



Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) G 01 B 21/02

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD G 01 B / 332 404 4

(22) 06.09.83

(44) 07.03.91

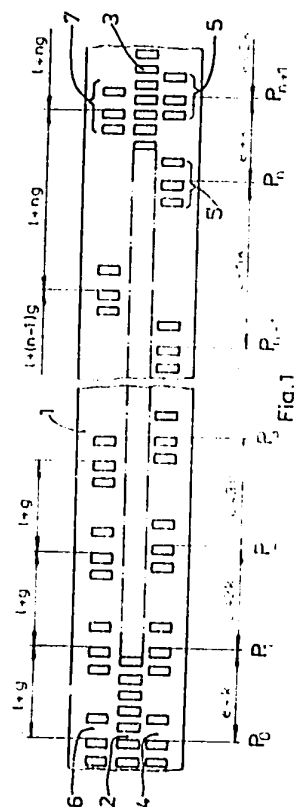
(71) siehe (73)

(72) Krieg, Werner; Möbius, Johannes, Dipl.-Ing.; Hentschel, Ulrike, Dipl.-Ing., DE

(73) VEB Carl Zeiss JENA, Carl-Zeiss-Straße 1, O - 6900 Jena, DE

(54) Inkrementales Längenmeßsystem

(55) Längenmeßsystem, inkremental; Skalenträger; Inkrementspur; Referenzspur, erste, zweite; Referenzmarke; Abtasteinrichtung; Länge, groß
(57) Ein inkrementales Längenmeßsystem zur Messung großer Längen für Werkzeugmaschinen und Meßgeräte umfaßt einen Skalenträger 1 mit einer Inkrementspur 2 und einer ersten und einer zweiten Referenzspur 4 und 6 mit Referenzmarken 5; 5'; 7. Dabei ist der Absolutwert der Referenzmarken 5; 5' der Referenzspur 4 von einer Nullposition aus festgelegt. Die Abstände der Referenzmarken 5; 5' der Referenzspur 4 sind in einer jeden Gruppe jeweils $e + k$; $e + 2k$; ...; $e + nk$. Die Abstände der Referenzmarken 7 der zweiten Referenzspur 6 haben innerhalb einer Gruppe der Referenzspur 4 gleiche Abstände $l + g$. Diese Abstände ändern sich von Gruppe zu Gruppe der Referenzmarken 5; 5', nämlich $1 + g$; $1 + 2g$; ...; $1 + ng$. l und e sind Basisabstände, g und k sind Änderungseinheiten und $n = 0; 1; 2; \dots$ Fig. 1



Patentansprüche:

1. *Inkrementales Längenmeßsystem, umfassend einen Skalenträger mit einer Inkrementspur und einer dazu parallel angeordneten ersten Referenzspur mit Referenzmarken, deren jede von der nächstfolgenden einen besonderen, den Absolutwert ihres Abstandes von einer Nullposition kennzeichnenden, in Teilungs- oder Ziffernschritten der Inkrementspur gezählten Abstand hat, und eine die Inkrementspur und die Referenzspuren abtastende Abtasteinrichtung, welche mit einer Auswerteeinrichtung verbunden ist, wobei die Skalenträger und die Abtasteinrichtung relativ zueinander verschiebbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Skalenträger (1) parallel zur Inkrementspur (2) und zur ersten Referenzspur (4) eine zweite, vorzugsweise (7) vorgesehen ist, und die Referenzmarken (5; 5') der ersten Referenzspur (4) fortlaufend Abstände $e + k$; $e + 2k$; ...; $e + nk$; $e + k$; ...; $e + nk$; $e + k$; ... besitzen und die Referenzmarken (7) der zweiten Referenzspur (6) innerhalb einer Gruppe $e + k$; ...; $e + nk$ von Referenzmarken (5; 5') der ersten Referenzspur (4) vorzugsweise gleiche Abstände 1 besitzen, wobei diese Abstände 1 von Gruppe zu Gruppe der Referenzmarken (5; 5') der ersten Referenzspur (4) um jeweils eine Änderungseinheit g verändert sind, nämlich $l + g$; $l + 2g$; ...; $l + ng$; $l + (n + 1)g$; ...; $l + 2g$; ...; $l + n^2g$, wobei e und l Basisabstände der Referenzmarken (5; 5'; 7) der Referenzspuren (4 und 6), g und k Änderungseinheiten und $n = 0; 1; 2; 3; \dots$ sind.*
2. *Längenmeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Basisabstände e und l bzw. die Änderungseinheiten g und k jeweils gleich groß, nämlich $e = l$ und $g = k$, sind.*
3. *Längenmeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beiderseitig alternierend und parallel zur Inkrementspur (21) jeweils Referenzspuren (22; 23) auf dem Skalenträger angeordnet sind.*

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein inkrementales Längenmeßsystem zum Bestimmen der Relativlage eines ersten Gegenstandes gegenüber einem zweiten Gegenstand, welches bei Meßgeräten und Werkzeugmaschinen Anwendung findet.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bei einem inkrementalen Meßsystem nach der CH-PS 472021 ist auf einem Skalenträger parallel zu einer Inkrementskala eine zweite Spur mit abstandsgleichen Referenzmarken vorgesehen, wobei die Intervalle zwischen den Referenzmarken objektiv unterscheidbar sind. Diese zweite Spur besteht aus breiten Marken, deren einer Rand als Hilfsmarke dient, und aus Inkrementmarken, deren Anzahl jeweils als Absolutwertangabe für die zugeordnete Hilfsmarke dient. Die Abtastvorrichtung für die zweite Spur ist dabei so ausgebildet, daß einzelne Inkremente ablesbar sind. Nachteilig ist u. a., daß bei enggeteilter Inkrementskala ein hohes Auflösungsvermögen und eine hohe Empfindlichkeit der Abtastvorrichtung für die zweite Spur erforderlich sind. Da nur jeweils eine Marke abgetastet wird, ist dieses Meßsystem gegen Verschmutzung empfindlich. Eine Längen- und Winkelmßeinrichtung nach der DE-OS 2416212 vermeidet diesen Nachteil dadurch, daß der Skalenträger in einer zweiten zur Inkrementskala parallelen Spur (Referenzspur) eine Mehrzahl von Absolutwertmarkierungen enthält, deren jede von der nächstfolgenden einen besonderen, den Absolutwert ihres Abstandes von einer Nullstelle kennzeichnenden, in Teilungsschritten der Inkrementskala gezählten Abstand hat. Eine Abtast- und Auswerteeinrichtung stellt die jeweilige Anzahl der seit dem Durchtritt irgend einer Absolutwertmarkierung bis zum Durchtritt der nächstfolgenden Absolutwertmarkierung in einem Inkrementzählwerk vorzeichengerichtet gezählten Inkremente der Inkrementskala fest, ermittelt für diesen Abstandswert den zugeordneten richtigen Absolutwert aus einer entsprechend fest programmierten Zuordnungsvorrichtung und korrigiert gegebenenfalls den vorher unrichtigen Zählerstand des Inkrementzählwerkes auf den richtigen Absolutwert. Die Absolutwertmarkierungen können auch als Code-Kombination von Hell- und Dunkelstreifen ausgebildet sein und sich längenmäßig über eine Vielzahl von Inkrementen der Inkrementskala erstrecken.

Diese Meßeinrichtung besitzt jedoch eine begrenzte Meßlänge, da der Informationsgehalt der Codierung in Abhängigkeit vom Abstand der Absolutwertmarkierungen und der der Inkrementskala zugeordneten Ziffernschritten begrenzt ist. Der begrenzte Informationsgehalt einer so kodierten Referenzspur bedingt jedoch, daß die Abstände der Markierungen zum Erlangen brauchbarer großer Meßlängen groß gehalten werden müssen. Der technische Aufwand zum Ermitteln der Startposition, z. B. zum Auslenken des Abtastkopfes der Abtasteinrichtung, ist hoch, und die benötigte Zeit belastet den Meß- und Positioniervorgang.

Aus der DE-OS 3617254 geht hervor, daß bei einem Meßsystem zur Bestimmung des Absolutwertes einer Referenzmarke mindestens zwei Abstände zwischen dieser Referenzmarke und zwei weiteren Referenzmarken hinzugezogen werden. Es ist hier nur eine Referenzspur vorgesehen. Die Erzeugung gut auswertbarer Referenzsignale bereitet jedoch bei sehr kleinen Referenzmarkenabständen Schwierigkeiten.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und den Gebrauchswert von Meßsystemen durch Vergrößerung der Meßlänge zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein inkrementales Längenmeßsystem zu schaffen, welches einen Skalenträger mit abstandskodierten Referenzmarken der Referenzspur mit großem Wertevorrat besitzt und welches für die absolute Messung praktisch beliebiger Längen bzw. für kleine Abstände der Referenzmarken verwendbar ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe der Erfindung bei einem inkrementalen Längenmeßsystem, umfassend einen Skalenträger mit einer Inkrementspur und einer dazu parallel angeordneten ersten Referenzspur mit Referenzmarken, deren jede von der nächst folgenden einen besonderen, den Absolutwert ihres Abstandes von einer Nullposition kennzeichnenden, in Teilungs- oder Ziffernschritten der Inkrementspur gezählten Abstand hat, und eine die Inkrementspur und die Referenzspuren abtastende Abtasteinrichtung, welche mit einer Auswerteeinrichtung verbunden ist, wobei der Skalenträger und die Abtasteinrichtung relativ zueinander verschiebbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Skalenträger parallel zur Inkrementspur und zur ersten Referenzspur eine zweite, vorzugsweise gleichartig aufgebaute Referenzspur mit Referenzmarken vorgesehen ist, und die Referenzmarken der ersten Referenzspur fortlaufend Abstände $e + k$; $e + 2k$; ...; $e + k$; ...; $e + nk$; $e + k$; ... besitzen und die Referenzmarken der zweiten Referenzspur innerhalb einer Gruppe $e + k$; ...; $e + nk$ von Referenzmarken der ersten Referenzspur vorzugsweise gleiche Abstände l besitzen, wobei diese Abstände l von Gruppe zu Gruppe der Referenzmarken der ersten Referenzspur um jeweils eine Änderungseinheit g verändert sind, nämlich $l + g$; $l + 2g$; ...; $l + ng$; $l + (n + 1)g$; ...; $l + 2g$; ...; $l + n^2g$, wobei e und l Basisabstände der Referenzmarken der Referenzspuren g und k Änderungseinheiten und $n = 0; 1; 2; 3; \dots$ sind.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Basisabstände e und l bzw. die Änderungseinheiten g und k jeweils gleich groß, nämlich $e = l$ und $g = k$, sind.

Eine weitere vorteilhafte Ausführung der Erfindung ergibt sich, wenn beiderseitig alternierend und parallel zur Inkrementspur jeweils Referenzspuren auf dem Skalenträger angeordnet sind.

Das erfindungsgemäße inkrementale Längenmeßsystem besitzt einen praktisch unbegrenzten Wertevorrat, mittels dessen praktisch jede beliebige an Werkstücken und mit Meßgeräten zu messende Länge bestimmt werden kann. Bei diesen abstandskodierten Skalenträgern ist eine starke Verkürzung der Abstände der Marken der Referenzspuren möglich, ohne daß die Signalbildung negativ beeinflusst wird. Verkürzte Referenzmarkenabstände sind ferner eine Voraussetzung für optimal ausgebildete Abtastköpfe zum Ermitteln der Startposition des Meßvorganges.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1: einen Skalenträger mit zwei Referenzspuren,

Fig. 2: eine Abtastplatte der Abtasteinrichtung,

Fig. 3: die Anordnung der Abtastelemente auf einer Leiterplatte der Abtasteinrichtung und

Fig. 4: einen zusammengesetzten Skalenträger mit zwei Referenzspuren.

Das inkrementale Längenmeßsystem, von dem in der Zeichnung nur der Skalenträger 1 dargestellt ist, umfaßt ferner eine die Teilungsspuren des Skalenträgers 1 abtastende Abtasteinrichtung, welche mit einer Auswerteeinrichtung zur Verarbeitung der durch die Abtasteinrichtung erzeugten elektrischen Signale verbunden ist.

Der Skalenträger 1 besitzt eine Inkrementspur 2 als Meßteilung mit Teilungsmarken 3. Parallel zu dieser Inkrementspur 2 ist eine erste Referenzspur 4 mit Referenzmarken 5 auf dem Skalenträger 1 vorgesehen, wobei eine jede Referenzmarke 5 von einer ihr benachbarten Referenzmarke 5' einen besonderen, den Absolutwert ihres Abstandes von einer Nullposition kennzeichnenden, in Teilungs- bzw. Ziffernschritten der Inkrementskala der Inkrementspur 2 gezählten Abstand hat. Skalenträger 1 und Abtasteinrichtung sind relativ zueinander verschiebbar.

Auf dem Skalenträger 1 ist weiterhin parallel zur ersten Inkrementspur 2 und parallel zur ersten Referenzspur 4 eine zweite, vorzugsweise gleichartig aufgebaute Referenzspur 6 mit Referenzmarken 7 angeordnet. Die Referenzmarken 5; 5' der ersten Referenzspur 4 besitzen fortlaufend folgende Abstände $e + k$; $e + 2k$; ...; $e + nk$; $e + k$; $e + 2k$; ..., wobei Referenzmarken 5; 5' der Abstände $e + k$; ...; $e + nk$ jeweils eine Gruppe bilden. Die Referenzmarken 7 der zweiten Referenzspur 6 besitzen innerhalb des Bereiches einer Gruppe $e + k$; ...; $e + nk$ von Referenzmarken 5; 5' der ersten Referenzspur 4 vorzugsweise gleiche Abstände l . Die Abstände der Referenzmarken 7 der zweiten Referenzspur 6 verändern jedoch von Gruppe zu Gruppe von Referenzmarken 5; 5' der ersten Referenzspur 4 ihren Abstand voneinander um eine Änderungseinheit g . e und l sind hierbei Basisabstände und g und k sind Änderungseinheiten und $n = 0; 1; 2; 3; \dots$

Somit ergeben sich folgende Abstände

Gruppe	1. Referenzspur	2. Referenzspur
1	$e + k; \dots; e + nk$	$l + g$
2	$e + k; \dots; e + nk$	$l + 2g$
3	$e + k; \dots; e + nk$	$l + 3g$
.	.	.
.	.	.
n	$e + k; \dots; e + nk$	$l + ng$
(n + 1)	$e + k; \dots; e + nk$	$l + (n + 1)g$
.	.	.
.	.	.
n ²	$e + k; \dots; e + nk$	$l + n^2g$

Die Basisabstände e und l bzw. die Änderungseinheiten g und k können jeweils gleich groß, nämlich $e = l$ und $g = k$ sein. Bei dem Meßsystem bestimmt die Referenzspur 4 die Schaltpunkte $P_0; P_1; P_2; \dots; P_n; P_{n+1}; \dots; P_{2n}; \dots; P_n$, denen absolute Positionswerte zugeordnet sind. Diese werden beim Überfahren der Schaltpunkte von der Auswerteinrichtung abgerufen und dort zur Korrektur bzw. zur Bildung des Meßwertes dem Zähler überschrieben. Zur Schaltpunktbestimmung kann nicht nur die erste Referenzspur 4, sondern auch die zweite Referenzspur 6 oder beide Spuren genutzt werden.

Die in Fig. 2 dargestellte Abtastplatte 8 der Abtasteinrichtung umfaßt eine Maske 9 zur Abtastung der ersten Referenzspur 4, eine Maske 10 zur Abtastung der zweiten Referenzspur 6 und ein Gegengitter 11 mit vier um 90° phasenverschobenen Bereichen 12; 13; 14; 15 zur Abtastung der Inkrementspur 2.

Zur Erzeugung weiterverarbeitbarer elektrischer Signale sind, wie in Fig. 3 schematisch dargestellt, vorzugsweise auf einer Leiterplatte 16 fotoelektrische Empfänger vorgesehen, die mit einer Auswerteinrichtung elektrisch verbunden sind. So sind ein Empfänger 18 der zweiten Referenzspur 6 und ein Empfänger 17 der ersten Referenzspur 4 zugeordnet. Ein Empfängerarray 19 ist der Inkrementspur 2 zugeordnet.

In der Abtasteinrichtung des Meßsystems sind die Abtastplatte 8 und die Leiterplatte 16 so angeordnet, daß sich die Abtastplatte 8 zwischen dem Skalenträger 1 und der Leiterplatte 16 befindet. Dabei sind die Maske 9 dem Empfänger 17 und die Maske 10 dem Empfänger 18 zugeordnet.

Der Skalenträger nach Fig. 4 ist aus zwei gleichartigen Teilen 20 und 20' zusammengesetzt, von denen jedes der Teile 20 und 20' eine Inkrementspur 21 und Referenzspuren 22 bzw. 23 besitzt, welche abstandskodierte Referenzmarken 24 und 25 aufweisen. An einer unter einem Winkel von 45° zur Längsachse des Skalenträgers angeordneten Trennfläche 26 sind die beiden Teile 20 und 20' durch ein Verbindungsstück 27 zusammengefügt, derart, daß eine durchgehende Inkrementspur 21 für den zusammengesetzten Skalenträger gebildet wird. Damit wird eine Verdopplung der Meßlänge erreicht. Hierbei tritt für die Referenzspur 23 des Teiles 20' gegenüber der Referenzspur 22 des Teiles 20 ein Seiten- und Richtungswechsel auf. Im Abstand a von der letzten Referenzmaske des Teiles 20 bis zur ersten Referenzmarke des Teiles 20' wird dann beim ersten Überfahren mit der Abtasteinrichtung ein Wert in den Speicher der Auswerteinrichtung nicht dargestellt eingespeichert. Die Abtastung der einzelnen Spuren des Skalenträgers nach Fig. 4 kann in der zu den Fig. 2 und 3 ausgeführten Weise erfolgen.

Der Skalenträger nach Fig. 4 kann auch aus einem Stück ohne die Trennfläche 26 bestehen, wobei die Referenzspuren 22 und 23 ebenfalls beiderseitig alternierend und parallel zur Inkrementspur 21 angeordnet sind.

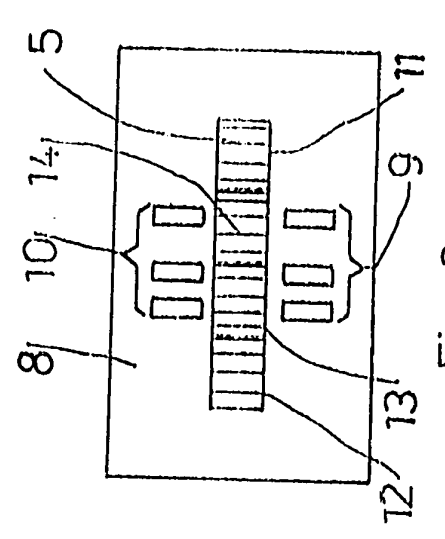
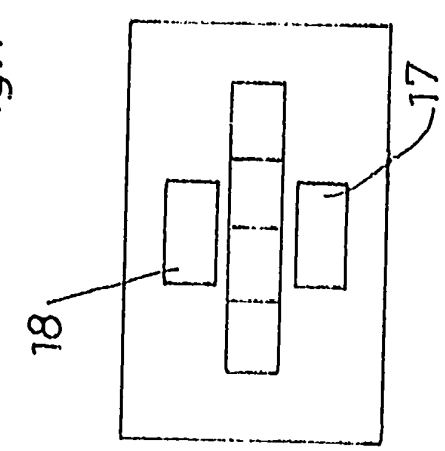
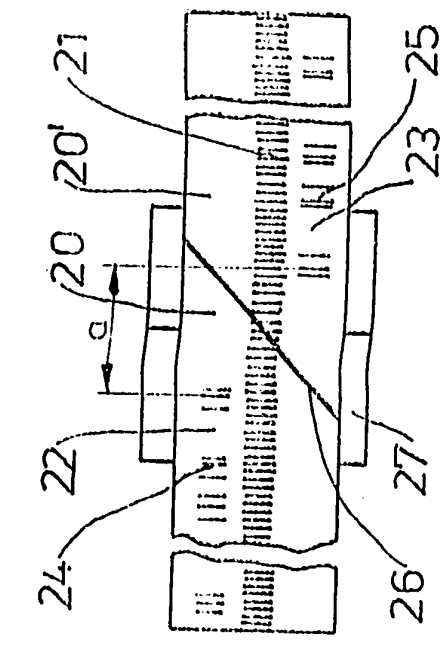
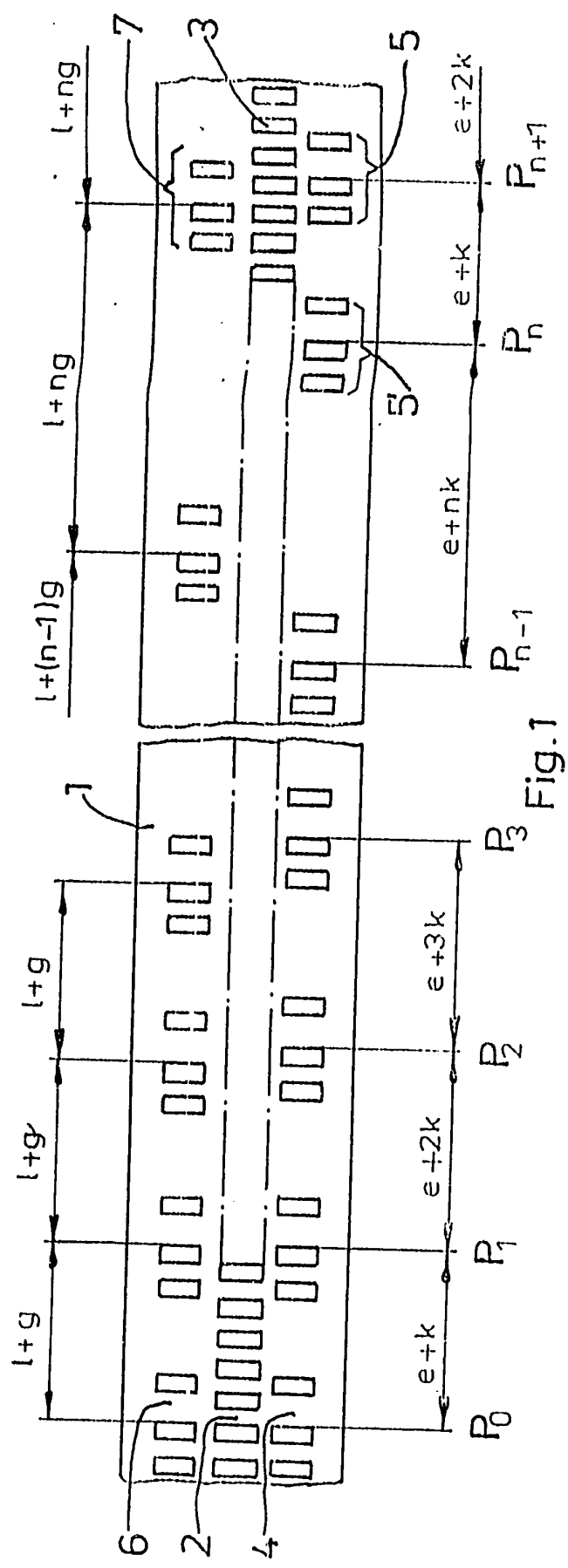


Fig. 4

Fig. 3

Fig. 2