



(12) Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1  
Patentgesetz

(19) DD (11) 236 450 B1

4(51) A 61 B 5/00  
A 61 B 17/36  
A 61 C 19/00  
G 02 B 3/02  
B 23 K 26/06

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP A 61 B / 275 544 3 (22) 25.04.85 (45) 23.11.88  
(44) 11.07.86

(71) Friedrich-Schiller-Universität Jena, August-Bebel-Straße 4, Jena, 6900, DD  
(72) Breitbarth, Friedrich-Wilhelm, Dr., DD; Tiller, Hans-Jürgen, Dr., DD; Grosch, Michael, DD; Schmidt, Albert, DE; Janda, Ralf, Dr., DE; Oppawsky, Steffen, DE

(54) **Vorsatzteil für einen Lichtleiter für medizinische Anwendungen, insbesondere für Anwendungen auf dem Dentalgebiet**

(57) Es ist eine Bestrahlungseinheit für medizinische Zwecke, insbesondere für Anwendungen auf dem Dentalgebiet, bekannt, mit einer Lichtquelle, einem Lichtleiter 5 und einer mittels einer Halterung 2 vor dem Lichtleiteraustrittsende 4 gehaltenen Linse. Um eine Bestrahlungseinheit für medizinische Zwecke, insbesondere für Anwendungen auf dem Dentalgebiet zu schaffen, die eine möglichst gleichmäßige Bestrahlung bzw. Ausleuchtung eines rechteckigen Bestrahlungs-/Ausleuchtungsfeldes ermöglicht, wird als Linse eine Zylinderlinse 1 eingesetzt, die mit ihrer Achse 12 senkrecht zur Achse 11 des Lichtleiteraustrittsendes orientiert in der Halterung 2 angeordnet ist und die auf ihrer dem Lichtleiter 5 zugewandten Seite eine rinnenförmige, dem Lichtleiteraustrittsende zugekehrte und mittig der Zylinderlinse 1 angeordnete Ausnehmung 9 symmetrischen Querschnitts aufweist, deren Breite sich vom Rinnenboden 22 zum Rinnenrand kontinuierlich erweitert und deren Bodenlinie 13 senkrecht zur Achse 11 des Lichtleiteraustrittsendes 4 und senkrecht zur Achse 12 der Zylinderlinse 1 verläuft. Fig. 1

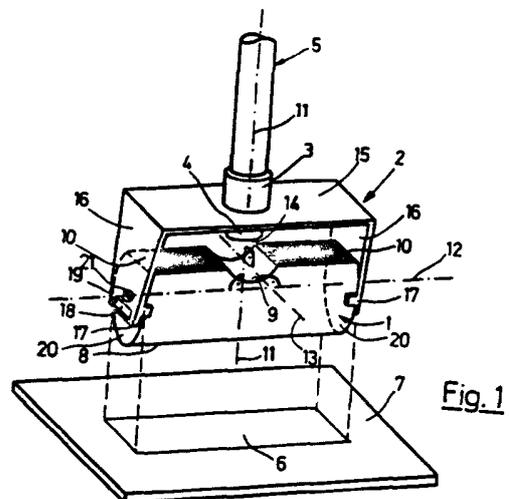


Fig. 1

### Patentansprüche:

1. Vorsatzteil für einen Lichtleiter für medizinische Anwendungen, insbesondere für Anwendungen auf dem Dentalgebiet, in Form einer vor dem Lichtaustrittsende des Lichtleiters in einer Halterung angeordneten Zylinderlinse, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zylinderlinse (1) — in an sich bekannter Weise mit ihrer Achse (12) senkrecht zur Achse (11) des Lichtleiteraustrittsendes des Lichtleiters orientiert — in der Halterung (2) angeordnet ist und auf ihrer dem Lichtleiter (5) zugewandten Seite eine rinnenförmige, dem Lichtleiteraustrittsende des Lichtleiters zugekehrte und mittig der Zylinderlinse (1) angeordnete Ausnehmung (9) symmetrischen Querschnitts aufweist, deren Breite sich vom Rinnenboden (22) zum Rinnenrand kontinuierlich erweitert und deren Bodenlinie in an sich bekannter Weise senkrecht zur Achse (11) des Lichtleiteraustrittsendes und senkrecht zur Achse (12) der Zylinderlinse (1) verläuft.
2. Bestrahlungseinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausnehmung (9) im Querschnitt kreisbogenförmig ausgebildet ist.
3. Bestrahlungseinheit nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der kreisbogenförmige Querschnitt durch einzelne in Längsrichtung der Ausnehmung (9) verlaufende Flächen (23) angenähert ist.
4. Bestrahlungseinheit nach einem der Ansprüche 1–3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Oberfläche der Ausnehmung (9) einen Anti-Reflex-Belag aufweist.
5. Bestrahlungseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abstand (A) zwischen der Lichtleiteraustrittsfläche (14) und dem Boden (22) der Ausnehmung (9) folgender Bedingung genügt:  
$$h \leq A \leq R,$$
wobei h die Rinnentiefe und r der Radius der rinnenförmigen Ausnehmung ist und wobei diese Bedingung gelten soll für den Fall, in dem der Durchmesser d des Lichtleiters (5) etwa der Breite b der Rinne entspricht.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Vorsatzteil für einen Lichtleiter für medizinische Anwendungen, insbesondere für Anwendungen auf dem Dentalgebiet, mit einer Lichtquelle, einem Lichtleiter und einer mittels einer Halterung vor dem Lichtleiteraustrittsende gehaltenen Linse.

### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Eine derartige Anordnung ist aus der DE-PS 21 45921 bekannt. Mit einer solchen Anordnung, bei der mit dem Lichtleiter Laserstrahlen übertragen werden, soll die Divergenz der Laserstrahlung im Lichtleiter relativ wenig vergrößert und die Übertragung hoher Strahlungsleistungen, insbesondere für medizinische Zwecke, bei geringen Verlusten im Lichtleiter ermöglicht werden, wobei der Lichtleiter bequem manipulierbar bleiben soll. Insbesondere ist hierzu der Lichtleiter von seinen Enden zur Mitte hin verjüngt ausgebildet. Die Anordnung mit der Linse am Lichtleiteraustrittsende, bei der es sich um eine Fokussierungslinse handelt, soll u. a. in der Medizin zum Schneiden und Koagulieren von Gewebe und dergleichen verwendet werden.

Aus der DE-OS 1565 144 ist des weiteren eine Anordnung zur Materialbearbeitung bekannt, bei der ein praktisch paralleles Laserstrahlenbündel kreisförmigen Querschnitts mittels Zylinderlinsen zu einem schmalen Band, der Brennlinie, fokussiert wird. Weiterhin ist aus dieser Erfindungsbeschreibung entnehmbar, daß durch Kombination von zwei Zylinderlinsen mit gegeneinander geneigten Achsen je nach Achsenneigung rechteckige oder rhombische Strahlenquerschnitte aus Parallelstrahlenbündeln kreisförmigen Querschnitts herstellbar sind. Das Abbildungsprinzip ist sinngemäß auch für punktförmige Lichtquellen anwendbar. Eine entsprechende Anwendung von Zylinderlinsen zur Erzeugung einer rechteckigen Lichtstromverteilung bei Punktlichtquellen ist z. B. in der DD-PS 53414 beschrieben.

Soll dagegen ein kreisförmiger Flächenstrahler in ein näherungsweise rechteckiges Feld abgebildet werden, ist eine Abbildung erforderlich, deren Abbildungsmaßstäbe in zwei senkrecht aufeinander stehenden Ebenen im Verhältnis der Kantenlängen des rechteckigen Bildes stehen müssen. Eine solche verzerrende reelle Abbildung wird in bekannter Weise (z. B. Brockhaus ABC Optik 1961, S. 50) von zwei Zylinderlinsen mit aufeinander senkrecht stehenden Achsen geleistet (anamorphotische Abbildung).

Nach dem bekannten Stand der Technik kann also eine gleichmäßige Ausleuchtung eines näherungsweise rechteckigen Bestrahlungs-/Ausleuchtungsfeldes nur durch eine reelle anamorphotische Abbildung der Lichtleiteraustrittsfläche (als kreisförmiger Flächenstrahler) mit zwei konvexen Zylinderlinsen erfolgen. Der Abstand zwischen Lichtleiteraustrittsfläche und Bildebene beträgt dabei ein Mehrfaches der Brennweite der Zylinderlinsen. Im Interesse eines möglichst kleinen Objekt-Bild-Abstandes sind Zylinderlinsen möglichst kleiner Brennweite zu verwenden.

Die untere Grenze der Brennweite ist allerdings durch die Bedingung gegeben, daß der Krümmungsradius der Linsen nicht

kleiner als der Halbmesser des zu übertragenden Bündels sein darf, damit der volle Bündelquerschnitt übertragen werden kann.

Beispielsweise beträgt bei einem Durchmesser des Lichtleiters von 8 mm und einer gewünschten Bestrahlungsfläche von 15 mm × 20 mm der erforderliche Mindestabstand Lichtleiter–Bestrahlungsfläche 70–80 mm. Dieser Mindestabstand ist für Anwendungen der Bestrahlungseinheit in der Dentalmedizin, also im Munde eines Patienten, unzulässig groß, so daß eine reelle anamorphotische Abbildung entsprechend dem Stande der Technik nicht anwendbar ist.

### Ziel der Erfindung

Die Erfindung verfolgt das Ziel, eine für den Einsatz auf dem Dentalgebiet einfach handhabbare Bestrahlungseinheit mit hoher Effektivität zu schaffen.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Für Anwendungen auf dem Dentalgebiet wird ein rechteckiges Strahlenbündel von der Breite einer Zahnreihe benötigt, damit werden die maximalen Abmessungen des Vorsatzteiles und der maximal zulässige Arbeitsabstand von den Gegebenheiten im Mund des Patienten bestimmt.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, für Anwendungen auf dem Dentalgebiet ein Vorsatzteil für eine bekannte, aus Lichtquelle und Lichtleiter bestehende medizinische Bestrahlungseinheit zu schaffen, das ein den Lichtleiter verlassendes Lichtbündel in eine Lichtstromverteilung rechteckigen Querschnitts transformiert.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Zylinderlinse — in an sich bekannter Weise mit ihrer Achse senkrecht zur Achse des Lichtleiteraustrittsendes des Lichtleiters orientiert — in der Halterung angeordnet ist und auf ihrer dem Lichtleiter zugewandten Seite eine rinnenförmige, dem Lichtleiteraustrittsende des Lichtleiters zugekehrte und mittig der Zylinderlinse angeordnete Ausnehmung symmetrischen Querschnitts aufweist, deren Breite sich vom Rinnenboden zum Rinnenrand kontinuierlich erweitert und deren Bodenlinie in an sich bekannter Weise senkrecht zur Achse des Lichtleiteraustrittsendes und senkrecht zur Achse der Zylinderlinse verläuft.

Mit einer solchen Anordnung wird ein gleichmäßig angeleuchtetes, rechteckiges Beleuchtungs- bzw. Bestrahlungsfeld erzeugt. Die Größe des Bestrahlungsfeldes ist von der Größe der Zylinderlinse, die einen Durchmesser von 15 mm aufweist und ein Feld von 15 mm × 20 mm bestrahlt werden soll, wobei der Abstand Lichtleiteraustrittsende — Bestrahlungsebene unter 20 mm liegt, abhängig. Das den Lichtleiter verlassende Lichtbündel weist eine kegelmantelförmige Lichtstromverteilung auf, wie sie in Fig. 3 schematisch dargestellt ist. Die Öffnung des Kegelmantels hat einen Winkel von etwa 25°, so daß in der Bestrahlungsebene eine kreisringförmige Intensitätsverteilung auftritt, deren Radius mit steigendem Abstand zunimmt. Die entsprechend Fig. 1 vor den Lichtleiter gesetzte Zylinderlinse parallelisiert das Lichtbündel in der in Fig. 2 b dargestellten Ebene der Linse, so daß ein Lichtbündel erzeugt wird, das seine Breite mit wachsendem Abstand Zylinderlinse–Bestrahlungsebene praktisch nicht ändert.

Ein rechteckiges Bestrahlungsfeld weitgehend homogener Ausleuchtung wird dadurch erreicht, daß die Linse eine senkrecht zur Zylinderachse orientierte Ausnehmung erhält, die entweder einen kreisbogenförmigen Querschnitt hat oder aus mehreren gegeneinander geneigten Einzelflächen besteht.

Die optische Wirkung kann am deutlichsten anhand einer aus n Einzelflächen (Prismenflächen) bestehenden Ausnehmung erläutert werden. Wenn der Lichtleiter direkt auf der Ausnehmung aufsitzt, fällt das von unterschiedlichen Flächenelementen der Lichtleiteraustrittsfläche stammende Licht auf unterschiedlich geneigte Prismenflächen und wird entsprechend dem jeweiligen Neigungswinkel der Flächen abgelenkt. Da die Strahlung aus jedem Flächenelement des Lichtleiteraustrittsendes eine identische Kegelmantelstruktur der Lichtstromverteilung aufweist, wird das ursprüngliche Lichtbündel in n gegeneinander geneigte Teilbündel zerlegt.

In einer Bestrahlungsebene nahe der Frontfläche der Zylinderlinse setzt sich der Gesamtlichtstrom aus n seitlich versetzten Teilbündeln zusammen. Bei geeigneter Wahl der Zahl n und der individuellen Breite der brechenden Flächen kann so eine Rechteckverteilung des Lichtstromes in einem viel kleineren Abstand vom Lichtleiteraustrittsende erreicht werden, als es bei einer reellen anamorphotischen Abbildung möglich wäre. Strahlungsverluste, beispielsweise durch Blenden, die üblicherweise eingesetzt werden, um ein rechteckiges Beleuchtungsfeld auszublenden, treten praktisch nicht auf. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Bestrahlungseinheit ist darin zu sehen, daß die Breite des aus der Zylinderlinse austretenden Strahlungsfeldes bei der Variation des Abstandes der Linse zur Bestrahlungsebene praktisch konstant bleibt, während die Länge des Bestrahlungsfeldes mit zunehmendem Abstand wächst und so den Anforderungen, beispielsweise bei dem Einsatz der Bestrahlungseinheit auf dem Dentalgebiet zum Aushärten von Kunststoffmassen im Mund eines Patienten, angepaßt werden kann. Hier bleibt die Breite des Bestrahlungsfeldes, das durch die Breite der Zahnreihen vorgegeben ist, konstant, während die Länge, je nachdem wie viele Zähne bestrahlt werden müssen, leicht variiert werden kann. Wichtig ist, daß bei der erfindungsgemäßen Anordnung die Achsen der Zylinderlinse, des Lichtleiteraustrittsendes und der rinnenförmigen Ausnehmung aufeinander senkrecht stehen.

Eine Abweichung von dieser Anordnung führt zu einer Dejustierung, die eine Inhomogenität des Bestrahlungsfeldes zur Folge hat. Technologisch einfacher zu realisieren und deshalb bevorzugt angewendet ist eine Ausnehmung mit kreisbogenförmigem Querschnitt, mit der eine ähnliche optische Wirkung erreicht werden kann. Hierdurch wird die über das in der Mitte über der Ausnehmung ausgerichtete angeordnete Lichtleiteraustrittsende austretende Strahlung gleichmäßig in die beiden Hälften der Zylinderlinse links und rechts der Ausnehmung verteilt. Die Tiefe der Ausnehmung von der Zylinderoberseite aus ist entsprechend dem Durchmesser und der Länge der Zylinderachse zu wählen.

Um Strahlungsverluste an der Oberfläche der Ausnehmung zu vermeiden, ist diese mit einem Anti-Reflex-Belag versehen. Eine zusätzliche Erhöhung der Homogenität kann in vorteilhafter Weise dadurch erreicht werden, daß die Zylinderlinse auf ihrer Oberseite, d. h. auf der zum Lichtleiteraustrittsende hin liegenden Seite, abgeflacht ist. Bevorzugt ist diese Abflachung bei einem Lichtleiter mit einem ebenen Austrittsende parallel zur Lichtleiteraustrittsfläche ausgeführt.

Durch Mattierung, Aufrauung oder eine Verspiegelung der Linse zu ihrem Innern hin auf der Oberseite der Zylinderlinse bzw. im Bereich der Abflachung beidseitig der Ausnehmung werden zusätzliche Lichtverluste vermieden, und folglich wird eine gute Homogenität des Strahlungsfeldes erreicht.

In gleicher Weise ist es von Vorteil, die Endflächen der Zylinderlinse ebenfalls zu mattieren, aufzurauen oder zum Innern hin zu verspiegeln.

Als besonders vorteilhaft hat sich eine Anordnung des Lichtleiteraustrittsendes über der Ausnehmung erwiesen, bei der der Abstand  $A$  zwischen der Lichtleiteraustrittsfläche und dem Boden der Ausnehmung der Bedingung genügt:  $h \leq A \leq r$ , wobei  $h$  die Rinnentiefe und  $r$  der Radius der rinnenförmigen Ausnehmung ist und wobei diese Bedingungen für eine Anordnung gelten sollen, bei der der Durchmesser des Lichtleiters etwa der Breite der Rinne entspricht. Bevorzugt sollte die Lichtleiteraustrittsfläche geringfügig über der durch die beiden Ränder der rinnenförmigen Ausnehmung aufgespannten Ebene liegen und zwar so, daß die Ausnehmung von der aus dem Lichtleiter austretenden Strahlung völlig ausgeleuchtet wird. Hierbei ist zu beachten, daß das aus dem Lichtleiter austretende Licht einen Öffnungswinkel von etwa  $25^\circ$  aufweist. Bei großem Abstand zu der durch den Lichtleiter bestrahlten Fläche der Ausnehmung, d. h. bei größerem Abstand zwischen dem Lichtleiteraustrittsende und dem Rinnenboden der Ausnehmung ist das ausgeleuchtete Zentrum wesentlich dunkler als die kreisringförmigen Randbereiche.

Um einerseits eine leichte Reinigung der Zylinderlinse zu ermöglichen und andererseits die Zylinderlinse leicht gegen eine andere auswechseln zu können; ist diese in der Halterung herausnehmbar angeordnet. Ebenso sollte die Halterung auf das Lichtleiteraustrittsende aufsteckbar sein, um gegebenenfalls schnell den kompletten Bestrahlungskopf auswechseln zu können.

**In Betracht gezogene Druckschriften:**

DD-PS 53414 (G 02 b, 3/06)  
DE-OS 1565144 (49 I, 1/32)

Brockhaus ABC der Optik, Brockhaus-Verlag Leipzig, 1961, S. 50 u. 493

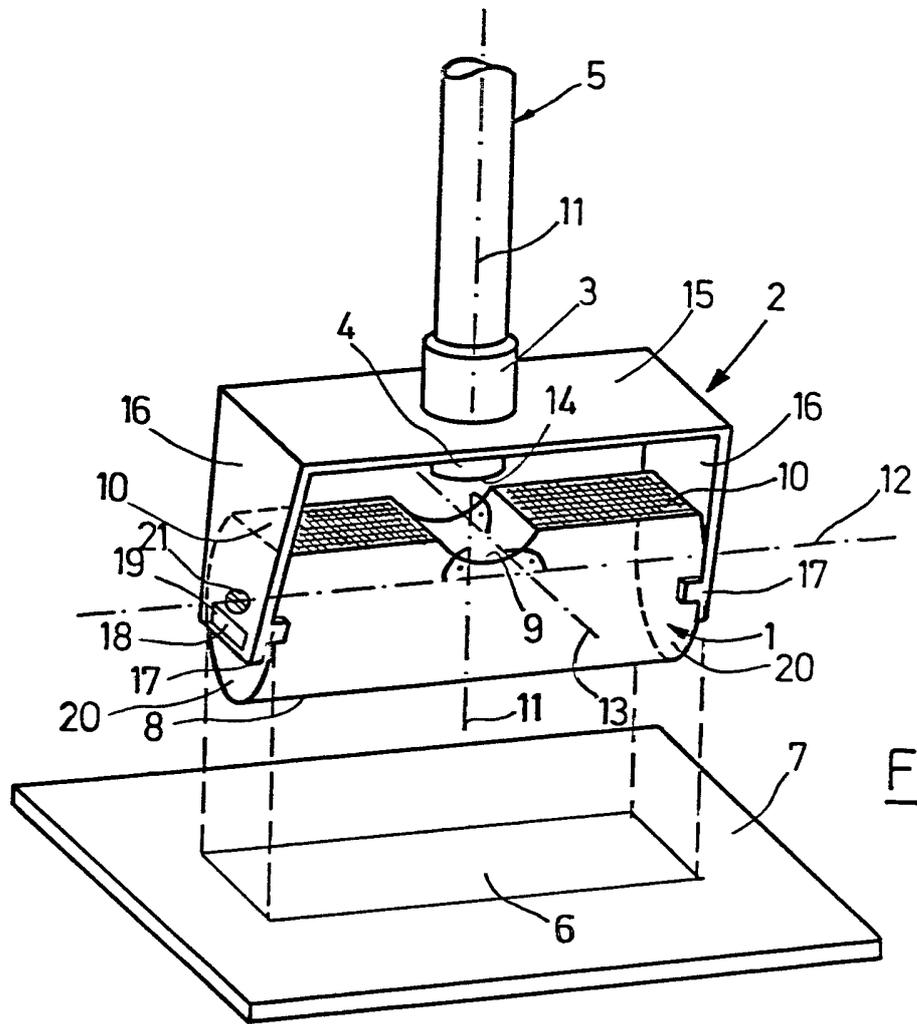


Fig. 1

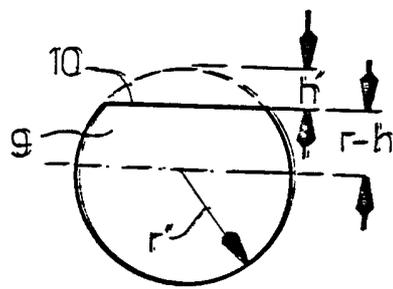


Fig. 2b

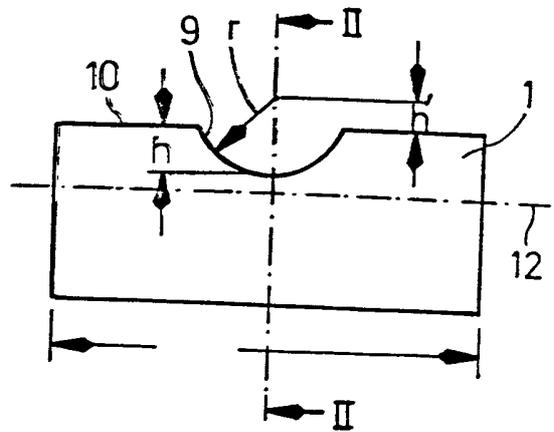


Fig. 2a

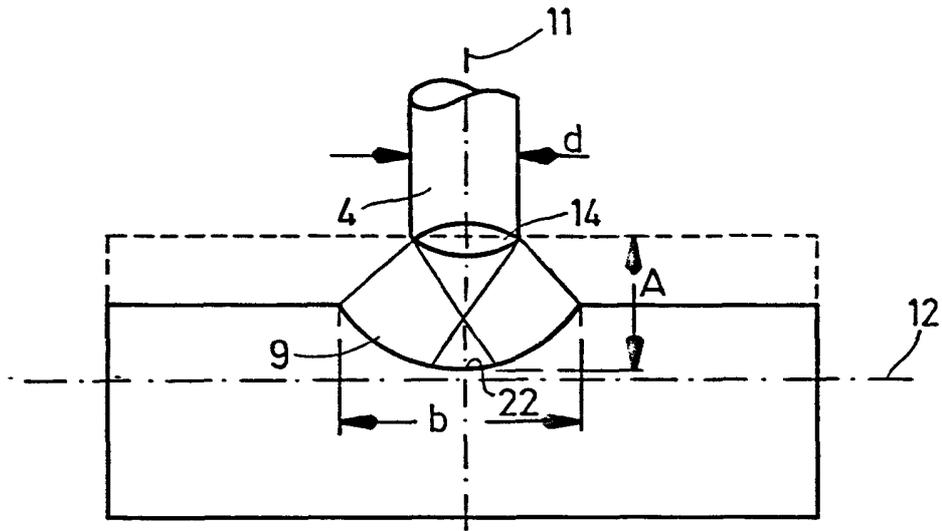


Fig. 3

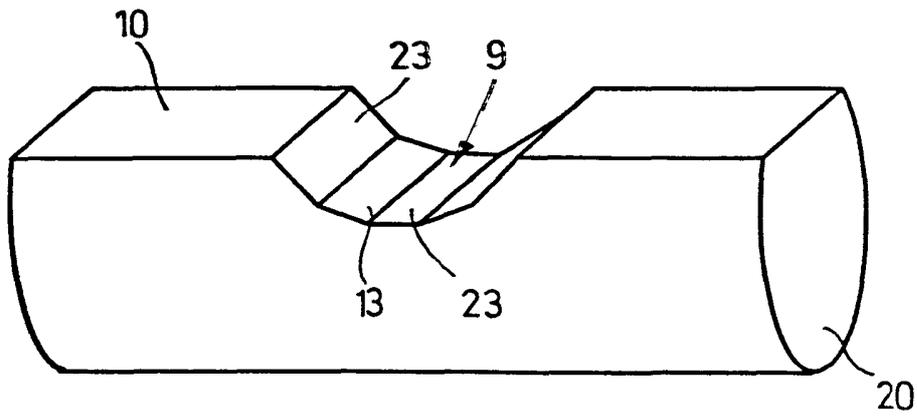


Fig. 4