



(10) **AT 515332 A2 2015-08-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50021/2015
 (22) Anmeldetag: 13.01.2015
 (43) Veröffentlicht am: 15.08.2015

(51) Int. Cl.: **G02B 3/00** (2006.01)

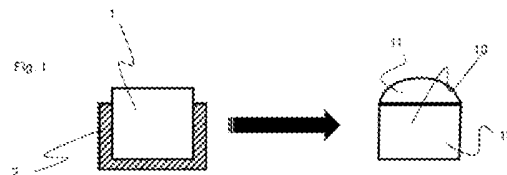
(30) Priorität:
 15.01.2014 DE 102014100429.9 beansprucht.

(71) Patentanmelder:
 Schott AG
 55122 Mainz (DE)

(74) Vertreter:
 SONN & PARTNER Patentanwälte
 1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren zur Herstellung von Stablinse sowie Stablinse**

(57) Einstückige, homogene Stablinse (10) und ihre Herstellung aus einem Roh-Glaskörper (1) durch dessen Aufschmelzen in einer Werkzeugform (2), wobei ein vorstehender Teil des Roh-Glaskörpers (1) sich zu einer Kugelkalotte mit sphärischer, oder nahezu sphärischer Oberfläche verformt, die den konvexen Linsenabschnitt der Stablinse (10) bildet.



Zusammenfassung

Einstückige, homogene Stablinse (10) und ihre Herstellung aus einem Roh-Glaskörper (1) durch dessen Aufschmelzen in einer Werkzeugform (2), wobei ein vorstehender Teil des Roh-Glaskörpers (1) sich zu einer Kugelkalotte mit sphärischer, oder nahezu sphärischer Oberfläche verformt, die den konvexen Linsenabschnitt der Stablinse (10) bildet.

(Fig. 1)

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von Stablinsen, die homogen einstückig ausgebildet sind und jeweils einen Schaftabschnitt und einen konvexen Linsenabschnitt aufweisen, ferner auf eine mit dem neuen Verfahren hergestellte Stablinse sowie auf eine Matrixanordnung von Stablinsen.

Stablinsen als solche sind bekannt und weisen einen länglichen Schaftabschnitt und ein Linsenabschnitt an wenigstens einem Ende des Schaftabschnittes auf. Solche Stablinsen werden aus Vorformen hergestellt, indem diese Vorformen in einer Pressform aufgeschmolzen und durch Pressen umgeformt werden. Auch die Herstellung im Gießverfahren ist bekannt (US 2010/327470 A).

Aus KR 101306481 B1 ist eine in ein Substrat eingebaute Mikrooptische Komponente bekannt, die auch als Komponenten-Array mit Mikroglasslinsen hergestellt werden kann. Das Substrat weist eine oder mehrere geätzte Kavitäten auf, ein oder mehrere Glasrohlinge werden auf der Oberseite des Substrats aufgeschmolzen, um das oder die Kavitäten auszufüllen, und das Substrat wird an der Ober- und Unterseite geätzt, um die Mikroglasslinsen fertig herzustellen.

Die angeführten bekannten Verfahren leiden darunter, dass die Produktionskosten ziemlich hoch sind.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein kostengünstig durchführbares Verfahren zur Herstellung von Stablinsen hoher Qualität vorzuschlagen. Hohe Qualität will

sagen, dass eine verlustarme Lichtführung bei der Fokussierung, der Kollimierung oder der Abbildung mit optischen Gegenständen möglich wird, wie sie Solarzellen, Photodetektoren, LEDs, Lichtleitfasern und Laser darstellen.

Stablinen weisen jeweils einen Schaftabschnitt und einen konvexen Linsenabschnitt am Ende des Schaftes auf. Um möglichst wenig Lichtverluste aufzuweisen, werden solche Stablinen gemäß Erfindung einstückig homogen ausgebildet. Zur Herzustellung, werden Roh-Glaskörper bereitgestellt, die auch Oberflächenrauhigkeiten aufweisen dürfen. Solche Roh-Glaskörper werden in passende Hohlräume einer Werkzeugform aufgenommen und gehalten, wobei ein Teil des jeweiligen Roh-Glaskörpers aus der Werkzeugform heraussteht. Dieser Abschnitt des Roh-Glaskörpers soll nach Bearbeitung den Linsenabschnitt der Stablinse bilden. Die Bearbeitung des Roh-Glaskörpers erfolgt durch Aufschmelzen bei solcher Temperatur, dass der aus der Werkzeugform hervorragende Abschnitt des Roh-Glaskörpers sich in einer Luft- oder Gasumgebung zu einer Kalotte mit sphärischer oder nahezu sphärischer Oberfläche verformt. Diese Verformung wird durch die Oberflächenkräfte an dem hervorragenden flüssigen Ende des Roh-Glaskörpers in der Weise bewirkt, dass die freie Glasoberfläche eine minimale Größe einnimmt. Sobald dies geschehen ist, lässt man die Stablinse erkalten, gewöhnlich in einem Kühllofen oder Temperierlofen über längere Zeiträume, damit sich keine Schrumpfspannungen und Schlieren innerhalb der Stablinse bilden. Danach wird die Stablinse aus der Werkzeugform entnommen.

Die hergestellte Stablinse ist mit Schaftabschnitt und Linsenabschnitt homogen einstückig ausgebildet. Der Linsenabschnitt weist eine sphärische, oder nahezu sphärische Oberfläche in feuerpolierter Qualität auf. Feuerpolierte Qualität meint, dass die Oberflächenrauigkeiten äußerst gering sind. Beispielsweise betragen die (zufälligen) mittleren quadratischen Rauigkeiten $0,1\text{ }\mu\text{m}$, die mittleren (zufälligen) Rauigkeiten $80,5\text{ nm}$ und die Spitzen zu Tal Rauigkeiten 398 nm .

Der Schaftabschnitt kann eine prismatische oder rundzylindrische Form mit konstantem Stabquerschnitt aufweisen. Es ist aber auch möglich, dass der Schaftabschnitt eine Pyramidenstumpfform, auch mit Hexagonbasis, oder eine Kegelstumpfform aufweist. In einem solchen Fall weist die Stablinse einen sich verjüngenden oder einen sich vergrößernden Querschnitt auf.

Zur leichteren Entnehmbarkeit der Stablinse aus der Werkzeugform ist es günstig, wenn das Material der Werkzeugform einen Wärmeausdehnungskoeffizienten kleiner als der Wärmeausdehnungskoeffizient der hergestellten Stablinse besitzt. Beim Erkalten zieht sich dann die hergestellte Stablinse stärker zusammen als die Werkzeugform.

Anstatt einteiliger Werkzeugformen können auch zwei- oder mehrteilige Werkzeugformen verwendet werden, was vor allem dann in Betracht kommt, wenn Stablinse mit sich erweiterndem Querschnitt, gesehen vom Linsenabschnitt zur Basis des Schaftabschnittes, erzeugt werden sollen.

Als Material der Werkzeugform kommt Graphit, Keramik, Glas, Glaskeramik oder Metall in Betracht.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnungen beschrieben.

Es zeigen:

- Fig. 1: Das Herstellungsprinzip der Stablinse,
- Fig. 2: die Herstellung aufgrund eines rauhen Ausgangsglaskörpers,
- Fig. 3: die Herstellung einer Stablinse mit einer Schaftform gemäß eines Pyramidenstumpfes,
- Fig. 4: die Herstellung eine Stablinse ähnlich Fig. 3, jedoch mit einem Fuß,
- Fig. 5: ein Stablinsen-Array in Matrixanordnung,
- Fig. 6: Photos eines Roh-Glaskörpers als Ausgangsmaterial und einer hergestellten Stablinse nach Temperung,
- Fig. 7: ein Diagramm der Oberflächenrauigkeit eines Roh-Glaskörpers,
- Fig. 8: ein Diagramm der Rauigkeit der Stablinsoberfläche, und
- Fig. 9: Darstellungen der Oberflächenkontur einer Stablinse.

Ausgehend von einem Roh-Glaskörper 1 zeigt Fig. 1 schematisch die Herstellung einer Stablinse 10 mit einem konvexen Linsenabschnitt 11 und einem Schaftabschnitt 12. Ein Roh-Glaskörper 1 wird in den Hohlraum einer Werkzeugform 2 eingefügt, wobei der Roh-Glaskörper 1 aus der Werkzeugform 2 mit einem Abschnitt vorragt, der nach Herstellung den Linsenabschnitt 11 ergeben wird. Die Herstellung der Stablinse 10 aus dem Roh-Glaskörper 1

erfolgt durch Wärmebehandlung innerhalb der Werkzeugform 2, und zwar bei solcher Temperatur, dass der Roh-Glaskörper 1 aufschmilzt und Gelegenheit bekommt, seine minimale Körperoberfläche einzunehmen. Demgemäß bildet sich eine Kugel-Kalotte mit sphärischer oder nahezu sphärischer Oberfläche. Die Oberflächengüte dieser sphärischen Oberfläche ist außerordentlich hoch, man spricht von feuerpolierter Qualität.

Die Stablinse wird während ihres Entstehens von der Werkzeugform 2 gehalten, während sie noch teigig/flüssig ist. Um Spannungsrisse und Schlieren zu vermeiden, wird die noch heiße Stablinse langsam erkalten lassen, was gewöhnlich in einem Kühllofen oder Temperierofen geschieht. Während des Erkaltes schrumpft sowohl die Stablinse 10 als auch die Werkzeugform 2, letztere jedoch wesentlich weniger als die Stablinse 10, was dadurch erreicht wird, dass das Material der Werkzeugform 2 einen kleineren Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist als derjenige der Stablinse 10. Wenn also die fertige Stablinse 10 ausreichend abgekühlt ist, lässt sie sich aus dem Hohlraum der Werkzeugform 2 leicht entfernen.

Fig. 2 zeigt einen Roh-Glaskörper 1 mit einigen Oberflächenrauhigkeiten, wie diese entstehen, wenn der Roh-Glaskörper 1 aus einem Block gesägt wird. Auch beim Schleifen verbleiben einige Rauigkeiten. Wenn ein solcher Roh-Glaskörper 1 in den Hohlraum der Werkzeugform 2 eingesetzt wird, verbleibt etwas Luft zwischen der Oberfläche des Roh-Glaskörpers 1 und der Innenseite der Werkzeugform 2. Beim Aufschmelzen des Roh-Glaskörpers 1 dehnt sich dieser jedoch bis zur Wandung der Werkzeugform 2 aus und verdrängt normalerweise die eingeschlossene Luft.

Der Schaftabschnitt 12 wird deshalb eine Oberflächengüte annehmen, die der Oberflächengüte der Werkzeugform 2 entspricht. Davon unabhängig ist die Oberflächengüte des Linsenabschnittes 11, die durch Hautbildung gegenüber der Umgebungsluft beziehungsweise dem Umgebungsgas entsteht und zu einer nahezu sphärischen Oberfläche führt.

Fig. 3 zeigt die Herstellung einer Stablinse 10 mit einem sich im Querschnitt erweiternden Schaftabschnitt 13. Dieser Schaftabschnitt 13 kann die Form eines Pyramidenstumpfes, auch mit hexagonaler Basis aufweisen, es ist aber auch Kegelstumpfform möglich. Die Werkzeugform 2 ist an die Form der Stablinse 10 angepasst und weist zunächst einen Freiraum 3 auf, der beim Schmelzen des Roh-Glaskörpers 1 ausgefüllt wird und hinsichtlich der Werkzeugform 2 so etwas wie einen Hinterschnitt bedeutet. Deshalb wird man die Werkzeugform 2 zwei- oder mehrteilig machen, um die fertige Stablinse 10 leichter entformen zu können.

Fig. 4 zeigt eine Abwandlung zur Ausführungsform der Fig. 3, und zwar hat der Hohlraum der Werkzeugform 2 noch eine Wandnische 4, in die sich ein Fuß 14 der Stablinse 10 hinein ergießen kann. So ein Fuß 14 kann insbesondere zu Befestigungszwecken dienlich sein.

Fig. 5 zeigt eine Matrixanordnung von Stablinsen 10, die ein Array bilden und in einem Halter 30 mit ihren Schaftabschnitten 12 verankert sind.

Fig. 6 zeigt ein Ergebnis des Verfahrens zur Herstellung von Stablinsen aus einem Roh-Glaskörper. Das Ausgangsmaterial hatte eine Länge von 6,3 mm und einen Durchmesser von 5,8 mm. Die Stablinse war nach Temperung 7

mm lang, bei einem Durchmesser von 5,8 mm des Schaftabschnittes. Der Radius der sphärischen Oberfläche betrug 3 mm.

Fig. 7 ist ein Diagramm gemessener Rauigkeiten an der Oberfläche des Ausgangsmaterials. Aus dem Diagramm kann eine (zufällige) mittlere quadratische Rauigkeit rms von 0,40 μm , eine (zufällige) mittlere Rauigkeit Ra von 326,43 nm und eine Spitze zu Tal Rauigkeit PV von 2064.43 nm abgeleitet werden. Die Messwerte wurden mit einem Weißlichtinterferometer gewonnen.

Fig. 8 zeigt die gemessene Rauigkeit an der Oberfläche einer Stablinse, ermittelt mit einem Weißlichtinterferometer. Die zufällige mittlere quadratische Rauigkeit beziehungsweise mittlere quadratische Rauigkeit rms beträgt 0,10 μm , die mittlere zufällige Rauigkeit beziehungsweise mittlere Rauigkeit Ra 80.52 nm und die Spitze zu Tal Rauigkeit PV 397.69 nm.

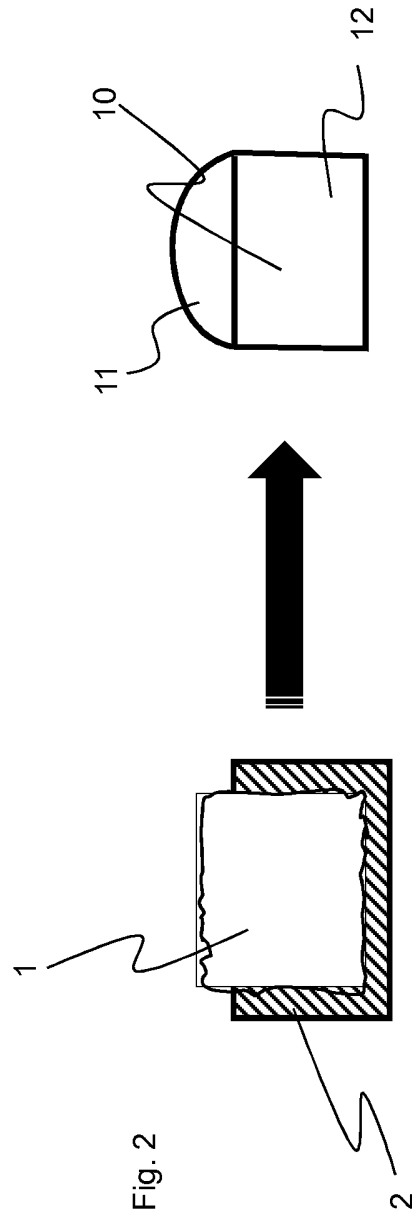
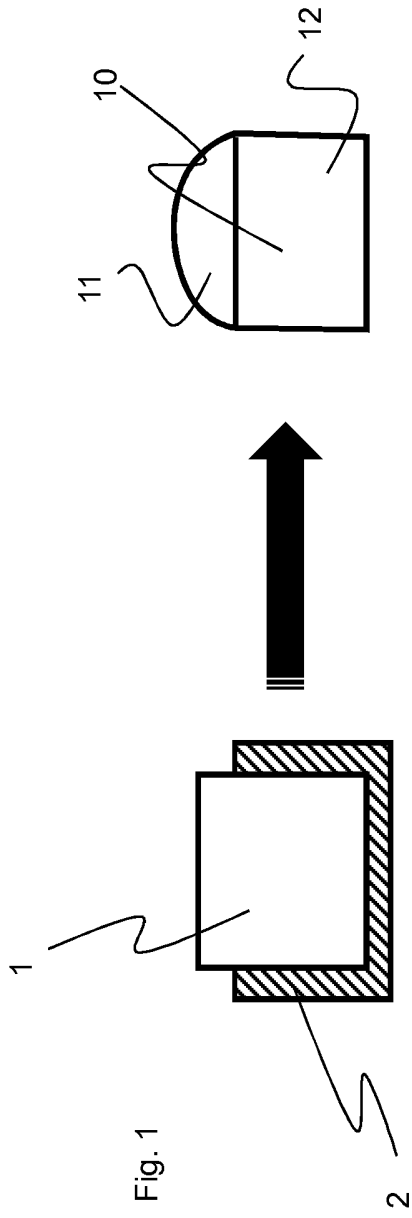
Fig. 9 zeigt Darstellungen der Oberflächenkontur einer Linse, ermittelt mit einem Weißlichtinterferometer. Die Sphärenfläche weist einen Radius von 3 mm auf.

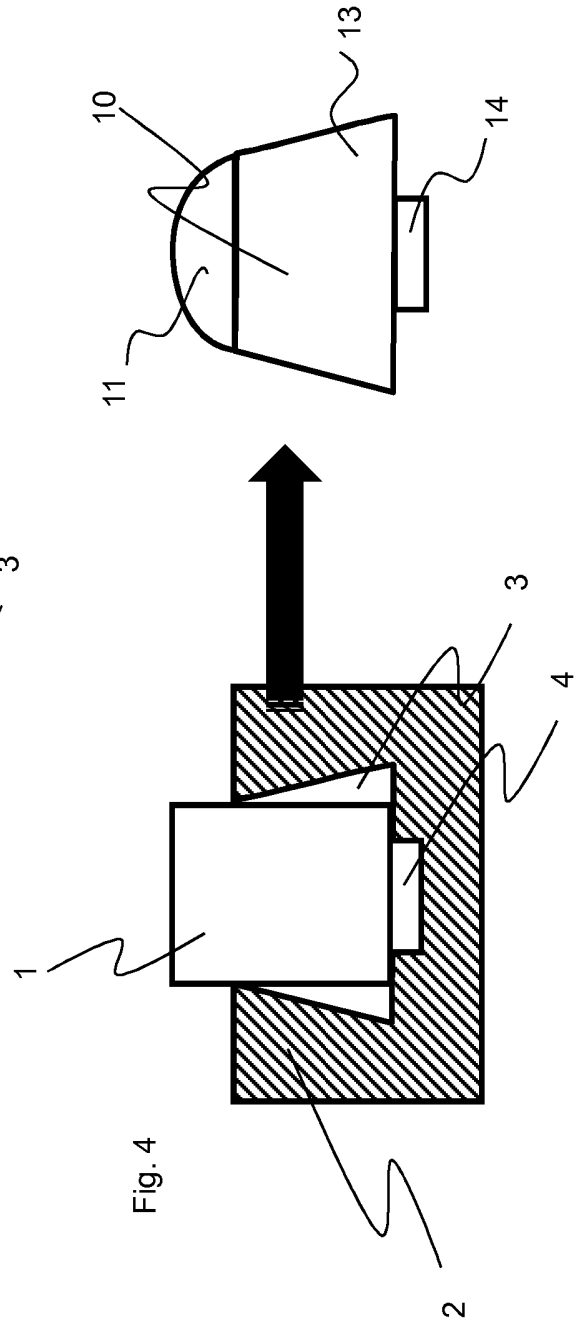
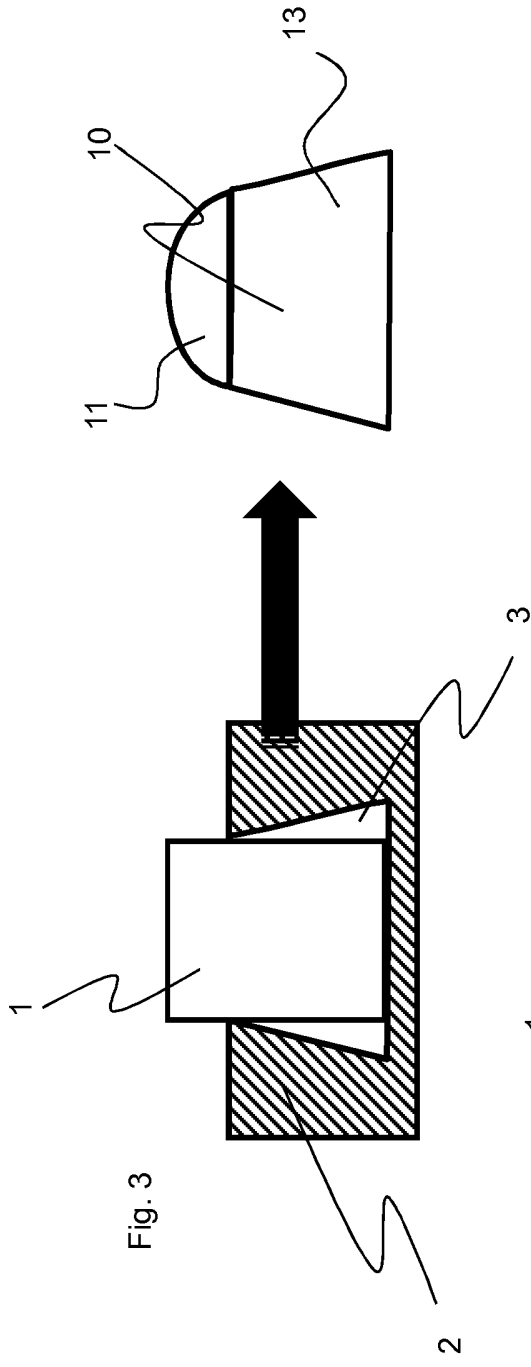
Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Stablinsen (10), die homogen einstückig ausgebildet sind und jeweils einen Schaftabschnitt (12) und einen konvexen Linsenabschnitt (11) aufweisen, mit folgenden Schritten:
 - a) Bereitstellen mindestens eines Roh-Glaskörpers (1), aus dem eine Stablinse (10) geformt werden soll,
 - b) Bereitstellen einer Werkzeugform (2) zur Aufnahme und Halterung des Roh-Glaskörpers (1), wobei der für den Linsenabschnitt (11) vorgesehene Abschnitt des Roh-Glaskörpers (1) aus der Werkzeugform (2) hervorragt,
 - c) Aufschmelzen des Roh-Glaskörpers (1) bei solcher Temperatur, dass der aus der Werkzeugform (2) hervorragende Abschnitt des Roh-Glaskörpers (1) sich in Luft oder Gas zu einer Kalotte mit sphärischer, oder nahezu sphärischer Oberfläche verformt,
 - d) Erkalten lassen der so hergestellten Stablinse (10),
 - e) Entfernen der Stablinse (10) aus der Werkzeugform (2).
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei Schritt b) das Bereitstellen einer zwei- oder mehrteiligen Werkzeugform umfasst, und wobei Schritt e) die Benutzung auch einer zwei- oder mehrteiligen Werkzeugform beinhaltet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Werkzeugform (2) aus Material gefertigt ist,

das aus der Gruppe bestehend aus Graphit, Keramik, Glas, Glaskeramik oder Metall ausgewählt ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3,
wobei das Material der Werkzeugform (2) einen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist, der kleiner ist als der der hergestellten Stablinse (10), so dass sich diese während des Schrittes d) von der Werkzeugform (2) löst.
5. Stablinse (10), hergestellt nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4,
wobei die Stablinse (10) mit Schaftabschnitt (12) und Linsenabschnitt (11) homogen einstückig ausgebildet ist und der Linsenabschnitt (11) eine sphärische, oder nahezu sphärische Oberfläche in feuerpolierter Qualität aufweist.
6. Stablinse (10) nach Anspruch 5,
wobei der Schaftabschnitt (12, 13) eine prismatische oder rundzylindrische Form mit konstantem Stabquerschnitt aufweist.
7. Stablinse (10) nach Anspruch 5,
wobei der Schaftabschnitt (12, 13) eine Pyramidenstumpfform, auch mit Hexagonbasis, oder eine Kegelstumpfform aufweist.
8. Matrixanordnung von Stablinsen (10) nach einem der Ansprüche 5 bis 7.





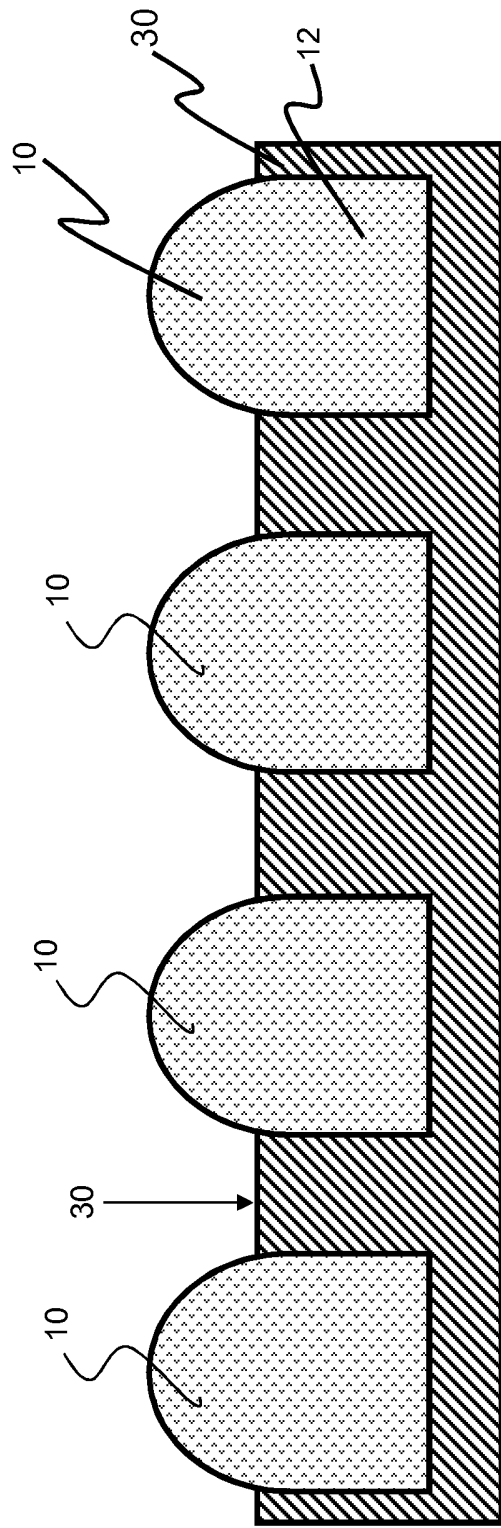
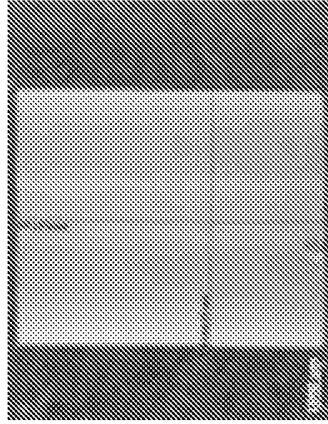


Fig. 5

Ausgangsmaterial:

- Länge 6,3 mm
- Ø 5,8 mm (rundiert)



Linsen nach der Temperung

- Länge 7 mm
- Ø 5,8 mm, Linse Sphäre
- Radius Sphäre: 3 mm

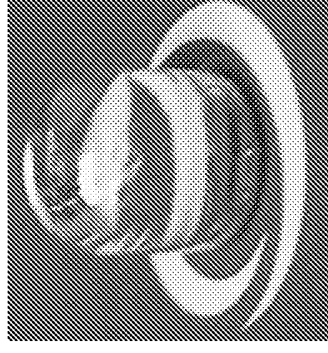


Fig. 6

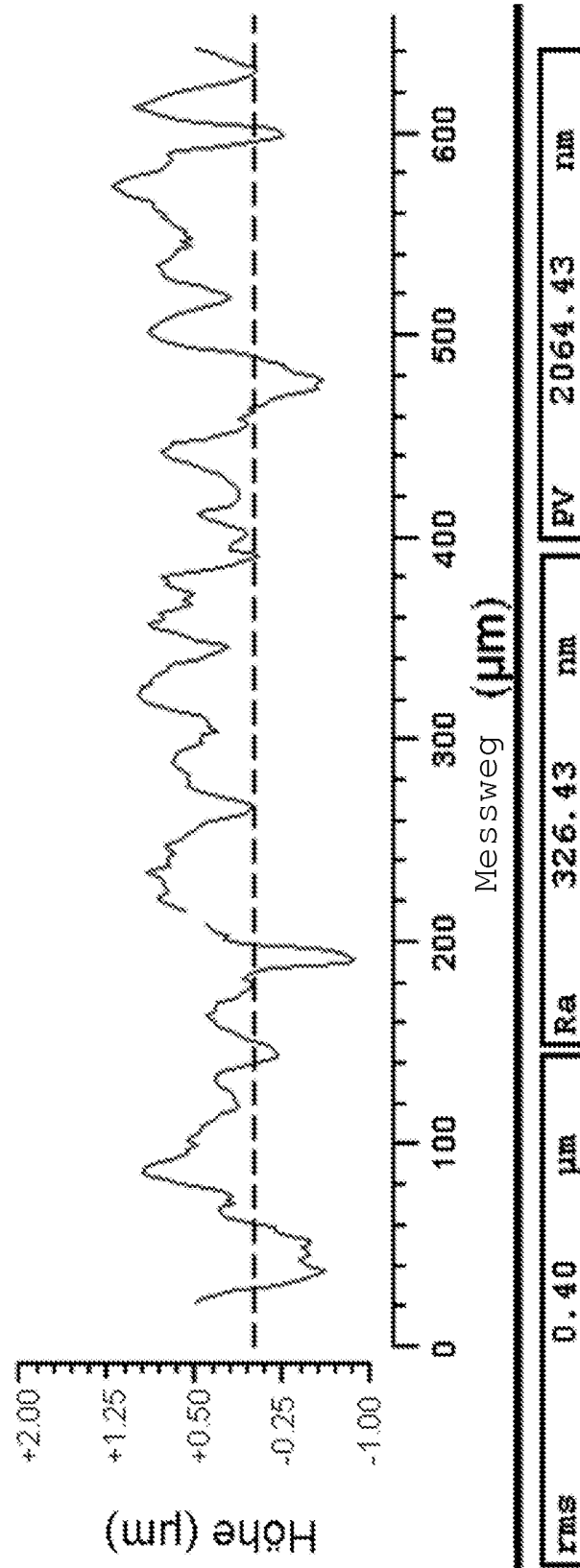


Fig. 7

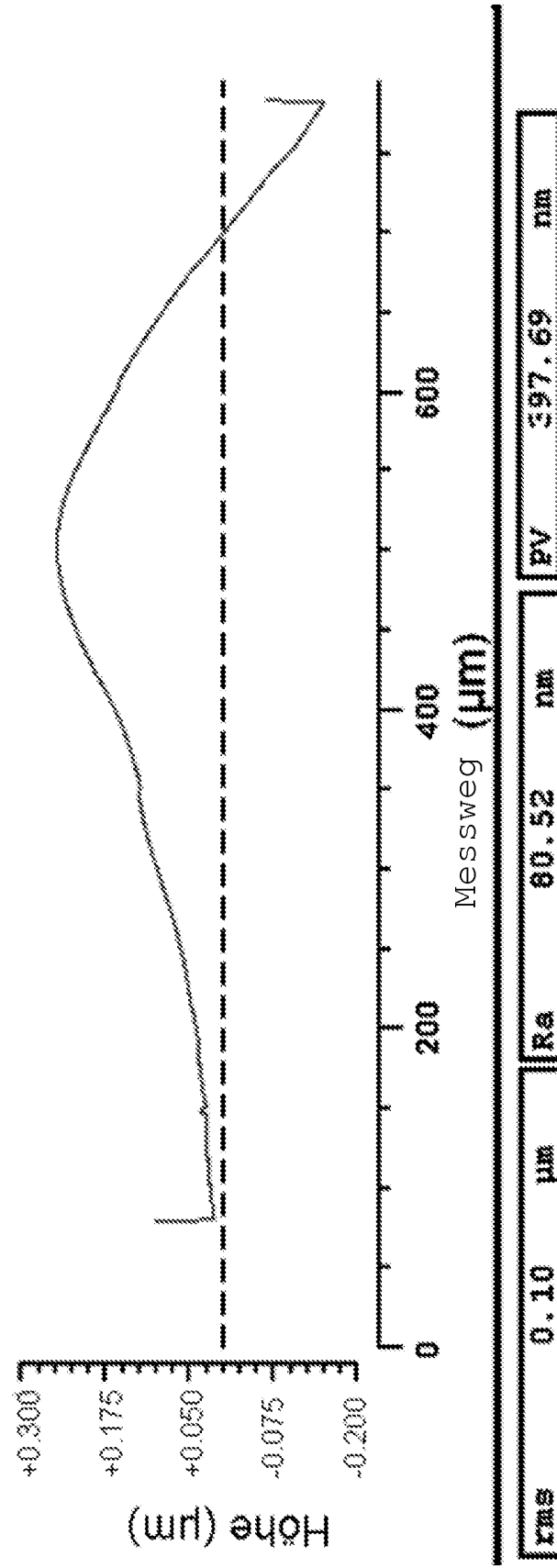


Fig. 8

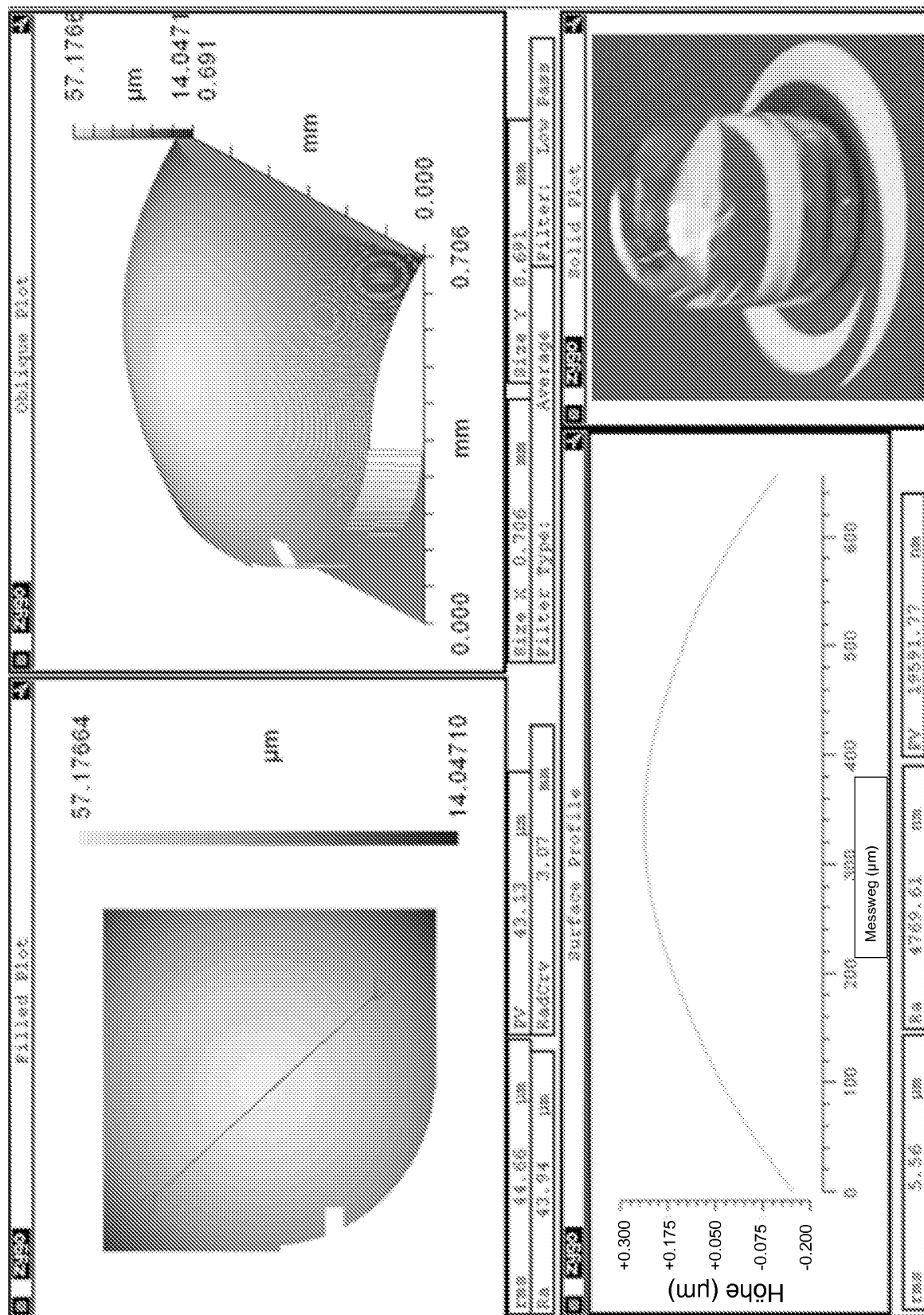


Fig. 9