



(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 8031/96

(51) Int.Cl.⁶ : **G01N 27/22**

(22) Anmeldetag: 15. 3.1996

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 4.1997

(45) Ausgabetag: 29.12.1997

(56) Entgegenhaltungen:

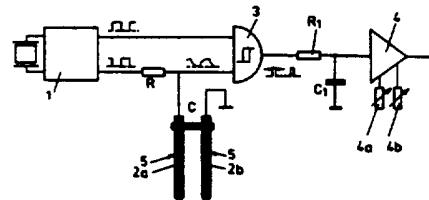
US 5424649A FR 2598810A1 US 4259632A

(73) Patentinhaber:

KALFMAN RÜDIGER DR.
A-6020 INNSBRUCK, TIROL (AT).

(54) BODENFEUCHTESENSOR

(57) Ein Bodenfeuchtesensor weist mindestens zwei in den Boden einsteckbare Elektroden (2a, 2b) sowie eine Einrichtung (1) zum Anlegen einer Wechselspannung an die Elektroden auf. Weiters ist eine Einrichtung zum bilden eines von der elektrischen Kapazität (C) zwischen den Elektroden (2a, 2b) abhängigen Ausgangssignals vorgesehen. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die elektronischen Bauteile des Bodenfeuchtesensors auf einer Platin (7) angeordnet sind und die Elektroden (2a, 2b) als Leiterbahnen auf vorzugsweise derselben Platin (7) ausgebildet sind.



**B
403 213
AT**

Die Erfindung betrifft einen Bodenfeuchtesensor (im folgenden kurz Sensor genannt), mit:

- mindestens zwei in den Boden einsteckbare Elektroden (2a,2b)
- eine Einrichtung (1) zum Anlegen einer Wechselspannung an die Elektroden und
- eine Einrichtung zum Bilden einer von der elektrischen Kapazität (C) zwischen den Elektroden (2a,2b) abhängigen Ausgangssignals.

Derartige Sensoren sind beispielsweise US.5,424,649A, der FR 2598810 A1 und der US 4,259,632 A bekannt.

Um einen kostengünstigeren und konstruktiv einfacheren Sensor zu schaffen, ist erfindungsgemäß ein Sensor vorgesehen, der dadurch gekennzeichnet ist, daß die elektronischen Bauteile des Bodenfeuchtsensors auf einer Platine angeordnet sind und die Elektroden als Leiterbahnen auf vorzugsweise derselben Platine ausgebildet sind.

Der Sensor ist zur Messung der Bodenfeuchte in Erde ebenso wie in sandigen oder steinigen Böden geeignet. Er bzw. seine Elektroden wird (werden) in den Erdboden eingegraben, je nach Bauform beträgt das Meßvolumen etwa 15-100 ml. Die Hauptvorteile dieses Sensors sind das einfache und damit kostengünstige Design, der geringe Stromverbrauch und ein Standardspannungsausgang, der eine einfache Anbindung an Meß- und Steuerungsanlagen ermöglicht (etwa für Bewässerungen, Rasensprenger, etc.).

Der Sensor ist für Anwendungen konzipiert, bei denen es nicht in erster Linie auf hohe Genauigkeit und Präzision ankommt. Er ist als Alternative zu billigen Sensoren wie Leitfähigkeitsblöcken (z.B. aus Gips) gedacht, weist jedoch eine wesentlich bessere Langzeitstabilität auf.

Aufgrund der hohen Dielektrizitätskonstante des Wassers kann die elektrische Kapazität zwischen Sensorelektroden, die in den Erdboden eingegraben oder eingestochen werden, zur Messung der Bodenfeuchtigkeit verwendet werden. Bei anderen Sensoren werden Meßfrequenzen zwischen 30 MHz und 3 GHz verwendet, da in diesem Bereich die Dielektrizitätskonstante fast nur vom volumetrischen Wassergehalt bestimmt wird und unabhängig von Bodentyp, Bodenzusammensetzung (Mineralböden, Humus) und vom Salzgehalt ist.

Im Gegensatz dazu mißt der vorliegende Sensor die Kapazität bei Betriebsfrequenzen zwischen 100 kHz und 5 MHz. Bei diesen niedrigen Frequenzen werden die Dielektrizitätskonstanten von Böden zusätzlich durch elektrische Dipole in der Bodenmatrix und durch Oberflächenpolarisationen stark beeinflußt. Es hat sich aber gezeigt, daß auch diese indirekten, sehr komplexen Effekte im wesentlichen mit der Bodenfeuchtigkeit zusammenhängen. Dadurch werden zwar die Eichkurven des Sensors etwas abhängig vom jeweiligen Bodentyp, die niedrige Betriebsfrequenz erlaubt jedoch eine wesentlich einfachere Konstruktion der Meßelektronik und reduziert den Stromverbrauch drastisch.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der nachstehenden Figurenbeschreibung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein elektrisches Blockschaltdiagramm. Die Figuren 2 bis 4 zeigen verschiedene Bauformen. Ein Quarz-Oszillator erzeugt als Einrichtung 1 zum Anlegen einer Wechselspannung ein 2 MHz Rechtecksignal (Fig. 1). Dieses Rechtecksignal wird über einen Widerstand R auf die aktive Elektrode 2a gelegt, die gegenüberliegende Elektrode 2b wird mit Masse verbunden. Die Elektrodenkapazität ist also in Form eines RC-Gliedes geschaltet, dessen Zeitkonstante eine Phasenverzerrung des Rechtecksignals bewirkt. Diese Phasenverzerrung wird in eine Pulsbreite umgesetzt, indem das verzerrte Signal durch ein Und-Gatter 3 (Schmitt-Trigger Eingänge) mit dem Oszillatorsignal umgekehrter Polarität (180° phasenverschoben) verglichen wird. Das Pulsbreitensignal dieses Phasen-Detektors wird durch ein Siebglied R₁, C₁ geglättet, ein Skalier- und Pufferverstärker 4 liefert schließlich das Ausgangssignal (Standard 0-1V).

Der Oszillator 1 und der Phasendetektor (Und-Gatter 3) werden mit high-speed CMOS Gattern realisiert. Die Betriebsspannung wird von einem Micropower 5V-Regler stabilisiert (Typen mit geringer Längsspannung erlauben den Betrieb von 6V Batterien). Als Ausgangsverstärker dient ein Typ mit einfacher Spannungsversorgung, der im Nullpunkt und in der Verstärkung über Stellglieder 4a,4b einstellbar ist.

Diese Konstruktion erlaubt Betriebsfrequenzen zwischen 100 kHz und 5 MHz. Bei etwa 2 MHz läßt sich eine geringe Stromaufnahme (z.B. 4 mA) mit einer kurzen Einstelldauer (z.B. 4 ms) nach dem Einschalten kombinieren.

Bei den Bauformen gemäß Fig. 2 und Fig. 3 sind die Elektroden 2a,2b als Stäbe ausgeführt. Sie sind mit einer Isolierschicht 5 ummantelt, sodaß nur kapazitive Ströme fließen können (bei 2 MHz Betriebsfrequenz müßte andernfalls noch die Elektrolytleitfähigkeit des Bodens berücksichtigt werden, was eine aufwendigere Elektronik erfordern würde). Die Sensorstäbe sind in ein abgedichtetes Gehäuse 6 eingelassen, in dem sich auch die Elektronik befindet. Die Sensoren können in unterschiedlicher Größe ausgeführt werden. Eine verbesserte Abschirmung gegen äußere elektrische Einflüsse läßt sich erreichen, indem nur die aktive Meßelektrode 2a isoliert und zwischen zwei blanken Masseelektroden 2b angeordnet wird (Fig. 3). Diese Konstruktion bewährt sich besonders, wenn mehrere Sensoren unmittelbar nebeneinander betrie-

ben werden sollen.

Als Option können diese Sensoren zusätzlich einen Temperaturfühler zur simultanen Messung der Bodentemperatur enthalten.

Bei der Weiterentwicklung gemäß Fig. 4 ist der Herstellungsaufwand dadurch wesentlich verringert, daß 5 der gesamte Sensor einschließlich der Elektroden 2a,2b auf einer einzigen gedruckten Schaltung (Platine 7) untergebracht ist. Die Elektronik am oberen Ende der Platine und die Kabelanschlüsse werden vergossen (z.B. in Epoxid 8). Die Elektroden 2a,2b am unteren Ende werden auf der Platine ein- oder zweiseitig ausgeführt, die Isolierung erfolgt durch eine mechanisch robuste Beschichtung (z.B. Metallprimer und 10 Epoxid). Die aktive Meßelektrode 2a ist von der Masseelektrode 2b umgeben, die auch bei dieser Bauform für eine verstärkte Abschirmwirkung blank gelassen werden kann. In diesem Fall wird die Oberfläche durch 15 Verzinnen oder Vergolden passiviert. Auch diese Bauform kann optional einen Temperaturfühler enthalten.

Patentansprüche

- 15 1. Bodenfeuchtesensor mit:
 - mindestens zwei in den Boden einsteckbaren Elektroden
 - einer Einrichtung zum Anlegen einer Wechselspannung an die Elektroden und
 - einer Einrichtung zum Bilden eines von der elektrischen Kapazität zwischen den Elektroden abhängigen Ausgangssignals, **dadurch gekennzeichnet**, daß die elektronischen Bauteile des 20 Bodenfeuchtesensors auf einer Platine (7) angeordnet sind und die Elektroden (2a, 2b) als Leiterbahnen auf vorzugsweise derselben Platine (7) ausgebildet sind.
- 25 2. Bodenfeuchtesensor nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die elektronischen Bauteile in einer aushärtbaren Masse, beispielsweise Epoxidharz, eingegossen sind.
- 30 3. Bodenfeuchtesensor nach Anspruch 10 oder Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die als Elektroden (2a,2b) wirkenden Leiterbahnen zumindest teilweise durch eine Beschichtung, beispielsweise Metallprimer oder Epoxidharz abgedeckt und isoliert sind.
- 35 4. Bodenfeuchtesensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß alle Elektroden (2a,2b) von einer Isolierschicht ummantelt bzw. abgedeckt sind.
5. Bodenfeuchtesensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Elektrode (2a) von einer Isolierschicht ummantelt bzw. abgedeckt ist, während die andere(n) als 40 Masseelektrode(n) ausgeführte(n) Elektrode(n) (2b) blank ist (sind).
6. Bodenfeuchtesensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine von einer Isolierschicht (5) ummantelte bzw. abgedeckte Elektrode (2a) zwischen zwei Masseelektroden (2b) 45 angeordnet ist.
7. Bodenfeuchtesensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtung (1) zum Anlegen einer Wechselspannung eine Wechselspannung mit einer Frequenz zwischen 100 kHz und 5 MHz, vorzugsweise in etwa 2 MHz erzeugt.
8. Bodenfeuchtesensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtung (1) zum Anlegen einer Wechselspannung eine Rechteckspannung erzeugt.
9. Bodenfeuchtesensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektroden (2a,2b) die Kapazität C eines R-C-Gliedes bilden, das eingangsseitig von der Einrichtung (1) zum 50 Anlegen einer Wechselspannung gespeist wird und das ausgangsseitig ein phasenverzerrtes Signal liefert, aus dem das von der Kapazität zwischen den Elektroden (2a,2b) abhängige Ausgangssignal gewonnen wird.
10. Bodenfeuchtesensor nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch ein Und-Gatter (4) mit Schmitt-Trigger-eingängen, wobei an den ersten Eingang das durch das R-C-Glied phasenverzerrte Signal angelegt ist und wobei an den zweiten Eingang ein Referenzsignal angelegt ist, welches gegenüber der eingangsseitig an das R-C-Glied angelegten Wechselspannung um 180° phasenverschoben ist.

AT 403 213 B

11. Bodenfeuchtesensor nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ausgangssignal des Und-Gatters (4) vorzugsweise über ein Siebglied geglättet und gegebenenfalls verstärkt wird.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

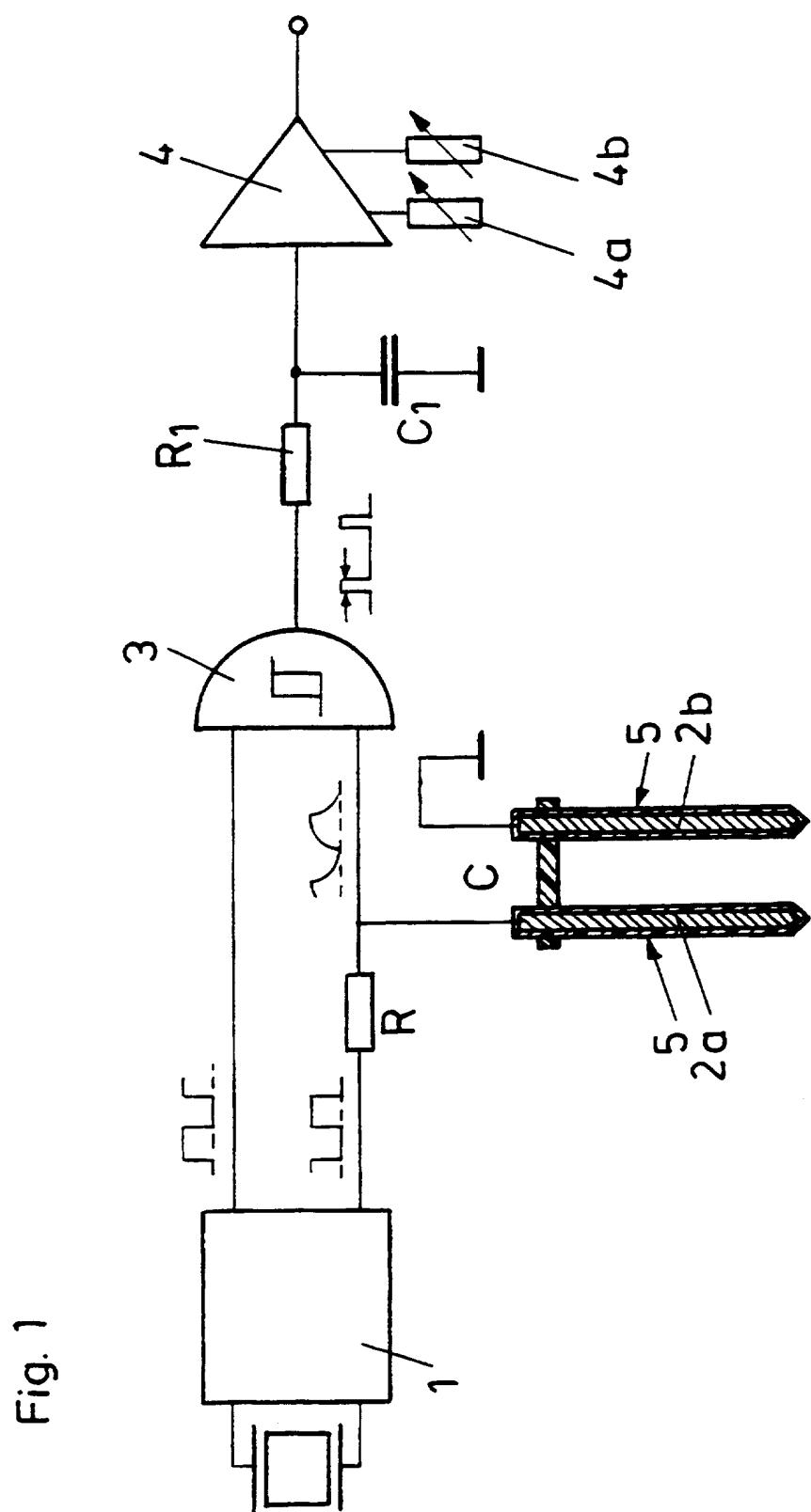


Fig. 1

