



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 692 33 620 T2 2006.11.09

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 542 474 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 692 33 620.6

(96) Europäisches Aktenzeichen: 92 310 143.0

(96) Europäischer Anmeldetag: 05.11.1992

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 19.05.1993

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 26.04.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 09.11.2006

(51) Int Cl.⁸: H04N 7/24 (2006.01)

H04N 7/30 (2006.01)

H04N 7/32 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
793063 15.11.1991 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT, NL

(73) Patentinhaber:
AT & T Corp., New York, N.Y., US

(72) Erfinder:
Puri, Atul, New York, New York 10463, US; Aravind,
Rangarajan, Matawan, New Jersey 07747, US

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: Adaptive Kodierung und Dekodierung von Vollbildern und Halbbildern von Videosignalen

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Vorrichtungen zur Codierung digitaler Videosignale und Vorrichtungen zur Decodierung eines komprimierten digitalen Videosignals.

[0002] Es finden weltweite Bemühungen statt, um die Qualität der Produktion, Übertragung und Wiedergabe von Videosignalen zu verbessern, weil für Videosysteme verbesserter Qualität sehr viel kommerzielle Wichtigkeit vorhergesagt wird. Bei diesen Bemühungen wird zumindest teilweise die Auflösung vergrößert, mit der Bilder in repräsentative elektrische Signale umgesetzt werden, indem die räumlichen und zeitlichen Abtastraten vergrößert werden, mit denen Videobilder in elektrische Signale umgesetzt werden. Diese Zunahme der Auflösung bedeutet folglich, daß mehr Daten über Bilder in einem gegebenen Zeitraum produziert, verarbeitet und übertragen werden müssen.

[0003] Videobilder, wie zum Beispiel die Bilder im Sichtfeld einer Fernsehkamera, werden mit einer vorbestimmten Rate abgetastet und in einer Reihe elektrischer Signale umgesetzt, wobei jedes elektrische Signal eine Kenngröße einer vorbestimmten Region des Bildes repräsentiert, die im allgemeinen als Bildelement, Pel oder Pixel bezeichnet wird. Mehrere Bildelemente zusammengenommen bilden zu einem vorbestimmten Zeitpunkt quasi ein Standbild, das die Beschaffenheit des Bildes an dem vorbestimmten Zeitpunkt repräsentiert. Bei der Vergrößerung der Qualität von auf diese Weise produzierten Videosignalen müssen zumindest teilweise mehr kleinere Bildelemente verwendet werden, um ein gegebenes Einzelbild zu repräsentieren, und es müssen sehr viel Einzelbilder pro Zeiteinheit produziert werden. Zum Beispiel spezifiziert die Empfehlung CCIR-601 die Anzahl der Bildelemente in einem Einzelbild als 720 horizontale Bildelemente \times 486 vertikale Bildelemente (USA und Japan) oder 576 vertikale Bildelemente (Europa). In jeder Sekunde werden 30 oder 25 verschachtelte Bilder produziert. Bei HDTV-Projekten (hochauflösendes Fernsehen) wurde vorgeschlagen, mit etwa 700–1000 horizontalen Zeilen jeweils mit 1200–2000 Bildelementen zu arbeiten. Diese HDTV-Bemühungen ziehen in Betracht, 25 oder 30 verschachtelte Bilder pro Sekunde oder 60 oder 50 nichtverschachtelte Bilder pro Sekunde zu produzieren.

[0004] Mit zunehmender Anzahl der Bildelemente für jedes Videoeinzelbild und zunehmender Rate, mit der Einzelbilder produziert werden, muß eine zunehmende Menge an Videodaten in einem gegebenen Zeitraum produziert, übertragen und empfangen werden. Es wäre vorteilhaft, wenn durch diese Systeme produzierte Videosignale so komprimiert werden könnten, daß weniger Daten erzeugt werden könnten, die immer noch genug Informationen enthalten würden, so daß qualitativ hochwertigere Videobilder wiedergegeben werden könnten.

[0005] Es wurden mehrere Datenkomprimierungsverfahren vorgeschlagen, die versuchen, qualitativ hochwertigere Videobilder mit derselben Anzahl von Bit und denselben Bitraten wie für qualitativ weniger hochwertige Bilder zu übertragen. Bei einem solchen Verfahren wird ein Codierer verwendet, der digitale Videosignale empfängt, die Kenngrößen einer Sequenz von Bildelementen repräsentieren. Der Codierer transformiert Blöcke solcher Videosignale zu Blöcken von Transformationskoeffizienten in bezug auf die räumlichen Frequenzkomponenten in den Bereich des Bildes, die durch die Blöcke von Bildelementen repräsentiert werden. Die Blöcke von Frequenzkoeffizienten werden dann gemäß einer bestimmten vorbestimmten Sequenz quantisiert und gescannt. Die quantisierten Frequenzkoeffizienten werden dann in der Reihenfolge, die durch die Scanning-Sequenz definiert wird, zu einem Variable-Wortlänge-Codierer gesendet, der die quantisierten Frequenzkoeffizienten dann codiert und die codierten quantisierten Frequenzkoeffizienten überträgt. Es hat sich erwiesen, daß weniger Bit gesendet werden müssen, wenn anstelle von Pixeldatenbit diese codierten quantisierten Frequenzkoeffizienten gesendet werden.

[0006] Bei einem anderen vorgeschlagenen Datenkomprimierungsverfahren werden die Kenngrößen eines Segments des Videosignals geschätzt und die Schätzung von dem tatsächlichen Videosignalsegment subtrahiert, um ein geschätztes Fehlersignal zu erzeugen, das dann anstelle des tatsächlichen Videosignalsegments codiert und übertragen wird. Wieder hat sich gezeigt, daß weniger Bit übertragen werden müssen, wenn anstelle von Pixeldatensignalen Schätzungsfehlersignale übertragen werden.

[0007] Bei einer weiteren Technik zum Komprimieren von Videodaten werden Daten produziert und übertragen, die im Hinblick auf ein aktuelles Videosignalsegment und ein vorheriges Videosignalsegment berechnete Bewegungsvektoren repräsentieren, anstelle der Übertragung der Pixeldaten. Mit diesen Bewegungsvektoren kann man eine Bewegungskompensation zur Erzeugung genauerer Schätzungen eines Videosignals und kleinerer Schätzungsfehlersignale bereitstellen, wodurch dann die Anzahl der zum Übertragen von Videosignalen notwendigen Bit verringt wird.

[0008] Jede dieser Techniken versucht, Daten zu senden, die von einem tatsächlichen Videosignal abgeleitet werden, mit denen ein Decodierer in einem Empfänger der Videosignale aus einer begrenzten Teilmenge der das tatsächliche Videosignal definierenden Daten das tatsächliche Videosignal rekonstruieren kann. Die tatsächliche Anzahl der Bit, die in diesen Situationen übertragen werden muß, ist kleiner als die Anzahl der Bit, die notwendig sind, um jedes Bildelement in dem Videosignal zu definieren, und somit können Videosignale mit höherer Auflösung mit derselben Bitrate übertragen werden. Obwohl jede dieser Techniken bis zu einem gewissen Grade bei der Erzielung einer geeigneten Komprimierung von Videodaten ohne übermäßigen Informationsverlust erfolgreich ist, gibt es signifikante Gebiete, auf denen die Codierung von Videodaten verbessert werden kann, so daß die Anzahl der Bit, die übertragen werden muß, verringert wird und ein Videodecodierer eine genaue Rekonstruktion vornehmen kann.

[0009] Aus EP-A-0451545 ist eine Anordnung bekannt, die sowohl ein Einzelbildformat als auch ein Teilbildformat zum gleichzeitigen Komprimieren des Videosignals verwendet. Tatsächlich werden beide Formate verwendet, um ein erstes und ein zweites komprimiertes Videosignal zu erhalten, die dann auf Fehler ausgewertet werden. Das komprimierte Videosignal mit den wenigen Fehlern wird dann für die weitere Verarbeitung ausgewählt. Beide Codierungstechniken werden gleichzeitig verwendet.

[0010] Aus WO-A-9015506 ist eine Codierungsanordnung bekannt, die eine diskrete Kosinustransformation verwendet, die als Reaktion auf einen Entscheidungsprozeß verwendet wird, bei dem ein sogenannter Vollbildblock oder separat zwei Halbbildblöcke beteiligt sind. Bildwertdifferenzen in den Halbbildpaaren werden miteinander addiert, um eine Halbbildsumme zu erhalten. Ähnlich werden Bildwertdifferenzen in dem Vollbild addiert, um eine Vollbildsumme zu bilden. Die Vollbildsumme wird mit einem Bewertungsfaktor multipliziert und dann von einer Halbbildsumme subtrahiert, um ein positives Entscheidungsergebnis bereitzustellen. Wenn das Entscheidungsergebnis positiv ist, wird das Vollbild umgesetzt, andernfalls werden beide Halbbilder separat umgesetzt.

[0011] Aus PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 015, Nr. 355 (E-1109) 9.9.1991, und JP-A-31 039 088 (RICOH CO LTD) 13.6.1991, ist eine weitere Codierungsanordnung bekannt, die eine diskrete Kosinustransformation verwendet. Die diskrete Kosinustransformation wird in jedem Datenblock ausgeführt und durch Dividieren eines erhaltenen Gleichstromkoeffizienten durch jede Schwelle einer Quantisierungsmatrix, um die Quantisierung zu bewirken. Eine Gleichstromkomponente des quantisierten Gleichstromkoeffizienten eines aktuellen Datenblocks wird von der quantisierten Gleichstromkomponente eines vorherigen Datenblocks subtrahiert, und die Anzahl der Bit dieser Differenz wird dann Huffman-codiert.

[0012] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Codierungsvorrichtung nach Anspruch 1 bereitgestellt.

[0013] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Decodierungsvorrichtung nach Anspruch 10 bereitgestellt.

[0014] Die verbesserte Komprimierung von Videodaten wird durch einen adaptiven Videoeinzelbild-/teilbildcodierer und -decodierer erreicht. Bei einem Beispiel der Erfindung werden verschiedene große Videodatenblöcke verarbeitet, um verschiedene Codierungs- und verschiedene Bewegungsschätzbetriebsarten zu erzielen. Das Verhalten eines die Erfindung realisierenden Codierers und das Verhalten eines entsprechenden Decodierers passen sich an bestimmte Kenngrößen des Videobildes an. Bei diesem adaptiven Verhalten erfolgt ein Wechseln zwischen einem Prozeß des Codierens und des Decodierens von Informationen aus einem Videoeinzelbild oder dem Codieren und Decodieren von Informationen aus einem Videoteilbild. Bei einem spezifischerem Beispiel umfaßt die vorliegende Erfindung eine Anpassung zwischen Codierungs- und Decodierungsinformationen aus einem Videodateneinzelbild oder Codierung und Decodierung von Informationen aus jedem von mehreren verschachtelten Videodatenteilbildern. Abhängig von der verwendeten Codierungsbetriebsart können entweder einzeln oder in beliebiger Kombination verschiedene Schritte unternommen werden, um die Komprimierung und Dekomprimierung von Videodaten zu verbessern. Bei spezifischen Beispielen wird eine angemessene Quantisierung gewählt, es werden verschiedene Scanning-Techniken verwendet, verschiedene Techniken zur Vorhersage bestimmter Komponenten der Videosignale verwendet oder verschiedene Bewegungskompensationsbetriebsarten verwendet. Die Vorteile der vorliegenden Erfindung sind für alle Videosysteme nützlich, bei denen digitale Videosignale vorkommen, darunter hochauflösendes Fernsehen und Videotelekommunikationssysteme.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

- [0015] **Fig. 1** ist ein Blockschaltbild eines die Erfindung realisierenden Videosignalcodierers;
- [0016] **Fig. 1a** ist eine Darstellung einer Bildstrukturgruppe, die bei einem Beispiel der Erfindung nützlich ist;
- [0017] **Fig. 1b** und **Fig. 1c** zeigen Beispiele für bei einem Beispiel der Erfindung nützliche Block-Scans;
- [0018] **Fig. 1d** bis **Fig. 1k** zeigen Beispiele für Tabellen, die die Längen der in einem Beispiel der Erfindung verwendeten Variable-Länge-Codes identifizieren;
- [0019] **Fig. 2** ist ein Blockschaltbild eines die Erfindung realisierenden Videosignaldecodierers;
- [0020] **Fig. 3** ist ein Blockschaltbild der Funktionspezifikation eines blockadaptiven bewegungskompensierten unidirektionalen Prädiktors;
- [0021] **Fig. 4** ist ein Blockschaltbild der Funktionspezifikation eines blockadaptiven bewegungskompensierten bidirektionalen Prädiktors;
- [0022] **Fig. 5** ist ein ausführliches Blockschaltbild des in **Fig. 1** gezeigten blockadaptiven Einzelbild-/Teilbild-codierungsanalysierers;
- [0023] **Fig. 6** ist ein Bockschaltbild des Blockformatierers von **Fig. 1**;
- [0024] **Fig. 7** ist ein Blockschaltbild des Blockentformatierers von **Fig. 1** und **Fig. 2**;
- [0025] **Fig. 8** ist ein Flußdiagramm der Intra-Gleichstromkoeffizientenprädiktion von **Fig. 1** und **Fig. 2**;
- [0026] **Fig. 9** ist ein Beispiel für adaptive Einzelbild-/Teilbild-Gleichstromkoeffizientenprädiktion;
- [0027] **Fig. 10** ist ein Blockschaltbild des variable-Wortlängenwahl-Analysierers von **Fig. 1**;
- [0028] **Fig. 11** ist ein Flußdiagramm der Codierung eines Mscale-Parameters für B-Bilder in einem Beispiel der Erfindung;
- [0029] **Fig. 12** ist ein Flußdiagramm der Decodierung eines Mscale-Parameters für B-Bilder in einem Beispiel der Erfindung;
- [0030] **Fig. 13** ist ein Blockschaltbild eines Beispiels für einen in einem Beispiel der Erfindung nützlichen Sichtbarkeitsmatrixselektor;
- [0031] **Fig. 14** ist ein Blockschaltbild eines in einem Beispiel der Erfindung nützlichen Vorwärts-/Invers-Scan-Selektors;
- [0032] **Fig. 15** ist ein Flußdiagramm der Bewegungsvektorprädiktion für P-Bilder in einem Beispiel der Erfindung; und
- [0033] **Fig. 16** ist ein Flußdiagramm der Bewegungsvektorprädiktion für B-Bilder in einem Beispiel der Erfindung.

Ausführliche Beschreibung

- [0034] **Fig. 1** zeigt einen die Erfindung realisierenden beispielhaften adaptiven bewegungskompensierte prädiktiven/interpolativen Codierer. Der Codierer von **Fig. 1** empfängt digitale Videoeingangssignale auf einer Eingangsleitung **10** und komprimiert diese Videoeingangssignale zur Übertragung zu einem Empfänger, der diese Signale dekomprimiert, um Videobilder zu erzeugen. Die digitalen Videoeingangssignale sind räumliche und zeitliche Abtastwerte eines Videobildes und können durch Scannen eines Bildfeldes und Erzeugen eines die Kenngrößen des Bildfeldes an vorbestimmten Punkten betreffenden elektrischen Signals erzeugt werden. Die bei der Scanning-Operation bestimmten Kenngrößen werden in elektrische Signale umgesetzt und digitalisiert. Die Videoeingangssignale umfassen eine Abfolge digitaler Wörter, die jeweils bestimmte Informationen

an einem bestimmten Zeitpunkt über eine kleine Region des Bildfeldes repräsentieren, die als Bildelement bezeichnet wird. Eine vollständige Menge digitaler Repräsentationen für das Bild an einem bestimmten Zeitpunkt wird als Einzelbild oder Bild bezeichnet. Jedes Einzelbild kann als aus einer Anzahl kleinerer Regionen bestehend betrachtet werden, die allgemein als Teilbilder bekannt sind; zum Beispiel kann jedes Einzelbild aus zwei verschachtelten Teilbildern bestehen, die ungeradzahlige und geradzahlige horizontale Linien oder Zeilen von Bildelementen in dem Bild repräsentieren. Das Einzelbild kann außerdem so betrachtet werden, daß es eine Anzahl von Makroblöcken, Submakroblöcken und Blöcken von Bildelementen, die Gruppen zusammenhängender Bildelemente repräsentieren, wie zum Beispiel 16×16 -Makroblöcke von Bildelementen, 16×8 -Subblöcke von Bildelementen und 8×8 -Blöcke von Bildelementen, repräsentiert.

[0035] Das digitale Videoeingangssignal kann ein Monochrom-Videosignal oder ein Farbvideosignal sein. Im Fall eines Monochrom-Videosignals kann jedes Einzelbild eine Menge digitaler Repräsentationen der Helligkeit oder Intensität eines zweidimensionalen Bildelementarrays, woraus ein Videobild besteht, umfassen, im Fall eines Farbvideosignals umfaßt jedes Bild nicht nur eine Helligkeitskomponente, sondern auch eine Farbkomponente. Zum Beispiel kann bei der Empfehlung CCIR 601 ein Farbvideosignalbild (d.h. eine zeitliche Probe des Bildes) aus einem Luminanzeinzelbild aus 720 horizontalen Bildelementen \times 480 vertikalen Bildelementen und zwei Chrominanzeinzelbildern Cb und Cr mit 1/4 Auflösung von jeweils 360 horizontalen Bildelementen \times 240 vertikalen Bildelementen zusammengesetzt sein. Eine Sequenz solcher Bilder kann mit einer Rate von 29,97 Bildern pro Sekunde übertragen werden. Der Luminanzrahmen wird als verschachtelte Vereinigung zweier konstituierender CCIR-601-Luminanzteilbilder gebildet werden, während die Chrominanzeinzelbilder durch Filterung und Unterabtastung der jeweiligen 4:2:2-CCIR-601-Chrominanzeinzelbilder abgeleitet werden.

[0036] Zum Zwecke der Darstellung eines spezifischen Beispiels für die Erfindung nimmt die nachfolgende Beschreibung an, daß das Videosignal auf der Eingangsleitung **10** ein Videosignal gemäß der Empfehlung CCIR 601 ist. Für Fachleute ist erkennbar, daß die Prinzipien der Erfindung auch für andere Arten von Videosignalen, wie zum Beispiel HDTV-Videosignalen, gelten. Um bei der Beschreibung des Beispiels für die Erfindung von **Fig. 1** zu helfen, sollte bestimmte Terminologie definiert werden. Ein Block ist ein Array zusammenhängender Bildelemente von 8 horizontalen Zeilen mal 8 vertikalen Spalten. Blöcke können Gruppen von Luminanzdaten oder Gruppen von Chrominanzzdaten sein. Ein Makroblock besteht aus vier zusammenhängenden 8×8 -Luminanzdatenblöcken und den beiden 8×8 -Chrominanzzdatenblöcken, die dem durch die vier Luminanzdatenblöcke repräsentierten Bereich des Bildes entsprechen. Ein Slice ist eine horizontale Zeile von Makroblöcken, beginnend am linken Rand des Bildes und endend am rechten Rand des Bildes. Ein Luminanzeinzelbild wird als verschachtelte Vereinigung zweier CCIR-601-Luminanzteilbilder gebildet. Ein Einzelbild umfaßt geradzahlige horizontale Zeilen von Bildelementen und das andere Teilbild umfaßt ungeradzahlige horizontale Zeilen von Bildelementen.

[0037] Bei den in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigten Beispielen für die Erfindung werden mehrere Bildtypen codiert und decodiert. Genauer gesagt werden I-Bilder, P-Bilder und B-Bilder codiert und decodiert. I-Bilder oder intracodierte Bilder sind Bilder, die ohne Bezug auf irgendwelche andere Bilder codiert und decodiert werden. P-Bilder oder vorhergesagte Bilder sind Bilder, die im Hinblick auf ein vorheriges Bild codiert werden. Zur Erzeugung von P-Bildern kann Bewegungskompensation verwendet werden. B-Bilder oder bidirektional vorhergesagte Bilder sind Bilder, die im Hinblick auf Kenngrößen eines vorherigen I- oder P-Bildes und eines zukünftigen I- oder P-Bildes codiert werden. Wie im Fall der P-Bilder können auch B-Bilder unter Verwendung von Bewegungskompensation codiert werden. Unter entsprechenden Umständen können von P-Bildern und I-Bildern bestimmte ihrer Blöcke auf dieselbe Weise codiert werden, wie die Blöcke der I-Bilder codiert werden, d.h. ohne Bezug auf andere Bilder ("Intracodierung"). Eine Struktur einer Gruppe-von-Bild (GOP) wird in diesem Beispiel mit $N = 12$ und $M = 3$ gemäß der Sprechweise der Motion Picture Experts Group (MPEG) verwendet. Die GOP besteht aus einem intracodierten I-Bild, 3 prädiktiv codierten P-Bildern und 8 bidirektional prädiktiven Code-B-Bildern. Diese GOP stellt sicher, daß alle $12/29,97$ (ungefähr 0,4) Sekunden ein vollständiges I-Bild auftritt, wobei es sich daher um die maximale Verzögerung zum Erfassen eines Bildes aus einem Bitstrom handelt. Siehe **Fig. 1a**.

[0038] Ein Bild wird in Makroblöcke aufgeteilt, wobei ein Makroblock ein 16×16 -Luminanzblock ist, plus die mitangeordneten 8×8 -Cb- und Cr-Blöcke (jeweils einer). Diese Definition läßt sich jedoch leicht auf die volle CCIR-601-Vertikalchrominanzauflösung erweitern, wobei ein 16×16 -Luminanzblock mit zwei 8×8 -Cb- und zwei 8×8 -Cr-Blöcken assoziiert wird. Der Makroblock ist die Einheit, für die Betriebsarten der Bewegungskompensation und Quantisierung definiert werden. Ein Slice wird als eine Zeile von Makroblöcken definiert, beginnend am linken Rand des Bildes und endend am rechten Rand.

[0039] Das digitale Videoeingangssignal auf der Eingangsleitung **10** wird durch den in **Fig. 1** gezeigten Co-

dierer zu einem komprimierten Bitstrom codiert, der auf der Ausgangsleitung **26** zu einem anderen Ort übertragen werden kann, der einen Empfänger aufweist, der den Bitstrom decodieren und ein Videosignal erzeugen kann. Ein wichtiges Merkmal des Codierers von

[0040] **Fig.** 1 besteht darin, daß in entsprechenden Umständen vielfältige Codierungstechniken verwendet werden können, um das Videoeingangssignal auf der Leitung **10** effizient zu komprimieren und um eine präzise Rekonstruktion des Videobildes in dem Decodierer ohne signifikanten Informationsverlust zu gestatten. Genauer gesagt wählt der Codierer von **Fig.** 1 adaptiv seine Codierungsbetriebsart dergestalt, daß entweder Codierung von Einzelbildern in dem Videosignal oder Codierung der verschachtelten Teilbilder in den Einzelbildern des Videoeingangssignals stattfindet. Nachdem die Art der für das Videoeingangssignal zu verwendenden Codierung ausgewählt wurde, können im Hinblick auf die durch den Codierer von **Fig.** 1 verwendete Codierungstechnik vielfältige Techniken, die zum Komprimieren von Videodaten verwendet werden, auf adaptive Weise verbessert werden. Zum Beispiel können Techniken zur Schätzung zukünftiger Videosignale genauer gemacht werden. Außerdem werden Techniken zur Verwendung der Bewegungskompensation mit diesen Schätzungstechniken verbessert. Zusätzlich können auch Dinge wie etwa Quantisierungsprozeduren, Scanning-Techniken, Gleichstromkoeffizientenprädiktion und Variable-Wortlängen-Codierung verbessert werden.

[0041] Es werden zwei grundlegende Quantisierungs- und Codierungsbetriebsarten für einen Makroblock zugelassen: Einzelbildcodierung und Teilbildcodierung. Diese Quantisierungs- und Codierungsbetriebsarten sind von den Bewegungskompensationsbetriebsarten völlig unabhängig. Bei der Einzelbildcodierung werden aus einem Makroblock vier 8×8 -Luminanzsubblöcke gebildet. Bei der Teilbildcodierung werden aus einem Makroblock vier 8×8 -Luminanzsubblöcke abgeleitet, indem die Zeilen der beiden Teilbilder getrennt werden, so daß jeder Subblock nur Zeilen eines Teilbilds enthält. Die Einzelbildcodierung ist der Teilbildcodierung überlegen, wenn zwischen den beiden Teilbildern nicht viel Bewegung besteht, und die Teilbildcodierung ist überlegen, wenn es detaillierte bewegliche Bereiche gibt. Die Betriebsartenentscheidung erfolgt dann im Pixelbereich einmal für den gesamten Makroblock. Dann wird auf jeden Einzelbildsubblock oder Teilbildsubblock abhängig von der gewählten Betriebsart eine 8×8 -DCT angewandt.

[0042] Das digitale Videoeingangssignal auf der Eingangsleitung **10** in **Fig.** 1 wird zu dem nichtinvertierenden Eingang eines Summierelements **11** gelenkt. Ein invertierender Eingang des Summierelements **11** empfängt ein Signal auf der Leitung **12** in bezug auf eine Schätzung des Videoeingangssignals auf der Leitung **10**. Die Schätzung für P-Bilder basiert auf einer im Hinblick auf vergangene I- und P-Bilder durchgeföhrte Prädiktion. Die Schätzung für B-Bilder basiert auf einer im Hinblick auf vergangene und zukünftige I- und P-Bilder durchgeföhrte Prädiktion. Für I-Bilder und intracodierte Teile von P- und B-Bildern wird keine Schätzung durchgeführt, so daß das Schätzungssignal auf der Leitung **12** in diesen Situationen Null ist, wie symbolisch in **Fig.** 1 durch die Öffnung eines Schaltelements **13b** des Inter/Intratyps in Reihe mit der Leitung **12** dargestellt. Das Summierelement **11** erzeugt auf der Leitung **13** ein Ausgangssignal, das mit dem Fehler zwischen dem digitalen Videoeingangssignal auf der Leitung **10** und dem geschätzten Signal auf der Leitung **12** zusammenhängt. Das geschätzte Fehlersignal auf der Leitung **13** wird zu dem Eingang eines blockadaptiven Einzelbild-/Teilbildcodierungsanalysierers **14** gelenkt. Abhängig von dem Zustand eines Schaltelements **13a** untersucht der Codierungsanalysierer **14** vorbestimmte Kenngrößen der Videoeingangssignale auf der Leitung **10** oder des Schätzungsfehlersignals auf der Leitung **13** und trifft eine Entscheidung bezüglich der Art von dem Codierer von **Fig.** 1 zu verwendender Codierung. Wenn das Schaltelement **13a** die Leitung **13** mit dem Eingang des Analysierers **14** verbindet, entscheidet der Analysierer **14**, ob es vorteilhaft wäre, entweder die Einzelbilder des Schätzungsfehlersignals auf der Leitung **13** oder die verschachtelten Teilbilder dieses Schätzungsfehlersignals zu codieren. Wenn das Schaltelement **13a** das Eingangssignal auf der Leitung **10** mit dem Eingang des Analysierers **14** verbindet, entscheidet der Analysierer, ob es vorteilhaft wäre, entweder die Einzelbilder des Eingangssignals auf der Leitung **10** oder die verschachtelten Teilbilder dieses Eingangssignals auf der Leitung **13** zu codieren. Die Beschaffenheit der Entscheidung des Analysierers **14** wird durch die Herstellung eines Codierungstypssignals auf der Leitung **15** angegeben. Bei einem spezifischen Beispiel der Erfindung, das ein durch eine Verschachtelungs-Scanning-Technik erzeugtes Videoeingangssignal verwendet, prüft der Selektor **14**, ob Ähnlichkeiten in benachbarten oder alternierenden horizontalen Abtastzeilen in dem Eingangssignal oder dem Schätzungsfehlersignal bestehen. Wenn der Selektor findet, daß die Differenzen zwischen angrenzenden Abtastzeilen kleiner als die Differenzen zwischen alternierenden Abtastzeilen sind, erzeugt der Selektor **14** ein Codierungstypssignal auf der Leitung **15**, das angibt, daß Einzelbilder von Videoinformationen in dem Schätzungsfehlersignal oder dem Eingangssignal durch den Codierer von **Fig.** 1 codiert werden sollen. Wenn der Selektor **14** findet, daß die Differenzen zwischen angrenzenden Abtastzeilen größer als die Differenzen zwischen abwechselnden ungeraden und geraden Abtastzeilen sind, erzeugt der Selektor **14** ein Codierungstypssignal auf der Leitung **15**, das anzeigt, daß jedes Teilbild ungeradzahliger Abtastzeilen und jedes Teilbild geradzahliger Abtastzeilen separat codiert werden soll.

[0043] Das Eingangssignal auf der Leitung **10** oder das Schätzungsfehlersignal auf der Leitung **13** wird selektiv zu dem Eingang einer Blockformatierungsschaltung **15a** gelenkt (abhängig von dem Zustand des Schaltelements **13a**). Die Formatierungsschaltung **15a** reagiert außerdem auf das Codierungstypsiegel auf der Leitung **15**, um die Signale entweder auf der Leitung **10** oder der Leitung **13** in der richtigen Reihenfolge auf eine Leitung **17** zu dem Eingang einer Schaltung **16** für diskrete Kosinustransformation zu lenken. Wenn der Selektor **14** Teilbildcodierung gewählt hat, wird die Reihenfolge, in der die Daten das Eingangssignal auf der Leitung **10** oder das Schätzungsfehlersignal auf der Leitung **13** umfassen, geändert, so daß zuerst ungeradzahlige Abtastzeilen nacheinander zu dem Eingang der Schaltung **16** für diskrete Kosinustransformation auf der Eingangsleitung **17** gelenkt werden, gefolgt durch aufeinanderfolgende geradzahlige Abtastzeilen oder umgekehrt. Die Schaltung **16** für diskrete Kosinustransformation wandelt dann jeden Submakroblock entweder geradzahliger oder ungeradzahliger Abtastzeilen in eine Matrix von Transformationskoeffizienten um, die in diesem Beispiel der Erfindung räumliche Frequenzkomponenten in dem durch jeden Submakroblock repräsentierten Teil des Bildes repräsentieren.

[0044] Wenn der Selektor **14** Einzelbildcodierung gewählt hat, wird jeder Makroblock auf der Leitung **17** in der Reihenfolge, in der sie am Eingang des Selektors **14** auf Leitung **13** empfangen wurden, zu der Schaltung **16** für diskrete Kosinustransformation gesendet. Die Schaltung **16** für diskrete Kosinustransformation wandelt dann jeden Block in dem Makroblock in eine ähnlich große Matrix von Transformationskoeffizienten um, die bei diesem Beispiel der Erfindung räumliche Frequenzkomponenten in dem durch jeden Makroblock repräsentierten Teil des Bildes repräsentiert.

[0045] Zusätzlich zu einer Einzelbildcodierung gesamter Makroblöcke und einer Teilbildcodierung von Submakroblöcken, die ungeradzahlige und geradzahlige Abtastzeilen repräsentieren, kann der Selektor **14** auch so konfiguriert werden, daß er den Codierer von **Fig. 1** anleiten kann, andere Arten von Submakroblöcken zu codieren, wie zum Beispiel Gruppen zusammenhängender Blöcke, deren Größe kleiner als die eines Makroblocks ist.

[0046] Die von der Schaltung **16** für diskrete Kosinustransformation erzeugten Transformationskoeffizienten werden auf der Ausgangsleitung **18** zu dem Eingang eines Sichtbarkeitsmatrixselektors und wahrnehmungsbezogenen Quantisierers **19** gelenkt. Der Quantisierer **19** dividiert jeden der transformierten Koeffizienten aus der Schaltung **16** für diskrete Transformation durch vorbestimmte Skalierungsfaktoren in einer von mehreren Sichtbarkeitsmatrizen und einem Quantisierungsparameter, der im Hinblick auf die Kenngrößen des digitalen Eingangssignals bestimmt wird, das auf der Leitung **20** zu dem Quantisierer **19** übermittelt wird, und im Hinblick der Kenngrößen des auf der Leitung **21** auf dem Quantisierer **19** übermittelten Schätzungsfehlersignals. Um wieviel die Transformationskoeffizienten quantisiert werden, wird außerdem durch das von dem Selektor **14** auf der Leitung **15** erzeugte Codierungstypsiegel bestimmt. Der Quantisierer **19** stellt mit dem Codierungstypsiegel die Quantisierungspegel ein, die auf die Transformationskoeffizienten aus der Schaltung für diskrete Kosinustransformation angewandt werden, um die Komprimierung von durch den Betrieb des Quantisierers **19** erzeugten Videosignalen zu verbessern.

[0047] Für Wechselstromkoeffizientenquantisierung werden ein 5-Bit-Quantisierungsparameter und eine Menge von Quantisierermatrizen verwendet. Quantisierung wird für Nicht-Intra-Codierung mit einer Totzone und für Intracodierung ohne durchgeführt. Dieses Beispiel der Erfindung ermöglicht vier verschiedene Quantisierermatrizen: eine für jede der Kombinationen von Intra-/Nicht-Intra- und Einzelbild-/Teilbild-codierten Makroblöcken. Es sind keine Vorgabematrizen spezifiziert; die benutzten werden auf der Sequenzschicht geladen und übertragen. Die Cb- und Cr-Subblöcke verwenden dieselben Matrizen wie die Luminanzsubblöcke.

[0048] In I-Bildern werden alle Makroblöcke codiert und für jeden Makroblock wird der 5-Bit-Quantisierungsparameter übertragen. In P- und B-Bildern können bestimmte Makroblöcke keine codierten Koeffizientendaten enthalten. Für jeden Makroblock wird ein Ein-Bit-Flag gesendet, um zu signalisieren, ob der Makroblock codiert ist oder nicht. In P-Bildern wird der Quantisierungsparameter dann für jeden codierten Makroblock übertragen.

[0049] Bei B-Bildern wird am Anfang jedes Slice ein 5-Bit-Quantisierungsparameter übertragen. Für jeden codierten Makroblock in dem Slice, der einen von vier Multiplikatoren (die alle in der Sequenzschicht übertragen werden) identifiziert, wird ein Zwei-Bit-Index (mit der Bezeichnung mscale addr) übertragen. Der Slice-Quantisierungsparameter wird mit dem gewählten Multiplikator (mit der Bezeichnung mscale) multipliziert und das Produkt wird auf die nächste ganze Zahl gerundet und auf 5 Bit begrenzt. Die resultierende Zahl wird zu dem Quantisierungsparameter für diesen Makroblock.

[0050] Ein Rahmen des codierten Blockmusters (zur Signalisierung, welcher der Subblöcke in einem Makro-

block codierte Daten enthält) wird nur bei B-Bildern verwendet.

[0051] Nachdem die Wechselstromkoeffizienten quantisiert wurden, werden sie für die Übertragung codiert. Eine Scanning-Matrix ("scan") definiert die Reihenfolge, in der sie zur Codierung verarbeitet werden. Es werden zwei feste Scans definiert: einer zur Verwendung im Einzelbildcodierungsmodus und der andere zur Verwendung im Teilbildcodierungsmodus. Diese Scans ändern sich bei diesem Beispiel der Erfindung nicht mit dem Bildtyp. Siehe [Fig. 1b](#) und [Fig. 1c](#).

[0052] Lauflängen- und Ebenenkombinationen werden für von Null verschiedene quantisierte Wechselstromkoeffizienten VL-codiert. Für jeden Makroblock in I- und P-Bildern darf der Codierer aus einer kleinen Anzahl von Codebüchern ein Codebuch auswählen. In diesem Beispiel der Erfindung werden vier Codebücher für I-Bilder und vier für P-Bilder verwendet. Diese acht Codebücher werden im Prinzip durch Permutieren einer Menge von Codewörtern abgeleitet. Unter anderem unterscheiden sie sich durch die Länge des Codeworts für Blockende (EOB) (2, 3 oder 4 Bit). Die Längen der Codewörter der oberen linken Ecke jedes Codebuchs sind in [Fig. 1d](#)–[Fig. 1k](#) gezeigt.

[0053] Für einen bestimmten Makroblock in einem I- oder P-Bild wird das Codebuch ausgewählt, das den kleinsten Bitzählwert ergibt, und dem Decodierer mit einer 2-Bit-Kennung signalisiert. Bei B-Bildern hat sich dieses Oberhead für die Codebuchauswahl als zu groß erwiesen; deshalb wird für alle Makroblöcke in B-Bildern ein festes Codebuch verwendet. Dieses Codebuch ist eines der vier bei P-Bildern verwendeten und ist das in [Fig. 1h](#) gezeigte.

[0054] In [Fig. 1](#) werden die quantisierten Transformationskoeffizienten in einer vorbestimmten Reihenfolge durch eine Scan-Selektorschaltung **23** gescannt, und zu einem Codierer und Multiplexer **24** gesendet, der zwischen einer Codierung mit fester Wortlänge der Transformationskoeffizienten oder einer oder mehreren Variable-Wortlänge-Codierung der Transformationskoeffizienten wählen kann. Der Scan-Analysierer **23** reagiert auf das von dem Selektor **14** auf der Leitung **15** erzeugte Codierungstypssignal. Der Scan-Selektor **23** bestimmt eine mehrerer möglichen Scanning-Reihenfolgen die zum Lenken der Transformationskoeffizienten zu dem Codierer und Multiplexer **24** verwendet werden können. Die Reihenfolge, die der Scanning-Selektor **23** wählt, basiert darauf, welche Reihenfolge am zweckmäßigsten von dem Codierer und Multiplexer **24** verwendet werden kann, um die Transformationskoeffizienten mit der geringsten Anzahl von Bit am effizientesten zu codieren. Wenn zum Beispiel Einzelbildcodierung verwendet wurde, kann der Scan-Selektor **23** so konfiguriert werden, daß er ein Zickzack-Scanning der Transformationskoeffizienten in dem Quantisierer **19** durchführt. Wenn Teilbildcodierung gewählt wurde, kann der Scan-Selektor **23** ein vertikales Scannen der quantisierten Transformationskoeffizienten in dem Quantisierer **19** durchführen. Eine der Strategien, die beim Scannen der quantisierten Transformationskoeffizienten verwendet werden können, ist eine Strategie, die gleichwertige Koeffizienten zur sequenziellen Übertragung zu dem Codierer und Multiplexer **24** miteinander gruppiert. Beispiele für Scanning-Sequenzen für Einzelbildblock-Scans und Teilbildblock-Scans sind in [Fig. 1a](#) bzw. [Fig. 1b](#) dargestellt. Wenn gleichwertige Koeffizienten miteinander gruppiert werden, kann der Codierer **24** eine effizientere Codierung verwenden, wie zum Beispiel Codierung mit variabler Wortlänge. Mit längeren Wortlängen können höherwertige Koeffizienten repräsentiert werden, während mit kürzeren Wortlängen Koeffizienten repräsentiert werden können, die einen Wert von Null oder in der Nähe von Null aufweisen. Ein Code für Blockende (EOB) kann zum Senden mehrerer gleichwertiger Koeffizienten verwendet werden.

[0055] Wie später ausführlicher beschrieben wird, enthält die Schaltung von [Fig. 1](#) einen Analysierer **23a** für die Auswahl der variablen Wortlänge, der auf die von dem Scan-Selektor **23** ausgegebenen DCT-Koeffizienten und das Bildtypsignal aus der Leitung **32** reagiert. Der Analysierer **23a** erzeugt ein Tabellenauswahlsignal für variable Wortlänge, das in den Codierer und Multiplexer **24** ausgegeben wird und das von dem Codierer und Multiplexer **24** zur Auswahl einer von mehreren Codetabellen verwendet wird, mit der verschiedene Arten von Codierung mit fester Wortlänge und variabler Wortlänge der DCT-Koeffizienten durchgeführt werden können.

[0056] Zusätzlich zu der Übertragung codierter Transformationskoeffizienten empfängt und sendet der Codierer und Multiplexer **24** zusammen mit den codierten Koeffizienten eine Anzahl von Steuersignalen, die von einem Decodierer in einem Videosignalempfänger zur Erzeugung eines Videobildes aus den durch den Codierer von [Fig. 1](#) erzeugten codierten Signalen verwendet werden. Diese Steuersignale umfassen ein Signal, das mit dem auf der Leitung **30** zwischen dem Quantisierer **19** und dem Codierer und Multiplexer **24** erzeugten Quantisierungsparameter zusammenhängt. Diese Steuersignale umfassen außerdem ein Bildtypsignal auf der Leitung **32**, das durch einen in [Fig. 1](#) nicht gezeigten unabhängig ablaufenden Sequencer erzeugt werden kann. [Fig. 1a](#) zeigt ein Beispiel für eine Sequenz von I-, P- und B-Bildern, die verwendet werden können. Das Bildtypsignal auf der Leitung **32** repräsentiert, welche Art von Bild der Codierer von [Fig. 1](#) erzeugt, nämlich entw-

der ein I-, ein P- oder ein B-Bild bei diesem Beispiel der Erfindung.

[0057] Die von dem Codierer **24** erzeugten Wörter werden zu einem Puffer **25** gesendet, der dann zu entsprechenden Zeitpunkten diese Wörter in einen Ausgangsbitstrom auf einer Codiererausgangsleitung **26** lenkt. Auf der Leitung **27** wird ein Völlesignal erzeugt, das zu einem Eingang des Quantisierers **19** gelenkt wird und dadurch seine Funktionsweise steuert, um zu verhindern, daß der Puffer **25** über- oder unterläuft.

[0058] Es wird nun die Erzeugung einer Schätzung des digitalen Videoeingangssignals beschrieben. Die Transformationskoeffizienten an dem Ausgang des Scan-Selektors **23** werden mit dem Eingang eines Invers-Scan-Selektors **28** verbunden, der die Transformationskoeffizienten wieder zu der Reihenfolge umordnet, in der sie im Quantisierer **19** vorlagen, bevor sie durch den Scan-Selektor **23** gescannt wurden. Wie in **Fig. 1** gezeigt, reagiert der Invers-Scan-Selektor **28** außerdem auf das Codierungstypssignal auf der Leitung **15**, das dem Invers-Scan-Selektor **28** die vorbestimmte Reihenfolge mitteilt, in die die quantisierten Transformationskoeffizienten durch den Scan-Selektor **23** gebracht wurden, und der dadurch der Mechanismus ist, durch den der Invers-Scan-Selektor **28** die korrekte Invers-Scanning-Sequenz verwenden kann. Die durch den Invers-Scan-Selektor **28** umgeordneten Transformationskoeffizienten werden zu einem Sichtbarkeitsmatrixselektor und Dequantisierer **29** geleitet, der an den Transformationskoeffizienten eine Invers-Quantisierungsprozedur ausführt, die im Prinzip die Operation des Quantisierers **19** umkehrt. Wie in **Fig. 1** gezeigt, reagiert der Dequantisierer **29** auf das Codierungstypssignal auf der Leitung **15** und dem durch den Quantisierer **19** erzeugten Quantisierungsparameter, um die korrekte Dequantisierungsprozedur zu bestimmen.

[0059] Die Ausgabe des Dequantisierers **29** wird zu dem Eingang einer Schaltung **34** für inverse diskrete Kosinustransformation geleitet, die ein Ausgangssignal erzeugt, das dem auf der Leitung **13** erzeugten Schätzungsfehlersignal entspricht. Das Ausgangssignal der Schaltung **34** für inverse diskrete Kosinustransformation wird zu dem nichtinvertierenden Eingang eines Summierelements **36** geleitet, das an seinem invertierenden Eingang ein Signal auf der Leitung **38** empfängt, das mit einer Schätzung des Videoeingangssignals auf der Leitung **10** zusammenhängt. Die Ausgabe des Summierelements **36** wird zu einem Speicher **36a** für das nächste vorherige Bild gelenkt (über ein Schreibe-nächstes-Schaltelelement **36b** zwischen dem Ausgang des Summierelements **36** und dem Eingang des Speichers **36a** für das nächste Bild). Die Ausgabe des Summierelements **36** repräsentiert ein Einzelbild von Videodaten, das durch den Codierer von **Fig. 1** codiert wurde. Das Schreiben eines Bildes in den Speicher **36a** für das nächste Bild bewirkt, daß ein zuvor in dem Speicher **36a** für das nächste Bild gespeichertes Bild über Schließung eines Schreibe-vorheriges-Schaltelelements **36d** in einen Speicher **36c** für das vorherige Bild geschrieben wird.

[0060] Eine Bewegungsschätzschaltung **37** empfängt das digitale Videoeingangssignal aus der Leitung **10**, mit den Inhalten der Speicher **36a** und **36c** zusammenhängende Signale und das Bildtypsignal aus der Leitung **32**. Die Bewegungsschätzschaltung **37** erzeugt Signale, die mit Bewegungsvektoren zusammenhängen, die von einer Schätzschaltung **38** verwendet werden, die eine Schätzung oder Prädiktion des Videoeingangssignals auf der Leitung **10** erzeugt. Eine Schätzschaltung **38** reagiert auf die Inhalte der Speicher **36a** und **36c** und die durch die Bewegungsschätzschaltung **37** erzeugten Bewegungsvektoren, um eine bewegungskompensierte Schätzung des Videoeingangssignals auf der Leitung **10** zu erzeugen.

[0061] Die von der Schätzschaltung **38** bei diesem Beispiel der Erfindung erzeugte bewegungskomensierte Schätzung, an der die zuvor beschriebene Makroblockstruktur von Videosignalen beteiligt ist, berücksichtigt den Umstand, daß ein Makroblock zwei verschachtelte Teilbilder von Luminanzpixeln enthält. Folglich verwendet die Schätzschaltung **38** zwei Hauptkategorien von Bewegungskompensation, nämlich einen Einzelbildbewegungskompensationsmodus und einen Teilbildungskompensationsmodus. Bei dem Einzelbildbewegungskompensationsmodus werden Bildelemente eines gesamten Einzelbildes makroblockweise aus Bildelementen in Referenzeinzelbildern vorhergesagt. Im Teilbildungskompensationsmodus werden die Bildelemente eines Teilbildes nur aus Pixeln oder Referenzteilbildern vorhergesagt, die einem Teilbild entsprechen. Zum Beispiel werden Pixel in einem Teilbild ungeradzahliger Abtastzeilen nur aus Pixeln in einem Referenzteilbild ungeradzahliger Abtastzeilen vorhergesagt.

[0062] Zusätzlich zu der Verwendung verschiedener Bewegungskompensationsbetriebsarten auf der Basis der Vorhersage von Einzelbildern oder Teilbildern von Bildelementen, kann es andere Arten der Kompensation geben, die auf dem behandelten Bildtyp basieren. Bei diesem Beispiel der Erfindung können die Kompensationsbetriebsarten auch darauf basieren, ob P-Bilder oder B-Bilder vorhergesagt werden. (Für I-Bilder wird keine Vorhersage durchgeführt). Es werden nun Beispiele für Bewegungskompensationstypen zusammengefaßt.

A. Bewegungskompensationsbetriebsarten für P-Bilder

1. 16×16 -Einzelbildbewegungskompensationsmodus (Typ 1):

In diesem Modus wird der 16×16 -Luminanzblock durch einen anderen 16×16 -Block aus einem Referenzeinzelbild kompensiert, das unter Verwendung eines Vorwärtsbewegungsvektors abgerufen wird. Es wird nicht zwischen den Bildelementabtastzeilen der verschachtelten Teilbilder unterschieden. Der Prädiktionsblock enthält Bitlemente beider Teilbilder des Referenzeinzelbildes.

2. 16×8 -Einzelbildbewegungskompensationsmodus (Typ 2):

In diesem Modus wird der 16×16 -Luminanzblock durch eine horizontale Abgrenzungslinie in einen oberen 16×8 -Subblock und einen unteren 16×8 -Subblock aufgeteilt. Jeder Subblock wird unabhängig unter Verwendung eines Vorwärtsbewegungsvektors kompensiert. Wieder wird nicht zwischen Abtastzeilen der beiden verschachtelten Teilbilder, aus denen die Luminanzsubblöcke bestehen, unterschieden. Für jeden Makroblock werden in diesem Modus zwei Bewegungsvektoren erzeugt und übertragen.

3. 16×8 -Teilbildbewegungskompensationsmodus (Typ 3):

In diesem Modus wird der 16×16 -Luminanzblock nach Teilbildpolarität, nämlich nach ungeradzahligen und geradzahligen Abtastzeilen, in zwei 16×8 -Subblöcke aufgeteilt. Jeder der 16×8 -Subblöcke enthält nur Bildelementzeilen eines der verschachtelten Teilbilder in dem ursprünglichen 16×16 -Luminanzblock. Jeder Teilbildsubblock wird unabhängig unter Verwendung eines separaten Vorwärtsbewegungsvektors mit einem 16×8 -Subblock kompensiert, der aus Bildelementabtastzeilen eines Teilbildes derselben Polarität in dem Referenzeinzelbild abgeleitet wird. Es werden für jeden Makroblock in diesem Modus zwei Bewegungsvektoren erzeugt und übertragen.

B. Bewegungskompensationsbetriebsarten für B-Bilder

1. Bidirekionaler (P und N) 16×16 -Einzelbildbewegungskompensationsmodus (Typ 3):

Ein Vorwärtsbewegungsvektor (von einem vorherigen [P]-Rahmen) ruft einen 16×16 -Block von einem vergangenen Referenzeinzelbild ab und ein Rückwärtsbewegungsvektor (aus einem neuen [N]-Einzelbild) ruft einen 16×16 -Block von einem zukünftigen Referenzeinzelbild ab. Die 16×16 -Blöcke werden gemittelt, um einen Endprädiktionsblock zu ergeben.

2. Unidirekionaler (P) 16×16 -Vorwärtseinzelbildbewegungskompensationsmodus (Typ 1):

Dies ist ein unidirekionaler Vorwärtsprädiktionsmodus, bei dem für jeden Makroblock nur ein Vorwärtsbewegungsvektor verwendet wird.

3. Unidirekionaler (N) 16×16 -Rückwärtseinzelbildbewegungskompensationsmodus (Typ 2):

Dies ist ein unidirekionaler Rückwärtsprädiktionsmodus, bei dem für jeden Makroblock nur ein Rückwärtsbewegungsvektor verwendet wird.

4. 16×8 -Einzelbildbewegungskompensationsmodus (Typ 4); oben-vorwärts (P1) mit unten-rückwärts (N2):

In diesem Modus wird der 16×16 -Luminanzblock durch eine horizontale Abgrenzungslinie in einen oberen 16×8 -Subblock und einen unteren 16×8 -Subblock aufgeteilt. Der obere Subblock wird mit einem Vorwärtsbewegungsvektor kompensiert, der einen 16×8 -Block aus einem vergangenen Referenzeinzelbild abruft. Der untere Subblock wird mit einem Rückwärtsbewegungsvektor kompensiert, der einen 16×8 -Block von einem zukünftigen Referenzeinzelbild abruft. Für jeden Makroblock werden in diesem Modus zwei Bewegungsvektoren erzeugt und übertragen.

5. 16×8 -Einzelbildbewegungskompensationsmodus (Typ 5); oben-rückwärts (N1) mit unten-vorwärts (P2):

Dieser Modus ist dem oben beschriebenen Modus B.4. ähnlich. Der obere Subblock wird mit einem Rückwärtsbewegungsvektor kompensiert und der untere Subblock mit einem Vorwärtsbewegungsvektor.

6. 16×8 -Teilbildbewegungskompensationsmodus (Typ 6); ungerade-vorwärts (P1) mit gerade-rückwärts (N2):

In diesem Modus wird der 16×16 -Luminanzblock nach Teilbildpolarität in zwei 16×8 -Teilbildsubblöcke aufgetrennt. Einer der Teilbildsubblöcke enthält die ungeradzahligen Bildelementabtastzeilen, und der andere Teilbildsubblock enthält die geradzahligen Bildelementabtastzeilen. Der die ungeradzahligen Teilbildzeilen enthaltende 16×8 -Teilbildsubblock wird mit einem Vorwärtsbewegungsvektor und einem weiteren, nur aus den ungeradzahligen Abtastzeilen eines vergangenen Referenzeinzelbildes abgeleiteten 16×8 -Subblocks kompensiert. Ähnlich wird der die geradzahligen Teilbildabtastzeilen enthaltende 16×8 -Teilbildsubblock mit einem Rückwärtsbewegungsvektor und einem nur aus den geradzahligen Teilbildzeilen eines zukünftigen Referenzeinzelbildes abgeleiteten 16×8 -Subblock kompensiert. Pro Makroblock werden in diesem Modus zwei Bewegungsvektoren erzeugt und übertragen.

7. 16×8 -teilbildbewegungskompensierter Modus (Typ 7); ungerade-rückwärts (N1) mit gerade-vorwärts (P2):

Dieser Modus ist dem oben beschriebenen Modus B.6. ähnlich, wobei der die ungeradzahligen Teilbildzeilen enthaltende 16×8 -Subblock mit einem Rückwärtsbewegungsvektor und einem Subblock aus einem

zukünftigen Referenzeinzelbild kompensiert wird und der die geradzahligen Teilbildzeilen enthaltende 16×8 -Block mit einem Vorwärtsbewegungsvektor und einem Subblock aus einem vergangenen Referenzeinzelbild kompensiert wird. Pro Makroblock werden in diesem Modus zwei Bewegungsvektoren erzeugt und übertragen.

[0063] Die Bewegungsschätzungsschaltung **37** kann also Bewegungsvektoren erzeugen, die zur Bewirkung vielfältiger Bewegungskompensationsarten notwendig sind. Diese Bewegungsvektoren werden über eine Leitung **39** zu der Schätzungsschaltung **38** übertragen und werden von der Schätzungsschaltung zur Durchführung bei einer adaptiven bewegungskompensierten Prädiktion des Videoeingangssignals auf der Leitung **10** verwendet.

[0064] Die Schätzungsschaltung besteht aus zwei Hauptteilen, einem blockadaptiven Einzelbild-/Teilbild-uni-/bidirektional bewegungskompensierten Prädiktionsanalysierer **38a** und einem blockadaptiven Einzelbild-/Teilbild-uni-/bidirektional bewegungskompensierten Prädiktionsselektor **38b**. Der Prädiktionsanalysierer **38a** reagiert auf die durch die Bewegungsschätzungsschaltung **37** erzeugten Bewegungsvektoren, das Bildtypsignal aus der Leitung **32** und den Inhalt des Speichers **36a** für das nächste Bild und des Speichers **36c** für das vorherige Bild. Der Prädiktionsanalysierer **38a** erzeugt auf der Leitung **38c** ein Bewegungskompensationstypsignal, das identifiziert, welche der Bewegungskompensationsarten, wie zum Beispiel der hier beschriebenen Kompensationsarten, zur Erzeugung einer Schätzung des Videoeingangssignals auf der Leitung **10** benutzt wird. Der Prädiktionsselektor **38b** nimmt entsprechende der durch die Bewegungsschätzungsschaltung **37** berechneten Bewegungsvektoren und das Bewegungskompensationstypsignal auf der Leitung **38c** und berechnet eine Schätzung des Videoeingangssignals auf der Leitung **10**. Die Schätzung wird im Hinblick auf entsprechende der in den Speichern **36a** und **36c** gespeicherten Einzelbilder erzeugt.

[0065] Jede Bewegungsvektorkomponente wird differenziell mit Bezug auf eine zuvor übertragene Komponente codiert. Die von der Bewegungsschätzungsschaltung **37** erzeugten Bewegungsvektoren werden auch auf einer Leitung **40** zu einer Bewegungsvektorprädiktionsschaltung **41** und auch zu dem Summierenlement **42** übertragen. Außerdem empfängt die Bewegungsvektorprädiktionsschaltung **41** das Bildtypsignal auf der Leitung **32** und das Bewegungskompensationstypsignal auf der Leitung **38c**, wodurch die von der Schätzungsschaltung **38** verwendete Bewegungskompensationsart identifiziert wird. Die Schaltung **41** erzeugt ein Ausgangssignal für den invertierenden Eingang des Summierenlements **42**, das mit einem vorhergesagten Wert des durch die Bewegungsschätzungsschaltung **37** erzeugten Bewegungsvektors zusammenhängt. Das Summierenlement **42** subtrahiert die Bewegungsvektorschätzung von dem Bewegungsvektorsignal auf der Leitung **40** und erzeugt ein Differenzbewegungsvektorsignal, das zu dem Eingang des Codierers und Multiplexers **24** geleitet wird. Der Codierer und Multiplexer **24** sendet ein Differenzbewegungsvektorsignal zur Einfügung in den Ausgangsbitstrom auf der Leitung **26** zu dem Puffer **25**. Ein Decodierer rekonstruiert mit dem Differenzbewegungsvektorsignal ein Videobild gemäß dem Videoeingangssignal auf der Leitung **10**.

[0066] Der Decodierer und Multiplexer **24** empfängt außerdem ein Blockklassifizierungssignal auf der Leitung **43**, das als Reaktion auf das zuvor beschriebene Bildtypsignal, das Codierungstypsignal und das Bewegungskompensationstypsignal von einer Blocktypklassifizierungsschaltung **44** erzeugt wird.

[0067] Die Blocktypklassifizierungsschaltung **44** empfängt außerdem ein Inter-/Intra-Typsignal auf der Leitung **44a**, das identifiziert, ob für den klassifizierten Videoblock Intercodierung oder Intracodierung verwendet wird. Das Inter-/Intra-Typsignal wird von einer Inter-/Intra-Analysierschaltung **44b** erzeugt, das das Videoeingangssignal auf der Leitung **10** und das Schätzungsfehlersignal auf der Leitung **13** empfängt. Die Analysierschaltung **44a** bestimmt und vergleicht die in dem Eingangssignal und dem Schätzungssignal vorliegenden Energien und trifft eine Entscheidung darüber, ob Inter- oder Intracodierung verwendet werden soll. Intercodierung, nämlich Codierung des Schätzungsfehlersignals auf der Leitung **13**, wird für P- und B-Bilder verwendet, wenn die Energie des Schätzungsfehlersignals kleiner als die Energie des Eingangssignals ist. Manchmal wäre es in P- und B-Bildern, wie zum Beispiel, wenn ein Szenenwechsel vorliegt, vorteilhaft, im Intra-Verfahren zu codieren, nämlich das Eingangsvideosignal auf der Leitung **10** anstelle des Schätzungsfehlers auf der Leitung **17** zu codieren. Dies ist der Fall, wenn die Energie in dem Videoeingangssignal auf der Leitung **10** kleiner als die Energie in dem Schätzungsfehlersignal auf der Leitung **13** ist. Wenn die Analysierschaltung **44b** diesen Zustand erfaßt, zeigt das Inter-/Intratypsignal an, daß Intracodierung verwendet werden soll. Wie in Fig. 1 gezeigt, steuert das Inter-Intratypcodierungssignal aus dem Analysierer **44b** die Zustände des Schaltelements **13a** und des Inter-/Intratypschautelements **13b**. Das Inter-/Intracodierungstypsignal aus dem Analysierer **44b** wird außerdem zu dem Eingang des Quantisierers **19** geleitet, um die Quantisierungsoperation abhängig davon, wie die Videodaten codiert werden, zu steuern. Das Inter-/Intracodierungstypsignal ist außerdem Teil des zu dem Codierer und Multiplexer **24** gesendeten Blockklassifizierungssignals.

[0068] Das Blockklassifizierungssignal auf der Leitung **43** wird durch den Codierer und Multiplexer zur Einfügung in den Ausgangsbitstrom auf der Leitung **26** zu dem Puffer **25** übertragen. Ein Decodierer erzeugt mit dem Blockklassifizierungssignal ein Bild gemäß dem Videoeingangssignal auf der Leitung **10**.

[0069] Alle Makroblöcke in I-Bildern werden intracodiert; in P- und B-Bildern ist auch eine Intracodierung von Makroblöcken erlaubt. Bei intracodierten Makroblöcken (Teilbild- oder Einzelbildmodus) wird Gleichstromkoeffizient jedes Subblocks gleichförmig auf 255 Pegel quantisiert. Dann verwendet man Gleichstromprädiktion zur Verringerung der zur Codierung der Gleichstromkoeffizienten notwendigen Anzahl von Bit. Für Luminanz-Gleichstromprädiktion werden zwei Prädiktoren geführt, um ihre Effizienz beim Umschalten zwischen den Einzelbild- und Teilbildcodierungsbetriebsarten zu vergrößern. Für die Chroma-Gleichstromprädiktion reicht für jede Farbkomponente ein Prädiktor aus. Alle Gleichstromprädiktoren werden am Anfang eines Slice und bei nichtintracodierten Makroblöcken auf Null zurückgesetzt.

[0070] Ein Signal auf der Leitung **47**, das mit den Beträgen von durch die Schaltung **16** für diskrete Kosinustransformation erzeugten intracodierten Gleichstromkoeffizienten zusammenhängt, wird zu dem Eingang einer Intra-Gleichstromkoeffizientenprädiktionsschaltung **45** und dem nichtinvertierenden Eingang eines Summirelements **46** geleitet. Der Schalter **48** in der Leitung **47** repräsentiert symbolisch die Richtung nur der durch die Schaltung **16** für diskrete Kosinustransformation erzeugten Intra-Gleichstromkoeffizienten zu dem Eingang der Schaltung **45** für Intra-Gleichstromkoeffizientenprädiktion und dem Summirelement **46**. Die Prädiktionsschaltung **45** empfängt außerdem das von dem Codierungsanalysierer **14** erzeugte Codierungstypssignal. Die Prädiktionsschaltung **45** erzeugt eine Ausgabe, die mit einem vorhergesagten Wert des Intra-Code-Gleichstromkoeffizienten zusammenhängt, und leitet dieses Ausgangssignal zu dem invertierenden Eingang des Summirelements **46**. Der nichtinvertierende Eingang des Summirelements **46** empfängt den tatsächlichen Intra-Gleichstromkoeffizienten. Das Summirelement **46** subtrahiert die Prädiktion von dem Gleichstromkoeffizienten, um eine Differenz-Gleichstromkoeffizientenprädiktion zu erzeugen, die zu dem Eingang des Codierers und Multiplexers **24** geleitet wird. Der Differenz-Gleichstromkoeffizient wird durch den Codierer und Multiplexer **24** zur Einfügung in den Bitstrom auf der Ausgangsleitung **26** zu dem Puffer **25** gelenkt. Ein Decodierer konstruiert mit dem Differenz-Gleichstromkoeffizienten ein Bild gemäß dem Videoeingangssignal **10**.

[0071] [Fig. 2](#) zeigt einen adaptiven bewegungskompensierten uni-/bidirektional prädiktiven/interpolativen Decodierer, mit dem der von einem Codierer, wie zum Beispiel dem in [Fig. 1](#) gezeigten, erzeugte Ausgangsbitstrom decodiert werden kann. Der Decodierer von [Fig. 2](#) empfängt auf einer Eingangsleitung **50** einen Eingangsbitstrom. Der Eingangsbitstrom auf der Leitung **50** wird in einem Puffer **52** abgelegt und dann zu einem Decodierer und Demultiplexer **54** mit variabler Wortlänge gesendet, der eine Decodier- und Demultiplexoperation durchführt, die die Umkehrung des von dem in [Fig. 1](#) gezeigten Codierer und Multiplexer **24** erzeugten Codierens und Multiplexens ist. Der Decodierer und Demultiplexer **54** erzeugt auf einer Ausgangsleitung **56** die quantisierten diskreten Kosinustransformationskoeffizienten von [Fig. 1](#). Ein Invers-Scan-Selektor **64** ordnet die Reihenfolge der auf der Eingangsleitung **56** erscheinenden Koeffizienten zu derselben Reihenfolge um, die diese Koeffizienten in dem Quantisierer **19** von [Fig. 1](#) hatten. Der Invers-Scan-Selektor **64** leitet die von ihm empfangenen Koeffizienten in umgekehrter Reihenfolge zu einem Sichtbarkeitsmatrixselektor und Dequantisierer **66**. Die Dequantisierschaltung **66** reagiert auf ein Codierungstypssignal auf der Leitung **68**, ein Bildtypsignal auf der Leitung **70** und den Quantisierungsparameter auf der Leitung **68a**, der durch die Decodierer- und Demultiplexerschaltung **54** aus dem Bitstromeingang des Decodierers von [Fig. 2](#) abgerufen wird, um eine Dequantisierung durchzuführen, die die Umkehrung der von dem Quantisierer **19** in [Fig. 1](#) durchgeführten Quantisierung ist.

[0072] Die Intra-Gleichstromtransformationskoeffizienten für I-Bilder und intracodierte Teile von P- und B-Bildern werden am Ausgang eines Summirelements **58** erzeugt, das den durch den Decodierer und Demultiplexer **54** decodierten und demultiplexten Differenz-Gleichstromkoeffizienten empfängt. Das Summirelement **58** empfängt außerdem ein Intra-Gleichstromkoeffizientenprädiktionssignal aus einer Prädiktionsschaltung **60**, die außerdem auf Intra-Gleichstromkoeffizientensignale auf der Leitung **57** und ein Codierungstypssignal auf der Leitung **68** reagiert. Der Zustand eines Schaltelements **66a** wird gesteuert, um eine Eingangsleitung einer Schaltung **72** für inverse diskrete Kosinustransformation zwischen dem DCT-Koeffizientensignal am Ausgang des Dequantisierers **66** und dem Intra-Gleichstromkoeffizientensignal auf der Leitung **57** umzuschalten. Die dequantisierten Transformationskoeffizienten und die Intra-Gleichstromkoeffizienten werden durch ein Schaltelement **66a** hindurch zu einer Schaltung **72** für inversen diskreten Kosinustransfer geleitet, die eine Transformationsoperation ausführt, die die Umkehrung der durch die Schaltung **16** für diskrete Kosinustransformation in [Fig. 1](#) durchgeführten Transformationsoperation ist. Die Ausgabe der Schaltung **72** für inverse diskrete Kosinustransformation in [Fig. 2](#) ist eine decodierte Version entweder des Videosignals auf der Eingangsleitung **10** im Fall von I-Bildern und intracodierten Teilen von P- und B-Bildern oder eine decodierte Version des Schät-

zungsfehlersignals auf der Leitung **13** in **Fig. 1**. Das Ausgangssignal der Transformationsschaltung **72** wird zu dem Eingang einer Blockformatierungsschaltung **72a** geleitet, die eine Entformatierungsoperation durchführt, die die Umkehrung der durch den Block **15a** in **Fig. 1** durchgeführten Formatierungsoperation ist. Die Ausgabe der Entformatierungsschaltung **72a** wird zu einem Eingang eines Summierelements **74** geleitet. Ein anderer Eingang des Summierelements **74** empfängt ein Schätzungssignal auf der Leitung **76**. Die Ausgabe des Summierelements **74** hängt mit der Differenz zwischen dem Schätzungsfehlersignal aus dem Entformatierer **72a** und dem Schätzungssignal auf der Leitung **76** zusammen und umfaßt eine Videoausgabe auf der Leitung **78**, die dem Videoeingangssignal auf der Leitung **10** in **Fig. 1** analog ist.

[0073] Der Decodierer und Demultiplexer **54** in **Fig. 2** lenkt das aus dem Codierer von **Fig. 1** empfangene Blockklassifizierungssignal über eine Eingangsleitung **82** zu einer Blocktypentklassifizierungsschaltung **80**. Die Blocktypentklassifizierungsschaltung **80** produziert auf der Leitung **68** ein Codierungstypssignal, auf der Leitung **70** ein Bildtypsignal, auf der Leitung **88** ein Bewegungskompensationstypssignal und auf der Leitung **88a** ein Inter-/Intratypssignal, entsprechend den durch den Codierer von **Fig. 1** erzeugten Codierungstyp-, Bildtyp-, Bewegungskompensationstyp- und Inter-/Intratypsignalen.

[0074] Der Decodierer und Demultiplexer **54** ruft außerdem das Differenzbewegungsvektorsignal aus dem durch den Codierer von **Fig. 1** gesendeten Bitstrom ab und lenkt das Differenzbewegungsvektorsignal auf einer Leitung **90** zu dem Eingang eines Summierelements **92**. Eine weitere Eingabe für das Summierelement **92** wird entlang der Leitung **96** aus einer Bewegungsvektorprädiktionsschaltung **94** empfangen. Die Bewegungsvektorprädiktionsschaltung **94** reagiert auf ein Bewegungskompensationstypssignal auf der Leitung **88**, ein Bildtypsignal auf der Leitung **70** und gewählte Bewegungsvektoren auf der Leitung **98a**, um eine Prädiktion der Bewegungsvektoren zu erzeugen, die zu einem der Eingänge des Summierelements **92** geleitet wird.

[0075] Die Ausgabe des Summierelements **92** ist ein Bewegungsvektorsignal auf der Leitung **98**, das den Bewegungsvektorsignalen entspricht, die von dem Bewegungsschätzer **37** erzeugt und bei der durch die Schaltung von **Fig. 1** durchgeführten Codierung verwendet werden. Die Bewegungsvektorsignale werden auf einer Eingangsleitung **102** zu einer Schätzungsschaltung **100** geleitet. Durch selektives Öffnen und Schließen eines in **Fig. 2** gezeigten Schaltelements **100b** reagiert ein Speicher **100a** für das nächste Bild auf die Videoausgangssignale auf der Leitung **78**, um gewählte Einzelbilder des Videoausgangssignals zu speichern. Das Schreiben eines neuen Einzelbildes von Informationen in den Speicher **100a** bewirkt, daß ein vorheriges Einzelbild in dem Speicher **100a** über Schließung eines Schaltelements **100d** in den Speicher **110c** für das vorherige Bild geschrieben wird. Die Schätzungsschaltung **100** reagiert auf den Inhalt der Speicher **100a** und **100c**, die Bewegungsvektoren auf der Leitung **102**, das Bewegungskompensationstypssignal auf der Leitung **88** und ein Bildtypsignal auf der Leitung **70**, um eine Schätzung auf der Leitung **76** des Videoausgangssignals auf der Leitung **78** auf analoge Weise wie die durch die Schätzungsschaltung **38** in **Fig. 1** erzeugte Schätzung zu erzeugen. Wie in **Fig. 1** wirkt das Schaltelement **100e** in Reihe mit der Leitung **76** zum Trennen des Schätzungssignals von dem Eingang des Summierelements **74**, wenn I-Bilder decodiert werden oder wenn intracodierte Teile von P- und B-Bildern vorkommen.

[0076] **Fig. 3** zeigt ein Blockschaltbild eines blockadaptiven bewegungskompensierten Prädiktors **106**. Auf der Leitung **108** wird ein decodiertes Bild empfangen. Die Schaltung von **Fig. 3** erzeugt Vorhersagen von P-Bildern gemäß den oben für P-Bilder identifizierten Bewegungskompensationsbetriebsarten. Das decodierte Bild kann entweder von dem Ausgang des Summierelements **36** in **Fig. 1** oder dem Ausgang des Summierelements **74** in **Fig. 2** empfangen werden. Das decodierte Bild auf der Leitung **108** wird in dem Speicher **36c** oder **100c** für das vorherige Bild empfangen. Das decodierte Bild aus dem Speicher für das vorherige Bild wird zu dem Eingang eines Schaltelements **110** gesendet, das das decodierte Bild selektiv gemäß dem Bewegungskompensationstypsiegel zu einer von drei Ausgangsleitungen leitet. Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ A.1. ist, wird das decodierte Bild zu einem Einzelbildmakroblockbewegungskompensationsprädiktor **112** gesendet, der auf der Ausgangsleitung **114** des Prädiktors **106** ein bewegungskompensierte Prädiktionsignal erzeugt. Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ A.2. ist, wird das decodierte Bild zu dem Eingang eines Submakroblockschaltelements **116** gesendet. Das Schaltelement **116** lenkt entsprechende Teile des decodierten Bildes selektiv zu einer von zwei einzelbildsubmakroblockbewegungskompensierten Prädiktionsschaltungen **118** und **120**. Der Einzelbildsubmakroblock der oberen Hälfte wird zu den Prädiktionsschaltungen **118** geleitet und der Einzelbildsubmakroblock der unteren Hälfte zu der Prädiktionsschaltung **120**. Die von den Schaltungen **118** und **120** erzeugten Prädiktionen werden zu zwei Eingängen **122** und **124** eines Einzelbildsubmakroblock-zu-Makroblock-Formatierers **126** gesendet, der die resultierende formatierte Prädiktion dann zu der Ausgangsleitung **114** der Prädiktionsschaltung **106** leitet.

[0077] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ A.3. ist, wird das decodierte Bild durch das Schalte-

lement **110** zu dem Eingang eines Submakroblockschaltelements **128** gesendet, das den oberen Teilbildsubmakroblockteil des decodierten Bildes selektiv zu einer von zwei teilbildsubmakroblockbewegungskompensierten Prädiktionsschaltungen **130** und **132** und den unteren Teilbildsubmakroblockteil des decodierten Bilds zu der anderen der beiden Prädiktionsschaltungen **130** und **132** sendet. Die von den Prädiktionsschaltungen **130** und **132** erzeugten Prädiktionssignale werden auf den Leitungen **134** und **136** zu den Eingängen einer Teilbildsubmakroblöcke-zu-Makroblock-Formatierungsschaltung **138** geleitet, die dann die formatierten Prädiktionen auf der Ausgangsleitung **114** der Prädiktionsschaltung **106** ausgibt. Die Prädiktorschaltungen reagieren auf eines oder zwei Bewegungsvektorsignale (MV1 oder MV1 und MV2), wie oben beschrieben und in [Fig. 3](#) gezeigt.

[0078] [Fig. 4](#) ist ein Blockschaltbild eines blockadaptiven bewegungskompensierte bidirektionale Prädiktors **140**. Die Schaltung von [Fig. 4](#) erzeugt Prädiktionen von B-Bildern gemäß den oben für B-Bilder identifizierten Bewegungskompensationsbetriebsarten. Auf der Leitung **142** wird ein decodiertes vorheriges Bild von einem der Ausgänge des Summierelements **36** in [Fig. 1](#) oder des Summierelements **74** in [Fig. 2](#) empfangen. Das decodierte vorherige Bild wird zu dem Speicher **36c** oder **100c** für das vorherige Bild von [Fig. 1](#) bzw. [Fig. 2](#) gesendet. Auf einer Eingangsleitung **146** wird von dem Ausgang entweder des Summierelements **36** in [Fig. 1](#) oder des Summierelements **74** in [Fig. 2](#) ein decodiertes nächstes Bild empfangen. Das decodierte nächste Bild wird zu dem Speicher **36a** oder **100a** für das nächste Bild von [Fig. 1](#) bzw. [Fig. 2](#) geleitet. Das decodierte vorherige Bild in dem Speicher für das vorherige Bild wird selektiv durch ein Schaltelement **150** auf der Eingangsleitung **149** abhängig von dem Bewegungskompensationstypsiegel in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zu einem von sechs Ausgangsleitungen geleitet. Das decodierte nächste Bild in dem Speicher für das nächste Bild wird selektiv durch das Schaltelement **150** auf der Eingangsleitung **152** wieder abhängig von dem Wert des Bewegungskompensationstypsiegels in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zu einer zweiten Menge von sechs Ausgangsleitungen geleitet.

[0079] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ B.1. ist, wird das decodierte vorherige Bild in dem Speicher für das vorherige Bild auf einer Ausgangsleitung **154** zu dem Eingang einer Einzelbildmakroblockbewegungskompensationsprädiktionsschaltung **156** geleitet, die dann auf einer Leitung **158** und auf einer Ausgangsleitung **160** der Prädiktionsschaltung **140** eine einzelbildmakroblockbewegungskompensierte Prädiktion ausgibt. Die Bewegungskompensation des Typs B.1. ist für das decodierte nächste Bild in dem Speicher **146** für das nächste Bild undefiniert, so daß die decodierten nächsten Bilder nicht an der Prädiktionsoperation beteiligt sind und das auf der Ausgangsleitung **160** erzeugte Prädiktionssignal in Situationen des Typs B.1. nicht beeinflussen.

[0080] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ B.2. ist, wird das decodierte nächste Bild in dem Speicher für das nächste Bild zu einer Ausgangsleitung **156** des Schaltelements **150** in Richtung des Eingangs einer einzelbildmakroblockbewegungskompensierte Prädiktionsschaltung **162** geleitet, die auf einer Ausgangsleitung **164** und einer Ausgangsleitung **160** der Prädiktionsschaltung **140** eine einzelbildmakroblockbewegungskompensierte Prädiktion ausgibt. Die Bewegungskompensation des Typs B.2. ist für decodierte vorherige Bilder in dem Speicher für vorherige Bilder undefiniert, so daß die decodierten vorherigen Bilder nicht an der Prädiktionsoperation beteiligt sind und das auf der Ausgangsleitung **160** erzeugte Prädiktionssignal in Situationen des Typs B.2. nicht beeinflussen.

[0081] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ B.3. ist, wird das decodierte vorherige Bild in dem Speicher für das vorherige Bild auf der Ausgangsleitung **166** des Schaltelements **150** zu einem Eingang einer einzelbildmakroblock-bidirektionale bewegungskompensierte Prädiktionsschaltung **168** geleitet. Das decodierte nächste Bild in dem Speicher für das nächste Bild wird auf einer Ausgangsleitung **170** des Schaltelements **150** zu einem zweiten Eingang der Prädiktionsschaltung **168** geleitet. Die Prädiktionsschaltung **168** erzeugt auf der Leitung **172** ein Prädiktionssignal, das zu der Ausgangsleitung **160** der Prädiktionsschaltung **140** geleitet wird.

[0082] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ B.4. ist, wird das in dem Speicher für das vorherige Bild gespeicherte decodierte vorherige Bild zu einer Ausgangsleitung **174** des Schaltelements **150** geleitet, und das in dem Speicher **148** für das nächste Bild gespeicherte decodierte nächste Bild wird zu einer Ausgangsleitung **176** des Schaltelements **150** geleitet. Die Bilder auf den Leitungen **174** und **176** werden zu den Eingängen eines Schaltelements **178** geleitet, das die Bilder selektiv zu den Eingängen von zwei einzelbildsubmakroblockbewegungskompensierte Prädiktionsschaltungen **180** und **182** leitet. Die Ausgangssignale der Prädiktionsschaltungen **180** und **182** werden auf den Leitungen **186** und **188** zu den Eingängen einer Einzelbildsubmakroblöcke-zu-Makroblock-Formatierungsschaltung **184** geleitet. Das Ausgangssignal der Formatierungsschaltung **184** wird zu der Ausgangsleitung **160** der Prädiktionsschaltung **140** geleitet.

[0083] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ B.5. ist, wird das decodierte vorherige Bild in dem Speicher für das vorherige Bild zu einer Ausgangsleitung **190** des Schaltelements **150** geleitet, und das decodierte nächste Bild in dem Speicher für das nächste Bild wird zu einer Ausgangsleitung **192** des Schaltelements **150** geleitet. Die Bilder auf den Leitungen **190** und **192** werden zu den Eingängen eines Schaltelements **194** geleitet, das die Bilder selektiv zu zwei einzelbildsubmakroblockbewegungskompensierten Prädiktionschaltungen **196** und **198** leitet. Die Prädiktionssignale auf den Leitungen **200** und **202** aus den Prädiktionschaltungen **196** und **198** werden in eine Einzelbildsubmakroblöcke-zu-Makroblock-Formatierungsschaltung **204** eingegeben, die formatierte Prädiktionssignale zu der Ausgangsleitung **160** der Prädiktionsschaltung **140** sendet.

[0084] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ B.6. ist, wird das decodierte vorherige Bild in dem Speicher für das vorherige Bild zu einer Ausgangsleitung **206** des Schaltelements **150** geleitet, und das decodierte nächste Bild in dem Speicher für das nächste Bild wird zu einer Ausgangsleitung **208** des Schaltelements **150** gesendet. Die Bilder auf den Leitungen **206** und **208** werden zu den Eingängen eines Schaltelements **210** gesendet, das diese Bilder selektiv zu den Eingängen von zwei teilbildsubmakroblockbewegungskompensierten Prädiktionsschaltungen **212** und **214** leitet. Die Prädiktionsschaltungen **212** und **214** senden auf den Leitungen **216** und **218** Prädiktionssignale zu den Eingängen einer Teilbildsubmakroblöcke-zu-Makroblock-Formatierungsschaltung **220**. Die Formatierungsschaltung **220** leitet formatierte Prädiktionssignale zu der Ausgangsleitung **160** der Prädiktionsschaltung **140**.

[0085] Wenn der Bewegungskompensationstyp der B.7. ist, wird das decodierte vorherige Bild in dem Speicher für das vorherige Bild zu einer Ausgangsleitung **222** des Schaltelements **150** gesendet, und das decodierte nächste Bild in dem Speicher für das nächste Bild wird zu einer Ausgangsleitung **224** des Schaltelements **150** gesendet. Die Bilder auf den Leitungen **222** und **224** werden zu den Eingängen eines Schaltelements **226** gesendet, das die Bildsignale selektiv zu zwei teilbildsubmakroblockbewegungskompensierten Prädiktionschaltungen **228** und **230** leitet. Die Prädiktionsschaltungen senden Prädiktionssignale zu einer Teilbildsubmakroblöcke-zu-Makroblöcke-Formatierungsschaltung **232**, die die Prädiktionssignale zu der Ausgangsleitung **160** der Prädiktionsschaltung **140** leitet. Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, reagieren die Prädiktorschaltungen auf eines oder zwei Bewegungsvektorsignale (MV1 oder MV1 und MV2).

[0086] [Fig. 5](#) zeigt ein ausführliches Blockschaltbild des in [Fig. 1](#) gezeigten blockadaptiven Einzelbild-/Teilbildcodierungsanalysierers **14**. Der Codierungsanalysierer empfängt Makroblöcke auf einer Eingangsleitung **234**. Die auf der Eingangsleitung **234** empfangenen Makroblöcke werden zu einem Makroblock-Vertikalkorrelationscomputer **236** geleitet, der den Grad an Korrelation zwischen sukzessiven horizontalen Zeilen jedes Makroblocks bestimmt und auf der Leitung **238** ein Einzelbildkorrelationssignal erzeugt, das zu einer Schwellen- und Komparatorschaltung **240** gesendet wird. Die auf der Eingangsleitung **234** empfangenen Makroblöcke werden außerdem zu einer Makroblock-zu-Einzelbildsubmakroblöcke-Formatierungsschaltung **242** gesendet. Der Formatierer **242** trennt jeden Makroblock in zwei separate Teilbilder auf, von denen eines die geradzahligen horizontalen Zeilen von Bildelementen in jedem Makroblock und das andere die ungeradzahligen horizontalen Zeilen von Bildelementen in jedem Makroblock umfaßt. Die geradzahligen horizontalen Zeilen werden zu einem Submakroblock-Vertikalkorrelationscomputer **244** gesendet, wenn ein Selektorschalter **246** den Ausgang der Formatierungsschaltung **242** mit dem Eingang des Korrelationscomputers **244** verbindet. Der Korrelationscomputer **244** bestimmt den Grad an Korrelation zwischen den zu dem Computer **244** gesendeten geradzahligen horizontalen Zeilen und erzeugt ein Signal an die Submakroblockselektorschaltung **248** das mit dem Korrelationsgrad zusammenhängt. Wenn sich der Schalter **248** in einer entsprechenden Stellung befindet, wird das Signal aus dem Korrelationscomputer **244** in Bezug auf den Korrelationsgrad zu dem Eingang eines Akkumulators **250** gesendet. Die ungeradzahligen horizontalen Zeilen werden zu einem Submakroblock-Vertikalkorrelationscomputer **252** gesendet, wenn der Selektorschalter **246** den Ausgang der Formatierungsschaltung **242** mit dem Eingang des Korrelationscomputers **252** verbindet. Der Korrelationscomputer **252** bestimmt den Grad an Korrelation zwischen den zu dem Computer **252** gesendeten ungeradzahligen horizontalen Zeilen und erzeugt ein zu dem Submakroblockselektorschalter **248** gesendetes Signal, das mit dem Korrelationsgrad zusammenhängt. Wenn der Schalter **248** entsprechend geschaltet ist, wird das Signal aus dem Korrelationscomputer **252** in Bezug auf den Korrelationsgrad der ungeradzahligen Zeilen zu dem Akkumulator **250** gesendet. Der Akkumulator **250** summiert die Korrelationsgrade der ungeradzahligen und geradzahligen Teilbilder in den Makroblöcken und erzeugt ein Gesamtkorrelationssignal, das den Grad an Korrelation in den Teilbildern angibt. Das Gesamtkorrelationssignal wird in einer Dividiererschaltung **254** durch zwei dividiert und zu der Schwelle in der Komparatorschaltung **240** gesendet. Die Komparatorschaltung **240** vergleicht die Korrelationsgrade des Einzelbildkorrelationssignals aus dem Computer **236** und des Teilbildkorrelationssignals aus dem Dividierer **254** und erzeugt das in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) erzeugte Codierungstypssignal. Das Codierungstypssignal gibt an, ob Einzelbilder von Videoinformationen codiert und decodiert oder Teilbilder von Vide-

oinformationen codiert und decodiert werden sollen. Genauer gesagt sind Einzelbilder zu codieren und zu decodieren, wenn der Einzelbildkorrelationsgrad größer als der Teilbildkorrelationsgrad ist. Teilbilder sind zu codieren und zu decodieren, wenn der Teilbildkorrelationsgrad größer als der Einzelbildkorrelationsgrad ist.

[0087] [Fig. 6](#) zeigt den Blockformatierer **15a** von [Fig. 1](#). Auf einer Eingangsleitung **256** werden Makroblöcke empfangen und zu dem Eingang eines Schaltelements **258** geleitet. Der Zustand des Schaltelements wird durch die Eigenschaften des von der Schaltung von [Fig. 5](#) erzeugten Codierungstypssignals bestimmt. Wenn das Codierungstypssignal anzeigt, daß Einzelbildcodierung stattfinden soll, verbindet das Schaltelement **258** die Leitung **256** mit dem Eingang eines Makroblock-zu-Einzelbildblöcke-Formatierers **260**, dessen Ausgangssignal zu einem Schaltelement **262** geleitet wird, das den Ausgang des Formatierers **260** mit einer Blockausgangsleitung **264** des Formatierers von [Fig. 6](#) verbindet. Wenn das Codierungstypssignal anzeigt, daß Teilbildcodierung stattfinden soll, verbindet das Schaltelement **258** die Leitung **256** mit dem Eingang eines Makroblock-zu-Teilbildblöcke-Formatierers **266**, dessen Ausgangssignal zu dem Schaltelement **262** geleitet wird, das den Ausgang des Formatierers **266** mit der Blockausgangsleitung **264** des Formatierers von [Fig. 6](#) verbindet.

[0088] [Fig. 7](#) ist ein Diagramm eines sowohl in [Fig. 1](#) als auch in [Fig. 2](#) gezeigten Blockentformatierers. Der Entformatierer von [Fig. 7](#) empfängt Blöcke auf einer Eingangsleitung **268**, die dieses Blöcke zu dem Eingang eines Schaltelements **270** leitet. Wenn das Codierungstypssignal anzeigt, daß Einzelbildcodierung stattfinden soll, verbindet das Schaltelement **270** die auf der Eingangsleitung **268** empfangenen Blöcke mit dem Eingang eines Einzelbildblöcke-zu-Makroblock-Formatierers **272**, der Einzelbildmakroblöcke zu dem Eingang eines Schaltelements **274** leitet, das in dieser Situation, durch das Codierungstypssignal so konfiguriert wird, daß es Einzelbildblöcke aus dem Formatierer **272** zu einer Makroblockausgangsleitung **276** leitet. Wenn das Codierungstypssignal anzeigt, daß Teilbildcodierung stattfinden soll, verbindet das Schaltelement **270** die auf der Eingangsleitung **268** empfangenen Blöcke mit dem Eingang eines Teilbildblöcke-zu-Makroblock-Formatierers **278**, der die Teilbildblöcke zu dem Eingang eines Schaltelements **274** leitet, das durch das Codierungstypssignal so konfiguriert wird, daß es Makroblöcke aus dem Formatierer **278** zu der Makroblockausgangsleitung **276** leitet.

[0089] [Fig. 8](#) ist ein Flußdiagramm, das eine wie in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigte Intra-Gleichstromkoeffizientenprädiktionsschaltung repräsentiert. Tatsächlich werden berechnete Intra-Gleichstromkoeffizienten auf der Leitung **47** zu dem Eingang der Schaltung von [Fig. 8](#) geleitet. Im Block **280** wird ein Quantisierungsindex berechnet, indem der auf der Leitung **47** vorliegende Gleichstromkoeffizient durch einen Gleichstromschrittgrößenparameter dividiert wird, der acht betragen kann. Im Block **282** wird dann eine Entscheidung getroffen, um zu bestimmen, ob dieser Gleichstromkoeffizient der Gleichstromkoeffizient für den ersten Makroblock in einem Slice ist oder ob der vorherige Makroblock ein Nicht-Intra-Makroblock war. Für die Zwecke der vorliegenden Besprechung identifiziert der Blockindex die Speicherstelle eines Blocks in einem Makroblock, wie in [Fig. 9](#) für einen Einzelbildmakroblock und einen Teilbildmakroblock gezeigt. Wenn die Entscheidung im Block **282** ja ist, wird dann im Block **284** entschieden, ob der Blockindex Null ist. Wenn der Blockindex Null ist, wird ein Gleichstrom-Top-Blockprädiktorparameter im Block **286** gleich irgendeinem beliebigen Wert gesetzt, zum Beispiel wird der Prädiktor auf **128** gesetzt. Die von der Prädiktionsschaltung von [Fig. 8](#) vorgenommene Gleichstromprädiktion wird im Block **288** gleich diesem Top-Blockgleichstromprädiktor gesetzt. Im Block **290** wird der Top-Blockprädiktor mit dem Wert des im Block **280** berechneten Quantisierungsindex überschrieben. Im Block **292** wird ein unterer Blockgleichstromprädiktorparameter gleich dem Wert des im Block **290** gesetzten oberen Blockgleichstromprädiktors gesetzt. Die Gleichstromprädiktion wird auf der Ausgangsleitung **294**, die dem Ausgang der Intra-Gleichstromkoeffizientenprädiktorblöcke in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) entspricht, aus der Schaltung von [Fig. 8](#) ausgegeben.

[0090] Wenn der Blockindex 1, 2 oder 3 ist, was im Block **284** in [Fig. 8](#) bestimmt wird, wird im Block **296** geprüft, ob der Blockindex Eins ist. Wenn der Blockindex Eins ist, wird die Gleichstromprädiktion im Block **298** gleich dem oberen Blockgleichstromprädiktor gesetzt. Der obere Blockgleichstromprädiktor wird dann im Block **300** mit dem Quantisierungsindex überschrieben und die Gleichstromprädiktion wird auf der Leitung **294** von der Schaltung von [Fig. 8](#) ausgegeben. Wenn der im Block **296** bestimmte Blockindex 2 oder 3 beträgt, wird die Gleichstromprädiktion im Block **302** auf den unteren Blockgleichstromprädiktor gesetzt und der untere Blockgleichstromprädiktor wird dann mit dem Wert des Quantisierungsindex im Block **304** überschrieben. Die Gleichstromprädiktion wird wieder auf der Leitung **294** von der Schaltung von [Fig. 8](#) ausgegeben.

[0091] Wenn der Makroblock nicht der erste Makroblock in einem Slice ist oder der vorherige Makroblock kein Makroblock des Non-Intra-Typs ist, was im Block **282** in [Fig. 8](#) bestimmt wird, wird im Block **306** entschieden, ob der aktuelle Makroblocktyp derselbe wie der vorherige Makroblocktyp ist. Wenn der aktuelle Makroblock ein

Makroblock des Einzelbildtyps ist, bestimmt Block **306** in [Fig. 8](#), ob der vorherige Makroblock ebenfalls ein Makroblock des Einzelbildtyps war. Wenn der aktuelle Makroblock ein Makroblock des Teilbildtyps ist, bestimmt Block **306** in [Fig. 8](#), ob der vorherige Makroblock ebenfalls ein Makroblock des Teilbildtyp war. Wenn eine dieser Bestimmungen positiv ist, wird im Block **308** geprüft, ob der Blockindex Null oder Eins ist. Wenn der Blockindex Null oder Eins ist, wird die Gleichstromprädiktion im Block **310** gleich dem oberen Block-Gleichstromprädiktor gesetzt und im Block **312** wird dann der obere Block-Gleichstromprädiktor gleich dem im Block **280** berechneten Quantisierungsindex gesetzt. Die Gleichstromprädiktion wird dann von der Schaltung von [Fig. 8](#) auf der Leitung **294** ausgegeben. Wenn der Blockindex 2 oder 3 ist, was im Block **308** bestimmt wird, wird die Gleichstromprädiktion im Block **314** gleich dem unteren Blockprädiktor gesetzt. Im Block **316** wird dann der untere Block-Gleichstromprädiktor mit dem Quantisierungsindex überschrieben, und außerdem wird die Gleichstromprädiktion von der Schaltung der [Fig. 8](#) auf der Leitung **294** gesendet.

[0092] Wenn der aktuelle Makroblocktyp nicht derselbe wie der vorherige Makroblocktyp ist, was im Block **306** bestimmt wird, wird im Block **318** geprüft, ob der Blockindex Null ist. Wenn der Blockindex Null ist, wird im Block **320** ein Mittelwert der aktuellen Werte des oberen Block-Gleichstromprädiktors und des unteren Block-Gleichstromprädiktors bestimmt. Der im Block **320** berechnete Mittelwert wird im Block **322** gerundet. Der obere Block-Gleichstromprädiktor wird im Block **324** gleich dem gerundeten Mittelwert gesetzt. Die Gleichstromprädiktion wird dann im Block **326** gleich dem oberen Block-Gleichstromprädiktor gesetzt. Der obere Block-Gleichstromprädiktor wird dann im Block **328** mit dem Wert des Quantisierungsindex überschrieben. Der untere Block-Gleichstromprädiktor wird im Block **330** gleich dem oberen Block-Gleichstromprädiktor gesetzt. Die Gleichstromprädiktion wird zu der Ausgangsleitung **294** der Schaltung von [Fig. 8](#) gesendet.

[0093] Wenn der Blockindex 1, 2 oder 3 ist, was im Block **318** bestimmt wird, wird im Block **332** bestimmt, ob der Blockindex 1 ist. Wenn der Blockindex 1 ist, wird die Gleichstromprädiktion im Block **334** gleich dem oberen Block-Gleichstromprädiktor gesetzt. Der obere Block-Gleichstromprädiktor wird dann im Block **336** mit dem Quantisierungsindex überschrieben und die Gleichstromprädiktion wird zu der Ausgangsleitung **294** der Schaltung von [Fig. 8](#) geleitet. Wenn der Blockindex nicht 1 ist, was im Block **332** bestimmt wird, wird die Gleichstromprädiktion im Block **338** gleich dem Wert des unteren Block-Gleichstromprädiktors gesetzt und der untere Block-Gleichstromprädiktor wird dann im Block **340** mit dem Wert des im Block **280** berechneten Quantisierungsindex überschrieben. Wie in den anderen Fällen wird die Gleichstromprädiktion zu der Ausgangsleitung **294** geleitet.

[0094] [Fig. 9](#) zeigt eine Sequenz von sechs Makroblöcken in einem Videodatenslice. Die Pfeile in [Fig. 9](#) zeigen schematisch die Beziehung zwischen den vorhergesagten Gleichstromkoeffizienten für jeden der Videodatenblöcke und den tatsächlichen Werten von für benachbarte Blöcke berechneten Gleichstromkoeffizienten. Der Ursprung jedes der Pfeile wird in dem Block plaziert, für den ein tatsächlicher Gleichstromkoeffizient bestimmt wurde. Die Pfeilspitze gibt die Speicherstelle des Blocks an, für den der tatsächliche Wert des Gleichstromkoeffizienten als Prädiktion des Gleichstromkoeffizienten für den die Pfeilspitze enthaltenden Block verwendet wird. Die Kreise in bestimmten der Blöcke geben die Situation an, in der ein Mittelwert tatsächlicher Werte von Gleichstromkoeffizienten zur Vorhersage des Gleichstromkoeffizienten für den Block, in dem die Kreise verankert sind, verwendet wird. [Fig. 9](#) zeigt einen Makroblock des Einzelbildtyps mit der Bezifferung 0 am Start des Makroblock-Slice, gefolgt durch den Makroblock des Einzelbildtyps mit der Bezifferung 1, einen Makroblock des Teilbildtyps mit der Bezifferung 2, einen Makroblock des Einzelbildtyps mit der Bezifferung 3, einen Makroblock des Teilbildtyps mit der Bezifferung 4 und einen Makroblock des Teilbildtyps mit der Bezifferung 5. Jeder der Makroblöcke enthält vier Blöcke, wobei dem oberen linken Block jedes Makroblocks ein Blockindex von 0 gegeben wird. Dem oberen rechten Block jedes Makroblocks wird ein Blockindex von 1 gegeben, dem unteren linken Block jedes Makroblocks wird ein Blockindex von 2 gegeben und dem unteren rechten Block jedes Makroblocks ein Blockindex von 3. Beispielsweise werden ein Einzelbildmakroblock 0 und ein Teilbildmakroblock 4 mit den Blockindizes in [Fig. 9](#) bezeichnet. Der Block in dem Einzelbildmakroblock 0 mit einem Index 0 wird so vorhergesagt, daß er einen Wert des Gleichstromkoeffizienten gleich einem beliebigen Wert wie zum Beispiel 128 aufweist. Der vorhergesagte Wert des Gleichstromkoeffizienten für den Block in dem Einzelbildmakroblock 0 mit einem Index von 1 wird so vorhergesagt, daß er der für den Block mit einem Index von 0 berechnete Gleichstromkoeffizient ist, wie durch den Pfeil von dem Block mit einem Index von 0 zu dem Block mit einem Index von 1 dargestellt wird. Der vorhergesagte Wert des Gleichstromkoeffizienten für den Block mit einem Index von 2 in dem Einzelbildmakroblock 0 wird so vorhergesagt, daß er mit dem tatsächlichen Wert des für den Block mit einem Index von 0 in dem Einzelbildmakroblock 0 berechneten Gleichstromkoeffizienten übereinstimmt, wie durch den vertikal nach unten gerichteten Pfeil von dem Block mit Index 0 zu dem Block mit Index 2 dargestellt wird. Der vorhergesagte Wert des Gleichstromkoeffizienten für den Block mit einem Index von 3 in dem Makroblock 0 ist derselbe wie der tatsächliche Wert des für den Block mit einem Index von 2 in Makroblock 0 berechneten Gleichstromkoeffizienten. Der Wert des Gleichstromkoeffizienten, der für die

Blöcke mit Index 0 in dem Teilbildmakroblock 2, dem Einzelbildmakroblock 3 und dem Teilbildmakroblock 4 vorhergesagt wird, werden jeweils so vorhergesagt, daß sie der Mittelwert der berechneten Koeffizienten für die Blöcke mit Index 1 und 3 in den vorherigen Makroblöcken in jedem Fall sind. Der Rest der Vorhersagen ist im Hinblick auf den Inhalt von [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) offensichtlich und wird nicht weiter besprochen.

[0095] [Fig. 10](#) ist ein Blockschaltbild des in [Fig. 1](#) gezeigten Variable-Wortlängen-Wahl-Analysierers. Der Analysierer empfängt das Bildtypsignal auf der Leitung **32** als ein Eingangssignal für einen Signalübersetzer **342**, der zwei Signale erzeugt: eine Intracodierungsanzeige **344**, die identifiziert, ob Codierung des Intra-Typs vorliegt, und eine B-Typ-Prädiktionsanzeige **346**, die anzeigt, ob eine prädiktive Codierung von B-Bildern unternommen wird oder nicht.

[0096] Der Variable-Wortlänge-Wahl-Analysierer empfängt außerdem die DCT-Koeffizienten aus dem Scan-Selektor **23** in einem Lauflängencomputer **348**, der für alle empfangenen, von Null verschiedenen Koeffizienten die Anzahl von Nullen unmittelbar vor dem Empfang dieses von Null verschiedenen DCT-Koeffizienten bestimmt. Anders ausgedrückt, bestimmt der Computer **348** die Lauflänge für jeden DCT-Koeffizienten und sendet Signale in bezug auf die Amplitude und die Lauflänge jedes empfangenen DCT-Koeffizienten zu dem Eingang eines Intra-Anzeige-Schaltelelements **350**. Das Schaltelement **350** leitet die Signale aus dem Lauflängencomputer **348**, wenn es sich in dem in [Fig. 10](#) gezeigten Zustand Nummer 1 befindet, zu dem Eingang des Sequenzschaltelements **352**, bei dem es sich um eine Zählschaltung handeln kann. Das Schaltelement **350** befindet sich in dem Zustand Nummer 1, wenn der Auswahlanalysierer von [Fig. 10](#) DCT-Koeffizienten für I-Bilder analysiert. Das Schaltelement **352** leitet die Amplitude und Lauflänge jedes Koeffizienten sequenziell zu den Eingängen jeder einer Reihe von vier Variable-Wortlänge-Codelänge-Tabellen **354**, **356**, **358** und **356**. Die Tabellen **354**, **356**, **358** und **360** enthalten Daten, die die erwartete Codelänge repräsentieren, die produziert wird, wenn der DCT-Koeffizient mit einer Amplitude und Lauflänge, die durch die Signale aus dem Lauflängencomputer **348** repräsentiert werden, gemäß vier verschiedener Codierungsverfahren codiert werden, nämlich einem für jede der Tabellen **354**, **356**, **358** und **360**. Wenn das Schaltelement **352** den Ausgang des Lauflängencomputers **348** mit dem Eingang einer der Tabellen **354**, **356**, **358** und **360** verbindet, erzeugt diese Tabelle auf einer jeweiligen Ausgangsleitung **362**, **364**, **366** und **368** ein Signal bezüglich der erwarteten Codelänge, die aus einer Codierung des DCT-Koeffizienten gemäß dem Codierungsverfahren, für das die Daten in der Tabelle erzeugt wurden, resultieren wird. Die erwarteten Codelängen auf den Leitungen **362**, **364**, **366** und **368** werden zu den Eingängen Nummer 1 eines Schaltelements **370** geleitet. Wenn die DCT-Koeffizienten für I-Bilder bestimmt sind, ist der Zustand des Schaltelements **370** dergestalt, daß die Signale auf den Leitungen **362**, **364**, **366** und **368** zu den Eingängen von Akkumulatoren **372**, **374**, **376** bzw. **378** geleitet werden. Der Inhalt der Akkumulatoren **372**, **374**, **376** und **378** wird zu vier Eingängen einer Komparator- und Minimumauswertungsschaltung **380** geleitet, die auf ein Vergleichsfreigabesignal reagiert, um zu bestimmen, welche der in den Akkumulatoren **372**, **374**, **376** und **378** gespeicherten erwarteten Lauflängen die kleinste ist. Die Auswertungsschaltung **380** erzeugt auf der Leitung **382** ein Variable-Wortlänge-Tabelle-Auswahlsignal, das dann zu dem Codierer und Multiplexer **24** in [Fig. 1](#) gesendet wird, der das auf der Leitung **382** erzeugte Signal dann zur Auswahl eines effizienten Codierungsverfahrens mit fester oder variabler Wortlänge verwendet, das durch die Beschaffenheit des Variable-Wortlänge-Tabelle-Auswahlsignal auf der Leitung **382** identifiziert wird. Das Auswahlsignal auf der Leitung **382** bewirkt, daß der Codierer **24** eine von mehreren in dem Codierer **24** gespeicherten Codierungstabellen auswählt, die jeweils die Codierung quantisierter DCT-Koeffizienten gemäß einem separaten und verschiedenen Codierungsverfahren mit fester Wortlänge oder variabler Wortlänge steuert.

[0097] Wenn P- und B-Bilder codiert werden, wird das Schaltelement **350** in den Zustand 0 versetzt, so daß die DCT-Koeffizientenamplituden und -lauflängen zu dem Eingang eines Bidirektional-Prädiktions-Anzeigeschaltelelements **384** geleitet werden. Wenn P-Bilder codiert werden, befindet sich das Schaltelement **384** im Zustand 0, der bewirkt, daß die Koeffizientenamplituden und -lauflängen mit dem Eingang eines Sequenzschaltelements **386** verbunden werden, bei dem es sich um eine Zählschaltung handeln kann. Das Schaltelement **386** verbindet sequenziell die P-Bild-Koeffizientenamplituden und -lauflängen mit jeder von vier Variable-Wortlänge-Codelänge-Tabellen **388**, **390**, **392** und **394**. Die Tabellen **388**, **390**, **392** und **394** enthalten jeweils Informationen über erwartete Codelängen, die durch Codierung des DCT-Koeffizienten mit der berechneten Amplitude und den berechneten Lauflängen gemäß separaten und verschiedenen durch jede Tabelle **388**, **390**, **392** und **394** repräsentierten Codes produziert werden. Die erwarteten Codelängen aus den Tabellen **388**, **390**, **392** und **394** werden zu den 0-Eingängen des Schaltelements **370** gesendet. Für P-Bilder ist der Zustand der Schaltelemente **370** und **396** dergestalt, daß die Ausgaben der Tabellen **388**, **390**, **392** und **394** auf Ausgangsleitungen **398**, **400**, **402** und **404** und zu den Eingängen der Akkumulatoren **372**, **374**, **376** und **378** geleitet werden. Wie im oben beschriebenen Fall von I-Bildern leiten die Akkumulatoren **372**, **374**, **376** und **378** die erwarteten Codelängen zu der Auswertungsschaltung **380**, die dann auf der Leitung **382** ein Variable-Wortlänge-Auswahlsignal erzeugt, mit dem der Codierer und Multiplexer **24** die quantisierten DCT-Koeffizienten unter

Verwendung eines Codes codiert, der im Hinblick auf die kleinste Anzahl von Bit, die zum Übertragen der DCT-Koeffizienten verwendet werden muß, am effizientesten ist.

[0098] Wenn die Schaltung von [Fig. 10](#) B-Bilder analysiert, werden die DCT-Koeffizientenamplituden und -lauflängen aus dem Computer **348** zu dem Eingang eines Schaltelements **384** geleitet, das sich in einem Zustand befindet, der diese Amplituden und Lauflängen nur mit der Variable-Wortlänge-Codelänge-Tabelle **388** verbindet, die das erwartete Lauflängensignal produziert und es zu dem Eingang des Akkumulators **372** sendet, und dient zur Erzeugung eines Variable-Wortlänge-Tabelle-Auswahl-Signals auf der Leitung **382**. Man beachte, daß im Fall von B-Bildern der Zustand des Schaltelements **396** dergestalt ist, daß die Ausgaben der Tabellen **390**, **392** und **394** nicht mit den Eingängen der Akkumulatoren **374**, **376** und **378** verbunden werden.

[0099] Bei dem hier beschriebenen Beispiel der Erfindung wird ein Parameter *Mscale* erzeugt. Der Parameter *M scale* ist ein bei der Berechnung des Quantisierungsparameters für bidirektional codierte Einzelbilder zu verwendender Multiplikator. Für jeden Makroblock wird ein Parameter *M scale* durch Auswahl aus vorbestimmten Tabellen produziert, die experimentell für eine bestimmte Bildauflösung und -bitrate bestimmt wurden.

[0100] [Fig. 11](#) ist ein Flußdiagramm der Codierung des Parameters *M scale* für bidirektional codierte Bilder. Im Block **406** wird entschieden, ob der aktuelle Makroblock in dem vorherigen P-Bild oder I-Bild codiert wurde. Wenn nicht, wird im Block **408** eine weitere Entscheidung getroffen, ob der mittlere Quantisierungsparameter für ein entsprechendes Slice in dem vorherigen P-Bild oder I-Bild von Null verschieden war. Wenn er gleich Null war, wird der mittlere Quantisierungsparameter im Block **410** gleich 16 gesetzt. Wenn der mittlere Quantisierungsparameter von Null verschieden war, was im Block **408** bestimmt wird, oder nachdem der mittlere Quantisierungsparameter im Block **410** auf 16 gesetzt wurde, wird der Quantisierungsparameter für den entsprechenden Makroblock in dem vorherigen P-Bild oder I-Bild im Block **412** gleich 16 gesetzt, da es für diesen Makroblock keinen Quantisierungsparameter gab. Wenn der Makroblock in dem vorherigen P-Bild oder I-Bild codiert wurde, was im Block **406** bestimmt wird, oder nach dem Betrieb des Blocks **412** wird die Quantisierungsschrittgröße im Block **414** gleich zweimal den Quantisierungsparameter gesetzt. Die Quantisierungsschrittgröße für das Slice wird im Block **414** gleich zweimal den mittleren Quantisierungsparameter für das entsprechende Slice in dem vorherigen P-Bild oder I-Bild gesetzt. Im Block **416** wird dann entschieden, ob die Prädiktion für den Makroblock unidirektional oder intra sein soll. Wenn die Prädiktion bidirektional sein soll, oder anders ausgedrückt, wenn am Ausgang des Blocks **416** der Nein-Route gefolgt wird, wird im Block **418** ein vorübergehender Skalenfaktor gleich einem Skalenfaktor gesetzt, der auf die Auflösung und Bitrate mal der Quantisiererschrittgröße für den Makroblock in dem vorherigen P-Bild oder I-Bild abgestimmt ist. Im Block **420** wird ein Verhältnisparameter berechnet, indem der vorübergehende Skalenfaktor durch die Quantisierungsschrittgröße für das Slice dividiert wird. Im Block **422** wird eine Variable *min_ind* gleich 9 gesetzt, eine Variable *min_valf* wird gleich 1000 gesetzt und eine Variable *zlimit* wird gleich 4 gesetzt. Im Block **424** wird dann entschieden, ob ein Index *z* kleiner als *zlimit* ist. Wenn *z* kleiner als *zlimit* ist, wird eine Variable *absdiff* gleich dem Absolutwert der Differenz zwischen dem im Block **420** berechneten Verhältnis und dem Parameter *mscale* im Block **426** gesetzt. Im Block **428** wird dann entschieden, ob der Wert von *absdiff* kleiner als *min_valf* ist. Wenn von Block **428** aus der Ja-Route gefolgt wird, wird eine Variable *min_ind* gleich *z* gesetzt, und die Variable *min_valf* wird gleich der Variable *absdiff* gesetzt (Block **430**). Die Routine von [Fig. 11](#) kehrt dann zum Eingang von Block **424** zurück. Wenn am Ausgang des Blocks **428** der Nein-Route gefolgt wird, kehrt die Routine von [Fig. 11](#) direkt zu dem Eingang von Block **424** zurück. Die gerade beschriebene Schleife wird wiederholt, bis *z* nicht mehr kleiner *zlimit* ist und der Nein-Route am Ausgang von Block **424** gefolgt wird, woraufhin im Block **432** die aktuelle Quantisierungsschrittgröße gleich einem gerundeten Produkt einer im Block **432** gezeigten *mscale*-Variablen und der Quantisierungsschrittgröße für das Slice gesetzt wird. Der aktuelle Quantisierungsparameter wird gleich der Hälfte der Quantisierungsschrittgröße gesetzt (Block **434**) und der Wert von *min_ind* wird zur Einfügung in den Codiererausgangsbitstrom zur Verwendung durch den Decodierer zur Rekonstruktion von Bildern aus dem komprimierten Bitstrom gesendet. Der aktuelle Quantisierungsparameter wird durch den Betrieb der Blöcke **436** und **438** auf ein Ventil von 31 abgeschnitten.

[0101] Wenn im Block **416** bestimmt wird, daß unidirektionale Prädiktion vorliegt, wird im Block **440** ein vorübergehender Skalenfaktor berechnet, im Block **442** wird ein Verhältnis des vorübergehenden Skalenfaktors zu der Quantisierungsschrittgröße berechnet, und im Block **444** werden die Variablen *min_ind*, *min_valf* und *zlimit* auf dieselben Werte wie im Block **422** gesetzt. Dann wird im Block **446** entschieden, ob ein Index *z* kleiner als *zlimit* ist. Wenn dies der Fall ist, wird in Block **448** eine Variable *absdiff* als der Absolutwert der Differenz zwischen dem im Block **442** berechneten Verhältnis und einem im Block **448** identifizierten *mscale*-Parameter berechnet. Dann wird im Block **450** geprüft, ob *absdiff* kleiner als *min_valf* ist. Wenn dies der Fall ist, wird *min_ind* gleich *z* gesetzt, und *min_valf* wird gleich *absdiff* gesetzt (Block **452**). Dann kehrt die Routine von [Fig. 11](#) zu dem Eingang von Block **446** zurück. Die Schleife wird fortgesetzt, bis *z* nicht mehr kleiner als *zlimit* ist, und die

Routine folgt dann der Nein-Route als Ausgabe des Blocks **446**. Wenn im Block **454** der Nein-Route gefolgt wird, wird der aktuelle Quantisierungsschrittparameter gleich einem Produkt ähnlich dem bereits für Block **432** beschriebenen Produkt gesetzt und die Routine von [Fig. 11](#) führt die zuvor beschriebenen, in den Blöcken **434**, **436** und **438** identifizierten Schritte aus.

[0102] [Fig. 12](#) zeigt die Funktionsweise eines Decodierers in bezug auf den mscale-Parameter, der für B-Bilder produziert wird. Der min_ind-Parameter wird aus dem zu dem Decodierer gesendeten Bitstrom extrahiert (Block **456**). Aus diesem Bitstrom wird im Block **458** der Quantisierungsparameter für das Slice extrahiert. Block **460** berechnet die Quantisierungsschrittgröße aus dem Quantisierungsparameter für das Slice im Block **460**. Im Block **462** wird dann entschieden, ob die Prädiktion für den Makroblock unidirektional oder intra ist. Wenn die Prädiktion unidirectional oder intra ist, wird wie im Block **464** spezifiziert der aktuelle Quantisierungsschritt berechnet. Wenn die Prädiktion bidirektional ist, wird die aktuelle Quantisierungsschrittgröße wie im Block **456** spezifiziert berechnet.

[0103] [Fig. 13](#) zeigt ein ausführliches Blockschaltbild eines Sichtbarkeitsmatrixselektors. Auf der Leitung **468** werden DCT-Koeffizienten in den Selektor eingegeben, die zu dem Eingang einer Koeffizientengewichtungsschaltung **470** geleitet werden. Für Fachleute ist erkennbar, daß Gewichtungsfaktoren aus einer gewählten von vier Sichtbarkeitsmatrizen **472**, **474**, **476** und **478** abgerufen werden, und zwar abhängig von den Zuständen der Schaltelemente **480**, **482**, **484**, **486**, **488** und **490**, wobei diese Zustände durch den Zustand von in [Fig. 13](#) identifizierten und an anderer Stelle besprochenen Signalen bestimmt werden. Abhängig davon, welche Sichtbarkeitsmatrix ausgewählt wird, werden vorbestimmte Gewichtungsfaktoren auf der Leitung **492** zu einem Eingang der Koeffizientenwerteschaltung **470** geleitet, die dann auf einer Ausgangsleitung **494** im Hinblick auf die auf der Leitung **468** eingeführten DCT-Koeffizienten und die auf der Leitung **492** eingeführten Gewichtungskoeffizienten gewichtete DCT-Koeffizienten erzeugt.

[0104] [Fig. 14](#) ist ein Blockschaltbild eines Vorwärts-/Invers-Scan-Selektors. Der Scan-Selektor von [Fig. 14](#) umfaßt eine Vorwärts-/Invers-Scan-Formatierungsschaltung **496**, die auf der Leitung **498** ein Vorwärts-/Invers-Scan-Kennzeichnungssignal und auf der Leitung **500** Quantisierungsindizes empfängt. Gemäß Informationen, die in vier Scanning-Blöcken **502**, **504**, **506** und **508** gespeichert sind, kann eine von vier vorbestimmten Scanning-Reihenfolgen produziert werden. Abhängig von den Zuständen der Schaltelemente **510**, **512**, **514**, **516**, **518** und **520**, die durch die Beschaffenheit von in [Fig. 14](#) identifizierten und an anderem Ort besprochenen Steuersignalen bestimmt werden, wird die Funktionsweise des Scan-Formatierers **496** durch Signale auf einer Eingangsleitung **522** gesteuert, die durch einen gewählten der Scanning-Blöcke **502**, **504**, **506** und **508** erzeugt werden. Der Scan-Formatierer **496** erzeugt auf der Leitung **524** im Hinblick auf die auf den Leitungen **498**, **500** und **522** empfangenen Eingangssignale Scan-Quantisierungsindizes.

[0105] [Fig. 15](#) ist ein Flußdiagramm der Bewegungsvektorprädiktion für P-Bilder. Im Block **526** wird ein neuer Makroblock erhalten. Block **528** bestimmt, ob dieser Makroblock der erste Makroblock eines Slice ist. Wenn es der erste Makroblock ist, werden die Variablen, die in fünf Registern gespeichert sind, die im Block **530** identifiziert werden, auf Null initialisiert, und die Routine von [Fig. 15](#) schreitet dann zum Eingang eines Entscheidungsblocks **532** voran. Wenn im Block **528** bestimmt wird, daß dieser Makroblock nicht der erste Makroblock in einem Slice ist, schreitet die Routine von [Fig. 15](#) direkt von Block **528** zu dem Eingang von Block **532** voran. Block **532** bestimmt, ob dies ein Inter-Makroblock ist. Wenn es nicht ein Inter-Makroblock ist, werden die Variablen, die in fünf Registern gespeichert sind, die im Block **534** identifiziert werden, auf Null initialisiert, und die Routine von [Fig. 15](#) fährt zum Eingang von Block **526** zurück.

[0106] Wenn Block **532** bestimmt, daß der Makroblock ein Inter-Makroblock ist, dann wird entschieden, um welchen Bewegungskompensationstyp es sich handelt. Diese Entscheidungen erfolgen in den Blöcken **536**, **538** und **540**. Wenn der Bewegungskompensationstyp Typ 1 ist, wird im Block **542** eine Bewegungsvektorprädiktionsvariable gleich dem Wert der Variable REG 16×16 FRM_P gesetzt. Im Block **544** wird die Variable REG 16×16 FRM_P gleich dem Wert einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen gesetzt, und die Bewegungsprädiktion wird von der Routine von [Fig. 15](#) ausgegeben.

[0107] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ 2 ist, wird im Block **546** eine erste Bewegungsvektorprädiktionsvariable gleich der Variablen REG 16×8 FRM_P1 gesetzt. Die Variable REG 16×8 FRM_P1 wird im Block **548** auf den Wert einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen (P1) umgeändert. Im Block **550** wird eine zweite Bewegungsvektorprädiktionsvariable gleich der Variablen REG 16×8 FRM_P2 gesetzt. Im Block **552** wird die Variable REG 16×8 FRM_P2 gleich dem Wert einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen (P2) gesetzt, und die Bewegungsprädiktion wird von der Routine von [Fig. 15](#) ausgegeben.

[0108] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ 3 ist, wird eine erste Bewegungsvektorprädiktionsvariable gleich der Variablen REG 16×8 FLD_P1 gesetzt (Block **554**). Im Block **556** wird die Variable REG 16×8 FLD_P1 dann gleich einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen (P1) gesetzt. Im Block **558** wird eine zweite Bewegungsvektorprädiktionsvariable gleich der Variablen REG 16×8 FLD_P2 gesetzt. Die Variable REG 16×8 FLD_P2 wird dann gleich dem Wert einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen (P2) gesetzt (Block **560**), und die Routine von [Fig. 15](#) gibt die Bewegungsvektorprädiktion aus. Im Block **561** wird ein Fehlerzustand identifiziert, falls bestimmt wird, daß der Bewegungskompensationstyp keiner der drei zulässigen Typen in [Fig. 15](#) ist.

[0109] [Fig. 16](#) ist ein Flußdiagramm der Bewegungsvektorprädiktion für B-Bilder. Im Block **562** wird ein neuer Makroblock erhalten. Im Block **564** wird bestimmt, ob dies der erste Makroblock in einem Slice ist. Wenn es der erste Makroblock in einem Slice ist, wird eine Liste von Variablen in dem Register, das im Block **566** identifiziert wird, auf Null initialisiert. Nach dem Betrieb des Blocks **566** schreitet die Routine von [Fig. 16](#) zum Eingang von Block **568** voran. Wenn der Makroblock nicht der erste Makroblock in einem Slice ist, was im Block **564** bestimmt wird, wird die Ausgabe von Block **564** direkt mit dem Eingang von Block **568** verbunden.

[0110] Block **568** bestimmt, ob es sich um einen Inter-Makroblock handelt. Wenn es sich nicht um einen Inter-Makroblock handelt, initialisiert Block **570** eine Liste von Variablen, die in Registern gespeichert sind, die im Block **570** identifiziert werden, auf Null, und die Routine von [Fig. 16](#) kehrt dann zum Eingang von Block **562** zurück. Wenn Block **568** bestimmt, daß es sich um einen Inter-Makroblock handelt, bestimmen dann die Blöcke **572, 574, 576, 578, 580, 582** und **584**, ob der Bewegungskompensationstyp einer der sieben möglichen Typen ist.

[0111] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ 1 für B-Bilder ist, setzt Block **586** eine Bewegungsvektorprädiktionsvariable gleich der Variablen REG 16×16 FRM_P. Block **588** setzt die Variable REG 16×16 FRM_P dann gleich einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen (P), und die Routine von [Fig. 16](#) gibt dann die Bewegungsvektorprädiktion aus.

[0112] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ 2 für B-Bilder ist, setzt Block **590** eine Bewegungsvektorprädiktionsvariable gleich der Variablen REG 16×16 FRM_N. Block **592** setzt die Variable REG 16×16 FRM_N dann auf den Wert einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen (N), und die Routine von [Fig. 16](#) gibt die Bewegungsvektorprädiktion aus.

[0113] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ 3 für B-Bilder ist, setzt Block **594** eine erste Bewegungsvektorprädiktionsvariable auf den Wert der variablen REG 16×16 FRM_P. Block **596** setzt eine aktuelle Bewegungsvektorvariable (P) dann auf den Wert der Variablen REG 16×16 FRM_P.

[0114] Block **598** setzt eine zweite Bewegungsvektorprädiktionsvariable gleich der Variablen REG 16×16 FRM_N. Block **600** setzt dann den Wert von REG 16×16 FRM_N auf den Wert der aktuellen Bewegungsvektorvariablen (N), und die Routine von [Fig. 16](#) gibt die Bewegungsvektorprädiktionen aus.

[0115] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ 4 für B-Bilder ist, setzt Block **602** eine erste Bewegungsvektorprädiktionsvariable gleich der Variablen REG 16×8 FRM_P1. Block **604** verwandelt den Wert der Variablen REG 16×8 FRM_P1 in den Wert einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen (P1). Block **606** setzt eine zweite Bewegungsvektorprädiktionsvariable auf den Wert der Variablen REG 16×8 FRM_N2. Block **608** verwandelt den Wert der Variablen REG 16×8 FRM_N2 in den Wert einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen (N2), und die Routine von [Fig. 16](#) gibt die Bewegungsvektorprädiktionen aus.

[0116] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ 5 für B-Bilder ist, setzt Block **610** eine erste Bewegungsvektorprädiktionsvariable gleich der Variablen REG 16×8 FRM_N1. Block **612** verwandelt den Wert der Variablen REG 16×8 FRM_N1 in den Wert einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen (N1). Block **614** setzt den Wert einer zweiten Bewegungsvektorprädiktionsvariable gleich dem Wert der Variablen REG 16×8 FRM_P2. Block **616** verwandelt den Wert der Variablen REG 16×8 FRM_P2 dann in den Wert einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen (P2), und die Routine von [Fig. 16](#) gibt die Bewegungsvektorprädiktionen aus.

[0117] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ 6 für B-Bilder ist, setzt Block **618** den Wert einer ersten Bewegungsvektorprädiktionsvariablen auf den Wert der Variablen REG 16×8 FLD_P1. Block **620** verwandelt den Wert der Variablen REG 16×8 FLD_P1 dann in den Wert einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen (P1). Block **622** setzt den Wert einer zweiten Bewegungsvektorprädiktionsvariablen gleich dem Wert der Variablen REG 16×8 FLD_N2. Block **624** verwandelt den Wert der Variablen REG 16×8 FLD_N2 in den Wert

einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen (N2), und die Routine von **Fig. 16** gibt die Bewegungsvektorprädiktionen aus.

[0118] Wenn der Bewegungskompensationstyp der Typ 7 für B-Bilder ist, setzt Block **626** den Wert einer ersten Bewegungsvektorprädiktionsvariablen auf den Wert der Variablen REG 16×8 FLD_N1. Block **628** verwandelt den Wert der Variablen REG 16×8 FLD_N1 dann in den Wert, der gleich einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen (N1) ist. Block **630** setzt den Wert einer zweiten Bewegungsvektorprädiktionsvariablen gleich dem Wert der Variablen REG 16×8 FLD_P2. Block **632** verwandelt den Wert der Variablen REG 16×8 FLD_P2 dann in den Wert, der derselbe ist wie der einer aktuellen Bewegungsvektorvariablen (P2), und die Routine von **Fig. 16** gibt die Bewegungsvektorprädiktionen aus.

[0119] Wenn die Routine von **Fig. 16** bestimmt, daß der Bewegungskompensationstyp keiner der 7 zulässigen Typen ist, identifiziert die Routine von **Fig. 16** im Block **634** einen Fehlerzustand.

[0120] Es folgt eine Zusammenfassung der syntaktischen Einzelheiten dieses Beispiels der Erfindung:

Sequenz-Kopfteil:

- sequence_header_code
- horizontal_size
- vertical_size
- pel_aspect_ratio
- picture_rate
- bit_rate
- intra_frame_quantizer_matrix[64]
- intra_field_quantizer_matrix[64]
- nonintra_frame_quantizer_matrix[64]
- nonintra_field_quantizer_matrix[64]
- mscale [64]

Gruppe-von-Bildern-Schicht:

- group_start-code
- time_code
- closed_gop
- broken_link

Bildschicht:

- picture_start_code
- temporal_reference
- picture_coding_type
- full_pel_forward_vector (für P- und B-Bilder)
- forward_f (für P- und B-Bilder)
- full_pel_backward_vector (für B-Bilder)
- backward_f (für B-Bilder)

Slice-Schicht:

- slice_start_code
- quantization_parameter

Makroblock-Schicht bei intracodierten MBs:

- macroblock_type
- quantization_parameter (5 Bit)
- vlc_select (2 Bit)

Makroblock-Schicht bei prädiktiv codierten MBs:

- macroblock_type
- motion_horizontal_forward
- motion_vertical_forward
- macroblock_code_nocode (1 Bit)
- quantization_parameter (5 Bit, gesendet, wenn macroblock_code_nocode "1" ist)
- vlc_select (2 Bit, gesendet, wenn macroblock_code_nocode "1" ist)

Makroblock-Schicht bei bidirektional prädiktiv codierten MBs

- macroblock_type
- motion_horizontal_forward
- motion_vertical_forward
- motion_horizontal_backward
- motion_vertical_backward
- macroblock_code_nocode (1 Bit)
- mscale_addr (2 Bit, gesendet, wenn macroblock_code_nocode "1" ist)
- coded_block_pattern (gesendet, wenn macroblock_code_nocode "1" ist)

Blockschicht bei intracodierten MBs:

- dct_dc_size
- dct_dc_differential
- dct_coeff_next
- end_of_block (Codewort hängt von verwendetem Codebuch ab)

Blockschicht bei nicht-intracodierten MBs:

- dct_coeff_first
- dct_coeff_next
- end_of_block (bei P-Bildern hängt das Codewort von dem verwendeten Codebuch ab)

[0121] Die gesamte Menge von Makroblockbetriebsarten für alle drei Bildtypen ist in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgelistet.

TABELLE I

VLC-TABELLEN FÜR MAKROBLOCKTYPEN

`macroblock_type` in I-Bildern:

1	1	Intra, Einzelbildcode
2	01	Intra, Teilbildcode

`macroblock_type` in B-Bildern:

1	10	16x8	Einzelbild-MC, Einzelbildcode
2	11	16x8	Teilbild-MC, Einzelbildcode
3	01	16x16	Einzelbild-MC, Einzelbildcode
4	0010	16x8	Einzelbild-MC, Teilbildcode
5	0011	16x8	Teilbild-MC, Teilbildcode
6	0001	16x16	Einzelbild-MC, Teilbildcode
7	00001	Intra	, Teilbildcode
8	000001	Intra	, Einzelbildcode

`macroblock_type` in P-Bildern:

1	10	16x16	Einzelbild-MCbdr, Teilbildcode
2	11	16x16	Einzelbild-MCbdr, Einzelbildcode
3	010	16x16	Einzelbild-MCb, Einzelbildcode
4	011	16x16	Einzelbild-MCb, Teilbildcode
5	0010	16x16	Einzelbild-MCf, Teilbildcode
6	0011	16x16	Einzelbild-MCf, Einzelbildcode
7	00010	16x8	Einzelbild-MCbf, Einzelbildcode
8	00011	16x8	Teilbild-MCfb, Einzelbildcode
9	000010	16x8	Einzelbild-MCfb, Einzelbildcode
10	000011	16x8	Teilbild-MCbf, Einzelbildcode
11	0000010	16x8	Teilbild-MCfb, Teilbildcode
12	0000011	16x8	Einzelbild-MCbf, Teilbildcode
13	00000010	16x8	Teilbild-MCbf, Teilbildcode
14	00000011	16x8	Einzelbild-MCfb, Teilbildcode
15	000000010	Intra	, Einzelbildcode
16	000000011	Intra	, Teilbildcode

[0122] Bei einem vollautomatisierten Codierer mit einem Durchgang beträgt die durch den Codierungsvorgang entstehende Verzögerung 2 bis 3 Bildperioden. Die Verzögerung im Decodierer beträgt 1 bis 2 Bildperioden (wobei etwaige Nachverarbeitungsverzögerungen nicht mitgezählt werden). Der Codierer- und Decodiererpuffer führen jedoch eine signifikant größere Verzögerung von 0,5 Sekunden ein. Die Gesamtcodeverzögerung beträgt also 0,65 bis 0,7 Sekunden.

[0123] I-Bilder stellen etwa alle 0,4 Sekunden Zugangspunkte bereit. Beginnend mit dem I-Bild können die anderen Bilder in der GOP je nach Bedarf decodiert werden, um das gewünschte Bild aus dem Bitstrom zu erhalten.

[0124] Schnelles Vorspulen und Rückspulen freigegeben, indem man I-Bilder in regelmäßigen Abständen hat.

[0125] Die Grundmerkmale der vorliegenden Unterbreitung wurden mit allen syntaktischen Einzelheiten präsentiert.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Codierung digitaler Videosignale, umfassend:

einen Empfänger (**10**) zum Empfangen eines digitalen Videoeingangssignals, das eine Abfolge digitaler Repräsentationen in Bezug auf Bildelemente umfaßt, aus denen mindestens ein Einzelbild eines Videobildes besteht, wobei das Einzelbild mehrere verschachtelte Teilbilder umfaßt;

einen Codierer (**15A, 19, 23, 24, 23A, 38, 45**) mit mindestens zwei Codierungsbetriebsarten, wobei eine Betriebsart zum Codieren von Gruppen digitaler Repräsentationen in Bezug auf Einzelbilder von Bildelementen und eine andere Betriebsart zum Codieren von Gruppen digitaler Repräsentationen in Bezug auf verschachtelte Teilbilder in den Einzelbildern dient;

dadurch gekennzeichnet, daß

der Codierer eine Anzahl von Betriebsarten der Bewegungskompensation für das digitale Videoeingangssignal bereitstellt, wobei die Anzahl von Betriebsarten der Bewegungskompensation für mindestens eine Art von Bild mehrere Bewegungskompensationsbetriebsarten enthält, dergestalt, daß für Einzelbildcodierung und Teilbildcodierung verschiedene Bewegungskompensation bereitgestellt wird, wobei mindestens eine der mehreren Bewegungskompensationsbetriebsarten Bewegungskompensation durch Auftrennen eines Pixelmakroblocks in einen ersten Subblock und einen zweiten Subblock durchführt, an denen jeweils eine Bewegungskompensation dergestalt durchgeführt wird, daß dem ersten Subblock ein Bewegungsvektor und dem zweiten Subblock ein anderer Bewegungsvektor zugeordnet wird, sowie ein jeweiliges Bewegungskompensationstypsignal zum Identifizieren der bereitgestellten Bewegungskompensationsbetriebsart; und eine auf das digitale Videoeingangssignal reagierende Vorrichtung (**14**) zum Erzeugen eines Teilbild-/Einzelbildcodierungstypssignals, das den Codierer anweist, eine gewählte der Codierungsbetriebsarten, aber nicht beide, auszuführen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Teilbilder abwechselnde horizontale Abtastzeilen der Einzelbilder umfassen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, umfassend:

eine Vorrichtung (**38**) zum Erzeugen einer Schätzung des digitalen Videoeingangssignals;

eine auf das digitale Videoeingangssignal und die Schätzung des digitalen Videoeingangssignals reagierende Vorrichtung (**11**) zum Erzeugen eines Fehlersignals;

eine auf das Fehlersignal reagierende Schaltungsanordnung (**14, 15A, 16**) zum Bestimmen von Frequenzkoeffizienten des Fehlersignals;

einen Quantisierer (**19**) zum Quantisieren der Frequenzkoeffizienten;

einen Scanner (**23**) zum Scannen der quantisierten Frequenzkoeffizienten in einer vorbestimmten Reihenfolge, um eine Abfolge von Frequenzkoeffizientensignalen in der vorbestimmten Reihenfolge zu erzeugen; und einen auf die Abfolge von Frequenzkoeffizientensignalen reagierenden Codierer (**24**) mit variabler Wortlänge zum Erzeugen eines komprimierten Videosignalbitstroms;

wobei die Vorrichtung zum Erzeugen eines Teilbild-/Einzelbildcodierungstypssignals auf das digitale Videoeingangssignal vor der Komprimierung reagiert.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der die Vorrichtung (**14**) zum Erzeugen eines Teilbild-/Einzelbildcodierungstypssignals die durch den Scanner (**23**) produzierte vorbestimmte Reihenfolge steuert.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der die Vorrichtung (**14**) zum Erzeugen eines Teilbild-/Einzelbildcodierungstypssignals die Vorrichtung (**38**) zum Erzeugen einer Schätzung des digitalen Videoeingangssignals steuert.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der die Vorrichtung (**14**) zum Erzeugen eines Teilbild-/Einzelbildcodierungstypssignals den Quantisierer (**19**) steuert.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, bei der die Schätzung des digitalen Videoeingangssignals als Reaktion auf Bewegungsvektoren erzeugt wird, die durch einen Bewegungsschätzer (37) als Reaktion auf das digitale Videoeingangssignal und mindestens eine Repräsentation eines weiteren Videoeingangssignals bestimmt werden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der die Schätzung des digitalen Videoeingangssignals eine bewegungskompensierte Schätzung des digitalen Videoeingangssignals ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine bidirektionale Interpolationsbetriebsart der Bewegungskompensation eine der Anzahl von Betriebsarten der Bewegungskompensation für Einzelbildcodierung und/oder Teilbildcodierung ist.

10. Vorrichtung zur Decodierung eines komprimierten digitalen Videosignals, umfassend:
einen Empfänger (50, 52) zum Empfangen des Signals, das einen komprimierten digitalen Videobitstrom repräsentiert; und

einen auf ein aus dem empfangenen Signal wiederhergestelltes Codierungstyps signal reagierenden Decodierer (92, 94, 100, 100A, 100B, 100C, 100E, 74) zum Decodieren von Teilbildern oder Einzelbildern als Funktion eines Werts des Codierungstyps signals zum Entwickeln eines decodierten Signals;
dadurch gekennzeichnet, daß

der Decodierer auf ein aus dem empfangenen Signal wiederhergestelltes Bewegungskompensationstyps signal reagiert, um selektiv und adaptiv eine bewegungskompensierte Decodierung des komprimierten digitalen Videobitstroms durchzuführen, wobei für mindestens entweder die Verwendung der Einzelbildcodierungstechnik oder die Teilbildcodierungstechnik mindestens eine Bewegungskompensationsbetriebsart Bewegungskompensation durch Auf trennen eines Pixelmakroblocks in einen ersten Subblock und einen zweiten Subblock durchführt, die jeweils separat kompensiert werden, dergestalt, daß dem ersten Subblock ein Bewegungsvektor und dem zweiten Subblock ein anderer Bewegungsvektor zugeordnet wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der der Decodierer einen auf das Codierungstyps signal reagierenden adaptiven Invers-Scanner (64) umfaßt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der der Decodierer folgendes umfaßt:
eine auf das Bewegungskompensationstyps signal reagierende und selektiv auf Einzelbildbewegungsvektoren und Teilbildbewegungsvektoren reagierende Vorrichtung (100) zum Erzeugen einer adaptiven bewegungskompensierten Schätzung eines decodierten Videosignals;

eine auf den komprimierten digitalen Videobitstrom reagierende Vorrichtung (54, 64, 66, 72, 72A) zum Erzeugen eines Fehlersignals der decodierten Schätzung; und

eine auf die adaptive bewegungskompensierte Schätzung und das Schätzungsfehlersignal reagierende Vorrichtung (74) zum Erzeugen eines decodierten Videosignals.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der der Decodierer eine auf das Codierungstyps signal reagierende Vorrichtung (66) zum adaptiven Entquantisieren des komprimierten digitalen Videobitstroms umfaßt.

14. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der der Decodierer folgendes umfaßt:
einen Empfänger (50, 52) zum Empfangen eines komprimierten digitalen Videosignals, das mindestens eine DC-Koeffizientenrepräsentation in Bezug auf das Videosignal umfaßt;
eine Vorrichtung (60) zum Erzeugen eines geschätzten DC-Koeffizienten als Reaktion auf das Codierungstyps signal; und
eine Vorrichtung (58) zum Erzeugen eines decodierten DC-Koeffizienten signals als Reaktion auf die DC-Koeffizientenrepräsentation und den geschätzten DC-Koeffizienten.

Es folgen 20 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1 A

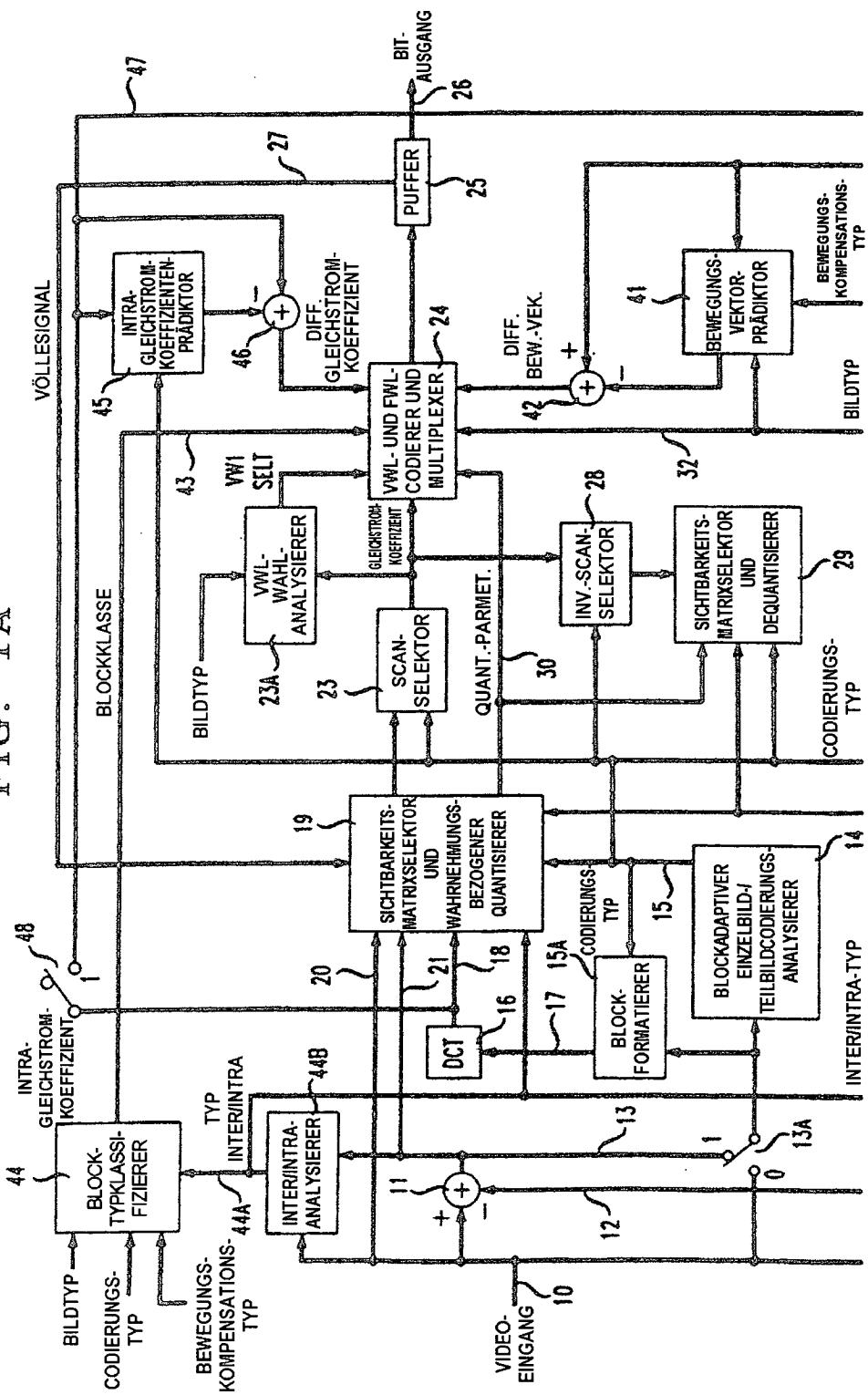


FIG. 1B

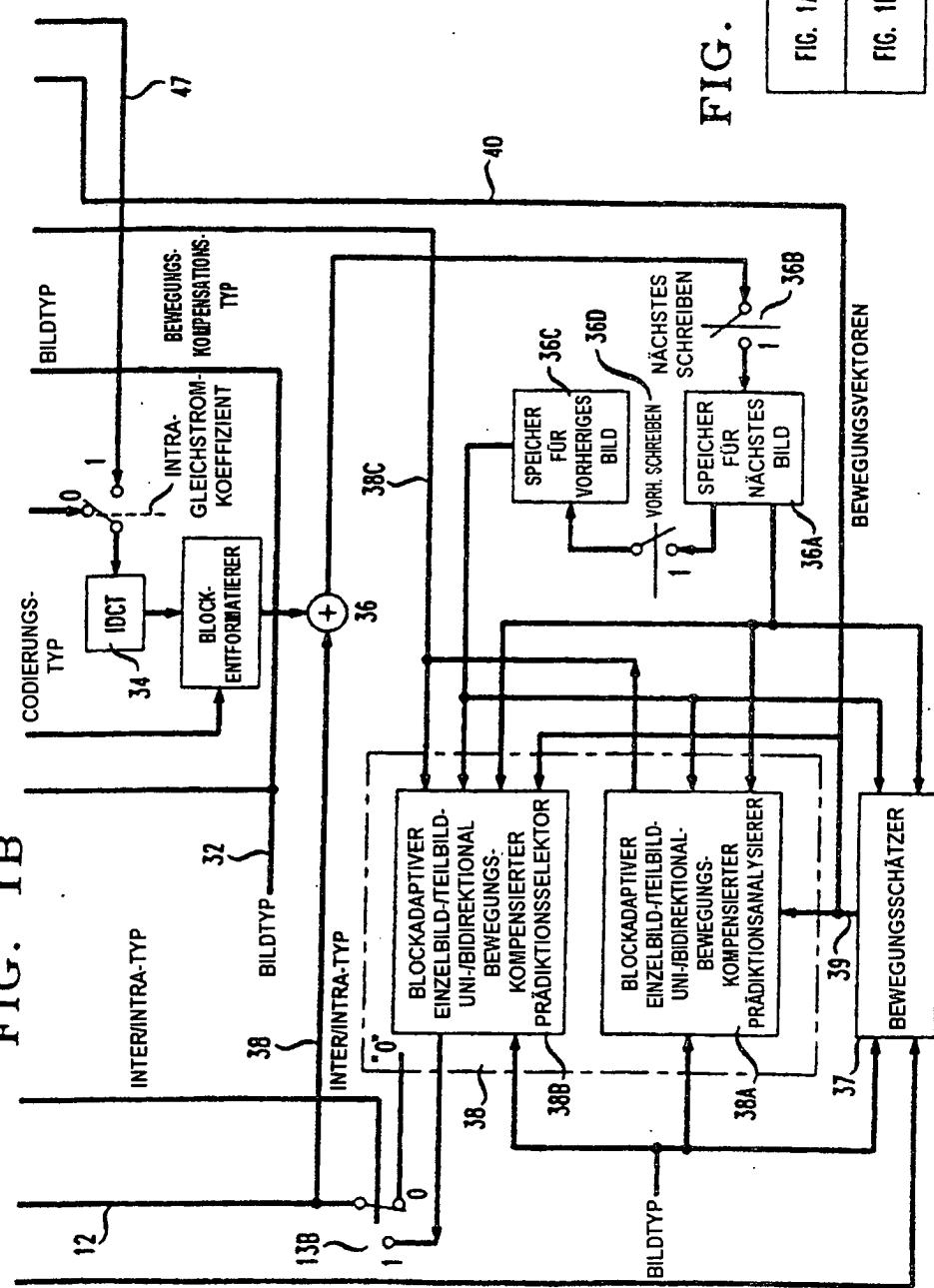


FIG. 1C

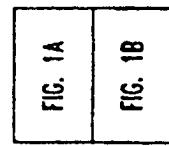


FIG. 1A

FIG. 1B

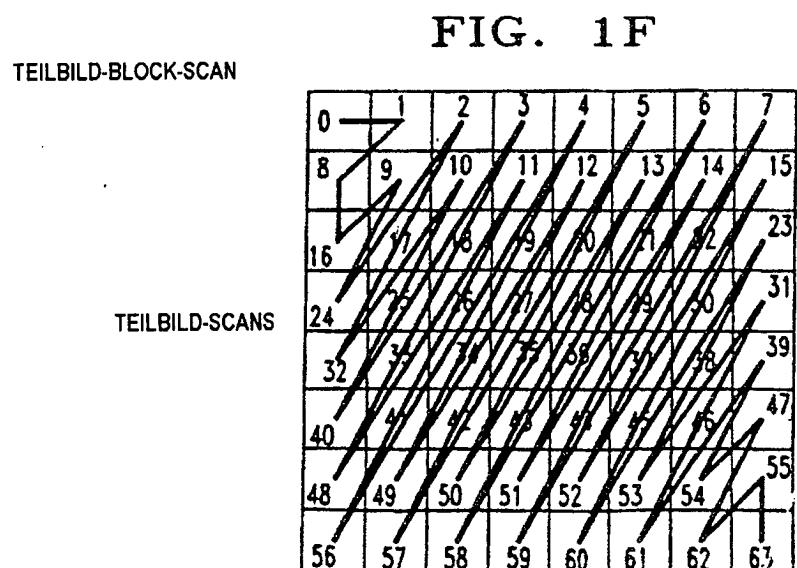
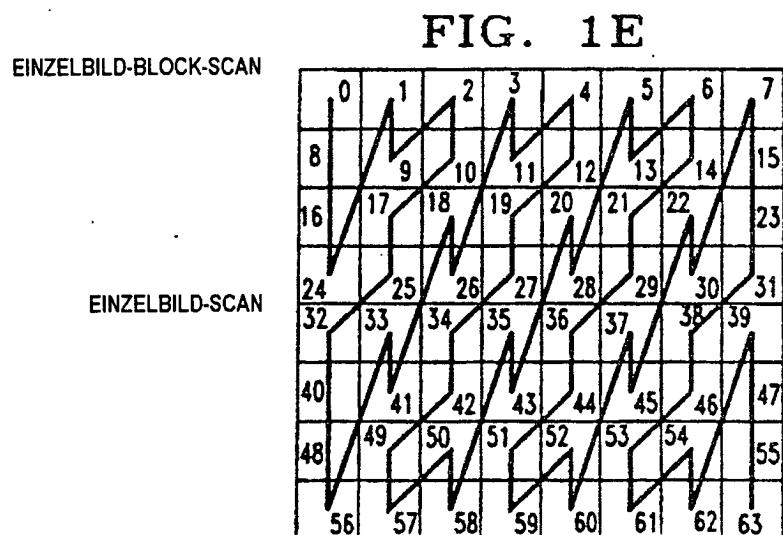
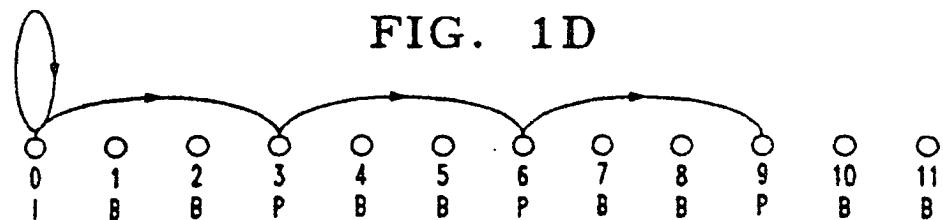


FIG. 1G

LÄNGEN DER INTRA-VLC NR. 1 (EOB = 2 BIT)
PEGEL (ABSOLUTWERT)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	3	4	5	6	6	7	8	8	9	9	9	11	11	11
1	5	7	9	11										
2	6	9												
3	7	11												
L	4	7												
A	5	8												
U	6	8												
F	7	9												
	8	9												
	9	9												
	10	11												
	11	11												
	12	13												

FIG. 1H

LÄNGEN DER INTRA-VLC NR. 2 (EOB = 2 BIT)
PEGEL (ABSOLUTWERT)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	3	5	6	7	9	9	11	11						
1	4	6	9	11										
2	5	8	11											
3	6	9												
4	7	11												
5	7	11												
L	6	7												
A	7	8												
U	8	8												
F	9	8												
	10	9												
	11	9												
	12	9												
	13	9												
	14	11												
	15	11												

FIG. 1I

LÄNGEN DER INTRA-VLC NR. 3 (EOB = 3 BIT)
PEGEL (ABSOLUTWERT)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	3	4	4	6	6	7	8	8	9	9	9	11	11	11
1	4	7	9	11										
2	6	9												
3	7	11												
L	4	7												
A	5	8												
U	6	8												
F	7	9												
	8	9												
	9	9												
	10	11												
	11	11												
	12	13												

FIG. 1J

LÄNGEN DER INTRA-VLC NR. 4 (EOB = 4 BIT)
PEGEL (ABSOLUTWERT)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	3	3	5	6	6	7	8	8	9	9	9	11	11	11
1	4	7	9	11										
2	6	9												
3	7	11												
L	4	7												
A	5	8												
U	6	8												
F	7	9												
	8	9												
	9	9												
	10	11												
	11	11												
	12	13												

FIG. 1K

LÄNGE VON PRÄD. VLC NR. 1 (EOB = 2 BIT)
PEGEL (ABSOLUTWERT)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	3	5	6	7	9	9	11	11						
1	4	6	9	11										
2	5	8	11											
3	6	9												
4	7	11												
5	7	11												
L	6	7												
A	7	8												
U	8	8												
F	9	8												
	10	9												
	11	9												
	12	9												
	13	9												
	14	11												
	15	11												

FIG. 1L

LÄNGE VON PRÄD. VLC NR. 2 (EOB = 2 BIT)
PEGEL (ABSOLUTWERT)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	3	4	5	6	6	7	8	8	9	9	9	11	11	11
1	5	7	9	11										
2	6	9												
3	7	11												
L	4	7												
A	5	8												
U	6	8												
F	7	9												
	8	9												
	9	9												
	10	11												
	11	11												
	12	13												

FIG. 1M

LÄNGE VON PRÄD. VLC NR. 3 (EOB = 3 BIT)
PEGEL (ABSOLUTWERT)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	3	4	6	7	9	9	11	11						
1	4	6	9	11										
2	4	8	11											
3	6	9												
4	7	11												
5	7	11												
L	6	7												
A	7	8												
U	8	8												
F	9	8												
	10	9												
	11	9												
	12	9												
	13	9												
	14	11												
	15	11												

FIG. 1N

LÄNGE VON PRÄD. VLC NR. 4 (EOB = 4 BIT)
PEGEL (ABSOLUTWERT)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	3	4	6	7	9	9	11	11						
1	3	6	9	11										
2	5	8	11											
3	6	9												
4	7	11												
5	7	11												
L	6	7												
A	7	8												
U	8	8												
F	9	8												
	10	9												
	11	9												
	12	9												
	13	9												
	14	11												
	15	11												

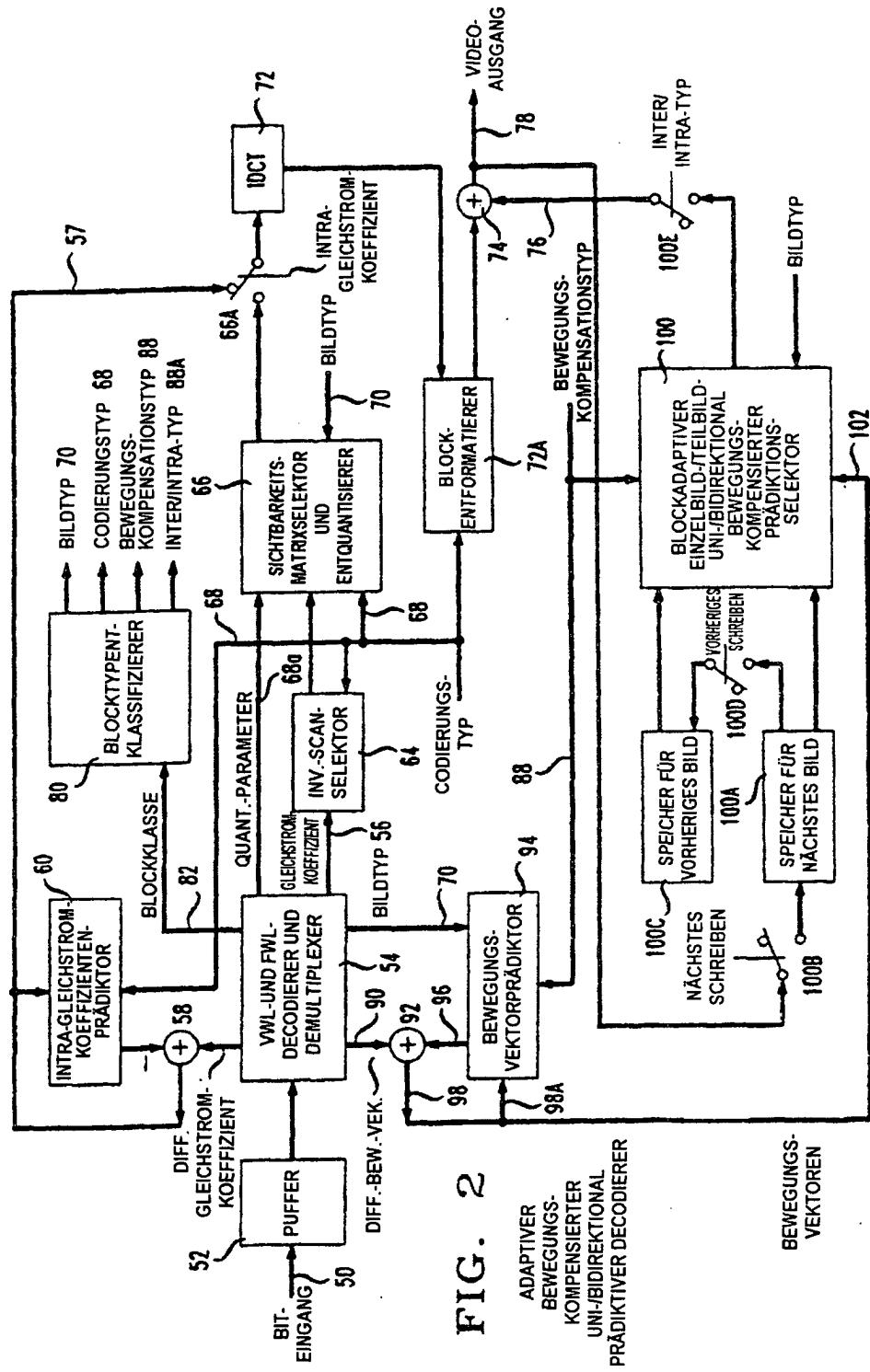


FIG. 3

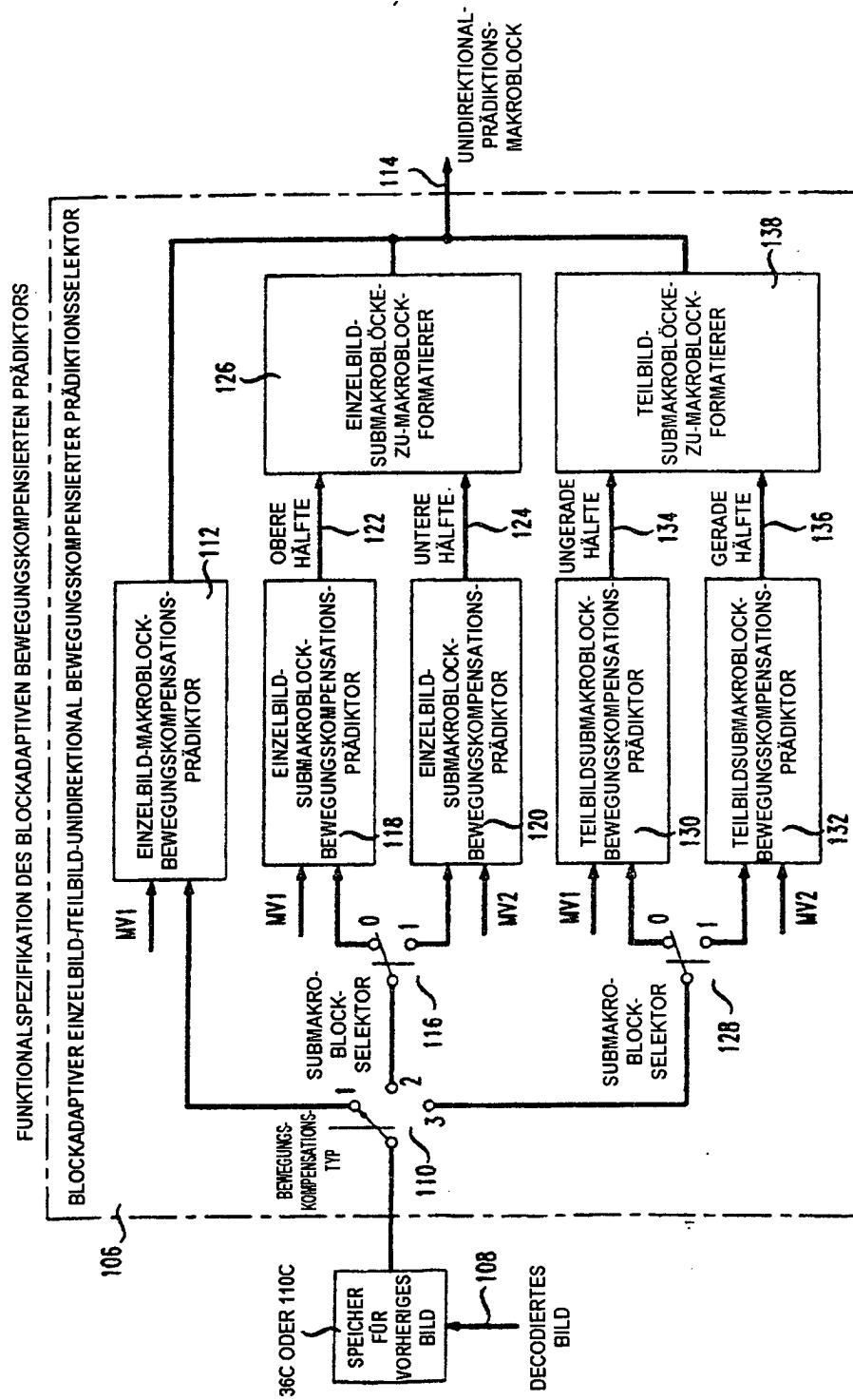
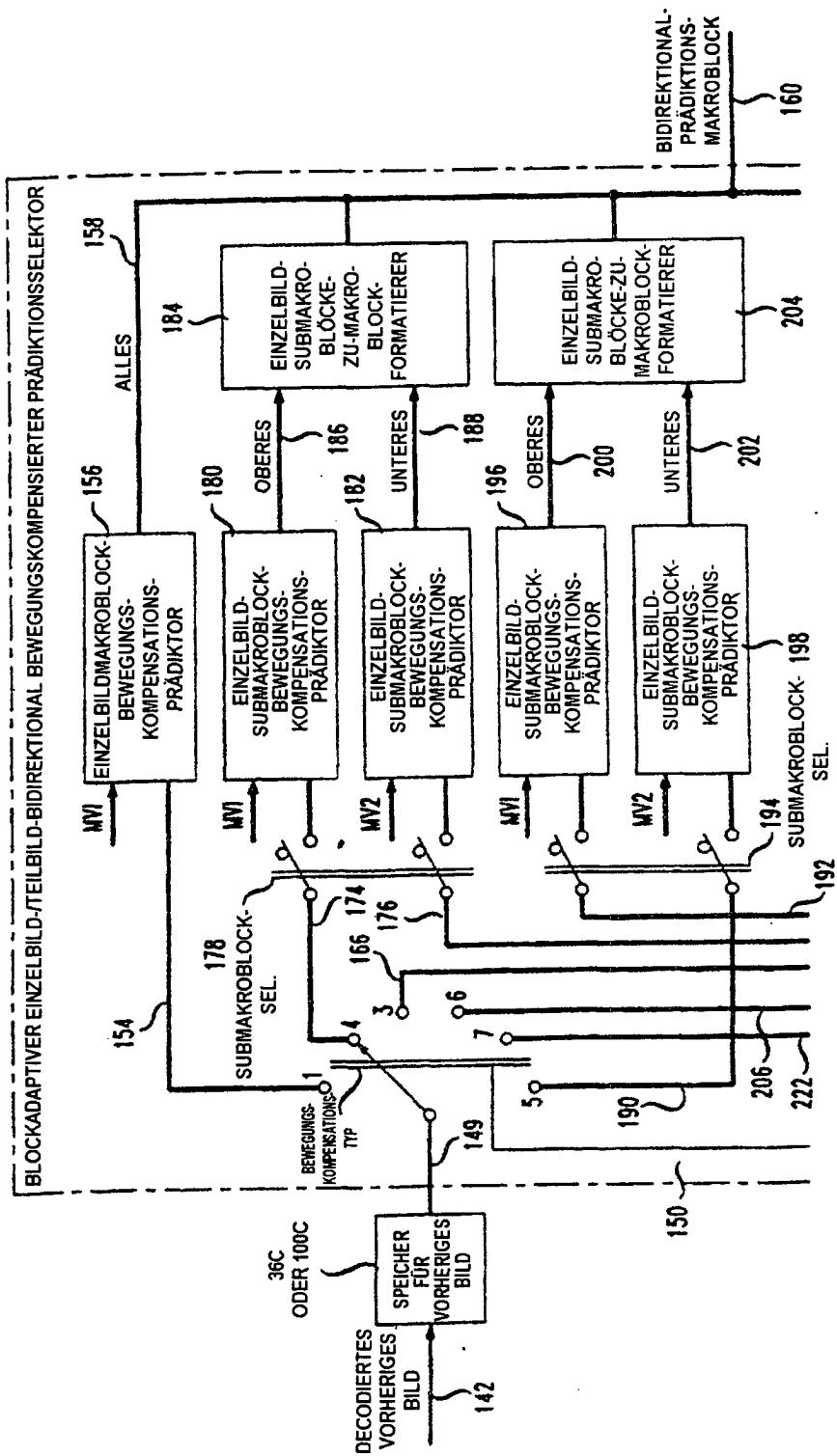


FIG. 4 A
FUNKTIONALSPEZIFIKATION DES BLOCKADAPTIVEN BEWEGUNGSKOMPENSIERTEN BIDIREKTIONALEN PRÄDIKTORS



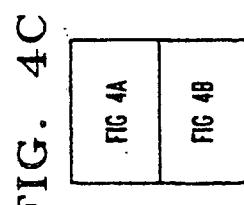
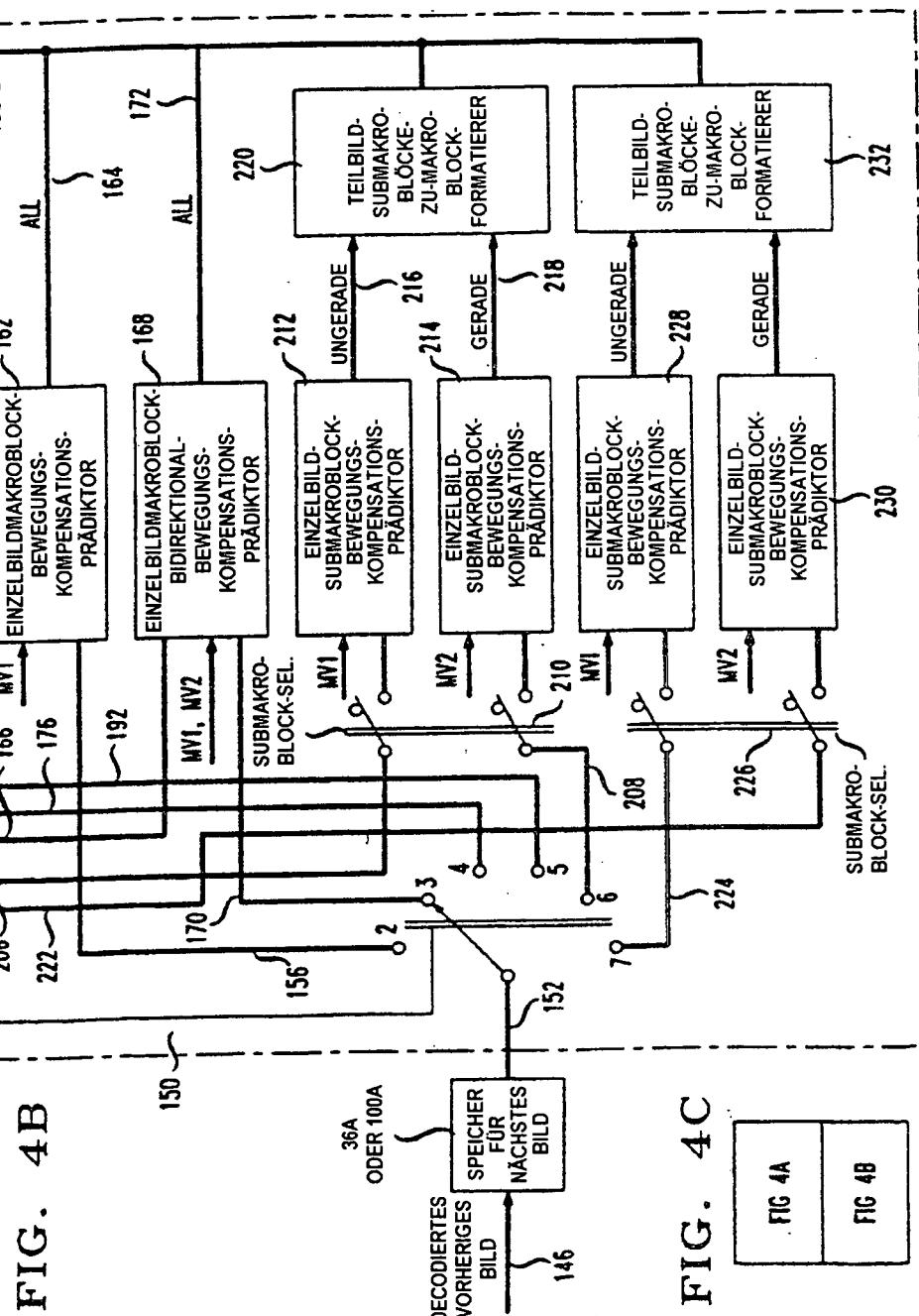


FIG. 5

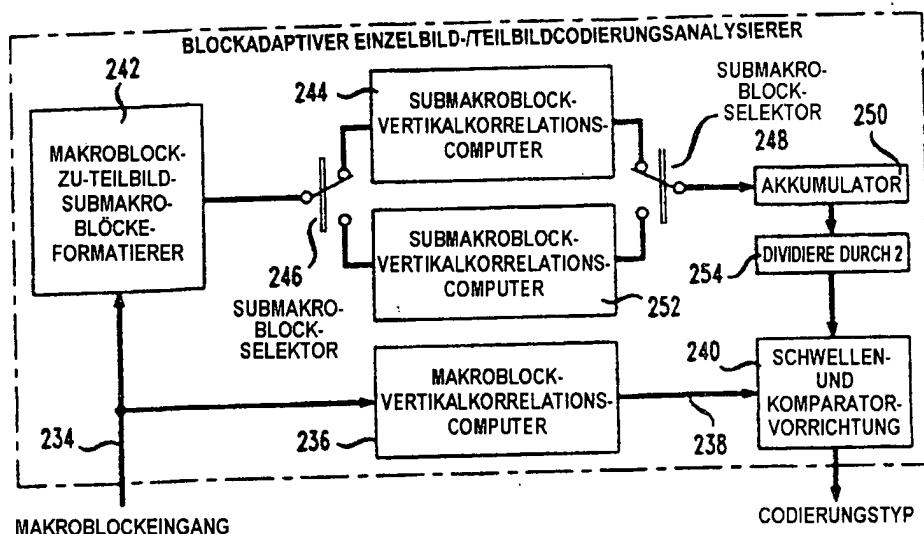


FIG. 6

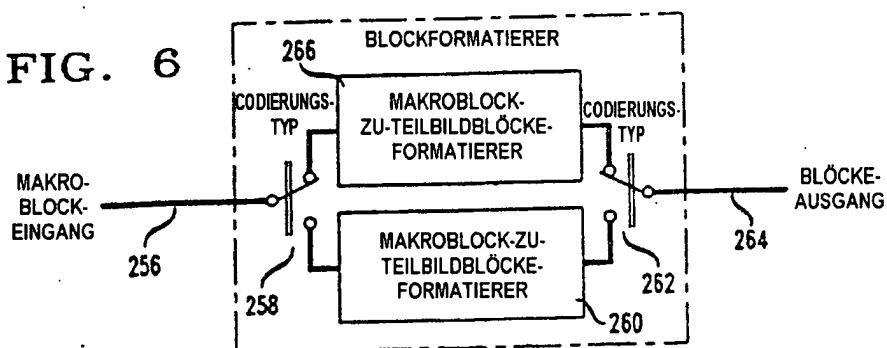


FIG. 7

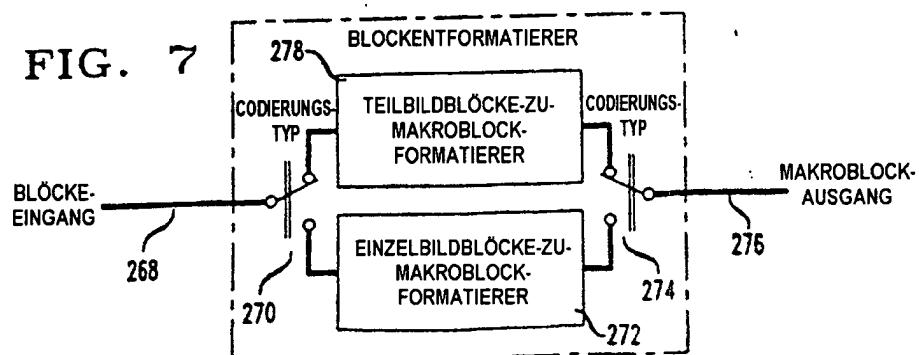


FIG. 8

FLUSSDIAGRAMM FÜR INTRA-GLEICHSTROMPRÄDIKTION

```

    280
    |
    QNT_INDEX = DC_COEFF / DC_STEP_SIZE
    |
    47
  
```

```

    284
    |
    IST ES ERSTER MAKROBLOCK
    IN SLICE ODER VORHERIGER
    MAKROBLOCK NICHT INTRA?
    |
    JA
  
```

```

    286
    |
    BLOCK-INDEX 0?
    |
    JA
  
```

```

    296
    |
    BLOCK-INDEX 1?
    |
    JA
  
```

```

    298
    |
    DC_PRED_TOP = 128
    |
    288
  
```

```

    302
    |
    DC_PRED = DC_PRED_TOP
    |
    308
  
```

```

    310
    |
    DC_PRED = DC_PRED_TOP
    |
    314
  
```

```

    312
    |
    DC_PRED = DC_PRED_TOP
    |
    316
  
```

```

    318
    |
    DC_PRED = DC_PRED_TOP
    |
    320
  
```

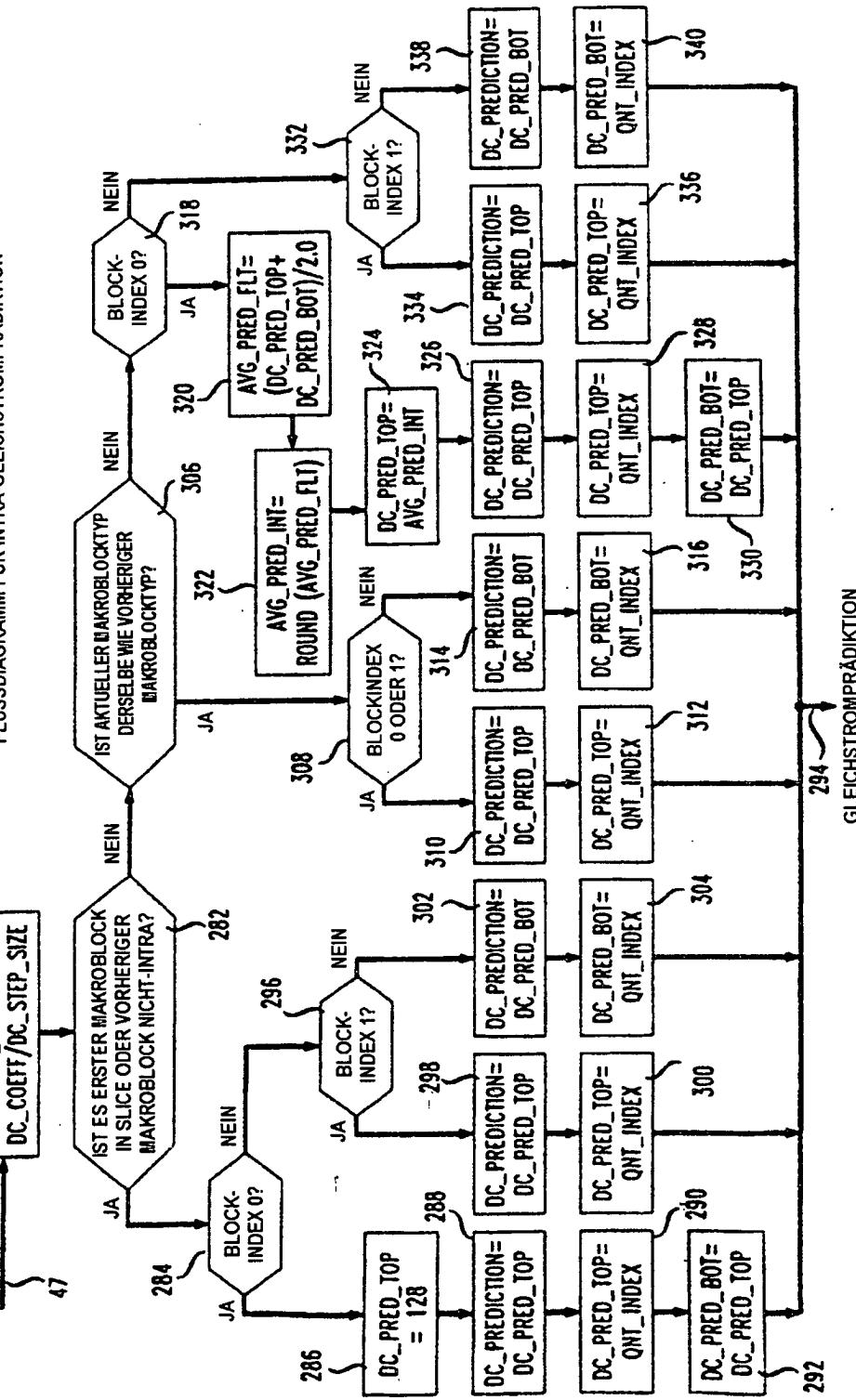


FIG. 9

BEISPIEL: MAKROBLOCKADAPTIVE EINZELBILD-/TEILBILDGLEICHSTROMPRÄDIKTION

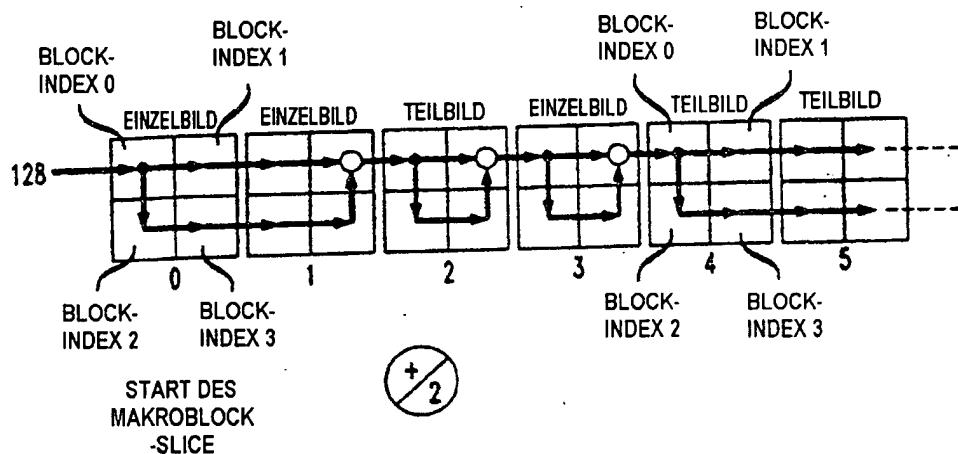


FIG. 12

DECODIERUNG, MSCALE FÜR B-BILDER

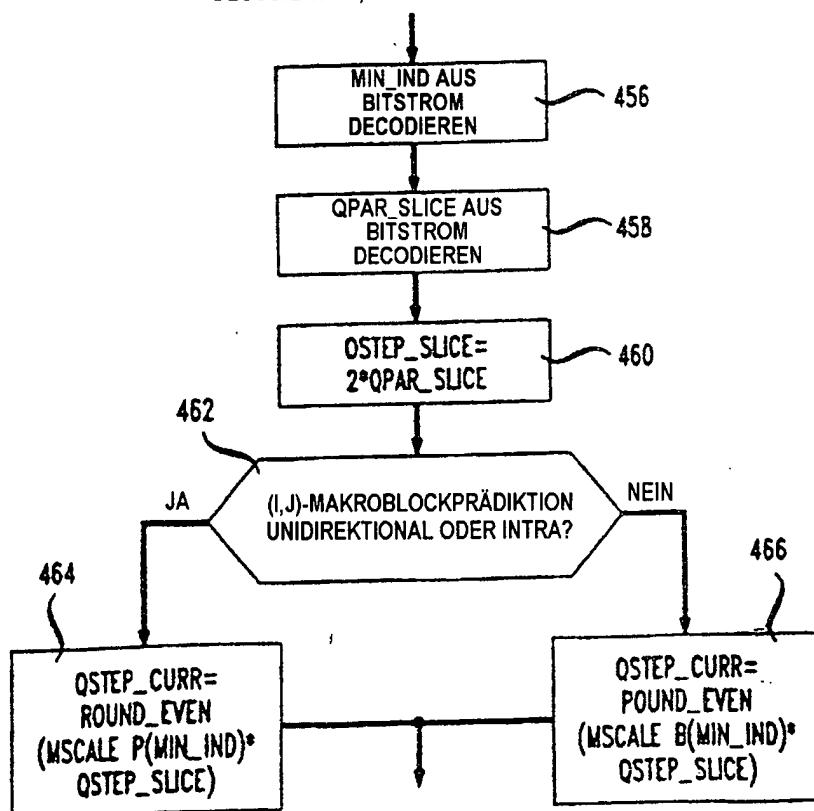


FIG. 10

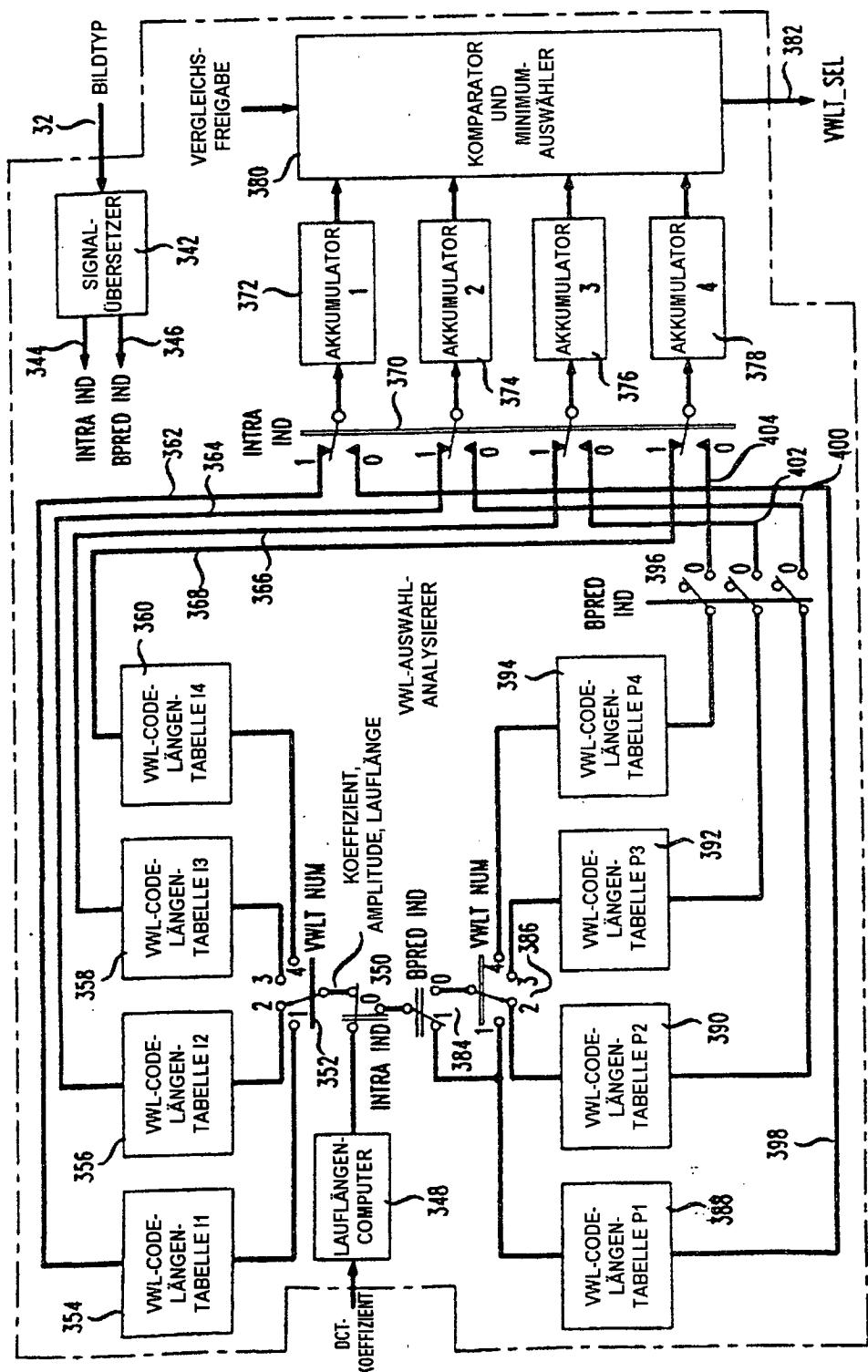


FIG. 11

CODIERUNG, MSCALE FÜR B-BILDER

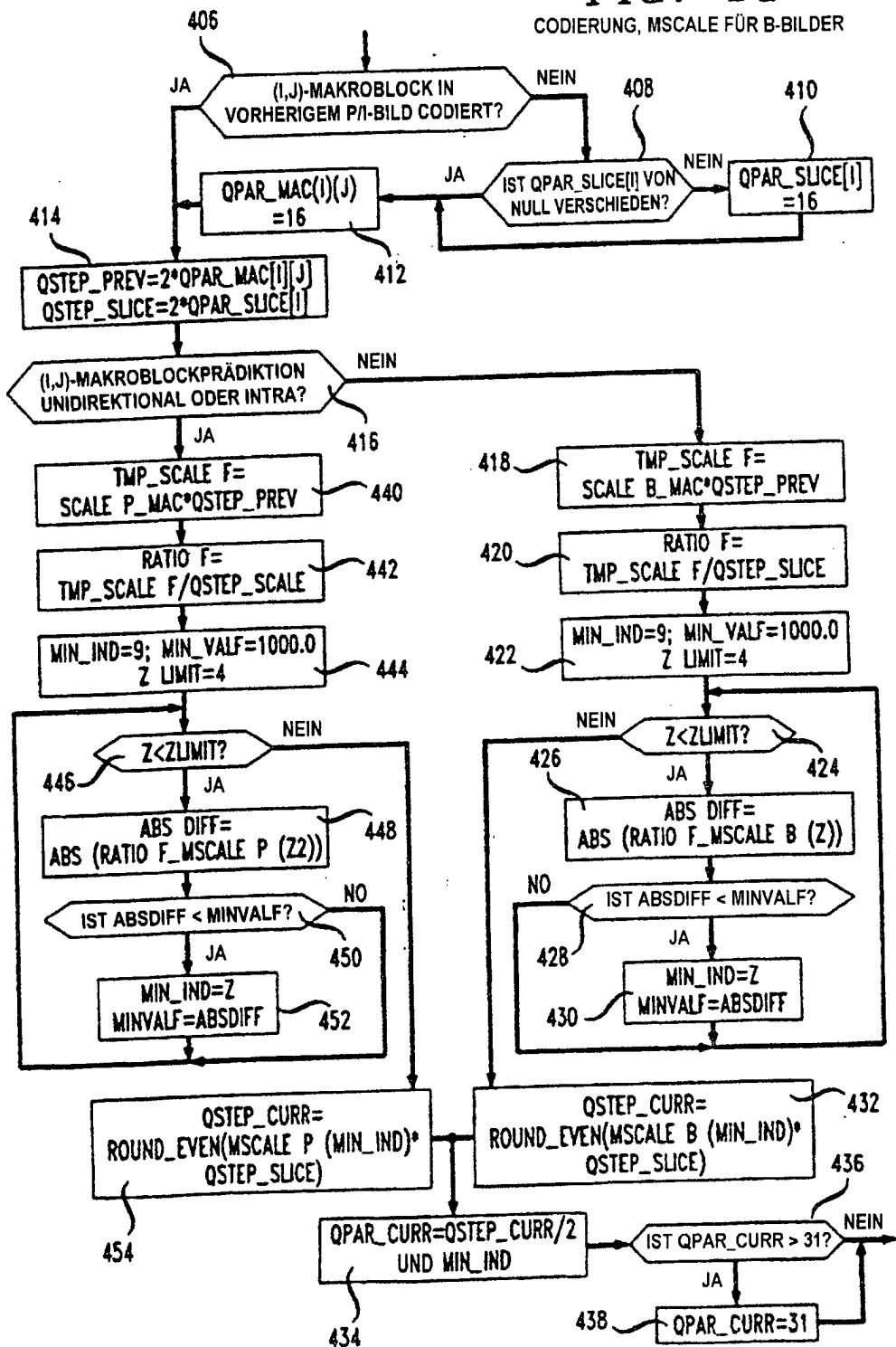


FIG. 13

SICHTBARKEITSMATRIXSELEKTOR

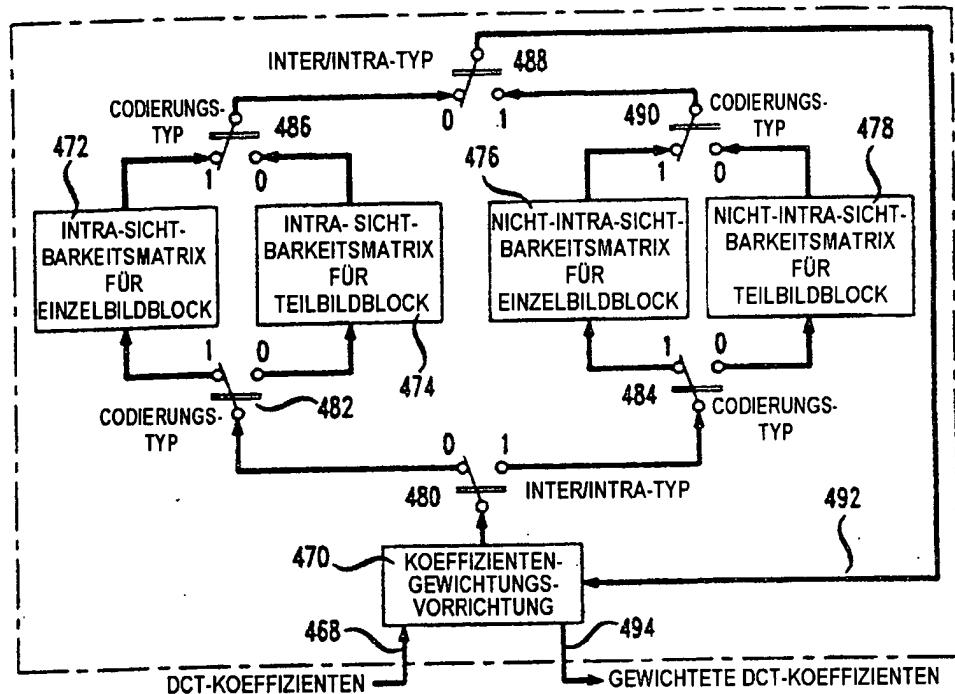


FIG. 14

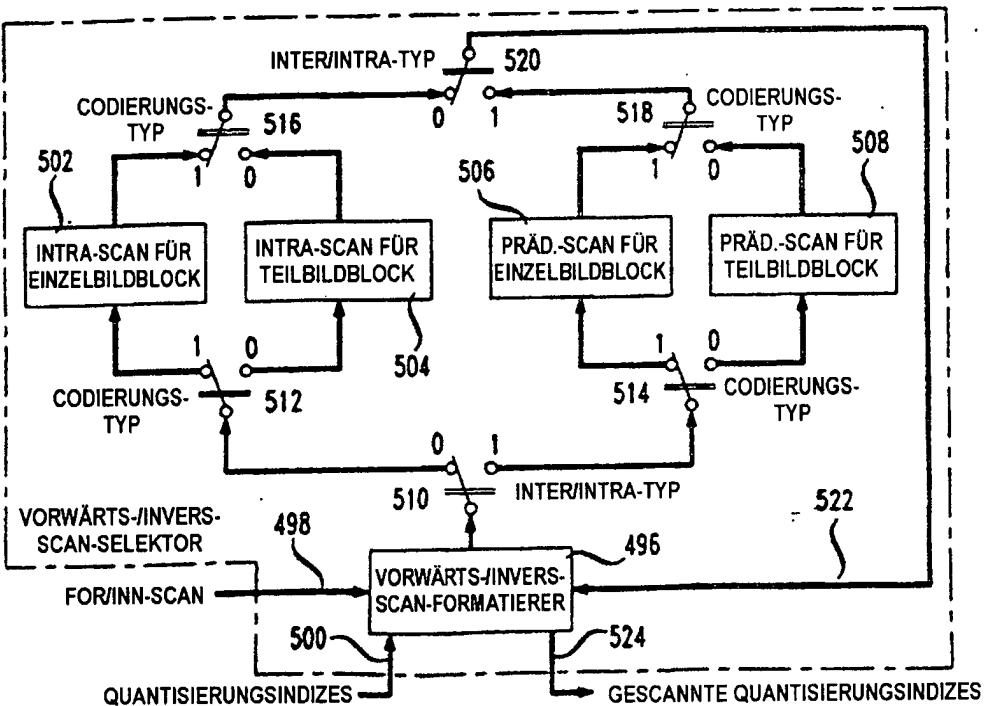


FIG. 15

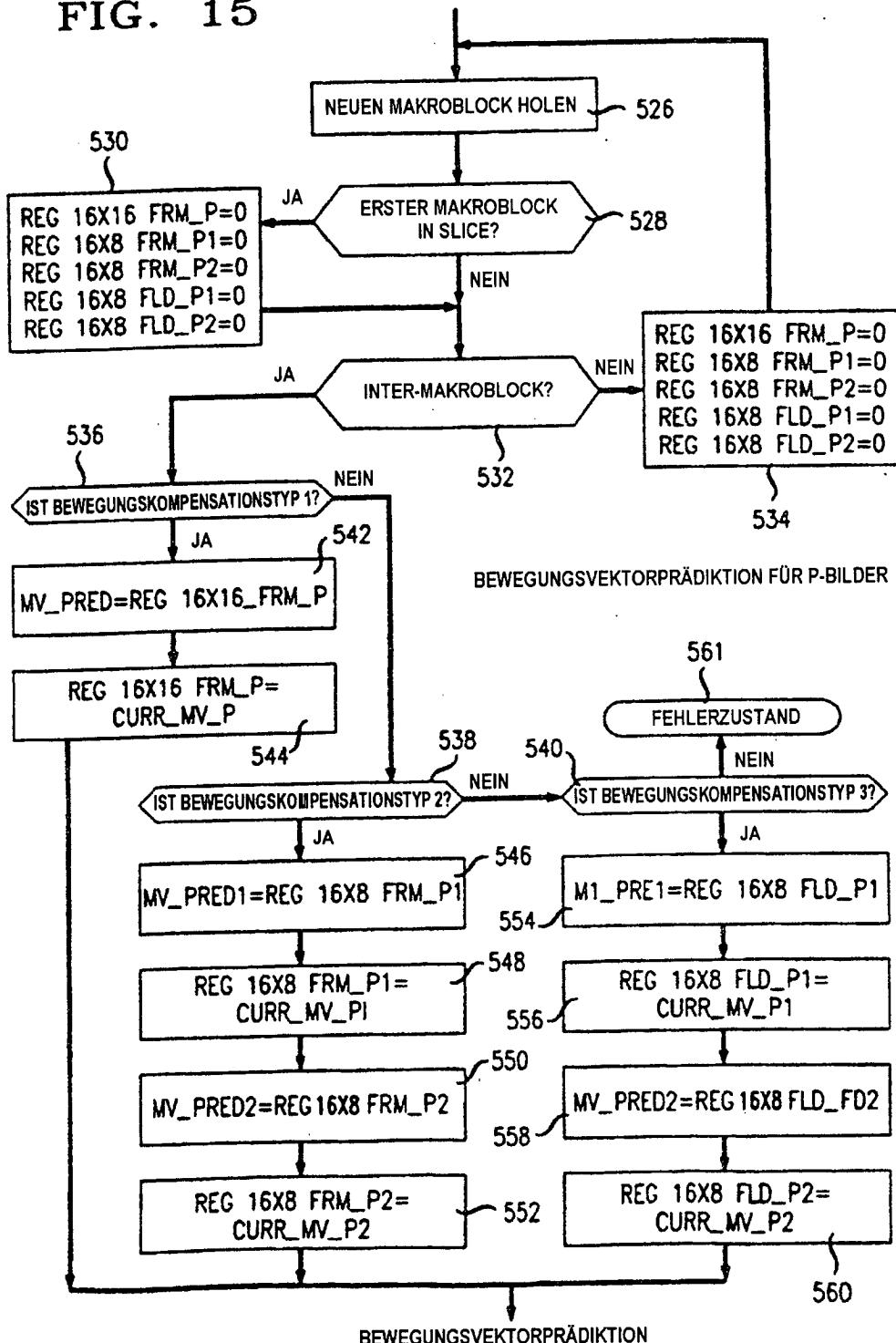


FIG. 16A

BEWEGUNGSVEKTORPRÄDIKTION FÜR B-BILDER

