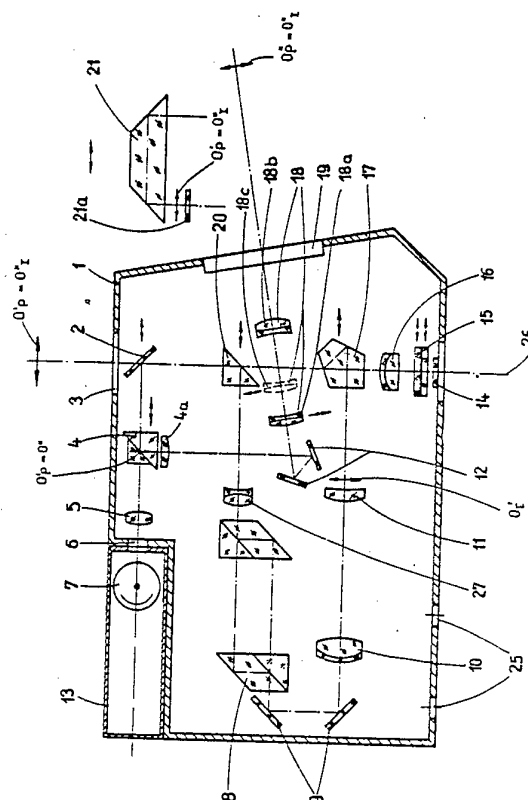


In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(44) 26.02.86

(72) Bergner, Joachim; Buße, Burkhard; Wahl, Hubert, Dipl.-Ing.; Werlich, Reed, Dipl.-Ing.; Tandler, Hans, Dr. Dipl.-Ing., DD

Das erfindungsgemäße Universal-Polarisationsmikroskop findet Anwendung bei der Untersuchung kristalliner Stoffe oder Substanzen. Ziel der Erfindung ist ein Mikroskop, bei dem bei konstanter Einblickhöhe und -winkel ein schneller Wechsel zwischen mehreren mikroskopischen Untersuchungsverfahren möglich ist. Die zu lösende Aufgabe besteht darin, den Strahlengang im Mikroskop so zu führen, daß für mindestens zwei Untersuchungsverfahren alle notwendigen optischen Bauelemente schnell und unkompliziert in den Strahlengang gebracht werden können. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß innerhalb eines als geschlossene Baueinheit an das Mikroskop ankoppelbaren Tubus die das Objekt abbildenden Strahlen wahlweise auf zwei verschiedenen ineinander verflochtenen Abbildungsschleifen, auf denen die abbildenden Strahlen unterschiedlich physikalisch beeinflußt werden, zu einer gemeinsamen Zwischenbildebene geführt werden. Von dieser Ebene werden sie gleichzeitig über getrennte optische Systeme zu einem Beobachtungstubus mit Okularen und einem Photometertubus mit Photopempfänger geleitet. Fig. 1r





(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 233 430 A1

4(51) G 02 B 21/18

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 02 B / 271 948 0

(22) 28.12.84

(44) 26.02.86

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

(72) Bergner, Joachim; Bufe, Burkhard; Wahl, Hubert, Dipl.-Ing.; Werlich, Reed, Dipl.-Ing.; Tandler, Hans, Dr. Dipl.-Ing., DD

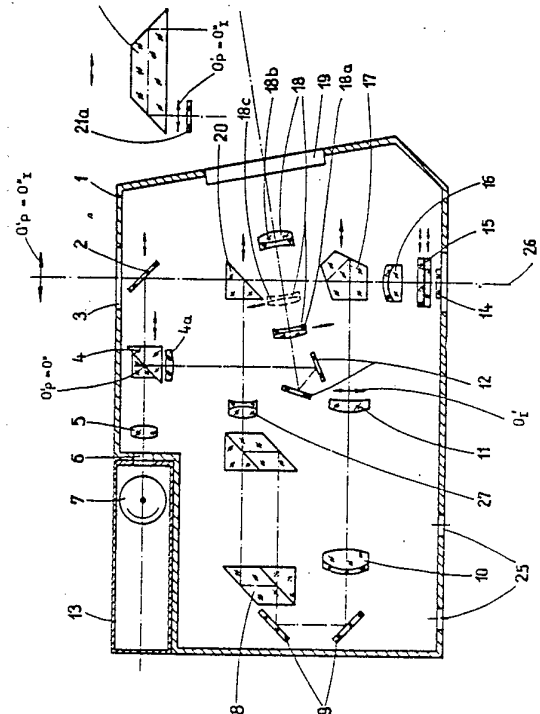
Zur PS Nr.833...430...

ist eine Zweitschrift erschienen.

(Teilweise bestätigt gem. § 18 Abs.1 d. Änd.Ges.z.Pat.Ges.)

der Untersuchung kristalliner Stoffe...

der Erfindung ist ein Mikroskop, bei dem bei konstanter Einblickhöhe und -winkel ein schneller Wechsel zwischen mehreren mikroskopischen Untersuchungsverfahren möglich ist. Die zu lösende Aufgabe besteht darin, den Strahlengang im Mikroskop so zu führen, daß für mindestens zwei Untersuchungsverfahren alle notwendigen optischen Bauelemente schnell und unkompliziert in den Strahlengang gebracht werden können. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß innerhalb eines als geschlossene Baueinheit an das Mikroskop ankoppelbaren Tubus die das Objekt abbildenden Strahlen wahlweise auf zwei verschiedenen ineinander verflochtenen Abbildungsschleifen, auf denen die abbildenden Strahlen unterschiedlich physikalisch beeinflusst werden, zu einer gemeinsamen Zwischenbildebene geführt werden. Von dieser Ebene werden sie gleichzeitig über getrennte optische Systeme zu einem Beobachtungstubus mit Okularen und einem Photometertubus mit Photorezeptor geleitet. Figur



Patentansprüche:

1. Universal-Polarisationsmikroskop mit einem Schrägeinblicktubus, Anschlußstellen für Mikrophotografie und Photometereinrichtungen und optischen Bauelementen, durch die im Mikroskop eine Zwischenbildebene erzeugt wird, die optisch konjugiert zu einer Okularblende ebene eines an das Mikroskop ankoppelbaren Okulartubus ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß innerhalb eines als geschlossene Baueinheit an das Mikroskop ankoppelbaren Tubus der Abbildungsstrahlengang zwischen einer optischen Anschlußstelle zum Mikroskop und der optischen Anschlußstelle zum Schrägeinblicktubus über abbildende und strahlumlenkende optische Bauelemente entlang eines ersten Strahlenganges geführt wird, in dem die genannte Zwischenbildebene liegt, daß ein erstes in den ersten Strahlengang einschaltbares Umlenkelement zur Umlenkung des Abbildungsstrahlenganges in einen zweiten Strahlengang mit Einrichtungen zu einer zusätzlichen physikalischen Beeinflussung der abbildenden Strahlen und optischen Bauelemente zur Abbildung und Strahlumlenkung vorhanden ist, daß ein zweites Umlenkelement so in den ersten und zweiten Strahlengang einschaltbar ist, daß der zweite Strahlengang wieder in den ersten Strahlengang eingekoppelt wird, daß die Aus- und Wiederankoppelung des zweiten Strahlenganges aus bzw. in den ersten Strahlengang vor der Zwischenbildebene erfolgt und daß über jeden der Teilstrahlengänge in dieser Zwischenbildebene ein Bild erzeugt wird, das durch ein nachgeordnetes erstes optisches System in die Okularblende ebene und gleichzeitig über ein zweites optisches System auf einen Photoempfänger abgebildet wird.
2. Universal-Polarisationsmikroskop nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß in der Zwischenbildebene ein Umlenkelement mit Photometerblenden angeordnet ist.
3. Universal-Polarisationsmikroskop nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Umlenkelement mit der Photometerblende und ein im ersten Strahlengang davor angeordnetes Umlenkelement gegen ein Umlenkelement mit zwei Strahlumlenkungen austauschbar sind und daß gekoppelt mit dem Umlenkelement mit zwei Strahlumlenkungen ein abbildendes optisches System in den Strahlengang gebracht wird, welches das durch den Austausch verlagerte Zwischenbild in die gleiche Ebene abbildet, wie das nicht verlagerte Zwischenbild.
4. Universal-Polarisationsmikroskop nach Anspruch 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Objektabbildung in der Okularblende ebene über beide Teilstrahlengänge aufrecht, seitenrichtig und im gleichen Abbildungsmaßstab erfolgt.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Universal-Projektionsmikroskop mit polarisationsoptischen und interferometrischen Abbildungssystemen, mit deren Hilfe stoffspezifische optische Größen ermittelt bzw. gemessen werden können. Solche Mikroskope sind bei der Untersuchung kristalliner Stoffe oder Substanzen mit ausgeprägter Nahorientierung ihrer Moleküle (z.B. biologische Membrane, hochpolymere Werkstoffe) einsetzbar.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Charakterisierung von mikroskopischen Festkörpern werden stoffspezifische optische Größen wie Brechzahl, Doppelbrechung, Transmissionsgrad, Reflexionsgrad gemessen und qualitative Eigenschaften wie optischer Charakter, Zahl der optischen Achsen u. a. ermittelt. Zur vollständigen Beschreibung dieser Stoffeigenschaften ist es erforderlich, nacheinander polarisationsmikroskopische interferenzmikroskopische und mikroskopphotometrische Verfahren anzuwenden.

Bekannte Mikroskop-Baukastensysteme gestatten die wahlweise Anwendung dieser Verfahren durch Einsatz spezifischer Zusatzeinheiten, die jeweils über eine Koppelstelle am Mikroskop adaptiert werden. So gestattet das im DD-WP 65323 beschriebene Polarisationsmikroskop eine einwandfreie konoskopische und orthoskopische Beobachtung des zu prüfenden Objektes mit ergonomisch günstig gestaltetem binokularem Einblick. Zur Messung der Brechzahl wird eine separate Interferenzeinrichtung gemäß DD-WP 53890 verwendet.

Nachteilig bei dieser Arbeitsweise ist, daß der Tubus mit der Interferenzeinrichtung gegen den Polarisationsstabus ausgewechselt werden muß. Ein zusätzlicher Wechsel wird erforderlich, wenn ein Mikroskopphotometer adaptiert werden soll. Bei diesem Baukastensystem ist weiterhin von Nachteil, daß die erzeugten Bilder nicht immer in der gleichen Ebene liegen. Daraus ergeben sich für den Einblicktubus unterschiedliche Einblickhöhen und -winkel. Zusätzlich können in Seite und Höhe unterschiedliche Bildlagen und unterschiedliche Vergrößerungen auftreten. Durch die Lagerung der gerade nicht eingesetzten Baugruppe am Arbeitsplatz wird dieser eingeschränkt und eine Verschmutzung der äußeren Optikteile ermöglicht.

Eine Weiterführung eines Baukastenprinzips ist in der AT-PS 314222 beschrieben.

Diese Anordnung gewährleistet bei gleichbleibender Bau- und Einblickhöhe sowie unveränderter Stabilität des Mikroskopes den Wechsel der Methoden, indem im Grundkörper verschiedene die notwendigen optischen Elemente tragende quaderförmige Einschübe ausgewechselt werden. Nachteilig ist jedoch auch hierbei der notwendige Wechsel von gesondert aufzubewahrenden Baugruppen sowohl hinsichtlich des Einhaltens der erforderlichen Justiergenauigkeit als auch der Empfindlichkeit insbesondere von Interferometern gegen Dejustierung und mechanische Beschädigung sowie Anfälligkeit gegen Verstauben.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu beseitigen. Es soll ein Mikroskop geschaffen werden, bei dem bei konstanter Einblickhöhe und -winkel ein schneller Wechsel zwischen mehreren mikroskopischen Untersuchungsverfahren, insbesondere zur Phasenanalyse, möglich ist und bei dem die dazu notwendigen Baugruppen weitestgehend gegen Umwelteinflüsse geschützt sind.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Mikroskop mit einem Schrägeinblick, Anschlußstellen für die Mikrophotografie und Photometereinrichtungen und mit optischen Bauelementen, durch die im Mikroskop eine Bildebene erzeugt wird, die optisch konjugiert zu einer Okularblende ebene eines an das Mikroskop ankoppelbaren Okulartubus ist.

Die zu lösende Aufgabe besteht darin, den Strahlengang im Mikroskop so zu führen, daß für mindestens zwei verschiedene mikroskopische Untersuchungsverfahren alle notwendigen optischen Bauelemente schnell und unkompliziert in den Strahlengang gebracht werden können und mindestens ein zugängliches Zwischenbild des Objektes zur Anordnung von Marken, Blenden u. ä. entsteht.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein an das Mikroskop angekoppelter Tubus als in sich geschlossene Baugruppe gestaltet ist, in der zwischen einer optischen Anschlußstelle an das Mikroskop und der Anschlußstelle für den Okulartubus der vom Objektiv kommende Abbildungsstrahlengang über um- bzw. einschaltbare Umlenkelemente wahlweise entlang zweier unterschiedlich verlaufender Teilstrahlengänge geführt werden kann, in denen die Strahlen in unterschiedlicher Weise physikalisch beeinflusst werden. Dabei ist der zweite Teilstrahlengang derart in den ersten eingekoppelt, daß beide Teilstrahlengänge eine gemeinsame vor dem Okulartubus oder der Photometereinrichtung liegende Bildebene besitzen. Ein in dieser Bildebene entstehendes Zwischenbild weist für beide Teilstrahlengänge gleiche Lage in Seite und Höhe sowie gleichen Abbildungsmaßstab des Objektes auf und wird anschließend gleichzeitig über getrennte optische Systeme dem Okulartubus und der Photometereinrichtung zugeführt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert.

In der Figur ist ein erfindungsgemäßer Mikroskoptubus im Schnitt dargestellt. Ein Gehäuse 1 enthält alle Abbildungs- und Umlenkelemente und ist fest oder trennbar über mechanische Koppelstellen 25 mit einem nicht dargestellten Mikroskop verbunden. Entlang eines von einem Objektiv des Mikroskopes kommenden Abbildungsstrahlenganges 26 sind ein Kompensator 14 und ein Analysator 15 ausschaltbar und ein Tubuslinsensystem 16 fest angeordnet. Danach folgen ausschaltbare Umlenkelemente 17 und 20. Wenn diese aus dem Abbildungsstrahlengang 26 ausgeschaltet sind, verläuft er in einer ersten Abbildungsschleife über ausschaltbare Umlenkelemente 2 und 4, durch eine Feldlinse 4a, über Umlenkelemente 12 und durch ein Bildversetzungslinsensystem 18 zu einem nicht dargestellten an eine Koppelstelle 19 ankoppelbaren binokularen oder monokularen Okulartubus. Teilsysteme 18a, 18c sind ausschaltbar und ein Teilsystem 18b ist fest im Strahlengang angeordnet. Sind die Umlenkelemente 17 und 20 in den Strahlengang 26 eingeschaltet, verläuft dieser nach dem Umlenkelement 17 in einer zweiten Abbildungsschleife durch eine Feldlinse 11, ein Telezylindersystem 10, Umlenkelemente 9, ein bekanntes Mach-Zehnder-Interferometer 8 und ein Tubuslinsensystem 27 zu dem Umlenkelement 20 und wird durch dieses wieder in die erste Abbildungsschleife eingekoppelt. Oberhalb des Umlenkelementes 2 befindet sich eine Koppelstelle 3 für eine nicht dargestellte mikrofotografische Einrichtung. Nach einem Objektiv 5 ist an einer Koppelstelle 6 eine Photometereinrichtung 13 mit einem Photoempfänger 7 angesetzt. Ein Umlenkelement 21 ist zusammen mit einer Feldlinse 21a gegen die Umlenkelemente 2 und 4 und die Feldlinse 4a wechselbar. Gekoppelt mit dem Umlenkelement 4 wird das Teilsystem 18a aus dem Strahlengang entfernt und gekoppelt mit dem Umlenkelement 21 wird das Teilsystem 18c in den Strahlengang gebracht. Gemäß der Erfindung sind das Umlenkelement 21 und die Feldlinse 21a ebenfalls innerhalb des Gehäuses 1 angeordnet und mittels nicht dargestellter Schaltelemente einschaltbar. Sie sind nur als Gründen der Übersichtlichkeit in der Figur außerhalb dargestellt.

Durch das Tubuslinsensystem 16 wird bei eingeschalteten Umlenkelementen 17 und 20 ein Zwischenbild O_p' des mikroskopischen Objektes in der Spiegelebene des Umlenkelementes 4 entworfen. Das Umlenkelement 4 ist als verspiegeltes Prisma von mindestens zweifacher Bündelbreite ausgeführt und seitlich so verschiebbar, daß zentral ausgesparte Bereiche mit verschiedenen Durchmessern wahlweise in die Bildmitte gebracht werden können. Diese Bereiche dienen als Feldblenden für eine nachgeschaltete Photometereinrichtung 13. Das durch sie gehende Licht wird vom Objektiv 6 auf den Photoempfänger 7 geleitet. Die mit dem Umlenkelement 4 gekoppelte Feldlinse 4a dient der geeigneten Verlagerung der Austrittspupille des Objektives.

Sind die Umlenkelemente 2 und 4, die Feldlinse 4a und das Teilsystem 18a durch das Umlenkelement 21, die Feldlinse 21a und das Teilsystem 18c ersetzt, entsteht durch den größeren Glasweg innerhalb des Umlenkelementes 21 das Zwischenbild O_p' zwischen dem Umlenkelement 21 und der Feldlinse 21a. Es ist damit zum Einschalten von nicht dargestellten Meßplatten oder eines Fadenkreuzes und einer Irisblende zum Ausblenden kleiner Objektdetails für die konoskopische Untersuchung frei zugänglich.

Über die Umlenkelemente 12 und das Bildversetzungslinsensystem 18 wird das Objektbild schließlich in der Okularblendenebene bei O_p'' abgebildet.

Zur Darstellung und Messung polarisationsoptischer Eigenschaften können im Tubus der Analysator 15 und Kompensator 14 unterschiedlicher Bauart in den telezentrischen Abbildungsstrahlengang des Mikroskopes vor dem Tubuslinsensystem 16 eingeschaltet werden. Befindet sich weder das Umlenkelement 2 noch das Umlenkelement 21 im Strahlengang, wird durch das Tubuslinsensystem 16 oberhalb der Koppelstelle 3 ein Objektbild O_p' erzeugt, das an dieser Stelle von einer mikrofotografischen Einrichtung aufgenommen werden kann.

Zur Messung optischer Größen im Interferometerstrahlengang werden die miteinander gekoppelten Umlenkelemente 17 und 20 in den Strahlengang geschaltet, und damit durchläuft das Abbildungsstrahlenbündel zusätzlich die zweite Abbildungsschleife. Das durch das Tubuslinsensystem 16 in einer sich vor der Feldlinse 11 befindlichen Bildebene O_i' entworfene Objektzwischenbild wird mittels der Feldlinse 11, des Telezylindersystems 10 durch das Interferometer 8 hindurch vom Tubuslinsensystem 27 wiederum in die Spiegelebene des Umlenkelementes 4 abgebildet. Es entsteht dort in der gleichen Bildebene wie über dem Polarisationsstrahlengang ein Objektzwischenbild O_i'' , das in Höhe und Seite die gleiche Lage wie O_p' und den gleichen Abbildungsmaßstab hat. Der weitere Verlauf der Strahlen ist der gleiche wie über die erste Abbildungsschleife, so daß in der Okularblendenebene das Objektbild O_i''' entsteht.

