



Patent
aufrechterhalten nach
§ 12 Abs. 3 ErstrG

(51) Int. Cl.⁵: G 02 B 21/00

DEUTSCHES PATENTAMT

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Aufrechterhaltung kann Einspruch eingelegt werden

(21) Aktenzeichen:	(22) Anmeldetag:	(44) Veröff.-tag der DD-Patentschrift:	(45) Veröff.-tag der Aufrechterhaltung:
DD G 02 B / 303 338 0	01.06.87	02.11.88	07.04.94

(30) Unionspriorität:
—

(72) Erfinder: Gröbler, Bernhard, Dipl.-Phys., 07747 Jena, DE; Schöppe, Günter, 07745 Jena, DE

(73) Patentinhaber: Carl Zeiss Jena GmbH, Tatzendpromenade 1 a, 07745 Jena, DE

(54) **Einfaches Kontrastmikroskop**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DD 145 331

R. Hoffman u. L. Gross, Appl. Opt. 14 (1975) No. 5, S. 1169 ff.

Patentansprüche:

1. Einfaches Kontrastmikroskop, enthaltend Mittel zur Beleuchtung eines Objektes, insbesondere einen Kondensator mit veränderlicher Apertur, und Mittel zur Abbildung des Objektes, **gekennzeichnet dadurch**, daß in der Fourierebene eines Objektivs (8) ein vorzugsweise wechselbarer Filter (9a, 9b, 9c) mit einer radialsymmetrisch nach seinem äußeren Rand hin stetig oder stufenförmig abnehmenden Transparenz und zwischen einer Aperturblende (4) und einem Kondensator (6) eine in einer Ebene senkrecht zur optischen Achse (0) verschiebbare, vorzugsweise mit einem ringförmigen Spalt (5a) versehene wechselbare Blende (5) angeordnet sind.
2. Einfaches Kontrastmikroskop nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Durchmesser des in die Fourierebene abgebildeten Bildes (5aB) des ringförmigen Spaltes (5a) größer als der Durchmesser des Filters (9a, 9b, 9c) ist.
3. Einfaches Kontrastmikroskop nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Durchmesser des in die Fourierebene abgebildeten Bildes (5ac) des ringförmigen Spaltes (5a) kleiner als der Durchmesser des Filters (9a, 9b, 9c) ist und das Bild (5ac) des ringförmigen Spaltes (5a) vorzugsweise vollständig in dem Bereich mittlerer Transparenz des Filters (9a, 9b, 9c) abgebildet ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung findet Anwendung in optischen Anordnungen, vorzugsweise in Mikroskopen, zur Durchführung von Kontrastverfahren.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

In der Mikroskopie sind zahlreiche Kontrastverfahren, wie Phasenkontrast, Interferenzkontrast, Dunkelfeld und andere bekannt, die alle zu ihrer Realisierung teure beziehungsweise arbeitsaufwendige Zusatzausrüstungen und/oder Spezialobjektive mit Nachteilen für die Hellfeldmikroskopie benötigen.

Eine bekannte einfache Kontrasteinrichtung ist die sogenannte Modulations-Kontrast-Einrichtung (R. Hoffmann u. L. Gross, Appl. Opt. 14 [1975] 5, S. 1169). Sie besitzt Nachteile bezüglich der Bildwiedergabe durch die Gestaltung der Modulatoren. So treten Beugungssäume im mikroskopischen Bild auf.

Bei einer weiteren bekannten Lösung werden die Nachteile bezüglich der Beugungssäume durch Anordnung einer geeigneten Platte im Objektiv reduziert (DD-PS 145331).

Sie weist jedoch die Nachteile auf, daß das durch sie erzeugte Hellfeldbild stets eine sichtbare Anisotropie zeigt und das Azimut, damit auch die Wirkrichtung des Verfahrens für ein einmal festgeschraubtes Objektiv nicht mehr variabel ist.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Schaffung eines einfachen Kontrastmikroskopes, welches die genannten Nachteile, Beugungssäume im mikroskopischen Bild und sichtbare Anisotropie im Hellfeldbild, auf ein nichtstörendes Maß reduziert und kostengünstig herstellbar ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einfaches Kontrastmikroskop zu schaffen, bei dem mit demselben Objektiv abwechselnd Reliefkontrast und isotropes Hellfeld durch einfachen Wechsel des Beleuchtungsmodulators durchführbar ist und bei dem das Wirkprinzip, durch einfache Manipulation an den Mitteln zur Beleuchtung, frei wählbar ist und die Vorteile apodisierter Objektive genutzt werden. Die Aufgabe löst ein einfaches Kontrastmikroskop enthaltend Mittel zur Beleuchtung eines Objektes, insbesondere einen Kondensator mit veränderlicher Apertur, und Mittel zur Abbildung des Objektes erfindungsgemäß dadurch, daß in der Fourierebene eines Objektivs ein vorzugsweise wechselbarer Filter mit einer radialsymmetrisch nach seinem äußeren Rand hin stetig oder stufenförmig abnehmenden Transparenz und zwischen einer Aperturblende und einem Kondensator eine in einer Ebene senkrecht zur optischen Achse verschiebbare, vorzugsweise mit einem ringförmigen Spalt versehene wechselbare Blende angeordnet sind.

Vorteilhafte Ausgestaltungsformen der Erfindung bestehen darin, daß der Durchmesser des in die Fourierebene abgebildeten Bildes des ringförmigen Spaltes größer als der Durchmesser des Filters ist, oder der besagte Durchmesser des abgebildeten Bildes des ringförmigen Spaltes kleiner als der Durchmesser des Filters ist und das Bild des ringförmigen Spaltes vorzugsweise vollständig in den Bereich mittlerer Transparenz des Filters abgebildet ist.

Eine weitere vorteilhafte erfindungsgemäße Ausgestaltungsform besteht in einem wahlweisen Einsatz von drei verschiedenen Filtertypen. Bei einem ersten Filter nimmt die Transparenz \cos^2 -förmig radialsymmetrisch über $1/2$ Periode von der Mitte der Fourierebene ausgehend ab, d. h. in der Mitte ist das Filter völlig transparent, außerhalb der Filtermitte nimmt die Transparenz zunächst geringfügig dann stärker ab und wird am Rand völlig undurchlässig.

Bei einem zweiten Filter ist ein größeres Gebiet der Filtermitte völlig transparent, die Transparenz nimmt über ein kürzeres Gebiet stetig von ca. 100% auf 0% ab.

Bei einem dritten Filter erfolgt eine stufenförmige Abnahme der Transparenz, in einem Gebiet am Rande des Filters mit einer Breite von $-1/10$ seines Radius geht die Transparenz auf -25% zurück.

Die erfindungsgemäße Wirkung besteht darin, daß durch die Verschiebmöglichkeit der Blende, des wahlweisen Einbringens von Blenden mit geradem oder ringförmigem Spalt, vorzugsweise mit einem ringförmigen Spalt, und der wahlweisen Anwendung eines der genannten Filter in einem Mikroskop einfachster Bauart mehrere Verfahren, wie

- qualitativ hochwertiges Hellfeld
- „Apodisationskontrast“
- Grenzdunkelfeld und
- ein dem negativen Phasenkontrast ähnliches Verfahren

im raschen Wechsel durchführbar sind.

Mit dem „Apodisationskontrast“ werden Bilder erzeugt, deren Kontrast besser als der durch die bekannte schiefe Beleuchtung hervorgerufene ist, dem Diffraktionskontrast beziehungsweise dem Modulationskontrast ähnlich ist, Kontrastvariationen, eine bessere Auflösung als die letztgenannten Verfahren und eine einfache Variation des Kontrastazimutes zuläßt, wodurch artifizielle Azimuteffekte von Objektstrukturen sofort unterscheidbar sind. Die erfindungsgemäße Gestaltung schafft die Möglichkeit, ohne Anschaffung von teuren Zusatzausrüstungen und ohne gegenseitige Beeinträchtigung der Verfahren, auch bei preisgünstigen „einfachen“ Mikroskopen die Kontrastmikroskopie anzuwenden.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird nachstehend anhand von schematischen Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen

Figur 1: die erfindungsgemäßen Bauelemente und ihre Anordnung im Strahlengang eines einfachen, nicht dargestellten Mikroskopes,

Figur 2a-2c: die erfindungsgemäß vorgesehenen Filterarten und

Figur 3a-3e: die Abbildung von Blenden verschiedener Art und Größe auf das in der Fourierebene befindliche Filter.

Zu Fig. 1 ist vereinfacht der Strahlengang 0 eines einfachen, nicht dargestellten Mikroskopes mit den Mitteln zur Beleuchtung, einer Lichtquelle 1, einem Kollektor 2, einer Leuchtfeldblende 3, einer Aperturblende 4 und eines Kondensors 6, eines Objektes 7 und den Mitteln zur Abbildung, einem Objektiv 8 und einem Okular 10, des Objektes 7 gezeigt. In diesem Strahlengang sind erfindungsgemäß in der Fourierebene des Objektivs 8 ein vorzugsweise wechselbarer zweiter Filter 9b mit einer radialsymmetrisch nach seinem äußeren Rand hin stetig abnehmenden Transparenz und zwischen der Aperturblende 4 und dem Kondensator 6 eine in einer Ebene senkrecht zur optischen Achse 0 verschiebbare, vorzugsweise mit einem ringförmigen Spalt 5a versehene Blende 5 angeordnet.

Die Fig. 2a bis 2c zeigen erfindungsgemäß vorgesehene Filterarten.

Fig. 2a: zeigt einen ersten Filter, bei diesem nimmt die Transparenz \cos^2 -förmig radialsymmetrisch über $1/2$ Periode von der Mitte der Fourierebene ausgehend ab, d. h. in der Mitte ist das Filter völlig transparent, außerhalb der Filtermitte nimmt die Transparenz zunächst geringfügig, dann stärker ab und wird am Rand völlig undurchlässig.

Fig. 2b: einen zweiten Filter, bei diesem ist ein größeres Gebiet der Filtermitte völlig transparent, die Transparenz nimmt über ein kürzeres Gebiet stetig von ca. 100% auf 0% ab. Und

Fig. 2c: einen dritten Filter, bei diesem erfolgt eine stufenförmige Abnahme der Transparenz, in einem Gebiet am Rande des Filters mit einer Breite von $-1/10$ seines Radius geht die Transparenz auf -25% zurück.

Die Filter sind in bekannter Weise entweder einzeln einschiebbar oder auf einem Schieber angeordnet.

Die Fig. 3a bis 3e zeigen die Abbildung von Blenden verschiedener Art und Größe auf ein in der Fourierebene befindliches Filter 9b.

Das Bild nach Fig. 3a entsteht bei Anwendung einer zentrierten Aperturblende, Beugungssäume sind optimal unterdrückt. Bei Verwendung einer mit einem ringförmigen Spalt 5a versehenen Blende 5, deren Bild 5aB im Durchmesser größer als der Filter 9b ist, entstehen Objektbilder, die bei stark einseitiger Lage eines Ringsegmentes des Bildes 5aB zunächst einem einseitigen Dunkelfeldbild bei Lage des größten Flächenanteiles des Ringsegmentes im mittleren Transparenzbereich des Filters 9b, siehe Fig. 3b, einen dem differentiellen Interferenzkontrast ähnlichen Charakter haben, jedoch keine Doppelkonturen zeigen, und bei zentraler Lage des wirksamen Ringsegmentes Hellfeldcharakter annehmen. Bei zentrisch zur Fourierebene liegendem Bild 5aB der Blende 5, dargestellt in Fig. 3c, entsteht ein Grenzdunkelfeldbild.

Bei Verwendung einer Blende 5 mit ringförmigem Spalt 5a, deren Bild 5aC im Durchmesser kleiner als der Filter 9b ist, und die zentrisch auf den Filter 9b abgebildet ist, sind im mikroskopischen Objektbild Objekteinheiten mit einer über der Umgebung liegenden Brechzahl gegenüber der Umgebung aufgehellt, die Nachbarschaft dieser Objekte ist gegenüber der weiteren Umgebung abgedunkelt, siehe Fig. 3d.

In Fig. 3c ist das Bild 5b einer nichtdargestellten mit einem geradlinigen Spalt versehenen Blende zu sehen.

Auf die Darstellung der Aufnahmen für die Blende 5 und den Filter 9a, 9b oder 9c wird verzichtet, da an sich bekannte Mittel verwendet werden. Zur Realisierung der Veränderung des Azimutes und der Größe der Dezentrierung wird im einfachsten Fall die Blende 5 je nach gewünschtem Effekt mit der Hand verschoben, eingestellt.

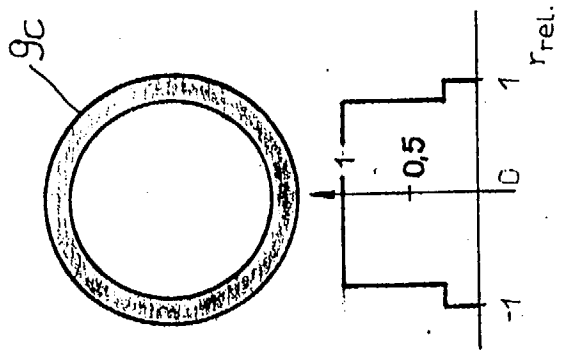


Fig. 2a

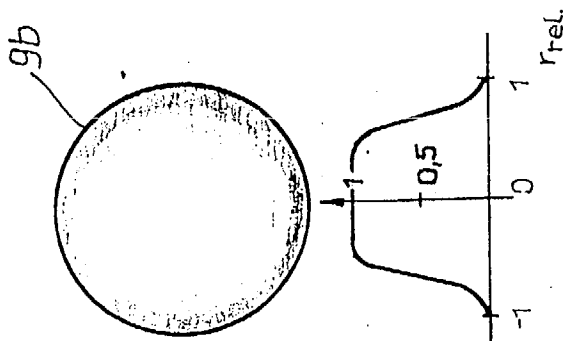


Fig. 2b

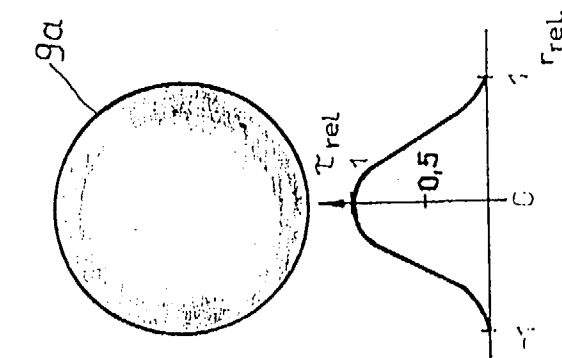


Fig. 2c

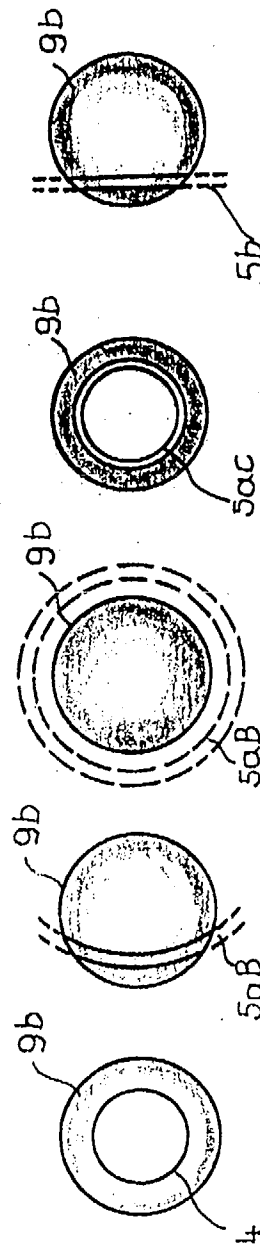


Fig. 3a

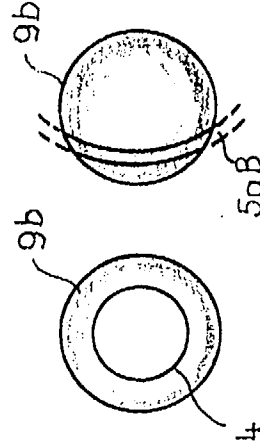


Fig. 3b

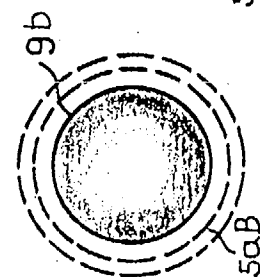


Fig. 3c

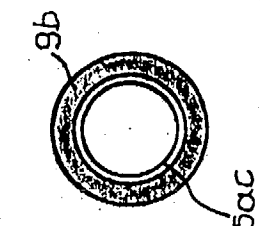


Fig. 3d

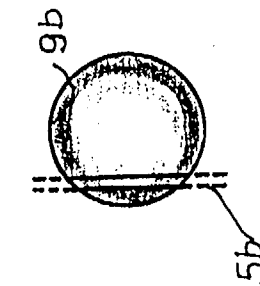


Fig. 3e

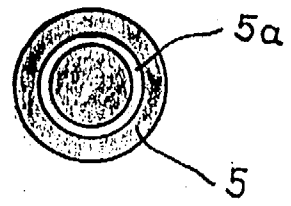
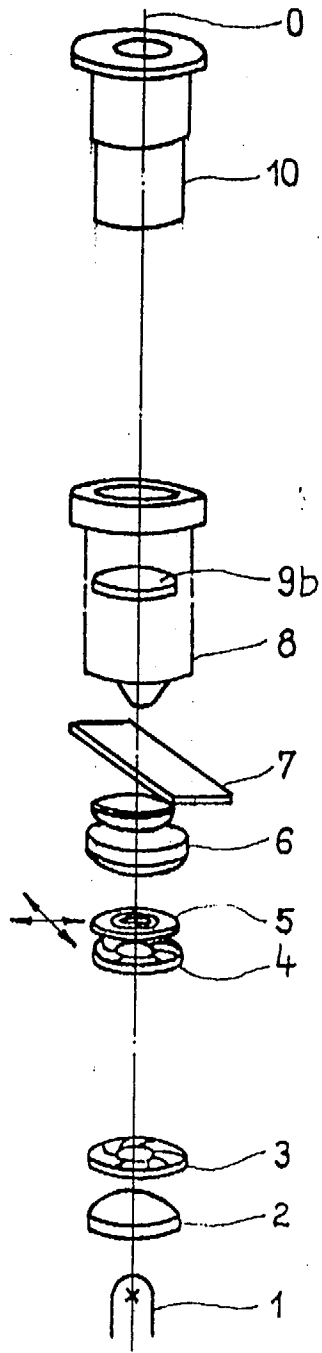


Fig. 1a

Fig. 1