



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 15 442 A1** 2004.11.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 15 442.6**

(22) Anmeldetag: **03.04.2003**

(43) Offenlegungstag: **11.11.2004**

(51) Int Cl.⁷: **G06T 3/00**

(71) Anmelder:

**BTS Media Solutions GmbH, 64331 Weiterstadt,
DE**

(74) Vertreter:

**Roßmanith, M., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,
30974 Wennigsen**

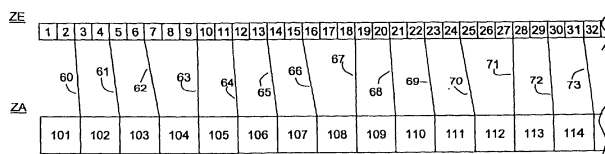
(72) Erfinder:

Loew, Andreas, 64521 Groß-Gerau, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Schaltung zur Skalierung von Rasterbildern**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren vorgeschlagen, mit welchem sich hochaufgelöste Rasterbilder auf Anzeigen mit geringerer Auflösung darstellen lassen. Gemäß des erfindungsgemäßen Verfahrens werden Stützstellen in Zeilen und Spalten des Originalbildes ausgewählt, die eine möglichst geringe Variation ihrer Abstände aufweisen und zumindest in Bereichen die eingestellte Skalierung annähern. Somit lassen sich in vorteilhafter Weise auch rationelle Skalierungsverhältnisse erreichen. Zur Darstellung feiner Details des Originalbildes auch im skalierten Bild fließen auch die benachbarten Bildpunkte der Stützstellen in die Berechnung der ausgegebenen Bildpunkte ein. Weiterhin wird eine Schaltung zur Skalierung eines Rasterbildes in Echtzeit vorgeschlagen. Außerdem wird ein Filmscanner mit einer Skalierungseinrichtung gemäß des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft das Gebiet der Darstellung von hochaufgelösten Rasterbildern auf Bildschirmen mit geringerer Auflösung. Insbesondere betrifft die Erfindung einen Kontroll-Monitor in einem Filmscanner, wobei der Kontrollmonitor eine gröbere Auflösung aufweist als die feine Auflösung des Filmscanners, mit welchem Rasterbilder mit einer hohen Auflösung erzeugt werden. Der Begriff Rasterbild wird im Folgenden als Synonym für Digitalbild verwendet. Er beschreibt ein aus einer Vielzahl von diskreten Bildpunkten zusammengesetztes Bild, dessen Bildpunkte in Zeilen und Spalten angeordnet sind. Ein Rasterbild kann als Schwarz-Weiß Bild oder als Farbbild vorliegen, und die den Bildpunkt beschreibende Information kann beliebiger Gestalt sein, z.B. Farbtupel für die Grundfarben Rot, Grün und Blau (RGB) oder dergleichen. Der Begriff Bildpunkt wird im Folgenden als Synonym für den Begriff Pixel verwendet, der im englischen Sprachraum häufig Verwendung findet. Die einen Bildpunkt bildenden Komponenten, z.B. die Farbtupel, werden auch als Subpixel bezeichnet. Der Begriff Auflösung bezeichnet die Anzahl der Bildpunkte, die einen Bereich des Bildes darstellen. Eine feinere oder höhere Auflösung bedeutet hierbei, dass mehr Bildpunkte für den gleichen Bereich eines Bildes vorhanden sind als bei einer größeren oder geringeren Auflösung.

[0002] Zur digitalen Weiterbearbeitung oder Distribution von Filmen, die mit herkömmlichen Filmkameras aufgenommen wurden, werden die entwickelten Filme digitalisiert. Dabei wird der Film zum Beispiel kontinuierlich an einem Sensor vorbeigeführt, welcher den Film zeilenweise abtastet. Eine abgetastete Zeile besteht dabei aus einer Vielzahl von aufeinanderfolgenden bzw. nebeneinander liegenden Bildpunkten. Aufeinanderfolgend abgetastete Zeilen ergeben jeweils ein Bild. Es ist auch möglich, die Bilder eines Films mittels eines flächenhaften Sensors abzutasten. Dabei werden die Bildpunkte aller Zeilen und Spalten, die das Bild digital darstellen, von einem Sensor gleichzeitig abgetastet.

[0003] Üblicherweise können in Filmscannern verschiedene Filmformate abgetastet werden. Gebräuchliche Filmformate sind z.B. 16 mm, 35 mm und 70 mm Filme. Moderne Filmscanner können heutzutage die Bilder der Filme mit 4000 oder mehr Bildpunkten pro Zeile abtasten. Für ein abgetastetes Bild eines herkömmlichen Films im Seitenverhältnis von Breite zu Höhe von 16:9 ergeben sich somit beispielsweise digitalisierte Bilder, die aus 4000 Bildpunkten in einer Zeile und 2250 Zeilen pro Bild bestehen. Üblicherweise wird während des Abtastens die Qualität der Abtastung von einem Bediener kontrolliert. Wegen der erforderlichen hohen Auflösung des Kontroll-Monitors werden üblicherweise Computer-Bildschirme eingesetzt. Computer-Bildschirme

sind für eine Bildwiedergabe mit einer bestimmten Anzahl von Zeilen und Bildpunkten pro Zeile optimiert. Die sich daraus ergebenden Auflösungen des Bildschirms sind beispielsweise 800×600 , 1280×1024 oder 1600×1200 Bildpunkte für Monitore im 4:3 Seitenverhältnis. Analoge Röhrenmonitore können bei Einspeisung eines analogen Videosignals theoretisch auch zwischen diesen Werten liegende Auflösungen darstellen, jedoch ist auch hier die maximale Auflösung begrenzt, z.B. durch die verwendete Schlitz- oder Lochmaske. Die in letzter Zeit immer häufiger verwendeten LCD-Bildschirme sind hinsichtlich ihrer Auflösung prinzipbedingt festgelegt. Bei beiden Typen von Monitoren ist es somit nicht möglich, Bilder mit einer erheblich höheren Auflösung als der Auflösung des Monitors zufriedenstellend darzustellen. Soll ein Bild mit einer höheren Auflösung auf einem Bildschirm mit einer geringeren Auflösung dargestellt werden, müssen in horizontaler und vertikaler Bildrichtung Bildpunkte entfallen. Durch das Weglassen von Bildpunkten wird jedoch das darzustellende Bild unter Umständen so verkleinert, dass es nicht den gesamten zur Verfügung stehenden Bildschirmbereich in der Breite und/oder der Höhe bedeckt. So würde beispielsweise ein Bild mit einer Auflösung von 1000 Bildpunkten pro Zeile und 560 Zeilen pro Bild auf einem Bildschirm mit einer Auflösung von 800×600 Bildpunkten dadurch darstellbar gemacht, dass jeder zweite Bildpunkt in horizontaler und vertikaler Richtung entfällt. Das resultierende Bild mit 500×280 Bildpunkten wäre zwar nunmehr auf dem Bildschirm darstellbar, jedoch nutzte es nicht die nutzbare Größe des Bildschirms aus. Es wäre zwar möglich, nur die horizontale Auflösung zu skalieren, d.h., nur in den Zeilen Bildpunkte wegzulassen, dadurch wäre das Bild aber unerwünscht verzerrt. Durch das Weglassen einzelner Punkte können außerdem einzelne feine Details des Bildes nicht auf dem Monitor dargestellt werden und somit auch nicht vom Benutzer kontrolliert werden. Dies betrifft insbesondere dünne Linien, welche parallel zum Abtastraster des Filmscanners liegen. Es ist daher wünschenswert ein Verfahren zu anzuwenden das es ermöglicht, digitalisierte Bilder mit einer höheren Auflösung auf einem Bildschirm mit einer geringeren Auflösung in größtmöglicher Darstellungsgröße unverzerrt anzuzeigen und dennoch möglichst viele Bilddetails sichtbar zu machen. Weiterhin ist es wünschenswert eine Schaltung zu verwenden, welche die Skalierung in Echtzeit durchführt.

[0004] Das in Anspruch 1 vorgeschlagene Verfahren löst das Problem der freien Skalierung von Rasterbildern auch für die Fälle, in denen die Zahl der Bildpunkte pro Zeile und der Zeilen pro Bild von Eingangsbild und Ausgangsbild keine ganzzahligen Vielfachen bilden, also für rationale Skalierungsfaktoren. Die in Anspruch 7 angegebene Skalierungsschaltung schlägt eine Hardwareanordnung vor, mit welcher sich Rasterbilder in Echtzeit frei skalieren

lassen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0005] Gemäß des erfindungsgemäßen Verfahrens werden Bildpunkte in den Zeilen und Spalten des Eingangsbildes ausgewählt, welche die Bildpunkte in den Zeilen und Spalten des auf einem Kontroll-Monitor wiedergegebenen Ausgangsbildes darstellen. Die ausgewählten Bildpunkte sind dabei in ganzzahligen Pixelabständen solcherart verteilt, dass die Abstände zwischen einzelnen ausgewählten Bildpunkten bei rationalen Skalierungsfaktoren möglichst wenig voneinander abweichen. Dabei wird zumindest über jeweils einen Bereich einer Zeile und/oder Spalte des Rasterbildes ein rationales Skalierungsverhältnis von Eingangs- zu Ausgangsbild erreicht. Die ausgewählten Bildpunkte werden auch als Stützstellen bezeichnet. Die Bildpunkte zwischen zwei ausgewählten Bildpunkten oder Stützstellen können zur Bildung von einem Bildpunkt beschreibenden Werten herangezogen werden, welche anstelle des ausgewählten Bildpunktes für die Wiedergabe im Ausgangsbild benutzt werden. Alternativ dazu ist es auch möglich, zur Wiedergabe in dem Ausgangsbild den Minimal- oder den Maximalwert der zwischen zwei ausgewählten Bildpunkten oder Stützstellen liegenden Bildpunkte zu verwenden. Weiterhin ist es möglich, die Bildpunkte zwischen zwei ausgewählten Bildpunkten einer geeigneten Filterfunktion zu unterwerfen, und daraus einen Wert für den darzustellenden Bildpunkt des Ausgangsbildes zu gewinnen. Zur Berechnung des eines Bildpunktes des Ausgangsbildes können auch Bildpunkte zu beiden Seiten eines ausgewählten Bildpunktes oder einer Stützstelle herangezogen werden. Es ist auch möglich, Bildpunkte in größerem Abstand von der Stützstelle als dem zur nächstbenachbarten Stützstelle zur Berechnung des darzustellenden Bildpunktes zu verwenden.

[0006] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist eine Skalierung in horizontaler und vertikaler Richtung mit individuellen Skalierungsfaktoren möglich.

[0007] Die in der Erfindung bezogenen Bildpunkte können aus individuellen Bildpunkten für die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau zusammengesetzt sein, sogenannten Subpixeln, oder bei Schwarz-Weiß Bildern lediglich Helligkeitswerte beinhalten. Weiterhin ist auch eine beliebige Kombination aus Farb- und Helligkeitswerten zur Bestimmung eines Bildpunktes denkbar. Die Erfindung kann wahlweise auf die einzelnen Sub-Pixel angewendet werden, oder auf einen daraus generierten Gesamtwert, welcher den Bildpunkt repräsentiert. Bei einem Eingangsbild das in Subpixeln vorliegt können die zu einer Grundfarbe gehörenden Subpixel auch versetzt bearbeitet werden, d.h., die Bildpunkte an den Stützstellen des Ausgangsbildes werden von Eingangs-

werten berechnet die um einen oder mehrere Bildpunkte oder Subpixel versetzt sind. Dadurch lässt sich ein gewisser Filtereffekt erreichen, der das Bild gleichmäßiger erscheinen lässt. Weiterhin ist es denkbar, zwei aufeinanderfolgende Zeilen oder Spalten des Ausgangsbildes mit Bildpunkten zu generieren, welche aus versetzten Bildpunkten der entsprechenden Zeilen oder Spalten des Eingangsbildes berechnet wurden. Dadurch werden feine Details noch sicherer erfasst und wiedergegeben. Der Berechnungsvorgang für die Stützstellen kann dazu in einfacher Weise mit einem geeigneten Offset gestartet werden.

[0008] Besonders vorteilhaft wirkt sich in einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens aus, dass der Bildinhalt bei unmodifizierten Bildpunkten, die sich je nach der vorgenommenen Skalierung ergeben können, nicht beeinträchtigt wird.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäßen Schaltungen lassen sich vorteilhaft in Filmscannern einsetzen. Insbesondere die Skalierungsschaltungen eignen sich für eine Skalierung des Kontrollbildes in Echtzeit, d.h., ein Bild wird im Moment der Darstellung auf einem Bildschirm oder Kontrollmonitor skaliert und muss nicht zwischengespeichert werden. Bei ausreichender Prozessorleistung ist eine Skalierung in Echtzeit jedoch auch programmgesteuert möglich.

[0010] Im folgenden soll die Erfindung anhand der Zeichnung detailliert beschrieben werden. In der Zeichnung zeigen

[0011] Fig. 1 Eine schematische Darstellung eines Teils einer Eingangs- und einer Ausgangsbildzeile, die nach dem Stand der Technik skaliert wurde;

[0012] Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Teils einer Eingangs- und einer Ausgangsbildzeile, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren skaliert wurde;

[0013] Fig. 3 eine schematische Darstellung der Bestimmung der Stützstellen im Eingangsbild, die das Ausgangsbild bilden;

[0014] Fig. 4 eine erste Schaltung in binärer Logik zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Skalierung;

[0015] Fig. 5 eine zweite Schaltung in binärer Logik zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Skalierung; und

[0016] Fig. 6 eine detaillierte Schaltung eines Elements aus Fig. 5.

[0017] Gleiche oder ähnliche Teile sind in den Figu-

ren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0018] In **Fig. 1**, die den Stand der Technik beschreibt, ist ein Teil einer Zeile ZE eines Eingangsbildes dargestellt, welches eine hohe Auflösung aufweist. Der dargestellte Teil der Zeile ZE wird von Bildpunkten **1** bis **32** gebildet. Die hohe Auflösung wird durch die geringe Größe der die Bildpunkte repräsentierenden Rechtecke dargestellt. Die Zeile ZE soll auf eine Ausgangszeile ZA mit geringer Auflösung abgebildet werden. Die Zeile ZA ist in der Figur teilweise dargestellt durch Bildpunkte **101** bis **111**. Die geringe Auflösung wird durch die vergleichsweise große Größe der die Bildpunkte repräsentierenden Rechtecke dargestellt. Zwischen der Eingangszeile ZE und der Ausgangszeile ZA sind Pfeile **40** bis **50** dargestellt, welche die Zuweisung von Bildpunkten der Eingangszeile ZE zu Bildpunkten der Ausgangszeile ZA verdeutlichen. In der **Fig. 1** ist jeder dritte Bildpunkt der Eingangszeile ZE einem Bildpunkt Ausgangszeile ZA zugeordnet. Bildinformationen, welche in nicht zugeordneten Bildpunkten enthalten sind, werden nicht dargestellt und gehen verloren.

[0019] In **Fig. 2**, die das Prinzip der Erfindung beschreibt, ist wie zuvor in **Fig. 1** ein Teil einer Zeile ZE eines Eingangsbildes dargestellt, welches eine hohe Auflösung aufweist. Der dargestellte Teil der Zeile ZE wird von Bildpunkten **1** bis **32** gebildet. Die Zeile ZE soll auf eine Ausgangszeile ZA mit geringer Auflösung abgebildet werden. Die Zeile ZA ist wie zuvor in der **Fig. 1** teilweise dargestellt durch Bildpunkte **101** bis **114**. Zwischen der Eingangszeile ZE und der Ausgangszeile ZA sind Linien **60** bis **73** angeordnet, welche die Grenzen zwischen zusammengefassten Bildpunkten, also die Stützstellen anzeigen. Die Stützstellen sind zwischen den Bildpunkten angeordnet, weil alle Bildpunkte zwischen den Stützstellen zur Berechnung eines Bildpunktes herangezogen werden.

[0020] Die Berechnung, wie viele Eingangsbildpunkte zu einem Ausgangsbildpunkt zusammengefasst werden, soll mit Bezugnahme auf **Fig. 3** beispielhaft erläutert werden. Hierbei soll ein Eingangsbild mit 2250 Bildpunkten pro Zeile auf einem Bildschirm mit 1000 Bildpunkten pro Zeile dargestellt werden. Aus dem Verhältnis der Bildpunkte pro Zeile von 2250 zu 1000 ergibt sich die Forderung, jeweils 2,25 Bildpunkte zu einem Bildpunkt zusammen zu fassen. In einem digitalen Rasterbild lassen sich Bruchteile von Bildpunkten jedoch nicht auswerten. Die naheliegende Lösung jeweils den dritten Bildpunkt zur Wiedergabe zu verwenden, wie sie in **Fig. 1** dargestellt ist, würde zu einer Darstellung des Bildes mit 750 Bildpunkten führen. Die zur Verfügung stehende Zeilenauflösung des Monitors von 1000 Bildpunkten würde somit nur zu 3/4 ausgenutzt werden. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren werden nun aus dem Eingangsbild Stützstellen so be-

rechnet, dass die Abstände der einzelnen Stützstellen minimal voneinander abweichen, die Stützstellen gleichmäßig über das Eingangsbild verteilt sind und die gesamte zur Verfügung stehende Zeilenauflösung des Monitors ausgenutzt wird. Dazu wird der erforderliche Skalierungsfaktor, in dem Beispiel 2,25, in einen Summanden zur Addition pro Bildpunkt des Eingangsbildes umgewandelt. Diese Umwandlung stellt eine einfache Invertierung dar. Zur besseren Handhabung in diesem Beispiel kann der Wert als Bruch mit der Größe 4/9 dargestellt werden. Zur Ermittlung der Stützstellen beginnt man am ersten Bildpunkt einer Zeile für jeden weiteren Bildpunkt den Summanden aufzuaddieren. Eine Stützstelle ist dann bestimmt, wenn die Summe der aufaddierten Summanden größer als 1 ist. In dem Beispiel in **Fig. 3** erhält der erste Bildpunkt **1** den Wert 4/9, der zweite Bildpunkt **2** den Wert 8/9 und der dritte Bildpunkt **3** den Wert 12/9. In der Figur sind mathematische Operationen, also Addition und Subtraktion, durch Pfeile zwischen den Werten dargestellt, wobei eine Addition durch einen Pfeil mit durchgezogener Linie, eine Subtraktion durch einen Pfeil mit gestrichelter Linie repräsentiert ist. In dem Additionsschritt vom zweiten Bildpunkt **2** zum dritten Bildpunkt **3** wird die aufaddierte Summe größer als 1. An dieser Stelle befindet sich eine Stützstelle. Stützstellen sind in **Fig. 3** durch die strichpunktierten Linien **60** bis **66** dargestellt. Der erste Bildpunkt **1** und der zweite Bildpunkt **2** vor der Stützstelle **60** werden nunmehr zu dem Ausgangsbildpunkt **101** aus **Fig. 2** zusammengefasst. Dies kann, wie zuvor oben beschrieben, durch Mittelwertbildung, Minimum- oder Maximumbildung, oder durch eine andere geeignete Filterfunktion erfolgen. Der dritte Bildpunkt **3**, welcher den Wert 12/9 erhielt, muss jetzt einen Wert kleiner als 1 erhalten, weil jeweils das Überschreiten des Wertes 1 eine Stützstelle anzeigt. Dazu wird der Wert 1 oder 9/9 von dem Wert des dritten Bildpunktes **3** abgezogen. Der dritte Bildpunkt **3** erhält somit den neuen Wert 3/9. Die vorstehende Folge von Additionen und Subtraktionen wird für alle Bildpunkte einer Zeile durchgeführt. Eine Stützstelle wird überall dort markiert, wo der Wert eines Bildpunktes größer als 1 ist, und der Wert des Bildpunktes an dem die Stützstelle markiert wurde wird auf einen Wert kleiner als 1 verringert, indem der Wert 1 abgezogen wird. In dem Beispiel ergeben sich dann Abstände zwischen den ersten drei Stützstellen von zwei Bildpunkten. Die nächste Stützstelle hat einen Abstand von drei Bildpunkten. Diese Sequenz von 2-2-2-3 Bildpunkten Abstand zwischen den Stützstellen wiederholt sich über die gesamte Zeile. Für die Zeile ergibt sich somit bereichsweise ein rationales Skalierungsverhältnis.

[0021] Das vorstehend beschriebene Verfahren ist analog auch für die vertikale Richtung, das heißt, für die aufeinanderfolgenden Zeilen anwendbar. Hierbei können auch unterschiedliche Skalierungen für die horizontale und die vertikale Richtung vorgenommen

werden. Je nach gewünschtem Skalierungsverhältnis können sich andere Summanden zur Addition ergeben und damit auch andere Sequenzen, das Verfahren läuft jedoch prinzipiell immer gleich ab.

[0022] Das mit Bezug auf **Fig. 3** beschriebene Verfahren kann in einem Mikroprozessor mit Programm- und Arbeitsspeicher als Programm ausgeführt werden, es ist jedoch auch besonders vorteilhaft in binärer Schaltungstechnik realisierbar.

[0023] Hierbei ist ein Addierer vorgesehen, der um vorgebbare Werte inkrementierbar ist. Der maximale Wert des Addierers ist $2^n - 1$, wobei n die Anzahl der Binärstellen des Addierers bezeichnet. Der Inkrementwert, also der Summand, erhält die Größe $2^{n-1} \times SF$, mit SF als Skalierungsfaktor. Für jeden Bildpunkt des Eingangsbildes wird die Addition durchgeführt. Das höchstwertige Bit MSB (aus dem Englischen: Most Significant Bit) des Addierers wird differenziert, so dass ein Zustandswechsel des höchstwertigen Bits MSB erkennbar ist. Ein erkannter Zustandswechsel des höchstwertigen Bits MSB des Addierers markiert eine Stützstelle des Eingangsbildes. Die Addition wird weiter ausgeführt, und ein erneuter Zustandswechsel des höchstwertigen Bits MSB des Addierers markiert eine weitere Stützstelle. Der Überlauf des Addierers wird hierbei ignoriert. Die Eingangsbildpunkte zwischen zwei Stützstellen können dann wie weiter oben beschrieben zu einem Ausgangsbildpunkt zusammengefasst werden.

[0024] In einem Ausführungsbeispiel sind Skalierungsfaktoren horizontalen und vertikalen Addierern zugeführt. Die Differenzierung des höchstwertigen Bit MSB des Addierers und damit die Generierung eines Signals zur Ausgabe einer Stützstelle erfolgt über eine Exklusiv-ODER Verknüpfung des MSB mit einem um einen Taktzyklus verzögerten MSB. Mit diesem Signal wird eine Zähl- und Abtaststufe gesteuert, und weiterhin der Weitertransport der skalierten Ausgangsbilddaten in ein FIFO-Schieberegister (Akronym aus dem Englischen: First In, First Out) zur Weiterverarbeitung. Die Zähl- und Abtaststufe berechnet den Abstand zweier aufeinanderfolgender Stützstellen. Der berechnete Abstand dient als Steuergröße für die Berechnung des ausgegebenen Bildpunktes. Beispielsweise ist ein Filtermultiplexer ansteuerbar, mittels welchem der Durchschnittswert oder der Maximalwert der Bildpunkte zwischen der vorhergehenden und der neuen Stützstelle zur Ausgabe ausgewählt wird.

[0025] In **Fig. 4** ist eine erste praktische Ausführung eines in binärer Schaltungstechnik erstellten Skalierers dargestellt. Ein Skalierungsfaktor SF_V für die vertikale Bildskalierung ist an einen Eingang eines Addierers **200** mit der Bitbreite n angelegt. Der Inhalt des Addierers gelangt zur Zwischenspeicherung an eine der Bitbreite des Addierers entsprechende An-

zahl Flipflops **201**. Die Ausgänge der Flipflops **201** sind auf den Addierer zurückgekoppelt. Der Ausgang des Flipflops aus der Anzahl Flipflops **201**, welches das höchstwertige Bit MSB des Addierers enthält, ist außerdem mit einem Flipflop **202** und einem Exklusiv-ODER-Gatter **203** verbunden. Hierdurch ist es möglich, die höchstwertigen Bits des Addierers zweier aufeinanderfolgender Additionen zu differenzieren, d.h. einen Zustandswechsel an der Stelle des höchstwertigen Bits MSB festzustellen. Ein Ausgang des Exklusiv-ODER-Gatters **203** ist mit dem Rücksetzeingang eines Zählers **204** und mit dem Enable-Eingang einer Abtaststufe **206** verbunden. Die Flipflops **201** und **202** sowie der Zähler **204** und die Abtaststufe **206** sind weiterhin an eine Zeilentaktleitung L-Clk angeschlossen. Der Ausgang der Abtaststufe **206** steuert einen Multiplexer **207** an. Ein Signal Video-RGB ist direkt an den Multiplexer **207** angelegt. Das Signal Video-RGB ist weiterhin direkt und über eine erste Verzögerungsschaltung **212** an einen ersten Addierer **211** angelegt. Der Ausgang des ersten Addierers **211** ist über eine erste Multipliziererschaltung **213** mit dem Multiplexer verbunden. In der **Fig. 4** hat die erste Multipliziererschaltung **213** einen festen Multiplikationsfaktor von 0,5. Das über die erste Verzögerungsschaltung **212** geleitete Signal Video-RGB ist außerdem an eine zweite Verzögerungsschaltung **214** angelegt. Vom Ausgang der zweiten Verzögerungsschaltung **214** gelangt das Signal an einen zweiten Addierer **216**, an den außerdem das Ausgangssignal des ersten Addierers **211** angelegt ist. Das Ausgangssignal des zweiten Addierers **216** gelangt über eine zweite Multipliziererschaltung **217** an den Multiplexer **207**. In der **Fig. 4** hat die zweite Multipliziererschaltung **217** einen festen Multiplikationsfaktor von 0,3. Das über die erste Verzögerungsschaltung **212** und die zweite Verzögerungsschaltung **214** geleitete Signal Video-RGB gelangt weiterhin über eine dritte Verzögerungsschaltung **218** an eine vierte Verzögerungsschaltung **222**. Das Ausgangssignal der dritten Verzögerungsschaltung **218** wird in einem dritten Addierer **219** mit dem Ausgangssignal des zweiten Addierers **216** verknüpft. Das Ausgangssignal des dritten Addierers **219** gelangt über eine dritte Multipliziererschaltung **221** an den Multiplexer **207**. In der **Fig. 4** hat die dritte Multipliziererschaltung **221** einen festen Multiplikationsfaktor von 0,25. Das Ausgangssignal der vierten Verzögerungsschaltung **222** wird in einem vierten Addierer **223** mit dem Ausgangssignal des dritten Addierers **219** verknüpft. Das Ausgangssignal des vierten Addierers **223** gelangt über eine Multiplikationsschaltung **224** an den Multiplexer **207**. In der **Fig. 4** hat die dritte Multipliziererschaltung **221** einen festen Multiplikationsfaktor von 0,2.

[0026] Ein Skalierungsfaktor SF_H für die horizontale Bildskalierung ist an einen Eingang eines Addierers **231** mit der Bitbreite n angelegt. Wie zuvor für die vertikale Skalierung beschrieben gelangt der In-

halt des Addierers zur Zwischenspeicherung an eine der Bitbreite des Addierers entsprechende Anzahl Flipflops **232**. Die Ausgänge der Flipflops **232** sind auf den Addierer zurückgekoppelt. Der Ausgang des Flipflops aus der Anzahl Flipflops **232**, welches das höchstwertige Bit MSB des Addierers enthält, ist außerdem mit einem Flipflop **233** und einem Exklusiv-ODER-Gatter **234** verbunden. Hierdurch ist es möglich, die höchstwertigen Bits des Addierers zweier aufeinanderfolgender Additionen zu differenzieren, d.h. einen Zustandswechsel an der Stelle des höchstwertigen Bits MSB festzustellen. Ein Ausgang des Exklusiv-ODER-Gatters **234** ist mit dem Rücksetzeingang eines Zählers **236** und mit dem Enable-Eingang einer Abtaststufe **237** verbunden. Die Flipflops **232** und **233** sowie der Zähler **236** und die Abtaststufe **237** sind weiterhin an eine Pixeltaktleitung P-Clk angeschlossen. Der Ausgang der Abtaststufe **237** steuert einen Multiplexer **238** an. An den Multiplexer **238** ist das Ausgangssignal des Multiplexers **207** angelegt. Das Ausgangssignal des Multiplexers **207** wird außerdem in gleicher Weise wie das zuvor beschriebene Signal Video-RGB über eine Kette von Verzögerungsschaltungen **239**, **243**, **247** und **251** geleitet. Von den Ausgängen der Verzögerungsschaltungen **239**, **243**, **247** und **251** gelangen die Ausgangssignale in der zuvor beschriebenen Weise über Addierer **240**, **244**, **248** und **252** sowie Multipliziererschaltungen **242**, **246**, **249** und **253** an den Multiplexer **238**. Die Multipliziererschaltungen **242**, **246**, **249** und **253** in Fig. 4 haben die festen Multiplikationsfaktoren 0,5, 0,3, 0,25 bzw. 0,2.

[0027] Die Ausgänge der Exklusiv-ODER-Gatter **203** und **234** sind weiterhin in einem UND-Gatter **254** verbunden. Der Ausgang des UND-Gatters **254** steuert die Schreibzugriffe auf ein FIFO-Schieberegister **256**. Das FIFO-Schieberegister **256** speichert die von dem Multiplexer **238** kommenden Daten zur weiteren Verarbeitung zwischen.

[0028] In Fig. 5 ist eine zweite praktische Ausführung eines in binärer Schaltungstechnik erstellten Skalierers dargestellt. Wie in der Fig. 4 ist ein Skalierungsfaktor SF_V für die vertikale Bildskalierung an einen Eingang eines Addierers **200** mit der Bitbreite n angelegt. Der Inhalt des Addierers gelangt zur Zwischenspeicherung an eine der Bitbreite des Addierers entsprechende Anzahl Flipflops **201**. Die Ausgänge der Flipflops **201** sind auf den Addierer zurückgekoppelt. Der Ausgang des Flipflops aus der Anzahl Flipflops **201**, welches das höchstwertige Bit MSB des Addierers enthält, ist außerdem mit einem Flipflop **202** und einem Exklusiv-ODER-Gatter **203** verbunden. Hierdurch ist es möglich, die höchstwertigen Bits des Addierers zweier aufeinanderfolgender Additionen zu differenzieren, d.h. einen Zustandswechsel an der Stelle des höchstwertigen Bits MSB festzustellen. Ein Ausgang des Exklusiv-ODER-Gatters **203** ist mit dem Rücksetzeingang eines Zählers **204**

und mit dem Enable-Eingang einer Abtaststufe **206** verbunden. Die Flipflops **201** und **202** sowie der Zähler **204** und die Abtaststufe **206** sind weiterhin an eine Zeilentaktleitung L-Clk angeschlossen. Der Ausgang der Abtaststufe **206** steuert einen Multiplexer **207** an. Ein Signal Video-RGB ist direkt an den Multiplexer **207** angelegt. Das Signal Video-RGB ist weiterhin direkt und über eine erste Verzögerungsschaltung **212** an einen ersten Vergleichler **260** angelegt, der jeweils das größere der beiden Eingangssignale auswählt. Der Ausgang des ersten Vergleichlers **260** ist mit dem Multiplexer verbunden. Das über die erste Verzögerungsschaltung **212** geleitete Signal Video-RGB ist außerdem an eine zweite Verzögerungsschaltung **214** angelegt. Vom Ausgang der zweiten Verzögerungsschaltung **214** gelangt das Signal an einen zweiten Vergleichler **261**, an den außerdem das Ausgangssignal des ersten Vergleichlers **260** angelegt ist. Das Ausgangssignal des zweiten Vergleichlers **261** ist an den Multiplexer **207** angelegt. Das über die erste Verzögerungsschaltung **212** und die zweite Verzögerungsschaltung **214** geleitete Signal Video-RGB gelangt weiterhin über eine dritte Verzögerungsschaltung **218** an eine vierte Verzögerungsschaltung **222**. Das Ausgangssignal der dritten Verzögerungsschaltung **218** wird in einem dritten Vergleichler **262** mit dem Ausgangssignal des zweiten Vergleichlers **261** verglichen. Das Ausgangssignal des dritten Vergleichlers **262** ist ebenfalls an den Multiplexer **207** angelegt. Das Ausgangssignal der vierten Verzögerungsschaltung **222** wird in einem vierten Vergleichler **263** mit dem Ausgangssignal des dritten Vergleichlers **262** verglichen. Das Ausgangssignal des vierten Vergleichlers **263** ist dem Multiplexer **207** zugeführt.

[0029] Wie in der in Fig. 4 beschriebenen Schaltung ist ein Skalierungsfaktor SF_H für die horizontale Bildskalierung an einen Eingang eines Addierers **231** mit der Bitbreite n angelegt. Wie zuvor für die vertikale Skalierung beschrieben gelangt der Inhalt des Addierers zur Zwischenspeicherung an eine der Bitbreite des Addierers entsprechende Anzahl Flipflops **232**. Die Ausgänge der Flipflops **232** sind auf den Addierer zurückgekoppelt. Der Ausgang des Flipflops aus der Anzahl Flipflops **232**, welches das höchstwertige Bit MSB des Addierers enthält, ist außerdem mit einem Flipflop **233** und einem Exklusiv-ODER-Gatter **234** verbunden. Hierdurch ist es möglich, die höchstwertigen Bits des Addierers zweier aufeinanderfolgender Additionen zu differenzieren, d.h. einen Zustandswechsel an der Stelle des höchstwertigen Bits MSB festzustellen. Ein Ausgang des Exklusiv-ODER-Gatters **234** ist mit dem Rücksetzeingang eines Zählers **236** und mit dem Enable-Eingang einer Abtaststufe **237** verbunden. Die Flipflops **232** und **233** sowie der Zähler **236** und die Abtaststufe **237** sind weiterhin an eine Pixeltaktleitung P-Clk angeschlossen. Der Ausgang der Abtaststufe **237** steuert einen Multiplexer **238** an. An den

Multiplexer **238** ist das Ausgangssignal des Multiplexers **207** angelegt. Das Ausgangssignal des Multiplexers **207** wird außerdem in gleicher Weise wie das zuvor beschriebene Signal Video-RGB über eine Kette von Verzögerungsschaltungen **239**, **243**, **247** und **251** geleitet. Von den Ausgängen der Verzögerungsschaltungen **239**, **243**, **247** und **251** gelangen die Ausgangssignale in der zuvor beschriebenen Weise über Vergleicher **264**, **266**, **267** und **268** an den Multiplexer **238**.

[0030] Die Ausgänge der Exklusiv-ODER-Gatter **203** und **234** sind weiterhin in einem UND-Gatter **254** verbunden. Der Ausgang des UND-Gatters **254** steuert die Schreibzugriffe auf ein FIFO-Schieberegister **256**. Das FIFO-Schieberegister **256** speichert die von dem Multiplexer **238** kommenden Daten zur weiteren Verarbeitung zwischen. Das Ausgangssignal des UND-Gatters **254** sowie das Ausgangssignal des Multiplexers **238** sind einem Flipflop **269** zugeführt, dessen Ausgangssignal den Vergleichern **260** bis **264** und **266** bis **268** zugeführt ist.

[0031] Die Anzahl der in den **Fig. 4** und **5** beschriebenen Verzögerungsschaltungen und Vergleicher bzw. Addierer und Multiplizierer kann auch größer oder kleiner als in den Figuren angegeben sein. Die Anzahl hängt von der erwarteten maximalen Distanz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stützstellen ab. Die Schaltung ist jedoch auf einfache Weise durch entsprechende Vervielfältigung an den betreffenden Stellen erweiterbar.

[0032] In **Fig. 6** ist die Schaltung der Vergleicher **260** bis **264** und **266** bis **268** detailliert dargestellt. Über Eingänge **300** und **301** sind der Schaltung erste und zweite Videosignale mit den Werten für die Grundfarben Rot, Grün und Blau zugeführt. Vergleichswerte für die Grundfarben sind der Schaltung über einen Eingang **302** zugeführt. Subtrahierer **303** bilden die Differenz zwischen den Vergleichswerten und den Werten des ersten bzw. zweiten Videosignals. Der Betrag der Differenzen wird in den Stufen **304** gebildet. Die Addierer **306** bilden die Summe der Beträge aus den Stufen **304** für das erste und das zweite Videosignal. Die Summen aus den Addierern **306** sind einem Vergleicher **307** zugeführt, dessen Ausgang einen Multiplexer **308** ansteuert. Der Multiplexer **380** selektiert das erste oder das zweite Videosignal in Abhängigkeit vom Ausgangssignal des Vergleichers **307** und bildet den Ausgang der Vergleicherschaltung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur frei wählbaren Skalierung von durch zeilen- und spaltenweise angeordnete Bildpunkte und/oder Subpixel dargestellten Eingangsbildern, wobei zur Wiedergabe in den Ausgangsbildern bestimmte ausgewählte Bildpunkte und/oder Subpi-

xel im Eingangsbild bestimmt werden, deren jeweiliger spaltenweiser und/oder zeilenweiser Abstand so bemessen ist, dass ein rationales Skalierungsverhältnis von Eingangsbild zu Ausgangsbild mindestens über einen Bereich einer Zeile und/oder einer Spalte durch Berechnung ganzzahliger Abstände zwischen aufeinanderfolgenden ausgewählten Bildpunkten und/oder Subpixeln des Eingangsbildes mit minimaler Variation zwischen den Abständen erreicht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ausgewählten Bildpunkte und/oder Subpixel des Eingangsbildes als Stützstellen verwendet werden, denen im Ausgangsbild ein aus mehreren der Stützstelle vorhergehenden oder nachfolgenden Bildpunkten und/oder Subpixeln des Eingangsbildes berechneter oder ausgewählter Bildpunkt und/oder Subpixel zugewiesen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die vorhergehenden oder nachfolgenden Bildpunkte und/oder Subpixel des Eingangsbildes in einem Bereich bis zur jeweils benachbarten Stützstelle zur Berechnung herangezogen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein das Skalierungsverhältnis repräsentierender Wert als Summand einem Addierer zugeführt wird, wobei die Addition des Summanden für jeden Bildpunkt und/oder Subpixel zeilen- und/oder spaltenweise vorgenommen wird und bei Überschreiten eines Schwellwertes eine Stützstelle bei dem gegenwärtigen Bildpunkt und/oder Subpixel markiert wird, und wobei nach dem Markieren einer Stützstelle vom Inhalt des Addierers ein dem Schwellwert entsprechender Wert subtrahiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Überschreiten des Schwellwertes durch den Zustandswechsel eines ausgewählten Bits in einem Binäraddierer signalisiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Subtraktion des Schwellwertes durch fortgesetzte Addition und Ignorieren des Überlaufs des Binäraddierers vorgenommen wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass aufeinanderfolgende Zeilen und/oder Spalten mit einem Versatz um ganze Bildpunkte und/oder Subpixel verarbeitet werden.

8. Skalierungsschaltung zur frei wählbaren Skalierung von durch zeilen- und spaltenweise angeordneten Bildpunkten und/oder Subpixel dargestellten Bildern mit einem Mikroprozessor, einem Programmspeicher und einem Arbeitsspeicher, sowie Eingabemitteln für Skalierungsverhältnisse, wobei ein Verfah-

ren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 programmgesteuert ausführbar ist.

9. Skalierungsschaltung zur frei wählbaren Skalierung von durch zeilen- und spaltenweise angeordneten Bildpunkten und/oder Subpixel dargestellten Bildern mit Addierern, in welchem ein Skalierungsverhältnis repräsentierende Werte für jeden Bildpunkt und/oder Subpixel in Zeilen bzw. Spalten addierbar sind, Eingabemitteln für Skalierungsverhältnisse, einem Vergleich für die Zeilen bzw. Spalten, welcher das Überschreiten eines Schwellwertes durch die Addition signalisiert, einem ersten Multiplexer, mittels dessen den Bildpunkten und/oder Subpixeln einer Zeile Werte zuweisbar sind, einem zweiten Multiplexer, mittels dessen den Bildpunkten und/oder Subpixeln einer Spalte Werte zuweisbar sind, und einem Speicher zur Speicherung der Werte für Bildpunkte und/oder Subpixel für Zeilen und/oder Spalten.

10. Skalierungsschaltung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel vorgesehen sind zur Speicherung ausgewählter Bitstellen des Addierers und Mittel zum Vergleich aufeinanderfolgender Inhalte an den ausgewählten Bitstellen, wobei ein Überschreiten des Schwellwertes anhand eines Zustandswechsels aufeinanderfolgender Inhalte an den ausgewählten Bitstellen des Addierers erkennbar ist.

11. Filmscanner mit einer Ansteuerung für einen Kontrollmonitor, dadurch gekennzeichnet, dass eine Skalierungsschaltung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 10 vorgesehen ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

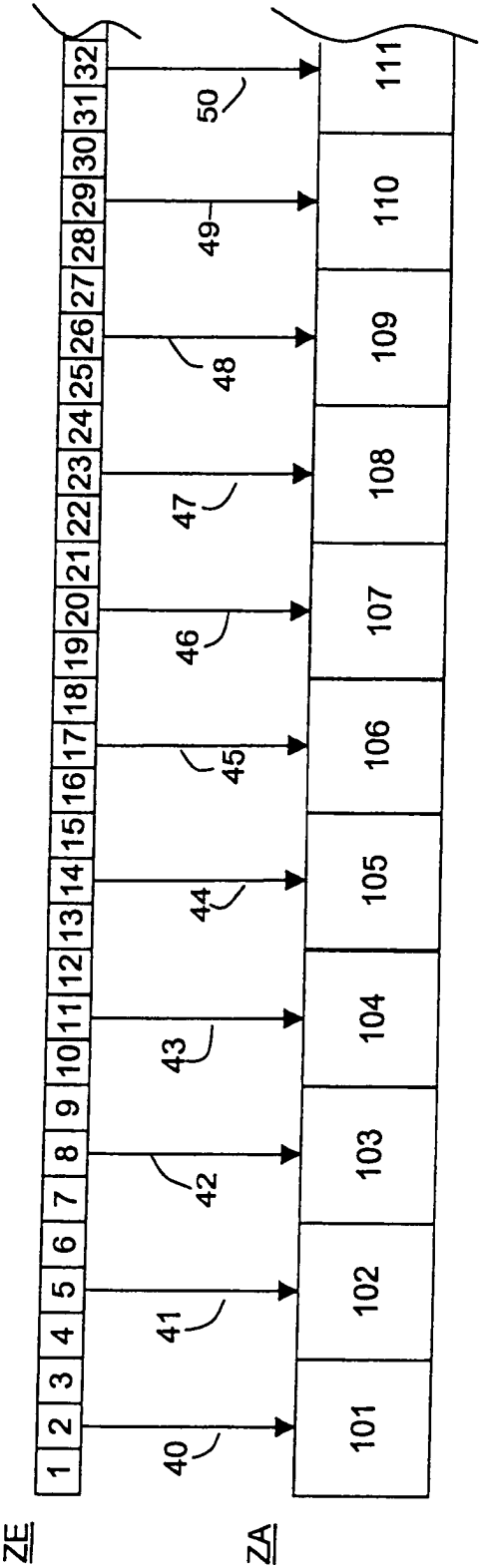


Fig. 1 Stand der Technik

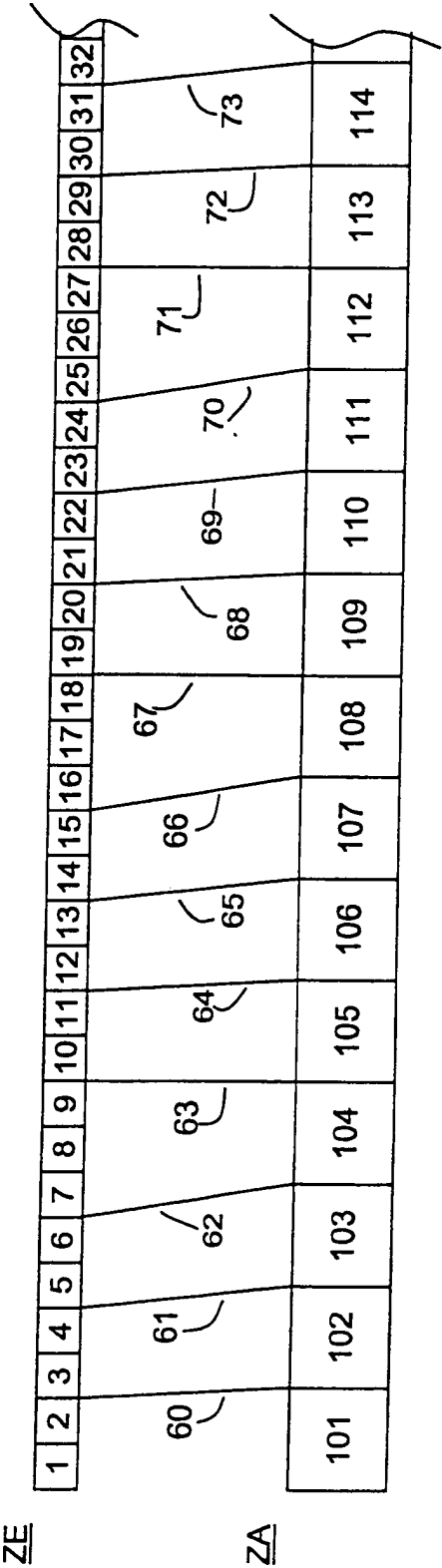


Fig. 2

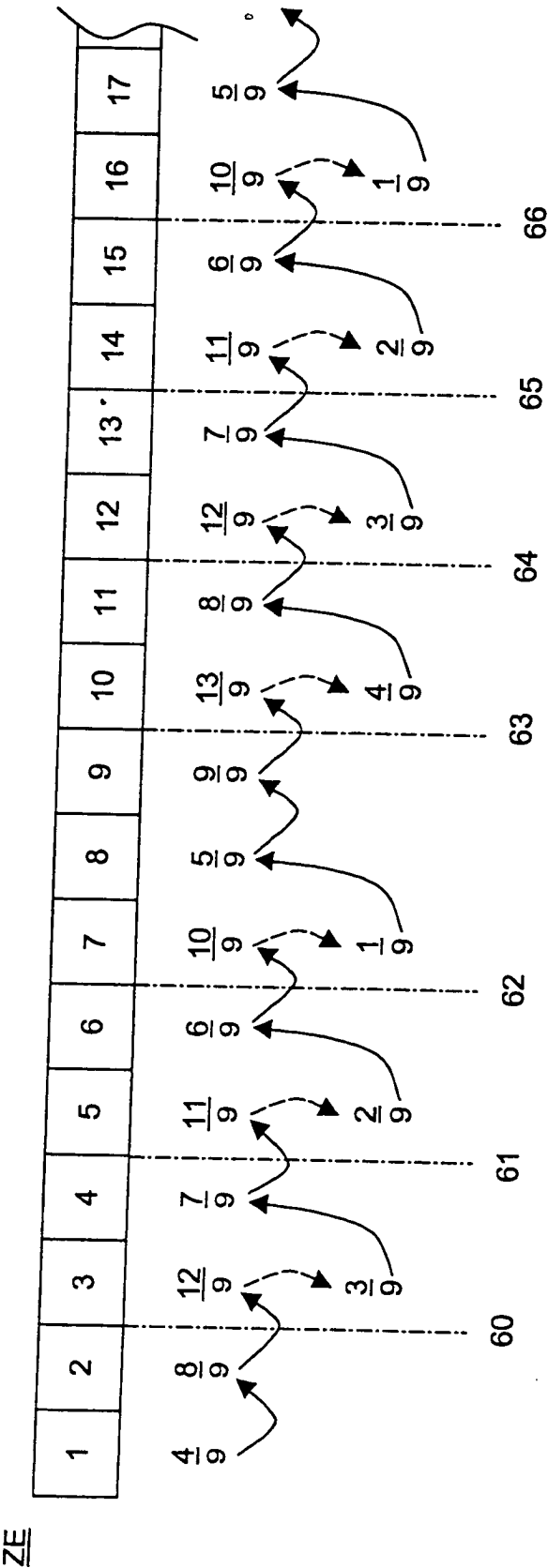


Fig. 3

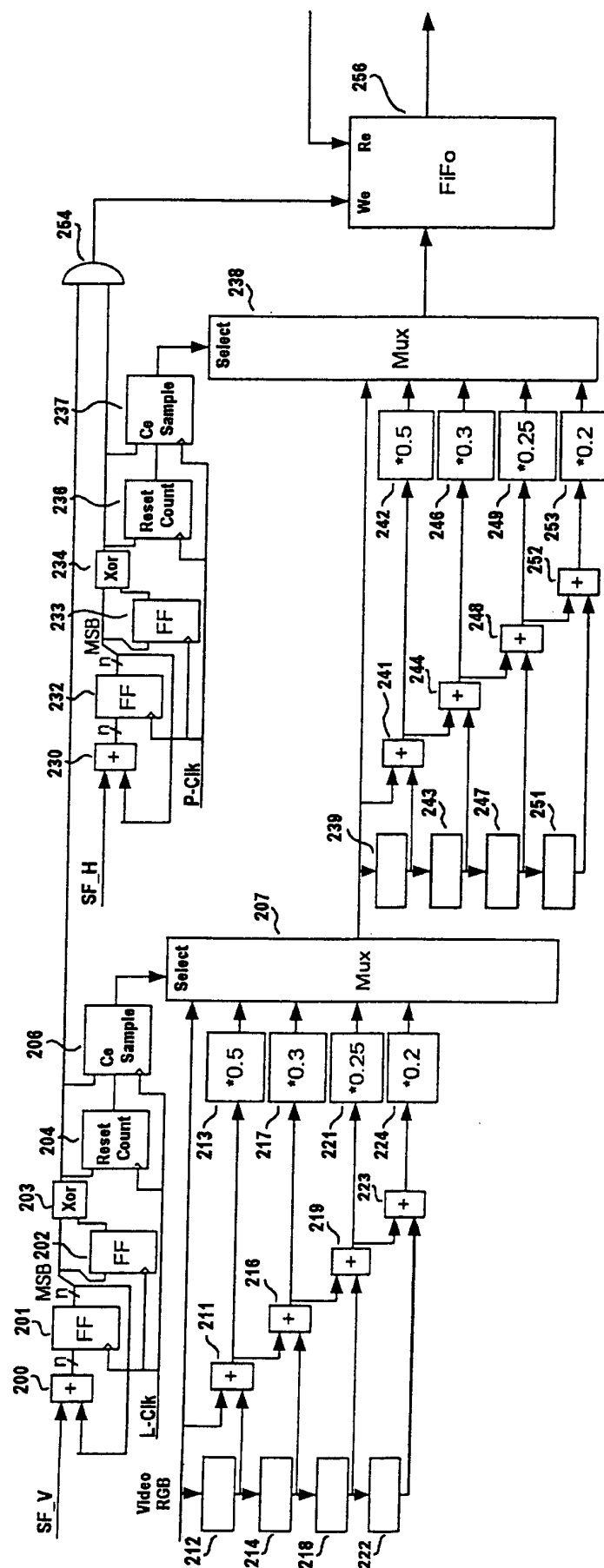


Fig. 4

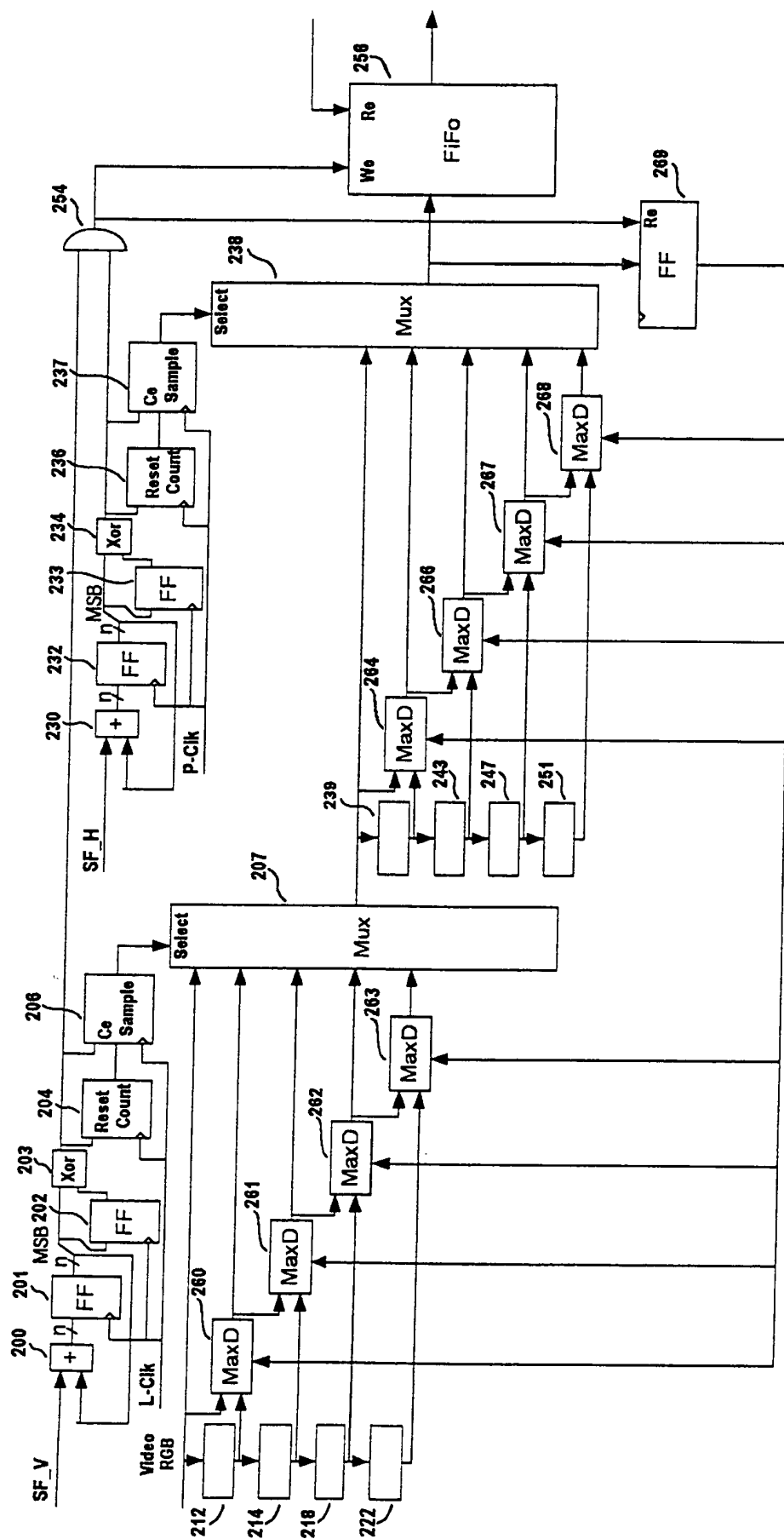


Fig. 5

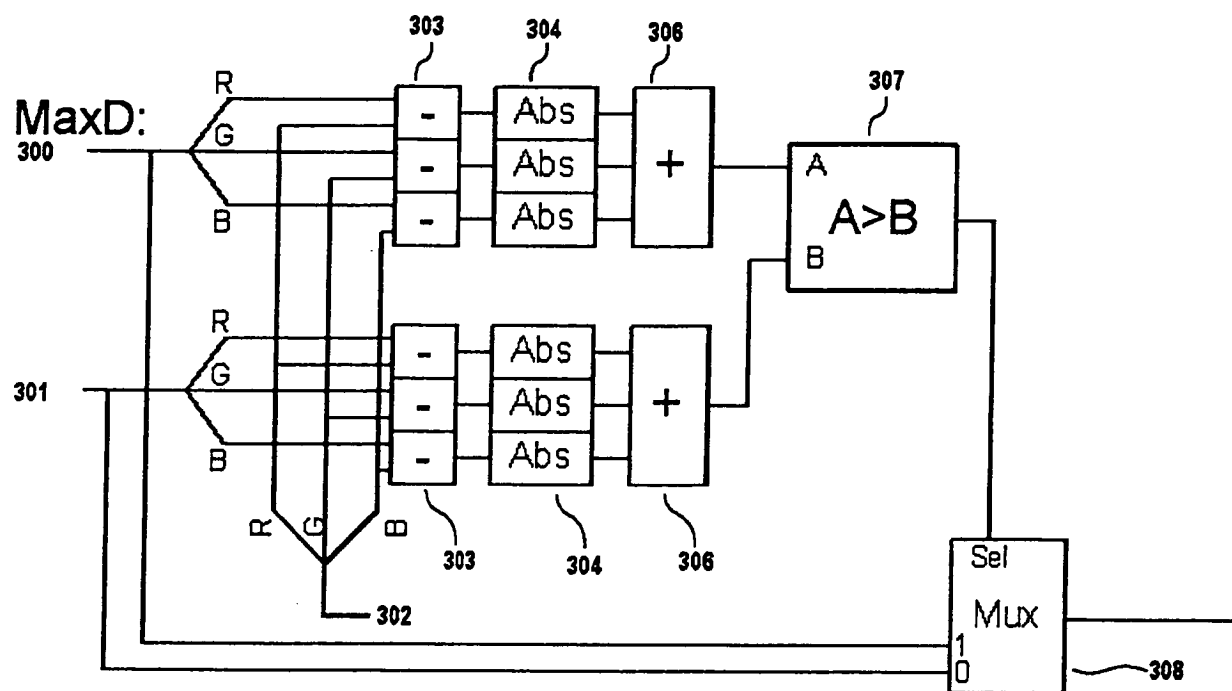


Fig. 6