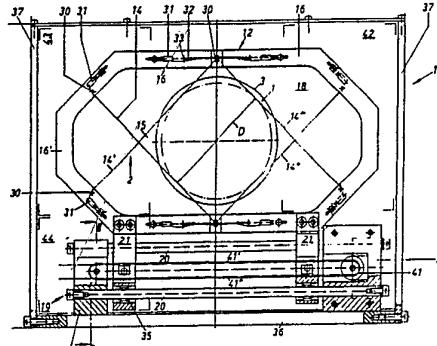


**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

|   |   |   |
|---|---|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation 4 :<br><b>G01J 1/42, B23K 26/04</b>  | A1  | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 89/09928</b><br><br>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 19. Oktober 1989 (19.10.89) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE89/00216<br><br>(22) Internationales Anmeldedatum: 11. April 1989 (11.04.89)<br><br>(30) Prioritätsdaten:<br>P 38 12 091.7 12. April 1988 (12.04.88) DE<br><br>(71) Anmelder ( <i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i> ):<br>FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.<br>[DE/DE]; Leonrodstraße 54, D-8000 München 19 (DE).<br><br>(72) Erfinder; und<br>(75) Erfinder/Anmelder ( <i>nur für US</i> ): KRAMER, Reinhard<br>[DE/DE]; Meischenfeld 96, D-5100 Aachen (DE).<br>RÜHL, Falk [DE/DE]; Auf der Alm 14, D-5106 Roetgen-Rott (DE).<br><br>(74) Anwalt: PATENTSTELLE FÜR DIE DEUTSCHE FORSCHUNG DER FRAUNHOFER GESELLSCHAFT E.V.; Leonrodstraße 68, D-8000 München 19 (DE). | (81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.<br><br>Veröffentlicht<br><i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> |   |

**(54) Title:** PROCESS AND DEVICE FOR DETERMINING THE POSITION OF A LASER BEAM**(54) Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG DER LAGE EINES LASERSTRAHLS**(57) Abstract**

Said device (1) has at least one temperature-dependent electrical sensor (2) absorbing part of the radiated energy and arranged around the beam (3). Conclusions relating to the location of the beam can be drawn from values measured by the sensor(s). In order to ensure quick operation even in the case of variable beam diameters, the sensor (2) is moved stepwise on a predetermined path between the edge (3) and the centre (4) of the beam, the value measured by the sensor is recorded after each step and a given percentage of the maximum measured value recorded for each coordinate axis is then used as the threshold value for determining the beam edge, beam edge tangents parallel to the coordinate axes are defined on the basis of the measured values corresponding to the threshold values, and the position of the beam axis (8) corresponding to the centre of gravity (9) of the surface delimited by the beam edge tangents is then determined.

**(57) Zusammenfassung**

Verfahren zur Bestimmung der Lage eines Laserstrahls (1), bei dem mindestens ein Teil der Strahlungsenergie absorbiender temperaturabhängiger elektrischer Sensor (2) um den Strahl herum an vorbestimmten Positionen nahe dem Strahlrand (3) angeordnet wird, und bei dem mit Hilfe von Sensor-Messwerten auf die Strahllage rückgeschlossen wird. Damit schnell gearbeitet werden kann, auch bei veränderlichen Strahldurchmessern, wird so verfahren, dass der Sensor (2) auf einer vorbestimmten Bahn schrittweise zwischen Strahlrand (3) und Strahlzentrum (4) bewegt wird, dass nach jedem Schritt der Messwert des Sensors registriert und danach ein bestimmter Prozentsatz des maximalen registrierten Messwerts je einer Koordinatenachse als Schwellwert für die Bestimmung des Strahlrands ermittelt wird, dass von den den Schwellwerten entsprechenden Messwerten ausgehend den Koordinatenachsen parallele Strahlrandtangentialen definiert werden, und dass dann die Lage der Strahlachse (8) dem Flächenschwerpunkt (9) der von den Strahlrandtangentialen umschlossenen Fläche entsprechend ermittelt wird.

***LEDIGLICH ZUR INFORMATION***

***Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.***

|    |                                |    |                                   |    |                                |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AT | Österreich                     | FR | Frankreich                        | MR | Mauritanien                    |
| AU | Australien                     | GA | Gabun                             | MW | Malawi                         |
| BB | Barbados                       | GB | Vereinigtes Königreich            | NL | Niederlande                    |
| BE | Belgien                        | HU | Ungarn                            | NO | Norwegen                       |
| BG | Bulgarien                      | IT | Italien                           | RO | Rumänien                       |
| BJ | Benin                          | JP | Japan                             | SD | Sudan                          |
| BR | Brasilien                      | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SE | Schweden                       |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | KR | Republik Korea                    | SN | Senegal                        |
| CG | Kongo                          | LI | Liechtenstein                     | SU | Soviet Union                   |
| CH | Schweiz                        | LK | Sri Lanka                         | TD | Tschad                         |
| CM | Kamerun                        | LU | Luxemburg                         | TG | Togo                           |
| DE | Deutschland, Bundesrepublik    | MC | Monaco                            | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| DK | Dänemark                       | MG | Madagaskar                        |    |                                |
| FI | Finnland                       | ML | Mali                              |    |                                |

Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Lage eines  
Laserstrahls

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung der Lage eines Laserstrahls, bei dem mindestens ein einen Teil der Strahlungsenergie absorbierender temperatur-abhängiger elektrischer Sensor um den Strahl herum an vorbestimmten Positionen nahe dem Strahlrand angeordnet wird, und bei dem mit Hilfe von Sensor-Meßwerten auf die Strahllage rückgeschlossen wird.

Stand der Technik

Bei der Materialbearbeitung mit Laserstrahlung ist die konstante Lage des Laserstrahls innerhalb des Strahlführungssystems für eine gleichbleibende Qualität der Bearbeitung wichtig, weil Abweichungen der Strahllage von der Sollposition die Lage, Form und Größe des Fokus verändern können.

Für eine Laserstrahlquelle ist die genaue Justage der Strahlachse auf die Resonatorachse eine notwendige Voraussetzung, um die maximale Laserleistung und eine Intensitätsverteilung hoher Qualität zu erhalten. Die Verschiebung und

Bewegung der Strahlachse bezüglich der Resonatorachse äußert sich in einer Verschiebung der Intensitätsverteilung relativ zur Resonatorachse.

Die Bestimmung des Strahlzentrums muß mit einer Genauigkeit von 0.1 mm - 1 mm erfolgen, damit bei der Justage eines Laserresonators die Strahlachse mit einer Genauigkeit von mindestens 1/10 des Strahldurchmessers auf die Resonatorachse justiert werden kann. Dies ist notwendig, um die maximale Laserleistung durch eine optimale Nutzung des Entladungsvolumen erreichen zu können. Die Messung sollte den Strahl nur gering oder gar nicht beeinflussen, damit die Intensitätsverteilung und die Laserleistung während der Messung innerhalb eines Resonators nur wenig geändert wird. Die gleiche Forderung gilt beim Einsatz in Strahlführungs-systemen, wo unter Umständen mehrere Geräte gleichzeitig eingesetzt werden, und jede Veränderung der Intensitätsverteilung bzw. der Laserleistung das Ergebnis der Materialbearbeitung negativ beeinflussen kann.

Im Fall rotationssymmetrischer Intensitätsverteilungen ist das Strahlzentrum durch die Symmetrieachse der Verteilung gegeben. Ist die Verteilung asymmetrisch, so kann durch Berechnung des Schwerpunkts der Strahlfläche das Strahlzentrum bestimmt werden. Für eine genaue Bestimmung des Strahlzentrums beliebig geformter Strahlung ist deshalb die Messung der Intensitätsverteilung notwendig. Unter der Annahme, daß die zu vermessende Intensitätsverteilung punktsymmetrisch ist, kann der Schwerpunkt auch ohne genaue Kenntnis der Intensitätsverteilung bestimmt werden. Diese Randbedingung ist nicht restriktiv, weil fast alle kommerziellen Lasersysteme eine rotationssymmetrische, ellip-tische oder rechteckförmige Intensitätsverteilung besitzen. In diesem Fall ist es zur Bestimmung der Strahllage aus-reichend, den Rand des Strahls auf zwei Achsen zu bestimmen.

Bei einem Verfahren der eingangs genannten Art sind die elektrischen Sensoren vier Nadeln, die um die Sollage des Laserstrahls herum gruppiert sind und mehr oder weniger weit zum Strahlzentrum hin vorgeschoben werden können. Auf die Nadeln auftreffende Laserstrahlung erwärmt die Nadeln und die Erwärmung jeder Nadel wird mit einem Temperaturfühler gemessen. Mit diesem bekannten Verfahren kann nur sehr langsam gearbeitet werden, bedingt durch die große Wärmekapazität der Nadeln. Die Meßgenauigkeit ist wegen der Beschränkung des Meßbereichs auf den Strahlrand gering und bei Durchmesseränderungen des Laserstrahls müssen die Nadeln in umständlicher Weise neu justiert werden.

#### Darstellung der Erfindung

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß mit ihm schnell gearbeitet werden kann, auch bei veränderlichen Strahldurchmessern.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der Sensor auf einer vorbestimmten Bahn schrittweise zwischen Strahlrand und Strahlzentrum bewegt wird, daß nach jedem Schritt der Meßwert des Sensors registriert und danach ein bestimmter Prozentsatz des maximalen registrierten Meßwerts je einer Koordinatenachse als Schwellwert für die Bestimmung des Strahlrands ermittelt wird, daß von den den Schwellwerten entsprechenden Meßwerten ausgehend den Koordinatenachsen parallele Strahlrandtangenten definiert werden, und daß dann die Lage der Strahlachse dem Flächenschwerpunkt der von den Strahlrandtangenten umschlossenen Fläche entsprechend ermittelt wird.

Für die Erfindung ist von Bedeutung, daß die Strahl-lage in einfacher Weise dadurch erfaßt werden kann, daß die Sensoren den den Strahl aufweisenden Bereich überstreichen und dabei in schneller Folge eine Vielzahl von Meßwerten registrieren können, mit deren Hilfe eine dem Strahlquer-schnitt etwa entsprechende Fläche ermittelt und rechnerisch zur Bestimmung der Strahlachse herangezogen wird. Infolge der Vielzahl der Meßwerte und der dadurch erreichten Ge-nauigkeit bei Ermittlung der Intensitätsverteilung des Laserstrahls über die Koordinatenachsen läßt sich die von den Strahlrandtangenten umschlossene Fläche als Mittel zur Bestimmung der Lage der Strahlachse recht genau bestimmen und damit auch die Lage des Strahlszentrums bzw. die Lage des Laserstrahls.

Das Verfahren beinhaltet Meß- und Rechenvorgänge, die automatisierbar sind, so daß das Verfahren grundsätzlich sehr schnell durchgeführt werden kann und infolgedessen auch in Steuer- und Regelkreisen eingesetzt werden kann, welche die Beeinflussung der Lage eines Laserstrahls be-treffen.

Vorteilhafterweise wird das Verfahren so durchgeführt, daß der gesamte Strahldurchmesser von zwei Paaren einander gegenüberliegender Sensoren vom Strahlrand zum Strahlzentrum fortschreitend erfaßt wird, und daß die Sensoren danach in ihre strahlrandseitige Ruhestellung zurückbewegt werden. Dabei vermißt jeder Sensor eines Sensor-paars die Hälfte des gesamten Strahldurchmessers, so daß sich eine entsprechende Verfahrensbeschleunigung ergibt.

Da das schrittweise Messen mit kurzen Taktzeiten er-folgen soll, die Erwärmung des Sensors durch den Laser-strahl jedoch nur mit gewisser Verzögerung erfolgen kann, werden die Meßwerte der Sensoren über ein Differential-Proportionalglied erfaßt. Damit wird das Tiefpaßverhalten

des Sensors kompensiert und die Meßgeschwindigkeit erheblich gesteigert.

Vorteilhafterweise wird das erfundungsgemäße Verfahren während eines mit dem Laserstrahl erfolgenden Bearbeitungsvorgangs eines Werkstücks durchgeführt und die dabei ermittelte Strahllage wird zur Strahllageeinstellung herangezogen. Dadurch kann die Genauigkeit und/oder die Geschwindigkeit bei einer Bearbeitung mit Laserstrahlung verbessert bzw. gesteigert werden. Da es dazu in der Regel auch erforderlich ist, den Laserstrahl auszurichten, wird das Verfahren derart ausgestaltet, daß es an zwei in Strahlrichtung mit Abstand hintereinander liegenden Stellen durchgeführt und der Laserstrahl mit Hilfe der von beiden Meßstellen bestimmten Parameter ausgerichtet wird.

Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Vorrichtung zur Bestimmung der Lage eines Laserstrahls, mit insbesondere vier temperaturabhängigen elektrischen Sensoren, die in einer Halterung quer zum Strahl verstellbar und einander gegenüberliegend angeordnet sowie an eine Meßeinrichtung angeschlossen sind.

Die bekannten Sensoren sind Nadeln, die quer zum Laserstrahl einstellbar sind. Die Nadeln werden durch Laserstrahlung erwärmt und die Erwärmung wird jeweils über einen Temperaturfühler gemessen. Die bekannten Nadeln haben eine vergleichsweise große Wärmekapazität, so daß mit ihnen nur langsam gemessen werden kann. Es können sich auch Meßfehler dadurch ergeben, daß die Nadeln bei einer entsprechenden Intensitätsverteilung an den für diese falschen Stellen angeordnet sind.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der vorstehend genannten Art so zu verbes-

sern, daß eine vollständige Erfassung des Laserstrahlquerschnitts mit geringem baulichen Aufwand und günstigem zeitlichen Verhalten erreicht wird.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Sensoren eine Meßfläche einschließende Drähte sind und daß die Halterung im Sinne einer Veränderung der Meßfläche motorisch verstellbar ist.

Der Einsatz von Drähten als Sensoren bedingt geringe bestrahlte Sensoroberflächen, entsprechend geringe Leistungsabsorption und damit eine geringe Reduzierung der Laserstrahlleistung durch die Messung, verbunden mit einem günstigen zeitlichen Verhalten bei einer Änderung der Strahlintensität. Mit Drähten läßt sich eine Meßfläche vollständig einschließen und dadurch eine vollständige Erfassung des gesamten Querschnitts des Laserstrahls erreichen. Der motorische Antrieb der Halterung ist Voraussetzung für eine Automatisierung des Meßprozesses sowie die Schnellerfassung des gesamten Strahlquerschnitts.

Vorteilhaftweise sind die Drähte einander paarweise parallel und die Drahtpaare rechtwinklig zueinander angeordnet. Das bedeutet eine symmetrische Anordnung der Sensoren, so daß die daran anschließenden Komponenten entsprechend identisch ausgebildet werden können. Grundsätzlich ergibt sich durch die Parallelanordnung zweier Drähte, daß diese den zu erfassenden Meßbereich jeweils zur Hälfte bezüglich einer Koordinate erfassen, während die beiden Drähte des anderen Drahtpaars dem Meßvorgang in einer zur ersten rechtwinkligen zweiten Koordinate dienen.

Um den Gabelinnenraum möglichst vollständig für den Strahlquerschnitt ausnutzen zu können, ist für jeden Draht eine Spanneinrichtung außerhalb des Gabelinnenraums

vorhanden. Andererseits läßt sich dadurch eine optimale Stabilität der Gabeln bei geringem baulichen Aufwand erreichen bzw. eine sehr exakte Anordnung der Drähte mit Hilfe der Gabeln.

Zur motorischen Veränderung der durch die Drähte gebildeten Meßfläche sind die Gabeln auf einem Gleitführungsgestell quer zum Laserstrahl aufeinander zu oder von einander weg verstellbar. Der bauliche Aufwand für die Bewegungsmechanik wird dadurch klein gehalten, daß das Gleitführungsgestell im wesentlichen aus zwei parallelen Schlittenstangen mit darauf gleitbeweglichen, je eine Gabel tragenden Schlitten besteht, die an gegenläufigen Trums eines von einem Stellmotor antreibbaren Antriebsriemens befestigt werden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Meßeinrichtung besteht darin, daß sie für jeden Draht einen vorgeschalteten Signalgeber, einen nachgeschalteten Analog/Digitalwandler und einen alle Meßsignale auswertenden Rechner hat, der an den Stellmotor angeschlossen ist und eine Anzeigeeinrichtung aufweist.

Dem Analog/Digitalwandler ist ein Addierglied vorgeschaltet, welches dem Drahtsignal ein daraus mit einem Differenzierglied gewonnenen Signalanteil aufzuprägen vermag. Dadurch wird dem Wandler sehr schnell ein auswertbares Impulssignal zur Verfügung gestellt.

Um die Vorrichtung auch bei Bearbeitungsvorgängen von Werkstücken vorteilhaft einsetzen zu können, ist der Rechner an den Antrieb eines die Strahllage beeinflussenden Spiegelsystems angeschlossen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird anhand eines in der Zeichnung dargestellten, die Vorrichtung betreffenden Ausführungsbeispiels erläutert, auch bezüglich des Verfahrens. Es zeigt:

Fig. 1 eine teilweise geschnittene Seitenansicht einer Meßvorrichtung zur Bestimmung der Lage eines Laserstrahls,

Fig. 2 den Schnitt II-II der Fig. 1,

Fig. 3a, b die mechanische Verstellung der Sensoren,

Fig. 4 ein Blockschaltbild zur Erläuterung der Funktion der Meßeinrichtung,

Fig. 5a, b diagrammatische Darstellungen zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Fig. 6 ein die Strahllage beeinflussendes Spiegelsystem.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

Gemäß Fig. 1, 2 hat die Vorrichtung eine Halterung 12 für Sensoren 2. Letztere sind Drähte 14 bis 14''', die einander paarweise parallel angeordnet sind. Die Drahtpaare 14, 14'' und 14', 14''' sind rechtwinklig zueinander angeordnet. Die Drähte 14 bis 14''' umschließen infolgedessen eine Meßfläche 15, die quer zu einem Laserstrahl 1 angeordnet und etwa auf dessen Querschnitt abgestimmt ist. Insbesondere befinden sich die Drähte 14' bis 14''' in der dargestellten Stellung am Strahlrand 3. Der von ihnen eingeschlossene Strahldurchmesser ist D.

Die Halterung 12 besteht aus zwei U-förmigen Gabeln 16, die mit ihren offenen Seiten einander zugekehrt sind. Jede Gabel 16 hält zwei Drähte 14, 14' und 14'', 14''' kreuzweise gespannt. Zur Drahtführung dienen zunächst aus Isolierwerkstoff, z.B. Polyäthylen, bestehende Umlenkstifte 30, die für eine exakte, stets gleichbleibende Positionierung der Drähte 14 bis 14''' sorgen. Von jedem Umlenkstift 30 wird der zugehörige Draht einem Spannelement 31 zugeführt, das gleichzeitig der Strombeaufschlagung dient. An einem Ende jedes Drahts ist zwischen dem Umlenkstift 30 und dem Spannelement 31 eine Spannfeder 32 angeordnet, die mit einem Ende an dem Draht, z.B. 14' angreift, und mit ihrem anderen Ende an einem Ankerstift 33 befestigt ist. Dieser besteht ebenfalls aus Isolierwerkstoff. Jeder Draht ist von einem am Ende eines Gabelarms gelegenen Umlenkstift 30 zu einem Umlenkstift 30 des vom Strahl 1 entfernten Gabelbodens 16' geführt, der gemäß Fig. 1 trogförmig ausgebildet ist.

Gemäß Fig. 2 sind die Bügel 16 in Strahlrichtung 34 hintereinander angeordnet und tragen die Drähte 14, 14' einerseits und 14'', 14''' auf voneinander abgewendeten Seiten, wo dementsprechend auch die erforderlichen Umlenk- und Ankerstifte 30, 33, die Federn 32 und die Spannelemente 31 angeordnet sind, so daß sich insgesamt eine flachbauende Anordnung ergibt.

Die Gabeln 16 werden jeweils von einem Schlitten 21 gehalten. Jeder Schlitten ist auf Schlittenstangen 20 gleitbeweglich, wozu er die aus Fig. 1 ersichtlichen Gleitlager 35 aufweist. Die Gleitstangen 20 sind in Stehlagern 3 befestigt, welche ihrerseits in in Fig. 2 dargestellter Weise an einem Boden 36 eines Gestells 37 mit Schrauben 38 befestigt sind.

Fig. 2 zeigt einen Stellmotor 23 zum Antrieb der Schlitten 21 und damit der Gabeln 16. Der Stellmotor 23 ist an einem Stehlager 3 angebracht und treibt eine Antriebsachse 39, auf der ein Antriebsritzel 40 drehfest sitzt. In diesem Antriebsritzel 40 greift ein Antriebsriemen 41 an, der als Zahnriemen ausgebildet ist und über ein entsprechendes Ritzel des anderen Stehlagers 3 gespannt gehalten umläuft. Am oberen Trum 41' ist der in Fig. 1 linke Schlitten 21 angebracht und am unteren Trum 41'' der in Fig. 1 rechte Schlitten 21. Infolgedessen werden die Gabeln 16 bei jeder Verstellung des Riemens 41 gegenseitig bewegt, und zwar aufeinander zu bei Drehung des Stellmotors 23 gemäß Fig. 1 im Uhrzeigersinn und von einander weg bei Drehung des Motors 23 im Gegenuhrzeigersinn.

Die Fig. 1, 2 zeigen außerdem noch ein auf dem Boden 36 sitzendes Gestell 37 zur Aufnahme eines Netzteils 42, einer Rechnerplatine 43 und einer Wanderplatine 44, so daß alle für den Meßvorgang erforderlichen Teile der Vorrichtung in gedrängter Bauweise um den Laserstrahl 1 herum angeordnet sind.

Fig. 3a erläutert die Verstellung der Gabeln 16 in der Weise, daß ein Auseinanderfahren der Gabeln 16 zu einem vollständigen Entfernen der Drähte 14 bis 14''' aus dem Bereich des Laserstrahls 1 führt, während gemäß Fig. 3b die Gabeln 16 in Pfeilrichtung so aufeinander zu bewegt werden, daß die von ihnen gehaltenen Drähte 14 bis 14''' durch den Querschnitt des Laserstrahls 1 wandern, bis die von ihnen eingeschlossene Meßfläche 15 zu Null wird und damit der gesamte Strahlquerschnitt vermessen werden kann.

Fig. 4 erläutert die erforderliche Meßeinrichtung. Diese ist allgemein mit 13 bezeichnet und beinhaltet im Meßkopf 48 im wesentlichen die Drähte 14 bis 14''' sowie den

Stellmotor 23 und Signalgeber 25 für diese Drähte. Aus der Darstellung ist ersichtlich, daß jeder Draht zur Messung bei einer bestimmten Schrittstellung mit einer Meßspannung beaufschlagt wird, wobei über einen eingeprägten Strom eine meßbare Spannungsänderung erfolgt, wenn sich der Widerstand des Drahtes infolge seines Temperaturkoeffizienten ändert, weil der Draht vom Laserstrahl entsprechend erwärmt wurde. Das durch den Draht bedingte Antwortsignal hat die im Block 45 dargestellte Ausbildung  $U = f(t)$ . Dieses Meßsignal eines Drahtes wird einem Differential-Proportionalglied 11 zugeführt, dessen einer Leitungsast 11'' an ein Addierglied 29 angeschlossen ist und dessen anderer Ast ein Differenzierglied 11 aufweist, mit dessen Hilfe von dem Meßsignal des Drahtes gemäß Block 45 ein Spannungsanteil  $U = f(t)$  gemäß Block 46 abgeleitet und der Spannung gemäß Block 45 addiert wird, so daß sich durch das Addierglied 29 der Spannungsverlauf  $U = f(t)$  gemäß Block 47 ergibt, also ein Spannungs-Zeitverhalten, wie es durch den Signalgeber 25 vorgegeben ist. Auf diese Weise wird das Tiefpaßverhalten des Drahtes vermieden, also die Verzögerung der Messung dadurch, daß der Spannungsanstieg gemäß Block 45 zu langsam ist.

Das vom Addierglied 29 abgegebene Signal, das im Idealfall eine sehr steile Anstiegsflanke hat, wird auf den Analog-Digitalwandler 26 gegeben, der den Rechner 27 entsprechend beaufschlagt. Bei Vorstehendem versteht es sich, daß alle beschriebenen Teile der Meßeinrichtung bis zum Rechner 27 vierfach vorhanden sind, weil mit vier Drähten 14 bis 14''' gemessen wird. Das wurde durch die Vierfachleitungen 49 zwischen Meßkopf 48 und Differential-Proportionalglied 11 sowie die Vierfachleitungen 50 zwischen Analog/Digitalwandler und Rechner 27 symbolisiert.

Der Rechner 27 beaufschlagt über einen Motor-Interface 51 den Stellmotor 23, nachdem ihm die Meßsignale vorliegen.

Außerdem steuert er eine Anzeigeeinrichtung, an der die Positionen der Drähte 14 bis 14''' und die Lage des letztlich ermittelten Strahlzentrums bzw. der Strahldurchmesser abgelesen werden können. Darüber hinaus ist der Rechner 27 mit einem Interface 52 zur Steuerung des in Fig. 6 dargestellten Spiegelsystems 22 verbunden.

Dieses Spiegelsystem 22 besteht aus einem ersten stellbaren Spiegel 54 und einem zweiten stellbaren Spiegel 53, welche die Lage des Laserstrahls 1 beeinflussen. Außerdem sind in Fig. 6 zwei Vorrichtungen 55, 56 zur Bestimmung der Lage des Laserstrahls 1 angeordnet. Die erste Vorrichtung 56 ist möglichst nahe dem zweiten Spiegel 53 angeordnet, um die Lage des Strahls 1 auf diesem Spiegel 53 möglichst genau erfassen zu können. Diese Lage wird mit dem Spiegel 54 eingestellt, indem dieser mit den Stellmotoren 59, 60 um seine horizontale Achse und/ oder um seine vertikale Achse geschwenkt wird. Mit dem zweiten Spiegel 53 wird die Richtung des Strahls 1 eingestellt, indem der Spiegel 53 um seine horizontale Achse mittels des Stellmotors 58 und/oder um seine vertikale Achse mit Hilfe des Stellmotors 57 geschwenkt wird. Während die Stellmotoren 57, 58 von der Vorrichtung 55 beaufschlagt werden, wird der Spiegel 54 von der Vorrichtung 56 eingestellt. Die beiden Vorrichtungen 55, 56 sind mit Abstand voneinander angeordnet, um einerseits die Lage des Strahls 1 erfassen zu können (Vorrichtung 56) und andererseits die Strahlrichtung zu bestimmen (Vorrichtung 55). Aus dem Abstand der Vorrichtungen 55, 56 vom Spiegel 53 und der gemessenen Abweichung des Strahls von der Sollage kann mit der Geradengleichung die Lage des Strahls 1 auf dem zweiten Spiegel 53 und damit die Richtung des Strahls bestimmt werden. Die Einstellung der Strahllage erfolgt also in zwei Schritten. Zuerst wird mit Hilfe des ersten Spiegels 54 das Strahl 1 so eingestellt, daß er auf das Zentrum des zweiten Spiegels 53 fällt und in einem zweiten Schritt wird die Strahllage mit dem Spiegel 53 auf die Sollachse eingestellt.

Die Messung mit einer Vorrichtung 55, 56 wird wie folgt durchgeführt:

Zunächst werden die Gabeln 16 in ihre in Fig. 3a dargestellte Ruhestellung gebracht, in der die Drähte 14 bis 14''' außerhalb des Bereichs des Laserstrahls 1 angeordnet sind und von diesem nicht erwärmt werden. Dann werden die Gabeln 16 und damit die Drähte 14' bis 14''' schrittweise zum Strahlzentrum 4 hin auf einer linearen Bahn bewegt. In jeder Meßstellung wird die Temperatur der Drähte 14 bis 14''' gemessen und mit der in Fig. 4 dargestellten Schaltung abgespeichert. Dabei erfolgt in nicht dargestellter Weise ein Vergleich mit einem fest vorgegebenen Maximalwert, der auf die maximal zulässige Temperatur abgestimmt ist, um ein Durchschmelzen der Drähte 14 bis 14''' während der Messung zu verhindern. Falls dieser Maximalwert überschritten wird, fahren die Gabeln 16 sofort nach außen in die Ruhestellung zurück. Die Gabeln 16 werden solange aufeinander zubewegt, bis die von den Drähten 14 bis 14''' umschlossene Meßfläche 15 zu Null geworden ist. Danach werden die Gabeln 16 in die Ruhestellung gemäß Fig. 3a zurückgefahren.

Fig. 5a zeigt den Laserstrahl 1 und die Ruhepositionen r bis r3' der Drähte 14 bis 14''' bei Ruhestellung der Gabeln 16 gemäß Fig. 3a. Die Drähte 14 bis 14''' umgeben den Laserstrahl dabei mit Abstand. Beim Aufeinanderzubewegen der Gabeln 16 werden sie in die Stellungen a, b, c bzw. a'', b'', c'' bewegt, dringen also linear vom Strahlrand 3 zum Strahlzentrum 4 vor. Die in den jeweiligen Stellungen a, b, c und a'', b'', c'' ermittelten Meßwerte 5 werden bezüglich der Koordinatenachse x und bezüglich der Koordinatenachse y aufgetragen, so daß sich die in Fig. 5a dargestellten Meßkurven ergeben. Die Meßkurven haben jeweils einen maximalen registrierten Wert 5m. Vor der Auswertung dieser Kurven wird von den einzelnen Meßwerten der Ruhewert subtrahiert.

Fig. 5b zeigt die Meßkurven der Fig. 5a zur Auswertung des Meßergebnisses. Zunächst werden mit einem bestimmten Prozentsatz des maximalen Meßwertes 5m jeder Meßkurve Schwellwerte 6 bestimmt. Der Prozentsatz wird beispielsweise mit 20% angenommen. Diese Schwellwerte 6 werden auf den ermittelten Meßkurven festgelegt und von da aus werden den Koordinatenachsen x, y parallele Strahlrandtangenten 7x, 7y definiert, mit denen eine äquivalente Strahlfläche 10 bestimmt wird. Der Flächenschwerpunkt 9 entspricht der Lage der Strahlachse 8 des Laserstrahls 1. Aus der Lage der Schwellwerte 6 kann auch der Strahlradius näherungsweise bestimmt werden.

Von Bedeutung für die meßtechnische Erfassung der Lage des Laserstrahls ist dessen Umschließung durch die Sensoren 2 bzw. die Drähte 14 bis 14''. Stattdessen kann auch ein Sensor verwendet werden, der die schrittweise Messung auf mehreren konzentrischen kreisförmigen Bahnen oder auf einer spiralförmigen Bahn vornimmt. Eine Kombination der oben beschriebenen und der vorgenannten schrittweisen Messungen besteht darin, den Sensor nach Art einer Irisblende auszubilden und schrittweise messen zu lassen.

Für den praktischen Einsatz des Verfahrens zur Bestimmung der Lage des Laserstrahls und für den Einsatz der Meßvorrichtung ist deren einfache mechanische Konstruktion wichtig. Der Draht ist thermisch hoch belastbar und absorbiert einen geringen Anteil der Strahlleistung, beispielsweise weniger als 1%, so daß die Messung ohne Rückwirkungen auch während einer Materialbearbeitung durchgeführt werden kann. Die Unabhängigkeit der Meßvorrichtung vom Strahldurchmesser und von einer genauen Justage bei verschleißfreier Messung machen das Gerät für den Einsatz in automatisierten Prozeß geeignet.

Gewerbliche Verwertbarkeit

Das erfindungsgemäße Verfahren dient dazu das Verfahren zur Bestimmung der Lage eines Laserstrahls so zu verbessern, daß mit ihm schnell gearbeitet werden kann, auch bei veränderlichen Strahldurchmessern.

Ansprüche:

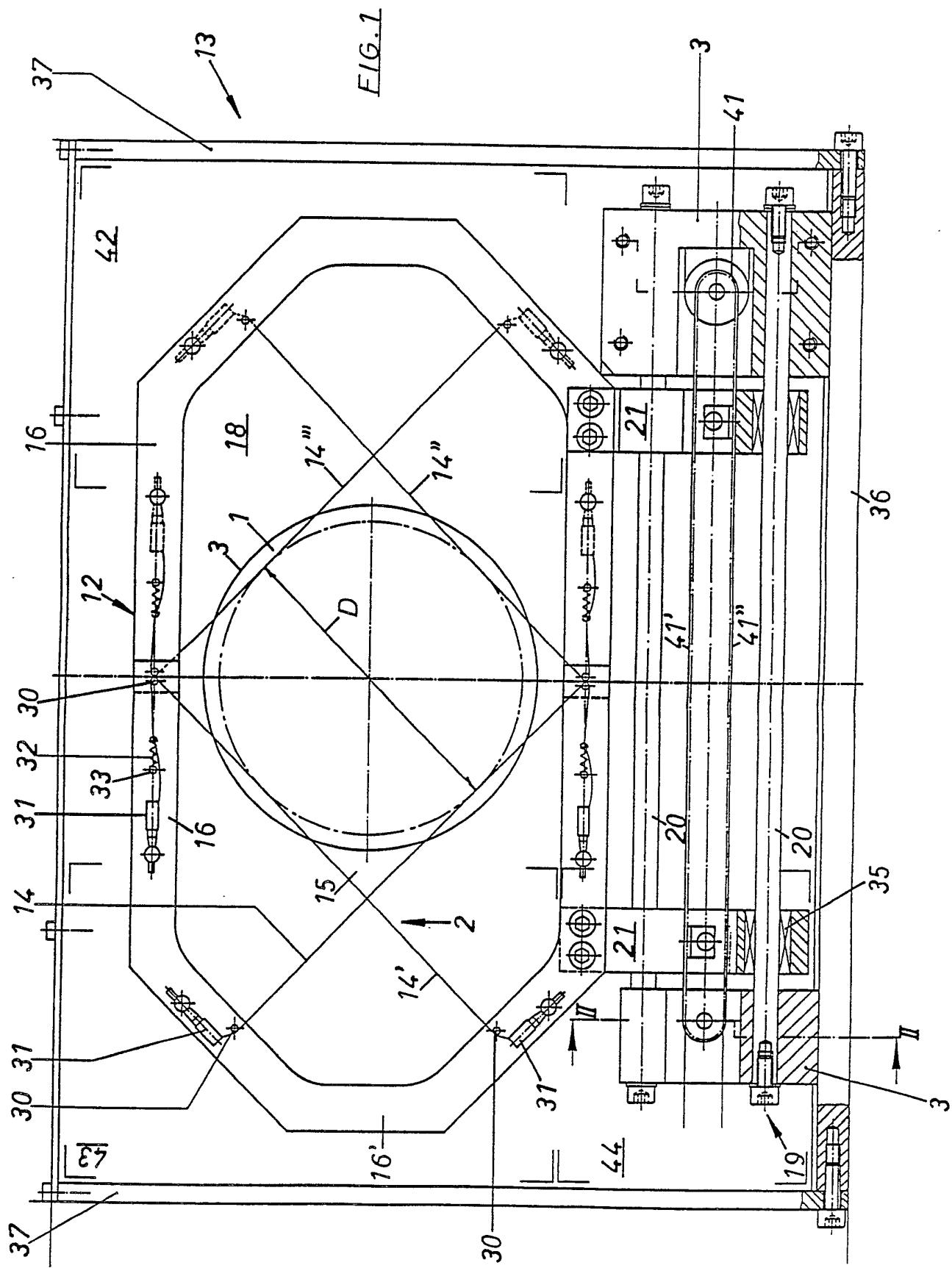
1. Verfahren zur Bestimmung der Lage eines Laserstrahls, bei dem mindestens ein einen Teil der Strahlungsenergie absorbierender temperaturabhängiger elektrischer Sensor um den Strahl herum an vorbestimmten Positionen nahe dem Strahlrand angeordnet wird, und bei dem mit Hilfe von Sensor-Meßwerten auf die Strahllage rückgeschlossen wird, daß durch gekennzeichnet, daß der Sensor (2) auf einer vorbestimmten Bahn schrittweise zwischen Strahlrand (3) und Strahlzentrum (4) bewegt wird, daß nach jedem Schritt der Meßwert (5) des Sensors (2) registriert und danach ein bestimmter Prozentsatz des maximalen registrierten Meßwerts (5m) je einer Koordinatenachse ( $x$ ,  $y$ ) als Schwellwert (6) für die Bestimmung des Strahlrands (3) ermittelt wird, daß von den den Schwellwerten (6) entsprechenden Meßwerten (5s) ausgehend den Koordinatenachsen ( $x$ ,  $y$ ) parallele Strahlrandtangenten ( $7x$ ,  $7y$ ) definiert werden, und daß dann die Lage der Strahlachse (8) dem Flächenschwerpunkt (9) der von den Strahlrandtangenten ( $7x$ ,  $7y$ ) umschlossenen Fläche (10) entsprechend ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, daß durch gekennzeichnet, daß der gesamte Strahldurchmesser von zwei Paaren einander gegenüberliegender Sensoren (2) vom Strahlrand (3) zum Strahlzentrum (4) fortschreitend erfaßt wird, und daß die Sensoren (2) danach in ihre strahlrandseitige Ruhestellung zurückbewegt werden.

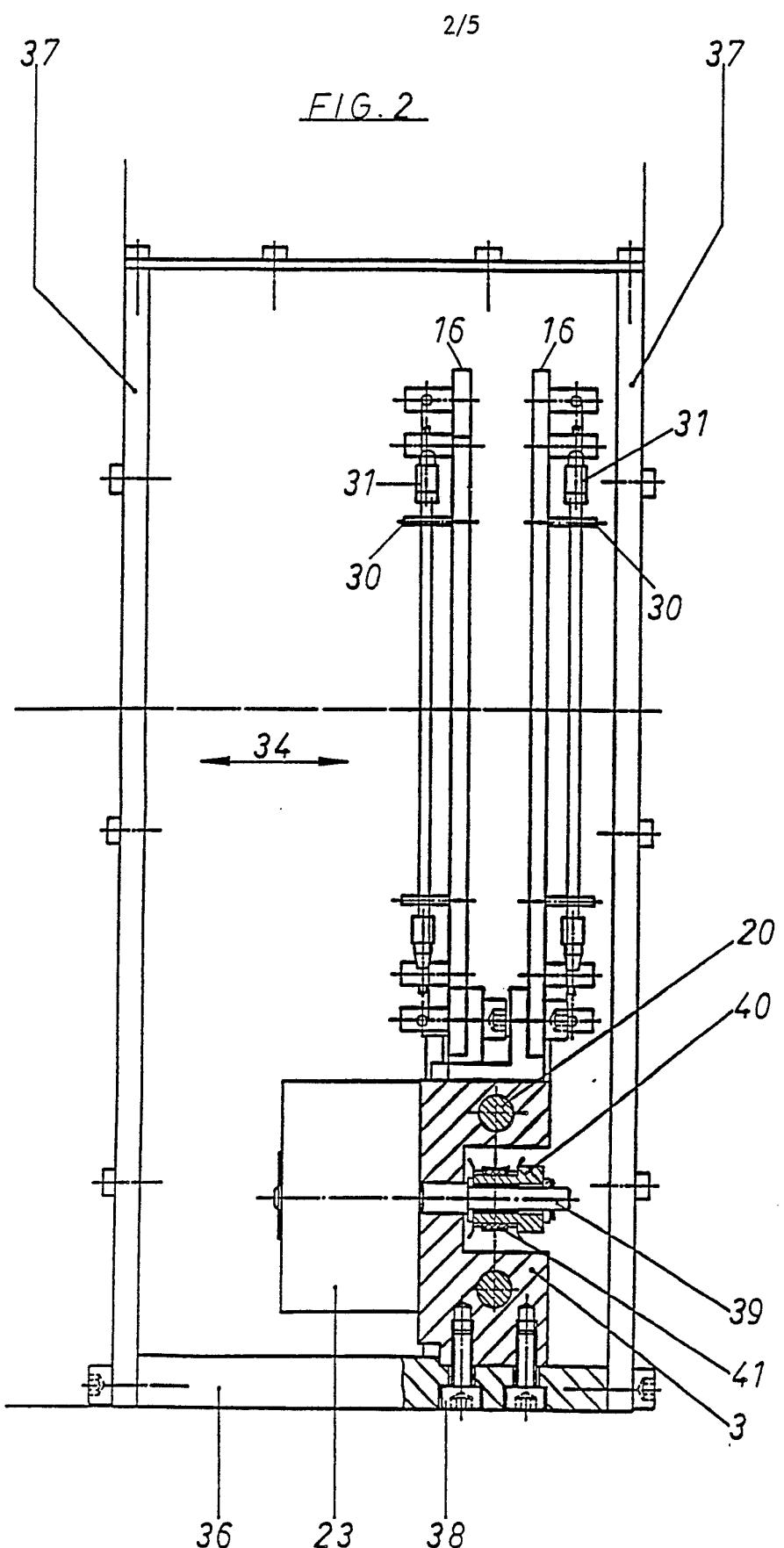
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerte (5) der Sensoren (2) über ein Differential-Proportionalglied (11) erfaßt werden.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß es während eines mit dem Laserstrahl (1) erfolgenden Bearbeitungsvorgangs eines Werkstücks durchgeführt und die dabei ermittelte Strahllage zur Strahlageeinstellung herangezogen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß es an zwei in Strahlrichtung mit Abstand hintereinander liegenden Stellen durchgeführt und der Laserstrahl (1) mit Hilfe der von beiden Meßstellen bestimmten Parameter ausgerichtet wird.
6. Vorrichtung zur Bestimmung der Lage eines Laserstrahls, insbesondere zur Durchführung der Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, mit insbesondere vier temperaturabhängigen elektrischen Sensoren, die in einer Halterung quer zum Strahl verstellbar und einander gegenüberliegend angeordnet sowie an eine Meßeinrichtung angeschlossen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (2) eine Meßfläche (15) einschließende Drähte (14 bis 14'') sind und daß die Halterung (12) im Sinne einer Veränderung der Meßfläche (15) motorisch verstellbar ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Drähte (14 bis 14'') einander paarweise parallel und die Drahtpaare (14, 14''; 14', 14'') rechtwinklig zueinander angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Halterung (12) aus zwei mit ihren offenen Seiten einander zugekehrten U-förmigen Gabeln (16) besteht, und daß jede Gabel (16) zwei Drähte (14, 14'' bzw. 14', 14'') kreuzweise gespannt hält.
9. Vorrichtung nach einem der mehreren der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden Draht (14 bis 14'') eine Spanneinrichtung (31, 32) außerhalb des Gabelinnenraums (18) vorhanden ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Gabeln (16) auf einem Gleitführungsgestell (19) quer zum Laserstrahl (1) aufeinander zu oder voneinander weg verstellbar sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitführungsgestell (19) im wesentlichen aus zwei parallelen Schlittenstangen (20) mit darauf gleitbeweglichen, je eine Gabel (16) tragenden Schlitten (21) besteht, die an gelenkigen Trums (41', 41'') eines von einem Stellmotor (23) antreibbaren Antriebsriemens (41) befestigt werden.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung (13) für jeden Draht (14 bis 14'') einen vorgeschalteten Signalgeber (25), einen nachgeschalteten Analog/Digitalwandler (26) und einen alle Meßsignale auswertenden Rechner (27) hat, der an den Stellmotor (23) angeschlossen ist und eine Anzeigeeinrichtung (28) aufweist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß dem Analog/Digitalwandler (26) ein Addierglied (29) vorgeschaltet ist, welches dem Drahtsignal einen daraus mit einem Differenzierglied (11') gewonnenen Signalanteil aufzuprägen vermag.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner (27) an den Antrieb (57 bis 60) eines die Strahlage beeinflussenden Spiegelsystems (22) angeschlossen ist.

1/5





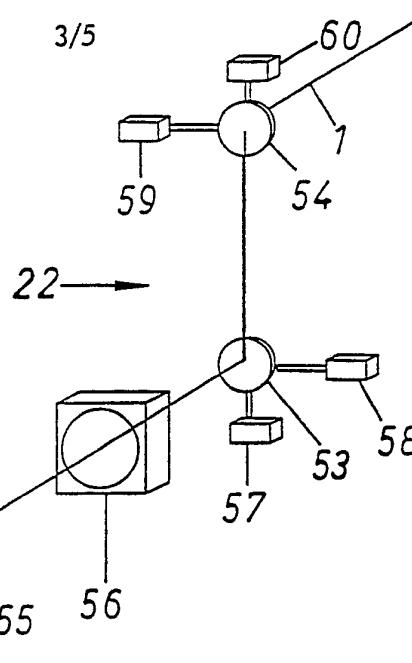


FIG. 6

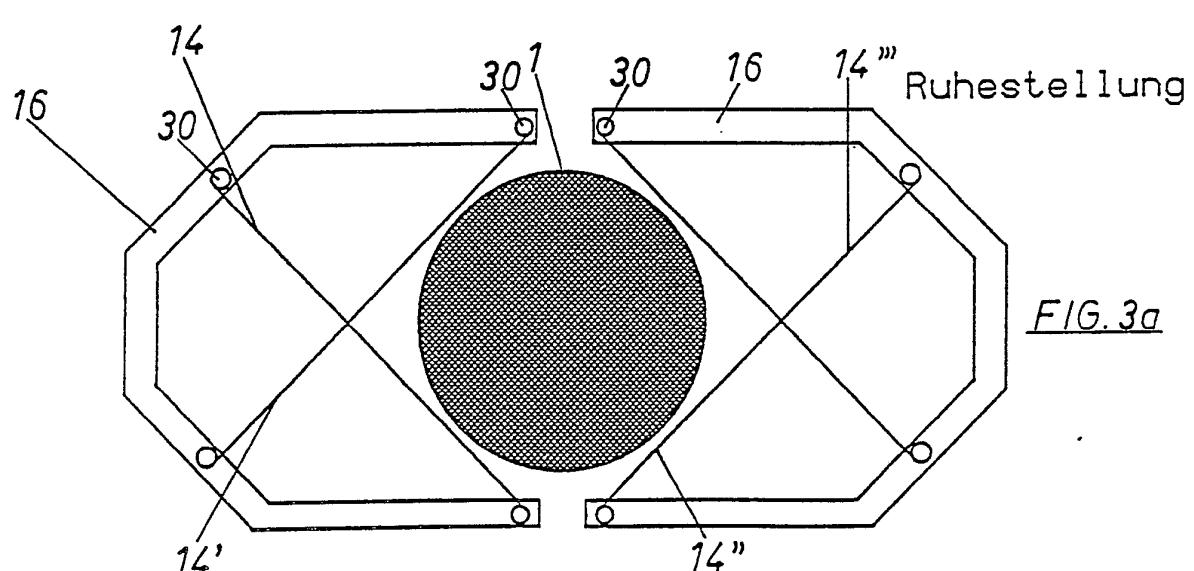


FIG. 3a

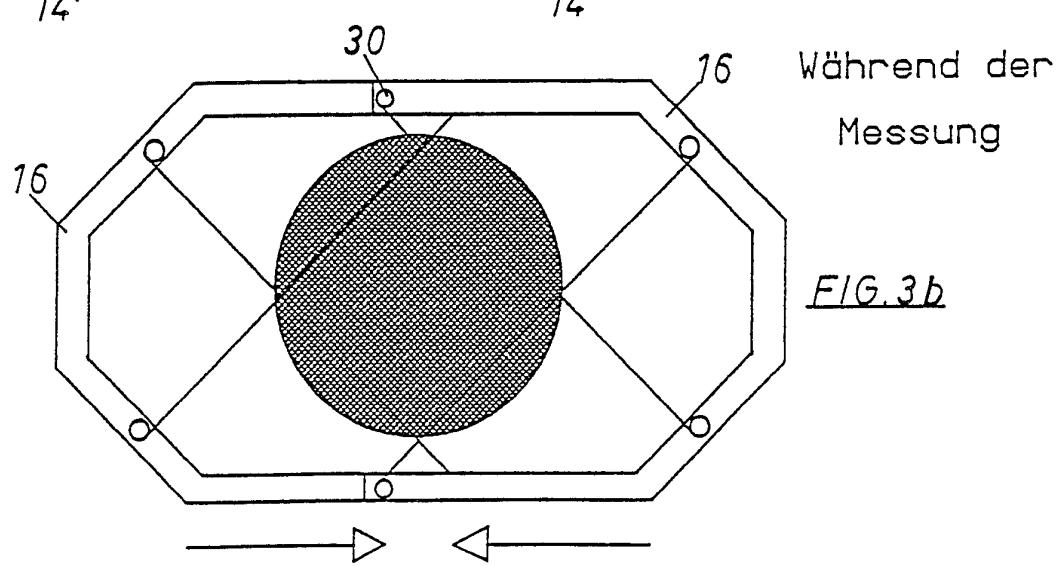
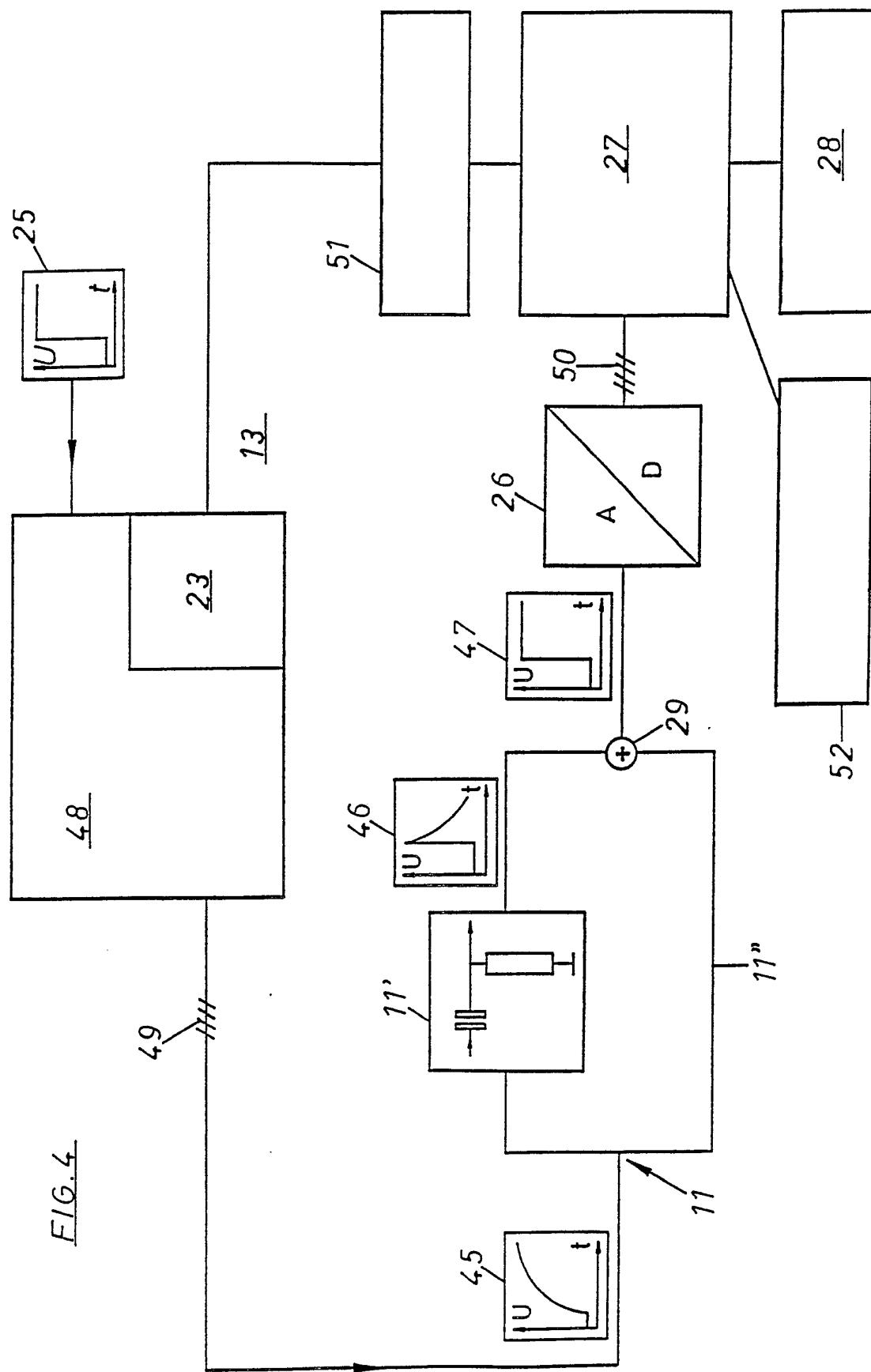
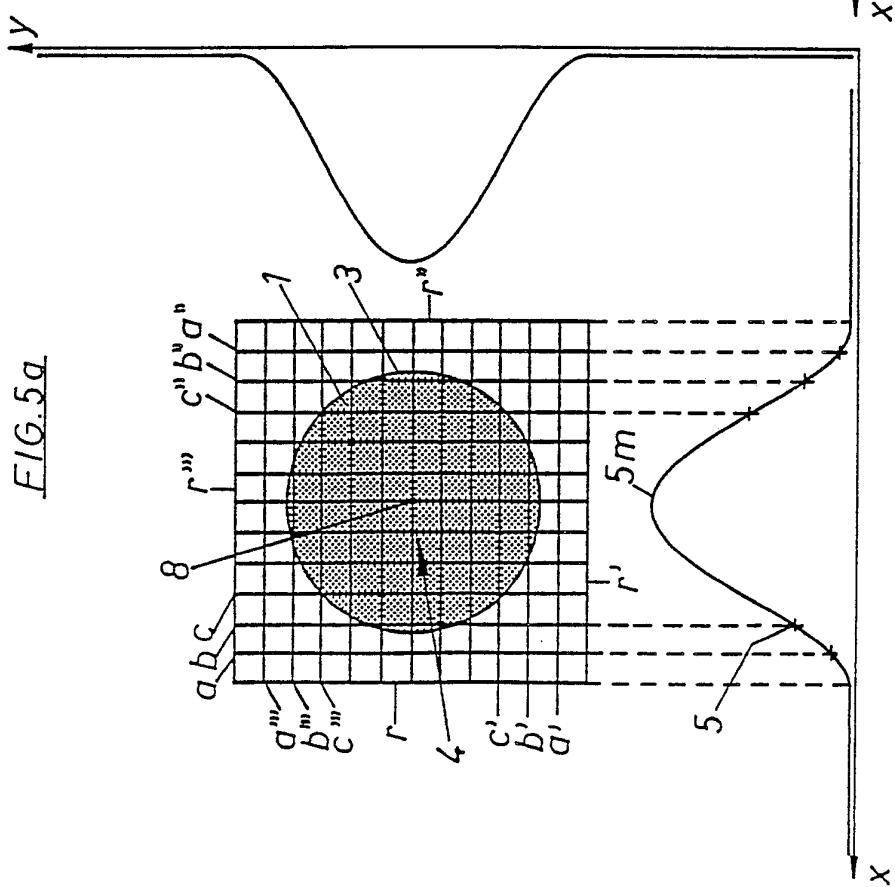
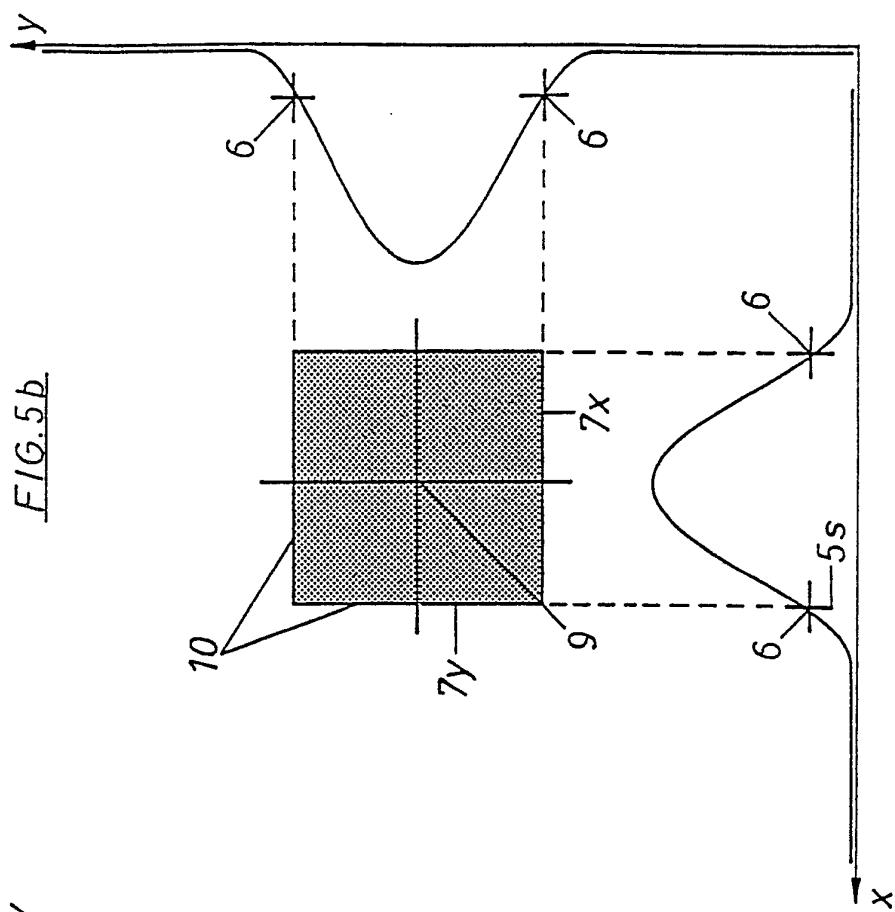


FIG. 3b

4/5



5/5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 89/00216

## I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) <sup>6</sup>

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int. Cl. <sup>4</sup> G 01 J 1/42, B 23 K 26/04

## II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched <sup>7</sup>

| Classification System | Classification Symbols |
|-----------------------|------------------------|
| Int. Cl. <sup>4</sup> | G 01 J, H 01 S, B 23 K |

Documentation Searched other than Minimum Documentation  
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched <sup>8</sup>

## III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <sup>9</sup>

| Category * | Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup> | Relevant to Claim No. <sup>13</sup> |
|------------|--|-------------------------------------|
| A          | EP, A, 0050159 (HITACHI) 28 April 1982<br>see claims 1-10; figures 2,8<br>--                                   | 1,4-6                               |
| A          | US, A, 4035654 (J. ELMER) 12 July 1977<br>see figures 1,2; claims 1,2<br>--                                    | 1,6                                 |
| A          | US, A, 4692623 (G. ROBERTS) 8 September 1987, see column 3, lines 6-10;<br>claims 1-4<br>--                    | 1,6,12                              |
| A          | EP, A, 0141724 (C.E.A.) 15 May 1985<br>see claims 1-3<br>--  | 6,12                                |
| A          | FR, A, 1564270 (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPEN-FABRIEKEN) 18 April 1969<br>-----                                    |                                     |

\* Special categories of cited documents: <sup>10</sup>

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

## IV. CERTIFICATION

| Date of the Actual Completion of the International Search   | Date of Mailing of this International Search Report |
|---|---|
| 23 June 1989 (23.06.89)                                     | 13 July 1989 (13.07.89)                             |
| International Searching Authority<br>European Patent Office | Signature of Authorized Officer                     |

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.** DE 8900216  
 SA 27868

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 05/07/89. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) |          | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|----------|------------------|
| EP-A- 0050159                          | 28-04-82         | JP-A-                   | 56147023 | 14-11-81         |
|  |                  | WO-A-                   | 8103068  | 29-10-81         |
|  |                  | US-A-                   | 4474468  | 02-10-84         |
| US-A- 4035654                          | 12-07-77         | None                    |          |                  |
| US-A- 4692623                          | 08-09-87         | None                    |          |                  |
| EP-A- 0141724                          | 15-05-85         | FR-A, B                 | 2553910  | 26-04-85         |
|  |                  | DE-A-                   | 3469232  | 10-03-88         |
|  |                  | JP-A-                   | 60124488 | 03-07-85         |
|  |                  | US-A-                   | 4626649  | 02-12-86         |
| FR-A- 1564270                          | 18-04-69         | DE-A-                   | 1698093  | 08-07-71         |
|  |                  | GB-A-                   | 1228960  | 21-04-71         |
|  |                  | NL-A-                   | 6706006  | 29-10-68         |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 89/00216

| <b>I. KLASSEKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS</b> (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) <sup>6</sup>   |  |                                  |
|--|--|----------------------------------|
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC  |  |                                  |
| Int Cl 4   | G 01 J 1/42, B 23 K 26/04  |                                  |
| <b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>   |  |                                  |
| Recherchierter Mindestprüfstoff <sup>7</sup>   |  |                                  |
| Klassifikationssystem  | Klassifikationssymbole   |                                  |
| Int. Cl. 4   | G 01 J, H 01 S, B 23 K   |                                  |
| Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen <sup>8</sup>   |  |                                  |
| <b>III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN<sup>9</sup></b>  |  |                                  |
| Art*   | Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>11</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>12</sup> | Betr. Anspruch Nr. <sup>13</sup> |
| A  | EP, A, 0050159 (HITACHI)<br>28. April 1982<br>siehe Ansprüche 1-10; Figuren 2,8<br>--                                    | 1,4-6                            |
| A  | US, A, 4035654 (J. ELMER)<br>12. Juli 1977<br>siehe Figuren 1,2; Ansprüche 1,2<br>--                                     | 1,6                              |
| A  | US, A, 4692623 (G. ROBERTS)<br>8. September 1987<br>siehe Spalte 3, Zeilen 6-10; Ansprüche 1-4<br>--                     | 1,6,12                           |
| A  | EP, A, 0141724 (C.E.A.)<br>15. Mai 1985<br>siehe Ansprüche 1-3<br>--   | 6,12                             |
| A  | FR, A, 1564270 (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPEN-FABRIEKEN) 18. April 1969<br>-----   |                                  |
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen<sup>10</sup>:<br/>     "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br/>     "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br/>     "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)<br/>     "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br/>     "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist<br/>     "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br/>     "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist<br/>     "&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |  |                                  |
| <b>IV. BESCHEINIGUNG</b>   |  |                                  |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts  |                                  |
| 23. Juni 1989  | 13. 07. 89   |                                  |
| Internationale Recherchenbehörde   | Unterschrift des bevoilmechtigten Bediensteten   |                                  |
| Europäisches Patentamt   | P.C.G. VAN DER PUTTEN  |                                  |

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

DE 8900216  
SA 27868

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 05/07/89  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |          | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|----------|-------------------------------|
| EP-A- 0050159                                      | 28-04-82                      | JP-A-                             | 56147023 | 14-11-81                      |
|  |                               | WO-A-                             | 8103068  | 29-10-81                      |
|  |                               | US-A-                             | 4474468  | 02-10-84                      |
| US-A- 4035654                                      | 12-07-77                      | Keine                             |          |                               |
| US-A- 4692623                                      | 08-09-87                      | Keine                             |          |                               |
| EP-A- 0141724                                      | 15-05-85                      | FR-A, B                           | 2553910  | 26-04-85                      |
|  |                               | DE-A-                             | 3469232  | 10-03-88                      |
|  |                               | JP-A-                             | 60124488 | 03-07-85                      |
|  |                               | US-A-                             | 4626649  | 02-12-86                      |
| FR-A- 1564270                                      | 18-04-69                      | DE-A-                             | 1698093  | 08-07-71                      |
|  |                               | GB-A-                             | 1228960  | 21-04-71                      |
|  |                               | NL-A-                             | 6706006  | 29-10-68                      |