



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.12.2017 Patentblatt 2017/52

(51) Int Cl.:
G07D 7/02 (2016.01) G07D 7/1205 (2016.01)

(21) Anmeldenummer: **17176597.7**

(22) Anmeldetag: **19.06.2017**

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

(72) Erfinder:
• **WILKE, Andreas**
13509 Berlin (DE)
• **KOMAROV, Ilya**
10589 Berlin (DE)
• **PAESCHKE, Manfred**
16348 Wandlitz (DE)
• **SIEGMANN, Rebekka**
13353 Berlin (DE)

(30) Priorität: **21.06.2016 DE 102016111354**

(71) Anmelder: **Bundesdruckerei GmbH**
10969 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Patentship**
Patentanwalts-gesellschaft mbH
Elsenheimerstraße 65
80687 München (DE)

(54) **AUTHENTIFIKATIONS-DOKUMENT**

(57) Die Erfindung betrifft ein Authentifikationsdokument (100) zum Authentifizieren eines Dokumentenlesegeräts (101), mit einem Dokumentenkörper (103), einer Lichtleiterstruktur (107), welche in dem Dokumentenkörper (103) gebildet ist, einer Lichtquelle (113), welche ausgebildet ist, ein erstes Licht (109) an das Dokumentenlesegerät (101) auszustrahlen, wobei das erste Licht (109) zumindest teilweise in die Lichtleiterstruktur (107) einstrahlbar ist, und einer Molekularschicht (105), welche

auf dem Dokumentenkörper (103) angeordnet ist, wobei die Molekularschicht (105) ausgebildet ist, ein in die Lichtleiterstruktur (107) einstrahlendes zweites Licht (111) spektral zu verändern, wobei die Lichtleiterstruktur (107) ausgebildet ist, das erste Licht (109) mit dem spektral veränderten zweiten Licht (112) spektral zu überlagern, um ein Überlagerungslicht (117) für die Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts (101) zu erzeugen.

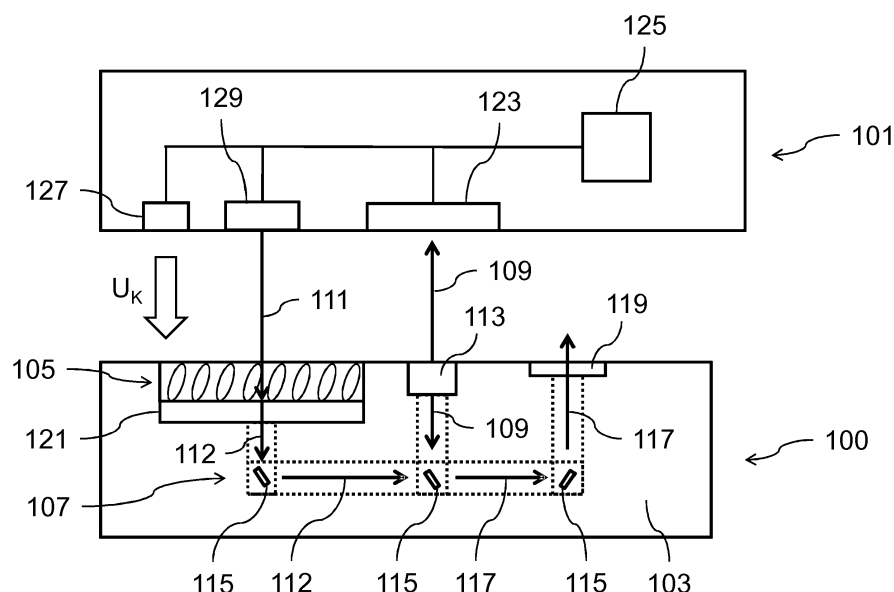


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Authentifikationsdokument und ein Dokumentenlesegerät, welches mit dem Authentifikationsdokument authentifizierbar ist.

[0002] Ein Dokument wie ein Identifikationsdokument oder eine Banknote weist meist eine Vielzahl an Sicherheitsmerkmalen auf, welche die Authentizität des Dokuments beweisen und eine Fälschung des Dokuments erschweren sollen. Die Sicherheitsmerkmale weisen dabei meist charakteristische Eigenschaften auf, welche bei einer Authentifizierung des Dokuments überprüft werden können. Die Sicherheitsmerkmale können elektronische Schaltkreise umfassen, welche bei der Authentifizierung des Dokuments ausgelesen werden.

[0003] Zur Authentifizierung des Dokuments, beispielsweise zur Überprüfung der Echtheit des Dokuments, kann ein Dokumentenlesegerät eingesetzt werden. Dabei wird eine Authentizität des Dokumentenlesegeräts meist vorausgesetzt. Eine Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts, insbesondere eine gegenseitige Authentifizierung des Dokuments und des Dokumentenlesegeräts, ist mit den meisten Authentifizierungsverfahren nicht möglich.

[0004] Bei gängigen Authentifizierungsverfahren erfolgt ein Datenaustausch zwischen dem Dokumentenlesegerät und dem Dokument meist über kontaktlose, digitale Kommunikationsprotokolle. Dabei können digitale Verschlüsselungsverfahren wie das Transport-Layer-Security Protokoll und/oder das RSA-Kryptosystem eingesetzt werden. Diese digitalen Verschlüsselungsprotokolle können jedoch von besonders leistungsstarken Computersystemen, beispielsweise Quantencomputern, entschlüsselt werden. Ferner wird zum Durchführen der Authentifizierungsverfahren meist ein Prozessor, beispielsweise in Form eines Computerchips, in dem Dokument benötigt, wodurch die Herstellungskosten des Dokuments zusätzlich erhöht werden.

[0005] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein effizientes Konzept zum Authentifizieren eines Dokumentenlesegeräts mit einem Authentifikationsdokument zu schaffen, welches insbesondere keinen Prozessor bzw. Mikrochip in dem Authentifikationsdokument voraussetzt.

[0006] Diese Aufgabe wird durch Gegenstände mit den Merkmalen nach den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Figuren, der Beschreibung und der abhängigen Ansprüche.

[0007] Gemäß einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein Authentifikationsdokument zum Authentifizieren eines Dokumentenlesegeräts, mit einem Dokumentenkörper, einer Lichtleiterstruktur, welche in dem Dokumentenkörper gebildet ist, einer Lichtquelle, welche ausgebildet ist, ein erstes Licht an das Dokumentenlesegerät auszustrahlen, wobei das erste Licht zumindest teilweise in die Lichtleiterstruktur einstrahlbar ist, und einer Mole-

kularschicht, welche auf dem Dokumentenkörper angeordnet ist, wobei die Molekularschicht ausgebildet ist, ein in die Lichtleiterstruktur einstrahlendes zweites Licht spektral zu verändern, wobei die Lichtleiterstruktur ausgebildet ist, das erste Licht mit dem spektral veränderten zweiten Licht spektral zu überlagern, um ein Überlagerungslicht für die Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts zu erzeugen. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass das Dokumentenlesegerät effizient auf der Basis des Überlagerungslichts authentifiziert werden kann. Das Überlagerungslicht weist beispielsweise eine Lichtfarbe auf, welche sich aus der spektralen Überlagerung des spektral veränderten zweiten Lichts und des ersten Lichts ergibt. Eine erfolgreiche Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts findet beispielsweise statt, wenn die Lichtfarbe des erzeugten Überlagerungslichts einer Authentifizierungslichtfarbe, beispielsweise rot, grün oder blau, entspricht.

[0008] Das Authentifikationsdokument kann eine ID-Karte oder eine Smartcard, sein. Das Authentifikationsdokument kann ferner eines der folgenden Identifikationsdokumente sein: Identitätsdokument, wie Personalausweis, Reisepass, Zugangskontrollausweis, Berechtigungsausweis, Unternehmensausweis, Steuerzeichen oder Ticket, Geburtsurkunde, Führerschein oder Kraftfahrzeugausweis, Zahlungsmittel, beispielsweise eine Bankkarte oder Kreditkarte. Das Authentifikationsdokument kann ferner einen elektronisch auslesbaren Schaltkreis, beispielsweise einen RFID-Chip umfassen. Das Authentifikationsdokument kann ein- oder mehrlagig bzw. papier- und/oder kunststoffbasiert sein. Das Authentifikationsdokument kann aus kunststoffbasierten Folien aufgebaut sein, welche zu einem Kartenkörper mittels Verkleben und/oder Laminieren zusammengefügt werden, wobei die Folien bevorzugt ähnliche stoffliche Eigenschaften aufweisen.

[0009] Durch die Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts wird das Dokumentenlesegerät authentifiziert. Die Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts kann eine Identifizierung des Dokumentenlesegeräts und/oder eine Verifizierung der Echtheit bzw. Authentizität des Dokumentenlesegeräts umfassen.

[0010] Die Molekularschicht kann ein Sicherheitsmerkmal des Authentifikationsdokuments umfassen oder bilden. Die Molekularschicht kann ferner eine physikalisch unklonbare Funktion (physical unclonable function, PUF) bilden. Die Molekularschicht kann das zweite Licht bei Durchstrahlen der Molekularschicht auf eine einzigartige und schwer zu fälschende oder nachzuahmende Art und Weise spektral verändern. Die spektrale Veränderung des zweiten Lichts kann von einem Aufbau oder einem Zustand, insbesondere einem Anregungszustand, der Molekularschicht abhängen. Die spektrale Veränderung des zweiten Lichts kann aufgrund von Lichtabsorption in der Molekularschicht erfolgen.

[0011] Gemäß einer Ausführungsform ist die Molekularschicht mit dem in die Lichtleiterstruktur einstrahlenden zweiten Licht durchleuchtbar, wobei die Molekular-

schicht ausgebildet ist, das zweite Licht bei Durchleuchten der Molekularschicht spektral zu verändern, insbesondere mittels Lichtabsorption in der Molekularschicht spektral zu verändern. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass ein Lichtspektrum des zweiten Lichts effizient mit der Molekularschicht verändert werden kann, so dass bei der Überlagerung des spektral veränderten zweiten Lichts mit dem ersten Licht das Überlagerungslicht entsteht.

[0012] Gemäß einer Ausführungsform weist das Authentifikationsdokument eine Elektrodevorrichtung auf, welche mit einer elektrischen Spannung beaufschlagbar ist, um ein Stimulationsfeld zu erzeugen, wobei die Molekularschicht mit dem Stimulationsfeld in einen Anregungszustand versetzbar ist, welcher die spektrale Veränderung des zweiten Lichts zumindest teilweise festlegt. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass die spektrale Veränderung des zweiten Lichts gezielt über die Anregung der Molekularschicht gesteuert werden kann.

[0013] Die Elektrodevorrichtung kann eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode umfassen. Die Elektroden können auf zwei gegenüberliegenden Seiten der Molekularschicht angeordnet sein. Alternativ kann eine Trägerschicht der Molekularschicht als eine der Elektroden ausgebildet sein. Die zweite Elektrode kann neben der Molekularschicht angeordnet sein. Ferner kann die Trägerschicht der Molekularschicht auch beide Elektroden umfassen.

[0014] Das Stimulationsfeld kann ein elektrisches Stimulationsfeld sein, welches beim Anlegen der elektrischen Spannung zwischen den zwei Elektroden entsteht. Das Stimulationsfeld kann ferner ein elektrostatisches Stimulationsfeld, ein magnetisches Stimulationsfeld oder ein elektromagnetisches Stimulationsfeld sein.

[0015] Die elektrische Spannung kann von dem Dokumentenlesegerät, insbesondere einer Kommunikationsschnittstelle des Dokumentenlesegeräts, welches mit der Elektrodevorrichtung elektrisch verbindbar ist, erzeugt werden. Die elektrische Spannung kann einen Spannungswert, insbesondere eine Spannungsamplitude, aufweisen. Der Anregungszustand der Molekularschicht kann von dem Spannungswert abhängen.

[0016] Gemäß einer Ausführungsform weist die Molekularschicht eine Mehrzahl von Polymerketten oder orientierten Molekülen auf, welche auf einer Trägerschicht angeordnet und jeweils mit einem Ende chemisch oder physikalisch an die Trägerschicht gebunden sind. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass eine Molekularschicht geschaffen werden kann, welche besonders schwer zu kopieren oder zu fälschen ist. Ferner kann eine Molekularschicht, welche aus orientierbaren Molekülen oder Polymerketten aufgebaut ist, effizient mit dem Stimulationsfeld in einen Anregungszustand versetzt werden.

[0017] Die orientierten Moleküle und/oder Polymerketten können mit jeweils einem Ende mit der Trägerschicht verankert sein. Die orientierten Moleküle und/oder Polymerketten können zufällig auf der Trägerschicht ange-

ordnet sein.

[0018] Die Trägerschicht kann transparent oder teiltransparent ausgebildet sein. Die Lichtleiterstruktur kann durch die transparente oder teiltransparente Trägerschicht mit dem ersten Licht beleuchtbar sein. Die Trägerschicht kann eine Metallschicht, insbesondere eine Gold- oder Silberschicht, eine leitende Oxidschicht, eine dielektrische Schicht, eine Kunststoffschicht, insbesondere eine Polycarbonat-Schicht, oder eine Halbleiterschicht sein.

[0019] Gemäß einer Ausführungsform sind die orientierten Moleküle oder Polymerketten ansprechend auf das Stimulationsfeld aus einer Ruhelage auslenkbar, wobei die spektrale Veränderung des zweiten Lichts zumindest teilweise durch die Auslenkung der orientierten Moleküle oder Polymerketten festgelegt ist. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass über das Stimulationsfeld die Auslenkung der orientierten Moleküle oder Polymerketten und somit die spektrale Veränderung des zweiten Lichts gesteuert werden kann.

[0020] Das Lichtspektrum des zweiten Lichts kann durch die Auslenkung der Polymerketten oder orientierten Moleküle auf eine charakteristische Art und Weise beeinflusst sein. Beispielsweise weisen die ausgelenkten orientierten Moleküle oder Polymerketten ein charakteristisches Absorptionsspektrum auf, welches von der Auslenkung und somit von dem Stimulationsfeld bzw. der beaufschlagten elektrischen Spannung abhängt. Bei Durchleuchten der Molekularschicht kann das Lichtspektrum des zweiten Lichts aufgrund der charakteristischen Absorption in der angeregten Molekularschicht verändert werden.

[0021] Dabei kann das Absorptionsspektrum der Molekularschicht in dem Anregungszustand von einer Vielzahl von Faktoren abhängen, insbesondere der Art der Moleküle oder Polymerketten, der Länge der Moleküle oder Polymerketten und der Dichte bzw. der Verteilung der Mehrzahl von Molekülen oder Polymerketten auf der Trägerschicht. Aufgrund der großen Zahl von Molekülen oder Polymerketten auf der Trägerschicht kann sich daraus ein einzigartiges und schwer zu kopierendes Absorptionsspektrum ergeben, welches eine charakteristische Eigenschaft der Molekularschicht darstellt und das Lichtspektrum des zweiten Lichts verändert.

[0022] Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Lichtquelle zumindest eine LED und/oder Laserdiode. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass das erste Licht effizient erzeugt werden kann.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform ist die Lichtquelle ausgebildet, das erste Licht in einem zufälligen Lichtspektrum zu erzeugen. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass die Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts besonders fälschungssicher ist.

[0024] Um bei der Überlagerung des ersten Lichts mit dem zweiten Licht das Überlagerungslicht in der richtigen Lichtfarbe zu erhalten, muss das spektral veränderte zweite Licht ein zu dem Lichtspektrum des ersten Lichts komplementäres Lichtspektrum aufweisen. Ist das Licht-

spektrum des ersten Lichts jedoch ein zufälliges Lichtspektrum, so muss das Lichtspektrum des zweiten Lichts bei jedem Authentifizierungsvorgang von neuem spektral verändert werden, insbesondere mittels Versetzen der Molekularschicht in einen neuen Anregungszustand. Dies macht die Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts mittels Lichtüberlagerung in dem Authentifikationsdokument besonders fälschungssicher.

[0025] Die Lichtquelle kann einen Zufallsgenerator umfassen, oder mit einem Zufallsgenerator verbindbar sein. Der Zufallsgenerator kann ein zufälliges Strom- und/oder Spannungssignal erzeugen, mit welchem die Lichtquelle ansteuerbar ist, um das erste Licht in dem zufälligen Lichtspektrum zu erzeugen.

[0026] Gemäß einer Ausführungsform weist die Lichtleiterstruktur einen optischen Ausgang auf, wobei die Lichtleiterstruktur ausgebildet ist, das Überlagerungslicht aus dem optischen Ausgang auszustrahlen. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass das Überlagerungslicht zur Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts zur Verfügung gestellt werden kann.

[0027] Gemäß einer Ausführungsform ist der optische Ausgang als transparentes oder teiltransparentes Fenster in dem Dokumentenkörper gebildet.

[0028] Gemäß einer Ausführungsform ist die Lichtleiterstruktur als Hohlraum in dem Dokumentenkörper gebildet. Die Lichtleiterstruktur kann einen Strahlengang in dem Dokumentenkörper bilden, welcher weitestgehend parallel zu einer Oberfläche des Dokumentenkörpers verläuft, und welcher zu einer Unterseite der Molekularschicht bzw. Trägerschicht, zu der Lichtquelle und zu dem optischen Ausgang hin geöffnet ist.

[0029] Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Lichtleiterstruktur zumindest ein Spiegelement zum spektralen Überlagern des ersten Lichts mit dem zweiten Licht.

[0030] Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass eine effiziente Überlagerung des ersten Lichts und des zweiten Lichts erfolgen kann. Die Spiegelemente können ferner angeordnet sein, um das resultierende Überlagerungslicht auf den optischen Ausgang zu leiten.

[0031] Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung ein Dokumentenlesegerät für ein Authentifikationsdokument, wobei das Authentifikationsdokument einen Dokumentenkörper, eine Molekularschicht, welche auf dem Dokumentenkörper angeordnet ist, und eine Lichtleiterstruktur, welche in dem Dokumentenkörper gebildet ist, umfasst, wobei die Molekularschicht ausgebildet ist, ein in die Lichtleiterstruktur einstrahlendes zweites Licht spektral zu verändern, wobei das Authentifikationsdokument ferner eine Lichtquelle umfasst, welche ausgebildet ist, ein erstes Licht an das Dokumentenlesegerät auszustrahlen, wobei das erste Licht zumindest teilweise in die Lichtleiterstruktur einstrahlbar ist, wobei die Lichtleiterstruktur ausgebildet ist, das spektral veränderte zweite Licht mit dem ersten Licht spektral zu überlagern, um ein Überlagerungslicht zu erzeugen, auf dessen Basis das Dokumentenlesegerät authentifizierbar ist. Das Doku-

mentenlesegerät umfasst einen Lichtsensor, welcher ausgebildet ist, das von dem Authentifikationsdokument ausgestrahlte erste Licht zu empfangen, wobei der Lichtsensor ausgebildet ist, ein Lichtspektrum des ersten Lichts zu erfassen, einen Prozessor, welcher ausgebildet ist, einen Spannungswert einer elektrischen Spannung auf der Basis des erfassten Lichtspektrums des ersten Lichts zu ermitteln, eine Kommunikationsschnittstelle, welche mit dem Authentifikationsdokument elektrisch verbindbar und ausgebildet ist, die elektrische Spannung mit dem Spannungswert zu erzeugen und das Authentifikationsdokument mit der Erzeugten elektrischen Spannung zu beaufschlagen, und eine Beleuchtungsvorrichtung, welche ausgebildet ist, das zweite Licht durch die Molekularschicht in die Lichtleiterstruktur des Authentifikationsdokuments einzustrahlen, um das zweite Licht spektral zu verändern und das spektral veränderte zweite Licht mit dem ersten Licht in der Lichtleiterstruktur spektral zu überlagern. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass ein Dokumentenlesegerät geschaffen wird, welches mit einem Authentifikationsdokument authentifiziert werden kann. Das Authentifikationsdokument kann ein Authentifikationsdokument nach dem ersten Aspekt der Erfindung sein.

[0032] Durch die Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts wird das Dokumentenlesegerät authentifiziert. Die Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts kann eine Identifizierung des Dokumentenlesegeräts und/oder eine Verifizierung der Echtheit bzw. Authentizität des Dokumentenlesegeräts umfassen.

[0033] Die Kommunikationsschnittstelle des Dokumentenlesegeräts kann eine Spannungsquelle, insbesondere eine Gleich- oder eine Wechselspannungsquelle, zum Erzeugen der elektrischen Spannung umfassen. Die elektrische Spannung kann einen Spannungswert, insbesondere eine Spannungsamplitude, aufweisen. Die Spannungsquelle kann mit dem Authentifikationsdokument, insbesondere mit Elektroden des Authentifikationsdokuments, elektrisch verbindbar sein. Die Kommunikationsschnittstelle kann ferner eine drahtlose Schnittstelle, insbesondere eine Bluetooth-Schnittstelle oder eine WLAN-Schnittstelle, oder einen RFID-Leser umfassen.

[0034] Der Prozessor kann als Mikroprozessor in dem Dokumentenlesegerät ausgebildet sein. Der Prozessor kann ferner in ein Datenverarbeitungsgerät, beispielsweise einen Computer oder einen Laptop, integriert sein, welches an das Dokumentenlesegerät angeschlossen ist.

[0035] Gemäß einer Ausführungsform ist der Prozessor ausgebildet, ein Lichtspektrum des von der Lichtquelle ausgestrahlten zweiten Lichts zu erfassen, wobei der Prozessor ausgebildet ist, den Spannungswert der elektrischen Spannung auf der Basis des Lichtspektrums des zweiten Lichts und des Lichtspektrums des ersten Lichts zu ermitteln, wobei die Kommunikationsschnittstelle ausgebildet ist, das Authentifikationsdokument mit dem ermittelten Spannungswert zu beaufschlagen, um ein Sti-

mulationsfeld zu erzeugen, welches die Molekularschicht in einen Anregungszustand versetzt, wobei der Anregungszustand die spektrale Veränderung des zweiten Lichts zumindest teilweise festlegt. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass ein passender Spannungswert der elektrischen Spannung ermittelt werden kann. Mit dem ermittelten Spannungswert kann die Molekularschicht in einen Anregungszustand versetzt werden, welcher das Lichtspektrum des zweiten Lichts bei Durchstrahlen der Molekularschicht derart verändert, dass die Überlagerung des spektral veränderten zweiten Lichts und des ersten Lichts das Überlagerungslicht in der korrekten Lichtfarbe ergibt. Das Dokumentenlesegerät kann erfolgreich authentifiziert werden, wenn die Lichtfarbe des Überlagerungslichts einer Authentifizierungslichtfarbe, beispielsweise rot, grün oder blau, entspricht.

[0036] Der Prozessor kann mit der Beleuchtungseinrichtung verbunden sein, um das Lichtspektrum des von der Beleuchtungseinrichtung ausgestrahlten zweiten Lichts zu erfassen. Ferner kann das Lichtspektrum des zweiten Lichts in einem Speicher des Dokumentenlesegeräts, mit welchem der Prozessor verbindbar ist, gespeichert sein.

[0037] Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Beleuchtungsvorrichtung zumindest eine Lichtquelle, insbesondere eine LED und/oder ein Laserdiode. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass das zweite Licht effizient erzeugt werden kann.

[0038] Gemäß einer Ausführungsform weist der Lichtsensor zumindest eine Fotodiode oder eine Fotodiodenschicht oder eine Transistorschicht auf. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass das erste Licht effizient erfasst werden kann.

[0039] Gemäß einer Ausführungsform umfasst der Lichtsensor eine Spektrometervorrichtung, welche ausgebildet ist, das Lichtspektrum des ersten Lichts zu erfassen. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass das erste Lichtspektrum effizient erfasst werden kann.

[0040] Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Spektrometervorrichtung ein Prismen-Spektrometer, ein Gitterspektrometer, ein Fourier-Transform-Spektrometer oder ein Laser-Spektrometer. Die Spektrometervorrichtung kann als Mikrospektrometer ausgebildet und in das Dokumentenlesegerät integriert sein.

[0041] Die Erfindung kann in Software und/oder Hardware realisiert werden.

[0042] Weitere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden Bezug nehmend auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig.1 eine schematische Darstellung eines Authentifikationsdokuments zum Authentifizieren eines Dokumentenlesegeräts;

Fig. 2a eine schematische Darstellung einer Molekularschicht, welche durch eine Vielzahl von auslenkbaren Molekülen gebildet ist, im Ruhezustand;

Fig. 2b eine schematische Darstellung der Molekularschicht aus Fig. 2a nach Anlegen eines Stimulationsfeldes; und

5 Fig.3 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Authentifizieren eines Dokumentenlesegeräts.

[0043] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Authentifikationsdokuments 100 zum Authentifizieren eines Dokumentenlesegeräts 101 gemäß einer Ausführungsform.

[0044] Das Authentifikationsdokument 100 umfasst einen Dokumentenkörper 103, eine Lichtleiterstruktur 107, welche in dem Dokumentenkörper 103 gebildet ist, eine Lichtquelle 113, welche ausgebildet ist, ein erstes Licht 109 an das Dokumentenlesegerät 101 auszustrahlen, wobei das erste Licht 109 zumindest teilweise in die Lichtleiterstruktur 107 einstrahlbar ist, und eine Molekularschicht 105, welche auf dem Dokumentenkörper 103 angeordnet ist, wobei die Molekularschicht 105 ausgebildet ist, ein in die Lichtleiterstruktur 107 einstrahlendes zweites Licht 111 spektral zu verändern, wobei die Lichtleiterstruktur 107 ausgebildet ist, das erste Licht 109 mit dem spektral veränderten zweiten Licht 111 spektral zu überlagern, um ein Überlagerungslicht 117 für die Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts 101 zu erzeugen.

[0045] Das Überlagerungslicht 117 weist beispielsweise eine Lichtfarbe auf, welche sich aus der spektralen Überlagerung des spektral veränderten zweiten Lichts 111 und des ersten Lichts 109 ergibt. Eine erfolgreiche Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts 101 findet beispielsweise statt, wenn die Lichtfarbe des erzeugten Überlagerungslichts 117 einer Authentifizierungslichtfarbe, beispielsweise rot, grün oder blau, entspricht.

[0046] Das Authentifikationsdokument 100 kann eine ID-Karte oder eine Smartcard, sein. Das Authentifikationsdokument 100 kann ferner eines der folgenden Identifikationsdokumente sein: Identitätsdokument, wie Personalausweis, Reisepass, Zugangskontrollausweis, Berechtigungsausweis, Unternehmensausweis, Steuerzeichen oder Ticket, Geburtsurkunde, Führerschein oder Kraftfahrzeugausweis, Zahlungsmittel, beispielsweise eine Bankkarte oder Kreditkarte. Das Authentifikationsdokument 100 kann ferner einen elektronisch auslesbaren Schaltkreis, beispielsweise einen RFID-Chip umfassen. Das Authentifikationsdokument 100 kann ein- oder mehrlagig bzw. papier- und/oder kunststoffbasiert sein. Das Authentifikationsdokument 100 kann aus kunststoffbasierten Folien aufgebaut sein, welche zu einem Kartenkörper mittels Verkleben und/oder Laminieren zusammengefügt werden, wobei die Folien bevorzugt ähnliche stoffliche Eigenschaften aufweisen.

[0047] Durch die Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts 101 wird das Dokumentenlesegerät 101 authentifiziert. Die Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts 101 kann eine Identifizierung des Dokumentenlesegeräts 101 und/oder eine Verifizierung der Echtheit

bzw. Authentizität des Dokumentenlesegeräts 101 umfassen.

[0048] Die Molekularschicht 105 kann ein Sicherheitsmerkmal des Authentifikationsdokuments 100 umfassen oder bilden. Die Molekularschicht 105 kann ferner eine physikalisch unklonbare Funktion (physical unclonable function, PUF) bilden. Die Molekularschicht 105 kann das zweite Licht 111 bei Durchstrahlen der Molekularschicht 105 auf eine einzigartige und schwer zu fälschende oder nachzuahmende Art und Weise spektral verändern. Die spektrale Veränderung des zweiten Lichts 111 kann von einem Aufbau oder einem Zustand, insbesondere einem Anregungszustand, der Molekularschicht 105 abhängen. Die spektrale Veränderung des zweiten Lichts 111 kann aufgrund von Lichtabsorption in der Molekularschicht 105 erfolgen.

[0049] Die Molekularschicht 105 kann eine Mehrzahl von Polymerketten oder orientierten Molekülen aufweist. Die Polymerketten oder orientierte Moleküle können dabei auf einer Trägerschicht 121 angeordnet sein, welche auf oder in dem Authentifikationsdokument 100 gebildet ist. Die Polymerketten oder orientierte Moleküle können jeweils mit einem Ende chemisch oder physikalisch an die Trägerschicht 121 gebunden oder verankert sein. Die orientierten Moleküle und/oder Polymerketten können ferner zufällig auf der Trägerschicht 121 angeordnet sein.

[0050] Die Trägerschicht 121 kann transparent oder teiltransparent ausgebildet sein. Die Lichtleiterstruktur 107 kann durch die transparente oder teiltransparente Trägerschicht 121 mit dem ersten Licht 109 beleuchtbar sein. Die Trägerschicht 121 kann eine Metallschicht, insbesondere eine Gold- oder Silberschicht, eine leitende Oxidschicht, eine dielektrische Schicht, eine Kunststoffschicht, insbesondere eine Polycarbonat-Schicht, oder eine Halbleiterschicht sein.

[0051] Gemäß einer Ausführungsform weist das Authentifikationsdokument 100 eine in Fig. 1 nicht gezeigte Elektrodevorrichtung auf, welche mit einer elektrischen Spannung beaufschlagbar ist. Bei der Beaufschlagung der Elektrodevorrichtung mit der elektrischen Spannung kann ein Stimulationsfeld erzeugt werden. Das Stimulationsfeld kann die Molekularschicht 105 in einen Anregungszustand versetzen. Dieser Anregungszustand der Molekularschicht 105 kann die spektrale Veränderung des zweiten Lichts bei Durchstrahlen der Molekularschicht 105 zumindest teilweise verursachen, beeinflussen oder festlegen.

[0052] Die Elektrodevorrichtung kann eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode umfassen. Die Elektroden können auf zwei gegenüberliegenden Seiten der Molekularschicht 105 angeordnet sein. Alternativ kann eine Trägerschicht 121 der Molekularschicht 105 als eine der zwei Elektroden ausgebildet sein. Die zweite Elektrode kann neben der Molekularschicht 105 angeordnet sein. Ferner kann die Trägerschicht 121 der Molekularschicht 105 auch beide Elektroden umfassen.

[0053] Das Stimulationsfeld kann ein elektrisches Stimulationsfeld sein, welches beim Anlegen der elektri-

schen Spannung zwischen die zwei Elektroden entsteht. Das Stimulationsfeld kann ferner ein elektrostatisches Stimulationsfeld, ein magnetisches Stimulationsfeld oder ein elektromagnetisches Stimulationsfeld sein.

[0054] Gemäß einer Ausführungsform wird die elektrische Spannung von dem Dokumentenlesegerät 101 erzeugt. Die elektrische Spannung kann einen Spannungswert, insbesondere eine Spannungsamplitude, aufweisen. Der Anregungszustand und die von dem Anregungszustand definierte optische Eigenschaft der Molekularschicht 105 können von dem Spannungswert abhängen.

[0055] Die orientierten Moleküle oder Polymerketten der Molekularschicht 105 können ansprechend auf das Stimulationsfeld aus einer Ruhelage auslenkbar sein. Die spektrale Veränderung des zweiten Lichts 111, insbesondere das Lichtspektrum des zweiten Lichts 111 nach Durchstrahlen der Molekularschicht 105 in dem Anregungszustand, kann zumindest teilweise durch die Auslenkung der orientierten Moleküle oder Polymerketten festgelegt sein.

[0056] Beispielsweise wird das Lichtspektrum des zweiten Lichts 111 durch die Auslenkung der Polymerketten oder orientierten Moleküle auf eine charakteristische Art und Weise beeinflusst. Die ausgelenkten orientierten Moleküle oder Polymerketten können ein charakteristisches Absorptionsspektrum aufweisen, welches von der Auslenkung und somit von dem Stimulationsfeld bzw. der beaufschlagten elektrischen Spannung abhängt. Bei Durchleuchten der Molekularschicht 105 kann das Lichtspektrum des zweiten Lichts 111 aufgrund der charakteristischen Absorption in der angeregten Molekularschicht 105 verändert werden.

[0057] Gemäß einer Ausführungsform hängt das Absorptionsspektrum der Molekularschicht 105 in dem Anregungszustand von einer Vielzahl von Faktoren ab, insbesondere der Art der Moleküle oder Polymerketten, der Länge der Moleküle oder Polymerketten und der Dichte bzw. der Verteilung der Mehrzahl von Molekülen oder Polymerketten auf der Trägerschicht 121. Aufgrund der großen Zahl von Molekülen oder Polymerketten auf der Trägerschicht 121 kann sich daraus ein einzigartiges und schwer zu kopierendes Absorptionsspektrum ergeben, welches eine charakteristische Eigenschaft der Molekularschicht 105 darstellt und das Lichtspektrum des zweiten Lichts 111 verändert.

[0058] Die Lichtquelle 113 des Authentifikationsdokuments 100 kann zumindest eine LED und/oder Laserdiode zum Ausstrahlen des ersten Lichts 109 umfassen.

[0059] Die Lichtquelle 113 kann ferner ausgebildet sein, das erste Licht 109 in einem zufälligen Lichtspektrum zu erzeugen. Um bei der Überlagerung des ersten Lichts 109 mit dem zweiten Licht 111 das Überlagerungslicht 117 in der richtigen Lichtfarbe zu erhalten, muss das zweite Licht 111 zum spektral veränderten zweiten Licht 112 modifiziert werden, um ein zu dem Lichtspektrum des ersten Lichts 109 komplementäres Lichtspektrum zu erzeugen. Die Modifikation von dem Lichtspektrum des

zweiten Lichts 111 zu dem zweiten Lichtspektrum des veränderten zweiten Lichts 112 wird durch die Absorption der molekularen Schicht 105 sichergestellt. Wenn das Lichtspektrum des ersten Lichts 109 jedoch zufällig ist, muss das Lichtspektrum des zweiten Lichts 112 bei jedem Authentifizierungsvorgang von neuem spektral verändert werden, insbesondere mittels Versetzten der Molekularschicht 105 in einen neuen Anregungszustand und/oder durch Variation des Lichtspektrums des zweiten Lichts 111. Dadurch wird die Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts 101 besonders fälschungssicher.

[0060] Die Lichtquelle 113 kann einen Zufallsgenerator umfassen, oder mit einem Zufallsgenerator verbindbar sein. Der Zufallsgenerator kann ein zufälliges Strom- und/oder Spannungssignal erzeugen, mit welchem die Lichtquelle 113 ansteuerbar ist, um das erste Licht 109 in dem zufälligen Lichtspektrum zu erzeugen.

[0061] Die Lichtleiterstruktur 107 kann als Hohlraum in dem Dokumentenkörper 103 gebildet sein und kann einen Strahlengang in dem Dokumentenkörper 103 umfassen, welcher weitestgehend parallel zu einer Oberfläche des Dokumentenkörpers 103 verläuft.

[0062] Die Lichtleiterstruktur 107 kann einen optischen Ausgang 119 aufweisen. Das Überlagerungslicht 117 kann aus dem optischen Ausgang 119 ausgestrahlt werden.

[0063] Der Strahlengang der Lichtleiterstruktur 107 kann zu einer Unterseite der Molekularschicht 105 bzw. Trägerschicht 121, zu der Lichtquelle 113 und zu dem optischen Ausgang 119 hin geöffnet sein. Somit wird ein Einstrahlen des zweiten Lichts 111 und des ersten Lichts 109 in den Strahlengang, und ein Ausstrahlen des Überlagerungslichts 117 aus dem Strahlengang ermöglicht.

[0064] Der optische Ausgang 119 kann als transparentes oder teiltransparentes Fenster in dem Dokumentenkörper 103 gebildet sein.

[0065] Die Lichtleiterstruktur 107 kann ferner eine Mehrzahl an Spiegelementen 115 umfassen. Die Spiegelemente 115 können in der Lichtleiterstruktur 107, insbesondere in dem Strahlengang der Lichtleiterstruktur 107 derart angeordnet sein, das sie das eingestrahlte erste und zweite Licht 109, 111 in den Strahlengang leiten, wo sich das erste Licht 109 und das modifizierte zweite Licht 112 spektral überlagern und das Überlagerungslicht 117 bilden.

[0066] Die Spiegelemente 115 in der Lichtleiterstruktur 107 können ferner ausgebildet sein, das Überlagerungslicht 117 zu dem optischen Ausgang 119 zu leiten.

[0067] Fig. 1 umfasst ferner eine schematische Darstellung des Dokumentenlesegeräts 101, welches mit dem Authentifikationsdokument 100 authentifizierbar ist, gemäß einer Ausführungsform.

[0068] Das Dokumentenlesegerät 101 umfasst einen Lichtsensor 123, welcher ausgebildet ist, das von dem Authentifikationsdokument 100 ausgestrahlte erste Licht 109 zu empfangen, wobei der Lichtsensor 123 ausgebildet ist, ein Lichtspektrum des ersten Lichts 109 zu erfassen,

einen Prozessor 125, welcher ausgebildet ist, einen Spannungswert einer elektrischen Spannung auf der Basis des erfassten Lichtspektrums des ersten Lichts zu ermitteln, eine Kommunikationsschnittstelle 127, welche mit dem Authentifikationsdokument 100 elektrisch verbindbar und ausgebildet ist, die elektrische Spannung mit dem Spannungswert zu erzeugen und das Authentifikationsdokument 100 mit der erzeugten elektrischen Spannung zum Erzeugen des Stimulationsfeldes zu beaufschlagen, und eine Beleuchtungsvorrichtung 129, welche ausgebildet ist, das zweite Licht 111 durch die Molekularschicht 105 in die Lichtleiterstruktur 107 des Authentifikationsdokuments 100 einzustrahlen, um das erste Licht 109 mit dem modifizierten zweiten Licht 112 in der Lichtleiterstruktur 107 spektral zu überlagern.

[0069] Die Kommunikationsschnittstelle 127 des Dokumentenlesegeräts 101 kann eine Spannungsquelle, insbesondere eine Gleich- oder eine Wechselspannungsquelle, zum Erzeugen der elektrischen Spannung umfassen. Die elektrische Spannung kann einen Spannungswert, insbesondere eine Spannungsamplitude, aufweisen. Die Spannungsquelle kann mit dem Authentifikationsdokument 100, insbesondere mit Elektroden des Authentifikationsdokuments 100, elektrisch verbindbar sein. Die Kommunikationsschnittstelle 127 kann ferner eine drahtlose Schnittstelle, insbesondere eine Bluetooth-Schnittstelle oder eine WLAN-Schnittstelle, oder einen RFID-Leser umfassen.

[0070] Der Prozessor 125 kann als Mikroprozessor in dem Dokumentenlesegerät 101 ausgebildet sein. Der Prozessor ist ausgelegt, auf analoger, digitaler oder optischer Basis zu arbeiten. Der Prozessor 125 kann ferner in ein Datenverarbeitungsgerät, beispielsweise einen Computer oder einen Laptop, integriert sein, welches an das Dokumentenlesegerät 101 angeschlossen ist.

[0071] Der Prozessor 125 kann ferner ausgebildet sein, ein Lichtspektrum des zweiten Lichts 111 zu erfassen. Der Prozessor 125 kann hierzu mit der Beleuchtungsvorrichtung 129 kommunikationstechnisch verbunden sein. Ferner kann das Lichtspektrum des zweiten Lichts 111 in einem Speicher des Dokumentenlesegeräts 101, mit welchem der Prozessor 125 verbindbar ist, gespeichert sein.

[0072] Der Prozessor 125 kann ferner ausgebildet sein, den Spannungswert der elektrischen Spannung auf der Basis des Lichtspektrums des ersten Lichts 109 und des Lichtspektrums des zweiten Lichts 111 zu ermitteln.

[0073] Die Kommunikationsschnittstelle 127 kann ausgebildet sein, das Authentifikationsdokument 100 mit dem ermittelten Spannungswert zu beaufschlagen, um die Molekularschicht 105 in den Anregungszustand zu versetzen. Mit dem ermittelten Spannungswert kann die Molekularschicht 105 in einen Anregungszustand versetzt werden, welcher das Lichtspektrum des zweiten Lichts 111 bei Durchstrahlen der Molekularschicht 105 derart verändert, dass bei Überlagerung des spektral veränderten zweiten Lichts 112 und des ersten Lichts 109 das Überlagerungslicht 117 in der korrekten Lichtfarbe

erzeugt wird. Das Dokumentenlesegerät 101 kann erfolgreich authentifiziert werden, wenn die Lichtfarbe des Überlagerungslichts 117 einer Authentifizierungslichtfarbe, beispielsweise rot, grün oder blau, entspricht.

[0074] Die Beleuchtungsvorrichtung 129 kann zumindest eine Lichtquelle, insbesondere eine LED und/oder ein Laserdioden umfassen.

[0075] Der Lichtsensor 123 kann zumindest eine Fotodiode oder eine Fotodioden-Schicht oder eine Transistorschicht aufweisen.

[0076] Der Lichtsensor 123 kann ferner eine Spektrometervorrichtung aufweisen, welche ausgebildet ist, das Lichtspektrum des ersten Lichts 109 zu erfassen. Die Spektrometervorrichtung kann ein Prismen-Spektrometer, ein Gitterspektrometer, ein Fourier-Transform-Spektrometer oder ein Laser-Spektrometer sein. Die Spektrometervorrichtung kann als Mikrospektrometer ausgebildet und in das Dokumentenlesegerät 101 integriert sein.

[0077] Fig. 2a und Fig. 2b zeigen schematische Darstellung der Molekularschicht 105, welche durch eine Vielzahl von auslenkbaren Molekülen 201 gebildet ist, gemäß einer Ausführungsform im Ruhezustand und nach Anlegen des Stimulationsfeldes.

[0078] Die auslenkbaren Moleküle 201 können längliche Polymerketten bilden, und/oder können als self-assembled Monolayer (SAM) auf der Trägerschicht 121 angeordnet sein.

[0079] Die auslenkbaren Moleküle 201 können elektrisch geladen sein. Die auslenkbaren Moleküle 201 können ferner mechanisch flexibel oder steif sein. Insbesondere kann die mechanische Flexibilität der auslenkbaren Moleküle 201 von ihrer Länge, sterische Seitengruppen, aromatischen Ringen oder Spirostrukturelementen und/oder ihrer elektrischen Ladung abhängen. Die auslenkbaren Moleküle 201 können synthetische Moleküle, beispielsweise Alkylketten mit weiteren funktionalen Gruppen, oder Biomoleküle, beispielsweise DNA, umfassen. Die auslenkbaren Moleküle 201 können als elektrische Monopole, Dipole oder Quadrupole ausgebildet sein.

[0080] Die auslenkbaren Moleküle 201 können mittels kovalenter Bindungen, ionischer Bindungen, van-der-Waals Bindungen, Wasserstoffbrückenbindungen oder Adsorption auf der Trägerschicht 121 verankert sein. Ferner können die auslenkbaren Moleküle 201 Linkermoleküle, insbesondere Thiole, umfassen, welche an einem Ende der auslenkbaren Moleküle 201 angeordnet sind, und welche die jeweiligen Moleküle 201 auf der Trägerschicht 121 verankern. Das nicht auf der Trägerschicht 121 verankerte Ende der auslenkbaren Moleküle 201 kann, wie in Fig. 2a und Fig. 2b gezeigt, von der Trägerschicht 121 abstehen.

[0081] Die auslenkbaren Moleküle 201 befinden sich in Fig. 2a in einer Ruhelage, beispielsweise weil das Authentifikationsdokument 100 mit keiner elektrischen Spannung beaufschlagt ist ($U = 0 \text{ V}$). Die auslenkbaren Moleküle 201 in der Ruhelage stehen beispielsweise senkrecht von der Trägerschicht 121 ab, aufgrund von

gegenseitiger Abstoßung der gleich geladenen Moleküle 201.

[0082] Fig. 2b zeigt die Molekularschicht 105 aus Fig. 2a durch Anlegen des Stimulationsfeldes gemäß einer Ausführungsform.

[0083] Das Stimulationsfeld wird in Fig. 2b durch anlegen der elektrischen Spannung $U = U_L$ an die Trägerschicht 121, welche eine zweite Elektrode bildet, und eine erste nicht gezeigte Elektrode erzeugt. Das Stimulationsfeld ist beispielsweise ein elektrisches Feld zwischen den beiden Elektroden.

[0084] Die auslenkbaren Moleküle 201, welche beispielsweise eine negative elektrische Ladung tragen, werden in Fig. 2b ansprechend auf das Anlegen der elektrischen Spannung ($U = U_L$) bzw. das Erzeugen des Stimulationsfeldes aus der Ruhelage ausgelenkt.

[0085] Der Anregungszustand der Molekularschicht 105 kann durch diese Auslenkung der auslenkbaren Moleküle 201 aus der Ruhelage bestimmt sein. Dabei kann die Auslenkung der Moleküle 201 die Absorptionseigenschaften der Molekularschicht 105, insbesondere ein Absorptionsspektrum der Molekularschicht 105, charakteristisch verändern. Die Veränderung der Absorptionseigenschaften kann dabei in direktem Zusammenhang zu der Auslenkung der Moleküle 201 und der angelegten Spannung stehen.

[0086] Eine Induzierung einer Bewegung, insbesondere einer kollektiven Bewegung, einer Molekülschicht auf einer Oberfläche mittels eines elektrischen Feldes und die makroskopische Erfassung dieser Bewegung ist beispielsweise in Lahann, Joerg, et al. "A reversibly switching surface." Science 299(5605), p. 371-374, 2003 offenbart.

[0087] Gemäß einer Ausführungsform ist die elektrische Spannung, welche an das Authentifikationsdokument 100 zum Erzeugen des Stimulationsfeldes anlegbar ist, als Gleichspannung oder als Wechselspannung ausgebildet. Das erzeugte Stimulationsfeld kann ansprechend auf die Art der elektrischen Spannung ein Gleichfeld oder ein Wechselfeld sein. Ist das Stimulationsfeld ein Gleichfeld, so können die auslenkbaren Moleküle 201 nach Anlegen des Stimulationsfeldes so lange in dem ausgelenkten Zustand verbleiben bis das Stimulationsfeld wieder deaktiviert wird. Ist das Stimulationsfeld hingegen ein Wechselfeld, so können die auslenkbaren Moleküle 201 durch das Wechselfeld zum Schwingen, insbesondere zum kollektiven Schwingen, auf der Trägerschicht 121 angeregt werden. In diesem Fall wird der Anregungszustand der Moleküle 201 durch die Molekülschwingung festgelegt.

[0088] Die Molekularschicht 105, insbesondere die auslenkbaren Moleküle 201, können ferner ein elektrisches Moment, insbesondere ein elektrisches Dipol- oder Quadrupolmoment, oder ein magnetisches Moment, insbesondere ein magnetisches Dipol- oder Quadrupolmoment, aufweisen.

[0089] Gemäß einer Ausführungsform bewirkt das Stimulationsfeld eine Änderung der elektrischen oder ma-

netischen Momente der Molekularschicht 105. Die Änderung der elektrischen oder magnetischen Momente kann die charakteristische Änderung der Absorptionseigenschaften der Molekularschicht 105 bestimmen.

[0090] Ferner kann die Änderung der elektrischen oder magnetischen Momente der Molekularschicht 105 eine charakteristische Veränderung einer dielektrischen Funktion der Molekularschicht 105 verursachen. Beispielsweise ist die dielektrische Funktion der Molekularschicht 105 von der Ausrichtung der auslenkbaren Moleküle 201 abhängig.

[0091] Gemäß einer Ausführungsform bewirkt das Anlegen des Stimulationsfeldes eine Phononenanregung in der Molekularschicht 105.

[0092] Fig. 3 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens 300 zum Authentifizieren des Dokumentenlesegeräts 101 gemäß einer Ausführungsform.

[0093] Das Verfahren 300 umfasst ein Emittieren 301 des ersten Lichts 109 von dem Authentifikationsdokument 100, wobei das erste Licht 109 ein Lichtspektrum $E_K(\lambda)$ aufweist, ein Detektieren 303 des Lichtspektrums, insbesondere mit dem Lichtsensor 123 des Dokumentenlesegeräts 101, ein Bestimmen 305 eines benötigten Lichtspektrums $F(\lambda)$ 112, welches bei der Überlagerung mit dem Lichtspektrum $E_K(\lambda)$ des ersten Lichts, das Überlagerungslicht 117 ergibt. Der Verfahrensschritt 305 des Bestimmens des benötigten Lichtspektrums umfasst ferner ein Bestimmen des Spannungswertes der elektrischen Spannung U_K , welche bei einem Anlegen an das Authentifikationsdokument 100 die Molekularschicht 105 in einen Anregungszustand versetzt, wobei die Molekularschicht 105 in dem Anregungszustand das zweite Licht 111 beim Durchstrahlen der Molekularschicht 105 spektral derart verändert, dass es das benötigte Lichtspektrum $F(\lambda, U_K)$ 112 aufweist. Das Verfahren 300 umfasst ferner ein Schalten 307 der Molekularschicht 105 mittels Anlegen der elektrischen Spannung U_K mit dem Spannungswert, um die Molekularschicht 105 in den Anregungszustand zu versetzen, ein Generieren 309 eines Lichts mit dem benötigten Lichtspektrum $F(\lambda, U_K)$ mittels Durchstrahlen der Molekularschicht 105 mit dem zweiten Licht 111. Das Verfahren 300 umfasst ferner ein Interferieren 311 bzw. Überlagern des spektral veränderten zweiten Lichts 112 mit dem Lichtspektrum $F(\lambda)$ und des ersten Lichts 109 mit dem Lichtspektrum $E_K(\lambda)$, um das Überlagerungslicht 117 zu erzeugen. Das Verfahren 300 umfasst schließlich ein erfolgreiches Authentifizieren 313 des Dokumentenlesegeräts 101, falls die Lichtfarbe des Überlagerungslichts 117 der Authentifizierungslichtfarbe, beispielsweise rot, grün oder blau, entspricht, oder ein erfolgloses Authentifizieren 315 des Dokumentenlesegeräts 101 falls die Lichtfarbe des Überlagerungslichts 117 nicht der Authentifizierungslichtfarbe entspricht. Die Lichtfarbe des Überlagerungslichts 117 kann durch ein Lichtspektrum $Z(\lambda)$ des Überlagerungslichts 117 festgelegt sein.

[0094] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Authentifizierungsverfahren 300 kein digitalisiertes Ver-

schlüsselungsverfahren, wodurch das vorliegende Verfahren 300 auch nicht mit Hilfe von Quantencomputern entschlüsselbar ist, im Gegensatz zu beispielsweise RSA-Kryptosystemen.

[0095] Gemäß einer Ausführungsform kann das Dokumentenlesegerät 101 auch zur Authentifizierung des Authentifikationsdokuments 100 eingesetzt werden. Dabei authentifiziert das Dokumentenlesegerät 101 das Authentifikationsdokument 100 beispielsweise mittels der Molekularschicht 105, welche ein Sicherheitsmerkmal für die Authentifizierung des Authentifikationsdokuments 100 sein kann.

[0096] Gemäß einer Ausführungsform kann eine gegenseitige Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts 101 und des Authentifikationsdokuments 100 erfolgen, bei der insbesondere das Dokumentenlesegerät 101 von dem Authentifikationsdokument 100 und das Authentifikationsdokument 100 von dem Dokumentenlesegerät 101 authentifiziert werden. Diese gegenseitige Authentifizierung kann im Rahmen eines gemeinsamen Authentifizierungsverfahrens erfolgen.

Bezugszeichenliste

[0097]

100	Authentifikationsdokument
101	Dokumentenlesegerät
103	Dokumentenkörper
105	Molekularschicht
107	Lichtleiterstruktur
109	erstes Licht
111	zweites Licht
112	spektral verändertes zweites Licht
113	Lichtquelle
115	Spiegelement
117	Überlagerungslicht
119	optischer Ausgang
121	Trägerschicht
123	Lichtsensor
125	Prozessor
127	Kommunikationsschnittstelle
129	Beleuchtungsvorrichtung
201	auslenkbare Moleküle
300	Verfahren zum Authentifizieren eines Dokumentenlesegeräts
301	Emittieren
303	Detektieren
305	Bestimmen
307	Schalten
309	Generieren
311	Interferieren
313	erfolgreiches Authentifizieren
315	erfolgloses Authentifizieren

Patentansprüche

1. Authentifikationsdokument (100) zum Authentifizieren eines Dokumentenlesegeräts (101), mit:

einem Dokumentenkörper (103);
einer Lichtleiterstruktur (107), welche in dem Dokumentenkörper (103) gebildet ist;
einer Lichtquelle (113), welche ausgebildet ist, ein erstes Licht (109) an das Dokumentenlesegerät (101) auszustrahlen, wobei das erste Licht (109) zumindest teilweise in die Lichtleiterstruktur (107) einstrahlbar ist; und
einer Molekularschicht (105), welche auf dem Dokumentenkörper (103) angeordnet ist, wobei die Molekularschicht (105) ausgebildet ist, ein in die Lichtleiterstruktur (107) einstrahlendes zweites Licht (111) spektral zu verändern; wobei die Lichtleiterstruktur (107) ausgebildet ist, das erste Licht (109) mit dem spektral veränderten zweiten Licht (112) spektral zu überlagern, um ein Überlagerungslicht (117) für die Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts (101) zu erzeugen.

2. Authentifikationsdokument (100) nach Anspruch 1, wobei die Molekularschicht (105) mit dem in die Lichtleiterstruktur (107) einstrahlenden zweiten Licht (111) durchleuchtbar ist, wobei die Molekularschicht (105) ausgebildet ist, das zweite Licht (111) bei Durchleuchten der Molekularschicht (105) spektral zu verändern, insbesondere mittels Lichtabsorption in der Molekularschicht (105) spektral zu verändern.

3. Authentifikationsdokument (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Authentifikationsdokument (100) eine Elektrodevorrichtung aufweist, welche mit einer elektrischen Spannung beaufschlagbar ist, um ein Stimulationsfeld zu erzeugen, wobei die Molekularschicht (105) mit dem Stimulationsfeld in einen Anregungszustand versetzbar ist, welcher die spektrale Veränderung des zweiten Lichts (111) zumindest teilweise festlegt.

4. Authentifikationsdokument (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Molekularschicht (105) eine Mehrzahl von Polymerketten oder orientierten Molekülen aufweist, welche auf einer Trägerschicht (121) angeordnet und jeweils mit einem Ende chemisch oder physikalisch an die Trägerschicht (121) gebunden sind.

5. Authentifikationsdokument (100) nach Anspruch 3 und 4, wobei die orientierten Moleküle oder Polymerketten ansprechend auf das Stimulationsfeld aus einer Ruhelage auslenkbar sind, wobei die spektrale Veränderung des zweiten Lichts (111) zumindest

teilweise durch die Auslenkung der orientierten Moleküle oder Polymerketten festgelegt ist.

6. Authentifikationsdokument (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Lichtquelle (113) zumindest eine LED und/oder Laserdiode umfasst.

7. Authentifikationsdokument (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Lichtquelle (113) ausgebildet ist, das erste Licht (109) in einem zufälligen Lichtspektrum zu erzeugen.

8. Authentifikationsdokument (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Lichtleiterstruktur (107) einen optischen Ausgang (119) aufweist, wobei die Lichtleiterstruktur (107) ausgebildet ist, das Überlagerungslicht (117) aus dem optischen Ausgang (119) auszustrahlen.

9. Authentifikationsdokument (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Lichtleiterstruktur (107) als Hohlraum in dem Dokumentenkörper (103) gebildet ist.

10. Authentifikationsdokument (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Lichtleiterstruktur (107) zumindest ein Spiegelement (115) zum spektralen Überlagern des ersten Lichts (109) mit dem zweiten Licht (112) umfasst.

11. Dokumentenlesegerät (101) für ein Authentifikationsdokument (100), wobei das Authentifikationsdokument (100) einen Dokumentenkörper (103), eine Lichtleiterstruktur (107), welche in dem Dokumentenkörper (103) gebildet ist, eine Lichtquelle (113), welche ausgebildet ist, ein erstes Licht (109) an das Dokumentenlesegerät (101) auszustrahlen, wobei das erste Licht (109) zumindest teilweise in die Lichtleiterstruktur (107) einstrahlbar ist, und eine Molekularschicht (105), welche auf dem Dokumentenkörper (103) angeordnet ist, umfasst, wobei die Molekularschicht (105) ausgebildet ist, ein in die Lichtleiterstruktur (107) einstrahlendes zweites Licht (111) spektral zu verändern, wobei die Lichtleiterstruktur (107) ausgebildet ist, das erste Licht (109) mit dem spektral veränderten zweiten Licht (112) spektral zu überlagern, um ein Überlagerungslicht (117) für die Authentifizierung des Dokumentenlesegeräts (101) zu erzeugen, wobei das Dokumentenlesegerät (101) die folgenden Merkmale aufweist:

einen Lichtsensor (123), welcher ausgebildet ist, das von dem Authentifikationsdokument (100) ausgestrahlte erste Licht (109) zu empfangen, wobei der Lichtsensor (123) ausgebildet ist, ein Lichtspektrum des ersten Lichts (109) zu erfassen;

- einen Prozessor (125), welcher ausgebildet ist, einen Spannungswert einer elektrischen Spannung auf der Basis des erfassten Lichtspektrums des ersten Lichts (109) zu ermitteln; 5
eine Kommunikationsschnittstelle (127), welche mit dem Authentifikationsdokument (100) elektrisch verbindbar und ausgebildet ist, die elektrische Spannung mit dem Spannungswert zu erzeugen und das Authentifikationsdokument (100) mit der Erzeugten elektrischen Spannung zu beaufschlagen; und 10
eine Beleuchtungsvorrichtung (129), welche ausgebildet ist, das zweite Licht (111) durch die Molekularschicht (105) in die Lichtleiterstruktur (107) des Authentifikationsdokuments (100) einzustrahlen, um das zweite Licht (111) spektral zu verändern und das spektral veränderte zweite Licht (112) mit dem ersten Licht (109) in der Lichtleiterstruktur (107) spektral zu überlagern. 15 20
- 12.** Dokumentenlesegerät (101) nach Anspruch 11, wobei der Prozessor (125) ausgebildet ist, ein Lichtspektrum des von der Lichtquelle (113) ausgestrahlten zweiten Lichts (111) zu erfassen, wobei der Prozessor (125) ausgebildet ist, den Spannungswert der elektrischen Spannung auf der Basis des Lichtspektrums des zweiten Lichts (111) und des Lichtspektrums des ersten Lichts (109) zu ermitteln, wobei die Kommunikationsschnittstelle (127) ausgebildet ist, das Authentifikationsdokument (100) mit dem ermittelten Spannungswert zu beaufschlagen, um ein Stimulationsfeld zu erzeugen, welches die Molekularschicht (105) in einen Anregungszustand versetzt, wobei der Anregungszustand die spektrale Veränderung des zweiten Lichts (111) zumindest teilweise festlegt. 25 30 35
- 13.** Dokumentenlesegerät (101) nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Beleuchtungsvorrichtung (129) zumindest eine Lichtquelle, insbesondere eine LED und/oder ein Laserdiode, umfasst. 40
- 14.** Dokumentenlesegerät (101) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei der Lichtsensor (123) zumindest eine Fotodiode oder eine Fotodiodenschicht oder eine Transistorschicht aufweist. 45
- 15.** Dokumentenlesegerät (101) nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei der Lichtsensor (123) eine Spektrometervorrichtung umfasst, welche ausgebildet ist, das Lichtspektrum des ersten Lichts (109) zu erfassen. 50

55

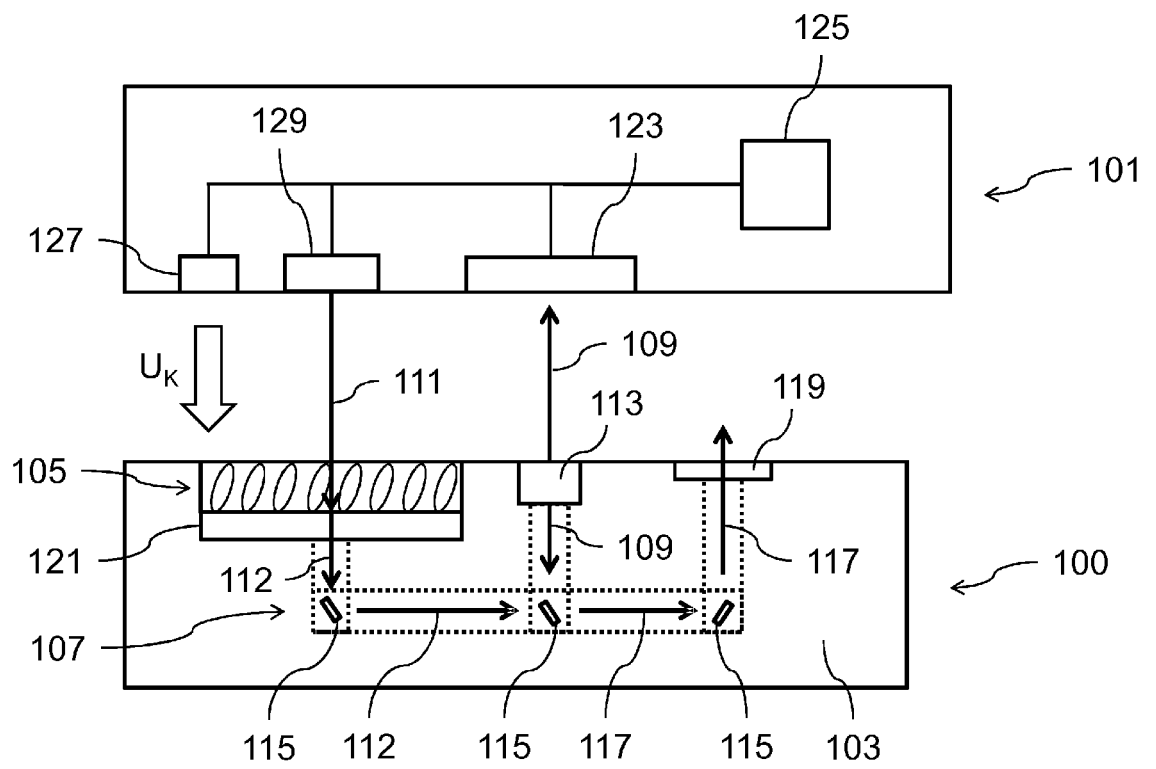


Fig. 1

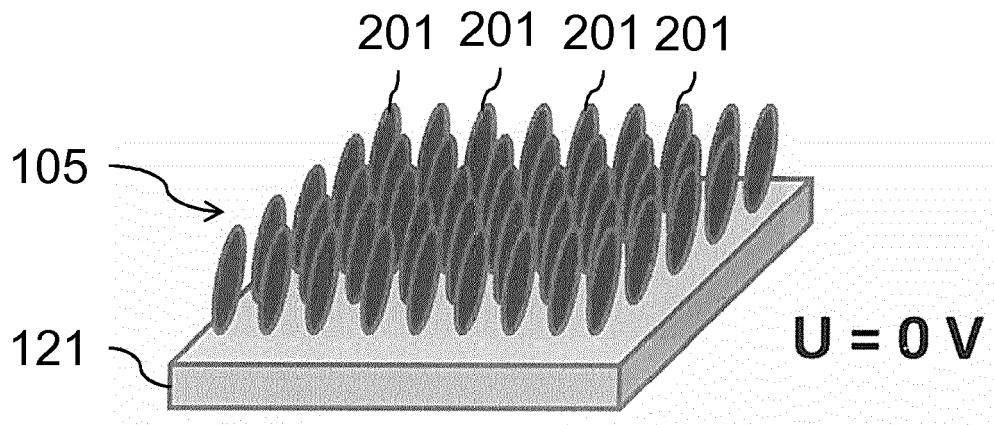


Fig. 2a

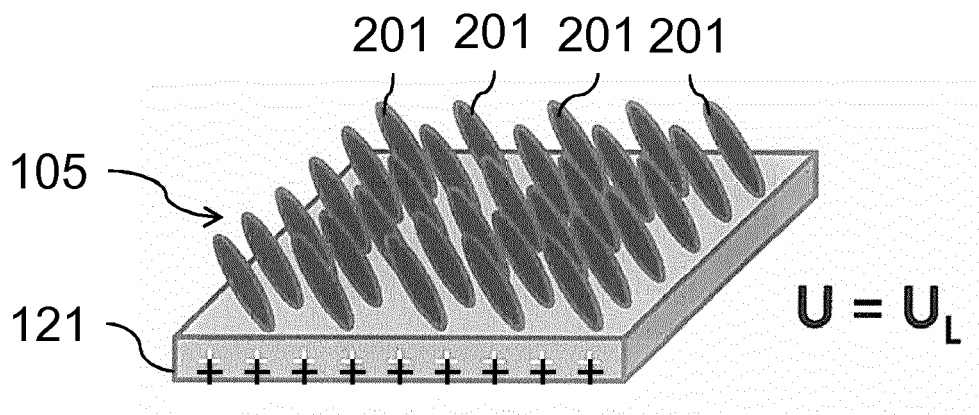


Fig. 2b

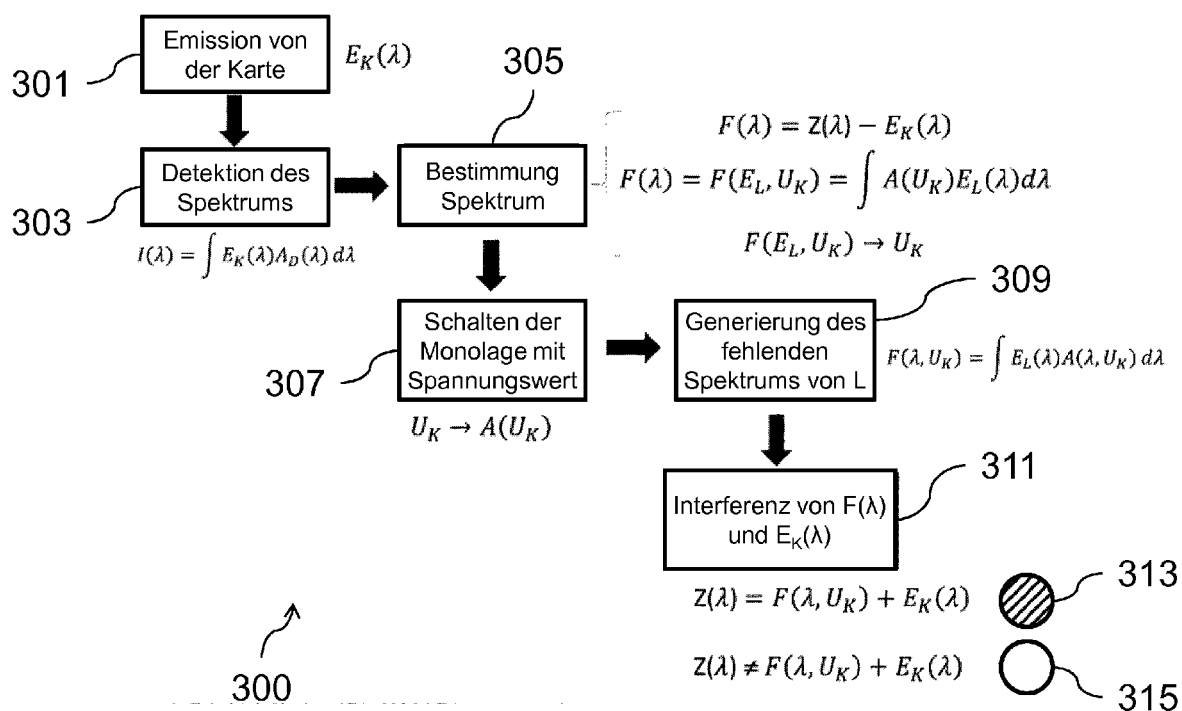


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 17 6597

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2006/056089 A2 (ORELL FUESSLI SICHERHEITSDRUCK [CH]; EICHENBERGER MARTIN [CH]) 1. Juni 2006 (2006-06-01)	1,2,6, 8-10	INV. G07D7/02 G07D7/1205
A	* Seite 4, Zeilen 1-32 * * Seite 11, Zeile 19 - Seite 14, Zeile 31 * * Abbildungen 1-13 *	3-5,7	
X	DE 10 2007 000881 A1 (BUNDESDRUCKEREI GMBH [DE]) 14. Mai 2009 (2009-05-14)	11,13-15	
A	* Absätze [0016], [0017] * * Absätze [0068] - [0079] * * Abbildung 3 *	12	
X	DE 10 2006 017256 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 18. Oktober 2007 (2007-10-18)	11,13-15	
A	* Zusammenfassung * * Absätze [0003], [0004], [0007] * * Absätze [0009], [0011], [0012] * * Abbildungen 2-9 *	12	
A	WO 2011/130843 A1 (FORTRESS OPTICAL FEATURES LTD [CA]; MACPHERSON CHARLES DOUGLAS [US]) 27. Oktober 2011 (2011-10-27) * Seite 17, Zeile 21 - Seite 18, Zeile 3 * * Seite 26, Zeile 6 - Seite 28, Zeile 16 * * Abbildungen 1-3,8-10 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) G07D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 14. November 2017	Prüfer Bauer, Sebastian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 17 6597

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-11-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006056089 A2	01-06-2006	AT 432173 T	15-06-2009
		AU 2005309224 A1	01-06-2006
		CA 2588186 A1	01-06-2006
		CN 101119857 A	06-02-2008
		EP 1827866 A2	05-09-2007
		JP 4819822 B2	24-11-2011
		JP 2008520458 A	19-06-2008
		KR 20070086572 A	27-08-2007
		RU 2007123598 A	27-12-2008
		US 2008169639 A1	17-07-2008
		WO 2006056089 A2	01-06-2006

DE 102007000881 A1	14-05-2009	DE 102007000881 A1	14-05-2009
		EP 2210225 A1	28-07-2010
		EP 2838055 A2	18-02-2015
		WO 2009062860 A1	22-05-2009

DE 102006017256 A1	18-10-2007	CN 101467182 A	24-06-2009
		DE 102006017256 A1	18-10-2007
		ZA 200808483 B	28-10-2009

WO 2011130843 A1	27-10-2011	CA 2796979 A1	27-10-2011
		EP 2563602 A1	06-03-2013
		US 2013114122 A1	09-05-2013
		WO 2011130843 A1	27-10-2011

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **LAHANN, JOERG et al.** A reversibly switching surface. *Science*, 2003, vol. 299 (5605), 371-374 **[0086]**