



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 397 876 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 9002/91 AT91/00046

(51) Int.Cl.⁵ : **G01N 1/06**

(22) Anmeldetag: 18. 3.1991

(42) Beginn der Patentdauer: 15.11.1993

(45) Ausgabetag: 25. 7.1994

(30) Priorität:

11. 4.1990 AT A 872/90 beansprucht.

(73) Patentinhaber:

SITTE HELLMUTH
A-6100 SEEFELD, TIROL (AT).

(72) Erfinder:

SITTE HELLMUTH
SEEFELD, TIROL (AT).
HÄSSIG HELMUT
HOMBURG-SAAR (DE).
KUNZ ARMIN
HOMBURG-SAAR (DE).
NEUMANN KLAUS
BEXBACH-SAAR (DE).

(54) MIKROTOM

(57) Mikrotom, insbesondere Ultramikrotom, mit einer elektrischen Antriebsvorrichtung (19) zur relativen Bewegung von Messer (9) und Objekt (7) und mit einer die Antriebsvorrichtung (19) ansteuernden, elektronischen Steuereinrichtung (20) zur Veränderung der Geschwindigkeit der Antriebsvorrichtung (19). In einem Schneide-Bahnabschnitt (S_2), in dem die Schnittabnahme erfolgt, liegt eine niedrigere Schneidegeschwindigkeit vor. Zum Rückführen des bewegten Teiles, beispielsweise des Objektstabes oder des Messers, nach der Schnittabnahme in die Position vor dem jeweils nachfolgenden nächsten Schneideprozeß ist eine höhere Rückholgeschwindigkeit vorgesehen. Um den Schneideprozeß zu optimieren und gegebenenfalls die Zykluszeit zu verringern, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Verlauf der Relativgeschwindigkeit zwischen Objekt (7) und Messer (9) (Schneidegeschwindigkeit) innerhalb des Schneide-Bahnabschnittes (S_2) von dem Verlauf einer konstanten Geschwindigkeit abweicht.



AT 397 876 B

Die Erfindung betrifft ein Mikrotom, insbesondere Ultramikrotom, mit einer elektrischen Antriebsvorrichtung zur relativen Bewegung von Messer und Objekt und mit einer die Antriebsvorrichtung ansteuernden, elektronischen Steuereinrichtung zur Veränderung der Geschwindigkeit der Antriebsvorrichtung, wobei in einem Schneide-Bahnabschnitt, in dem die Schnittabnahme erfolgt, eine niedrigere Schneidegeschwindigkeit vorliegt und zum Rückführen des bewegten Teiles, beispielsweise des Objektstabes oder des Messers, nach der Schnittabnahme in die Position vor dem jeweils nachfolgenden nächsten Schneideprozeß eine höhere Rückholgeschwindigkeit vorliegt.

Zum Abnehmen von Schnitten von einem Objekt (Präparat) mittels eines Messers wird das Objekt nach dem Stand der Technik relativ zum Messer oder umgekehrt das Messer relativ zum Objekt bewegt. Für Mikrotome, insbesondere Ultramikrotome, werden für diese Bewegung in zunehmendem Umfang elektrische Antriebe verwendet, da man hierbei im Gegensatz zum manuellen Antrieb über ein Handrad, einen Hebel oder einen Handgriff an einem verschiebbaren Schlitten die für die Qualität der Schnitte entscheidende Bahngeschwindigkeit des Präparates oder Messers exakt reproduzieren und die beim manuellen Betrieb stets wechselnden Manipulationskräfte und die hieraus resultierenden Unregelmäßigkeiten der Schnittdicken ausschalten kann. Diese Maßnahmen sind daher abgesehen von Spezialmikrotomen hoher Leistung für die lichtmikroskopische Histotechnik und für die Materialwissenschaften insbesondere im Bereich der Semidünnschnitt-Technik (Schnittdicken etwa $0,25\text{ }\mu\text{m}$ bis $2,5\text{ }\mu\text{m}$) sowie in noch stärkerem Umfang im Bereich der Ultramikrotomie (Schnittdicken etwa $0,01\text{ }\mu\text{m}$ bis $1,0\text{ }\mu\text{m}$; vgl. hierzu: H. Sitte, Ultramikrotomie, mt-Journal No. 10, Umschau-Verlag Breidenstein GmbH, Frankfurt 1983, sowie: H. Sitte und K. Neumann, Ultramikrotomie und apparative Hilfsmittel für die Ultramikrotomie, in: G. Schimmel und W. Vogell, Methodensammlung der Elektronenmikroskopie, Wissenschaftliche Verlags-GmbH Stuttgart, 11. Lieferung, 1983, hier: insbesondere Abschnitt D, Sn. 37 bis 42) Stand der Technik. Insbesondere in der zuletzt erwähnten Gerätegattung besteht darüber hinaus die Notwendigkeit, die Zeitspanne zwischen zwei aufeinander folgenden Schnitten ("Zyklusdauer") im Hinblick auf die niemals restlos vermeidbaren Temperaturänderungen und die hieraus als Folge der Thermoexpansion resultierenden Längenänderungen in der Präzisionsmechanik möglichst klein zu halten. Dies wäre problemlos möglich, wenn man entweder die Bahngeschwindigkeit des jeweils bewegten Teiles sehr hoch oder die Länge der Bahn sehr kurz wählen könnte. Beide erwähnten Maßnahmen scheiden jedoch aus mehreren Gründen aus. Eine hohe Bahngeschwindigkeit des bewegten Teiles im Bereich über 10 mm/sec bewirkt bei den meisten Objekten eine störende irreversible Deformation ("Kompression") der Schnitte und löst in vielen Fällen darüber hinaus hochfrequente Vibrationen ("Chatter": vgl.: H. Sitte, Ultramikrotomie - häufige Probleme und Fehler, in: Supplement Mikroskopie/Elektronenmikroskopie, GIT-Verlag, Darmstadt, Jänner 1982) aus. Eine Reduktion der Bahnlänge des bewegten Teiles ist durch die unterschiedlichen Dimensionen des Objektes und die stets wechselnde Lage des interessierenden und für die Schnittpreparation jeweils ausgewählten Bereiches sowie durch die häufig wechselnde Geometrie der Messer, insbesondere der in der Ultramikrotomie verwendeten Glasmesser, und die damit stets wechselnde Relativposition der Schnittfläche sowie der Messerschneide zur Objekt- bzw. Messerhalterung in ihrem Ausmaß sehr begrenzt. In der Ultramikrotomie ist es darüber hinaus oftmals notwendig, das bewegte Objekt mindestens 2 mm , optimal 5 mm unter die Messerschneide abzusenken, da nur hierdurch die Ausbildung von "Wasserbrücken" zwischen der Anschnittfläche des Präparates und der Frontfläche des mit einem wassergefüllten Sammelbecken versehenen Messers (vgl. hierzu insbesondere Abbn. 7 und 10 in H. Sitte, 1982, 1.c.) weitgehend ausgeschaltet werden kann. Einen wesentlichen Fortschritt bedeutete daher die Einführung des sogenannten "Wechselantriebs", bei dem der jeweils bewegte Teil lediglich im Bereich der Abnahme des Schnittes langsam ("Schneidefenster"), auf dem Rest seiner Bahn ("Rückholbereich") jedoch schnell bewegt wird, so daß ohne die Nachteile einer stärkeren Kompression der Schnitte bzw. von Vibrationen die Zyklusdauer vergleichsweise gering gehalten und dadurch die Regelmäßigkeit der Schnittfolge verbessert werden kann.

Um störende Vibrationen bei der Geschwindigkeitsumschaltung zu verringern, wurde bereits ein Mikrotom vorgeschlagen (DE-C1-32 23 347), bei dem zwischen dem Bahnabschnitt hoher Rückholgeschwindigkeit und dem Bahnabschnitt niederer Schneidegeschwindigkeit jeweils ein Bereich linear abfallender bzw. linear ansteigender Geschwindigkeit vorgesehen ist, womit ein insgesamt stetiger Geschwindigkeitsverlauf erzielt wird. Wie bei allen anderen Mikrotomen des Standes der Technik ist der Geschwindigkeitsverlauf im Schneide-Bahnabschnitt, in dem die eigentliche Schnittabnahme erfolgt, konstant.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Mikrotom, insbesondere Ultramikrotom der eingangs genannten Gattung zu schaffen, mit dem bei geringer Dauer des Schneidezyklus eine optimierte Schnittabnahme möglich ist.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß der Verlauf der Relativgeschwindigkeit zwischen Objekt und Messer (Schneidegeschwindigkeit) innerhalb des Schneide-Bahnabschnittes (S_2) von dem Verlauf einer konstanten Geschwindigkeit abweicht.

Durch einen derartigen nicht konstanten Geschwindigkeitsverlauf beim Schneideprozeß (Schnittabnahme), also während das Objekt und das Messer in Kontakt stehen, kann man am Beginn des Schneide-Bahnabschnittes die Geschwindigkeit und damit den Schock beim Berühren des Messers mit dem Objekt geringhalten. Gleichzeitig ist es aber möglich, nach dieser ersten kritischen Anschnittphase die Geschwindigkeit noch während der Schnittabnahme zu steigern. Damit läßt sich einerseits eine Verkürzung der gesamten Zykluszeit erzielen, ohne Nachteile durch ein zu rasches Anschneiden des Präparates (Objektes) in Kauf nehmen zu müssen. Außerdem ist eine solche Erhöhung der Relativgeschwindigkeit zwischen Objekt und Messer im Schneide-Bahnabschnitt, also während der eigentlichen Schnittabnahme, in einigen Fällen, beispielsweise bei Schnitten von gefrorenem Material, im Hinblick auf eine optimale Schnittqualität von Vorteil.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann der Geschwindigkeitsanstieg im Schneide-Bahnabschnitt im wesentlichen linear erfolgen. Ein solcher linearer Anstieg läßt sich insbesondere mit relativ einfachen elektronischen Mitteln realisieren. In besonderen Anwendungsfällen kann auch ein Geschwindigkeitsverlauf von Vorteil sein, bei dem die Schneidegeschwindigkeit im Schneide-Bahnabschnitt von einer konstanten Geschwindigkeit vorzugsweise linear ansteigt und anschließend im Schneide-Bahnabschnitt wieder konstant weitergeht. Es bereitet beim heutigen Stand der Steuerelektronik für Motoren jedoch auch keine Schwierigkeit im Schneide-Bahnabschnitt einen im wesentlichen glatt ansteigenden, vorzugsweise exponentiell ansteigenden Geschwindigkeitsverlauf zu realisieren, der sich ideal an die jeweiligen Erfordernisse anpassen läßt.

Neben den oben erwähnten Geschwindigkeitszunahmen während der Schnittabnahme ist es beispielsweise bei Objekten mit härteren Einschlüssen vorteilhaft, die Schneidegeschwindigkeit in zumindest einem Bereich des Schneide-Bahnabschnittes gegenüber der Geschwindigkeit am Beginn des Schneide-Bahnabschnittes abzusenken. Man kann damit auch bei schwierigen Präparaten optimale Schnittergebnisse erzielen, ohne die Zyklusdauer wesentlich verlangsamen zu müssen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorteilhaft vorgesehen, daß die Einrichtung zur Veränderung des Geschwindigkeitsverlaufes im Schneide-Bahnabschnitt mindestens ein händisch betätigbares Einstellorgan zur Veränderung des Geschwindigkeitsverlaufes aufweist. Damit ist es dem Bediener des Mikrotoms bzw. Ultramikrotoms möglich, während der Schnittabnahme den Schneidegeschwindigkeitsverlauf im eigentlichen Schneide-Bahnabschnitt zu verändern, um damit die Schnittergebnisse weiter zu optimieren.

Damit eine einmal vorgenommene und als vorteilhaft erkannte Einstellung des Schneidegeschwindigkeitsverlaufes auch für die folgenden Schnitte einer Schneideserie erhalten bleibt, kann gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen sein, daß mit der Antriebsvorrichtung oder einem davon angetriebenen Teil ein Encoder oder ein ähnliches drehwinkelregistrierendes Element in Verbindung steht und daß die Steuereinrichtung einen Speicher zur Aufzeichnung mindestens eines vorzugsweise in einem Einstellzyklus abgefahrenen und vom Encoder oder dergleichen erfaßten Geschwindigkeitsverlaufes aufweist, und die Steuereinrichtung im Verein mit dem Encoder oder dergleichen in den darauffolgenden Zyklen automatisch einen Geschwindigkeitsverlauf festlegt, der einem der im Speicher gespeicherten Geschwindigkeitsverläufe entspricht. Die gespeicherten Geschwindigkeitsverläufe können vorprogrammiert sein. Es ist aber auch möglich, diese Geschwindigkeitsverläufe in einem ersten Einstellzyklus (Lernvorgang), bei dem die Bedienungsperson beispielsweise den Geschwindigkeitsverlauf händisch beeinflusst, in den Speicher einzulesen.

Neben den oben beschriebenen händisch veränderbaren bzw. vorprogrammierten Geschwindigkeitsverläufen besteht auch die Möglichkeit, den Geschwindigkeitsverlauf automatisch an die beim jeweiligen Schnitt gegebenen Verhältnisse anzupassen. Dazu ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung mindestens ein Sensor zur Aufnahme der aus dem Abtrennen der Schnitte resultierenden Kräfte oder der durch diese Kräfte bewirkten Änderungen am Mikrotom vorgesehen. Die Steuereinrichtung kann nun in Abhängigkeit von den Sensorsignalen dieses Kraftsensors den Geschwindigkeitsverlauf im Schneide-Bahnabschnitt verändern. Gleichzeitig ist es möglich, die momentanen Schneidekräfte bzw. den Schneidekraftverlauf auf einem Display anzuzeigen. Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform, bei der die Steuereinrichtung dem Geschwindigkeitsverlauf im Schneide-Bahnabschnitt derart regelt, daß die vom Sensor erfaßte Schneidekraft während der gesamten Schnittabnahme konstant bleibt.

Ein Vorteil eines automatisierten durch die Steuereinrichtung festgelegten Geschwindigkeitsablaufes besteht darin, daß der Bewegungsablauf der gesamten Schneideserie exakt reproduziert bzw. an die jeweiligen Gegebenheiten optimal angepaßt werden kann. Man kann dann gleichmäßige Schnittdicken und Schnittqualitäten erreichen.

Es ist aber auch möglich, während des Schnittbetriebes händisch in den automatischen Ablauf einzugreifen, um den Geschwindigkeitsverlauf an spezielle Verhältnisse anzupassen, wenn z.B. aus metho-

dischen Gründen die Schneidegeschwindigkeit korrigiert werden muß.

Ebenso kann vorgesehen werden, daß die entscheidenden Parameter (z.B. Schneidegeschwindigkeitsverlauf, Zyklusdauer, maximale Rückholgeschwindigkeit, Schneidekräfte) an einem Display angezeigt und/oder durch gesonderte Einstellelemente verändert werden können. So erscheint beispielsweise im
 5 Hinblick auf einen universellen Einsatz dieses Antriebssystems ein Verlängern der Zyklusdauer (unabhängig von der eingestellten Schneidegeschwindigkeit und -dauer) dann wünschenswert, wenn bei normaler Temperatur Paraffin oder Kunststoffeinfettungen geschnitten werden und die Schnitte laufend vom Messer abgenommen werden müssen, da hierbei eine längere Zyklusdauer vorteilhaft ist.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung sowie ihrer Ausgestaltung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung anhand der beiliegenden Zeichnungen. In diesen Zeichnungen zeigen
 10

- Fig. 1: ein Schwingstab-Ultramikrotom mit Motorwechselantrieb in schematischer Aufsicht und Seitenansicht,
- Fig. 2: die Relativbewegung des Objektes zum Messer bei einem Wechselantrieb nach dem Stand der Technik in einer stärker vergrößerten schematischen Darstellung entsprechend der Seitenansicht in Fig. 1,
- 15 Fig. 3: ein Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm für den Bewegungsablauf beim Stand der Technik,
- Fig. 4: ein Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm für den Bewegungsablauf bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- 20 Fig. 5: und Fig. 6: Geschwindigkeits-Zeit-Diagramme von weiteren erfindungsgemäßen Bewegungsabläufen.

Das in Fig. 1 schematisch in einer Aufsicht und Seitenansicht dargestellte Schwingstab-Ultramikrotom ist großteils herkömmlicher Art. Am Stativ 1 ist einerseits der Lagerträger 2 befestigt, an dem über das Lager 3 der Zwischenhebel 4 und an diesem über das Lager 5 der Präparatträgerstab 6 angelenkt ist, an dessen vorderem Ende sich das Präparat 7 befindet. Andererseits ist am Stativ 1 an einem Kreuzsupport 8 das Messer, beispielsweise ein Glasmesser 9 mit der Schneide 10 befestigt, an dem sich beim Schneiden im Raumtemperaturbereich meist ein mit Wasser 11 gefülltes Sammelbecken 12 zum Abflotieren der Schnitte befindet. Die schwingende Auf- und Abbewegung des Präparatträgers 6 ("Schwingstab-Ultramikrotom") mit dem Präparat 7 erfolgt um das Lager 5 und wird nach Fig. 1 beispielsweise über einen
 30 an der Antriebswelle 13 befestigten Exzenter 14 gesteuert, der mit dem am Präparatträgerstab 6 befestigten Auflageprofil 15 korrespondiert. Die Antriebswelle 13 ist beidseitig in den am Stativsockel 1 befestigten Elementen 16/16' gelagert und trägt neben dem Handrad 28 die Riemenscheibe 17, welche über eine elastische Transmission 18 mit dem Elektromotor 19 verbunden ist. Die Drehzahl des Motors 19 wird über eine elektronische Steuereinrichtung 20, die entweder mit einer Kurvenscheibe 21 oder mit einem über
 35 Transmissionselemente 22/23/24 angekoppelten Encoder 25 in Verbindung steht, gesteuert, der alternativ auch direkt an die Antriebswelle 13 angekoppelt sein kann (25'). Die Steuerung über die Kurvenscheibe 21 kann durch ein Schaltelement 26 erfolgen, das mit der Steuereinrichtung 20 verbunden ist. Die Umschaltung der Drehzahl des Motors 19 durch dieses Element 26 kann hierbei wahlweise entweder berührungsfrei (z.B. Lichtschranke) oder durch einen intermittierenden Kontakt zwischen den Elementen 21 und 26 (z.B. Mikroschalter) erfolgen (vgl. hierzu Österreichische Patentschrift 316 893 wie oben angegeben). Im Zuge des automatischen Antriebes wird das Objekt 7 zur Abnahme des Schnittes abwärts über die Schneide 10 des Messers 9 geführt. Nach Erreichen der tiefsten Position wird das Objekt 7 durch ein Schwenken des Zwischenhebels 4 um das Lager 3 (Mechanik in Fig. 1 nicht dargestellt; vgl. hierzu auch Fig. 2) zurückgezogen, danach abseits der Messerschneide 10 aufwärts in die höchste Position über der Messerschneide 10 geführt und wieder vorgeschoben. In der gleichen Zeit wird das Objekt 7 oder das Messer 9 durch ein gesondertes Vorschubsystem (in Fig. 1 nicht dargestellt) um den vorgewählten Schnittdickenbetrag vorgeschoben, sodaß beim nächsten Zyklus von der Messerschneide 10 neuerlich ein Schnitt abgenommen wird, der auf die Oberfläche des Wassers 11 im Sammelbecken 12 abschwimmt.

Fig. 2 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt des Objekt-Messer-Bereiches eines Mikrotoms mit Wechselantriebssteuerung nach dem Stand der Technik. Die Fig. 3 zeigt in einem Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm den dazu gehörigen Geschwindigkeitsverlauf. Zwischen dem Umschaltunkt U_d und dem Umschaltunkt U_a bewegt sich das Präparat über die Punkte BCDA mit der hohen Rückholgeschwindigkeit. Im Schneidefenster S_1 zwischen den Umschaltunkten U_b und U_c bewegt sich das Präparat (Objekt 7) relativ zum Messer 9 mit einer wesentlich geringeren konstanten Schneidegeschwindigkeit. Um Vibrationen bei der Umschaltung von der hohen Rückholgeschwindigkeit auf die niedere Schneidegeschwindigkeit bzw. von der Schneidegeschwindigkeit auf die hohe Rückholgeschwindigkeit zu vermeiden, ist zwischen den Punkten U_a und U_b ein in der Geschwindigkeit linear abfallender Bereich Y und zwischen den Umschaltunkten U_c und U_d ein in der Geschwindigkeit zunehmender Abschnitt Z vorgesehen.

Die Dauer zum Durchlaufen des zwischen den Umschaltpunkten U_b und U_c liegenden Schneidefensters ist mit t_{s1} bezeichnet. Innerhalb dieses Schneidefensters S_1 liegt der eigentliche Schneide-Bahnabschnitt S_2 , in dem das Objekt mit dem Messer während der Abnahme des Schnittes in Kontakt steht. Die Dauer zum Durchlaufen dieses Schneide-Bahnabschnittes S_2 ist in Fig. 3 mit t_{s2} bezeichnet.

Beim erfindungsgemäßen Mikrotom weicht nun der Verlauf der Relativgeschwindigkeit zwischen Objekt 7 und Messer 9 (Schneidegeschwindigkeit) innerhalb des Schneide-Bahnabschnittes S_2 von dem Verlauf einer konstanten Geschwindigkeit ab.

In Fig. 4 nimmt die Geschwindigkeit im Schneide-Bahnabschnitt S_2 , also während der eigentlichen Schnittabnahme nach einem kurzen konstanten Bereich linear zu und geht dann wieder konstant weiter. Am Umschaltpunkt U_c erfolgt dann über einen erneuten linearen Anstieg die vibrationsarme Umschaltung auf die hohe Rückholgeschwindigkeit. Derartige linear abfallende bzw. ansteigenden Geschwindigkeitsverläufe lassen sich relativ leicht, beispielsweise in ähnlicher Weise, wie dies bereits beim Stand der Technik vorgesehen ist, realisieren. Wie bereits erwähnt, läßt sich durch einen solchen, im Gegensatz zum Stand der Technik nicht konstanten Geschwindigkeitsverlauf im Schneide-Bahnabschnitt S_2 eine Optimierung der Schnittqualität erreichen und bei ansteigendem Geschwindigkeitsverlauf auch eine Verringerung der Zykluszeit erzielen.

In Fig. 5 sind zwei weitere Geschwindigkeitsverläufe eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Mikrotoms gezeigt, wobei hier die Geschwindigkeit im Schneide-Bahnabschnitt S_2 zunächst exponentiell zunimmt, um dann in den linearen ansteigenden Bereich, der zur hohen Rückholgeschwindigkeit führt, überzugehen. Wie bei dem in Fig. 4 beschriebenen Ausführungsbeispiel ist die Geschwindigkeit an dem Beginn des eigentlichen Schneide-Bahnabschnittes S_2 gering, sodaß der beim Zusammentreffen zwischen Messer und Objekt auftretende Schock ebenfalls gering ist. Nach dieser ersten kritischen Anschneidephase ist es jedoch in vielen Fällen vorteilhaft, die Geschwindigkeit noch im Schneide-Bahnabschnitt hochzufahren.

Insbesondere bei Präparaten mit harten Stellen kann es jedoch auch vorteilhaft sein, die Geschwindigkeit im Schneide-Bahnabschnitt S_2 bereichsweise abzusenken, wie dies in Fig. 6 gezeigt ist.

Die für den Geschwindigkeitsablauf verantwortlichen Elemente sind großteils in der elektronischen Steuereinrichtung 20 realisiert. Diese Steuereinrichtung, die den Geschwindigkeitsverlauf und insbesondere den nichtkonstanten Geschwindigkeitsverlauf im Schneideabschnitt S_2 festlegt, enthält beispielsweise eine zentrale Mikroprozessoreinheit 30, dem von den Steuer- und Schaltelementen 21 und 26 bzw. vom Encoder 25 (25') Signale über die relative Lage von Objekt 7 und Messer 9 zugeführt werden. Die Mikroprozessoreinheit 30 kann eine programmierbare Speichereinrichtung 31 enthalten, in der mehrere Geschwindigkeitsverläufe vorprogrammiert sind. Diese Geschwindigkeitsverläufe können dann vom Benutzer abgerufen werden. Die zentrale Mikroprozessoreinheit 30 steuert über die Leitung 37 dann den Elektromotor 19 an, sodaß das Objekt 7 sich im gewählten Geschwindigkeitsverlauf relativ zum Messer 9 bewegt.

Es ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung aber auch möglich, daß die elektronische Steuereinrichtung 20 eine Einrichtung zur Veränderung des Geschwindigkeitsverlaufes im Schneide-Bahnabschnitt aufweist. Diese Veränderungseinrichtung für den Geschwindigkeitsverlauf kann beispielsweise ein Einstellorgan (z.B. Drehpotentiometer 32) zur händisch betätigten Veränderung des Geschwindigkeitsverlaufes im Schneide-Bahnabschnitt aufweisen (vgl. Fig. 1). Damit kann der Benutzer im Bedarfsfall insbesondere bei gleichzeitiger Beobachtung durch ein Stereomikroskop den Geschwindigkeitsverlauf im Schneide-Bahnabschnitt von Hand abändern.

Ein in einem Einstellzyklus abgefahrener und vom Encoder 25, 25' erfaßter Geschwindigkeitsverlauf kann in einem Speicher 34 abgespeichert werden. Damit ist es der Steuereinrichtung 20 im Verein mit dem Encoder 25, 25' möglich, in darauffolgenden Zyklen automatisch denselben Geschwindigkeitsverlauf abzufahren. Man braucht daher in einer Schneideserie nur in einem ersten Einstellvorgang eine Anpassung des Geschwindigkeitsverlaufes im Schneide-Bahnabschnitt vornehmen.

Neben den oben beschriebenen Veränderungen des Geschwindigkeitsverlaufes im Schneide-Bahnabschnitt S_2 besteht auch die Möglichkeit einer automatischen Anpassung des Geschwindigkeitsverlaufes an bestimmte Betriebsverhältnisse. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Sensor zur Aufnahme der aus dem Abtrennen der Schnitte resultierenden Kräfte bzw. der damit bewirkten Änderungen am Mikrotom vorgesehen. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist dieser Sensor als Piezo-Element 33 unterhalb des Messers 9 ausgebildet. Es sind alternativ oder zusätzlich jedoch auch andere Sensoren, beispielsweise der in Fig. 1 gezeigte Dehnungsmessstreifen 33' an der Unterseite des Präparat-trägerstabes 6 zur Aufnahme der resultierenden Schneidekräfte bzw. der Auswirkungen auf die Mechanik des Ultramikrotoms möglich. Jedenfalls werden die Sensorsignale der zentralen Mikroprozessoreinheit 30 zugeführt, welche beispielsweise bei Feststellung einer über einem Schwellwert liegenden Schneidekraft automatisch eine Reduktion der Schneidegeschwindigkeit vornimmt. In einer weiteren Ausgestaltung ist es

möglich, daß die Steuereinrichtung den Geschwindigkeitsverlauf im Schneide-Bahnabschnitt derart regelt, daß die vom Sensor erfaßte Schneidekraft bzw. deren Auswirkungen während der Schnittabnahme konstant bleibt.

In besonderen Anwendungsfällen kann es von Vorteil sein, die Zyklusdauer absichtlich zu verlängern. Es ist dazu ein Einstellelement 35 vorgesehen, über das unabhängig von der gewählten Schneidegeschwindigkeit und Dauer die Zyklusdauer variiert werden kann. Die zentrale Mikroprozessoreinheit ermittelt und realisiert dann in Abhängigkeit von der gewünschten eingegebenen Zyklusdauer den Geschwindigkeitsverlauf.

Schließlich ist noch eine Anzeigevorrichtung 36 zur Anzeige der für die Schnittpräparation interessierenden Parameter, insbesondere der vorgewählten Geschwindigkeit und/oder der Dauer des Zyklus vorgesehen. Es ist auch denkbar, den Geschwindigkeitsverlauf graphisch auf einer Display darzustellen.

Die gegenständliche Erfindung kann in Anpassung an die unterschiedlichen Bedürfnisse der Praxis sowie an die unterschiedlichen Konstruktionen von Mikrotomen, Semidünnschnitt-Geräten und Ultramikrotomen in unterschiedlichen Ausführungsformen und Kombinationen verwirklicht werden, ohne ihren Erfindungs-Charakter einzubüßen. Insbesondere kann die Erfindung bei unterschiedlichen und vom System nach Fig. 1 abweichenden Halterungen und Bewegungen des Objektes bzw. Messers realisiert werden, beispielsweise auf einem Schlitten- oder Grundschlitten-Mikrotom, soweit hierbei die Bewegung automatisch bzw. über einen Motorantrieb erfolgt und über einen Encoder oder ein entsprechend registrierendes Element und eine daran angeschlossene Elektronik gesteuert wird. Es ist für die Verwirklichung der Erfindung unerheblich, ob das Objekt 7 mittels eines in Fig. 1 dargestellten Elektromotors 19 über eine Transmission 18 und eine Antriebswelle 13 bewegt wird oder beispielsweise mittels eines Drehspulantriebes in der Art der LKB-Ultratome-Systeme (vgl. hierzu Abb. 63 in H.Sitte und K.Neumann, 1983, I.c) oder auf einer geradlinig vertikal oder horizontal verlaufenden Bahn (vgl. hierzu Abb. 1 und 2 der gleichen Publikation). Ebenso ist es unerheblich, ob und in welcher Weise ein Rückzug des Objektes 7 bzw. des Messers im Rahmen einer "Single-pass-Bewegung" (vgl. hierzu Abschnitt D der gleichen Publikation) realisiert wird, so lange der Schnitt mit einer zur Rückstellung vergleichsweise wesentlich geringeren Bahngeschwindigkeit des bewegten Teiles hergestellt wird. Schließlich können die mechanischen oder elektrischen Elemente, über die die verschiedenen für die Schnittpräparation bzw. für die Bedienung des Instrumentes entscheidenden Parameter einstellbar bzw. an denen Daten ablesbar sind, je nach Bedarf verschieden ausgestaltet sein.

Patentansprüche

1. Mikrotom, insbesondere Ultramikrotom, mit einer elektrischen Antriebsvorrichtung zur relativen Bewegung von Messer und Objekt und mit einer die Antriebsvorrichtung ansteuernden, elektronischen Steuereinrichtung zur Veränderung der Geschwindigkeit der Antriebsvorrichtung, wobei in einem Schneide-Bahnabschnitt, in dem die Schnittabnahme erfolgt, eine niedrigere Schneidegeschwindigkeit vorliegt und zum Rückführen des bewegten Teiles, beispielsweise des Objektstabes oder des Messers, nach der Schnittabnahme in die Position vor dem jeweils nachfolgenden nächsten Schneideprozeß eine höhere Rückholgeschwindigkeit vorliegt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Verlauf der Relativgeschwindigkeit zwischen Objekt (7) und Messer (9) (Schneidegeschwindigkeit) innerhalb des Schneide-Bahnabschnittes (S_2) von dem Verlauf einer konstanten Geschwindigkeit abweicht.
2. Mikrotom nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Relativgeschwindigkeit zwischen Objekt (7) und Messer (9) nach einer niedrigen Schneidegeschwindigkeit am Beginn des Schneide-Bahnabschnittes (S_2) noch während der Schnittabnahme ansteigt.
3. Mikrotom nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Geschwindigkeitsanstieg im Schneide-Bahnabschnitt (S_2) im wesentlichen linear erfolgt.
4. Mikrotom nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Geschwindigkeitsanstieg im Schneide-Bahnabschnitt (S_2) im wesentlichen glatt, vorzugsweise exponentiell erfolgt.
5. Mikrotom nach einem der Ansprüche 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schneidegeschwindigkeit im Schneide-Bahnabschnitt (S_2) von einer konstanten Geschwindigkeit vorzugsweise linear ansteigt und anschließend im Schneide-Bahnabschnitt (S_2) wieder konstant weitergeht.
6. Mikrotom nach einem der Ansprüche 1 - 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schneidegeschwindigkeit im Schneide-Bahnabschnitt (S_2) gegenüber der Geschwindigkeit am Beginn des Schneide-

Bahnabschnittes (S_2) bereichsweise abgesenkt ist.

7. Mikrotom nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die die Antriebsvorrichtung (19) ansteuernde Steuereinrichtung eine Einrichtung (32, 30; 33, 30) zur Veränderung des Geschwindigkeitsverlaufes im Schneide-Bahnabschnitt (S_2) aufweist.
8. Mikrotom nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtung zur Veränderung des Geschwindigkeitsverlaufes im Schneide-Bahnabschnitt (S_2) mindestens ein händisch betätigbares Einstellorgan (32) zur Veränderung des Geschwindigkeitsverlaufes aufweist.
9. Mikrotom nach einem der Ansprüche 1 - 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß mit der Antriebsvorrichtung (13,18,19) oder einem davon angetriebenen Teil ein Encoder (Winkelskodierer 25, 25') oder ein ähnliches drehwinkelregistrierendes Element in Verbindung steht, daß die Steuereinrichtung (20) einen Speicher (34) zur Aufzeichnung mindestens eines vorzugsweise in einem Einstellzyklus abgefahrenen und vom Encoder od.dgl. erfaßten Geschwindigkeitsverlaufes aufweist, und die Steuereinrichtung (20) im Verein mit dem Encoder (25,25') od. dgl. in den darauffolgenden Zyklen automatisch einen Geschwindigkeitsverlauf festlegt, der einem der im Speicher (34) gespeicherten Geschwindigkeitsverläufe entspricht.
10. Mikrotom nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß es mindestens einen Sensor (33,33') zur Aufnahme der aus dem Abtrennen der Schnitte resultierenden Kräfte oder der durch diese Kräfte bewirkten Änderungen aufweist.
11. Mikrotom nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuereinrichtung (20) in Abhängigkeit von den Sensorsignalen den Geschwindigkeitsverlauf im Schneide-Bahnabschnitt (S_2) verändert.
12. Mikrotom nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuereinrichtung (20) den Geschwindigkeitsverlauf im Schneide-Bahnabschnitt (S_2) derart regelt, daß die vom Sensor erfaßte Schneidekraft während der Schnittabnahme konstant bleibt.
13. Mikrotom nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die gewünschte Zyklusdauer mit einem gesonderten Einstellelement (35) unabhängig von der wählbaren Schneidegeschwindigkeit und -dauer variierbar ist.
14. Mikrotom nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Anzeigevorrichtung (36) zur Anzeige der für die Schnittpräparation interessierenden Parameter, insbesondere des Geschwindigkeitsverlaufes, der Dauer des Zyklus und gegebenenfalls der Schneidekräfte vorgesehen ist.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

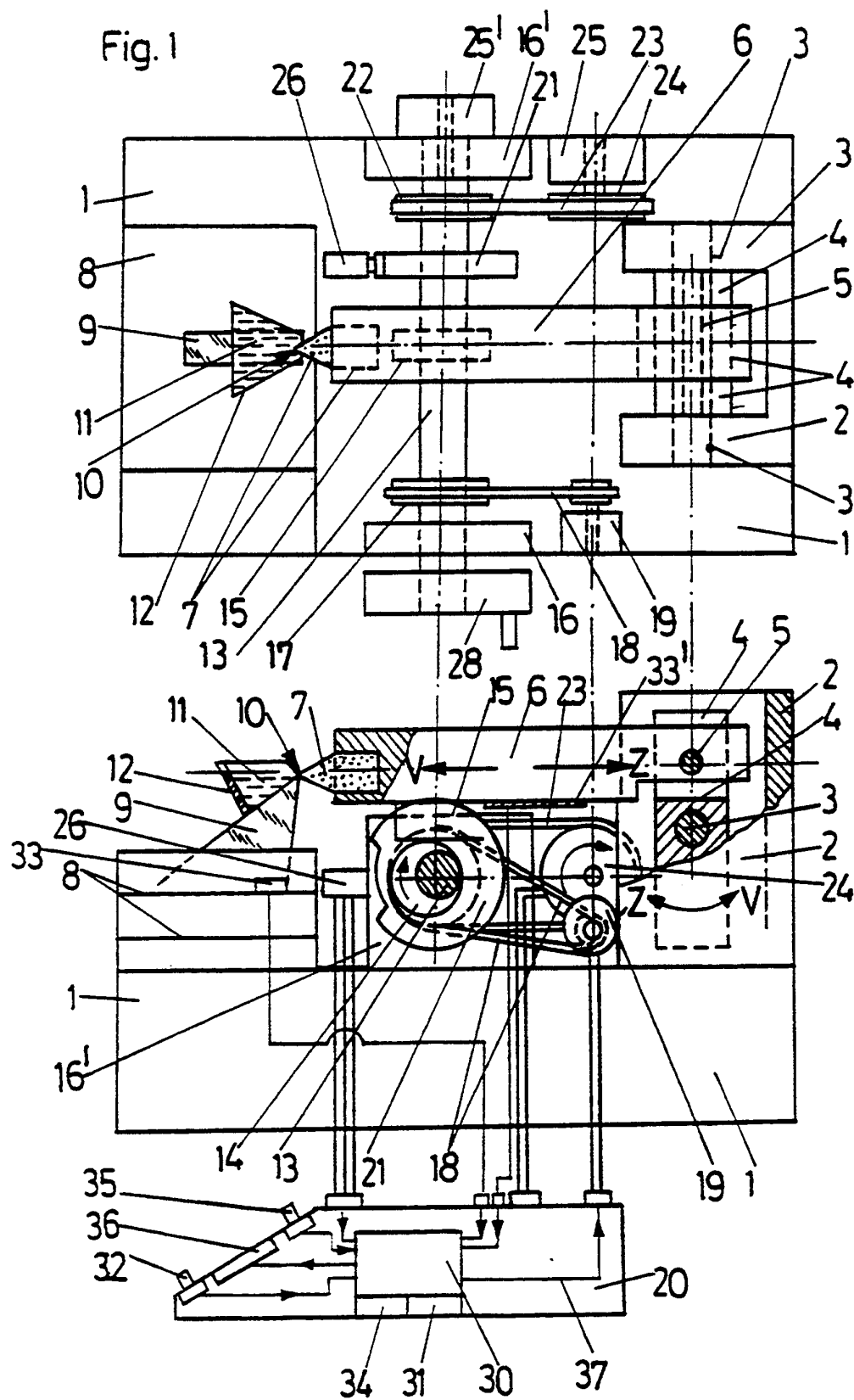


Fig. 2

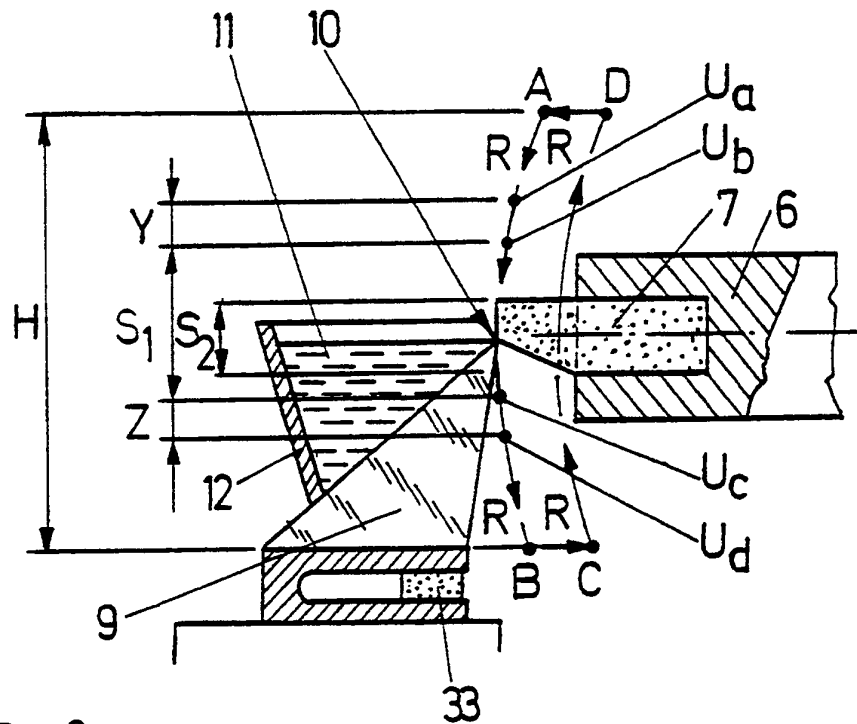


Fig. 3

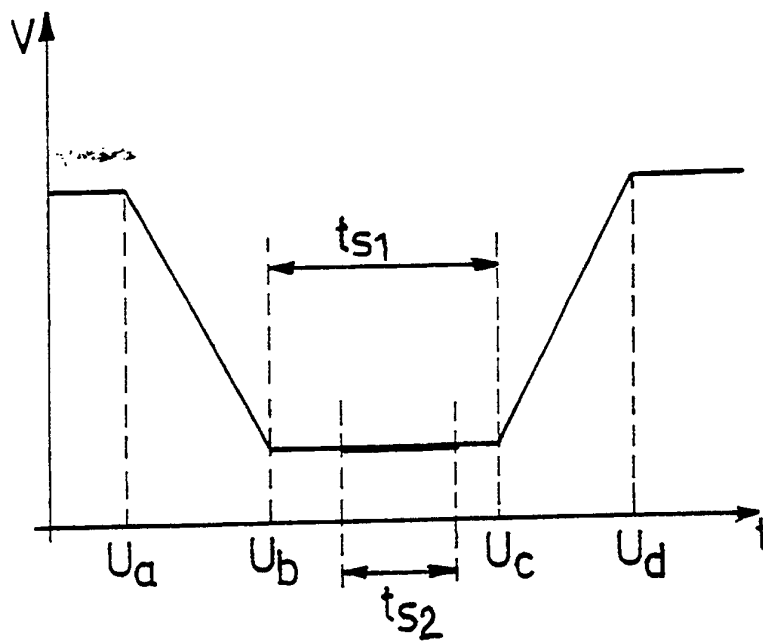


Fig. 4

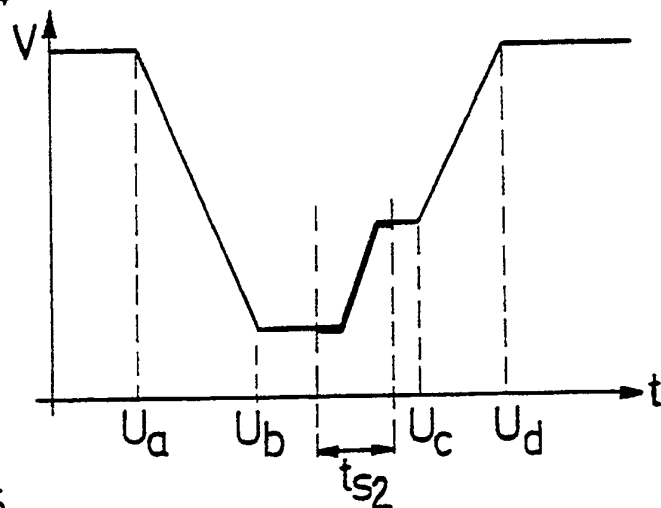


Fig. 5

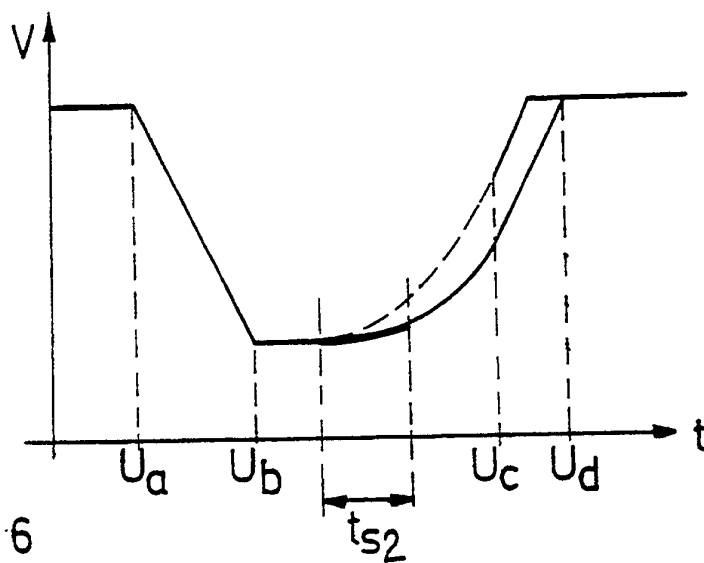


Fig. 6

