

(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
21. Juni 2012 (21.06.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/079865 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
B29C 47/16 (2006.01) *B29C 47/32* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2011/069893
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
11. November 2011 (11.11.2011)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2010 062 900.6
13. Dezember 2010 (13.12.2010) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** **EVONIK RÖHM GMBH** [DE/DE]; Kirschenallee, 64293 Darmstadt (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** **PARUSEL, Markus** [DE/DE]; Germannstr. 35a, 64409 Messel (DE). **DICKHAUT, Günther** [DE/DE]; Krokusweg 2, 68305 Mannheim (DE). **PFAFF, Thomas** [DE/DE]; Königsberger Str. 37, 69502 Hemsbach (DE). **HÄRING, Helmut** [DE/DE]; Kirchstr. 36, 64354 Reinheim (DE).

ENDERS, Michael [DE/DE]; Kastanienweg 18, 64807 Dieburg (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

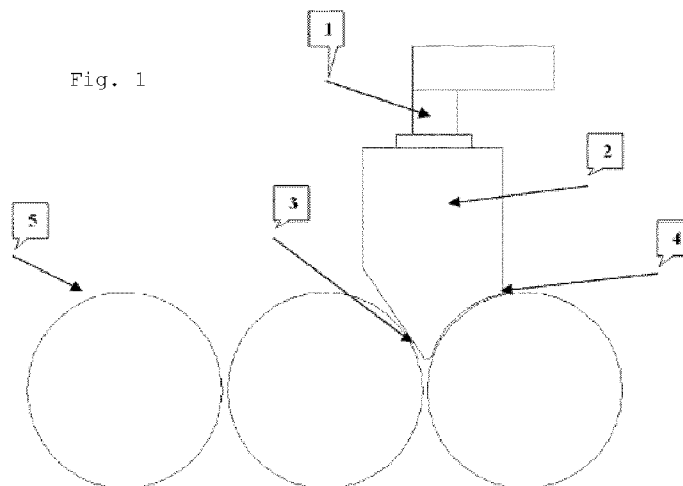
(84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR PRODUCING LIGHT GUIDE BODIES AND USE THEREOF IN LIGHTING UNIT

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON LICHTLEITKÖRPERN UND DEREN VERWENDUNG IN BELEUCHTUNGSEINHEIT

Fig. 1



(57) **Abstract:** The present invention relates to a method for producing light guide bodies and to the use thereof in lighting units, for example, for liquid crystal display screens or monitors. The present invention in particular relates to a method for producing light guide bodies that have a thickness of no more than 1 mm and contain at least 80 weight percent polymethyl methacrylate and no light-scattering components.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/079865 A2

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Verfahren zur Herstellung von Lichtleitkörpern und deren Verwendung in Beleuchtungseinheit

5

Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur
Herstellung von Lichtleitkörpern und deren Verwendung in
10 Beleuchtungseinheiten, z.B. für Flüssigkristallbildschirme
oder Monitore.

Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein
Verfahren zur Herstellung von Lichtleitkörpern, die eine
15 Dicke von höchstens 1 mm aufweisen, mindestens 80 Gew.-%
Polymethylmethacrylat und keine lichtstreuenden
Bestandteile enthalten.

20 Stand der Technik

Lichtleitkörper dienen insbesondere zur flächigen
Beleuchtung verschiedener elektronischer Gegenstände, wie
zum Beispiel Flüssigkristallbildschirmen (LCD). Üblich wird
25 Licht über eine Kante eingestrahlt und normal zur
Ausbreitungsrichtung ausgekoppelt. Derartige
Lichtleitkörper sind Gegenstand von EP 800 036. Die
Auskopplung des Lichts erfolgt insbesondere durch
Strukturierungen, die in der Oberfläche der Platte
30 vorgesehen sind.

Des Weiteren sind aus EP 656 548 Lichtleitkörper bekannt, die Polymerpartikel als Streukörper verwenden.

Problematisch an diesen Lichtleitkörpern ist deren Witterungsbeständigkeit. Insbesondere zersetzt eine

5 intensive UV-Bestrahlung die Polymerpartikel, so dass UV-Bestrahlung zu einem Gelbstich führt. Dieser Gelbstich ist wiederum sehr kritisch für die Verwendung als Lichtleitkörper, da ein ungleichmäßiger Farbeindruck entsteht.

10

Darüber hinaus sind aus EP 1022129 Lichtleitkörper bekannt, die eine partikelfreie lichtleitende Schicht aus Polymethylmethacrylat aufweisen, auf die eine diffus ausgestattete Schicht aufgebracht ist. Die diffus

15 ausgestattete Schicht, die eine Dicke im Bereich von 10 bis 1500 μm aufweist, umfasst Bariumsulfat-Partikel. Gemäß diesem Prinzip wird das Licht über die PMMA-Schicht geleitet, wobei die Auskopplung durch die diffuse Schicht erfolgt. Allerdings kann die Lichtauskopplung kaum

20

gesteuert werden, da nur das Licht normal zur Ausbreitungsrichtung gestreut wird, das die Grenzschicht zur diffus ausgestatteten Schicht durchdrungen hat. Es handelt sich hierbei dementsprechend nicht um eine Störung innerhalb der lichtleitenden Schicht, sondern um eine

25

diffuse Rückreflexion. Darüber hinaus ist die Abnahme der Leuchtintensität sehr groß, wie dies die Beispiele belegen.

Weiterhin werden Lichtleitkörper in DE-A 10 222 250 beschrieben. Diese Lichtleitkörper zeigen gegenüber den

30

zuvor dargelegten Platten eine verbesserte Leistungsfähigkeit. Allerdings beträgt die Dicke dieser, wie auch der zuvor beschriebenen Lichtleitkörper, mindestens 2 mm. Für eine zunehmende Miniaturisierung

elektronischer Geräte, insbesondere auch aus ästhetischen Gründen, ist jedoch eine möglichst geringe Dicke des Lichtleitkörpers wünschenswert. Eine Verringerung der Plattendicke der zuvor dargelegten Lichtleitkörper führt zu
5 einer sehr starken Abnahme der Leuchtdichte bezogen auf die Ausdehnungsrichtung des eingestrahltten Lichts. Hierdurch wird eine sehr inhomogene Beleuchtung erhalten, die vielfach unakzeptabel ist.

Aufgabe

- 5 In Anbetracht des Standes der Technik war es nun Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung dünner Lichtleitkörper zur Verfügung zu stellen, mit dem eine sehr homogene Ausleuchtung relativ großer Flächen erzielt werden kann.
- 10 Eine weitere Aufgabe der Erfindung bestand darin, dass die Lichtleitkörper auch bei längerem Gebrauch oder nach Bewitterung besonders gute Gelbwerte und Halbwertsintensitäten aufweisen.
- 15 Weiterhin war die Bereitstellung von Beleuchtungseinheiten, enthaltend Lichtleitkörper, mit einer hohen Energieeffizienz, einer hohen Beleuchtungsstärke und einer hohen Zuverlässigkeit eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung.
- 20 Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung bestand darin, ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zur Herstellung von Lichtkörpern, die auf einfache Weise in Größe und Form den Anforderungen angepasst werden können, bereitzustellen.

Lösung

Gelöst werden diese sowie weitere nicht explizit genannte Aufgaben, die jedoch aus den hierin einleitend diskutierten Zusammenhängen ohne Weiteres ableitbar oder erschließbar sind, durch ein neuartiges Verfahren zur Herstellung von Lichtleitkörpern auf Methacrylatbasis. Diese erfindungsgemäßen Lichtleitkörper weisen eine Dicke zwischen 100 µm und 1 mm auf. Weiterhin ist das Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass es sich um ein Extrusionsverfahren mit anschließender Glättung handelt. Die dazu erfindungsgemäß verwendete Anlage besteht mindestens aus folgenden Komponenten: einem Extruder, einer Flachfoliendüse, aufweisend eine Düsenlippe, und einem Glättwerk, insbesondere bestehend aus zwei Glättwalzen. Insbesondere kann die erfindungsgemäß verwendete Anlage noch folgende optionale Komponenten aufweisen: eine Schmelzepumpe, eine Schmelzefiltration, ein statisches Mischelement und/oder einen Wickler.

Insbesondere zeichnet die sich in dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendete Anlage dadurch aus, dass die Flachfoliendüse über eine Düsenlippe mit Stellelementen zur Einstellung der Düsenlippenbreite verfügt, und die Stellelemente einen Abstand von 5 bis 20 mm, bevorzugt von 11 bis 15 mm zueinander aufweisen. Der Spalt der Düsenlippe kann über die gesamte Breite der Düsenlippe, mittels der Stellelemente feinjustiert werden. In diesem Zusammenhang spricht man auch von einer so genannten Flexlippe oder Flexdüsenlippe.

Der im erfindungsgemäßen Verfahren verwendete Düsenkörper weist eine Außengeometrie auf, die der Form der Glättwalzen angepasst ist (Fig.1). Dabei kann es sich um ein
5 dreieckiges oder trapezförmiges Zusammenlaufen des Düsenkörpers zur Düsenlippe hin handeln. Zusätzlich können die Flanken des Düsenkörpers auch derart abgerundet sein, dass sie die Form der Glättwalzen komplementär annehmen. Dies kann, wie exemplarisch in Fig.2 dargestellt, auch
10 asymmetrisch nur gegenüber einer der beiden ersten Glättwalzen erfolgen.

Durch diese Formen des Düsenkörpers ist es möglich, den Abstand von der Schmelzeaustrittskante zum Glättspalt
15 kleiner 100 mm, bevorzugt kleiner 80 mm und in besonderen Ausführungsformen kleiner 60 mm einzustellen. Überraschend wurde gefunden, dass durch besonders kleine Abstände zwischen Schmelzeaustrittskante und Glättspalt eine besonders gute Folienqualität, insbesondere in Bezug auf
20 die Oberflächenqualität, erreicht werden kann.

Der Abstand von der Schmelzeaustrittskante zum Glättspalt ist im Rahmen dieser Erfindung definiert als der Abstand (6 in Fig.2) zwischen der Schmelzeaustrittskante und dem Punkt in der Mitte zwischen den Glättwalzen, der die kleinste
25 Distanz (7 in Fig.2) zu den beiden Glättwalzen aufweist.

Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren, bei dem die Flachfoliendüse gegenüber dem Glättwerk mittels Laser ausgerichtet wird. Damit wird dafür
30 Sorge getragen, dass die parallele Abweichung der Düse zu den Glättwalzen, gemessen an den beiden Enden einer Düsenaußenseite eine maximale Abweichung von 3 mm, bevorzugt von 1 mm aufweist. Die Düsenaußenseiten sind

dabei die beiden Flanken der Flachfoliendüse, die jeweils parallel zu den beiden Glättwalzen verlaufen.

Insbesondere zeichnet sich das Verfahren dadurch aus, dass
5 die Differenz zwischen der dünnsten und der dicksten Stelle
des Lichtleitkörpers maximal 8 μm , bevorzugt maximal 5 μm
und besonders bevorzugt maximal 4 μm beträgt. Diese
geringen Abweichungen der Filmdicke wurden überraschend
durch das erfindungsgemäße Verfahren möglich gemacht und
10 haben besondere Vorteile in der Anwendung als
Lichtleitkörper, bzw. -folie. Eine solche gleichmäßige
Folie führt zu besonders geringen Lichtauskopplungen und
einer besonders guten Lichtleitung.

15 Insbesondere zeichnen sich die erfindungsgemäß hergestellten
Lichtleitkörper dadurch aus, dass die Dickenabweichung in
dem Lichtleitkörper maximal 4%, bevorzugt maximal 3%
beträgt. Die Dickenabweichung wird ausgehend von der
dünnsten Stelle des Lichtleitkörpers bestimmt. Eine
20 Abweichung von 3% bedeutet somit, dass die Dicke der
dicksten Stelle des Lichtleitkörpers maximal 3% größer sein
darf, als die Dicke der dünnsten Stelle.
Durch das erfindungsgemäße Verfahren gelingt es auf nicht
vorhersehbare Weise einen dünnen Lichtleitkörper
25 bereitzustellen, mit dem eine sehr homogene Ausleuchtung
relativ großer Flächen erzielt werden kann.

Weiterhin zeigen die Lichtleitkörper hergestellt nach einem
Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung eine besonders
30 hohe Beständigkeit gegen Witterungseinflüsse, insbesondere
gegen UV-Bestrahlung.

Weiterhin zeigen die Lichtleitkörper über die gesamte Fläche eine gleichmäßige Farbqualität der Lichtauskopplung. Damit ergibt sich ein besonders farbechtes Licht. Insbesondere entsteht auch mit zunehmendem Abstand von der
5 Lichtquelle kein Gelbeindruck. Darüber hinaus kann die Helligkeit der Lichtleitkörper an unterschiedliche Bedürfnisse angepasst werden.

Überraschend gelingt es durch einen erfindungsgemäß
10 hergestellten Lichtleitkörper, eine Beleuchtungseinheit mit einer hohen Energieeffizienz, einer hohen Beleuchtungsstärke und einer hohen Zuverlässigkeit bereitzustellen.

15 Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Lichtleitkörpern ist darüber hinaus besonders einfach und kostengünstig durchzuführen.

Detaillierte Ausgestaltung der erfindungsgemäß verwendeten
20 Anlage

Das Extrudieren von Polymeren zu Folien ist weithin bekannt und beispielsweise in Kunststoffextrusionstechnik II, Hanser Verlag, 1986, S. 125 ff. beschrieben. Hier sind auch
25 weitere Ausführungsformen der einzelnen Anlagenkomponenten ausgeführt.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird eine heiße Schmelze aus der Düse des Extruders auf einen Spalt zwischen zwei
30 Glättwalzen extrudiert. Die optimale Temperatur der Schmelze ist beispielsweise von der Zusammensetzung der Mischung abhängig und kann daher in weiten Bereichen schwanken. Bevorzugte Temperaturen der PMMA-Formmasse bis

zum Düseneintritt liegen im Bereich von 150 bis 300 °C, besonders bevorzugt im Bereich von 180 bis 270 °C und ganz besonders bevorzugt im Bereich von 200 bis 220 °C. Die Temperatur der Glättwalzen ist vorzugsweise kleiner oder
5 gleich 150 °C, bevorzugt zwischen 60 °C und 140 °C.

Damit die erhaltene Folie eine hohe Oberflächengüte aufweist wird die Temperatur der Düse vorzugsweise höher als die Temperatur der Mischung vor dem Düseneintritt
10 gewählt. Bevorzugt wird die Düsentemperatur um 10 °C, besonders bevorzugt um 20 °C und ganz besonders bevorzugt um 30 °C höher eingestellt als die Temperatur der Mischung vor dem Düseneintritt. Dementsprechend liegen bevorzugte Temperaturen der Düse im Bereich von 160 °C bis 330 °C,
15 besonders bevorzugt 190 °C bis 300 °C.

Das erfindungsgemäß verwendete Glättwerk besteht aus zwei oder drei Glättwalzen. Glättwalzen sind in der Fachwelt weithin bekannt, wobei zum Erhalt eines hohen Glanzes
20 polierte Walzen verwendet werden. In dem erfindungsgemäßen Verfahren können aber auch andere Walzen als Glättwalze verwendet werden. Durch den Spalt zwischen den beiden ersten Glättwalzen wird ein Film gebildet, der durch die gleichzeitige Abkühlung zu einer Folie wird. In Fig.1 ist
25 eine Ausführungsform mit drei Glättwalzen schematisch abgebildet.

Es wurde überraschend gefunden, dass eine besonders gute Oberflächenqualität der Lichtleitkörper dadurch gewährleistet werden kann, dass Düse und Walze
30 Chromoberflächen aufweisen, und ganz besonders dadurch, dass diese Chromoberflächen eine Rauigkeit Ra (gemäß DIN 4768) kleiner 0,10 µm, bevorzugt kleiner 0,08 µm aufweisen.

Der Druck mit dem die geschmolzene Mischung in die Düse gepresst wird, kann beispielsweise über die Geschwindigkeit der Schnecke gesteuert werden. Der Druck liegt im Allgemeinen in einem Bereich von 40 bis 150 bar, ohne dass
5 das erfindungsgemäße Verfahren hierdurch beschränkt wird. Die Geschwindigkeit, mit der die Folien erfindungsgemäß erhalten werden können, ist dementsprechend im Allgemeinen größer als 5 m/min, insbesondere größer als 10 m/min.

10 Zur Sicherstellung einer gleichmäßigen Schmelzeförderung kann zusätzlich eine Schmelzepumpe vor der Flächenfoliendüse eingebaut sein.

Damit die entstehende Folie weitgehend frei von
15 Verunreinigungen ist, wird vor dem Eintritt der Schmelze in die Düse optional ein Filter angeordnet. Die Maschenweite des Filters richtet sich im Allgemeinen nach den eingesetzten Ausgangsstoffen und kann dementsprechend in weiten Bereichen variieren. Im Allgemeinen liegen sie im
20 Bereich von 300 µm bis 20 µm. Es können auch Filter mit mehreren Sieben unterschiedlicher Maschenweite vor dem Düseneintritt angeordnet werden. Diese Filter sind kommerziell erhältlich. Um Folien mit hoher Güte zu erhalten, ist es des Weiteren vorteilhaft besonders reine
25 Rohstoffe einzusetzen.

Optional kann darüber hinaus vor der Flachfoliendüse ein statisches Mischelement eingebaut sein. Über dieses können
30 Komponenten wie Pigmente, Stabilisatoren oder Additive in die Polymerschmelze gemischt werden oder es können bis zu 5 Gew% eines zweiten Polymers, zum Beispiel in Form einer Schmelze aus einem zweiten Extruder zu dem PMMA gemischt werden.

Erfindungsgemäß verwendete Polymere

- Bei den zur Herstellung der erfindungsgemäß hergestellten
- 5 Lichtleitkörper auf Methacrylatbasis verwendeten Formmassen handelt es sich um Formmassen, die zu mindestens 80 Gew%, vorzugsweise mindestens 90 Gew% und besonders bevorzugt mindestens 95 Gew% aus Polymethylmethacrylat (im Weiteren kurz PMMA) bestehen und dabei keine
- 10 Schlagzähmodifizierungsmittel enthalten. Diese Polymere werden im Allgemeinen durch radikalische Polymerisation von Mischungen erhalten, die Methylmethacrylat enthalten. Im Allgemeinen enthalten diese Mischungen mindestens 80 Gew%, vorzugsweise mindestens 90 Gew% und besonders bevorzugt
- 15 mindestens 95 Gew%, bezogen auf das Gewicht der Monomere, Methylmethacrylat. Eine besonders hohe Qualität zeigen insbesondere Lichtleitkörper, die im Wesentlichen aus Polymethylmethacrylat bestehen.
- 20 Daneben können diese Mischungen weitere (Meth)acrylate enthalten, die mit Methylmethacrylat copolymerisierbar sind. Der Ausdruck (Meth)acrylate umfasst Methacrylate und Acrylate sowie Mischungen aus beiden.
- Neben den zuvor dargelegten (Meth)acrylaten können die zu
- 25 polymerisierenden Zusammensetzungen auch weitere ungesättigte Monomere aufweisen, die mit Methylmethacrylat und den zuvor genannten (Meth)acrylaten copolymerisierbar sind. Hierzu gehören unter anderem 1-Alkene, Acrylnitril, Vinylacetat, Styrol, substituierte Styrole, Vinylether oder
- 30 Divinylbenzol. Alle dargelegten Monomere werden bevorzugt in einer hohen Reinheit eingesetzt.

Das Gewichtsmittel des Molekulargewichts M_w der erfindungsgemäß zu verwendenden Homo- und/oder Copolymere kann in weiten Bereichen schwanken, wobei das Molekulargewicht üblicherweise auf den Anwendungszweck und die Verarbeitungsweise der Formmasse abgestimmt wird. Im Allgemeinen liegt es aber im Bereich zwischen 20 000 und 1 000 000 g/mol, vorzugsweise 50 000 bis 500 000 g/mol und besonders bevorzugt 80 000 bis 300 000 g/mol, ohne dass hierdurch eine Einschränkung erfolgen soll. Das Gewichtsmittel des Molekulargewichts wird mittel Gelpermeationschromatographie (GPC) gegen Polystyrolstandarts bestimmt.

Zur Herstellung des Lichtleitkörpers können verschiedene Poly(meth)acrylate eingesetzt werden, die sich beispielsweise im Molekulargewicht oder in der Monomerzusammensetzung unterscheiden. Derartig besonders bevorzugte Formmassen sind unter dem Handelsnamen PLEXIGLAS® von der Fa. Evonik Röhm GmbH kommerziell erhältlich.

Die Formmassen können übliche Zusatzstoffe enthalten. Hierzu gehören unter anderem Antistatika, Antioxidantien, Lichtstabilisatoren und organische Phosphorverbindungen, Verwitterungsschutzmittel und Weichmacher. Die Menge an Zusatzstoffen ist jedoch auf den Anwendungszweck beschränkt. Vorzugsweise umfassen die erfindungsgemäßen Lichtleitkörper höchstens 5 Gew.-% und besonders bevorzugt höchstens 2 Gew.-% Additive, wobei Lichtleitkörper, die im Wesentlichen keine Additive umfassen überraschend eine außergewöhnliche Leistungsfähigkeit zeigen.

In einer besonderen Ausführungsform liegt der Lichtleitkörper als mehrschichtiges, bevorzugt als zweischichtiges Laminat vor. Eine Schicht stellt dabei der bereits ausgeführte PMMA-Lichtleitkörper mit der erfindungsgemäßen Zusammensetzung dar. In der besonderen Ausführungsform handelt es sich bei dem Lichtleitkörper um ein Coextrudat mit mindestens einer PMMA-Schicht und mindestens einer PVDF-Schicht. Die zuvor ausgeführten Mengenangaben zur Zusammensetzung beziehen sich dabei ausschließlich auf die PMMA-Schicht.

Der Lichtleitkörper

Neben dem ausgeführten Verfahren sind gleichfalls die Lichtleitkörper, herstellbar nach dem erfindungsgemäßen Verfahren, und daraus produzierte Beleuchtungseinheiten Bestandteil dieser Erfindung. Eine solche erfindungsgemäße Beleuchtungseinheit umfasst mindestens eine Lichtquelle und mindestens einen Lichtleitkörper. Der Lichtleitkörper besteht zu mindestens 80 Gew%, vorzugsweise mindestens 90 Gew% und besonders bevorzugt mindestens 95 Gew% aus PMMA und enthält keine Schlagzähmodifizierungsmittel. Darüber hinaus weist der Lichtleitkörper eine Dicke zwischen 100 μm und 1 mm, bevorzugt zwischen 125 μm und 500 μm , besonders bevorzugt im Bereich von 100 μm bis 300 μm . auf. Dabei beträgt die Differenz zwischen der dünnsten und der dicksten Stelle des Lichtleitkörpers maximal 8 μm , bevorzugt maximal 5 μm und besonders bevorzugt maximal 4 μm und die optische Dämpfung gemessen nach einem Verfahren gemäß einer weiter unten ausgeführten Messmethode an einer 0,5 mm dicken Folie bei einer Wellenlänge von 730 nm ist kleiner 10000 db/km, bevorzugt kleiner 9000 db/km und

besonders bevorzugt kleiner 8000 db/km. Dieser Werte lässt sich entsprechend auf andere Dicken extrapolieren.

Die Dicke bezieht sich hierbei auf den Mittelwert der kleinsten Ausdehnung des Lichtleitkörpers senkrecht zur
5 Lichtausbreitungsrichtung gemessen. Die Dicke kann mittels eines Bügelmikrometers oder ähnlichen bekannten Vorrichtungen bestimmt werden.

Bevorzugt zeichnen sich die Beleuchtungseinheiten dadurch
10 aus, dass die Dickenabweichung in dem Lichtleitkörper maximal 3% beträgt und der Gelbwert des Lichtleitkörpers (Berechnung gemäß DIN 6167; Messung gemäß DIN 5033) gemessen bei $\square_{[D65/10^\circ]}$ kleiner 1 bevorzugt kleiner 0,75, besonders bevorzugt kleiner 0,5 und ganz besonders
15 bevorzugt kleiner 0,3 ist.

Bei der Lichtquelle handelt es sich bevorzugt um eine oder mehrere Leuchtdioden (LED). Diese sind besonders bevorzugt am Rand des Lichtleitkörpers positioniert. Insbesondere
20 weisen die Lichtleitkörper der vorliegenden Erfindung mindestens eine Lichteinleitungsfläche und mindestens eine Lichtaustrittsfläche auf, wobei die Lichteinleitungsflächen bevorzugt eine oder mehrere äußere Kanten des Lichtleitkörpers sind. In einer alternativen
25 Ausführungsform kann das Licht auch über ein Prisma großflächig eingekoppelt werden.

Zur Beleuchtung der Lichteinleitungsfläche können alle bekannten Lichtquellen verwendet werden. Besondere Vorteile
30 können insbesondere durch eine oder mehrere Leuchtdioden erzielt werden. Diese können z. B. in einem Rahmen an einer Kante, bzw. einer Kantenfläche oder Stirnfläche, seitlich

der indirekt auszuleuchtenden Fläche, des Lichtleitkörpers angeordnet sein.

5 Je nach Anordnung der Lichtquellen kann hierbei das Licht über alle vier Kantenflächen eingestrahlt werden. Dies kann insbesondere bei sehr großen Lichtleitkörpern notwendig sein. Bei kleineren Lichtleitkörpern genügen im Allgemeinen ein oder zwei Lichtquellen.

10 Die Lichteinleitungsfläche ist in der Lage Licht in den Körper aufzunehmen, so dass die lichtleitende Schicht das eingeleitete Licht über die gesamte Lichtaustrittsfläche verteilen kann. Der Begriff Lichtaustrittsfläche
15 kennzeichnet hierbei eine Fläche des Lichtleitkörpers, die geeignet ist Licht abzustrahlen. Die Auskoppelung von Licht wird vorzugsweise durch Strukturierungen in der Oberfläche des Lichtleitkörpers erzielt. Dementsprechend umfasst die parallel zur Lichtaustrittsfläche ausgebildete Oberfläche bevorzugter Lichtleitkörper einen Bereich mit Strukturen
20 und einen Bereich ohne Strukturen, über den nach Möglichkeit kein Licht abgegeben wird. Bevorzugte Lichtleitkörper können daher über sehr gut definierte Bereiche der Oberfläche gezielt Licht abgeben, welches über die Lichteinleitungsfläche eingekoppelt wurde.
25 Dementsprechend kann die Oberfläche, die senkrecht zur Lichtausbreitungsrichtung ausgebildet ist, neben einer Lichtaustrittsfläche auch eine Fläche aufweisen, über die nur ein geringer Anteil des eingestrahnten Lichts ausgekoppelt wird. Ein geringer Anteil bedeutet, dass die
30 Leuchtdichte in diesem Bereich der Oberfläche höchstens 20%, besonders bevorzugt höchstens 10 % der auf der Lichtaustrittsfläche maximal gemessenen Leuchtdichte

beträgt. Flächen mit einer geringen Leuchtdichte zählen hierbei nicht zur Lichtaustrittsfläche.

Hierbei beträgt das Verhältnis von Lichtaustrittsfläche zu
5 Lichteinleitungsfläche im Allgemeinen mindestens 1,
insbesondere mindestens 4, vorzugsweise mindestens 20 und
besonders bevorzugt mindestens 80. Gemäß einer bevorzugten
Ausführungsform der vorliegenden Erfindung steht
Lichtaustrittsfläche senkrecht zur Lichteinleitungsfläche.

10

Gemäß einem bevorzugten Aspekt der vorliegenden Erfindung
kann der Lichtleitkörper eine tafelförmige Gestalt
annehmen, wobei die drei Ausdehnungen des Körpers eine
unterschiedliche Größe aufweisen.

15

Die kleinste Ausdehnung ist hierbei die Dicke der Tafel.
Die größte Ausdehnung sei als Länge definiert, so dass die
dritte Dimension die Breite darstellt. Hieraus ergibt sich,
dass die Lichtaustrittsfläche dieser Ausführungsform durch
20 Oberfläche definiert wird, die dem Produkt aus Länge mal
Breite entspricht. Die Kantenflächen der Tafel, jeweils
definiert als Oberfläche, die durch das Produkt aus Länge
mal Dicke oder Breite mal Dicke gebildet wird, können im
allgemeinen als Lichteintrittsfläche dienen. Vorzugsweise
25 werden die als Lichteintrittsfläche dienenden Kantenflächen
poliert.

Die Auskopplung des Lichts von der Dichte der
Strukturierung der Lichtaustrittsfläche bzw. deren
30 Rauigkeit abhängig. Je dichter diese Strukturierung ist,
desto höher die Auskopplungswahrscheinlichkeit von Licht
aus dem Lichtleiter.

Bevorzugt weist ein derartiger Lichtleitkörper eine Länge im Bereich von 20 mm bis 3000 mm, vorzugsweise von 30 bis 2000 mm und besonders bevorzugt von 50 bis 100 mm auf.

- 5 Die Breite dieser besonderen Ausführungsform liegt im Allgemeinen im Bereich von 10 bis 3000 mm, vorzugsweise von 20 bis 2000 mm und besonders bevorzugt von 50 bis 80 mm.

Insbesondere zeichnet sich die erfindungsgemäße

- 10 Beleuchtungseinheit dadurch aus, dass ein Teil der Oberfläche des Lichtleitkörpers Strukturierungen aufweist und ein Kontrast zwischen der strukturierten Oberfläche des Lichtleitkörpers und der nicht-strukturierten Oberfläche des Lichtleitkörpers vorliegt.

15

Die Strukturierungen können nach der Herstellung der Folien, beispielsweise durch Druck oder andere mechanische Einwirkungen erhalten werden. Des Weiteren kann die Strukturierung bei der Herstellung der Folien erzielt

- 20 werden, indem Walzen verwendet werden, die ein Negativ der Strukturierung aufweisen.

In Bezug auf diese Erfindung ist die Form der Strukturierung unkritisch. Wesentlich ist, dass die

- 25 Lichtaustrittsfläche Störstellen umfasst, die in der Lage sind Licht auszukoppeln. So können beispielsweise Punkte oder Einkerbungen aufgebracht werden. Darüber hinaus kann die Lichtaustrittsfläche auch aufgeraut werden. Üblich weisen die Strukturierungen eine Tiefe im Bereich von
30 0,5 μm bis 100 μm , insbesondere 2 μm bis 20 μm auf.

Wie bereits dargelegt, kann die normal zur
Lichtausbreitungsrichtung ausgebildete Oberfläche auch
Bereiche ohne Strukturen umfassen. Bereiche der Oberfläche
5 über die eine geringe, bevorzugt keine Lichtauskopplung
erfolgen soll, weisen vorzugsweise eine Rauheit Ra kleiner
0,10 μm , bevorzugt kleiner 0,08 μm auf.

Die Dichte der Strukturierung kann über die gesamte
10 Oberfläche konstant gewählt werden. Durch die vorliegende
Erfindung wird trotzdem eine recht gleichmäßige
Leuchtdichte erzielt.

Des Weiteren ist es möglich, die Dichte der Strukturierung
15 mit dem Abstand zur Lichtquelle zu erhöhen, um eine
gleichmäßigere Leuchtdichte zu erhalten. Im Vergleich zu
herkömmlichen Lichtleitern kann die Dichteveränderung
jedoch wesentlich geringer gewählt werden, da die
erfindungsgemäßen Lichtleiter an sich eine gleichmäßigere
20 Leuchtdichtenverteilung aufweisen.

Die erfindungsgemäßen Beleuchtungseinheiten finden
besonders Verwendung als Back Light Unit (BLU), Edge Lit
Back Light Unit oder Light Guide Panel (LGP).

25

Verfahren zur Bestimmung der optischen Dämpfung von
Lichtleitfolien

Die Messung erfolgt an einem Varian Cary 5000, ausgestattet
5 mit einer Integrationskugel DRA2500. Die Messung erfolgt an
Folienstreifen mit einer Dicke von 0,5 mm, einer Breite von
15 mm und einer Länge von bis zu 970 mm.
Für den Messvorgang wird der Messstrahl des
Spektralfotometers in die Stirnseite der Folienprobe
10 eingeleitet. Am gegenüberliegenden Ende des Streifens fällt
das optisch gedämpfte Licht in die Integrationskugel und
wird vom Detektor gemessen. Um ein verwertbares Messsignal
zu erhalten, muss dazu die Lichteinkopplung in die sehr
kleine Fläche der Folienstirnseite (z.B. 15 mm * 0.5mm
15 Foliendicke) an die intensivste Stelle des Messstrahls
verlegt werden. Diese notwendige Änderung des Strahlengangs
verhindert die Aufnahme einer herkömmlichen Baseline.
Gegenüber dem Referenzstrahl können dann nur relative
Intensitäten gemessen werden, die aus der Transmission
20 durch die Folie und den Einkoppelverlusten bestehen.
Durch die Messung unterschiedlich langer Folienstreifen
können bei konstant gehaltenen Ein- und
Auskoppelverlusten dieselben kompensiert werden. Die
Messungen erfolgen so, dass zuerst ein langer Streifen (970
25 mm) vermessen wird, der dann anschließend auf 530mm gekürzt
und erneut vermessen wird. Als Ergebnis wird die optische
Dämpfung, unter Berücksichtigung der Längendifferenz und
der ermittelten Intensitäten wie folgt berechnet

$$L = \frac{10}{l} * \log \frac{I_0}{I} \quad \text{in db/km.}$$

- 30 L: optische Dämpfung
l: die Längendifferenz zwischen kurzer und langer Strecke

I_0 : die rel. Intensität über die kurze Strecke
I die rel. Intensität über die lange Strecke.
Die Bestimmung des Messwertes erfolgt durch
Dreifachbestimmung und Durchschnittsberechnung.

5

Beschriftungen in den Zeichnungen

Fig.1: Ausführungsform mit Dreiwalzenglättwerk und
10 einseitig angepasster Düsenlippe

Fig.2: Verdeutlichung der Abstände Düsenlippe zu Glättwerk

- (1) statisches Mischwerk
15 (2) Flachfoliendüse
(3) Düsenlippe (Flexlippe)
(4) einseitig angepasste Außengeometrie des Düsenkörpers
(5) Glättwerk aus drei (Fig.1) bzw. zwei (Fig.2)
Glättwalzen
20 (6) Abstand zwischen der Schmelzaustrittskante und dem
Punkt in der Mitte zwischen den Glättwalzen
(7) Die kleinste Distanz zwischen den beiden Glättwalzen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Lichtleitkörpern auf Methacrylatbasis mit einer Dicke zwischen 100 µm und 1 mm, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Verfahren um ein Extrusionsverfahren mit anschließender Glättung handelt, und dass das die verwendete Anlage mindestens aus folgenden Komponenten besteht:
- ein Extruder,
eine optionale Schmelzepumpe,
eine optionale Schmelzefiltration,
ein optionales statisches Mischelement,
eine Flachfoliendüse,
ein Glättwerk
und optional einen Wickler,
- wobei die Flachfoliendüse über eine Düsenlippe mit Stellelementen zur Einstellung der Düsenlippenbreite verfügt, und die Stellelemente einen Abstand von 11 bis 15 mm zueinander aufweisen,
der Düsenkörper eine Außengeometrie aufweist, die, der Form der Glättwalzen angepasst ist,
und der Abstand von der Schmelzeaustrittskante zum Glättspalt 80 mm oder kleiner ist.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Flachfoliendüse gegenüber dem Glättwerk mittels Laser ausgerichtet wird und dass die parallele Abweichung der Düse zu den Glättwalzen, gemessen an den beiden Enden einer Düsenaußenseite eine max. Abweichung von 3 mm aufweist.

3. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtleitkörper auf Methacrylatbasis zu mindestens 95 Gew% aus PMMA besteht und keine Schlagzähmodifizierungsmittel enthält.
- 5
4. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenz zwischen der dünnsten und der dicksten Stelle des Lichtleitkörpers maximal 5 μm beträgt.
- 10
5. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Dickenabweichung in dem Lichtleitkörper maximal 4%, bevorzugt maximal 3% beträgt.
- 15
6. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass Düse und Walze Chromoberflächen aufweisen, und dass diese Chromoberflächen eine Rauigkeit Ra kleiner 0,08 μm aufweisen.
- 20
7. Beleuchtungseinheit umfassend mindestens eine Lichtquelle und mindestens einen Lichtleitkörper, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtleitkörper gemäß dem Verfahren nach Anspruch 1 herstellbar ist, zu mindestens 90 Gew% aus PMMA besteht und keine Schlagzähmodifizierungsmittel enthält, eine Dicke zwischen 100 μm und 1 mm aufweist, die Differenz zwischen der dünnsten und der dicksten Stelle des Lichtleitkörpers maximal 5 μm beträgt und die optische Dämpfung gemessen an einer 0,5 mm dicken Folie bei einer Wellenlänge von 730 nm kleiner 10000 db/km,
- 25
- 30

bevorzugt kleiner 9000 db/km und besonders bevorzugt kleiner 8000 db/km aufweist.

8. Beleuchtungseinheit gemäß Anspruch 7, dadurch
5 gekennzeichnet, dass der Lichtleitkörper zu mindestens 95 Gew% aus PMMA besteht, eine Dicke zwischen 125 μm und 500 μm aufweist, die Dickenabweichung in dem Lichtleitkörper maximal 3% beträgt und der Gelbwert des Lichtleitkörpers gemessen bei $\square_{[D65/10^\circ]}$ kleiner 1,
10 bevorzugt kleiner 0,3 beträgt.
9. Beleuchtungseinheit gemäß mindestens einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um bei dem Lichtleitkörper um ein Coextrudat mit
15 mindestens einer PMMA-Schicht und mindestens einer PVDF-Schicht handelt.
10. Beleuchtungseinheit gemäß mindestens einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein
20 Teil der Oberfläche des Lichtleitkörpers Strukturierungen aufweist.
11. Beleuchtungseinheit gemäß mindestens einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Lichtquelle um eine oder mehrere
25 Leuchtdioden (LED) handelt.
12. Verwendung einer Beleuchtungseinheit gemäß mindestens einem der Ansprüche 6 bis 11 als Back Light Unit
30 (BLU), Edge Lit Back Light Unit oder Light Guide Panel (LGP).

Zeichnungen

Fig. 1

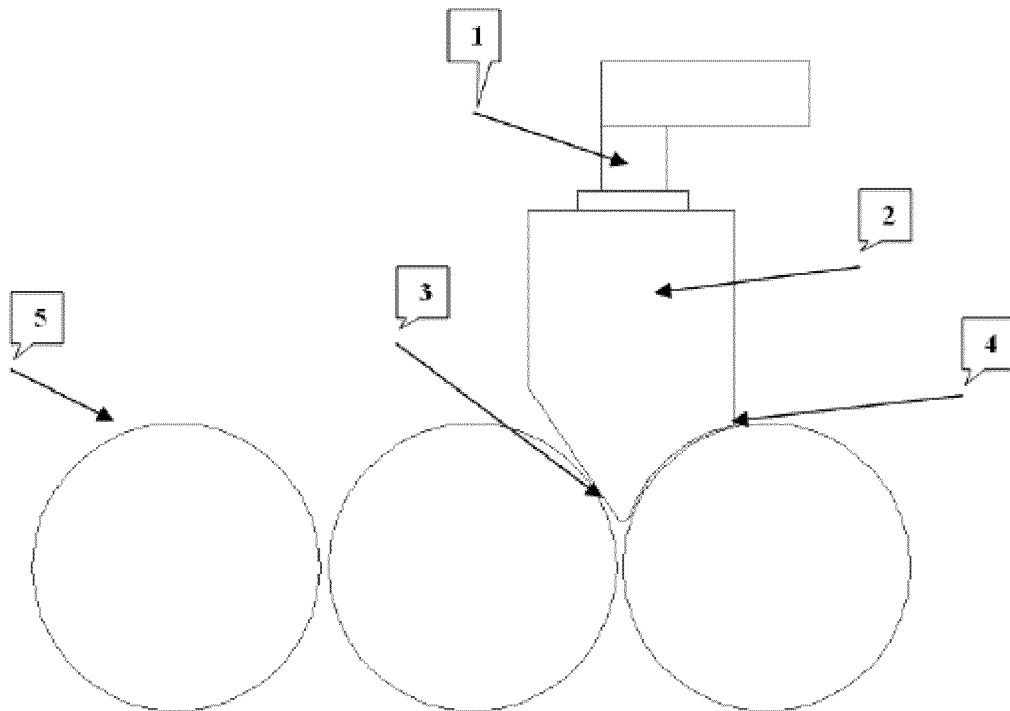


Fig. 2

