



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 043 013 A1** 2008.03.27

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 043 013.1**

(22) Anmeldetag: **13.09.2006**

(43) Offenlegungstag: **27.03.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G01N 15/00** (2006.01)
G01N 15/02 (2006.01)

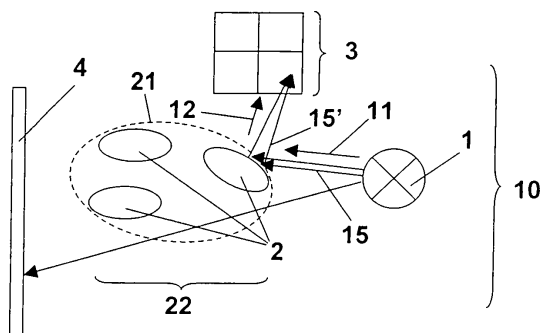
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Arndt, Michael, 72762 Reutlingen, DE; Sauer, Maximilian, 70563 Stuttgart, DE; Graf, Alexander, 88090 Immenstaad, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Messung wenigstens eines Parameters von Partikeln in einem Fluid**

(57) Zusammenfassung: Es werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Messung wenigstens eines Parameters von Partikeln in einem Fluid vorgeschlagen, wobei die Vorrichtung einen mit dem Fluid in Verbindung stehenden Fluidbereich aufweist, wobei die Vorrichtung eine Strahlungsquelle und einen Strahlungssensor aufweist, wobei die Strahlungsquelle zur Emission von Messstrahlung gemäß einer ersten Richtung auf den Fluidbereich zu vorgesehen ist, wobei der Strahlungssensor zur Detektion von in eine zweite Richtung von dem Fluidbereich weg reflektierte Messstrahlung vorgesehen ist, wobei ferner der Strahlungssensor eine Mehrzahl von Sensorelementen aufweist und wobei die spektrale Empfindlichkeit unterschiedlicher Sensorelemente für eine wellenlängenselektive Detektion der reflektierten Messstrahlung unterschiedlich ausgebildet ist.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zur Messung wenigstens eines Parameters von Partikeln in einem Fluid nach der Gattung des Hauptanspruchs.

[0002] Aus der europäischen Patentanmeldung EP 0 783 101 A2 ist ein Verfahren und eine Einrichtung zur optischen Konzentrationsmessung von Feinstaub in einem Medium bekannt. Hierbei wird dem die Partikel enthaltenden Medium definiert polarisiertes Licht zugeführt und nachfolgend Streulichtintensitäten des ausgekoppelten Streulichtes gemessen. Diese bekannte Einrichtung zur optischen Konzentrationsmessung von Feinstaub weist den Nachteil auf, dass mehrere Polarisationsfilter und Kolimationslinsen benötigt werden und daher die Herstellung einer solchen Einrichtung mit vergleichsweise großen Aufwand verbunden ist.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat dem gegenüber den Vorteil, dass durch den Einsatz unterschiedlicher wellenlängenselektiver Filter eine einfache Methode bereitsteht, die Eigenschaften eines partikelbehafteten Fluids zu bestimmen. Hierbei kommen als Parameter der Partikel insbesondere deren Größe, deren Form, ihre Art oder ihre Dichte innerhalb des Fluids in Frage. Als Fluid ist insbesondere ein Gas vorgesehen, so dass Anwendungen wie z. B. die Charakterisierung von partikelbehafteten Abgasen oder dergleichen erfindungsgemäß möglich ist. Ferner kommen jedoch als Fluid auch Flüssigkeiten in Frage, etwa das Motoröl oder andere Flüssigkeiten, insbesondere innerhalb eines Kraftfahrzeugs.

[0004] Erfindungsgemäß ist bevorzugt, dass die Vorrichtung einen mikromechanischen Strahlungssensor aufweist oder dass der Strahlungssensor mikromechanische Sensorelemente aufweist. Hierdurch ist es erfindungsgemäß möglich, eine Funktionsintegration auf kleinem Raum zu erzielen, so dass die erfindungsgemäße Vorrichtung besonderes bauraumkompakt, gewichtssparend und kostengünstig hergestellt werden kann.

[0005] Erfindungsgemäß ist ferner bevorzugt, dass die Vorrichtung ein Absorptionselement aufweist, wobei das Absorptionselement bevorzugt den Fluidbereich begrenzend vorgesehen ist. Hierdurch kann in vorteilhafter Weise vermieden werden, dass außer der von den Partikeln reflektierten Messstrahlung keinerlei Lichtanteile bzw. Strahlungsanteile an den Ort des Strahlungssensors gelangen. Insbesondere ist es dadurch erfindungsgemäß vorteilhaft weitestge-

hend ausgeschlossen, dass direkt von der Strahlungsquelle ausgehendes Licht bzw. entsprechende Strahlung in den Bereich des Detektors gelangt.

[0006] Erfindungsgemäß ist ferner bevorzugt, dass die Messstrahlung im sichtbaren Wellenlängenbereich und/oder im nahen Infrarotbereich und/oder im fernen Infrarotbereich vorgesehen ist. Hierdurch ist es erfindungsgemäß möglich, durch eine Variation der verschiedenen verwendeten spektralen Detektionsfenster eine Vielzahl von Informationen über das Fluid und die darin befindlichen Partikel zu erhalten, so dass entsprechende Partikelparameter in großer Zahl und mit vergleichsweise hoher Genauigkeit erhältlich sind.

[0007] Erfindungsgemäß ist weiterhin bevorzugt, dass jedes der Sensorelemente jeweils wenigstens ein Strahlungsfiler zur Einstellung der spektralen Empfindlichkeit aufweist. Hierdurch ist es erfindungsgemäß besonders einfach und kostengünstig möglich die spektralen Detektionsfenster zu definieren und zu variieren.

[0008] Ferner ist es erfindungsgemäß bevorzugt, dass die Sensorelemente eine strahlungsabsorbierende Schicht und/oder ein Thermopile-Element aufweisen. Hierdurch kann auf bewährte Technologien zur Herstellung von Strahlungsdetektoren zurückgegriffen werden, so dass die erfindungsgemäße Vorrichtung besonderes kostengünstig darstellbar ist.

[0009] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Messung wenigstens eines Parameters von Partikeln in einem Fluid mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Hierdurch ist es gemäß der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise möglich, durch eine kombinierte Auswertung der Signale der unterschiedlichen, für unterschiedliche spektrale Wellenlängenbereiche empfindlichen Sensorelemente durchzuführen und so eine Vielzahl von Informationen über die in dem Fluid enthaltenen Partikel zu erlangen.

[0010] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0011] Es zeigen

[0012] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung der verschiedenen Elemente der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform,

[0013] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform,

[0014] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung der Transmissionkurve eines Filterelements der wellenlängenselektiven Empfindlichkeit eines Sensorelements,

[0015] [Fig. 4](#) eine schematische Darstellung des Aufbaus des Strahlungssensors.

[0016] [Fig. 5](#) ein Beispiel eines Sensorelements in Seitenansicht.

Ausführungsformen der Erfindung

[0017] In [Fig. 1](#) ist eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung **10** dargestellt. Die Vorrichtung **10** weist eine Strahlungsquelle **1** auf, welche Messstrahlung **15** in einer ersten Richtung **11** auf einen Fluidbereich **22** abstrahlt. Im Fluidbereich **22** befindet sich ein Fluid **21**, welches partikelbehaftet ist, d. h. das Fluid **21** weist Partikel **2** auf. Die Partikel **2** reflektieren die Messstrahlen **15** und generieren damit eine reflektierte Messstrahlung **15'**, die in einer gegenüber der ersten Richtung **11** geänderten zweiten Richtung **12** abgestrahlt wird, wobei beispielsweise die erste Richtung **11** mit der zweiten Richtung **12** einen Winkel im Bereich von etwa 20° bis etwa 160° bildet, bevorzugt zwischen etwa 40° und etwa 140°, besonders bevorzugt zwischen 60° und 120°. Diejenige reflektierte Messstrahlung **15'**, die in Richtung eines Strahlungssensors **3** von den Partikeln **2** abgestrahlt wird bzw. reflektiert wird, wird zur Messung der Eigenschaften bzw. von Parametern der Partikel **2** herangezogen. Zum Auffangen der Messstrahlung **15** dient ein Absorptionselement **4** bzw. ein Absorber **4**. Hierdurch ist es vorteilhaft möglich, dass keine Messstrahlung **15** direkt oder indirekt (außer über eine Reflexion an den Partikeln) in den Bereich des Strahlungssensors **3** gelangt.

[0018] In [Fig. 2](#) ist eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung **10** dargestellt. Diese weist wiederum die Strahlungsquelle **1**, die Partikel **2**, den Strahlungssensor **3** sowie den Absorber **4** bzw. das Absorptionselement **4** auf. Der Absorber **4** ist hierbei im wesentlichen um den Bereich des Fluids **21** herum vorgesehen. Hierdurch wird die Wahrscheinlichkeit, dass nicht von Partikeln reflektiertes Licht der Messstrahlung auf den Strahlungssensor fällt, erheblich reduziert. Zwischen dem Einschluss des Fluids **21** und dem Strahlungssensor **3** kann erfindungsgemäß ein strahlungsdurchlässiges Fenster **4'** vorgesehen sein oder aber auch eine Öffnung **4'** vorgesehen sein.

[0019] In [Fig. 3](#) ist ein typisches Beispiel der Durchlasscharakteristik eines zur Herstellung der wellenlängenselektiven Detektion von unterschiedlichen Sensorelementen des Strahlungssensors verwendeter Filter dargestellt. In Ordinatenrichtung ist die

Transmission in Prozent aufgetragen. In Abszissenrichtung ist die Wellenlänge λ aufgetragen. Das Filter ist durchlässig für Strahlung im Wellenlängenbereich um eine vorgegebene Wellenlänge λ_0 . Die Breite des Durchlassbereiches ist mit den Bezugszeichen b bezeichnet.

[0020] In [Fig. 4](#) ist eine schematische Darstellung des Strahlungssensors **3** dargestellt, welcher eine Mehrzahl von Sensorelementen umfasst, wobei der Einfachheit halber lediglich **2** Sensorelemente **31** bzw. **33** mit einem Bezugszeichen bezeichnet sind. Die Sensorelemente **31**, **33** weisen zur Herstellung einer wellenlängenselektiven Detektion der reflektierten Strahlung **15'** erfindungsgemäß bevorzugt jeweils ein Filterelement **32**, **34** bzw. ein Strahlungsfiler **32**, **34** auf. Die eigentliche sensierende Struktur, welche die von dem Filter **32**, **34** durchgelassene Strahlung detektiert, ist in [Fig. 4](#) mit dem Bezugszeichen **32'** bzw. **34'** schematisch dargestellt. Die sensierende Struktur ist entlang der zweiten Richtung **12** (entlang der Richtung der reflektierten Messstrahlung **15'**) hinter dem Strahlungsfiler **32**, **34** angeordnet. Beispielsweise weisen die Strahlungsfiler **32**, **34** im wesentlichen eine gemäß [Fig. 3](#) dargestellte Transmissionscharakteristik auf, wobei jedoch für unterschiedliche Strahlungsfiler **32**, **34** zumindest einer der Parameter zur Beschreibung der Transmissionscharakteristik, nämlich die zentrale Wellenlänge λ_0 und die Breite des spektralen Durchlassfensters b geändert sind. Hierdurch ist es erfindungsgemäß möglich, durch die Auswertung unterschiedlicher Wellenlängenbereiche der reflektierten Messstrahlung **15'** eine Vielzahl von Informationen über die Partikel **2** bzw. über das Fluid **21** zu erhalten, was gemäß der vorliegenden Erfindung auch in einem mehr oder weniger kontinuierlichen Prozess erfolgen kann und nicht beispielsweise die Durchführung von diskontinuierlichen Messverfahren erfordert. Insbesondere kann es erfindungsgemäß vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Transmissionscharakteristiken einer Mehrzahl von Filter derart spektral angeordnet sind, dass sich ein spektraler Überlapp der Transmissionscharakteristiken der Einzelfilter ergibt, beispielsweise dadurch, dass bei einer ungefähr gleichen Breite b des spektralen Durchlassfensters die zentralen Wellenlängen verschiedener (Einzel)Filter etwa um die halbe Breite b beabstandet vorgesehen sind. In diesem Fall ist es erfindungsgemäß beispielhaft möglich, das Vorhandensein von Partikeln mit Hilfe moderner Mustererkennungsalgorithmen sehr gut auszuwerten, weil die Partikel in dem Fluid ein spezifisches Reflexionsmuster zeigen.

[0021] Die Sensorelemente **31**, **33** sind vorzugsweise in Mikrostrukturtechnik hergestellt bzw. mikromechanisch hergestellt. In [Fig. 5](#) ist in Seitenansicht ein solches Sensorelement **31**, **33** dargestellt, welches mittels der Technik der Oberflächenmikromechnik hergestellt wird. Es umfasst ein Substratmaterial **35**

und weist eine Membran und ein temperatursensitives Thermopilelement **36** auf. Es kann jedoch auf der Membran auch eine pyroelektrische Schicht vorhanden sein. Das Thermopileelement **36**, dessen Unterseite auf der Membran befestigt ist, wird seitlich und oben von einer strahlungsabsorbierenden Schicht **37** bedeckt. Die Thermopilestruktur ist beispielhaft mit einer Kappe **38** gasdicht versiegelt, so dass sich ein Hohlraum zwischen der Membran und dem Substratmaterial einerseits sowie zwischen der Kappe **38** und der strahlungsabsorbierenden Schicht **37** andererseits ausbildet. In diesen Bereichen ist bevorzugt ein Vakuum vorgesehen. Auf der Kappe **38** ist gemäß dem dargestellten Beispiel das Filter **32**, **34** aufgebracht, beispielsweise geklebt, wobei dieses Filter **32**, **34** nur einen definierten Wellenlängenbereich gemäß der Transmissionscharakteristik des Filters durchlässt. Das Sensorelement wird über Anschlüsse **39** (s. g. Bondlands) mit einer nicht dargestellten Auswerteschaltung verbunden. Vorteilhaft ist erfindungsgemäß hierbei, dass die Verwendung eines anderen Filtertyps vergleichsweise leicht möglich ist und nur durch Aufkleben eines anderen Filterblättchens erfolgen kann. Dies verringert deutlich die Herstellungskosten einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Prinzipiell können jedoch sämtliche Arten von Sensorelementen **31**, **33**, etwa in der s. g. Bulk-Mikromechanik hergestellte Bauelemente, verwendet werden. Die Sensorelemente **31**, **33** befinden sich erfindungsgemäß entweder in Einzelgehäusen oder in einem Gesamtgehäuse. Der Strahlungssensor **3** umfasst erfindungsgemäß bevorzugt eine Mehrzahl solcher Sensorelemente, welche sich im wesentlichen ausschließlich hinsichtlich der verwendeten Filter bzw. Strahlungsfiler **32**, **34** unterscheiden. Die Art der zu verwendeten Strahlungsfiler **32**, **34** kann wie folgt festgelegt werden: Ist die mit dem Strahlungssensor **3** zu untersuchende oder klassifizierende Substanz bekannt, so wird diese Substanz mittels einer analytischen Technik, wie beispielsweise der FTIR-Spektroskopie (fourier transform infrared spectroscopy), untersucht. Es wird nun bei den Untersuchungen versucht, bestimmte Wellenlängenbereiche zu finden, welche eine Aussage über die Inhaltsstoffe bzw. über Parameter der Inhaltsstoffe bzw. Partikel machen können, etwa die Form der Partikel bzw. die Größenverteilung der Partikel oder dergleichen zu lassen.

[0022] Anwendungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung liegen beispielsweise in der Bestimmung des Zustandes von Betriebsflüssigkeiten eines Automobils, wie beispielsweise Motoröl, Kraftstoff, Kühlflüssigkeit, Bremsflüssigkeit oder dergleichen, die Klassifizierung von Betriebsflüssigkeiten wie Kraftstoff, Benzin, Diesel, RME (Rapsmethylester) oder Bestimmung des Zustandes bzw. die Klassifizierung von Gasen bzw. von partikelbehafteten Gasen innerhalb oder außerhalb eines Automobils, wie beispielsweise die Innenluft, die Außenluft, das Abgas oder

dergleichen. Ferner kann mittels der vorliegenden Erfindung auch eine Bestimmung des Zustandes und eine Klassifizierung bzw. generell eine Messung wenigstens eines Parameters eines Partikels in einem Fluid für solche Fluide verwendet werden, die etwa in der Medizin eingesetzt werden, wie beispielsweise die Atemluft oder dergleichen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**10**) zur Messung wenigstens eines Parameters von Partikeln (**2**) in einem Fluid (**21**), wobei die Vorrichtung (**10**) eine Strahlungsquelle (**1**) und ein Strahlungssensor (**3**) aufweist, wobei die Vorrichtung (**10**) einen mit dem Fluid (**21**) in Verbindung stehenden Fluidbereich (**22**) aufweist, wobei die Strahlungsquelle (**1**) zur Emission von Messstrahlung (**15**) gemäß einer ersten Richtung (**11**) auf den Fluidbereich (**22**) zu vorgesehen ist, wobei der Strahlungssensor (**3**) zur Detektion von in eine zweite Richtung (**12**) von dem Fluidbereich (**22**) weg reflektierte Messstrahlung (**15'**) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Strahlungssensor (**3**) eine Mehrzahl von Sensorelementen (**31**, **33**) aufweist, wobei die spektrale Empfindlichkeit unterschiedlicher Sensorelemente (**31**, **33**) für eine wellenlängenselektive Detektion der reflektierten Messstrahlung (**15'**) unterschiedlich ausgebildet ist.

2. Vorrichtung (**10**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (**10**) einen mikromechanischen Strahlungssensor (**3**) aufweist oder dass der Strahlungssensor (**3**) mikromechanische Sensorelemente (**31**, **33**) aufweist.

3. Vorrichtung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (**10**) ein Absorptionselement (**4**) aufweist, wobei bevorzugt das Absorptionselement (**4**) bevorzugt den Fluidbereich (**41**) begrenzend vorgesehen ist.

4. Vorrichtung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messstrahlung (**15**) im sichtbaren Wellenlängenbereich und/oder im nahen Infrarotbereich und/oder im fernen Infrarotbereich vorgesehen ist.

5. Vorrichtung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Sensorelemente (**31**, **33**) jeweils wenigstens ein Strahlungsfiler (**32**, **34**) zur Einstellung der spektralen Empfindlichkeit aufweist.

6. Vorrichtung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsfiler (**32**, **34**)

7. Vorrichtung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die

Sensorelemente (**31**, **33**) eine strahlungsabsorbierende Schicht () und/oder ein Thermopileelement (**36**) aufweisen.

8. Verfahren zur Messung wenigstens eines Parameters von Partikeln (**2**) in einem Fluid (**21**) mit einer Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass anhand von Messsignalen der Mehrzahl von Sensorelementen (**31**, **33**) des Strahlungssensors (**3**) der Parameter der Partikel (**2**) ermittelt wird, wobei als Parameter insbesondere die Partikelgröße und/oder die Partikelform und/oder die Partikelart und/oder die Partikeldichte innerhalb des Fluids (**21**) gemessen wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

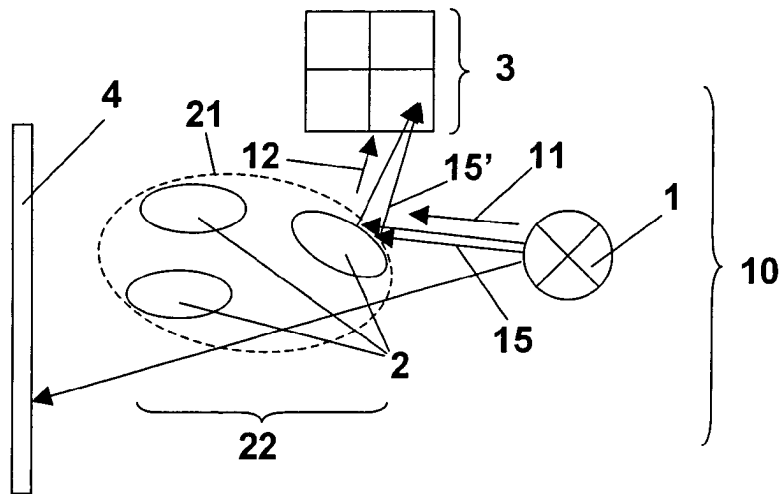


Fig. 1

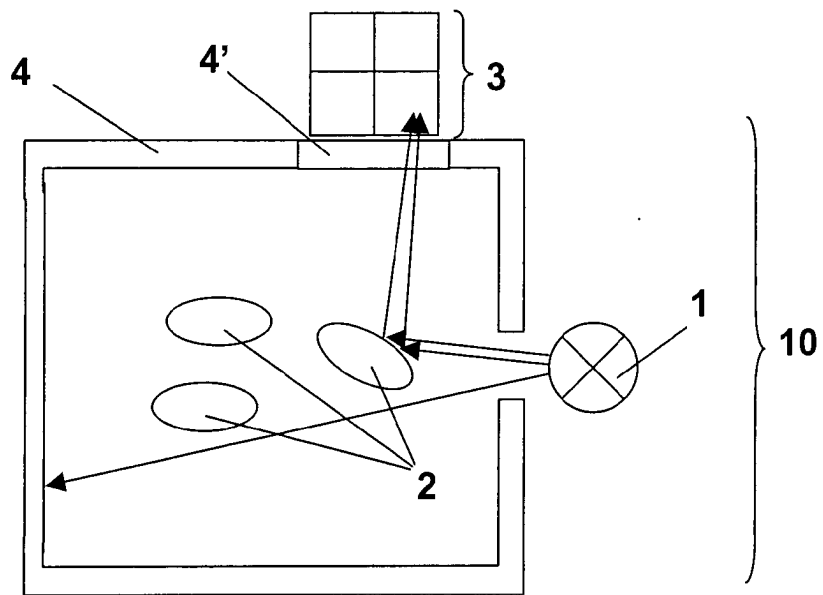
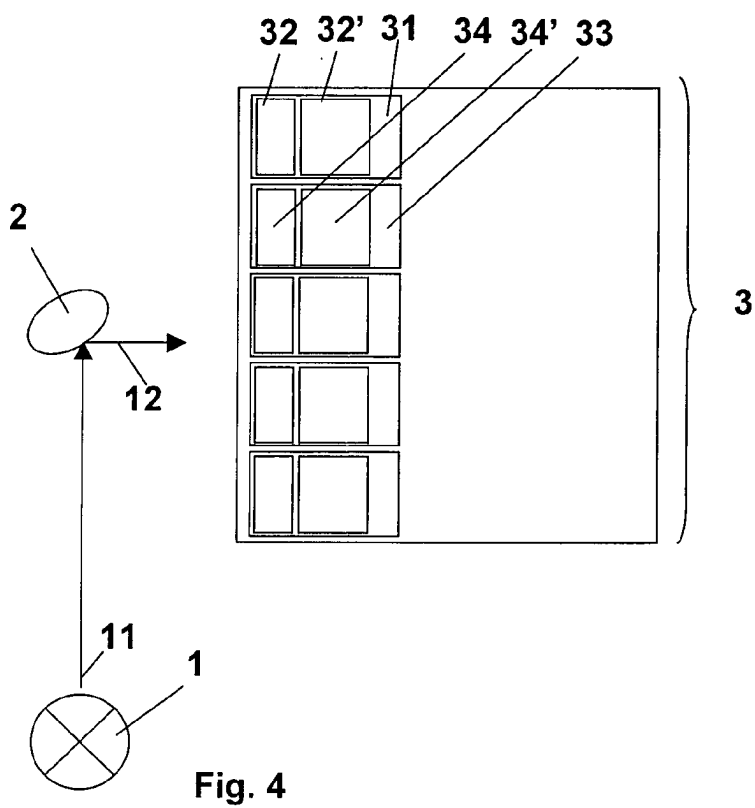
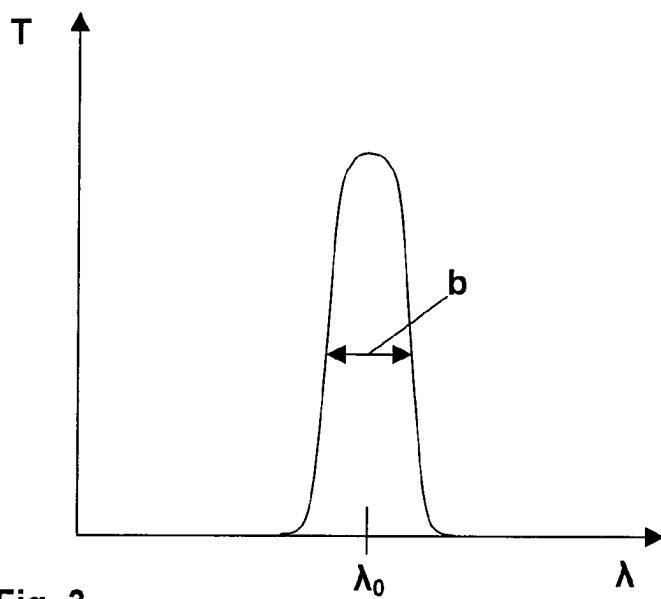


Fig. 2



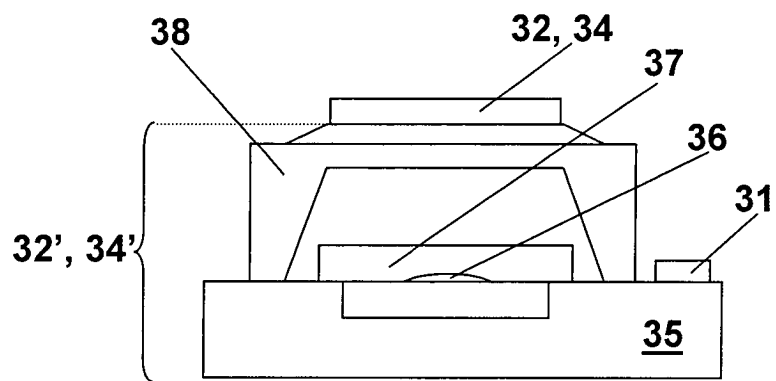


Fig. 5