



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.06.2010 Patentblatt 2010/23

(51) Int Cl.:
B24B 13/00 (2006.01) **B24B 49/12** (2006.01)
G01B 11/25 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09178032.0**

(22) Anmeldetag: **04.12.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(30) Priorität: **05.12.2008 DE 102008060589**

(71) Anmelder: **Schneider GmbH + Co. KG**
35239 Steffenberg (DE)

(72) Erfinder:
• **Schneider, Gunter**
35037 Marburg (DE)
• **Buchenauer, Helwig**
35232 Dautphetal-Buchenau (DE)
• **Huttenhuis, Stephan**
35041 Marburg (DE)

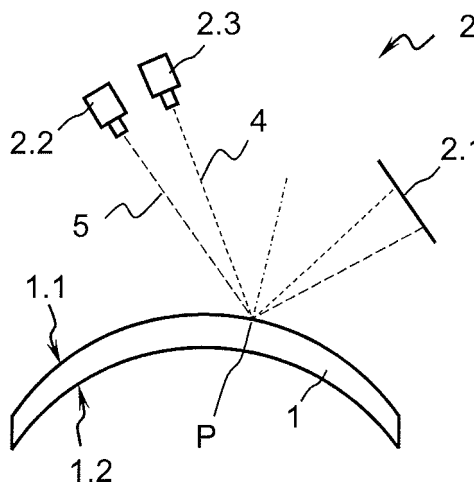
(74) Vertreter: **Thews, Gustav**
STT Sozietät Thews & Thews
Patentanwälte
Augustaanlage 32
68165 Mannheim (DE)

(54) **Verfahren zum Bearbeiten und Berechnen einer als Halbfertigfabrikat ausgebildeten optischen Linse**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Bearbeiten und Berechnen einer als Halbfertigfabrikat ausgebildeten optischen Linse 1 mit einer vorgefertigten Form einer ersten Seite 1.1 und einer zu bearbeitenden zweiten Seite 1.2, bei dem eine Soll-Form einer Oberfläche der zu bearbeitenden zweiten Seite 1.2 be-

rechnet wird, wobei vor der Berechnung der Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite 1.2 eine Ist-Form der Oberfläche der ersten Seite 1.1 durch Messmittel 2 erfasst wird und die Ist-Form der Oberfläche der ersten Seite 1.1 in die Berechnung der Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite 1.2 einfließt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Bearbeiten und Berechnen einer als Halbfertigfabrikat ausgebildeten optischen Linse mit einer vorgefertigten Form einer ersten Seite und einer zu bearbeitenden zweiten Seite, bei dem zwecks Erhalt der gewünschten optischen Eigenschaft der fertigen Linse eine Soll-Form einer Oberfläche der zu bearbeitenden zweiten Seite als Verfahrensschritt berechnet wird, wobei vor der Berechnung der Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite eine Ist-Form der Oberfläche der ersten Seite durch Messmittel erfasst bzw. durch ein Messinstrument gemessen wird und die Ist-Form der Oberfläche der ersten Seite in die Berechnung der Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite einfließt.

[0002] Die erste Seite oder die zweite Seite kann dabei die Vorderseite oder die Rückseite der Linse sein.

[0003] Eine Linse bzw. ein Brillenglas hat in der Regel eine Vorderseite und eine Rückseite, die beide durch einen Rand begrenzt sind. Der Rand weist eine meist der Fassung nach gestaltete Randfläche auf. Die optische Wirkung der Vorderseite und die optische Wirkung der Rückseite überlagern sich und bilden die optische Gesamtwirkung bzw. optische Eigenschaft. Die Vorderseite oder die Rückseite bilden dabei die erste Seite während die Rückseite oder die Vorderseite die gegenüberliegende zweite Seite bildet.

[0004] Bei der Herstellung von Linsen, insbesondere Brillengläsern aus Kunststoff, wird in den meisten Fällen ein Linsen-Halbfertigfabrikat verwendet, dessen erste Seite vorgefertigt ist, d. h. die Form der Oberfläche der ersten Seite ist einer Soll-Form nach hergestellt. In der Regel handelt es sich um ein gegossenes Formteil, wobei die Oberfläche der ersten Seite einer Form der Formschale entspricht. Die Formschale weist in diesem Fall die abzuformende Soll-Form auf. Aufgrund der Materialeigenschaften des verwendeten Kunststoffs sowie aufgrund des Abkühlprozesses nach dem Spritzen entstehen Abweichungen zwischen der Soll-Form des Werkzeugs und der tatsächlich erhaltenen Ist-Form der Oberfläche der ersten Seite.

[0005] Schließlich lässt die Verfahrensweise die Erkennung falscher Halfteile, die versehentlich dem Prozess zugeführt werden, zu. Eine zeitintensive und teure Bearbeitung eines falschen Halbfertigfabrikats bzw. Blanks wird vermieden, insbesondere die relativ teuren Verfahrensschritte wie Fräsen, Drehen, Polieren, Härten und Beschichten.

[0006] Es kann sich auch um ein spanend hergestelltes Halbfertigfabrikat mit einer entsprechenden Form der Oberfläche der ersten Seite handeln. In diesem Fall sind die Abweichungen zwischen der Soll-Fläche und der tatsächlich hergestellten Ist-Fläche in der Regel geringer aber ebenfalls vorhanden.

[0007] Diese Abweichungen wurden bisher bei der Berechnung der Soll-Form der Oberfläche der herzustellenden zweiten Seite der Linse nicht berücksichtigt. Bei

der Berechnung der Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite wurde lediglich die Soll-Form der Oberfläche der ersten Seite berücksichtigt.

[0008] Es ist bereits ein deflektometrisches Stereoverfahren zur Bestimmung der lokalen Höhe und der lokalen Oberflächennormalen spiegelnder Oberflächen wie asphärische Linsen aus der DE 10 2004 020 419 B3 bekannt. Auf die aus der DE 10 2004 020 419 B3 für den Fachmann ableitbaren Lehre das Messverfahren betreffend wird hiermit vollumfänglich Bezug genommen.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bearbeitung von Linsen bereitzustellen, mit dem die Herstellung von Linsen mit möglichst geringen Toleranzen gewährleistet ist.

[0010] Gelöst wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass das Halbfertigfabrikat mit der Oberfläche der ersten Seite mit einem Blockstück verbunden wird, wobei die Ist-Form der Oberfläche der ersten Seite nach dem Aufblocken bzw. Verbinden erfasst wird. Nach dem Aufblocken ändert sich an der relativen Lage zwischen dem Blockstück und der Linse nichts mehr. Insofern ist die Ermittlung der Form der Oberfläche der ersten Seite zu diesem Zeitpunkt vorteilhaft, weil eine beim Aufblocken entstehende Abweichung der relativen Lage zwischen Blockstück und Linse nicht mehr möglich ist.

[0011] Vor diesem Hintergrund und durch Berücksichtigung der Ist-Geometrie bzw. der aktuellen Messwerte der Ist-Form der ersten Seite bei der Berechnung der Form der zweiten Seite der Linse wird eine äußerst präzise Berechnung der Soll-Form der zweiten Seite gewährleistet.

[0012] Die Fertigung individueller Rezeptflächen gewinnt mehr und mehr an Bedeutung. Mit der Fertigung individueller Rezeptflächen ist eine größere Komplexität der herzustellenden Flächen verbunden. Fertigungsfehler bekommen mehr und mehr Bedeutung. Zudem kann die fertige erste Seite von der sphärischen Form abweichen, womit weitere Toleranzen für verschiedene Krümmungswerte einhergehen würden. Unter Berücksichtigung des Wunsches nach möglichst leichten Gläsern kann über die erfindungsgemäß gewährleistete, höhere Präzision bei der Berechnung trotz wachsender Komplexität die Dicke des Glases minimiert und die gewünschte Qualität gewährleistet werden.

[0013] Aufgrund des gestiegenen Wettbewerbs im Markt ist ein kostengünstiger Einkauf von Halbfertigfabrikaten notwendig, deren Fertigungstoleranzen jedoch größer sind. Der erfindungsgemäße Schritt macht eine verlässliche Qualitätsprüfung im Vorfeld der Bearbeitung möglich. Dies auch vor dem Hintergrund, dass bei Halbfertigfabrikaten aus Fernost die mitgelieferten technischen Daten recht dürftig ausfallen und somit überprüft werden.

[0014] Dabei kann es vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass als Messmittel ein optisches Messmittel verwendet wird, wobei die Ist-Form der aufgeblochten Oberfläche der ersten Seite durch die Oberfläche der zu bearbeitenden zweiten Seite erfasst wird. Die Oberfläche

der ersten Seite ist durch das Blockstück zumindest teilweise verdeckt. Mithin ist die Erfassung der Oberfläche der ersten Seite nur durch die Oberfläche der zu bearbeitenden zweiten Seite möglich. Nur ein optisches Messmittel gewährleistet die Erfassung der Oberfläche der ersten Seite. Dabei werden die von der Oberfläche der zu bearbeitenden zweiten Seite ausgehenden optischen Einflüsse auf die Messung bzw. die dort entstehenden Reflexionen herausgerechnet. Diese Verfahrensweise basiert auf einer Mehrfrequenzanalyse. Das die Signale bzw. Reflexionen der Oberfläche der ersten Seite und die Signale der Oberfläche der zweiten Seite unterschiedliche Frequenzen aufweisen, können mittels der Mehrfrequenzanalyse die Signale der ersten Seite von denen der zweiten Seite getrennt werden. Somit ist die Ermittlung der Ist-Form der aufgeblochten Oberfläche der ersten Seite durch die Oberfläche der zu bearbeitenden zweiten Seite möglich. Die Reflexionen der Oberfläche der ersten Seite werden auf diese Weise rechnerisch aus dem Gesamtsignal herausgefiltert.

[0015] Vorteilhaft kann es hierzu auch sein, wenn eine bekannte Soll-Form der Oberfläche der ersten Seite mit der ermittelten Ist-Form der Oberfläche der ersten Seite verglichen und eine Abweichung ermittelt wird. Die Abweichung dient als Grundlage für die Anpassung der Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite an die tatsächlichen Verhältnisse der ersten Seite. Die Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite kann auf Grundlage der Soll-Form der Oberfläche der ersten Seite schon bekannt sein. In diesem Fall bedarf es lediglich einer Anpassung der Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite auf Grundlage der festgestellten Abweichungen.

[0016] Von besonderer Bedeutung kann für die vorliegende Erfindung sein, wenn zusätzlich zur Erfassung der Ist-Form der Oberfläche der ersten Seite eine relative Lage zwischen der ersten Seite bzw. der Linse und dem Blockstück ermittelt wird. Insbesondere die Orientierung der Linse relativ zum Blockstück und die Prismenlage der Oberfläche können somit ermittelt werden.

[0017] Im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Ausbildung und Anordnung kann es von Vorteil sein, wenn in die Berechnung der Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite die relative Lage zwischen der ersten Seite und dem Blockstück einfließt. Die herzustellende zweite Seite kann an die bestehende Ausrichtung der ersten Seite relativ zum Blockstück angepasst werden, damit ein möglichst dünnes und damit leichtes Glas hergestellt werden kann. Ferner kann die Lage der zweiten Seite derart gewählt werden, dass eine schnelle Bearbeitung der zweiten Seite mit möglichst geringem Hub des Werkzeugs gewährleistet ist.

[0018] Vorteilhaft kann es ferner sein, wenn in die Berechnung der Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite die zu erwartenden Maschinenabweichungen einfließen. Diese Vorgehensweise ist grundsätzlich unabhängig von der erfindungsgemäßen Verfahrensweise, nämlich die Ist-Form der Oberfläche der zweiten Seite zu ermitteln. Mit der erfindungsgemäßen Präzisionssteigerung ge-

winnt das Berücksichtigen der Maschinenabweichungen, also der Positions-Protokoll-Daten, an Bedeutung.

[0019] Außerdem kann es vorteilhaft sein, wenn ein deflektometrisches Messverfahren, vorzugsweise ein Stereo-Messverfahren wie in der DE 10 2004 020 419 B3 beschrieben verwendet wird. Dieses Verfahren ist schon seit über vier Jahren bekannt und hat in der Vergangenheit sehr gute Messergebnisse geliefert. Zudem lassen sich die von der zu bearbeitenden Oberfläche der zweiten Seite einhergehenden Einflüsse auf die Messung der Oberfläche der ersten Seite bzw. die entstehenden Reflexionen ohne Weiteres herausrechnen.

[0020] Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn die Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite der Linse spannend mittels eines Fräasers und/oder eines Drehwerkzeugs und/oder schleifend und/oder polierend bearbeitet wird. Das erfindungsgemäße Verfahren kann für die Bearbeitung von Kunststoff-Gläsern gleichermaßen eingesetzt werden, wie für mineralische Gläser.

[0021] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind in den Patentansprüchen und in der Beschreibung erläutert und in den Figuren dargestellt. Es zeigt:

Figur 1 eine Prinzipskizze des Messverfahrens;

Figur 2 eine Prinzipskizze des Messverfahrens mit aufgeblochter Linse.

[0022] Eine in Figur 1 dargestellte Linse 1 ist als Halbfertigfabrikat eines Brillenglases ausgebildet und weist eine vorgefertigte erste Seite 1.1 auf. Zwecks Herstellung eines fertigen Brillenglases 1 ist eine Anpassung bzw. Bearbeitung der zweiten Seite 1.2 der Linse 1 vorgesehen. Bei der Berechnung einer Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite 1.2 wird die tatsächliche Ist-Form der Oberfläche der ersten Seite 1.1 über ein optisches Messmittel 2 erfasst. Das optische Messmittel 2 weist eine Lichtquelle 2.1 für gestreutes Licht auf, mittels welcher gestreutes Licht in Form definierter Muster auf die zu vermessende Oberfläche der ersten Seite 1.1 geworfen wird. Das Licht reflektiert in einem jeweiligen Punkt P auf der Oberfläche. Das von diesem Punkt P reflektierte Licht wird durch eine erste Kamera 2.2 und eine zweite Kamera 2.3 einem jeweiligen Lichtstrahl 4, 5 nach erfasst. Bei dem Messverfahren wird die Höhe und/oder die Oberflächennormale der Oberfläche der ersten Seite 1.1 ermittelt, indem die von der jeweiligen Kamera 2.2, 2.3 erfassten Muster ausgewertet werden. Dabei wird aus mindestens zwei Beobachtungsrichtungen gemäß der ersten und zweiten Kamera 2.2, 2.3 das in dem jeweiligen Punkt P gespiegelte Muster bzw. ein Bild davon aufgenommen und daraus die jeweilige Oberflächennormale mit Hilfe des Reflektionsgesetzes bestimmt, wobei die tatsächliche Höhe und die tatsächliche lokale Oberflächennormale durch die Menge der so behandelten Punkte P, in denen die potenziellen Oberflächennormalen übereinstimmen, bestimmt werden.

[0023] Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 wird

ebenfalls die Form der Oberfläche der ersten Seite 1.1 bestimmt. In diesem Fall ist die erste Seite 1.1 auf ein Blockstück 3 aufgeblockt und daher ein Teil der Oberfläche der ersten Seite 1.1 von außen nicht zugänglich. Der jeweilige von der Lichtquelle 2.1 ausgehende Lichtstrahl 4, 5 wird an der Oberfläche der zweiten Seite 1.2 abgelenkt, trifft auf den jeweiligen Punkt P und wird von dort reflektiert, wobei eine entsprechende Ablenkung beim Austritt aus der Linse 1 an der Oberfläche der zweiten Seite 1.2 erfolgt. Bei der Berechnung der Höhe und der Oberflächennormalen im Punkt P wird der bekannte Einfluss der Oberfläche der zweiten Seite 1.2 auf den Strahlengang 4, 5, also die Ablenkung ausgefiltert.

Bezugszeichenliste

[0024]

- 1 Linse, Halbfertigfabrikat, Brillenglas
- 1.1 erste Seite, Oberfläche
- 1.2 zweite Seite, Oberfläche
- 2 Messmittel, optisches Messmittel
- 2.1 Lichtquelle
- 2.2 erste Kamera
- 2.3 zweite Kamera
- 3 Blockstück
- 4 Strahlengang
- 5 Strahlengang
- P Punkt

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bearbeiten und Berechnen einer als Halbfertigfabrikat ausgebildeten optischen Linse (1) mit einer vorgefertigten Form einer ersten Seite (1.1) und einer zu bearbeitenden zweiten Seite (1.2), bei dem eine Soll-Form einer Oberfläche der zu bearbeitenden zweiten Seite (1.2) berechnet wird, wobei
 - a) vor der Berechnung der Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite (1.2) eine Ist-Form der Oberfläche der ersten Seite (1.1) durch Messmittel (2) erfasst wird;
 - b) die Ist-Form der Oberfläche der ersten Seite (1.1) in die Berechnung der Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite (1.2) einfließt,
 - dadurch gekennzeichnet, dass**
 - c) das Halbfertigfabrikat (1) mit der Oberfläche der ersten Seite (1.1) mit einem Blockstück (3) verbunden wird, wobei die Ist-Form der Oberfläche der ersten Seite (1.1) nach dem Aufblocken erfasst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,

ten Oberfläche der ersten Seite (1.1) durch die Oberfläche der zu bearbeitenden zweiten Seite (1.2) erfasst wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine bekannte Soll-Form der Oberfläche der ersten Seite (1.1) mit der ermittelten Ist-Form der Oberfläche der ersten Seite (1.1) verglichen und eine Abweichung ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass zusätzlich zur Erfassung der Ist-Form der Oberfläche der ersten Seite (1.1) eine relative Lage zwischen der ersten Seite (1.1) und dem Blockstück (3) ermittelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass in die Berechnung der Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite (1.2) die relative Lage zwischen der ersten Seite (1.1) und dem Blockstück (3) einfließt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in die Berechnung der Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite (1.2) die zu erwartenden Maschinenabweichungen einfließen.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein deflektometrisches Messverfahren verwendet wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Soll-Form der Oberfläche der zweiten Seite (1.2) der Linse (1) spanend mittels eines Fräasers und/oder eines Drehwerkzeugs und/oder schleifend und/oder polierend bearbeitet wird.
9. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Bearbeiten einer Linse (1) aus Kunststoff oder aus Mineralglas.

Fig. 1

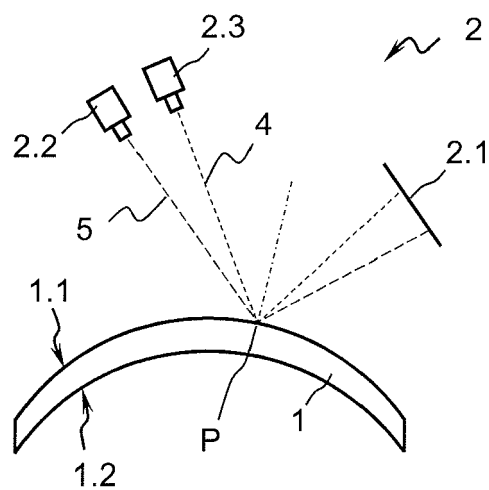
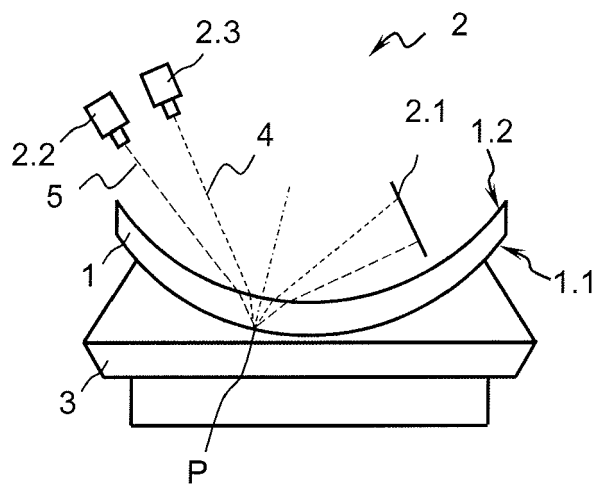


Fig. 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004020419 B3 [0008] [0019]