(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
10. Mai 2002 (10.05.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/37060 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: G01D 5/347

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/11857

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Oktober 2001 (13.10.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 54 062.7 31. Oktober 2000 (31.10.2000) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH** [DE/DE]; Postfach 12 60, 83292 Traunreut (DE).

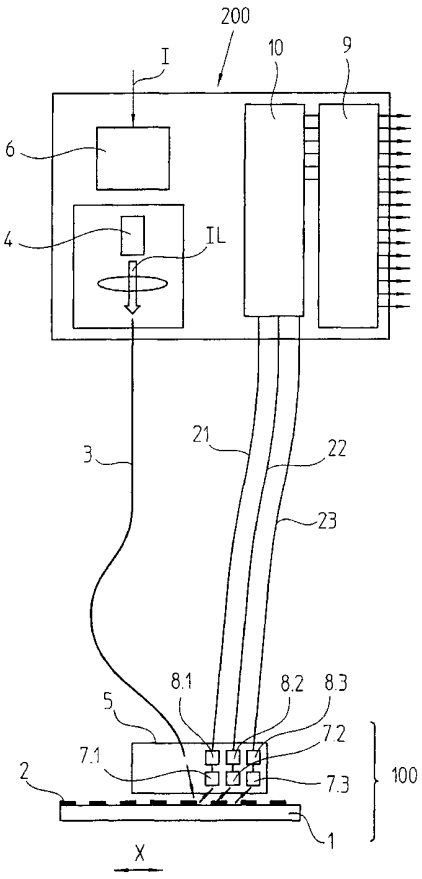
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **DRESCHER, Jörg** [DE/DE]; Tinningerstrasse 22, 83083 Riedering (DE). **HAUSSCHMID, Mathias** [DE/DE]; Oberweissenkirchen 11, 83349 Palling (DE). **HUBER-LENK, Herbert** [DE/DE]; Kreuzbergstrasse 34a, 83365 Nussdorf/Sondermoning (DE). **REITER, Herbert** [DE/DE]; Obergarching 104, 84518 Garching/Alz (DE). **STREITWIESER, Johann** [DE/DE]; Sonnenstrasse 8, 83355 Grabenstätt (DE). **HOLZAPFEL, Wolfgang** [DE/DE]; Grottenweg 2, 83119 Obing (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR MEASURING POSITION AND POSITION MEASURING DEVICE FOR CARRYING OUT SAID METHOD

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR POSITIONSMESSUNG UND POSITIONSMESSEINRICHTUNG ZUR AUSFÜHRUNG DES VERFAHRENS



(57) Abstract: The invention relates to a position measuring device (100), comprising a scale (1) which is illuminated by means of a light-conducting fibre (3). A short-duration pulse of light (IL) is fed into said light conducting fibre (3). The light pulse (IL) is generated and fed in at a location (200) at which a request signal (I) for requesting a position measurement value is generated, i.e. outside of the scanning device (5) of the position measuring device (100).

(57) Zusammenfassung: Bei einer Positionsmesseinrichtung (100) wird ein Maßstab (1) über eine Lichtleitfaser (3) beleuchtet. In die Lichtleitfaser (3) wird ein kurzer Lichtimpuls (IL) eingespeist. Die Erzeugung und Einspeisung des Lichtimpulses (IL) erfolgt an einem Ort (200), an dem ein Anforderungssignal (I) zum Abruf eines Positionsmesswertes erzeugt wird, also außerhalb der Abtasteinrichtung (5) der Positionsmesseinrichtung (100).

WO 02/37060 A1

(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*

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.

Verfahren zur Positionsmessung und Positionsmesseinrichtung zur Ausführung des Verfahrens.

==========

Inkrementale oder absolute Positionsmesseinrichtungen werden zur definierten Positionserfassung von bewegten Objekten in Maschinen, wie beispielsweise Werkzeugmaschinen oder Wafersteppern verwendet. Dabei muss die Positionsmesseinrichtung die Objekt-Position zu ganz bestimmten Zeitpunkten messen und der Regelelektronik, die den Bewegungsablauf steuert, mitteilen. Die Zeitpunkte definiert meist die Regelelektronik mit Hilfe von Triggerimpulsen. Diese Triggerimpulse werden der Positionsmesseinrichtung oder deren Auswerteelektronik zugeführt, die dann einen internen Zählerstand einspeichert und die AD-Wandler zur Signal-Interpolation triggert, indem Momentanwerte der gegeneinander phasenverschobenen Abtastsignale gleicher Periode abgespeichert bzw. übernommen und diese analog-digital gewandelt werden. Die interne Signalverarbeitung in der Auswerteelektronik gibt letztlich einen Positionsmesswert aus, der nicht exakt zum Triggerzeitpunkt vorgelegen hat, sondern zu einem um die Einspeicherzeit verschobenen Zeitpunkt. Typische Einspeicherzeiten liegen bei wenigen µs.

Die immer höher werdenden Verfahrgeschwindigkeiten und die gleichzeitig gestiegenen Genauigkeitsanforderungen insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten erfordern eine immer kleinere Einspeicherzeit und vor allem eine extrem kleine Schwankung der Einspeicherzeit (Einspeicherjitter). Letzteres soll anhand des Beispiels eines Wafersteppers verdeutlicht werden, das dem Artikel von P. Kwan, U. Mickan, M. Hercher: Nanometergenaue Positionsmessung in allen Freiheitsgraden, F&M 108 (2000) 9, Seiten 60-64 entnommen ist: Bei einer Verfahrgeschwindigkeit von 2 m/s und einem Einspeicherjitter von nur 1 ns beträgt die dadurch hervorgerufene Positionsunsicherheit bereits 2 nm, was für derartige Anwendungen einen erheblichen Genauigkeitsverlust darstellt. Andererseits stellt ein Einspeicherjitter von kleiner 1 ns extrem hohe Anforderungen an die Auswerteelektronik und

an die Positionsmesseinrichtung. Folgende Effekte sind bei Positionsmesseinrichtungen zu beachten:

- Alle analogen Verstärker, die zur Signalaufbereitung vor den AD-Wandlern nötig sind, besitzen begrenzte Bandbreiten und verzögern daher in erheblichem Maße die Abtastsignale. Kleine Driften der verwendeten Bauteile aufgrund von Temperatureinflüssen oder Alterungen beeinflussen die Signallaufzeiten und tragen damit zum Einspeicherjitter stark bei. Zudem sind die Signallaufzeiten von der Eingangsfrequenz und damit von der Verfahrgeschwindigkeit abhängig, was zusätzliche Beiträge zum Einspeicherjitter liefern kann.
- Auch die AD-Wandler liefern Beiträge zum Einspeicherjitter, da sie die angelegten Spannungen nicht exakt zu den Schaltflanken der Triggerimpulse messen.
- In der Regel sind die Abtastsignale um 90° gegeneinander phasenverschoben. Das Sinus- als auch das Kosinussignal müssen die gleiche Einspeicherzeit aufweisen, sonst erhält man eine von der genauen Position abgängige effektive Einspeicherzeit der Positionsmesseinrichtung, die zwischen der Einspeicherzeit des Sinus- und der des Kosinussignals schwankt. Bezüglich der Positionsbestimmung innerhalb einer Signalperiode ist jeweils das Abtastsignal maßgebend, welches in der Nähe seines Nulldurchgangs liegt, da es in diesem Bereich die größte Änderung der Position bzw. Phasenlage aufweist.

In der DE 44 10 955 A1 ist eine Positionsmesseinrichtung beschrieben, bei der die Lichtquelle dann mit hohem Strom versorgt wird, wenn ein externes Triggersignal als Anforderungssignal anliegt. Die angegebene Synchronisierung der Lichtquelle mit externen Triggerimpulsen ist nur für geringe Anforderungen an den Einspeicherjitter geeignet, denn die Zuführung der Triggerimpulse (Anforderungssignale) zu der in der Positionsmesseinrichtung befindlichen Lichtquelle findet hier über eine Drahtverbindung von einer externen Folgeelektronik (Steuerelektronik) aus statt. Diese gewährleistet bei üblichen Kabellängen von 0,5 bis 20m keine ausreichende Laufzeitstabilität im 10ns-Bereich und darunter und kann deshalb nicht für anspruchsvolle

Applikationen eingesetzt werden. Zu beachten ist hierbei, dass jitterarme Triggerimpulse meist nur unmittelbar an den sie erzeugenden Elektronikbausteinen der Steuerelektroniken verfügbar sind.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren zur Positionsmessung und eine Positionsmesseinrichtung zur Ausführung des Verfahrens anzugeben, welches bzw. welche eine präzise Positionsmessung gewährleistet.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 bzw. mit der Positionsmesseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 6 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Durch die Maßnahmen gemäß der Erfindung sind extrem kleine Einspeicherjitter erreichbar.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigt

Figur 1	eine erste Positionsmesseinrichtung gemäß der Erfindung und
Figur 2	eine zweite Positionsmesseinrichtung gemäß der Erfindung.

Die Positionsmesseinrichtung 100 gemäß Figur 1 besteht aus einem relativ zu einer Abtasteinrichtung 5 in Messrichtung X bewegbaren Maßstab 1 mit einer lichtelektrisch abtastbaren Teilung 2. Die Teilung 2 kann im Durchlicht oder im Auflicht abtastbar ausgebildet sein. Der Maßstab 1 kann weiterhin zur inkrementalen oder absoluten Längen- oder zur Winkelmessung ausge-

bildet sein. Das zur Beleuchtung des Maßstabes 1 erforderliche Licht wird über eine Lichtleitfaser 3 zur Positionsmesseinrichtung 100 geführt. Die Lichtquelle 4 der erfindungsgemäßen optischen Positionsmesseinrichtung 100 wird nicht direkt in der Abtasteinrichtung 5 eingebaut sondern sie befindet sich an dem Ort, wo ein jitterarmer Triggerimpuls I –auch Anforderungssignal genannt- verfügbar ist, also vorzugsweise in die Nähe oder integriert in eine den Triggerimpuls I erzeugende Steuerelektronik 200. Der Triggerimpuls I wird nun über eine digitale und damit schnelle Treiberstufe 6 auf die Lichtquelle 4 übertragen, die daher zeitsynchron einen Lichtimpuls IL mit einer Pulsdauer von 25 psec bis 5 nsec aussendet. Dieser Lichtimpuls IL wird in der Steuerelektronik 200 in die Lichtleitfaser 3 eingekoppelt und zur Abtasteinrichtung 5 übertragen. Die Laufzeit des Lichtimpulses IL in der Lichtleitfaser 3 ist dabei sehr konstant, insbesondere wenn singlemode-Fasern verwendet werden. Aber auch bei multimode-Gradientenindex-Fasern erhält man sehr gute Ergebnisse. Die Lichtimpulse IL werden in der Abtasteinrichtung 5 durch eine geeignete Abtastoptik auf den Maßstab 1 und schließlich auf Photodioden 7.1, 7.2. 7.3 gelenkt. Dabei ist es unerheblich, welche Abtastoptik verwendet wird. Es stehen insbesondere abbildende und interferentielle Abtastverfahren zur Verfügung. Durch die kurzen Lichtimpulse IL werden nun Photoladungen in den Photodioden 7.1, 7.2, 7.3 erzeugt, die auf nachfolgende Ladungsverstärker 8.1, 8.2, 8.3 übertragen werden. Die Ladungsverstärker 8.1, 8.2, 8.3 können entweder in der nachfolgenden Auswerteelektronik 9 oder direkt in der Abtasteinrichtung 5 integriert sein. Vorteilhaft ist es, wenn sie in der Abtasteinrichtung 5 integriert sind, so dass ladungsverstärkte Abtastsignale über Leitungen 21, 22, 23 geführt werden. Sie liefern an ihren Ausgängen Signalspannungen, die durch analog-digital-Wandler 10 (ADC's) in digitale Signale umgewandelt werden. Die nachfolgende, digitale Verarbeitung findet wie bei bisherigen Positionsmesseinrichtungen statt, indem aus den mehreren um 120° oder um 90° gegeneinander phasenverschobenen Abtastsignalen gleicher Periode Interpolationswerte innerhalb einer Periode ermittelt werden. Diese Verarbeitungsverfahren sind bekannt und werden hier nicht weiter ausgeführt. Unmittelbar nach der Messung werden die Ladekondensatoren der Ladungsverstärker 8.1, 8.2. 8.3 zurückgesetzt (entladen), so dass die nächste Mes-

sung durchgeführt werden kann, indem ein weiterer Lichtimpuls IL zum Maßstab 1 ausgesendet wird. Der kurze Lichtimpuls IL definiert in äußerst genauer Weise den Zeitpunkt der Positionsbestimmung. Die nachfolgenden Elektronikkomponenten – wie Photodioden 7.1, 7.2, 7.3, Verstärker, ADC's 10, Verbindungskabel etc. - beeinflussen das Ergebnis nicht und können daher relativ langsam und damit kostengünstig aufgebaut sein.

Als Lichtquellen 4 kommen je nach Abtastverfahren Laserdioden, VCSELs, LEDs, Festkörperlaser, Superlumineszenzdioden in Betracht. Dabei stellt sich insbesondere bei Halbleiterlasern ein weiterer Vorteil der Erfindung heraus: Durch das Pulsen des Lasers wird dieser longitudinal multimodig und kann damit keine störenden Modensprünge mehr aufweisen. Solche Modensprünge verursachen bei interferentiellen Positionsmesseinrichtungen 100 schon bei leicht unterschiedlichen optischen Weglängen der interferierenden Lichtbündel plötzliche und sehr störende Sprünge in der angezeigten Position.

Für inkrementale Abtastverfahren müssen noch die Zahl der überfahrenen Signalperioden erfasst werden. Im Gegensatz zu Positionsmesseinrichtungen, bei denen der Maßstab 1 kontinuierlich beleuchtet wird ist hier die Realisierung von Zählern nicht mehr direkt möglich, da zwischen zwei Triggerimpulsen I keine Abtastsignale verfügbar sind. Es wird deshalb vorgeschlagen, die Positionsmesseinrichtung 100 angepasst an die Signalperiode und die maximale Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung sehr häufig zu triggern, beispielsweise mit 1 MHz. Durch diese hohe Triggerrate können aus den interpolierten Feinpositionen Geschwindigkeiten berechnet werden, die sich von einem Triggerzeitpunkt zum nächsten kaum ändern können. Bei langsamer Geschwindigkeit erhält man in einer Signalperiode so viele Messwerte, dass eindeutig ein Sprung zur nächsten Signalperiode festgestellt werden kann und damit ein Software-Periodenzähler hochgezählt werden kann. Steigert man die Geschwindigkeit so können aufeinanderfolgende Messwerte auch weiter bis zu einigen Signalperioden voneinander getrennt sein und trotzdem ist ein sicheres Zählen der Signalperioden mit Hilfe des Software-Periodenzählers möglich. Hierzu wird aus vorangehenden Feinpo-

sitionen die Geschwindigkeit annähernd berechnet und daraus die auftretenden Signalperioden zwischen zwei Triggerzeitpunkten ermittelt. Vorteilhaft ist eine hohe Triggerrate. Ist die Triggerrate der Steuerelektronik 200 zu gering, so muss die Auswerteelektronik 9 weitere Triggerimpulse I dazwischenschieben.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 unterschiedet sich vom ersten durch die Verwendung von multimode-Lichtleitfasern 11, 12, 13 für die Lichtrückführung der am Maßstab 1 modulierten Abtastlichtbündel zur Auswerteelektronik 9. In diesem Fall sind die Photodioden 7.1, 7.2, 7.3 zum Empfang des von den Lichtleitfasern 11, 12, 13 zurückgesendeten Lichtes in der Auswerteelektronik 9 enthalten. Auf diese Weise wird die Abtasteinrichtung 5 passiv, d.h. sie ist nicht mehr mit elektrischen Kabeln verbunden und kann damit auch in kritischen Umgebungen (Hochspannung, Entladungen, explosive Gase) ohne Störungen eingesetzt werden. Außerdem kann man damit auch relativ hochfrequente Signale einfach übertragen.

Der Lichtimpuls IL der Lichtquelle 4 kann zur gleichzeitigen Beleuchtung von mehreren Maßstäben, beispielsweise an mehreren Achsen einer Maschine, dienen. Dabei sollten die Lichtleitfasern, in denen der gemeinsame Lichtimpuls IL den einzelnen Maßstäben zugeführt wird zumindest annähernd gleiche Längen aufweisen.

Der Triggerimpuls I ist ein elektrischer oder optischer Impuls, mit dem vorteilhafterweise Sensoren und ggf. Aktoren einer Maschine gemeinsam synchronisiert sind. Als Sensoren sind Positionsmesseinrichtungen 100 mehrerer Achsen, Abstandssensoren, Beschleunigungs- und Geschwindigkeitssensoren zu nennen, also Sensoren, die zum Regeln herangezogen werden. Der Triggerimpuls I ist mit dem Reglertakt der Reglereinheit der Maschine, beispielsweise einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine synchronisiert.

Ist der Triggerimpuls I bereits ein optischer Impuls, dann sind die in den Figuren 1 und 2 mit den Bezugszeichen 4 und 6 bezeichneten Elemente über-

flüssig, an deren Stelle kann eine optische Verarbeitungseinheit in Form eines optischen Faserverstärkers, optischen Schalters oder optischen Mischers vorgesehen sein.

Die hochgenaue Positionsmessung gemäß der Erfindung kann mit einer zweiten Positionsmessung kombiniert werden. Beispielsweise wird über die Lichtleitfaser 3 Gleichlicht einer vom Lichtimpuls IL abweichenden Wellenlänge übertragen und mit diesem Gleichlicht die Teilung 2 und/oder eine andere Teilung bzw. Codierung beleuchtet und abgetastet. Mit der Abtastung durch das Gleichlicht wird dann eine grobe Position bestimmt und mit dem Lichtimpuls IL diese Position verfeinert. Dabei kann die grobe Position durch einen Hardware-Zähler ermittelt werden und die Positionsbestimmung mittels des Lichtimpulses IL erfolgt durch einen Sofware-Zähler, der die Momentanposition aufgrund von Interpolationswerten der gegeneinander phasenverschobenen Abtastsignale liefert.

Patentansprüche

==========

1. Verfahren zur Positionsbestimmung mit folgenden Verfahrensschritten:
   - Erzeugen eines Lichtimpulses (IL) aufgrund eines Anforderungssignals (I);
   - Übertragen des Lichtimpulses (IL) über eine Lichtleitfaser (3) zu einem Maßstab (1) und Beleuchten des Maßstabes (1) mit dem Lichtimpuls (IL);
   - positionsabhängige Beeinflussung des Lichtimpulses (IL) durch den Maßstab (1);
   - Erfassen des vom Maßstab (1) beeinflussten Lichtimpulses (IL) von zumindest einem Photodetektor (7.1, 7.2, 7.3).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtimpuls (IL) aufgrund eines elektrischen Anforderungssignals (I) erzeugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass aufgrund des Lichtimpulses (IL) im Photodetektor (7.1, 7.2, 7.3) Photoladungen erzeugt werden, die auf nachfolgende Ladungsverstärker (8.1, 8.2, 8.3) übertragen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Ladungsverstärker (8.1, 8.2, 8.3) zwischen dem Auftreten von zwei Lichtimpulsen (IL) zurückgesetzt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Photodetektoren (7.1, 7.2, 7.3) vorgesehen sind, von denen jeder ein Teilstrahlenbündel des vom Maßstab (1) beeinflussten Lichtimpulses (IL) empfängt.

6. Positionsmesseinrichtung mit

- einem Maßstab (1) und einer Abtasteinrichtung (5) zur Abtastung des Maßstabes (5);
- einer Lichtquelle (4), die aufgrund eines Anforderungssignals (I) einen Lichtimpuls (IL) abgibt;
- einer Lichtleitfaser (3) zur Übertragung des Lichtimpulses (IL) von der Lichtquelle (4) zur Abtasteinrichtung (5) und zur Beleuchtung des Maßstabes (1);
- zumindest einem Photodetektor (7.1, 7.2, 7.3) zum Erfassen des vom Maßstab (1) positionsabhängig beeinflussten Lichtimpulses (IL).

7. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass dem zumindest einen Photodetektor (7.1, 7.2, 7.3) ein Ladungsverstärker (8.1, 8.2, 8.3) nachgeordnet ist.

8. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Photodetektor (7.1, 7.2, 7.3) mit dem Ladungsverstärker (8.1, 8.2, 8.3) in der Abtasteinrichtung (5) angeordnet ist.

9. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 6 oder Anspruch 7 dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Photodetektor (7.1, 7.2, 7.3) in einer Auswerteeinrichtung (200) angeordnet ist, und dass der vom Maßstab (1) positionsabhängig beeinflusste Lichtimpuls (IL) über eine Lichtleitfaser (11, 12, 13) zu dem Photodetektor (7.1, 7.2, 7.3) geleitet wird.

10. Positionsmesseinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtleitfaser (3) eine singlemode-Faser ist.

11. Positionsmesseinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtleitfaser (3) eine multimode- Gradientenindex-Faser ist.

12. Positionsmesseinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (4) ein Halbleiterlaser ist.

13. Positionsmesseinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Photodetektoren (7.1, 7.2, 7.3) vorgesehen sind, von denen jeder ein Teilstrahlenbündel des vom Maßstab (1) beeinflussten Lichtimpulses (IL) empfängt.

FIG. 1

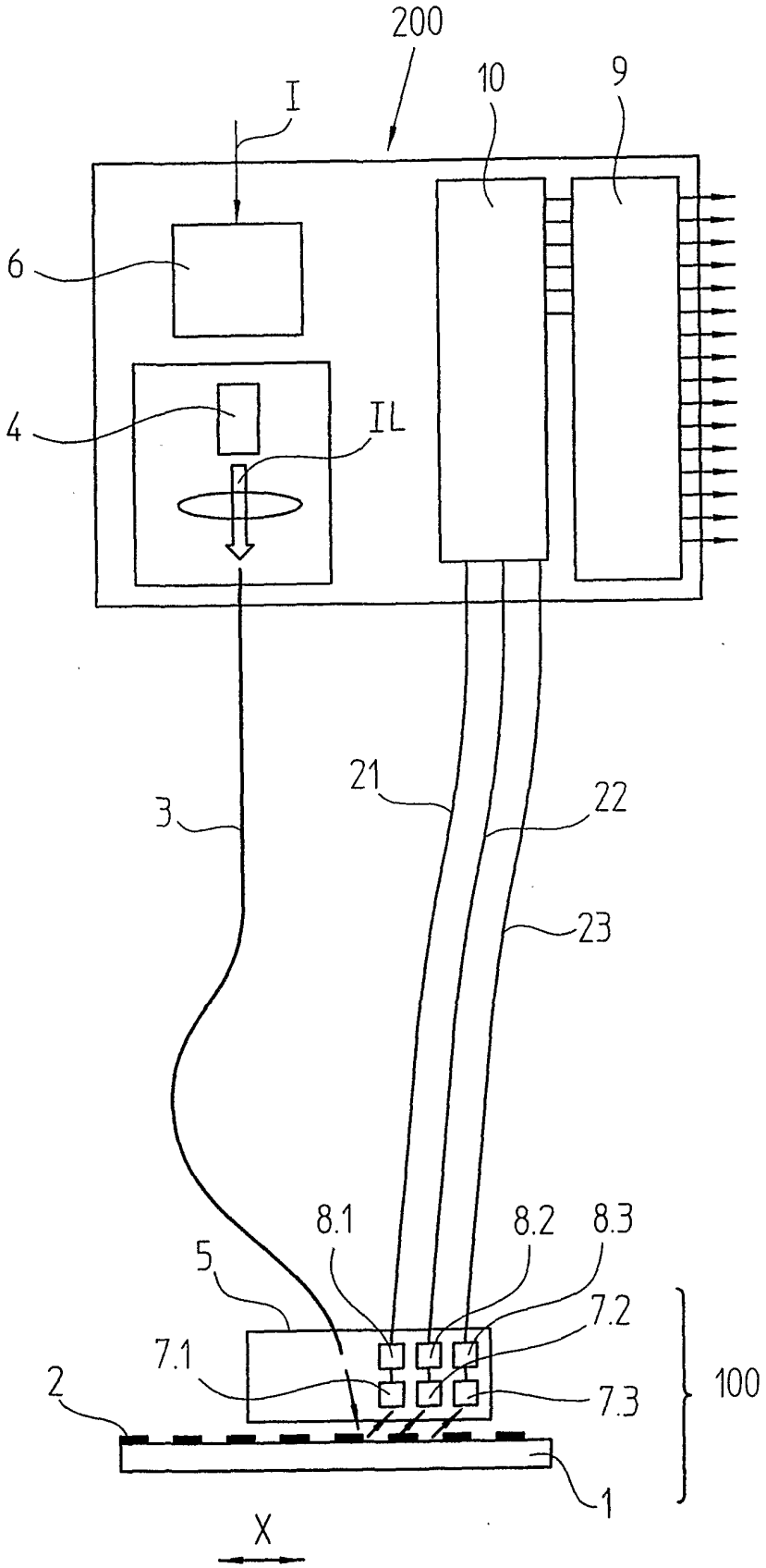
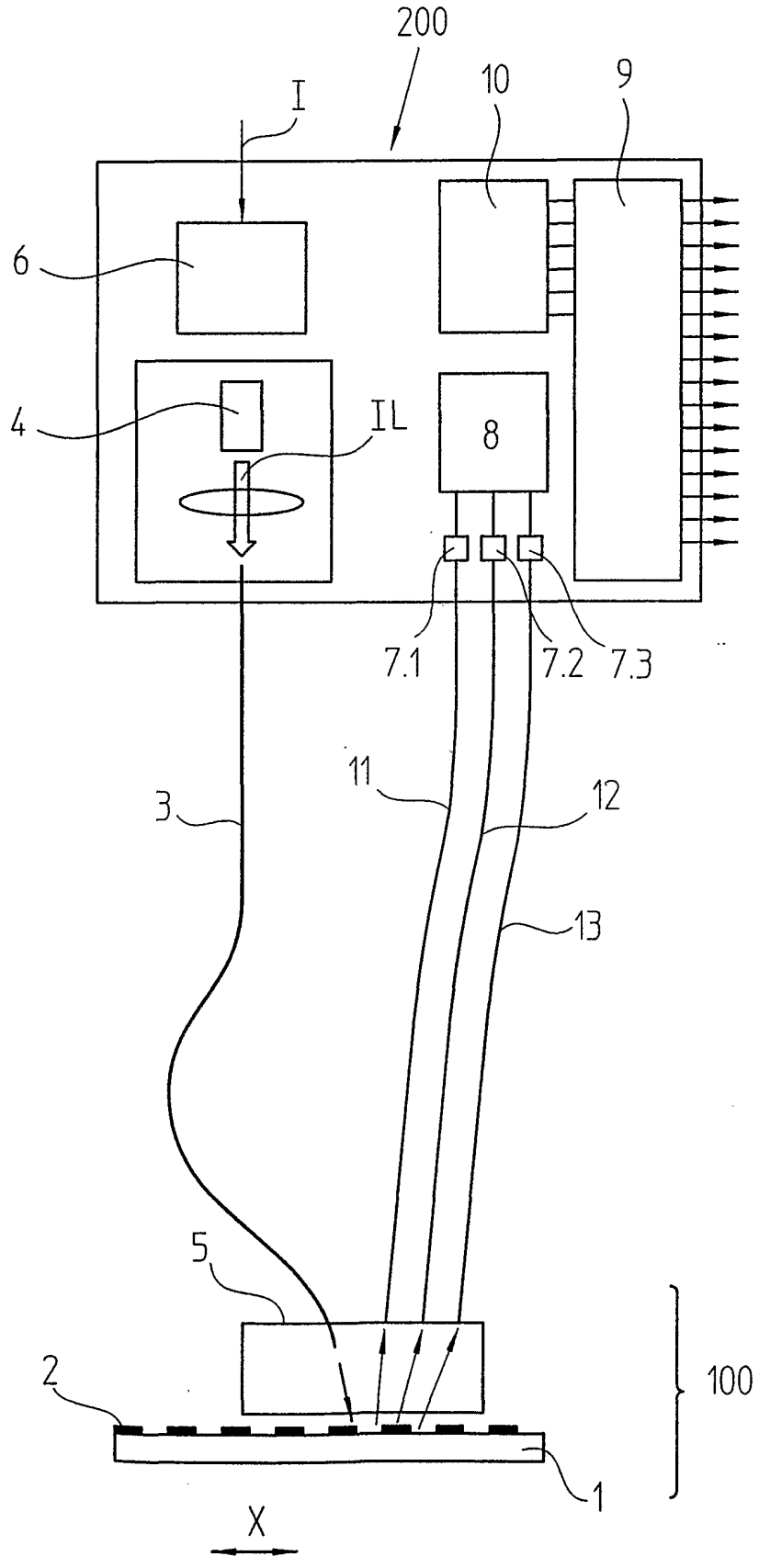


FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Ir tional Application No
PCT/EP 01/11857

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01D5/347

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 G01D

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)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 073 711 A (BRININSTOOL MICHAEL R ET AL) 17 December 1991 (1991-12-17) the whole document	1,2,6,9, 12
Y		3,5,7,8, 10,11,13
X	US 4 906 837 A (LINDBERG JOHN M ET AL) 6 March 1990 (1990-03-06) the whole document	1,2,6,9
Y	EP 0 399 057 A (HEWLETT PACKARD GMBH) 28 November 1990 (1990-11-28) the whole document	3,7,8
Y	EP 0 209 514 A (RSF ELEKTRONIK GMBH) 21 January 1987 (1987-01-21) the whole document	5,13
	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
19 February 2002	26/02/2002

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
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	Chapple, I

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Ir tional Application No
PCT/EP 01/11857

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 907 848 A (PAVLATH GEORGE A) 13 March 1990 (1990-03-13) column 3, line 56 -column 4, line 3; figure 1	10
Y	US 4 931 771 A (W. K. KAHN) 5 June 1990 (1990-06-05) column 2, line 1 - line 10	11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 01/11857

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5073711 A	17-12-1991	NONE	
US 4906837 A	06-03-1990	NONE	
EP 0399057 A	28-11-1990	EP 0399057 A1	28-11-1990
		DE 68903831 D1	21-01-1993
		DE 68903831 T2	15-04-1993
		ES 2035985 T3	01-05-1993
		JP 3010126 A	17-01-1991
		JP 3143747 B2	07-03-2001
		US 5116123 A	26-05-1992
EP 0209514 A	21-01-1987	AT 397308 B	25-03-1994
		AT 203685 A	15-07-1993
		DE 3677654 D1	04-04-1991
		EP 0209514 A2	21-01-1987
		US 4867568 A	19-09-1989
US 4907848 A	13-03-1990	NONE	
US 4931771 A	05-06-1990	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Ir tionales Aktenzeichen
PCT/EP 01/11857

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01D5/347

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01D

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)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 073 711 A (BRININSTOOL MICHAEL R ET AL) 17. Dezember 1991 (1991-12-17) das ganze Dokument	1,2,6,9, 12
Y		3,5,7,8, 10,11,13
X	US 4 906 837 A (LINDBERG JOHN M ET AL) 6. März 1990 (1990-03-06) das ganze Dokument	1,2,6,9
Y	EP 0 399 057 A (HEWLETT PACKARD GMBH) 28. November 1990 (1990-11-28) das ganze Dokument	3,7,8
Y	EP 0 209 514 A (RSF ELEKTRONIK GMBH) 21. Januar 1987 (1987-01-21) das ganze Dokument	5,13

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° 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
19. Februar 2002	26/02/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
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	Chapple, I

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 907 848 A (PAVLATH GEORGE A) 13. März 1990 (1990-03-13) Spalte 3, Zeile 56 -Spalte 4, Zeile 3; Abbildung 1 ---	10
Y	US 4 931 771 A (W. K. KAHN) 5. Juni 1990 (1990-06-05) Spalte 2, Zeile 1 - Zeile 10 -----	11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 01/11857

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5073711	A	17-12-1991	KEINE		
US 4906837	A	06-03-1990	KEINE		
EP 0399057	A	28-11-1990	EP	0399057 A1	28-11-1990
			DE	68903831 D1	21-01-1993
			DE	68903831 T2	15-04-1993
			ES	2035985 T3	01-05-1993
			JP	3010126 A	17-01-1991
			JP	3143747 B2	07-03-2001
			US	5116123 A	26-05-1992
EP 0209514	A	21-01-1987	AT	397308 B	25-03-1994
			AT	203685 A	15-07-1993
			DE	3677654 D1	04-04-1991
			EP	0209514 A2	21-01-1987
			US	4867568 A	19-09-1989
US 4907848	A	13-03-1990	KEINE		
US 4931771	A	05-06-1990	KEINE		