



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 B / 291 770 1

(22) 27.06.86

(44) 08.10.87

(71) Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaues, 9010 Karl-Marx-Stadt, Karl-Marx-Allee 4, DD

(72) Schleicher, Siegfried, Dr.-Ing., DD

(54) Einrichtung zur Positionsmessung

(57) Die Einrichtung enthält n eine maßverkörpernde Rasterspur abtastende und in einer Basiszeile aneinandergereihte Sensorelemente. Der Positionsmeßwert wird in ein einfach digitalisierbares Phasenwertsignal gewandelt. Ein Steuerwerk aktiviert eine Gruppe einander benachbarter Sensorelemente und verschiebt sie zeitabschnittsweise um jeweils ein Sensorelement. Ziel der Erfindung ist, die Genauigkeitserfordernisse für Abmessungen der Sensorelemente zu senken und die Paarungsverträglichkeit einer Basiszeile zur Rasterspur zu erhöhen. Aufgabengemäß ist die Einrichtung so auszubilden, daß sie ohne übereinstimmende Größe der Rasterteilung von Rasterspur des Maßstabs und bewegter Rasterblende sowie ohne übereinstimmende Größe der Basiszeilenlänge mit einer ganzzahligen Vielzahl von Sensorelementen zu einer Teilungsperiode der Rasterspur auskommt. Erfindungswesentlich ist, daß die Gruppe aktivierter Sensorelemente aus wenigstens einem Sensorelement und höchstens $n/2$ Sensorelementen besteht sowie über höchstens eine halbe Teilungsperiode der Rasterspur erstreckt ist und daß die Basiszeile über die Größe einer vollen Teilungsperiode der Rasterspur hinaus ausgedehnt ist. Die Erfindung ist für Positionsmessungen mit Rastermaßstab anwendbar. Fig. 3

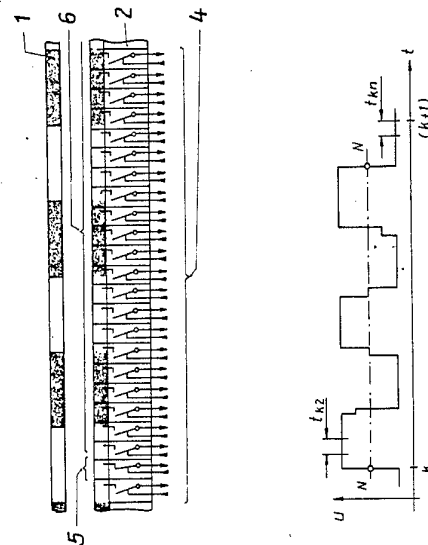


Fig. 3

Erfindungsanspruch:

Einrichtung zur Positionsmessung mit einer Rasterspur eines Rastermaßstabs als Meßverkörperung, einem Meßwertwandler, der in einer Basiszeile n innerhalb der Rasterspur abtastende Sensorelemente in nahezu lückenloser Aneinanderreihung enthält und den Positionsmeßwert in einer Teilungsperiode in ein einfach digitalisierbares Phasenwertsignal wandelt, aus dem je Teilungsperiode eine gegenüber n wesentlich erhöhte Anzahl diskreter Positionsmeßwerte ermittelbar ist, sowie mit einem zyklisch arbeitenden digitalen Steuerwerk, das von den n Sensorelementen eine Gruppe benachbarter Sensorelemente für die Abtastsignalbildung aktiviert, diese Gruppe umlaufend in der Basiszeile als Blendenöffnung bewegt und dabei von Zeitabschnitt zu Zeitabschnitt um jeweils ein Sensorelement verschiebt, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Gruppe aktivierter Sensorelemente (5) aus einer vorbestimmten Anzahl von wenigstens einem Sensorelement und höchstens $n/2$ Sensorelementen zusammengesetzt sowie über höchstens eine halbe Teilungsperiode der Rasterspur (1) erstreckt ist und daß die Aneinanderreihung aller n Sensorelemente der Basiszeile (4) über die Größe einer vollen Teilungsperiode der Rasterspur (1) hinaus ausgedehnt ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Positionsmessung mit einer Rasterspur eines Rastermaßstabs als Maßverkörperung, einem Meßwertwandler und einem zyklisch arbeitenden digitalen Steuerwerk. Der Meßwertwandler enthält in einer Basiszeile n innerhalb der Rasterspur abtastende Sensorelemente in nahezu lückenloser Aneinanderreihung und wandelt den Positionsmeßwert in einer Teilungsperiode in ein einfach digitalisierbares Phasenwertsignal, aus dem je Teilungsperiode eine gegenüber n wesentlich erhöhte Anzahl diskreter Positionsmeßwerte ermittelbar ist. Das Steuerwerk aktiviert von den n Sensorelementen eine Gruppe benachbarter Sensorelemente für die Abtastsignalbildung, bewegt diese Gruppe als Blendenöffnung umlaufend in der Basiszeile und verschiebt sie dabei von Zeitabschnitt zu Zeitabschnitt um jeweils ein Sensorelement.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Einrichtungen zur Positionsmessung an einem Rastermaßstab, die den Positionsmeßwert in einer Teilungsperiode in ein mit niedrigem Aufwand digitalisierbares Phasenwertsignal wandeln, sind bekannt. Der Rastermaßstab liefert mit seinen periodischen Teilungen, beispielsweise Hell-/Dunkel-Teilungen, abhängig von seiner Position analoge Abtastsignale für die Positionsinformation in einer Teilungsperiode. Ein statischer oder ein dynamischer Meßwertwandler tastet mit Sensorelementen den Rastermaßstab ab und wandelt die erfaßte Positionsinformation einer Rasterteilung in ein elektrisches Positionssignal um, wobei als Informationsparameter die Phasenverschiebung enthalten ist. Die Einsatzbedingungen beeinflussen die Entscheidung, ob induktiv, kapazitiv, optisch oder nach einem anderen Prinzip arbeitende Sensorelemente angewendet werden. Ist der Meßbereich größer als eine Teilungsperiode, so sind Maßnahmen zur Bildung eines Bezugswerts für das Zählen der Teilungsperioden unter Berücksichtigung der Zählrichtung erforderlich.

Ein statischer Meßwertwandler weist für die Abtastung keine bewegten Elemente auf. Er erfordert neben dem Rastermaßstab und einem Sensorelement noch ein weiteres dazu versetzt angeordnetes Sensorelement mit einer 90° -Phasenverschiebung bezüglich der Teilung des Rastermaßstabes, um auch die Richtung der Positionsänderung feststellen zu können.

Ein dynamischer Meßwertwandler weist demgegenüber mit der im Spalt zwischen Rastermaßstab und Sensorelement und in Rasterspurrichtung zusätzlich bewegten und mit einem Raster versehenen Blende ein Element auf, das gemeinsam mit dem Rastermaßstab einen sogenannten Blendeneffekt erzeugt. Derselbe kommt zustande, wenn sich zwei Rasterungen direkt aneinander vorbeibewegen.

In einem bekannten handelsüblichen fotoelektrischen Linearmeßsystem ist die bewegte Rasterblende nicht mehr direkt als mechanisches Bauelement vorhanden.

Sie wird statt dessen mit elektronischen Mitteln verwirklicht. Diese Mittel umfassen eine Vielzahl von Sensorelementen, die zu einer Sensorzeile aneinandergereiht sind. Als Bestandteil der gesamten Sensorzeile erfaßt darin eine Basiszeile ein Maßstabstück von der Größe einer Teilungsperiode des Rastermaßstabs. Die Basiszeile umfaßt n Sensorelemente. Dabei wird der Steg der bewegten Rasterblende, die mit der gleichen Rasterteilung wie der Rastermaßstab versehen ist, durch eine Gruppe von $n/2$ nicht aktivierter Sensorelemente gebildet. Diese Gruppe führt eine umlaufende und n Schritte umfassende Bewegung in der Basiszeile aus. Die schrittweise Bewegung wird seitens einer Steuerschaltung gesteuert, die beispielsweise ein umlaufendes Schieberegister sein kann. Die Steuerschaltung schließt hierbei diese Gruppe von $n/2$ einander benachbarter Sensorelemente

zyklisch umlaufend von der Abtastsignalbildung aus und verschiebt sie von Zeitabschnitt zu Zeitabschnitt um jeweils ein Sensorelement. Benachbarte Sensorelemente sind hierbei auch das letzte und das erste Sensorelement der Basiszeile. Während eines Zeitabschnittes tragen somit stets nur die restlichen $n/2$ einander ebenfalls benachbarten Sensorelemente der Basiszeile additiv zum Abtastsignal der Basiszeile bei. Die einzelnen Abtastsignale mehrerer aneinandergereihter Basiszeilen werden zum Abtastsignal der gesamten Sensorzeile addiert und der Auswertung unterzogen. Hierbei wird durch die Einbeziehung eines längeren Stücks des Rastermaßstabs mit mehreren Teilungsperioden ein Mittelwert gebildet. Einzelne Teilungsfehler am Rastermaßstab sind dadurch im Abtastsignal stark unterdrückt.

Das genannte Linearmeßsystem benutzt für die Basiszeile eine Zeilenlänge, die erst durch optische Mittel mit der Teilungsperiode des Rastermaßstabs übereinstimmt.

Die zwischen dem Rastermaßstab und der Basiszeile eingefügte Optik bildet unter Anwendung eines Verkleinerungsfaktors eine Teilungsperiode des Rastermaßstabs meßtechnisch genau auf einer Zeilenlänge der Basiszeile ab. Die Genauigkeit dieser Abbildung geht wegen der nur begrenzt realisierbaren Abmessungsgenauigkeiten der Sensorelemente nachteiligerweise um so mehr verloren, je mehr Basiszeilen zwecks der genannten vorteilhaften Mittelwertbildung aneinandergereiht und je mehr Sensorelemente zugunsten einer erwünschten hohen Anzahl diskreter Positionsmeßwerte je Teilungsperiode des Rastermaßstabs in der Basiszeile enthalten sind.

Ziel der Erfindung

Als Ziel der Erfindung soll erreicht werden, die Genauigkeitserfordernisse für Abmessungen von Sensorelementen in ihrer Abhängigkeit zur Größe der Rasterteilung des Maßstabs zu senken und die Paarungsverträglichkeit einer Basiszeile zur Rasterspur des Rastermaßstabs zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Eine Ursache der in der Charakteristik der bekannten technischen Lösungen beschriebenen Mängel besteht im Einsatz der schrittweise bewegten Rasterblende.

Um diese Ursache zu beseitigen, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Positionsmessung mit einer Rasterspur eines Rastermaßstabs als Meßverkörperung gemäß dem Oberbegriff des Erfindungsanspruchs so auszubilden, daß sie ohne übereinstimmende Größe der Rasterteilung von Rasterspur des Maßstabs und bewegter Rasterblende sowie ohne übereinstimmende Größe der Basiszeilenlänge mit einer ganzzahligen Vielzahl von Sensorelementen zu einer Teilungsperiode der Rasterspur auskommt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Gruppe aktivierter Sensorelemente aus einer vorbestimmten Anzahl von wenigstens einem Sensorelement und höchstens $n/2$ Sensorelementen zusammengesetzt sowie über höchstens eine halbe Teilungsperiode der Rasterspur erstreckt ist und daß die Aneinanderreihung aller n Sensorelemente der Basiszeile über die Größe einer vollen Teilungsperiode der Rasterspur hinaus ausgedehnt ist.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Dabei zeigen

Figur 1: einen vergrößerten Ausschnitt der Paarung eines Rastermaßstabs und einer zugeordneten Sensorzeile bei einem Linearmeßsystem gemäß dem bekannten Stand der Technik,

Figur 2: den für eine Basiszeile gültigen Ausschnitt aus Figur 1 in der meßtechnisch maßgeblichen und einer ausführlichen Darstellung sowie das zugehörige Abtastsignal-Zeit-Diagramm für einen Abtastumlauf,

Figur 3: einen vergrößerten Ausschnitt der Paarung eines Rastermaßstabs und einer zugeordneten Sensorzeile sowie das zugehörige Abtastsignal-Zeit-Diagramm für einen Abtastumlauf gemäß der vorliegenden Erfindung.

Gemäß Figur 1 ist zwischen der Rasterspur 1 eines Rastermaßstabs und einer Sensorzeile 2 eines bekannten Linearmeßsystems eine optische Einrichtung 3 eingefügt.

Sie bildet jede volle Hell-/Dunkel-Teilung der Rasterspur 1 auf einem festgelegten Längenanteil der Sensorzeile 2 ab, der der Länge einer Basiszeile 4 entspricht.

Eine festgelegte ganze Anzahl von beispielsweise zehn Sensorelementen kennzeichnet die Basiszeile 4. Der dargestellte Ausschnitt zeigt drei Basiszeilen 4 der Sensorzeile 2 mit jeweils zehn Sensorelementen. Das zweite bis sechste Sensorelement jeder Basiszeile 4 bilden während eines angenommenen Zeitabschnitts jeweils eine Gruppe aktivierter Sensorelemente 5, die übrigen fünf Sensorelemente eine Gruppe nichtaktivierter Sensorelemente 6 während desselben Zeitabschnitts. Die von einem nicht dargestellten zyklisch arbeitenden digitalen Steuerwerk zu jedem Sensorelement führende jeweilige Steuerleitung sowie die von jedem Sensorelement abgehende jeweilige Signalleitung sind zur besseren Übersichtlichkeit nicht gezeichnet.

Figur 2 zeigt die in Figur 1 dargestellte Rasterspur 1 und Sensorzeile 2 ohne die optische Einrichtung 3 und ohne deren Einfluß auf die Längsausdehnung einer Basiszeile 4. Die Gruppe der aktivierten Sensorelemente 5 sowie die Gruppe der nichtaktivierten Sensorelemente 6 haben jeweils die Länge einer halben Hell-/Dunkel-Teilung der Rasterspur 1. Gezeigt ist derjenige Aktivierungszustand, bei dem die Gruppe der aktivierten Sensorelemente 5 der lichtdurchlässigen Hälfte einer Teilungsperiode der Rasterspur 1 nahezu gegenüberliegt. Im Abtastsignal-Zeit-Diagramm entspricht der Zeitabschnitt t_{k6} diesem Aktivierungszustand. Von Zeitabschnitt zu Zeitabschnitt rückt die Gruppe aktivierter Sensorelemente 5 um jeweils ein Sensorelement weiter. Nach fünf Schritten würde sich die Gruppe aktivierter Sensorelemente 5 nahezu gegenüber der lichtundurchlässigen Hälfte derselben Teilungsperiode der Rasterspur 1 befinden. Im Abtastsignal-Zeit-Diagramm entspricht der Zeitabschnitt t_{k1} diesem dann erreichten Aktivierungszustand. Das Abtastsignal-Zeit-Diagramm erfaßt den von k bis $(k + 1)$ reichenden einen Abtastumlauf.

Die in Figur 3 gezeigte erfindungsgemäße Lösung unterscheidet sich vom vorstehend beschriebenen bekannten Linearmaßsystem dadurch, daß für die Basiszeile 4 eine Zeilenlänge von der Größe einer Teilungsperiode der Rasterspur 1 nicht mehr existiert. Statt dessen erstreckt sich die Basiszeile 4 über eine beliebige Vielzahl solcher Teilungsperioden, im dargestellten Fall über drei Teilungsperioden der Rasterspur 1. Die Gruppe aktivierter Sensorelemente 5 stimmt längenmäßig auch nicht mehr mit der Größe einer halben Teilungsperiode der Rasterspur 1 überein, sondern bleibt kleiner. In der Basiszeile 4 werden die enthaltenen Sensorelemente, die beispielhaft in einer Anzahl von $n = 23$ gewählt sind, nicht mehr je zur Hälfte auf die Gruppe aktivierter Sensorelemente 5 und auf die Gruppe nichtaktivierter Sensorelemente 6 aufgeteilt. Statt dessen steht einer kleineren Anzahl aktivierter Sensorelemente, hier beispielhaft schon einem einzelnen Sensorelement, eine größere Anzahl nichtaktivierter Sensorelemente gegenüber, hier beispielsweise 22 Sensorelemente. Damit ist die bisher notwendige Übereinstimmung der Größe der Rasterteilung von Rasterspur 1 und bewegter Rasterblende weggefallen. Außerdem entfällt die Rasterung in der Sensorzeile 2 und mit ihr wiederum auch die gerasterte Blende innerhalb der nur einen Basiszeile 4. Mehrere aneinandergereihte Basiszeilen 4 bringen eine übergeordnete Rasterung zustande. Die Sensorelemente innerhalb der Gruppe aktivierter Sensorelemente 5 unterliegen in zweierlei Hinsicht einer Begrenzung. Zum einen darf ihre Anzahl $n/2$ nicht überschreiten und zum anderen darf die Länge dieser Gruppe sich nicht über mehr als eine halbe Teilungsperiode der Rasterspur 1 hinaus erstrecken. Das zeitabschnittsweise Weiterücken der Gruppe aktivierter Sensorelemente 5 und damit auch der Gruppe nichtaktivierter Sensorelemente 6 um jeweils ein Sensorelement wird unverändert beibehalten. Gezeigt ist derjenige Aktivierungszustand, bei dem das die Gruppe aktivierter Sensorelemente 5 bildende nur eine Sensorelement das zweite Sensorelement in der Basiszeile 4 ist.

Das Abtastsignal-Zeit-Diagramm zeigt eine Grundwelle mit überwiegend rechteckförmigem Verlauf beiderseits einer Nulllinie $N-N$. Wegen des beispielhaft gewählten nur einen Sensorelements als Gruppe aktivierter Sensorelemente 5 reduziert sich lediglich die Stufenanzahl für den Abtastsignalverlauf, dem aber unverändert die volle Phaseninformation innewohnt.

Der Zeitabschnitt t_{k2} entspricht dem angenommenen Aktivierungszustand. Das Abtastsignal-Zeit-Diagramm erfaßt wiederum den von k bis $(k + 1)$ reichenden einen Abtastumlauf. Der letzte Schritt innerhalb dieses Abtastumlaufs umfaßt den Zeitabschnitt t_{kn} .

Eine Positionsänderung verschiebt die Schnittpunkte der Grundwelle des Abtastsignals mit der Nulllinie $N-N$ stetig entlang der Zeitachse. Im Phasenwert der Grundwelle des Abtastsignals bildet sich die auf eine Teilungsperiode bezogene absolute Position der Längsverschiebung zwischen Rasterspur 1 und Sensorzeile 2 ab.

Da die Zeilenlänge für die Gruppe aktivierter Sensorelemente 5 von der Größe einer halben Teilungsperiode der Rasterspur 1 abweichen darf, darüber hinaus auch die Länge der Basiszeile 4 mit ihren n Sensorelementen von der Größe einer Teilungsperiode der Rasterspur 1 verschieden sein darf, können Sensorzeilen mit geringeren Abmessungsgenauigkeiten und mit verfügbaren Zeilenlängen eingesetzt werden. Damit lassen sich eine Kosteneinsparung und eine größere Vielfalt für die Paarungsmöglichkeit von Rastermaßstab und Sensorzeile 2 erreichen.

Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung kann ein gegenüber der Sensorelementgröße wesentlich verkleinertes Meßrasterinkrement realisiert werden, da eine ständige Phasenverschiebung erzeugt wird. Zwecks Abschwächung einzelner Teilungsfehler durch Mittelung können versetzt angeordnete, schaltungsmäßig parallel betriebene Basiszeilen zum Einsatz kommen.

Die Einrichtung gilt für beliebige Sensorwirkprinzipien, so für induktiv oder kapazitiv arbeitende Sensoren oder für die beispielhaft beschriebenen fotoelektrischen Sensoren.

Die Aktivierung der Signalauswertung kann auch durch gesteuertes Einschalten einer jeweils im Sensorelement enthaltenen Emissionsdiode erfolgen.

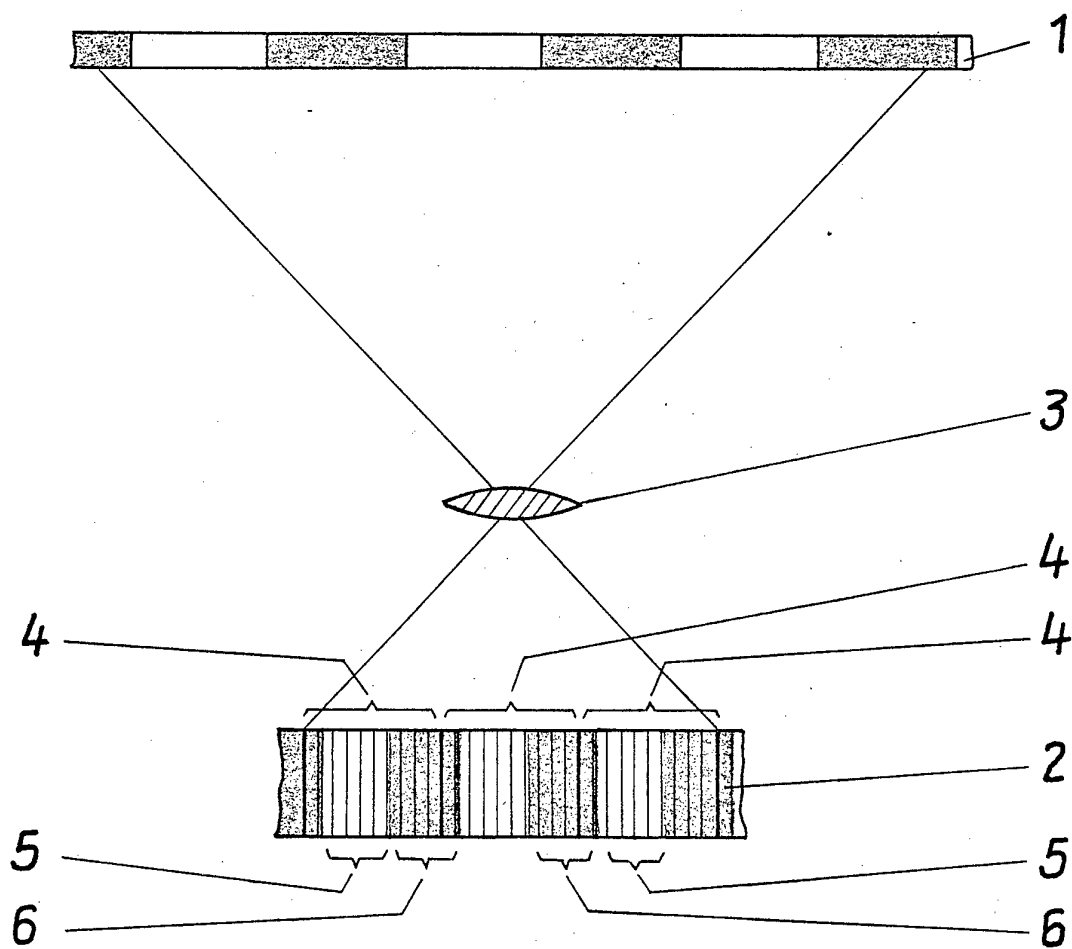


Fig. 1

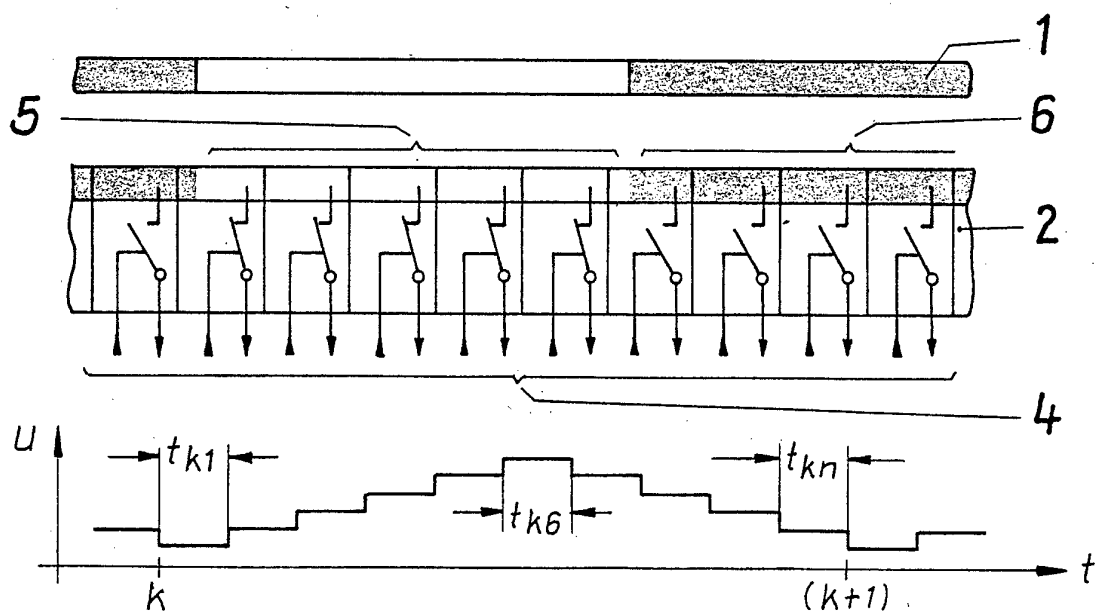


Fig. 2

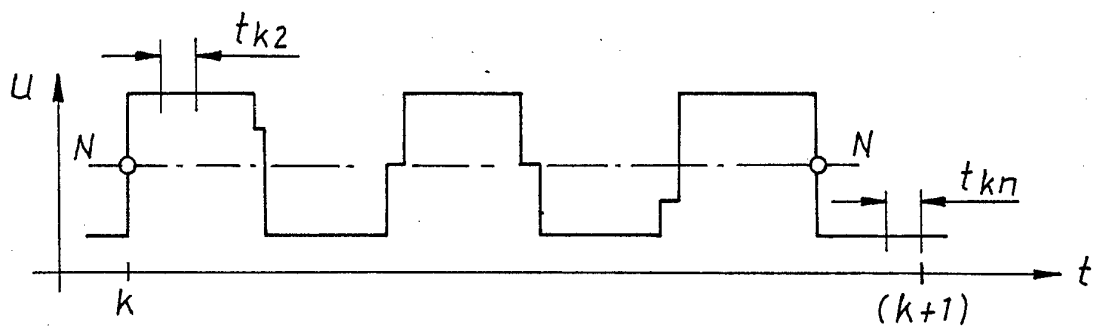
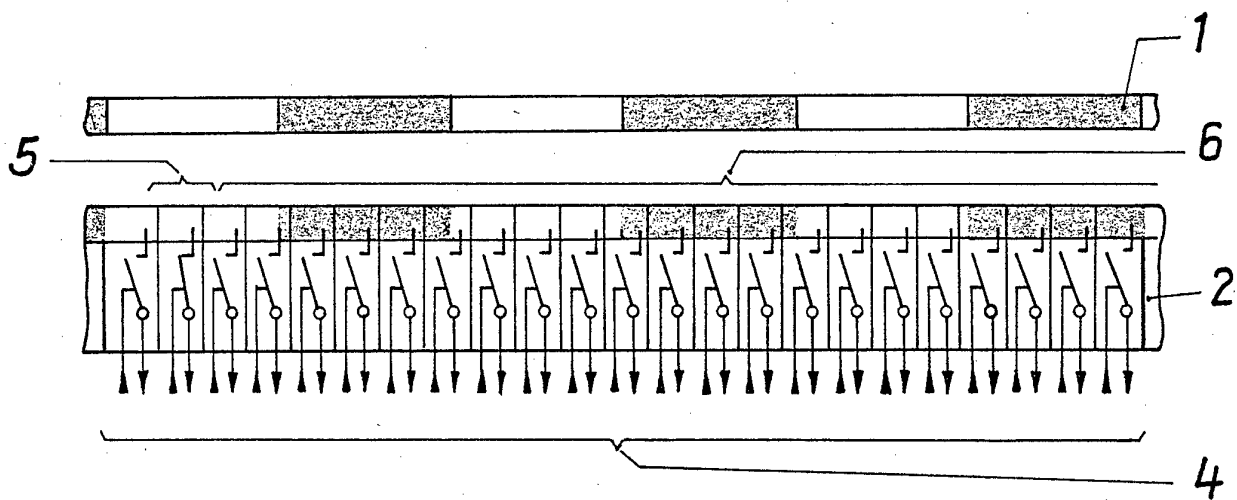


Fig. 3