



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 19 930 T2** 2009.04.02

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 406 347 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 19 930.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 021 812.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **26.09.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.04.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **26.03.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.04.2009**

(51) Int Cl.⁸: **H01Q 13/24** (2006.01)

H01Q 1/22 (2006.01)

H01P 5/103 (2006.01)

H01P 1/16 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2405645 27.09.2002 CA

(73) Patentinhaber:

**Siemens Milltronics Process Instruments Inc.,
Peterborough, Ontario, CA**

(74) Vertreter:

Maier, D., Dipl.-Ing. Univ., Pat.-Ass., 85221 Dachau

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE

(72) Erfinder:

**Serban, Gabriel M., North York Ontario M3A 1Y9,
CA; McGregor, Graham Fraser, Peterborough
Ontario K9K 1T9, CA**

(54) Bezeichnung: **Dieelektrische Stielantenne zur Verwendung in einer Pegelmesseinrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Antennenanordnung für eine Füllstandmesseinrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Eine derartige Antennenanordnung ist aus US-A-6 097 346 bekannt.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Time-of-Flight-Entfernungsmesssysteme werden häufig bei Füllstandmessanwendungen verwendet und werden als Füllstandmesssysteme bezeichnet. Füllstandmesssysteme vermitteln die Entfernung zu einem Reflektor, d. h. einer reflektierenden Oberfläche, indem gemessen wird, wie lange es nach der Aussendung von Energieimpulsen oder -wellen dauert, bis ein Echo empfangen wird. Derartige Systeme verwenden in der Regel Ultraschallimpulse, Impulsradarsignale oder Mikrowellensignale.

[0003] Impulsradar- und mikrowellengestützte Füllstandmesssysteme sind bei Anwendungen bevorzugt, bei denen die Atmosphäre im Behälter großen Temperaturwechseln, hoher Feuchtigkeit, Staub und andersartigen Bedingungen, die die Ausbreitung beeinträchtigen können, unterliegt. Eine Hochverstärkungsantenne wird in der Regel zur Bereitstellung einer ausreichenden Empfangsreaktion verwendet. Hochverstärkung bedeutet eine große Antennengröße.

[0004] Bei mikrowellengestützten Füllstandmesssystemen werden in der Regel zwei Arten der Antennenausgestaltung aufgefunden: Stabantennen und Hornantennen. Stabantennen sind schmal und länglich ausgebildet und eignen sich für Behälter mit kleinen Öffnungs-/Flanschgrößen und ausreichender Höhe, um die Antenne unterzubringen. Hornantennen sind dagegen breiter und kürzer als Stabantennen. Hornantennen werden in der Regel bei Einrichtungen mit begrenztem Platz verwendet, zum Beispiel flachen Gefäßen oder Behältern.

[0005] Die bei mikrowellengestützten Füllstandmesssystemen verwendeten dielektrischen Stabantennen sind zum Senden und Empfangen polarisierter Mikrowellen mit geringer Kreuzpolarisierung bei einer großen Frequenzbandweite bestimmt. Derartige Antennen enthalten normalerweise eine Übergangsstruktur, die eine sich ausbreitende Welle in einen Wellenleiter in der Antennenanordnung einleitet. Die Übergangsstruktur in der Stabantennenanordnung empfängt in der Regel elektromagnetische Energie von einem Koaxialkabel, in dem sich ein elektromagnetisches TEM-Feld ausbreitet. Die Energie breitet sich im Wellenleiter als ein elektromagnetisches TE_{11} -Feld aus und wird am Wellenleiterende in ein elektromagnetisches HE_{11} -Feld umgewandelt. Der Modus des elektromagnetischen HE_{11} -Felds

breitet sich in der Stabantenne aus und wird als ein elektromagnetisches TEM-Feld nach außen gekoppelt. Ein sich dabei ergebendes Problem besteht darin, dass Wellenleiter, die effizient zur Ausbreitung des TE_{11} -Grundmodus ausgestaltet sind, oft auch den oberen TM_{01} -Modus ausbreiten. Der TM_{01} -Modus wird von der Übergangsstruktur in den Stabantennenteil der Antennenanordnung mit schlechtem Wirkungsgrad gekoppelt und wird zum größten Teil zurück in den Wellenleiter reflektiert, was zu einem schlechten Impulsecchoprofil führt.

[0006] Es wäre dementsprechend von Vorteil, eine verbesserte dielektrische Stabantennenanordnung mit einer Übergangsstruktur vorzusehen, die für eine reine TE_{11} -Ausbreitung mit geringer Kreuzpolarisierung und maximaler Dämpfung der oberen Moden sorgt. Es wäre ebenso von Vorteil, eine verbesserte dielektrische Stabantennenanordnung mit effizienter Kupplung zwischen dem Wellenleiter und der Stabantenne vorzusehen.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0007] Erfindungsgemäß wird dies durch die in Anspruch 1 definierte Antennenanordnung erreicht. Die abhängigen Ansprüche umfassen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung.

[0008] Andere Gesichtspunkte und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden für den Fachmann bei Durchsicht der folgenden Beschreibung der bestimmten Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen offensichtlich.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0009] Es wird nun auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, die beispielhaft eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen.

[0010] [Fig. 1](#) zeigt schematisch eine Time-of-Flight-Entfernungsmesseinrichtung, die von einer erfindungsgemäßen Antennenausgestaltung Gebrauch macht;

[0011] [Fig. 2](#) zeigt eine erfindungsgemäße Antennenanordnung;

[0012] [Fig. 3](#) zeigt eine Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung;

[0013] [Fig. 4](#) zeigt eine vergrößerte Ansicht eines Teils der in [Fig. 3](#) gezeigten Ansicht;

[0014] [Fig. 5](#) zeigt eine Querschnittsansicht einer anderen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung; und

[0015] [Fig. 6](#) zeigt eine Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG BESTIMMTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0016] Zuerst wird auf [Fig. 1](#) Bezug genommen, die schematisch ein Füllstandmessgerät **10** zeigt, welches eine erfindungsgemäße Antennenausgestaltung verwendet.

[0017] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, ist das Füllstandmessgerät **10** auf einem Behälter **100** montiert, der ein Material **200**, wie z. B. flüssig, schlammig oder fest, enthält, und durch das Füllstandmessgerät **10** wird der Füllstand des im Behälter **100** enthaltenen Materials **200** ermittelt. Der Behälter **100** weist eine Öffnung **102** mit einem Gewindeteil **104** auf. Das Füllstandmessgerät **10** ist mit dem Gewindeteil **104** der Öffnung **102** verbunden, z. B. verschraubt. Das Füllstandmessgerät **10** umfasst ein Gehäuse **12** und einen Messwandler **14**. Das Gehäuse **12** enthält, wie unten beschrieben, elektrische/elektronische Schaltungen. Der Messwandler **14** erstreckt sich in den Behälter **100** hinein und umfasst eine erfindungsgemäße Antennenanordnung **16**.

[0018] Das Füllstandmessgerät **10** enthält eine Mikrosteuereinheit **18** und einen Analog/Digital-Wandler **20**. Das Füllstandmessgerät **10** kann ebenfalls einen (4-20mA)Stromkreisschnittstellenbaustein **21** enthalten. Der Messwandler **14** ist durch einen Sender **22** mit der Mikrosteuerung **18** verbunden. Die Mikrosteuerung **18** verwendet den Sender **22**, um den Messwandler **14** dazu zu erregen, elektromagnetische Energie in Form von Radarimpulsen oder Mikrowellen abzugeben. Die reflektierte elektromagnetische Energie, d. h. die reflektierten Radarimpulse, werden durch den Messwandler **14** gekoppelt und von einem Empfänger **24** in ein elektrisches Signal umgewandelt.

[0019] Das Füllstandmessgerät **10** wird in dem Behälter **100**, zum Beispiel einem Tank oder einem Gefäß, installiert, der oder das das Material **200**, wie z. B. eine Flüssigkeit, mit einem durch die Oberfläche des Materials **200** bestimmten Füllstand enthält. Die Oberfläche des Materials **200** bietet eine reflektierende Oberfläche bzw. einen Reflektor (durch die Bezugshöhe **201** angegeben), die bzw. der die Radarimpulse reflektiert, die vom Emitter an dem Messwandler **14**, d. h. der Antennenanordnung, erzeugt werden. Der reflektierte Radarimpuls wird von dem Messwandler **14** gekoppelt und vom Empfänger **24** in ein elektrisches Signal umgewandelt. Das empfangene elektrische Signal wird abgetastet und von dem A/D-Wandler **20** zur weiteren Verarbeitung durch die Mikrosteuerung **18** digitalisiert. Die Mikrosteuerung **18** führt einen Algorithmus aus, der das Empfangssi-

gnal identifiziert und verifiziert und den Bereich der reflektierenden Oberfläche **201** berechnet, d. h. die Zeit, in der der reflektierte Impuls von der reflektierenden Oberfläche **201** zum Empfänger **24** an dem Messwandler **14** läuft. Aus dieser Berechnung werden der Abstand zur Oberfläche des Materials **201** und damit der Füllstand des Materials ermittelt, z. B. der Flüssigkeit **200** im Behälter **100**. Die Mikrosteuerung **18** steuert ebenso die Übertragung von Daten und Steuersignalen durch die Stromkreisschnittstelle **21**. Die Mikrosteuerung **18** ist angemessen für die Ausführung dieser Abläufe programmiert, wie es der Kenntnis des Fachmannes entspricht. Diese Techniken werden in früheren Patenten beschrieben, z. B. US-Patent Nr. 4,831,565 und US-Patent Nr. 5,267,219.

[0020] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, erstreckt sich die Antennenanordnung **16** von der Öffnung **102** in den Behälter **100** hinein. Die Antennenanordnung **16** ist in das Gewindeteil **104** in der Öffnung **102** des Behälters **100** eingeschraubt und wirkt als Messwandler, um eine kombinierte Sende- und Empfangseinrichtung bereitzustellen. Die Antennenanordnung **16** enthält eine geeignete Innenstruktur (wie unten beschrieben) und sendet elektromagnetische Signale auf die Oberfläche **201** des Materials **200** im Behälter **100**. Das elektromagnetische Signal wird von der Oberfläche **201** des Materials **200** reflektiert und ein Echosignal wird von der Antennenanordnung **16** empfangen. Das Echosignal wird, wie oben beschrieben, zur Berechnung des Füllstands des Materials **200** im Behälter **100** verarbeitet.

[0021] Als Nächstes wird auf [Fig. 2](#) Bezug genommen, die die erfindungsgemäße Antennenanordnung **16** ausführlicher zeigt. Die Antennenanordnung **16** umfasst einen Oberbereich **30** und einen Unterbereich **32**. Der Oberbereich **32** ist mit dem Gehäuse **12** verbunden und mit einer Messwandlerschnittstelle im Gerät **10** wirkverbunden. Der Unterbereich **32** umfasst eine Stabantenne **36**, die die Mikrowellen in den Behälter **100** schickt und die reflektierten Impulse empfängt.

[0022] Der Oberbereich **30** enthält ein Installationsgewinde **34**. Vorzugsweise ist das Installationsgewinde **34** integral mit dem Oberbereich **30** der Antennenanordnung **16** gebildet. Das Installationsgewinde **34** hat eine Teilung und einen Durchmesser, die bzw. der dem Gewindeteil **104** in der Öffnung **102** des Behälters **100** entspricht. Vorteilhafterweise passt das integrierte Installationsgewinde **34** genau mit der Gefäßöffnung zusammen, zum Beispiel lässt sich in die Öffnung schrauben, und beseitigt das Erfordernis eines O-Rings oder einer Dichtung zur Abdichtung der Öffnung. Wie gezeigt, kann die Antennenanordnung **16** eine Gewindemutter **35** enthalten, die gegen die Öffnung **102** im Behälter **100** festgezogen ist (wie in [Fig. 1](#) gezeigt). Der Oberbereich enthält auch ein

rohrartiges Unterteil **37** mit schmalerem Durchmesser als das Installationsgewinde **34**, wodurch es durch die Öffnung **102** des Behälters **100** eingeführt werden kann. Zusammen bilden die Gewindemutter **35**, das Installationsgewinde **34** und das rohrartige Unterteil **37** eine Kupplungshülse **33**. Andere Mittel der Verbindung der Antennenanordnung **16** mit dem Behälter **100** können verwendet werden und werden vom Fachmann verstanden werden.

[0023] Die Antennenanordnung **16** ist aus einem chemisch widerstandsfähigen Polymer gebildet, das aufgrund der bestimmten Anwendung gewählt wird. Geeignete Polymere sind u. a. PTFE, PFA, Polypropylen, Polyethylen.

[0024] Die erfindungsgemäße Antennenausführung kann auf Grundlage der chemischen Verträglichkeit der Anwendung aus einem einzigen Material gebildet sein, d. h. dem Material im Gefäß. Die Antennenanordnung **16** kann als eine einzelne Einheit gebildet sein, die als einzelne Einheit oder einstückig mit dem Installationsgewinde geformt ist. Die Antennenanordnung **16** kann auch mit Hilfe einzelner oder diskreter Kunststoffbauteile für den Oberbereich **30** und das Installationsgewinde **34** und den Unterbereich **32** ausgebildet sein. Der Oberbereich **30** und der Unterbereich **32** werden dann mit Hilfe bekannter Techniken zusammengeschweißt, die sich mit der Materialzusammensetzung der Bauteile vertragen, zum Beispiel Ultraschallschweißen, Heizelementschweißen und Rotationsreibschweißen.

[0025] Bezug wird nun auf [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) genommen, die einen Längsquerschnitt der erfindungsgemäßen Antennenanordnung **16** zeigt. Die Kupplungshülse **33** und die Stabantenne **36** sind an dem Punkt zusammengeschweißt gezeigt, an dem das obere Ende der Stabantenne **36** an den unteren Rand des rohrartigen Unterteils **37** stößt.

[0026] Die Kupplungshülse **33** ist an einer hohlen Metallauskleidung **40** angeformt. Die Metallauskleidung **40** enthält ein dünnes Metallrohr, das sich über das Ende des rohrartigen Unterteils **37** hinaus nach unten und über das obere Ende der Kupplungshülse **33** nach oben erstreckt. Das Oberteil der Metallauskleidung **40** ist so geformt, dass es passgenau ins Innere der Kupplungshülse **33** hineinpasst. Koaxial zu, und drehbar in, der Metallauskleidung **40** liegt ein Metallrohr **42**, dessen Durchmesser nur geringfügig kleiner als der Innendurchmesser der Metallauskleidung **40** ist. Das obere Ende und das untere Ende des Metallrohrs **42** erstrecken sich beide über die Metallauskleidung **40** hinaus. Das untere Ende des Metallrohrs **42** erstreckt sich auch unter das Installationsgewinde **34** auf der Kupplungshülse **33**, so dass gewährleistet ist, dass sich eine geschützte Länge der Antenne in den Behälter **100** erstreckt ([Fig. 1](#)). Bei einer weiteren Ausführungsform enthält die Öff-

nung **102** ([Fig. 1](#)) ein sich nach außen erstreckendes Rohr, an dessen Ende sich ein Gewindeteil **104** befindet ([Fig. 1](#)), wodurch sich ein Teil der Antenne innerhalb des Rohrs und sich nicht vollständig im Behälter **100** befindet. Um vom Rohr verursachte Reflexionen und Richtwirkungsschwierigkeiten zu vermeiden, kann die Antenne **16** so ausgebildet sein, dass die geschützte Länge der Antenne lang genug ist, so dass sie sich durch die Öffnung **102** und zum Teil in den Behälter **100** erstreckt.

[0027] Durch Presspassung ist auf dem oberen Ende des Metallrohrs **42** eine dosenförmige Erregerabdeckung **44** angebracht, die eine Hinterwand bereitstellt, die das obere Ende des Metallrohrs **42** schließt. Die Erregerabdeckung **44** und das Metallrohr **42** bilden einen an einem Ende kurzgeschlossenen kreisförmigen Wellenleiter. Das Metallrohr **42** und die Erregerabdeckung **44** können aus einem geeigneten Material für ihre Anwendung als Wellenleiter bestehen, einschließlich unter anderem Messing. Die durch das Metallrohr **42** und die Erregerabdeckung **44** gebildete Länge des Wellenleiters kann aufgrund der geschützten Länge der Antenne bestimmt werden. Der Innendurchmesser des Wellenleiters kann anhand der gewünschten Bandbreite des Wellenleiters bestimmt werden.

[0028] Der Wellenleiter ist mit einem stabförmigen dielektrischen Material **46** gefüllt. Das dielektrische Material **46** stößt an das obere Ende der Erregerabdeckung **44** und kann sich über das untere Ende des Metallrohrs **42** hinaus erstrecken. Das untere Ende des dielektrischen Materials **46** gelangt in die direkte Nähe des oberen Endes der Stabantenne **36**.

[0029] Um die Energiekopplung zwischen dem dielektrischen Material **46** und der Stabantenne **36** zu verbessern und die Reflexionen an dieser Schnittstelle zu verringern, wird ein Metallring **48** mit einem Durchmesser, der größer ist als das dielektrische Material **46**, koaxial zum unteren Ende des dielektrischen Materials **46** angeordnet. Der Metallring **48** kann ein kurzes Stück rohrartigen metallischen Materials sein, wie z. B. Messing, Kupfer, Stahl oder ein anderes geeignetes Material. Die Kopplung für eine bestimmte Antenne **16** kann durch Verändern des Durchmessers, der Dicke, der Länge und der länglichen Anordnung des Metallrings optimiert werden.

[0030] Bei einer Ausführungsform wird der Metallring **48** durch ein Führungsrohr **50** festgehalten, das mit Presspassung auf dem unteren Ende der Metallauskleidung **40** angeordnet ist, wobei der Metallring **48** so groß ist, dass er einen Raum zwischen der Stabantenne **36**, dem rohrartigen Unterteil **37** und dem dielektrischen Material **46** füllt. Das Führungsrohr **50** kann aus dem gleichen Material wie die Stabantenne **36** bestehen. Der Metallring **48** verringert die Höhe der Nebenkeulen, indem er den Querschnitt

des Erregungsbereichs vergrößert und die Phasenfrontkrümmung in diesem Bereich verringert, wodurch sich das Strahlungsmuster der Antennenanordnung **16** verbessert. Er verstärkt weiterhin die Kopplung zwischen der Stabantenne **36** und dem dielektrischen Material **46**, indem er den Wirkungsgrad der Umwandlung des TE_{11} -Modus im Wellenleiter in den HE_{11} -Modus in der Stabantenne **36** verbessert.

[0031] Das obere Ende des dielektrischen Materials **46** weist zwei Hohlräume auf: eine Längsbohrung **52** und eine Radialbohrung **54**. Die Längsbohrung **52** ist gegenüber dem Querschnitt des dielektrischen Materials **46** geometrisch zentriert, d. h. sie ist coaxial, und erstreckt sich vom oberen Ende des dielektrischen Materials **46** zum Teil in das Material **46** und endet in einer konisch zulaufenden Spitze **62**. Das obere Ende der Längsbohrung **52** ist durch die Erregerabdeckung **44** geschlossen. Dementsprechend führt die Längsbohrung **52** zu einem dielektrisch überzogenen Wellenleiter. Die Längsbohrung **52** verbessert die Mikrowelleneigenschaften der Antennenanordnung **16**, indem die Grenzfrequenz für den TM_{01} -Modus über die Frequenz verschoben wird, bei der sich dieser Modus sonst ausbreitet. Sie wirkt also als Filter zur Dämpfung von TM_{01} -Frequenzen zu oder unter einer gewissen Frequenz. Dies gestattet dem T_{11} -Modus trotzdem, sich als schwindende Welle entlang dem Teil der Längsbohrung **52** des Wellenleiters auszubreiten. Die Länge der Längsbohrung **52** wird den Dämpfungsgrad beeinflussen. Bei einer Ausführungsform wird die Länge der Bohrung so gewählt, dass gewährleistet ist, dass der TM_{01} -Modus um 30 dB oder mehr gedämpft ist.

[0032] Am Ende der Längsbohrung **52** sichert die konisch zulaufende Spitze **62** einen gleichmäßigeren Übergang vom dielektrisch ausgekleideten Wellenleiter zum dielektrisch gefüllten Wellenleiter. Eine konisch zulaufende Spitze **62** wirkt dahingehend, dass sie im Vergleich zu einem flachen Ende Reflexionen verringert und das Echoprofil verbessert. Die Länge der konisch zulaufenden Spitze **62** kann so gewählt sein, dass der Wirkungsgrad des Übergangs optimiert ist.

[0033] Die Radialbohrung **54** erstreckt sich radial von der Seite des dielektrischen Materials **46** in die Längsbohrung **52**. Die Radialbohrung **54** ist zur Aufnahme eines Erregungselements **56** ausgelegt. Das Erregungselement **56** durchsetzt die Erregerabdeckung **44** und endet am oder nahe dem Ende der Radialbohrung **54**, in der Nähe der Längsbohrung **52**.

[0034] Es wird nunmehr auf [Fig. 5](#) Bezug genommen, die eine vergrößerte Querschnittsansicht einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Antennenanordnung zeigt. Wie in [Fig. 5](#) zu sehen, kann das obere Ende des dielektrischen Materials **46** eine erste Bohrung **72**, die sich axial von der Erreger-

abdeckung **44** in das dielektrische Material **46** erstreckt, und eine zweite Bohrung **76**, die coaxial zu der, aber mit kleinerem Durchmesser als die erste Bohrung **72** verläuft und sich weiter in das dielektrische Material **46** erstreckt, aufweisen. Zwischen der ersten und der zweiten Bohrung **72**, **76** und an ihren Oberflächen angrenzend liegt eine konisch zulaufende Schulter **74**. Die zweite Bohrung schließt mit einem konisch zulaufenden Ende **78** ab. Bei dieser Ausführungsform sind die Größe und Länge der ersten und zweiten Bohrung **72**, **76** so gewählt, dass die Reflexionen von der konisch zulaufenden Schulter **74** verringert sind oder durch die Reflexionen vom konisch zulaufenden Ende **78** aufgehoben werden.

[0035] Erneut mit Bezug auf [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) ist bei einer Ausführungsform die Antenne **16** zum Betrieb bei 5,8 GHz und 6,3 GHz ausgelegt. Bei einem solchen Beispiel beträgt der Innendurchmesser des Metallrohrs **42** 25,0 mm, und das dielektrische Material ist ein Polypropylenstab. Bei dieser Anordnung liegt die Grenzfrequenz für den TE_{11} -Modus bei 4, GHz und die Grenzfrequenz für den TM_{01} -Modus bei 6,13 GHz. Dementsprechend wird, wenn die Antenne **16** bei 6,3 GHz betrieben wird, der TM_{01} -Modus zusätzlich zu dem TE_{11} -Modus erregt. Der Durchmesser der Längsbohrung **52** ist daher so ausgewählt, dass die Grenzfrequenz für den TM_{01} -Modus über 6,3 GHz verschoben wird.

[0036] Zusammen umfassen die Erregerabdeckung **44**, das Metallrohr **42**, das dielektrische Material **46** und das Erregungselement **56** eine Übergangsstruktur. Die Übergangsstruktur ist bezüglich der Metallauskleidung **40**, der Kupplungshülse **33** und der Stabantenne **36** drehbar. Die Erregerabdeckung **44** und die Metallauskleidung **40** sind durch einen Federring **60** aneinander befestigt. Der Federring **60** passt in ein Paar Umfangsnuten, wobei die eine in der Außenfläche der Metallauskleidung **40** gebildet ist und eine entsprechende Nute in der Innenfläche der Erregerabdeckung **44** gebildet ist. Wenn der Federring **60** eingelegt ist, wird die Erregerabdeckung **44** fest mit der Metallauskleidung **40** verbunden, behält aber die Drehungsfreiheit bezüglich der Metallauskleidung **40**. Durch Drehen der Übergangsstruktur kann sich die Polarisierungsebene ändern, was Leistungsprobleme, auf die man bei einer bestimmten Orientierung bezüglich des Behälters **100** stößt, lösen kann ([Fig. 1](#)).

[0037] Zwischen der Erregerabdeckung **44** und der Metallauskleidung **40** kann eine O-Ringabdichtung **58** zur Abdichtung eines möglichen Spalts dazwischen angeordnet sein. Die Erregeranordnung **44** kann eine (nicht gezeigte) Kunststoffumhüllung enthalten, wodurch die Außenwand verstärkt wird und sie näher an die Metallauskleidung **40** gebracht und sie gegen die in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigte O-Ringabdichtung **58** gedrückt wird.

[0038] Das Erregungselement **56** enthält ein halbsteifes Koaxialkabel, das mit einer Metallscheibe **64** abschließt. Die Metallscheibe **64** ist an den Mittelleiter des Koaxialkabels gelötet. Eine Kabelhalterung **66** ist zur Aufnahme des Koaxialkabels mit Presspassung in die Außenfläche der Erregerabdeckung **44** eingepasst. Der Mantel des Koaxialkabels ist zur Befestigung der Kabelhalterung **66** mit dieser verlötet. Der Teil des Koaxialkabels, der sich in der Erregerabdeckung **44** befindet, hat keinen Mantel. Ein O-Ring **68** ist zur Abdichtung der Kabelhalterung **66** zur Erregerabdeckung in einer Nut in der Außenfläche der Erregerabdeckung **44** angeordnet.

[0039] Es wird nun auf [Fig. 6](#) Bezug genommen, die eine vergrößerte Querschnittsansicht einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Antennenanordnung zeigt. Bei dieser Ausführungsform enthält, wie in [Fig. 6](#) zu sehen, das Erregungselement **56** keine Metallscheibe, sondern besteht stattdessen nur aus dem Koaxialkabel. Bei dieser Ausführungsform wirkt der Mittelleiter **70** des Koaxialkabels als Erreger.

[0040] Für den Fachmann liegt auf der Hand, dass die oben beschriebenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung geändert oder angepasst werden können, um bestimmten Anwendungen Rechnung zu tragen. Zum Beispiel können für einige Anwendungen andere Querschnitte verwendet werden, obwohl die Antenne **16** oben als einen kreisförmigen Querschnitt aufweisend beschrieben wurde. Darüber hinaus können je nach Anwendung andere geometrische Querschnitte für die Längsbohrung **52** verwendet werden, obwohl der sich längs erstreckende Hohlraum im dielektrischen Material **46** bei den obigen Ausführungsformen als eine kreisförmige Längsbohrung **52** beschrieben wurde.

Patentansprüche

1. Antennenanordnung (**16**) für eine Füllstandmesseinrichtung zum Messen des Füllstands eines Materials in einem Behälter, wobei die Antennenanordnung Folgendes umfasst:

- (a) eine Stabantenne (**36**) mit einem unteren Ende (**32**) und einem oberen Ende (**30**);
- (b) eine Kupplungshülse (**33**), die einen rohrförmigen Durchgang (**37**) definiert und einen Kupplungsmechanismus (**34, 35**) zur Verbindung mit dem Behälter enthält, wobei die Kupplungshülse (**33**) mit dem oberen Ende (**30**) der Stabantenne so verbunden ist, dass das obere Ende (**30**) der Stabantenne (**36**) ein Ende des rohrförmigen Durchgangs (**37**) schließt; und
- (c) eine Übergangsstruktur, die sich längs in den rohrförmigen Durchgang erstreckt, wobei die Übergangsstruktur Folgendes enthält:
 - (i) einen Wellenleiter (**42, 44**) zum Richten von elektromagnetischer Energie in die Stabantenne (**36**),

wobei der Wellenleiter ein von einer Hinterwand kurzgeschlossenes oberes Ende aufweist,

(ii) ein dielektrisches Material (**46**), das den Innenraum des Wellenleiters auffüllt und ein unteres Ende nahe dem oberen Ende der Stabantenne und ein oberes Ende, das an die Hinterwand stößt, aufweist, und

(iii) ein Erregungselement (**56**), das durch den Wellenleiter in das dielektrische Material zur Umwandlung von elektrischer Energie in elektromagnetische Wellenenergie ragt,

dadurch gekennzeichnet, dass

das dielektrische Material eine Koaxialbohrung (**52; 72, 76**) aufweist, die sich längs vom oberen Ende in das dielektrische Material erstreckt und in einem distalen Ende abschließt,

und dass die Koaxialbohrung (**52**) im Querschnitt kreisförmig ist und an ihrem distalen Ende eine konisch zulaufende Spitze (**62; 70**) enthält.

2. Antennenanordnung nach Anspruch 1, bei der das Erregungselement ein radial durch den Wellenleiter und in das dielektrische Material ragendes Koaxialkabel und eine Metallscheibe (**64**) enthält, die mit dem Mittelleiter des Koaxialkabels verbunden ist und nahe der Koaxialbohrung liegt.

3. Antennenanordnung nach Anspruch 2, bei der das dielektrische Material zur Unterbringung des Erregungselements eine sich radial erstreckende Bohrung (**52; 72, 76**) in Verbindung mit der Koaxialbohrung aufweist.

4. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Übergangsstruktur weiterhin eine haubenförmige Abdeckung (**44**) enthält, die mit Presspassung auf dem oberen Ende des Wellenleiters sitzt, wobei die haubenförmige Abdeckung die Hinterwand bereitstellt, und bei der das Koaxialkabel durch eine Öffnung in der haubenförmigen Abdeckung läuft, wobei die Übergangsstruktur weiterhin eine Kabelhalterung zum Befestigen des Koaxialkabels an der haubenförmigen Abdeckung enthält.

5. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Koaxialbohrung eine erste kreisförmige Bohrung (**72**) nahe dem oberen Ende in Verbindung mit einer zweiten kreisförmigen, vom oberen Ende entfernt liegenden Bohrung (**76**) umfasst, wobei die erste kreisförmige Bohrung einen ersten Durchmesser aufweist und die zweite kreisförmige Bohrung einen zweiten Durchmesser aufweist, wobei der zweite Durchmesser kleiner als der erste Durchmesser ist.

6. Antennenanordnung nach Anspruch 5, bei der die zweite kreisförmige Bohrung (**76**) eine konisch zulaufende Spitze (**78**) am distalen Ende enthält.

7. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche

che 1 bis 6, bei der die Übergangsstruktur weiterhin eine haubenförmige Abdeckung **(44)** enthält, die mit Presspassung auf dem oberen Ende des Wellenleiters sitzt, wobei die haubenförmige Abdeckung die Hinterwand bereitstellt.

8. Antennenanordnung nach Anspruch 7, bei der die haubenförmige Abdeckung durch einen Federling **(60)** mit der Kupplungshülse verbunden ist.

9. Antennenanordnung nach Anspruch 7 oder 8, die weiterhin einen O-Ring **(50)** enthält, der die Kupplungshülse und die haubenförmige Abdeckung abdichtet.

10. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei der die Übergangsstruktur eine Längsachse aufweist und bezüglich der Kupplungshülse **(33)** um ihre Längsachse drehbar ist.

11. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der das dielektrische Material einen ersten Durchmesser aufweist und das obere Ende der Stabantenne einen zweiten Durchmesser aufweist, und bei der die Antennenanordnung weiterhin einen Metallring **(48)** mit einem Durchmesser enthält, der größer als der erste Durchmesser und kleiner als der zweite Durchmesser ist, wobei sich der Metallring coaxial zum unteren Ende des dielektrischen Materials befindet.

12. Antennenanordnung nach Anspruch 11, bei der der Metallring **(48)** ein dünnes rohrförmiges metallisches Element ist.

13. Antennenanordnung nach Anspruch 11 oder 12, die zum Festhalten des Metallrings weiterhin ein Führungsrohr **(50)** enthält, das zu dem unteren Ende des dielektrischen Materials coaxial ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

FIG 1

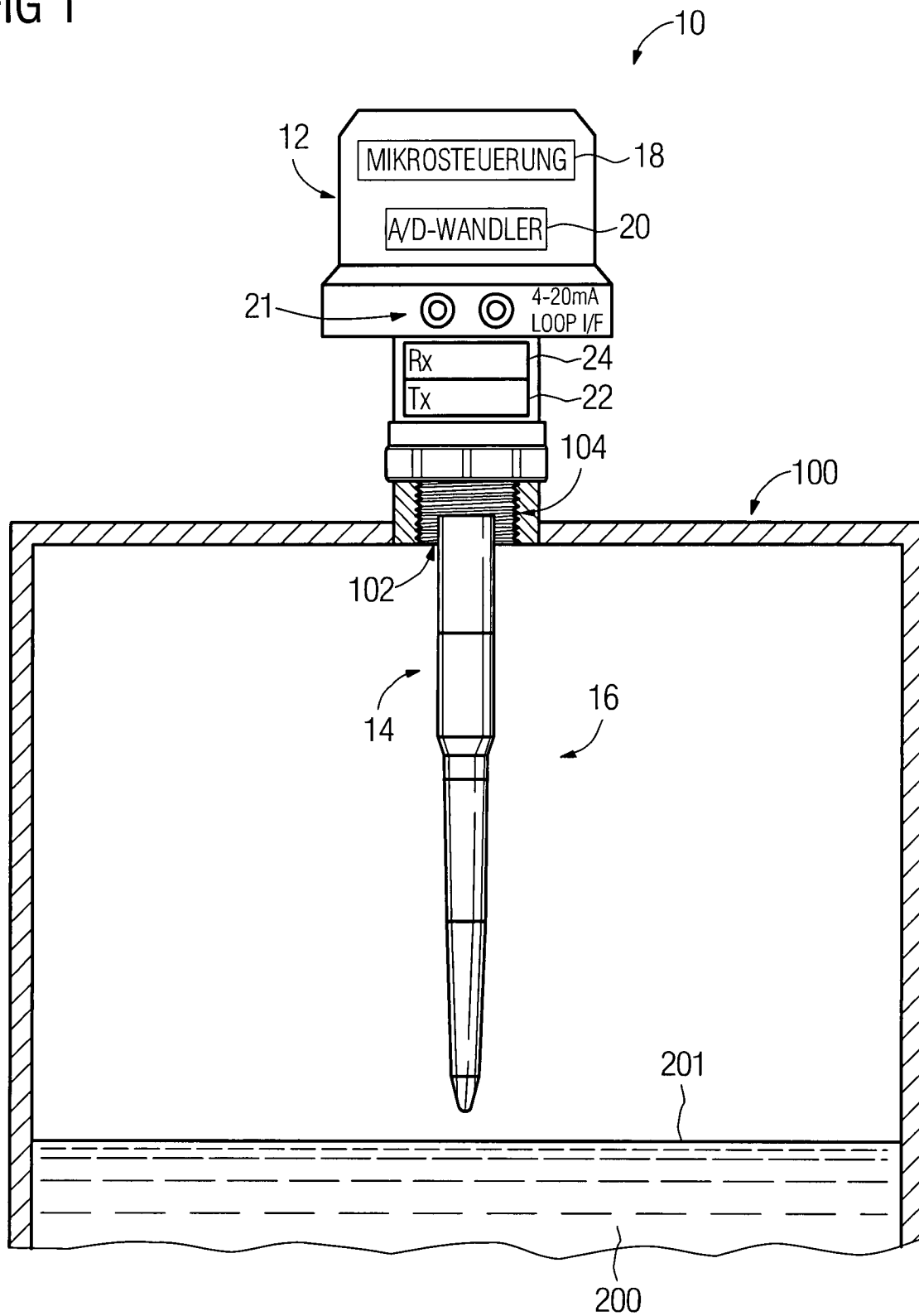


FIG 2

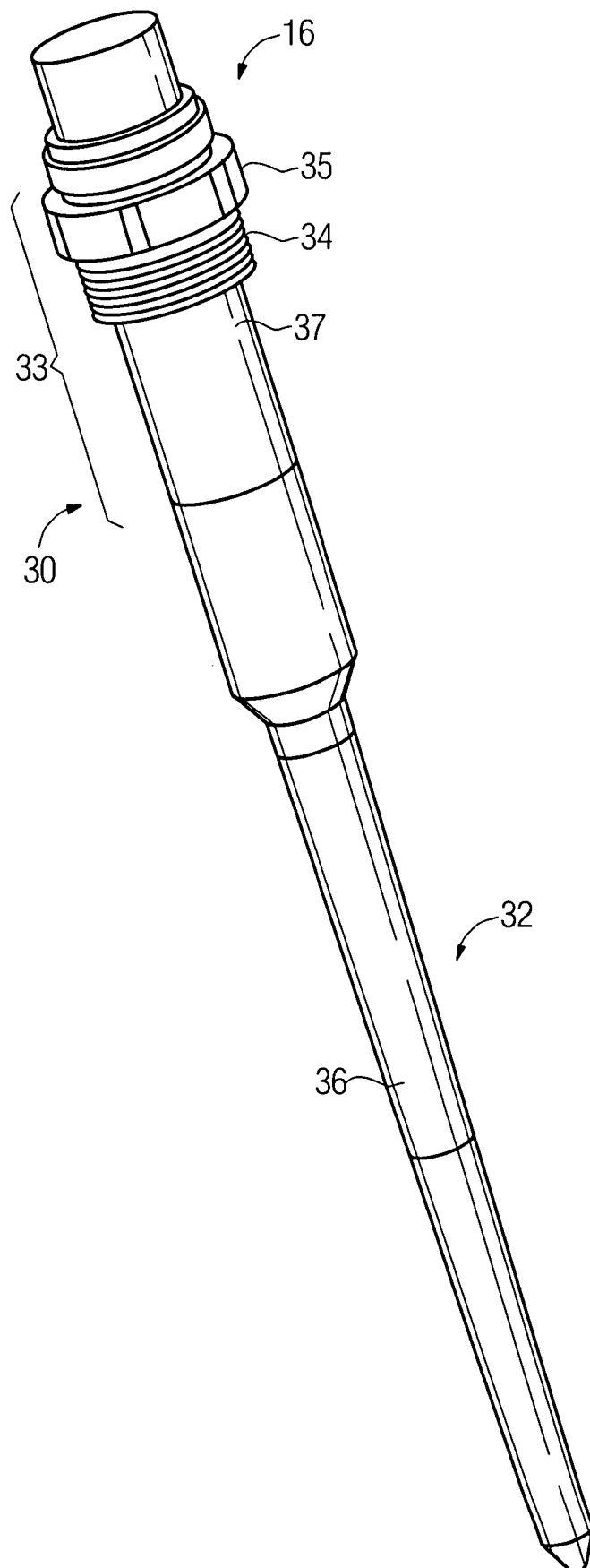


FIG 3

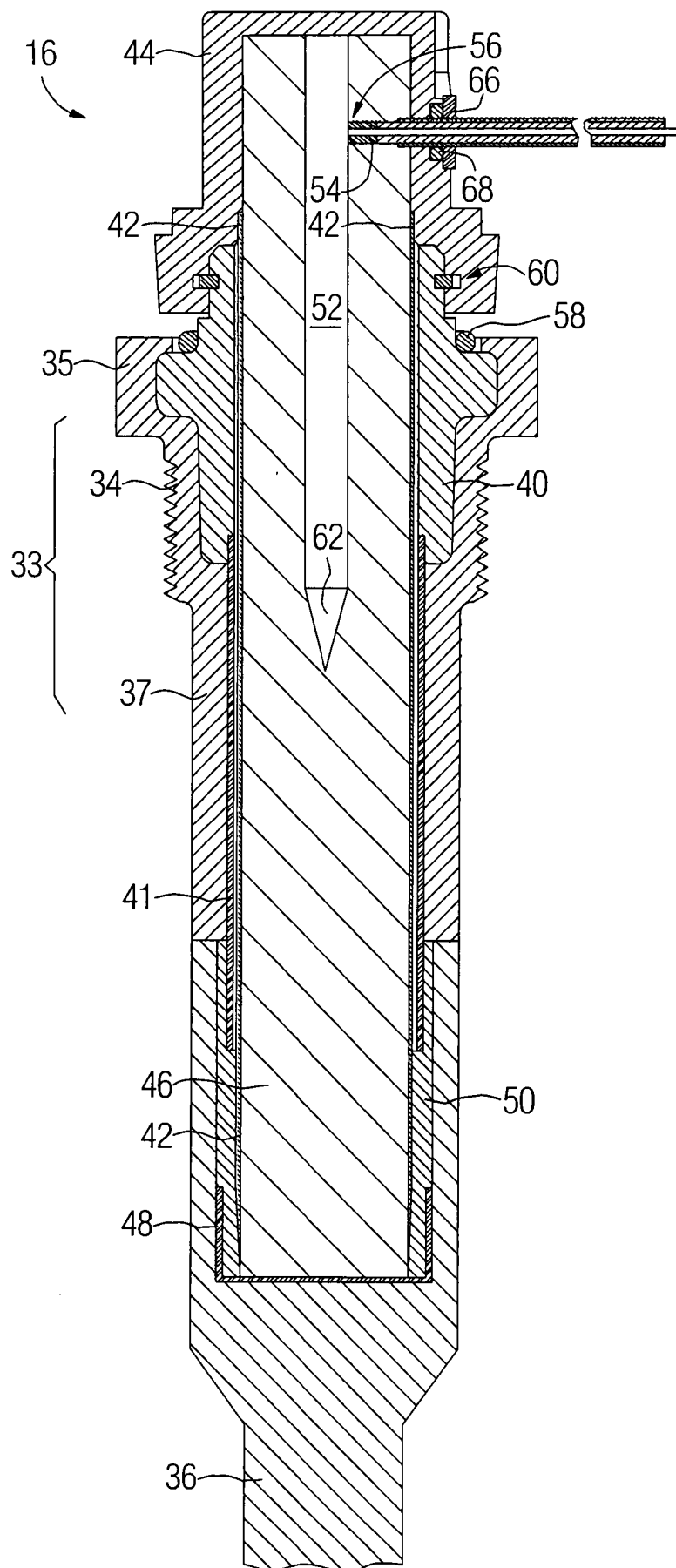


FIG 4

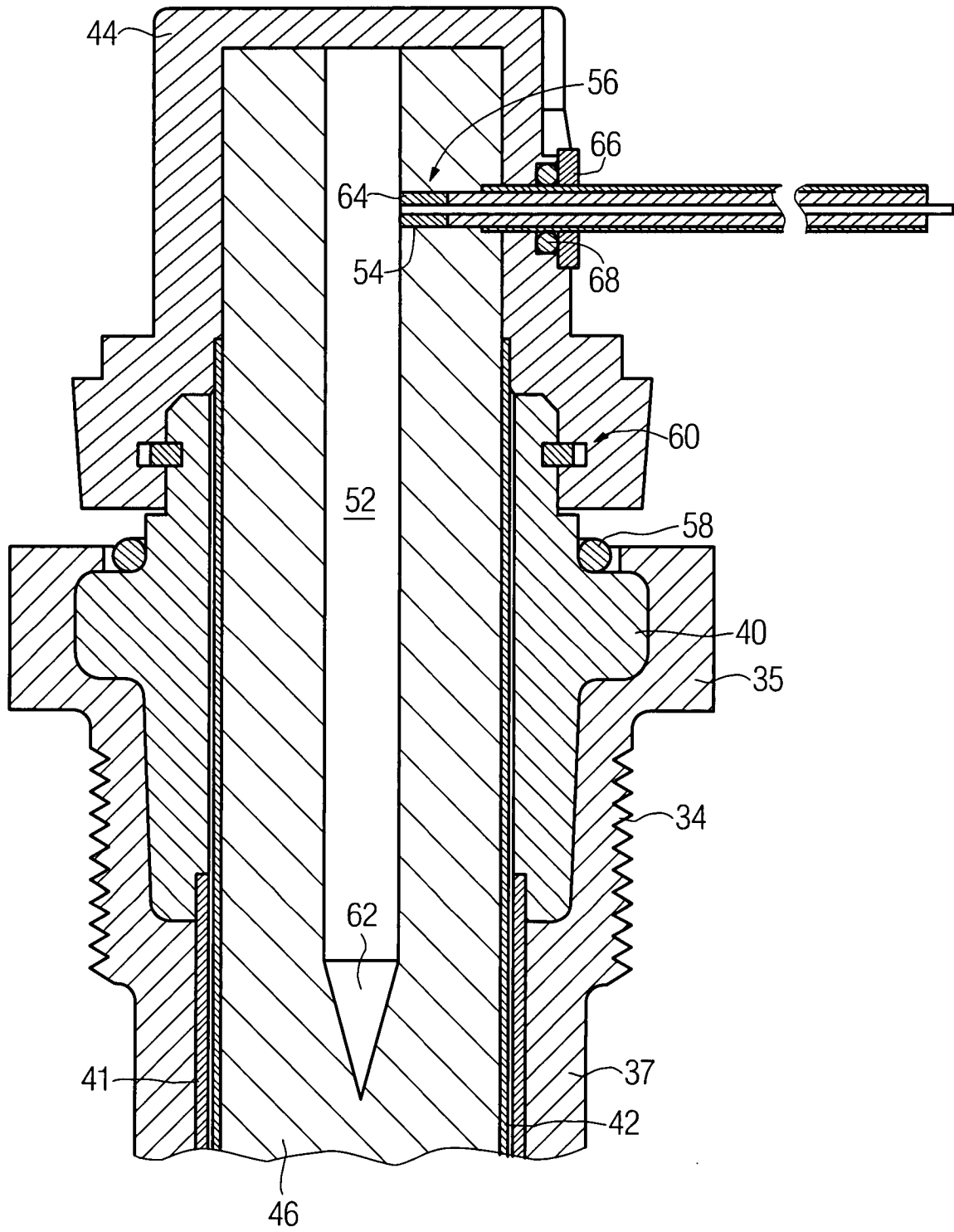


FIG 5

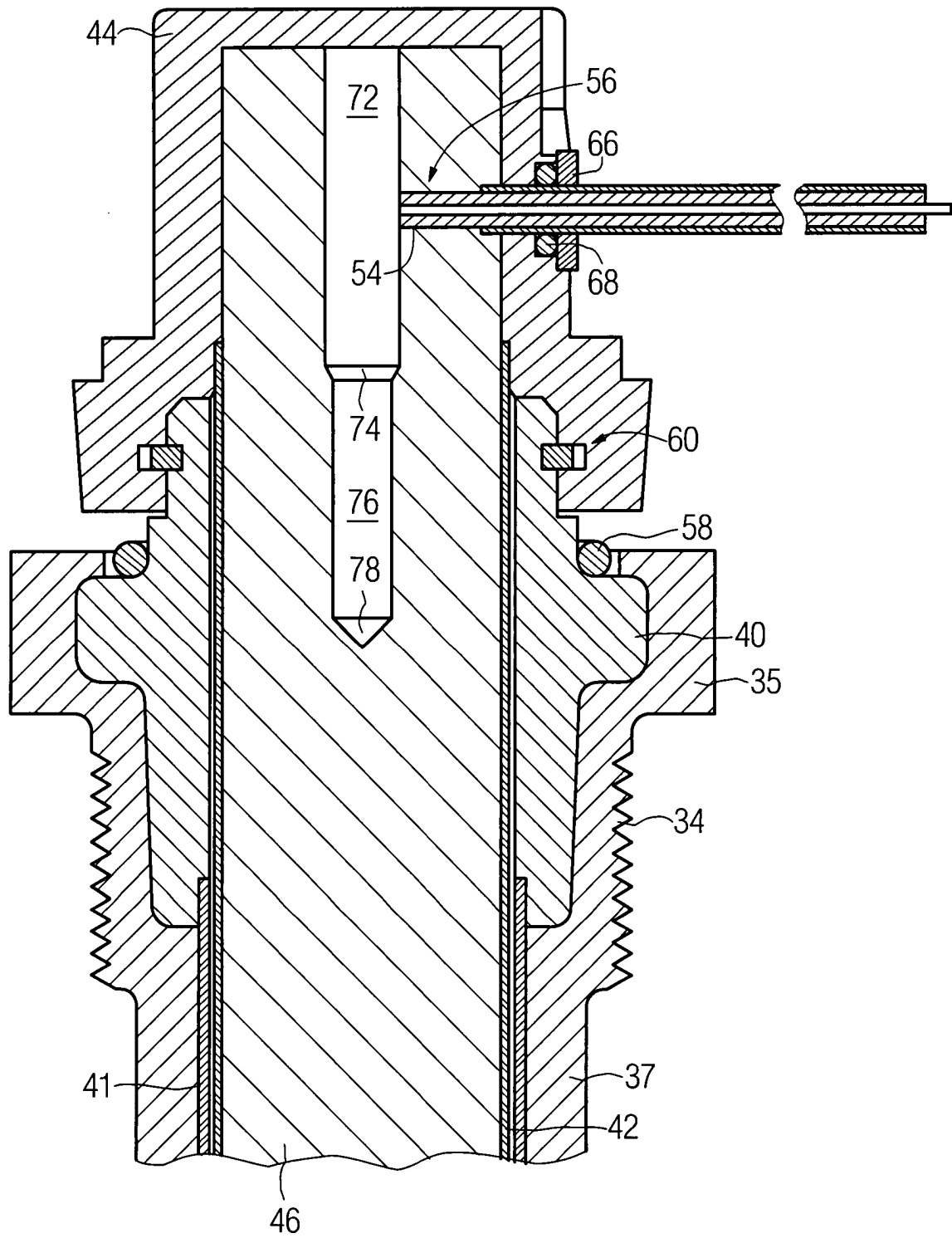


FIG 6

