



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2005 001 590 T5** 2007.05.31

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2006/006354**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2005 001 590.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2005/011439**
(86) PCT-Anmeldetag: **22.06.2005**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **19.01.2006**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **31.05.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G01R 31/316** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2004-205178 12.07.2004 JP

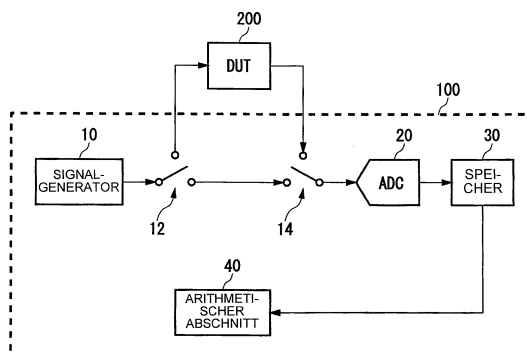
(71) Anmelder:
Advantest Corp., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
PFENNING MEINIG & PARTNER GbR, 10719 Berlin

(72) Erfinder:
Asami, Koji, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: **Verzögerungsmessverfahren**

(57) Hauptanspruch: Verzögerungszeit-Messverfahren zum Messen einer Verzögerungszeit in einer elektronischen Vorrichtung, die ein Ausgangssignal gemäß einem Eingangssignal ausgibt, welches aufweist:
einen Umwandlungsschritt zum Umwandeln des Eingangssignals und des Ausgangssignals in digitale Daten;
einen Verschiebungsschritt zum aufeinander folgenden Verschieben der digitalen Daten entweder des Eingangssignals oder des Ausgangssignals in der Zeitrichtung;
einen Fehlerberechnungsschritt zum Berechnen eines quadrierten Fehlers der digitalen Daten des Eingangssignals und der digitalen Daten des Ausgangssignals mit Bezug auf jeden Verschiebungsbetrag in dem Verschiebungsschritt; und
einen Verzögerungszeit-Berechnungsschritt zum Berechnen des Verschiebungsbetrags, wenn der quadrierte Fehler ein Minimalwert ist, mittels eines Verfahrens der nichtlinearen kleinsten Quadrate, und Verwenden des berechneten Verschiebungsbetrags als die Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht auf ein Verzögerungsmessverfahren zum Messen einer Verzögerung in einer elektronischen Vorrichtung, die ein Ausgangssignal entsprechend einem Eingangssignal ausgibt. Die vorliegende Anmeldung ist eine Fortsetzungsanmeldung von PCT/JP2005/011439, die am 22. Juni 2005 eingereicht wurde und die Priorität der am 12. Juli 2004 eingereichten Japanischen Patentanmeldung Nr. 2004-205178 beansprucht, deren gesamter Inhalt hier einbezogen wird.

STAND DER TECHNIK

[0002] Herkömmlich wird, wenn eine nichtlineare Charakteristik von Eingangs- und Ausgangssignalen einer elektronischen Vorrichtung sowie eines Verstärkers gemessen wird, die nichtlineare Charakteristik anhand eines Amplitudenverhältnisses und einer Phasendifferenz einer Eingangswellenform und einer Ausgangswellenform berechnet. Wenn eine derartige nichtlineare Charakteristik berechnet wird, ist es erforderlich, die Vergleichspunkte der Eingangswellenform und der Ausgangswellenform genau anzupassen. Aus diesem Grund ist es erforderlich, die Verzögerungszeit in einem Verstärker oder dergleichen genau zu messen.

[0003] Es ist beispielsweise ein Verfahren zum Messen der Verzögerungszeit mittels einer Kreuzkorrelationsfunktion einer Eingangswellenform und einer Ausgangswellenform bekannt. Dieses Verfahren berechnet eine Kreuzkorrelationsfunktion, indem eine Fourier-Transformation bei der Eingangswellenform bzw. der Ausgangswellenform durchgeführt wird. Dann wird eine Phasencharakteristik der Kreuzkorrelationsfunktion abgewickelt, um eine Charakteristik einer geraden Linie zu erhalten, und die Verzögerungszeit wird anhand einer Neigung der Charakteristik berechnet.

[0004] Da kein relevantes Patentdokument festgestellt wurde, wird die Beschreibung weggelassen.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

DURCH DIE ERFINDUNG ZU LÖSENDE PROBLEME

[0005] Da jedoch eine Kreuzkorrelationsfunktion nicht genau berechnet werden kann, wenn die Nichtlinearität der Eigenschaften eines Verstärkers oder dergleichen stark ist, kann eine Verzögerungszeit in einem Verstärker oder dergleichen nicht mit hoher Genauigkeit berechnet werden. Darüber hinaus kann, da eine Phasencharakteristik der Kreuzkorrelationsfunktion selbst in dem Fall der Abwicklung der

Phasencharakteristik diskontinuierlich ist, wenn eine Eingangswellenform eine diskontinuierliche Wellenform in einer Frequenzachsenrichtung ist, z.B. wie ein Mehrtonsignal, die Verzögerungszeit in einem Verstärker oder dergleichen nicht mit hoher Genauigkeit berechnet werden.

[0006] Wenn die Nichtlinearität eines Verstärkers oder dergleichen stark ist, kann die Verzögerungszeit in gewissem Maße genau erhalten werden, indem die Verzögerungszeit wiederholt erhalten wird, während die Nichtlinearität korrigiert wird. Jedoch bestand das Problem, dass die Operationszeit extrem zunimmt und somit der Wirkungsgrad der Messung niedrig ist. Darüber hinaus kann, da die Operation der Phasencharakteristik leicht durch eine Störung oder dergleichen beeinflusst werden kann, ein beträchtlicher Fehler beobachtet werden.

[0007] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verzögerungszeit-Messverfahren anzugeben, das die vorgenannten Probleme lösen kann. Die vorstehende und andere Aufgabe können durch in den unabhängigen Ansprüchen beschriebene Kombinationen gelöst werden. Die abhängigen Ansprüche definieren weitere vorteilhafte und beispielhafte Kombinationen der vorliegenden Erfindung.

MITTEL ZUM LÖSEN DER PROBLEME

[0008] Um dieses Problem zu lösen, ist gemäß der vorliegenden Erfindung ein Verzögerungszeit-Messverfahren zum Messen einer Verzögerungszeit in einer elektronischen Vorrichtung, die ein Ausgangssignal gemäß einem Eingangssignal ausgibt, vorgesehen. Das Verfahren enthält einen Umwandlungsschritt zum Umwandeln des Eingangssignals und des Ausgangssignals in digitale Daten, einen Verschiebungsschritt zum aufeinander folgenden Verschieben der digitalen Daten entweder des Eingangssignals oder des Ausgangssignals in einer Zeitrichtung, einen Fehlerberechnungsschritt zum Berechnen eines quadrierten Fehlers der digitalen Daten des Eingangssignals und der digitalen Daten des Ausgangssignals mit Bezug auf jeden Verschiebungsbetrag in dem Verschiebungsschritt, und einen Verzögerungszeit-Berechnungsschritt zum Berechnen des Verschiebungsbetrags, wenn der quadrierte Fehler ein Minimalwert ist, mittels eines Verfahrens der geringsten nichtlinearen Quadrate und der Verwendung des berechneten Verschiebungsbetrags als die Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung.

[0009] Die Zusammenfassung der Erfindung beschreibt nicht notwendigerweise alle erforderlichen Merkmale der vorliegenden Erfindung. Die vorliegende Erfindung kann auch eine Unterkombination der vorbeschriebenen Merkmale sein.

[0010] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, obgleich ein Ausgangssignal eine Verzerrung aufgrund der Nichtlinearität einer elektronischen Vorrichtung hat, eine Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung mit hoher Genauigkeit zu berechnen, ohne die Wellenform des Ausgangssignals zu berücksichtigen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] [Fig. 1](#) ist eine Ansicht, die beispielhaft die Konfiguration einer Messvorrichtung **100** gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0012] [Fig. 2](#) ist ein Flussdiagramm, das beispielhaft ein Verzögerungszeit-Messverfahren zum Messen einer Verzögerungszeit in einer elektronischen Vorrichtung **200** zeigt.

[0013] [Fig. 3](#) ist eine Ansicht, die beispielhaft Wellenformen eines Eingangssignals und eines Ausgangssignals zeigt.

[0014] [Fig. 4](#) ist ein Diagramm, das einen quadrierten Fehler zeigt, der für jeden Verschiebungsbetrag t berechnet wird.

[0015] [Fig. 5](#) ist ein Flussdiagramm, das ein anderes Beispiel des Verzögerungszeit-Messverfahrens zeigt.

[0016] [Fig. 6](#) ist ein Flussdiagramm, das beispielhaft ein Berechnungsverfahren für eine nichtlineare Charakteristik zum berechnen einer nichtlinearen Charakteristik der elektronischen Vorrichtung **200** zeigt.

BESTE ART DER AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0017] Die Erfindung wird nun auf der Grundlage der bevorzugten Ausführungsbeispiele beschrieben, die den Bereich der vorliegenden Erfindung nicht beschränken, sondern die Erfindung veranschaulichen sollen. Alle Merkmale und deren Kombinationen, die in dem Ausführungsbeispiel beschrieben sind, sind nicht notwendigerweise wesentlich für die Erfindung.

[0018] [Fig. 1](#) ist eine Ansicht, die beispielhaft eine Konfiguration einer Messvorrichtung **100** gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt. Die Messvorrichtung **100** ist eine Vorrichtung zum Messen einer nichtlinearen Charakteristik einer nicht-elektronischen Vorrichtung **200** wie eines Verstärkers, und enthält einen Signalgenerator **10**, Schalter **12** und **14**, einen Analog/Digital-Wandler **20** (nachfolgend als ADC **20** bezeichnet), einen Speicher **30** und einen arithmetischen Abschnitt **40**.

[0019] Die Messvorrichtung **100** speichert ein in die elektronische Vorrichtung **200** einzugebendes Eingangssignal und ein von der elektronischen Vorrichtung **200** ausgegebenes Ausgangssignal in dem Speicher **30**, um eine nichtlineare Charakteristik der elektronischen Vorrichtung **200** zu messen.

[0020] Der Signalgenerator **10** erzeugt das in die elektronische Vorrichtung **200** einzugebende Eingangssignal. Der Schalter **12** wählt aus, ob die elektronische Vorrichtung **200** oder der ADC **20** mit dem Signalgenerator **10** verbunden ist. Wenn das Eingangssignal im Speicher **30** gespeichert wird, verbindet der Schalter **12** den ADC **20** mit dem Signalgenerator **10**. Darüber hinaus verbindet, wenn das Ausgangssignal in dem Speicher **30** gespeichert wird, der Schalter **12** die elektronische Vorrichtung **200** mit dem Signalgenerator **10** und gibt das Eingangssignal in die elektronische Vorrichtung **200** ein.

[0021] Der ADC **20** wandelt ein gegebenes analoges Signal in ein digitales Signal um. Der Schalter **14** wählt aus, ob die elektronische Vorrichtung **200** oder der Signalgenerator **10** mit dem ADC **20** verbunden ist. Wenn das Eingangssignal in dem Speicher **30** gespeichert wird, verbindet der Schalter **14** den Signalgenerator **10** mit dem ADC **20** und speichert das Eingangssignal in den Speicher **30** über den ADC **20**. Darüber hinaus verbindet, wenn das Ausgangssignal in dem Speicher **30** gespeichert wird, der Schalter **14** die elektronische Vorrichtung **200** mit dem ADC **20** und speichert das Ausgangssignal in dem Speicher **30** über den ADC **20**.

[0022] Der arithmetische Abschnitt **40** berechnet die Verzögerungszeit eines Signals in der elektronischen Vorrichtung **200** auf der Grundlage des Eingangssignals und des Ausgangssignals, die in dem Speicher **30** gespeichert sind, korrigiert die Phasendifferenz zwischen dem Eingangssignal und dem Ausgangssignal auf der Grundlage der Verzögerungszeit und berechnet eine nichtlineare Charakteristik der elektronischen Vorrichtung **200** auf der Grundlage des Eingangssignals und des Ausgangssignals mit der korrigierten Phasendifferenz. Als Nächstes wird ein Verfahren zum Messen der Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung **200** auf der Grundlage des Eingangssignals und des Ausgangssignals beschrieben.

[0023] [Fig. 2](#) ist ein Flussdiagramm, das beispielhaft ein Verzögerungszeit-Messverfahren zum Messen einer Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung **200** zeigt. Zuerst wandelt der ADC **20** ein Eingangssignal in die und ein Ausgangssignal aus der elektronischen Vorrichtung **200** in digitale Daten um und speichert sie in dem Speicher **30** (S300).

[0024] Als Nächstes werden die digitalen des Ausgangssignals aufeinander folgend in einer Zeitrich-

tung verschoben (S302). Anstelle des Ausgangssignals können die digitalen Daten des Eingangssignals aufeinander folgend in der Zeitrichtung verschoben werden. Zu dieser Zeit wird ein Verschiebungsbetrag, um den die digitalen Daten aufeinander folgend verschoben werden, vorbestimmt entsprechend einer Genauigkeit der zu messenden Verzögerungszeit.

[0025] Als Nächstes wird ein quadrierter Fehler jedes der digitalen Datenelemente des Eingangssignals und der digitalen Datenelemente des Ausgangssignals, das verschoben wurde, für jeden der Verschiebungsbeträge, um die die digitalen Datenelemente in S302 aufeinander folgend verschoben wurden, berechnet (S304). Hier wird in dem folgenden Ausdruck ein quadrierter Fehler $\text{Err}[\tau]$ des Eingangssignals und des Ausgangssignals erhalten, wenn das Ausgangssignal um einen Verschiebungsbetrag τ phasenverschoben wurde.

[Ausdruck 1]

$$\text{Err}[\tau] = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (\text{Meas}(k, \tau) - \text{Ref}(k))^2$$

[0026] Hierin zeigt $\text{Meas}(k, \tau)$ das k -te Datenelement der digitalen Daten des Ausgangssignals, wenn das Ausgangssignal um τ phasenverschoben wurde, $\text{Ref}(k)$ zeigt das k -te Datenelement der digitalen Daten des Eingangssignals, und N zeigt die Anzahl von Datenelementen des Eingangssignals und des Ausgangssignals.

[0027] hier kann der Verschiebungsbetrag τ des Ausgangssignals ein ganzzahliges Vielfaches einer Abtastperiode des ADC 20 sein. Beispielsweise kann, wenn der Verschiebungsbetrag τ derselbe ist wie die Abtastperiode des ADC 20, der arithmetische Abschnitt 40 leicht Verschiebungsdaten durch Verschieben der digitalen Daten des Ausgangssignals nacheinander in einer Zeitrichtung erhalten.

[0028] Darüber hinaus kann, wenn der Verschiebungsbetrag τ des Ausgangssignals kleiner als die Abtastperiode des ADC 20 ist, der arithmetische Abschnitt 40 die Verschiebungsdaten berechnen, indem er eine diskrete Fourier-Transformation bei den digitalen Daten des Ausgangssignals durchführt, um die Daten in ein komplexes Signal in einer Frequenzdomäne umzuwandeln, eine Phase des komplexen Signals in der Frequenzdomäne gemäß dem Verschiebungsbetrag τ verschieben und eine umgekehrte diskrete Fourier-Transformation bei dem komplexen Signal in der Frequenzdomäne, dessen Phase verschoben wurde, durchführen, um es in ein Signal in einer Zeitdomäne umzuwandeln.

[0029] Als Nächstes wird ein Minimalwert des quadrierten Fehlers berechnet durch Annähern des berechneten quadrierten Fehlers für jeden Verschie-

bungsbetrag τ mittels eines Verfahrens für nichtlineare kleinste Quadrate (S306). Dann wird der Verschiebungsbetrag τ , bei dem der quadrierte Fehler der Minimalwert wird, berechnet als eine Phasendifferenz zwischen dem Eingangssignal und dem Ausgangssignal, d.h., eine Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung 200 (S308).

[0030] Durch eine derartige Operation kann eine Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung 200 berechnet werden. Darüber hinaus ist es möglich, gemäß dem Verzögerungszeit-Messverfahren nach diesem Beispiel, obwohl eine Verzerrung in dem Ausgangssignal aufgrund der Nichtlinearität der elektronischen Vorrichtung 200 auftritt, eine Verzögerungszeit mit hoher Genauigkeit zu berechnen, ohne die Wellenform des Ausgangssignals zu berücksichtigen.

[0031] Fig. 3 ist eine Ansicht, die beispielhafte Wellenformen eines Eingangssignals und eines Ausgangssignals zeigt. In Fig. 3 ist das Eingangssignal durch eine Wellenform als ausgezogene Linie gezeigt, und das Ausgangssignal ist durch eine Wellenform als strichlierte Linie gezeigt. Wenn das Ausgangssignal um den Verschiebungsbetrag τ verschoben wird, ist eine Phasendifferenz zwischen dem Eingangssignal und dem Ausgangssignal gegeben als $\text{TPd}-\tau$, wenn eine Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung 200 gleich TPd ist.

[0032] Wie in Fig. 2 dargestellt ist, verschiebt der arithmetische Abschnitt 40 eine Phase des Ausgangssignals um den Verschiebungsbetrag τ und berechnet eine Gesamtsumme eines quadrierten Fehlers der Eingangssignaldaten und der Ausgangssignaldaten an jedem Abtastpunkt. Dann wird der Verschiebungsbetrag τ , bei dem der quadrierte Fehler ein Minimalwert wird, durch Veränderung des Verschiebungsbetrags τ erhalten. Da der quadrierte Fehler ein Minimalwert wird, wenn TPd gleich τ ist, ist es möglich die Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung 200 zu berechnen.

[0033] Fig. 4 ist ein Diagramm, das einen quadrierten Fehler zeigt, der für jeden Verschiebungsbetrag τ berechnet ist. In Fig. 4 zeigt die horizontale Achse den Verschiebungsbetrag τ und die vertikale Achse zeigt den quadrierten Fehler. Wie in Fig. 4 gezeigt ist, kann sich der quadrierte Fehler einer quadratischen Kurve mit hoher Genauigkeit annähern. Es ist möglich die Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung 200 mit hoher Genauigkeit zu berechnen, indem ein quadrierter Fehler einer quadratischen Kurve mittels eines Verfahrens für nichtlineare kleinste Quadrate angenähert wird, ein Minimalwert der quadratischen Kurve berechnet wird und zu dieser Zeit ein Verschiebungsbetrag erhalten wird.

[0034] Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, das ein ande-

res Beispiel für das Verzögerungszeit-Messverfahren zeigt. Zuerst wandelt der ADC **20** ein Eingangssignal in die und ein Ausgangssignal von der elektronischen Vorrichtung **200** in digitale Daten um und speichert sie in dem Speicher **30** (S300). Als Nächstes wird ein eine Phase des Ausgangssignals aufeinander folgend verschiebender Verschiebungsbetrag bestimmt (S310). Dann werden die digitalen Daten des Ausgangssignals durch den Verschiebungsbetrag in der Zeitrichtung aufeinander folgend verschoben (S302). Hier wird ein quadriert Fehler der digitalen Daten des Eingangssignals und der digitalen Daten des Ausgangssignals, die jeweils in S302 verschoben wurden, berechnet (S304). Dann wird ein Minimalwert des quadrierten Fehlers berechnet durch Annähern des für jeden Verschiebungsbetrag berechneten quadrierten Fehlers mittels eines Verfahrens für nichtlineare kleinste Quadrate (S306). Durch einen derartigen Vorgang ist es möglich, eine Phasendifferenz zwischen dem Eingangssignal und dem Ausgangssignal mit einer Auflösung des in S310 gesetzten Verschiebungsbetrags zu berechnen.

[0035] Das Verzögerungszeit-Messverfahren nach diesem Beispiel wiederholt die Operationen von S310 bis S306 mehr als einmal, während der in S310 gesetzte Verschiebungsbetrag klein gehalten wird. Mit anderen Worten, die Berechnung der Phasendifferenz zwischen dem Eingangssignal und dem Ausgangssignal wird durchgeführt, während die Auflösung klein gehalten wird. Beispielsweise wird bei den ersten Operationen von S310 bis S306 der in S310 gesetzte Verschiebungsbetrag so berechnet, dass er gleich der Abtastperiode des ADC **20** ist. Bei den zweiten Operationen von S310 bis S306 wird der in S310 gesetzte Verschiebungsbetrag so berechnet, dass er 1/10 der Abtastperiode des ADC **20** ist.

[0036] Zu dieser Zeit wird in dem zweiten S302 die Phase des Ausgangssignals nur in der Nähe des Verschiebungsbetrags verschoben, der in dem ersten S306 berechnet wurde, wenn der quadrierte Fehler ein Minimalwert ist. Beispielsweise wird in dem zweiten S302 das Ausgangssignal durch die in S310 gesetzte Auflösung vor und hinter den in dem ersten S306 berechneten Verschiebungsbetrag verschoben. Die Phasendifferenz zwischen dem Eingangssignal und dem Ausgangssignal wird mit hoher Genauigkeit berechnet durch Wiederholen einer derartigen Operation mehr als einmal. Die Frequenz der Schleife, die zeigt, wie viele Male die Operationen von S310 bis S306 wiederholt sind, kann gemäß der Genauigkeit der zu berechnenden Verzögerungszeit vorbestimmt werden. Dann wird, nachdem die Operationen von S310 bis S306 gemäß der Frequenz der Schleife durchgeführt wurden, der in dem letzten S306 berechnete Verschiebungsbetrag als eine Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung **200** berechnet (S308).

[0037] Darüber hinaus kann anstelle der Operationen bei der ersten Berechnung der Phasendifferenz zwischen dem Eingangssignal und dem Ausgangssignal von S310 bis S306 mittels der Auflösung der Abtastperiode des ADC **20** die Phasendifferenz zwischen dem Eingangssignal und dem Ausgangssignal mit der Auflösung der Abtastperiode des ADC **20** berechnet werden mittels einer Kreuzkorrelationsfunktion zwischen den digitalen Daten des Ausgangssignals und den digitalen Daten des Eingangssignals. Mit anderen Worten, der arithmetische Abschnitt **40** kann eine Phase berechnen, bei der die Kreuzkorrelationsfunktion einen Spitzenwert annimmt, als die Phasendifferenz zwischen dem Eingangssignal und dem Ausgangssignal mit der Auflösung der Abtastperiode des ADC **20**.

[0038] [Fig. 6](#) ist ein Flussdiagramm, das beispielhaft ein Berechnungsverfahren zum Berechnen einer nichtlinearen Charakteristik der elektronischen Vorrichtung **200** zeigt. Bei dem Berechnungsverfahren nach diesem Beispiel wird eine nichtlineare Charakteristik der elektronischen Vorrichtung **200** berechnet, und eine Vorverzerrungs-Wellenform zum Korrigieren einer Verzerrung des Ausgangssignals durch die nichtlineare Charakteristik wird erzeugt. Die Vorverzerrungs-Wellenform ist eine Wellenform zum vorhergehenden Vorsehen einer Verzerrung gemäß einer nichtlinearen Charakteristik der elektronischen Vorrichtung **201** bei einem in die elektronische Vorrichtung **200** wie einem Verstärker einzugebenden Eingangssignal. Mit anderen Worten, es ist möglich, eine Verzerrung durch eine nichtlineare Charakteristik der elektronischen Vorrichtung **200** zu versetzen, indem einem Eingangssignal eine Vorverzerrungs-Wellenform überlagert wird.

[0039] Zuerst wird eine Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung **200** gemessen (S400). In S400 wird eine Verzögerungszeit durch das mit Bezug auf [Fig. 2](#) oder [Fig. 5](#) beschriebene Verzögerungszeit-Messverfahren gemessen. Weiterhin wird in S400 auf der Grundlage der berechneten Verzögerungszeit die Phase des Ausgangssignals oder des Eingangssignals verschoben, und der Einfluss der Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung **200** wird eliminiert.

[0040] Als Nächstes wird das Ungleichgewicht einer Quadraturkomponente einer I-Komponente und einer Q-Komponente auf der Grundlage der Eingangssignaldaten und der Ausgangssignaldaten, in denen der Einfluss der Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung **200** eliminiert ist, korrigiert (S402). Dann wird eine AM-AM-Übertragungscharakteristik in der elektronischen Vorrichtung **200** auf der Grundlage der Eingangssignaldaten und der Ausgangssignaldaten, die in S402 korrigiert wurden, berechnet (S404). Die AM-AM-Übertragungscharakteristik ist eine Charakteristik einer Verstärkung in der elektronischen

Vorrichtung **200**, die mit dem Pegel des Eingangssignals variiert. Die in S404 berechnete AM-AM-Übertragungscharakteristik wird in dem arithmetischen Abschnitt **40** gespeichert. Dann wird die AM-AM-Übertragungscharakteristik korrigiert (S406).

[0041] Als Nächstes wird eine AM-PM-Übertragungscharakteristik der elektronischen Vorrichtung **200** berechnet auf der Grundlage der korrigierten Eingangssignaldaten und Ausgangssignaldaten (S408). Die AM-PM-Übertragungscharakteristik ist eine Charakteristik der Phase des Ausgangssignals, das sich mit dem Pegel des Eingangssignals verändert. Die in S406 berechnete AM-PM-Übertragungscharakteristik wird in dem arithmetischen Abschnitt **40** gespeichert. Dann wird die AM-PM-Übertragungscharakteristik korrigiert (S410). Dann wird eine Verzerrungs-Wellenform erzeugt auf der Grundlage der AM-AM-Übertragungscharakteristik und der AM-PM-Übertragungscharakteristik, die in dem arithmetischen Abschnitt **40** gespeichert sind (S412).

[0042] Durch das Berechnungsverfahren für die nichtlineare Charakteristik nach diesem Beispiel ist es möglich, da der Einfluss durch eine Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung **200** mit hoher Genauigkeit korrigiert werden kann, eine nichtlineare Charakteristik der elektronischen Vorrichtung **200** mit hoher Genauigkeit zu berechnen.

[0043] Obgleich die vorliegende Erfindung im Wege eines Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist darauf hinzuweisen, dass der Fachmann viele Änderungen und Substitutionen durchführen kann, ohne den Geist und den Bereich der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Es ist augenscheinlich anhand der Definition der angefügten Ansprüche, dass Ausführungsbeispiele mit derartigen Modifikationen auch zu dem Bereich der vorliegenden Erfindung gehören.

GEWERBLICHE ANWENDBARKEIT

[0044] Wie aus der vorstehenden Beschreibung ersichtlich ist, ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, obgleich ein Ausgangssignal eine Verzerrung aufgrund der Nichtlinearität einer elektronischen Vorrichtung hat, eine Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung mit hoher Genauigkeit zu berechnen, ohne eine Wellenform des Ausgangssignals zu berücksichtigen.

Zusammenfassung:

[0045] Es ist ein Verzögerungszeit-Messverfahren zum Messen einer Verzögerungszeit in einer elektronischen Vorrichtung, die ein Ausgangssignal gemäß einem Eingangssignal ausgibt, vorgesehen. Das Verfahren enthält einen Umwandlungsschritt zum Umwandeln des Eingangssignals und des Ausgangssignals in digitale Daten, einen Verschiebungsschritt

zum aufeinander folgenden Verschieben der digitalen Daten entweder des Eingangssignals oder des Ausgangssignals in der Zeitrichtung, einen Fehlerberechnungsschritt zum Berechnen eines quadrierten Fehlers der digitalen Daten des Eingangssignals und der digitalen Daten des Ausgangssignals mit Bezug auf jeden Verschiebungsbetrag in dem Verschiebungsschritt, und einen Verzögerungszeit-Berechnungsschritt zum Berechnen des Verschiebungsbetrags, wenn der quadrierte Fehler ein Minimalwert ist, mittels eines Verfahrens der nichtlinearen geringsten Quadrate, und des Verwendens des berechneten Verschiebungsbetrags als die Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung.

Patentansprüche

1. Verzögerungszeit-Messverfahren zum Messen einer Verzögerungszeit in einer elektronischen Vorrichtung, die ein Ausgangssignal gemäß einem Eingangssignal ausgibt, welches aufweist:
einen Umwandlungsschritt zum Umwandeln des Eingangssignals und des Ausgangssignals in digitale Daten;
einen Verschiebungsschritt zum aufeinander folgenden Verschieben der digitalen Daten entweder des Eingangssignals oder des Ausgangssignals in der Zeitrichtung;
einen Fehlerberechnungsschritt zum Berechnen eines quadrierten Fehlers der digitalen Daten des Eingangssignals und der digitalen Daten des Ausgangssignals mit Bezug auf jeden Verschiebungsbetrag in dem Verschiebungsschritt; und
einen Verzögerungszeit-Berechnungsschritt zum Berechnen des Verschiebungsbetrags, wenn der quadrierte Fehler ein Minimalwert ist, mittels eines Verfahrens der nichtlinearen kleinsten Quadrate, und Verwenden des berechneten Verschiebungsbetrags als die Verzögerungszeit in der elektronischen Vorrichtung.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

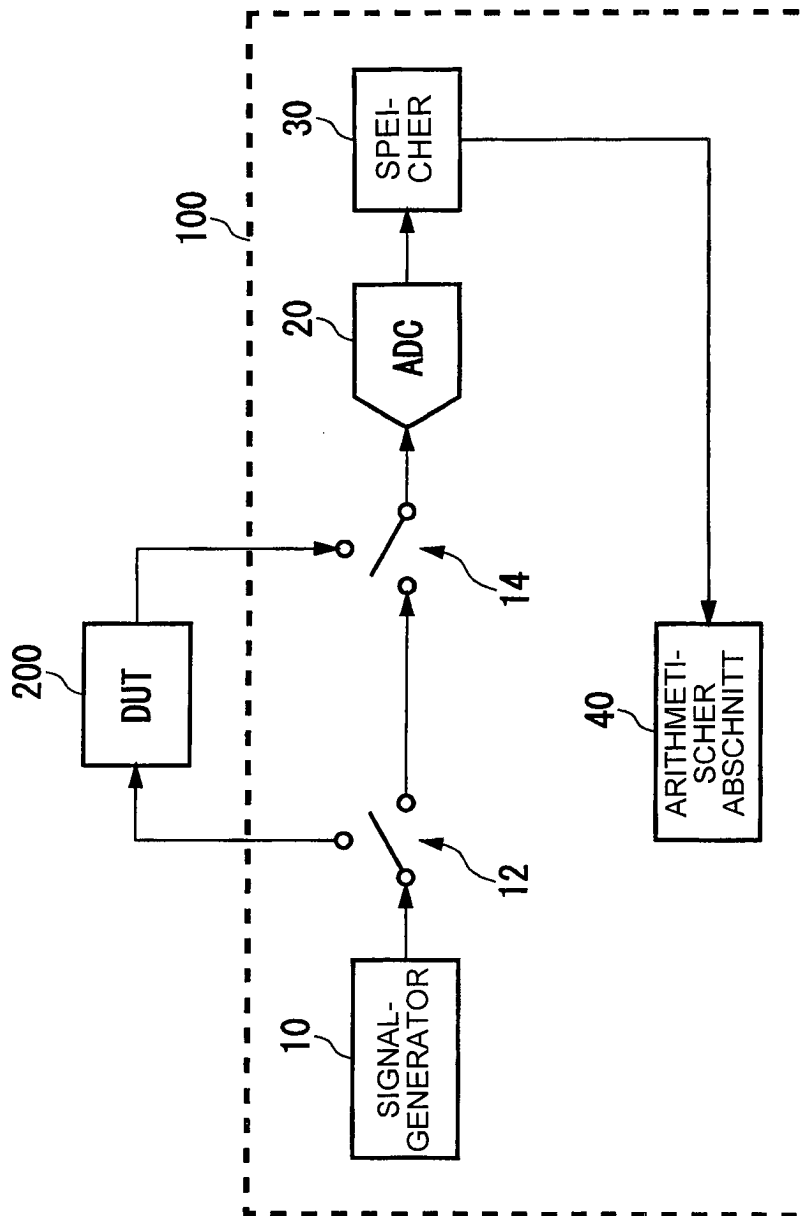


FIG. 1

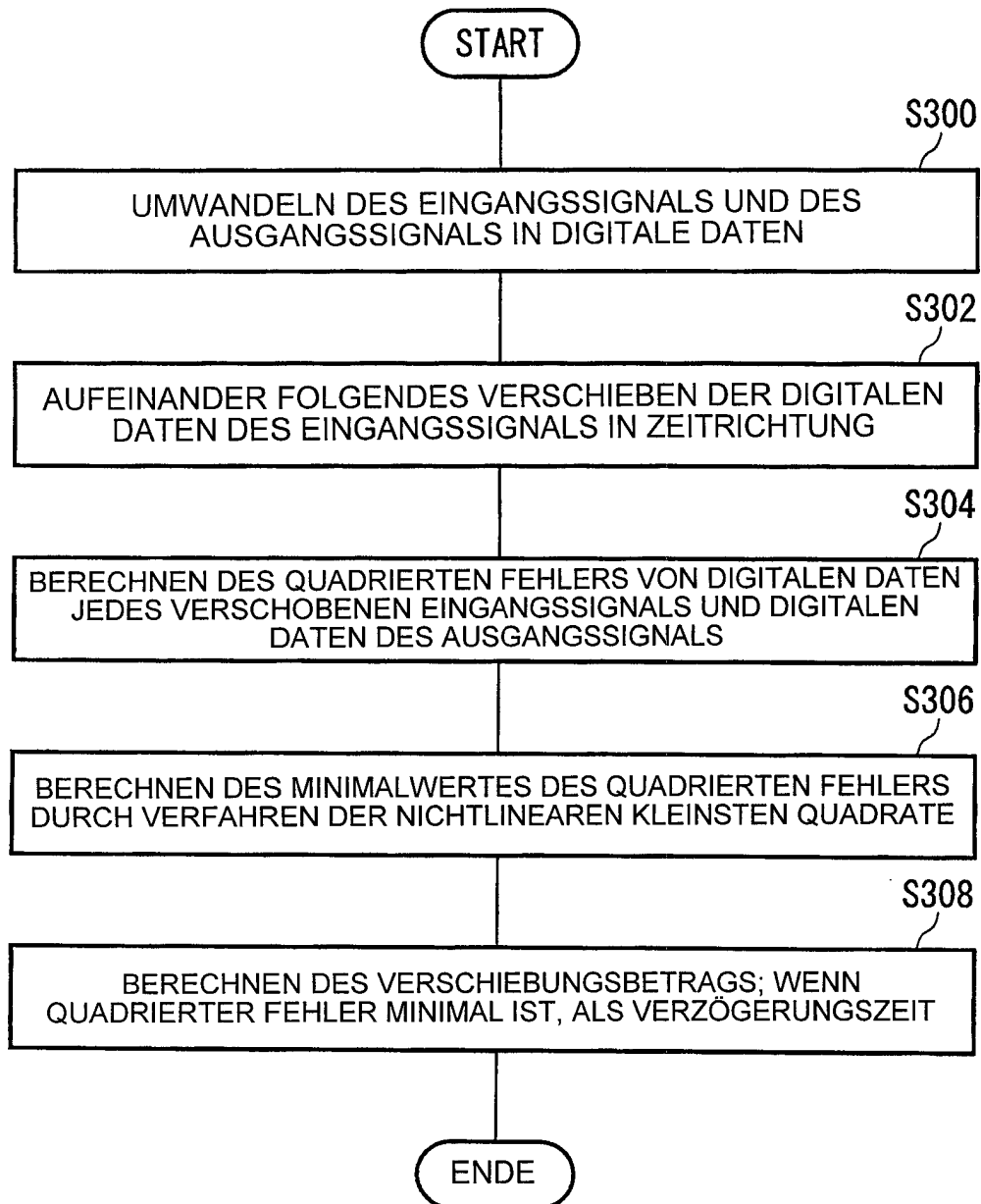


FIG. 2

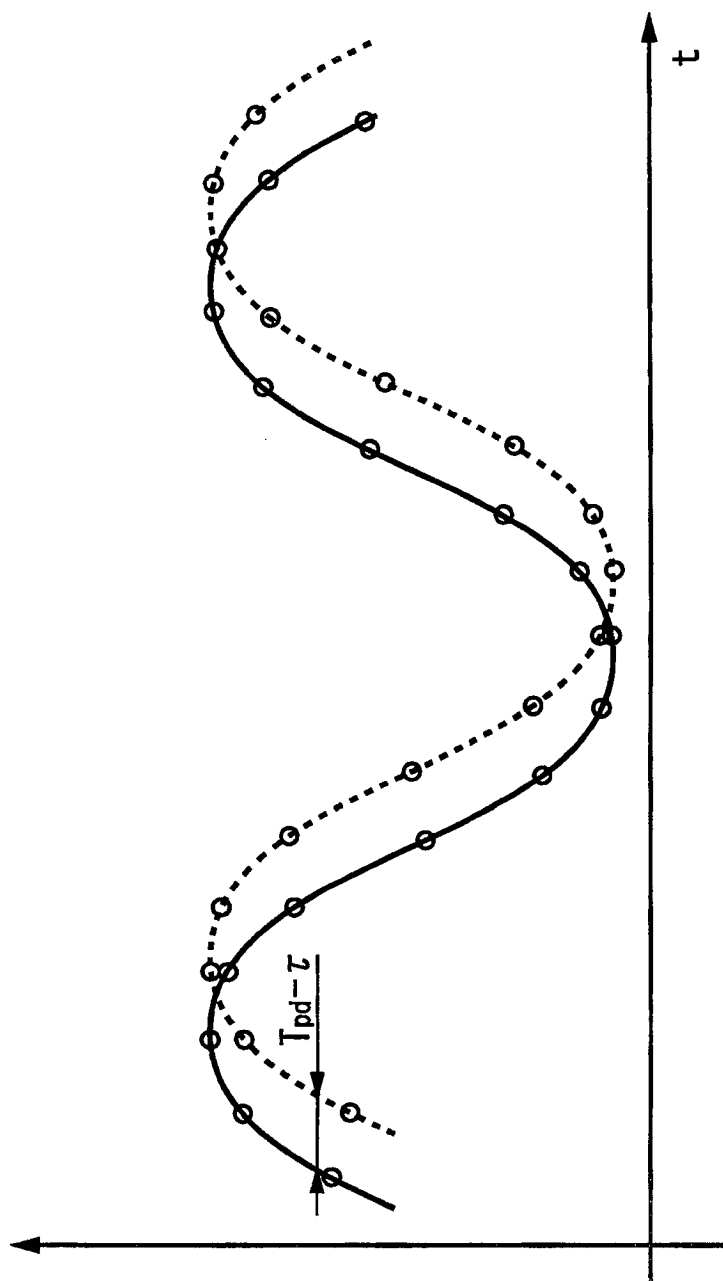


FIG. 3

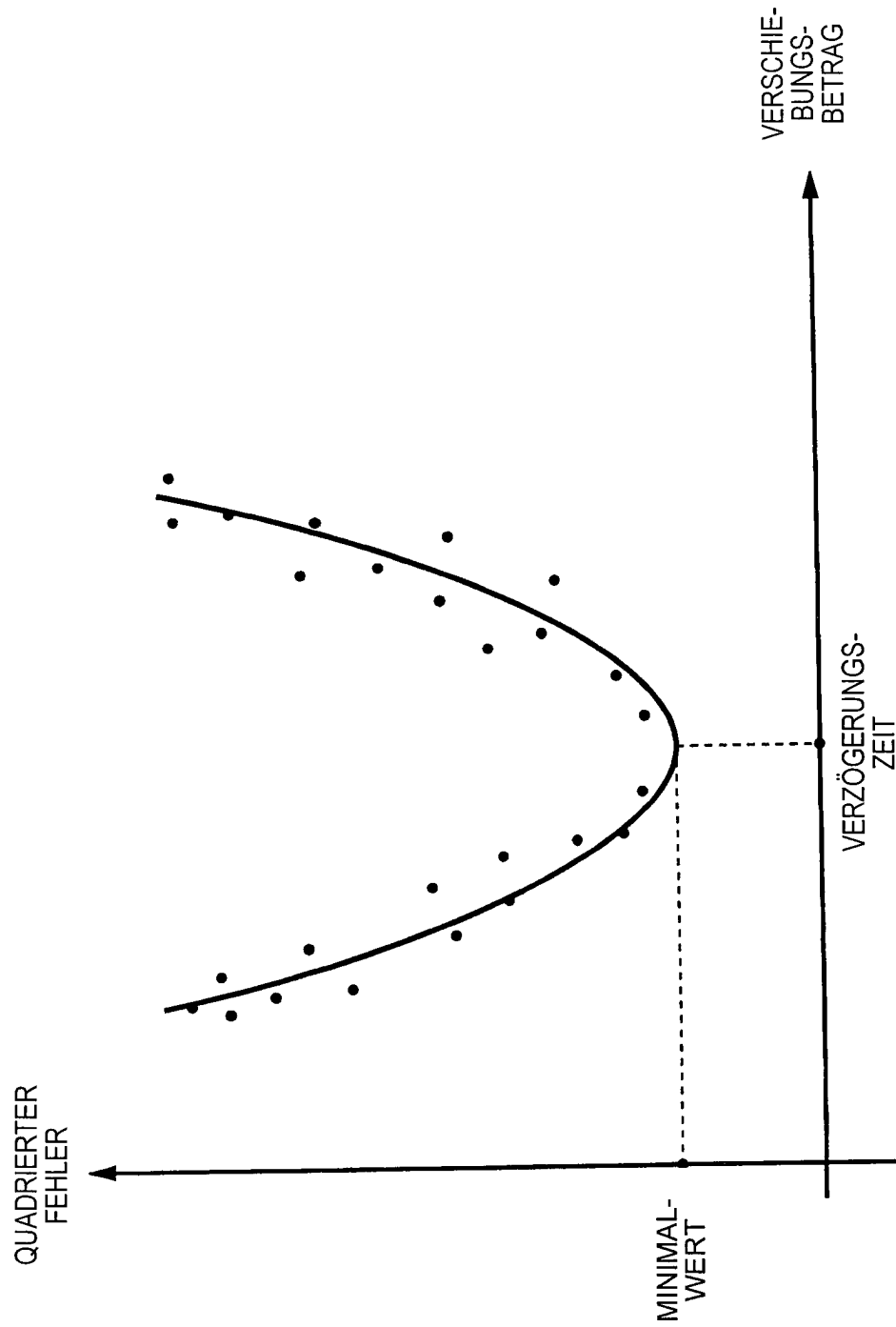


FIG. 4

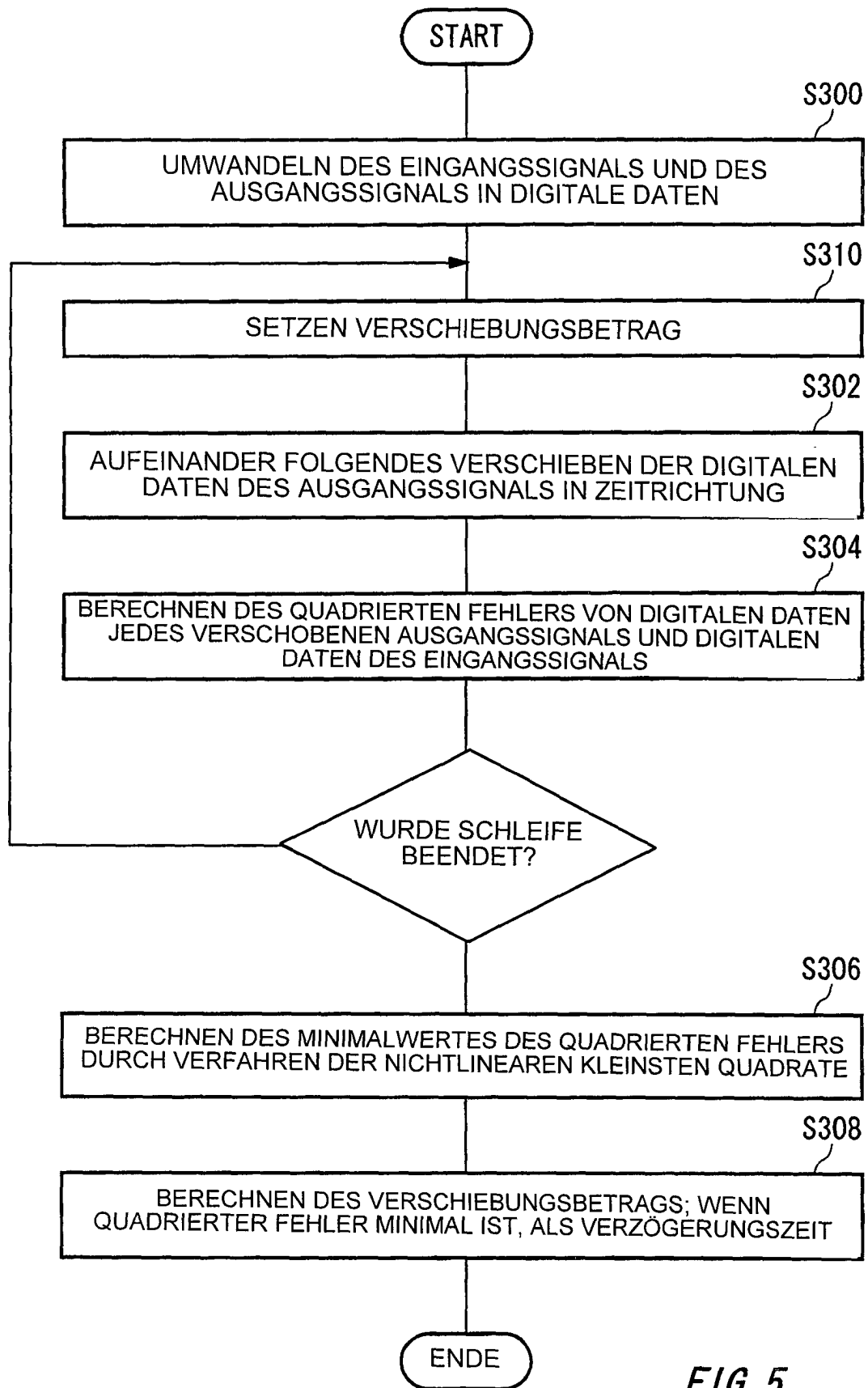


FIG. 5

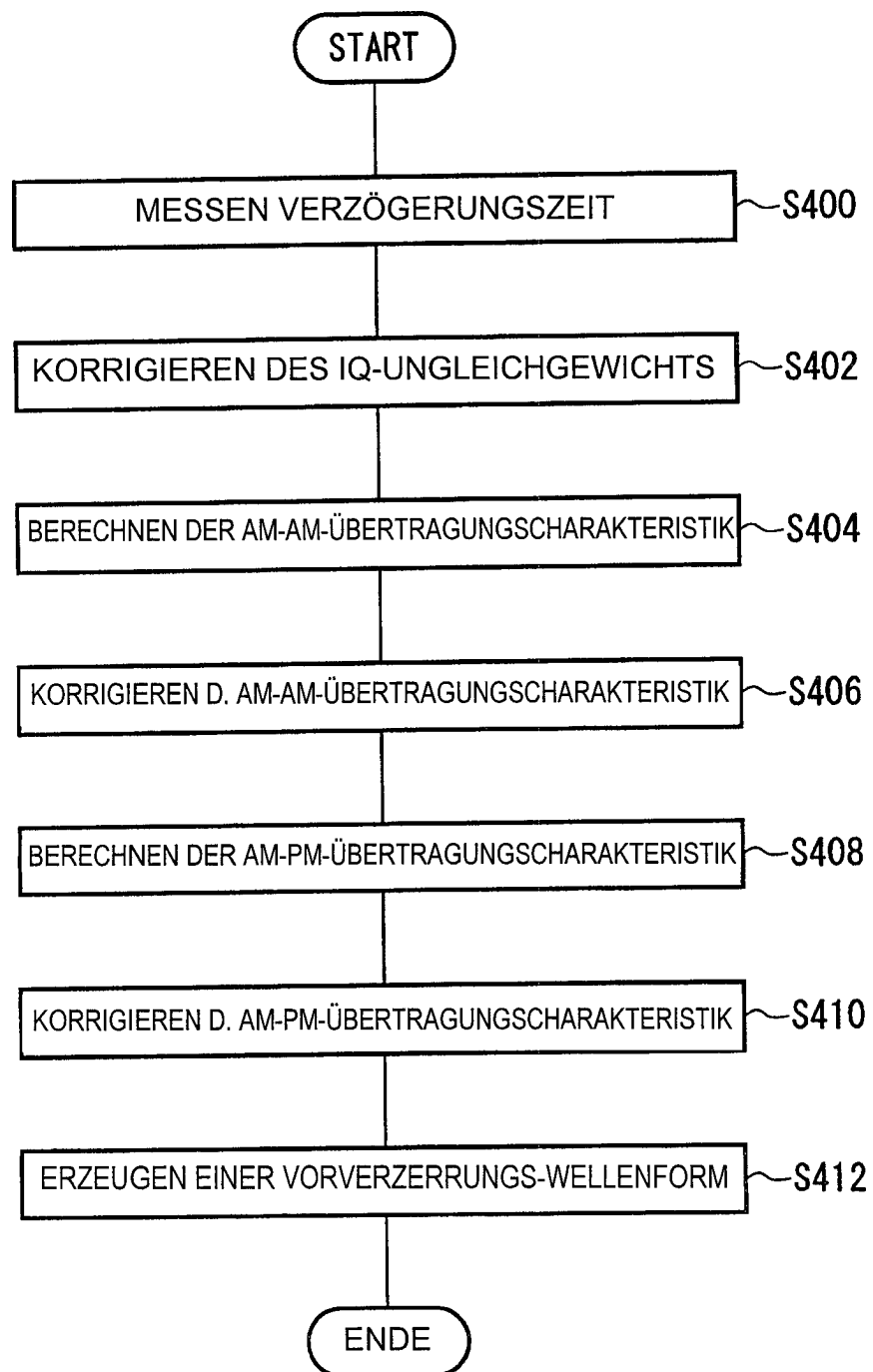


FIG. 6