(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2010 034 663 A1** 2012.02.23

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 034 663.2**
(22) Anmeldetag: **18.08.2010**
(43) Offenlegungstag: **23.02.2012**

(51) Int Cl.: ***G01F 23/292*** (2006.01)

(71) Anmelder:
Universität Bremen, 28359, Bremen, DE

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 28209, Bremen, DE

(72) Erfinder:
Stöbener, Dirk, 28211, Bremen, DE; Gafsi, Houcem, 28239, Bremen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

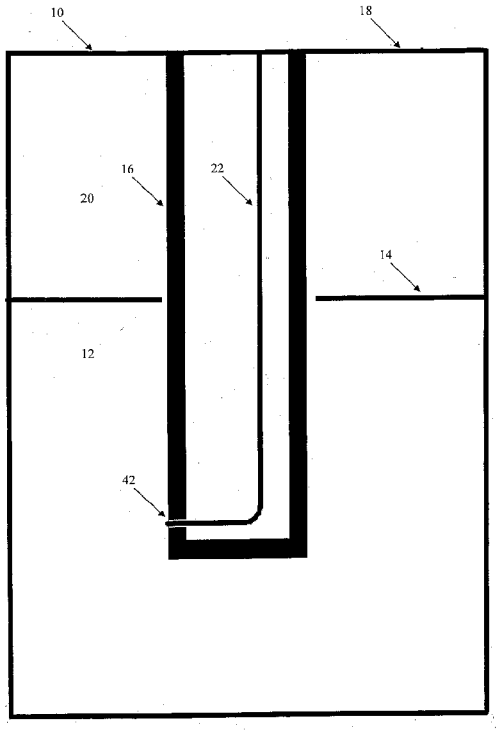
DE	**28 29 355**	**A1**
DE	**28 54 515**	**A1**
US	**4 446 908**	**A**
EP	**1 769 864**	**A1**
WO	**88/ 02 674**	**A1**
JP	**57- 081 941**	**A**
JP	**59- 052 782**	**A**
JP	**9 085 406**	**A**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur faseroptischen Füllstandsmessung von flüssigen Medien, insbesondere bei hohen Temperaturen, wie zum Beispiel flüssigen Metallen, in Behältern, wie zum Beispiel Schmelzöfen**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur faseroptischen Füllstandsmessung von flüssigen Medien, insbesondere bei hohen Temperaturen, wie zum Beispiel flüssigen Metallen, in Behältern, wie zum Beispiel Schmelzöfen, dadurch gekennzeichnet, dass der Signalverlauf der Wärmestrahlungsleistung in Abhängigkeit von der Höhenposition in einem Behälter im Bereich des Übergangs von einem flüssigen Medium zu einem über der Flüssigkeit befindlichen gasförmigen Medium erfasst und nachfolgend der Füllstand anhand eines Kantenübergangs in dem erfassten Signalverlauf ermittelt wird, und Vorrichtung zur Durchführung desselben.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur faseroptischen Füllstandsmessung von flüssigen Medien, insbesondere bei hohen Temperaturen, wie zum Beispiel flüssigen Metallen, in Behältern, wie zum Beispiel Schmelzöfen.

[0002] Genauer gesagt betrifft die Erfindung das Messprinzip und den technischen Aufbau eines optischen Sensors, der den Füllstand von heißen Schmelzen (Metallschmelzen) in Ofen mit einer Temperatur von bis zum ca. 1100°C messen kann.

[0003] Zur Messung des Füllstands von heißen Schmelzen sind verschiedene Verfahren bekannt.

[0004] Das deutsche Patent DE 33 36 210 C2 beschreibt zum Beispiel ein Verfahren zur Füllstandsmessung eines Füllgutes mittels eines Füllgutes mittels je eines Lichtgebers und -detektors. Das auf die Flüssigkeit eingestrahlte Licht wird von der Oberfläche gebrochen und der abgestrahlte Sekundärlichtstrahl vom Detektor erfasst.

[0005] Die DE 41 12 753 A1 beschreibt ein Verfahren, bei dem die Messung durch Laserstrahlen in Reflexion erfolgt.

[0006] In der Offenlegungsschrift DE 41 12 753 A1 wird ein Verfahren zur Regelung von Gießparametern in einer Druckgießmaschine beschrieben. Hierbei wird ebenfalls eine optische Messung mittels eines Laserstrahls (alternativ auch durch Ultraschall) eingesetzt.

[0007] In Stranggießanlagen für flüssiges Metall ist die Messung des Füllstands der Gießform ebenfalls von Bedeutung. Diesbezüglich wird in der Offenlegungsschrift DE 100 33 656 A1 ein Messverfahren beschrieben, welches auf einer Druckänderung während des Füllens beruht. Hierzu wird der Druck der Hydraulikflüssigkeit in einem Oszillationsantrieb in tragender Position gemessen und die Änderung über die Zeit erfasst. Ein weiteres Verfahren zur Füllstandsmessung durch die Bestimmung einer Druckdifferenz ist in der DE 40 29 385 C1 beschrieben.

[0008] Die EP 0 419 104 B1 beschreibt die Messung des Füllstands durch das Anlegen eines Wechselmagnetflusses durch einen Satz von Sende- und Empfangsspulen außerhalb der Gießform. Durch die Erfassung des Spannungswertes sowie der Phase des Wechselspannungssignals kann der Füllstand des flüssigen Metalls bestimmt werden.

[0009] In Kraftstofftanks kann die Messung des Füllstands elektronisch erfolgen, wie zum Beispiel in der DE 44 34 646 A1 beschrieben. Hierzu werden beheizte Thermoelemente aus je einer elektrisch leitfähigen Schicht eines hochohmigen und eines niederohmigen Materials auf einem blattförmigen Träger angeordnet. Durch das Eintauchen des erwärmten Thermoelements in das flüssige Medium kann die Differenz des Wärmeübergangswiderstands zwischen Gasraum und flüssiger Phase gemessen werden. Aus dem Signal der Thermospannung kann festgestellt werden, ob ein bestimmtes Thermoelement in die Flüssigkeit taucht, und so der Füllstand ermittelt werden.

[0010] Für Füllstandsmessungen im Niedertemperatur-Bereich sind verschiedene, weitere Sensor-Anordnungen bekannt, die zum Beispiel über Änderungen des elektrischen Widerstands, genau wie in DE 10 2007 056 544 A1 beschrieben, laufen.

[0011] Für heiße Fluide wurde außerdem bereits eine Füllstandsmessung durch akustische Resonanzerscheinungen in der DD 215 172 A1 beschrieben.

[0012] Aus der EP 0 310 983 A1 ist zudem ein externes Messverfahren bekannt, das eine empfindliche Videokamera verwendet, welche mit zwei unterschiedlichen Filtern ausgerüstet ist, um kurzwellige Strahlung, die vom Flüssigmetall ausgesendet wird, zu empfangen und gleichzeitig die langwellige Wärmestrahlung zu sperren.

[0013] Lediglich für die Bestimmung der Temperatur einer Schmelze sind glasfaseroptische Verfahren bekannt. So offenbart zum Beispiel die WO 2006/130941 A1 einen Sensor, der aus einem Pyrometer mit Glaserfaseroptik, das in einen keramischen Mantel eingebettet ist, besteht. Der bekannte Sensor wird in eine Metallschmelze eingetaucht. Anhand der von dem flüssigen Metall abgegebenen Wärmestrahlung kann die Temperatur desselben ermittelt werden.

[0014] Schließlich offenbart die DE 1 930 561 ein faseroptisches Eintauchthermometer zur Temperaturmessung an Stahlschmelzen. Mittels des bekannten Eintauchthermometers wird die von einem geschlossenen an einem Ende einer Lanze angebrachten Rohrstück oder Stab aus Quarz oder Keramik durchgelassene bzw. ausgesandte Strahlung von einem Strahlungspyrometer am anderen Ende der Lanze gemessen, wobei die Strahlung über eine an sich bekannte flexible Lichtleitoptik (Faseroptik) in die Objektivöffnung des Pyrometers geführt ist. Über eine einzige Faseroptik wird die Wärmestrahlung erfasst und daraus die Temperatur einer Stahlschmelze bestimmt.

[0015] Wie die obigen Ausführungen zeigen, ist die Bestimmung des Füllstands von Flüssigkeiten bei hohen Temperaturen, wie zum Beispiel flüssigen Metallen, aufgrund der starken Materialbelastung sehr

problematisch. Die hierfür bekannten und etablierten Verfahren besitzen wesentliche Nachteile: Die mechanische Messung mittels eines Messstabs ist sehr aufwändig und dabei recht unpräzise. Hierbei muss der Messstab in ein Metallschmelzebad eingetaucht und anschließend der Füllstand optisch bestimmt werden. Andere bekannte Verfahren, wie zum Beispiel die oben beschriebenen, werden von den harschen Umgebungsbedingungen, wie hohe Temperaturen, elektromagnetische Strahlung, starke Streuungen durch Ruß- und Schlackepartikel in der Luft, etc., beeinträchtigt.

[0016] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Füllstandsmessung auch bei rauen Umgebungsbedingungen zu ermöglichen.

[0017] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur faseroptischen Füllstandsmessung von flüssigen Medien, insbesondere bei hohen Temperaturen, wie zum Beispiel flüssigen Metallen, in Behältern, wie zum Beispiel Schmelzöfen.

[0018] Weiterhin wird diese Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung zur faseroptischen Füllstandsmessung von flüssigen Medien, insbesondere bei hohen Temperaturen, wie zum Beispiel flüssigen Metallen, in Behältern, wie zum Beispiel Schmelzöfen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, umfassend
mindestens eine Wärmestrahlungsdetektionseinrichtung,
einen Messstab mit einer Mantelfläche,
mindestens einen Lichtleiter, der zumindest teilweise in dem Messstab und so angeordnet ist, dass sein eines Ende nach außen zur Mantelfläche frei liegt, und dessen anderes Ende mit der mindestens einen Wärmestrahlungsdetektionseinrichtung zum Leiten von Wärmestrahlung von dem anderen Ende des Lichtleiters zu besagter/besagten Wärmestrahlungsdetektionseinrichtung(en) optisch gekoppelt ist, und
eine mit der mindestens einen Wärmestrahlungsdetektionseinrichtung in Verbindung stehende Auswerteeinrichtung zur Ermittlung des Füllstands anhand eines Kantenübergangs im Signalverlauf der detektierten Wärmestrahlungsleistung in Abhängigkeit von der Höhenposition in einem Behälter und zur Ausgabe des ermittelten Füllstands.

[0019] Selbstverständlich muss der Messstab nicht zwangsläufig rund sein, sondern könnte er theoretisch auch viereckig sein.

[0020] Bei dem Verfahren kann vorgesehen sein, dass vorab eine Referenzhöhe festgelegt und der Füllstand unter Verwendung der Referenzhöhe ermittelt wird.

[0021] Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung sind genau ein Lichtleiter und genau eine Wärmestrahlungsdetektionseinrichtung vorgesehen und ist der Messstab während einer Messung der Wärmestrahlung gesteuert höhenverfahrbar.

[0022] Alternativ ist auch denkbar, dass mindestens zwei Lichtleiter vorgesehen sind.

[0023] Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass jedem Lichtleiter genau eine Wärmestrahlungsdetektionseinrichtung zugeordnet ist.

[0024] Zweckmäßigerweise sind die nach außen zur Mantelfläche freiliegenden Enden der Lichtleiter in einer Reihe parallel zur Längsachse des Messstabs mit oder ohne Abstand zueinander angeordnet.

[0025] Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die nach außen zur Mantelfläche freiliegenden Enden der Lichtleiter spiralförmig über die/in der Mantelfläche des Messstabs angeordnet sind. Dadurch kann die räumliche Auflösung erhöht werden.

[0026] Vorteilhafterweise ist der Messstab während einer Messung der Wärmestrahlung gesteuert höhenverfahrbar.

[0027] Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung ist der Messstab während einer Messung der Wärmestrahlung stationär.

[0028] Vorteilhafterweise ist die mindestens eine Wärmestrahlungsdetektionseinrichtung ein Fotodetektor, eine Fotodiode mit elektrischem Vorverstärker oder ein Fototransistor.

[0029] Schließlich besteht der Messstab vorzugsweise aus hitzebeständigem Material, wie zum Beispiel Keramik oder Graphit.

[0030] Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, dass durch die Verwendung des Unterschieds in der Wärmestrahlungsleistung zwischen einer heißen Flüssigkeit, zum Beispiel Aluminium mit hoher Emissivität, und einem darüber liegenden gasförmigen Medium, wie zum Beispiel die Atmosphäre, mit geringerer Emissivität, der Füllstand auch bei rauen Umgebungsbedingungen, wie zum Beispiel eine mit Asche und Staub belastete Atmosphäre sowie die in einigen Metallschmelzanlagen vorherrschenden Magnetfelder hoher Intensität, ermittelt werden kann. Der Unterschied zeigt sich in einem Kantenübergang im Signalverlauf der detektierten Wärmestrahlungsleistung in Abhängigkeit von der Höhenposition in einem Behälter. Der Kantenübergang bzw. die Kantenortposition kann durch beliebige Algorithmen ermittelt werden.

[0031] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den beigefügten Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung, in der zwei Ausfüh-

rungsbeispiele anhand der schematischen Zeichnungen im einzelnen erläutert sind. Dabei zeigt:

[0032] Fig. 1 schematisch eine Vorrichtung zur faseroptischen Füllstandsmessung gemäß einer ersten besonderen Ausführungsform im Einsatz;

[0033] Fig. 2 eine Schnittansicht von einem Schmelzofen, in dem ein Messstab einer Vorrichtung zur faseroptischen Füllstandsmessung gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung angeordnet ist; und

[0034] Fig. 3 eine Schnittansicht von einem Schmelzofen, in dem ein Messstab einer Vorrichtung zur faseroptischen Füllstandsmessung gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung angeordnet ist.

[0035] Fig. 1 zeigt einen Vertikalschnitt durch einen Schmelzofen **10**. Dieser enthält eine Metallschmelze **12**, deren Füllstand (Füllpegel) **14** gemessen werden soll. In den Schmelzofen **10** ist von oben ein Messstab **16** temporär oder stationär eingetaucht und an einer Referenzhöhe **18** ausgerichtet, auf die sich die ermittelten Füllstandshöhen beziehen. Der Übersichtlichkeit halber enthält diese Figur keine weiteren Details des Messstabs **16**. Der Messstab kann beispielsweise einen runden oder quadratischen Querschnitt aufweisen und innen hohl oder beispielsweise vergossen sein.

[0036] Auf der rechten Seite der Fig. 1 sind schematisch zwei Wärmestrahlungsbereiche dargestellt. Oberhalb des Füllstands **14** liegt eine mittlere Wärmestrahlungsintensität vor, während aufgrund der hohen Temperatur im Bereich der Metallschmelze **12** eine hohe Wärmestrahlungsintensität vorliegt.

[0037] Wie bereits oben beschrieben, erfolgt die Füllstandsmessung nach dem Tauchprinzip. Bei dem Verfahren zur faseroptischen Füllstandsmessung wird der Unterschied in der Wärmestrahlungsleistung zwischen der Metallschmelze **12** und der darüber liegenden gegebenenfalls kühleren Atmosphäre **20** genutzt. Wie in der Fig. 3 gezeigt, können in dem Messstab **16** mehrere Lichtleiter **22**, **24**, **26**, **28**, **30**, **32**, **34**, **26**, **38** und **40** aus zum Beispiel Quarzglas eingebracht sein. Die in der Fig. 3 unteren Enden **42**, **44**, **46**, **48**, **50**, **52**, **54**, **56**, **58** und **60** der Lichtleiter stecken in jeweiligen Durchgangsbohrungen in der Wand **62** des hohlen Messstabs **16**, so dass sie nach außen frei liegen. Die gegenüberliegenden Enden der Lichtleiter sind mit einer entsprechenden Anzahl von Wärmestrahlungsdetektionseinrichtungen, hier Fotodioden (nicht gezeigt) optisch gekoppelt. Auf diese Weise wird von der Metallschmelze **12** abgegebene Wärmestrahlung über die jeweiligen Lichtleiter zur jeweiligen Fotodiode geleitet. Da die unteren Enden **42** bis **60** der Lichtleiter **22** bis **40** in Längsrichtung des Messstabs **16**, d. h. vertikal übereinander in einem konstanten Abstand a angeordnet sind, wird somit die Wärmestrahlungsleistung in Abhängigkeit von der Höhenposition in dem Schmelzofen **10** gemessen. Wenn der Messstab während der Füllstandsmessung ortsfest bleibt, muss natürlich der Bereich mit den unteren Enden **42** bis **60** der Lichtleiter **22** bis **40** so angeordnet werden, dass er den Füllstand (Füllpegel) **14** mit abdeckt.

[0038] Die Stelle der größten Änderung des Signalverlaufs der Wärmestrahlungsleistung, d. h. ein Kantenübergang, markiert den Füllstand. Eine nicht dargestellte Auswerteeinrichtung zur Ermittlung des Füllstands anhand eines Kantenübergangs im Signalverlauf der detektierten Wärmestrahlungsleistung in Abhängigkeit von der Höhenposition in dem Schmelzofen und zur Ausgabe des ermittelten Füllstands kann gemeinsam mit den Fotodioden gegen den Einfluss von Staub und Magnetfeldern gut gekapselt werden, da die Lichtleiter über optische Steckverbinder bis in ein metallisch gekapseltes Gehäuse (nicht gezeigt) geführt werden können. In besagtem Gehäuse mit den Fotodioden und der Auswerteausrichtung werden die unterschiedlichen Wärmestrahlungsleistungen an jedem Lichtleiter über die Fotodioden detektiert und in ein digitales elektrisches Signal umgewandelt, welches vergleichsweise unempfindlich gegenüber Verzerrungen durch externe Magnetfelder ist und zur weiteren Auswertung an eine ebenfalls nicht gezeigte Prozesssteuerung gesendet werden kann. Der Messstab und ein Kabel mit den Lichtleitern sind gegenüber Magnetfeldern oder rauen Atmosphären unempfindlich. Durch einen zum Beispiel flexiblen, metallischen Schutzmantel kann sichergestellt werden, dass die Lichtleiter nicht geknickt oder mit großen Kräften belastet werden.

[0039] Der Messstab **16** kann ein Rohr zum Beispiel aus Keramik oder eine Anordnung von derartigen Rohren sein, die miteinander verbunden sind, und ein langes Rohr ergeben. Die Unterseite des Rohres ist abgedichtet.

[0040] Der Abstand a und die Anzahl der Lichtleiter können entsprechend den Anforderungen an die Genauigkeit und den Messbereich angepasst werden. Eine örtliche Auflösung von 1–2 mm sollte mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auf jeden Fall erreichbar sein. Das andere Ende jedes Lichtleiters tritt aus der oberen Seite des Rohres aus. Um die hohe Anforderung an Temperaturbeständigkeit zu erfüllen, sollten Quarzglasfasern als Lichtleiter eingesetzt werden, die eine Erweichungstemperatur von über 1000°C aufweisen. Das Rohr kann mit temperaturbeständiger Füllmasse gefüllt sein, um Bewegungen der Lichtleiter oder uneinheitliche thermische Ausdehnungen zu vermeiden.

[0041] Fig. 2 zeigt einen alternativen Messstab **16**. Dieser unterscheidet sich von dem in Fig. 3 gezeigten darin, dass er lediglich einen Lichtleiter **22** aufweist. Mit diesem kann auch die Wärmestrahlungsleistung in Abhängigkeit von der Höhenposition in einem Behälter detektiert werden. Dazu muss dann jedoch der Messstab **16** vertikal von Messpunkt zu Messpunkt verfahren werden und dann jeweils eine Messung der Wärmestrahlungsleistung durchgeführt werden. Selbstverständlich wird dann auch nur eine Fotodiode (nicht gezeigt) benötigt, was wiederum die Kosten der Vorrichtung verringert.

[0042] Die in der vorliegenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Bezugszeichenliste

10	Schmelzofen
12	Metallschmelz
14	Füllstand
16	Messstab
18	Referenzhöhe
20	Atmosphäre
22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40	Lichtleiter
42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60	untere Enden
62	Wand
a	Abstand

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 3336210 C2 [0004]
- DE 4112753 A1 [0005, 0006]
- DE 10033656 A1 [0007]
- DE 4029385 C1 [0007]
- EP 0419104 B1 [0008]
- DE 4434646 A1 [0009]
- DE 102007056544 A1 [0010]
- DD 215172 A1 [0011]
- EP 0310983 A1 [0012]
- WO 2006/130941 A1 [0013]
- DE 1930561 [0014]

Patentansprüche

1. Verfahren zur faseroptischen Füllstandsmessung von flüssigen Medien, insbesondere bei hohen Temperaturen, wie zum Beispiel flüssigen Metallen, in Behältern, wie zum Beispiel Schmelzöfen (**10**), **dadurch gekennzeichnet**, dass
der Signalverlauf der Wärmestrahlungsleistung in Abhängigkeit von der Höhenposition in einem Behälter im Bereich des Übergangs von einem flüssigen Medium zu einem über der Flüssigkeit befindlichen gasförmigen Medium erfasst und
nachfolgend der Füllstand (**14**) anhand eines Kantenübergangs in dem erfassten Signalverlauf ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vorab eine Referenzhöhe (**18**) festgelegt und der Füllstand (**14**) unter Verwendung der Referenzhöhe (**18**) ermittelt wird.

3. Vorrichtung zur faseroptischen Füllstandsmessung von flüssigen Medien, insbesondere bei hohen Temperaturen, wie zum Beispiel flüssigen Metallen, in Behältern, wie zum Beispiel Schmelzöfen (**10**), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, umfassend
mindestens eine Wärmestrahlungsdetektionseinrichtung,
einen Messstab (**16**) mit einer Mantelfläche,
mindestens einen Lichtleiter (**22**, **24**, **26**, **28**, **30**, **32**, **34**, **36**, **38**, **40**), der zumindest teilweise in dem Messstab (**16**) und so angeordnet ist, dass sein eines Ende (**42**, **44**, **46**, **48**, **50**, **52**, **54**, **56**, **58**, **60**) nach außen zur Mantelfläche frei liegt, und dessen anderes Ende mit der mindestens einen Wärmestrahlungsdetektionseinrichtung zum Leiten von Wärmestrahlung von dem anderen Ende des Lichtleiters (**22**–**40**) zu besagter/besagten Wärmestrahlungsdetektionseinrichtung (en) optisch gekoppelt ist, und
eine mit der mindestens einen Wärmestrahlungsdetektionseinrichtung in Verbindung stehende Auswerteeinrichtung zur Ermittlung des Füllstands (**14**) anhand eines Kantenübergangs im Signalverlauf der detektierten Wärmestrahlungsleistung in Abhängigkeit von der Höhenposition in einem Behälter und zur Ausgabe des ermittelten Füllstands (**14**).

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass genau ein Lichtleiter (**22**) und genau eine Wärmestrahlungsdetektionseinrichtung vorgesehen sind und der Messstab (**16**) während einer Messung der Wärmestrahlung gesteuert höhenverfahrbar ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Lichtleiter (**22**–**40**) vorgesehen sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Lichtleiter (**22**–**40**) genau eine Wärmestrahlungsdetektionseinrichtung zugeordnet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die nach außen zur Mantelfläche freiliegenden Enden (**42**–**60**) der Lichtleiter (**22**–**40**) in einer Reihe parallel zur Längsachse des Messstabs mit oder ohne Abstand (a) zueinander angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die nach außen zur Mantelfläche freiliegenden Enden der Lichtleiter spiralförmig über die/in der Mantelfläche des Messstabs angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Messstab (**16**) während einer Messung der Wärmestrahlung gesteuert höhenverfahrbar ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Messstab während einer Messung der Wärmestrahlung stationär ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Wärmestrahlungsdetektionseinrichtung ein Fotodetektor, eine Fotodiode mit elektrischem Vorverstärker oder ein Fototransistor ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Messstab (**16**) aus hitzebeständigem Material, wie zum Beispiel Keramik oder Graphit, besteht.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

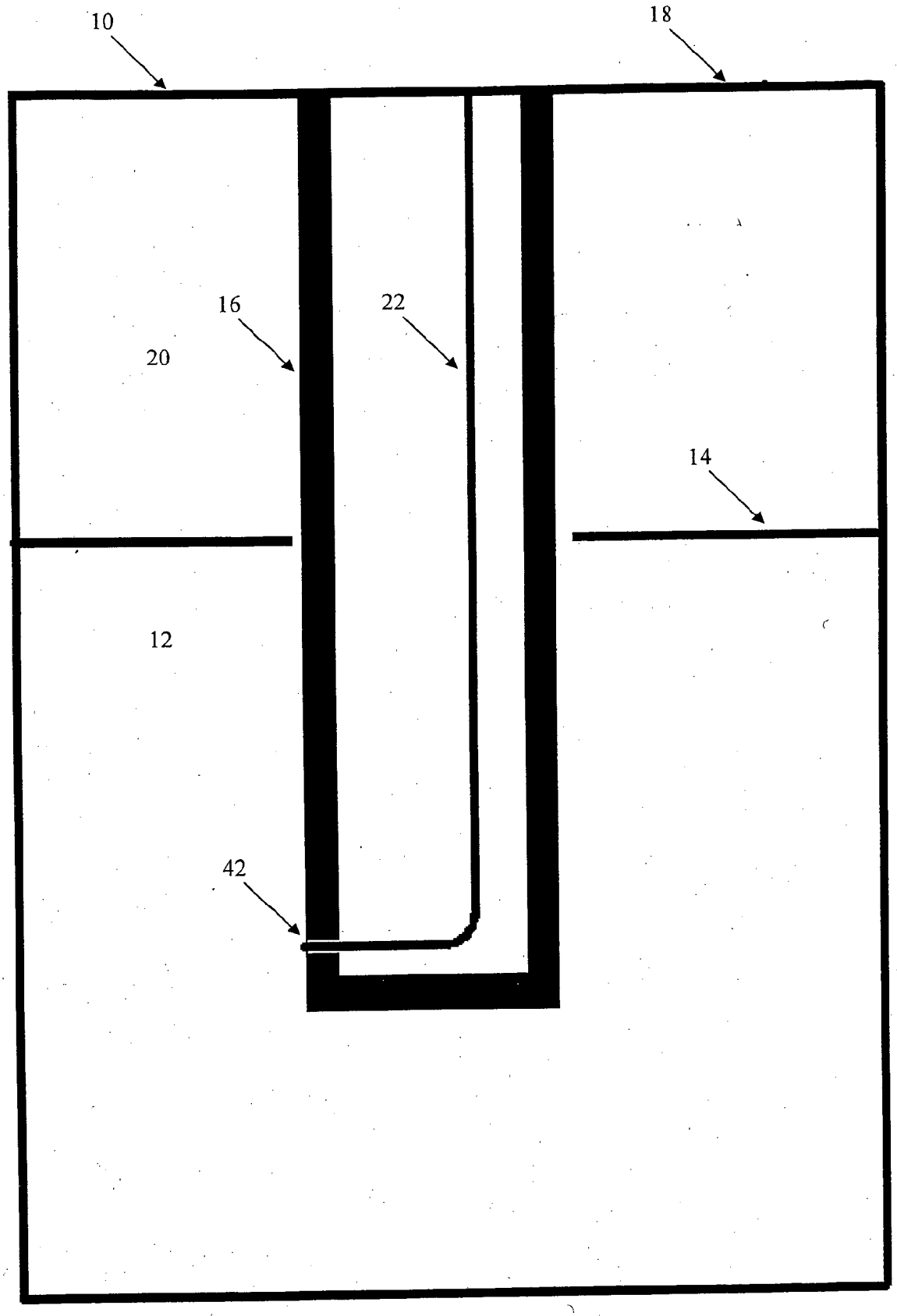


Fig. 1

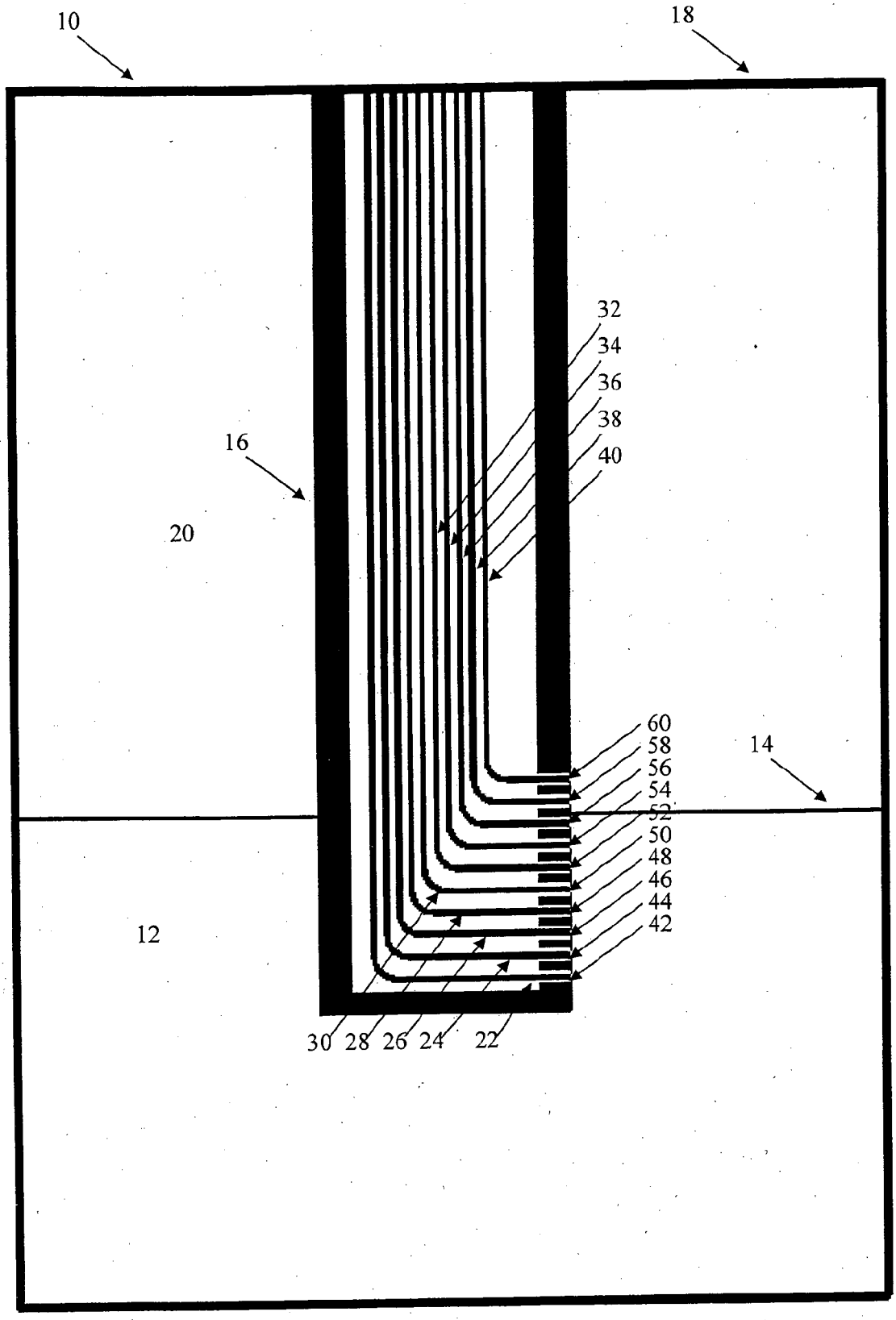

10
18
16
20
32
34
36
38
40
14
12
60
58
56
54
52
50
48
46
44
42
30
28
26
24
22

Fig. 2

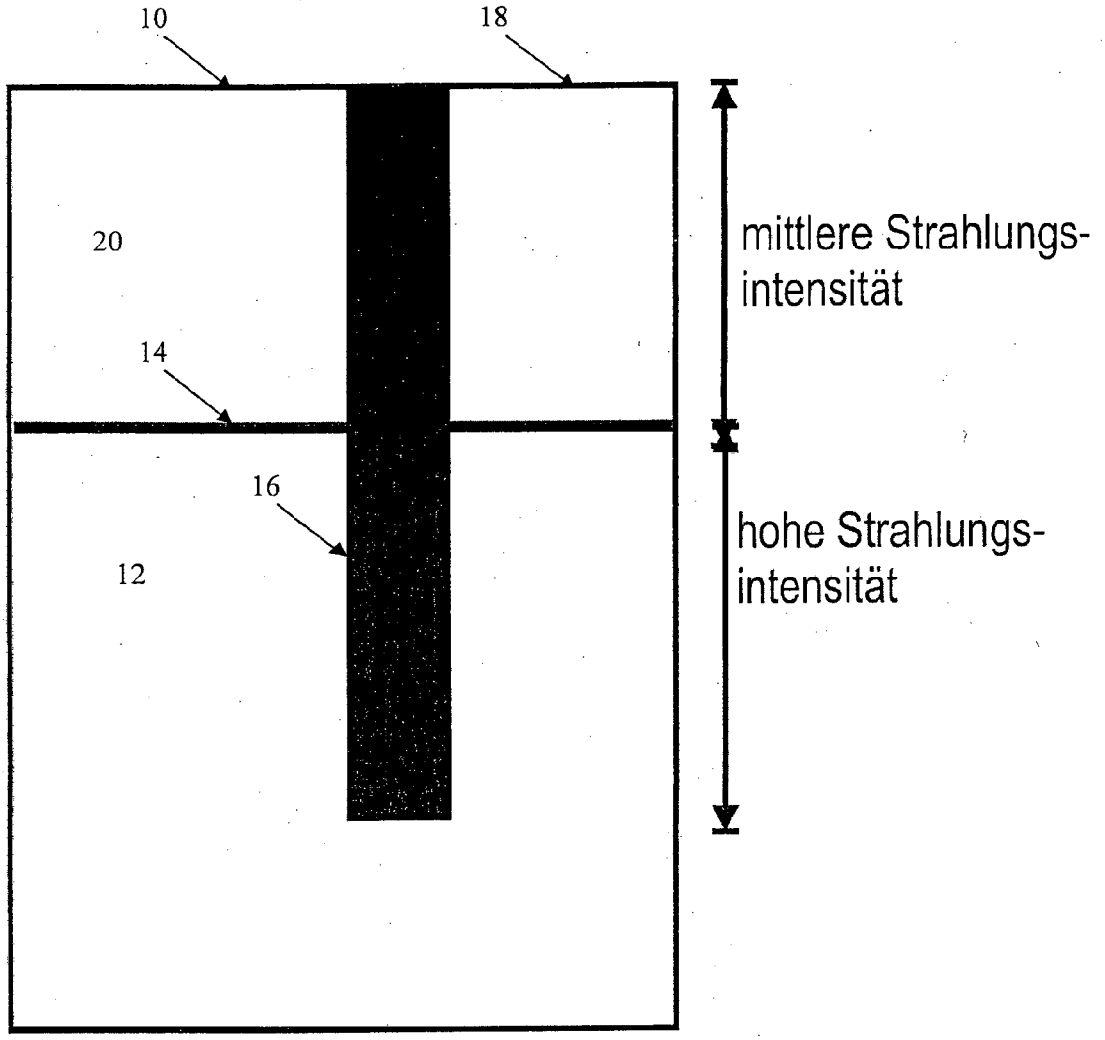

10
18
20
14
16
12
mittlere Strahlungs-
intensität
hohe Strahlungs-
intensität

Fig. 3