



(10) **DE 10 2013 001 163 B3** 2014.04.30

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 001 163.9**

(22) Anmeldetag: **24.01.2013**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **30.04.2014**

(51) Int Cl.: **G01N 1/22 (2006.01)**

G01N 15/02 (2006.01)

G01N 31/02 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
CheMin GmbH, 86167, Augsburg, DE

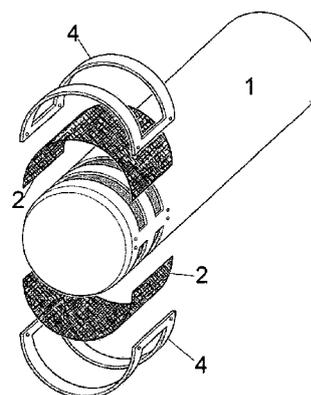
(74) Vertreter:
Flaccus Müller-Wolff, 50389, Wesseling, DE

(72) Erfinder:
**Beckmann, Michael, Prof. Dr.-Ing., 01187,
Dresden, DE; Herzog, Thomas, Dr., 86163,
Augsburg, DE; Magel, Gabriele, Dr., 86157,**

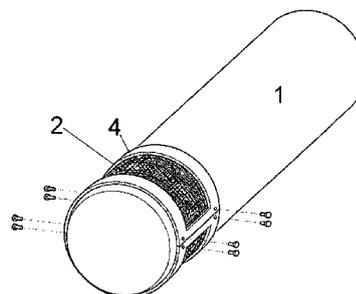
**Augsburg, DE; Müller, Wolfgang, 86570,
Inchenhofen, DE; Pohl, Martin, Dipl.-Ing., 01069,
Dresden, DE; Spiegel, Wolfgang, Dr., 86415,
Mering, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Gittersonde und ihre Verwendung**



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Gittersonde, umfassend einen als Rohr ausgebildeten Sondenkörper mit Einlass- und Auslassbereichen, durch welche Gase strömen können, und mindestens ein feines Gitter, welches so angeordnet ist, dass es in dem vorgesehenen Fluss der Gase durch das Rohr liegt, wobei das Gitter auf eine gewünschte Temperatur oberhalb oder unterhalb der Gastemperatur gekühlt oder beheizt werden kann.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	26 50 730	C2
DE	35 45 491	C2
DE	36 38 362	C2
DE	102 40 330	B4
DE	000002342476	A1
DE	000002460122	A1
DE	33 18 339	A1
DE	39 19 505	A1
DE	42 05 793	A1
DE	44 30 021	A1
DE	197 27 969	A1
DE	10 2008 059 113	A1
DE	10 2012 209 656	A1
DE	19 54 426	A
DE	14 98 757	A
DE	14 08 098	B
US	5 368 635	A
EP	1 059 521	A2
JP	2001- 324 422	A

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gittersonde zur Messung von belagsbildenden Bestandteilen in Gasströmungen, in Kesseln von Verbrennungsanlagen und ihre Verwendung.

[0002] Aus ökologischer, aber auch aus ökonomischer Sicht ist es erforderlich, eine hohe Energieeffizienz und eine hohe Verfügbarkeit bei der Strom- und Wärmegewinnung in brennstoffbefeuerten Kraftwerken zu erzielen. Vor allem beim Einsatz von Biomassebrennstoffen, Ersatzbrennstoffen und Abfällen stehen diesen Zielen die Belagsbildung und das damit verbundene Korrosionspotential dieser Brennstoffe gegenüber. In zunehmendem Maße gilt dies auch für Kohlekraftwerke, da diese Brennstoffe auf dem Weltmarkt eingekauft werden und sich je nach Liefergebiet unterschiedliche Herausforderungen an Feuerungs- und Kesseltechnik ergeben.

[0003] Das Belagsbildungs- und Korrosionspotential wird zunächst bestimmt durch die aus dem Brennstoff freigesetzten festen, flüssigen und gasförmigen mineralischen Komponenten, welche sich auf den kälteren Wärmeübertragerheizflächen absetzen, damit Beläge bilden und ihre korrosive Wirkung entfalten. Für eine Bewertung der korrosiven Wirkung der entstehenden Beläge sind dabei detaillierte Kenntnisse der entsprechenden Vorläufersubstanzen (z. B. Form, Größe, Aggregatzustand und Chemie) von Bedeutung.

[0004] Mit Messsonden wird daher versucht, die belagsbildenden Bestandteile im Gas zu extrahieren und diese in anschließenden Schritten zu analysieren.

[0005] JP 2001 324 422 A offenbart eine Messsonde, bei der ein Filter der Messung dient, wobei der Filter durch Gitter gestützt wird, im Zentrum einer Vorrichtung und sind an den Wänden eines Messraumes angebracht.

[0006] DE 14 98 757 A beschreibt ein Gasmessgerät mit einem Schutzfilter, der dem Schutz des Gerätes dient.

[0007] DE 39 19 595 A1 umfasst eine Gasreinigungsvorrichtung.

[0008] EP 1 059 521 A2 offenbart eine Messsonde zur Detektion von Partikeln in einem Gasstrom enthaltend eine Membran in Form einer Folie die parallel zum Gasstrom angeordnet ist.

[0009] DE 10 2012 209 656 A1 beschreibt eine Messvorrichtung enthaltend eine Membran, welche auf einem Träger aufgebracht ist.

[0010] US 5,368,635 A beschreibt eine Messvorrichtung, wobei ein zur Messung dienendes Filtermaterial zwischen zwei potentialaufbauenden Gittern angeordnet ist.

[0011] DE 10 2008 059 113 A1 offenbart eine Messvorrichtung mit einem Ionisierungsgitter und einer Kollektorelektrode, welche einen Strömungskanal abschließt.

[0012] DE 44 30 021 A1 beschreibt eine Gassonde mit einer Einrichtung zum Unterstützen der Durchmischung der Luft und der Emission.

[0013] In DE 33 18 339 A1 dient zur Messung ein Filter, der durch ein Drahtgitter unterstützt werden kann, wobei dieses Drahtgitter nicht direkt der Messung dient.

[0014] Bei DE 23 42 476 A1 verhindert ein Gitter das Eindringen von Vögeln und Insekten in eine Messvorrichtung.

[0015] DE 102 403 30 B4 offenbart eine Gassonde mit einer Membran, die durch ein Sieb vor störenden Feinbestandteilen geschützt wird.

[0016] Ansonsten offenbaren DE 26 50 730 C2, DE 14 08 098 B, DE 19 54 426 A, DE 24 60 122 A1, DE 35 45 491 C2, DE 36 38 362 C2, DE 42 05 793 A1 und DE 197 27 969 A1 weitere analytische Messvorrichtungen.

[0017] Die bisher verwendeten Messsonden zum Sammeln (und Bewerten) von Partikeln einer Gasströmung haben den Nachteil, dass sie entweder nicht in der Lage sind, die sehr feinen Partikel (Aerosole) eigens zu erfassen, oder dass durch Verwendung spezieller Vorrichtungen (z. B. Zyklone oder andere Abscheider) ein erheblicher apparativer Aufwand getrieben werden muss. Des Weiteren besteht das Problem, dass man eine diffuse Massensammlung anstatt diskreter Partikel erhält.

[0018] Aufgabe dieser Erfindung ist es, die bisher auftretenden Nachteile zu überwinden und eine Messsonde zur Verfügung zu stellen, die es ermöglicht, die freigesetzten, belagsbildenden Bestandteile im Gas auf einfache Weise repräsentativ abzubilden und sie einer Analyse und für weitere Aussagen zum Belagsbildungs- und Korrosionspotential des Brennstoffes, abhängig von den Prozessbedingungen zugänglich zu machen.

[0019] Die Nutzung beschränkt sich nicht nur auf Verbrennungsanlagen, sondern sie kann in jeglichen von mit Feststoffpartikeln und mit Salzen ge- und übersättigten Gasen durchströmten Anlagen angewandt werden.

[0020] Die Aufgabe wird durch eine Gittersonde mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche beschreiben vorteilhafte Weiterbildungen der Gittersonde.

[0021] Die erfindungsgemäße Gittersonde zur Messung von belagsbildenden Bestandteilen in Gasströmungen in Kesseln von Verbrennungsanlagen umfasst mindestens einen langgezogenen, als Rohr ausgebildeten Sondenkörper (im Folgenden auch mit 'hohlen Körper' oder 'Rohr' bezeichnet), mit Einlass- und Auslassbereichen, durch welche Gase strömen können, und mindestens ein Gitter, welches so angeordnet ist, dass es in dem vorgesehenen Fluss der Gase durch das Rohr liegt, wobei das Rohr der Gittersonde eine Vorrichtung zur Erwärmung und/oder Kühlung des Innenraumes der Gittersonde und/oder des Gitters aufweist, mit der das Gitter und/oder die Gittersonde auf eine bestimmte Temperatur oberhalb oder unterhalb der Gastemperatur erwärmbar und/oder kühlbar ist, dass alle Öffnungen in den Einlass- und/oder Auslassbereichen des Rohres mit dem Gitter vollständig überdeckt sind und/oder dass die Gittersonde im Inneren des Rohres eine Kartusche mit Öffnungen an ihren Endbereichen aufweist, wobei eine der Öffnungen der Kartusche von dem Gitter vollständig überdeckt ist, so dass das durch das Rohr strömende Gas zwangsläufig durch das Gitter hindurchströmen muss, und dass die Gittersonde mindestens eine Vorrichtung aufweist, mit der die Temperatur des Gitters oder die Temperatur der Randbereiche einer von dem Gitter überdeckten Öffnung bestimmbar ist.

[0022] Das Rohr hat einen beliebigen Querschnitt. Bevorzugt sind jedoch symmetrische Querschnitte, die insbesondere vieleckig oder rund ausgestaltet sind. Auch kann die Form des Querschnitts über die Länge des Rohres variieren, etwa zwischen rund und viereckig. Diese Variation kann strömungstechnische Vorteile mit sich bringen.

[0023] Durch das Rohr wird ein möglichst repräsentativer Teilstrom der zu untersuchenden Gasströmung abgesaugt. Die Absauggeschwindigkeit am Einlass in die Sonde sollte mindestens gleich der übrigen Gasströmung (isokinetisch) oder vorzugsweise noch höher sein.

[0024] Das Gitter hat bevorzugt die Form eines Netzes, aber auch lineare Gitter sind bei einigen Anwendungen bevorzugt. Lineare Gitter bestehen aus mindestens einem langgezogenen Gitterelement, bevorzugt aus mindestens einem Draht, insbesondere aus zwei oder mehreren Gitterelementen (z. B. Drähten), die parallel zueinander angeordnet sind. Durch die Anordnung Spalt-Draht-Spalt-Draht-usw. erhöht sich bei linearen Gittern die für eine chemische Analyse zur Verfügung stehende Abscheidefläche.

[0025] Das Gitter besteht aus einem hitzebeständigen Material und enthält vorzugsweise Metall.

[0026] Die Gitterelemente weisen bevorzugt einen runden Querschnitt auf. Die Maschenweite liegt zwischen 1 mm und 10 nm, vorzugsweise zwischen 0,1 mm und 100 nm, besonders bevorzugt zwischen 0,05 mm und 0,001 mm.

[0027] Das Gitter stellt dabei einen werkstofflich geeigneten Träger zur Visualisierung und Analytik diskreter Partikel und/oder Partikeleigenschaften in Abhängigkeit der Temperatur, insbesondere bei hohen Temperaturen, dar. Zudem werden die im Gas bereits vorhandenen Partikel zeitlich und örtlich getrennt von den erst im Bereich der Gittersonde aus dem ge- oder übersättigten Gasstrom gebildeten Salzen abgetrennt.

[0028] In einer weiteren Ausführungsform werden Gitter in mehr als einer Ebene verwendet, die übereinander angeordnet sind. Insbesondere ist dort mindestens eines der Gitter ein lineares Gitter, wobei bei mehreren linearen Gittern mindestens zwei nicht parallel übereinander angeordnet sind und insbesondere um bis zu 90° zueinander gedreht sind. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass aufgrund des nun deutlich größeren Verhältnisses von Drahtfläche zu Durchsaugefläche eine erhöhte Gasgeschwindigkeit im Spalt erzeugt wird und damit die in der Gasströmung bereits vorhandenen Partikel kurz vor dem Auftreffen auf die Drahtoberfläche des Gitters wie in einen Trichter in die Maschen hinein gelenkt werden. Dies verringert das Abscheiden dieser Partikel auf der Drahtoberfläche, insbesondere auf dem Scheitel und den Flanken der Drähte und erhöht damit den Anteil der als Aerosol abgeschiedenen Salze. Die Chancen, bei der chemischen Analyse ausschließlich aus den im Bereich der Sonde aus dem Gasstrom ge- bzw. übersättigten Salzen gebildete Ablagerungen zu erfassen, werden somit deutlich verbessert.

[0029] Ein Gitter mit einem netzartigen Geflecht oder Gewebe aus bevorzugt dünnen Drähten hat einen ähnlichen Effekt.

[0030] Das Material der Drähte muss einer hohen Temperatur standhalten und trotzdem eine ausreichende Flexibilität aufweisen, um bei der Entnahme aus der Sonde und anschließenden Untersuchungen nicht zu zerbrechen. Daher bestehen die Gitterelemente (z. B. Drähte) bevorzugt aus Metall oder enthalten diesen Werkstoff.

[0031] Bevorzugte Materialien für die Gitter, bzw. die Gitterelemente (z. B. Drähte), sind temperaturbeständige Edelstähle, insbesondere Edelstähle der Kennnummern 1.4401, 1.4301, 2.4831 oder 2.4856 (Alloy 625). Bei den bevorzugten sehr kurzen Expositionszeiten während der Probenahme sind diese Le-

gierungen quasi hochtemperaturbeständig und zeigen nur geringe Oxidation. Damit wird die Probenahme nicht durch unerwünschte Effekte verfälscht. Die bevorzugten Zusammensetzungen der Legierungen, aus denen die Gitter hergestellt werden, sind der einschlägigen Literatur, z. B. dem Stahlschlüssel, zu entnehmen. Modifikationen (z. B. reduzierte Eisenanteile) sind zulässig und je nach Anwendung wünschenswert.

[0032] Zur Vermeidung von Fehlinterpretationen bei der chemischen Analyse der Probe, z. B. mittels eines Rasterelektronenmikroskops oder der energiedispersiven Röntgenfluoreszenzanalyse, insbesondere bei kleinen Probenmengen, sollte das Netzmaterial aus Elementen bestehen, die nicht in der zu beprobenden Gasströmung enthalten sind oder zu Koinkidenzen führen. Im Fall von Schwefel als Bestandteil der Ablagerung ist dies beispielsweise ein Gitter aus WNr. 1.4301. Für eine Probenahme, bei denen der Eisenanteil der Partikel eine Rolle spielt, werden bevorzugt Gitter aus fast eisenfreien Legierungen verwendet (Eisen ca. 0,3 bis 0,5 Gew.-%, z. B. Alloy 625 oder WNr. 2.4831).

[0033] Das Rohr weist zum Ein- und/oder Auslass des Teilgasstromes an seinen jeweiligen Endbereichen Öffnungen auf. Dabei existiert in den beiden Endbereichen der Rohre zumindest jeweils mindestens eine Öffnung. Als Endbereiche sind dabei die Stirnflächen alleine oder die Stirnflächen und die daran angrenzenden Bereiche des Rohrmantels, insbesondere auf einer Länge von 20 cm, vorzugsweise 10 cm, anzusehen. Folglich sind die Endbereiche die Endstücke der Rohre.

[0034] Derjenige Endbereich, der bei dem Einsatz der Sonde dazu vorgesehen ist, in die Gasströmung zu ragen, oder zumindest diesem zugewandt ist, um einen Teil des Gasstromes in die Sonde aufzunehmen, wird im Folgenden auch als 'Einlassbereich' bezeichnet, der gegenüberliegende Endbereich als 'Auslassbereich'.

[0035] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Öffnungen, bevorzugt im Hinblick auf ihre Position und/oder Größe, verstellbar oder einstellbar. Dies wird bevorzugt dadurch erreicht, dass mindestens ein Teil mindestens eines der Rohre der Gittersonde beweglich oder verformbar ist, und/oder dass die Gittersonde mindestens eine Einheit aufweist, die relativ zu mindestens einem der Rohre bewegt werden kann und dadurch einen Teil der dort befindlichen Öffnung überdecken kann oder einen Teil der Abmessungen der Öffnung selber darstellt, wobei die Einheit durch Verschiebung relativ zu dem betreffenden Rohr die Größe oder Position der Öffnung bestimmt. Diese Variante kann dazu eingesetzt werden, um einen variablen Ansaugdruck zu erhalten. Damit können mannigfaltige Situationen beherrscht werden, beispiels-

weise wenn sehr hohe Gasgeschwindigkeiten vorherrschen oder wenn der Ansaugdruck nur in begrenzter Höhe eingestellt werden kann und daher die Druckverluste über der Gittersonde reduziert werden müssen und dennoch mindestens isokinetisch oder auf sonstige klar definierte Art und Weise abgesaugt werden soll.

[0036] Bei einer solchen Sonde könnte der Einlassbereich bis zu 360° auf dem Sondenmantelkörper (den betreffenden Rohrmänteln) betragen.

[0037] Mindestens eine der Öffnungen des Rohres wird von einem Gitter vollflächig überdeckt, so dass das durch das betreffende Rohr strömende Gas zwangsläufig durch die betreffenden Gitter hindurchströmen muss. Vorzugsweise sind alle Öffnungen in den Einlass- und/oder Auslassbereichen des Rohres mit mindestens einem Gitter vollständig überdeckt.

[0038] Es können sich jedoch auch Gitter im Inneren des Rohres befinden, wobei sie in diesem Falle über den gesamten inneren Rohrquerschnitt reichen sollten.

[0039] In einer weiteren Ausführungsform enthält das Rohr im Inneren mindestens eine Kartusche, die ebenfalls Endbereiche mit Öffnungen aufweist, wobei mindestens eine der Öffnungen von mindestens einem der Gitter vollflächig überdeckt wird, so dass das durch das betreffende Rohr strömende Gas zwangsläufig durch die betreffenden Gitter hindurchströmen muss.

[0040] Vorzugsweise sind alle Öffnungen in den Einlass- und/oder Auslassbereichen der Kartusche mit mindestens einem Gitter vollständig überdeckt.

[0041] Die Anordnung von Gittern im Einlassbereich hat gegenüber einer Anordnung von Gittern im Auslassbereich den Vorteil, dass die Gitter dort schneller durch das Gas selbst auf ihre Betriebstemperatur gebracht werden können. In diesem Falle ist die Anordnung von Gittern dort bevorzugt. Sind jedoch geringere Betriebstemperaturen bevorzugt, werden die Gitter bevorzugt in den Rohren oder im Auslassbereich angeordnet.

[0042] In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Rohr an einer Seite der Mantelwand mindestens eine Öffnung auf. Das Rohr ist an der gegenüberliegenden Seite vollständig geschlossen und/oder in dem entsprechenden Einlassbereich gebogen, insbesondere in einem Winkel zwischen 30° und 140°, und weist an der Stirnseite mindestens eine Öffnung auf, wobei die betreffenden Öffnungen vorzugsweise vollflächig von mindestens einem Gitter überdeckt werden. Dies hat den Vorteil, dass der Einlassbereich der Gittersonde zunächst durch den zu beprobenden Gasstrom erwärmt werden kann, ohne dass das Git-

ter direkt dem Gasstrom zugewandt sein muss, in dem durch Drehen der betreffenden Rohre die dem Gitter gegenüberliegende Seite der Anströmrichtung des Gasstromes zugewandt ist. Nach erfolgter Temperaturanpassung kann das Gitter dann durch Drehen der betreffenden Rohre der Anströmrichtung des Gasstromes zugewandt und diesen somit direkt ausgesetzt werden.

[0043] In einer bevorzugten Ausführungsform sind alle Bauteile der Gittersonde an die Entnahmetemperatur angepasst, so dass eine spannungsarme Führung der Gitter über den Temperaturbereich T₀ (Temperatur bei Nicht-Messung; z. B. Raumtemperatur) bis zur Messtemperatur erfolgt. Mit zunehmender Temperatur dehnen sich die Werkstoffe aus. Alle Bauteile der Sonde sind bei dieser Ausführungsform so angepasst, dass die maximale thermische Ausdehnung plus ein weiteres Spiel von insbesondere mehr als 5% möglich sind.

[0044] Eine bevorzugte Ausführungsform der Gittersonde, die eine spannungsarme Führung der Gitter ermöglicht, weist in Berührung mit mindestens einem der Gitter eine Aufspannvorrichtung auf, mit der das Gitter über der entsprechenden Öffnung oder den entsprechenden Öffnungen gehalten wird, so dass das Gitter sich bevorzugt unabhängig von der Aufspannvorrichtung und dem Rohr der Sonde ausdehnen und zusammenziehen kann. Damit kann das Gitter nach erfolgter Messung inklusive Probe spannungsfrei und ohne große, zusätzliche Spannungen oder Erschütterungen verursachender Manipulationen von der Sonde genommen werden, ohne die aus der abgesaugten Teilgasströmung abgeschiedenen Partikel zu verlieren.

[0045] Eine bevorzugte Aufspannvorrichtung besteht aus mindestens einem flächigen Stück eines hitzebeständigen Werkstoffs, welches dazu geeignet ist, über einem Teilbereich des Gitters positioniert zu werden und mittels Befestigungselementen an der Rohrwand gehalten das Gitter zwischen sich und der Rohrwand einzuklemmen. Insbesondere lässt jede Aufspannvorrichtung die unter oder neben ihm befindliche Öffnung im angebrachten Zustand frei und überdeckt sie nicht, bevorzugt überdeckt die Aufspannvorrichtung noch nicht einmal Teilbereiche der Öffnungen. In einer weiteren Ausführungsform der Aufspannvorrichtung kann diese gezielt dazu verwendet werden, vorhandene Öffnungen zu überdecken. Zur Garantie der Beweglichkeit des Gitters bei seiner thermischen Verformung ist bevorzugt, dass das Gitter die Befestigungselemente oder zumindest einen Teil der Befestigungselemente nicht berührt. Bevorzugt enthält die Aufspannvorrichtung Metall oder besteht daraus.

[0046] Bevorzugt sind die Befestigungselemente mit denen mittels der Aufspannvorrichtung das Gitter auf

dem Rohr fixiert wird, Schrauben und/oder Klemmen. Nach der Exposition können diese Schrauben bzw. Klemmen gelöst werden und das Gitter kann entnommen und ggf. optisch bewertet und durch geeignete Lagerung vor Luftfeuchtigkeit geschützt werden.

[0047] Die Gittersonde weist mindestens eine Vorrichtung auf, mit der die Temperatur mindestens eines der Gitter oder der Randbereiche mindestens einer von dem betreffenden Gitter überdeckten Öffnung bestimmt werden kann, insbesondere auch während einer Messung.

[0048] Das Rohr der Gittersonde weist eine Vorrichtung zur Kühlung des Innenraumes der Gittersonde und/oder des Gitters auf. Bevorzugt weist dazu das Rohr der Gittersonde in seinem Inneren mindestens zwei über die gesamte Länge luftdicht voneinander getrennte Bereiche auf. Diese Bereiche werden im Folgenden als 'Kammern' bezeichnet. Sie können zum Beispiel durch Wandungen gebildet werden, die über die gesamte Länge des Rohres verlaufen und es über die gesamte Länge in Segmente aufteilen. Sie können aber auch durch weitere Rohre oder Schläuche gebildet werden, die innerhalb des erstgenannten Rohres verlaufen. Vorzugsweise ist mindestens eine dieser Kammern ('Durchflusskammer') mit mindestens einer der Öffnung des Einlassbereichs und des Auslassbereichs verbunden und dazu geeignet, dass der abgesaugte Teilstrom des Gases durch die Kammer hindurchströmen kann. Vorzugsweise ist mindestens eine der Kammern ('Kühlmittelführung') mit mindestens einer der Öffnungen des Auslassbereichs verbunden aber mit keiner der Öffnungen des Einlassbereichs und dazu geeignet, ein Kühlmittel zumindest über einen Teilbereich der Länge des Rohres in das Rohr zu leiten und/oder wieder abzuleiten. Für den Fall, dass nur Sonden mit kleinem Durchmesser verwendet werden können, auf eine Kühlung aber nicht verzichtet werden kann, kann vorteilhafterweise das Kühlmittel (die Kühlluft) stromab der abgesaugten Teilgasmenge in den Hauptgasstrom derart eingeleitet werden, dass die abgesaugte Teilgasmenge weder verdünnt noch anderweitig beeinflusst wird.

[0049] Bevorzugt weist das Rohr mindestens zwei Kühlmittelführungen auf, damit ein Kühlmittel in das Rohr hinein und auf einem anderen Weg aus dem Rohr hinaus geleitet werden kann.

[0050] Bevorzugte Kühlmittelführungen sind weitere Rohre oder Schläuche, aber auch Teile des Innenraumes des Rohres der Sonde. So ist es zum Beispiel von Vorteil, die Durchflusskammer als Rohr zu gestalten oder auf andere Weise als Teilbereich des Innenvolumens des betreffenden Rohres der Sonde auszugestalten, durch ein weiteres Rohr oder einen Schlauch das Kühlmittel in eine Richtung (z. B. herein) zu leiten und durch den restlichen Rohrkörper, der zumindest von den Öffnungen im Einlassbereich

Kühlmitteldicht abgetrennt ist, das Kühlmittel in die andere Richtung (z. B. heraus) zu leiten.

[0051] In einer bevorzugten Ausführungsform enthält das Rohr sowohl mindestens eine Durchflusskammer als auch mindestens eine Kühlmittelführung.

[0052] Vorzugsweise wird bei einer Messung mindestens eines der Gitter mehr als eine Sekunde, insbesondere mehr als 5 Sekunden, dem Gas direkt ausgesetzt. Bevorzugt beträgt jedoch die maximale Zeit, in der das Gitter dem Gas direkt ausgesetzt ist, weniger als 5 Minuten, insbesondere weniger als 1 Minute.

[0053] Die Trichterwirkung der Netzmaschen bewirkt eine trichterartig lokal wirkende Bündelung der anfliegenden Partikel in die Maschen des Drahtnetzes hinein. Somit wird die Drahtoberfläche des Netzes von anfliegenden Partikeln freigehalten, wobei dem Gas dennoch ein ungehinderter Kontakt zur Drahtoberfläche ermöglicht wird. Auf diese Weise wird die Drahtoberfläche als Kondensationskeim für alle ge- bzw. übersättigten, gelösten Salze im Gasstrom angeboten und diese Salze können sich je nach Salzfracht und Temperaturbedingungen exklusiv auf der Drahtoberfläche abscheiden. Dies hat den Vorteil, dass sich damit ohne Störung durch Partikel auf den betreffenden Oberflächen der Drähte qualitativ und quantitativ eine Sättigung von Salzen im Gas nachweisen lässt und diese Niederschläge im Anschluss zur Identifikation der chemischen Zusammensetzung dieser Salze ohne Verunreinigung durch Partikel, die sich bevorzugt in den Maschen und nicht auf den freien Drahtoberflächen gesammelt haben, durch eine ortsaufgelöste chemische Analyse (z. B. REM-EDX) untersucht werden können.

[0054] Eine bevorzugte Gittersonde besteht zum Beispiel aus einer Absaugsonde (als Rohr), deren sich im Gasstrom befindende Öffnung mit einem engmaschigen Drahtgitternetz bedeckt ist. Durch diese Öffnung wird der mit Partikeln beladene Gasstrom an der zu untersuchenden Stelle aus der Anlage abgesaugt, wobei die Absaugung insbesondere zumindest isokinetisch oder mit höherer Geschwindigkeit geschieht. Die Absaugzeit beträgt dabei vorzugsweise etwa 1 bis 60 Sekunden, abhängig von den Salz- und Partikelfrachten des Gasstromes. Die Sonde ermöglicht es, die im Gas gesättigt (bzw. übersättigt) vorliegende Fracht an gelösten Salzen als Kondensat bzw. Desublimat räumlich getrennt von den Partikeln zu erfassen und damit einer chemischen Analyse zugänglich zu machen. Um verfälschende Kondensations- und Desublimationseffekte zu vermeiden, wird die Gittersonde vor Absaugung der Partikel auf Gas- temperatur vorgewärmt.

[0055] Das Rohr der Gittersonde mit den Aufspannvorrichtungen ist vorzugsweise wiederverwendbar. Nur das Gitter wird bevorzugt einmalig eingesetzt.

[0056] Die Wiederholfrequenz von Messungen an einer Messposition kann, sofern mehrere Sondenkörper verfügbar sind, soweit verkürzt werden, dass die Schritte, Einführen, Vorheizen, Ausführen, Schutzhülle abnehmen, Einführen, Expositionszeit, Ausführen pro Sonde nur wenige Minuten in Anspruch nehmen. Durch externes Vorheizen des Sondenkörpers lässt sich die Wiederholfrequenz weiter reduzieren.

[0057] Bei Verwendung nur eines Sondenkörpers verlängert sich der Zeitraum pro Messung um die Schritte Abkühlung nach dem Ausführen, Entnahme des Gitters und Neumontage eines Gitters. Zudem kann durch eine geeignet verlängerte Variante der Sonde auch in verschiedenen Tiefen des Gasstromes gemessen werden. Dies ist insbesondere bei großen Kesseln relevant, z. B. Kohlekessel. Durch Verlängerungsrohre lässt sich der Sondenkörper tiefer in den Kessel einführen.

[0058] Bei sehr geringen Konzentrationen von Partikeln und von gelöster Salzspezies, z. B. beim Brennstoff Kohle bzw. bei der Mitverbrennung (Biomasse in Kohlekraftwerken), kann es erforderlich sein, die Sonde länger (im Bereich von Minuten bis Stunden) in der heißen Gasströmung zu belassen. In diesen Fällen wird auch der Sondenkörper aktiv gekühlt. Bei längerer Verweilzeit bei hohen Temperaturen kann somit die aktive Kühlung des Sondenkörpers zwingend erforderlich sein. Das Kühlmittel, wird durch eine Kühlmittelführung, hier z. B. ein im Sondenkörper geführtes Innenrohr, bis in den Bereich kurz vor der Netzposition eingebracht.

[0059] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Gittersonde eine zusätzliche Vorrichtung zur Vorheizung auf. Dazu wird in einer bevorzugten Ausführungsform zum Vorheizen des Gitters bzw. der Sonde ein einhüllendes Überrohr eingesetzt, in dem die Sonde zum Vorheizen steckt. Dieses Überrohr wird dann während der Aufheizphase mit der Sonde in die Gasströmung geschoben, oder das Überrohr ist selbst extern beheizbar. Die Sonde wird dann (ohne der Gasströmung direkt ausgesetzt zu sein) indirekt aufgeheizt.

[0060] Die oben beschriebenen Kammern können auch zum Vorheizen verwendet werden, indem vor einer Messung erwärmtes Fluid durch die Durchflusskammer oder Kühlmittelführung geleitet wird. In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Kühlmittel oder ein zusätzliches Wärmemittel erhitzt und dieses erhitzte Kühlmittel durch die Kühlmittelführung geleitet. Hier wird der Begriffsteil 'Kühl-' lediglich zur Kontinuität im Text verwendet. Die Funktion des Kühlmittels ist hier die eines Wärmemittels und die Funk-

tion der Kühlmittelführung die der Wärmemittelführung. Da die meisten Kühlmittel sich auch stark erwärmen lassen, ist eine solche Funktion auch technisch möglich.

[0061] Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Gittersonde sind in den Abbildungen dargestellt.

[0062] Fig. 1 zeigt skizzenhaft die möglichen Anordnungen von Gittern bei einer Sonde.

[0063] Fig. 2 und Fig. 3 zeigen skizzenhaft die Formung von bevorzugten Einlassbereichen.

[0064] Fig. 4A und Fig. 4B zeigen den Aufbau einer bevorzugten Ausführungsform.

[0065] Fig. 5A bis Fig. 5C zeigen skizzenhaft Ausführungsformen mit Durchfluss- und Kühlmittelführungen.

[0066] Fig. 6A bis Fig. 6C zeigen skizzenhaft Ausführungsformen mit variablen Öffnungen.

[0067] Fig. 1 zeigt ein Rohr **1** einer Gittersonde mit möglichen Positionen von mit Gittern bewehrten Öffnungen. In der Praxis ist nicht jede der Öffnungen mit Gittern versehen oder muss überhaupt vorhanden sein, es ist jedoch von großem Vorteil, wenn das Gas beim Durchströmen des Rohres zwangsläufig durch mindestens eines der Gitter hindurchströmen muss. Weiterhin bevorzugt sind Öffnungen an der Stirnseite oder der Rohrwand im Einlassbereich mit Gittern (**2a** bzw. **2b**) versehen. Es ist jedoch auch möglich, ein Gitter **2c** an der Stirnseite des Auslassbereichs anzubringen. Auch wäre ein Gitter an der Rohrwand des Auslassbereichs denkbar, das hier nicht eingezeichnet ist. Bei einer Messung mittels einer im Rohr befindlichen Kartusche **3** ist diese an ihrem Einlass- und/oder Auslassbereich mit Gittern (**2d** bzw. **2e**) versehen.

[0068] Fig. 2 und Fig. 3 zeigen Ausführungsformen, bei denen durch gezielte Drehung des Rohres **1** die jeweiligen Gitter (**2a** bzw. **2b**) gezielt in direkten Kontakt mit dem Gasstrom gebracht werden können oder auch der direkte Kontakt vermieden werden kann, was zum Beispiel beim Aufheizen des Gitters auf Betriebstemperatur von Vorteil ist.

[0069] Fig. 4A und Fig. 4B zeigen den Aufbau einer weiteren bevorzugten Ausführungsform. Über Öffnungen im Einlassbereich, die hier paarweise zu beiden Seiten des Rohres **1** in dessen Wandung eingelassen wurden, werden unten und oben jeweils zwei Gitter **2** angebracht, so dass jeweils zwei der Öffnungen von einem der Gitter **2** vollständig überdeckt werden. Jedes der Gitter **2** wird von einer Aufspannvorrichtung **4** überdeckt und mittels Schrauben als

Befestigungselementen zwischen der jeweiligen Aufspannvorrichtung **4** und der Rohrwand **1** verklemt.

[0070] Fig. 5A bis Fig. 5C zeigen skizzenhaft Ausführungsformen mit Durchflusskammern **5** und Kühlmittelführungen **6**. Hier verläuft innerhalb des Rohres ein Innenrohr als Durchflusskammer **5** und der restliche Raum des Rohres wird durch das Kühlrohr **6** gekühlt und stellt somit eine Kühlmittelführung dar. Die Durchflusskammer **5** kann unterschiedlich gestaltet sein, wie in den drei Darstellungen zu sehen ist. An der Oberseite des Rohres ist im Bereich der Öffnungen eine Temperaturmessung angebracht. In diesen Darstellungen wurde auf Gitter, welche die Öffnungen überdecken, verzichtet.

[0071] In Fig. 6A bis Fig. 6C ist eine Ausführungsform mit veränderlichen Öffnungen dargestellt. In diesem Beispiel wird an der offenen Stirnseite des Rohres **1**, welche den einen Teil der Wandungen der Öffnung definiert, ein Abschlussstück **7** eingesetzt, welches die andere Seite der Wandung der Öffnung definiert. Durch laterale Bewegung des Abschlussstücks **7** relativ zum Rohr lässt sich die Größe der Öffnung verändern. Ein Gitter **2** wird über diese Öffnung gelegt. Der Fixierungsrahmen wird so ausgeführt, dass eine Fixierung bei unterschiedlichen Abständen des Rohres und des Abschlussstückes möglich ist und bevorzugt so fixiert, dass eine Verschiebung des Abschlussstücks **7** bei aufliegendem Gitter immer noch möglich ist.

Patentansprüche

1. Gittersonde zur Messung von belagsbildenden Bestandteilen in Gasströmungen in Kesseln von Verbrennungsanlagen, umfassend einen als Rohr ausgebildeten Sondenkörper mit Einlass- und Auslassbereichen, durch welche Gase strömen können, und mindestens ein Gitter, welches so angeordnet ist, dass es in dem vorgesehenen Fluss der Gase durch das Rohr liegt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rohr der Gittersonde eine Vorrichtung zur Erwärmung und/oder Kühlung des Innenraumes der Gittersonde und/oder des Gitters aufweist, mit der das Gitter und/oder die Gittersonde auf eine bestimmte Temperatur oberhalb oder unterhalb der Gastemperatur erwärmbar und/oder kühlbar ist, dass alle Öffnungen in den Einlass- und/oder Auslassbereichen des Rohres mit dem Gitter vollständig überdeckt sind und/oder dass die Gittersonde im Inneren des Rohres eine Kartusche mit Öffnungen an ihren Endbereichen aufweist, wobei eine der Öffnungen der Kartusche von dem Gitter vollflächig überdeckt ist, so dass das durch das Rohr strömende Gas zwangsläufig durch das Gitter hindurchströmen muss, und dass die Gittersonde mindestens eine Vorrichtung aufweist, mit der die Temperatur des Gitters oder die Temperatur der Randbereiche einer von dem Gitter überdeckten Öffnung bestimmbar ist.

2. Gittersonde nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gitter die Form eines Netzes hat oder ein lineares Gitter ist, wobei vorzugsweise Gitter in mehr als einer Ebene verwendet werden, wobei die Gitter übereinander angeordnet sind.

3. Gittersonde nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gitterelemente des Gitters aus Metall bestehen oder Metall enthalten.

4. Gittersonde nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rohr nur an einer Seite seiner Mantelwand im Einlassbereich eine Öffnung aufweist und an der gegenüberliegenden Seite der Mantelwand im Einlassbereich vollständig geschlossen ist oder in dem Einlassbereich gebogen ist, insbesondere in einem Winkel zwischen 30° und 140° , und an der Stirnseite eine Öffnung aufweist, wobei die jeweiligen Öffnungen vollflächig von dem Gitter überdeckt sind.

5. Gittersonde nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gittersonde an mindestens einem der Gitter eine Aufspannvorrichtung aufweist, mit der das Gitter über der entsprechenden Öffnung oder den entsprechenden Öffnungen gehalten ist, so dass jedes der Gitter sich unabhängig von der Aufspannvorrichtung und dem Rohr der Gittersonde ausdehnen und zusammenziehen kann.

6. Gittersonde nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung zur Erwärmung und/oder Kühlung des Innenraumes der Gittersonde und/oder des Gitters so gestaltet ist, dass das betreffende Rohr in seinem Inneren mindestens zwei über die gesamte Länge luftdicht voneinander getrennte Kammern aufweist, wobei eine der Kammern eine Durchflussskammer ist, die mit den Öffnungen des Einlassbereichs und des Auslassbereichs verbunden ist und die andere Kammer eine Kühlmittelführung oder Wärmemittelführung ist, welche dazu geeignet ist, ein Kühlmittel und/oder Wärmemittel zumindest über einen Teilbereich der Länge des Rohres zu führen.

7. Gittersonde nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gittersonde eine zusätzliche Vorrichtung zur Vorheizung des Gitters aufweist, wobei zum Vorheizen des Gitters die Gittersonde in ein einhüllendes Überrohr eingesetzt ist.

8. Gittersonde nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Position und/oder die Größe der Öffnungen verstellbar oder einstellbar ist/sind.

9. Verwendung einer Gittersonde nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Analyse beschlagbildender Bestandteile eines Gases.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

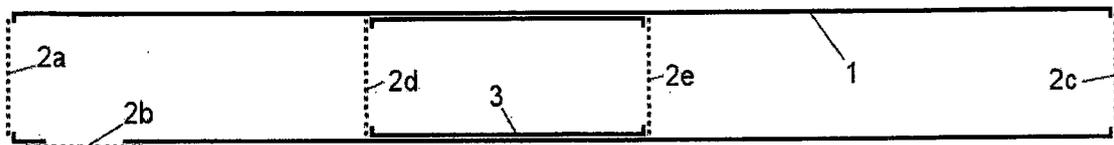


FIG. 2

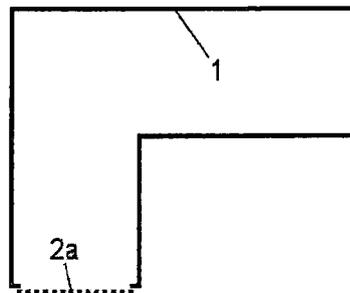


FIG. 3

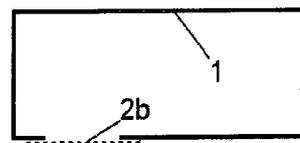


FIG. 4A

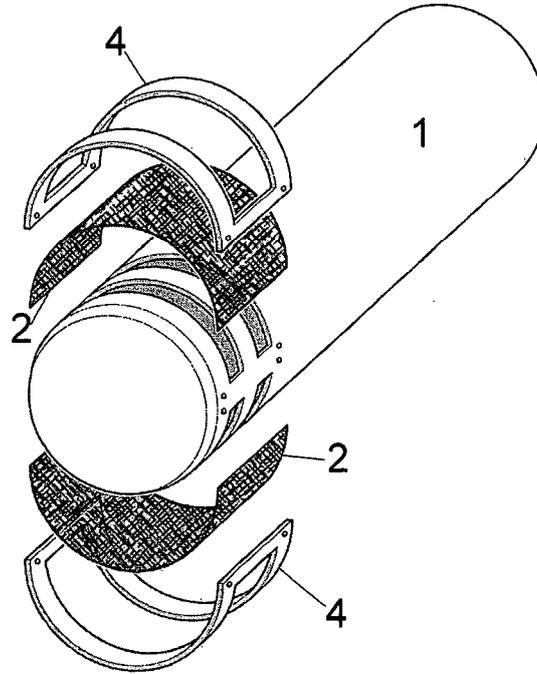


FIG. 4B

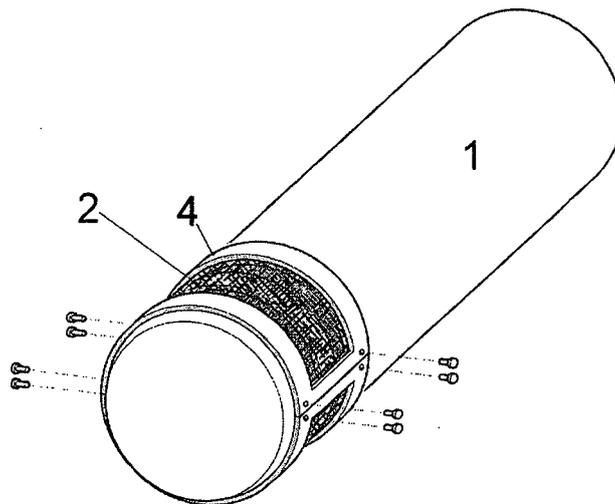


FIG. 5A

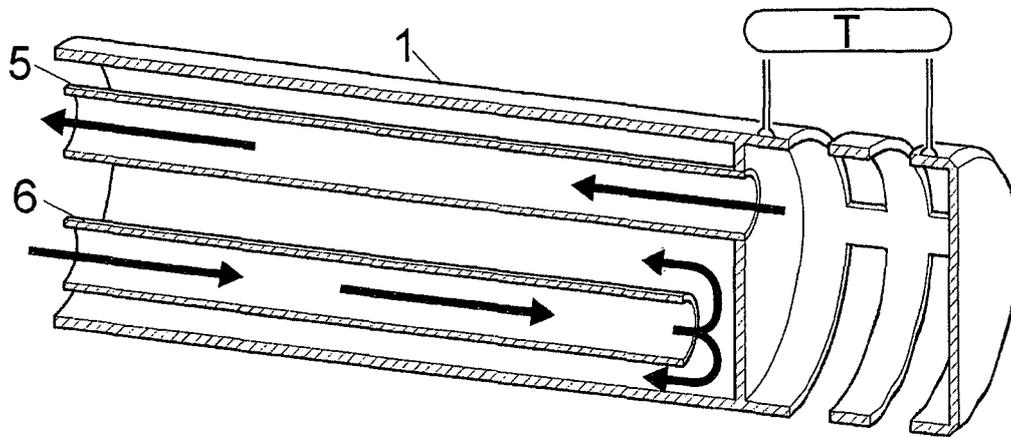


FIG. 5B

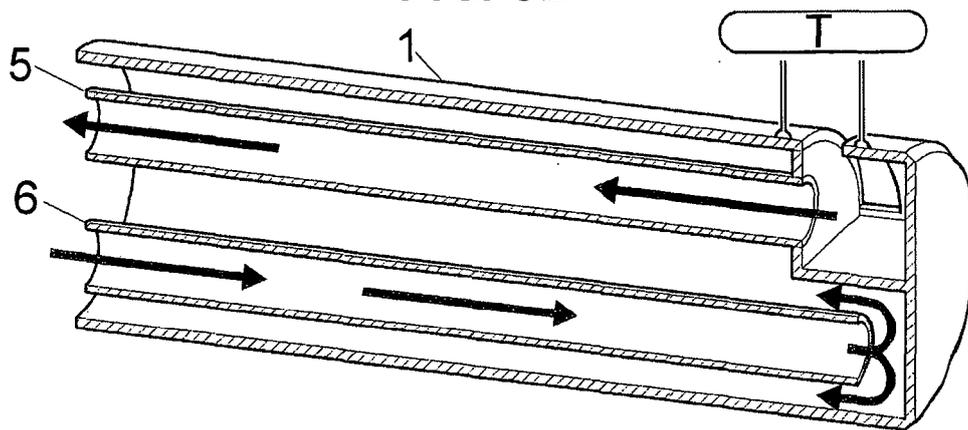


FIG. 5C

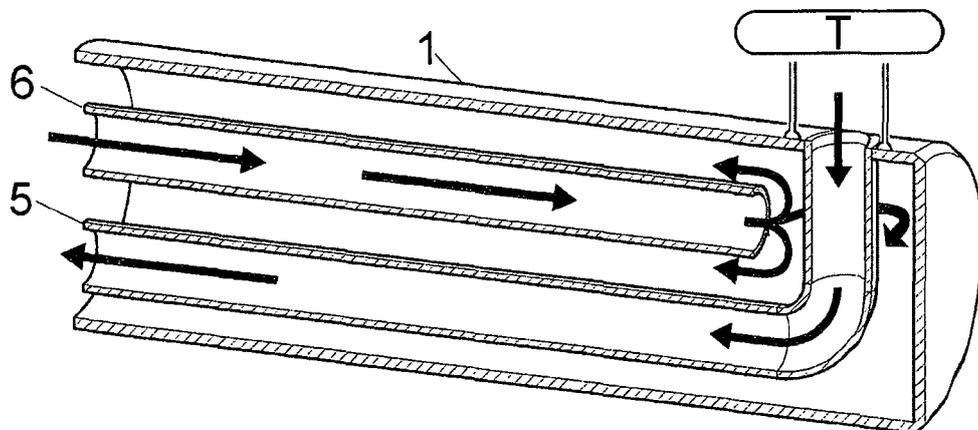


FIG. 6A

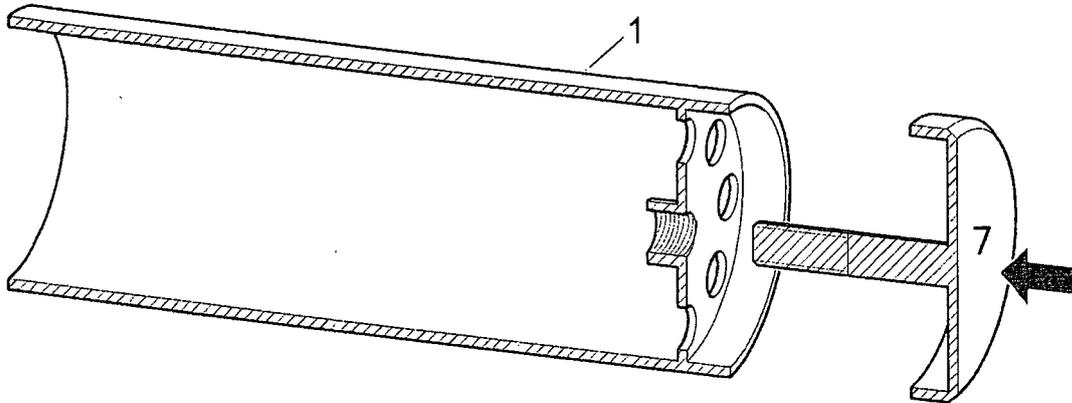


FIG. 6B

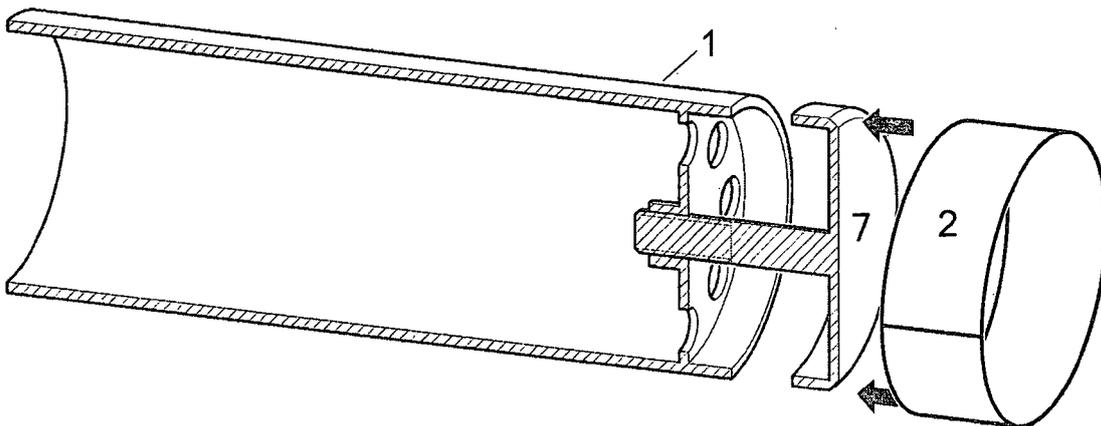


FIG. 6C

