

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50356/2017
(22) Anmeldetag: 03.05.2017
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2019

(51) Int. Cl.: **G01N 15/06** (2006.01)
G01N 21/15 (2006.01)
G01N 21/01 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:

EP 1879016 A2
EP 1014075 A1
WO 02075285 A2
DE 10307805 A1
DE 10392592 T5
DE 102012215830 A1
US 2016377539 A1
EP 1953523 A2

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

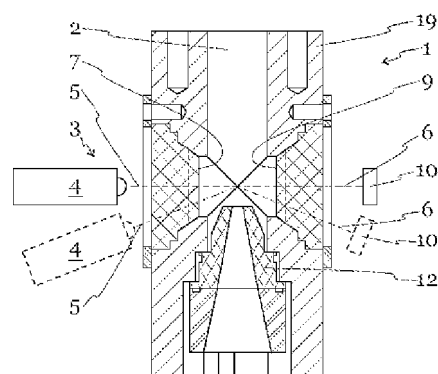
(72) Erfinder:
Kupper Martin Dipl.Ing.
8010 Graz (AT)
Buchberger Anton
8224 Kaindorf (AT)

(74) Vertreter:
Kopetz Heinrich Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(54) **Kondensationspartikelzähler mit Trennelement**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kondensationspartikelzähler mit Messvorrichtung (1) und ein Verfahren zur Partikelmessung, wobei die Messvorrichtung (1) einen von einem partikelbeladenen Aerosolstrom (8) durchströmten Messkanal (2) und eine optische Messeinrichtung (3) umfasst, deren von einer Strahlungsquelle (4) entlang einer Hauptachse (5) ausgehende Messstrahlung (6) im Messbetrieb durch einen Eintrittsabschnitt (7) in den Messkanal (2) eintritt, den Aerosolstrom (8) im Messkanal (2) durchsetzt, durch einen Austrittsabschnitt (9) aus dem Messkanal (2) austritt und auf mindestens einen Strahlungsdetektor (10) der optischen Messeinrichtung (3) trifft, wobei mindestens ein für die Messstrahlung (6) durchlässiges Trennelement (11) vorgesehen ist, durch das die Messstrahlung (6) im Messbetrieb hindurchtritt, wobei ein Austritt des Aerosolstroms (8) aus dem Messkanal (2) zu der Strahlungsquelle (4) und/oder zu dem Strahlungsdetektor (10) durch das mindestens eine Trennelement (11) verhindert ist. Erfindungsgemäß ist eine auf die Messkanalanordnung (13) und/oder auf den Messkanal (2) und/oder auf den Aerosolstrom (8) wirkende Heizanordnung (18) zur Temperierung des Messkanals (2) bzw. der dem Aerosolstrom (8) zugewandten Fläche des Messkanals (2) vorgesehen.

Fig.3



Beschreibung

KONDENSATIONSPARTIKELZÄHLER MIT TRENNELEMENT

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kondensationspartikelzähler sowie ein Verfahren zur Partikelmessung gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

[0002] Kondensationspartikelzähler sind bekannte Messvorrichtungen, bei denen ein Aerosol, beispielsweise ein partikelbeladener Abgasstrom einer Verbrennungskraftmaschine, durch eine Messkanalanordnung gefördert wird. Entlang dieser Messkanalanordnung sind nacheinander eine Sättigungsvorrichtung, eine Kondensationsvorrichtung sowie ein Partikeldetektor angeordnet. In einem ersten Schritt wird das Aerosol durch die Sättigungsvorrichtung mit einem Betriebsstoff, beispielsweise mit einem flüssigen oder dampfförmigen Betriebsstoff wie einem Alkohol, angereichert und/oder gesättigt. Das mit diesem Betriebsstoff gesättigte oder angereicherte Aerosol wird in einem weiteren Schritt durch eine Kondensationsvorrichtung geleitet, in welcher das Aerosol mit dem Betriebsstoff übersättigt wird. Diese Übersättigung kann beispielsweise durch Kühlung des angereicherten Aerosols herbeigeführt werden.

[0003] Bei diesem Vorgang wirken die Partikel des Aerosols als Kondensationskeime, wodurch der Betriebsstoff auf diese Partikel im Aerosol aufkondensiert, und die Größe dieser Partikel dadurch zunimmt. Durch diese Vergrößerung können auch kleine Partikel von dem Partikeldetektor erfasst werden. Herkömmliche Partikeldetektoren sind beispielsweise als Partikelzähler und insbesondere als Streulichtdetektoren ausgeführt, bei denen an oder von den Partikeln gestreutes Licht von einem Detektor erfasst und ausgewertet wird. Dabei werden im Detektor einzelne Pulse detektiert, die ausgewertet und gezählt werden können.

[0004] Derartige Vorrichtungen zeigen beispielsweise EP 1 879 016 A2, EP 1 014 075 A1, DE 10307805 A1, DE 1010392592 T5, DE 10 2012 215 830 A1 und EP 1 953 523 A2.

[0005] Bei herkömmlichen Kondensationspartikelzählern tritt das Problem auf, dass im Messbereich die Temperatur des Aerosolstroms im Bereich der Taupunkte unterschiedlicher Abgasbestandteile liegt. Neben unverbrannten Kohlenwasserstoffen umfasst das Abgas einer Verbrennungskraftmaschine beispielsweise auch Wasserdampf. Ein Kondensieren dieser Bestandteile durch Selbstnukleation verfälscht die Messergebnisse. Zur Partikelzählung werden daher gegebenenfalls vor dem Kondensationspartikelzähler Vorrichtungen zur Konditionierung des Abgases, insbesondere zur Trocknung des Abgases, eingesetzt. Jedoch wird auch durch diese Vorkonditionierungsvorrichtungen die Zusammensetzung des Abgases verändert, wodurch die Messgenauigkeit verschlechtert und das Messergebnis verfälscht wird.

[0006] Von einer Erhöhung der Temperatur des Aerosolstroms in einen Bereich oberhalb der Taupunkte der maßgeblichen Komponenten des Abgases wurde bisher in der Praxis aus unterschiedlichen Gründen Abstand genommen. So weisen herkömmliche Betriebsmittel einen Siedepunkt auf, der nur knapp oberhalb des Taupunkts von Wasser liegt. Würde der Aerosolstrom über den Taupunkt erhitzt, um die Selbstnukleation von Wasser zu unterbinden, so wechselt auch der Betriebsstoff wieder in den dampfförmigen Aggregatzustand, womit dieser von den Partikeln abdampft und die notwendige Vergrößerung der Partikel nicht stattfindet.

[0007] Abgase einer Verbrennungskraftmaschine, die mit schwefelhaltigen Brennstoffen betrieben werden, enthalten oft Schwefelsäure und/oder schwefelige Säure. Die Taupunkte dieser Bestandteile, die insbesondere als Säuretaupunkte bezeichnet werden, liegen im Bereich von etwa 120°C bis 150°C. Beim Unterschreiten der Taupunkte kann es zu einer Selbstnukleation und/oder zur Kondensation der Säuren kommen, wodurch das Messergebnis verfälscht werden kann. Da insbesondere Schwefelsäure hochkorrosiv wirkt, ist es vorteilhaft, auch diesen Bestandteil dampfförmig durch das Messgerät zu fördern, womit Betriebstemperaturen von über 150°C vorteilhaft wären. Eine derart starke Temperaturerhöhung ist bei herkömmlichen Kondensationspartikelzählern jedoch nicht möglich. Herkömmliche Kondensationspartikelzähler umfassen im Messbereich eine quer zum Aerosolstrom verlaufende Messküvette, bei der an einer Seite eine Strahlungsquelle und an der anderen Seite ein Strahlungsdetektor angeordnet

sind. Sowohl die Strahlungsquelle als auch der Detektor haben einen zulässigen Betriebstemperaturbereich, der unter 150°C liegt. Die quer zum Aerosolstrom verlaufende Küvette wird aus diesem Grund schon bei herkömmlichen Kondensationspartikelzählern, welche auf einem niedrigen Temperaturniveau arbeiten, zur Kühlung mit Sekundärluft durchströmt. Durch diese Kühlung würde der Aerosolstrom bei höheren Temperaturen im Grenzbereich aber der Gasströmungen unter den Taupunkt abgekühlt werden, womit es zu einer Selbstnukleation und einer Ablagerung von - unter anderem - Schwefelsäuretröpfchen käme. Darüber hinaus kommt es durch die starke Aufheizung im Grenzbereich zwischen der Sekundärluft und der erhitzten Aerosolströmung zu einer Schlierenbildung, die das Messergebnis stark beeinträchtigt.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es somit, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und insbesondere einen verbesserten Kondensationspartikelzähler und ein verbessertes Verfahren zur Partikelmessung zu schaffen.

[0009] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird insbesondere durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0010] Insbesondere betrifft die Erfindung einen Kondensationspartikelzähler mit einer Messvorrichtung, wobei die Messvorrichtung einen im Messbetrieb von einem partikelbeladenen Aerosolstrom durchströmten Messkanal umfasst, wobei der Aerosolstrom insbesondere eine Mischung eines Trärgases mit einem partikelbeladenen Gas oder eine Mischung eines Trärgases mit einem partikelbeladenen Abgas einer Verbrennungskraftmaschine umfasst, wobei die Messvorrichtung eine optische Messeinrichtung umfasst, deren von einer Strahlungsquelle entlang einer Hauptachse ausgehende Messstrahlung im Messbetrieb durch einen Eintrittsabschnitt in den Messkanal eintritt, den Aerosolstrom im Messkanal durchsetzt, durch einen Austrittsabschnitt aus dem Messkanal austritt und, gegebenenfalls abgeschwächt und/oder abgelenkt, auf mindestens einen Strahlungsdetektor der optischen Messeinrichtung trifft, wobei mindestens ein für die Messstrahlung durchlässiges Trennelement vorgesehen ist, durch das die Messstrahlung im Messbetrieb hindurchtritt, und dass ein Austritt des Aerosolstroms aus dem Messkanal zu der Strahlungsquelle und/oder zu dem Strahlungsdetektor durch das mindestens eine Trennelement verhindert ist.

[0011] Dabei ist eine auf die Messkanalanordnung und/oder auf den Messkanal und/oder auf den Aerosolstrom wirkende Heizanordnung vorgesehen und es ist vorgesehen, dass die Heizanordnung im Messbetrieb derart ausgestaltet oder eingerichtet ist, dass die Temperatur im Messkanal der Messvorrichtung größer ist als 190°C und insbesondere größer ist als 200°C oder zwischen 220°C und 240°C und insbesondere bei 230°C liegt; und/oder dass die Heizanordnung im Messbetrieb derart ausgestaltet oder eingerichtet ist, dass die Oberflächentemperatur der dem Aerosolstrom zugewandten Fläche des Messkanals größer ist als 190°C und insbesondere größer ist als 200°C oder zwischen 220°C und 240°C und insbesondere bei 230°C liegt.

[0012] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Messkanal durch das Trennelement gegenüber der Strahlungsquelle und/oder gegenüber dem Strahlungsdetektor abgedichtet und insbesondere gasdicht abgedichtet ist.

[0013] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Trennelement ein Fenster, eine Linse, eine Brewster-Fensteranordnung und/oder einen Lichtleiter wie insbesondere eine Glasfaserleitung umfasst oder durch eine dieser Komponenten gebildet ist.

[0014] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das mindestens eine Trennelement im Eintrittsabschnitt und im Austrittsabschnitt angeordnet ist, insbesondere dass zwei Trennelemente vorgesehen sind, wobei ein Trennelement im Eintrittsabschnitt und ein Trennelement im Austrittsabschnitt angeordnet ist.

[0015] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass sich der Messkanal geschlossen durch die gesamte Messvorrichtung erstreckt, und/oder dass der Messkanal in der Messvorrichtung im Messbetrieb vollständig von dem Aerosolstrom durchströmt oder gefüllt ist und insbesondere im Wesentlichen totvolumenlos und/oder sekundärluftfrei ausgebildet ist.

[0016] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass eine Düse zur Einblasung des Aerosolstroms in den Messkanal oder in die Messvorrichtung vorgesehen ist, und dass die Düse unmittelbar vor der Hauptachse in den Messkanal oder in die Messvorrichtung mündet.

[0017] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Messkanal Teil einer Messkanalanordnung ist, dass sich die Messkanalanordnung von einer Einmündung durch einen Sättigungsbereich zur Anreicherung oder Sättigung des Aerosolstroms oder des Trägermediums des Aerosolstroms mit dem Betriebsstoff erstreckt, dass sich die Messkanalanordnung durch einen dem Sättigungsbereich in Strömungsrichtung nachgeschalteten Kondensationsbereich zur Übersättigung des Aerosolstroms und zur Anlagerung von kondensierendem Betriebsstoff an Partikeln des Aerosolstroms erstreckt, und dass sich die Messkanalanordnung durch die dem Kondensationsbereich in Strömungsrichtung des Aerosolstroms nachgeschaltete Messvorrichtung erstreckt.

[0018] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Heizanordnung im Messbetrieb derart ausgestaltet oder eingerichtet ist, dass die Temperatur des Aerosolstroms im Messkanal oder in der gesamten Messkanalanordnung größer ist als die Säuretaupunkttemperatur der gegebenenfalls im Aerosolstrom enthaltenen Säuren, oder dass die Temperatur des Aerosolstroms im Bereich der dem Aerosolstrom zugewandten Wand des Messkanals größer ist als die Säuretaupunkttemperatur der gegebenenfalls im Aerosolstrom enthaltenen Säuren, oder dass die Temperatur der dem Aerosolstrom zugewandten Wand des Messkanals größer ist als die Säuretaupunkttemperatur der gegebenenfalls im Aerosolstrom enthaltenen Säuren, wobei die Säuretaupunkttemperatur insbesondere die Säuretaupunkttemperatur von Schwefelsäure ist, die im Bereich von 120°C bis 150°C liegt.

[0019] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Heizanordnung im Messbetrieb derart ausgestaltet oder eingerichtet ist, dass die Temperatur im Sättigungsbereich und im Kondensationsbereich größer ist als 150°C oder größer ist als 180°C und insbesondere größer ist als 190°C, und dass die Heizanordnung derart eingerichtet ist, dass die Temperatur im Sättigungsbereich größer ist als im Kondensationsbereich und insbesondere größer ist als 200°C oder 210°C.

[0020] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Heizanordnung im Messbetrieb derart ausgestaltet oder eingerichtet ist, dass die Temperatur des Messkanals oder innerhalb des Messkanals der Messvorrichtung zwischen 220°C und 240°C und insbesondere 230°C beträgt; dass die Temperatur des Sättigungsbereichs oder im Sättigungsbereich zwischen 200°C und 220°C und insbesondere 210°C beträgt, und dass die Temperatur des Kondensationsbereichs oder im Kondensationsbereich zwischen 190°C und 200°C beträgt.

[0021] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das mindestens eine Trennelement thermisch isolierend wirkt, sodass die Temperatur im Messkanal im Messbetrieb größer ist als die Temperatur im Bereich der Strahlungsquelle und insbesondere als die Temperatur im Bereich zwischen dem Trennelement und der Strahlungsquelle und größer ist als die Temperatur im Bereich des Strahlungsdetektors und insbesondere als die Temperatur zwischen dem Trennelement und dem Strahlungsdetektor.

[0022] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Messkanal innerhalb eines massiven, als Wärmespeicher wirkenden Messkörpers verläuft, und/oder dass der Messkanal teilweise durch einen massiven, als Wärmespeicher wirkenden Messkörper gebildet ist.

[0023] Gegebenenfalls ist der Messkörper von der Heizanordnung beheizt oder beheizbar.

[0024] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass eine Einlassöffnung zur Bildung des partikelbeladenen Aerosolstroms vorgesehen ist, durch die einem Trägergas ein Aerosol wie insbesondere ein partikelbeladenes Abgas einer Verbrennungskraftmaschine beimengbar ist oder beigemischt wird, und dass die Einlassöffnung vor dem Sättigungsbereich in die Messkanalanordnung mündet.

[0025] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass eine Trägergasfördervorrichtung vorgesehen ist, deren Förderleistung steuerbar oder regelbar ist, dass die Einlassöffnung als Venturi- Düse

ausgebildet ist, und dass der Volumenstrom des durch die Venturi-Düse beigemengten Aerosols über die Förderleistung der Trägergasfördervorrichtung steuerbar oder regelbar ist.

[0026] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Strahlungsdetektor oder dessen Austrittsabschnitt entfernt von der Hauptachse angeordnet ist, und/oder dass die Strahlungsquelle oder der Strahlungsdetektor verlagerbar angeordnet ist, sodass die Messstrahlung in einer ersten Stellung entlang der Hauptachse von der Strahlungsquelle direkt auf den Strahlungsdetektor trifft und sodass die Messstrahlung in einer zweiten Stellung indirekt, insbesondere durch Streuung an den im Aerosolstrom angeordneten Partikeln, auf den Strahlungsdetektor trifft, und/oder dass zwei Strahlungsquellen vorgesehen sind, wobei die Messstrahlung einer Strahlungsquelle entlang deren Hauptachse direkt auf den Strahlungsdetektor trifft und wobei die Messstrahlung der zweiten Strahlungsquelle indirekt, insbesondere durch Streuung an den im Aerosolstrom angeordneten Partikeln, auf den Strahlungsdetektor trifft, und/oder dass zwei Strahlungsdetektoren vorgesehen sind, wobei ein Strahlungsdetektor entfernt von der Hauptachse und ein Strahlungsdetektor in der Hauptachse angeordnet ist.

[0027] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Austrittsabschnitt entfernt von der Hauptachse angeordnet ist, und/oder dass der Eintrittsabschnitt, das Trennelement des Eintrittsabschnitts, der Austrittsabschnitt, und/oder das Trennelement des Austrittsabschnitts verlagerbar angeordnet ist/sind, sodass die Messstrahlung in einer ersten Stellung entlang der Hauptachse von der Strahlungsquelle direkt auf den Strahlungsdetektor oder dessen Austrittsabschnitt trifft und sodass die Messstrahlung in einer zweiten Stellung indirekt, insbesondere durch Streuung oder Beugung an den im Aerosolstrom angeordneten Partikeln, auf den Strahlungsdetektor oder dessen Austrittsabschnitt trifft, und/oder dass zwei Strahlungsquellen vorgesehen sind, wobei die Messstrahlung einer Strahlungsquelle entlang deren Hauptachse direkt auf den Strahlungsdetektor oder auf den Austrittsabschnitt trifft und wobei die Messstrahlung der zweiten Strahlungsquelle indirekt, insbesondere durch Streuung oder Beugung an den im Aerosolstrom angeordneten Partikeln, auf den Strahlungsdetektor oder dessen Austrittsabschnitt trifft, und/oder dass zwei Strahlungsdetektoren vorgesehen sind, wobei ein Strahlungsdetektor oder dessen Eintrittsabschnitt entfernt von der Hauptachse und ein Strahlungsdetektor oder dessen Eintrittsabschnitt in der Hauptachse angeordnet ist.

[0028] Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Partikelmessung eines partikelbeladenen Aerosolstroms, umfassend folgende Schritte: Herstellen eines mit einem Betriebsstoff angereicherten oder gesättigten partikelbeladenen Aerosolstroms, Übersättigen des Aerosolstroms und Anlagern von kondensiertem Betriebsstoff an Partikeln des Aerosolstroms insbesondere durch Abkühlen des zuvor angereicherten oder gesättigten partikelbeladenen Aerosolstroms, und Leiten des übersättigten Aerosolstroms durch einen Messkanal einer Messvorrichtung, wobei die Messvorrichtung eine optische Messeinrichtung umfasst, deren von einer Strahlungsquelle ausgehende Messstrahlung im Messbetrieb durch einen Eintrittsabschnitt in den Messkanal eintritt, den Aerosolstrom im Messkanal durchsetzt, durch einen Austrittsabschnitt aus dem Messkanal austritt und, gegebenenfalls abgeschwächt, auf einen Strahlungsdetektor der optischen Messeinrichtung trifft.

[0029] Dabei ist vorgesehen, dass der Messkanal oder zumindest die Oberflächentemperatur der dem Aerosolstrom zugewandten Fläche des Messkanals von einer Heizvorrichtung auf eine Temperatur von mehr als 150°C oder mehr als 190°C und insbesondere von mehr als 200°C oder auf eine Temperatur von 220°C bis 240°C beheizt wird.

[0030] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Aerosolstrom derart beheizt wird, dass die Temperatur des Aerosolstroms an jeder Stelle der Messkanalanordnung oder des Messkanals größer ist als die Säuretaupunkttemperatur der gegebenenfalls im Aerosolstrom enthaltenen Säuren, insbesondere der Schwefelsäure, wobei die Säuretaupunkttemperatur insbesondere im Bereich von 120°C bis 150°C liegt.

[0031] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Heizanordnung im Messbetrieb derart betrieben wird, dass die Temperatur im Sättigungsbereich und im Kondensationsbereich größer ist als 180°C und insbesondere größer ist als 190°C, und dass die Heizanordnung derart betrieben

wird, dass die Temperatur im Sättigungsbereich größer ist als im Kondensationsbereich und insbesondere größer ist als 200°C oder 210°C.

[0032] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Heizanordnung im Messbetrieb derart betrieben wird, dass die Temperatur des Messkanals der Messvorrichtung zwischen 220°C und 240°C beträgt; dass die Temperatur des Sättigungsbereichs zwischen 200°C und 220°C beträgt, und dass die Temperatur des Kondensationsbereichs zwischen 190°C und 200°C beträgt.

[0033] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Aerosolstrom im Sättigungsbereich auf eine Temperatur zwischen 200°C und 220°C gebracht wird, und dass der Aerosolstrom im Kondensationsbereich auf eine Temperatur zwischen 190°C und 200°C gebracht wird, und dass der Messkanal der Messvorrichtung auf eine Temperatur zwischen 220°C und 240°C gebracht wird.

[0034] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Aerosolstrom im Messbetrieb aus dem Kondensationsbereich mit einer Temperatur von über 190° und insbesondere mit einer Temperatur von 190°C bis 200°C in den Messkanal der Messvorrichtung eingeleitet oder durch eine Düse eingeblasen wird, und dass der Aerosolstrom im Messkanal durch die Heizvorrichtung erwärmt wird und insbesondere auf eine Temperatur von über 200° und/oder auf eine Temperatur zwischen 220°C und 240°C erwärmt wird.

[0035] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Aerosolstrom im Messbetrieb durch eine Düse unmittelbar vor jenem Bereich in den Messkanal der Messvorrichtung eingeblasen wird, in dem die Hauptachse verläuft und/oder in dem die Messstrahlung den Messkanal durchsetzt.

[0036] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Aerosolstrom den Messkanal der Messvorrichtung im Messbetrieb vollständig durchströmt oder ausfüllt und insbesondere im Wesentlichen totvolumenlos und/oder sekundärluftfrei durch den Messkanal strömt.

[0037] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Aerosolstrom den Messkanal zwischen dem Eintrittsabschnitt und dem Austrittsabschnitt der Messvorrichtung im Messbetrieb vollständig durchströmt oder ausfüllt und insbesondere im Wesentlichen totvolumenlos und/oder sekundärluftfrei durch den Messkanal strömt.

[0038] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zwei Trennelemente vorgesehen sind, wobei ein Trennelement im Eintrittsabschnitt und ein Trennelement im Austrittsabschnitt angeordnet ist, und dass mindestens eines der beiden Trennelemente, insbesondere beide Trennelemente, als Lichtleiter wie insbesondere als Glasfaserleitung ausgebildet ist oder sind oder einen Lichtleiter wie insbesondere eine Glasfaserleitung umfassen.

[0039] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Lichtleiter, zur Leitung der Messstrahlung zum Strahlungsdetektor, im Austrittsabschnitt in den Messkanal mündet.

[0040] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Austrittsabschnitt entfernt von der Hauptachse angeordnet ist.

[0041] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass im Bereich des Austrittsabschnitts eine Umlenkoptik zur Umlenkung von Messstrahlung vorgesehen ist, wobei die Umlenkoptik insbesondere als Spiegel oder als gekrümmter Spiegel ausgebildet ist.

[0042] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Umlenkoptik entfernt von der Hauptachse angeordnet ist, sodass von Partikeln abgelenkte Messstrahlung über die Umlenkoptik zum Strahlendetektor geleitet wird oder ist, jedoch die entlang der Hauptachse verlaufende Messstrahlung nicht in den Strahlendetektor geleitet wird oder ist.

[0043] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass entlang der Hauptachse nach dem Messkanal, ein Strahlenfänger wie insbesondere eine die Strahlung absorbierende Anordnung vorgesehen ist, sodass die entlang der Hauptachse verlaufende Messstrahlung in den Strahlenfänger geleitet wird oder ist.

[0044] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Strahlungsdetektor entfernt von der Hauptachse angeordnet ist, und/oder dass die Strahlungsquelle oder der Strahlungsdetektor verlagerbar

angeordnet ist, sodass die Messstrahlung in einer ersten Stellung entlang der Hauptachse von der Strahlungsquelle direkt auf den Strahlungsdetektor trifft und sodass die Messstrahlung in einer zweiten Stellung indirekt, insbesondere durch Streuung an den im Aerosolstrom angeordneten Partikeln, auf den Strahlungsdetektor trifft, und/oder dass zwei Strahlungsquellen vorgesehen sind, wobei die Messstrahlung einer Strahlungsquelle entlang deren Hauptachse direkt auf den Strahlungsdetektor trifft und wobei die Messstrahlung der zweiten Strahlungsquelle indirekt, insbesondere durch Streuung an den im Aerosolstrom angeordneten Partikel, auf den Strahlungsdetektor trifft, und/oder dass zwei Strahlungsdetektoren vorgesehen sind, wobei ein Strahlungsdetektor entfernt von der Hauptachse und ein Strahlungsdetektor in der Hauptachse angeordnet ist.

[0045] In vorteilhafter Weise ist bei dem vorliegenden Kondensationspartikelzähler die Temperatur gegenüber herkömmlichen Kondensationspartikelzählern erhöht. Insbesondere liegt die Betriebstemperatur des vorliegenden Kondensationspartikelzählers oberhalb der Taupunkte der maßgeblichen Komponenten des Aerosolstroms. Bevorzugt liegt die Betriebstemperatur oberhalb von 120°C, besonders bevorzugt oberhalb von 150°C. Da zur Aufkondensierung der Partikel eine Übersättigung stattfinden muss, die in der Regel durch Abkühlung eines im Wesentlichen gesättigten Aerosolstroms oder Trägergasstroms geschieht, muss die Temperatur im Kondensationsbereich bei einer isobaren Übersättigung niedriger sein als im Sättigungsbereich. Von dem Kondensationsbereich wird der Aerosolstrom bevorzugt durch eine Düse in die Messvorrichtung eingeblasen. Durch diese Düse kommt es zu einer Expansion und folglich zu einer weiteren Abkühlung des Aerosolstroms. Auch in diesem Bereich sollten die maßgeblichen Taupunkte daher nicht unterschritten werden.

[0046] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Temperatur des Aerosolstroms entlang der gesamten Messkanalanordnung oberhalb der Taupunkte der maßgeblichen Abgaskomponenten liegt. Insbesondere bedeutet dies, dass die Temperatur des Aerosolstroms an jeder Stelle der Messkanalanordnung größer ist als 120°C, bevorzugt größer ist als 150°C und besonders bevorzugt größer ist als 180°C.

[0047] Um sicherzustellen, dass es zu keiner Kondensation an Komponenten der Messvorrichtung kommt, ist bevorzugt vorgesehen, dass die Temperatur des Messkanals bzw. die Temperatur der dem Aerosolstrom zugewandten Fläche des Messkanals an keiner Stelle kleiner ist als der Taupunkt der maßgeblichen Abgaskomponenten, insbesondere, dass diese Temperatur größer als 120°C, größer als 150°C, größer als 180°C, und besonders bevorzugt größer als 200°C ist.

[0048] Um trotz dieser hohen Temperaturen des Aerosolstroms oder der maßgeblichen Komponenten eine optische Messung zu ermöglichen, ist bevorzugt vorgesehen, dass ein für die Messstrahlung durchlässiges Trennelement vorgesehen ist, durch das die Messstrahlung im Messbetrieb zwar hindurchtreten kann, durch das jedoch ein Austritt des Aerosolstroms aus dem Messkanal zu der Strahlungsquelle und/oder zu dem Strahlungsdetektor verhindert ist. Dieses Trennelement wirkt bevorzugt einerseits als Abdichtung des Messkanals gegenüber den optischen Elementen der Messeinrichtung. Andererseits wirkt das Trennelement bevorzugt als thermisches Isolationselement. Ferner kann der Kondensationspartikelzähler durch das Trennelement im Wesentlichen sekundärluftfrei betrieben werden, womit Schlierenbildung in positiver Weise nicht auftritt. Ferner kann die Messqualität auch dadurch verbessert werden, dass durch die Anordnung des oder der Trennelemente ein Totvolumen im Bereich der optischen Messeinrichtung verhindert oder im Wesentlichen verhindert wird.

[0049] Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Messkanal gegenüber der Strahlungsquelle und/oder gegenüber dem Strahlungsdetektor durch das Trennelement gasdicht abgedichtet ist. Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann jedoch auch vorgesehen sein, dass das Trennelement oder die Trennelemente derart ausgebildet sind, dass ein Austritt des Aerosolstroms aus dem Messkanal zu der Strahlungsquelle und/oder zu dem Strahlungsdetektor verhindert ist, ohne eine gasdichte Abdichtung herzustellen. Beispielsweise kann das Trennelement eine Öffnung aufweisen, durch die Sekundärluft von der Strahlungsquelle oder dem Strah-

lungsdetektor in den Messkanal angesaugt wird. Jedoch ist diese Öffnung entlang der Strömungsrichtung des Aerosolstroms nach der Hauptachse angeordnet, sodass die Messung durch eine etwaige Schlierenbildung nicht beeinträchtigt wird. Insbesondere ist bei dieser Ausführungsform auch darauf zu achten, dass die Trennelemente durch die Sekundärluft nicht in einer Weise gekühlt werden, dass Komponenten des Aerosolstroms an den Trennelementen kondensieren. Insbesondere ist dies über eine ausreichende Beheizung der Trennelemente und des Messkörpers möglich.

[0050] In allen Ausführungsformen kann vorgesehen sein, dass der Messkanal abschnittsweise durch ein oder mehrere Trennelemente gebildet ist. In allen Ausführungsformen kann vorgesehen sein, dass der Messkanal zumindest abschnittsweise durch den Messkörper gebildet ist. Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Messkanal einerseits durch den Messkörper und andererseits durch ein oder mehrere Trennelemente gebildet ist.

[0051] Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Messkörper von einer Heizanordnung beheizt oder beheizbar ist. Der Messkörper ist bevorzugt als massiver, als Wärmespeicher wirkender Körper ausgebildet, durch den sich der Messkanal erstreckt. Die Beheizung des Messkörpers geschieht beispielsweise über mindestens ein mit dem Messkörper wärmeleitend in Kontakt stehendes Heizelement, wie insbesondere ein elektrisches Heizelement. In allen Ausführungsformen steht bevorzugt auch das mindestens eine Trennelement, bei zwei Trennelementen insbesondere beide Trennelemente, wärmeleitend mit dem der Heizanordnung oder mit dem Messkörper in Kontakt, sodass auch eine Beheizung des oder der Trennelemente erfolgen kann.

[0052] Bevorzugt ist in allen Ausführungsformen vorgesehen, dass sowohl der Messkörper als auch die Trennelemente im Messbetrieb eine Temperatur aufweisen, die oberhalb der Säuretaupunkttemperatur des Aerosols liegt.

[0053] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Temperatur des Aerosolstroms im Messkanal größer ist als die Säuretaupunkttemperatur des Aerosolstroms, wobei dies insbesondere bedeutet, dass die Temperatur des Aerosolstroms im Bereich des Messkanals oder an jeder Stelle in der Messvorrichtung oberhalb dieser Temperatur liegt. Bevorzugt liegt die Temperatur des Aerosolstroms im Messkanal deutlich oberhalb der Säuretaupunkttemperatur. Beispielsweise ist die Temperatur größer als 190°C, größer als 200°C, oder im Bereich von 230°C. Gegebenenfalls ist die Oberflächentemperatur der dem Aerosolstrom zugewandten Fläche des Messkanals größer als die Säuretaupunkttemperatur, insbesondere größer als 190°C, 200°C oder 230°C. Dies bedeutet insbesondere, dass die Oberflächentemperatur des Messkanals an jeder Stelle größer ist als die angegebenen Grenztemperaturen.

[0054] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Temperatur im Sättigungsbereich und im Kondensationsbereich größer ist als eine Grenztemperatur, beispielsweise größer ist als 150°C, wobei die Temperatur insbesondere an jeder Stelle im Sättigungsbereich oder im Kondensationsbereich größer als die jeweilige Grenztemperatur ist.

[0055] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Betriebsstoff aus Eicosane $C_{20}H_{42}$ besteht oder Eicosane $C_{20}H_{42}$ umfasst.

[0056] Das Verfahren zur Partikelmessung umfasst gegenüber herkömmlichen Verfahren zur Partikelmessung insbesondere die Verfahrensschritte, dass der Aerosolstrom in der Messvorrichtung eine Temperatur aufweist, die über der Säuretaupunkttemperatur der gegebenenfalls in dem Aerosolstrom enthaltenen Säuren liegt, oder dass die Temperatur des Aerosolstroms in der Messvorrichtung über 120°C, über 150°C, über 190°C, über 200°C oder über 230°C liegt. Bevorzugt umfasst das Verfahren die Schritte, dass der Aerosolstrom im Wesentlichen sekundärluftfrei und/oder totvolumenlos durch den Messkanal geleitet wird.

[0057] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Trennelement eine Brewster- Fensteranordnung umfasst oder daraus gebildet ist.

[0058] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Trennelemente planare Fenster sind, die jeweils durch zwei parallel verlaufende Abschlussflächen begrenzt sind. Gegebenenfalls ist vor-

gesehen, dass die beiden Trennelemente parallel zueinander im Messkörper angeordnet sind, wobei insbesondere die ebenenförmigen, parallel verlaufenden Abschlussflächen der beiden Trennelemente parallel zueinander verlaufen.

[0059] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Trennelement oder die Trennelemente mit dem Messkanal, insbesondere mit den Wänden des Messkanals, fluchtend abschließt oder abschließen.

[0060] Bevorzugt ist vorgesehen, dass das partikelbeladene Abgas der Verbrennungskraftmaschine bzw. der Aerosolstrom direkt dem Trägergas beigemischt wird. Insbesondere kann durch die spezielle Ausgestaltung des vorliegenden Kondensationspartikelzählers eine Vorkonditionierung des Aerosolstroms, beispielsweise eine Trocknung, entfallen. Hierzu kann eine Abgassonde vorgesehen sein, die direkt in den Abgasstrang einer Verbrennungskraftmaschine eingebracht ist oder ragt. Diese Abgassonde ist bevorzugt zur direkten Entnahme und Zuführung des partikelbeladenen Abgases der Verbrennungskraftmaschine bzw. des Aerosolstroms in den Kondensationspartikelzähler bzw. in das Trägergas eingerichtet.

[0061] Gegebenenfalls umfasst das Verfahren zur Partikelmessung den Schritt, dass der Aerosolstrom, insbesondere das partikelbeladene Abgas einer Verbrennungskraftmaschine, direkt, insbesondere ohne Vorkonditionierung, dem Trägergas beigemischt wird. Gegebenenfalls wird der Aerosolstrom, bzw. das partikelbeladene Abgas durch die Abgassonde in den Kondensationspartikelzähler bzw. in das Trägergas eingebracht.

[0062] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die mindestens eine Strahlungsquelle oder der mindestens eine Strahlungsdetektor verlagerbar oder schräg angeordnet ist. Insbesondere soll eine Verschwenkung oder Schrägstellung der Hauptachse von etwa 20° bis 25°, beispielsweise 23°, ermöglicht werden. Dadurch ist es möglich unterschiedliche Partikelgrößen zu detektieren.

[0063] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Austrittsabschnitt entfernt von der Hauptachse angeordnet ist, sodass der Primärstrahl der Strahlungsquelle nicht direkt auf den Austrittsabschnitt gerichtet ist. Vielmehr kann gemäß einer möglichen Ausführungsform nur jener Teil der Messstrahlung in den Austrittsabschnitt geleitet werden, der von Partikeln des Aerosolstroms gebeugt oder abgelenkt wird.

[0064] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zur Leitung der Messstrahlung ein oder mehrere Lichtleiter vorgesehen sind. Ein Lichtleiter kann beispielsweise ein Glasfaserkabel sein. So kann zwischen der Strahlungsquelle und dem Messkanal ein Lichtleiter vorgesehen sein, um die Messstrahlung in den Messkanal zu leiten. Bevorzugt ist der Lichtleiter ein Teil des Trennelements oder der Lichtleiter bildet das Trennelement. Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zwischen dem Messkanal und der Strahlungsquelle sowohl ein Lichtleiter als auch ein optisches Element wie beispielsweise eine Linse oder eine Scheibe vorgesehen sind. In diesem Fall ist das Trennelement durch einen Lichtleiter und das optische Element gebildet.

[0065] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zwischen dem Strahlungsdetektor und dem Messkanal ein Lichtleiter vorgesehen ist, der dazu eingerichtet ist, die zu detektierende Messstrahlung vom Austrittsabschnitt zu dem Strahlungsdetektor zu leiten. Das Trennelement in diesem Bereich kann einen Lichtleiter und gegebenenfalls ein optisches Element wie beispielsweise eine Linse umfassen.

[0066] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass im Bereich des Austrittsabschnitts und/oder im Bereich des Eintrittsabschnitts eine Umlenkoptik vorgesehen ist, die eine Umlenkung der zu detektierenden Messstrahlung ermöglicht.

[0067] Gemäß einer nicht dargestellten Ausführungsform können die Trennelemente jeweils einen Lichtleiter umfassen, wobei diese Lichtleiter und insbesondere der Eintrittsabschnitt und der Austrittsabschnitt entlang der Hauptachse angeordnet sind, sodass von der Strahlungsquelle ausgehende Messstrahlung durch einen ersten Lichtleiter, weiter durch den Messkanal, weiter durch einen zweiten Lichtleiter und dann in den Strahlungsdetektor geleitet wird, wobei die Messstrahlung direkt vom Eintrittsabschnitt durch den Messkanal in den Austrittsabschnitt

verläuft.

[0068] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines nicht einschränkenden Ausführungsbeispiels, das in den Figuren dargestellt ist, weiter beschrieben. Darin zeigt

[0069] Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung eines Kondensationspartikelzählers,

[0070] Fig. 2 eine schematische Schrägansicht von Komponenten einer Messvorrichtung,

[0071] Fig. 3 eine schematische Schnittdarstellung entlang der Schnittebene A-A der Komponenten der Messvorrichtung aus Fig. 2,

[0072] Fig. 4 eine schematische Schnittdarstellung entlang der Schnittebene B-B der Komponenten der Messvorrichtung aus Fig. 2,

[0073] Fig. 5 eine schematische Schrägansicht einer weiteren Ausführungsform von Komponenten einer Messvorrichtung,

[0074] Fig. 6 eine schematische Schnittdarstellung entlang der Schnittebene C-C der Komponenten der Messvorrichtung aus Fig. 5, und

[0075] Fig. 7 eine weitere mögliche Ausgestaltung von Komponenten einer Messvorrichtung 1.

[0076] Wenn nicht anders angegeben, so entsprechen die Bezugszeichen folgenden Komponenten: Messvorrichtung 1, Messkanal 2, optische Messeinrichtung 3, Strahlungsquelle 4, Hauptachse 5, Messstrahlung 6, Eintrittsabschnitt 7, Aerosolstrom 8, Austrittsabschnitt 9, Strahlungsdetektor 10, Trennelement 11, Düse 12, Messkanalanordnung 13, Einmündung 14, Sättigungsbereich 15, Betriebsstoff 16, Kondensationsbereich 17, Heizanordnung 18, Messkörper 19, Einlassöffnung 20, Isolationsabschnitt 21, Messöffnung 22, Heizfreistellung 23, Trägergasfördervorrichtung 24, Lichtleiter 25, Umlenkoptik 26, Strahlenfalle 27.

[0077] Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittdarstellung maßgeblicher Komponenten einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kondensationspartikelzählers. Der Kondensationspartikelzähler umfasst eine Messvorrichtung 1, wobei die Messvorrichtung 1 einen im Messbetrieb von einem partikelbeladenen Aerosolstrom 8 durchströmten Messkanal 2 umfasst. Die Messvorrichtung 1 umfasst eine optische Messeinrichtung 3 zur Partikelmessung. Insbesondere wird der Aerosolstrom 8 durch eine Düse 12 in die Messvorrichtung 1 bzw. in die optische Messeinrichtung 3 eingeblasen. Der Aerosolstrom 8 wird entlang einer Messkanalanordnung 13 durch den Kondensationspartikelzähler geführt. Ausgehend von einer Einmündung 14 passiert der Aerosolstrom 8 oder zumindest das Trägergas einen Sättigungsbereich 15. In diesem Sättigungsbereich 15 wird der Aerosolstrom 8 oder das Trägergas mit einem Betriebsstoff 16 angereichert und/oder gesättigt. In der vorliegenden Ausführungsform ist eine Einlassöffnung 20 vorgesehen. Diese Einlassöffnung 20 dient der Beimengung des eigentlichen Messgases, also beispielsweise des partikelbeladenen Abgasstroms einer Verbrennungskraftmaschine, in ein Trägergas. Das Trägergas kann in allen Ausführungsformen beispielsweise vorkonditionierte Luft sein.

[0078] In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wie dargestellt kann die Einlassöffnung 20, rechts dargestellt, als Venturi-Rohr in eine Strömung des Trägergases ragen, um diesem beispielsweise ein Abgas beizumengen. Die Anreicherung des Aerosolstroms 8 oder des Trägergases mit einem Betriebsstoff 16 geschieht bevorzugt über einen porösen Körper, der mit dem Betriebsstoff 16 getränkt ist. Darüber hinaus ist eine Heizanordnung 18 vorgesehen, durch die zumindest Teile der Messkanalanordnung 13 beheizt werden. In der vorliegenden Ausführungsform ist im Sättigungsbereich 15 ein poröser Körper vorgesehen, der eine Vielzahl an in Strömungsrichtung des Aerosolstroms 8 oder des Trägergases verlaufender Kanäle aufweist. In diesen Kanälen wird der Aerosolstrom 8 und/oder das Trägergas mit dem Betriebsstoff 16 angereichert.

[0079] Anschließend wird die mit Betriebsstoff 16 angereicherte Strömung in einen Kondensationsbereich 17 geleitet. In diesem Kondensationsbereich 17 kommt es zu einer Übersättigung der Strömung, insbesondere zu einer Übersättigung des Aerosolstroms 8, sodass sich Be-

triebsstoff 16 an den als Kondensationskeimen wirkenden Partikeln anlegt und die Größe dieser Partikel erhöht.

[0080] Gegebenenfalls kann im Sättigungsbereich 15 auch ein Sättiger vorgesehen sein, der einen verhältnismäßig großen, freien Durchflussquerschnitt hat, bei dem ein Verlegen durch Partikel nicht auftreten kann.

[0081] Gegebenenfalls ist zwischen dem Kondensationsbereich 17 und dem Sättigungsbereich 15 ein Isolationsabschnitt 21 vorgesehen. Dieser dient der thermischen Entkopplung bzw. Isolierung der unterschiedlich temperierten Abschnitte der Messkanalanordnung 13. Dadurch kann ein schnellerer Temperatursprung entlang der Strömung erzielt werden, wodurch der Prozess der die Übersättigung optimiert wird. Nach der Übersättigung tritt der übersättigte Aerosolstrom 8 in den Messkanal 2 der Messvorrichtung 1 ein.

[0082] Zur Förderung des Aerosolstroms 8 ist eine Trägergasfördervorrichtung 24 vorgesehen. Diese kann beispielsweise als Absaugung am Ende der Messkanalanordnung 13 und/oder als Gebläse vor der Messkanalanordnung 13 ausgebildet sein.

[0083] Die Heizanordnung 18 kann beispielsweise mehrere unterschiedlich steuerbare oder regelbare Heizelemente zur Beheizung unterschiedliche Abschnitte der Messkanalanordnung 13 umfassen. Beispielsweise können im Bereich der Wände der Messkanalanordnung 13 Heizelemente angeordnet sein.

[0084] Die Heizanordnung 18 ist im Messbetrieb bevorzugt derart eingerichtet, dass die Temperatur des Aerosolstroms 8 im Messkanal 2 größer ist als die Säuretaupunkttemperatur der gegebenenfalls im Aerosolstrom 8 enthaltenen Säuren. Beispielsweise ist bei schwefelhaltigen Brennstoffen Schwefelsäure oder schwefelige Säure im Abgas enthalten. Die Säuretaupunkttemperatur liegt bei diesen Säuren insbesondere im Bereich von 120°C bis 150°C. Die Heizanordnung 18 ist im Messbetrieb daher bevorzugt derart eingerichtet, dass die Temperatur des Aerosolstroms 8 im Messkanal 2 größer ist als 150°C. Bevorzugt ist die Heizanordnung 18 der vorliegenden Ausführungsform derart eingerichtet, dass die Temperatur des Aerosolstroms 8 entlang der gesamten Messkanalanordnung 13 größer ist als 120°C, bevorzugt größer ist als 150°C. Gemäß der vorliegenden bevorzugten Ausführungsform, beträgt die Temperatur im Sättigungsbereich 15 etwa 200°C bis 220°C, im Kondensationsbereich 17 zwischen etwa 180°C und 200°C, und im Messkanal 2 der Messvorrichtung 1 etwa zwischen 220°C und 240°C. Jedenfalls ist es bei einer isobaren Sättigung und Kondensation notwendig, dass die Temperatur im Kondensationsbereich 17 kleiner ist als die Temperatur im Sättigungsbereich 15.

[0085] In der Messvorrichtung 1 ist ein massiver Messkörper 19 vorgesehen. Dieser Messkörper 19 wirkt insbesondere als Wärmespeicher. Beispielsweise ist der Messkörper 19 als massiver Block mit Ausnehmungen zur Aufnahme von weiteren Komponenten der Messvorrichtung 1 ausgebildet.

[0086] Fig. 2 zeigt eine Schrägansicht einer möglichen Ausgestaltungsform von Komponenten einer Messvorrichtung 1, die insbesondere ein Teil des in Fig. 1 gezeigten Kondensationspartikelzählers ist oder sein kann. Die Messvorrichtung 1 umfasst einen Messkörper 19. Dieser Messkörper 19 ist aus Aluminium ausgebildet. Alternativ kann der Messkörper 19 aus jedem beliebigem Material mit entsprechender Wärmekapazität und Wärmebeständigkeit, insbesondere aus anderen Metallen, ausgebildet sein. Durch diesen Messkörper 19 erstreckt sich der Messkanal 2. Quer zum Messkanal 2 erstreckt sich die Hauptachse 5, entlang derer die nicht dargestellte Messstrahlung 6 den Aerosolstrom 8 kreuzt. Zum Durchtritt der Messstrahlung 6 umfasst der Messkörper 19 zwei Messöffnungen 22. Die Messöffnungen 22 sind je von einem Trennelement 11 verschlossen. Die Trennelemente 11 sind dazu geeignet und/oder eingerichtet, einen Durchtritt der von der Strahlungsquelle 4 ausgegebenen Messstrahlung 6 zu erlauben, jedoch einen Austritt des Aerosolstroms 8 aus den Messöffnungen 22 zu verhindern. Der Messkörper 19 umfasst darüber hinaus Heizfreistellungen 23. Diese Heizfreistellungen 23 sind dazu eingerichtet, Teile der Heizanordnung 18 aufzunehmen. Insbesondere umfasst die Heizanordnung 18 Heizelemente, die in diesen Heizfreistellungen 23 angeordnet sind. Bei-

spielsweise können Heizstäbe der Heizanordnung 18 zur Beheizung des Messkörpers 19 vorgesehen sein. Gegebenenfalls können die Heizfreistellungen 23 in allen Ausführungsformen auch Freistellungen zur Durchleitung eines Wärmeträgermediums sein.

[0087] Fig. 3 zeigt eine schematische Schnittdarstellung entlang der Schnittebene A-A der Komponenten aus Fig. 2, wobei zusätzlich eine schematische Ansicht der optischen Messeinrichtung 3 dargestellt ist. Die Messvorrichtung 1 umfasst einen Messkanal 2, der sich durch den Messkörper 19 erstreckt. Die optische Messeinrichtung 3 umfasst eine oder mehrere Strahlungsquellen 4, deren Messstrahlung 6 jeweils entlang einer Hauptachse 5 verläuft. Die Messstrahlung 6 wird dabei von der mindestens einen Strahlungsquelle 4 ausgegeben, durch den Aerosolstrom 8 geleitet und auf mindestens einen Strahlungsdetektor 10 gelenkt. In Fig. 3 sind alternative Ausführungsformen der optischen Messeinrichtung 3 dargestellt. Gegebenenfalls ist eine Strahlungsquelle 4 vorgesehen, die geradlinig auf einen Strahlungsdetektor 10 gerichtet ist.

[0088] Sowohl die Strahlungsquelle 4 als auch der Strahlungsdetektor 10 sind bei dieser Ausführungsform entlang der Hauptachse 5 angeordnet. Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Strahlungsquelle 4 bewegbar oder schwenkbar ausgebildet sein, sodass die Position der Strahlungsquelle 4 oder der Ausgabewinkel der Messstrahlung 6 bzw. der Hauptachse 5 verändert werden kann. Ist der Strahlungsdetektor 10 außerhalb oder entfernt von der Hauptachse 5 angeordnet, so gelangt Messstrahlung 6 lediglich dann auf den Strahlungsdetektor 10, wenn die Messstrahlung 6 von einem oder mehreren Partikeln abgelenkt wird. Gemäß einer weiteren dargestellten Ausführungsform kann alternativ oder zusätzlich zu unterschiedlichen Verläufen der Hauptachse 5 der Strahlungsquellen 4 auch der Strahlungsdetektor 10 verlagerbar ausgebildet sein. Alternativ oder zusätzlich können auch zwei Strahlungsdetektoren 10 beabstandet voneinander angeordnet sein.

[0089] Aufgabe oder Ziel der unterschiedlichen Konfigurationen der optischen Messeinrichtung 3 ist es insbesondere, dass ein Strahlungsdetektor 10 entfernt von der Hauptachse 5 angeordnet werden kann. Hierzu sind, wie in Fig. 3 dargestellt, die Heizfreistellungen 23 konisch ausgebildet. Durch die Konizität wird ein schräger Ein- und Austritt der Messstrahlung 6 ermöglicht, wobei gleichzeitig die Öffnungen zum Messkanal 2 klein gehalten werden können. Der Konuswinkel in dieser Ausführungsform beträgt beispielsweise etwa 35°.

[0090] Die Messstrahlung 6 tritt durch einen Eintrittsabschnitt 7 in den Messkanal 2 ein und verlässt den Messkanal 2 durch einen Austrittsabschnitt 9. Der Eintrittsabschnitt 7 und der Austrittsabschnitt 9 sind in der vorliegenden Ausführungsform durch die beiden Trennelemente 11 verschlossen. Insbesondere sind der Messkanal 2 und die Trennelemente 11 derart ausgebildet, dass ein im Wesentlichen durchgehender sekundärluftfreier Messkanal 2 gebildet ist. Zur Einbringung des Aerosolstroms 8 in die Messvorrichtung 1 ist eine Düse 12 vorgesehen. Diese Düse 12 kann in allen Ausführungsformen beispielsweise als sogenannte Vereinzeldüse ausgebildet sein. Insbesondere mündet die Düse 12 unmittelbar in jenen Bereich, in dem die Messstrahlung 6 den Messkanal 2 kreuzt.

[0091] Die Heizanordnung 18 kann bevorzugt in allen Ausführungsformen derart ausgebildet sein, dass die Düse 12 dieselbe Temperatur aufweist wie der Messkörper 19. Gegebenenfalls kann die Düse 12 jedoch in allen Ausführungsformen auch thermisch isoliert oder entkoppelt sein, sodass diese eine geringere Temperatur aufweist als der Messkörper 19. Gemäß einer möglichen Ausführungsform weist die Düse 12 im Wesentlichen dieselbe Temperatur auf, wie der Aerosolstrom 8 im Kondensationsbereich 17. Bevorzugt ist die Heizanordnung 18 derart eingerichtet, dass der Messkörper 19 eine Temperatur aufweist, die größer ist als die Säuretaupunkttemperatur der gegebenenfalls im Aerosolstrom 8 enthaltenen Säuren, sodass es zu keiner Kondensation, beispielsweise von Schwefelsäure, in der Messvorrichtung 1 kommt. Bevorzugt liegt die Temperatur des Messkörpers 19 über 190°C, bei über 200°C, bei über 220°C, bei etwa 230°C und insbesondere zwischen 220°C und 240°C.

[0092] Die Trennelemente 11 sind in der vorliegenden Ausführungsform durch Fenster gebildet, die jeweils durch zwei parallel verlaufende Abschlussflächen begrenzt sind. Insbesondere sind

die beiden Trennelemente 11 parallel zueinander im Messkörper angeordnet, wobei die ebenförmigen, parallel verlaufenden Abschlussflächen der beiden Trennelemente 11 parallel zueinander verlaufen.

[0093] Fig. 4 zeigt eine weitere schematische Schnittdarstellung entlang der Schnittebene B-B der Fig. 2, wobei diese Schnittebene normal zur Schnittebene der Fig. 3 verläuft, und wobei zusätzlich eine schematische Ansicht einer alternativen Ausführungsform der optischen Messeinrichtung 3 der Fig. 3 dargestellt ist. Die mit Bezugszeichen versehenen Merkmale der Fig. 4 entsprechen den beschriebenen Komponenten der Fig. 3, wobei in Fig. 4 unterschiedliche Möglichkeiten der Ausgestaltung der optischen Messeinrichtung 3 dargestellt sind. Im Gegensatz zu der Ausführungsform der Fig. 3 ist eine Verschwenkung der Hauptachse 5 in der Bildebene des Schnitts der Fig. 4 möglich. Wiederum kann entweder die Hauptachse 5 durch Verlagerung der Strahlungsquelle 4 oder durch Vorsehen mehrerer Strahlungsquellen 4 veränderbar ausgebildet sein. Darüber hinaus oder alternativ kann auch der Strahlungsdetektor 10 durch eine Beweglichkeit oder Verlagerbarkeit oder durch das Vorsehen mehrerer Strahlungsdetektoren 10 entfernt von der Hauptachse 5 angeordnet werden. Die Trennelemente 11 können, wie beispielsweise auch in Fig. 3, als strahlungsdurchlässige Elemente, wie beispielsweise als Linsen oder durchsichtige Körper, ausgebildet sein. Beispielsweise sind die Trennelemente 11 massive Glaskörper.

[0094] Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform von Komponenten einer Messvorrichtung 1, wie sie beispielsweise bei einem Kondensationspartikelzähler gemäß Fig. 1 eingesetzt werden kann. Im Gegensatz zu der Ausführungsform der Figuren 2, 3 und 4 sind die Messöffnungen 22 der Fig. 5 schlitzförmig ausgebildet. Die mit Bezugszeichen versehenen Komponenten entsprechen den Komponenten der Bezugszeichenliste bzw. den zu Fig. 6 beschriebenen Komponenten.

[0095] Fig. 6 zeigt eine Schnittdarstellung entlang der Schnittebene C-C der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform der Messvorrichtung 1, wobei zusätzlich eine schematische Ansicht einer optischen Messeinrichtung 3 dargestellt ist. Die optische Messeinrichtung 3 umfasst eine Strahlungsquelle 4, die ihre Messstrahlung 6 entlang einer Hauptachse 5 ausgibt. Gegebenenfalls trifft die Messstrahlung 6 direkt oder abgelenkt auf einen Strahlungsdetektor 10. Die Messstrahlung 6 tritt durch einen Eintrittsabschnitt 7 in den Messkanal 2 ein, durchsetzt den Aerosolstrom 8 und tritt in einem Austrittsabschnitt 9 wieder aus dem Messkanal 2 aus, um insbesondere auf den Strahlungsdetektor 10 zu treffen. Im Eintrittsabschnitt 7 und im Austrittsabschnitt 9 ist zumindest ein Trennelement 11 vorgesehen. Ein einziges Trennelement 11 ist insbesondere dann ausreichend, wenn das Trennelement 11 beispielsweise rohrförmig ausgebildet ist, sodass der Messkanal 2 bzw. das Trennelement 11 sowohl im Eintrittsabschnitt 7 als auch im Austrittsabschnitt 9 angeordnet sein kann.

[0096] Gegebenenfalls sind zwei Trennelemente 11 vorgesehen, wobei eines im Eintrittsabschnitt 7 und eines im Austrittsabschnitt 9 vorgesehen ist. In der vorliegenden Ausführungsform sind die Trennelemente 11 als dünnwandige, durch den Messkanal 2 eingeschobene strahlungsdurchlässige Platten ausgebildet. Eine Verschwenkbarkeit der Strahlungsquelle 4 und/oder des Strahlungsdetektors 10 ist in der vorliegenden Ausführungsform durch eine schlitzförmige Ausgestaltung der Messöffnung 22 ermöglicht. Gegebenenfalls ist die Verschwenkung der Hauptachse 5 gegenüber dem Strahlungsdetektor 10 auch über das Vorsehen mehrerer Strahlungsdetektoren 10 oder mehrerer Strahlungsquellen 4 ermöglicht.

[0097] In allen Ausführungsformen ist der Messkörper 19 bevorzugt als massiver, als Wärmespeicher wirkender Messkörper 19 ausgebildet. Ferner umfasst der Messkörper 19 bevorzugt in allen Ausführungsformen zumindest einen Teil der Heizanordnung 18, sodass der massive Messkörper 19 beheizbar oder beheizt ist. In allen Ausführungsformen kann die Düse 12 unmittelbar in jenen Bereich der Messvorrichtung 1 münden, in dem die Messstrahlung 6 den Aerosolstrom 8 durchstrahlt.

[0098] Fig. 7 zeigt eine weitere mögliche Ausgestaltung von Komponenten einer Messvorrichtung 1 in einer schematischen Schnittdarstellung. Auch diese Komponenten können alternativ

oder zusätzlich zu den vorangegangenen Ausführungsformen Teil eines Kondensationspartikelzählers sein, wie er beispielsweise in Fig. 1 beschrieben und abgebildet ist. Die Messvorrichtung 1 wird von einem Messkanal 2 durchsetzt, wobei im Verlauf des Messkanals 2 eine optische Messeinrichtung 3 angeordnet ist. Die optische Messeinrichtung 3 umfasst eine Strahlungsquelle 4, die entlang einer Hauptachse 5 Messstrahlung 6 abgibt. Die Messstrahlung 6 tritt in einem Eintrittsabschnitt 7 in den Messkanal 2 ein, durchsetzt im Messbetrieb den Aerosolstrom 8 und tritt zumindest teilweise, gegebenenfalls abgelenkt durch Partikel des Aerosolstroms 8, durch einen Austrittsabschnitt 8 aus dem Messkanal 2 aus, um von einem Strahlungsdetektor 10 detektiert zu werden. Zur Entkoppelung des Strahlungsdetektors 10 und der Strahlungsquelle 4 von dem Messkanal 2 sind Trennelemente 11 vorgesehen.

[0099] In der vorliegenden Ausführungsform umfassen die Trennelemente 11 jeweils einen Lichtleiter 25. So wird ausgehend von der Strahlungsquelle 4 die Messstrahlung 6 über einen Lichtleiter 25 durch den Eintrittsabschnitt 7 in den Messkanal 2 geleitet. Durch das Vorsehen des Lichtleiters 25 kann die Strahlungsquelle 4 entfernt von dem Messkanal 2 und somit auch vom Aerosolstrom 8 angeordnet sein. Ferner kann auch das Trennelement 11 im Austrittsabschnitt 9, wie in der vorliegenden Ausführungsform, einen Lichtleiter 25 umfassen, sodass der Strahlungsdetektor 10 entfernt vom Messkanal 2 und insbesondere entfernt vom Aerosolstrom 8 angeordnet sein kann.

[00100] In der vorliegenden Ausführungsform ist darüber hinaus eine Umlenkoptik 26 vorgesehen. Die Umlenkoptik 26 ist beispielsweise ein Spiegel, ein gekrümmter Spiegel oder ein anderes optisches Element, das dazu eingerichtet oder geeignet ist, Streustrahlung, insbesondere einen Teil der Messstrahlung 6, in den Austrittsabschnitt 9, den Lichtleiter 25 und/oder den Strahlungsdetektor 10 zu leiten. Insbesondere ist diese Umlenkoptik 26 entfernt von jener Messstrahlung 6 angeordnet, die direkt entlang der Hauptachse 5 verläuft. Dadurch wird, wie in der vorliegenden Ausführungsform, ausschließlich Streustrahlung von dem Strahlungsdetektor 10 detektiert, wobei der entlang der Hauptachse 5 verlaufende Primärstrahl der Strahlungsquelle 4 nicht in den Strahlungsdetektor 10 geleitet wird.

[00101] Ferner ist eine Strahlenfalle 27 vorgesehen. Diese Strahlenfalle 27 ist entlang der Hauptachse 5 angeordnet und ist in der vorliegenden Ausführungsform dazu geeignet oder eingerichtet, die entlang der Hauptachse 5 verlaufende Messstrahlung 6 zu absorbieren bzw. zu verhindern, dass diese Messstrahlung 6 in den Strahlungsdetektor 10 geleitet wird. In der vorliegenden Ausführungsform ist hierzu eine Öffnung vorgesehen, die entlang der Hauptachse 5 verläuft, um jene Messstrahlung 6, die ebenfalls entlang der Hauptachse 5 verläuft, in eine Kammer zu leiten, wo die Strahlung absorbiert wird.

[00102] Zumindest ein Teil jener Messstrahlung 6, der durch Partikel des Aerosolstroms 8 gebeugt oder gestreut wird, wird durch die Umlenkoptik 26 in den Strahlungsdetektor 10 geleitet, um dort detektiert werden zu können.

[00103] Die Umlenkoptik 26 ist in der vorliegenden Ausführungsform ein Spiegel, der insbesondere den gestreuten oder gebeugten Anteil der Messstrahlung 6 in den Austrittsabschnitt 9 spiegelt oder umlenkt.

[00104] Sowohl der Austrittsabschnitt 9 als auch die Umlenkoptik 26 sind in der vorliegenden Ausführungsform im Messkörper 19 vorgesehen, sodass auch diese Bereiche bevorzugt auf eine erhöhte Temperatur gebracht werden, um eine Kondensation unerwünschter Aerosolstromkomponenten zu verhindern in diesem Bereich zu verhindern.

[00105] Auch die Ausführungsform der Fig. 7 zeigt eine im Wesentlichen sekundärluftfreie Anordnung, bei der die detektierte Messstrahlung, insbesondere ausgehend von der Strahlungsquelle 4, durch den Messkanal 2, über die Streuung oder Beugung an dem Aerosol und die Reflexion der Umlenkoptik 26 in den Austrittsabschnitt 9 und zu dem Strahlungsdetektor 10 geleitet wird, ohne dabei Sekundärluft zu durchsetzen. Lediglich im Bereich der Strahlenfalle kann mit Sekundärluft angeordnet sein - was aber für die Messung keine Rolle spielt.

[00106] Die Ein- und Auskopplung der Messstrahlung über Lichtleiter 25 bringt den Vorteil mit

sich, dass sowohl die Strahlungsquelle 4 als auch der Strahlungsdetektor 10 entfernt von dem Messkanal 2 angeordnet werden können, wodurch eine genauere Messung erzielt werden kann. Insbesondere können diese Komponenten temperaturstabil gelagert bzw. angeordnet sein.

Patentansprüche

1. Kondensationspartikelzähler mit einer Messvorrichtung (1),
 - wobei die Messvorrichtung (1) einen im Messbetrieb von einem partikelbeladenen Aerosolstrom (8) durchströmten Messkanal (2) umfasst,
 - wobei der Aerosolstrom (8) insbesondere eine Mischung eines Trägergases mit einem partikelbeladenen Gas oder eine Mischung eines Trägergases mit einem partikelbeladenen Abgas einer Verbrennungskraftmaschine umfasst,
 - wobei die Messvorrichtung (1) eine optische Messeinrichtung (3) umfasst, deren von einer Strahlungsquelle (4) entlang einer Hauptachse (5) ausgehende Messstrahlung (6) im Messbetrieb durch einen Eintrittsabschnitt (7) in den Messkanal (2) eintritt, den Aerosolstrom (8) im Messkanal (2) durchsetzt, durch einen Austrittsabschnitt (9) aus dem Messkanal (2) austritt und, gegebenenfalls abgeschwächt und/oder abgelenkt, auf mindestens einen Strahlungsdetektor (10) der optischen Messeinrichtung (3) trifft,
 - wobei mindestens ein für die Messstrahlung (6) durchlässiges Trennelement (11) vorgesehen ist, durch das die Messstrahlung (6) im Messbetrieb hindurchtritt, und
 - wobei ein Austritt des Aerosolstroms (8) aus dem Messkanal (2) zu der Strahlungsquelle (4) und/oder zu dem Strahlungsdetektor (10) durch das mindestens eine Trennelement (11) verhindert ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine auf die Messkanalanordnung (13) und/oder auf den Messkanal (2) und/oder auf den Aerosolstrom (8) wirkende Heizanordnung (18) vorgesehen und die Heizanordnung (18) im Messbetrieb derart ausgestaltet oder eingerichtet ist, dass die Temperatur im Messkanal (2) der Messvorrichtung (1) größer ist als 190°C und insbesondere größer ist als 200°C oder zwischen 220°C und 240°C und insbesondere bei 230°C liegt;
 - und/oder dass die Heizanordnung (18) im Messbetrieb derart ausgestaltet oder eingerichtet ist, dass die Oberflächentemperatur der dem Aerosolstrom (8) zugewandten Fläche des Messkanals (2) größer ist als 190°C und insbesondere größer ist als 200°C oder zwischen 220°C und 240°C und insbesondere bei 230°C liegt.
2. Kondensationspartikelzähler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Messkanal (2) durch das Trennelement (11) gegenüber der Strahlungsquelle (4) und/oder gegenüber dem Strahlungsdetektor (10) abgedichtet und insbesondere gasdicht abgedichtet ist.
3. Kondensationspartikelzähler nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Trennelement (11) ein Fenster, eine Linse, eine Brewster-Fensteranordnung und/oder einen Lichtleiter wie insbesondere eine Glasfaserleitung umfasst oder durch eine dieser Komponenten gebildet ist.
4. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass das mindestens eine Trennelement (11) im Eintrittsabschnitt (7) und im Austrittsabschnitt (9) angeordnet ist,
 - insbesondere dass zwei Trennelemente (11) vorgesehen sind, wobei ein Trennelement (11) im Eintrittsabschnitt (7) und ein Trennelement (11) im Austrittsabschnitt (9) angeordnet ist.
5. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**,
dass sich der Messkanal (2) geschlossen durch die gesamte Messvorrichtung (1) erstreckt, und/oder dass der Messkanal (2) in der Messvorrichtung (1) im Messbetrieb vollständig von dem Aerosolstrom (8) durchströmt oder gefüllt ist und insbesondere im Wesentlichen totvolumenlos und/oder sekundärluftfrei ausgebildet ist.

6. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Düse (12) zur Einblasung des Aerosolstroms (8) in den Messkanal (2) oder in die Messvorrichtung (1) vorgesehen ist, und dass die Düse (12) unmittelbar vor der Hauptachse (5) in den Messkanal (2) oder in die Messvorrichtung (1) mündet.
7. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass der Messkanal (2) Teil einer Messkanalanordnung (13) ist,
 - dass sich die Messkanalanordnung (13) von einer Einmündung (14) durch einen Sättigungsbereich (15) zur Anreicherung oder Sättigung des Aerosolstroms (8) oder des Trägermediums des Aerosolstroms (8) mit dem Betriebsstoff (16) erstreckt,
 - dass sich die Messkanalanordnung (13) durch einen dem Sättigungsbereich (15) in Strömungsrichtung nachgeschalteten Kondensationsbereich (17) zur Übersättigung des Aerosolstroms (8) und zur Anlagerung von kondensierendem Betriebsstoff (16) an Partikeln des Aerosolstroms (8) erstreckt,
 - und dass sich die Messkanalanordnung (13) durch die dem Kondensationsbereich (17) in Strömungsrichtung des Aerosolstroms (8) nachgeschaltete Messvorrichtung (1) erstreckt.
8. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heizanordnung (18) im Messbetrieb derart ausgestaltet oder eingerichtet ist,
 - dass die Temperatur des Aerosolstroms (8) im Messkanal (2) oder in der gesamten Messkanalanordnung (13) größer ist als die Säuretaupunkttemperatur der gegebenenfalls im Aerosolstrom (8) enthaltenen Säuren,
 - oder dass die Temperatur des Aerosolstroms (8) im Bereich der dem Aerosolstrom zugewandten Wand des Messkanals (2) größer ist als die Säuretaupunkttemperatur der gegebenenfalls im Aerosolstrom (8) enthaltenen Säuren,
 - oder dass die Temperatur der dem Aerosolstrom zugewandten Wand des Messkanals (2) größer ist als die Säuretaupunkttemperatur der gegebenenfalls im Aerosolstrom (8) enthaltenen Säuren,wobei die Säuretaupunkttemperatur insbesondere die Säuretaupunkttemperatur von Schwefelsäure ist, die im Bereich von 120°C bis 150°C liegt.
9. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass die Heizanordnung (18) im Messbetrieb derart ausgestaltet oder eingerichtet ist,
 - dass die Temperatur im Sättigungsbereich (15) und im Kondensationsbereich (17) größer ist als 150°C oder größer ist als 180°C und insbesondere größer ist als 190°C,
 - und dass die Heizanordnung (18) derart eingerichtet ist, dass die Temperatur im Sättigungsbereich (15) größer ist als im Kondensationsbereich (17) und insbesondere größer ist als 200°C oder 210°C.
10. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heizanordnung (18) im Messbetrieb derart ausgestaltet oder eingerichtet ist,
 - dass die Temperatur des Messkanals oder innerhalb des Messkanals (2) der Messvorrichtung (1) zwischen 220°C und 240°C und insbesondere 230°C beträgt;
 - dass die Temperatur des Sättigungsbereichs oder im Sättigungsbereich (15) zwischen 200°C und 220°C und insbesondere 210°C beträgt,
 - und dass die Temperatur des Kondensationsbereichs oder im Kondensationsbereich (17) zwischen 190°C und 200°C beträgt.
11. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Trennelement (11) thermisch isolierend wirkt, sodass die Temperatur im Messkanal (2) im Messbetrieb größer ist als die Temperatur im Bereich der Strahlungsquelle (4) und insbesondere als die Temperatur im Bereich zwischen dem

Trennelement (11) und der Strahlungsquelle (4) und größer ist als die Temperatur im Bereich des Strahlungsdetektors (10) und insbesondere als die Temperatur zwischen dem Trennelement (11) und dem Strahlungsdetektor (10).

12. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass der Messkanal (2) innerhalb eines massiven, als Wärmespeicher wirkenden Messkörpers (19) verläuft,
 - und/oder dass der Messkanal (2) teilweise durch einen massiven, als Wärmespeicher wirkenden Messkörper (19) gebildet ist.
13. Kondensationspartikelzähler nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Messkörper (19) von der Heizanordnung (18) beheizt oder beheizbar ist.
14. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass eine Einlassöffnung (20) zur Bildung des partikelbeladenen Aerosolstroms (8) vorgesehen ist, durch die einem Trägergas ein Aerosol wie insbesondere ein partikelbeladenes Abgas einer Verbrennungskraftmaschine beimengbar ist oder beigemengt wird,
 - und dass die Einlassöffnung (20) vor dem Sättigungsbereich (15) in die Messkanalanordnung (13) mündet.
15. Kondensationspartikelzähler nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass eine Trägergasfördervorrichtung (24) vorgesehen ist, deren Förderleistung steuerbar oder regelbar ist,
 - dass die Einlassöffnung (20) als Venturi-Düse ausgebildet ist,
 - und dass der Volumenstrom des durch die Venturi-Düse beigemengten Aerosols über die Förderleistung der Trägergasfördervorrichtung (24) steuerbar oder regelbar ist.
16. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass der Strahlungsdetektor (10) oder dessen Austrittsabschnitt (9) entfernt von der Hauptachse (5) angeordnet ist,
 - und/oder dass die Strahlungsquelle (4) oder der Strahlungsdetektor (10) verlagerbar angeordnet ist, sodass die Messstrahlung (6) in einer ersten Stellung entlang der Hauptachse (5) von der Strahlungsquelle (4) direkt auf den Strahlungsdetektor (10) trifft und sodass die Messstrahlung (6) in einer zweiten Stellung indirekt, insbesondere durch Streuung an den im Aerosolstrom (8) angeordneten Partikeln, auf den Strahlungsdetektor (10) trifft,
 - und/oder dass zwei Strahlungsquellen (4) vorgesehen sind, wobei die Messstrahlung (6) einer Strahlungsquelle (4) entlang deren Hauptachse (5) direkt auf den Strahlungsdetektor (10) trifft und wobei die Messstrahlung (6) der zweiten Strahlungsquelle (4) indirekt, insbesondere durch Streuung an den im Aerosolstrom (8) angeordneten Partikeln, auf den Strahlungsdetektor (10) trifft,
 - und/oder dass zwei Strahlungsdetektoren (10) vorgesehen sind, wobei ein Strahlungsdetektor (10) entfernt von der Hauptachse (5) und ein Strahlungsdetektor (10) in der Hauptachse (5) angeordnet ist.
17. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass der Austrittsabschnitt (9) entfernt von der Hauptachse (5) angeordnet ist,
 - und/oder dass der Eintrittsabschnitt (7), das Trennelement (11) des Eintrittsabschnitts (7), der Austrittsabschnitt (9), und/oder das Trennelement (11) des Austrittsabschnitts (9) verlagerbar angeordnet ist/sind, sodass die Messstrahlung (6) in einer ersten Stellung entlang der Hauptachse (5) von der Strahlungsquelle (4) direkt auf den Strahlungsdetektor (10) oder dessen Austrittsabschnitt (9) trifft und sodass die Messstrahlung (6) in einer zweiten Stellung indirekt, insbesondere durch Streuung oder Beugung an den im Aero-

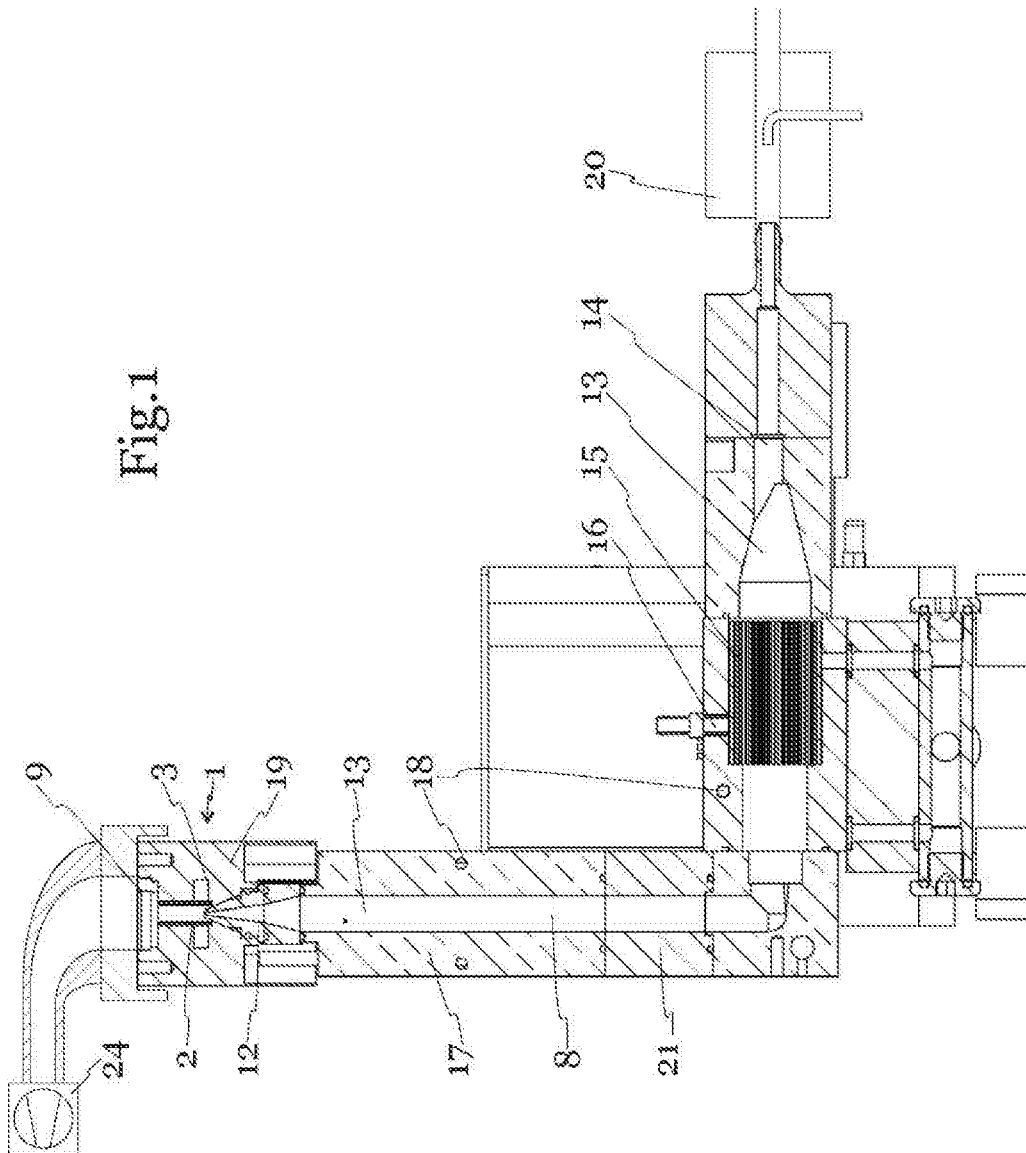
- solstrom (8) angeordneten Partikeln, auf den Strahlungsdetektor (10) oder dessen Austrittsabschnitt (9) trifft,
- und/oder dass zwei Strahlungsquellen (4) vorgesehen sind, wobei die Messstrahlung (6) einer Strahlungsquelle (4) entlang deren Hauptachse (5) direkt auf den Strahlungsdetektor (10) oder auf den Austrittsabschnitt (9) trifft und wobei die Messstrahlung (6) der zweiten Strahlungsquelle (4) indirekt, insbesondere durch Streuung oder Beugung an den im Aerosolstrom (8) angeordneten Partikeln, auf den Strahlungsdetektor (10) oder dessen Austrittsabschnitt (9) trifft,
 - und/oder dass zwei Strahlungsdetektoren (10) vorgesehen sind, wobei ein Strahlungsdetektor (10) oder dessen Eintrittsabschnitt (7) entfernt von der Hauptachse (5) und ein Strahlungsdetektor (10) oder dessen Eintrittsabschnitt (7) in der Hauptachse (5) angeordnet ist.
18. Verfahren zur Partikelmessung eines partikelbeladenen Aerosolstroms (8), umfassend folgende Schritte:
- Herstellen eines mit einem Betriebsstoff (16) angereicherten oder gesättigten partikelbeladenen Aerosolstroms (8),
 - Übersättigen des Aerosolstroms (8) und Anlagern von kondensiertem Betriebsstoff (16) an Partikeln des Aerosolstroms (8) insbesondere durch Abkühlen des zuvor angereicherten oder gesättigten partikelbeladenen Aerosolstroms (8),
 - und Leiten des übersättigten Aerosolstroms (8) durch einen Messkanal (2) einer Messvorrichtung (1), wobei die Messvorrichtung (1) eine optische Messeinrichtung (3) umfasst, deren von einer Strahlungsquelle (4) ausgehende Messstrahlung (6) im Messbetrieb durch einen Eintrittsabschnitt (7) in den Messkanal (2) eintritt, den Aerosolstrom (8) im Messkanal (2) durchsetzt, durch einen Austrittsabschnitt (9) aus dem Messkanal (2) austritt und, gegebenenfalls abgeschwächt, auf einen Strahlungsdetektor (10) der optischen Messeinrichtung (3) trifft,
- dadurch gekennzeichnet**, dass der Messkanal (2) oder zumindest die Oberflächentemperatur der dem Aerosolstrom (8) zugewandten Fläche des Messkanals (2) von einer Heizvorrichtung auf eine Temperatur von mehr als 150°C oder mehr als 190°C und insbesondere von mehr als 200°C oder auf eine Temperatur von 220°C bis 240°C beheizt wird.
19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aerosolstrom (8) derart beheizt wird, dass die Temperatur des Aerosolstroms an jeder Stelle der Messkanalanordnung (13) oder des Messkanals (2) größer ist als die Säuretaupunkttemperatur der gegebenenfalls im Aerosolstrom (8) enthaltenen Säuren, insbesondere der Schwefelsäure, wobei die Säuretaupunkttemperatur insbesondere im Bereich von 120°C bis 150°C liegt.
20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heizanordnung (18) im Messbetrieb derart betrieben wird,
- dass die Temperatur im Sättigungsbereich (15) und im Kondensationsbereich (17) größer ist als 180°C und insbesondere größer ist als 190°C,
 - und dass die Heizanordnung (18) derart betrieben wird, dass die Temperatur im Sättigungsbereich (15) größer ist als im Kondensationsbereich (17) und insbesondere größer ist als 200°C oder 210°C.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heizanordnung (18) im Messbetrieb derart betrieben wird,
- dass die Temperatur des Messkanals (2) der Messvorrichtung (1) zwischen 220°C und 240°C beträgt;
 - dass die Temperatur des Sättigungsbereichs (15) zwischen 200°C und 220°C beträgt,
 - und dass die Temperatur des Kondensationsbereichs (17) zwischen 190°C und 200°C beträgt.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass der Aerosolstrom (8) im Sättigungsbereich (15) auf eine Temperatur zwischen 200°C und 220°C gebracht wird,
 - und dass der Aerosolstrom (8) im Kondensationsbereich (17) auf eine Temperatur zwischen 190°C und 200°C gebracht wird,
 - und dass der Messkanal (2) der Messvorrichtung (1) auf eine Temperatur zwischen 220°C und 240°C gebracht wird.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass der Aerosolstrom (8) im Messbetrieb aus dem Kondensationsbereich (17) mit einer Temperatur von über 190° und insbesondere mit einer Temperatur von 190°C bis 200°C in den Messkanal (2) der Messvorrichtung (1) eingeleitet oder durch eine Düse (12) eingeblasen wird,
 - und dass der Aerosolstrom (8) im Messkanal (2) durch die Heizvorrichtung erwärmt wird und insbesondere auf eine Temperatur von über 200° und/oder auf eine Temperatur zwischen 220°C und 240°C erwärmt wird.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aerosolstrom (8) im Messbetrieb durch eine Düse (12) unmittelbar vor jenem Bereich in den Messkanal (2) der Messvorrichtung (1) eingeblasen wird, in dem die Hauptachse (5) verläuft und/oder in dem die Messstrahlung (6) den Messkanal (2) durchsetzt.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aerosolstrom (8) den Messkanal (2) der Messvorrichtung (1) im Messbetrieb vollständig durchströmt oder ausfüllt und insbesondere im Wesentlichen totvolumenlos und/oder sekundärluftfrei durch den Messkanal (2) strömt.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aerosolstrom (8) den Messkanal (2) zwischen dem Eintrittsabschnitt (7) und dem Austrittsabschnitt (9) der Messvorrichtung (1) im Messbetrieb vollständig durchströmt oder ausfüllt und insbesondere im Wesentlichen totvolumenlos und/oder sekundärluftfrei durch den Messkanal (2) strömt.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

1/5

Fig.1



2/5

Fig.2

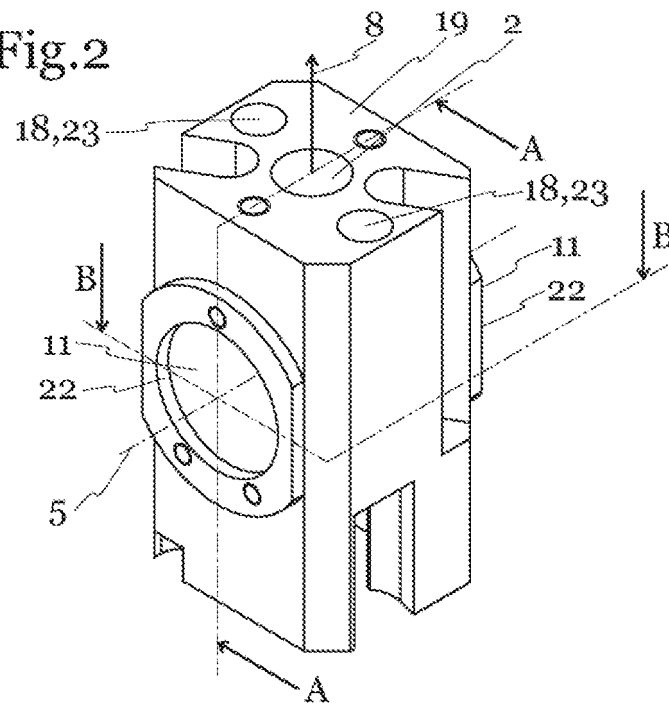
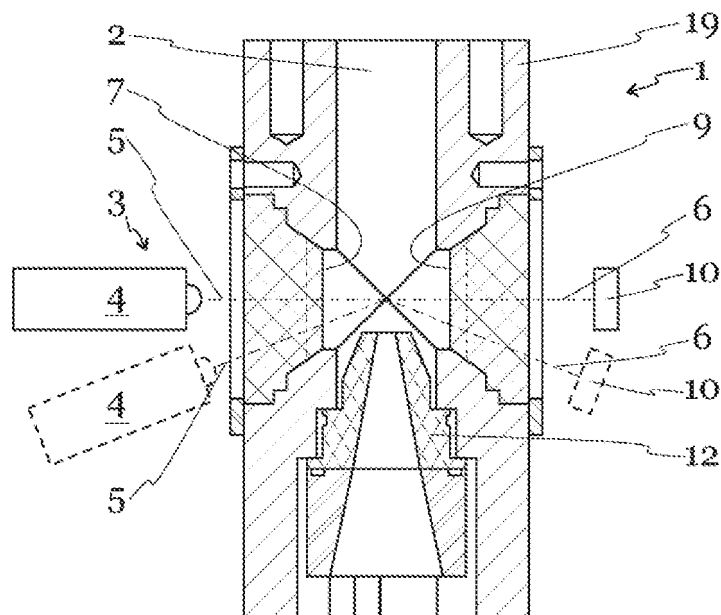
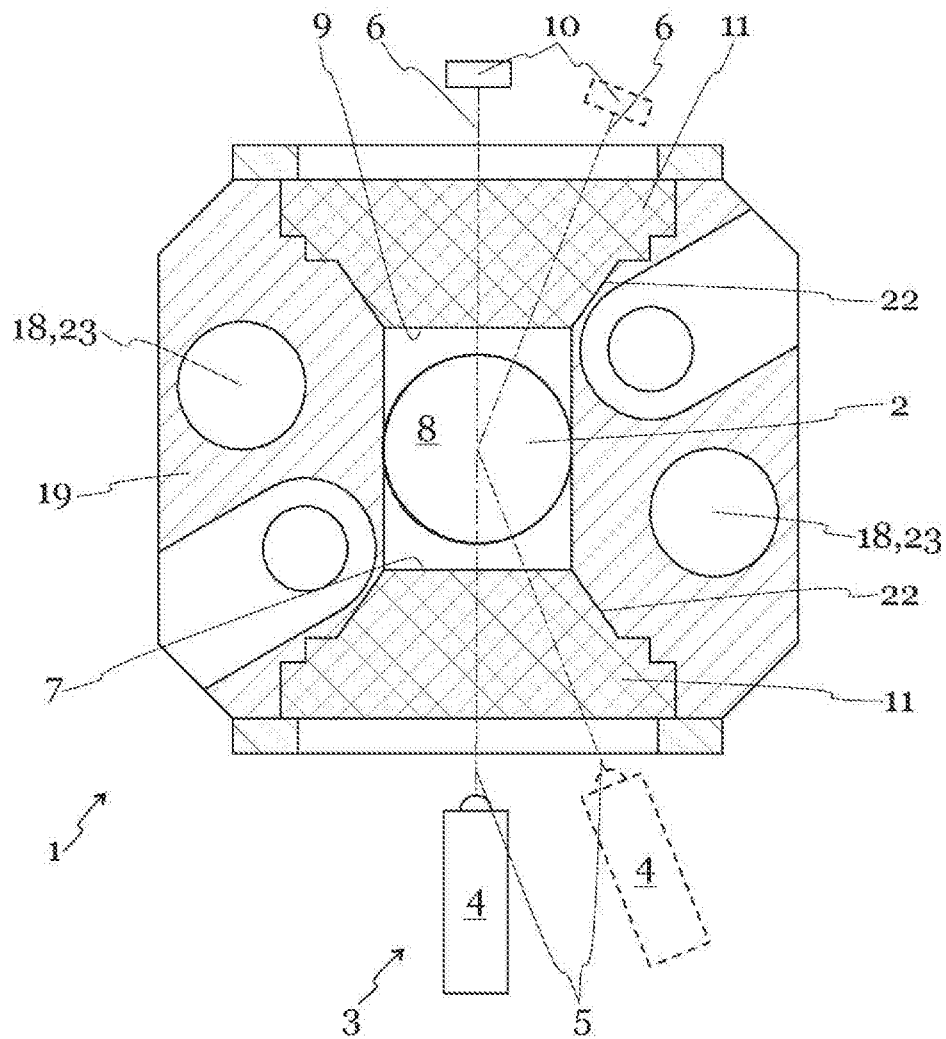


Fig.3



3/5

Fig.4



4/5

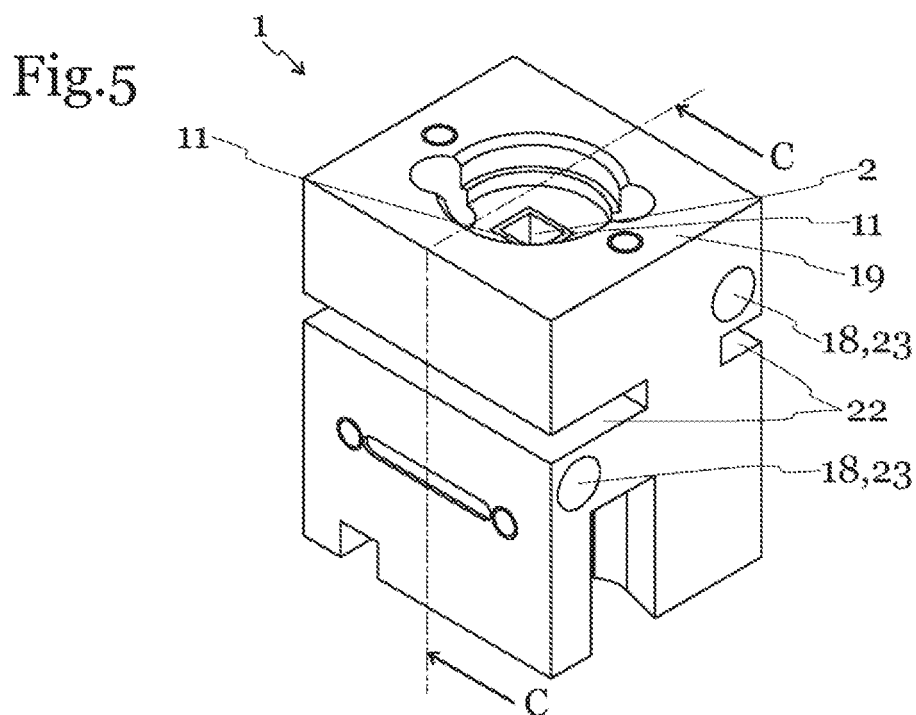
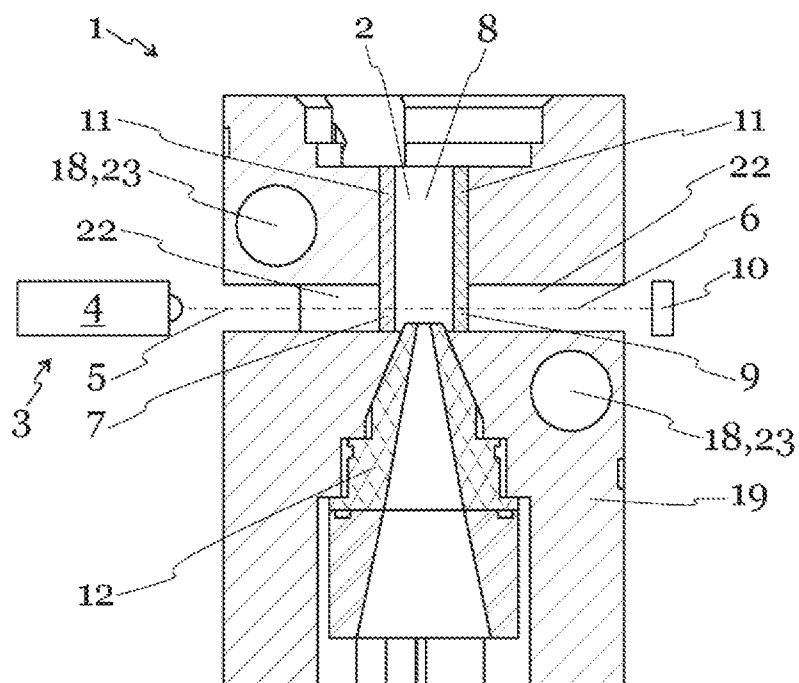


Fig.6



5/5

Fig.7

