

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
01. August 2019 (01.08.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/145458 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01N 21/958 (2006.01) G01N 17/00 (2006.01)
G01M 11/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/051815

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Januar 2019 (25.01.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
LU100683 26. Januar 2018 (26.01.2018) LU

(71) Anmelder: **RODENSTOCK GMBH** [DE/DE]; Elsenheimer Straße 33, 80687 München (DE).

(72) Erfinder: **GOTTLIEB-SCHÖNMEIER**, Saskia; Margaretenweg 2, 82205 Gilching (DE). **WIEDEMANN, Birgit**; Fraunhofer Straße 27a, 80469 München (DE).

(74) Anwalt: **RCD-PATENT PARTG MBB**; 3106, TPH III Eingang C, Kaiserstraße 100, 52118 Herzogenrath (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: TEST METHODS FOR DETERMINING THE CLIMATE RESISTANCE OF A COATING FOR A SUBSTRATE AND DEVICE THEREFOR

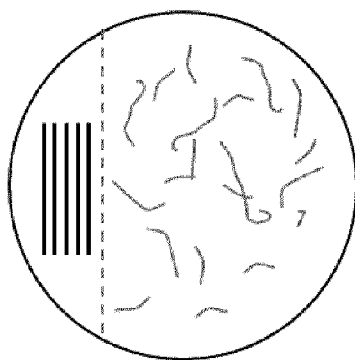
(54) Bezeichnung: TESTVERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER KLIMABESTÄNDIGKEIT EINER BESCHICHTUNG FÜR EIN SUBSTRAT UND VORRICHTUNG HIERFÜR

Vorschädigung

AA

(Gitter-) Schnitt
(tief)

BB



schwache Kratzer,
statistisch verteilt

CC

FIG. 1

AA Pre-damage
BB (cross) cut (deep)
CC minor scratches, statistically distributed

(57) Abstract: The invention relates to test methods for determining the climate resistance of a coating for a substrate (substrate 1, e.g. a lens for spectacles) and device therefor.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Testverfahren zur Bestimmung der Klimabeständigkeit einer Beschichtung für ein Substrat (Substrat 1, z.B. einer Linse für Brillen) und Vorrichtung hierfür.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2019/145458 A1

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Testverfahren zur Bestimmung der Klimabeständigkeit einer Beschichtung für ein Substrat und
Vorrichtung hierfür

5

Die Erfindung betrifft ein Testverfahren zur Bestimmung der Klimabeständigkeit einer Beschichtung für ein Substrat und Vorrichtung hierfür.

10

Hintergrund der Erfindung

15

Es ist bekannt optische Elemente, wie z.B. Linsen für Brillen oder optische Geräte bereitzustellen. Häufig werden diese optischen Elemente im Herstellungsprozess als Substrate bezeichnet. Die Substrate werden zur Erzielung bestimmter Eigenschaften mit Beschichtungen versehen.

20

Das Substrat ist aus Glas, z.B. Silikatglas, oder Kunststoff, z.B. Polycarbonat (PC) oder Polymere auf Basis von Polyacrylaten bzw. Polymethacrylaten, oder Polythiourethanen hergestellt und ist zumindest in einem Teilbereich des vom Menschen oder Tieren sichtbaren Lichtes transparent. Kunststoffe bieten ein geringeres Gewicht und höhere Bruchfestigkeit gegenüber Glas. Insbesondere bei der Verwendung als Brillengläser bieten Kunststoffe den Vorteil, dass die Kunststoffe durch Zugabe von Stoffen leicht gefärbt werden können und randlose Fassungen erlauben.

25

Nachteilig an Kunststoffen ist, dass deren Oberfläche für mechanische Spannungen sehr anfällig ist und leicht durch Verkratzen beschädigt werden kann.

30

Um diese Anfälligkeit für mechanische Spannungen und Verkratzen bei optischen Linsen aus Kunststoff zu minimieren, wird auf den Kunststoff eine Beschichtung mit einer Hartlackschicht aufgetragen, welche die optische Linse vor mechanischen Einwirkungen schützen soll.

35

Des Weiteren ist es bekannt, optische Elemente mit einer Beschichtung für das Entspiegeln zu versehen. Bei Brillengläsern lassen sich damit störende Spiegelungen vermeiden. Beschichtungen für das Entspiegeln enthalten in der Regel wenigstens eine Schicht aus einem anorganischen, oxydischen Material, das optisch transparent ist. Eine Beschichtung für das Entspiegeln kann insbesondere eine Folge von Schichten aus optisch transparentem,

anorganischem, oxydischem Material enthalten, bei der Schichten mit einem ersten Brechungsindex und Schichten mit einem zweiten, gegenüber dem ersten Brechungsindex höheren zweiten Brechungsindex aufeinanderfolgend abgewechselt sind.

- 5 Darüber hinaus ist es bekannt, ein optisches Element mit einer Beschichtung für das Entspiegeln auszubilden, die auch vor dem Verkratzen schützt. Beispielsweise kann eine Beschichtung, die z.B. mittels eines PVD (Physical Vapour Deposition)-Verfahrens auf einen vorbeschichteten Substratkörper aufgedampft wird, hierzu verwendet werden.
- 10 In einer Beschichtung auf einem Substratkörper aus Kunststoff können Defekte entstehen, die durch den Kontakt mit Wasserdampf bzw. Wassermolekülen und/oder UV und/oder mit gängigen Reinigungsmedien wie z.B. Alkohol oder Aceton in den Substratkörper ausgelöst werden.
- 15 Im Regelfall hat eine Beschichtung eine zumindest durchgangsbehindernde, häufig sogar sperrende Wirkung für diese Einwirkungen/Umwelteinflüsse, mit denen insbesondere ein Brillenglas über seine Lebensdauer hinweg immer wieder in Berührung kommt.

Wenn diese Einwirkungen z.B. aufgrund von Beschädigungen der Beschichtung in ein
20 optisches Element eindringen, kann das zur Folge haben, dass bei dem optischen Element der Substratkörper oder auch eine auf diesen aufgetragene Schicht wie z.B. eine Hartlackschicht sich verändert und sichtbar wird. Aufgrund einer einzelnen Kratzstelle kann das optische Element somit auf diese Weise leicht aber sichtbar in einem Bereich über die Dimension der Kratzerstelle hinaus beschädigt werden, der sich über einen Quadratmillimeter
25 oder auch mehrere Quadratmillimeter erstreckt. In diesem Bereich liegt die entstandene optisch wirksame Fläche des optischen Elements um den Kratzer herum oft um wenige 100 Nanometer tiefer als die Fläche weit außerhalb des Kratzers. Nachfolgend werden solche Beschädigungen auch als breite Klimastrukturen bezeichnet.

- 30 Während der Diffusionsprozess im Prinzip umkehrbar ist, ist die Schädigung in aller Regel nicht oder nur zum Teil reversibel. Sie verursachen insbesondere Oberflächenverformungen, die z.B. nicht nur Punkt- und Strichmuster (Verwerfung) auf einer Beschichtung hervorrufen, sondern bei Brillengläsern auch mit bloßem Auge unter Umgebungsbeleuchtung erkennbare Schlieren und darüber hinaus auch Schichtdefekte aufgrund von mechanischen Spannungen
35 verursachen können.

Solche Schädigungen treten beim Tragen einer Brille typischerweise erst nach längerer Zeit auf. Solche Schädigungen können in sogenannten Trageversuchen ermittelt werden, jedoch sind diese für eine Produktentwicklung und / oder eine Qualitätskontrolle deutlich zu lange, um
5 typischen Produktentwicklungszyklen gerecht zu werden.

Ausgehend hiervon wurden in der Vergangenheit bereits Testverfahren entwickelt. Allerdings sind diese nicht oder nur unzureichend geeignet typische Beschädigungen nachzustellen.

- 10 Ausgehend von dieser Situation ist es Aufgabe der Erfindung Testverfahren zur Verfügung zu stellen, die es ermöglichen die Anfälligkeit von Substraten und deren Beschichtungen bezüglich der Ausbildung von Klimastrukturen zu zeigen. D.h. mittels der Verfahren sollen Aussagen über die Barriereigenschaften einer auf einem Substrat, insbesondere einem Kunststoff, aufgetragenen Beschichtung und das Quellverhalten des Substrats, insbesondere
15 eines Kunststoffes, zusammen mit der Beschichtung quantitativ gemacht werden können.

- Die Aufgabe wird gelöst, durch ein Testverfahren zur Bestimmung der Klimabeständigkeit einer Beschichtung für ein Substrat. Das Verfahren weist einen Schritt des Bereitstellens eines optisch durchsichtigen Substrates mit einer Beschichtung auf zumindest einer der Oberflächen
20 auf, wobei das Substrat in Abhängigkeit einer Klimaeinwirkung sein Volumen ändert. Weiterhin weist das Verfahren den Schritt des Einbringens von punkt- und/oder linienhaften Beschädigungen der Beschichtung auf zumindest einer ersten Teilfläche der Beschichtung auf. Das so vorbereitete Substrat bzw. dessen Beschichtung wird gegenüber einem ersten definierten Klima ausgesetzt, wobei das erste Klima eine relative Luftfeuchte von mindestens
25 35 % bei einer Temperatur von bis zu 70° C aufweist, und wobei die Einwirkzeit mindestens 12 Stunden beträgt, und/oder es wird einem zweiten definierten Klima ausgesetzt, wobei das zweite Klima eine relative Luftfeuchte von mindestens 35 % bei einer Temperatur von bis zu 70° C aufweist, und wobei die Einwirkzeit bis zu circa 28 Tage beträgt. Die durch das Aussetzen gegenüber den Klimabedingungen hervorgerufenen Beschädigungen können
30 vermessen und geprüft werden.

- Die Aufgabe wird ebenfalls gelöst durch ein Testverfahren zur Bestimmung der Klimabeständigkeit einer Beschichtung für ein Substrat. Das Verfahren weist einen Schritt des Bereitstellens eines optisch durchsichtigen Substrates mit einer Beschichtung auf zumindest
35 einer der Oberflächen auf, wobei das Substrat in Abhängigkeit einer Klimaeinwirkung sein

- Volumen ändert. Weiterhin weist das Verfahren den Schritt des Einbringens von punkt- und/oder linienhaften Beschädigungen der Beschichtung auf zumindest einer ersten Teilfläche der Beschichtung auf. Das so vorbereitete Substrat bzw. dessen Beschichtung wird gegenüber einem ersten definierten Klima ausgesetzt, wobei das Klima eine relative Luftfeuchte von maximal 40 % bei einer Temperatur von bis zu 55° C aufweist, und wobei die Einwirkzeit mindestens 2 Stunden beträgt, wobei die UV-Strahlung, Strahlung im Spektralbereich von 315 nm bis 380 nm bei bis zu 20 mW/cm² zur Verfügung stellt und/oder gegenüber einem definierten zweiten Klima und UV-Strahlung ausgesetzt, wobei das zweite Klima eine relative Luftfeuchte von maximal 40 % bei einer Temperatur von bis zu 55° C aufweist, wobei die UV-Strahlung, Strahlung im Spektralbereich von 315 nm bis 380 nm bei mindestens 0,01 mW/cm² zur Verfügung stellt, und wobei die Einwirkzeit bis zu 28 Tage beträgt. Die durch das Aussetzen gegenüber den Klimabedingungen hervorgerufenen Beschädigungen können vermessen und geprüft werden.
- 15 Mittels der vorgestellten Testverfahren wird es ermöglicht die Anfälligkeit von Substraten und deren Beschichtungen bezüglich der Ausbildung von sogenannten breiten Klimastrukturen zu zeigen. Diese breiten Klimastrukturen unterscheiden sich von den bisher bekannten Klimastrukturen unter anderem dadurch, dass die Strukturen erheblich breiter sind.
- 20 Insbesondere die Verwendung von UV-Strahlung in einem oder mehreren Schritten der erfindungsgemäßen Verfahren erlaubt es nunmehr auch Klimastrukturen auszubilden. In bisherigen Systemen wurde UV-Belichtung ausschließlich zur Überprüfung von Schichthaftungen und/oder zum Alterungsverhalten von Kunststoffen verwendet.
- 25 D.h. mittels der Verfahren können Aussagen über die Barriereigenschaften einer auf einem Substrat, insbesondere einem Kunststoff, aufgetragenen Beschichtung und das Quellverhalten des Substrats, insbesondere eines Kunststoffes, zusammen mit der Beschichtung quantitativ gemacht werden.
- 30 In einer Ausführungsform der Erfindung weist der Schritt des Einbringens von punkt- und/oder linienhaften Beschädigungen das Einbringen von Schnitten auf.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Schritt des Einbringens von punkt- und/oder linienhaften Beschädigungen das Einbringen von zufällig verteilten punkt- und/oder linienhaften Beschädigungen des Substrates auf.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Substrat ein Kunststoffsubstrat.

Gemäß noch einer weiten Ausführungsform der Erfindung weist der Schritt des Aussetzens der Beschichtung auf dem Substrat gegenüber einem zweiten definierten Klima eine Einwirkzeit von mindestens circa 2 Stunden bis zu circa 28 Tagen auf.

10

In noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird der Schritt des Aussetzens gegenüber einem zweiten Klima – kurzzeitig - für eine visuelle Kontrolle unterbrochen, wobei abhängig von der visuellen Kontrolle der Schritt des Aussetzens gegenüber einem zweiten Klima fortgesetzt wird.

15

Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung beinhaltet der Schritt des Vermessens und Prüfens einen Vergleich der ersten Teilfläche vor und nach dem klimatischen Aussetzen des Substrates.

- 20 In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung beinhaltet der Schritt des Vermessens einen Vergleich der geschädigten Teilfläche vor und nach dem klimatischen Aussetzen des Substrates.

- 25 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Schritt des Vermessens und Prüfens (500) eine Durchlichtmessung auf.

Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Schritt des Vermessens und Prüfens eine Einschätzung der Stärke der Klimastrukturen auf.

Die Aufgabe wird ebenfalls gelöst durch eine Vorrichtung zur Durchführung eines der zuvor dargestellten Testverfahren.

- 5 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind insbesondere Gegenstand der abhängigen Ansprüche, der Beschreibung und der Figuren.

Nachfolgend wird die Erfindung näher unter Bezug auf die Figuren erläutert. In diesen zeigt:

- 10 Fig. 1 eine schematische Darstellung von unterschiedlichen Beschädigungen.
Fig. 2 einen Querschnitt eines Substrats während des Einbringens einer Beschädigung im Schnitt,
Fig. 3 einen Querschnitt des Substrats nach Fig. 2 nach der Einbringung einer Beschädigung, und
15 Fig. 4 ein schematisches Ablaufprogramm.

Ausführliche Beschreibung

Nachfolgend wird die Erfindung eingehender unter Bezugnahme auf die Figuren dargestellt.

- 20 Dabei ist anzumerken, dass unterschiedliche Aspekte beschrieben werden, die jeweils einzeln oder in Kombination zum Einsatz kommen können. D.h. jeglicher Aspekt kann mit unterschiedlichen Ausführungsformen der Erfindung verwendet werden soweit nicht explizit als reine Alternative dargestellt.

- 25 Weiterhin wird nachfolgend der Einfachheit halber in aller Regel immer nur auf eine Entität Bezug genommen werden. Soweit nicht explizit vermerkt, kann die Erfindung aber auch jeweils mehrere der betroffenen Entitäten aufweisen. Insofern ist die Verwendung der Wörter „ein“, „eine“ und „eines“ nur als Hinweis darauf zu verstehen, dass in einer einfachen Ausführungsform zumindest eine Entität verwendet wird.

30

Die Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt eines Substrats 1. Das Substrat kann z.B. einen mit einem Hartlack 3 versehenen Grundkörper 2 aufweisen. Der Grundkörper 2 kann aus Glas oder Kunststoff 2 hergestellt sein.

Auf dem Substrat 1 ist eine Beschichtung 4, z.B. eine Entspiegelungsbeschichtung angeordnet. Die Entspiegelungsbeschichtung als ein Beispiel einer Beschichtung 4 kann aus einer Schichtfolge bestehen.

5

Es sei angemerkt, dass beide Seiten des Substrates 1 mit einer jeweiligen Beschichtung versehen sein können, wobei die Beschichtungen unterschiedlichen Zwecken dienen können.

Ein solches optisch durchsichtiges Substrat 1 mit einer Beschichtung 4 wird in einem ersten Schritt 100 des Testverfahrens bereitgestellt. Dabei ist das Substrat 1 derart, dass es in Abhängigkeit einer Klimaeinwirkung sein Volumen ändern kann.

In einem weiteren Schritt des Testverfahrens werden Beschädigungen zumindest auf einer ersten Teilfläche der Beschichtung 4 in einen Schritt 200 eingebracht. Beispielhafte Beschädigungen sind in Figur 1 gezeigt. Diese können gezielt durch Ritzen mit einem geeigneten Werkzeug, wie in Figur 2 gezeigt eingebracht werden. Alternativ oder zusätzlich können unregelmäßige Beschädigungen eingebracht werden.

Die so vorgeschädigten Substrate 1 werden dann in einem weiteren Schritt 300 einem ersten definierten Klima ausgesetzt und anschließend in einem weiteren Schritt 400 einem zweiten definierten Klima ausgesetzt.

Zwischen den einzelnen Schritten kann eine optionale (visuelle) Kontrolle (VK) erfolgen. Wird dabei eine entsprechende Schädigung festgestellt, kann der Test vorzeitig abgebrochen werden. Andernfalls kann bis zum Erreichen einer maximalen Laufdauer eine Aussetzung gegenüber einem ersten Klima oder einem zweiten Klima (mit Unterbrechungen für eine weitere (visuelle) Kontrolle (VK)) fortgesetzt werden.

Dabei können durch die Wahl der Testparameter unterschiedliche Testprofile erzeugt werden.

30

In einem ersten beispielhaften Testverfahren wird die Beschichtung 4 auf dem Substrat 1 in einem ersten Schritt 300 gegenüber einem ersten definierten Klima ausgesetzt, wobei das erste Klima eine relative Luftfeuchte von mindestens 35% bei einer Temperatur von mindestens 30° C und bis zu 70° C aufweist, und wobei die Einwirkzeit mindestens 12 Stunden oder mehr beträgt. In einem zweiten Schritt 400 wird das so vorbehandelte Substrat 1 und die

35

Beschichtung 4 gegenüber einem zweiten definierten Klima ausgesetzt, wobei das zweite Klima eine relative Luftfeuchte von mindestens 35 % bei einer Temperatur von mindestens 30°C und bis zu 70° C aufweist.

- 5 Optional kann es vorgesehen sein, dass der Schritt 300 oder der Schritt 400 unterbleibt.

Weiterhin optional kann vorgesehen sein, dass die Beschichtung 4 auf dem Substrat 1 in einem ersten Schritt 300 gegenüber einem ersten definierten Klima ausgesetzt wird, wobei das erste Klima eine relative Luftfeuchte von 35 % bis 100 % bei einer Temperatur von 30° bis
10 zu 70° C aufweist, und wobei die Einwirkzeit circa 12 Stunden bis zu 28 Tagen beträgt. Die Einwirkzeiten können auch auf Schritt 300 und Schritt 400 verteilt sein, wobei die Klimabedingungen gleich oder unterschiedlich ausgestaltet sein können.

In einem zweiten beispielhaften Testverfahren wird die Beschichtung 4 auf dem Substrat 1 in
15 einem ersten Schritt 300 gegenüber einem ersten definierten Klima ausgesetzt, wobei das erste definierte Klima eine relative Luftfeuchte von weniger als circa 40 % bei einer Temperatur von bis zu 55° C aufweist, und wobei die Einwirkzeit in etwa ab 2 Stunden und häufig bis zu circa 6 Stunden beträgt, wobei die UV-Strahlung, Strahlung im Spektralbereich von 315 nm bis 380 nm bei bis zu 20 mW/cm² zur Verfügung stellt. In einem zweiten Schritt
20 400 wird das so vorbehandelte Substrat 1 und die Beschichtung 4 gegenüber einem definierten zweiten Klima und UV-Strahlung ausgesetzt, wobei das zweite Klima eine relative Luftfeuchte von weniger als circa 40 % bei einer Temperatur von bis zu 55° C aufweist, wobei die UV-Strahlung, Strahlung im Spektralbereich von 315 nm bis 380 nm bei mindestens 0,01 mW/cm² zur Verfügung stellt, und wobei die Einwirkzeit bis zu circa 28 Tage beträgt.

25 Optional kann es auch hier vorgesehen sein, dass Schritt der 300 oder der Schritt 400 unterbleibt.

Weiterhin optional kann es auch vorgesehen sein, dass die Beschichtung 4 auf dem Substrat
30 1 in einem ersten Schritt 300 gegenüber einem ersten definierten Klima ausgesetzt wird, wobei das erste definierte Klima eine relative Luftfeuchte von weniger als circa 40 % bei einer Temperatur von bis zu 55° C, bevorzugt weniger als 50° C, aufweist, und wobei die Einwirkzeit von 2 Stunden bis zu circa 28 Tagen beträgt, wobei die UV-Strahlung, UV-Strahlung im Spektralbereich von 315 nm bis 380 nm bei 0,01 mW/cm² bis zu 20 mW/cm² zur Verfügung

stellt. Die Einwirkzeiten können auch auf Schritt 300 und Schritt 400 verteilt sein, wobei die Klimabedingungen gleich oder unterschiedlich ausgestaltet sein können.

Die in den Testverfahren so prozessierten Substrate können bei Erreichen der maximalen Verweildauern und/oder bei Aussonderung/Testabbruch infolge einer (visuellen) Zwischenkontrolle anschließend in einem Schritt 500 vermessen und geprüft werden. Dabei können die durch die Klimabehandlung entstandenen Schäden bestimmt und vermessen werden.

Mit den vorbezeichneten Testverfahren ist es möglich Schädigungsverhalten realer Belastungen in kurzer Zeit nachzustellen, um so das Verhalten von Beschichtungen zu untersuchen. Somit können sowohl neue Beschichtungen und/oder Beschichtungsverfahren schnell getestet werden als auch eine Qualitätskontrolle zur Verfügung gestellt werden. Hierdurch können sowohl Kosten als auch Zeit gespart werden. Die vorbezeichneten Testverfahren eignen sich insbesondere bei Substraten aus Kunststoffen, die durch UV und/oder Temperatur altern und die durch eine Wasserstoff- bzw. Sauerstoffbarriere geschützt sind.

Im Unterschied zu bisherigen Testverfahren bilden sich bei den vorgestellten Testverfahren eher breite Strukturen aus. Diese weisen einen deutlichen Hof auf, der sich in aller Regel nahezu symmetrisch um eine Schadstelle herum ausbildet. Der Durchmesser des Hofes kann dabei circa ein oder mehrere mm betragen und unterscheidet sich dabei stark von bisherigen Testverfahren, bei denen die Breite der Beschädigung nach Klimaeinwirkung im Bereich von 50 µm und darunter liegen.

Wird UV-Licht verwendet, so können mittels einer relativ geringen Intensität in einem standardisierten Test unterschiedliche Substrate 1 oder (Antireflex-) Beschichtungen 4 getestet werden.

UV-Licht mit sehr geringer Intensität kann mit einer sogenannten Tageslichtlampe zur Verfügung gestellt werden. UV-Licht mit höherer Intensität kann mit kommerziellen Bewitterungsanlagen zur Verfügung gestellt werden.

In Bezug auf Temperaturen werden soweit wie möglich Raumtemperatur bzw. eher geringere Temperaturerhöhungen bevorzugt, da geringere Temperaturerhöhungen zu weniger

mechanischem Stress führen. Erhöhter mechanischer Stress z.B. durch eine unterschiedliche Ausdehnung von Substrat 1 und Beschichtung 4 kann zu einem veränderten Schädigungsmuster führen und das Ergebnis im schlimmsten Fall verfälschen.

- 5 In einer Ausführungsform der Erfindung weist der Schritt des Einbringens 200 von punkt- und/oder linienhaften Beschädigungen das Einbringen von Schnitten, z.B. parallelen Schnitten wie in Figur 1 gezeigt oder aber gekreuzten Schnitten auf.

- 10 Alternativ oder zusätzlich kann der Schritt des Einbringens 200 von punkt- und/oder linienhaften Beschädigungen das Einbringen von zufällig verteilten punkt- und/oder linienhaften Beschädigungen des Substrates aufweisen. Beispielsweise kann das Substrat mit Strahlkörpern, Sand oder dergleichen bestrahlt werden und/oder anderweitig bearbeitet oder mit Sand können unregelmäßige und/oder statistisch verteilte Beschädigungen eingebracht werden.

15

Somit lassen sich unterschiedliche Schadprofile ohne Weiteres nachstellen, die auch in Trageversuchen zum Vorschein kommen.

- 20 Ohne Beschränkung der Allgemeinheit können die Testverfahren bei unterschiedlichen Substraten 1 Anwendung finden. Insbesondere kann das Substrat 1 jedoch ein Kunststoffsubstrat sein.

- 25 In einer Ausführungsform der Erfindung weist der Schritt des Aussetzens 400 der Beschichtung 4 auf dem Substrat 1 gegenüber einem zweiten definierten Klima eine Einwirkzeit von bis zu 28 Tage auf.

In noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird der Schritt des Aussetzens 400 der Beschichtung 4 auf dem Substrat 1 gegenüber einem zweiten definierten Klima für eine (visuellen) Kontrolle VK kurzzeitig unterbrochen. Abhängig von der (visuellen) Kontrolle VK

wird der Schritt 400 entweder fortgesetzt oder aber der Test wird abgebrochen. Dabei kann wie in Figur 4 aufgezeigt zu Schritt 300 oder zu Schritt 400 zurückgekehrt werden.

5 Beispielsweise kann im Falle, dass die Beschädigungen durch Klimaeinwirkung so stark
zugenommen haben, dass sie visuell erfassbar sind, der Test in Bezug auf Schritt 300
und/oder Schritt 400 abgebrochen werden und das Substrat direkt dem Schritt 500 zugeführt
werden.

10 Ohne Beschränkung der Allgemeinheit kann der Schritt des Testens und Prüfens 500
unterschiedliche ausgestaltet sein. Beispielsweise können Höhenprofile ermittelt werden und
mit Referenzhöhenprofilen und/oder Höhenprofilen, welche vor einer Klimaeinwirkung ermittelt
wurden, verglichen werden. Weiterhin können Höhenprofile unterschiedlicher Teilbereiche des
Substrates 1 bzw. der Beschichtung 4 ermittelt werden. Beispielsweise kann ein Teilbereich,
15 der in Schritt 200 nicht beschädigt wurde, mit dem ersten Teilbereich verglichen werden, der
in Schritt 200 beschädigt wurde.

Insbesondere kann der Schritt des Vermessens und Prüfens 500 auch eine
Durchlichtmessung aufweisen.

20 Eine Durchlichtmessung kann z.B. die photographische Aufnahme einer Projektion durch das
Substrat beinhalten. Die so erhaltene Aufnahme kann in Bezug auf die erhaltenen
Klimastrukturen vermessen werden.

25 In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann eine automatisierte Vorrichtung zur
Verfügung gestellt werden, in der beschichtete Substrate 4 erhalten und gezielt geschädigt
werden. Die Vorrichtung kann weiterhin Mittel zum Transport aufweisen, um z.B. Substrate
aus einer Vorbehandlung gemäß Schritt 200 zu entnehmen und einem Klimaschrank für Schritt
300 und/oder Schritt 400 zuzuführen. Weiterhin kann die Vorrichtung Messgeräte zur
Ermittlung des geschädigten Oberflächenprofils und/oder Durchlichtmikroskope sowie
30 zugeordnete Datenverarbeitungseinrichtungen aufweisen.

Ansprüche

1. Testverfahren zur Bestimmung der Klimabeständigkeit einer Beschichtung (4) für ein Substrat (1), aufweisend die Schritte

- 5 a) Bereitstellen (100) eines optisch durchsichtigen Substrates mit einer Beschichtung auf zumindest einer der Oberflächen, wobei das Substrat in Abhängigkeit einer Klimaeinwirkung ihr Volumen ändert,
- b) Einbringen (200) von punkt- und/oder linienhaften Beschädigungen der Beschichtung auf zumindest einer ersten Teilfläche der Beschichtung
- 10 c) Aussetzen (300) der Beschichtung auf dem Substrat gegenüber einem ersten definierten Klima, wobei das erste Klima eine relative Luftfeuchte von mindestens 35 % bei einer Temperatur von mindestens 30° C und bis zu 70° C aufweist, und wobei die Einwirkzeit mindestens 12 Stunden beträgt,
- d) Aussetzen (400) der Beschichtung auf dem Substrat gegenüber einem zweiten definierten Klima, wobei das zweite Klima eine relative Luftfeuchte von mindestens 35 % bei einer Temperatur von mindestens 30° C und bis zu 70° C aufweist, und wobei die Einwirkzeit höchstens 28 Tage beträgt,
- 15 e) Vermessen und Prüfen (500) der durch die Aussetzung der Beschichtung entstanden Beschädigungen.

- 20 2. Testverfahren zur Bestimmung der Klimabeständigkeit einer Beschichtung (4) für ein Substrat (1), aufweisend die Schritte

- a) Bereitstellen (100) eines optischen Substrates mit einer Beschichtung auf zumindest einer der Oberflächen, wobei das Substrat in Abhängigkeit einer Klimaeinwirkung sein Volumen ändert,
- 25 b) Einbringen (200) von Punkt- und/oder Linienhaften Beschädigungen der Beschichtung auf zumindest einer ersten Teilfläche der Beschichtung
- c) Aussetzen (300) der Beschichtung auf dem Substrat gegenüber einem ersten definierten Klima, wobei das Klima eine relative Luftfeuchte von maximal 40 % bei einer Temperatur von bis zu 55° C aufweist, und wobei die Einwirkzeit mindestens 2 Stunden beträgt, wobei die UV-Strahlung, Strahlung im Spektralbereich von 315 nm bis 380 nm bei bis zu 20 mW/cm² zur Verfügung stellt
- 30 d) Aussetzen (400) der Beschichtung auf dem Substrat gegenüber einem definierten zweiten Klima und UV-Strahlung, wobei das zweite Klima eine relative Luftfeuchte von maximal 40 % bei einer Temperatur von bis zu 55° C aufweist, wobei die UV-
- 35

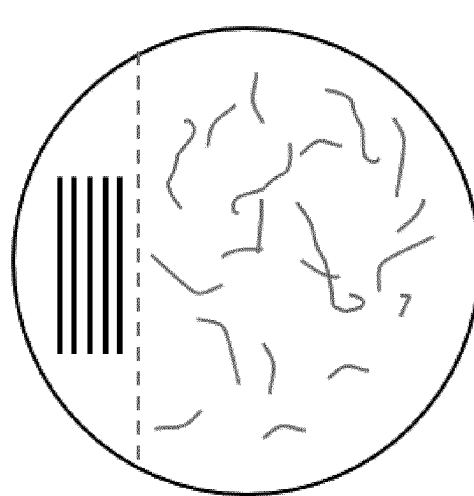
Strahlung, Strahlung im Spektralbereich von 315 nm bis 380 nm bei mehr als 0,01 mW/cm² zur Verfügung stellt, und wobei die Einwirkzeit maximal 28 Tage beträgt,
e) Vermessen und Prüfen (500) der durch die Aussetzung der Beschichtung entstanden Beschädigungen.

5

3. Testverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Einbringens (200) von Punkt- und/oder Linienhaften Beschädigungen das Einbringen von Schnitten aufweist.
4. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass
10 der Schritt des Einbringens (200) von punkt- und/oder linienhaften Beschädigungen das Einbringen von zufällig verteilten punkt- und/oder linienhaften Beschädigungen des Substrates aufweist.
5. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (1) ein Kunststoffsubstrat ist.
- 15 6. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Aussetzens (400) der Beschichtung auf dem Substrat gegenüber einem zweiten definierten Klima eine Einwirkzeit von bis zu 28 Tage aufweist.
7. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Schritt d) für eine visuelle Kontrolle unterbrochen wird, wobei abhängig von der visuellen
20 Kontrolle Schritt d) fortgesetzt wird.
8. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Vermessens und Prüfens (500) einen Vergleich der ersten Teilfläche vor und nach dem klimatischen Aussetzen des Substrates beinhaltet.
9. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
25 der Schritt des Vermessens einen Vergleich der geschädigten Teilfläche vor und nach dem klimatischen Aussetzen des Substrates beinhaltet
10. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Vermessens und Prüfens (500) eine Durchlichtmessung aufweist.
11. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
30 der Schritt des Vermessens und Prüfens (500) eine Einschätzung der Stärke der Klimastrukturen aufweist.
12. Vorrichtung zur Durchführung eines Testverfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Vorschädigung

(Gitter-) Schnitt
(tief)



schwache Kratzer,
statistisch verteilt

FIG. 1

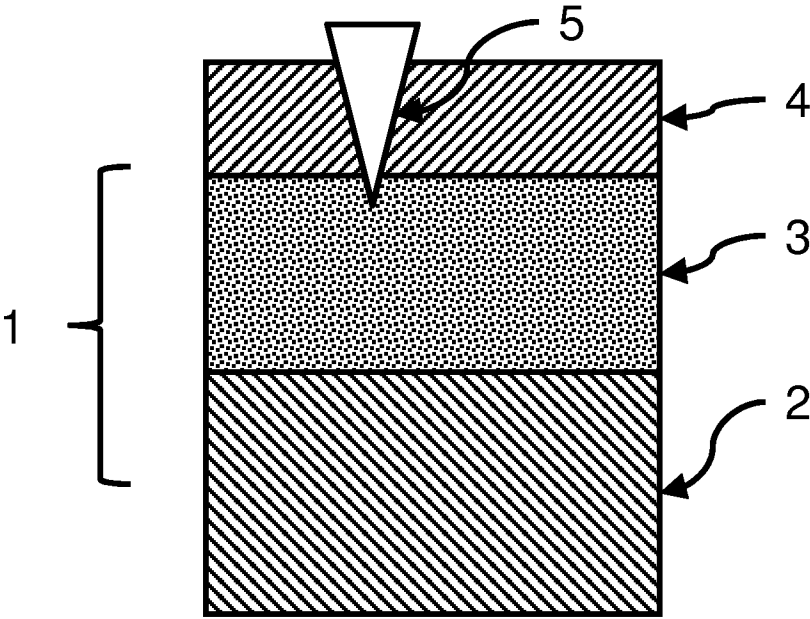


FIG. 2

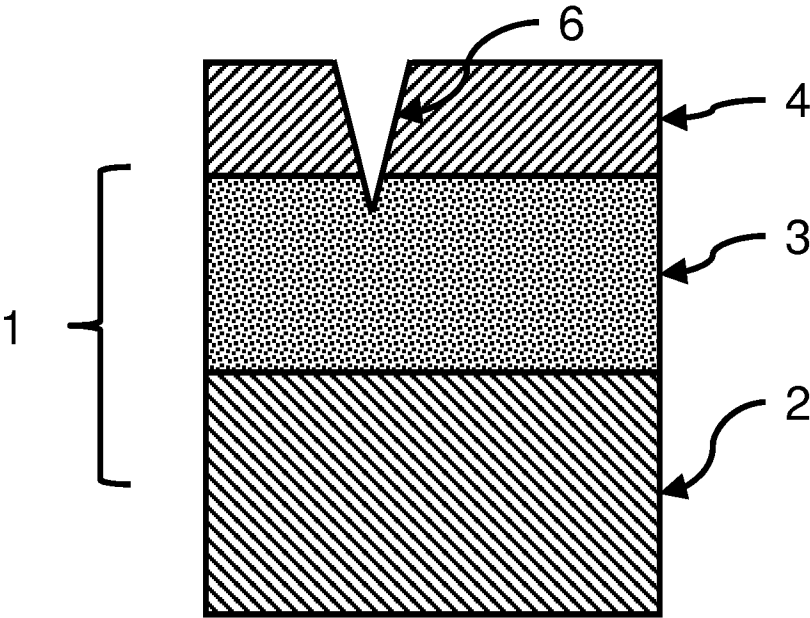


FIG. 3

3/3

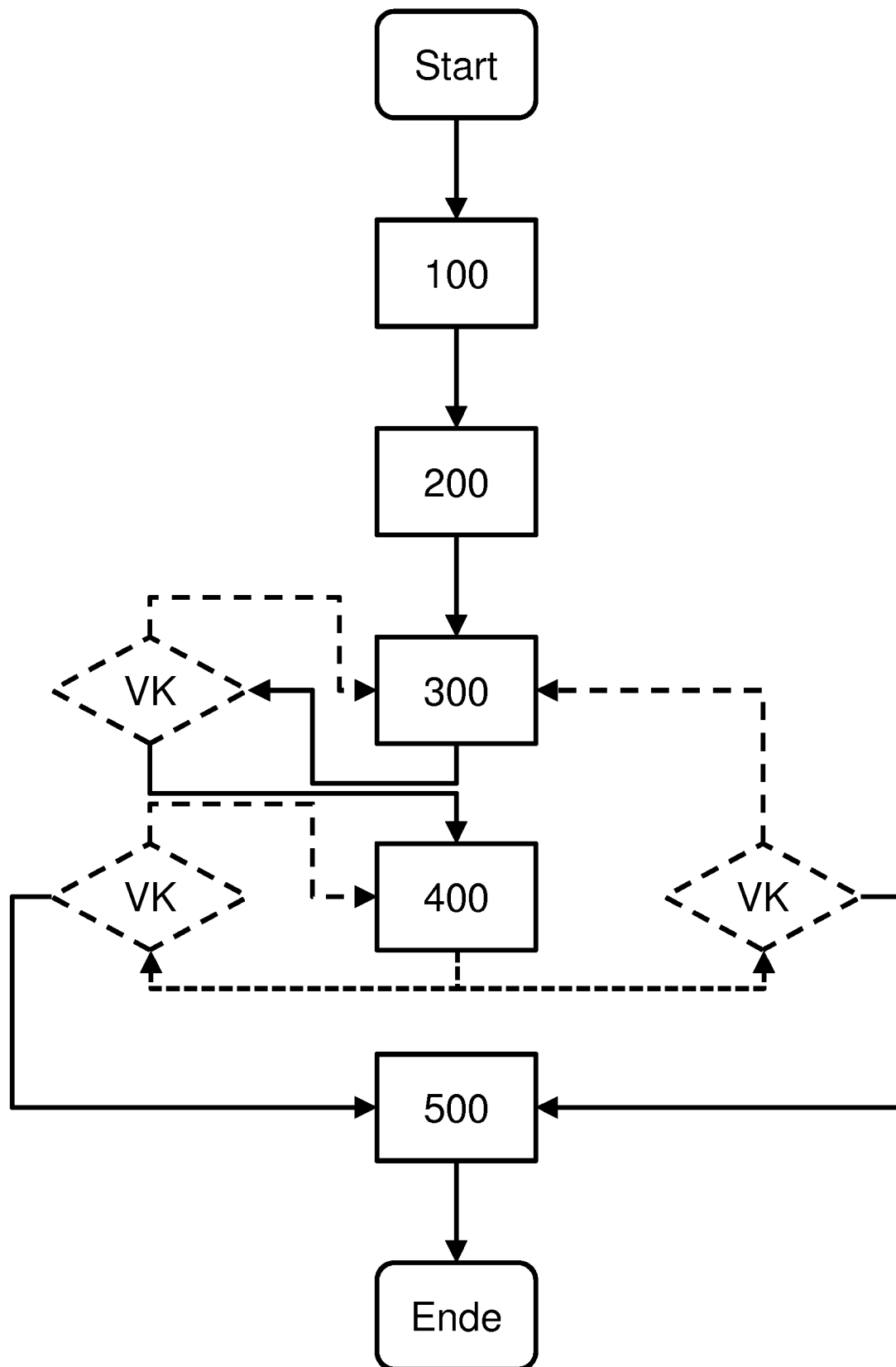


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/051815

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01N 21/958**(2006.01)i; **G01M 11/00**(2006.01)i; **G01N 17/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N; G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	"AUGENOPTIK - ROHKANTIGE FERTIGE BRILLEGLAESER - TEIL 4: ANFORDERUNGEN UND PRUEFVERFAHREN FUER REFLEXMINDERNE VERGUETUNGEN (ISO 8980-4:2006)" <i>DEUTSCHE NORMEN, DIN,</i> Vol. DIN EN 8980-4, 01 November 2006 (2006-11-01), complete page XP009074202 the whole document	1-7,10-12
A	US 2017176645 A1 (MAEDA AKIHIRO [JP]) 22 June 2017 (2017-06-22) paragraphs [0002], [0029]	1,2,5,12
A	ANONYMOUS. "DIN EN ISO 8980-3:2014-03 Augenoptik - Rohkantige fertige Brillengläser - Teil 3: Transmissionsanforderungen und Prüfverfahren" 01 March 2014 (2014-03-01), DIN EN ISO NORM, BEUTH, DE, Retrieved from the Internet: https://www.beuth.de/de/norm/din-en-iso-8980-3/187 615465 [retrieved on 2018-09-05] XP009507800 the whole document	1,2,5,12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 March 2019

Date of mailing of the international search report

26 March 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Prasse, Torsten

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/051815

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2017176645	A1	22 June 2017	EP	3136138	A1	01 March 2017
				JP	WO2015163466	A1	20 April 2017
				US	2017176645	A1	22 June 2017
				WO	2015163466	A1	29 October 2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01N21/958 G01M11/00 G01N17/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01N G01M		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	"AUGENOPTIK - ROHKANTIGE FERTIGE BRILLEGLAESER - TEIL 4: ANFORDERUNGEN UND PRUEFVERFAHREN FUER REFLEXMINDERNE VERGUETUNGEN (ISO 8980-4:2006)", DEUTSCHE NORMEN, DIN, Bd. DIN EN 8980-4, 1. November 2006 (2006-11-01), Seite complete, XP009074202, das ganze Dokument	1-7, 10-12
A	----- US 2017/176645 A1 (MAEDA AKIHIRO [JP]) 22. Juni 2017 (2017-06-22) Absätze [0002], [0029] ----- - / - -	1,2,5,12
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. März 2019		26/03/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Prasse, Torsten

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	ANONYMOUS: "DIN EN ISO 8980-3:2014-03 Augenoptik - Rohkantige fertige Brillengläser - Teil 3: Transmissionsanforderungen und Prüfverfahren", DIN EN ISO NORM, BEUTH, DE 1. März 2014 (2014-03-01), XP009507800, Gefunden im Internet: URL:https://www.beuth.de/de/norm/din-en-iso-8980-3/187615465 [gefunden am 2018-09-05] das ganze Dokument -----	1,2,5,12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/051815

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2017176645 A1	22-06-2017	EP 3136138 A1	01-03-2017
		JP W02015163466 A1	20-04-2017
		US 2017176645 A1	22-06-2017
		WO 2015163466 A1	29-10-2015
