



(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1290/97
(22) Anmeldetag: 30.07.1997
(42) Beginn der Patentdauer: 15.09.2002
(45) Ausgabetag: 26.05.2003

(51) Int. Cl.⁷: **G01B 21/02**

(56) Entgegenhaltungen:
DE 3611204A1 DE 3509102A1 DE 3526206A1
JP 5-15213B2

(73) Patentinhaber:
RSF ELEKTRONIK GES.M.B.H.
A-5121 OSTERMIETHING, OBERÖSTERREICH
(AT).

(72) Erfinder:
PETERLECHNER ANDREAS
ST. RADEGUND, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) POSITIONSMESSEINRICHTUNG

(57) Zur Unterscheidung mehrerer Meßbereiche ist auf einem Maßstab (1) eine Spur (5) mit einem kontinuierlich transparenten Feldbereich (5.1) und einem kontinuierlich opaken Feldbereich (5.2) in Meßrichtung (X) hintereinander angeordnet. Am Übergangsbereich der beiden Feldbereiche (5.1, 5.2) ist ein Muster (6) vorgesehen, das von einem Muster (7) einer Abtasteinheit (2) abgetastet wird. Die Muster (6, 7) sind derart aufeinander abgestimmt, daß von der Abtasteinheit (2) ein Abtastsignal (A1) erzeugt wird, mit dem die Meßbereiche eindeutig unterscheidbar sind, und am Übergangsbereich eine Bezugsposition (B) hochgenau bestimmt werden kann.

FIG. 1a

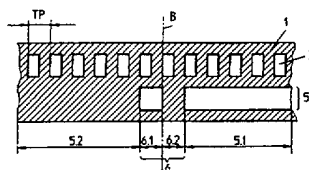
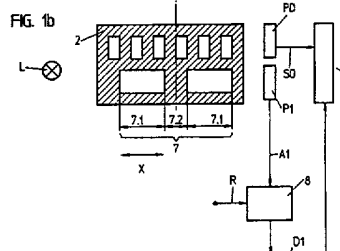


FIG. 1b



Die Erfindung betrifft eine Positionsmeßeinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Eine derartige Positionsmeßeinrichtung ist aus der DE 35 26 206 A1 bekannt. Auf einem Maßstab ist eine Maßverkörperung in Form einer inkrementalen Teilung und eine Bezugsspur mit einem kontinuierlichen transparenten und einem direkt darauffolgenden kontinuierlichen opaken Feld vorgesehen. Diese Spur wird von einem Fenster einer Abtasteinheit abgetastet, um im transparenten Feld ein kontinuierlich niedriges und im opaken Feld ein kontinuierlich hohes Abtastsignal zu erhalten und um die beiden Felder somit unterscheiden zu können.

Diese Anordnung hat den Nachteil, daß bei der Abtastung des Überganges vom opaken zum transparenten Feld das Abtastsignal relativ langsam ansteigt. Um eine sichere Unterscheidung der beiden Feldbereiche anhand des Abtastsignals zu erreichen, ist es erforderlich, daß der Unterschied zwischen dem kontinuierlich niedrigen und hohen Abtastsignal möglichst groß ist. Dies kann nach dem Stand der Technik durch die Verwendung eines in Meßrichtung relativ langen Fensters in der Abtasteinheit erreicht werden. Dies hat aber zur Folge, daß der Übergangsbereich des Abtastsignals vom niedrigen zum hohen Signalpegel relativ groß ist. Mit dem Abtastsignal kann keine Bezugsposition eindeutig bestimmt werden, weshalb eine separate Referenzmarke erforderlich ist. Auch mit dem durch Abtastung der Bezugsspur und der Referenzmarke resultierenden Abtastsignal können die beiden Feldbereiche rechts und links der Bezugsposition nicht eindeutig voneinander unterschieden werden.

Aus der AT 396 840 B ist eine weitere Positionsmeßeinrichtung bekannt, bei der neben einer inkrementalen Teilung kontinuierliche transparente und opake Feldbereiche auf einem Maßstab angebracht sind, um den rechten und linken Bereich einer Bezugsposition zu unterscheiden. In einer Spur sind die Feldbereiche in der Reihenfolge transparent und opak und in einer zweiten Spur komplementär dazu opak und transparent angeordnet. An der Bezugsposition sind beide Bezugsspur transparent. Von jeder der beiden Spuren wird ein Abtastsignal erzeugt und die beiden Abtastsignale sind in Differenz geschaltet.

Auch bei dieser Anordnung steigt das resultierende Abtastsignal relativ langsam an und die zwei Spuren erhöhen die Baugröße der Positionsmeßeinrichtung.

In der DE 20 46 332 C3 ist eine photoelektrische Vorrichtung zum gegenseitigen Ausrichten zweier Gegenstände beschrieben. Auf einem der beiden Gegenstände sind zwei parallele Spuren angeordnet, jede Spur wird von einem Muster einer Abtasteinheit abgetastet. Jede Spur besteht aus einem transparenten und einem opaken kontinuierlichen Feld. Am Übergang der beiden Felder ist jede Spur mit einem Muster aus einer Folge von transparenten und opaken Feldern ausgebildet. Das Muster der Abtasteinheit ist zu diesem Muster komplementär. Bei der Bewegung der Abtasteinheit vom opaken Feld einer Spur zum transparenten Feld dieser Spur wird ein Zustand erreicht, bei dem ein steiler Anstieg des Abtastsignals erfolgt, indem gleichzeitig mehrere transparente Felder der Spur mit transparenten Bereichen der Abtasteinheit vom nicht überlappenden Zustand in einen sich überlappenden Zustand übergehen. Nachteilig ist aber, daß anhand dieses Abtastsignals keine eindeutige Bezugsposition festgelegt werden kann, da im Übergangsbereich gleiche Signalpegel an mehreren Orten erzeugt werden. Um diese Mehrdeutigkeit auszuschließen, werden die beiden Abtastsignale der beiden Spuren in Differenz geschaltet. Das Differenzsignal weist nur einen einzigen eindeutigen steil ansteigenden Bereich auf. Nachteilig ist aber, daß die Differenz zwischen dem niedrigen und dem hohen Signalpegel dadurch sehr gering ist. Weiterhin sind zur Erzeugung des Differenzsignals zwei Spuren und zwei Abtastfenster erforderlich, was die Baugröße erhöht. Die beiden Spuren sind senkrecht zur Meßrichtung voneinander beabstandet angeordnet, dies hat zur Folge, daß das Differenzsignal erheblich durch Verkippen zwischen der Abtasteinheit und dem Träger der Spuren beeinflusst wird. Je steiler der Signalanstieg des Differenzsignals ist, desto empfindlicher ist die Vorrichtung gegenüber Verkippen, da bereits bei geringen Verkippen das Differenzsignal innerhalb eines großen Bereiches zu Null werden kann.

In der JP 5-15213 B2 ist eine absolute Positionsmeßeinrichtung mit mehreren Codespuren beschrieben. Jede Codespur besteht aus abwechselnd opaken und transparenten Feldern. Am Übergang zwischen zwei Feldern ist jeweils ein Muster von aufeinanderfolgenden transparenten und opaken Feldern vorgesehen, das von einem Muster der Abtasteinrichtung abgetastet wird, um einen möglichst steilen Signalanstieg der analogen Abtastsignale zu erhalten. Die analogen Abtastsignale werden digitalisiert und ein absolutes Codewort gebildet. Bei einem Ausführungsbei-

spiel ist parallel zu den Codespuren eine Inkrementalspur angeordnet. Keiner der Übergänge zwischen den opaken und transparenten Feldern der Codespuren dient aber zur Erzeugung eines Bezugssignales, das einem aus der Inkrementalteilung abgeleiteten Zählsignal zugeordnet ist. Es sind auch keine Maßnahmen und Mittel zur Erzielung einer derartigen und eindeutigen Zuordnung angegeben. Der Übergangsbereich zwischen zwei Feldern bildet somit keine Referenzmarke.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Positionsmeßeinrichtung anzugeben die einfach und platzsparend aufgebaut ist, und bei der mehrere Meßbereiche eindeutig anhand des Signalpegels eines Abtastsignals unterscheidbar sind. Weiterhin soll das Abtastsignal an einer Bezugsposition am Übergang von einem zum anderen Meßbereich eine große Steigung aufweisen.

Diese Aufgabe wird von einer Positionsmeßeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die Vorteile einer erfindungsgemäß ausgestalteten Positionsmeßeinrichtung liegen darin, daß zur eindeutigen Unterscheidung mehrerer Meßbereiche nur eine Spur auf dem Maßstab erforderlich ist, und daß das Abtastsignal an einer Bezugsposition zwischen diesen Meßbereichen eine große Steigung aufweist. In Verbindung mit einer parallel zu dieser Spur angeordneten inkrementalen Maßverkörperung hat dies den besonderen Vorteil, daß aus dem Abtastsignal eine Bezugsposition abgeleitet werden kann, die eindeutig einem Inkrement zuordbar ist.

Anhand der Zeichnungen wird die Erfindung näher erläutert.

Es zeigt

- Figur 1a einen Maßstab einer ersten Positionsmeßeinrichtung;
- Figur 1b eine Abtasteinheit zur Abtastung des Maßstabes gemäß Figur 1a;
- Figur 1c einen Signalverlauf des Abtastsignals der Abtasteinheit gemäß Figur 1b;
- Figur 1d das Abtastsignal gemäß Figur 1c in digitaler Form;
- Figur 2a einen Maßstab einer zweiten Positionsmeßeinrichtung;
- Figur 2b eine Abtasteinheit zur Abtastung des Maßstabes gemäß Figur 2a;
- Figur 2c einen Signalverlauf des Abtastsignals der Abtasteinheit gemäß Figur 2b;
- Figur 3a einen Maßstab einer dritten Positionsmeßeinrichtung,
- Figur 3b eine Abtasteinheit zur Abtastung des Maßstabes gemäß Figur 3a und
- Figur 3c einen Signalverlauf des Abtastsignals der Abtasteinheit gemäß Figur 3b.

In den Figuren 1a und 1b ist ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. In Figur 1a ist ein Maßstab 1 und in Figur 1b eine Abtasteinheit 2 zur Abtastung des Maßstabes 1 gezeigt. Auf dem Maßstab 1 ist eine Maßverkörperung in Form einer inkrementalen Teilung 3 der Teilungsperiode TP vorgesehen. Die inkrementale Teilung 3 besteht aus periodisch in Meßrichtung X angeordneten transparenten und opaken Bereichen. Zur Abtastung der inkrementalen Teilung 3 wird die Abtasteinheit 2 in bekannter Weise relativ zum Maßstab 1 in Meßrichtung X verschoben, dabei werden von der Abtasteinheit 2 positionsabhängige Meßsignale SD erzeugt. In der Regel werden mehrere gegeneinander phasenverschobene analoge Meßsignale erzeugt, aus denen durch Interpolation richtungsabhängige Zählsignale gewonnen werden. Ein Zählschritt ist dabei ein Bruchteil einer Teilungsperiode TP. Um die Figuren nicht zu überlasten, wurde auf die Darstellung von gegeneinander phasenverschobenen Meßsignalen verzichtet. Dargestellt ist ein digitales Meßsignal SD, das durch Triggerung eines analogen, sinusförmigen Meßsignals eines Photodetektors PD erzeugt wurde. Dieses positionsabhängige Meßsignal SD wird einem Zähler 4 zugeführt, welcher durch Zählung der Flanken des digitalen Meßsignals SD die Momentanposition der Abtasteinheit 2 relativ zum Maßstab 1 hochgenau ermittelt.

Auf dem Maßstab 1 befindet sich neben der inkrementalen Teilung 3 eine Spur 5 mit in Meßrichtung X hintereinander angeordneten kontinuierlichen unterschiedlich ausgebildeten Feldern 5.1 und 5.2. Das eine Feld 5.2 ist opak und das andere Feld 5.1 ist transparent. Jedes Feld 5.1 und 5.2 reicht über eine Vielzahl von Teilungsperioden TP der inkrementalen Teilung 3. Am Übergang vom opaken Feld 5.2 zum transparenten Feld 5.1 ist ein Muster 6 von in Meßrichtung X aufeinanderfolgenden transparenten Feldern 6.1 und opaken Feldern 6.2 vorgesehen.

Zur Abtastung der Spur 5 besitzt die Abtasteinheit 2 ein Muster 7 aus in Meßrichtung X aufeinanderfolgenden transparenten Bereichen 7.1 und opaken Bereichen 7.2. Die transparenten Bereiche 7.1 sind in Meßrichtung X betrachtet mindestens doppelt so breit, wie die transparenten Felder

6.1 des Musters 6 der Spur 5. In Figur 1b ist eine Lichtquelle L, ein Photodetektor P1 und die Draufsicht einer Abtastplatte der Abtasteinheit 2 nur schematisch dargestellt. In an sich bekannter Weise ist der Abtastplatte der Photodetektor P1 zur Erzeugung eines Abtastsignals A1 bei der Abtastung der Spur 5 zugeordnet. Das vom Photodetektor P1 erzeugte analoge Abtastsignal A1 ist in Figur 1c dargestellt. Es ist ersichtlich, daß bei der Bewegung der Abtasteinheit 2 vom linken opaken Feld 5.2 ausgehend ein niedriger kontinuierlicher Signalpegel entsteht. Erreicht ein transparenter Bereich 7.1 der Abtasteinheit 2 ein transparentes Feld 6.1 der Spur 5, steigt der Pegel des Abtastsignals A1 leicht an. Das Muster 6 der Spur 5 und das Muster 7 der Abtasteinheit 2 sind derart aufeinander abgestimmt, daß bei der Bewegung der Abtasteinheit 2 vom opaken Feld 5.2 in Richtung des transparenten Feldes 5.1 der Pegel des Abtastsignals A1 in einer Bezugsposition B stark ansteigt. Erreicht wird dies dadurch, daß an dieser Bezugsposition B gleichzeitig mehrere transparente Bereiche 7.1 des Musters 7 der Abtasteinheit 2 mit transparenten Feldern 6.1, 5.1 der Spur 5 des Maßstabes 1 vom sich nicht überlappenden Zustand in einen sich überlappenden Zustand übergehen. Im dargestellten Beispiel sind es zwei Bereiche 7.1, die sich gleichzeitig mit transparenten Feldern 6.1, 5.1 des Maßstabes 1 überdecken. Je mehr transparente Felder 6.1 und Bereiche 7.1 zur Verfügung stehen, desto steiler steigt der Signalpegel im Bereich der Bezugsposition B an, und um so genauer kann die Bezugsposition B aus dem Abtastsignal A1 gewonnen werden.

Im dargestellten Beispiel wird die Bezugsposition B durch Triggerung des analogen Abtastsignals A1 gewonnen, indem das analoge Abtastsignal A1 mit einem Referenzsignal R in einem Vergleich 8 verglichen wird. Am Ausgang des Vergleichers 8 steht ein digitales Signal D1 an, welches in Figur 1d gezeigt ist. Auf der linken Seite der Bezugsposition B ist dieses Signal D1 = 0 und im rechten Bereich ist dieses Signal D1 = 1. Durch das Signal A1 bzw. D1 kann an jeder beliebigen Relativposition zwischen Abtasteinheit 2 und Maßstab 1 festgestellt werden, ob sich die Abtasteinheit 2 rechts oder links von der Bezugsposition B befindet. In jeder beliebigen Lage kann gezielt die Bezugsposition B angefahren werden. Die eindeutige Bestimmung der Bezugsposition B ist bei inkrementalen, relativ messenden Systemen erforderlich, um die Messung auf eine definierte Maßstabstelle (Bezugsposition) beziehen zu können. Die Bezugsposition B dient auch dazu, um nach Betriebsunterbrechungen und Stromausfall einen absoluten Positionsmeßwert, bezogen auf die Bezugsposition, zu ermitteln. Bei Winkelmeßsystemen kann zusätzlich ein Umdrehungszähler mit dem an der Bezugsposition B generierten Abtastsignal A1, D1 angesteuert werden.

Die Muster 6 und 7 des Maßstabes 1 und der Abtasteinheit 2 sind weiterhin derart aufeinander abgestimmt, daß das Abtastsignal A1 bei der Abtastung des Musters 6 nach Durchlaufen des steilen Anstiegs nicht mehr unter ein Niveau abfällt, das gleich oder niedriger ist als das Niveau des Abtastsignals A1 bei der Abtastung des Musters 6 vor Durchlaufen des steilen Anstiegs. Das bedeutet, daß sich vor Erreichen der Bezugsposition B immer weniger transparente Felder 6.1 mit transparenten Bereichen 7.1 bzw. sich weniger transparente Flächen überlappen, als nach Erreichen der Bezugsposition B.

Die Anzahl der gleichzeitig in den überlappenden Zustand übergehenden Felder 6.1 und Bereiche 7.1 bestimmt die Steigung des Abtastsignals A1 im Bereich der Bezugsposition B. Sie ist so gewählt, daß während des Betriebes der Positionsmeßeinrichtung der Übergang des digitalen Abtastsignals D1 von 0 auf 1 immer innerhalb eines bestimmten Zählschrittes Z liegt. Im dargestellten Beispiel wird die Bezugsposition B dem Zählschritt Z = 15 (Zählerstand) zugeordnet. Diese Zuordnung muß auch bei Temperaturänderungen, Verschmutzung und Alterung gewährleistet sein.

In den Figuren 1a bis 1d entspricht einem Zählschritt $Z = 0,5 \times TP$. Werden die von der Abtasteinheit 2 gewonnenen analogen Meßsignale weiter interpoliert, so kann Z auch ein kleinerer Bruchteil von TP sein, z.B. kann $Z = 0,05 \times TP$ oder $0,02 \times TP$ sein. Um auch bei diesen kleinen Zählschritten Z die Bezugsposition B aus dem Abtastsignal A1 eindeutig einem bestimmten Zählschritt zuordnen zu können, müssen eine Vielzahl von Feldern 6.1 zum Anstieg des Abtastsignals A1 im Bereich der Bezugsposition B beitragen. Ein Beispiel für einen dazu ausgebildeten Maßstab 1 ist in Figur 2a dargestellt. Die entsprechend dazu ausgebildete Abtasteinheit 2 ist in Figur 2b gezeigt. Das bei der Relativbewegung zwischen dem Maßstab 1 und der Abtasteinheit 2 erzeugte analoge Abtastsignal A1 ist in Figur 2c dargestellt. In den Figuren 1 und 2 wurden für gleichwirkende Teile gleiche Bezugszeichen gewählt.

Bei den bisher erläuterten Beispielen wird entlang des Maßstabes 1 nur eine Bezugsposition B definiert. Gemäß der Erfindung können aber auch mehrere Bezugspositionen B festgelegt werden. Ein Beispiel hierzu ist in Figur 3a dargestellt. Der Maßstab 1 weist zwei Bezugspositionen B1, B2 auf. Die Muster 6 des Maßstabes 1 und das Muster 7 der Abtasteinheit 2 sind entsprechend Figur 1a und 1b ausgebildet, so daß sich weitere Erläuterungen dazu erübrigen. Wenn die Abtasteinheit 2 relativ zum Maßstab 1 in Meßrichtung X verschoben wird, entsteht das in Figur 3c dargestellte Abtastsignal A1. Die Bezugspositionen B1, B2 definieren die Grenzen des zulässigen Meßbereiches des Maßstabes 1. Sie dienen dazu, um einen Meßbereich M und Endlagenbereiche M1, M2 zu bestimmen. Das Abtastsignal A1 kann dazu dienen, eine Antriebseinheit bei Erreichen der Endlagenbereiche M1, M2 abzuschalten, um Kollisionen von Maschinenteilen zu vermeiden.

In nicht gezeigter Weise können die transparenten Bereiche 6.1 der Abtastplatte 2 auch direkt als lichtempfindliche Bereiche eines Photodetektors und die opaken Bereiche 6.2 als nicht lichtempfindliche Zwischenräume ausgebildet sein.

Bei allen erläuterten Beispielen erfolgt eine lichtelektrische Abtastung des Maßstabes 1 im Durchlicht. Die Erfindung ist aber auch bei Aufricht-Abtastung sowie bei anderen physikalischen Abtastprinzipien einsetzbar, wie beispielsweise kapazitiv oder magnetisch.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Positionsmeßeinrichtung mit

- einem Maßstab (1) auf dem eine inkrementale Teilung (3) vorgesehen ist, die zur Erzeugung von positionsabhängigen Meßsignalen (SD) von einer relativ zum Maßstab (1) in Meßrichtung (X) bewegbaren Abtasteinheit (2) abtastbar ist und aus den Meßsignalen (SD) Zählschritte (Z) abgeleitet werden, wobei jeder Zählschritt (Z) einen Bruchteil einer Teilungsperiode (TP) definiert,
- einer Spur (5), welche auf einer Seite einer Bezugsposition (B) ein erstes Feld (5.1) und auf der anderen Seite ein davon unterschiedliches zweites Feld (5.2) aufweist, die von einem Muster (7) mit ersten und zweiten Bereichen (7.1, 7.2) der Abtasteinheit (2) abtastbar ist, wobei bei der Abtastung des ersten Feldes (5.1) ein kontinuierlich hohes und des zweiten Feldes (5.2) ein kontinuierlich niedriges Abtastsignal (A1) erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet,
- daß an der Bezugsposition (B) zwischen den ersten und zweiten Feldern (5.1, 5.2) ein Muster (6) vorgesehen ist, das aus einer Folge von ersten und zweiten Feldern (6.1, 6.2) besteht, und dieses Muster (6) von dem Muster (7) der Abtasteinheit (2) abgetastet wird, das aus einer Folge von jeweils mehreren ersten und zweiten Bereichen (7.1, 7.2) besteht, wobei von der Abtasteinheit (2) ein Abtastsignal (A1) erzeugt wird, das zu dem Maß der Überlappung zwischen ersten Feldern (5.1, 6.1) und ersten Bereichen (7.1) proportional ist und die Muster (6, 7) derart dimensioniert sind, daß bei der Bewegung der Abtasteinheit (2) von einer Seite der Bezugsposition (B) zur anderen Seite ein steiler Anstieg des Abtastsignals (A1) erfolgt, indem gleichzeitig mehrere erste Felder (5.1, 6.1) mit ersten Bereichen (7.1) vom sich nicht überlappenden Zustand in einen sich überlappenden Zustand übergehen, und daß bei der weiteren Abtastung des Musters (6) das Maß der Überlappung immer größer ist, als bei der Abtastung des Musters (6) vor der Bezugsposition (B),
- daß weiterhin das Abtastsignal (A1) einem Vergleicher (8) zugeführt wird, welcher ein Signal (D1) bildet, dessen Flanke einem Zählschritt (Z) der inkrementalen Teilung (3) eindeutig zugeordnet ist und dieser Zählschritt als Bezugsposition für die inkrementale Messung dient und der Pegel des Signals (D1) auf der einen Seite der Flanke kontinuierlich über eine Vielzahl von Teilungsperioden vom Signalpegel auf der anderen Seite der Flanke abweicht.

2. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtasteinheit folgende Elemente aufweist:

- eine Lichtquelle (L) zur Beleuchtung der Spur (5), wobei die ersten Felder (5.1, 6.1) transparent und die zweiten Felder (5.2, 6.2) opak sind;

- eine Abtastplatte (2) mit transparenten ersten Bereichen (7.1) und opaken zweiten Bereichen (7.2);
- einen Photodetektor (P1) zum Erfassen des durch die ersten Felder (5.1, 6.1) und die ersten Bereiche (7.1) hindurchtretenden Lichtes der Lichtquelle (L).

5

HIEZU 4 BLATT ZEICHNUNGEN

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1a

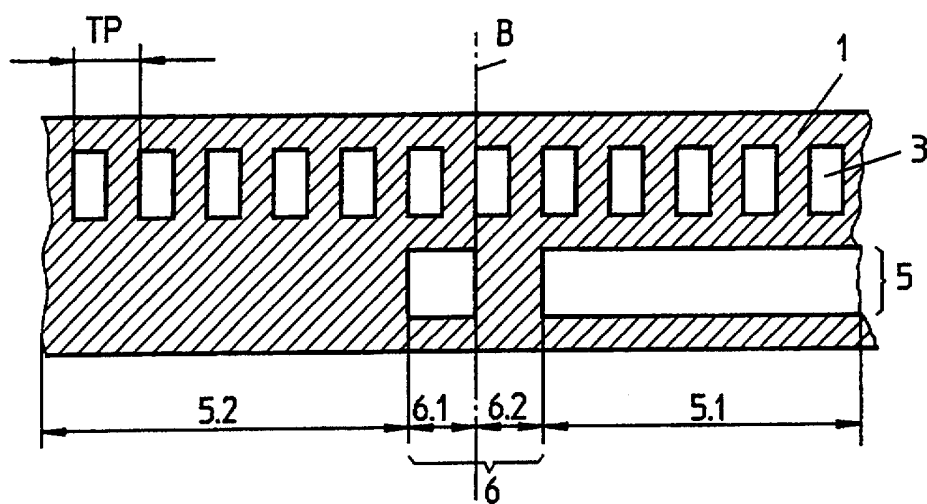


FIG. 1b

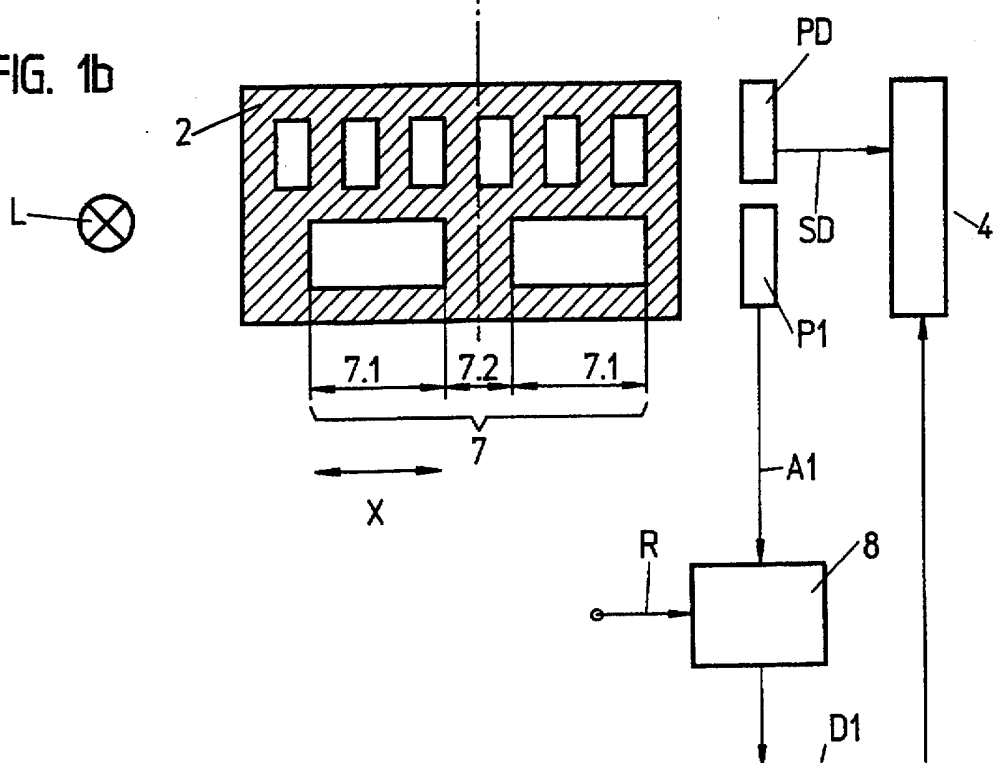


FIG. 1c

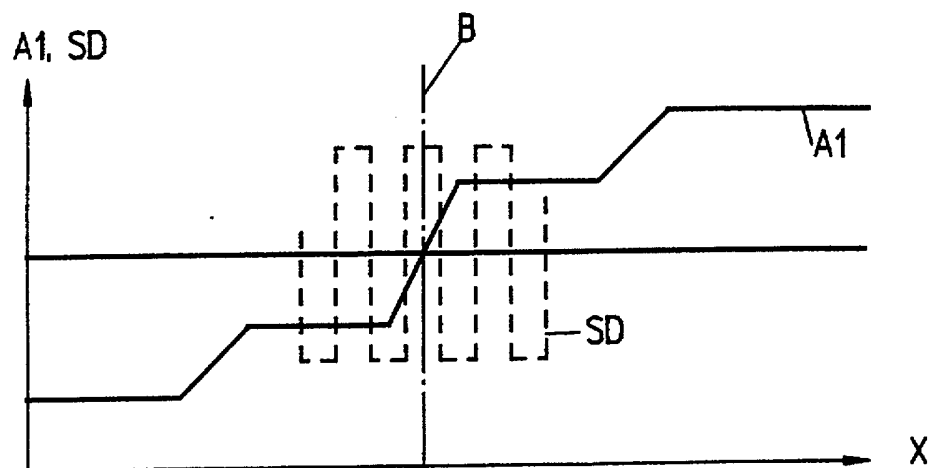
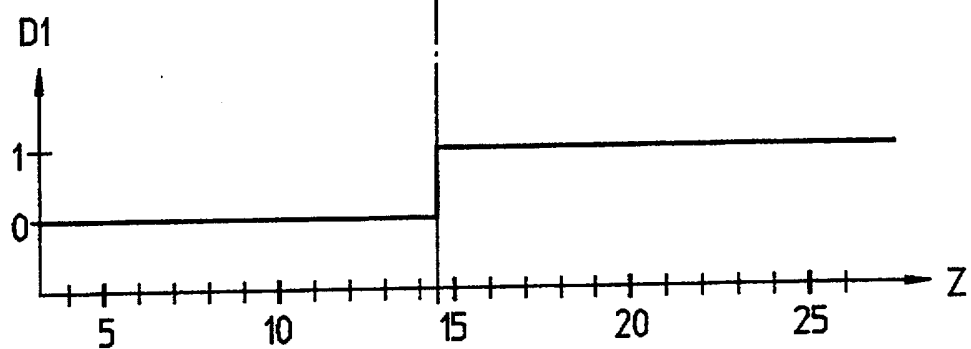


FIG. 1d



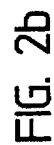


FIG. 3a

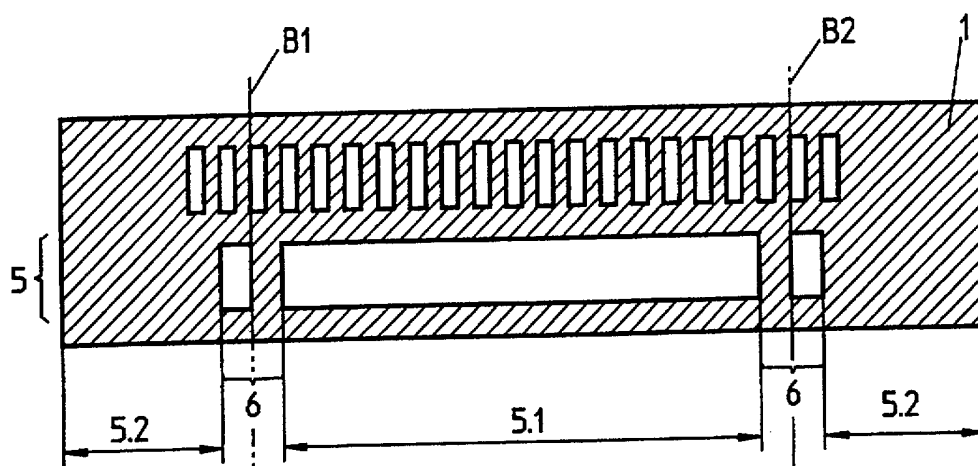


FIG. 3b

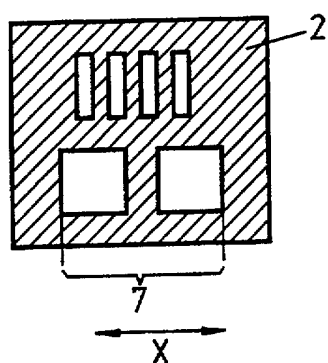


FIG. 3c

