



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 652 826 A5

⑤① Int. Cl. 4: G 01 N 21/88
G 01 N 21/47

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑫① Gesuchsnummer: 4599/80

⑫② Anmeldungsdatum: 16.06.1980

⑫④ Patent erteilt: 29.11.1985

⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 29.11.1985

⑫③ Inhaber:
Dr. Peter Hermann, Brugg b. Biel

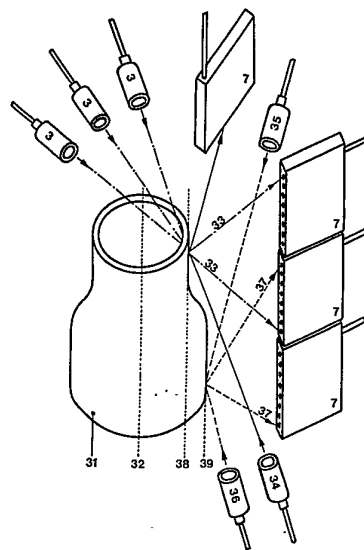
⑫⑦ Erfinder:
Hermann, Peter, Dr., Brugg b. Biel

⑫④ Vertreter:
Ammann Patentanwälte AG Bern, Bern

⑫④ **Vorrichtung zur Erkennung von Fehlern, insbesondere Risse, in transparenten Körpern auf optischem Wege.**

⑫⑤ Die Vorrichtung zur Erkennung von Rissen in Hohlgläsern (31) weist eine Anzahl Strahlungsquellen (3, 34, 35, 36) und eine Anzahl von den Strahlungsquellen zugeordnete Detektoren, die mitsamt einem Teil einer Schaltung zu Detektorblöcken (7) zusammengefasst sind, auf. Die Strahlungsquellen und die zugeordneten Detektorenblöcke bilden Kanäle, die durch Auswertemittel nacheinander und periodisch geschaltet werden können, derart, dass eine Beeinflussung der Kanäle untereinander vermieden wird.

Diese Vorrichtung erlaubt einen einfacheren Aufbau und ein wirtschaftliches, automatisches Erkennen von Rissen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Erkennung von Fehlern, insbesondere Risse, in transparenten Körpern auf optischem Wege, mit einer Anzahl Strahlungsquellen (3, 34, 36, S1. . . S16), die einer Anzahl Detektoren (6, 8, 23, 24, 45, D1. . . D8) zugeordnet sind und Kanäle bilden und mit Auswertemitteln, um die Fehler anzuzeigen, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung einen Taktoszillator (41) und eine Codier-Logik (42) aufweist, um die Kanäle nacheinander und periodisch durchzuschalten und eine Beeinflussung der einzelnen Kanäle untereinander zu vermeiden.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eine Gruppe von Detektoren (8, D1. . . D8, 45) und signalvorverarbeitenden Teilen (46) sowie einem Digital/Analog-Wandler (47) zu einem beweglichen Detektorblock (7) zusammengefasst sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der signalvorverarbeitende Teil eine Signalvergleichs-Stufe (46) ist, die von einem analogen oder digitalen Signal gespiesen ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektoren (6, D1. . . D6, 45) derart geschaltet sind, dass ihnen wahlweise kein, ein oder mehrere Strahler zugeordnet werden können, um signaltechnisch unabhängige Kanäle zu bilden, und dass die Empfindlichkeit der einzelnen Detektoren in verschiedenen Kanälen unterschiedlich gewählt werden kann.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–4, dadurch gekennzeichnet, dass die Auffangfläche (6) der Detektoren eben, kugel-, oder zylinderförmig ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquellen (3, 34. . . 36, S1. . . S16) eine Optik aufweisen, um einen Strahl mit angenähert gleichen Strahlungseigenschaften bis zur Messzone (22) am Messobjekt zu erhalten, wobei der Strahl einen runden, elliptischen oder länglichen Querschnitt aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquellen (3, 33. . . 36, S1. . . S16) zu beweglichen Einheiten zusammengefasst sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquellen-Einheiten je einen Halbleiter-Emitter oder einen mit einer gepulsten Lichtquelle verbundenen Lichtleiter aufweisen, wobei die gepulste Lichtquelle ein modulierter Laser, eine Kerrzelle mit konstanter Strahlungsquelle oder eine Lochscheibe vor einer konstanten Strahlungsquelle ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertemittel Zähler (55), Lampenbilder (56), Bildschirme (53) und eine Tastatur (54) aufweisen, um Signale und Zuordnungen der verschiedenen Kanäle einzusehen oder zu definieren.

Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Erkennung von Fehlern, insbesondere Risse, in transparenten Körpern auf optischem Wege, mit einer Anzahl Strahlungsquellen 3, 34, 36, S1. . . S16, die einer Anzahl Detektoren 6, 8, 23, 24, 45, D1. . . D8 zugeordnet sind und Kanäle bilden und mit Auswertemitteln, um die Fehler anzuzeigen.

Eine Anwendung der Vorrichtung liegt in der Prüfung von Gläsern, speziell Hohlgläsern, welche auf Risse und andere Fehler geprüft werden. Ursprünglich beruhte das optische Rissprüfverfahren, auf welches hier hauptsächlich eingegangen wird, auf einer stark variablen, individuellen Anordnung von mehreren Beleuchtungskörpern gleicher Art und einer Anzahl einzelner, nur durch deren Empfindlichkeit verschiedener Detektoren, welche meist relativ undefinierte

Raumwinkelzonen eines Sekundär-Strahles erfassten und welche auf alle Strahler gleichermassen reagierten. Es ist auch heute noch das verbreitetste Verfahren in der Produktionskontrolle. Will man damit einigermaßen akzeptable Resultate erzielen, so ist eine langwierige und mühsame Einstellarbeit von erfahrenen, qualifizierten Mitarbeitern für jede Art von Prüfarbeit notwendig und der apparative Aufwand steigt enorm mit den Anforderungen.

Die auf der Totalreflexion basierende Rissprüfung war in der bisherigen Anwendungstechnik ein äusserst komplexes Verfahren. Risse treten am Hohlglas in allen Behälterbereichen, wie Mündung, Schulter, Körper und Boden, wenn auch mit unterschiedlicher Verteilung auf. Grob wird meist von Horizontal- oder Vertikalrissen gesprochen. Es kommen aber die verschiedensten Schräglagen sowie auch Verwindungen der Rissflächen vor. Die Hauptorientierung eines Risses kann durch zwei Winkel definiert werden. Numerische Auswertungen durch Computer-Simulation auf Basis von Bereichen, welche diese Winkel überstreichen können, zeigen, dass eine gute Rissprüfung nur dann möglich ist, wenn mehrere, definierte und relativ grosse Winkelzonen auf der Detektionsseite gebildet werden können, welche ohne gegenseitige Beeinflussung unabhängig voneinander arbeiten. Nur so können Anordnungen erreicht werden, welche im statistischen Mittel optimale Resultate ergeben. Dieses Konzept war mit den bisherigen apparativen Mitteln nicht realisierbar. Bestehende Lösungen, bei welchen die Messapparatur auf mehrere, hintereinander angeordnete Stationen verteilt wird, sind ein erster, aber aufwendiger Schritt zur Trennung von Detektionsbe-

reichen. Richtet man einen Strahler auf ein Glas, so werden immer bestimmte Zonen so stark aufgehellert, dass dort mit konventionellen Methoden keine Rissdetektion mehr vorgenommen werden kann. Es können aber auch bestimmte Zonen von einer Summe an sich schwächeren Streustrahlungen zu stark aufgehellert werden (Kummulation). Diese Problematik wird dadurch verstärkt, dass diese Streustrahlen von Glas zu Glas sehr unterschiedlich auftreten und sich erst recht mit dem Glastyp ändern (Nähte, Gewinde usw.).

Ein weiterer, störender Effekt ist die Veränderung des Umlichts, wenn mit sichtbaren Strahlen gearbeitet wird. Die Kompensation dieses Effektes durch Anpassung der Empfindlichkeit ist kein gangbarer Weg.

Verschiedene Verbesserungen sind bekannt geworden. Um den störenden Einfluss von Streustrahlen auf gewisse Detektoren zu eliminieren, werden Strahler mit verschiedenen Farben oder mit derselben Art von Strahlung aber verschiedener Modulationsfrequenz verwendet (FR-PS 1 588 308). Dieses Verfahren vereinfacht die Einrichtung eines Prüfkopfes teilweise, ist aber vom Aufwand her beschränkt.

Gewisse Verbesserungen der Resultate, vor allem durch Unterdrückung des Streulichts, werden erreicht, wenn die Detektoren nicht auf absolute Werte reagieren, sondern auf die Änderungsgeschwindigkeit des Strahles. Dieses Verfahren ist aber nur teilweise wirksam, da auch Streulichter moduliert werden.

Von der Praxis her ist das Bedürfnis entstanden, Strahler und Detektoren in einem grösseren Abstand vom Messobjekt anzubringen, um die Platzverhältnisse zu verbessern, die Einrichtung weniger abhängig von der Positionsgenauigkeit des Messobjektes zu machen und das Verhältnis von Nutz- zu Störsignal zu verbessern. (In den meisten Fällen nimmt das Streulicht quadratisch, das Nutzlicht dagegen in bestimmten Bereichen linear mit der Distanz ab). In konventionellen Anlagen ist aber ein kleiner Abstand unumgänglich (Detektions-Winkelbereich, Streulichtkummulation, gegenseitige Beeinflussung verschiedener Anordnungen).

Die vielen Schwierigkeiten haben dazu geführt, dass die mit viel Mühe aufgebauten Prüfköpfe sehr individuell ausfallen und eine Standardisierung der Anordnung verunmöglicht. Eine Teillösung zur Standardisierung des Aufbaues gibt ein Verfahren gemäss DE 28 02 107. In sich feste Untereinheiten mit Strahlern und Detektoren können als Bausteine geeignet zusammengefügt werden, was den Zeitaufwand für die Einrichtung reduziert. Das Platzproblem ist aber nur teilweise gelöst.

Es ist demgegenüber Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung anzugeben, die die oben beschriebenen Nachteile nicht aufweist und die es erlaubt, eine wirtschaftliche Prüfung mit ausreichender Genauigkeit und geringerem Aufwand durchzuführen. Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung nach Patentanspruch 1 gelöst.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand einer Zeichnung von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Figur 1 zeigt einen Strahlengang und die Detektorenanordnung,

Figur 2 zeigt die Projektion eines Risses im Glas in die Detektionsfläche, mit Detektoren,

Figur 3 zeigt einige Strahlengänge mit Strahlern und Detektorblöcken bei der Inspektion von zylindrischen Glasbehältern, und

Figur 4 zeigt ein signaltechnisches Blockschema der elektrooptischen Geräte.

Das in Figur 1 dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt einen zylindrischen Glaskörper 1 mit einem Riss 2, welcher den vom Strahler 3 ausgehende Strahl 4 reflektiert 5 und auf die Detektorfläche 6 wirft.

In automatischen Testsystemen findet während der Messungen normalerweise eine Verschiebung oder Drehung zwischen Testobjekt und Messgerät statt. Dies kann zur Vereinfachung der Apparatur derart ausgenutzt werden, dass die Detektionsfläche 6 in Fig. 1 nicht vollständig mit Detektionselementen besetzt ist, sondern nur auf Streifen 8 quer zur Bewegungsrichtung des Auftreffpunktes 9 des reflektierten Strahles. Solche Detektionsstreifen werden apparativ zusammengefasst in Detektor-Blöcke 7, welche mit dem auswertenden Gerät verbunden sind.

Zur genügenden Erfassung verschiedenartiger Risse an verschiedenen Orten werden normalerweise eine grössere Anzahl von Strahlern eingesetzt, welche ihrerseits wieder regelmässig und standardisiert angeordnet werden können. Die Systemtrennung wird apparativ erfindungsgemäss mit einem sequentiellen Verfahren durchgeführt, d.h., dass in zeitlich genügend schneller Folge alle zu einem Kanal gehörenden Elemente für ein bestimmtes Zeitintervall gleichzeitig aktiviert werden, verschiedene Teilsysteme aber nie gleichzeitig aktiviert werden. Zusätzlich können auch die Ansprechempfindlichkeiten eines Detektors abhängig von den Teilsystemen, in welchen er arbeitet, verschieden gewählt werden, d.h. er hat praktisch gleichzeitig verschiedene systembezogene Empfindlichkeiten. Die Vorrichtung ist mit Speichern versehen, in welche die Zuordnung der Detektor-Elemente zu den verschiedenen Systemen sowie die verschiedenen Empfindlichkeiten der Detektor-Elemente in den verschiedenen Systemen programmiert werden. Die Programmierung kann mit Tasten oder mit einem in der Datentechnik üblichen Datenträger wie Lochkarten, Lochband, Magnetband oder Magnetplatten erfolgen.

Bei ausreichender Bestückung einer Vorrichtung mit Strahlern und Detektoren ist es möglich, eine Messapparatur praktisch ausschliesslich durch Programmierung an einen bestimmten Gastyp anzupassen. Somit eröffnet sich die Möglichkeit, die Programmierung teilautomatisch, interaktiv oder vollautomatisch zu erzeugen. Ein Kleincomputer ermittelt

dazu z.B. in einem Lernprozess mit guten und fehlerhaften Gläsern die Zuordnungen und Empfindlichkeiten.

Zur Erzielung der Kanaltrennung werden die Strahler der einzelnen Systeme nacheinander in bestimmten Zeitabständen periodisch kurz eingeschaltet, siehe dazu Fig. 4. Während der Einschaltdauer der Strahler eines Systemes sind die diesem System zugeordneten Detektoren aktiviert und messen den Strahlungszuwachs gegenüber der Zeit vor dem Einschalten der Strahler. Überschreitet der Zuwachs den durch die Programmierung für dieses System und den entsprechenden Detektor vorgegebenen Wert, so wird ein entsprechendes Signal an die Auswertlogik weitergeleitet, welche eine nötige Aktion wie Anzeige oder Auswurf des Glases bewirkt. Die Auswertlogik kann eine Aktion noch von weiteren Informationen abhängig machen, z.B. Bezeichnung eines Glases. Die Auswertlogik kann nach Bedarf erweitert werden, die Daten statistisch auswerten und in geeigneter Form weiterleiten.

Die angegebene Art der Kanaltrennung bewirkt auch eine sehr starke Unterdrückung von Strahlungen, welche von der Umgebung herrühren, auch wenn diese Strahlung zeitlich nicht konstant ist, z.B. Schwankungen von 100 Hz bei Glühlampen.

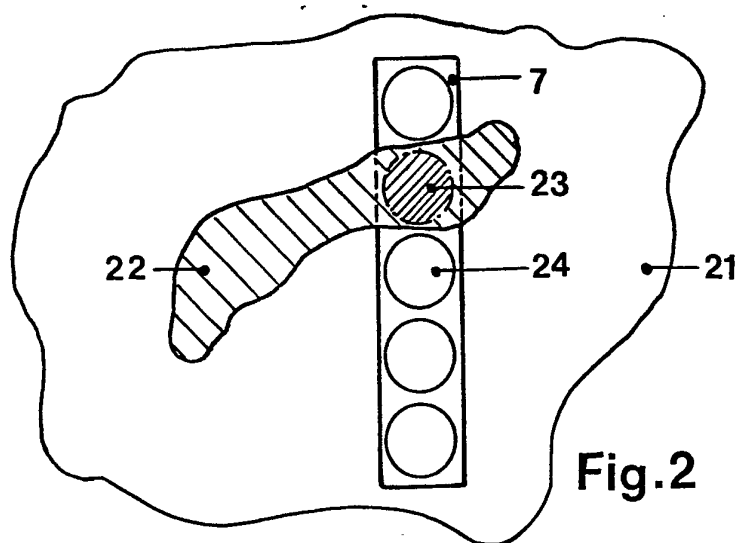
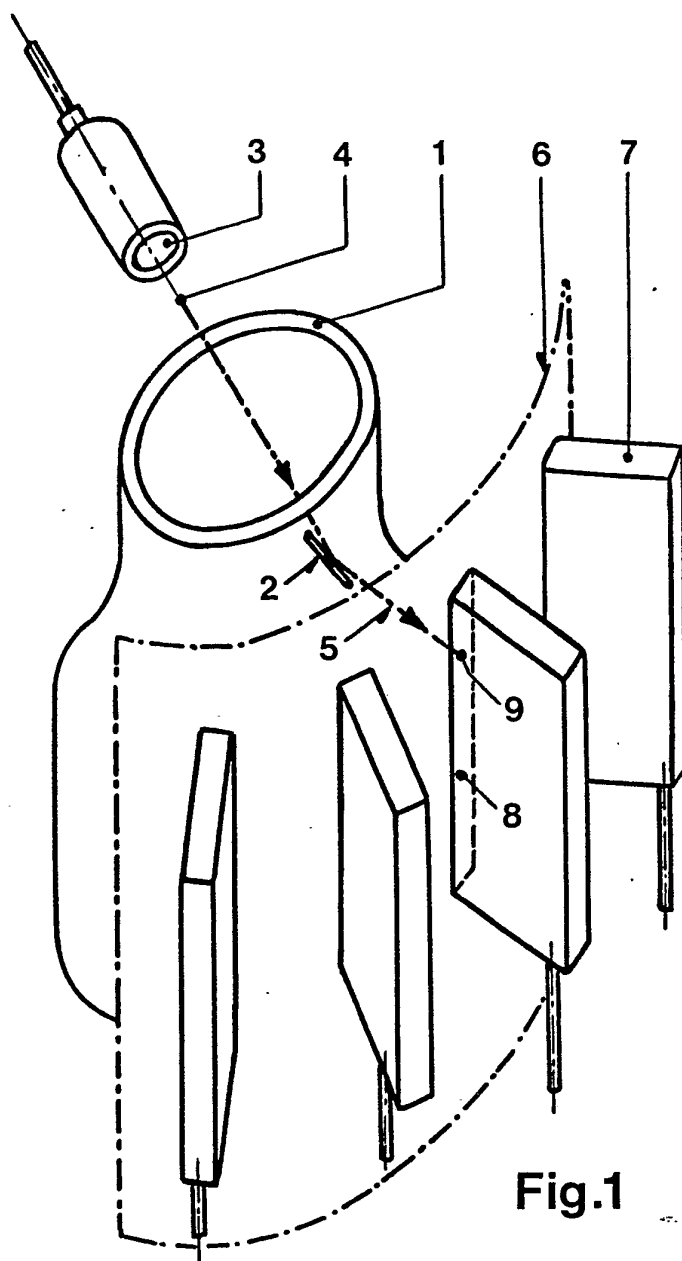
Zu berücksichtigen ist auch der Zusammenhang zwischen dem Abstand der Detektionselemente und ihrer Grösse, weil damit eine bessere Unterscheidung zwischen reflektierenden oder brechenden Zonen und streuenden Zonen erreicht werden kann. Durch die signaltechnische Kanaltrennung sind die nötigen Voraussetzungen für die Wahl eines geeigneten Abstandes gegeben. In Fig. 2 sei die Fläche 21 mit einer gleichmässigen Stör- oder Streustrahlung beaufschlagt, in der Zone 22 ist die Helligkeit durch ein Nutzsignal, z.B. die durch einen Riss mit einer Krümmung reflektierte Strahlung, etwa gleichmässig erhöht. In dieser Situation zeigt sich klar, dass das Verhältnis der Strahlungsintensität auf Detektor 23 im Detektor-Block 7 zu derjenigen auf Detektor 24 dann am grössten ist, wenn sich Detektor 23 völlig in der Zone 22 befindet. Somit soll der Abstand der Detektoren von der strahlenden Stelle möglichst mindestens so gross sein, dass er völlig in den divergierend angenommenen Strahl des Signales eintauchen kann. Selbstverständlich kann dieser Effekt nur dann voll ausgenutzt werden, wenn die Detektoren bis zur Ansprechschwelle getrennte Signalwege haben. Durch dieses Verfahren wird für eine gegebene Bestrahlung ein maximales Nutz/Stör-signal-Verhältnis erreicht. Im Beispiel von Fig. 3 dreht sich ein zylindrisches Hohlglas 31 während der Prüfung um die Achse 32. Die Mündungszone wird von den Strahlern 3 im Durchlicht, und vom Strahler 34 mittels Reflexion an der Innenwand bestrahlt. Strahler 35 und 36 bestrahlen eine tiefer liegende Zone von verschiedenen Winkeln derart, dass möglichst alle vorkommenden Risse auswertbare Strahlenbündel in die zylindrische Detektionsfläche werfen. 38 und 39 sind mögliche Achsen für Detektionszylinder, welche mit Detektorblöcken 7 besetzt sind. Durch die Linienpaare 33 bzw. 37 werden typische Strahlen-Bereiche der reflektierten Nutzsignale angegeben, wobei die Bereiche zu 33 und 37 verschiedenen unabhängigen Teilsystemen angehören.

Fig. 4 zeigt das signaltechnische Blockschaubild eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Vorrichtung. Ein Taktoszillator 41 treibt eine Codier-Logik 42, welche einerseits die zeitlich gestaffelten Impulse für die Leistungsverstärker 43 der Halbleiter-Infrarotemitter mit ca. 0,9 μm Wellenlänge der Strahler S1 bis S16 abgibt, andererseits den zugehörigen System-Code 44 erzeugt zur Aktivierung der Detektoren in den Detektorblöcken 7, welche je mit 8 Detektoren D1 bis D8 bestückt sind. Die Repetitionsrate beträgt 1000/s, mit einer Einschaltdauer der Emitter von 5 μs . Die emittierte Strahlung 55 wird nach Durchlauf der Messzone von den empfindlichen Halbleiter-Detektoren 45 weit-

winklig empfangen, in ein elektr. Signal umgewandelt, gefiltert und verstärkt. Die nachfolgende Stufe 46 vergleicht dieses mit einem Analog-Signal aus dem Digital/Analog-Wandler 47, welcher abhängig vom Systemcode und der Programmierung aus der Selektor-Logik 48 angesteuert wird. Die aus dem Vergleich resultierenden digitalen Signale werden im Selektor 48 entsprechend dem Systemcode und der Programmierung ausgewählt, durch Oder-Schaltungen reduziert und anschließend bis zur weiteren Auswertung im Speicher 49 gespeichert. In einer Variante werden die Signale bereits im Detektor-Block 7 verknüpft, um Verbindungsleitungen einzusparen. Im Auswerteteil 51 (ein Micro-Computer) werden die Signale gespeichert, weiter reduziert, ausgewertet und vorbereitet für die Anzeigen an Zählern 55, Lampenbildern 56 und Bildschirmen 53. Die Definition der Systeme wird an einem Schalter-

Tableau 50 vorgenommen. Alternativ kann diese Vorwahl auch über eine Tastatur 54 oder mittels eines der üblichen Datenträger dem Auswerteteil 51 eingegeben werden.

5 Die zylindrisch aufgebauten Strahler 3 (siehe Fig. 1 und Fig. 3) können mittels eines Schnappverschlusses leicht montiert und demontiert werden, sowie für Testzwecke ersetzt werden durch Strahler mit sichtbarem Licht, welche die gleiche Strahlgeometrie aufweisen. Die von einem Halbleiter-In-
10 frarot-Emitter ausgehenden Strahlen werden mittels einer bikonvexen Linse derart gebündelt, dass die Abbildungs-Ebene des Emitters weiter entfernt liegt als das Messobjekt und dass damit eine geeignete Querschnittsfläche des Strahles am
15 Messobjekt entsteht, welche ungefähr dem Linsenquerschnitt entspricht.



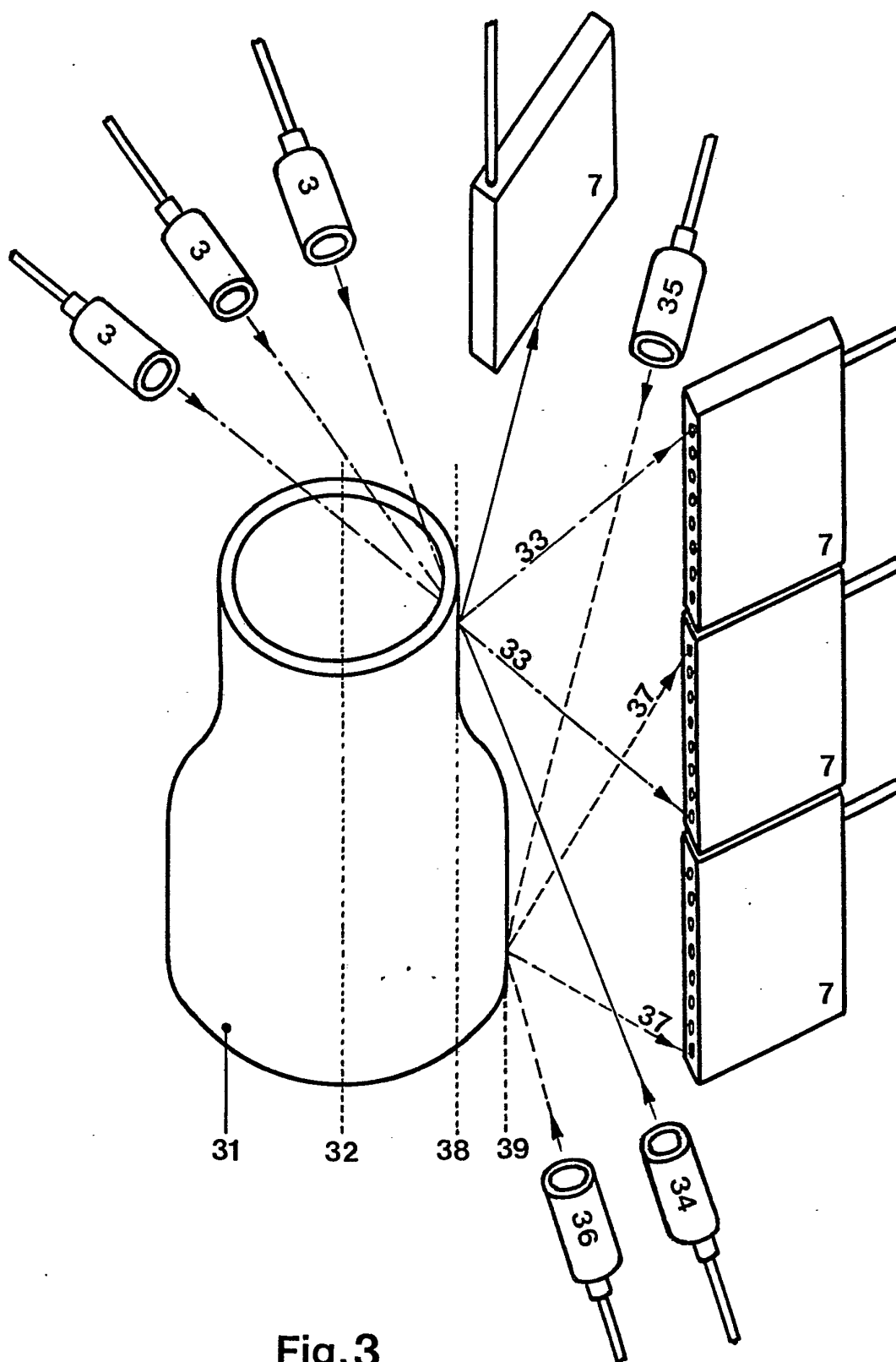


Fig. 3

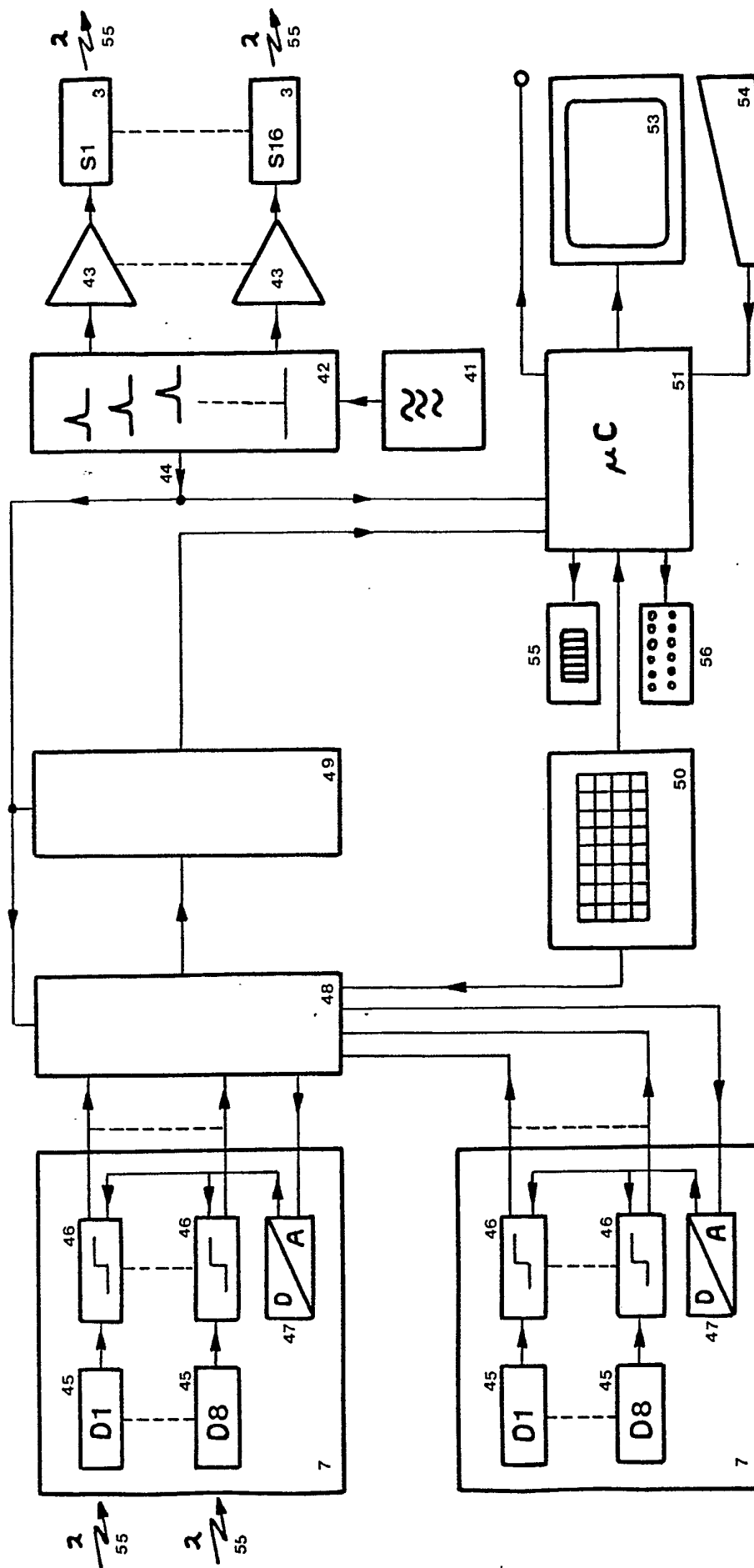


Fig.4