



(10) **DE 10 2020 118 565 A1** 2021.01.21

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 118 565.0**

(22) Anmeldetag: **14.07.2020**

(43) Offenlegungstag: **21.01.2021**

(51) Int Cl.: **G01N 33/24 (2006.01)**
G01N 27/22 (2006.01)

(66) Innere Priorität:
20 2019 103 996.5 19.07.2019

(74) Vertreter:
Schön, Thilo, Dipl.-Phys., 75173 Pforzheim, DE

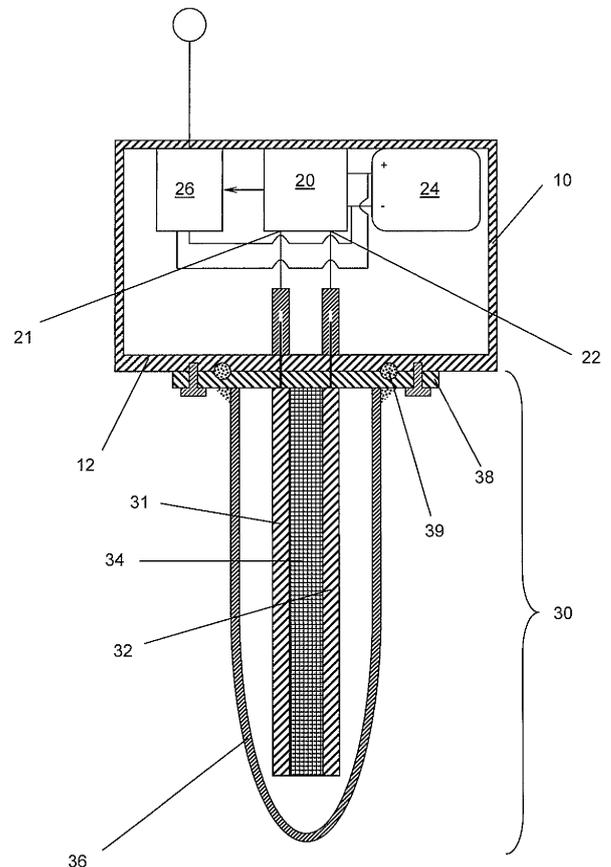
(71) Anmelder:
Friedrich, Manuel, 83101 Rohrdorf, DE

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Bodenfeuchtigkeits-Messgerät und Messfühler**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Bodenfeuchtigkeits-Messgerät beschrieben. Dieses weist eine in einem Gehäuse (10) aufgenommene Elektronikeinheit (20) mit wenigstens einem ersten Anschluss (21) und einem zweiten Anschluss (22) und einen Messfühler (30) auf. Dieser Messfühler hat eine mit dem ersten Anschluss (21) verbundene erste Kondensatorelektrode (31) und eine mit dem zweiten Anschluss (22) verbundene zweite Kondensatorelektrode (32). Um die Messgenauigkeit zu verbessern, sind die beiden Kondensatorelektroden (31, 32) jeweils von einem Hüllkörper (36) dicht umschlossen



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bodenfeuchtigkeits-Messgerät nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einen Messfühler zur Verwendung in einem solchen Bodenfeuchtigkeits-Messgerät nach Anspruch 10.

[0002] Zur zielgenauen und effizienten Bewässerung von Pflanzen ist die Kenntnis der aktuellen lokalen Bodenfeuchtigkeit und deren zeitliche Entwicklung essentiell. Bodenfeuchtigkeits-Messgeräte, welche für diese Aufgabe grundsätzlich geeignet sind, sind in der Technik bekannt. Ein häufig angewendetes Messprinzip ist das einer Kapazitätsmessung, welches sich den Umständen zu Nutze macht, dass sich die dielektrischen Eigenschaften eines Bodens als Funktion des Wassergehaltes (also der Feuchte) ändern. Nach diesem Prinzip arbeitende Bodenfeuchtigkeits-Messgeräte weisen zwei Kondensatorelektroden auf, welche in die Erde gesteckt werden, sodass diese beiden Kondensatorelektroden und die sich zwischen diesen Kondensatorelektroden befindende Erde einen Kondensator bilden, dessen Kapazität bestimmt wird. Bei Änderung der Bodenfeuchte ändert sich die Kapazität dieses Kondensators, sodass man bei Kenntnis entsprechender, experimentell gewonnener Eichkurven aus der gemessenen Kapazität die Bodenfeuchte berechnen kann. Die Bestimmung der Kapazität erfolgt in der Regel dadurch, dass der Kondensator einen Teil eines Schwingkreises bildet, dessen Eigenfrequenz gemessen wird. Die entsprechende Messung und Auswertung erfolgt natürlich in der Regel vollautomatisch unter Zuhilfenahme eines Mikrokontrollers.

[0003] Hiervon ausgehend stellt sich die vorliegende Erfindung die Aufgabe, ein gattungsgemäßes Bodenfeuchtigkeits-Messgerät zu verbessern, insbesondere hinsichtlich seiner Messgenauigkeit.

[0004] Diese Aufgabe wird durch ein Bodenfeuchtigkeits-Messgerät mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Ein Messfühler zur Verwendung als Teil eines solchen Bodenfeuchtigkeits-Messgeräts ist in Anspruch 10 angegeben.

[0005] Es wurde herausgefunden, dass Anhaftungen an den Kondensatorelektroden die Messergebnisse häufig in nicht reproduzierbarer Weise verfälschen. Es hat sich jedoch bei Experimenten weiterhin herausgestellt, dass ein direkter Kontakt zwischen den Kondensatorelektroden und dem umliegenden Boden auch gar nicht notwendig ist, sondern dass Kapazitätsänderungen auch dann hinreichend messbar sind, wenn die Kondensatorelektroden nicht in Kontakt zum umliegenden Boden stehen.

[0006] Erfindungsgemäß wird deshalb vorgeschlagen, die beiden Kondensatorelektroden jeweils mit ei-

nem Hüllkörper dicht zu umschließen. Dieser Hüllkörper ist im Gegensatz zu den Kondensatorelektroden nicht elektrisch leitfähig. Es kann sich hierbei um einen gemeinsamen Hüllkörper, um Abschnitte eines gemeinsamen Hüllkörpers oder auch um getrennte Hüllkörper handeln. Zur sprachlichen Vereinfachung wird im Weiteren häufig nur auf den Fall eines Hüllkörpers Bezug genommen, das hierzu Gesagte gilt jedoch auch für den Fall von zwei Hüllkörpern (einer für jede Kondensatorelektrode).

[0007] Der Hüllkörper besteht vorzugsweise aus einem Material, welches kein Wasser an der Oberfläche anlagert, wie beispielsweise Glas, Plexiglas oder einem Epoxidharz. Andere Kunststoffe können jedoch ebenfalls geeignet sein.

[0008] In einer Variante ist der Hüllkörper vorgeformt und wird über die Kondensatorelektroden gestülpt. Ein verbleibender, mit Luft gefüllter Spalt zwischen Kondensatorelektroden und Hüllkörper ist unschädlich.

[0009] In einer anderen Variante sind die Kondensatorelektroden vom Hüllkörper umgossen.

[0010] Die Erfindung wird nun anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Figuren näher beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Bodenfeuchtigkeits-Messgerätes in einer schematischen Schnittdarstellung,

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Bodenfeuchtigkeits-Messgerätes in einer der **Fig. 1** entsprechenden Darstellung,

Fig. 3 eine Variation zu dem in **Fig. 2** Gezeigten,

Fig. 4 ein erfindungsgemäßes Bodenfeuchtigkeits-Messgerät, welches im Wesentlichen wie das der Figur ausgeführt ist, wobei jedoch der Hüllkörper auf andere Art hergestellt ist,

Fig. 5 eine Variante zu dem in **Fig. 4** Gezeigten,

Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel, dessen Geometrie der der **Fig. 3** entspricht und dessen Hüllkörper dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 4** entsprechen hergestellt ist, und

Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel ähnlich dem der **Fig. 2**, wobei die Hüllkörper jedoch dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 6** entsprechend hergestellt sind.

[0011] Die **Fig. 1** zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Bodenfeuchtigkeits-Messgerätes in einer schematisierten Schnittdarstellung. Das hier dargestellte Bodenfeuchtigkeits-Messgerät ist dafür vorgesehen, autark und ohne Kabelanbindung zu arbeiten, weshalb es eine eigene Strom-

versorgung in Form einer Batterie oder eines Akkumulators **24** sowie eine drahtlos arbeitende Datenübermittlungseinheit **26** (beispielsweise in Form einer WLAN-Schnittstelle) aufweist. Dies wird für den praktischen Einsatz häufig zu bevorzugen sein, es sind jedoch auch Ausführungsformen ohne eigene Stromversorgung und/ oder ohne drahtlos arbeitende Datenübermittlungseinheit denkbar.

[0012] In einem Gehäuse **10** ist eine Elektronikeinheit **20** vorgesehen, welche im gezeigten Ausführungsbeispiel von der Batterie oder dem Akkumulator **24** mit Energie versorgt wird und welche die von ihr erzeugten Daten an die eben erwähnte Datenübermittlungseinheit **26** weitergibt. Die Elektronikeinheit **20** enthält in der Regel eine Spule sowie einen Mikroprozessor. Die Spule ist Teil eines Schwingkreises, welcher für eine Kapazitätsbestimmung genutzt wird. Natürlich könnten grundsätzlich auch andere Kapazitätsmessverfahren angewendet werden. Vom Boden **12** des Gehäuses **10** erstreckt sich ein Messfühler **30**. Dieser ist mit dem Gehäuseboden **12** starr verbunden (im gezeigten Ausführungsbeispiel verschraubt). Vorzugsweise ist der Messfühler **30** auch dicht mit dem Gehäuseboden **12** verbunden, wozu im gezeigten Ausführungsbeispiel ein Dichtring **39** dient.

[0013] Die drei unverzichtbaren Elemente des Messfühlers **30** sind eine erste Kondensatorelektrode **31**, eine zweite Kondensatorelektrode **32** und ein diese beiden Kondensatorelektroden **31** und **32** dicht umgebender Hüllkörper **36**, welcher beispielsweise als unten geschlossenes Glasröhrchen (ähnlich einem Reagenzglas) ausgebildet sein kann. Die Kondensatorelektroden bestehen in der Regel aus Metall.

[0014] Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Hüllkörper **36** dicht mit einer Abschlussplatte **38** verbunden, beispielsweise durch eine ringförmige Verklebung **K** mit dieser verklebt. Somit sind die beiden Kondensatorelektroden **31** und **32** vollständig dicht umschlossen, sodass insbesondere keine Feuchtigkeit ins Innere des Messfühlers eindringen kann. Die erste Kondensatorelektrode **31** ist mit einem ersten Anschluss **21** der Elektronikeinheit **20** und die zweite Kondensatorelektrode **32** ist mit einem zweiten Anschluss **22** der Elektronikeinheit **20** elektrisch verbunden. Im gezeigte Ausführungsbeispiel dienen hierzu ein mit dem ersten Anschluss **21** verbundener erster gehäuseseitiger Steckkontakt **21a**, ein mit dem zweiten Anschluss **22** elektrisch verbundener zweiter gehäuseseitiger Steckkontakt **22a** und zwei elektroden-seitige Steckkontakte **31a**, **32a**, welche jeweils mit einer Kondensatorelektrode **31**, **32** verbunden sind. Auf diese Art und Weise kann der Messfühler **30**, beziehungsweise das Gehäuse **10** mit der Elektronikeinheit **20** ausgetauscht werden. Ein dauerhafter, nicht lösbarer Kontakt zwischen den Kondensatorelektroden **31**, **32** und den Anschlüssen der Elektronikeinheit wäre jedoch ebenso möglich.

[0015] Im gezeigten Ausführungsbeispiel befindet sich zwischen den Kondensatorelektroden **31**, **32** ein als Festkörper ausgebildetes Dielektrikum **34**, welches beispielsweise aus Kunststoff bestehen kann. Ein solches Dielektrikum erhöht die Kapazität des Kondensators, was in der Regel erwünscht ist, zwingend ist es jedoch nicht.

[0016] Im Betrieb steckt der Messfühler vollständig im Boden, dessen Feuchtigkeit gemessen werden soll.

[0017] Das Bodenfeuchtigkeits-Messgerät arbeitet wie oben beschrieben: Die Elektronikeinheit **20** misst die effektive Kapazität des durch die beiden Kondensatorelektroden und das Dielektrikum **34** gebildeten Kondensators, beispielsweise durch Messung der Eigenfrequenz eines Schwingkreises, zu dem dieser Kondensator gehört. Die gemessene, effektive Kapazität hängt nicht nur von der Gesamtgeometrie und dem Material des Dielektrikums **34** ab, sondern auch von den Eigenschaften des den Messfühler **30** umgebenden Mediums und insbesondere dessen Feuchtigkeit. Der funktionale Zusammenhang zwischen Bodenfeuchtigkeit und gemessener, effektiver Kapazität kann experimentell bestimmt und in einer elektronischen Eichkurve abgeleitet werden.

[0018] Die **Fig. 2** zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel. Hier ist der Messfühler **30** zweiteilig mit einem ersten Abschnitt und einem zweiten Abschnitt ausgebildet. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind diese beiden Abschnitte baulich vollständig voneinander getrennt, sodass zwei voneinander getrennte Hüllkörper **36c**, **36d** vorgesehen sind. Zwischen den beiden Hüllkörpern **36c**, **36d** befindet sich ein Freiraum **F**, welcher bei Betrieb mit zu messendem Bodenmaterial ausgefüllt ist. Ein separates Dielektrikum ist hier in der Regel nicht vorgesehen.

[0019] Eichung, Betrieb und Funktionsweise sind wie mit Bezug auf das Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** beschrieben. Auch hier ändert sich die effektiv gemessene Kapazität in Abhängigkeit von der Feuchte des umliegenden Bodenmaterials.

[0020] Die **Fig. 3** zeigt eine Variante zu dem in **Fig. 2** Gezeigten. Hier ist der Hüllkörper einstückig mit zwei Abschnitten **36a**, **36b** ausgebildet.

[0021] Wie in der **Fig. 4** gezeigt, können die Kondensatorelektroden **31**, **32** auch in den Hüllkörper **36** eingegossen sein. Aufgrund der hohen Schmelztemperatur von Glas besteht der Hüllkörper **36** in diesem Fall vorzugsweise aus einem Kunststoff oder aus Epoxidharz. Wie in **Fig. 5** gezeigt, kann sich der umgossene Hüllkörper auch zwischen die Kondensatorelektroden **31**, **32** erstrecken und somit das separate Dielektrikum des Ausführungsbeispiels der **Fig. 1** ersetzen.

[0022] Wie man den Fig. 6 und Fig. 7 entnimmt, kann das Prinzip des Umgießens der Kondensatorelektroden 31, 32 auch auf Geometrien angewendet werden, welche den der Ausführungsbeispiele der Fig. 2 und Fig. 3 entsprechen.

Bezugszeichenliste

10	Gehäuse
12	Gehäuseboden
20	Elektronikeinheit
21	erster Anschluss
21a	Steckkontakt des ersten Anschlusses
22	zweiter Anschluss
22a	Steckkontakt des zweiten Anschlusses
24	Batterie / Akkumulator
26	Datenübermittlungseinheit
30	Messfühler
31	erste Kondensatorelektrode
31 a	Steckkontakt der ersten Kondensatorelektrode
32	zweite Kondensatorelektrode
32a	Steckkontakt der zweiten Kondensatorelektrode
34	Dielektrikum
36	Hüllkörper
38	Abschlussplatte
39	Dichtring
F	Freiraum

Patentansprüche

1. . Bodenfeuchtigkeits-Messgerät mit einer in einem Gehäuse (10) aufgenommenen Elektronikeinheit (20), welche wenigstens einen ersten Anschluss (21) und einen zweiten Anschluss (22) aufweist, und einem Messfühler (30), welcher eine mit dem ersten Anschluss (21) verbundene erste Kondensatorelektrode (31) und eine mit dem zweiten Anschluss (22) verbundene zweite Kondensatorelektrode (32) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Kondensatorelektroden (31, 32) jeweils von einem Hüllkörper (36, 36a, 36b) dicht umschlossen sind.

2. Bodenfeuchtigkeits-Messgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Messfühler (30) starr und dicht mit dem Gehäuse (10) verbunden ist.

3. Bodenfeuchtigkeits-Messgerät nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Kondensatorelektroden (31, 32) gemeinsam vom Hüllkörper (36) umschlossen sind, wobei es bevorzugt ist, dass zwischen den beiden Kondensatorelektroden (31, 32) ein als Festkörper ausgebildetes Dielektrikum (34) angeordnet ist und dass die aus den beiden Kondensatorelektroden (31, 32) und dem Dielektrikum (34) gebildete Baugruppe vom Hüllkörper (36) gemeinsam umschlossen ist.

4. Bodenfeuchtigkeits-Messgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Kondensatorelektrode (31) von einem ersten Hüllkörperabschnitt (36a) oder einem ersten Hüllkörper (36c) umschlossen ist und die zweite Kondensatorelektrode (32) von einem zweiten Hüllkörperabschnitt (36b) oder einem zweiten Hüllkörper (36d) umschlossen ist, wobei zwischen den beiden Hüllkörperabschnitten (36a, 36b) bzw. den beiden Hüllkörpern (36c, 36d) ein Freiraum (F) besteht.

5. Bodenfeuchtigkeits-Messgerät nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Hüllkörperabschnitte (36a, 36b) Teile eines einzigen Hüllkörpers sind, oder, dass die beiden Hüllkörper (36c, 36d) separat ausgebildet sind.

6. Bodenfeuchtigkeits-Messgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der oder die Hüllkörper (36; 36c, 36d) aus Glas, einem Kunststoff oder einem Epoxidharz besteht/ bestehen.

7. Bodenfeuchtigkeits-Messgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kondensatorelektroden (31, 32) in den oder die Hüllkörper (36; 36c, 36d) eingegossen sind.

8. Bodenfeuchtigkeits-Messgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Gehäuse (10) zusätzlich eine Datenübermittlungseinheit (26) angeordnet ist oder dass in die Elektronikeinheit (20) eine solche integriert ist, wobei die Datenübermittlungseinheit (26) vorzugsweise als Funkeinheit zur kabellosen Datenübertragung ausgebildet ist.

9. Bodenfeuchtigkeits-Messgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Gehäuse zusätzlich eine Batterie oder ein Akkumulator (24) zur Stromversorgung vorgesehen ist.

10. Messfühler (30) zur Verwendung in einem Bodenfeuchtigkeits-Messgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

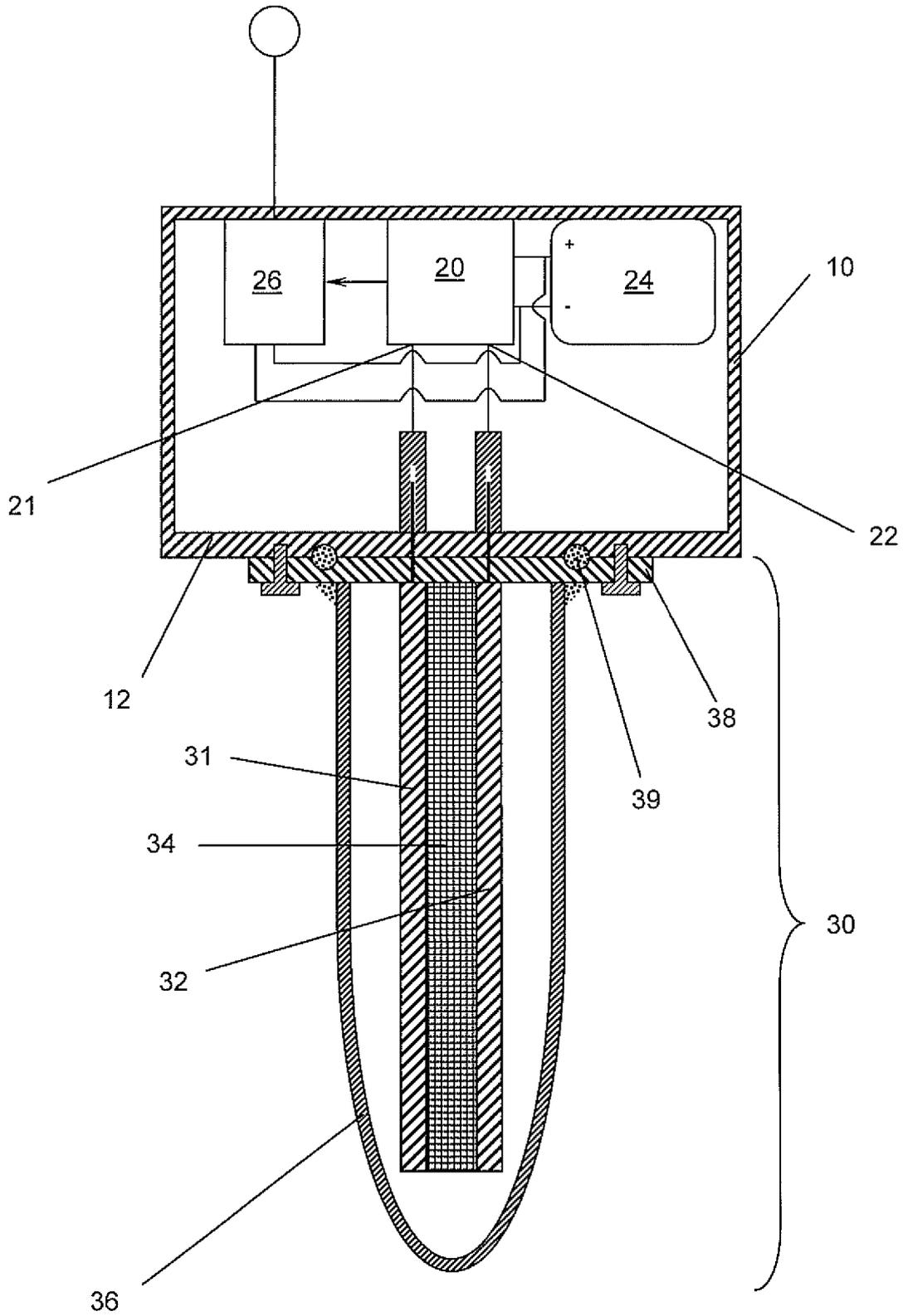
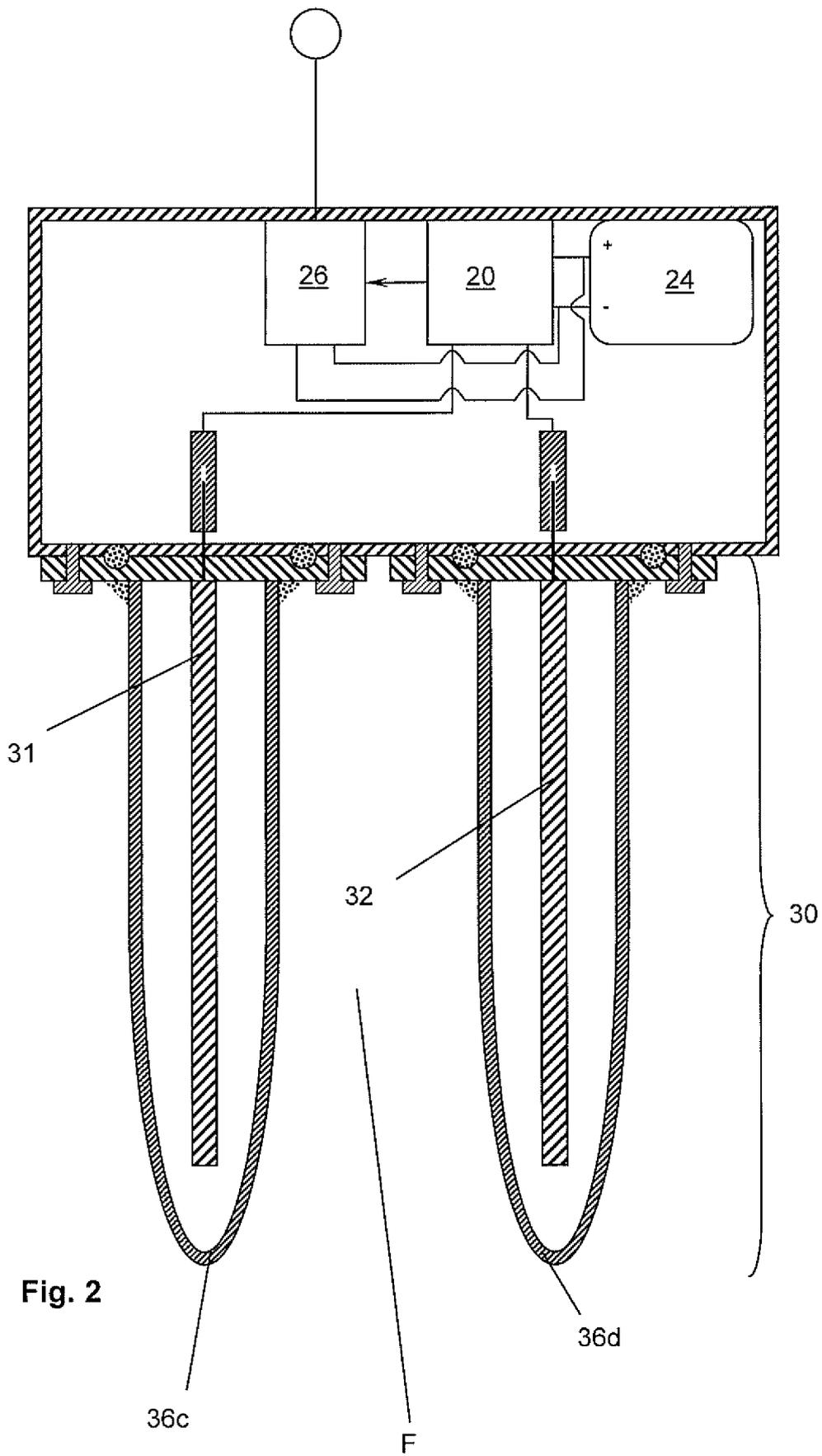


Fig. 1



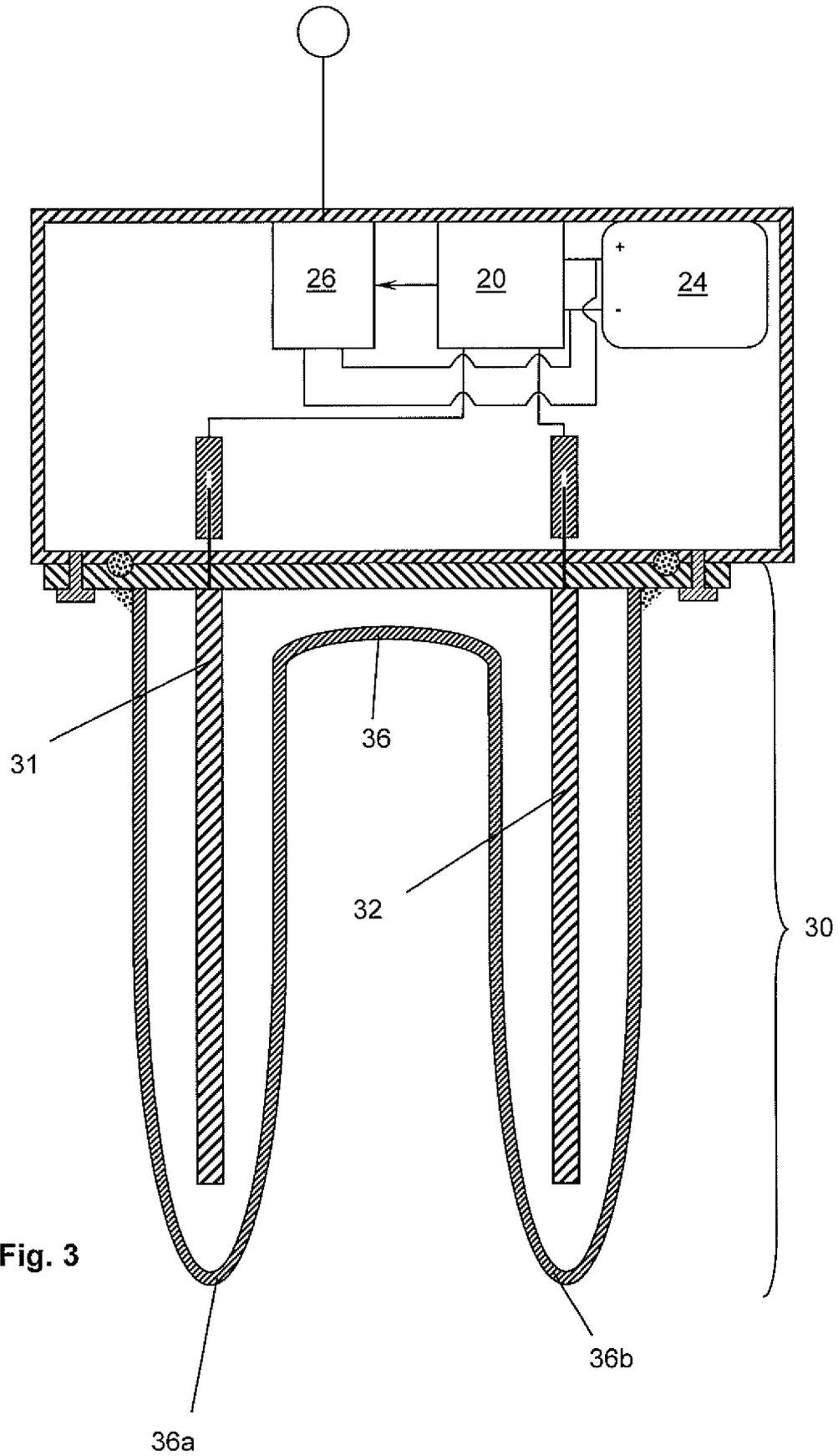


Fig. 3

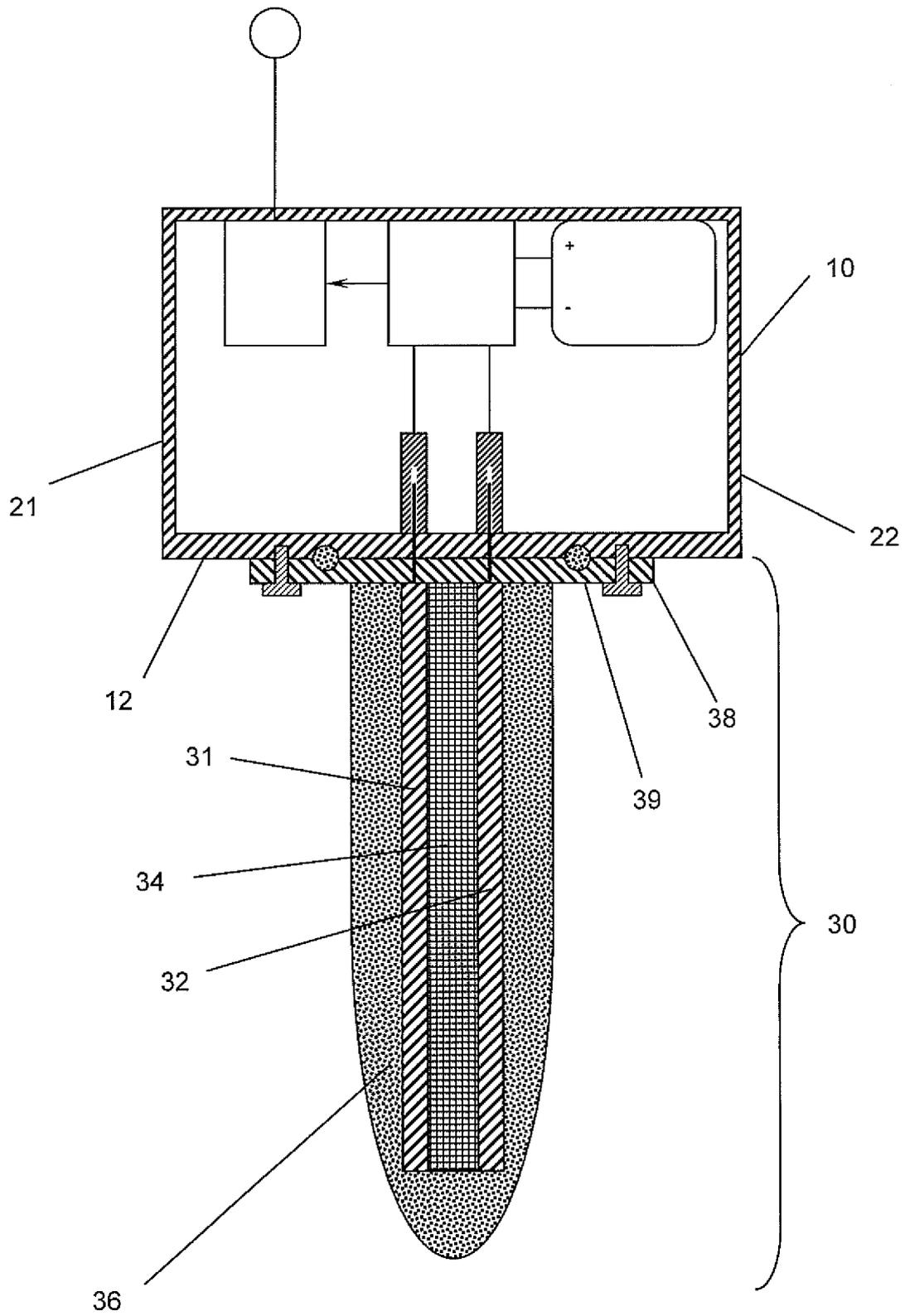


Fig. 4

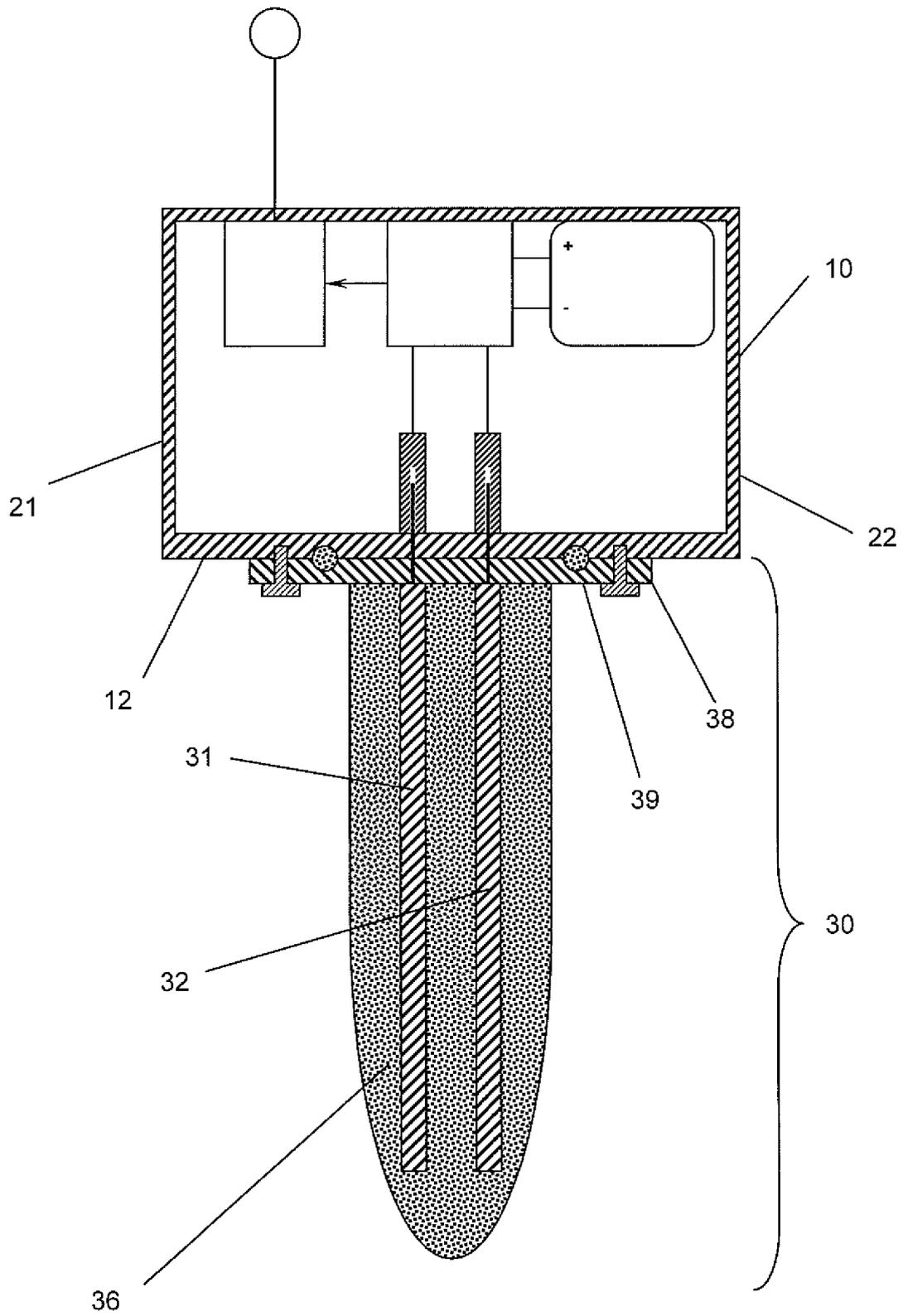


Fig. 5

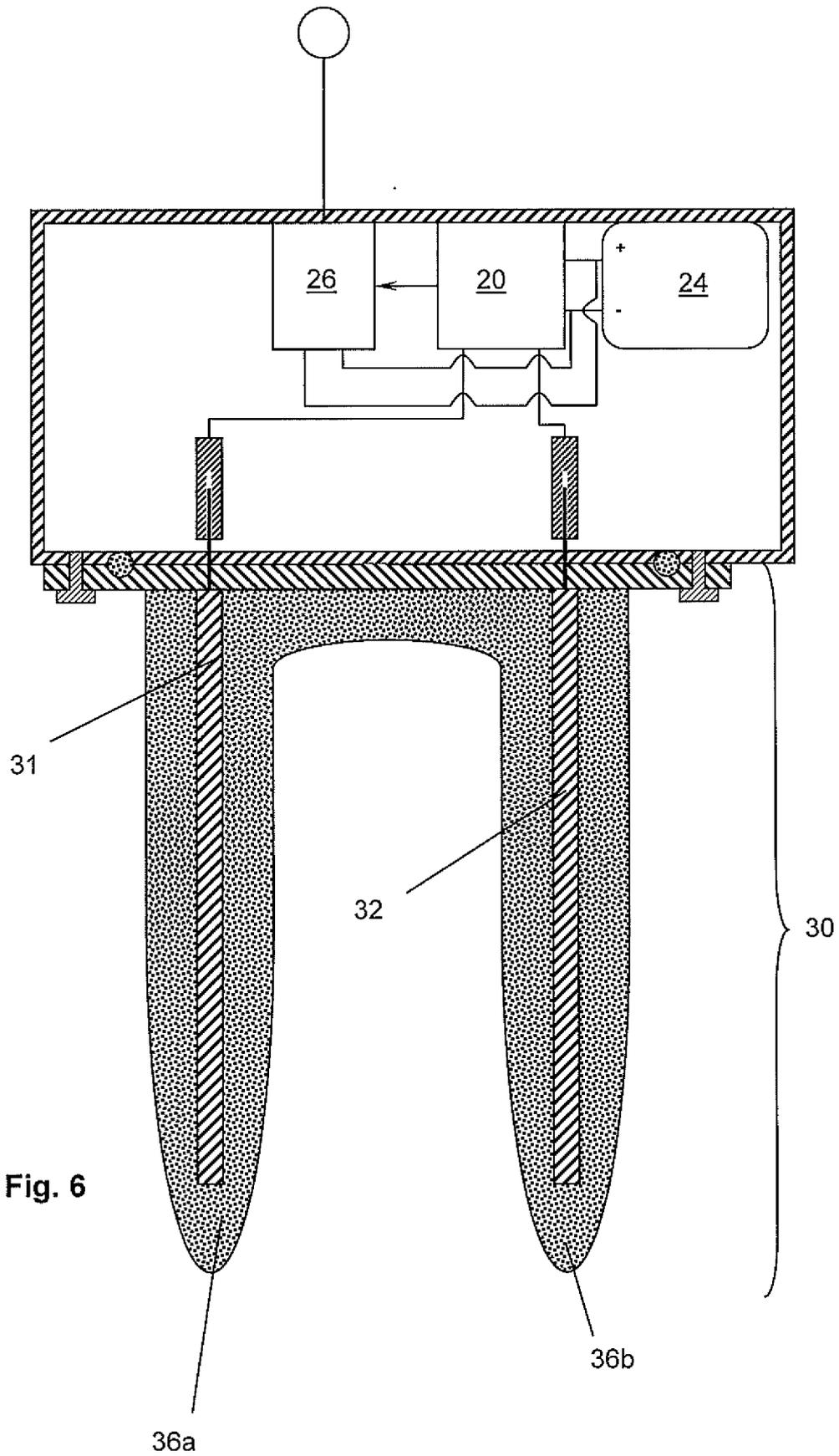


Fig. 6

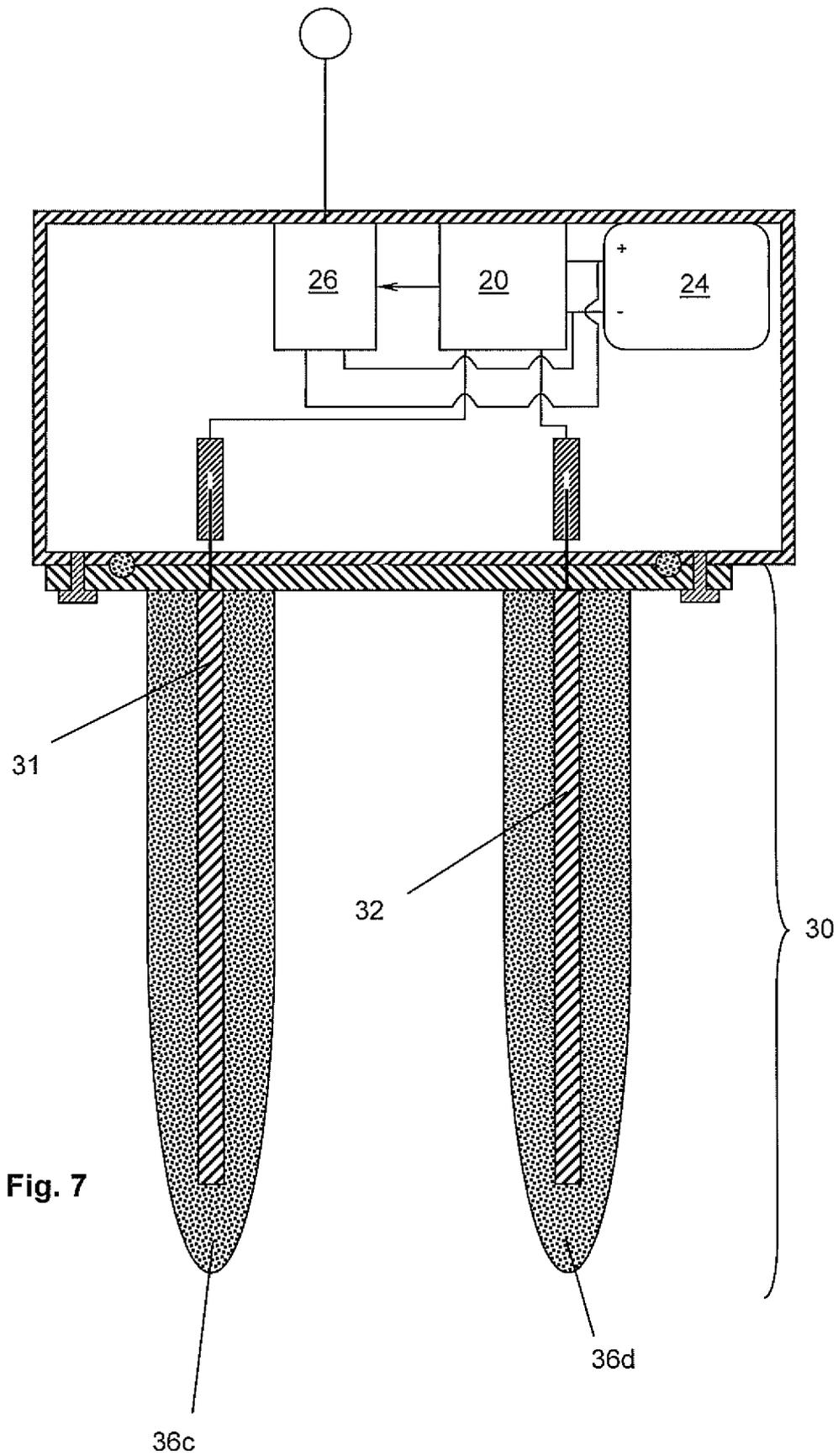


Fig. 7