



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 602 14 158 T2 2007.08.23

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 385 686 B1

(51) Int Cl.⁸: **B29C 45/37** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 14 158.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP02/04753**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 742 927.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/087847**

(86) PCT-Anmeldetag: **30.04.2002**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **07.11.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.02.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **23.08.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.08.2007**

(30) Unionspriorität:

846118 30.04.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:

**Essilor International Compagnie Générale
d'Optique, Charenton, FR**

(72) Erfinder:

**CHIU, Hao-Wen, CLEARWATER, FL 33756, US;
YANG, Edwin, Hsinjin, PALM HARBOR, FL 34685,
US**

(74) Vertreter:

**24IP Law Group Sonnenberg Fortmann, 80331
München**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND FORMWERKZEUG ZUM SPRITZGIESEN VON SCHWEISSNAHTFREIEN
KUNSTSTOFFARTIKELN, WIE ZUM BEISPIEL OPHTHALMISCHEN LINSEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Form zum Spritzgießen von Gegenständen aus thermoplastischem Material, insbesondere Polycarbonat(PC)-Gegenstände und die Verwendung eines solchen Verfahrens und einer solchen Form, um spritzgegossenen optische Linsen und insbesondere Minus-Linsen frei von Bindenähten zu erhalten.

[0002] Typischerweise werden thermoplastische optische Linsen durch Spritzgießen eines thermoplastischen Materials in einem Formenhohlraum, definiert von der inneren Fläche eines zweiteiligen Formeneinsatzes, hergestellt.

[0003] Beim Spritzgießen von thermoplastischen Materialien werden Bindenähte gebildet, wann immer sich fortbewegende Schmelzfronten treffen, welche von einer Befüllung aus mehreren Öffnungen herrühren können, wobei sie zu einem Frontalzusammenstoß von separaten Flussfronten oder zum Aufteilen und Konvergieren von Flussfronten aufgrund der Anwesenheit des Einsatzes führen. Bindenähte sind wichtig, nicht nur weil sie visuelle Defekte wie beispielsweise Linien, Kerben oder Farbveränderungen in der Fläche des geformten Teils bilden, sondern auch weil sie im Allgemeinen schwache Regionen darstellen aufgrund der Unterschiedlichkeit in der molekularen Orientierung über die Schweiß- bzw. Bindestellen hinweg.

[0004] Im Falle des Spritzgießens von optischen Gegenständen wird eine thermoplastische Materialschmelze bei einer Temperatur oberhalb der Glasübergangstemperatur (T_g) des thermoplastischen Materials in den Formenhohlraum eingespritzt. Die Flussfronten umschlingen dann die Kante des Formenhohlraums und wieder vereinigen sich dann am Ende des Hohlräums, wobei sie eine Bindenahrt bilden. Dieses Problem der Bindenahtbildung tritt vorwiegend beim Formen von Minus-Linsen auf.

[0005] welcher definiert ist als das Verhältnis der Verbundwerkstoffstärke in der Anwesenheit einer Bindenahrt zu dem desselben Verbundwerkstoffs ohne Bindenähte.

[0006] Allgemein gesagt kann der Bindenahrtstärkefaktor verbessert werden durch Erhöhen des Einspritzdrucks, der Geschwindigkeit und der Schmelztemperatur oder durch Anordnen der Bindenähte näher zu einer Öffnung bzw. einem Einlauf, um genügend Verdichtung zu erreichen. Ferner hilft das Bereitstellen von Belüftung bei der Schweiß- bzw. Bindestelle, das der Widerstand gegenüber dem Verdichtungsfluss reduziert wird. Keine dieser Praktiken kann jedoch Bindenähte vollständig beseitigen. In der Anwendung bei ophthalmischen Linsen ist die Anwesenheit von Bindenähten einfach unannehmbar aufgrund der resultierenden kosmetischen Defekte und manchmal Leistungsabweichungen.

[0007] Verschiedene Arten von Formeneinsätzen sind auf dem Gebiet des Formens von optischen Linsen bekannt.

[0008] Eine Art eines Formeneinsatzes, der verwendet wird, ist ein Glasformeneinsatz.

[0009] Andere Arten von Formeneinsätzen sind ebenfalls im Stand der Technik beschrieben.

[0010] Demgemäß beschreibt die US-4,793,953 eine Druckgießform, umfassend ein Basismaterial aus Beryllium-Kupfer-Legierung, mit einer hohen Wärmetransferrate mit einem dicken Plattierungsfilm aus Chrom oder Nickel, was die gewünschten Oberflächeneigenschaften verleiht. Der Film ist jedoch sehr dünn (bis zu ca. 380 Mikrometer). In diesem Dokument ist angedeutet, dass optische Formen, hergestellt aus galvanogefertetem Metall (üblicherweise Nickel) mit einer Dicke von ca. 0,4 cm im Stand der Technik bekannt sind und vorgezugsweise anstatt von Glasformen verwendet werden, weil ihre Oberflächen eine erhöhte Transferrate aufweisen, was als wünschenswert für die Verwendung in hochdruckthermoplastischen Formungsverfahren angegeben wird. Es wird ferner erwähnt, dass zuvor Versuche unternommen wurden, in einem zweiteiligen Formeneinsatz Metallmaterialien von verschiedenen hohen und niedrigen thermischen Leitfähigkeiten zu kombinieren, um Spritzgussformen für optische Linsen für thermoplastische Materialien herzustellen. Bezug wird genommen auf die US-2,292,917, welche einen zweiteiligen Formeneinsatz mit einer Stahldruckgießform verbunden mit einem Rückkörper, gebildet aus einem Material mit einer thermischen Leitfähigkeit bedeutend höher als die des Materials der Druckgießform, offenbart.

[0011] Die US-4,364,371 beschreibt einen zweiteiligen Formeneinsatz mit einem leitfähigen Stopfen, hergestellt aus einem Material von geringerer thermischer Leitfähigkeit als der Rest des Einsatzes und die Erzielung einer höheren Wärmetransferrate beim peripheren Teil der Form als im Zentrum der Form erlaubend.

[0012] Das Dokument JP 07266343 beschreibt die Verwendung einer Metallform mit einer inneren Fläche, die mit einer thermischen Isolationsschicht eines Polymers beschichtet ist, das eine thermische Leitfähigkeit von $0,002 \text{ cal/cm}\cdot\text{s}^{-1}\text{C}$ aufweist und eine Dicke von 0,001 bis 2 mm aufweist, wobei diese thermische Isolationsschicht eine fein rau e Oberfläche aufweist. Aufgrund der fein rauen Oberfläche ist diese Form nicht geeignet zum Formen von optischen Linsen.

[0013] Nichtsdestotrotz besteht das Problem der Bindenahtbildung weiter fort, wenn diese Formen des Standards der Technik verwendet werden.

[0014] Die US 4,364,878 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Formen von präzise geformten Gegenständen wie beispielsweise ophthalmischen Linsen und insbesondere Minus-Linsen aus Kunstharz. Um das Bindenahtproblem zu lösen wird in der US 4,364,878 ein Verfahren vorgeschlagen, welches das Bewegen der Einsatzstücke zu ihrer relativ zueinander entfernten Position, um einen Hohlraum eines Volumens größer als das der fertigen Linse zu bilden, das Einspritzen in den Hohlraum bei einem relativ geringen Druck einer Vorformlingmasse des Harzes, gleich der Masse, die zum Bilden des fertigen Produkts benötigt wird, und Anwenden von Druck auf die Einsatzstücke, um deren optische Flächen in Eingriff mit der Masse zu bringen, um die Masse zu prägen, um den Raum zwischen den Einsatzteilen vollständig zu füllen, sowie gesteuertes Abkühlen der viskosen Masse, während sie sich unter Druck befindet, so dass alle Teile davon auf die Glasübergangstemperatur zu im Wesentlichen derselben Zeit abkühlen, umfasst. Dieses Verfahren, welches das Bewegen der Einsatzteile erfordert, ist komplex und erfordert eine ausgeklügelte Gießvorrichtung.

[0015] Die US 4,560,342 offenbart auch ein Verfahren zum Gießen von bindenahtfreien konkaven Linsen mittels eines metallischen Einsatzes. Das obige Ziel wird erreicht gemäß der US 4,560,342 durch zunächst Zuführen des geschmolzenen Harzmaterials durch eine Zuführöffnung in einen zwischengelagerten dünnen Teil des Formenhohlraums, während es heißem Wasser erlaubt wird, zu zirkulieren, um eine hohe Formtemperatur aufrechtzuerhalten, und danach Bewegen der Zuführöffnung zu einem dicken Teil des Formenhohlraums und kontinuierliches Zuführen mit geschmolzenem Harz. Der Einsatz eines solchen Verfahrens erfordert eine komplexe Vorrichtung, insbesondere zum Bewegen der Zuführöffnung für das geschmolzene Harz.

Zusammenfassung der Erfindung

[0016] Ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Form zum Formen von thermoplastischen Gegenständen wie beispielsweise ophthalmischen Linsen und insbesondere ophthalmischen Minus-Linsen frei von Bindenahten bereitzustellen. Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Form wie oben definiert bereitzustellen, welche in kürzeren Formungszyklen resultieren.

[0017] Im Allgemeinen sieht die Erfindung ein Verfahren zum Spritzgießen eines bindenahtfreien thermoplastischen Materialgegenstands in Erwägung, welches umfasst:

Spritzen einer Schmelze eines thermoplastischen Materials bei einer Temperatur, die höher als die Glasübergangstemperatur (T_g) des thermoplastischen Materials ist, in einen Formenhohlraum, definiert durch einen zweiteiligen Formeneinsatz, und

– nach Abkühlung und Auseinandernehmen des zweiteiligen Formeneinsatzes, Erhalten des geformten Gegenstands,

wobei jeder der zwei Teile des Formeneinsatzes zumindest einen teilweise den Formenhohlraum definierenden Abschnitt umfasst, der aus einem Material oder einer Kombination von Materialien hergestellt ist, anders als Glas, wobei das thermische Diffusionsvermögen α desselben die Bedingung:

$$1 < \alpha/\alpha_g < 11$$

erfüllt, wobei α_g das thermische Diffusionsvermögen eines Borsilikat-Kronglases und gleich $6,20 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ ist, wobei der Abschnitt mindestens 1 mm dick ist.

[0018] Die Erfindung zieht auch einen zweiteiligen Formeneinsatz für die Verwendung in einer Form zum Formen eines bindenahtfreien thermoplastischen Materialgegenstands in Erwägung, wobei zumindest ein Abschnitt des Einsatzes wie oben in Verbindung mit dem Spritzgießverfahren definiert ist.

[0019] Vorzugsweise ist das Material, das den Abschnitt der Teile des Einsatzes bildet, ein metallisches Material.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020] In den beigefügten Zeichnungen, auf welche in der gegenwärtigen Beschreibung Bezug genommen wird, und in welchen gleiche Referenzzeichen verwendet werden, um gleiche Teile in den verschiedenen Ansichten zu bezeichnen, gilt:

[0021] [Fig. 1](#) ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines zweiteiligen Formeneinsatzes gemäß der Erfindung; und

[0022] [Fig. 2](#) ist eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform eines zweiteiligen Formeneinsatzes gemäß der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

[0023] Bezugnehmend auf [Fig. 1](#) ist eine Ausführungsform eines zweiteiligen Formeneinsatzes **1**, geeignet zum Ausführen des Spritzgießverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung, dargestellt.

[0024] Wie es üblich ist, umfasst der Einsatz **1** zwei separate Teile **2**, **2'**. Jedes der Teile **2**, **2'** des Einsatzes umfasst eine Basis oder Substrat **3**, **3'**, an welches eine Schicht **4**, **4'** gebunden ist, dessen innere Fläche teilweise einen Formenhohlräum **6** definiert. Wenn die zwei Teile **2**, **2'** des Einsatzes **1** zusammengebaut werden, definieren die inneren Flächen der Schichten **4**, **4'** den Formenhohlräum **6**.

[0025] Wie bekannt ist, ist das thermische Diffusionsvermögen α eines Materials definiert als das Verhältnis der Wärmeableitung und Energiespeicherung des Materials und ist ausgedrückt durch die Formel:

$$\alpha = K/\rho C_p$$

wobei K ($\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) die thermische Leitfähigkeit, ρ (kg/m^3) die Dichte und C_p ($\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$) die spezifische Wärme des Materials ist.

[0026] Gemäß der Erfindung sind die Schichten **4** und **4'** aus einem Material hergestellt, welches bezüglich eines thermischen Diffusionsvermögens α wie beispielsweise α/α_g besser als 1 und schlechter als 11 ist, wobei α_g das thermische Diffusionsvermögen eines Borsilikat-Kronglases ist, gleich 6,20 mal 10^{-7} (m^2s^{-1}).

[0027] Vorzugsweise ist das Verhältnis α/α_g schlechter als 10 und mehr bevorzugt reicht es von 2 bis 6. Das bevorzugte Material für die Schichten **4** und **4'** sind Ti-Legierungen oder Ni-Legierungen.

[0028] Unter den Ti-Legierungen können erwähnt werden Ti-6Al-4V, Ti-8Al-1Mo-1V, Ti-4Al-10Cr-14V und Ti-2Al-5ZR-11Sn. Die bevorzugten Titanlegierungen sind Ti-6Al-4V und Ti-8Al-1Mo-1V.

[0029] Unter den Nickellegierungen, die für die Herstellung der Schichten **4** und **4'** geeignet sind, können die Legierungen erwähnt werden, die unter dem Markennamen Hastelloy®, Inconel® und Invar® vertrieben werden. Das thermische Diffusionsvermögen sowie das Verhältnis α/α_g mancher dieser Legierungen und anderer Materialien sind in Tabelle I unten aufgelistet:

Tabelle I. Thermische Eigenschaften der Einsatzmaterialien					
	ρ (kg/cm ³)	Cp(J/kg.K)	K(W/m.K)	α (m ² s ⁻¹)	α/α_g
Glas, Borsilikat-Kronen	2520	669,4	1,046	$6,20 \cdot 10^{-07}$	1
Beryllium-Kupfer (Cu bal/0,38-0,55 Be)	8750	397,5	220,08	$6,33 \cdot 10^{-05}$	102,045
Beryllium-Kupfer (Cu bal./1,7-1,9 Be)	8260	397,5	108,78	$3,31 \cdot 10^{-05}$	53,430
Chrom	7160	447,7	87,864	$2,74 \cdot 10^{-05}$	44,204
Nickellegierung Hastelloy r-235	8220	439,3	9,2048	$2,55 \cdot 10^{-06}$	4,111
Nickellegierung Invar (heißgerollt oder gekühlt)	8000	514,6	10,878	$2,64 \cdot 10^{-06}$	4,261
Edelstahl 420	7800	460	24,9	$6,94 \cdot 10^{-06}$	11,193
Titan	4500	523	20,92	$8,89 \cdot 10^{-06}$	14,335
Titanlegierung (Ti-6Al-4V)	4450	523	7,1128	$3,06 \cdot 10^{-06}$	4,929
Titanlegierung (Ti-8Al-1Mo-1V)	4370	543,9	5,8576	$2,46 \cdot 10^{-06}$	3,974
Titanlegierung (Ti-4Al-14V-10Cr)	5100	527,2	7,9496	$2,96 \cdot 10^{-06}$	4,768
Titanlegierung Imi 679 (Ti-2Al-5Zr-11Sn)	4840	481,2	6,6944	$2,87 \cdot 10^{-06}$	4,635

[0030] Die Dicke der Schichten **4** und **4'** ist im Allgemeinen zumindest 1 mm vorzugsweise zumindest 2 mm und mehr bevorzugt zumindest 3 mm.

[0031] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt können die zweiteiligen Einsätze der Erfindung ein Komposit- bzw. Verbundwerkstoffeinsatz sein, in welchem jeder der zwei Teile **2**, **2'** eine Basis (oder ein Substrat) **3**, **3'** umfasst, gebunden über eine Haftsicht (nicht gezeigt) an die Schicht **4**, **4'**, wie oben definiert; die Flächen der Schichten **4**, **4'** bilden die optische Formenfläche, die den Formenhohlraum **6** definiert. Die Basen **3**, **3'** können aus jedem beliebigen geeigneten Material hergestellt sein. Die in Tabelle I oben erwähnten Materialien sind geeignet für das Bilden der Basen **3**, **3'** der Einsatzteile **2**, **2'**. Unter den bevorzugten Materialien für diese Basen **3**, **3'** können Stahl und Legierungen wie Beryllium-Kupfer-Legierungen erwähnt werden. Die Basen **3**, **3'** können auch Verbundmaterialbasen sein, einschließlich Schichten von verschiedenen Materialien, insbesondere eine Metallschicht, wie beispielsweise Stahl, oder eine Glasschicht. Üblicherweise weist das Material der Basen **3**, **3'** des Verbundwerkstoffeinsatzes ein thermisches Diffusionsvermögen auf derart auf, dass das Verhältnis α_b/α_g größer als 1 ist und bevorzugter wird das Basismaterial ein thermisches Diffusionsvermögen ab größer als das des Materials der Schichten **4**, **4'** aufweisen.

[0032] Die Schichten **4** und **4'** können an die Basen **3**, **3'** mittels jedes beliebigen geeigneten Haftmittels, jedoch bevorzugt eines Epoxid-Haftmittels, gebunden werden. Im Allgemeinen wird die gesamte Dicke des Verbundwerkstoffeinsatzes von 3 bis 5 cm reichen.

[0033] In [Fig. 2](#) ist schematisch eine weitere Ausführungsform eines zweiteiligen Verbundwerkstoffeinsatzes **1** gemäß der Erfindung beschrieben. Dieser zweiteilige Verbundwerkstoffeinsatz **1** ist gleich dem in [Fig. 1](#) gezeigten Verbundwerkstoffeinsatz mit der Ausnahme, dass eine Zwischenschicht **7**, **7'** aus Borsilikat-Kronglas mit einer Dicke von 1 mm oder mehr zwischen die Basen **3**, **3'**, beispielsweise hergestellt aus Stahl, und die Schichten **4**, **4'**, hergestellt aus Ti- oder Ni-Legierung mit einem thermischen Diffusionsvermögen, das die obige Bedingung erfüllt, angeordnet ist. Die Zwischenschicht **7**, **7'** und die Schichten **4**, **4'** sind jeweils an die Basen **3**, **3'** und die Zwischenschichten **7**, **7'** über Haftsichten (nicht gezeigt) wie beispielsweise Epoxidhaftsichten gebunden. Das Glas der Zwischenschicht **7**, **7'** kann Borsilikat-Kronglas sein.

[0034] Selbstverständlich können die zwei Teile des Einsatzes auch monolithisch sein. In diesem Fall wird das Material, das das gesamte Einsatzteil ausmacht, ein einzelnes Material sein, das ein Diffusionsvermögen α aufweist, das die obige Bedingung erfüllt.

[0035] Wie im Stand der Technik gut bekannt ist können die Einsatzteile **2, 2'**, die den Formenhohlraum **6** definieren, mit einer oder mehreren dünnen Beschichtungen zum Verbessern der Oberflächeneigenschaften und der optischen Qualität der Einsatzteile **2, 2'** beschichtet werden, wie beispielsweise mit einer dünnen Chrom- oder Titanbeschichtung, z. B. CrN, TiN, TiC.

[0036] Im Allgemeinen weist eine solche zusätzliche eigenschaftsverbessernde Beschichtung eine Dicke von weniger als 100 µm, vorzugsweise weniger als 10 µm und bevorzugter weniger als 1 µm auf.

[0037] Aufgrund der Auswahl der Materialien, die die Teile des Einsatzes darstellen (Verbundwerkstoff oder monolithisch), wird die Temperatur an der Grenzfläche zwischen der thermoplastischen Materialschmelze und dem Einsatz innerhalb des Formenhohlraums oberhalb T_g des thermoplastischen Materials während zumindest einer Sekunde und vorzugsweise während 2 bis 5 Sekunden gehalten, nachdem die thermoplastische Materialschmelze in Kontakt mit der Oberfläche des Einsatzes gekommen ist.

[0038] Wie zuvor angegeben, kann jedes beliebige thermoplastische Material mit den Verfahren der Erfindung verwendet werden, jedoch ist das bevorzugte thermoplastische Material Polycarbonat.

[0039] Das Verfahren der Erfindung ist insbesondere geeignet für das Spritzgießen von ophthalmischen Linsen und insbesondere ophthalmischen Minus-Linsen wie beispielsweise ophthalmische Einzelsichtbereichs-Minus-Linsen.

[0040] Wie zuvor erwähnt erlaubt es das Verfahren der Erfindung, Linsen zu erzielen, die gute optische Leistungen aufweisen, insbesondere keine Bindenähte, kurze Einspritzzyklen und kein Vorliegen einer Bruchstelle der Formeneinsätze, im Gegensatz zu monolithischen Glasformeneinsätzen.

[0041] Die folgenden Beispiele veranschaulichen die vorliegende Erfindung.

Beispiel 1

[0042] Zwei Sätze von -2,00/0,00 und zwei Sätze von -4,00/0,00-Titanlegierungseinsätzen wurden hergestellt. Die verwendete Titanlegierung war Ti-6Al-4V. Jedes Teil der zweiteiligen Einsatzteile war 4,445 cm (1,75 Zoll) lang. Diese Einsatzteile wurden verwendet zum Formen von 1,5 mm dicken, 76 mm runden, -2,00/0,00- und -4,00/0,00-Polycarbonatlinsen unter Verwendung eines 110-Tonnen-Roboshot-Geräts, ausgerüstet mit einer Zweihohlraumabköhlerform. Die jeweiligen Verarbeitungsbedingungen sind in den Tabellen II und III unten aufgelistet. Aufgrund des höheren Seitenverhältnisses der -4,00/0,00-Linsen ist die Vor-Einspritzung (simulierte Prägen) anstatt der direkten Einspritzung erforderlich. Mit den Ti-6Al-4V-Einsätzen liegt die Zykluszeit zum Formen der -2,00/0,00-Linsen bei ca. 150 Sekunden, was 30 Sekunden kürzer ist als die über dreiminütige Zykluszeit bei der Herstellung von Glaseinsätzen.

[0043] Gleichfalls erreichten die -4,00/0,00-Ti-Legierungseinsätze eine 25%ige Reduktion in der Zykluszeit (180 Sekunden verglichen mit den mehr als 4 Minuten bei Verwendung von Glaseinsätzen).

[0044] Eine Beschichtung der resultierenden Linsen mit einer Silikonhartbeschichtung zeigt, dass die Linsen bindenahtfrei waren.

[0045] Die Eigenschaften der resultierenden Linsen sind in den Tabelle IV und V angegeben.

Tabelle II.	
Verarbeitungsbedingungen für das Spritzgießen von -2.00/00-Linsen mit Ti-Al6-V4 -Einsätzen	
Schmelztemperatur (°F)	600°F
(°C)	315°C
Formtemperatur (°F)	(275)
(°C)	(135)
Einspritzschritte	3.81 cm/s (1.5 ips)

Tabelle III.	
Verarbeitungsbedingungen für das Spritzgießen von -4.00/00-Linsen mit Ti-Al6-V4 -Einsätzen	
Schmelztemperatur (°F)	600°F
(°C)	315°C
Formtemperatur (°F)	(275)
(°C)	(135)
Einspritzschritte	3.556 cm/s (1.4 ips)

[0046] Polycarbonat war ein PC-Harz der Produktionsgüte der Firma General Electric, getrocknet bei 121°C (250°F) für 4 Stunden.

Tabelle IV.			
QA-Inspektionsbericht für -2.00/00 Linsen, geformt mit Ti-Al6-V4-Einsätzen			
Nom. Leistung	1 -2.00-0	2 -2.00-0	3 -2.00-0
Tatsächl. Leistung 0.08 0.12	-1.97-0	-1.99-0	-1.99-0
Dicke (mm) 1.3-1.7 1.3-1.8	1.67	1.66	1.67
Kosmetisches	Keine Bindenahrt		
Beschichtung: Tropfen: 3 mm	OK	OK	OK

Tabelle V.			
QA-Inspektionsbericht für -4.00/00 Linsen, geformt mit Ti-Al6-V4-Einsätzen			
Nom. Leistung	1 -4.00-0	2 -4.00-0	3 -4.00-0
Tatsächl. Leistung 0.08 0.12	-4.11-0	-4.07-0	-4.10-0
Dicke (mm) 1.3-1.7 1.3-1.8	1.61	1.63	1.60
Kosmetisches	Keine Bindenähte		
Beschichtung einer Silikonhart- beschichtung	SS	OK	OK

Patentansprüche

1. Form zum Spritzgießen eines Artikels aus thermoplastischem Material, wobei die Form einen zweiteiligen Einsatz (1) umfasst, der einen Formhohlraum (6) definiert, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Abschnitt (4, 4') von jedem der beiden Teile (2, 2'), die teilweise den Formhohlraum (6) definieren, aus einem anderem Material als Glas besteht, mit einem thermischen Diffusionsvermögen α , das die Bedingung:

$$1 < \alpha/\alpha_g < 11$$

erfüllt, wobei α_g das thermische Diffusionsvermögen eines Borsilikat-Kronglases und gleich $6,20 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ ist, wobei der Abschnitt mindestens 1 mm dick ist.

2. Form gemäß Anspruch 1, wobei das Verhältnis α/α_g kleiner als 10 ist.
3. Form gemäß Anspruch 1, wobei $2 \leq \alpha/\alpha_g \leq 6$.
4. Form gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Abschnitt (4, 4') mindestens 2 mm dick ist.
5. Form gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Abschnitt (4, 4') mindestens 3 mm dick ist.
6. Form gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Einsatz (1) ein monolithischer Einsatz ist.
7. Form gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Abschnitt (4, 4') aus einer Ti-Legierung oder einer Ni-Legierung hergestellt ist.
8. Form gemäß Anspruch 7, wobei die Ti-Legierung ausgewählt wird aus der Gruppe bestehend aus Ti-6Al-4V, Ti-8Al-1Mo-1V, Ti-4Al-10Cr-14V und Ti-12Al-5Zr-11Sn, und die Ni-Legierung ausgewählt wird aus der Gruppe bestehend aus Hastelloy, Inconel und Invar.
9. Form gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Einsatz (1) ein zusammengesetzter Einsatz ist, in welchem der Abschnitt (4, 4') von jedem der beiden Teile (2, 2') in Form einer auf einer Grundlage (3, 3') gebundenen Schicht vorliegt.
10. Form gemäß Anspruch 9, wobei die Grundlage (3, 3') aus einem Material hergestellt ist, mit einem thermischen Diffusionsvermögen α_b , das die Bedingung:

$$\alpha_b/\alpha_g > 1$$

erfüllt.

11. Form gemäß Anspruch 10, wobei das thermische Diffusionsvermögen ab der Grundlage (3, 3') höher ist als das thermische Diffusionsvermögen der gebundenen Schicht (4, 4').
12. Form gemäß einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei die Grundlage (3, 3') aus einem Material hergestellt ist, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Glas, Stahl, Chrom, Titan, Kupfer-Beryllium-Legierungen, Titanlegierungen und Nickellegierungen.
13. Form gemäß einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei die Schicht (4, 4') mittels einer Haftschicht (7, 7') an die Grundlage (3, 3') gebunden ist.
14. Form gemäß Anspruch 13, wobei die Haftschicht (7, 7') eine Epoxidhaftschicht ist.
15. Form gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei jedes der beiden Teile (2, 2') des Einsatzes (1) mit einem die Flächeneigenschaften verbessernden Film flächenbeschichtet ist.
16. Form gemäß Anspruch 15, wobei der Film weniger als 100 µm dick ist.
17. Form gemäß Anspruch 15, wobei der Film weniger als 10 µm dick ist.
18. Form gemäß Anspruch 15, wobei der Film weniger als 1 µm dick ist.

19. Form gemäß einem der Ansprüche 15 bis 18, wobei der Film eine Chrom- oder Titanverbindung umfasst.

20. Verfahren zum Spritzgießen eines bindenahlfreien Artikels aus thermoplastischem Material, welches umfasst:

- Bereitstellen einer Form gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19;
- Spritzen einer Schmelze eines thermoplastischen Materials bei einer Temperatur, die höher als die Glasübergangstemperatur (T_g) des thermoplastischen Materials im Formhohlraum (**6**) ist; und
- nach Abkühlen und Auseinandernehmen des zweiteiligen Formeinsatzes (**1**), Erhalt des geformten Artikels.

21. Verfahren gemäß Anspruch 20, wobei eine Temperatur, die höher als die T_g des thermoplastischen Materials ist, an der Grenzfläche zwischen der Schmelze und dem Einsatz (**1**) für mindestens 1 Sekunde nachdem die Schmelze mit dem Einsatz (**1**) in Kontakt kam, aufrechterhalten wird.

22. Verfahren gemäß Anspruch 20, wobei eine Temperatur, die höher als die T_g des thermoplastischen Materials ist, an der Grenzfläche zwischen der Schmelze und dem Einsatz (**1**) für mindestens 2 bis 5 Sekunden nachdem die Schmelze mit dem Einsatz (**1**) in Kontakt kam, aufrechterhalten wird.

23. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 20 bis 22, wobei das thermoplastische Material ein Polycarbonat ist.

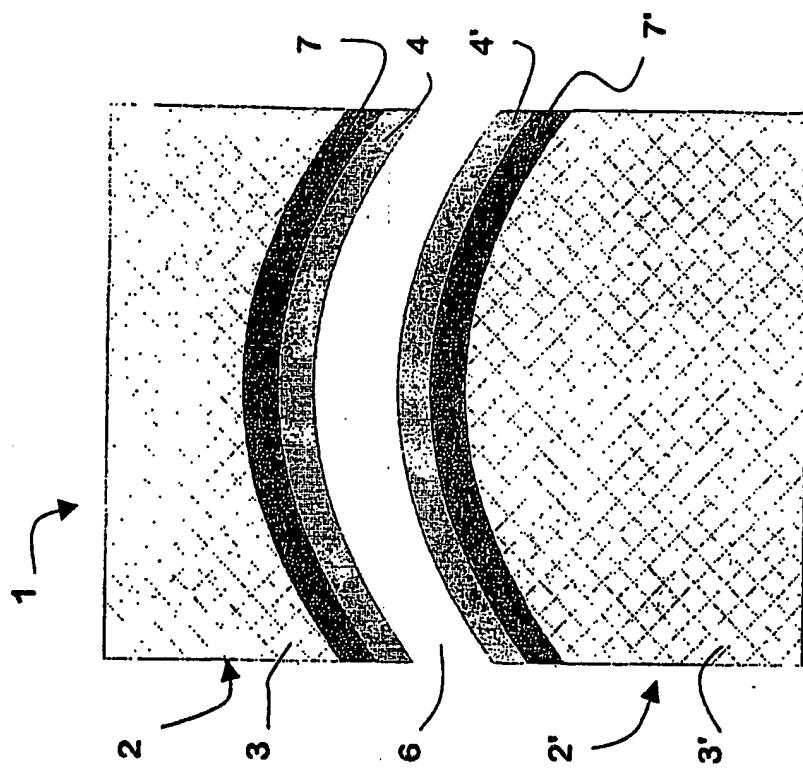
24. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 20 bis 23, wobei der Artikel eine ophthalmische Linse ist.

25. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 20 bis 23, wobei die ophthalmische Linse eine Minus-Linse ist.

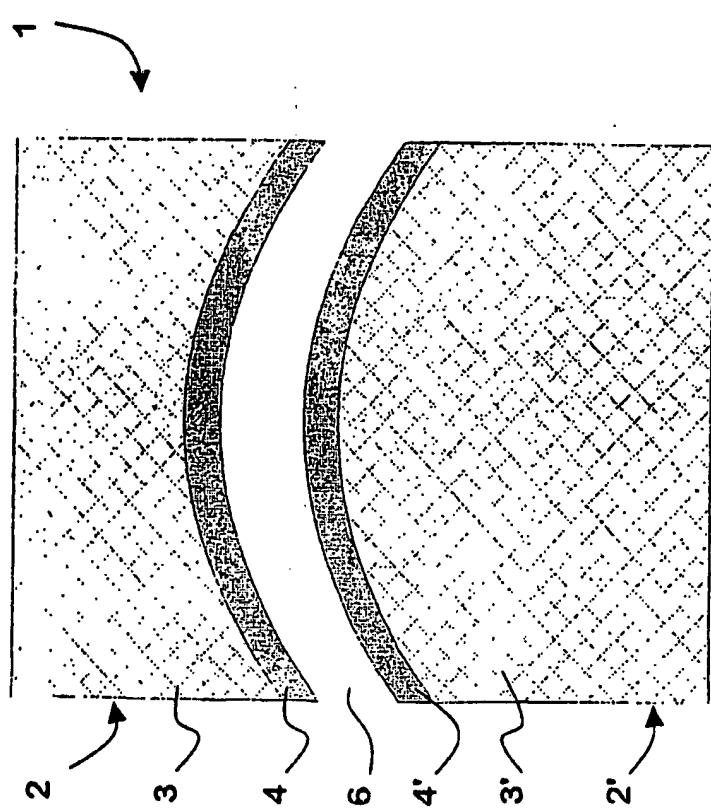
26. Verfahren gemäß Anspruch 25, wobei die Minus-Linse eine fertige Einstärkenlinse ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



FIGUR 2



FIGUR 1