

Ausschlusspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11) 0153 734

Int.Cl.³ 3(51) G 01 M 3/00

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP G 01 M/ 224 474
(31) 84241

(22) 10.10.80
(32) 12.10.79

(44) 27.01.82
(33) US

(71) siehe (73)
(72) HANSEL, WILLIAM B.; SMITH, EARL W.; US;
(73) SUN OIL COMPANY OF PENNSYLVANIA; US;
(74) PATENTANWALTSBUERO BERLIN, 1130 BERLIN, FRANKFURTER ALLEE 286

(54) VERFAHREN ZUR LECKAGEMESSUNG

(57) Mit der Erfindung wird ein Verfahren zur hochempfindlichen Leckagemessung von Flüssigkeit in einen Speichertank oder aus einem Speichertank zur Verfügung gestellt, das folgende Verfahrensschritte umfaßt: Einführen eines Sensors in die Flüssigkeit in den Tank, wobei der Sensor an eine Einrichtung zum Fühlen einer Massenverlagerung angekoppelt ist; Messen der Verlagerung über eine bekannte Zeitdauer hinweg und Berechnen der Leckagerate. Der Sensor ist so ausgebildet, daß er Verdampfungsverluste und Temperaturenderungen kompensiert. -Figur 1-

Vertreter:

- 1 -

224 474

Titel der Erfindung:

Verfahren zur Leckagemessung

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft ein hochempfindliches Verfahren zum Bestimmen der Rate der Leckage von Flüssigkeit aus einem Speichertank, und sie betrifft insbesondere die Bestimmung der Leckage und der Rate der Leckage von als Kraftstoff verwendeten Kohlenwasserstoffen in unterirdisch installierten Speichertanks. Die Leckage in den Tank hinein und aus dem Tank heraus kann durch das Verfahren nach der Erfindung bestimmt werden.

Charakteristik der bekannten Lösungen:

Die bekannten Verfahren zur Leckagemessung sind nicht für eine hochempfindliche, schnelle Leckbestimmung in schwierig zugänglichen Speichertanks, beispielsweise in bereits installierten unterirdischen Tanks, geeignet.

Ziel der Erfindung:

Der vorliegenden Erfindung liegt das Ziel zugrunde, ein besseres Verfahren zur Leckagemessung zu schaffen, das insbesondere eine Leckagemessung in kurzer Zeit ermöglicht. Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Leckagemessung zu schaffen, das einfach und technisch ökonomisch durchführbar ist.

Es gibt tausende von unterirdischen Speichertanks in den zahlreichen Kraftstofftankstellen, die über die ganze Welt verteilt sind, und über eine Zeitdauer hinweg bzw. nach einer gewissen Zeitdauer treten unvermeidlich Lecks auf, die zur Folge haben, daß als Kraftstoff dienende Kohlenwasserstoffe, wie beispielsweise Benzin, Dieselöl und dergleichen, in den Erdboden fließen. Solche Lecks stellen natürlich eine Umweltgefahr dar, da sie zu einer Grundwasserverunreinigung führen können. Auch kann sich das durch die Lecks ausfließende Strömungsmittel in Gebäuden ansammeln und zu einer gefährlichen sowie toxischen Kohlenwasserstoffverdampfung in dem eingeschlossenen Luftraum führen. Es treten auch oft Leckagen in Speichertanks hinein auf, und zwar meistens von Wasser, wodurch der Tankinhalt verunreinigt wird. Infolgedessen ist es wichtig, daß solche Lecks so bald wie möglich bestimmt werden, damit Abhilfemaßnahmen durchgeführt werden können. Um eine solche frühzeitige Feststellung durchführen zu können, ist es wichtig, daß das Detektionsverfahren außerordentlich empfindlich ist (im Bereich von etwa 200 cm^3 pro Stunde), damit man eine sehr geringe Leckage in einer relativ kurzen Zeitdauer bestimmen kann. Das ist aus vielen Gründen notwendig, die insbesondere den Zeitaufwand des Tests selbst, das Erfordernis des Abschaltens des Speichertanks von Abgabevorgängen für eine minimale Zeitdauer, und dergleichen, umfassen. Bisher war kein solches geeignetes Verfahren verfügbar.

Es ist an sich bekannt, die Masse einer Flüssigkeit in einem Speichertank nach dem archimedischen Auftriebsprinzip unter Verwendung eines Schwimmkörpers in der Flüssigkeit zu messen. Jedoch ist keine der bekannten Einrichtung und keines der bekannten Verfahren für ein hochempfindliches, schnelles Verfahren zur Leckbestimmung in schwierig zugänglichen Speichertanks (beispielsweise bereits installierten unterirdischen

Tanks) geeignet. Zum Beispiel ist in der US-Patentschrift 967 378 ein Speichertank beschrieben, der mit einer Wiegeeinrichtung vom Hydrometertyp zum Bestimmen des Gewichts der in dem Tank gespeicherten Flüssigkeiten ausgerüstet ist. In der US-Patentschrift 988 342 ist eine ähnliche Einrichtung beschrieben, die an dem Speichertank angebracht ist, wobei sich jedoch die Skala bzw. Waage auf dem Erdboden befindet, so daß sie leicht zugänglich ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

In dem Verfahren nach der vorliegenden Erfindung wird ein Sensor von geeigneter Ausbildung durch das Füllrohr oder ein anderes Zugangsloch in den Speichertank eingeführt und an eine Fühlanordnung angekoppelt, um eine Massenverlagerung über eine Zeitdauer hinweg zu messen. Wie weiter erläutert wird, ist die bevorzugte Sensorausbildung so, daß Änderungen aufgrund der Verdampfung der Flüssigkeit und Änderungen, die in der Dichte und im Niveau der Flüssigkeit aufgrund von Temperaturänderungen auftreten, kompensiert werden. Die Fühlanordnung wird geeicht, um die Menge an Flüssigkeit pro Einheit der Änderung zu bestimmen, und nach einer kurzen Zeitdauer, gewöhnlich von nur wenigen Minuten, wird die Änderung in der Massenverlagerung aufgrund des Lecks festgestellt bzw. bemerkt. Auf diese Weise kann die Rate des Flüssigkeitsverlusts durch eine einfache Berechnung bestimmt werden.

Die Sensoreinrichtung nach der Erfindung umfaßt einen Hauptkörperteil, der eine Aufhängungseinrichtung zur Befestigung eines Waagebalkens oder einer anderen Massenverlagerungsdetektionseinrichtung und einen in diesem Körper befindlichen Flüssigkeitshalteteil besitzt, wobei die Querschnittsfläche des Flüssigkeitshalteteils im wesentlichen gleich der Querschnittsfläche des Körperteils ist, der sich in Kontakt mit der Flüssigkeit in dem Tank befindet. Dieses spezielle Merkmal des Flüssigkeitshalteteils ermöglicht es, Verdampfungsverluste zu kompensieren.

Es sei nun auf die Zeichnungen Bezug genommen:

224 474

Figur 1 ist eine ausgedehnte Gesamtansicht eines unterirdischen Kohlenwasserstoffspeichertanks mit dem Sensor und der Detektoreinrichtung in Position.

Figur 2 ist eine ins einzelne gehende Ansicht des Detektorsystems.

Figuren 3 und 4 sind ins einzelne gehende Ansichten von bevorzugten Sensoren.

Figuren 5 und 6 zeigen das Einführen eines bevorzugten Sensors in einen Tank.

Figuren 7 und 8 zeigen das Entfernen eines bevorzugten Sensors aus dem Tank.

Die Figur 1 zeigt einen unterirdischen, mit Kohlenwasserstoff gefüllten Speichertank 11, in dem sich der Sensor 12 in Position in der Flüssigkeit befindet. Das obere Ende des Sensors ist über dem Flüssigkeitsniveau, und das untere Ende des Sensors ist innerhalb eines Bereichs von etwa 2,54 bis 5,08 cm (1 bis 2 Zoll) vom Boden des Tanks entfernt. Der Sensor hat eine Kappe 13 und außerdem einen Becherteil 14 (in näheren Einzelheiten aus Figur 3 ersichtlich), an dem Halter 15 aus Draht oder Schnur, Strick o.dgl. befestigt sind, die ihrerseits mit einem Seil 16 verbunden sind, mittels dessen der Sensor am Waagebalken 17 einer allgemein mit 18 bezeichneten Waage aufgehängt ist. Ein Kuppler 22 kann vorteilhafterweise zum Verbinden des Seils 16 mit den bzw. dem Waagebalken verwendet werden. Jede Änderung der Masse in dem Tank führt zu einer Änderung des Flüssigkeitsniveaus, das seinerseits eine Änderung des Gewichts des Sensors bewirkt. Diese mittels des Sensors ermittelte Massenänderung wird auch durch einen Differentialtransformator 24, der das zum Halten dienende Seil 16 umgibt, geföhlt bzw. in ein elektrisches Signal umgewan-

delt. Die Waage 18 kann auf einem Kasten 19 gehalten sein, der seinerseits auf einer Grundplatte 20 gehalten bzw. abgestützt ist, die Nivellierschrauben 21 besitzt. Der Kasten kann auch die gewünschten Instrumente enthalten und/oder mit Eingangs- und Ausgangsbuchsen zur Verbindung mit geeigneten Einrichtungen, die weiter unten erörtert sind, versehen sein. Die Waage kann mittels einer Abdeckung 23, wie dargestellt, gegen Wind abgeschirmt sein.

Es sei nun auf Figur 2 Bezug genommen, wonach das Seil 16, das auch ein Kabel, eine Leitung, ein Tau o.dgl. sein kann, mittels eines lösbaren Kupplers 22 am Waagebalken 17 angebracht ist und durch den Differentialtransformator (d.h. einen Verschiebungswandler) 24 hindurchgeht. An dem Seil 16 ist eine ferromagnetisches Material 25 befestigt, und zwar so, daß es sich zwischen den Spulen des Wandlers bzw. des Differentialtransformators 24 befindet, und seine Bewegung ändert den elektromagnetischen Fluß des Wandlers, der durch eine bei 26 dargestellte elektronische Schaltung, die durch eine Stromversorgung 27 mit Strom versorgt wird, ermittelt wird. Es sei darauf hingewiesen, daß der Wandler nicht notwendigerweise um das Seil 16 herum vorgesehen sein muß, sondern daß er in jeder geeigneten Position angeordnet sein kann, wobei das einzige Erfordernis darin besteht, daß er auf die Bewegung des Waagebalkens anspricht. Ein geeigneter Wandler ist in der US-Patentschrift 3 179 193 beschrieben, nach deren Beschreibung er in Verbindung mit einem Halter vom Freitragertyp für einen Kraftstofftank verwendet wird, um Kraftstoff zu wiegen, der dem Tank entnommen und einer Brennkraftmaschine zugeführt wird. Die elektronische Schaltung 26 enthält außerdem einen Verstärker, so daß sie ein verstärktes Signal an eine digitale Anzeigeeinrichtung 28 abgibt, die gewünschtenfalls einen Streifenblattschreiber oder einen anderen Drucker 29 aufweisen kann, der daran angebracht bzw. angeschlossen ist, so daß man eine gedruckte bzw. geschriebene Aufzeichnung der Messungen erhält.

In Figur 3, die einen Schnitt längs der Linie 3-3 der Figur 1 zeigt, ist der Sensor, der die Kappe 13 und den Becherteil 14 besitzt, in Einzelheiten gezeigt. Der Sensor ist mit Flüssigkeit von dem Tank gefüllt und erstreckt sich von oberhalb des oberen Endes der Flüssigkeit 30 im Füllrohr 31 bis gerade über den Boden des Speichertanks 11. Wie man aus der Zeichnung ersieht, ist der Innendurchmesser des Becherabschnitts bzw. -teils 14 im wesentlichen gleich dem Außendurchmesser des Sensors, damit eine Kompensation für die Verdampfung des Kohlenwasserstoffs in dem Tank erzielt wird. Das gesamte Sensorsystem wird leicht von dem Seil 16 mittels geeigneter Halter 15, die beispielsweise Drähte oder Schnüre sein können, durch die Kupplungseinrichtung bzw. den Kuppler 22 getragen.

Eine Kompensation für die Verdampfung ergibt sich aus der Tatsache, daß, wenn der Kohlenwasserstoff in dem Becherteil verdampft, jede Verdampfung, die auftritt, sowohl von der Oberfläche im Tank als auch von der Oberfläche im Becherteil erfolgt. Der auf den Sensor wirkende Auftrieb der Kohlenwasserstoffflüssigkeit ist eine Funktion des Sensordurchmessers, da jedoch der Innendurchmesser des Becherteils, der nachstehend auch als Becher bezeichnet wird, im wesentlichen der gleiche wie der Außendurchmesser des Sensors ist, kompensiert der Verdampfungsverlust von Flüssigkeit aus dem Becher die Auftriebsänderung, die sich aufgrund einer Verdampfung von Flüssigkeit im Tank ergibt. So wird, wenn der flüssige Kohlenwasserstoff im Tank verdampft, dessen Auftriebskraft vermindert, und der Sensor wird schwerer. Jedoch vermindert die Verdampfung der Flüssigkeit in dem Becher das Gewicht des Sensors um genau den gleichen Betrag, um den die Auftriebskraft vermindert worden ist, und es erfolgt keine Verminderung des Gewichts des Sensors. Es sei darauf hingewiesen, daß man natürlich, anstatt den Sensor rohrförmig (d.h. mit kreisförmigem Querschnitt) auszubilden, diesem auch eine an-

224 474

dere Konfiguration geben kann, und der becherartige Abschnitt bzw. der Becherteil wird dann so ausgebildet, daß er die gleiche Querschnittskonfiguration hat.

Durch Anordnung des Sensors in der Nähe des Bodens des vollständig mit Flüssigkeit gefüllten Speichertanks sowie dadurch, daß sich der Sensor durch im wesentlichen die gesamte Höhe der Flüssigkeit in dem Tank und in der Steigleitung bzw. dem Füllrohr 31 erstreckt, wie in Figur 1 gezeigt, werden die Wirkungen von irgendwelchen Temperaturänderungen minimalisiert. Das geschieht deswegen, weil die Temperatur des Sensorströmungsmittels im wesentlichen die gleiche wie die Temperatur der Tankflüssigkeit ist, und zwar mit demselben Gradienten, sofern einer vorhanden ist. Wie angedeutet, ist es erwünscht, daß das System eine Änderung von etwa 200 cm^3 pro Stunde (das entspricht etwa 0,05 Gallonen pro Stunde) mißt. Da die Messungen, die gemäß der Erfindung ausgeführt werden, innerhalb weniger Minuten ausgeführt werden, ist es unwahrscheinlich, daß eine Temperaturänderung von mehr als einem Bruchteil eines Grades auftritt. Untersuchungen haben gezeigt, daß bei einem mit Benzin gefüllten Tank und bei Verwendung eines Sensors mit einem Durchmesser von 15,875 mm in einer Steigleitung bzw. einem Füllrohr von 50,8 mm Durchmesser eine Änderung von $0,555^\circ\text{C}$ (was 1°F entspricht) eine Massenänderung bewirkt, die etwa $0,3 \text{ cm}^3$ äquivalent ist, und dieser Änderung von $0,3 \text{ cm}^3$ entspricht ein unerheblicher Fehler von 0,15%. Infolgedessen sind Temperaturänderungen ohne Bedeutung, wenn die Messungen an einem im wesentlichen vollen Tank und unter Verwendung eines Sensors, der sich im wesentlichen bis zum Boden erstreckt durchgeführt werden. Es sei darauf hingewiesen, daß sich der Sensor natürlich dort, wo keine Temperaturprobleme zu erwarten sind, nicht bis in die Nähe des Bodens des Tanks erstrecken muß und ein kürzerer Sensor verwendet werden kann. Auch ist es, wenn eine Temperaturkompensation nicht gewünscht wird, nicht erforderlich, die Messung an einem mit Flüssigkeit gefüllten Tank auszuführen.

Bei der Ausführung des Leckmeßverfahrens mit Temperaturkompensation ist es wünschenswert, irgendwelche Leitungen, die in das Tanksystem führen, wie Steigleitungen und dergleichen, mit Stopfen oder in sonstiger Weise abzusperren, um die Fläche solcher Steigleitungen und dergleichen zu vermindern, damit die Empfindlichkeit während der Leckmessung aufrechterhalten wird. Nachdem das erforderliche Absperren erfolgt ist, wird die Waage über dem Füllrohrloch, Meßloch oder einem anderen Zugangsloch zum Tank errichtet, der Sensor wird mit Flüssigkeit aus dem Tank gefüllt und durch das Loch eingeführt. Der Sensoraufhängungsdraht bzw. das Seil, an dem der Sensor aufgehängt wird, wird dann am Waagebalken der Waage befestigt. Durch entsprechendes Nachsehen muß dafür Sorge getragen werden, daß der Sensor und sein Aufhängungsdraht nicht die Leitung bzw. die Wand des Zugangslochs oder den Tank berühren. Die Waage wird dann nivelliert, und es werden die entsprechenden elektrischen Verbindungen mit der Stromversorgung, dem Wandler und dem Aufzeichnungsgerät hergestellt sowie gegebenenfalls angemessene elektrische Korrekturen bzw. Einstellungen an diesen zuletzt genannten Geräten vorgenommen. Es ist außerdem oft wünschenswert, die Waage gegen Windstöße oder andere Störungen zu schützen. Dann wird eine Eichung ausgeführt, indem man eine bekannte Menge an Flüssigkeit zusätzlich in den Tank gibt und die Änderung am Aufzeichnungsinstrument beobachtet. Dann wird die Aufzeichnungseinrichtung bzw. das Aufzeichnungsinstrument beobachtet, um Änderungen festzustellen. Bei einem Streifenblattschreiber, der zu bevorzugen ist, zeichnet die Feder eine gerade Linie, wenn keine Lecks vorhanden sind. Wenn ein Leck vorhanden ist, wird die Feder ausgelenkt, und der Auslenkungswinkel ist ein Maß für die Leckrate. Aus der Anzahl von Teilungsstrichen auf dem Papierblatt, um welche die Feder ausgelenkt worden ist, aus der Zeitdauer des Linienzugs und der Auslenkung pro Flüssigkeitseinheit, wie sie beim Eichschritt erhalten worden ist,

kann die Leckrate leicht berechnet werden. Auch ist es, wenn man den Ausgangspunkt der Feder in der Mitte des Papiers wählt und die Auslenkungsrichtung standardisiert, möglich, zu bestimmen, ob das Leck bzw. die Leckströmung in den Tank hinein oder aus dem Tank heraus führt.

Wie angedeutet, ist es möglich, die Messung bei teilweise gefüllten Tanks auszuführen, wenn man eine Temperaturkompensation nicht als kritisch ansieht. Bei solchen Messungen ist es nicht notwendig, die Steigleitungen und andere Leitungen von dem Tank durch Stopfen oder in anderer Weise abzusperrern, und es ist zu bevorzugen, einen unterschiedlich geformten Sensor zu benutzen. Es sei darauf hingewiesen, daß die Empfindlichkeit des Sensors von dem Flüssigkeitsniveau in dem Tank und von der Form des Tanks abhängt. Je kleiner die Flüssigkeitsfläche ist, umso größer ist das Ansprechen des Sensors auf Änderungen. So ist der Sensor am empfindlichsten, wenn der Tank gefüllt und Flüssigkeit in einem Steigleitungsabschnitt ist. An einer mittleren Stelle eines zylindrischen Tanks ist die Fläche des Flüssigkeitsniveaus bzw. die Flüssigkeitsfläche auf diesem Niveau größer, und die Empfindlichkeit ist am niedrigsten, und die Empfindlichkeit hat zwischen diesen Extremen in anderen Positionen einen Zwischenwert. Wenn infolgedessen Messungen an einem teilweise gefüllten Tank ausgeführt werden, ist es zur Erhöhung der Empfindlichkeit wünschenswert, einen Sensor mit einer relativ großen Verschiebung zu haben. Auch kann eine empfindlichere Waage zur Erzielung einer erhöhten Empfindlichkeit verwendet werden.

Der bevorzugte Sensor für ein nichtvolles Tanksystem ist in Figur 4 gezeigt und kann die Form einer flachen Tafel 32 mit einer konkav gemachten oberen Oberfläche 33 haben, die außerdem Halteadrähte 34 und 35 aufweist. Die Tafel 32 ist genügend schmal, so daß sie durch ein Rohr in die Flüssig-

224 474

keit in dem Tank hindurchgeht. Der Sensor wird auf der Flüssigkeitsoberfläche in einer horizontalen Stellung aufgehängt, wobei einige Flüssigkeit in dem konkav gemachten Teil bzw. in der konkav gemachten Oberfläche 33 vorgesehen wird und die Querschnittsfläche der Flüssigkeit in der konkav gemachten Oberfläche im wesentlichen die gleiche wie die in Kontakt mit der Flüssigkeit im Tank befindliche Querschnittsfläche ist. Auf diese Weise wird eine Kompensation für Verdampfung in der gleichen Weise erreicht, wie oben beschrieben ist. Die Einrichtung, mit der der schmale Sensor in den Tank eingeführt und aus letzterem entfernt wird, ist in den Figuren 4 bis 8 veranschaulicht. Der Sensor ist mit einer Einrichtung zu dessen Eintritt in den Tank und zum Ermöglichen eines Funktionierens des Sensors in einer horizontalen Position auf der Oberfläche der Flüssigkeit versehen. Diese Einrichtung muß es außerdem ermöglichen, den Sensor durch die gleiche Öffnung, durch die er eingeführt worden ist, aus dem Tank zu entfernen. Eine solche Einrichtung, die in den Figuren 4 und 4a allgemein mit 48 bezeichnet ist, bildet bzw. umfaßt einen Schnellfreigabemechanismus, der es ermöglicht, den Sensor leicht zu entfernen. Wie man aus Figur 4 ersieht, umfaßt eine Freigabeeinrichtung ein massives zylindrisches Kernteil 36, das von einer äußeren Abdeckung 37 umgeben ist, die aus Metallblech, Kunststoff oder einem anderen geeigneten Material hergestellt ist. In ein winklig bzw. schräg verlaufendes Bohrungsloch im Kernteil ist eine Druckfeder 38 und eine Druckstange 39 eingesetzt. Das zum Halten dienende Seil 16 verläuft durch das mittige obere Ende der äußeren Abdeckung 37 und ist an einem kleinen zylindrischen Formstück 40 befestigt, das eine ringförmige Nut 41 hat und über diese mittels einer arretierenden Stellschraube 42 in einer ortsfesten Position innerhalb des Kerns bzw. Kernteils 36 gehalten wird. Am Kern ist außerdem eine Schraubenöse 43 oder eine andere Einrichtung angebracht, an der das Seil bzw. der Haltedraht 34 befestigt ist. Eine konische Feder 42a ist zwi-

schen dem oberen Ende des Kerns bzw. Kernteils 36 und der äußeren Abdeckung 37 angeordnet. Die äußere Abdeckung ist mit einem Durchgang 44 versehen, der mit der Druckstange 39 fluchtet. Der Rand 37a der äußeren Abdeckung, der von dem Durchgang 44 gebildet wird, wirkt als Arretierung für einen Stift 45 mit einer ringförmigen Nut 46, der an dem Seil bzw. Haltedraht 35 befestigt ist. Die Länge des Durchgangs 44 beträgt etwa das Zweifache des Durchmessers des Stifts 45. Die äußere Abdeckung 37 kann auch mit Begrenzungsstützen 47 zum Zusammenhalten der Anordnung versehen sein. Vor dem Einführen des Sensors in den Tank wird der Stift 45 gegen die Druckstange 39 durch den Durchgang 44 eingeführt, und die Nut 46 wird an dem als Arretierung dienenden Rand 37a der äußeren Abdeckung angeordnet. Die Wirkung der Feder 42a besteht darin, daß sie die äußere Abdeckung in einer ortsfesten Position hält, und wegen dieser Wirkung sowie wegen der Feder bzw. Druckfeder 38 bleibt der Stift 45 sicher in dem als Arretierung dienenden Rand 37a. Der Sensor wird dann durch ein Füllrohr oder ein anderes Zugangsloch in den Tank gebracht, wie Figur 5 zeigt. Wenn er vollständig durch das Rohr hindurch ist, öffnet sich der Sensor bzw. geht der Sensor in die horizontale Arbeitsposition über, wie Figur 6 zeigt, und nachdem er in die Flüssigkeit eingetaucht worden ist, um in seinen Trogteil bzw. auf seine konkave Oberfläche Flüssigkeit zu bringen, läßt man ihn auf der Oberfläche der Flüssigkeit ruhen, wie Figur 7 zeigt. Nachdem die Leckagebestimmung erfolgt und es erwünscht ist, den Sensor wieder herauszuholen, wird ein das Seil 16 umgebendes Gewicht 50 durch das Füllrohr 31 auf die als Schnellfreigabesystem ausgebildete Einrichtung 48 herabfallen gelassen. Wie die Figur 4a zeigt, trifft das Gewicht auf die äußere Abdeckung 37 auf und drückt diese nach abwärts, wodurch wiederum der als Arretierung dienende Rand 37a aus der Nut 46 des Stifts 45 herausbewegt wird. Das hat zur Folge, daß die Druckfeder 38 und die Druckstange 39, die miteinander und mit dem Stift 45 zusammenwirken, letzteren nach auswärts drücken und bewirken,

daß der Sensor die in Figur 8 gezeigte Position einnimmt. Die Entfernung des Sensors geschieht dann einfach dadurch, daß man ihn nach aufwärts durch das eine Steigleitung bildende Füllrohr 31 zieht.

Es sei darauf hingewiesen, daß das oben beschriebene Leckmeßsystem in einer Vielzahl von Anwendungsfällen sowohl für Anlagen über als auch unter dem Erdboden verwendet werden kann. Auch kann das System in vielfältiger Weise verändert werden. Beispielsweise ist es möglich, den Verschiebungswandler durch eine andere Einrichtung zum Bestimmen der Verschiebung zu ersetzen; zum Beispiel kapazitive Einrichtungen und dergleichen. In einer anderen alternativen Ausführungsform kann die Verschiebung des Sensors durch die Technik des Messens der Massenänderung, die notwendig ist, um die Waage auf ihrem Nullpunkt zu halten, ersetzt werden. Da eine solche Technik Servomechanismen erfordert, ist es teurer, die Ausrüstung hierfür zu bauen, und daher ist sie kein bevorzugtes Verfahren. Eine andere Alternative besteht darin, eine Fernmeßeinrichtung zu verwenden, so daß irgendwelche Änderungen der Masse ferngemessen werden können. Andere Abwandlungen und Ausführungsformen sind für den Fachmann ohne weiteres ersichtlich.

Erfindungsansprüche:

1. Hochempfindliches Verfahren zur Leckagemessung von Flüssigkeit in einen Speichertank oder aus einem Speichertank, gekennzeichnet dadurch, daß es umfaßt: Einführen eines Sensors (12;32,33) in die Flüssigkeit in dem Tank (11), wobei der Sensor (11;32,33) an eine Einrichtung (24-29) zum Fühlen der Massenverlagerung angekoppelt ist; und Beobachten der Änderung der Verschiebung des Sensors (12;32,33) über eine Zeitdauer hinweg zum Bestimmen einer Änderung der Flüssigkeitsmasse in dem Tank (11).

2. Hochempfindliches Verfahren zur Leckagemessung von Flüssigkeit in einen Speichertank oder aus einem Speichertank, insbesondere nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß es folgendes umfaßt: Einführen eines Sensors (12;32,33) in die Flüssigkeit in dem Tank (11), wobei der Sensor an eine Einrichtung (24-29) zum Fühlen einer Massenverlagerung angekoppelt ist; Eichen der Einrichtung (24-29) zum Fühlen einer Massenverlagerung zum Zwecke des Bestimmens der Menge an Flüssigkeit pro Einheit der Änderung; Messen der Einheiten der Änderung der Verschiebung des Sensors (12;32,33) über eine Zeitdauer hinweg und Berechnen der Rate der Änderung der Flüssigkeit in dem Tank (11).

3. Hochempfindliches Verfahren zur Leckagemessung von Flüssigkeit in einen Speichertank oder aus einem Speichertank, insbesondere nach Punkt 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, daß es zur Kompensation der Wirkungen einer Verdampfung der Flüssigkeit in dem Tank (11) folgendes umfaßt: Einführen eines Sensors (12;32,33) in die Flüssigkeit in dem Tank (11) wobei der Sensor (12;32,33) Flüssigkeit aus dem Speichertank (11) in einer Flüssigkeitshalteeinrichtung (14; 33) an seinem oberen Ende aufweist und sich über das Niveau der Flüssigkeit in dem Tank (11) erstreckt, wobei ferner die

Querschnittsfläche der Flüssigkeitsoberfläche in der Flüssigkeitshalteeinrichtung (14;33) im wesentlichen gleich der Querschnittsfläche der äußeren Abmessung des Sensors (12;32, 33) ist; und wobei ferner der Sensor an eine Einrichtung (24-29) zum Fühlen einer Massenverlagerung angekoppelt ist; Eichen der Einrichtung (24-29) zum Fühlen einer Massenverlagerung zum Zwecke des Bestimmens der Menge an Flüssigkeit pro Einheit der Änderung; Messen der Einheiten der Änderung der Verlagerung bzw. Verschiebung des Sensors (12;32,33) über eine Zeitdauer hinweg und Berechnen der Rate der Änderung der Flüssigkeit in dem Tank (11).

4. Verfahren nach Punkt 1, 2 oder 3, gekennzeichnet dadurch, daß der Speichertank (11) unterirdisch ist.

5. Hochempfindliches Verfahren zur Leckagemessung von Flüssigkeit in einen Speichertank oder aus einem Speichertank, insbesondere nach Punkt 1, 2 oder 3, gekennzeichnet dadurch, daß es zum Kompensieren der Wirkungen einer Verdampfung der Flüssigkeit in dem Tank folgendes umfaßt: Einführen eines Sensors (12;32,33) in die Flüssigkeit in dem Tank (11), wobei dieser Sensor (12;32,33) Flüssigkeit aus dem Speichertank (11) in einer Flüssigkeitshalteeinrichtung (14;33) an seinem oberen Ende hat und sich über das Niveau der Flüssigkeit in dem Tank (11) erstreckt, und wobei die Querschnittsfläche der Flüssigkeitsoberfläche in der Flüssigkeitshalteeinrichtung (14;33) im wesentlichen gleich der Querschnittsfläche der Außenabmessung des Sensors (12;32,33) ist, und wobei der Sensor außerdem an den Arm bzw. Waagebalken (17) einer Waage (18) zum Fühlen einer Massenverlagerung angekoppelt ist; und Ermitteln der Bewegung des Waagebalkens (17) mittels eines Differentialtransformators (24); Eichen des Ausgangs des Differentialtransformators (24) zum Bestimmen der Menge an Flüssigkeit pro Einheit der Änderung der Verlagerung bzw. Verschiebung; Messen der Einheiten der Änderung der Verlagerung

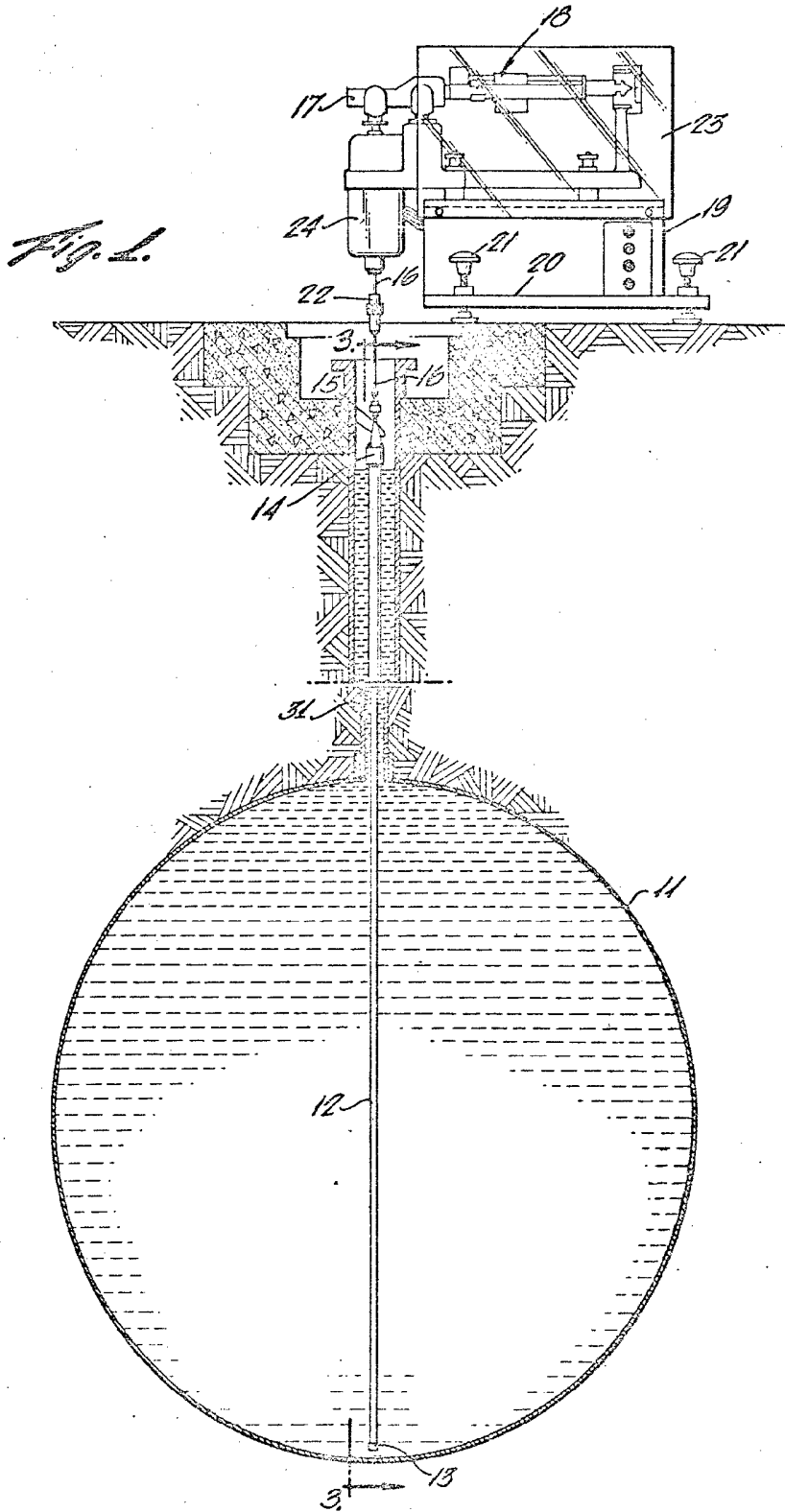
bzw. Verschiebung des Sensors (12;32,33) über eine Zeitdauer hinweg und Berechnen der Rate der Änderung der Flüssigkeit in dem Tank (11).

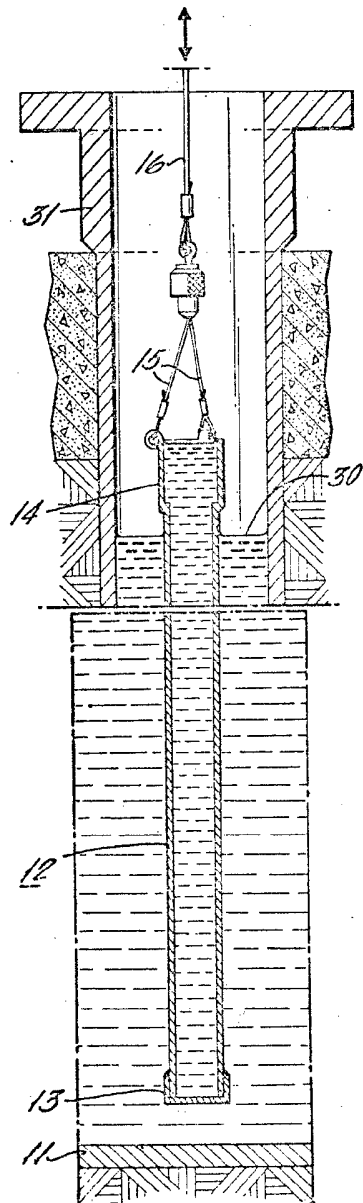
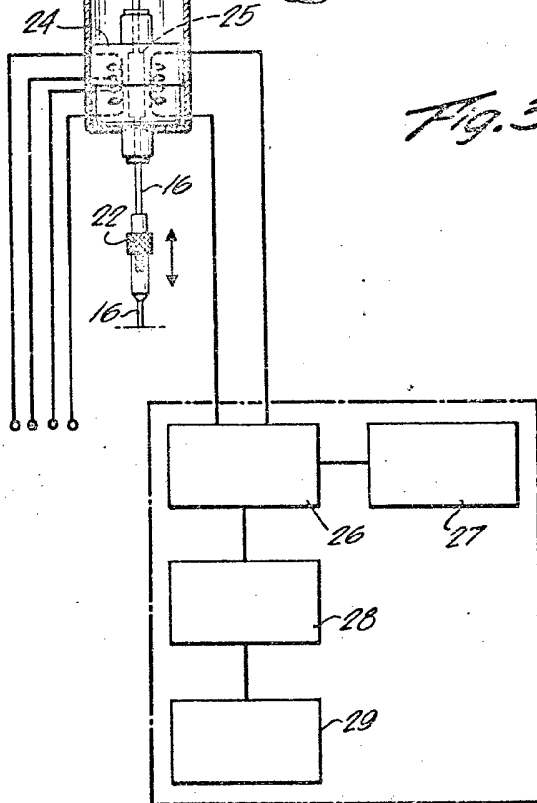
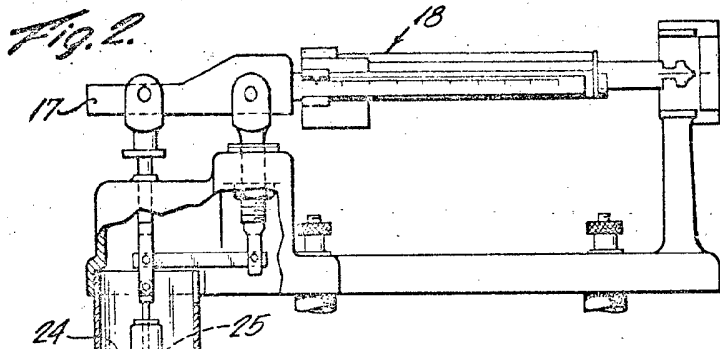
6. Verfahren nach Punkt 5, gekennzeichnet dadurch, daß der Speichertank (11) unterirdisch ist.

7. Verfahren nach einem der Punkte 1 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß der Tank (11) mit Flüssigkeit gefüllt ist und sich der Sensor (12) bis in die Nähe des Bodens des Tanks (11) erstreckt, so daß dadurch die Wirkungen der Temperatur bzw. von Temperaturänderungen minimalisiert werden.

8. Verfahren nach Punkt 5, 6 oder 7, gekennzeichnet dadurch, daß der Differentialtransformator (24) an eine Aufzeichnungseinrichtung (29) angekoppelt ist.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen





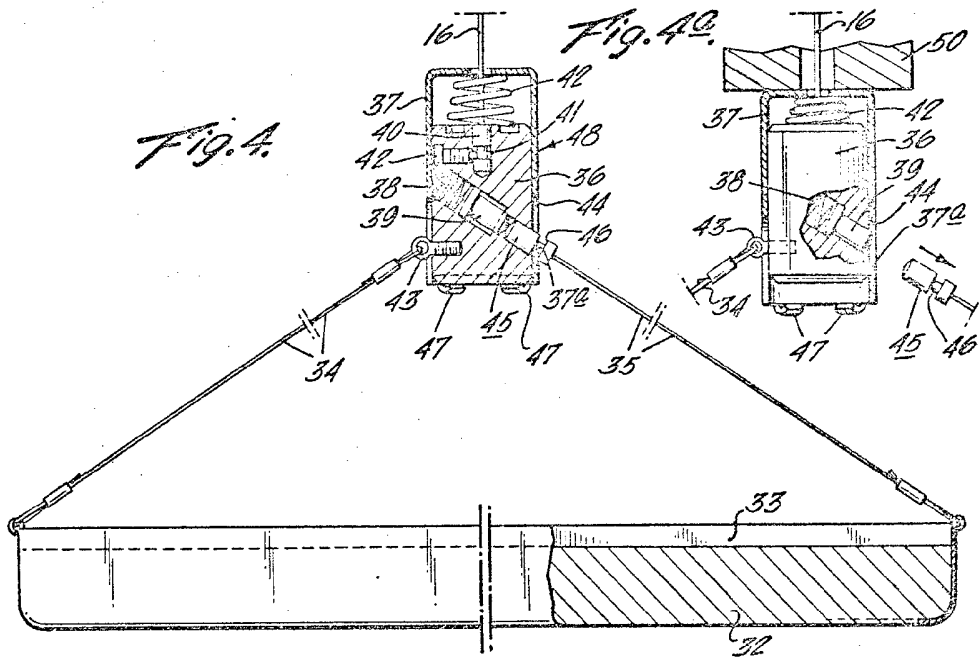


Fig. 5.

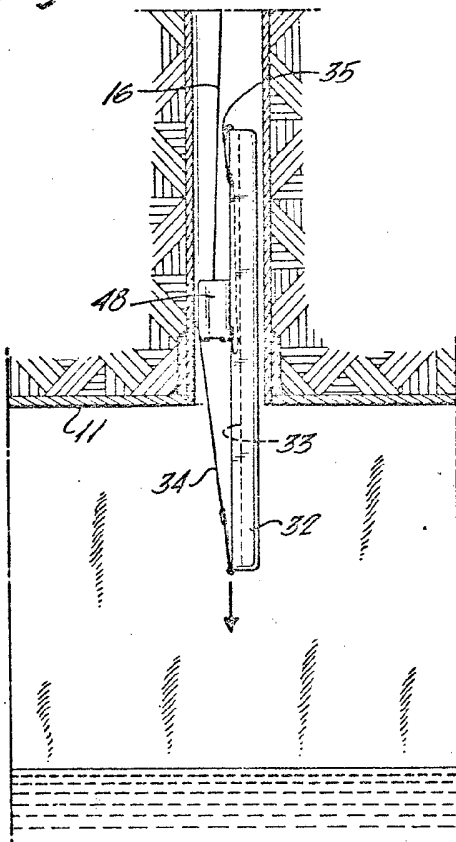


Fig. 6.

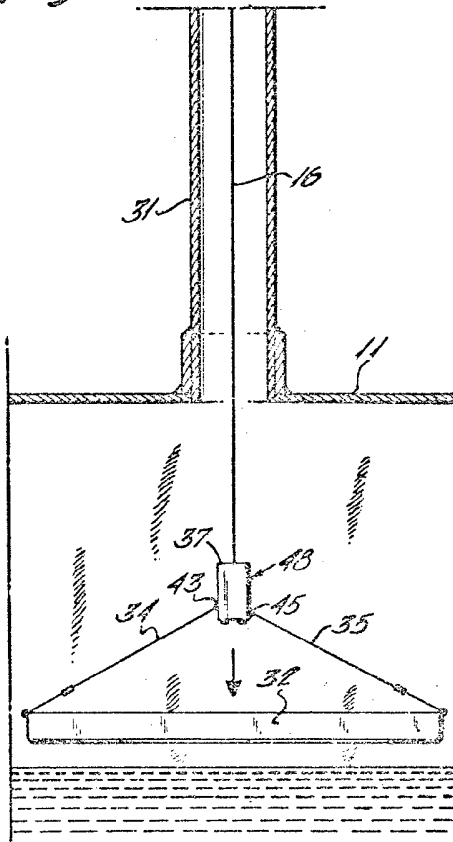


Fig. 7.

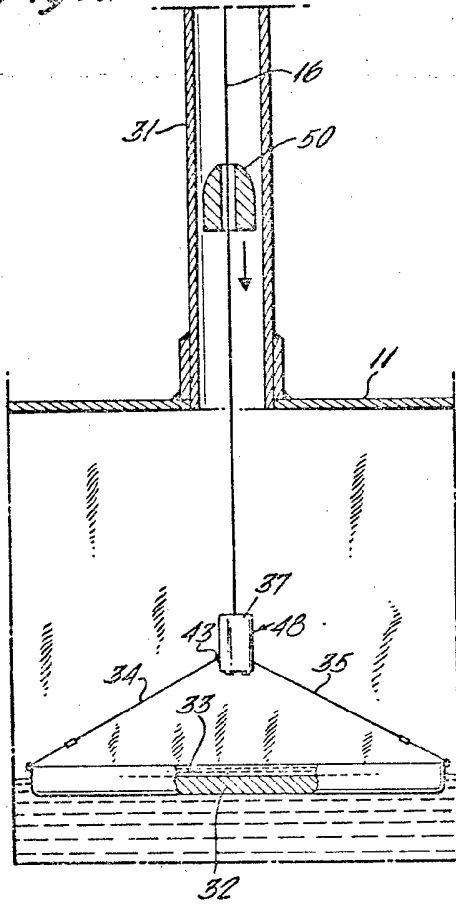


Fig. 8.

