



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 16 874 T2 2005.04.07**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 123 611 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 16 874.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/22410**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 970 818.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/24171**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.09.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **27.04.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.08.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **28.04.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **07.04.2005**

(51) Int Cl.⁷: **H04L 25/03**
H04L 25/49

(30) Unionspriorität:
175090 19.10.1998 US

(73) Patentinhaber:
Dolby Laboratories Licensing Corp., San Francisco, Calif., US

(74) Vertreter:
Hoffmann, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 82166 Gräfelfing

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(72) Erfinder:
VERNON, Decker, Stephen, San Francisco, US; FIELDER, Dunn, Louis, San Francisco, US; DAVIS, Franklin, Mark, San Francisco, US

(54) Bezeichnung: **VERMEIDUNG VON NICHT ERLAUBTEN MUSTERN IN AUDIO- ODER VIDEO DATEN**

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

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Informationsverarbeitung, beispielsweise das Verarbeiten von Audio- oder Videodaten. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf Informationsverarbeitung, mit der das Auftreten unerwünschter oder verbotener Datenmuster vermieden oder verhindert werden soll.

EINSCHLÄGIGER STAND DER TECHNIK

[0002] Bei Anwendungen zur Erzeugung, Speicherung oder Übertragung von Information kann es wünschenswert sein, bestimmte Bitmuster als "verboten" zu bezeichnen, so daß diese Muster in einem die Information übermittelnden Strom digitaler Wörter nicht auftreten. Ein Beispiel findet sich in Systemen, in denen ein "sync"-Muster verwendet wird, um die Grenze eines Informationsstapels oder eines Informationspakets in einem Datenstrom zu bezeichnen. Das sync-Muster wird dazu benutzt, in Geräten, mit denen das Informationspaket oder der Informationsstapel verarbeitet werden soll, für Ausrichtung oder Gleichlauf zu sorgen. In solchen Fällen kann es nützlich sein, das Auftreten des sync-Musters im Datenstrom selbst zu verhindern, so daß innerhalb des Datenstroms enthaltene Information nicht fälschlich als ein sync-Muster identifiziert werden kann.

[0003] Ein weiteres Beispiel ergibt sich auf dem Gebiet digitalen Tontransports. Die serielle Übertragung digitaler Toninformation ist Gegenstand verschiedener internationaler Normen, beispielsweise der von der Audio Engineering Society (AES) veröffentlichten AES3 (ANSI S4.40). In dieser Norm ist die serielle Übertragung von digitaler Zweikanal-Toninformation, wiedergegeben in linearer Impulscodemodulation (PCM – pulse code modulation) bestimmt. Gemäß dieser Norm werden PCM-Abtastwerte für zwei Kanäle verschachtelt und paarweise übermittelt. Im Fall einer 16-Bit PCM, die in einer 2er-Komplementdarstellung ausgedrückt wird, können diese Amplitudenwerte innerhalb eines Bereichs von 32767 (hexadezimal ausgedrückt als $0 \times 7FFF$) bis -32768 (0×8000) schwanken. In diese Darstellung geht ein geringes Ausmaß an Asymmetrie ein, weil der am stärksten negative Wert um eine Größeneinheit größer ist als der am stärksten positive Wert.

[0004] Einige Geräte sind so ausgelegt, daß diese Asymmetrie verhindert wird, weil der am stärksten negative Wert von 0×8000 vermieden wird. Wenn dieser Wert nicht benutzt wird, um diese PCM-Amplitude zu übermitteln, kann man ihn für andere Zwecke benutzen und tut das manchmal auch, beispielsweise zum Übermitteln von Steuer- oder Signalisierdaten. Wenn ein PCM-Abtastwert, der diesen Wert hat, tatsächlich in der Toninformation auftritt, könnte er fälschlich als Steuer- oder Signalisierinformation identifiziert werden, und deshalb sollte dieses bestimmte Datenmuster in der Toninformation vermieden werden. Das kann man erreichen, indem man den verbotenen Wert von -32768 (0×8000) durch einen anderen Wert, beispielsweise -32767 (0×8001) ersetzt. Durch diesen Austausch wird zwar ein unumkehrbarer Fehler in die Toninformation eingeführt, aber für PCM-Toninformation ist dieser Fehler unbedeutend.

[0005] Eine Schwierigkeit stellt sich ein, wenn es sich bei der Information nicht um PCM-Tonabtastwerte, sondern um einen digitalen Bitstrom handelt, der Toninformation in einer kodierten Form wiedergibt. Zwei Beispiele solcher Bitströme sind diejenigen gemäß Dolby AC-3 und verschiedenen ISO MPEG-Normen. In derartigen Fällen bedeutet der Einsatz eines Wertes, wie 0×8001 anstelle eines anderen Wertes, wie 0×8000 fast mit Sicherheit eine hörbare Änderung der Toninformation und ruft eine nicht hinnehmbare Verzerrung der wiederhergestellten Toninformation hervor, da dieser Austausch ja nicht rückgängig gemacht werden kann.

[0006] Hierbei handelt es sich um ein beträchtliches Problem, denn es besteht zunehmendes Interesse an der Verwendung von Geräten, die ursprünglich für Einkanal- oder Zweikanal-PCM-Bitströme ausgelegt wurden, beispielsweise AES3-kompatible Bitströme zum Übermitteln von mehr Tonkanälen in einer kodierten Form, beispielsweise den oben genannten Formen AC-3 und MPEG. Einerseits können diese kodierten Formen verbotene Datenmuster enthalten, die nicht korrekt übermittelt werden, weil die verbotenen Datenmuster unrichtigerweise als Steuer- oder Signalisierdaten interpretiert werden. Andererseits werden durch bekannte Austauschverfahren zum Vermeiden dieser verbotenen Datenmuster unumkehrbare Änderungen in der kodierten Information hervorgerufen, die in der wiederhergestellten Toninformation eine hörbare Verzerrung verursachen.

[0007] Im Stand der Technik ist kein Verfahren bekannt, mit dem dieses Problem gelöst wird. In WO 91/16778 A ist eine Kodiertechnik offenbart, gemäß der zu einem reservierten Zeichensatz gehörende Zeichen wiederholt kodiert werden, bis die kodierte Darstellung nicht mehr im reservierten Satz liegt. Da das Ergebnis jeder

Iteration des Kodierens übertragen wird, hat dies unglücklicherweise zur Folge, daß Zeichen aus dem reservierten Satz in das kodierte Signal eingeschlossen werden.

[0008] WO 96/21984 A offenbart eine Technik, gemäß der ein Byte-Stopfverfahren umgekehrt wird, um verbotene Muster im übertragenen Signal wiederherzustellen. Das geschieht, um die Signalkomprimierung zu verbessern, hat aber auch zur Folge, daß verbotene Datenmuster in das übertragene Signal eingeschlossen werden.

[0009] US 3 878 331 A offenbart eine Verschlüsselungstechnik, bei der Überprüfungen vorgenommen werden, um sicherzustellen, daß das Verschlüsselungsverfahren keine verbotenen Wörter erzeugt. Aber verbotene Wörter, wie ASCII-Steuercodes sind im verschlüsselten Signal enthalten.

[0010] WO 99/33268 A offenbart ein Kodiersystem und erwähnt kurz verbotene Zeichen, es wird aber nicht gelehrt, wie das Vorhandensein verbotener Datenmuster im kodierten Signal vermieden werden kann.

[0011] Dieses Problem läßt sich dadurch lösen, daß das Auftreten verbotener Datenmuster in der kodierten Toninformation verhindert wird. Eine Möglichkeit, das zu erreichen, besteht darin, die kodierte Toninformation in eine Form zu bringen, die gewährleistet, daß alle verbotenen Datenmuster vermieden werden. So kann zum Beispiel die digitale Toninformation in eine Folge von n-Bit Wörtern zerlegt und jedes Wort in längere m-Bit Codes umgewandelt werden, für die man gewährleisten kann, daß sie spezifische, verbotene Datenmuster vermeiden. Die m-Bit Codes können ohne Schwierigkeiten übermittelt werden, da sie keine verbotenen Datenmuster enthalten. Die ursprüngliche kodierte Toninformation kann dadurch wiederhergestellt werden, daß jeder m-Bit Code in ein entsprechendes n-Bit Wort umgewandelt wird. Es sind viele geeignete n/m-Bit Kodierprogramme bekannt. Die Schwierigkeit bei diesem Ansatz besteht darin, daß ein Zusatz von $(m - n)$ Bits pro Wort benötigt wird. Bei vielen Anwendungen werden durch diesen Zusatz Erfordernisse hinsichtlich der Speicherkapazität oder Kanalbandbreite hervorgerufen, die schwer, wenn nicht völlig unmöglich zu erfüllen sind.

[0012] Eine andere Möglichkeit, das Auftreten verbotener Datenmuster in kodierter Toninformation zu vermeiden, besteht darin, die Syntax des kodierten Stroms so auszulegen, daß das Erzeugen eines verbotenen Datenmusters vermieden wird. Zum Beispiel könnte der Wert 0×8000 vermieden werden, wenn man sicherstellt, daß der kodierte Strom niemals mehr als vierzehn aufeinanderfolgende Null-Bits enthält, denn dieses verbotene Datenmuster besteht aus fünfzehn 0-Bits, die auf ein einziges 1-Bit folgen. Bei diesem Ansatz stellt sich dann die Schwierigkeit ein, daß die Syntax für den elementaren Bitstrom Einschränkungen unterliegt, die auf jeder Stufe des Kodierverfahrens berücksichtigt werden müssen. Außerdem können sich hierbei außerordentlich komplizierte Einschränkungen für die Syntax ergeben, wenn mehr als ein verbotenes Datenmuster vermieden werden muß.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0013] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, auf wirksame Weise ein oder mehr verbotene Datenmuster in digitalen Informationsströmen zu vermeiden, beispielsweise in kodierten digitalen Audiodatenströmen oder digitalen Videodatenströmen. Dieses Ziel kann mit der vorliegenden Erfindung gemäß den unabhängigen Ansprüchen erreicht werden. Verschiedene vorteilhafte Ausführungsbeispiele gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0014] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird Information zum Vermeiden verbotener Datenmuster so verarbeitet, daß ein Segment der Information empfangen wird, welches digitale Wörter aufweist, daß ein Kodierschlüssel erhalten wird, um ein Kodierverfahren zu steuern, wobei der Kodierschlüssel derartig ist, daß das auf jedes digitale Wort in dem Segment angewandte Kodierverfahren ein Ergebnis produziert, welches dem verbotenen Datenmuster ungleich ist, daß das Kodierverfahren auf die digitalen Wörter in dem Segment angewandt wird, um kodierte Information zu erzeugen, wobei das Kodierverfahren auf eine vom Kodierschlüssel gesteuerte Weise angewandt wird, und daß Schlüsselinformation und die kodierte Information zu einer Form zusammengefügt wird, die zum Übertragen oder Speichern geeignet ist, wobei die Schlüsselinformation dem verbotenen Datenmuster ungleich und derartig ist, daß daraus ein Dekodierschlüssel für ein Dekodierverfahren erhalten werden kann, welches zum Kodierverfahren komplementär ist.

[0015] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird Information zum Wiederherstellen von verbotenen Datenmuster enthaltender Originalinformation so verarbeitet, daß ein Segment der Information, welches digitale Wörter aufweist, empfangen und daraus ein Dekodierschlüssel zum Steuern eines Dekodierverfahrens extrahiert wird, daß das Dekodierverfahren auf die digitalen Wörter in dem Segment angewandt wird,

um dekodierte Information zu erzeugen, wobei das Dekodierverfahren auf eine vom Dekodierschlüssel gesteuerte Weise angewandt wird, um ein oder mehr digitale Wörter wiederherzustellen, die das verbotene Datenmuster haben, und daß aus der dekodierten Information ein Ausgabesignal erzeugt wird.

[0016] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird Information zum Vermeiden verbotener Datenmuster so verarbeitet, daß ein Segment der Information, welches digitale Wörter aufweist, empfangen wird, daß ein Ersatzdatenmuster erhalten wird, welches dem verbotenen Datenmuster ungleich ist und in dem Segment nicht vorkommt, daß jedes digitale Wort in dem Segment, welches das verbotene Datenmuster hat, durch ein digitales Ersatzwort ersetzt wird, welches das Ersatzdatenmuster hat, und daß das Ersatzdatenmuster und das Segment mit digitalen Ersatzwörtern zu einer Form zusammengefügt wird, die zum Übertragen oder Speichern geeignet ist.

[0017] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird Information zur Wiederherstellung von verbotene Datenmuster enthaltender Originalinformation so verarbeitet, daß ein Segment Information empfangen wird, welches digitale Wörter aufweist und daraus ein Ersatzdatenmuster extrahiert wird, daß jedes digitale Wort in dem Segment, welches das Ersatzdatenmuster hat, durch ein digitales Ersatzwort ersetzt wird, welches das verbotene Datenmuster hat, und daß aus dem Segment mit digitalen Ersatzwörtern ein Ausgabesignal erzeugt wird.

[0018] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird Information zum Vermeiden von verbotenen Datenmustern so verarbeitet, daß ein Segment der Information empfangen wird, welches digitale Wörter aufweist, daß ein Satz Kennzeichen konstruiert wird und jedes Kennzeichen in dem Satz einem jeweiligen digitalen Wort in dem Segment entspricht, welches entweder das verbotene Datenmuster oder ein Ersatzdatenmuster hat, und daß jedes Kennzeichen in dem Satz anzeigt, ob das jeweilige digitale Wort das verbotene Datenmuster oder das Ersatzdatenmuster hat, daß jedes digitale Wort in dem Segment, welches das verbotene Datenmuster hat durch ein digitales Ersatzwort ersetzt wird, welches das Ersatzdatenmuster hat, und daß der Satz Kennzeichen und das Segment mit digitalen Ersatzwörtern zu einer Form zusammengefügt wird, die zum Übertragen oder Speichern geeignet ist.

[0019] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird Information zur Wiederherstellung von verbotene Datenmuster enthaltender Originalinformation so verarbeitet, daß ein Segment Information empfangen wird, welches digitale Wörter aufweist, und daß daraus ein Satz Kennzeichen extrahiert wird, wobei jedes Kennzeichen einem jeweiligen digitalen Wort in dem Segment entspricht, welches ein Ersatzdatenmuster hat, und wobei jedes Kennzeichen anzeigt, ob das jeweilige digitale Wort das verbotene Datenmuster oder das Ersatzdatenmuster haben sollte, daß diejenigen jeweiligen digitalen Wörter in dem Segment, die das Ersatzdatenmuster haben und einem jeweiligen Kennzeichen entsprechen, welches anzeigt, daß das jeweilige digitale Wort das verbotene Datenmuster haben sollte, durch digitale Wörter ersetzt werden, die das verbotene Datenmuster haben, und daß aus dem Segment mit digitalen Ersatzwörtern ein Ausgabesignal erzeugt wird.

[0020] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird Information zum Vermeiden verbotener Datenmuster so verarbeitet, daß die Information empfangen wird, wobei die Information eine Vielzahl digitaler Wörter aufweist, daß die Information an einer Stelle vor einem digitalen Wort, welches irgendeines der verbotenen Datenmuster hat, unterteilt wird, um ein erstes Segment digitaler Wörter vor der Stelle, die kein digitales Wort mit irgendeinem verbotenen Datenmuster und ein zweites Segment digitaler Wörter nach der Stelle mit einem oder mehr digitalen Wörtern mit einem der verbotenen Datenmuster zu erhalten, daß das zweite Segment digitaler Wörter verarbeitet wird, um ein modifiziertes Segment zu erhalten, welches keine digitalen Wörter mit irgendeinem der verbotenen Datenmuster enthält, und daß Steuerinformation mit dem modifizierten Segment zu einer Form zusammengefügt wird, die zum Übertragen oder Speichern geeignet ist, wobei die Steuerinformation anzeigt, wie das zweite Segment aus dem modifizierten Segment wiedergewonnen werden kann.

[0021] Die verschiedenen Merkmale der vorliegenden Erfindung und deren bevorzugte Ausführungsbeispiele werden unter Hinweis auf die folgende Beschreibung und die beigefügten Zeichnungen besser verständlich, in denen für gleiche Elemente gleiche Bezugszeichen verwendet sind. Der Inhalt der folgenden Beschreibung und Zeichnungen dient lediglich als Beispiel und ist nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Erfindung zu verstehen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0022] Fig. 1 ist ein Blockschaltbild eines Kodier/Dekodiersystems, in das Informationsprozessoren und In-

formationsumkehrprozessoren gemäß der vorliegenden Erfindung eingebaut sind.

[0023] Fig. 2 ist ein Blockschaltbild eines Bausteins, welcher zum Verwirklichen von Informationsprozessoren und Informationsumkehrprozessoren gemäß verschiedenen Aspekten der vorliegenden Erfindung benutzt werden kann.

[0024] Fig. 3 ist ein Blockschaltbild eines Informationsprozessors, der einen Schlüssel erhält, einen Informationsstrom entsprechend diesem Schlüssel kodiert, um verbotene Datenmuster zu vermeiden, und den Schlüssel und die kodierte Information zu kodierter Information zusammenfügt.

[0025] Fig. 4 ist ein Blockschaltbild eines Bauelements zum Erhalten eines Schlüssels, der zur Verwendung in dem Informationsprozessor gemäß Fig. 3 geeignet ist.

[0026] Fig. 5 ist ein Blockschaltbild eines Informationsumkehrprozessors, der den Originalinformationsstrom aus der vom Informationsprozessor gemäß Fig. 3 kodierten Information wiederherstellt.

[0027] Fig. 6 ist ein Blockschaltbild eines Informationsprozessors, der ein Ersatzdatenmuster identifiziert, welches in einem Segment eines Informationsstroms nicht erscheint, die Fälle des Auftretens eines verbotenen Datenmusters durch das Ersatzdatenmuster ersetzt, um kodierte Information zu erzeugen, und das Ersatzdatenmuster und die kodierte Information zu Ausgabeinformation zusammenfügt.

[0028] Fig. 7 ist ein Blockschaltbild eines Bauelements zum Identifizieren eines Ersatzdatenmusters, welches zur Verwendung in dem Informationsprozessor gemäß Fig. 6 geeignet ist.

[0029] Fig. 8 ist ein Blockschaltbild eines Informationsumkehrprozessors, der den Originalinformationsstrom aus der vom Informationsprozessor gemäß Fig. 6 kodierten Information wiederherstellt.

[0030] Fig. 9 ist ein Blockschaltbild eines Informationsprozessors, der ein Ersatzdatenmuster erhält, die Fälle des Auftretens eines verbotenen Datenmusters durch das Ersatzdatenmuster ersetzt, um kodierte Information zu erzeugen, einen Satz Kennzeichen konstruiert, die anzeigen, wie das Ersatzdatenmuster in der kodierten Information benutzt ist, und den Satz Kennzeichen und die kodierte Information zu Ausgabeinformation zusammenfügt.

[0031] Fig. 10 ist ein Blockschaltbild eines Bausteins, welcher im Informationsprozessor gemäß Fig. 9 benutzt werden kann, um einen Informationsstrom in Segmente zu unterteilen.

[0032] Fig. 11 ist ein Blockschaltbild eines Informationsumkehrprozessors, der den Originalinformationsstrom aus der vom Informationsprozessor gemäß Fig. 9 erzeugten kodierten Information wiederherstellt.

MÖGLICHKEITEN ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

Überblick

[0033] Die vorliegende Erfindung ist in einer großen Vielfalt an Systemen anwendbar, mit denen digitale Daten übertragen und gespeichert werden, beispielsweise digitale Ton- und digitale Bildinformation. In dem Blockschaltbild der Fig. 1 sind die hauptsächlichen Bauelemente solcher Systeme dargestellt. Bei einem Beispiel ermöglicht es ein derartiges System, mehrere Kanäle Toninformation mit Vorrichtungen zu übertragen oder zu speichern, beispielsweise einem Videokassettenrekorder (VCR) oder einem seriellen digitalen Schnittstellen-Einbatter (SDI – Serial Digital Interface), die dazu ausgelegt sind, eine begrenzte Anzahl Kanäle PCM-Tonabstastwerte zu übertragen oder zu speichern. Bei diesem Beispiel steht das Bauelement 4 für Vorrichtungen zum Übertragen oder Speichern von zwei Kanälen von Toninformation, die mittels AES3-kompatibler Signale übermittelt werden. Diese Vorrichtungen arbeiten auf eine Art und Weise, bei der davon ausgegangen wird, daß in der zu sendenden oder zu speichernden Information nicht ein oder mehr verbotene Datenmuster vorkommen.

[0034] Bei diesem Beispiel empfängt ein Kodierer 2 ein Signal, welches mehrere Kanäle Toninformation wiedergibt, von einem Weg 1. Der Kodierer 2 verarbeitet dieses Signal und erzeugt ein kodierte digitales Signal, das im wesentlichen jedes beliebige Datenmuster, einschließlich des einen oder mehr verbotenen Datenmusters enthält, die das Bauelement 4 nicht richtig übertragen oder speichern kann. Der Informationsprozessor 3 empfängt das kodierte digitale Signal vom Kodierer 2 und verarbeitet es so, daß irgendwelche möglicherweise

auftauchenden, verbotenen Datenmuster vermieden werden. Die daraus resultierende kodierte Information kann ordnungsgemäß von dem Bauelement **4** übertragen oder gespeichert werden. Anschließend empfängt ein Informationsumkehrprozessor **5** die kodierte Information vom Bauelement **4** und verarbeitet sie, um das kodierte digital Signal wiederherzustellen, wie es ursprünglich vom Kodierer **2** empfangen wurde. Das wiederhergestellte, kodierte digitale Signal wird in einen Dekodierer **6** geleitet, der es dekodiert, um die vielfachen Kanäle Toninformation wiederherzustellen, die längs des Weges **7** weitergeleitet werden.

[0035] **Fig. 2** ist ein Blockschaltbild wichtiger Bauelemente in einem Baustein **20**, mit dem verschiedene Aspekte der vorliegenden Erfindung verwirklicht werden können. Ein Prozessor **22**, beispielsweise ein Mikroprozessor, eine stärker spezialisierte digitale Signalverarbeitungsschaltungsanordnung oder im wesentlichen jede beliebige andere Art einer programmgesteuerten Recheneinheit führt ein oder mehr Befehlsprogramme aus, um verschiedene Aspekte der vorliegenden Erfindung durchzuführen. Diese Befehlsprogramme können beispielsweise in dauerhaften Speichern gespeichert sein, beispielsweise einem Festwertspeicher (ROM) **24** oder von einer Speichervorrichtung, wie einem hier nicht gezeigten Diskettenlaufwerk. Ein Direktzugriffsspeicher (RAM) **23** kann Arbeitsflächen oder einen Notizblockspeicher bieten. Eine Eingabe **25** stellt ein oder mehr Bauelemente für den Empfang von erfindungsgemäß zu verarbeitender Information dar. Eine Ausgabe **26** stellt ein oder mehr Bauelemente dar, die anderen Bausteinen die Ergebnisse der vom Prozessor **22** durchgeführten Verarbeitung liefern. Diese Bauelemente sind durch einen Bus **21** gekoppelt, der ein oder mehr tatsächliche Sammelleitungen wiedergeben kann.

[0036] Bei Verwirklichung der vorliegenden Erfindung durch ein oder mehr Befehlsprogramme können diese Programme in im wesentlichen jeder beliebigen Trägerform verkörpert sein, beispielsweise als Magnetband oder -scheibe, optische Scheibe, nichtflüchtige Speicherchips oder als Strahlung durch Faseroptik, Draht oder durch die Luft.

[0037] Der Aufbau des in der Figur gezeigten Bausteins **20** ist lediglich ein Beispiel, welches zur Verwirklichung von Aspekten der vorliegenden Erfindung herangezogen werden kann. So ist zum Beispiel eine Busarchitektur nicht nötig. Ferner kann die vorliegende Erfindung durch eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) verwirklicht werden. Andere Formen der Verwirklichung liegen ohne weiteres auf der Hand.

[0038] Die vorliegende Erfindung kann von einzelnen Vorrichtungen, die zwischen andere Vorrichtungen in einem System geschaltet sind, durchgeführt werden, wie in **Fig. 1** vorgeschlagen. Als Alternative können einige oder sämtliche zur Durchführung der vorliegenden Erfindung nötigen Operationen innerhalb von Vorrichtungen, beispielsweise dem Kodierer **2** oder dem Bauelement **4** durchgeführt werden.

Kodierverfahren

[0039] In **Fig. 3** sind wichtige Bauelemente für ein Ausführungsbeispiel eines Informationsprozessors **3** gezeigt, der verbotene Datenmuster durch Verwendung eines Umkehrkodierverfahrens vermeidet, um eine kodierte Darstellung eines Informationsstroms zu erzeugen, der keine verbotenen Datenmuster enthalten kann. Dies kann dadurch erreicht werden, daß der Informationsstrom in Segmente unterteilt und jedes Segment entsprechend einem jeweiligen Kodierschlüssel kodiert wird, der so gewählt ist, daß die Ergebnisse des Kodiervorgangs kein verbotenes Datenmuster enthalten können.

[0040] In **Fig. 3** gesehen empfängt ein Aufteiler **103** einen Informationsstrom von einem Weg **100** und teilt den Strom in Segmente auf, die längs eines Weges **101** weitergeleitet werden. Ein Schlüsselbeschaffer **110** analysiert den Inhalt eines jeweiligen Segments und identifiziert einen geeigneten Kodierschlüssel für das Segment. Ein Hinweis auf den Kodierschlüssel wird längs eines Weges **115** zu einem Kodierer **120** geleitet. Der Kodierer **120** unterzieht das Segment entsprechend dem vom Weg **115** empfangenen Kodierschlüssel einem Kodiervorgang, um eine kodierte Darstellung des Segments zu erzeugen. Schlüsselinformation, beispielsweise eine Darstellung eines Dekodierschlüssels oder sonstige Information, aus der ein geeigneter Dekodierschlüssel abgeleitet werden kann, und die kodierte Darstellung werden einem Formatierer **130** zugeleitet, der diese Information zu einer Form zusammenfügt, die zum Übertragen oder Speichern geeignet ist.

[0041] Die Wahl der Schlüssel hängt von den Eigenschaften des vom Kodierer **120** durchgeführten Verfahrens ab. Es wird erwartet, daß der Kodierer **120** ein symmetrisches Kodiervorgang anwendet, was bedeutet, daß der Kodierschlüssel mit dem Dekodierschlüssel identisch ist. Symmetrische Kodiervorgänge werden allgemein bevorzugt, weil sie normalerweise wirksamer in die Tat umgesetzt werden können. Als Alternative kann der Schlüsselbeschaffer **110** unterschiedliche Kodier- und Dekodierschlüssel identifizieren. In diesem Fall wendet der Kodierer ein asymmetrisches Kodiervorgang entsprechend dem Kodierschlüssel an, und es wird

eine Darstellung des Dekodierschlüssels an den Formatierer **130** zum Zusammenfügen mit der kodierten Darstellung gesandt.

Kodierschlüssel

[0042] In einem Ausführungsbeispiel wird ein symmetrisches Kodierverfahren dadurch durchgeführt, daß ein bitweises Exklusiv-ODER zwischen einem Schlüssel K und jedem digitalen Wort $W(i)$ in einem Segment des Informationsstroms durchgeführt wird. Dieses Kodierverfahren läßt sich wie folgt ausdrücken:

$$X(i) = K \oplus W(i) \quad (1)$$

[0043] Die Exklusiv-ODER-Operation ist ein symmetrisches Kodierverfahren, weil es sich um ein Selbstumkehrverfahren handelt. Das bedeutet, daß für einen beliebigen Schlüssel K, das ursprüngliche Wort $W(i)$ aus einem kodierten Wort $X(i)$ erhalten werden kann, indem die Exklusiv-ODER-Operation mit dem gleichen Schlüssel ein zweites Mal angewandt wird, was wie folgt ausgedrückt werden kann

$$W(i) = K \oplus X(i) = K \oplus (K \oplus W(i)) \quad (2)$$

[0044] Ein geeigneter Schlüssel K, der ein verbotenes Datenmuster F in einem bestimmten Segment vermeidet, kann für dieses Kodierverfahren ausgewählt werden, indem ein Datenmuster U identifiziert wird, welches nicht in irgendeinem digitalen Wort in dem Segment vorkommt, und in dem dann eine bitweise Exklusiv-ODER-Operation zwischen dem "unbenutzten" Datenmuster U und dem verbotenen Datenmuster F durchgeführt wird. Der auf diese Weise ausgewählte Schlüssel K stellt sicher, daß das verbotene Datenmuster in dem kodierten Segment nicht auftritt. Wie weiter unten erläutert wird, ist durch diese Wahl des Schlüssels, wenn das unbenutzte Datenmuster auf nicht-Null beschränkt wird, auch sichergestellt, daß der Schlüssel selbst nicht dem verbotenen Datenmuster gleicht.

[0045] Die zum Erhalten des Schlüssels durchgeführte Operation läßt sich wie folgt ausdrücken

$$K = U \oplus F \quad (3)$$

[0046] Durch das Einsetzen dieses Ausdrucks anstelle des Schlüssels K in die Gleichung (1) kann dieses Kodierverfahren wie folgt neu geschrieben werden

$$X(i) = K \oplus W(i) = U \oplus F \oplus W(i) \quad (4)$$

[0047] Durch Kontradiktion läßt sich nachweisen, daß das Kodierverfahren der Gleichung (1) unter Verwendung des in der oben beschriebenen Weise erhaltenen Schlüssels K das verbotene Datenmuster F vermeidet. Der Nachweis geht von der Annahme aus, daß für einen Wert i das kodierte Wort $X(i)$ dem verbotenen Datenmuster F gleicht. Dies kann ausgedrückt werden als

$$F = X(i) = K \oplus W(i) = U \oplus F \oplus W(i) \quad (5)$$

[0048] Weil diese Exklusiv-ODER-Operation ein Selbstumkehrverfahren ist, kann das kodierte Wort $X(i)$ dem verbotenen Datenmuster nur dann gleichen, wenn das ursprüngliche Wort $W(i)$ dem unbenutzten Wort U gleicht. Das ursprüngliche Wort $W(i)$ kann dem unbenutzten Wort aber deswegen nicht gleichen, weil das unbenutzte Datenmuster als ein Datenmuster definiert ist, das in einem Segment nicht vorkommt. Per Kontradiktion muß die anfängliche Annahme falsch sein, was beweist, daß kein kodierte Wort dem verbotenen Datenmuster gleichen kann.

[0049] Wenn ein unbenutztes Datenmuster U gleich Null ist, ist der Schlüssel K gleich dem verbotenen Datenmuster F, weil eine exklusive-ODER-Operation zwischen einem beliebigen willkürlichen Wert V und einem Null-Wert den willkürlichen Wert V zurückgibt. In bevorzugten Ausführungsbeispielen ist das unbenutzte Datenmuster U auf nicht-Null beschränkt, womit verhindert wird, daß der Schlüssel K selbst dem verbotenen Datenmuster F gleicht. Wenn man den Schlüssel dem verbotenen Datenmuster gleich sein ließe, müßte man eine modifizierte Darstellung des Schlüssels statt den Schlüssel selbst dem Formatierer **130** zur Verfügung stellen, um mit dem kodierten Segment zusammengefügt zu werden, damit das Erscheinen des verbotenen Datenmusters in der kodierten Information verhindert werden könnte.

Unbenutztes Datenmuster

[0050] Ein Ausführungsbeispiel eines Bauelements, welches ein unbenutztes Datenmuster identifizieren kann, ist in **Fig. 4** dargestellt. Das Bauelement **111** bildet eine Matrix, die anzeigt, ob bestimmte Datenmuster in dem Segment auftreten, wählt ein Nicht-Null Datenmuster **U** aus, das in dem Segment nicht vorkommt, und leitet das unbenutzte Datenmuster an ein Bauelement **112** weiter. Das Bauelement **112** empfängt das unbenutzte Datenmuster **U** vom Bauelement **111**, empfängt das verbotene Datenmuster **F** von einem Weg **102** und erhält den Kodierschlüssel **K** entsprechend der Gleichung (3).

[0051] Eine Methode zum Auffinden eines unbenutzten Datenmusters beginnt mit dem Konstruieren einer Matrix aus Elementen, die jedes mögliche Datenmuster wiedergeben, und dem Initialisieren jedes Elements mit dem Wert Null. Der Inhalt jedes digitalen Worts in dem Segment wird geprüft und dann wird anhand dieses Inhalts das entsprechende Element in der Matrix auf Eins gesetzt. Wenn alle digitalen Wörter in dem Segment geprüft worden sind, werden die Elemente in der Matrix geprüft, um eines aufzufinden, das immer noch auf Null gesetzt ist. Jedes Element mit dem Wert Null in der Matrix entspricht Datenmustern, die im Segment nicht vorkommen.

[0052] Tatsächliche Frequenzzählungen für jedes Datenmuster können berechnet werden; aber das ist für dieses Verfahren nicht nötig. Es reicht, jedes Element lediglich zu aktualisieren, um zu zeigen, daß ein entsprechendes Datenmuster im ursprünglichen Segment vorkommt.

[0053] Dieses Verfahren läßt sich für kleine Segmentlängen sehr effizient gestalten, indem eine Matrix mit einer Anzahl von Elementen konstruiert wird, die mit abnehmender Segmentlänge kleiner wird. Die Anzahl der Elemente kann auf die kleinste 2. Potenz gesetzt werden, beispielsweise 2^B , die größer oder gleich der Segmentlänge ist. In diesem Fall ist nur eine Prüfung der B höchstwertigen Bits jedes digitalen Worts nötig. Wenn alle digitalen Wörter im ursprünglichen Segment geprüft worden sind, kann ein Matrixelement mit Null-Wert ausgewählt und benutzt werden, um die B höchstwertigen Bits eines unbenutzten Wortes zu bestimmen. Die verbleibenden niedrigstwertigen Bits des unbenutzten Datenmusters können willkürlich gesetzt werden. Wenn gewünscht, können diese niedrigstwertigen Bits auf Eins gesetzt werden, um sicherzustellen, daß das unbenutzte Datenmuster nicht gleich Null ist.

[0054] Dies zeigt das folgende Programmfragment. Dieses Programmfragment ist in einer Syntax ausgedrückt, die einige syntaktische Merkmale der Programmiersprachen C und BASIC einschließt. Das Programmfragment kann aber auch von denen verstanden werden, die mit diesen Sprachen nicht vertraut sind. Weder dieses noch weitere hier beschriebene Programmfragmente sind als für die Kompilierung geeignete Quellencodesegmente gedacht; sie sollen lediglich einige Aspekte möglicher Verwirklichungen zeigen.

```
(1)  size = ceiling(log2(segment_length));
(2)  initialize array[power(2, size)];
(3)  for j=1 to segment_length {
(4)    read word;
(5)    index = msbits(word, size);
(6)    array[index] = 1;
(7)  }
(8)  index = power(2, size)-1;
(9)  while array[index] ≠ 0
(10)   index = index - 1;
(11) unused_word = left_shift(index, len-size) | lsbits(ones, len-size);
```

[0055] Die Aussage in Zeile (1) initialisiert die Ganzzahl "Größe" auf die kleinste ganzzahlige Potenz von Zwei, die größer ist als die Segmentlänge. In dieser Aussage ergibt die Funktion "log2" den Basis-2-Logarithmus der Segmentlänge, und die Funktion "ceiling" ergibt die kleinste ganze Zahl, die größer ist als dieser Logarithmus oder gleich diesem Logarithmus. Die Aussage in Zeile (2) ordnet "array" einer Anzahl von Elementen zu, die Zwei hoch "size" gleicht und initialisiert jedes Element auf einen Wert Null. Die Aussage in Zeile (3) veranlaßt die Aussagen in den Zeilen (4) bis (6) zu reiterieren, bis alle digitalen Wörter in einem Segment geprüft worden sind. Die Aussage in Zeile (4) erhält das nächste digitale Wort von dem Segment. Die Aussage in Zeile (5) erhält die "size" höchstwertigen Bits dieses digitalen Wortes und wandelt diese Bits in einen Wert um, der der Variablen "index" zugeschrieben ist. In diesem Beispiel wird angenommen, daß jedes digitale Wort eine Anzahl Bits gleich "len" hat. Die Aussage in Zeile (6) stellt sicher, daß das Element von "array", welches diesem "index"-Wert entspricht, auf Eins gesetzt ist. Wenn alle digitalen Wörter im Segment geprüft worden sind, finden die Aussagen in den Zeilen (8) bis (10) ein Element des "array", das einen Wert Null hat, und setzt "index"

auf die Zahl dieses Elements. Die Aussage in Zeile (11) konstruiert ein unbenutztes Nicht-Null Datenmuster durch Verschieben des Wertes "index" in die höchstwertigen Bits eines digitalen Wortes und Durchführen einer bitweisen ODER mit der "(len-size)"-Zahl der niedrigstwertigen Bits dieses Wertes und einer angemessenen Anzahl von Bits, die den Wert Eins haben.

[0056] Um ein Beispiel zu geben, wenn ein Originalsegment 16-Bit digitale Wörter aufweist und diese Segmentlänge 2002 ist, ist die kleinste Potenz von Zwei, die größer oder gleich der Segmentlänge ist, 2^{11} oder 2048. Eine Matrix aus 2048 Elementen wird konstruiert und aktualisiert, wenn die elf höchstwertigen Bits jedes digitalen Wortes im Segment geprüft wird. Zum Beispiel würden die beiden Datenmuster 0×0000 und $0 \times 001F$, hexadezimal ausgedrückt, beide eine Aktualisierung des ersten Elements in der Matrix veranlassen, weil die elf höchstwertigen Bits beider Datenmuster gleich sind. Bei diesem Beispiel sind die elf höchstwertigen Bits beider Datenmuster alle Null. Um das Beispiel fortzusetzen, wenn das zweite Element der Matrix anzeigt, daß im Originalsegment keine entsprechenden Datenmuster vorkommen, dann ist bekannt, daß kein digitales Wort in dem Segment ein Datenmuster hat, in welchem die zehn höchstwertigen Bits auf Null gesetzt sind und das elfte höchstwertige Bit auf Eins. Ein unbenutztes Datenmuster kann aus einem beliebigen Wert im Bereich von 0×0020 bis $0 \times 003F$ ausgewählt werden.

[0057] Gegebenenfalls kann die Matrix auch daraufhin geprüft werden, ob irgendein digitales Wort im Segment das verbotene Datenmuster hat. Wenn nicht, könnte die zum Durchführen der Kodieroperation nötige Verarbeitung, wie die in Gleichung (1) gezeigte, vermieden werden. Diese Bedingung kann in der kodierten Information dadurch übermittelt werden, daß der Kodierschlüssel auf Null gesetzt wird. Wenn das zuvor beschriebene Exklusiv-ODER-Kodiervorgehen benutzt wird, ist ein Schlüssel mit Wert Null die normale Konsequenz der Auswahl des verbotenen Datenmusters als unbenutztes Datenmuster.

Segmentlänge

[0058] Die Längen der Segmente können festgelegt sein oder variieren. Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Segmentlänge so begrenzt, daß jedes Segment eine Anzahl digitaler Wörter enthält, die nicht größer ist als zwei weniger als die Anzahl aller möglichen Werte, die solche digitalen Wörter haben können. Wenn zum Beispiel der Informationsstrom 16-Bit digitale Wörter aufweist, gibt es 2^{16} oder 65536 mögliche Werte, die diese Datenwörter haben können. Folglich ist die Segmentlänge auf weniger als oder gleich 65534 Wörter begrenzt. Diese Segmentlänge ist deshalb zweckmäßig, weil sie garantiert, daß in jedem Segment mindestens ein Nicht-Nullwert nicht auftritt.

[0059] Als Alternative können Segmente veränderlicher Länge auf verschiedene Weise gebildet werden. Im einen Fall wird jedes digitale Wort in einem Informationsstrom geprüft, eine Matrix aus Elementen, die Fälle des Auftretens jeweiliger Datenmuster darstellen, wird aktualisiert, und der Informationsstrom wird in ein Segment abgeteilt, und zwar unmittelbar vor dem digitalen Wort, welches das einzige verbleibende unbenutzte Nicht-Null-Datenmuster in dem Segment hat. Gegebenenfalls kann der Informationsstrom auch an einer früheren Stelle unterteilt werden, um das Segment auf irgendeine maximale Länge zu begrenzen.

[0060] Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Bauelements **111**, welches die Elemente der benutzten Matrix prüfen kann, um ein unbenutztes Datenmuster zu finden und längs eines Weges **114** anzuzeigen, wo der Informationsstrom unterteilt werden sollte.

[0061] In einem anderen Fall wird jedes digitale Wort in einem Informationsstrom geprüft und der Strom unmittelbar vor einem digitalen Wort, welches ein verbotenes Datenmuster hat, zu einem Segment geteilt. Gegebenenfalls kann der Informationsstrom an einer späteren Stelle unterteilt werden, um sicherzustellen, daß das Segment wenigstens eine gewisse Mindestlänge hat. Wenn von einem Segment bekannt ist, daß es keine verbotenen Datenmuster hat, kann die zur Durchführung des Kodiervorganges nötige Verarbeitung vermieden werden. Das kann in der kodierten Information dadurch übermittelt werden, daß der Kodierschlüssel auf Null gesetzt wird.

[0062] Ein Verfahren, welches zum Aufteilen eines Informationsstroms verwendet werden kann, ist im folgenden Programmfragment gezeigt.


```

(1)   length = 0;
(2)   until end_of_stream {
(3)       length = length + 1;
(4)       read word;
(5)       if word = forbidden_pattern {
(6)           if length ≥ minimum_length {
(7)               signal segment_end;
(8)               length = 1;
(9)           }
(10)      }
(11)      else {
(12)          if length ≥ maximum_length {
(13)              signal segment_end;
(14)              length = 1;
(15)          }
(16)      }
(17)      store word;
(18)  }
(19)  signal segment_end;

```

[0063] Die Aussage in Zeile (1) initialisiert eine Variable "length", welche die Zahl digitaler Wörter zählt, die im aktuellen Segment gespeichert sind. Die Aussage in Zeile (2) verursacht, daß die Aussagen in den Zeilen (3) bis (17) so lange reitieren, bis das Ende eines eingegebenen Informationsstroms erreicht ist. Die Aussage in Zeile (4) erhält das nächste digitale Wort vom eingegebenen Informationsstrom. Die Aussage in Zeile (5) stellt fest, ob dieses digitale Wort einen Inhalt hat, der dem verbotenen Datenmuster gleicht. Wenn das so ist, stellt die Aussage in Zeile (6) fest, ob die Anzahl der bereits in diesem Segment gespeicherten digitalen Wörter groß genug ist, um ein Segment von wenigstens der minimal zulässigen Länge zu erzeugen. Wenn die minimale Länge erreicht ist, signalisieren die Aussagen in den Zeilen (7) und (8) das Ende des aktuellen Segments und setzen den digitalen Wortzähler zurück, um mit einem neuen Segment zu beginnen. Wenn das digitale Wort keinen Inhalt hat, der dem verbotenen Datenmuster gleicht, stellt die Aussage in Zeile (12) fest, ob die Anzahl der bereits im aktuellen Segment gespeicherten digitalen Wörter groß genug ist, um ein Segment zu erzeugen, das die maximal zulässige Länge hat. Wenn die maximale Länge erreicht ist, signalisieren die Aussagen in den Zeilen (13) und (14) das Ende des aktuellen Segments und setzen den digitalen Wortzähler zurück, um mit einem neuen Segment zu beginnen. Die Aussage in Zeile (17) speichert das gerade gelesene digitale Wort in das aktuelle Segment. Wenn das Ende des Informationsstroms erreicht ist, signalisiert die Aussage in Zeile (19) das Ende des aktuellen Segments, das eine Länge haben kann, die kleiner ist als die minimal zulässige Länge.

[0064] Wenn man die Länge der Segmente unterschiedlich sein läßt, sollte ein Hinweis auf die Segmentlänge mit der kodierten Information weitergegeben werden, damit ein Informationsumkehr-Begleitprozessor **5** die Grenze und die Erstreckung jedes kodierten Segments richtig erkennen kann. Es muß darauf geachtet werden, daß der Hinweis auf die Segmentlänge kein verbotenes Datenmuster benutzt.

Mehrere verbotene Datenmuster

[0065] Diese Kodiertechnik kann so erweitert werden, daß mehrfache verbotene Datenmuster vermieden werden. Ist die Segmentlänge signifikant kleiner als die Anzahl aller möglichen Werte für die digitalen Wörter, so ist es möglich, einen einzigen Schlüssel zu wählen, der sicherstellt, daß zwei oder mehr verbotene Datenmuster vermieden werden. Wenn zum Beispiel die Segmentlänge weniger ist als die Quadratwurzel der Anzahl aller möglichen Werte, ist es möglich, ein einziges Schlüsselwort zu finden, welches zwei verbotene Datenmuster vermeidet. Dieser Schlüssel kann dadurch erhalten werden, daß die höchstwertige Hälfte der Bits des Schlüssels gewählt wird, um das erste verbotene Datenmuster zu vermeiden und die niedrigstwertige Hälfte der Bits des Schlüssels gewählt wird, um das zweite verbotene Datenmuster zu vermeiden. Wenn die beiden verbotenen Datenmuster irgendwelche Bits gemeinsam haben, kann die Segmentlänge größer sein und trotzdem noch sicherstellen, daß beide verbotenen Datenmuster vermieden werden.

Wiederherstellung der Originalinformation

[0066] **Fig. 5** ist ein Blockschaltbild eines Informationsumkehrprozessors **5**, der aus der kodierten Information, die ein Informationsprozessor **3**, wie der in **Fig. 3** gezeigte, erzeugt hat, den ursprünglichen Informationsstrom wiederherstellt. Ein Deformatierer **150** empfängt ein Eingabesignal von einem Weg **151**, extrahiert kodierte Segmente und Dekodierschlüssel aus dem Eingabesignal und gibt die kodierte Segmente längs eines

Weges **161** und die Dekodierschlüssel längs eines Weges **162** weiter. In diesem Zusammenhang bezieht sich der hier und an anderer Stelle in der Beschreibung benutzte Ausdruck "extrahieren" allgemein auf das Deformatieren und/oder Ableitprozesse, mit denen Information erhalten wird, die vom Eingabesignal übermittelt wurde. Ein Dekodierer **160** wendet ein Dekodierverfahren auf die kodierten Segmente entsprechend den jeweiligen Dekodierschlüsseln an. Die aus dem Dekodierprozeß erhaltenen, dekodierten Segmente werden längs eines Weges **169** weitergeleitet.

[0067] Wenn das vom Dekodierer **160** angewandte Dekodierverfahren zum Kodierverfahren komplementär ist, mit dem die kodierte Information erzeugt wurde, enthalten die dekodierten Segmente die gleiche Information, die in entsprechenden Segmenten des ursprünglichen Informationsstroms übermittelt wurde. Bei einem Ausführungsbeispiel führt der Dekodierer **160** das Dekodierverfahren mittels Exklusiv-ODER-Operationen aus, wie oben in der Gleichung (2) gezeigt.

[0068] Wenn gewünscht, kann ein Schlüssel mit Wert Null anzeigen, daß keine Dekodierung erforderlich ist. Wie schon gesagt, ist diese Situation das normale Ergebnis bei Anwendung des Exklusiv-ODER-Kodierverfahrens.

[0069] Wenn Segmente variabler Länge zugelassen sind, extrahiert der Deformatierer **150** aus dem Eingabesignal auch dasjenige, was zum Identifizieren der Länge und Grenze jedes Segments nötig ist.

[0070] Der Dekodierschlüssel ist vorzugsweise mit jeglichem erforderlichen Hinweis auf eine Segmentgrenze vor dem entsprechenden kodierten Segment zusammengefügt, so daß der Dekodiervorgang mit dem Erhalt jedes kodierten Segments von der kodierten Information durchgeführt werden kann.

Ersatztechnik mit unbenutzten Datenmustern

[0071] **Fig. 6** zeigt wesentliche Bauelemente für ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Informationsprozessors **3**, der verbotene Datenmuster dadurch vermeidet, daß zulässige, aber unbenutzte Datenmuster an die Stelle der verbotenen Datenmuster gesetzt werden. Das läßt sich dadurch bewerkstelligen, daß der Informationsstrom in Segmente unterteilt, ein unbenutztes Datenmuster in einem jeweiligen Segment identifiziert und das Ersetzen aller Auftretensvorkommnisse des verbotenen Datenmusters in dem Segment durchgeführt wird.

[0072] Unter Hinweis auf **Fig. 6** empfängt ein Aufteiler **203** einen Informationsstrom von einem Weg **200** und unterteilt den Strom in Segmente, die längs eines Weges **201** weitergegeben werden. Ein Ersatzmusterbeschaffer **210** analysiert den Inhalt eines jeweiligen Segments und identifiziert ein geeignetes Ersatzdatenmuster für dieses Segment. Das Ersatzdatenmuster wird längs eines Weges **215** weitergeleitet. Ein Austauscher **220** prüft das Segment und ersetzt jedes vom Weg **202** empfangene, digitale Wort, welches das verbotene Datenmuster hat, durch ein anderes digitales Wort, welches das Ersatzdatenmuster hat. Das Ersatzdatenmuster wird ebenso wie das modifizierte Segment als Ergebnis des Austauschvorganges zu einem Formatierer **230** geleitet, der sie zu kodierter Information zusammenfügt, die eine zum Übertragen oder Speichern geeignete Form hat. In diesem Zusammenhang bezieht sich der hier und an anderer Stelle in der Beschreibung verwendete Ausdruck "kodiert" allgemein auf Verfahren, mit denen Information aus einer Form in eine andere umgewandelt wird.

[0073] Wenn das verbotene Datenmuster dem Informationsumkehrprozessor nicht bekannt ist, muß auch eine Darstellung dieses Musters zusammengefügt werden. Da das verbotene Datenmuster selbst nicht mit dem modifizierten Segment zusammengefügt werden kann, wird von einem Kodierer **225** eine Darstellung desselben erzeugt und längs eines Weges **226** zum Formatierer **230** geleitet. Das zum Erzeugen der Darstellung angewandte Verfahren hat keine kritische Bedeutung und kann auf verschiedenerelei Weise durchgeführt werden. So kann zum Beispiel eine Darstellung dadurch erzeugt werden, daß alle Bits oder ausgewählte Bits im verbotenen Datenmuster umgekehrt werden, oder die Darstellung kann ein Index in eine Tabelle möglicher verbotener Muster sein. Der Darstellungsprozeß muß nur zwei Bedingungen erfüllen. Zunächst muß er irgendwie das verbotene Datenmuster an einen Informationsumkehrprozessor übermitteln, und die Darstellung selbst darf keinem verbotenen Datenmuster entsprechen.

[0074] Als Alternative kann das Ersatzdatenmuster und/oder das verbotene Datenmuster ein- oder mehrmals als Initialisierungsparameter in der vom Formatierer **230** erzeugten kodierten Information übermittelt werden und muß nicht mit jedem Segment gesendet werden.

Ersatzdatenmuster

[0075] Ein Ausführungsbeispiel eines Bauelements, welches ein Ersatzdatenmuster identifizieren kann, ist in **Fig. 7** gezeigt. Das Bauelement **211** bildet eine Matrix, die anzeigt, ob ein bestimmtes Datenmuster im Segment vorkommt, und gibt die Matrix an ein Bauelement **212** weiter. Das Bauelement **212** benutzt die Matrix, um ein Datenmuster U auszuwählen, welches im Segment nicht vorkommt, und vergleicht das ausgewählte, unbenutzte Datenmuster mit dem vom Weg **202** empfangenen, verbotenen Datenmuster F. Wenn das ausgewählte, unbenutzte Datenmuster dem verbotenen Datenmuster gleicht, benutzt das Bauelement **212** die Matrix, um ein weiteres unbenutztes Datenmuster auszuwählen, bis ein unbenutztes Datenmuster gewählt ist, das dem verbotenen Datenmuster nicht gleicht. Wenn die beiden Muster nicht gleich sind, leitet das Bauelement **212** das ausgewählte, unbenutzte Datenmuster längs eines Weges **215** als Ersatzdatenmuster weiter.

[0076] Verfahren zum Auffinden unbenutzter Datenmuster wurden vorstehend schon beschrieben. Ein Ersatzdatenmuster mit Null-Wert kann ohne Schwierigkeiten benutzt werden, vorausgesetzt der Null-Wert ist kein verbotenes Datenmuster. Gegebenenfalls kann die Matrix auch geprüft werden, um festzustellen, ob irgendein digitales Wort in dem Segment das verbotene Datenmuster hat. Wenn nicht, kann der beschriebene Austauschvorgang vermieden werden. Diese Bedingung kann von einem reservierten Datenmuster, beispielsweise als Null-Wert übermittelt werden. Dieser reservierte Wert muß dem Informationsumkehrprozessor bekannt sein und darf nicht als Ersatzdatenmuster verwendet werden.

Segmentlänge

[0077] Wie schon gesagt, können die Längen von Segmenten festgelegt sein oder variieren. Die Erfordernisse für diese Austauschtechnik sind geringfügig anders, weil das Segment so unterteilt werden muß, daß mindestens ein unbenutztes Datenmuster gefunden werden kann, das dem verbotenen Datenmuster nicht gleich ist.

[0078] Unter Hinweis auf **Fig. 7** kann ein Ausführungsbeispiel des Bauelements **211** die Elemente der benutzten Matrix prüfen, um ein unbenutztes Datenmuster zu finden und längs eines Weges **214** anzeigen, wo ein Informationsstrom unterteilt werden sollte.

Mehrere verbotene Datenmuster

[0079] Diese Austauschtechnik kann erweitert werden, um mehrfache verbotene Datenmuster zu vermeiden, indem für jedes verbotene Datenmuster ein anderes unbenutztes Datenmuster gefunden wird. In diesem Fall muß jedes unbenutzte Datenmuster vom Formatierer **230** zusammengefügt werden. Die verbotenen Datenmuster, die jedem Ersatzdatenmuster entsprechen, müssen ebenfalls an den Informationsumkehrprozessor übermittelt werden. Dies kann dadurch geschehen, daß Ersatzdatenmuster zusammen mit einer Darstellung der entsprechenden verbotenen Datenmuster zusammengefügt werden, oder für den Fall, daß dem Informationsumkehrprozessor die verbotenen Datenmuster a priori bekannt sind, kann die Korrespondenz impliziert übermittelt werden, indem ein Ersatzdatenmuster für jedes verbotene Datenmuster in einer vorgeschriebenen Reihenfolge zusammengefügt wird. Wenn gewünscht, kann auch die Abwesenheit eines bestimmten verbotenen Datenmusters in einem Segment übermittelt werden, indem ein Ersatzdatenmuster mit Null-Wert für das betroffene verbotene Datenmuster zusammengefügt wird.

[0080] Wie schon erwähnt, können die verbotenen Datenmuster selbst nicht unmittelbar dem Informationsumkehrprozessor übermittelt werden. Daher müssen statt dessen alternative Darstellungen übermittelt werden. Diese Darstellungen werden vom Kodierer **225** erzeugt.

Wiederherstellung der Originalinformation

[0081] **Fig. 8** ist ein Blockschaltbild eines Informationsumkehrprozessors **5**, der den ursprünglichen Informationsstrom aus der kodierten Information wiederherstellt, die ein Informationsprozessor **3**, wie der in **Fig. 6** gezeigte, erzeugt hat.

[0082] Ein Deformatierer **250** empfängt von einem Weg **251** ein Eingabesignal, extrahiert aus dem Eingabesignal modifizierte Segmente und Ersatzdatenmuster und leitet die modifizierten Segmente längs eines Weges **261** sowie die Ersatzdatenmuster längs eines Weges **262** weiter. Ein Umkehraustauscher **260** prüft das modifizierte Segment und ersetzt jedes Auftreten des Ersatzdatenmusters durch das verbotene Datenmuster. Die bei dem Umkehrersatzverfahren entstehenden Segmente werden längs eines Weges **269** weitergeleitet.

[0083] Wenn das Eingabesignal auch eine Darstellung des verbotenen Datenmusters übermittelt, wird die Darstellung von einem Deformatierer **250** extrahiert und längs eines Weges **271** zu einem Dekodierer **270** weitergeleitet, der das verbotene Datenmuster wiederherstellt und längs eines Weges **272** zum Umkehraustauscher **260** leitet. Der zur Wiederherstellung des verbotenen Datenmusters angewandte Prozeß macht den Prozeß rückgängig, mit dem die Darstellung erzeugt wurde.

[0084] In einigen Ausführungsbeispielen wird ein Ersatzdatenmuster mit Null-Wert benutzt, um anzuzeigen, daß keine digitalen Wörter im Originalsegment das verbotene Datenmuster hatten. Wenn bei diesen Ausführungsbeispielen das vom Weg **262** erhaltene Ersatzdatenmuster Null ist, braucht der Umkehraustauscher **260** die digitalen Wörter in dem empfangenen Segment nicht zu prüfen, sondern kann dieses Segment unverändert längs des Weges **269** weitergeben.

[0085] Wenn Segmente veränderlicher Länge zugelassen sind, extrahiert der Deformatierer **250** aus dem Eingabesignal auch dasjenige, das nötig ist, um die Länge und Grenze jedes Segments zu identifizieren.

[0086] Das Ersatzdatenmuster und jeglicher erforderliche Hinweis auf eine Segmentgrenze ist vorzugsweise vor dem entsprechenden modifizierten Segment zusammengefügt, so daß der Vorgang des Umkehraustausches mit dem Empfang jedes modifizierten Segments durchgeführt werden kann.

Ersatztechnik mit Ersetzungskennzeichen

[0087] In **Fig. 9** sind hauptsächliche Bauelemente für ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Informationsprozessors **3** gezeigt, der verbotene Datenmuster dadurch vermeidet, daß ein erlaubtes Datenmuster an die Stelle des verbotenen Datenmusters gesetzt und Kennzeichen konstruiert werden, die anzeigen, ob das Auftreten des ausgetauschten Datenmusters im ursprünglichen Informationsstrom vorkam oder ein Ersatz für das verbotene Datenmuster ist. Das kann erreicht werden durch Unterteilen des Informationsstroms in Segmente, Identifizieren der Fälle, an denen das Ersatzdatenmuster und das verbotene Datenmuster in einem jeweiligen Segment auftreten, Konstruieren eines Kennzeichens für jedes Auftreten und Ersetzen jedes Auftretens des verbotenen Datenmusters in diesem Segment durch das Ersatzdatenmuster. Der Satz Kennzeichen muß in einer Form übermittelt werden, die nicht dem verbotenen Datenmuster gleicht. Das läßt sich durch Auffüllen des Satzes Kennzeichen mit Bits erreichen, die geeignete Werte haben, um sicherzustellen, daß der Satz Kennzeichen dem verbotenen Datenmuster nicht gleich sein kann.

[0088] Unter Hinweis auf **Fig. 9** empfängt ein Aufteiler **303** einen Informationsstrom von einem Weg **300** und unterteilt den Strom in Segmente, die längs eines Weges **301** weitergegeben werden. Ein Abtaster **310** analysiert den Inhalt eines jeweiligen Segments, identifiziert Fälle des Auftretens eines vom Weg **305** empfangenen Ersatzdatenmusters und eines vom Weg **302** empfangenen verbotenen Datenmusters und gibt einen Hinweis auf solches Vorkommen längs eines Weges **315** weiter. Ein Kennzeichensetzer **318** konstruiert einen Satz Kennzeichen, der längs eines Weges **319** weitergeleitet wird. Das erste Kennzeichen in dem Satz entspricht dem ersten Auftreten entweder des Ersatzdatenmusters oder des verbotenen Datenmusters und zeigt an, um welches Muster es sich handelt. Ein Kennzeichen gleich 1 zeigt zum Beispiel ein Auftreten des verbotenen Datenmusters an, während ein Kennzeichen gleich Null ein Auftreten des Ersatzdatenmusters anzeigt. Ein Austauscher **320** reagiert auf die vom Weg **315** empfangenen Hinweise und ersetzt jedes vom Weg **302** empfangene digitale Wort, welches das verbotene Datenmuster hat, durch ein anderes vom Weg **305** empfangenes digitales Wort, welches das Ersatzdatenmuster hat. Der Satz Kennzeichen und das aus dem Austauschvorgang hervorgegangene, modifizierte Segment werden einem Formatierer **330** zugeführt, der diese Information zu einer Form zusammensetzt, die zum Übertragen oder Speichern geeignet ist.

[0089] Wenn dem Informationsumkehrprozessor das Ersatzdatenmuster nicht bekannt ist, empfängt der Formatierer **330** das Muster vom Weg **305** und fügt es mit den Kennzeichen und dem modifizierten Segment zusammen.

[0090] Wenn dem Informationsumkehrprozessor das verbotene Datenmuster nicht bekannt ist, muß auch eine Darstellung dieses Musters zusammengefügt werden. Da aber das verbotene Datenmuster selbst nicht mit dem modifizierten Segment zusammengefügt werden kann, wird eine Wiedergabe desselben von einem Kodierer **325** erzeugt und längs eines Weges **326** dem Formatierer **330** zugeleitet. Das zum Erzeugen der Darstellung angewandte Verfahren ist nicht von kritischer Bedeutung und kann auf verschiedenere Weise durchgeführt werden, wie schon beschrieben.

[0091] Gemäß einer Alternative kann das Ersatzdatenmuster und/oder das verbotene Datenmuster ein- oder

mehrmals als Initialisierungsparameter übermittelt werden und braucht nicht mit jedem Segment gesendet zu werden.

Ersetzungskennzeichen

[0092] Ein Satz Kennzeichen kann auf sehr vielfältige Weise konstruiert werden. Bei einem Ausführungsbeispiel ist jedes Kennzeichen ein einziges Bit, welches einen von nur zwei möglichen Werten annehmen kann. Bei anderen Ausführungsbeispielen können Mehrbit-Kennzeichen einen von verschiedenen Werten annehmen. Ein Verfahren, das zum Konstruieren eines Satzes binärer Kennzeichen für ein Segment angewandt werden kann, ist im folgenden Programmfragment gezeigt.

```
(1)    i = 0;
(2)    for j=1 to segm_length {
(3)        read word;
(4)        if word = forbidden_pattern {
(5)            flags[i] = 1;
(6)            i = i + 1;
(7)            word = substitute_pattern;
(8)        }
(9)        else {
(10)           if word = substitute_pattern {
(11)               flags[i] = 0;
(12)               i = i + 1;
(13)           }
(14)        }
(15)        store word;
(16)    }
(17)    pad flags;
(18)    write flags;
(19)    write word_buffer;
```

[0093] Die Aussage in Zeile (1) initialisiert den Index "i" für eine Matrix "flags". Die Aussage in Zeile (2) verursacht, daß die Aussagen in den Zeilen (3) bis (15) für jedes digitale Wort in dem Segment reitieren. Die Aussage in Zeile (3) erhält das nächste digitale Wort von dem eingegebenen Informationsstrom. Die Aussage in Zeile (4) stellt fest, ob dieses digitale Wort einen Inhalt hat, der dem verbotenen Datenmuster gleich ist. Wenn das der Fall ist, setzen die Aussagen in den Zeilen (5) bis (7) ein entsprechendes Element in der Kennzeichenmatrix auf Eins und modifizieren das digitale Wort, so daß es das Ersatzdatenmuster enthält. Ist das nicht der Fall, stellt die Aussage in Zeile (10) fest, ob dieses digitale Wort einen Inhalt hat, der dem Ersatzdatenmuster gleich ist. Ist das der Fall, setzen die Aussagen in den Zeilen (11) und (12) ein entsprechendes Element in der Kennzeichenmatrix auf Null. Die Aussage in Zeile (15) gibt das digitale Wort, möglicherweise so modifiziert, daß es das Ersatzdatenmuster enthält, in einen Zwischenspeicher ein. Nachdem alle digitalen Wörter in dem Segment geprüft worden sind, füllt die Aussage in Zeile (17) die "flags"-Matrix nach Bedarf mit Bits auf, die geeignete Werte haben, um sicherzustellen, daß es dem verbotenen Datenmuster nicht gleicht, und die Aussagen in den Zeilen (18) und (19) erzeugen ein Segment kodierter Information, indem sie die "flags"-Matrix und die digitalen Wörter schreiben, die im Zwischenspeicher gespeichert sind.

Ersatzdatenmuster

[0094] Bei einem Ausführungsbeispiel ist das Ersatzdatenmuster a priori bekannt und braucht nicht wie oben für die Ersatztechnik mit unbenutzten Datenmustern dynamisch identifiziert zu werden. Aber im Fall anderer Ausführungsbeispiele wird das Ersatzdatenmuster dynamisch identifiziert, um die Anzahl der in jedem Segment vorzunehmenden Austauschvorgänge auf ein Minimum einzuschränken und/oder sicherzustellen, daß die Anzahl der Austauschvorgänge eine bestimmte Schwellenzahl nicht übersteigen. Dies kann mit Hilfe eines Bausteins ähnlich dem in **Fig. 7** gezeigten durchgeführt werden.

Segmentlänge

[0095] Die Längen von Segmenten können festgelegt sein oder schwanken. Für diese Ersatztechnik sind keine unbenutzten Datenmuster in einem Segment erforderlich, aber vorzugsweise wird dabei sichergestellt, daß die Gesamtanzahl digitaler Wörter in jedem modifizierten Segment, die das Ersatzdatenmuster haben, die Anzahl Kennzeichen nicht übersteigt, die durch den Kennzeichensetzer **318** für jedes Segment erzeugt werden. Diese Bedingung kann auf verschiedene Weise erfüllt werden.

[0096] In einem Fall wird versucht, die Wahrscheinlichkeit dieser Bedingung zu maximieren, indem versucht wird, dafür zu sorgen, daß die Daten im Originalinformationsstrom willkürlich genug sind, so daß das verbotene Datenmuster und das Ersatzdatenmuster nur selten auftreten. Wenn beispielsweise angenommen wird, daß der Informationsstrom eine Folge von 16-Bit digitalen Wörtern ist, die willkürliche Werte haben, dann ist die durchschnittliche Anzahl des Vorkommens von verbotenen und Ersatzdatenmustern nur einmal in 32768 digitalen Wörtern. Wenn das Segment auf 2002 digitale Wörter begrenzt ist, ist die Wahrscheinlichkeit, daß mehr als acht digitale Wörter verbotene und/oder Ersatzdatenmuster in einem Segment haben, nur $3,04 \times 10^{-17}$. Wenn dreißig Segmente eine Sekunde Information wiedergeben, übersteigt die Anzahl des Auftretens von verbotenen/Ersatzdatenmustern die Schwelle von acht nur einmal alle 34,8 Millionen Jahre. Wenn der ursprüngliche Informationsstrom nicht ausreichend willkürlich ist, könnte man auf die Originalinformation vor dem Austausch eines verbotenen Datenmusters eine Verwürfelung vornehmen. Dann würde der Informationsumkehrprozessor die Auswirkungen der Verwürfelung rückgängig machen, nachdem der Austausch umgekehrt wurde.

[0097] Eine andere Möglichkeit, diese Bedingung sicherzustellen, besteht darin, den Informationsstrom in Segmente veränderlicher Länge zu unterteilen, so daß die Anzahl digitaler Wörter in jedem jeweiligen Segment, die die verbotenen und Ersatzdatenmuster haben, niemals die Anzahl Kennzeichen für dieses Segment übersteigt. Ein Hinweis auf die Segmentlänge kann mit dem Segment zusammengefügt werden. Verschiedene Verfahren zum Unterteilen des Informationsstroms in Segmente veränderlicher Länge wurden vorstehend beschrieben, und diese Verfahren können zur Benutzung bei der vorliegenden Ersatztechnik angepaßt werden.

[0098] Fig. 10 zeigt einen Baustein, der zum Steuern der Unterteilung von Segmenten veränderlicher Länge benutzt werden kann. Ein Bauelement **311** prüft jedes digitale Wort in einem Informationsstrom und zählt die Anzahl digitaler Wörter mit dem verbotenen Datenmuster, die vom Weg **302** empfangen wurden, und mit dem Ersatzdatenmuster, die vom Weg **305** empfangen wurden. Ein Hinweis auf jedes Vorkommen wird längs eines Weges **315** zum Austauscher **320** und Kennzeichensetzer **318** geleitet. Wenn diese Zählung einen Schwellenwert erreicht, zeigt das Bauelement **312** längs eines Weges **314** an, daß der Informationsstrom in ein Segment unterteilt werden sollte, und das Bauelement **311** setzt den Zähler für das nächste Segment auf Null zurück.

[0099] Eine weitere Möglichkeit, diese Bedingung zu erfüllen, besteht darin, für jedes Segment eine veränderliche Anzahl Kennzeichen zu erzeugen und einen Hinweis auf die Anzahl Kennzeichen an den Formatierer **330** zu senden.

Mehrere verbotene Datenmuster

[0100] Diese Ersatztechnik kann erweitert werden, um mehrere verbotene Datenmuster zu vermeiden, indem ein unterschiedliches Ersatzdatenmuster für jedes verbotene Datenmuster im Zusammenhang mit einem einzigen Satz Kennzeichen benutzt wird. In diesem Fall muß jedes Ersatzdatenmuster und eine Wiedergabe jedes entsprechenden verbotenen Datenmusters an den Formatierer **330** geleitet werden, um dort mit kodierter Information zusammengefügt zu werden, wenn nicht diese Muster und deren Entsprechung dem Informationsumkehrprozessor **5** schon a priori bekannt waren.

[0101] Alternativ kann auch ein einziges Austauschdatenmuster zum Ersetzen mehrerer verbotener Datenmuster benutzt werden, indem ein einziger Satz Kennzeichen konstruiert wird, die anzeigen, welches verbotene Datenmuster ersetzt wurde. In diesem Fall muß eine Darstellung jedes verbotenen Datenmusters und seiner Korrespondenz mit den Kennzeichen an den Formatierer **330** zum Zusammenfügen mit dem modifizierten Segment geleitet werden, wenn nicht diese Muster und deren Korrespondenz mit den Kennzeichen dem Informationsumkehrprozessor **5** schon a priori bekannt waren. Beispielsweise könnte ein Satz aus 2-Bit Kennzeichen folgendes übermitteln: 00 zeigt an, daß das Ersatzdatenmuster im Originalinformationsstrom vorkam, 01 zeigt an, daß das Ersatzdatenmuster ein erstes verbotenes Datenmuster ersetzt, 10 zeigt an, daß das Ersatzdatenmuster ein zweites verbotenes Datenmuster ersetzt, und 11 zeigt an, daß das Ersatzdatenmuster ein drittes verbotenes Datenmuster ersetzt.

[0102] Bei einer weiteren Alternative kann für jedes verbotene Datenmuster ein eigenes Ersatzdatenmuster und ein eigener Satz Kennzeichen errichtet werden. Eine Darstellung des jeweiligen verbotenen Datenmusters muß an den Formatierer **330** gelangen, um mit dem modifizierten Segment zusammengefügt zu werden, wenn nicht diese Muster und ihre Korrespondenz mit den Sätzen Kennzeichen dem Informationsumkehrprozessor **5** schon a priori bekannt waren.

[0103] Da, wie schon gesagt, die verbotenen Datenmuster selbst nicht unmittelbar an den Informationsum-

kehrprozessor übermittelt werden können, müssen statt dessen alternative Darstellungen übermittelt werden. Diese Darstellungen werden vom Kodierer **325** erzeugt. Außerdem muß von den Kennzeichen ein oder mehr Sätze auf eine Weise übermittelt werden, die keinem der verbotenen Datenmuster gleich ist.

Wiederherstellung der Originalinformation

[0104] Fig. 11 ist ein Blockschaltbild eines Informationsumkehrprozessors **5**, der den ursprünglichen Informationsstrom aus der Information wiedergewinnt, die ein Informationsprozessor **3**, wie der in Fig. 9 gezeigte, erzeugt hat.

[0105] Ein Deformatierer **350** empfängt ein Eingangssignal von einem Weg **351**, extrahiert modifizierte Segmente und einen Satz Kennzeichen vom Eingangssignal, leitet die modifizierten Segmente längs eines Weges **362** zu einem Umkehraustauscher **360** und einem Abtaster **376** weiter und leitet den Satz Kennzeichen längs eines Weges **375** zum Abtaster **376**. Der Abtaster **376** prüft das modifizierte Segment und den Satz Kennzeichen, die von einem Weg **361** empfangen wurden, um Fälle des Auftretens des Ersatzdatenmusters zu finden, und erzeugt längs eines Weges **377** einen Hinweis darauf, welche digitalen Wörter mit Ersatzdatenmustern durch digitale Wörter mit dem verbotenen Datenmuster ersetzt werden sollten. Ein Umkehraustauscher **360** empfängt diese Hinweise vom Weg **377** und ersetzt angezeigte Fälle des Auftretens des Ersatzdatenmusters durch das verbotene Datenmuster, die über einen Weg **372** empfangen wurden. Die aus dem Umkehraustauschprozeß hervorgehenden Segmente werden längs eines Weges **369** weitergeleitet.

[0106] Wenn das Ersatzdatenmuster mit der kodierten Information zusammen übermittelt wird, extrahiert der Deformatierer **350** dieses Muster und leitet es längs des Weges **361** zum Abtaster **376** weiter.

[0107] Wenn eine Darstellung des verbotenen Datenmusters mit der kodierten Information übermittelt wird, extrahiert der Formatierer **350** die Darstellung und leitet sie längs eines Weges **371** an einen Dekodierer **370**, der das verbotene Datenmuster wiederherstellt und längs des Weges **372** zum Umkehraustauscher **360** weiterleitet. Mit dem zur Wiederherstellung des verbotenen Datenmusters angewandten Verfahren wird das Verfahren rückgängig gemacht, das zum Erzeugen der Darstellung benutzt wurde.

[0108] Wenn bei diesem Ausführungsbeispiel alle Kennzeichen in einem Satz Kennzeichen für ein jeweiliges Segment Null gleichen, ist kein Umkehraustausch für dieses Segment nötig, sondern es kann unverändert zum Weg **369** gegeben werden.

[0109] Wenn Segmente veränderlicher Länge erlaubt sind, extrahiert der Deformatierer **350** auch dasjenige aus der kodierten Information, was nötig ist, die Länge und Grenze jedes Segmentes zu identifizieren.

[0110] Vorzugsweise werden die Kennzeichen und jeglicher erforderliche Hinweis auf eine Segmentgrenze vor dem entsprechenden modifizierten Segment zusammengefügt, so daß der Vorgang, mit dem der Austausch rückgängig gemacht wird, beim Empfang jedes modifizierten Segments durchgeführt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verarbeitung digitaler Ton- oder Bildinformation zum Vermeiden eines verbotenen Datenmusters, aufweisend:

Empfangen eines Segments der digitalen Ton- oder Bildinformation, welches digitale Wörter aufweist,

Erhalten eines Kodierschlüssels zum Steuern eines Kodiervorgangs, bei dem der Kodierschlüssel solcher Art ist, daß das auf jede digitale Wort im Segment angewandte Kodiervorgang ein Ergebnis hervorbringt, welches dem verbotenen Datenmuster ungleich ist,

Anwenden des Kodiervorgangs auf die digitalen Wörter in dem Segment zum Erzeugen kodierter Information, bei dem das Kodiervorgang in einer von dem Kodierschlüssel gesteuerten Weise angewandt wird, und Zusammenfügen von Steuerinformation und der kodierten Information zu einer Form, die zum Übertragen oder Speichern geeignet ist, wobei die Steuerinformation dem verbotenen Datenmuster ungleich und solcher Art ist, daß daraus ein Dekodierschlüssel für ein zum Kodiervorgang komplementäres Dekodiervorgang erhalten werden kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Kodierschlüssel aus einem Bool'schen Exklusiv-ODER des verbotenen Datenmusters und eines nicht-Null Datenmusters erhalten wird, das in dem Segment nicht vorkommt, und die kodierte Information aus einem Bool'schen Exklusiv-ODER des Kodierschlüssels und der digitalen Wörter in dem Segment erzeugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem Datenmuster, die in dem Segment nicht vorkommen, durch Schaffung einer Matrix von Werten erhalten werden, welche für jeweilige Datenmuster Häufigkeiten des Vorkommens in dem Segment wiedergeben, und ein oder mehr nicht-Null Datenmuster ausgewählt werden, die eine Vorkommenshäufigkeit von Null aufweisen.

4. Verfahren zur Informationsverarbeitung zum Wiederherstellen eines verbotenen Datenmusters, aufweisend:

Empfangen eines Informationssegments, welches digitale Wörter und Steuerinformation aufweist, und Extrahieren eines Dekodierschlüssels zum Steuern eines Dekodierverfahrens aus der Steuerinformation, Anwenden des Dekodierverfahrens auf die digitalen Wörter in dem Segment zum Erzeugen dekodierter Ton- oder Bildinformation, bei dem das Dekodierverfahren auf eine vom Dekodierschlüssel gesteuerte Weise angewandt wird, um ein oder mehr digitale Wörter wiederherzustellen, die das verbotene Datenmuster haben, und Erzeugen eines Ton- oder Bildausgabesignals aus der dekodierten Ton- oder Bildinformation.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem das Dekodierverfahren die dekodierte Ton- oder Bildinformation aus einem Bool'schen Exklusiv-ODER des Dekodierschlüssels mit den digitalen Wörtern in dem Segment erzeugt.

6. Verfahren zur Verarbeitung digitaler Ton- oder Bildinformation zum Vermeiden eines verbotenen Datenmusters, aufweisend:

Empfangen eines Segments der digitalen Ton- oder Bildinformation, welches digitale Wörter aufweist, Erhalten eines Ersatzdatenmusters, welches dem verbotenen Datenmuster ungleich ist und in dem Segment nicht vorkommt, Ersetzen jedes digitalen Wortes in dem Segment, welches das verbotene Datenmuster hat, durch ein digitales Ersatzwort, welches das Ersatzdatenmuster hat, und Zusammenfügen des Ersatzdatenmusters und des Segments mit digitalen Ersatzwörtern zu einer Form, die zum Übertragen oder Speichern geeignet ist.

7. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 6, aufweisend:

Unterteilen der digitalen Ton- oder Bildinformation zum Erhalten des Segments digitaler Wörter auf solche Weise, daß das Segment nicht mehr als eine Schwellenanzahl digitaler Wörter enthält, wobei die Schwellenanzahl weniger beträgt als eine Zählung aller möglichen Werte der digitalen Wörter.

8. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 6 oder 7, aufweisend:

Unterteilen der digitalen Ton- oder Bildinformation zum Erhalten des Segments digitaler Wörter auf solche Weise, daß mindestens eine Schwellenanzahl verschiedener Datenmuster in keinem der digitalen Wörter in dem Segment vorkommt.

9. Verfahren nach Anspruch 6 zur Verarbeitung digitaler Ton- oder Bildinformation zum Vermeiden von einem oder mehr verbotenen Datenmustern, bei dem ein jeweiliges Ersatzdatenmuster für jedes in dem Segment vorkommende jeweilige verbotene Datenmuster erhalten wird, jedes digitale Wort, welches das verbotene Datenmuster hat, durch das jeweilige Ersatzdatenmuster ersetzt wird und Darstellungen jeweiliger verbotener Datenmuster mit jeweiligen Ersatzdatenmustern zusammengefügt werden, wobei die Darstellungen dem einen oder mehr verbotenen Datenmustern ungleich sind.

10. Verfahren nach Anspruch 6 oder 9, bei dem das Ersatzdatenmuster durch Schaffung einer Matrix aus Werten erhalten wird, die Häufigkeiten des Vorkommens jeweiliger Datenmuster in dem Segment wiedergeben, und ein Datenmuster ausgewählt wird, dessen Vorkommen eine Häufigkeit von Null hat.

11. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9 oder 10, aufweisend: Unterteilen der digitalen Ton- oder Bildinformation an einer Stelle vor einem digitalen Wort, welches das verbotene Datenmuster hat, um das Segment digitaler Wörter so zu erhalten, daß kein digitales Wort in dem Segment das verbotene Datenmuster hat.

12. Verfahren zur Informationsverarbeitung zum Wiederherstellen eines verbotenen Datenmusters, aufweisend:

Empfangen eines Informationssegments, welches digitale Wörter und Steuerinformation aufweist, und Extrahieren eines Ersatzdatenmusters aus der Steuerinformation, Ersetzen jedes digitalen Wortes in dem Segment, welches das Ersatzdatenmuster hat, durch ein digitales Ersatzwort, welches das verbotene Datenmuster hat, und Erzeugen eines Ton- oder Bildausgabesignals aus dem Segment mit den digitalen Ersatzwörtern.

13. Verfahren nach Anspruch 12 zur Informationsverarbeitung zum Wiederherstellen eines oder mehrerer Datenmustern, aufweisend:
 Extrahieren von einem oder mehr Ersatzdatenmustern und einem oder mehr Darstellungen verbotener Datenmuster aus der Steuerinformation, wobei die eine oder mehr Darstellungen dem einen oder mehr verbotenen Datenmustern ungleich sind, und
 Ableiten von einem oder mehr der verbotenen Datenmuster aus der einen oder mehr Darstellungen verbotener Datenmuster, wobei ein jeweiliges Ersatzdatenmuster ein entsprechendes abgeleitetes verbotenes Datenmuster hat, und wobei das Verfahren jedes digitale Wort in dem Segment, welches ein jeweiliges Ersatzdatenmuster hat, durch das entsprechende abgeleitete verbotene Datenmuster ersetzt.
14. Verfahren zur Verarbeitung digitaler Ton- oder Bildinformation zum Vermeiden eines verbotenen Datenmusters, aufweisend:
 Empfangen eines Segments der digitalen Ton- oder Bildinformation, welches digitale Wörter aufweist,
 Konstruieren eines Satzes Kennzeichen, bei dem jedes Kennzeichen im Satz einem jeweiligen digitalen Wort in dem Segment entspricht, das entweder das verbotene Datenmuster oder ein Ersatzdatenmuster hat, und bei dem jedes Kennzeichen im Satz anzeigt, ob das jeweilige digitale Wort das verbotene Datenmuster oder das Ersatzdatenmuster hat,
 Ersetzen jedes digitalen Worts in dem Segment, welches das verbotene Datenmuster hat, durch ein digitales Ersatzwort, welches das Ersatzdatenmuster hat, und
 Zusammenfügen des Satzes Kennzeichen und des Segments mit den digitalen Ersatzwörtern zu einer Form, die zum Übertragen oder Speichern geeignet ist.
15. Verfahren nach Anspruch 14 zur Verarbeitung digitaler Ton- oder Bildinformation zum Vermeiden von einem oder mehr verbotenen Datenmustern, aufweisend: Unterteilen der digitalen Ton- oder Bildinformation zum Erhalten des Segmentes digitaler Wörter auf solche Art, daß das Segment nicht mehr als eine Schwellenanzahl digitaler Wörter enthält, die eines von dem einen oder mehr verbotenen Datenmustern haben.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, aufweisend: Unterteilen der digitalen Ton- oder Bildinformation an einer Stelle vor einem digitalen Wort, welches das verbotene Datenmuster hat, um das Segment digitaler Wörter so zu erhalten, daß kein digitales Wort in dem Segment das verbotene Datenmuster hat.
17. Verfahren nach Anspruch 14, 15 oder 16 zur Verarbeitung digitaler Ton- oder Bildinformation zum Vermeiden von einem oder mehr verbotenen Datenmustern, aufweisend:
 Erhalten von einem oder mehr Ersatzdatenmustern, bei dem ein jeweiliges Ersatzdatenmuster für jedes in dem Segment vorkommende jeweilige verbotene Datenmuster erhalten wird, und
 Unterteilen der digitalen Ton- oder Bildinformation zum Erhalten des Segments digitaler Wörter auf solche Weise, daß das Segment weniger als eine Schwellenanzahl digitaler Wörter enthält, die entweder eines von dem einen oder mehr verbotenen Datenmustern oder das eine von dem einen oder mehr Ersatzdatenmustern haben.
18. Verfahren nach Anspruch 14, 15, 16 oder 17 zur Verarbeitung digitaler Ton- oder Bildinformation zum Vermeiden einer Vielzahl verbotener Datenmuster, aufweisend: Erhalten einer Vielzahl von Ersatzdatenmustern, bei dem ein jeweiliges Ersatzdatenmuster für jedes in dem Segment vorkommende jeweilige verbotene Datenmuster erhalten wird, und bei dem ein jeweiliger Satz Kennzeichen für ein jeweiliges verbotenes Datenmuster und ein jeweiliges Ersatzdatenmuster konstruiert wird.
19. Verfahren nach Anspruch 18, bei dem eine Darstellung des jeweiligen verbotenen Datenmusters mit dem jeweiligen Satz Kennzeichen zusammengefügt wird, wobei die Darstellung selbst dem einen oder mehr verbotenen Datenmustern ungleich ist.
20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, bei dem eine Darstellung des jeweiligen Ersatzdatenmusters mit dem jeweiligen Satz Kennzeichen zusammengefügt wird.
21. Verfahren zur Informationsverarbeitung zum Wiederherstellen eines verbotenen Datenmusters, aufweisend:
 Empfangen eines Informationssegments, das digitale Wörter und Steuerinformation aufweist, und Extrahieren eines Satzes Kennzeichen aus der Steuerinformation, bei dem jedes Kennzeichen einem jeweiligen digitalen Wort in dem Segment entspricht, das ein Ersatzdatenmuster hat, und bei dem jedes Kennzeichen anzeigt, ob das jeweilige digitale Wort das verbotene Datenmuster oder das Ersatzdatenmuster haben sollte,
 Ersetzen derjenigen jeweiligen digitalen Wörter in dem Segment, die das Ersatzdatenmuster haben und die

einem jeweiligen Kennzeichen entsprechen, welches anzeigt, daß das jeweilige digitale Wort das verbotene Datenmuster haben sollte, durch digitale Wörter, die das verbotene Datenmuster haben, und Erzeugen eines Ton- oder Bildausgabesignals aus dem Segment mit digitalen Ersatzwörtern.

22. Verfahren nach Anspruch 21 zur Informationsverarbeitung zum Wiederherstellen einer Vielzahl verbotener Datenmuster, aufweisend: Extrahieren von einem oder mehr Sätzen Kennzeichen aus der Steuerinformation und Erhalten von einem oder mehr Ersatzdatenmustern, wobei ein jeweiliges Ersatzdatenmuster einem wiederherzustellenden jeweiligen verbotenen Datenmuster entspricht, und ein jeweiliger Satz Kennzeichen einem jeweiligen verbotenen Datenmuster und einem jeweiligen Ersatzdatenmuster entspricht.

23. Verfahren nach Anspruch 22, aufweisend: Extrahieren von einer oder mehr Darstellungen verbotener Datenmuster aus der Steuerinformation, wobei die eine oder mehr Darstellungen dem einen oder mehr verbotenen Datenmustern ungleich sind, und Ableiten jeweiliger verbotener Datenmuster aus der einen oder mehr Darstellungen.

24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, aufweisend: Extrahieren von einem oder mehr Ersatzdatenmustern aus der Steuerinformation.

25. Verfahren zur Verarbeitung digitaler Ton- oder Bildinformation zum Vermeiden von einem oder mehr verbotenen Datenmustern, aufweisend:

Empfangen der digitalen Ton- oder Bildinformation, bei dem die digitale Ton- oder Bildinformation eine Vielzahl digitaler Wörter aufweist;

Unterteilen der digitalen Ton- oder Bildinformation an einer Stelle vor einem digitalen Wort, welches irgendeins der verbotenen Datenmuster hat, zum Erhalten eines ersten Segments digitaler Wörter vor der Stelle, das kein digitales Wort mit irgendeinem verbotenen Datenmuster hat, und eines zweiten Segments digitaler Wörter nach dem Ort, welches ein oder mehr digitale Wörter mit einem der verbotenen Datenmuster hat,

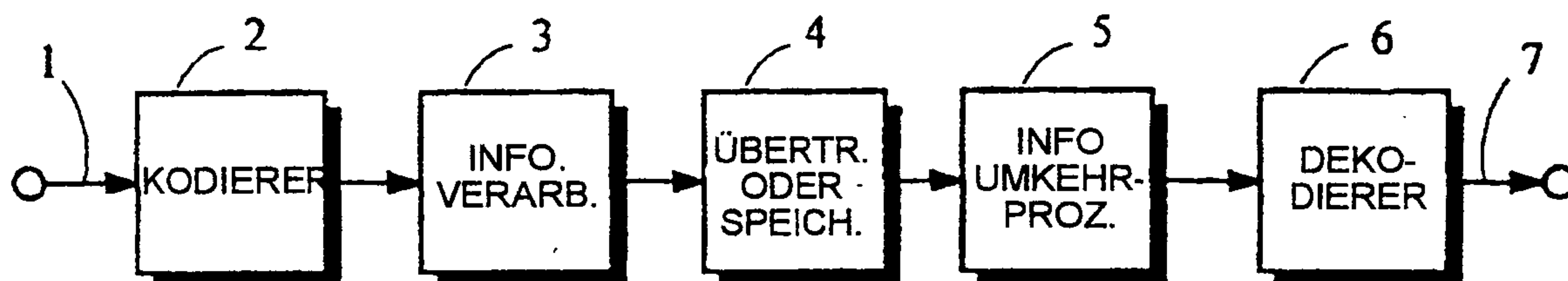
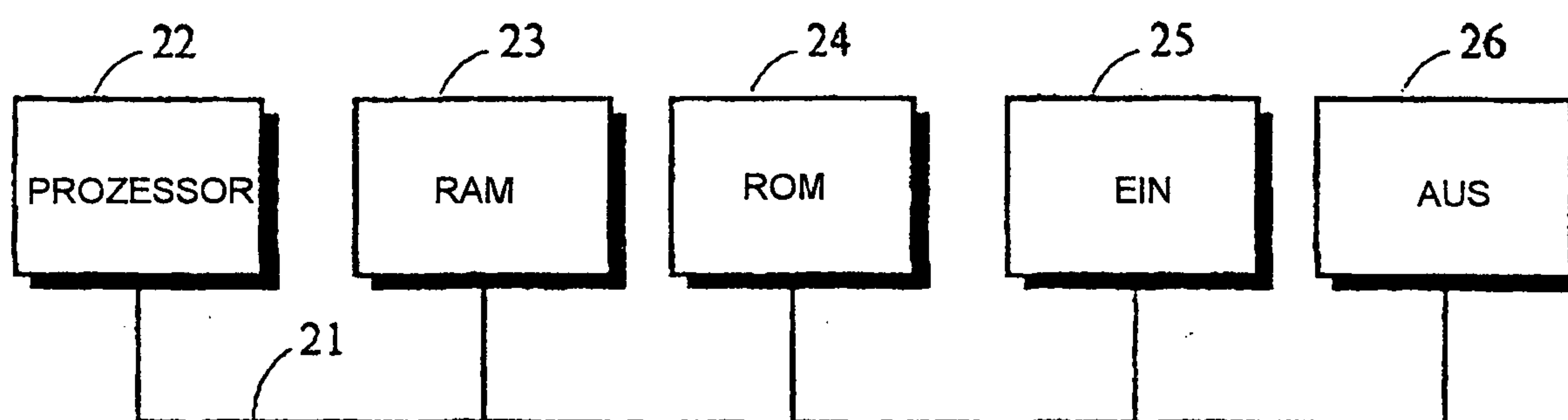
Verarbeiten des zweiten Segments digitaler Wörter zum Erhalten eines modifizierten Segments, welches keine digitalen Wörter mit irgendeinem der verbotenen Datenmuster enthält, und

Zusammenfügen von Steuerinformation mit dem modifizierten Segment zu einer Form, die zum Übertragen oder Speichern geeignet ist, wobei die Steuerinformation anzeigt, wie das zweite Segment aus dem modifizierten Segment wiedergewonnen werden kann.

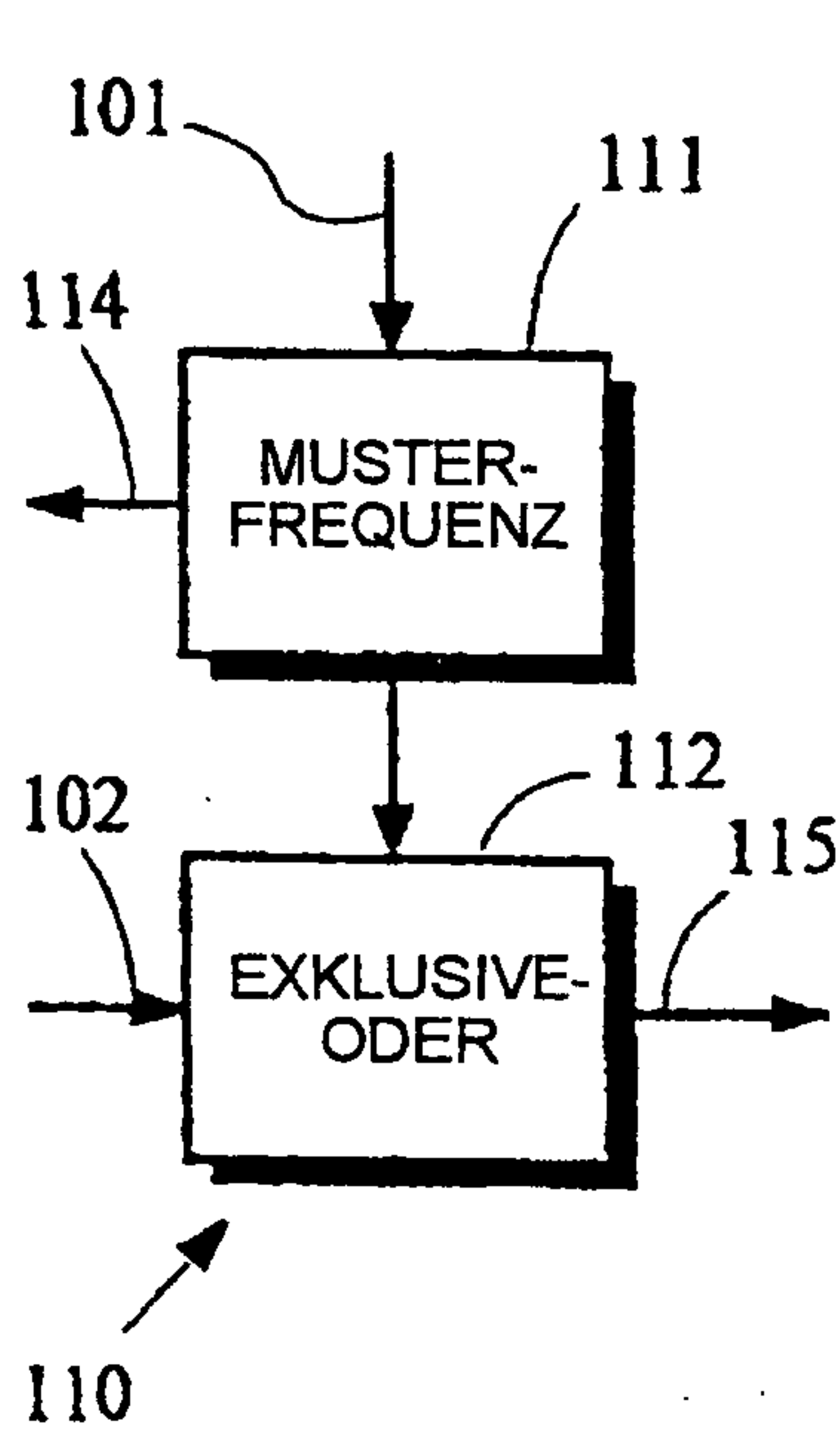
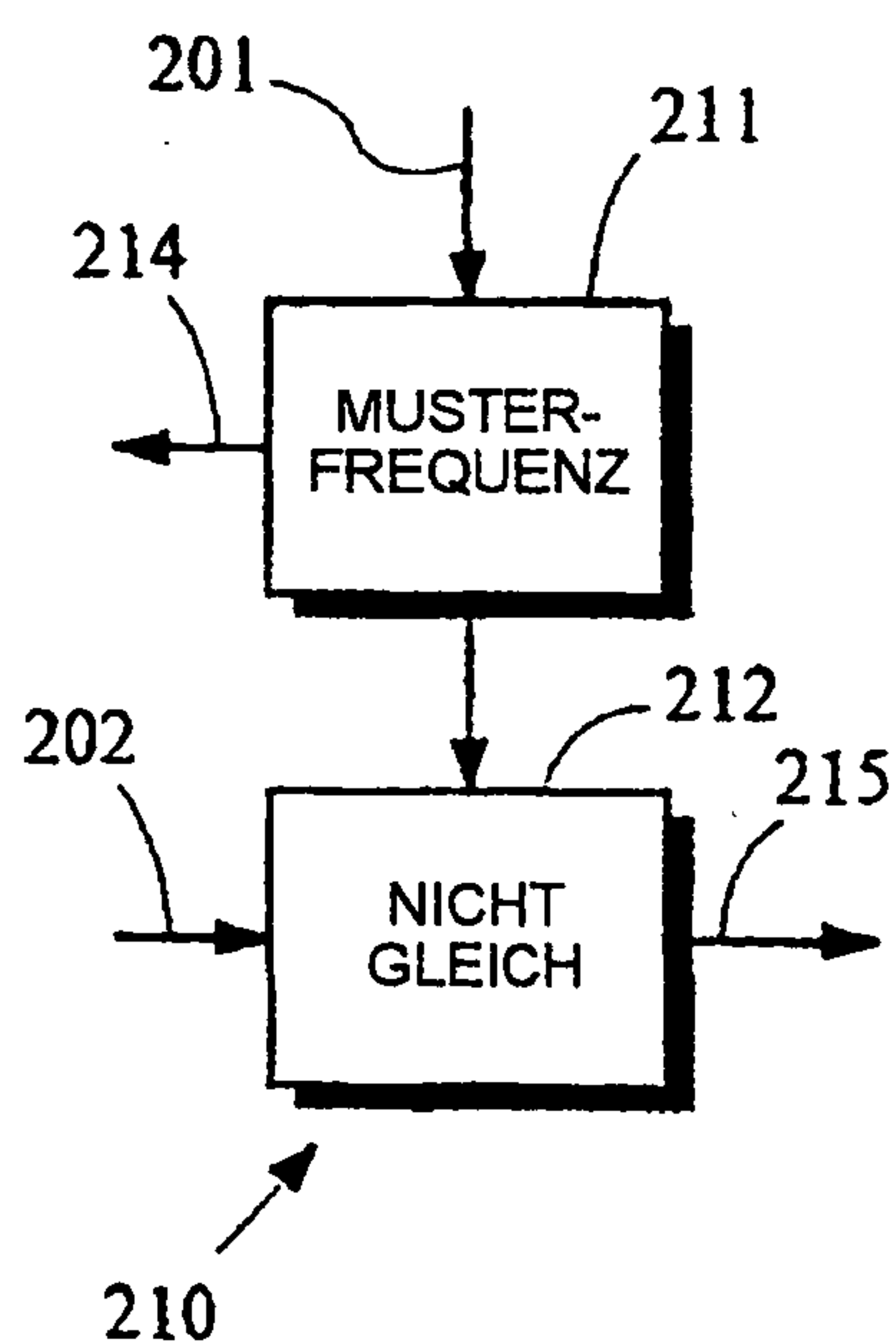
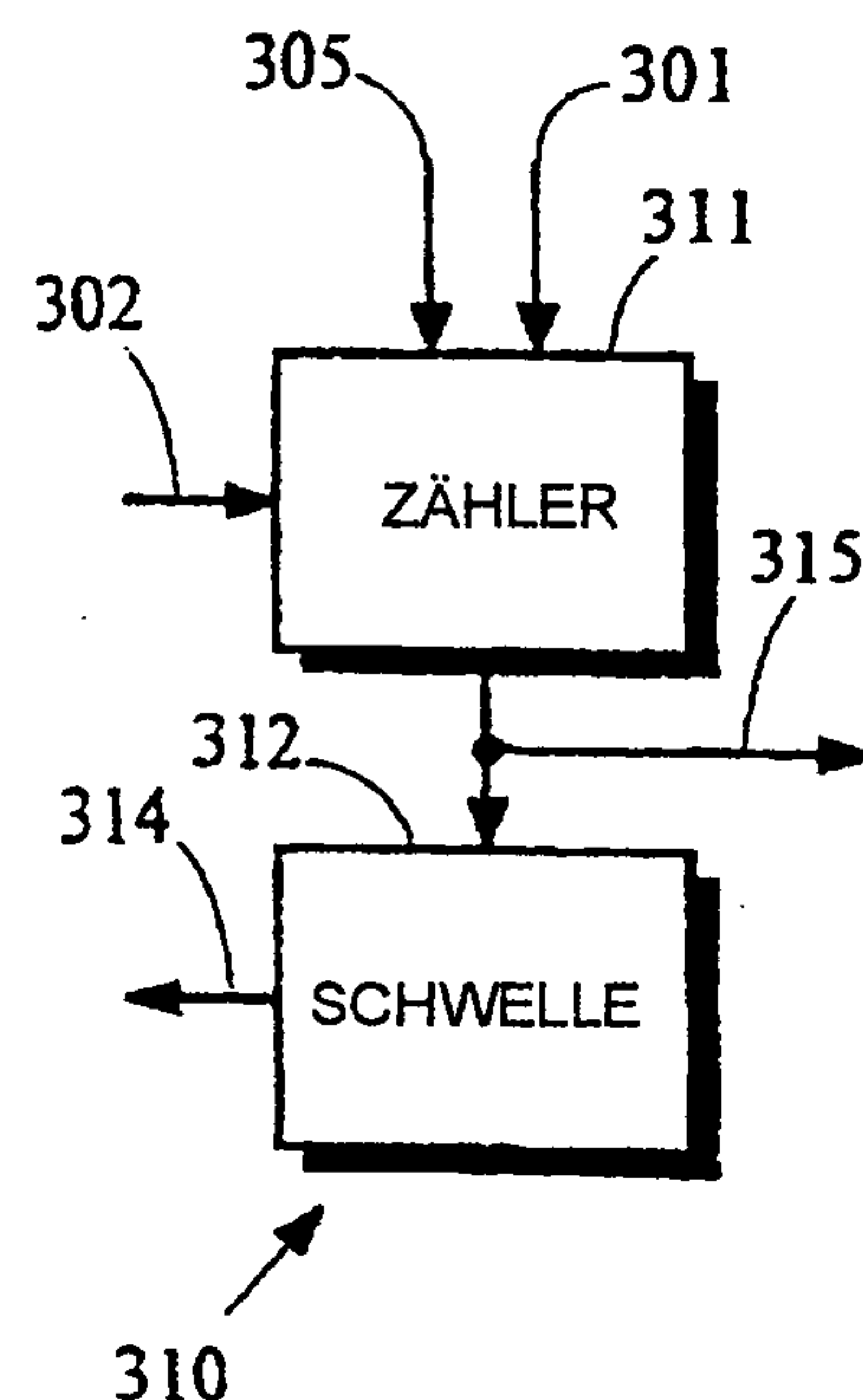
26. Computerprogrammprodukt, welches auf einem maschinenlesbaren Träger verkörpert ist und Programmbefehle aufweist, die von der Maschine ausführbar sind, um das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 25 durchzuführen.

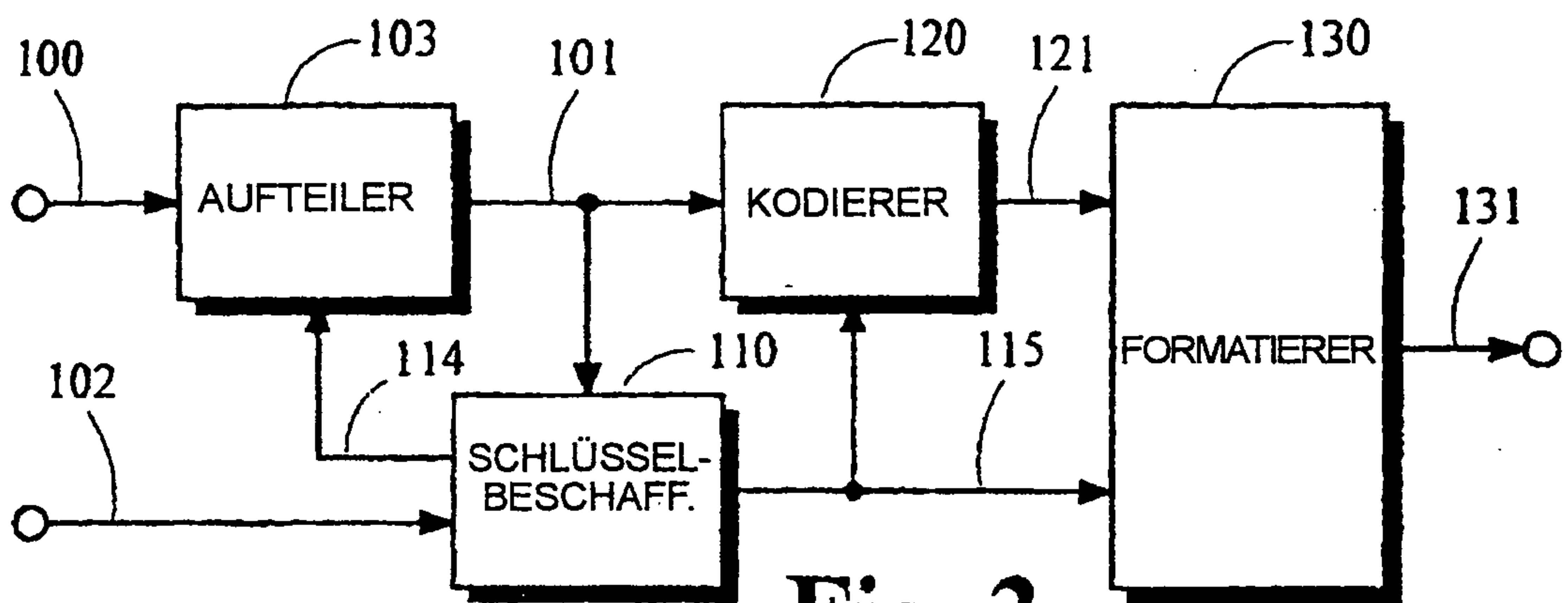
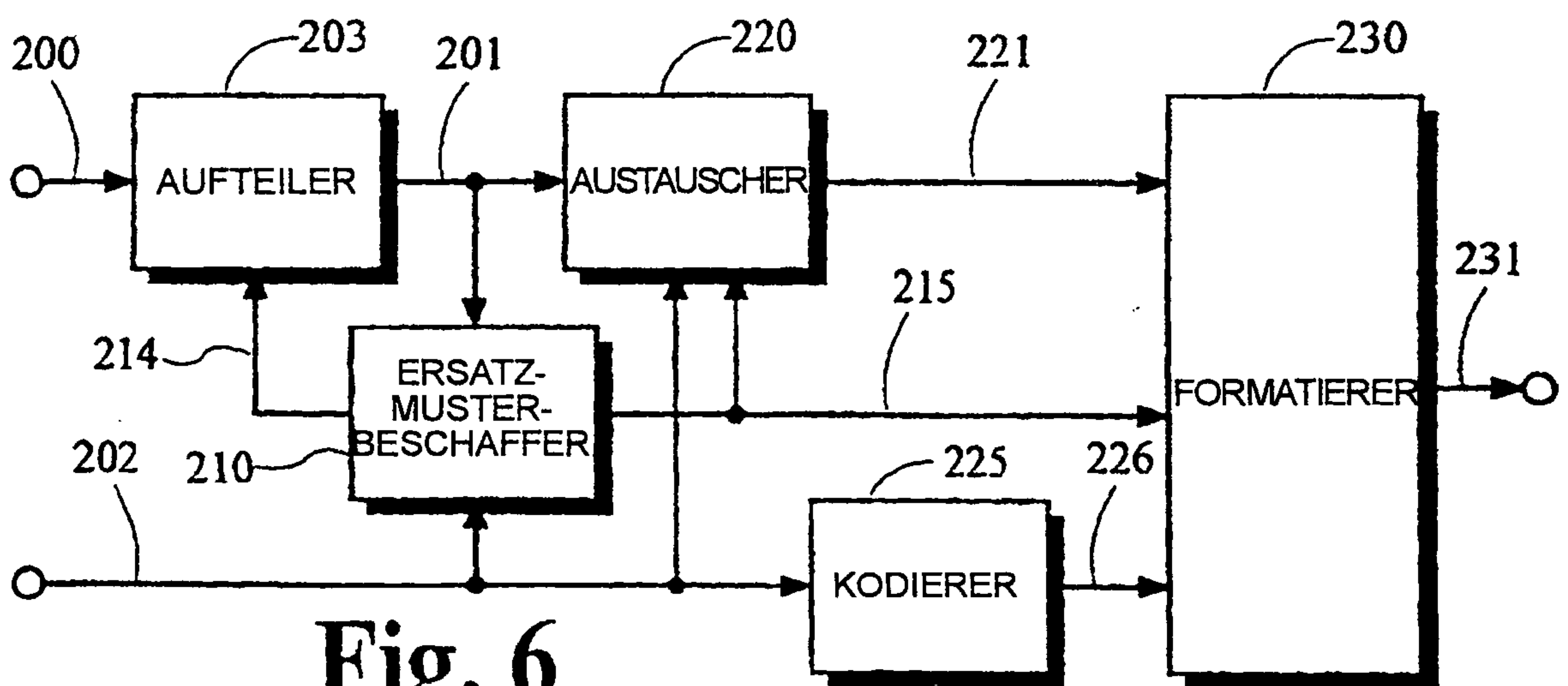
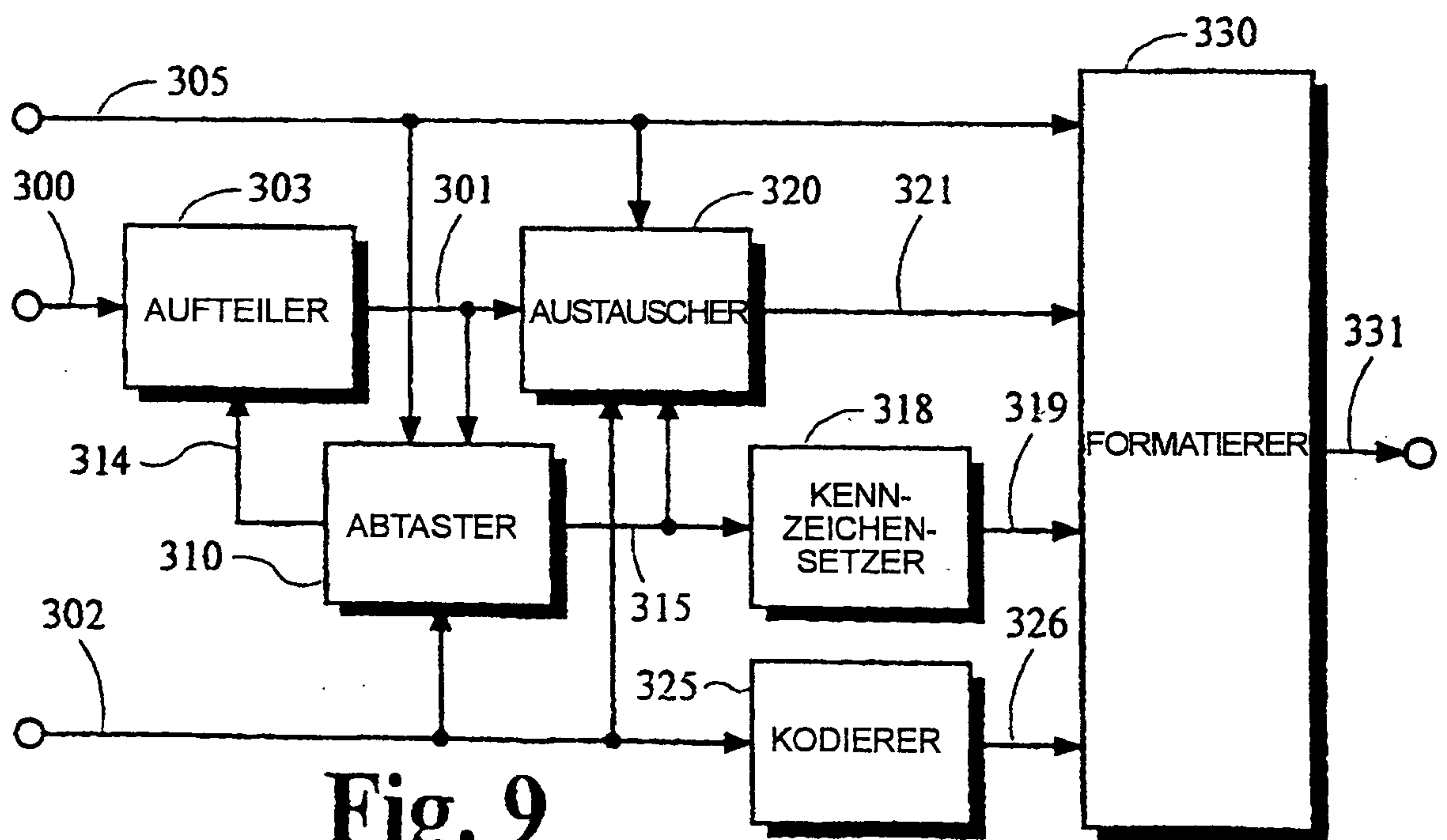
27. Vorrichtung zur Verarbeitung digitaler Ton- oder Bildinformation zum Vermeiden von einem oder mehr verbotenen Datenmustern, die Einrichtungen zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 25 aufweist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

**Fig. 1**

20 ↗

Fig. 2**Fig. 4****Fig. 7****Fig. 10**

**Fig. 3****Fig. 6****Fig. 9**

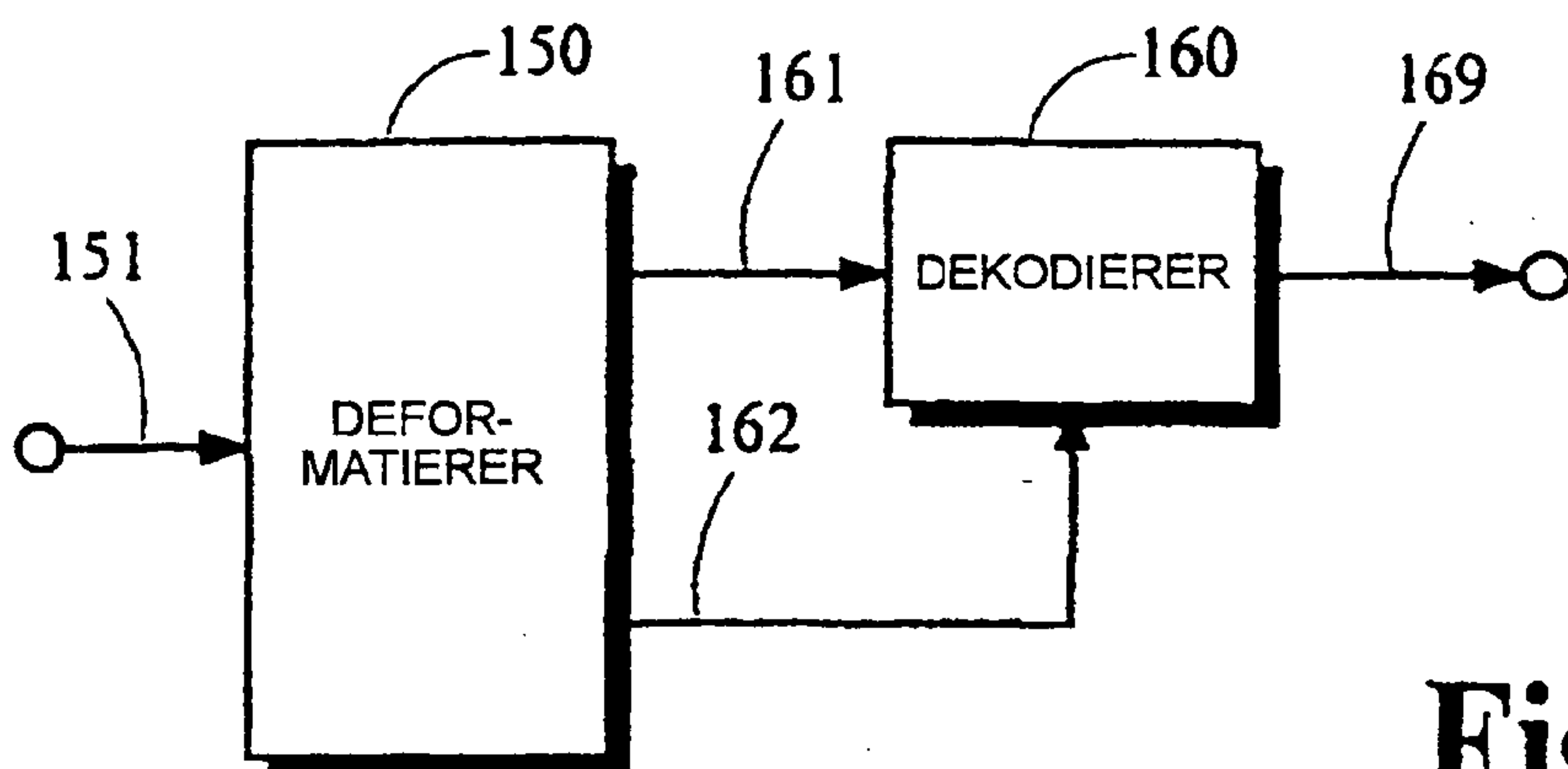


Fig. 5

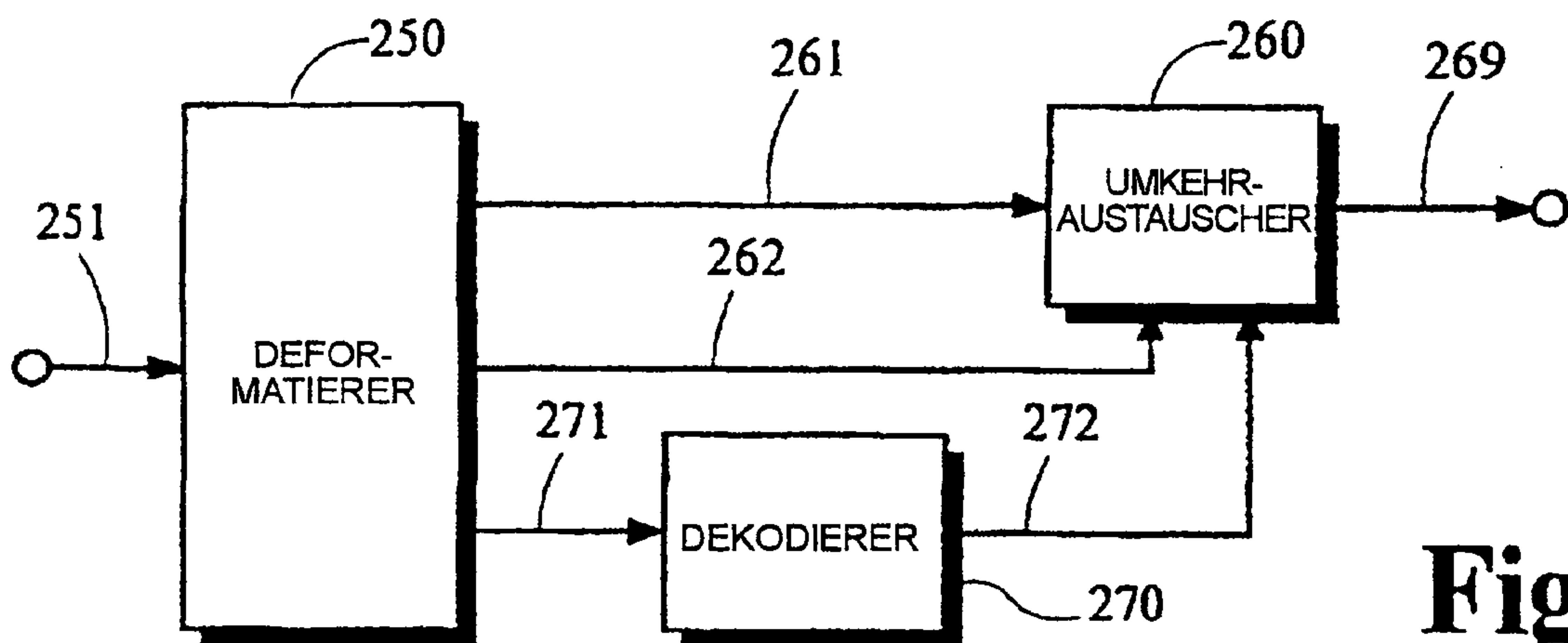


Fig. 8

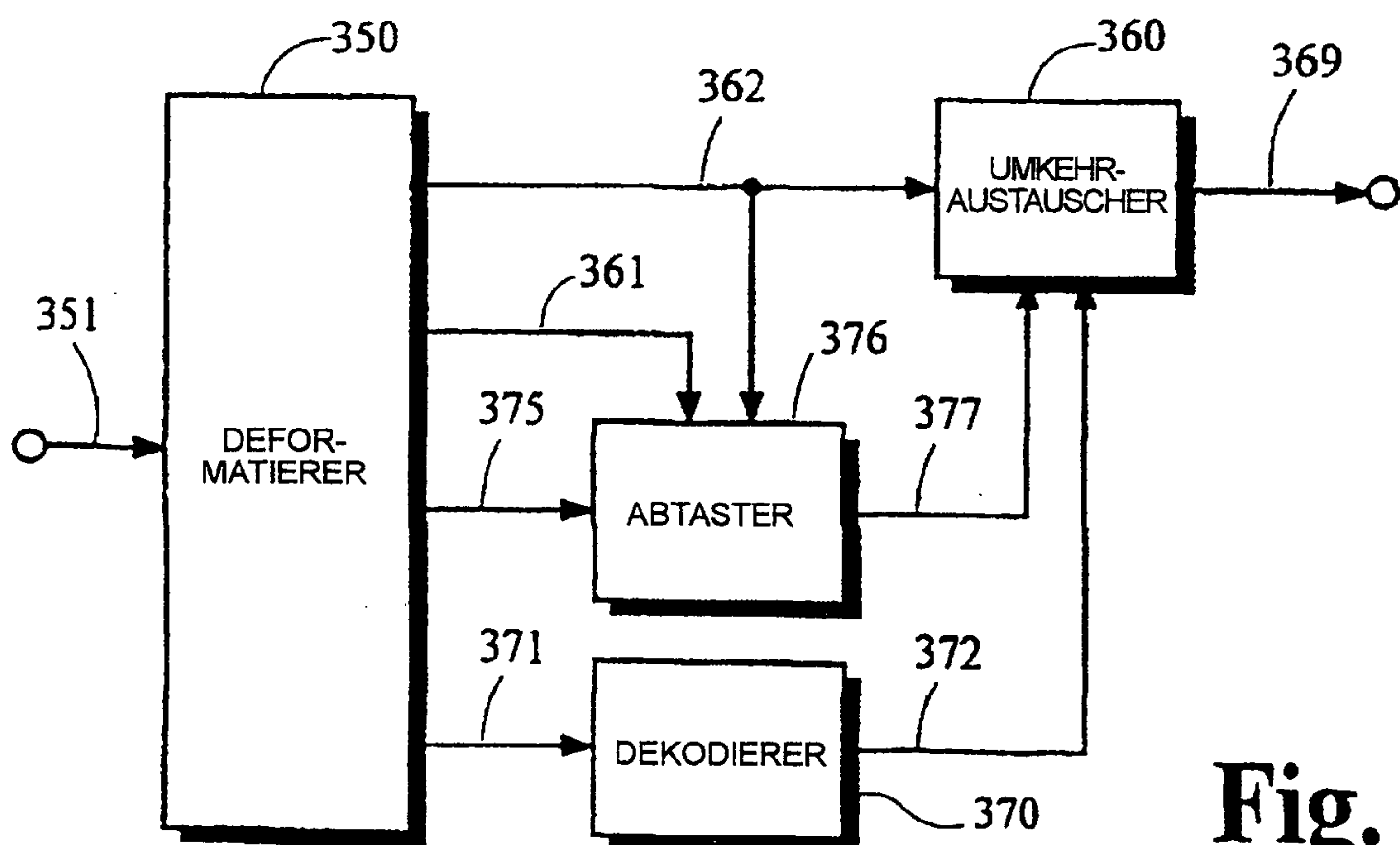


Fig. 11