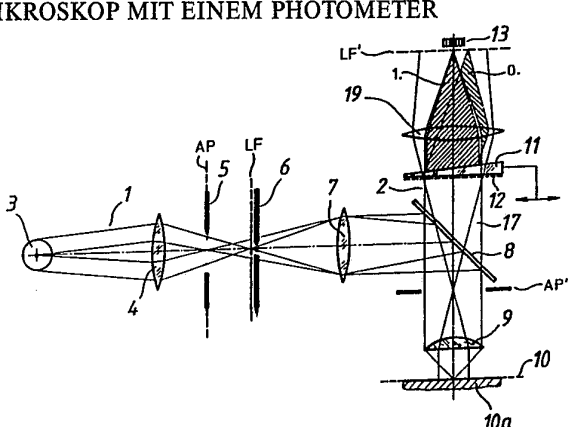




PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5 : G02B 21/00	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 90/07723 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 12. Juli 1990 (12.07.90)		
<table border="0" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 50%; vertical-align: top; padding-right: 10px;"><p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE89/00772</p><p>(22) Internationales Anmeldedatum: 14. Dezember 1989 (14.12.89)</p><p>(30) Prioritätsdaten: P 38 43 876.3 24. Dezember 1988 (24.12.88) DE</p><p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): WILD LEITZ GMBH [DE/DE]; Ernst-Leitz-Straße 30, D-6330 Wetzlar 1 (DE).</p><p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : NEUMANN, Burkhard [DE/DE]; Gotenweg 62, D-6330 Wetzlar 1 (DE).</p><p>(74) Gemeinsamer Vertreter: WILD LEITZ GMBH; Konzernstelle Patente + Marken, Ernst-Leitz-Straße 30, Postfach 2020, D-6330 Wetzlar 1 (DE).</p></td><td style="width: 50%; vertical-align: top; padding-left: 10px;"><p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</p><p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p></td></tr></table>			<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE89/00772</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 14. Dezember 1989 (14.12.89)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 38 43 876.3 24. Dezember 1988 (24.12.88) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): WILD LEITZ GMBH [DE/DE]; Ernst-Leitz-Straße 30, D-6330 Wetzlar 1 (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : NEUMANN, Burkhard [DE/DE]; Gotenweg 62, D-6330 Wetzlar 1 (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: WILD LEITZ GMBH; Konzernstelle Patente + Marken, Ernst-Leitz-Straße 30, Postfach 2020, D-6330 Wetzlar 1 (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE89/00772</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 14. Dezember 1989 (14.12.89)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 38 43 876.3 24. Dezember 1988 (24.12.88) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): WILD LEITZ GMBH [DE/DE]; Ernst-Leitz-Straße 30, D-6330 Wetzlar 1 (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : NEUMANN, Burkhard [DE/DE]; Gotenweg 62, D-6330 Wetzlar 1 (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: WILD LEITZ GMBH; Konzernstelle Patente + Marken, Ernst-Leitz-Straße 30, Postfach 2020, D-6330 Wetzlar 1 (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>			
<p>(54) Title: SPECTROMICROSCOPE WITH PHOTOMETER</p> <p>(54) Bezeichnung: SPEKTRALMIKROSKOP MIT EINEM PHOTOMETER</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"></div>				
<p>(57) Abstract</p> <p>The beam path (17) in a microscope with a Köhler-type illuminating device is at least approximately infinite. An optical transmission grid (12) is arranged in the infinite beam path (17) downstream of an optical slit (6) located in the plane (LF) of the condenser diaphragm. The zero- or first-order diffracted images formed are reproduced simultaneously or consecutively as desired on a sensor (13). Evaluation devices connected to the sensor (13) determine the spectral and densitometric distribution of a preselected object (10a). It is therefore possible to determine, for example, the width and height of an object simultaneously, from its densitometric and spectral distributions, respectively.</p>				
<p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Es wird ein Mikroskop mit einer Köhler'schen Beleuchtungseinrichtung beschrieben, das einen zumindest angenäherten Unendlich-Strahlengang (17) aufweist. In der Leuchtfeldblende (LF) ist ein optischer Spalt (6) vorgesehen, dem im Unendlich-Strahlengang (17) ein optisches Transmissionsgitter (12) nachgeordnet ist. Die dadurch erzeugten Beugungsbilder der nullten und ersten Ordnung werden wahlweise gleichzeitig oder nacheinander auf einem Sensor (13) abgebildet. Durch dem Sensor (13) nachgeschaltete Auswerteeinrichtungen wird die spektrale und densitometrische Verteilung in einem vorgewählten Objekt (10a) bestimmt. Dabei lassen sich beispielsweise über die densitometrische Verteilung die Breite und über die spektrale Verteilung die Höhe eines Objekts gleichzeitig ermitteln.</p>				

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MR	Mauritanien
BB	Barbados	FR	Frankreich	MW	Malawi
BE	Belgien	GA	Gabon	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BJ	Benin	IT	Italien	SD	Sudan
BR	Brasilien	JP	Japan	SE	Schweden
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SU	Sowjet Union
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

Spektralmikroskop mit einem Photometer

Die Erfindung betrifft ein Mikroskop gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Mikroskope mit einem Photometer sowie einem Monochromator (Mikrospektralphotometer) dienen zur Ermittlung der spektralen Verteilung einer Strahlung. Dabei wird das zu untersuchende Objekt mit einer Lichtquelle beleuchtet und die vom Objekt veränderte Strahlung gemessen. Ein derartiges Mikrospektralphotometer ist aus der DE-OS 25 42 731 bekannt. In dieser Druckschrift wird ein Mikroskop mit separaten nachrüstbaren Zusatzeinrichtungen beschrieben, die wahlweise an das Mikroskop ankoppelbar sind. Eine dieser Zusatzeinrichtungen weist einen Gittermonochromator mit einem Eintrittsspalt, einem Hohlspiegel sowie einem optischen Gitter auf. Das Photometer ist in einer Zusatzeinrichtung angeordnet und über einen weiteren nachrüstbaren Zusatz mit dem Monochromator verbunden. Durch Auswechselung des Gitters gegen einen Planspiegel läßt sich dieses Mikroskop sowohl als Spektralphotometer als auch als reines

Photometer verwenden. Die hier beschriebene Einrichtung ist durch den hohen Justageaufwand zwischen den nachrüstbaren Bau- bzw. Funktionseinheiten sehr aufwendig. Ferner ist es mit einer derartigen Einrichtung nicht möglich, einen vorwählbaren Objektpunkt gleichzeitig densitometrisch sowie spektralphotometrisch zu vermessen.

Aus der DE-OS 34 32 252 ist ein Meßmikroskop bekannt, das eine aufsetzbare Baueinheit zur densitometrischen und spektralphotometrischen Messung des vom Objekt kommenden Lichtes aufweist. Dazu ist in der Baueinheit ein optischer Spalt in einer Zwischenbildebene des Objektes vorgesehen. Diesem ist ein teildurchlässiger Spiegel nachgeordnet, um zwei getrennte Strahlengänge zu erzeugen. Einer dieser Strahlengänge beinhaltet ein Photometer mit Fotomultiplier, während im anderen Strahlengang ein konkaves Reflexionsgitter sowie eine Diodenzeile zur spektralphotometrischen Messung angeordnet sind. Neben der aufwendigen Konstruktion kann mit diesem Meßmikroskop nur in der optischen Achse gemessen werden, so daß die Objektmeßfläche nur durch eine Verschiebung des Objektes mit einem Scanningtisch erfolgen kann. Außerdem ist es hier nicht möglich, das Spaltbild sowie die zugehörigen Spektrallinien im Okular sichtbar zu machen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein herkömmliches Mikroskop mit einfachen Mitteln für eine densitometrische und spektralphotometrische Objektmessung auszustatten und dabei auch beide Messungen gleichzeitig zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Mit dieser Einrichtung lassen sich insbesondere durch die Verwendung eines Flächensensors die Beugungsbilder der nullten und ersten Beugungsordnung gleichzeitig erfassen. In Abhängigkeit vom Eintrittsspalt des Monochromators kann jedem Objektpunkt ein Spektrum sowie eine photometrisch ermittelte lichttechnische Größe zugeordnet werden. Somit werden beispielsweise Strukturen eines Objektes mit dem Photometer auf ihre Breite und gleichzeitig aus dem Spektrum die Höhe der jeweiligen Objektstruktur ermittelt. Jeder Objektpunkt kann daher gleichzeitig zwei erfaßbare Informationen (Fläche und Höhe) beinhalten.

Wird am Mikroskop ein Scanningtisch verwendet, so lassen sich außerdem zeitaufgelöste Spektralmessungen bzw. zeitaufgelöste densitometrische Messungen durchführen. Somit sind beispielsweise auch Lumineszenz-Abklingzeiten eines einmal angeregten Teilchens automatisch ermittelbar.

Durch den äußerst einfachen Aufbau lassen sich bereits vorhandene Mikroskope nachrüsten, wobei ohne umständlichen Umbau ein derartiges Meßmikroskop wieder für herkömmliche Beobachtungen genutzt werden kann.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1: die Strahlengänge eines Mikroskops,
Fig. 2a: einen optischen Keil mit daran angeordnetem optischen Transmissionsgitter,
Fig. 2b: einen optischen Keil mit daran angeordnetem optischen Transmissionsgitter,
Fig. 3: einen Beleuchtungsstrahlengang in Auflichtbeleuchtung,
Fig. 4: ein Filterrad mit Keil und optischem Transmissionsgitter,
Fig. 5: der optische Keil mit zugeordnetem Drehprisma,
Fig. 6: einen zwischen zwei konjugierten Leuchtfeldblenden-ebenen angeordneten Bildleiter.

Die Fig. 1 zeigt einen Beleuchtungsstrahlengang 1 sowie einen senkrecht dazu angeordneten Beobachtungs/Meßstrahlengang 2 eines nicht näher dargestellten Mikroskops. Der Beleuchtungsstrahlengang 1 weist ausgehend von einer Lichtquelle 3 eine Kollektorlinse 4 sowie eine Aperturblendenebene AP auf, in der eine regelbare Blende 5 angeordnet ist. Im weiteren Verlauf des Beleuchtungsstrahlengangs 1 ist eine Leuchtfeldblendenebene LF mit einem darin angeordneten regelbaren optischen Eintrittsspalt 6 sowie ein Linsensystem 7 vorgesehen. Mittels eines nachgeordneten Teilerspiegels 8 wird das Beleuchtungslicht der Lichtquelle 3 in den Beobachtungs/Meßstrahlengang 2 eingespiegelt und über die Objektivapertur AP' und das Objektiv 9 auf dem Objekt 10a abgebildet. Das Objektiv 9 ist ein nach unendlich abbildendes System, so daß ein Teil des Beobachtungs/Meßstrahlengangs 2 als Unendlich-Strahlengang 17 ausgebildet ist. In diesem sind dem Teilerspiegel 8 ein

optischer Keil 11, ein optisches Transmissionsgitter 12 sowie eine Tubuslinse 19 nachgeordnet. Mittels der Tubuslinse 19 wird ein Bild des Objekts 10a in der Zwischenbildebene LF' erzeugt. In dieser Ebene LF' ist ein Sensor 13 angeordnet. Ein Mikroskopokular ist in der Fig. 1 nicht mit dargestellt. Eine Betrachtung des Objekts kann jedoch über einen dem Sensor 13 nachgeordneten Monitor erfolgen. Außerdem kann ein weiterer Teilerspiegel im Beobachtungs-/Meßstrahlengang 2 vorgesehen sein, der einen Teil des Lichts aus der Objektebene 10 in ein Okular ausspiegelt (nicht mit dargestellt).

Der hier dargestellte Beleuchtungsstrahlengang 1 weist eine Köhler'sche Beleuchtung auf, da mittels der Kollektorlinse 4 die Lichtquelle 3 in die Aperturblendenebene AP, die Aperturblende 5 über das Linsensystem 7 sowie über das Objektiv 9 nach unendlich und die Leuchtfeldblende (Eintrittsspalt 6) mit dem Objektiv 9 in die Objektebene 10 abgebildet wird.

Der optische Eintrittsspalt 6 und das optische Transmissionsgitter 12 bilden einen Monochromator. Der Winkel zwischen den Beugungsbildern der nullten und ersten Ordnung wird durch den optischen Keil 11 exakt kompensiert und die Beugungsbilder in der Zwischenbildebene LF' voneinander getrennt abgebildet. Dabei enthält das Beugungsbild der ersten Ordnung einzelne Spektrallinien und das Bild der nullten Ordnung das Spaltbild. Durch die räumliche Trennung der beiden Bilder können aus dem Bild der ersten Ordnung das Spektrum und aus dem Bild der nullten Ordnung die jeweilige Dichteverteilung gleichzeitig erfaßt werden.

Die Fig. 2a und 2b zeigen Varianten in der Ausführung des optischen Keils 11 und des optischen Transmissionsgitters 12. Dabei können beide als einstückiges Bauteil ausgebildet sein. In der

Fig. 2a wird das aus der Objektebene 10 auftreffende Licht zunächst um den Winkel zwischen der 0. und 1. Ordnung gebeugt. Danach erfolgt die spektrale Aufspaltung des Lichtes am Transmissionsgitter 12. In der Fig. 2b erfolgt zunächst die spektrale Aufspaltung und mit dem optischen Keil 11 die Verschiebung des Spektrums um den Beugungswinkel.

Die Fig. 3 zeigt eine Variante in der Anordnung des aus Spalt 6 und Transmissionsgitter 12 bestehenden Monochromators. Beide sind in einem separaten Strahlengang angeordnet, so daß die Betrachtung des Objekts 10a über das Okular 18. wie schon zur Fig. 1 ausgeführt, erhalten bleibt. Der hier dargestellte Beleuchtungsstrahlengang 1 weist, analog zur Fig. 1, eine Lichtquelle 3, eine Kollektorlinse 4, eine Aperturblende 5, eine Leuchtfeldblendenebene LF und ein Linsensystem 7 auf. Über den Teilerspiegel 8 wird die Leuchtfeldblendenebene LF durch die hier nicht näher ausgeführte Köhler'sche Beleuchtung über das Objektiv 9 in die Objektebene 10 abgebildet. Im Gegensatz zu dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 weist der Beobachtungs/Meßstrahlengang 2 einen zusätzlichen Teilerspiegel 14 auf, der einen Teil des aus der Objektebene 10 kommenden Lichtes auspiegelt. Über die Tubuslinse 19 wird ein Zwischenbild des Objekts 10a bzw. ein Zwischenbild der Leuchtfeldblendenebene LF erzeugt. In dieser Ebene LF' ist der optische Eintrittsspalt 6 angeordnet. Über ein nachgeordnetes Linsensystem 15,16 wird ein Bild der Zwischenbildebene LF' in einer weiteren Ebene LF'' erzeugt. In dieser Ebene LF'' ist der Flächensensor 13 vorgesehen. Das Linsensystem 15,16 ist derart ausgebildet, daß zwischen den Linsen ein zumindest angenähert paralleler Strahlenverlauf besteht. In diesem Unendlich-Strahlengang 17 ist das

Transmissionsgitter 12 mit dem optischen Keil 11 vorgesehen. Dem optischen Spalt 6 des Monochromators ist ein motorisches Stellmittel 26 zugeordnet. Über dieses Stellmittel 26 kann sowohl die Höhe als auch die Breite des Spalts 6 verändert werden. Ferner ist dem Transmissionsgitter 12 sowie dem optischen Keil 11 ein weiteres motorisches Stellmittel 27 zugeordnet. Dieses dient zum exakten Ein/Ausbringen des kombinierten Keil-Transmissionsgitters 11,12 aus dem Beobachtungs/Meßstrahlengang 2 bzw. Unendlich-Strahlengang 17. Beide Stellmittel 26,27 sind elektrisch mit einer Steuereinrichtung 28 verbunden, die wiederum an eine kombinierte Rechen/Auswerteschaltung 23 angeschlossen ist. Dem hier dargestellten Flächensensor 13 ist ein Bildverstärker 29 zugeordnet. Beide sind mit der Rechen/Auswerteschaltung 23 elektrisch verbunden. Außerdem weist das nicht näher dargestellte Mikroskop einen in x-, y- und z-Richtung verstellbaren Scanningtisch 24 auf. Zur Ansteuerung des Tisches 24 ist eine weitere Steuereinrichtung 25 vorgesehen, die elektrisch an die kombinierte Rechen/Auswerteschaltung 23 angeschlossen ist.

Die Vorteile des in der Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiels liegen u.a. darin, daß die herkömmlichen Betrachtungsmethoden über ein Okular 18 erhalten bleiben und gleichzeitig spektrale und/oder densitometrische Messungen vorgenommen werden können. Außerdem ist es anhand dieses Strahlengangs erkennbar, daß der Monochromator in einfacher Weise als nachrüstbares Bauteil an einem bereits vorhandenen Mikroskop verwendet werden kann. Selbstverständlich kann der Eintrittsspalt 6 mit seinem Stellmittel 26 auch in der Leuchtfeldblendenebene LF angeordnet sein.

Die Fig. 4 zeigt eine Variante in der Ausführungsform des kombinierten optischen Keils 11 dem mit Transmissionsgitter 12. Beide Bauteile sind hier auf einem drehbar angeordneten Filterrevolver 20 (vgl. Doppelpfeil) vorgesehen, wobei zur schnellen Umschaltung auf andere mikroskopische Verfahren weitere Filter 21a bis 21c vorgesehen sind. Zweckmäßigerweise ist einer der vorhandenen Plätze als freier Lichtdurchgang 21d ausgebildet. Selbstverständlich ist es auch möglich, die einzelnen Plätze 21a - 21d mit unterschiedlichen Transmissionsgittern 12 zu belegen. Dabei können sowohl verschiedene Gitterkonstanten als auch Transmissionsgitter mit unterschiedlicher Gitterausrichtung und Gitterform verwendet werden. Ferner kann eine derartige Wechseleinrichtung 20 mit dem verstellbaren optischen Eintrittsspalt 6 gekoppelt sein, so daß dieser bei klassischen Mikroskopieverfahren automatisch aus dem Strahlengang ausgeschwenkt wird.

Die Fig. 5 zeigt eine weitere Variante des optischen Keils 11 mit dem optischen Transmissionsgitter 12. Beiden optischen Bauteilen ist hier ein Prisma 22 zugeordnet. Dies kann drehbeweglich (vgl. Doppelpfeil) im Unendlich-Strahlengang 17 angeordnet sein. Damit kann das Spektrum (Beugungsbild der 1. Ordnung) auf dem Sensor 13 genau ausgerichtet werden. Mit dieser Anordnung können unterschiedlich ausgerichtete Transmissionsgitter mit gleicher Gitterkonstante ersetzt werden.

Die Fig. 6 zeigt einen Ausschnitt aus der Fig. 3. Zwischen den Linsen 15 und 19 ist ein Bildleiter 30 vorgesehen, der exakt zwischen den zur Leuchtfeldblendenebene LF konjugierten Ebenen LF''' und LF' angeordnet ist. Zur mechanischen Stabilisierung weist der Bildleiter 30 eine als Schutzrohr ausgebildete Ummantelung 31 auf.

Der Leiter 30 dient der Bildübertragung über größere Strecken und weist exakt zueinander positionierte Lichtleitfasern auf. Es ist jedoch auch möglich, die Lichtleitfasern im Innern des Bildleiters 30 verdreht anzuordnen, um so das ganze Bild an der Lichtaustrittsfläche LF' um einen bestimmten Winkel (z.B. 90° oder 180°) zu drehen. Die Reihenfolge bzw. Lage der Einzelfasern zueinander muß selbstverständlich von der Lichteintrittsfläche LF'' zur Lichtaustrittsfläche LF' in unveränderter Form bestehen bleiben. Außerdem kann die Lichteintrittsfläche LF'' und/oder die Lichtaustrittsfläche LF' des Bildleiters 30 bereits als Spaltblende 6 ausgebildet sein.

Durch die realisierte Köhler'sche Beleuchtung läßt sich ein Spaltbild auf dem Objekt 10a bzw. in die Objektebene 10 abbilden (Fig. 1) oder aber auch ein Spaltbild aus dem Beobachtungs/Meßstrahlengang 2 ausblenden (Fig. 3). Diesem Spaltbild ist ein optisches Transmissionsgitter 12 nachgeordnet, welches immer in einem zumindest angenähert parallelen Strahlengang 17 vorgesehen ist. Die dadurch bedingte spektrale Aufspaltung des Lichtes wird mit weiteren nachgeordneten Linsen (19, Fig. 1; 16, Fig. 3) in einer weiteren zur Objektebene 10 konjugierten Ebene LF'; LF'' abgebildet. Dabei trägt das Beugungsbild der nullten Ordnung die densitometrische Information und das Bild der ersten Ordnung die spektrale Information. Die densitometrische Messung kann zur Bestimmung der Strukturbreiten herangezogen werden. Gleichzeitig kann aus dem Spektrum die jeweilige Höheninformation gewonnen werden, da zu jedem Punkt innerhalb des Spaltes 6 ein Spektrum erzeugt wird. Zur Ermittlung der Höhen- und Breiteninformation ist es jedoch notwendig, daß in einem einmal vorgenommenen Eichvorgang sämtliche Höhen mit ihren jeweiligen Spektren erfaßt worden sind.

Um ortsauflöste Spektren und densitometrische Meßwerte gleichzeitig zu bestimmen, ist es notwendig, den Sensor als CCD-Flächenarray auszubilden. Zur Spektralanalyse muß der Sensor eine polychrome Empfangscharakteristik aufweisen. Denkbar sind jedoch auch einzelne Diodenzeilen, eine Videokamera oder auch eine Kombination aus einem Bildverstärker mit einer Kamera.

Bei Messungen von statischen Objektpunkten ist es auch möglich, das Transmissionsgitter 12 und den Keil 11 oder nur den Keil 13 aus dem Beobachtungs/Meßstrahlengang 2 zu entfernen, um dadurch die densitometrische und spektralphotometrische Messung nacheinander vorzunehmen. Dies wird insbesondere dadurch ermöglicht, daß der Keil 11 den Beugungswinkel zwischen nullter und erster Ordnung exakt kompensiert.

Die Empfindlichkeit und Auflösung der beschriebenen Meßanordnung sind Funktionen des Transmissionsgitters, des Sensors und der im Mikroskop gegebenen Brennweiten. Durch Veränderung der genannten Parameter lassen sich selbstverständlich die Bedingungen für spezielle Anwendungen variieren. Die beschriebene Anordnung kann nicht nur im Durchlicht, sondern auch bei allen weiteren Beleuchtungsarten verwendet werden. Somit sind beispielsweise auch Lumineszenzabklingzeiten eines einmal angeregten Teilchens bzw. eine zeitaufgelöste Spektroskopie möglich. Dies würde lediglich voraussetzen, daß neben den üblichen Fluoreszenzfiltern zusätzlich ein Scanningtisch 24 bzw. ein Teilchen-Flow verwendet wird. Mit dem Scanningtisch 24 oder dem Teilchen-Flow kann das mit Fluoreszenzbeleuchtung angeregte Teilchen konstant bewegt werden. Dadurch lassen sich die jeweiligen Spektren nacheinander messen, den Verschiebewegen zuordnen und die jeweiligen Fluoreszenzabklingzeiten ermitteln.

Bezugszeichenliste

- 1 Beleuchtungsstrahlengang
- 2 Beobachtungs/Meßstrahlengang
- 3 Lichtquelle
- 4 Kollektor
- 5 Aperturblende
- 6 optischer Eintrittsspalt des Monochromators
- 7 Linsensystem
- 8 Teilerspiegel
- 9 Mikroskopobjektiv
- 10 Objektebene
- 10a Objekt
- 11 optischer Keil
- 12 optisches Transmissionsgitter
- 13 Sensor
- 14 Teilerspiegel
- 15 Linsensystem
- 16 Linsensystem
- 17 Unendlich-Strahlengang
- 18 Okular
- 19 Tubuslinse
- 20 Filterrad
- 21a-21d Einzelfilter/Einzel-Transmissionsgitter
- 22 Drehprisma
- 23 Rechen/Auswerteeinrichtung

- 24 Scanningtisch
- 25 Steuereinrichtung für 24
- 26 Stellmittel für 6 (Motor)
- 27 Stellmittel für 11,12 (Motor)
- 28 Steuereinrichtung für die Stellmittel (26;27)
- 29 Bildverstärker
- 30 Bildleiter
- 31 Ummantelung von 30 (Schutzrohr)

AP Aperturblendenebene

AP' Objektivapertur

LF Leuchtfeldblendenebene

LF' erstes Zwischenbild der Leuchtfeldblendenebene

LF'' zweites Zwischenbild der Leuchtfeldblendenebene

LF''' drittes Zwischenbild der Leuchtfeldblendenebene

A n s p r ü c h e

1. Mikroskop mit einem Photometer zur Messung der Intensitätsverteilung des Lichtes in der Objektebene und/oder einem Gittermonochromator zur Messung der spektralen Zusammensetzung des vom Objekt ausgehenden Lichtes, wobei ein optischer Spalt zur Festlegung der Objektmeßfläche in einer zur Objektebene konjugierten Ebene angeordnet ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Beobachtungs-Meßstrahlengang (2) des Mikroskops einen Unendlich-Strahlengang (17) aufweist, in diesem ein optisches Transmissionsgitter (12) angeordnet ist, wobei das Spaltbild des Objektes (10a) durch das Transmissionsgitter (12) geführt und die Beugungsbilder, vorzugsweise die der nullten und ersten Beugungsordnung, auf mindestens einem nachgeordneten optischen Flächen- und/oder mindestens einem Zeilensensor (13) abgebildet werden.

2. Mikroskop nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Sensor (13) als CCD-Flächenarray ausgebildet ist.

3. Mikroskop nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Sensor (13) als Diodenzeile ausgebildet ist.
4. Mikroskop nach Anspruch 1 bis Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß dem Sensor (13) ein Bildverstärker (29) zugeordnet ist.
5. Mikroskop nach Anspruch 1 bis Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Sensor (13) eine polychrome Empfangscharakteristik aufweist.
- 10 6. Mikroskop nach Anspruch 1 bis Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß dem Sensor (13) eine kombinierte Rechen/Auswerteeinrichtung (23) zugeordnet ist.
- 15 7. Mikroskop nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß dem optischen Gitter (12) zur Kompensation des Beugungswinkels ein als Keil ausgebildetes optisches Element (11) zugeordnet ist.
8. Mikroskop nach Anspruch 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß dem Gitter (12) und dem Keil (11) ein drehbar angeordnetes Prisma (22) zugeordnet ist.
- 20 9. Mikroskop nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß im Unendlich-Stahlengang (17) eine als Revolver (20) ausgebildete Filterwechsleinrichtung angeordnet ist und diese mindestens ein Gitter (12) aufweist.

10. Mikroskop nach Anspruch 9, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß der Revolver (20) mehrere Gitter (12) mit
unterschiedlichen Gitterkonstanten und/oder unterschiedlichen Git-
terausrichtungen aufweist.
- 5 11. Mikroskop nach Anspruch 6, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß die kombinierte Rechen/Auswerteeinrich-
tung (23) zum gleichzeitigen Empfang und zur Auswertung mehrerer
Beugungsbilder ausgebildet und mit dem Sensor (13) elektrisch
verbunden ist.
- 10 12. Mikroskop nach Anspruch 11, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß eines der Beugungsbilder auf dem Sensor
(13) die Information der spektralen Verteilung und ein anderes die
densitometrische Information enthält.
- 15 13. Mikroskop nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Mikroskop
einen automatisch steuerbaren Scanningtisch (24) aufweist.
14. Mikroskop nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t. daß das Mikroskop
ein Teilchen-Flow aufweist.
- 20 15. Mikroskop nach Anspruch 13 oder Anspruch 14, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß das Mikroskop eine Fluoreszenz-
einheit aufweist.

16. Mikroskop nach Anspruch 13, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß der Rechen/Auswerteeinrichtung (23) eine
Steuereinrichtung (25) zugeordnet ist und diese mit dem Scanning-
tisch (24) oder dem Teilchen-Flow elektrisch verbunden ist.
- 5 17. Mikroskop nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß dem optischen
Spalt (6) ein Stellmittel (26) zur Veränderung der Spaltbreite und
Spalthöhe zugeordnet ist.
- 10 18. Mikroskop nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß dem Gitter
(12) und/oder dem Keil (11) ein Stellmittel (27) zum Ein/Aus-
bringen in bzw. aus dem Unendlich-Strahlengang (17) zugeordnet
ist.
- 15 19. Mikroskop nach Anspruch 17 bis 18, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t, daß diese Stellmittel (26;27) elek-
trisch mit einer Steuereinrichtung (28) verbunden sind.
- 20 20. Mikroskop nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Mono-
chromator (6;11) und der Sensor (13) in einem separaten Gehäuse
angeordnet sind.
21. Mikroskop nach Anspruch 20, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß das Gehäuse als nachrüstbare Baueinheit
ausgebildet und über an sich bekannte Koppellemente mit dem
Mikroskop verbunden ist.

22. Mikroskop nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß gleichzeitig mehrere orts- und flächenveränderliche optische Spalte (6) vorgesehen sind.

5 23. Mikroskop nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen zwei konjugierten Ebenen der Leuchtfeldblende (LF', LF'') ein Bildleiter (30) angeordnet ist.

10 24. Mikroskop nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Bildleiter (30) in seinem Innern vom Lichteintritt (LF'') bis zum Lichtaustritt (LF') exakt ausgerichtete Lichtleitfasern aufweist.

15 25. Mikroskop nach den Ansprüchen 23 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichteintrittsfläche (LF'') und/oder die Lichtaustrittsfläche (LF') des Bildleiters (30) als Spalt ausgebildet ist (sind).

26. Mikroskop nach den Ansprüchen 23 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Bildleiter (30) zur mechanischen Stabilisierung eine Ummantelung (31) aufweist.

Fig. 1

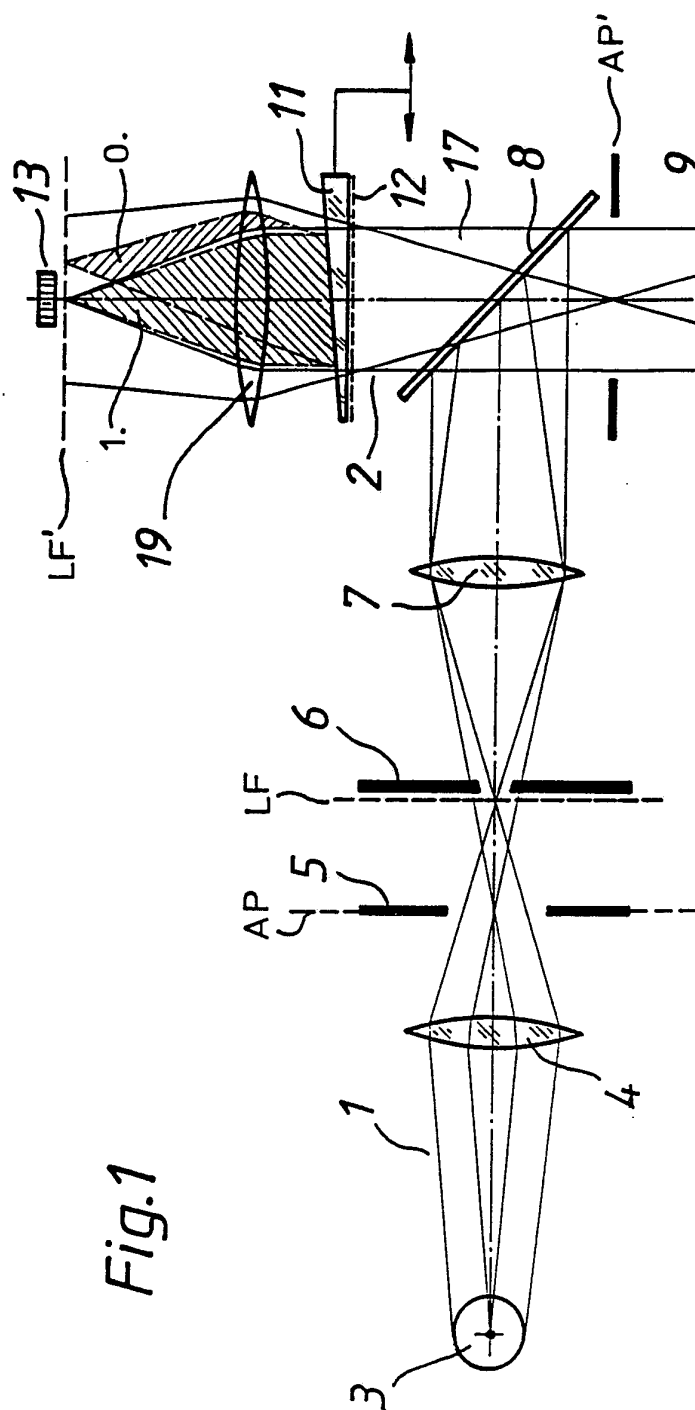


Fig. 2a

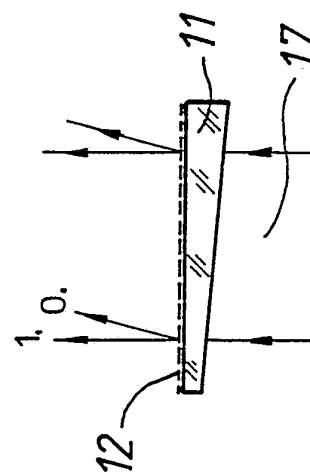


Fig. 2b

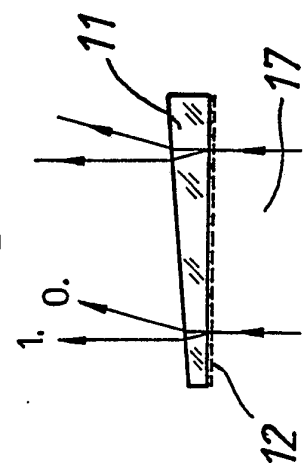


Fig. 3

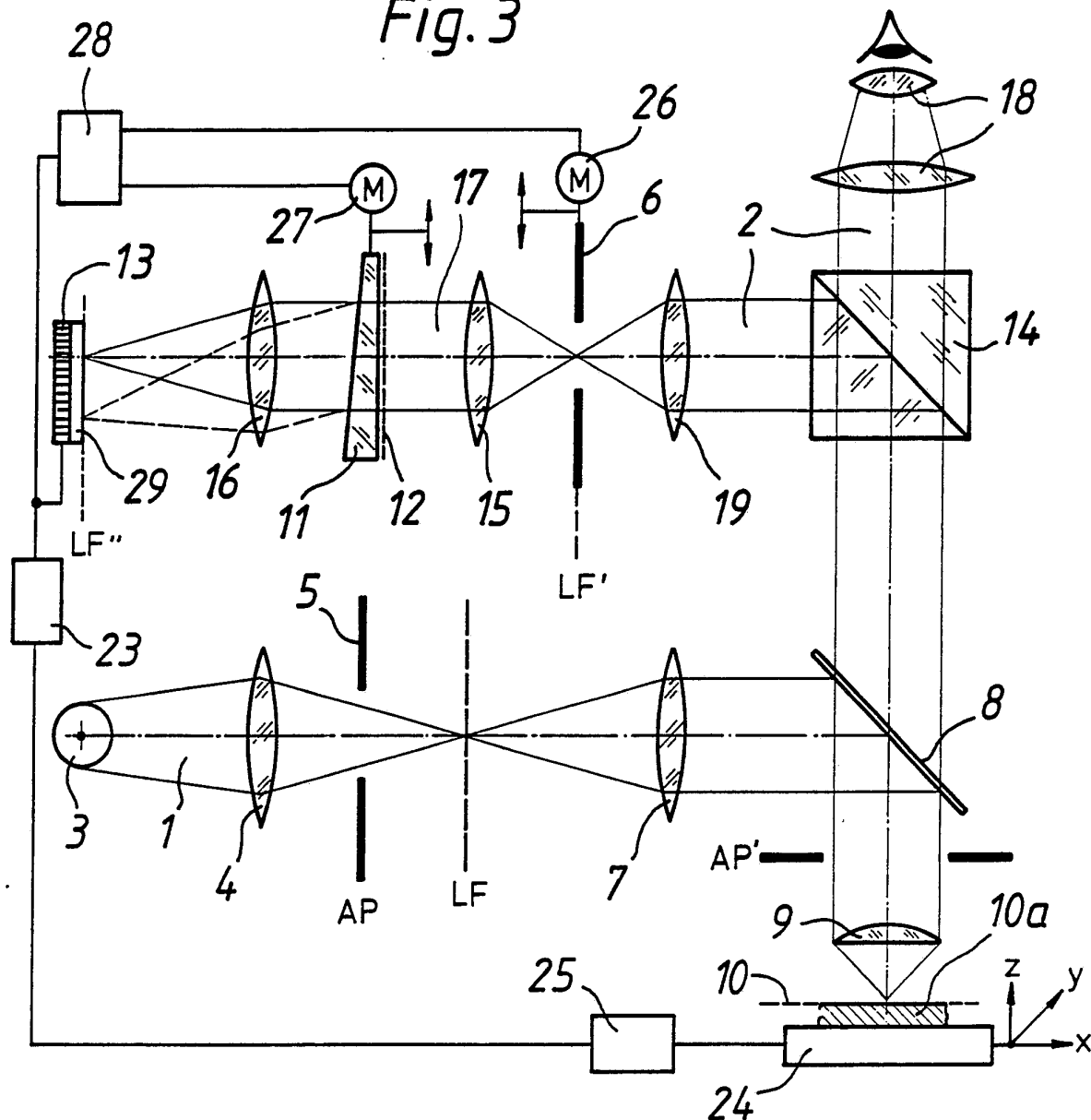


Fig. 4

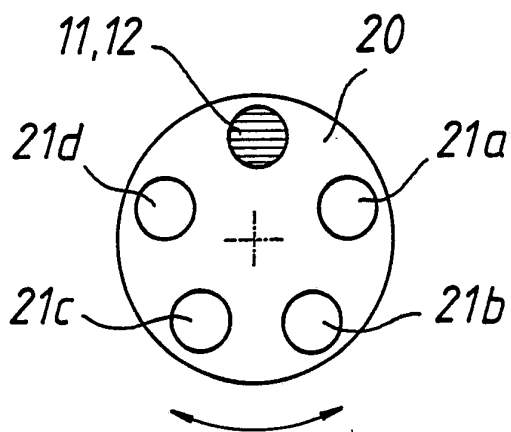


Fig. 5

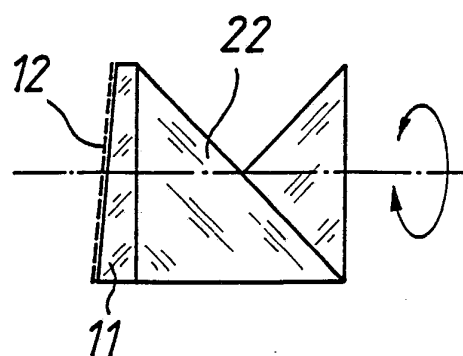
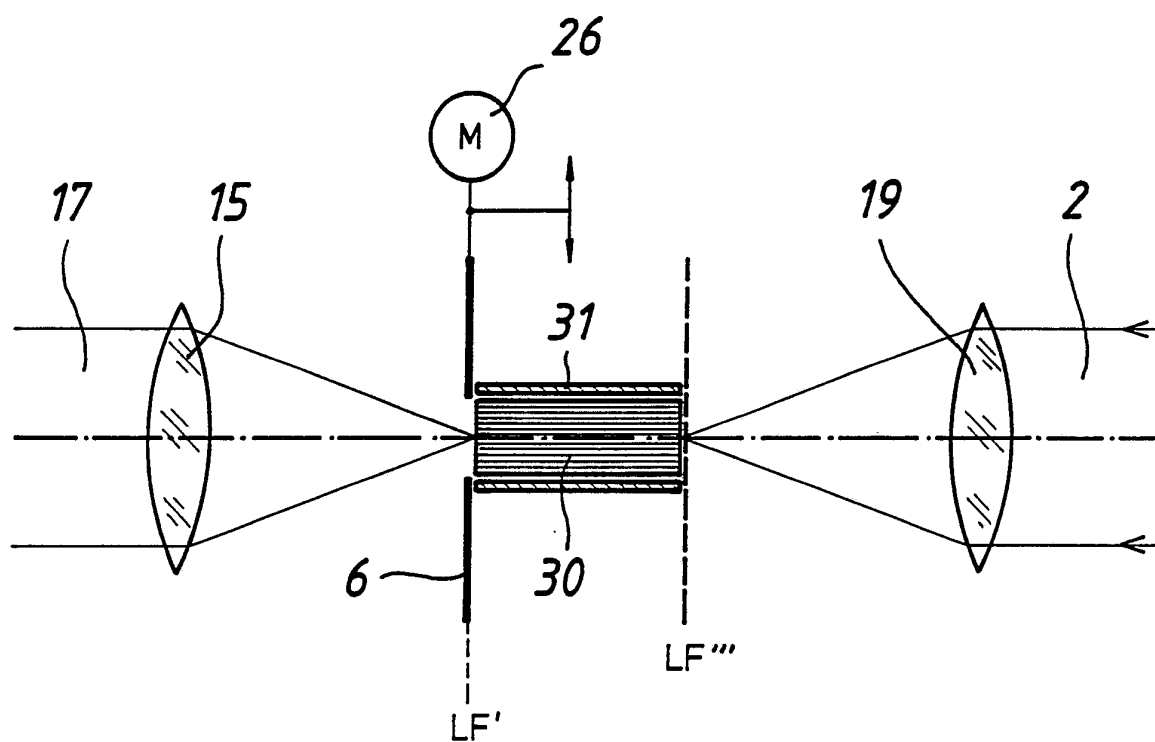


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 89/00772

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl. ⁵ G 02 B 21/00		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int. Cl. ⁵	G 02 B	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT *		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	DE, A1, 2421185 (ERNST LEITZ GMBH) 20 November 1975, see the whole document	1
A	DE, A1, 3432252 (FA. CARL ZEISS) 6 March 1986, see the whole document	1
A	DE, A1, 2542731 (ERNST LEITZ GMBH) 31 March 1977, see the whole document	1
P	US, A, 4818110 (DAVIDSON) 4 April 1989, see the whole document	1

<p>* Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
6 March 1990 (06.03.90)	27 March 1990 (27.03.90)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
European Patent Office		

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

PCT/DE 89/00772

SA 32810

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.

The members are as contained in the European Patent Office EDP file on

08/11/89

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A1- 2421185	20/11/75	FR-A- 2269705 JP-A- 50152764	28/11/75 09/12/75
DE-A1- 3432252	06/03/86	JP-A- 61129506 US-A- 4674883	17/06/86 23/06/87
DE-A1- 2542731	31/03/77	GB-A- 1495378 AT-A- 343940 JP-A- 52040351 US-A- 4181436	14/12/77 26/06/78 29/03/77 01/01/80
US-A- 4818110	04/04/89	EP-A- 0244781 JP-A- 63100302	11/11/87 02/05/88

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen **PCT/DE 89/00772**

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶ Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC IPC5 G 02 B 21/00														
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE <div style="text-align: right; margin-right: 50px;">Recherchierter Mindestprüfstoff⁷</div> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 20%; border: 1px solid black; padding: 5px;">Klassifikationssystem</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Klassifikationssymbole</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">IPC5</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">G 02 B</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 5px; font-size: small;">Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehorende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen⁸</div>			Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	IPC5	G 02 B								
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole													
IPC5	G 02 B													
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; padding: 5px;">Art*</th> <th style="width: 70%; padding: 5px;">Kennzeichnung der Veröffentlichung¹¹, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile¹²</th> <th style="width: 20%; padding: 5px;">Betr. Anspruch Nr. 13</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">DE, A1, 2421185 (ERNST LEITZ GMBH) 20 November 1975, siehe Dokument insgesamt <div style="text-align: center;">--</div></td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">DE, A1, 3432252 (FA. CARL ZEISS) 6 März 1986, siehe Dokument insgesamt <div style="text-align: center;">--</div></td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">DE, A1, 2542731 (ERNST LEITZ GMBH) 31 März 1977, siehe Dokument insgesamt <div style="text-align: center;">--</div></td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1</td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-top: 10px; font-size: x-small;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div>			Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. 13	A	DE, A1, 2421185 (ERNST LEITZ GMBH) 20 November 1975, siehe Dokument insgesamt <div style="text-align: center;">--</div>	1	A	DE, A1, 3432252 (FA. CARL ZEISS) 6 März 1986, siehe Dokument insgesamt <div style="text-align: center;">--</div>	1	A	DE, A1, 2542731 (ERNST LEITZ GMBH) 31 März 1977, siehe Dokument insgesamt <div style="text-align: center;">--</div>	1
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. 13												
A	DE, A1, 2421185 (ERNST LEITZ GMBH) 20 November 1975, siehe Dokument insgesamt <div style="text-align: center;">--</div>	1												
A	DE, A1, 3432252 (FA. CARL ZEISS) 6 März 1986, siehe Dokument insgesamt <div style="text-align: center;">--</div>	1												
A	DE, A1, 2542731 (ERNST LEITZ GMBH) 31 März 1977, siehe Dokument insgesamt <div style="text-align: center;">--</div>	1												
IV. BESCHEINIGUNG <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 6. März 1990 </td> <td style="width: 50%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> Absendedatum des internationalen Recherchenberichts <div style="text-align: center; font-size: large;">27 MAR 1990</div> </td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Internationale Recherchenbehörde <div style="text-align: center;">Europäisches Patentamt</div> </td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> T.K. WILLIS </div> </td> </tr> </table>			Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 6. März 1990	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts <div style="text-align: center; font-size: large;">27 MAR 1990</div>	Internationale Recherchenbehörde <div style="text-align: center;">Europäisches Patentamt</div>	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> T.K. WILLIS </div>								
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 6. März 1990	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts <div style="text-align: center; font-size: large;">27 MAR 1990</div>													
Internationale Recherchenbehörde <div style="text-align: center;">Europäisches Patentamt</div>	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> T.K. WILLIS </div>													

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)

Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
P	US, A, 4818110 (DAVIDSON) 4 April 1989, siehe Dokument insgesamt -- -----	1

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

PCT/DE 89/00772

SA 32810

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 08/11/89.
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A1- 2421185	20/11/75	FR-A- 2269705 JP-A- 50152764	28/11/75 09/12/75
DE-A1- 3432252	06/03/86	JP-A- 61129506 US-A- 4674883	17/06/86 23/06/87
DE-A1- 2542731	31/03/77	GB-A- 1495378 AT-A- 343940 JP-A- 52040351 US-A- 4181436	14/12/77 26/06/78 29/03/77 01/01/80
US-A- 4818110	04/04/89	EP-A- 0244781 JP-A- 63100302	11/11/87 02/05/88

FTO FORM P043