

# Urkunde

über die Eintragung des  
Gebrauchsmusters Nr. 20 2015 104 869

**Bezeichnung:**  
Feuchtigkeitsmessgerät

**IPC:**  
G01N 27/22

**Inhaber/Inhaberin:**  
PCE Deutschland GmbH, 59872 Meschede, DE  
The Design Bureau "Fizelektronpribor" Ltd, Samara, RU

**Tag der Anmeldung:**  
14.09.2015

**Tag der Eintragung:**  
15.12.2016

Die Präsidentin des Deutschen Patent- und Markenamts

*Cornelia Rudloff-Schäffer*

Cornelia Rudloff-Schäffer

München, 15.12.2016



(19)



Deutsches  
Patent- und Markenamt



(10) **DE 20 2015 104 869 U1** 2017.01.26

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2015 104 869.6**

(22) Anmeldetag: **14.09.2015**

(47) Eintragungstag: **15.12.2016**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **26.01.2017**

(51) Int Cl.: **G01N 27/22 (2006.01)**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

**PCE Deutschland GmbH, 59872 Meschede, DE;  
The Design Bureau "Fizelektronpribor" Ltd,  
Samara, RU**

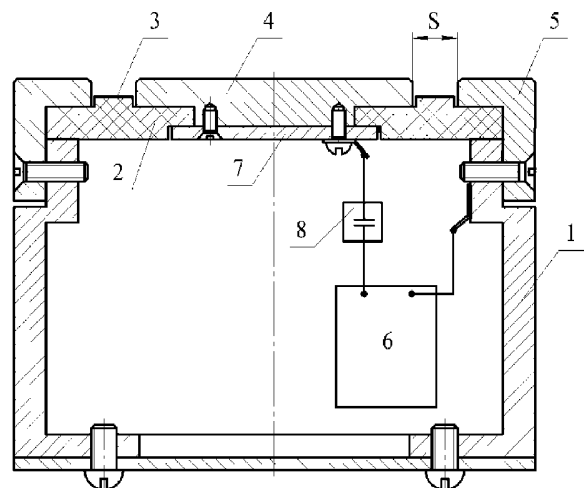
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

**Feder Walter Ebert Patentanwälte, 40237  
Düsseldorf, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Feuchtigkeitsmessgerät**

(57) Hauptanspruch: Feuchtigkeitsmessgerät, welches ein Metallgehäuse (1) sowie eine auf dem Gehäuse befestigte dielektrische Platte (2) aufweist, deren Außenoberfläche in Richtung eines zu messenden Materials ausgerichtet ist, wobei das Feuchtigkeitsmessgerät weiter einen Messkondensator aufweist, welcher eine erste und eine zweite Elektrode umfasst, wobei die erste Elektrode des Messkondensators von einem leitungsfähigen Element gebildet wird, welches mit der dielektrischen Platte (2) in Kontakt steht, wohingegen die zweite Elektrode des Messkondensators durch das Metallgehäuse (1) gebildet wird und wobei die erste und die zweite Elektroden des Messkondensators an einem im Gehäuse angeordneten elektronischen Gerät (6) angeschlossen sind, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Außenoberfläche (3) der dielektrischen Platte (2) zwei aus einem verschleißfesten Metall gefertigte Deckel (4, 5) angebracht sind, wobei der erste Deckel (4) in einer Öffnung des zweiten Deckels (5) derart angeordnet ist, dass zwischen den Seitenwänden des ersten Deckels (4) und den Öffnungsrändern des zweiten Deckels (5) ein Abstand (S) ausgebildet ist, wobei der erste Deckel (4) gleichzeitig das leitungsfähige Element bildet und damit die Funktion der ersten Elektrode des Messkondensators erfüllt, welche in eine Öffnung der dielektrischen Platte (2) eingelassen ist und über ein Klemmblech (7) an der dielektrischen Platte (2) befestigt und mit dem elektronischen Gerät (6) verbunden ist, wohingegen der zweite Deckel (5) am Metallgehäuse (1) in einer solchen Weise befestigt ist, dass zwischen dem zweiten Deckel und dem Metallgehäuse ein elektrischer Kontakt entsteht.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung liegt im Bereich der Messtechnik und kann zur Messung der Feuchtigkeit unterschiedlicher Materialien unter Industriebedingungen eingesetzt werden. Die Hauptfunktion der Erfindung ist die Messung des Wassergehaltes von Beton direkt in einem Betonmischer. Der Erfindung wird das dielektrische Messverfahren für die Feuchtigkeitsmessung zugrunde gelegt. Die Erfindung kann auch zur Messung anderer physikalischer Parameter angewendet werden, welche die Dielektrizitätskonstante beeinflussen, wie, z. B. zur Messung des Mischverhältnisses diverser Stoffe.

**[0002]** Es sind Feuchtigkeitsmessgeräte unterschiedlicher Hersteller bekannt:

- 1) «M-Sens 2» des Unternehmens «SWR engineering»
- 2) «Hydro-Mix VII» des Unternehmens «Hydronix Ltd»
- 3) «Microwave Moisture Probe» des Unternehmens «Franz Ludwig GmbH»

**[0003]** Diese bekannten Feuchtigkeitsmessgeräte verfügen über ein Metallgehäuse sowie eine auf dem Gehäuse befestigte dielektrische Platte aus Keramik, deren Außenoberfläche in Richtung des zu messenden Materials ausgerichtet ist, über einen Sensor, einen Messfühler, der im Gehäuse eingebaut ist und ein elektromagnetisches Feld erzeugt, welches in das zu messende Material über die dielektrische Platte eindringt, sowie über ein elektrisches, an den Sensor angeschlossenes Gerät.

**[0004]** Der Nachteil der existierenden Feuchtigkeitsmessgeräte ist die niedrige Empfindlichkeit sowie die niedrige mechanische Festigkeit. In den bekannten Feuchtigkeitsmessgeräten berührt die dielektrische Platte unmittelbar das zu messende Material und trennt den Sensor vom zu messenden Material. Die Feldlinien des elektromagnetischen Feldes, welches der Sensor zur Messung des zu messenden Materials erzeugt, verlaufen durch die dielektrische Platte und sammeln sich dort.

**[0005]** Keramik ist mitunter ein zerbrechliches Material, daher kann die Keramikplatte bekannter Feuchtigkeitsmessgeräte durch Schläge zerstört werden. Derart konstruierte und in einem Betonmischer eingebaute Feuchtigkeitsmessgeräte fallen aus, wenn Grobkörnern des Schotter von den Schaufeln des Betonmischer auf die Oberfläche der dielektrischen Platte fallen, da die Keramik zerbrochen wird. Aus diesem Grund können solche Feuchtigkeitsmessgeräte nicht zum Messen in einem Schotter-, Kies- oder Erzstrahl eingesetzt werden.

**[0006]** Zur Verhinderung des Verschleißes kann die dielektrische Platte aus einer verschleißfesten Ke-

ramik, z. B. aus Aluminiumoxid hergestellt werden. Da derartige Keramiken eine hohe Dielektrizitätskonstante aufweisen, erhöhen sie die Konzentration des elektromagnetischen Feldes in der dielektrischen Platte umso mehr. Letztendlich gelangt nur ein kleiner Teil der vom Sensor erzeugten elektromagnetischen Energie in das zu messende Material. Dies erklärt die niedrige Empfindlichkeit solcher Feuchtigkeitsmessgeräte.

**[0007]** Den nächstliegenden Stand der Technik gegenüber der Erfindung bildet die US 5,969,243 A, die ein Feuchtigkeitsmessgerät beschreibt, das beispielsweise in dem Feuchtigkeitsmessgerät «Litronic FMS II» des Unternehmens «Liebherr Mischtechnik GmbH» umgesetzt wird. Dieses Feuchtigkeitsmessgerät verfügt über ein Metallgehäuse sowie eine auf dem Gehäuse befestigte dielektrische Platte aus Aluminiumoxid, deren Außenoberfläche in Richtung des zu messenden Materials ausgerichtet ist und über einen Messkondensator umfasst, der ein elektromagnetisches Feld erzeugt, welches in das zu messende Material über die dielektrische Platte eindringt. Dabei wird die erste Elektrode des Messkondensators von einem leitungsfähigen Element gebildet, welches auf der Innenseite der dielektrischen Platte untergebracht ist. Die zweite Elektrode des Messkondensators wird durch das Metallgehäuse gebildet. Die erste und die zweite Elektrode des Messkondensators sind an das im Gehäuse untergebrachte elektronische Gerät angeschlossen, welches die Umwandlung der Kapazität des Messkondensators in ein elektrisches Signal sicherstellt.

**[0008]** Dieses Feuchtigkeitsmessgerät besitzt genauso wie die oben dargestellten Geräte aus den oben aufgeführten Gründen eine niedrige Empfindlichkeit sowie eine niedrige mechanische Festigkeit. Die keramische Platte, die sich im unmittelbaren Kontakt mit dem zu messenden Material befindet und zwischen dem zu messenden Material und dem leitungsfähigen Element untergebracht ist, konzentriert das elektromagnetische Feld des Messkondensators. Dieser Effekt wird durch die hohe Dielektrizitätskonstante der Keramik verstärkt. Als Ergebnis verfügt das Feuchtigkeitsmessgerät über eine niedrige Empfindlichkeit. Aufgrund der Zerbrechlichkeit der keramischen Platte kann das Feuchtigkeitsmessgerät nicht zum Messen in einer Schotter- bzw. Erzförderung eingesetzt werden.

**[0009]** Die Aufgabe der hier dargestellten Erfindung besteht in der Erhöhung der Empfindlichkeit sowie der Erhöhung der mechanischen Festigkeit und des Schlagwiderstands von Feuchtigkeitsmessgeräten.

**[0010]** Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass das Feuchtigkeitsmessgerät ein Metallgehäuse sowie eine auf dem Gehäuse befestigte dielektrische Platte aufweist, deren Außenoberfläche in Richtung des

zu messenden Materials ausgerichtet ist. Das Feuchtigkeitsmessgerät umfasst ferner einen Messkondensator, welcher aus der ersten und der zweiten Elektrode besteht und ein elektromagnetisches Feld erzeugt, welches in das zu messende Material eindringt. Dabei wird die erste Elektrode des Messkondensators von einem leitungsfähigen Element gebildet, welches auf der dielektrischen Platte angeordnet ist. Die zweite Elektrode des Messkondensators wird durch das Metallgehäuse gebildet. Die erste und die zweite Elektroden des Messkondensators sind an das im Gehäuse untergebrachte elektronische Gerät angeschlossen, welches die Umwandlung der Kapazität des Messkondensators in ein elektrisches Signal sicherstellt.

**[0011]** Erfindungsgemäß sind auf der Außenoberfläche der dielektrischen Platte zwei aus einem verschleißfesten Metall gefertigte Deckel angebracht. Der erste Deckel ist in eine Öffnung des zweiten Deckels eingebaut. Die Deckel sind dabei so zueinander angeordnet, dass zwischen den Seitenwänden des ersten Deckels und den Öffnungsrändern des zweiten Deckels ein Abstand ausgebildet ist. Der erste Deckel bildet das leitungsfähige Element und erfüllt die Funktion der ersten Elektrode des Messkondensators. In der dielektrischen Platte befindet sich unter dem ersten Deckel eine Öffnung, über die die erste Elektrode an das elektronische Gerät angeschlossen ist und über die der erste Deckel an der dielektrischen Platte mit Hilfe eines Klemmblechs befestigt ist. Der zweite Deckel ist am Metallgehäuse in einer solchen Weise befestigt, dass zwischen dem zweiten Deckel und dem Metallgehäuse ein elektrischer Kontakt entsteht.

**[0012]** Das Klemmblech kann auf der Innenseite der dielektrischen Platte angebracht sein.

**[0013]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Breite des Abstands zwischen den Seitenwänden des ersten Deckels und den Öffnungsrändern des zweiten Deckels so gewählt wird, dass der Abstand kleiner ist als Grobkörner des zu messenden Materials.

**[0014]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Feuchtigkeitsmessgeräts ist vorgesehen, dass im Metallgehäuse ein zusätzlicher Kondensator angeordnet ist, welcher in Reihe zum Messkondensator zwischen der ersten Elektrode des Messkondensators und dem elektrischen Gerät geschaltet ist. Die Kapazität des zusätzlichen Kondensators ist so gewählt, dass sie ungefähr der Kapazität des Messkondensators bei einer Auffüllung des Abstands zwischen den Seitenwänden des ersten Deckels und den Öffnungsrändern des zweiten Deckels mit dem messenden Material entspricht.

**[0015]** Ebenfalls vorteilhaft vorgesehen sein kann, dass im Metallgehäuse eine Induktionsspule angeordnet ist, die in Reihe zum Messkondensator, insbesondere zwischen den Elektroden des Messkondensators geschaltet ist.

**[0016]** Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sollen nachfolgend anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert werden. Darin zeigt:

**[0017]** Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Feuchtigkeitsmessgerät gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels;

**[0018]** Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Feuchtigkeitsmessgerät gemäß eines zweiten Ausführungsbeispiels.

**[0019]** Das Feuchtigkeitsmessgerät der Fig. 1 umfasst ein Metallgehäuse 1 und eine auf dem Gehäuse 1 befestigte dielektrische Platte 2. Auf der in Richtung des zu messenden Materials ausgerichteten Außenoberfläche 3 der Platte 2 sind zwei aus einem verschleißfesten Metall, z. B. aus Stahl der Marken 30X13, 40X13, 66Mn4 bzw. aus einer Titanlegierung angefertigte Deckel 4 und 5 angebracht.

**[0020]** Der erste Deckel 4 ist in eine Öffnung des zweiten Deckels 5 eingebaut. Dabei wird zwischen den Seitenwänden des ersten Deckels 4 und den Öffnungsrändern des zweiten Deckels 5 ein Abstand S gebildet. Die Breite des Abstands S zwischen den Seitenwänden des ersten Deckels 4 und den Öffnungsrändern des zweiten Deckels 5 wird so gewählt, dass beim Einsatz des Feuchtigkeitsmessgeräts in einem Betonmischer in den Abstand S keine Grobkörner des zu messenden Materials, z. B. Grobkörner von Schotter bzw. Kies gelangen können.

**[0021]** Der zweite Deckel 5 ist am Metallgehäuse 1 in einer solchen Weise befestigt, dass zwischen diesem Deckel 5 und dem Metallgehäuse 1 ein elektrischer Kontakt entsteht. Der erste Deckel 4 bildet das leitungsfähige Element und bildet zusammen mit dem zweiten Deckel 5 den Messkondensator. Dabei erfüllt der erste Deckel 4 die Funktion der ersten Elektrode des Kondensators. Der zweite Deckel 5, der elektrisch mit dem Gehäuse 1 verbunden ist, bildet die zweite Elektrode des Messkondensators. Das elektromagnetische Feld des Messkondensators gelangt unmittelbar in das zu messende Material, da es die Oberflächen der Deckel 4 und 5 berührt. Die Oberfläche 3 der dielektrischen Platte 2 ist durch Metalldeckel 4 und 5 vor mechanischen Einwirkungen geschützt. Die erste Elektrode 4 und die zweite Elektrode 5 des Messkondensators sind an das im Gehäuse 1 eingebaute elektrische Gerät 6 angeschlossen, welches die Umwandlung der Kapazität des Messkondensators in ein elektrisches Signal sicherstellt.

[0022] In der dielektrischen Platte 2 befindet sich unter dem ersten Deckel 4 eine Öffnung, über die die erste Elektrode an das elektronische Gerät 6 angeschlossen ist und über die der erste Deckel 4 an der dielektrische Platte 2 mit Hilfe eines Klemmblechs 7 befestigt ist. Das Klemmblech 7 ist auf der Innenseite der dielektrischen Platte 2 angebracht.

[0023] Im Metallgehäuse 1 der Fig. 1 ist ein zusätzlicher Kondensator 8 eingebaut, welcher in Reihe zum Messkondensator zwischen der ersten Elektrode 4 des Messkondensators und dem elektrischen Gerät 6 geschaltet ist. Die Kapazität des zusätzlichen Kondensators 8 ist so gewählt, dass sie der Kapazität des Messkondensators bei einer Auffüllung des Abstands S mit dem zu messenden Material ungefähr entspricht.

[0024] Die Fig. 2 zeigt im Metallgehäuse 1 eine Induktionsspule 9, die in Reihe zum Messkondensator, zwischen seiner ersten Elektrode 4 und seiner zweiten Elektrode 5 geschaltet ist.

[0025] Die Induktivität der Spule 9 wird so gewählt, dass der Blindwiderstand der Spule 9 und des Messkondensators ungefähr gleich groß sind und somit ein RC-Schwingkreis ausgebildet wird, der mit einer Resonanzfrequenz betrieben werden kann.

[0026] Das Feuchtigkeitsmessgerät kann auch einen Temperatursensor für das zu messende Material umfassen, der im Gehäuse 1 angeordnet wird. Der Temperatursensor kann auch außerhalb des Gehäuses des Feuchtigkeitsmessgeräts angeordnet sein, jedoch in einer solchen Weise, dass der Sensor die Temperaturmessung des zu messenden Materials ermöglicht.

[0027] Das erfindungsgemäße Feuchtigkeitsmessgerät funktioniert folgendermaßen:

Das elektrische Gerät 6 erzeugt ein harmonisches Hochfrequenz-Signal, welches an die erste und zweite Elektrode des Messkondensators übertragen wird. Das elektromagnetische Feld des Messkondensators verteilt sich auf drei Raumbereiche:

- (a) – auf das zu messende Material;
- (b) – im Gehäuse 1 unter der dielektrischen Platte 2;
- (c) – in der dielektrischen Platte 2.

[0028] Die Gesamtkapazität  $C_{ges}$  des Messkondensators wird von drei Komponenten  $C_a$ ,  $C_b$ ,  $C_c$  bestimmt, die den drei genannten Bereichen entsprechen, und entspricht:

$$C_{ges} = C_a + C_b + C_c$$

[0029] Die Komponente  $C_a$  wird von der Dielektrizitätskonstante des zu messenden Materials bestimmt.

Die Komponente  $C_a$  kann als Summe beschrieben werden:

$$C_a = C_{a0} + \Delta C_a,$$

wobei  $C_a$  die Komponente der Gesamtkapazität des Messkondensators ist, die dem Bereich des zu messenden Materials entspricht,  $C_{a0}$  die Komponente der Gesamtkapazität des Messkondensators ist, die dem Bereich des zu messenden Materials entspricht, wenn das zu messende Material Luft ist und  $\Delta C_a$  die Änderungskomponente der Gesamtkapazität des Messkondensators im Bereich des zu messenden Materials bei einer Auffüllung des Abstands S mit dem zu messenden Material ist.

[0030] Die Funktionsweise des Feuchtigkeitsmessgeräts beruht auf der Messung der Gesamtkapazität  $C_{ges}$  des Messkondensators und der Aussonderung der Komponente  $C_a$  aus der Gesamtkapazität. Aus der Komponente  $C_a$  wird auf die Dielektrizitätskonstante des zu messenden Materials geschlossen. Des Weiteren wird anhand der Dielektrizitätskonstante des zu messenden Materials sowie seiner Temperatur die Feuchtigkeit des zu messenden Materials bestimmt. Daher ist es zur Messung der Feuchtigkeit des zu messenden Materials notwendig, die Komponente  $C_a$  auszurechnen, welche durch das Feld in dem zu messenden Material bestimmt wird. Je größer das Verhältnis der Komponente  $C_a$  zu den Komponenten  $C_b$  und  $C_c$ , desto höher ist die Empfindlichkeit des Feuchtigkeitsmessers und desto genauer die Messung.

[0031] Dank der Befestigung der Deckel 4 und 5 auf der Außenoberfläche 3 der dielektrischen Platte 2 ist die Platte 2 verschleißfrei. Dies ermöglicht es, die Platte 2 aus einem Material mit einer niedrigen Dielektrizitätskonstante herzustellen (z. B. aus Fluoroplast). Die Platte 2 aus einem solchen Material ermöglicht es, die Komponente  $C_b$  zu senken, was zur Erhöhung der Empfindlichkeit des Feuchtigkeitsmessgeräts führt. Die Komponente  $C_b$  ist nicht groß, da sie eine Kondensatorstruktur mit einer Luftfüllung darstellt. Somit wird die Gesamtkapazität  $C_{ges}$  des Messkondensators in der erfindungsgemäßen Konstruktion des Feuchtigkeitsmessgeräts in deutlich höherem Maß von den dielektrischen Parametern des zu messenden Materials bestimmt als im Stand der Technik. Kleinere Änderungen der Feuchtigkeit des zu messenden Materials führen zu deutlich größeren Änderungen der Gesamtkapazität des Messkondensators, welche durch das elektrische Gerät 6 in ein elektrisches Signal umgewandelt wird.

[0032] Der erreichte Effekt der Erhöhung der Empfindlichkeit kann auch mit Hilfe der Analyse der vom Messkondensator erzeugten elektromagnetischen Felder erklärt werden. Da das zu messende Material die erste und die zweite Elektrode 4, 5

des Messkondensators unmittelbar berührt, sammelt sich der größte Teil der Energie des elektromagnetischen Feldes beim Messkondensator in dem zu messenden Material. Daher beeinflussen die Feuchtigkeit und demzufolge die Dielektrizitätskonstante des zu messenden Materials viel stärker die Parameter des Messkondensators als bei den Vorrichtungen des Stands der Technik. Dadurch entsteht die hohe Empfindlichkeit des erfindungsgemäßen Feuchtigkeitsmessgeräts. Zum Vergleich: Beim eingangs beschriebenen Stand der Technik sammelt sich der größte Teil der Energie des Messkondensators in der dielektrischen Platte **2** und nur ein kleiner Teil des Messsignals gelangt in das zu messende Material.

**[0033]** Dank der Tatsache, dass die dielektrische Platte **2** von Metalldeckeln **4**, **5** bedeckt ist, ist sie vor Schlägen und Verschleiß durch das zu messende Material geschützt. Zur Messung von Grobkörnerhaltigen Stoffen (Schotter, Erz, Kies) ist die Breite des Abstands  $S$  zwischen den Seitenwänden des ersten Deckels **4** und den Öffnungsrändern im zweiten Deckel **5** so gewählt, dass in diesen leeren Raum keine Grobkörner des zu messenden Materials gelangen. Gleichzeitig erhöht dies die mechanische Festigkeit des Feuchtigkeitsmessgerätes, seinen Schlagwiderstand.

**[0034]** Zur Messung von hochleitfähigen Materialien (mit einem hohen dielektrischen Verlustfaktor) wird in Reihe zum Messkondensator der zusätzliche Kondensator **8** geschaltet, um den abblockenden Einfluss dieser Leitfähigkeit auszuschließen. Der Kondensator **8** trennt den Leitungsstrom bei der Einleitung ins elektrische Gerät **6** ab. Die Kapazität des Kondensators **8** wird so gewählt, dass sie der Kapazität des Messkondensators bei einer Auffüllung des Abstands  $S$  mit dem zu messenden Material ungefähr entspricht. Dieser Wert ist optimal. Eine zu kleine Kapazität beim zusätzlichen Kondensator **8** würde zur Senkung der Empfindlichkeit des Feuchtigkeitsmessgerätes führen. Das Feuchtigkeitsmessgerät mit einer zu großen Kapazität des zusätzlichen Kondensators **8** verhindert nicht das Überbrücken des Messkondensators in Form eines effektiven, durch Leitungsstrom erzeugten Widerstands.

**[0035]** Die Erhöhung der Empfindlichkeit des Feuchtigkeitsmessgerätes wird ebenfalls durch die Schaltung der Induktionsspule **9** in Reihe zum Messkondensator erreicht. Die Induktivität der Spule **9** wird so gewählt, dass der Blindwiderstand der Spule und des gemessenen Kondensators ungefähr gleich groß sind und somit ein RC-Schwingkreis gebildet wird, der bei Resonanzfrequenz betrieben werden kann.

**[0036]** Wenn Messungen auf einer festen Frequenz durchgeführt werden, wird der optimale Wert der Induktion der Spule **9** unter folgender Bedingung bestimmt: Der Blindwiderstand der Spule **9** entspricht

ungefähr dem Blindwiderstand des Messkondensators bei einer Auffüllung des Abstands  $S$  mit Luft. In diesem Fall wird die Anfangskapazität des Messkondensators vollständig ausgeglichen. Das Signal bei der Einleitung ins elektrische Gerät **6**, welches die Umwandlung der Kapazität des Messkondensators in ein elektrisches Signal sicherstellt, wird ausschließlich von der Komponente  $\Delta C_a$  bestimmt, die von dem zu messenden Material abhängt. Das heißt, die Komponenten  $C_{a0}$ ,  $C_b$  und  $C_c$  werden kompensiert, was zur Erhöhung der Empfindlichkeit des Feuchtigkeitsmessgerätes führt, da das Ausgabesignal beim Gerät **6** ausschließlich vom Wert der Dielektrizitätskonstante des zu messenden Materials abhängt.

**[0037]** Die Schaltung der Spule **9** in Reihe zum Messkondensator führt zur Abblockung des Leitungsstromes des zu messenden Materials. Dies führt ebenfalls zur Erhöhung der Empfindlichkeit des Feuchtigkeitsmessgerätes beim Arbeiten mit Materialien mit einem hohen dielektrischen Verlustfaktor.

**[0038]** Es ist hervorzuheben, dass der zusätzliche Kondensator **8** und die Induktionsspule **9** im Feuchtigkeitsmessgerät getrennt eingesetzt werden können, diese beiden Lösungen können jedoch auch gleichzeitig verwendet werden.

**[0039]** Das elektrische Gerät **6** ermöglicht die Umwandlung der Kapazität des Messkondensators in ein elektrisches Signal mit einer hohen Frequenz.

**[0040]** Das im Gerät **6** umgesetzte Verfahren zur Messung der Änderung der Kapazität des Messkondensator mit einer hohen Frequenz kann beliebig sein, es gibt viele solche Verfahren.

**[0041]** In der praktischen Umsetzung des erfindungsgemäßen Feuchtigkeitsmessgerätes ist das Verfahren zur Messung der Änderung der Kapazität beim Messkondensator verwendet, das auf der Messung der Resonanzfrequenz der Resonanz-Struktur beruht, welche vom Messkondensator des Feuchtigkeitsmessgerätes und der zusätzlichen Induktionsspule **9** gebildet wird. Die zusätzliche Induktionsspule **9** ist im Gehäuse **1** des Feuchtigkeitsmessgerätes angeordnet und wurde auf zwei unterschiedliche Weisen verschaltet:

- die zusätzliche Induktionsspule **9** wird in Reihe zum Messkondensator zwischen der Elektrode **4** und der Einleitung des Gerätes **6** geschaltet, beim Vorhandensein des zusätzlichen Kondensators **8** wird sie in Reihe zu diesem Kondensator geschaltet;
- die zusätzliche Induktionsspule **9** wird in Reihe zu den Einleitungen des Gerätes **6** geschaltet, wie auf **Abb. 2** angezeigt wird.

**[0042]** Bei der letzten Variante hängt die Wahl des Induktionswertes der Spule **9** von der folgenden Be-

dingung ab: Der Blindwiderstand der Spule **9** entspricht ungefähr dem Blindwiderstand des Messkondensators bei einer Auffüllung des Abstands **S** mit dem zu messenden Material auf einer Resonanzfrequenz des Feuchtigkeitsmessgerätes. Das mit der Erfindung umgesetzte Verfahren besteht entsprechend in der Messung der zwei Werte der Resonanzfrequenzen der Struktur aus Messkondensator und Induktionsspule, bei der Auffüllung des Abstands **S** des Messkondensators mit dem zu messenden Material und bei der Auffüllung des Abstands **S** des Messkondensators mit Luft.

## Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Metallgehäuse
<b>2</b>	dielektrische Platte
<b>3</b>	Außenoberfläche
<b>4</b>	erster Deckel
<b>5</b>	zweiter Deckel
<b>6</b>	elektronisches Gerät
<b>7</b>	Klemmblech
<b>8</b>	zusätzlicher Kondensator
<b>9</b>	Induktionsspule
<b>S</b>	Abstand

**[0043]** Anhand der Differenz und/oder des Verhältnisses der genannten Resonanzfrequenzen wird die Dielektrizitätskonstante des Materials bestimmt. Unter der Berücksichtigung der Temperatur des zu messenden Materials wird seine Feuchtigkeit ausgerechnet. Die Verarbeitungseinheit, welche die Feuchtigkeit anhand der Kapazität des Messkondensators und der Temperatur des Materials berechnet, kann vom elektrischen Gerät **6** umfasst sein. Sie kann jedoch auch als ein selbständiger elektrischer Baustein ausgeführt sein, auf welche das Signal vom Gerät **6** und vom Temperatursensor übertragen wird. Dabei kann der Temperatursensor sowohl im Gehäuse **1** des Feuchtigkeitsmessgerätes eingebaut als auch außerhalb des Gehäuses **1** angeordnet werden.

**[0044]** Die durchgeführten Prüfungen der hergestellten Prüfungsmodelle des Feuchtigkeitsmessgerätes bestätigen die Effizienz der dargestellten Erfindung. Bei den nach dieser Erfindung hergestellten Feuchtigkeitsmessgeräten beträgt die Betriebsfrequenz zwischen 40 und 500 MHz, die Empfindlichkeit der Änderung der Dielektrizitätskonstante ist nicht schlechter als 0,1 %.

**[0045]** Es wurden Vergleichstests der hergestellten Prüfungsmodelle und der bekannten Feuchtigkeitsmessgeräte durchgeführt. Die durchgeführten Prüfungen bestätigen die deutlich höhere Empfindlichkeit der erfindungsgemäßen Feuchtigkeitsmessgeräte im Vergleich zu den bekannten Feuchtigkeitsmessern. Der Einsatz der hergestellten Prüfungsmodelle der Feuchtigkeitsmessgeräte in Betonmischern bestätigte die Verschleißfestigkeit sowie den Schlagwiderstand.

**[0046]** Die nach der dargestellten Erfindung hergestellten Feuchtigkeitsmessgeräte wurden ebenfalls mit Eisenerzkonzentrat geprüft. Die Ergebnisse bestätigen die Möglichkeit der Feuchtigkeitskontrolle bei den Materialien mit hoher Dielektrizitätskonstante und hoher Magnetisierungskonstante.

**ZITATE ENHALTEN 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**

- US 5969243 A [0007]



**Schutzansprüche**

net ist, die in Reihe zum Messkondensator und zu seinen Elektroden geschaltet ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

1. Feuchtigkeitsmessgerät, welches ein Metallgehäuse (1) sowie eine auf dem Gehäuse befestigte dielektrische Platte (2) aufweist, deren Außenoberfläche in Richtung eines zu messenden Materials ausgerichtet ist, wobei das Feuchtigkeitsmessgerät weiter einen Messkondensator aufweist, welcher eine erste und eine zweite Elektrode umfasst, wobei die erste Elektrode des Messkondensators von einem leitungsfähigen Element gebildet wird, welches mit der dielektrischen Platte (2) in Kontakt steht, wohingegen die zweite Elektrode des Messkondensators durch das Metallgehäuse (1) gebildet wird und wobei die erste und die zweite Elektroden des Messkondensators an einem im Gehäuse angeordneten elektronischen Gerät (6) angeschlossen sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der Außenoberfläche (3) der dielektrischen Platte (2) zwei aus einem verschleißfesten Metall gefertigte Deckel (4, 5) angebracht sind, wobei der erste Deckel (4) in einer Öffnung des zweiten Deckels (5) derart angeordnet ist, dass zwischen den Seitenwänden des ersten Deckels (4) und den Öffnungsrändern des zweiten Deckels (5) ein Abstand (S) ausgebildet ist, wobei der erste Deckel (4) gleichzeitig das leitungsfähige Element bildet und damit die Funktion der ersten Elektrode des Messkondensators erfüllt, welche in eine Öffnung der dielektrischen Platte (2) eingelassen ist und über ein Klemmblech (7) an der dielektrischen Platte (2) befestigt und mit dem elektronischen Gerät (6) verbunden ist, wohingegen der zweite Deckel (5) am Metallgehäuse (1) in einer solchen Weise befestigt ist, dass zwischen dem zweiten Deckel und dem Metallgehäuse ein elektrischer Kontakt entsteht.

2. Feuchtigkeitsmessgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Breite des Abstands (S) zwischen den Seitenwänden des ersten Deckels (4) und den Öffnungsrändern des zweiten Deckels (5) so gewählt wird, dass der Abstand (S) kleiner ist als Grobkörner des zu messenden Materials.

3. Feuchtigkeitsmessgerät nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Metallgehäuse (1) ein zusätzlicher Kondensator (8) angeordnet ist, welcher in Reihe zum Messkondensator zwischen der ersten Elektrode des Messkondensators und dem elektrischen Gerät (6) geschaltet ist wobei die Kapazität des zusätzlichen Kondensators (8) so gewählt ist, dass sie der Kapazität des Messkondensators bei einer Auffüllung des Abstands (S) mit dem zu messenden Material ungefähr entspricht.

4. Feuchtigkeitsmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Metallgehäuse (1) eine Induktionsspule (9) angeord-

Anhängende Zeichnungen

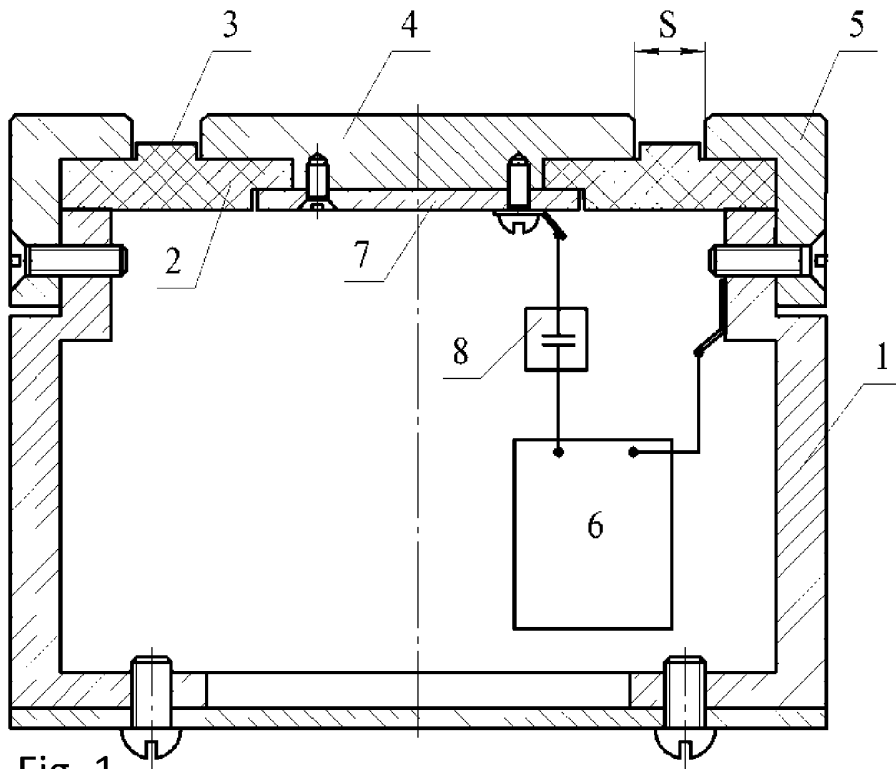


Fig. 1

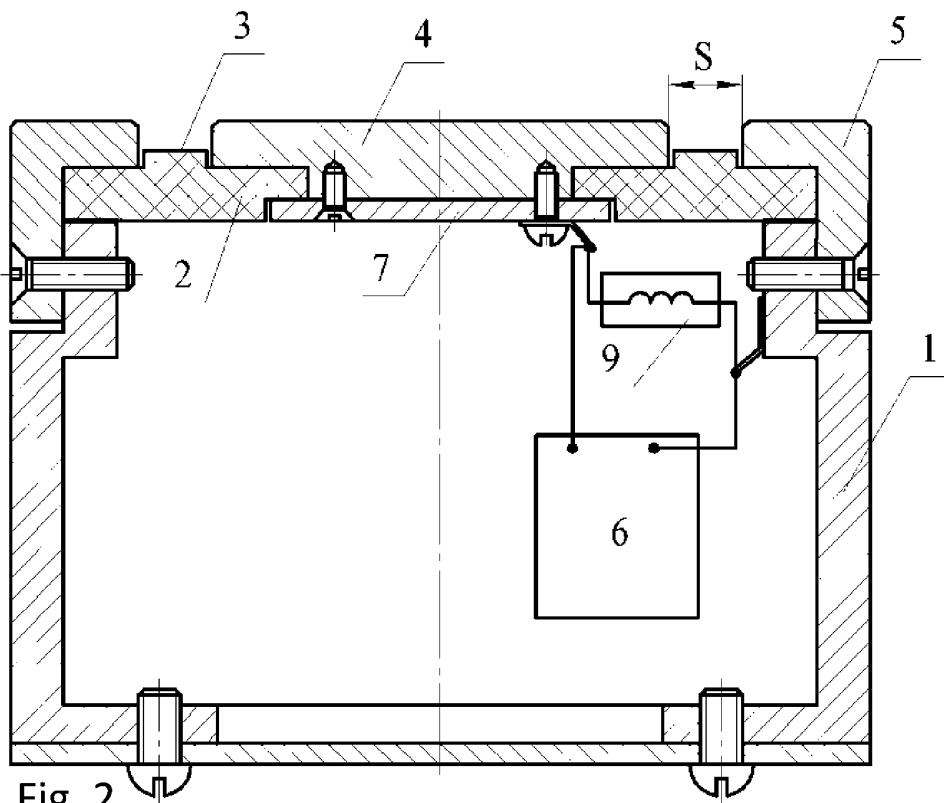


Fig. 2