

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 149 585

Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11)	149 585	(44)	15.07.81	Int. Cl. ³ 3(51)	G 06 K 9/03 H 01 J 29/07 G 01 N 21/22
(21)	AP G 06 K / 219 717	(22)	17.03.80		
(31)	021 822 021 826	(32)	19.03.79 19.03.79	(33)	US

(71) siehe (73)
(72) Southgate, Peter D.; Beltz, John P., US
(73) RCA Corporation, New York, US
(74) Patentanwaltsbüro Berlin, 1130 Berlin, Frankfurter Allee 286

(54) Überprüfungssystem zur Ermittlung von Fehlern in regelmäßigen Mustern

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Überwachungssystem zur Feststellung von Fehlern in regelmäßigen Mustern, deren Elemente Veränderungen ihrer räumlichen Periode aufweisen. Ziel der Erfindung ist vor allem die Ermöglichung einer qualitativen Verbesserung bzw. Ausschußverminderung bei der Herstellung der Lochmasken für Farbbildröhren unter Verwendung sogenannter photographischer Masterplatten. Ausgehend von einer Einrichtung zur Abtastung und Feststellung der Elemente eines Musters und Erzeugung eines das Muster angehenden Ausgangssignals und einer Autokorrelations-einrichtung für dieses Signal ist hierbei die Anordnung erfindungs-gemäß so getroffen, daß die Abtastrate der Einrichtung zur Abtastung und Feststellung veränderbar bzw. konstant ist bei konstanter bzw. veränderbarer Verzögerungszeit der Verzögerungseinrichtung. Zweckmäßig ist die Abtastrate veränderbar und die Verzögerungszeit konstant. - Fig.1 -

1

5

10

15 Oberprüfungssystem zur Ermittlung von Fehlern in regelmäßigen Mustern

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung bezieht sich auf die Ermittlung von Fehlern in regelmäßigen Mustern und betrifft insbesondere ein Überprüfungssystem zur
20 Feststellung von Fehlern in solchen Mustern, wobei die Musterelemente eine veränderliche Periodizität haben. Obgleich sich die Erfindung zur Ermittlung von Defekten in sehr verschiedenen Typen regelmäßiger periodischer Muster eignet, sei sie nachfolgend im Hinblick auf die Fehlerermittlung in photographischen Masterplatten beschrieben, wie
25 sie für die Bildung von Schatten- oder Lochmasken für Fernsehfarbbildröhren verwendet werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

In Farbbildröhren verwendete Lochmasken werden durch ein photolithographisches Verfahren hergestellt, bei welchem eine Glasarbeitsplatte,
30 te, auf der sich ein geeignetes Muster befindet, gegen ein mit Photoresistmaterial beschichtetes Stahlblech gedrückt wird und das Photoresistmaterial gleichzeitig mit einer geeigneten Lichtquelle belichtet wird. Bei den vielen Wiederholungen dieses Vorgangs kann das Muster auf der Glasplatte beschädigt werden. Entweder können kleine
35 Teile der schwarzen Punkte oder Striche, welche das Muster bilden, weggezogen werden, oder Schmutzpartikel werden in das Muster gedrückt. Von fehlerhaften Platten hergestellte Masken sind Ausschuß und müssen

1 ausgesondert werden. Es besteht daher ein Bedürfnis, die Glasarbeitsplatten periodisch zu untersuchen.

5 Kleine Fehler der dunklen Punkte oder Striche, die einem hellen Hintergrund überlagert sind, sind sehr schwierig zu erkennen, wenn das Muster ohne Vergrößerung betrachtet wird. Hierin besteht ein wesentlicher Unterschied zu Negativmustern, wie sie durch die fertige Lochmaske gebildet werden, wo vergrößerte oder zusätzliche Löcher gut sichtbar sind, insbesondere für einen geübten Beobachter. Eine Möglichkeit, die Sichtbarkeit einiger Fehler in der Arbeitsplatte zu verbessern besteht in der Oberlagerung mit einer gut passenden Negativplatte. Fehlende Teile des Musters zeigen sich dann als helle durchsichtige Stellen. Wird das Negativ verschoben, dann kann man die Erkennbarkeit zusätzlicher dunkler Stellen erhöhen. Jedoch hat diese Technik nur einen be-
15 grenzten Nutzen. Für eine befriedigende vollständige Überprüfung ist es bisher erforderlich gewesen, die Platte unter Vergrößerung visuell abzusuchen, und dazu braucht man etwa zwei Stunden pro Platte.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

20 Ein Problem bei der automatischen Überprüfung regelmäßiger periodischer Muster ergibt sich, wenn die Musterperiodizität, also der Abstand der einzelnen Elemente des Musters, sich über das Muster verändert. Die hier zu beschreibende Erfindung löst dieses Problem mit einem grundsätzlich automatisch arbeitenden Überprüfungssystem. Gemäß der Erfindung ist ein Überprüfungssystem zur Ermittlung von Fehlern
25 in regelmäßigen Mustern vorgesehen, bei denen die Elemente des Musters Veränderungen in der räumlichen Periode aufweisen. Das System enthält eine Einrichtung zur Abtastung und Feststellung der Elemente eines Musters und Erzeugung eines Ausgangssignals, welches das Muster an-
30 gibt, sowie eine Einrichtung zur Autokorrelation dieses Ausgangssignals, welche eine Verzögerungseinrichtung für das Ausgangssignal enthält. Bei einer Analogform dieses Systems wird die Abtastrate der Abtast- und Detektoreinrichtung verändert, während die Verzögerungszeit der Verzögerungseinrichtung konstant bleibt. Bei einer Digitalform des Systems ist die Abtastrate konstant und die Verzögerungszeit
35 wird verändert.

Ausführungsbeispiele:

Die Erfindung sei nun anhand der beiliegenden Zeichnungen im einzelnen erläutert. Es zeigen:

- 1 Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Videosensorabtastgerätes mit einer Glasarbeitsplatte auf einer Unterlage;
Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Reihe analoger Schwingungsformen zur Veranschaulichung der Korrelation eines Videosignals mit sich selbst;
5 Fig. 3 ein Blockschaltbild der Autokorrelationskomponenten bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Überwachungssystems;
Fig. 4 einen Ausschnitt eines Musters auf eine Arbeitsplatte;
Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Reihe analoger Schwingungsformen, welche die Linearisierung eines sich linear verändernden Videosignals veranschaulichen;
10 Fig. 6 ein Schaltbild einer analogen Linearisierungsschaltung;
Fig. 7 eine Darstellung einer Reihe von Schwingungsformen zur Ableitung eines Linearisierungssignals;
15 Fig. 8 eine Reihe von Schwingungsformen für die Linearisierung eines sich quadratisch verändernden Videosignals;
Fig. 9 eine Schaltung zur Erzeugung eines quadratischen Ausgangssignals;
Fig. 10 die Darstellung eines abtastfrequenten Steuersignals für die Durchführung einer quadratischen Korrektur;
20 Fig. 11 ein Schaltbild eines digitalen Überprüfungssystems;
Fig. 12 eine Veranschaulichung der Abtastlinien auf Teilen eines Musters;
Fig. 13 eine Reihe von Schwingungsformen, wie sie in der Schaltung gemäß Fig. 11 bei der Abtastung gemäß Fig. 12 auftreten; und
25 Fig. 14 eine Tabelle verschiedener wahlweiser Einstellungen für den Betriebsarteinsteller in der Schaltung gemäß Fig. 11.

30 Das hier zu beschreibende Überprüfungssystem wird verwendet zur Abtastung eines regelmäßigen Musters, wie etwa eines negativen Lochmusters auf einer Glasarbeitsplatte, die zur Belichtung von Photoresistmaterial auf einem Metallblech bei der Herstellung von Lochmasken für Fernsehfarbbildröhren benutzt wird. Ein derartiges Öffnungsmuster ist in Fig. 4 gezeigt, in welchem der horizontale Abstand von Element zu Element die Periode ist. Die Abtastung eines Musters erfolgt in zwei Arten, deren erste in einer groben mechanischen Abtastung mit Hilfe eines Videosensors in spezifischer Weise über das
35

1 Muster besteht, während es sich bei der zweiten um die elektrische
Abtastung eines Linientargets innerhalb des Videosensors handelt. Der
Zweck der Musterabtastung besteht in der Bestimmung und Lokalisierung
von Fehlern im Muster. Die Fehler werden entdeckt durch einen Teil des
5 Überprüfungssystems, welcher das Sensorausgangssignal, auch Videosignal
genannt, mit sich selbst autokorreliert. Die Autokorrelation wird bei
einer Ausführungsform der Erfindung bewirkt durch Verzögerung des
Videosignals und anschließenden Signalvergleich durch ein Verfahren
10 wie Subtraktion des verzögerten Videosignals vom ursprünglichen Video-
signal. Das nach diesem Verfahren übrigbleibende Signal ist ein Fehler-
signal, welches das Vorhandensein eines Fehlers anzeigt. Diese Auto-
korrelationstechnik liefert ein sinnvolles Ergebnis, wenn die Periodi-
zität des Musters gleichförmig ist. Liegt jedoch eine ungleichförmige
Musterperiodizität vor, wie etwa bei dem Muster gemäß Fig. 4, dann
15 schafft die Erfindung eine Möglichkeit zur Kompensierung der Ungleich-
förmigkeit, so daß sich eine Autokorrelation durchführen läßt.

Das hier beschriebene Überprüfungssystem, das sich entweder in analo-
ger oder in digitaler Form realisieren läßt, behandelt das Problem der
20 Autokorrelierung eines Videosignals, wenn die Periodizität der Elemen-
te eines Musters ungleichmäßig ist. Bei dem Analogsystem wird das
Videosignal um eine eingestellte Zeit verzögert, welche in Beziehung
zur vorhergehenden Musterperiode steht, und man erhält ein Differenz-
signal durch Vergleich des ursprünglichen Videosignals mit dem ver-
25 zögerten Videosignal. Das Differenzsignal wird dann zur Steuerung der
Videosensorabtastrate benutzt, so daß die Periode des Videosignalaus-
gangs vom Videosensor zur Periode des verzögerten Videosignals paßt.
Beim Digitalsystem wird die Abtastrate konstant gehalten, und die Zeit
der Computerspeicherung des verzögerten Videosignals wird verändert,
30 um die Periodizität des ursprünglichen und des verzögerten Signals
einander anzupassen.

Die Komponenten und die Funktionsweise beider Arten von Überprüfungs-
systemen seien nachfolgend im einzelnen erläutert, wobei zunächst das
35 analoge System und dann das digitale System besprochen seien.

Eine Ausführungsform eines mechanischen Abtastgerätes 10 des erfin-

1 dungsgemäßen Oberprüfungssystems ist in Fig. 1 gezeigt. Das Abtastge-
rät 10 enthält eine Basis 12, auf der eine Glasarbeitsplatte 14 mit
einem auf dieser befindlichen regelmäßigen Muster montiert ist. Die
Basis 12 unterstützt die Kanten der Platte 14 und ist in der Mitte of-
5 fen, so daß sie das photographische Muster auf der Platte 14 nicht ver-
sperrt. Ein Videosensor 16, wie etwa eine Festkörper-Photodioden-Anord-
nung, ist auf einer Plattform 18 unmittelbar über der Arbeitsplatte
14 montiert. Unterhalb der Platte 14 befindet sich direkt unterhalb
des Lichtsensors 16 ein Lichtkasten 20. Die Plattform 18 ist in zwei
10 Richtungen, X-X und Y-Y, beweglich. Eine Bewegung des Sensors 16 in
Y-Y-Richtung erfolgt durch Betätigung eines entsprechenden Antriebes
22, wie etwa eines pneumatischen Zylinders oder eines Elektromagne-
ten, der mit der Plattform 18 über eine Achse 24 verbunden ist, der
Antrieb 22 sitzt auf einer zweiten Plattform 26, die mit Hilfe eines
15 weiteren, nicht dargestellten Antriebs längs einer Achse 28 bewegbar
ist. Man sieht ferner einen Markierer 29, der an einem Teil der Platt-
form 18 befestigt ist, um Fehlerbereiche auf der Arbeitsplatte zu
kennzeichnen.

20 Der Videosensor 16 kann eine Kamera sein, die eine Linse zum Sammeln
des durch ein Muster verlaufenden Lichtes und zur Abbildung des Musters
auf einen photoelektrischen Sensor innerhalb der Kamera enthält. Das
Licht wird zerstreut, damit man einen großen Bereich von Lichteinfallswinkeln im Sinne einer Verringerung der Empfindlichkeit gegen Kratzer
25 erhält. Der Lichtsensor sieht das durch die Glasplatte, auf welcher
sich ein Emulsionsmuster befindet, hindurchtretende Licht. Die Bild-
linse oder Optik, wie etwa eine Vivitar-Automacro-Optik mit 55 mm
Brennweite und Blendenöffnung 2,8, befindet sich in einem lichtdich-
ten Gehäuse mit einem Festkörperzeilenabtaster, wie einer Photodioden-
30 anordnung mit 1728 Elementen, die handelsüblich von der Reticon
Corporation erhältlich ist. Die Vergrößerung der Optik beträgt 1,5,
und jedes Abtastelement ist 15 µm breit.

35 Die Abtastelemente integrieren das gesammelte Licht und liefern bei
Ansteuerung durch Entladung das integrierte Signal. Jedes Abtastele-
ment arbeitet unabhängig, so daß das Ausgangssignal eine Reihe von
Ladungsimpulsen darstellt. Diese Impulse werden in einem speichernden

1 Abtastverstärker verarbeitet, und das resultierende Ausgangssignal
der Kamera ist ein Boxcar-Videosignal, in welchem jeder Pegel die
Lichtmenge darstellt, die während einer Abtastperiode durch das be-
treffende Element aufgenommen worden ist.

5

Das Prinzip der Autokorrelierung des Ausgangssignals des Videosensors
16 in einem analog arbeitenden System ist anhand der in Fig. 2 darge-
stellten Kurvenformen veranschaulicht. Die obere Kurvenform ist das
Ausgangssignal 30 des Videosensors, das aus einer Reihe paralleler,
10 helle Streifen 32 darstellende Elemente des durch den Videosensor
abgetasteten Musters besteht. Infolge eines Fehlers im Muster tritt
ein zusätzlicher Impuls 34 auf. Die zweite Kurvenform stellt das
gegenüber dem ursprünglichen Ausgangssignal 30 des Videosensors um
eine Periode verzögerte Ausgangssignal 36 dar, welches vom unverzöger-
15 ten Ausgangssignal 30 subtrahiert wird, so daß man ein drittes Signal
als Differenzsignal 38 erhält. Das Fehlersignal 40 erscheint in bei-
den Polaritäten herausragend im Differenzsignal 38. In der Darstel-
lung des Differenzsignals 38 sieht man etwas Rauschen und kleine zu-
sätzliche Spitzen, welche auftreten können, wenn die Verzögerungszeit
20 etwas von einer genauen Periode abweicht. Ein viertes Signal ist ein
Tastsignal 42 zur Selektierung derjenigen Teile des Differenzsignals
38, während deren ein regulärer Teil des Videosignals sowohl im ur-
sprünglichen als auch im verzögerten Ausgangssignal 30 bzw. 36 auf-
tritt. Die fünfte Kurvenform zeigt ein extrahiertes Signal 44, welches
25 infolge des Tastsignals 42 weitergeleitet wurde. Schließlich zeigt die
sechste Kurvenform ein mittels eines geeigneten Schwellwertes begrenz-
tes extrahiertes Signal, welches ein eindeutiges Anzeichen eines über
eine gewisse Größe hinausgehenden Fehlers zeigt, also etwa die Nadel
48.

30

Analogschaltungen, welche die soeben erwähnten Funktionen durchführen,
sind im Stande der Technik bekannt. Ein Blockschaltbild, welches die
Zusammenschaltung derartiger Schaltungen veranschaulicht, ist in Fig.3
gezeigt. Das Ausgangssignal 30 des Videosensors 16 wird sowohl einer
35 geeigneten Verzögerungsleitung 50, etwa einer akustischen Glasleitung
oder einer ladungsgekoppelten Festkörpereinrichtung, als auch einem

1 Differenzverstärker 52 zugeführt, der an seinem Ausgang das Differenz-
signal 38 liefert. Dieses wird einer Torschaltung 54 zugeführt, welche
es so tastet, daß das extrahierte Signal 44 entsteht. Letzteres wird
auf eine Schwellwert- und Ausgangsschaltung 56 gegeben, wo es begrenzt
5 wird und übrigbleibende Fehler angezeigt werden. Das Blockschaltbild
zeigt auch eine Abtastfrequenzregelschaltung 58, welche Eingangssigna-
le sowohl für die Kamera 16 als auch die Torschaltung 54 liefert.

10 Wenn auch das soeben beschriebene Autokorrelationsbeispiel mit Bezug
auf ein Muster gleichförmiger Periodizität beschrieben worden ist, so
kann die Musterperiodizität über die Abtastlänge variieren. In diesem
Falle muß das Videosignal linearisiert werden, ehe die Korrelation
15 durchgeführt werden kann. Die Periodizität des Videosignals kann sich
linear ändern, wobei zwei Variable zur Definierung ihrer Form erforder-
lich sind, oder quadratisch oder noch höherer Ordnung, wobei drei oder
mehr Variable nötig sind. Für jede Variable braucht man ein Fehler-
signal und für jedes Fehlersignal muß das Videosignal an einer geeig-
neten Stelle längs der Abtastung abgefühlt werden.

20 Fig. 4 zeigt einen Teil eines Musters 60, bei dem sich die Periodizität
der Elemente 62 linear ändert. Die Periode des Musters ist mit "a"
bezeichnet und verändert sich horizontal über das Muster, wie die
Figur zeigt. Die durchgezogene horizontale Linie 64 auf dem Muster 60
ist das Bild, das auf einer linearen Photodiodenanordnung in Festkör-
25 perausbildung gebildet wird und mittels eines Taktes variabler Fre-
quenz ausgelesen wird. Die kleine Markierung 66 auf dem Muster stellt
einen Fehler dar. Wäre die Ausgangsfrequenz der linearen Photodioden-
anordnung nicht linearisiert, dann erhielte man als erste Kurvenform
in Fig. 5 ein unlinearisiertes Videosignal 68. Jedoch läßt sich das
30 Ausgangssignal des Videosensors durch geeignete Veränderung der Ab-
tastfrequenz linearisieren. Die zweite Kurvenform in Fig. 5 zeigt
eine Sägezahnschwingung 70 als sägezahnförmige Veränderung der Takt-
frequenz, wie sie zur Veränderung der Abtastfrequenz im Sinne der
Linearisierung des Videosignals 72 nötig ist, welches als dritte Kur-
35 venform in Fig. 5 gezeigt ist. Macht man diese Frequenzänderung im
Verhältnis höher als die Auslesung der weit voneinander entfernten

1 Musterelemente erfolgt, dann bleibt die Videomusterperiode praktisch konstant. Die weiteren Kurvenformen in Fig. 5 zeigen das verzögerte Videosignal 74, das Differenzsignal 76 und das getastete umgeschaltete Signal 78.

5

Die passende Sägezahnsschwingung 70 gemäß Fig. 5 kann durch eine in Fig. 6 dargestellte Anlogschaltung 80 erzeugt werden. Diese Schaltung ist eine Integrationsschaltung, bei welcher der Anfangswert und die Anstiegsrate des Ausgangssignals durch die Spannungen auf den beiden Kondensatoren C_1 und C_2 bestimmt werden. Ergibt die ursprünglich erzeugte Kurvenform keine genaue Linearisierung, dann werden die Kondensatorspannungen durch ein Fehlersignal ergänzt, das nur dann auf Null abfällt, wenn die Linearisierung erreicht ist. Der den Kondensatoren C_1 und C_2 vorangehende Teil der Schaltung 80 dient der Erzeugung dieser Ergänzungsspannungen. Die Funktionsweise der Schaltung 80 ergibt sich aus den in Fig. 7 dargestellten Kurvenformen. Für den Betrieb der Schaltung 80 wesentlich ist eine Verzögerungsleitung 82, welche das Videosignal um einen Zeitraum verzögert, welcher gleich der gewünschten Periode oder einem Vielfachen davon ist. Die erste Kurvenform in Fig. 7 zeigt das Videosignal 90, wie es vom Abtastensensor kommt. Die zweite Kurvenform zeigt das verzögerte Videosignal 92, das um einen Zeitraum verzögert ist, der größer als die gewünschte Periode aber kleiner als das Doppelte der gewünschten Periode ist. Das Videosignal triggert einen Impulsgenerator, dessen Ausgangssignal 94 wiederum einen zweiten Impulsgenerator triggert, der ein Ausgangssignal 96 liefert. Das Ausgangssignal 96 des zweiten Impulsgenerators bestimmt Fenster zur Auswahl von Videoimpulsen nahe dem Beginn und dem Ende der Abtastung. Die Signale 98 und 100 werden dann von den Vorderflanken des ursprünglichen und des verzögerten Videoimpulses, die in die Fenster des Signals 96 fallen, erzeugt. Wenn der ursprüngliche Videoimpuls dem verzögerten Videoimpuls vorangeht, dann wird der Differenzimpuls einem Schalter zugeführt, durch den der Kondensator während der Impulsperiode positiv aufgeladen wird, während im Falle der Voreilung des verzögerten Videoimpulses der Kondensator negativ geladen wird. Der Differenzimpuls, der die richtige Polarität hat, ist das Fehlersignal 102 oder 104, mit Hilfe dessen die Korrekturregelung der Taktfrequenz erfolgt. Ein weiteres Paar Schalter ist so angeord-

1 net, daß das Fehlersignal auf C_1 oder C_2 geleitet wird, je nachdem, ob
das Fenster am Anfang oder am Ende der Abtastung auftritt. Die übrigen
drei Kurvenformen in Fig. 7 sind der Abtastrücklaufimpuls 106, das Ab-
taststarttorsignal 108 und das Abtastendtorsignal 110.

5

Die vorstehend beschriebene linearisierende Schaltung 80 bewirkt eine
geeignete Korrektur für lineare Veränderungen der Abstandsperiodizität
des Musters. Wenn jedoch in der Musteränderung quadratische oder höhere
Komponenten auftreten, dann benötigt man mehr als zwei Kondensatoren

10

und Spannungen zur Korrektur der Veränderung. Diese Spannungen ent-
sprechen Fehlersignalen, die an verschiedenen Punkten längs des Ab-
tastweges entnommen sind und in eine Steuersignalerzeugungsschaltung
eingegeben werden, die mehrere Integrationsstufen enthält. Die Fehler-

15

signale zwischen einem Videosignal 112 und einem verzögerten Video-
signal 114 vom Beginn, der Mitte und vom Ende einer Abtastung werden
durch die durch die Abtastsignale 116, 118 und 120 in Fig. 8 gegebenen
Fenster abgetastet, und diese Fehlersignale werden zur Ergänzung der
Regelspannungen V_1 , V_2 und V_3 benutzt. Jedoch werden diese drei Span-

20

nungen zunächst folgendermaßen in drei andere Spannungen unter Verwen-

$$V_a = 2V_1 = 4V_2 + 3V_3$$

$$V_b = -2V_1 + 4V_2 - V_3$$

25

$$V_c = V_1$$

Diese Spannungen werden dann in die in Fig. 9 dargestellte Schaltung
eingegeben, die ein quadratisches Ausgangssignal der folgenden Form
liefert:

30

$$V = 2(V_1 - 2V_2 + V_3) \left(\frac{t}{T}\right)^2 + (-3V_1 + 4V_2 - V_3) \left(\frac{t}{T}\right) + V_1$$

wobei T die Abtastzeit ist. Dieses Signal hat die Eigenschaft zu den
Zeitpunkten $t/T = 0, 1/2$ bzw. 1 die Spannungswerte V_1 , V_2 und V_3

35

zu durchlaufen, wie Fig. 10 zeigt.

Die vorstehend beschriebene Ausführungsform zeigt nur eine Möglich-

1 keit, wie die Erfindung realisiert werden kann. Grundsätzlich kann der
Videosensor, welcher das Muster in ein Signal umwandelt, irgend einer
aus einer Vielzahl optischer elektrischer mechanischer oder anderer
Detektoren sein, die in irgend einer Weise abgetastet werden unter
5 Steuerung durch eine Kurvenform, die durch die gespeicherten Regel-
oder Steuerspannungen bestimmt wird. Ebenso kann die Signalverzögerungs-
leitung in irgend einer bekannten Weise ausgebildet sein.

Eine Schaltung in digitaler Ausführung ist in dem Blockschaltbild ge-
10 mäß Fig. 11 veranschaulicht. Hierbei wird ausschließlich die Digital-
technik angewandt, nachdem das Videosignal quantisiert ist, wobei
verschiedene Logikmoduln durch einen kristallgesteuerten Taktgeber
getaktet werden. Das Digitalsystem ist voll anwendbar auf einen brei-
ten Bereich von Mustern, und die einzig notwendige Justierung durch
15 den Bedienenden besteht in der Ausrichtung der photographischen Platte
auf einen Videosensor, wie eine Kamera, der gesteuerte Indikatoren be-
nutzt.

Bei dem Digitalsystem wird die Videosensorabtastfrequenz nicht lineari-
20 siert wie bei dem Analogsystem. Stattdessen erreicht man dasselbe Er-
gebnis durch Regelung der Speicherzeit für das Videosignal, so daß
das ursprüngliche und das verzögerte Signal sich in Phase zueinander
befinden, wenn sie in die Korrelationsschaltung eingegeben werden.

25 Das Ausgangssignal einer Kamera 150 wird Videoverarbeitungsschaltungen
152 zugeführt, welche drei Funktionen ausüben. Die erste besteht in
der automatischen Verstärkungsregelung zur Konstanthaltung der Spitzen-
spannung des Videosignals (beispielsweise $5 V_{SS}$) über einen Eingangss-
signalbereich (beispielsweise von 0,5 bis 2 V). Durch die automati-
30 sche Verstärkungsregelung werden die Alterung der zur Beleuchtung des
Musters verwendeten Lampe, Bauelementtoleranzen, Staub in der Optik
und andere Wirkungen kompensiert, welche die Videoamplitude über
lange Zeit verändern würden. Die zweite Funktion der Videoverarbei-
tungsschaltungen besteht in der Verringerung von Ungleichmäßigkeiten
35 in der Beleuchtung, die verursacht werden durch ein nicht ebenes Be-
leuchtungsfeld, welches eine gebogene Videonulllinie bewirken würde.

- 1 Schließlich wird das Videosignal nach der automatischen Verstärkungsregelung und dem Beleuchtungsausgleich in ein binäres Digitalsignal quantisiert. Nominell wird der Quantisierungspegel auf 50% eingestellt.
- 5 Das Ausgangssignal der Videoverarbeitungsschaltungen 152 wird einem Abtastspeicher 154, einer Vorbetrachtungsstufe 156 und einer Neigungsstufe 158 zugeführt. Der Abtastspeicher 154 besteht aus einem 2048-stufigen Schieberegister, in welches während einer Abtastung Daten
- 10 eingegeben werden, die genau eine Abtastung später am Ausgang erscheinen. Die Steuerung und die zeitliche Abstimmung sind so gewählt, daß alle 2049 Bit eine Wiederholung mit einem Bit Totzeit erfolgt. Für das Signal von der Kamera sind 1728 Elemente aktiviert, und 321 Bit Austastung werden benötigt für die Datenverarbeitung, die später im Blockschaltbild erfolgt.
- 15 Der Sinn der Vorbetrachtungsstufe 156 besteht in der Austastung unvollständiger Muster im Kameravideosignal vor einer Vergleichsuntersuchung. Diese unvollständigen Muster können entweder am Beginn oder am Ende einer Abtastung auftreten und zwar aus einer Reihe von Gründen. Bei-
- 20 spielsweise kann die Kamera so ausgerichtet sein, daß die ersten Musterserelemente in die Mitte eines undurchsichtigen Schlitzes fallen. Auch können einige Muster in der Praxis unvollständige Schlitz an den Kanten haben. Oder es kann ein Vergleichsfehler an der Hinterkante des
- 25 Musters wegen des Fehlens eines Nachbarmusters zum Vergleich auftreten. Mit der Vorbetrachtungsschaltung läßt sich das von den Videoverarbeitungsschaltungen 152 kommende Videosignal analysieren, Anfangs- und Endstellen speichern und dann, wenn das Videosignal während der nächsten Abtastung aus dem Abtastspeicher herauskommt, das unerwünschte
- 30 Videosignal mit Hilfe eines UND-Tores 160 entfernen.
- Die Funktionsweise der Neigungsstufe 158 ist anhand der Figuren 11 und 12 erläutert. Es sind zwei Abtastungen A und B gezeigt, welche die Oberseite eines Schlitzes 162 gerade berühren oder verfehlen. Mit 164
- 35 ist das Realzeitabtastsignal von der Abtastung A bezeichnet, welches von den Videoverarbeitungsschaltungen 152 geliefert wird, und mit 166 ist das verzögerte Abtastsignal von der Abtastung B bezeichnet, wie es aus dem Abtastspeicher 154 kommt. Bei Vorhandensein eines Impulses in

- 1 der Abtastung A und bei Fehlen eines Impulses in der Abtastung B erzeugt die Neigungsstufe 158 ein NEU-Signal 170, welches einen Impuls 168 enthält, der diesen Unterschied erkennen läßt. Eine Betrachtung des Signals 170 gegenüber einem Signal 172, welches auf die halbe Ab-
- 5 tastzeit bezogen ist, läßt erkennen, ob Kamera und Muster miteinander ausgerichtet sind. Ist die Kamera falsch ausgerichtet, dann blitzen eine CW-Indikatorlampe 174 bzw. eine CCW-Indikatorlampe 176 kontinuierlich auf, und bei richtiger Ausrichtung blitzen beide Indikatorlampen nur sporadisch.
- 10
- Das NEU-Signal 170 von der Neigungsstufe 158 wird einer Klassifikationsschaltung 178 zugeführt, wo zwei Entscheidungen getroffen werden müssen. Erstens muß die Art des Musters, also Punkt- oder Linienmuster, bestimmt werden, und als nächstes muß im Falle eines Linienmusters
- 15 eine grobe Abschätzung des Abstandes a zwischen den Elementen festgestellt werden. Zur Bestimmung der Art des Musters werden Leerabtastungen beobachtet. Treten Leerabtastungen innerhalb des Musters auf, dann wird die Platte als Punktplatte klassifiziert, weil in einem Linienmuster keine Leerabtastungen auftreten. Durch Benutzung des NEU-Signals
- 20 170 und mehrmalige Messung des Abstandes zum nächsten Musterelement läßt sich eine gute Bestimmung des halben Abstandes A erreichen. Dieser Wert wird verdoppelt in der Vergleichslogikschaltung als Startpunkt benutzt, aber er wird kontinuierlich in einem Servomodul 180 abgewandelt, um Änderungen des Abstandes a zu folgen. Die Klassifizierungsschaltung 178 wird durch ein von außen kommendes Signal 182 in Betrieb
- 25 gesetzt, wenn eine Klassifizierung erfolgen soll. Während der Klassifizierung wird der Abstand a zur Prüfung durch den Bedienenden angezeigt.
- 30
- Das Ausgangssignal des UND-Tores 160 wird auch in zwei Schieberegister 184 und 186 variabler Speicherlänge eingegeben. Diese Schieberegister 184 und 186 bilden den zentralen Teil der Vergleichslogikschaltung. Ein Register 184 hat eine maximale Speicherlänge von 32 Stufen, das andere Register 186 hat eine maximale Länge von 192 Stufen. Bei einem
- 35 üblichen Schieberegister enthalten alle Stufen Information und wenn ein Bit am seriellen Eingang eingegeben wird, werden alle Stufen ge-

1 triggert und die letzte Stufe wird entleert. Bei einem Register vom
FIFO-Typ, wie es bei der hier beschriebenen Erfindung verwendet wird,
ist die Beschickung des Eingangs unabhängig von der Entleerung des
Ausgangs, so daß die im Register enthaltene Informationsmenge variabel
5 ist. Beispielsweise können Daten gruppenweise eingegeben und in gleich-
förmigen Raten entnommen werden, wobei es nur erforderlich ist, daß
die mittleren Raten über ein Zeitintervall identisch sind. Bei der
vorliegenden Ausführungsform wird das erste vollständige Abtastmuster
in dem 192-stufigen Register 186 gespeichert (nominell werden 80 Stu-
10 fen benutzt), und dann, wenn das zweite Abtastmuster angeliefert wird,
werden das erste und zweite Abtastmuster parallel zu der Vergleichs-
logikschaltung verschoben. Die Speichereingänge werden durch eine Ein-
gangslogikschaltung und die Ausgänge durch den Servomodul 180 gesteu-
ert. Bei der Eingabe läuft die Information in die Speicher so schnell
15 wie möglich ein, bis sie auf eine Stufe trifft, welche Information ent-
hält. Das erste gespeicherte Element erscheint am Ausgang in einer
Schnelligkeit von Nanosekunden.

Die Ausgangssignale jedes der Register 184 und 186 werden zwei Vorder-
20 kantendetektoren 188 und 190 zugeführt, welche die Vorderkanten eines
Abtastmusters bemerken, die als Übergang zwischen einem klaren Masken-
bereich und einem undurchsichtigen Bereich des Musterelementes defi-
niert sind. Ist ein solcher Übergang festgestellt worden, dann wird
das Signal zu dem Servomodul 180 übertragen zur Bestimmung, ob der
25 Übergang an der richtigen Stelle liegt, um als Start für ein Abtast-
muster zu gelten. Innerhalb jedes Vorderkantendetektors erfolgt eine
Filterung zur Kompensierung der Ungleichmäßigkeiten der Kanten des
Musterelementes.

30 Der Servomodul 180 bildet das Regelzentrum des Systems. Eingangssigna-
le für den Servomodul 80 werden von den beiden Vorderkantendetektoren
geliefert sowie von der Klassifizierungsschaltung 178 als Information
unter anderem über Typ und ursprünglichen Abstand a . Der Servomodul
180 bestimmt seinerseits die Ausgangssignale der beiden Register 184
35 und 186, bringt den Abstand a auf den neuesten Stand und setzt die
Vergleichsausgangslölogikschaltung in Betrieb. Anfangs wird das erste
Muster in beide Register 184 und 186 eingegeben, jedoch nur in dem

- 1 192-stufigen Register 186 gehalten. Das zweite Muster wird in beide Register eingegeben und läuft bis zum Ende des 32-stufigen Registers 184, stößt aber im 192-stufigen Register 186 gegen das erste Muster. Wenn die Vorderkante des zweiten Musters am Ende des 32-stufigen Registers 184 festgestellt wird, laufen die Ausgangssignale beider Register in Obereinstimmung schrittweise weiter, und die Vergleichslogikschaltung wird eingeschaltet. Dieser Vorgang dauert bis zum Ende der Abtastung fort. Um auch kleine Änderungen des Abstandes a zu ermöglichen oder um Fehler zu quantisieren kann das Ausgangssignal jedes der
- 5 Schieberegister festgehalten werden, bis die Servologikschaltung bestimmt, daß die Ausgangssignale beider Register Mustervorderkanten enthalten. Innerhalb der Servologik wird der Abstand a ständig auf den neuesten Stand gebracht, um zu bestimmen, ob eine Kante eine Mustervorderkante und nicht irgend ein Fehler ist.
- 10
- 15 Die Ausgangssignale der beiden Register 184 und 186 und des Servomoduls 180 werden in eine Korrelationsalgorithmusschaltung 194 gegeben, welche aus einem Volladdierer besteht, der so geschaltet sein kann, daß er als Majoritätstor arbeitet. Bei der vorliegenden Anwendung beobachtet der Addierer parallel fünf Musterelemente beider Register 184 und
- 20 186. Wenn drei oder mehr Paare identisch sind, dann wird kein Fehlerkorrelationssignal erzeugt, sondern ein solches wird nur dann gebildet, wenn weniger als drei Paare zusammenpassen.
- 25 Die Empfindlichkeit der Grundvergleichsschaltung in der Korrelationsalgorithmusschaltung 194 kann durch Handbetätigung eines Betriebsartschalters 196 verändert werden. Eines der fünf Bit jeder Musterelementinformation kann entweder als richtig oder falsch eingestuft werden und dadurch die Grundgewichtung von $3/5$ auf entweder $2/4$ oder $3/4$
- 30 ändern. Mit Hilfe des Schalters 196 kann die Vergleichsschaltung auch entweder fünf benachbarte Musterelemente oder jeweils fünf durch ein Musterelement getrennte Musterelemente beobachten. Eine andere Möglichkeit besteht in der Wahl einer Betriebsart für einen klaren Maskenbereich und eine andere für einen undurchsichtigen Maskenbereich. Die
- 35 in Fig. 14 dargestellte Tabelle zeigt verschiedene mögliche Betriebsarten. Die erste Zahl jeweils in der obersten Reihe und linken Spalte gibt an, ob jedes Musterelement (1) oder jedes zweite Musterelement

- 1 (1/2) analysiert wird. Die zweite Zahl gibt den Korrelationspegel an, der notwendig ist, um akzeptabel zu sein. Die Zahlen in der obersten Reihe beziehen sich auf das undurchsichtige Musterelement und die links nach unten verlaufenden Zahlen beziehen sich auf die durchsichtigen Bereiche des Musters. Beispielsweise sind bei der Betriebsart 7 die folgenden Kriterien eingestellt:

5 Klarer Bereich des Musters, alle Musterelemente werden analysiert, in jeder Vierergruppe müssen drei Paare identisch sein.

10

Undurchsichtiger Musterbereich, nur jedes zweite Musterelement wird analysiert, und in jeder Fünfergruppe von Musterelementen müssen drei Paare identisch sein.

- 15 Eine fehlerhafte Mißkorrelation an oder nahe den Enden eines Musterelementes kann durch eine Neigung verursacht werden, die durch mechanische Bewegung der Kamera bedingt ist, sowie durch kleine Variationen der Elementenlänge oder durch normale Quantisierungsfehler bei der Quantisierung des Videosignals.

20

Um diese Fehler auszuschalten, ist es erforderlich, daß eine als Fehler zu identifizierende Mißkorrelation zwischen zwei aufeinanderfolgenden Abtastungen an derselben Stelle auftritt. Dies wird bewirkt, indem man zunächst ein Mißkorrelationssignal in ein Abtastspeicherschieberegister 198 eingibt: Wenn bei der folgenden Abtastung eine andere Mißkorrelation an einer Stelle auftritt und ein UND-Tor 200 durchlässig wird, dann wird ein Fehler angezeigt.

25

- 30 Um einem Bedienenden bei der Überwachung des Arbeitens des Abtasters zu helfen, ist ein Anzeigefeld 202 für zwei Digit vorgesehen, das mit einem Multiplexer 204 verbunden ist. Zu Beginn wird der Anfangsabstand a, der von der Klassifizierungsschaltung 178 angegeben wird, angezeigt; aber wenn das Gerät mit der Abtastung des vollen Musters beginnt, wird der auf den neuesten Stand gebrachte Abstand a vom Servomodul 180 angezeigt. Der Multiplexer 204 wird gesteuert durch das
- 35 Aktivierungssignal 192, um die richtigen Signale zum Anzeigefeld gelangen zu lassen.

1

5

10

15

Erfindungsanspruch:

1. Überwachungssystem zur Feststellung von Fehlern in regelmäßigen Mustern, deren Elemente Veränderungen ihrer räumlichen Periode aufweisen, mit einer Einrichtung zur Abtastung und Feststellung der Elemente eines Musters und Erzeugung eines das Muster angegebenden Ausgangssignals und mit einer Autokorrelationseinrichtung für dieses Ausgangssignal, welche eine Verzögerungseinrichtung für das Ausgangssignal enthält, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß die Abtastrate der Einrichtung zur Abtastung und Feststellung veränderbar bzw. konstant ist bei konstanter bzw. veränderbarer Verzögerungszeit der Verzögerungseinrichtung.
2. Überwachungssystem nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastrate veränderbar und die Verzögerungszeit konstant ist.
3. Überwachungssystem nach Punkt 2, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (82,A,B,C) zur Feststellung von Abweichungen von der Konstanz der Periode des Ausgangssignals (68) und zur Erzeugung eines Fehlersignals (102,104) in Abhängigkeit von festgestellten Abweichungen, und durch eine Einrichtung (C₁,C₂,D,E) zur Veränderung der Abtastrate im Sinne einer Aufrechterhaltung einer konstanten Periode (a) in Abhängigkeit von dem Fehlersignal.

- 1 4. Überwachungssystem nach Punkt 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Veränderung der Abtastrate einen Frequenzregeltaktgeber (80) enthält.
- 5 5. Überwachungssystem nach Punkt 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Autokorrelationsschaltung eine Einrichtung (Differenzverstärker 52) zur Subtrahierung des verzögerten Ausgangssignals (74) von dem unverzögerten Ausgangssignal (72) und Erzeugung eines Differenzsignals (76) enthält, welches einen Fehler (66) in dem Muster anzeigt.
- 10 6. Überwachungssystem nach Punkt 5, gekennzeichnet durch eine das Differenzsignal (56) der Differenzschaltung (52) selektiv übertragende Torschaltung (54), an deren Ausgang ein vorherrschendes Fehlersignal (78) entsteht.
- 15 7. Überwachungssystem nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastrate konstant und die Verzögerungszeit variable ist.
- 20 8. Überwachungssystem nach Punkt 7, gekennzeichnet durch eine Signalverarbeitungsschaltung (52) zur Quantisierung des Ausgangssignals, einen Hauptspeicher (Abtastspeicher 154) zur Speicherung des quantisierten Signals eines Teils einer Abtastung, eine Einrichtung (Klassifizierungsschaltung 178, Servomodul 180) zur Bestimmung der Elementenperiode (a) aus dem quantisierten Signal und zur Regelung
25 des Ausgangs des Hauptspeichers zu Zeiten, die in Beziehung zu der Elementenperiode stehen, durch eine Einrichtung (Abtastspeicherschieberegister 198) zur Korrelierung des Ausgangssignals des Hauptspeichers mit einem in Realzeit quantisierten Signal derselben Abtastung, und
30 durch eine Einrichtung (UND-Tor 200) zur Anzeige des Vorhandenseins eines Fehlers, der in Beziehung zu einem Musterfehler steht, in Abhängigkeit von einem von der Korrelationseinrichtung gelieferten Miskorrelationssignal.
- 35 9. Überwachungssystem nach Punkt 8, gekennzeichnet durch einen zweiten Speicher (Vorbetrachtungsstufe 156) am Ausgang der Quantisierungseinrichtung zur Speicherung eines vollständigen quantisierten Abtastsignals.

- 1 10. Überwachungssystem nach Punkt 9, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Speicher (Vorbetrachtungsstufe 156) enthalten ist in einer Einrichtung (UND-Tor 160) zum Tasten unvollständiger quantisierter Signale vor deren Speicherung in dem Hauptspeicher.
- 5 11. Überwachungssystem nach Punkt 9, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Speicher (Vorbetrachtungsstufe 156) enthalten ist in einer Einrichtung (Neigungsstufe 158) zur Anzeige der Ausrichtung der Abtast- und Feststellungseinrichtung mit dem Muster.
- 10 12. Überwachungssystem nach Punkt 8, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (Klassifizierungsschaltung 178) zur Bestimmung der Musterart.
- 15 13. Überwachungssystem nach Punkt 8, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (Anzeigefeld 202, Multiplexer 204) zur visuellen Anzeige des Abstandes zwischen Musterelementen.
- 20 14. Überwachungssystem nach Punkt 8, gekennzeichnet durch einen Vorderkantendetektor (188,190), der zwischen dem Ausgang des Hauptspeichers (Abtastspeicher 154) und einem Eingang der Einrichtung (178, 180) zur Bestimmung der Elementenperiode und Regelung des Ausgangssignals des Hauptspeichers angeordnet ist zur Bestimmung des Übergangs von einem durchsichtigen Bereich zu einem Element des Musters.
- 25 15. Überwachungssystem nach Punkt 8, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (Betriebsartschalter 196) zur Handeinstellung der Empfindlichkeit der Korrelationsschaltung.
- 30 16. Überwachungssystem nach Punkt 8, gekennzeichnet durch einen dritten Speicher (Abtastspeicherschieberegister 198) zur Speicherung des Miskorrelationssignals für eine Abtastung und durch eine Vergleichseinrichtung (UND-Tor 200) zum Vergleichen des gespeicherten Miskorrelationssignals mit einem Ausgangssignal der Korrelationseinrichtung für eine nachfolgende Abtastung.
- 35

Hierzu 5 Seiten Zeichnungen

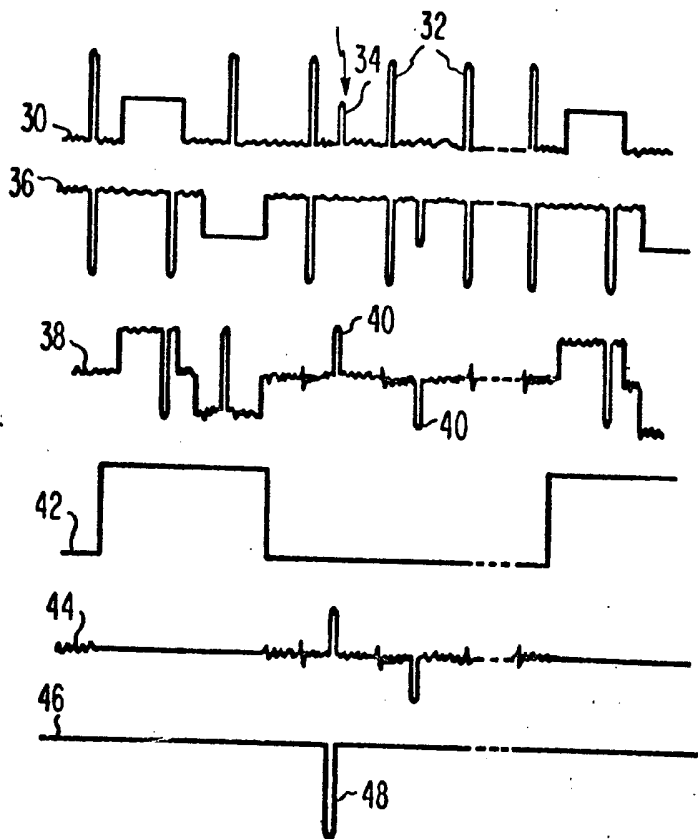
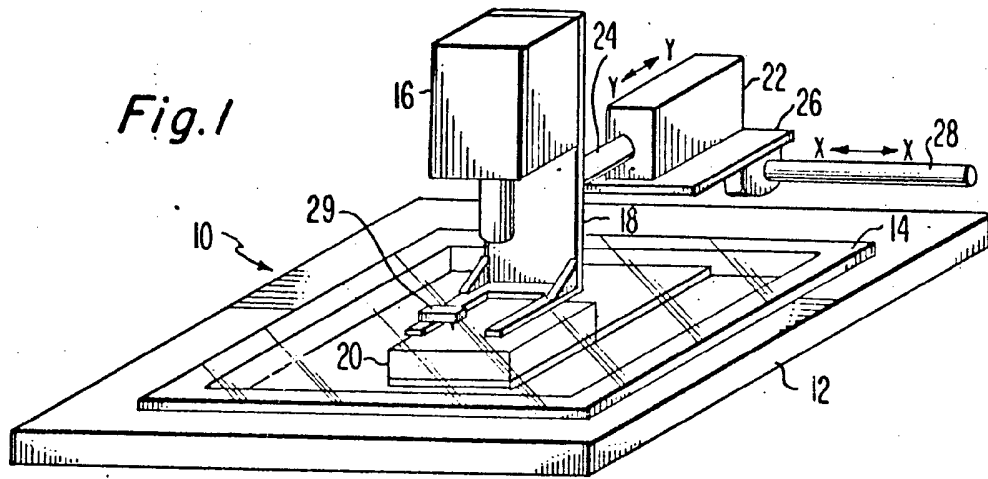
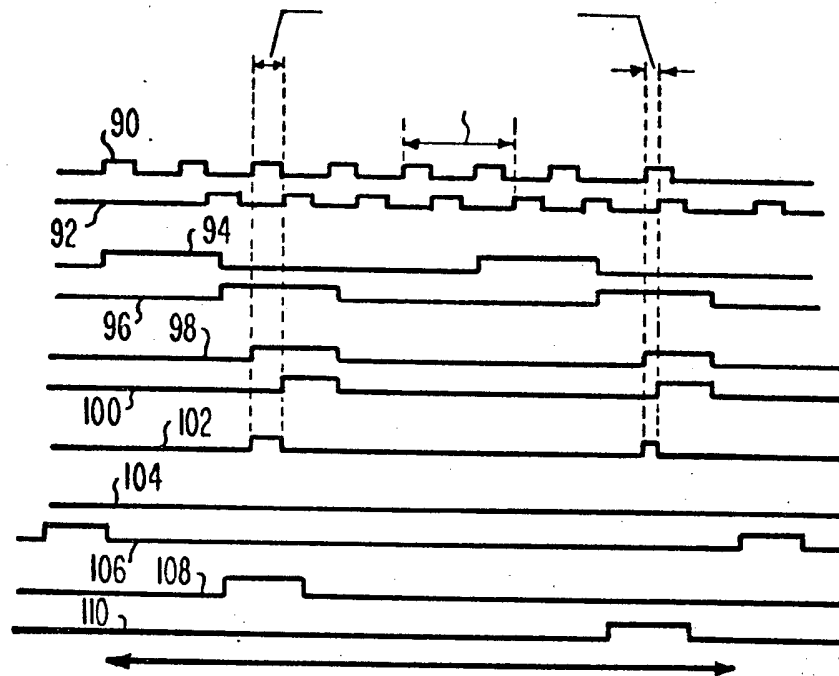
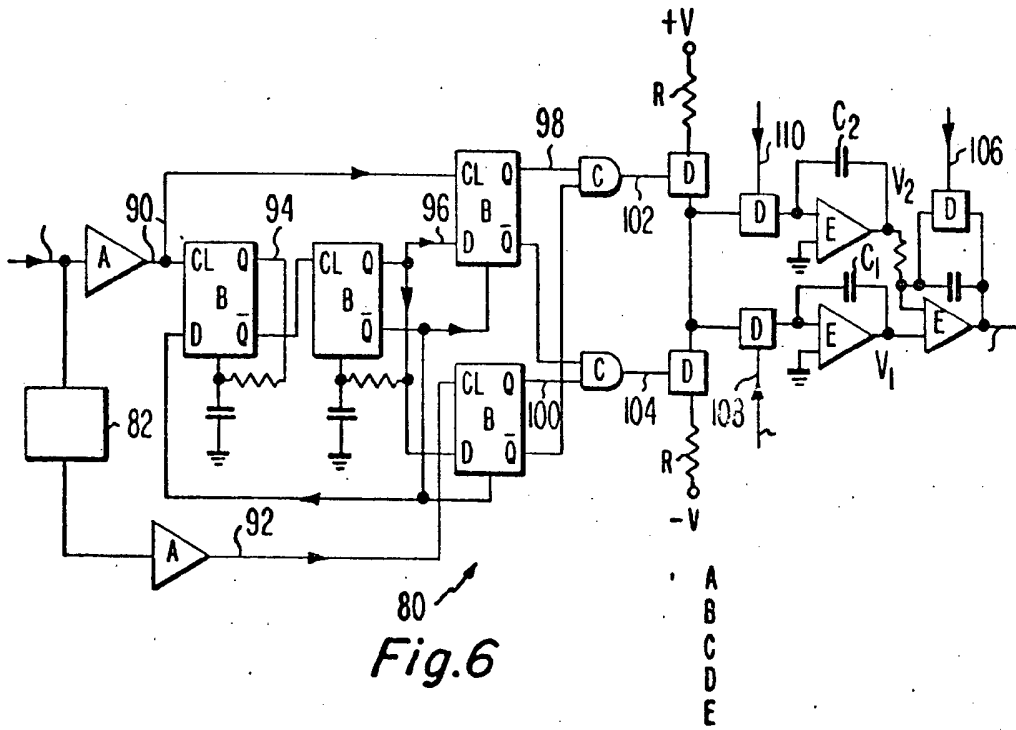


Fig. 2



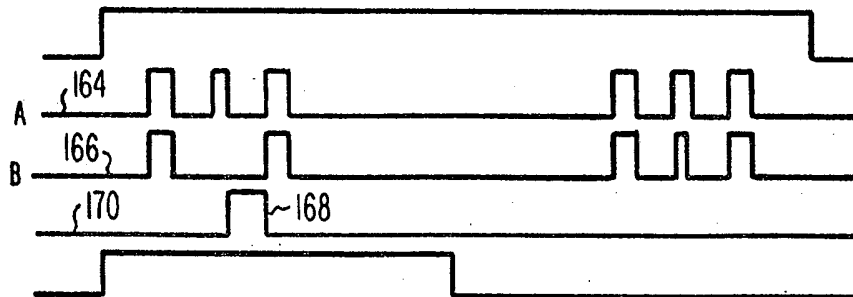
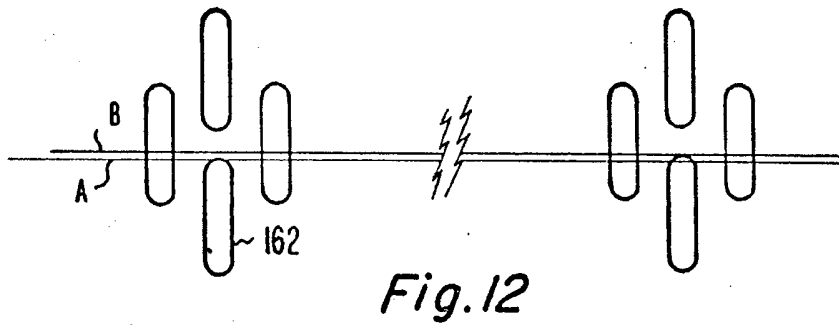
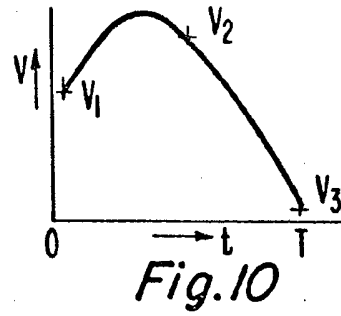
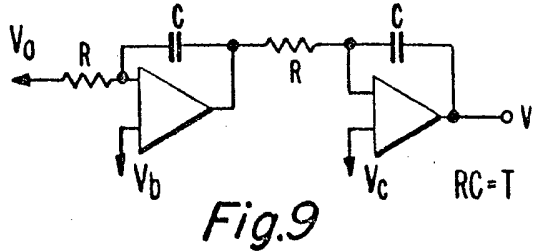
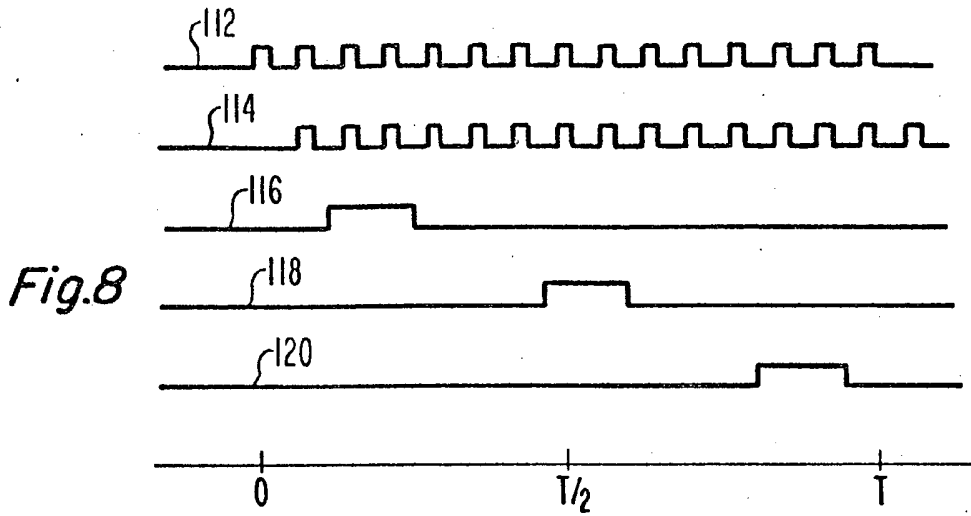


Fig. 13

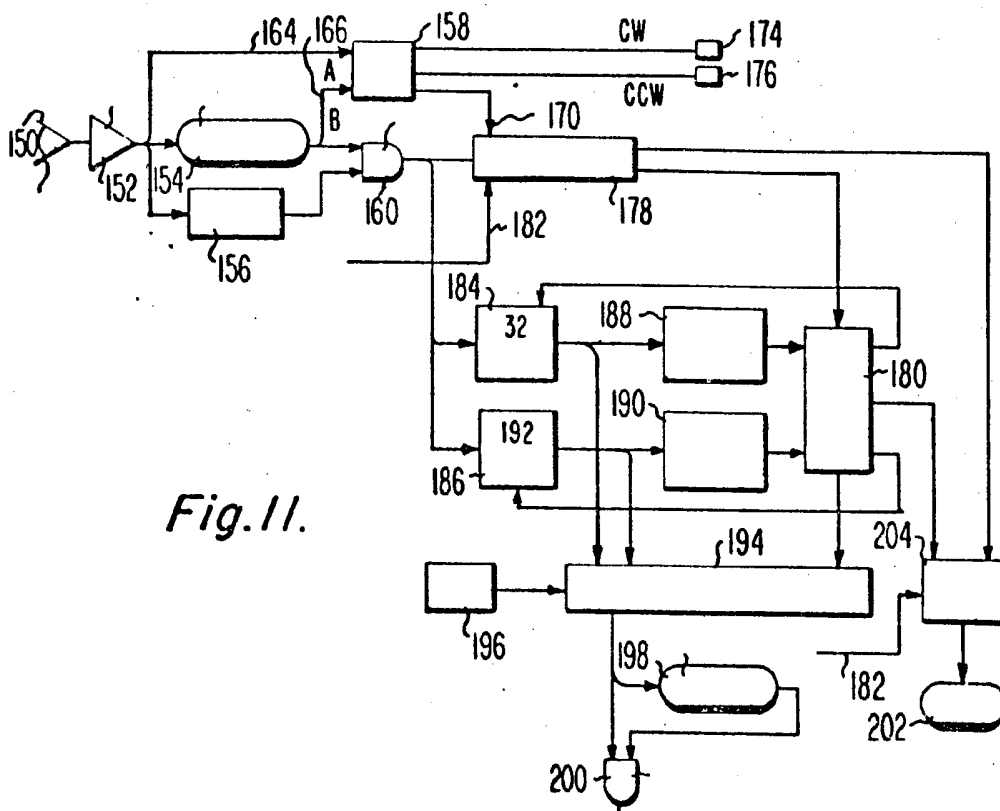


Fig. 11.

s		1/2		2/4		1		3/5	
		1/2	2/4	1/2	3/5	1	2/4	1	3/5
1/2	2/4	0	2	8	A				
1/2	3/4	1	3	9	B				
1	2/4	4	6	C	E				
1	3/4	5	7	D	F				

Fig. 14