

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50375/2014
(22) Anmeldetag: 27.05.2014
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2015

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

(56) Entgegenhaltungen:
US 5659388 A
US 2007056395 A1
DE 112010004055 T5
KR 20050089897 A

(71) Patentanmelder:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
Bergmann Alexander Dr.
8052 Graz (AT)

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

(54) **Kondensationspartikelzähler und Verfahren zur Steuerung des Kondensationspartikelzählers**

(57) Zur einfachen Steuerung eines Kondensationspartikelzählers (1) ist vorgesehen, dass im Bereich der Sättigungseinheit (3) und in Strömungsrichtung vor der Kondensationseinheit (6) zumindest eine Sättigungsüberwachungseinheit (24) angeordnet ist, die einen Sättigungsgrad (S) eines Betriebsmittels des Kondensationspartikelzählers (1) im Aerosol bestimmt und eine Steuereinheit (23) vorgesehen ist, die den ermittelten Sättigungsgrad (S) zur Steuerung des Kondensationspartikelzähler (1) nutzt.

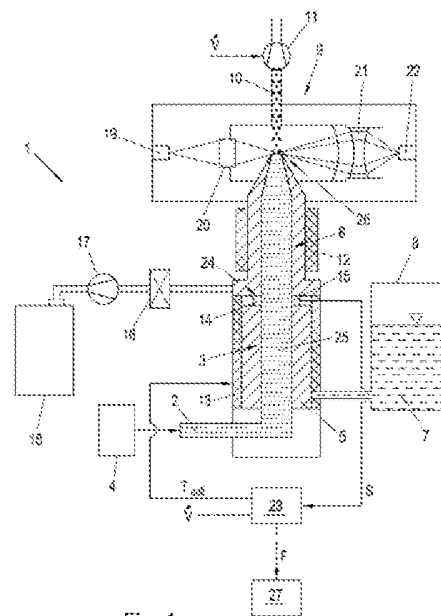


Fig. 1

Zusammenfassung

Zur einfachen Steuerung eines Kondensationspartikelzählers (1) ist vorgesehen, dass im Bereich der Sättigungseinheit (3) und in Strömungsrichtung vor der Kondensationseinheit (6) zumindest eine Sättigungsüberwachungseinheit (24) angeordnet ist, die einen Sättigungsgrad (S) eines Betriebsmittels des Kondensationspartikelzählers (1) im Aerosol bestimmt und eine Steuereinheit (23) vorgesehen ist, die den ermittelten Sättigungsgrad (S) zur Steuerung des Kondensationspartikelzähler (1) nutzt.

Fig. 1

Kondensationspartikelzähler und Verfahren zur Steuerung des Kondensationspartikelzählers

Die gegenständliche Erfindung betrifft einen Kondensationspartikelzähler mit einer Sättigungseinheit und einer in Strömungsrichtung nachgeschalteten Kondensationseinheit, durch die ein Aerosol strömt, sowie einem Verfahren zur Steuerung eines solchen Kondensationspartikelzählers.

In einem bekannten Kondensationspartikelzähler wird ein Aerosol in bekannter Weise zuerst durch eine Sättigungseinheit (Saturator) geleitet, in dem das Aerosol ein Betriebsmittel, wie z.B. ein Alkohol, aufnimmt. Das mit Betriebsmittel gesättigte Aerosol wird danach durch eine Kondensationseinheit (Kondensator), in dem das Aerosol gekühlt wird, geleitet, wodurch das Betriebsmittel auf die Feststoffpartikel im Aerosol aufkondensiert, die dadurch in ihrer Größe zunehmen. Die einzelnen Partikel können dann in einem nachfolgenden Partikelzähler einzeln gezählt werden. Der Partikelzähler ist häufig als Streulichtdetektor ausgeführt, bei dem an den Partikeln gestreutes Licht, das proportional zur Partikelkonzentration im Aerosol ist, von einem Detektor erfasst und ausgewertet wird. Dabei entstehen im Detektor für die Partikel einzelne Pulse, die ausgewertet und gezählt werden. Die Größe der Partikel (fest oder flüssig), ab der dieser Kondensationsprozess stattfindet ist von der Übersättigung des Betriebsmittels im Aerosol, die in der Kondensationseinheit stattfindet, abhängig. Für einen einwandfreien Betrieb eines solchen Kondensationspartikelzählers muss daher der Sättigungsgrad im Saturator, also die Gasphasenkonzentration des Betriebsmittels im Aerosol, richtig eingestellt werden, da über die Gasphasenkonzentration des Betriebsmittels das Wachstum der Partikel durch Kondensation und damit die entstehende Partikelgröße beeinflusst wird. Das geschieht z.B. über die Strömungsgeschwindigkeit des Aerosols, was der Verweildauer des Aerosols im Saturator gleichkommt, oder der Temperaturdifferenz des Saturators zu der Kondensationseinheit oder des Betriebsmittels. Im Betrieb des Kondensationspartikelzählers muss daher für eine sichere Bestimmung der Partikelkonzentration im Aerosol der Sättigungsgrad des Aerosols mit Betriebsmittel, also die Gasphasenkonzentration des Betriebsmittels im Aerosol, überwacht werden. Das erfolgt bisher oftmals durch eine Auswertung der Höhe der Pulse im Detektor, wie z.B. in Aerosol Measurement: Principles, Techniques, and Applications [Seiten 381-392] herausgegeben 09.09.2011 von Pramod Kulkarni, Paul A. Baron, Klaus Willeke beschrieben. Das Problem bei einem solchen Pulshöhenmonitoring ist, dass davon ausgegangen wird, dass die aufkondensierten Partikel alle zur gleichen Größe wachsen, was in der Praxis durch Inhomogenitäten der Übersättigung in der Kondensationseinheit und durch unterschiedliche Größen der Partikel im Aerosol nicht ausreichend der Fall ist. Das Pulshöhenmonitoring als Verfahren zur Überwachung des Sättigungsgrades ist daher unzuverlässig bzw. nicht hinreichend genau.

Der gegenständlichen Erfindung liegt damit die Aufgabe zugrunde, ein einfach durchzuführendes Verfahren, und eine zugehörige Vorrichtung, zur Steuerung eines Kondensationspartikelzählers anzugeben.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass im Bereich der Sättigungseinheit und vor der Kondensationseinheit zumindest eine Sättigungsüberwachungseinheit angeordnet ist, die einen Sättigungsgrad eines Betriebsmittels des Kondensationspartikelzählers im Aerosol bestimmt und eine Steuereinheit vorgesehen ist, die den bestimmten Sättigungsgrad zur Steuerung des Kondensationspartikelzähler nutzt. Vorteilhaft bei der Überwachung des Sättigungsgrades vor der Kondensationseinheit ist, dass noch keine Kondensation an den
10 Wänden des Kondensationspartikelzählers auftritt, die die Messung des Sättigungsgrades beeinflussen könnte. Dies trifft vor allem bei Verwendung optischer Verfahren zur Überwachung des Sättigungsgrades zu, wobei die optischen Elemente durch Kondenswasser beeinträchtigt werden könnten.

15 Ganz besonders vorteilhaft wird die zumindest eine Sättigungsüberwachungseinheit zwischen Sättigungseinheit und Kondensationseinheit angeordnet, da damit der nach der Sättigungseinheit erreichte Sättigungsgrad unmittelbar gemessen werden kann.

Bei einer Anordnung der zumindest einen Sättigungsüberwachungseinheit in der Sättigungseinheit erreicht man, dass die Sättigungsüberwachungseinheit im beheizten Teil des Kondensationspartikelzählers angeordnet wird, womit Kondensationsprobleme sicher vermieden
20 werden können.

Bei Verwendung mehrerer im Bereich der Sättigungseinheit und vor der Kondensationseinheit angeordneter Sättigungsüberwachungseinheiten können allfällige Messfehler oder Messungenauigkeit durch Berücksichtigung mehrerer Messungen, z.B. durch Mittelwertbildung, verringert werden, was eine genauere Steuerung des Kondensationspartikelzählers ermöglichen kann.
25

Der Sättigungsgrad kann vorzugsweise in einer geschlossenen Regelschleife verwendet werden, um eine Betriebsgröße des Kondensationspartikelzählers, z.B. die Temperatur des Heizelements der Sättigungseinheit und/oder die Temperatur des Temperierelements der Kondensationseinheit und/oder den Volumenstrom durch die Sättigungseinheit, zu regeln.
30 Hierzu kann die Steuereinheit aus dem Sättigungsgrad eine Stellgröße zur Regelung des Kondensationspartikelzählers berechnen.

Alternativ, oder auch zusätzlich, kann die Steuereinheit anhand des Sättigungsgrades auch die ordnungsgemäße Funktion des Kondensationspartikelzählers feststellen und bei nicht ordnungsgemäßer Funktion eine Fehlermeldung ausgeben.

Ganz besonders bevorzugt ist die Sättigungsüberwachungseinheit als optische Messtrecke mit einem Lichtemitter und einem zugeordneten, im Strahlengang des Lichtemitters gegenüber liegend angeordneten Photodetektor ausgeführt. Die Vorteile des optischen Messverfahrens sind insbesondere die Selektivität in Hinblick auf das verwendete Betriebsmittel und die nicht invasive Messmethodik, die den Kondensationspartikelzähler in keinsten Weise beeinflusst.

Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 3 näher erläutert, die beispielhaft, schematisch und nicht einschränkend vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung zeigen. Dabei zeigt

- 10 Fig.1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Kondensationspartikelzählers mit einer Sättigungsüberwachungseinheit,
 Fig.2 eine alternative Ausgestaltung der Sättigungsüberwachungseinheit und
 Fig.3 eine weitere vorteilhafte Alternative einer Sättigungsüberwachungseinheit.

Die Figur 1 zeigt schematisch einen Kondensationspartikelzähler 1 mit einer Zuleitung 2 für ein Aerosol, z.B. Abgas eines Verbrennungsmotors 4, das z.B. aus dem Auspuff des Verbrennungsmotors 4 entnommen wird. Das Aerosol gelangt in eine Sättigungseinheit 3 (Saturator), die z.B. ein poröses Sättigungselement 5 umfasst, dem Betriebsmittel 7, z.B. ein Alkohol oder ein Alkan, aus einem Betriebsmittelreservoir 8 zugeführt wird. Das Sättigungselement 5 in der Sättigungseinheit 3 bildet einen Strömungskanal 25, der zumindest teilweise vom Sättigungselement 5 begrenzt wird und vom Aerosol durchströmt wird. Die Sättigungseinheit 3 erstreckt sich dabei axial vom Beginn bis zum Ende des porösen Sättigungselements 5. Das Aerosol durchströmt den Strömungskanal 25 in axialer Richtung und wird dabei durch das über das Sättigungselement 5 zugeführte Betriebsmittel 7 befeuchtet. Die Sättigungseinheit 3 ist in der Regel über ein Heizelement 13 auf eine bestimmte Temperatur T_{soll} temperiert. Das in der Sättigungseinheit 3 mit Betriebsmittel 7 übersättigte Aerosol durchströmt dann eine in Strömungsrichtung nachfolgende Kondensationseinheit 6 (Kondensator). Die Kondensationseinheit 6 ist durch ein geeignetes Temperierelement 12 gekühlt, wodurch das Betriebsmittel 7 im Aerosol auf die im Aerosol enthaltenen Partikel aufkondensiert (angedeutet durch die größeren Punkte am Ende der Kondensationseinheit 6). Die derart durch Kondensation vergrößerten Partikel können dann in einem in Strömungsrichtung nachfolgenden Partikelzähler 9, z.B. ein Streulichtdetektor, gezählt werden. Über eine Ableitung 10 wird das Aerosol wieder abgeleitet, wobei über eine Pumpe 11 eine vorzugsweise konstante Strömungsgeschwindigkeit durch den Partikelzähler 9 eingestellt werden kann. Vor dem Partikelzähler 9 werden die durch Kondensation vergrößerten Partikel in der Regel noch vereinzelt, z.B. in einer Vereinzeldüse 26, um die Partikel einzeln zählen zu können. Das ist der hinlänglich bekannte Aufbau eines Kondensationspartikelzählers 1.

Nachdem die Sättigungseinheit 3 und die Kondensationseinheit 6 unterschiedliche Temperaturen aufweisen, kann zwischen diesen Bauteilen vorteilhafterweise auch ein Isolatorelement 28 angeordnet sein, wie in Fig.3 dargestellt, um die unterschiedlichen Temperaturbereiche im Kondensationspartikelzähler 1 sauber zu trennen.

- 5 Aus der gekühlten Kondensationseinheit 6 kann über ein Filter 16 und eine Kondensatpumpe 17 Wasser in einen Aufnahmebehälter 18 rückgeführt werden. Allfälliges abtropfendes Betriebsmittel 7 kann direkt wieder in die Sättigungseinheit 3 oder in das Betriebsmittelreservoir 8 zurückgeführt werden.

- 10 Der Partikelzähler 9 umfasst hier eine Laserdiode 19, oder eine andere Lichtquelle, deren Licht über eine Fokussiereinheit 20 auf die Austrittsstelle des partikelbeladenen, mit Betriebsmittel übersättigten Aerosolstromes fokussiert und über einen Kollektor 21 gesammelt einem Detektor 22 zugeführt wird. Damit kann jedes einzelne Partikel erfasst und gezählt und damit die Gesamtkonzentration der Partikel im Aerosol detektiert werden.

- 15 Um den Sättigungsgrad des Betriebsmittels 7 im Aerosol zur Steuerung des Kondensationspartikelzählers 1 überwachen und einstellen zu können, ist im Ausführungsbeispiel nach Fig.1 zwischen Sättigungseinheit 3 und Kondensationseinheit 6 eine Sättigungsüberwachungseinheit 24 angeordnet, mit der der aktuelle Sättigungsgrad S , oder eine dafür repräsentative Messgröße, im Aerosol nach der Sättigungseinheit 3 ermittelt wird. Der Sättigungsgrad S wird einer Steuereinheit 23 zugeführt, die daraus eine Stellgröße für das Heizelement 20 13, in der Regel eine Soll-Temperatur T_{soll} , der Sättigungseinheit 3 ermittelt. Der Sättigungsgrad S könnte natürlich auch erst in der Steuereinheit 23 aus einer Messgröße der Sättigungsüberwachungseinheit 24 berechnet werden. Die Stellgröße T_{soll} wird dem Heizelement 13 der Sättigungseinheit 3, bzw. einem Regler des Heizelements 13, zugeführt, das die Sättigungseinheit 3 entsprechend temperiert. Über die Temperatur der Sättigungseinheit 3 kann 25 der Sättigungsgrad des Betriebsmittels 7 im Aerosol eingestellt werden.

- Alternativ oder zusätzlich zur Regelung der Temperatur T des Heizelements 13 der Sättigungseinheit 3 könnte durch die Steuereinheit 23 auch der Volumenstrom \dot{V} durch den Kondensationspartikelzähler 1 geregelt werden, z.B. über die Pumpe 11, wie in Fig.1 strichliert angedeutet, um den Sättigungsgrad S einzustellen. Ebenfalls ist es denkbar zusätzlich 30 oder alternativ die Temperatur des Temperierelements 12 der Kondensationseinheit 6 auf diese Weise zu regeln.

Der Sättigungsgrad S kann aber auch auf andere Weise zur Steuerung des Kondensationspartikelzählers 1 genutzt werden, beispielsweise indem lediglich festgestellt wird, ob der Kondensationspartikelzähler 1 noch ordnungsgemäß arbeitet, oder nicht. Bei nicht ord-

nungsgemäßer Funktion kann dann eine Reaktion ausgelöst werden. Hierzu kann der Sättigungsgrad S in der Steuereinheit 23 mit einem vorgegebenen Sättigungsschwellwert, gegebenenfalls einen oberen und unteren Sättigungsschwellwert, verglichen werden. Überschreitet oder unterschreitet der ermittelte Sättigungsgrad S den Sättigungsschwellwert, wird an einer Anzeigeeinheit 27 eine Fehlermeldung F ausgegeben, beispielsweise an einer Meldeleuchte oder eine Ausgabeeinheit, die den Benutzer auf die nicht ordnungsgemäße Funktion hinweist, wie in Fig.1 strichliert angedeutet. Daraufhin kann z.B. das Sättigungselement 5 getauscht werden, um die Übersättigung des Aerosols wieder zu verbessern, oder der Betriebsmittelstand im Betriebsmittelreservoir 8 überprüft werden.

Die Sättigungsüberwachungseinheit 24 ist vorzugsweise als optische Messtrecke mit einem Lichtemitter 14, z.B. einen Nahinfrarot (NIR) Emitter, und einem, vorzugsweise im Strahlengang gegenüber liegenden, Photodetektor 15, beispielsweise im Wellenzahlenbereich von 2700 bis 3000 cm^{-1} , ausgeführt. Lichtemitter 14 und zugehöriger Photodetektor 15 sind dabei immer so angeordnet, dass das Aerosol dazwischen durchströmt und das emittierte Licht das Aerosol durchstrahlt. Der Photodetektor 15 ist vorzugsweise als schmalbandiger Photodetektor ausgeführt, der nur einen kleinen Wellenzahlenbereich, beispielsweise von 2700 bis 3000 cm^{-1} , erfasst. Gegebenenfalls können davor auch entsprechende optische Filter vorgesehen sein. Bei Verwendung von optischen Elementen zur Umlenkung (beispielsweise Spiegel, Prismen, etc.) oder Führung (beispielsweise Lichtleiter, etc.) des emittierten Lichts könnte der Lichtemitter 14 und/oder der Photodetektor 15 auch an einer anderen Stelle angeordnet sein. Durch die Transmission des Lichts aus dem Lichtemitter 14 durch das gesättigte Aerosol wird Licht absorbiert, was zur Schwächung des ausgesendeten Lichts führt. Diese Schwächung wird durch den Photodetektor 15 erfasst. Aus der Absorption kann beispielsweise über das bekannte Lambert Beer'sche Gesetz auf die Konzentration des Betriebsmittels 7 in der Gasphase und damit auf den Sättigungsgrad S rückgeschlossen werden.

Um mögliche Kondensation an den Komponenten der Sättigungsüberwachungseinheit 24 zu vermeiden, ist die Sättigungsüberwachungseinheit 24 vor der Kondensationseinheit 6 und vorzugsweise im warmen Teil des Kondensationspartikelzählers 1 angeordnet, hier z.B. am Ende der temperierten Sättigungseinheit 3. Gegebenenfalls kann die Sättigungsüberwachungseinheit 24 auch durch ein separates Heizelement beheizt sein, um Kondensation zu verhindern.

Der Lichtemitter 14 und der Photodetektor 15 der Sättigungsüberwachungseinheit 24 kann aber auch anders angeordnet werden, wie anhand der Fig. 2 und 3 näher beschrieben wird.

In Fig.2 ist der Lichtemitter 14 beispielsweise in Strömungsrichtung vor der Sättigungseinheit 3 angeordnet und der Photodetektor 15 in Strömungsrichtung nach der Sättigungseinheit 3 (aber immer noch vor der Kondensationseinheit 6). Lichtemitter 14 und Photodetektor 15, die wiederum im Strahlengang gegenüber liegend angeordnet sind, sind hier so angeordnet,
5 dass das ausgesendete Licht diagonal durch den Strömungskanal 25 geleitet wird. Aber es ist natürlich auch eine umgekehrte Anordnung denkbar, also Lichtemitter in Strömungsrichtung nach dem zugehörigen Photodetektor 15.

Auch ist es möglich, einen Teil der Sättigungsüberwachungseinheit 24, also entweder Lichtemitter 14 oder Photodetektor 15, in der Sättigungseinheit 3 und den anderen zugehörigen Teil außerhalb der Sättigungseinheit 3, beispielsweise zwischen Sättigungseinheit 3 und
10 Kondensationseinheit 6, anzuordnen.

Die Sättigungsüberwachungseinheit 24, oder Teile davon, insbesondere ein Lichtemitter 14 oder ein Photodetektor 15, kann aber natürlich auch im Bereich des Isolatorelement 28 angeordnet sein. In einer bevorzugten Ausgestaltung kann die Sättigungsüberwachungseinheit
15 24, oder Teile davon, auch als Isolatorelement 28 oder im Isolatorelement 28 angeordnet sein.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig.3 sind mehrere Lichtemitter 14a, 14b, 14c und mehrere zugeordnete, im Strahlengang gegenüber liegend angeordnete Photodetektoren 15a, 15b, 15c in der Sättigungseinheit 3, beispielsweise im porösen Sättigungselement 5, angeordnet, die mehrere Sättigungsüberwachungseinheiten 24a, 24b, 24c ausbilden. Hier z.B. verteilt
20 über die axiale Länge des Sättigungselements 5. Selbstverständlich könnten auch nur ein Lichtemitter 14 und ein zugeordneter Photodetektor 15 in der Sättigungseinheit 3 angeordnet sein. Gleichfalls können die Strahlengänge der Lichtemitter 14a, 14b, 14c und der zugeordneten Photodetektoren 15a, 15b, 15c beliebig angeordnet sein. Hier wird der Sättigungsgrad S folglich redundant erfasst. Der Sättigungsgrad S kann dann aus den einzelnen erfassten
25 Sättigungsgraden Sa, Sb, Sc gebildet werden, beispielsweise durch einfache Mittelwertbildung in der Steuereinheit 23.

Patentansprüche

1. Kondensationspartikelzähler mit einer Sättigungseinheit (3) und einer in Strömungsrichtung nachgeschalteten Kondensationseinheit (6), durch die ein Aerosol strömt, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich der Sättigungseinheit (3) und in Strömungsrichtung vor der Kondensationseinheit (6) zumindest eine Sättigungsüberwachungseinheit (24) angeordnet ist, die einen Sättigungsgrad (S) eines Betriebsmittels (7) des Kondensationspartikelzählers (1) im Aerosol bestimmt und eine Steuereinheit (23) vorgesehen ist, die den bestimmten Sättigungsgrad (S) zur Steuerung des Kondensationspartikelzählers (1) nutzt.
2. Kondensationspartikelzähler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Sättigungsüberwachungseinheit (24) zwischen Sättigungseinheit (3) und Kondensationseinheit (6) angeordnet ist.
3. Kondensationspartikelzähler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Sättigungsüberwachungseinheit (24) in der Sättigungseinheit (3) angeordnet ist.
4. Kondensationspartikelzähler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich der Sättigungseinheit (3) und in Strömungsrichtung vor der Kondensationseinheit (6) mehrere Sättigungsüberwachungseinheiten (24a, 24b, 24c) angeordnet sind.
5. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (23) aus dem Sättigungsgrad (S) eine Stellgröße (T_{soll}, \dot{V}) zur Regelung des Kondensationspartikelzählers (1) berechnet, vorzugsweise zur Temperierung eines Heizelements (13) der Sättigungseinheit (3) und/oder zur Temperierung eines Temperierelements (12) der Kondensationseinheit (6) und/oder zur Regelung des Volumensstromes durch die Sättigungseinheit (3).
6. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (23) anhand des Sättigungsgrades (S) die ordnungsgemäße Funktion des Kondensationspartikelzählers (1) feststellt und bei nicht ordnungsgemäßer Funktion an einer Anzeigeeinheit (7) eine Fehlermeldung ausgibt.
7. Kondensationspartikelzähler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Sättigungsüberwachungseinheit (24) als optische Messtrecke mit einem Lichtemitter (14, 14a, 14b, 14c) und einem zugehörigen, im Strahlengang des Lichtemitters

(14, 14a, 14b, 14c) gegenüber liegend angeordneten Photodetektor (15, 15a, 15b, 15c) ausgeführt ist.

8. Verfahren zur Steuerung eines Kondensationspartikelzählers mit einer Sättigungseinheit (3) und einer in Strömungsrichtung folgenden Kondensationseinheit (6), **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich der Sättigungseinheit (3) und in Strömungsrichtung vor der
5 Kondensationseinheit (6) mit einer Sättigungsüberwachungseinheit (24) ein Sättigungsgrad (S) eines Betriebsmittels (7) des Kondensationspartikelzählers (1) im Aerosol gemessen wird, mit dem der Kondensationspartikelzähler (1) gesteuert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Sättigungsgrad
10 (S) eine Stellgröße (T_{soll}) für ein Heizelement (13) der Sättigungseinheit (3) und/oder eine Stellgröße für ein Temperierelement (12) der Kondensationseinheit (6) und/oder eine Stellgröße (\dot{V}) für eine Pumpe (11) des Kondensationspartikelzählers (1) berechnet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sättigungsgrad (S) mit einem Sättigungsschwellwert verglichen wird und eine Fehlermeldung ausgegeben wird,
15 wenn der Sättigungsgrad (S) den Sättigungsschwellwert über- oder unterschreitet.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur
Messung des Sättigungsgrades (S) das durch die Sättigungseinheit (3) strömende Aerosol von von einem Lichtemitter (14) emittierten Licht durchleuchtet wird und das durch das Aero-
20 sol transmittierte Licht in einem Photodetektor (15) erfasst wird, der als Maß für den Sättigungsgrad (S) die durch Absorption hervorgerufene Schwächung des emittierten Lichts bestimmt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit
mehreren Sättigungsüberwachungseinheiten (24, 24a, 24b, 24c) mehrere einzelne Sättigungsgrade (S_a , S_b , S_c) ermittelt werden, aus denen der Sättigungsgrad (S) zur Steuerung
25 des Kondensationspartikelzählers (1) ermittelt wird.

1/2

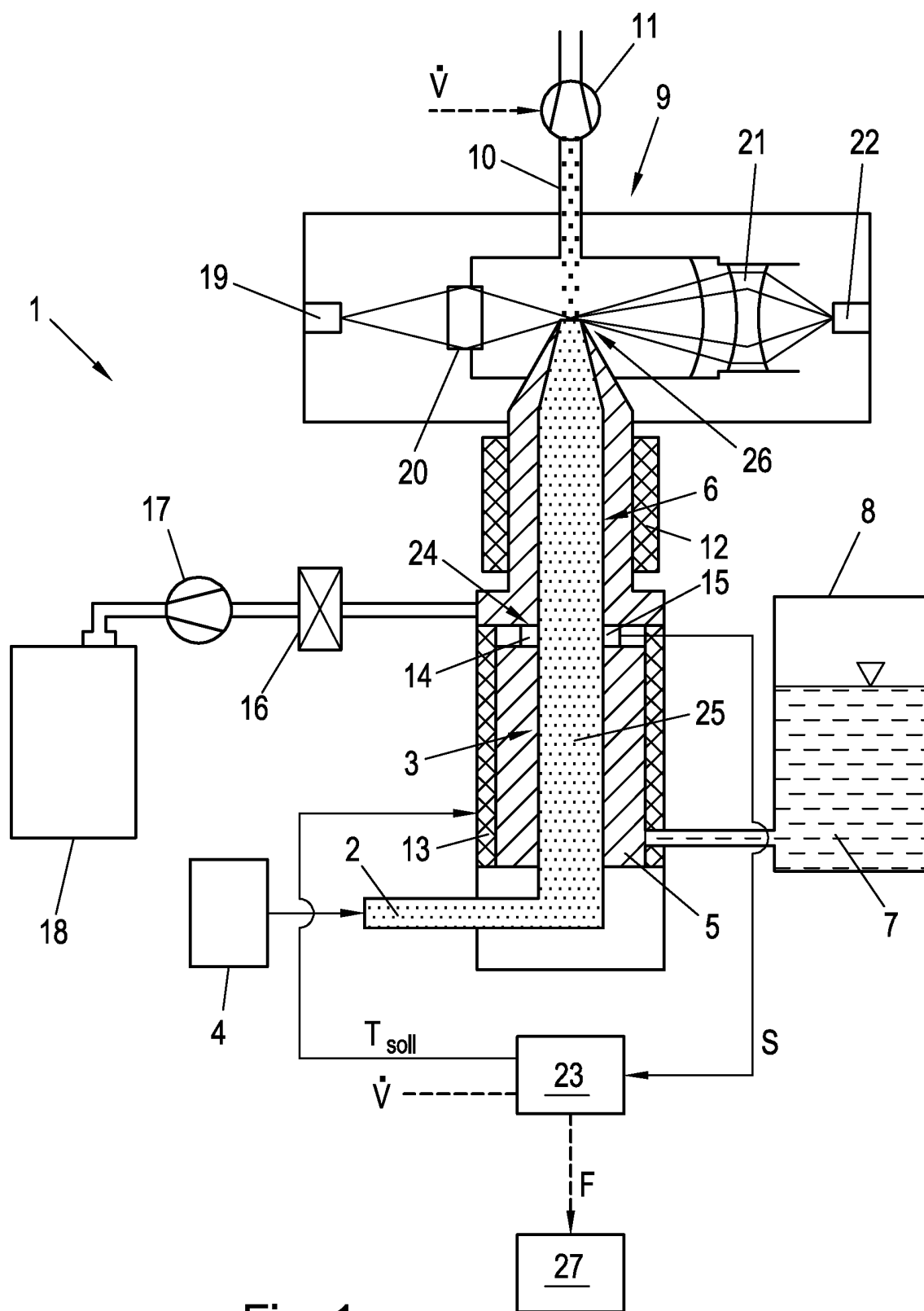


Fig. 1

2/2

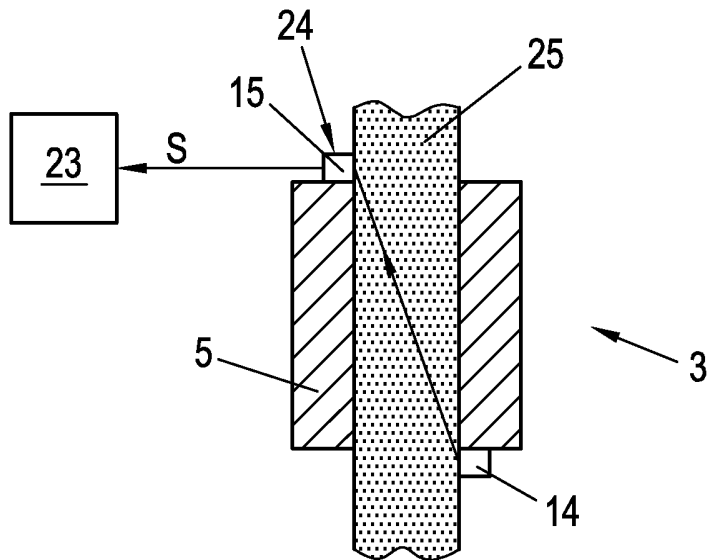


Fig. 2

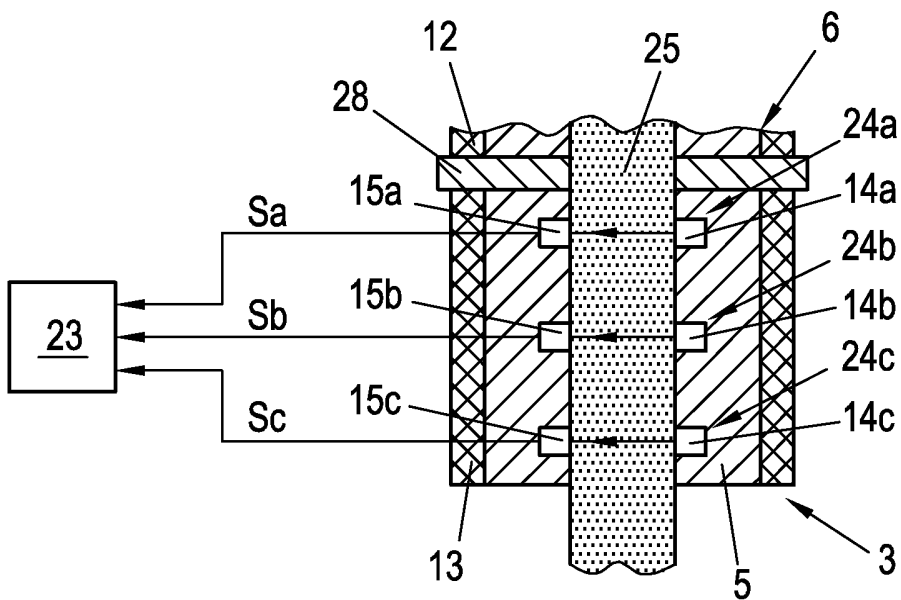


Fig. 3