



(19) Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2005 025 848 B3 2007.02.15

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 025 848.4**  
 (22) Anmeldetag: **06.06.2005**  
 (43) Offenlegungstag: –  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **15.02.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01J 1/04 (2006.01)**  
**G01N 21/35 (2006.01)**  
**G01B 11/06 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**PROTAGON Process Technologies GmbH, 56579 Rengsdorf, DE**

(74) Vertreter:  
**Grommes, K., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 56068 Koblenz**

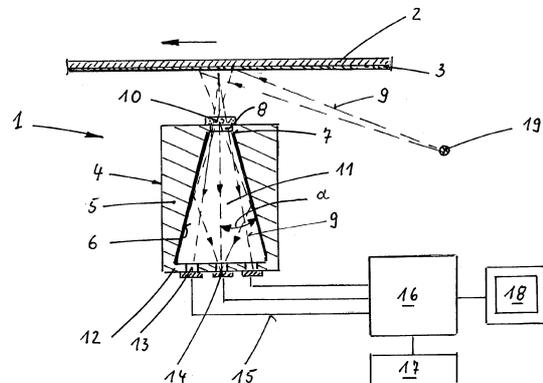
(72) Erfinder:  
**Spies, Gerhard, Dr., 56579 Rengsdorf, DE;**  
**Schmidt, Werner, 56564 Neuwied, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

**DE 41 23 818 C2**  
**DE 198 31 612 A1**  
**DE 196 21 428 A1**  
**DE 31 49 709 A1**  
**US 60 07 225 A**  
**US 42 25 782**  
**US 37 11 701**

(54) Bezeichnung: **Optische Messvorrichtung und Verwendung der Messvorrichtung zur Messung von Beschichtungen auf organischer- und/oder Polymer-Basis**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur optischen Messung des von einem Messobjekt (3) über einen Strahlenteiler (4) auf mehrere messwellenspezifische Detektoren (14) gelangenden Messlichtes sowie auf die Verwendung einer derartigen Vorrichtung (1). Um bei einer derartigen Vorrichtung (1) zu erreichen, dass auf einfache Weise wesentlich größere Signalstärken erzielt werden können als bei vergleichbaren bekannten Vorrichtungen, schlägt die Erfindung vor, als Strahlenteiler (4) ein Gehäuse (5) mit einer kegelförmig ausgebildeten inneren Oberfläche (6) zu verwenden, wobei in dem Bereich der Kegelspitze (7) eine Lichteintrittsöffnung (8) für den Eintritt des Messlichtes (9) in dem Strahlenteiler (4) vorgesehen ist. Die messwellenspezifischen Detektoren (14) sind bei dieser Anordnung auf dem der Kegelspitze (7) gegenüberliegenden Bereich der Vorrichtung, bei dem es sich vorzugsweise um den Boden (12) des Strahlenteilers (4) handelt, angeordnet.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung des von einem Messobjekt über einen Strahlenteiler auf mehrere messwellenspezifische Detektoren gelangenden Messlichtes. Die Erfindung bezieht sich ferner auf die Verwendung einer derartigen Vorrichtung.

**Stand der Technik**

**[0002]** Derartige optische Messvorrichtungen sind an sich bekannt. Sie werden unter anderem zur Messung der Schichtdicke von Beschichtungen auf organischer- und/oder Polymer-Basis (z.B. von Papierbeschichtungen) herangezogen. Dabei wird als Messlicht vorwiegend Infrarot-Licht im Bereich von 1-4  $\mu\text{m}$  analysiert, da in diesem Wellenlängenbereich für die polymere Beschichtungen typische Absorptionsbanden liegen. Aufgrund des Vergleiches der Signalstärke im Bereich einer derartigen Absorptionsbande mit einem Referenzsignal kann dann z.B. auf die Schichtdicke der Beschichtung geschlossen werden.

**[0003]** Als Strahlenteiler wird bei den bekannten Vorrichtungen häufig eine Ulbricht-Kugel verwendet, bei der das zu analysierende Messlicht durch eine Eintrittsöffnung in die Kugel eintritt und infolge von Reflexionen an den inneren Oberflächen der Kugel zu einer vorgegebenen Anzahl von Austrittsöffnungen gelangt, an denen die messwellenspezifischen Detektoren angeordnet sind. Die entsprechenden elektrischen Detektorsignale werden dann in einer elektronischen Auswerteeinheit ausgewertet.

**[0004]** Bei der Verwendung einer Ulbricht-Kugel als Strahlenteiler hat es sich unter anderem als nachteilig erwiesen, dass die Reflexion des Messlichtes zwischen der Eintrittsöffnung und den verschiedenen Austrittsöffnungen mit hohen Energieverlusten verbunden ist, so dass die Detektoren häufig nur relativ schwache Signale erzeugen. Dieses führt nicht selten zu einer Verringerung der Messgenauigkeit und der Messgeschwindigkeit.

**[0005]** Aus der DE 41 23 818 C2 ist eine Vorrichtung zur Messung der Chemilumineszenz einer in einem Probengefäß befindlichen Probe bekannt, bei der zur optischen Adaption des Öffnungsquerschnittes des Probengefäßes und des die Lumineszenz empfangenden Sensors (Photomultipliers) eine Kegelblende verwendet wird.

**[0006]** Aus der DE 198 31 612 A1 ist eine Vorrichtung zur Messung des Querprofils bestimmter Eigenschaften einer Materialbahn, wie insbesondere einer Faserstoffbahn in einer Papier- und/oder Kartonmaschine, bekannt. Dabei schlägt diese Druckschrift unter anderem vor, die Materialbahn nur mit einer Strahlenquelle zu bestrahlen und die von der Ma-

terialbahn reflektierte und gestreute Strahlung mit mehreren Sensoren unterschiedlicher spektraler Empfindlichkeit (z.B. mittels eines Photodiodenarrays) zu ermitteln.

**[0007]** Aus der DE 196 21 428 A1 ist ein photoelektrischer Sensor bekannt, der aus einer auf einem Substrat befestigten lichtempfindlichen Vorrichtung besteht, die in einem Gehäuse angeordnet ist. Vor der lichtempfindlichen Vorrichtung ist ein Abschirmteil aus lichtabschirmenden Kunststoff mit einer relativ engen Ausnehmung zur Lichtführung angeordnet, wobei die Ausnehmung auf ihrer der lichtempfindlichen Vorrichtung zugewandten Seite zur optischen Adaption an die Vorrichtung kegelförmig erweitert ist.

**[0008]** Aus der US 3 711 701 ist eine gleichmäßig strahlende Lichtquelle bekannt. Diese besteht im wesentlichen aus einer Speziallampe, welche Licht durch einen ersten Diffusor und eine Blende in einen Hohlraum mit sich konisch erweiternden Wänden strahlt. Die Ausgangsöffnung dieses Hohlraumes ist mit einem zweiten Diffusor abgedeckt. Außerdem sind die Wände des Hohlraumes mit einem weißen reflektierenden Anstrich versehen.

**[0009]** Aus der US 6 007 225 A ist schließlich ein gerichtetes Lichtsystem bekannt, bei dem das beispielsweise von Lichtfasern kommende Licht mittels eines konisch ausgebildeten Reflektors ein vorgegebenes Sehfeld mit im wesentlichen gleichmäßiger Lichtintensität beleuchtet.

**Aufgabenstellung**

**[0010]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs erwähnten Art anzugeben, bei welcher auf einfache Weise wesentlich größere Signalstärken erzielt werden können als bei vergleichbaren bekannten Vorrichtungen. Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, eine bevorzugte Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu offenbaren.

**[0011]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß hinsichtlich der Vorrichtung durch die Merkmale des Anspruchs 1 und hinsichtlich der Verwendung durch die Merkmale des Anspruchs 8 gelöst. Weitere, besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung offenbaren die Unteransprüche.

**[0012]** Die Erfindung beruht im wesentlichen auf dem Gedanken, als Strahlenteiler keine Ulbricht-Kugel zu verwenden, sondern ein Gehäuse mit einer Kegel- oder kegelmuffförmig (im folgenden zusammenfassend als kegelförmig bezeichnet) ausgebildeten inneren Oberfläche, wobei in dem Bereich der Kegelspitze eine Lichteintrittsöffnung für den Eintritt des Messlichtes in den Strahlenteiler vorgesehen ist. Die messwellenspezifischen Detektoren sind bei die-

ser Anordnung auf dem der Kegelspitze gegenüberliegenden Bereich der Vorrichtung, bei dem es sich vorzugsweise um den Boden des Strahlenteilers handelt, angeordnet.

**[0013]** Der Strahlenteiler der erfindungsgemäßen Vorrichtung bewirkt eine nahezu verlustlose Aufspaltung des Messlichtes auf die messwellenspezifischen Detektoren. Wie sich gezeigt hat, sind die Signalausbeute und somit das Signal-Rausch-Verhältnis 10 bis 100 mal höher als bei Verwendung von Ulbricht-Kugeln.

**[0014]** Der Neigungswinkel  $\alpha$  der kegelförmig ausgebildeten inneren Oberfläche des Strahlenteilers (Winkel zwischen der inneren Mantellinie und der Kegelasche) sollte vorzugsweise zwischen  $30^\circ$  und  $45^\circ$  liegen. Er wird derart gewählt, dass sich ein Optimum zwischen benötigter Detektorfläche (Boden) und Nutzung der Hauptintensität der Lichtkeule ergibt.

**[0015]** Bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel weist die Vorrichtung mindestens 6 messwellenspezifische Detektoren auf, die jeweils bei unterschiedlichen Messwellenlängen ihre größte Empfindlichkeit besitzen. Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Detektoren gleichmäßig über den Boden des Strahlenteilers verteilt angeordnet sind.

**[0016]** Um zu gewährleisten, dass das Messlicht sich möglichst gleichmäßig im Innenraum des Strahlenteilers verteilt, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn vor der Eintrittsöffnung des Strahlenteilers ein Diffusor (z.B. in Form einer aufgerauhten Scheibe) angeordnet ist. Dieses hat sich insbesondere in den Fällen als vorteilhaft erwiesen, bei denen das Messgut eine glatte Oberfläche besitzt und somit das Licht keine natürliche Streuung erfährt.

**[0017]** Überdies sollte der Strahlenteiler eine reflektierende innere Oberfläche besitzen (d.h. z.B. verspiegelt sein), so dass das Messlicht, welches nicht direkt zu einem Detektor gelangt, nach Reflexion an der inneren Oberfläche ebenfalls noch zur Signalbildung beiträgt.

**[0018]** Schließlich sollte die zwischen dem Messobjekt und den Detektoren angeordnete Optik der Vorrichtung in dem Wellenlängenbereich des verwendeten Messlichtes wellenlängenneutral sein, um aufwendige Messwertkorrekturen zu vermeiden.

#### Ausführungsbeispiel

**[0019]** Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den folgenden anhand einer Figur erläuterten Ausführungsbeispielen.

**[0020]** In der Figur ist mit **1** eine Vorrichtung zur Messung der Dicke eines auf einer Papierbahn **2** be-

findlichen Polymerfilmes **3** bezeichnet. Die Vorrichtung **1** umfasst einen Strahlenteiler **4**, der im wesentlichen aus einem Gehäuse **5** mit einer kegelförmig ausgebildeten und verspiegelten inneren Oberfläche **6** besteht. In dem Bereich der Kegelspitze **7** der inneren Oberfläche **6** ist eine Lichteintrittsöffnung **8** für den Eintritt von Messlicht **9** vorgesehen.

**[0021]** Vor der Lichteintrittsöffnung **8** des Strahlenteilers **4** ist ein Diffusor **10** angeordnet, um zu gewährleisten, dass das Messlicht **9** sich möglichst gleichmäßig in dem kegelförmigen Innenraum **11** verteilt.

**[0022]** In dem der Kegelspitze **7** des Strahlenteilers **4** gegenüberliegenden Bereich befindet sich der Boden **12** des Strahlenteilers **4** mit mehreren, gleichmäßig verteilt angeordneten Austrittsöffnungen **13**. An diesen Austrittsöffnungen **13** sind messwellenspezifische Detektoren **14** befestigt, deren maximale Empfindlichkeit unterschiedlich ist und im Bereich zwischen 1 und 4  $\mu\text{m}$  liegt.

**[0023]** Die Ausgänge der Detektoren **14** sind über elektrische Leitungen **15** mit einer elektronischen Auswerteeinrichtung **16** verbunden, die ihrerseits mit einer Tastatur **17** und einem Monitor **18** zur Darstellung der Messergebnisse verbunden ist.

**[0024]** Wie aus der Figur ersichtlich ist, ist eine Lichtquelle **19** (z.B. eine Halogenlampe oder ein Leuchtdioden-Array) zur Erzeugung von entsprechendem IR-Licht vorgesehen, mittels welcher der zu überprüfende Polymerfilm **3** beleuchtet wird. Das von diesem Polymerfilm **3** gestreute und reflektierte Licht gelangt dann durch den Diffusor **10** und die Lichteintrittsöffnung **8** in den Innenraum **11** des Strahlenteilers **4** und von dort über die Austrittsöffnungen **13** in die Detektoren **14**. Die entsprechenden elektrischen Signale der Detektoren **14** werden anschließend von der elektronischen Auswerteeinrichtung **16** weiterverarbeitet und z.B. auf dem Monitor **18** dargestellt.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Vorrichtung
<b>2</b>	Papierbahn
<b>3</b>	Polymerfilm, Beschichtung, Messobjekt
<b>4</b>	Strahlenteiler
<b>5</b>	Gehäuse
<b>6</b>	innere Oberfläche
<b>7</b>	Kegelspitze
<b>8</b>	Lichteintrittsöffnung
<b>9</b>	Messlicht
<b>10</b>	Diffusor
<b>11</b>	Innenraum
<b>12</b>	Boden
<b>13</b>	Austrittsöffnung

- 14 Detektor
- 15 elektrische Leitung
- 16 Auswerteinrichtung
- 17 Tastatur
- 18 Monitor
- 19 Lichtquelle
- $\alpha$  Neigungswinkel

reich von 1-4  $\mu\text{m}$  analysiert wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung des von einem Messobjekt (3) über einen Strahlenteiler (4) auf mehrere messwellenspezifische Detektoren (14) gelangenden Messlichtes (9) mit den Merkmalen:

- a) der Strahlenteiler (4) besteht aus einem Gehäuse (5) mit einer kegelförmig ausgebildeten inneren Oberfläche (6) und einem der Kegelspitze (7) gegenüberliegenden Boden (12);
- b) in dem Bereich der Kegelspitze (7) der inneren Oberfläche (6) des Strahlenteilers (4) ist eine Lichteintrittsöffnung (8) für den Eintritt des Messlichtes (9) in den Strahlenteiler (4) vorgesehen;
- c) vor der Lichteintrittsöffnung (8) des Strahlenteilers (4) ist ein Diffusor (10) angeordnet;
- d) die messwellenspezifischen Detektoren (14) sind an dem Boden (12) des Strahlenteilers (4) angeordnet.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektoren (14) gleichmäßig über den Boden (12) des Strahlenteilers (4) verteilt angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung mindestens 6 messwellenspezifische Detektoren (14) umfasst, die jeweils bei unterschiedlichen Messwellenlängen ihre größte Empfindlichkeit besitzen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlenteiler (4) eine reflektierende innere Oberfläche (6) aufweist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zwischen Messobjekt (3) und Detektoren (14) angeordneten optischen Bauelemente der Vorrichtung in dem Wellenlängenbereich des verwendeten Messlichtes (9) wellenlängenneutral sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Neigungswinkel ( $\alpha$ ) der kegelförmig ausgebildeten inneren Oberfläche (6) des Strahlenteilers (4) zwischen 30° und 45° beträgt.

7. Verwendung einer Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 6 zur Messung von Beschichtungen auf organischer- und/oder Polymer-Basis, wobei mittels der Vorrichtung als Messlicht Infrarot-Licht im Be-

Anhängende Zeichnungen

