



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 252 997 A1

4(51) B 24 B 13/00
B 24 B 7/24

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 24 B / 294 942 8

(22) 02.10.86

(44) 06.01.88

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

(72) Hofmann, Reiner, Dr.-Ing.; Krebs, Hans-Dieter, Dipl.-Ing.; Herrmann, Joachim; Eberhardt, Volker, Dipl.-Ing.; Böswetter, Gerd, Dr.-Ing., DD

(54) Einrichtung zur Herstellung gekrümmter optisch wirksamer Flächen

(55) Einrichtung, optisches Bauelement, Flächenbearbeitung, gekrümmte Fläche, sphärisch, asphärisch, Hochleistungsoptik

(57) Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Herstellung gekrümmter optisch wirksamer Flächen, die zur hochgenauen Bearbeitung schwer bearbeitbarer Bauelemente, beispielsweise zur Herstellung von Kristallen für Laserresonator- oder Hochleistungsabbildungsspiegel, eingesetzt werden kann. Erfindungsgemäß ist die Lagerstelle einer aerostatisch gelagerten Werkzeugspindel kugelkalottenförmig ausgebildet und in einer kugelförmigen geteilten Lagerschalenkombination geführt. Die Werkzeugspindel ist in der Lagerschalenkombination dreh-, schwenk- und axial verschiebbar angeordnet. Zum Antrieb der Werkzeugspindel ist an dem dem Werkzeug abgewandten Ende ein über Antriebsdüsen betätigbares Turbinenrad angeordnet, wobei die Antriebsdüsen an einer über der Werkzeugspindel angeordneten schwenkbaren Kalotte verstellbar befestigt sind. Die Einrichtung ermöglicht unabhängig vom Werkstoff des zu bearbeitenden Bauelementes reproduzierbare Oberflächenqualitäten von $\lambda/5$, wobei subjektive Faktoren ausgeschlossen und Verschleißerscheinungen der Einrichtungselemente nicht auf das Arbeitsergebnis übertragen werden. Figur

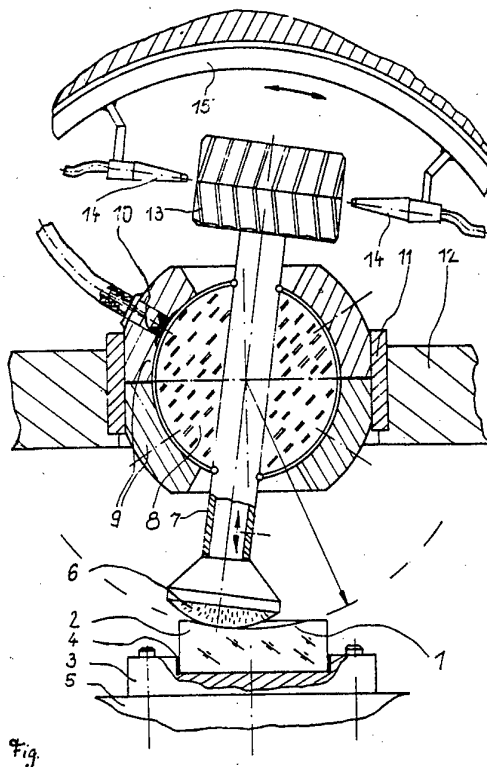


Fig.

Patentanspruch:

1. Einrichtung zur Herstellung gekrümmter optisch wirksamer Flächen, vorwiegend sphärischer oder asphärischer Flächen mit einer drehbar an einem Maschinengestell gelagerten Werkstückaufnahme sowie einer aerostatisch gelagerten, mit einer Antriebseinheit versehenen axial verschieb- sowie schwenkbaren Werkzeugspindel, die mit einem eine kugelförmige Fläche aufweisenden Diamantwerkzeug ausgestattet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lagerstelle (8) der Werkzeugspindel (7) kugelkalottenförmig ausgebildet und in einer kugelförmigen geteilten Lagerschalenkombination (9) gelagert ist, die Werkzeugspindel (7) in der Lagerschalenkombination (9) dreh-, schwenk- und axial verschiebbar angeordnet ist, auf der Werkzeugspindel (7) an dem dem Diamantwerkzeug (6) abgewandten Ende ein Turbinenrad (13) befestigt ist, die Antriebseinheit des Turbinenrades (13) aus mindestens zwei auf das Turbinenrad (13) gerichteten, ein gasförmiges oder flüssiges Medium in dosierter Menge ausstrahlenden Antriebsdüsen (14) besteht, die Antriebsdüsen (14) an einer über der Werkzeugspindel (7) angeordneten schwenkbaren Kalotte (15) befestigt und in einer konzentrischen Führung, deren Krümmungsmittelpunkt mit dem Krümmungsmittelpunkt der Lagerstelle (8) übereinstimmt, verstellbar angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Herstellung gekrümmter, insbesondere sphärischer oder asphärischer optisch wirksamer Flächen. Sie kann zur hochgenauen Bearbeitung schwer bearbeitbarer Bauelemente, beispielsweise zur Herstellung von Kristallen für Laserresonator- oder Hochleistungsabbildungsspiegel, eingesetzt werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekannt sind Einrichtungen zur Bearbeitung optisch wirksamer Flächen, bei denen ein Polierwerkzeug unter Verwendung einer entsprechenden Poliersuspension kugelschalenförmig über die zu bearbeitende Fläche geführt und ein Materialabtrag durch physikalisch-chemische Prozesse erreicht wird (DE-OS 2728915). Als Werkzeuge werden Kugelschalen verwendet, die die zu bearbeitende Fläche vollständig oder teilweise überstreichen.

Weiterhin sind Einrichtungen, insbesondere zur Herstellung von Spiegelflächen bekannt (EP 007 69 25), bei denen ein Zerspanen des optischen Werkstoffes durch lokales Erhitzen des Werkstoffes an der Zerspanstelle unterstützt wird.

Neben den konventionellen Einrichtungen, bei denen kalottenförmige Werkzeuge unter Verwendung von Suspensionen eingesetzt werden, lassen sich sphärische oder asphärische optisch wirksame Flächen auch auf NC-gesteuerten Werkzeugmaschinen unter Verwendung von Drehdiamantwerkzeugen herstellen (Saito, M. Th. T. „Diamant Turning of Optics“ Optical Engineering 15 (1976/5). Auf diesen Einrichtungen können lediglich weiche optische Materialien, wie beispielsweise Natrium- oder Kaliumchlorid bearbeitet werden. Dabei lassen sich in Einzelteillfertigung Konturengenauigkeiten von 125 nm herstellen.

Nachteilig bei den bekannten Einrichtungen zur Herstellung optisch wirksamer Flächen nach den klassischen Polier-, Schleif- oder Fräsverfahren ist die Tatsache, daß die Genauigkeit, mit der die optischen Flächen individuell hergestellt werden, nur mit extrem hohem Aufwand in einer Größenordnung von beispielsweise $\lambda/4$ realisiert werden können. Die Anforderungen an die Maschinen- und Verfahrenstechnik liegen an der Grenze der physikalisch-technischen Leistungsfähigkeit. Weiterhin ist es von Nachteil, daß mit den bekannten Fertigungseinrichtungen mit individueller lokaler Zerspanung des optischen Werkstoffes lokale bzw. zonale Verspannungen im Werkstoff auftreten können. Eine Flächenqualität von $\lambda/5$, die beispielsweise bei Hochleistungsoptik gefordert wird, läßt sich mit allen bekannten Einrichtungen nicht realisieren. Der Aufbau der Einrichtungen zur Erzielung hoher Genauigkeiten ist sehr hoch.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, mit verringertem Einrichtungsaufwand die Genauigkeit der Oberflächenkonturen sphärischer oder asphärischer Flächen zu verbessern sowie einen Einsatz in der Serienfertigung zu ermöglichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Herstellung sphärischer oder asphärischer optisch wirksamer Flächen zu entwickeln, die unabhängig vom Werkstoff des zu bearbeitenden optischen Bauelementes reproduzierbare Oberflächenqualitäten von $\lambda/5$ ermöglicht, subjektive Faktoren ausschließt und Verschleißerscheinungen der Einrichtungselemente nicht auf das Arbeitsergebnis überträgt.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Einrichtung zur Herstellung gekrümmter optisch wirksamer Flächen, vorwiegend sphärischer oder asphärischer Flächen mit einer drehbar an einem Maschinengestell gelagerten Werkstückaufnahme sowie einer aerostatisch gelagerten, mit einer Antriebseinheit versehenen, axial verschieb- sowie schwenkbaren Werkzeugspindel, die mit einem eine kugelförmige Fläche aufweisenden Diamantwerkzeug ausgestattet ist, dadurch gelöst, daß die Lagerstelle der Werkzeugspindel kugelkalottenförmig ausgebildet und in einer kugelförmigen geteilten Lagerschalenkombination dreh-, schwenk- und axial verschiebbar angeordnet ist, auf der Werkzeugspindel an dem dem Diamantwerkzeug abgewandten Ende ein Turbinenrad befestigt ist, die Antriebseinheit des Turbinenrades aus mindestens zwei auf das Turbinenrad gerichteten, ein gasförmiges oder flüssiges Medium in dosierter Menge ausstrahlenden Antriebsdüsen besteht, die Antriebsdüsen an einer über der Werkzeugspindel angeordneten schwenkbaren Kalotte befestigt und in einer konzentrischen Führung, deren Krümmungsmittelpunkt mit dem Kugelmittelpunkt der Lagerstelle übereinstimmt, verstellbar angeordnet sind.

Bei der Herstellung der optisch wirksamen Fläche erfolgt eine Überlagerung der Bearbeitungsbewegung derart, daß entweder eine Spirale entsteht oder das Werkzeug eine oszillierende, schrittweise um einen definierten Winkelbetrag veränderbare Bewegung ausführt. Somit lassen sich einmal sphärische und zum anderen bei zusätzlicher Zustellung relativ zum Kugelmittelpunkt bezüglich des Werkzeuges auch asphärische Flächen erzeugen. Dabei wird die kugelförmige Flächenform der Lagerstelle auf das optische Bauelement übertragen. Bedingt durch die Ausbildung der Lagerstelle, das heißt durch die axiale Verstellung der Werkzeugspindel in der Lagerschalenkombination, läßt sich der Bearbeitungsradius leicht verändern.

Die relativ einfach konzipierte Einrichtung ermöglicht Oberflächenqualitäten von $\lambda/5$.

Ausführungsbeispiel:

In einem nachstehenden Ausführungsbeispiel soll die erfindungsgemäße Einrichtung näher erläutert werden.

Die dazugehörige Figur zeigt ein mit einer bearbeiteten optisch wirksamen Fläche 1 versehenes Bauelement 2, welches in einer Halterung 3 mittels Klebsubstanz 4 lagefixiert ist. Die Halterung 3 ist an einer Maschinenbasis 5 befestigt. Eine mit einem Diamantwerkzeug 6 versehene Werkzeugspindel 7 besitzt eine kugelkalottenförmige Lagerstelle 8, die in einer kugelförmigen geteilten Lagerschalenkombination 9 über durch symmetrisch angeordnete Luftdüsen 10 ausströmende Druckluft aerostatisch gelagert ist.

Die kugelförmig geteilte Lagerschalenkombination 9 ist mit einem Ring 11 in einer Basis 12 fest montiert. Am Ende der Werkzeugspindel 7 befindet sich ein Turbinenrad 13, welchem über Antriebsdüsen 14 eine Drehbewegung zugeführt wird. Die Antriebsdüsen 14 sind gestellfest in einer schwenkbaren Kalotte 15, die konzentrisch zum Mittelpunkt der kugelkalottenförmigen Lagerstelle 8 positioniert ist und mit einer nicht dargestellten Antriebseinheit beliebig verstellbar werden kann. Bei einer Verstellung der Kalotte 15 wird auf Grund des Luftdruckes der Antriebsdüsen 14 gleichzeitig eine Lageveränderung der Antriebsdüsen 14 bewirkt. Die Halterung 3 befindet sich auf einer Maschinenbasis 5, die zur Erhöhung der Multivalenz drehbar gelagert ist und somit eine zusätzliche Bewegung realisiert. Die Basis 12 ist in Richtung der Maschinenbasis 5 verstellbar angeordnet.

Zur Bearbeitung der optisch wirksamen Fläche 1 wird eine solche Ansteuerung der schwenkbaren Kalotte 15 gewählt, daß sich entweder eine spiralförmige Bewegung ergibt oder eine oszillierende Bewegung überlagert mit einer schrittweisen Winkelverstellung realisiert wird.

Das Diamantwerkzeug 6 kann dabei auch gegen ein Werkzeug mit Schneide ausgetauscht werden. Durch Variierung der durch die Antriebsdüsen 16 strömenden Druckluft läßt sich relativ einfach die Drehzahl der Werkzeugspindel 7 verändern. Entsprechend der Gestaltung der kugelkalottenförmigen Lagerstelle 8 wird die Kugelform der Lagerung auf die optisch wirksame Fläche übertragen.

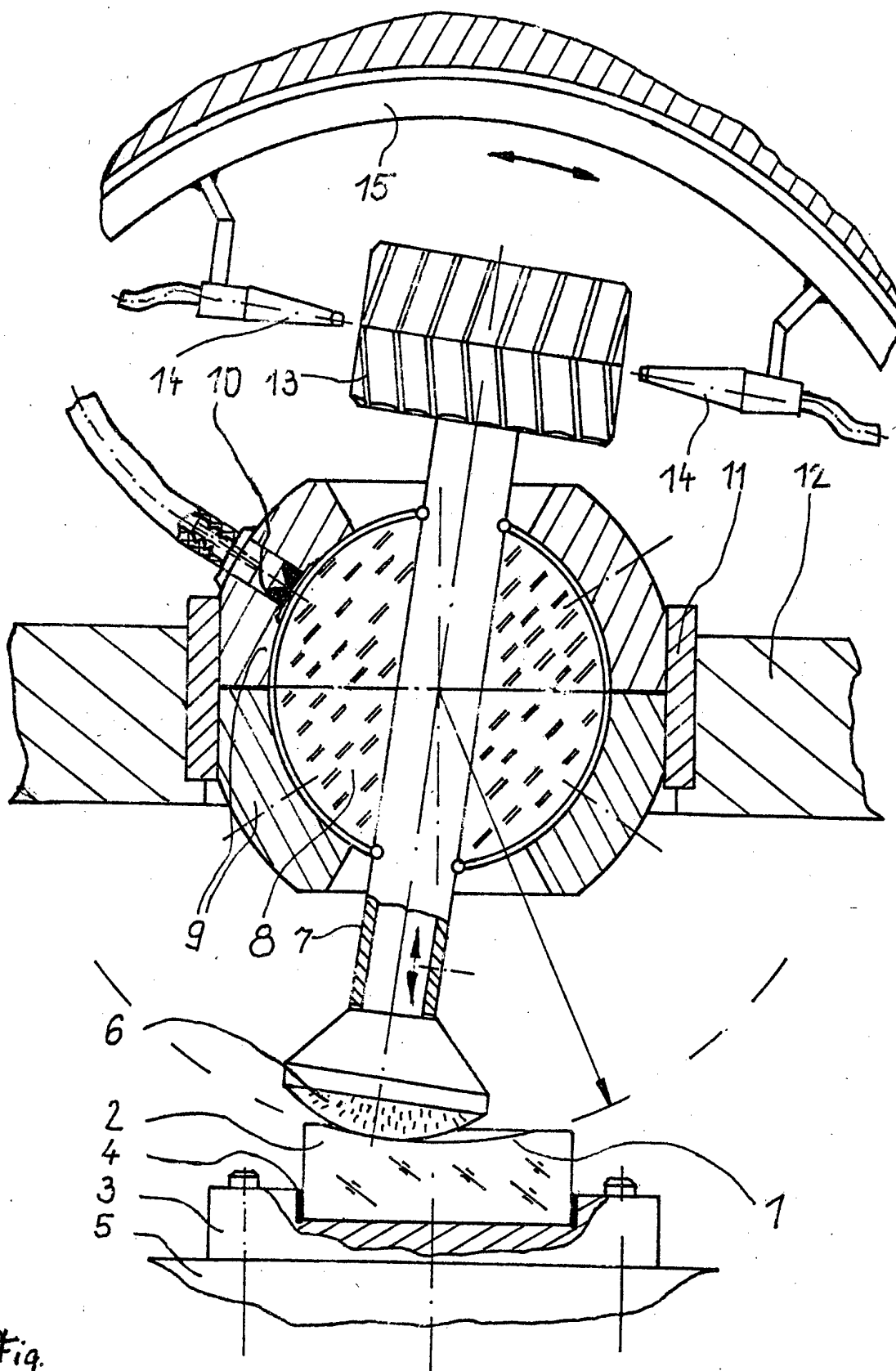


Fig.