

Erteilt auf Grund des Ersten Überleitungsgesetzes vom 8. Juli 1949
(WiGBI. S. 175)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



AUSGEGEBEN AM
13. JUNI 1957

DEUTSCHES PATENTAMT

PATENTSCHRIFT

Nr. 965 522

KLASSE 21g GRUPPE 37⁰¹

INTERNAT. KLASSE H 05j ———

S 18863 VIII c / 21g

Dr. Leo Szilard, New York, N. Y. (V. St. A.)

Mikroskop

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 4. Juli 1931 an

Patentanmeldung bekanntgemacht am 20. Dezember 1956

Patenterteilung bekanntgemacht am 29. Mai 1957

Die Schutzdauer des Patents ist nach Gesetz Nr. 8 der Alliierten Hohen Kommission verlängert

Die Erfindung bezieht sich auf ein Gerät, mit dem es möglich ist, kleine Objekte zu vergrößern und sichtbar zu machen. Dieses Gerät wird daher im folgenden als »Mikroskop« bezeichnet. Das Auflösungsvermögen des gewöhnlichen Mikroskops ist, soweit sichtbares Licht benutzt wird, prinzipiell nicht weiter zu steigern.

Es ist bereits vorgeschlagen, kleine Objekte mit Hilfe von Elektronenstrahlen abzubilden. Erfindungsgemäß sollen nun auch andere Korpuskularstrahlen, also Elektronenstrahlen ausgenommen, zur Abbildung verwendet werden.

Diese von einem Punkt des abzubildenden Objekts ausgehenden gestreuten Korpuskeln werden mit Hilfe von Magnetfeldern und gegebenenfalls auch elektrischen Feldern wieder auf einen Punkt des Bildes zusammengeführt. Hierbei wird von der bekannten Tatsache der Äquivalenz zwischen optischen Systemen und entsprechend ausgebildeten Magnetfeldern Gebrauch gemacht.

Eine beispielsweise Ausführungsform eines gemäß der Erfindung ausgebildeten Mikroskops ist in der Figur dargestellt. In dieser Figur ist in einem Rohr 1 eine Anordnung 2 untergebracht, die mit Hilfe der Batterie 4 zur Erzeugung der Korpuskeln dient und die mit einer Spannungsquelle 5 verbunden ist. Der andere Pol dieser Spannungsquelle ist mit einem Blendensystem 3 ver-

bunden, das auf die Korpuskeln eine beschleunigende Kraft ausübt und aus dem so entstehenden Korpuskularstrahlenbündel einen engen Strahl ausblendet. An das Rohr 1 schließt sich über einen Schliff 6 ein Rohr 7 an, in dem das Objekt in einem Träger 8 befestigt ist. In diesem Rohr sind weiterhin Magnetspulen 13, 11 und 12 angebracht, die entsprechende Magnetfelder im Innern des Rohres 7 erzeugen, so daß das bei 8 angeordnete Objekt auf einem Fluoreszenzschirm oder einer photographischen Platte abgebildet werden kann, die mit Hilfe des Schliffes 14 an einem Rohr 15 angebracht sind. Ein optisches Mikroskop 16 kann sich zur weiteren Vergrößerung anschließen.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Mikroskop, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildung der kleinen Objekte mit Hilfe von Korpuskularstrahlen, ausgenommen Elektronenstrahlen, erfolgt.

2. Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildung unter Beeinflussung der Strahlen durch elektrische oder magnetische Felder erfolgt.

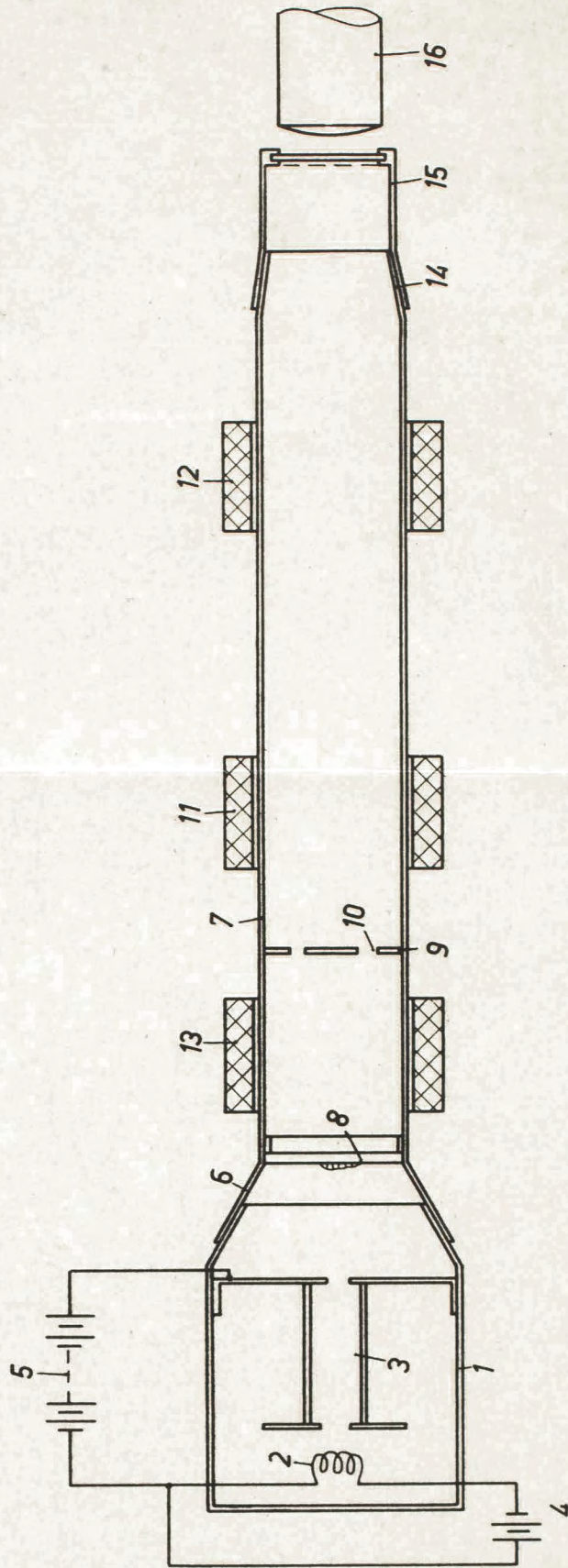
Entgegengehaltene ältere Rechte:
Deutsche Patente Nr. 889 660, 895 635.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Zu der Patentschrift 965 522

Kl. 21g Gr. 3701

Internat. Kl. H 05j —



P.A. 984 880

Dr. Leo Szilard, Berlin - Dahlem
=====

M i k r o s k o p .
=====

Die Erfindung hat einen Apparat zum Inhalt, der es gestattet, kleine Objekte zu vergrössern und sichtbar zu machen und wird daher im folgenden als Mikroskop bezeichnet. Das Auflösungsvermögen des gewöhnlichen Mikroskops ist, soweit sichtbares Licht benutzt wird, prinzipiell nicht weiter zu steigern. Man kann aber nun erfindungsgemäss statt einer Abbildung mit Hilfe von Licht eine Abbildung mit Hilfe von Korpuskularstrahlen vornehmen. Im besonderen kann man erfindungsgemäss geladene Korpuskularstrahlen benutzen, z.B. Elektronenstrahlen, wobei die von einem Punkt des abzubildenden Objektes ausgehenden gestreuten Elektronen mit Hilfe von Magnetfeldern und eventuell auch elektrischen Feldern wieder auf einen Punkt des Bildes zusammengeführt werden. Hierbei wird von der bekannten Tatsache der Äquivalenz zwischen optischen Systemen und entsprechend ausgebildeten Magnetfeldern Gebrauch gemacht.

Eine gewisse Schwierigkeit besteht darin, dass, wenn man z.B. eine Gewebszelle durchstrahlt, die einzelnen

Bestandteile der Zelle sich zu wenig voneinander im Bilde abheben, weil die Gesamtstreuung der Elektronen an verschiedenen Teile der Zelle zu wenig verschieden ist. Man kann aber nun erfindungsgemäss die einzelnen Teile des streuenden Objektes gegeneinander dadurch besser im Bilde hervortreten lassen, dass man nicht alle Elektronen, die von den einzelnen Objektpunkten gestreut werden, wieder zu den einzelnen Bildpunkten vereinigt, sondern nur jene Elektronen zum Bildpunkte gelangen lässt, deren Streuung am Objekt in einem bestimmten Winkelbereich um den Primärstrahl herum erfolgt ist. Man bewerkstelligt dies mit Hilfe einer Blende zwischen Objekt und Bild. Die günstige Wirkung einer solchen Blende beruht auf folgenden Umstand:

Die Intensität der gestreuten Elektronen nimmt mit dem Streu-Winkel (bei raschen Elektronen innerhalb eines kleinen Winkelbereichs) rasch ab und die Intensität scheint bei einem bestimmten Winkel ziemlich plötzlich auf 0 herunter zu sinken. Der Winkel, bei dem dies der Fall ist, ist für verschiedene Substanzen verschieden. Blendet man nun jenen Winkelbereich aus, bei dem ein sehr starker Intensitätsabfall der gestreuten Strahlen vorhanden ist und lässt nur diesen Winkelbereich zum Bild beitragen, so wird die Intensität sehr stark von Substanz zu Substanz variieren und die einzelnen Teile des Objektes werden sich auch bei verhältnismässig geringen Unterschieden in der Substanz scharf voneinander abheben.

Man kann erfindungsgemäss auch das Objekt, z.B. die Zelle mit Substanzen tränken, die Elemente enthalten, deren Kernladungszahl stark von der Kernladungszahl der in der Zelle vorherrschenden Elemente abweichen, und welche Substanzen von den verschiedenen Teilen der Zelle verschieden stark absorbiert werden (besonders wirksam sind natürlich schwere Elemente, im besonderen schwere Metalle), und auf diese Weise erzielt man, dass das Streuvermögen der einzelnen Bestandteile der Zelle recht verschieden wird, und die einzelnen Teile der Zelle sich im Bild voneinander besser abheben. Eine andere Schwierigkeit ist, dass, wenn man die Elektronen mit einem Glühdraht innerhalb des Mikroskops erzeugt, der Glühdraht rasch zerstört wird durch die Dämpfe, welche ein grosser Teil der Objekte abgeben. Man kann jedoch erfindungsgemäss die Elektronen durch eine dünne Folie (Lenard-Fenster) in das Mikroskop eintreten lassen und dann innerhalb des Mikroskops zwischen Lenard-Fenster und Objekt, oder jedenfalls zwischen Lenard-Fenster und Bild einen elektrostatischen oder magnetischen Monochromator anordnen, der die durch das Lenard-Fenster erzeugte Inhomogenität des Elektronenstrahles wieder beseitigt.

Abbildung 1 zeigt die Ausführungsbeispiele der Erfindung im Schema gezeichnet. 1 ist ein Entladungsrohr, in welchem der Glühdraht 2 als Elektronenquelle dient und das Blendensystem 3 einen scharfen Elektronenstrahl ausblendet. 4 ist eine Batterie, die zur Beheizung des

Glühdrahtes dient, 5 eine Hochspannungsquelle, die elektrische Gleichspannung liefert, 6 ein Schliff, durch welchen das Rohr 1 an das Rohr 7 angeschlossen ist. 8 ist der Objektträger, 9 eine Blende, die eine zum Primärstrahl konzentrisch liegende kreisförmige Öffnung 10 hat und dazu dient, nur die Elektronen zum Bild zuzulassen, welche vom Objekt innerhalb eines bestimmten Streuwinkelbereiches gestreut worden sind. 11 und 12 sind zwei Magnetspulen, welche die Abbildung bewirken, 13 eine weitere Magnetspule zwischen Objekt und Blende 9. 14 ist ein Schliff, mit welchem das Rohr 15 an das Rohr 7 angeschlossen ist, und das zur Aufnahme eines Floreszenz-Schirmes oder einer photographischen Platte dient. Bei Verwendung eines Floreszenz-Schirmes kann das Korpuskularstrahlen-Mikroskop sich noch ein optisches Mikroskop 16 anschliessen.

Abbildung 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung im Schema gezeichnet. Die Elektronen werden hier in einem nicht gezeichneten besonderen Rohre erzeugt, und treten durch das Lenard-Fenster 20 in das Mikroskop ein. 21 ist ein magnetischer Monochromator, und zwar ist hier ein gekreuztes elektrisches und magnetisches Feld als Monochromator verwendet. 22 und 23 sind die Pole des Magneten, 24 und 25 sind die Platten des dazu senkrecht stehenden Kondensators. 6 ist ein Schliff, mit dem sich das Objektträger-Rohr 7 an das Monochromator-Rohr anschliesst. 8 ist der Objektträger, 10 die bereits an Hand von Abbildung 1 erläuterte Blende 11 eine der Magnetspulen, welche die Abbildung bewirken.

P a t e n t a n s p r ü c h e .

1.) Mikroskop, dadurch gekennzeichnet, dass die Abbildung der kleinen Objekte mit Hilfe von Korpuskularstrahlen erfolgt.

2.) Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abbildung mit Hilfe von Korpuskularstrahlen unter Beeinflussung der Korpuskularstrahlen durch elektrische oder magnetische Felder erfolgt.

3.) Mikroskop nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Korpuskularstrahlen Elektronenstrahlen verwendet werden.

4.) Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem von dem Objekt gestreuten Korpuskularstrahlen mit Hilfe einer Blende die Korpuskularstrahlen ausgeblendet werden, welche vom Objekt innerhalb bestimmter Winkelbereiche gestreut werden und nur die in den übrigen Winkelbereichen gestreuten Strahlen zum Zustandbringen des Bildes zugelassen werden.

5.) Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Korpuskularstrahlenquelle sich ausserhalb des Mikroskops befindet und die Korpuskularstrahlen durch ein Lenard-Fenster in das Mikroskop eintreten.

6.) Mikroskop nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch einen Monochromator zwischen Lenard-Fenster und Bild, im besonderen zwischen Lenard-Fenster und Objekt.

7.) Verfahren zum Sichtbarmachen von Objekten mit Hilfe des Mikroskops nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das abzubildende Objekt mit einer Lösung getränkt wird, die Substanzen enthält, welche Elemente enthalten, deren Kernladungszahl von der Kernladungszahl, die im abzubildenden Objekt vorherrscht, erheblich abweicht und welche Substanzen verschieden stark an verschiedenen Teilen des abzubildenden Objektes absorbiert werden.

8.) Mikroskop, dadurch gekennzeichnet, dass das von einem Korpuskularstrahlenmikroskop erzeugte Bild noch optisch vergrößert wird.

9.) Mikroskop, dadurch gekennzeichnet, dass an das Korpuskularstrahlenmikroskop noch ein optisches Mikroskop angeschlossen ist.

PA.572289*249.54

DR. FRITZ ZUMSTEIN
PATENTANWALT

MÜNCHEN 2,
BRÄUHAUSSTRASSE 4/III

TELEFON: 23476
POSTSCHECKKONTO: MÜNCHEN 91139
BANKKONTO:
BANKHAUS AUFHÄUSER

Dr. Leo Szilard, New York

Elektronenmikroskop

Mikroskop
=====

vordringende bezieht sich auf ein *Elektronenmikroskop*

Die ~~Erfindung hat einen Apparat zum Inhalt, der es ge-~~
~~stattet, kleine Objekte zu vergrössern und sichtbar zu~~
~~machen und wird daher im folgenden als Mikroskop bezeich-~~
~~net.~~ Das Auflösungsvermögen des gewöhnlichen Mikroskops ist,
soweit sichtbares Licht benutzt wird, prinzipiell nicht
weiter zu steigern. Man kann aber nun ~~erfindungsgemäß~~ statt
einer Abbildung mit Hilfe von Licht eine Abbildung mit Hilfe
von Korpuskularstrahlen vornehmen. Im besonderen kann man
~~erfindungsgemäß~~ geladene Korpuskularstrahlen benutzen, z.B.
Elektronenstrahlen, wobei die von einem Punkt des abzubil-
denden Objektes ausgehenden gestreuten Elektronen mit Hilfe
von Magnetfeldern und eventuell auch elektrischen Feldern wie-
der auf einen Punkt des Bildes zusammengeführt werden. Hier-
bei wird von der bekannten Tatsache der Äquivalenz zwischen
optischen Systemen und entsprechend ausgebildeten Magnet-
feldern Gebrauch gemacht.

Eine gewisse Schwierigkeit besteht darin, dass, wenn man z.B. eine Gewebszelle durchstrahlt, die einzelnen Bestandteile der Zelle sich zu wenig voneinander im Bilde abheben, weil die Gesamtstreuung der Elektronen an verschiedenen Teilen der Zelle zu wenig verschieden ist. Man kann aber nun ^{bei den vorliegenden Elektronenmikroskop} ~~erfindungsgebiß~~ die einzelnen Teile des streuenden Objektes gegeneinander dadurch besser im Bilde hervortreten lassen, dass man nicht alle Elektronen, die von den einzelnen Objektpunkten gestreut werden, wieder zu den einzelnen Bildpunkten vereinigt, sondern nur jene Elektronen zum Bildpunkte gelangen lässt, deren Streuung am Objekt in einem bestimmten Winkelbereich um den Primärstrahl herum erfolgt ist. Man ^{erreicht das erfindungsgebiß dadurch, dass} ~~benutzt~~ ^{erreich} dies mit Hilfe einer Blende ^{←→} zwischen Objekt und Bild. Die günstige Wirkung einer solchen Blende beruht auf folgendem Umstand:

Die Intensität der gestreuten Elektronen nimmt mit dem Streuwinkel (bei raschen Elektronen innerhalb eines kleinen Winkelbereichs) rasch ab und die Intensität scheint bei einem bestimmten Winkel ziemlich plötzlich auf 0 herunter zu sinken. Der Winkel, bei dem dies der Fall ist, ist für verschiedene Substanzen verschieden. Blendet man nun jenen Winkelbereich aus, bei dem ein sehr starker Intensitätsabfall der gestreuten Strahlen vorhanden ist und lässt nur diesen Winkelbereich zum Bild beitragen, so wird die Intensität sehr stark von Substanz ^{← zur Ausblendung derjenigen Elektronen angewendet ist, die durch das Objekt in einem größeren als dem vorbestimmten Winkel gestreut sind}

zu Substanz variieren und die einzelnen Teile des Objekts werden sich auch bei verhältnismäßig geringen Unterschieden in der Substanz scharf voneinander abheben.

Man kann ~~erfindungsgemäß~~ ^{mit Kohlen} auch das Objekt, z.B. die Zelle mit Substanzen tränken, die Elemente enthalten, deren Kernladungszahl stark von der Kernladungszahl der in der Zelle vorherrschenden Elemente abweichen, und welche Substanzen von den verschiedenen Teilen der Zelle verschieden stark absorbiert werden (besonders wirksam sind natürlich schwere Elemente, im besonderen schwere Metalle), und auf diese Weise erzielt man, dass das Streuvermögen der einzelnen Bestandteile der Zelle recht verschieden wird, und die einzelnen Teile der Zelle sich im Bild voneinander besser abheben. Eine andere Schwierigkeit ist, dass, wenn man die Elektronen mit einem Glühdraht innerhalb des Mikroskops erzeugt, der Glühdraht rasch zerstört wird durch die Dämpfe, welche ein grosser Teil der Objekte abgeben. Man kann jedoch ~~erfindungsgemäß~~ die Elektronen durch eine dünne Folie (Lenard-Fenster) in das Mikroskop eintreten lassen und dann innerhalb des Mikroskops zwischen Lenard-Fenster und Objekt, oder jedenfalls zwischen Lenard-Fenster und Bild einen elektrostatischen oder magnetischen Monochromator anordnen, der die durch das Lenard-Fenster erzeugte Inhomogenität des Elektronenstrahles wieder beseitigt.

^{Fig.}
Abbildung 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung im Schema gezeichnet. 1 ist ein Entladungsrohr, in welchem der

Glühdraht 2 als Elektronenquelle dient und das Blendensystem 3 einen scharfen Elektronenstrahl ausblendet. 4 ist eine Batterie, die zur Beheizung des Glühdrahtes dient, 5 eine Hochspannungsquelle, die elektrische Gleichspannung liefert, 6 ein Schliff, durch welchen das Rohr 1 an das Rohr 7 angeschlossen ist. 8 ist der Objekt-Träger, 9 eine Blende, die eine zum Primärstrahl konzentrisch liegende kreisförmige Öffnung 10 hat und dazu dient, nur die Elektronen zum Bild zuzulassen, welche vom Objekt innerhalb eines bestimmten Streuwinkelbereiches gestreut worden sind. 11 und 12 sind zwei Magnetspulen, welche die Abbildung bewirken, 13 eine weitere Magnetspule zwischen Objekt und Blende 9. 14 ist ein Schliff, mit welchem das Rohr 15 an das Rohr 7 angeschlossen ist, und das zur Aufnahme eines Fluoreszenz-Schirms oder einer photographischen Platte dient. Bei Verwendung eines Fluoreszenz-Schirmes kann das Korpuskularstrahlen-Mikroskop sich noch ein optisches Mikroskop 16 anschliessen.

^{Fig.}
Abbildung 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung im Schema gezeichnet. Die Elektronen werden hier in einem nicht gezeichneten besonderen Rohre erzeugt, und treten durch das Leonard-Fenster 20 in das Mikroskop ein. 21 ist ein magnetischer Monochromator, und zwar ist hier ein gekreuztes elektrisches und magnetisches Feld als Monochromator verwendet. 22 und 23 sind die Pole des Magneten, 24 und 25 sind die Platten des dazu senkrecht stehenden Kondensators. 6 ist ein Schliff, mit dem sich das Objekt-Träger-Rohr 7 an das Monochromator-Rohr anschließt. 8 ist der Objektträger, ⁹10 die bereits an Hand von Abbildung 1 erläuterte Blende, 11 eine der Magnetspulen, welche die Abbildung bewirken.

Betrifft: Patentanmeldung 8 18 865 IXa/42h Gr. 38
Dr. Szilard

VIII c/219

Neue Patentansprüche
=====

1. Elektronenmikroskop, gekennzeichnet durch eine zwischen dem Objekt und dem Bild angeordnete Blende zur Ausblendung derjenigen Elektronen, die durch das Objekt in einem größeren als dem vorbestimmten Winkel gestreut ~~werden~~ sind.

2. Elektronenmikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen dem Objekt und dem Bild angeordnete Blende mit einer ringförmigen Öffnung versehen ist.

3. Elektronenmikroskop nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch wenigstens eine Blende, die nur die Fokussierung derjenigen Elektronen zuläßt, die vom Objekt innerhalb eines vorbestimmten sphärischen Winkels gestreut ^{en} werden.

4. Verfahren, um bei einem Elektronenmikroskop nach den Ansprüchen 1-3 bei einem vergrößerten Bild eines Objektes, das eine Mehrzahl von Stoffen enthält, scharfe Kontraste zu erzielen, dadurch gekennzeichnet, daß das zu vergrößernde Objekt in eine Lösung eingetaucht wird, die Elemente enthält, deren Kernladungszahl größer ist als die der Elemente der Stoffe des Objektes.

5. Verfahren nach Anspruch 4, um bei einem Elektronenmikroskop nach den Ansprüchen 1-3 bei einem vergrößerten Bild eines Objektes, das eine Mehrzahl von Stoffen enthält, scharfe Kontraste zu er-

zielen, dadurch gekennzeichnet, daß man die Stoffe des Objekts derart behandelt, daß sie unterschiedliche Mengen von Elementen absorbieren, die höhere Kernladungszahlen aufweisen als die in dem Objekt enthaltenen Stoffe.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 4 ^{oder} und 5, um bei einem Elektronenmikroskop nach den Ansprüchen 1-3 in einem vergrößerten Bild einer Gewebszelle scharfe Kontraste zu erzielen, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewebe in Lösungen von Elementen eingetaucht wird, die eine höhere Kernladungszahl aufweisen, als die verschiedenen in der Zelle enthaltenen Stoffe, sodaß jeder der verschiedenen Stoffe eine unterschiedliche Menge dieser Elemente absorbiert und dadurch die auftreffenden Elektronen sehr verschieden stark streut.

7. Elektronenmikroskop nach Anspruch 1, ~~dadurch~~ gekennzeichnet, ^{↳ er} daß die Elektronen außerhalb des in dem Mikroskop herrschenden Vakuums ~~erzeugt werden~~ ^{< durch die Erzeugung >}

8. Elektronenmikroskop nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, ^{↳ 77} ~~daß~~ erzeugten Elektronen durch ein Lenard-Fenster in das Mikroskop ~~eingeführt werden~~ ^{<< durch die Einführung der 77 >>}

9. Elektronenmikroskop nach den Ansprüchen 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Beseitigung der Inhomogenitäten des Elektronenstrahls, die durch die Einführung der Elektronen in das Vakuum des Mikroskops bedingt sind, ein Monochromator vorgesehen ist.

Patentanmeldung S 18 863 VIIIc/21g

- 5 -

^{Fig.}
Abbildung 3 zeigt einen Schnitt längs der Linie III - III der Fig. 2. In diesem Schnitt ist der Monochromator 21 mit den Polschuhen 22 und 23 und den Platten 24 und 25 dargestellt.

N e u e P a t e n t a n s p r ü c h e
=====

1. Elektronenmikroskop, gekennzeichnet durch eine zwischen dem Objekt und dem Bild angeordnete Blende zur Ausblendung derjenigen Elektronen, die durch das Objekt in einem größeren als dem vorbestimmten Winkel gestreut werden.

2. Elektronenmikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen dem Objekt und dem Bild angeordnete Blende mit einer ringförmigen Öffnung versehen ist.

3. Elektronenmikroskop nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch wenigstens eine Blende, die nur die Fokussierung derjenigen Elektronen zuläßt, die vom Objekt innerhalb eines vorbestimmten sphärischen Winkels gestreut wurden.

4. Verfahren, um bei einem Elektronenmikroskop nach den Ansprüchen 1-3 bei einem vergrößerten Bild eines Objektes, das eine Mehrzahl von Stoffen enthält, scharfe Kontraste zu erzielen, dadurch gekennzeichnet, daß das zu vergrößernde Objekt in eine Lösung eingetaucht wird, die Elemente enthält, deren Kernladungszahl größer ist als die der Elemente der Stoffe des Objektes.

5. Verfahren nach Anspruch 4, um bei einem Elektronenmikroskop nach den Ansprüchen 1-3 bei einem vergrößerten Bild eines Objektes, das eine Mehrzahl von Stoffen enthält, scharfe Kontraste zu er-

zielen, dadurch gekennzeichnet, daß man die Stoffe des Objekts derart behandelt, daß sie unterschiedliche Mengen von Elementen absorbieren, die höhere Kernladungszahlen aufweisen als die in dem Objekt enthaltenen Stoffe.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 4 und 5, um bei einem Elektronenmikroskop nach den Ansprüchen 1-3 in einem vergrößerten Bild einer Gewebszelle scharfe Kontraste zu erzielen, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewebe in Lösungen von Elementen eingetaucht wird, die eine höhere Kernladungszahl aufweisen, als die verschiedenen in der Zelle enthaltenen Stoffe, sodaß jeder der verschiedenen Stoffe eine unterschiedliche Menge dieser Elemente absorbiert und dadurch die auftreffenden Elektronen sehr verschieden stark streut.

7. Elektronenmikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektronen außerhalb des in dem Mikroskop herrschenden Vakuums erzeugt werden.

8. Elektronenmikroskop nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die erzeugten Elektronen durch ein Lenard-Fenster in das Mikroskop eingeführt werden.

9. Elektronenmikroskop nach den Ansprüchen 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Beseitigung der Inhomogenitäten des Elektronenstrahls, die durch die Binführung der Elektronen in das Vakuum des Mikroskops bedingt sind, ein Monochromator vorgesehen ist.

DR. FRITZ ZUMSTEIN
PATENTANWALT

TELEFON: 28476
POSTSCHECKKONTO: MÜNCHEN 91139
BANKKONTO:
BANKHAUS SEILER & CO.

MÜNCHEN 2,
BRÄUHAUSSTRASSE 4/III

X
+ ff.

Dr. Leo Szilard
=====

Mikroskop.
=====

Die Erfindung hat einen Apparat zum Inhalt, der es gestattet, kleine Objekte zu vergrössern und sichtbar zu machen und wird daher im folgenden als Mikroskop bezeichnet. Das Auflösungsvermögen des gewöhnlichen Mikroskops ist, soweit sichtbares Licht benutzt wird, prinzipiell nicht weiter zu steigern. Man kann aber nun erfindungsgemäss statt einer Abbildung mit Hilfe von Licht eine Abbildung mit Hilfe von Korpuskularstrahlen vornehmen. Im besonderen kann man erfindungsgemäss geladene Korpuskularstrahlen benutzen, z.B. Elektronenstrahlen, wobei die von einem Punkt des abzubildenden Objektes ausgehenden gestreuten Elektronen mit Hilfe von Magnetfedern und eventuell auch elektrischen Feldern wieder auf einen Punkt des Bildes zusammengeführt werden. Hierbei wird von der bekannten Tatsache der Äquivalenz zwischen optischen Systemen und entsprechend ausgebildeten Magnetfeldern Gebrauch gemacht.

Eine gewisse Schwierigkeit besteht darin, dass, wenn man z.B. eine Gewebszelle durchstrahlt, die einzelnen Bestandteile der Zelle sich zu wenig voneinander im Bilde abheben, weil die Gesamtstreuung der Elektronen an verschiedenen Teilen der Zelle zu wenig verschieden ist. Man kann aber nun erfindungsgemäß die einzelnen Teile des streuenden Objektes gegeneinander dadurch besser im Bilde hervortreten lassen, dass man nicht alle Elektronen, die von den einzelnen Objektpunkten gestreut werden, wieder zu den einzelnen Bildpunkten vereinigt, sondern nur jene Elektronen zum Bildpunkte gelangen lässt, deren Streuung am Objekt in einem bestimmten Winkelbereich um den Primärstrahl herum erfolgt ist. Man bewerkstelligt dies mit Hilfe einer Blende zwischen Objekt und Bild. Die günstige Wirkung einer solchen Blende beruht auf folgendem Umstand:

Die Intensität der gestreuten Elektronen nimmt mit dem Streuwinkel (bei raschen Elektronen innerhalb eines kleinen Winkelbereichs) rasch ab und die Intensität scheint bei einem bestimmten Winkel ziemlich plötzlich auf 0 herunter zu sinken. Der Winkel, bei dem dieser der Fall ist, ist für verschiedene Substanzen verschieden. Blendet man nun jenen Winkelbereich aus, bei dem ein sehr starker Intensitätsabfall der gestreuten Strahlen vorhanden ist und lässt nur diesen Winkelbereich zum Bild beitragen, so wird die Intensität sehr stark von Substanz zu Substanz variieren und die einzelnen Teile des Objekts werden sich auch bei verhältnismässig geringen Unterschieden in der Substanz scharf voneinander abheben.

Man kann erfindungsgemäß auch das Objekt, z.B. die Zelle mit Substanzen tränken, die Elemente enthalten, deren Kernladungszahl stark von der Kernladungszahl der in der Zelle vorherrschenden Elemente abweichen, und welche Substanzen von den verschiedenen Teilen der Zelle verschieden stark absorbiert werden (besonders wirksam sind natürlich schwere Elemente, im besonderen schwere Metalle), und auf diese Weise erzielt man, daß das Streuvermögen der einzelnen Bestandteile der Zelle recht verschieden wird, und die einzelnen Teile der Zelle sich im Bild voneinander besser abheben. Eine andere Schwierigkeit ist, dass, wenn man die Elektronen mit einem Glühdraht innerhalb des Mikroskops erzeugt, der Glühdraht rasch zerstört wird durch die Dämpfe, welche ein grosser Teil der Objekte abgeben. Man kann jedoch erfindungsgemäß die Elektronen durch eine dünne Folie (Lenard-Fenster) in das Mikroskop eintreten lassen und dann innerhalb des Mikroskops zwischen Lenard-Fenster und Objekt, oder jedenfalls zwischen Lenard-Fenster und Bild einen elektrostatischen oder magnetischen Monochromator anordnen, der die durch das Lenard-Fenster erzeugte Inhomogenität des Elektronenstrahles wieder beseitigt.

Abbildung 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung im Schema gezeichnet. 1 ist ein Entladungsrrohr, in welchem der Glühdraht 2 als Elektronenquelle dient und das Blendensystem 3 einen scharfen Elektronenstrahl ausblendet. 4 ist eine Batterie, die zur Beheizung des Glühdrahtes dient, 5 eine Hochspannungsquelle, die

elektrische Gleichspannung liefert, 6 ein Schliff, durch welchen das Rohr 1 an das Rohr 7 angeschlossen ist. 8 ist der Objekt-Träger, 9 eine Blende, die eine zum Primärstrahl konzentrisch liegende kreisförmige Öffnung 10 hat und dazu dient, nur die Elektronen zum Bild zuzulassen, welche vom Objekt innerhalb eines bestimmten Streuwinkelbereiches gestreut werden sind. 11 und 12 sind zwei Magnetspulen, welche die Abbildung bewirken, 13 eine weitere Magnetspule zwischen Objekt und Blende 9. 14 ist ein Schliff, mit welchem das Rohr 15 an das Rohr 7 angeschlossen ist, und das zur Aufnahme eines Fluoreszenz-Schirmes oder einer photographischen Platte dient. Bei Verwendung eines Fluoreszenz-Schirmes kann ^{sich an} das Korpuskularstrahlen-Mikroskop sich noch ein optisches Mikroskop 16 anschliessen.

Abbildung 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung im Schema gezeichnet. Die Elektronen werden hier in einem nicht gezeichneten besonderen Rohre erzeugt, und treten durch das Leonard-Fenster 20 in das Mikroskop ein. 21 ist ein magnetischer Monochromator, und zwar ist hier ein gekreuztes elektrisches und magnetisches Feld als Monochromator verwendet. 22 und 23 sind die Pole des Magneten, 24 und 25 sind die Platten des dazu senkrecht stehenden Kondensators. 6 ist ein Schliff, mit dem sich das Objektträger-Rohr 7 an das Monochromator-Rohr anschliesst. 8 ist der Objektträger, 10 die bereits an Hand von Abbildung 1 erläuterte Blende, 11 eine der Magnetspulen, welche die Abbildung bewirken.