



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2006 040 407 A1 2008.01.17

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2006 040 407.6

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: G01B 11/24 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 29.08.2006

G01B 21/20 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 17.01.2008

G01M 11/08 (2006.01)

G01M 13/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

MI06A001282 03.07.2006 IT

(72) Erfinder:

Kirsch, Michael, 53121 Bonn, DE; Delazer, Siegfried, Natz Schabs, IT

(71) Anmelder:

GKN Driveline Bruneck AG, Bruneck, IT

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 41 34 689 C1

DE 24 10 062 B2

DE 40 34 712 A1

DE 698 14 298 T2

(74) Vertreter:

Kahlhöfer - Neumann - Herzog - Fieser,  
Patentanwälte, 40210 Düsseldorf

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

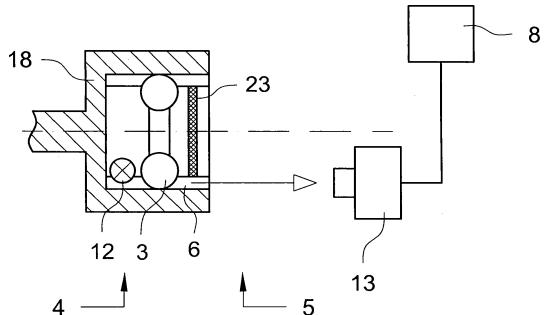
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Bewertung eines Oberflächenprofils eines Gelenkbauteils**

(57) Zusammenfassung: Vorgeschlagen wird ein Verfahren zur Bewertung eines Oberflächenprofils (1) eines Gelenkbauteils (2), umfassend zumindest folgende Schritte:

- Positionieren wenigstens eines Prüfkörpers (3) zu dem Oberflächenprofil (1);
- Beleuchten eines Bereiches zwischen Prüfkörper (3) und Oberflächenprofil (1) von einer ersten Seite (4);
- Erfassen eines Beleuchtungsparameters auf einer zweiten Seite (5);
- Vergleichen des erfassten Beleuchtungsparameters mit einem Referenzwert.

Darüber hinaus werden zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtungen sowie Herstellungsverfahren für Gelenkbauteile im Automobilbau angegeben.



**Beschreibung**

und GI-Gelenke "zylindrische" Zapfen.

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bewertung eines Oberflächenprofils eines Gelenkbauteils sowie eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

**[0002]** Die Erfindung findet insbesondere auf Gelenkbauteile von Gelenktypen Anwendung, die im Automobilbau eingesetzt werden. Im Hinblick auf die verschiedenen Gelenktypen sind insbesondere folgende anzuführen:

- Rzeppa-Gelenke, bei denen die unmittelbare Steuerung der Kugeln auf die winkelhalbierende Ebene durch meridional verlaufende Kugelbahnen mit in Längsrichtung versetzten Mittelpunkten der Bahnen des Gelenkinnenteils und Gelenkaußenteils erfolgt;
- hintschnittfreie UF-Gelenke, die im Wesentlichen dem gleichen Prinzip folgen, wobei die Kugelbahnen axial gesehen hintschnittfrei ausgeführt sind;
- so genannte DO-Gelenke, bei denen am Käfig kugelige Führungsflächen mit axial gegeneinander versetzten Krümmungsmittelpunkten auf der Innen- und auf der Außenseite vorgesehen sind, so dass die Gelenkbeugung eine unmittelbaren Steuerung des Käfigs und damit unmittelbar der Kugeln auf der winkelhalbierenden Ebene erfolgt, wobei derartige Gelenke mit gekrümmten Kugelführungsbahnen als Festgelenke und mit gerade verlaufenden Kugelführungsbahnen als axial verschiebbare Gelenke ausgeführt sind;
- so genannte VL-Gelenke, die im Gelenkaußenteil und Gelenkinnenteil zum Teil einander zugeordnete Bahnen aufweisen, die nicht streng in Längsrichtung verlaufen, sondern mit der Gelenkachse einen Winkel bilden und hierdurch eine unmittelbare Steuerung der Kugeln auf der winkelhalbierenden Ebene und auf dem halben Verschiebeweg bewirken;
- so genannte SC-Gelenke, die im Wesentlichen dem gleichen Prinzip eines VL-gelenkes folgen, wobei die kraftübertragenden Kugel-Bahnen achsparallel verlaufen;
- so genannte ST-Gelenke, die im Wesentlichen dem gleichen Prinzip eines UF-gelenkes folgen, wobei die Kugelbahnen paarweise um die Gelenkachse achsparallel verlaufen;
- so genannte SX-Gelenke, die im Wesentlichen dem gleichen Prinzip eines UF-gelenkes folgen, wobei sich die Kugel-Bahnen paarweise in Gegenrichtung achsparallel öffnen und eine besondere Form des Bahnprofils aufweisen; und
- Tripodgelenke der Art AAR und GI, die drei Zapfen umfassen, welche ein Innenteil aufweisen, auf dem Rollen montiert werden; die Roller laufen in Bahnen in einem Außenteil, um ein Drehmoment von Innen- auf das Außenteil zu übertragen; so genannte AAR-Gelenke haben "kugelige" Zapfen

**[0003]** Zur Realisierung derartiger Gelenktypen, die insbesondere hohe Drehmomente auch bei hohen Rotationsgeschwindigkeiten, bevorzugt auch geräuscharm, übertragen sollen, müssen die einzelnen Komponenten besonders exakt gefertigt sein. Ganz besonders kritisch ist dabei die Gestalt der Kugelführungsbahnen, da hier eine punkt- bzw. linienförmige Kraftübertragung stattfindet.

**[0004]** Zur Beurteilung dieser Komponenten ist es bekannt, Koordinatenmessmaschinen und Profilprojektoren einzusetzen, die durch ein Abtasten bzw. Scannen die Oberfläche des zu prüfenden Werkstücks erfassen. Die zeit- und kostenintensive Messmethode führt dazu, dass regelmäßig nur eine Stichprobenüberprüfung vorgenommen werden kann, wobei dies vielfach auch mit einer Zerstörung einer Probe einhergeht.

**[0005]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten technischen Probleme zumindest teilweise zu lösen. Insbesondere soll eine Möglichkeit angegeben werden, wie solche Oberflächen von Gelenkbauteilen auch im Rahmen einer Serienfertigung bis hin zu einer 100%-Prüfung unterzogen werden können. Dabei soll das Prüfverfahren besonders schnell zu einem entsprechenden Ergebnis führen und sich leicht in den Herstellungsprozess von Gelenktypen im Automobilbereich integrieren lassen.

**[0006]** Diese Aufgaben werden gelöst mit einem Verfahren eines Oberflächenprofils eines Gelenkbauteils mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie einer Vorrichtung zur Bewertung eines Oberflächenprofils eines Gelenkbauteils mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den abhängig formulierten Patentansprüchen hervor. Es ist darauf hinzuweisen, dass die in den Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale in beliebiger, technologisch sinnvoller, Weise miteinander kombiniert werden können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung aufzeigen.

**[0007]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Bewertung eines Oberflächenprofils eines Gelenkbauteils umfasst zumindest folgende Schritte:

- a) Positionieren wenigstens eines Prüfkörpers zu dem Oberflächenprofil;
- b) Beleuchten eines Bereiches zwischen Prüfkörper und Oberflächenprofil von einer ersten Seite;
- c) Erfassen eines Beleuchtungsparameters auf einer zweiten Seite;
- d) Vergleichen des erfassten Beleuchtungsparameters mit einem Referenzwert.

**[0008]** Das hier vorgeschlagene Verfahren dient

insbesondere dazu, jegliche Art von Bahngeometrien, insbesondere in Gleichlaufgelenken jeglicher Bauform, zu bewerten. Als Beispiel seien gotische, elliptische und/oder Rundbahnen von Kugelverschiebe- und Kugelfestgelenken genannt, aber auch für Tripodegelenke ist der Einsatz der Erfindung nicht ausgeschlossen. Dabei sollen insbesondere signifikante, z.B. für die Lebensdauer maßgebliche, Geometrien von Bahnen erfasst werden, wie beispielsweise wenigstens eine der folgenden:

- der Oberflächenverlauf quer zur Bahnform, insbesondere das so genannte Bahngrundspiel,
- der Kontaktwinkel zwischen Mittelebene und Kontaktbereich der Kugel in der Bahn,
- die Konformität bzw. die Kontaktbreite der Kugel in der Bahn.

**[0009]** Gerade bezüglich der vorstehenden geometrischen Größen war eine Prüfung bislang nicht möglich. Abtastende Messverfahren haben hier vielfach versagt, da der Einfluss von Verschmutzungen am Taster oder am zu prüfenden Objekt (wie z.B. Zunder oder dergleichen) ebenso zu sehr großen Messfehlern führten, wie Fräsrillen.

**[0010]** Im Hinblick auf die Bewertung des Oberflächenprofils ist anzumerken, dass hierbei insbesondere Formtoleranzen bewertet werden sollen. Insoweit besteht insbesondere eine Oberflächenbewertung anhand von Rauhigkeiten nicht im Vordergrund. Das Oberflächenprofil ist beispielsweise durch Nuten oder ähnliche Laufbahnen für bewegte Teile, Formschlussverbindungen und dergleichen gebildet. Insoweit kommen als Gelenkbauteile insbesondere folgende Oberflächenprofile in Betracht:

- Gelenkaußenteil: Kugelbahn quer, Käfigbahn quer, Zahuprofil
- Käfig: Außenkontur quer
- Gelenkinnenteil: Kugelbahn quer, Käfigbahn quer, Zahuprofil
- Gelenkwelle: Einstiche, Zahuprofil.

**[0011]** Gemäß Schritt a) wird zunächst ein Prüfkörper relativ zu dem zu messenden bzw. zu bewertenden Oberflächenprofil positioniert. Dies erfolgt insbesondere in der Art, dass der Prüfkörper an dem Oberflächenprofil anliegt oder mit einem vorgebbaren Spalt angeordnet wird. Bei dem Prüfkörper handelt es sich insbesondere um einen Körper, der besonders exakt im Hinblick auf die gewünschten Geometrien gefertigt ist. Als Prüfkörper kommen insbesondere Wälzkörper oder Lehren von hoher Güte in Betracht.

**[0012]** In Schritt b) wird nunmehr der Bereich zwischen Prüfkörper und Oberflächenprofil von einer ersten Seite dieser Anordnung beleuchtet. Hierfür kann die Beleuchtungsquelle bereits vor Schritt b) eingeschaltet bzw. aktiv sein. Das Beleuchten von einer Seite hat zur Folge, dass nur ein Teil der Licht-

strahlen den Bereich zwischen Prüfkörper und Oberflächenprofil durchdringt und hin zur zweiten Seite gelangt.

**[0013]** Dort wird gemäß Schritt c) ein Beleuchtungsparameter erfasst. Der Beleuchtungsparameter wird demnach nach dem so genannten Gegenlicht-Prinzip erfasst. Als Beleuchtungsparameter kommen insbesondere die Gestalt des so generierten Lichtspaltes, die Helligkeit des Lichts und ähnliche Parameter in Betracht. Grundsätzlich können zur Erfassung des Beleuchtungsparameters alle geeigneten Sensoren zum Einsatz gelangen, wobei insbesondere zumindest einer der folgenden bevorzugt ist: Pixelanzahl und/oder -verteilung, Farbspektrum, Intensität.

**[0014]** Der so bestimmte Beleuchtungsparameter wird nun mit einem Referenzwert verglichen. Der Referenzwert ist beispielsweise in einer entsprechenden Vorrichtung abgespeichert und kann bei Bedarf abgerufen werden. Es sei darauf hingewiesen, dass der Referenzwert nicht zwingend ein einzelner Wert sein muss, sondern vielmehr auch einen Referenzwertbereich (z.B. nach Art einer vorgebbaren Toleranz um einen konkreten Referenzwert) umfassen kann. Mit Bezug auf die Breite eines Lichtspalts bedeutet dies beispielsweise, dass der Lichtspalt an einer bestimmten Stelle des Oberflächenprofils bei einer vorgegebenen Lage des Prüfkörpers einen konkreten Referenzwert aufweisen sollte, jedoch eine obere und eine untere Abweichung als zulässig erachtet wird. Liegt der erfasste Beleuchtungsparameter in diesem Bereich, so kann das Oberflächenprofil als „gut“ bewertet werden, andernfalls beispielsweise als „nicht geeignet“. Grundsätzlich ist es auch möglich, Informationen, die aus diesem Vergleich resultieren, für eine nachträgliche Bearbeitung des Oberflächenprofils heranzuziehen.

**[0015]** Das hier vorgeschlagene Verfahren ist berührungslos und kann sehr schnell durchgeführt werden. Beispielsweise mit einer Geschwindigkeit von mehr als 1, insbesondere mindestens 5, Oberflächenprofilen pro Minute, wenn eine entsprechende Anordnung zur Positionierung des Prüfkörpers vorliegt. Dies stellt im Hinblick auf derzeitige Zeiträume für die Prüfung, die im Bereich von oberhalb einer Stunde liegen, eine beachtliche Verkürzung dar.

**[0016]** Unter Umständen können zudem für eine verbesserte Bewertung des Vergleiches gemäß Schritt d) weitere Sensoren verfügbar sein, die zusätzliche Prüfparameter aufnehmen, wie z.B. die Temperatur, um das thermische Verhalten des Gelenkbauteils und/oder des Prüfkörpers zu berücksichtigen. Damit sind die Grundvoraussetzungen auch für eine 100%-Prüfung solcher Teile im Automobilbereich geschaffen worden.

**[0017]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des

Verfahrens ist das Oberflächenprofil Teil einer Wälzkörperlaufbahn. Als Wälzkörper kommen insbesondere tonnen-förmige und/oder kugelförmige Wälzkörper in Betracht. Dem entsprechend handelt es sich bei dem Oberflächenprofil beispielsweise um gotische, elliptische oder auch Rundbahnen von Kugelverschiebe- oder Kugelfestgelenken bzw. Tripodegelenken. Bei solchen Wälzkörperlaufbahnen findet während des Betriebes des Gelenkbauteils eine Relativbewegung des Wälzkörpers auf der Laufbahn statt, so dass hier eine besonders hohe Passgenauigkeit erforderlich ist, um eine dauerhafte Drehmomentsübertragung mit geringer Geräuschentwicklung zu ermöglichen.

**[0018]** Im Hinblick auf Schritt c) wird weiter vorgeschlagen, dass ein Bild erzeugt wird. Das Bild kann dann durch eine entsprechende Bewertung der Pixel ausgelesen und analysiert werden. Grundsätzlich ist möglich, dass das Bild nach Art eines Fotos erzeugt wird, es ist jedoch auch möglich, das Bild aus einem kontinuierlich erzeugten Film zu extrahieren.

**[0019]** In Schritt d) sollte das Bild dann vorteilhafterweise analysiert werden. Diese Analyse erfolgt insbesondere unter Einsatz von Bildverarbeitungssoftware, die beispielsweise die Helligkeit bzw. die Farbe der Bildpixel bestimmen und räumlich zuordnen kann. Auf diese Weise lassen sich beispielsweise Informationen hinsichtlich des Beleuchtungsparameters Lichtspalt-Verlauf, Lichtspalt-Helligkeit, etc. gewinnen.

**[0020]** Des Weiteren wird auch vorgeschlagen, dass der wenigstens eine Prüfkörper während des Verfahrens bewegt wird. Dies führt im Hinblick auf eine Wälzkörperlaufbahn beispielsweise dazu, dass Informationen über mehrere Ebenen der Wälzkörperlaufbahn ermittelbar sind, so dass mit diesem schnellen, berührungslosen Verfahren auch der Verlauf der Wälzkörperlaufbahn des Oberflächenprofils bewertet werden kann.

**[0021]** Gemäß einem weiteren Effekt der Erfindung wird eine Vorrichtung zur Bewertung eines Oberflächenprofils eines Gelenkbauteils vorgeschlagen, dass erfindungsgemäß zumindest folgendes umfasst:

- eine Kammer mit wenigstens einer Aufnahme für eine Gelenkbauteil,
- wenigstens einen Prüfkörper, der bezüglich des Gelenkbauteils positionierbar ist,
- wenigstens eine Lichtquelle an einer ersten Seite der Kammer,
- wenigstens einen optischen Sensor zur Erfassung eines Beleuchtungsparameters an einer zweiten Seite der Kammer, und
- eine Auswerteeinheit, die mit dem wenigstens einem optischen Sensor verbunden ist.

**[0022]** Die Vorrichtung eignet sich insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäß beschriebenen Verfahrens. Insoweit wird insbesondere auf die ergänzenden Erläuterungen zu diesem Verfahren verwiesen.

**[0023]** Die Kammer ist insbesondere lichtundurchlässig ausgeführt, so dass eine Art Dunkelkammer gebildet ist. Die Aufnahme für das Gelenkbauteil gewährleistet insbesondere, dass das Gelenkbauteil für den Zeitraum der Messung stabil und ruhig gelagert ist. Für den Prüfkörper ist regelmäßig auch eine Art Halterung vorgesehen, die eine exakte Positionierung bezüglich des Gelenkbauteils bzw. dessen Oberflächenprofil erlaubt. Für den Fall, dass eine Relativbewegung zwischen Prüfkörper und Gelenkbauteil erforderlich ist, ist wenigstens die Aufnahme oder die Halterung mit Bewegungsmitteln zu versehen. Selbstverständlich können bezüglich eines Gelenkbauteils mehrere Prüfkörper positioniert werden. Es ist zudem auch möglich, dass mehrere Gelenkbauteile gleichzeitig geprüft werden, wobei hierfür einer oder mehrere Prüfkörper zum Einsatz gelangen können.

**[0024]** Im Hinblick auf die Lichtquelle kommen bevorzugt gerichtete Lichtquellen in Betracht. Zwar ist grundsätzlich auch hochenergetisches Licht einsetzbar, normale Leuchtmittel mit weißem Licht sind jedoch ausreichend. Die Lichtquelle kann dauerhaft leuchten, es ist jedoch auch möglich, dass die Lichtquelle als steuerbare Blitzlampe, d. h. als Stroboskop, ausgebildet ist. Dabei ist bevorzugt eine Lichtquelle mit einem hohen Weiß-Anteil zu wählen. Nahezu jede Art einer Lichtquelle, die dies erfüllen kann ist einsetzbar, wie z.B. Halogenlampen, Leuchtdioden, Laser, etc. Gegebenenfalls kann die Lichtquelle mit einer Milchglasscheibe ausgeführt sein, die das von der Lichtquelle ausgehende Licht etwas streut und damit die Ausleuchtung des Bereichs zwischen Prüfkörper und Oberflächenprofil gewährleistet. Die zuletzt genannte Vorrichtung ist insbesondere bei größeren Bereichen der Bewertung des Oberflächenprofils sinnvoll.

**[0025]** Zudem ist wenigstens ein optischer Sensor zur Erfassung eines Beleuchtungsparameters an der zweiten Seite der Kammer vorgesehen. Die zweite Seite ist bevorzugt gegenüberliegend zur ersten Seite ausgeführt. Der optische Sensor kann in einer Flucht von der Lichtquelle und dem zu bewertenden Oberflächenprofil angeordnet sein, es ist jedoch auch möglich, diesen Sensor versetzt bzw. schräg dazu anzurufen. Es ist auch möglich, dass mehrere optische Sensoren vorgesehen sind, die mindestens einen Bereich zwischen Prüfkörper und Oberflächenprofil aufnehmen.

**[0026]** Schließlich ist noch eine Auswerteeinheit vorgesehen, die insbesondere im Datenaustausch

mit dem wenigstens einen optischen Sensor steht. Sie dient insbesondere der Speicherung bzw. Weiterleitung der Signale des wenigstens einen optischen Sensors. Vorteilhafter Weise ist der optische Sensor eine Kamera. In diesem Zusammenhang sind CCD-Kameras (CCD = Charged Coupled Device) bevorzugt. Diese geben das elektronische aus einzelnen Pixeln bestehende Bild an die Auswerteeinheit weiter. Dort können die einzelnen Pixel mit Bezug auf die Farbe bzw. den Kontrast bewertet werden, so dass sich letztendlich der gewünschte Beleuchtungsparameter ergibt. Gerade hierbei ist es vorteilhaft, wenn die Auswerteeinheit eine Rechnereinheit umfasst. Mit einer Rechnereinheit ist insbesondere eine Datenverarbeitungsanlage gemeint, so dass unter Einsatz einer geeigneten Software das aufgenommene Bild ausgewertet und analysiert werden kann. Zudem ist einfach eine Dokumentation für das Qualitätsmanagement in elektronischer Form ermöglicht.

**[0027]** Schließlich wird auch noch vorgeschlagen, dass bei der Vorrichtung Transportmittel zur Anordnung des Gelenkbauteils in der Kammer vorgesehen sind. Damit ist insbesondere gemeint, dass die Transportmittel in der Lage sind, die zu untersuchenden Gelenkbauteile auch im Rahmen einer Fließ- bzw. Serienfertigung in die Kammer einzuführen, zu positionieren und wieder zu entfernen. Als besonders geeignetes Beispiel für solche Transportmittel ist ein Förderband vorgeschlagen. Dabei kann das Transportmittel mit Identifikationseinheiten zusammenwirken, so dass das Verfahren zur Bewertung eines Oberflächenprofils des Gelenkbauteils zu einem gewissen Zeitpunkt durchgeführt wird. Dazu können beispielsweise Lichtschranken oder dergleichen vorgesehen sein.

**[0028]** Des Weiteren wird auch ein Verfahren zur Herstellung von Komponenten für Gleichlaufgelenke vorgeschlagen, dass zumindest folgende Schritte umfasst:

- A) Herstellen mehrerer erster Komponenten;
- b) Herstellung mehrerer zweiter Komponenten;
- C) Durchführen eines Verfahrens zur Bewertung eines Oberflächenprofils eines Gelenkbauteils gemäß der hier erfindungsgemäß beschriebenen Art, wobei zumindest die erste Komponente oder die zweite Komponente ein Gelenkbauteil ist;
- D) Zuordnung einer ersten Komponente zu einer zweiten Komponente in Abhängigkeit des Ergebnisses aus Schritt C).

**[0029]** Dabei kann Schritt C) insbesondere mit der erfindungsgemäß beschriebenen Vorrichtung durchgeführt werden.

**[0030]** Hier wird folglich zunächst davon ausgegangen, dass zumindest eine Mehrzahl unterschiedlicher Komponenten mehrerer Gleichlaufgelenke hergestellt werden. Gleichzeitig oder aber auch zeitlich ver-

setzt erfolgen. Da die erste Komponente und die zweite Komponente während des Betriebes des fertigen Gleichlaufgelenks zusammenwirken, ist wesentlich, dass die beiden Komponenten zueinander trotz der gewährbaren Toleranzen passen. Insoweit bietet nun das hier vorgeschlagene Verfahren die Möglichkeit, diese Komponenten nach Art einer 100%-Prüfung zu bewerten und geeignete Paarungen zusammenzustellen, die aufeinander besonders verschleiß- und/oder geräuscharm ablaufen.

**[0031]** Dabei kann einerseits der Fall vorliegen, dass die ersten Komponenten und/oder die zweiten Komponenten mit einem separaten Prüfkörper bewertet und gegebenenfalls klassifiziert werden, wobei diese anschließend mit einer entsprechenden Klasse der anderen Komponente kombiniert werden. Dafür können insbesondere Klassen vorgegeben werden, die beispielsweise die Abweichung des erfassten Beleuchtungsparameters zum Referenzwert widerspiegeln. Die klassifizierten Komponenten können dann sortiert und/oder mit entsprechenden Klassen der anderen Komponente, die bevorzugt ebenfalls klassifiziert ist, kombiniert werden.

**[0032]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist es jedoch auch möglich, dass in Schritt C) die erste Komponente das Gelenkbauteil und die zweite Komponente der Prüfkörper ist. In diesem Fall wird nicht ein absoluter Referenzwert für ein Bauteil zur Beurteilung herangezogen, sondern hier wird eine geeignete Paarung ausgewählt, so dass der Referenzwert zwar regelmäßig eingehalten wird, die absoluten Abmessungen der Teile jedoch in gewissen Toleranzgrenzen gleichwohl variieren können. Insbesondere kann auch zunächst eine Klassifizierung der einzelnen Komponenten durchgeführt werden, wobei die zueinander klassifizierten Komponenten dann noch einmal exakt bestimmt werden, indem dann die beiden Komponenten im Zusammenspiel bewertet werden. Dabei kann beispielsweise eine Komponente in der Messvorrichtung positioniert bleiben, während die zweiten Komponenten aus einem Reservoir ausgewählt und bezüglich der erste Komponente positioniert werden, bis eine möglichst genaue Übereinstimmung mit dem gewünschten Referenzwert hinsichtlich eines ausgewählten Beleuchtungsparameters vorliegt. Dies führt zu besonders verschleißarmen Kombinationen von Komponenten des Gelenkbauteils und wird insbesondere erst durch die schnelle, berührungslose Kontrolle ermöglicht.

**[0033]** Schließlich wird auch ein Kraftfahrzeug aufweisend ein Gelenkbauteil vorgeschlagen, wobei das Gelenkbauteil mit dem vorstehend beschriebenen Verfahren zur Herstellung des Gelenkbauteils erzeugt wurde.

**[0034]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen beson-

ders bevorzugte Ausführungsvarianten der Erfindung, auf die diese jedoch nicht beschränkt ist. Es zeigen schematisch:

[0035] [Fig. 1](#): eine prinzipielle Darstellung einer Ausführungsvariante einer ersten Vorrichtung zum Bewerten des Oberflächenprofils,

[0036] [Fig. 2](#): eine Prinzipskizze zur Veranschaulichung der Prüfparameter,

[0037] [Fig. 3](#): eine prinzipielle Darstellung einer Ausführungsvariante einer weiteres Vorrichtung zum Bewerten des Oberflächenprofils,

[0038] [Fig. 4](#): exemplarisch ein Bild aus einem Messverfahren,

[0039] [Fig. 3](#): eine weitere Ausführungsvariante einer Vorrichtung zur Durchführung des Bewertungsverfahrens, und

[0040] [Fig. 4](#): einen Aufbau eines Gleichlaufgelenks für ein Automobil.

[0041] [Fig. 1](#) zeigt eine prinzipielle Darstellung einer Ausführungsvariante einer ersten Vorrichtung zum Bewerten des Oberflächenprofils. Bestimmt wird hierbei zum Beispiel das Bahngrundspiel einer Wälzkörperlaufbahn **6** eines glockenförmigen, nur einseitig zugänglichen, Außenteils **18**. Zur Bestimmung dieses Bahngrundspiels wird eine Lichtquelle **12** in das Außenteil **18** eingebracht, bevor der Prüfkörper **3** positioniert wird, der so von einer ersten Seite **4** aus beleuchtet werden kann. Das infolge des Bahngrundspiels austretende Licht wird auf der anderen, zweiten Seite **5** mit einem optischen Sensor **13** (z.B. einer Kamera) erfasst. Für möglichst genaue Messergebnisse wird nur im Bereich der zu prüfenden Wälzkörperlaufbahn **6** Licht hindurch gelassen, das Streulicht wird mittels einer Blende **23** aufgehalten. Die Aufnahme des optischen Sensors **13** kann anschließend zur weiteren Verarbeitung an eine Auswerteeinheit **8** weitergeleitet werden.

[0042] [Fig. 2](#) zeigt eine Prinzipskizze zur Veranschaulichung der Prüfparameter Bahngrundspiel **31**, Kontaktwinkel **29** und Konformität **30**. Dargestellt ist beispielhaft wieder ein Außenteil **18** mit einer Wälzkörperlaufbahn **6**, in der ein Wälzkörper **20** positioniert ist. Die Wälzkörperlaufbahn **6** hat eine von dem Wälzkörper **20** abweichende Form, während der Wälzkörper **20** hier rund ist, weist die Wälzkörperlaufbahn **6** eine elliptische Form auf. Dadurch werden konkrete Kontaktbereiche **32** zwischen Wälzkörper **20** und Wälzkörperlaufbahn **6** unter Last gebildet. Die beiden Kontaktbereiche **32** begrenzen das mittig gebildete Bahngrundspiel **31** und definieren zudem auch den Kontaktwinkel **29**. Bei einer Belastung der Wälzkörper **20** liegt kein linienförmiger Kontaktbe-

reich **32** über die Wälzkörperlaufbahn **6**, sondern der Kontaktbereich **32** wird quer zur Wälzkörperlaufbahn **6** breiter. Diese Breite des Kontaktbereiches **32** wird zur Ermittlung der Konformität **30** herangezogen.

[0043] In der [Fig. 3](#) sind schematisch und nach Art einer Explosionsdarstellung die räumlichen Anordnungen diverser Objekte einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Bewertung des Oberflächenprofils **1** eines Gelenkbauteils **2** veranschaulicht. Bezogen auf das Gelenkbauteil **2** ist auf einer ersten Seite **4** eine Lichtquelle **12** positioniert. Bei dem hierzu überprüften Oberflächenprofil **1** handelt es sich beispielsweise um die am Umfang des Gelenkbauteils **2** angeordneten Wälzkörperlaufbahnen **6**. Zu diesem Zweck werden Prüfkörper **3** an der Wälzkörperlaufbahn **6** in einer bestimmten Lage positioniert, wobei das Licht von der Lichtquelle **12** auf einen Bereich zwischen den Prüfkörpern **3** und dem Gelenkbauteil **2** ausgerichtet ist. Auf der gegenüberliegenden, zweiten Seite **5** bezogen auf das Gelenkbauteil **2** ist nun ein optischer Sensor **13** vorgesehen, der mit einer Auswerteeinheit **8** verbunden ist.

[0044] Da das Gelenkbauteil **2** im inneren Bereich mit einer Keilverzahnung ausgeführt ist, hier jedoch nur die Wälzkörperlaufbahn **6** überprüft werden soll, ist eine Blende **23** vorgesehen, die ein Durchscheinen des Lichts hin zum optischen Sensor **13** verhindert. Dazu wird die Blende **23** regelmäßig in entsprechender Weise mit dem Gelenkbauteil **2** in Kontakt gebracht. Insoweit handelt es sich hier insbesondere um eine Explosionsdarstellung. Selbstverständlich können darüber hinaus weitere Blenden **23** vorgesehen werden, die beispielsweise einen äußeren Umfangsbereich des Gelenkbauteils **2** gegen Streulicht abschotten.

[0045] Das nun zwischen den Prüfkörpern **3** und dem Oberflächenprofil **1** hindurchtretende Licht wird von dem optischen Sensor **13** detektiert. Das dabei erzeugte Bild wird an die Auswerteeinheit **18** weitergegeben. Je nach Art und Intensität und Lage der Lichtpunkte in dem Bild kann auf die Passgenauigkeit geschlossen werden.

[0046] [Fig. 4](#) veranschaulicht einmal schematisch ein solches Bild **7**, wobei hier die Aufnahme eines anderen, eines so genannten Tripodegelenkes, dargestellt ist. Die Darstellung ist invers zur normal üblichen Darstellung, das bedeutet, dass die üblicherweise hellen Abschnitte hier schwarz dargestellt sind, insbesondere der an dem Oberflächenprofil **7** gebildete Lichtspalt **26**. Wie aus der Darstellung entnommen werden kann, sind hier schematisch zwei Formfehler veranschaulicht. Oben links in Bild **7** ist ein Bereich des Lichtspaltes **26** mit einer Breite **25** zu erkennen, der breiter als in anderen Bereichen ist. Darüber hinaus ist im gegenüberliegenden Bereich kein Lichtspalt **26** zu erkennen. Unerstellt, dass überall

eine gleichartige Ausgestaltung des Lichtspalts **26** gewünscht ist, so sind Prüfkörper **3** und Oberflächenprofil **1** im linken oberen Bereich zu weit entfernt und liegen im unteren rechten Bereich zu sehr an. Ausgehend von der Lage und/oder der Breite **25** des Lichtspaltes **26** können nunmehr Aussagen über die Qualitäten des Oberflächenprofils **1** gewonnen werden.

**[0047]** **Fig. 5** zeigt eine schematische Draufsicht auf eine weitere Ausführungsvariante einer Vorrichtung **9** zur Bewertung des Oberflächenprofils eines Gelenkbauteils. Dabei werden die zu überprüfenden ersten Komponenten **16** und zweiten Komponenten **17** über Transportmittel **14** nach Art eines Förderbandes in die Kammer **10** geführt. Die exakte Ausrichtung der ersten Komponente **16** gegenüber der zweiten Komponente **17** erfolgt beispielsweise über eine entsprechend gestaltete Aufnahme **11**. In der Kammer **10** sind auf einer ersten Seite **4** eine Mehrzahl von Lichtquellen **12** vorgesehen, die beispielsweise beim Durchtreten der Komponenten durch eine Lichtschranke **24** aktiviert werden. Auf der gegenüberliegenden, zweiten Seite **5** der Kammer **10** ist ein optischer Sensor **13** mit der Auswerteeinheit **8** positioniert. Durch die Bereitstellung einer Blende **23** wird ein bestimmter Bereich abgedunkelt, so dass tatsächlich nur der gewünschte Lichtspalt aufgenommen wird. Bei dieser Durchlauf-Kammer können die Komponenten sehr schnell und auch im Rahmen einer Serienfertigung geprüft werden.

**[0048]** **Fig. 6** veranschaulicht nun eine besonders bevorzugte Einsatzvariante solcher geprüften Komponenten, nämlich eines Gleichlaufgelenks **15**, das in einem Kraftfahrzeug **27** montiert ist. Das Gleichlaufgelenk weist ein Außenteil **18**, ein Innenteil **19**, mehrere Wälzkörper **20** und einen zur Führung der Wälzkörper **20** erforderlichen Käfig **21** auf. Zur Übertragung des Drehmoments vom Außenteil **18** auf die innen dargestellte Welle **28** ist zwischen dem Innenteil **19** und der Welle **28** eine Formschlüssige Keilverzahnung **22** vorgesehen. Grundsätzlich lassen sich alle Oberflächenprofile **1** der Welle **28**, des Innenteils **19**, des Käfigs **21**, der Wälzkörper **20** und des Außenteils **18** mit der Erfindung bewerten.

#### Bezugszeichenliste

- 1** Oberflächenprofil
- 2** Gelenkbauteil
- 3** Prüfkörper
- 4** ersten Seite
- 5** zweiten Seite
- 6** Wälzkörperlaufbahn
- 7** Bild
- 8** Auswerteeinheit
- 9** Vorrichtung
- 10** Kammer
- 11** Aufnahme

- 12** Lichtquelle
- 13** optischen Sensor
- 14** Transportmittel
- 15** Gleichlaufgelenk
- 16** erste Komponente
- 17** zweite Komponente
- 18** Außenteil
- 19** Innenteil
- 20** Wälzkörper
- 21** Käfig
- 22** Keilverzahnung
- 23** Blende
- 24** Lichtschranke
- 25** Breite
- 26** Lichtspalt
- 27** Kraftfahrzeug
- 28** Welle
- 29** Kontaktwinkel
- 30** Konformität
- 31** Bahngrundspiel
- 32** Kontaktbereich

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bewertung eines Oberflächenprofils (**1**) eines Gelenkbauteils (**2**) umfassend zumindest folgende Schritte:  
a) Positionieren wenigstens eines Prüfkörpers (**3**) zu dem Oberflächenprofil (**1**);  
b) Beleuchten eines Bereiches zwischen Prüfkörper (**3**) und Oberflächenprofil (**1**) von einer ersten Seite (**4**);  
c) Erfassen eines Beleuchtungsparameters auf einer zweiten Seite (**5**);  
d) Vergleichen des erfassten Beleuchtungsparameters mit einem Referenzwert.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, wobei das Oberflächenprofil (**1**) Teil einer Wälzkörperlaufbahn (**6**) ist.
3. Verfahren nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei in Schritt c) ein Bild (**7**) erzeugt wird.
4. Verfahren nach Patentanspruch 3, wobei Schritt d) das Analysieren eines Bildes (**7**) umfasst.
5. Verfahren nach Patentanspruch 4, wobei eine Bildsanalyse mittels einer Auswerteeinheit (**8**) durchgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der wenigstens eine Prüfkörper (**3**) bewegt wird.
7. Vorrichtung (**9**) zur Bewertung eines Oberflächenprofils (**1**) eines Gelenkbauteils (**2**) umfassend zumindest:  
– eine Kammer (**10**) mit wenigstens einer Aufnahme (**11**) für ein Gelenkbauteil (**2**),

- wenigstens einen Prüfkörper (3), der bezüglich des Gelenkbauteils (2) positionierbar ist,
- wenigstens eine Lichtquelle (12) an einer ersten Seite (4) der Kammer (10),
- wenigstens einen optischen Sensor (13) zur Erfassung eines Beleuchtungsparameters an einer zweiten Seite (5) der Kammer (10), und
- eine Auswerteeinheit (8), die mit dem wenigstens einen optischen Sensor (13) verbunden ist.

8. Vorrichtung (9) nach Patentanspruch 7, bei der der optische Sensor (13) eine Kamera ist.

9. Vorrichtung (9) nach Patentanspruch 7 oder 8, bei der die Auswerteeinheit (8) eine Rechnereinheit umfasst.

10. Vorrichtung (9) nach einem der Patentansprüche 7 bis 9, bei der Transportmittel (14) zur Anordnung des Gelenkbauteils (2) in der Kammer (10) vorgesehen sind.

11. Verfahren zur Herstellung von Komponenten für Gleichlaufgelenke (15), umfassend zumindest folgende Schritte:

- A) Herstellung mehrerer erster Komponenten (16);
- B) Herstellung mehrerer zweiter Komponenten (17);
- C) Durchführen eines Verfahrens zur Bewertung eines Oberflächenprofils eines Gelenkbauteils gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 6, wobei zumindest die erste Komponente (16) oder die zweite Komponente (17) ein Gelenkbauteil ist;
- D) Zuordnung einer ersten Komponente (16) zu einer zweiten Komponente (17) in Abhängigkeit des Ergebnisses aus Schritt C).

12. Verfahren nach Patentanspruch 11, wobei in Schritt C) die erste Komponente (16) das Gelenkbauteil (2) und die zweite Komponente (17) der Prüfkörper (3) ist.

13. Kraftfahrzeug aufweisend ein Gelenkbauteil hergestellt mit einem der Verfahren der Patentansprüche 11 bis 13.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

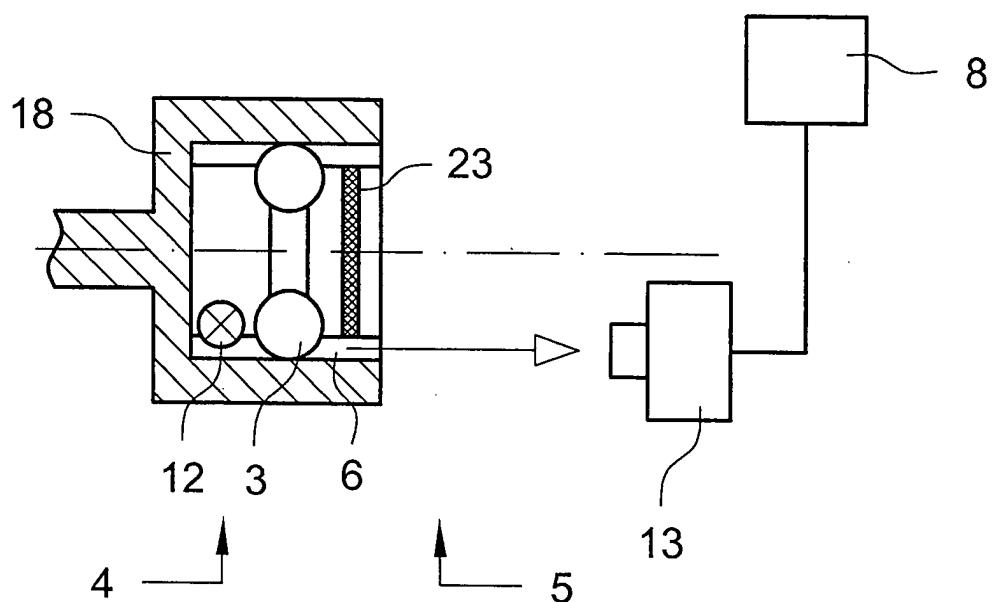


FIG. 2

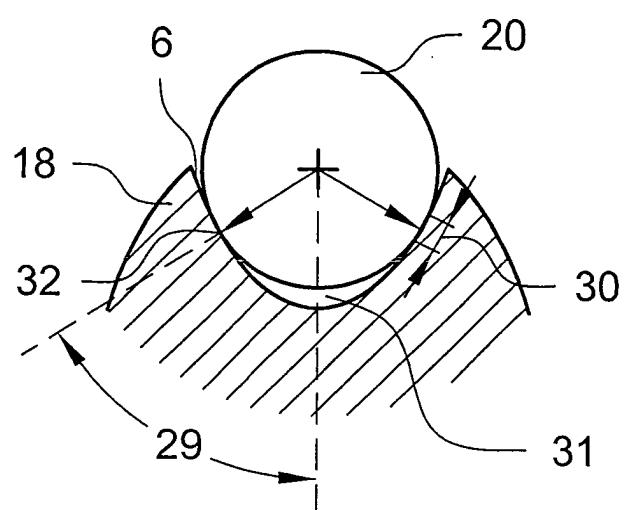


FIG. 3

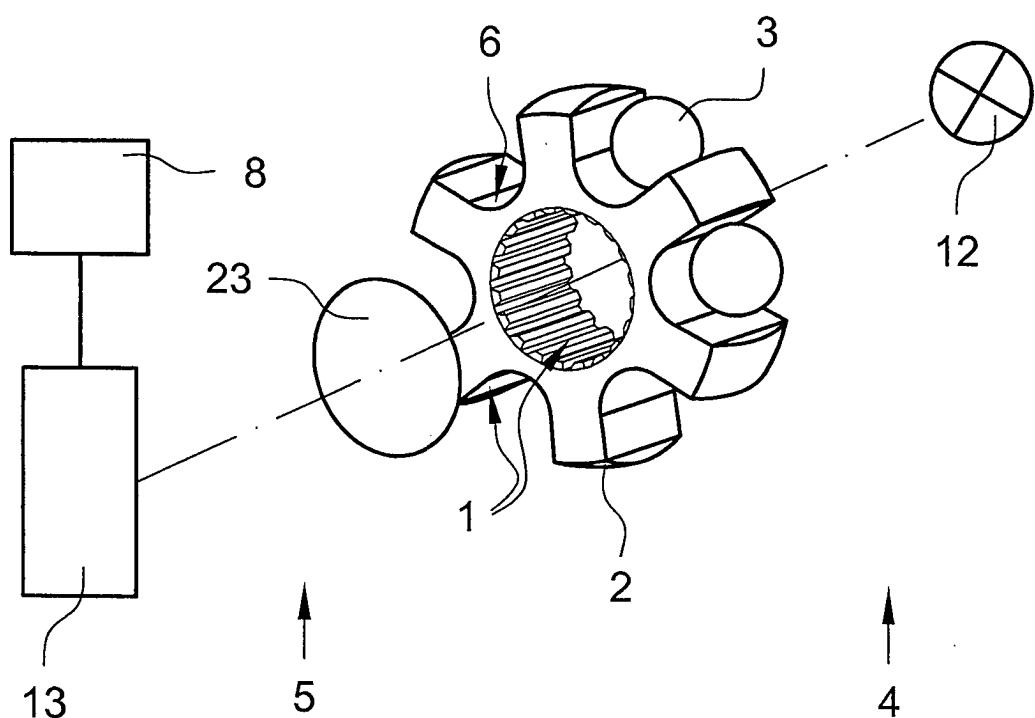


FIG. 4

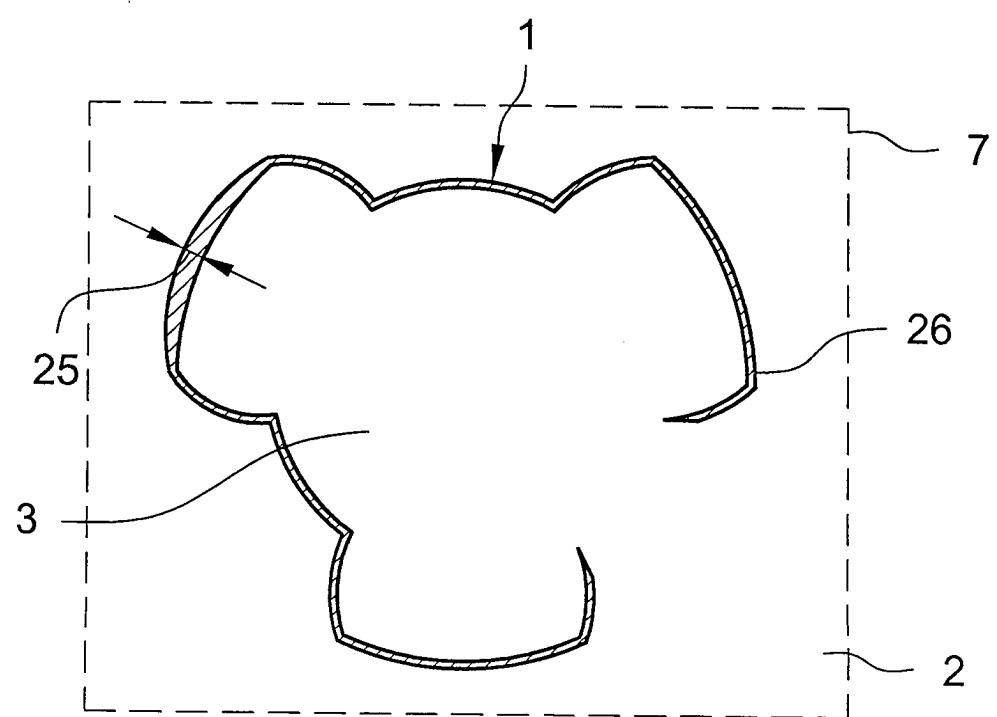
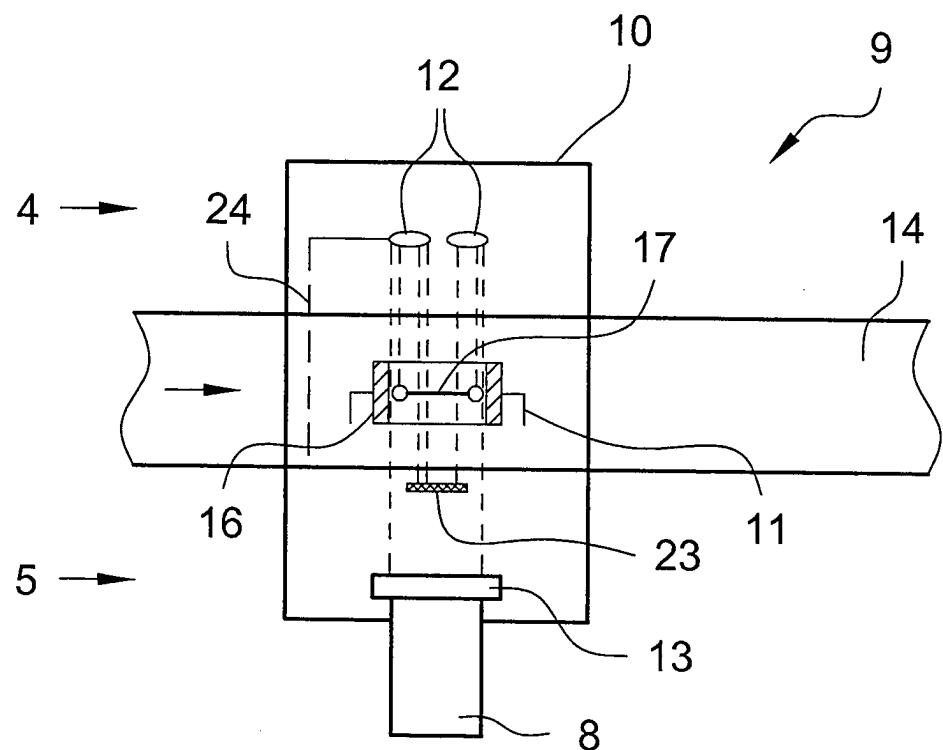


FIG. 5



**FIG. 6**

