



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 257 888 A1

4(51) G 02 B 5/30

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

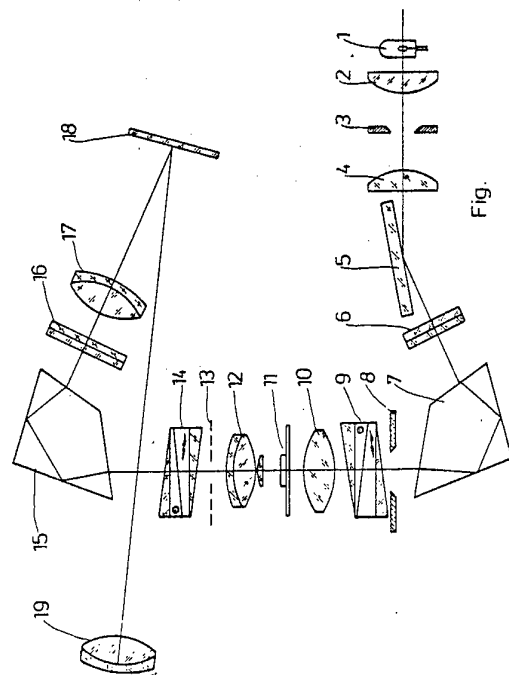
(21)	WP G 02 B / 300 307 8	(22)	02.03.87	(44)	29.06.88
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	VEB Carl Zeiss JENA, Carl-Zeiss-Straße 1, Jena, 6900, DD
(72)	Danz, Rainer, Dipl.-Phys.; Bergner, Joachim; Schöppe, Günter, DD

(54) Interferenzkontrastanordnung

(55) Interferenzkontrastanordnung, Untersuchen mit zirkular polarisiertem Licht, Richtung der Bildaufspaltung ist variierbar

(57) Die Erfindung betrifft eine Interferenzkontrastanordnung die in mit polarisiertem Licht arbeitenden optischen Geräten, insbesondere in Polarisationsmikroskopen einsetzbar ist. Sie dient vorzugsweise zur kontrastreichen Darstellung ungefärbter Objekte, wobei eine wesentliche Kontraststeigerung erreicht und die Bildaufspaltungsrichtung beliebig wählbar sein soll. Die Aufgabe löst eine Interferenzanordnung erfindungsgemäß dadurch, daß im optischen Strahlengang zirkular polarisierendes Lichterzeugende Elemente vorgesehen und deren Schwingungsrichtung untereinander mit zu der Schwingungsrichtung der Polare unter definierten Winkeln angeordnet sind. Das Objekt wird mit zirkular polarisiertem Licht untersucht, die Richtung der Bildaufspaltung ist variierbar. Figur



Patentansprüche:

1. Interferenzkontrastanordnung, bestehend aus einem ersten und einem zweiten anisotropen Bildaufspaltungselement, vorzugsweise modifizierte WOLLASTON- Prismen nach SMITH oder NORMARSKI, und einem ersten und einem zweiten Viertelwellen-Retarder, die wahlweise in mit polarisiertem Licht arbeitenden optischen Geräten, insbesondere in Polarisationsmikroskopen einsetzbar ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß im optischen Strahlengang eines besagten optischen Gerätes zwischen einem Polarisator (6) und einem ersten anisotropen Bildaufspaltungselement (9) ein erster Viertelwellen-Retarder (7) und zwischen einem zweiten anisotropen Bildaufspaltungselement (14) und einem Analysator (16) ein zweiter Viertelwellen-Retarder (15) derart angeordnet sind, daß die Schwingungsrichtung des ersten Viertelwellen-Retarders (7) vorzugsweise unter 45° zur Schwingungsrichtung des Polarisators (6) und die Schwingungsrichtung des zweiten Viertelwellen-Retarders (15) vorzugsweise unter 45° zur Schwingungsrichtung des Analysators (16) liegen, wobei die Schwingungsrichtungen des ersten Viertelwellen-Retarders (7) und des zweiten Viertelwellen-Retarders (15) einen Winkel von 0° oder 90° bilden.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß beide Viertelwellen-Retarder (7, 15) vorzugsweise achromatisch ausgebildet sind.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß das erste und das zweite anisotrope Bildaufspaltungselement (9, 14) gekoppelt azimuthal drehbar angeordnet sind.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß im besagten optischen Gerät für einen Kondensator (10) und ein Objektiv (12) ein identisches optisches System eingesetzt ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung findet Anwendung in mitpolarisierten lichtarbeitenden optischen Geräten insbesondere in Polarisationsmikroskopen.

Sie dient vorzugsweise zur kontrastreichen Darstellung ungefärbter Objekte, wie sie bei Untersuchungen in der Biologie, der Medizin, der Kriminalistik und in der Mikroelektronik vorliegen, und als Einstellhilfe für quantitative Untersuchungen an Präparaten der Mineralogie, der Petrographie und der Chemie.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Alle bisher bekannten polarisationsoptischen Interferenzeinrichtungen (z. B. nach SMITH, NOMARSKI, JAMIN-LEBEDEW, FRANCON, SAVART, PLUTA, DE VEER, SCHÖPPE) verwenden ausschließlich linear polarisiertes Licht. Damit entsteht in den Einrichtungen der bekannte, auf Drehung der Schwingungsebene bei der Lichtbrechung an Linsen und anderen optischen Elementen beruhende Löschungsfehler, der sich als hyperbelförmige Intensitätsverteilung in der Mikroskopaustrittspupille auswirkt. Für die Erzielung ausreichender Bildkontraste ist folglich eine Aperturbeschränkung erforderlich, die mit Verlust an lateraler Auflösung verbunden ist.

Ein weiterer Nachteil solcher bekannter Einrichtungen, die mit einem vor dem Objekt angeordneten und einem hinter dem Objekt angeordneten bildaufspaltenden optischen Elemente arbeiten, besteht in einer inhomogenen Intensitätsverteilung im Feld, die um so stärker merkbar wird, je größer das genutzte Bildfeld ist.

Im DD-AP 113271 ist eine Anordnung beschrieben, bei der die durch unterschiedliche Neigungen und Weglängen des Lichts in den anisotropen Bildaufspaltungselementen hervorgerufenen hyperbelförmig verteilten Gangunterschiedsdifferenzen im Bildfeld kompensiert werden können. Die verwendete anisotrope Kompensationsplatte muß allerdings senkrecht im Strahlengang angeordnet sein, wobei ein störender Lichtreflex auftritt und der den Bildkontrast verschlechtert.

Dieser Nachteil wird mit einer Anordnung nach DD-WP 233670 vermieden. Nach wie vor bleiben aber die bildkontrastmindernden inhomogenen Intensitätsverteilungen in der Objektivaustrittspupille bei beiden Anordnungen bestehen.

Ein genereller Nachteil aller mit linear polarisiertem Licht arbeitenden Interferenzkontrasteinrichtungen ist weiterhin, daß die beleuchtungs- und bildseitigen anisotropen Bildaufspaltungselemente nur in einer eng tolerierten azimuthalen Lage voll wirksam werden, nämlich unter 45° zu den Schwingungsrichtungen von Polarisator und Analysator. Damit ist eine feste Richtung der Bildaufspaltung vorgegeben, so daß z. B. die Kontrastmikroskopen mit nichtdrehbaren mikroskopischen linienförmige, in Aufspaltungsrichtung liegende Phasenstrukturen nicht kontrastiert werden können.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung hat das Ziel, eine Interferenzkontrastanordnung zu schaffen, die eine wesentliche Kontraststeigerung bewirkt, die Bildaufspaltungsrichtung beliebig wählbar gestattet und gleichzeitig mit geringem technischen Aufwand realisierbar ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung und Kontrastierung von Phasenobjekten zu schaffen, vorzugsweise für die Durchführung des differentiellen Interferenzkontrastverfahrens nach SMITH oder NOMARSKI, die die hyperbelförmige Intensitätsverteilung in der Austrittspupille infolge der Drehung der Schwingungsebene schräg einfallender linear polarisierter Strahlen beim Durchgang durch Linsen und andere optische Elemente in eine annähernd homogene Intensitätsverteilung umwandelt, demzufolge den Bildkontrast ohne Apertureinschränkung steigert und gleichzeitig die Richtung der Bildaufspaltung zu variieren gestattet sowie den Justieraufwand für Orientierung der Bildaufspaltungselemente reduziert. Die Aufgabe löst eine Interferenzkontrastanordnung, bestehend aus einem ersten und einem zweiten anisotropen Bildaufspaltungselement, vorzugsweise modifizierte WOLLASTON-Prismen nach SMITH oder NOMARSKI, und einem ersten und einem zweiten Viertelwellen-Retarder, die wahlweise in mit polarisiertem Licht arbeitenden optischen Geräten, insbesondere in Polarisationsmikroskopen einsetzbar ist, erfindungsgemäß dadurch, daß im optischen Strahlengang eines besagten optischen Gerätes zwischen einem Polarisator und einem ersten anisotropen Bildaufspaltungselement ein erster Viertelwellen-Retarder und zwischen einem zweiten Bildaufspaltungselement und einem Analysator ein zweiter Viertelwellen-Retarder derart angeordnet sind, daß die Schwingungsrichtung des ersten Viertelwellen-Retarders vorzugsweise unter 45° zur Schwingungsrichtung des Polarisators und die Schwingungsrichtung des zweiten Viertelwellen-Retarders vorzugsweise unter 45° zur Schwingungsrichtung des Analysators liegen, wobei die Schwingungsrichtungen des ersten Viertelwellen-Retarders und des zweiten Viertelwellen-Retarders einen Winkel von 0° oder 90° bilden, so daß das durch den Polarisator linear polarisierte Licht nach Passieren des ersten Viertelwellen-Retarders zirkular polarisiert ist und nach Passieren des zweiten Viertelwellen-Retarders wieder in linear polarisiertes Licht umgewandelt und so dem Analysator zugeführt wird. Die Schwingungsrichtungen des Polarisators und des Analysators bilden einen Winkel von 90° .

Das Objekt wird mit zirkular polarisiertem Licht untersucht, wodurch im Gegensatz zu linear polarisiertem Licht kein Lösungsfehler auftreten kann und demzufolge die Objektivaustrittspupille in homogener Intensität I (bei gekreuzten Polaren I-O) erscheint.

Vorteilhafte erfindungsgemäße Ausgestaltungsformen bestehen darin, daß beide Viertelwellen-Retarder vorzugsweise achromatisch ausgebildet sind, damit ist die Anwendung im weißen Licht uneingeschränkt möglich sowie darin, daß das erste und das zweite anisotrope Bildaufspaltungselement gekoppelt azimuthal drehbar angeordnet sind, wodurch in Verbindung mit dem das Objekt durchsetzende zirkular polarisierte Licht einerseits die Justierung der Einrichtung erleichtert wird und andererseits die langgewünschte Möglichkeit besteht, die Richtung der Bildaufspaltung der morphologischen Ausbildung des Untersuchungsobjektes anpassen und damit gerichtete Strukturen ohne Objektdrehung optimal kontrastieren zu können. Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltungsform der Interferenzkontrastanordnung besteht darin, daß im besagten optischen Gerät für einen Kondensor und für ein Objektiv ein identisches optisches System eingesetzt ist. Diese Ausgestaltungsform ermöglicht eine Homogenisierung der Intensität bzw. Untergrundfarbe im Dingfeld des optischen Gerätes. Mit der erfindungsgemäßen Interferenzkontrastanordnung können somit ohne die sonst bei den bekannten technischen Lösungen notwendige Drosselung der Beleuchtungsapertur Bildkontrast und Phasenauflösung bei uneingeschränkter lateraler Auflösung gesteigert und jeder Punkt im Dingfeld mit gleichem relativen Gangunterschied dargestellt werden.

Ausführungsbeispiele

Die Interferenzkontrastanordnung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Die Zeichnung zeigt schematisch eine mögliche Variante eines Strahlenganges eines mit polarisiertem Licht arbeitenden optischen Gerätes, in diesem Beispiel den eines Polarisationsmikroskopes, mit erfindungsgemäßer Anordnung der entsprechenden Elemente. So sind im genannten Strahlengang zwischen einem Polarisator 6 und einem ersten anisotropen Bildaufspaltungselement 9 ein erster Viertelwellen-Retarder 7 und zwischen einem zweiten anisotropen Bildaufspaltungselement 14 und einem Analysator 16 ein zweiter Viertelwellen-Retarder 15 derart angeordnet, daß die Schwingungsrichtung des ersten Viertelwellen-Retarders 7 vorzugsweise unter 45° zur Schwingungsrichtung des Polarisators 6 und die Schwingungsrichtung des zweiten Viertelwellen-Retarders 15 vorzugsweise unter 45° zur Schwingungsrichtung des Analysators 16 liegen, wobei die Schwingungsrichtungen des ersten Viertelwellen-Retarders 7 und des zweiten Viertelwellen-Retarders 15 einen Winkel von 0° oder 90° bilden. Vorzugsweise finden achromatische Viertelwellen-Retarder Anwendung. Als Bildaufspaltungselement 9 und 14 ist jeweils vorzugsweise ein modifiziertes WOLLASTON-Prisma nach NOMARSKI, eingebettet zwischen zwei Glaskeilen, eingesetzt.

Eine vorteilhafte jedoch in der Zeichnung nicht dargestellte Ausgestaltungsform besteht darin, daß die beiden Bildaufspaltungselemente 9 und 14 gekoppelt azimuthal drehbar angeordnet sind. Die Drehung wird mit an sich bekannten Stellgliedern in Verbindung mit einer Steuereinrichtung durchgeführt. Weiterhin vorteilhaft ist es, daß das Objektiv 12 und der Kondensor 10 ein identisch optisches System sind.

Eine weitere nicht dargestellte Ausführungsform besteht darin, die erfindungsgemäß angeordneten Elemente, erster Viertelwellen-Retarder 7, erstes anisotropes Bildaufspaltungselement 9, einschließlich einer an sich bekannten Aperturblende 8 und zweiter Viertelwellen-Retarder 15, zweites anisotropes Bildaufspaltungselement 14 jeweils in einem Einschub anzuordnen, welcher wahlweise bei Bedarf in ein besagtes optisches Gerät eingeschoben wird.

Folgend wird die Funktion des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert. Die von einer Lichtquelle 1 ausgehende Lichtstrahlen werden über Linsensysteme 2, 4 und einem Umlenkelement 5, begrenzt durch eine Leuchtfeldblende 3 einem Polarisator 6 zugeführt, den sie linear polarisiert verlassen und so auf den ersten Viertelwellen-Retarder 7 auftreffen.

Nach zwei im Viertelwellen-Retarder 7 erfolgten Totalreflexionen ist das linear polarisierte Licht in zirkular polarisiertes

umgewandelt worden. Zur Vermeidung störender Lichtreflexionen sind die Ein- und Austrittsfläche des Viertelwellen-Retarders 7 unter einem von 90° abweichenden Winkel zur optischen Achse des optischen Gerätes in der Weise geneigt, daß die Strahlen für alle Wellenlängen des sichtbaren Spektrums den Viertelwellen-Retarder 7 parallel zueinander verlassen.

Der erste und das zweite anisotrope Bildaufspaltungselement 9 und 14 bewirken in Verbindung mit dem Kondensator 10, dessen Öffnung durch die Aperturblende 8 begrenzt ist, und dem Objektiv 12, die Kontrastierung des Objektes 11.

Die Funktion ist wegen des erzeugten zirkular polarisierten Lichtes unabhängig von der azimitalen Lage der zueinander ausgerichteten anisotropen Bildaufspaltungselemente 9 und 14 zur Schwingungsrichtung des Polarisators 6, so daß die Richtung der Bildaufspaltung durch synchrones azimuthales Drehen der anisotropen Bildaufspaltungselemente 9 und 14 variierbar ist.

Der zweite Viertelwellen-Retarder 15 wandelt das ankommende Licht wieder in linear polarisiertes um, das von einem zweiten Polar, dem Analysator 16, analysiert wird. Über die Tubuslinse 17 den Umlenkspiegel 18 gelangen die abbildenden Strahlen in das Okular 19.

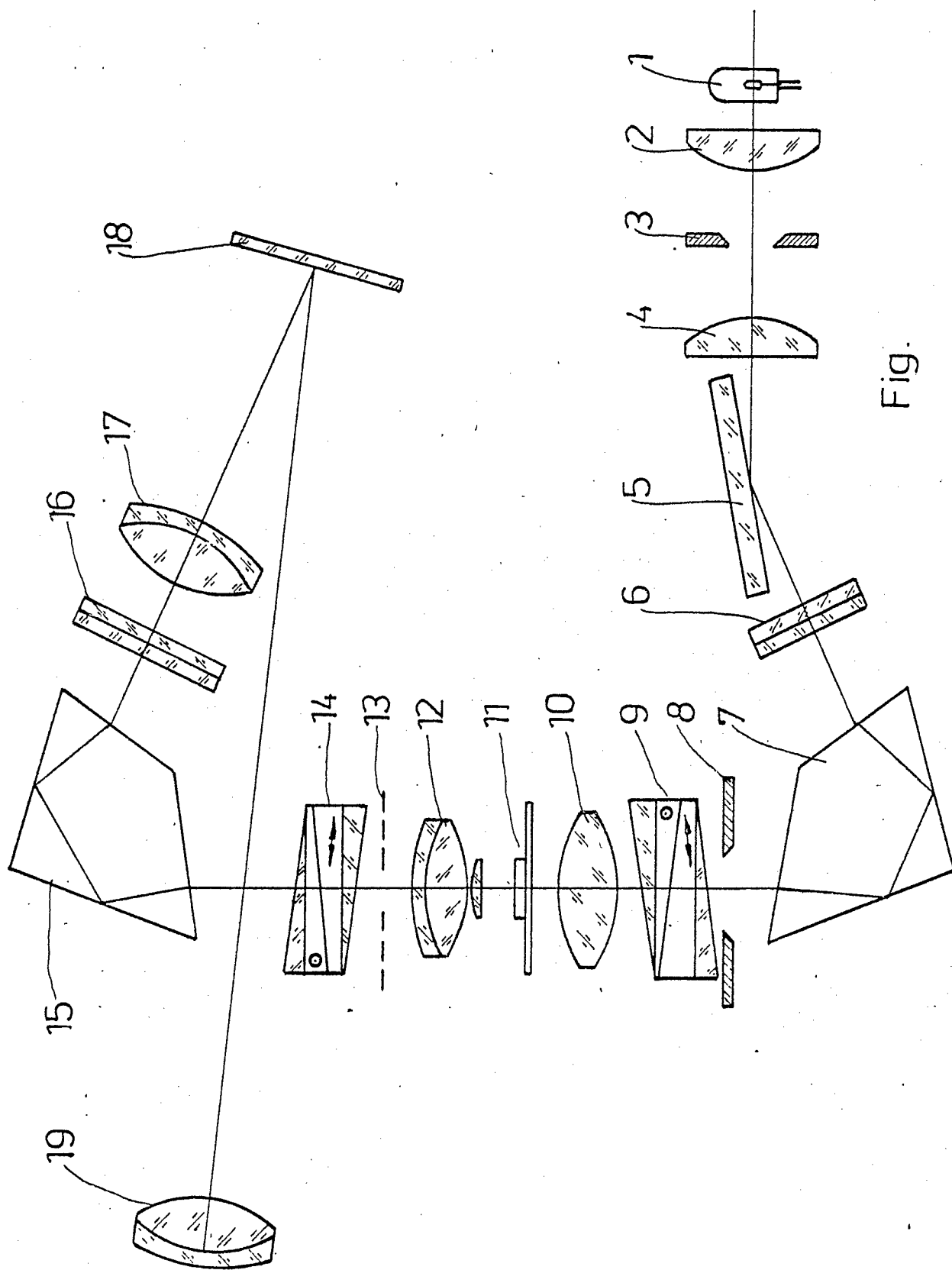


Fig.