



(12) Ausschließungspatent

(11) **DD 298 620 A5**

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) B 29 C 45/16

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD B 29 C / 317 757 1 (22) 11.07.88 (44) 05.03.92

(71) siehe (73)
(72) Kühn, Martin, Dipl.-Ing.; Müller, Wolfgang, Dipl.-Ing., DE
(73) Jenoptik Carl-Zeiss-Jena GmbH, O - 6900 Jena, DE

(54) **Spritzgießverfahren für Plastformteile**

(55) Umformen; Gießen; Spritzguß; Plastverarbeitung; Plaste; Spritzgießmaschine; Werkzeug; Spritzgießzyklus
(57) Erfindung beinhaltet ein Spritzgießverfahren für Plastformteile mit hochgenauen Funktionsflächen. Die Plastformteile werden mittels bekannter Spritzgießmaschinen in zwei aufeinanderfolgenden Zyklen hergestellt, wobei das verwendete Werkzeug im ersten Zyklus eine verkleinerte Form des Plastformteiles bewirkt. Durch Lageverschiebung beweglicher Teile wird nach Beendigung des ersten Zyklus das Werkzeug vergrößert entsprechend der endgültigen Form des Plastformteiles. Im zweiten Zyklus entsteht durch Umhüllen des im ersten Zyklus entstandenen Teiles das endgültige Plastformteil.

Patentanspruch:

Spritzgießverfahren für Plastformteile mit genauen Funktionsflächen mittels einer Spritzgießmaschine und einem Werkzeug, dessen formteilbegrenzenden Flächen parallel verschiebbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Plastformteil in zwei aufeinanderfolgenden Spritzgießzyklen gefertigt wird, wobei das Werkzeug (w) geschlossen gehalten wird, indem

1. die formteilbegrenzenden Flächen (3) des Werkzeuges (W) parallel nach innen verschoben werden,
2. im ersten Zyklus mittels dieses Werkzeuges ein verkleinertes Plastformteil (1) spritzgegossen wird,
3. nach vollständiger Abkühlung die formteilbegrenzenden Flächen (3) zurückversetzt werden, entsprechend der endgültigen Form des Plastformteiles und
4. im zweiten Zyklus eine Umhüllung (2) um das Plastformteil (1) spritzgegossen wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Das Verfahren ist anwendbar für alle im Spritzgießverfahren herstellbaren Plastformteile, an die hohe Anforderungen bezüglich der Abformgenauigkeit bzw. der Formabweichung von Funktionsflächen bestehen. Insbesondere betrifft dies Plastformteile mit optischen Wirkflächen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Erfolgt die Herstellung von Plastformteilen im Spritzgieß- oder Spritzprägeverfahren (als spezieller Variante des Spritzgießverfahrens), so entspricht das entstandene Formteil in Abmessungen und Gestalt nicht genau dem formbildenden Werkzeughohlraum, sondern es treten Veränderungen bzw. Abweichungen durch die Schwindung des Plastwerkstoffes während des Abkühlverlaufes auf. Die Größe dieser Schwindung ist abhängig vom Werkstoff selbst, von den technologischen Bedingungen (Druck, Temperatur usw.) und von der Geometrie des Formteiles.

Zur Herstellung maß- und formgenauer Teile ist es erforderlich, durch technisch-technologische Maßnahmen die tatsächliche Schwindung weitgehend konstant zu halten (Dr. R. Benjamin „Injection Molding of Precision Plastic Optics“, *Plastics Design and Processing*, Libertyville, USA, 16 [1979] 3, S. 30-49, „Optics with plastics: an alternative to glass“, *Plastic Engineering*, Brockfield Center, Connecticut, 40 [1984] 6, USA, S. 57-65, G. Klepek „Herstellung optischer Linsen im Spritzprägeverfahren“, *Kunststoffe*, München, BRD, 77 [1987] 11, S. 1147-1151) und gleichzeitig die formbildende Werkzeugkontur um die Schwindungsabweichung zu korrigieren (s. o. Dr. R. Benjamin + s. o. Klepek). Diese Korrektur ist jedoch schwer realisierbar, wenn komplizierte geometrische Formen und hohe Anforderungen an die Formgenauigkeit vorliegen, wie dies z. B. bei Plastoptikbauteilen der Fall ist. Hier müssen zur Realisierung der für die optische Funktion notwendigen Toleranzen Korrekturen der optischen Wirkflächen im Werkzeug erfolgen, die fertigungstechnisch nur sehr schwer und mit hohem Aufwand zu beherrschen sind. So sind z. B. zur Herstellung sphärischer Plastoptikbauteile asphärisch korrigierte Werkzeugeinsätze notwendig (siehe oben).

Weitere Probleme treten bei dieser Verfahrensweise auf, wenn die tatsächlichen Schwindungswerte nicht mit den bei Konstruktion und Bau des Werkzeuges zu Grunde gelegten übereinstimmen, oder wenn Formteile mit zur Werkzeugtrennebene unsymmetrischer Gestalt vorliegen.

Da den erreichbaren Genauigkeiten mit den genannten Verfahren Grenzen gesetzt sind, wurde vorgeschlagen, spritzgegossenen Formteilen nachträglich durch Pressen oder Prägen die endgültige Form zu verleihen (siehe oben Klepek und DD 62434, DE 2729385). Zur Realisierung dieses zusätzlichen Verfahrens sind wiederum Maschinen und Werkzeuge erforderlich, und es ergeben sich zusätzliche Handhabungen der empfindlichen Bauteile. Das Preßverfahren ist im wesentlichen auf flache Bauteile begrenzt.

Für das Spritzgieß- und Spritzprägeverfahren wurden zahlreiche spezifische Verfahrensvarianten entwickelt: Die formteilbegrenzenden Werkzeuginnenflächen werden z. B. aus elastischem Material gefertigt und zusätzlich mittels hydraulischer Stempel gezielt verformt, insbesondere zur Herstellung asphärischer Flächen (DE 3117474). Durch derartige schwer beherrschbare Flächenformen sind definierte hochgenaue Flächen nicht realisierbar.

Weiterhin ist es bekannt, Werkzeuge mit parallel nach innen verschiebbaren formteilbegrenzenden Flächen zu verwenden (DE 2702412). Mittels eines derartigen Werkzeuges wird in zwei Druckstufen in einem Zyklus - Arbeitsgang - ein Plastformteil erstellt, wobei in der zweiten Druckstufe die endgültige Form des Teiles gepreßt wird. Bei der nachfolgenden Abkühlung treten die Schwindungsprobleme für das gesamte Plastformteil wie bei den erstgenannten Verfahren auf, so daß hochgenaue Flächen auch mit diesem Kombinationsverfahren nicht erreichbar sind.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, den Herstellungsaufwand für hochgenaue Plastformteile zu verringern und die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Erfindung hat die Aufgabe, die Genauigkeit des Spritzgießverfahrens selbst zu erhöhen zur Realisierung von genauen Plastformteilen.

Diese Aufgabe wird durch ein Spritzgießverfahren für Plastformteile mit genauen Funktionsflächen mittels einer Spritzgießmaschine und einem Werkzeug, dessen formteilbegrenzende Flächen parallel verschiebbar sind, erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Plastformteil in zwei aufeinanderfolgenden Spritzgießzyklen gefertigt wird, wobei das Werkzeug geschlossen gehalten wird, indem

1. die formteilbegrenzenden Flächen des Werkzeuges parallel nach innen verschoben werden,
2. im ersten Zyklus mittels dieses Werkzeuges ein verkleinertes Plastformteil spritzgegossen wird,
3. nach vollständiger Abkühlung die formteilbegrenzenden Flächen zurückversetzt werden, entsprechend der endgültigen Form des Plastformteiles und
4. im zweiten Zyklus eine Umhüllung um das Plastformteil spritzgegossen wird.

Der Steuerungsablauf der zu verwendenden Spritzmaschinen ist so zu gestalten, daß das Spritzgießwerkzeug erst nach Ablauf von zwei Spritzgießzyklen geöffnet wird und da: technologische Ablauf (Plastizieren, Einspritzen, Nachdruckphase, Abkühlung) für beide in Folge ablaufenden Spritzgießzyklen jeweils variabel vorgegeben werden kann.

Erfindungsgemäß ist das Plastspritzgießteil nicht in einem Spritzgießzyklus voll auszuformen, wie dies bei den bisher bekannten Spritzgieß- oder Spritzprägeverfahren üblich ist, sondern es wird im ersten Verfahrensabschnitt ein Formteil gefertigt, das sich vom endgültigen Teil dadurch unterscheidet, daß bestimmte Funktionsflächen im parallelen Abstand zurückgesetzt sind.

Das im ersten Verfahrensabschnitt erhaltene Formteil wird in einem sich anschließenden zweiten Spritzgießzyklus über ein zweites oder mit dem gleichen Angußsystem (bei Heißkanaltechnik) mit Formmasse umspritzt, so daß sich die endgültige Gestalt des Formteiles ergibt. Nach Beendigung des ersten und vor Beginn des zweiten Spritzgießzyklus wird der formbildende Werkzeughohlraum durch Lageverschiebung beweglicher Werkzeugeinsätze so vergrößert, daß die endgültige Formteilgestalt entstehen kann. Hierbei ist die Kontur des im ersten Zyklus entstehenden Formteiles so zu gestalten, daß dieses im zweiten Zyklus formschlüssig von Formmasse umhüllt wird.

Die Lageverschiebung der beweglichen Werkzeugeinsätze wird mit bekannten Methoden der Werkzeugernzugtechnik bewirkt. Eine entscheidende Wirkung der Erfindung ist darin zu sehen, daß die im zweiten Verfahrensabschnitt entstehende Umhüllung an den bestimmenden Funktionsflächen des Spritzgießteiles, für die eine genaue Abformung gewünscht wird, gleichmäßigere Wanddicke aufweist.

Dies ist erreichbar, indem durch bewegliche Werkzeugeinsätze die formbildende Werkzeugkontur an den entsprechenden Stellen parallel zu dem im ersten Verfahrensabschnitt entstandenen Formteil verschoben wird, so daß der so entstehende Hohlraum mit gleichmäßigerer Wanddicke im zweiten Spritzgießzyklus gefüllt werden kann.

Ausschlaggebend für die Gesamtschwindung des nach dem vorgeschriebenen Verfahren hergestellten Formteiles ist die Schwindung der äußeren, im zweiten Spritzgießzyklus aufgetragenen Schicht. Lediglich die in der Umhüllung auftretenden Dickenunterschiede und Schwindungsabweichungen haben dann eine Auswirkung auf die Formabweichung. Somit reduziert sich die Formabweichung auf einen Bruchteil der Größe, die sich im konventionellen Spritzgieß- oder Spritzprägeverfahren einstellt.

Durch Anwendung des Verfahrens ist es möglich, Plastformteile, insbesondere Plastoptikbauteile (z. B. Linsen) mit wesentlich erhöhter Formgenauigkeit im effektiven Urformverfahren (Spritzgießen) herzustellen. Dadurch werden spritzgegossenen Plastformteilen Anwendungsgebiete erschlossen, die bisher nicht realisierbar waren. Insbesondere bei Herstellung sphärischer Linsen verringert sich der Aufwand beträchtlich. Bei herkömmlicher Technologie mußten zur Kompensierung des Materialschwundes des Plastteiles bei der Abkühlung komplizierter Werkzeuginnenflächen errechnet und hergestellt werden. Zumeist mußten asphärische Flächen realisiert werden, damit die endgültige Plastlinse ihre sphärische Form bekam. Durch das erfindungsgemäße Verfahren können bereits die Werkzeuginnenflächen sphärisch sein und sind damit wesentlich leichter herstellbar.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1: zeigt eine Plastlinse, hergestellt nach dem erfindungsgemäßen Verfahren

Fig. 2 a-c: zeigt das die Plastlinse umschließende Werkzeug während der entscheidenden Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäß hergestellte Plastlinse, aufgebaut aus einem Kernteil 1 mit dem Anschnitt A1, wie es im ersten Spritzgießzyklus entsteht und einer Umhüllung 2 mit dem Anschnitt A2, entstanden im zweiten Spritzgießzyklus. Der Anschnitt A2 ist im Ausführungsbeispiel gegenüber A1 um 180° versetzt angeordnet.

Der erfindungsgemäße Verfahrensablauf zur Herstellung der in Fig. 1 dargestellten Plastlinse ist in Fig. 2 aufgezeigt.

Fig. 2 a und b zeigen den interessierenden Teil eines Spritzgießwerkzeuges W mit beweglichen Einsätzen 3 für das Kernteil 1 mit einer Angußbuchse 5, einem Angußsystem 4 und einem für den ersten Spritzgießzyklus durch eine bewegliche Angußbuchse 5 geschlossenes Angußsystem 6.

Nicht bewegliche Mittel 7 dienen der Fixierung des im ersten Zyklus entstehenden Kernteiles 1 und des Angusses A1.

Fig. 2 c zeigt das Werkzeug vor Beginn des zweiten Zyklus mit erweitertem Werkzeughohlraum und dem im ersten Zyklus erstellten Kernteil 1 und dem geöffneten Angußsystem 4.

Das erfindungsgemäße Verfahren beginnt mit dem Einstellen der Formflächen des Werkzeuges durch die Verschiebung der Einsätze 3 in die Stellung, so daß der formbildende Werkzeughohlraum ein negatives Abbild des Kernteiles 1 ist.

Durch die heruntergeschobene Angußbuchse 5 ist das Angußsystem 4 geöffnet und das Angußsystem 6 geschlossen. In dem nun ablaufenden ersten Spritzgießzyklus entsteht das Kernteil 1 mit dem Anguß A1.

Nach dem Abkühlen werden die Einsätze 3 nach außen gesetzt in die Stellung, so daß der formbildende Werkzeughohlraum ein negatives Abbild des endgültigen Plastformteiles ist. Die bewegliche Anzugsbuchse 5 wird hochgesetzt, wodurch das versetzte Anzugsystem 6 frei wird. In dem nun folgenden zweiten Spritzgießzyklus wird um das Kernteil 1 die Umhüllung 2 spritzgegossen. Für das Verfahrensbeispiel einer beidseitig konvexen Linse mit einem optisch wirksamen Durchmesser von 8,8 mm, einem Radius der Kugelfläche von 10 mm, einer Mittendicke von 5 mm ergibt sich bei Anwendung des herkömmlichen Spritzgießverfahrens auf Grund der Wanddickenunterschiede unter Voraussetzung einer konstanten Schwindung von 0,4%, für die optischen Funktionsflächen eine Formabweichung jeder Kugelfläche von 0,004 mm. Für das gleiche Formteil ist bei gleicher Schwindung im zweistufigen Spritzgießverfahren (Wanddicke der Umhüllung 1,2 bis 1,3 mm) eine Formabweichung der Kugelfläche von 0,0004 mm erreichbar.

