(19) Republik Österreich Patentamt

(11) Nummer: AT 399 058 B

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 967/90

(22) Anmeldetag: 26. 4.1990

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 7.1994

(45) Ausgabetag: 27. 3.1995

(51) Int.Cl.[6] : G02B 21/08
G02B 21/14

(30) Priorität:

29. 4.1989 DE 3914274 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

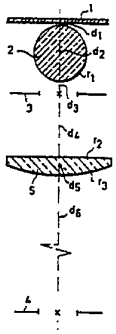
DE-PS 593232 GB-A 2123973 US-PS4521076

(73) Patentinhaber:

CARL ZEISS
D-7920 HEIDENHEIM (DE).

(54) DURCHLICHTBELEUCHTUNGSEINRICHTUNG FÜR MIKROSKOPE

(57) Beschrieben ist eine einfache Durchlichtbeleuchtungseinrichtung nach dem Köhlerschen Beleuchtungsprinzip mit einem Kondensor, der aus ein bzw. zwei Linsen besteht (2,5). Als Frontlinse (2) für den Kondensor ist eine Glaskugel gewählt.



AT 399 058 B

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Durchlichtbeleuchtungseinrichtung für Mikroskope mit einer regelbaren Leuchtfeldblende und einem Kondensor, der eine Aperturblende und eine oder zwei Linse(n) enthält.

Die in Mikroskopen verwendeten Beleuchtungseinrichtungen besitzen in der Regel neben der Lichtquelle und einem dieser zugeordneten Kollektor eine Leuchtfeldblende mit regelbarem Durchmesser sowie einen Kondensor, der neben einer ebenfalls regelbaren Aperturblende aus zwei oder mehr Linsen besteht. Die regelbaren Leuchtfeld- und Aperturblenden sind erforderlich, um Köhlersche Beleuchtungsbedingungen einstellen zu können.

Die bisher bekannten Kondensoren einfacher Bauart, wie sie beispielsweise in der US-PS 4 521 076 beschrieben sind, enthalten eine Frontlinse in Form einer Plankonvexlinse, da derartige Linsen relativ einfach herzustellen sind. Dennoch sind die Toleranzanforderungen an dieses Element noch kostenintensiv. Denn einmal muß bei der Herstellung dieser Linsen der Keilfehler klein genug gehalten werden. Zum anderen muß die Linse in ihrer Aufnahme gut zentriert sein.

Aus der DE-PS 593 232 ist eine Auflichtbeleuchtungseinrichtung für Mikroskope bekannt, die allein aus einer Glühlampe und einer Glaskugel besteht. Da hier weder eine regelbare Leuchtfeldblende noch eine Aperturblende vorgesehen sind, lassen sich Köhlersche Beleuchtungsbedingungen mit dieser bekannten Einrichtung nicht einstellen. Vielmehr wird dort die Größe des Leuchtfeldes durch variieren des Abstandes zwischen Lichtquelle und Glaskugel eingestellt, was zu einer mehr oder minder sogenannten kritischen Beleuchtung führt, bei der die Lichtquelle selbst in die Nähe der Objektebene abgebildet wird.

Aus der GB-A-2 123 973 ist ein Objekthalter bekannt, der eine Glaskugel besitzt, die als Kondensor dienen soll und Licht in die Stirnfläche der Glasfaser einkoppelt. Abgesehen davon, daß auch hier weder eine Leuchtfeld- noch eine Aperturblende vorgesehen sind, handelt es sich bei der beschriebenen Einrichtung um eine Spezialanfertigung zur Prüfung von Glasfasern, die nicht zur Beleuchtung beliebiger Objekte am Mikroskop eingesetzt werden kann.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine einfache Durchlichtbeleuchtungseinrichtung für Mikroskope zu schaffen, die bei ausreichen hoher Apertur in gewohnter Weise die Einstellung Köhlerscher Beleuchtungsbedingungen erlaubt, jedoch einen möglichst einfachen und in der Herstellung preisgünstigen Aufbau besitzt.

Diese Aufgabe wird für eine Durchlichtbeleuchtungseinrichtung für Mikroskope mit einer regelbaren Leuchtfeldblende und einem Kondensor, der eine Aperturblende und eine oder zwei Linse(n) enthält, dadurch gelöst, daß die Frontlinse des Kondensors die Form einer Vollkugel besitzt.

Da gemäß der Erfindung die Frontlinse als Vollkugel ausgebildet ist, entsteht erst gar kein Keilfehler, dessen Toleranz zu beachten wäre. Außerdem zentriert sich die Kugel in ihrer Fassung von selbst, so daß auch diese Toleranz in der Montage entfällt. Bereits mit der Kugel als alleiniger Linse im Kondensor läßt sich eine für viele Zwecke ausreichend hohe Apertur von 0,45 des Kondensors erzielen. Wenn höhere Aperturen gefordert werden, ist es zweckmäßig, wenn der Kondensor aus zwei Linsen besteht und die zweite Linse eine langbrennweitige Sammellinse ist. Mit dieser Maßnahme läßt sich ein Kondensor mit einer Apertur von 0,8 schaffen, der auch für Phasenkontrast geeignet ist. Die Erfindung ermöglicht es somit, einen preiswerten Durchlichtkondensor bei gleichzeitig guter optischer Leistung zu schaffen.

Bei einem zweilinsigen Kondensor ist es außerdem zweckmäßig, wenn die Sammellinse ausklappbar gestaltet ist.

Bei einem zweilinsigen Kondensor ist es besonders zweckmäßig, wenn die in der Tabelle I angegebenen Daten für die Radien r, Abstände und Dicken d der Linsen sowie Brechzahl n_d und Dispersion ν_d der verwendeten Gläser eingehalten sind.

Bei einem anderen vorteilhaften Ausführungsbeispiel weist der Kondensor nur die Frontlinse (2) auf, und es sind die in der Tabelle II angegebenen Daten für den Radius r der Linse, die Brechzahl n_d und Dispersion ν_d des verwendeten Glases sowie die Abstände d eingehalten.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Figuren 1-3 der beigefügten Zeichnungen:

Figur 1 ist eine Prinzipskizze der Optik eines Kondensors aus zwei Linsen gemäß der Erfindung;

Figur 2 ist eine Prinzipskizze der Optik des Kondensors bei ausgeklappter zweiter Linse und abgesenkter Frontlinse;

Figur 3 stellt den Kondensor nach Figur 1 mit seiner Fassung im eingebauten Zustand in einem aufrechten Mikroskop im Schnitt entlang der optischen Achse dar.

In dem in der Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Objektträger mit (1) bezeichnet. Der Kondensor besitzt eine Glaskugel (2) als Frontlinse im Abstand d_1 unterhalb des zu beleuchtenden Objektträgers (1) sowie eine Aperturblende (3) im Abstand d_3 unterhalb der Glaskugel (2), und enthält zusätzlich im Abstand d_4 zur Aperturblende (3) eine längerbrennweitige plankonvexe zweite Linse (5). Der

Abstand der plankonvexen zweiten Linse(5) von der Leuchtfeldblende (4) ist mit d_6 bezeichnet. Die optischen Daten dieses Kondensors sind in der nachstehenden Tabelle I aufgeführt:

Tabelle I

Radien r/mm	Abstände/Dicken d/mm	Gläser
	$d_1 = 0,4$	
$r_1 = 13,67$		
	$d_2 = 2r_1$	$n_{d1} = 1.60738\ \nu_{d1} = 56.45$
	$d_3 = 2,0$	
	$d_4 = 16,0$	
$r_2 = \infty$		
	$d_5 = 4,5$	$n_{d2} = 1,60738\ \nu_{d2} = 56,45$
$r_3 = 30,0$		
	$d_6 = 100$	
Num. Apertur = 0,8		

Dieser Kondensor besitzt eine Apertur von 0,8 und ist deshalb selbst für das Arbeiten in Verbindung mit Objektiven bis zu einem Abbildungsmaßstab von 100 x sehr gut geeignet. Denn üblicherweise wird zwecks besserer Kontrastierung die Kondensorapertur ohnehin immer etwas niedriger als die Objektivapertur, etwa auf 2/3 der Objektivapertur, eingestellt.

In der Darstellung nach Figur 3 ist der mechanische Aufbau der kompletten Durchlichtbeleuchtungseinrichtung inklusive des Kondensors und der Lichtquelle dargestellt. Dort ist mit (15) der Fuß und mit (10) die Tischplatte des ansonsten nicht vollständig dargestellten Mikroskops bezeichnet. Im Fuß (15) befindet sich die Glühlampe (6) der Beleuchtungseinrichtung sowie ein Kollektor (8), von dem die Öffnung der durch den Ring (9) im Durchmesser einstellbaren Leuchtfeldblende (4) ausgeleuchtet wird. Zwischen der Lichtquelle (6) und dem Kollektor (8) ist eine Streuscheibe (7) eingefügt, die zur Homogenisierung der Leuchtdichte in der Ebene der Leuchtfeldblende (4) dient.

Der unterhalb des Objekttisches (10) angeschraubte Kondensor ist mit einem Einstellhebel (19) für die ebenfalls regelbare Aperturblende (3) versehen. Die als Vollkugel ausgebildete Frontlinse (2) wird von einer Kappe (12) gegen eine zentrierende Auflage im Gehäuse (13) des Kondensors gedrückt. Hier geht man bei der Montage einfach so vor, daß die kugelige Frontlinse (2) in ihre Fassung eingelegt und die Kappe (12) aufgesetzt wird. Irgendwelche Zentriermaßnahmen sind hierbei nicht erforderlich.

Die unterhalb der Aperturblende (3) angeordnete zweite Linse (5) ist in einer durch Stellschrauben senkrecht zur optischen Achse justierbaren Fassung (14) aufgenommen. In der Darstellung nach Figur 3 ist nur eine der beiden Einstellschrauben, die Einstellschraube (18) zu sehen. Der Träger (16) für die Justierfassung (14) ist um eine parallel zur optischen Achse versetzte Drehachse schwenkbar, so daß die Linse (5) aus dem Strahlengang ausgeschwenkt werden kann.

Zwischen der Linse (5) und der Aperturblende (3) ist Platz gelassen für einen Schieber bzw. Revolver, auf dem Phasenringe oder andere Kontrastierungsmittel in den Strahlengang zusätzlich eingebracht werden können.

Die Zentrierfassung für die Glaskugel (2) ist federnd ausgebildet, so daß die Glaskugel (2) mit Hilfe eines Hebels, der mit einem auf die Kappe (12) wirkenden Gewindering (20) gekoppelt ist, abgesenkt werden kann. Bei ausgeklappter Linse (5) und abgesenkter Frontlinse (2) resultiert im wesentlichen der in Figur 2 dargestellte Strahlengang und Apertur und Feldgröße sind an Objektive mit kleinerem Abbildungsmaßstab angepaßt. Bei korrekter Einstellung gelten dann die in der nachstehenden Tabelle II angegebenen Werte für die Abstände und Apertur:

Tabelle II

Radius r/mm	Abstände d/mm	Glas
r_1 = 13,67	d_1 = 2,1 d_2 = $2r_1$ d_3 = 2,0 d_7 = 119,5	n_{d1} = 1,60738 ν_{nd} = 56,45
Num. Apertur = 0,45.		

Dabei ist mit d_3 der Abstand zwischen der Glaskugel (2) und der Aperturblende (3) und mit d_7 der Abstand zwischen der Aperturblende (3) und der Leuchtfeldblende (4) bezeichnet.

Patentansprüche

1. Durchlichtbeleuchtungseinrichtung für Mikroskope mit einer regelbaren Leuchtfeldblende (4) und einem Kondensor, der eine Aperturblende (3) und eine oder zwei Linse(n) (2, 5) enthält, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Frontlinse (2) des Kondensors die Form einer Vollkugel besitzt.

2. Durchlichtbeleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kondensor aus zwei Linsen (2, 5) besteht und die zweite Linse (5) eine langbrennweitige Sammellinse ist.

3. Durchlichtbeleuchtungseinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sammellinse (5) ausklappbar ist.

4. Durchlichtbeleuchtungseinrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch die in der nachstehenden Tabelle I angegebenen Daten für die Radien r, Anstände und Dicken d der Linsen sowie Brechzahl n_d und Dispersion ν_d der verwendeten Gläser, wobei mit d_1 der Abstand der Frontlinse (2) zu einem Objekträger (1), mit d_3 der Abstand der Frontlinse (2) zur Aperturblende (3), mit d_4 der Abstand der Aperturblende (3) zur Sammellinse (5) und mit d_6 der Abstand der Sammellinse (5) zur Leuchtfeldblende (4) bezeichnet ist:

Tabelle I

Radien r/mm	Abstände/Dicken d/mm	Gläser
r_1 = 13,67	d_1 = 0,4 d_2 = $2r_1$ d_3 = 2,0 d_4 = 16,0	n_{d1} = 1.60738 ν_{d1} = 56.45
r_2 = ∞	d_5 = 4,5	n_{d2} = 1,60738 ν_{d2} = 56,45
r_3 = 30,0	d_6 = 100	
Num. Apertur = 0,8		

5. Durchlichtbeleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kondensor nur die Frontlinse (2) aufweist und die in der nachstehenden Tabelle II angegebenen Daten für den Radius r der Linse, die Brechzahl n_d und Dispersion ν_d des verwendeten Glases sowie die Abstände d eingehalten sind, wobei mit d_1 der Abstand der Frontlinse (2) zu einem Objekträger (1), mit d_3 der Abstand der Frontlinse (2) zur Aperturblende (3) und mit d_7 der Abstand der Aperturblende (3) zur Leuchtfeldblende (4) bezeichnet ist:

Tabelle II

Radius r/mm	Abstände d/mm	Glas
$r_1 = 13,67$ Num. Apertur = 0,45.	$d_1 = 2,1$ $d_2 = 2r_1$ $d_3 = 2,0$ $d_7 = 119,5$	$n_{d1} = 1,60738$ $\nu_{nd} = 56,45$

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

Patentschrift Nr. AT 399 058 B

Ausgegeben 27. 3.1995

Int. Cl.[6]: G02B 21/08
G02B 21/14

Blatt 1

Fig. 1

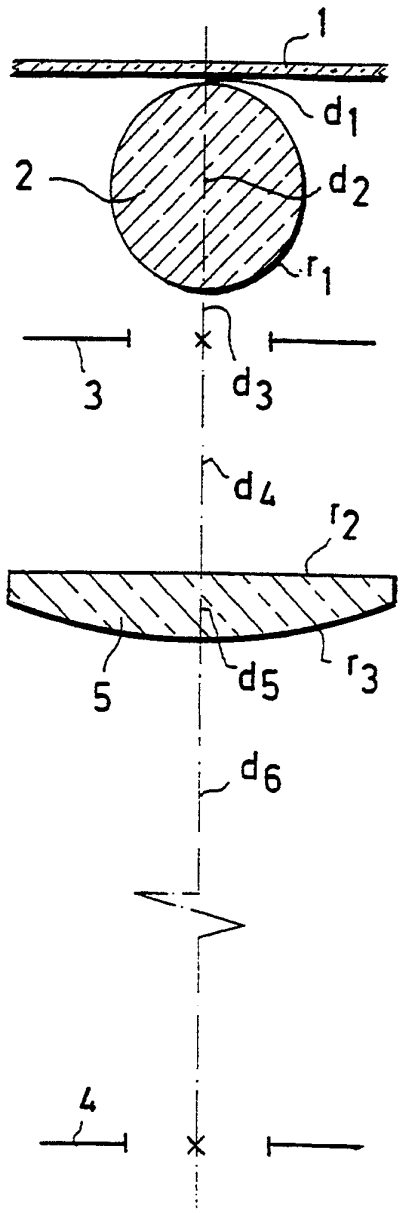
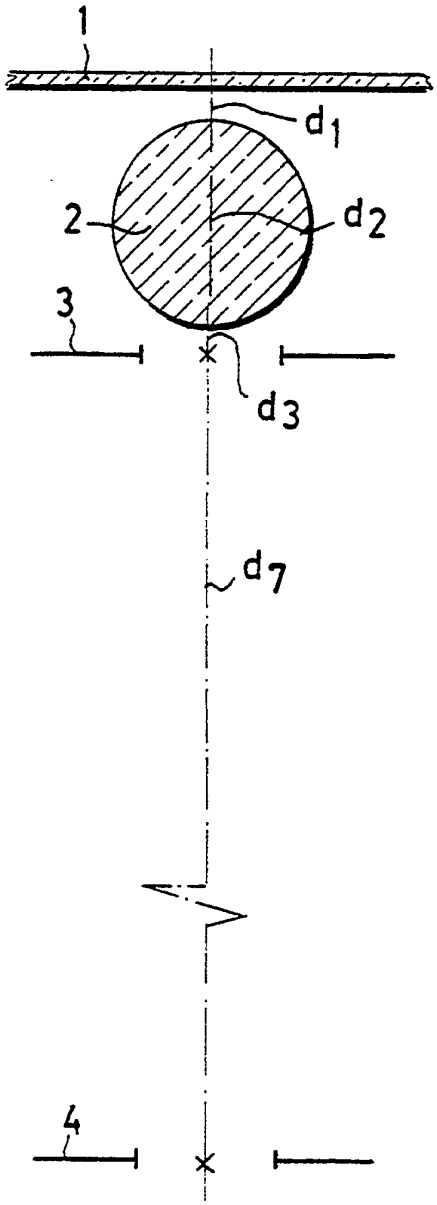


Fig. 2



ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT Patentschrift Nr. AT 399 058 B

Ausgegeben 27. 3.1995 Int. Cl.[6]: G02B 21/08
G02B 21/14

Blatt 2

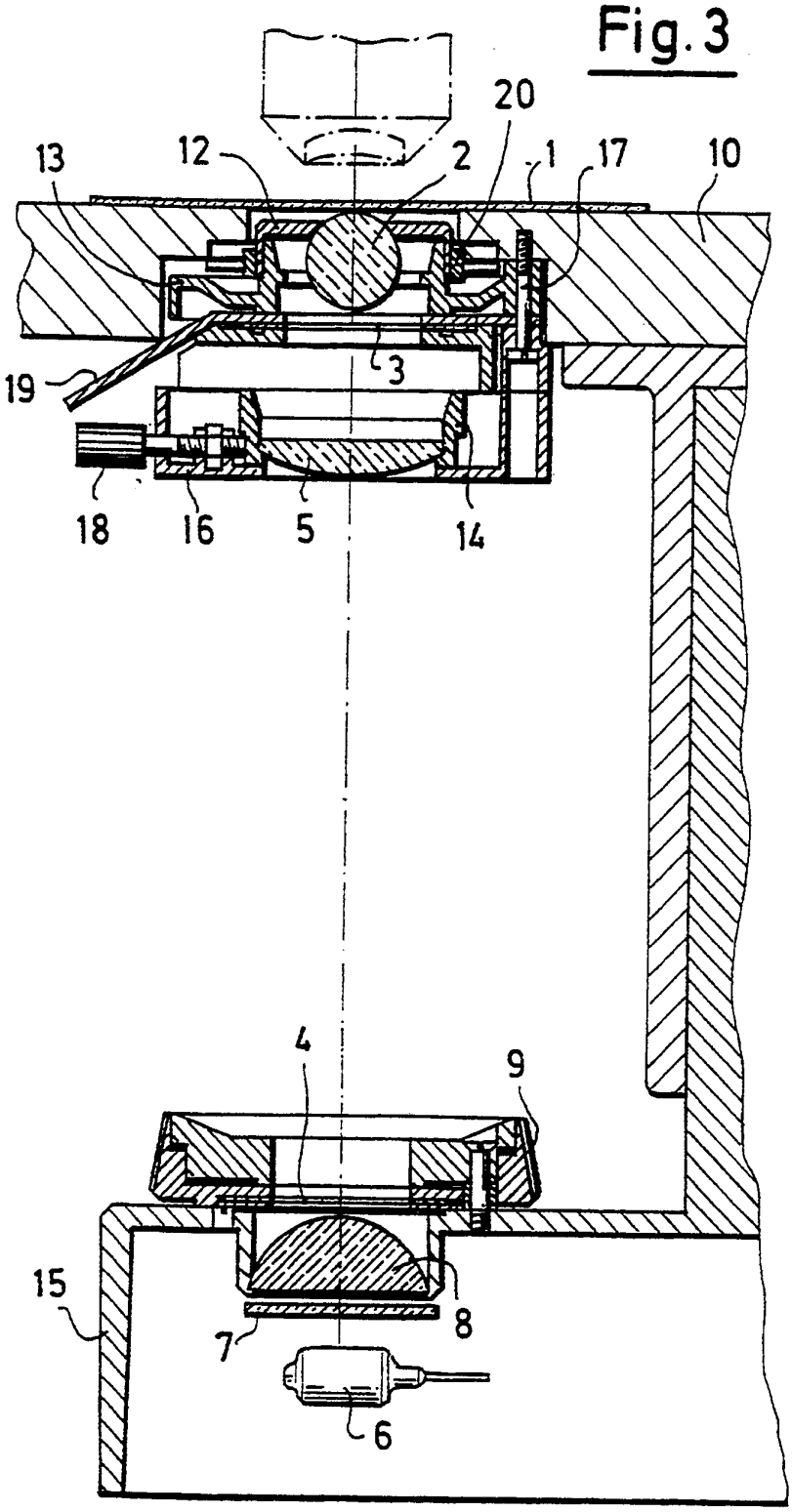



Fig.3