(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 37 785 T2** 2009.01.22

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 098 312 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 37 785.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 123 868.2**
(96) Europäischer Anmeldetag: **02.11.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.05.2001**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **16.01.2008**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.01.2009**

(51) Int Cl.[8]: ***G11B 20/10*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
31400299 **04.11.1999** **JP**
2000277885 **13.09.2000** **JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Pioneer Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München

(72) Erfinder:
Kuribayashi, Hiroki, Tsurugashima-shi, Saitama 350-2288, JP

(54) Bezeichnung: **Wellenformentzerrer**

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

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

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Wellenformentzerrer in einer Wiedergabevorrichtung für aufgezeichnete Informationen zur Wiedergabe von aufgezeichneten Informationen von einem Aufzeichnungsmedium.

2. Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Bekannt ist eine Wellenformentzerrungstechnik zum Verbessern des Störabstands eines Lesesignals, das von einem Aufzeichnungsmedium gelesen wird, auf dem bei hohen Dichten digitale Daten aufgezeichnet sind, indem ein Filtern ausgeführt wird, um die Hochfrequenzanreicherung auf einem solchen Lesesignal zu verstärken. Nach dieser Technik kann der Störabstand umso mehr verbessert werden, je stärker die Anreicherung hoher Frequenzen des Lesesignals ist. Wenn die hohen Frequenzen übermäßig verstärkt werden, führt dies jedoch zu einer Zunahme der Intersymbolstörung. Um mit diesem Problem fertig zu werden, wird in dem japanischen Patent Kokai-Nr. H11-259985 ein Wellenformentzerrer vorgeschlagen, der eine Hochfrequenzanreicherung bzw. Hochfrequenzverstärkung ausführen kann, ohne eine Zunahme der Intersymbolstörung zu verursachen.

[0003] Bei einem solchen Wellenformentzerrer besteht jedoch das Problem, dass sich der Wert am Nulldurchgangspunkt der Leseabtastwertsequenz nach der Entzerrungskorrektur verändert, wenn die kürzeste Lauflänge eines Lesesignals kurz ist und somit die Intersymbolstörung zunimmt, womit Hochfrequenzbereiche nicht genügend verstärkt werden können.

AUFGABE UND ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0004] Die vorliegende Erfindung ist entwickelt worden, um ein solches Problem zu lösen. Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, einen Wellenformentzerrer zu schaffen, der selbst dann, wenn die kürzeste Lauflänge des Lesesignals beispielsweise nicht größer als das Zweifache der Taktperiode des Kanaltaktsignals ist, die Hochfrequenzanreicherung des Lesesignals verstärken kann, ohne eine Zunahme der Intersymbolstörung zu verursachen.

[0005] Ein Wellenformentzerrer gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst die Merkmale des Anspruchs 1 oder 8.

[0006] Aus EP-A 0 940 811 ist ein Wellenformentzerrer bekannt, der einen Störabstand verbessern kann, ohne einen Jitter in einem Lesesignal, das von einem Aufzeichnungsmedium gelesen wird, zu verursachen. Bei diesem Wellenformentzerrer wird ein Amplitudenpegel des aus dem Aufzeichnungsmedium ausgelesenen Lesesignals durch einen vorbestimmten Amplitudenbegrenzungswert begrenzt und anschließend einem Filterungsprozess unterzogen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0007] Fig. 1 ist eine Ansicht, die die Konfiguration einer Wiedergabevorrichtung für aufgezeichnete Informationen zeigt, die einen Wellenformentzerrer **5** umfasst;

[0008] Fig. 2A bis Fig. 2C zeigen die Leseabtastwertsequenz R, die erhalten wird, wenn unter 8/16-Modulation aufgezeichnete Informationssignale gelesen werden, und die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz ^{R}LIM, die durch den Wellenformentzerrer **5** erhalten wird;

[0009] Fig. 3A bis Fig. 3C zeigen die Leseabtastwertsequenz R, die erhalten wird, wenn unter 1-7-Modulation aufgezeichnete Informationssignale gelesen werden, und die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM}, die durch den Wellenformentzerrer **5** erhalten wird;

[0010] Fig. 4 ist eine Ansicht, die die Konfiguration einer Wiedergabevorrichtung für aufgezeichnete Informationen zeigt, die einen Wellenformentzerrer **6** gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst;

[0011] Fig. 5 ist eine Ansicht, die ein Beispiel der inneren Konfiguration des Wellenformentzerrers **6** gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0012] Fig. 6A bis Fig. 6C zeigen die Leseabtastwertsequenz R, die erhalten wird, wenn unter 1-7-Modulation aufgezeichnete Informationssignale gelesen werden, und die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM}, die durch den Wellenformentzerrer **6** gemäß der vorliegenden Erfindung erhalten wird;

[0013] Fig. 7 ist eine Ansicht, die ein weiteres Beispiel des Wellenformentzerrers **6** gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0014] Fig. 8A bis Fig. 8C zeigen die Leseabtastwertsequenz R, die erhalten wird, wenn unter 1-7-Modulation aufgezeichnete Informationssignale gelesen werden, und die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM}, die durch den in Fig. 7 gezeigten Wellenformentzerrer **6** erhalten wird;

[0015] Fig. 9 ist eine Ansicht, die eine Modifikation des in Fig. 5 gezeigten Wellenformentzerrers **6** zeigt;

[0016] Fig. 10 ist eine Ansicht, die eine Modifikation des in Fig. 7 gezeigten Wellenformentzerrers **6** zeigt;

[0017] Fig. 11 ist eine Ansicht, die eine Modifikation des in den Fig. 7 und Fig. 10 gezeigten Wellenformentzerrers **6** zeigt;

[0018] Fig. 12 ist eine Ansicht, die eine Modifikation des in Fig. 5 gezeigten Wellenformentzerrers **6** zeigt; und

[0019] Fig. 13 ist eine Ansicht, die eine Modifikation des in Fig. 12 gezeigten Wellenformentzerrers **6** zeigt.

GENAUE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0020] Bevor die Ausführungsformen im Einzelnen erläutert werden, werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Probleme, die einen früheren Wellenformentzerrer begleiten, erläutert.

[0021] Fig. 1 ist eine Ansicht, die die Konfiguration einer Wiedergabevorrichtung für aufgezeichnete Informationen zeigt, die den in dem japanischen Patent Kokai-Nr. 11-259985 vorgeschlagenen Wellenformentzerrer umfasst.

[0022] Wie in Fig. 1 gezeigt ist, liest ein Aufnehmer **1** ein Informationssignal, das 8/16-moduliert und auf einer Aufzeichnungsplatte **2** wie etwa einer DVD (Digital Versatile Disc) aufgezeichnet ist, um das resultierende Lesesignal einem A/D-Umsetzer **3** zuzuführen. Der A/D-Umsetzer **3** tastet solche Lesesignale zu Zeitpunkten ab, die einem Kanaltakt entsprechen, um die Leseabtastwertsequenz R, die eine Folge von zu dieser Zeit erhaltenen Abtastwerten umfasst, einem Wellenformentzerrer **5** zuzuführen. Nebenbei bemerkt besitzt der oben erwähnte Kanaltakt eine Periode von 1T des 8/16-modulierten Informationssignals.

[0023] Eine Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** des Wellenformentzerrers **5** liefert die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM}, die durch ein Begrenzen der Amplitude der Leseabtastwertsequenz R mit den Amplitudenbegrenzungswerten T_h und $-T_h$ erhalten wurden, die in den Fig. 2A bis Fig. 2C gezeigt sind, an ein Hochfrequenzverstärkungsfilter bzw. Hochfrequenzanreicherungsfilter **52**. Das heißt, dass dann, wenn jeder der Leseabtastwerte der Leseabtastwertsequenz R in dem Bereich zwischen den Amplitudenbegrenzungswerten $-T_h$ und T_h liegt, die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** die Leseabtastwertsequenz R unverändert als die oben erwähnte amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} ausgibt. Außerdem gibt die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** dann, wenn jeder Abtastwert der Leseabtastwertsequenz R größer als der Amplitudenbegrenzungswert T_h ist, den Amplitudenbegrenzungswert T_h selbst als die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} aus. Zum anderen gibt die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** dann, wenn jeder Abtastwert der Leseabtastwertsequenz R kleiner als der Amplitudenbegrenzungswert $-T_h$ ist, den Amplitudenbegrenzungswert $-T_h$ selbst als die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} aus. Nebenbei bemerkt ist, wie in Fig. 2A gezeigt ist, jeder der oben erwähnten Amplitudenbegrenzungswerte T_h, $-T_h$ auf einen solchen Wert gesetzt, der nur zulässt, dass die Leseabtastwertsequenz R, die 3T entspricht, was das kürzeste Pegelinversionsintervall (im Folgenden als Lauflänge bezeichnet) bei der 8/16-Modulation ist, nicht durch die Amplitudenbegrenzung begrenzt wird.

[0024] Das Hochfrequenzverstärkungsfilter **52** umfasst Einheitsverzögerungselemente FD_1–FD_4, Koeffizientenmultiplizierer M_1, M_2, M_3, M_4 und einen Addierer AD zum Addieren jeder der Ausgaben dieser Koeffizientenmultiplizierer. Die Einheitsverzögerungselemente FD_1–FD_4 verzögern jeden der Eingangswerte um eine Taktperiode des oben erwähnten Kanaltaktes und geben dann die Werte aus. Die Koeffizientenmultiplizierer M_1, M_2, M_3, M_4 besitzen Multiplikationskoeffizienten [–k, k, k bzw. –k]. Das heißt, dass das Hochfrequenzverstärkungsfilter **52** ein Transversalfilter mit Verzweigungs- bzw. Abgriffskoeffizienten [–k, k, 0, k, –k] ist. Eine solche Konfiguration ermöglicht dem Hochfrequenzverstärkungsfilter **52** das Erzeugen der hochfrequenzverstärkten bzw. hochfrequenzangereicherten Leseabtastwertsequenz, bei der nur der Pegel der Hochfrequenzkomponenten der oben erwähnten amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz RUM verstärkt ist, und das Liefern der hochfrequenzverstärkten Leseabtastwertsequenz an einen Addierer **54**.

[0025] Der Addierer **54** addiert eine solche hochfrequenzverstärkte Leseabtastwertsequenz zu der oben erwähnten Leseabtastwertsequenz R, die, nachdem sie mittels eines Verzögerungselements **53** um zwei Perioden des Kanaltaktes verzögert worden ist, zugeführt wird. Danach gibt der Addierer **54** den resultierenden Wert, der durch die Addition erhalten worden ist, als die entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz R_H aus.

[0026] Als Nächstes wird die Arbeitsweise des oben erwähnten Wellenformentzerrers **5** erläutert.

[0027] Im Allgemeinen besitzt das Wiedergabesystem zur Wiedergabe aufgezeichneter Informationen von einem Aufzeichnungsmedium eine Tiefpass-Filtercharakteristik. Dies reduziert jeden der Leseabtastwerte in der Leseabtastwertsequenz R entsprechend der Lauflänge 3T, die die höchste Frequenz der 8/16-modulierten Signale enthält. Um den Störabstand der Leseabtastwertsequenz, die der kür-

zesten Lauflänge 3T entspricht, zu verbessern, wird dementsprechend zugelassen, dass das Hochfrequenzverstärkungsfilter **52** nur jeden Leseabtastwert von jener Leseabtastwertsequenz, die der Lauflänge 3T entspricht, vergrößert. Hierbei sollte auch nach der Hochfrequenzverstärkung durch das oben erwähnte Hochfrequenzverstärkungsfilter **52** der Wert der entzerrungskorrigierten Leseabtastwertsequenz R_H zur Zeit des Nulldurchgangs D_0, wie in Fig. 2A bis Fig. 2C gezeigt ist, bei dem Nullpegel konstant sein. Da das Hochfrequenzverstärkungsfilter **52** jedoch ein Transversalfilter ist, das beispielsweise die Verzweigungskoeffizienten [–k. k, 0, k, –k] besitzt, wie in Fig. 1 gezeigt ist, würde der Wert der entzerrungskorrigierten Leseabtastwertsequenz R_H zur Zeit des Nulldurchgangs D_0 variieren, es sei denn, die Leseabtastwerte hätten sowohl zur Zeit D_{-2} als auch zur Zeit D_{-1} in Fig. 2A bis Fig. 2C denselben Wert. Insbesondere würde eine Vergrößerung des oben erwähnten Verzweigungskoeffizienten k, um die Hochfrequenzanreicherung zu verstärken, eine Veränderung zu einer weiteren Zunahme hin verursachen, was zu einer Zunahme der Intersymbolstörung führen würde.

[0028] Daher liefert die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** die Leseabtastwertsequenz R, die gleich oder größer als die Lauflänge 4T ist und deren Amplitude mit den Amplitudenbegrenzungswerten T_h, und $-T_h$ begrenzt ist, wie in Fig. 2A bis Fig. 2C gezeigt ist, an das oben erwähnte Hochfrequenzverstärkungsfilter **52**. Entsprechend der Amplitudenbegrenzung durch die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51**, wie in Fig. 2B gezeigt ist, wird dann, wenn die Lauflänge des Lesesignals gleich 3T ist, dem Hochfrequenzverstärkungsfilter **52** die interpolierte Leseabtastwertsequenz RR unverändert als die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} zugeführt. Zum anderen liegt die interpolierte Leseabtastwertsequenz RR, die der Lauflänge gleich oder größer als 4T entspricht, in der Nähe der Nulldurchgangszeit D_0 innerhalb des Bereichs zwischen den Amplitudenbegrenzungswerten $-T_h$ und T_h, jedoch überschreitet sie zu anderen Zeitpunkten diesen Bereich. Im Fall, dass die Lauflänge eines Lesesignals gleich oder größer als 4T ist, wie in Fig. 2C gezeigt ist, wird daher zu Zeitpunkten, die von der Nulldurchgangszeit D_0 verschieden sind, dem Hochfrequenzverstärkungsfilter **52** die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM}, deren Wert auf den Amplitudenbegrenzungswert $-T_h$ oder T_h festgelegt ist, zugeführt.

[0029] Bei dieser Konfiguration werden in jedem Fall, in dem die Lauflänge gleich oder größer als 4T ist, die Werte zu den Zeitpunkten D_{-2} und D_{-1} (oder D_1 und D_2) in Fig. 2A bis Fig. 2C zueinander gleich. Selbst wenn die oben erwähnten Verzweigungskoeffizienten k größer gemacht werden, um die Hochfrequenzanreicherung zu verstärken, würde sich daher zur Nulldurchgangszeit D_0 keine Veränderung bzw. Abweichung der entzerrungskorrigierten Leseabtastwertsequenz R_H ergeben, wodurch eine Zunahme der Intersymbolstörung verhindert wird.

[0030] Im Fall, in dem das Modulationsschema der auf einer Aufzeichnungsplatte **2** gespeicherten Signale beispielsweise die 1-7-Modulation ist, bei der die kürzeste Lauflänge gleich 2T ist, reicht jedoch die Konfiguration des in Fig. 1 gezeigten Wellenformentzerrers **5** nicht aus, um eine Zunahme der Intersymbolstörung zu verhindern.

[0031] Fig. 3A bis Fig. 3C zeigen ein Beispiel von Wellenformen der Leseabtastwertsequenz R, die von der Aufzeichnungsplatte **2** gelesen wird, auf die durch das Modulationsschema, bei dem die kürzeste Lauflänge gleich 2T ist, Informationssignale gespeichert worden sind.

[0032] Wie in Fig. 3C gezeigt ist, macht der von der Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** herrührende Amplitudenbegrenzungseffekt die amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte zu den Zeitpunkten D_{-2}, D_{-1}, D_{-1} und D_2 im Wesentlichen gleich, wenn die Lauflänge gleich oder größer 3T ist.

[0033] Wenn die Lauflänge gleich 2T wird, d. h., wenn das kürzeste Pegelinversionsintervall gleich oder kleiner als das Zweifache der Taktperiode des Kanaltaktsignals wird, wie in Fig. 3B gezeigt ist, weisen die amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte zu den Zeitpunkten D_{-2} und D_{-1} (oder D_1 und D_2) jedoch nicht denselben Wert auf. Daher würde ein Vergrößern des Werts der oben erwähnten Verzweigungskoeffizienten k, um die Hochfrequenzanreicherung zu verstärken, die Abweichung der entzerrungskorrigierten Leseabtastwertsequenz R_H zur Nulldurchgangszeit D_0 weiter verstärken, was zu einer Zunahme der Intersymbolstörung führen würde.

[0034] Nachstehend werden die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erläutert.

[0035] Fig. 4 ist eine Ansicht, die die Konfiguration einer Wiedergabevorrichtung für aufgezeichnete Informationen zeigt, die einen Wellenformentzerrer gemäß der vorliegenden Erfindung enthält.

[0036] Um auf Fig. 4 einzugehen, liefert der Aufnehmer **1** das Lesesignal, das durch Lesen des Informationssignals erhalten wird, dessen kürzeste Lauflänge beispielsweise gleich 2T ist und das durch das 1-7-Modulationsschema auf der Aufzeichnungsplatte **2** aufgezeichnet worden ist, an den A/D-Umsetzer **3**. Der A/D-Umsetzer **3** tastet solche Lesesignale zu den Zeitpunkten ab, die dem Kanaltaktsignal entsprechen, um die Leseabtastwertsequenz R, die die Folge der resultierenden Abtastwerte umfasst, einem Wellenformentzerrer **6** zuzuführen. Nebenbei be-

merkt ist das oben erwähnte Kanaltaktsignal ein Taktsignal, das eine Periode von 1T in dem 1-7-modulierten Informationssignal besitzt. Das heißt, dass die Lauflänge 2T die Länge ist, die dem Zweifachen der Taktperiode des Kanaltaktsignals entspricht.

[0037] Der Wellenformentzerrer **6** liefert die entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz RH, die durch Durchführen der Hochfrequenzverstärkung an der Leseabtastwertsequenz R erhalten wird, an eine Informationsdemodulationsschaltung **7** bzw. eine PLL-(Phase Locked Loop)-Schaltung **8**. Die Informationsdemodulationsschaltung **7** demoduliert die entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz R_H durch eine 1-7-Demodulation, um das ursprüngliche Informationssignal wiederherzustellen und das Signal als reproduziertes Informationssignal auszugeben. Die PLL-Schaltung **8** erzeugt ein Kanaltaktsignal, bei dem ein Phasenfehler, der bei der oben erwähnten entzerrungskorrigierten Leseabtastwertsequenz R_H entsteht, korrigiert ist, und liefert dann das Kanaltaktsignal an den oben erwähnten A/D-Umsetzer **3**.

[0038] Fig. 5 ist eine Ansicht, die die innere Konfiguration des Wellenformentzerrers **6** gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0039] Um auf Fig. 5 einzugehen, führt ein Interpolationsfilter **61** eine Interpolationsoperation an der durch den oben erwähnten A/D-Umsetzer **3** zugeführten Leseabtastwertsequenz R aus. Durch die Interpolationsoperation bestimmt das Interpolationsfilter **61** eine Folge von Abtastwerten, die erhalten würden, wenn die Lesesignale, die von der oben erwähnten Aufzeichnungsplatte **2** gelesen werden, zu dem Zwischenzeitpunkt zwischen jedem Taktzeitpunkt der oben erwähnten Kanaltaktsignale abgetastet würden. Dann erlangt das Interpolationsfilter **61** die interpolierte Leseabtastwertsequenz RR, die durch Aufnahme der bestimmten Folge der Abtastwerte in die oben erwähnte Leseabtastwertsequenz R interpoliert wird, und liefert dann die interpolierte Leseabtastwertsequenz RR an die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51**.

[0040] In dem Interpolationsfilter **61** benötigt der Interpolationsrechenprozess die Zeitspanne:

$(n + 0,5)T$,

wobei n eine gerade Zahl ist und T die Periode des Kanaltakts ist.

[0041] Daher wird die folgende Erläuterung unter der Annahme ausgeführt, dass die Interpolationsoperationsverarbeitung durch das Interpolationsfilter **61** mit einer Verzögerungszeit von 0,5T verbunden ist.

[0042] Die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** führt dem Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'** die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} zu, die durch Begrenzen der Amplitude der interpolierten Leseabtastwertsequenz RR mit den Amplitudenbegrenzungswerten T_h und $-T_h$ erhalten worden ist. Das heißt, dass im Fall, dass jeder der Leseabtastwerte der interpolierten Leseabtastwertsequenz RR innerhalb des Bereichs zwischen den oben erwähnten Amplitudenbegrenzungswerten $-T_h$ und T_h liegt, die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** die interpolierte Leseabtastwertsequenz RR unverändert als die oben erwähnte amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} ausgibt. Außerdem wird im Fall, dass jeder der Leseabtastwerte der interpolierten Leseabtastwertsequenz RR größer als der Amplitudenbegrenzungswert T_h ist, der Amplitudenbegrenzungswert T_h selbst als die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} ausgegeben. Zum anderen wird im Fall, dass jeder der Leseabtastwerte der interpolierten Leseabtastwertsequenz RR kleiner als der Amplitudenbegrenzungswert $-T_h$ ist, der Amplitudenbegrenzungswert $-T_h$ selbst als die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} ausgegeben. Nach diesem Schema wird jeder der oben erwähnten Amplitudenbegrenzungswerte T_h und $-T_h$ auf einen solchen Wert gesetzt, dass nur die interpolierte Leseabtastwertsequenz RR, die der kürzesten Lauflänge 2T entspricht, nicht durch die Amplitudenbegrenzung begrenzt wird. Das heißt, dass in dem Bereich, der der Lauflänge 2T in der interpolierten Leseabtastwertsequenz RR entspricht, der Amplitudenbegrenzungswert T_h größer als der Maximalwert ist. Zum anderen ist in dem Bereich, der der Lauflänge 2T entspricht, der Amplitudenbegrenzungswert $-T_h$ kleiner als der Minimalwert.

[0043] Das Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'** umfasst Einheitsverzögerungselemente FD_1–FD_3, Koeffizientenmultiplizierer M_1, M_2, M_3, M_4 und einen Addierer AD zum Addieren der Ausgabe von jedem dieser Koeffizientenmultiplizierer. Jedes der Einheitsverzögerungselemente FD_1–FD_3 verzögert einen eingegebenen Wert um eine Taktperiode des oben erwähnten Kanaltaktes und gibt dann den Wert aus. Die Koeffizientenmultiplizierer M_1, M_2, M_3, M_4 weisen Multiplikationskoeffizienten [–k, k, k bzw. –k] auf. Das heißt, dass das Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'** ein Transversalfilter mit den Verzweigungskoeffizienten [–k, k, k, –k] ist. Gemäß einer solchen Konfiguration erzeugt das Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'** eine hochfrequenzverstärkte Leseabtastwertsequenz, bei der nur der Pegel der Abtastwertsequenz, die der Lauflänge 2T in der oben erwähnten amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz R_{LIM} entspricht, erhöht wird. Danach liefert das Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'** die hochfrequenzverstärkte Leseabtastwertsequenz an den Addierer **54**. Der Addierer **54** addiert die hochfrequenzverstärkte Leseabtastwertsequenz zu der oben erwähnten Leseabtastwertsequenz R, die, nachdem sie durch das Verzögerungselement **53** um zwei Perioden des Ka-

naltaktes verzögert worden ist, zugeführt wird. Danach gibt der Addierer **54** den resultierenden Wert der Addition als die entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz R_H aus.

[0044] Als Nächstes wird mit Bezug auf Fig. 6A bis Fig. 6C die Arbeitsweise des oben erwähnten Wellenformentzerrers **6** erläutert.

[0045] Nebenbei bemerkt zeigen die in Fig. 6A gezeigten weißen Punkte die jeweiligen Leseabtastwerte in der Leseabtastwertsequenz R, während die schwarzen Punkte interpolierte Leseabtastwerte in der mittels des Interpolationsfilters **61** erhaltenen interpolierten Leseabtastwertsequenz RR zeigen. Nebenbei bemerkt zeigen in Fig. 6A diese Punkte in jedem der Fälle von Lauflängen 2T bis 4T die Leseabtastwerte in der Leseabtastwertsequenz R bzw. die interpolierten Leseabtastwerte in der interpolierten Leseabtastwertsequenz RR.

[0046] Wie in Fig. 6A gezeigt ist, ist jeder der Amplitudenbegrenzungswerte T_h und $-T_h$ in der Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** auf einen solchen Wert gesetzt, dass nur die Amplitude jener interpolierten Leseabtastwertsequenz RR, die der kürzesten Lauflänge 2T entspricht, nicht begrenzt wird. Daher wird, wie in Fig. 6B gezeigt ist, im Fall, dass die Lauflänge gleich 2T ist, die interpolierte Leseabtastwertsequenz RR dem Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'** unverändert als amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} zugeführt. Zum anderen liegt im Fall, dass die Lauflänge gleich oder größer als 3T ist, die interpolierte Leseabtastwertsequenz RR im Bereich der Amplitudenbegrenzungswerte $-T_h$ bis T_h, solange sich die Abtastwerte in der Nähe der Nulldurchgangszeit D_0 befinden, während sie zu anderen Zeitpunkten diesen Bereich überschreitet. Daher wird im Fall, dass die Lauflänge gleich oder größer als 3T ist, wie in Fig. 6C gezeigt ist, dem Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'** die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM}, die zu Zeitpunkten, die sich von der oben erwähnten Nulldurchgangszeit D_0 unterscheiden, auf den Amplitudenbegrenzungswert $-T_h$ oder T_h festgelegt ist, zugeführt.

[0047] Dementsprechend bestimmt das Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'** die entzerrungskorrigierten Leseabtastwerte zur Zeit D_0 auf der Grundlage jedes der amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte zu den Zeitpunkten $D_{-1,5}$, $D_{-0,5}$, $D_{0,5}$ und $D_{1,5}$ in der amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz R_{LIM}, wie in Fig. 6B und Fig. 6C gezeigt ist.

[0048] Das heißt, dass unter der Annahme, dass die entzerrungskorrigierten Leseabtastwerte zur Zeit D_0 Z_0 sind,

$$Z_0 = (-k)\cdot Y_{-1,5} + k\cdot Y_{-0,5} + k\cdot Y_{0,5} + (-k)\cdot Y_{1,5},$$

wobei

$Y_{-1,5}$: der amplitudenbegrenzte Leseabtastwert zum Zeitpunkt $D_{-1,5}$ in R_{LIM} ist,
$Y_{-0,5}$: der amplitudenbegrenzte Leseabtastwert zum Zeitpunkt $D_{-0,5}$ in R_{LIM} ist,
$Y_{0,5}$: der amplitudenbegrenzte Leseabtastwert zum Zeitpunkt $D_{0,5}$ in R_{LIM} ist und
$Y_{1,5}$: der amplitudenbegrenzte Leseabtastwert zum Zeitpunkt $D_{1,5}$ in R_{LIM} ist.

[0049] Wie in Fig. 6B und Fig. 6C gezeigt ist, werden die amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte, die der Lauflänge 2T entsprechen, zu jedem der Zeitpunkte $D_{-1,5}$ und $D_{-0,5}$ (oder $D_{0,5}$ und $D_{1,5}$) im Wesentlichen zueinander gleich. Außerdem werden die amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte zu jedem der Zeitpunkte $D_{-1,5}$ und $D_{-0,5}$ (oder $D_{0,5}$ und $D_{1,5}$) im Fall, dass die Lauflänge gleich oder größer als 3T ist, gleich zueinander, da die Werte auf den Amplitudenbegrenzungswert $-T_h$ (oder T_h) festgelegt sind.

[0050] Dementsprechend ist es auch dann, wenn der Wert der Verzweigungskoeffizienten k des Hochfrequenzverstärkungsfilters **52'** vergrößert wird, um die Hochfrequenzanreicherung zu verstärken, möglich, die entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz R_H zur Nulldurchgangszeit D_0 auf einem konstanten Wert zu halten, weshalb keine Zunahme der Intersymbolstörung verursacht wird.

[0051] Wie oben beschrieben worden ist, wird bei dem in Fig. 5 gezeigten Wellenformentzerrer zuerst die interpolierte Leseabtastwertsequenz RR erhalten, indem die Leseabtastwertsequenz R mit den Werten zu Zwischenzeitpunkten des Kanaltaktsignals interpoliert wird. Danach wird der Amplitudensteuerungsprozess an der interpolierten Leseabtastwertsequenz RR ausgeführt, um die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} zu erhalten. Danach werden in dem Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'** die amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte in der oben erwähnten amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz R_{LIM}, die zu aufeinander folgenden vier Zeitpunkten auftreten, nachdem sie jeweils an den Koeffizientenmultiplizieren M_1 bis M_4 gewichtet worden sind, zusammenaddiert. In dieser Zeitspanne werden Leseabtastwerte, die den Zwischenpunkten der vier Zeitpunkte entsprechen, durch ein Verzögern der Leseabtastwertsequenz R um zwei Taktperioden des Kanaltaktsignals erhalten. Die entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz R_H wird durch Addieren dieses Leseabtastwerts zu dem oben erwähnten gewichteten Summenwert erhalten.

[0052] Jedoch ist die Anzahl der amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte, die in dem oben erwähnten Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'** gewichtet und addiert werden sollen, nicht auf vier begrenzt, und die Anzahl kann entsprechend der gewünschten

Filtercharakteristik geeignet verändert werden, sofern die Anzahl eine gerade Zahl gleich oder größer als 2 ist. In diesem Fall können unter der Annahme, dass die Anzahl der amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte N ist, die Leseabtastwerte, die den Zwischenpunkten der N amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte entsprechen, erhalten werden, indem die oben erwähnte interpolierte Leseabtastwertsequenz R durch das Verzögerungselement **53** um das (N/2)-fache der Taktperiode des Kanaltaktsignals verzögert wird.

[0053] Fig. 7 ist eine Ansicht, die ein weiteres Beispiel der Konfiguration des Wellenformentzerrers **6** gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0054] Um auf Fig. 7 einzugehen, führt die Schaltung zur zweifachen Überabtastung **62** eine Verarbeitung durch zweifache Überabtastung an der von dem A/D-Umsetzer **3** zugeführten Leseabtastwertsequenz R aus. Eine solche Verarbeitung ermöglicht der Schaltung zur zweifachen Überabtastung **62**, die Folge von Abtastwerten zu bestimmen, die zur Zeit der Abtastung der Lesesignale, die bei dem Taktsignal mit einer Taktfrequenz, die dem Zweifachen von jeder des oben erwähnten Kanaltaktsignals entspricht, von der Aufzeichnungsplatte **2** gelesen worden sind, erhalten würde. Dann liefert die Schaltung zur zweifachen Überabtastung **62** eine solche Abtastwertsequenz als interpolierte Leseabtastwertsequenz RR an die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51**.

[0055] Die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** liefert die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz RUM, die durch ein Begrenzen der Amplitude der interpolierten Leseabtastwertsequenz RR mit den Amplitudenbegrenzungswerten T_h und $-T_h$ erhalten worden ist, an ein Hochfrequenzverstärkungsfilter **63**. Das heißt, dass im Fall, dass jeder der Leseabtastwerte der interpolierten Leseabtastwertsequenz RR kleiner als der oben erwähnte Amplitudenbegrenzungswert T_h und größer als der Amplitudenbegrenzungswert $-T_h$ ist, die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** die interpolierte Leseabtastwertsequenz RR unverändert als die oben erwähnte amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} ausgibt. Außerdem gibt im Fall, dass jeder der Leseabtastwerte der interpolierten Leseabtastwertsequenz RR größer als der oben erwähnte Amplitudenbegrenzungswert T_h ist, die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** den Amplitudenbegrenzungswert T_h selbst als die oben erwähnte amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} aus. Zum anderen gibt im Fall, dass jeder der Leseabtastwerte der interpolierten Leseabtastwertsequenz RR kleiner als der oben erwähnte Amplitudenbegrenzungswert $-T_h$ ist, die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** den Amplitudenbegrenzungswert $-T_h$ selbst als die oben erwähnte amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} aus. Jeder der oben erwähnten Amplitudenbegrenzungswerte T_h und $-T_h$ wird auf einen solchen Wert gesetzt, dass nur die interpolierte Leseabtastwertsequenz RR, die der kürzesten Lauflänge 2T entspricht, nicht durch die Amplitudenbegrenzung begrenzt wird.

[0056] Das Hochfrequenzverstärkungsfilter **63** umfasst Verzögerungselemente FFD_1–FFD_3, Koeffizientenmultiplizierer M_1, M_2, M_3, M_4 und einen Addierer AD zum Addieren jeder der Ausgaben dieser Koeffizientenmultiplizierer, wie in Fig. 7 gezeigt ist. Jedes der Verzögerungselemente FFD_1–FFD_3 erfasst eingegebene Werte nacheinander an den Taktzeitpunkten mit einer Frequenz, die dem Zweifachen von jener des oben erwähnten Kanaltaktsignals entspricht, verzögert die Werte um eine Taktperiode des oben erwähnten Kanaltaktsignals und gibt dann die Werte aus. Die Koeffizientenmultiplizierer M_1, M_2, M_3, M_4 weisen Multiplikationskoeffizienten [–k, k, k bzw. –k] auf. Das heißt, dass das Hochfrequenzverstärkungsfilter **63** ein Transversalfilter mit Verzweigungskoeffizienten [–k, 0, k, 0, k, 0, –k] ist.

[0057] Gemäß einer solchen Konfiguration erzeugt das Hochfrequenzverstärkungsfilter **63** eine hochfrequenzverstärkte Leseabtastwertsequenz, bei der nur der Pegel jener Abtastwerte, die der Lauflänge 2T in der oben erwähnten amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz R_{LIM} entsprechen, erhöht wird. Danach liefert das Hochfrequenzverstärkungsfilter **63** die hochfrequenzverstärkte Leseabtastwertsequenz an den Addierer **54**. Der Addierer **54** addiert die hochfrequenzverstärkte Leseabtastwertsequenz zu der oben erwähnten interpolierten Leseabtastwertsequenz RR, die zugeführt wird, nachdem sie mittels des Verzögerungselements **64** um drei Perioden des Kanaltaktes verzögert worden ist. Danach gibt der Addierer **54** den resultierenden Wert der Addition als entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz R_H aus.

[0058] Als Nächstes wird mit Bezug auf Fig. 8A bis Fig. 8C die Arbeitsweise des oben erwähnten und in Fig. 7 gezeigten Wellenformentzerrers **6** erläutert.

[0059] Nebenbei bemerkt zeigen die in Fig. 8A gezeigten weißen Punkte jeden der Abtastwerte in der interpolierten Leseabtastwertsequenz RR, die von der Schaltung zur zweifachen Überabtastung **62** bei jeder der Lauflängen 2T bis 4T ausgegeben werden.

[0060] Wie in Fig. 8A gezeigt ist, ist jeder der Amplitudenbegrenzungswerte T_h und $-T_h$ in der Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** auf einen solchen Wert gesetzt, dass nur die Amplitude jener interpolierten Leseabtastwertsequenz RR, die der kürzesten Lauflänge 2T entspricht, nicht begrenzt wird. Daher wird, wie in Fig. 8B gezeigt ist, im Fall, dass die Lauflänge gleich 2T ist, die interpolierte Leseabtastwert-

sequenz RR dem Hochfrequenzverstärkungsfilter **63** unverändert als die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} zugeführt. Zum anderen liegt im Fall, dass die Lauflänge gleich oder größer als 3T ist, die interpolierte Leseabtastwertsequenz RR in der Nähe der Nulldurchgangszeit D_0 im Bereich der Amplitudenbegrenzungswerte $-T_h$ bis T_h, während sie zu anderen Zeitpunkten diesen Bereich überschreitet. Daher wird im Fall, dass die Lauflänge gleich oder größer als 3T ist, wie in Fig. 8C gezeigt ist, dem Hochfrequenzverstärkungsfilter **63** die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} zugeführt, die zu Zeitpunkten, die sich von jenen in der Nähe der oben erwähnten Nulldurchgangszeit D_0 unterscheiden, auf den Amplitudenbegrenzungswert $-T_h$ oder T_h festgelegt ist.

[0061] Das Hochfrequenzverstärkungsfilter **63** bestimmt die entzerrungskorrigierten Leseabtastwerte zur Zeit D_0 auf der Grundlage jedes der amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte zu den Zeitpunkten $D_{-1,5}$, $D_{-0,5}$, $D_{0,5}$ und $D_{1,5}$ in der amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz RUM, wie in Fig. 8B und Fig. 8C gezeigt ist.

[0062] Das heißt, dass unter der Annahme, dass die entzerrungskorrigierten Leseabtastwerte zur Zeit D_0 Z_0 sind,

$$Z_0 = (-k)\cdot Y_{-1,5} + k\cdot Y_{-0,5} + k\cdot Y_{0,5} + (-k)\cdot Y_{1,5},$$

wobei

- $Y_{-1,5}$: der amplitudenbegrenzte Leseabtastwert zum Zeitpunkt $D_{-1,5}$ in R_{LIM} ist,
- $Y_{-0,5}$: der amplitudenbegrenzte Leseabtastwert zum Zeitpunkt $D_{-0,5}$ in R_{LIM} ist,
- $Y_{0,5}$: der amplitudenbegrenzte Leseabtastwert zum Zeitpunkt $D_{0,5}$ in R_{LIM} ist und
- $Y_{1,5}$: der amplitudenbegrenzte Leseabtastwert zum Zeitpunkt $D_{1,5}$ in R_{LIM} ist.

[0063] Bei diesem Schema werden, wie in Fig. 8B und Fig. 8C gezeigt ist, die amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte, die der Lauflänge 2T entsprechen, zu jedem der Zeitpunkte $D_{-1,5}$ und $D_{-0,5}$ (oder $D_{0,5}$ und $D_{1,5}$) im Wesentlichen zueinander gleich. Außerdem werden die amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte, die der Lauflänge gleich oder größer als 3T entsprechen, zu jedem der Zeitpunkte $D_{-1,5}$ und $D_{-0,5}$ (oder $D_{0,5}$ und $D_{1,5}$) gleich zueinander, da die Werte auf den Amplitudenbegrenzungswert $-T_h$ (oder T_h) festgelegt sind.

[0064] Dementsprechend ist es auch dann, wenn der Wert der Verzweigungskoeffizienten k des Hochfrequenzverstärkungsfilters **63** vergrößert wird, um die Hochfrequenzanreicherung zu verstärken, möglich, die entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz R_H zur Nulldurchgangszeit D_0 auf einem konstanten Wert zu halten, weshalb keine Zunahme der Intersymbolstörung verursacht wird.

[0065] Nebenbei bemerkt führt bei der in Fig. 7 gezeigten Ausführungsform die Schaltung zur zweifachen Überabtastung **62** eine Verarbeitung zur zweifachen Überabtastung an der von dem A/D-Umsetzer **3** zugeführten Leseabtastwertsequenz R aus. Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf eine solche Konfiguration begrenzt. Beispielsweise kann es, anstatt die Schaltung zur zweifachen Überabtastung **62** zu verwenden, auch annehmbar sein, Lesewerte mit einem Taktsignal mit einer Frequenz abzutasten, die dem Zweifachen von jener des oben erwähnten Kanaltaktsignals an der Stufe des A/D-Umsetzers **3** entspricht.

[0066] Außerdem führt der in Fig. 5 oder Fig. 7 gezeigte Wellenformentzerrer die Abtastwertsequenz, die dem mittleren Abgriff des Hochfrequenzverstärkungsfilters **52'** (oder **63**) entspricht, über das Verzögerungselement **53** (oder **64**) dem Addierer **54** zu. Das heißt, dass nur diejenige Abtastwertsequenz, die dem mittleren Abgriff in dem Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'** (oder **63**) entspricht, auf die entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz R_H reflektiert wird, ohne deren Amplitude durch die oben erwähnte Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** zu begrenzen. Jedoch kann der Abtastwertsequenz, die dem mittleren Abgriff entspricht, mittels der oben erwähnten Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** eine Begrenzung auferlegt werden.

[0067] Fig. 9 und Fig. 10 sind Ansichten, die im Hinblick auf die oben erwähnten Punkte entwickelte modifizierte Beispiele des Wellenformentzerrers zeigen. Nebenbei bemerkt zeigt Fig. 9 ein modifiziertes Beispiel des in Fig. 5 gezeigten Wellenformentzerrers, während Fig. 10 ein modifiziertes Beispiel des in Fig. 7 gezeigten Wellenformentzerrers zeigt.

[0068] Außerdem ist es bei dem in den Fig. 7 und Fig. 10 gezeigten Hochfrequenzverstärkungsfilter **63** möglich, die Abtastwertsequenz, die dem oben erwähnten mittleren Abgriff in dem Filter entspricht, zu erhalten.

[0069] Fig. 11 ist eine Ansicht, die ein im Hinblick auf einen solchen Punkt entwickeltes modifiziertes Beispiel des in Fig. 7 und Fig. 10 gezeigten Wellenformentzerrers zeigt.

[0070] Das in Fig. 11 gezeigte Hochfrequenzverstärkungsfilter **63'** unterteilt das Verzögerungselement FFD_2 des in Fig. 7 und Fig. 10 gezeigten Hochfrequenzverstärkungsfilters **63** in die zwei Stufen von Verzögerungselementen FFD2A und FFD2B und führt die Ausgabe des Verzögerungselements FFD2A dem Addierer AD zu.

[0071] Jedes der Verzögerungselemente FFD_{2A} und FFD_{2B} ist ein Verzögerungselement zur Erfassung eines eingegebenen Werts zu den Taktzeitpunkten mit einer dem Zweifachen von jener des oben erwähnten Kanaltaktsignals entsprechenden Frequenz, um den Wert der Folgestufe zuzuführen. Gemäß einer solchen Konfiguration wird dem Verzögerungselement FFD_{2A} diejenige Abtastwertsequenz, die dem oben erwähnten mittleren Abgriff entspricht, entnommen und dem Addierer AD direkt zugeführt. Daher kann gemäß der in Fig. 11 gezeigten Konfiguration auch ohne eine Verwendung des Verzögerungselements **64** und des Addierers **54**, die in Fig. 7 und Fig. 10 gezeigt sind, die Abtastwertsequenz, die dem mittleren Abgriff entspricht, auf die entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz R_H reflektiert werden.

[0072] Bei dem in Fig. 5 gezeigten Wellenformentzerrer wird nur die Abtastwertsequenz, die dem mittleren Abgriff in dem Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'** entspricht, von den Abtastwerten ausgeschlossen, an denen durch das Interpolationsfilter **61** der Interpolationsprozess ausgeführt wird. Jedoch kann die Vorrichtung so entworfen sein, dass der Interpolationsprozess durch das Interpolationsfilter **61** nur an der Abtastwertsequenz ausgeführt wird, die dem mittleren Abgriff entspricht,

[0073] Fig. 12 ist ein Diagramm, das eine im Hinblick auf diesen Punkt entworfene Variante des Wellenformentzerrers zeigt.

[0074] Wohlgemerkt sind die Funktionen des Interpolationsfilters **61**, der Amplitudenbegrenzungsschaltung **51**, des Hochfrequenzverstärkungsfilters **52'** und des Addierers **54** als eine einzige Einheit dieselben wie die Funktionen dieser Elemente, die in Fig. 5 gezeigt sind.

[0075] In Fig. 12 führt das Interpolationsfilter **61** den oben erwähnten Interpolationsoperationsprozess an der von dem oben erwähnten A/D-Umsetzer **3** zugeführten Leseabtastwertsequenz R aus und führt eine resultierende interpolierte Leseabtastwertsequenz den Verzögerungselementen **53'** zu. In diesem Prozess benötigt das Interpolationsfilter **61** eine Zeitspanne vom 0,5-fachen des Intervalls des oben erwähnten Kanaltaktes. Das Verzögerungselement **53'** verzögert die von dem Interpolationsfilter **61** zugeführte interpolierte Leseabtastwertsequenz um eine Periode des Kanaltaktes und führt die verzögerte Sequenz dem Addierer **54** zu. Zum anderen liefert die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** eine amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM}, die durch ein Begrenzen der Amplitude der von dem A/D-Umsetzer **3** zugeführten Leseabtastwertsequenz auf den Bereich der Amplitudenbegrenzungswerte T_h und $-T_h$ erhalten worden ist, an das Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'**. Das Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'** erzeugt eine hochfrequenzverstärkte Leseabtastwertsequenz, bei der der Pegel nur in einer Abtastwertsequenz erhöht wird, die der Lauflänge 2T in der amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz R_{LIM} entspricht, und führt sie dem Addierer **54** zu. Der Addierer **54** addiert die hochfrequenzverstärkte Leseabtastwertsequenz zu der interpolierten Leseabtastwertsequenz, die mit der Verzögerung von einer Periode des Kanaltaktes mittels des Verzögerungselements **53'** zugeführt wird, und gibt ein Ergebnis der Addition als die entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz R_H aus.

[0076] Wie oben beschrieben worden ist, wird bei dem in Fig. 12 gezeigten Wellenformentzerrer zuerst der Amplitudensteuerungsprozess an der Leseabtastwertsequenz R ausgeführt, um die amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz R_{LIM} zu erhalten. Danach werden in dem Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'** die an vier aufeinander folgenden Zeitpunkten auftretenden amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte in der oben erwähnten amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz R_{LIM} zusammenaddiert, nachdem sie jeweils an den Koeffizientenmultiplizierern M_1 bis M_4 gewichtet worden sind. In dieser Zeitspanne werden die interpolierten Leseabtastwerte erhalten, indem die Leseabtastwertsequenz R mit den Werten zu Zwischenzeitpunkten des Kanaltaktsignals interpoliert werden. Danach werden Leseabtastwerte, die Zwischenpunkten der oben erwähnten vier Zeitpunkte entsprechen, durch ein Verzögern der interpolierten Leseabtastwertsequenz um eine Taktperiode des Kanaltaktsignals erhalten. Die entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz R_H wird durch Addieren dieses Leseabtastwerts zu dem oben erwähnten gewichteten Summenwert erhalten.

[0077] Mit dem in Fig. 12 gezeigten Wellenformentzerrer können, wenn die Anzahl der amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte N ist, die Leseabtastwerte, die den Zwischenpunkten der N amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte entsprechen, erhalten werden, indem die oben erwähnte interpolierte Leseabtastwertsequenz mittels des Verzögerungselements **53'** um das (N/2 – 1)-fache der Taktperiode des Kanaltaktsignals verzögert wird.

[0078] Ferner wird bei dem in Fig. 12 gezeigten Wellenformentzerrer nur die Abtastwertsequenz, die dem mittleren Abgriff des Hochfrequenzverstärkungsfilters **52'** entspricht, d. h. jene Abtastwertsequenz, die den Zwischenpositionen der vier zu gewichtenden amplitudenbegrenzten Leseabtastwerte entspricht, von dem Ziel der Amplitudenbegrenzung ausgeschlossen. Jedoch ist es möglich, anstelle der Struktur nach Fig. 12 die in Fig. 13 gezeigte Struktur zu übernehmen, bei der die Amplitudenbegrenzung durch die oben erwähnte Amplitudenbegrenzungsschaltung **51** auch an der Abtastwertsequenz, die dem mittleren Abgriff des Hochfrequenzverstärkungsfilters **52'** entspricht, vorgenommen wird.

[0079] Bei den oben beschriebenen Ausführungsformen ist die Erläuterung anhand der Beispiele ausgeführt worden, bei denen der Wellenformentzerrer gemäß der vorliegenden Erfindung auf die Informationswiedergabevorrichtung, die die Wiedergabe der aufgezeichneten Informationen von einem Aufzeichnungsmedium durchführt, angewandt ist. Jedoch ist die Anwendung der vorliegenden Erfindung nicht auf die Informationswiedergabevorrichtung begrenzt. Kurz gesagt ist es dann, wenn das Übertragungssystem eine Eigenschaft hat, dass ein Hochfrequenzteil reduziert wird, durch die Verwendung des Wellenformentzerrers gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, eine Hochfrequenzverstärkung zu bewirken, ohne die Intercodeinterferenz zu verstärken.

[0080] Bei dem oben beschriebenen Hochfrequenzverstärkungsfilter werden vier amplitudenbegrenzte Leseabtastwerte in der amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz R_{LIM} an vier Zeitpunkten D addiert, nachdem sie jeweils durch die Koeffizientenmultiplizierer M1 bis M4 gewichtet worden sind,. Es ist jedoch ausreichend, wenigstens zwei amplitudenbegrenzte Leseabtastwerte durch den Gewichtungs- und Addierungsprozess zu behandeln. Ferner kann zur Implementierung jedes der Funktionsmodule, die den Wellenformentzerrer **6** gemäß der vorliegenden Erfindung bilden, d. h. der Amplitudenbegrenzungsschaltung **51**, des Hochfrequenzverstärkungsfilters **52'**, des Addierers **54**, des Verzögerungselements **53**, **64**, des Interpolationsfilters **61** und der Schaltung zur zweifachen Überabtastung **62**, entweder eine analoge Signalverarbeitungsschaltung oder eine digitale Signalverarbeitungsschaltung verwendet werden.

[0081] Kurz gesagt ist es ausreichend, als den Wellenformentzerrer gemäß der vorliegenden Erfindung eine Struktur zu haben, die als entzerrungskorrigiertes Lesesignal (RH) eine Ergebnissummierung aus einem Additionswert von gewichteten Werten mit wenigstens zwei Signalpegeln des amplitudenbegrenzten Lesesignals R_{LIM} zu aufeinander folgenden Zeitpunkten und einem zu Zwischenzeitpunkten der zwei Zeitpunkte erhaltenen Lesesignal ausgibt.

[0082] Wie im Vorhergehenden speziell beschrieben worden ist, zeichnet sich der Wellenformentzerrer gemäß der vorliegenden Erfindung dadurch aus, dass Signalpegel des amplitudenbegrenzten Lesesignals, die durch ein Begrenzen des Lesesignals in der Amplitude zu einem ersten und einem zweiten Zeitpunkt, nachdem sie gewichtet worden sind, addiert werden und ein Additionswert eines Ergebnisses dieser Addition und des Signalpegels zu einem zwischen dem ersten und dem zweiten Zeitpunkt liegenden Zeitpunkt als das entzerrungskorrigierte Lesesignal ausgegeben wird.

[0083] Ferner kann jedes der Funktionsmodule (die Amplitudenbegrenzungsschaltung **51**, das Hochfrequenzverstärkungsfilter **52'**, die Addierer **54**, das Verzögerungselement **53** und **64**, das Interpolationsfilter **61** und die Schaltung zur zweifachen Überabtastung **62**), die den Wellenformentzerrer **6** gemäß der vorliegenden Erfindung bilden, durch eine analoge Signalverarbeitungsschaltung oder eine digitale Signalverarbeitungsschaltung implementiert sein.

[0084] Außerdem ist bei der oben erwähnten Ausführungsform der Fall beschrieben worden, in dem der Wellenformentzerrer gemäß der vorliegenden Erfindung auf eine Informationswiedergabeeinrichtung zur Wiedergabe aufgezeichneter Informationen von einem Aufzeichnungsmedium angewandt ist. Jedoch ist die Anwendung des Wellenformentzerrers nicht auf die Informationswiedergabeeinrichtung begrenzt. Mit anderen Worten kann der Wellenformentzerrer gemäß der vorliegenden Erfindung in jedem Übertragungssystem implementiert sein, das eine solche Eigenschaft wie etwa eine Dämpfung bei hohen Frequenzen aufweist, um dadurch ein Verstärken der Hochfrequenzanreicherung ermöglichen, ohne eine Zunahme der Intersymbolstörung zu verursachen.

[0085] Wie oben beschrieben worden ist, kann gemäß dem Wellenformentzerrer der vorliegenden Erfindung auch dann, wenn die kürzeste Lauflänge eines Lesesignals nicht größer als das Zweifache der Taktperiode des Kanaltaktsignals ist, die Hochfrequenzanreicherung bzw. Hochfrequenzverstärkung durchgeführt werden, ohne eine Zunahme der Intersymbolstörung zu verursachen.

Patentansprüche

1. Wellenformentzerrer zum Durchführen eines Wellenformentzerrungsprozesses an einer Leseabtastwertsequenz, die durch ein Abtasten eines Lesesignals eines Aufzeichnungsmediums an Taktzeitpunkten eines Kanaltaktsignals erhalten wird, um eine entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz zu erzeugen, wobei der Wellenformeritzerrer umfasst:

ein Interpolationsmittel (**61**), um auf der Grundlage der Leseabtastwertsequenz eine Sequenz abgetasteter Werte zu erhalten, die man erhalten würde, wenn das Lesesignal an Zwischenzeitpunkten zwischen den Taktzeitpunkten des Kanaltaktsignals abgetastet wird, und zum Ausgeben der Sequenz abgetasteter Werte als eine interpolierte Leseabtastwertsequenz; und

ein Amplitudenbegrenzungsmittel (**51**) zur Begrenzung einer Amplitude der interpolierten Leseabtastwertsequenz auf einen vorbestimmten Amplitudenbegrenzungswert, um eine amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz zu erhalten;

ein Filter (**52'**, **63**) zum Aufsummieren gewichteter Werte von amplitudenbegrenzten Leseabtastwerten der amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz

und zum Ausgeben eines Filterausgabesignals;
ein Verzögerungsmittel (**53**) zum Verzögern der Leseabtastwertsequenz, um eine verzögerte Leseabtastwertsequenz zu erhalten; und
ein Aufsummierungsmittel (**54**) zum Aufsummieren der verzögerten Leseabtastwertsequenz und des Filterausgabesignals und zum Ausgeben eines aufsummierten Werts als die entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz.

2. Wellenformentzerrer nach Anspruch 1, wobei der Amplitudenbegrenzungswert höher als ein Maximalwert des Signalpegels des Lesesignals in einem Abschnitt des Lesesignals ist, der ein kürzestes Pegelinversionsintervall aufweist.

3. Wellenformentzerrer nach Anspruch 2, wobei das kürzeste Pegelinversionsintervall das Zweifache eines Taktintervalls des Kanaltaktsignals beträgt.

4. Wellenformentzerrer nach Anspruch 3, wobei das Interpolationsmittel eine Schaltung zur zweifachen Überabtastung (**62**) ist, welche die interpolierte Leseabtastwertsequenz durch ein Abtasten des Lesesignals an Taktzeitpunkten einer Frequenz erhält, die das Zweifache einer Frequenz des Kanaltaktsignals beträgt.

5. Wellenformentzerrer nach Anspruch 1, wobei das Filter ein Hochfrequenzverstärkungsfilter ist, das einen Wert einer Hochfrequenzkomponente der amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz erhöht.

6. Wellenformentzerrer nach Anspruch 5, wobei die Hochfrequenzkomponente ein Teil der amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz ist, welcher ein kürzestes Pegelinversionsintervall aufweist.

7. Wellenformentzerrer nach Anspruch 1, wobei das Filter ein Transversalfilter ist, das Verzweigungs-Koeffizienten von [–k, k, k, –k] aufweist.

8. Wellenformentzerrer zum Durchführen eines Wellenformentzerrungsprozesses an einer Leseabtastwertsequenz, die durch ein Abtasten eines Lesesignals eines Aufzeichnungsmediums an Taktzeitpunkten eines Kanaltaktsignals erhalten wird, um eine entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz zu erzeugen, wobei der Wellenformentzerrer umfasst:
ein Amplitudenbegrenzungsmittel (**51**) zur Begrenzung einer Amplitude der Leseabtastwertsequenz auf einen vorbestimmten Amplitudenbegrenzungswert, um eine amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz zu erhalten;
ein Filter (**52'**, **63**) zum Aufsummieren gewichteter Werte von amplitudenbegrenzten Leseabtastwerten der amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz und zum Ausgeben eines Filterausgabesignals;
ein Interpolationsmittel (**61**), um auf der Grundlage der Leseabtastwertsequenz eine Sequenz abgetasteter Werte zu erhalten, die man erhalten würde, wenn das Lesesignal an Zwischenzeitpunkten zwischen den Taktzeitpunkten des Kanaltaktsignals abgetastet wird, und zum Ausgeben der Sequenz abgetasteter Werte als eine interpolierte Leseabtastwertsequenz; und
ein Verzögerungsmittel (**53**) zum Verzögern der interpolierten Leseabtastwertsequenz, um eine verzögerte interpolierte Leseabtastwertsequenz zu erhalten; und
ein Aufsummierungsmittel (**54**) zum Aufsummieren der verzögerten interpolierten Leseabtastwertsequenz und des Filterausgabesignals und zum Ausgeben eines aufsummierten Werts als die entzerrungskorrigierte Leseabtastwertsequenz.

9. Wellenformentzerrer nach Anspruch 8, wobei der Amplitudenbegrenzungswert höher als ein Maximalwert des Signalpegels des Lesesignals in einem Abschnitt des Lesesignals ist, der ein kürzestes Pegelinversionssignal aufweist.

10. Wellenformentzerrer nach Anspruch 9, wobei das kürzeste Pegelinversionsintervall das Zweifache eines Taktintervalls des Kanaltaktsignals beträgt.

11. Wellenformentzerrer nach Anspruch 8, wobei das Interpolationsmittel eine Schaltung zur zweifachen Überabtastung (**62**) ist, welche die interpolierte Leseabtastwertsequenz durch ein Abtasten des Lesesignals an Taktzeitpunkten einer Frequenz erhält, die das Zweifache einer Frequenz des Kanaltaktsignals beträgt.

12. Wellenformentzerrer nach Anspruch 8, wobei das Filter ein Hochfrequenzverstärkungsfilter ist, das einen Wert einer Hochfrequenzkomponente der amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz erhöht.

13. Wellenformentzerrer nach Anspruch 12, wobei die Hochfrequenzkomponente ein Teil der amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz ist, welcher ein kürzestes Pegelinversionsintervall aufweist.

14. Wellenformentzerrer nach Anspruch 8, wobei das Filter ein Transversalfilter ist, das Verzweigungs-Koeffizienten von [–k, k, k, –k] aufweist.

15. Wiedergabevorrichtung für aufgezeichnete Informationen zur Wiedergabe aufgezeichneter Informationen von einem Aufzeichnungsmedium (**2**), die umfasst:
einen Aufnehmer (**1**) zum Lesen eines Signals der aufgezeichneten Informationen von dem Aufzeichnungsmedium (**2**),
einen Wellenformentzerrer (**6**) zum Durchführen eines Wellenformentzerrungsprozesses an dem von dem Aufnehmer (**1**) gelesenen Lesesignal, um ein entzerrungskorrigiertes Lesesignal zu erzeugen, und

ein Demodulierungsmittel (**7**) zum Demodulieren des entzerrungskorrigierten Lesesignals und zum Ausgeben eines Wiedergabesignals, wobei der Wellenformentzerrer (**6**) umfasst:
ein Interpolationsmittel (**61**) zum Erhalten einer Sequenz abgetasteter Werte auf der Grundlage einer Leseabtastwertsequenz, welche man durch ein Abtasten des Lesesignals an Taktzeitpunkten eines Kanaltaktsignals erhält, die man erhalten würde, wenn das Lesesignal an Zwischenzeitpunkten zwischen den Taktzeitpunkten des Kanaltaktsignals abgetastet wird, und zum Ausgeben der Sequenz abgetasteter Werte als eine interpolierte Leseabtastwertsequenz; und
ein Amplitudenbegrenzungsmittel (**51**) zur Begrenzung einer Amplitude der interpolierten Leseabtastwertsequenz auf einen vorbestimmten Amplitudenbegrenzungswert, um eine amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz zu erhalten;
ein Filter (**52'**, **63**) zum Aufsummieren gewichteter Werte von amplitudenbegrenzten Leseabtastwerten der amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz und zum Ausgeben eines Filterausgabesignals;
ein Verzögerungsmittel (**53**) zum Verzögern der Leseabtastwertsequenz, um eine verzögerte Leseabtastwertsequenz zu erhalten; und
ein Aufsummierungsmittel (**54**) zum Aufsummieren der verzögerten Leseabtastwertsequenz und des Filterausgabesignals und zum Ausgeben eines aufsummierten Werts als das entzerrungskorrigierte Lesesignal.

16. Wiedergabevorrichtung für aufgezeichnete Informationen zur Wiedergabe aufgezeichneter Informationen von einem Aufzeichnungsmedium (**2**), die umfasst:
einen Aufnehmer (**1**) zum Lesen eines Signals der aufgezeichneten Informationen von dem Aufzeichnungsmedium (**2**),
einen Wellenformentzerrer (**6**) zum Durchführen eines Wellenformentzerrungsprozesses an dem von dem Aufnehmer (**1**) gelesenen Lesesignal, um ein entzerrungskorrigiertes Lesesignal zu erzeugen, und
ein Demodulierungsmittel (**7**) zum Demodulieren des entzerrungskorrigierten Lesesignals und zum Ausgeben eines Wiedergabesignals, wobei der Wellenformentzerrer umfasst:
ein Amplitudenbegrenzungsmittel (**51**) zur Begrenzung einer Amplitude einer Leseabtastwertsequenz, welche man durch ein Abtasten des Lesesignals an Taktzeitpunkten eines Kanaltaktsignals erhält, auf einen vorbestimmten Amplitudenbegrenzungswert, um eine amplitudenbegrenzte Leseabtastwertsequenz zu erhalten;
ein Filter (**52'**, **63**) zum Aufsummieren gewichteter Werte von amplitudenbegrenzten Leseabtastwerten der amplitudenbegrenzten Leseabtastwertsequenz und zum Ausgeben eines Filterausgabesignals;
ein Interpolationsmittel (**61**) zum Erhalten einer Sequenz abgetasteter Werte auf der Grundlage der Leseabtastwertsequenz, die man erhalten würde, wenn das Lesesignal an Zwischenzeitpunkten zwischen den Taktzeitpunkten des Kanaltaktsignals abgetastet wird, und zum Ausgeben der Sequenz abgetasteter Werte als eine interpolierte Leseabtastwertsequenz; und
ein Verzögerungsmittel (**53**) zum Verzögern der interpolierten Leseabtastwertsequenz, um eine verzögerte interpolierte Leseabtastwertsequenz zu erhalten; und
ein Aufsummierungsmittel (**54**) zum Aufsummieren der verzögerten interpolierten Leseabtastwertsequenz und des Filterausgabesignals und zum Ausgeben eines aufsummierten Werts als das entzerrungskorrigierte Lesesignal.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

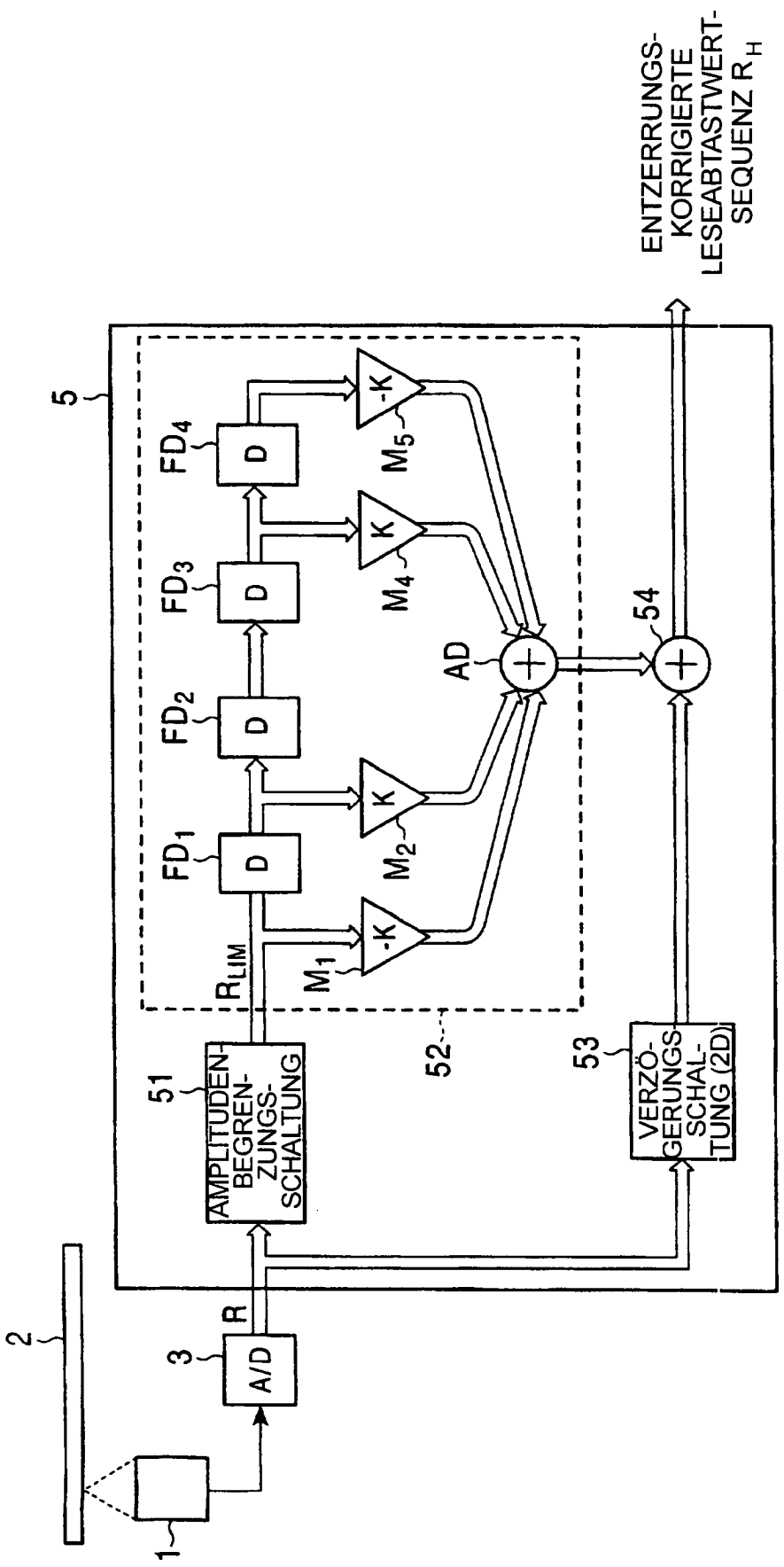


FIG. 2A

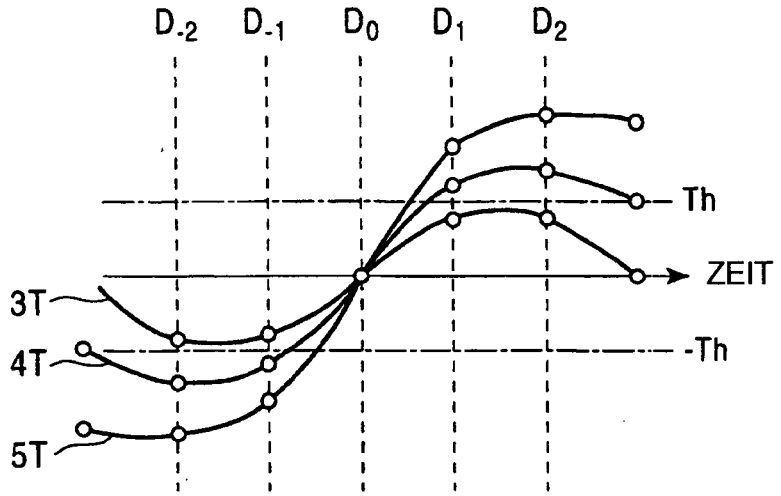


FIG. 2B

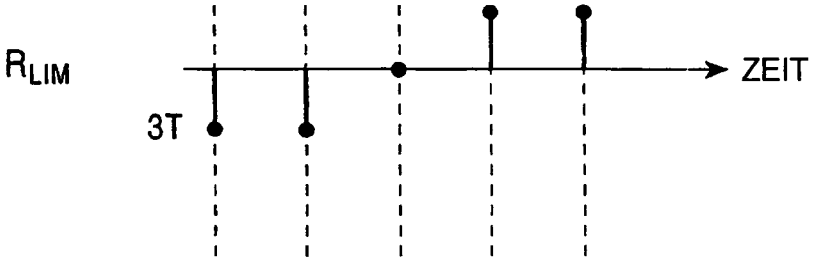


FIG. 2C

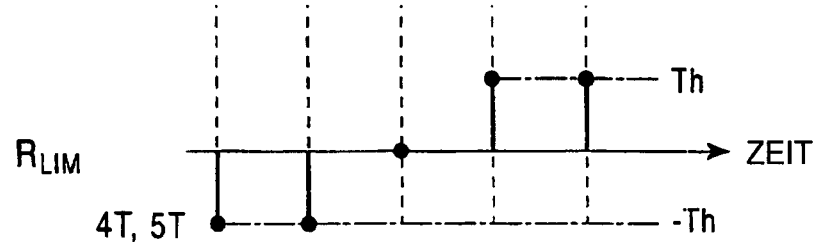


FIG 3A

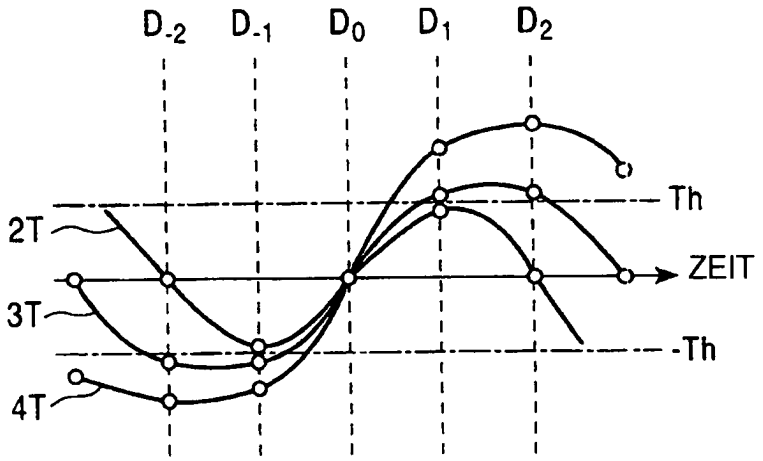


FIG. 3B

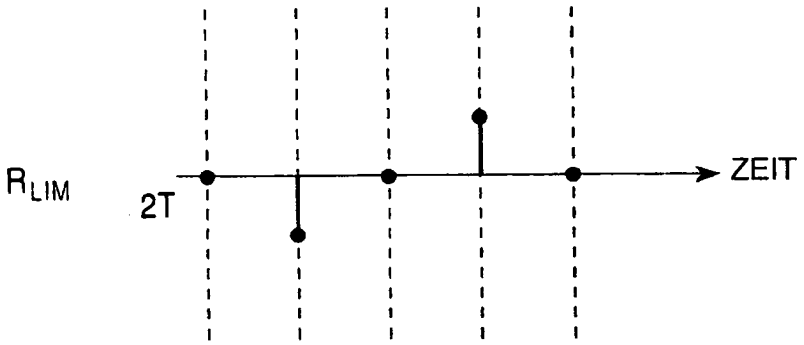


FIG. 3C

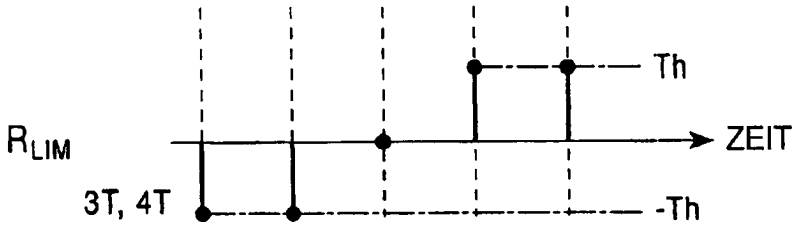


FIG. 4

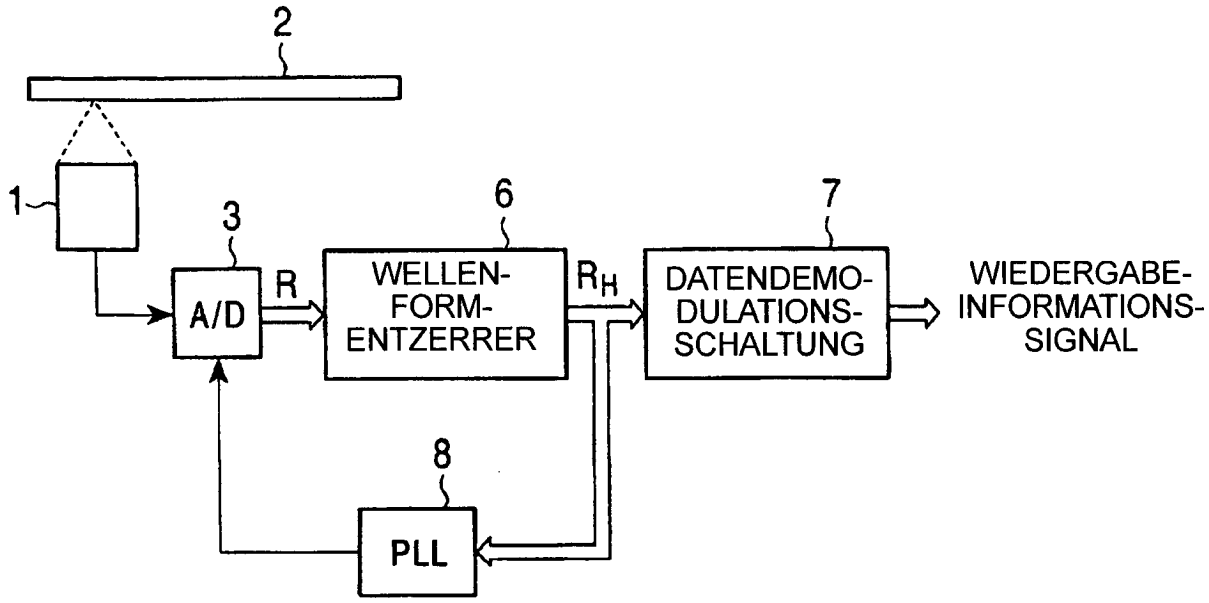

2
1
3
6
7
A/D
R
WELLEN-
FORM-
ENTZERRER
R_H
DATENDEMO-
DULATIONS-
SCHALTUNG
WIEDERGABE-
INFORMATIONS-
SIGNAL
8
PLL

FIG. 5

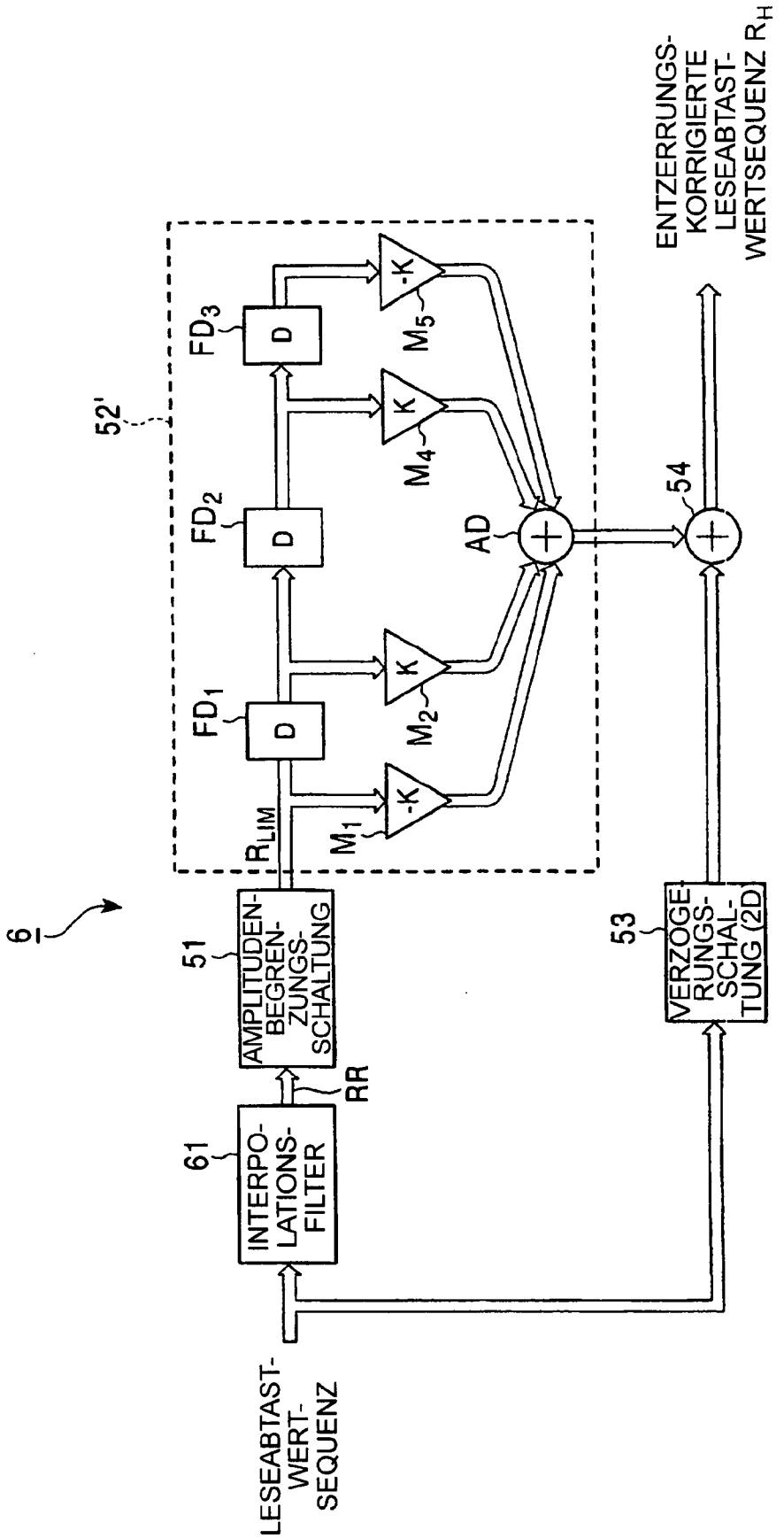

6
LESEABTAST-WERT-SEQUENZ
61
INTERPO-LATIONS-FILTER
RR
51
AMPLITUDEN-BEGREN-ZUNGS-SCHALTUNG
R_{LIM}
52'
FD_1
FD_2
FD_3
D
D
D
M_1
M_2
M_4
M_5
-K
K
K
-K
AD
54
ENTZERRUNGS-KORRIGIERTE LESEABTAST-WERTSEQUENZ R_H
53
VERZÖGE-RUNGS-SCHAL-TUNG (2D

FIG. 6A

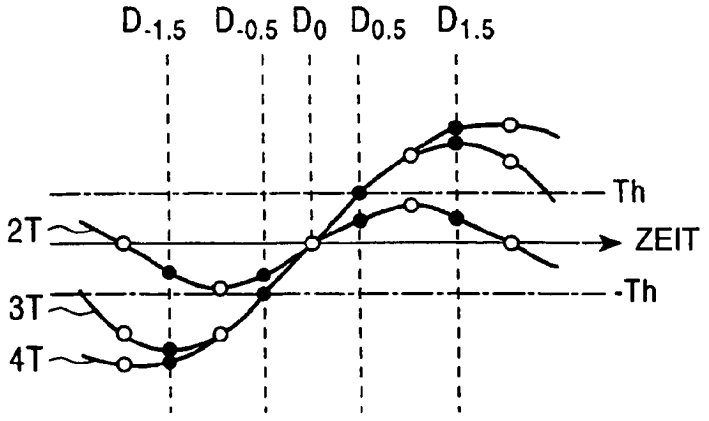


FIG. 6B

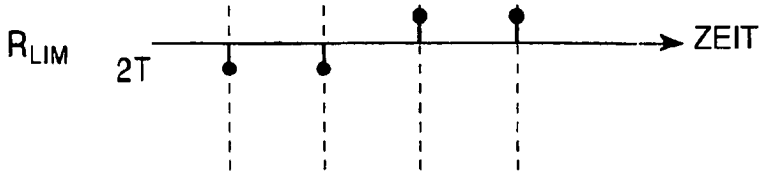


FIG. 6C

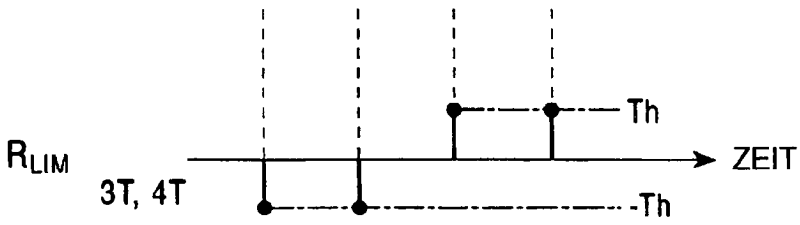


FIG. 7

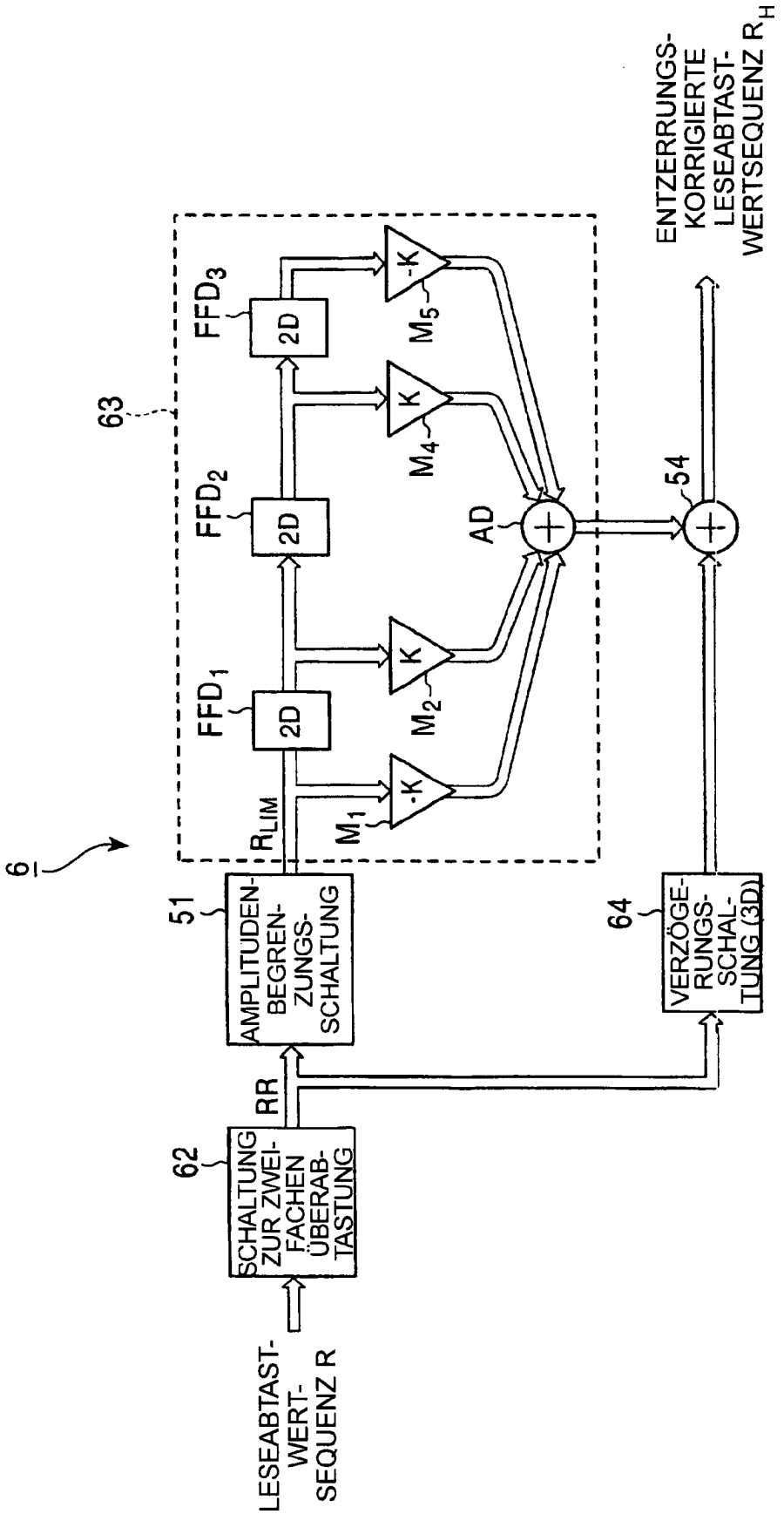

6
63
FFD3
FFD2
FFD1
2D
2D
2D
-K
K
K
-K
M5
M4
M2
M1
RLIM
AD
54
ENTZERRUNGS-KORRIGIERTE LESEABTAST-WERTSEQUENZ RH
51
AMPLITUDEN-BEGREN-ZUNGS-SCHALTUNG
64
VERZÖGE-RUNGS-SCHAL-TUNG (3D)
62
SCHALTUNG ZUR ZWEI-FACHEN ÜBERAB-TASTUNG
RR
LESEABTAST-WERT-SEQUENZ R

FIG. 8A

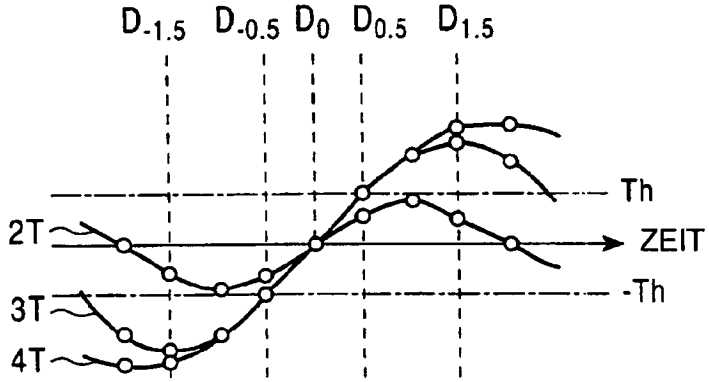


FIG. 8B

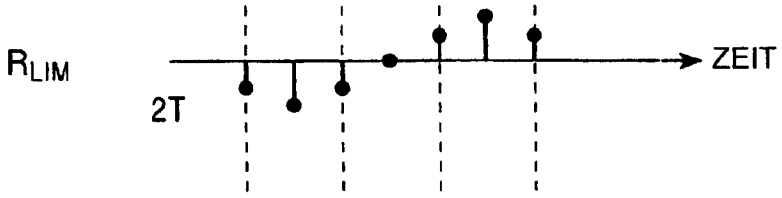


FIG. 8C

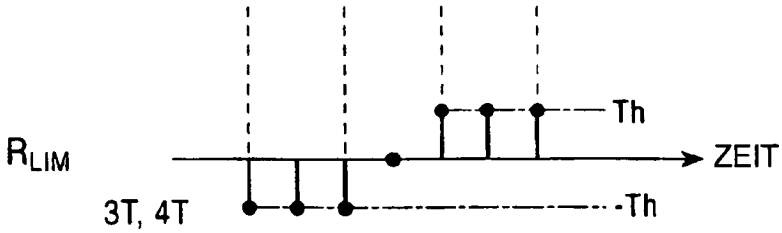


FIG. 9

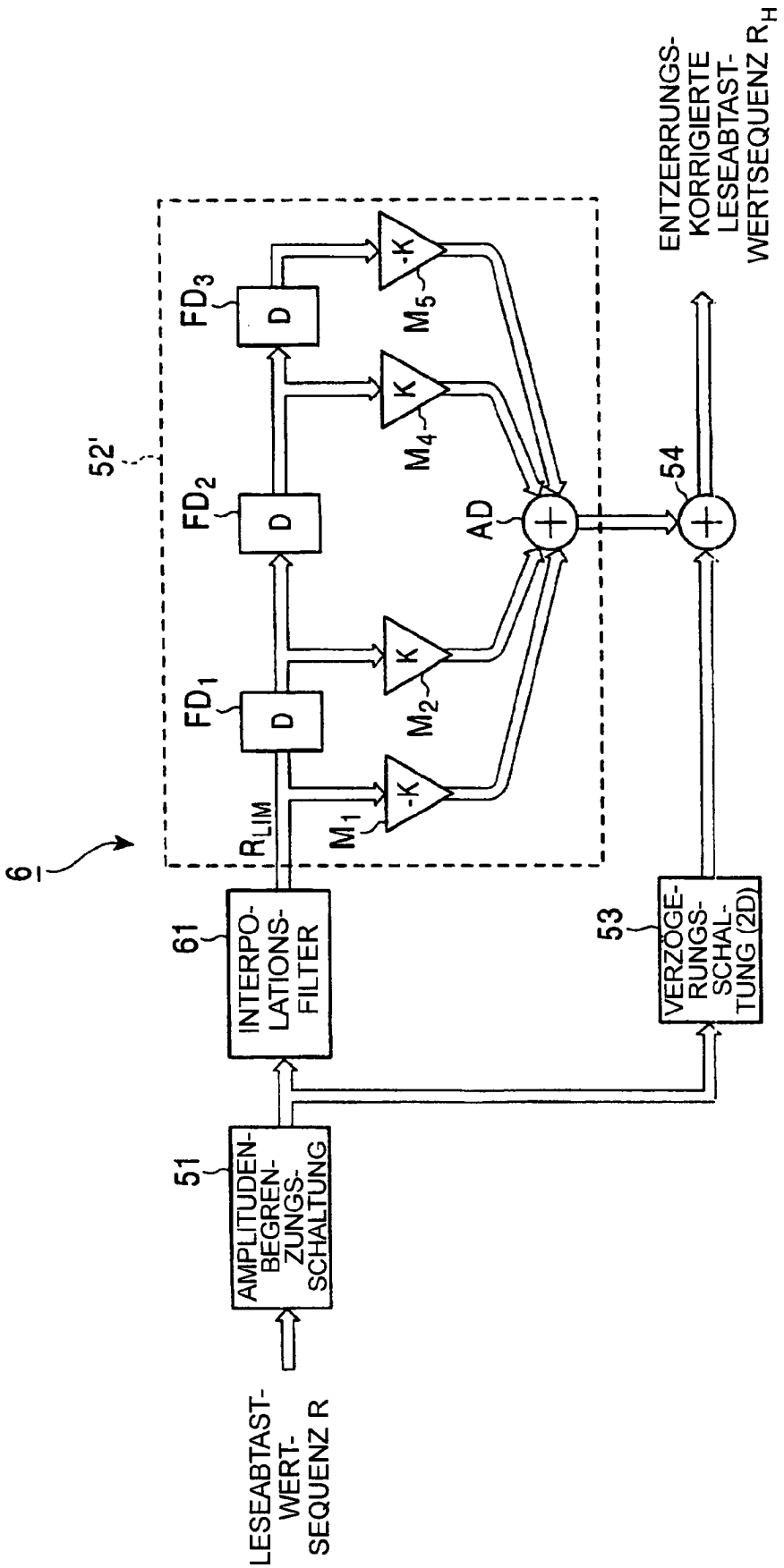

LESEABTAST-WERT-SEQUENZ R
51
AMPLITUDEN-BEGREN-ZUNGS-SCHALTUNG
61
INTERPO-LATIONS-FILTER
6
52'
R_{LIM}
FD_1
FD_2
FD_3
D
M_1
M_2
M_4
M_5
-K
K
AD
54
53
VERZÖGE-RUNGS-SCHAL-TUNG (2D)
ENTZERRUNGS-KORRIGIERTE LESEABTAST-WERTSEQUENZ R_H

FIG. 10

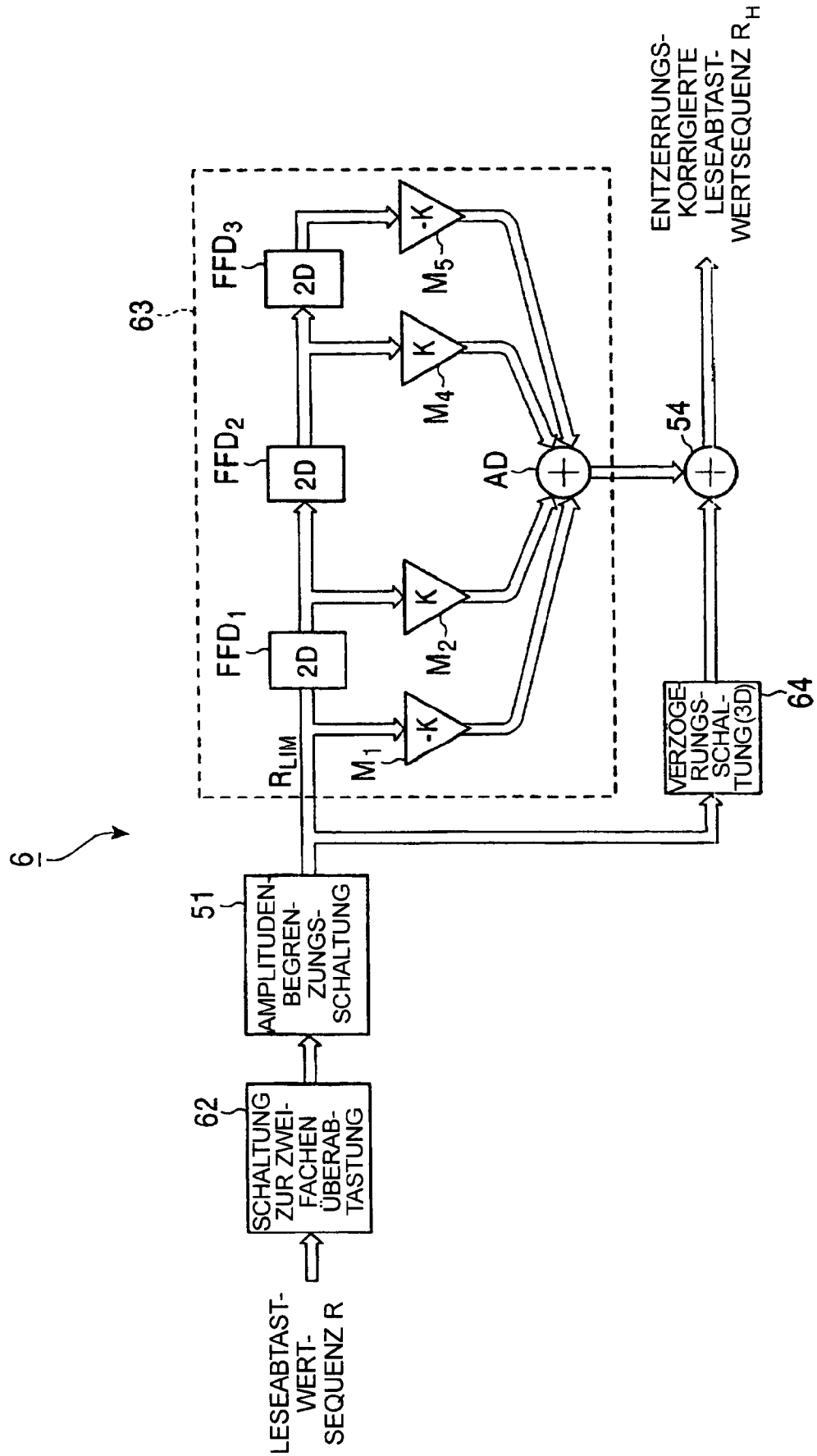

6
LESEABTAST-WERT-SEQUENZ R
62
SCHALTUNG ZUR ZWEI-FACHEN ÜBERAB-TASTUNG
51
AMPLITUDEN BEGREN-ZUNGS-SCHALTUNG
63
FFD1
FFD2
FFD3
2D
2D
2D
RLIM
M1
M2
M4
M5
-K
K
K
-K
AD
54
ENTZERRUNGS-KORRIGIERTE LESEABTAST-WERTSEQUENZ RH
VERZÖGE-RUNGS-SCHAL-TUNG (3D)
64

FIG. 11

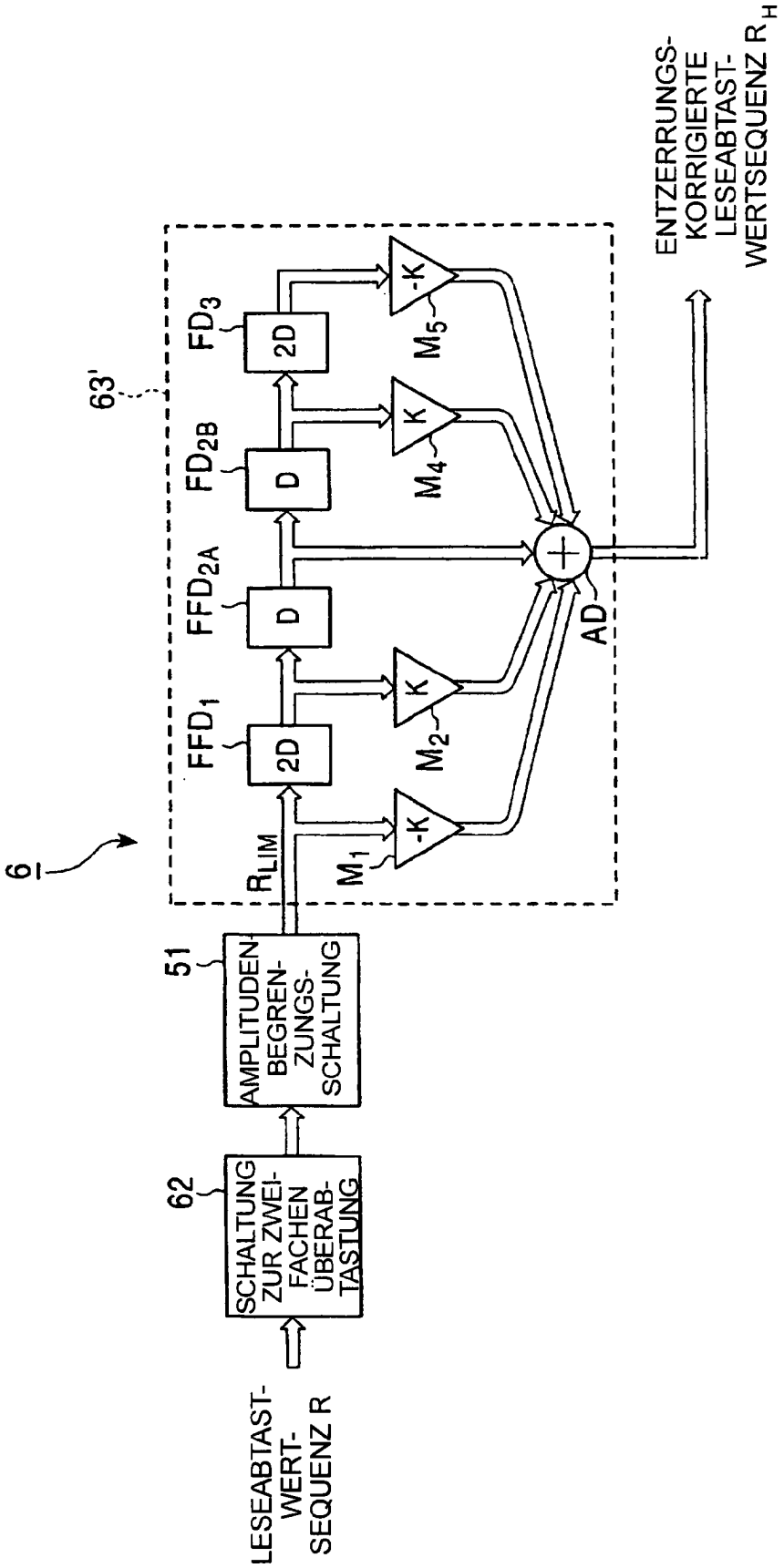

LESEABTAST-WERT-SEQUENZ R
62
SCHALTUNG ZUR ZWEI-FACHEN ÜBERAB-TASTUNG
51
AMPLITUDEN-BEGREN-ZUNGS-SCHALTUNG
6
63'
R_{LIM}
FFD_1
2D
FFD_{2A}
D
FD_{2B}
D
FD_3
2D
M_1
-K
M_2
K
M_4
K
M_5
-K
AD
ENTZERRUNGS-KORRIGIERTE LESEABTAST-WERTSEQUENZ R_H

FIG. 12

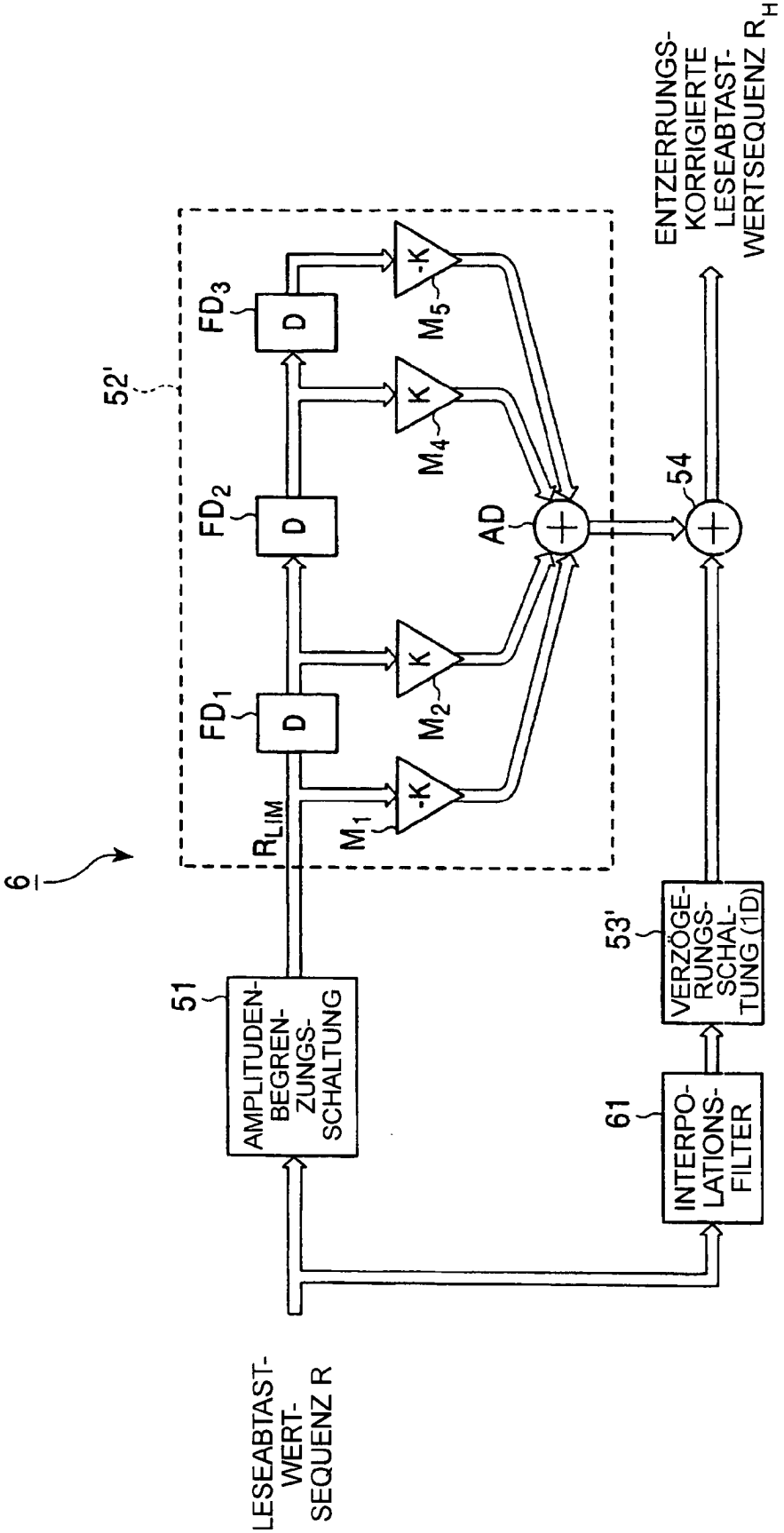
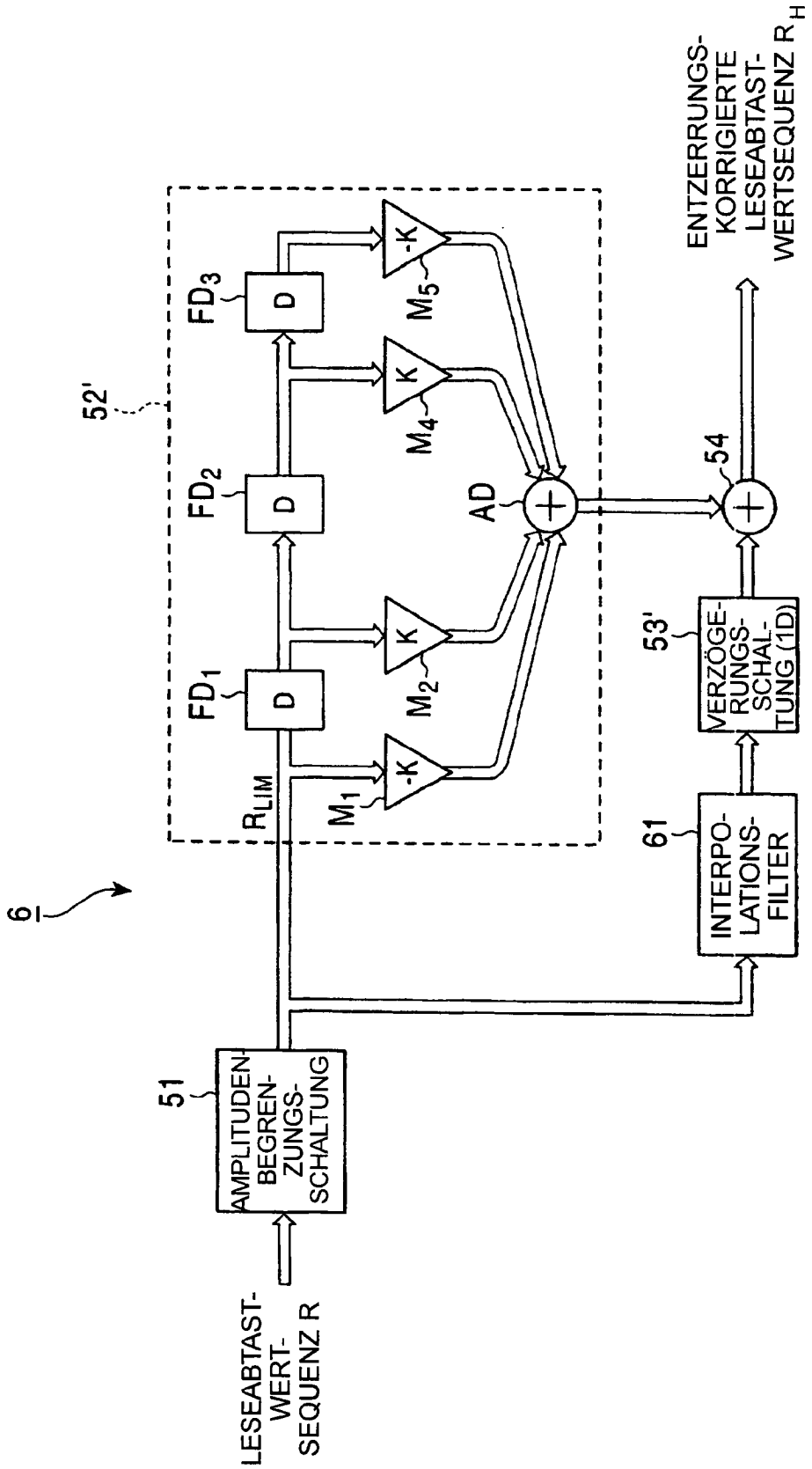

6
52'
51
AMPLITUDEN-BEGREN-ZUNGS-SCHALTUNG
R_{LIM}
FD_1
FD_2
FD_3
D
D
D
-K
K
K
-K
M_1
M_2
M_4
M_5
AD
54
ENTZERRUNGS-KORRIGIERTE LESEABTAST-WERTSEQUENZ R_H
53'
VERZÖGE-RUNGS-SCHAL-TUNG (1D)
61
INTERPO-LATIONS-FILTER
LESEABTAST-WERT-SEQUENZ R

FIG. 13


6
52'
51
AMPLITUDEN-BEGREN-ZUNGS-SCHALTUNG
LESEABTAST-WERT-SEQUENZ R
R_{LIM}
FD_1
FD_2
FD_3
D
D
D
M_1
M_2
M_4
M_5
-K
K
K
-K
AD
54
ENTZERRUNGS-KORRIGIERTE LESEABTAST-WERTSEQUENZ R_H
53'
VERZÖGE-RUNGS-SCHAL-TUNG (1D)
61
INTERPO-LATIONS-FILTER