schaltungselement eingespart werden kann.

[0030] Die Temperaturabhängigkeit der Kennlinie von Dioden 12 im Durchlassbereich hat hingegen auch den Nachteil, dass die Temperatur ϑ nicht exakt bestimmt werden kann. Die Durchlasskennlinie von bipolaren Dioden 12 variiert stark mit der Temperatur. Aus der Formel für die ideale Diode ergibt sich unter Berücksichtigung der Temperatur die bekannte Shockley-Gleichung, die die allgemeine Beziehung zwischen dem Durchlassstrom und der Durchlassspannung einer Diode beschreibt. Bipolar Elemente weisen im Allgemeinen ein negatives Temperaturverhalten auf, das dem Messeffekt der Temperatur ϑ am temperaturabhängigen Widerstand entgegensteht. Somit heben sich beide Temperatureffekte am temperaturabhängigen Widerstand 7a und an der Diode teilweise auf bzw. beeinflussen sich gegenseitig. Da in dieser ersten Ausführungsform das positive Temperaturverhalten des temperaturabhängigen Widerstands 7a durch das negative Temperaturverhalten der ersten Diode 12a in einer nicht vorhersagbaren Art und Weise beeinflusst wird, ist eine genaue Bestimmung vor allem der aktuellen Temperatur ϑ nur bedingt möglich. Des Weiteren wird durch den Spannungsabfall an den Dioden zusätzliche Leistung, z.B. als Wärme, im Sensor umgesetzt, die dem beispielsweise mit einer über eine 4-20 mA Stromschleife gespeisten Sensorsystem 1 nicht mehr zur Verfügung steht.

[0031] Um den Energieverbrauch des Sensorsystems 1 zu verringern und den Einfluss der temperaturabhängigen Kennlinie von Dioden 12 auf den Temperaturwert bzw. resultierenden Spannungswert zu vermeiden, wurden grundlegend in einem zweiten Ausführungsbeispiel in Fig. 2 die Dioden 12 durch Feldeffekttransistoren 13 ersetzt.

[0032] In dem zweiten Ausführungsbeispiel sind zwei selbstsperrende N-Kanal MOS-FET's (Metal-Oxid-Semiconductor-Feldeffekttransistoren) dargestellt. Es versteht sich von selbst, dass in Bezug auf die Erfindung jegliche Art von Feldeffekttransistoren bzw. unipolaren Transistoren eingesetzt werden kann.

[0033]

[0034] Ein entscheidender Vorteil des Feldeffekttransistors gegenüber der bipolar Technik

mit Bipolartransistoren und mit Dioden ist, dass das Durchschalten der Source-Drain-Strecke durch anlegen eines Potentials am Gate rein kapazitiv erfolgt, wodurch der Feldeffekttransistor nahezu leistungslos bzw. stromlos angesteuert werden kann. Gegenüber der bipolarer Technik weist der Leitungskanal des MOS-FET's eine reine Widerstandscharakteristik auf, die den statischen Spannungsabfall und die statische Verlustleistung im Betrieb bestimmt. Erst dadurch werden die hohen Wirkungsgrade von leistungselektronischen Schaltungen besonders bei niedrigen Spannungen und geringer zur Verfügung stehender Energie möglich. Im Gegensatz zu bipolaren Transistoren mit deren negativem Temperaturverhalten besitzt der Leitungskanal des MOS-FET's ein positives Temperaturverhalten. Dadurch ist es möglich, dass mehrere MOS-FET's ohne zusätzliche symmetrierende Maßnahmen parallel geschaltet werden, um die Stromtragfähigkeit zu erhöhen und den Spannungsabfall am Leitungskanal zu verringern.

[0035] Das Temperaturmeselement 7 arbeitet in dieser zweiten Ausführungsform nach folgender Methode. Beim Anlegen einer positiven Spannung 9 leitet die parasitäre Diode 14, die prozesstechnisch bedingt im Feldeffekttransistor 13 physikalisch integriert ist, einen minimalen Strom. Dieser Stromfluss reicht aus, damit die Steuerelektrode (Gate) des Feldeffekttransistors 13 auf einem positiveren Potential als die Zuleitungselektrode (Source) liegt. Je höher die angelegte Spannung zwischen Source und Gate ist, desto niederohmiger wird die Schaltungstrecke bzw. der Kanal zwischen der Ableitungselektrode (Drain) und der Zuleitungselektrode (Source) des Feldeffekttransistors 13. Der resultierende Kanalwiderstand des durchgeschalteten Feldeffekttransistors 13 liegt im Bereich von unter einem Ω (Ohm), weshalb dieser keinen Einfluss auf die Temperaturmessung mit einem temperaturabhängigen Widerstand im kW-Bereich (Kiloohm) hat. Die parasitäre Diode 14 ist über den durchgeschalteten Leitungskanal des Feldeffekttransistors 13 kurz geschlossen und hat somit keine Auswirkungen auf die resultierende Spannung. Der im Parallelmesszweig des gemeinsamen Leiters 5 in dem Sensorkennelement 8 integrierte Feldeffekttransistor 13 hat auch keinen weiteren Einfluss auf die resultierende Spannung, da sich die parasitäre Diode 14 im Feldeffekttransistor 13 des Sensorkennelements 8 in Sperrrichtung befindet und das Gate auf einem negativeren Potential gegenüber der Source liegt. Die am Spannungsteiler 18 von der Spannungsmesseinrichtung 23 abgegriffene resultierende Spannung wird nur noch von dem temperaturabhängigen Widerstand 7a beeinflusst und ist somit zu diesem proportional.

[0036] Wird hingegen eine negative Spannung 10 über das Schaltelement 15 an den gemeinsamen Leiter 5 angelegt, steuert der Feldeffekttransistor 13 im Sensorkennelement 8 vollständig durch. Durch den Zweig des Temperaturmeselements 7 fließt kein Strom, da dieser Feldeffekttransistor 13 und dessen parasitäre Diode 14 den Strom vollständig sperren. Das Schaltverhalten des Feldeffekttransistors 13 im Sensorkennelement 8 ist das gleiche wie im Temperaturmeselement 7, welches schon zuvor ausführlich beschrieben wurde. Der Kennwiderstand 8a des Sensorkennelements 8 liegt im Bereich über 20 k Ω (Kiloohm), weshalb der Widerstand des Kanals des Feldeffekttransistors von kleiner einem Ω (Ohm) im vollständig durchgeschalteten Zustand keinen Einfluss auf die resultierende Spannung hat.

[0037] **Bezugszeichenliste**

[0038]

Tabelle 1

1	Sensorsystem
2	Sensor
3	Regel-/Auswerteeinheit, Messumformer
4	Kabel
5	gemeinsamer Leiter
6	Bezugsmasse-Leiter
7	Temperaturmesselement
7a	temperaturabhängiger Widerstand
8	Sensorkennelement
8a	Kennwiderstand
9	positive Spannung
10	negative Spannung
11	Sperrelement
12	Diode
12a	erste Diode
12b	zweite Diode
13	Feldeffekttransistor, unipolarer Transistor
13a	erster Feldeffekttransistor
13b	zweiter Feldeffekttransistor
14	parasitäre Diode
15	Schaltelement
16	erster Vorwiderstand
17	zweiter Vorwiderstand
18	Spannungsteiler
19	Sensorelement
20	dritter Leiter
21	Übertrager, Transformator
22	Masse

23	Spannungsmesseinrichtung
24	Anschlussklemme
ϑ	Temperatur

[0039]

Ansprüche

- [0001] Sensorsystem (1) zur Bestimmung einer physikalischen Messgröße bestehend aus einem Sensor (2) und einer Regel-/Auswerteeinheit (3), die räumlich von einander getrennt über ein Kabel (4) mit zumindest zwei Leitern (5, 6) elektrisch leitend verbunden sind, wobei in dem Sensor (2) ein Temperaturmesselement (7) zur Bestimmung der Temperatur (ϑ) und ein Sensorkennelement (8) zur Sensorerkennung ausgestaltet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Regel-/Auswerteeinheit (3) das Temperaturmesselement (7) und das Sensorkennelement (8) über einen gemeinsamen Leiter (5) mit einer positiven Spannung (9) oder einer negativen Spannung (10) ansteuert und je nach angelegter Spannung (9,10) einen Temperaturmesswert des Temperaturelements (7) oder einen Kennwert des Sensorelements (8) ausliest.
- [0002] 2 Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Temperaturmesselement (7) ein temperaturabhängiger Widerstand (7a) und/oder dass im Sensorkennelement (8) ein entsprechender Kennwiderstand (8a) vorgesehen ist.
- [0003] 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Temperaturmesselement (7) und/oder im Sensorkennelement (8) zumindest ein elektrisches Sperrelement (11) vorgesehen ist.
- [0004] 4 Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Reihe zum temperaturabhängigen Widerstand (7a) und/oder in Reihe zum Kennwiderstand (8a) jeweils ein elektrisches Sperrelement (11) mit gegensätzlichen Sperrrichtungen vorgesehen sind/ist.
- [0005] 5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sperrelement (11) als Diode (12) ausgestaltet ist.
- [0006] 6 Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sperrelement (11) als Feldeffekttransistor (13) bzw. unipolarer Transistor ausgestaltet ist.
- [0007] 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Feldeffekttransistor (13) zu dem temperaturabhängigen Widerstand des Temperaturmesselements (7) oder zu dem Kennwiderstand des Sensorkennelements (8) so angeordnet ist, dass ein Spannungsabfall am temperaturabhängigen Widerstand oder am Kennwiderstand den Feldeffekttransistor (13) schaltet.

- [0008] 8. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Schaltelement (14) in der Regel-/Auswerteeinheit (3) vorgesehen ist, das im Wechsel die positive Spannung (9) oder die negative Spannung (10) und entsprechenden Vorwiderständen (16,17) auf den gemeinsamen Leiter (5) schaltet.
- [0009] 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweils angelegte positive Spannung (9) oder negative Spannung (10) mit dem entsprechenden Vorwiderstand (16, 17) und dem Sensorkennelement (8) oder dem Temperaturmesselement (7) über die zwei Leiter (5, 6) des Kabels (4) einen Spannungsteiler (18) ausbilden.
- [0010] 10. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei dem Sensor (2) um einen Ultraschallsensor zur Ermittlung eines Füllstandes in einem Behälter handelt, in dem als Sensorelement (19) zur Ermittlung der physikalischen Größe ein piezoelektrischer Wandler vorgesehen ist.
- [0011] 11. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein dritter Leiter (20) im Kabel (4) vorgesehen ist, der zur Ansteuerung des Sensorelements (19) durch die Regel-/Auswerteeinheit (3) dient.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/068907

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01F23/296 G08C19/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01F G08C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 103 23 063 A1 (ENDRESS & HAUSER GMBH & CO KG [DE]) 9 December 2004 (2004-12-09) cited in the application paragraph [0056]; figure 1	1-11
A	US 6 397 656 B1 (YAMAGUCHI HIROTARO [JP] ET AL) 4 June 2002 (2002-06-04) column 5, lines 20-26	1-11
A	EP 0 340 953 A2 (FEDERAL IND IND GROUP INC [CA]) 8 November 1989 (1989-11-08) column 5, lines 42-51; figure 1	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 March 2007

Date of mailing of the international search report

12/04/2007

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer
Shaalan, Mohamed

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/068907

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
DE 10323063	A1	09-12-2004	EP 1480021 A2 US 2005092081 A1	24-11-2004 05-05-2005
US 6397656	B1	04-06-2002	KR 20000053591 A	25-08-2000
EP 0340953	A2	08-11-1989	AU 621610 B2 AU 3374789 A CA 1301908 C DE 68900470 D1 ES 2028438 T3 GR 3003853 T3 JP 2062992 A JP 2701937 B2 ZA 8903319 A	19-03-1992 09-11-1989 26-05-1992 09-01-1992 01-07-1992 16-03-1993 02-03-1990 21-01-1998 30-05-1990

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01F23/296 G08C19/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01F G08C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 103 23 063 A1 (ENDRESS & HAUSER GMBH & CO KG [DE]) 9. Dezember 2004 (2004-12-09) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0056]; Abbildung 1	1-11
A	US 6 397 656 B1 (YAMAGUCHI HIROTARO [JP] ET AL) 4. Juni 2002 (2002-06-04) Spalte 5, Zeilen 20-26	1-11
A	EP 0 340 953 A2 (FEDERAL IND IND GROUP INC [CA]) 8. November 1989 (1989-11-08) Spalte 5, Zeilen 42-51; Abbildung 1	1-11



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 - *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 - *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 - *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
20. März 2007	12/04/2007
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Shaan, Mohamed

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/068907

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10323063	A1	09-12-2004	EP	1480021 A2		24-11-2004
			US	2005092081 A1		05-05-2005
US 6397656	B1	04-06-2002	KR	20000053591 A		25-08-2000
EP 0340953	A2	08-11-1989	AU	621610 B2		19-03-1992
			AU	3374789 A		09-11-1989
			CA	1301908 C		26-05-1992
			DE	68900470 D1		09-01-1992
			ES	2028438 T3		01-07-1992
			GR	3003853 T3		16-03-1993
			JP	2062992 A		02-03-1990
			JP	2701937 B2		21-01-1998
			ZA	8903319 A		30-05-1990