

(19)



(10)

AT 515941 B1 2016-01-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50538/2014
(22) Anmeldetag: 29.07.2014
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2016

(51) Int. Cl.: **G01N 15/06** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 6498641 B1
US 4790650 A
US 5519490 A

(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Bergmann Alexander Dr.
8052 Graz (AT)
Unger Manuel Ing.
8510 Stainz (AT)

(74) Vertreter:
Patentanwälte Pinter & Weiss OG
1040 Wien (AT)

(54) **Kondensationspartikelzähler mit einer Sättigungseinheit und einer nachgeschalteten Kondensationseinheit**

(57) Kondensationspartikelzähler mit einer Sättigungseinheit (1) und einer nachgeschalteten Kondensationseinheit (2), durch die zwischen einem Einlass (3) und einem zu einer Zähleinheit (16) führenden Auslass (4) zumindest ein Kanal (5) für einen Aerosolstrom verläuft. Die Sättigungseinheit (1) und die Kondensationseinheit (2) weisen eine Mantelhülse (12) mit einer inneren Mantelwandung (21) auf, die von einem Kern (6) durchsetzt ist, wobei die Kernwandung (20) und die innere Mantelwandung (21) einen zwischen ihnen gebildeten Kanal (5) begrenzen.

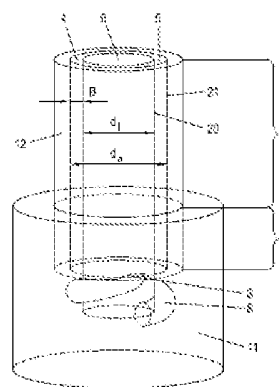


Fig. 1

Beschreibung

KONDENSATIONSPARTIKELZÄHLER MIT EINER SÄTTIGUNGSEINHEIT UND EINER NACHGESCHALTETEN KONDENSATIONSEINHEIT

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kondensationspartikelzähler mit einer Sättigungseinheit und einer nachgeschalteten Kondensationseinheit, durch die zwischen einem Einlass und einem zu einer Zählereinheit führenden Auslass zumindest ein Kanal für einen Aerosolstrom verläuft.

[0002] Kondensationspartikelzähler sind im Stand der Technik seit langem bekannt und werden beispielsweise in der Reinraumtechnik oder zur Messung von Abgasströmen verwendet.

[0003] Ein Beispiel für den grundsätzlichen Aufbau eines Kondensationspartikelzählers kann etwa der EP 2194370 A1 oder EP 2194371 A1 entnommen werden. Diese offenbaren einen Kondensationspartikelzähler mit einer Sättigungseinheit, einem Kondensator und einer optischen Messzelle, wobei die Sättigungseinheit in einem Winkel von ca. 6 bis 7° geneigt, in Strömungsrichtung ansteigend angeordnet ist. Sie besteht aus einem länglichen, quadratischen Aluminiumblock, der mit einer elektrischen Heizvorrichtung ausgestattet ist. Die zylindrische Innenwandung des Aluminiumblocks ist mit einem porösen Belag aus geschäumten Polyethylen ausgekleidet, der über ein Reservoir mit einem zu verdampfenden Arbeitsmedium, beispielsweise Butanol, gespeist wird. Das Aerosol strömt von einem Einlass am unteren Ende der Sättigungseinheit durch diesen hindurch, wobei eine gesättigte Atmosphäre erzeugt wird, und gelangt am oberen Ende der Sättigungseinheit über eine Austrittsöffnung in ein vertikal angeordnetes, gekühltes Steigrohr, das als Kondensator wirkt, und in dem der übersättigte Dampf an den Partikeln kondensiert. Die auf diese Weise im Kondensator auf eine Größe von einigen Mikrometern vergrößerten Partikel gelangen dann über eine Vereinzelungsdüse in eine Messkammer, in welcher sie mithilfe eines Laseroptiksystems detektiert und gezählt werden. Der Partikelstrom wird dabei von einer Vakuumpumpe erzeugt, die der Messkammer nachgeschaltet ist.

[0004] Zur Strömungshomogenisierung in der Sättigungseinheit ist es aus den obengenannten Druckschriften weiters bekannt, im Strömungskanal zentrisch ein als Stab ausgebildetes Verdrängungselement anzuordnen. Durch den L-Förmigen Übergang zwischen der Sättigungseinheit und dem Kondensator kommt es jedoch im Kondensator zu Strömungsstörungen, die zu erheblichen Partikelverlusten und damit zu einem verfälschten Messergebnis führen. Weiters führen die Strömungen zu einer stark verschmierten Zähleffizienzkurve in Hinblick auf die Größe der aufzuwachsenden Aerosole.

[0005] Allgemein liegt ein Problem bei der Konzeption von Kondensationspartikelzählern darin, dass die für die erforderliche Sättigung notwendige Mindestbaulänge der Sättigungseinheit Einschränkungen bei der Miniaturisierung der Vorrichtung mit sich bringt. Der Aufbau muss auch dafür Sorge tragen, dass etwaige Partikelverluste minimiert werden. Zu Partikelverlusten kann es insbesondere dann kommen, wenn der Strömungskanal in der Sättigungseinheit zu breit ist. Eine Verschmälerung des Strömungskanals führt jedoch dazu, dass die Länge der Sättigungseinheit erhöht werden muss.

[0006] Hinsichtlich der Abmessungen von Sättigungseinheit und Kondensationseinheit wurden beispielsweise für einen einfachen zylindrischen Kanal durch Simulation für einen Volumenstrom von 1.000 sccm die folgenden Richtwerte ermittelt:

[0007] 1.) Sättigungseinheit

[0008] $L_s = 1167/R_s$

[0009] R_s ...Radius des Strömungskanals in der Sättigungseinheit [mm]

[0010] L_s ...Aktive Sättigerlänge [mm]

[0011] Für einen Durchmesser $D = 6\text{mm}$ ergibt sich eine konstruktive Länge der Sättigungseinheit von mindestens 300 mm (dies entspricht etwa 77 % des Wertes gemäß obiger Formel).

[0012] 2.) Kondensationseinheit

[0013] $L_k = 1390/R_k$

[0014] R_k ...Radius des Strömungskanals der Kondensationseinheit [mm]

[0015] L_k ...gekühlte Kondenserlänge [mm]

[0016] Für einen Durchmesser $D = 10$ mm ergibt sich eine konstruktive Länge der Kondensationseinheit von mindestens 200 mm (dies entspricht etwa 72% des Wertes gemäß obiger Formel).

[0017] Für den gesamten Strömungskanal ergibt sich somit eine minimale Gesamtlänge von etwa 500 mm.

[0018] Aus der US 3,738,751 ist ein diskontinuierlich arbeitender Kondensationskernzähler mit einer zylindrischen Sättigungseinheit bekannt, die von einem hohlen Kern durchsetzt ist, wobei als Dochtelemente für das Arbeitsfluid ein Fellbelag vorgesehen ist, der sowohl an der Außenwandung des Zylinders, als auch an der Außenwandung des Kerns angeordnet ist. Zur Messung wird die mit dem Arbeitsfluid gesättigte Atmosphäre über eine Leitung aus der Sättigungseinheit abgesaugt und in eine Kondensationskammer verbracht, die sich in dem hohlen Kern der Sättigungseinheit befindet. Danach wird über eine Kolbeneinheit der Druck in der Kondensationskammer verringert, wodurch sich die Kondensationskeime an den Partikeln bilden. Der Partikelanteil wird dann mittels einer elektro-optischen Messanordnung, die auf einer Durchleuchtung der Kondensationskammer basiert, ausgewertet.

[0019] Die Lehren aus der US 3,738,751 können nicht ohne weiteres auf kontinuierlich arbeitende Partikelzähler umgelegt werden. Insbesondere befindet sich der Kondensator bei der US 3,738,751 mittig in der beheizten Sättigungseinheit, wodurch eine für kontinuierlich arbeitende Vorrichtungen erforderliche Kühlung des Kondensators verhindert wird. Weiters ist es zweckmäßig, dass der Partikelstrom im Kondensator gegen die Schwerkraft von unten nach oben verläuft, da dies sicherstellt, dass anfallendes Kondensat an den Wänden nach unten rinnt und somit die nachgeschaltete optische Zähleinheit nicht verschmutzt.

[0020] US 2013/0180321 A1 offenbart einen Partikelzähler, bei dem die Sättigungseinheit eine Mantelhülse aufweist, in der als Sättigungsorgan ein im Wesentlichen zylindrisches poröses Element angeordnet ist. Das poröse Element ist von einem Kern durchsetzt, wobei im porösen Element im Bereich zwischen dem Kern und der Mantelhülse zwei parallel zur Kernachse verlaufende vertikale Strömungsgänge für den Partikelstrom angeordnet sind. Zwischen dem porösen Element und der Mantelwandung ist zumindest ein Spalt vorgesehen, um nachteilige Kapillareffekte zu vermeiden.

[0021] US 6,498,641 B1 offenbart einen Kondensationspartikelzähler mit einer Sättigungseinheit und einer Kondensationseinheit, wobei die Kondensationseinheit von einem kegelförmigen Kern durchsetzt ist, unter dessen Basisfläche die Sättigungseinheit angeordnet ist. Die Strömung wird unterhalb des Kerns zentral eingebracht und verläuft im Bereich der Sättigungseinheit unterhalb des Kerns radial nach außen.

[0022] Der Erfindung liegt unter anderem die Aufgabe zugrunde, einen Kondensationspartikelzähler zu schaffen, der eine besonders kompakte Bauform mit einer erhöhten Leistungsfähigkeit vereint.

[0023] Dieses und weitere Ziele werden von einem Kondensationspartikelzähler der eingangs genannten Art erreicht, bei dem die Sättigungseinheit und die Kondensationseinheit eine Mantelhülse mit einer inneren Mantelwandung aufweisen, die von einem Kern durchsetzt ist, wobei die Kernwandung und die innere Mantelwandung den zwischen ihnen gebildeten Kanal begrenzen. Diese Ausführungsform ermöglicht eine einfache und kostengünstige Bauweise, die mit einem vorteilhaften Strömungsverlauf kombiniert ist. Der kontinuierliche Partikelstrom durchläuft die Sättigungseinheit und die Kondensationseinheit vom Einlass bis zum Auslass, wobei über den gesamten Kanal ein wohldefinierter Strömungsverlauf mit einer vorzugsweise im Wesentlichen laminaren Strömung erzielt werden kann. Dabei können Mantel- und Kernwandung über

ihren jeweiligen gesamten Umfang beabstandet sein und so den Kanal bilden, der Kanal kann aber auch nur in einem oder mehreren Umfangsbereichen ausgebildet sein und Mantel- und Kernwandung berühren sich in den übrigen Bereichen.

[0024] Dabei lassen sich die erfindungsgemäßen Vorteile auf konstruktiv einfache Weise verwirklichen. Um den Strömungsverlauf vorteilhaft zu beeinflussen können die Kernwandung und/oder die Mantelwandung glatt verlaufend oder konturiert ausgebildet sein. Zum Beispiel können sie eine wendelartige Kontur aufweisen.

[0025] In vorteilhafter Weise kann der Kanal einen ringförmigen Querschnitt mit einem Kerndurchmesser d_i und einem Mantelwandungsdurchmesser d_a aufweisen. Die jeweiligen Durchmesser können dabei über die Längserstreckung des Kanals hin variieren. In einer Variante der Erfindung ist der ringförmige Querschnitt des Kanals entlang der Längsrichtung des Kanals konstant. Dies ermöglicht eine homogene Übersättigung in der Kondensationseinheit bei kurzer Bauform, wobei die Kernwandung und die Mantelwandung vorzugsweise konzentrisch angeordnet sind. Alternativ könnten der Kern und/oder die Mantelwandung beispielsweise auch eine Kegel-, beziehungsweise Kegelstumpfform aufweisen.

[0026] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Kanal bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Kondensationspartikelzählers im Wesentlichen vertikal angeordnet.

[0027] Dadurch wird der Ablauf des Kondensats im Kondensor sichergestellt und das Reservoir kann in Bezug auf den oder die Sättigungsorgane vorteilhaft angeordnet werden.

[0028] Weiters kann in vorteilhafter Weise zwischen der Sättigungseinheit und der Kondensationseinheit ein Kondensatfänger vorgesehen sein, um das in der Kondensationseinheit bzw. in Richtung der Sättigungseinheit zurückfließende Kondensat aufzufangen.

[0029] In vorteilhafter Weise kann der Kondensatfänger als Filtrationselement ausgebildet sein, beispielsweise in Form eines Molekularsiebs. Dadurch lässt sich das zurückfließende Kondensat in der Sättigungseinheit wiederverwenden, wobei sichergestellt ist, dass die Reinheit des Kondensats der des Betriebsmittels entspricht.

[0030] In einer weiteren vorteilhaften erfindungsgemäßen Ausführungsform verläuft der Kanal geradlinig. Ein geradliniger Verlauf ohne Krümmungen, Kurven oder Kanten erleichtert den Zusammenbau der Einheit.

[0031] In einer beispielhaften spezifischen Ausführungsform der Erfindung kann der Kanal eine Spaltbreite B im Bereich von etwa 2,3 mm bis etwa 3,0 mm und eine Länge L_s der Sättigungseinheit im Bereich von etwa 62 mm bis etwa 82 mm aufweisen. Im Bereich dieser Abmessungen ist eine Minimierung der Partikelverluste zu erwarten. Im Vergleich zu einer Sättigungseinheit ohne Kern und mit einem Radius von 2,3 bis 3,0 mm entspricht dies einer Verkürzung der erforderlichen Baulänge um mehr als 70 %.

[0032] In vorteilhafter Weise kann an der Kernwandung und an der Mantelwandung ein von einem Arbeitsmittel tränkbares Sättigungsorgan vorgesehen sein. Das Sättigungsorgan bedeckt dabei die Kern- und Mantelwandung zumindest teilweise oder auch vollständig. Indem auch am Kern ein Sättigungsorgan angeordnet ist, kann die Baulänge der Sättigungseinheit verkürzt werden. Alternativ ist es auch möglich, als Kern einen einfachen Metallteil zu verwenden, um eine einfache und kostengünstige Lösung zu realisieren. Als Sättigungsorgan können beispielsweise ein flächiges Dochtelement oder Wick, ein offenporiges Schaummaterial oder ein anderes im Stand der Technik bekanntes und für diesen Zweck geeignetes Material verwendet werden.

[0033] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann die Innenfläche des Basiskörpers und/oder die Mantelwandung und/oder die Kernwandung im Bereich der Berührungsfläche zum jeweiligen Sättigungsorgan mit einem Material beschichtet sein, das die Grenzflächenspannung zwischen dem Arbeitsfluid und der an das Sättigungsorgan angrenzenden Fläche senkt. Dadurch werden störende Kapillareffekte an den Grenzflächen vermieden.

[0034] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein,

dass der Kern zumindest im Bereich der Kondensationseinheit Kühlkanäle aufweist. Dadurch lässt sich die Kondensation verbessern und somit die Bauweise nochmals verkürzen.

[0035] Weiters kann zwischen dem Auslass der Kondensationseinheit und der Zählereinheit in vorteilhafter Weise eine Konditionierungseinheit für den Aerosolstrom vorgesehen sein. In einer Variante der Erfindung ist zwischen dem Auslass der Kondensationseinheit und der Zählereinheit, vorzugsweise stromabwärts einer Konditionierungseinheit für den Aerosolstrom, eine Vereinzelungsdüse vorgesehen. Dies erlaubt es, die Vorrichtung an verschiedenartige Zählereinheiten und an unterschiedliche Einsatzbedingungen anzupassen und durchgängig eine definierte und im Wesentlichen laminare Strömung zu gewährleisten.

[0036] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann dem Einlass zur Sättigungseinheit eine spiralförmige Zuleitung vorgelagert sein. Dadurch lässt sich mit einer geringen Bauhöhe eine homogene Strömung erzielen, was wiederum die Partikelverluste minimiert. Günstigerweise ist der Kern zumindest teilweise von der spiralförmigen Zuleitung umgeben.

[0037] Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 4 näher erläutert, die beispielhaft, schematisch und nicht einschränkend vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung zeigen. Dabei zeigt

- [0038]** Fig. 1 die Sättigungseinheit und die daran anschließende Kondensationseinheit in einer perspektivischen, schematischen Darstellung;
- [0039]** Fig. 2 eine vertikale Schnittansicht der Einheit der Fig. 1;
- [0040]** Fig. 3 eine vertikale Schnittansicht von der Kondensationseinheit nachgelagerten Einheiten; und
- [0041]** Fig. 4 ein Diagramm zur Erläuterung des Zusammenhangs zwischen Bauhöhe und Spaltbreite in der Sättigungseinheit.

[0042] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der Sättigungseinheit 1 und der Kondensationseinheit 2 des erfindungsgemäßen Kondensationspartikelzählers. Die Baueinheit weist eine Basis 11 auf, in der eine Mantelhülse 12 mit einem konzentrisch darin angeordneten Kern 6 angeordnet sind, wobei die dem Kern 6 zugewandte Oberfläche der Mantelhülse 12 als Mantelwandung 21 bezeichnet wird. Die der Mantelhülse 12 zugewandte Oberfläche des Kerns 6 wird dementsprechend als Kernwandung 20 bezeichnet.

[0043] Mantelhülse 12 und der Kern 6 ragen nach oben aus der Basis 11 heraus. Mantelhülse 12 und Kern 6 sind voneinander beabstandet, sodass sie einen Kanal 5 mit einem ringförmigen Querschnitt ausbilden, wobei der Innendurchmesser der Mantelhülse 12 dem äußeren Durchmesser des Kanals entspricht (Manteldurchmesser d_a) und wobei der innere Durchmesser des Kanals dem Kerndurchmesser d_i entspricht. Für die Spaltbreite B zwischen Mantelwandung 21 und Kernwandung 20 gilt somit $B = (d_a - d_i) / 2$. Die Spaltbreite B ist im dargestellten Ausführungsbeispiel konstant entlang der Längserstreckung des Kanals 5, kann aber auch variieren.

[0044] In der Basis 11 ist eine Zuleitung 8 vorgesehen, über die der zu analysierende Aerosolstrom eingebracht wird. Die Zuleitung 8 ist im Wesentlichen spiralförmig um den Kern herum geführt und mündet am unteren Ende der Sättigungseinheit 1 mit einem Einlass 3 in den Kanal 5. Durch die spiral- bzw. schraubenförmige Krümmung der Zuleitung 8 wird das Strömungsverhalten des Aerosolstroms innerhalb des Kanals 5 definiert, wobei im Kanal 5 vorzugsweise eine im Wesentlichen laminare Strömung erzeugt wird, die schraubenartig um den Kern nach oben verläuft und beim Auslass 4 austritt, nachdem sie die Sättigungseinheit 1 und die Kondensationseinheit 2 durchströmt hat. Vorzugsweise ist der Querschnitt der Zuleitung beim Einlass 3 an den ringförmigen Querschnitt angepasst um Strömungskanten weitgehend zu vermeiden. Je nach Erfordernis kann für die Zuleitung 8 auch eine andere Form gewählt werden, wobei zum Beispiel auch eine zur Kernachse parallele laminare Strömung oder eine turbulente Strömung bewirkt werden kann.

[0045] In Fig. 2 ist die in Fig. 1 dargestellte Baugruppe nochmals in einer Schnittansicht dargestellt. Unterhalb der Sättigungseinheit 1 ist in dem Bereich, in dem auch die spiralförmige Zulei-

tung 8 verläuft, ein Reservoir 18 für das Arbeitsfluid 13 vorgesehen. Rund um den Kern 6 und an der Mantelwandung 21, bzw. im Bereich des Reservoirs 18 an einer Innenwandung der Basis 11, ist jeweils ein Sättigungsorgan 7, 7' vorgesehen, welches sich jeweils über die gesamte Länge L_s der Sättigungseinheit 1 und nach unten in das Reservoir 18 hinein erstreckt und die Mantelwandung 21 und die Kernwandung 20 zumindest teilweise bedeckt. Um störende Kapillareffekte zu vermeiden, kann die Innenfläche des Basiskörpers 11 und/oder die Außenfläche des Kerns 6 im Bereich der Berührungsfläche zum jeweiligen Sättigungsorgan 7, 7' mit einem Material beschichtet sein, das die Grenzflächenspannung zwischen dem Arbeitsfluid und der an das Sättigungsorgan 7, 7' angrenzenden Fläche so senkt, dass eine Kapillarkwirkung verhindert wird. Als Beschichtungsmaterial könnten dazu zum Beispiel Teflon oder nicht-polare Kunststoffe verwendet werden. Das untere Ende der Sättigungsorgane 7, 7' taucht in die Arbeitsflüssigkeit, zum Beispiel Butanol, ein, und saugt die Flüssigkeit wie ein Schwamm auf. Die Sättigungseinheit 1 wird durch eine in der Basis 11 vorgesehene Heizvorrichtung (nicht dargestellt) erwärmt, um das Arbeitsfluid 13 über die Sättigungsorgane 7, 7' zu verdampfen, sodass am oberen Ende der Sättigungsvorrichtung 1 eine gesättigte Atmosphäre vorherrscht.

[0046] Am Übergang von der Sättigungseinheit 1 (die im Wesentlichen innerhalb der Basis 11 angeordnet ist) zu der nach oben aus der Basis 11 herausragenden Kondensationseinheit 2 ist rund um den Kern 6 sowie an der Mantelwandung 21 jeweils ein ringförmiger Kondensatfänger 9, 9' für das an den Wänden der Kondensationseinheit zurückfließende Kondensat angeordnet. Der Kondensatfänger 9, 9' kann als Mikrofilter/Molekularsieb ausgebildet sein, sodass das zurückfließende Kondensat vom Kondensatfänger 9, 9' aufgefangen, in diesem gefiltert und derart aufbereitet wieder an die Sättigungsorgane 7, 7' abgegeben wird. Alternativ kann das Kondensat auch über eine Ableitung (nicht dargestellt) abgeführt und nach einer Aufbereitung wieder dem Reservoir zugeführt werden.

[0047] Der Übergang von der Sättigungseinheit 1 zur Kondensationseinheit 2 wird von der Aerosolströmung im Wesentlichen ungehindert passiert, wobei die Strömung weiterhin schraubenförmig nach oben verläuft und im Kondensator 2 abgekühlt wird. Die Kühlung erfolgt im Wesentlichen durch Konvektion über die verhältnismäßig dünne Mantelhülse 12. Um die Kühlwirkung zu verstärken können im Kern zusätzlich Kühlkanäle 10 vorgesehen sein, die von einem Kühlmedium durchströmt werden. Auch die Mantelhülse 12 kann aktiv gekühlt werden, beispielsweise über entsprechende Kühlkanäle oder über Kühlschlangen oder Kühlrippen an der Außenfläche der Mantelhülse 12.

[0048] Während das Aerosol durch die Kondensationseinheit 2 strömt, kondensiert das Arbeitsfluid an den Partikeln, die als Kondensationskeime wirken, und wachsen dadurch bis zum Auslass 4 der Kondensationseinheit 2 auf eine Größe an, die mit einer optischen Messvorrichtung gemessen werden kann. Dazu wird der Aerosolstrom mit den aufkondensierten Partikeln nach dem Auslass 4 zu einer Zähleinheit weitergeleitet, wobei der Strömungsquerschnitt nach dem Auslass 4 an die jeweiligen Gegebenheiten und Erfordernisse angepasst sein kann. Wie dies in Fig. 3 schematisch dargestellt ist, kann dazu beispielsweise nach dem Auslass 4 eine Konditionierungseinheit 14 den ringförmigen Strömungsquerschnitt wieder zu einem einzelnen durchgängigen Querschnitt zusammenführen, wobei in Fig. 3 ein spitz zusammenlaufender Kernfortsatz 15 an den Kern 6 anschließend vorgesehen ist, um die Strömung vorteilhaft zu beeinflussen. Nach der Konditionierungseinheit 14 wird der Aerosolstrom der Zähleinheit 16 zugeführt, wobei die Zähleinheit 16 im dargestellten Fall eine Vereinzelungsdüse 17 aufweist, mittels der die aufkondensierten Partikel zur Detektion vereinzelt durch den Fokus einer Laseroptik geleitet werden.

[0049] Die Konditionierungseinheit 14 kann auch mit einer Kühlung versehen sein, um ein weiteres Kondensieren des Aerosolstroms und ein weiteres Anwachsen der Partikel in der Konditionierungseinheit 14 zu bewirken. In diesem Fall könnte die Konditionierungseinheit 14 auch als ein weiterer Kondensator betrachtet werden, wobei eine zweistufige Kondensation verwirklicht wird.

[0050] Fig. 4 veranschaulicht in einem Diagramm den Zusammenhang zwischen der Spaltbreite

B und der Länge L_s der Sättigungseinheit, wie er für eine beispielhafte erfindungsgemäße Ausführungsform durch Simulation ermittelt wurde. Die Gerade 19 entspricht einem Beispiel für das ermittelte optimale Verhältnis L_s/B , über das jeder Spaltbreite B eine optimale aktive Sättigerlänge L_s zugeordnet werden kann. Unter Berücksichtigung anderer Einschränkungen, wie etwa der Bauform und den Strömungsbedingungen, kann für die Spaltbreite B ein zweckmäßiger Bereich B_{OPT} definiert werden, der zwischen einer minimalen Spaltbreite B_{min} und einer maximalen Spaltbreite B_{max} liegt. Diesem Bereich zwischen B_{min} und B_{max} kann über die Gerade 19 ein entsprechender Längenbereich L_{OPT} für die Sättigungseinheit $L_{s,min} - L_{s,max}$ zugeordnet werden.

[0051] Neben der Länge L_s der Sättigungseinheit und der Spaltbreite B können auch die Länge L_R des Reservoirs, die Länge L_K des Kondensators, der Kerndurchmesser d_i und der Manteldurchmesser d_a , die in Fig. 2 eingezeichnet sind, gemäß den jeweiligen Vorgaben und Einsatzbedingungen optimiert werden. Die Durchführung einer solchen Optimierung liegt im Kenntnisbereich des Fachmanns.

Patentansprüche

1. Kondensationspartikelzähler mit einer Sättigungseinheit (1) und einer nachgeschalteten Kondensationseinheit (2), durch die zwischen einem Einlass (3) und einem zu einer Zählereinheit (16) führenden Auslass (4) zumindest ein Kanal (5) für einen Aerosolstrom verläuft, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sättigungseinheit (1) und die Kondensationseinheit (2) eine Mantelhülse (12) mit einer inneren Mantelwandung (21) aufweisen, die von einem Kern (6) durchsetzt ist, wobei die Kernwandung (20) und die innere Mantelwandung (21) den zwischen ihnen gebildeten Kanal (5) begrenzen.
2. Kondensationspartikelzähler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kanal (5) einen ringförmigen Querschnitt mit einem Kerndurchmesser (d_i) und einem Mantelwandungsdurchmesser (d_a) aufweist.
3. Kondensationspartikelzähler nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der ringförmige Querschnitt des Kanals (5) entlang der Längsrichtung des Kanals (5) konstant ist.
4. Kondensationspartikelzähler nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kanal (5) bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Kondensationspartikelzählers im Wesentlichen vertikal angeordnet ist.
5. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Sättigungseinheit (1) und der Kondensationseinheit (2) ein Kondensatfänger (9) vorgesehen ist.
6. Kondensationspartikelzähler nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kondensatfänger (9) als Filtrationselement ausgebildet ist.
7. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kanal (5) geradlinig verläuft.
8. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kanal eine Spaltbreite (B) im Bereich von etwa 2,3 mm bis etwa 3,0 mm und eine Länge (L) im Bereich von etwa 62 mm bis etwa 82 mm aufweist.
9. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Kernwandung (20) und an der Mantelwandung (21) ein von einem Arbeitsmittel tränkbares Sättigungsorgan (7) vorgesehen ist.
10. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenfläche des Basiskörpers (11) und/oder die Mantelwandung (21) und/oder die Kernwandung (20) im Bereich der Berührungsfläche zum jeweiligen Sättigungsorgan (7, 7') mit einem Material beschichtet ist, das die Grenzflächenspannung zwischen dem Arbeitsfluid und der an das Sättigungsorgan (7, 7') angrenzenden Fläche senkt.
11. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kern (6) zumindest im Bereich der Kondensationseinheit (2) Kühlkanäle (10) aufweist.
12. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Auslass (4) der Kondensationseinheit (3) und der Zählereinheit (16) eine Konditionierungseinheit (14) für den Aerosolstrom vorgesehen ist.
13. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Auslass (4) der Kondensationseinheit (3) und der Zählereinheit (16), vorzugsweise stromabwärts einer Konditionierungseinheit (14) für den Aerosolstrom, eine Vereinzelungsdüse (17) vorgesehen ist.
14. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Einlass (3) der Sättigungseinheit eine spiralförmige Zuleitung (8) vorgelagert ist.

15. Kondensationspartikelzähler nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kern (6) zumindest teilweise von der spiralförmigen Zuleitung (8) umgeben wird.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

1/4

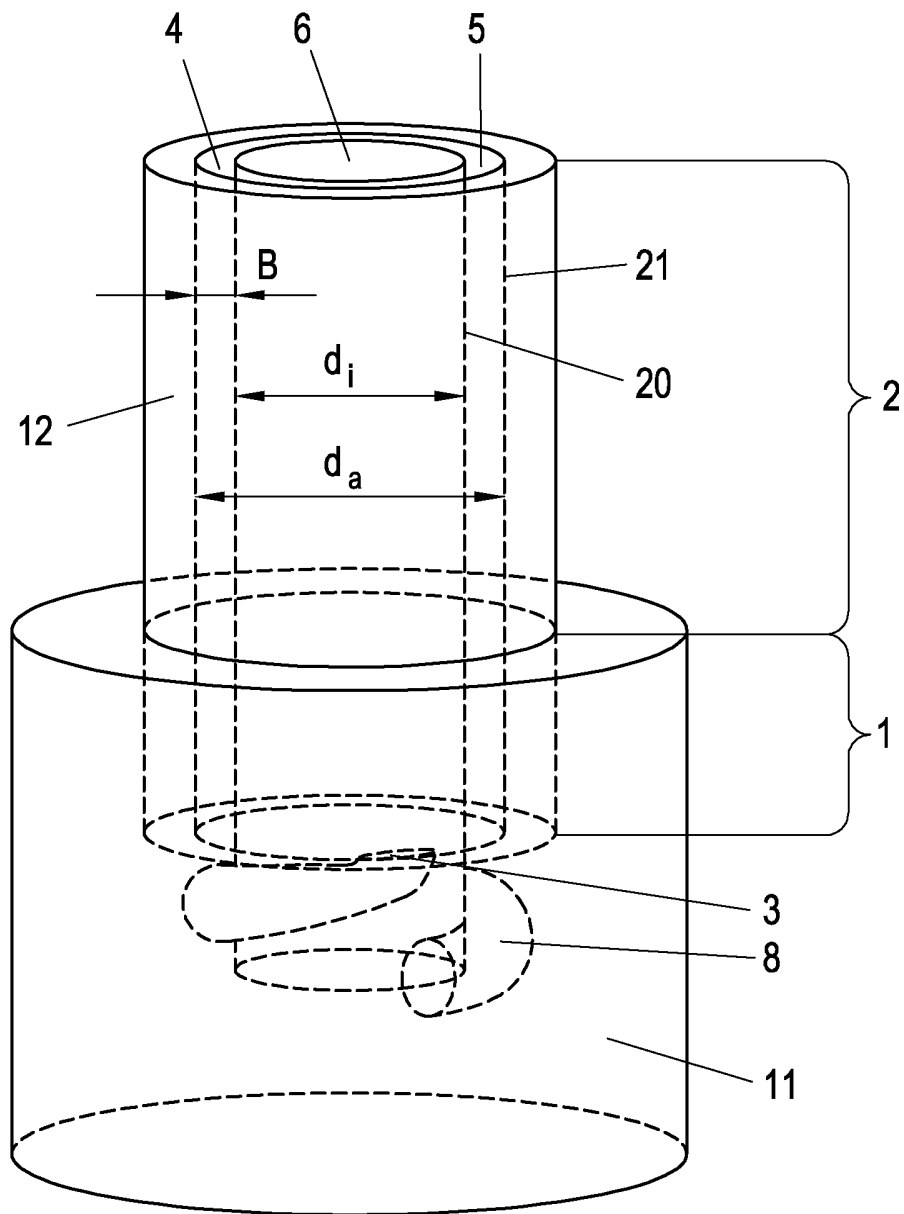


Fig. 1

2/4

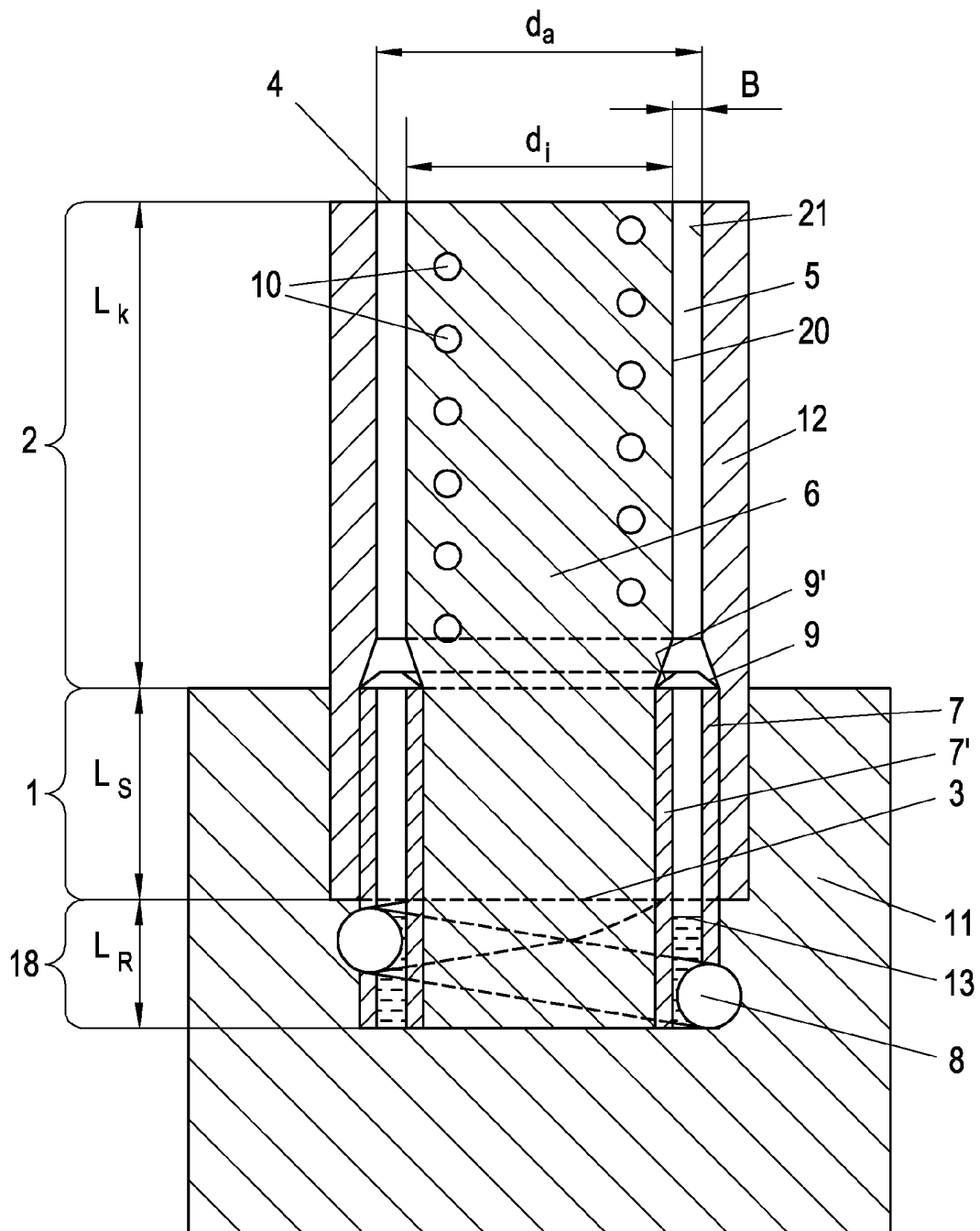


Fig. 2

3/4

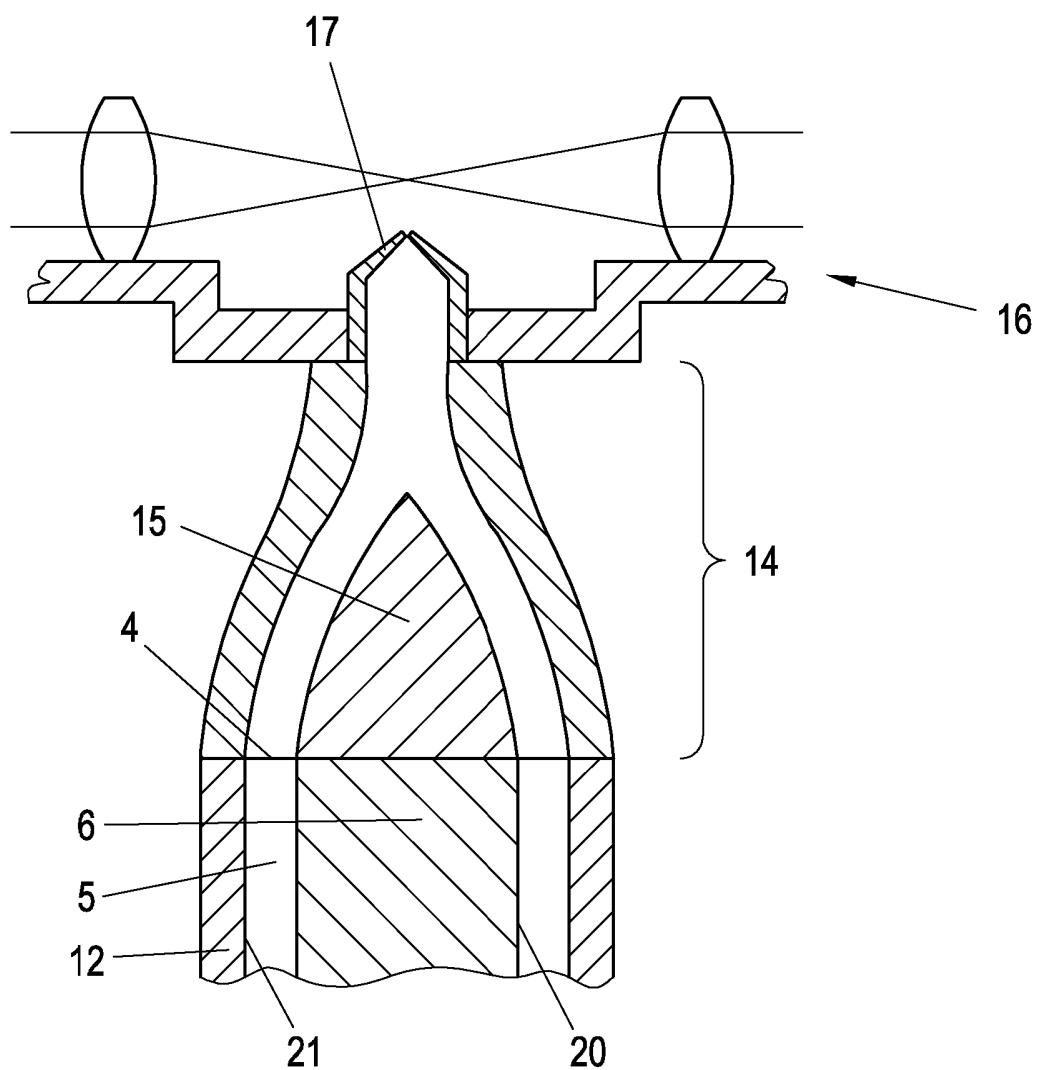


Fig. 3

4/4

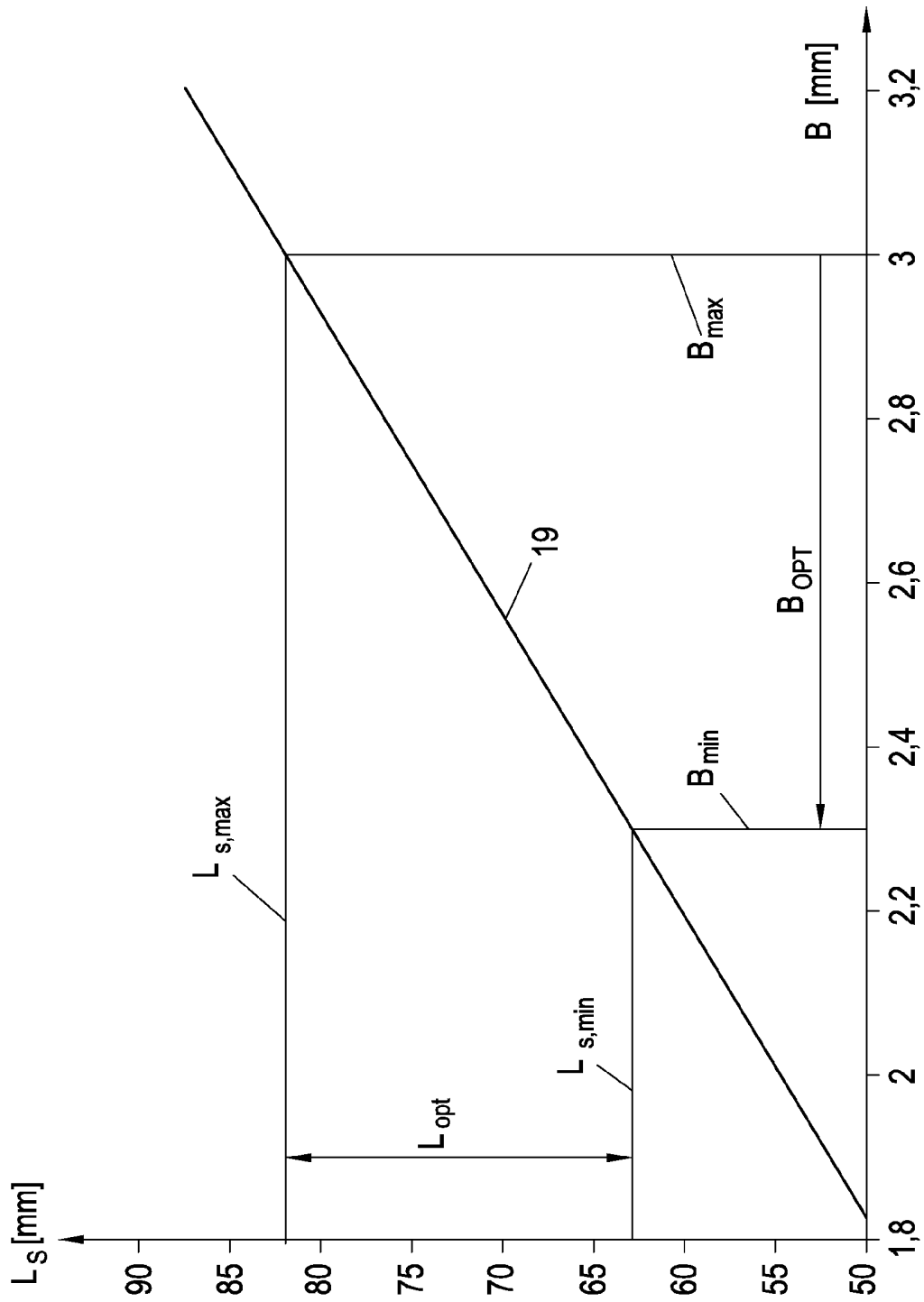


Fig. 4