



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 37 220 T2** 2007.10.25

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 794 635 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 37 220.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 103 759.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **06.03.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.09.1997**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **10.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H04L 7/04 (2006.01)**

H04L 7/08 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

5064696 07.03.1996 JP

5064796 07.03.1996 JP

(73) Patentinhaber:

**Panasonic Mobile Communications Co., Ltd,
Yokohama, JP; NTT DoCoMo Inc., Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

LEINWEBER & ZIMMERMANN, 80331 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

**Hiramatsu, Katsuhiko, Yokohama-shi, JP; Uesugi,
Mitsuru, Yokohama-shi, JP; Futagi, Sadaki,
Sagamihara-shi, JP; Suzuki, Hiroshi,
Yokosuka-shi, JP; Yoshino, Hitoshi, Yokosuka-shi,
JP**

(54) Bezeichnung: **Synchronisationsgerät**

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

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Synchronisationsgerät, das in der digitalen Kommunikation eingesetzt wird.

Stand der Technik

[0002] Herkömmlicherweise wird bei dieser Art von Synchronisationsgeräten ein Korrelationswert eines bekannten Musters, das aus einem bekannten, in einem empfangenen Signal enthaltenen Symbol gebildet wird, mit einem bekannten, zu einem Empfänger gehörenden Muster berechnet, und es wird festgestellt, dass das bekannte Muster detektiert worden ist, wenn der berechnete Korrelationswert größer wird als ein vorgegebener Schwellenwert (wie z.B. in JP-A-7-250120 offenbart).

[0003] Diese Art von Synchronisationsgeräten umfasst, wie aus [Fig. 1](#) ersichtlich, einen ersten und einen zweiten Analog-Digital-Wandler **101** und **102**, in die jeweils Inphasen-Komponenten I-ch und orthogonale Komponenten Q-ch eines empfangenen Signals eingegeben werden, welche durch synchrone Detektion des empfangenen Signals erhalten werden, eine Korrelationsschaltung **103**, in welche die Ausgangssignale des ersten und des zweiten A/D-Wandlers **101** und **102** eingegeben werden, und eine Empfangstimingdetektionsschaltung **108**, in die das Ausgangssignal der Korrelationsschaltung **103** eingegeben wird. Hierbei beinhaltet die Korrelationsschaltung **103** einen ersten Speicher **104** zum Speichern der Inphasen-Komponenten I-ch und der orthogonalen Komponenten Q-ch von M Teilen empfangener Signale mit bekannten Mustern, die aus dem ersten und dem zweiten A/D-Wandler **101** und **102** eingegeben werden, einen Korrelator **105**, in den zwei Ausgangssignale des ersten Speichers **104** eingegeben werden, einen zweiten Speicher **106**, in welchem Inphasen-Komponenten und orthogonale Komponenten bekannter, zum Empfänger gehörender Muster gespeichert werden, und eine Leistungsdetektionsschaltung **107**, in welche zwei Ausgangssignale des Korrelators **105** eingegeben werden. Ferner umfasst die Empfangstimingdetektionsschaltung **108** einen Speicher **110**, in dem ein vorgegebener Schwellenwert gespeichert ist, und einen Komparator **109**, der das Ausgangssignal der Korrelationsschaltung **103** und den im Speicher **110** gespeicherten Schwellenwert miteinander vergleicht.

[0004] Bei diesem Synchronisationsgerät werden die Inphasen-Komponenten I-ch und die orthogonalen Komponenten Q-ch des empfangenen Signals, die durch die synchrone Detektion des empfangenen Signals erhalten werden, durch den ersten und den zweiten A/D-Wandler **101** und **102** quantisiert und daraufhin im ersten Speicher **104** der Korrelatorschaltung **103** gespeichert. Im ersten Speicher **104** können die Inphasen-Komponenten I-ch und die orthogonalen Komponenten Q-ch von M Teilen empfangener Signale mit dem bekannten Muster aufgrund dessen gespeichert werden, dass die Inphasen-Komponenten I-ch und die orthogonalen Komponenten Q-ch des empfangenen Signals, deren Speicherung am längsten zurückliegt, durch die Inphasen-Komponenten I-ch und die orthogonalen Komponenten Q-ch eines neu eingegebenen empfangenen Signals überschrieben werden.

[0005] Im Korrelator **105** der Korrelationsschaltung **103** erfolgt mittels der folgenden Ausdrücke die Berechnung zweier Korrelationswerte comb_I und comb_Q unter Verwendung der Inphasen-Komponenten I-ch und der orthogonalen Komponenten Q-ch des empfangenen Signals, ausgegeben aus dem ersten Speicher **104**, und der Inphasen-Komponenten und der orthogonalen Komponenten des bekannten Musters, ausgegeben aus dem zweiten Speicher **106**.

$$\text{comb}_I = \text{Re}\left[\sum_{i=1}^M \text{sw}(i) \times r(i)^*\right]$$

$$= \sum_{i=1}^M \{\text{sw}_I(i) \times r_I(i) + \text{sw}_Q(i) \times r_Q(i)\} \quad (1)$$

$$\text{comb}_Q = \text{Im}\left[\sum_{i=1}^M \text{sw}(i) \times r(i)^*\right]$$

$$= \sum_{i=1}^M \{-\text{sw}_Q(i) \times r_Q(i) + \text{sw}_I(i) \times r_I(i)\} \quad (2)$$

[0006] Die beiden im Korrelator **105** berechneten Korrelationswerte comb_I und comb_Q werden zu einem Korrelationswert (Leistung) comb gewandelt, indem sie dem folgenden Ausdruck entsprechend in der Leistungsdetektionsschaltung **107** bearbeitet werden.

$$\text{comb} = \text{comb}_I^2 + \text{comb}_Q^2 \quad (3)$$

[0007] Darüber hinaus repräsentieren in den oben beschriebenen Ausdrücken (1) bis (3) die tiefstehenden Buchstaben I und Q jeweils Inphasen-Komponenten und orthogonale Komponenten. Ferner können die jeweiligen, in den oben erläuterten Ausdrücken (1) bis (3) dargestellten Bearbeitungsvorgänge einfach mithilfe der Software eines Signalprozessors, z.B. mithilfe von DSP, ausgeführt werden.

[0008] Der in der Korrelationschaltung **103** gewonnene Korrelationswert wird im Komparator **109** der Empfangstimingdetektionsschaltung **108** mit dem Schwellenwert verglichen, der im dritten Speicher **110** gespeichert worden ist. Wenn der durch die Korrelationschaltung **103** gewonnene Korrelationswert größer ist als dieser Schwellenwert, erfolgt die Feststellung, dass das bekannte Symbol empfangen worden ist.

[0009] Überdies wird der Korrelationswert zuweilen mit der Stärke des empfangenen Signals normalisiert, um Variationen bei der Stärke des Korrelationswerts durch Nachlassen zu beseitigen; für jenen Fall, dass eine solche Normalisierung nicht erfolgt, ist hierin eine entsprechende Struktur dargestellt.

[0010] Bei einem Synchronisationsgerät, wie oben beschrieben, treten die nachstehend dargelegten Probleme auf.

(1) Geht eine Übertragung so vonstatten, dass eine bekannte Symbolfolge in einem Übertragungssignal enthalten ist, ist der Korrelationswert gemeinhin zu jener Zeit am größten, zu der ein Transmitter die bekannte Symbolfolge in einem idealen Zustand überträgt, wenn die Korrelation zwischen dieser bekannten Symbolfolge und der zu einem Empfänger gehörenden bekannten Symbolfolge erhalten wird. Selbst wenn optimales Timing detektiert wird aufgrund der Tatsache, dass der Korrelationswert einfach größer wird als ein gewisser Wert, oder aufgrund einer Spitze des Korrelationswerts, arbeitet das Synchronisationsgerät nicht unbedingt reibungslos, wenn eine empfangene Welle (nachstehend als verzögerte Welle bezeichnet), die nach Reflexion durch ein Gebäude oder einem Berg empfangen wird, vorhanden ist.

Die Korrelationswerte bei Vorhandensein einer derartigen verzögerten Welle sind beispielsweise in [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2D](#) aufgeführt. Wenn nur eine erwünschte empfangene Welle (nachstehend als „führende Welle“ oder „erwünschte Welle“ bezeichnet) vorhanden ist, besteht die Möglichkeit, ein Timing zu erreichen, das präzise mit der führenden Welle übereinstimmt, wie [Fig. 2A](#) veranschaulicht. Ist nur eine verzögerte Welle vorhanden, ist es möglich, ein Timing zu erzielen, das präzise mit der verzögerten Welle übereinstimmt, wie [Fig. 2B](#) zeigt. Wenn sich allerdings die führende Welle und die verzögerte Welle in entgegengesetzten Phasen befinden und miteinander addiert werden, wird der Korrelationswert klein. Deshalb werden, wie aus [Fig. 2C](#) hervorgeht, bei geringfügiger Erhöhung des Schwellenwerts sowohl das Timing der führenden Welle als auch das Timing der verzögerten Welle nicht länger detektiert. Wenn sich die führende Welle und die verzögerte Welle in einer Phase befinden und miteinander addiert werden, wird hingegen die Spitze des Korrelationswerts sowohl zur Empfangszeit der führenden Welle als auch zur Empfangszeit der verzögerten Welle detektiert. Deshalb wird, wie aus [Fig. 2D](#) hervorgeht, das Timing der verzögerten Welle nur durch den Vergleich mit dem Schwellenwert detektiert.

(2) Die Detektionsgenauigkeit des Empfangstimings ist nicht besonders hoch; sie hängt nämlich von der Abtastgeschwindigkeit des A/D-Wandlers ab, und die Detektionsgenauigkeit wird dann als Timingabstand

detektiert, wenn der Abstand zwischen einem Transmitter und einem Empfänger $T/2$ erreicht (T : Abtastzeitintervall). Falls das Abtastzeitintervall groß ist, wird der Timingabstand groß, und die Empfangsleistung verschlechtert sich. Ist die Frequenzdiskrepanz zwischen dem Transmitter und dem Empfänger gering, braucht es – selbst wenn das Abtastzeitintervall nicht besonders groß ist – seine Zeit, bis der Timingabstand detektiert ist, und ein Zustand, bei dem die Empfangsleistung um ein gewisses Maß verschlechtert ist, hält lange an.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0011] In Anbetracht der unter obigem Punkt (1) angeführten Probleme besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Synchronisationsgerät zu bieten, das in der Lage ist, eine Empfangszeit einer führenden Welle selbst dann zu detektieren, wenn die führende Welle und eine verzögerte Welle gleichzeitig vorhanden sind.

[0012] Angesichts der unter obigem Punkt (2) dargelegten Schwierigkeiten ist es eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Synchronisationsgerät zur Verfügung zu stellen, das in der Lage ist, ein Empfangstiming mit hoher Genauigkeit zu detektieren.

[0013] Bei einem ersten Synchronisationsgerät der vorliegenden Erfindung handelt es sich um ein Synchronisationsgerät zur Durchführung einer Korrelationsbearbeitung zwischen einem ersten bekannten Muster, das in einem empfangenen Signal enthalten ist, und einem zweiten bekannten Muster, und zwar um das Empfangstiming des empfangenen Signals zu detektieren, und dieses Synchronisationsgerät umfasst Folgendes: eine Korrelationswertberechnungseinrichtung zum Berechnen eines Korrelationswerts zwischen dem ersten bekannten Muster und dem zweiten bekannten Muster; eine Empfangstimingdetektionseinrichtung; und eine Empfangsfensterkontrolleinrichtung zum Senden einer Empfangszeit an die Korrelationseinrichtung und die Empfangstimingdetektionseinrichtung; wobei: die Korrelationswertberechnungseinrichtung den Korrelationswert bei jeder Empfangszeit berechnet; und die Empfangstimingdetektionseinrichtung den berechneten Korrelationswert mit einem vorgegebenen Schwellenwert vergleicht, dann die Feststellung trifft, dass die Empfangszeit das Empfangstiming des empfangenen Signals ist, wenn der berechnete Korrelationswert größer wird als der Schwellenwert, den Vergleich des Korrelationswerts mit dem Schwellenwert nach der Feststellung unterbricht und die als das Empfangstiming festgestellte Empfangszeit hält.

[0014] Bei einem zweiten Synchronisationsgerät handelt es sich um das oben beschriebene erste Synchronisationsgerät der vorliegenden Erfindung, das weiterhin eine Timingkorrekturwertdetektionseinrichtung umfasst zum Erstellen eines Histogramms der in der Latch-Schaltung gehaltenen Empfangszeit, zum Vergleichen der Häufigkeit der Empfangszeit im erstellten Histogramm mit einem weiteren Schwellenwert und zum Erzeugen eines Timingkorrekturwerts zum Korrigieren der von der Empfangsfensterkontrolleinrichtung gesendeten Empfangszeit in Übereinstimmung mit der Empfangszeit, wenn die Häufigkeit einen weiteren Schwellenwert überschreitet.

[0015] Bei einem dritten Synchronisationsgerät der vorliegenden Erfindung handelt es sich um ein Synchronisationsgerät zur Durchführung einer Korrelationsbearbeitung zwischen einem ersten bekannten Muster, das in einem empfangenen Signal enthalten ist, und einem zweiten bekannten Muster, und zwar um ein Empfangstiming des empfangenen Signals zu detektieren; dieses Synchronisationsgerät umfasst Folgendes: eine Korrelationswertberechnungseinrichtung zum Berechnen eines Korrelationswerts zwischen dem ersten bekannten Muster und dem zweiten bekannten Muster; eine Empfangstimingdetektionseinrichtung; und eine Empfangsfensterkontrolleinrichtung zum Senden einer Empfangszeit an die Korrelationseinrichtung und die Empfangstimingdetektionseinrichtung; wobei: die Korrelationswertberechnungseinrichtung den Korrelationswert bei jeder Empfangszeit berechnet; und die Empfangstimingdetektionseinrichtung den berechneten Korrelationswert mit einem vorgegebenen Schwellenwert vergleicht, die Empfangszeit detektiert, wenn der berechnete Korrelationswert größer wird als der Schwellenwert, und die Empfangszeit gewinnt, wenn der durch die Korrelationswertberechnungseinrichtung berechnete Korrelationswert während eines bestimmten Zeitraums nach der detektierten Empfangszeit am größten wird, und schließlich die Empfangszeit hält.

[0016] Bei einem vierten Synchronisationsgerät der vorliegenden Erfindung handelt es sich um ein Synchronisationsgerät zur Durchführung einer Korrelationsbearbeitung zwischen einem ersten bekannten Muster, das

in einem empfangenen Signal enthalten ist, und einem zweiten bekannten Muster, und zwar um ein Empfangstiming des empfangenen Signals zu detektieren; dieses Synchronisationsgerät umfasst Folgendes:
 eine Korrelationswertberechnungseinrichtung zum Berechnen eines Korrelationswerts zwischen dem ersten bekannten Muster und dem zweiten bekannten Muster;
 eine Empfangstimingdetektionseinrichtung; und
 eine Empfangsfensterkontrolleinrichtung zum Senden einer Empfangszeit an die Korrelationseinrichtung und die Empfangstimingdetektionseinrichtung; wobei:
 die Korrelationswertberechnungseinrichtung den Korrelationswert bei jeder Empfangszeit berechnet; und
 die Empfangstimingdetektionseinrichtung den berechneten Korrelationswert mit einem vorgegebenen Schwellenwert vergleicht, eine erste Empfangszeit detektiert, wenn der berechnete Korrelationswert das erste Mal größer geworden ist als der Schwellenwert, und eine zweite Empfangszeit detektiert, wenn der berechnete Korrelationswert das erste Mal nach der ersten Empfangszeit kleiner geworden ist als der Schwellenwert, und einen Mittelwert der ersten Empfangszeit und der zweiten Empfangszeit gewinnt und diesen Mittelwert hält.

[0017] Bei einem fünften Synchronisationsgerät der vorliegenden Erfindung handelt es sich um ein Synchronisationsgerät zur Durchführung einer Korrelationsbearbeitung zwischen einem ersten bekannten Muster, das in einem empfangenen Signal enthalten ist, und einem zweiten bekannten Muster, und zwar um ein Empfangstiming des empfangenen Signals zu detektieren; dieses Synchronisationsgerät umfasst Folgendes:
 eine Korrelationswertberechnungseinrichtung zum Berechnen eines Korrelationswerts zwischen dem ersten bekannten Muster und dem zweiten bekannten Muster;
 eine Empfangstimingdetektionseinrichtung; und
 eine Empfangsfensterkontrolleinrichtung zum Senden der Empfangszeit an die Korrelationseinrichtung und die Empfangstimingdetektionseinrichtung; wobei:
 die Korrelationswertberechnungseinrichtung den Korrelationswert bei jeder Empfangszeit berechnet; und
 die Empfangstimingdetektionseinrichtung den berechneten Korrelationswert interpoliert, den Korrelationswert nach der Interpolation mit einem vorgegebenen Schwellenwert vergleicht, und die Feststellung trifft, dass die Empfangszeit das Empfangstiming des empfangenen Signals ist, wenn der Korrelationswert nach der Interpolation größer wird als der Schwellenwert.

[0018] Bei einem sechsten Synchronisationsgerät der vorliegenden Erfindung handelt es sich um das fünfte Synchronisationsgerät der vorliegenden Erfindung, bei dem die Empfangstimingdetektionseinrichtung eine Einrichtung umfasst, welche den Vergleich des Korrelationswerts nach der Interpolation mit dem Schwellenwert fortsetzt, nachdem sie die Empfangszeit festgestellt hat, und welche die Empfangszeit hält, die als das Empfangstiming bestimmt ist.

[0019] Bei einem siebten Synchronisationsgerät der vorliegenden Erfindung handelt es sich um das fünfte oder sechste Synchronisationsgerät der vorliegenden Erfindung, das weiterhin eine Timingabstandsdetektionseinrichtung umfasst, die auf der Ausgangsseite der Empfangstimingdetektionseinrichtung vorgesehen ist, wobei die Timingabstandsdetektionseinrichtung eine Speichereinrichtung, in der die optimale Empfangszeit gespeichert ist, und eine Addiereinrichtung aufweist, um die Differenz zwischen der von der Empfangstimingdetektionseinrichtung gehaltenen Empfangszeit und der optimalen Empfangszeit zu erhalten.

[0020] Bei einem achten Synchronisationsgerät der vorliegenden Erfindung handelt es sich um das siebte Synchronisationsgerät der vorliegenden Erfindung, wobei die Empfangsfensterkontrolleinrichtung einen Zähler zum Zählen eines Takts umfasst und ferner ein Anfangswert in Übereinstimmung mit einem Ausgangssignal der Timingabstandsdetektionseinrichtung eingestellt wird.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0021] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm, das ein herkömmliches Synchronisationsgerät darstellt;

[0022] [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2D](#) zeigen Timingdiagramme zur Erläuterung der Funktionsweise des Synchronisationsgeräts aus [Fig. 1](#);

[0023] [Fig. 3](#) ist ein Blockdiagramm eines Synchronisationsgeräts gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0024] [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4C](#) sind Timingdiagramme zur Erläuterung der Funktionsweise des Synchronisationsgeräts aus [Fig. 3](#);

[0025] [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm eines Synchronisationsgeräts gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0026] [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) sind Timingdiagramme zur Erläuterung der Funktionsweise des Synchronisationsgeräts aus [Fig. 5](#);

[0027] [Fig. 7](#) ist ein Blockdiagramm eines Synchronisationsgeräts gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0028] [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8E](#) sind Timingdiagramme zur Erläuterung der Funktionsweise des Synchronisationsgeräts aus [Fig. 7](#);

[0029] [Fig. 9](#) ist ein Blockdiagramm eines Synchronisationsgeräts gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0030] [Fig. 10A](#) bis [Fig. 10G](#) sind Timingdiagramme zur Erläuterung der Funktionsweise des Synchronisationsgeräts aus [Fig. 9](#);

[0031] [Fig. 11](#) ist ein Blockdiagramm eines Synchronisationsgeräts gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0032] [Fig. 12A](#) bis [Fig. 12D](#) sind Timingdiagramme zur Erläuterung der Funktionsweise des Synchronisationsgeräts aus [Fig. 11](#);

[0033] [Fig. 13](#) ist ein Blockdiagramm eines Synchronisationsgeräts gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0034] [Fig. 14A](#) bis [Fig. 14D](#) sind Timingdiagramme zur Erläuterung der Funktionsweise des Synchronisationsgeräts aus [Fig. 13](#);

[0035] [Fig. 15](#) ist ein Blockdiagramm eines Synchronisationsgeräts gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0036] [Fig. 16](#) ist ein Blockdiagramm eines Synchronisationsgeräts gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

[0037] [Fig. 17A](#) bis [Fig. 17C](#) sind Timingdiagramme zur Erläuterung der Funktionsweise des Synchronisationsgeräts aus [Fig. 16](#).

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

(Erste Ausführungsform)

[0038] Ein Synchronisationsgerät gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst, wie [Fig. 3](#) zeigt, einen ersten und einen zweiten Analog-Digital-Wandler (A/D-Wandler) **1** und **2**, eine Korrelationsschaltung **3**, eine Empfangstimingdetektionsschaltung **8** und eine Empfangsfensterkontrollschaltung **13**. Der erste und der zweite A/D-Wandler **1** und **2** quantisieren Inphasen-Komponenten I-ch und orthogonale Komponenten Q-ch eines empfangenen Signals, die jeweils durch die synchrone Detektion des empfangenen Signals erhalten werden. Die Korrelationsschaltung **3** berechnet einen Korrelationswert \underline{a} zwischen einem bekannten Symbolmuster, das in den Ausgangssignalen des ersten und des zweiten A/D-Wandlers **1** und **2** enthalten ist, und einem bekannten Muster, das zu einem Empfänger gehört, und umfasst einen ersten Speicher **4**, in dem die Inphasen-Komponenten I-ch und die orthogonalen Komponenten Q-ch des empfangenen Signals, eingegeben jeweils aus dem ersten und dem zweiten A/D-Wandler **1** und **2**, gespeichert werden, einen Korrelator **5**, in welchen zwei Ausgangssignale des ersten Speichers **4** eingegeben werden, einen zweiten Speicher **6**, in welchem Inphasen-Komponenten I-ch und orthogonale Komponenten Q-ch des bekannten Musters des Empfängers gespeichert werden, und eine Leistungsdetektionsschaltung **7**, in welche zwei Ausgangssignale des Korrelators **5** eingegeben werden. Die Empfangstimingdetektionsschaltung **8** stellt fest, dass das bekannte Muster im empfangenen Signal detektiert worden ist, wenn der in der Korrelationsschaltung **3** berechnete Korrelationswert \underline{a} größer wird als ein vorgegebener Schwellenwert, und umfasst einen dritten Speicher **11**, in dem der vorgegebene Schwellenwert gespeichert worden ist, einen Komparator **10** zum Vergleichen

chen des Ausgangssignals der Korrelationsschaltung **3** mit dem vorgegebenen Schwellenwert, der im Speicher **11** gespeichert ist, einen Schalter **9**, der zwischen der Leistungsdetektionsschaltung **7** und dem Komparator **10** vorgesehen ist und dessen Öffnen und Schließen durch ein aus dem Komparator **10** ausgegebenes Timingkorrektursteuersignal \underline{b} gesteuert wird, und eine Latch-Schaltung **12** zum Latchen eines Zählerwerts \underline{c} eines später beschriebenen Zählers **14** der Empfangsfensterkontrollschaltung **13** durch ein aus dem Komparator **10** ausgegebenes Timingkorrektursteuersignal \underline{b} . Die Empfangsfensterkontrollschaltung **13** betätigt die Korrelationsschaltung **3** und die Empfangstimingdetektionsschaltung **8** nur für einen bestimmten Zeitraum und umfasst den Zähler **14**, in den ein Takt von außen eingegeben wird, und einen Decoder **15** zum Erzeugen eines Timingdetektionsfenstersignals \underline{i} , das die Korrelationsschaltung **3** und die Empfangstimingdetektionsschaltung **8** betätigt, wenn der Zählerwert \underline{c} des Zählers **14** einen Wert für die Zeit anzeigt, zu der das bekannte Symbol empfangen wird.

[0039] Beim Synchronisationsgerät der vorliegenden Ausführungsform wird die Zahl von Takten, eingegeben von außen, mit dem Zähler **14** der Empfangsfensterkontrollschaltung **13** gezählt. Hierbei entspricht der Zählzeitraum des Zählers **14** dem Empfangsintervall des bekannten Symbols. Im Decoder **15** wird ein Timingdetektionsfenstersignal \underline{i} erzeugt, wenn der Zählerwert \underline{c} des Zählers einen Wert für die Zeit anzeigt, zu der das bekannte Symbol empfangen wird, und die Korrelationsschaltung **3** und die Empfangstimingdetektionsschaltung **8** werden nur für jenen Zeitraum operabel, für den dieses Timingdetektionsfenstersignal \underline{i} erzeugt wird.

[0040] Die Inphasen-Komponenten I-ch und die orthogonalen Komponenten Q-ch des empfangenen Signals, die durch die synchrone Detektion des empfangenen Signals erhalten werden, werden durch den ersten und den zweiten A/D-Wandler **1** und **2** quantisiert und danach im ersten Speicher **4** der Korrelationsschaltung **3** gespeichert. Im ersten Speicher **4** können Inphasen-Komponenten I-ch und orthogonale Komponenten Q-ch von M Teilen empfangener Signale mit dem bekannten Muster gespeichert werden, und die Inphasen-Komponenten I-ch und die orthogonalen Komponenten Q-ch des empfangenen Signals, deren Speicherung am frühesten erfolgt, werden mit Inphasen-Komponenten I-ch und orthogonalen Komponenten Q-ch eines neu eingegebenen empfangenen Signals überschrieben. Im Korrelator **5** der Korrelationsschaltung **3** werden zwei Korrelationswerte berechnet mit den oben genannten Ausdrücken (1) und (2) unter Verwendung von Inphasen-Komponenten I-ch und orthogonalen Komponenten Q-ch des empfangenen Signals, ausgegeben aus dem ersten Speicher **4**, und von Inphasen-Komponenten und orthogonalen Komponenten des bekannten Musters, enthalten im Empfänger, die aus dem zweiten Speicher **6** ausgegeben werden. Zwei im Korrelator **5** berechnete Korrelationswerte werden zu einem Korrelationswert (Leistung) \underline{a} gewandelt, indem sie in der Leistungsdetektionsschaltung **7** entsprechend dem vorgenannten Ausdruck (3) bearbeitet werden.

[0041] Der in der Korrelationsschaltung **3** erhaltene Korrelationswert \underline{a} wird dem Komparator **10** durch den Schalter **9** der Empfangstimingdetektionsschaltung **8** eingegeben und mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen, der im dritten Speicher **11** gespeichert ist. Wenn der in der Korrelationsschaltung **3** erhaltene Korrelationswert \underline{a} größer ist als dieser vorgegebene Wert, wird festgestellt, dass das bekannte Symbol empfangen worden ist, und das Timingkorrektursteuersignal \underline{b} wird aus dem Komparator **10** ausgegeben. Wird das Timingkorrektursteuersignal \underline{b} aus dem Komparator **10** ausgegeben, wird der Schalter **9** in einen offenen Zustand gebracht, und die Detektion des bekannten Symbols wird unterbrochen. Ferner wird, wenn das Timingkorrektursteuersignal \underline{b} in die Latch-Schaltung **12** eingegeben wird, der Zählerwert \underline{c} des Zählers **14** der Empfangsfensterkontrollschaltung **13** in die Latch-Schaltung **12** eingebracht. Da der Schalter **9** danach in offenem Zustand gehalten wird, wird der Korrelationswert \underline{a} nie aus der Korrelationsschaltung **3** in die Empfangstimingdetektionsschaltung **8** eingegeben, sondern der Zählerwert \underline{c} des Zählers **14**, der in die Latch-Schaltung **12** eingebracht worden ist, wird als Empfangszeit t_{mg} ausgegeben.

[0042] Wenn beispielsweise, wie in [Fig. 4A](#) dargestellt, eine führende Welle und eine verzögerte Welle vorhanden sind und Korrelationswertspitzen auftreten, die größer sind als der vorgegebene Schwellenwert bei Empfangszeit t_3 der führenden Welle und bei Empfangszeit t_8 der verzögerten Welle im Empfangsfenster, verbessert sich die Leistung der Equalizer-Bearbeitung, falls das Timing an die führende Welle angepasst wird, und zwar gewöhnlich in einem Equalizer oder dergleichen, der an den empfangenen Daten eine Equalizer-Bearbeitung unter Verwendung des im Synchronisationsgerät detektierten Empfangstimmings vornimmt.

[0043] Beim Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird in Anbetracht dessen, dass der in der Korrelationsschaltung **3** berechnete Korrelationswert \underline{a} größer wird als der vorgegebene Schwellenwert bei Empfangszeit t_3 der führenden Welle, das Timingkorrektursteuersignal \underline{b} aus dem Komparator **10** bei Empfangszeit t_3 der führenden Welle ausgegeben, wie [Fig. 4B](#) veranschaulicht. Da der Schalter **9** durch das Timingkorrektursteuersignal \underline{b} zu dieser Zeit t_3 und danach in einen offenen Zustand gebracht wird, wird der in der Korrelationsschaltung **3** berechnete Korrelationswert \underline{a} nie in den Komparator **10** eingege-

ben. Als Ergebnis davon wird das Timingkorrektursteuersignal \underline{b} nie zur Empfangszeit t_8 der verzögerten Welle aus dem Komparator **10** ausgegeben. Dementsprechend besteht beim Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Möglichkeit, nur die Empfangszeit der führenden Welle zu detektieren, selbst wenn Korrelationswertspitzen vorhanden sind, die größer sind als der vorgegebene Schwellenwert bei Empfangszeit t_3 der führenden Welle und bei Empfangszeit t_8 der verzögerten Welle im Empfangsfenster.

[0044] Hingegen wird, wie [Fig. 4C](#) zeigt, beim herkömmlichen Synchronisationsgerät aus [Fig. 1](#) das Timingkorrektursteuersignal \underline{b} aus dem Komparator **109** zur Empfangszeit t_3 der führenden Welle und zur Empfangszeit t_8 der verzögerten Welle ausgegeben, wenn Spitzen des Korrelationswerts vorhanden sind, die größer sind als der vorgegebene Schwellenwert bei Empfangszeit t_3 der führenden Welle und Empfangszeit t_8 der verzögerten Welle im Empfangsfenster. Deshalb ist das Empfangstiming auf halbem Weg zwischen der führenden Welle und der verzögerten Welle gesperrt, und so wird das schlechteste Timing für den Equalizer bewirkt.

[0045] Da im Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform der Schalter **9**, der bei Empfang des bekannten Symbols und danach die Detektion des bekannten Symbols unterbricht, und die Latch-Schaltung **12** vorgesehen sind, welche die Zeit hält, wenn das bekannte Symbol in der Empfangstimingdetektionsschaltung **8** empfangen wird, wie oben beschrieben, besteht die Möglichkeit, nur die Empfangszeit der führenden Welle sicher zu detektieren, selbst wenn die führende Welle und die verzögerte Welle vorhanden sind und Korrelationswertspitzen auftreten, die größer sind als der vorgegebene Schwellenwert im Empfangsfenster.

(Zweite Ausführungsform)

[0046] Ein Synchronisationsgerät gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich vom Synchronisationsgerät gemäß der ersten Ausführungsform aus [Fig. 3](#) darin, dass eine Timingkorrekturwertdetektionsschaltung **16** vorgesehen ist, wie aus [Fig. 5](#) ersichtlich. Die Timingkorrekturwertdetektionsschaltung **16** umfasst eine Histogrammschaltung **17**, in die das Ausgangssignal der Latch-Schaltung **12** der Empfangstimingdetektionsschaltung **8** eingegeben wird, einen vierten Speicher **19**, in dem ein Schwellenwert in Bezug auf die Empfangstimingfrequenz gespeichert worden ist, einen Komparator **18** zum Vergleichen des Ausgangssignals der Histogrammschaltung **17** mit dem im vierten Speicher **19** gespeicherten Schwellenwert, einen fünften Speicher **21**, in dem die optimale Empfangszeit gespeichert worden ist, und eine Korrekturwertdetektionsschaltung **20**, in die das Ausgangssignal der Histogrammschaltung **17**, das Ausgangssignal (Timingsteuersignal \underline{d}) des Komparators **18** und die im fünften Speicher **21** gespeicherte optimale Empfangszeit eingegeben werden, und das Ausgangssignal (Zählerkorrekturwert \underline{e}) der Korrekturwertdetektionsschaltung **20** wird dem Zähler **14** der Empfangsfensterkontrollschaltung **13** eingegeben.

[0047] Da die Funktionsweise des ersten und des zweiten A/D-Wandlers **1** und **2**, der Korrelationsschaltung **3** und der Empfangstimingdetektionsschaltung **8** im Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform jener des Synchronisationsgeräts gemäß der oben beschriebenen ersten Ausführungsform ähnelt, wird die damit verbundene Funktionsweise der Timingkorrekturwertdetektionsschaltung **16** und der Empfangsfensterkontrollschaltung **13** nachstehend im Einzelnen mit Blick auf [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) erläutert.

[0048] In der Histogrammschaltung **17** der Timingkorrekturwertdetektionsschaltung **16** wird die Häufigkeit des Empfangstimings unter Verwendung des Ausgangssignals der Latch-Schaltung **12** der Empfangstimingdetektionsschaltung **8** berechnet. Beispielsweise wird davon ausgegangen, dass das Histogramm des Empfangstimings vor der Aktualisierung den Maximalwert bei Zeit t_3 aufweist, wie [Fig. 6A](#) darstellt. Wenn das frisch detektierte Empfangstiming auch bei Zeit t_3 liegt, wird 1 zur Häufigkeit bei Zeit t_3 bis zur letzten Zeit in der Histogrammschaltung **17** addiert (siehe [Fig. 6B](#)). Im Komparator **18** wird die Häufigkeit bei jeder Zeit des Histogramms, die in der Histogrammschaltung **17** berechnet wird, mit dem im vierten Speicher **19** gespeicherten Schwellenwert verglichen. Wenn im Komparator **18** eine Häufigkeit auftritt, die größer ist als der Schwellenwert, wird das Timingsteuersignal \underline{d} ausgegeben. Dementsprechend wird in einem in [Fig. 6B](#) veranschaulichten Beispiel angesichts dessen, dass die Häufigkeit bei Zeit t_3 größer wird als der Schwellenwert, das Timingsteuersignal \underline{d} aus dem Komparator **18** bei Zeit t_3 ausgegeben. In der Korrekturwertdetektionsschaltung **20** werden die Zeit, zu der die Häufigkeit größer wird als der Schwellenwert (Zeit t_3 im Beispiel aus [Fig. 6B](#)) und die im fünften Speicher **21** gespeicherte optimale Empfangszeit miteinander nur dann verglichen, wenn das Timingsteuersignal \underline{d} aus dem Komparator **18** eingegeben wird. Aus der Korrekturwertdetektionsschaltung **20** wird an den Zähler **14** ein Timingkorrekturwert \underline{e} ausgegeben, welcher den Anfangswert des Zählers **14** der Empfangsfensterkontrollschaltung **13** auf 0 setzt, falls die Zeit, zu der die Häufigkeit größer wird als der Schwellenwert, die gleiche ist wie die optimale Empfangszeit, welcher weiterhin den Anfangswert des Zählers

14 auf -1 setzt, falls die Zeit, zu der die Frequenz größer wird als der Schwellenwert, vor der optimalen Empfangszeit liegt, und welcher ferner den Anfangswert des Zählers **14** auf $+1$ setzt, falls die Zeit, zu der die Häufigkeit größer wird als der Schwellenwert, nach der optimalen Empfangszeit liegt.

[0049] Infolgedessen wird beispielsweise in jenem Fall, wo es sich bei der Zeit, zu der die Häufigkeit größer wird als der Schwellenwert, um Zeit t_4 und bei der im fünften Speicher **21** gespeicherten optimalen Empfangszeit um Zeit t_3 handelt, der Timingkorrekturwert e , der den Anfangswert des Zählers **14** auf -1 setzt, aus der Korrekturwertdetektionsschaltung **20** ausgegeben. Deshalb liegt die von der Empfangstimingdetektionsschaltung **8** detektierte Empfangszeit das nächste Mal um ein Abtastzeitintervall vor der tatsächlichen Empfangszeit, und es wird Zeit t_3 angezeigt, welche die optimale Empfangszeit darstellt. Dagegen wird in jenem Fall, wo es sich bei der Zeit, zu der die Häufigkeit größer wird als der Schwellenwert, um Zeit t_2 und bei der im fünften Speicher **21** gespeicherten optimalen Empfangszeit um Zeit t_3 handelt, der Timingkorrekturwert e , der den Anfangswert des Zählers **14** auf $+1$ setzt, aus der Korrekturwertdetektionsschaltung **20** ausgegeben. Deshalb wird die von der Empfangstimingdetektionsschaltung **8** detektierte Empfangszeit das nächste Mal um ein Abtastzeitintervall hinter der tatsächlichen Empfangszeit liegen, und es wird die Zeit t_3 angezeigt, welche die optimale Empfangszeit darstellt.

[0050] Da im Synchronisationsgerät der vorliegenden Ausführungsform die Timingkorrekturwertdetektionsschaltung **16** vorgesehen ist, die das Histogramm der Empfangszeit detektiert und den Abstand der Empfangszeit korrigiert, wenn eine Häufigkeit, die größer ist als der Schwellenwert, enthalten ist, besteht die Möglichkeit, die Empfangszeit der führenden Welle präzise zu detektieren, selbst wenn sowohl die führende Welle als auch die verzögerte Welle vorhanden ist.

(Dritte Ausführungsform)

[0051] Ein Synchronisationsgerät gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich vom Synchronisationsgerät gemäß der ersten Ausführungsform aus [Fig. 3](#) darin, dass eine Empfangstimingdetektionsschaltung so strukturiert ist, wie nachstehend erläutert.

[0052] Im Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform umfasst eine Empfangstimingdetektionsschaltung **31** einen Speicher **32**, einen Komparator **33**, einen Timer **34**, eine Maximalwertdetektionsschaltung **35** und eine Latch-Schaltung **36**, wie aus [Fig. 7](#) hervorgeht. Im Speicher **32** ist ein vorgegebener Schwellenwert gespeichert. Im Komparator **33** werden ein aus der Korrelationsschaltung **3** gesendeter Korrelationswert a und der im Speicher **32** gespeicherte vorgegebene Schwellenwert miteinander verglichen, und 1 wird als Steuersignal f ausgegeben, wenn der Korrelationswert a größer ist als der vorgegebene Schwellenwert, und 0 wird als Steuersignal f ausgegeben, wenn der Korrelationswert a kleiner ist als der vorgegebene Schwellenwert. Wird 1 als Steuersignal f aus dem Komparator **33** in den Timer **34** eingegeben, gibt letzterer ein Steuersignal g aus, das die Maximalwertdetektionsschaltung **35** nur für einen bestimmten Zeitraum (Timerwert) in Betrieb setzt. Wenn der frisch eingegebene Korrelationswert a größer ist als der Maximalwert der vorigen Korrelationswerte, wird in der Maximalwertdetektionsschaltung **35** 1 als Steuersignal h nur für einen Zeitraum ausgegeben, der kürzer ist als ein Abtastzeitintervall, und der neu eingegebene Korrelationswert a wird außerdem durch den Maximalwert der vorigen Korrelationswerte ersetzt. In der Latch-Schaltung **36** wird ein Zählwert c des Zählers **14** der Empfangsfensterkontrollschaltung **13** aufgenommen und an der ansteigenden Flanke des Steuersignals h aus der Maximalwertdetektionsschaltung **35** gehalten. Überdies wird der Maximalwert der vorigen Korrelationswerte, gespeichert in der Maximalwertdetektionsschaltung **35**, an einer fallenden Flanke eines Ausgangssignals (eines Timingdetektionsfenstersignals i) des Decoders **15** auf 0 zurückgesetzt.

[0053] Die Funktionsweise des Synchronisationsgeräts gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird anhand eines Falles erläutert, beim dem der Korrelationswert a und der im Speicher **32** gespeicherte vorgegebene Schwellenwert ein gegenseitiges Verhältnis aufweisen, das in [Fig. 8A](#) dargestellt ist, und die Breite eines Timingdetektionsfenstersignals i beispielsweise 4 beträgt.

[0054] Da der Korrelationswert a kleiner ist als der vorgegebene Schwellenwert bei Zeit t_0 , wird 0 als Steuersignal f aus dem Komparator **33** ausgegeben (siehe [Fig. 8B](#)). Außerdem wird 0 als Steuersignal g aus dem Timer **34** ausgegeben (siehe [Fig. 8D](#)), weil der Timer-Wert des Timers **34** 0 beträgt (siehe [Fig. 8C](#)). Infolgedessen wird die Maximalwertdetektionsschaltung **35** nicht betätigt.

[0055] Da der Korrelationswert a größer wird als der vorgegebene Schwellenwert bei Zeit t_1 , wird 1 als Steuersignal f aus dem Komparator **33** ausgegeben (siehe [Fig. 8B](#)). Im Timer **34** wird angesichts dessen, dass der Timer-Wert auf 4 gesetzt wird, wobei es sich um die Breite des Timingdetektionsfenstersignals i an der anstei-

genden Flanke des Steuersignals f aus dem Komparator **33** handelt (siehe [Fig. 8C](#)), 1 als Steuersignal g aus dem Timer **34** ausgegeben (siehe [Fig. 8D](#)). Als Ergebnis davon beginnt die Maximalwertdetektionsschaltung **35** den Vorgang, und der Maximalwert der vorigen Korrelationswerte (in diesem Fall 0, da das Zurücksetzen an der fallenden Flanke des Timingdetektionsfenstersignals i erfolgt ist) und der bei Zeit t_1 berechnete Korrelationswert a werden miteinander verglichen. Da der bei Zeit t_1 berechnete Korrelationswert a größer ist als 0, wird das Steuersignal h mit einer Pulsbreite, die geringer ist als ein Abtastzeitintervall, aus der Maximalwertdetektionsschaltung **35** ausgegeben (siehe [Fig. 8E](#)), und in der Maximalwertdetektionsschaltung **35** wird der bei Zeit t_1 berechnete Korrelationswert a durch 0 ersetzt, wobei es sich um den Maximalwert der vorigen korrelierten Werte handelt. In der Latch-Schaltung **36** wird der Zählerwert c aufgenommen und an der ansteigenden Flanke des Steuersignals h gehalten.

[0056] Da der Korrelationswert a größer ist als der vorgegebene Schwellenwert bei Zeit t_2 , wird weiterhin 1 als Steuersignal f aus dem Komparator **33** ausgegeben (siehe [Fig. 8B](#)). Im Timer **34** wird der Timer-Wert dekrementiert und auf 3 gesetzt (siehe [Fig. 8C](#)). Da jedoch der Timer-Wert nicht 0 beträgt wie zuvor, wird weiterhin 1 als Steuersignal g aus dem Timer **34** ausgegeben (siehe [Fig. 8D](#)). Infolgedessen setzt die Maximalwertdetektionsschaltung **35** den Betrieb fort, und der Maximalwert der vorigen Korrelationswerte (in diesem Fall der bei Zeit t_1 berechnete Korrelationswert a) und der bei Zeit t_2 berechnete Korrelationswert a werden miteinander verglichen. Da der bei Zeit t_2 berechnete Korrelationswert a größer ist als der bei Zeit t_1 berechnete Korrelationswert a , wird das Steuersignal h mit einer Pulsbreite, die geringer ist als ein Abtastzeitintervall, aus der Maximalwertdetektionsschaltung **35** ausgegeben (siehe [Fig. 8E](#)), und der bei Zeit t_2 berechnete Korrelationswert a wird durch den bei Zeit t_1 berechneten Korrelationswert a in der Maximalwertdetektionsschaltung **35** zur gleichen Zeit ersetzt. In der Latch-Schaltung **36** wird der Zählerwert c aufgenommen und an der ansteigenden Flanke des Steuersignals h gehalten.

[0057] Bei Zeit t_3 wird weiterhin 1 als Steuersignal f aus dem Komparator **33** ausgegeben (siehe [Fig. 8B](#)), weil der Korrelationswert a größer ist als der vorgegebene Schwellenwert. Im Timer **34** wird der Timer-Wert dekrementiert und auf 2 gesetzt (siehe [Fig. 8C](#)). Da jedoch der Timer-Wert nicht 0 beträgt wie zuvor, wird weiterhin 1 als Steuersignal g aus dem Timer **34** ausgegeben (siehe [Fig. 8D](#)). Als Ergebnis davon setzt die Maximalwertdetektionsschaltung **35** ihren Betrieb fort, und der Maximalwert der vorigen Korrelationswerte (in diesem Fall der bei Zeit t_2 berechnete Korrelationswert a) und der bei Zeit t_3 berechnete Korrelationswert a werden miteinander verglichen. Da der bei Zeit t_3 berechnete Korrelationswert a größer ist als der bei Zeit t_2 berechnete Korrelationswert a , wird das Steuersignal h , das eine Pulsbreite aufweist, die geringer ist als ein Abtastzeitintervall, aus der Maximalwertdetektionsschaltung **35** ausgegeben (siehe [Fig. 8E](#)), und der bei Zeit t_3 berechnete Korrelationswert a wird durch den bei Zeit t_2 berechneten Korrelationswert a in der Maximalwertdetektionsschaltung **35** ersetzt. In der Latch-Schaltung **36** wird der Zählerwert c aufgenommen und an der ansteigenden Flanke des Steuersignals h gehalten.

[0058] Bei Zeit t_4 wird, da der Korrelationswert a größer ist als der vorgegebene Schwellenwert, weiterhin 1 als Steuersignal f aus dem Komparator **33** ausgegeben (siehe [Fig. 8B](#)). Im Timer **34** wird der Timer-Wert dekrementiert und auf 1 eingestellt (siehe [Fig. 8C](#)).

[0059] Bei Zeit t_3 wird weiterhin 1 als Steuersignal f aus dem Komparator **33** ausgegeben (siehe [Fig. 8B](#)), weil der Korrelationswert a größer ist als der vorgegebene Schwellenwert. Im Timer **34** wird der Timer-Wert dekrementiert und auf 2 gesetzt (siehe [Fig. 8C](#)). Da der Timer-Wert nicht wie zuvor 0 beträgt, wird jedoch weiterhin 1 als Steuersignal g aus dem Timer **34** ausgegeben (siehe [Fig. 8D](#)). Als Ergebnis davon setzt die Maximalwertdetektionsschaltung **35** ihren Betrieb fort, und der Maximalwert der Korrelationswerte in der Vergangenheit (in diesem Fall der bei Zeit t_2 berechnete Korrelationswert a) und der bei Zeit t_3 berechnete Korrelationswert a werden miteinander verglichen. Da der bei Zeit t_3 berechnete Korrelationswert a größer ist als der bei Zeit t_2 berechnete Korrelationswert a , wird das Steuersignal h , das eine Pulsbreite aufweist, die geringer ist als ein Abtastzeitintervall, aus der Maximalwertdetektionsschaltung **35** ausgegeben (siehe [Fig. 8E](#)), und der bei Zeit t_3 berechnete Korrelationswert a wird durch den bei Zeit t_2 berechneten Korrelationswert a in der Maximalwertdetektionsschaltung **35** ersetzt. In der Latch-Schaltung **36** wird der Zählerwert c aufgenommen und an der ansteigenden Flanke des Steuersignals h gehalten.

[0060] Bei Zeit t_4 wird in Anbetracht dessen, dass der Korrelationswert a größer ist als der vorgegebene Schwellenwert, weiterhin 1 als Steuersignal f aus dem Komparator **33** ausgegeben (siehe [Fig. 8B](#)). Im Timer **34** wird der Timer-Wert dekrementiert und auf 1 gesetzt (siehe [Fig. 8C](#)). Da der Timer-Wert nicht wie zuvor 0 beträgt, wird weiterhin 1 als Steuersignal g aus dem Timer **34** ausgegeben (siehe [Fig. 8D](#)). Infolgedessen setzt die Maximalwertdetektionsschaltung **35** ihren Betrieb fort, und der Maximalwert unter den vorigen Korrelationswerten (in diesem Fall der bei Zeit t_3 berechnete Korrelationswert a) und der bei Zeit t_4 berechnete Korrelati-

onswert \underline{a} werden miteinander verglichen. Da der bei Zeit t_4 berechnete Korrelationswert \underline{a} kleiner ist als der bei Zeit t_3 berechnete Korrelationswert \underline{a} , wird 0 als Steuersignal \underline{h} aus der Maximalwertdetektionsschaltung **35** ausgegeben (siehe [Fig. 8E](#)). Hierbei wird der bei Zeit t_4 berechnete Korrelationswert \underline{a} nicht durch den bei Zeit t_3 berechneten Korrelationswert \underline{a} in der Maximalwertdetektionsschaltung **35** ersetzt. Ferner hält die Latch-Schaltung **36** weiterhin den bei Zeit t_3 aufgenommenen Zählerwert \underline{c} .

[0061] Da der Korrelationswert \underline{a} kleiner ist als der vorgegebene Schwellenwert bei Zeit t_5 , wird 0 als Steuersignal \underline{f} aus dem Komparator **33** ausgegeben (siehe [Fig. 8B](#)). Im Timer **34** wird der Timer-Wert dekrementiert und auf 0 gesetzt (siehe [Fig. 8C](#)). Infolgedessen wird 0 als Steuersignal \underline{g} aus dem Timer **34** ausgegeben (siehe [Fig. 8D](#)), und der Betrieb der Maximalwertdetektionsschaltung **35** wird aufrechterhalten. Ferner hält die Latch-Schaltung **36** weiterhin den bei Zeit t_3 aufgenommenen Zählerwert \underline{c} .

[0062] Da 0 als Steuersignal \underline{g} weiterhin aus dem Timer **34** von Zeit t_6 bis Zeit t_{10} ausgegeben wird (siehe [Fig. 8D](#)), wird die Maximalwertdetektionsschaltung **35** nie den Betrieb erneut beginnen. Ferner hält die Latch-Schaltung **36** weiterhin den bei Zeit t_3 aufgenommenen Zählerwert \underline{c} . Als Ergebnis davon eröffnet sich die Möglichkeit, die Empfangszeit der führenden Welle präzise zu detektieren.

[0063] Wie oben erläutert, detektiert beim Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Maximalwertdetektionsschaltung **35** der Empfangstimingdetektionsschaltung **31** die Empfangszeit, wenn der Korrelationswert maximal ist, nur während eines gewissen Zeitraums, der durch den Timer **34** spezifiziert ist, und zwar von jener Zeit ab, zu der das bekannte Symbol empfangen worden ist, und die Latch-Schaltung **36** hält die Empfangszeit nach Ablauf der angewiesenen Zeit. So besteht die Möglichkeit, die Empfangszeit der führenden Welle präzise zu detektieren, selbst wenn die führende Welle und die verzögerte Welle vorhanden sind.

(Vierte Ausführungsform)

[0064] Ein Synchronisationsgerät gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich vom Synchronisationsgerät gemäß der in [Fig. 3](#) dargestellten ersten Ausführungsform darin, dass eine Empfangstimingdetektionsschaltung die nachstehend erläuterte Struktur besitzt.

[0065] Beim Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform umfasst eine Empfangstimingdetektionsschaltung **41** einen Schalter **42**, einen Speicher **43**, einen Komparator **44**, eine erste und eine zweite Latch-Schaltung **45** und **46**, eine Mittelwertschaltung **47** und eine Fensterkontrollschaltung **48**, wie in [Fig. 9](#) veranschaulicht. Ein vorgegebener Schwellenwert ist im Speicher **43** gespeichert. Im Komparator **44** werden ein Korrelationswert \underline{a} , gesendet aus der Korrelationsschaltung **3** durch den Schalter **42**, und der im Speicher **43** gespeicherte vorgegebene Schwellenwert miteinander verglichen, und 1 wird als Steuersignal \underline{j} ausgegeben, wenn der Korrelationswert \underline{a} größer ist als der vorgegebene Schwellenwert, und 0 wird als Steuersignal \underline{j} ausgegeben, wenn der Korrelationswert \underline{a} kleiner ist als der vorgegebene Schwellenwert. In der ersten Latch-Schaltung **45** wird der Zählerwert \underline{c} des Zählers **14** der Empfangsfensterkontrollschaltung **13** aufgenommen und an der ansteigenden Flanke des Steuersignals \underline{j} aus dem Komparator **44** gehalten. In der zweiten Latch-Schaltung **46** wird der Zählerwert \underline{c} aufgenommen und an der fallenden Flanke des Steuersignals \underline{j} aus dem Komparator **44** gehalten. In der Mittelwertschaltung **47** wird ein Mittelwert des Zählerwerts \underline{c} , der in der ersten Latch-Schaltung **45** gehalten wird, und des Zählerwerts \underline{c} , der in der zweiten Latch-Schaltung **46** gehalten wird, gewonnen, und der gewonnene Mittelwert wird als Detektionszeit des bekannten Symbols benutzt. Ein Schaltersteuersignal \underline{k} , welches das AN/AUS des Schalters **42** steuert, wird in der Fensterkontrollschaltung **48** gebildet. Hierbei wird das Schaltersteuersignal \underline{k} an der fallenden Flanke des Steuersignals \underline{j} aus dem Komparator **44** auf 0 gebracht und durch das Ausgangssignal (Timingdetektionsfenstersignal \underline{i}) des Decoders **15** auf 1 gebracht. Der Schalter **42** wird auf AUS geschaltet, wenn das Schaltersteuersignal \underline{k} mit 0 aus der Fensterkontrollschaltung **48** eingegeben wird, und wird auf AN geschaltet, wenn das Steuersignal \underline{k} mit 1 eingegeben wird.

[0066] Die Funktionsweise des Synchronisationsgeräts gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird anhand eines Falles beschrieben, bei dem der Korrelationswert \underline{a} und der vorgegebene Schwellenwert, der im Speicher **43** gespeichert ist, ein gegenseitiges Verhältnis aufweisen, das aus [Fig. 10A](#) hervorgeht, und die Breite des Timingdetektionsfenstersignals \underline{i} beispielsweise 4 beträgt.

[0067] In der Fensterkontrollschaltung **48** wird das Schaltersteuersignal \underline{k} durch das Timingdetektionsfenstersignal \underline{i} bei Zeit t_0 auf 1 gesetzt (siehe [Fig. 10C](#)). Als Ergebnis davon wird der Schalter **42** in einen AN-Zustand (geschlossenen Zustand) gebracht. Im Komparator **44** werden der Korrelationswert \underline{a} , der aus der Korrelati-

onsschaltung **3** an die Empfangstimingdetektionsschaltung **41** gesendet wird, und der vorgegebene Schwellenwert, der im Speicher **43** gespeichert ist, miteinander verglichen. In diesem Fall wird 0 als Steuersignal j aus dem Komparator **44** ausgegeben (siehe [Fig. 10B](#)), weil der Korrelationswert a kleiner ist als der vorgegebene Schwellenwert (siehe [Fig. 10A](#)). Infolgedessen wird der Zählerwert c nie in die erste Latch-Schaltung **45** und die zweite Latch-Schaltung **46** aufgenommen, und die Ausgangsgrößen davon werden instabil (siehe [Fig. 10D](#) bis [Fig. 10G](#)). Damit wird die Ausgangsgröße der Mittelwertschaltung **47** ebenfalls instabil.

[0068] Da das Steuersignal j aus dem Komparator **44** zur Zeit t_1 keine fallende Flanke hat, bleibt das Schaltersteuersignal k so, wie es ist, nämlich 1 (siehe [Fig. 10C](#)). Als Ergebnis davon bleibt der Schalter **42** AN (geschlossener Zustand). Im Komparator **44** werden der Korrelationswert a , der aus der Korrelationsschaltung **3** zur Empfangstimingdetektionsschaltung **41** gesendet wird, und der vorgegebene Schwellenwert, der im Speicher **43** gespeichert ist, miteinander verglichen. Da der Korrelationswert a größer ist als der vorgegebene Schwellenwert (siehe [Fig. 10A](#)), wird in diesem Fall 1 als Steuersignal j aus dem Komparator **44** ausgegeben (siehe [Fig. 10B](#)). Infolgedessen wird in der ersten Latch-Schaltung **45** der Zählerwert c ($= 1$) an der ansteigenden Flanke des Steuersignals j aufgenommen (siehe [Fig. 10D](#) und [Fig. 10E](#)). Demgegenüber wird in der zweiten Latch-Schaltung **46** der Zählerwert c nie aufgenommen, sondern die Ausgangsgröße davon bleibt so, wie sie ist, nämlich instabil (siehe [Fig. 10F](#) und [Fig. 10G](#)). Obwohl der Zählerwert c ($= 1$) in der ersten Latch-Schaltung **45** gehalten wird, ist das Ausgangssignal der zweiten Latch-Schaltung instabil. Deshalb bleibt die Ausgangsgröße der Mittelwertschaltung **47**, so wie sie ist, nämlich instabil.

[0069] Da das Steuersignal j aus dem Komparator **44** keine fallende Flanke von Zeit t_2 bis Zeit t_4 hat, wird das Schaltersteuersignal k so belassen, wie es ist, nämlich bei 1 (siehe [Fig. 10C](#)). Als Ergebnis davon bleibt der Schalter **42** in einem AN-Zustand (geschlossener Zustand). Im Komparator **44** werden der Korrelationswert a , der aus der Korrelationsschaltung **3** zur Empfangstimingdetektionsschaltung **41** gesendet wird, und der vorgegebene Schwellenwert, der im Speicher **43** gespeichert ist, miteinander verglichen. Da der Korrelationswert a größer ist als der vorgegebene Schwellenwert (siehe [Fig. 10A](#)), wird in diesem Fall weiterhin 1 als Steuersignal j aus dem Komparator **44** ausgegeben (siehe [Fig. 10B](#)). Infolgedessen wird in der ersten Latch-Schaltung **45** der Zählerwert c ($= 1$), der bei Zeit t_1 aufgenommen wurde, weiterhin gehalten (siehe [Fig. 10D](#) und [Fig. 10E](#)). Demgegenüber wird in der zweiten Latch-Schaltung **46** der Zählerwert c nie aufgenommen, aber die Ausgangsgröße davon bleibt so, wie sie ist, nämlich instabil (siehe [Fig. 10F](#) und [Fig. 10G](#)). Obwohl der Zählerwert c ($= 1$), der bei Zeit t_1 aufgenommen wurde, weiterhin in der ersten Latch-Schaltung **45** gehalten wird, bleibt das Ausgangssignal der zweiten Latch-Schaltung so, wie es ist, nämlich instabil.

[0070] Da der Schalter **42** bei Zeit t_5 so bleibt, wie er ist, nämlich AN, werden der Korrelationswert a , der aus der Korrelationsschaltung **3** zur Empfangstimingdetektionsschaltung **41** gesendet wird, und der vorgegebene Schwellenwert, der im Speicher **43** gespeichert ist, miteinander verglichen. Da der Korrelationswert a kleiner ist als der vorgegebene Schwellenwert (siehe [Fig. 10A](#)), wird in diesem Fall das aus dem Komparator **44** ausgegebene Steuersignal j von 1 zu 0 geändert (siehe [Fig. 10B](#)). Als Ergebnis davon wird angesichts dessen, dass eine fallende Flanke im Steuersignal j aus dem Komparator **44** erzeugt wird und das Schaltersteuersignal k von 1 zu 0 in der Fensterkontrollschaltung **48** geändert wird (siehe [Fig. 10C](#)), der Schalter **42** in einen AUS-Zustand (offener Zustand) gebracht. Des Weiteren wird in der ersten Latch-Schaltung **45** der Zählerwert c ($= 1$), der bei Zeit t_1 aufgenommen wurde, weiterhin gehalten (siehe [Fig. 10D](#) und [Fig. 10E](#)), aber der Zählerwert c ($= 5$) wird an der fallenden Flanke des Steuersignals j aus dem Komparator **44** in der zweiten Latch-Schaltung **46** aufgenommen (siehe [Fig. 10F](#) und [Fig. 10G](#)). Damit wird ein Mittelwert ($= 3$) des in die erste Latch-Schaltung bei Zeit t_1 aufgenommenen Zählerwerts c ($= 1$) und des in die zweite Latch-Schaltung **46** aufgenommenen Zählerwerts c ($= 5$) für die Ausgangsgröße der Mittelwertschaltung **47** erhalten.

[0071] Das Schaltersteuersignal k bleibt so, wie es ist, nämlich 0 von Zeit t_6 bis Zeit t_{10} (siehe [Fig. 10C](#)). Dementsprechend wird der Korrelationswert a nie in den Komparator **44** eingegeben, sondern 0 wird in den Komparator **44** anstelle des Korrelationswerts a eingegeben. Deshalb bleibt das aus dem Komparator **44** ausgegebene Steuersignal j so, wie es ist, nämlich 0 (siehe [Fig. 10B](#)). Infolgedessen wird der Zählerwert c ($= 1$), der bei Zeit t_1 aufgenommen wurde, weiterhin in der ersten Latch-Schaltung **45** gehalten, und der Zählerwert c ($= 5$), der bei Zeit t_5 aufgenommen wurde, wird weiterhin in der zweiten Latch-Schaltung **46** gehalten. Damit wird der bei Zeit t_5 erhaltene Mittelwert ($= 3$) weiterhin aus der Mittelwertschaltung **47** ausgegeben.

[0072] Wie oben beschrieben, wird im Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform der Mittelwert der ersten Zeit, zu welcher der Korrelationswert a zum ersten Mal größer geworden ist als der im Speicher **43** gespeicherte vorgegebene Schwellenwert, detektiert in der ersten Latch-Schaltung **45** der Empfangstimingdetektionsschaltung **41**, und der zweiten Zeit, zu welcher der Korrelationswert a zum ersten Mal nach dem ersten Mal kleiner wird als der vorgegebene Schwellenwert, detektiert in der zweiten Latch-Schal-

tung **46**, in der Mittelwertschaltung **47** gewonnen, und dieser Mittelwert wird als die Empfangszeit des bekannten Symbols angenommen. Deshalb ist es, selbst wenn sowohl die führende Welle als auch die verzögerte Welle vorhanden sind, möglich, die Empfangszeit der führenden Welle präzise zu detektieren.

[0073] Außerdem besteht beim Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform angesichts dessen, dass die Detektion des Maximalwerts, z.B. beim Synchronisationsgerät gemäß der oben beschriebenen dritten Ausführungsform, nicht durchgeführt wird, die Möglichkeit, bei Realisierung mit Hardware die Schaltungsskala zu verringern oder bei Realisierung mit Software die Anzahl der Vorgangsschritte zu senken. Da sich mit dem Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform und mit dem Synchronisationsgerät gemäß der oben erwähnten dritten Ausführungsform die gleichen Ergebnisse erzielen lassen, wenn der Korrelationswert in Bezug auf die Empfangszeit des Maximalwerts symmetrisch ist, kann mit Sicherheit ausgesagt werden, dass dem einfach zu realisierenden Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform der Vorzug zu geben ist. Wenn jedoch der Korrelationswert nicht symmetrisch in Bezug auf die Empfangszeit des Maximalwerts ist, kann das Synchronisationsgerät gemäß der oben erwähnten dritten Ausführungsform die Empfangszeit des bekannten Empfangssymbols (die Zeit, zu welcher der Korrelationswert das Maximum erreicht) präziser detektieren.

[0074] In der ersten bis vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die oben erläutert sind, besteht angesichts dessen, dass das Detektionstiming an die führende Welle angepasst wird, wenn sowohl die führende Welle als auch die verzögerte Welle empfangen werden, die Möglichkeit, die Wirkung der verzögerten Welle aufzuheben und dadurch die Empfangszeit der führenden Welle präzise zu detektieren.

(Fünfte Ausführungsform)

[0075] Ein Synchronisationsgerät gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich vom Synchronisationsgerät gemäß der in [Fig. 3](#) dargestellten ersten Ausführungsform darin, dass eine Empfangstimingdetektionsschaltung die nachstehend beschriebene Struktur besitzt.

[0076] Beim Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform umfasst eine Empfangstimingdetektionsschaltung **208**, wie in [Fig. 11](#) veranschaulicht, einen Interpolator **209** zum Interpolieren des Korrelationswerts \underline{a} , der aus der Korrelationsschaltung **3** gesendet wird, einen ersten Speicher **210**, in dem ein Korrelationswert A nach der Interpolation gespeichert wird, eine Adressensteuerungsschaltung **211** zum Steuern der Zeit und der Reihenfolge für das Auslesen des Korrelationswerts A nach der Interpolation aus dem ersten Speicher **210**, einen zweiten Speicher **213**, in dem ein vorgegebener Schwellenwert gespeichert wird, einen Komparator **212** zum Vergleichen des Korrelationswerts A nach der Interpolation, der aus dem ersten Speicher **210** ausgelesen wird, mit dem vorgegebenen Schwellenwert, der im zweiten Speicher **213** gespeichert ist, und zum Ausgeben eines Steuersignals B, wenn der Korrelationswert A nach der Interpolation größer ist als der vorgegebene Schwellenwert, und eine Latch-Schaltung **214** zum Aufnehmen und Halten eines Zählerwerts \underline{c} , der aus einer Empfangsfensterkontrollschaltung **13** gesendet wird, und einer Interpolationszahl D, die aus der Adressensteuerungsschaltung **211** gesendet wird, wenn das Steuersignal B aus dem Komparator **212** gesendet wird.

[0077] Die Funktionsweise des Synchronisationsgeräts gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird anhand eines Falles beschrieben, bei dem davon ausgegangen wird, dass im Interpolator **209** dreimal primäre Interpolation erfolgt und die Empfangszeit eines bekannten Symbols beispielsweise zwischen der Zeit t_0 und der Zeit t_6 detektiert wird.

[0078] Wird davon ausgegangen, dass der aus der Korrelationsschaltung **103** ausgegebene Korrelationswert und der im Speicher **110** gespeicherte vorgegebene Schwellenwert das in [Fig. 12A](#) gezeigte Verhältnis besitzen, weist beim in [Fig. 1](#) dargestellten herkömmlichen Synchronisationsgerät das Ausgangssignal des Komparators **109** einen hohen Pegel während eines Zeitraums auf, zu dem der Korrelationswert größer ist als der Schwellenwert (nämlich von Zeit t_3 bis Zeit t_4), wie aus [Fig. 12B](#) ersichtlich. So wird bei diesem Synchronisationsgerät die Detektionsgenauigkeit des Empfangstimings eindeutig bestimmt, indem das Zeitintervall T im ersten und im zweiten A/D-Wandler **101** und **102** abgetastet wird.

[0079] Im Gegensatz zu obigem wird beim Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform der aus der Korrelationsschaltung **3** ausgegebene Korrelationswert \underline{a} (siehe durchbrochene Linie in [Fig. 12C](#)) im Interpolator **209** dreimal interpoliert, und der Korrelationswert A nach der Interpolation wird im ersten Speicher **210** gespeichert. Wenn die Adressensteuerungsschaltung **211** steuert, um den Korrelationswert A nach der Interpolation aus dem ersten Speicher **210** bei der 0-ten, der 1-ten und der 2-ten der jeweiligen Zeiten (sie-

he durchgezogene Linie in [Fig. 12C](#)) auszulesen, werden 0.1 und 2 aus der Adressensteuerungsschaltung **211** zur Latch-Schaltung **214** ausgegeben. Wird nun davon ausgegangen, dass der Korrelationswert A nach der Interpolation und der im zweiten Speicher **213** gespeicherte vorgegebene Schwellenwert das in [Fig. 12C](#) veranschaulichte gegenseitige Verhältnis haben, zeigt das aus dem Komparator **212** ausgegebene Steuersignal B einen hohen Pegel während des Zeitraums von einer Interpolationszahl $D = 2$ bei Zeit t_3 , wenn der Korrelationswert A nach der Interpolation größer wird als der vorgegebene Schwellenwert, bis zu einer Interpolationszahl $D = 0$ bei Zeit t_4 (siehe [Fig. 12D](#)). In der Latch-Schaltung **214** werden der Zählerwert c und die Interpolationszahl D aufgenommen und an der ansteigenden Flanke des Steuersignals B gehalten. Damit wird die Detektionszeit des bekannten Symbols, das im Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Erfindung detektiert wird, ausgedrückt durch $(3 + 2/3)T = 11T/3$. Außerdem wird die Detektionszeit t_{mg} des bekannten Symbols, das im Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Erfindung detektiert wird, gewöhnlich durch den folgenden Ausdruck wiedergegeben:

$$t_{mg} = (n + m/N) \cdot T \quad (4)$$

Hierbei ist n eine Zählerzahl,
 N eine Interpolationsrate,
 m eine Interpolationszahl und
 T ein Abtastzeitintervall zwischen den A/D-Wandlern **1** und **2**.

[0080] Dementsprechend besteht beim Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Möglichkeit, das Empfangstiming mit größerer Genauigkeit im Vergleich zum herkömmlichen Synchronisationsgerät zu detektieren. Ferner beläuft sich der Timingabstand beim Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform auf $\pm T/(2N)$ gegenüber einem Timingabstand von $\pm T/2$ beim herkömmlichen Synchronisationsgerät.

(Sechste Ausführungsform)

[0081] Ein Synchronisationsgerät gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich vom Synchronisationsgerät gemäß der in [Fig. 11](#) dargestellten fünften Ausführungsform darin, dass eine Empfangstimingdetektionsschaltung **208A** einen Schalter **218** umfasst, dessen Öffnen und Schließen durch ein Steuersignal B gesteuert wird, das aus dem Komparator **212** ausgegeben wird, der vor dem Interpolator **209** vorgesehen ist, wie [Fig. 13](#) zeigt.

[0082] Wenn die führende Welle (eine erwünschte Welle) und die verzögerte Welle in der empfangenen Welle enthalten sind, verändert sich ein in der Korrelationsschaltung **3** berechneter Korrelationswert a im Verlauf der Zeit, wie z.B. aus [Fig. 14A](#) ersichtlich. Hierbei handelt es sich bei der führenden Welle um ein empfangenes Signal, das ganz unverzüglich direkt aus einer Übertragungsstelle eintrifft, und die verzögerte Welle stellt ein empfangenes Signal dar, das – nach seiner Reflexion durch ein Gebäude, einen Berg, usw. – spät eintrifft. In einer Umgebung elektrischer Wellen, wo eine derartige verzögerte Welle vorkommt, tritt jener Fall auf, bei dem hauptsächlich die führende Welle empfangen wird, jener Fall, bei dem hauptsächlich die verzögerte Welle empfangen wird, und jener Fall, bei dem sowohl die führende Welle als auch die verzögerte Welle empfangen wird.

[0083] Da nur die führende Welle empfangen wird, wenn keine verzögerte Welle vorhanden ist, besteht die Möglichkeit, mittels des Synchronisationsgeräts gemäß der oben erwähnten fünften Ausführungsform mit den Umständen in ausreichendem Maße zurechtzukommen. Ist jedoch die verzögerte Welle vorhanden, wird angesichts dessen, dass die Zeit, zu welcher der Korrelationswert a größer wird als der vorgegebene Schwellenwert, als das Empfangstiming im Synchronisationsgerät gemäß der oben erwähnten fünften Ausführungsform angenommen wird, die Empfangszeit der führenden Welle detektiert, wenn hauptsächlich die führende Welle empfangen wird, die Empfangszeit der verzögerten Welle wird detektiert, wenn hauptsächlich die verzögerte Welle empfangen wird, und sowohl die Empfangszeit der führenden Welle als auch die Empfangszeit der verzögerten Welle wird detektiert, wenn die führende Welle und die verzögerte Welle empfangen werden. In einem solchen Fall, bei dem die Korrektur das Empfangstimings basierend auf der detektierten Empfangszeit erfolgt, wird das Empfangstiming bezüglich der führenden Welle und der verzögerten Welle ein wenig in Richtung der verzögerten Welle korrigiert. Deshalb wird das Empfangstiming nach der Kontrolle zu einem Empfangstiming, bei dem die Leistung am wenigsten gezeigt werden kann, wenn die verzögerte Welle mithilfe eines Equalizers oder Ähnlichem entfernt wird. Das Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist in der Lage, das Empfangstiming sicher an die führende Welle anzupassen, um die Leistung eines Equalizers oder dergleichen voll auszuschöpfen.

[0084] Die Funktionsweise der Empfangstimingdetektionsschaltung **208A** bei Detektion der Empfangszeit des bekannten Symbols von Zeit t_0 bis Zeit t_6 wird nachfolgend beschrieben, wobei davon ausgegangen wird, dass der Interpolator **209** in ähnlicher Weise wie im Fall des Synchronisationsgeräts gemäß der oben genannten fünften Ausführungsform dreimal eine primäre Interpolation durchführt.

[0085] Wird die Zeit – hinsichtlich des ersten und zweiten A/D-Wandlers **1** und **2** wird die Abtastzeit durch n und die Interpolationszahl D durch m repräsentiert – mittels $t(n-m)$ ausgedrückt, wird der Schalter **218** an der ansteigenden Flanke des Ausgangssignals (ein Timingdetektionsfenstersignal i) des Decoders **15** der Empfangsfensterkontrollschaltung **13** bei Zeit $t(0-0)$ geschlossen. Infolgedessen wird der in der Korrelationsschaltung **3** berechnete Korrelationswert a dem Interpolator **209** eingegeben, und die Interpolationsbearbeitung wird vorgenommen; danach wird der Wert im ersten Speicher **210** gespeichert. Jener unter den im ersten Speicher **210** gespeicherten Korrelationswerten A nach der Interpolation, dessen Interpolationszahl D gleich null ist, wird in der Adressensteuerungsschaltung **211** ausgewählt und in den Komparator **212** eingegeben. Da, wie [Fig. 14B](#) zeigt, der ausgewählte Korrelationswert A nach der Interpolation kleiner ist als der im zweiten Speicher **213** gespeicherte vorgegebene Schwellenwert, bleibt das aus dem Komparator **212** ausgegebene Steuersignal B so, wie es ist, nämlich auf einem niedrigen Pegel. Dementsprechend werden der Zählerwert c und die Interpolationszahl D nie in die Latch-Schaltung **214** aufgenommen.

[0086] Bei Zeit $t(0-1)$, wird jener unter den im ersten Speicher **210** gespeicherten Korrelationswerten A nach der Interpolation, dessen Interpolationszahl D gleich 1 ist, von der Adressensteuerungsschaltung **211** ausgewählt und in den Komparator **212** eingegeben. Da, wie [Fig. 14B](#) zeigt, der ausgewählte Korrelationswert A nach der Interpolation kleiner ist als der im zweiten Speicher **213** gespeicherte vorgegebene Schwellenwert, bleibt das aus dem Komparator **212** ausgegebene Steuersignal so , wie es ist, nämlich auf einem niedrigen Pegel. Dementsprechend werden der Zählerwert c und die Interpolationszahl D nie in die Latch-Schaltung **214** aufgenommen.

[0087] Bei Zeit $t(0-2)$ wird jener aus den im ersten Speicher **210** gespeicherten Korrelationswerten A nach der Interpolation, dessen Interpolationszahl D gleich 2 ist, von der Adressensteuerungsschaltung **211** ausgewählt und in den Komparator **212** eingegeben. Da, wie [Fig. 14B](#) zeigt, der ausgewählte Korrelationswert A nach der Interpolation kleiner ist als der im zweiten Speicher **213** gespeicherte vorgegebene Schwellenwert, bleibt das aus dem Komparator **212** ausgegebene Signal so , wie es ist, nämlich auf einem niedrigen Pegel. Dementsprechend werden der Zählerwert c und die Interpolationszahl D nie in die Latch-Schaltung **214** aufgenommen.

[0088] Da von Zeit $t(1-0)$ bis Zeit $t(1-2)$ der Korrelationswert A nach der Interpolation kleiner ist als der im zweiten Speicher **213** gespeicherte vorgegebene Schwellenwert, wie [Fig. 14B](#) zeigt, wird ein Vorgang durchgeführt, der jenem von Zeit $t(0-0)$ bis Zeit $t(0-2)$ ähnelt.

[0089] Da von Zeit $t(2-0)$ bis Zeit $t(2-1)$ der Korrelationswert A nach der Interpolation kleiner ist als der im zweiten Speicher **213** gespeicherte vorgegebene Schwellenwert, wie aus [Fig. 14B](#) ersichtlich, erfolgt ein Vorgang, der jenem für die obengenannte Zeit von Zeit $t(0-0)$ bis Zeit $t(0-1)$ ähnelt. Da jedoch, wie [Fig. 14B](#) zeigt, bei Zeit $t(2-2)$ der Korrelationswert A nach der Interpolation größer wird als der im zweiten Speicher **213** gespeicherte vorgegebene Schwellenwert, weist das aus dem Komparator **212** ausgegebene Steuersignal B einen hohen Pegel auf. Dementsprechend werden in der Latch-Schaltung **214** der Zählerwert c (der in diesem Fall die Zeit t_2 angibt) und die Interpolationszahl D (die in diesem Fall 2 angibt) aufgenommen und an der ansteigenden Flanke des Steuersignals B gehalten. Außerdem wird der Schalter **218** an der ansteigenden Flanke des Steuersignals B geöffnet, und der Schalter **218** bleibt danach so, wie er ist, nämlich geöffnet. Infolgedessen wird von Zeit $t(3-0)$ bis Zeit $t(6-2)$ der in der Korrelationsschaltung **3** berechnete Korrelationswert a nicht in einen Interpolator **209** eingegeben, aber das aus dem Komparator **212** ausgegebene Steuersignal B weist einen geringen Pegel auf (siehe [Fig. 14C](#)). Als Ergebnis davon wird die Zeit $t(2-2)$ aus der Latch-Schaltung **214** als die Empfangszeit des bekannten Symbols nach Fertigstellung des Timingdetektionsfensters ausgegeben. Damit besteht die Möglichkeit, das Empfangstiming anhand des obengenannten Ausdrucks $(2 + 2/3)T = 8T/3$ zu detektieren.

[0090] Wie oben beschrieben, besteht beim Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform – zusätzlich zur Wirkung des Synchronisationsgeräts gemäß der obengenannten fünften Ausführungsform – die Möglichkeit, das Empfangstiming der führenden Welle sicher zu detektieren, selbst wenn sowohl die führende Welle als auch die verzögerte Welle vorhanden sind. Da der Korrelationswert A nach der Interpolation auch den vorgegebenen Schwellenwert bei Zeit $t(4-2)$ überschreitet, wie [Fig. 14B](#) darstellt, wird übrigens im Synchronisationsgerät gemäß der oben erwähnten fünften Ausführungsform die Latch-Schaltung **214** bei Zeit $t(4-2)$ in Betrieb gesetzt. Als Ergebnis davon wird in Anbetracht dessen, dass das Empfangstiming sowohl der

führenden Welle als auch der verzögerten Welle detektiert wird, wie aus [Fig. 14D](#) hervorgeht, das Empfangstiming auf halbem Weg zwischen der führenden Welle und der verzögerten Welle gesperrt.

(Siebte Ausführungsform)

[0091] Ein Synchronisationsgerät gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich vom Synchronisationsgerät gemäß der in [Fig. 11](#) veranschaulichten sechsten Ausführungsform darin, dass eine Timingabstanddetektionsschaltung **219** auf der Ausgangsseite der Empfangstimingdetektionsschaltung **208** vorgesehen ist, wie [Fig. 15](#) zeigt. Hierbei umfasst die Timingabstanddetektionsschaltung **219** einen Speicher **220**, in dem die optimale Empfangszeit gespeichert ist, und einen Addierer **221** zum Erhalten der Differenz zwischen der optimalen Empfangszeit, die im Speicher **220** gespeichert ist, und der Empfangszeit t_{mg} , die in der Empfangstimingdetektionsschaltung **208** detektiert wird.

[0092] Wie zuvor erläutert, wird die Empfangszeit t_{mg} des bekannten Symbols, detektiert in der Empfangstimingdetektionsschaltung **208**, mit dem Zählerwert c und der Interpolationszahl D ausgedrückt. Wird davon ausgegangen, dass der Zählerwert c des Zählers **14** durch n , die Interpolationszahl D durch m , die Interpolationsrate durch N und das Abtastzeitintervall zwischen dem ersten und dem zweiten A/D-Wandler **1** und **2** durch T dargestellt wird, besteht nämlich die Möglichkeit, die Empfangszeit t_{mg} mit dem obengenannten Ausdruck (4) zu erhalten. Wenn angenommen wird, dass die im Speicher **220** gespeicherte optimale Empfangszeit xT ist, lässt sich der Timingkorrekturwert Δ anhand des folgenden Ausdrucks erhalten:

$$\Delta = t_{mg} - xT = (n + m/N - x)T \quad (4)$$

[0093] Die Anwendung des Ausdrucks (4) erfolgt im Addierer **221**. Ein negativer Timingkorrekturwert Δ wird erhalten, wenn die Empfangszeit t_{mg} des bekannten Symbols vor der optimalen Empfangszeit xT liegt, und ein positiver Timingkorrekturwert Δ wird erhalten, wenn die Empfangszeit t_{mg} des bekannten Symbols nach der optimalen Empfangszeit xT liegt. Dementsprechend besteht im Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Möglichkeit, den Empfangstimingabstand anhand der Ausgangsgröße des Synchronisationsgeräts mit einer simplen Struktur zu detektieren.

[0094] Wenn die Timingabstanddetektionsschaltung **219** auf der Ausgangsseite der Empfangstimingdetektionsschaltung **208A** des Synchronisationsgeräts gemäß der in [Fig. 13](#) dargestellten sechsten Ausführungsform vorgesehen ist, lassen sich ähnliche Ergebnisse erzielen.

(Achte Ausführungsform)

[0095] Ein Synchronisationsgerät gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich vom Synchronisationsgerät gemäß der siebten Ausführungsform aus [Fig. 15](#) darin, dass ein Ausgangssignal H der Timingabstanddetektionsschaltung **219** in einen Zähler **14A** einer Empfangsfensterkontrollschaltung **13A** eingegeben wird, um das Timing automatisch zu korrigieren. Bei der Timingkorrektur in der vorliegenden Ausführungsform wird der Timingabstand um den Korrelationswert B nach der Interpolation korrigiert. Deshalb werden das Timing des ersten und des zweiten A/D-Wandlers **1** und **2** und ein aus dem Decoder **15** ausgegebenes Timingdetektionsfenstersignal f mit einer Präzision von T/N korrigiert, indem ein Takt, der die Frequenz eines Werts besitzt, der durch Multiplizieren von Abtastfrequenzen des ersten und des zweiten A/D-Wandlers **1** und **2** mit einer Interpolationsrate N gewonnen wird, als der in den Zähler **14A** eingegebene Takt benutzt wird. Der Zähler **14A** wird in einem Zeitraum von Empfangsintervallen des bekannten Symbols betrieben. Durch entsprechendes Anpassen des Zählers **14A** lässt sich die Empfangszeit nach hinten und nach vorne regulieren.

[0096] Ein Verfahren zur Timingkorrektur beim Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird nachstehend mit Blick auf [Fig. 17A](#) bis [Fig. 17C](#) erläutert.

[0097] Außerdem wird zwecks Vereinfachung der Beschreibung davon ausgegangen, dass der Zeitraum des Zählers **14A** $11T$ beträgt.

(1) Ohne Vornahme einer Timingkorrektur:

[0098] Wie aus [Fig. 17A](#) hervorgeht, wird das Synchronisationsgerät im Zeitraum des Zählers **14A** (d.h. $11T$) betrieben.

(1) Vornahme einer Timingkorrektur nach hinten:

[0099] Wird beispielsweise die Empfangszeit t_{mg} des bekannten Symbols um $1T$ früher detektiert als die optimale Empfangszeit (gespeichert in Speicher **220**) vorsieht, zeigt das Ausgangssignal H der Timingabstanddetektionsschaltung **219** einen Timingabstandsdetektionswert von $-1T$ an. Da hierbei das Ganze in Form einer Timingkorrektur nach hinten verlagert wird, wird der Anfangswert des Zählers **14A** auf $-1T$ gesetzt, wobei es sich um den Timingabstandsdetektionswert handelt, wenn der Zählerwert \underline{c} $(10 + 2/3)T$ wird, wie aus [Fig. 17B](#) hervorgeht.

(3) Vornahme einer Timingkorrektur nach vorne:

[0100] Wird beispielsweise die Empfangszeit t_{mg} des bekannten Symbols um $1T$ später detektiert als die optimale Empfangszeit (gespeichert in Speicher **220**) vorsieht, zeigt das Ausgangssignal H der Timingabstanddetektionsschaltung **219** einen Timingabstandsdetektionswert von $+1T$ an. Da hierbei das Ganze in Form einer Timingkorrektur nach vorne verlagert wird, wird der Anfangswert des Zählers **14A** auf $+1T$ gesetzt, wobei es sich um einen Timingabstandsdetektionswert handelt, wenn der Zählerwert \underline{c} $(10 + 2/3)T$ zeigt, wie in [Fig. 17C](#) veranschaulicht.

[0101] Wie oben erläutert, besteht im Synchronisationsgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Möglichkeit, den Timingabstand eines Synchronisationssignals mittels einer einfachen Struktur automatisch zu synchronisieren, indem das Ausgangssignal H der Timingabstanddetektionsschaltung **219** verwendet wird, die auf der Ausgangsseite der Empfangstimingdetektionsschaltung **208** vorgesehen ist.

[0102] Wenn die Timingabstanddetektionsschaltung **219** auf der Ausgangsseite der Empfangstimingdetektionsschaltung **208A** des Synchronisationsgeräts gemäß der in [Fig. 13](#) veranschaulichten sechsten Ausführungsform vorgesehen ist, besteht außerdem die Möglichkeit, ein Synchronisationsgerät zu strukturieren, bei dem sich ähnliche Wirkungen erzielen lassen.

[0103] Bei den Synchronisationsgeräten gemäß der fünften bis achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die oben erläutert sind, ist es möglich, das bekannte Signal präzise zu detektieren und das Empfangstiming mit hoher Genauigkeit zu detektieren, indem die Empfangszeit des bekannten Symbols nach Interpolieren des in der Korrelationsschaltung berechneten Korrelationswerts detektiert wird.

Patentansprüche

1. Synchronisationsgerät zur Durchführung von Korrelationsauswertung zwischen einem ersten bekannten Muster, das aus einem bekannten Symbol gebildet wird, das in einem empfangenen Signal enthalten ist, und einem zweiten bekannten Muster, um ein Empfangstiming des empfangenen Signals zu detektieren, umfassend:

eine Korrelationswertberechnungseinrichtung (**3**) zum Berechnen eines Korrelationswerts (\underline{a}) zwischen dem ersten bekannten Muster und dem zweiten bekannten Muster;

eine Empfangstimingdetektionseinrichtung (**8**); und

eine Empfangsfensterkontrolleinrichtung (**13**) zum Senden einer Empfangszeit an die Korrelationseinrichtung (**3**) und die Empfangstimingdetektionseinrichtung (**8**); **dadurch gekennzeichnet**, dass:

die Korrelationswertberechnungseinrichtung (**3**) geeignet ist, um den Korrelationswert (\underline{a}) zu jeder Empfangszeit zu berechnen; und

die Empfangstimingdetektionseinrichtung (**8**) geeignet ist, um den berechneten Korrelationswert (\underline{a}) mit einem vorgegebenen Schwellenwert zu vergleichen, geeignet ist, um die Empfangszeit, wenn der berechnete Korrelationswert (\underline{a}) größer wird als der Schwellenwert, als Empfangstiming des empfangenen Signals zu bestimmen, geeignet ist, um den Vergleich zwischen dem Korrelationswert (\underline{a}) und dem vorgegebenen Schwellenwert nach Bestimmung der Empfangszeit einzustellen, und geeignet ist, um die bestimmte Empfangszeit als das Empfangstiming zu halten.

2. Synchronisationsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangstimingdetektionseinrichtung (**8**) Folgendes umfasst:

einen Schalter (**9**), dem der Korrelationswert (\underline{a}) aus der Korrelationswertberechnungseinrichtung (**3**) eingegeben wird;

einen Speicher (**11**), in dem der Schwellenwert gespeichert ist;

einen Komparator (**10**) zum Vergleichen des aus dem Schalter (**9**) eingegebenen Korrelationswerts (\underline{a}) mit dem Schwellenwert, und zum Ausgeben eines Ausgangssignals, wenn der Korrelationswert (\underline{a}) größer wird als der

Schwellenwert; und

eine Latch-Schaltung (12) zum Aufnehmen und Halten der Empfangszeit, die aus der Empfangsfensterkontrolleinrichtung (13) gesendet wird, durch das Ausgangssignal des Komparators (10); und dadurch gekennzeichnet, dass:

der Schalter (9) durch das Ausgangssignal des Komparators (10) in einen offenen Zustand gebracht wird.

3. Synchronisationsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dieses weiterhin eine Timingkorrekturwertdetektionseinrichtung (16) umfasst zum Erstellen eines Histogramms der in der Latch-Schaltung (12) gehaltenen Empfangszeit, zum Vergleichen einer Häufigkeit der Empfangszeit im erstellten Histogramm mit einem weiteren Schwellenwert, und zum Erzeugen eines Timingkorrekturwerts zum Korrigieren der von der Empfangsfensterkontrolleinrichtung (13) gesendeten Empfangszeit.

4. Synchronisationsgerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Timingkorrekturwertdetektionseinrichtung (16) Folgendes umfasst:

eine Histogrammerstellungsschaltung (17) zum Erstellen des Histogramms der in der Latch-Schaltung (12) gehaltenen Empfangszeit;

einen weiteren Speicher (19), in dem der weitere Schwellenwert gespeichert ist;

einen Komparator (18) zum Vergleichen der Häufigkeit der Empfangszeit im erstellten Histogramm mit dem weiteren Schwellenwert; und

eine Timingkorrekturwerterzeugungsschaltung (20) zum Erzeugen des Timingkorrekturwerts zum Korrigieren der von der Empfangsfensterkontrolleinrichtung (13) gesendeten Empfangszeit in Übereinstimmung mit einer Empfangszeit, wenn die Häufigkeit einen weiteren Schwellenwert überschreitet.

5. Synchronisationsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangstimingdetektionseinrichtung (8) den berechneten Korrelationswert mit einem vorgegebenen Schwellenwert vergleicht, die Empfangszeit detektiert, wenn der berechnete Korrelationswert größer wird als der Schwellenwert, und die Empfangszeit erhält, wenn der in der Korrelationswertberechnungseinrichtung (3) berechnete Korrelationswert das Maximum während eines gewissen Zeitraums nach der detektierten Empfangszeit erreicht.

6. Synchronisationsgerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangstimingdetektionseinrichtung (31) Folgendes umfasst:

einen Speicher (32), in dem der Schwellenwert gespeichert ist;

einen Komparator (33) zum Vergleichen des aus der Korrelationswert (a)-Berechnungseinrichtung (3) eingegebenen Korrelationswerts mit dem Schwellenwert und zum Ausgeben eines Ausgangssignals (f), wenn der Korrelationswert größer wird als der Schwellenwert;

einen Timer (34) zum Erzeugen eines Ausgangssignals (g) nur für den gewissen Zeitraum, wenn das Ausgangssignal des Komparators (33) eingegeben wird;

eine Maximalwertdetektionsschaltung (35) zum Detektieren eines Maximalwerts des aus der Korrelationswertberechnungseinrichtung (3) eingegebenen Korrelationswerts (a), während das Ausgangssignal des Timers (34) eingegeben wird, und zum Erzeugen eines Steuersignals (h); und

eine Latch-Schaltung (36) zum Aufnehmen der Empfangszeit, die aus der Empfangsfensterkontrolleinrichtung (13) gesendet wird, und zum Halten der Empfangszeit, wenn das Steuersignal aus der Maximalwertdetektionsschaltung (35) eingegeben wird.

7. Synchronisationsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangstimingdetektionseinrichtung (31) den berechneten Korrelationswert (a) mit dem vorgegebenen Schwellenwert vergleicht, eine erste Empfangszeit detektiert, wenn der berechnete Korrelationswert zum ersten Mal größer wird als der Schwellenwert, und eine zweite Empfangszeit, wenn der berechnete Korrelationswert das erste Mal nach der ersten Empfangszeit kleiner geworden ist als der Schwellenwert, einen Mittelwert aus der ersten Empfangszeit und der zweiten Empfangszeit erhält, und den Mittelwert hält.

8. Synchronisationsgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangstimingdetektionseinrichtung (41) Folgendes umfasst:

einen Schalter (42), dem der Korrelationswert (a) aus der Korrelationswertberechnungseinrichtung (3) eingegeben wird;

einen Speicher (43), in dem der Schwellenwert gespeichert ist;

einen Komparator (44) zum Vergleichen des aus dem Schalter (42) eingegebenen Korrelationswerts mit dem Schwellenwert, und zum Ausgeben eines ersten Ausgangssignals, wenn der Korrelationswert zum ersten Mal größer wird als der Schwellenwert, und weiterhin zum Ausgeben eines zweiten Ausgangssignals, wenn der berechnete Korrelationswert zum ersten Mal nach der ersten Empfangszeit kleiner wird als der Schwellenwert;

eine erste Latch-Schaltung (45) zum Aufnehmen und Halten der Empfangszeit, die aus der Empfangsfensterkontrollleinrichtung (13) gesendet wird, durch das erste Ausgangssignal des Komparators (44);
eine zweite Latch-Schaltung (46) zum Aufnehmen und Halten der Empfangszeit, die aus der Empfangsfensterkontrollleinrichtung (13) gesendet wird, durch das zweite Ausgangssignal des Komparators (44);
eine Mittelwertschaltung (47) zum Erhalten eines Mittelwerts aus der in der ersten Latch-Schaltung (45) gehaltenen Empfangszeit und der in der zweiten Latch-Schaltung (46) gehaltenen Empfangszeit; und
eine Fensterkontrollschaltung (48) zum Ausgeben eines Schaltersteuersignals (k), um den Schalter (42) in einen offenen Zustand zu bringen, wenn das zweite Ausgangssignal des Komparators (44) eingegeben wird.

Es folgen 17 Blatt Zeichnungen

FIG.1
STAND DER TECHNIK

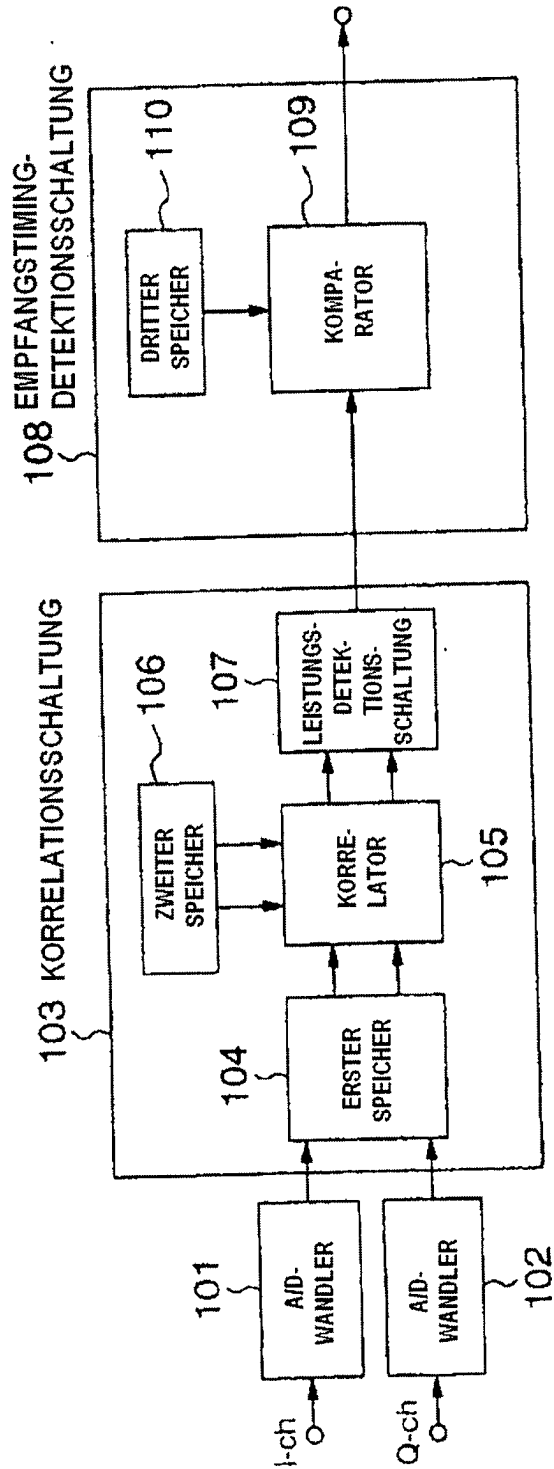


FIG.2A
STAND DER TECHNIK

KORRELATIONSWERT VON
SYNCHRONWORT BEI HAUPT-
SÄCHLICHEM EMPFANG VON
FÜHRENDER WELLE

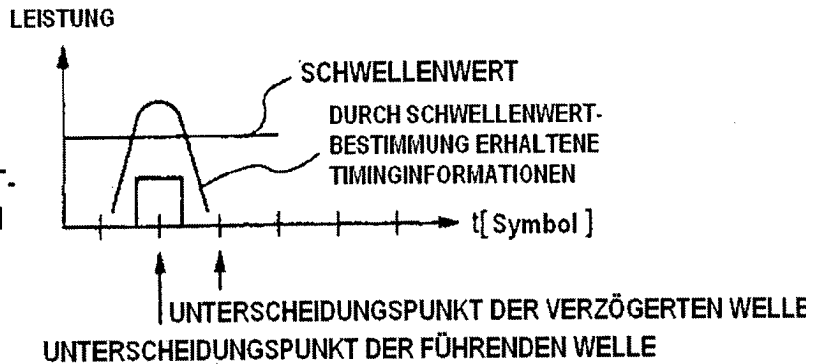


FIG.2B
STAND DER TECHNIK

KORRELATIONSWERT VON
SYNCHRONWORT BEI HAUPT-
SÄCHLICHEM EMPFANG VON
VERZÖGERTER WELLE

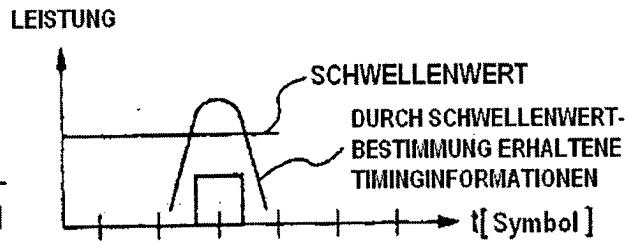


FIG.2C
STAND DER TECHNIK

KORRELATIONSWERT VON
SYNCHRONWORT MIT FÜHRENDER
WELLE UND VERZÖGERTER
WELLE IN ENTGEGENGESETZTEN
PHASEN UND DEREN ADDITION

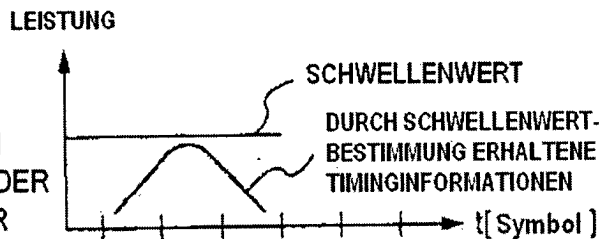


FIG.2D
STAND DER TECHNIK

KORRELATIONSWERT VON
SYNCHRONWORT MIT FÜHRENDER
WELLE UND VERZÖGERTER
WELLE IN EINER PHASE
UND DEREN ADDITION

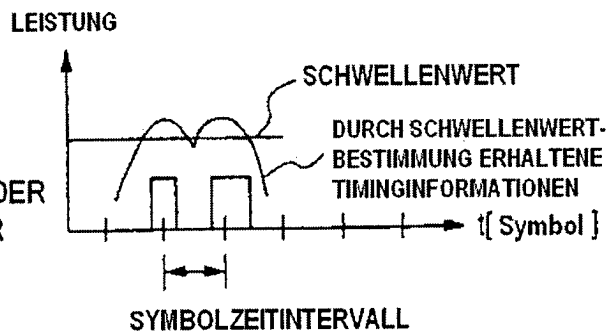
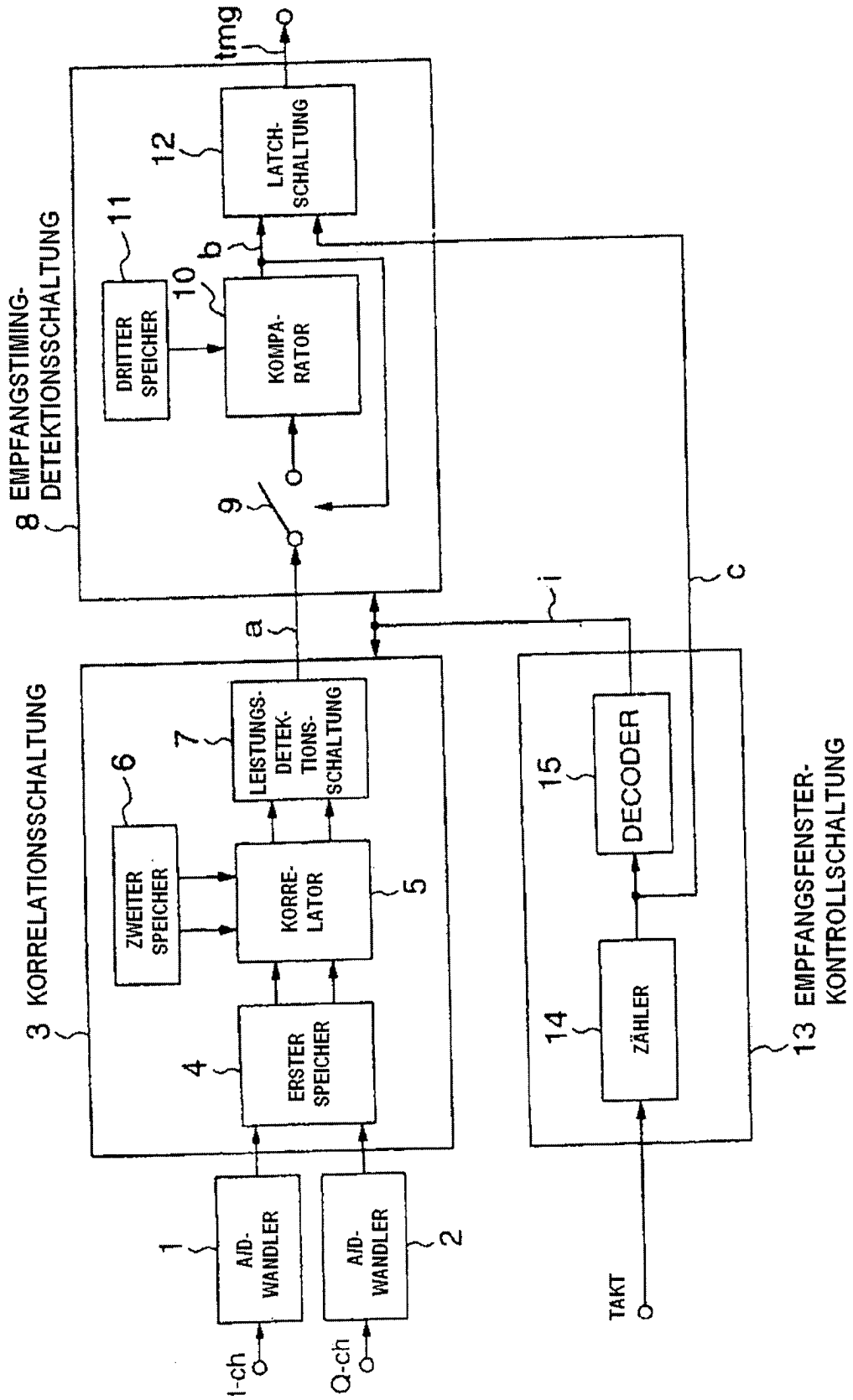


FIG.3



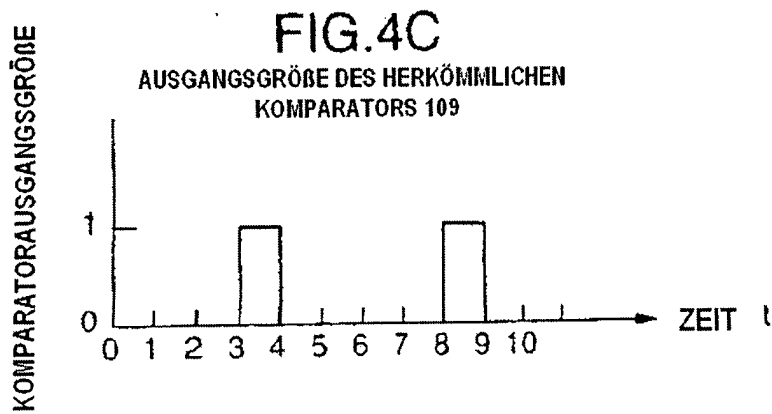
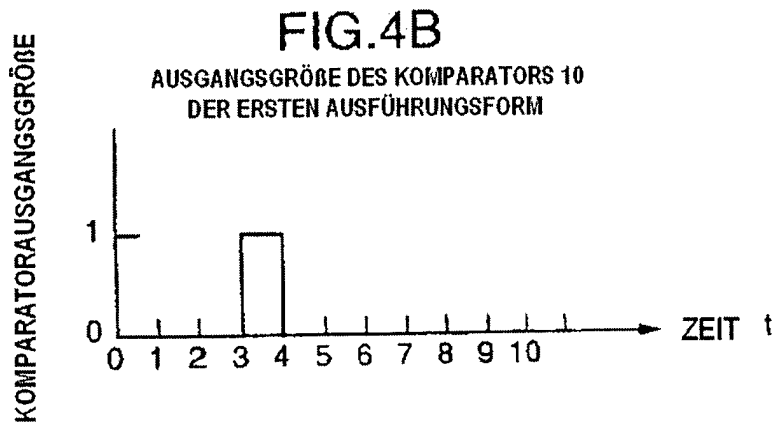
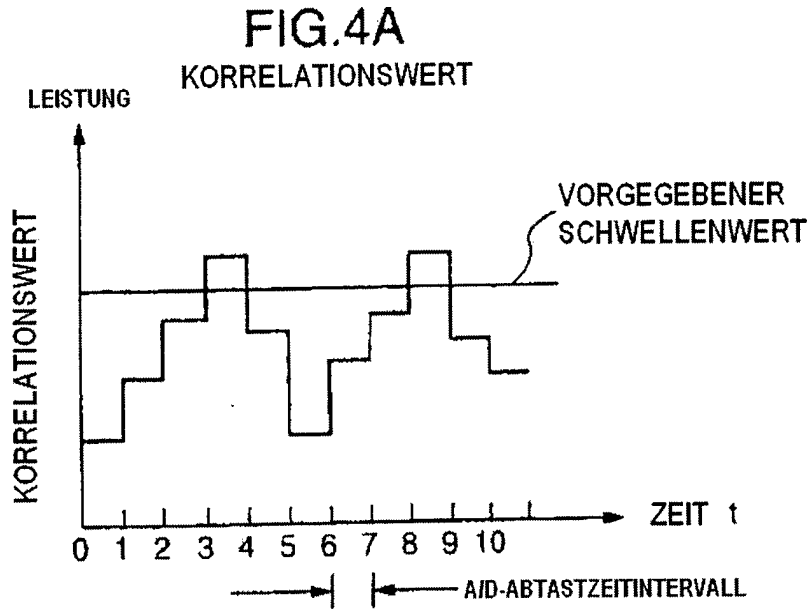


FIG.5

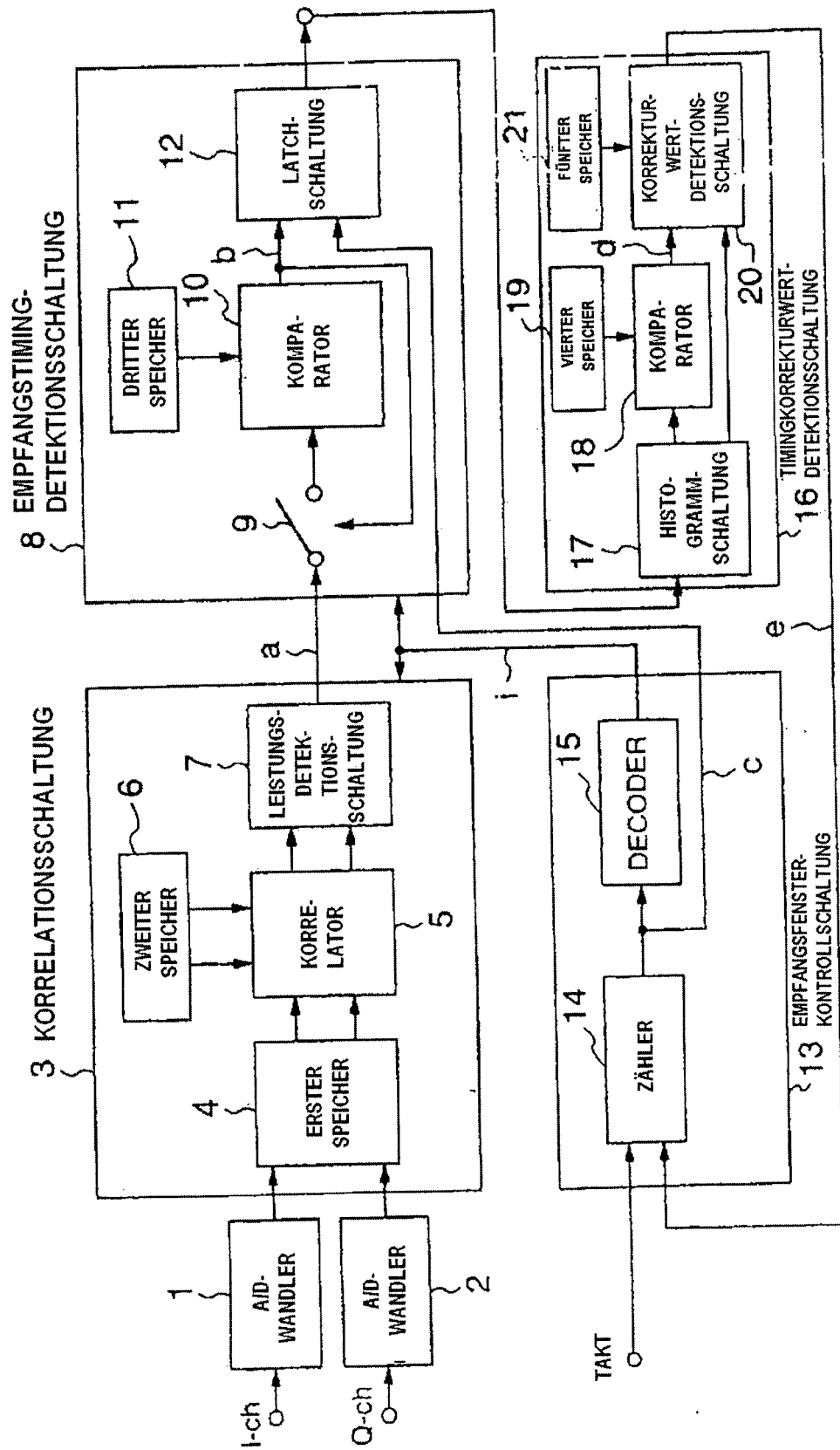


FIG.6A
HISTOGRAMM VOR DER AKTUALISIERUNG

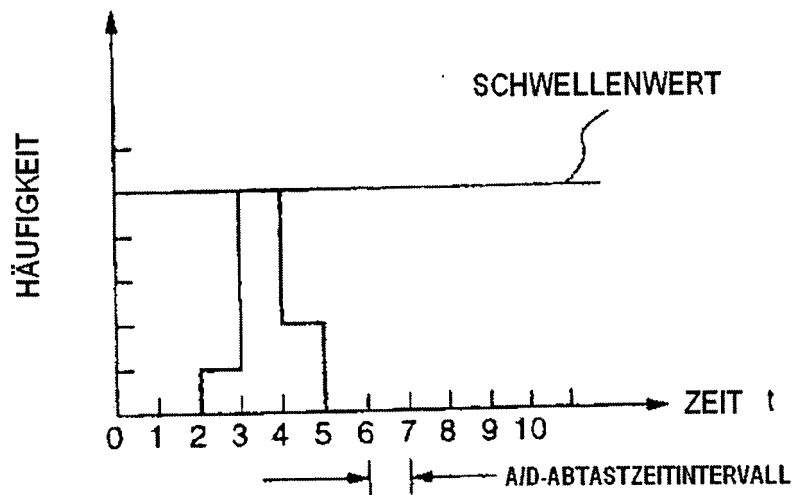


FIG.6B
HISTOGRAMM NACH DER AKTUALISIERUNG
(EMPFANGSTIMMING DETEKTIERT BEI ZEIT t3)

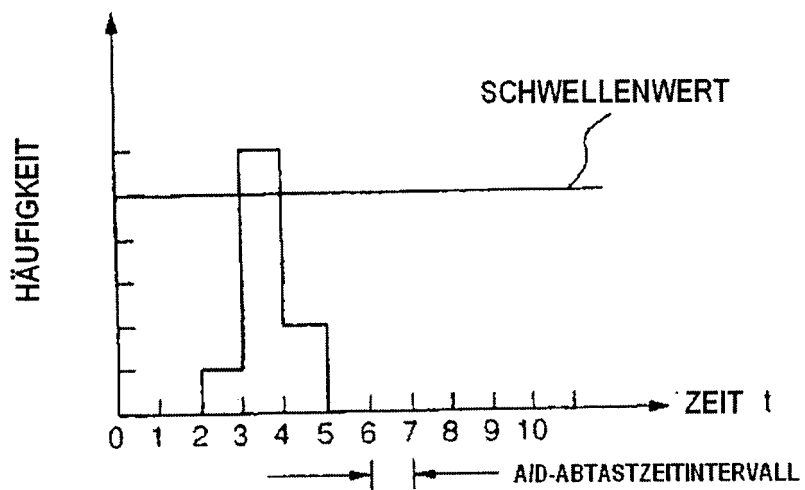


FIG.7

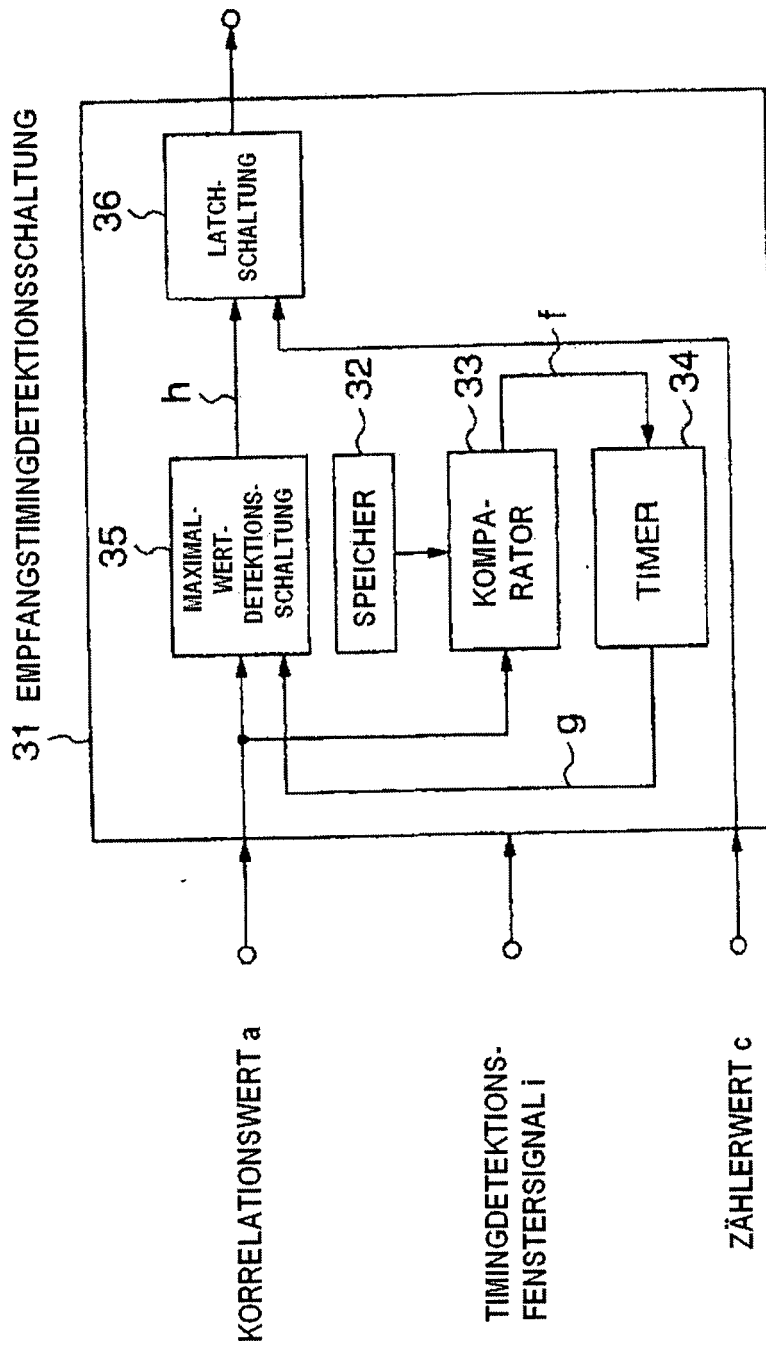


FIG.8A
KORRELATIONS-
WERT

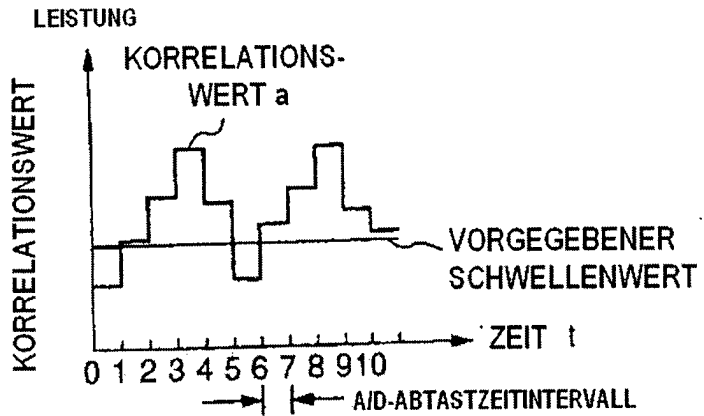


FIG.8B
AUSGANGSGRÖÙE DES
KOMPARATORS 33

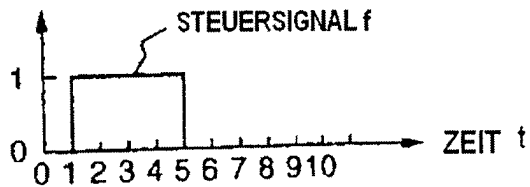


FIG.8C
TIMER-WERT
(BEI MAXIMALWERT DES
DETEKTIONSFENSTERS = 4)

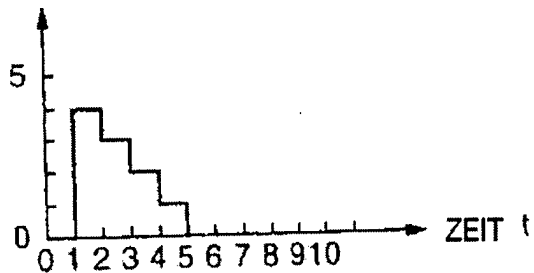


FIG.8D
AUSGANGSGRÖÙE DES
TIMERS 34
(BEI MAXIMALWERT DES
DETEKTIONSFENSTERS = 4)

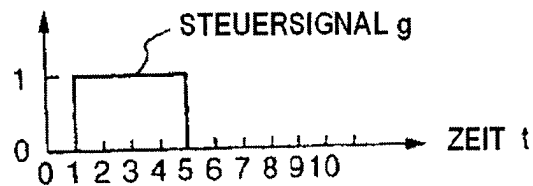


FIG.8E
AUSGANGSGRÖÙE DER
MAXIMALWERTDETEKTIONS-
SCHALTUNG 35

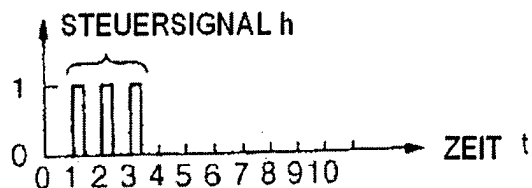


FIG.9

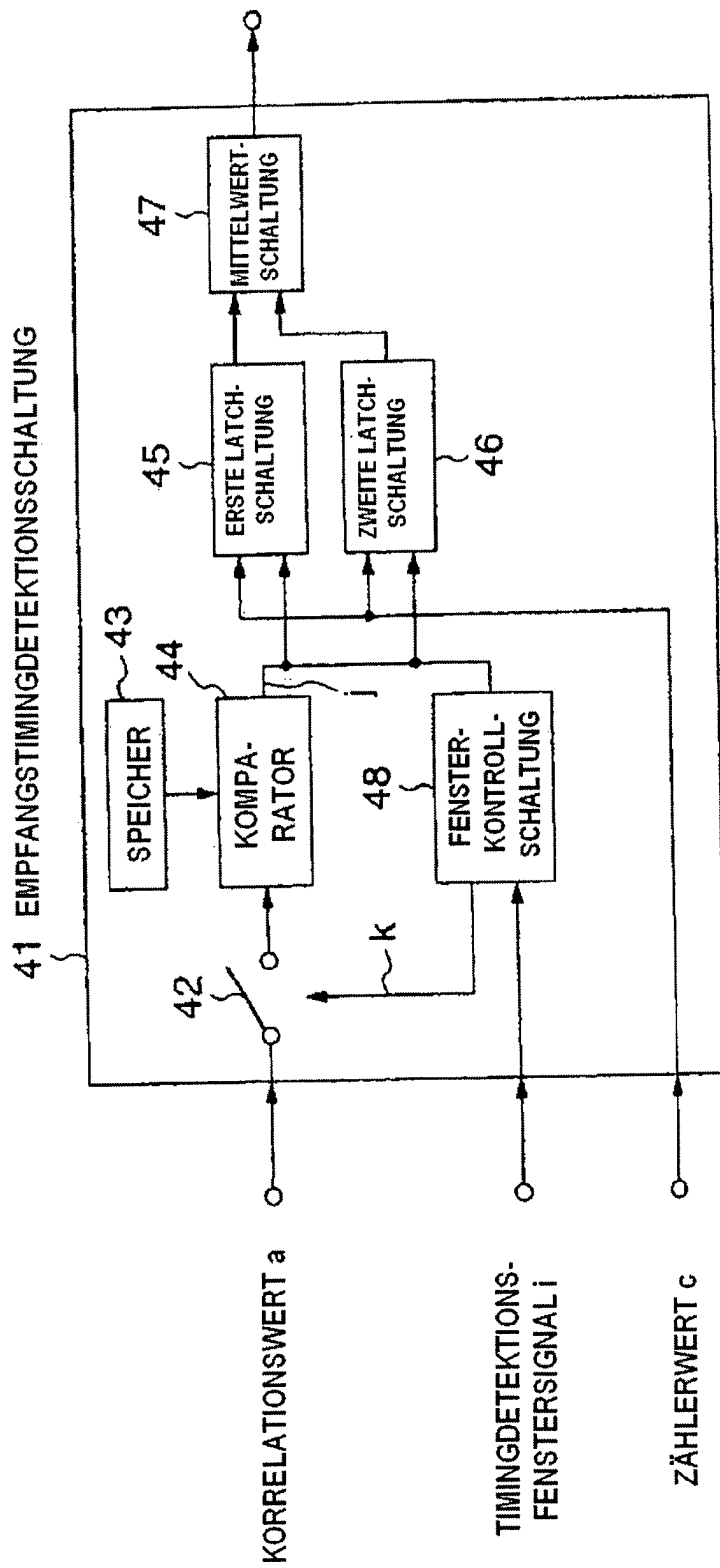


FIG.10A KORRELATIONSWERT

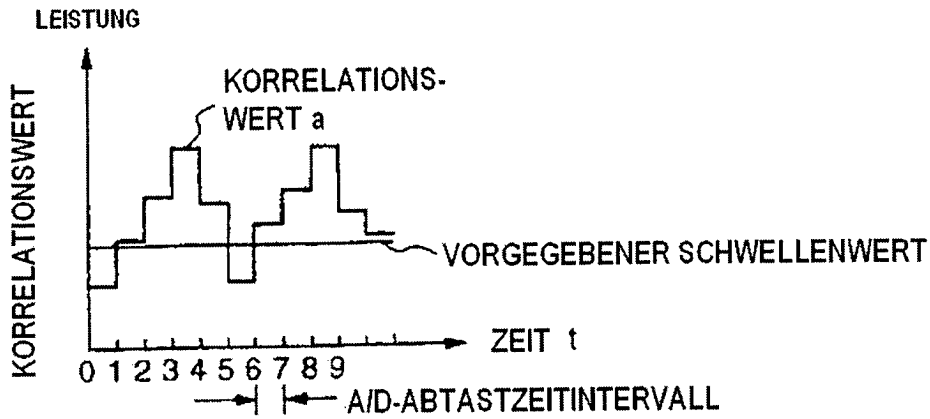


FIG.10B AUSGABE DES KOMPARATORS 44

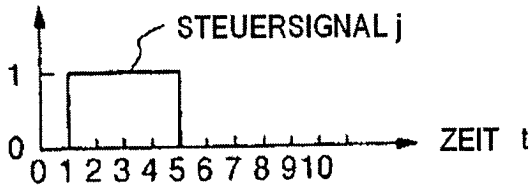


FIG.10C SCHALTERSTEUERSIGNAL

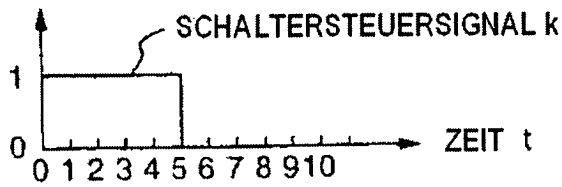


FIG.10D LATCH-TIMING DER ERSTEN LATCH-SCHALTUNG 45

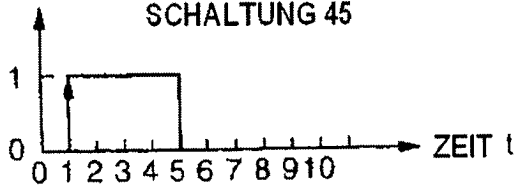


FIG.10E AUSGABE DER ERSTEN LATCH-SCHALTUNG 45

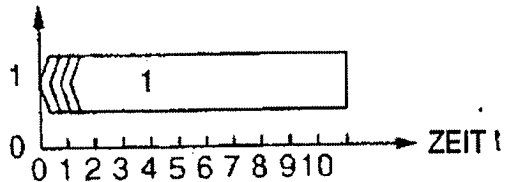


FIG.10F LATCH-TIMING DER ZWEITEN LATCH-SCHALTUNG 46

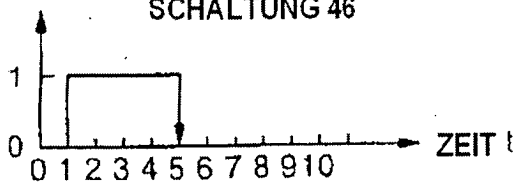


FIG.10G AUSGABE DER ZWEITEN LATCH-SCHALTUNG 46

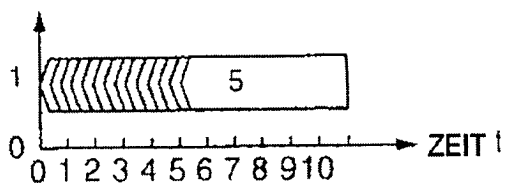


FIG.11

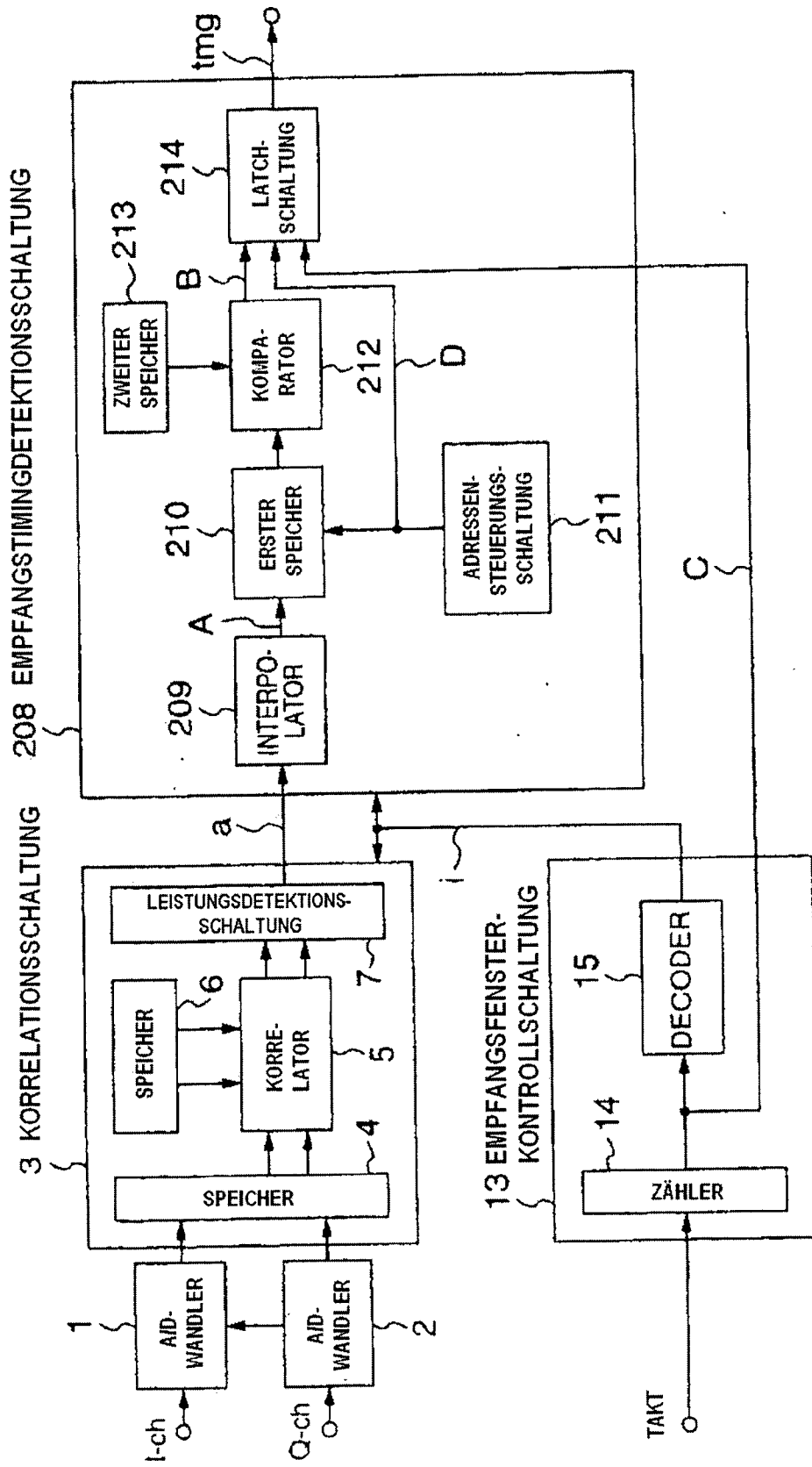


FIG.12A

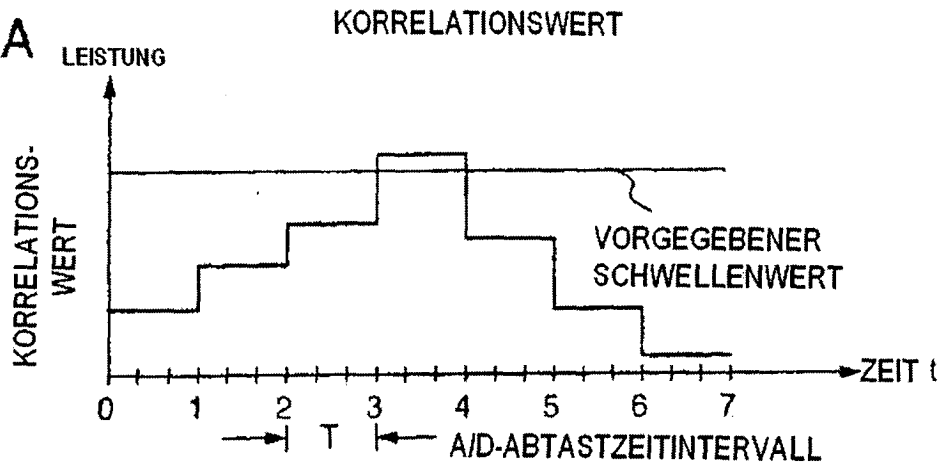


FIG.12B

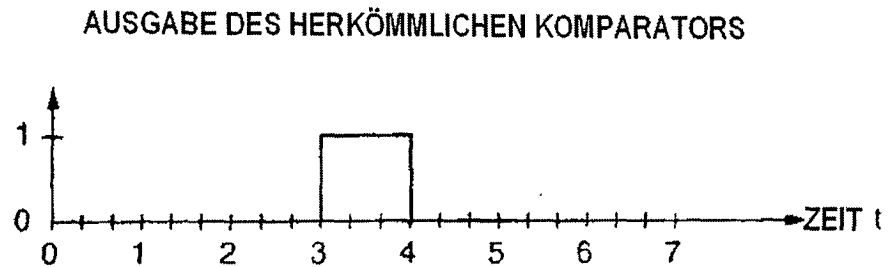


FIG.12C

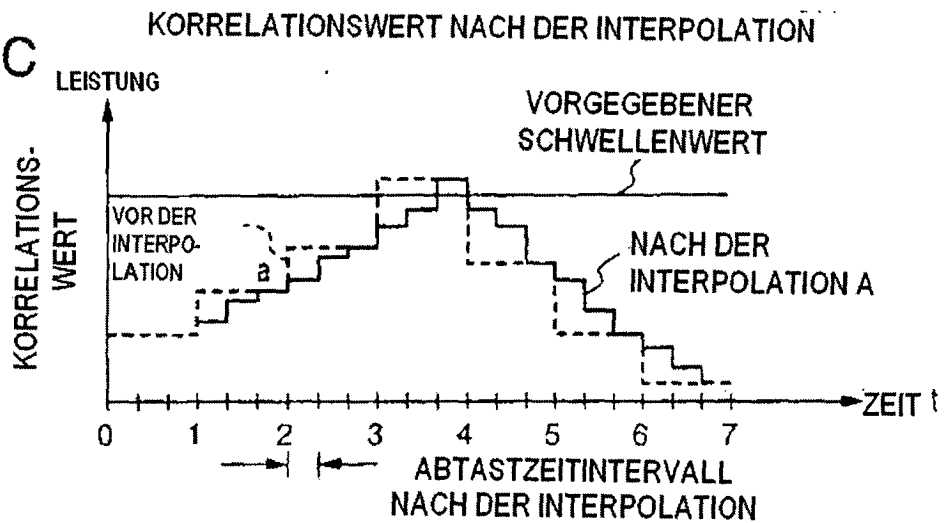


FIG.12D

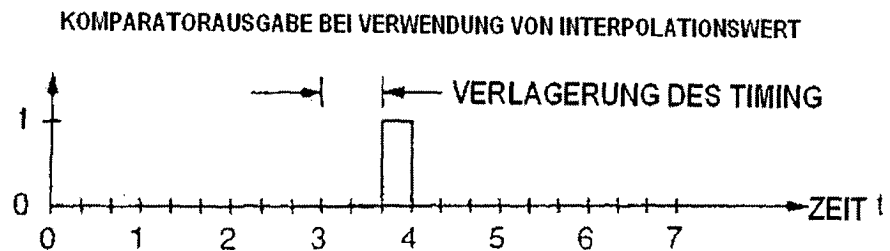
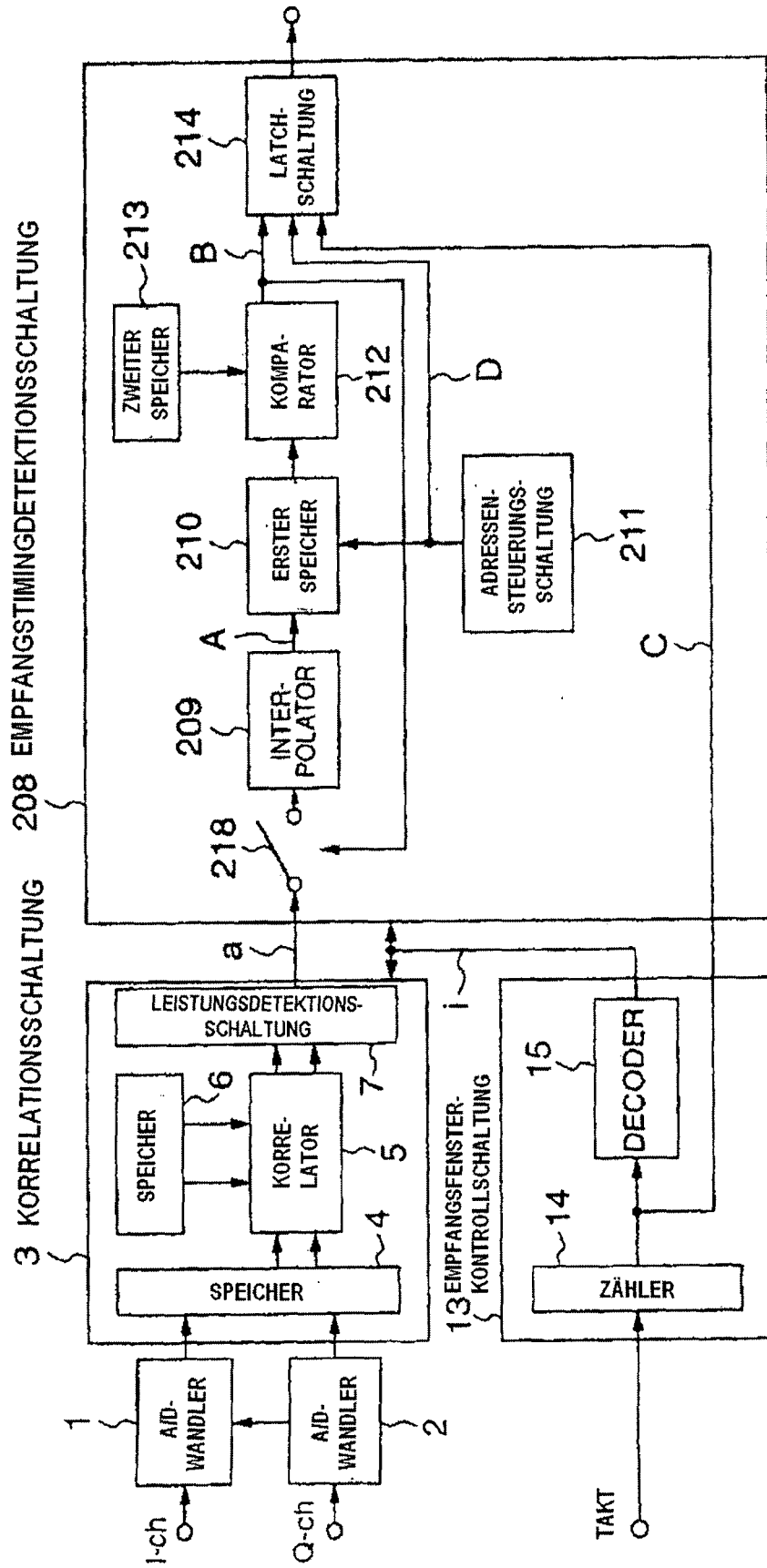
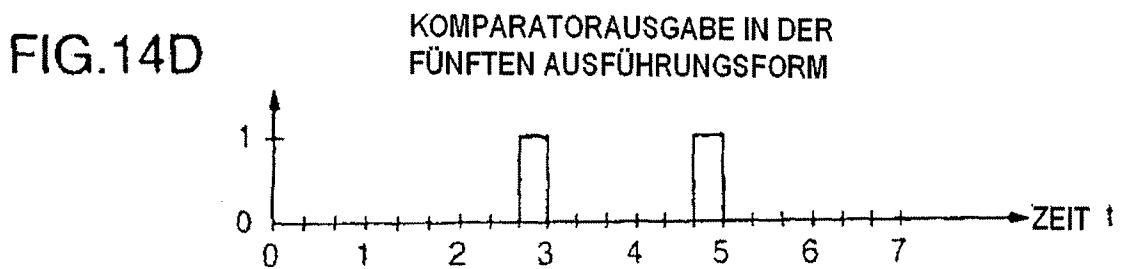
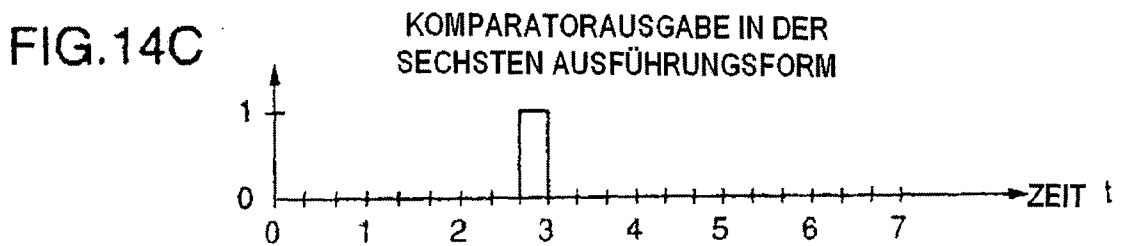
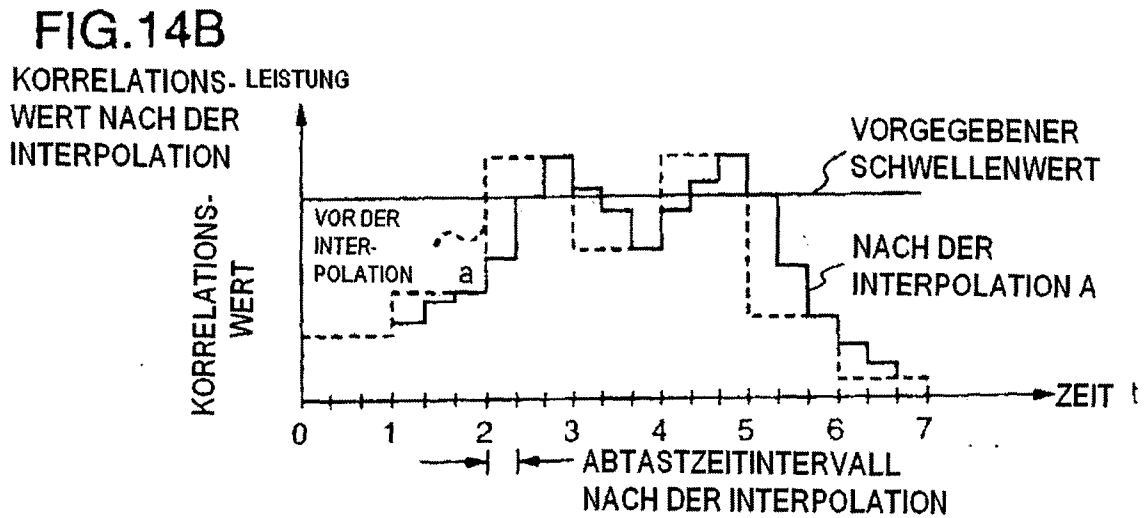
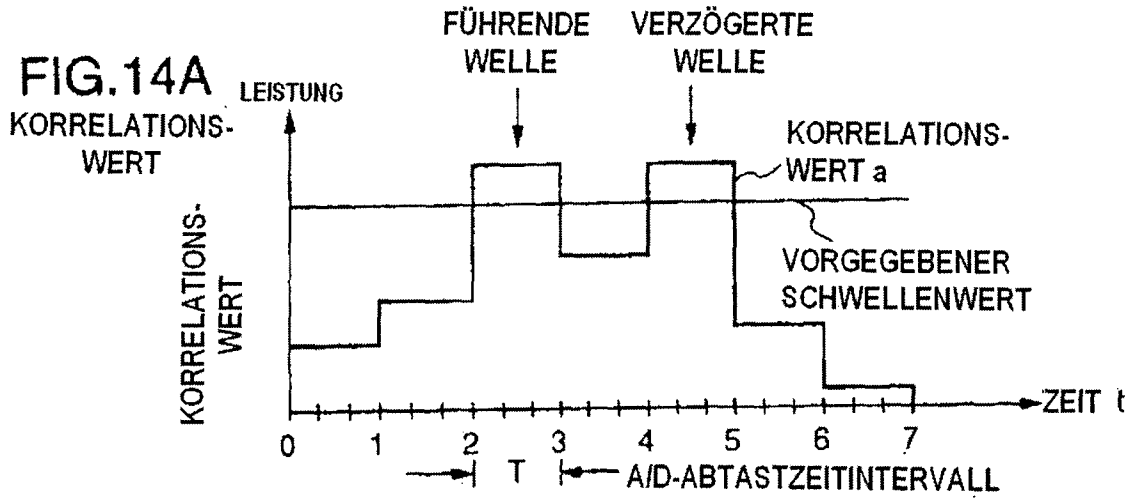


FIG. 13





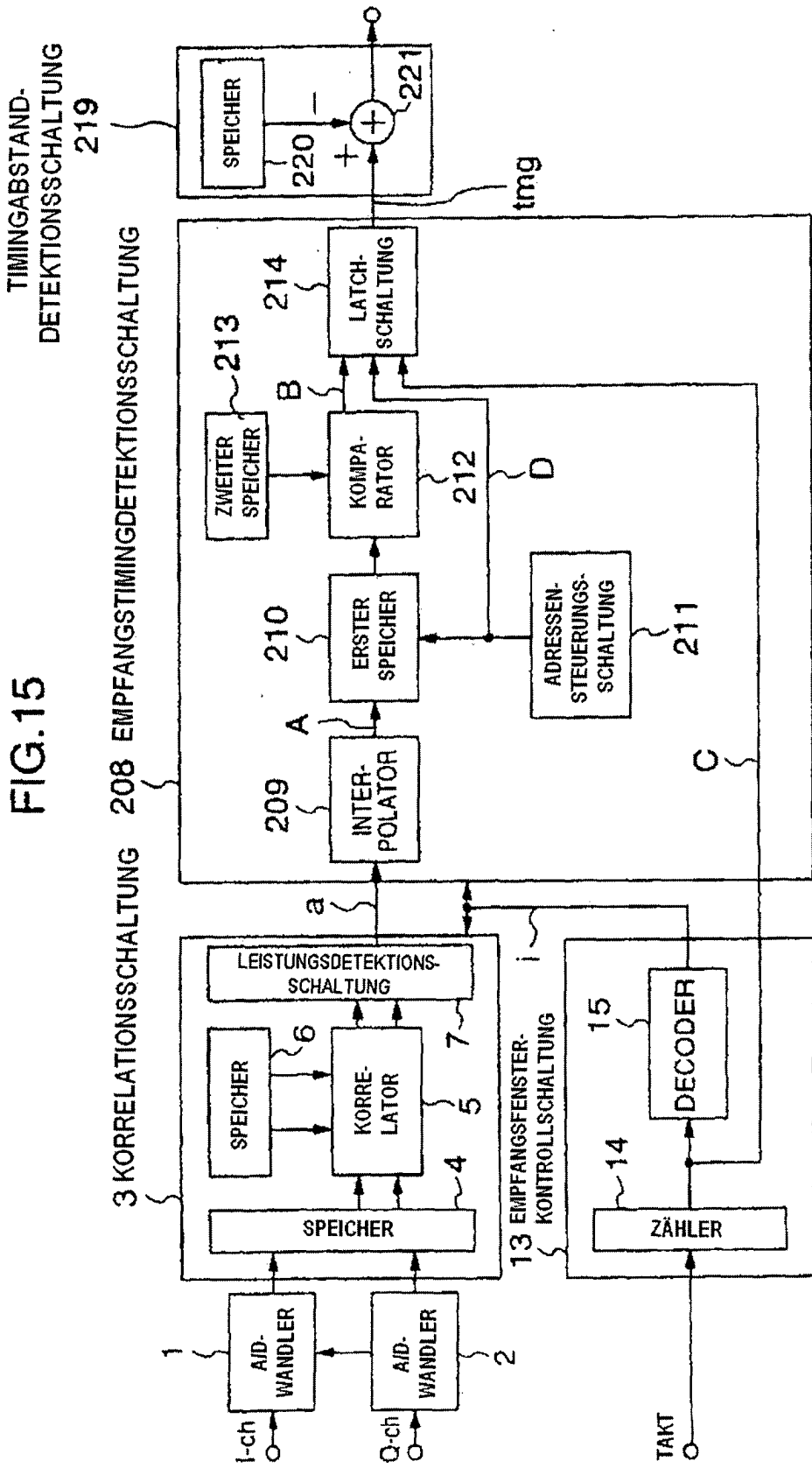


FIG.16

TIMINGABSTAND-
DETEKTIONSSCHALTUNG
219

208 EMPFANGTIMINGDETEKTIONSSCHALTUNG

3 KORRELATIONSSCHALTUNG

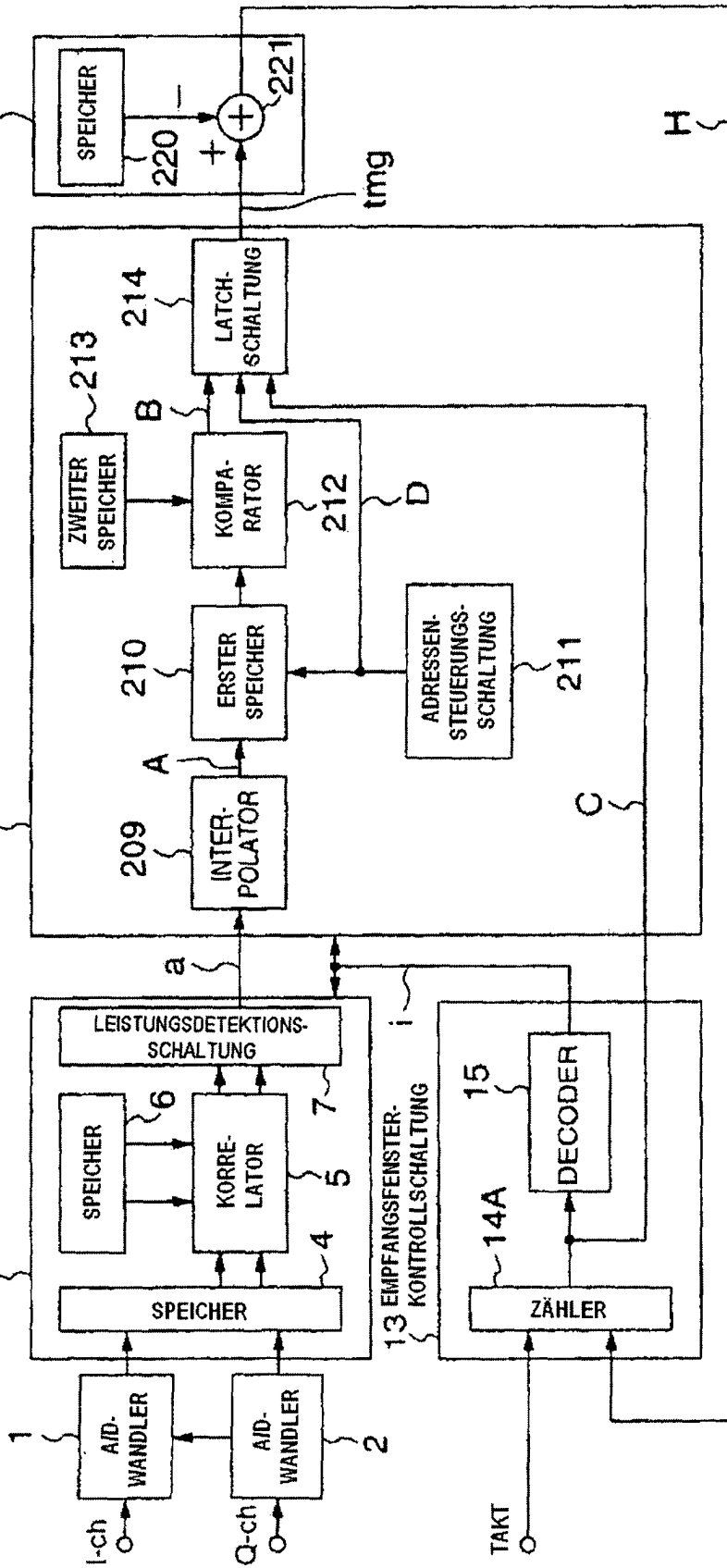


FIG.17A OHNE VORNAHME EINER TIMINGKORREKTUR

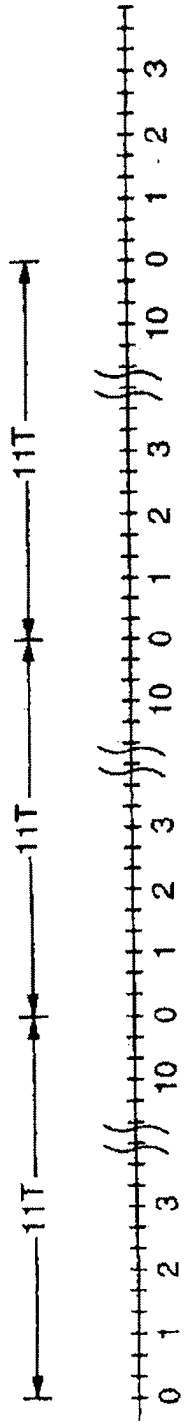


FIG.17B VORNAHME EINER TIMINGKORREKTUR UM 1T NACH HINTEN

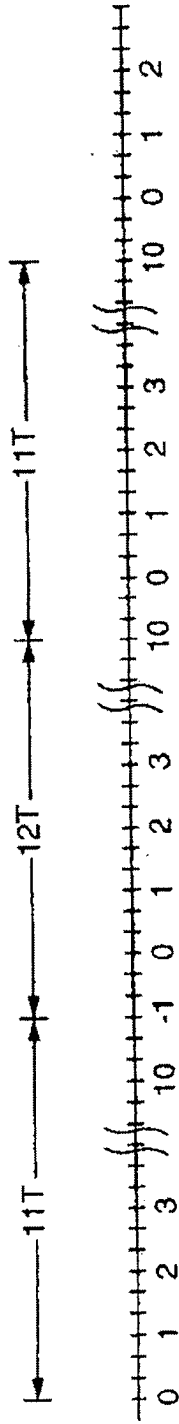


FIG.17C VORNAHME EINER TIMINGKORREKTUR UM 1T NACH VORNE

