



Erteilt gemäß § 17 Absatz 1

Patentgesetz der DDR

vom 27. 10. 1983

in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) H 03 M 7/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD H 03 M / 334 384 2
(31) 8802938
8901032

(22) 08. 11. 89
(32) 10. 11. 88
25. 04. 89

(44) 18. 04. 91
(33) NL

(71) siehe (73)

(72) Druyvesteyn, Willem F.; Hoogendoorn, Abraham; van de Kerkhof, Leon Maria; Veldhuls, Raymond N. J., NL

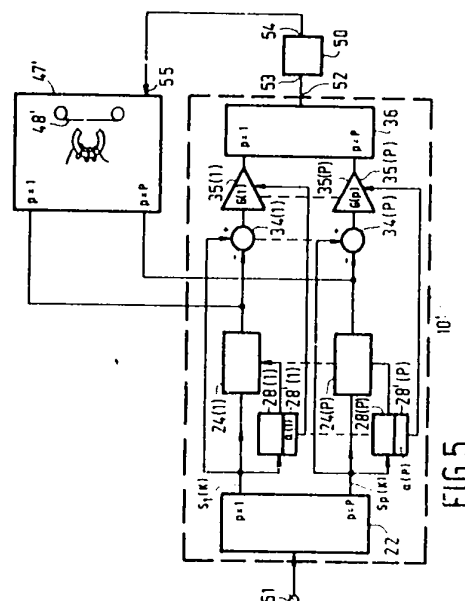
(73) N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, 5621 BA Eindhoven, NL

(74) vormals Internationales Patentbüro Berlin, Wallstraße 23/24, O - 1020 Berlin, DE

(54) Anordnung zur Verarbeitung von Informationen sowie mit dieser Anordnung erhaltener Aufzeichnungsträger

(55) Kodierer; Hilfssignal; digitales Tonsignal; Dekoder; Frequenzteilbänder; Abtastwerte; Quantisierungsschritt; Empfänger; Aufzeichnungsträger; Kopierschutzkode
(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Verarbeitung von Informationen sowie mit dieser Anordnung erhaltener Aufzeichnungsträger. Die Anordnung umfaßt einen Kodierer zum Aufnehmen zusätzlicher Information in Form eines Hilfssignals in ein digitales Tonsignal eines vorbestimmten Formats, einen Dekoder zum Ableiten dieser zusätzlichen Information aus dem digitalen Signal, wobei das digitale Tonsignal des vorbestimmten Formats in Frequenzteilbänder aufgeteilt wird, in denen auf Grund der psychoakustischen Eigenschaften des menschlichen Ohres ein relativ hoher Quantisierungsrauschanteil zulässig ist, und die Abtastwerte in jedem der Teilbänder nach einem vorbestimmten Kriterium relativ grob quantisiert werden, wobei die quantisierten Teilbandsignale mit denjenigen Abtastwerten des Hilfssignals summiert werden, deren maximale Amplitude immer kleiner ist als ein halber Quantisierungsschritt des zugeordneten Abtastwertes des Hauptsignals; die summierten Teilbandsignale werden daraufhin wieder zu einem Signal rekonstruiert, das das vollständige Frequenzband bestreicht und in ein digitales Signal mit ggf. dem vorbestimmten Format umgewandelt und aufgezeichnet oder übertragen. In einem unmodifizierten Empfänger oder Wiedergabegerät kann das ursprüngliche digitale Tonsignal auf herkömmliche Weise wiedergegeben werden, wobei das Hilfssignal maskiert bleibt. In einem Empfänger oder Wiedergabegerät mit einem Dekoder wird das Signal auf eine Weise, die der im Kodierer entspricht, wieder in dieselbe Anzahl Frequenzteilbänder aufgeteilt und diese werden entsprechend dem in dem Kodierer angewandte Kriterium aufs neue quantisiert. Dadurch, daß je Teilband das quantisierte Signal von dem nicht quantisierten Signal subtrahiert wird, werden Teilbänder des Hilfssignals gebildet, die zu einer Replik des vollständigen ursprünglichen Hilfssignals rekonstruiert werden. Der Kodierer kann in einer Anordnung verwendet werden zum Aufzeichnen eines digitalen Signals auf einem Aufzeichnungsträger. Damit

lassen sich Aufzeichnungsträger herstellen, die mit einem Kopierschutzkode versehen und dadurch gegen unerlaubtes Kopieren geschützt sind. Will man ein mit einem derartigen Kopierschutzkode versehenes Signal kopieren, so wird dieser Kopierschutzkode detektiert und das Aufzeichnen kann gesperrt werden, das aufzuzeichnende Signal kann stark verzerrt werden und/oder das Vorhandensein des Kopierschutzkodes kann angezeigt werden; Fig. 5



Patentansprüche:

1. Anordnung zur Verarbeitung von Informationen, umfassend einen Kodierer zum Aufnehmen zusätzlicher Information in Form eines Hilfssignals in ein digitales Tonsignal eines vorbestimmten Formats, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kodierer mit Mitteln zum Analysieren des digitalen Signals, mit Mitteln zum auf eindeutige Art und Weise Quantisieren des analysierten Signals, sowie mit Mitteln zum auf Grund der akustischen Eigenschaften des menschlichen Ohres Bestimmen der Menge zusätzlicher Information, die dem quantisierten digitalen Signal zugefügt werden kann, ohne daß diese zusätzliche Information bei einer unmodifizierten Detektion hörbar ist, und mit Mitteln zum Kombinieren der zusätzlichen Information und des quantisierten digitalen Signals zu einem zusammengesetzten Signal versehen ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß dieser mit Mitteln versehen ist, zum Umwandeln des zusammengesetzten Signals in ein digitales Signal des vorbestimmten Formats.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mittel zum Analysieren des digitalen Signals Analysenfiltermittel aufweisen zum in Antwort auf das digitale Signal Erzeugen von P Teilbandsignalen, wobei diese Analysenfiltermittel das Frequenzband des digitalen Signals nach einem Filterverfahren mit Abtastfrequenzwertverringern in aufeinanderfolgende Teilbänder mit Bandnummern p ($1 \leq p \leq P$), wobei für jedes der betreffenden Teilbänder Mittel vorgesehen sind zum auf eindeutige Weise Quantisieren des digitalen Signals und Mittel zum Kombinieren der betreffenden quantisierten Teilbandsignale und der entsprechenden Teilbandsignale des Hilfssignals zum Bilden von P zusammengesetzten Teilbandsignalen.
4. Anordnung nach Anspruch 3, insofern abhängig von Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kodierer weiterhin mit Synthesefiltermitteln versehen ist zum in Antwort auf die zusammengesetzten Teilbandsignale Bilden einer Replik des zusammengesetzten Signals, wobei die Synthesemittel die Teilbänder nach einem der Aufteilung in den Analysenfiltermitteln entsprechenden Filterverfahren mit Abtastfrequenzwerterhöhung zusammenfügen.
5. Anordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Hilfssignal ein digitales Tonsignal ist und daß Analysenfiltermittel vorgesehen sind zum in Antwort auf das Hilfssignal Erzeugen einer Anzahl von P Teilbandsignalen, wobei die Analysenfiltermittel das Frequenzband des Hilfssignals nach einem Filterverfahren mit Abtastfrequenzwertverringern in aufeinanderfolgende Teilbänder mit Bandnummern p ($1 \leq p \leq P$) aufteilen.
6. Anordnung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bandbreiten der Teilbänder den kritischen Bandbreiten des menschlichen Ohres in den betreffenden Frequenzbereichen annähernd entsprechen.
7. Anordnung nach Anspruch 4, 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mittel zum auf eindeutige Weise Quantisieren des digitalen Signals zum adaptiven Quantisieren dieses Signals eingerichtet sind und je Teilband die Größe des Quantisierungsschrittes von der Amplitude eines Abtastwertes des digitalen Signals abhängig ist, wobei es zwischen den möglichen aufeinanderfolgenden Schritten einen exponentiellen Zusammenhang mit einer vorbestimmten Grundzahl a gibt.
8. Anordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Größe des Quantisierungsschrittes eines zu quantisierenden Abtastwertes zugleich von der Größe mindestens eines vorhergehenden Abtastwertes abhängig ist.
9. Anordnung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß Mittel vorgesehen sind, um jedes Teilbandsignal des Hilfssignals um einen Faktor G zu dämpfen, wobei gilt: $G = 2a/(a - 1)$.
10. Anordnung zur Verarbeitung von Informationen, umfassend einen Dekoder zur Verwendung zusammen mit einem Kodierer nach den Ansprüchen 5 bis und einschließlich 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Dekoder mit Analysenfiltermitteln versehen ist zum in Antwort auf das zusammengesetzte Signal Erzeugen einer Anzahl zusammengesetzter Teilbandsignale, wobei die Analysenfiltermittel das Frequenzband des zusammengesetzten Signals nach einem Filterverfahren mit Abtastfrequenzwertverringern in aufeinanderfolgende Teilbänder mit Bandnummern p ($1 \leq p \leq P$) aufteilen, wobei die Bandbreiten der Teilbänder denen der Analysenfiltermittel in dem Sender entsprechen, mit Mitteln zum auf eindeutige Weise Quantisieren der zusammengesetzten Teilbandsignale, mit Mitteln zum Subtrahieren der betreffenden quantisierten Teilbandsignale von den entsprechenden Teilbandsignalen des zusammengesetzten Signals zum Bilden von Teilbanddifferenzsignalen und mit Synthesefiltermitteln zum in Antwort auf die Teilbanddifferenzsignale Bilden einer Replik des

Hilfssignals, wobei die Synthesemittel die Teilbänder nach einem der Aufteilung in den Analysenfiltermitteln entsprechenden Filterverfahren mit Abtastfrequenzwerterhöhung zusammenfügen.

11. Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mittel zum auf eindeutige Weise Quantisieren des digitalen Signals zum adaptiven Quantisieren dieses Signals eingerichtet sind und je Teilband die Größe des Quantisierungsschrittes von der Amplitude eines Abtastwertes des digitalen Signals abhängig ist, wobei es zwischen den möglichen aufeinanderfolgenden Schritten einen exponentiellen Zusammenhang mit einer vorbestimmten Grundzahl a gibt.
12. Anordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß Mittel vorgesehen sind, um jedes Teilbanddifferenzsignal um einen Faktor G zu verstärken, wobei gilt: $G = 2a/(a - 1)$.
13. (B) Anordnung zur Verarbeitung von Informationen, **gekennzeichnet durch** eine Anordnung zum Aufzeichnen eines digitalen Tonsignals auf einem Aufzeichnungsträger mit einem Kodierer nach einem der Ansprüche 1 bis einschließlich 9.
14. (B) Anordnung zur Verarbeitung von Informationen, umfassend eine Anordnung zum Aufzeichnen eines digitalen Tonsignals auf einem Aufzeichnungsträger mit einem Kodierer zur Teilbandkodierung des digitalen Tonsignals einer bestimmten Abtastfrequenzwert $1/\tau$, wobei der Kodierer mit den folgenden Elementen versehen ist:
 - Analysenfiltermitteln zum in Antwort auf das Tonsignal Erzeugen einer Anzahl von P Teilbandsignalen, wobei diese Analysenfiltermittel das Frequenzband des Tonsignals nach einem Filterverfahren mit Abtastfrequenzwertverringern in aufeinanderfolgende Teilbänder mit Bandnummern p ($1 \leq p \leq P$) aufteilen, wobei diese Analysenfiltermittel weiterhin dazu eingerichtet sind, P Ausgängen die P Teilbandsignale zuzuführen, wobei diese Ausgänge gekoppelt sind mit P entsprechenden Eingängen,
 - einer Aufzeichnungseinheit, die zum Aufzeichnen der P Teilbandsignale auf dem Aufzeichnungsträger eingerichtet ist,**dadurch gekennzeichnet**, daß die Anordnung weiterhin eine mit den Analysenfiltermitteln gekoppelte Detektionseinheit aufweist, daß die Detektionseinheit zum Detektieren des Vorhandenseins eines Hilfssignals in einem oder mehreren der Teilbandsignale sowie zum Erzeugen eines Steuersignals bei Detektion des Hilfssignals und zum Zuführen dieses Steuersignals zu einem Ausgang eingerichtet ist, daß dieser Ausgang mit einem Steuersignaleingang der Aufzeichnungseinheit gekoppelt ist und daß die Aufzeichnungseinheit zum Sperren der Aufnahme des Tonsignals beim Vorhandensein des Steuersignals und zum Aufzeichnen des Tonsignals beim Fehlen des Steuersignals eingerichtet ist.
15. (C) Anordnung zur Verarbeitung von Informationen, **gekennzeichnet durch** eine Anordnung zum Aufzeichnen eines digitalen Tonsignals auf einem Aufzeichnungsträger mit einem Kodierer zur Teilbandkodierung des digitalen Tonsignals mit der bestimmten Abtastfrequenz $1/\tau$, wobei der Kodierer mit den folgenden Elementen versehen ist:
 - Analysenfiltermitteln zum in Antwort auf das Tonsignal Erzeugen einer Anzahl von P Teilbandsignalen, wobei diese Analysenfiltermittel das Frequenzband des Tonsignals nach einem Filterverfahren mit Abtastfrequenzwertverringern in aufeinanderfolgende Teilbänder mit Bandnummern p ($1 \leq p \leq P$) aufteilen, wobei diese Analysenfiltermittel weiterhin dazu eingerichtet sind, P Ausgängen die P Teilbandsignale zuzuführen, wobei diese Ausgänge gekoppelt sind mit P entsprechenden Eingängen,
 - einer Aufzeichnungseinheit, die zum Aufzeichnen der P Teilbandsignale auf dem Aufzeichnungsträger eingerichtet ist,**dadurch gekennzeichnet**, daß die Anordnung weiterhin eine mit den Analysenfiltermitteln gekoppelte Detektionseinheit aufweist, daß die Detektionseinheit zum Detektieren des Vorhandenseins eines Hilfssignals in einem oder mehreren der Teilbandsignale sowie zum Erzeugen eines Steuersignals bei Detektion des Hilfssignals und zum Zuführen dieses Steuersignals zu einem Ausgang eingerichtet ist, daß dieser Ausgang mit einer Anzeigeeinheit gekoppelt ist, die dazu eingerichtet ist, beim Vorhandensein des Steuersignals anzuzeigen, daß das aufzuzeichnende Tonsignal ein mit einem Hilfssignal versehenes Tonsignal ist.
16. Anordnung nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kodierer weiterhin mit Signalkombiniermitteln versehen ist, die mit den Analysenfiltermitteln gekoppelt sind, daß die Signalkombiniermittel dazu eingerichtet sind, beim Fehlen des Steuersignals das Hilfssignal nach Wunsch einem oder mehreren der Teilbandsignale hinzuzufügen zur Bildung von P

- zusammengesetzten Teilbandsignalen und zum Zuführen dieser P zusammengesetzten Teilbandsignale zu P Ausgängen, die mit den P entsprechenden Eingängen der Aufzeichnungseinheit gekoppelt sind.
17. Anordnung nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kodierer weiterhin mit Signalkombiniermitteln versehen ist, die mit den Analysenfiltermitteln gekoppelt sind, daß die Signalkombiniermittel dazu eingerichtet sind, beim Fehlen des Steuersignals das Hilfssignal einem oder mehreren der Teilbandsignale hinzuzufügen zur Bildung von P zusammengesetzten Teilbandsignalen und zum Zuführen dieser P zusammengesetzten Teilbandsignale zu P Ausgängen, die mit den P entsprechenden Eingängen der Aufzeichnungseinheit gekoppelt sind.
 18. Anordnung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kodierer einen Teil des Kodierers nach einem der Ansprüche 1 bis und einschließlich 9 bildet.
 19. Aufzeichnungsträger, auf dem mittels der Anordnung nach einem der Ansprüche 13, 16, 17 oder 18 ein digitales Tonsignal aufgezeichnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Tonsignal in P Teilbandsignale aufgeteilt ist und daß zum Erhalten von P zusammengesetzten Teilbandsignalen, die auf dem Aufzeichnungsträger aufgezeichnet sind, dem Tonsignal in einem oder mehreren der Teilbänder ein Hilfssignal zugefügt worden ist und daß das Hilfssignal derart gewählt worden ist, daß dieses Hilfssignal bei Wiedergabe des auf dem Aufzeichnungsträger aufgezeichneten zusammengesetzten Tonsignals über die Lautsprecheranordnung für einen Zuhörer im wesentlichen nicht wahrnehmbar ist.

Hierzu 6 Seiten Zeichnungen

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kodierer zum Aufnehmen zusätzlicher Information in Form eines Hilfssignals in ein digitales Tonsignal eines vorbestimmten Formats, einen Dekoder zum Ableiten dieser zusätzlichen Information aus dem digitalen Signal, eine Anordnung zum Aufzeichnen eines digitalen Signals auf einen Aufzeichnungsträger, sowie auf einen durch Anwendung dieser Anordnung erhaltenen Aufzeichnungsträger.

Bei digitalen Tonübertragungs- und -aufzeichnungssystemen, wie CD-Spielern, künftigen Fernsehsystemen, wie D2MAC, usw. liegt das Format, d. h. die Abtastfrequenz und die Anzahl Bits je Abtastwert, in dem das digitale Signal aufgezeichnet oder übertragen wird, meistens, beispielsweise entsprechend internationaler Vereinbarung, vorher fest. Es gibt aber manchmal den Wunsch, mehr Information aufzuzeichnen bzw. zu übertragen als auf Grund der verfügbaren Anzahl Kanäle möglich ist. So können auf Grund internationaler Vereinbarungen bei bestimmten künftigen Fernsehsystemen nur zwei digitale Audio-Kanäle hoher Güte, beispielsweise für je ein 14 Bits Digitalsignal, verfügbar sein. Diese Kanäle werden zum Übertragen der Audio-Information für den linken bzw. den rechten Kanal benutzt. Es gibt aber den Wunsch, zwecks des sog. „Surround-Sound“-Effektes (Raum-Klang) auch Information für Hinterkanäle, beispielsweise einen linken und rechten Hinterkanal, übertragen zu können. Auch in anderen Fällen kann es äußerst nützlich sein, wenn bestehenden Kanälen für digitale Signale mit einem vorbestimmten Format zusätzliche Information zugefügt werden kann, ohne daß dazu die Anzahl Kanäle vergrößert werden soll. Dabei läßt sich denken an die Hinzufügung von Musiksignalen, die Musikinformation ohne Gesang enthalten, das sog. Karaoke, so daß der Benutzer selber den Gesang versorgen kann; oder an die Hinzufügung von Musiksignalen, wobei das Signal eines bestimmten Instruments fortgelassen ist, so daß der Benutzer „dieses Instrument“ in die Aufnahme einfügen kann. Es läßt sich auch denken an die Hinzufügung zusätzlicher Information in Form von Datensignalen, wie beispielsweise für Videotextinformation. Es dürfte einleuchten, daß es in all diesen Fällen erwünscht ist, daß das System zu bereits existierendem System kompatibel ist, d. h., daß mit Apparatur, die nicht mit einem spezifischen Dekoder versehen ist, dem Signal die zusätzliche Information zu entnehmen, die ursprüngliche Signalinformation ohne weiteres muß wiedergegeben werden können. So soll beispielsweise bei einem Fernsehsignal mit „Surround-Sound“-Information in einem nicht für „Surround-Sound“ geeigneten Fernsehgerät die Information für den linken und rechten Kanal wiedergegeben werden können, ohne daß dies in irgendeiner Weise hörbar durch die „versteckte“ Information zum Ableiten des Signals der Hinterkanäle gestört wird.

Die Erfindung hat nun zur Aufgabe, ein System zu schaffen, das diese Möglichkeiten bietet und schafft dazu ein System der eingangs beschriebenen Art, wobei der Kodierer mit Mitteln zum Analysieren des digitalen Signals, mit Mitteln zum auf eindeutige Art und Weise Quantisieren des analysierten Signals, sowie mit Mitteln zum auf Grund der akustischen Eigenschaften des menschlichen Ohres Bestimmen der Menge zusätzlicher Information, die dem quantisierten digitalen Signal zugefügt werden kann, ohne daß diese zusätzliche Information bei einer unmodifizierten Detektion hörbar ist, und mit Mitteln zum Kombinieren der zusätzlichen Information und des quantisierten digitalen Signals zu einem zusammengesetzten Signal versehen ist. Der Kodierer kann dabei weiterhin mit Mitteln versehen sein, das zusammengesetzte Signal wieder zurückzuverwandeln in ein digitales Signal mit dem vorbestimmten Format.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die psychoakustische Eigenschaft des menschlichen Ohres benutzt, daß bei einer Teilung des Tonfrequenzbandes in eine Anzahl Teilbänder, deren Bandbreiten den Bandbreiten der kritischen Bänder des menschlichen Ohres annähernd entsprechen, das Quantisierungsrauschen in einem derartigen Teilband durch die Signale dieses Teilbandes optimal maskiert wird.

Bei einer Ausführungsform nach diesem Prinzip weisen die Mittel zum Analysieren des digitalen Signals Analysenfiltermittel auf zum in Antwort auf das digitale Signal Erzeugen einer Anzahl P Teilbandsignale, wobei diese Analysenfiltermittel das Frequenzband des digitalen Signals nach einem Filterverfahren mit Abtastfrequenzwertverringern in aufeinanderfolgende Teilbänder mit Bandnummern p ($1 \leq p \leq P$) aufteilen, wobei die Bandbreiten der Teilbänder den kritischen Bandbreiten des

menschlichen Ohres in den betreffenden Frequenzbereichen vorzugsweise annähernd entsprechen, obschon es auch möglich ist, weniger Teilbänder zu benutzen, während in dem Fall, wo das Hilfssignal ein digitales Tonsignal ist, vorzugsweise zugleich Analysenfiltermittel vorgesehen sind zum in Antwort auf das Hilfssignal Erzeugen einer Anzahl von P Teilbandsignalen, wobei die Analysenfiltermittel das Frequenzband des Hilfssignals nach einem Filterverfahren mit Abtastfrequenzwertverringern in aufeinanderfolgende Teilbänder mit Bandnummern p ($1 \leq p \leq P$) aufteilen, wobei die Bandbreiten der Teilbänder den kritischen Bandbreiten des menschlichen Ohres in den betreffenden Frequenzbereichen vorzugsweise wieder annähernd entsprechen, wobei für jedes der betreffenden Teilbänder Mittel vorgesehen sind zum auf eindeutige Weise Quantisieren des digitalen Signals und Mittel zum Kombinieren der betreffenden quantisierten Teilbandsignale und der entsprechenden Teilbandsignale des Hilfssignals zum Bilden von P zusammengesetzten Teilbandsignalen. Der Kodierer ist vorzugsweise dabei weiterhin mit Synthesefiltermitteln versehen zum in Antwort auf die zusammengesetzten Teilbandsignale Bilden einer Replik des zusammengesetzten Signals, wobei die Synthesemittel die Teilbänder nach einem der Aufteilung in den Analysenfiltermitteln entsprechenden Filterverfahren mit Abtastfrequenzwerterhöhung zusammenfügen.

Zum Ableiten des in ein derartiges zusammengesetztes Signal aufgenommenen Hilfssignals ist ein Dekoder mit Analysenfiltermitteln versehen zum in Antwort auf das zusammengesetzte Signal Erzeugen einer Anzahl zusammengesetzter Teilbandsignale, wobei die Analysenfiltermittel das Frequenzband des zusammengesetzten Signals nach einem Filterverfahren mit Abtastfrequenzwertverringern in aufeinanderfolgende Teilbänder mit Bandnummern p ($1 \leq p \leq P$) aufteilen, wobei die Bandbreiten der Teilbänder denen der Analysenfiltermittel in dem Sender entsprechen, mit Mitteln zum auf eindeutige Weise Quantisieren der zusammengesetzten Teilbandsignale, mit Mitteln zum Subtrahieren der betreffenden quantisierten Teilbandsignale von den entsprechenden Teilbandsignalen des zusammengesetzten Signals zum Bilden von Teilbanddifferenzsignalen und mit Synthesefiltermitteln zum in Antwort auf Teilbanddifferenzsignale Bilden einer Replik des Hilfssignals, wobei die Synthesemittel die Teilbänder nach einem der Aufteilung in den Analysenfiltermitteln entsprechenden Filterverfahren mit Abtastfrequenzwerterhöhung zusammenfügen. Die Analysenfiltermittel und die Synthesefiltermittel bilden dabei in dem Kodierer sowie in dem Dekoder ein einwandfrei rekonstruierendes Filter.

Obschon die Erfindung beim Aufzeichnen digitaler Information beispielsweise auf einer Compact Disc oder einem Video-Band und beim Wiedergeben derselben, sowie beim Senden digitaler Information, wie beispielsweise beim Fernsehen, und beim Empfangen derselben wird untenstehend der Kürze halber immer von Senden und Empfangen die Rede sein, wobei jedoch auch das Aufzeichnen und nachfolgende Wiedergeben auch implizite gemeint ist.

Die Erfindung liegt dem Erkenntnis zugrunde, daß es durch die vorbestimmte Quantisierungsart beim digitalen Tonsignal möglich ist, in dem Quantisierungsrauschanteil, der dabei entsteht, zusätzliche Information in Form eines Hilfssignals in Form eines zeitdiskreten Signals, meistens eines digitalen Signals, oder in Form eines Datensignals zu verstecken und daß dieses neuquantisierte digitale Tonsignal mit dem demselben zugefügten Hilfssignal danach wieder in ein zusammengesetztes digitales Signal mit beispielsweise dem vorbestimmten Format umgewandelt werden kann, wobei beim Empfangen dieses zusammengesetzten digitalen Signals in einem Empfänger, der nicht mit einem Spezialdekoder versehen ist, aus diesem zusammengesetzten Signal auf übliche Weise die in dem ursprünglichen digitalen Tonsignal vorhandene Toninformation abgeleitet werden kann, ohne daß dies durch das Hilfssignal hörbar beeinflußt wird, weil dieses Hilfssignal unterhalb der Maskierungsschwelle des Tonsignals liegt und in dem Quantisierungsrauschanteil versteckt bleibt. In einem mit einem Dekoder versehenen Empfänger kann jedoch aus der Differenz zwischen dem zusammengesetzten digitalen Signal und dem auf die vorbestimmte Art und Weise quantisierten zusammengesetzten digitalen Signal die Information in bezug auf das Hilfssignal abgeleitet werden.

Die der Erfindung zugrunde liegende Erkenntnis ermöglicht es auf relativ einfache Art und Weise, einem existierenden digitalen Tonsignal mit einem festen Format, weiterhin als Hauptsignal bezeichnet, zusätzliche Information in Form eines Hilfssignals zuzufügen und demselben wieder zu entnehmen, ohne daß dabei die ursprüngliche Information hörbar beeinflußt wird, während diese ursprüngliche Information auch ohne jegliche Anpassung der Empfangsapparatur wiedergegeben werden kann. Die der Erfindung zugrunde liegende Erkenntnis läßt sich nur dann anwenden, wenn eine Anzahl Bedingungen erfüllt sind; diese sind:

- 1) die Art und Weise der Quantisierung des Hauptsignals soll derart gewählt sein, daß beim Quantisieren beim Senden sowie beim Empfangen immer auf dieselbe Quantisierung entschieden wird;
- 2) die Amplitude des hinzuzufügenden Hilfssignals soll kleiner sein als die Hälfte des Quantisierungsschrittes des Hauptsignals und
- 3) das Quantisieren des Hauptsignals soll derart erfolgen, daß das Quantisierungsrauschen nicht hörbar zunimmt.

Die Bedingung 1) läßt sich auf einfache Art und Weise erfüllen, wenn für einen festen Quantisierungsschritt gewählt wird, dessen Größe also unabhängig ist von der Amplitude des Hauptsignals. Beim sendeseitigen sowie empfangsseitigen Quantisieren liegt dann der Quantisierungsschritt fest und es treten keine Probleme auf. In der Praxis benutzt man aber vorzugsweise einen adaptiven Quantisierungsschritt, weil dadurch ein optimaler Aussteuerungsraum für das Hilfssignal erhalten werden kann. Bei einer derartigen adaptiven Quantisierung sollen Sondermaßnahmen getroffen werden, damit sende- sowie empfangsseitig unabhängig von der Signalamplitude des Hauptsignals beim Senden und beim Empfangen immer auf eine eindeutige Weise auf dieselbe Quantisierung entschieden wird.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist je Teilband die Größe des Quantisierungsschrittes abhängig von der Amplitude des Hauptsignals, wobei es zwischen den möglichen aufeinanderfolgenden Schritten einen exponentiellen Zusammenhang mit einer vorbestimmten Grundzahl gibt. Auf diese Weise ist es möglich, eine adaptive Quantisierung zu erhalten, die sich an die Amplitude des Hauptsignals anpaßt und die empfangsseitig auf eindeutige Art und Weise aus dem zusammengesetzten Signal abgeleitet werden kann, damit auf diese Weise das Hauptsignal zurückgewonnen werden kann. Dies alles wird untenstehend noch näher erläutert.

Die obengenannte Bedingung 2) kann dadurch erfüllt werden, daß das Hilfssignal je Teilband sendeseitig um einen bestimmten Faktor abgeschwächt und empfangsseitig wieder um denselben Faktor verstärkt wird, wobei die Größe dieses Faktors abhängig von der Größe des zum Quantisieren des Hauptsignals angewandten Quantisierungsschrittes gewählt werden kann. In dem Falle, in dem das Hilfssignal ein Datensignal ist, ist keine Abschwächung erforderlich, weil dann je quantisierten Abtastwert des Hauptsignals ermittelt werden kann, wieviele Bits einen halben Quantisierungsschritt bilden und folglich wieviele Daten je Abtastwert hinzugefügt werden können.

Die Bedingung 3) kann im Grunde dadurch erfüllt werden, daß die Quantisierungsschritte klein genug gewählt werden, wodurch das Quantisierungsrauschen sehr klein gehalten werden kann. Dies führt aber zu einer strittigen Situation gegenüber der Bedingung 2). Im Falle eines kleinen Quantisierungsschrittes ist ja die für das Hilfssignal verfügbare Amplitude, die je kleiner sein soll als die Hälfte dieses Quantisierungsschrittes, auch sehr klein, was wegen des Rauschens und der Reproduzierbarkeit des Hilfssignals zu Problemen führt. Vorzugsweise wird deswegen für eine größere Quantisierung des Hauptsignals gewählt, dies zusammen mit Maßnahmen, das dadurch entstandene Quantisierungsrauschen fürs menschliche Ohr unhörbar zu machen. Derartige Maßnahmen sind an sich bekannt.

Einer ersten Maßnahme liegt das Phänomen zugrunde, daß bei einer Aufteilung des Tonsignalbandes in eine Anzahl Teilbänder, deren Bandbreiten den Bandbreiten der kritischen Bänder des menschlichen Ohres in den betreffenden Frequenzbereichen annähernd entsprechen, auf Grund psychoakustischer Untersuchungen erwartet werden darf, daß das Quantisierungsrauschen in einem derartigen Teilband durch die Signale in diesem Teilband optimal maskiert wird, wenn beim Quantisieren die Rauschmaskierungskurve des menschlichen Ohres berücksichtigt wird. Diese Kurve bezeichnet den Schwellenwert zum Maskieren des Rauschanteils in einem kritischen Band durch einen einzigen Ton in der Mitte des kritischen Bandes. Im Falle eines digitalen Musiksignals hoher Güte, das beispielsweise entsprechend der Compact-Disc-Norm mit 16 Bits je Signalabstwert dargestellt wird, wobei die Abtastfrequenz $1/T = 44,1 \text{ kHz}$ beträgt, stellt es sich heraus, daß die Anwendung dieser Teilbandkodierung mit einer geeigneten Bandbreite und einer geeignet gewählten Quantisierung für die betreffenden Teilbänder zu quantisierten Ausgangssignalen des Senders führt, die mit einer mittleren Anzahl von etwa 2,5 Bits je Signalabstwert dargestellt werden können, während die Qualität der Replik des Musiksignals nicht merkbar abweicht von der des ursprünglichen Musiksignals an fast allen Stellen fast aller Musiksignalarten. Für eine weitere Erläuterung dieses Phänomens sei verwiesen auf den Artikel „The Critical Band Coder – Digital Encoding of speech signals based on the perceptual requirements of the auditory system“ von M. E. Krasner, in „Proceedings IEEE ICASSP 80 Heft 1, Seiten 327–331, April 9–11, 1980. Durch Anwendung dieser sog. simultanen Maskierung in Frequenzteilbändern kann trotz einer großen Quantisierung dennoch das Hauptsignal mit minimalem Qualitätsverlust quantisiert werden, wodurch der Aussteuerungsraum für das Hilfssignal, d. h. der Raum kleiner als ein halber Quantisierungsschritt, relativ groß ist, so daß auch dieses Signal mit einem minimalen Qualitätsverlust rekonstruiert werden kann.

Eine andere an sich bekannte Maßnahme benutzt den psychoakustischen Effekt der Temporalmaskierung, d. h. eine Ausnutzung der Eigenschaft des menschlichen Ohres, wobei es sich herausstellt, daß der Schwellenwert zum Wahrnehmen von Signalen unmittelbar vor und unmittelbar nach dem Auftreten eines anderen Signals relativ hoher Signalenergie vorübergehend höher ist als beim Fehlen des letzteren Signals. In den Zeitraum vor und nach einem derartigen Signal hoher Signalenergie kann nur zusätzliche Information des Hilfssignals aufgenommen werden. Es ist auch möglich, die Temporalmaskierung und die Maskierung mit Hilfe von Frequenzteilbändern zu kombinieren. Eine erste Möglichkeit dazu ist nach der Erfindung die Anwendung der Tatsache, daß die Amplitude eines oder mehrerer vorhergehender Abstwerte des digitalen Signals bekannt ist. Im Falle einer abnehmenden Amplitude kann nun bei adaptiver Quantisierung der Quantisierungsschritt größer gewählt werden als auf Grund der tatsächlichen Signalamplitude und des gewählten Quantisierungskriteriums zulässig wäre, weil das dadurch auftretende zusätzliche Quantisierungsrauschen bei dieser relativ niedrigen Amplitude durch die vorhergehende(n) größere(n) Amplitude(n) maskiert wird. Dadurch, daß eine größere Quantisierung gewählt werden kann, kann mehr zusätzliche Information in den einer großen Signalamplitude nachfolgenden Abstwerten des digitalen Signals versteckt werden, was den Rauschabstand bei Empfang des Hilfssignals günstig beeinflußt. Ein großer Vorteil dieser Art von Temporalmaskierung ist, daß beim Ermitteln der Abstwerte, in denen auf Grund von Temporalmaskierung größer quantisiert werden darf, keine zusätzliche Verzögerung auftritt.

Eine andere Möglichkeit ist, die Abstwerte des Hauptsignals blockweise zu speichern und auf Grund der maximalen Signalamplitude in diesem Block auf nur einen Quantisierungsschritt zu entscheiden, der für alle Abstwerte in diesem Block gilt, wobei davon ausgegangen wird, daß infolge der Temporalmaskierung die im wesentlichen zu grobe Quantisierung der Abstwerte mit einer niedrigeren Signalamplitude nicht hörbar ist. Dabei soll jedoch jeweils bevor der Quantisierungsschritt ermittelt werden kann, ein Blocksignalabstwert gespeichert werden.

Eine besondere Anwendungsmöglichkeit des Kodierers ist in einer Anordnung zum Aufzeichnen eines digitalen Signals auf einem Aufzeichnungsträger, beispielsweise einem magnetischen Aufzeichnungsträger. Das mit aufgezeichnete Hilfssignal kann in diesem Fall als Kopierschutzkode wirksam sein. Die genannte Anordnung wird von der Software-Industrie dazu verwendet werden, vorbespielte Aufzeichnungsträger zu erzeugen, die mit einem Kopierschutzkode versehen sind. Werden derartige Aufzeichnungsträger abgespielt, so weist das nach DA-Umwandlung erhaltene analoge Signal noch immer das Hilfssignal, das jedoch, wie erwähnt, nicht hörbar ist. Jede nachfolgende Aufnahme über diesen analogen Weg kann nun gesperrt werden, wenn eine Aufzeichnungsanordnung für den Heimgebrauch, mit einer Detektionseinheit versehen ist, die imstande ist, dieses Hilfsmittel zu detektieren.

Eine derartige Anordnung zum Aufzeichnen eines digitalen Tonsignals auf einem Aufzeichnungsträger mit einem Kodierer für Teilbandkodierung des digitalen Tonsignals mit der genannten Abtastfrequenz $1/T$, wobei der Kodierer mit den folgenden Mitteln versehen ist:

- Analysenfiltermitteln zum in Antwort auf das digitale Signal Erzeugen einer Anzahl P Teilbandsignale, wobei diese Analysenfiltermittel das Frequenzband des digitalen Signals nach einem Filterverfahren mit Abtastfrequenzwertverringering in aufeinanderfolgende Teilbänder mit Bandnummern p ($1 \leq p \leq P$) aufteilen, wobei diese Analysenfiltermittel weiterhin dazu eingerichtet sind, P Ausgängen die P Teilbandsignale zuzuführen, wobei diese Ausgänge mit P entsprechenden Eingängen des nachfolgenden Elementes gekoppelt sind,
- einer Aufzeichnungseinheit, die zum Aufzeichnen der P Teilbandsignale auf dem Aufzeichnungsträger eingerichtet ist, weist dazu das Kennzeichen auf, daß die Anordnung weiterhin eine mit den Analysenfiltermitteln gekoppelte Detektionseinheit aufweist, daß die Detektionseinheit zum Detektieren des Vorhandenseins eines Hilfssignals in einem oder mehreren der Teilbandsignale sowie zum Erzeugen eines Steuersignals bei Detektion des Hilfssignals und zum Zuführen dieses Steuersignals zu einem Ausgang eingerichtet ist, daß dieser Ausgang mit einem Steuersignaleingang der Aufzeichnungseinheit gekoppelt ist, und daß die Aufzeichnungseinheit zum Sperren der Aufnahme des Tonsignals beim Vorhandensein des Steuersignals und zum Aufzeichnen des Tonsignals beim Fehlen des Steuersignals eingerichtet ist. Bei Detektion des Hilfssignals wird das Aufzeichnen folglich gesperrt oder das aufzuzeichnende Signal wird absichtlich verzerrt, bevor es aufgezeichnet wird. Es versteht sich, daß die

Wiedergabeanordnungen mit einem Dekoder versehen sein müssen, mit dem beim Wiedergeben das digitale Tonsignal zusammen mit dem Hilfssignal ausgelesen werden kann, ohne daß das Signalgefüge aufgeteilt wird. Nun kann nämlich während einer nachfolgenden Aufzeichnung das, ggf. vorhandene, Hilfssignal in dem Tonsignal detektiert werden und ein unerlaubtes Kopieren kopiergeschützter Information läßt sich folglich vermeiden.

Es ist auch möglich, das Kopieren kopiergeschützter Information nicht zu vermeiden, sondern nur zu detektieren, daß das zu kopierende Tonsignal ein Hilfssignal aufweist, und anzuzeigen, daß es sich in dem betreffenden Fall um geschützte Information handelt, die zu kopieren unerlaubt ist.

Eine derartige ebenfalls für den Heimgebrauch gemeinte Anordnung zum Aufzeichnen eines digitalen Tonsignals auf einem Aufzeichnungsträger mit einem Kodierer zur Teilbandkodierung des digitalen Tonsignals mit der bestimmten Abtastfrequenz $1/T$, wobei der Kodierer mit den folgenden Elementen versehen ist:

- Analysenfiltermitteln zum in Antwort auf das Tonsignal Erzeugen einer Anzahl von P Teilbandsignalen, wobei diese Analysenfiltermittel das Frequenzband des Tonsignals nach einem Filterverfahren mit Abtastfrequenzwertverringern in aufeinanderfolgende Teilbänder mit Bandnummern p ($1 \leq p \leq P$) aufteilen, wobei diese Analysenfiltermittel weiterhin dazu eingerichtet sind, P Ausgängen die P Teilbandsignale zuzuführen, wobei diese Ausgänge mit P entsprechenden Eingängen des nachfolgenden Elementes gekoppelt sind,
- einer Aufzeichnungseinheit, die zum Aufzeichnen der P Teilbandsignale auf dem Aufzeichnungsträger eingerichtet ist, die imstande ist, dies zu verwirklichen, weist das Kennzeichen auf, daß die Anordnung weiterhin eine mit den Analysenfiltermitteln gekoppelte Detektionseinheit aufweist, daß die Detektionseinheit zum Detektieren des Vorhandenseins eines Hilfssignals in einem oder mehreren der Teilbandsignale sowie zum Erzeugen eines Steuersignals bei Detektion des Hilfssignals und zum Zuführen dieses Steuersignals zu einem Ausgang eingerichtet ist, daß dieser Ausgang mit einer Anzeigeeinheit gekoppelt ist, die dazu eingerichtet ist, beim Vorhandensein des Steuersignals anzuzeigen, daß das aufzuzeichnende Tonsignal ein mit einem Hilfssignal versehenes Tonsignal ist.

Die obengenannten für den Heimgebrauch gemeinten Aufzeichnungsanordnungen können weiterhin dadurch gekennzeichnet sein, daß der Kodierer weiterhin mit Signalkombiniermitteln versehen ist, die mit den Analysenfiltermitteln gekoppelt sind, daß die Signalkombiniermittel dazu eingerichtet sind, beim Fehlen des Steuersignals nach Wunsch das Hilfssignal einem oder mehreren der Teilbandsignale hinzuzufügen zur Bildung von P zusammengesetzten Teilbandsignalen und zum Zuführen dieser P zusammengesetzten Teilbandsignale zu P Ausgängen, die mit den P entsprechenden Eingängen der Aufzeichnungseinheit gekoppelt sind. Dadurch ist es für einen Benutzer der Anordnung möglich, Eigenaufnahmen gegebenenfalls mit einem Kopierschutzcode zu versehen, so daß dadurch gewährleistet ist, daß von den mit Eigenaufnahmen versehenen Aufzeichnungsträgern keine Kopien hergestellt werden können.

Die für den Heimgebrauch gemeinten Anordnungen können statt dessen auch dadurch gekennzeichnet sein, daß der Kodierer weiterhin mit Signalkombiniermitteln versehen ist, die mit den Analysenfiltermitteln gekoppelt sind, daß die Signalkombiniermittel dazu eingerichtet sind, beim Fehlen des Steuersignals das Hilfssignal einem oder mehreren der Teilbandsignale hinzuzufügen zur Bildung von P zusammengesetzten Teilbandsignalen und zum Zuführen dieser P zusammengesetzten Teilbandsignale zu P Ausgängen, die mit den P entsprechenden Eingängen der Aufzeichnungseinheit gekoppelt sind. In dem Fall gibt es keine Wahlmöglichkeit mehr und dem aufzuzeichnenden, noch nicht mit einem Hilfssignal versehenen Tonsignal wird in allen Fällen ein solches Hilfssignal zugefügt. Dies bietet eine Möglichkeit, ursprüngliche Aufnahmen (ohne Hilfssignal) oder vorbespielte Tonbänder (ebenfalls ohne Hilfssignal) zu kopieren, wobei es jedoch nicht möglich ist, die Kopie wieder zu kopieren.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1: ein Blockschaltbild einer bevorzugten Ausführungsform eines Sende-Empfangs-Systems mit einem Kodierer und einem Dekoder nach der Erfindung,

Fig. 2: eine schematische Wiedergabe der Quantisierungsart in dem Kodierer,

Fig. 3: eine Darstellung einer Anordnung zum Aufzeichnen eines digitalen Tonsignals auf einem Aufzeichnungsträger,

Fig. 4: eine Darstellung einer Anordnung zum Wiedergeben des mit der Anordnung nach Fig. 3 auf Aufzeichnungsträger aufgezeichneten Signals,

Fig. 5: ein anderes Ausführungsbeispiel,

Fig. 6: noch ein anderes Ausführungsbeispiel,

Fig. 7: wieder ein anderes Ausführungsbeispiel und

Fig. 8: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Anordnung zum Aufzeichnen eines digitalen Tonsignals.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines aus einem Sender 1 und einem Empfänger 2 bestehenden Systems zum Hinzufügen bzw. Entnehmen zusätzlicher Information zu bzw. aus einem digitalen Tonsignal mit einem vorbestimmten Format, wobei diese Information über ein Medium 3 übertragen bzw. in demselben gespeichert wird. Dieses Medium kann ein Übertragungskanal sein, aber z.B. auch eine Compact Disc oder ein Magnetband oder -scheibe.

Der Sender weist einen Kodierer in Form eines Prozessorkreises 7 auf mit einer Eingangsklemme 4 für das digitale Signal $u(k)$ mit vorbestimmtem Format, mit einer Eingangsklemme 5 für das hinzuzufügende digitale Hilfssignal $v(k)$ und mit einer Ausgangsklemme 6. Die Ausgangsklemme 6 des Prozessorkreises 7 ist mit dem Medium 3 gekoppelt.

Der Empfänger 2 weist einen Verzögerungskreis 9 mit einer Verzögerungszeit τ auf sowie einen Dekoder in Form eines Prozessorkreises 10. Die Eingangsklemmen dieser beiden Kreise sind miteinander verbunden und dazu eingerichtet, das von dem Medium 3 abgegebene digitale zusammengesetzte Signal zu empfangen. An der Ausgangsklemme des Verzögerungskreises 9 ist, wie nachher noch erläutert wird, das Hauptsignal in Form eines Signals $u'(k)$ wieder verfügbar, und an der Ausgangsklemme des Prozessorkreises 10 ist das Hilfssignal in Form eines Signals $v'(k)$ verfügbar.

Die Wirkungsweise des Systems nach Fig. 1 ist wie folgt. Der Eingangsklemme des Senders 1 werden aufeinanderfolgende Abtastwerte des Signals $u(k)$ angeboten. Beispielsweise im Falle eines nach der Compact-Disc-Norm gebildeten Tonsignals besteht jeder Signalabtastwert aus 16 Bits und die Abtastfrequenz beträgt 44,1 kHz. In dem Prozessorkreis 7 wird auf Grund der gewählten Art und Weise, wie das Hilfssignal $v(k)$ hinzugefügt wird, d. h. durch Temporalmaskierung oder durch

Simultanmaskierung mit Hilfe von Frequenzteilländern oder durch eine Kombination der beiden, bestimmt, wieviel Information des Signals $v(k)$ jedem Abtastwert des Signals $u(k)$ zugefügt werden kann. Im Falle einer Temporalmaskierung kann dies sein in den Zeiten unmittelbar vor und/oder unmittelbar nach einer lautstarken Stelle in dem Signal $u(k)$ und in dem Fall von Simultanmaskierung wird durch Aufteilung in Frequenzteilländer jedem Signalabtastwert des Signals $u(k)$ im Grunde Information in bezug auf das Signal $v(k)$ zugefügt werden können. Wie bereits erwähnt, ist auch eine Kombination der beiden Maskierungsarten möglich. Das zusammengesetzte Ausgangssignal des Prozessorkreises 7 wird in einem Wandler 29 wieder in das vorbestimmte Format des digitalen Hauptsignals umgewandelt und dem Medium 3 zugefügt.

In dem Empfänger 2 wird das empfangene Signal in dem Prozessorkreis 10 einer Dekodierung ausgesetzt, damit auf diese Weise das aus den Signalen $u(k)$ und $v(k)$ zusammengesetzte Signal wieder aufgeteilt werden kann, während über den Verzögerungskreis 9, dessen Verzögerung der des Prozessorkreises 10 entspricht, das Signal $u'(k)$ synchron zu dem Signal $v'(k)$ verfügbar ist.

Untenstehend wird der Aufbau der Prozessorkreise 7 und 10 eingehend erläutert.

Der Prozessorkreis 7 weist eine Filterbank 22 und 23 auf zum mit Abtastfrequenzverringerung Aufteilen des Signals $u(k)$ und des Signals $v(k)$ in P aufeinanderfolgende Teilbänder, deren Bandbreiten den kritischen Bandbreiten des menschlichen Ohres in den betreffenden Frequenzbändern annähernd entsprechen. Der Gebrauch und der Aufbau einer derartigen Filterbank ist durchaus bekannt, beispielsweise aus dem obengenannten Artikel von Krasner und aus dem Kapitel „Sub-band coding“ in dem Buch „Digital Coding of Wave Forms“ von N. S. Jayant und P. Noll, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1984, Seiten 486 bis 509. Jedes der P Teilbandsignale der Filterbank 22 wird einem Adaptivquantisierer 24(p), mit $1 \leq p \leq P$, zugeführt, während jedes Teilbandausgangssignal der Filterbank 23 einem Dämpfer 25(p), mit $1 \leq p \leq P$, zugeführt wird. Die Ausgangssignale des Summierkreises 26(p) werden nun einer Synthesefilterbank 27 zugeführt, in der die P Teilbänder zu einem Signal mit derselben Bandbreite wie die der ursprünglichen Signale $u(k)$ und $v(k)$ zusammengefügt werden. Das Ausgangssignal der Synthesefilterbank 27 wird in einem Wandlerkreis in ein digitales Signal mit vorbestimmtem Format, beispielsweise 16 Bits, kodiert und als zusammengesetztes Signal $s(k)$ dem Medium 3 zugeführt.

Wenn die Anzahl Quantisierungspegel je Frequenzband in dem Sender 2 richtig gewählt sind, läßt sich in dem dem Medium 3 zugeführten digitalen Signal nichts spüren von der Hinzufügung des Signals $v(k)$, insofern die Bedingung erfüllt worden ist, daß die Amplitude eines hinzuzufügenden Hilfssignalabtastwertes in jedem Frequenzteillband für jeden Abtastwert von $u_p(k)$ kleiner ist als $q/2$, wobei q der Quantisierungsschritt dieses Abtastwertes ist.

Empfangsseitig kann nun mit einem nicht angepaßten Gerät unmittelbar, ohne jegliche Anpassung, das ursprüngliche Signal $u(k)$ wiedergegeben werden, weil in dem zusammengesetzten digitalen Signal $s(k)$ die zusätzliche Information des Signals $v(k)$ nicht hörbar ist, weil dies durch das Signal $u(k)$ maskiert wird.

Ein zum Empfangen des Signals $u(k)$ sowie des Signals $v(k)$ geeigneter Empfänger, beispielsweise ein D2MAC-Fernsehempfänger mit Raumklang-Wiedergabemöglichkeit, weist jedoch eine Filterbank 31 auf, die auf dieselbe Art und Weise aufgebaut ist wie die Filterbank 22. Diese Filterbank 31 teilt das empfangene zusammengesetzte Signal $s(k)$ wieder in P Teilbänder mit denselben Bandbreiten und Zentralfrequenzen wie die Teilbänder der Filterbank 22 auf. Jedes dieser Teilbandsignale wird einem Adaptivquantisierer 33(p) mit $1 \leq p \leq P$ zugeführt. Bei richtiger Bemessung dieses Quantisierers wird aus jedem der P Teilbänder nach Quantisierung wieder für jedes Teilband das Signal $u_p(k)$ erhalten. Dadurch, daß jedes der Teilbandsignale $u_p(k)$ in einem Subtrahierkreis 34(p) von dem zusammengesetzten Teilbandsignal $s_p(k)$ subtrahiert wird, wird für jedes Teilband p das Signal $v_p(k)$ erhalten. Jedes dieser Signale $v_p(k)$ wird in einem Verstärker 35(p) mit $1 \leq p \leq P$, wieder verstärkt um einen Faktor G, der dem Faktor entspricht, um den in dem Kodierer das betreffende Teilband gedämpft wurde, wonach diese wieder normalisierten Signale $v_p(k)$ einer Synthesefilterbank 36 zugeführt werden, die aus den einzelnen Teilbändern $v_p(k)$ das Signal $v'(k)$ rekonstruiert. Das Signal $u(k)$ läßt sich, wie gesagt, aus dem zusammengesetzten Signal $s(k)$ unmittelbar ableiten und braucht nur, wenn es erwünscht ist, daß das Haupt- und Hilfssignal synchron sind, in einem Verzögerungskreis 9 um eine Zeit entsprechend der vom Prozessorkreis 10 eingeführten Zeit verzögert zu werden.

Im Falle eines Fernseh-Sende-Empfangers mit Raumklang-Systemen mit Raumklang-Wiedergabemöglichkeiten können in dem linken Tonkanal die Signale $u(k)$ und $v(k)$ bzw. die digitale Wiedergabe beispielsweise des Signals LV + LA und des Signals LA sein. Ein unangepaßter Empfänger empfängt nun das vollständige Tonsignal LV + LA und kann dies ohne weiteres wiedergeben, während in einem angepaßten Empfänger nach Aufteilung von $u(k)$ und $v(k)$ mit Hilfe einer Subtrahierschaltung die Signale LA und LV den betreffenden Wiedergabekanälen getrennt zugeführt werden können.

Untenstehend wird beschrieben, wie die Adaptivquantisierer 24(p) und 33(p) in dem Sender und Empfänger des Systems nach Fig. 1 dazu eingerichtet werden können, auf einfache Weise eine Adaptivquantisierung für jedes der Teilbandsignale zu bewirken. Dazu wird für jedes der Teilbänder vorher bestimmt, wieviele Quantisierungsschritte erwünscht sind; diese Anzahl $i(p)$ ist für jedes der Teilbänder konstant.

Wegen des Wunsches, daß die Quantisierung adaptiv ist, sollen die Quantisierungsschritte etwa im Verhältnis zu der Signalgröße gewählt werden. Dazu wird die Amplitudenachse in Strecken T aufgeteilt, wobei, wenn die Amplitude eines Abtastwertes des Signals $u(k)$ in einer bestimmten Strecke T_n liegt, wobei n eine ganze Zahl ist, die Quantisierungsschritte für diesen Abtastwert eine bestimmte Größe haben, die der Größe der Strecke T_n entspricht. Der Quantisierungspegel wird in die Mitte der genannten Strecke gelegt, damit das Hilfssignal $v(k)$ gegenüber dem Quantisierungspegel gleich weit nach beiden Seiten hin ausgeregt werden kann, ohne daß das zusammengesetzte Signal $s_p(k)$ in eine andere Quantisierungsstrecke gelangt.

Weil es erwünscht ist, die Quantisierungsschritte im Verhältnis zu der maximalen Signalgröße zu wählen und weil die Anzahl Quantisierungsschritte fest ist, sollen die Größen der Strecken T, die jeweils die Größe des Quantisierungsschrittes bestimmen, proportional zu der Amplitude zunehmen. Vorzugsweise ist der Verlauf der Streckengrößen deswegen exponentiell, wobei jede Strecke von $a^{(n-1/2)}$ bis $a^{(n+1/2)}$ läuft, wobei a eine Konstante und n eine ganze Zahl ist. Der einer bestimmten Strecke T_n zugeordnete Quantisierungspegel ist dann $1/2 (a^{n+1/2} + a^{n-1/2})$.

Fig. 2 zeigt eine Amplitudenachse, an der auf schematische Weise die Verteilung der Quantisierungspegel nach dem Ausführungsbeispiel angegeben ist. Je nach dem Absolutwert der maximalen Amplitude $\hat{u}(k)$ des Signals $u(k)$ entspricht der Quantisierungsschritt der Größe der Strecke, in der $\hat{u}(k)$ liegt und somit dem Wert $a^{(n+1/2)} - a^{(n-1/2)}$. Die Wahl des Wertes des Faktors a ist in diesem Fall frei. Es ist aber oft erwünscht, daß auch der Wert 0 ein Quantisierungspegel ist, weil es in dem Fall u. a.

nichts ausmacht, ob das Maximum des Signalpegels von $u(k)$ positiv oder negativ ist, während zugleich vermieden wird, daß relativ kleine Signalamplituden auf einem wesentlich höheren Quantisierungspegel quantisiert werden. Dies ergibt dann die zusätzliche Anforderung, daß der gewählte Quantisierungspegel eine ganze Anzahl Male dem Quantisierungsschritt ist. Diese Anforderung beschränkt die Wahl der Konstante a auf $a = (2k + 1)/(2k - 1)$, wobei $k = 1, 2, \dots$; d.h. $a = 3$; $a = 5/3$; $a = 7/5 \dots$ usw.

Die Folge der Wahl der Quantisierungsschritte nach dieser bevorzugten Ausführungsform ist, daß in dem Dekoder immer aus dem zusammengesetzten Signal $s(k)$ auf eindeutige Weise das Signal $v_p(k)$ zurückgefunden werden kann, weil bei einer bestimmten Signalamplitude immer auf denselben Quantisierungspegel entschieden wird. Wenn dieser Quantisierungspegel und folglich $u_p(k)$ bestimmt ist, kann er von dem zusammengesetzten Signal subtrahiert werden, damit auf diese Weise das Signal $v_p(k)$ bestimmt wird.

Zum Steuern der Quantisierer 24(p) und 33(p) sind in dem Prozessorkreis 7 Quantisierungsschrittbestimmungskreise 28(p) und in dem Prozessorkreis 10 Quantisierungsschrittbestimmungskreise 32(p) vorgesehen, wobei der Aufbau dieser Kreise im Grunde derselbe ist. Die Kreise 28(p) und 32(p) weisen Speicherelemente 28'(p) und 32'(p) auf, in denen für jedes Teilband der vorbestimmte Wert für die Grundzahl a gespeichert ist, der je Teilband verschieden sein kann. Die Kreise 28(p) und 32(p) berechnen anhand des oben beschriebenen Quantisierungsverfahrens für jeden Abtastwert von $u_p(k)$ bzw. $s_p(k)$ die Größe des Quantisierungsschrittes und geben diese über einen Ausgang den Quantisierern 24(p) bzw. 33(p) ab. Ein von dem Wert von a in den betreffenden Speicherelementen 28'(p) und 32'(p) abgeleiteter Wert wird zugleich einem Steuereingang der betreffenden Dämpfer 25(p) und der betreffenden Verstärker 35(p) zugeführt um die Signale $v_p(k)$ um einen Faktor G zu multiplizieren bzw. zu verstärken. Der von dem Wert von abgeleitete Dämpfungs- bzw. Verstärkungsfaktor G beträgt $2a/(a - 1)$. Es ist ja bekannt, daß $\hat{u}(k)$, die maximale Amplitude des Signals $u(k)$, höchstens dem Wert $a^{(n+1/2)}$ entspricht, während die maximal zulässige Amplitude $\hat{v}(k)$ des Hilfssignals $v(k)$ dann dem Wert $1/2 [a^{(n+1/2)} - a^{(n-1/2)}]$ entspricht.

Es gilt nun $\hat{u}(k)/\hat{v}(k) = 2a/(a - 1)$. Insofern vorher dafür gesorgt wird, daß immer gilt: $\hat{v}(k) < \hat{u}(k)$, was sich in der Praxis problemlos verwirklichen läßt, ist immer gewährleistet, daß $\hat{v}(k) < q/2$ ist, wenn für den Faktor G der Wert $G = 2a/(a - 1)$ gewählt wird. In praktischen Fällen ist oft bereits zwangsläufig die folgende Bedingung erfüllt: $\hat{v}(k) < \hat{u}(k)$, und zwar durch die Beziehung zwischen den beiden Signalen.

Zur Vermeidung davon, daß $\hat{v}(k)$ dennoch in irgendeiner Weise den Wert $q/2$ überschreitet, kann in der Ausgangsleitung jedes Dämpfers 25(p) der in Fig. 1 gestrichelt dargestellte Begrenzer 30(p) vorgesehen sein, der Information betreffs des einzustellenden Begrenzungswertes von den Kreisen 28(p) erhält und der das Ausgangssignal des Dämpfers 25(p) auf höchstens $q/2$ begrenzt.

Falls für Simultanmaskierung in Kombination mit Temporalmaskierung gewählt wird, weisen die Kreise 28(p) und 32(p) die erforderlichen Schaltungsanordnungen auf um den Ist-Abtastwert von $u_p(k)$ mit einem oder mehreren vorhergehenden Abtastwerten zu vergleichen, damit in dem Fall, wo der Ist-Abtastwert eine niedrigere Amplitude aufweist als die Amplitude eines oder mehrerer vorhergehender Abtastwerte, auf Grund vorher gespeicherter Information in bezug auf den Verlauf der Temporalmaskierungskurve, die einer bestimmten maximalen Amplitude von $u_p(k)$ zugeordnet ist, auf einen größeren Quantisierungsschritt entschieden wird.

Im Falle von Blockquantisierung soll zwischen jedem der P Ausgänge der Filterbank 22 und dem Eingang des zugeordneten Quantisierers 24(p) ein Pufferkreis vorgesehen sein, der jeweils einen Block von M Signalabtastwerten speichert, wobei die maximale Amplitude in jedem Block bestimmt wird und zum Bestimmen des Quantisierungsschrittes für den ganzen Block benutzt wird.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß auch noch zusätzlicher Raum zum Hinzufügen von $v(k)$ in einem Teilband p gefunden werden kann, indem auch der Amplitudenverlauf in benachbarten Teilbändern berücksichtigt wird. Wenn in einem benachbarten Teilband eine große Amplitude von $u(k)$ auftritt, während in dem Teilband p die Amplitude von $u(k)$ sehr gering oder sogar Null ist, kann auf Grund der Maskierungseigenschaften des Signals in diesem benachbarten Teilband entschieden werden, in dem Teilband p dennoch eine bestimmte Menge des Signals $v(k)$ zuzulassen.

Weiterhin sei noch darauf hingewiesen, daß an dem Ausgang der Quantisierer 33(p) ein Signal $u_p(k)$ verfügbar ist, das im Grunde einen geringeren Quantisierungsrauschanteil aufweist als das Signal $s(k)$, so daß in einem mit einem Dekoder versehenen Empfänger mit Hilfe eines zusätzlichen Synthesefilters eine bessere Replik des Signals $u(k)$ von diesen Ausgängen abgeleitet werden kann.

Fig. 3 zeigt eine Anordnung zum Aufzeichnen eines digitalen Tonsignals, wie des digitalen Tonsignals $u(k)$ in Fig. 1, auf einem Aufzeichnungsträger. Die Anordnung weist einen Kodierer 7' auf, der dem Kodierer aus Fig. 1 weitgehend entspricht. Der einzige Unterschied ist, daß die Synthesefilterbank 27 hier fortgelassen wurde. Stattdessen sind die Ausgänge der Summierkreise 26(p) mit einer Aufzeichnungseinheit 47 gekoppelt. Diese Aufzeichnungseinheit ist zum Aufzeichnen der P den Eingängen zugeführten Teilbandsignale auf einem Aufzeichnungsträger 48 eingerichtet. Dabei kann, über alle Teilbänder gemittelt, eine derartige Datenverringering erzielt werden, daß die auf dem Aufzeichnungsträger aufzuzeichnende Information mit beispielsweise 4 Bits je Abtastwert aufgezeichnet wird, während die den Eingängen 4 angebotene Information 16 Bits je Abtastwert aufweist.

Das Hilfssignal $v(k)$ wird in einem Hilfssignalgenerator 40 erzeugt, von dem ein Ausgang mit dem Eingang 5 zum Zuführen des Hilfssignals zu dem Kodierer 7' gekoppelt ist. Mittels des Kodierers 7' wird das Hilfssignal auf die oben beschriebene Art und Weise in dem Tonsignal untergebracht. Das Hilfssignal kann damit in einem oder mehreren der Teilbandsignale, in die das Tonsignal $u(k)$ aufgeteilt ist, untergebracht werden.

Das Hilfssignal wird vorzugsweise in einem oder mehreren der unteren Teilbänder (mit niedriger Frequenz) gespeichert. In dem in dem niedrigen Frequenzbereich liegender Teilbändern ist der Signalinhalt des Tonsignals nämlich im allgemeinen am größten. Dies bedeutet, daß auch die Maskierungsschwelle in diesem (diesen) Teilband (Teilbändern) groß ist. Folglich kann ein Hilfssignal mit einer großen Amplitude in das Tonsignal aufgenommen werden. Dies macht die Detektion des Hilfssignals einfacher.

Die Anordnung nach Fig. 3 ergibt also Aufzeichnungsträger 48, auf denen das mit dem Hilfssignal versehene Tonsignal aufgezeichnet ist. Die Art der Aufzeichnung auf dem Aufzeichnungsträger 48, wie dies in der Aufzeichnungseinheit 47 erfolgt, ist für die Erfindung nicht von Bedeutung. Es könnte beispielsweise die Aufzeichnungsart, wie diese bei RDAT- oder SDAT-Geräten bekannt ist, angewandt werden. Die Wirkungsweise von RDAT- und SDAT-Geräten ist an sich bekannt und ist u.a. in dem Buch

„The Art of digital Audio“ von J. Watkinson, Focal Press (London) 1988 eingehend beschrieben. Die Aufzeichnungseinheit 47 soll selbstverständlich imstande sein, den parallelen Datenstrom der P Teilbandsignale in einen Signalstrom umzuwandeln, der dazu geeignet ist, mittels eines RDAT- oder eines SDAT-Gerätes aufgezeichnet zu werden.

Fig. 4 zeigt auf schematische Weise eine Anordnung zum Wiedergeben des Tonsignals, wie dies von der Anordnung nach Fig. 3 auf dem Aufzeichnungsträger 48 aufgezeichnet wurde. Die Anordnung weist dazu eine Leseeinheit 41 auf, die dazu eingerichtet ist, den Datenstrom vom Aufzeichnungsträger 48 zu lesen und über P Ausgänge die P Teilbandsignale abzugeben. Diese P Teilbandsignale werden dann P Eingängen einer Synthesefilterbank 27 angeboten, welche dieselbe Funktion hat wie die Synthesefilterbank 27 in Fig. 1. Das heißt, daß die P Teilbandsignale wieder zu einem digitalen Signal mit vorbestimmtem Format von beispielsweise 16 Bits zusammengefügt werden. Nach der D-A-Umwandlung in dem D-A-Wandler 42 ist dann an der Ausgangsklemme 43 das Tonsignal wieder verfügbar.

In dem Tonsignal ist das Hilfssignal noch immer vorhanden. Dieses Hilfssignal ist jedoch nicht hörbar, da es durch das Tonsignal maskiert wird.

Fig. 5 zeigt eine Anordnung zum Aufzeichnen eines Tonsignals, beispielsweise des von der Anordnung nach Fig. 4 wiedergegebenen Tonsignals. Eine derartige Anordnung ist beispielsweise für den Heimgebrauch gemeint. Die Anordnung kann Toninformation ohne einen Kopierschutzcode auf einem Aufzeichnungsträger aufzeichnen. Die Anordnung ist aber mit einer Detektionseinheit versehen, mit der es möglich ist, einen ggf. in das Tonsignal aufgenommenen Kopierschutzcode zu detektieren und ein Aufzeichnen dieses Tonsignals zu vermeiden.

Die Anordnung nach Fig. 5 entspricht der Anordnung nach Fig. 3 weitgehend, mit dem Unterschied aber, daß die Anordnung nach Fig. 5 nicht imstande ist, einem aufzuzeichnenden Tonsignal einen Kopierschutzcode zuzufügen. Dies bedeutet, daß die Elemente mit dem Bezugszeichen 23, 25(1) bis einschließlich 25(P), 28(1) bis einschließlich 28(P) und 26(1) bis einschließlich 26(P) fehlen. Die Anordnung nach Fig. 5 weist weiterhin noch Subtrahierkreise 34(1) bis einschließlich 34(P), Verstärker 35(1) bis einschließlich 35(P), eine Synthesefilterbank 36 und eine Detektionseinheit 50 auf. Der durch 10' bezeichnete und durch eine gestrichelte Linie dargestellte Teil der Anordnung nach Fig. 5 entspricht im wesentlichen dem Dekoder 10 nach Fig. 1. Der Teil 10' ist also dazu eingerichtet, das Hilfssignal auszufiltern, das, falls in dem dem Eingang 51 angebotenen digitalen Tonsignal vorhanden, an dem Ausgang 52 verfügbar ist. Die Detektionseinheit 50, die mit einem Eingang 53 mit dem Ausgang 52 gekoppelt ist, ist zum Detektieren dieses Hilfssignals und zum Erzeugen eines Steuersignals eingerichtet, das dann über den Ausgang 54 dem Steuersignaleingang 55 der Aufzeichnungseinheit 47' angeboten wird.

Die Aufzeichnungseinheit 47' ist nun derart eingerichtet, daß sie, wenn es ein Steuersignal an dem Steuersignaleingang 55 gibt, die ihren Eingängen angebotenen Teilbandsignale nicht aufzeichnet, oder diese Teilbandsignale stark verzerrt, bevor sie aufgezeichnet werden. Gibt es an dem Steuersignaleingang 55 kein Steuersignal, so zeichnet die Aufzeichnungseinheit 47' die den Eingängen angebotenen Teilbandsignale auf.

Auf diese Weise wird also vermieden, daß ein Tonsignal, das mit einem Kopierschutzcode in Form des in 'as Tonsignal aufgenommenen Hilfssignals versehen ist, von der Anordnung auf dem Aufzeichnungsträger 48' aufgezeichnet wird.

In der Anordnung nach Fig. 5 wird davon ausgegangen, daß das Hilfssignal in einer Anzahl Teilbandsignale untergebracht ist.

Wie bereits erwähnt, kann das Hilfssignal auch in nur ein einziges Teilbandsignal aufgenommen sein. In dem Fall ist nur ein Subtrahierkreis 34 und nur ein Verstärker 35 erforderlich und die Synthesefilterbank 36 ist mit nur einem Eingang versehen. In der Synthesefilterbank 36 wird das Hilfssignal in ein digitales Signal von beispielsweise wieder 16 Bits umgewandelt.

Die Detektionseinheit 50 kann eine Einheit sein, die das Vorhandensein bzw. das Fehlen eines digitalen Signals unmittelbar ermitteln kann. Eine andere Möglichkeit ist, daß Detektionseinheit 50 analog ausgebildet ist. In dem Fall wird das Ausgangssignal der Synthesefilterbank zunächst in ein analoges Signal umgewandelt. Die Detektionseinheit 50 weist dann ein Schmalband-Durchlaßfilter, einen Gleichrichter und einen Schwellendetektor auf. Ist das Eingangssignal der Anordnung ein analoges Signal, so gibt es zwischen der Klemme 51 und dem Eingang der Filterbank 22 noch einen A-D-Wandler.

Es wird nun vorausgesetzt, daß das Hilfssignal in nur ein Teilband, beispielsweise das niedrigste Teilband aufgenommen ist. In dem Fall reicht auch eine einfachere Detektionsschaltung in Form eines Digitalfilters, das mit dem Ausgang $p = 1$ der Analysenfiltermittel 22 gekoppelt ist. Dieses Filter kann beispielsweise als rekursives Filter ausgebildet sein, mit einer scharfen Filterkennlinie, wobei das Maximum in der Filterkennlinie mit der Frequenz des Hilfssignals zusammenfällt. Der Ausgang des Digitalfilters kann dann mit dem Eingang 53 der Detektionseinheit 50 gekoppelt sein. In dem Fall kann auf die Elemente 34(1) bis einschließlich 34(P), 35(1) bis einschließlich 35(P) und 36 verzichtet werden.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 entspricht dem nach Fig. 5 weitgehend. Der Ausgang der Detektionseinheit 50 ist hier nämlich mit einem Eingang einer Anzeigeeinheit 56, beispielsweise in Form einer Leuchtdiode, gekoppelt. Das in das Tonsignal aufgenommene Hilfssignal ist nun nicht als Kopierschutzcode wirksam, sondern nur als Anzeigekode für die Tatsache, daß das Tonsignal, das man kopieren will, im wesentlichen nicht kopiert werden darf. Die Entscheidung, ob man das Tonsignal daraufhin ggf. kopiert, hängt in diesem Fall vom Gebrauche selbst ab.

Wird das Vorhandensein des Hilfssignals in dem aufzuzeichnenden Tonsignal erkannt, so erzeugt die Detektionseinheit 50 ein Steuersignal, wodurch die Anzeigeeinheit 56 (die Diode) zu leuchten anfängt. Der Benutzer kann sich nun entscheiden, die Aufzeichnung zu beenden.

Aus Fig. 6 geht hervor, daß die Eingänge der Aufzeichnungseinheit 47' nun mit den Ausgängen der Analysenfiltermittel 22 gekoppelt sind, so daß, falls der Benutzer entscheiden würde, mit der Aufzeichnung fortzufahren, das Tonsignal mit dem Hilfssignal aufgezeichnet wird.

Fig. 7 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel der Anordnung. Diese Anordnung nach Fig. 6 ist eine Erweiterung der Anordnung nach Fig. 5. Die regelbaren Verstärker 35(1) bis einschließlich 35(P) sind hier einfachheitshalber fortgelassen. Die Anordnung nach Fig. 6 ist auch noch zum beliebigen Zufügen eines Kopierschutzcodes zu dem aufzuzeichnenden Signal, vorausgesetzt, daß das dem Eingang 4 angebotene Signal nicht bereits einen Kopierschutzcode aufweist. In dem Fall wird die Aufzeichnung nämlich durch das Steuersignal gesperrt, das dem Steuersignaleingang 55 der Aufzeichnungseinheit 47' angeboten wird.

Die durch das Bezugszeichen 7" bezeichnete Schaltungsanordnung entspricht der Schaltungsanordnung 7 aus Fig. 3 nahezu völlig, mit dem Unterschied aber, daß ein zusätzlicher Steuersignaleingang 60 vorgesehen ist, über den Schaltern S_1 bis einschließlich S_p , die in die Leitungen zu den Summierkreisen 26(1) bis einschließlich 26(P) aufgenommen sind, ein Steuersignal zugeführt werden kann.

Gibt es in dem dem Eingang 4 angebotenen Signal $u(k)$ keinen Kopierschutzcode, so kann das Signal auf dem Aufzeichnungsträger 48' aufgezeichnet werden. Wird nun über den Eingang 60 den Schaltern S_1 bis einschließlich S_p ein Steuersignal zugeführt, so stehen diese Schalter in der dargestellten Stellung. Dies bedeutet, daß das Hilfssignal $v(k)$ über die Summierkreise 26(1) bis einschließlich 26(P) dem aufzuzeichnenden Signal zugefügt wird, wodurch es gegen weiteres Kopieren geschützt ist. Wird dem Eingang 60 ein anderes Steuersignal angeboten, so stehen der Schalter S_1 bis einschließlich S_p in der anderen als in der dargestellten Stellung. Dies bedeutet, daß der Wert „0“ allen Summierkreisen 26 zugeführt wird, so daß nur das Signal $u(k)$, ohne Hilfssignal, auf dem Aufzeichnungsträger aufgezeichnet wird.

Es ist auch in diesem Fall selbstverständlich, daß, wenn das Hilfssignal in nur einem Teilband aufgezeichnet wird, nur ein einziger Summierkreis 26(p) vorhanden ist und das Steuersignal über die Klemme 60 nur einem Schalter S_p zugeführt wird.

Fig. 8 zeigt eine Ausführungsform, die der nach Fig. 7 weitgehend ähnelt. Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 schließt die Möglichkeit zum Wählen, ob man ein aufzuzeichnendes Tonsignal, das nicht mit einem Kopierschutzcode versehen ist, ggf. mit einem solchen Schutzcode zu versehen, aus. Dies bedeutet, daß, wenn die Detektionseinheit 50 erkennt, daß das aufzuzeichnende Signal nicht mit einem Hilfssignal versehen ist, dieses Hilfssignal automatisch hinzugefügt wird. In Fig. 8 ist sichtbar, daß es nun zwischen den Ausgängen der Verstärker 25(1) bis einschließlich 25(P) und den (zweiten) Eingängen der Signalkombinationseinheiten 26(1) bis einschließlich 26(P) Verbindungen vorgesehen sind. Die Schalter S_1 bis einschließlich S_p und der Steuersignaleingang 60 in Fig. 7 sind also fortgefallen.

Eine derartige Anordnung ist durchaus brauchbar, wenn die Möglichkeit geboten werden soll, nur von vorbespielten Aufzeichnungsträgern (die nicht mit dem genannten Hilfssignal versehen sind) sowie von Originalaufnahmen (die ebenfalls nicht mit dem genannten Hilfssignal versehen sind), Kopien zu machen, wobei es jedoch unmöglich sein soll, diese Kopien wieder zu kopieren. Ein vorbespielter Aufzeichnungsträger ist nun auf normale Weise kopierbar. Die erhaltene Kopie ist nun aber mit einem Hilfssignal versehen und kann an sich nicht mehr weiter kopiert werden.

Es sei erwähnt, daß die Ausführungsbeispiele alle anhand von Anordnungen zum Aufzeichnen eines digitalen Tonsignals auf einem magnetischen Aufzeichnungsträger beschrieben worden sind. Dies soll jedoch nicht als eine Beschränkung auf nur magnetische Aufzeichnungsträger betrachtet werden. Die Erfindung bezieht sich ebenfalls auf Anordnungen, die das Tonsignal auf einem optischen Aufzeichnungsträger aufzeichnen. Durch das Aufkommen von „CD erasable“ und „CD write once“ sowie der magnetooptischen Aufzeichnungstechniken liegt dies in Zukunft im Bereich der Möglichkeiten für den Heimgebrauch.

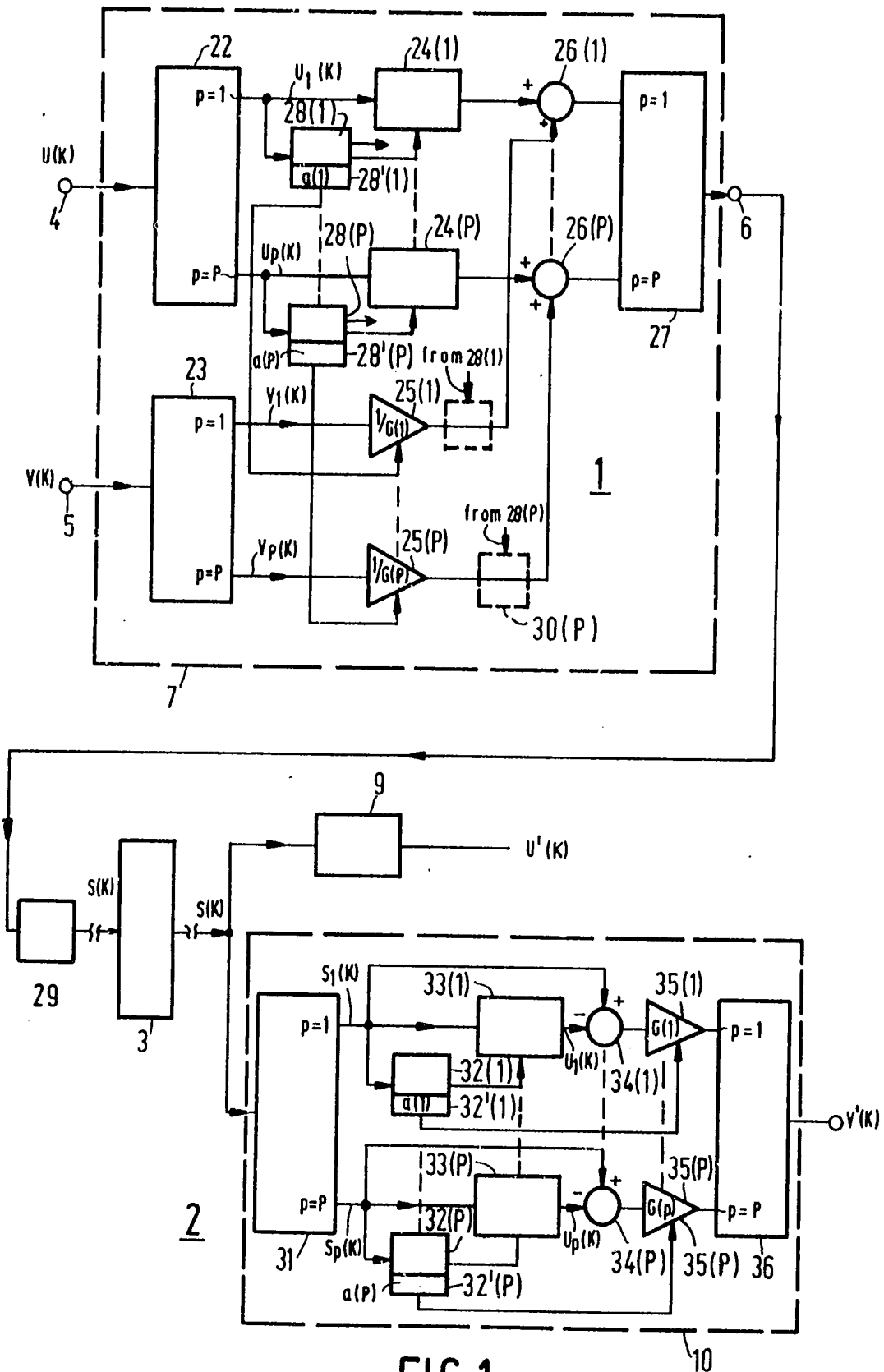


FIG. 1

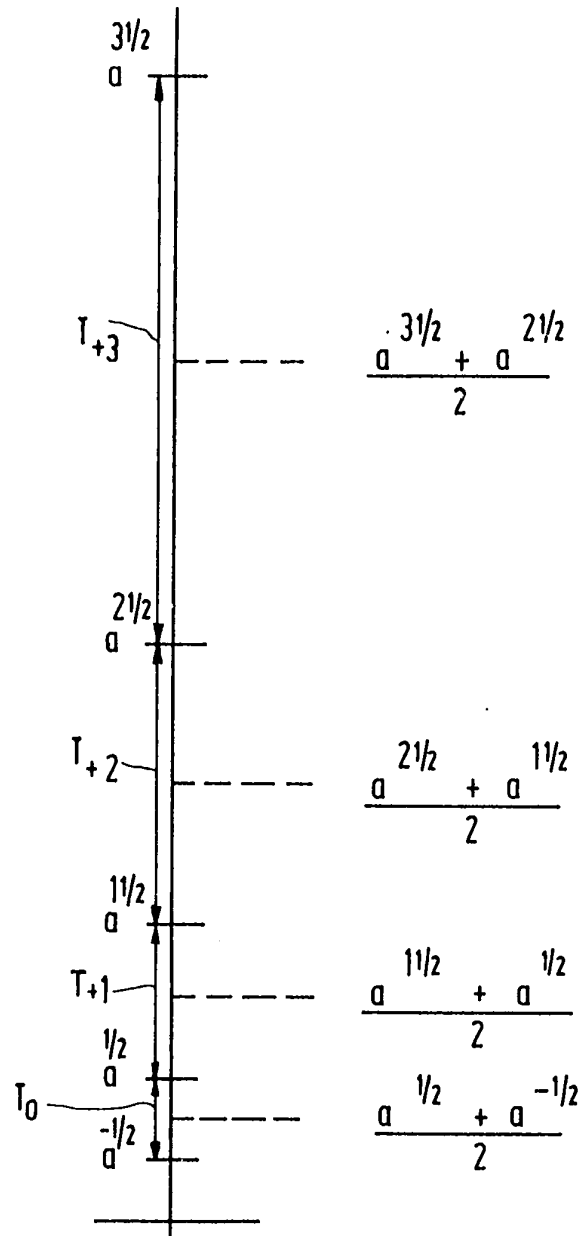


FIG. 2

3/6

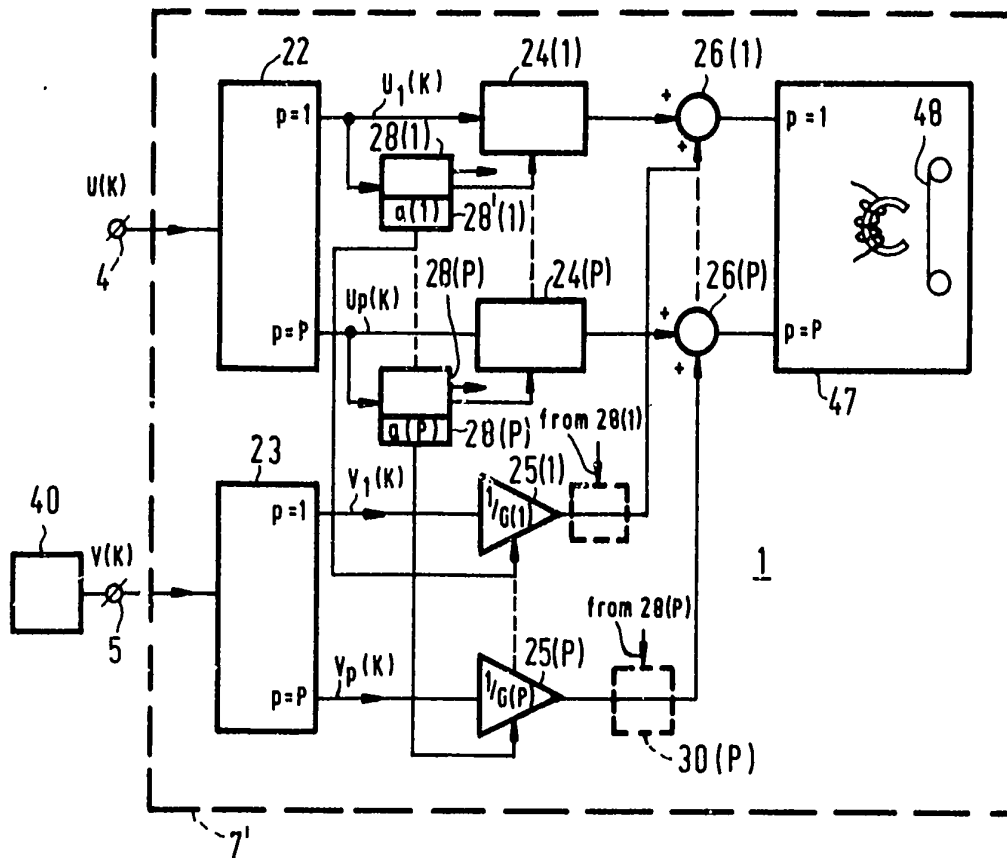


FIG. 3

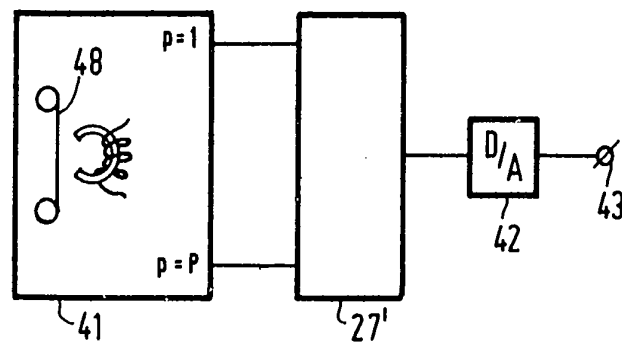


FIG. 4

4/6

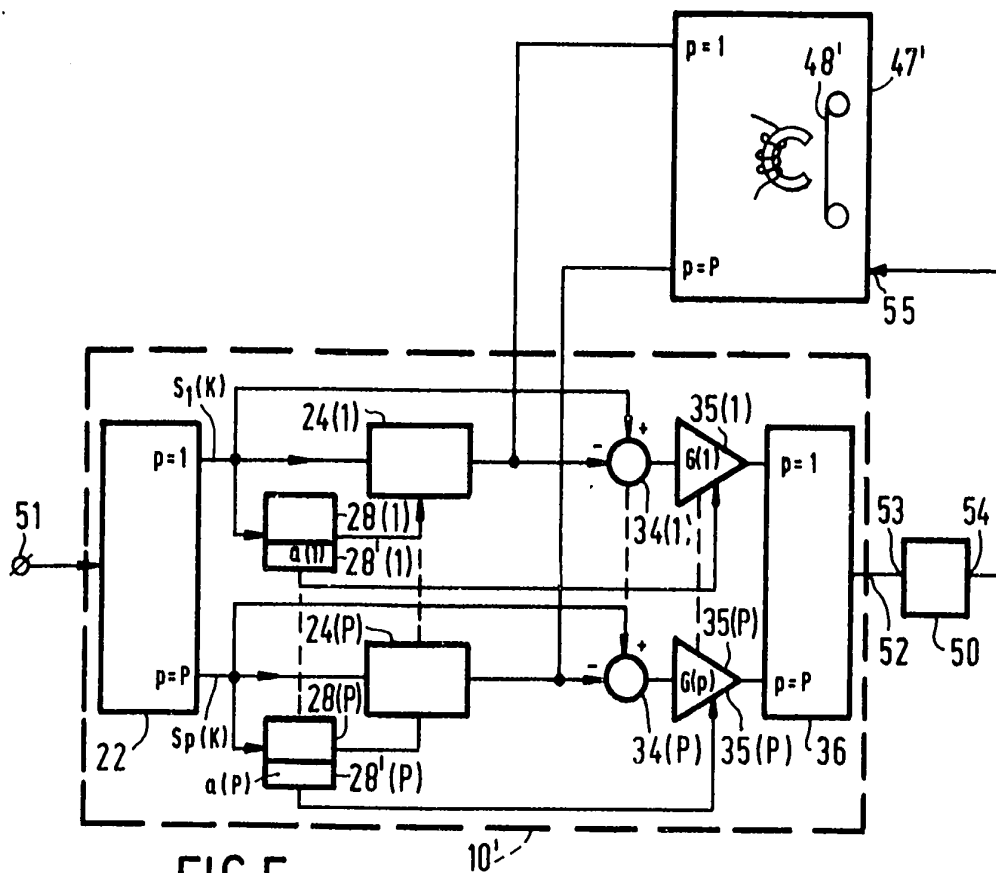


FIG. 5

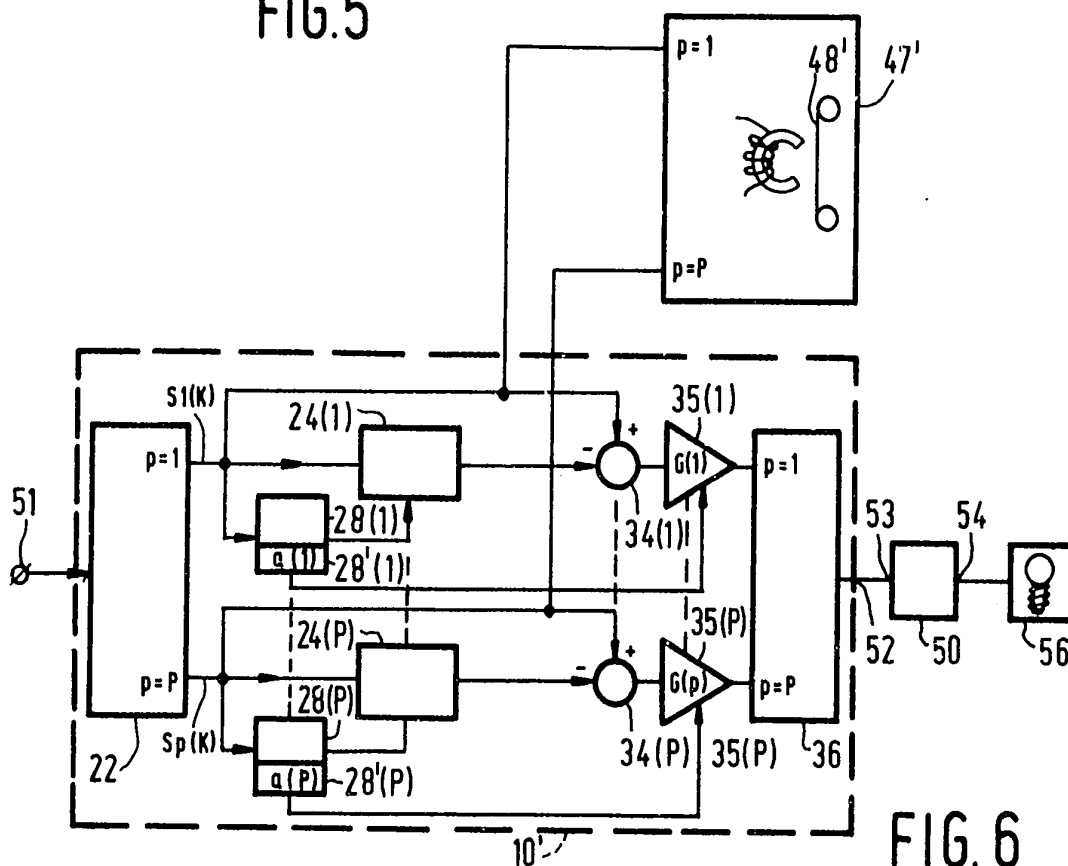


FIG. 6

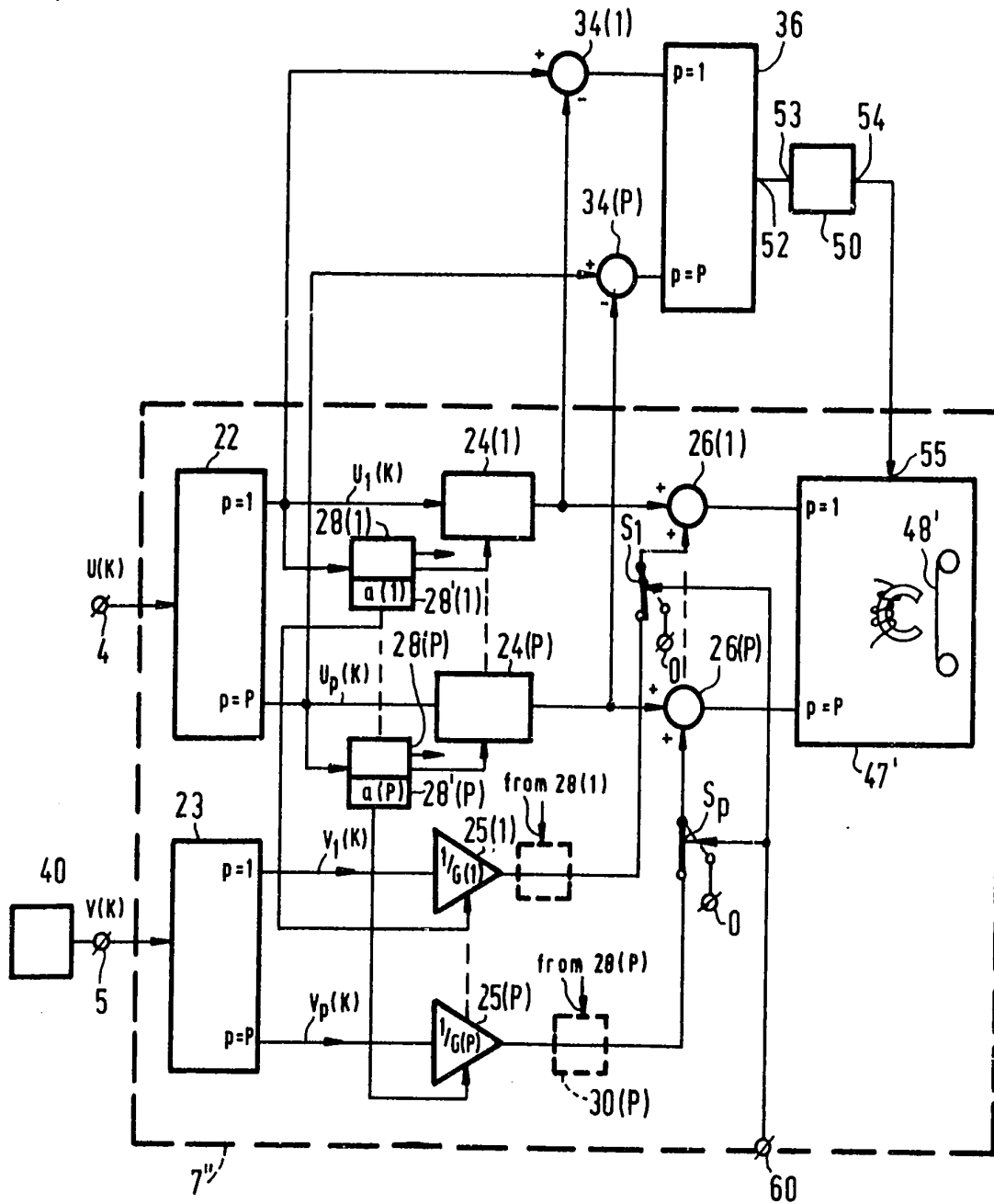


FIG. 7

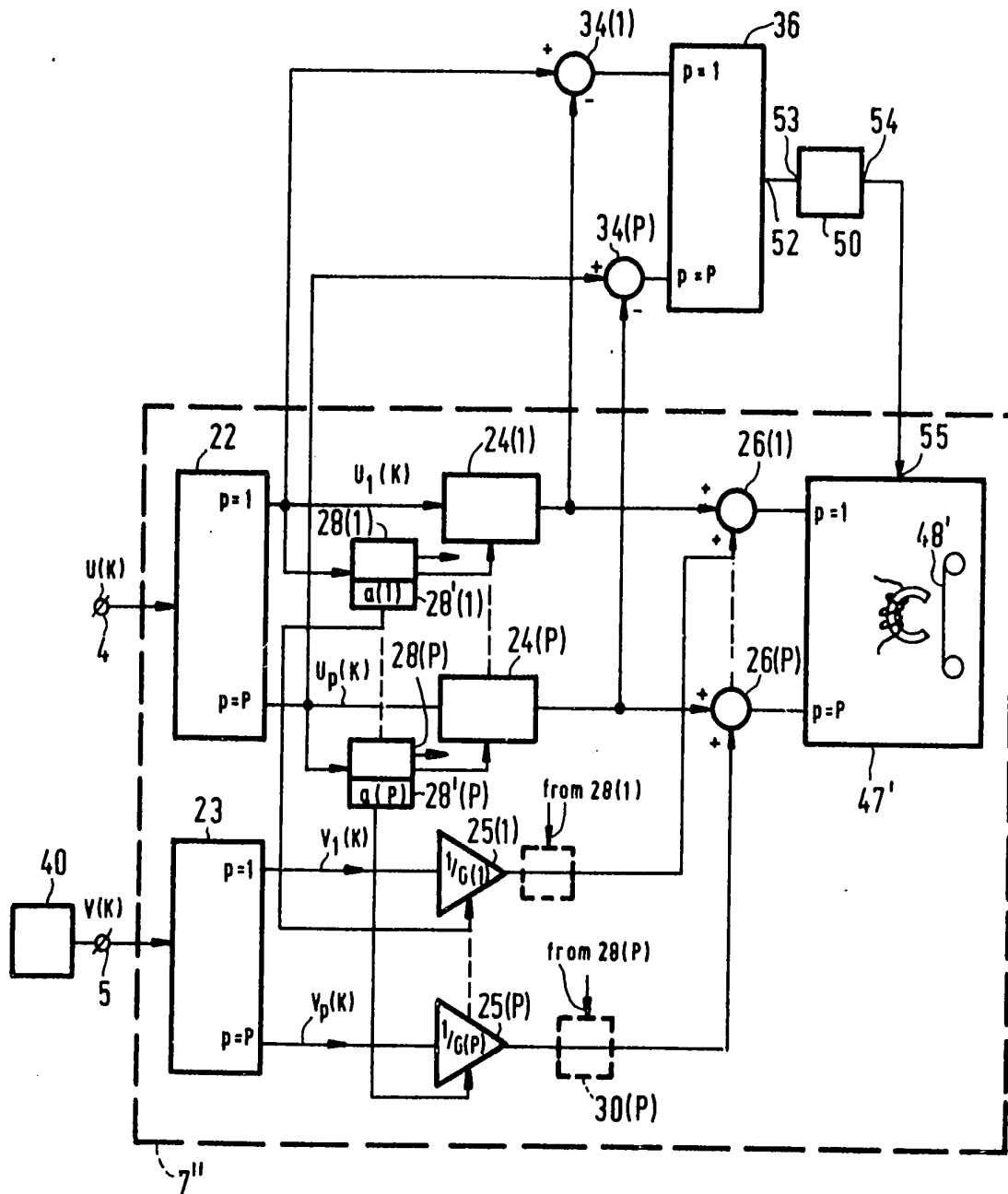


FIG. 8