



(10) DE 10 2010 026 442 B4 2019.12.05

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2010 026 442.3
(22) Anmelddatum: 08.07.2010
(43) Offenlegungstag: 10.03.2011
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 05.12.2019

(51) Int Cl.: H04J 11/00 (2006.01)
H04B 1/715 (2011.01)
H04L 27/01 (2006.01)
H04J 1/12 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität: 2009-197865	28.08.2009	JP
(73) Patentinhaber: MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION, Tokyo, JP		
(74) Vertreter: HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte PartmbB, 81925 München, DE		
(72) Erfinder: Shimbo, Daisuke, Tokio, JP; Maeda, Naotsushi, Tokio, JP		

(56) Ermittelter Stand der Technik:
US 2008 / 0 101 488 A1
US 2009 / 0 059 781 A1
WO 2006/ 111 843 A1

SCHNITER, P., u.a.: Low-Complexity Detection of OFDM in Doubly-Dispersive Channels. In: 36th Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, Vol. 2, 2002, Seite 1799 – 1803

(54) Bezeichnung: **Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsmeßvorrichtung und Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren**

(57) Hauptanspruch: Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsmeßvorrichtung, die ein valide Daten und bekannte Daten enthaltendes Empfangssignal (RS) empfängt und eine im Empfangssignal enthaltene Zwischenträgerinterferenzkomponente unterdrückt, wobei die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsmeßvorrichtung umfasst:

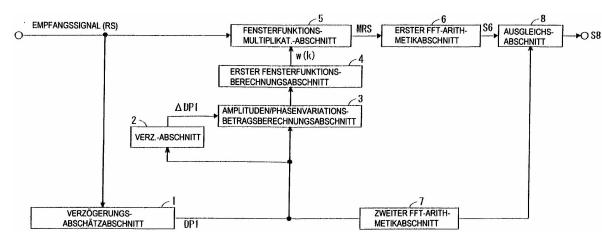
multipliziert, um ein multipliziertes Empfangssignal zu erhalten.

einen Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt (1), der ein zumindest eine kommende Welle enthaltendes Verzögerungsprofil abschätzt, basierend auf dem Empfangssignal, wobei die zumindest eine kommende Welle eine Hauptwelle und, wenn es zumindest eine hinter der Hauptwelle kommende verzögerte Welle gibt, die zumindest eine verzögerte Welle beinhaltet;

einen Amplituden/Phasenvariationsbetrag-Erfassungsabschnitt (2, 3), der den Variationsbetrag mit der Zeit einer Amplitude und einer Phase einer kommenden Welle erhält, für welche eine Berechnung durchzuführen ist, aus der zumindest einen kommenden Welle, basierend auf dem Verzögerungsprofil;

einen Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt (4), der eine Fensterfunktion, basierend auf dem Variationsbetrag mit der Zeit der Amplitude und der Phase der kommenden Welle, für welche die Berechnung durchzuführen ist, berechnet; und

einen Fensterfunktions-Multiplikationsabschnitt (5), der die validen Daten im Empfangssignal mit der Fensterfunktion



Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs Vorrichtung und ein Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren, das in einem Empfangssignal, wie etwa einem OFDM (Orthogonales Frequenzteiler-Multiplex)-Signal enthaltene Zwischenträgerinterferenz entfernt.

Beschreibung verwandten Stands der Technik

[0002] OFDM ist ein Multiträgerübertragungssystem, das Informationen durch Führen von Signalen auf einer Mehrzahl von orthogonalen Schmalbandunterträgern sendet und wird bei vielen Kommunikationssystemen eingesetzt, wie etwa digitaler Funkkommunikation und terrestrischem digitalen Rundfunk, weil OFDM eine hohe Effizienz der Frequenzverwendung bereitstellt und gute Empfangsleistung in einer Multipfadumgebung ausübt, in der eine Mehrzahl von Reflektionswellen empfangen werden.

[0003] Andererseits gibt es das Problem, dass, wenn ein OFDM-Signal durch eine Mobileinheit empfangen wird, Sendepfad-Charakteristika mit der Zeit variieren und daher Zwischenträgerinterferenz auftritt.

[0004] Beispielsweise ist ein Verfahren zum Unterdrücken von in einem OFDM-Signal enthaltenem Zwischenträgerinterferenz mittels einer Fensterfunktion in Philip Schniter, Siddharth D'Silva, „Low-complexity Detection of OFDM in Doubly-Dispersive Channels“, Konferenzauftzeichnung der 36. Asilomar-Konferenz zu Signalen, Systemen und Computern, 2002, Bd. 2, Seite 1799-1803, offenbart. Allgemein, wenn ein Empfangssignal, das ein OFDM-Signal ist, demoduliert wird, wird ein im Empfangssignal enthaltener valider Symbolteil mit einer Fensterfunktion mit einer Rechteckwelle multipliziert und dann wird ein resultierendes Signal in eine Frequenzdomäne umgewandelt, wodurch ein durch jeden Unterträger übertragenes Sendesignal wiederhergestellt wird. Wenn jedoch mit der Zeit die Sendepfad-Charakteristika variieren, tritt Interferenz zwischen Unterträgern auf und daher kann ein Originalsignal nicht akkurat wiederhergestellt werden. Somit wird im in „Low-complexity Detection of OFDM in Doubly-Dispersive Channels“ offenbarten Verfahren eine Fensterfunktion, welche die Größenordnung einer im Empfangssignal enthaltenen Zeitvariationskomponente reduziert, berechnet und der valide Symbolteil, der im Empfangssignal enthalten ist, wird durch die Fensterfunktion multipliziert und dann wird ein resultierendes Signal in eine Frequenzdomäne konvertiert. Als Ergebnis wird eine Zwischenträgerinterferenzkomponente, welche durch die Zeitvariationskomponente eines Sendepfads verursacht wird, unterdrückt, was es einem Sendesignal ermöglicht, genau wiederhergestellt zu werden.

[0005] Wenn jedoch das in „Low-complexity Detection of OFDM in Doubly-Dispersive Channels“ offenbarte Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren auf terrestrische digitale Rundfunkausstrahlungen in Japan, Europa, China und dergleichen angewendet wird, tritt das Problem auf, dass die Kalkulationsmenge anwächst, weil die Berechnung einer Fensterfunktion eine Notwendigkeit zur Multiplikation einer 1.000.000 oder mehr Elemente enthaltenden Matrix und zur Ableitung eines Eigenvektors involviert.

[0006] WO 2006/ 111 843 A1 beschreibt ein Verfahren, Zwischenträgerinterferenzen eines orthogonalen Frequenzmultiplexsignals zu verringern. Es wird dazu vorgeschlagen, einen Selbstinterferenzterm bezüglich der Zwischenträgerinterferenz zu berechnen, welcher eine Abschätzung von den empfangenen Daten ist, gewichtet durch eine Änderung, verursacht durch den Kanal des Trägers des Signals. Durch Einstellen des Selbstinterferenzterms wird die Zwischenträgerinterferenz abgeschätzt und von dem Signal subtrahiert.

[0007] US 2009 / 0 059 781 A1 offenbart eine Vorrichtung, die in der Lage ist, Zwischenträgerinterferenz zu minimieren. Es wird darin vorgeschlagen, eine Fensterfunktion zu bestimmen und diese mit einer jeweiligen Kanalantwort betreffend das jeweilige Symbol zu multiplizieren, so dass das Resultat einen Abschnitt enthält, entsprechend einer von Zwischenträgerinterferenz freien Region.

[0008] In US 2008 / 0 101 488 A1 wird ein Empfänger eines OFDM-Systems beschrieben, in dem auf Basis einer Schätzung einer Verzögerungsspanne eine nachfolgende Phasen- und Amplitudenschätzung durchgeführt wird.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverrichtung und ein Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren bereitzustellen, die Zwischenträgerinterferenz unterdrücken können, welche durch Übertragungspfad-Charakteristika-Variation mit der Zeit verursacht sind, während der Kalkulationsmenge klein gehalten wird.

[0010] Eine Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverrichtung, die ein valide Daten und bekannte Daten enthaltendes Empfangssignal empfängt und eine im Empfangssignal enthaltene Zwischenträgerinterferenzkomponente unterdrückt. Die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverrichtung enthält einen Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt, einen Amplituden/Phasenvariationsmengen-Erfassungsabschnitt, einen Fensterfunktion-Berechnungsabschnitt und einen Fensterfunktions-Multiplikationsabschnitt.

[0011] Der Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt schätzt ein zumindest eine kommende Welle enthaltendes Verzögerungsprofil ab, basierend auf dem Empfangssignal. Die zumindest eine kommende Welle beinhaltet eine Hauptwelle und, wenn es zumindest eine hinter der Hauptwelle kommende verzögerte Welle gibt, die zumindest eine verzögerte Welle.

[0012] Der Amplituden/Phasenvariationsbetrag-Erfassungsabschnitt erhält den Variationsbetrag mit der Zeit einer Amplitude und einer Phase einer kommenden Welle, für welche eine Kalkulation durchzuführen ist, aus der zumindest einen kommenden Welle, basierend auf dem Verzögerungsprofil.

[0013] Der Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt berechnet eine Fensterfunktion, basierend auf dem Variationsbetrag mit der Zeit der Amplitude und der Phase der kommenden Welle, für welche Kalkulation durchzuführen ist.

[0014] Der Fensterfunktions-Multiplikationsabschnitt multipliziert die validen Daten im Empfangssignal mit der Fensterfunktion, um ein multipliziertes Empfangssignal zu erhalten.

[0015] Die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung übt den Effekt aus, dass im Empfangssignal enthaltene Zwischenträgerinterferenz mit einer kleineren Kalkulationsmenge entfernt werden kann als bei einem konventionellen Verfahren, indem die Fensterfunktion basierend auf dem Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt erhalten wird, der den Variationsbetrag mit der Zeit der Amplitude und der Phase erhält.

[0016] Ein Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren, das ein valide Daten und bekannte Daten enthaltendes Empfangssignal empfängt und die im Empfangssignal enthaltene Zwischenträgerinterferenzkomponente unterdrückt. Das Verfahren enthält die folgenden Schritte (a) bis (d).

[0017] Im Schritt (a) wird ein zumindest eine kommende Welle enthaltendes Verzögerungsprofil basierend auf dem Empfangssignal abgeschätzt. Die zumindest eine kommende Welle enthält eine Hauptwelle und, wenn es zumindest eine hinter der Hauptwelle kommende verzögerte Welle gibt, die zumindest eine verzögerte Welle.

[0018] Im Schritt (b) wird der Variationsbetrag mit der Zeit einer Amplitude und einer Phase einer kommenden Welle, für welche Kalkulation durchzuführen ist, aus der zumindest einen kommenden Welle, basierend auf dem Verzögerungsprofil erhalten.

[0019] Im Schritt (c) wird eine Fensterfunktion basierend auf dem Variationsbetrag mit der Zeit von Amplitude und Phase berechnet.

[0020] Im Schritt (d) werden die validen Daten im Empfangssignal mit der Fensterfunktion multipliziert, um ein multipliziertes Empfangssignal zu erhalten.

[0021] Das Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung übt den Effekt aus, dass eine im Empfangssignal enthaltene Zwischenträgerinterferenz mit einem kleineren Berechnungsbetrag als bei einem konventionellen Verfahren entfernt werden kann, indem die Fensterfunktion basierend auf dem Variationsbetrag mit der Zeit der Amplitude und der Phase jeder kommenden Welle, für welche Berechnung im vorerwähnten Schritt (c) durchzuführen ist, erhalten wird.

[0022] Diese und andere Aufgaben, Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung der vorliegenden Erfindung bei Betrachtung zusammen mit den beigefügten Zeichnungen ersichtlicher werden.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration einer Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsrichtung gemäß bevorzugter Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 2 ist ein erläuterndes Diagramm, das schematisch eine erste beispielhafte Konfiguration eines Empfangssignals zeigt.

Fig. 3 ist ein erläuterndes Diagramm, das schematisch eine zweite beispielhafte Konfiguration des Empfangssignals zeigt.

Fig. 4A und **Fig. 4B** sind erläuternde Diagramme, welche schematisch eine Abschätzung (erhalten ein Verzögerungsprofil, basierend auf einer PN-Sequenz) zeigen, die durch einen in **Fig. 1** gezeigten Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt bereitgestellt wird.

Fig. 5A und **Fig. 5B** sind erläuternde Diagramme, welche schematisch eine Abschätzung (erhalten ein Verzögerungsprofil, basierend auf einem Pilotträger) zeigen, die durch den in **Fig. 1** gezeigten Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt bereitgestellt wird.

Fig. 6 ist ein erläuterndes Diagramm, das einen durch einen in **Fig. 1** gezeigten Amplituden/Phasenvariationsbetrags-Berechnungsabschnitt durchgeführten beispielhaften Prozess im Falle eines Zweiwellenmodell-Übertragungspfads zeigt.

Fig. 7 ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration einer Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 8 ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration einer Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 9A und **Fig. 9B** sind erläuternde Diagramme, die beide Inhalte eines durch einen in **Fig. 8** gezeigten, verzögerten Wellenauswahlabschnitt durchgeführten verzögerten Wellenauswahlprozesses zeigen.

Fig. 10 ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration einer Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsrichtung gemäß bevorzugter Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 11A und **Fig. 11B** sind Wellenformdiagramme zur Erläuterung einer Zwischenträgerinterferenz, die ein von der vorliegenden Erfindung zu lösendes Problem ist.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

<Frühere Technik>

[0023] **Fig. 11A** und **Fig. 11B** sind Wellenformdiagramme zur Erläuterung von Zwischenträgerinterferenz, die ein durch die vorliegende Erfindung zu lösendes Problem ist. Wie in **Fig. 11A** gezeigt, wenn Übertragungspfad-Charakteristika nicht über die Zeit variieren, schneiden Unterträger **SC1** und **SC2** einander bei der Amplitude von „0“ mit Unterträger-Intervallen f_c . Entsprechend beeinflussen die angrenzenden Träger **SC1** und **SC2** einander nicht.

[0024] Wenn andererseits die Übertragungspfad-Charakteristika mit der Zeit variieren, d.h. wenn tatsächliche Unterträger **SC11** und **SC21** gegenüber idealen Unterträgern **SC10** bzw. **SC20** verschoben sind, aufgrund von Dopplerfrequenzen **DF1** und **DF2**, wie in **Fig. 11B** gezeigt, tritt Zwischenträgerinterferenz **CI1** und **CI2** zwischen Unterträger **SC11** und **SC21** auf. Daher tritt Interferenz zwischen den angrenzenden Unterträgern **SC11** und **SC21** auf. Die vorliegende Erfindung zielt auf die Unterdrückung der Zwischenträgerinterferenz mit einer kleinen Kalkulationsmenge.

<Bevorzugte Ausführungsform 1>

(Prinzip)

[0025] Zuerst wird das Prinzip dieser bevorzugten Ausführungsform unter Verwendung mathematischer Formeln beschrieben.

[0026] Wenn Signale $S(n)$ ($n = 0, 1, \dots, N-1$) auf N Unterträgern übertragen werden, wird ein valides Symbol durch ein inverses diskretes Fourier-Transformationsergebnis $s(k)$ ausgedrückt. Wenn das valide Symbol über einen Übertragungspfad mit einem Verzögerungsprofil $h(l;k)$ empfangen wird, kann ein Empfangssignal durch die nachfolgende Formel (1) ausgedrückt werden.

$$r(k) = \sum_{l=0}^{L-1} h(l;k) s(k - l) \quad (1)$$

[0027] Hier repräsentiert $h(l;k)$ ein Verzögerungsprofil des Übertragungspfades zur Zeit k , und $(L-1)$ repräsentiert die maximale Verzögerungszeit. Wenn die Anzahl von Pfaden P ist, kann das Verzögerungsprofil und das Empfangssignal durch die nachfolgenden Formeln (2) bzw. (3) ausgedrückt werden:

$$h(l;k) = \sum_{p=0}^{P-1} \alpha_p \beta_p(k) \exp[j(\theta_p + \phi_p(k))] \delta(l - \tau_p) \quad (2)$$

$$r(k) = \sum_{p=0}^{P-1} \beta_p(k) \exp(j\phi_p(k)) \cdot \alpha_p \exp(j\theta_p) s(k - \tau_p) \quad (3)$$

[0028] Hier repräsentieren α_p , θ_p und τ_p eine Amplitude, eine Phase bzw. eine Verzögerungszeit einer p -ten verzögerten Welle. $\beta_p(k)$ und $\phi_p(k)$ repräsentieren einer Zeitvariationskomponente der Amplitude der p -ten verzögerten Welle bzw. einer Zeitvariationskomponente der Phase der p -ten verzögerten Welle. In einem Fall eines Übertragungspfads, der mit der Zeit nicht variiert, ist der Ausdruck (4), der ein Teil der Formel (3) und durch die nachfolgende Formel (4) repräsentiert ist, eine Konstante. In diesem Fall tritt keine Zwischenträgerinterferenz auf. Wenn die Übergangspfad-Charakteristika mit der Zeit variieren, variiert der Ausdruck (4) mit der Zeit und daher tritt Zwischenträgerinterferenz auf. Somit wird in der vorliegenden Erfindung das Empfangssignal mit einer Fensterfunktion $w(k)$ multipliziert, wie in Formel (5) gezeigt, um dadurch den Wert des Ausdrucks (4) zu reduzieren, der eine im Empfangssignal enthaltene Zeitvariationskomponente ist. Nachfolgend können allgemein eine Hauptwelle (die 0-te verzögerte Welle) und die ersten bis p -ten verzögerten Wellen allgemein als „kommende Wellen“ bezeichnet werden.

$$\beta_p(k) \exp(j\phi_p(k)) \quad (4)$$

$$w(k) r(k) = \sum_{p=0}^{P-1} w(k) \beta_p(k) \exp(j\phi_p(k)) \cdot \alpha_p \exp(j\theta_p) s(k - \tau_p) \quad (5)$$

[0029] In der vorliegenden Erfindung wird die Fensterfunktion $w(k)$ so gesetzt, dass der Ausdruck (6), der ein Teil der Formel (5) und durch die nachfolgende Formel (6) repräsentiert ist, sich einer Konstanten annähert. Somit wird die Fensterfunktion $w(k)$ wie in Formel (7) gezeigt ausgedrückt, und ein in der folgenden Formel (8) gezeigte Evaluierungsfunktion $J1$ wird unter Verwendung einer Amplitude $y(k)$ und einer Phase $\psi(k)$ der Fensterfunktion $w(k)$ definiert.

$$w(k) \beta_p(k) \exp(j\phi_p(k)) \quad (p = 0, 1, \dots, P-1) \quad (6)$$

$$w(k) = \gamma(k) \exp(j\psi(k)) \quad (7)$$

$$J1(\gamma(k), \psi(k)) = \sum_{p=0}^{P-1} |\gamma(k) \beta_p(k) \exp[j(\psi(k) + \phi_p(k))] - 1|^2 \quad (8)$$

[0030] Die in Formel (8) gezeigte Evaluierungsfunktion $J1$ repräsentiert die Größe der Zeitvariationskomponente, die verbleibt, nachdem das Empfangssignal mit der Fensterfunktion $w(k)$ multipliziert ist. Durch Multiplizieren des Empfangssignals mit der Fensterfunktion $w(k)$, welche die Evaluierungsfunktion $J1$ minimiert, kann die Größenordnung der Zeitvariationskomponente des Übertragungspfads, die im Empfangssignal enthalten

ist, reduziert werden. Durch Lösen der in der nachfolgenden Formel (9) gezeigten simultanen Gleichungen werden die Amplitude $\mathbf{y}(\mathbf{k})$ und die Phase $\psi(\mathbf{k})$ der Fensterfunktion, welche die Evaluierungsfunktion **J1** minimiert, wie in den nachfolgenden Formeln (10) und (11) gezeigt, erhalten.

$$\frac{\partial}{\partial \gamma} j(\gamma, \psi) = 0, \frac{\partial}{\partial \psi} j(\gamma, \psi) = 0 \quad (9)$$

$$\psi(\mathbf{k}) = \alpha \cdot \tan \left[-\frac{\sum_{p=0}^{P-1} \beta_p(k) \sin(\phi_p(k))}{\sum_{p=0}^{P-1} \beta_p(k) \cos(\phi_p(k))} \right] \quad (10)$$

$$\gamma(\mathbf{k}) = \frac{\sum_{p=0}^{P-1} \beta_p(k) \cos(\phi_p(k) + \psi(k))}{\sum_{p=0}^{P-1} \beta_p^2(k)} \quad (11)$$

[0031] Nachfolgend wird die Berechnung der Fensterfunktion $w(\mathbf{k})$, die durch die Formeln (10) und (11) ausgedrückt ist, und eine tatsächliche Konfiguration der bevorzugten Ausführungsform 1 für die Entfernung von Zwischenträgerinterferenz beschrieben werden.

(Konfiguration)

[0032] **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration einer Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0033] Wie in **Fig. 1** gezeigt, wird eine Empfangssignal **RS**, das ein OFDM-Signal ist, einem Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt **1** und einem Fensterfunktions-Multiplikationsabschnitt **5** gegeben. Der Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt **1** schätzt ein Verzögerungsprofil des Übertragungspfads ab, basierend auf einem im Empfangssignal **RS** enthaltenen bekannten Signal und erhält ein Verzögerungsprofil **DP1**, welches ein Ergebnis der Abschätzung ist.

[0034] Der Verzögerungsabschnitt **2** verzögert das Verzögerungsprofil **DP1** um einen vorbestimmten Zeitraum und gibt ein Verzögerungssignal **ΔDP1** aus. Ein Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt **3** vergleicht das Verzögerungsprofil **DP1** mit dem Verzögerungssignal **ΔDP1** und berechnet den Variationsbetrag mit der Zeit der Amplitude und der Phase jeder kommenden Welle (der Hauptwelle und den verzögerten Wellen). Der Verzögerungsabschnitt **2** und der Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt **3** fungieren als ein Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Erfassungsabschnitt, der den Variationsbetrag mit der Zeit von Amplitude und Phase für alle aus dem Verzögerungsprofil **DP1** erhaltenen kommenden Wellen erhält, basierend auf dem Verzögerungsprofil **DP1** und dem Verzögerungssignal **ΔDP1**. Das heißt, eine kommende Welle, für welche die Berechnung durch den Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt **3** durchzuführen ist, enthält alle einer oder mehrerer kommender Wellen, die aus dem Verzögerungsprofil **DP1** erhalten werden.

[0035] Ein erster Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **4** berechnet die Fensterfunktion **w(k)** basierend auf dem Variationsbetrag mit der Zeit der Amplitude und der Phase, der für jede kommende Welle berechnet worden ist.

[0036] Der Fensterfunktions-Multiplikationsabschnitt **5** multipliziert einen validen Symbolteil (valide Daten), der im Empfangssignal **RS** enthalten ist, mit der aus dem ersten Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **4** ausgegebenen Fensterfunktion **w(k)** und gibt ein multipliziertes Empfangssignal **MRS** aus.

[0037] Ein erster FFT-Arithmetikabschnitt **6** wandelt das multiplizierte Empfangssignal **MRS** in eine Frequenzdomäne um, um ein (Unter-)Trägersignal **S6** (Frequenzdomänensignal) zu erhalten. Ein zweiter FFT-Arithmetikabschnitt **7** wandelt das Verzögerungsprofil **DP1** in eine Frequenzdomäne um, um ein Frequenzdomänen-Verzögerungsprofil zu erhalten. Ein Ausgleichsabschnitt **8** korrigiert die Verzerrung des aus dem ersten FFT-

Arithmetikabschnitt **6** ausgegebenen Trägersignals **S6**, basierend auf dem aus dem zweiten FFT-Arithmetikabschnitt **7** ausgegebenen Frequenzdomänen-Verzögerungsprofil, um ein korrigiertes Trägersignal **S8** zu erhalten.

[0038] **Fig. 2** ist ein erläuterndes Diagramm, das schematisch eine erste beispielhafte Konfiguration des Empfangssignals **RS** zeigt. Wie in **Fig. 2** gezeigt, enthält das Empfangssignal **RS** eine Mehrzahl valider Symbolteile **VS** (valide Daten) und PN-Sequenzteile **PN** (bekannte Daten), die vor den entsprechenden validen Symbolteilen **VS** platziert sind. Eine Einheit des validen Symbolteils **VS** und des PN-Sequenzteils **PN**, die vor dem validen Symbolteil **VS** platziert sind, bilden eine Einheit eines Übertragungssymbols **DS**. Das Empfangssignal **RS** ist ein Signal, das in der Übertragungseinheit das Übertragungssymbol **DS** ist.

[0039] **Fig. 3** ist ein erläuterndes Diagramm, das schematisch eine zweite beispielhafte Konfiguration des Empfangssignals **RS** zeigt. Wie in **Fig. 3** gezeigt, ist das Empfangssignal **RS** ein Signal, das durch Allozieren einer Mehrzahl von vorbestimmten Trägern aus für die Übertragung von Sendedaten verwendeten Trägern, die durch Kreise angezeigt sind, zu bekannten Pilotträgern (**SP** (Gestreuter Pilot) und **CP** (Kontinuierlicher Pilot)) und dann durch Durchführen von Frequenzmultiplexen erhalten wird. Das heißt, in **Fig. 3** zeigen die schraffierte Zirkel und die schwarzen Zirkel die Pilotträger **CP** bzw. **SP** (bekannte Daten) und zeigen weiße Kreise die Träger (valide Daten) an, welche die Sendedaten übertragen.

[0040] In der Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsrichtung gemäß der Ausführungsform **1** wird das in **Fig. 2** oder **Fig. 3** gezeigte Empfangssignal **RS** als das Empfangssignal **RS** empfangen. Anders ausgedrückt, wird das die validen Daten (den validen Symbolteil **VS**, die Träger, welche die Sendedaten übertragen) und die bekannten Daten (der PN-Sequenzteil **PN**, die Pilotträger **SP** und **CP**) enthaltende Empfangssignal **RS** empfangen.

[0041] Der in **Fig. 1** gezeigte Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt **1** schätzt das Verzögerungsprofil basierend auf dem bekannten Signal (bekannte Daten) ab. Verschiedene Verfahren zum Abschätzen des Verzögerungsprofils werden angenommen, abhängig davon, ob das bekannte Signal die PN-Sequenz (siehe **Fig. 2**) oder der Pilotträger (siehe **Fig. 3**) ist. Nachfolgend wird das Abschätzverfahren in jedem Fall beschrieben.

[0042] Zuerst wird ein Verfahren zum Abschätzen des Verzögerungsprofils **DP1** basierend auf der PN-Sequenz (PN Sequenzteil **PN**) beschrieben. Im Allgemeinen ist die PN-Sequenz für scharfe Korrelations-Charakteristika bekannt. Der Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt **1** schätzt das Verzögerungsprofil des Übertragungspfades unter Verwendung der Korrelations-Charakteristika ab. Spezifisch erhält der Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt **1** das Verzögerungsprofil **DP1** durch berechnen der Korrelation zwischen dem Empfangssignal **RS** und einer vordefinierten PN-Sequenz, die vorher in einem Empfänger unter Verwendung der Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsrichtung gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform vorbereitet wird.

[0043] **Fig. 4A** und **Fig. 4B** sind erläuternde Diagramme, die schematisch eine durch den Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt **1** erhaltene Schätzung zeigen, welcher das Verzögerungsprofil **DP1** basierend auf dem PN-Sequenzteil **PN** erhält.

[0044] Wie in **Fig. 4A** gezeigt, wird ein Fall eines Zwei-Wellenmodell-Übertragungspfades angenommen, der eine Hauptwelle **MW** und eine verzögerte Welle **DW** enthält, die hinter der Hauptwelle **MW** um eine Verzögerungszeit **T** verzögert ist.

[0045] In diesem Fall, wie in **Fig. 4B** gezeigt, wenn der in der Hauptwelle **MW** enthaltene PN-Sequenzteil **PN** und der vorab auf der Empfängerseite vorbereitete PN-Sequenzteil **PN** zueinander koinzidieren, wird eine der Hauptwelle **MW** entsprechender Korrelationsspitze als Hauptwellen-Arithmetikergebnis **CMW** ausgegeben, und wenn der in der verzögerten Welle enthaltene PN-Sequenzteil **PN** und der vorher im Empfänger vorbereitete PN-Sequenzteil **PN** miteinander koinzidieren, wird eine der verzögerten Welle entsprechende Korrelationsspitze als ein verzögertes Wellen-Arithmetikergebnis **CDW** ausgegeben. Diese Korrelationsspitzen sind Komplexzahlwerte, welche die Amplituden und die Phasen der Hauptwelle **MW** bzw. der verzögerten Welle **DW** zeigen.

[0046] Auf diese Weise, basierend auf dem PN-Sequenzteil **PN**, kann der Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt **1** das Verzögerungsprofil **DP1** abschätzen, der das Hauptwellen-Arithmetikergebnis **CMW** und das verzögerte Wellen-Arithmetikergebnis **CDW** enthält.

[0047] **Fig. 5A** und **Fig. 5B** sind erläuternde Diagramme, welche schematisch eine durch den Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt 1, der das Verzögerungsprofil **DP1** basierend auf dem Pilotträger **SP** erhält, erhaltene Schätzung zeigt. Nachfolgend wird ein Verfahren zum Schätzen des Verzögerungsprofils **DP1** basierend auf dem Pilotträger **SP** unter Bezugnahme auf die **Fig. 5A** und **Fig. 5B** beschrieben.

[0048] Zuerst vergleicht der Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt 1 den Pilotträger **SP** im Empfangssignal **RS** und einen vorab im Empfänger vorbereiteten Pilotträger, um dadurch Übertragungspfad-Charakteristika, die auf den Pilotträger gewirkt haben, abzuschätzen.

[0049] Dann, wie in **Fig. 5A** gezeigt, werden die Übertragungspfad-Charakteristika, die auf den Pilotträger **SP** (schwarzer Kreis) eingewirkt haben, in einer Symbolrichtung (von unten links nach oben rechts schraffierte Kreise) interpoliert und weiter, wie in **Fig. 5B**, werden die Übertragungspfad-Charakteristika, die auf den Pilotträger **SP** gewirkt haben, in einer Trägerrichtung (von unten rechts nach oben links schraffierte Kreise) interpoliert. Als Ergebnis werden auf alle Träger einwirkende Übertragungspfad-Charakteristika abgeschätzt.

[0050] Dann führt der Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt 1 in Trägerrichtung eine inverse diskrete Fourier-Transformation der im selben Symbol existierenden Übertragungspfad-Charakteristika durch, um dadurch das Verzögerungsprofil **DP1** zu erhalten. Auf diese Weise kann der Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt 1 das Verzögerungsprofil **DP1** basierend auf dem Pilotträger **SP** abschätzen.

[0051] Rückkehrend zu **Fig. 1**, verzögert der Verzögerungsabschnitt 2 das Verzögerungsprofil **DP1** um einen vorbestimmten Zeitraum Δ , und gibt ein Verzögerungsprofil **ADP1** aus. In dieser bevorzugten Ausführungsform wird das Verzögerungsprofil **DP1** um die Länge ($=\Delta$) eines Übertragungssymbols verzögert, aber es kann auch anhand einer Konfiguration eines empfangenen Signals eine andere Verzögerungszeit eingestellt werden.

[0052] Der Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt 3 berechnet eine Zeitvariationskomponente der Übertragungspfad-Charakteristika für jede kommende Welle, die im Verzögerungsprofil **DP1** enthalten ist, basierend auf dem Verzögerungsprofil **DP1** und dem Verzögerungssignal **ADP1**. Das heißt, in der bevorzugten Ausführungsform 1 sind alle die in dem Verzögerungsprofil **DP1** enthaltenen, kommenden Wellen solche kommende Wellen, für welche die Berechnung durchzuführen ist, und eine Zeitvariationskomponente der Übertragungspfad-Charakteristika wird für jede kommende Welle berechnet.

[0053] **Fig. 6** ist ein erläuterndes Diagramm, das einen durch den Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt 3 durchgeführten beispielhaften Prozess in einem Fall des Zwei-Wellenmodell-Übertragungspfades zeigt.

[0054] Wie in **Fig. 6** gezeigt, wird ein Wert (entsprechend einem Verzögerungssignal **ADP1**, das eine Ausgabe aus dem Verzögerungsabschnitt 2 ist) des der Hauptwelle **MW** entsprechenden Verzögerungsprofils, da die basierend auf dem Übertragungssymbol unmittelbar vor dem aktuellen Symbol abgeschätzt wird, als der in Formel (12) gezeigte Ausdruck (12) definiert, und wird ein Wert (entsprechend dem Verzögerungsprofil **DP1**, der eine Ausgabe aus dem Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt 1 ist) des der Hauptwelle **MW** entsprechenden Verzögerungsprofils, die basierend auf dem aktuellen Symbol geschätzt wird, als der in Formel (13) gezeigte Ausdruck (13) definiert. Es wird angenommen, dass die Übertragungspfad-Charakteristika sich linear in einem Zeitraum eines Übertragungssymbols ändern. Zu dieser Zeit gibt der Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt 3 Zeitvariationskomponenten einer Amplitude $\beta_0(k)$ und einer Phase $\phi_0(k)$ der Hauptwelle **MW** aus, welche in den folgenden Formeln (14) bzw. (15) ausgedrückt sind.

$$\alpha_a \exp(j\phi_a) \quad (12)$$

$$\alpha_b \exp(j\phi_b) \quad (13)$$

$$\beta_0(k) = \frac{(\alpha_b / \alpha_a) - 1}{N} k + 1 \quad (14)$$

$$\phi_0(k) = \frac{\theta_b - \theta_a}{N} k \quad (15)$$

[0055] In den Formeln (14) und (15) repräsentiert **N** die Anzahl von Abtastungen des Übertragungssymbols. Die Formeln (14) und (15) sind Zeitvariationskomponenten der Amplitude bzw. der Phase der Hauptwelle. Zeitvariationskomponenten der Amplitude und der Phase der verzögerten Welle werden in derselben Weise berechnet und ausgegeben, durch Anwenden der Formeln (14) und (15). In der obigen Beschreibung wird der Zwei-Wellen-Übertragungspfad als ein Beispiel verwendet. Wenn es jedoch Pfade für drei oder mehr Wellen gibt, werden Zeitvariationskomponenten der Amplitude und der Phase für jede kommende Welle ähnlich berechnet.

[0056] Rückkehrend zu **Fig. 1**, substituiert der erste Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **4** die Zeitvariationskomponenten der Amplitude $\beta_p(k)$ und der Phase $\phi_p(k)$ ($p=0, 1, \dots, P-1$) jeder kommenden Welle, welche durch die Formel (14) bzw. (15) ausgedrückt sind, in den Formeln (10) und (11), um dadurch die Fensterfunktion $w(k)$ zu berechnen, die in Formel (7) gezeigt ist, welche die in Formel (8) gezeigte Evaluierungsfunktion **J1** minimiert.

[0057] Der Fensterfunktions-Multiplikationsabschnitt **5** multipliziert den validen Symbolteil **VS**, der im Empfangssignal **RS** enthalten ist, mit der Fensterfunktion $w(k)$, die aus dem ersten Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **4** erhalten ist, um dadurch das multiplizierte Empfangssignal **MRS** zu erhalten.

[0058] Als Ergebnis kann das multiplizierte Empfangssignal **MRS**, bei dem die Größe der Zeitvariationskomponente des im Empfangssignal **RS** enthaltenen Übertragungspfades reduziert ist, durch die Multiplikation der Fensterfunktion $w(k)$ erhalten werden.

[0059] Der erste FFT-Arithmetikabschnitt **6** wandelt das multiplizierte Empfangssignal **MRS** in die Frequenzdomäne um und gibt das von jedem Unterträger gesendete Trägersignal **S6** aus. In einem Falle von Multipfad-Sendepfaden wird jeder Unterträger durch frequenzselektives Abklingen beeinflusst. Um das Übertragungssignal aus dem Empfangssignal **RS** korrekt wiederherzustellen, ist es notwendig, den Einfluss des frequenzselektiven Abklings zu korrigieren.

[0060] Zur Untersuchung des Einflusses des frequenzselektiven Abklings auf jedem Unterträger wandelt der zweite FFT-Arithmetikabschnitt **7** das Verzögerungsprofil **DP1** in die Frequenzdomäne um, um das Frequenzdomänen-Verzögerungsprofil zu erhalten. Das zu diesem Zeitpunkt erhaltene Frequenzdomänen-Verzögerungsprofil zeigt den Einfluss des frequenzselektiven Abklings auf jedem Unterträger an, d.h. enthält Werte, welche den Abschwächungsbetrag der Amplitude bzw. den Rotationsbetrag der Phase anzeigen.

[0061] Der Ausgleichsabschnitt **8** korrigiert den Einfluss des frequenzselektiven Abklings auf jedem Unterträger im Trägersignal **S6**, basierend auf dem Frequenzdomänen-Verzögerungsprofil, welches den Abschwächungsbetrag der Amplitude und den Rotationsbetrag der Phase jedes Unterträgers anzeigt, was aus dem zweiten FFT-Arithmetikabschnitt **7** erhalten wird. Somit erhält der Ausgleichsabschnitt **8** ein korrigiertes Trägersignal **S8**.

[0062] Spezifisch wird die Korrektur durch Teilen des Signals jedes Unterträgers im Trägersignal **S6** durch die Werte durchgeführt, welche den Abschwächungsbetrag der Amplitude und den Rotationsbetrag der Phase anzeigen.

[0063] Wie oben beschrieben, berechnet der erste Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **4** der Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs vorrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform **1** die Fensterfunktion $w(k)$, welche die Evaluierungsfunktion **J1** minimiert, und die auf dem Variationsbetrag mit der Zeit der Amplitude und der Phase jeder kommenden Welle basiert, die aus dem Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt erhalten wird.

[0064] Entsprechend übt die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs vorrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform **1** den Effekt aus, dass im Empfangssignal enthaltene Zwischenträger-Interferenz mit einem kleineren Berechnungsbetrag entfernt werden kann als bei einem konventionellen Verfahren, durch den ersten Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **4**, der eine Fensterfunktion basierend auf dem Variationsbetrag mit der Zeit der Amplitude und der Phase jeder kommenden Welle erhält. Als Ergebnis kann die Zwischenphaseninterferenz mit einer kleinen Kalkulationsmenge entfernt werden und entsprechend kann eine Energieersparnis realisiert werden und die Konfiguration des ersten Fensterfunktions-Berechnungsabschnitts **4** verkleinert/vereinfacht werden.

<Bevorzugte Ausführungsform 2>

(Prinzip)

[0065] In einer Multipfadumgebung hat eine Zwischenträgerinterferenz aufgrund einer Zeitvariationskomponente einer kommenden Welle mit einem hohen Empfangspegel einen größeren Einfluss auf die Leistungsfähigkeitsstörung als eine Zwischenträgerinterferenz aufgrund einer Zeitvariationskomponente einer kommenden Welle mit einem niedrigen Empfangspegel. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform wird daher ein Verfahren zum Unterdrücken von Zwischenträgerinterferenz beschrieben, das die Zwischenträgerinterferenz aufgrund der Zeitvariationskomponente der kommenden Welle mit einem hohen Empfangspegel stärker unterdrückt.

[0066] Zuerst wird diese bevorzugte Ausführungsform unter Verwendung mathematischer Formeln beschrieben. Wie in der bevorzugten Ausführungsform 1 beschrieben, kann Zwischenträgerinterferenz durch Einstellen der Fensterfunktion $w(k)$ so, dass in der Formel (5) der Ausdruck (6), welcher die im Empfangssignal **RS** enthaltene Zeitvariationskomponente ist, eine Konstante wird, unterdrückt werden. Hier repräsentiert $w(k)$ das durch die Formel (7) ausgedrückte $w(k)$ und eine Evaluierungsfunktion **J2**, die in der nachfolgenden Formel (16) gezeigt ist, wird unter Verwendung von $y(k)$ und $\Psi(k)$ von $w(k)$ definiert.

$$J2(\gamma(k), \psi(k)) = \sum_{p=0}^{P-1} \alpha_p^2 |\gamma(k) \beta_P(k) \exp[j(\phi_P(k) + \psi(k))] - 1|^2 \quad (16)$$

[0067] Die Formel (16) ist eine Funktion, welche die Summe von Werten erhält, die alle jeder kommenden Welle entsprechen und alle aus dem durch Multiplizieren des in Formel (17) gezeigten Ausdruck (17) resultieren, welcher die Größe der Zeitvariationskomponente der kommenden Welle ist, die verbleibt, nachdem das Empfangssignal **RS** durch die Fensterfunktion $w(k)$ mit einem Empfangspegel α_p^2 der kommenden Welle, der als eine Gewichtung dient, multipliziert wird. Die Evaluierungsfunktion **J2** unterscheidet sich von der Evaluierungsfunktion **J1** (Formel (8)), definiert in der bevorzugten Ausführungsform 1, hinsichtlich des Multiplizierens mit einer größeren Gewichtung der Zeitvariationskomponente aufgrund der kommenden Welle mit einem höheren Empfangspegel aus den verbleibenden Zeitvariationskomponenten. Durch Multiplizieren des Empfangssignals **RS** mit der Fensterfunktion $w(k)$, welche die Evaluierungsfunktion **J2** minimiert, kann die Zwischenträgerinterferenz aufgrund der kommenden Welle mit einem hohen Empfangspegel stärker unterdrückt werden als Zwischenträgerinterferenz aufgrund der kommenden Welle mit einem niedrigen Empfangspegel.

$$|\gamma(k) \beta_P(k) \exp[j(\phi_P(k) + \psi(k))] - 1|^2 \quad (17)$$

$\Psi(k)$ und $y(k)$, welche die Evaluierungsfunktion **J2** minimieren, werden wie in den folgenden Formeln (18) und (19) gezeigt erhalten, indem die in Formel (9) gezeigten, zuvor erwähnten simultanen Gleichungen gelöst werden.

$$\psi(k) = \alpha \cdot \tan \left[-\frac{\sum_{p=0}^{P-1} \alpha_p^2 \beta_P(k) \sin(\phi_P(k))}{\sum_{p=0}^{P-1} \alpha_p^2 \beta_P(k) \cos(\phi_P(k))} \right] \quad (18)$$

$$\gamma(k) = \frac{\sum_{p=0}^{P-1} \alpha_p^2 \beta_P(k) \cos(\phi_P(k) + \psi(k))}{\sum_{p=0}^{P-1} \alpha_p^2 \beta_P^2(k)} \quad (19)$$

(Konfiguration)

[0068] **Fig. 7** ist ein Blockdiagramm, welches die Konfiguration einer Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs- vorrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung zeigt. Die in **Fig. 7** gezeigte Konfiguration ist dieselbe wie die Konfiguration der bevorzugten, in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform 1,

außer bezüglich einem zweiten Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **10**, der anstelle des ersten Fensterfunktions-Berechnungsabschnitts **4** vorgesehen ist. Daher werden dieselben Bezugszeichen verwendet und die Beschreibungen werden geeigneter Weise weggelassen.

[0069] Der zweite Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **10** substituiert in die Formeln (18) und (19) die Amplitude $\beta_p(k)$ und die Phase $\varphi_p(k)$ der Zeitvariationskomponente der Übertragungspfad-Charakteristika, welche durch die Formel (14) bzw. (15) ausgedrückt werden, und auch den Empfangspegel α_p ($p=0, 1, \dots, P-1$) jeder im Verzögerungsprofil **DP1** enthaltenen, kommenden Welle. Dadurch berechnet der zweite Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **10** die in Formel (7) gezeigte Fensterfunktion $w(k)$ und gibt sie aus.

[0070] Auf diese Weise, ähnlich wie bei der bevorzugten Ausführungsform 1, übt die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform **2** den Effekt aus, dass Zwischenträgerinterferenz mit einem kleineren Berechnungsbetrag als bei einem konventionellen Verfahren entfernt werden kann, indem die Fensterfunktion $w(k)$ erhalten wird, welche die Evaluierungsfunktion **J2** minimiert. Als Ergebnis kann die Zwischenträgerinterferenz mit einem kleinen Berechnungsbetrag entfernt werden und entsprechend kann Energiesparen realisiert werden und die Konfiguration des zweiten Fensterfunktions-Berechnungsabschnitts **10** kann vereinfacht (downsized) werden.

[0071] Zusätzlich übt die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform 2 auch den Effekt aus, dass in der Multipfadumgebung, in der die kommenden Wellen unterschiedliche Empfangspegel aufweisen, der Einfluss der auf das Empfangssignal wirkenden Zwischenträgerinterferenz stärker reduziert werden kann, indem die Zwischenträgerinterferenz aufgrund der Zeitvariationskomponente der kommenden Welle mit einem hohen Empfangspegel stärker unterdrückt wird als die Zwischenträgerinterferenz aufgrund der Zeitvariationskomponente der kommenden Welle mit einem niedrigen Empfangspegel.

[0072] Das heißt, der zweite Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **10** der Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform 2 übt den Effekt aus, dass die Zwischenträgerinterferenz mit einer verbesserten Genauigkeit entfernt werden kann, indem die Fensterfunktion $w(k)$ nicht nur basierend auf der Amplitude $\beta_p(k)$ und der Phase $\varphi_p(k)$ der Zeitvariationskomponente jeder kommenden Welle berechnet wird, sondern auch auf dem Empfangspegel (α_p) jeder kommenden Welle.

<Bevorzugte Ausführungsform 3>

(Prinzip)

[0073] In dieser bevorzugten Ausführungsform wird eine kommende Welle mit einem hohen Empfangspegel vorab ausgewählt und die Berechnung wird für die ausgewählte kommende Welle durchgeführt, um eine Fensterfunktion basierend auf einer Zeitvariationskomponente zu bestimmen.

(Konfiguration)

[0074] **Fig. 8** ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration einer Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform 3 zeigt. Die in **Fig. 8** gezeigte Konfiguration ist dieselbe wie die Konfiguration der in **Fig. 1** gezeigten bevorzugten Ausführungsform **1**, außer bezüglich dem verzögerten Wellenauswahlabschnitt **9**, der neu hinzugefügt ist. Daher werden dieselben Bezugszeichen verwendet und Beschreibungen werden gegebenenfalls weggelassen.

[0075] Der verzögerte Wellenauswahlabschnitt **9** (kommende Wellenauswahlabschnitt) wählt eine kommende Welle mit einer großen Empfangsleistung aus den kommenden Wellen (der Hauptwelle und den verzögerten Wellen) aus, die im Verzögerungsprofil **DP1** enthalten sind, und gibt die ausgewählte kommende Welle als ein ausgewähltes Verzögerungsprofil **DP2** aus. Spezifisch wählt der verzögerte Wellenauswahlabschnitt **9**, in der Reihenfolge, die von der kommenden Welle mit dem höchsten Empfangspegel ausgeht, eine vorgegebene Anzahl von kommenden Wellen als kommende Wellen aus, für die eine Berechnung durchzuführen ist.

[0076] **Fig. 9A** und **Fig. 9B** sind erläuternde Diagramme, die alle Inhalte eines kommenden Wellen-Auswahlprozesses zeigen, der durch den verzögerten Wellenauswahlabschnitt **9** gemäß der bevorzugten Ausführungsform 3 durchgeführt wird. Wie in **Fig. 9A** gezeigt, wählt für das Verzögerungsprofil **DP1** in einem Sechs-Wellenmodell-Übertragungspfad der verzögerte Wellenauswahlabschnitt **9** drei kommende Wellen **20** mit den höchsten, zweithöchsten und dritthöchsten Empfangspegeln aus und gibt die ausgewählten kommenden Wellen **20** als das ausgewählte Verzögerungsprofil **DP2** aus.

[0077] Wie in **Fig. 9B** gezeigt, wählt für ein abgeschätztes Verzögerungsprofil im Sechs-Wellenmodell-Übertragungspfad der verzögerte Wellenauswahlabschnitt **9** kommende Wellen **20** mit Empfangspegeln höher als einem Schwellenwert **R1** aus, der durch die gestrichelte Linie angezeigt ist, und gibt die ausgewählten kommenden Wellen **20** als ausgewähltes Verzögerungsprofil **DP2** aus. Auf diese Weise kann der verzögerte Wellenauswahlabschnitt **9** ein Auswahlverfahren des Auswählens einer kommenden Welle annehmen, die einen höheren Empfangspegel als einen gewissen Empfangspegel aufweist, aus den im Verzögerungsprofil **DP1** enthaltenen kommenden Wellen.

[0078] Auf diese Weise wählt der verzögerte Wellen-Auswahlabschnitt **9** gemäß der bevorzugten Ausführungsform 3 als eine kommende Welle, für die eine Berechnung durchzuführen ist, eine kommende Welle aus, deren Empfangspegel eine vorgegebene Bedingung erfüllt, aus zumindest einer kommenden Welle, die aus Verzögerungsprofil **DP1** erhalten wird.

[0079] Rückkehrend zu **Fig. 8**, verzögert der Verzögerungsabschnitt **2** das ausgewählte Verzögerungsprofil **DP2**, das als ein Ergebnis der Auswahl der kommenden Welle erhalten wird und aus dem verzögerten Wellenauswahlabschnitt **9** ausgegeben wird, um die Länge eines Übertragungssymbols, und gibt ein Verzögerungsauswahlsignal **ΔDP2** aus.

[0080] Basierend auf dem ausgewählten Verzögerungsprofil **DP2** und dem Verzögerungsauswahlsignal **ΔDP2** berechnet der Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt **3** Zeitvariationskomponenten der Amplitude und der Phase jeder kommenden Welle, welche durch den verzögerten Wellenauswahlabschnitt **9** ausgewählt ist, und für die die Berechnung durchzuführen ist. Der verzögerte Wellen-Auswahlabschnitt **9**, der Verzögerungsabschnitt **2** und der Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt **3** fungieren als ein Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Erfassungsabschnitt, der basierend auf dem ausgewählten Verzögerungsprofil **DP2** und dem Verzögerungsauswahlsignal **ΔDP2** den Variationsbetrag über die Zeit der Amplitude und der Phase der kommenden Welle erhält, die durch den verzögerten Wellenauswahlabschnitt **9** ausgewählt wird, und für welche die Berechnung durchzuführen ist.

[0081] Hier, weil die Anzahl kommender Wellen, die durch den verzögerten Wellenauswahlabschnitt **9** ausgewählt werden und für welche Berechnung durchzuführen ist, klein ist, ist der Berechnungsbetrag, welcher durch den Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt **3** durchgeführt wird, vermindert.

[0082] Der in **Fig. 8** gezeigte erste Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **4** substituiert den Variationsbetrag über die Zeit der Amplitude und Phase der ausgewählten kommenden Welle in die Formeln (10) und (11) und berechnet die in Formel (7) berechnete Fensterfunktion. Hier, weil die Anzahl kommender Wellen, die durch den verzögerten Wellenauswahlabschnitt **9** ausgewählt werden, und für die Kalkulation durchzuführen ist, klein ist, wird der Berechnungsbetrag reduziert, der durch den ersten Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **4** durchgeführt wird.

[0083] Der Fensterfunktions-Multiplikationsabschnitt **5**, der erste FFT-Arithmetikabschnitt **6**, der zweite FFT-Arithmetikabschnitt **7** und der Ausgleichsabschnitt **8** sind dieselben wie jene der bevorzugten Ausführungsform 1 und daher werden Beschreibungen derselben weggelassen.

[0084] Wie oben beschrieben, übt die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform 3 den Effekt aus, dass der Berechnungsbetrag zur Berechnung der Fensterfunktion $w(k)$ weiter durch den verzögerten Wellenauswahlabschnitt **9** reduziert wird, der eine kommende Welle mit einem hohen Empfangspegel aus zumindest einer kommenden Welle im durch den Verzögerungsprofil-Ab schätzabschnitt **1** abgeschätzten Verzögerungsprofil **DP1** auswählt.

[0085] Das heißt, der verzögerte Wellenauswahlabschnitt **9** der Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform 3 wählt aus dem zumindest eine kommende Welle enthaltenden Verzögerungsprofil **DP1** eine kommende Welle aus, deren Empfangspegel eine vorbestimmte Bedingung erfüllt, als eine kommende Welle, für welche eine Berechnung durchzuführen ist. Entsprechend kann der erste Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **4** die Fensterfunktion mit einer kleineren Kalkulationsmenge berechnen.

[0086] Als ein Ergebnis übt die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform 3 den Effekt aus, dass die Zwischenträgerinterferenz aufgrund der Variation der Übergangspfad-Charakteristika mit der Zeit mit einem kleineren Berechnungsbetrag unterdrückt werden kann.

<Bevorzugte Ausführungsform 4>

(Prinzip)

[0087] In der bevorzugten Ausführungsform 4, ähnlich wie bei der bevorzugten Ausführungsform 3, wird eine kommende Welle mit einem hohen Empfangspegel vorab als eine kommende Welle ausgewählt, für welche Berechnung durchzuführen ist, und es wird eine Fensterfunktion basierend auf dem Empfangspegel und einer Zeitvariationskomponente der ausgewählten kommenden Welle festgelegt.

(Konfiguration)

[0088] **Fig. 10** ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration einer Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs- vorrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung zeigt. Die in **Fig. 10** gezeigte Konfiguration ist dieselbe wie die Konfiguration der bevorzugten, in **Fig. 8** gezeigten Ausführungsform 3, außer bezüglich dem zweiten Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **10**, der anstelle des ersten Fensterfunktions-Berechnungsabschnitts **4** vorgesehen ist. Daher werden dieselben Bezugszeichen verwendet und Beschreibungen werden gegebenenfalls weggelassen.

[0089] Für das ausgewählte Verzögerungsprofil **DP2**, welches durch den verzögerten Wellenauswahlabschnitt **9** ausgewählt ist, substituiert der zweite Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **10** in die Formeln (18) und (19) die Amplitude $\beta_p(k)$ und die Phase $\varphi_p(k)$ der Zeitvariationskomponente der Übertragungspfad-Charakteristika, welche durch die Formel (14) bzw. (15) ausgedrückt sind, und auch die Empfangspegel α_p ($p=0, 1, \dots, P-1$) jeder im ausgewählten Verzögerungsprofil **DP2** enthaltenen kommenden Welle. Dadurch berechnet der zweite Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **10** die in der Formel (7) gezeigte Fensterfunktion $w(k)$ und gibt sie aus.

[0090] Wie oben beschrieben, ähnlich wie bei der bevorzugten Ausführungsform 3, übt die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs- vorrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform 4 den Effekt aus, dass die Kalkulationsmenge zur Berechnung der Fensterfunktion dadurch weiter reduziert wird, dass der verzögerte Wellenauswahlabschnitt **9** aus dem durch den verzögerten Profil-Abschätzabschnitt **1** abgeschätzten Verzögerungsprofil **DP1** eine kommende Welle auswählt, die einen hohen Empfangspegel aufweist, als eine kommende Welle, für welche eine Berechnung durchzuführen ist.

[0091] Zusätzlich, ähnlich wie bei der bevorzugten Ausführungsform 2, übt die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs- vorrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform 4 auch den Effekt aus, dass in der Multipadumgebung, in der kommende Wellen unterschiedliche Empfangspegel aufweisen, der Einfluss der auf das Empfangssignal wirkenden Zwischenträgerinterferenz stärker reduziert werden kann, indem die Zwischenträgerinterferenz aufgrund der Zeitvariationskomponente der kommenden Welle mit einem hohen Empfangspegel stärker unterdrückt wird als die Zwischenträgerinterferenz aufgrund der Zeitvariationskomponente der kommenden Welle mit einem niedrigen Empfangspegel.

<Weiteres>

(Anwendung auf Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren)

[0092] Ein Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren kann realisiert werden, welches das Empfangssignal **RS** einschließlich der validen Daten und der bekannten Daten empfängt und eine im Empfangssignal enthaltene Zwischenträgerinterferenzkomponente unterdrückt, gemäß dem Inhalt des durch die in den bevorzugten Ausführungsformen 1 bis 4 beschriebene Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs- vorrichtung durchgeführten Prozesses.

[0093] Ein Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren, das auf dem durch die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs- vorrichtung der bevorzugten Ausführungsform 1 durchgeföhrten Prozess basiert und die Inhalte der Prozesse der bevorzugten Ausführungsformen 1 bis 4 enthält, kann durch Inkludieren der Schritte (a) bis (g) realisiert werden (siehe **Fig. 1** und dergleichen).

[0094] In Schritt (a) wird das zumindest eine kommende Welle enthaltende Verzögerungsprofil **DP1** basierend auf dem Empfangssignal **RS** abgeschätzt (der vom Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt **1** durchgeföhrte Prozess).

[0095] In Schritt (b) wird der Variationsbetrag mit der Zeit der Amplitude und der Phase jeder kommenden Welle, für welche Berechnung durchzuführen ist, aus der zumindest einen kommenden Welle basierend auf dem Verzögerungsprofil **DP1** berechnet (der durch den Verzögerungsabschnitt **2** und den Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt **3** durchgeführte Prozess).

[0096] In Schritt (c) wird die Fensterfunktion **w(k)** basierend auf dem Variationsbetrag über die Zeit der Amplitude und der Phase jeder kommenden Welle berechnet, für welche Berechnung durchzuführen ist (der durch den ersten Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **4** durchgeführte Prozess).

[0097] In Schritt (d) werden die validen Daten (der valide Symbolteil **VS** und dergleichen) im Empfangssignal **RS** mit der Fensterfunktion **w(k)** multipliziert, um das multiplizierte Empfangssignal **MRS** zu erhalten (der vom Fensterfunktions-Multiplikationsabschnitt **5** durchgeführte Prozess).

[0098] In Schritt (e) wird das multiplizierte Empfangssignal **MRS** in die Frequenzdomäne umgewandelt, um das Trägersignal **S6** zu erhalten (der vom ersten FFT-Arithmetikabschnitt **6** durchgeführte Prozess).

[0099] Im Schritt (f) wird das Verzögerungsprofil **DP1** in die Frequenzdomäne umgewandelt, um das Frequenzdomänen-Verzögerungsprofil zu erhalten (der durch den zweiten FFT-Arithmetikabschnitt **7** durchgeführte Prozess).

[0100] In Schritt (g) wird die Verzerrung des Trägersignals **S6** basierend auf dem Frequenzdomänen-Verzögerungsprofil korrigiert (der durch den Ausgleichabschnitt **8** durchgeführte Prozess).

[0101] Das oben beschriebene Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren übt den Effekt aus, dass die im Empfangssignal enthaltene Zwischenträgerinterferenz mit einer geringeren Kalkulationsmenge als im konventionellen Verfahren entfernt werden kann, indem die Fensterfunktion basierend auf dem Variationsbetrag über die Zeit der Amplitude und der Phase jeder kommenden Welle, für welche Berechnung durchzuführen ist, im oben erwähnten Schritt (c) erhalten wird.

[0102] Ein die Konfiguration mit dem zweiten Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **10** anstelle des ersten Fensterfunktions-Berechnungsabschnitts **4** wie bei der bevorzugten zweiten Ausführungsform (der bevorzugten vierten Ausführungsform) verwendendes Verarbeitungsverfahren kann durch Spezifizieren der Verarbeitung in Schritt (c) wie folgt realisiert werden und das Prozessierungsverfahren übt denselben Effekt wie die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsvorrichtung der bevorzugten Ausführungsform 2 aus.

[0103] In Schritt (c) wird die Fensterfunktion berechnet, basierend zusätzlich auf dem Empfangspegel jeder kommenden Welle, für welche die Berechnung durchzuführen ist (als der durch den zweiten Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt **10** durchgeführte Prozess spezifiziert).

[0104] Ein den verzögerten Wellenauswahlabschnitt **9** nicht verwendendes Verarbeitungsverfahren, wie in der bevorzugten Ausführungsform 1 (der bevorzugten Ausführungsform 2) (siehe **Fig. 1 (Fig. 7)**) kann durch den oben beschriebenen Schritt (b) einschließlich der folgenden Schritte (b-1) und (b-2) realisiert werden, und das Verarbeitungsverfahren übt denselben Effekt wie die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsvorrichtung der bevorzugten Ausführungsform 1 aus. In diesem Fall enthält die kommende Welle, für welche die Berechnung durchzuführen ist, alle der zumindest einen kommenden Wellen.

[0105] In Schritt (b-1) wird das Verzögerungsprofil **DP1** um einen vorgegebenen Zeitraum verzögert, um das Verzögerungssignal **ΔDP1** zu erhalten (der durch den Verzögerungsabschnitt **2** durchgeführte Prozess).

[0106] In Schritt (b-2) wird der Variationsbetrag über die Zeit der Amplitude und der Phase der zumindest einen kommenden Welle basierend auf dem Fahrzeugposition **DP1** und dem Verzögerungssignal **ΔDP1** berechnet (der durch den Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt **3** durchgeführte Prozess).

[0107] Ein zusätzlich den verzögerten Wellenauswahlabschnitt **9** wie in der bevorzugten Ausführungsform 3 verwendendes Verarbeitungsverfahren (bevorzugte Ausführungsform 4) (siehe **Fig. 8 (Fig. 10)**) kann durch den oben beschriebenen Schritt (b) einschließlich der folgenden Schritte (b-1) bis (b-3) realisiert werden, und das Verarbeitungsverfahren übt denselben Effekt wie die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsvorrichtung der bevorzugten Ausführungsform 3 aus.

[0108] In Schritt (b-1) wird das ausgewählte Verzögerungsprofil **DP2**, bei dem aus der zumindest einen kommenden Welle im Verzögerungsprofil **DP1** eine kommende Welle, deren Empfangspegel eine vorgegebene Bedingung erfüllt, als die kommende Welle enthalten ist, für welche die Berechnung durchzuführen ist, ausgewählt (der durch den verzögerten Wellenauswahlabschnitt **9** durchgeführte Prozess).

[0109] In Schritt (b-2) wird das ausgewählte Verzögerungsprofil **DP2** um einen vorgegebenen Zeitraum verzögert, um ein Verzögerungsauswahlsignal **ΔDP2** zu erhalten (der durch den Verzögerungsabschnitt **2** durchgeführte Prozess).

[0110] In Schritt (b-3) wird der Variationsbetrag über die Zeit der Amplitude und der Phase der kommenden Welle, für welche die Berechnung durchzuführen ist, basierend auf dem ausgewählten Verzögerungsprofil **DP2** und dem Verzögerungsauswahlsignal **ΔDP2** berechnet (der vom Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt **3** durchgeführte Prozess).

(Anwendung auf Empfänger)

[0111] Ein Empfänger mit einer Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsfunction für das Empfangssignal **RS**, welche ein OFDM-Signal ist, kann durch zusätzliches Bereitstellen einer Fehlerkorrekturschaltung ausgebildet werden, welche das korrigierte Trägersignal **S8** in der Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs vorrichtung gemäß den in den **Fig. 1**, **Fig. 7**, **Fig. 8** und **Fig. 10** gezeigten bevorzugten Ausführungsformen 1 bis 4 prozessiert.

[0112] Während die Erfindung im Detail gezeigt und beschrieben worden ist, ist die vorstehende Beschreibung in allen ihren Aspekten illustrativ und nicht beschränkend. Es versteht sich daher, dass zahlreiche Modifikationen und Variationen vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs vorrichtung, die ein valide Daten und bekannte Daten enthaltendes Empfangssignal (RS) empfängt und eine im Empfangssignal enthaltene Zwischenträgerinterferenzkomponente unterdrückt, wobei die Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs vorrichtung umfasst:
 einen Verzögerungsprofil-Abschätzabschnitt (1), der ein zumindest eine kommende Welle enthaltendes Verzögerungsprofil abschätzt, basierend auf dem Empfangssignal, wobei die zumindest eine kommende Welle eine Hauptwelle und, wenn es zumindest eine hinter der Hauptwelle kommende verzögerte Welle gibt, die zumindest eine verzögerte Welle beinhaltet;
 einen Amplituden/Phasenvariationsbetrags-Erfassungsabschnitt (2, 3), der den Variationsbetrag mit der Zeit einer Amplitude und einer Phase einer kommenden Welle erhält, für welche eine Berechnung durchzuführen ist, aus der zumindest einen kommenden Welle, basierend auf dem Verzögerungsprofil;
 einen Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt (4), der eine Fensterfunktion, basierend auf dem Variationsbetrag mit der Zeit der Amplitude und der Phase der kommenden Welle, für welche die Berechnung durchzuführen ist, berechnet; und
 einen Fensterfunktions-Multiplikationsabschnitt (5), der die validen Daten im Empfangssignal mit der Fensterfunktion multipliziert, um ein multipliziertes Empfangssignal zu erhalten.
2. Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei der Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt einen Fensterfunktions-Berechnungsabschnitt (10) enthält, der die Fensterfunktion, basierend zusätzlich auf einem Empfangspegel jeder der kommenden Wellen, für welche die Berechnung durchzuführen ist, berechnet.
3. Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die kommende Welle, für welche die Berechnung durchzuführen ist, die zumindest eine kommende Welle enthält,
 der Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Erfassungsabschnitt enthält:
 einen Verzögerungsabschnitt (2), der das Verzögerungsprofil um einen vorgegebenen Zeitraum verzögert, um ein Verzögerungssignal ($\Delta DP1$) zu erhalten; und
 einen Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt (3), der den Variationsbetrag über die Zeit einer Amplitude und einer Phase der zumindest einen kommenden Welle berechnet, basierend auf dem Verzögerungsprofil und dem Verzögerungssignal.
4. Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Erfassungsabschnitt enthält:

einen kommenden Wellen-Auswahlabschnitt (9), der ein ausgewähltes Verzögerungsprofil (DP2) auswählt, in dem eine kommende Welle, deren Empfangspegel einer vorgegebene Bedingung genügt, aus der zumindest einen kommenden Welle in dem Verzögerungsprofil, als die kommende Welle, für welche die Berechnung durchzuführen ist, enthalten ist;

einen Verzögerungsabschnitt (2), der das ausgewählte Verzögerungsprofil in einem vorgegebenen Zeitraum verzögert, um ein ausgewähltes Verzögerungssignal ($\Delta DP2$) zu erhalten; und

einen Amplituden/Phasen-Variationsbetrags-Berechnungsabschnitt (3), der den Variationsbetrag über die Zeit einer Amplitude und einer Phase der kommenden Welle berechnet, für welche die Berechnung durchzuführen ist, basierend auf dem ausgewählten Verzögerungsprofil und dem ausgewählten Verzögerungssignal.

5. Zwischenträgerinterferenz-Entfernungs vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, weiter umfassend:

einen ersten Frequenzdomänen-Umwandlungsabschnitt (6), der das multiplizierte Empfangssignal in eine Frequenzdomäne umwandelt, um ein Frequenzdomänensignal zu erhalten;

einen zweiten Frequenzdomänen-Umwandlungsabschnitt (7), der das Verzögerungsprofil in eine Frequenzdomäne umwandelt, um ein Frequenzdomänen-Verzögerungsprofil zu erhalten; und

einen Ausgleichsabschnitt (8), der eine Verzerrung des Frequenzdomänensignals korrigiert, basierend auf dem Frequenzdomänen-Verzögerungsprofil.

6. Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren, das ein Empfangssignal (RS) einschließlich valider Daten und bekannter Daten empfängt und eine im Empfangssignal enthaltene Zwischenträgerinterferenzkomponente unterdrückt, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

(a) Abschätzen eines Verzögerungsprofils, das zumindest eine kommende Welle enthält, basierend auf dem Empfangssignal, wobei die zumindest eine kommende Welle eine Hauptwelle, und, wenn es zumindest eine hinter der Hauptwelle kommende verzögerte Welle gibt, die zumindest eine verzögerte Welle beinhaltet;

(b) Erhalten des Variationsbetrags über die Zeit einer Amplitude und einer Phase einer kommenden Welle, für welche die Berechnung durchzuführen ist, aus der zumindest einen kommenden Welle, basierend auf dem Verzögerungsprofil;

(c) Berechnen einer Fensterfunktion, basierend auf dem Variationsbetrag über die Zeit der Amplitude und der Phase; und

(d) Multiplizieren der validen Daten im Empfangssignal mit der Fensterfunktion, um ein multipliziertes Empfangssignal (MRS) zu erhalten.

7. Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren gemäß Anspruch 6, wobei der Schritt (c) den Schritt des Berechnens der Fensterfunktion basierend zusätzlich auf einem Empfangspegel jeder der kommenden Wellen, für welche die Berechnung durchzuführen ist, beinhaltet.

8. Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren gemäß Anspruch 6 oder 7, wobei die kommende Welle, für welche die Berechnung durchzuführen ist, zumindest die eine kommende Welle beinhaltet,

der Schritt (b) die Schritte enthält:

(b-1) Verzögern des Verzögerungsprofils um einen vorgegebenen Zeitraum, um ein Verzögerungssignal zu erhalten; und

(b-2) Berechnen des Variationsbetrags über die Zeit einer Amplitude und einer Phase der zumindest einen kommenden Welle, basierend auf dem Verzögerungsprofil und dem Verzögerungssignal.

9. Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren gemäß Anspruch 6 oder 7, wobei der Schritt (b) die Schritte beinhaltet:

(b-1) Auswählen eines ausgewählten Verzögerungsprofils (DP2), in dem eine kommende Welle, deren Empfangspegel einer vorgegebenen Bedingung genügt, aus der zumindest einen kommenden Welle in dem Verzögerungsprofil als die kommende Welle enthalten ist, für welche die Berechnung durchzuführen ist;

(b-2) Verzögern des ausgewählten Verzögerungsprofils um einen vorgegebenen Zeitraum, um ein ausgewähltes Verzögerungssignal zu erhalten; und

(b-3) Berechnen des Variationsbetrags über die Zeit, einer Amplitude und einer Phase der kommenden Welle, für welche die Berechnung durchzuführen ist, basierend auf dem ausgewählten Verzögerungsprofil und dem ausgewählten Verzögerungssignal.

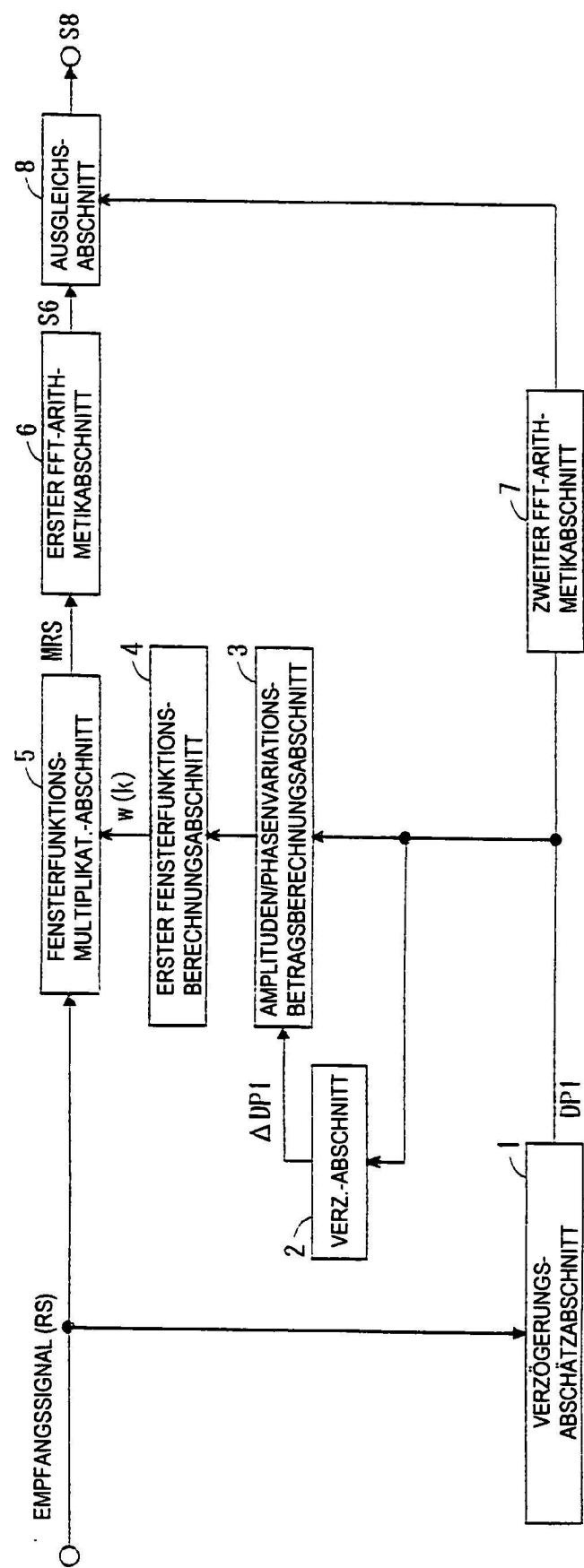
10. Zwischenträgerinterferenz-Entfernungsverfahren gemäß einem der Ansprüche 6 bis 9, weiterhin umfassend die Schritte:

- (e) Umwandeln des multiplizierten Empfangssignals in eine Frequenzdomäne, um ein Frequenzdomänensignal zu erhalten;
- (f) Umwandeln des Verzögerungsprofils in eine Frequenzdomäne, um ein Frequenzdomänen-Verzögerungsprofil zu erhalten; und
- (g) Korrigieren von Verzerrung des Frequenzdomänensignals, basierend auf dem Frequenzdomänen-Verzögerungsprofil.

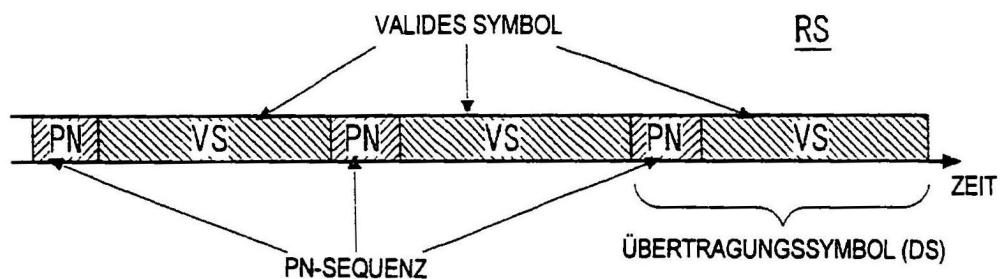
Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

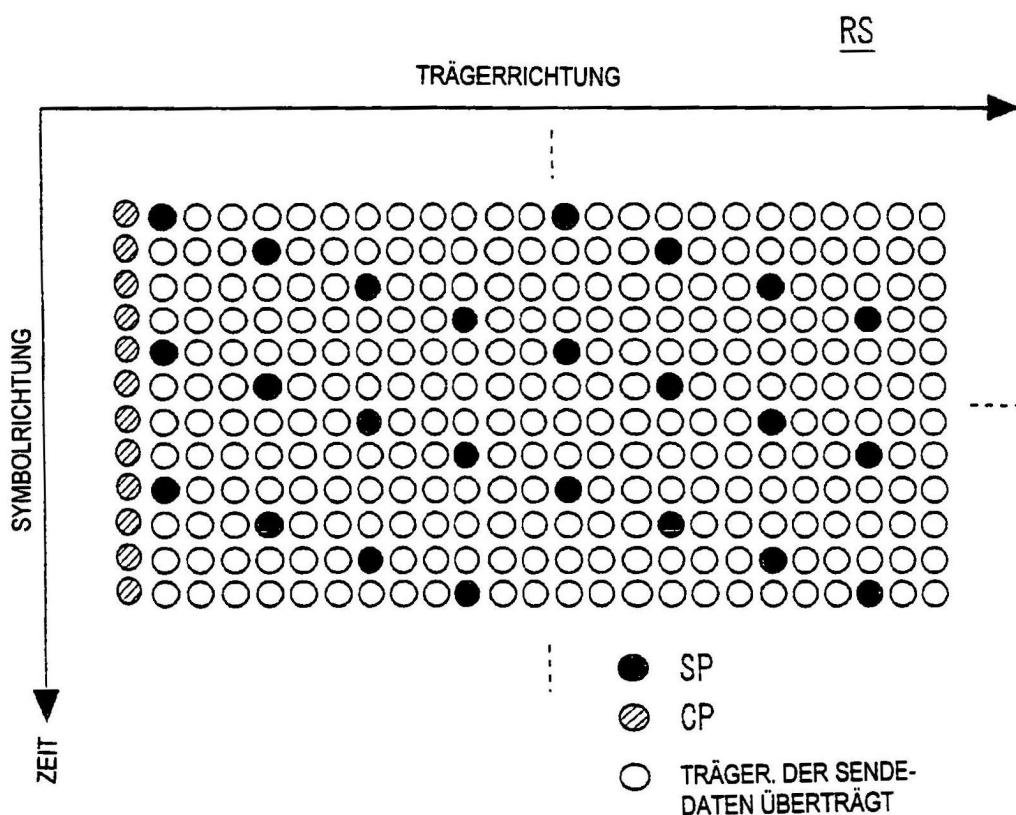
FIG. 1



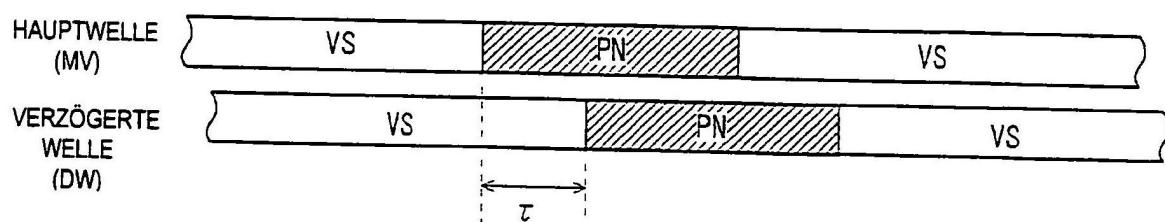
F I G . 2



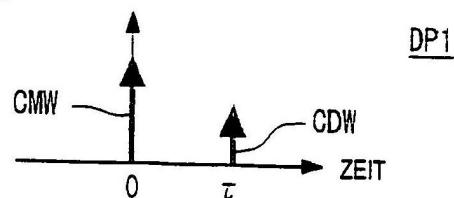
F I G . 3



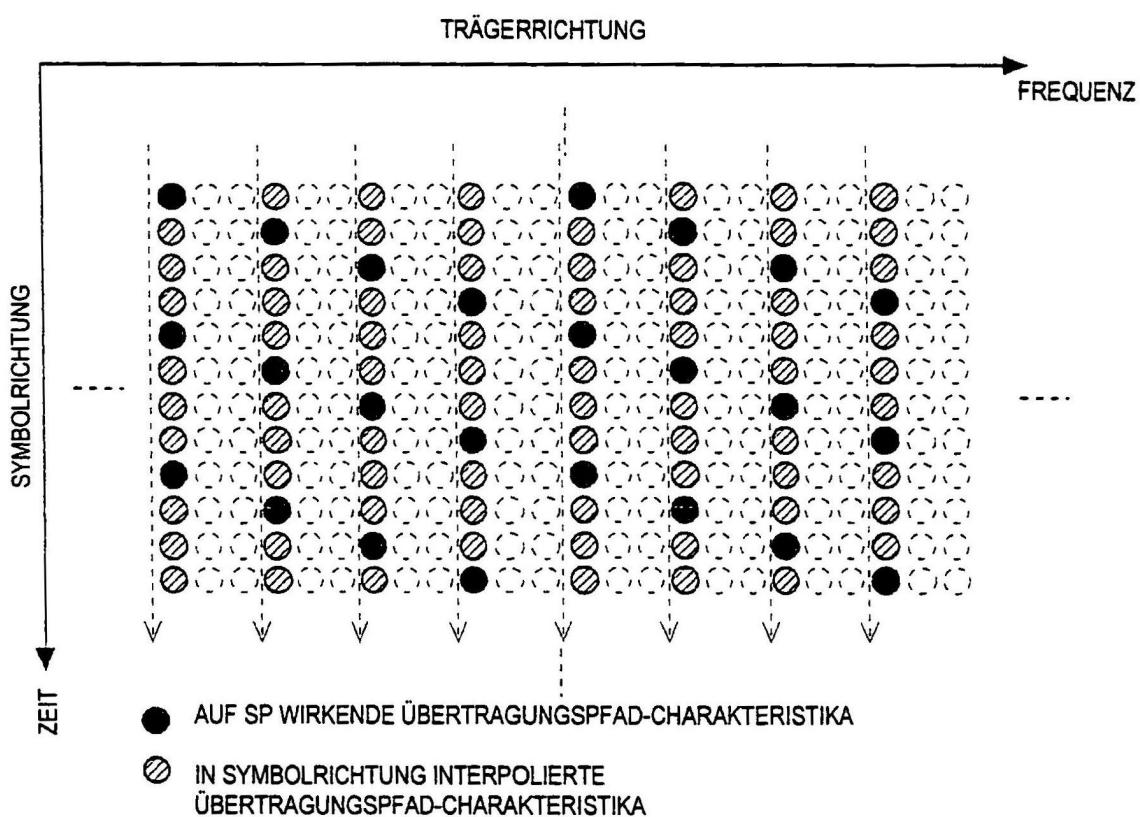
F I G . 4 A



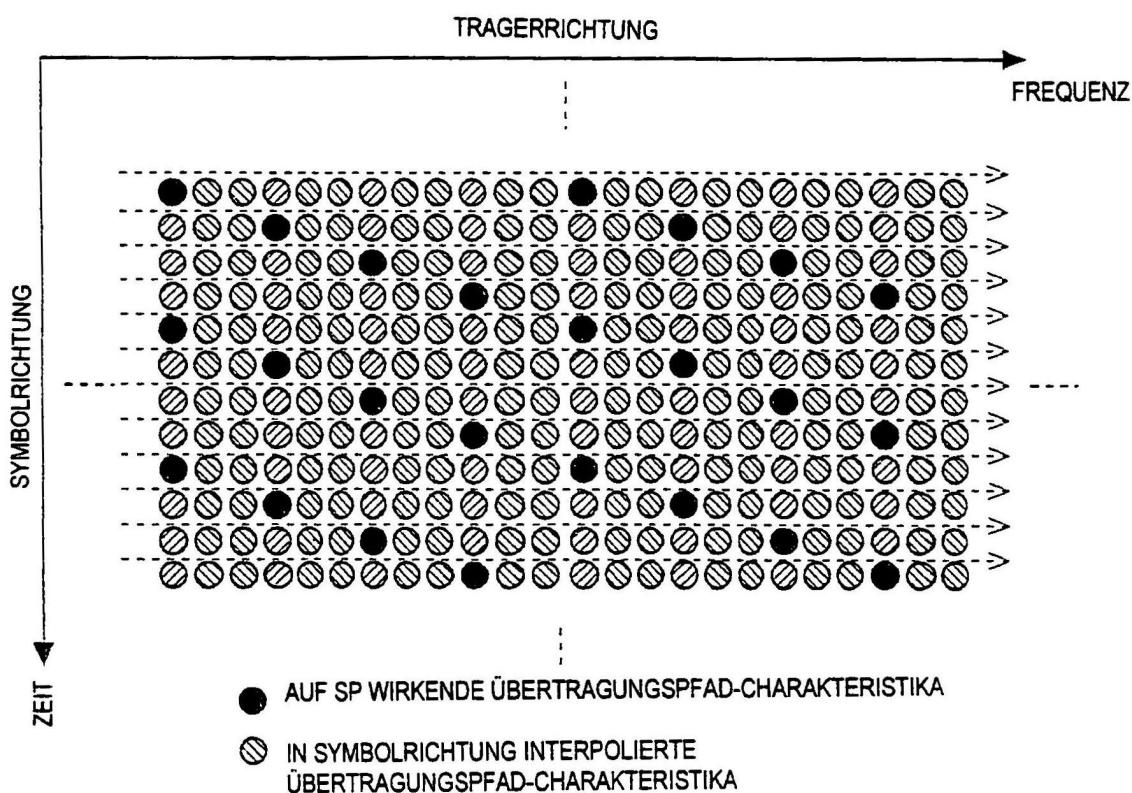
F I G . 4 B



F I G . 5 A



F I G . 5 B



F I G . 6

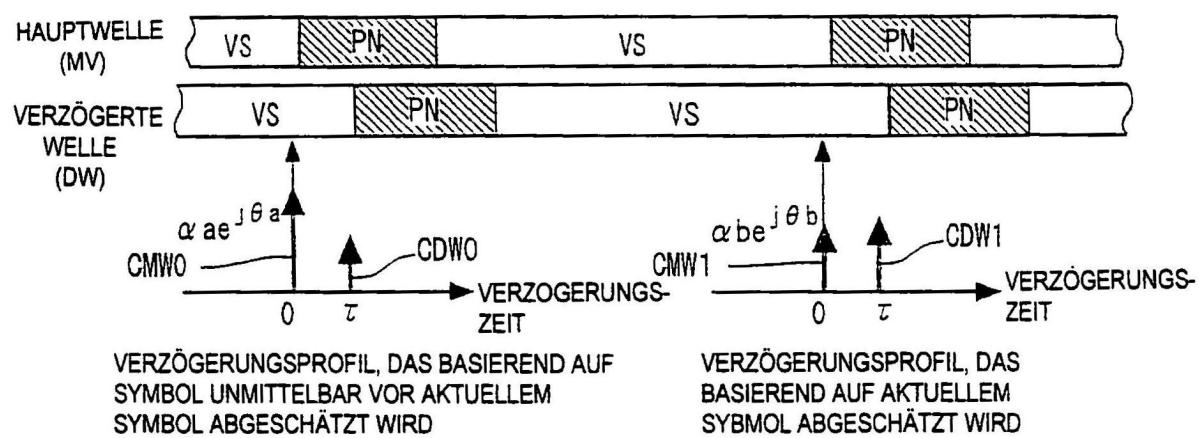


FIG. 7

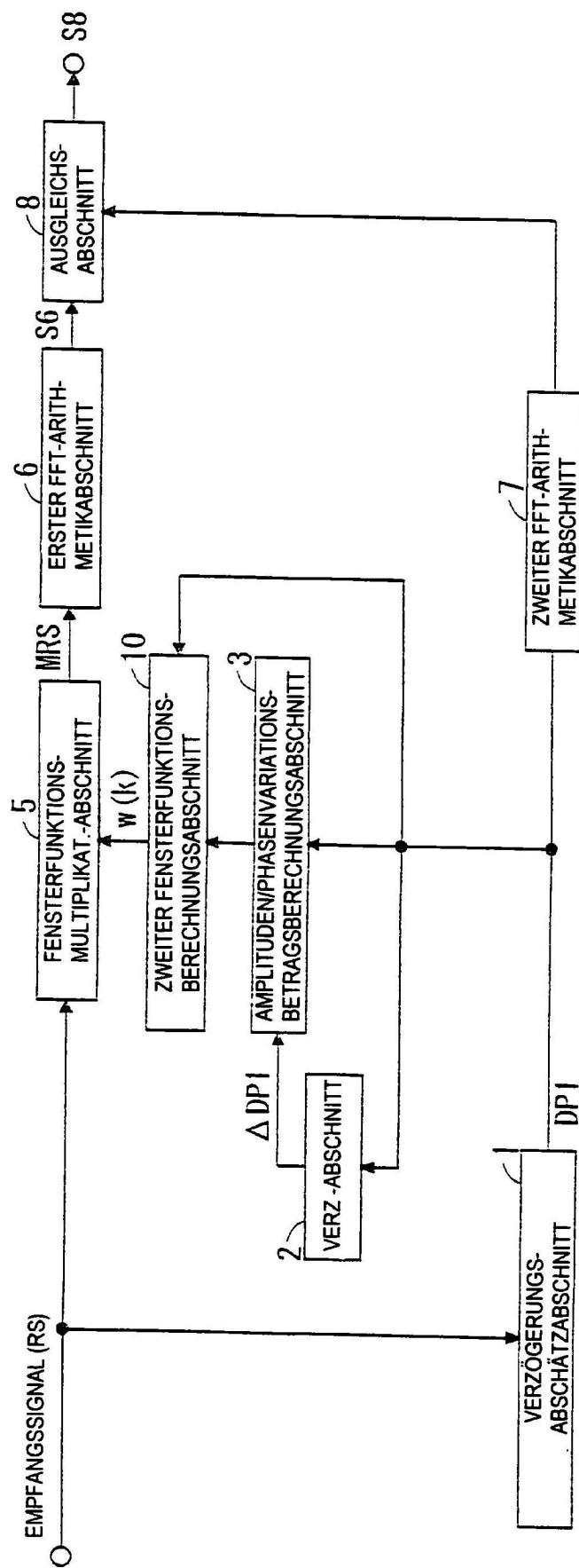
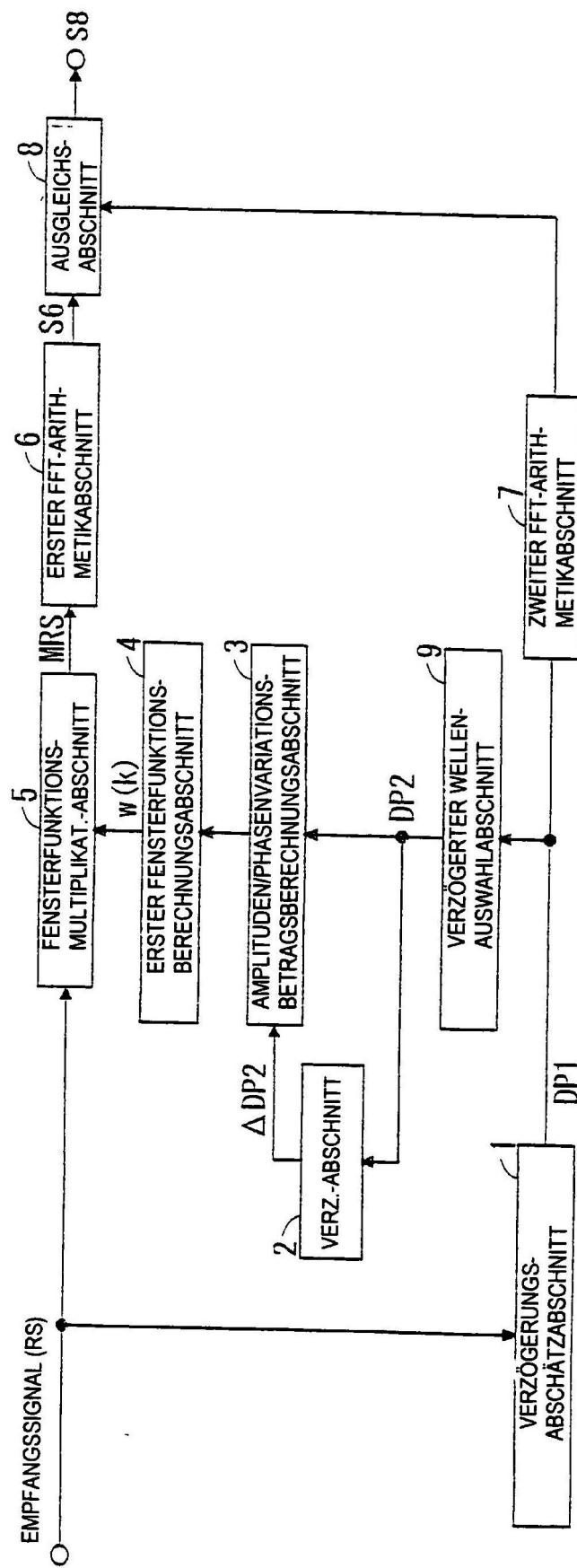
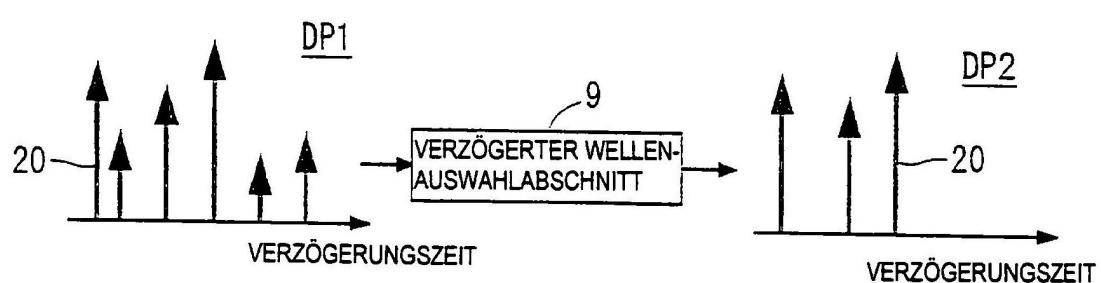


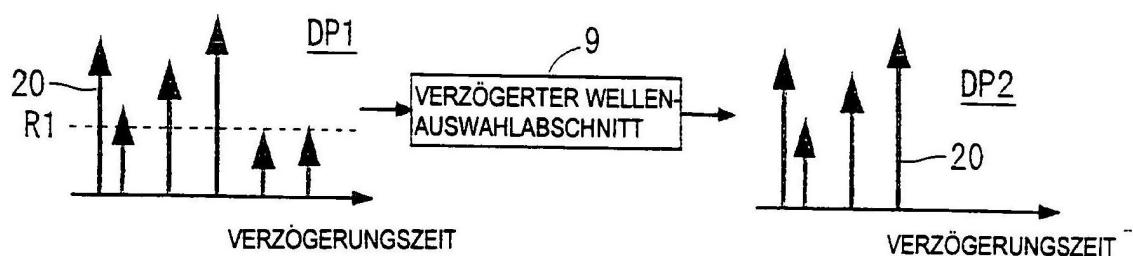
FIG. 8



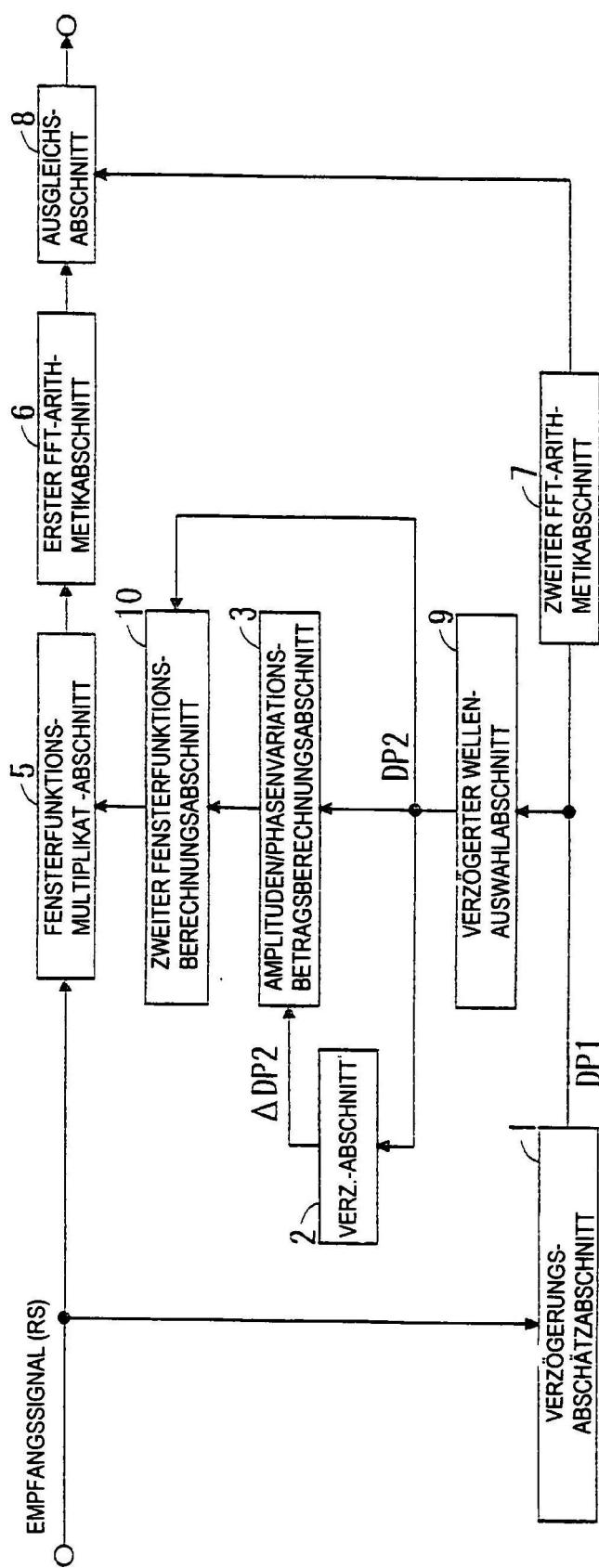
F I G. 9 A



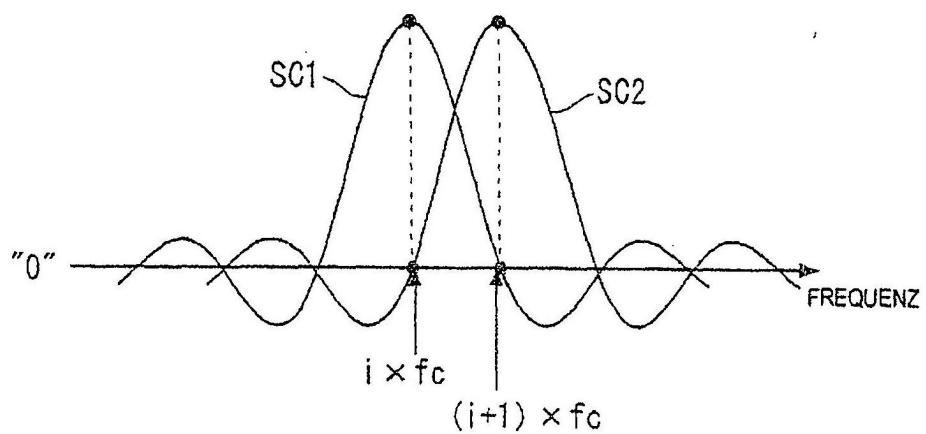
F I G. 9 B



F I G . 1 0



F I G . 1 1 A (Stand der Technik)



F I G . 1 1 B (Stand der Technik)

