



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **720 486 A1**

**Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(51) Int. Cl.: **D01G 31/00** (2006.01)  
**G01N 21/89** (2006.01)  
**H01L 31/03** (2006.01)  
**G01N 21/31** (2006.01)

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 000112/2023

(71) Anmelder:  
Uster Technologies AG, Sonnenbergstrasse 10  
8610 Uster (CH)

(22) Anmeldedatum: 08.02.2023

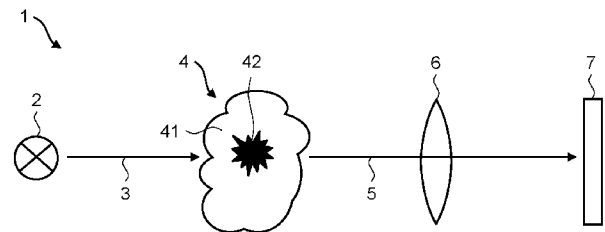
(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.08.2024

(72) Erfinder:  
Kay-Uwe Kirstein, 8623 Wetzikon (CH)  
Rainer Jacob, 8320 Fehraltorf (CH)

(54) **Untersuchung eines zwei Bestandteile enthaltenden textilen Fasergebildes**

(57) Ein erfindungsgemasses System besteht aus einem zwei Bestandteile (41, 42) enthaltenden textilen Fasergebilde (4) und einer Vorrichtung (1) zur Untersuchung des textilen Fasergebildes (4). Die Vorrichtung (1) beinhaltet eine Strahlungsquelle (2) zum Senden von elektromagnetischer Strahlung (3) in einem Spektralband in Richtung des textilen Fasergebildes (4) und einen Quantenpunktsensor (7) zum Empfangen der elektromagnetischen Strahlung (5). Eine spektrale Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors (7) in dem Spektralband weist mindestens ein lokales Maximum und mindestens ein lokales Minimum auf. Die spektralen Eigenschaften des Quantenpunktsensors (7) in dem Spektralband sind derart auf die spektralen Eigenschaften der Strahlungsquelle (2) und jedes der beiden Bestandteile (41, 42) abgestimmt, dass ein Ausgangssignal des Quantenpunktsensors (7) eine monotone Funktion des Mischungsverhältnisses der beiden Bestandteile (41, 42) ist. Die Vorrichtung (1) ist einfach aufgebaut und ermöglicht eine Abbildung des Fasergebildes (4) mit hoher Ortsauflösung.

Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Untersuchung eines zwei Bestandteile enthaltenden textilen Fasergebildes sowie eine Anwendung dieses Verfahrens.



## Beschreibung

### FACHGEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung liegt auf dem Gebiet der Qualitätsüberwachung in der Textilindustrie. Sie betrifft ein System bestehend aus einem zwei Bestandteile enthaltenden textilen Fasergebilde und einer Vorrichtung zur Untersuchung des textilen Fasergebildes, gemäss dem ersten Patentanspruch. Sie betrifft ferner eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Untersuchung eines zwei Bestandteile enthaltenden textilen Fasergebildes, gemäss den weiteren unabhängigen Patentansprüchen. Bevorzugte Anwendungen sind die Detektion von Fremdmaterialien in einem textilen Fasergebilde wie Faserflocken, Faservlies, Faserband, Vorgarn, Garn, Gewebe oder Gestrick und die Bestimmung eines Mischungsverhältnisses zweier Bestandteile solcher textilen Fasergebilde.

### STAND DER TECHNIK

[0002] Fremdmaterialien im Garn stellen eines der grossen Probleme heutiger Spinnereien dar. Es handelt sich dabei um Materialien, die sich vom Grundmaterial der Garnfasern, z. B. Baumwollfasern, unterscheiden. Sie können verschiedenen Ursprungs sein, wie z. B. Rückstände der Transportverpackung (Kunststoffverpackungen, Schnure). Zivilisationsverunreinigungen (Russteile, Plastiksäcke) oder Rückstände von Lebewesen (menschliche oder tierische Haare, Pflanzenstängel). Fremdmaterialien führen zu Fadenbrüchen beim Spinnen und Weben, nehmen Farbstoff in anderer Weise an als das Grundmaterial und beeinflussen das Aussehen des textilen Endproduktes. Sie vermindern wesentlich den Wert des Endproduktes. Eine Übersicht über Gewebefehler, die durch Fremdmaterialien verursacht sind, und Empfehlungen zu ihrer Verminderung gibt Abs. 3.8 des USTER® NEWS BULLETIN NO. 47 „The origins of fabric defects - and ways to reduce them“, Uster Technologies AG, Marz 2010.

[0003] Fremdmaterialien können in verschiedenen Stufen des Garnherstellungsprozesses erkannt und allenfalls ausgeschlossen werden, bspw. im Putzereiprozess und/oder im Spinnprozess.

[0004] Die Ausreinigung von Fremdmaterialien folgt der Art und Weise, wie ein Mensch das Material aussortieren würde. Es kann somit grundsätzlich, unabhängig von der Position im Fertigungsprozess, in die folgenden drei Schritte unterteilt werden:

- 1) Erkennung des Fremdmaterials;
- 2) räumliche/zeitliche Lokalisation des Fremdmaterials innerhalb des Prüfguts; und
- 3) Ausscheidung des Fremdmaterials.

[0005] Die Erkennung und Lokalisierung mit Hilfe von Detektionsvorrichtungen erfolgen anhand von Unterschieden in einem oder mehreren bestimmten Eigenschaften des Materialstroms. Nicht abschliessend seien hier genannt: Reflexion und Transmission von elektromagnetischer Strahlung, Fluoreszenz oder Dichte.

[0006] In einfachsten Anwendungen der maschinellen Reinigung wird mit optischen Detektionsvorrichtungen das menschliche Auge nachgeahmt und der Farbeindruck des Materialstroms analysiert, wobei entsprechende Farbunterschiede erkannt werden. Die US-6,452,157 B1 offenbart eine Vorrichtung zum Erkennen von Verunreinigungen, Fremdmaterialien und -fasern in textilen Fasermaterial. Die Vorrichtung hat mindestens zwei Lichtquellen, die das Fasermaterial abwechselnd mit unterschiedlicher Farbe beleuchten. Ausserdem ist ein Sensor vorgesehen, der die Farben des vom Fasermaterial reflektierten Lichtes empfängt.

[0007] Elektromagnetische Strahlung, die für die Untersuchung von textilen Fasergebilden besonders geeignet scheint, kann einem der folgenden Wellenlängenbereiche zugeordnet werden:

- 1) Ultraviolett - ca. 200 nm bis ca. 380 nm
- 2) Sichtbar - ca. 380 nm bis ca. 780 nm
- 3) Kurzwelliges Nahinfrarot - ca. 780 nm bis ca. 1400 nm
- 4) Langwelliges Nahinfrarot - ca. 1400 nm bis ca. 3000 nm.

[0008] Die Materialzugehörigkeit wird in allen Fällen anhand charakteristischer Signaturen (z. B. Abfolge spezifischer Absorptionsbanden) im Spektrum der am Material reflektierten oder transmittierten elektromagnetischen Strahlung ermittelt. Die Unterscheidung der charakteristischen Signaturen wird dabei umso genauer, je mehr spezifische Merkmale (z. B. Absorptionsbanden) innerhalb der Signatur für die Unterscheidung genutzt werden. Gemäss dem Stand der Technik gibt es keine spektral auflösenden Strahlungssensoren, welche ohne zusätzliche optische Hilfsmittel, zum Beispiel einen Filter, die spektrale Auflösung realisieren. Filter sind jedoch immer nur auf spezifische spektrale Bereiche optimierbar, z. B. Bandpass, Tief- und Hochpassfilter. Jedes Merkmal, das zur Materialunterscheidung genutzt werden soll, benötigt

daher einen dedizierten Sensor innerhalb der Detektionsvorrichtung, der nur auf das Vorhandensein bzw. Fehlen des betreffenden Merkmals anspricht. Je mehr unterschiedliche Merkmale verwendet werden sollen, desto komplexer wird die Detektionsvorrichtung. Das Eingangssignal muss entsprechend auf die verschiedenen Sensoren aufgespaltet werden und verliert dadurch an Intensität.

**[0009]** Ausserdem gibt es im Stand der Technik für bestimmte Merkmale derzeit keine räumlich, sondern lediglich zeitlich auflösenden Sensoren. Dies erfordert eine der Detektionsvorrichtung vorgeschaltete Einrichtung, welche Zeit und Ort miteinander verknüpft. Alternativ muss die einfallende elektromagnetische Strahlung zeitlich moduliert und an die Merkmale angepasst werden. Dies ist jedoch für den nicht-sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums teilweise mit grossem Aufwand verbunden.

**[0010]** Befinden sich die Merkmale zudem in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen, kann dies unterschiedliche Detektortechnologien erfordern. So sind z. B. Silizium-basierte Strahlungssensoren im Wellenlängenbereich nur zwischen 190 nm bis 1100 nm nutzbar; für längerwelliges Nahinfrarot werden üblicherweise Indiumgalliumarsenid-basierte Strahlungssensoren eingesetzt.

**[0011]** Bei der Unterscheidung von Materialien anhand von Farbunterschieden, wie es im Spinnprozess üblich ist, liegen die genannten Merkmale im sichtbaren Spektralbereich. Da der Farbeindruck ebenfalls auf die spezifische Reflexion bzw. Transmission bestimmter Anteile des eingestrahnten Wellenlängenspektrums zurückzuführen ist, muss auch in diesem Fall jedes Merkmal einzeln detektiert werden. Hierzu kann entweder eine zeitliche Farbmodulation des Eingangssignals erfolgen, oder das vom Garn veränderte Ausgangssignal muss, wie bereits erläutert, in die einzelnen Merkmale zerlegt werden. Im ersteren Fall verschlechtert sich die Ortsauflösung, im letzteren das Signal-Rausch-Verhältnis. Je mehr Farben eingesetzt werden, umso stärker wirken sich diese Nachteile aus. Deshalb haben sich in der Praxis Verfahren etabliert, die nur eine oder maximal zwei Farben einsetzen. Ein Garnreiniger, der Garn mit mehreren verschiedenfarbigen Lichtkomponenten abtastet, ist aus der WO-2011/026249 A1 bekannt.

**[0012]** Die WO-2022/198342 A1 offenbart eine Vorrichtung zur Bestimmung eines Mischungsverhältnisses zweier Bestandteile eines textilen Fasergebildes. Die Vorrichtung beinhaltet eine Strahlungsquelle zum Senden von elektromagnetischer Strahlung in einem Spektralband in Richtung des textilen Fasergebildes, einen Strahlungssensor zum Empfangen mindestens eines Teils der elektromagnetischen Strahlung und ein Spektralfilter mit spektralen Eigenschaften in dem Spektralband zum Filtern mindestens eines Teils der elektromagnetischen Strahlung. Der Transmissionsgrad des Spektralfilters in dem Spektralband weist mindestens ein lokales Maximum und mindestens ein lokales Minimum auf. Die spektralen Eigenschaften des Spektralfilters in dem Spektralband sind derart auf die spektralen Eigenschaften der Strahlungsquelle und jedes der beiden Bestandteile abgestimmt, dass eine vom Strahlungssensor empfangene Strahlungsintensität eine monotone Funktion des Mischungsverhältnisses der beiden Bestandteile ist.

**[0013]** Bayer-Sensoren in digitalen Farbkameras ermöglichen die Detektion unterschiedlicher Wellenlängenbereiche mit einem bildgebenden Sensor durch Verteilung der verschiedenen Wellenlängenbereiche - Rot, Grün und Blau - auf unterschiedliche Teilflächen (Pixel) des flächigen Sensors. Diese Art der Variation der lokalen Empfindlichkeit erfordert zusätzliche Farbfilter unmittelbar über den eigentlichen Wandlern, während die Wandler an sich breitbandig empfindlich bleiben. Die Bayer-Sensoren haben gewisse Nachteile, besonders auch im Hinblick auf die Erkennung von Fremdmaterialien in textilen Fasergebildes. Erstens müssen die Farbfilter in einem separaten, nachgelagerten Prozessschritt auf den Wandlern appliziert werden, was den Herstellungsprozess verteuert. Zweitens basieren die Bayer-Sensoren auf der Siliziumtechnologie, die eine hohe Empfindlichkeit im sichtbaren Spektralbereich ergibt, jedoch im infraroten Spektralbereich unempfindlich ist. Für eine Detektion im Infrarot muss auf andere Technologien wie z. B. Indium-Gallium-Arsenid ausgewichen werden, die mit der Siliziumtechnologie inkompatibel und teuer sind. Drittens können die Bayer-Sensoren mit ihren RGB-Filtern geringfügige Veränderungen im einfallenden Spektrum nur sehr beschränkt detektieren. Viertens haben sie eine schlechte Ortsauflösung, weil für ein vollständiges Farbbild jeweils vier benachbarte, verschiedenfarbige Pixel zu einer „Einheitszelle“ zusammengefasst werden müssen. Fünftens liefert der Bayer-Sensor für jede der drei Farben Rot, Grün und Blau ein Bild, und diese drei Bilder müssen rechnerisch zu einem einzigen Farbbild miteinander kombiniert werden.

**[0014]** Quantenpunkt-Sensoren erlauben die Detektion elektromagnetischer Strahlung. Die spezifische spektrale Empfindlichkeit der Sensoren kann durch Anpassung der Grösse der Quantenpunkte an die Anwendung angepasst werden. Mit kleiner werdender Abmessung des Quantenpunktes steigt die räumliche Lokalisation der Ladungsträger, wodurch die Aufspreizung der Energiezustände, d. h. die Grösse der Bandlücke, zunimmt. Die spektrale Empfindlichkeit verschiebt sich in diesem Fall in Richtung höherenergetischer, bspw. ultravioletter, Strahlung. Quantenpunkte unterschiedlicher Grösse lassen sich miteinander kombinieren, um die spektrale Empfindlichkeit über ein breites Band zu ermöglichen oder eine spezifische auf die Anwendung zugeschnitten Empfindlichkeit zu erreichen. Die relative Empfindlichkeit zwischen verschiedenen spektralen Banden kann durch die Menge der vorhandenen Quantenpunkte entsprechender Grösse beeinflusst werden. Der Artikel „A New Image Sensor Using Quantum Dots Could Replace CMOS“ von J. Schneider, PetaPixel, 10. Februar 2022 (<https://petapixel.com/2022/02/10/a-new-image-sensor-using-quantum-dots-could-replace-cmos/>) erklärt die Quantenpunkt-Technologie. Das Datenblatt „Emberion VS20 VIS-SWIR Camera GigE & Camera Link“, Emberion Oy, 23. September 2022, gibt ein Beispiel für eine kommerziell erhältliche Quantenpunkt-Kamera an.

**DARSTELLUNG DER ERFINDUNG**

**[0015]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System und eine Vorrichtung zur Untersuchung eines zwei Bestandteile enthaltenden textilen Fasergebildes zu schaffen, welche die obigen Nachteile vermeidet. Das System und die Vorrichtung sollen insbesondere einfach aufgebaut sein. Sie sollen eine Abbildung des Fasergebildes mit hoher Ortsauflösung ermöglichen. Gleichzeitig soll das Signal-Rausch-Verhältnis hoch sein. Eine weitere Aufgabe besteht darin, ein entsprechendes Verfahren zur Untersuchung eines zwei Bestandteile enthaltenden textilen Fasergebildes anzugeben.

**[0016]** Eine weitere Aufgabe besteht darin, ein System, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Detektion von Fremdstoffen in einem textilen Grundmaterial anzugeben, welche die obigen Nachteile vermeiden. Eine noch weitere Aufgabe besteht darin, ein System, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung eines Mischungsverhältnisses zweier Bestandteile eines textilen Fasergebildes anzugeben, welche die obigen Nachteile vermeiden.

**[0017]** Diese und andere Aufgaben werden durch das erfindungsgemässe System, die erfindungsgemässe Vorrichtung und das erfindungsgemässe Verfahren gelöst, wie sie in den unabhängigen Patentansprüchen definiert sind. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

**[0018]** Der Erfinder hat erkannt, dass Quantenpunkte die Möglichkeit bieten, sowohl den sichtbaren Spektralbereich als auch den Nahinfrarotbereich allein durch Anpassung der Grössen der Quantenpunkte mit einer einzigen Detektortechnologie abzudecken.

**[0019]** Die Erfindung beruht somit auf der Idee, die für die gewünschte Anwendung notwendigen spektralen Merkmale zu identifizieren und die entsprechende Absorption in einem Quantenpunktsensor durch Mischung von Quantenpunkten unterschiedlicher Grösse zu erreichen. Pixelweise unterschiedlich grosse Quantenpunkte erlauben eine räumlich unterschiedliche spektrale Empfindlichkeit. Eine getrennte Auswertung dieser Pixel erlaubt anschliessend eine Trennung der verschiedenen spektralen Merkmale. Im Unterschied zu herkömmlichen Bayer-Sensoren erlauben jedoch Quantenpunkte unterschiedliche Empfindlichkeiten auf einem flächigen Sensor ohne die Notwendigkeit zusätzlicher optischer Komponenten wie Farbfilter.

**[0020]** Die Mischung von Quantenpunkten unterschiedlicher Grösse auf einer einzelnen auslesbaren Fläche (bspw. einem Pixel) des Quantenpunktsensors erlaubt die Anpassung der Empfindlichkeit an einen spezifischen Farbeindruck, der sich aus der Mischung zweier spektraler Merkmale ergibt. Die Mischung der Absorption von roten und grünen Anteilen würde in diesem Fall eine besondere Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors für gelbe Objekte ergeben, während blaue Objekte vom Quantenpunktsensor nicht erkannt würden.

**[0021]** Im Falle der Materialunterscheidung erfolgt die Dimensionierung der Quantenpunkte anhand der spezifischen chemischen und/oder farblichen Signaturen der beiden zu trennenden Bestandteile. Als Beispiel können einzelne Merkmale durch eine starke Absorption im Quantenpunktsensor verstärkt werden, während andere Merkmale durch eine geringe Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors gedämpft werden. Die Kombination von Verstärkung und Dämpfung im Quantenpunktsensor ermöglicht die Erzeugung eines Kontrastbildes, wobei die Materialklassen durch Unterschiede im Kontrast voneinander getrennt werden können.

**[0022]** Die Ermittlung der für die Unterscheidung nötigen Merkmale in den chemischen Signaturen erfolgt mit Hilfe mathematischer Verfahren aus dem Bereich der Regressionsanalyse. Nicht abschliessend seien hier die Hauptkomponentenanalyse und die partielle Kleinste-Quadrate-Methode genannt.

**[0023]** Das erfindungsgemässe System besteht aus einem zwei Bestandteile enthaltenden textilen Fasergebilde und einer Vorrichtung zur Untersuchung des textilen Fasergebildes. Die Vorrichtung beinhaltet eine Strahlungsquelle zum Senden von elektromagnetischer Strahlung in einem Spektralband in Richtung des textilen Fasergebildes zur Wechselwirkung mit dem textilen Fasergebilde. Ferner beinhaltet die Vorrichtung einen Strahlungssensor zum Empfangen mindestens eines Teils der elektromagnetischen Strahlung nach der Wechselwirkung mit dem textilen Fasergebilde. Der Strahlungssensor ist als Quantenpunktsensor ausgebildet. Eine spektrale Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors in dem Spektralband weist mindestens ein lokales Maximum und mindestens ein lokales Minimum auf. Die spektralen Eigenschaften des Quantenpunktsensors in dem Spektralband sind derart auf die spektralen Eigenschaften der Strahlungsquelle und jedes der beiden Bestandteile abgestimmt, dass ein Ausgangssignal des Quantenpunktsensors eine monotone Funktion des Mischungsverhältnisses der beiden Bestandteile ist.

**[0024]** Die zwei Bestandteile des textilen Fasergebildes sind z. B. zwei voneinander verschiedene Elemente aus der folgenden Menge sind: Baumwolle, Leinen, Schurwolle, Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polyvinylchlorid (PVC), Polyester (PES); Polyacryl (PAN); Viskose (CV, regenerierte Zellulose), Modal (CMD), Lyocell (CLY), Polyethylenterephthalat (PET), Polystyrol (PS), Polyamid (PA), Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer (ABS), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polyoxymethylen (POM), Elastan (EL), Aramid (AR), Acetat (CA), Cupro (CUP). Vorzugsweise sind die zwei Bestandteile des textilen Fasergebildes ein Paar aus der folgenden Menge: Baumwolle und Polyethylen (PE), Baumwolle und Polypropylen (PP), Baumwolle und Polyvinylchlorid (PVC), Baumwolle und Polyester (PES); Baumwolle und Polyacryl (PAN); Baumwolle und Viskose (CV, regenerierte Zellulose), Baumwolle und Polyethylenterephthalat (PET), Baumwolle und Polystyrol (PS), Baumwolle und Polyamid (PA), Baumwolle und Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer (ABS), Baumwolle und Polymethylmethacrylat (PMMA), Baumwolle und Polyoxymethylen (POM).

**[0025]** Die erfindungsgemässe Vorrichtung dient zur Untersuchung eines zwei Bestandteile enthaltenden textilen Fasergebildes. Die Vorrichtung beinhaltet eine Strahlungsquelle zum Senden von elektromagnetischer Strahlung in einem Spektralband in Richtung des textilen Fasergebildes zur Wechselwirkung mit dem textilen Fasergebilde. Ferner beinhaltet die Vorrichtung einen Strahlungssensor zum Empfangen mindestens eines Teils der elektromagnetischen Strahlung nach der Wechselwirkung mit dem textilen Fasergebilde. Die zwei Bestandteile des textilen Fasergebildes sind zwei voneinander verschiedene Elemente aus der folgenden Menge: Baumwolle, Leinen, Schurwolle, Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polyvinylchlorid (PVC), Polyester (PES); Polyacryl (PAN); Viskose (CV, regenerierte Zellulose), Modal (CMD), Lyocell (CLY), Polyethylenterephthalat (PET), Polystyrol (PS), Polyamid (PA), Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer (ABS), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polyoxymethylen (POM), Elastan (EL), Aramid (AR), Acetat (CA), Cupro (CUP).- Der Strahlungssensor ist als Quantenpunktsensor ausgebildet. Eine spektrale Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors in dem Spektralband weist mindestens ein lokales Maximum und mindestens ein lokales Minimum auf. Die spektralen Eigenschaften des Quantenpunktsensors in dem Spektralband sind derart auf die spektralen Eigenschaften der Strahlungsquelle und jedes der beiden Bestandteile abgestimmt, dass ein Ausgangssignal des Quantenpunktsensors eine monotone Funktion des Mischungsverhältnisses der beiden Bestandteile ist.

**[0026]** In einer Ausführungsform der Vorrichtung sind die zwei Bestandteile des textilen Fasergebildes ein Paar aus der folgenden Menge: Baumwolle und Polyethylen (PE), Baumwolle und Polypropylen (PP), Baumwolle und Polyvinylchlorid (PVC), Baumwolle und Polyester (PES); Baumwolle und Polyacryl (PAN); Baumwolle und Viskose (CV, regenerierte Zellulose), Baumwolle und Polyethylenterephthalat (PET), Baumwolle und Polystyrol (PS), Baumwolle und Polyamid (PA), Baumwolle und Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer (ABS), Baumwolle und Polymethylmethacrylat (PMMA), Baumwolle und Polyoxymethylen (POM).

**[0027]** In einer Ausführungsform des Systems bzw. der Vorrichtung liegt das mindestens eine lokale Maximum bei derjenigen Wellenlänge bzw. denjenigen Wellenlängen der elektromagnetischen Strahlung, bei welcher bzw. bei welchen der Absolutwert der Differenz der Absorptionsgrade, der Transmissionsgrade oder der Reflexionsgrade der beiden Bestandteile ein lokales Maximum aufweist.

**[0028]** In einer Ausführungsform des Systems bzw. der Vorrichtung liegt das Spektralband im Wellenlängenbereich zwischen 300 nm und 2200 nm und vorzugsweise im Wellenlängenbereich zwischen 700 nm und 1900 nm.

**[0029]** In einer Ausführungsform des Systems bzw. der Vorrichtung hat das Spektralband eine Breite zwischen 100 nm und 1500 nm und vorzugsweise zwischen 300 nm und 500 nm.

**[0030]** In einer Ausführungsform des Systems bzw. der Vorrichtung beinhaltet der Quantenpunktsensor mindestens eine zwischen zwei Elektroden befindliche Quantenpunktschicht und bspw. mehrere übereinander gestapelte Quantenpunktschichten mit unterschiedlichen Bandlücken.

**[0031]** In einer Ausführungsform des Systems bzw. der Vorrichtung ist der Quantenpunktsensor monolithisch auf einem integrierten Schaltkreis, der z. B. in CMOS-Technologie hergestellt ist, integriert.

**[0032]** In einer Ausführungsform des Systems bzw. der Vorrichtung sind die spektralen Eigenschaften des Quantenpunktsensors in dem Spektralband derart auf die spektralen Eigenschaften der Strahlungsquelle und jedes der beiden Bestandteile abgestimmt, dass ein Ausgangssignal des Quantenpunktsensors eine lineare Funktion des Mischungsverhältnisses der beiden Bestandteile ist.

**[0033]** Eine Ausführungsform des Systems bzw. der Vorrichtung beinhaltet ein optisches Abbildungssystem zur Abbildung des textilen Fasergebildes auf den Quantenpunktsensor, wobei der Quantenpunktsensor ortsaufauflösend und entweder als zweidimensionaler Matrixsensor oder als eindimensionaler Zeilensensor ausgebildet ist.

**[0034]** Eine Ausführungsform des Systems bzw. der Vorrichtung beinhaltet ein zeitlich veränderliches optisches Abbildungssystem, welches verschiedene Stellen des textilen Fasergebildes zeitlich nacheinander auf den Quantenpunktsensor abbildet, wobei der Quantenpunktsensor zeitaufauflösend ist.

**[0035]** Das erfindungsgemässe System bzw. die erfindungsgemässe Vorrichtung kann zur Detektion eines Fremdmaterials in einem Grundmaterial verwendet werden, wobei das Fremdmaterial und das Grundmaterial die zwei Bestandteile des textilen Fasergebildes sind.

**[0036]** Das erfindungsgemässe System bzw. die erfindungsgemässe Vorrichtung kann zur Bestimmung eines Mischungsverhältnisses der zwei Bestandteile des textilen Fasergebildes verwendet werden.

**[0037]** Das erfindungsgemässe Verfahren dient zur Untersuchung eines zwei Bestandteile enthaltenden textilen Fasergebildes. Elektromagnetische Strahlung in einem Spektralband wird von einer Strahlungsquelle in Richtung des textilen Fasergebildes gesendet. Mindestens ein Teil der elektromagnetischen Strahlung wechselwirkt mit dem textilen Fasergebilde. Mindestens ein Teil der elektromagnetischen Strahlung wird nach der Wechselwirkung mit dem textilen Fasergebilde von einem Strahlungssensor empfangen. Als Strahlungssensor wird ein Quantenpunktsensor verwendet. Eine spektrale Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors weist in dem Spektralband mindestens ein lokales Maximum und mindestens ein lokales Minimum auf. Die spektralen Eigenschaften des Quantenpunktsensors in dem Spektralband werden derart auf die spektralen Eigenschaften der Strahlungsquelle und jedes der beiden Bestandteile im textilen Fasergebilde abge-

stimmt, dass ein Ausgangssignal des Quantenpunktsensors eine monotone Funktion des Mischungsverhältnisses der beiden Bestandteile ist.

**[0038]** In einer Ausführungsform des Verfahrens liegt das Spektralband im Wellenlängenbereich zwischen 300 nm und 2200 nm und vorzugsweise im Wellenlängenbereich zwischen 700 nm und 1900 nm.

**[0039]** In einer Ausführungsform des Verfahrens hat das Spektralband eine Breite zwischen 100 nm und 1500 nm und vorzugsweise zwischen 300 nm und 500 nm.

**[0040]** In einer Ausführungsform des Verfahrens sind die zwei Bestandteile des textilen Fasergebildes zwei voneinander verschiedene Elemente aus der folgenden Menge: Baumwolle, Leinen, Schurwolle, Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polyvinylchlorid (PVC), Polyester (PES); Polyacryl (PAN); Viskose (CV, regenerierte Zellulose), Modal (CMD), Lyocell (CLY), Polyethylenterephthalat (PET), Polystyrol (PS), Polyamid (PA), Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer (ABS), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polyoxymethylen (POM), Elastan (EL), Aramid (AR), Acetat (CA), Cupro (CUP). Vorzugsweise sind die zwei Bestandteile des textilen Fasergebildes ein Paar aus der folgenden Menge: Baumwolle und Polyethylen (PE), Baumwolle und Polypropylen (PP), Baumwolle und Polyvinylchlorid (PVC), Baumwolle und Polyester (PES); Baumwolle und Polyacryl (PAN); Baumwolle und Viskose (CV, regenerierte Zellulose), Baumwolle und Polyethylenterephthalat (PET), Baumwolle und Polystyrol (PS), Baumwolle und Polyamid (PA), Baumwolle und Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer (ABS), Baumwolle und Polymethylmethacrylat (PMMA), Baumwolle und Polyoxymethylen (POM).

**[0041]** Das erfindungsgemässe Verfahren kann zur Detektion eines Fremdmaterials in einem Grundmaterial angewendet werden, wobei das Fremdmaterial und das Grundmaterial die zwei Bestandteile des textilen Fasergebildes sind.

**[0042]** Das erfindungsgemässe Verfahren kann zur Bestimmung eines Mischungsverhältnisses der zwei Bestandteile des textilen Fasergebildes angewendet werden.

**[0043]** Die erfindungsgemässe Vorrichtung und das erfindungsgemässe Verfahren vermeiden eine Aufspaltung der eintreffenden, vom textilen Fasergebilde reflektieren oder transmittierten, elektromagnetischen Strahlung auf mehrere Strahlungssensoren. Die Vorrichtung ist einfach aufgebaut und erlaubt eine Abbildung des Fasergebildes mit hoher Ortsauflösung. Sie kommt ohne eine zeitliche Modulation des Eingangssignals aus, wodurch eine hohe Ortsauflösung erreicht wird. Jedes Pixel des Quantenpunktsensors ist gleich aufgebaut, was im Vergleich mit dem Bayer-Sensor zu einer höheren Ortsauflösung führt.

## AUFZÄHLUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0044]** Nachfolgend wird eine Ausführungsform der Erfindung anhand der Zeichnungen detailliert erläutert. Zur anschaulicheren Darstellung wird dabei eine Anwendung beschrieben, in der ein Anteil eines Fremdmaterials in einem Grundmaterial eines textilen Fasergebildes ermittelt wird. Dies soll jedoch die Allgemeinheit der Erfindung nicht einschränken. Die Erfindung kann z. B. alternativ auf ein textiles Fasergebilde mit zwei erwünschten Bestandteilen gerichtet sein. Die Erfindung kann sich auf die Detektion eines Fremdmaterials in einem Grundmaterial oder auf die Bestimmung eines Mischungsverhältnisses zweier Bestandteile des textilen Fasergebildes beziehen.

Figur 1 zeigt schematisch eine mit Durchlicht arbeitende Ausführungsform des erfindungsgemässen Systems und der erfindungsgemässen Vorrichtung.

Figur 2 zeigt schematisch eine mit Auflicht arbeitende Ausführungsform des erfindungsgemässen Systems und der erfindungsgemässen Vorrichtung.

Figur 3 zeigt schematisch den Aufbau eines auf Quantenpunkten basierenden Strahlungssensors.

Figur 4 zeigt verschiedene Spektren in einem gemeinsamen ersten Spektralband, nämlich: (a) relative Intensitätsverteilung einer Halogenlampe; (b) Absorptionsgrad von Baumwolle; (c) Absorptionsgrad von Polyethylen; und (d) spektrale Empfindlichkeit eines Quantenpunktsensors.

Figur 5 zeigt eine relative Intensitätsverteilung einer Halogenlampe in einem zweiten Spektralband.

Figuren 6-12 zeigen Absorptionsgrade der Materialien Baumwolle, Polyethylen, Polypropylen, Polyester, Polyethylenterephthalat, Polyacryl bzw. Zellulose in dem zweiten Spektralband.

Figur 13 zeigt eine spektrale Empfindlichkeit eines Quantenpunktsensors in dem zweiten Spektralband.

Figur 14 zeigt (a) ein Graustufenbild einer textilen Probe mit verschiedenen Materialien und (b) ein Binärbild der Probe nach Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens und Bildbearbeitung.

## AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

**[0045]** Eine erste ausführungsform des erfindungsgemässen Systems und der erfindungsgemässen Vorrichtung 1 ist schematisch in Figur 1 dargestellt. Die Vorrichtung 1 beinhaltet eine breitbandige Strahlungsquelle 2 zur Erzeugung elek-

tromagnetischer Strahlung 3 in einem Spektralband. Die erzeugte elektromagnetische Strahlung 3 hat in dem Spektralband eine für die Strahlungsquelle 2 charakteristische spektrale Intensitätsverteilung.

**[0046]** Mindestens ein Teil der von der Strahlungsquelle 2 erzeugten elektromagnetischen Strahlung 3 trifft auf ein zu untersuchendes textiles Fasergebilde 4 auf. Das textile Fasergebilde 4 kann z. B. eine oder mehrere Faserflocken, ein Faservlies, ein Faserband, ein Vorgarn, ein Garn, ein Gewebe, ein Gestrick oder ein Vlies sein. Im Beispiel von Figur 1 ist ohne Einschränkung der Allgemeinheit als textiles Fasergebilde 4 schematisch eine Faserflocke eingezeichnet.

**[0047]** Das textile Fasergebilde 4 beinhaltet mindestens zwei verschiedene Bestandteile 41, 42. Ohne Einschränkung der Allgemeinheit wird hier zur Illustration angenommen, das textile Fasergebilde 4 bestehe aus einem Grundmaterial 41, z. B. Baumwolle, und könne unter Umständen ein oder mehrere Fremdmaterialien 42 enthalten, die sich vom Grundmaterial 41 unterscheiden. Das Fremdmaterial 42 kann z. B. Polyethylen sein. Beim Auftreffen der elektromagnetischen Strahlung 3 auf das textile Fasergebilde 4 kommt es zu einer Wechselwirkung der elektromagnetischen Strahlung 3 mit dem Grundmaterial 41 und, falls vorhanden, dem Fremdmaterial 42. Durch die Wechselwirkung wird die spektrale Intensitätsverteilung der elektromagnetischen Strahlung 3 gemäss der chemischen bzw. farblichen Charakteristik der Materialien verändert. Durch das textile Fasergebilde 4 transmittierte Strahlung 5 hat somit eine spektrale Intensitätsverteilung, die sich von der Intensitätsverteilung der auf das textile Fasergebilde 4 auftreffenden Strahlung 3 unterscheidet.

**[0048]** In der ersten Ausführungsform von Figur 1 tritt die elektromagnetische Strahlung durch das textile Fasergebilde hindurch; die Untersuchung erfolgt somit in Transmission.

**[0049]** Nach der Wechselwirkung mit dem textilen Fasergebilde 4 trifft die Strahlung 5 auf einen Strahlungssensor 7, der als Quantenpunktsensor ausgebildet ist. Eine spektrale Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors 7 weist in dem Spektralband mindestens ein lokales Maximum und mindestens ein lokales Minimum auf (vgl. Figur 4(d)). Die spektralen Eigenschaften des Quantenpunktsensors 7 sind in dem Spektralband speziell auf die Strahlungsquelle 2, das Grundmaterial 41 und/oder einen Typ oder eine Klasse von Fremdmaterialien 42 derart abgestimmt, dass in einem Ausgangssignal des Quantenpunktsensors 7 Unterschiede zwischen dem Grundmaterial 41 und dem Fremdmaterial 42 verstärkt werden.

**[0050]** Entspricht die spektrale Intensitätsverteilung der auf den Quantenpunktsensor 7 auftreffenden elektromagnetischen Strahlung 5 jener des Grundmaterials 41, so soll das Ausgangssignal z. B. minimal sein. Entspricht die spektrale Intensitätsverteilung der auf den Quantenpunktsensor 7 auftreffenden elektromagnetischen Strahlung 5 dagegen jener des Fremdmaterials 42, so soll das Ausgangssignal z. B. maximal sein. Besitzt die spektrale Intensitätsverteilung der auf den Quantenpunktsensor 7 auftreffenden elektromagnetischen Strahlung 5 Charakteristika beider Materialien 41 und 42, so soll das Ausgangssignal einer monotonen und vorzugsweise linearen Funktion des Mischungsverhältnisses der Materialien 41 und 42 entsprechen.

**[0051]** Das Quantenpunktsensor 7 wandelt somit die auftreffende wellenlängenabhängige Intensitätsverteilung der Strahlung 5 in ein Ausgangssignal um, das eine monotone und vorzugsweise lineare Funktion des Mischungsverhältnisses der beiden Bestandteile 41 und 42 ist. Das Ausgangssignal ist also ein Mass für das Mischungsverhältnis. Im hier diskutierten Beispiel ist es ein Mass für die Präsenz und Menge des Fremdmaterials 42 im textilen Fasergebilde 4 und/oder für den Grad der Farbabweichung zwischen dem Grundmaterial 41 und dem Fremdmaterial 42.

**[0052]** Der Quantenpunktsensor 7 ist vorzugsweise ortsauflösend und zeitauflösend. Er kann z. B. als ein- oder zweidimensionale digitale Quantenpunktkamera ausgebildet sein, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist. In diesem Fall ist das Ausgangssignal eines jeden Bildelementes (Pixels) ein Mass für das Mischungsverhältnis der beiden Bestandteile 41, 42 am auf das Bildelement abgebildeten Ort. Ist dieser Ort klein genug, so wird er meistens entweder nur den einen oder nur den anderen Bestandteil aufweisen, so dass das Pixel entweder ein minimales oder ein maximales Ausgangssignal liefert.

**[0053]** Ist der Quantenpunktsensor 7 nicht ortsauflösend, so ist die von ihm empfangene Strahlungsintensität ein Mass für das Mischungsverhältnis der beiden Bestandteile 41, 42, gemittelt über das ganze textile Fasergebilde 4.

**[0054]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Quantenpunktsensor 7 ortsauflösend, und das textile Fasergebilde 4 wird mittels eines optischen Abbildungssystems 6 auf den Quantenpunktsensor 7 abgebildet. Dadurch erhält man auch Information über Anzahl, Lage, Grösse und Form der im textilen Fasergebilde 4 vorhandenen Fremdmaterialien 42. Somit können die Fremdmaterialien 42 im textilen Fasergebilde 4 detektiert und lokalisiert werden. In einem vom Quantenpunktsensor 7 aufgenommenen Bild des textilen Fasergebildes 4 erscheinen im vorliegenden Beispiel Fremdmaterialien 42 hell vor einem dunklen Hintergrund (vgl. Figur 14(b)).

**[0055]** In einer alternativen Ausführungsform können die spektralen Eigenschaften des Quantenpunktsensors 7 im Spektralband derart auf die Strahlungsquelle 2, das Grundmaterial 41 und/oder das Fremdmaterial 42 abgestimmt sein, dass das vom Quantenpunktsensor 7 ausgegebene Ausgangssignal maximal ist, wenn das textile Fasergebilde 4 nur aus dem Grundmaterial 41 besteht, und mit zunehmendem Anteil an Fremdmaterial 42 abnimmt. In diesem Fall erscheinen Fremdmaterialien 42 dunkel vor einem hellen Hintergrund.

**[0056]** Die Vorrichtung 1 kann dem Fachmann bekannte optische Elemente 6 wie weitere Linsen, Spiegel, Blenden etc. zur Beeinflussung der Strahlung 3, 5 beinhalten.

**[0057]** In einer Ausführungsform beinhaltet die Vorrichtung 1 ein zeitlich veränderliches optisches Abbildungssystem, welches verschiedene Stellen des textilen Fasergebildes 4 zeitlich nacheinander auf den Quantenpunktsensor 7 abbildet. Dies kann mechanisch oder elektronisch verwirklicht sein. Ein Beispiel für ein solches zeitlich veränderliches optisches Abbildungssystem ist in der EP-1'961'848 A1 angegeben und beinhaltet einen rotierbaren Polygonspiegel zum zeilenweisen Abscannen des textilen Fasergebildes 4. Diese Ausführungsform benötigt einen zeitauflösenden Quantenpunktsensor 7 und eine Einrichtung zum Zuordnen der Empfangszeit zum entsprechenden Ort auf dem textilen Fasergebilde 4. Dafür braucht der Quantenpunktsensor 7 nicht ortsauflösend zu sein.

**[0058]** Figur 2 zeigt schematisch eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemässen Systems und der erfindungsgemässen Vorrichtung 1. Die Vorrichtung 1 ist analog zur ersten Ausführungsform von Figur 1, mit dem Unterschied, dass die Untersuchung in Reflexion erfolgt. Entsprechende Elemente sind mit denselben Bezugszeichen wie in Figur 1 bezeichnet. Aufgrund der engen Analogie braucht die zweite Ausführungsform nicht weiter diskutiert zu werden.

**[0059]** Ein Querschnitt durch einen Teil des Quantenpunktsensors 7 ist schematisch in Figur 3 dargestellt. Eine von oben auf den Quantenpunktsensor 7 einfallende elektromagnetische Strahlung ist durch einen gewellten Pfeil 5 angedeutet.

**[0060]** Der Quantenpunktsensor 7 kann monolithisch auf einem integrierten Schaltkreis, der z. B. in CMOS-Technologie herstellbar ist, integriert sein. Der Schaltkreis ist in Figur 3 durch eine untere Elektrode 77 und ein Dielektrikum 76 repräsentiert. Er kann zum Auslesen der Sensorsignale verwendet werden. Auf dem Schaltkreis befindet sich eine strukturierte Elektrode 75. Die Strukturierung der strukturierten Elektrode 75 stellt die eigentliche Pixelstruktur des Quantenpunktsensors 7 dar und erlaubt die räumliche Lokalisierung der eintreffenden elektromagnetischen Strahlung 5.

**[0061]** Auf der strukturierten Elektrode 75 ist mindestens eine Quantenpunktschicht 72-74 abgeschieden; im Beispiel von Figur 3 sind es drei Quantenpunktschichten 72-74. Die mindestens eine Quantenpunktschicht 72-74 ist mittels Dünnschicht-Technologie aufgetragen und besitzt keine innere Struktur. Die Quantenpunkte in den verschiedenen Quantenpunktschichten 72-74 unterscheiden sich in ihrer Grösse und somit in der Grösse der Bandlücke, wodurch die spektrale Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors 7 eingestellt wird. Je näher die Quantenpunktschicht 72-74 zur Oberfläche liegt, desto grösser ist die Bandlücke der Quantenpunkte. Kurzwellige Strahlung, zum Beispiel ultraviolette oder blaue Strahlung, wird somit in einer Quantenpunktschicht 72 nahe der Oberfläche des Quantenpunktsensors 7 absorbiert. Langwellige Infrarotstrahlung dringt hingegen tief in den Quantenpunktsensor 7 ein und wird erst in einer Quantenpunktschicht 74 nahe der strukturierten Elektrode 75 absorbiert.

**[0062]** Auf einer Oberseite des Quantenpunktsensors 7 befindet sich eine lichtdurchlässige obere Elektrode 71, die als Gegenelektrode zur strukturierten Elektrode 75 wirkt.

**[0063]** Zum Auslesen eines Pixels wird zwischen der oberen Elektrode 71 und dem entsprechenden Segment der strukturierten Elektrode 75 eine Spannung angelegt, wodurch ein elektrisches Feld zwischen den beiden Elektroden 71, 75 entsteht. In den Quantenpunktschichten 72-74 erzeugte Elektronen werden durch das elektrische Feld zu dem gewählten Segment der strukturierten Elektrode 75 transportiert und können mit Hilfe des Schaltkreises in ein elektrisches Ausgangssignal umgewandelt werden. Die weitere Verarbeitung der elektrischen Ausgangssignale der verschiedenen Pixel erfolgt analog zu den herkömmlichen ortsauflösenden (ein- oder zweidimensionalen) Halbleiter-Strahlungssensoren, z. B. den in CMOS-Technologie hergestellten aktiven Pixelsensoren (APS).

**[0064]** In Figur 4(a) ist beispielhaft die relative Intensität der von einer Halogenlampe 2 erzeugten elektromagnetischen Strahlung 3 als Funktion der Strahlungswellenlänge  $\lambda$  in einem ersten Spektralband ( $950 \text{ nm} \leq \lambda \leq 1400 \text{ nm}$ , kurzwelliges Nahinfrarot) aufgetragen. In diesem ersten Spektralband verläuft die Intensität innerhalb eines relativ schmalen Bereichs und kann somit in erster Näherung als konstant betrachtet werden. In einem anderen Spektralband oder bei anderen Lichtquellen 2 kann das Intensitätsspektrum einen anderen Verlauf aufweisen.

**[0065]** Figuren 4(b) und 4(c) zeigen Absorptionsspektren von Baumwolle, die ein typisches textiles Grundmaterial 41 darstellt, bzw. Polyethylen, das ein Fremdmaterial 42 sein kann. Der jeweilige Absorptionsgrad ist wiederum als Funktion der Strahlungswellenlänge  $\lambda$  im selben Spektralband wie in Figur 4(a) aufgetragen.

**[0066]** Die spektralen Eigenschaften des Quantenpunktsensors 7 werden aus der spektralen Intensitätsverteilung der Strahlungsquelle 2 sowie aus spektralen Eigenschaften - Absorptionsgrad, Reflexionsgrad und/oder Transmissionsgrad - des Grundmaterials 41 und des zu detektierenden Fremdmaterials 42 durch mehrdimensionale Variationsrechnung ermittelt. Der aus der mehrdimensionalen Variationsrechnung resultierende Regressionsvektor enthält für jede Wellenlänge im betrachteten Spektralband eine Gewichtung. Die Gewichtungen entsprechen der spektralen Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors 7 für die betreffenden Wellenlängen. Somit ist der Quantenpunktsensor 7 für die Detektion eines bestimmten Fremdmaterials 42 in einem bestimmten Grundmaterial 41 und für die Bestimmung des Mischungsverhältnisses der beiden Materialien 41, 42 bei Beleuchtung mit einer bestimmten Strahlungsquelle 2 optimiert. Solche Verfahren für den Entwurf eines Spektrafilters sind an sich bekannt; ein Beispiel findet sich im Artikel „PLS-regression: a basic tool of chemometrics“ von S. Wolda, M. Sjöströma und L. Eriksson, Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, Band 58, Heft 2, 28. Oktober 2001, Seiten 109-130. Sie lassen sich analog für den Entwurf eines Quantenpunktsensors 7 anwenden.

**[0067]** In Figur 4(d) ist eine beispielhafte spektrale Empfindlichkeit eines fiktiven Quantenpunktsensors 7 als Funktion der Strahlungswellenlänge  $\lambda$  im selben Spektralband wie in den Figuren 4(a)-4(c) aufgetragen. Im dargestellten Beispiel hat die spektrale Empfindlichkeit im betrachteten Spektralband ( $950 \text{ nm} \leq \lambda \leq 1400 \text{ nm}$ ) drei lokale Maxima (bei Wellenlängen

von ca.  $\lambda \approx 1110$  nm, 1210 nm und 1310 nm) und zwei lokale Minima (bei Wellenlängen von ca.  $\lambda \approx 1145$  nm und 1265 nm). Der Quantenpunktsensor 7 verstärkt die Unterschiede in der Absorption von Baumwolle (Figur 4(b)) und Polyethylen (Figur 4(c)), was insbesondere bei den Wellenlängen von ca.  $\lambda \approx 1110$  nm, 1210 nm und 1310 nm an den betreffenden Spektren erkennbar ist.

**[0068]** Die spektrale Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors 7 ist für die zwei Bestandteile 41, 42 des textilen Fasergebildes 4 optimiert. Dadurch werden diejenigen Anteile der auf den Quantenpunktsensor 7 einfallenden elektromagnetischen Strahlung 5, die aus der Wechselwirkung der Strahlung 5 mit dem Fremdmaterial 42 resultieren, vom Quantenpunktsensor 7 stärker absorbiert als Anteile, die vom Grundmaterial 41 resultieren. Ein Ausgangssignal des Quantenpunktsensors 7 ist somit hoch für das Fremdmaterial 42 und niedrig für das Grundmaterial 41. Ist der Quantenpunktsensor 7 als Bildsensor ausgebildet, so erscheinen auf dem vom Quantenpunktsensor 7 generierten Bild das Fremdmaterial 42 als helle Bildbereiche und das Grundmaterial 41 als dunkle Bildbereiche (vgl. Figur 14(b)). Alternativ könnten die spektralen Eigenschaften des Quantenpunktsensors umgekehrt gewählt werden.

**[0069]** Die Technologie zur Herstellung eines Quantenpunktsensors 7 mit einer spektralen Empfindlichkeit bspw. gemäss Figur 4(d) steht, wie einleitend erwähnt, zur Verfügung. Die gewünschte spektrale Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors 7 kann durch geeignete Wahl der Anzahl Quantenpunktschichten 72-74 und der Grösse der darin befindlichen Quantenpunkte, mithin der Grösse der Bandlücken, an die jeweilige Anwendung angepasst werden.

**[0070]** Da das Spektrum der Lichtquelle 2 im Beispiel von Figur 4 einen relativ konstanten Verlauf aufweist, hat die Lichtquelle 2 praktisch keinen Einfluss auf die gewünschten spektralen Eigenschaften des Quantenpunktsensors 7. Wenn jedoch das Spektrum der Lichtquelle 2 ausgeprägte Extremalstellen aufweisen würde, so müssten ihre spektralen Eigenschaften beim Entwurf des Quantenpunktsensors 7 berücksichtigt werden.

**[0071]** In Figur 5 ist die relative Intensität der von einer Halogenlampe 2 erzeugten elektromagnetischen Strahlung 3 als Funktion der Strahlungswellenlänge  $\lambda$  aufgetragen, und zwar in einem zweiten Spektralband (ca.  $1000 \text{ nm} \leq \lambda \leq 2400 \text{ nm}$ , Nahinfrarot), das sich vom ersten Spektralband der Figur 4 unterscheidet.

**[0072]** Die Figuren 6-12 zeigen Absorptionsgrade der Materialien Baumwolle, Polyethylen, Polypropylen, Polyester, Polyethylenterephthalat, Polyacryl bzw. Viskose (regenerierte Zellulose) in dem zweiten Spektralband.

**[0073]** In Figur 13 ist eine beispielhafte spektrale Empfindlichkeit eines fiktiven Quantenpunktsensors 7 als Funktion der Strahlungswellenlänge  $\lambda$  in dem zweiten Spektralband aufgetragen. Dieser beispielhafte Quantenpunktsensor 7 hat im betrachteten zweiten Spektralband zwei lokale Maxima (bei Wellenlängen von ca.  $\lambda \approx 1725$  nm und 2250 nm) und ein lokales Minimum (bei einer Wellenlänge von ca.  $\lambda \approx 2015$  nm). Der Quantenpunktsensor 7 von Figur 13 ist für Baumwolle (Figur 6) als Grundmaterial 41 und Polyethylen (Figur 7), Polypropylen (Figur 8), Polyester (Figur 9), Polyethylenterephthalat (Figur 10), Polyacryl (Figur 11) oder Polystyrol als Fremdmaterial 42 entworfen. Eine solche Verwendung ein und desselben Quantenpunktsensors 7 für zwei oder mehr verschiedene Materialien 42 ist möglich, sofern die Spektren der Materialien 42 im betrachteten Spektralband ähnliche Charakteristika haben. Dies ist für die genannten Fremdmaterialien 42 der Fall: Wie die Figuren 7-11 zeigen, haben die Absorptionsspektren all dieser Fremdmaterialien 42 ausgeprägte lokale Maxima in der Nähe der Wellenlängen  $\lambda \approx 1700$  nm und  $\lambda \approx 2300$  nm, im Gegensatz zum betrachteten Grundmaterial 41 Baumwolle (Figur 6). Dementsprechend weist die spektrale Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors 7 von Figur 13 ein ausgeprägtes lokales Maximum in der Nähe von  $\lambda \approx 1700$  nm und ein weiteres lokales Maximum in der Nähe von  $\lambda \approx 2300$  nm auf.

**[0074]** Auch im Beispiel der Figuren 5-13 weist das Spektrum der Lichtquelle 2 keine ausgeprägten Extremalstellen auf, so dass die spektralen Eigenschaften der Lichtquelle 2 beim Entwurf des Quantenpunktsensors 7 unberücksichtigt bleiben können.

**[0075]** Figur 14(a) zeigt schematisch ein fiktives Graustufenbild einer textilen Probe mit verschiedenen darauf gelegten Materialien, wie es z. B. in einem Spektralbereich im Nahinfrarot von einer konventionellen Infrarotkamera aufgenommen werden könnte. Das Grundmaterial 41 der Probe kann bspw. ein Gestrick aus Baumwolle sein. Darauf liegen Folienstücke aus den folgenden Fremdmaterialien: Polystyrol 421, Polyethylen 422 und Polypropylen 423. Die Folienstücke 421-423 sind im betreffenden Spektralband durchsichtig und deshalb im Graustufenbild von Figur 12(a) schlecht erkennbar. Umso weniger sind solche Fremdmaterialien in der Praxis auf einer fotografischen Aufnahme im sichtbaren oder NIR-Spektralbereich zu erkennen. Im Anwendungsbeispiel eines Faserreinigungsgeräts in der Putzerei ist das Grundmaterial nicht ein gleichmässiges, ebenes Gestrick, sondern eine dreidimensionale Faserflocke mit diversen Schattenwürfen, und das Fremdmaterial ist nicht eine grossflächige, ebene Folie, sondern ein faserartiges Schnipsel. Hier schafft die Erfindung Abhilfe.

**[0076]** Figur 14(b) zeigt ein idealisiertes Bild der textilen Probe von Figur 14(a), das von einem Quantenpunktsensor 7 der erfindungsgemässen Vorrichtung 1 (siehe Figur 1) aufgenommen werden könnte. Die Strahlungsquelle 2 kann eine Halogenlampe mit einem Emissionsspektrum gemäss Figur 5 sein. Der verwendete Quantenpunktsensor 7 kann die spektrale Empfindlichkeit gemäss Figur 13 aufweisen. Im idealisierten Beispiel von Figur 14(b) ist das vom Quantenpunktsensor 7 aufgenommene Bild ein Binärbild, auf dem die Fremdmaterialien 421-423 weiss und das Grundmaterial 41 schwarz ist. Auf einem realen Bild ist der Helligkeitsunterschied zwischen den Fremdmaterialien 421-423 und dem Grundmaterial 41 weniger ausgeprägt, doch heben sich die Ersteren immer noch deutlich vom Letzteren ab. Ein Binärbild gemäss Figur 14(b) lässt sich aus dem realen Graustufenbild durch eine einfache digitale Bildverarbeitung erzeugen, indem ein

geeigneter Helligkeitsschwellwert definiert wird, unterhalb dessen die Pixel auf „schwarz“ und oberhalb dessen die Pixel auf „weiss“ gesetzt werden.

[0077] Bemerkenswert ist, dass im Beispiel von Figur 14 dieselbe erfindungsgemässe Vorrichtung 1 für drei verschiedene Fremdmaterialien 421-423 verwendet werden kann. Mit anderen Worten: Es braucht nicht für jedes Fremdmaterial 42 ein dedizierter Quantenpunktsensor 7 entworfen und gebaut zu werden; ebenso genügen eine einzige Strahlungsquelle 2 und ein einziges Spektralband.

[0078] Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf die oben diskutierten Ausführungsformen beschränkt. Bei Kenntnis der Erfindung wird der Fachmann weitere Varianten herleiten können, die auch zum Gegenstand der vorliegenden Erfindung gehören.

## BEZUGSZEICHENLISTE

### [0079]

1	erfindungsgemässe Vorrichtung
2	Strahlungsquelle
3	von der Strahlungsquelle erzeugte elektromagnetische Strahlung
4	textiles Fasergebilde
41	Grundmaterial des textilen Fasergebildes
42	Fremdmaterial im textilen Fasergebilde
421	Polystyrol
422	Polyethylen
423	Polypropylen
5	auf den Quantenpunktsensor einfallende Strahlung
6	optisches Abbildungssystem, optisches Element
7	Quantenpunktsensor
71	obere Elektrode
72-74	Quantenpunktschichten
75	strukturierte Elektrode
76	Dielektrikum
77	untere Elektrode

## Patentansprüche

- System, bestehend aus einem zwei Bestandteile (41, 42) enthaltenden textilen Fasergebilde (4) und einer Vorrichtung (1) zur Untersuchung des textilen Fasergebildes (4), wobei die Vorrichtung (1) eine Strahlungsquelle (2) zum Senden von elektromagnetischer Strahlung (3) in einem Spektralband in Richtung des textilen Fasergebildes (4) zur Wechselwirkung mit dem textilen Fasergebilde (4) und einen Strahlungssensor (7) zum Empfangen mindestens eines Teils der elektromagnetischen Strahlung (5) nach der Wechselwirkung mit dem textilen Fasergebilde (4) beinhaltet,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Strahlungssensor (7) als Quantenpunktsensor ausgebildet ist,  
eine spektrale Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors (7) in dem Spektralband mindestens ein lokales Maximum und mindestens ein lokales Minimum aufweist und die spektralen Eigenschaften des Quantenpunktsensors (7) in dem Spektralband derart auf die spektralen Eigenschaften der Strahlungsquelle (2) und jedes der beiden Bestandteile (41, 24) abgestimmt sind, dass ein Ausgangssignal des Quantenpunktsensors (7) eine monotone Funktion des Mischungsverhältnisses der beiden Bestandteile (41, 42) ist.
- System nach Anspruch 1, wobei die zwei Bestandteile (41, 42) des textilen Fasergebildes (4) zwei voneinander verschiedene Elemente aus der folgenden Menge sind: Baumwolle, Leinen, Schurwolle, Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polyester; Polyacryl; Viskose, Modal, Lyocell, Polyethylenterephthalat, Polystyrol, Polyamid, Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer, Polymethylmethacrylat, Polyoxymethylen, Elastan, Aramid, Acetat, Cupro.
- System nach Anspruch 2, wobei die zwei Bestandteile (41, 42) des textilen Fasergebildes (4) ein Paar aus der folgenden Menge sind: Baumwolle und Polyethylen, Baumwolle und Polypropylen, Baumwolle und Polyvinylchlorid, Baumwolle und Polyester; Baumwolle und Polyacryl; Baumwolle und Viskose, Baumwolle und Polyethylenterephthalat, Baumwolle und Polystyrol, Baumwolle und Polyamid, Baumwolle und Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer, Baumwolle und Polymethylmethacrylat, Baumwolle und Polyoxymethylen.
- Vorrichtung (1) zur Untersuchung eines zwei Bestandteile (41, 42) enthaltenden textilen Fasergebildes (4), beinhaltend eine Strahlungsquelle (2) zum Senden von elektromagnetischer Strahlung (3) in einem Spektralband in Richtung des textilen Fasergebildes (4) zur Wechselwirkung mit dem textilen Fasergebilde (4) und einen Strahlungssensor (7) zum Empfangen mindestens eines Teils der elektromagnetischen Strahlung (5) nach der Wechselwirkung mit dem textilen Fasergebilde (4),

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die zwei Bestandteile (41, 42) des textilen Fasergebildes (4) zwei voneinander verschiedene Elemente aus der folgenden Menge sind: Baumwolle, Leinen, Schurwolle, Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polyester; Polyacryl; Viskose, Modal, Lyocell, Polyethylenterephthalat, Polystyrol, Polyamid, Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer, Polymethylmethacrylat, Polyoxymethylen, Elastan, Aramid, Acetat, Cupro, der Strahlungssensor (7) als Quantenpunktsensor ausgebildet ist, eine spektrale Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors (7) in dem Spektralband mindestens ein lokales Maximum und mindestens ein lokales Minimum aufweist und die spektralen Eigenschaften des Quantenpunktsensors (7) in dem Spektralband derart auf die spektralen Eigenschaften der Strahlungsquelle (2) und jedes der beiden Bestandteile (41, 24) abgestimmt sind, dass ein Ausgangssignal des Quantenpunktsensors (7) eine monotone Funktion des Mischungsverhältnisses der beiden Bestandteile (41, 42) ist.

5. Vorrichtung (1) nach Anspruch 2, wobei die zwei Bestandteile (41, 42) des textilen Fasergebildes (4) ein Paar aus der folgenden Menge sind: Baumwolle und Polyethylen, Baumwolle und Polypropylen, Baumwolle und Polyvinylchlorid, Baumwolle und Polyester; Baumwolle und Polyacryl; Baumwolle und Viskose, Baumwolle und Polyethylenterephthalat, Baumwolle und Polystyrol, Baumwolle und Polyamid, Baumwolle und Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer, Baumwolle und Polymethylmethacrylat, Baumwolle und Polyoxymethylen.
6. System nach einem der Ansprüche 1-3, bzw. Vorrichtung (1) nach Anspruch 4 oder 5, wobei das mindestens eine lokale Maximum bei derjenigen Wellenlänge bzw. denjenigen Wellenlängen der elektromagnetischen Strahlung (3) liegt, bei welcher bzw. bei welchen der Absolutwert der Differenz der Absorptionsgrade, der Transmissionsgrade oder der Reflexionsgrade der beiden Bestandteile (41, 42) ein lokales Maximum aufweist.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Spektralband im Wellenlängenbereich zwischen 300 nm und 2200 nm und vorzugsweise im Wellenlängenbereich zwischen 700 nm und 1900 nm liegt.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Spektralband eine Breite zwischen 100 nm und 1500 nm und vorzugsweise zwischen 300 nm und 500 nm hat.
9. System bzw. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Quantenpunktsensor (7) mindestens eine zwischen zwei Elektroden (71, 75) befindliche Quantenpunktschicht (72-74) und bspw. mehrere übereinander gestapelte Quantenpunktschichten (72-74) mit unterschiedlichen Bandlücken beinhaltet.
10. System bzw. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Quantenpunktsensor (7) monolithisch auf einem integrierten Schaltkreis, der z. B. in CMOS-Technologie hergestellt ist, integriert ist.
11. System bzw. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die spektralen Eigenschaften des Quantenpunktsensors (7) in dem Spektralband derart auf die spektralen Eigenschaften der Strahlungsquelle (2) und jedes der beiden Bestandteile (41, 24) abgestimmt sind, dass ein Ausgangssignal des Quantenpunktsensors (7) eine lineare Funktion des Mischungsverhältnisses der beiden Bestandteile (41, 42) ist.
12. System bzw. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, beinhaltend ein optisches Abbildungssystem (6) zur Abbildung des textilen Fasergebildes (4) auf den Quantenpunktsensor (7), wobei der Quantenpunktsensor (7) ortsaufauflösend und entweder als zweidimensionaler Matrixsensor oder als eindimensionaler Zeilensensor ausgebildet ist.
13. System bzw. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, beinhaltend ein zeitlich veränderliches optisches Abbildungssystem, welches verschiedene Stellen des textilen Fasergebildes (4) zeitlich nacheinander auf den Quantenpunktsensor (7) abbildet, wobei der Quantenpunktsensor (7) zeitaufauflösend ist.
14. Verwendung des Systems bzw. der Vorrichtung (1) nach Anspruch 12 oder 13 zur Detektion eines Fremdmaterials (42) in einem Grundmaterial (41), wobei das Fremdmaterial (42) und das Grundmaterial (41) die zwei Bestandteile des textilen Fasergebildes (4) sind.
15. Verwendung des Systems bzw. der Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1-13 zur Bestimmung eines Mischungsverhältnisses der zwei Bestandteile (41, 42) des textilen Fasergebildes (4).
16. Verfahren (1) zur Untersuchung eines zwei Bestandteile (41, 42) enthaltenden textilen Fasergebildes (4), wobei elektromagnetische Strahlung (3) in einem Spektralband von einer Strahlungsquelle (2) in Richtung des textilen Fasergebildes (4) gesendet wird, mindestens ein Teil der elektromagnetischen Strahlung (3) mit dem textilen Fasergebilde (4) wechselwirkt und mindestens ein Teil der elektromagnetischen Strahlung (5) nach der Wechselwirkung mit dem textilen Fasergebilde (4) von einem Strahlungssensor (7) empfangen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Strahlungssensor (7) ein Quantenpunktsensor verwendet wird, wobei eine spektrale Empfindlichkeit des Quantenpunktsensors (7) in dem Spektralband mindestens ein lokales Maximum und mindestens ein lokales Minimum aufweist und

die spektralen Eigenschaften des Quantenpunktsensors (7) in dem Spektralband derart auf die spektralen Eigenschaften der Strahlungsquelle (2) und jedes der beiden Bestandteile (41, 42) im textilen Fasergebilde (4) abgestimmt werden, dass ein Ausgangssignal des Quantenpunktsensors (7) eine monotone Funktion des Mischungsverhältnisses der beiden Bestandteile (41, 42) ist.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei das Spektralband im Wellenlängenbereich zwischen 300 nm und 2200 nm und vorzugsweise im Wellenlängenbereich zwischen 700 nm und 1900 nm liegt.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, wobei das Spektralband eine Breite zwischen 100 nm und 1500 nm und vorzugsweise zwischen 300 nm und 500 nm hat.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16-18, wobei die zwei Bestandteile (41, 42) des textilen Fasergebildes (4) zwei voneinander verschiedene Elemente aus der folgenden Menge sind: Baumwolle, Leinen, Schurwolle, Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polyester; Polyacryl; Viskose, Modal, Lyocell, Polyethylenterephthalat, Polystyrol, Polyamid, Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer, Polymethylmethacrylat, Polyoxymethylen, Elastan, Aramid, Acetat, Cupro.
20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei die zwei Bestandteile (41, 42) des textilen Fasergebildes (4) ein Paar aus der folgenden Menge sind: Baumwolle und Polyethylen, Baumwolle und Polypropylen, Baumwolle und Polyvinylchlorid, Baumwolle und Polyester; Baumwolle und Polyacryl; Baumwolle und Viskose, Baumwolle und Polyethylenterephthalat, Baumwolle und Polystyrol, Baumwolle und Polyamid, Baumwolle und Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer, Baumwolle und Polymethylmethacrylat, Baumwolle und Polyoxymethylen.
21. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 16-20 zur Detektion eines Fremdmaterials (42) in einem Grundmaterial (41), wobei das Fremdmaterial (42) und das Grundmaterial (41) die zwei Bestandteile des textilen Fasergebildes (4) sind.
22. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 16-20 zur Bestimmung eines Mischungsverhältnisses der zwei Bestandteile (41, 42) des textilen Fasergebildes (4).

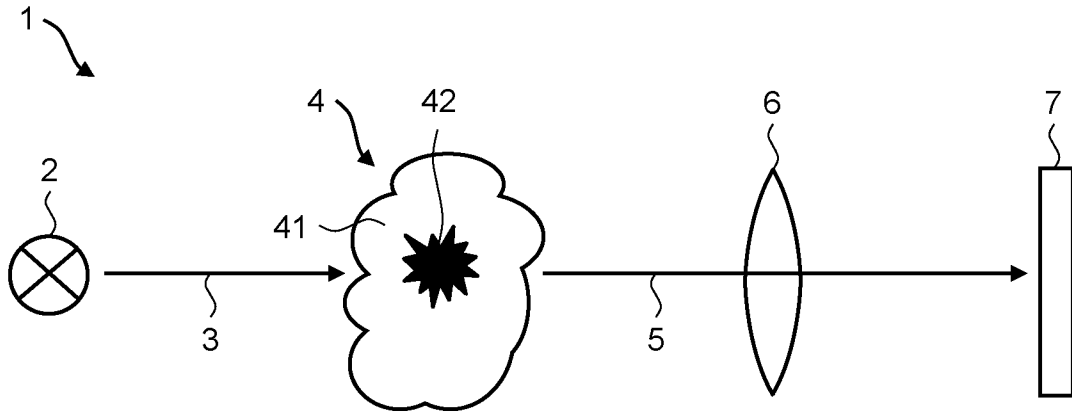


Fig. 1

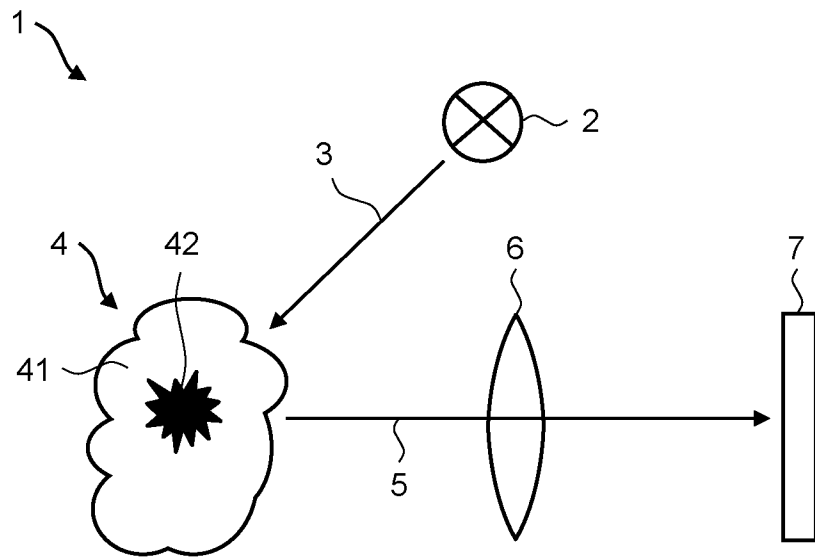


Fig. 2

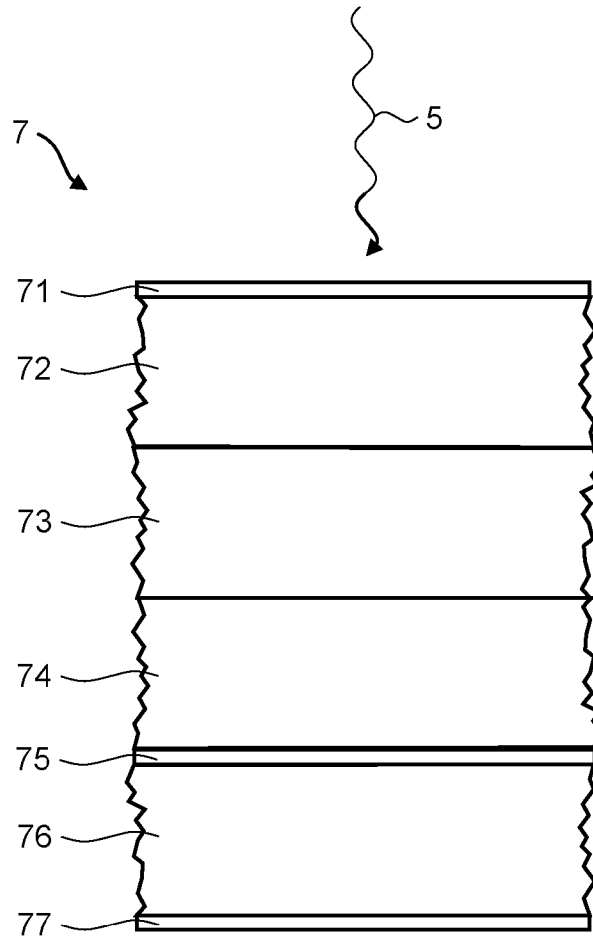


Fig. 3

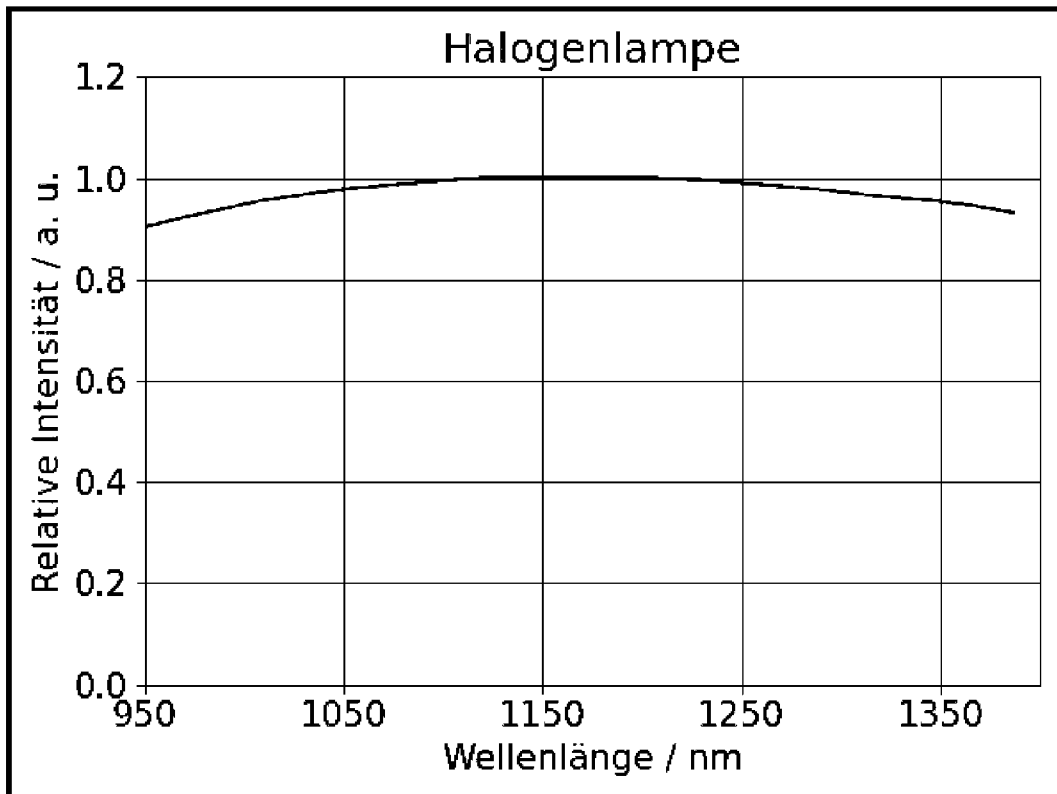


Fig. 4(a)

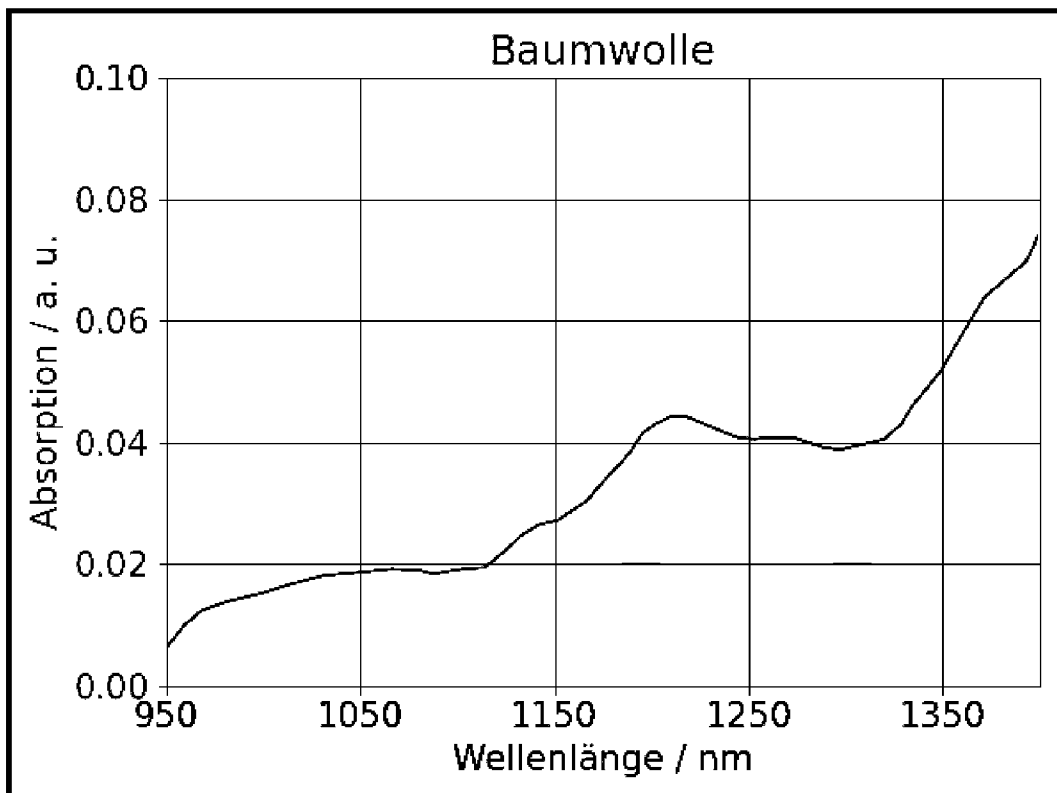


Fig. 4(b)

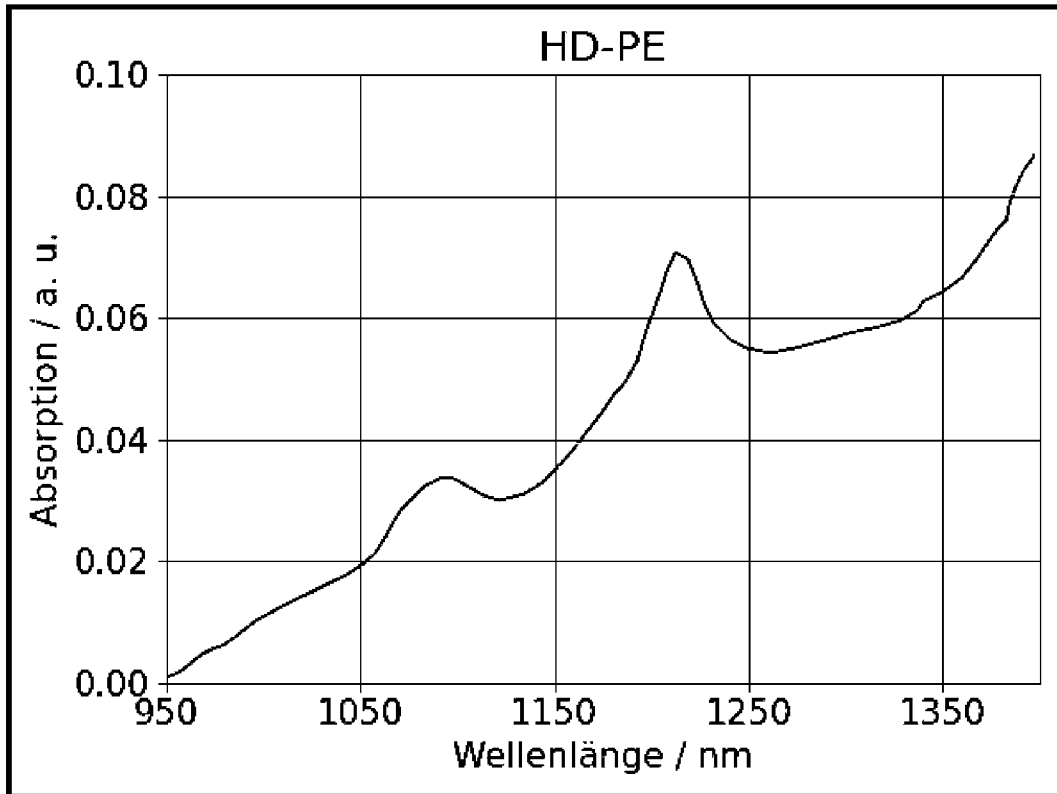


Fig. 4(c)

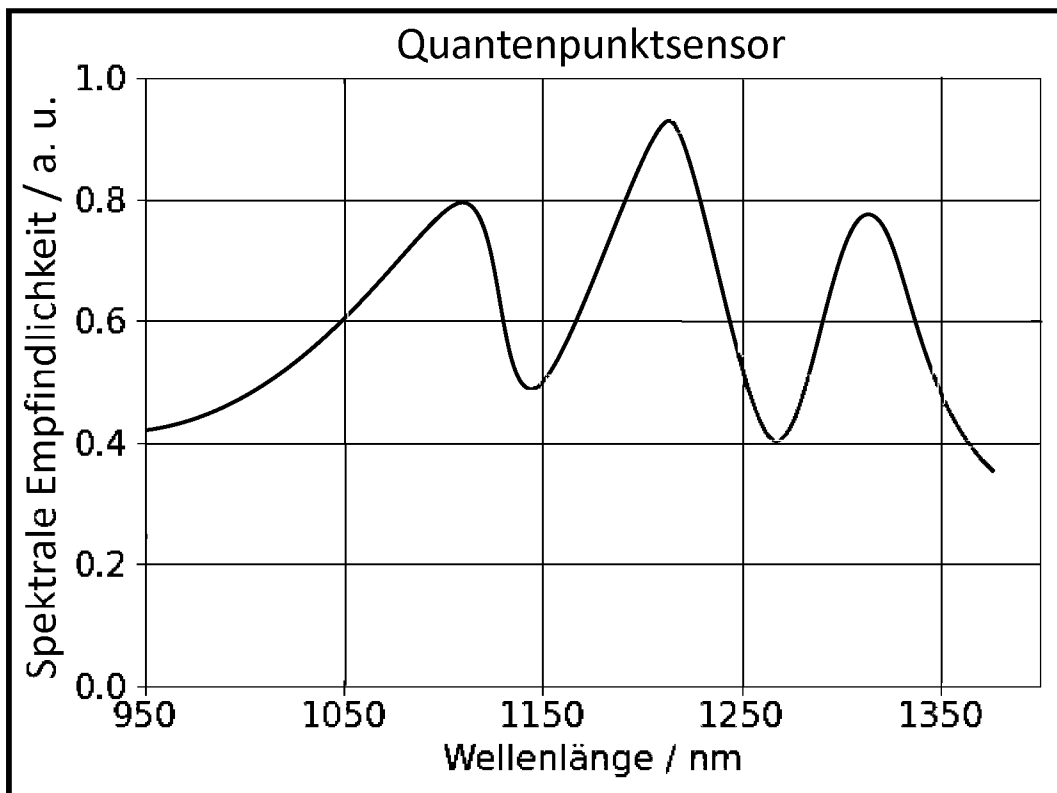


Fig. 4(d)

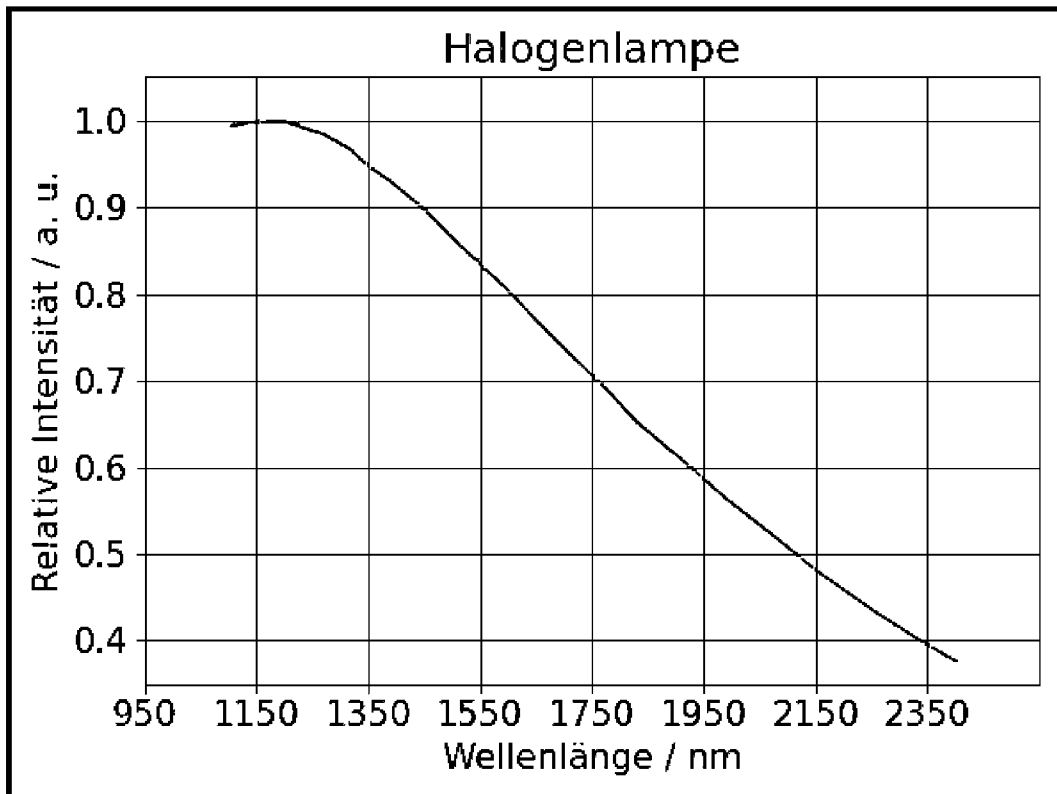


Fig. 5

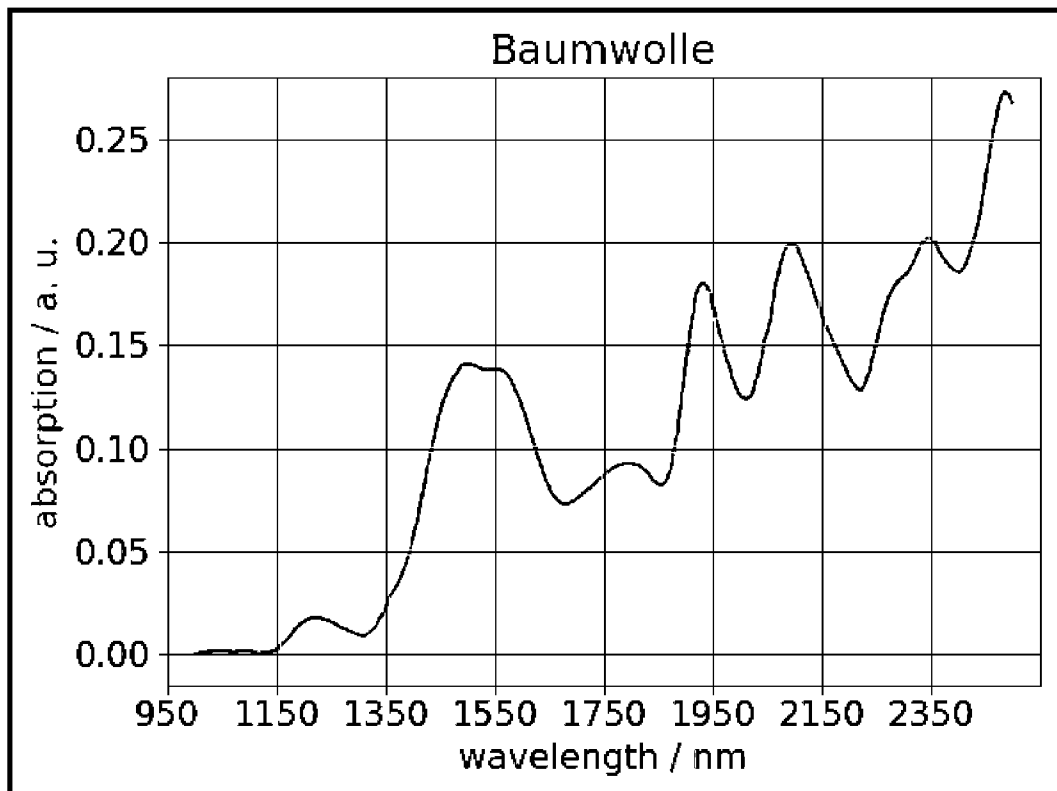


Fig. 6

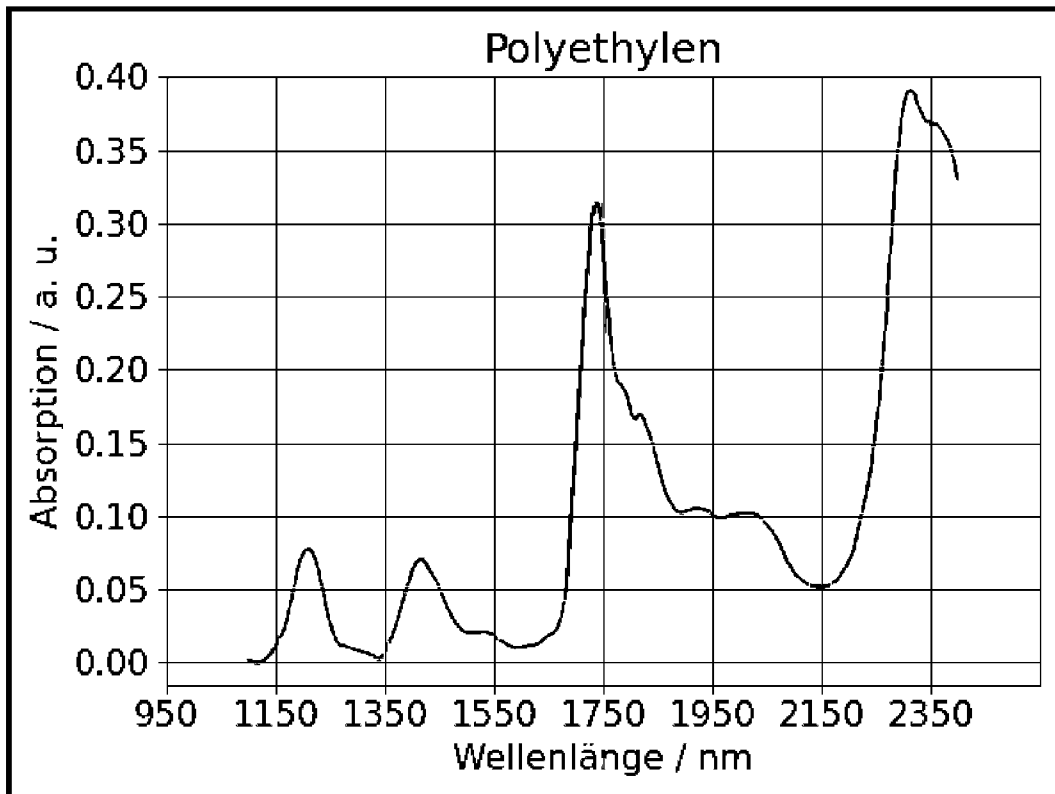


Fig. 7

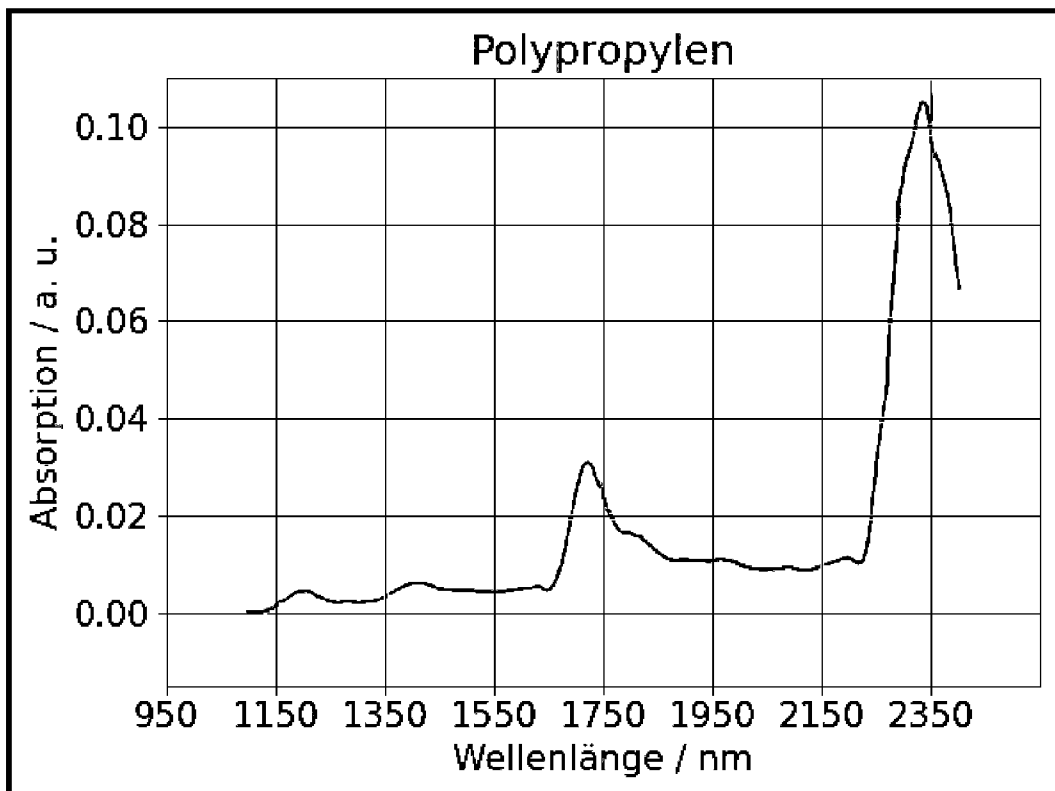


Fig. 8

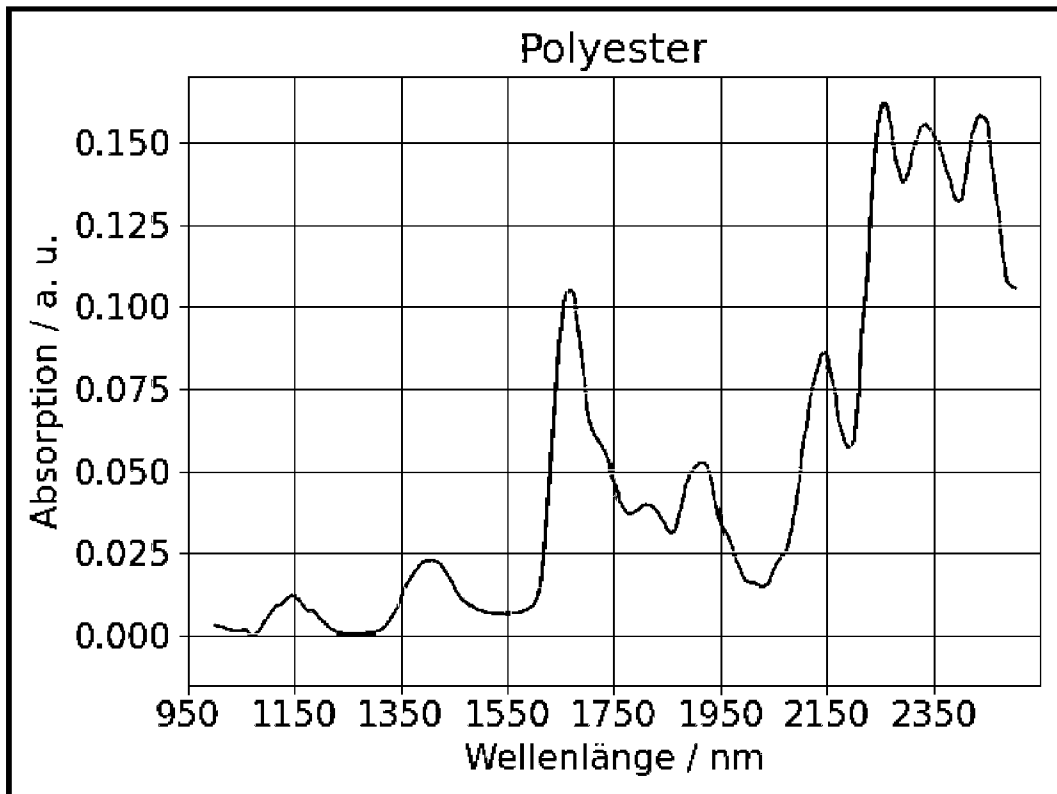


Fig. 9

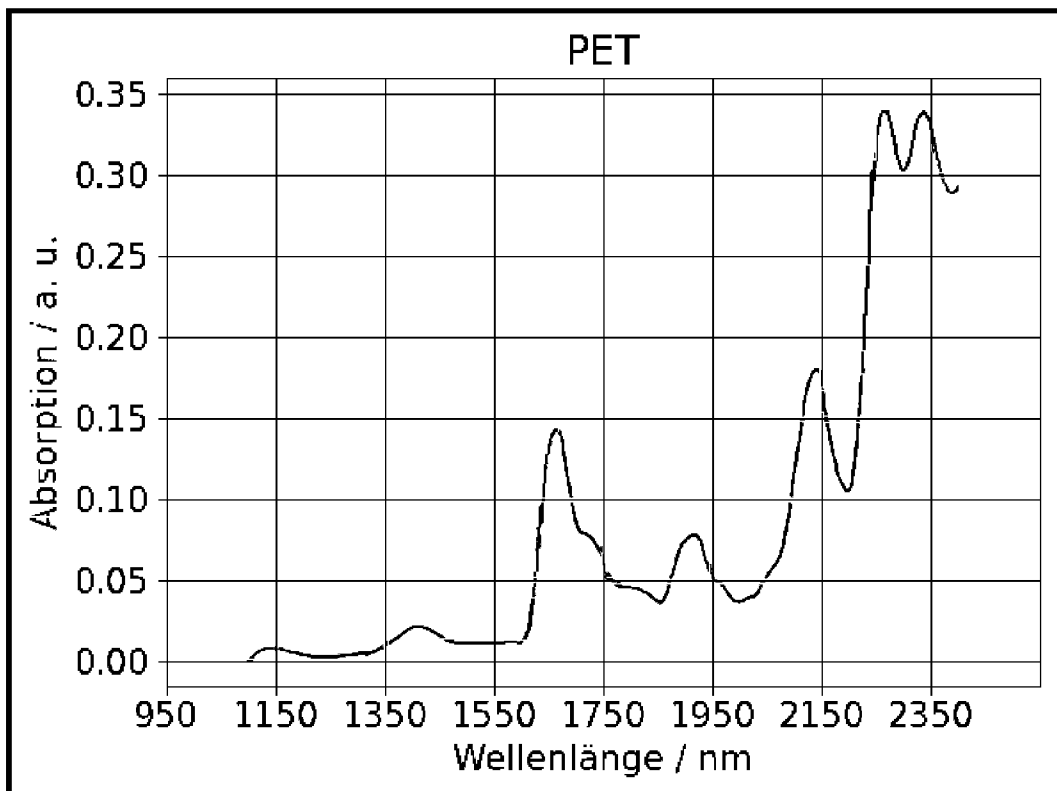


Fig. 10

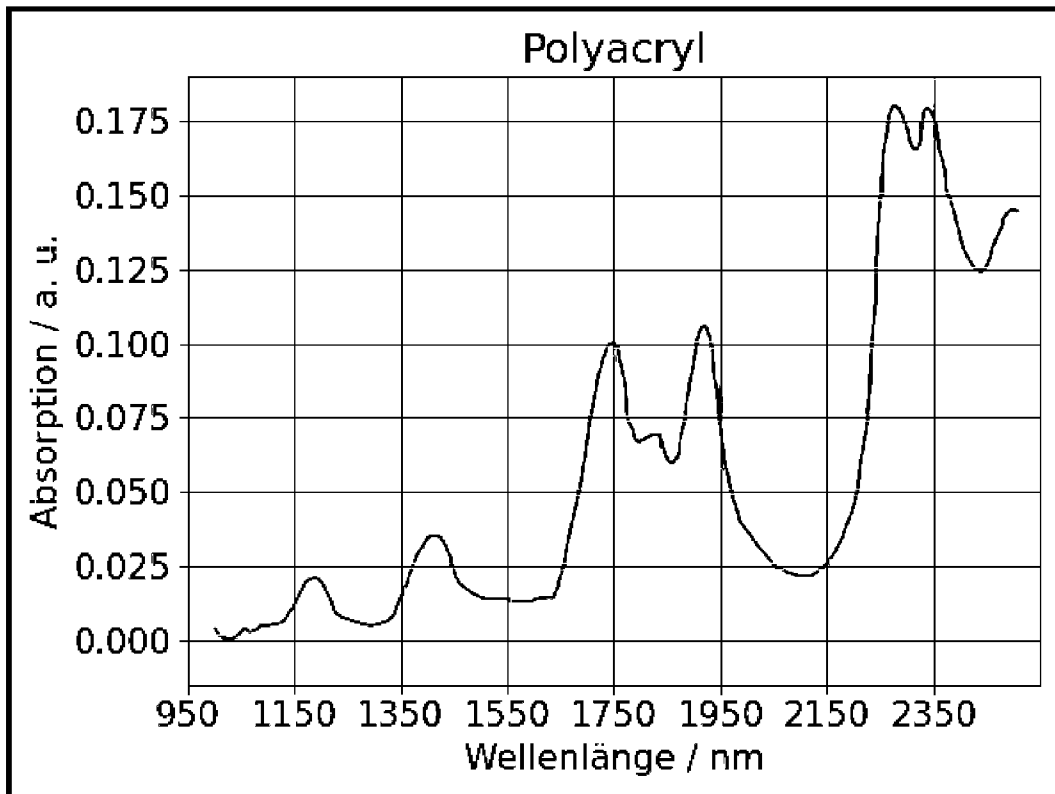


Fig. 11

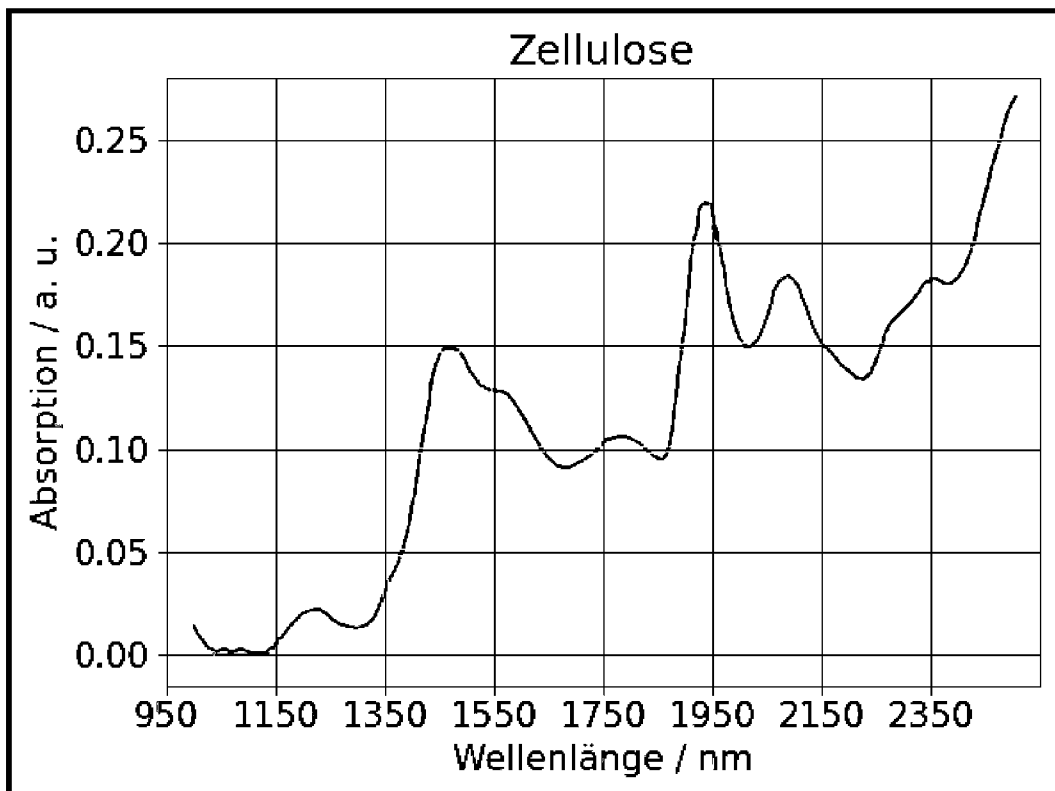


Fig. 12

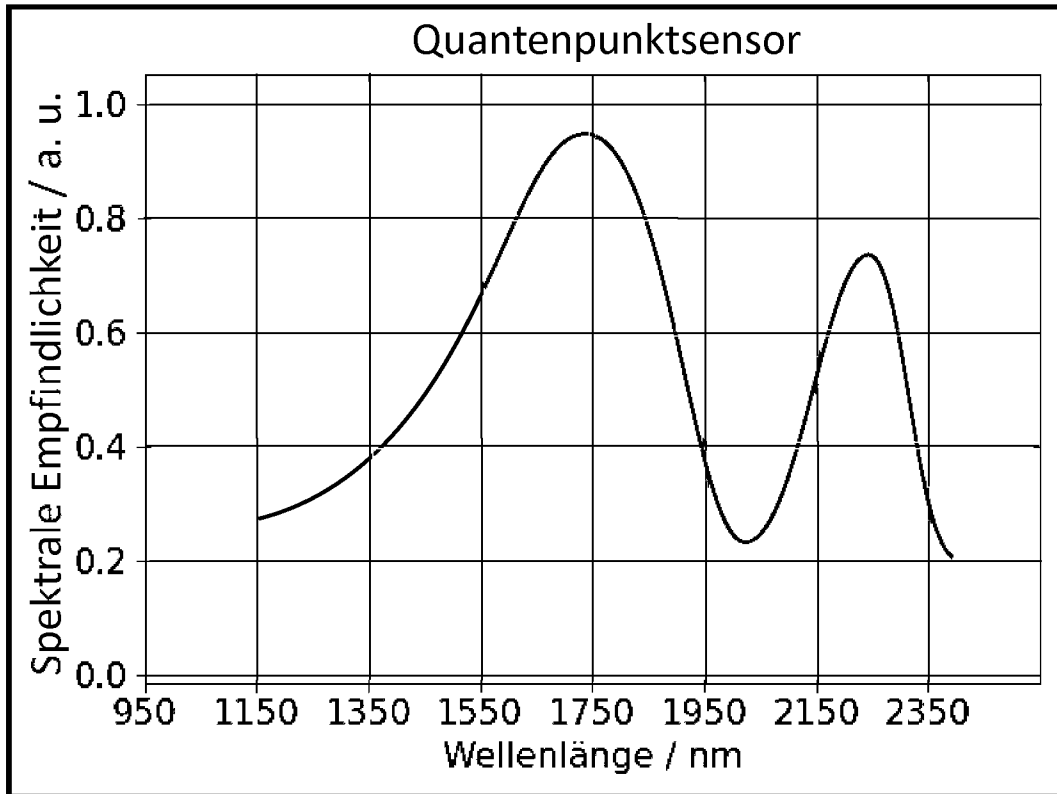


Fig. 13

Fig. 14(a)

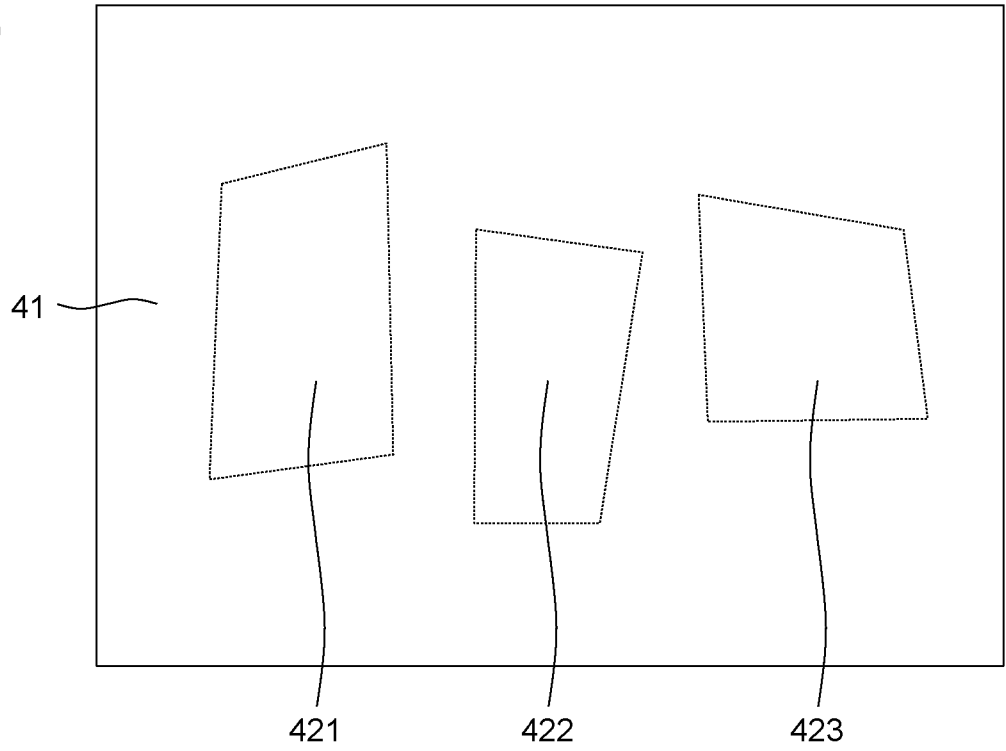
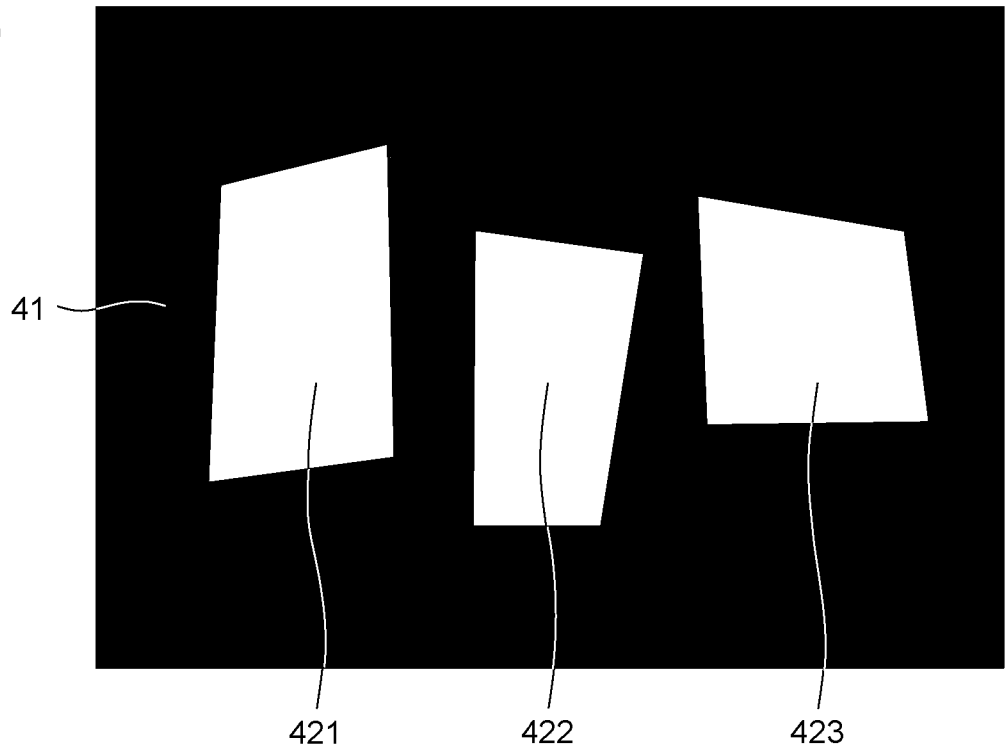


Fig. 14(b)



**RECHERCHENBERICHT ZUR  
SCHWEIZERISCHEN PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: CH00112/23

**Klassifikation der Anmeldung (IPC):**  
**D01G31/00, G01N21/89, H01L31/0352, G01N21/31****Recherchierte Sachgebiete (IPC):**  
D01G, G01F, H01L, H01S**EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE:**

(Referenz des Dokuments, Kategorie, betroffene Ansprüche, Angabe der massgeblichen Teile(\*))

1 WO2006119561 A1 (COMMW SCIENT IND RES ORG [AU]; BOWN MARK [AU]; KRAFT JOHN [AU]; LAUNIKONIS ANTON [AU]; OSVATH PETER [AU]; SWIEGERS GERHARD FREDERICK [AU]) 16.11.2006Kategorie: **A** Ansprüche: **1 - 10**  
\* Seite 8; Zeilen 9 - 11 \*2 AU2011205055 A1 (DATATRACEDNA PTY LTD [AU]) 18.08.2011Kategorie: **A** Ansprüche: **1 -10**  
\* Seite 8; Zeilen 9 - 11 \***KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE:**

X:	stellen für sich alleine genommen die Neuheit und/oder die erfinderische Tätigkeit in Frage	D:	wurden vom Anmelder in der Anmeldung angeführt
Y:	stellen in Kombination mit einem Dokument der selben Kategorie die erfinderische Tätigkeit in Frage	T:	der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
A:	definieren den allgemeinen Stand der Technik ohne besondere Relevanz bezüglich Neuheit und erfinderischer Tätigkeit	E:	Patentdokumente, deren Anmelde- oder Prioritätsdatum vor dem Anmeldedatum der recherchierten Anmeldung liegt, die aber erst nach diesem Datum veröffentlicht wurden
O:	nichtschriftliche Offenbarung	L:	aus anderen Gründen angeführte Dokumente
P:	wurden zwischen dem Anmeldedatum der recherchierten Patentanmeldung und dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht	&:	Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

Die Recherche basiert auf der ursprünglich eingereichten Fassung der Patentansprüche. Eine nachträglich eingereichte Neufassung geänderter Patentansprüche (Art. 51, Abs. 2 PatV) wird nicht berücksichtigt.

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt, für die die erforderlichen Gebühren bezahlt wurden.

<b>Rechercheur:</b>	Christian Karl
<b>Recherchebehörde, Ort:</b>	Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum, Bern
<b>Abschlussdatum der Recherche:</b>	05.06.2023

**FAMILIENTABELLE DER ZITIERTEN PATENTDOKUMENTE**

Die Familienmitglieder sind gemäss der Datenbank des Europäischen Patentamtes aufgeführt. Das Europäische Patentamt und das Institut für Geistiges Eigentum übernehmen keine Garantie für die Daten. Diese dienen lediglich der zusätzlichen Information.

<b>WO2006119561 A1</b>	16.11.2006	US2009084981 A1	02.04.2009
		US9361561 B2	07.06.2016
		CN102818793 A	12.12.2012
		RU2007145437 A	20.06.2009
		JP2016188865 A	04.11.2016
		AU2006246300 A1	16.11.2006
		AU2006246300 B2	28.04.2011
		US2016258881 A1	08.09.2016
		EP1880236 A1	23.01.2008
		EP1880236 A4	14.08.2013
		EP1880236 B1	03.10.2018
		JP2012123004 A	28.06.2012

**CH 720 486 A1**

		CN104463295 A	25.03.2015
		ZA200709693 B	29.10.2008
		CA2607513 A1	16.11.2006
		CA2607513 C	28.08.2018
		NZ563127 A	24.12.2010
		WO2006119561 A1	16.11.2006
		BRPI0609385 A2	18.10.2011
		JP2008541064 A	20.11.2008
		CN101208619 A	25.06.2008
		JP2014206537 A	30.10.2014
<b>AU2011205055 A1</b>	18.08.2011	AU2011205055 A1	18.08.2011