



(21) WP B 29 C / 288 461 1

(22) 26.03.86

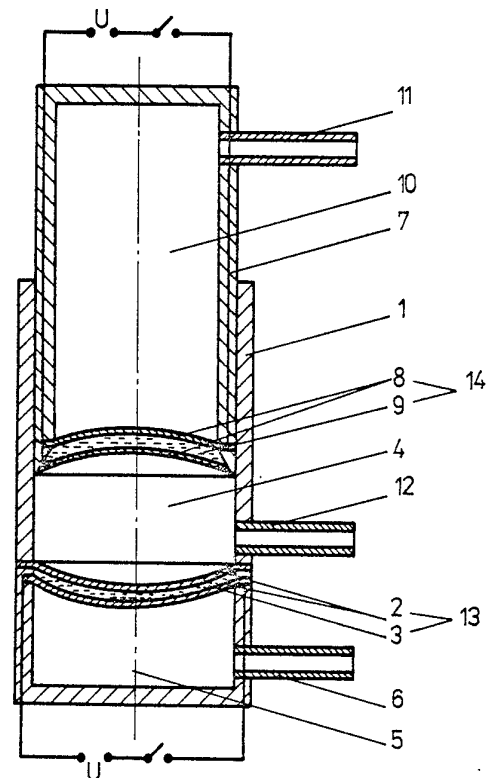
(44) 01.07.87

(71) VEB Carl Zeiss JENA, 6900 Jena, Carl-Zeiss-Straße 1, DD

(72) Salomon, Rüdiger, Dipl.-Ing.; Weinholdt, Michael, Dipl.-Chem., DD

(54) Vorrichtung zur Herstellung polymerer optischer Bauelemente mit gekrümmten Funktionsflächen

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung polymerer optischer Bauelemente mit gekrümmten Funktionsflächen und eignet sich besonders zur Fertigung von polymeren Bauelementen, auch mit zwei optischen Funktionsflächen, in kleinen und mittleren Stückzahlen. Ziel der Erfindung ist es, die Form der optischen Funktionsflächen durch einfache Mittel zu variieren, Bauelemente mit zwei Funktionsflächen zu fertigen und eine hohe Wiederverwendbarkeit der Vorrichtung zu gewährleisten. Die Aufgabe der Erfindung, das Aufbringen von optischen Funktionsflächen auf die polymeren Bauelemente ohne Verwendung von Positiven, wird mit der Vorrichtung, bestehend aus zwei zylindrischen auf einer Seite offenen Grundkörpern, in denen jeweils eine kreisförmige Trennwand einen Druckraum abschließt, dadurch gelöst, daß die beiden Grundkörper ineinander axial beweglich angeordnet sind, daß die Trennwände aus elektrisch leitfähigen Folien bestehen, daß der Raum zwischen den Folien einer Trennwand mit elektrorheologischer Flüssigkeit ausgefüllt und daß die Folien über optische Oberflächen verfügen. Fig. 1



Figur 1

Erfindungsanspruch:

1. Vorrichtung zur Herstellung polymerer optischer Bauelemente mit gekrümmten Funktionsflächen, bestehend aus einem stabilen, auf einer Seite offenen, Grundkörper in Form eines Hohlzylinders der durch eine, die Gießform für das Optikeil bildende, kreisförmige Trennwand, die fest im Grundkörper angeordnet ist, in zwei Räume, den oben offenen Arbeitsraum, in dem das Optikelement hergestellt wird, und einen Druckraum, der je nach Art der gewünschten Deformation der Trennwand über einen Anschlußstutzen mit Über- oder Unterdruck beaufschlagt werden kann, geteilt ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Trennwand aus zwei elektrisch leitfähigen Folien besteht, daß die eine Folie auf der Innenseite des Arbeitsraumes eine optische Oberfläche aufweist, daß der Zwischenraum der Folien vollständig mit einer elektrorheologischen Flüssigkeit ausgefüllt ist, daß die Folien über elektrische Leitungen mit einer schaltbaren Spannungsquelle verbunden sind und daß der Grundkörper aus einem elektrisch isolierenden Material besteht.
2. Vorrichtung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das elektrisch isolierende Material des Grundkörpers Keramik ist.
3. Vorrichtung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die elektrisch leitfähigen Folien Metallfolien sind.
4. Vorrichtung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die elektrisch leitfähigen Folien bedampfte Polymerfolien sind.
5. Vorrichtung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß in bestimmten Stufen vorgeformte Folien eingesetzt werden.
6. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Fertigung von optischen Bauelementen mit zwei Funktionsflächen innerhalb des Arbeitsraumes des Grundkörpers ein zweiter analog aufgebauter Grundkörper axial verschiebbar angeordnet ist und daß der Arbeitsraum dabei exakt abgeschlossen wird und unmittelbar über der Trennwand über eine Einfüll- und Entlüftungsöffnung verfügt.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung optischer Bauelemente, wie Spiegel und Linsen, mit sphärischen oder asphärischen Funktionsflächen aus polymeren Materialien, unter Anwendung der Gießharz-, Umform- oder Replikatechnik. Insbesondere eignet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung zur ökonomisch günstigen Herstellung von optischen Bauelementen, auch mit zwei optischen Funktionsflächen, in kleinen oder mittleren Stückzahlen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung der Herstellung von optischen Bauelementen aus polymeren Materialien wurden in den letzten Jahren in der Fach- und Patentliteratur eine Reihe technischer Lösungen zu diesen Problemen veröffentlicht. Dabei kommt es zur Anwendung der bekannten Gießharz-, Umform- oder Replikatechnik. Grundsätzlich gehen die bekannten technischen Lösungen davon aus, daß zur Herstellung optischer Funktionsflächen aus polymeren Materialien prinzipiell ein Negativ mit einer optischen Funktionsfläche als Werkzeug benötigt wird. Von der Formgenauigkeit und der Rauhtiefe des Negativs, welches in der Regel aus Glas oder Metall gefertigt ist, hängt wesentlich die Qualität der optischen Funktionsfläche der herzustellenden Plastoptik ab.

In der DE-OS 3000 216 und der US-PS 4212 836 werden dazu starre, formstabile Glasnegative mit optischen Funktionsflächen als Werkzeuge verwendet. Das Glasnegativ kann zwar nach erfolgter Reinigung wiederverwendet werden, jedoch ist für jede bestimmte optische Funktionsfläche ein gesondertes Negativ zu erstellen. Diese technische Lösung der Verwendung von Glas- oder Metallnegativen zur Herstellung von optischen Funktionsschichten aus polymerem Material hat den entscheidenden Nachteil, daß die Fertigung der Negative relativ aufwendig und insbesondere bei solchen mit asphärischen optischen Funktionsschichten äußerst problematisch und kompliziert ist. Aufgrund der hohen Herstellungskosten für die Negative sind derartige technische Lösungen ökonomisch nur vertretbar, wenn von den optischen Bauelementen gleicher Art große Stückzahlen gefordert sind.

Eine weitaus günstigere Variante stellt die im US-PS 4 188 353 beschriebene technische Lösung dar. Dabei kommt eine starre hohlzylindrische Form aus einem synthetischen Harz, die im Inneren eine kreisförmige Trennwand aufweist, zum Einsatz. Das Aufbringen der optischen Funktionsfläche sphärischer Krümmung erfolgt in jedem Fall mit Hilfe eines Positives, welches dazu auf die vorher erwärmte Trennwand gepreßt wird. In die abgekühlte Form kann nun das polymere Material eingebracht und ausgehärtet werden. Soll im Gegensatz dazu ein optisches Bauelement mit asphärischer Funktionsfläche gefertigt werden, so kann die Trennwand im noch erwärmten Zustand durch eine Stellschraube deformiert werden. Dabei ist darauf zu achten, daß die optische Oberfläche der Trennwand durch die Erwärmung oder die Deformation nicht zerstört wird. Nach dem Aushärten wird das polymere Bauelement durch Verbiegen der Form aus dieser herausgelöst. Die Form kann nur für die Fertigung eines identischen optischen Bauelementes wiederverwendet werden, da ein Umformen der Trennwand nicht mehr möglich ist. Eine Wiederverwendung ist ebenfalls nicht möglich, wenn ein Bauelement mit zwei optischen Funktionsflächen gefertigt wurde, da die zweite Funktionsfläche durch Schleifen und Polieren hergestellt wird, wobei die Form als Halterung für das Bauelement während der Bearbeitung dient und dabei zerstört wird.

Eine Weiterentwicklung dieses Lösungsprinzips wird in der US-PS 4229390 beschrieben. Dabei wird bei Beibehaltung des prinzipiellen Aufbaues das mechanische Element zur Deformation der Trennwand mit optischer Funktionsfläche durch eine Druckkammer ersetzt, die es erlaubt eine positive Deformation infolge Überdrucks als auch eine negative Deformation infolge Unterdrucks zu erzeugen. Die wesentlichen Nachteile dieses Lösungsprinzips, gleich ob ein mechanisches Element oder eine Druckkammer zur Deformation verwendet wird, liegen darin, daß nur relativ geringe Abweichungen von der ursprünglichen sphärischen Funktionsfläche erzielbar sind, da ansonsten die Deformationskräfte eine Zerstörung der sphärischen Trennwand oder deren optischer Funktionsfläche zu Folge haben, daß zum Aufbringen der optischen Funktionsfläche auf die Trennwand in jedem Fall ein Positiv notwendig ist und daß bei der Fertigung von optischen Bauelementen mit zwei Funktionsflächen die Form aus synthetischem Harz zerstört wird und dadurch nicht wiederverwendbar ist.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Herstellung von Plastoptiken, bei der die Form der optischen Funktionsfläche durch einfache Mittel variierbar und genau einstellbar ist, mit der ohne großen technischen Aufwand auch Bauelemente mit zwei Funktionsflächen herstellbar sind und die eine hohe Wiederverwendbarkeit gewährleistet, damit die Vorrichtung auch für die Fertigung optischer Bauelemente mittlerer und kleiner Stückzahlen kostengünstig eingesetzt werden kann.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Herstellung polymerer optischer Bauelemente mit gekrümmten Funktionsflächen zu entwickeln, bei der die optischen Funktionsflächen ohne Verwendung von Positiven aufgebracht werden können.

Diese Aufgabe wird bei der Vorrichtung zur Herstellung polymerer Optikelemente mit gekrümmten Funktionsflächen, bestehend aus einem zylindrischen, auf einer Seite geschlossenen, Grundkörper, der durch eine, die Gießform für das Optikelement bildende, kreisförmige Trennwand, die fest im Grundkörper angeordnet ist, in zwei Räume, den oben offenen Arbeitsraum, in dem das Optikelement hergestellt wird, und einen Druckraum, der je nach Art der gewünschten Deformation der Trennwand über einen Anschlußstutzen mit Über- oder Unterdruck beaufschlagt werden kann, geteilt ist, dadurch gelöst, daß die Trennwand aus zwei elektrisch leitfähigen Folien besteht, daß der Raum zwischen den Folien vollständig mit einer elektrorheologischen Flüssigkeit angefüllt ist, daß die Folien über elektrische Leitungen mit einer schaltbaren Spannungsquelle verbunden sind und daß der Grundkörper aus einem elektrisch isolierenden Material besteht. Dabei kommen als elektrisch isolierendes Material für den Grundkörper Keramik und für die elektrisch leitfähigen Folien Metallfolien oder bedampfte Polymerfolien zum Einsatz, die in bestimmten Stufen vorgeformt sein können. Zum Herstellen von polymeren Optikelementen mit zwei Funktionsflächen wird die beschriebene Vorrichtung wie folgt verändert. Der beschriebene äußere zylindrische Grundkörper verfügt dabei über eine seitlich unmittelbar über der Trennwand angeordnete Einfüll- und Entlüftungsöffnung und über einen inneren zylindrischen auf der Außenseite geschlossenen Grundkörper, der über einen Anschlußstutzen verfügt und dessen Innenseite durch eine Trennwand beschriebener Art abgeschlossen ist. Dieser innere keramische Grundkörper bildet einen Druckraum und kann je nach Art der gewünschten Deformation ebenfalls mit Über- oder Unterdruck beaufschlagt werden. Zur Veränderung des Volumens des Arbeitsraumes kann der innere Grundkörper im äußeren Grundkörper axial verschoben bzw. in seiner Stellung arretiert werden. Das Ziel der Erfindung wird dadurch erreicht, daß durch die Verwendung von Folien, die in bestimmten Stufen vorgeformt sein können und einen relativ großen Elastizitätsbereich aufweisen, ein breiter Bereich von optischen Funktionsflächen durch Variation des Druckes erzeugt werden kann. Für die Einstellung der gewünschten Funktionsfläche sind somit keine Negative, deren Herstellung äußerst aufwendig und kostspielig ist, erforderlich. Die nötige Stabilität der eingestellten Funktionsfläche wird dadurch erreicht, daß die sich zwischen den Folien befindliche elektrorheologische Flüssigkeit, durch den Aufbau eines elektrischen Feldes genügend hoher Feldstärke zwischen den Folien, in einen festen Zustand übergeht.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben werden. Das Ausführungsbeispiel bezieht sich dabei auf die Vorrichtung zur Herstellung von polymeren Optikelementen mit zwei optischen Funktionsflächen. In der dazugehörigen Zeichnung zeigt

Figur 1: den prinzipiellen Aufbau der Vorrichtung zur Herstellung polymerer optischer Bauelemente mit gekrümmten Funktionsflächen.

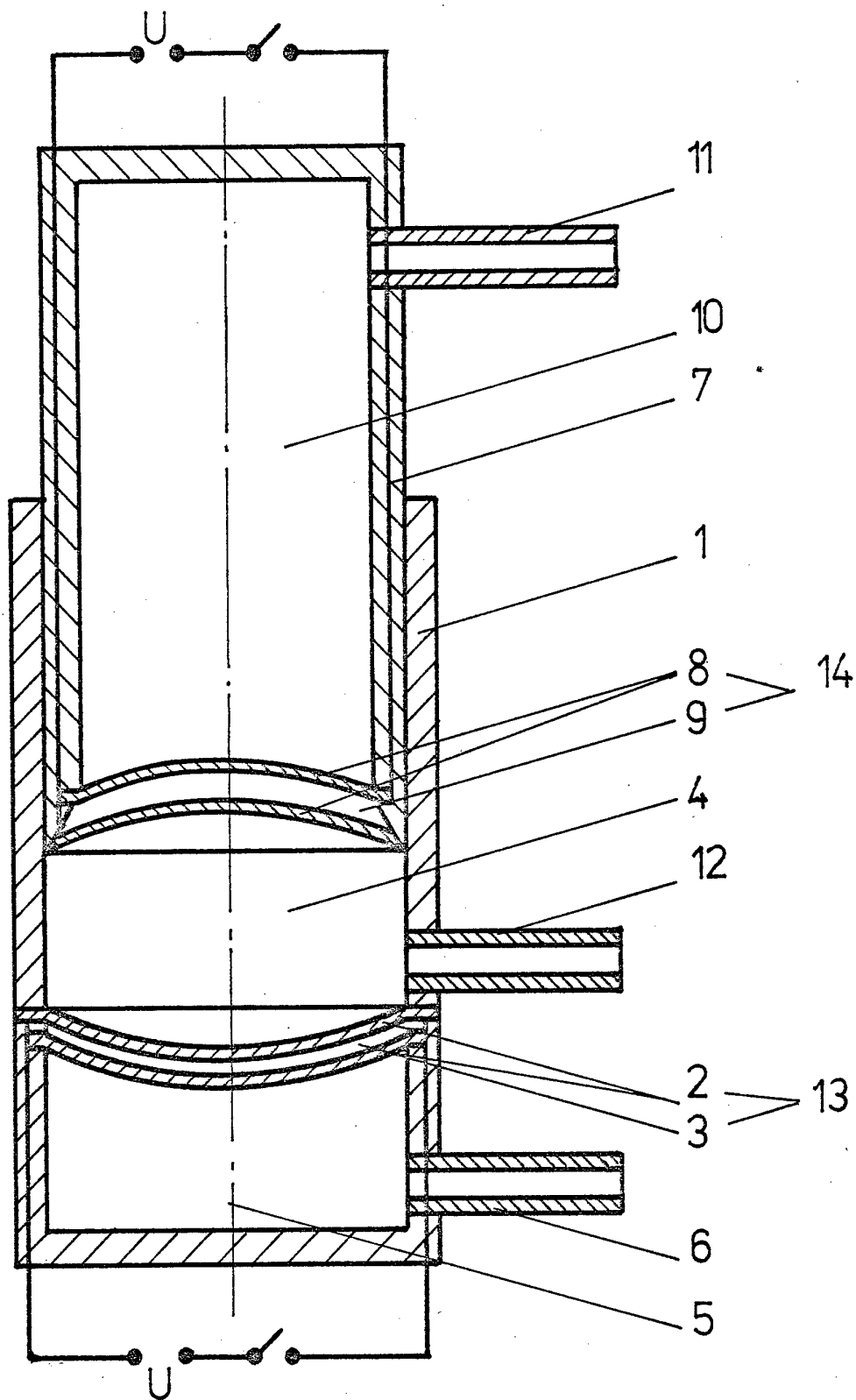
Die Vorrichtung besteht aus einem stabilen, auf einer Seite geschlossenen Grundkörper 1, der die Form eines Hohlzylinders aufweist und über eine fest angeordnete Trennwand 13 verfügt. Die Trennwand 13 dient als Negativform für die Optikelemente und teilt den Grundkörper 1 in den auf einer Seite offenen Arbeitsraum 4 und den mit einem Anschlußstutzen 6 versehenen geschlossenen Druckraum 4.

In diesem äußeren zylindrischen Grundkörper 1, der seitlich unmittelbar über der Trennwand 13 über eine Einfüll- und Entlüftungsöffnung 12 verfügt, ist ein zweiter zylindrischer Grundkörper 7 axial verschiebbar angeordnet. Dieser zweite Grundkörper 7 bildet einen Druckraum 10, der durch die Trennwand 14, deren Aufbau dem der Trennwand 13 entspricht, abgeschlossen ist und mit Unter- oder Überdruck beaufschlagt werden kann. Die Trennwände 13 und 14 bestehen dabei aus jeweils zwei elektrisch leitfähigen Folien 2 und 8, Metallfolien oder bedampfte Polymerfolien, wobei die Foliensflächen im Arbeitsraum 4 als optische Oberflächen ausgebildet sind. Der Raum zwischen den Folien einer Trennwand, die über elektrische Leitungen mit einer schaltbaren Spannungsquelle verbunden sind, ist vollständig mit einer elektrorheologischen Flüssigkeit 3

und 9 ausgefüllt. Die Druckräume 5 und 10, die wie die gesamten Grundkörper aus elektrisch isolierendem Material, zum Beispiel Keramik, bestehen, verfügen über Anschlußstutzen 6 und 11, über die sie, je nach Art der gewünschten Form der Deformation der Trennwände 13 und 14 mit Über- oder Unterdruck beaufschlagt werden können.

Im folgenden soll die Funktionsweise der Vorrichtung erläutert werden. Durch Änderung des Druckes in den Druckräumen 5 und 10 erfolgt die gewünschte Deformation der Folien 2 und 8. Die Funktionsflächen lassen sich dabei sehr genau mit bekannten Meßverfahren einstellen. Der Bereich der möglichen Funktionsflächen wird dabei von der Elastizität der Folien begrenzt, kann jedoch durch den Einsatz von in bestimmten Stufen vorgeformten Folien erweitert werden. Nach erfolgter Formgestaltung der Folien wird durch Anlegen einer Spannung an die Folien zwischen diesen ein elektrisches Feld erzeugt, welches zur Folge hat, daß die elektrorheologische Flüssigkeit in den festen Zustand übergeht und dadurch die geformten Folien mechanisch stabil werden. Nachdem durch axiale Verschiebung des inneren Grundkörpers 7 die Stärke des herzustellenden Optikelementes mittels bekannter Meßverfahren eingestellt wurde, wird der innere Grundkörper 7 auf geeignete Weise in seiner Stellung arretiert. Nun erfolgt durch die Einfüllöffnung 12 das Füllen des Arbeitsraumes mit dem polymeren Material.

Der Volumenschwund, der beim Aushärten des Polymers entsteht, braucht nicht berücksichtigt zu werden, da das Polymer unter Druck in den Arbeitsraum gepreßt wird und während des Aushärtens ständig nachgefüllt werden kann. Um zu verhindern, daß das Polymer zwischen die beiden Grundkörper 1 und 7 gepreßt wird, ist eine exakte Abdichtung zu gewährleisten. Ist die Aushärtung des polymeren Optikelementes abgeschlossen, so kann das Herauslösen aus den Grundkörpern 1 und 7 erfolgen. Dies geschieht nach dem Lösen der Arretierung durch Abschalten der an den Folien 2 angelegten Spannung, wodurch die Folien in ihre ursprüngliche Form zurückgehen und sich vom Optikelement lösen, sowie nach dem Herausziehen des inneren Grundkörpers 7 durch Abschalten der an die Folien 8 angelegten Spannung. Nach dem Herauslösen kann das nächste polymere Optikelement mit beliebigen Formen der Funktionsflächen nach der beschriebenen Verfahrensweise, die beliebig oft wiederholbar ist, hergestellt werden.



Figur 1

5208

26.386- 335667