



(10) **DE 10 2012 020 378 A1** 2014.04.24

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 020 378.0**

(22) Anmeldetag: **18.10.2012**

(43) Offenlegungstag: **24.04.2014**

(51) Int Cl.: **B29D 11/00 (2006.01)**
G02B 1/04 (2006.01)

(71) Anmelder:
Docter Optics SE, 07806, Neustadt, DE

(74) Vertreter:
**Schneiders & Behrendt Rechtsanwälte
Patentanwälte, 81475, München, DE**

(72) Erfinder:
**Mühle, Peter, 07745, Jena, DE; Schöppner,
Volker, 33415, Verl, DE; Leister, Christian, 33098,
Paderborn, DE**

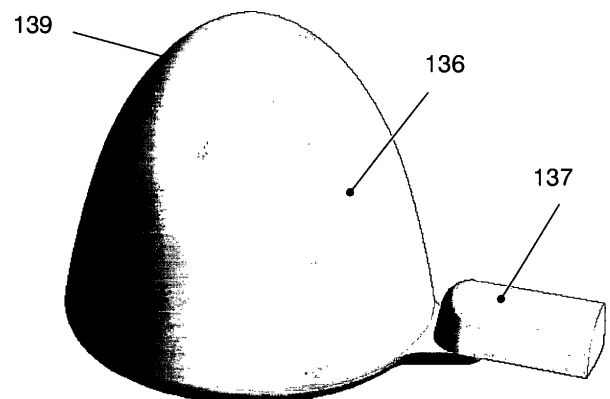
(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 10 2011 100 071 A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen eines optischen Linsenelementes, insbesondere einer Scheinwerferlinse für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines optischen Linsenelementes (2), insbesondere für Beleuchtungszwecke, insbesondere zum Herstellen einer Scheinwerferlinse (2) für einen Fahrzeugscheinwerfer (1), wobei ein Rohling (136) aus einem transparenten, insbesondere amorphen, Kunststoff mittels eines Spritzgießverfahrens in einer Spritzgießform (131, 132) geformt wird, wobei der Rohling (136) aus der Spritzgießform (131, 132) entnommen wird, insbesondere bevor seine mittlere Temperatur die Schmelztemperatur des Kunststoffs und/oder die Fließtemperatur des Kunststoffs unterschreitet, und wobei der Rohling (136) anschließend mittels einer Endkonturform (140, 141, 142) zu dem Linsenelement (2), insbesondere blank, gepresst wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines optischen Linsenelementes, insbesondere für Beleuchtungszwecke, insbesondere zum Herstellen einer Scheinwerferlinse für einen Fahrzeugscheinwerfer, insbesondere für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer, wobei ein Rohling aus einem transparenten, insbesondere amorphen, Kunststoff mittels eines Spritzgießverfahrens in einer Spritzgießform geformt wird, und wobei der Rohling anschließend mittels einer Endkonturform zu dem Linsenelement, insbesondere blank, gepresst wird.

[0002] Ein derartiges Verfahren ist aus der DE 10 2007 037 204 A1 bekannt.

[0003] Die DE 699 23 847 T2 offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines optischen Formkörpers aus einem thermoplastischen Harz durch Spritzgieß-Press-Formgebung, wobei das Volumen eines Formhohlraums stärker als das Volumen des in Frage stehenden optischen Formkörpers expandiert und ein geschmolzenes thermoplastisches Harz durch einen Spritzgießdurchgang in den Formhohlraum gespritzt wird.

[0004] Gemäß der DE 699 23 847 T2 ist davon das in der US 4 540 534, der EP 0 640 460 und der JP 9-057794 beschriebene Verfahren zur Herstellung eines optischen Formkörpers aus einem thermoplastischen Harz durch Spritzgieß-Press-Formgebung zu unterscheiden, das

- ein Expandieren des Volumens eines Formhohlraums über das Volumen des in Frage stehenden optischen Formkörpers hinaus,
- ein Spritzgießen eines geschmolzenen thermoplastischen Harzes in den Formhohlraum durch einen Spritzgießzylinder,
- ein Pressen des expandierten Hohlraums auf eine vorgeschriebene Dicke des Formkörpers,
- ein Rückführen eines Überschusses des thermoplastischen Harzes, das durch den Pressvorgang angefallen ist, in den Spritzgießzylinder,
- ein Belassen des geschmolzenen thermoplastischen Harzes im Formhohlraum, bis der in Frage stehende Formkörper geformt worden ist und
- ein Entnehmen des erhaltenen Formkörpers aus dem Formhohlraum

umfasst.

[0005] Die DE 102 20 671 A1 offenbart eine Kunststofflinse, bestehend aus einer Sammellinse, aus einem Kunststoffmaterial mit einer hohen Abbézahl und einer damit einstückig und formschlüssig verbundenen Zerstreuungslinse aus einem Kunststoffmaterial mit einer im Vergleich zum Kunststoffmaterial der Sammellinse niedrigeren Abbézahl, wobei die thermi-

schen Ausdehnungskoeffizienten der Kunststoffmaterialien im wesentlichen gleich sind.

[0006] Scheinwerferlinsen sind z. B. aus der WO 02/31543 A1, der US 6 992 804 B2, der WO 03/074251 A1 und der DE 100 52 653 A1 bekannt. Weitere Fahrzeugscheinwerfer sind z. B. aus der DE 100 33 766 A1, der EP 0 272 646 A1, der DE 101 18 687 A1 und der DE 198 29 586 A1 bekannt.

[0007] Es ist Aufgabe der Erfindung, die Kosten für die Herstellung von Linsenelementen, insbesondere für Beleuchtungszwecke, insbesondere für die Herstellung von Scheinwerferlinsen für Fahrzeugscheinwerfer zu senken. Dabei ist es insbesondere wünschenswert, besonders hochwertige Linsenelemente, insbesondere Scheinwerferlinsen, herzustellen. Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, das in der DE 10 2007 037 204 A1 offenbarte Verfahren zu verbessern. Dabei soll insbesondere eine höhere Konturtreue erreicht werden. Es ist insbesondere Aufgabe der Erfindung, einen verbesserten Fahrzeugscheinwerfer mit einer Kunststofflinse bzw. ein Kraftfahrzeug mit einem entsprechend verbesserten Fahrzeugscheinwerfer anzugeben.

[0008] Vorgenannte Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Herstellen eines optischen Linsenelementes, insbesondere für Beleuchtungszwecke, insbesondere zum Herstellen einer Scheinwerferlinse für einen Fahrzeugscheinwerfer, insbesondere für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer, gelöst, wobei ein Rohling aus einem transparenten, insbesondere amorphen, Kunststoff mittels eines Spritzgießverfahrens in einer Spritzgießform geformt wird, wobei der Rohling aus der Spritzgießform entnommen wird, insbesondere bevor seine mittlere Temperatur die Schmelztemperatur/den Schmelztemperaturbereich des Kunststoffes und/oder die Fließtemperatur/Glasübergangstemperatur des Kunststoffes unterschreitet, und wobei der Rohling anschließend mittels einer Endkonturform (durch Zusammenfahren von Formteilen der Endkonturform) zu dem Linsenelement, insbesondere (allseitig, beidseitig) blank, gepresst wird. Dabei wird der Rohling insbesondere derart geformt, dass er im Wesentlichen die gleiche Masse besitzt, wie das Linsenelement. Es ist insbesondere vorgesehen, dass die Temperatur bzw. die mittlere Temperatur des Rohlings zwischen dessen Formung in der Spritzgießform und dem Blankpressen zu keinem Zeitpunkt kleiner ist als 60°C, insbesondere zu keinem Zeitpunkt kleiner ist als 80°C.

[0009] Ein (optisches) Linsenelement im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine Scheinwerferlinse. Ein (optisches) Linsenelement im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine Scheinwerferlinse zur Abbildung einer Hell-Dunkel-Grenze auf einer Fahrbahn.

[0010] Unter Blankpressen soll im Sinne der Erfindung insbesondere verstanden werden, eine optisch wirksame Oberfläche derart zu pressen, dass eine anschließende Nachbearbeitung der Kontur dieser optisch wirksamen Oberfläche entfallen kann bzw. entfällt bzw. nicht vorgesehen ist.

[0011] Eine Injektionspressform im Sinne der DE 10 2007 037 204 A1 kann ein Ausführungsbeispiel für eine Spritzgießform sein. Ein Injektionspressverfahren im Sinne der DE 10 2007 037 204 A1 kann ein Ausführungsbeispiel für ein Spritzgießverfahren sein. Dicke im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine maximale Dicke. Dicke und Durchmesser im Sinne der Erfindung verlaufen insbesondere orthogonal zueinander. Ein Durchmesser einer Spritzgießkavität bzw. eines Linsenelementes im Sinne der Erfindung bezieht sich insbesondere auf die maximale kreisrunde Querschnittsfläche der Spritzgießkavität bzw. des Linsenelementes. Ein Durchmesser einer Spritzgießkavität bzw. eines Linsenelementes im Sinne der Erfindung ist insbesondere der Durchmesser der maximalen kreisrunden Querschnittsfläche der Spritzgießkavität bzw. des Linsenelementes. Ein Anguss ist im Sinne der Erfindung kein Teil der Spritzgießkavität.

[0012] Mit vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Dicke der Spritzgießkavität zumindest 55%, insbesondere zumindest 80%, insbesondere zumindest 100%, des Durchmessers der Spritzgießkavität.

[0013] Mit weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Rohling spätestens nach 40 Sekunden der Spritzgießform entnommen. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Rohling spätestens nach 30 Sekunden der Spritzgießform entnommen.

[0014] Mittels des Spritzgießverfahrens wird der Rohling als Spitzgob geformt. Ein Spitzgob im Sinne der Erfindung umfasst insbesondere eine als Rotationsparaboloid geformte Oberfläche. Ein Spitzgob im Sinne der Erfindung umfasst insbesondere eine als sphärischer Rotationsparaboloid geformte Oberfläche. Ein Spitzgob im Sinne der Erfindung umfasst insbesondere eine als elliptischer Paraboloid geformte Oberfläche. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist der Spitzgob bzw. der Rohling keine Krümmung mit einem Krümmungsradius kleiner 3 mm auf. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist der Spitzgob bzw. der Rohling keine Krümmung mit einem Krümmungsradius kleiner 5 mm auf.

[0015] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Rohling nach der Entnahme aus der Spritzgießform in eine Absteform platziert. Eine Absteform im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine halboffene Form. Eine Absteform im Sinne

der Erfindung besitzt insbesondere einen runden bzw. kreisrunden Formquerschnitt. Eine Absteform im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine (innen) zylindrische, auf einer Seite geschlossene Form. Eine Absteform im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine zylindrische oder kegelige Wanne mit stetigem Übergang vom Wand zum Boden. Eine Absteform im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine zylindrische oder kegelige Wanne mit einem Übergang vom Wand zum Boden mit stetiger erster Ableitung. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung besitzt die Absteform eine Temperatur von nicht weniger als 100°C. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung besitzt die Absteform eine Temperatur von nicht mehr als 140°C. Es ist insbesondere vorgesehen, dass der Rohling zumindest 6 Minuten in der Absteform verbleibt. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist der Innendurchmesser der Absteform kleiner als der Durchmesser des Linsenelementes. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung der Innendurchmesser der Absteform kleiner ist als 70% des Durchmessers des Linsenelementes. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass der Innendurchmesser der Absteform nicht größer ist als 60% des Durchmessers des Linsenelementes. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist der Durchmesser der Absteform nicht kleiner als 50% des Durchmessers des Linsenelementes.

[0016] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Rohling (vor dem Pressen) erwärmt. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Rohling gekühlt und wieder erwärmt bzw. der Spritzgießform entnommen und anschließend gekühlt und wieder erwärmt. Dabei wird vorteilhafterweise der Temperaturgradient des Rohlings umgedreht. So ist der Kern des Rohlings bei Entnahme aus der Spritzgießform wärmer als der Außenbereich des Rohlings. Nach dem Erwärmen ist der Außenbereich des Rohlings dagegen vorteilhafterweise wärmer als der Kern des Rohlings.

[0017] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Rohling in der Absteform (vor dem Pressen) gekühlt. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Rohling in der Absteform (vor dem Pressen) gekühlt und anschließend wieder erwärmt.

[0018] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist der Anguß so platziert, dass die Stelle, an der er angeordnet war, mittig am Seitenrand des Rohlings unmittelbar vor dem Pressen liegt.

[0019] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird dem Rohling in der Absteform vor dem Kühlen in der Absteform und/oder beim Kühlen in der Absteform von oben Wärme zugeführt. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass dem Rohling

für zumindest 2 Minuten und/oder nicht länger als 6 Minuten Wärme zugeführt wird. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird dem Rohling anschließend in der Absteform, ohne Zuführung von Wärme von oben, gekühlt.

[0020] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Rohling vor dem Wiedererwärmen aus der Absteform entnommen. Beim Wiedererwärmen wird der Rohling vorteilhafterweise auf einer gekühlten Lanze liegend gehalten. Eine geeignete gekühlte Lanze ist in der DE 101 00 515 A1 offenbart. Die Lanze besitzt vorteilhafterweise eine ringförmige bzw. ringsegmentförmige Auflage mit einem Durchmesser von in etwa 90% des Durchmessers des Rohlings. Es ist insbesondere vorgesehen, dass der Rohling beim Wiedererwärmen nicht weniger als 60 Sekunden und/oder nicht mehr als 90 Sekunden erwärmt wird. Die Ofentemperatur für das Wiedererwärmen beträgt insbesondere nicht weniger als 150°C und/oder nicht mehr als 300°C. Es ist insbesondere vorgesehen, dass das Wiedererwärmen bei nicht weniger als 150°C und/oder bei nicht mehr als 300°C erfolgt.

[0021] Es ist insbesondere vorgesehen, dass der Rohling vor dem Wiedererwärmen gewendet wird. Dabei ist bzw. es ist insbesondere vorgesehen, dass der Rohling mit der Seite nach oben wiedererwärmt wird, auf der er in der Absteform platziert worden ist. Es ist insbesondere vorgesehen, dass die Seite des Gobs, die bei seiner Platzierung in der Absteform oben gewesen ist, die Auflageseite beim Wiedererwärmen bildet.

[0022] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist der Rohling, insbesondere unmittelbar vor dem Blankpressen, keine Krümmung mit einem Krümmungsradius kleiner 3 mm auf. Die Dicke des Rohlings ist in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung unmittelbar vor dem Blankpressen zumindest 1 mm, insbesondere zumindest 3 mm, größer als die Dicke des Linsenelementes.

[0023] Es ist insbesondere vorgesehen, dass die Dicke des Rohlings unmittelbar nach der Entnahme aus der Spritzgussform nicht kleiner ist als 140% der Dicke des Rohlings unmittelbar vor dem Blankpressen. Es ist insbesondere vorgesehen, dass die Dicke des Rohlings unmittelbar nach der Entnahme aus der Spritzgussform nicht größer ist als 145% der Dicke des Rohlings unmittelbar vor dem Blankpressen.

[0024] Das Spritzgießverfahren kann in einer Ausgestaltung der Erfindung durch direktes Anspritzen des Rohlings ohne Angusskanal erfolgen (Heißkanal).

[0025] Die Spritzgießkavität hat insbesondere ein Volumen von mehr als 40 ccm. Die Spritzgießkavität hat insbesondere ein Volumen von bis zu 100 ccm.

[0026] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird mittels der Endkonturform in eine optisch wirksame Oberfläche des Linsenelementes eine Licht streuende Oberflächenstruktur eingeprägt. Eine geeignete Licht streuende Oberflächenstruktur umfasst z. B. eine Modulation und/oder eine (Oberflächen-)Rauhigkeit von mindestens 0,05 µm, insbesondere mindestens 0,08 µm, bzw. ist als Modulation gegebenenfalls mit einer (Oberflächen-)Rauhigkeit von mindestens 0,05 µm, insbesondere mindestens 0,08 µm, ausgestaltet. Rauhigkeit im Sinne der Erfindung soll insbesondere als Ra, insbesondere nach ISO 4287, definiert sein. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann die Licht streuende Oberflächenstruktur eine einer Golfballoberfläche nachgebildete Struktur umfassen oder als eine einer Golfballoberfläche nachgebildete Struktur ausgestaltet sein. Geeignete Licht streuende Oberflächenstrukturen sind z. B. in der DE 10 2005 009 556, der DE 102 26 471 B4 und der DE 299 14 114 U1 offenbart. Weitere Ausgestaltungen Licht streuender Oberflächenstrukturen sind in der deutschen Patentschrift 1 099 964, der DE 36 02 262 C2, der DE 40 31 352 A1, der US 6 130 777, der US 2001/0033726 A1, der JP 10123307 A, der JP 09159810 A und der JP 01147403 A offenbart.

[0027] Vorgenannte Aufgabe wird zudem durch einen Fahrzeugscheinwerfer mit zumindest einer Lichtquelle gelöst, wobei der Fahrzeugscheinwerfer eine gemäß einem vorhergehend beschriebenen Verfahren hergestellte Scheinwerferlinse aufweist. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst der Fahrzeugscheinwerfer eine Blende, wobei eine Kante der Blende mittels der Scheinwerferlinse oder eines Teils der Scheinwerferlinse als eine Hell-Dunkel-Grenze abbildbar ist.

[0028] Vorgenannte Aufgabe wird zudem durch ein Kraftfahrzeug mit einem vorgenannten Fahrzeugscheinwerfer gelöst, wobei insbesondere vorgesehen ist, dass die Hell-Dunkel-Grenze auf eine Fahrbahn, auf der das Kraftfahrzeug anordenbar ist, abbildbar ist.

[0029] Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen. Dabei zeigen:

[0030] Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel für ein Kraftfahrzeug,

[0031] Fig. 2 eine schematische Darstellung eines beispielhaften Fahrzeugscheinwerfers,

[0032] Fig. 3 eine beispielhafte Leuchtverteilung des Scheinwerfers gemäß Fig. 2,

[0033] Fig. 4 einen Querschnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer Scheinwerferlinse für einen Fahrzeugscheinwerfer gemäß Fig. 2,

[0034] Fig. 5 einen Ausschnitt des Querschnitts gemäß Fig. 4,

[0035] Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Herstellen einer Scheinwerferlinse gemäß Fig. 4,

[0036] Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel einer Spritzgießform in einer Prinzipdarstellung im Querschnitt,

[0037] Fig. 8 die Spritzgießform gemäß Fig. 7 in einem gefüllten Zustand,

[0038] Fig. 9 ein Ausführungsbeispiel eines Mittels einer Spritzgießform gemäß Fig. 7 hergestellten Rohlings unmittelbar nach seiner Entnahme aus der Spritzgießform,

[0039] Fig. 10 ein Ausführungsbeispiel für einen Rohling gemäß Fig. 9 in einer Absteform,

[0040] Fig. 11 den Rohling gemäß Fig. 10 in der Absteform nach einer schrumpfbedingten Konturänderung,

[0041] Fig. 12 ein Ausführungsbeispiel eines Mittels einer Spritzgießform gemäß Fig. 7 hergestellten Rohlings nach seinem Abkühlen und nach Entfernen eines Angusses,

[0042] Fig. 13 ein Ausführungsbeispiel einer Endkonturform in einer Prinzipdarstellung im Querschnitt und

[0043] Fig. 14 die Endkonturform gemäß Fig. 13 nach dem Zufahren.

[0044] Fig. 1 zeigt ein Kraftfahrzeug **100** mit einem in Fig. 2 schematisch dargestellten Fahrzeugscheinwerfer **1** mit einer Lichtquelle **10** zum Erzeugen von Licht, einem Reflektor **12** zum Reflektieren von mittels der Lichtquelle **10** erzeugbarem Licht und einer Blende **14**. Der Fahrzeugscheinwerfer **1** umfasst zudem eine einstückige, beidseitig blankgepresste Scheinwerferlinse **2** zur Veränderung der Strahlrichtung von mittels der Lichtquelle **10** erzeugbarem Licht und insbesondere zur Abbildung einer in Fig. 2 mit Bezugszeichen **15** bezeichneten Kante der Blende **14** als Hell-Dunkel-Grenze **25**, wie sie beispielhaft in Fig. 3 in einer Graphik **20** und in einer Photographie **21** dargestellt ist. Wichtige lichttechnische Richtwerte sind dabei der Gradient G der Hell-Dunkel-Grenze **25** und der Blendwert HV des Fahrzeugscheinwerfers **1**, in den die Scheinwerferlinse **2** eingebaut ist.

[0045] Die Scheinwerferlinse **2** umfasst einen Linsenkörper **3** aus einem transparenten Kunststoff, der eine der Lichtquelle **10** zugewandte im Wesentlichen plane optisch wirksame Oberfläche **5** und eine der Lichtquelle **10** abgewandte konvex gekrümmte optisch wirksame Oberfläche **4** umfasst. Die Scheinwerferlinse **2** umfasst zudem optional einen Rand **6**, mittels dessen die Scheinwerferlinse **2** in dem Fahrzeugscheinwerfer **1** befestigt ist.

[0046] Fig. 4 zeigt einen Querschnitt durch ein Ausführungsbeispiel der Scheinwerferlinse **2** für den Fahrzeugscheinwerfer **1** gemäß Fig. 2. Fig. 5 zeigt einen in Fig. 4 durch einen strichpunktierten Kreis markierten Ausschnitt der Scheinwerferlinse **2**. Die im Wesentlichen plane optisch wirksame Oberfläche **5** ragt in Form einer Stufe **60** in Richtung der optischen Achse **30** der Scheinwerferlinse **2** über den Linsenrand **6** bzw. über die der Lichtquelle **10** zugewandte Oberfläche **61** des Linsenrandes **6** hinaus, wobei die Höhe h der Stufe **60** nicht mehr als 1 mm, vorteilhafterweise nicht mehr als 0,5 mm, beträgt. Der Nennwert der Höhe h der Stufe **60** beträgt vorteilhafterweise 0,2 mm.

[0047] Die Dicke r des Linsenrandes **6** beträgt zumindest 2 mm jedoch nicht mehr als 5 mm. Der Durchmesser DL der Scheinwerferlinse **2** beträgt zumindest 40 mm jedoch nicht mehr als 100 mm. Der Durchmesser DB der im Wesentlichen planen optisch wirksamen Oberfläche **5** ist gleich dem Durchmesser DA der konvex gekrümmten optisch wirksamen Oberfläche **4**. In vorteilhafter Ausgestaltung beträgt der Durchmesser DB der im Wesentlichen planen optisch wirksamen Oberfläche **5** nicht mehr als 110% des Durchmessers DA der konvex gekrümmten optisch wirksamen Oberfläche **4**. Zudem beträgt der Durchmesser DB der im Wesentlichen planen optisch wirksamen Oberfläche **5** vorteilhafterweise zumindest 90% des Durchmessers DA der konvex gekrümmten optisch wirksamen Oberfläche **4**. Der Durchmesser DL der Scheinwerferlinse **2** ist vorteilhafterweise in etwa 5 mm größer als der Durchmesser DB der im Wesentlichen planen optisch wirksamen Oberfläche **5** bzw. als der Durchmesser DA der konvex gekrümmten optisch wirksamen Oberfläche **4**.

[0048] Die Scheinwerferlinse **2** weist optional im Innern des transparenten Körpers **3** eine Licht streuende Struktur **35** auf. Die Licht streuende Struktur **35** ist vorteilhafterweise eine mittels eines Lasers erzeugte Struktur. Sie umfasst dabei vorteilhafterweise eine Anzahl von punktförmigen Defekten, die insbesondere zu einer zur optischen Achse **30** orthogonalen Ebene ausgerichtet sind. Es kann vorgesehen sein, dass die Licht streuende Struktur **35** ringförmig ausgestaltet ist oder ringförmige Bereiche umfasst bzw. dass die punktförmigen Defekte in Ringen angeordnet sind. Es kann vorgesehen sein, dass die punktför-

migen Defekte, insbesondere innerhalb der gewählten Struktur, zufällig verteilt sind.

[0049] Geeignete Verfahren zur Erzeugung der Lichtstreuenden Struktur **35** im Innern des transparenten Körpers **3** können zum Beispiel der SU 1838163 A3, der SU 1818307 A1, dem Artikel, „Optical applications of laser-induced gratings in Eudoped glasses“, Edward G. Behrens, Richard C. Powell, Douglas H. Blackburn, 10. April 1990/Vol. 29, No. 11/APPLIED OPTICS, dem Artikel, „Relationship between laser-induced gratings and vibrational properties of Eudoped glasses“, Frederic M. Durville, Edward G. Behrens, Richard C. Powell, 35, 4109, 1987, The American Physical Society, dem Artikel, „Laser-induced refractive-index gratings in Eu-doped glasses“, Frederic M. Durville, Edward G. Behrens, Richard C. Powell, 34, 4213, 1986, The American Physical Society, dem Artikel, „Innenbearbeitung von Glas mit Nd: YAG-Laser“, Klaus Dickmann, Elena Dik, Laser Magazin sowie dem in der US 6 992 804 B2 zitierten Stand der Technik entnommen werden.

[0050] In alternativer Ausgestaltung der Scheinwerferlinse **2** kann vorgesehen sein, dass diese (an Stelle des Randes **6**) einen (nach hinten bzw. in Richtung der der Lichtquelle **10** zugewandten Seite) überstehenden Rand umfasst, wie er z. B. in der WO 03/087893 A1, der DE 203 20 546 U1, der EP 1 495 347 A1, der DE 102 16 706 A1, der EP 1645545 und der DE 10 2004 048 500 A1 offenbart ist.

[0051] Es kann vorgesehen sein, dass die Scheinwerferlinse **2** Oberflächenstrukturen aufweist, wie sie in den Fig. 6 bis Fig. 10 der DE 10 2007 037 204 A1 offenbart sind.

[0052] Fig. 6 zeigt ein Verfahren zum Herstellen der Scheinwerferlinse **2**. Dabei wird in einem Schritt **111** ein transparenter thermoplastische Kunststoff bereitgestellt bzw. hergestellt bzw. verflüssigt. Der transparente thermoplastische Kunststoff ist insbesondere Polycarbonat, insbesondere LED 2643, bzw. ein thermoplastisches Harz wie z. B. ein Polycarbonatharz, ein Polyacrylharz oder ein modifiziertes Polyolefinharz. Beispiele für geeignete thermoplastische Kunststoffe bzw. thermoplastisches Harz können insbesondere der DE 699 23 847 T2 entnommen werden. So offenbart die DE 699 23 847 T2 als Polycarbonatharz die geeignete Verwendung von aromatischem Polycarbonatharz, das durch Umsetzung eines Diphenols und eines Carbonatvorläufers erhalten worden ist. Zu Beispielen für das Diphenol gehören dabei Bis-(hydroxyaryl)-alkane, wie 2,2-Bis-(4-hydroxyphenyl)-propan (sogenanntes Bisphenol A), Bis-(4-hydroxyphenyl)-methan, 1,1-Bis-(4-hydroxyphenyl)-ethan, 2,2-Bis-(4-hydroxyphenyl)-butan, 2,2-Bis-(4-hydroxyphenyl)-octan, 2,2-Bis-(4-hydroxyphenyl)-phenylmethan, 2,2-Bis-(4-hydroxy-3-methylphenyl)-

propan, 1,1-Bis-(4-hydroxy-3-tert.-butylphenyl)-propan, 2,2-Bis-(4-hydroxy-3-bromphenyl)-propan, 2,2-Bis-(4-hydroxy-3,5-dibromphenyl)-propan und 2,2-Bis-(4-hydroxy-3,5-dichlorphenyl)-propan; Bis-(hydroxyphenyl)-cycloalkan, wie 1,1-Bis-(hydroxyphenyl)-cyclopentan und 1,1-Bis-(hydroxyphenyl)-cyclohexan; Dihydroxyarylether, wie 4,4'-Dihydroxydiphenylether und 4,4'-Dihydroxy-3,3'-dimethyldiphenylether; Dihydroxydiarylsulfide, wie 4,4'-Dihydroxydiphenylsulfid und 4,4'-Dihydroxy-3,3'-dimethyldiphenylsulfid; Dihydroxydiarylsulfoxide, wie 4,4'-Dihydroxydiphenylsulfoxid und 4,4'-Dihydroxy-3,3'-dimethyldiphenylsulfoxid; und Dihydroxydiarylsulfone, wie 4,4'-Dihydroxydiphenylsulfon und 4,4'-Dihydroxy-3,3'-dimethyldiphenylsulfon. Diese Diphenole können allein oder in einer Kombination aus zwei oder mehr Produkten verwendet werden.

[0053] Dem Schritt **111** folgt ein Schritt **112**, in dem – wie in Fig. 7 und Fig. 8 dargestellt – ein Rohling **136** aus dem transparentem Kunststoff mittels eines Spritzgießverfahrens in einer Spritzgießform geformt wird. Die in Fig. 7 und Fig. 8 in einer Prinzipdarstellung dargestellte Spritzgießform umfasst eine Teilform **131** und eine Teilform **132**. Im geschlossenen Zustand der Spritzgießform bilden die Teilform **131** und die Teilform **132** eine Spritzgießkavität **133**, deren Dicke D133 zumindest 80%, insbesondere zumindest 100%, des Durchmessers Q133 der Spritzgießkavität **133** beträgt. Der Anteil der Spritzgießkavität des Formteils **131** und der Anteil der Spritzgießkavität des Formteils **132** gehen im Wesentlichen mit einer stetigen ersten Abneigung bzw. ohne einen Knick ineinander über. Die Teilform **131** bzw. die Teilform **132** bilden ein Ausführungsbeispiel für Spritzgießformteile im Sinne der Ansprüche. Die Spritzgießkavität **133** hat ein Volumen von in etwa 63 ccm. Die Spritzgießkavität **133** weist insbesondere keine Krümmung mit einem Krümmungsradius kleiner als 3 mm, insbesondere keine Krümmung mit einem Krümmungsradius kleiner als 5 mm, auf.

[0054] Der im Wesentlichen flüssige transparente Kunststoff wird, wie durch den Pfeil **135** dargestellt, in die Spritzgießform gepresst, so dass der Rohling **136** mit einem Anguss **137** geformt wird. Durch Öffnen der Teilform **131** und **132** kann der – in Fig. 9 dargestellte – Rohling **136** entnommen werden. Dabei ist vorgesehen, dass der Rohling **136** maximal 30 bis 40 Sekunden in der Spritzgussform verbleibt und aus der Spritzgießform entnommen wird, bevor seine mittlere Temperatur die Schmelzetemperatur/den Schmelzetemperaturbereich des Kunststoffs und/oder die Fließtemperatur/Glasübergangstemperatur des Kunststoffs unterschreitet.

[0055] Es folgt ein Schritt **113** (mit den Schritten **113A**, **113B**, **113C**, **113D** und **113E**), in dem der Rohling **136** temperiert wird und/oder abgekühlt wird. Beim Temperieren wird der Rohling **136** zunächst

abgekühlt und anschließend erwärmt, so dass sich sein Temperaturgradient umkehrt, das heißt, dass vor dem Temperieren der Kern des Rohlings **136** wärmer ist als der Außenbereich des Rohlings **136**, und dass nach dem Temperieren der Außenbereich des Rohlings **136** wärmer ist als der Kern des Rohlings **136**. Dabei wird zunächst in einem Schritt **113A** der Anguss **137** entfernt und der Rohling **136**, wie in **Fig. 10** dargestellt, in einer Abstehtform **50** platziert, wobei die Abstehtform **50** eine Temperatur zwischen 100 und 140°C aufweist. Es folgt ein Schritt **113B**, in dem der Rohling **136**, wie in **Fig. 10** dargestellt, in der Abstehtform **50** zwischen 2 und 6 Minuten mittels einer Infrarotheizung **51** von oben erwärmt wird. Anschließend verbleibt der Rohling **136** in einem Schritt **113C** in der Abstehtform **50**, ohne dass er mittels der Infrarotheizung **51** beheizt wird. Der Rohling **136** verbleibt mindestens 6 Minuten in der Abstehtform **50**. In der Abstehtform **50** verändert sich die Kontur des Rohlings aufgrund von abkühlungsbedingtem Schrumpf. Dabei zeigt **Fig. 9** den Rohling **136** vor seiner schrumpfbedingten Umwandlung und **Fig. 12** den Rohling nach seiner schrumpfbedingten Umwandlung.

[0056] Dem Schritt **113C** folgt ein Schritt **113D**, in dem der Rohling **136** der Abstehtform **50** entnommen und gewendet wird, sodass die Oberfläche **138** des Rohlings **136** oben und die Oberfläche **139** des Rohlings **136** unten ist. **Fig. 12** zeigt den Rohling **136** nach dem Schritt **113D**, wobei zu erkennen ist, dass sich in der Abstehtform **50**, die konvexe Oberfläche **139** des Rohlings **136** zu einer konkaven Oberfläche gewandelt hat. Dem Schritt **113D** folgt ein Schritt **113E**, in dem der Rohling **136** mit seiner Oberfläche **139** als Auflagefläche auf einer ringförmigen Auflage platziert und in einem Ofen für 60 bis 90 Sekunden bei 150 bis 300°C erwärmt wird. Eine geeignete ringförmige Auflage, die von Kühltemperatur durchströmt wird, kann der DE 101 00 515 A1 entnommen werden. Der Durchmesser der ringförmigen Auflage ist dabei in etwa 90% des Durchmessers des Rohlings **136**. Das Wenden des Rohlings **136** hat sich als besonders geeignet erwiesen, um eine besonders hochwertige Oberflächenqualität der Scheinwerferlinse **2** zu erzeugen.

[0057] Es folgt ein Schritt **114**, in dem der Rohling **136** – mittels einer in **Fig. 13** und **Fig. 14** dargestellten Endkonturform – zwischen einer Oberform **140** und einer Unterform, die eine erste Teilform **141** und eine die erste Teilform **141** umschließende ringförmige zweite Teilform **142** umfasst, zu einer Scheinwerferlinse **2** mit einem angeformten Linsenrand **6** (blank) gepresst wird, wobei durch einen von dem Volumen des Rohlings **136** abhängigen Versatz **143** zwischen der ersten Teilform **141** und der zweiten Teilform **142** die Stufe **60** in die Scheinwerferlinse **2** gepresst wird.

[0058] Zum Pressen wird der Rohling **136** – wie in **Fig. 13** dargestellt – auf die Unterform bzw. deren Teilform **141** gelegt. Das Pressen des Rohlings **136** zu der Scheinwerferlinse **2** erfolgt insbesondere nicht unter Vakuum oder signifikantem Unterdruck. Das Pressen des Rohlings **136** zu der Scheinwerferlinse **2** erfolgt insbesondere unter atmosphärischem Luftdruck. Die erste Teilform **141** und die zweite Teilform **142** sind mittels Federn **145** und **146** miteinander kraftgekoppelt. Dabei wird derart gepresst, dass der Abstand zwischen der ersten Teilform **141** und der Oberform **140** von dem Volumen des Rohlings bzw. der daraus gepressten Scheinwerferlinse **2** abhängig und der Abstand zwischen der zweiten Teilform **142** und der Oberform **140** von dem Volumen des Rohlings bzw. der daraus gepressten Scheinwerferlinse **2** unabhängig ist. Nach dem Pressen wird die Scheinwerferlinse **2** abgekühlt und gegebenenfalls die im Wesentlichen plane Oberfläche **5** poliert.

[0059] Optional kann dem Schritt **114** ein Schritt **115** folgen, in dem der Gradient einer Scheinwerferlinse gemessen wird und in dem eine der Licht streuenden Struktur **35** entsprechende Struktur in diese oder eine andere Scheinwerferlinse in Abhängigkeit des Messwertes des Gradienten eingebracht wird.

[0060] In einem dem Schritt **114** bzw. dem Schritt **115** folgenden Schritt **116** wird die Scheinwerferlinse **2** in einem Transportbehälter zum Transportieren von Scheinwerferlinsen mit weiteren – entsprechend der Scheinwerferlinse **2** ausgestalteter – Scheinwerferlinsen verpackt.

[0061] Die Standardabweichung des Gradienten der Scheinwerferlinsen entsprechend der Scheinwerferlinse **2** ist kleiner oder gleich 0,005. Die Standardabweichung des Blendwertes der Charge von Scheinwerferlinsen **2** bzw. der Fahrzeugscheinwerfer, in den die Scheinwerferlinsen **2** verbaut werden, ist vorteilhafterweise kleiner oder gleich 0,05 lux. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Standardabweichung des Wertes 75 R der Scheinwerferlinsen **2** oder der Fahrzeugscheinwerfer, in den die Scheinwerferlinsen **2** verbaut sind, kleiner oder gleich 0,5 lux ist.

[0062] Die Elemente in den Figuren sind unter Berücksichtigung von Einfachheit und Klarheit und nicht notwendigerweise maßstabsgetreu gezeichnet. So sind z. B. die Größenordnungen einiger Elemente übertrieben gegenüber anderen Elementen dargestellt, um das Verständnis des Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zu verbessern.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102007037204 A1 [0002, 0007, 0011, 0011, 0051]
- DE 69923847 T2 [0003, 0004, 0052]
- US 4540534 [0004]
- EP 0640460 [0004]
- JP 9-057794 [0004]
- DE 10220671 A1 [0005]
- WO 02/31543 A1 [0006]
- US 6992804 B2 [0006, 0049]
- WO 03/074251 A1 [0006]
- DE 10052653 A1 [0006]
- DE 10033766 A1 [0006]
- EP 0272646 A1 [0006]
- DE 10118687 A1 [0006]
- DE 19829586 A1 [0006]
- DE 10100515 A1 [0020, 0056]
- DE 102005009556 [0026]
- DE 10226471 B4 [0026]
- DE 29914114 U1 [0026]
- DE 1099964 [0026]
- DE 3602262 C2 [0026]
- DE 4031352 A1 [0026]
- US 6130777 [0026]
- US 2001/0033726 A1 [0026]
- JP 10123307 A [0026]
- JP 09159810 A [0026]
- JP 01147403 A [0026]
- SU 1838163 A3 [0049]
- SU 1818307 A1 [0049]
- WO 03/087893 A1 [0050]
- DE 20320546 U1 [0050]
- EP 1495347 A1 [0050]
- DE 10216706 A1 [0050]
- EP 1645545 [0050]
- DE 102004048500 A1 [0050]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- ISO 4287 [0026]
- „Optical applications of laser-induced gratings in Eudoped glasses”, Edward G. Behrens, Richard C. Powell, Douglas H. Blackburn, 10. April 1990/Vol. 29, No. 11/APPLIED OPTICS [0049]
- „Relationship between laser-induced gratings and vibrational properties of Eu-doped glasses”, Frederic M. Durville, Edward G. Behrens, Richard C. Powell, 35, 4109, 1987 [0049]
- The American Physical Society, dem Artikel, „Laser-induced refractive-index gratings in Eu-doped glasses”, Frederic M. Durville, Edward G. Behrens, Richard C. Powell, 34, 4213, 1986 [0049]
- The American Physical Society, dem Artikel, „Innenbearbeitung von Glas mit Nd: YAG-Laser”, Klaus Dickmann, Elena Dik, Laser Magazin [0049]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines optischen Linsenelementes (2), insbesondere für Beleuchtungszwecke, insbesondere zum Herstellen einer Scheinwerferlinse (2) für einen Fahrzeugscheinwerfer, insbesondere für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer (1), wobei ein Rohling (136) aus einem transparenten, insbesondere amorphen, Kunststoff mittels eines Spritzgießverfahrens in einer Spritzgießform (131, 132) geformt wird, wobei der Rohling (136) aus der Spritzgießform (131, 132) entnommen wird, insbesondere bevor seine mittlere Temperatur die Schmelztemperatur/den Schmelztemperaturbereich des Kunststoffs und/oder die Fließtemperatur/Glasübergangstemperatur des Kunststoffs unterschreitet, und wobei der Rohling (136) anschließend mittels einer Endkonturform (140, 141, 142) zu dem Linsenelement (2), insbesondere blank, gepresst wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rohling (136) nach der Entnahme aus der Spritzgießform (131, 132) in eine Absteform (50) platziert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Innendurchmesser der Absteform (50) kleiner ist als 70% des Durchmessers des Linsenelementes.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rohling (136) in der Absteform (50) gekühlt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rohling (136) in der Absteform (50) gekühlt und anschließend wieder erwärmt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Rohling (136) in der Absteform vor dem Kühlen in der Absteform und/oder beim Kühlen in der Absteform (50) von oben Wärme zugeführt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rohling (136) keine Krümmung mit einem Krümmungsradius kleiner 3 mm aufweist.

8. Fahrzeugscheinwerfer (1) mit zumindest einer Lichtquelle, **dadurch gekennzeichnet**, dass er eine gemäß einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche hergestellte Scheinwerferlinse (2) aufweist.

9. Fahrzeugscheinwerfer (1) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass er eine Blende (14) umfasst, wobei eine Kante (15) der Blende (14) mittels der Scheinwerferlinse (2) oder eines Teils der

Scheinwerferlinse (2) als eine Hell-Dunkel-Grenze (101) abbildbar ist.

10. Kraftfahrzeug (100), **dadurch gekennzeichnet**, dass es einen Fahrzeugscheinwerfer (1) nach Anspruch 16 oder 17 aufweist, wobei insbesondere vorgesehen ist, dass die Hell-Dunkel-Grenze (101) auf eine Fahrbahn, auf der das Kraftfahrzeug (100) anordenbar ist, abbildbar ist.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

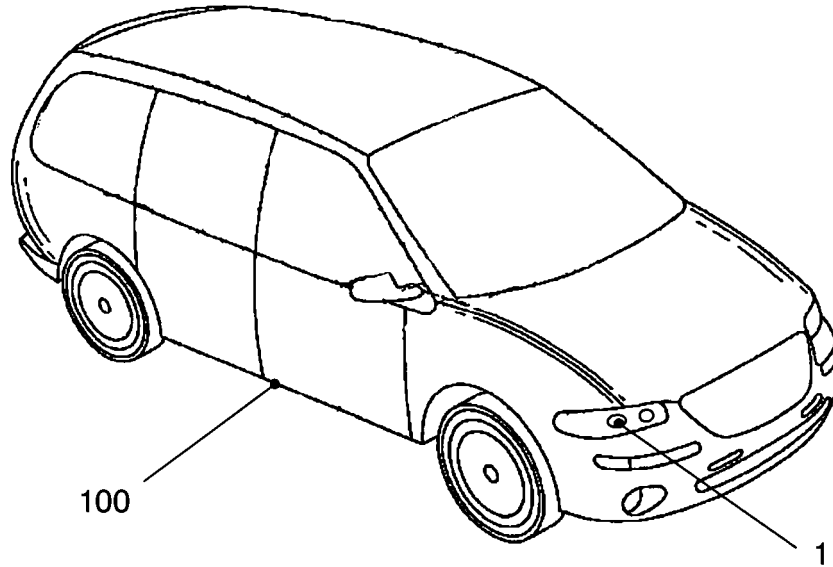


Fig. 1

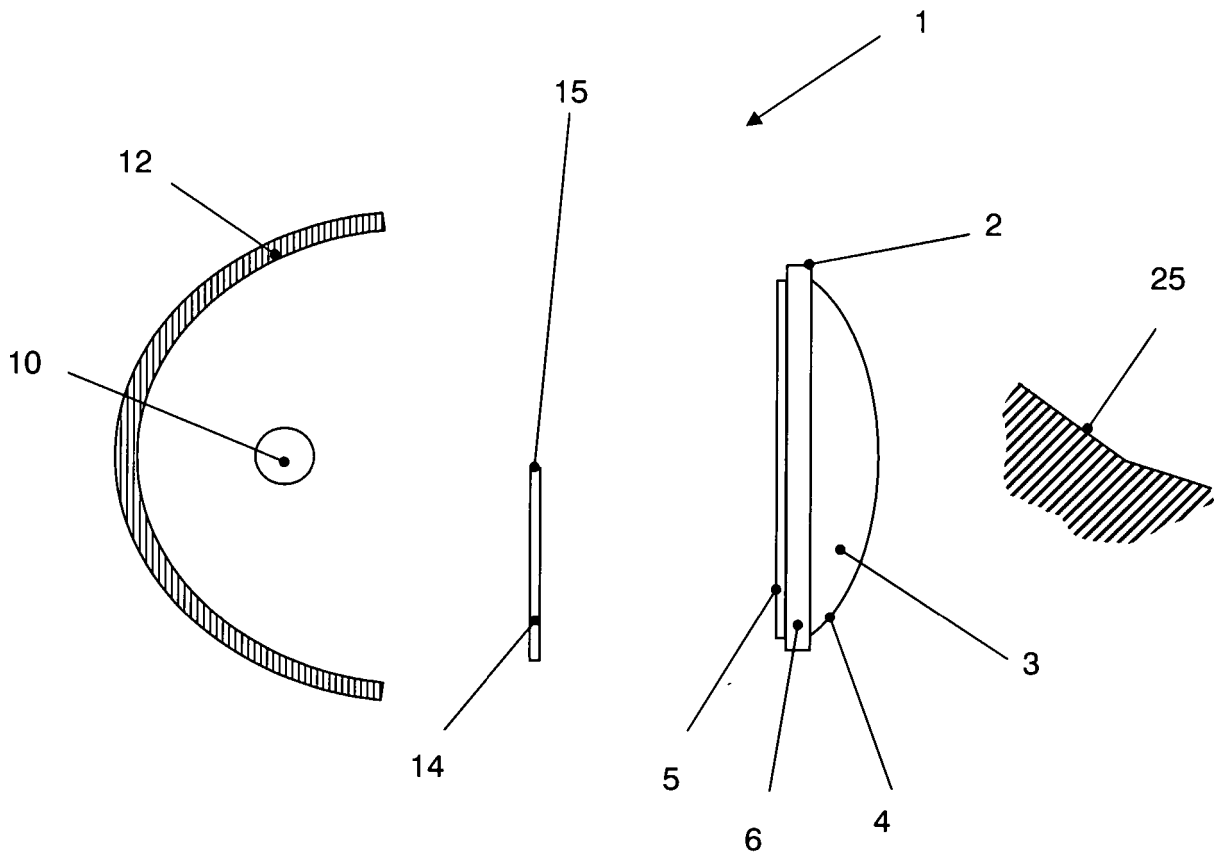


Fig. 2

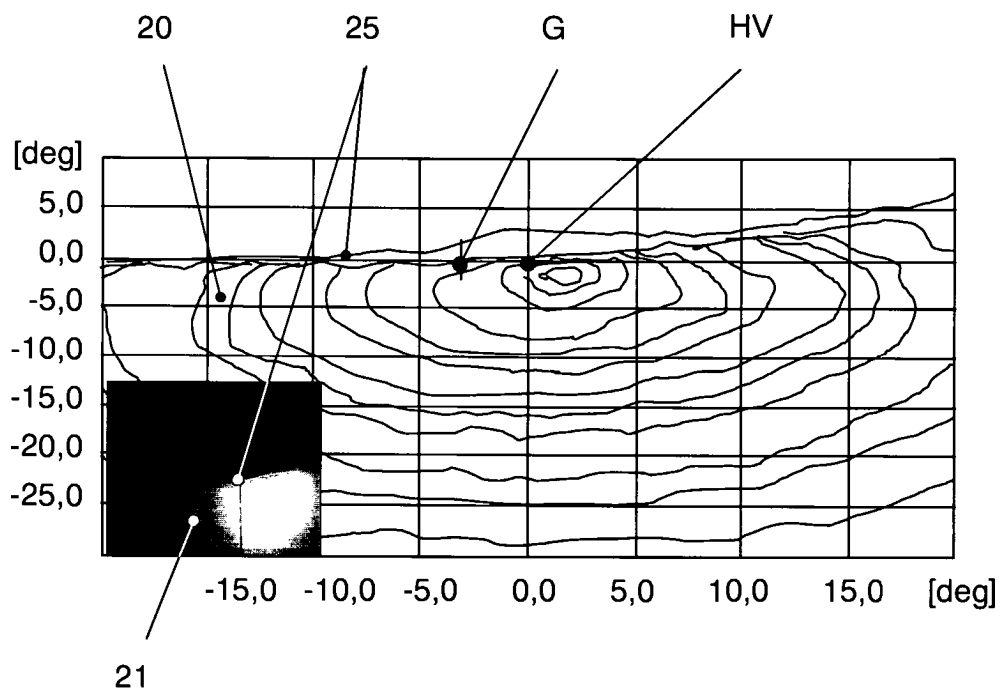


Fig. 3

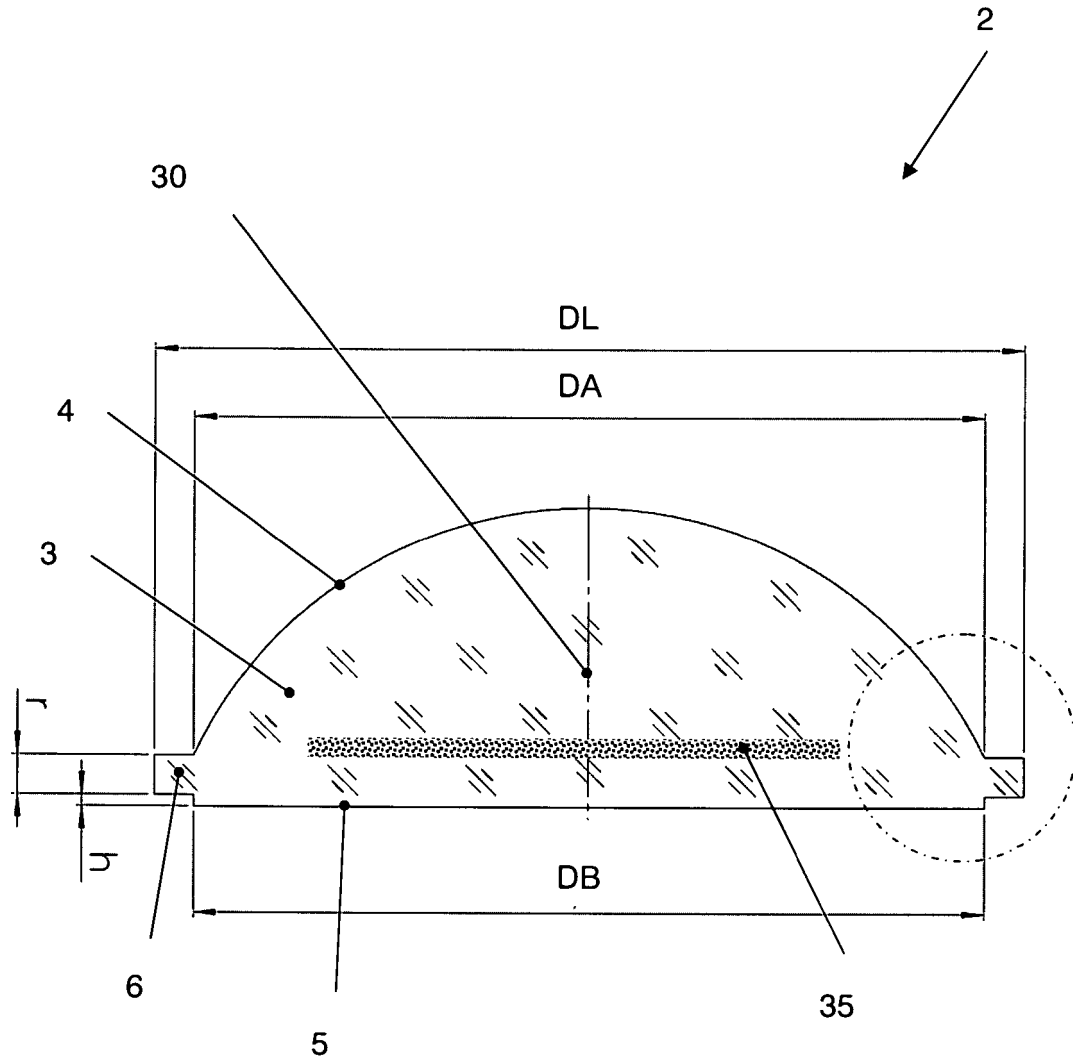


Fig. 4

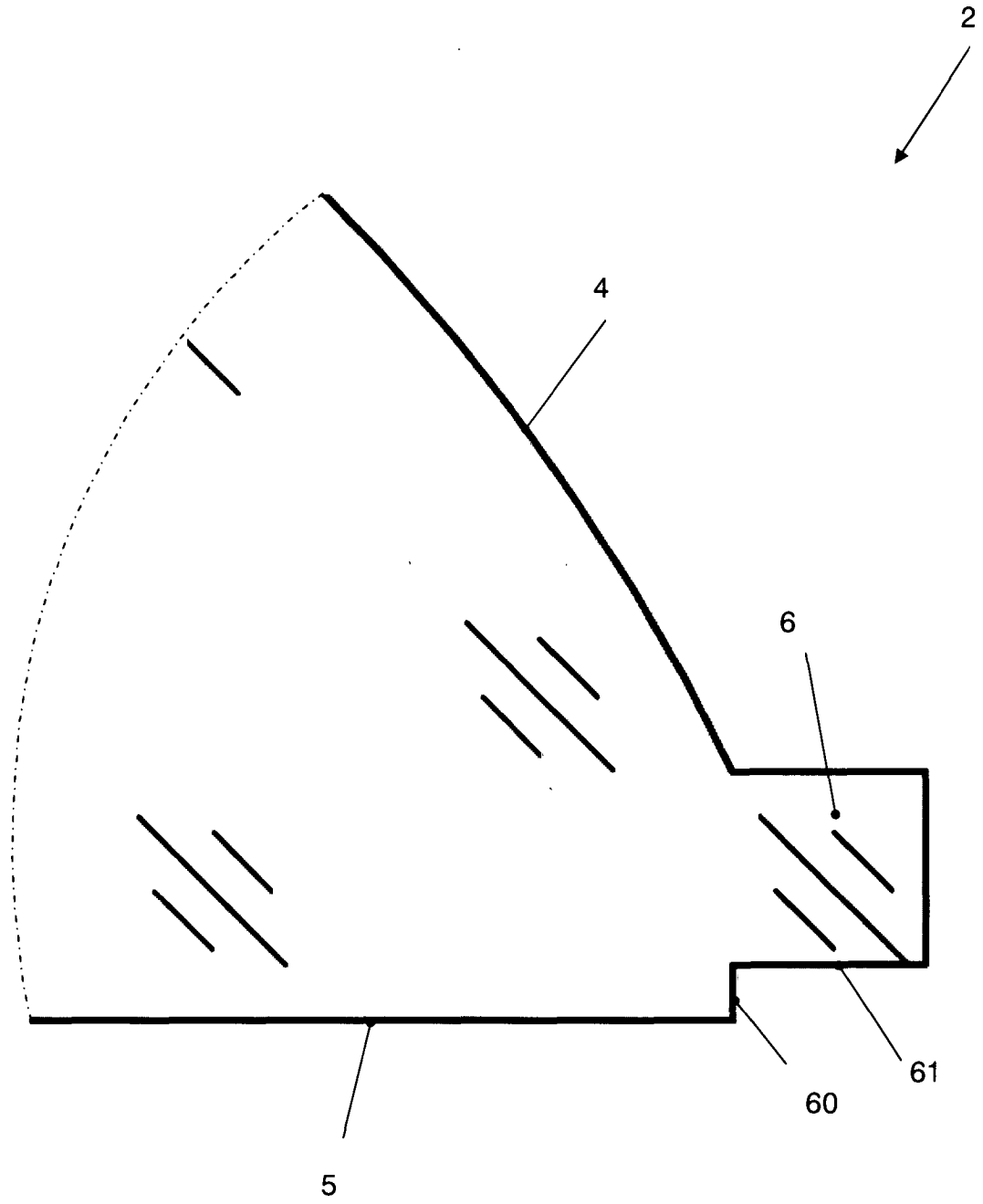


Fig. 5

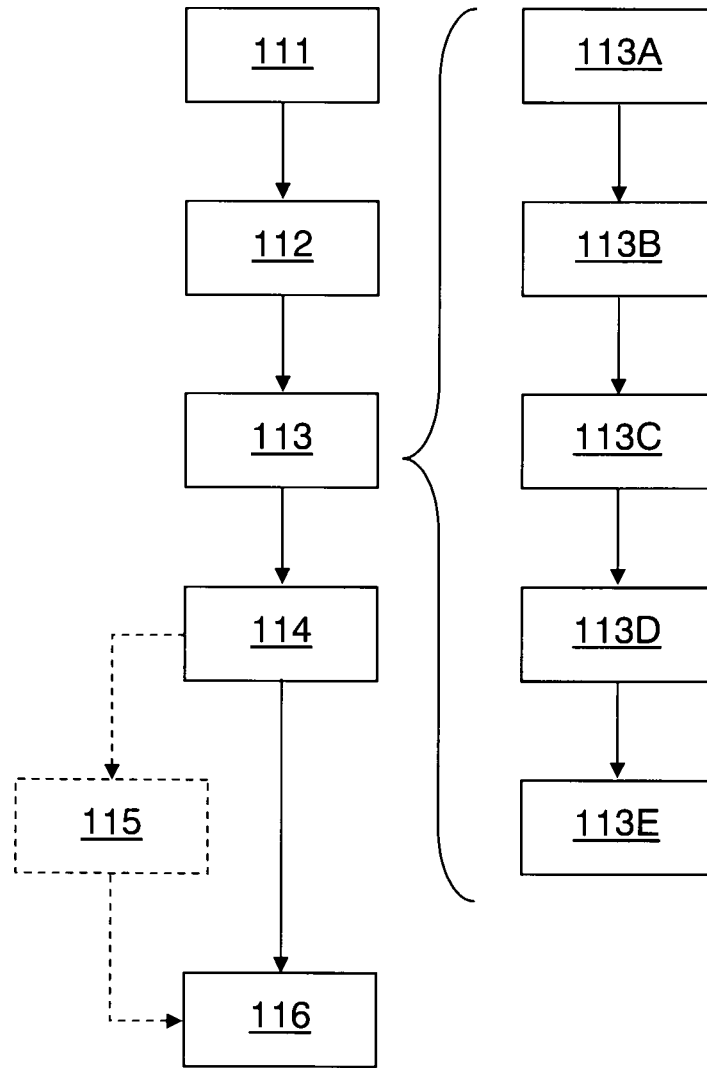


Fig. 6

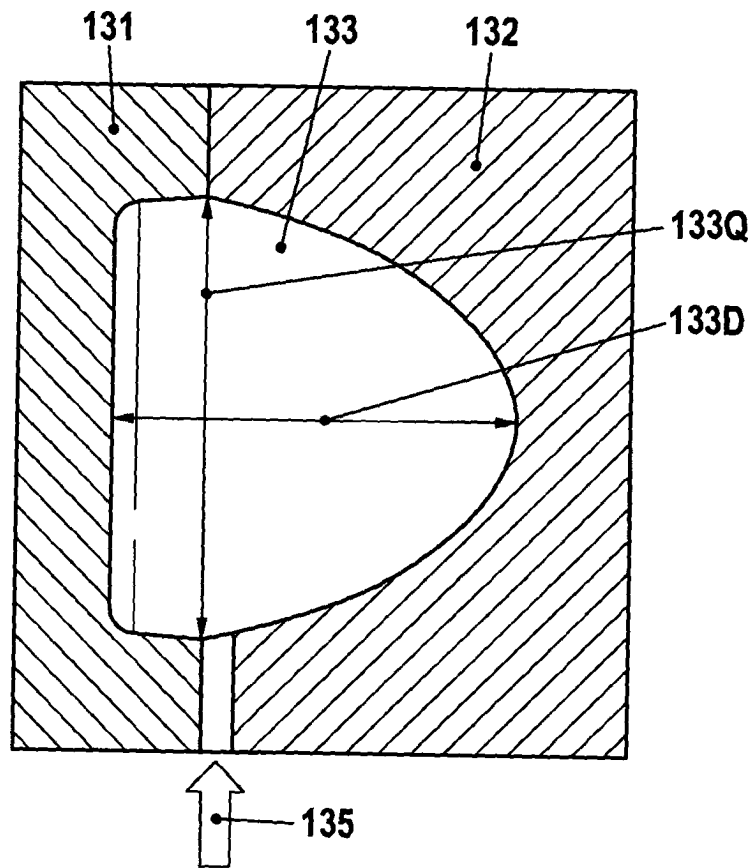


Fig. 7

Fig. 8

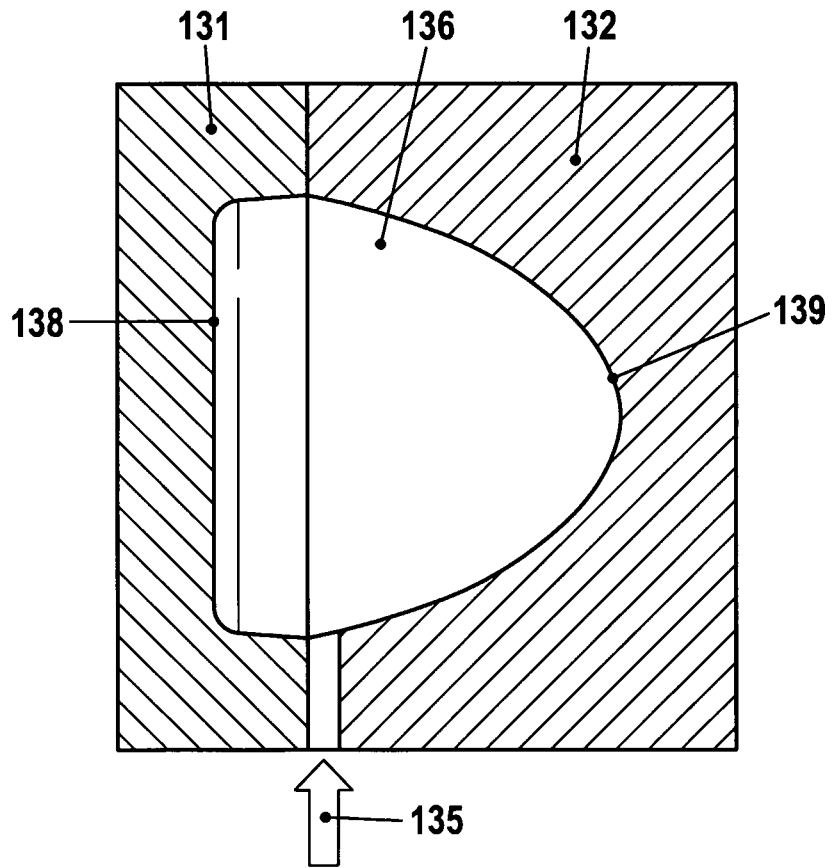


Fig. 9

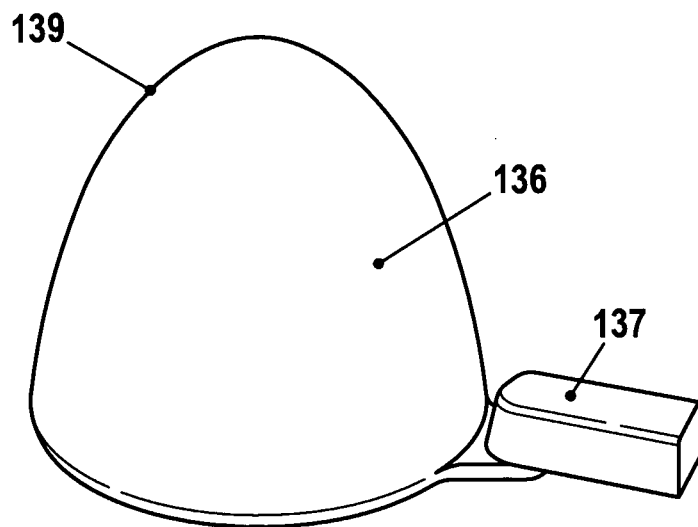


Fig. 10

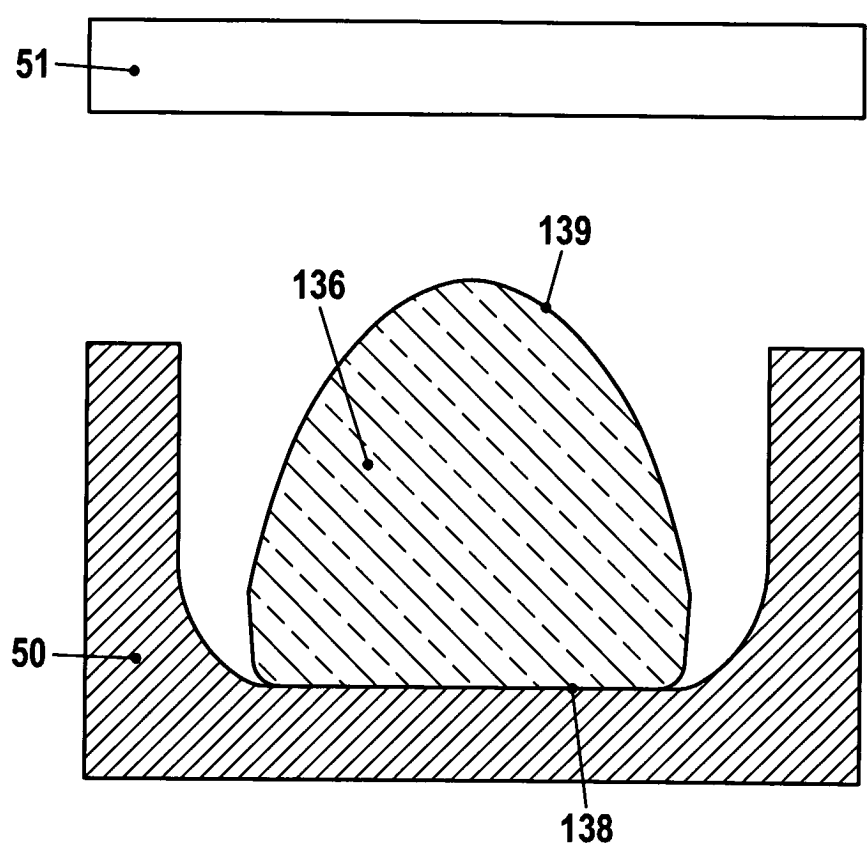
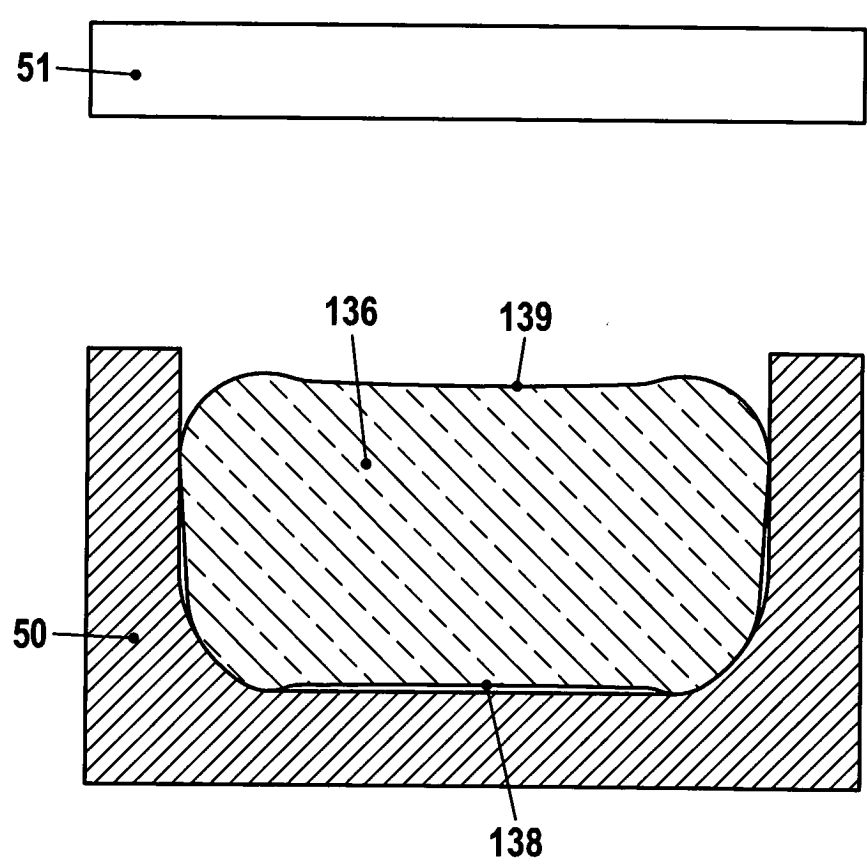


Fig. 11



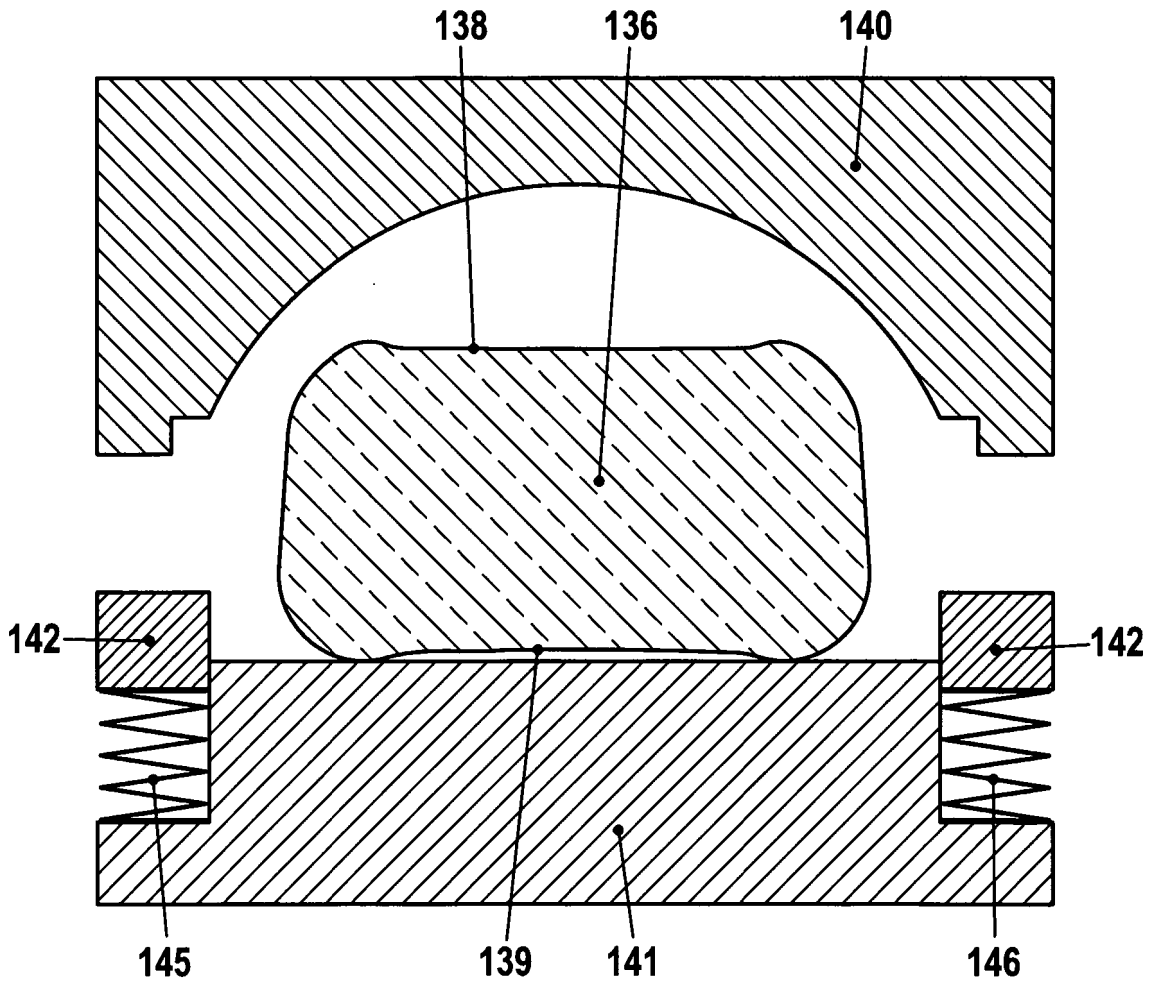
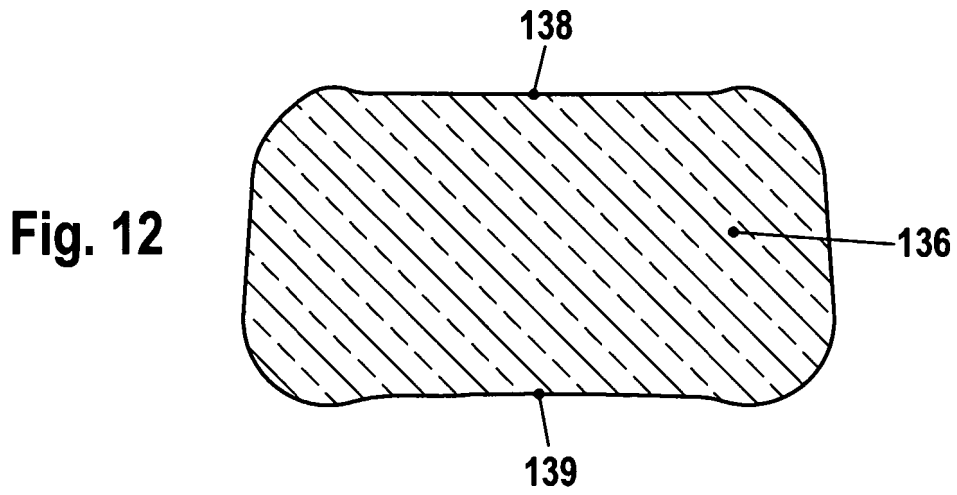


Fig. 13

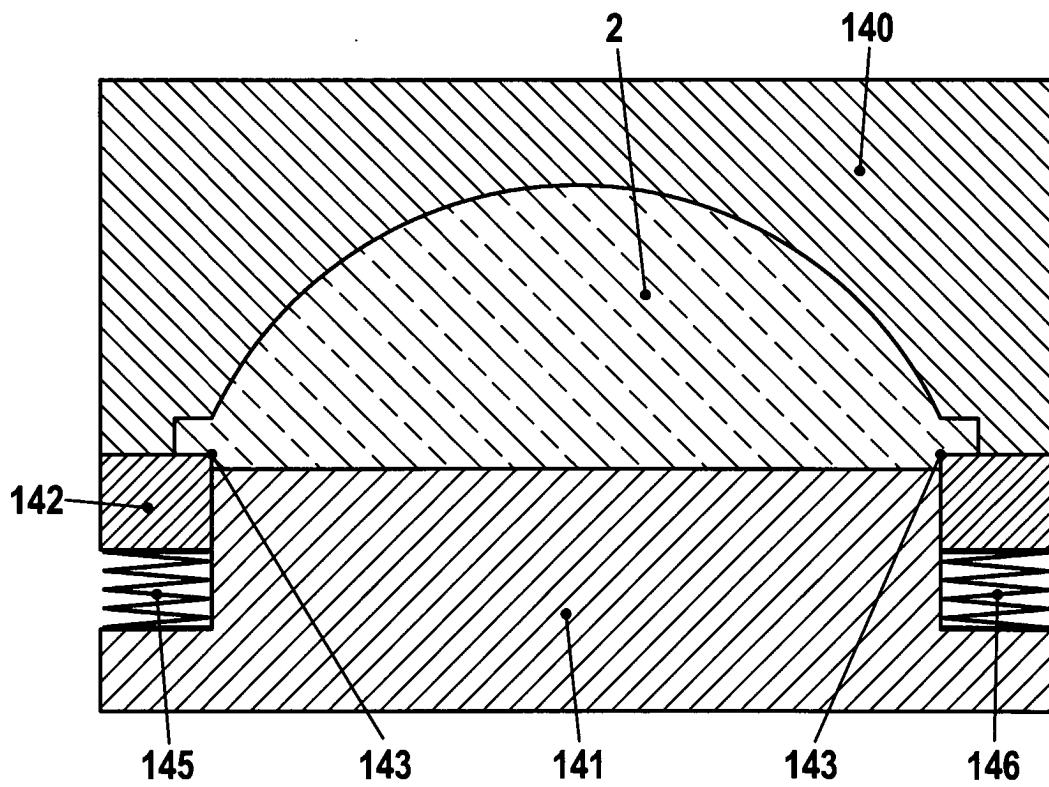


Fig. 14