



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **279 302 A1**

4(51) G 01 B 9/00

PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 B / 324 597 8

(22) 30.12.88

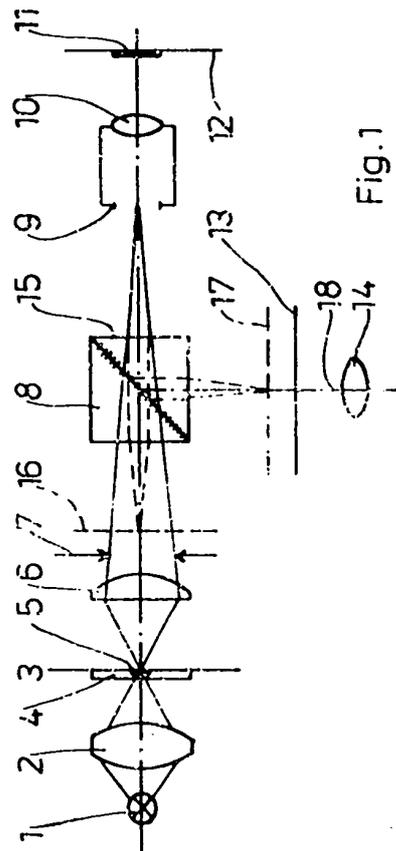
(44) 30.05.90

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

(72) Erben, Alois, Dipl.-Phys.; Heerwagen, Helmut; Schröter, Gudrun, Dipl.-Math., DD

(54) **Aufflichtbeleuchtungseinrichtung für Meßmikroskope**

(55) Beleuchtungseinrichtung; Aufflicht; Hellfeld; Meßmikroskop, fotoelektrisch; Reflexbild; Beseitigung; Aperturblende; Strahlenteilerwürfel; Objektiv; Beleuchtungsapertur; Abdeckung, zentral
 (57) Eine Aufflichtbeleuchtungseinrichtung für Meßmikroskope, zur Hellfeldbeleuchtung, besitzt einen im Strahlengang hinter dem Objektiv 10 angeordneten Strahlenteilerwürfel 8 und, diesem nachgeordnet, in einer Ebene 13 visuelle Visiermarken oder fotoelektrische Sensoren, wobei diese Visiermarken oder Sensoren in einer Bildebene des Objektivs 10 oder einer dazu konjugierten Ebene 13 vorgesehen sind. In oder in der Nähe einer Ebene 3 einer die Beleuchtungsapertur begrenzenden Öffnung der Aufflichtbeleuchtungseinrichtung ist ein zentraler Bereich 5 lichtundurchlässig abgedeckt oder ausgeblendet. Fig. 1



Patentansprüche:

1. Auflichtbeleuchtungseinrichtung für Meßmikroskope, zur Hellfeldbeleuchtung, mit einem im Strahlengang hinter dem Objektiv angeordneten Strahlenteilerwürfel und diesem nachgeordneten visuellen Visiermarken oder fotoelektrischen Sensoren, wobei diese Visiermarken oder fotoelektrischen Sensoren in der Bildebene des Objektivs oder in einer dazu konjugierten Bildebene vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß in oder in der Nähe der Ebene (3) einer die Beleuchtungsapertur begrenzenden Öffnung der Auflichtbeleuchtungseinrichtung ein zentraler Bereich (5) lichtundurchlässig abgedeckt oder ausgeblendet ist.
2. Auflichtbeleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in oder in der Nähe der Ebene (3) einer die Beleuchtungsapertur begrenzenden Öffnung eine Glasplatte (4) mit einem zentralen lichtundurchlässigen Bereich (5) angeordnet ist.
3. Auflichtbeleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein zentraler Bereich (5) der Lichtaustrittsfläche eines Lichtleiters (19) lichtundurchlässig abgedeckt ist.
4. Auflichtbeleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Lichtleiter (19) an seiner Lichtaustrittsfläche eine ringförmige Lichtleitfaseranordnung besitzt.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Auflichtbeleuchtungseinrichtung für Meßmikroskope, insbesondere zur Hellfeldbeleuchtung und für die Anwendung bei fotoelektrisch arbeitenden Meßmikroskopen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Aus Hauser, F. „Das Arbeiten mit auffallendem Licht in der Mikroskopie“, Akadem. Verlagsgesellschaft Geest & Portig, Leipzig 1956, S. 3, ist eine Vielzahl von Auflichtbeleuchtungseinrichtungen für Mikroskope bekannt, die man in Hell- und Dunkelfeldbeleuchtungseinrichtungen unterteilen kann.

Nach Hauser, Seiten 31 bis 35, wird das Auflicht bei Hellfeldbeleuchtung vor oder hinter dem Objektiv, d. h. im Ding- oder Bildraum des Objektivs, in den Mikroskopstrahlengang eingeführt. Für die Zuführung des Auflichtes vor dem Objektiv sind meist Strahlenteilerwürfel vorgesehen („Jenaer Rundschau“ [1970], 5, Seite 292 ff.). Nach Hauser, Seite 34 und Naumann, H. „Optik für Konstrukteure“, Knapp Verlag Düsseldorf, 3. Auflage 1970, S. 140 ff. sind für diesen Zweck Strahlenteilerplättchen und Prismen vorgesehen. Aus der DE-OS 3327672 ist eine koaxiale Auflichthellfeldbeleuchtung für Stereomikroskope mit Strahlenteilerwürfeln bekannt. Es ist von Nachteil, daß die Lichteinspiegelung vor dem Objektiv bei Hellfeldauflichtbeleuchtung nur bei Objektiven mit relativ großem freien Objektabstand bzw. bei schwacher Vergrößerung anwendbar ist. Des Weiteren wird der freie Objektabstand stark eingeschränkt.

In den DE-OS 3033578, DE-OS 3223091 und DE-OS 3320820 sind Beleuchtungseinrichtungen für Mikroskope, insbesondere Auflichtbeleuchtungseinrichtungen, beschrieben, bei denen die Lichtzuführung hinter dem Objektiv durch eine Pupillenhälfte erfolgt, während die andere Hälfte der Pupille für die Abbildung verwendet wird. Die Lichtzuführung nach dem Objektiv mittels Strahlenteilerplatte verbietet sich bei Objektiven, die vom Endlichen zum Endlichen abbilden. Wegen dabei entstehender Abbildungsfehler (Astigmatismus) wird eine aufwendige Objektivaufspaltung in eine erste Gruppe, die nach Unendlich abbildet, und in eine zweite Gruppe, die ins Endliche abbildet, vorgenommen. Zwischen diesen beiden Gruppen wird das Strahlenteilerelement angeordnet. Ein wesentlicher Nachteil dieser Einrichtung liegt darin, daß teure Spezialobjektive vorgesehen werden müssen. Die Lichtzuführung durch eine Pupillenhälfte des Objektivs besitzt den Nachteil einer nicht telezentrischen Abbildung, die bei Meßmikroskopen unbedingt erforderlich ist. Eine Lichtzuführung über einen Strahlenteilerwürfel im Bildraum des Objektivs stört zwar bei einkorrigiertem Glasweg nicht die geometrisch optische Bildgüte, wohl aber den Kontrast durch Reflexlicht vor allem von der dem Objektiv zugekehrten Durchtrittsfläche des Strahlenteilerwürfels. Diese Fläche erzeugt ein Reflexbild der Aperturblende der Auflichtbeleuchtungseinrichtung in der Nähe der Objektivbildebene. Dieses Reflexbild ist bei schwach reflektierenden Objektiven als heller Fleck sichtbar und vermindert erheblich den Kontrast. Auch Zentralblenden an den Linsen schützen nicht vor dem im Strahlenteilerwürfel entstehenden Reflexlicht. Entspiegelungsbeläge an den Lichtdurchtrittsflächen des Strahlenteilerwürfels können das Reflexlicht zwar dämpfen, nicht aber beseitigen.

Aus der DE-OS 3026555 ist eine Anordnung zur kontrastreichen Darstellung von mikroskopischen Objektiven bekannt, bei der im Durch- und Auflichtstrahlengang Diffraktionsplättchen mit speziellen Eigenschaften in oder in der Nähe der Austrittspupille des Objektivs und der Eintrittspupille der Beleuchtungseinrichtung vorgesehen sind. Eine Benutzung von Diffraktionsplättchen in den Pupillen von Objektiv und Beleuchtungseinrichtung ist bei technischen Oberflächen zur Kontraststeigerung nicht sinnvoll einsetzbar.

Bekannt sind auch Pellicle-Strahlenteiler (DD-PS 231030), die für die Auflichtbeleuchtung anstelle von Strahlenteilerplättchen benutzt werden. Diese Pellicle-Strahlenteiler sind reflexfrei. Nachteilig ist jedoch, daß sie relativ teure und empfindliche Bauelemente sind. Sie sind empfindlich gegen mechanische Beanspruchungen, insbesondere Schwingungen, gegen Feuchtigkeit und gegen Temperaturschwankungen.

Aus Naumann, Seite 110, ist auch die Verwendung von Zentralblenden bekannt, um an Linsenflächen störende Reflexbilder zu vermeiden.

Ziel der Erfindung

Es ist das Ziel der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und die Qualität der Meßmikroskope mit einfachen Mitteln zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Auflichtbeleuchtungseinrichtung, für Hellfeldbeleuchtung, für Meßmikroskope mit einem Strahlenteilerwürfel hinter dem Objektiv zu schaffen, wobei mit einfachen Mitteln insbesondere das an der dem Objektiv zugekehrten Fläche des Strahlenteilerwürfels entstehende Reflexbild der Aperturblende der Beleuchtungseinrichtung in einem zentralen Bereich der Objektivbildebene beseitigt wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einer Auflichtbeleuchtungseinrichtung für Meßmikroskope, zur Hellfeldbeleuchtung, mit einem im Strahlengang hinter dem Objektiv angeordneten Strahlenteilerwürfel und diesem nachgeordneten visuellen Visiermarken oder fotoelektrischen Sensoren, wobei diese Visiermarken oder fotoelektrischen Sensoren in der Bildebene des Objektivs oder in einer dazu konjugierten Bildebene vorgesehen sind, dadurch gelöst, daß in oder in der Nähe der Ebene einer die Beleuchtungsapertur begrenzenden Öffnung der Auflichtbeleuchtungseinrichtung ein zentraler Bereich lichtundurchlässig abgedeckt oder ausgeblendet ist.

In vorteilhafter Weise wird dies dadurch erreicht, daß in oder in der Nähe der Ebene einer die Beleuchtungsapertur begrenzenden Ebene eine Glasplatte mit einem zentralen lichtundurchlässigen Bereich angeordnet ist.

Bei einer Einrichtung zur Hellfeldbeleuchtung durch das Objektiv des Meßmikroskopes mit Lichtzuführung über einen Strahlenteiler im Bildraum des Objektivs und mit einem Lichtleiter oder Lichtleitstab, dessen Lichtaustrittsfläche in oder in der Nähe der Ebene einer die Beleuchtungsapertur begrenzenden Öffnung vorgesehen ist, ist es vorteilhaft, wenn ein zentraler Bereich der Lichtaustrittsfläche lichtundurchlässig abgedeckt ist.

Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn der Lichtleiter an seiner Lichtaustrittsfläche eine ringförmige Lichtleitfaseranordnung besitzt. Durch die Ausblendung des zentralen Bereiches der aperturbegrenzenden Öffnung wird erreicht, daß im Reflexbild der aperturbegrenzenden Öffnung, welches in der Nähe der Bildebene des Objektivs liegt, daß ein zentraler Bereich dunkel ist und es in diesem Bereich zu keiner Kontrastminderung durch den verwendeten Strahlenteilerwürfel kommt. Für optoelektronische Sensoren oder visuelle Visiermarken in der Nähe der Sehfeldmitte dieser Bildebene tritt keine Funktionsbeeinträchtigung durch Reflexlicht des Strahlenteilerwürfels auf. Die Qualität der Abbildung bei Meßmikroskopen und auch bei Meßprojektoren und die Zuverlässigkeit bei fotoelektrischer Meßobjektantastung werden mit geringem Aufwand verbessert.

Ausführungsbeispiel

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

Fig. 1: den Strahlengang einer Beleuchtungseinrichtung mit einer Glasplatte in der Ebene der aperturbegrenzenden Öffnung der Beleuchtungsapertur und

Fig. 2: den Strahlengang einer Beleuchtungseinrichtung mit einem Lichtleiter.

Die in Fig. 1 dargestellte Auflichtbeleuchtungseinrichtung für Hellfeldbeleuchtung bei Meßmikroskopen umfaßt eine Lichtquelle 1 und einen Kollektor 2, welcher die Lichtquelle 1 in die Ebene 3 abbildet, in der eine Glasplatte 4 mit einem zentralen lichtundurchlässigen Bereich 5 angeordnet ist. Diese Ebene 3 wird durch einen nachgeordneten Kollektor 6 durch die Bildfeldblende 7 und durch einen Strahlenteilerwürfel 8 hindurch in die Austrittspupille 9 des Objektivs 10 abgebildet. Durch das Objektiv 10 wird diese Austrittspupille 9 auf das Meßobjekt 11, welches sich in der Objektebene 12 befindet, abgebildet und dieses damit beleuchtet. Das somit im Auflicht durch das Objektiv 10 beleuchtete, in der Objektebene 12 befindliche Meßobjekt 11 wird durch das Objektiv 10 über den Strahlenteilerwürfel 8 in eine Ebene 13 abgebildet, in welcher sich in der Nähe der Bildfeldmitte optoelektronische Sensoren, wie z. B. Tastaugen oder Kreis-Kreisring-Detektor, befinden. Bei visueller Beobachtung befinden sich in dieser Ebene, die mit der Dingenbene des Okulars 14 zusammenfällt, visuelle Visiermarken. Naturgemäß entsteht an der Würfelfläche 15 des Strahlenteilerwürfels 8 ein Reflexbild 16 bzw. 17 der Lichtaustrittsfläche in der Ebene 3, wobei das Reflexbild 17 in der Nähe der Ebene 13 liegt und dort eine unerwünschte Kontrastminderung verursacht. Dadurch verschlechtern sich die Erkennbarkeit von Objektstrukturen, vor allem bei schwach und diffus reflektierenden Auflichtobjekten, und die Einstellungssicherheit. Bei visueller Beobachtung tritt schneller Ermüdung des Beobachters ein. Durch das Vorsehen des lichtundurchlässigen Bereiches 5 auf der Glasplatte 4 in der Ebene 3, mit welchem der zentrale Teil der Ebene 3 ausgeblendet wird, wird erreicht, daß das Reflexbild 17 in der Ebene 13 in oder in der Nähe der optischen Achse 18 eine zentralen dunklen Bereich enthält und damit die geschilderten Nachteile entfallen.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Auflichtbeleuchtungseinrichtung befindet sich zwischen dem Kondensator 2 und dem Kollektor 6 ein Lichtleitstab oder ein Lichtleitbündel 19 mit einer zentralen Abdeckung 20 (lichtundurchlässiger Bereich) in der Ebene 3. Diese zentrale Abdeckung 20 kann bei einem Lichtleiter durch eine aufgebrachte lichtundurchlässige Schicht realisiert werden. Bei einem aus mehreren Lichtleitfasern bestehenden Lichtleitbündel 19 kann z. B. eine zentrale Lichtausstrahlung dadurch verhindert werden, daß die Lichtausstrahlung dadurch verhindert werden, daß die Lichtleitfasern lediglich kreisringförmig angeordnet sind und das Lichtleitbündel eine kreisringförmige Lichtausstrittsfläche aufweist. Der dieser Lichtaustrittsfläche nachfolgende Strahlengang entspricht bei dieser Einrichtung dem der Einrichtung nach Fig. 1.

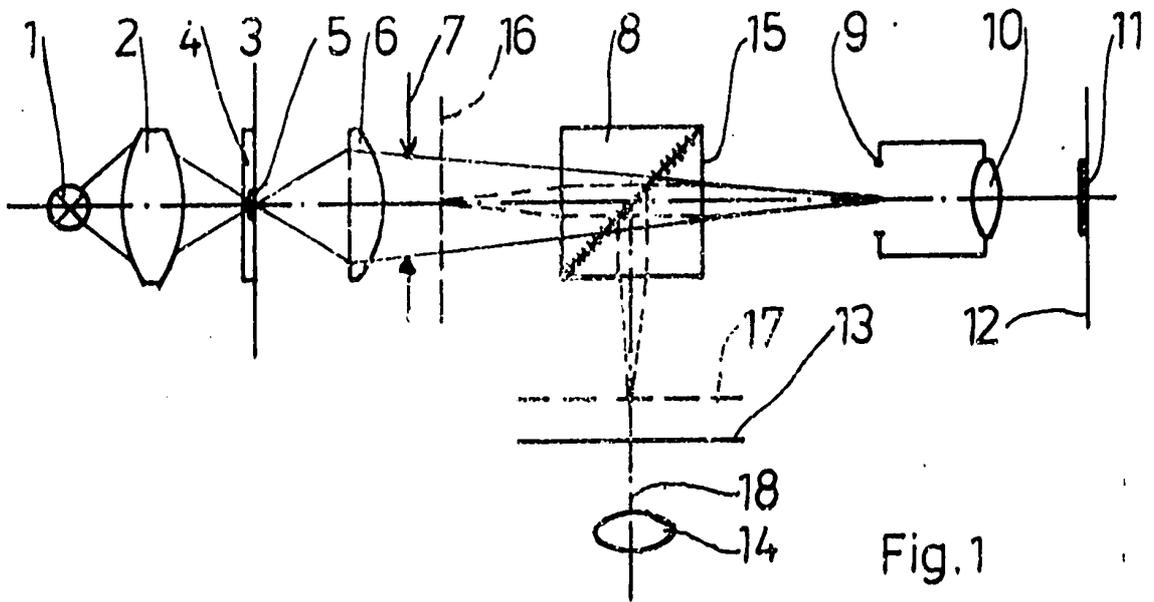


Fig. 1

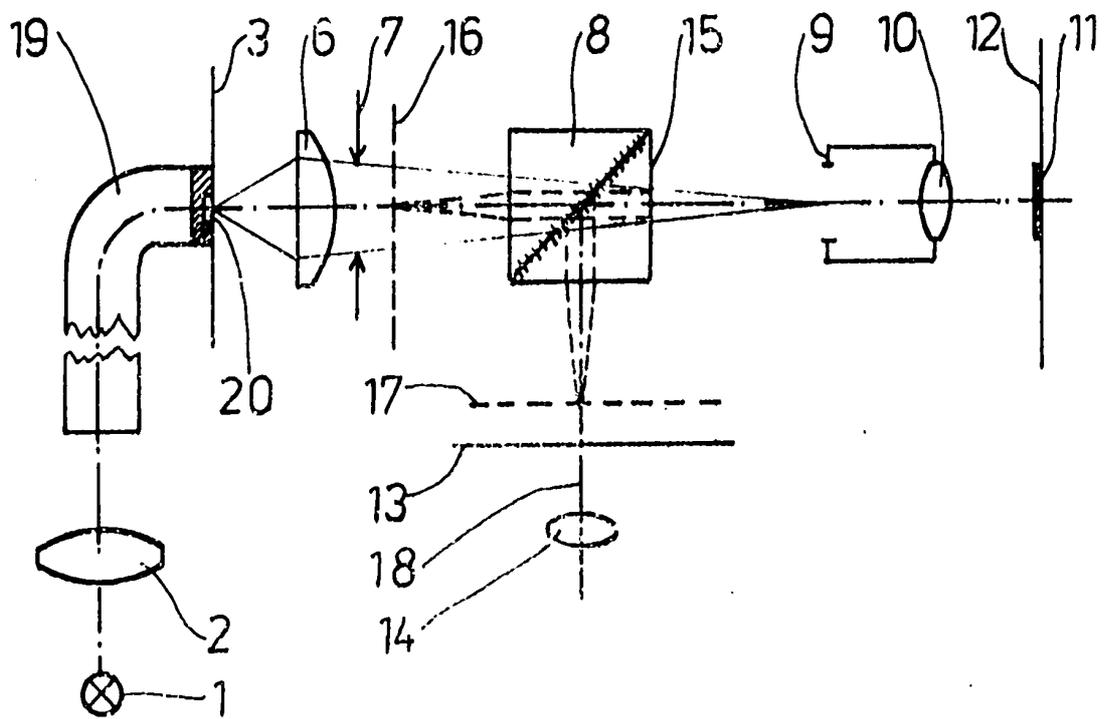


Fig. 2