



(21) WP G 01 B / 318 630 6

(22) 03.08.88

(44) 27.12.89

(71) VEB Carl Zeiss JENA, Carl-Zeiss-Straße 1, Jena, 6900, DD

(72) Golnik, Helga, Dipl.-Phys.; Marshaus, Bernd, Dipl.-Ing., DD

(54) Einrichtung zur Dunkelfeldaufflichtbeleuchtung, insbesondere für Koordinatenmeßgeräte

(55) Einrichtung, Dunkelfeldaufflichtbeleuchtung, Meßmikroskop, Meßkopf, Koordinatenmeßgerät, Beleuchtungsoptik, Lichtleiter, Klemmstück, Abstützelement, Beleuchtungsplatine, Einstellung (b_i) Die Einrichtung zur Dunkelfeldaufflichtbeleuchtung, insbesondere für Koordinatenmeßgeräte umfaßt ein, am Objektivstutzen 3 befestigtes Klemmstück 2, an dem zwei teleskopartig verlängerbare Abstützelemente 10; 11 angeordnet sind, die eine Beleuchtungsplatine 12 tragen. An dieser Beleuchtungsplatine 12 sind mehrere Lichtleiter 1 in, durch einen Einstellring 20 radial zur optischen Achse 6 verstellbaren Nutenstücken 19 angeordnet. Die Abstützelemente 10; 11 bestehen je aus einer Teleskopstange 8 und einer Teleskophülse 9, auf der die Beleuchtungsplatine 12 in Richtung der optischen Achse 6 verschiebbar und arretierbar gelagert ist. Fig. 1

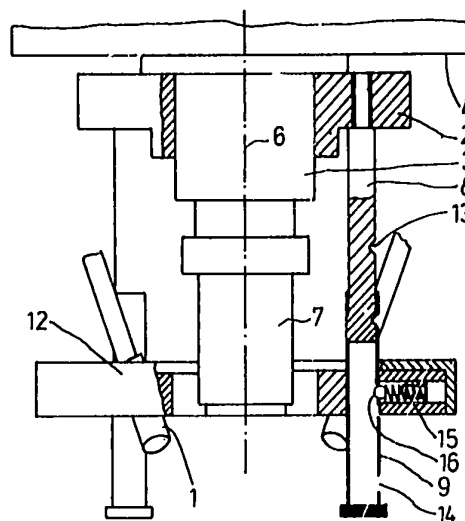


Fig. 1

Patentansprüche:

1. Einrichtung zu: Dunkelfeldaufflichtbeleuchtung, insbesondere für Koordinatenmeßgeräte, die ein Meßmikroskop oder einen Meßkopf zum optischen Vermessen oder Antasten von Meßobjekten sowie eine Lichtquelle und eine Beleuchtungsoptik umfassen, wobei die Beleuchtungsoptik am Objektivstutzen des Meßmikroskopes oder -kopfes angeordnet ist und über Lichtleiter mit der Lichtquelle optisch in Verbindung steht, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein am Objektivstutzen (3) befestigbares Klemmstück (2) vorgesehen ist, an welchem mindestens zwei diametral zur optischen Achse (6) des Objektives angeordnete, teleskopartig verlängerbare Abstützelemente (10; 11) angeordnet sind, die eine in Richtung der optischen Achse verstellbare und arretierbare Beleuchtungsplatine (12) tragen, daß an der Beleuchtungsplatine (12) mehrere Lichtleiter (1) um die optische Achse (6) herum und in einem Abstand davon in radial zur optischen Achse (6) durch einen Einstellring (20) einstellbaren Führungselementen angeordnet sind.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abstützelemente (10; 11) jeweils eine Teleskopstange (8) und eine darauf verschiebbare Teleskophülse (9) umfassen, wobei an der Teleskopstange (8) Einsenkungen (13) und an der Teleskophülse (9) Bohrungen (14) als Abstandsmarkierungen vorgesehen sind, daß die Beleuchtungsplatine (12) auf der Teleskophülse (9) längsverschiebbar und arretierbar gelagert ist, und daß an der Beleuchtungsplatine (12) eine an sich bekannte Arretiervorrichtung angeordnet ist, deren unter der Wirkung einer Feder (15) stehendes Arretierelement (16) mit den Einsenkungen (13) und/oder Bohrungen (14) in Wirkverbindung steht.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der Beleuchtungsplatine (12) als Führungselemente dienende, in jeweils einer radial verlaufenden Führung (17) gelagerte Nutenstücke (18) angeordnet sind, die jeweils das objektseitige Ende eines Lichtleiters (1) aufnehmen und mit einem, an der Beleuchtungsplatine (12) angeordneten, um die optische Achse (6) verdrehbaren und mindestens zwei Raststellungen der Nutenstücke (18), in Bezug auf die Entfernung von der optischen Achse resultierenden Einstellring (20) kraftschlüssig verbunden sind.
4. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtleiter (1) unter einem Winkel α von etwa 30° geneigt zur optischen Achse (6) des Objektivs (7), um diese herum unter vorzugsweise gleichen Zentriwinkeln β und unter gleichen radialen Abständen angeordnet sind.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Dunkelfeldaufflichtbeleuchtung, insbesondere für Koordinatenmeßgeräte, bei welcher Maßnahmen zur Kompensation des Reflexionsvermögens der Meßobjekte und Werkstücke vorgesehen sind.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bei der Dunkelfeldaufflichtbeleuchtung nach Köhler wird mit einer entsprechenden Beleuchtungseinrichtung das von einer Lichtquelle ausgesandte Licht über eine 90° -Reflexion so umgelenkt, daß es parallel zur optischen Achse des Objektivs über eine Linse auf das Meßobjekt fällt. (Räntsch „Optik in der Feinmeßtechnik“, Carl Hauser Verlag, München, 1949, Seiten 104; 105 und „Optik für Konstrukteure“, Knapp Verlag, Düsseldorf, 1960)

Neben einem hohen konstruktiven Aufwand sind Störungen, wie z. B. die Entstehung von Hellfeld-Beleuchtungskomponenten durch unerwünschte Reflexionen an Flächen der verwendeten optischen Bauelemente sowie Bildfehler nicht zu vermeiden. Aus Räntsch, Seite 207, ist eine Einrichtung zur Aufflichtbeleuchtung für Meßmikroskope bekannt, die eine Ringleuchte bzw. Mehrsegmentleuchte umfaßt, welche am Kordelring des Mikroskopobjektivs befestigt ist. Nachteilig ist dabei, daß eine Variation des Abstandes zwischen Leuchte und zu beleuchtendem Meßobjekt, die zur Erreichung optimaler Beleuchtungs- und Abbildungsverhältnisse in der Zwischenbildebene des Mikroskopes erforderlich ist, nicht möglich ist.

Aus der DE-OS 3229768 ist eine Anordnung zur Beleuchtung von Meßobjektflächen bekannt, bei welcher zwischen einer Hülse und der Objektivlinse ein zylindrischer Raum vorgesehen ist, durch den das von einer Lichtquelle ausgestrahlte Licht auf das Meßobjekt geleitet wird. Dabei besitzt die zylindrische Hülse eine reflektierende Innenfläche, oder die Hülse ist als Ringspiegel oder zylindrische Linse ausgebildet. Der Einsatz reflektierender zylindrischer Flächen ist jedoch mit einem hohen Aufwand optischer Bearbeitung verbunden. Bei dieser Anordnung ist ferner eine Helligkeitsaussteuerung nicht vorhanden.

Die in der DE-OS 3221804 beschriebene Beleuchtungseinrichtung besitzt eine automatische Helligkeitsaussteuerung, welche in Abhängigkeit von der gewählten Vergrößerung durch Ein- und Ausführen von Wechsellinsensystemen in den Strahlengang und aus dem Strahlengang heraus die Helligkeit steuert. Zur Realisierung einer wirksamen Helligkeitssteuerung ist ein hoher technischer Aufwand für die Steuerung und für die Positionierung der Linsensysteme erforderlich. Ferner sind Lichtverluste durch Reflexionen an den zusätzlichen Linsenflächen sowie Bildfehler nicht zu vermeiden.

Aus der DE-OS 3535749 ist eine Beleuchtungseinrichtung bekannt, die eine Schaltung umfaßt, mit welcher eine Regelung der Intensität der Lichtquelle erfolgt, derart, daß eine Bildhelligkeitssteuerung im Beobachtungsstrahlengang erfolgt. Über eine Antriebsvorrichtung wird diejenige Beleuchtungsoptik eingeschaltet, welche für das jeweils verwendete Objektiv optimale Lichtverhältnisse liefert. Auch diese Einrichtung erfordert einen erheblichen technischen Aufwand und ist nur für Geräte mit Rechnersteuerung nicht aber für Handbedienung einsetzbar.

Für hohe Vergrößerungen ist in der DE-OS 3417075 eine Auflichtbeleuchtungseinrichtung beschrieben. Bei dieser Einrichtung ist exzentrisch zum Objektiv des Gerätes ein Lichtwellenleiter im Winkel von etwa 15° zur Ebene des Meßobjektes angeordnet. Eine Helligkeitssteuerung auch bei niedrigen Vergrößerungen und eine Optimierung der Beleuchtungsverhältnisse sind nicht vorgesehen.

Ziel der Erfindung

Es ist Ziel der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und den Gebrauchswert von Koordinatenmeßgeräten mit optischen Beobachtungs- und Meßsystemen zu erhöhen.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Dunkelfeld-Auflichtbeleuchtung für Koordinatenmeßgeräte zu schaffen, mit welcher maximale Beleuchtungsstärken in der Zwischenbildebene des Beobachtungs- oder Meßstrahlenganges für unterschiedliche Objektivvergrößerungen und für unterschiedliche Rauheiten der Meßobjektflächen erreichbar sind. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe der Erfindung bei einer Einrichtung zur Dunkelfeldauflichtbeleuchtung, insbesondere für Koordinatenmeßgeräte, die ein Meßmikroskop oder einen Meßkopf zum optischen Vermessen oder Antasten von Meßobjekten sowie eine Lichtquelle und eine Beleuchtungsoptik umfassen, wobei die Beleuchtungsoptik am Objektivstutzen des Meßmikroskopes oder -kopfes angeordnet ist und über Lichtleiter mit der Lichtquelle optisch in Verbindung steht, dadurch gelöst, daß ein am Objektivstutzen befestigbares Klemmstück vorgesehen ist, an welchem mindestens zwei diametral zur optischen Achse des Objektivs angeordnete, teleskopartig verlängerbare Abstützelemente angeordnet sind, die eine in Richtung der optischen Achse verstellbare und arretierbare Beleuchtungsplatte tragen, daß an der Beleuchtungsplatte mehrere Lichtleiter um die optische Achse herum und in einem Abstand davon in radial zur optischen Achse durch einen Einstellring einstellbaren Führungselementen angeordnet sind.

Dabei ist vorteilhaft, wenn die Abstützelemente jeweils eine Teleskopstange und eine darauf verschiebbare Teleskophülse umfassen, wobei an der Teleskopstange Einsenkungen und an der Teleskophülse Bohrungen als Abstandsmarkierungen vorgesehen sind, daß die Beleuchtungsplatte auf der Teleskophülse längs verschiebbar und arretierbar gelagert ist, und daß an der Beleuchtungsplatte eine an sich bekannte Arretiervorrichtung angeordnet ist, deren unter der Wirkung einer Feder stehendes Arretierelement mit den Einsenkungen und/oder Bohrungen in Wirkverbindung steht.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn an der Beleuchtungsplatte als Führungselemente dienende, in jeweils einer radial verlaufenden Führung gelagerte Nutenstücke angeordnet sind, die jeweils einer radial verlaufenden Führung gelagerte Nutenstücke angeordnet sind, die jeweils das objektseitige Ende eines Lichtleiters aufnehmen und mit einem, an der Beleuchtungsplatte angeordneten, um die optische Achse verdrehbaren und mindestens zwei Raststellungen der Nutenstücke in bezug auf die Entfernung von der optischen Achse realisierenden Einstellring kraftschlüssig verbunden sind.

Zur Erzielung optimaler Beleuchtungsverhältnisse des Meßobjektes ist es vorteilhaft, wenn die Lichtleiter unter einem Winkel α von etwa 30° geneigt zur optischen Achse des Objektivs, um diese herum unter vorzugsweise gleichen Zentriwinkeln β und unter gleichen radialen Abständen angeordnet sind.

Durch die erfindungsgemäße Einrichtung zur Dunkelfeldauflichtbeleuchtung werden optimale Beleuchtungsverhältnisse in der Zwischenbildebene des Mikroskopes oder Meßkopfes von Koordinatenmeßgeräten erzielt. Der einfache Aufbau und die bequeme Handhabbarkeit der Einrichtung im bezug auf die Anbringung und Befestigung am Objektivstutzen ermöglichen es, bereits existierende Geräte mit der Einrichtung nachzurüsten und somit den Anwendungsbereich der Geräte zu erweitern. Die Einrichtung ermöglicht, ohne komplizierte Rechnersteuerungen zu verwenden, die optimale Beleuchtung des Meßobjektes unter Berücksichtigung der Rauheit der Meßobjektoberfläche und der jeweils verwendeten Objektivvergrößerungen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1: eine an einem Objektivstutzen angebrachte erfindungsgemäße Einrichtung,
- Fig. 2: das Klemmstück der Einrichtung in Draufsicht,
- Fig. 3: die Beleuchtungsplatte der Einrichtung mit den Lichtleitern,
- Fig. 4: den Einstellring der Beleuchtungsplatte mit den einstellbaren Nutenstücken und,
- Fig. 5: einen Schnitt A-A durch die Anordnung nach Fig. 4

Gemäß Fig. 1 besitzt die Einrichtung zur Dunkelfeldauflichtbeleuchtung für Koordinatenmeßgeräte, die ein Meßmikroskop 4 oder einen optischen oder optoelektronischen Meßkopf sowie eine Lichtquelle und eine Beleuchtungsoptik umfassen, als Beleuchtungsoptik Lichtleiter 1 oder Lichtleiterbündel, die das von der in den Figuren nicht dargestellten Lichtquelle ausgestrahlte Licht zum Meßobjekt leiten. Die Einrichtung umfaßt ein geschlitztes Klemmstück 2 (Fig. 1 und 2), welches am Objektivstutzen 3 des Meßmikroskopes 4 oder Meßkopfes des Koordinatenmeßgerätes durch Klemmen mittels einer Schraube 5 befestigbar ist und an welchem mindestens zwei diametral zur optischen Achse 6 des Objektivs 7 angeordnete, aus einer

Teleskopstange 8 und einer darauf in Richtung der optischen Achse 6 verschiebbaren Teleskophülse 9 bestehende Abstützelemente 10 und 11 angeordnet sind. Auf der Teleskophülse 9 der Abstützelemente 10; 11 ist eine Beleuchtungsplatine 12 längsverschiebbar und arretierbar gelagert. Die Abstützelemente 10 und 11 besitzen Abstandsmarkierungen, die an den Teleskopstangen 8 als Einsenkungen 13 und an den Teleskophülsen 9 als Bohrungen 14 ausgebildet sind. Diese Abstandsmarkierungen dienen zur gezielten Veränderung des Abstandes Beleuchtungsebene – Meßobjektebene und bewirken in Abhängigkeit des Rauheitsgrades des anzutastenden Meßobjektes eine maximale Lichtintensität in der Zwischenbildebene von optischen und optoelektronischen Meßköpfen (z. B. oberste Stellung zur Beleuchtung von Meßobjekten mit Rauigkeiten $R_z \leq 10 \mu\text{m}$). An der Beleuchtungsplatine 12 befindet sich ferner eine ansich bekannte Arretiervorrichtung, vorzugsweise in Form einer federnden Rast, welche ein unter der Wirkung einer Feder 15 stehendes Rasterelement 16 umfaßt, das mit den Einsenkungen 13 und/oder Bohrungen 14 in Wirkverbindung steht.

Wie die Figuren 3; 4 und 5 zeigen, besitzt die Beleuchtungsplatine 12 in radial verlaufenden Führungen 17, z. B.

Schwalbenschwanzführungen, verschiebbar gelagerte Nutenstücke 18, die jeweils das meßobjektseitige Ende eines Lichtleiters 1 aufnehmen. Um optimale Lichtverhältnisse in der Zwischenbildebene des Objektivs 7 in Abhängigkeit von der Rauheit der Meßobjektoberfläche bei den verschiedenen Objektivvergrößerungen (z. B. $1\times$; $5\times$; $10\times$) zu erhalten, bilden die Achsen der Lichtleiter 1 und die optische Achse 6 einen Winkel α von etwa 30° (Fig. 3). Die Lichtleiter 1 sind, wie aus Fig. 4 hervorgeht, um die optische Achse 6 herum unter vorzugsweise gleichen Zentriwinkeln $\beta = 60^\circ$ angeordnet (Fig. 4). Die äußeren Enden 19 der Nutenstücke 18 stehen mit entsprechenden Rastflächen 21 oder 22 eines, an der Beleuchtungsplatine 12 drehbar um die optische Achse 6 gelagerten Einstellringes 20 in kraft- und formschlüssiger Verbindung, wobei für jedes Nutenstück 18 mindestens zwei Rastflächen 21; 22 vorgesehen sind, die einen von der optischen Achse 6 unterschiedlichen Abstand besitzen (Fig. 4). Damit sind mindestens zwei Raststellungen und damit zwei verschiedene Abstände der Nutenstücke 18 und der Lichtleiter 1 von der optischen Achse 6 realisierbar, wobei der kleinere Abstand bei Objektiven mit höheren Vergrößerungen (etwa $10\times$) anzuwenden ist. Die Einstellung der Abstände der Lichtleiter 1 von der optischen Achse 6 erfolgt durch Drehen des Einstellringes 20, wodurch die Nutenstücke 18 mit den Lichtleitern 1 in der Führung 17 radial bewegt werden. Die Nutenstücke 18 werden durch Zugfedern 23 gegen den innen profilierten Einstellring 20 gezogen, um eine sichere kraftschlüssige Verbindung zwischen diesen Teilen herzustellen.

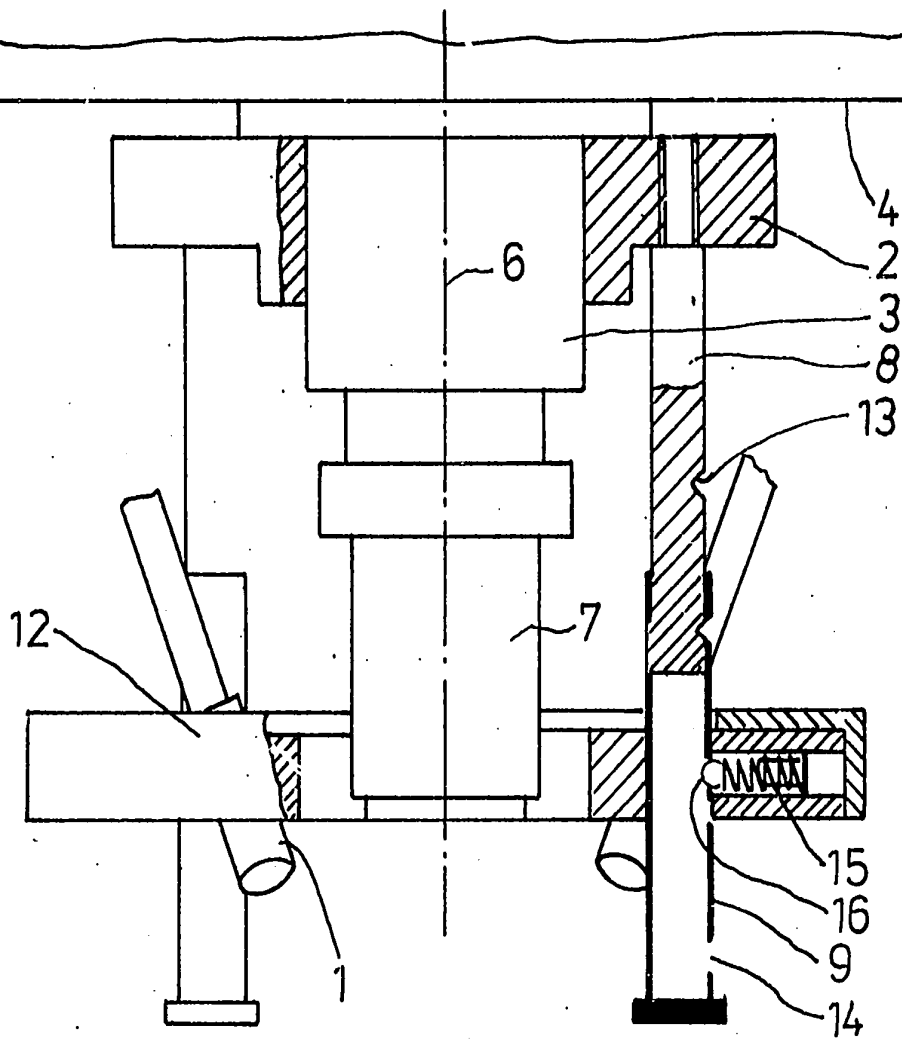


Fig. 1

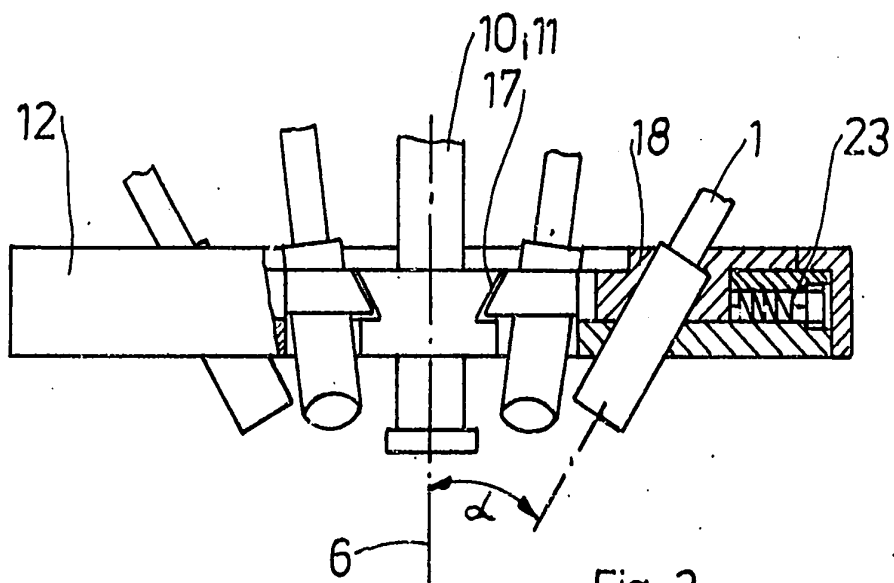


Fig. 3

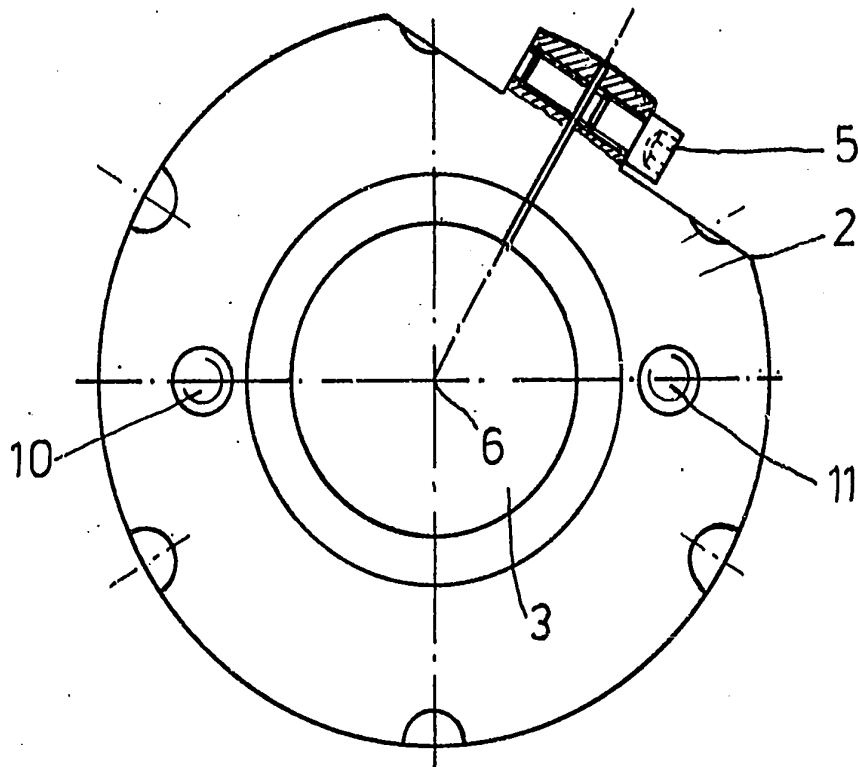


Fig. 2

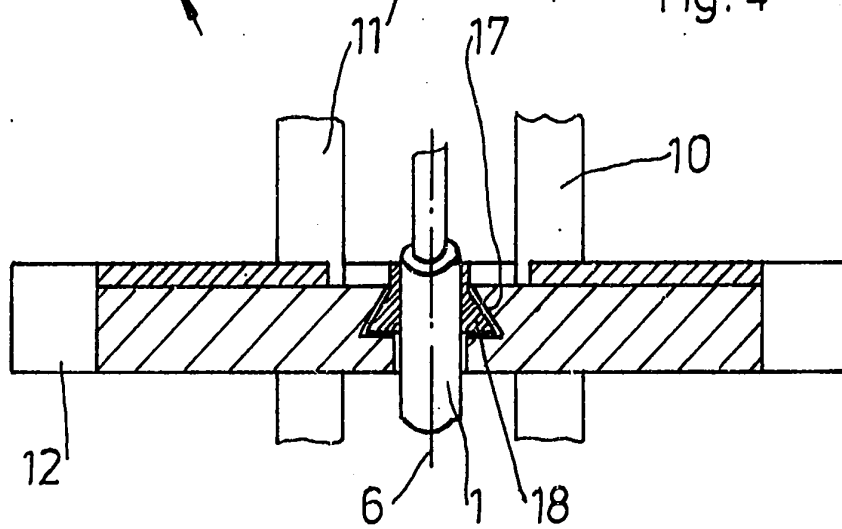
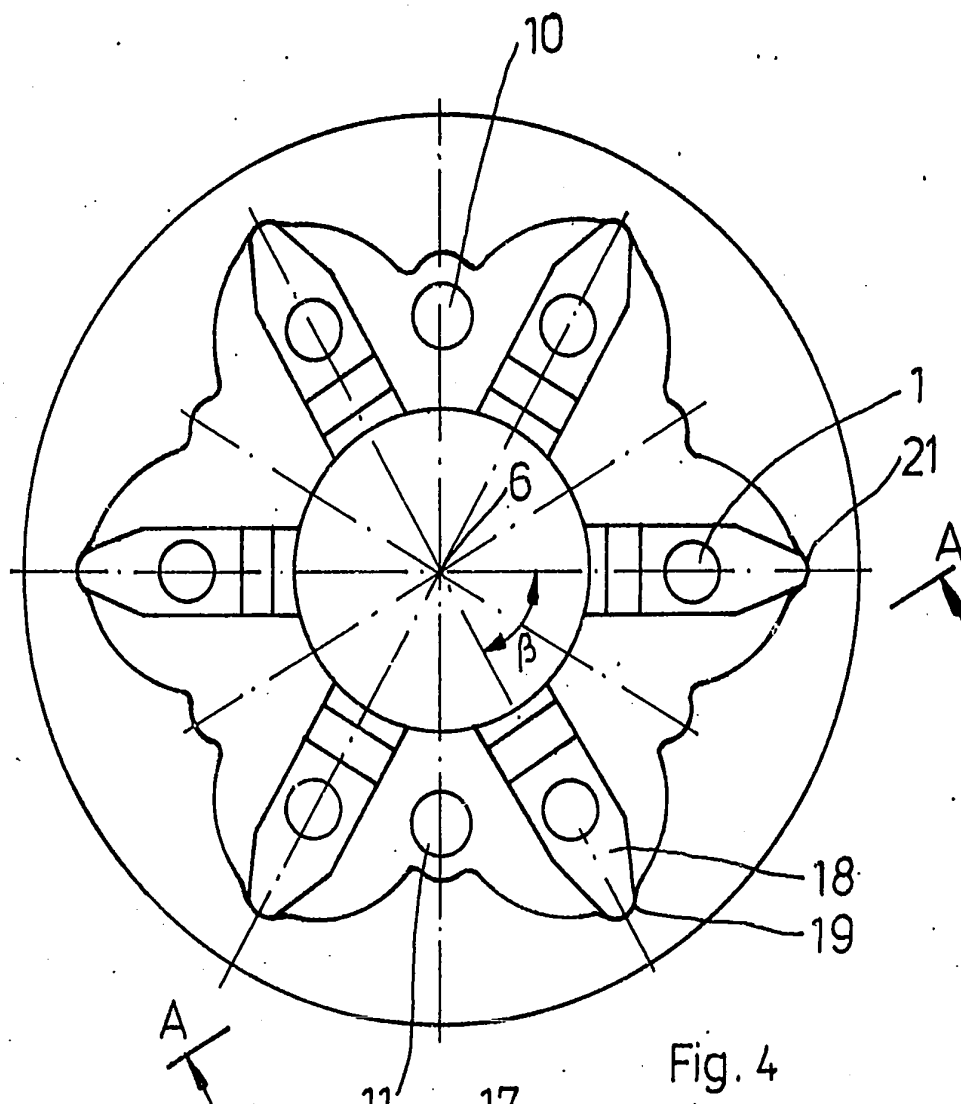


Fig. 5