

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. April 2002 (11.04.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/29466 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G02B 7/16**, 21/24
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/11370
- (22) Internationales Anmeldedatum: 2. Oktober 2001 (02.10.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
100 50 824.3 6. Oktober 2000 (06.10.2000) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CARL ZEISS JENA GMBH** [DE/DE]; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **NOLTE, Frank** [DE/DE]; Göttinger Strasse 20a, 37127 Dransfeld (DE). **BOECKER, Ralf** [DE/DE]; Tulpenweg 12, 37081 Göttingen (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **CARL ZEISS JENA GMBH**; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

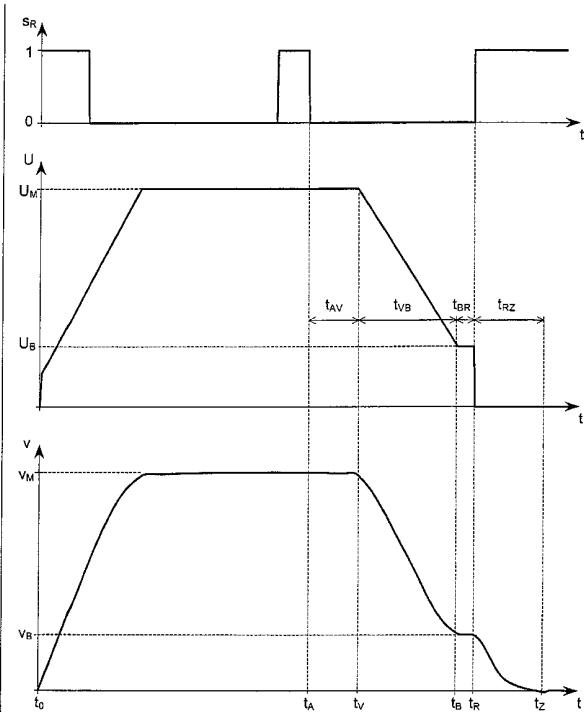
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING AN INTERCHANGEABLE CARTRIDGE FOR MICROSCOPES

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG UND VERFAHREN ZUR ANSTEUERUNG EINES WECHSELMAGAZINS FÜR MIKROSKOPE



(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling an interchangeable cartridge for microscopes, whereby the simple catch principle is combined with a forward-looking operating mode having a particular operating speed profile on path $v(x)$. Said profile can be pre-determined in accordance with the known stop positions x_i . In this way, the braking process can be triggered before the capture range is reached, i.e. before the stop signal is initiated. Contrary to the free positioning carried out by a step-by-step motor or by a position-regulated drive, no particular precision is required, as the capture range of the stop device can compensate for larger tolerances.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ansteuern eines Wechselmagazins für Mikroskope, bei dem das einfache Rastprinzip kombiniert wird mit einer "vorausschauenden" Fahrweise mit einem bestimmten Fahrgeschwindigkeitsprofil über den Weg $v(x)$, das entsprechend den als bekannt vorausgesetzten Rastpositionen x_i im vorhinein bestimmt werden kann. So kann der Bremsvorgang bereits vor Erreichen des Fangbereichs, also vor Eintritt des Rastsignals eingeleitet werden. Im Gegensatz zur freien Positionierung mit Schrittmotor oder positionsgeregeltem Antrieb ist dabei keine besondere Präzision erforderlich, weil der Fangbereich der Rastvorrichtung größere Toleranzen auszugleichen vermag.

WO 02/29466 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Anordnung und Verfahren zur Ansteuerung eines Wechselmagazins für Mikroskope

Die Umschaltung von optischen Komponenten in Mikroskopen wie Objektiven, Reflektoren, Filter usw.), die in Wechselmagazinen (Revolver, Schieber, Schlitten o.ä.) angeordnet sind, erfordert oft sehr hohe Positioniergenauigkeit.

Um diese bei einer automatisch motorischen Umschaltung zu erreichen sind zwei Prinzipien bekannt:

1. Freie Positionierung mittels hochgenauem Antrieb, z.B. durch Synchron-Schrittmotor mit Mikroschritt-Ansteuerung oder einen mit hochauflösendem Positionssensor geregelten Antrieb. Die einzelnen Umschalt-Positionen sind dabei im vorhinein festgelegt, so daß sie ohne weitere Rückkopplung (= "blind") mit einem vorher festgelegten Beschleunigungs- und Bremsvorgang gezielt und schnell angefahren werden können. Nachteilig sind dabei die hohe Anforderungen an Motor und Getriebe, deren Positionsauflösung und Reproduzierbarkeit die Positioniergenauigkeit bestimmt.
2. Positionierung durch eine mechanische Rastvorrichtung, die mit Hilfe eines Energiespeichers (z.B. Federelement) innerhalb eines gewissen Fangbereichs eine ausreichende Kraft erzeugt, um unter Überwindung der Reibungskräfte das Wechselmagazin präzise reproduzierbar in seine definierten Rastpositionen zu bewegen. Dabei muß der Antriebsmotor das Wechselmagazin lediglich (gegen die Haltekraft der Rastvorrichtung) aus seiner alten Rastposition herausbewegen und bis in den Fangbereich der Zielposition führen.

Für eine schnelle Umschaltung muß die träge Masse des Wechselmagazins bei Erreichen der Zielposition wieder ausreichend abgebremst werden, damit es in der Rast möglichst sanft zum Stillstand kommt und nicht unerwünscht pendelt oder gar über das Ziel hinaus schießt.

Die Bremsung wird im einfachsten Fall durch die mechanische Reibung des Getriebes nach Abschalten des Motors im Leerlauf bewirkt. Vorteilhaft wird zusätzlich durch elektrisches Kurzschließen des Antriebsmotors dessen elektromagnetische Bremswirkung genutzt. Es ist auch möglich, den Motor aktiv mit einem entgegengesetzten Stromimpuls zu beaufschlagen, der jedoch Motor und

Stromversorgung stark belastet und der schwierig zu dosieren ist, um nicht eine entgegengesetzte Pendelbewegung anzuregen.

Bei den bisher bekannten Lösungen sind Geber vorgesehen, die an der gewünschten Zielposition das Erreichen des Fangbereichs signalisieren, um den Antrieb abzuschalten und den Bremsvorgang auszulösen. Zusätzliche Geber können eingesetzt werden, um die eindeutige Unterscheidung der einzelnen Rastpositionen durch eine absolute Kodierung zu erreichen, wodurch bei der Initialisierung ein Anfahren und Abzählen der Rastpositionen vermieden wird.

Wenn der Bremsvorgang erst bei Signalisierung durch den Geber im Fangbereich der Rastvorrichtung ausgelöst wird, ist wegen der Massenträgheit des Wechselmagazins eine hohe Bremskraft erforderlich, die den Antrieb elektrisch und mechanisch stark beansprucht und störende Erschütterungen des gesamten Gerätes verursachen kann. Wenn die Fahrgeschwindigkeit im Verhältnis zur verfügbaren Bremskraft zu groß ist, ist der Verzehr der Bewegungsenergie mit unerwünschten Pendelbewegungen (Prellen) im Fangbereich der Rastvorrichtung verbunden, die den Einschwingvorgang bis zur Stabilisierung des Systems verzögern oder das Magazin sogar wieder aus dem Fangbereich heraus federn lassen. Die verfügbare Bremskraft und der Fangbereich begrenzen somit die zulässige Fahrgeschwindigkeit und bestimmen die Gesamtdauer sowohl des eigentlichen Wechsels als auch der nachfolgenden Stabilisierung (Einschwingvorgang). Ein schneller Wechselvorgang beeinflusst bei vielen Anwendungen entscheidend die Laufzeit bzw. Taktrate.

Aufgabe der Erfindung ist, den technische Aufwand für Antrieb, Rastvorrichtung und Sensoren möglichst gering zu halten und dennoch hohe Fahrgeschwindigkeiten zu realisieren..

Die naheliegende Lösung, den Fangbereich der Rastvorrichtung zu erweitern und so die damit verbundenen Signalisierung vorzuverlegen, stößt an technische Grenzen, weil die Rastvorrichtung nur über einen begrenzten Energiespeicher verfügt, der über die gesamte Strecke des Fangbereichs eine ausreichende Kraft entwickeln muß, um das Wechselmagazin auch ohne motorischen Antrieb gegen alle Reibungskräfte sicher in seine definierte Stellung zu führen (Federenergie = Integral aus Federkraft x Weg über den Fangbereich).

Eine Verbreiterung nur des Rastsignals, so daß der Geber bereits vor erreichen des Fangbereichs anspricht, ist problematisch, weil dann ein unzulässiger Zustand entstehen kann, wenn das Magazin in einer undefinierten Zwischenposition außerhalb des Fangbereichs stehengeblieben ist, der Geber jedoch einen eingerasteten Zustand signalisiert. Das Rastsignal sollte daher nur innerhalb des Fangbereich der Rast aktiv sein.

Die Erfindung löst die beschriebene Aufgabe, indem das einfache Rastprinzip kombiniert wird mit einer "vorausschauenden" Fahrweise mit einem bestimmten Fahrgeschwindigkeitsprofil über den Weg $v(x)$, das entsprechend den als bekannt vorausgesetzten Rastpositionen x_i im vorhinein bestimmt werden kann. So kann der Bremsvorgang bereits vor Erreichen des Fangbereichs, also vor Eintritt des Rastsignals eingeleitet werden. Im Gegensatz zur freien Positionierung mit Schrittmotor oder positionsgeregeltem Antrieb ist dabei keine besondere Präzision erforderlich, weil der Fangbereich der Rastvorrichtung größere Toleranzen auszugleichen vermag.

Fig. 1 zeigt beispielhaft ein Revolver-Wechselmagazin, bestehend aus einem um die Achse **RA** drehbar gelagerten Magazinkörper **MB**, der hier 3 Objekte **O1...O3** wie Objektive oder Fluoreszenzteilerwürfel trägt, die wechselweise in die Objektposition **OP** gedreht werden können, einem motorischen Antrieb **MD** mit optionalem Weg- bzw. Geschwindigkeitssensor **SX**, der ein weg- bzw. geschwindigkeitsabhängiges Signal **S_X** liefert, einer Rastvorrichtung (Rastmechanismus) **RM**, hier bestehend aus einer Laufrolle **RR**, die angedrückt durch die Rastfeder **RF** in eine der Rastmulden **R1...R3** des Magazinkörpers greift, mit optionalem Rastsensor **SR**, der den Eintritt in den Fangbereich der Rastposition signalisiert, indem beispielsweise beim Anheben der Feder eine Lichtschranke ein Signal auslöst, das den Eintritt in den Fangbereich signalisiert einer Positionserkennung, bestehend aus einem Sensorsystem **SP**, beispielsweise Hall-Sensoren und einer Dekodiereinrichtung **PD**, die anhand von Markierungen **M1...M3** am Magazin, bestehend beispielsweise aus Magneten die aktuell eingestellte Rastposition $p_a = 1...3$ erkennt. Auf den dargestellten zwei Spuren sind entweder zwei Magnete oder einer auf jeweils einer oder der anderen Spur

vorgesehen, so daß eine eindeutige Erfassung der Position relativ zu den Markierungen M1-M3 ermöglicht wird.

Fig.2 zeigt den zeitlichen Verlauf eines Bewegungsablaufes mit Positionserkennung und Rastsensor, als typische Signalverläufe bei beispielhaftem Wechsel über zwei Rastpositionen, von denen die erste ohne Halt überfahren wird, um die zweite als Ziel zu erreichen:

Fig. 2a: Zeitverlauf des digitalen Rastsignals vom Geber $s_R(t)$,

Fig. 2b: Zeitverlauf der elektr. Steuerspannung für den Antriebsmotor $U(t)$,

Fig. 2c: Resultierender Zeitverlauf der Bewegungsgeschwindigkeit des Magazins $v(t)$

Der Wechselvorgang läßt sich in folgende Phasen gliedern:

1. Ausrastphase bis zum Verlassen des Fangbereichs,
2. Beschleunigungsphase
3. Fahrphase (ggf. mit Überfahren von Zwischenpositionen ohne Halt),
4. Bremsphase (endet im Fangbereich der Zielposition)
5. Einrastphase (durch Rastvorrichtung bei abgeschaltetem Antrieb)

Bei Wechsel in eine benachbarte Position kann die Fahrphase auch entfallen, so daß die Beschleunigungsphase unmittelbar in die Bremsphase übergeht. Zur Ablaufsteuerung dieser Phasen mit einem bestimmten Geschwindigkeitsprofil über den Weg $v(x)$ kommen folgende Prinzipien in Betracht:

1. Direkte Steuerung des Ablaufs mit einem Schrittmotor, dessen Geschwindigkeit mit der Schrittfrequenz über die Position variiert wird. Für die Einrastphase wird er in einen stromlosen Leerlaufzustand geschaltet, so daß die Rastvorrichtung die exakte Positionierung übernimmt. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zur konventionellen freien Positionierung durch einen Schrittmotor, der aktiv die Zielposition halten muß. Demgegenüber sind die Anforderungen bezüglich der Schrittauflösung des Motors gering und auch die sonst bei der Inbetriebnahme erforderliche genaue absolute Referenzierung kann entfallen.

2. Steuerung des Ablaufs anhand einer Wegmessung am Antriebsmotor oder am Wechselmagazin selbst. Bei jedem beliebigem Antriebs-Motor kann die Wegmessung mit einem Tachometer-Geber durch Integration des Geschwindigkeitsmeßwertes erfolgen. Exakte Wegmessung liefert ein digitaler Inkrementalgeber, wobei im Gegensatz zu einem konventionellen Antrieb mit Positionsregelkreis *kein* aufwendiger Quadratur-Enkoder erforderlich ist, sondern ein einfacher, einphasiger Impulsgeber mit geringer Auflösung ausreicht, um die Zählimpulse zu erzeugen. Bei geeigneten Gleichstrom-Motoren können hierzu direkt die vom Kommutator verursachten Stromstöße ausgewertet werden.
3. In ähnlicher Weise kann auch ein bürstenloser Motor verwendet werden, bei dem der zurückgelegte Weg durch Mitzählen der Ansteuer-Phasen bestimmt werden kann.
4. Markierung: Schließlich kann der Zeitpunkt t_V zum Auslösen der Vorbremsephase durch einen zusätzlichen Geber bestimmt werden, der bei der entsprechend festgelegten und markierten Magazinposition x_V , ein Signal liefert. Gegenüber der unter Punkt 1 beschriebenen rein zeitlichen Steuerung mit einem Verzögerungsintervall t_{AV} ist so der Beginn der Vorbremsephase genauer festgelegt. Vorzugsweise kann dieser zusätzliche Geber zugleich auch für eine Kodierung zur eindeutigen Unterscheidung der Rastpositionen verwendet werden (statische Erkennung mit mehreren Geber-Kanälen für einen parallelen Kode oder dynamische Erkennung durch einen seriellen Kode mit einem einzelnen Geber).
5. "analoger Geber":
wobei die Wegposition mit einem Geber ermittelt wird, der ein positionsabhängiges analoges Signal liefert
(z.B.: Potentiometer, induktiver, kapazitiver oder optischer Geber, evtl. mit mechanischer Übersetzung zur Anpassung des Meßbereichs, z.B. Kurvenscheibe)
6. Rein zeitliche Steuerung des Ablaufs, wobei das Geschwindigkeitsprofil $v(x)$ über den Weg $x(t)$ durch eine Zeitfunktionen $v(t)$ ersetzt wird. Das Geschwindigkeitsprofil $v(t)$ wird dann so ausgelegt, daß dessen Integral über die Zeit gerade der zu fahrenden Wegstrecke von der verlassenen Rast bis in den Fangbereich der Zielposition entspricht. Bei einem Gleichstrom-Motor mit Nebenschlußverhalten

(v etwa proportional U) läßt sich die Geschwindigkeit auf einfache Weise mittels der Antriebsspannung U(t) steuern, z.B. durch Amplituden- oder Pulsweitenmodulation. Falls die dabei zugrundeliegende Versorgungsspannung größeren Schwankungen unterliegt, kann sie gemessen werden, um die Zeitskala entsprechend anzupassen. Es kann auch direkt die Geschwindigkeit

Steuerung ohne Sensor-Rückkopplung

Eine andere, besonders billige Ausführung kann auch völlig auf den Rast-Sensor verzichten, wenn die Weg-Steuerung hinreichend genau ist, um auch ohne Rückkopplung durch das Gebersignal sicher direkt innerhalb des Fangbereichs der anzufahrenden Rastposition zu landen (z.B. bei Antrieb mit einem Schrittmotor). Es gibt dann nur eine finale Bremsphase und der Bewegungsablauf beginnt unmittelbar mit Einschalten des Motors und umfaßt Ausrastvorgang und Beschleunigungshase. Dabei ist eventuell in Kauf zu nehmen, daß ein einzelner Wechsel nur in einem begrenzten Bereich benachbarter Positionen möglich ist, weil nach einer gewissen Fahrstrecke ein Rastvorgang ausgeführt werden muß um aufgelaufene Toleranzen zu kompensieren. Diese Ausführung bietet sich daher bei geringer Anzahl von Rastpositionen an oder wenn es ausreicht, nur schrittweise von einer Position in die jeweils nächste zu wechseln. Der völlige Verzicht auf einen Geber zur Rückkopplung bedingt allerdings auch, daß die Initialisierung nach dem Einschalten nur entweder durch blindes (vorsichtiges) Anfahren einer mechanisch begrenzten Endlage (Endanschlag bei linearem Schieber bzw. Winkelanschlag bei rotatorischem Revolver unter Verzicht auf eine Wegoptimierung) oder durch einen extern gesteuerten Einrichtvorgang, z.B. manuell durch den Anwender oder durch andere automatische Hilfsmittel ("Roboter") erfolgen kann.

1 Zwei-phägiger Bremsvorgang mit Rast-Sensor

Dabei wird der Bremsvorgang eingeteilt in eine *Vorbremsung*, die über den Weg gesteuert vor Erreichen des Fangbereichs beginnt und eine abschließende *Rastbremsung*, die durch das Gebersignal exakt im Fangbereich ausgelöst wird.

Der Bewegungsablauf v(x) kann gemäß Fig. 2 über den Zeitverlauf der Bewegung v(t) mit der Antriebsspannung U(t) eines Gleichstrommotors mit Nebenschlußverhalten ($v \proportional U$) gesteuert werden. Der Ablauf wird dabei

zum Zeitpunkt t_A durch das Gebersignal gestartet, das durch die der gewünschten Zielposition vorausgehende Rast hervorgerufen wird, wobei die von dort aus erwartungsgemäß zurückzulegende Wegstrecke im vorhinein bekannt ist: Nach einer geeignet festgelegten Verzögerungszeit t_{AV} beginnt die Vorbremssphase, in der bis zum Zeitpunkt t_B die Antriebsspannung auf den Wert U_B abgesenkt wird, wodurch sich eine entsprechende Restgeschwindigkeit v_B einstellt. Sobald zum Zeitpunkt t_R das Rastsignal eintritt, wird die normale Rastbremsung (vorzugsweise durch Kurzschießen des Antriebsmotors) ausgelöst.

Der Spannungswert U_B bzw. die Restgeschwindigkeit v_B ist so zu bemessen, daß die Rastbremsung im Idealfall gerade ohne eine Pendelbewegung abläuft. Verzögerung t_{AV} und Vorbremssphase t_{VB} sind so auszulegen, daß sie möglichst kurz vor Eintritt des Rastsignals abgeschlossen sind. Das Zeitintervall t_{BR} zwischen Ende der Vorbremssphase und Beginn der Rastbremsung überbrückt mögliche Toleranzen im Ablauf der Bewegung und sollte nicht länger als nötig sein. Dabei ist die Funktion bis zu einem gewissen Grade auch noch gewährleistet, falls aufgrund ungünstiger Toleranzverschiebungen das Rastsignal zum Zeitpunkt t_R bereits eintreten sollte, bevor die Vorbremssphase ganz abgeschlossen ist: Die Rastbremsung würde dann bereits bei einer etwas größeren Restgeschwindigkeit beginnen, wodurch ein noch zu tolerierendes leichtes Überschwingen auftreten kann.

Das Geschwindigkeitsprofil beim Wechsel von einer Rast in die unmittelbar folgende unterscheidet sich wegen der anfänglichen Beschleunigung von dem Geschwindigkeitsprofil beim Überfahren von einer oder mehreren Zwischenpositionen, so daß hierfür zumindest unterschiedliche Verzögerungsintervalle t_{AV} festzulegen sind. Entsprechendes gilt bei eventuell unterschiedlichem Abstand zwischen den einzelnen Rastpositionen.

Positions-Kodierung als Rast-Sensor

Bislang wurde neben Hall-Sensoren zur Kodierung der Positionen zusätzlich eine Lichtschranke als Rast-Sensor eingesetzt, der das Erreichen der Rastmulde mit geringem Toleranzfeld signalisiert. Seine Aufgabe besteht primär darin, die Gültigkeit der Bitkodierung zu sichern, weil die Hall-Sensoren in einem breiteren Toleranzfeld zu etwas unterschiedlichen Zeiten schalten. Mit der "vorausschauenden" Fahrweise unter Berücksichtigung der bekannten Anordnung der Positionen liegt jedoch schon

im vorhinein fest, ob in der jeweils nächsten Rastposition angehalten werden soll oder ob sie zu überfahren ist. Die Bestimmung des Bitcodes dient damit allenfalls noch zur Verifizierung der Position, die auch nach dem Einschwingen bzw. dem Überfahren erfolgen kann. Dies erlaubt die Einsparung des zusätzlichen Rast-Sensors:

Grund-Prinzip

1. Eine Rastposition gilt als erreicht, sobald nur einer der Sensor-Kanäle signalisiert. Sie gilt als verlassen nach einer festen Zeitspanne oder auch wenn das entprellte Sensor-Signal auf allen Kanälen wieder abgefallen ist. (hierzu Zeichnung Sensorsignale mit OR-Gatter verknüpft + Entprell-Filter). Das Kodewort "Null" kennzeichnet den ausgerasteten Zustand (mit n binären Sensorkanälen lassen sich so max. $2^n - 1$ Positionen kodieren).
2. Der Bitcode gilt nach dem Einrasten als gültig nach einer Entprelldauer die so festgelegt ist, daß ein eventuelle Pendelbewegung in der Rast soweit abgeklungen ist, daß die Position sicher im stabilen Ansprechbereich der Sensoren bleibt.
3. Um auch beim Überfahren der Rast den Positionscode zu bestimmen (z.B. zwecks redundanter Verifizierung des Ablaufs) können die Sensor-Kanäle zyklisch mehrfach abgefragt und die zeitliche Folge für jeden einzelnen Sensor-Kanal OR-verknüpft werden, so daß nach einigen Zyklen feststeht, ob dessen Code-Bit signalisiert wurde oder nicht.

Radius-Problem und Gruppen mit unterschiedlichem Wirkungsbereich

1. Bei rotatorischem Wechselmagazin sind die Kode-Sensoren auf hinreichend großem Radius anzutragen, damit sich zwischen innerem und äußeren Sensor der Ansprechwinkel nicht zu stark unterscheidet. Wenn die Zahl der Positionen kleiner als die Zahl der möglichen Kodeworte ist, können der innerste Sensor (oder auch mehrere m innerste Sensoren) von der OR-Verknüpfung zum Rast-Signal ausgenommen werden, wobei nur auf die $2^m - 1$ Kodeworte verzichtet werden muß, bei denen keines der verbleibenden Bits gesetzt ist. Alternativ können bekannte und reproduzierbare Unterschiede im Ansprechwinkel durch

entsprechend jeweils positionsabhängig angepaßte Zeitspannen bis zur Auslösung der Vorbremssphase kompensiert werden.

2. Sofern der Ansprechbereich der Sensoren für die unterschiedlichen Positionen hinreichend konstant ist, kann die Zeitspanne bis zur Auslösung der Vorbremssphase ab dem Zeitpunkt gemessen werden, in dem das OR-verknüpften Sensor-Signal abfällt (= Verlassen der Rast). Damit wird der Einfluß von unterschiedlichem Beschleunigungsverhalten (z.B. abhängig von Motor-Temperatur) beim Ausrasten unterdrückt.
Falls hingegen der Ansprechbereich der Sensoren weniger konstant ist als das Beschleunigungsverhalten, ist es beim Ausrasten günstiger, ab dem Einschaltzeitpunkt zu messen.
Beim Überfahren einer Rast kann der Meßpunkt zwischen den Zeitpunkten des Eintritts und des Abfalls des Signals gemittelt werden.

Weitere Anwendungen

Das Prinzip ist nicht auf elektrisch angetriebene Wechselmagazine beschränkt, sondern auch anzuwenden z.B. auf pneumatische, hydraulische oder kombiniert elektropneumatische, -hydraulische oder andere lineare oder rotatorische Antriebstechniken.

Die Anwendung beschränkt sich nicht auf die Positionierung von optischen Elementen im Strahlengang sondern umfaßt beliebige Objekte in Wechselmagazinen die schnell und genau positioniert werden sollen wie z.B. mechanische oder elektrische Schaltvorrichtungen, Meßköpfe, Werkzeuge, Getriebe, Formelemente, Düsen oder ähnliches.

Erreichte Vorteile

- Größere Fahrgeschwindigkeit und Kürzere Einschwingdauer erlauben einen schnelleren Wechsel, insbesondere auch über mehrere Positionen hinweg.
- Geringere elektrische und mechanische Beanspruchung von Antrieb und Rastmechanismus verlängern die Lebensdauer.
- Geringere Belastung der Stromversorgung und bessere Unterdrückung von elektrischen Störimpulsen (EMV).

- Vermeidung von mechanische Erschütterungen und Geräuschentwicklung
- Der harmonisch sanfte Wechselvorgang besticht durch eleganten visuellen und akustischen Gesamteindruck, der hohe Präzision vermittelt.
- Kosteneinsparung

Patentansprüche

1.

Verfahren zur Ansteuerung eines Wechselmagazins für Mikroskope mit zwei oder mehreren festgelegte Umschaltpositionen, einem motorischen Antrieb und einer mechanischen Rastvorrichtung, die innerhalb eines gewissen Fangbereichs eine exakte Positionierung in der jeweiligen Rastposition bewirkt, wobei das Geschwindigkeitsprofil der Umschaltbewegung $v(x)$ so gesteuert wird, daß sich eine gestreckte Anfahr- und/oder Bremsrampe ergibt und die anzufahrende Rastposition mit einer niedrigen Restgeschwindigkeit erreicht wird.

2.

Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Antrieb durch einen Schrittmotor erfolgt und sich die Wegposition aus der zurückgelegten Schrittzahl ergibt.

3.

Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Wegposition anhand von Zählimpulsen bei bestimmten Weginkrementen ermittelt wird.

4.

Verfahren nach Anspruch 3, wobei ein Geber Zählimpulse liefert, wobei der Antrieb vorzugsweise durch einen bürstenlosen Motor erfolgt, dessen Ansteuer-Phasen als Zählimpulse ausgewertet werden.

5.

Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Antrieb durch einen Gleichstrom-Motor erfolgt und die vom Kommutator verursachten Stromstöße als Zählimpulse ausgewertet werden.

6.

Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Sensor vorhanden ist, der die Passage einzelner den Bewegungsablauf bestimmende Wegabschnitte bzw. Wegpositionen

(= Stützpunkte des Geschwindigkeitsprofils $v(x)$) signalisiert, die durch entsprechende Markierungen ausgezeichnet sind

7.

Verfahren nach Anspruch 6, wobei mehrere Sensorkanäle vorhanden sind, die jeweils bestimmte, in dem entsprechenden Kanal markierten Wegabschnitte signalisieren.

8.

Verfahren nach Anspruch 6, wobei vorzugsweise ein Geber einen kurzen Impuls bei der Passage der Position liefert

9.

Verfahren nach Anspruch 6, wobei ein oder mehrere Gebersignale in bestimmten Kombinationen jeweils einzelne Bereich zwischen zwei Positionen markieren.

10.

Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Wegposition mit einem Geber ermittelt wird, der ein positionsabhängiges analoges Signal liefert

11.

Verfahren nach Anspruch 10, wobei ein Potentiometer oder induktiver, kapazitiver oder optischer Geber vorgesehen ist.

12.

Verfahren nach Anspruch 10, wobei die jeweilige Wegposition unmittelbar das Geschwindigkeitsprofil beeinflußt, etwa nach Art einer Kurvenscheibe, die den Antriebsmotor steuert.

13.

Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Wegposition näherungsweise anhand der Fahrzeit bei ungefähr bekannter Geschwindigkeit ermittelt wird, so daß letztlich die Geschwindigkeit über die Zeit als Profil $v(x(t)) = v(t)$ gesteuert wird.

14.

Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Geber vorhanden ist, der das Erreichen einer Rastposition signalisiert.

15.

Verfahren nach Anspruch 14, wobei der Bremsvorgang aufgeteilt wird in eine Vorbremse vor Erreichen der Zielposition und eine Rastbremsung die durch das Gebersignal im Fangbereich der Rast ausgelöst wird.

16.

Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Vorbremse durch eine Zeitfunktion gesteuert wird, die mit einer geeignet festgelegten Verzögerungszeit ab dem Rastsignal beginnt, das der Zielposition vorausgeht.

17.

Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Vorbremse durch ein Gebersignal an einer bestimmten Position ausgelöst wird.

18.

Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Antrieb durch einen elektrischen Motor erfolgt, dessen Geschwindigkeitsprofil $v(x)$ mittels der Antriebsspannung $U(x)$ bzw. $U(t)$ gesteuert wird.

19.

Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Motorspannung mittels Pulsweiten-Modulation über das Tastverhältnis gesteuert wird.

20.

Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Motorspannung als wesentliche Einflußgröße gemessen und zur genaueren Berechnung der resultierenden Motor-Geschwindigkeit mit entsprechender Korrektur des zeitlichen Ablaufs herangezogen wird oder zur Korrektur der resultierenden Motor-Geschwindigkeit nachgeregelt wird.

21.

Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die einer Pulsweiten-Modulation oder einer linear steuerbaren Spannungsherabsetzung zugrundeliegende Betriebsspannung gemessen wird.

22.

Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die tatsächlich am Motor anliegende (mittlere) Antriebsspannung gemessen wird.

23.

Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zu bestimmten Zeitpunkten der Motorstrom kurz abgeschaltet wird, um anhand der Generatorenspannung im Leerlauf die tatsächliche Fahrgeschwindigkeit zu messen.

24.

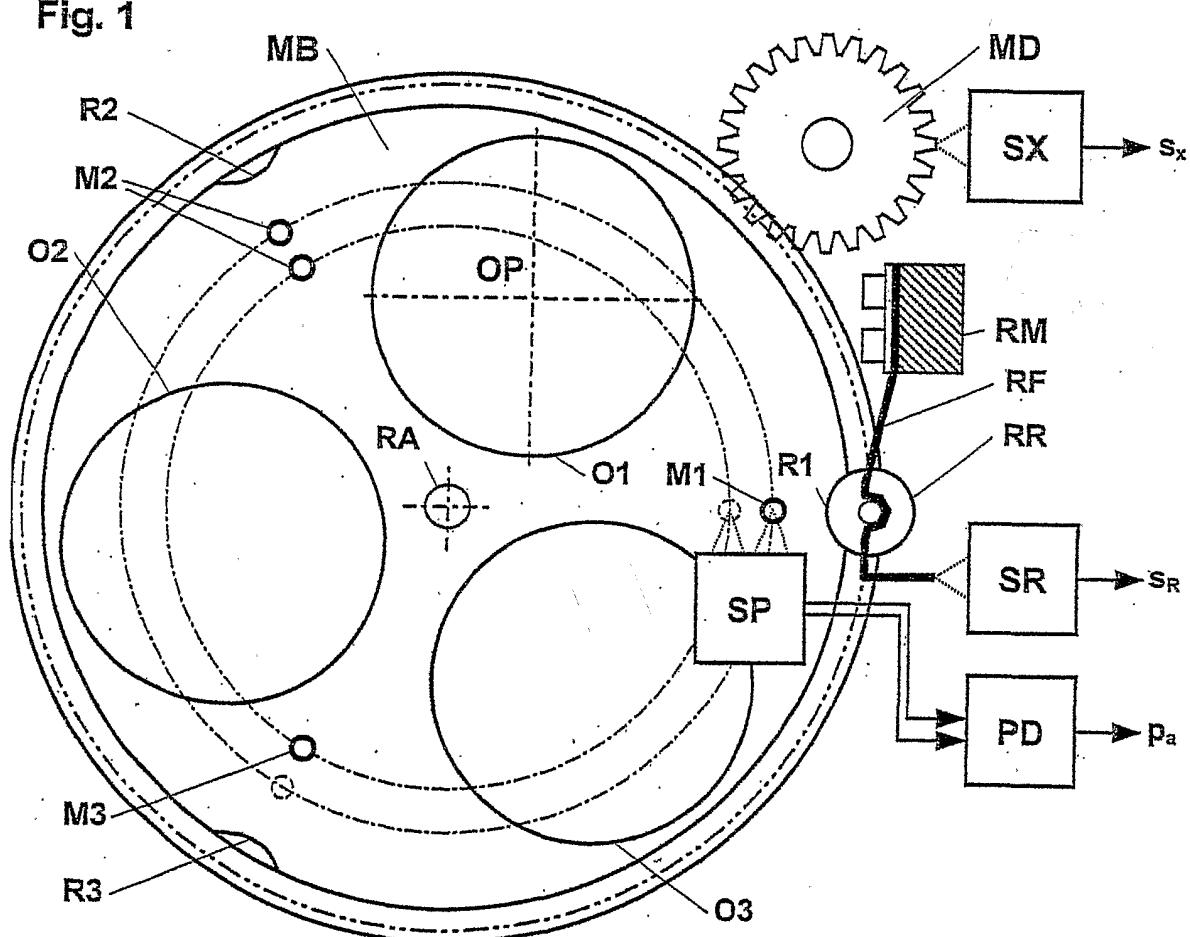
Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die tatsächliche Wegstrecke bzw. Zeitdauer zwischen den Signalen der ausgezeichneten Wegpositionen bzw. Rastpositionen gemessen und als Bezugsgröße zur Kalibrierung der Weg- bzw. Zeitskala für nachfolgende Bewegungen herangezogen wird.

25.

Wechselmagazin mit zwei oder mehreren festgelegte Umschaltpositionen mit einem motorischen Antrieb und einer mechanischen Rastvorrichtung, die innerhalb eines gewissen Fangbereichs eine exakte Positionierung in der jeweiligen Rastposition

bewirkt, dadurch gekennzeichnet, daß Sensoren vorhanden sind, die gleichzeitig zur eindeutigen Erkennung der kodiert markierten Positionen sowie - durch die Existenz der Markierung an einer bestimmten Position - zur Steuerung des Bewegungsablaufsdiensten,

1/2

Fig. 1

2/2

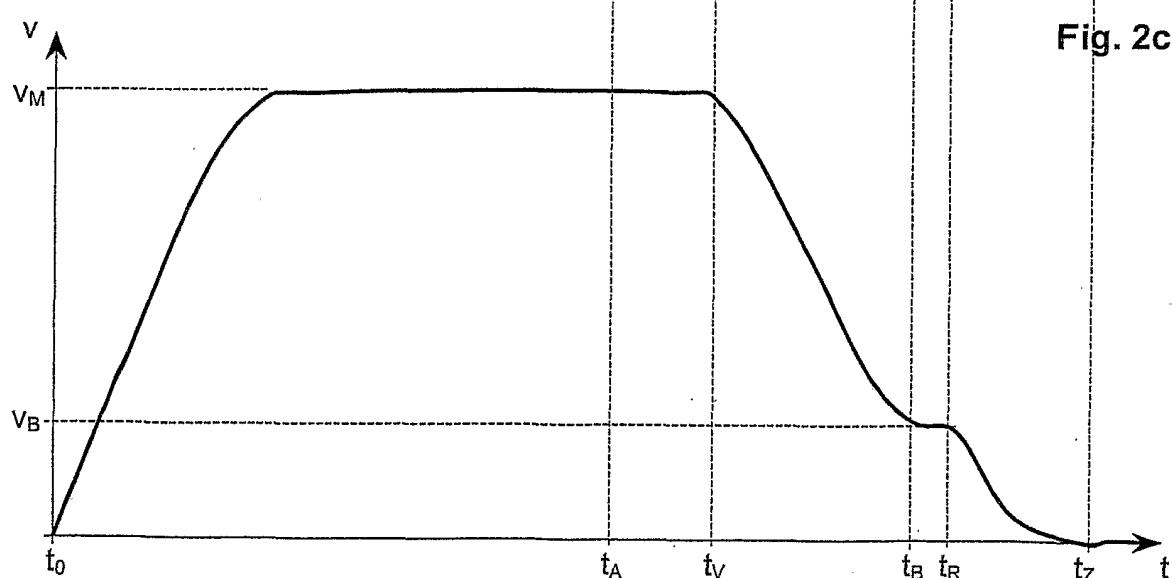
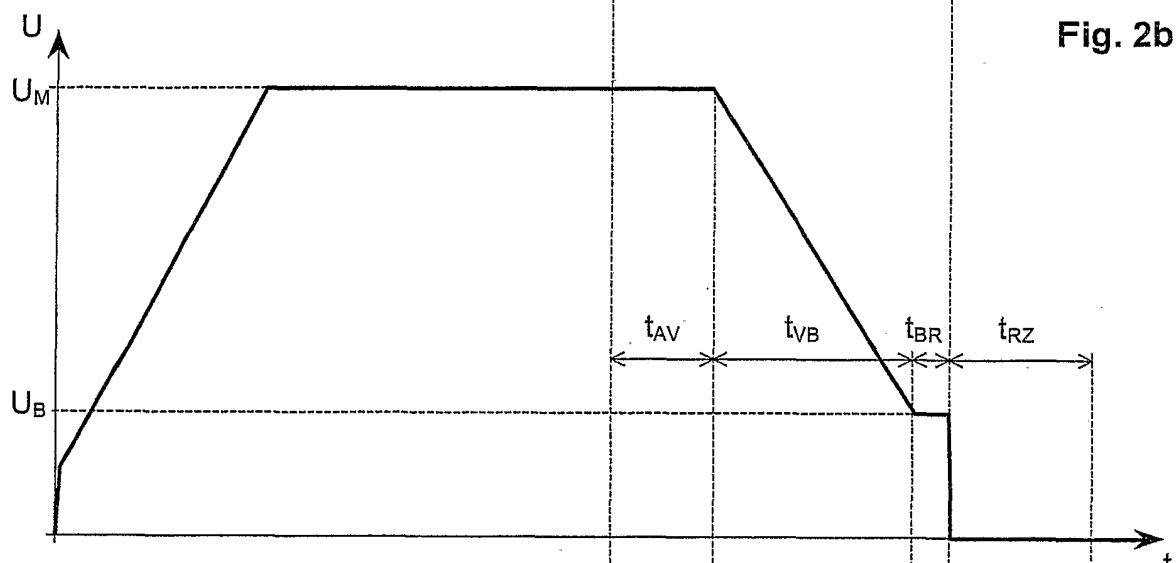
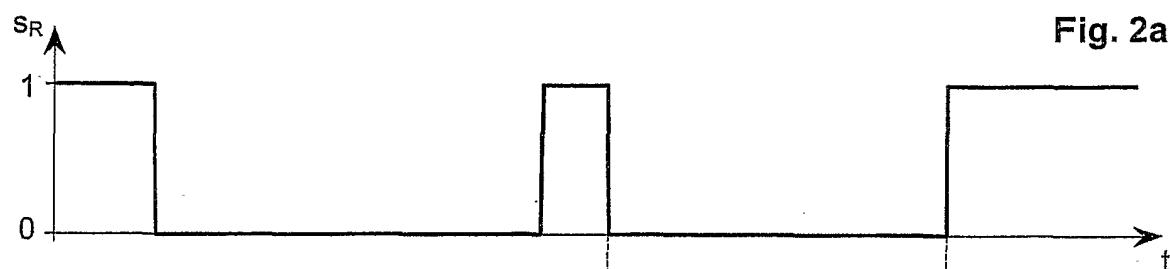


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No
PCT/EP 01/11370

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G02B7/16 G02B21/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	US 6 154 312 A (YASUTERU TAKAHAMA) 28 November 2000 (2000-11-28) column 10, line 10 -column 13, line 9; figures 5,6,9-11 & JP 11 095088 A 9 April 1999 (1999-04-09) ---	1-3,6-9, 13-15, 17,18
X	DE 37 11 843 A (LEITZ ERNST GMBH) 22 September 1988 (1988-09-22) column 4, line 10 -column 5, line 67; figures 2,3 ---	1,3, 6-11, 14-18,25
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 February 2002

Date of mailing of the international search report

04/03/2002

Name and mailing address of the ISA
 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

von Moers, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int	al Application No
PCT/EP 01/11370	

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 08, 29 September 1995 (1995-09-29) -& JP 07 128573 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD), 19 May 1995 (1995-05-19) abstract -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inte	Application No
PCT/EP 01/11370	

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 6154312	A	28-11-2000	JP	11095087 A		09-04-1999
			JP	11095088 A		09-04-1999
DE 3711843	A	22-09-1988	DE	3711843 A1		22-09-1988
			AT	79964 T		15-09-1992
			DE	3874057 D1		01-10-1992
			WO	8807217 A1		22-09-1988
			EP	0307421 A1		22-03-1989
			JP	2539903 B2		02-10-1996
			JP	2501863 T		21-06-1990
			US	4961636 A		09-10-1990
JP 07128573	A	19-05-1995	NONE			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. Aktenzeichen
PCT/EP 01/11370

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G02B7/16 G02B21/24

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	US 6 154 312 A (YASUTERU TAKAHAMA) 28. November 2000 (2000-11-28)	1-3, 6-9, 13-15, 17, 18
X	Spalte 10, Zeile 10 -Spalte 13, Zeile 9; Abbildungen 5, 6, 9-11 & JP 11 095088 A 9. April 1999 (1999-04-09) ---	
X	DE 37 11 843 A (LEITZ ERNST GMBH) 22. September 1988 (1988-09-22) Spalte 4, Zeile 10 -Spalte 5, Zeile 67; Abbildungen 2, 3 --- -/-	1, 3, 6-11, 14-18, 25

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- ^a Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
25. Februar 2002	04/03/2002
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter von Moers, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte	Ies Aktenzeichen
PCT/EP 01/11370	

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 08, 29. September 1995 (1995-09-29) -& JP 07 128573 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD), 19. Mai 1995 (1995-05-19) Zusammenfassung -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur seinen Patentfamilie gehören

Int	Int'lles Aktenzeichen		
PCT/EP 01/11370			

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6154312	A 28-11-2000	JP	11095087 A	09-04-1999
		JP	11095088 A	09-04-1999
DE 3711843	A 22-09-1988	DE	3711843 A1	22-09-1988
		AT	79964 T	15-09-1992
		DE	3874057 D1	01-10-1992
		WO	8807217 A1	22-09-1988
		EP	0307421 A1	22-03-1989
		JP	2539903 B2	02-10-1996
		JP	2501863 T	21-06-1990
		US	4961636 A	09-10-1990
JP 07128573	A 19-05-1995	KEINE		