



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.: G 01 B 11/30

# Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

618 261

⑫① Gesuchsnummer: 10492/77

⑦③ Inhaber:  
Semperit Aktiengesellschaft, Wien (AT)

⑫② Anmeldungsdatum: 29.08.1977

⑦② Erfinder:  
Dipl.-Ing. Rainer Haberl, Traiskirchen (AT)  
Dipl.-Ing. Kurt Mravlag, Wien (AT)

⑫④ Patent erteilt: 15.07.1980

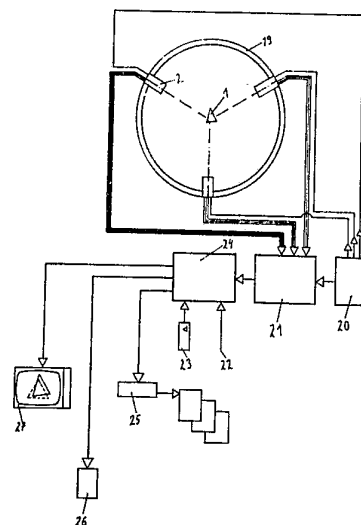
⑫⑤ Patentschrift  
veröffentlicht: 15.07.1980

⑦④ Vertreter:  
Jean E. Angst, Dietikon

## ⑤④ Verfahren, Vorrichtung und Messanordnung zur Vermessung der Oberfläche eines Profils.

⑤⑦ Beim Verfahren zur Vermessung der Oberfläche eines in Profillängsrichtung fortlaufend bewegten Profils (1) beliebiger Längsausdehnung, werden ein oder mehrere Laserstrahlen auf die Oberfläche des Profils fokussiert und zur Abtastung der Oberfläche in einer normal zur Bewegungsrichtung des Profils liegenden Ebene periodisch hin und her bewegt. Änderungen der Oberflächengeometrie ergeben Helligkeitsschwankungen, welche ausgewertet werden können.

Eine Messanordnung zur Durchführung des Verfahrens weist zur Erfassung des gesamten Profilumfangs drei Laseroptiken (2) auf, welche an einem Ring (19) angeordnet sind. Die Helligkeitsschwankungen erzeugen in Fotodetektoren Messspannungen, welche verstärkt einem Messwerte-Decoder (21) zugeführt werden. Die weitere Auswertung erfolgt in einem elektronischen Prozessor (24). Die Daten können über einen Teletypeschreiber (25) protokolliert und/oder auf einem Bildschirm (27) bildlich dargestellt werden. Die Daten können auch einem Regler (26) zugeführt werden, um während der Herstellung des Profils die Prozessparameter zu regeln.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Vermessung der Oberfläche eines in Profillängsrichtung fortlaufend bewegten Profils beliebiger Längsausdehnung, wobei ein oder mehrere Laserstrahlen auf die Oberfläche des Profils unter Bildung eines Lichtfleckes fokussiert wird (werden) und die aufgrund von Oberflächengeometrieänderungen auftretenden Änderungen des Bildes des Lichtfleckes registriert und in Analog- und/oder Digitalsignale umgewandelt dargestellt werden, dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Laserstrahlen in einer normal zur Bewegungsrichtung des Profils liegenden Ebene periodisch hin- und herbewegt wird (werden).

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die periodische Schwenkbewegung mit einer Frequenz von 1 Hz bis 10 kHz folgt.

3. Verfahren nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei mehrere Laserstrahlen in einer Normalebene auf die Profillängsrichtung auf die Profiloberfläche fokussiert werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Registrierung und gegebenenfalls Darstellung der jeweiligen Messeffekte der einzelnen Laserstrahlen zeitlich synchronisiert erfolgt.

4. Verfahren nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Darstellung der sich bei der Bewegung des Laserstrahles normal zu einer Längsrichtung des Profils ergebenden Messeffekte räumlich zugeordnet, in Form eines dem tatsächlichen Verlauf der Oberflächengeometrie geometrisch ähnlichen Analog- und/oder Digitalsignals erfolgt.

5. Verfahren nach Patentanspruch 4, wobei mehrere Laserstrahlen um das Profil so angeordnet sind, dass bei ihrer Schwenkbewegung zumindest aneinander grenzende Umfangsbereiche des Profils überstrichen werden, dadurch gekennzeichnet, dass die zeitlich synchronen Analog- und/oder Digitalsignale zu einem geometrisch dem von den Laserstrahlen bestrichenen Profilumfang ähnlichen, geschlossenen Linienzug zusammengefügt dargestellt werden.

6. Verfahren nach Patentanspruch 1, zur Kontrolle der Querschnittsgenauigkeit eines Profils in Zuge seiner Herstellung, dadurch gekennzeichnet, dass die Analog- und/oder Digitalsignale als Stellgrößen für Steuer- und/oder Regeleingriffe an der Fertigungseinrichtung Verwendung finden.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1, wobei im Strahlengang eines Lasers nach diesem aufeinanderfolgend a) eine Sammellinse, b) eine Kollimatorlinse, c) ein zur optischen Achse geneigter Teilerspiegel, der für vom Laser kommende Strahlen durchlässig, für aus der anderen Richtung kommende Strahlen undurchlässig ist, und d) eine Sammellinse angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang ausserdem eine Vorrichtung (7) zum periodischen Schwenken des Laserstrahls angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung aus einem steuerbaren Beugungsgitter besteht.

9. Messanordnung mit Vorrichtungen gemäss Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ringförmigen Gehäuse (19) zumindest zwei laseroptische Systeme entlang der inneren Mantelfläche des Gehäuses (19) in Umfangsrichtung beweglich verfahr- und arretierbar angeordnet sind.

10. Messanordnung gemäss Patentanspruch 9, wobei im Strahlengang des über den Teilerspiegel vom Objekt reflektierten Laserstrahlbündels nach dem Teilerspiegel aufeinanderfolgend eine Sammellinse, eine mit einem Oszillator gekoppelte Lochblende und ein Fotodetektor angeordnet sind und wobei die im Fotodetektor erzeugte Messspannung über einen Verstärker einem Eingang eines Lock-in-Detektors zugeführt ist, dessen zweiter Eingang mit dem Oszillator der Lochblende in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgänge aller Vorrichtungen an einen elektronischen Messwerte-Deco-

der (21) angeschlossen sind, der über einen elektronischen Prozessor (24) in Verbindung mit Parametereingabe- und Messergebnisausgabeeinheiten steht.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vermessung der Oberfläche eines in Profillängsrichtung fortlaufend bewegten Profils beliebiger Längsausdehnung, wobei ein oder mehrere Laserstrahlen auf die Oberfläche des Profils unter Bildung eines Lichtfleckes fokussiert wird (werden) und die aufgrund von Oberflächengeometrieänderungen auftretenden Änderungen des Bildes des Lichtfleckes registriert und gegebenenfalls in Analog- und/oder Digitalsignale umgewandelt dargestellt werden.

Es ist eine Vorrichtung bekannt, die über ein optisches System einen Laserstrahl auf die Oberfläche eines Gegenstandes fokussieren kann und die Intensitätsschwankungen des Bildes des Lichtfleckes, die dann entstehen, wenn zwischen dem Laser und der Oberfläche des Gegenstandes eine Abstandsänderung eintritt, mittels eines Fotodetektors registriert. Diese bekannte Vorrichtung funktioniert folgendermassen: der vom Laser kommende Laserstrahl wird über ein Kollimatorlinsensystem parallelgerichtet und das parallele Strahlenbündel sodann auf die Oberfläche des Gegenstandes fokussiert. Nach dem Kollimatorsystem ist unter  $45^\circ$  ein Teilerspiegel angeordnet, der für das vom Kollimator kommende Licht durchlässig, für Licht, das aus der anderen Richtung kommt, aber undurchlässig ist. Die von der Oberfläche des Körpers reflektierten Strahlen werden daher von der Rückseite des Teilerspiegels reflektiert und treffen auf einen Umlenkspiegel, der die Strahlen einer Sammellinse zuführt. Von dort gelangen die Strahlen auf einen Fotodetektor. Zwischen diesem und der Sammellinse, deren Brennpunkt vor dem Fotodetektor liegt ist – etwa beim Brennpunkt – eine Lochblende angeordnet. Diese Lochblende ist mit einem Oszillator verbunden und schwingt daher mit einer bestimmten Frequenz in axialer Richtung. Durch diese Schwingung der Lochblende trifft mehr oder weniger Licht auf den Fotodetektor, je nachdem, wie weit die Lochblende vom Brennpunkt entfernt ist. Schwingt die Lochblende durch den Brennpunkt, so wird der Fotodetektor bei geeignetem Durchmesser der Lochblende im Augenblick des Durchganges der Lochblende durch den Brennpunkt ein Maximum an Lichtintensität anzeigen. Betrachtet man nun den Fall, dass der Abstand zwischen der Oberfläche des Körpers, auf die der Laserstrahl trifft, und Laser völlig konstant ist, so werden die vom Fotodetektor angezeigten Intensitätsschwankungen des Bildes des Laser-Lichtfleckes, die zufolge der Schwingung der Lochblende entstehen, immer gleich sein. Nimmt man für diesen Fall an, dass die Schwingungsmitte der Lochblende genau im Brennpunkt der Sammellinse liegt, so ergibt eine Aufzeichnung der Intensitätsschwankung durch den Fotodetektor eine symmetrische Gauss-Kurve, deren Maximum der Stellung der Lochblende im Brennpunkt entspricht. Führt man die Auswertung des Ergebnisses in der Weise durch, dass man als Messwert die Differenz der Anzeigen des Fotodetektors in den beiden Extremstellungen der Lochblende verwendet, so ergibt sich in diesem Fall eine Differenz Null. In jedem anderen Fall, d.h., wenn die Schwingungsmitte der Lochblende nicht im Brennpunkt liegt, ergibt sich bei der Differenz der Fotodetektoranzeigen aus den beiden Extremlagen der Lochblende ein positiver oder negativer Wert. Ergibt sich nun eine Änderung des Abstandes der Oberfläche des zu messenden Körpers vom Laser, so ändert sich die Intensität des Lichtfleckes des Laserstrahls auf der Oberfläche des zu messenden Gegenstandes. Demzufolge ändert sich auch die Intensität des Bildes dieses Brennfleckes und damit der vom Fotodetektor registrierte Intensitätsverlauf im Zuge der

Schwingung der Lochblende. Die der Intensitätsdifferenz der Extremstellungen der Lochblende entsprechenden Intensitätsunterschiede der Anzeige des Fotodetektors werden von diesem als Potentialdifferenz abgegeben.

Geht man nun von dem Fall aus, dass unter einem Laserstrahl ein Gegenstand vorbeibewegt wird oder auch umgekehrt ein Laserstrahl an einem stehenden Objekt vorbeibewegt wird, so kann bei geeigneter Anordnung die Änderung der Oberflächenstruktur des Gegenstandes mittels der bekannten Anordnung in einer Dimension festgestellt und gegebenenfalls registriert und dargestellt werden. Nicht geeignet ist diese bekannte Vorrichtung zum zwei- oder dreidimensionalen Bestimmen der Oberfläche eines Körpers. Diese Problematik tritt beispielsweise dann zutage, wenn ein Gummi- oder Kunststoffprofil extrudiert wird. Trotz aller technischen Vorkehrungen ist man heute oft nicht in der Lage, die Querschnittsmasse eines extrudierten Profils mit der notwendigen Genauigkeit einzuhalten. Insbesondere tritt dieses Problem bei Gummiprofilen auf, da Gummimischungen nie 100%ig gleich eingestellt werden können, so dass nach der Extrusion ein unterschiedliches Quellverhalten auftreten kann, wodurch das Vulkanisat dann im Querschnitt ausserhalb der geforderten Toleranzen liegen kann. Dieser unerwünschte Zustand kann heute befriedigend durch keine bekannte Massnahme behoben werden.

Theoretisch möglich wären z.B. mechanische Abtastungen, welche jedoch immer den Nachteil aufweisen, dass sie einen gewissen Messdruck benötigen, der – insbesondere bei Kautschukteilen – zu einer Deformation und damit einer Fehlanzeige führt. Eine andere theoretische Möglichkeit besteht in der Anwendung einer Isotopenmessung, indem die Dicke eines extrudierten Profils durch eine Absorptionsmessung von radioaktiven Strahlen bestimmt wird. Neben den Problemen, die radioaktive Messungen im allgemeinen mit sich bringen, ist hier noch ein prinzipieller Nachteil darin gelegen, dass diese Messmethode nicht tatsächlich den zu messenden Querschnitt misst, sondern nur ein Flächengewicht bestimmt. Ein weiterer Nachteil einer derartigen Messmethode liegt darin, dass man den Empfindlichkeitsbereich der Messapparatur sehr eng auf einen Messbereich einstellen muss, so dass, wenn grössere Dickenunterschiede des zu messenden Profils vorliegen, man nicht mit einer Messsonde auskommt.

Eine weitere relativ primitive Methode zur Kontrolle von Querschnittsabweichungen besteht in der Bestimmung des Gewichtes eines entsprechenden Abschnittes des Profils. Es versteht sich von selbst, dass diese letzte Methode nur sehr ungenaue Aussagen liefern kann.

Die vorliegende Erfindung hat sich daher zum Ziel gesetzt, ein Verfahren zu schaffen, das ein berührungsloses Vermessen der Oberfläche eines ruhenden oder vorzugsweise bewegten Profils gestattet, wobei aber nicht nur eine Messung entlang einer Geraden erfolgt, sondern entlang jeder beliebigen Auslenkfläche, so dass über entsprechende Auswerteinheiten ein komplettes dreidimensionales Bild der Oberfläche des Profils erstellt werden kann.

Dies wird bei einem oben spezifizierten Verfahren dadurch erreicht, dass der oder die Laserstrahlen in einer normal zur Bewegungsrichtung des Profils liegenden Ebene periodisch hin- und herbewegt wird (werden). Durch diese periodische Hin- und Herbewegung, auch Schwenkbewegung bezeichnet, kann – bei entsprechender Abstimmung mit der Bewegungsgeschwindigkeit des Profils innerhalb von Sekundenbruchteilen eine Momentaufnahme über die gesamte vom Laserstrahl überstrichene Breite des Profils erfolgen, so dass die Analog- und/oder Digitalanzeige, beispielsweise auf einem Bildschirm, direkt den Kurvenverlauf der Oberfläche entlang der vom Laserstrahl bestrichenen Geraden darstellen kann. Im Laufe der Fortbewegung des Profils in seiner Längsrichtung kann nun in minima-

len Abständen der Kurvenverlauf der Oberfläche entlang der Bewegungsgeraden des Laserstrahles registriert werden, so dass im Endeffekt eine endlos lange Fläche, die sich aus eng nebeneinanderliegenden Kurvenabschnitten zusammensetzt, gemessen und registriert werden kann.

Um alle praktischen Anwendungsfälle optimal bewältigen zu können, ist es zweckmässig, wenn die die periodische Schwenkbewegung mit einer Frequenz von 1 Hz bis 10 kHz erfolgt. Es können dann sowohl langsame als sehr schnelle Profillängsbewegungen noch registriert werden. Die höchste, noch der Messung zugängliche Bewegungsgeschwindigkeit des Profils liegt bei einer Frequenz der Schwenkbewegung von 10 kHz bei etwa 10 m/s, wenn man eine mittlere Messdistanz in Bewegungsrichtung von ca. 0,5 mm verlangt. Bei grösserer Messdistanz kann die Bewegungsgeschwindigkeit noch wesentlich erhöht werden.

Ist ein Profil derart gestaltet, dass die zu registrierende Oberfläche nicht von einem einzigen Laserstrahl bestrichen werden kann, so müssen mehrere Laserstrahlen in einer Normalebene auf die Profillängsrichtung auf die Profioberfläche fokussiert werden, wobei die Registrierung und gegebenenfalls Darstellung der jeweiligen Messeffekte der einzelnen Laserstrahlen zeitlich synchronisiert erfolgen muss. Nur dann ist gewährleistet, dass die erhaltenen Messwerte einem gemeinsamen Kurvenverlauf entlang eines Querschnittes des Profils entsprechen.

Um eine gute Kontrolle und Darstellung der erhaltenen Messwerte zu sichern, ist es zweckmässig, wenn die Darstellung der sich bei der Bewegung des Laserstrahles normal zu einer Längsrichtung des Profils ergebenden Messeffekte räumlich zugeordnet, in Form eines dem tatsächlichen Verlauf der Oberflächengeometrie geometrisch ähnlichen Analog- und/oder Digitalsignals erfolgt. Es ist dann möglich, die registrierten Messwerte auch optisch, z.B. auf einem Bildschirm darzustellen, so dass auch auf diese Weise eine Kontrolle der Profiloberfläche erfolgen kann. Zweckmässigerweise kann dabei die Sollkurve gleich am Bildschirm über die Istkurve gelegt werden, so dass unzulässige Toleranzüberschreitungen sofort erkennbar sind.

In vielen Fällen ist es wünschenswert, die ganze Oberfläche eines Profils rundherum zu messen. In diesem Falle ist es zweckmässig, wenn mehrere Laserstrahlen um das Profil so angeordnet sind, dass bei ihrer Schwenkbewegung zumindest aneinandergrenzende Umfangsbereiche des Profils überstrichen werden, wobei die zeitlich synchronen Analog- und/oder Digitalsignale zu einem geometrisch dem von den Laserstrahlen bestrichenen Profilumfang ähnlichen, geschlossenen Linienzug zusammengefügt dargestellt werden. Bei einer synchronen Schwenkbewegung der verwendeten Laserstrahlen wird somit ein geschlossener Linienzug um das Profil erfasst. Bei Fortbewegung des Profils in seiner Längsrichtung reiht sich dann ein geschlossener Linienzug an den zeitlich nächstfolgenden, so dass bei bildlicher Darstellung hintereinanderliegende Linienzüge quasi «scheibenweise» das gemessene Profil darstellen. Diese Darstellung kann endlos erfolgen, so dass beispielsweise, wenn ein aus einer Spritzmaschine extrudiertes Profil registriert werden soll, die ganze Produktionslänge in einem Arbeitsgang gemessen und erfasst werden kann. Wesentlich ist an der erfindungsgemässen Methode, dass das Profil frei im Raum bewegt gemessen wird und keinerlei Krafteinflüssen von aussen ausgesetzt ist, die eine Deformation bewirken könnten. Wesentlich für die vorliegende Erfindung ist auch, dass die Messgeschwindigkeit derart gross gewählt werden kann, dass sie vollkommen der gegebenenfalls vorgegebenen Bewegungsgeschwindigkeit des zu messenden Profils angepasst werden kann.

Dient die vorliegende Erfindung zur Kontrolle eines Fertiigungsprozesses, so ist es zweckmässig, wenn die Analog- und/oder Digitalsignale als Stellgrössen für Steuer- und/oder Regel-

eingriffe an der Fertigungseinrichtung Verwendung finden. Auf diese Weise ist es möglich, während der Herstellung eines Profils sofort den Fehler festzustellen und entsprechende Korrekturen zu seiner Behebung vorzunehmen. Auf diese Weise kann, wenn die Kontrolle der Massgenauigkeit unmittelbar nach der Fertigungseinrichtung stattfindet, die Menge an hergestelltem fehlerhaftem Profil auf ein Minimum reduziert werden. Dies hat neben anderen wirtschaftlichen Vorteilen auch noch positiven Einfluss auf die Leistung der Fertigungsmaschine und auf die Qualität des Produkts.

Zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens wird gemäss der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung verwendet, wobei im Strahlengang eines Lasers nach diesem aufeinanderfolgend a) eine Sammellinse, b) eine Kollimatorlinse, c) ein zur optischen Achse geneigter Teilerspiegel, der für vom Laser kommende Strahlen durchlässig ist, für aus der anderen Richtung kommende Strahlen undurchlässig ist, und d) eine Sammellinse angeordnet sind, wobei im Strahlengang ausserdem eine Vorrichtung zum periodischen Schwenken des Laserstrahls angeordnet ist. Durch die Schwenkung allein des Strahlenganges ist eine mechanische Unabhängigkeit von den anderen Teilen des laseroptischen Systems gegeben, so dass die Schwenkeinrichtung völlig unabhängig bedient werden kann.

Für relativ niedere Frequenzen der Schwenkbewegung kann eine mechanisch schwenkbare Optik verwendet werden, bei höheren Frequenzen ist es vorteilhaft, wenn die Vorrichtung zum Schwenken des Laserstrahls aus einem steuerbaren Beugungsgitter besteht. Derartige Beugungsgitter sind optisch durchlässige Materialien, deren Brechungsindex durch Anlegen einer Wechselspannung periodisch geändert werden kann. Synchron zu der angelegten, eventuell auch hochfrequenten Wechselspannung ändert sich der Brechungsindex des Beugungsgitters und lenkt demnach den Laserstrahl bzw. das Laserstrahlbündel entsprechend ab, so dass der durch den Laserstrahl erzeugte Lichtfleck innerhalb der gewünschten Grenzen auf der Oberfläche des zu vermessenden Profils hin und her wandert. Eine besonders zweckmässige Messanordnung aus den beschriebenen Vorrichtungen besteht aus einem ringförmigen Gehäuse, in dem zumindest zwei der Vorrichtungen entlang der inneren Mantelfläche des Ringes in Umfangsrichtung beweglich verfahren- und arretierbar angeordnet sind. Entsprechend der Kompliziertheit des zu vermessenden Profilquerschnittes können auch mehrere Vorrichtungen in dem ringförmigen Gehäuse angeordnet sein, um auch Hinterschnidungen ausmessen zu können. Durch die Verfahrbarkeit der Vorrichtungen in dem Gehäuse kann eine Anpassung an den jeweils zu vermessenden Profilquerschnitt gewählt werden.

Um eine möglichst vorteilhafte Auswertung der erhaltenen Messeffekte zu erreichen, ist es zweckmässig, wenn bei einer Messanordnung, bei der im Strahlengang des über den Teilerspiegel vom Objekt reflektierten Laserstrahlbündels nach dem Teilerspiegel aufeinanderfolgend eine Sammellinse, eine mit einem Oszillator gekoppelte Lochblende und ein Fotodetektor angeordnet sind und wobei die im Fotodetektor erzeugte Messspannung über einen Verstärker einem Eingang eines Lock-in-Detektors zugeführt ist, dessen zweiter Eingang mit dem Oszillator der Lochblende in Verbindung steht, die Ausgänge aller laseroptischen Systeme an einen elektronischen Messwerte-Decoder angeschlossen sind, der über einen elektronischen Prozessor in Verbindung mit Parametereingabe- und Messergebnis-Ausgabeeinheiten besteht.

Durch eine derartige Anordnung ist eine vollautomatische Mess-, Registrier- und Ausgabeeinheit geschaffen, die gegebenenfalls noch durch entsprechende Impulsumwandler zur Steuerung von Regeleinheiten für die Produktionsmaschine verwendet werden kann.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Es zeigt die Fig. 1 ein Schema der Laseroptik, die Fig. 2 ein Blockdiagramm einer Messanordnung und die Fig. 3 und 4 eine schematische Darstellung der Laserkopfanbringung von vorne bzw. von der Seite.

In Fig. 1 ist der Strahlengang innerhalb des Laserkopfes 2 dargestellt. Vom Laser 3 kommend gelangt das Laserstrahlbündel durch einen Kollimator 4, durchdringt einen unter  $45^\circ$  zur optischen Achse angeordneten Teilerspiegel und wird dann von der Fokussieroptik 6, die Strahlschwenkeinrichtung 7 durchsetzend, auf die Oberfläche des Profils 1 gebündelt. Der reflektierte Laserstrahl wird von der Rückseite des Teilerspiegels 5 zu einem Umlenkspiegel 8 abgelenkt und sodann über eine weitere Fokussieroptik 9 einem Fotodetektor 11 zugeführt. Zwischen der Fokussieroptik 9 und dem Fotodetektor 11 ist eine Schwingblende 10 angeordnet. Die Schwingblende ist als Lochblende ausgeführt und ist etwa beim Brennpunkt der Fokussieroptik 9 positioniert. Der Durchmesser des Loches der Schwingblende 10 beträgt einige Zehntemillimeter. Zur Anregung der Schwingblende 10 beinhaltet diese einen Oszillator. Die Spannung, die der Fotodetektor 11 aufgrund der Intensitätsdifferenz des entsprechend den Extremstellungen der Schwingblende 10 auf ihn fallenden, reflektierten Laserstrahlbündels abgibt, wird durch einen NF-Verstärker 13 zu einem gleichfalls mit der Schwingblende 10 verbundenen sogenannten Lock-in-Detektor 14 geführt. Aus dem Lock-in-Detektor 14 tritt ein synchronisiertes Messsignal aus, so dass die Schwingungsfrequenz der Schwingblende 10 und die ihr entsprechende Spannungsänderung am Ausgang des Fotodetektors 11 zeitlich übereinstimmend ausgewertet werden können. Die Bezugsziffer 15 bezeichnet die Steuerleitung für die Strahlschwenkung, die Bezugsziffer 16 die entsprechende Rückkopplungsleitung für die Strahlschwenkung, die Bezugsziffer 17 die Messsignalausgabe und die Bezugsziffer 18 die Laserkopf-Position-Signalausgabe, welche mit dem Positionierantrieb 12, der den Lasermesskopf 2 steuert, in Verbindung steht.

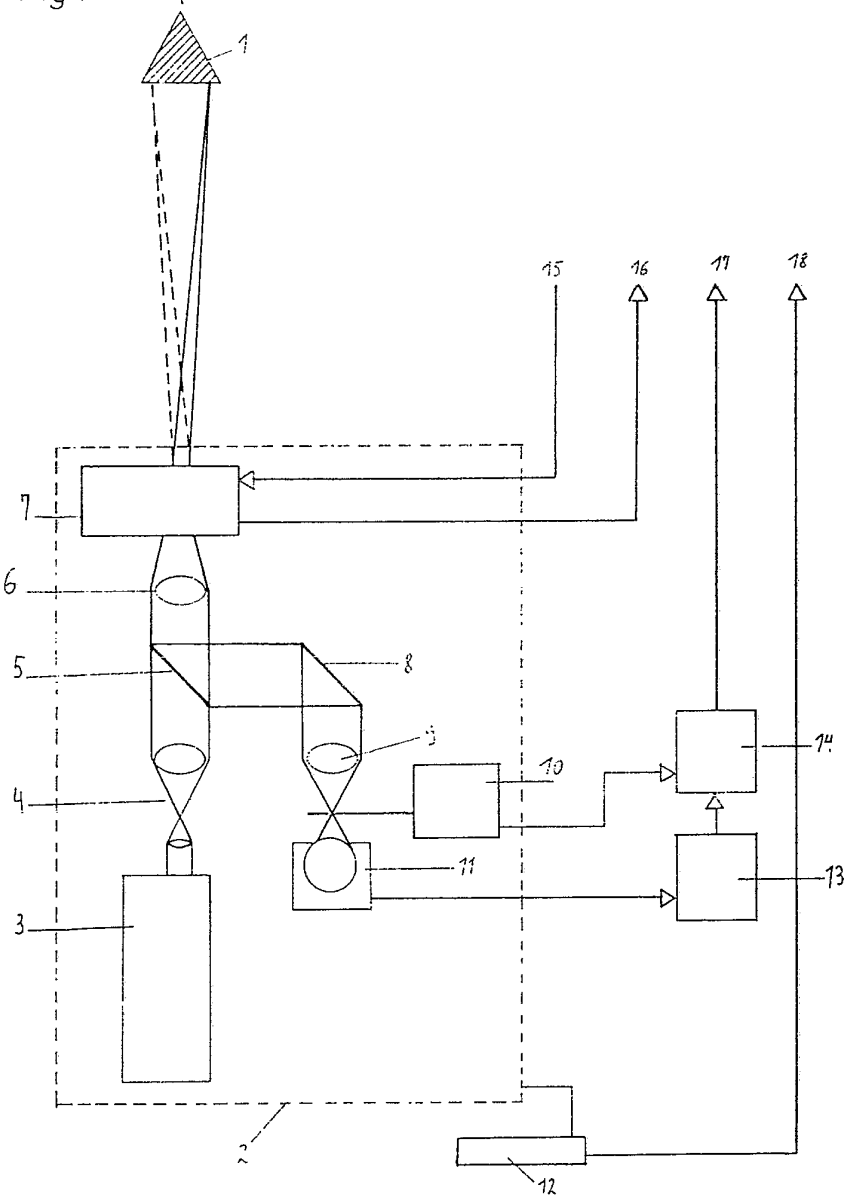
Gemäss dem in Fig. 2 dargestellten Blockdiagramm sind in einem den Laserkopf-Montagegrundrahmen bildenden ringförmigen Gehäuse 19 drei Lasermessköpfe 2 angeordnet. Die aus diesen Lasermessköpfen 2 austretenden Laserstrahlen treffen auf verschiedene Oberflächenanteile eines im Querschnitt dreieckigen Profils 1. Die Position der Lasermessköpfe 2 wird durch eine Laserstrahlpositionssteuerung 20 erreicht. Die aus den Lasermessköpfen 2 austretenden Messsignale werden zuerst von einem Messwerte-Decoder 21 verarbeitet und gelangen von dort zu einer als elektronischer Prozessor ausgebildeten Auswerteeinheit 24. Um die Auswertung zu ermöglichen, ist die Auswerteeinheit 24 mit einer Eingabe für die Prozess-Istwerte 22 und einer Eingabe für die Prozess-Sollwerte 23 verbunden. Die aus der Auswerteeinheit 24 austretenden Daten können einerseits über einen Teletypeschreiber 25 protokolliert werden, oder andererseits auch zu einer bildlichen Darstellung auf einem Bildschirm 27 verwendet werden. Um eine direkte Rückkopplung auf den Herstellprozess des Profils 1 zu ermöglichen, führt eine Verbindungsleitung aus der Auswerteeinheit 24 zu entsprechenden Regelorganen 26 zur Prozesssteuerung.

In den Fig. 3 und 4 ist die Anbringung der Lasermessköpfe 2 innerhalb des Lasermesskopf-Montagegrundrahmens 19 dargestellt. Am Fuss des Lasermesskopfes 2 ist eine innere Führung 28 vorgesehen, der eine äussere Führung 29 am Lasermesskopf-Montagegrundrahmen 19 entspricht. Der äusseren Führung 29 entspricht wiederum ein äusserer Führungsring 30. Zur Verstellung eines Lasermesskopfes 2 innerhalb des Lasermesskopf-Montagegrundrahmens 19 dient ein Positionierantrieb 12, der den Lasermesskopf über eine Verzahnung 31 bewegen kann. Dadurch gelangt der Lasermesskopf 2 beispielsweise in die Position 2'. Eine weitere Möglichkeit zur Veränderung der

Position der Lasermessköpfe 2 in bezug auf das Profil 1 besteht darin, den gesamten Lasermesskopf-Montagegrundrahmen 19 zu drehen. Dazu dient der Positionierantrieb 34. Um die Drehung des Lasermesskopf-Montagegrundrahmens 19 zu ermöglichen, ist dieser über Ständer 33 auf Führungsrollen 32 gelagert.

Zur Führung des Profils 1, dessen Oberfläche vermessen werden soll, dient eine Rollenbahn 35. Das in der Mitte der Rollenbahn 35 in Fig. 3 dargestellte strichpunktierte Areal 36 symbolisiert den Messbereich, der in dem dargestellten Falle zur Verfügung steht.

Fig 1



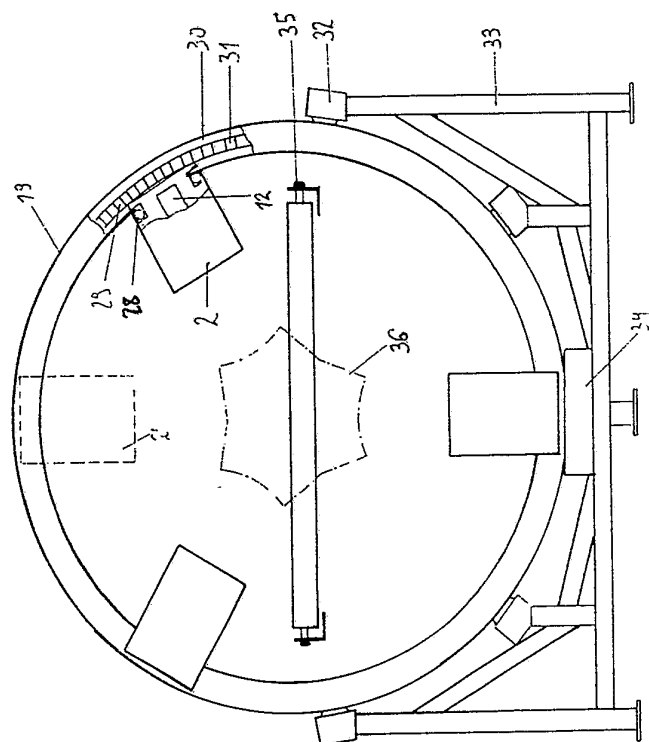


Fig 3

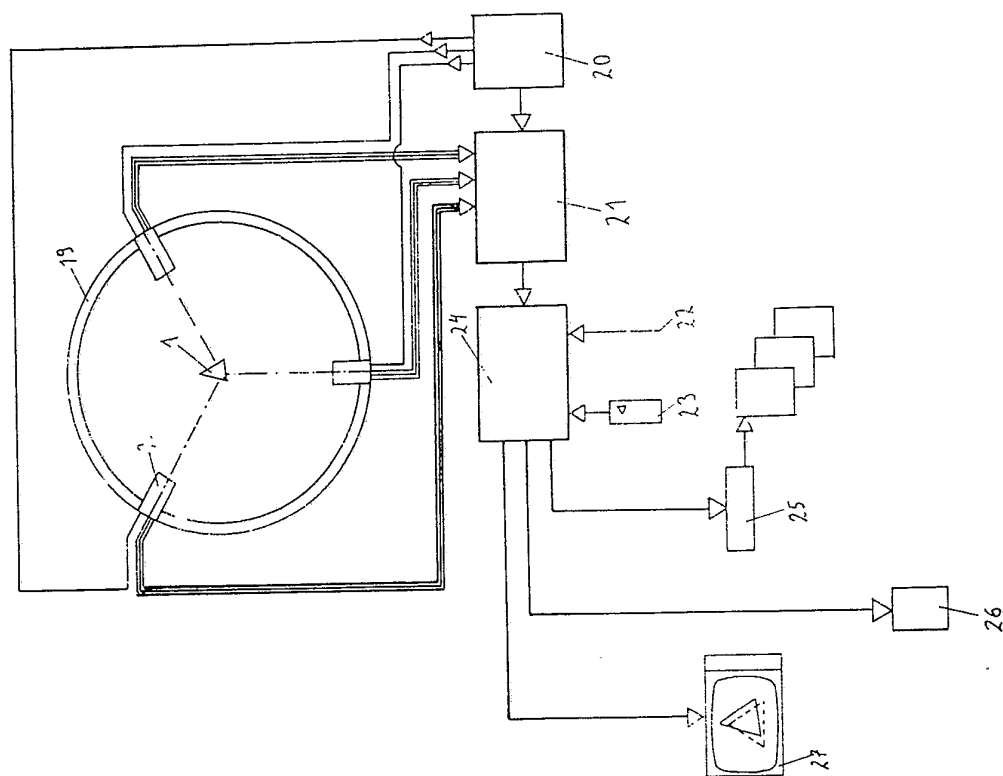


Fig 2

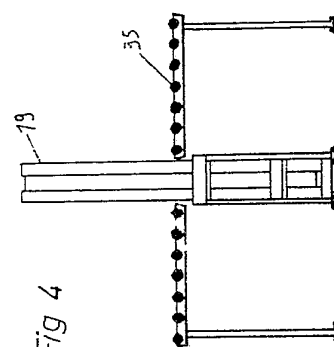


Fig 4