(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 208 857 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.07.2010 Patentblatt 2010/29

(51) Int Cl.:
E21F 1/08 *(2006.01)* ***E21F 1/00*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **09450240.8**

(22) Anmeldetag: **22.12.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(30) Priorität: **14.01.2009 AT 512009**

(71) Anmelder: **Sirocco Luft- und umwelttechnik GmbH**
1100 Wien (AT)

(72) Erfinder: **Pichler, Peter**
2540 Bad Vöslau (AT)

(74) Vertreter: **Haffner und Keschmann Patentanwälte OG**
Schottengasse 3a
A-1014 Wien (AT)

(54) **Einstellbare Lüftungsklappe**

(57) Bei einer einstellbaren Lüftungsklappe (5,23) zur regelbaren Absaugung kontaminierter Luft aus Bauwerken, insbesondere zur Brandrauchabsaugung in einer Verkehrsanlage, insbesondere in einem Straßentunnel (1), umfassend einen eine Belüftungsöffnung begrenzenden Rahmen (9), einen Klappenantrieb (8) für die Betätigung von Klappenelementen (6), eine Steuervorrichtung zum Steuern des Klappenantriebs (8) und eine Kommunikationsschnittstelle für den Datenaustausch mit einer Steuerzentrale, wobei die Steuervorrichtung mit der Kommunikationsschnittstelle verbunden ist, um den Klappenantrieb (8) in Abhängigkeit von Steuerbefehlen der Steuerzentrale zu steuern, weist die Lüftungsklappe (5,23) wenigstens einen integrierten Sensor (10) zum Erfassen von Gefahren im Bauwerksinneren auf.

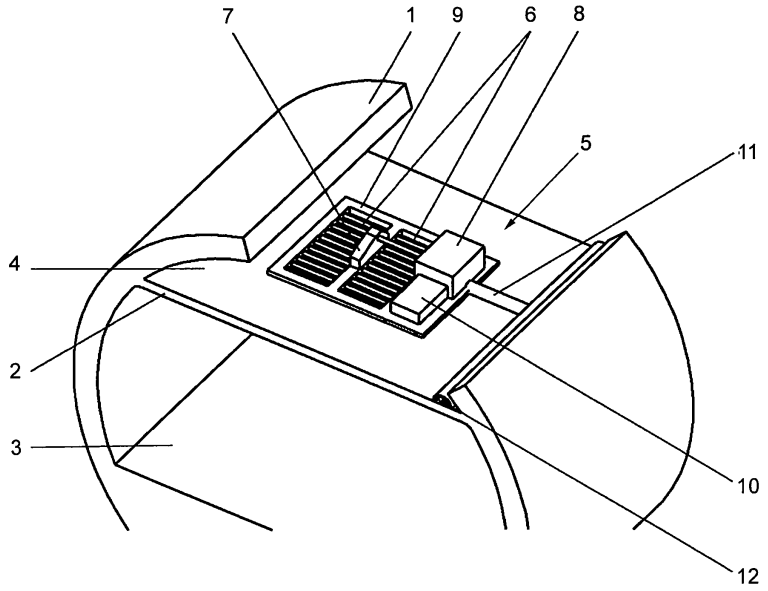

Fig. 1

EP 2 208 857 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine einstellbare Lüftungsklappe zur regelbaren Absaugung kontaminierter Luft aus Bauwerken, insbesondere zur Brandrauchabsaugung in einer Verkehrsanlage, insbesondere in einem Straßentunnel, umfassend einen eine Belüftungsöffnung begrenzenden Rahmen, einen Klappenantrieb für die Betätigung von Klappenelementen, eine Steuervorrichtung zum Steuern des Klappenantriebs und eine Kommunikationsschnittstelle für den Datenaustausch mit einer Steuerzentrale, wobei die Steuervorrichtung mit der Kommunikationsschnittstelle verbunden ist, um den Klappenantrieb in Abhängigkeit von Steuerbefehlen der Steuerzentrale zu steuern.

[0002] Die Erfindung betrifft weiters eine Lüftungsanlage sowie einen Tunnel mit einer Mehrzahl von Lüftungsklappen.

[0003] Eine der wesentlichsten Gefahrenquellen in geschlossenen Räumen mit begrenzter Anzahl an Fluchtmöglichkeiten, wie beispielsweise Straßen- oder Schienentunnels, Verbindungsgängen in U-Bahnen oder auf Flughäfen, aber auch Bergwerksstollen, sind Kontaminationen der Atemluft. Ein typisches Beispiel für eine derartige atmosphärische Gefahrenquelle ist Brandrauch, der sowohl akut toxisch wie auch erstickend wirken kann und zudem die Sicht einschränkt. Um derartige Gefährdungen möglichst zu minimieren sind entsprechende Lüftungsanlagen erforderlich. Diese müssen gewährleisten, dass sich Sicht und Luftqualität nicht derart verschlechtern, dass vorgesehene Fluchtwege nicht mehr sicher erkannt bzw. benutzt werden können. Zudem soll Rettungsdiensten ein möglichst gefahrloser Zugang zur Quelle der Kontamination, beispielsweise einem Brandherd, ermöglicht werden.

[0004] Um diesen Forderungen nachzukommen werden (Rauch-) Abzugsanlagen eingesetzt. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform derartiger Abzugsablagen wird die kontaminierte Atmosphäre durch eine oder mehrere regelbare Lüftungsklappe(n) in einen separaten Abzugskanal abgesaugt. Diese Art der Absaugung kann dazu als Teil einer sogenannten Quer- bzw. Halbquerlüftung realisiert sein, bei der auch im Normalbetrieb Luft durch den Absaugkanal abgesaugt wird, um dadurch die Frischluftzufuhr im Bauwerk sicherzustellen. Alternativ ist es möglich und oft vorteilhaft, die Absauganlage exklusiv für die rasche und effiziente Absaugung atmosphärischer Kontaminationen vorzusehen und die Frischluftversorgung im Normalbetrieb durch andere Maßnahmen, beispielsweise durch eine Längslüftung, zu bewerkstelligen. In beiden Formen ist bei längeren Bauwerken in der Regel eine Mehrzahl der gegenständlichen Lüftungsklappen vorzusehen, die, bei Straßenverkehrstunnels in Abständen von typischerweise 75m bis 150m, näherungsweise gleichmäßig über die Länge des Bauwerks verteilt angeordnet sind.

[0005] Die Verwendung einer derartigen Abzugsanlage mit einer Vielzahl einzeln regelbarer Lüftungsklappen ermöglicht im Bedarfsfall eine Lokalisierung der Absaugung. Bei Detektion einer Gefahr, beispielsweise eines Brandes, werden durch eine übergeordnete Steuerzentrale die Lüftungsklappen im Bereich der Gefahrenstelle geöffnet, alle anderen hingegen geschlossen. Entsprechend der lokal abgesaugten Luftmenge strömt nunmehr Luft durch den freien Tunnelquerschnitt zu, was bewirkt, dass die atmosphärische Kontamination rasch abgezogen und durch nicht belastete, atembare Luft ersetzt wird.

[0006] Für diese hocheffiziente Art der Absaugung ist, neben der Montage einer entsprechenden Anzahl individuell regelbarer Lüftungsklappen, zwingend erforderlich, das betroffene Bauwerk mit einem entsprechenden Sensornetzwerk zu überwachen. Diese Sensoren müssen in der Lage sein, eine entsprechende Gefahr rasch, zuverlässig und mit ausreichender räumlicher Präzision zu detektieren. Stand der Technik ist hier die Anbringung einer Mehrzahl einzelner Gefährdungsdetektoren, wie insbesondere Rauch- und Brandmelder, Temperatursensoren zur Überwachung der Lufttemperatur, Überwachungskameras und/oder Messgeräte zur Beurteilung der (Luft)Trübe, jeweils allein oder in beliebigen Kombinationen, in regelmäßigen Abständen im Bauwerk. Diese Geräte sind zumeist recht aufwändig ausgeführt, um die diversen Anforderungen z.B. an einen Einsatz in einem Tunnel zu erfüllen. So dürfen im Brandfall keine Teile auf die Fahrbahn stürzen, alle im Tunnel befindlichen Objekte müssen einer Tunnelreinigung mit Bürsten bzw. Hochdruck standhalten können, etc. Die damit verbundenen signifikanten Kosten sind mit ein Grund dafür, dass beispielsweise in Straßenverkehrstunnels derartige Sensoren derzeit nur in relativ großen Abständen von typischerweise 250 m bis 500 m angebracht werden.

[0007] Zudem müssen alle Sensoren, wie auch sämtliche Lüftungsklappen, über entsprechende, aus Sicherheitsgründen zumeist ein- oder mehrfach redundant ausgelegte, Daten- und Energieversorgungsleitungen mit der übergeordneten Leittechnik verbunden werden. Da die Sensoren, insbesondere aus Gründen der Wartbarkeit, zumeist an den Tunnelseitenwänden angebracht werden, die Lüftungsklappen aber üblicherweise in der Tunneldecke angeordnet sind, sind mindestens zwei unterschiedliche derartige Leitungsstränge erforderlich. An diese müssen die Vielzahl von Lüftungsklappen und Gefährdungsdetektoren über jeweils gesonderte Versorgungs- und Steuerleitungen angeschlossen und somit mit der Energieversorgung bzw. der Leittechnik verbunden werden. Insgesamt ergibt sich daraus für derartige Systeme ein hoher Installationsaufwand.

[0008] Die vorliegende Erfindung zielt nun darauf ab, den Installationsaufwand für derartige Gesamtsysteme zu verringern, die Installation zusätzlicher Sensoren zu ermöglichen und die Wartung zu vereinfachen. Damit sollen gleichzeitig die Kosteneffizienz und die Sicherheit gesteigert werden.

[0009] Zur Lösung dieser Aufgabe ist gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung die einstellbare Lüftungsklappe der eingangs genannten Art im Wesentlichen der-

art weitergebildet, dass die Lüftungsklappe wenigstens einen integrierten Sensor zum Erfassen von Gefahren im Bauwerksinneren aufweist. Die erfindungsgemäße Lüftungsklappe kann damit neben ihrer Funktion als einstellbare Abluftklappe gleichzeitig auch als Träger für einen oder mehrere Sensoren bzw. Sensorsysteme zur Sicherheitsüberwachung bzw. Gefährdungsdetektion fungieren. Dadurch, dass wenigstens ein Sensor in die Lüftungsklappe integriert ist, ist mit der Installation der Lüftungsklappen gleichzeitig bereits auch der bzw. die Sensor(en) entsprechend platziert. Die Anzahl der jeweils gesondert zu montierenden Einheiten und der zu verlegenden Leitungen kann dadurch minimiert werden. Neben einer Verringerung des Installationsaufwandes führt dies bei einer Installation in einer Verkehrsanlage und insbesondere im Straßentunnel zu einer optimalen Anordnung der Sensoren, da die Sensoren, insbesondere Rauch- bzw. Branddetektoren, gemeinsam mit den Lüftungsklappen in der Tunneldecke eingebaut werden, wo eine optimale Erfassung des vom Brandherd aufsteigenden Rauchs gewährleistet ist.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass der wenigstens eine integrierte Sensor zum Übermitteln von Sensormesswerten an die Steuerzentrale mit der Kommunikationsschnittstelle der Lüftungsklappe verbunden ist. Mit Vorteil ist der wenigstens eine integrierte Sensor dabei über wenigstens eine Messwertaufbereitungs- und/oder -auswerteschaltung mit der Kommunikationsschnittstelle verbunden. Die Sensoren sind ggf. samt zugehöriger Messwertaufnahme- und Auswerteelektronik damit nicht nur mechanisch, sondern auch datentechnisch in die Lüftungsklappe integriert. Wenn, wie dies einer weiteren bevorzugten Weiterbildung entspricht, der wenigstens eine integrierte Sensor über den Stromversorgungsanschluss der Lüftungsklappe mit Energie versorgt ist, ist auch eine energieversorgungsmäßige Integration des bzw. der Sensoren sichergestellt.

[0011] Insgesamt wird es dadurch möglich, den wenigstens einen integrierten Sensor über die vorhandenen Energie- bzw. Datenschnittstellen der Lüftungsklappe mit der Tunnelleittechnik, insbesondere der Steuerzentrale, zu verbinden. Als ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Anordnung verringert sich dadurch der Installationsaufwand um mindestens 50% im Vergleich zu herkömmlichen Systemen.

[0012] Eine bevorzugte Weiterbildung sieht vor, dass der wenigstens eine integrierte Sensor wenigstens einen Rauch- und/oder Branddetektor umfasst.

[0013] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass der wenigstens eine integrierte Sensor wenigstens einen Gassensor, insbesondere für toxische und/oder erstickend wirkende oder in Gemisch mit Luft entzündbare oder explosive Gase, umfasst. Der wenigstens eine Rauch- und/oder Branddetektor oder Gassensor kann dabei bevorzugt als extraktiver Gassensor ausgebildet sein, dessen Luftein- und -auslass vorzugsweise jeweils in Verbindung mit dem Inneren des Bauwerks stehen.

[0014] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass der wenigstens eine integrierte Sensor wenigstens einen Temperaturfühler umfasst. Der Temperaturfühler ist dabei bevorzugt zur Messung der Temperatur der Luft im Bauwerksinneren, der durch die Lüftungsklappe abgesaugten Luft und/oder der Lüftungsklappe angeordnet und ausgebildet.

[0015] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass der wenigstens eine integrierte Sensor wenigstens einen bildgebenden Sensor, vorzugsweise eine digitale Kamera, aufweist. Die Sensordaten des wenigstens einen bildgebenden Sensors können hierbei bevorzugt einer computergestützen Bildverarbeitungs- bzw. -auswerteschaltung zugeführt sein.

[0016] Die genannten Sensoren, nämlich Rauch- und/oder Branddetektoren, Temperaturfühler, bildgebende Sensoren sowie weitere dem Fachmann bekannte Sensoren können naturgemäß entsprechend den jeweiligen Erfordernissen kombiniert eingesetzt werden.

[0017] Mit Rücksicht auf die Integration des wenigstens einen Sensors in die Lüftungsklappe muss auf einen ausreichenden Schutz von empfindlichen Teilen gegen Wärme gesorgt werden. In diesem Zusammenhang ist eine Ausbildung vorteilhaft, bei welcher die Messwertaufbereitungs- und/oder -auswerteschaltung und/oder die computergestütze Bildverarbeitungs- bzw. -auswerteschaltung zum Schutz vor Wärmeeinwirkung von einer Wärmeschutzhaube abgedeckt oder in einem thermisch isolierten Gehäuse angeordnet sind.

[0018] Die Klappenelemente sind bevorzugt von sich in der Belüftungsöffnung erstreckenden verschwenkbaren Lamellen gebildet.

[0019] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Lüftungsanlage vorgeschlagen mit einer Mehrzahl von erfindungsgemäßen Lüftungsklappen zur regelbaren Absaugung kontaminierter Luft aus Bauwerken, insbesondere zur Brandrauchabsaugung in einer Verkehrsanlage, insbesondere in einem Straßentunnel, und einer Steuerzentrale, wobei die Lüftungsklappen über einen Daten- und Energieversorgungsstrang mit der Steuerzentrale verbunden sind, über welchen die Energieversorgung und Ansteuerung des Klappenantriebs sowie die Übermittlung der Messwerte des wenigstens einen integrierten Sensors erfolgt. Die Lüftungsklappen weisen bevorzugt jeweils eine Kommunikationsschnittstelle zur gemeinsamen Anbindung des jeweiligen Klappenantriebs und des jeweiligen wenigstens einen integrierten Sensors an den Daten- und Energieversorgungsstrang auf.

[0020] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Tunnel, insbesondere Straßen- oder Schienentunnel, vorgeschlagen, der mit wenigstens einer erfindungsgemäßen Lüftungsklappe versehen ist, wobei der Tunnel parallele, durch eine Wand voneinander getrennte Zu- und Abluftkanäle aufweist und die Klappenelemente und der wenigstens eine integrierte Sensor der Lüftungsklappe im Bereich des Abluftkanals und die Mess-

wertaufbereitungs- und/oder -auswerteschaltung des wenigstens einen integrierten Sensors im Zuluftkanal angeordnet sind. Im Falle eines extraktiven Gassensors sind der Luftein- und -auslass des extraktiven Gassensors bevorzugt im Bereich des Abluftkanals angeordnet und ist eine Messzelle des extraktiven Gassensors bevorzugt im Zuluftkanal angeordnet.

[0021] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Lüftungsklappe mit integrierter Sensorik in einer bevorzugten Ausführungsform für den Einsatz in einem Straßen- oder Schienentunnel mit einem vom Verkehrsraum durch eine Zwischendecke getrennten Abzugskanal, in einer perspektivischen Ansicht von oben.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lüftungsklappe mit extraktiver Gas- und/oder Rauchsensorik in einer Anwendung analog Fig. 1, in einer Ansicht von unten.

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform gemäß Fig. 2 in einer vertikalen Schnittansicht.

Fig. 4 zeigt eine erfindungsgemäße Lüftungsklappe in einer weitergebildeten Ausführungsform mit extraktiver Gas- und/oder Rauchsensorik, einem Temperatursensor zur Messung der Lufttemperatur sowie einem Open-Path Gassensor zur Messung atmosphärischer Schadstoffe und/oder der Lufttrübung, in einer Detailansicht von unten.

Fig. 5 zeigt eine erfindungsgemäße Lüftungsklappe mit integrierter Sensorik in einer bevorzugten Ausführungsform für einen Straßen- oder Schienentunnel mit parallel geführten Frischluft- und Abluftkanälen, in einer perspektivischen Ansicht von oben.

[0022] In Fig. 1 ist ein Tunnel 1 schematisch dargestellt, in welchem eine Trennwand 2 den Verkehrsraum 3 vom Abluftkanal 4 trennt. In eine Öffnung der Trennwand 2 ist eine Lüftungsklappe 5 eingesetzt. Die Lüftungsklappe 5 besteht aus einer Klappe, die als ein Klappenelement 6 oder beispielsweise als eine oder mehrere Reihe(n) parallel betätigter Klappenelemente 6, nämlich Lamellen, ausgeführt sein kann, einer mechanischen Kopplung 7 zu einem Antrieb 8 sowie einer, konstruktiv meistens in den Antrieb 8 integrierten, Antriebssteuerung zur Umsetzung von Befehlen der Leittechnik in eine bestimmte Klappenposition und einem Kommunikationsmodul zur Kommunikation mit der Leittechnik. Die Klappenelemente 6 sind in einen stabilen Rahmen 9 eingebaut, der gleichzeitig den Einbau in die entsprechende Öffnung in der Trennwand 2 zwischen dem Verkehrsraum 3 des Tunnels 1 und dem Abluftkanal 4 ermöglicht. Aus praktischen Gründen, insbesondere in Hinblick auf eine einfachere Installation, werden öfters auch Steuerung, Kommunikationsmodul und Antrieb 8 der Lüftungsklappe 5 auf demselben Rahmen 9 platziert.

[0023] Der verbleibende Platz neben und unterhalb von Klappenantrieb und -steuerung 8 wird zur Anbringung eines oder mehrerer Sensoren bzw. Sensorsysteme 10, sowie der Elektronik für Datenerfassung und -auswertung der Sensoren 10 genutzt. Die Stromversorgung für die Sensoren 10 erfolgt in der vorgeschlagenen Ausführungsform, entweder direkt oder nach Zwischenschaltung eines entsprechenden elektrischen Wandlers, über die Energieversorgung der Lüftungsklappe 5. Analog dazu werden die Daten der Sensoren 10 zunächst in die Kommunikationsschnittstelle der Lüftungsklappe 5 übertragen und von dort über die Datenanschlussleitung 11 der Lüftungskappe 5, über die auch die Steuersignale für die Klappenelemente 6 übertragen werden, mit dem Datenbus 12 des Tunnels und in Folge der Steuerzentrale verbunden. Die Sensoren 10 sind somit funktionell vollständig in die Lüftungsklappe 5 integriert.

[0024] Fig. 2 und 3 zeigen eine abgewandelte Ausführungsform, wobei für gleiche Teile die in Fig. 1 verwendeten Bezugszeichen beibehalten wurden. Bei dieser Ausführungsform ist ein extraktiver Gas- bzw. Rauchsensor vorgesehen, dessen Ein- bzw. Auslassöffnungen mit 13 und 14 bezeichnet sind. Dabei wird Luft durch die Einlassöffnung 13 angesaugt, zumeist temperiert um Kondensation von Luftfeuchtigkeit zu vermeiden, und einer entsprechenden Messzelle zugeführt, in der eine oder mehrere Parameter bestimmt werden. Für die Detektion von Brandrauch kommen hier insbesondere Streulichtverfahren zum Einsatz. Für die Detektion relevanter Gase, bzw. Klassen von Gasen, wie beispielsweise Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Stickoxide (NOx) oder Kohlenwasserstoffe (Methan, etc.) werden an dieser Stelle vorzugsweise optische Transmissionsmessungen bei entsprechenden Absorptionswellenlängen der jeweiligen Analyten, insbesondere im Infraroten (IR) und/oder Ultravioletten (UV), oder/und elektrochemische Gassensoren als Messzellen verwendet. Alle derartigen Sensorprinzipien sind in einer Reihe von Ausführungsformen für unterschiedliche Analyten als Einzel- oder Multiparametersensoren verfügbar. Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Anordnung ist hier, dass die Integration des Sensors in die Lüftungsklappe ermöglicht, die Länge der Verbindungsleitungen zwischen Einlassöffnung 13 und Messzelle kurz zu halten. Dadurch werden Leitungsverluste und Ansprechzeiten minimiert.

[0025] Wichtig bei extraktiven Gassensoren ist, den Gasfluss durch den Sensor möglichst konstant zu halten. Dazu ist es vorteilhaft, das Gas nach der Messung durch die Auslassöffnung 14 wieder in das Tunnelinnere zurückzuführen. Diese Anordnung eines differentialdruckfreien extraktiven Gassensorsystems stellt sicher, dass die Gasmenge nur von der eingestellten Förderleistung, nicht aber von allfälligen Druckgradienten zwischen Gasein- und -auslass bestimmt wird.

[0026] Fig. 4 zeigt eine weitere abgewandelte Ausbil-

dung, bei welcher die Lüftungsklappe 5 zudem zumindest einen Temperaturfühler 15 zur Messung der Lufttemperatur und/oder der Temperatur der Lüftungsklappe 5 selbst aufweist. Für die Messung der Lufttemperatur kann dieser Temperaturfühler wahlweise als eigenständiges Element oder integriert in die Ansaugung eines extraktiven Gassensors ausgeführt sein.

[0027] Andere in vorteilhafter Weise anwend- und integrierbare Sensoren zur Gefahrendetektion umfassen Ionisationsrauchmelder zur Branddetektion, Sensoren zur Messung der Lufttrübung sowie sogenannte Open-Path Gassensoren zur Messung von Gasen bzw. Gasbestandteilen mittels optischer Lichtschwächung bei charakteristischen Wellenlängen. Ein Open-Path Gassensor ist schematisch in Fig. 4 dargestellt. Bei einem derartigen Gassensor, der meistens auf dem Prinzip der nicht-dispersiven Infrarot- (NDIR) oder der UV-Absorptionsmessung basiert, wird typischerweise von einem Emitterelement 16 sequentiell Strahlung mit bestimmten Wellenlängen ausgesandt, die von einem Detektorelement 17 detektiert wird. Aus dem Verhältnis der Lichtschwächung bei verschiedenen Wellenlängen ergibt sich nach dem Prinzip der Differential Optical Absorption Spectroscopy (DOAS) die Konzentration des oder der Gase.

[0028] In Fig. 5 ist eine Anlage mit parallelen, durch eine Wand 18 voneinander getrennten, Zu- und Abluftkanälen 20 und 19 dargestellt, wobei die Lüftungsklappe 23 notwendigerweise in den Abluftkanal 19 eingebaut ist. Im Unterschied zu Anlagen mit nur einem Abzugskanal (Fig. 1 - 4) kann es hier nunmehr sinnvoll sein, den Antrieb 21 der Lüftungsklappe 23 sowie alle empfindlicheren Teile 22 der Sensoren auf die andere Seite der Wand 18 in den Zuluftkanal 20 für die Frischluftzufuhr zu verlegen. Obwohl mit einem höheren Installationsaufwand verbunden, hat diese Ausführungsform den Vorteil, dass die Sensorelektronik und andere empfindlichere Bauteile im Brandfall nicht direkt den heißen Brandgasen ausgesetzt sind. Auf der Abluftseite befinden sich in dieser Ausführung somit nur entsprechend stabile Bauteile, wie beispielsweise die Ein- und Auslassöffnungen 13,14 des extraktiven Gassensors, die über entsprechende Leitungen und brandbeständige Durchlässe in der Wand 18 mit der eigentlichen Sensormesszelle verbunden sind.

[0029] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung, die nicht näher dargestellt ist, dient die Lüftungsklappe als kostengünstige Trägerplattform für den Einsatz von Kameras als bildgebende optische Sensoren. Dazu wird vorzugsweise ein Fenster oder eine Kuppel aus einem optisch transparenten, thermisch stabilen Material, beispielsweise Quarzglas oder Aluminiumoxid hermetisch dicht in den Rahmen eingebaut. Hinter diesem transparenten Schutz befindet sich dann die Kamera. Durch diese optisch transparente Schutzvorrichtung können einfache, kostengünstige digitale Kameras ohne eigenständige Kapselung verwendet werden. Die Übertragung der Bilddaten erfolgt, wie die Übertragung aller Sensordaten dieser Lüftungsklappe, über die Kommunikationsschnittstelle der Lüftungsklappe zum gemeinsamen Datenbus und weiter zur Steuerzentrale. Dort können die Bilder auf einem Bildschirm visualisiert und/oder einer automatisierten Bildverarbeitung zugeführt werden.

[0030] Insgesamt hat die Erfindung eine Reihe praktischer Vorteile. Der erste Vorteil der erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Lüftungsklappe liegt in der Möglichkeit zur einfacheren und somit kostengünstigeren Installation des Gesamtsystems. Vorzugsweise wird die Lüftungsklappe, samt fertig assemblierten, justierten und getesteten Sensoren, einbaufertig angeliefert und vor Ort in die entsprechende vorbereitete Öffnung eingebaut. Da die Energieversorgung sowie das Dateninterface der Sensoren vorzugsweise über die entsprechenden Anschlüsse der Lüftungsklappe erfolgen, ist für die Klappe und sämtliche integrierte Sensoren nur ein einzelner Anschluss an den Versorgungs- und Kommunikationsstrang erforderlich. Ohne Erhöhung des Installationsaufwandes für den Einbau der Klappe erspart die Erfindung somit den gesamten Aufwand für die Vor-Ort-Installation der Sensoren, wie auch sämtliche baulichen Maßnahmen, die für den herkömmlichen Einbau von Sensoren in einem Tunnel erforderlich sind.

[0031] Ein weiterer Vorteil, der unmittelbar die Sicherheit betrifft, liegt in der Positionierung der Sensoren. Lüftungsklappen werden sinnvollerweise so platziert, dass eine zu erwartende atmosphärische Kontamination rasch und effizient abgezogen werden kann. Bei einem primären Gefahrenszenario "Brand" liegen die Lüftungsklappen üblicherweise in der Decke, um den heißen, aufsteigenden Rauch effizient absaugen zu können. Der Einbau der Sensoren in eine Lüftungsklappe in der Tunneldecke gewährleistet somit eine optimale Erfassung des vom Brandherd aufsteigenden Rauchs. Im Gegensatz dazu war es bei herkömmlichen Brandrauchabsaugungen bisher üblich, die Rauch- bzw. Branddetektoren an der Tunnelwand anzubringen, wo eine frühzeitige Brand- bzw. Raucherfassung nicht ohne weiteres sicher gestellt ist. Dient die Luftabsaugung dagegen beispielsweise der Verhinderung der Ansammlung schwerer Gase in Bodennähe, beispielsweise in Bergwerken, sind die entsprechenden Klappen üblicherweise bodennah in seitlichen Wänden oder Kanälen montiert. In jedem Fall ist durch die erfindungsgemäße Integration der Sensoren in die Lüftungsklappe sichergestellt, dass mit der Installation der Lüftungsklappen gleichzeitig auch die Sensoren zur Gefährdungsdetektion entsprechend platziert sind, um eine Gefahr rasch und zuverlässig zu erkennen. Eine Fehlmontage der Sensoren ist dadurch praktisch ausgeschlossen.

[0032] Ein weiterer wesentlicher praktischer Vorteil betrifft die erforderliche Ausführung der Sensoren. Für den Einsatz in Verkehrstunnels ist es zwingend erforderlich, dass derartige Bauteile Temperaturen von mehreren hundert Grad Celsius über mehrere Stunden aushalten, ohne dass Teile abfallen und in das Tunnelinnere stürzen. Zudem müssen sämtliche im Tunnelinneren an-

geordnete Elemente die üblichen Tunnelreinigungsprozeduren, wie Hochdruck- oder Bürstenreinigung, aushalten können ohne dabei Schaden zu nehmen. Dies erfordert entsprechende Maßnahmen, wie Einhausung in Metallgehäuse entsprechender Schutzklasse.

[0033] Durch die erfindungsgemäße Integration der Sensoren in die Lüftungsklappe reduziert sich dieser Aufwand signifikant. Lüftungsklappen müssen von ihrem Design her bereits so ausgelegt sein, dass sie sämtlichen einschlägigen Bestimmungen bezüglich Temperatur- und Brandfestigkeit genügen und nach allen gängigen Verfahren der Tunnelreinigung gereinigt werden können. Durch den Einbau von Sensoren entsteht hier kein zusätzlicher Aufwand. Gleichzeitig ermöglicht die Integration der Sensoren in die Lüftungsklappe, Sensoren bzw. Ausführungsformen von Sensoren zu verwenden, die als Stand-Alone Geräte die Anforderungen nicht erfüllen würden. Die vollen Anforderungen an die Stabilität treffen nunmehr nur noch auf jene Elemente zu, die in direktem Kontakt mit dem Tunnelinneren sind, wie beispielsweise die Ein- bzw. Auslassöffnungen extraktiver Gas- bzw. Rauchsensoren, die eigentlichen Temperaturfühler oder die außen liegenden Bauteile von optischen Open-Path Gassensorelementen. Alle anderen Baugruppen, insbesondere die empfindliche Mess- und Auswerteelektronik, sind durch den Rahmen der Lüftungsklappe für den Normalbetrieb ausreichend vor Einflüssen aus dem Tunnelinneren geschützt. Dadurch reduzieren sich die Anforderungen an die Ausführung und somit die Kosten für derartige Sensoren und Überwachungssysteme signifikant. Zudem sind die Sensoren durch den Einbau in typischerweise wenig zugängliche Lüftungsklappen effektiv vor unabsichtlichen (beispielsweise in Folge von Kollision mit der Tunnelwand) und/oder absichtlichen (z.B. Vandalismus, Sabotage) Beschädigungen geschützt.

[0034] Ein vierter wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Anordnung betrifft die Wartung. Sensoren, inklusive aller gängigen Rauch- und Branddetektoren, benötigen regelmäßige Sicherheitsüberprüfungen, Rekalibrationen, etc. Bei der derzeit üblichen Anbringung der Sensoren an den Tunnelwänden erfordert dies eine zumindest teilweise Sperre des Tunnels, was bei Verkehrstunnels zu Verzögerungen und entsprechenden direkten und indirekten Kosten führt. Durch die hier vorgeschlagene Konstruktion erfolgt die Wartung der Sensoren in überwiegendem Maß nicht mehr von der Verkehrsseite des Tunnels, sondern von der Seite des Abluftkanals. Dadurch ermöglicht es die gegenständliche Erfindung erstmals, derartige Arbeiten ohne bzw. mit minimierter Störung des Normalbetriebs durchzuführen.

[0035] Gemeinsam bewirken diese vier primären Vorteile der erfindungsgemäßen Anordnung, dass derartige Anlagen zur Absaugung atmosphärischer Kontaminationen in Anschaffung und Betrieb im Vergleich zum Stand der Technik deutlich kostengünstiger realisierbar bzw. nachrüstbar sind. Zudem ermöglicht die Erfindung, entsprechende Sensoren in jede einzelne Lüftungsklappe zu integrieren. Dadurch steigt unmittelbar die Sicherheit in derartig ausgerüsteten Bauwerken.

[0036] Anwendungstechnisch ist das erfindungsgemäße Prinzip sehr flexibel einsetzbar. Praktisch alle für den Anwendungsbereich bekannten und etablieren Sensorprinzipien lassen sich ohne weitere Probleme in der beschriebenen Art und Weise in eine Lüftungsklappe integrieren. Die Auswahl der Sensoren kann somit flexibel nach den spezifischen Notwendigkeiten des jeweiligen Objekts erfolgen.

[0037] Für Verkehrstunnels von primärem Interesse sind Sensoren zur Detektion von Rauch bzw. Bränden sowie von toxischen und/oder entzündlichen bzw. explosiven Substanzen. Besonders vorteilhaft sind hier wie bereits erwähnt sogenannte extraktive Sensoren.

[0038] Trotz der Abschirmung der empfindlichen Teile der unterschiedlichen Sensoren gegen Einflüsse aus dem Verkehrsraum des Tunnels ist es in der Regel vorteilhaft, die innenliegenden Sensorteile, insbesondere die empfindliche Elektronik, gegen die Abluft zu schützen. Dazu werden diese, analog dem Antriebsmotor samt Steuer- und Kommunikationsmodul, vorzugsweise in eine entsprechende Einhausung gekapselt. Insbesondere bei Einsatz in dauerhaft durchströmten Zu- bzw. Abluftkanälen kann es vorteilhaft sein, die äußere Form dieser Einhausungen aufeinander abzustimmen und nach aerodynamischen Gesichtspunkten zu konstruieren.

[0039] Bei einer Anordnung, in der die Sensorik im Abzugskanal angeordnet ist, wie in Fig. 1 dargestellt, kann es sinnvoll und vorteilhaft sein, diese Kapselung dahingehend weiterzubilden, dass sie einen zumindest zeitweiligen Schutz gegen Wärme, wie sie beispielsweise als Folge eines nahe gelegenen Brandherds bzw. der Absaugung heißer Brandgase durch die Lüftungsklappe auftritt, bietet. Hiezu kommen insbesondere eine entsprechende thermische Isolation und/oder entsprechende thermische Massen der Einhausung der Sensoren in Betracht. Der Vorteil einer derartigen Weiterbildung der erfindungsgemäßen Anordnung ist, dass die Sensoren im Brandfall über einen wesentlich längeren Zeitraum als üblich funktionsfähig bleiben und somit wesentliche Daten über den Verlauf des Brandes liefern können.

Patentansprüche

1. Einstellbare Lüftungsklappe (5) zur regelbaren Absaugung kontaminierter Luft aus Bauwerken, insbesondere zur Brandrauchabsaugung in einer Verkehrsanlage, insbesondere in einem Straßentunnel (1), umfassend einen eine Belüftungsöffnung begrenzenden Rahmen (9), einen Klappenantrieb (8) für die Betätigung von Klappenelementen (6), eine Steuervorrichtung zum Steuern des Klappenantriebs (8) und eine Kommunikationsschnittstelle für den Datenaustausch mit einer Steuerzentrale, wobei die Steuervorrichtung mit der Kommunikationsschnittstelle verbunden ist, um den Klappenantrieb

(8) in Abhängigkeit von Steuerbefehlen der Steuerzentrale zu steuern, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüftungsklappe (5) wenigstens einen integrierten Sensor (10) zum Erfassen von Gefahren im Bauwerksinneren aufweist.

2. Lüftungsklappe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine integrierte Sensor (10) zum Übermitteln von Sensormesswerten an die Steuerzentrale mit der Kommunikationsschnittstelle verbunden ist.

3. Lüftungsklappe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine integrierte Sensor (10) über wenigstens eine Messwertaufbereitungs- und/oder -auswerteschaltung mit der Kommunikationsschnittstelle verbunden ist.

4. Lüftungsklappe nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüftungsklappe (5) einen Stromversorgungsanschluss aufweist, über welchen der wenigstens eine integrierte Sensor (10) und der Klappenantrieb (8) mit Energie versorgt sind.

5. Lüftungsklappe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine integrierte Sensor (10) wenigstens einen Rauch- und/oder Branddetektor umfasst.

6. Lüftungsklappe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine integrierte Sensor (10) wenigstens einen Gassensor, insbesondere für toxische und/oder erstikkend wirkende oder in Gemisch mit Luft entzündbare oder explosive Gase, umfasst.

7. Lüftungsklappe nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Rauch- und/oder Branddetektor oder Gassensor als extraktiver Gassensor ausgebildet ist, dessen Luftein- und -auslass (13,14) vorzugsweise jeweils in Verbindung mit Inneren des Bauwerks stehen.

8. Lüftungsklappe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine integrierte Sensor wenigstens einen Temperaturfühler (15) umfasst.

9. Lüftungsklappe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperaturfühler (15) zur Messung der Temperatur der Luft im Bauwerksinneren, der durch die Lüftungsklappe (5) abgesaugten Luft und/oder der Lüftungsklappe (5) angeordnet und ausgebildet ist.

10. Lüftungsklappe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine integrierte Sensor (10) wenigstens einen bildgebenden Sensor, vorzugsweise eine digitale Kamera, aufweist.

11. Lüftungsklappe nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensordaten des wenigstens einen bildgebenden Sensors einer computergestützen Bildverarbeitungs- bzw. -auswerteschaltung zugeführt sind.

12. Lüftungsklappe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messwertaufbereitungs- und/oder -auswerteschaltung und/oder die computergestütze Bildverarbeitungs- bzw. -auswerteschaltung zum Schutz vor Wärmeeinwirkung von einer Wärmeschutzhaube abgedeckt oder in einem thermisch isolierten Gehäuse angeordnet sind.

13. Lüftungsklappe nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klappenelemente (6) von sich in der Belüftungsöffnung erstreckenden verschwenkbaren Lamellen gebildet sind.

14. Lüftungsanlage mit einer Mehrzahl von Lüftungsklappen nach einem der Ansprüche 1 bis 13 zur regelbaren Absaugung kontaminierter Luft aus Bauwerken, insbesondere zur Brandrauchabsaugung in einer Verkehrsanlage, insbesondere in einem Straßentunnel (1), und einer Steuerzentrale, wobei die Lüftungsklappen (5) über einen Daten- und Energieversorgungsstrang (12) mit der Steuerzentrale verbunden sind, über welchen die Energieversorgung und Ansteuerung des Klappenantriebs (8) sowie die Übermittlung der Messwerte des wenigstens einen integrierten Sensors (10) erfolgt.

15. Lüftungsanlage nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüftungsklappen (5) jeweils eine Kommunikationsschnittstelle zur gemeinsamen Anbindung des jeweiligen Klappenantriebs (8) und des jeweiligen wenigstens einen integrierten Sensors (10) an den Daten- und Energieversorgungsstrang (12) aufweist.

16. Tunnel mit wenigstens einer Lüftungsklappe nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Tunnel (1) parallele, durch eine Wand (18) voneinander getrennte Zu- und Abluftkanäle (19,20) aufweist und die Klappenelemente (6) und der wenigstens eine integrierte Sensor im Bereich des Abluftkanals (19) und die Messwertaufbereitungs- und/oder -auswerteschaltung des wenigstens einen integrierten Sensors im Zuluftkanal (20) angeordnet sind.

17. Tunnel nach Anspruch 16, wobei im Falle eines extraktiven Gassensors der Luftein- und -auslass (13,14) des extraktiven Gassensors im Bereich des Abluftkanals (19) angeordnet sind und eine Messzelle des extraktiven Gassensors im Zuluftkanal (20) angeordnet ist.

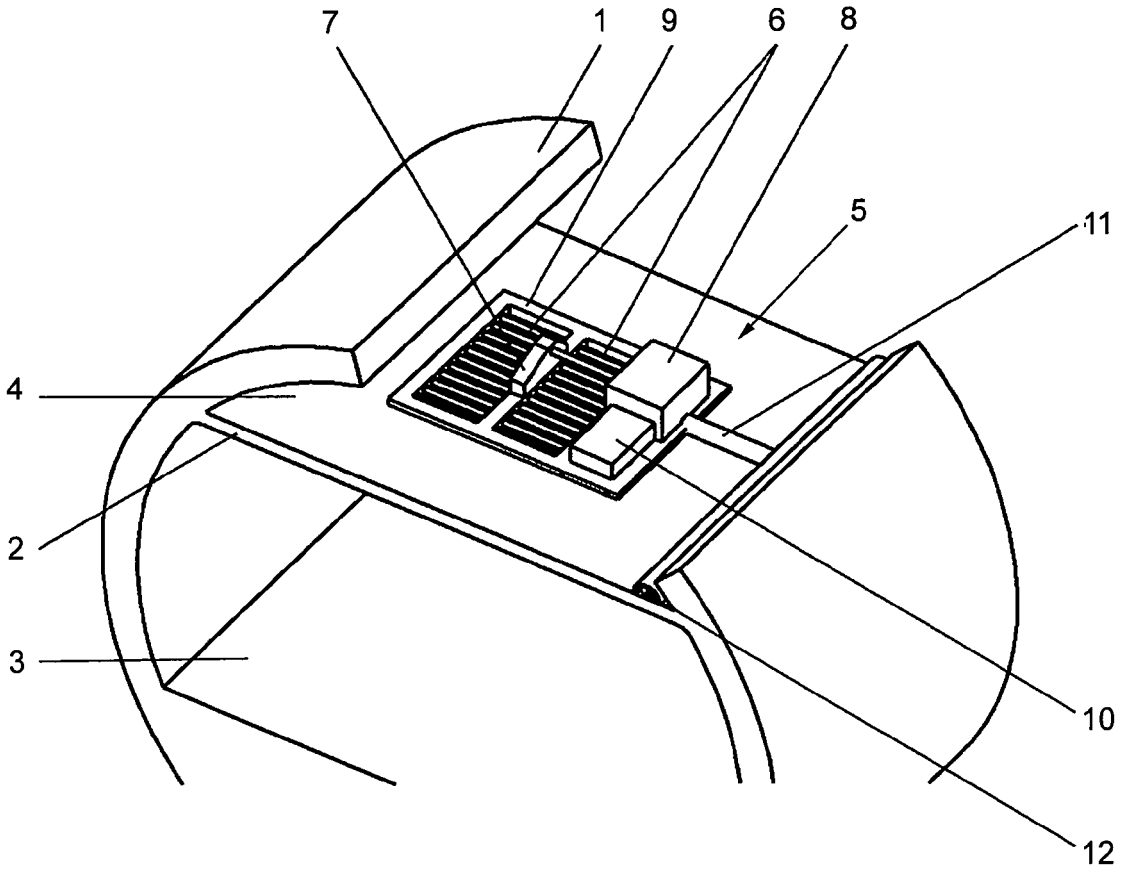

Fig. 1

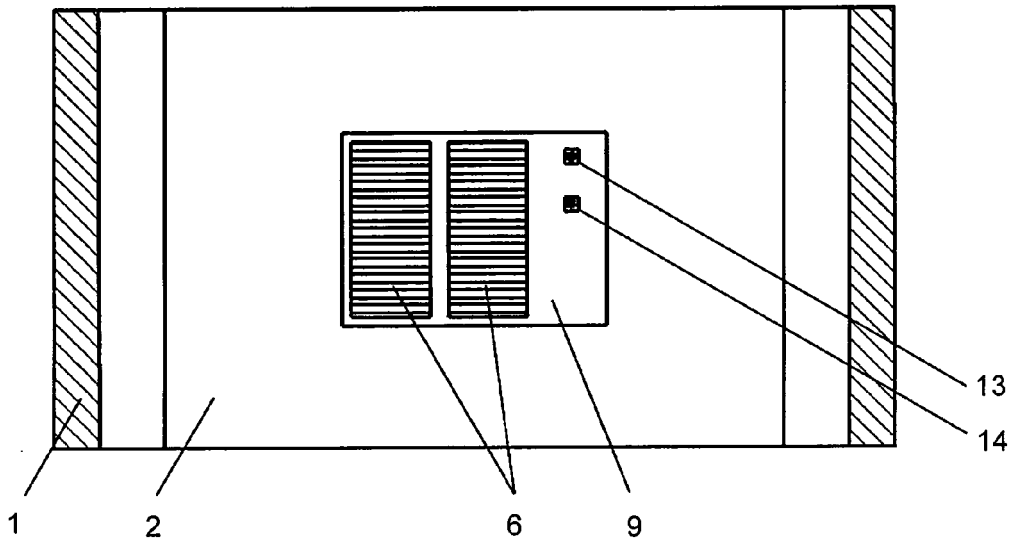

Fig. 2

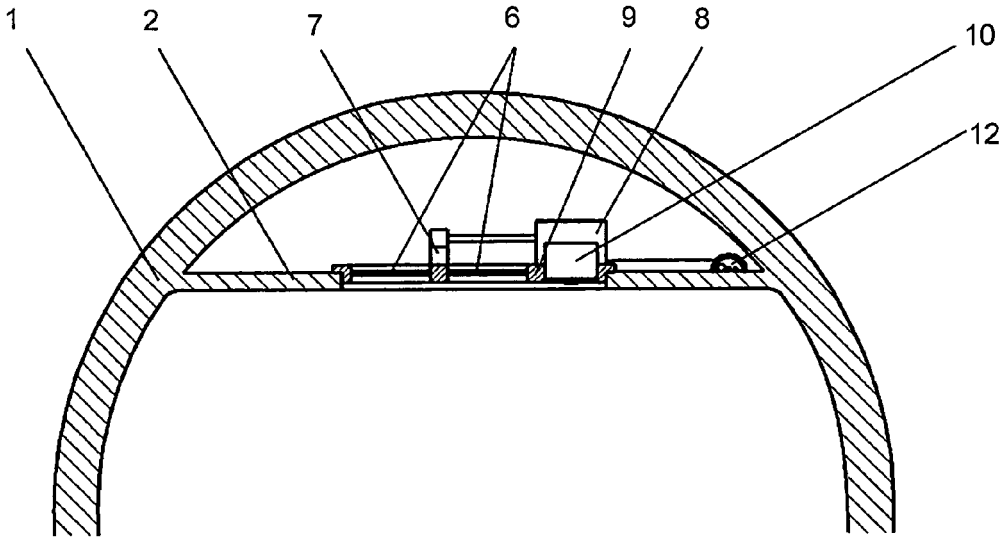

Fig. 3

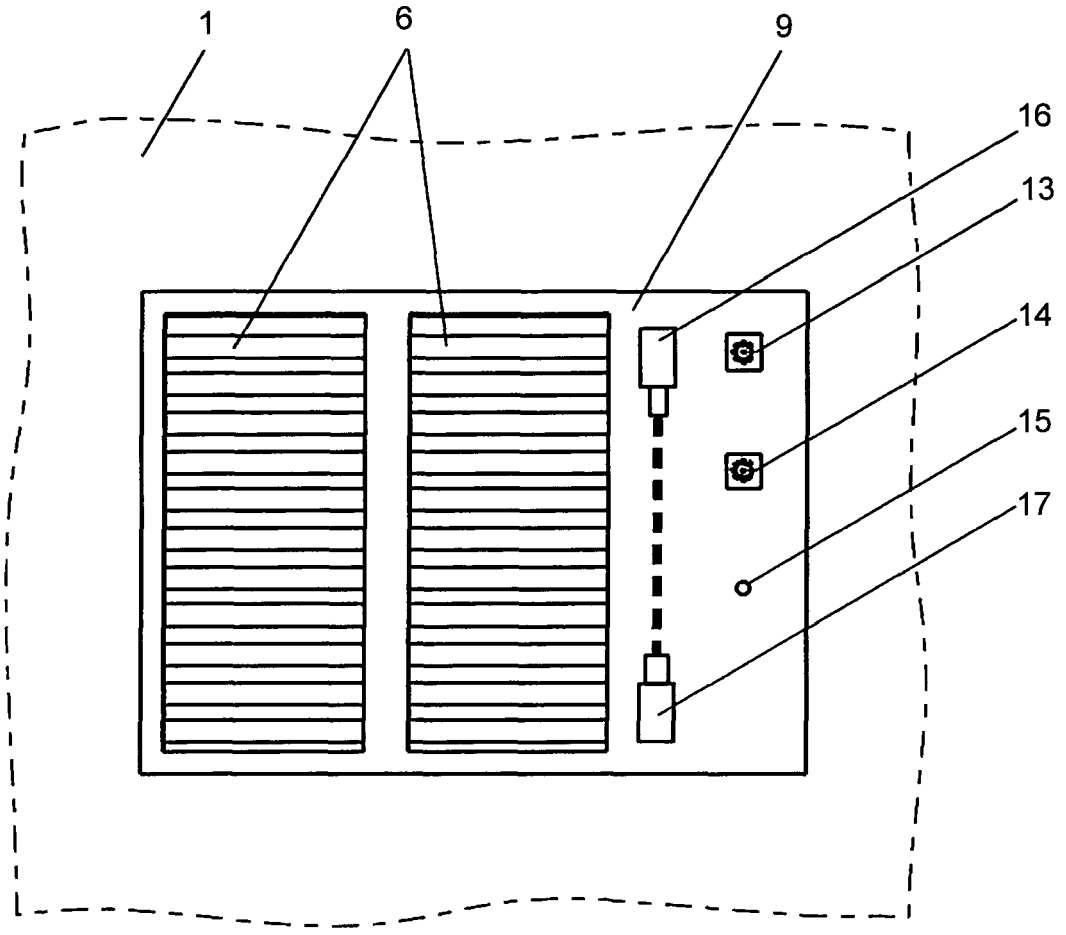

Fig. 4

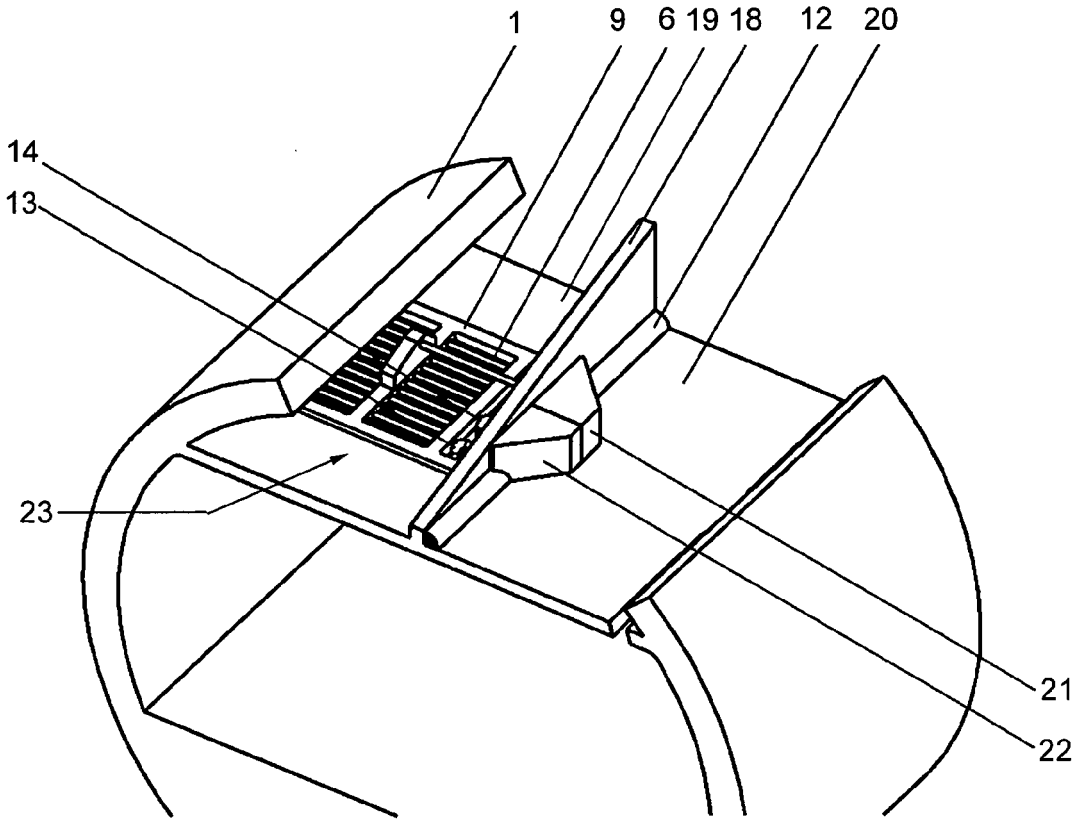

Fig. 5