



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 32 404 T2 2004.07.08**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 712 255 B1**

(51) Int Cl.⁷: **H04N 9/804**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 32 404.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 307 098.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **06.10.1995**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **15.05.1996**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **07.01.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.07.2004**

(30) Unionspriorität:

9429595 11.11.1994 KR

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(73) Patentinhaber:

**Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon, Kyonggi,
KR**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, NL

(72) Erfinder:

Tae-Eung, Kim, Suwon-City, Kyungki-do, KR

(54) Bezeichnung: **Fehlerkorrekturcode- Kodier- und Dekodierverfahren zur Aufnahme und Wiedergabe von digitalen Fernsehdaten**

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 eingelegt, 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 Erfindung betrifft das Aufzeichnen und Wiedergeben digitaler Videodaten und insbesondere, obwohl nicht ausschließlich, das Aufzeichnen und Wiedergeben eines ATV-Signals (advanced television signal ATV).

[0002] Bekannt ist ein digitales Videokassettenabspielgerät (digital videocassette recorder/player DV-CR) zum universellen Aufzeichnen eines ATV-Signals in Form von Videodaten und zum Wiedergeben des ATV-Signals aus den aufgezeichneten digitalen Videodaten. Insbesondere im Fall eines standardisierten Videokassettenaufzeichnungsgerätes (standard-definition videocassette recorder SD-VCR) zum Aufzeichnen und Wiedergeben des ATV-Signals entwickelte sich die Forschung hin zu verbesserten Aufzeichnungsformaten für eine spezielle Wiedergabe, die eine hohe Bildqualität ermöglichen und bestimmten preislichen Anforderungen genügen. Das dem SD-VCR-Gerät zugeführte ATV-Signal umfasst ein Transportpaket mit einer von der Moving Picture Experts Group (MPEG) empfohlenen MPEG-2-Struktur.

[0003] Das herkömmliche SD-VCR-Signal besteht aus Intrarahmencodierungsdaten mit einer zweidimensionalen ECC-Struktur (error correction code ECC). Der üblicherweise für die Fehlerkorrekturcodierung verwendete Code ist ein zweidimensionaler abgewandelter RS-Code (Reed-Solomon-Code). Zum Zwecke des Verständnisses der zweidimensionalen Innenfehlerkorrekturcodierung werden die Datenbytes per Konvention als in Reihen und in Spalten angeordnet betrachtet, wobei jede Reihe von Bytes in Reihenrichtung und jede Spalte von Bytes in Spaltenrichtung verläuft. Der in Reihenrichtung verlaufende und Innencode genannte SD-VCR-Fehlerkorrekturcode für ein digitales Video ist von einem Typ, der mit (85, 8) bezeichnet wird, bei dem 8 Byte von 85 Byte pro digitaler Videoreihe zum Bereitstellen einer Reihenparitätsinformation verwendet werden. Der in Spaltenrichtung verlaufende und Außencode genannte SD-VCR-Fehlerkorrekturcode für ein digitales Video ist von einem Typ, der mit (149, 11) bezeichnet wird, bei dem 11 Byte von 149 Byte pro digitaler Videospalte zur Bereitstellung einer Spaltenparitätsinformation verwendet werden.

[0004] Während des Aufzeichnungsvorgangs wird, nachdem die Außenfehlerkorrekturcodierung durch Anhängen von 11 Byte der Außenparität an den 138-Byte-Außencode in Spaltenrichtung erfolgt ist, die Innenfehlerkorrekturcodierung durch Anhängen von 8 Byte der Innenparität an den 77-Byte-Innencode in Reihenrichtung vorgenommen. Die Aufzeichnung erfolgt Reihe für Reihe, wobei Datensynchronisationsblock auf Datensynchronisationsblock folgt. Die Daten werden entsprechend dem SD-VCR-Standard unter Verwendung einer 24/25-Modulation aufgezeichnet, bei der dem Anfang jedes 3-Bit-Datenwortes ein Extrabit hinzugefügt wird, und das Ergebnis einer verschachtelten

I-NRZI-Modulation (non-return to zero, invert on ONES I-NRZI) unterzogen wird. Die 3 Byte jedes Datenwortes werden vor der verschachtelten I-NRZI-Modulation entsprechend standardisierter Muster ausgehend von den der Aufzeichnung unterzogenen Bytes verwürfelt. Das während des Aufzeichnens verwendete spezielle Datenmodulationsschema ist für die hier offenbarte Erfindung nicht wesentlich. Während des Wiedergabevorgangs erfolgt nach der Rückgewinnung der der Aufzeichnung unterzogenen Bytes zunächst die Innenfehlerkorrekturdecodierung in Reihenrichtung. Nachdem der Fehler für maximal 4 Byte von 85 Byte korrigiert ist, wird an jeden korrigierten Synchronisationsblock ein Fehlermerker angehängt. Sodann erfolgt die Außenfehlerkorrekturdecodierung in Spaltenrichtung zum Korrigieren der unkorrigierten Synchronisationsblöcke bis maximal 11 Byte von 149 Byte, indem der Fehlermerker beim Vorgang zur Identifizierung derjenigen Synchronisationsblöcke ausgewertet wird, die einer Korrektur zu unterziehen sind.

[0005] Jeder Rahmen (frame) des SD-VCR-Signals ist in fünf Segmente unterteilt, von denen jedes die gleiche Anzahl von Makroblöcken enthält. Mit Blick auf die bei der Aufzeichnung aufgenommene ursprüngliche Videoinformation enthält jeder Makroblock eine 4-Block-Sektion der Luminanzkomponente und zwei räumlich entsprechende Sektionen der Chrominanzkomponenten. Jede Sektion der entsprechenden Chrominanzkomponente enthält in Abhängigkeit von der relativen räumlichen Auflösung der Luminanz- und Chrominanzinformation in verschiedenen Typen von Makroblöcken einen, zwei oder vier Blöcke, die jeweils als 4:2:0-Typ, 4:2:2-Typ und 4:4:4-Typ bezeichnet werden. Jeder Datenblock ist ein quadratisches Feld von Bildelementabtastungen mit acht Reihen und acht Spalten. Der Begriff „Block“ wird zudem verwendet, um den durch das Codieren der diskreten Kosinustransformation (discrete cosine transform DCT) des quadratischen Feldes von Bildelementabtastungen erzeugten Code zu bezeichnen. Der Begriff „Makroblock“ wird zudem verwendet, um den durch das Codieren der diskreten Kosinustransformationen (DCTs) der Blöcke innerhalb des Makroblocks der bei der Aufzeichnung aufgenommenen ursprünglichen Videoinformation erzeugten Code zu bezeichnen.

[0006] Normalabspieldaten und Trickabspieldaten werden innerhalb der entsprechenden Segmente des Videoabschnittes jeder Spur auf dem Band mit SD-VCR-Format aufgezeichnet. Zur Verringerung der Länge des Segmentes der Spuraufzeichnungstrickabspielinformation sind die Trickabspielmakroblöcke von 4:2:0-Typ. Das Codieren der Trickabspieldaten ist der Natur nach ein reines Intrarahmencodieren, wobei jeder Rahmen unabhängig von den anderen Rahmen unter Verwendung der DCT-Codierung codiert wird, und die Rahmenrate ein Sechzehntel der für Normalabspieldaten verwendeten beträgt. Üblicherweise sind an der Codierung der Trickab-

spieldaten weniger DCT-Koeffizienten beteiligt, als dies bei der Codierung der Normalabspieldaten der Fall ist, wobei die Codierung der Natur nach von fester Länge ist. Beim Codieren der Trickabspielinformation erfolgt kein Überspringen von Makroblöcken. Eine Einheit aus fünf Makroblöcken von Code, gebildet aus einem Makroblock von Code aus jedem Segment des SD-VCR-Signalrahmens, wird in einer vorgegebenen Position in dem Trickabspielsegment der Spur auf dem Aufzeichnungsband angeordnet. Die Anzahl der Bits pro Einheit von fünf Makroblöcken von Code ist fest und passt in ein Synchronisierungswort.

[0007] Demgegenüber enthält das ATV-Signal meistens interrahmencodierte Daten, die in einer durch den MPEG-2-Standard spezifizierten Struktur zwischen gelegentlichen intrarahmencodierten Daten eingestreut sind. Diese Struktur enthält Gruppen interrahmencodierter Daten, die jeweils ausgewählte I-Videorahmen beschreiben, wobei die Videorahmen ohne Rückgriff auf Informationen aus anderen Videorahmen unabhängig codiert sind; P-Datenrahmen-Codierungsdifferenzen der jeweiligen Videorahmen von Videorahmen, die aus dem vorhergehenden Intrarahmen von Vorhersagerahmendaten unter Einsatz eines Bewegungsausgleichs zwischen benachbarten Videorahmen vorhergesagt sind; und B-Datenrahmen-Codierungsdifferenzen der jeweiligen Videorahmen, die bidirektional aus den vorhergehenden Intra- oder Vorhersagerahmendaten und den nachfolgenden Intra- oder Vorhersagerahmendaten unter Einsatz eines Bewegungsausgleichs zwischen benachbarten Videorahmen vorhergesagt sind. So ist beispielsweise jeder Zyklus des sich wiederholenden Rahmenmusters gleich I-B-B-P-B-B-P-B-B-P-B-B-P-B-B für eine 16-Rahmen-GOP (Bilderguppe, group of pictures GOP). Wird der Fehler bei Vorwärtsvorhersage aufgrund eines Szenenwechsels in der 16-Rahmen-GOP übermäßig groß, so kann eine Unterteilung in zwei kürzere GOPs erfolgen, so beispielsweise I-B-B-P-B-B-P-B-B-P-B-B-P-B-B und I-B-B, I-B-B-P-B-B-P-B-B, I-B-B-P-B-B und I-B-B-P-B-B-P-B-B oder I-B-B und I-B-B-P-B-B-P-B-B-P-B-B-P-B-B-P-B-B. Eine Unterteilung kann darüber hinaus in drei kürzere GOPs erfolgen, so beispielsweise I-B-B-P-B-B, I-B-B-P-B-B und I-B-B oder I-B-B-P-B-B-P-B-B, I-B-B und I-B-B oder eine der Permutationen dieser Anordnungen kürzerer GOPs. Die Unterteilung kann darüber hinaus in vier kürzere GOPs erfolgen, so beispielsweise I-B-B-P-B-B, I-B-B, I-B-B und I-B-B oder eine der Permutationen dieser Anordnungen kürzerer GOPs. Eine Unterteilung kann schließlich in fünf kürzere GOPs erfolgen, so beispielsweise I-B-B, I-B-B, I-B-B, I-B-B und I-B-B. In jedem Fall bleibt jeder 16. Rahmen ein I-Rahmen, der für die Extrahierung der Trickabspielinformation daraus geeignet ist. Diese Rahmenabfolgen werden erstellt, wenn ein ATV-Signal die MPEG-2-Struktur aufweist.

[0008] Die intrarahmencodierten Daten, die einen I-Videorahmen beschreiben, werden ohne Rückgriff auf irgendeinen anderen Videorahmen codiert. Gleichwohl wird, während der Interrahmencodierung von P- und B-Videorahmen innerhalb jeder GOP-Einheit (maximal 15 Rahmen), die auf einen I-Videorahmen folgt, unter Verwendung der abhängig codierten Interrahmencodierung nur die Differenz zwischen dem gerade codierten Rahmen und einem weiteren Rahmen codiert. Daher schreibt sich, wenn ein Fehler beim Decodieren eines Rahmens des ATV-Signals auftritt, der Fehler zu den anderen Rahmen der entsprechenden GOP-Einheit mit davon abhängiger Codierung fort. Da das ATV-Signal weitgehend auf interrahmencodierten Daten beruht, wird, wenn ein Fehler in den Normalabspieldaten des ATV-Signals auftritt, die von dem SD-VCR-Gerät angezeigte Bildqualität nahezu immer unannehmbar beeinträchtigt. [0009] Eine bereits bekannte Lösung dieses Problems weist einen spezifischen Abschnitt des Normalabspieldatenbereiches, der gemeinhin als ECC3-Bereich bezeichnet wird, für die Speicherung zusätzlicher Information zur Korrektur der Fehler der Normalabspieldaten aus. Dies erfolgt zusätzlich zu einem ECC1-Bereich für die Speicherung der an den Außencode angehängten Außenparitätsinformation und zusätzlich zu einem ECC2-Bereich für die Speicherung der an den Innencode angehängten Innenparitätsinformation. Das Ergebnis weist jedoch eine niedrigere Aufzeichnungseffizienz für die Normalabspieldaten per se auf. Entsprechend war der Erfinder auf der Suche nach einem Verfahren zum Aufzeichnen und Wiedergeben digitaler Videodaten, das zur Verwendung in einem SD-VCR-Gerät zum Aufzeichnen und Wiedergeben eines ATV-Signals geeignet ist, keinen speziellen ECC3-Bereich erfordert und dennoch die Fehlerkorrekturreffizienz für Normalabspieldaten während der normalen Wiedergabe verbessert. Auf dem Weg zur Lösung dieses Problems machte der Erfinder einige Beobachtungen.

[0010] Die Trickabspieldaten werden üblicherweise nicht für Standrahmenzwecke in einem ATV aufzeichnenden SD-VCR-Gerät eingesetzt, da einen vollständigen detaillierten I-Intrahmen beschreibende Normalabspieldaten in einem Rahmenspeicher abgelegt werden, und zwar als Teil des Verfahrens beim Decodieren des ATV-Signals in dem ATV-Empfänger, sodass ein Standrahmenbetrieb von dem ATV-Empfänger beziehbar ist. Zeitlupeneffekte können unter Verwendung von Normalabspieldaten ebenfalls verwirklicht werden. Die erforderliche Unterbringung von Trickabspieldaten in dem aufgezeichneten ATV-Signal beruht primär auf der Implementierung der Schnellsuche aufgezeichneter Daten unter Verwendung der Abspielarten (Abspielmodi) des Schnellvorlaufes und des Schnellrücklaufes. Es ist wünschenswert, die Verarbeitung der Trickabspieldaten ausschließlich von intrarahmencodierten Rahmen herzu-leiten, da keine vorgeschriebene Abfolgeordnung der mit der Interrahmencodierung und -decodierung ver-

bundenen Rahmen vorhanden ist, die berücksichtigt werden müsste, wenn die Betriebsart des sichtbaren Rücklaufes implementiert wird.

[0011] Das Codieren und Decodieren in der Interrahmencodierung erfolgt unter der Voraussetzung, dass die Rahmen in einer vorgeschriebenen zeitlichen Abfolge auftreten, was die Implementierung der Betriebsart des sichtbaren Schnellvorlaufes erschwert. Die vorher intrarahmencodierten Rahmen sind als Basis für die Aktualisierung durch im Wesentlichen echtzeitabhängige Decodierung interrähmencodierter Daten, wie sie für die Betriebsart des sichtbaren Schnellvorlaufes codiert werden, nicht verfügbar. Ausreichend Speicherplatz für eine vollständige 16-Rahmen-GOP ist für die Bereitstellung der Zeitumkehr des Interrahmencodierungsverfahrens notwendig, was die Kosten des Aufzeichnungs-/Wiedergabegerätes wesentlich erhöht.

[0012] Werden die Trickabspieldaten ausschließlich aus intrarahmencodierten Rahmen hergeleitet, so ist, wenn die Normalabspieldaten ohne Rückgriff auf Trickabspieldaten codiert werden, gemäß einer Beobachtung des Erfinders das Problem der Durchführung einer im Wesentlichen fehlerlosen Fehlerkorrektur der Normalabspieldaten vollständig getrennt von dem Problem der Korrektur von Fehlern bei den Trickabspieldaten. Dies rührt teilweise daher, dass Betrachter von Bildern, die auf Grundlage aufgezeichneter SD-VCR-Signale wiedergegeben werden, bei Trickabspielbildern, die in der Betriebsart des sichtbaren Schnellvorlaufes und Schnellrücklaufes – beide zusammen werden gemeinhin als Schnellsuchlauf bezeichnet –, erzeugt werden, weniger kritisch sind. Das Problem der Korrektur von Fehlern bei Trickabspieldaten ist darüber hinaus weniger von Bedeutung, wenn die Trickabspielbilder nur intrarahmencodiert sind. Dies rührt daher, dass keine Fortschreibung der Fehler von Rahmen zu Rahmen erfolgt, wie dies bei einer Interrahmencodierung der Fall wäre.

[0013] Diese Beobachtungen des Erfinders gaben Anlass zu der erfinderischen Erkenntnis, dass es von Vorteil wäre, die Trickabspieldaten bei der Bestimmung der an den Außencode angehängten Außenparität auszuschließen. Dann könnte nämlich ein bereinigter RS-Code (Reed-Solomon-Code) mit weniger Bytes pro Spalte in dem Außencode zum Einsatz kommen, wenn die Trickabspieldaten bei der Bestimmung der Außenparität ausgeschlossen sind. Da jedoch die Anzahl der Bytes pro Spalte im Außencode für SD-VCR-Geräte bereits bis zu einem gewissen Grade standardisiert ist, bevorzugt der Erfinder aus Gründen der Kompatibilität, die Reihen der Trickdaten gegen Reihen auszutauschen, die vorgeschriebene Bytes für die Bestimmung des Außencodeparitätsbytes enthalten. Bei der Decodierung des RS-Codes während der Videowiedergabe ersetzen die Reihen mit den vorgeschriebenen Bytes die Reihen mit den Trickdaten, bevor die Durchführung von Fehlerkorrekturberechnungen erfolgt, und werden als einer

Korrektur nicht unterzogene Konstanten und nicht als einer Korrektur bei den Fehlerkorrekturberechnungen unterzogene Variablen betrachtet. Das Ausschließen von N Reihen mit Trickabspieldaten bei der Bestimmung der an den Außencode anzuhängenden Außenparität ermöglicht, dass die 11 Byte der Außenparität 11 Fehler in einer Spalte mit $146 - N$ Byte der Normalabspieldaten korrigieren, von denen $149 - N$ Normalabspieldaten und N Trickabspieldaten darstellen. Da die Zahl N typischerweise etwa gleich 30 ist, ergibt sich für die Normalabspieldaten eine verbesserte Fehlerkorrekturfähigkeit, indem die Trickabspieldaten aus der Berechnung der Außenparität ausgeschlossen werden. Die Fehlerkorrektur für die Trickabspieldaten erfolgt lediglich durch die Innenfehlerkorrekturcodierung, oder sie erfolgt durch eine eigene getrennte Außenfehlerkorrekturcodierung, auf die eine Innenfehlerkorrekturcodierung folgt.

[0014] Die Korrektur von Fehlern in den Normalabspieldaten wird darüber hinaus dadurch verbessert, dass der zweidimensionale RS-Code über seine Reihen diagonal abgetastet wird, um Bytes für die Aufzeichnung zu erhalten. Während des Abspielens wandelt das Diagonalabtasten für die Neuerzeugung horizontaler Reihen des zweidimensionalen RC-Codes für die Innenfehlerkorrekturdecodierung einen Bündelfehler in isolierte Ein-Byte-pro-Reihe-Fehler um, von denen wahrscheinlich ist, dass sie innerhalb der Bytekorrekturfähigkeit der Innenfehlerkorrekturdecodierung liegen. Ein Fehlerbündel, das für eine zeitlich längere Periode, die gleich der Dauer einiger weniger Reihen ist, anhält, wird, wobei die Anzahl der Reihen kleiner als die Anzahl der durch den Innenfehlerkorrekturcode korrigierbaren Bytes pro Reihe ist, in eine Vielzahl kürzerer Fehlerbündel in den entschachtelten Reihen umgewandelt. Viele dieser kürzeren Fehlerbündel können durch den Innenfehlerkorrekturcode korrigiert werden, wodurch die Korrekturfähigkeit längerer Bündelfehler des auf Normalabspieldaten angewandten Außenfehlerkorrekturcodes erhalten bleibt.

[0015] Die Druckschrift EP-A-0 606 857 offenbart ein digitales Videobandaufzeichnungsgerät, das Daten in Trickabspieldatenbandsegmenten in Form schneller Abtastspuren und Mehrfachgeschwindigkeitsabspielspuren aufzeichnet. Die ECC-Information wird zu jedem Trickabspieldatenblock oder jeder Gruppe solcher Blöcke hinzugefügt. Darüber hinaus wird jedem Normalabspieldatenblock innere und äußere ECC-Information hinzugefügt.

[0016] Die am 17. November 1994 veröffentlichte Druckschrift EP-A-0 624 978 offenbart ein VCR-Gerät, bei dem digitale Eingangsdaten in zwei Teile unterteilt werden, und bei dem Synchronisierungsblöcke durch Ausführen einer Fehlerkorrekturcodierung für jeden Teil derart gebildet werden, dass dieselben Fehlerkorrekturcodes und dieselbe Spurenstruktur verwendet werden, wenn analoge Video- und Audiosignale aufgezeichnet werden.

[0017] Entsprechend der vorliegenden Erfindung ist

ein Verfahren zum Aufzeichnen digitaler Videodaten vorgesehen, die in Reaktion auf ein digitales Fernsehsignal erzeugt werden, wobei das digitale Fernsehsignal unabhängig decodierbare Rahmendaten, die in vorgegebenen Intervallen bereitgestellt werden, und unabhängig decodierbare Rahmendaten enthält, die zu Zeitpunkten zwischen den vorgegebenen Intervallen bereitgestellt werden, wobei dieses Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Verwenden der unabhängig decodierbaren Rahmendaten, die in vorgegebenen Intervallen bereitgestellt werden, und der abhängig decodierbaren Rahmendaten, die zu Zeitpunkten zwischen den vorgegebenen Intervallen bereitgestellt werden, als Normalabspieldaten; Extrahieren von Trickabspieldaten aus den unabhängig decodierbaren Rahmendaten, die in vorgegebenen Intervallen bereitgestellt werden; Zusammensetzen einer ersten Datenstruktur, die Reihen von Normalabspieldaten und Reihen von Trickabspieldaten enthält; Ersetzen der Reihen von Trickabspieldaten in der ersten Datenstruktur durch Reihen von Daten mit vorgeschriebenen Werten, um so eine zweite Datenstruktur herzustellen; Durchführen einer Außenfehlerkorrekturcodierung der zweiten Datenstruktur und Anhängen der Reihen des Außenparitätscodes an die zweite Datenstruktur, um so eine dritte Datenstruktur herzustellen; Ersetzen der Reihen von Daten mit vorgeschriebenen Werten in der dritten Datenstruktur durch die Reihen von Trickabspieldaten der ersten Datenstruktur, um so eine vierte Datenstruktur herzustellen; Durchführen einer Innenfehlerkorrekturcodierung jeder Reihe der vierten Datenstruktur und Anhängen des entsprechenden Innenparitätscodes an jede Reihe der vierten Datenstruktur, um so eine fünfte Datenstruktur herzustellen. Das Verfahren umfasst darüber hinaus die folgenden Schritte: einen Verschachtelungsschritt des diagonalen Abtastens der fünften Datenstruktur, um die verschachtelten Daten zum Aufzeichnen an vorgegebenen Positionen von Spuren auf einem Band bereitzustellen; einen anschließenden Aufzeichnungsschritt zum Aufzeichnen der verschachtelten Daten auf einem Band an vorgegebenen Positionen von Spuren, wobei die Trickabspieldaten wiederholt an einer von jeder Position von so vielen Paaren einander nicht überlappenden benachbarter Spuren aufgezeichnet werden, wie der maximalen Mehrfachgeschwindigkeit entsprechen.

[0018] Vorzugsweise umfassen die vorgeschriebenen Werte einen entsprechenden vorgegebenen Wert für jedes Byte in der Reihe.

[0019] Vorzugsweise ist der entsprechende vorgegebene Wert für jedes Byte in der Reihe der gleiche.

[0020] Vorzugsweise beträgt der entsprechende vorgegebene Wert für jedes Byte in der Reihe arithmetisch Null.

[0021] Entsprechend der vorliegenden Erfindung ist darüber hinaus ein Verfahren zum Wiedergeben von Normalabspieldaten und Trickabspieldaten vorgesehen, die entsprechend dem Aufzeichnungsverfahren

der vorliegenden Erfindung an vorgegebenen Positionen der Spuren auf einem Band aufgezeichnet sind, wobei das Verfahren zum Wiedergeben von Normalabspieldaten und Trickabspieldaten die folgenden Schritte umfasst: Wiedergeben der verschachtelten Daten, die auf dem Band aufgezeichnet sind; Entschachteln der verschachtelten Normalabspieldaten und der verschachtelten Trickabspieldaten, um eine fünfte Datenstruktur herzustellen, und Bereitstellen des entschachtelten Ergebnisses als der Innenfehlerkorrekturcodierung unterzogene Normalabspieldaten und Trickabspieldaten; Durchführen der Innenfehlerkorrekturdecodierung der fünften Datenstruktur, um die vierte Datenstruktur bereitzustellen; Ersetzen der Reihen der Trickabspieldaten in der vierten Datenstruktur durch Reihen von Daten mit den vorgeschriebenen Werten, um so die dritte Datenstruktur herzustellen, und Durchführen der Außenfehlerkorrekturdecodierung der dritten Datenstruktur, um der Außenfehlerkorrekturdecodierung unterzogene Normalabspieldaten als wiedergegebene Normalabspieldaten während eines normalen Wiedergabevorgangs bereitzustellen; und Bereitstellen von der Innenfehlerkorrekturdecodierung unterzogenen Trickabspieldaten während des Trickabspielwiedergabemodus.

[0022] Die Fehlerkorrekturcodierungsfunktion eines SD-VCR-Gerätes zum Aufzeichnen und Wiedergeben eines ATV-Signals wird abgewandelt, um Trickabspieldaten aus der Außenfehlerkorrekturcodierung bei der zweidimensionalen RS-Codierung der Normalabspieldaten entsprechend der vorliegenden Erfindung auszuschließen, um so die Fehlerkorrekturfähigkeit bei der Außenfehlerkorrekturcodierung für die Normalabspieldaten zu verbessern. Dieselbe Fehlerkorrekturcodierung, die als Innenfehlerkorrekturcodierung bei der zweidimensionalen RS-Codierung der Normalabspieldaten verwendet wird, wird bei den Trickabspieldaten und bei den der Außenfehlerkorrekturcodierung unterzogenen Normalabspieldaten angewendet.

[0023] Die Fehlerkorrekturcodierungsfunktion des SD-VCR-Gerätes zum Aufzeichnen und Wiedergeben eines ATV-Signals wird abgewandelt, um entsprechend einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Diagonalabtastverschachtelung der zweidimensionalen Reed-Solomon-Codierung der auf dem Videoband aufgezeichneten Normalabspieldaten zu erreichen. Nach erfolgter Entschachtelung während der Wiedergabe von dem Videoband wird daher die Innenfehlerkorrekturcodierung für die Normalabspieldaten mit der Fähigkeit zur Korrektur von Bündelfehlern verbessert, ohne dass die Fähigkeit der Außenfehlerkorrekturcodierung, Bündelfehler zu korrigieren, geschmälert wird.

[0024] **Fig. 1** ist ein Diagramm zur Darstellung des Formates des Videoabschnittes des zur Aufzeichnung bereitstehenden Signals auf einem digitalen Videoband mit SD-VCR-Aufzeichnungsformat.

[0025] **Fig. 2** ist ein Diagramm zur Darstellung eines Beispiels der Anordnung von Trickabspieldaten im

Videoabschnitt des für die Aufzeichnung bereitgestellten Signals auf einem digitalen Videoband mit SD-VCR-Aufzeichnungsformat.

[0026] **Fig. 3** ist ein Diagramm zur Darstellung eines weiteren Beispiels der Anordnung von Trickabspieldaten im Videoabschnitt des für die Aufzeichnung bereitgestellten Signals auf einem digitalen Videoband mit SD-VCR-Aufzeichnungsformat

[0027] **Fig. 4** ist ein Blockdiagramm eines digitalen Videodatenaufzeichnungsgerätes zum Aufzeichnen digitaler Videodaten entsprechend einem einen Aspekt der vorliegenden Erfindung darstellenden Verfahren.

[0028] **Fig. 5A** und **5B** sind Diagramme zur Darstellung der Außenfehlerkorrekturcodierung und der Innenfehlerkorrekturcodierung, die in der Fehlerkorrekturcodierungseinheit gemäß **Fig. 4** derart ausgeführt werden, dass die Daten entsprechend **Fig. 2** angeordnet sind.

[0029] **Fig. 6A** und **6B** sind Diagramme zur Darstellung der Außenfehlerkorrekturcodierung und der Innenfehlerkorrekturcodierung, die in der Fehlerkorrekturcodierungseinheit gemäß **Fig. 4** derart ausgeführt werden, dass die Daten entsprechend **Fig. 3** angeordnet sind.

[0030] **Fig. 7A** und **7B** sind Diagramme zur Darstellung der Trickabspieldatenbereiche gemäß **Fig. 5B** und **6B**.

[0031] **Fig. 8** ist ein Diagramm zur Darstellung eines Verschachtelungsvorgangs, der in der ECC-Blockumordnungseinheit gemäß **Fig. 4** bei einem weiteren bei der Aufzeichnung digitaler Videodaten wichtigen Aspekt der vorliegenden Erfindung erfolgt.

[0032] **Fig. 9** ist ein Blockdiagramm, das den inneren Aufbau der ECC-Blockumordnungseinheit von **Fig. 4** zeigt, wenn eine Verschachtelung gemäß **Fig. 8** erfolgt.

[0033] **Fig. 10** ist ein Diagramm mit einem Beispiel eines Aufzeichnungsformates.

[0034] **Fig. 11** und **12** sind Diagramme zur Darstellung des Formates des zur Aufzeichnung auf einem digitalen Videoband bereitgestellten Signals entsprechend einem Aspekt der vorliegenden Erfindung.

[0035] **Fig. 13** ist ein Blockdiagramm eines digitalen Videodatenwiedergabegerätes zum Wiedergeben digitaler Videodaten aus einer Aufzeichnung entsprechend einem einen Aspekt der vorliegenden Erfindung darstellenden Verfahren.

[0036] **Fig. 14** ist ein Diagramm zur Darstellung eines Verschachtelungsvorgangs, der in der ECC-Blockumordnungseinheit gemäß **Fig. 4** anstelle des Verschachtelungsvorgangs gemäß **Fig. 8** gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung erfolgt.

[0037] **Fig. 15** ist ein Blockdiagramm, das den inneren Aufbau der ECC-Blockumordnungseinheit gemäß **Fig. 4** darstellt, wenn der Verschachtelungsvorgang gemäß **Fig. 14** ausgeführt wird.

[0038] **Fig. 1** verbildlicht die Struktur von Datensynchronisierungsblöcken eines Videoabschnittes eines für die Aufzeichnung auf einem digitalen Videoband

mit SD-VCR-Aufzeichnungsformat anstehenden Signals (nachstehend als ECC-Block bezeichnet). Jede Reihe des ECC-Blocks ist ein entsprechender Datensynchronisierungsblock, der gemäß derzeitiger Gepflogenheit Reihe für Reihe aufgezeichnet wird, wobei die Abtastung von links nach rechts erfolgt. Jeder Videoabschnitt einer gewunden (helikal) aufgezeichneten Spur auf dem digitalen Videoband enthält 149 Datensynchronisierungsblöcke, die Video- und begleitende Fehlerkorrekturcodes beschreiben, wobei den 149 Datensynchronisierungsblöcken 18 (nicht gezeigte) Datensynchronisierungsblöcke vorangehen, die einen Videoeinleitungsteil enthalten, und auf die (nicht gezeigte) Datensynchronisierungsblöcke mit einem Videoausleitungsteil folgen.

[0039] Zur Entwicklung eines DVCR-Gerätes mit einem Aufzeichnungsformat für spezielle Wiedergabe („Trickabspieldatenvorgänge“), wodurch ein qualitativ hochwertiges Bild bereitsteht und preisliche Anforderungen erfüllt sind, wird das Verfahren des Versehens des Videobandes mit der in **Fig. 2** und **3** gezeigten ECC-Blockstruktur eingeführt. Aspekte der in dieser Beschreibung offenbarten Erfindung betreffen Verfahren zur Vergrößerung der Fehlerkorrektureffizienz für Normalabspieldaten während der normalen Wiedergabe der auf einem Band mit ECC-Blockstruktur gemäß **Fig. 2** und **3** aufgezeichneten Daten.

[0040] Die ECC-Blockstruktur gemäß **Fig. 2** wird dem Videoband mit einem Aufzeichnungsformat aufgeprägt, bei dem die Trickabspieldaten wiederholt auf so vielen nicht überlappenden Paaren benachbarter Spuren aufgezeichnet werden, wie der maximalen Mehrfachgeschwindigkeit entsprechen. Ebenso wird der Trickabspieldatenbereich in einer vorgegebenen Position jeder Spur angeordnet. Die in **Fig. 2** gezeigte ECC-Blockstruktur setzt sich aus dem 19. und 20. Synchronisierungsblock als erstem Videohilfsdatenbereich, dem 21. bis 126. Synchronisierungsblock als Normalabspielbereich, dem 127. bis 156. Synchronisierungsblock als Trickabspieldatenbereich, dem 156. Synchronisierungsblock als zweitem Videohilfsdatenbereich und dem 157. bis 167. Synchronisierungsblock als Außenparitätsbereich zusammen. Darüber hinaus setzt sich jeder Synchronisierungsblock aus einem 2-Byte-Synchronisierungscode, einem 3-Byte-ID-Code (Identification ID), 77 Byte mit Daten und einem 8-Byte-Innenparitätsanhängsel für den Innenfehlerkorrekturcode zusammen. Mit dem Aufzeichnungsverfahren gemäß **Fig. 2** steigert, da die Bandabtastung innerhalb des Wiederholungsaufzeichnungsbereiches ohne genaue Servosteuerung erfolgt, das Implementieren des Trickabspiels die Kosten der Herstellung des Aufzeichnungs-/Wiedergabegerätes nicht übermäßig. Dennoch wird aufgrund der wiederholten Aufzeichnung ein großer Teil des Aufzeichnungsbereiches verbraucht. Darüber hinaus ist die Rahmenrate bei kleineren Mehrfachgeschwindigkeiten übermäßig klein, was zu einer flimmernden und augenscheinlich ruckhaften Bewegung führt, die Augenermüdung und

eine unangemessene Bildqualität verursachen.

[0041] Die in **Fig. 3** gezeigte ECC-Blockstruktur wird einem Band mit einem Aufzeichnungsformat aufgeprägt, bei dem die Trickabspieldaten in einem Abtastbereich entsprechend jeder der Mehrfachgeschwindigkeiten aufgezeichnet werden. Es sind ebenfalls k Trickabspieldatenbereiche getrennt auf jeder Spur angeordnet. Die in **Fig. 3** gezeigte ECC-Blockstruktur setzt sich aus dem 19. und 20. Synchronisierungsblock als erstem Videohilfsdatenbereich, einer Gesamtzahl von N (30) Synchronisierungsblöcken innerhalb des 1. bis k -ten Trickabspieldatenbereiches, einer Gesamtzahl von M (105) Synchronisierungsblöcken innerhalb des 1. bis m -ten Normalabspieldatenbereiches, einem 156. Synchronisierungsblock als zweitem Videohilfsdatenbereich und einem 157. bis 167. Synchronisierungsblock als Außenparitätsbereich zusammen. Die m Bereiche der Normalabspieldaten sind derart dargestellt, dass sie die k Bereiche der Trickabspieldaten um einen übersteigen. Mit dem **Fig. 3** entsprechenden Verfahren der Unterbringung der Trickabspieldaten innerhalb des ECC-Blocks sind die auf dem Bildschirm eines Fernsehempfängers während der Schnellsuchwiedergabe wiedergegebenen Bilder frei von übermäßigem Flimmern, und die Bewegung erscheint im Allgemeinen flüssig. Dennoch muss, da die entsprechenden Bereiche der Anordnung für jede Suchgeschwindigkeit selektiv abgetastet werden müssen, die Servosteuerung im Betrieb während des Trickabspielens exakt arbeiten, was kostensteigernd wirkt.

[0042] **Fig. 4** ist ein Blockdiagramm eines digitalen Videodatenaufzeichnungsgerätes zur Durchführung von Verfahren, die die Fähigkeit der Fehlerkorrektur bei Normalabspieldaten auf einem Band mit ECC-Blockstruktur gemäß **Fig. 2** und **3** verbessern. In **Fig. 4** ist das einem Vorprozessor **10** zugeführte Videosignal ein ATV-Signal. Hierbei ist das ATV-Signal ein interrahmencodiertes Signal, das in einer MPEG-2-Transportpaketstruktur enthalten ist. Die Transportpaketstruktur umfasst eine Systemschicht mit Anwenderdaten, eine Schicht mit Audiodaten und eine Schicht mit Videodaten, die entsprechend der MPEG-2-Spezifikation strukturiert sind. Der Vorprozessor **10** trennt die Videoschicht von dem MPEG-2-Transportpaket und führt die abgetrennte Videoschicht einem normalen Trickabspieldatenerzeuger **20** zu. Die abgetrennte Videoschicht, die eine allgemeine Struktur entsprechend dem zum Hintergrund der Erfindung Erläuterten aufweist, umfasst Gruppen intrarahmencodierter Daten, die jeweils ausgewählte I-Videorahmen beschreiben, wobei die I-Videorahmen ohne Rückgriff auf Information aus einem anderen Videorahmen unabhängig codiert sind, und Gruppen interrahmencodierter Daten, die jeweils Differenzen auftretender P- und B-Videorahmen aus auf anderen Videorahmen fußenden Vorhersagen beschreiben.

[0043] Die Intrarahmendaten in jedem 16. Rahmen werden zur Erzeugung der Trickabspieldaten ver-

wendet, die auf jedem Videoabschnitt des digitalen Videobandes aufgezeichnet werden. Der Normal-/Trickabspieldatenerzeuger **20** erzeugt diese unabhängig codierten Rahmen aus der abgetrennten Videoschicht und decodiert jede von ihnen, um die DCT-Blöcke (discrete cosine transform DCT) rückzugewinnen, die das Video beschreiben. Der Normal-/Trickabspieldatenerzeuger **20** erzeugt sodann Trickabspieldaten zur Erzeugung durch das SD-VCR-Gerät in dem Trickabspieldatenbereich. Dies erfolgt durch Auswahl einiger weniger Koeffizienten pro DCT-Block aus den decodierten Intrarahmendaten (im Allgemeinen ein DCT-Koeffizient und ein oder zwei AC-Koeffizienten pro Block) sowie durch deren Codieren entsprechend dem MPEG-2-Intrahmen-(1-Rahmen)-Codierungsverfahren vorzugsweise unter Verwendung von Codes fester Länge. Ein Abschnitt desselben Codeverzeichnisses wie bei der Codierung von Normalabspiel-I-Rahmendaten kann verwendet werden. Eine derartige Codierung der Trickabspieldaten ermöglicht deren Decodierung während der Wiedergabe mit demselben Decoder und einem umgekehrten Codeverzeichnis, das für die Decodierung der Normalabspiel-I-Rahmendaten verwendet wird, wobei es jedoch wahrscheinlich ist, dass ein gewisser Verlust bei der Codierungseffizienz für Normalabspieldaten eintritt, wenn für die einfacheren DCT-Blöcke ein Decodierung mit fester Länge verwendet wird.

[0044] Der Normal-/Trickabspieldatenerzeuger **20** leitet zudem alle Intrarahmendaten und Interrahmendaten, die entsprechend dem MPEG-2-Codierungsverfahren codiert sind, weiter, um die Normalabspieldaten zur Aufzeichnung in dem Normalabspieldatenbereich bereitzustellen. Da die DCT-Koeffizienten für in den Trickabspieldaten codierte Rahmen in den Normalabspieldaten erhalten sind, hängt die Korrektur von Fehlern in den Normalabspieldaten nicht von der Korrektur von Fehlern in den Trickabspieldaten ab.

[0045] Ein Assembler (Zusammensetzer) **30** multiplexiert einen Synchronisierungscode und einen Identifikationscode mit von dem Normal-/Trickabspieldatenerzeuger **20** zugeführten Normalabspieldaten und Trickabspieldaten im Zeitmultiplex, um die von dem Normal-/Trickabspieldatenerzeuger **20** zugeführten Normalabspieldaten und Trickabspieldaten innerhalb für die beiden Typen von Daten reservierter geeigneter Videosynchronisierungsblöcke anzuordnen beziehungsweise zu gruppieren. Eine Fehlerkorrekturcodierungseinheit **40** führt eine Fehlerkorrekturcodierung der von dem Multiplexer **30** zugeführten Daten aus dem für die Fehlerkorrekturcodierung der Normalabspieldaten verwendeten Code ist ein zweidimensionaler Reed-Solomon-Code (SR-Code), wobei jedoch lediglich der innere eindimensionale Reed-Solomon-Code des zweidimensionalen Codes zur Fehlerkorrekturcodierung der Trickabspieldaten verwendet wird.

[0046] Ein Außenfehlerkorrekturcodierer **41**, der in

der Fehlerkorrekturcodierungseinheit **40** enthalten ist, hängt die 11-Byte-Außenparität an jeden 138-Byte-Synchronisierungsblock an, der sich aus einem $(138 - N)$ -Byte-Außencode, gefolgt von N Byte mit Trickabspieldaten zusammensetzt. Der Außenfehlerkorrekturcodierer **41** unterscheidet sich von dem vorher verwendeten dadurch, dass die N Byte mit Trickabspieldaten nicht bei der Bestimmung der 11-Byte-Außenparität verwendet werden. Anstatt dessen werden N Byte mit vorgeschriebenen Werten gegen N Byte mit Trickabspieldaten ausgetauscht. So kann beispielsweise eine entsprechende arithmetische Null für jedes der N Byte der Synchronisierungsblockdaten verwendet werden, die anstelle eines der N Bytes der Trickabspieldaten bei der Bestimmung der 11-Byte-Außenparität der Außenfehlerkorrekturcodierung verwendet werden. Dies bedeutet allgemeiner, dass für jede Spalte jedes entsprechende Muster mit n arithmetischen Werten zum Ersetzen der N Byte mit Trickabspieldaten bei der Bestimmung der 11-Byte-Außenparität der Außenfehlerkorrekturcodierung während der Aufzeichnung sowie zum anschließenden Ausführen einer Außenfehlerkorrektur bei der Decodierung während der Wiedergabe des Signals vorgeschrieben werden kann, was zu einer Vielfalt von mehrfach dimensionalen Mustern von Daten für die N Reihen vorgeschriebener Bytes führt, die für das Ersetzen von Trickabspieldaten bei der Bestimmung der Außenparität verwendet werden. Sind die Bytes 8-Bit-Bytes, so kann der entsprechende binäre arithmetische Wert mit einer vorgeschriebenen Natur, die jedes der N Bytes der Trickabspieldaten ersetzt, in einem Bereich von 0000 0000 (null) bis 1111 1111 (255) in einem achtdimensionalen Bitraum liegen.

[0047] Die Verwendung arithmetischer Nullen für jedes der N Bytes der Synchronisierungsblockdaten, die während der Bestimmung der Außenparität gegen die N Bytes der Trickabspieldaten ausgetauscht werden, ist jedoch bevorzugt. Ein Muster für alle arithmetischen Nullen wird einfach erzeugt, sodass lediglich Nurlesespeicher (ROMs) zum Speichern der Muster von Daten vorgesehen sein müssen. Darüber hinaus vereinfacht, da Additionen betreffend arithmetische Nullen bei der Durchführung der Berechnungen weggelassen werden können, die Verwendung eines Musters aller arithmetischen Nullen die Berechnungen der Außenfehlerkorrektur sowohl bei der Ausführung während der Codierung wie auch bei der Ausführung während der nachfolgenden Decodierung, um das aufgezeichnete Signal wiederzugeben.

[0048] **Fig. 5A** zeigt die Ausführungsart der Berechnungen der Außenfehlerkorrektur bei einer Abwandlung des diskutierten Verfahrens gemäß **Fig. 2**, wobei bei dieser Abwandlung sämtliche Trickabspieldaten durch arithmetische Nullen beim Eingabesignal ersetzt werden, das dem Außenfehlerkorrekturcodierer **41** bei der Berechnung der Außenparitätscodebytes zugeführt werden. **Fig. 5B** stellt dar, wie die nachfolgenden Berechnungen der Fehlerkorrektur

ausgeführt werden, wobei die Trickabspieldaten in den Daten gespeichert werden, die dem Innenfehlerkorrekturcodierer **42** zugeführt werden, der in der Innenfehlerkorrekturcodierungseinheit **40** gemäß **Fig. 4** enthalten ist. Der Innenfehlerkorrekturcodierer **42** berechnet die Innenparitätscodebytes für jeden der 149 Synchronisierungsblöcke und hängt die 8-Byte-Innenparität für jeden Synchronisierungsblock an die 77 Byte mit Daten auf ähnliche Weise wie in **Fig. 5B** an. Dies bedeutet, dass die Innenparität an alle 149 Videosynchronisierungsblöcke unabhängig davon angehängt wird, ob sie Normalabspieldaten, Trickabspieldaten oder Außenparitätscodebytes enthalten.

[0049] Beim Trickwiedergabemodus sind die einzig verwendeten Daten diejenigen in dem Trickabspieldatenbereich, wohingegen die mit den Normalabspieldaten verbundenen 11-Byte-Außenparitätscodebytes nicht verwendet werden. Die Daten in dem Trickabspieldatenbereich bestehen aus lediglich den dreißig 77-Byte-Reihen mit Trickabspieldaten und ihren jeweiligen Anhängseln von 8 Byte der Innenparität, wenn die Trickabspieldaten lediglich einer Innenfehlerkorrekturcodierung, wie in **Fig. 7A** gezeigt, unterworfen sind. Alternativ können die im Trickwiedergabemodus verwendeten Daten aus weniger als dreißig 77-Byte-Reihen mit Trickabspieldaten bestehen, wobei der Rest der dreißig 77-Byte-Reihen Außenparitätscodebytes darstellen, die durch einen Außenfehlerkorrekturcode gerade für die weniger als dreißig Reihen mit Abspieldaten erzeugt werden. **Fig. 7B** stellt ein besonderes Beispiel für eine solche Alternative dar, bei der fünfundzwanzig 77-Byte-Reihen mit Trickabspieldaten und fünf 77-Byte-Reihen mit Außenparitätsbytes nach Erzeugung durch einen Außenfehlerkorrekturcode für gerade jene 25 Reihen mit Trickabspieldaten erzeugt werden. Bei diesen Alternativen wird jede der 77-Byte-Reihen mit Trickabspieldaten und jede der 77-Byte-Reihen mit Außenparitätsbytes, erzeugt durch den Außenfehlerkorrekturcode lediglich für die Trickabspieldaten, einer Innenfehlerkorrekturcodierung unterworfen und mit entsprechenden Anhängseln von 8 Byte der Innenparität versehen.

[0050] **Fig. 6A** zeigt einen Schritt in einem Verfahren, das einen Aspekt der Erfindung verkörpert, der bei einer Anordnung der Trickabspieldaten gemäß **Fig. 3** zum Einsatz kommt. Alle Bytes in dem 1. bis k-ten Trickabspieldatenbereich werden durch arithmetische Nullen in dem dem Außenfehlerkorrekturcodierer **41** zugeführten Eingangssignal ersetzt, um die Außenparitätscodebytes zu berechnen. Danach werden die Trickabspieldaten in dem dem Innenfehlerkorrekturcodierer **42** zugeführten Signal zur Berechnung der Innenparitätscodebytes zugeführt. Der Codierer **42** hängt die 8-Byte-Innenparität an die 77 Byte mit Daten in jeder Reihe auf ähnliche Weise an, wie dies in **Fig. 6B** der Fall ist. Die Trickabspieldaten werden nicht mit einer Außenfehlerkorrekturcodierung versehen oder werden alternativ mit ihrer eige-

nen Außenfehlerkorrekturcodierung versehen und enthalten Reihen mit der Trickabspielaußenparität.

[0051] Der Außenfehlerkorrekturcodierer **41** und der Innenfehlerkorrekturcodierer **42** sind üblicherweise unter Verwendung von Mikroprozessorkomponenten (μ p) und RAM-Komponenten (random access memory RAM) ausgestaltet. In diesem Fall erfolgen die Änderungen bei dem Außenfehlerkorrekturcodierer **41** aus der vorhergehenden SD-VCR-Aufzeichnungspraxis durch Änderung lediglich der Mikroprozessorprogrammierung.

[0052] Ein ECC-Blockumordner **50**, der in einem herkömmlichen SD-VCR-Gerät nicht vorhanden ist, verschachtelt die fehlerkorrekturcodierten Daten, wobei er eine Verschachtelung an den Normalabspiel-daten ausführt. Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, werden die Daten als in allen diagonalen Reihen und nicht als in horizontalen Reihen angeordnet betrachtet, um auf einem digitalen Videoband aufzuzeichnen, und um eine Wiedergabe von diesem digitalen Videoband vorzunehmen. Diese diagonalen Reihen werden durch Abtasten der in horizontalen Reihen und vertikalen Spalten angeordneten Daten festgelegt, um so Bytes auszuwählen, die in der nächsten Reihe und der nächsten Spalte entsprechend den unmittelbar vorhergehenden Bytes vorhanden sind. Das Abtasten dieser diagonalen Reihen erfolgt derart, dass die in horizontalen Reihen und vertikalen Spalten angeordneten Daten auf die Oberfläche eines geraden Kreiszylinders derart abgebildet werden, dass die 0-te Spalte als nächste neben der 85. Spalte wie auch vor der 1. Spalte angeordnet ist. Dieses Verfahren, das auch unter der Bezeichnung „Wrap-around-Diagonalabtastung“ bekannt ist, erzeugt vollständige diagonale Abtastungen, die jeweils aus 119 Bytes bestehen. In der aufgezeichneten Spur auftretende Fehlerbündel sind entlang der diagonalen Reihen angeordnet, und zwar so, wie diese während des Abspielens des digitalen Videobandes wiedergegeben werden, wodurch auftretende Einzelfehler in den horizontalen Reihen des ECC-Blocks nach Rückgewinnung durch Entschachtelung tendenziell auftreten. Dies erleichtert die Korrektur dieser Fehler durch die Innenfehlerkorrekturcodes, die in den horizontalen Reihen des ECC-Blocks verwendet werden.

[0053] Insbesondere werden bestimmte innenfehlerkorrekturcodierte Datenbytes in dem ECC-Block in der Abfolge $D_{(0,0)}$, $D_{(1,1)}$, $D_{(2,2)}$, ..., $D_{(84,84)}$ zum Aufzeichnen durch Abtasten des ECC-Blocks entlang einer Ortskurve zur Durchführung dieser Auswahl ausgewählt. Unter der Annahme, dass die ECC-Blockbytes in einem RAM-Speicher abgelegt werden, der durch Reihen und Spalten unter Verwendung entsprechender Adresszähler adressiert ist, wird das Abtasten der Datenbytes in dem ECC-Block entlang der Ortskurve 1 durch den Reihenadresszähler und den Spaltenadresszähler ausgeführt, die jeweils bei der entsprechenden Zählungsausgabe „0“ beginnen, und die Adressvorrückimpulse zählen, die an jeden von ihnen

als Zählungsausgabe ausgegeben werden.

[0054] Bestimmte Felder aus m Reihen mit n Bytes können vollständig und periodisch (rekurrent) abgetastet werden, indem ermöglicht wird, dass der Reihenadresszähler und der Spaltenadresszähler kontinuierlich zählen. Andere Felder werden nicht vollständig abgetastet, bevor die Rekursion der Abtastung beginnt, wobei der Rest des Feldes unabgetastet bleibt. Alle m-Byte $\times$ n-Byte-Felder können vollständig abgetastet werden, wenn für den Fall, dass ein erster der Adresszähler das Ende seines Zählzyklus erreicht und mit seiner Ausgabebeziehung auf die Zählung „0“ zurückkehrt, der andere zweite Adresszähler mit einem Wert staugeladen (jam loading) wird, der durch einen Diagonalreihen-zähler bereitgestellt wird, der zählt, wie oft die ersten Adresszähler das Ende ihres Zählzyklus erreichen.

[0055] **Fig. 8** zeigt das Ergebnis der Wahl des ersten und des zweiten Adresszählers, die jeweils den Reihenadresszähler und den Spaltenadresszähler darstellen. Es sind mehr Reihen als Spalten um die Diagonaladressierungsergebnisse „herumgewickelt“ (wraparound), wobei die in horizontalen Reihen und vertikalen Spalten angeordneten Daten auf die Oberfläche eines geraden Kreiszylinders derart abgebildet werden, dass die 0-te Spalte auf die 85. Spalte folgt und zudem vor der ersten Spalte liegt. Diese Wahl tritt mit größerer Wahrscheinlichkeit während der Entschachtelung auf, um einzelne Fehler eines Fehlerbündels in verschiedenen Reihen anzuordnen. Eine herumgewickelte Diagonalreihe weist dann genau wie eine Spalte 119 Byte auf. Dies liegt darin begründet, dass der Reihenadresszähler kontinuierlich zählt, wobei der Spaltenadresszähler jedes Mal, wenn die Ausgangszählungsausgabe des Spaltenadresszählers über „0“ geht, staugeladen wird.

[0056] Das Abtasten des ECC-Blocks entlang der Ortskurve 1 zur Auswahl der Datenabfolge $D_{(0,0)}$, $D_{(1,1)}$, $D_{(2,2)}$, ..., $D_{(84,84)}$ stellt lediglich 85 Byte der ersten 119-Byte-Herumwickel-Diagonalreihe bereit. Die verbleibenden 34 Byte der ersten 119-Byte-Herumwickel-Diagonalreihe werden durch Abtasten des ECC-Blockes entlang der Ortskurve 1' zur Auswahl der Datenabfolge $D_{(85,1)}$, $D_{(86,1)}$, ..., $D_{(118,33)}$ ausgewählt. Ein entlang der Ortskurven 1 und 1' auftretender Bündelfehler wird während der Entschachtelung derart eingestreut, dass nur ein einzelner Bytefehler in irgendeiner der horizontalen Datenreihen auftaucht, was die Korrektur von jedem einzelnen Bytefehler durch den entsprechenden Innenfehlerkorrekturcode ermöglicht, der in der horizontalen Reihe angeordnet ist, und zwar unter der Voraussetzung, dass nicht zu viele andere Bytefehler in dieser horizontalen Reihe vorhanden sind.

[0057] Der Reihenadresszähler geht in Reaktion auf den nächsten Adressvorrückimpuls zur Ausgabebeziehung „0“ über, nachdem jener Zähler die Ausgabebeziehung „188“ erreicht hat; und der Spaltenadresszähler wird staugeladen, um die Ausgabebeziehung „1“ bereit-

zustellen. Die Datenabfolge $D_{(0,1)}, D_{(1,2)}, \dots, D_{(83,84)}$ wird entlang einer Ortskurve 2 ausgewählt. Hierdurch werden lediglich 84 Byte der zweiten 119-Byte-Einwickel-Diagonalreihe bereitgestellt. Die Ausgabezählung von dem Spaltenadresszähler geht über „0“, und die Ausgabezählung von dem Reihenadresszähler geht auf „84“ über. Die Datenabfolge $D_{(84,0)}, D_{(85,1)}, \dots, D_{(118,34)}$ wird sodann ausgewählt, um die verbleibenden 35 Byte der zweiten 119-Byte-Einwickel-Diagonalreihe bereitzustellen, indem der ECC-Block entlang einer Ortskurve 2' abgetastet wird, während der Spaltenadresszähler und der Reihenadresszähler ihre jeweilige Zählung der Zählvorrückimpulse fortsetzen. Die Ausgabezählung aus dem Reihenadresszähler geht über „0“, und der Spaltenadresszähler wird staugeladen, um die Ausgabezählung „2“ bereitzustellen, und um mit dem Abtasten der nächsten Einwickel-Diagonalreihe zu beginnen.

[0058] Die Diagonalabtastung setzt sich auf die vorstehend beschriebene allgemeine Weise fort, wobei das Abtasten der letzten 119-Byte-Herumwickel-Diagonalreihe wie folgt erfolgt. Das Abtasten der letzten Herumwickel-Diagonalreihe beginnt mit einer Abtastung entlang einer Ortskurve 85, die das Byte $D_{(0,84)}$ zur Aufzeichnung auswählt. Diese Auswahl erfolgt in Reaktion auf einen Übergang auf die Ausgabezählung „0“ des Reihenadresszählers, die seit dem Anfang der Abtastung des ECC-Blockes 84 Mal erfolgt ist, was dazu führt, dass der Spaltenadresszähler mit der Ausgabezählung „84“ staugeladen wird. Die Ausgabezählung des Spaltenadresszählers geht in Reaktion auf den nächsten Adressvorrückimpuls über „0“, und der Reihenadresszähler setzt seine Zählung fort, um die Ausgabezählung „1“ zu erzeugen. Die Adresszähler wählen sodann durch Abtastung einer Ortskurve 85' eine Datenabfolge $D_{(1,0)}, D_{(2,1)}, \dots, D_{(85,84)}$ aus. Die Ausgabezählung des Spaltenadresszählers geht in Reaktion auf den nächsten Adressvorrückimpuls über „0“, und der Reihenadresszähler setzt seine Zählung fort und erzeugt die Ausgabezählung „68“. Die Adresszähler wählen sodann durch Abtastung entlang einer Ortskurve 85' eine Datenabfolge $D_{(86,0)}, D_{(87,1)}, \dots, D_{(118,32)}$ aus, um das Abtasten aller Bytes in dem ECC-Block zu vervollständigen.

[0059] Das Festlegen einer Einwickel-Diagonalreihe mit 119 Byte setzt voraus, dass der ECC-Blockumordner **50** die Daten in 85-Byte-Segmente für eine Packung in die Räume zwischen den Synchronisierungssegmenten und den ID-Code-Segmenten umparkt. Die Wahl des ersten und des zweiten Adresszählers als Spaltenadresszähler beziehungsweise Reihenadresszähler macht ein solches Umparken überflüssig, da es eine vollständige Diagonalreihe mit 85 Byte definiert. Sehr lange Bündelfehler werden gleichwohl unter der Annahme nicht so wirkungsvoll verteilt, dass der Reihenadresszähler immer dann mit einem konsekutiven Wert staugeladen wird, wenn die Ausgabezählung des Spaltenadresszählers über „0“ geht. Wandelt man die Stauladung des Reihenadresszählers derart ab, dass das Muster der Reihen-

adresszählung so nahe an einer kontinuierlichen Zählung wie möglich ist, ohne kurze Segmente eines überlangen Bündelfehlers in derselben horizontalen Reihe anzuordnen, so können überlange Bündelfehler so effektiv verteilt werden, wie dies bei der Herumwickel-Diagonalabtastung von **Fig. 8** der Fall ist. Die Zählung der Durchgänge des Spaltenadresszählers kann verwendet werden, um einen Nurlesespeicher zu adressieren, der die optimalen Stauladungen für den Reihenadresszähler vorhält.

[0060] Das Festlegen einer vollständigen Diagonalreihe mit so vielen Bytes wie in einer horizontalen Reihe geht mit der Möglichkeit der Unterbringung der Synchronisierungs- und ID-Codes in der Diagonalverschachtelung einher, was die Zeitgabe bei dem Verschachtelungs- wie auch beim Entschachtelungsvorgang erleichtert. Der Synchronisierungscode ändert sich nicht von einem Synchronisierungsblock zum nächsten. Daher hat unter Beachtung der Strukturdetails die Diagonalabtastverschachtelung, die Synchronisierungs- und ID-Codes enthält, keine Auswirkungen auf die Synchronisierungs-codes, wie sie auf dem Band aufgezeichnet auftreten. Die von dem Band direkt wiedergegebenen Synchronisierungs-codes werden von den Servomechanismen verwendet, die die relative Bewegung zwischen dem Band und den Köpfen während des Abspielens steuern. Da der Schutz des Synchronisierungs-codes vor einer Verstümmelung durch einen Bündelfehler durch Ausmittlungsverfahren bewirkt werden kann, ist eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit durch Diagonalabtastverschachtelung gegeben, die ID-Codes und Innencodes, jedoch keine Synchronisierungs-codes, enthält.

[0061] **Fig. 9** ist ein Blockdiagramm, das eine Ausgestaltungsart des ECC-Blockumordners **50** gemäß **Fig. 4** zeigt. Abwechselnd wird in erste und zweite Speicher **51** und **52** geschrieben und aus ihnen gelesen, wobei Daten in einen der Speicher **51** und **52** in derselben Zeitspanne geschrieben werden, in der die vorhergehenden Daten aus dem anderen gelesen werden. Ein Demultiplexer **56** empfängt Daten von 108 Synchronisierungsblöcken (**105** normale Wiedergabesynchronisierungsblöcke plus drei Videohilfssynchronisierungsblöcke), die von dem in **Fig. 4** gezeigten Innenfehlerkorrekturcodierer **42** bereitgestellt werden, wobei die Daten von ihren Synchronisierungs- und ID-Code-Segmenten getrennt sind. Umgeordnete Daten werden einem Multiplexer **57** zugeführt, um (durch nicht gezeigte Mittel) in 85-Byte-Segmente für das Packen in die Räume zwischen Synchronisierungs- und ID-Code-Segmenten umgeparzt zu werden. Das durch diese Packung entstehende Signal wird als Videokomponente des Modulationssignals dem Modulator **60** gemäß **Fig. 4** zugeführt, wobei der Modulator **60** ein moduliertes Ausgabesignal zur Aufzeichnung auf dem Band ausgibt. [0062] Ein Steuersignalerzeuger **55** stellt ein Normalabspiel-/Trickabspiel-Steuersignal NT zur Verfügung, das bisweilen auf „low“ steht, um anzuzeigen,

dass der Innenfehlerkorrekturcodierer **42** Trickabspielreihen bereitstellt. Dieses auf „low“ stehende Normalabspiel-/Trickabspiel-Steuersignal NT weist den Multiplexer **56** an, an seinem Ausgang A Videodaten auszuwählen, die von dem Innenfehlerkorrekturcodierer **42** gemäß **Fig. 4** bereitgestellt und von ihren Synchronisierungs- und ID-Code-Segmenten getrennt sind. Dieses auf „low“ stehende Normalabspiel-/Trickabspiel-Steuersignal NT weist den Multiplexer **57** an, die Daten auszuwählen, die an dessen Eingang A von dem Ausgang A des Multiplexers **53** bereitgestellt werden, um sie dem Modulator **60** gemäß **Fig. 4** zuzuführen. Die Trickabspielreihen werden entsprechend durch den ECC-Blockumordner **50** geleitet, ohne dass deren Bytes zur Aufzeichnung umgeordnet werden.

[0063] Der Steuersignalerzeuger **55** stellt ein Normalabspiel-/Trickabspiel-Steuersignal NT bereit, das bisweilen auf „high“ steht, um anzuzeigen, dass der Innenfehlerkorrekturcodierer **42** Videoreihen bereitstellt, die nicht die Trickabspielreihen sind. Stellt der Innenfehlerkorrekturcodierer **42** Videoreihen bereit, die nicht die Trickabspielreihen sind, so stellt der Steuersignalerzeuger **55** zudem eine erste Leseschreibadresse (ADDR1) für den ersten Speicher **51**, eine zweite Leseschreibadresse (ADDR2) für den zweiten Speicher **52** sowie ein Leseschreibsteuersignal (R/W) bereit. Die von dem Steuersignalerzeuger erzeugte Schreibadresse ist eine sequenzielle Adresse in der Abfolge $D_{(0,0)}, D_{(0,1)}, D_{(0,2)}, \dots, D_{(188,84)}$. Demgegenüber wird die Leseadresse in den in **Fig. 8** gezeigten Richtungen 1, 1', 2, 2', ..., 85, 85' in der Abfolge $D_{(1,1)}, D_{(2,2)}, D_{(3,3)}, \dots, D_{(85,84)}, D_{(85,0)}, D_{(86,1)}, \dots, D_{(118,33)}, D_{(0,1)}, D_{(1,2)}, \dots, D_{(118,32)}$ erzeugt.

[0064] Ist das Normalabspiel-/Trickabspiel-Steuersignal NT auf „high“, was anzeigt, dass der Innenfehlerkorrekturcodierer **42** Videoreihen, die nicht Trickabspielreihen sind, bereitstellt, so wird der Demultiplexer **56** angewiesen, an seinem Ausgang B Videodaten auszuwählen, die von dem Innenfehlerkorrekturcodierer **42** von **Fig. 4** bereit gestellt wurden, und die von ihren Synchronisierungs- und ID-Code-Segmenten getrennt sind. Die Videodaten an dem Ausgang B des Demultiplexers **56** werden dem Eingang eines weiteren Demultiplexers **53** zugeführt. Das auf „high“ stehende Normalabspiel-/Trickabspiel-Steuersignal NT weist den Multiplexer **57** an, die Daten auszuwählen, die an dessen Eingang B von dem Ausgang A eines Multiplexers **54** bereitgestellt werden, um eine Weiterleitung an den in **Fig. 4** gezeigten Modulator **60** zu ermöglichen.

[0065] Ist das Leseschreibsteuersignal auf „high“, so wird der erste Speicher **51** angewiesen zu lesen, wohingegen der zweite Speicher **52** angewiesen wird zu schreiben. Die in dem ersten Speicher **51** gespeicherten Daten werden an dem Eingang A eines Multiplexers **54** in der in **Fig. 8** gezeigten Verschachtelungsabfolge eingelesen. Der Multiplexer **54** wird durch das auf „high“ stehende Leseschreibsteuersignal angewiesen, Daten, die an dessen Eingang A aus

dem ersten Speicher **51** eingelesen werden, an dem Ausgang A des Multiplexers **57** auszuwählen. Darüber hinaus wird der Multiplexer **57** durch das auf „high“ stehende Normalabspiel-/Trickabspiel-Steuersignal N/T angewiesen, die an dessen Eingang A gelesenen Daten dem Modulator **60** von **Fig. 4** zur Verfügung zu stellen. Der Demultiplexer **53** wird durch das auf „high“ stehende Leseschreibsteuersignal angewiesen, an seinem Eingang A die Videodaten auszuwählen, die an dessen Eingang von dem Ausgang des Demultiplexers **56** bereitgestellt sind. Diese Videodaten, die vorher von dem Innenfehlerkorrekturcodierer **54** von **Fig. 4** bereitgestellt und von ihren Synchronisierungs- und ID-Code-Segmenten getrennt wurden, werden in den zweiten Speicher **52** geschrieben.

[0066] Ist das Leseschreibsteuersignal auf „low“, so wird der erste Speicher **51** angewiesen zu schreiben, wohingegen der zweite Speicher **52** angewiesen wird zu lesen. Die in dem zweiten Speicher **52** gespeicherten Daten werden an dem Eingang B des Multiplexers **54** in der in **Fig. 8** gezeigten Verschachtelungsabfolge eingelesen. Der Multiplexer **54** wird durch das auf „low“ stehende Leseschreibsteuersignal angewiesen, Daten, die an dessen Eingang B von dem zweiten Speicher **52** eingelesen werden, an dem Ausgang A des Multiplexers **57** auszuwählen. Darüber hinaus wird der Multiplexer **57** durch das auf „low“ stehende Normalabspiel-/Trickabspiel-Steuersignal NT angewiesen, die an dessen Eingang A gelesenen Daten dem Modulator **60** von **Fig. 4** zur Verfügung zu stellen. Der Demultiplexer **53** wird durch das auf „low“ stehende Leseschreibsteuersignal angewiesen, an seinem Ausgang B die Videodaten auszuwählen die an dessen Eingang von dem Ausgang des Demultiplexers **56** bereitgestellt sind. Diese Videodaten, die vorher von dem Innenfehlerkorrekturcodierer **54** von **Fig. 4** bereitgestellt und von ihren Synchronisierungs- und ID-Code-Segmenten getrennt wurden, werden in den ersten Speicher **51** geschrieben.

[0067] Das Codeformat des vollständigen Modulationssignals an dem Modulator **60** ist in **Fig. 10, 11** und **12** gezeigt. Jede Spalte des Codes wird auf einer eigenen gewundenen (helikalen) Aufzeichnungsspur aufgezeichnet.

[0068] **Fig. 10** zeigt das vollständige ModulationssignalfORMAT, in dem die auf einem Paar von Spuren aufgezeichneten Trickabspielreihen wiederholt auf so vielen nicht überlappenden Paaren benachbarter Spuren aufgezeichnet werden, wie der maximalen Mehrfachgeschwindigkeit entsprechen. Jede in **Fig. 10** gezeigte Spur setzt sich aus einem Audiosynchronisierungsblock, einem Vorsynchronisierungsblock, einem Trickabspiel-Synchronisierungsblock zum Aufzeichnen der Trickabspielreihen, einem Normalabspiel-Synchronisierungsblock zum Aufzeichnen der verschachtelten Daten und einem Nachsynchronisierungsblock zusammen.

[0069] **Fig. 11** zeigt das Band mit einem Aufzeich-

nungsformat, bei dem die Trickabspieldaten in Abtastbereichen entsprechend jeder Mehrfachgeschwindigkeit angeordnet sind. Jede in **Fig. 11** gezeigte Spur setzt sich aus einem Audiosynchronisierungsblock, einem Vorsynchronisierungsblock, einem in eine vorgegebene Anzahl k von Bereichen unterteilt Trickabspiel-Synchronisierungsblock, einem in $m = k + 1$ Bereiche unterteilten Normalabspiel-Synchronisierungsblock zum Aufzeichnen der verschachtelten Daten und einem Nachsynchronisierungsblock zusammen.

[0070] **Fig. 12** zeigt ein Beispiel einer alternativen Aufzeichnung der Daten über zwei Spurperioden entsprechend dem in **Fig. 10** und **11** gezeigten Aufzeichnungsformat. **Fig. 12** ist ein Beispiel, wie die ATV-Aufzeichnung sowohl den Nachteil einer schlechteren Bildqualität, der bei der Aufzeichnung mit dem in **Fig. 10** gezeigten Aufzeichnungsformat vorgefunden wird, wie auch den Nachteil eines hohen Preises, der mit dem in **Fig. 11** gezeigten Aufzeichnungsformat einhergeht, überwindet.

[0071] Daher kann für den Fall der Aufzeichnung der verschachtelten Daten in einem Normalabspiel-Synchronisierungsblock entsprechend irgendeinem der in **Fig. 10** bis **12** gezeigten Aufzeichnungsformat, auch wenn auf der Spur ein Bündelfehler erzeugt wird, der Bündelfehler nach einer Umwandlung in willkürlich auftretende isolierte Fehler korrigiert werden.

[0072] **Fig. 13** zeigt ein digitales Videodatenwiedergabegerät zur Ausführung der Verfahren, die Aspekte der Erfindung darstellen. Dieses Wiedergabegerät gibt die Daten von dem digitalen Videoband in einer Betriebsabfolge wieder, die im Wesentlichen die Umkehrung derjenigen Betriebsabfolge ist, die bei der Aufzeichnung mit dem in **Fig. 4** gezeigten und auf derselben Seite wie **Fig. 13** angeordneten Aufzeichnungsgerät zum Einsatz kommt.

[0073] Die von dem Band wiedergegebenen Daten werden in einem Demodulator **110** demoduliert. Ein umgekehrter ECC-Blockumordner **120** entschachtelt die demodulierten Videodaten, um die Datenabfolge der ursprünglichen ECC-Blockstruktur rückzugewinnen. Der allgemeine Aufbau des umgekehrten ECC-Blockumordners **120** ist im Wesentlichen dem ECC-Blockumordner **50** ähnlich, wobei das Aufzeichnungs-/Wiedergabegerät eine gemeinsame Vorrichtung zum Ausführen beider Funktionen enthalten kann. Der umgekehrte ICC-Blockumordner **120** unterscheidet sich von dem ECC-Blockumordner dadurch, dass das Schreiben im Gegensatz zum Lesen der beiden Speicher auf Einwickeldiagonaladressierung zurückgreift, während das Lesen im Gegensatz zum Schreiben der beiden Speicher auf eine Adressierung der Art „horizontale Reihe für horizontale Reihe“ zurückgreift. Der umgekehrte ECC-Blockumordner **120** ist bei Wiedergabegeräten des Standes der Technik nicht bekannt.

[0074] Die entschachtelten Daten werden in einer Fehlerkorrekturdecodierungseinheit **130** fehlerkor-

rekturdecodiert. Dies bedeutet, dass ein Innenfehlerkorrekturdecodierer **131** der Einheit **130** Fehler von bis zu 4 Byte pro 85-Byte-Synchronisierungsblock korrigiert und einen Fehlermerker an jeden Synchronisierungsblock, der unrichtig bleibt, anhängt. Die Innenfehlerkorrekturfähigkeit eines zweidimensionalen RS-Codes ist eine Anzahl von Bytes gleichwertig der Hälfte der Anzahl der Bytes der Innenparität. Aufgrund der Tatsache, dass die Fehlermerker die wahrscheinlich einen Fehler darstellenden Positionen signalisieren, ist die Außenfehlerkorrekturfähigkeit eines zweidimensionalen RS-Codes eine Anzahl von Bytes gleichwertig der Anzahl der Bytes der Außenparität.

[0075] Der Vorgang der Diagonalverschachtelung und Entschachtelung verursacht, dass Bündelfehler diagonal über die Reihen und Spalten des zweidimensionalen Reed-Solomon-Codefeldes angeordnet werden. Die Tatsache, dass die Bündelfehler über die Reihen des Codefeldes angeordnet sind, versieht die Innencodierung mit einer Korrekturfähigkeit im Wesentlichen langer Fehler. Dies erfolgt ohne eine Verringerung der lange Bündelfehler betreffenden Korrekturfähigkeit der Außencodierung, wobei diese Fähigkeit von der Tatsache herrührt, dass die Bündelfehler die Spalten des Codefeldes kreuzen. Die Diagonalverschachtelung ist (im Sinne einer Codierung) sowohl mit Blick auf die horizontale (Innen-) Fehlerkorrekturcodierung wie auch auf die vertikale (Außen-) Fehlerkorrekturcodierung transversal. Dadurch werden beide Codes mit einer Korrekturfähigkeit im Wesentlichen langer Bündelfehler versehen. Unabhängig vom Typ des Diagonalabtastens werden Bündelfehler, die in weniger Abtastlinien auftauchen als die Anzahl durch Innenfehlerkorrekturcodierung korrigierbarer Fehler, durch die Innenfehlerkorrekturcodierung korrigiert. Der 8-Byte-Innenfehlerkorrekturcode kann einen Bündelfehler von bis zu vier Abtastlinien Länge unter der Voraussetzung korrigieren, dass Einzelbytefehler nicht aus der Korrektur isoliert werden müssen. Da Bündelfehler, die so lang wie die Anzahl der Abtastungen in vier Diagonalabtastlinien sind, durch die Innenfehlerkorrekturcodierung ohne das Setzen von Fehlermerkern korrigiert werden können, wird die Fähigkeit der Außenfehlerkorrekturcodierung, für eine Anzahl von Abtastungen in elf horizontalen Reihen anhaltende Bündelfehler zu korrigieren, nicht von diesem Bündelfehler umfasst. Ein weiterer Bündelfehler mit einer Länge entsprechend der Anzahl von Abtastungen in elf Diagonalabtastlinien kann korrigiert werden, solange er nicht in denselben horizontalen Reihen wie das zunächst betrachtete Bündel auftritt. Die Länge des längsten korrigierbaren einzelnen Bündelfehlers ist immer noch die gleiche wie im Stand der Technik. Der Vorteil, in der Lage zu sein, kürzere Bündelfehler zu korrigieren, ohne auf die Außencodierung zuzugreifen, ist durchaus bedeutsam, da die bei magnetischen Aufzeichnungsverfahren auftretenden Fehler aller Wahrscheinlichkeit nach stets kurze Bündelfehler sind.

[0076] Bei der Durchführung der Außenfehlerkor-

rekturdecodierung ersetzt ein Außenfehlerkorrekturdecodierer **132** in der Fehlerkorrekturdecodierungseinheit **130** die Trickabspielsdaten mit vorgeschriebenem N durch das 77-Byte-Muster, das sie während der Außenfehlerkorrekturcodierung ersetzte. Als Ergebnis können bis zu elf fehlerhafte Bytes pro Spalte von 149 – N Normalabspielsdaten durch die Außenfehlerkorrekturdecodierung korrigiert werden, anstatt dass bis zu elf fehlerhafte Bytes pro Spalte von 149 Normalabspiel- und Trickabspielbytes wie im Stand der Technik korrigiert werden könnten. Dies bedeutet, dass, wenn 30 Reihen von Trickabspielsdaten vorhanden sind, bis zu 11 fehlerhafte Bytes pro Spalte von 119 Normalabspielbytes durch die Außenfehlerkorrekturdecodierung korrigiert werden können. Bündelfehler, die innerhalb der Trickabspielreihen auftreten, haben auf die Fehlerkorrekturfähigkeit der Außenfehlerkorrekturdecodierung keine Auswirkung, sodass rekurrente lange Bündelfehler bei den Normalabspielsdaten durch die Außenfehlerkorrekturcodierung mit größerer Wahrscheinlichkeit korrigiert werden.

[0077] Die übrigen Abschnitte des Wiedergabegerätes von **Fig. 13** sind sehr ähnlich den entsprechenden Vorrichtungen aus dem Stand der Technik. Bei dem Separator (Trenner) **140** wird der Synchronisierungscode und der Identifikationscode von den fehlerkorrekturdecodierten Normalabspielsdaten und Trickabspielsdaten, die von der Fehlerkorrekturdecodierungseinheit **130** ausgegeben wurden, getrennt. Ein Normal/Trickabspielsdatenerzeuger **150** umfasst einen Multiplexer, empfängt die Normalabspielsdaten und die Trickabspielsdaten, aus denen der Synchronisierungscode und der Identifikationscode getrennt wurden, und erzeugt die Normalabspielsdaten und Trickabspielsdaten entsprechend der Normal- und Trickwiedergabemodi. Sodann wandelt ein umgekehrter Vorprozessor **160** die Normalabspielsdaten und die Trickabspielsdaten, die von dem Normal-/Trickabspielsdatenerzeuger **150** ausgegeben werden, in diejenige Transportpaketstruktur um, die als wiedergegebenes ATV-Signal bereitgestellt wird. [0078] Die Korrektur von Bündelfehlern bei den Trickabspielsdaten erfordert nicht, dass die Trickabspielsdaten mit ihrer eigenen Außenfehlerkorrekturcodierung, wie in **Fig. 7B** gezeigt, versehen werden. Anstelle dessen können sie Diagonalabtastverschachtelungen und entsprechenden Entschachtelungen unterzogen werden, sodass ihre Innenfehlerkorrekturcodierung mit einer Fähigkeit zur Korrektur von Bündelfehlern versehen wird.

[0079] **Fig. 14** zeigt, wie das gesamte Ausgangssignal aus dem Innenfehlerkorrekturcodierer einer Einwickel-Diagonalabtastverschachtelung unterzogen werden kann, wodurch eine Diagonalabtastverschachtelung der Normalabspielreihen, der Trickabspielreihen und der Außenparitätscodereihen ermöglicht wird. Die Länge jeder Einwickel-Diagonalabtastung wird von 119 Byte auf 149 Byte verlängert, was die Wahrscheinlichkeit senkt, dass sehr lange Bündelfehler bewirken, dass 4 Byte pro Reihe oder 11

Byte pro Spalte einen Fehler darstellen. Dadurch werden die Fähigkeiten zur Korrektur von Bündelfehlern sowohl für den Innenfehlerkorrekturcode wie auch für den Außenfehlerkorrekturcode erhöht.

[0080] **Fig. 15** zeigt, wie der ECC-Blockumordner **50** vereinfacht wird, indem die Normalabspielreihen, die Trickabspielreihen und die Außenparitätscodereihen sämtlich einer Diagonalabtastverschachtelung unterzogen werden. Der erste Speicher **51** und der zweite Speicher **52** werden durch einen ersten Speicher **510** beziehungsweise einen zweiten Speicher **520** ersetzt, die jeweils die Fähigkeit aufweisen, Synchronisierungsblöcke zu speichern 149. Der Demultiplexer **56** und der Multiplexer **57** sind vorgesehen, sodass ein einfacherer Steuersignalerzeuger **550** den Steuersignalerzeuger **50** ersetzen kann. Die Erzeugung der ersten Leseschreibadresse (ADDR1) für den ersten Speicher **510**, der zweiten Leseschreibadresse (ADDR2) für den zweiten Speicher **520** und eines Leseschreibsteuersignals (R/W) ist etwas einfacher, da diese Funktionen während des Aufzeichnens der Trickabspielsdaten nicht mehr ausgesetzt zu werden brauchen. Der umgekehrte ECC-Blockumordner **120** wird auf ähnliche Weise durch die Erzeugung einer Speicheradressierung, die während des Abspielens der Trickabspielsdaten nicht mehr ausgesetzt werden muss, vereinfacht.

[0081] Die Diagonalabtastverschachtelung nach der zweidimensionalen Reed-Solomon-Codierung zur Bereitstellung von Daten für einen Sender, der über einen für Bündelfehler länger als die Innencodes geeigneten Kanal sendet, ist allgemein von Nutzen. Nutzen ist beispielsweise für das Codieren digitaler Signale gegeben, die bei NTSC-Fernsehsignalen während der Spurintervalle eingebettet werden. Diagonalabtastverschachtelung vor der zweidimensionalen Reed-Solomon-Decodierung ist im Allgemeinen bei Empfängern von Nutzen, die für die Verwendung mit solchen Sendern ausgelegt sind.

[0082] Dem Fachmann, der sich mit der vorhergehenden Offenbarung befasst hat, werden sich massenhaft Abwandlungen oder Varianten der bevorzugten Ausführungsbeispiele entsprechend der vorstehenden Beschreibung erschließen, was bei der Festlegung des Schutzzumfangs der Erfindung berücksichtigt werden sollte, die durch die nachfolgenden Ansprüche festgelegt ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufzeichnen digitaler Videodaten, die in Reaktion auf ein digitales Fernsehsignal erzeugt werden, wobei das digitale Fernsehsignal unabhängig decodierbare Rahmendaten, die in vorgegebenen Intervallen bereitgestellt werden, und abhängig decodierbare Rahmendaten enthält, die zu Zeitpunkten zwischen den vorgegebenen Intervallen bereitgestellt werden, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

Verwenden der unabhängig decodierbaren Rahmen-daten, die in vorgegebenen Intervallen bereitgestellt werden, und der abhängig decodierbaren Rahmen-daten, die zu Zeitpunkten zwischen den vorgegebenen Intervallen bereitgestellt werden, als Normalabspiel-Daten;

Extrahieren von Trickabspiel-Daten aus den unabhängig decodierbaren Rahmendaten, die in vorgegebenen Intervallen bereitgestellt werden;

Zusammensetzen einer ersten Datenstruktur, die Reihen von Normalabspiel-Daten und Reihen von Trick-Abspieldaten umfasst;

Ersetzen der Reihen von Trick-Abspieldaten in der ersten Datenstruktur durch Reihen von Daten mit vorgeschriebenen Werten, um so eine zweite Datenstruktur herzustellen;

Außen-Fehlerkorrekturcodierung der zweiten Datenstruktur und Anhängen der Reihen des Außen-Paritätscodes an die zweite Datenstruktur, um so eine dritte Datenstruktur herzustellen;

Ersetzen der Reihen von Daten mit vorgeschriebenen Werten in der dritten Datenstruktur durch die Reihen von Trick-Abspieldaten der ersten Datenstruktur, um so eine vierte Datenstruktur herzustellen;

Innen-Fehlerkorrekturcodierung jeder Reihe der vierten Datenstruktur und Anhängen des entsprechenden Innen-Paritätscodes an jede Reihe der vierten Datenstruktur, um so eine fünfte Datenstruktur herzustellen; und das des Weiteren umfasst:

einen Verschachtelungsschritt des diagonalen Abtastens der fünften Datenstruktur, um die verschachtelten Daten zum Aufzeichnen an vorgegebenen Positionen von Spuren auf einem Band bereitzustellen;

einen anschließenden Aufzeichnungsschritt zum Aufzeichnen der verschachtelten Daten auf einem Band an vorgegebenen Positionen von Spuren, wobei die Trick-Abspieldaten wiederholt an einer vorgegebenen Position von so vielen Paaren einander nicht überlappenden benachbarter Spuren aufgezeichnet werden, wie der maximalen Mehrfachgeschwindigkeit entsprechen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die vorgeschriebenen Werte einen entsprechenden vorgegebenen Wert für jedes Byte in der Reihe umfassen.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der entsprechende vorgegebene Wert für jedes Byte in der Reihe der gleiche ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der entsprechende vorgegebene Wert für jedes Byte in der Reihe arithmetisch Null beträgt.

5. Verfahren zum Wiedergeben von Normalabspiel- und Trickabspiel-Daten, die nach einem der Ansprüche 1–4 an vorgegebenen Positionen von Spuren auf einem Band aufgezeichnet werden; wobei das Verfahren zum Wiedergeben von Normalabspiel- und Trickabspiel-Daten die folgenden Schrit-

te umfasst:

Wiedergeben der verschachtelten Daten, die auf einem Band aufgezeichnet sind;

einen vorbereitenden Schritt des Entschachtelns der verschachtelten Normalabspiel-Daten und der verschachtelten Trickabspiel-Daten, um eine fünfte Datenstruktur herzustellen, und Bereitstellen des entschachtelten Ergebnisses als die Innen-Fehlerkorrekturcodierung unterzogenen Normalabspiel- und Trickabspiel-Daten;

Innen-Fehlerkorrekturdecodierung der fünften Datenstruktur, um eine vierte Datenstruktur bereitzustellen;

Ersetzen der Reihen des Trickabspiels in der vierten Datenstruktur durch Reihen von Daten mit den vorgeschriebenen Werten, um so eine dritte Datenstruktur herzustellen, und Außen-Fehlerkorrekturdecodierung der dritten Datenstruktur, um Außen-Fehlerkorrekturdecodierung unterzogene Normalabspiel-Daten als wiedergegebene Normalabspiel-Daten während eines normalen Wiedergabevorgangs bereitzustellen; und

Bereitstellen von Innen-Fehlerkorrektur-Decodierung unterzogenen Trickabspiel-Daten während eines Trickabspiel-Wiedergabemodus.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

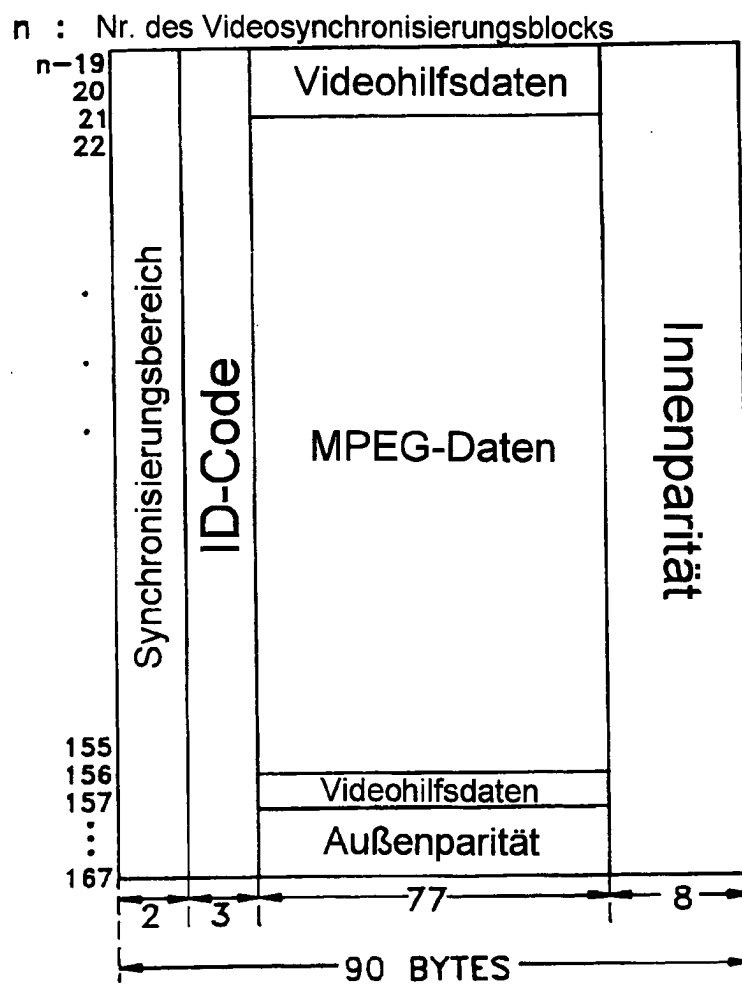
FIG. 1 (Stand der Technik)

FIG.2 (Stand der Technik)

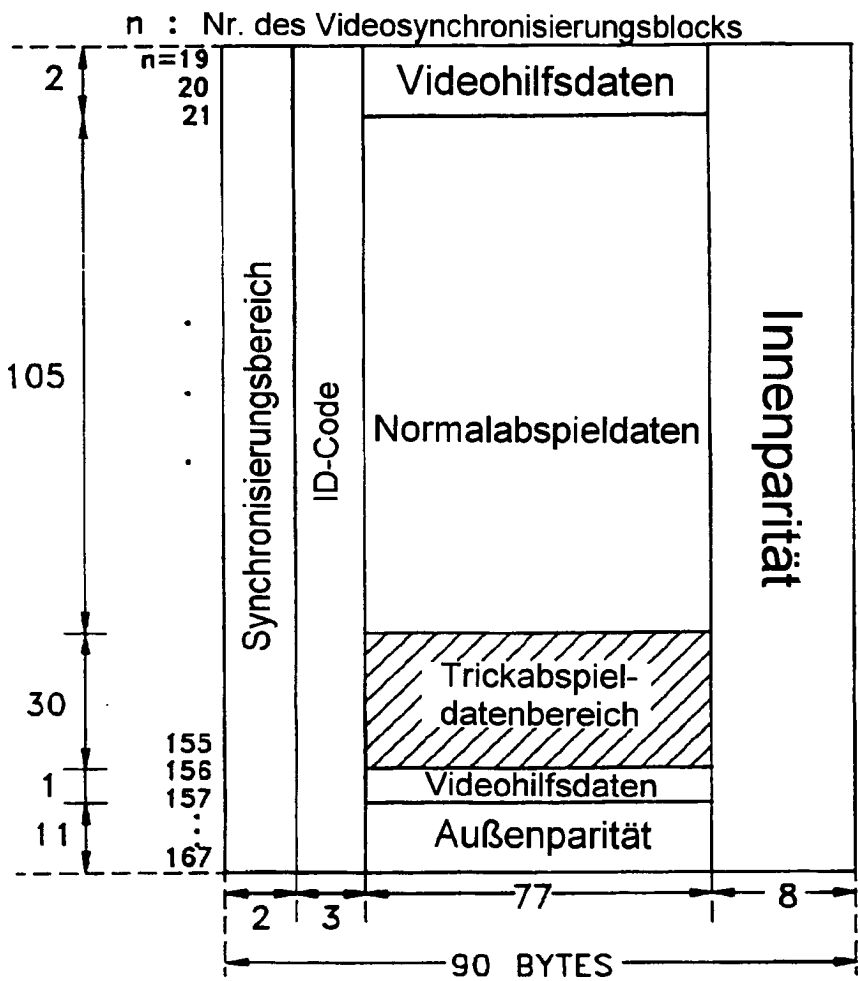
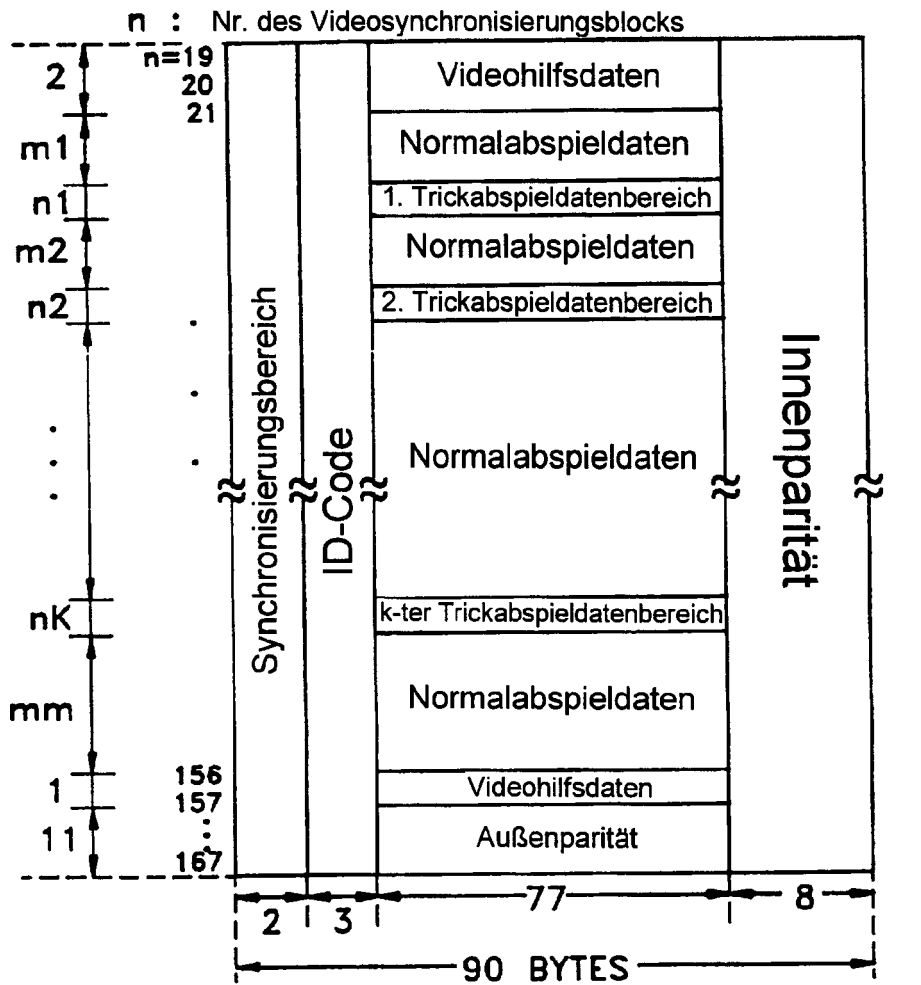


FIG. 3 (Stand der Technik)



$m1+m2+\dots+mm=M(105), n1+n2+\dots+nK=n(30)$

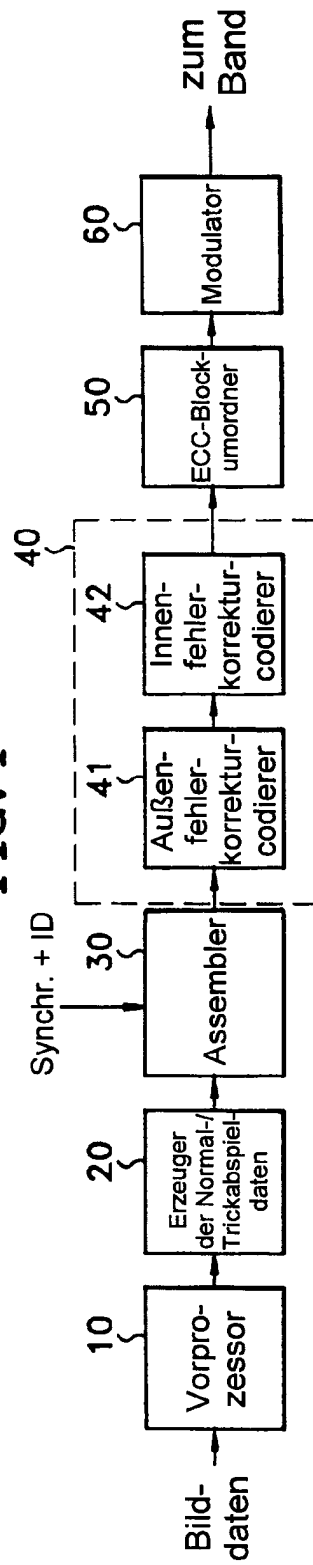
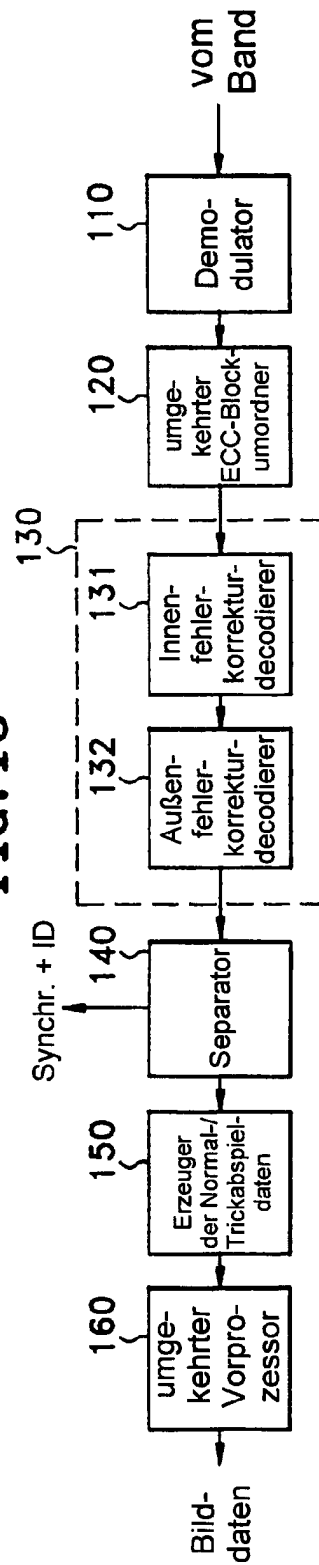
FIG. 4**FIG. 13**

FIG. 5A

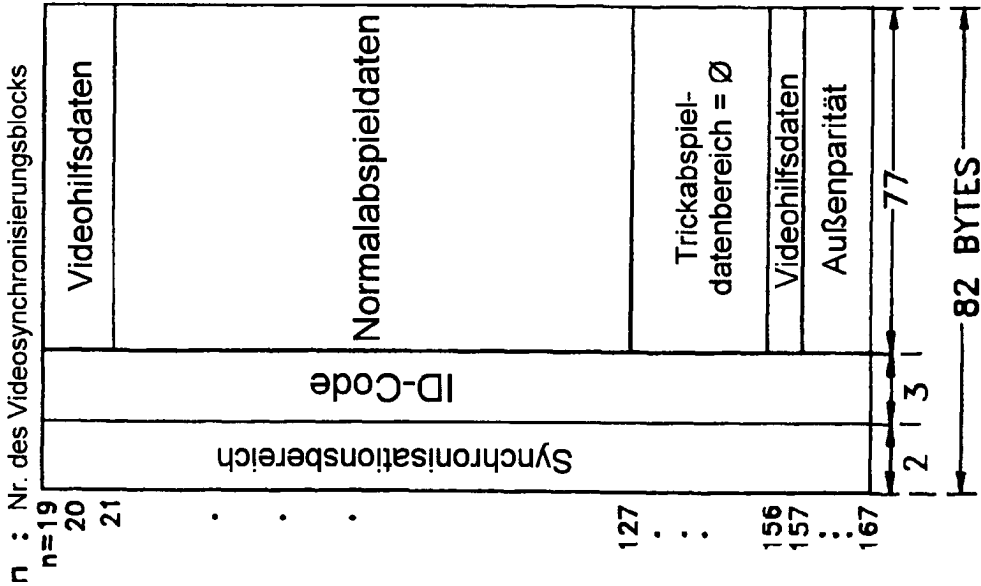


FIG. 5B

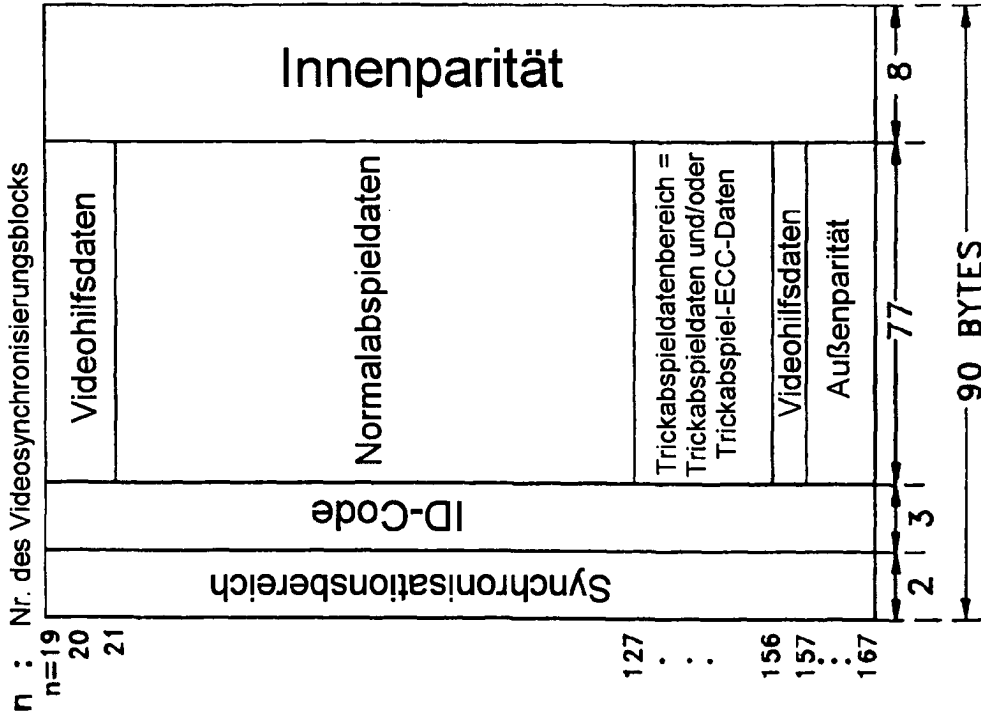
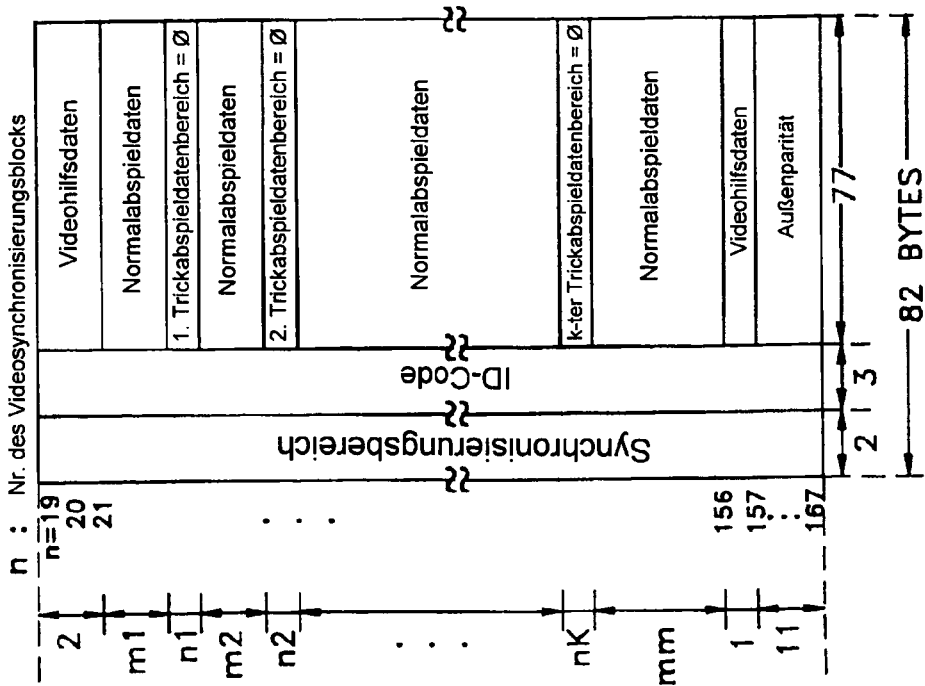
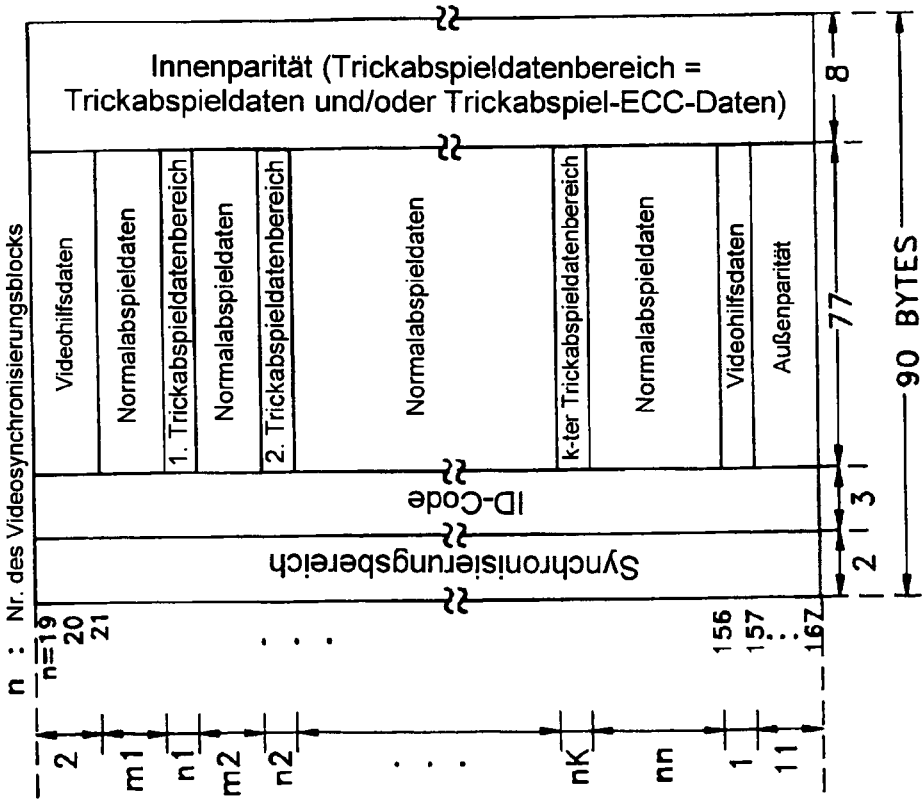


FIG. 6A



$m_1 + m_2 + \dots + m_m = M(105)$

FIG. 6B



$n_1 + n_2 + \dots + n_K = N(30)$

FIG. 7B

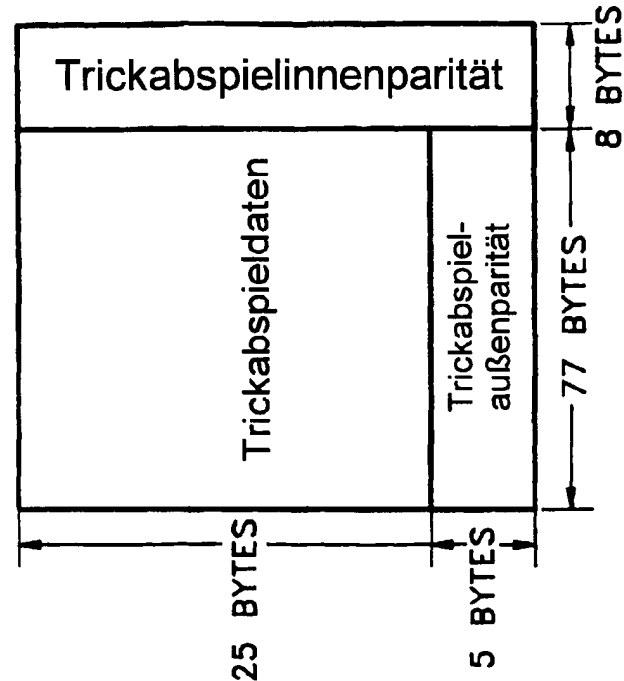


FIG. 7A

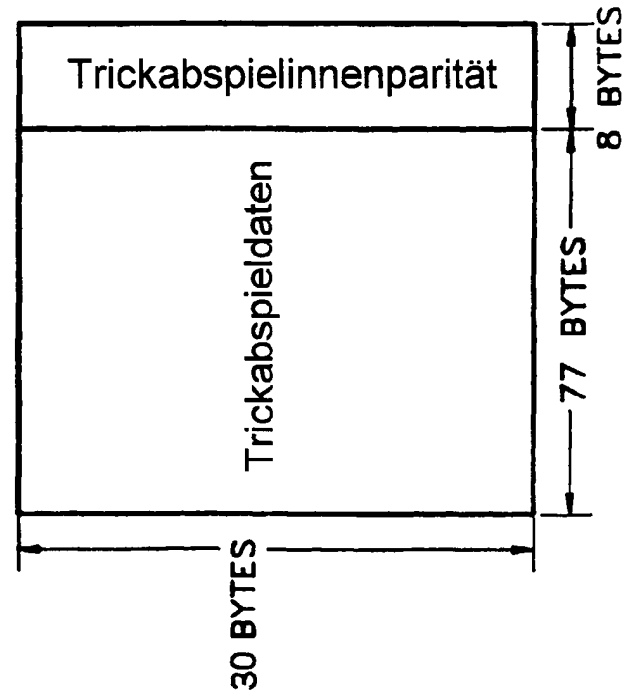


FIG. 8

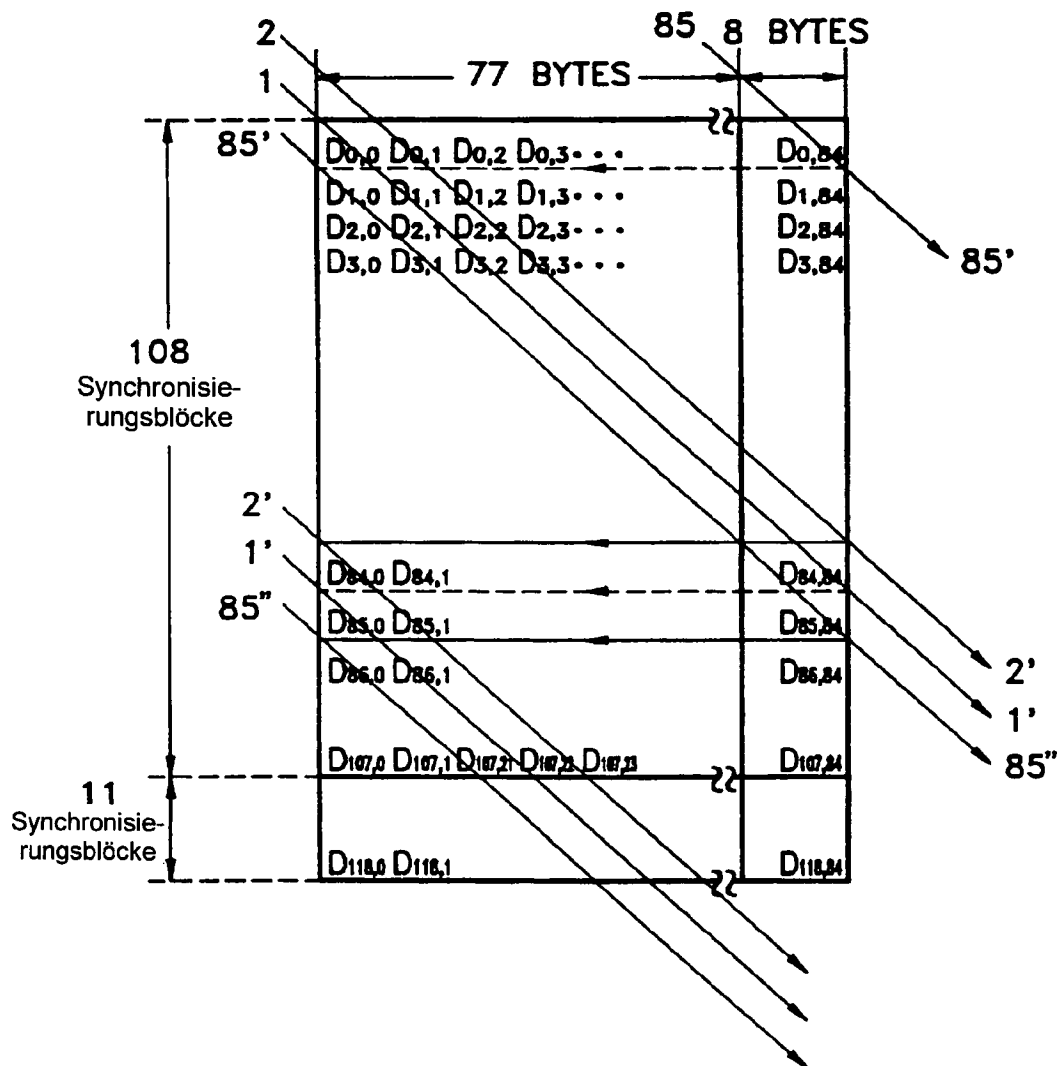


FIG. 9

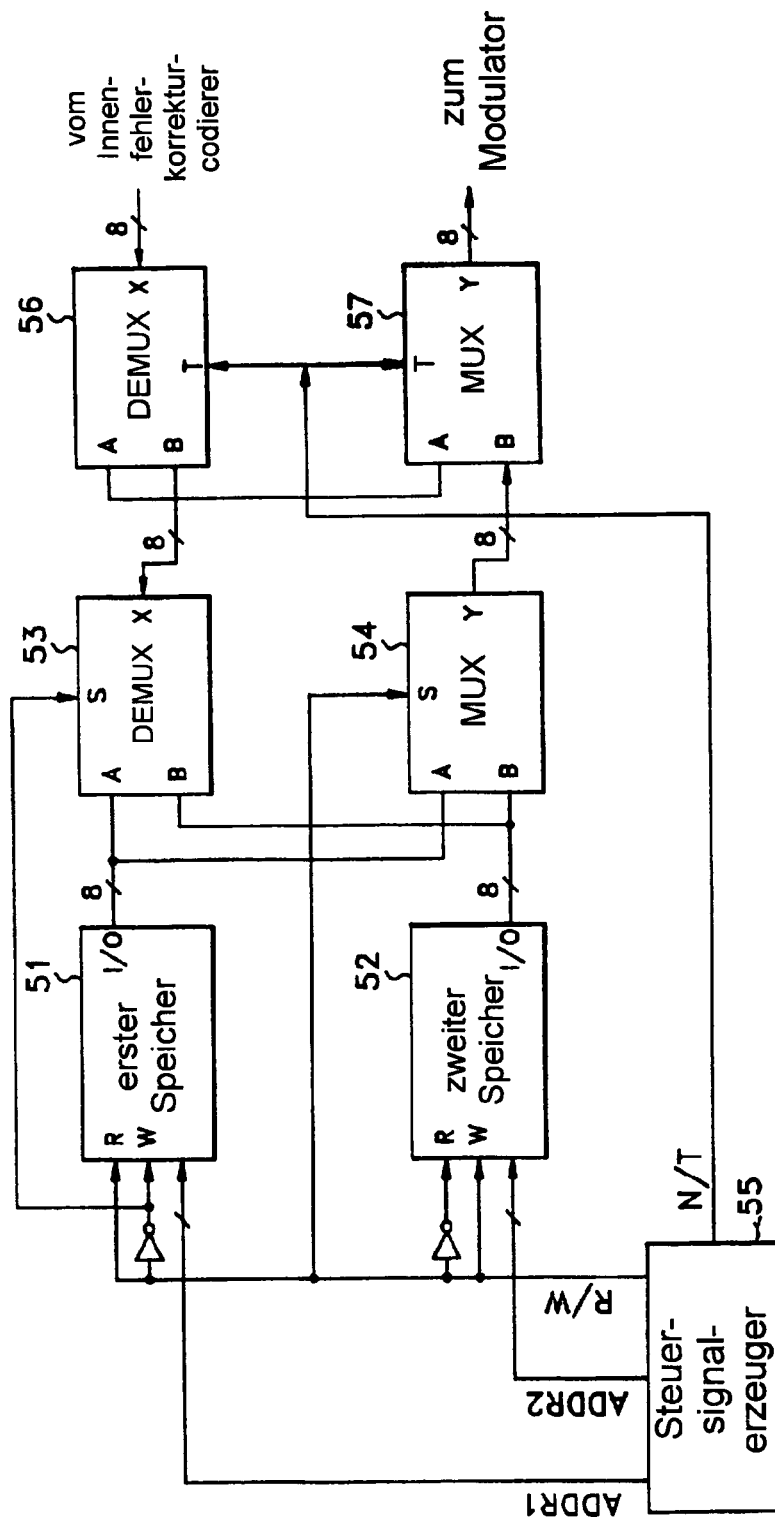


FIG. 10

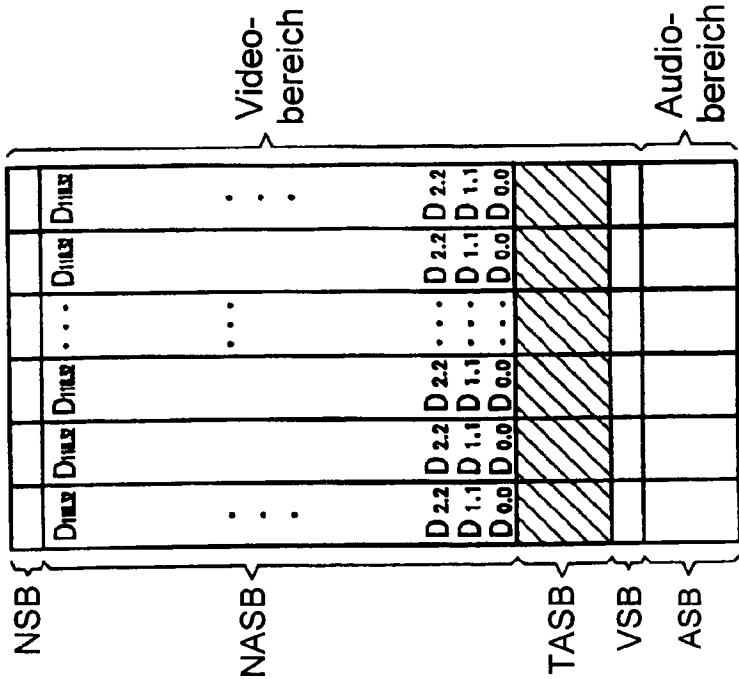
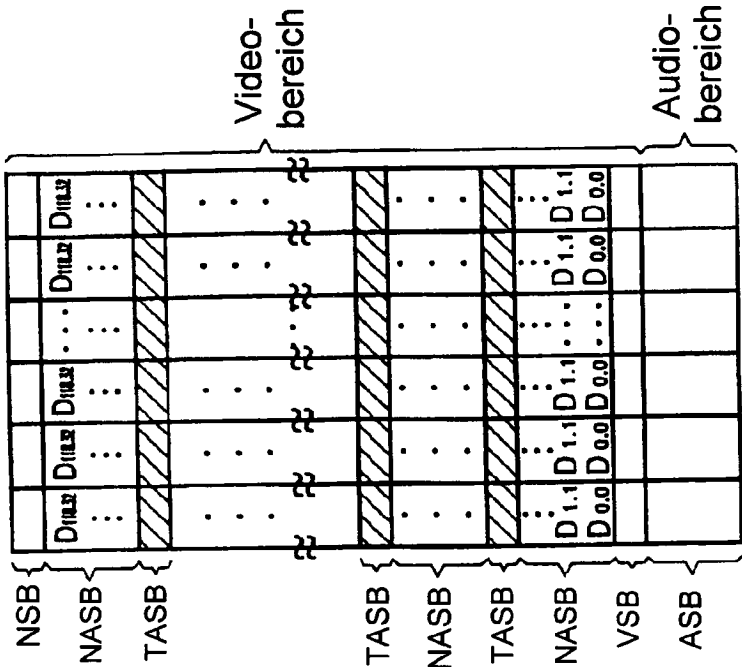
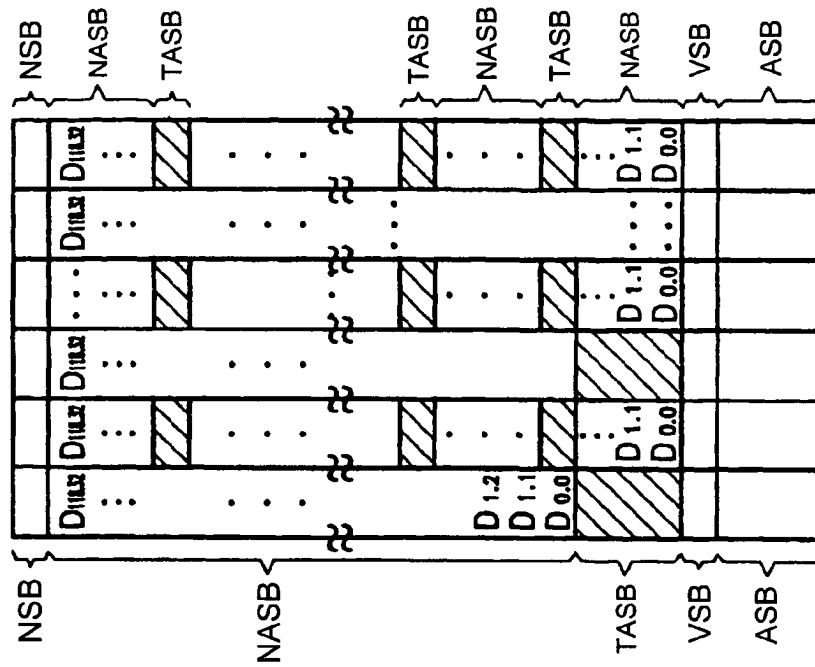


FIG. 11



- NSB Nachsynchronisierungsblock
- NASB Normalabspielsynchronisierungsblock
- TASB Trickabspielsynchronisierungsblock
- VSB Vorsynchronisierungsblock
- ASB Audiosynchronisierungsblock

FIG. 12



NSB Nachsynchronisationsblock
NASB Normalabspielsynchronisationsblock
TASB Trickabspielsynchronisationsblock
VSB Vorsynchronisationsblock
ASB Audiosynchronisationsblock

FIG. 14

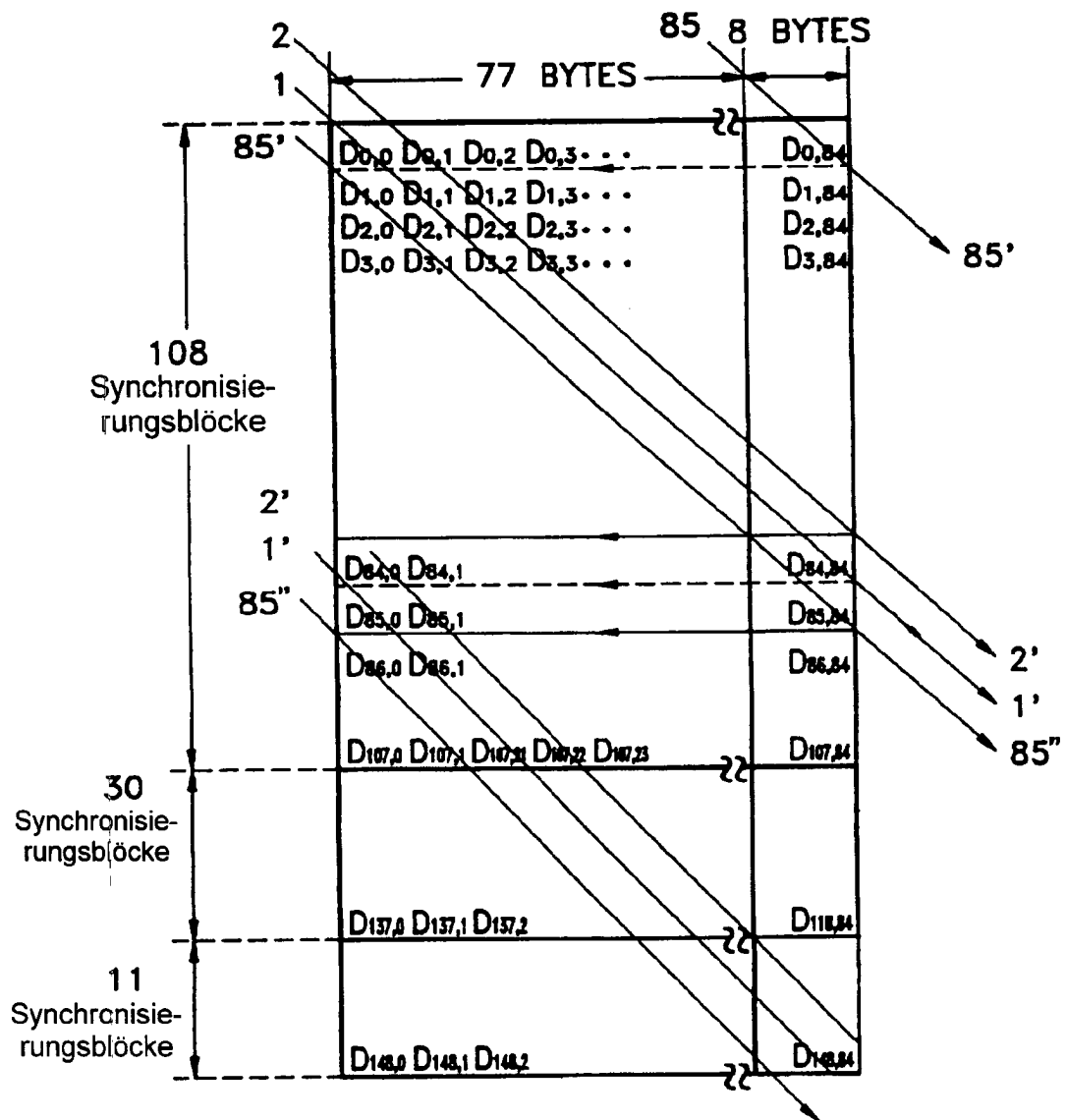


FIG. 15

