



(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **198 82 767.9**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/21801**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1999/023599**  
(86) PCT-Anmeldetag: **15.10.1998**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **14.05.1999**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **20.03.2014**

(51) Int Cl.: **G06K 7/10 (2006.01)**

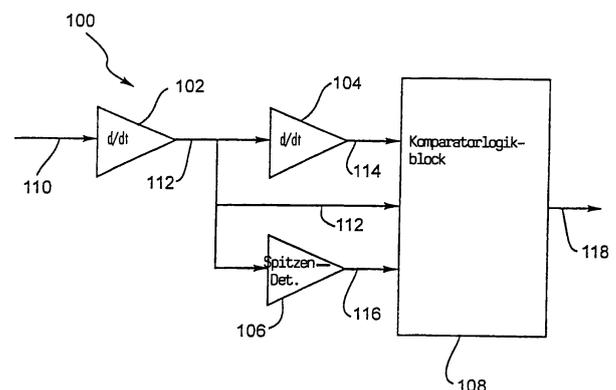
Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität: <b>08/961,720</b> <b>31.10.1997</b> <b>US</b>	(72) Erfinder: <b>Colley, James, E., Junction, Oreg., US; Olmstead, Bryan L., Eugene, Oreg., US</b>
(73) Patentinhaber: <b>Datalogic ADC, Inc. (n.d.Ges. d. Staates Delaware), Eugene, Oreg., US</b>	(56) Ermittelter Stand der Technik: <b>US</b> <b>6 499 662</b> <b>B1</b> <b>US</b> <b>5 227 616</b> <b>A</b> <b>US</b> <b>6 073 849</b> <b>A</b> <b>EP</b> <b>0 531 577</b> <b>A1</b> <b>WO</b> <b>99/ 23 599</b> <b>A1</b>
(74) Vertreter: <b>Viering, Jentschura &amp; Partner, 81675, München, DE</b>	

(54) Bezeichnung: **Randerfassungsverfahren und -vorrichtung für durch Schrotrauschen begrenzte Signale**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Ermitteln relativer Breiten von Strichen und Zwischenräumen eines Strichcodes aus einem Strichcode-Abtastsignal, wobei für die Identifizierung von hell-zu-dunkel-Übergängen und dunkel-zu-hell-Übergängen in einem Strichcode hell-zu-dunkel-Signale bzw. dunkel-zu-hell-Signale in dem Abtastsignal detektiert werden, wobei die dunkel-zu-hell-Signale RTV(Video-Rücksetz)-Signale, und wobei die hell-zu-dunkel-Signale STV (Video-Setz)-Signale sind, das Verfahren aufweisend die Schritte:

- Abspeichern eines ersten RTV-Wertes, der ein detektiertes erstes dunkel-zu-hell-Signal darstellt;
- fortlaufendes Detektieren jedes der auf das erste dunkel-zu-hell-Signal folgenden hell-zu-dunkel-Signale bis zur Detektion eines zweiten dunkel-zu-hell-Signals, wobei für jedes detektierte hell-zu-dunkel-Signal jeweils ein STV-Wert abgespeichert wird;
- Abspeichern eines zweiten RTV-Wertes, der das detektierte zweite dunkel-zu-hell-Signal darstellt;
- Vergleichen des abgespeicherten zweiten RTV-Wertes mit dem zuletzt abgespeicherten STV-Wert zum Bestimmen der Breite des Striches, der dem dunkel-zu-hell-Übergang vorangeht, welcher durch das zweite dunkel-zu-hell-Signal repräsentiert wird;
- und
- Vergleichen des zuletzt abgespeicherten STV-Wertes mit dem abgespeicherten ersten RTV-Wert zum Bestimmen der Breite des dem Strich vorangehenden Zwischenraums.



## Beschreibung

Verfahren und System zum Ermitteln relativer Breiten von Strichen und Zwischenräumen eines Strichkodes aus einem Strichkode-Abtastsignal

**[0001]** Das Gebiet der vorliegenden Erfindung betrifft Datenleser, wie z. B. Scanner und Strichkodelesevorrichtungen. Hier sind insbesondere Strichkodeleser beschrieben, die Verfahren und Vorrichtungen zur verbesserten Randerfassung für ein genaueres Messen von Strich- und Zwischenraumbreiten unter Bedingungen niedrigen Signal-zu-Rausch-Verhältnisses einsetzen.

**[0002]** Ein Strichkodeetikett weist eine Reihe von parallelen dunklen Strichen unterschiedlicher Breite mit dazwischenliegenden hellen Zwischenräumen, deren Breite auch unterschiedlich ist, auf. Die in dem Strichkode kodierte Information ist durch eine spezifische Abfolge von Strich- und Zwischenraumbreite dargestellt, wobei die genaue Natur der Darstellung von der verwendeten speziellen Strichkode-Symbologie abhängt.

**[0003]** Strichkodeleseverfahren weisen typischerweise das Erzeugen eines elektronischen Signals auf, wobei die Signalspannung zwischen zwei vor-eingestellten Spannungspegeln wechselt, von denen einer die dunklen Streifen und der andere die hellen Zwischenräume darstellt. Die zeitlichen Breiten dieser wechselnden Pulse hohen und niedrigen Spannungspegels entsprechen der räumlichen Breite der Striche und Zwischenräume. Die zeitliche Abfolge von wechselnden Spannungspulsen unterschiedlicher Breite, die das elektronische Signal aufweisen, wird an eine elektronische Dekodiervorrichtung zum Dekodieren der in dem Strichkode kodierten Information übergeben.

**[0004]** Es gibt eine Vielzahl von gängigen und gut entwickelten Verfahren zum Erzeugen des elektronischen Signals durch Konvertieren der räumlichen Abfolge von Strichen/Zwischenräumen in eine zeitliche Abfolge von hohen/niedrigen Spannungen, d. h. zum Strichkodelesen. Gängigen Arten von Strichkodescannern umfassen Punktscanner und Zeilenscanner.

**[0005]** Punktscanner weisen ein Strichkodelesesystem auf, bei dem eine Lichtquelle, der Lesepunkt, über den Strichkode bewegt (d. h. gescannt, gerastert) wird, während ein Photodetektor das reflektierte oder zurückgestreute Licht aufnimmt. Bei einer Art von Punktscannersystemen, die typischerweise als Abtaststiftleser (Wand-Leser) bezeichnet werden, wird der Lesepunkt des Scanners von Hand über den Strichkode hinweg bewegt. Bei einer anderen Art von Punktscannersystemen wird der Lesepunkt automatisch in einem gesteuerten Muster über den Strichko-

de hinweg bewegt. Bei jedem der Punktscannersysteme wird der Weg, dem der gerasterte Lichtstrahl folgt, typischerweise als eine Abtastzeile bezeichnet.

**[0006]** Die Lichtquelle bei Punktscannern ist typischerweise eine kohärente Lichtquelle (z. B. ein Laser), kann aber auch eine nicht kohärente Lichtquelle (z. B. eine lichtemittierende Diode) aufweisen. Eine Laserlichtquelle bietet jedoch den Vorteil einer Beleuchtung mit hoher Intensität auf einer kleinen Fläche, was es ermöglicht, daß Strichkodes über einen großen Bereich von Abständen von dem Strichkodescanner (eine große Feldtiefe) hinweg und unter einem großen Bereich von Hintergrund-Beleuchtungsbedingungen gelesen werden können. Der mit einem Punktscanner verbundene Photodetektor vermag einen hohen Strom zu erzeugen, wenn eine große Menge von von dem Strichkode gestreuten Licht auf den Detektor einfällt, wie von einem hellen Zwischenraum, und vermag ähnlich einen niedrigen Strom zu erzeugen, wenn eine geringe Menge von von dem Strichkode gestreuten Licht auf den Photodetektor einfällt, wie von einem dunklen Strich.

**[0007]** Bei automatischen Punktscannersystemen wird ein Rastermechanismus oder eine Rastermaschine dazu verwendet, den Lichtstrahl automatisch über den Strichkode hinweg zu rastern. Ein solcher Rastermechanismus kann ein sich drehendes Spiegelflächenrad, einen wackelnden Spiegel oder eine andere Einrichtung zum wiederholten Bewegen des Beleuchtungsstrahls aufweisen.

**[0008]** Zusätzlich zu einer Rastermaschine kann bei einem Strichkodescanner auch ein ein Rastermuster erzeugendes Optiksistem zum Erzeugen einer Mehrzahl von von dem Scanner in verschiedene Richtung ausgehenden und verschiedene Ausrichtungen aufweisenden Abtastzeilen verwendet werden, was es erlaubt, Strichkodes über einen großen Blickwinkel hinweg und über einen großen Bereich von Ausrichtungen hinweg (d. h. in einem mehrdimensionalen Rastermuster) zu lesen. Die Optik zur Rastermustererzeugung weist typischerweise einen Satz von in veränderlichen Winkeln ausgerichteten Spiegeln auf, von denen ein jeder den Beleuchtungsstrahl während eines Teils seiner Bewegung kreuzt und ihn in einen Bereich vor dem Strichkodescanner projiziert, der im folgenden als Abtastvolumen bezeichnet wird. Jeder Spiegel in dem Satz erzeugt in Verbindung mit der Rastermaschine an einem bestimmten Ort und in einer bestimmten Ausrichtung eine Abtastzeile.

**[0009]** Bei frühen Punktscannersystemen nach dem Stand der Technik hing ein erfolgreiches Lesen des Strichkodes davon ab, daß sich die einzelnen Abtastzeilen über den gesamten Strichkode hinweg erstreckten. Diese Systeme wiesen bei praktischen Echtzeitanwendungen, bei denen die Ausrichtung ei-

nes Strichkodes gegenüber dem Scanner nur schwer zu kontrollieren war, Schwierigkeiten und Ineffizienzen auf. Dementsprechend wurden spezialisierte Zusammenstückelungsmechanismen mit Software und Elektronik entwickelt, die vermögen, Teilabschnitte von Strichkodes aufzunehmen und zu einem vollständigen Kode zusammenzusetzen, welches Verfahren allgemein als Heften ("stitching") bekannt ist. Weitere Details betreffend beispielhafte Heftverfahren und -systeme können in der US 5,493,108 A gefunden werden.

**[0010]** Bei Zeilenscannersystemen wird ein gesamter Strichcode auf eine lineare oder eine flächige Mehrelement-Photodetektor-Anordnung fokussiert und das Bild des Strichkodes aufgenommen. Die Photodetektor-Anordnung kann eine CCD-Anordnung (charge coupled device) aufweisen, eine CMOS-Aktiv- oder Passiv-Pixel-Sensor-Anordnung oder eine Mehrelement-Photodetektor-Anordnung. Diese Art von Leser kann auch eine Lichtquelle zum Beleuchten des Strichkodes zum Liefern der dem Bild entsprechenden erforderlichen Signalantwort aufweisen. Die abbildende Optik, die ein Bild des Strichkodes auf der Photodetektor-Anordnung erzeugt, kann alternativ auch ein Bild der Photodetektor-Anordnung (eine "virtuelle Abtastzeile") in das Abtastvolumen projizieren, in ganz analoger Weise zu der von einem Punktscanner erzeugten realen Abtastzeile. Weiter kann die Optik zur Rastermustererzeugung zum Projizieren mehrerer virtueller Abtastzeilen in unterschiedliche Richtungen und mit unterschiedlichen Ausrichtungen in das Abtastvolumen verwendet werden, wodurch sie ein virtuelles Rastermuster erzeugt, wieder ganz in Analogie zu dem von einem Punktscanner erzeugten realen Rastermuster. Systeme mit virtuellen Rastermustern sind weiter in der US 5,446,271 A beschrieben.

**[0011]** Unabhängig davon, welcher der in den vorangehenden Abschnitten beschriebenen Strichcodeleser verwendet wird, wird ein elektronisches Rohsignal erzeugt, aus welchem die relativen Breiten der Striche und der Zwischenräume gewonnen werden müssen. Hoch-zu-niedrig- oder niedrig-zu-hoch-Übergänge (d. h. Ränder) in der elektronischen Signalspannung können mittels eines beliebigen aus einer Anzahl von bekannten Einrichtungen erfaßt werden. Eine geläufige und wohl bekannte Technik der Kantenerfassung ist die zweiter Ordnung differenzierende Signalverarbeitung, bei der die Nulldurchgänge der zweiten Ableitung des elektronischen Signals während ausgewählter Zeitabschnitte ermittelt werden. Ein Beispiel für diese Technik ist in der US 4,000,397 A beschrieben.

**[0012]** Die Genauigkeit der aus dem Eingangsrohsignal durch differenzierende Signalverarbeitungstechniken übersetzten relativen Strich- und Zwischenraumbreiten ist oft durch das Rauschen des

Eingangssignals wesentlich erniedrigt. Eine große Rauschquelle im Eingangssignal ist oft das Schrotrauschen, welches direkt mit der Intensität des erfaßten Lichts variiert. Der Schrotrauschpegel ist daher typischerweise während der Zwischenraum-Abschnitte des Eingangssignals höher, da von den Zwischenraum-Abschnitten des Strichkodes eine höhere Lichtintensität auf den Detektor einfällt. Falls der gesamte Signalpegel groß genug ist, wird das Schrotrauschen, das typischerweise mit der Quadratwurzel des Signalpegels variiert, vernachlässigbar (d. h. das Signal-zu-Rauschverhältnis wird groß) und erniedrigt dieses nicht die Genauigkeit der von dem Signalprozessor erzeugten relativen Strich- und Zwischenraumbreiten. Unter Bedingungen niedrigen Signals, so haben die hiesigen Erfinder herausgefunden, kann jedoch das Schrotrauschen recht deutlich werden, was zu einem kleinen Signal-zu-Rauschverhältnis und einer merklichen Erniedrigung der Genauigkeit der von dem Signalprozessor erzeugten Breiten führt.

**[0013]** Bedingungen kleinen Signals können unter den verschiedensten Umständen auftreten. Bei einem Punktscanner hängt die Signalstärke direkt von der Intensität der Lichtquelle und der Effizienz der Signalaufnahmeoptik ab. Bei Zeilenscannern ist der Signalpegel auch durch die Intensität der Lichtquelle und die Effizienz der Aufnahmeoptik bestimmt. Der Signalpegel ist bei Zeilenscannern, die nur Umgebungslicht verwenden, besonders niedrig. Bei jeder der Scannerarten führt ein Positionieren des Strichkodes aus der optimalen Felddtiefe des Scanners heraus zu einem Verschmieren des elektronischen Signals. Die gesamten Signalpegel fallen dabei vielleicht nicht viel ab, aber die Übergänge im Eingangssignal sind "weicher" (d. h. allmählicher). Dies führt zu kleineren Extrema (Spitzen) und einem kleineren Signal-zu-Rausch-Verhältnis in den Ableitungssignalen. Eine relative Verkippung zwischen einem Strichcode und einem Zeilenscanner mit rechteckigen Detektorelementen führt zu ähnlichen Eingangssignalen wie den durch ein Verschmieren erzeugten.

**[0014]** Es wurde vorgeschlagen, daß diese und andere Bedingungen niedrigen Signals bei bestehenden Scannern auf eine Anzahl von Zeilenscannern, die nur Umgebungslicht verwenden, besonders niedrig. Bei jeder der Scannerarten führt ein Positionieren des Strichkodes aus der optimalen Felddtiefe des Scanners heraus zu einem Verschmieren des elektronischen Signals. Die gesamten Signalpegel fallen dabei vielleicht nicht viel ab, aber die Übergänge im Eingangssignal sind "weicher" (d. h. allmählicher). Dies führt zu kleineren Extrema (Spitzen) und einem kleineren Signal-zu-Rausch-Verhältnis in den Ableitungssignalen. Eine relative Verkippung zwischen einem Strichcode und einem Zeilenscanner mit rechteckigen Detektorelementen führt zu ähnlichen Ein-

gangssignalen wie den durch ein Verschmieren erzeugten.

**[0015]** Es wurde vorgeschlagen, daß diese und andere Bedingungen niedrigen Signals bei bestehenden Scannern auf eine Anzahl von Wegen verbessert werden können, die umfassen aber die nicht beschränkt sind auf: Verwendung von Hochleistungslichtquellen; Vergrößern der Feldtiefe des Scanners; und/oder Verwendung von quadratischen Detektorelementen in einer Multielement-Detektoranordnung. Diese Lösungen können jedoch unerwünschterweise unter anderem zu einer Erhöhung von Größe, Leistungsverbrauch, Komplexität und/oder Kosten des fraglichen Strichkodescanners und/oder zu einer Verringerung von einem oder mehreren der Leistungsparameter oder Kenndaten des Strichkodescanners führen.

**[0016]** In EP 0531 577 A1 werden ein Verfahren und ein System zum Dekodieren von in einer analogen Wellenform enthaltener, einen Strichcode repräsentierender Information beschrieben, wobei für das Dekodieren zunächst ein die analoge Wellenform beschreibende Deskriptoren erzeugt wird. Dann wird, basierend auf die erzeugten Deskriptoren, ein Histogramm über die Häufigkeit und Höhe von Wellenform-Extrema erstellt und versucht, eine Dekodierung (hoher Dichte) der Wellenform durchzuführen. Falls die Dekodierung nicht erfolgreich durchgeführt werden konnte, wird eine weitere Dekodierung (geringer Dichte) durchgeführt, bei der für die Verarbeitung der Wellenform-Extrema Schwellenwerte berücksichtigt werden, die basierend auf einer Inspektion des Histogramms ausgewählt wurden. In diesem Zusammenhang sei weiterhin auf die Druckschrift EP 0 484 935 B1 verwiesen.

**[0017]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein System bereitzustellen, zum Bestimmen relativer Breiten von Strichen und Zwischenräumen eines Strichkodes aus einem Strichcode-Abtastsignal, die insbesondere zur Verarbeitung von Abtastsignalen geringen Signalpegels geeignet sind und gleichzeitig ein genaues Messen der Strich- und Zwischenraumbreiten ermöglichen.

**[0018]** Erfindungsgemäß werden ein Verfahren und ein System zum Bestimmen relativer Breiten von Strichen und Zwischenräumen eines Strichkodes aus einem Strichcode-Abtastsignal gemäß den unabhängigen Patentansprüchen bereitgestellt.

**[0019]** Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abgängigen Patentansprüchen.

**[0020]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform werden hell-zu-dunkel Übergänge im Ausgangssignal statt durch den ersten Nulldurchgang durch den letz-

ten Nulldurchgang der zweiten Ableitung, der innerhalb eines Komparatorgatters auftritt, (d. h. „letztes STV, erstes RTV“) ausgelöst, wodurch ein genaueres Ausgangssignal erzeugt wird, insbesondere, wenn Schrotrauschen die Hauptauschquelle im Eingangssignal ist und der während der hellen Abschnitte des Eingangssignals vorhandene größere Rauschpegel sonst ein vorzeitiges Auslösen eines hell-zu-dunkel Übergangs bei dem Ausgangssignal des Signalprozessors bewirken könnte.

**[0021]** Eine bevorzugte Ausführungsform weist ein Verfahren zum genaueren Erfassen von Rändern in Strichkodescanner-Videosignalen und Hardware und/oder Software zum Implementieren des Verfahrens auf. Eine Eingabeerfassungsschaltung erfaßt und speichert die Zeit von aufeinanderfolgenden Geltendmachungen des STV-Signals, die einem hell-zu-dunkel Übergang entsprechen. Sobald von einer zweiten Eingabeerfassungsschaltung eine den STV-Geltendmachungen folgende erste RTV-Geltendmachung (entsprechend einem dunkel-zu-hell Übergang) erfaßt wird, wird die letzte STV-Zeit abgespeichert und mit einer zuvor abgespeicherten RTV-Zeit zum Bestimmen einer Zwischenraumbreite verwendet. Die neue RTV-Zeit wird abgespeichert, und sie und die letzte STV-Zeit werden zum Bestimmen einer Strichbreite verwendet. Nachfolgende Geltendmachungen von RTV werden vorzugsweise nicht beachtet, bis nachdem eine oder mehrere zusätzliche STV-Geltendmachungen auftreten. Die gesamte Abfolge wird für jeden hellen und dunklen Abschnitt des Eingangssignals wiederholt, bis das gesamte Signal verarbeitet worden ist.

**[0022]** Die hiesigen bevorzugten Ausführungsformen können vorteilhafterweise ein genaueres Übersetzen von relativen Strich- und Zwischenraumbreiten unter Bedingungen niedrigen Signal-zu-Rausch-Verhältnisses bieten, was eine Verwendung des Strichkodescanners unter einem breiteren Bereich von Bedingungen erlaubt. Ebenso kann die bevorzugte Ausführungsform mit einem Minimum an Zusatzkosten, Komponenten oder Leistungsverbrauch implementiert werden und zu einem Signalprozessor führen, der niedrigen Signalpegeln gegenüber toleranter ist, also können andere Leistungsmerkmale des Scanners gelockert werden, was zu verbesserten Parametern der Leistungsfähigkeit und/oder zu Reduzierungen bei Größe, Kosten, Komplexität und Leistungsverbrauch führt. Solche durch eine größere Rauschtoleranz des Signalprozessors erlaubten Vorteile umfassen, sind aber nicht beschränkt auf: Verringerung der Intensität der Lichtquelle oder vollständige Beseitigung der Lichtquelle; Verwendung des Scanners über eine größere Feldtiefe hinweg; Betrieb über einen weiteren Bereich von Umgebungsbeleuchtungs-Bedingungen; Verwendung niedrigerer Schwellwertpegel im Signalprozessor, so daß ein Erfassen von Signalen mit niedrigerem Pegel erlaubt

ist; Betrieb über einen weiteren Bereich von relativen Verkippungen zwischen dem Scanner und dem Strichkode hinweg; und Verringerung der erforderlichen Effizienz des optischen Aufnahme- und/oder Abbildungssystems. Weitere Vorteile und verwandte Ziele werden dem Fachmann aus einer Prüfung der detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen ersichtlich.

**[0023]** Fig. 1 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines bekannten zweiter Ordnung differenzierenden Signalprozessors;

**[0024]** Fig. 2 zeigt einen Graphen, der Wellenformen ohne Rauschen des mit dem bekannten Signalprozessor aus Fig. 1 verbundenen Signals veranschaulicht;

**[0025]** Fig. 3 zeigt einen Graphen, der die den Kurvenformen aus Fig. 2 entsprechenden Kurvenformen mit Rauschen veranschaulicht, wobei Ausgangssignale gemäß dem bekannten Signalprozessor aus Fig. 1 mit Ausgangssignalen gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung verglichen werden; und

**[0026]** Fig. 4 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines zweiter Ordnung differenzierenden Signalprozessors gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

**[0027]** Ein Beispiel einer bekannten zweiter Ordnung differenzierenden Signalverarbeitungsschaltung **100** ist in dem Blockdiagramm in Fig. 1 veranschaulicht. Entsprechende Kurvenformen für die mit der Schaltung aus Fig. 1 verbundenen Signale sind in Fig. 2 veranschaulicht. In den verschiedenen Zeichnungen werden gleiche Bezugszahlen für gleiche Elemente verwendet.

**[0028]** Die Schaltung aus Fig. 1 weist auf: einen ersten Differenzierer **102**; einen zweiten Differenzierer **104**; einen Spitzendetektor (Extremumsdetektor) **106**; und einen Komparatorlogikblock **108**. Bei dem vorliegenden Beispiel entspricht eine zunehmende Intensität des auf den Detektor (z. B. Photodetektor (en)) einfallenden Lichts einer abnehmenden Spannung bei dem Eingangssignal **210a** (Fig. 2); jedoch könnten ganz analoge Kurvenformen mit einem Eingangssignal umgekehrter Polarität erzeugt werden. In Bezug auf die beiden Fig. 1 und Fig. 2 bildet der erste Differenzierer **102** die Zeitableitung des Eingangssignals **210a** in der Eingangsleitung **110** und erzeugt dadurch in seiner Ausgangsleitung **112** ein Signal **212a** der ersten Ableitung. Der zweite Differenzierer **104** bildet die Zeitableitung des Signals **212a** der ersten Ableitung und erzeugt dadurch in seiner Ausgangsleitung **114** ein Signal **214** der zweiten Ableitung. Das Signal **212a** der ersten Ableitung wird mit einem Spitzendetektor **106** gekoppelt, die entwe-

der einen einzelnen Vollwellendetektor oder ein Paar von Spitzendetektoren (einen positiven und einen negativen) aufweisen kann, und die die Spitzenwerte des Signals **212a** der ersten Ableitung erfaßt und dadurch an ihrer Ausgangsleitung **116** Schwellwertsignale **216a**, gedämpfte Ausführungen des Spitzenwerts, erzeugt. Es sollte bemerkt werden, daß die Schwellwertsignale **216a**, wenn keine Daten hereinkommen, zu gegebenüber der Grundlinie versetzten Pegeln abfallen, damit verhindert wird, daß Grundlinienrauschen zum Ausgang fortschreitet.

**[0029]** Die Schwellwertsignale **216a**, das Signal **212a** der ersten Ableitung und das Signal **214** der zweiten Ableitung werden an den Komparatorlogikblock **108** geliefert. Der Komparatorlogikblock **108** erzeugt sowohl positive als auch negative Komparatorgattersignale **208** bzw. **210**, die positiven bzw. negativen Spitzen (Extrema) des Signals **212a** der ersten Ableitung entsprechen, und die geltend gemacht werden, wenn das Signal **212a** der ersten Ableitung das Schwellwertsignal **216a** entweder positiv oder negativ überschreitet. Der Komparatorlogikblock **108** erfaßt auch durch ein Vergleichen des Signals **214** der zweiten Ableitung mit einem Null- oder Bezugsspannungspegel Nulldurchgänge des Signals **214** der zweiten Ableitung. Die Nulldurchgänge des Signals **214** der zweiten Ableitung werden als gültige Übergänge angesehen, falls sie auftreten, während das passende Komparatorgattersignal **208** oder **210** geltend gemacht ist. Falls ein solcher gültiger Übergang erfaßt wird, während das positive Komparatorgattersignal **208** geltend gemacht ist, wird ein STV-("Video setzen")Signal **220a** ausgegeben, während das positive Komparatorgattersignal **208** geltend gemacht bleibt, wodurch bei dem Ausgangssignal **218a** des Signalprozessors in der Ausgangsleitung **118** des Komparatorlogikblocks **108** ein Übergang von einem Zwischenraum-Signalpegel zu einem Strich-Signalpegel (ein hell-zu-dunkel-Übergang) erzeugt wird. Falls ein gültiger Übergang erfaßt wird, während das negative Komparatorgattersignal **210** geltend gemacht ist, wird ein RTV-("Video zurücksetzen")Signal **222a** geltend gemacht, während das negative Komparatorgattersignal **210** geltend gemacht bleibt, wodurch bei dem Ausgangssignal **218a** des Signalprozessors ein Übergang von einem Strich-Signalpegel zu einem Zwischenraum-Signalpegel (ein dunkel-zu-hell-Übergang) ausgelöst wird. Ein Beispiel eines Signalprozessor-Ausgangssignals **218a** mit einem rekonstruierten Strichkodesignal, welches an einen Dekoder zum Dekodieren übergeben werden kann, ist in Fig. 2 dargestellt.

**[0030]** Es sei zur Kenntnis genommen, daß in dem Signalprozessor **100**, wie im obigen Beispiel geschildert wurde, die Übergänge bei dem Ausgangssignal **218a** des Signalprozessors nur durch die erste Geltendmachung des STV-Signals **220a** oder des RTV-Signals **222a** nach der Geltendmachung des anderen

ausgelöst werden, und daß nachfolgende Geltendmachungen jedes der Signals, nachdem es einmal geltend gemacht worden ist, nicht beachtet werden, bis nachdem das andere Signal geltend gemacht worden ist. Mit anderen Worten löst nur die erste Geltendmachung eines RTV-Signals **222a** nach einem Geltendmachen eines STV-Signals **220a** einen Strich-zu-Zwischenraum-Übergang aus, und nur die erste Geltendmachung des STV-Signals **220a** nach dem Geltendmachen eines RTV-Signals **222a** löst einen Zwischenraum-zu-Strich-Übergang aus (d. h. "erstes STV, erstes RTV").

**[0031]** Weitere Details betreffend Detektionstechniken für die zweite Ableitung sind in der US 4,000,397 A beschrieben. Zusätzlich sind weitere Details betreffend Design und Konstruktion von elektronischen Filtern zur Verwendung als Differenzierer im "Electronic Filter Design Handbook" von Arthur B. Williams (McGraw Hill, 1981) zu finden.

**[0032]** Übergänge im Eingangssignal sind auch durch Verwendung der in den US 5,463,211 A und US 5,371,361 A beschriebenen Techniken erfaßbar. Weitere verwandte Techniken können in der US 5,298,728 A gefunden werden.

**[0033]** Das ein rekonstruiertes Strichkodesignal aufweisende Ausgangssignal **218a** des Signalprozessors wird an einen Dekoder übergeben, der die Übergangsdaten mittels nach dem Stand der Technik wohlbekanntem Mittel interpretiert. So vermag der Dekoder mittels Messung der relativen Zeit zwischen jedem Übergang im Ausgangssignal **218a** des Signalprozessors die relativen Breiten von Strichen und Zwischenräumen zu bestimmen. Der Dekoder kann die Strich- und Zwischenraummeßdaten verwenden, um zu ermitteln, welche aus einer Anzahl von Strichkode-Symbologieen erfaßt (gescannt) worden sind, und/oder um die innerhalb des Strichkodes kodierten besonderen Zeichen zu lesen. Weitere Details zur Dekodierung können z. B. in der US 5,493,108 A gefunden werden.

**[0034]** Die Erfinder haben herausgefunden, daß unter Bedingungen kleinen Signals Schrotrauschen recht bedeutsam werden kann, was zu einem kleinen Signal-zu-Rauschverhältnis und einer merklichen Erniedrigung der Genauigkeit der durch den Signalprozessor erzeugten Breiten führt. **Fig. 3** veranschaulicht den Kurvenformen in **Fig. 2** analoge Kurvenformen, aber unter Bedingungen niedrigen Signal-zu-Rausch-Verhältnisses. Es ist zu beachten, daß das relative Signal-zu-Rausch-Verhältnis beim Differenzieren des Eingangssignals **210b** abnimmt, wie dies bei Differenzierschaltungen generell der Fall ist. Ungenauigkeiten bei der Zeitabfolge von hell/dunkel Übergängen treten auf, wenn die Rauschspitzen des Signals **212b** der ersten Ableitung groß genug sind und/oder die Schwellwertsignale **216b**

niedrig genug sind, daß die Rauschspitzen des Signals **212b** der ersten Ableitung Geltendmachungen des Komparatorgatters auslösen, was wiederum erlaubt, daß Rauschen in der zweiten Ableitung Geltendmachungen eines STV-Signals **220b** oder eines RTV-Signals **222b** auslöst. Falls Schrotrauschen die vorherrschende Rauschquelle ist, treten diese durch Rauschen ausgelösten Geltendmachungen häufiger während der hellen oder Zwischenraum-Abschnitte des Eingangssignals **210b** auf. Aus diesem Grund, in Verbindung mit der Tatsache, daß Übergänge in der Signalprozessorausgabe **218b** nur für die erste Geltendmachung eines STV-Signals **220b** oder eines RTV-Signals **222b** auftreten, haben hell-zu-dunkel-Übergänge eine besondere Neigung zu frühzeitiger Auslösung durch Rauschen im Eingangssignal **210b**. Die Auswirkung der frühzeitigen Auslösung der hell-zu-dunkel-Übergänge ist, daß die gemessene Strichbreite auf Kosten des vorangehenden Zwischenraums verbreitert ist. Zusätzlich sind, da im Signal **212b** der ersten Ableitung dann noch keine Spitzen erfaßt worden sind, die Schwellwertsignale **216b** während des Erfassens des ersten Zwischenraums im Strichkode typischerweise gering. Der erste hell-zu-dunkel-Übergang im Eingangssignal **210b** hat daher eine besondere Neigung zu frühzeitiger Auslösung, was zu einem ersten Zwischenraum, der zu schmal ist und einem ersten Strich, der zu breit ist, führt.

**[0035]** Eine bevorzugte Ausführungsform eines zweiter Ordnung differenzierenden Signalprozessors **400** ist in **Fig. 4** gezeigt; zugehörige Kurvenformen sind in **Fig. 3** veranschaulicht. Der Signalprozessor **400** weist auf: einen ersten Differenzierer **102**; einen zweiten Differenzierer **104**; einen Spitzendetektor **106**; einen Komparatorlogikblock **108**; und einen Mikrocontroller **430**. Der Mikrocontroller weist auf: ein Eingabeerfassungssystem **432**, mit einem STV-Register **434**, welches STV-Signale **220** von den Ausgangsleitungen **420** des Komparatorlogikblocks empfängt, und einem RTV-Register **436**, welches RTV-Signale **222** von den Ausgangsleitungen **422** des Komparatorlogikblocks empfängt; einen Zähler **431**; einen Speicher mit wahlfreiem Zugriff (RAM) **438**. Der Mikrocontroller **430** kann als eine gesonderte Komponente implementiert sein oder kann auch einen Dekoder **440** aufweisen. Bis zu dem Punkt, wo die STV-Signale **220** und die RTV-Signale **222** erzeugt werden, arbeitet der Signalprozessor **400** in einer der des zweiter Ordnung differenzierenden Signalprozessors **100** (oben und in Bezug auf **Fig. 1** und **Fig. 2** beschrieben) völlig analoger Weise.

**[0036]** In Bezug auf **Fig. 3** und **Fig. 4** werden das STV-Signal **220b** und das RTV-Signal **222b** an das Eingabeerfassungssystem **432** innerhalb des Mikrocontrollers **430** übergeben. Das Eingabeerfassungssystem **432** ist an einen Zähler **431** gekoppelt, welcher durch das Eingabeerfassungssystem **432** als ei-

ne Zeitbasis verwendet wird. Jede Geltendmachung eines STV-Signals **220b** oder eines RTV-Signals **222b** bewirkt, daß der Stromzählerwert im STV-Register **434** bzw. im RTV-Register **436** abgespeichert wird. Das Eingabeerfassungssystem **432** arbeitet wie folgt. Bei einer ersten Geltendmachung eines RTV-Signals **222b** wird der Wert des RTV-Registers **436** in den RAM **438** abgespeichert. Nachfolgende Geltendmachungen des RTV-Signals **222b** werden nicht beachtet, bis nach einer nachfolgenden Geltendmachung eines STV-Signals **220b**. Jede nachfolgende Geltendmachung eines STV-Signals ohne eine dazwischenliegende Geltendmachung eines RTV-Signals **222b** bewirkt, daß der Inhalt des STV-Registers **434** auf den neuen Zählerwert aktualisiert wird. Bei einer neuen Geltendmachung eines RTV-Signals **222b** wird der Inhalt des STV-Registers **434** in den RAM **438** abgespeichert und mit dem zuvor abgespeicherten RTV-Wert zum Bestimmen einer Zwischenraumbreite verwendet. Der aktuelle Zählerwert im RTV-Register **436** wird in den RAM **438** abgespeichert und mit dem STV-Wert zum Bestimmen einer Strichbreite verwendet. Der gesamte Ablauf wird wiederholt, bis die gesamte Abfolge von hellen und dunklen Bereichen des Eingangssignals **210b** verarbeitet worden ist, so daß eine Abfolge von Zwischenraum- und Strichbreiten erzeugt worden ist.

**[0037]** Wenn Schrotrauschen die vorherrschende Rauschquelle im Eingangssignal **210b** ist, sind Rauschspitzen in den Ableitungssignalen während der hellen Abschnitte des Eingangssignals **210b** größer. Daher ist die letzte Geltendmachung eines STV-Signals **220b** eher die richtige zum Bestimmen des Zeitpunkts eines hell-zu-dunkel-Übergangs im Ausgangssignal **218b**, während die erste Geltendmachung eines RTV-Signals **222b** eher die richtige zum Bestimmen des Zeitpunkts eines dunkel-zu-hell-Übergangs im Ausgangssignal **218b** ist. Die oben beschriebene Ausführungsform liefert eine wünschenswerte Konstruktion für einen zweiten Ordnung differenzierenden Signalprozessor **400**, bei dem hell-zu-dunkel-Übergänge durch die letzte Geltendmachung des STV-Signals **220b**, während ein Komparatorgatter geltend gemacht ist, ausgelöst werden, während dunkel-zu-hell-Übergänge durch die erste Geltendmachung eines RTV-Signals **222**, während ein Komparatorgatter geltend gemacht ist, ausgelöst werden (d. h. "letztes STV, erstes RTV").

**[0038]** Fig. 3 liefert einen Vergleich eines aus dem Signalprozessorsystem **100** resultierenden beispielhaften Ausgangssignalverlaufs **218d**, einem aus einem bevorzugten Signalverarbeitungssystem **400** resultierenden beispielhaften Ausgangssignalverlaufs **218c** und einer Ausgangssignalverlauf-Darstellung des gescannten tatsächlichen Strichkodes **319**. Wie ersichtlich ist, nähert das Ausgangssignal **218c** gemäß der hiesigen Ausführungsform die richtige Dar-

stellung des gescannten tatsächlichen Strichkodes **319** genauer an.

**[0039]** Die in den vorangehenden Abschnitten offenbarte Ausführungsform verwendet eine Kombination von Hardware (Eingabeerfassungsschaltung und Zähler) und Software (von dem Mikrocontroller **430** durchgeführte Speicher- und Rechenfunktionen). Ohne vom hier offenbarten erfinderischen Konzept abzuweichen, können alternative Ausführungsformen zum Durchführen von "letztes STV, erstes RTV"-Randerfassung eingesetzt werden. Solche alternativen Ausführungsformen können umfassen, sind aber nicht beschränkt auf Ausführungsformen, bei denen alle Funktionen durch Hardware durchgeführt werden (zum Beispiel einen oder mehrere ASICs, oder eine Vielzahl von diskreten Logikeinheiten), und Ausführungsformen, bei denen alle Funktionen durch Software durchgeführt werden und die STV-Signale und RTV-Signale als Eingabe für einen Mikrocontroller dienen. Zusätzlich zu den zweiten Ordnung differenzierenden Signalprozessoren kann jedes Signalverarbeitungsverfahren und/oder jede Signalverarbeitungsvorrichtung, welches bzw. welche die funktionalen Äquivalente von STV- und RTV-Signalen erzeugt (umfassend aber nicht beschränkt auf Verzögerungsleitungs-Signalprozessoren) Randerfassungsverfahren und -vorrichtungen gemäß der Erfindung einsetzen, ohne daß vom hier offenbarten erfinderischen Konzept abgewichen wird.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln relativer Breiten von Strichen und Zwischenräumen eines Strichkodes aus einem Strichcode-Abtastsignal, wobei für die Identifizierung von hell-zu-dunkel-Übergängen und dunkel-zu-hell-Übergängen in einem Strichcode hell-zu-dunkel-Signale bzw. dunkel-zu-hell-Signale in dem Abtastsignal detektiert werden, wobei die dunkel-zu-hell-Signale RTV(Video-Rücksetz)-Signale, und wobei die hell-zu-dunkel-Signale STV(Video-Setz)-Signale sind, das Verfahren aufweisend die Schritte: Abspeichern eines ersten RTV-Wertes, der ein detektiertes erstes dunkel-zu-hell-Signal darstellt; fortlaufendes Detektieren jedes der auf das erste dunkel-zu-hell-Signal folgenden hell-zu-dunkel-Signale bis zur Detektion eines zweiten dunkel-zu-hell-Signals, wobei für jedes detektierte hell-zu-dunkel-Signal jeweils ein STV-Wert abgespeichert wird; Abspeichern eines zweiten RTV-Wertes, der das detektierte zweite dunkel-zu-hell-Signal darstellt; Vergleichen des abgespeicherten zweiten RTV-Wertes mit dem zuletzt abgespeicherten STV-Wert zum Bestimmen der Breite des Striches, der dem dunkel-zu-hell-Übergang vorangeht, welcher durch das zweite dunkel-zu-hell-Signal repräsentiert wird; und Vergleichen des zuletzt abgespeicherten STV-Wertes mit dem abgespeicherten ersten RTV-Wert zum

Bestimmen der Breite des dem Strich vorangehenden Zwischenraums.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die relativen Breiten jeder nachfolgenden Abfolge von Strichen und Zwischenräumen durch Wiederholen der Schritte aus Anspruch 1 ermittelt werden, wobei das detektierte zweite dunkel-zu-hell-Signal der jeweiligen vorangehenden Abfolge von Strichen und Zwischenräumen als das erste dunkel-zu-hell-Signal verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, weiter aufweisend die Schritte:

fortlaufendes Detektieren jedes hell-zu-dunkel-Signals, das vor dem detektierten ersten dunkel-zu-hell-Signal auftritt, wobei für jedes detektierte hell-zu-dunkel-Signal ein STV-Wert abgespeichert wird; und Vergleichen des abgespeicherten ersten RTV-Wertes mit dem vor dem ersten dunkel-zu-hell-Signal zuletzt abgespeicherten STV-Wert zum Bestimmen der Breite des ersten Strichs des Strichcodes.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei für das Detektieren zweiter Ordnung differenzierende Signalverarbeitungsverfahren verwendet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Schritte des Abspeicherns ein Eingabeerfassungssystem verwenden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der abgespeicherte erste RTV-Wert, die abgespeicherten STV-Werte, und der abgespeicherte zweite RTV-Wert jeweils Zeitwerte sind.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Schritte des Abspeicherns bei dem nachfolgendem Detektieren ferner ein Aktualisieren jedes zuvor abgespeicherten Wertes aufweist.

8. System zum Ermitteln relativer Breiten von Strichen und Zwischenräumen eines Strichcodes aus einem Strichcode-Abtastsignal, aufweisend:

eine Einrichtung zum Detektieren von dunkel-zu-hell-Signalen im Abtastsignal für die Identifizierung von dunkel-zu-hell-Übergängen in einem Strichcode;

eine Einrichtung zum Geltendmachen eines RTV(Video-Rücksetz)-Signals für jedes detektierte dunkel-zu-hell Signal;

eine erste Eingabeerfassungseinrichtung zum Abspeichern eines RTV-Wertes für jedes geltend gemachte RTV(Video-Rücksetz)-Signal, wobei die erste Eingabeerfassungseinrichtung einen ersten RTV-Wert, der ein beim Detektieren eines ersten dunkel-zu-hell-Signals geltend gemachtes RTV(Video-Rücksetz)-Signal darstellt, und einen zweiten RTV-Wert, der ein beim Detektieren eines zweiten dunkel-zu-hell-Übergangs geltend gemachtes RTV(Video-Rücksetz)-Signal darstellt, abspeichert;

eine Einrichtung zum Detektieren von hell-zu-dunkel-Signalen im Abtastsignal für die Identifizierung von hell-zu-dunkel-Übergängen in dem Strichcode, eingerichtet zum fortlaufenden Detektieren jedes hell-zu-dunkel-Signals zwischen dem ersten dunkel-zu-hell-Signal und dem zweiten dunkel-zu-hell-Signal im Abtastsignal;

eine Einrichtung zum Geltendmachen eines STV(Video-Setz)-Signals für jedes der fortlaufend detektierten hell-zu-dunkel-Signale;

eine zweite Eingabeerfassungseinrichtung zum Abspeichern eines STV-Wertes für jedes geltend gemachte STV(Video-Setz)-Signal, und

eine Einrichtung zum Vergleichen des abgespeicherten zweiten RTV-Wertes mit dem zuletzt abgespeicherten STV-Wertes zum Bestimmen der Breite des Striches, der dem zweiten dunkel-zu-hell-Übergang vorangeht, und zum Vergleichen des zuletzt abgespeicherten STV-Wertes mit dem abgespeicherten ersten RTV-Wert zum Bestimmen der Breite des dem Strich vorangehenden Zwischenraums.

9. System nach Anspruch 8, wobei die Einrichtung zum Detektieren und die Einrichtung zum Geltendmachen eines Zurücksetz-Video-Signals und die Einrichtung zum fortlaufenden Detektieren und die Einrichtung zum Geltendmachen eines Setz-Video-Signal gemeinsam eine zweiter Ordnung differenzierende Signalverarbeitungs-Schaltanordnung aufweisen.

10. System nach Anspruch 8, wobei die erste Eingabeerfassungseinrichtung ferner ein Zurücksetz-Video-Register aufweist und die zweite Eingabeerfassungseinrichtung ferner ein Setz-Video-Register aufweist, wobei das Zurücksetz-Video-Register und das Setz-Video-Register mit einem Speicher mit wahlfreiem Zugriff gekoppelt sind.

11. System nach Anspruch 10, das ferner einen Zähler zur Verwendung als eine Zeitbasis aufweist, wobei das Zurücksetz-Video-Register, das Setz-Video-Register, der Speicher mit wahlfreiem Zugriff und der Zähler in einem Mikrocontroller integriert sind.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

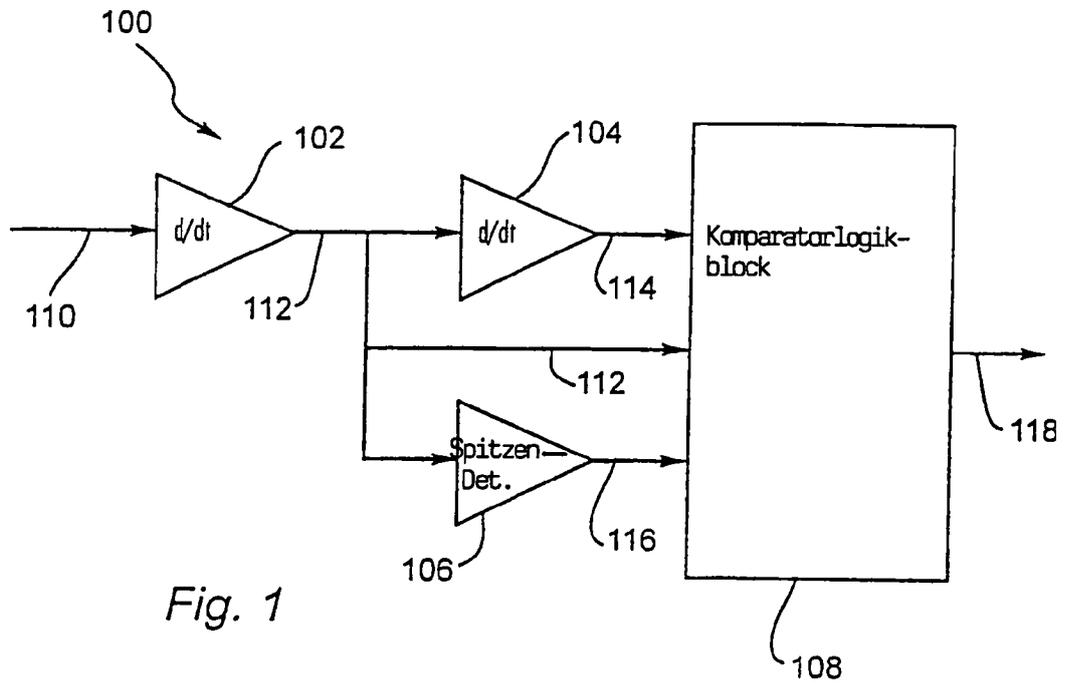


Fig. 1

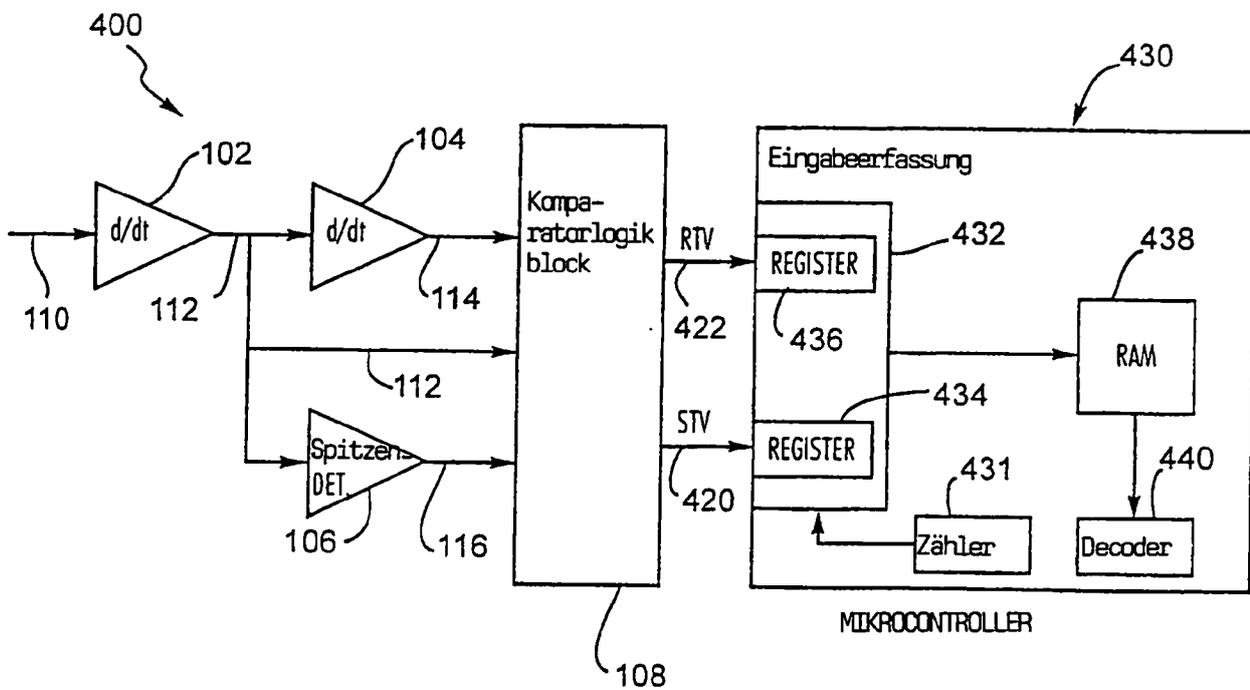


Fig. 4

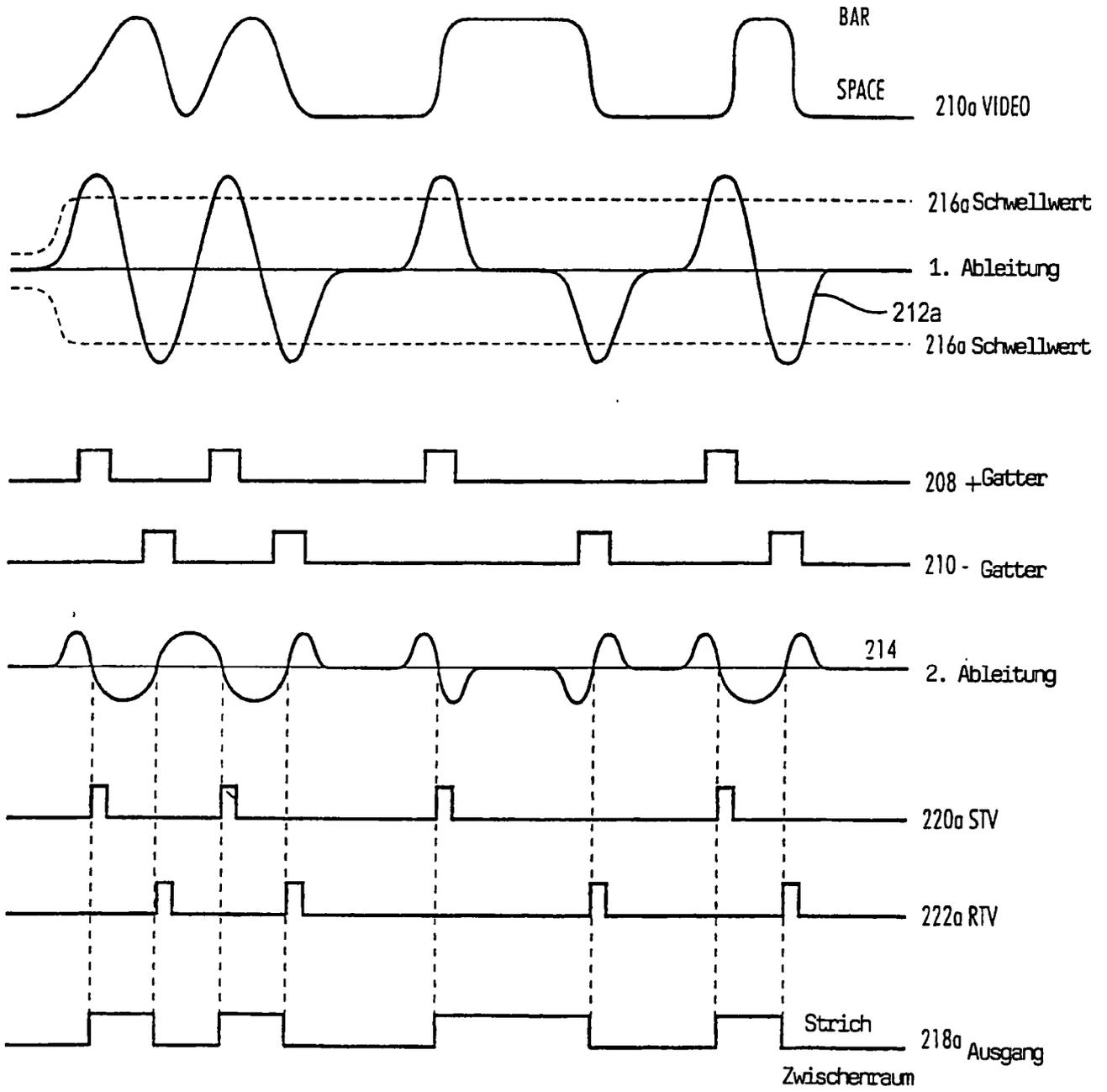


Fig. 2

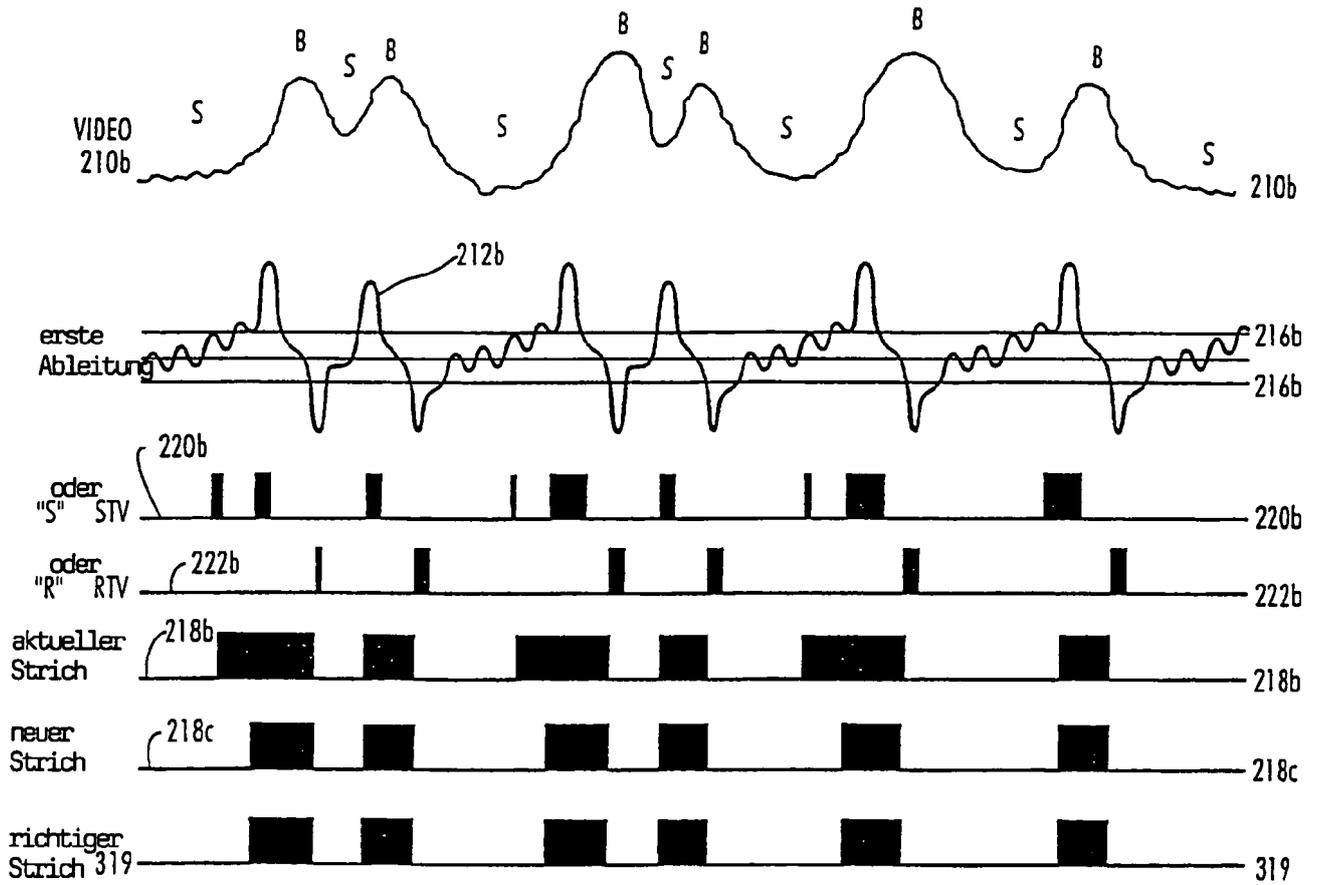


Fig. 3