



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 25 193 B4 2004.08.12**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 25 193.2**
 (22) Anmeldetag: **06.06.2002**
 (43) Offenlegungstag: **08.01.2004**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **12.08.2004**

(51) Int Cl.7: **G02B 21/22**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Leica Microsystems (Schweiz) AG, Heerbrugg, CH

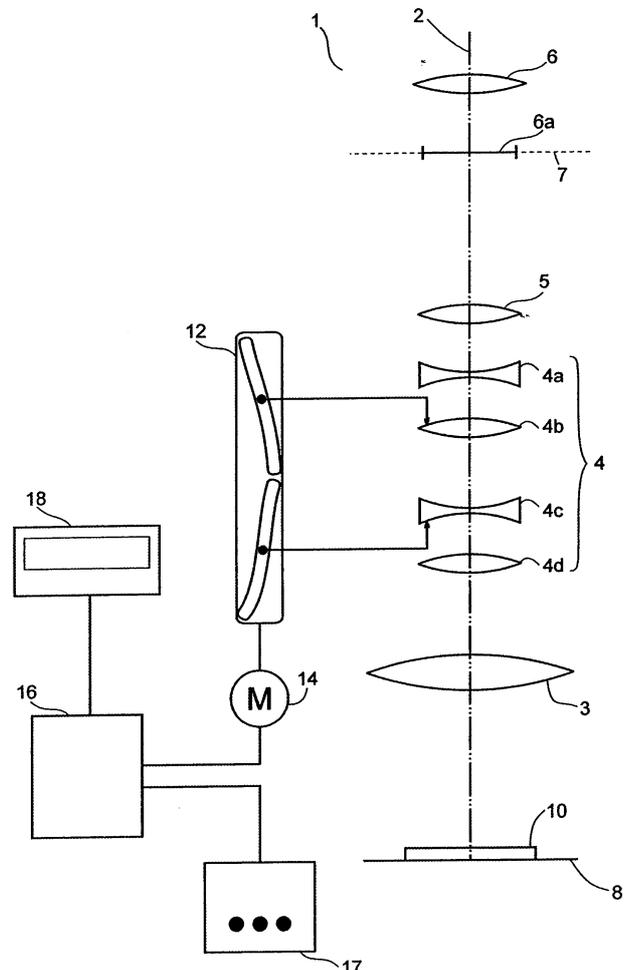
(74) Vertreter:
**Hössle Kudlek & Partner, Patentanwälte, 70184
 Stuttgart**

(72) Erfinder:
**Bruehl, Wolfgang, 63110 Rodgau, DE; Parlatano,
 Danilo, Widnau, CH; Bertschi, Peter, Altstätten, CH**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 102 14 191 A1
DE 36 23 111 A1
DE 691 12 111 T2
EP 08 22 436 A2

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Kalibrierung der Vergrößerung eines Mikroskops sowie kalibrierbares Mikroskop**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Kalibrierung der Vergrößerung eines Mikroskops,
 – wobei das Mikroskop ein Zoom-System (4) aufweist,
 – und die Kalibrierung durch Vergleich einer Ist-Vergrößerung mit der zugehörigen Soll-Vergrößerung erfolgt, dadurch gekennzeichnet,
 – dass das Mikroskop als Stereomikroskop ausgebildet ist,
 – dass ein Objekt-Referenzmaß (10) in der Objektebene mit einem Okular-Referenzmaß (6a) in einer Zwischenbildebene durch Verstellen des Zoom-Systems (4) unter Erhalt einer definierten Zoom-Stellung zur optischen Übereinstimmung gebracht, und hieraus die aktuelle Ist-Vergrößerung des Mikroskops bestimmt wird,
 – dass durch Vergleich der so bestimmten Ist-Vergrößerung mit der Soll-Vergrößerung des Mikroskops bei der gleichen definierten Zoom-Stellung ein mikroskopspezifischer Korrekturfaktor ermittelt wird,
 – und dass mit dem Korrekturfaktor weitere Ist-Vergrößerungen des Mikroskops aus den jeweils zugehörigen Soll-Vergrößerungen berechnet werden.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kalibrierung der Vergrößerung eines Mikroskops nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein entsprechend kalibrierbares Mikroskop. Die Erfindung betrifft ferner eine Anwendung eines entsprechend kalibrierten Mikroskops zur Längenmessung.

Stand der Technik

[0002] In der EP 0 822 436 A2 ist ein Verfahren zur Ermittlung von Positionsdaten und eine Vorrichtung für das Messen der Vergrößerung in einem optischen Strahlengang eines Mikroskops beschrieben. Hierbei wird ein Laserstrahl über ein Einlenkelement in einen Strahlengang eines Mikroskops eingeblendet. Ein Strahlenteiler blendet am Ende des Strahlenganges diesen Laserstrahl wieder aus und lenkt ihn auf einen Positionssensor. In Abhängigkeit von der Vergrößerung der Optik im Strahlengang trifft der Messstrahl auf unterschiedliche Positionen. Daraus kann in einfacher Weise auf die definitive Vergrößerung geschlossen werden.

[0003] Die DE 691 12 111 T2 beschreibt ein optisches Mikroskop mit variabler Vergrößerung, wobei dort nicht auf eine Kalibrierung des Vergrößerungssystems eingegangen wird.

[0004] Aus der DE 36 23 111 A1 ist ein Stereomikroskop bekannt. Dieses umfasst ein stereoskopisches optisches System zur Betrachtung eines einer Untersuchung unterworfenen Objekts, einen auf das Objekt projizierten Index, ein Lichtempfangselement, das eine vom Objekt reflektierte Abbildung des Index empfängt, eine veränderliche Bildvergrößerungseinrichtung zur Änderung der Größe der am Lichtempfangselement reflektierten Abbildung, eine veränderliche Vergrößerung erfassende Einrichtung, die die durch die veränderliche Bildvergrößerungseinrichtung festgesetzte Vergrößerung ermittelt, und eine Verarbeitungseinrichtung, die eine gekrümmte Gestalt des Objekts aus Daten und der die Vergrößerung erfassenden Einrichtung und Daten vom Lichtempfangselement berechnet.

[0005] Stereomikroskope mit Zoomsystemen, die eine kontinuierliche Variation der Vergrößerung bei feststehender Objekt- und Bildlage erlauben, sind beispielsweise aus der erwähnten DE 36 23 111 A1 bekannt. Diese Systeme weisen in der Regel wenigstens zwei Linsengruppen auf, die zur Verwirklichung der Vergrößerungsänderung bei fester Objekt- und Bildlage relativ zueinander verschiebbar sind. Der Zusammenhang zwischen der Position der Zoom-Gruppen und den Soll-Vergrößerungen des Zoomsystems kann in Form von Funktionen oder Look-Up-Tabellen ebenfalls als bekannt vorausgesetzt werden.

[0006] Eine Anzeige der Soll- bzw. Nominal-Vergrößerung eines Stereomikroskops ist ebenfalls be-

kannt, beispielsweise durch eine auf einem Drehknopf, welcher zur relativen Verschiebung der Zoom-Gruppen betätigt wird, vorgesehenen Skala.

[0007] Die Gesamtvergrößerung eines Stereomikroskops wird definitionsgemäß durch eine Multiplikation des Abbildungsmaßstabes der Abbildung eines Objekts in die Zwischenbildebene, welche in der Brennebene eines Okulars liegt, mit der Vergrößerung des Okulars gebildet. Der Abbildungsmaßstab wiederum ist – insbesondere bei Stereomikroskopen mit modularem Aufbau – typischerweise das Produkt aus der Vergrößerung einer Vorsatzlinse, der Vergrößerung eines Objektivs, dem Tubus-Faktor einer Zwischenoptik, einer Tubus-Linse und dem Vergrößerungsfaktor eines Zoom-Systems in seiner jeweiligen Zoom-Position. Da sämtliche dieser Komponenten mit Fertigungsabweichungen und Messungenauigkeiten behaftet sind, ist die Angabe eines Nominal-Abbildungsmaßstabes oder einer Nominal-Gesamtvergrößerung für Messaufgaben an einem Objekt in der Regel zu ungenau.

[0008] Eine exakte Bestimmung eines vorliegenden Abbildungsmaßstabes durch Vergleich von Objekt- und Bildgröße ist ebenfalls bekannt. Bei Stereomikroskopen mit variabler Vergrößerung ist es ferner möglich, bestimmte Vergrößerungswerte, in der Regel Werte einer maximalen bzw. einer minimalen Vergrößerung, zu kalibrieren. Derartige Kalibrierungen sind jedoch nur für die jeweiligen Vergrößerungswerte, bei denen die Kalibrierung durchgeführt wurde, gültig. Entsprechend ist es bei derartigen Mikroskopen auch nicht üblich, eine Anpassung einer Vergrößerungsanzeige aufgrund einer ausgeführten Kalibrierung vorzunehmen.

[0009] Ein bekanntes Verfahren, Mikroskopbilder auszuwerten, besteht darin, diese Bilder mit standardisierten Strichplatten als Referenz bzw. Referenzmaß zu überlagern. Dabei können beispielsweise Vergleichsstrecken oder Toleranzfelder auf der Strichplatte aufgebracht sein. Eine exakte Objektbeurteilung kann in diesem Fall nur bei exakt dem Abbildungsmaßstab erfolgen, für den die Strichplatten angefertigt sind. Für Stereomikroskope mit variabler Vergrößerung ist es daher wichtig, dass der Abbildungsmaßstab exakt eingestellt werden kann.

Aufgabenstellung

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kalibrierung der Vergrößerung eines Stereomikroskops mit Zoom-System in einfacher Weise zu ermöglichen. Es wird ferner angestrebt, über den gesamten Vergrößerungsbereich eines derartigen Mikroskops eine digitale Anzeige einer konkret eingestellten Vergrößerung bereitzustellen.

[0011] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie ein Mikroskop mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8.

[0012] Erfindungsgemäß ist nun eine Kalibrierung

eines mit einem Zoom-System ausgestatteten Stereomikroskops an beliebigen Vergrößerungspositionen bzw. Zoompositionen in einfacher Weise realisierbar. Durch entsprechende Wahl der erfindungsgemäß eingesetzten Objekt- sowie Okular-Referenzmaße sind zunächst (im Rahmen des Zoom-Bereiches eines zu kalibrierenden Mikroskops) beliebige Vergrößerungen definierbar. Erfindungsgemäß ist nach einer Kalibrierung auf der Grundlage eines Objekt- und Okular-Referenzmaßpaares eine Kalibrierung über den gesamten Zoom-Bereich zur Verfügung gestellt bzw. rechnerisch ableitbar. Erfindungsgemäß werden anhand eines Objektiv-Okular-Referenzmaßpaares durch die Betätigung des Zooms vorgegebene Ist-Vergrößerungen am Mikroskop eingestellt. Die hierbei vorliegende Stellung (der einzelnen Linsen) des Zooms wird beispielsweise mittels Inkrementalgebers erfasst, wobei für jede Zoomstellung ein Nominal-Vergrößerungswert abgespeichert ist. Durch rechnerischen Vergleich der Ist-Vergrößerung mit der Nominal-Vergrößerung ist ein Korrekturfaktor berechenbar, welcher anschließend zur Kalibrierung des gesamten Zoom-Bereiches eingesetzt werden kann.

[0013] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0014] Zweckmäßigerweise ist das Okular-Referenzmaß in Form wenigstens eines Kreises mit bekanntem Durchmesser ausgebildet. Derartige Kreise sind in einfacher Weise mit einem Bild eines herkömmlichen Objekt-Mikrometers in optische Übereinstimmung zu bringen.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Ist-Vergrößerungen des Mikroskops digital angezeigt. Dadurch, dass die Ist-Vergrößerungen des Stereomikroskops für eine beliebige Anzahl von Stellungen des Zoom-Systems berechnet und abgespeichert werden, ist eine digitale Anzeige der entsprechenden Ist-Vergrößerungen möglich. Zur Verwirklichung einer derartigen digitalen Anzeige ist es lediglich notwendig, beispielsweise mittels eines Inkrementalgebers eine konkrete Zoom-Stellung zu bestimmen und mit einem entsprechend korrelierten Ist-Vergrößerungswert in Beziehung zu setzen.

[0016] Zweckmäßigerweise erfolgt die Verstellung des Zoom-Systems manuell oder motorisch, insbesondere automatisch. Die erfindungsgemäße Zur-Übereinstimmung-Bringung von Objektiv- und Okular-Referenzmaßen ist manuell in einfacher Weise durchführbar. Bei Vorsehen entsprechender optischer Erkennungssysteme ist die optische Übereinstimmung auch automatisch feststellbar.

[0017] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die optische Übereinstimmung von Objekt-Referenzmaß und Okular-Referenzmaß manuell oder automatisch einer Prozessoreinrichtung des Stereomikroskops mitgeteilt, welche dann mittels des Korrekturfaktors die Berechnung der Vergrößerungen für die weiteren Positionen durchführt. Insbesondere ist

es vorteilhaft, eine manuelle Betätigung des Zoom-Systems zur Einstellung einer optischen Übereinstimmung durchzuführen, und bei Feststellung einer derartigen Übereinstimmung durch Betätigung einer entsprechenden Bedientaste der Prozessoreinrichtung dies manuell mitzuteilen.

[0018] Mittels der erfindungsgemäßen Kalibrierung ist in besonders vorteilhafter Weise ein Vermessen einer Strecke in der Objektebene des Stereomikroskops möglich. Hierzu wird ein Bild einer zu vermessenden Strecke in der Objektebene durch Veränderung der Zoom-Position des Zoom-Systems mit einer bekannten Strecke in dem Okular-Referenzmaß zur optischen Übereinstimmung gebracht, und aus der für diese Zoom-Position bekannten, kalibrierten Ist-Vergrößerung und der bekannten Strecke des Okular-Referenzmaßes die Länge der zu messenden Strecke berechnet.

[0019] Es erweist sich als vorteilhaft, eine Länge einer derart gemessenen Strecke digital anzuzeigen.

[0020] Es ist insbesondere möglich, die im Rahmen der Kalibrierung verwendeten Kreise auf dem Okular-Referenzmaß auch für eine derartige Längenvermessung einzusetzen. Es ist ebenfalls denkbar, ein Okular-Referenzmaß mit einer Anzahl von Kreisen zur Verfügung zu stellen, bei welchem ein Teil der Kreise zur Kalibrierung und ein anderer Teil zur Längenvermessung vorgesehen ist.

Ausführungsbeispiel

[0021] Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnung weiter beschrieben. In dieser zeigt

[0022] **Fig. 1** in schematischer seitlicher Ansicht die wesentlichen Komponenten eines mit einem Zoom-System ausgestatteten Stereomikroskops, an dem die vorliegende Erfindung realisiert ist,

[0023] **Fig. 2** eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäß verwendbaren Zoom-Systems in seitlicher Schnittansicht, und

[0024] **Fig. 3** eine Draufsicht einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäß eingesetzten Okular-Referenzmaßes.

[0025] Eine bevorzugte Ausführungsform eines Stereomikroskops, an dem die vorliegende Erfindung realisiert ist, ist in **Fig. 1** dargestellt. Das insgesamt mit 1 bezeichnete Stereomikroskop weist entlang einer optischen Achse 2 ein positionsfestes Objektiv 3, ein insgesamt mit 4 bezeichnetes Zoom-Fernrohr, eine Tubuslinse 5 und ein Okular 6 auf. Eine Objektebene des Mikroskops ist mit 8 bezeichnet. Auf dieser Objektebene ist als Objekt-Referenzmaß ein Objekt-Mikrometer 10 positioniert. Positionierungsmittel, beispielsweise Mittel zur Festlegung des Objekt-Mikrometers 10 auf der Objektebene 8, sind nicht im Einzelnen dargestellt. Bei Stereomikroskopen sind (hier nicht dargestellt) Zoom-Fernrohre, Tubuslinsen und Okulare für einen jeweils zum rechten bzw. zum linken Auge verlaufenden Abbildungskanal doppelt vorhanden.

[0026] Das positionsfeste Objektiv **3** ist als Mono-Objektiv ausgebildet, so dass dieses gemeinsam durch die zwei parallelen Zoom-Systeme und entsprechend zwei parallel angeordneten Tubuslinsen und Okulare genutzt wird. Es sind auch Stereomikroskope nach Greenough bekannt, bei denen zwei getrennte Zoom-Objektive das Objekt in die dort jeweils entstehenden zwei Zwischenbilder abbilden. Auch bei derartigen Stereomikroskopen ist die vorliegende Erfindung einsetzbar.

[0027] In an sich bekannter Weise sind wenigstens zwei der Linsenglieder **4a**, **4b**, **4c** und **4d** des Zoom-Fernrohrs **4** durch Betätigung einer Spindel bzw. Steuerkurve **12** zur Realisierung eines mechanischen Ausgleichs derart, dass der Bildort bei veränderlicher Vergrößerung des Zoom-Fernrohrs unverändert bleibt, verschiebbar. Insbesondere ist ein derartiges Zoom-Fernrohr **4** derart realisierbar, dass die äußeren Linsen **4a**, **4d** bezüglich der optischen Achse **2** ortsfest, und die mittleren Linsen **4b**, **4c** verschiebbar sind.

[0028] Das Okular **6** ist mit einer Okular-Strichplatte **6a** als Okular-Referenzmaß ausgebildet. Die Okular-Strichplatte ist hierbei in der Zwischenbildebene **7** des Stereomikroskops zu positionieren, wodurch in an sich bekannter Weise ein Messokular zur Verfügung gestellt ist.

[0029] Die Steuerkurve **12** ist mittels eines Motors **14** automatisch betätigbar, wobei eine Steuerung des Motors **14** durch einen Prozessor **16** realisiert ist. Mittels eines in **Fig. 1** nicht dargestellten Handrades sind die Linsen des Zoom-Objektivs **4** auch manuell verstellbar. Mit **17** ist eine als Bedien-Panel ausgebildete Einheit bezeichnet, über welche Befehle beispielsweise zum Start oder zur Beendigung eines Kalibriervorgangs in das System eingegbar sind.

[0030] Das erfindungsgemäße Stereomikroskop ist ferner mit einem Display **18** zur Anzeige einer aktuellen Vergrößerung des Stereomikroskops ausgebildet. Das Display **18** wird durch den Prozessor **16** mit entsprechenden Informationen beaufschlagt, wie im folgenden zu erläutern sein wird.

[0031] Eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäß einsetzbaren Zoom-Objektivs ist in **Fig. 2** in größerem Detail dargestellt, wobei die bereits unter Bezugnahme auf **Fig. 1** erläuterten Komponenten mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

[0032] Wiederum unter Bezugnahme auf **Fig. 1** sei davon ausgegangen, dass das Objekt-Mikrometer **10** und die Okular-Strichplatte **6a** eine bekannte Skalierung bzw. Skalenaufteilung aufweisen.

[0033] Eine bevorzugte Ausführungsform einer derartigen Okular-Strichplatte **6a** ist in **Fig. 3** dargestellt. Man erkennt dort innerhalb eines Gesichtsfeldes **30** zwei konzentrische Kreise **32**, **34** mit jeweiligen Durchmessern D32 bzw. D34. Die Durchmesser D32 und D34 sind vorbekannt. Es ist ebenfalls möglich, eine derartige Okular-Strichplatte **6a** mit nur einem Kreis, oder mit einer beliebigen anderen Anzahl von

Kreisen auszubilden. Diese Kreise sind jeweils zur Kalibrierung und/oder zur Streckenmessung einsetzbar, wie im Folgenden im Einzelnen erläutert wird.

[0034] Da, wie erwähnt, auch die Skalierung des Objekt-Mikrometers **10** vorbekannt ist, kann nun eine Referenzstrecke auf dem Objekt-Mikrometer **10** durch Veränderung der Vergrößerung des Zooms-Systems **4** mit einem der Durchmesser D32 oder D34 zur optischen Übereinstimmung gebracht werden, d.h. im Gesichtsfeld **30** bzw. Zwischenbildebene **7** entspricht das Referenzmaß einem der Durchmesser D32 oder D34. Beispielhaft sei davon ausgegangen, dass im vorliegenden Fall zunächst eine optische Übereinstimmung mit dem größeren Durchmesser D32 bewerkstelligt wird.

[0035] Bei bekannter Bemaßung der Referenzstrecke des Objekt-Mikrometers **10** und des Durchmessers D32 der Okular-Strichplatte ist eine bei optischer Übereinstimmung dieser Maße konkret gegebene Vergrößerung (Ist-Vergrößerung) unmittelbar herleitbar. In diesem Falle ist die Referenzstrecke umgekehrt proportional zur Vergrößerung. Bei der nun gegebenen Übereinstimmung lässt sich der Proportionalitätsfaktor in einfacher Weise berechnen. Insgesamt gilt, dass die Länge des Referenzmaßes in der Objektebene gleich dem Durchmesser des mit ihm zur optischen Übereinstimmung gebrachten Kreises **32** dividiert durch den einleitend erläuterten Abbildungsmaßstab ist. Die Gesamtvergrößerung des Stereomikroskops ergibt sich schließlich aus Multiplikation dieses Abbildungsmaßstabes mit der Vergrößerung des Okulars **6**.

[0036] Mittels eines (nicht dargestellten) Inkremental-Gebers wird die bei dieser optischen Übereinstimmung vorliegende Zoom-Stellung bzw. die Stellung der einzelnen Linsenglieder bestimmt. Für die so ermittelte Zoom-Stellung wird eine in einem geeigneten (nicht dargestellten) Speichermittel gespeicherte Nominal-Vergrößerung des Zoom-Systems **4** ausgelesen und auf den Prozessor **16** gegeben. Anhand der bestimmten Ist-Vergrößerung und der gespeicherten Nominal-Vergrößerung ist der Prozessor in der Lage, einen Korrekturfaktor zu berechnen, welcher über den gesamten Zoom-Bereich des Zoom-Objektivs **4** bzw. den gesamten Vergrößerungsbereich des Stereomikroskops zur Berechnung tatsächlicher Vergrößerungen angesetzt werden kann. Somit ist es aufgrund der dargestellten Kalibrierung lediglich in einer Stellung des Zoom-Systems **4** möglich, eine Kalibrierung über den gesamten Zoom-Bereich bzw. Vergrößerungsbereich des Stereomikroskops zu erhalten.

[0037] Zweckmäßigerweise erfolgt die oben beschriebene Bestimmung einer Ist-Vergrößerung bei gleicher Objekt-Mikrometer-Referenzstrecke auch für den zweiten Kreis **34** der Okular-Strichplatte **6a**, so dass eine zweite Ist-Vergrößerung festgestellt werden kann. In analoger Weise wird auch hier ein Vergleich mit einer gespeicherten Nominal-Vergrößerung durchgeführt, wobei zweckmäßigerweise die beiden so erhaltenen Korrekturfaktoren miteinander

in Beziehung gesetzt werden, und beispielsweise ein Mittelwert gebildet wird. Es ist in diesem Zusammenhang ebenfalls denkbar, einen ersten Zoom-Teilbereich mit einem ersten Korrekturfaktor und einen zweiten Zoom-Teilbereich mit einem zweiten Korrekturfaktor zu korrigieren.

[0038] In bevorzugter Ausgestaltung erfolgt die Durchführung des dargestellten Verfahrens beispielsweise derart, dass bei eingestellter optischer Übereinstimmung zwischen einer Referenzstrecke des Objekt-Mikrometers **10** und einem Kreis **32, 34** der Okular-Strichplatte **6a** eine Bedientaste an dem Bedienpanel **17** betätigt wird, mittels welcher dem Prozessor **16** die optische Übereinstimmung mitgeteilt werden kann. Zweckmäßigerweise ist es ebenfalls möglich, dem Prozessor **16** per Tastendruck mitzuteilen, welcher der Kreise **32, 34** aktuell im Rahmen der Kalibrierung betrachtet wird.

[0039] Wie bereits erwähnt, ist der Prozessor **16** in der Lage, mit einer für eine bestimmte Zoom-Stellung ermittelten Ist-Vergrößerung und einer dieser Stellung zugeordneten Nominal-Vergrößerung Vergrößerungen über den gesamten Verstellbereich des Zoom-Systems bzw. des Mikroskops zu berechnen. Die somit für beliebige Zoom-Stellungen innerhalb des Zoom-Bereiches berechenbaren Vergrößerungen sind anschließend zur Anzeige an das Display **18** übertragbar. Hierbei sei noch einmal darauf hingewiesen, dass zum Erhalt der Gesamt-Vergrößerung des Stereomikroskops der jeweils erhaltene Abbildungsmaßstab mit der Okular-Vergrößerung zu multiplizieren ist.

[0040] Wie bereits erwähnt, ist es mit einem wie vorstehend beschrieben kalibrierten Stereomikroskop in einfacher Weise möglich, Strecken bzw. Objektgrößen in der Objektebene **8** zu vermessen. Hierzu wird das Bild der zu vermessenden Strecke durch Verändern der Zoom-Position mit einem der Kreise **32, 34** des Okular-Referenzmaßes **6a** in der Zwischenbildebene **7** zur optischen Übereinstimmung gebracht. Auf der Grundlage des bekannten Durchmessers eines derartigen Kreises **32, 34** und eines (in jeder Stellung des Zoom-Systems) bekannten bzw. erfindungsgemäß kalibrierten Abbildungsmaßstabes ist es nun in einfacher Weise möglich, die in der Objektebene **8** vorgegebene Strecke zu vermessen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kalibrierung der Vergrößerung eines Mikroskops,
 – wobei das Mikroskop ein Zoom-System (**4**) aufweist,
 – und die Kalibrierung durch Vergleich einer Ist-Vergrößerung mit der zugehörigen Soll-Vergrößerung erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**,
 – dass das Mikroskop als Stereomikroskop ausgebildet ist,
 – dass ein Objekt-Referenzmaß (**10**) in der Objektebene mit einem Okular-Referenzmaß (**6a**) in einer

Zwischenbildebene durch Verstellen des Zoom-Systems (**4**) unter Erhalt einer definierten Zoom-Stellung zur optischen Übereinstimmung gebracht, und hieraus die aktuelle Ist-Vergrößerung des Mikroskops bestimmt wird,

– dass durch Vergleich der so bestimmten Ist-Vergrößerung mit der Soll-Vergrößerung des Mikroskops bei der gleichen definierten Zoom-Stellung ein mikroskopspezifischer Korrekturfaktor ermittelt wird,
 – und dass mit dem Korrekturfaktor weitere Ist-Vergrößerungen des Mikroskops aus den jeweils zugehörigen Soll-Vergrößerungen berechnet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Okular-Referenzmaß (**6a**) in Form wenigstens eines Kreises (**32, 34**) mit bekanntem Durchmesser ausgebildet ist.

3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Ist-Vergrößerung des Mikroskops digital angezeigt wird.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstellung des Zoom-Systems (**4**) manuell oder motorisch, insbesondere automatisch, durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Übereinstimmung von Objekt-Referenzmaß (**10**) und Okular-Referenzmaß (**6a**) manuell oder automatisch einer Prozessoreinrichtung (**16**) des Mikroskops mitgeteilt wird, wobei die Prozessoreinrichtung (**16**) vermittle des Korrekturfaktors die weiteren Ist-Vergrößerungen berechnet.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bild einer zu vermessenden Strecke in der Objektebene durch Verstellen des Zoom-Systems (**4**) mit einer bekannten Strecke des Okular-Referenzmaßes (**6a**) unter Erhalt einer definierten Zoom-Stellung zur optischen Übereinstimmung gebracht wird, und aus der für diese Zoom-Stellung bekannten, kalibrierten Ist-Vergrößerung und der bekannten Strecke des Okular-Referenzmaßes (**6a**) die Länge der zu messenden Strecke berechnet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die gemessene Strecke digital angezeigt wird.

8. Mikroskop
 – mit einem Zoomsystem (**4**) und einer Einrichtung zur Kalibrierung der Vergrößerung des Mikroskops durch Vergleich einer Ist-Vergrößerung mit der zugehörigen Soll-Vergrößerung, dadurch gekennzeichnet,
 – dass das Mikroskop als Stereomikroskop ausgebildet ist,

- dass ein Objekt-Referenzmaß **(10)** in der Objektebene mit einem Okular-Referenzmaß **(6a)** in einer Zwischenbildebene durch Verstellen des Zoom-Systems **(4)** unter Erhalt einer definierten Zoom-Stellung zur optischen Übereinstimmung bringbar, und hieraus die aktuelle Ist-Vergrößerung des Mikroskops bestimmbar ist,
- dass eine Proessoreinrichtung **(16)** zum Vergleich der so bestimmten Ist-Vergrößerung mit der Soll-Vergrößerung des Mikroskops bei der gleichen definierten Zoom-Stellung zur Ermittlung eines mikroskop-spezifischen Korrekturfaktors vorgesehen ist,
- und dass die Proessoreinrichtung **(16)** zur Berechnung weiterer Ist-Vergrößerungen des Mikroskops aus den jeweils zugehörigen Soll-Vergrößerungen mittels des Korrekturfaktors ausgebildet ist.

9. Mikroskop nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung **(18)** zur digitalen Anzeige der jeweiligen Ist-Vergrößerung vorgesehen ist.

10. Mikroskop nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung **(17)** zur automatischen Mitteilung der optischen Übereinstimmung vorgesehen ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

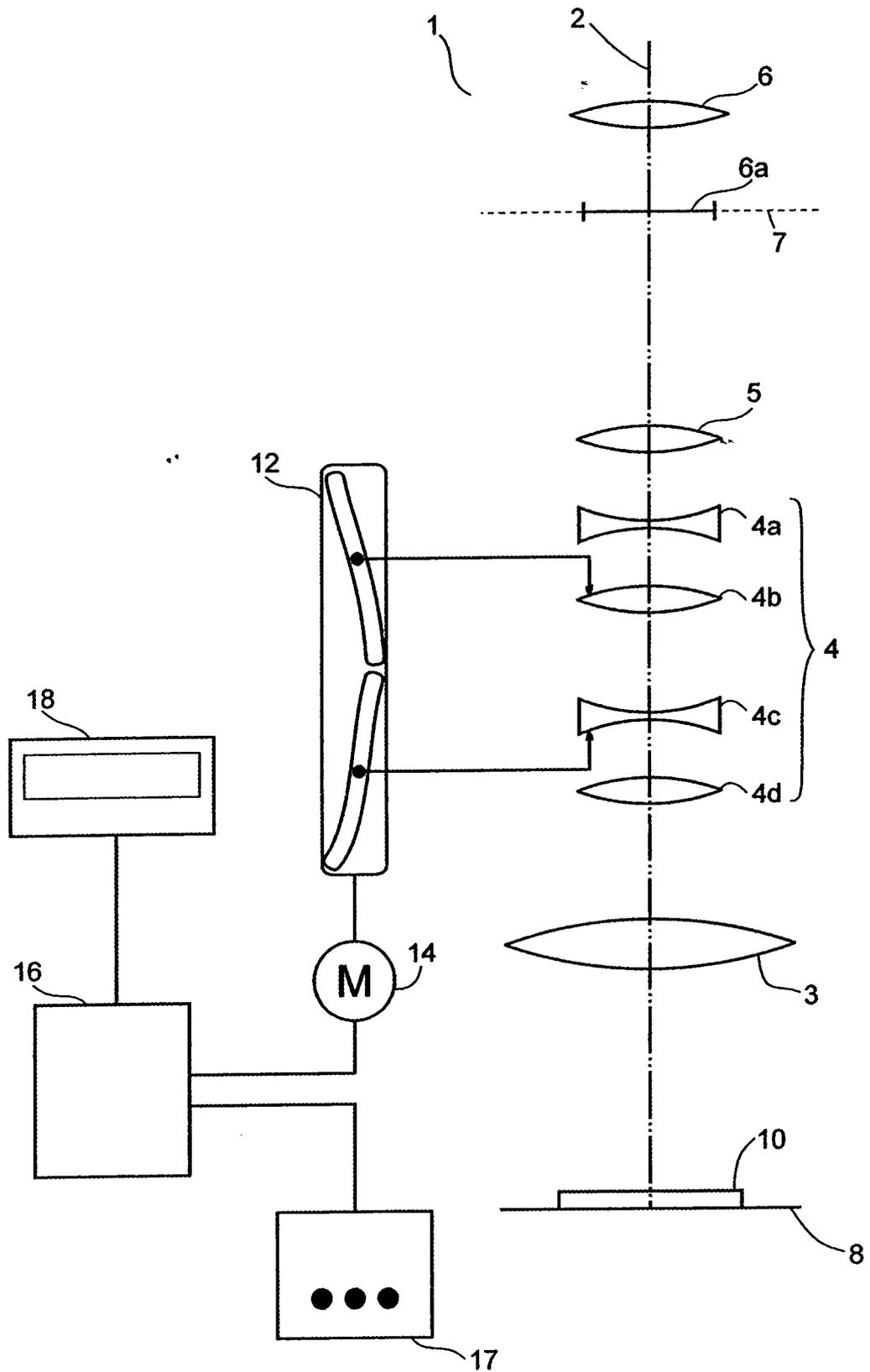
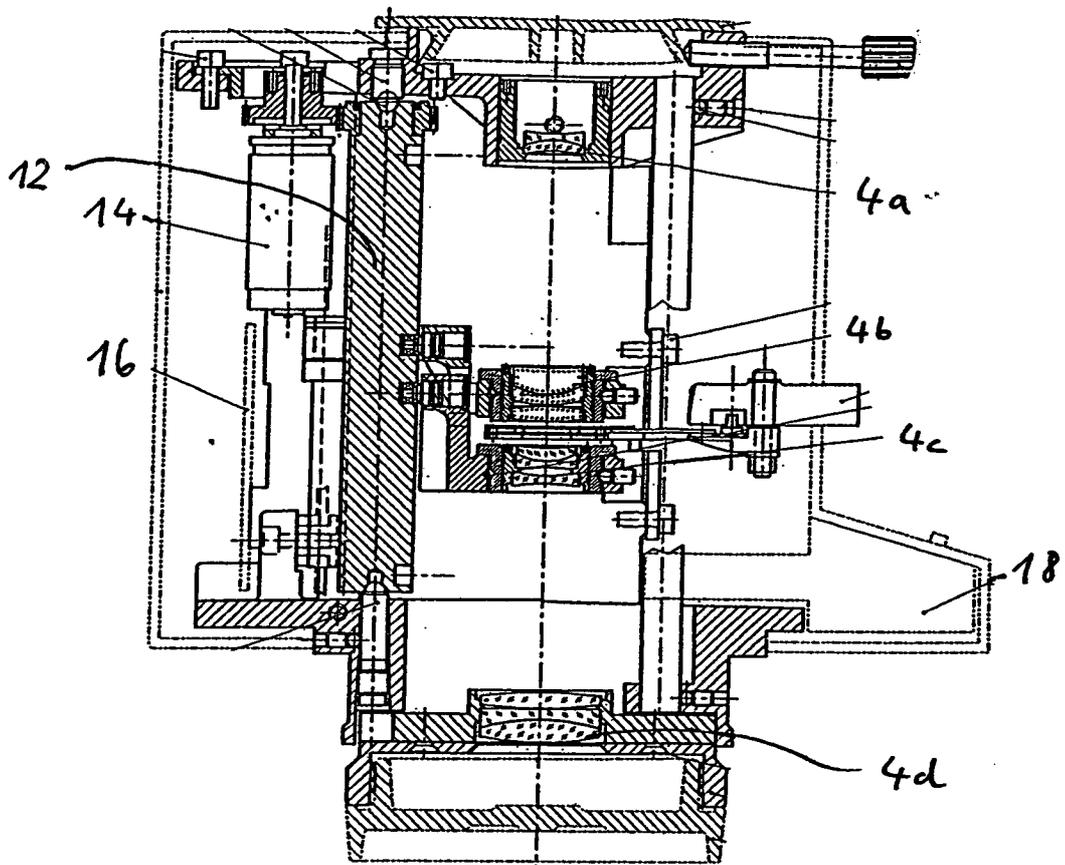


Fig. 1

Fig. 2



2

Fig. 3

