

(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
14. September 2006 (14.09.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/094997 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C08F 220/18 (2006.01) C08F 2/46 (2006.01)
C08F 220/22 (2006.01) G02B 6/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/060563

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. März 2006 (08.03.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
05101887.7 10. März 2005 (10.03.2005) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): NANOGATE ADVANCE MATERIALS GMBH [DE/DE]; Gewerbepark Eschbergerweg, 66121 Saarbrücken (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KLENKE, Martin [DE/DE]; In der Mühldehl 16, 66440 Blieskastel (DE). BENTHIEN, Thomas [DE/DE]; Keltenweg 21, 66125 Saarbrücken (DE).

(74) Anwalt: JÖNSSON, Hans-Peter; von Kreisler Selting Werner, (224), Bahnhofsvorplatz 1, Deichmannhaus am Dom, 50667 Köln (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: MOULDING COMPOSITION FOR PRODUCING PRECISION OPTICS

(54) Bezeichnung: ABFORMZUSAMMENSETZUNG ZUR HERSTELLUNG VON PRÄZISIONSOPTIK

(57) Abstract: The invention relates to a moulding composition which is embodied as a moulding composition, a thus produced moulded body as a moulded body, and a method for producing said moulded body comprising a surface structure.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Abformzusammensetzung als Abformzusammensetzung, einen daraus hergestellten Formkörper als Formkörper und ein Verfahren zum Erzeugen dieses Formkörpers mit einer Oberflächenstruktur.



WO 2006/094997 A1

Abformzusammensetzung zur Herstellung von Präzisionsoptik

Die Erfindung betrifft eine Abformzusammensetzung, einen daraus hergestellten Formkörper und ein Verfahren zum Erzeugen dieses Formkörpers mit einer Oberflächenstruktur.

Bekannte Beleuchtungseinrichtungen für Displays beispielsweise von mobilen Anwendungen weisen eine Lichtquelle auf, bei der es sich beispielsweise um eine röhrenförmige Lichtquelle (CCFL) handelt. Das von der Lichtquelle abgegebene Licht wird an einer Stirnseite eines im Querschnitt keilförmigen oder quaderförmigen Formkörpers in diesen eingekoppelt. Insbesondere auf Grund der keilförmigen Ausgestaltung des Formkörpers erfolgt eine Totalreflektion der Lichtstrahlen an der Phasengrenze und durch entsprechende Streuzentren ein Austreten der Lichtstrahlen an der Oberfläche des keilförmigen Formkörpers. Die Oberfläche des keilförmigen Formkörpers ist hierbei dem zu durchleuchtenden Display gegenüberliegend angeordnet. Die Oberfläche des Formkörpers ist derart strukturiert, dass durch Refraktion das Licht aus dem Lichtleiter austritt. Das so gebrochene Licht wird durch mehrere Folien, die zwischen dem Formkörper und dem Display angeordnet sind, kollimiert und derart gelenkt, dass ein im Wesentlichen weißes Licht zu dem Display gelangt. Der Aufbau derartiger Beleuchtungseinrichtungen ist kompliziert, zumal mehrere Folien beispielsweise in einen Rahmen oder dergleichen eingelegt werden müssen und sichergestellt werden muss, dass ein Verrutschen

oder dergleichen der Folien vermieden ist. Auf Grund des komplizierten Aufbaus sind die Herstellungskosten hoch. Ferner besteht die Gefahr von Funktionsstörungen.

Zusammensetzung, die verschiedene Acrylate enthalten sind bekannt.

EP 0478 261 A2 beschreibt definierte Zusammensetzungen enthaltend bis zu 45 Gew.% eines teilfluorierten Acrylats.

US 4,511,209 A beschreibt Zusammensetzungen, die entweder mehr als 9 Gew.% Photoinitiator oder weniger als 50 Gew.% teilfluoriertes Acrylat enthalten.

WO 92/21492 A1 beschreibt Zusammensetzungen, die mehr als 5 Gew.% Photoinitiator enthalten.

EP 0 536 743 A1 beschreibt Zusammensetzungen, die weniger als 50 Gew.% teilfluoriertes Acrylat oder weniger als 24,9 Gew.% nichtfluoriertes Acrylat enthalten.

EP 0 333 464 A1 beschreibt Zusammensetzungen, die spacerfreie perfluorierte Acrylate enthalten.

EP 0196212 A2 beschreibt ebenfalls Zusammensetzungen mit spacerfreien perfluorierten Acrylaten.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Abformzusammensetzung sowie ein Verfahren zum Erzeugen einer Oberflächenstruktur eines Formkörpers

zu schaffen, mit der beziehungsweise mit dem eine zuverlässige und kostengünstige Herstellung ohne zusätzlich notwendige Folien möglich ist.

In einer ersten Ausführungsform wird die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe gelöst durch eine lösungsmittelfreie Abformzusammensetzung, enthaltend

- a) 50 bis 65 Gew.% wenigstens eines 1H, 1H, 2H, 2H-Perfluoroalkylacrylats mit einer Kettenlänge des Alkylrestes von 6 bis 12 C-Atomen,
- b) 24,9 bis 45 Gew.% wenigstens eines nichtfluorierten Acrylats und
- c) 0,1 bis 5 Gew.% wenigstens eines Photoinitiators.

Erfindungsgemäß wird bei der Erzeugung einer Oberflächenstruktur eines Formkörpers die Abformzusammensetzung auf eine Negativ-Gussform und/oder ein Formkörper aufgebracht. Hierbei weist die Negativ-Gussform vorzugsweise die auf Der Formkörper als Substrat zu übertragende Oberflächenstruktur als Negativform auf. Die Übertragung der Oberflächenstruktur erfolgt mit Hilfe der aushärtbaren Abformzusammensetzung, das sich nach dem Aushärten mit der Oberfläche des Formkörpers verbindet. Hierbei handelt es sich bei dem Formkörper um ein vorzugsweise aus einem transparenten Material, insbesondere transparentem Kunststoff hergestelltes Substrat. Die transparenten Kunststoffe umfassen vorzugsweise solche aus der Gruppe Methacrylat Polymere (beispielsweise PMMA), Polycarbonate,

cyclische Olefinpolymere, Styrolpolymere, Polyacrylate, Polyethersulfone und/oder Polyimide. Der Formkörper kann auch aus Glas bestehen.

Perfluorierte Acrylate im Sinne der vorliegenden Erfindung umfassen vorzugsweise lineare, verzweigte und/oder cyclische Alkylacrylate oder Mischungen dieser Acrylate, bei denen insbesondere die an die Acrylatfunktion angrenzenden beiden Kohlenstoffatome (Spacer) nicht fluoriert sind und bei denen die Reste der Alkylketten vorzugsweise zwischen 6 und 12 Kohlenstoffatome aufweisen. Das perfluorierte Acrylat ist ein Perfluoroalkylethylacrylat (beispielsweise Fluowet® AC 600 der Firma Clariant), wobei die Ethylgruppe nicht fluoriert ist und der perfluorierte Alkylrest 4 bis 10 Kohlenstoffatome aufweist. Sind die Alkylketten länger, so ist die Entformbarkeit unter Umständen nicht mehr gegeben oder es bilden sich gegebenenfalls zwei Phasen der perfluorierten und der nichtfluorierten Acrylatmonomere aus. Kommt es zur Ausbildung von zwei oder mehr Phasen in der Zusammensetzung der Monomere, so kann dies zu einer höheren Lichtstreuung (Haze) in der ausgehärteten Schicht führen. Sind die Alkylketten jedoch kürzer, so kann die resultierende Abformzusammensetzung zu niederviskos sein.

Die Molmasse der perfluorierten Acrylatmonomere liegt daher vorzugsweise in einem Bereich von 350 bis 500 g/mol. Liegt die Molmasse oberhalb dieses Bereiches, so kann die resultierende Abformzusammensetzung leicht eine zu hohe Viskosität erhalten, wodurch es zu einer verstärkten Bildung von Fehlbildungen und Artefakten der Oberflächenelemente kommen kann. Liegt die Molmasse unterhalb dieses Bereiches, so kann die resultierende

Abformzusammensetzung leicht eine zu niedrige Viskosität erhalten, wodurch es zu einer zu geringen Schichtdicke der Schicht als Teil des erfindungsgemäßen Formkörpers kommen kann.

Vorteilhafterweise liegt der Schmelzpunkt der erfindungsgemäßen perfluorierten Acrylatmonomere in einem Bereich von 15 bis 40 °C. Dadurch dass die Abformzusammensetzung vorzugsweise bei Raumtemperatur eingesetzt wird, kann durch die Wahl des Schmelzpunktes der perfluorierten Acrylatmonomere im bevorzugten Bereich nahe der Raumtemperatur zusätzlich die Viskosität der Abformzusammensetzung gesteuert werden.

Nichtfluorierte Acrylate im Sinne der Erfindung sind vorzugsweise lineare, verzweigte und/oder cyclische Alkylacrylate oder Mischungen dieser Acrylate. Besonders bevorzugt werden Monomere mit zwei oder mehr Acrylatfunktionen und/oder zwei oder mehr Alkoholgruppen und/oder mindestens einer Etherbrücke (beispielsweise Dipropylenglykoldiacrylat, Diethylenglykol-diacrylat, 1,6-Hexandiol-diacrylat, Tetraethylenglykoldiakrylat, Triethylenglykol-diacrylat, Tripropylendiacrylat, alkoxyliertes Hexandiol-diacrylat, oder Esterdiol-diacrylat oder Mischungen dieser Monomere), da diese Monomere dank ihrer mehrfachen Funktionalität in besonders stabilen und optisch einwandfreien Schichten als Teil des erfindungsgemäßen Formkörpers resultieren. Vorteilhafterweise weisen die Alkylketten zwischen 6 und 12 Kohlenstoffatome auf. Sind die Alkylketten länger, so bilden sich leicht zwei Phasen der teilfluorierten und der nichtfluorierten Acrylatmonomere aus. Sind die Alkylketten jedoch kürzer, so kann die resultierende Abformzusammensetzung zu niederviskos sein.

Die Molmasse der erfindungsgemäßen nichtfluorierten Acrylatmonomere liegt vorzugsweise in einem Bereich von 150 bis 340 g/mol. Liegt die Molmasse der perfluorierten Acrylatmonomere oberhalb dieses Bereiches, so kann die resultierende Abformzusammensetzung leicht eine zu hohe Viskosität erhalten, wodurch es zu einer verstärkten Bildung von Fehlbildungen und Artefakten der Oberflächenelemente kommen kann. Liegt die Molmasse unterhalb dieses Bereiches, so kann die resultierende Abformzusammensetzung leicht eine zu niedrige Viskosität erhalten, wodurch es zu einer zu geringen Schichtdicke der Schicht als Teil des erfindungsgemäßen Formkörpers kommen kann.

Photoinitiatoren im Sinne der Erfindung sind vorzugsweise Phenylketonderivate (beispielsweise Irgacure[®] 184 und/oder Irgacure[®] 819 der Firma Ciba Spezialitätenchemie Lampersheim GmbH), da diese besonders geringen negativen Einfluss auf die optischen Eigenschaften des resultierenden erfindungsgemäßen Formkörpers haben.

Vorzugsweise enthält die Abformzusammensetzung 55 bis 60 Gew.% eines perfluorierten Acrylats oder einer Mischung aus verschiedenen perfluorierten Acrylaten, da sich bei einem zu hohen wie bei einem zu geringen Gehalt des perfluorierten Acrylats leicht Phasentrennungen der teilfluorierten und der nichtfluorierten Acrylatmonomere ausbilden können.

Die Abformzusammensetzung enthält vorteilhafterweise 34,9 bis 45 Gew.% eines nichtfluorierten Acrylats oder einer Mischung aus verschiedenen nichtfluorierten Acrylaten. Bei geringerem Gehalt an nichtfluorierten Acrylaten wurde eine verstärkte Bildung von zweiphasigen Abformzusammensetzungssystemen beobachtet. Durch

die Ausbildung von Phasentrennungen in der Zusammensetzung der Monomere kommt es zu einer höheren Lichtstreuung (Haze) in der ausgehärteten Schicht. Bei einem höheren Anteil an nichtfluorierten Acrylaten kam es zu einer stärkeren Haftung der ausgehärteten Abformzusammensetzung mit der Negativ-Gussform und dadurch zu Problemen bei der Entformung.

Vorteilhafterweise enthält die Abformzusammensetzung 1 bis 2 Gew.% eines Photoinitiators oder einer Mischung verschiedener Photoinitiatoren. Hierdurch wird eine besonders gute Vernetzung der Monomere und damit eine bessere optische Qualität und mechanische Belastbarkeit bewirkt.

Vorzugsweise weist die Abformzusammensetzung eine Viskosität von 2 bis 30 mPas (cP) bei Raumtemperatur auf. Hierdurch kann die Oberflächenstruktur der Negativ-Gussform beziehungsweise der Negativ-Gussform besonders exakt abgebildet werden. Die Viskosität kann bei 25 °C mit einem Brookfield Viskosimeter bei einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 900 U/min und einer CAP-1 Spindel und einem Probenvolumen von 67 µl gemessen werden.

Vorzugsweise ist die Abformzusammensetzung einphasig und/oder homogen und weist vorteilhafterweise eine Dichte in einem Bereich von 1 bis 1,5 g/ml auf. Dadurch weist die Abformzusammensetzung eine höhere Dichte als übliche organische Zusammensetzungen und Flüssigkeiten auf und kann etwaig vorhandene organische Flüssigkeiten aus der Negativ-Gussform verdrängen. So können wiederum Fehlausbildungen der gehärteten Schicht mit den Oberflächenelementen vermieden werden.

Die Abformzusammensetzung ist vorzugsweise frei von Lösungsmitteln, da dies nicht nur zu einem umweltfreundlicheren Herstellungsverfahren führt, sondern auch das bei der Aushärtung möglicherweise entweichende Lösungsmittel zu Defekten in der Oberflächenstruktur des erfindungsgemäßen Formkörpers führen kann.

In einer zweiten Ausführungsform wird die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe durch einen transparenten Formkörper gelöst, der ein flächiges Substrat und eine auf einer Hauptfläche des Substrates befindliche Schicht einer Schichtdicke in einem Bereich von 3 bis 300 μm aus einer polymerisierten Abformzusammensetzung, enthaltend

- a) 50 bis 65 Gew.% wenigstens eines perfluorierten Acrylats wie oben definiert
- b) 24,9 bis 45 Gew.% wenigstens eines nichtfluorierten Acrylats und
- c) 0,1 bis 5 Gew.% wenigstens eines Photoinitiators,

umfasst, wobei die Schicht auf der dem Substrat abgewandten Oberfläche eine Oberflächenstruktur mit diffraktiven Oberflächenelementen einer maximalen Strukturgröße von Fehlausbildungen dieser Oberflächenelemente von bis zu 100 nm, insbesondere von bis zu 50 nm aufweist.

Fehlausbildungen im Sinne der Erfindung sind alle diejenigen Strukturen auf der Oberfläche der Schicht des erfindungsgemäßen Formkörpers,

die unbeabsichtigt sind. Dies sind beispielsweise Ausbrüche, Abformungsfehler und ähnliche Defekte. Weisen beispielsweise die diffraktiven Oberflächenelemente des erfindungsgemäßen Formkörpers eine Größe von 0,04 bis 10.000 μm^2 und einen Abstand untereinander von 1 bis 100 μm auf, so weisen erfindungsgemäß diese Oberflächenelemente vorzugsweise an ihren Außenflächen keine zusätzlichen Strukturen auf, die unbeabsichtigt sind und eine Strukturgröße von mehr als 100 nm besitzen. Das maximale Volumen dieser Fehlausbildungen beträgt vorzugsweise 1.000.000 nm^3 , insbesondere 125.000 nm^3 .

Vorteilhafterweise beträgt die Schichtdicke der erfindungsgemäßen Schicht auf dem Substrat, die zusammen den erfindungsgemäßen Formkörper ergeben, 5 bis 50 μm , insbesondere 10 bis 30 μm . Liegt die Schichtdicke unterhalb von 5 μm , so kann die Gestaltungsfreiheit bezüglich der diffraktiven Oberflächenelemente zu sehr eingeschränkt sein. Liegt die Schichtdicke jedoch oberhalb von 50 μm , so kann es zu unerwünschten Einbußen bezüglich der optischen Qualität des erfindungsgemäßen Formkörpers kommen.

Das Substrat besteht vorzugsweise aus Glas, einem Methacrylat Polymer (beispielsweise PMMA), Polycarbonat, einem cyclischen Olefinpolymer, Styrolpolymer, Polyacrylat, Polyethersulfon und/oder Polyimid, insbesondere aus PMMA. Diese Materialien verbinden besonders gute optische Eigenschaften mit einer hohen Kompatibilität mit der erfindungsgemäßen Abformzusammensetzung.

"Transparent" im Sinne der Erfindung ist der Formkörper, wenn die maximale Lichtstreuung (Haze) gemessen nach ASTM D 1003 der

Schicht ohne Berücksichtigung der diffraktiven Oberflächenelemente bei einer Schichtdicke von 10 nm bis zu 10 μ m, vorzugsweise bis zu 5 μ m beträgt. Hierdurch kann eine besonders hohe Lichtausbeute für die gewollte Abstrahlrichtung erhalten werden und es entsteht weniger Streuverlust in die ungewollten Abstrahlrichtungen.

Die Farbe des erfindungsgemäßen Formkörpers liegt vorzugsweise in einem nach dem CIE Lab System definierten Farbraum in einem Bereich $a < 0,5$ und/oder $b < 0,5$ und/oder $L > 80\%$. Damit kann ein besonders farbneutraler Formkörper erhalten werden, der beispielsweise als Backlight in Mobiltelefonen Einsatz finden kann.

Dieser Farbraum entspricht im Wesentlichen einem Bereich $0,0 < x < 0,4$ und $0,3 < y < 0,4$ im CIE 1931 Farbmodell.

In einer dritten Ausführungsform wird die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe gelöst durch ein im wesentlichen druckloses Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Formkörpers umfassend folgende Schritte:

- a) Bereitstellen einer Negativ-Gussform mit Ausformungen von Oberflächenelementen,
- b) Einbringen der Abformzusammensetzung, enthaltend
 - i) 50 bis 65 Gew.% wenigstens eines perfluorierten Acrylats wie oben definiert
 - ii) 24,9 bis 45 Gew.% wenigstens eines nichtfluorierten Acrylats und

iii) 0,1 bis 5 Gew.% wenigstens eines Photoinitiators,

in die Negativ-Gussform in einer Menge, die die Ausformungen der Oberflächenelemente übersteigt,

c) Aufbringen eines Substrates auf die freiliegende Oberfläche der Abformzusammensetzung,

d) Polymerisieren der Abformzusammensetzung unter Verbinden der Schicht der Abformzusammensetzung mit dem Substrat zur Herstellung des Formkörpers, und

e) Entnehmen des fertigen Formkörpers aus der Negativ-Gussform.

Dabei berührt das Substrat nicht die Oberfläche der Negativform, sondern schwimmt praktisch auf einer freiliegenden Oberfläche der Abformzusammensetzung.

Nach dem sandwichartigen Aufeinanderlegen des Substrates und der Negativ-Gussform mit der Abformzusammensetzung als Zwischenschicht erfolgt das Aushärten der Abformzusammensetzung. Dies erfolgt beispielsweise unter Temperatur- und/ oder Strahlungseinwirkung, wobei insbesondere das Verwenden von UV-Strahlung bevorzugt ist, da die Abformzusammensetzung so besonders schnell gehärtet werden kann. Bei der Abformzusammensetzung ist eine Aushärtezeit von weniger als 3 Sekunden, insbesondere von ca. 1 Sekunde ausreichend, da hierdurch die Prozessdauer und somit die Kosten für das Herstellungsverfahren reduziert werden können. Anschließend werden der Formkörper und die Negativ-Gussform von einander getrennt. Da die Negativ-Gussform vorzugsweise eine Oberfläche aufweist, die sich mit der Abformzusammensetzung nicht verbindet bzw. die Haftkraft zwischen der Oberfläche der Negativ-

Gussform und der Abformzusammensetzung geringer ist, als die Haftkraft zwischen der Abformzusammensetzung und dem Formkörper, ist vorzugsweise ein Arbeiten ohne Lösungsmittel zur Trennung des Formkörpers von der Negativ-Gussform möglich. Dies hat den Vorteil, dass die sehr feinen Oberflächenstrukturen der Negativ-Gussform nicht durch Lösungsmittel oder dergleichen zugesetzt werden und somit die Genauigkeit der Verformung der Oberflächenstruktur beeinträchtigt würde.

Drucklos im Sinne der Erfindung heißt, dass auf die Abformzusammensetzung in den Schritten c) und d) kein Druck ausgeübt wird, der über denjenigen Druck hinausgeht, der durch Luftdruck, die Schwerkraft, das darüber befindliche Substrat und das leichte Andrücken des Substrats an die Negativ-Gussform hervorgerufen wird. Dieses leichte Andrücken ist so zu verstehen als ein Druck, der notwendig ist, um einen Schaumstoff mit einer Eindruckhärte zwischen 50 und 200 N nach DIN 53576-B um 3 mm einzudrücken.

Auf Grund der sehr feinen Oberflächenstruktur der Negativ-Gussform ist es erfindungsgemäß von besonderer Bedeutung, dass die Schicht der Abformzusammensetzung zwischen der Negativ-Gussform und dem Substrat sehr gleichmäßig ist und insbesondere keine Verunreinigungen, wie Lufteinschlüsse und dergleichen, aufweist. Um dies zu erreichen, wird das Substrat oder die Negativ-Gussform zuerst an einer Seite angeedrückt. Dies führt dazu, dass die Negativ-Gussform und das Substrat ausgehend von dieser ersten Seite zu Beginn des Andrückvorgangs einen sich erweiternden Spalt aufweisen. Anschließend wird nun die Andrückfläche ausgehend von der ersten Seite in Richtung der zweiten Seite vergrößert. Der Spalt wird somit

geschlossen, wobei gegebenenfalls bestehende Luftblasen aus dem Spalt herausgedrückt werden. Auf Grund der in dem Spalt auftretenden Kapillarkräfte ist ein gleichmäßiges Verteilen der Abformzusammensetzung über die gesamte gewünschte Fläche, insbesondere die gesamte an der Negativ-Gussform anliegende Seite des Substrats, gewährleistet.

Bei der Negativ-Gussform handelt es sich vorzugsweise um einen so genannten Shim. Hiermit wird eine Negativ-Gussform bezeichnet, die besonders für feine Abformvorgänge im Bereich der Optik geeignet ist. Um das Verwenden von Trennmitteln vermeiden zu können, weist der Shim vorzugsweise eine Nickeloberfläche auf oder besteht vollständig aus Nickel. Hierdurch wird eine besonders leichte Entformung gewährleistet. Das Nickel-Plättchen ist vorzugsweise sehr dünn ausgebildet und weist beispielsweise eine Dicke von etwa 0,1 – 1 mm auf. Dadurch kann das Plättchen mit besonders geringer Kraft elastisch verformt werden, um die Entformung zu bewerkstelligen. Zur Erzeugung der sehr kleinen Oberflächenstruktur in der Nickelschicht erfolgt vorzugsweise ein galvanisches Abformen des Nickel-Shims. Die Oberflächenstruktur ist vorzugsweise durch lithographische Verfahren in den Nickel-Shim eingebracht. Damit kann bei der Herstellung der Negativ-Gussform auf etablierte Verfahren zurückgegriffen werden. Vorzugsweise ist der Nickel-Shim zur Versteifung mit einem Versteifungskörper, wie beispielsweise einer Glasfaserplatte, verbunden, insbesondere verklebt, damit die Verformung beim Entformen auch tatsächlich elastisch ist und das Plättchen als solches nicht mit der Zeit dauerhaft verformt wird.

Vorzugsweise erfolgt zum gleichmäßigen Aufbringen bzw. Verteilen der Abformzusammensetzung als Abformzusammensetzung zwischen dem Formkörper und der Negativ-Gussform ein kontinuierliches Vergrößern der Andrückfläche. Hierbei ist insbesondere sichergestellt, dass angedrückte Bereiche nicht mehr voneinander getrennt werden, um ein Erzeugen von Einschlüssen zu vermeiden. Vorzugsweise schließt der Formkörper während des Andrückvorgangs mit der Negativ-Gussform einen Öffnungswinkel ein, der vorzugsweise $< 3^\circ$ und besonders bevorzugt $< 2^\circ$ ist, wodurch eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Abformzusammensetzung erreicht werden kann. Das Aufbringen der Abformzusammensetzung auf die Negativ-Gussform und/ oder den Formkörper erfolgt vorzugsweise durch Auftropfen, da hierbei gleichzeitig gut dosiert werden kann und die Abformzusammensetzung auf der Negativ-Gussform besonders gut spreitet. Hierbei wird vorzugsweise mit Hilfe einer Dispensiereinrichtung ein exaktes Abformzusammensetzungsvolumen aufgebracht, damit die Reproduzierbarkeit des erfindungsgemäßen Formkörpers leichter erreicht werden kann. Bei einer Oberfläche von $0,0016 \text{ m}^2$ wird vorzugsweise ein Abformzusammensetzungsvolumen von $80 \mu\text{l} \pm 2 \mu\text{l}$ aufgebracht, da hierdurch die Negativ-Gussform besonders exakt für die beschriebenen Dimensionen mit Abformzusammensetzung ausgefüllt wird. Je m^2 erfolgt somit aus den vorgenannten Gründen ein Aufbringen des Abformzusammensetzungsvolumens von vorzugsweise 50 ml. Um sicherzustellen, dass die mit einer Struktur zu versehenen Oberfläche des Formkörpers im gesamten Bereich mit Abformzusammensetzung benetzt wird, erfolgt das Zuführen der Abformzusammensetzung vorzugsweise mit einer adäquaten Überschussmenge.

Um ein sicheres Verbinden der Abformzusammensetzung mit dem Formkörper zu gewährleisten, wird die mit der Abformzusammensetzung in Kontakt zu bringende Oberfläche des Substrats vorzugsweise vorbehandelt, um eine besonders gute Haftung der Schicht aus gehärteter Abformzusammensetzung und dem Substrat zu erzielen. Besonders bevorzugt ist es, eine Vorbehandlung mit UV-Strahlung vorzunehmen, da hierdurch möglicherweise radikalische Reaktionszentren auf der Oberfläche des Substrates entstehen und die Vernetzung der Abformzusammensetzung möglicherweise an der Oberfläche des Substrates bereits beim Aufbringen der Abformzusammensetzung beginnt. Hierbei ist bei einer Verwendung von PMMA als Substrat und der vorstehend beschriebenen Abformzusammensetzung eine Vorbehandlung von wenigen Sekunden, insbesondere weniger als 2 Sekunden ausreichend. Besonders bevorzugt ist es, bei einem durch UV-Strahlung unterstützten Aushärten eine gemeinsame Vorrichtung vorzusehen, die sowohl zur Vorbehandlung als auch zur Aushärtung dient. Hierbei ist es möglich, ein noch zu beschichtendes Substrat vorzubehandeln, während ein anderes, bereits mit Abformzusammensetzung versehenes Substrat der Härtung der Abformzusammensetzung zugeführt wird.

Besonders bevorzugt ist es, während des Aufbringens der Abformzusammensetzung und/ oder des Andrückens des Substrates und/ oder des Aushärtens der Abformzusammensetzung eine Schutzgasatmosphäre, insbesondere einer Atmosphäre von Argon, Stickstoff und/oder Kohlenstoffdioxid vorzusehen, da hierdurch die Aushärtung möglichst frei von äußeren Einflüssen wie dem Ozongehalt (Quelle von Radikalen) der Umgebungsluft besser kontrolliert werden kann. Hierdurch wird insbesondere die vorzeitige Bildung von Radikalen

oder anderen Beeinträchtigungen der Abformzusammensetzung durch die Luft vermieden.

Vorzugsweise erfolgt das Trennen des Formkörpers von der Negativ-Gussform durch elastisches Verformen des Formkörpers und/ oder der Negativ-Gussform, da die Negativ-Gussform so wiederverwendbar ist. Vorzugsweise wird nur die Negativ-Gussform elastisch verformt, um ein Beschädigen der auf den Formkörper aufgetragenen Oberflächenstruktur zu vermeiden. Da erfindungsgemäß die Negativ-Gussform vorzugsweise eine Nickel-Oberfläche aufweist und die ausgehärtete Abformzusammensetzung an der Oberfläche des Substrats besser haftet als an der Nickel-Oberfläche, ist ein Vorsehen von Trennmitteln nicht nötig. Vorzugsweise wird also bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kein Trennmittel eingesetzt. Ferner ist es bei dieser bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens nicht erforderlich, die Negativ-Gussform zu reinigen, da keine ausgehärteten Abformzusammensetzungsrückstände auf der Negativ-Gussform verbleiben. Die Negativ-Gussform weist somit eine Selbstreinigungsfunktion auf.

Vorteilhafterweise wird das Verfahren bei Raumtemperatur durchgeführt. Hierdurch kommt es zu einer erheblichen Vereinfachung der Prozessführung im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren.

Die in die Negativ-Gussform eingebrachte Menge der Abformzusammensetzung in Schritt b) liegt vorteilhafterweise in einem Bereich von 60 bis 100 μl . Besonders bevorzugt ist es, wenn genau soviel Abformzusammensetzung eingebracht wird, dass sich im gesamten Randbereich des Substrats ein Meniskus der Abformzusammensetzung

ausbildet. Dies hat den Vorteil, dass nicht mehr Abformzusammensetzung als notwendig eingesetzt wird und andererseits die Schicht der Abformzusammensetzung zwischen dem Substrat und der Negativ-Gussform eine geschlossene Schicht ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise in einer staubgeschützten Umgebung durchgeführt, damit eine einwandfreie optische Qualität der erfindungsgemäßen Formkörper mit der Beschichtung erzielt werden kann.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Abformzusammensetzung erst durch das aufbringen des Substrats auf der Negativ-Gussform verteilt wird. Dadurch kann Luftblasenbildung und somit Fehlausbildung der gehärteten Schicht vermieden werden.

Ausführungsbeispiel:

11 g 1H,1H,2H,2H-Perfluorooctylacrylat wurden mit 8 g Dipropylenglykol-diacrylat, 0,1 g Irgacure[®] 819 und 0,2 g Irgacure[®] 184 der Firma Ciba Spezialitätenchemie Lampersheim GmbH vermischt. 60 µl dieser Mischung wurde auf eine 2 x 2 cm große Nickelplatte aufgebracht, auf deren Oberfläche eine Negativform eines Formkörpers mit Streuzentren ausgebildet ist. Anschließend wurde ein 1 mm dickes und 1 x 1 cm großes Plättchen aus PMMA auf Oberfläche der Mischung auf der Nickelplatte aufgebracht. Daraufhin wurde der so erhaltene Sandwich auf der Nickelplatte mit dem dazwischen befindlichen Gemisch für 2 Sekunden UV-Strahlung einer handelsüblichen UV-Quecksilberlampe ausgesetzt. Anschließend wurde das Substrat mit der damit verbundenen gehärteten Abformzusammensetzung von der Negativ-Gussform entnommen. Das Herstellungsverfahren gleicht im Wesentlichen dem Herstellungsverfahren von Lichtleitelementen, welches in der Europäischen Patentanmeldung 05003358.8 beschrieben ist, auf die vollumfänglich Bezug genommen wird.

Patentansprüche

1. Lösungsmittelfreie Abformzusammensetzung, enthaltend

- a) 50 bis 65 Gew.% wenigstens eines 1H, 1H, 2H, 2H-Perfluoroalkylacrylats mit einer Kettenlänge des Alkylrestes von 6 bis 12 C-Atomen,
- b) 24,9 bis 45 Gew.% wenigstens eines nichtfluorierten Acrylats und
- c) 0,1 bis 5 Gew.% wenigstens eines Photoinitiators.

2. Abformzusammensetzung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das perfluorierte Acrylat linear, verzweigt und/oder cyclische ist, und bei dem die an die Acrylatfunktion angrenzenden Kohlenstoffatome nicht fluoriert sind.

3. Abformzusammensetzung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das perfluorierte Acrylat in einer Menge von 55 bis 65 Gew.% enthalten ist.

4. Abformzusammensetzung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das nichtfluorierte Acrylat in einer Menge von wenigstens 34,9 enthalten ist.

5. Abformzusammensetzung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Photoinitiatoren in einer Menge von 1 bis 2 Gew.% enthalten sind.

6. Abformzusammensetzung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Viskosität in einem Bereich von 2 bis 30 mPas aufweist.

7. Abformzusammensetzung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Dichte in einem Bereich von 1 bis 1,5 g/ml aufweist.

8. Abformzusammensetzung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie aus einer einzigen, insbesondere homogenen flüssigen Phase besteht.

9. Transparenter Formkörper umfassend ein flächiges Substrat und eine auf einer Hauptfläche des Substrates befindliche Schicht einer Schichtdicke in einem Bereich von 3 bis 300 μm aus einer polymerisierten Zusammensetzung, enthaltend

a) 50 bis 65 Gew.% wenigstens eines perfluorierten Acrylats,

b) 24,9 bis 45 Gew.% wenigstens eines nichtfluorierten Acrylats und

c) 0,1 bis 5 Gew.% wenigstens eines Photoinitiators,

wobei die Schicht auf der dem Substrat abgewandten Oberfläche eine Oberflächenstruktur mit diffraktiven Oberflächenelementen einer maximalen Strukturgröße von Fehlausbildungen dieser Oberflächenelemente von bis zu 100 nm aufweist.

10. Im wesentlichen druckloses Verfahren zur Herstellung eines Formkörpers gemäß Anspruch 10 umfassend folgende Schritte:

a) Bereitstellen einer Negativ-Gussform mit Ausformungen von Oberflächenelementen,

b) Einbringen der Abformzusammensetzung , enthaltend

i) 50 bis 65 Gew.% wenigstens eines perfluorierten Acrylats,

ii) 24,9 bis 45 Gew.% wenigstens eines nichtfluorierten Acrylats und

iii) 0,1 bis 5 Gew.% wenigstens eines Photoinitiators,

in die Negativ-Gussform in einer Menge, die die Ausformungen der Oberflächenelemente übersteigt,

c) Aufbringen eines Substrates auf die freiliegende Oberfläche der Abformzusammensetzung,

d) Polymerisieren der Abformzusammensetzung unter Verbinden der Schicht der Abformzusammensetzung mit dem Substrat zur Herstellung des Formkörpers, und

e) Entnehmen des fertigen Formkörpers aus der Negativ-Gussform.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/060563

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. C08F220/18 C08F220/22 C08F2/46 G02B6/00

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)
 C08F C08L G02B G09G B32B H01L

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 practical, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 511 209 A (SKUTNIK ET AL) 16 April 1985 (1985-04-16) claims 1-4 example 9	1-3, 5
X	WO 92/21492 A (ADVANCED GLASS TREATMENT SYSTEMS) 10 December 1992 (1992-12-10) claims 1-13 page 8, line 6 - page 9, line 11 page 14, lines 16,17 page 15, lines 8-11	1
X	EP 0 333 464 A (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY) 20 September 1989 (1989-09-20) claim 15	1-5

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 document 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 21 June 2006	Date of mailing of the international search report 27/06/2006
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Knutzen-Mies, K
---	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/060563

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 343 544 A (BOYD ET AL) 30 August 1994 (1994-08-30) column 9, line 51 - column 11, line 13 example 5	1-10
E	EP 1 635 201 A (NANOGATE ADVANCED MATERIALS GMBH) 15 March 2006 (2006-03-15) paragraph [0021]	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2006/060563

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4511209	A	16-04-1985	NONE	
WO 9221492	A	10-12-1992	AU 1927092 A	08-01-1993
EP 0333464	A	20-09-1989	AU 3118389 A DE 68906440 D1 DE 68906440 T2 JP 2008803 A JP 2883624 B2 US 4968116 A	21-09-1989 17-06-1993 23-12-1993 12-01-1990 19-04-1999 06-11-1990
US 5343544	A	30-08-1994	AU 680519 B2 AU 7048994 A CA 2164108 A1 CN 1128066 A EP 0706670 A1 JP 8512143 T MX 9404683 A1 PL 312259 A1 SG 47900 A1 WO 9501580 A1	31-07-1997 24-01-1995 12-01-1995 31-07-1996 17-04-1996 17-12-1996 31-01-1995 15-04-1996 17-04-1998 12-01-1995
EP 1635201	A	15-03-2006	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/060563

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C08F220/18 C08F220/22 C08F2/46 G02B6/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C08F C08L G02B G09G B32B H01L

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, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 511 209 A (SKUTNIK ET AL) 16. April 1985 (1985-04-16) Ansprüche 1-4 Beispiel 9	1-3, 5
X	WO 92/21492 A (ADVANCED GLASS TREATMENT SYSTEMS) 10. Dezember 1992 (1992-12-10) Ansprüche 1-13 Seite 8, Zeile 6 - Seite 9, Zeile 11 Seite 14, Zeilen 16,17 Seite 15, Zeilen 8-11	1
X	EP 0 333 464 A (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY) 20. September 1989 (1989-09-20) Anspruch 15	1-5

-/--

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" älteres Dokument, 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 anderen 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
21. Juni 2006	27/06/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Knutzen-Mies, K
---	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/060563

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 343 544 A (BOYD ET AL) 30. August 1994 (1994-08-30) Spalte 9, Zeile 51 - Spalte 11, Zeile 13 Beispiel 5 -----	1-10
E	EP 1 635 201 A (NANOGATE ADVANCED MATERIALS GMBH) 15. März 2006 (2006-03-15) Absatz [0021] -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/060563

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4511209	A	16-04-1985	KEINE	
WO 9221492	A	10-12-1992	AU 1927092 A	08-01-1993
EP 0333464	A	20-09-1989	AU 3118389 A	21-09-1989
			DE 68906440 D1	17-06-1993
			DE 68906440 T2	23-12-1993
			JP 2008803 A	12-01-1990
			JP 2883624 B2	19-04-1999
			US 4968116 A	06-11-1990
US 5343544	A	30-08-1994	AU 680519 B2	31-07-1997
			AU 7048994 A	24-01-1995
			CA 2164108 A1	12-01-1995
			CN 1128066 A	31-07-1996
			EP 0706670 A1	17-04-1996
			JP 8512143 T	17-12-1996
			MX 9404683 A1	31-01-1995
			PL 312259 A1	15-04-1996
			SG 47900 A1	17-04-1998
			WO 9501580 A1	12-01-1995
EP 1635201	A	15-03-2006	KEINE	