



(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 246/89

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> : G01B 21/00

(22) Anmeldetag: 7. 2.1989

(42) Beginn der Patentdauer: 15.11.1989

(45) Ausgabetag: 11. 6.1990

(73) Patentinhaber:

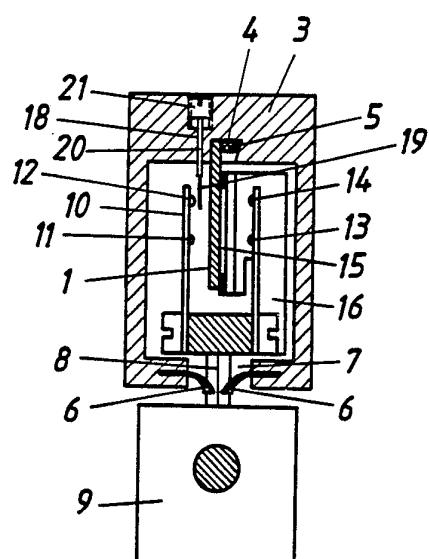
RSF-ELEKTRONIK GESELLSCHAFT M.B.H.  
A-5121 TARS DORF, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

RIEDER HEINZ  
ST. PANTALEON, OBERÖSTERREICH (AT).  
SCHWAIGER MAX  
OSTERMIETHING, OBERÖSTERREICH (AT).

## (54) INKREMENTALES MESSSYSTEM

(57) Bei einem inkrementalen Längenmeßsystem sind ein Maßstab (1) mit einer Meßteilung (2), eine optoelektronische Abtasteinheit (10 - 16) zur Erzeugung von Meßsignalen aus der Abtastung der Meßteilung und in wenigstens einer weiteren abtastbaren Spur am Maßstab (1) zwei oder mehrere Referenzmarken (17) zur Erzeugung von Referenzsignalen an einem oder mehreren auswählbaren Bezugspunkten vorgesehen. Der Maßstab (1) und die Abtasteinheit (10 - 16) sind in einem Gehäuse (3) gekapselt, aus dem ein Betätigungsfühler (8) für die Abtasteinheit durch einen von die Durchführung dieses Führers zulassenden Dichtungselementen (6) abgedeckten Schlitz (7) herausgeführt ist. Wenigstens für einen Teil der Referenzmarken (17) sind über verschließbare oder abdichtbare Gehäuseöffnungen (18) einsetzbare, abnehmbare und bzw. oder verschiebbare Abdeckungen (19) vorgesehen, mit deren Hilfe die Auswahl der Bezugspunkte erfolgt.



B

AT 390 674

Die Erfindung betrifft ein inkrementales Meßsystem, insbesondere ein Längenmeßsystem, mit einem Maßstab, auf dem eine über eine optoelektronische Abtasteinheit zur Erzeugung von Meßsignalen abtastbare Meßteilung und in wenigstens einer weiteren, abtastbaren Spur zwei oder mehrere Referenzmarken zur Erzeugung von Referenzsignalen an einem oder mehreren auswählbaren Bezugspunkten vorgesehen sind, wobei der Maßstab und die Abtasteinheit in einem Gehäuse gekapselt sind, aus dem ein Betätigungsfühler für die Abtasteinheit durch einen von die Durchführung des Fühlers zulassenden Dichtungselementen abgedeckten Schlitz herausgeführt ist.

Meßsysteme dieser Art werden vorwiegend für hochgenaue Längenmessungen, in einer abgewandelten Form als Drehmelder auch für hochgenaue Winkelmessungen verwendet. Bei der Abtastung der Meßteilung, die meist aus Inkrementen mit je einem Hell- und einem Dunkelfeld in Teilungen bis zu 0,004 mm besteht, werden in ihrer Grundform sinusförmige, analoge Meßsignale erhalten, von denen je ein vollständiger Signalzug von einem vollständigen Maßstabinkrement bei der Abtastung erzeugt wird. Meist werden wenigstens zwei beispielsweise um 90° phasenverschobene Meßsignale erzeugt. Die Meßsignale werden in Zählsignale umgeformt und bzw. oder Rechnern zur Interpolationsberechnung zugeführt, wobei schon Meß- oder Anzeigegenauigkeiten von 0,0001 mm erreicht werden. Die Verstell- und damit Zählrichtung wird aus den phasenverschobenen Signalzügen ermittelt.

Die digitalen Zählsignale können auch als Steuersignale für Maschinen- und Robotersteuerungen verwendet werden. Zur Herstellung einer eindeutigen Beziehung zwischen den analogen Meßsignalen und der jeweils abgetasteten Maßstabstelle ist es notwendig, die Auswertungseinrichtung bzw. Zähleinrichtung an vorwählbaren Maßstabstellen auf bestimmte Werte, beispielsweise Null, zu setzen. Diese Setzvorgänge sind jedenfalls vor der Inbetriebnahme einer Meßanlage und meist zumindest bei Arbeitsbeginn notwendig. Dafür werden von den Referenzmarken durch Abtastung abgeleitete Referenzsignale verwendet. Die Referenzmarken werden gemeinsam mit der Meßteilung meist auf photolithographischem Wege angebracht, wobei darauf zu achten ist, daß die erzeugbaren Referenzsignale phasen- bzw. flankenrichtig zu den erzeugten analogen Meßsignalen bzw. den abgeleiteten digitalen Zählsignalen abgegeben werden. Es ergibt sich häufig die Notwendigkeit, bei sonst gleichen Maßstäben an verschiedenen Maßstabstellen Referenzsignale zu erzeugen. Es wäre nun unwirtschaftlich, diese Referenzmarken spezifisch für jeden Maßstab anzubringen, weshalb ein häufig gewählter Weg darin besteht, eine Vielzahl von Referenzmarken in gleicher oder ungleichmäßiger Teilung gleich bei der Maßstabherstellung anzubringen und aus diesen Referenzmarken die benötigte bzw. die benötigten auszuwählen. Eine Entfernung oder Überklebung von Referenzmarken ist praktisch nur im Herstellerbetrieb möglich bzw. sinnvoll und kann jedenfalls nicht ohne weiteres am Aufstellungsort des gekapselten Meßsystems vorgenommen werden. Es wäre hier notwendig, den Maßstab auszubauen und die entsprechenden Überklebungen bzw. Abkratzungen von Referenzmarken vorzunehmen, wobei es sehr leicht zu Beschädigungen, Verschmutzungen und Dejustierungen der Abtasteinheit kommen kann. Es ist hier zu berücksichtigen, daß für hochgenaue Messungen vielfach sogar Korrekturtabellen für das Meßsystem, die im Herstellerbetrieb durch Vergleich der Meßergebnisse des Meßsystems mit einem übergeordneten Meßsystem, z. B. einem Laser-Interferometer, erhalten wurden, verwendet und meist in Korrekturspeichern der Auswertungseinheit eingesetzt werden. Ferner ist es auch manchmal üblich, das Meßsystem in einer Schutzgasatmosphäre oder unter Überdruck zu betreiben. Aus diesen Schwierigkeiten heraus wurden andere Wege zur Auswahl von Referenzmarken für die Erzeugung von Referenzsignalen beschritten. Eine Möglichkeit besteht darin, einzelne Referenzmarken durch zusätzliche Einrichtungen bzw. zusätzliche Kennzeichnungsmarken zu kennzeichnen, so daß beim Überfahren festgestellt werden kann, welche Referenzmarke eben angefahren wurde und ein Referenzsignal nur an ausgewählten Referenzmarken weitergeleitet wird. An Auswahlsystemen sind mechanische Ein-Ausschalter zur Aktivierung der Auswertungsschaltung nur an vorgewählten Referenzmarken und an vorwählbaren Maßstabstellen anbringbare Magnete (deren Anbringung aber wieder einen Eingriff in das gekapselte Meßsystem erfordert) zur Betätigung von Reedrelais bekannt. Es ist auch bekannt, die Referenzmarken in mehreren Referenzspuren vorzusehen, jeder Spur eine Abtasteinheit zuzuordnen und eine Referenzmarke durch Auswahl der Abtasteinheit der zugeordneten Spur für die Abgabe von Referenzsignalen auszuwählen. Auch hier erfordert die Änderung der Auswahl bestimmter Referenzmarken und auch die Einstellung der Auswahl einen beträchtlichen, nur vom Fachmann durchführbaren Arbeits- und Zeitaufwand sowie in jedem Fall einen hohen Anlagenaufwand. Bei der oben schon erwähnten Löschung von Referenzmarken ist es auch möglich, die Referenzmarken in gleicher Teilung vorzusehen und doppelte Abtasteinrichtungen zu verwenden, die in Gegenschaltung verbunden sind, so daß sich ihre Signale aufheben, sofern nicht gleichzeitig eine vorhandene und der Bereich einer gelöschten Referenzmarke abgetastet werden. Die Löschung der Referenzmarken erfordert hier wieder einen Eingriff in das Meßsystem. Abgesehen davon können gelöschte Referenzmarken praktisch nicht mehr ersetzt werden, so daß keine Änderungen in der ursprünglich getroffenen Auswahl der zu aktivierenden Referenzmarken möglich sind.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Meßsystems der eingangs genannten Art, bei dem eine nachträgliche Auswahl von Referenzmarken mit einfachsten Mitteln und ohne gefährlichen Eingriff in das gekapselte Meßsystem auch am Aufstellungsort eines Meßsystems ermöglicht wird.

Die gestellte Aufgabe wird prinzipiell dadurch gelöst, daß wenigstens für einen Teil der Referenzmarken über verschließ- oder abdichtbare Gehäuseöffnungen bzw. den Schlitz selbst einsetzbare, abnehmbare und bzw. oder verschiebbare Abdeckungen vorgesehen sind.

Die erfundungsgemäße Lösung erscheint im nachhinein äußerst einfach, bringt aber gegenüber allen bekannten Lösungen gerade durch ihre Einfachheit entscheidende Vorteile. Ein bevorzugter Weg bei der Verwirklichung der

Erfahrung besteht darin, zunächst alle Referenzmarken abzudecken und am Betriebsort nur die benötigte bzw. die benötigten Referenzmarken freizugeben. Ablöse- bzw. Freigabeeinrichtungen für Abdeckungen lassen sich bei einfachen Konstruktionen leichter bauen als Einrichtungen, die sowohl ein Aufsetzen als auch ein Abnehmen von Abdeckungen ermöglichen.

- 5 Eine einfache Ausführungsform besteht darin, daß die Abdeckungen aus schlitzseitig auf den Maßstab aufgesetzten, den Maßstab mit Federschenkeln umgreifenden Klemmplättchen bestehen, die über ein durch den Schlitz einführbares Haltewerkzeug aufsetzbar, abnehmbar bzw. verschiebbar sind. Eine Variante dieser Lösung besteht darin, am meist schwertartig ausgebildeten Betätigungsführer selbst ein- und ausfahrbare, von außen betätigte Ablöseeinrichtungen für schon aufgesetzte Abdeckungen anzubringen. Dabei ist es auch möglich, die 10 Klammern in Führungsnuten des Maßstabes zu verklemmen und mit Hilfe der Werkzeuge im Bedarfsfall in die bzw. aus der Abdeckstellung für eine Referenzmarke zu verschieben.

Nach einer anderen Ausführung weist das Gehäuse in Zuordnung zu den Referenzmarken angebrachte, dicht verschließbare Öffnungen zum Einführen, Abnehmen bzw. Verschieben der Abdeckungen auf.

- 15 Eine problemlose Handhabung wird bei einer weiteren Variante möglich, nach der die Abdeckung in Form eines Bandes oder einer Platte über die Referenzspur bzw. -spuren durchgehend vorgesehen, über äußere Handhaben in Spurlängsrichtung verstellbar und mit wenigstens einem auf eine Referenzmarke einstellbaren Fenster versehen ist. Die Bandenden können abgedichtet zu den äußeren Handhaben herausgeführt und nach Einstellung des Fensters auf eine Referenzmarke befestigt oder entfernt werden.

- 20 Um ohne zu große Verstellwege für das Band bzw. die Platte auszukommen, wenn Referenzmarken an verschiedenen Längsbereichen des Maßstabes auswählbar sein sollen, kann die Abdeckung in von den Abständen der Referenzmarken abweichenden Abständen angebrachte Fenster aufweisen, von denen jeweils eines auf eine Referenzmarke einstellbar ist. Dabei können die Referenzmarken und die Fenster in gleichmäßiger Teilung vorgesehen sein, wobei die Teilung der Fenster aber noniusartig von der Teilung der Referenzmarken abweicht. In 25 ganz ähnlicher Weise könnten bei einem Drehgeber mit auf einer Kreisspur angeordneten Referenzmarken auf einem dann kreisringförmigen Abdeckkörper, z. B. einer Ringplatte, Fenster angebracht werden.

- 30 Vorstehend wurden nur einige vorteilhafte Ausbildungen der erfundungsgemäßen Grundkonstruktion angegeben, die nicht erschöpfend sind. Es ist auch möglich, alle Referenzmarken mit Abdeckungen zu versehen, die federnd im Sinne einer Freigabe der zugeordneten Referenzmarke vorgespannt sind und von außen her durch Schrauben oder Stifte in der Abdeckstellung gehalten werden, so daß durch eine geringe Verstellung der Schrauben bzw. Stifte eine Freigabe erzielt wird.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des Erfindungsgegenstandes entnimmt man der nachfolgenden Zeichnungsbeschreibung.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise veranschaulicht. Es zeigen:

- 35 Fig. 1 in schematischer Darstellungsweise ein nach optoelektronischen Abtastprinzipien arbeitendes inkrementales Meßsystem im Querschnitt durch den Maßstab und das Schutzgehäuse,

Fig. 2 als Detail zu Fig. 1 einen Teillängsschnitt durch das Schutzgehäuse im Anbringungsbereich einer Abdeckung,

Fig. 3 eine Ausführungsvariante mit in Ansicht dargestelltem Maßstab,

Fig. 4 einen Teillängsschnitt durch ein Meßsystem, wobei die Abtasteinheit weggelassen wurde und

- 40 Fig. 5 zur näheren Erläuterung der Fig. 4 übereinander Referenzmarken und Fenster einer Abdeckeinrichtung.

Nach den Fig. 1 und 2 ist ein z. B. aus einem Glaskörper bestehender Maßstabkörper (1) mit einer in Fig. 2 als Stricheinteilung (2) dargestellten, inkrementalen Meßteilen versehen. Der Maßstabkörper (1) ist in einen rohrförmigen, im oberen Bereich zu einem Träger verstärkten Schutzgehäuse (3) untergebracht und wird an einem Rand in einer Nut (4) mittels eines elastischen Befestigungsteiles (5) festgehalten. Durch einen mit Dichtlippen (6) versehenen Schlitz (7) des Schutzgehäuses (3) ragt ein Schwert (8), das einen Betätigungsführer darstellt und an einem gegenüber dem Maßstab (1) und dem Gehäuse (3) in Längsrichtung verstellbaren Körper (9), beispielsweise dem Schlitten einer Werkzeugmaschine, gehalten ist.

Am Schwert (8) ist ein Träger (10) angebracht, der Beleuchtungseinrichtungen (11), (12) und zugeordnete optoelektronische Empfänger (13), (14) trägt, wobei die Beleuchtungseinrichtungen (11) mehrere, beispielsweise vier, photoelektrische Empfänger (13) durch gegeneinander um Teilungsbruchteile versetzte Abtastgitter in einen mit Hilfe des Schwertes (8) in Maßstablängsrichtung verstellbaren Schieber (15) einer aus diesem Schieber, dem Träger (10) und einer Halterung (16) für den Schieber gebildeten Abtasteinheit beleuchten. Die photoelektrischen Empfänger (13) erzeugen analoge Meßsignale, wobei meist zwei um 90° phasenverschobene Meßsignale einer Auswertungsstufe zugeführt werden.

55 Die Beleuchtungseinrichtung (12) dient zur Beleuchtung von am Maßstab (1) in einer eigenen Spur angebrachten Referenzmarken (17) für die am Schieber (15) ebenfalls ein (14) zugeordnetes Abtastgitter vorgesehen ist.

Um nur bestimmte Referenzmarken (17) auszuwählen, sind Abdeckungen für einzelne Referenzmarken vorgesehen. Nach den Fig. 1 und 2 sind zu diesem Zweck im Gehäuse (3) in Zuordnung zu den Referenzmarken Öffnungen (18) vorgesehen, die in ihrem unteren Teil aus Schlitten und in ihrem oberen Teil aus Gewindebohrungen bestehen und durch die hindurch Abdeckplättchen (19) über je eine der Referenzmarken (17) (beim Ausführungsbeispiel an der Seite der Beleuchtung (12)) anbringbar bzw. aus der Abdeckstellung

herausnehmbar sind. Bei Abnahme eines solchen an einem elastischen Draht (20) sitzenden und von einer Schraube (21) festgehaltenen Plättchens wird die Öffnung (18) durch eine kurze Schraube mit Dichtungseinlage verschlossen.

Bei der Ausführung nach Fig. 3 sind Referenzmarken (17) in der Nähe des unteren Randes des Maßstabkörpers (1) vorgesehen. Für die eine Referenzmarke ist eine Abdeckung (22) in Form einer den unteren Maßstabrand federnd umgreifenden Klammer vorgesehen, die mit Hilfe eines zwischen den Dichtlippen (6) durch den Schlitz (7) eingeführten, flachen Haltewerkzeuges eingesetzt bzw. abgenommen werden kann.

Bei der Ausführung nach den Fig. 4 und 5 sind die Referenzmarken wieder im unteren Bereich des Maßstabes (1) in einer durchgehenden Spur und in gleichmäßiger Teilung angebracht. Ein Abdeckband (23) liegt über der gesamten Referenzspur, wobei Handhaben bildende Enden (24) dieses Bandes in seitliche Kopfstücke (25) herausgeführt sind. Die Kopfstücke (25) können nach einer Möglichkeit auch als Befestigungsteile des Meßsystems ausgeführt sein. Bevorzugt wird jedoch eine Konstruktion, bei der die Kopfstücke (25) eigene Kammern einschließen, in denen von außen betätigbare Aufwickeleinrichtungen, z. B. Wickelwalzen für das Abdeckband (23) angebracht sind. Das Abdeckband selbst kann durch Dichtlippen herausgeführt werden. Die Referenzmarken sind hier, wie erwähnt, in gleichmäßiger Teilung vorgesehen. Das Band (23) besitzt ebenfalls in gleichmäßiger Teilung Fenster (26), wobei aber die Teilung der Fenster von der Teilung der Referenzmarken (17) (siehe Fig. 5) abweicht. Es ergibt sich ein Noniuseffekt, so daß jeweils nur eines der Fenster (26) bei Verschiebung des Bandes eine Referenzmarke (17) vollkommen freigibt, alle anderen Referenzmarken aber ganz oder zum Teil abgedeckt werden.

20

## PATENTANSPRÜCHE

25

1. Inkrementales Meßsystem, insbesondere Längenmeßsystem, mit einem Maßstab, auf dem eine über eine optoelektronische Abtasteinheit zur Erzeugung von Meßsignalen abtastbare Meßteilung und in wenigstens einer weiteren, abtastbaren Spur zwei oder mehrere Referenzmarken zur Erzeugung von Referenzsignalen an einem oder mehreren auswählbaren Bezugspunkten vorgesehen sind, wobei der Maßstab und die Abtasteinheit in einem Gehäuse gekapselt sind, aus dem ein Betätigungsfühler für die Abtasteinheit durch einen von den Durchführung des Fühlers zulassenden Dichtungselementen abgedeckten Schlitz herausgeführt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens für einen Teil der Referenzmarken (17) über verschließ- oder abdichtbare Gehäuseöffnungen (18) bzw. den Schlitz (7) selbst einsetzbare, abnehmbare und bzw. oder verschiebbare Abdeckungen (19, 22, 23) vorgesehen sind.
2. Meßsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abdeckungen aus schlitzseitig auf den Maßstab (1) aufgesetzten, den Maßstab mit Federschenkeln umgreifenden Klemmplättchen (22) bestehen, die über ein durch den Schlitz (7) einfühbares Haltewerkzeug aufsetzbar, abnehmbar oder verschiebbar sind.
3. Meßsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gehäuse (3) in Zuordnung zu den Referenzmarken (17) angebrachte, dicht verschließbare Öffnungen (18) zum Einführen, Abnehmen bzw. Verschieben der Abdeckungen (19) aufweist.
4. Meßsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abdeckung in Form eines Bandes (23) oder einer Platte über die Referenzspur bzw. -spuren durchgehend vorgesehen, über äußere Handhaben (24) in Spurlängsrichtung verstellbar und mit wenigstens einem auf eine Referenzmarke (17) einstellbaren Fenster (26) versehen ist.
5. Meßsystem nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abdeckung (23) in von den Abständen der Referenzmarken (17) abweichenden Abständen angebrachte Fenster (26) aufweist, von denen jeweils eines auf eine Referenzmarke einstellbar ist.
6. Meßsystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Referenzmarken (17) und die Fenster (26) in gleichmäßiger Teilung vorgesehen sind, die Teilung der Fenster aber noniusartig von der Teilung der Referenzmarken abweicht.

55  
60

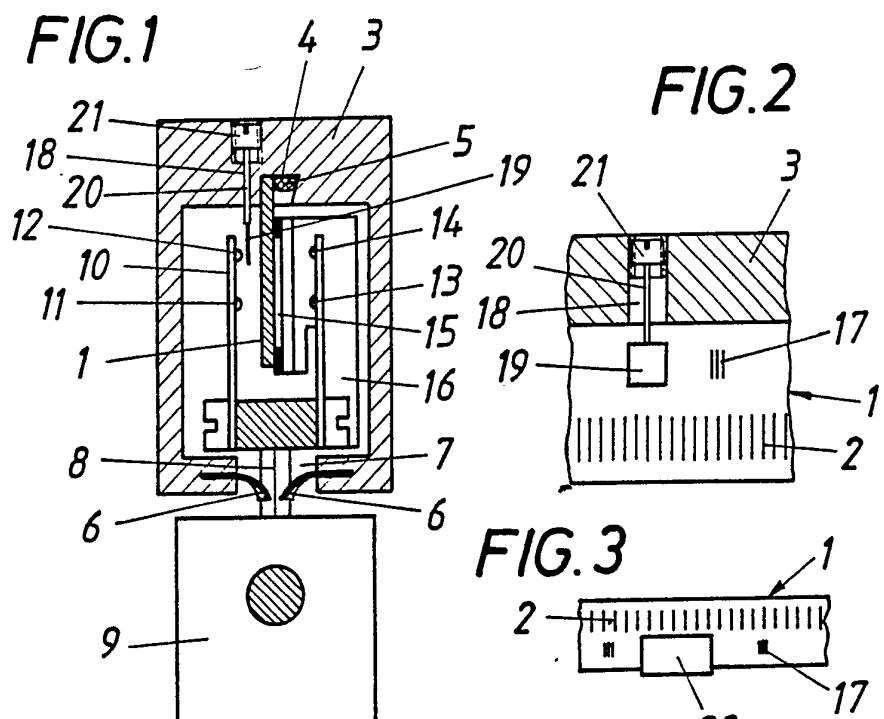
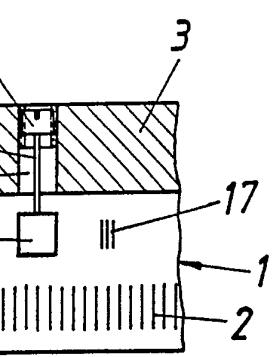
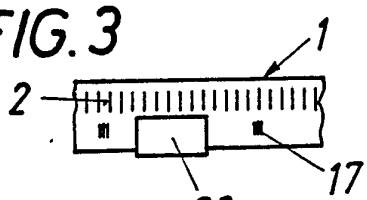
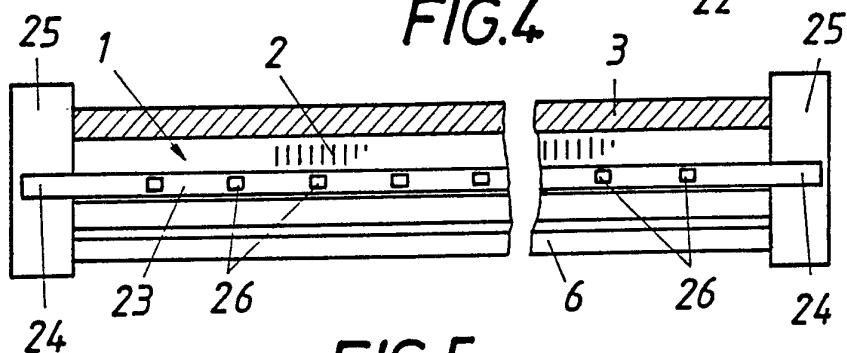
Hiezu 1 Blatt Zeichnung

Ausgegeben

11. 6.1990

Int. Cl.<sup>5</sup>: G01B 21/00

Blatt 1

*FIG.1**FIG.2**FIG.3**FIG.4**FIG.5*