



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **256 941 A5**4(51) **G 11 B 7/007**
G 11 B 20/10**AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP G 11 B / 260 009 8
(31) 8300541
8302542(22) 10.02.84
(32) 14.02.83
15.07.83(44) 25.05.88
(33) NL

(71) siehe (73)

(72) Schouhamer Immink, Kornelis A.; Kahlman, Josephus A. H. M.; Aarts, Ronaldus M.; Hoogendijk, Adrianus H., NL

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

(74) Internationales Patentbüro Berlin, Wallstraße 23/24, Berlin, 1020, DD

(54) **Verfahren zum Codieren eines Aufzeichnungssignals, Aufzeichnungsträger mit einem nach dem Verfahren codierten Aufzeichnungssignal, Anordnung zum Durchführen des Verfahrens und Anordnung zum Wiedergeben eines nach dem Verfahren codierten Signals**

(57) Es wird ein Verfahren zum Codieren eines Aufzeichnungssignals für die Aufzeichnung auf und das Lesen aus einer optischen Bildplatte beschrieben, welches Aufzeichnungssignal aus einer Farbvideosignalmischung und einem weiteren Signal, insbesondere einem Audiosignal, besteht. Das Farbvideosignal wird auf übliche Weise durch Frequenzmodulation eines Trägers angebracht, während das weitere Signal als digitales Signal durch Impulsbreitenmodulation diesem frequenzmodulierten Signal zugefügt wird.

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zum Codieren eines Aufzeichnungssignals, mit einer Farbvideosignalmischung und einem weiteren Signal in einem Übertragungssystem zum Aufzeichnen und Wiedergeben dieses Aufzeichnungssignals auf einem Aufzeichnungsträger, insbesondere einem optisch lesbaren, scheibenförmigen Aufzeichnungsträger, wobei ein Trägersignal mit einer Frequenz im Bereich von 6,5 bis 9,3 MHz von der Farbvideosignalmischung frequenzmoduliert wird, **gekennzeichnet dadurch**, daß das weitere Signal von einem digitalen Signal gebildet wird, das aus einem Bitfluß von Datenbits besteht, die je eine beschränkte Anzahl diskreter Werte einnehmen können, welches digitale Signal ein Frequenzband unter dem 1.-Ordnung-Seitenband des frequenzmodulierten Trägersignals einnimmt, und daß dieses frequenzmodulierte Trägersignal vom digitalen Signal impulsbreitenmoduliert wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das weitere Signal aus einer Reihe codierter Abtastungen mit einer Abtastfrequenz von 44,1 kHz besteht, die vor der Aufzeichnung einer EFM-Modulation unterworfen wird.
3. Verfahren nach Punkt 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß das digitale Signal vor der Aufzeichnung durch ein Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz im Bereich von 1,5 bis 2 MHz geführt wird.
4. Verfahren nach den Punkten 1, 2 oder 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß das digitale Signal vor der Aufzeichnung durch ein Tiefenanhebefilter, in dem Signale mit einer Frequenz unter einer Grenzfrequenz in bezug auf Signale mit einer Frequenz höher als die Grenzfrequenz angehoben werden, und nach dem Lesen durch ein komplementäres Filter geführt wird.
5. Verfahren nach Punkt 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Grenzfrequenz des Tiefenanhebefilters im Bereich von 100 kHz bis 1 MHz liegt.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Punkte 2 bis 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß bei der Wiedergabe des aufgezeichneten Signals eine erste Referenzfrequenz, die mit der genannten Abtastfrequenz von 44,1 kHz im Zusammenhang steht, für Decodierung des digitalen Signals erzeugt wird, und daß eine zweite Referenzfrequenz für die Verarbeitung der Farbvideosignalmischung erzeugt wird, welche zweite Referenzfrequenz mit der horizontalen Synchronisationsfrequenz des Videosignals im Zusammenhang steht, und daß diese ersten bzw. zweiten Referenzfrequenzen aus der gleichen dritten Referenzfrequenz abgeleitet werden.
7. Verfahren nach Punkt 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Farbvideosignalmischung ein PAL-Farbvideosignal ist, daß die ersten bzw. zweiten Referenzfrequenzen aus einer dritten Referenzfrequenz mit einer Frequenz $n \times 4,234375$ MHz ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$) erhalten werden, wobei die zweite Referenzfrequenz aus dieser dritten Referenzfrequenz durch Teilung dieser dritten Referenzfrequenz durch $n \times 271$ erhalten wird.
8. Verfahren nach Punkt 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Farbvideosignalmischung ein NTSC-Farbvideosignal ist, daß die ersten bzw. zweiten Referenzfrequenzen aus einer dritten Referenzfrequenz mit einer Frequenz von $n \times 4,232518$ MHz ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$) erhalten werden, wobei die zweite Referenzfrequenz aus dieser dritten Referenzfrequenz durch Teilung dieser dritten Referenzfrequenz durch $n \times 269$ erhalten wird.
9. Aufzeichnungsträger mit einem Aufzeichnungssignal, das nach dem Verfahren nach einem oder mehreren der Punkte 1 bis 8 codiert ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß ein Spurenmuster optisch detektierbarer Gebiete vorgesehen ist, die durch Zwischengebiete abgewechselt werden, die einen gegenseitigen Abstand in der Spurrichtung aufweisen, die entsprechend der momentanen Periodendauer der frequenzmodulierten Farbvideosignalmischung und mit einer relativen Länge in bezug auf die zwischenliegenden Zwischengebiete moduliert ist, die im wesentlichen zumindest zwei unterscheidbare diskrete Werte aufweist, wobei in der Aufeinanderfolge dieser unterscheidbaren Werte das digitale Signal codiert ist.
10. Anordnung zum Durchführen des Verfahrens nach einem oder mehreren der Punkte 1 bis 8, **gekennzeichnet dadurch**, daß sie einen Frequenzmodulator zum Modulieren einer Farbvideosignalmischung auf einem Träger mit einer Frequenz im Bereich 6,5 bis 9,3 MHz und einen Impulsbreitenmodulator zum Modulieren dieses frequenzmodulierten Trägersignals in der Impulsbreite durch ein digitales Signal enthält, das aus einem Bitfluß von Datenbits besteht, die je eine beschränkte Anzahl diskreter Werte einnehmen können, welches digitale Signal ein Frequenzband unter der 1.-Ordnung-Seitenband des frequenzmodulierten Trägersignals einnimmt.

11. Anordnung nach Punkt 10, **gekennzeichnet dadurch**, daß dem Impulsbreitendemodulator ein EFM-Modulator vorgeschaltet ist.
12. Anordnung nach Punkt 11, **gekennzeichnet dadurch**, daß zwischen dem EFM-Modulator und dem Impulsbreitenmodulator ein Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz im Bereich von 1,5 bis 2 MHz aufgenommen ist.
13. Anordnung nach den Punkten 10, 11 oder 12, **gekennzeichnet dadurch**, daß vor dem Impulsbreitenmodulator ein Tiefenanhebefilter vorgesehen ist, in dem Signale mit einer Frequenz unter einer Grenzfrequenz in bezug auf Signale mit einer Frequenz höher als diese Grenzfrequenz angehoben werden.
14. Anordnung nach Punkt 13, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Grenzfrequenz des Tiefenanhebefilters im Bereich von 100 kHz bis 1 MHz liegt.
15. Anordnung nach einem oder mehreren der Punkte 10 bis 14, **gekennzeichnet dadurch**, daß zum Reduzieren der 2.-Ordnung-Unterseitenbandkomponente der modulierten Farbvideosignalmischung Mittel vorgesehen sind.
16. Anordnung zum Wiedergeben eines Signals, das nach dem Verfahren nach einem oder mehreren der Punkte 1 bis 8 codiert ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Anordnung einen Frequenzdemodulator zum Rückgewinnen der Farbvideosignalmischung und einen Impulsbreitendemodulator zum Rückgewinnen des digitalen Signals enthält.
17. Anordnung nach Punkt 16, **gekennzeichnet dadurch**, daß dem Impulsbreitendemodulator ein EFM-Demodulator nachgeschaltet ist.
18. Anordnung nach den Punkten 16 oder 17, **gekennzeichnet dadurch**, daß nach dem Impulsbreitendemodulator ein Höhenanhebefilter vorgesehen ist, in dem Signale mit einer Frequenz höher als eine Grenzfrequenz in bezug auf Signale mit einer Frequenz niedriger als diese Grenzfrequenz angehoben werden.
19. Anordnung nach Punkt 18, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Grenzfrequenz des Höhenanhebefilters im Bereich von 100 kHz bis 1 MHz liegt.
20. Anordnung nach einem oder mehreren der Punkte 16 bis 19, **gekennzeichnet dadurch**, daß eine erste Schaltung zum Erzeugen einer ersten Referenzfrequenz, die mit einer Abtastfrequenz von 44,1 kHz für die Decodierung des digitalen Signals im Zusammenhang steht, eine zweite Schaltung zum Erzeugen einer zweiten Referenzfrequenz, die mit der horizontalen Synchronisationsfrequenz dieses Videosignals im Zusammenhang steht, und ein Frequenzgenerator vorgesehen sind, der eine dritte Referenzfrequenz erzeugt, mit der die ersten bzw. zweiten Referenzfrequenzen verbunden sind.
21. Anordnung nach Punkt 20, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Frequenzgenerator auf eine Frequenz von $n \times 4,234375 \text{ MHz}$ ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$) abgestimmt ist, und daß die zweite Schaltung die zweite Referenzfrequenz durch Teilung der dritten Referenzfrequenz durch $n \times 271$ erzeugt.
22. Anordnung nach Punkt 20, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Frequenzgenerator auf eine Frequenz $n \times 4,232518 \text{ MHz}$ ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$) abgestimmt ist, und daß die zweite Schaltung die zweite Referenzfrequenz durch Teilung der dritten Referenzfrequenz durch $n \times 269$ erzeugt.
23. Anordnung zum Wiedergeben eines Signals, das nach dem Verfahren nach einem oder mehreren der Punkte 1 bis 5 codiert ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß diese Anordnung einen Frequenzdemodulator zum Rückgewinnen der Farbvideosignalmischung und einen Impulsbreitendemodulator zum Rückgewinnen des digitalen Signals enthält.
24. Anordnung nach Punkt 23, **gekennzeichnet dadurch**, daß dem Impulsbreitendemodulator ein EFM-Demodulator nachgeschaltet ist.
25. Anordnung nach den Punkten 23 oder 24, **gekennzeichnet dadurch**, daß hinter dem Impulsbreitendemodulator ein Höhenanhebefilter vorgesehen ist, in dem Signale mit einer Frequenz über einer Grenzfrequenz in bezug auf Signale mit einer Frequenz unter dieser Grenzfrequenz angehoben werden.
26. Anordnung nach Punkt 25, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Grenzfrequenz des Höhenanhebefilters im Bereich von 100 kHz bis 1 MHz liegt.
27. Anordnung nach einem oder mehreren der Punkte 23 bis 26, **gekennzeichnet dadurch**, daß eine Videozeitbasissignaltrennschaltung zum Trennen eines Videozeitbasissignals vom demodulierten Farbvideosignal, eine Phasenvergleichsschaltung zum Vergleichen des Videozeitbasissignals mit dem Videozeitbasisfrequenzsignal und zum Erzeugen eines Steuersignals als Funktion des Phasenunterschieds, eine Antriebssteuerschaltung zum Steuern der Vorschubgeschwindigkeit des Aufzeichnungsträgers als Funktion dieses Steuersignals zum Unterdrücken auftretender Videozeitbasisfehler, eine regelbare Oszillatorschaltung zum Erzeugen eines Signals, das mit einer

Abtastfrequenz des digitalen Signals im Zusammenhang steht, und eine Regelschleife zum Verbinden dieser Oszillatorschaltung mit einem Zeitbasissignal vorgesehen sind, das aus dem digitalen Audiosignal ableitbar ist.

28. Anordnen zum Wiedergeben eines Aufzeichnungssignals eines Aufzeichnungsträgers, insbesondere eines optisch lesbaren, scheibenförmigen Aufzeichnungsträgers, welches Aufzeichnungssignal eine Farbvideosignalmischung und ein weiteres Signal enthält, das von einem digitalen Signal gebildet wird, das aus einem Bitfluß von Datenbits besteht, die je eine beschränkte Anzahl diskreter Werte einnehmen können, wobei dieses Aufzeichnungssignal auf dem Aufzeichnungsträger in Form eines Trägers mit einer Frequenz im Bereich von 6,5 bis 9,3 MHz aufgezeichnet ist, die von der Farbvideosignalmischung frequenzmoduliert ist, welches frequenzmodulierte Signal impulsbreitenmoduliert ist, wobei dieses digitale Signal ein Frequenzband unter dem 1.-Ordnung-Seitenband des frequenzmodulierten Trägersignals einnimmt, welche Anordnung einen Frequenzdemodulator zum Rückgewinnen der Farbvideosignalmischung, einen Impulsbreitendemodulator zum Rückgewinnen des digitalen Signals, einen Videozeitbasisreferenzsignalgenerator, eine Videozeitbasissignaltrennschaltung zum Abtrennen eines Videozeitbasissignals vom demodulierten Farbvideosignal, eine Phasenvergleichsschaltung zum Vergleichen des Videozeitbasissignals mit dem Videozeitbasisreferenzsignal und zum Erzeugen eines Steuersignals als Funktion des Phasenunterschieds, eine Antriebssteuerschaltung zum Steuern der Vorschubgeschwindigkeit des Aufzeichnungsträgers als Funktion dieses Steuersignals zum Unterdrücken auftretender Videozeitbasisfehler, eine regelbare Oszillatorschaltung zum Erzeugen eines Signals, das mit der Abtastfrequenz des digitalen Audiosignals im Zusammenhang steht, und eine Regelschleife zum Verknüpfen der Oszillatorschaltung mit einem Audiozeitbasissignal enthält, das vom digitalen Audiosignal ableitbar ist.
29. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das weitere Signal aus einer Reihe von 2×12 Bits digitalen Wörtern besteht, wobei jeweils 8 Wörter von 2×12 Bits zu Rahmen gruppiert und zum Aufzeichnen EFM-moduliert werden.
30. Verfahren nach Punkt 29, **gekennzeichnet dadurch**, daß die 2×12 Bits digitalen Wörter in dieser Reihe eine Wiederholungsfrequenz von 32 kHz aufweisen.
31. Anordnung zum Durchführen des Verfahrens nach den Punkten 29 oder 30, **gekennzeichnet dadurch**, daß sie einen Frequenzmodulator zum Modulieren einer Farbvideosignalmischung auf einem Träger mit einer Frequenz im Bereich von 6,5...9,3 MHz und einen Impulsbreitenmodulator zum Modulieren dieses frequenzmodulierten Trägersignals in der Impulsbreite durch ein digitales Signal enthält, das aus einem Bitfluß von Datenbits besteht, die je eine beschränkte Anzahl diskreter Werte einnehmen können, welches digitale Signal ein Frequenzband unter dem 1.-Ordnung-Seitenband des frequenzmodulierten Trägersignals einnimmt.
32. Anordnung zum Erzeugen eines nach dem unter Punkt 29 oder 30 des angegebenen Verfahrens codierten Signals, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Anordnung einen Frequenzdemodulator zum Rückgewinnen der Farbvideosignalmischung und einen Impulsbreitendemodulator zum Rückgewinnen des digitalen Signals enthält.
33. Anordnung nach Punkt 32, **gekennzeichnet dadurch**, daß dem Impulsbreitendemodulator ein EFM-Demodulator nachgeschaltet ist.
34. Anordnung zum Wiedergeben eines nach dem unter Punkt 29 und 30 des angegebenen Verfahrens codierten Signals, **gekennzeichnet dadurch**, daß diese Anordnung einen Frequenzdemodulator zum Rückgewinnen der Farbvideosignalmischung und einen Impulsbreitendemodulator zum Rückgewinnen des digitalen Signals enthält.
35. Anordnung nach Punkt 34, **gekennzeichnet dadurch**, daß dem Impulsbreitendemodulator ein EFM-Demodulator nachgeschaltet ist.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Codieren eines Aufzeichnungssignals mit einem Farbvideosignalgemisch und einem weiteren Signal in einem Übertragungssystem zum Aufzeichnen und Wiedergeben dieses Aufzeichnungssignals auf einem Aufzeichnungsträger, insbesondere einem optisch lesbaren, scheibenförmigen Aufzeichnungsträger, wobei ein Trägersignal mit einer Frequenz im Bereich von 6,5 bis 9,3 MHz vom Farbvideosignalgemisch frequenzmoduliert wird.

Die Erfindung bezieht sich gleichfalls auf einen Aufzeichnungsträger mit einem nach dem Verfahren codierten Aufzeichnungssignal, auf eine Anordnung zum Durchführen des Verfahrens und auf eine Anordnung zum Wiedergeben eines nach dem Verfahren codierten Signals.

Ein derartiges Verfahren, ein derartiger Aufzeichnungsträger und eine derartige Anordnung, bei denen das weitere Signal ein Audiosignal ist, ist u. a. aus der Veröffentlichung „System coding parameters, mechanics and electromechanics of the reflective video disc player“ von P.W. Bögels, veröffentlicht in „IEEE Transactions on Consumer Electronics“, November 1976, S. 309 bis 317, bekannt, welche Veröffentlichung hierin referenzweise aufgenommen betrachtet wird. Unter Berücksichtigung möglichen Übersprechens von Audioinformation in Videoinformation, möglichen Übersprechens insbesondere von Unterseitenbändern der modulierten Videoinformation in die Audioinformation und störende Effekte durch Kreuzmodulationsprodukte hat es sich möglich gezeigt, die Audioinformation in Form zweier mit Audioinformation modulierter Träger anzuordnen, deren Frequenzen sorgfältig im Zusammenhang mit den Videoträgerfrequenzen gewählt sind. Für NTSC wurde die Wahl mit Trägern bei 2,3 MHz und 2,8 MHz und mit einem Videoträger bei 8,1 MHz (Frequenz bei Schwarzpegel) getroffen.

Das bekannte Verfahren, der bekannte Aufzeichnungsträger und die bekannte Anordnung erzeugen eine hervorragende Videowiedergabequalität und eine ausreichende Audiowiedergabequalität.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, vorhandene Mängel im Stand der Technik zu vermeiden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren eingangs erwähnter Art, einen Aufzeichnungsträger mit einem nach dem Verfahren codierten Aufzeichnungssignal, eine Anordnung zum Durchführen des Verfahrens und eine Anordnung zum Wiedergeben eines nach dem Verfahren codierten Signals zu schaffen, mit denen, u. a. wenn das weitere Signal ein Audiosignal ist, eine bessere Audiowiedergabequalität erreicht wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit dem Verfahren dadurch gelöst, daß das weitere Signal von einem digitalen Signal gebildet wird, das aus einem Bitfluß von Datenbits besteht, die je eine beschränkte Anzahl diskreter Werte annehmen können, welches digitale Signal ein Frequenzband unter dem 1.-Ordnung-Seitenband des frequenzmodulierten Trägersignals einnimmt, und daß dieses frequenzmodulierte Trägersignal vom digitalen Signal impulsbreitenmoduliert wird.

Das vom digitalen Signal gebildete weitere Signal kann ein digitalisiertes Audiosignal, aber auch ein Datensignal beispielsweise für einen Spielcomputer sein. Auch kann dieses digitale Signal ein digitales zeitkomprimiertes Audiosignal sein, beispielsweise für seine Aufzeichnung in der Kombination mit einem Standbild. Es ist dabei möglich, dieses Standbild wiederholt zu lesen und inzwischen den Ton expandiert wiederzugeben, um so Spieldauer zu gewinnen.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß, obgleich in der genannten Veröffentlichung das Zugeben der verhältnismäßig schmalbandigen frequenzmodulierten Träger als problematisch gekennzeichnet wird, es sich möglich zeigt, das verhältnismäßig breitbandige digitale Audiosignal einzuordnen, weil

- das digitale Audiosignal in das Frequenzband unter dem erforderlichen 1.-Ordnung-Unterseitenband des modulierten Videoträgers angeordnet, und so Übersprechen des Audiosignals in das Videosignal beschränkt werden kann,
- das 2. Ordnung-Unterseitenband sowie ggf. ein Unterseitenband des modulierten Videoträgers höherer Ordnung, der nicht zuvor abfilterbar ist, weil er auch von der Impulsbreitenmodulation verursacht wird und im Frequenzspektrum des digitalen Audiosignals fällt, nicht störend zu sein braucht, weil ein digitales Signal weniger empfindlich für Störung durch analoge Signale mit verhältnismäßig geringer Amplitude ist,
- die Zwischenmodulationskomponenten nicht störend zu sein brauchen, weil die verhältnismäßige Amplitude der digitalen Signale ziemlich klein sein darf, weil bei digitalen Signalen ein wesentlich niedrigerer Signalrauschabstand als bei analogen Signalen zulässig ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich noch dadurch kennzeichnen, daß das weitere Signal aus einer Reihe digital codierter Abtastungen mit einer Abtastfrequenz von 44,1 kHz besteht, die vor der Aufzeichnung EFM-moduliert wird. Dieses Verfahren ist vorteilhaft, weil EFM-Modulation für Störungen besonders unempfindlich ist und die so gebildete Modulation die Modulation ist, die in „Compact-disc-digital-audio“-Spielern — die von verschiedenen Herstellern angefertigt werden — angewandt wird, so daß es möglich ist, auf einfache Weise einen kombinierten Audio-Video-Spieler zu verwirklichen, und es möglich ist, die im Handel erhältlichen integrierten Schaltungen für EFM-Modulation für einen Spieler zum Wiedergeben eines Aufzeichnungssignals zu benutzen, das nach diesem Verfahren codiert ist. Für die Definition von EFM-Modulation sei auf „Philips-Technical-Review“, Vol. 40, 1982, Nr. 6, für die ganze Veröffentlichung, jedoch insbesondere auf die Seiten 157 bis 164 verwiesen, welche gesamte Veröffentlichung in diese Anmeldung als referenzweise aufgenommen zu sein betrachtet wird.

Ein weiteres Kennzeichen eines Verfahrens nach der Erfindung besteht darin, daß das digitale Signal vor der Aufzeichnung durch ein Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz im Bereich von 1,5 bis 2 MHz geführt wird. Hierdurch wird mögliches Übersprechen des digitalen Audiosignals in das Videosignal reduziert. Diese Bandbreitenreduktion zeigt keinen nachteiligen Einfluß auf die Audiowiedergabequalität.

Zum möglichst starken Beschränken von Übersprech- und Zwischenmodulationseffekten ist es bei einem erfindungsgemäßen Verfahren vorteilhaft, daß das digitale Signal vor der Aufzeichnung durch ein Tiefenanhebefilter, in dem Signale mit einer Frequenz unter einer Grenzfrequenz in bezug auf Signale mit einer Frequenz höher als diese Grenzfrequenz angehoben werden, und nach dem Lesen durch ein komplementäres Filter geführt wird. Dieser Maßnahme liegt die Erkenntnis zugrunde, daß für niedrige Frequenzen mehr Störung als für hohe Frequenzen insbesondere durch die Verwendung eines Helium-Neon-Lasers auftritt. Durch dieses Anheben ist also eine maximale Verringerung des digitalen Signals möglich.

Hinsichtlich der Grenzfrequenz kann dieses Verfahren näher dadurch gekennzeichnet werden, daß die Grenzfrequenz des Tiefenanhebefilters im Bereich von 100 kHz bis 1 MHz liegt. Diese Grenzfrequenz entspricht dabei der Frequenz, bei der das Spektrum der EFM-Modulation ein Maximum hat.

Bei der Wiedergabe EFM-codierter Signale werden hohe Anforderungen an die Genauigkeit der erforderlichen Taktsignale gestellt. Gleiches gilt für die horizontalen Horizontalsynchronisationssignale des Videosignals, denn sie steuern die Drehzahl des Drehtellers und beeinflussen so die Frequenz des wiedergegebenen Audiosignals. Deshalb ist es bei einem erfindungsgemäßen Verfahren vorteilhaft, daß bei der Wiedergabe des aufgezeichneten Signals eine erste Bezugsfrequenz, die mit der genannten Abtastfrequenz von 44,1 kHz im Zusammenhang steht, für die Decodierung des digitalen Signals erzeugt wird, und daß eine zweite Bezugsfrequenz für die Verarbeitung der Farbvideosignalmischung erzeugt wird, welche zweite Bezugsfrequenz mit der horizontalen Synchronisationsfrequenz des Videosignals im Zusammenhang steht, und daß diese ersten bzw. zweiten Bezugsfrequenzen aus einer und der gleichen dritten Bezugsfrequenz abgeleitet werden. Auf diese Weise läßt sich erreichen, daß die zweite Bezugsfrequenz genau genug ist und mit der ersten Bezugsfrequenz genau genug im Zusammenhang steht. Um sowohl den strengen Genauigkeitsanforderungen zu entsprechen, als auch eine einfache Erzeugung der ersten und zweiten Bezugsfrequenzen zu ermöglichen, ist ein weiteres Kennzeichen des erfindungsgemäßen Verfahrens, daß die Farbvideosignalmischung ein PAL-Farbvideosignal ist, das die ersten und zweiten Bezugsfrequenzen aus der dritten Bezugsfrequenz mit einer Frequenz $n \times 4,234375 \text{ MHz}$ ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$) erhalten werden, wobei die zweite Referenzfrequenz aus der dritten Referenzfrequenz durch Teilung dieser dritten Referenzfrequenz durch $n \times 271$ erhalten wird. Aus den gleichen Gründen, jedoch bei der Verwendung nach der NTSC-Norm statt der PAL-Norm ist dieses Verfahren weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Farbvideosignalmischung ein NTSC-Farbvideosignal ist, daß die ersten und zweiten Referenzfrequenzen aus einer dritten Referenzfrequenz mit einer Frequenz $n \times 4,232518 \text{ MHz}$ ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$) erhalten werden, wobei die zweite Referenzfrequenz aus dieser dritten Referenzfrequenz durch Teilung dieser dritten Referenzfrequenz durch $n \times 269$ erhalten wird.

Die Erfindung ist gleichfalls in einem Aufzeichnungsträger verkörpert, wenn er mit einem Aufzeichnungssignal gespeist wird, das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren codiert ist. Dazu ist dieser Aufzeichnungsträger dadurch gekennzeichnet, daß ein Spurenmuster optisch detektierbarer Gebiete, die durch Zwischengebiete abgewechselt werden, mit gegenseitigem Abstand in der Spurrichtung vorgesehen ist, die entsprechend der momentanen Periodendauer der frequenzmodulierten Farbvideosignalmischung und mit einer relativen Länge in bezug auf die zwischenliegenden Zwischenbereiche moduliert ist, die im wesentlichen zumindest zwei unterscheidbare diskrete Werte aufweist, wobei in der Aufeinanderfolge dieser unterscheidbaren Werte das digitale Signal codiert ist.

Die Erfindung wird weiter noch in einer Anordnung zum Durchführen des Verfahrens nach der Erfindung verkörpert. Diese Anordnung ist dazu dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Frequenzmodulator zum Modulieren einer Farbvideosignalmischung auf einem Träger mit einer Frequenz im Bereich von 6,5 bis 9,3 MHz und einen Impulsbreitenmodulator zum Modulieren dieses frequenzmodulierten Trägersignals in der Impulsbreite durch ein digitales Signal enthält, das aus einem Bitfluß von Datenbits besteht, die je eine beschränkte Anzahl diskreter Werte einnehmen können, welches digitale Signal ein Frequenzband unter dem 1. Ordnung-Seitenband des frequenzmodulierten Trägersignals einnimmt.

Eine bevorzugte Ausführungsform dieser Anordnung ist dadurch gekennzeichnet, daß dem Impulsbreitenmodulator ein EFM-Modulator vorgeschaltet ist.

Zur Begrenzung der Bandbreite des digitalen Signals ist diese bevorzugte Ausführungsform dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem EFM-Modulator und dem Impulsbreitenmodulator ein Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz im Bereich von 1,5 bis 2 MHz aufgenommen ist.

Diese erfindungsgemäße Anordnung ist weiter dadurch gekennzeichnet, daß dem Impulsbreitenmodulator ein Tiefenanhebfilter vorgeschaltet ist, in dem Signale mit einer Frequenz unter einer Grenzfrequenz in bezug auf Signale mit einer Frequenz über dieser Grenzfrequenz angehoben werden. Hierbei ist es vorteilhaft, daß die Grenzfrequenz des Tiefenanhebfilters im Bereich von 100 kHz bis 1 MHz liegt.

Die erfindungsgemäße Anordnung ist noch dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zum Verringern der 2. Ordnung-Unterseitenbandkomponente der modulierten Farbvideosignalmischung vorgesehen sind. Auf diese Weise wird der Einfluß dieser Komponente durch die Verwendung einer an sich bekannten Technik verringert, die u. a. in der US-PS 4332342 (PHN 9132) beschrieben ist, welche Patentschrift in dieser Anmeldung als referenzweise aufgenommen betrachtet wird.

Die Erfindung wird auch in einer Anordnung zum Wiedergeben eines nach dem erfindungsgemäßen Verfahren codierten Signals verkörpert und ist dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung einen Frequenzmodulator zum Rückgewinnen der Farbvideosignalmischung und einen Impulsbreitendemodulator zum Rückgewinnen des digitalen Signals enthält.

Eine bevorzugte Ausführungsform dieser erfindungsgemäßen Anordnung ist dadurch gekennzeichnet, daß dem Impulsbreitendemodulator ein EFM-Demodulator nachgeschaltet ist.

Diese Anordnung ist weiter dadurch gekennzeichnet, daß hinter dem Impulsbreitendemodulator ein Höhenanhebfilter vorgesehen ist, in dem Signale mit einer Frequenz über einer Grenzfrequenz in bezug auf Signale mit einer Frequenz unter dieser Grenzfrequenz angehoben werden.

Hinsichtlich dieser Grenzfrequenz ist diese Ausführungsform dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzfrequenz des Höhenanhebfilter im Bereich von 100 kHz bis 1 MHz liegt.

Hinsichtlich der Erzeugung von Referenzfrequenzen ist diese Anordnung dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Schaltung zum Erzeugen einer ersten Referenzfrequenz, die mit einer Abtastfrequenz von 44,1 kHz für die Decodierung des digitalen Signals im Zusammenhang steht, eine zweite Schaltung zum Erzeugen einer zweiten Referenzfrequenz, die mit der horizontalen Synchronisationsfrequenz dieses Videosignals im Zusammenhang steht, und ein Frequenzgenerator vorgesehen sind, der eine dritte Referenzfrequenz erzeugt, mit der die ersten bzw. zweiten Referenzfrequenzen gekoppelt sind.

Hinsichtlich der Wiedergabe von PAL-Signalen ist diese Anordnung noch dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzgenerator auf eine Frequenz von $n \times 4,234375 \text{ MHz}$ ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$) abgestimmt ist und daß die zweite Schaltung die zweite Referenzfrequenz durch Teilung der dritten Referenzfrequenz durch $n \times 271$ erzeugt.

Hinsichtlich der Wiedergabe von NTSC-Signalen ist diese Anordnung dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzgenerator auf eine Frequenz von $n \times 4,232518 \text{ MHz}$ ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$) abgestimmt ist und daß die zweite Schaltung und die zweite Referenzfrequenz durch Teilung der dritten Referenzfrequenz durch $n \times 269$ erzeugt.

Bei dieser Methode der Erzeugung der zweiten und ersten Referenzfrequenzen wird bei der Aufnahme die erste Referenzfrequenz mit der zweiten Referenzfrequenz dadurch gekoppelt, daß von nur einer Frequenzreferenz ausgegangen wird. Bei der Wiedergabe werden dann beide Frequenzen durch Frequenzteilung rückgewonnen. Da durch Teilung nie genau die vorgeschriebene zweite Referenzfrequenz zurückgewonnen werden kann, entsteht ein Fehler, der durch Einführen einer

ausgleichenden Frequenzabweichung bei der Aufnahme ausgeglichen werden kann. Diese ausgleichende Frequenzabweichung akkumuliert jedoch, was zu einer zeitlichen Verschiebung des Audiosignals in bezug auf das Videosignal führt, wodurch der sog. „Lippensynchronismus“ (der Gleichlauf des Tons mit den bewegendenden Lippen der dargestellten Personen) verloren gehen kann. Abhängig von der Abweichungsgröße ist es denkbar, daß das beschriebene Verfahren nicht verwendbar ist. Eine erfindungsgemäße Anordnung, bei der keine zeitliche Verschiebung beim Erzeugen der ersten bzw. zweiten Referenzfrequenzen auftritt, ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Videozeitbasissignaltrennschaltung zum Abtrennen eines Videozeitbasissignals aus dem demodulierten Farbvideosignal, eine Phasenvergleichsschaltung zum Vergleichen des Videozeitbasissignals mit dem Videozeitbasisreferenzsignal und der Erzeugung eines Steuersignals als Funktion des Phasenunterschieds, eine Antriebssteuerschaltung zum Steuern der Vorschubgeschwindigkeit des Aufzeichnungsträgers als Funktion des Steuersignals zum Unterdrücken auftretender Videozeitbasisfehler, eine regelbare Oszillatorschaltung zum Erzeugen eines Signals, das mit einer Abtastfrequenz des digitalen Signals in Zusammenhang steht, und eine Regelschleife zum Verbinden dieser Oszillatorschaltung mit einem Zeitbasissignal, das aus dem digitalen Audiosignal ableitbar ist, vorgesehen sind. Durch die derartige Regelung des Antriebs, daß die Videozeitbasis richtig ist, kommt auch das Audiosignal mit weitgehend stabiler Zeitbasis zur Verfügung und kann die erste Referenzfrequenz direkt aus dem Audiosignal gewonnen werden. Wird erfindungsgemäß ein digitales Signal mit einer Abtastfrequenz von 44,1 kHz und einer Wortlänge von 2×16 Bits (16 Bits je Stereokanal) EFM-moduliert und in das Unterband des analogen Videosignals aufgenommen, so zeigt es sich, daß wenn es sich um eine NTSC-Bildplatte handelt, die analogen frequenzmodulierten Audiosignale aufrechterhalten werden können, so daß derartige Bildplatten auch auf Bildplattenspieler abspielbar sind, die nicht mit einer Wiedergabeschaltung für die digitalen Signale ausgerüstet sind. Jedoch zeigt sich bei PAL-Bildplatten die verfügbare Bandbreite ungenügend sowohl zum Unterbringen der analogen FM-Audiokanäle als auch eines digitalen EFM-Kanals mit einer Abtastfrequenz von 44,1 kHz und einer Wortlänge von 2×16 Bits. Wenn in diesem Fall um der Kompatibilität willen die analogen FM-Audiokanäle aufrechtzuerhalten sind, läßt sich ein digital codiertes Audiosignal nur dann unterbringen, wenn die Bandbreite stark eingeschränkt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren ist durch obige Aufgabe dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Signal aus einer Reihe von 2×12 Bits digitalen Wörtern besteht, wobei jeweils 8 Wörter von 2×12 Bits zu Rahmen gruppiert und zum Aufzeichnen EFM-moduliert werden. Ein Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die im Handel erhältlichen IC für EFM-Modulation und Fehlerkorrektur ungeändert anwendbar sind, denn bei der EFM-Modulation nach der „Compact-Disc“-Norm werden 6 Wörter von 2×16 Bits zu Rahmen gruppiert, die EFM-moduliert werden. In dieselben Rahmen lassen sich dann im vorliegenden Fall 8 Wörter von 2×12 Bits unterbringen. Diese Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist weiter dadurch gekennzeichnet, daß die 2×12 Bits digitalen Wörter in dieser Reihe eine Wiederholungsfrequenz von 32 kHz aufweisen.

Ausführungsbeispiel

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend an Hand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1: schematisch die wichtigsten Komponenten des Spektrums des frequenzmodulierten Trägersignals bei einem Videosignal nach der PAL-Norm,
- Fig. 2: schematisch die wichtigsten Komponenten des Spektrums des frequenzausgeglichenen Trägersignals bei einem Videosignal nach der NTSC-Norm,
- Fig. 3: eine graphische Darstellung, in der der relative Pegel einer Impulsbreitenmodulation des frequenzmodulierten Trägersignals angegeben ist, wobei eine sichtbare Störung im dargestellten Videobild als Funktion der Frequenz auftritt,
- Fig. 4: das Frequenzdiagramm des Tiefenanhebefilters,
- Fig. 5: das Spektrum des EFM-modulierten digitalen Signals nach dem Durchsetzen des Tiefpaßfilters und des Tiefenanhebefilters,
- Fig. 6: ein Ausführungsbeispiel einer Anordnung zum Codieren eines Aufzeichnungssignals nach der Erfindung,
- Fig. 7: ein Ausführungsbeispiel einer Anordnung zum Darstellen eines nach dem Verfahren codierten Aufzeichnungssignals,
- Fig. 8: einige Diagramme zur Erläuterung der Wirkungsweise des Impulsbreitenmodulators in der Anordnung nach Fig. 6,
- Fig. 9: einen anderen Aufbau der Anordnung nach Fig. 7,
- Fig. 10: einen anderen Aufbau eines Teils der Anordnung nach Fig. 9.

In Fig. 1 ist das Spektrum eines PAL-Videosignals dargestellt, das auf einem Träger von 7,1 MHz (Frequenz bei der Modulation vom Schwarzpegel des Videosignals) frequenzmoduliert ist, wobei I_0 die Hauptkomponente ist, die die Frequenz als Funktion der Amplitude des Videosignals gibt, wobei I_1 das 1. Ordnung-Unterseitenband, auch mit Chromaband bezeichnet, ist, das auf 4,43 MHz der Hauptkomponente I_0 liegt, wobei 4,43 MHz die Frequenz des Trägers im Videosignal und I_2 das in bezug auf den Frequenznullpunkt gespiegelte 2. Ordnung-Seitenband ist, das in einem Abstand von 8,86 MHz gespiegelt gegen den Nullpunkt liegt. Bei der bekannten Anordnung werden hier zwei frequenzmodulierte Audioträger bei 0,683 und 1,066 MHz zugefügt.

In Fig. 2 ist das Spektrum eines NTSC-Videosignals dargestellt, das auf einem Träger von 8,1 MHz (Frequenz bei der Modulation vom Schwarzpegel des Videosignals) frequenzmoduliert ist. Da bei einem NTSC-Signal der Farbträger eine Frequenz von 3,58 MHz hat, liegen die Unterseitenbänder I_1 und I_2 hier in einem Abstand von 3,58 bzw. 7,16 MHz. Audiosignale sind bei der bekannten Anordnung als Frequenzmodulationsträger bei 2,3 und 2,8 MHz zugefügt.

In Fig. 3 sind die Ergebnisse einer Messung des Effekts einer Impulsbreitenmodulation des vom Videosignal (in diesem Fall PAL) frequenzmodulierten Träger auf die Bildqualität dargestellt. Aufgetragen ist die relative Amplitude des Signals, mit der dieser Träger in der Impulsbreite moduliert wird, wobei der Einfluß im Bild als Funktion der Frequenz sichtbar wird. Aus der graphischen Darstellung ist ersichtlich, daß der Einfluß bis zu etwa 1,5 MHz ziemlich konstant bleibt und danach ansteigt. Aus der graphischen Darstellung läßt sich feststellen, daß sich mit einem maximalen Signalpegel Impulsbreitenmodulation anwenden läßt, wenn dies durch ein Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz im Bereich von 1,5 bis 2 MHz geführt wird.

Bei der optischen Aufzeichnung wird der Signal/Rauschabstand bei niedrigen Frequenzen durch die vom He-Ne-Laser verursachte Störung nachteilig beeinflusst. Da bei der erfindungsgemäßen Codierung eine verhältnismäßig schwache Signalstärke des digitalen Audiosignals erwünscht ist, ist es vorteilhaft, die Signalstärke für niedrige Frequenzen in bezug auf die Signalstärke für höhere Frequenzen anzuheben. Eine geeignete Frequenzgrenze liegt im Bereich von 100 kHz bis 1 MHz, insbesondere bei 500 kHz, weil bei 500 kHz das EFM-Spektrum ein Maximum aufweist, und darunter abfällt.

In Fig. 4 ist das Frequenzdiagramm eines geeigneten Tiefenanhebefilters dargestellt. Die Grenzfrequenz liegt bei 500 kHz. Darunter wird die Signalstärke mit 6 dB/Oktav angehoben, was am einfachsten verwirklichtbar ist. Die Kippfrequenz, bei der die Kennlinie wieder einen flachen Verlauf hat (in diesem Beispiel bei etwa 32 kHz) wird durch den Anhebepegel für niedrige Frequenzen bestimmt, welcher Pegel durch die Sichtbarkeitsgrenze (Fig. 3) und durch möglichen Einfluß auf Regelungen wie radiale Nachführung beschränkt wird. In diesem Beispiel wird etwa 23 dB angehoben.

In Fig. 5 ist das entstehende EFM-Spektrum nach der Tiefpaßfilterung mit einer Grenzfrequenz von 1,75 MHz und nach dem Durchsetzen eines Tiefenanhebefilters mit einer Kennlinie nach Fig. 4 dargestellt. Dieses Spektrum steigt sehr langsam mit etwa 23 dB auf 500 kHz an, an welcher Stelle das Tiefenanhebefilter dafür sorgt, daß das Spektrum weiter bis zu sehr niedrigen Frequenzen nahezu konstant bleibt. Das auf diese Weise gebildete Spektrum paßt ohne viel Probleme im Frequenzband unter der I_1 -Komponente (Fig. 1 und 2), wobei bei einem NTSC-Signal die beiden Audio-FM-Träger aufrechterhalten werden können, so daß ein Aufzeichnungsträger sowohl mit digitalem Audio als auch mit FM-Audio angefertigt werden kann, die mit beiden Spielarten gelesen werden kann.

In Fig. 4 ist mit einer gestrichelten Linie eine Frequenzabnahme für Frequenzen unter beispielsweise 5 kHz angegeben, was zur Vermeidung von Störungen verschiedener niederfrequenter Regelsysteme vorteilhaft sein kann.

In Fig. 6 ist eine Anordnung zum Codieren eines erfindungsgemäßen Aufzeichnungssignals dargestellt. Diese Anordnung zeigt einen Eingang 1 für den Empfang einer Videosignalmischung. Mit Hilfe einer Synchrontrennstufe 2 wird ein Signal mit einer Frequenz (f_1) gleich der Frequenz für die horizontalen Synchronisationssignale in der Videosignalmischung abgeleitet, das einem Frequenzgenerator 3 zugeführt wird, der beispielsweise eine Phasenverriegelungsschleife enthält. Dieser Frequenzgenerator 3 erzeugt ein Signal mit einer Frequenz f_1 für die Verarbeitung des digitalen Audiosignals, in diesem Beispiel ein Signal mit der Frequenz 4,2336 MHz ($= 96 \times 44,1 \text{ kHz}$; 44,1 kHz ist die Abtastfrequenz des analogen Audiosignals). Die Videosignalmischung gelangt weiter an einen Frequenzmodulator 4, beispielsweise an einen vom Videosignal spannungsgesteuerten Oszillator. Das FM-Signal gelangt anschließend an eine Anordnung 9, die auf an sich bekannte Weise mit Hilfe eines Lasers einen Aufzeichnungsträger, insbesondere eine Videoplatte, mit diesem FM-Signal beschreibt.

Das analoge Audiosignal gelangt an die Signalverarbeitungseinheit 6, die u. a. einen Analog/Digital-Wandler und einen EFM-Modulator enthält, und die gemäß der eingangs erwähnten Veröffentlichung in „Philips Technical Review“ ausgeführt sein können. Diese Verarbeitungstechnik empfängt aus dem Generator 3 das Signal mit der Frequenz $f_1 = 4,2336 \text{ MHz}$ zur Synchronisierung der Signalverarbeitung. Das EFM-modulierte Signal wird anschließend durch ein Tiefpaßfilter 7 mit Abschneidfrequenz 1,75 MHz und durch ein Tiefenanhebefilter 8 mit einer Kennlinie nach Fig. 4 geführt und gelangt an einen Impulsbreitensteuereingang des Frequenzmodulators 4. Diese Impulsbreitensteuerung ist in der einfachsten Form eine Addierung vor der Begrenzung, was an Hand der Fig. 8 näher erläutert wird.

In Fig. 8 ist bei a ein in diesem Beispiel sinusförmiges Signal wiedergegeben, das die frequenzmodulierte Videosignalmischung darstellt. In Fig. 8b ist ein digitales Signal mit einer Frequenz unter der Frequenz der Videosignalmischung a und auch mit einer niedrigeren Amplitude dargestellt. Die in Fig. 8c zeigt die Summe dieser beiden Signale. Wird dieses Signal nach ausreichender Verstärkung begrenzt, entsteht ein Signal nach Fig. 8d. Dieses Signal ist rechteckig mit einer Wiederholungsfrequenz entsprechend der momentanen Frequenz des frequenzmodulierten Videosignals und mit einer relativen Impulsbreite entsprechend dem digitalen Signal. Wird mit diesem Signal d ein Laser, der eine optisch lesbare Platte 10 beschreibt, gesteuert, entsteht ein Muster nach Fig. 8e mit einer Spur 13 mit optisch detektierbaren Gebieten 11 mit einer Länge entsprechend den Impulsen im Signal nach Fig. 8d, und mit Zwischengebieten 12.

Zum Ausgleichen des 2. Ordnung-Unterseitenbandes I_2 kann dem Impulsbreitenmodulator eine Ausgleichsschaltung 14 zugeführt werden, beispielsweise gemäß der Beschreibung in der US-PS 4322342.

In Fig. 7 ist ein Ausführungsbeispiel einer Anordnung zum Decodieren eines Signals dargestellt, das mit der Anordnung nach Fig. 6 codiert ist. Diese Anordnung enthält einen Spieler 17, der den Aufzeichnungsträger liest. Das Ausgangssignal gelangt an ein Tiefpaßfilter 15, das als Impulsbreitenmodulator arbeitet, denn das Signal nach Fig. 8a kann mit einem Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz zwischen den Frequenzbändern, die von diesen Signalen eingenommen werden, aus dem Signal nach Fig. 8d gefiltert werden. Das so gewonnene digitale Signal durchläuft ein Höhenanhebefilter 16, das dem Tiefenanhebefilter 8 (Fig. 6) komplementär ist und wird anschließend mit Hilfe einer Schaltung 18, die einen EFM-Modulator und einen Digital/Analog-Wandler enthält, in ein analoges Signal umgewandelt, wobei die Signalverarbeitung mit Hilfe einer Referenzfrequenz f_1 synchronisiert wird. Die Schaltung 18 kann ausgeführt sein, wie sie z. B. in der erwähnten Veröffentlichung in der „Philips Technical Review“ beschrieben ist, und kann mit IC mit den Bezugsnummern SAA 7000, SAA 7020, SAA 7030, MAB 8410, TDA 1540 und im Direktzugriffspeicher Nr. 6116 im Handel erhältlich sind. Am Ausgang 19 steht das analoge Audiosignal (in Stereoausführung) zur Verfügung. Das Ausgangssignal des Spielers 17 gelangt ebenfalls zum FM-Demodulator 19, dessen Ausgangssignal über eine Synchronsignaltrennschaltung 20 an einem Ausgang 21 zur Verfügung kommt. Das abgetrennte Synchronsignal, die horizontale Synchronisation mit der Frequenz f_H , gelangt an eine Motorsteuerschaltung 22, die die Drehzahl des Spielers 17 derart regelt, daß die Frequenz f_H in strengen Grenzen einer Referenzfrequenz f_2 entspricht.

Die Referenzfrequenzen f_1 und f_2 können grundsätzlich von zwei getrennten Generatoren geliefert werden. Dies ist jedoch problematisch, da an die Stabilität und den gegenseitigen Zusammenhang dieser zweier Referenzfrequenzen hohe Anforderungen gestellt werden. Eine Lösung ist dabei, ausgehend von nur einem Referenzoszillator 23 beide Frequenzen zu erzeugen, wenn dies durch Teilung möglich ist, so daß Phasenverriegelungsschleifen, die ungenügend stabil sind, überflüssig sind.

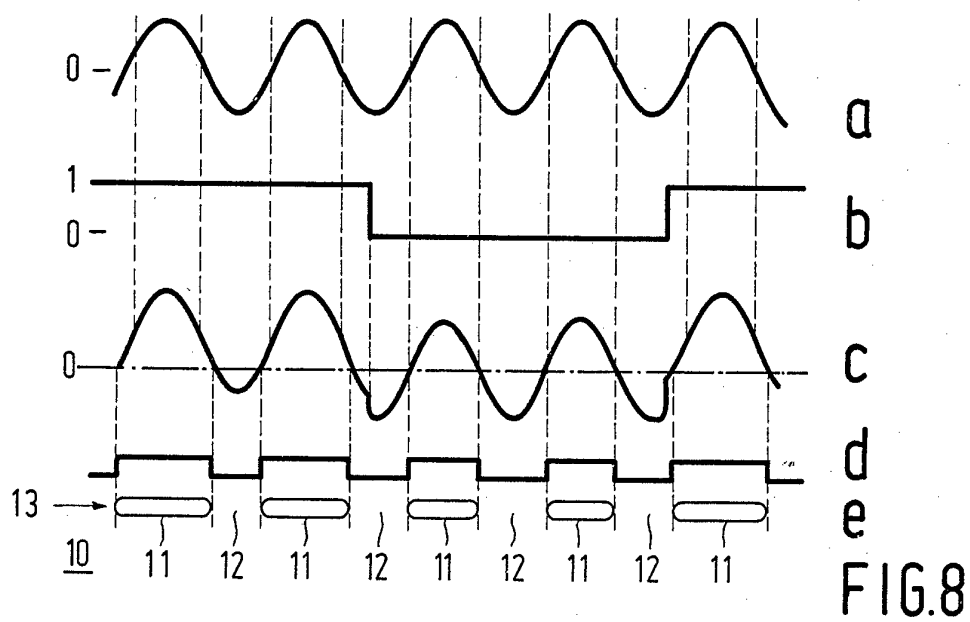
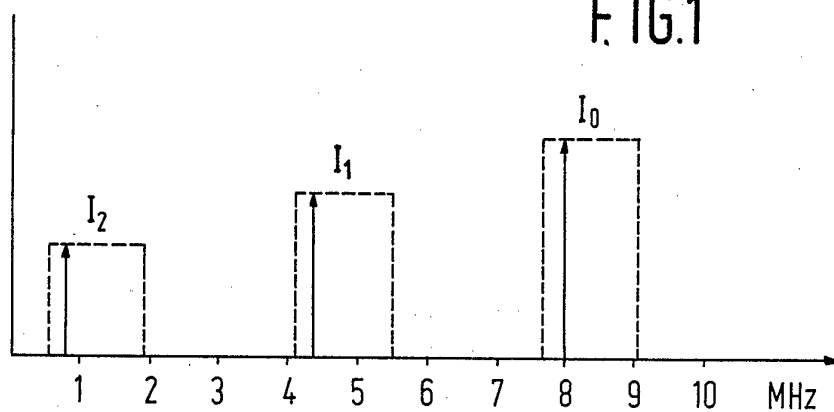
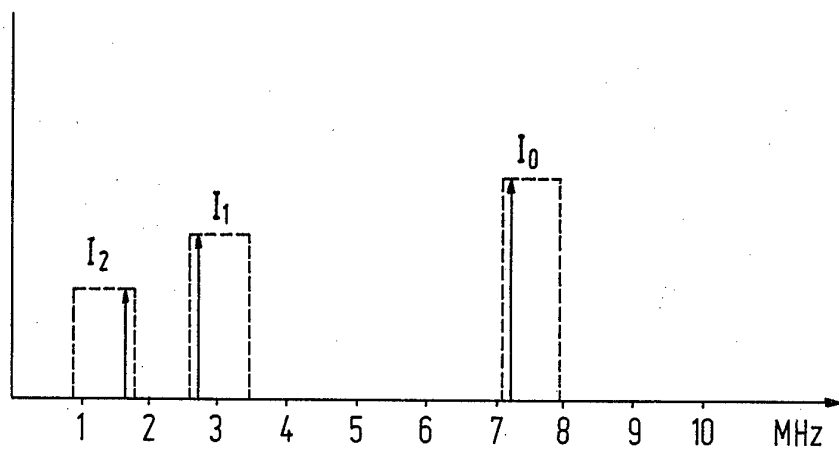
Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 7 wird der Oszillator 23 direkt auf die Frequenz f_1 abgestimmt und f_2 durch Teilung der Frequenz f_1 in der Teilerstufe 24 verwirklicht. Für PAL wird für f_2 eine Frequenz von 15,625 kHz benötigt, während f_1 bei der Verwendung der erwähnten IC innerhalb von gewissen Toleranzen 4,2336 MHz sein muß (das 96fache der Abtastfrequenz von 44,1 kHz). Es wurde gefunden, daß dies durch Abstimmen des Oszillators auf 4,234375 MHz und durch Teilung durch 271 möglich ist, wodurch für f_2 genau der richtige Wert gefunden wird, während f_1 eine Abweichung von $2,10^{-4}$ aufweist, was für die Wiedergabequalität genügt.

Für NTSC werden genügende Werte erhalten, indem von einem Oszillator 23 ausgegangen wird, der auf 4,232518 MHz abgestimmt wird, und der Teiler 24 diese Frequenz durch 269 teilt. Dabei wird eine Abweichung in der Frequenz von f_1 von 10^{-4} gefunden.

Die geringen Abweichungen in diesen Frequenzen können jedoch zu einem Zeitfehler bei der Decodierung des Audiosignals führen, denn wenn das digitale Signal mit einer anderen Frequenz decodiert wird, als es codiert wurde, entsteht ein Zeitfehler, der bei der Wiedergabe akkumuliert. Dies läßt sich durch die Einführung eines entsprechenden Zeitfehlers bei der Codierung ausgleichen, beispielsweise mit einer Abtastfrequenzumsetzung. Dieser Ausgleich bewirkt jedoch bei der Aufnahme eine mit der Dauer der Aufnahme größer werdende Zeitverschiebung zwischen dem Bild und dem Ton. Wenn diese Verschiebung bestimmte Grenzen überschreitet, wird dies bei der Wiedergabe dadurch störend sichtbar, daß Bild und Ton nicht mehr lippen synchron sind, d. h. daß der von einer Person erzeugte Ton sichtbar synchron mit ihrer Lippenbewegung ist. Eine Abwandlung, bei der dieses Problem nicht auftritt, besteht darin, bei der Aufnahme die beiden erforderlichen Referenzfrequenzen f_1 und f_2 miteinander streng ausgleichslos zu verbinden und bei der Wiedergabe die Anordnung nach Fig. 9 zu verwenden. Hierbei wird im Gegensatz zur Anordnung nach Fig. 7 die Referenzfrequenz f_2 direkt mit einem Oszillator 26 erzeugt, also nicht mit der Erzeugung der Referenzfrequenz f_1 verbunden, und wird die Referenzfrequenz f_1 von einem steuerbaren Oszillator 27 erzeugt, der über einen Komparator 25, beispielsweise einen Phasenkomparator, mit einer aus dem digitalen Signal abgeleiteten Referenz verriegelt wird. Eine Möglichkeit zum Herstellen dieser Verriegelung entsteht durch den Modifikator, der auf Seite 155 in Fig. 3 der eingangs erwähnten „Philips Technical Review“-Schaltung entsteht, wobei bei Compact-Disc-Digital-Audio das demodulierte digitale Signal im Takt des Empfangers in ein Register eingeschoben und daraus mit Hilfe eines konstanten Taktsignals wieder herausgeschoben wird, so daß sich die Zeitbasis wiederherstellt. Ein Signal, das ein Maß für die Füllung des Registers ist, ist dabei ein Maß für den Synchronismus zwischen dem Empfangstakt des digitalen Signals und dem konstanten Taktsignal, mit welchem Signal der Plattenantriebsmotor gesteuert wird. Die genannte Änderung dieses Grundsatzes für die Verwendung in der Anordnung nach Fig. 9 ist in Fig. 10 dargestellt. Das EFM-modulierte digitale Audiosignal gelangt an einen Demodulator 28, dessen Ausgangssignal, d. h. das demodulierte digitale Signal, im Empfangstakt in ein Schieberegister 29 eingeschoben wird, aus dem dieses Signal wieder im Takt des gesteuerten Oszillators 27 herausgegeben wird. Ein Signal S, das ein Maß für die Füllung des Registers 29 ist, steuert den Oszillator 27, so daß die Ausgabe des digitalen Signals synchron mit dem Empfang erfolgt. Der Oszillator 27 erzeugt also am Ausgang das Signal f_1 , das dem digitalen Audiosignal synchron ist.

Statt der Durchführung einer EFM-Modulation bei einem digitalen Audiosignal und der anschließenden Speicherung auf der Platte ist es auch möglich, eine EFM-Modulation bei anderen digitalen Daten durchzuführen und sie beispielsweise zur Speicherung von Datensignalen für Videospielcomputer zu speichern. Weiter ist es möglich, zeitkomprimierte Sprache in Verbindung mit Standbildern zu speichern. Das EFM-Spektrum hat eine Kapazität von 1,5 mbit/s, während eine genügende Sprachqualität mit 50 kbit/s wiedergegeben werden kann. Eine Spieldauervergrößerung um den Faktor 30 ist dabei in der Verbindung mit Standbildern möglich.

Wird erfindungsgemäß ein digitales Signal mit einer Abtastfrequenz von 44,1 kHz und einer Wortlänge von 2×16 Bits (16 Bits je Stereokanal) EFM-moduliert und in das Unterband des analogen Videosignals aufgenommen, so zeigt es sich, daß wenn es sich um eine NTSC-Bildplatte handelt, die analogen frequenzmodulierten Audiosignale aufrechterhalten werden können, so daß derartige Bildplatten auch auf Bildplattenspielern abspielbar sind, die nicht mit einer Wiedergabeschaltung für die digitalen Signale ausgerüstet sind. Jedoch zeigt sich bei PAL-Bildplatten die verfügbare Bandbreite ungenügend sowohl beim Unterbringen der analogen FM-Audiokanäle als auch eines digitalen EFM-Kanals mit einer Abtastfrequenz von 44,1 kHz, und einer Wortlänge von 2×16 Bits. Wenn in diesem Fall um der Kompatibilität willen die analogen FM-Audiokanäle aufrechtzuerhalten sind, läßt sich ein digital codiertes Audiosignal nur dann unterbringen, wenn die Bandbreite stark eingeschränkt wird. Eine erste Einschränkung kann dabei die Beschränkung der Wortlänge der digitalen Wörter sein. Eine Beschränkung zu 2×12 Bits ist dabei sehr vorteilhaft, weil dabei die im Handel erhältlichen IC für EFM-Demodulation und Fehlerkorrektur ungeändert anwendbar sind, denn bei der EFM-Modulation nach der „Compact-Disc-Norm“ werden 6 Wörter von 2×16 Bits zu Rahmen gruppiert, die EFM-moduliert werden. In dieselben Rahmen lassen sich im vorliegenden Fall 8 Wörter von 2×12 Bits unterbringen. Wenn bei diesen bestehenden IC die verschiedenen Taktfrequenzen entsprechend einer Abtastfrequenz von 32 kHz herabgesetzt werden, also um den Faktor 32/44,1 kann in das Video-Unterband von PAL-Bildplatten ein digitales Audiosignal (oder ein anderes Signal), bestehend aus 2×12 Bits Wörtern mit einer Abtastfrequenz von 32 kHz, unter Beibehaltung zweier analoger FM-Audiokanäle und unter Verwendung von Normal-EFM-Demodulationsschaltungen untergebracht werden.



-10-

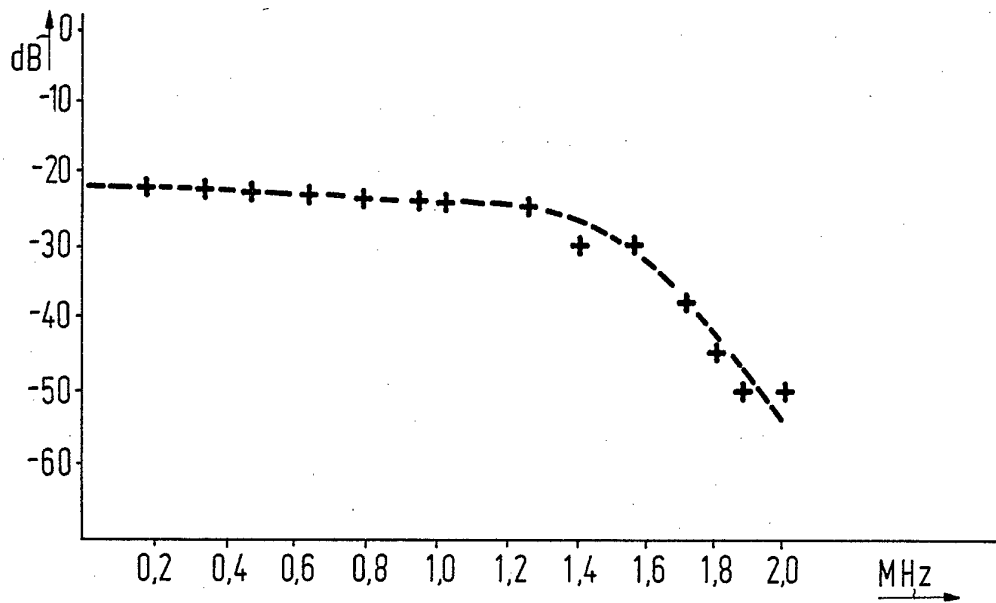


FIG. 3

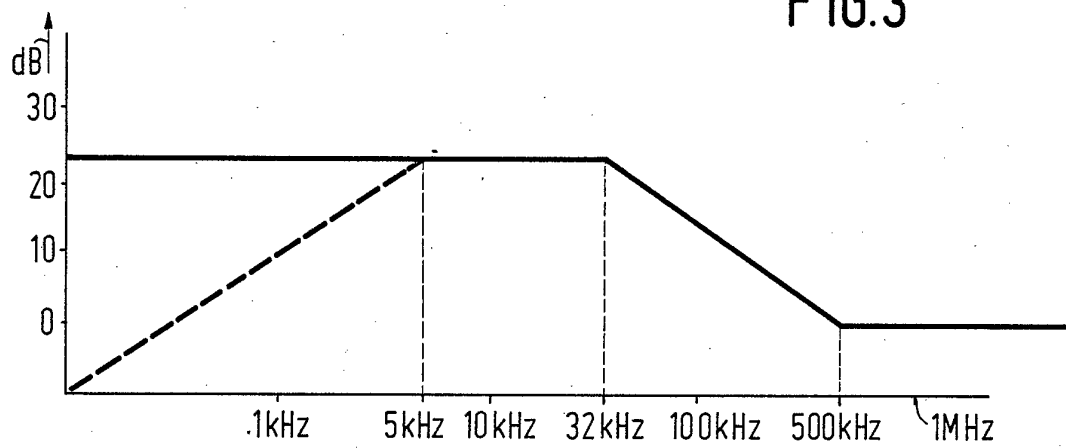


FIG. 4

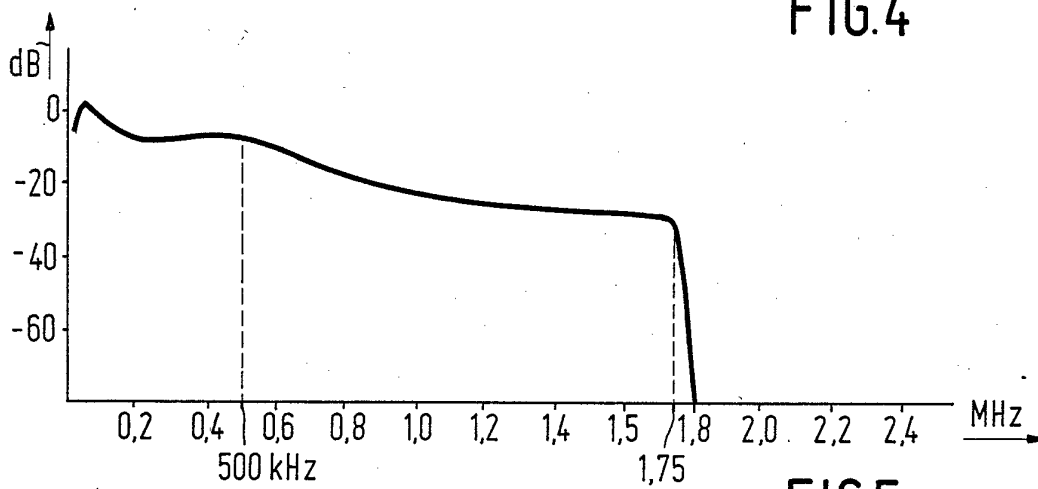


FIG. 5

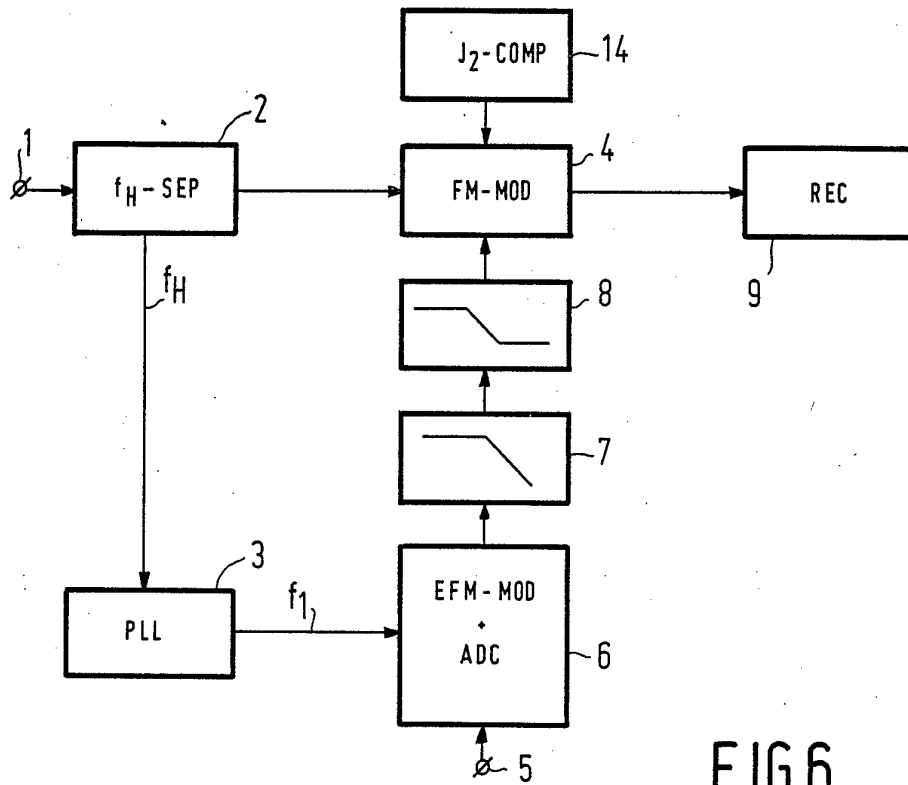


FIG. 6

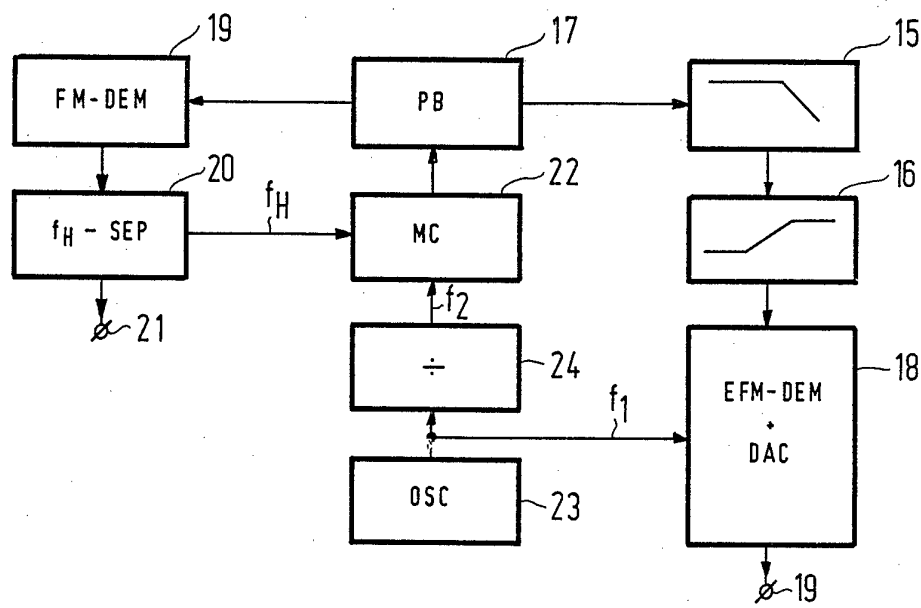


FIG. 7

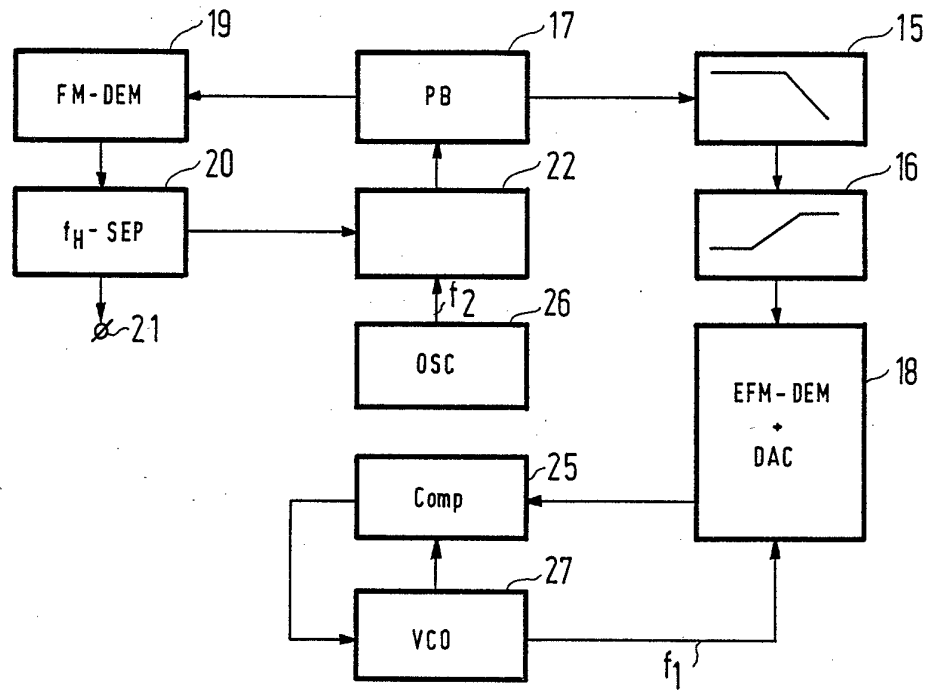


FIG. 9

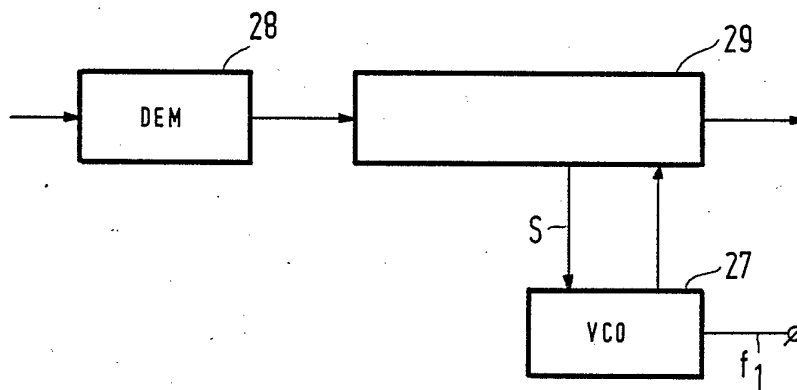


FIG. 10