



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 601 06 694 T2 2005.12.01

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 180 688 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 601 06 694.4

(96) Europäisches Aktenzeichen: 01 119 162.4

(96) Europäischer Anmeldetag: 08.08.2001

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 20.02.2002

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 27.10.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 01.12.2005

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: G01R 13/34

G01R 19/25

(30) Unionspriorität:  
**2000242865** 10.08.2000 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB, IT**

(73) Patentinhaber:  
**Anritsu Corp., Tokio/Tokyo, JP**

(72) Erfinder:  
**Otsubo, Toshinobu, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP; Otani, Akihito, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP; Watanabe, Hiroto, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP**

(74) Vertreter:  
**Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Messen von Wellenformen**

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 eingelebt, 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

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Wellenform-Meßvorrichtung. Im spezielleren bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Wellenform-Meßvorrichtung zum Messen einer Signalwellenform eines getesteten Signals, das eine beliebige Eingangs-Wiederholungsperiode aufweist.

**[0002]** Herkömmlicherweise sind eine große Anzahl verschiedener Meßtechniken zum Messen einer Signalwellenform eines getesteten Signals vorgeschlagen worden, wie zum Beispiel eines elektrischen Signals oder eines optischen Signals und dergleichen, das eine beliebige Eingangs-Wiederholungsperiode aufweist.

**[0003]** Im Fall eines synthetisierten Signals mit hoher Frequenz, bei dem eine Wiederholungsperiode eines getesteten Signals, d.h. eine Wiederholungsfrequenz 10 GHz übersteigt, kann jedoch die Signalwellenform des getesteten Signals nicht direkt auf einem Anzeigeschirm eines Oszilloskops oder dergleichen betrachtet werden. Der Auswahlbereich einer derartigen Wellenformmeßtechnik ist somit in sich eingeschränkt.

**[0004]** Die US 4 962 353 betrifft einen Spannungsdetektor, der einen optischen Modulator zum Detektieren von Spannungen mit einer zeitlichen Auflösung verwendet.

**[0005]** Eine herkömmliche typische Technik zum Messen einer Signalwellenform eines getesteten Signals, dessen Wiederholungsfrequenz 10 GHz übersteigt, wird im folgenden unter Bezugnahme auf die [Fig. 7A](#), [Fig. 7B](#) und [Fig. 7C](#) beschrieben.

**[0006]** Wie in den [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) gezeigt, wird ein getestetes Signal "a" mit einer Wiederholungsperiode  $T_a$  (beispielsweise einer Wiederholungsfrequenz von  $f_a = 10 \text{ GHz}$ ) mittels eines Abtastsignals "b" abgetastet, das eine Periode  $T_b$  (zum Beispiel eine Wiederholungsfrequenz " $f_b = 999,9 \text{ MHz}$ ") aufweist, die länger ist als die Wiederholungsperiode  $T_a$  dieses getesteten Signals "a".

**[0007]** In diesem Fall wird eine gegenseitige Beziehung zwischen der Wiederholungsperiode  $T_a$  des getesteten Signals "a" und der Periode  $T_b$  eingestellt, die länger ist als die Wiederholungsperiode  $T_a$  des getesteten Signals "a". Wie in den [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) gezeigt ist, wird im Verlauf der Zeit eine Abtastposition des Abtastsignals "b" in der Signalwellenform in der Wiederholungsperiode  $T_a$  des getesteten Signals "a" um einen sehr geringen zeitlichen Betrag  $\Delta T$  verschoben, so daß die Zeit um  $2 \Delta T$ ,  $3 \Delta T$ ,  $4 \Delta T$ ,  $5 \Delta T$ ,  $6 \Delta T$ , ...  $n \Delta T$  verzögert wird.

**[0008]** Auf diese Weise erhält man nach dem Abtas-

ten durch dieses Abtastsignal "b" ein abgetastetes getestetes Signal "c" als separate Wellenform, bei der eine impulsförmige Wellenform an einer Position erzeugt wird, die mit dem Abtastsignal "b" synchronisiert ist, wie dies in [Fig. 7C](#) gezeigt ist.

**[0009]** Dann erhält man die Hüllwellenform einer jeden solchen Impulswellenform als Signalwellenform "d", die in Zeitachsenrichtung des getesteten Signals "a" verlängert ist.

**[0010]** Auf der Basis der in den [Fig. 7A](#), [Fig. 7B](#) und [Fig. 7C](#) dargestellten Abtasttechnik ist eine Wellenform-Meßvorrichtung zum Messen einer Signalwellenform "d" des getesteten Signals "a" derart konfiguriert, wie dies in [Fig. 8](#) veranschaulicht ist.

**[0011]** Das getestete Signal "a" mit der Wiederholungsperiode  $T_a$  (Wiederholungsfrequenz "fa") wird in eine Abtastschaltung **1** und eine Zeitgeberschaltung **2** eingespeist.

**[0012]** Die Zeitgeberschaltung **2** gibt einen Zeitpunkt der Erzeugung jedes Impulses des Abtastsignals "b" an eine Abtastsignalschaltung **3** ab.

**[0013]** In dem vorliegenden Fall muß der Zeitpunkt der Erzeugung jedes Impulses des Abtastsignals "b" um den Betrag  $\Delta T$  ausgehend von einem Startzeitpunkt der Wiederholungsperiode  $T_a$  des getesteten Signals "a" verschoben werden, und somit wird er mit dem getesteten Signal "a" synchronisiert, das ein Eingangsreferenz-Zeitsignal aufweist.

**[0014]** Die Abtastsignal-Generatorschaltung **3** führt der Abtastschaltung **1** ein Abtastsignal "b" mit Impulsform zu, und zwar jedes Mal, wenn ein Impulserzeugungszeitpunkt von der Zeitgeberschaltung **2** zugeführt wird.

**[0015]** Die Abtastschaltung **1** tastet das getestete Eingangssignal "a" mittels des Abtastsignals "b" ab, das von der Abtastsignal-Generatorschaltung **3** zugeführt wird, und gibt das abgetastete getestete Signal "c" an einen Signalverarbeitungs-/Wellenformanzegebereich **4** ab.

**[0016]** Der Signalverarbeitungs-/Wellenformanzegebereich **4** berechnet eine Hüllwellenform des abgetasteten getesteten Signals "c", wandelt eine Skala der Zeitachse dieser Hüllwellenform in eine Skala des ursprünglichen getesteten Signals "a" um und zeigt eine Signalwellenform "d" des getesteten Signals "a" an und gibt diese ab.

**[0017]** [Fig. 9](#) zeigt ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer weiteren herkömmlichen Wellenform-Meßvorrichtung zum Messen einer Signalwellenform "d" eines getesteten Signals "a" unter Verwendung des Prinzips gemäß

der in den [Fig. 7A](#), [Fig. 7B](#) und [Fig. 7C](#) dargestellten Abtasttechnik.

**[0018]** Das getestete Signal "a" mit der Wiederholungsfrequenz "fa" (Wiederholungsperiode Ta) wird in die Abtastschaltung **1** und einen Frequenzteiler **5** eingespeist.

**[0019]** Der Frequenzteiler **5** teilt die Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a" durch  $1/n$  und führt diesen Wert einem Phasenkomparator **6** zu.

**[0020]** Ein spannungsgesteuerter Oszillator (VCO) **7** erzeugt ein Signal mit einer Frequenz ( $fa/n$ ), die  $1/n$  ( $n$ : positive ganze Zahl) der Wiederholungsfrequenz "fa" beträgt, und führt diesen Wert zurück zu dem Phasenkomparator **6**.

**[0021]** Der Phasenkomparator **6** detektiert eine Phasendifferenz zwischen einer Phase eines Ausgangssignals des spannungsgesteuerten Oszillators und einer Phase eines Ausgangssignals des Frequenzteilers **5** und führt das Phasendifferenzsignal dem spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) zu.

**[0022]** Mittels eines derartigen Phasensynchronisierungskreises (PLL) wird die Phase des Ausgangssignals von dem spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) **7** derart gesteuert, daß sie mit der Phase des getesteten Signals "a" synchronisiert ist.

**[0023]** Ein Ausgangssignal mit einer Frequenz ( $fa/n$ ), das von dem spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) **7** abgegeben wird, wird in eine Frequenz von  $(fa/n) - \Delta f$  umgewandelt, und zwar mittels eines nachfolgenden Frequenzteilers **8a** mit einer feststehenden Frequenzteilungsrate sowie eines Multiplizierers **8b** mit einer feststehenden Frequenzmultiplizierrate, wobei das umgewandelte Signal in eine Abtastsignal-Generatorschaltung **3a** eingespeist wird.

**[0024]** Die Abtastsignal-Generatorschaltung **3a** führt der Abtastschaltung **1** das Abtastsignal "b" zu, das eine Wiederholungsfrequenz, die mit einem Eingangssignal

$$fb = (fa/n) - \Delta f \quad (1)$$

synchronisiert ist, sowie eine Wiederholungsperiode von

$$Tb = (nTa) + \Delta T \quad (2)$$

aufweist.

**[0025]** Eine Beziehung zwischen  $\Delta f$  und  $\Delta T$  wird jedoch in etwa durch die nachfolgende Formel angegeben.

$$\Delta f/\Delta T = fa^2/n^2 \quad (3)$$

**[0026]** Die Abtastschaltung **1** tastet das eingespeiste getestete Signal "a" mittels des Abtastsignals "b" ab, das von der Abtastsignal-Generatorschaltung **3a** zugeführt wird, und führt das abgetastete getestete Signal "c" dem Signalverarbeitungs-/Wellenformenzeigebereich **4** zu.

**[0027]** Der Signalverarbeitungs-/Wellenformenzeigebereich **4** berechnet eine Hüllwellenform des zugeführten, abgetasteten getesteten Signals "c", wandelt eine Skala einer Zeitachse dieser Hüllwellenform in eine Skala des ursprünglichen getesteten Signals "a" um und zeigt eine Signalwellenform "d" des getesteten Signals "a" an und gibt diese ab.

**[0028]** In diesem Fall ist eine Vergrößerungsrate des getesteten Signals "a" der gemessenen Hüllwellenform gegenüber der Signalwellenform "d" definiert als  $(fa/n \Delta f)$ .

**[0029]** In dem Fall, in dem das getestete Signal "a" als optisches Signal an Stelle eines elektrischen Signals vorliegt, wird dieses optische Signal in ein elektrisches Signal umgewandelt, und das umgewandelte Signal wird der Zeitgeberschaltung **2** oder dem Frequenzteiler **5** zugeführt.

**[0030]** Ferner wird im Fall des optischen Signals ein Elektroabsorptions-Modulator an Stelle der Abtastschaltung **1** verwendet.

**[0031]** Dieser Elektroabsorptions-Modulator legt ein impulsförmiges elektrisches Feld, das durch ein Abtastsignal bedingt ist, in einer Vorwärtsrichtung eines ankommenen optischen Signals an, so daß es möglich wird, ein impulsförmiges getestetes Signal "a" abzutasten, das aus einem zugeführten optischen Signal besteht.

**[0032]** Anschließend wird das getestete Signal "c", wie zum Beispiel das abgetastete optische Signal, in ein elektrisches Signal umgewandelt, und das umgewandelte Signal wird dem Signalverarbeitungs-/Wellenformenzeigebereich **4** zugeführt.

**[0033]** Bei einer herkömmlichen Meßvorrichtung, die ebenfalls eine Abtasttechnik der in den [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) dargestellten Art verwendet, bestehen jedoch folgende Probleme, die der Lösung bedürfen.

**[0034]** Genauer gesagt, es wird bei der in [Fig. 8](#) dargestellten Wellenform-Meßvorrichtung ein Abgebezeitpunkt eines von der Zeitgeberschaltung **2** abgegebenen Zeitsteuersignals unter Verwendung eines Referenzzeitsignals gesetzt, das von einem in dieser Zeitgeberschaltung **2** vorgesehenen Oszillator abgegeben wird.

**[0035]** In diesem Fall handelt es sich bei einem Referenzzeitsignal, das von dem Oszillator abgegeben

wird, sowie einem Referenzsignal zum Bestimmen einer Wiederholungsfrequenz  $T_a$  des getesteten Signals "a" um Signale, die hinsichtlich der Hardware von verschiedenen Signalgeneratoren erzeugt werden. Aus diesem Grund stimmen die verifizierten Phasen nicht zu allen Zeitpunkten immer miteinander überein.

**[0036]** Es besteht daher ein Problem, daß ein hohes Maß an Jitter bzw. Flattern bei der Hüllwellenform des getesteten Signals "c" nach dem Abtasten mittels der Abtastschaltung **1** auftritt und dann die Meßgenauigkeit der Signalwellenform "d" des getesteten Signals "a" geringer wird.

**[0037]** In dem Fall zum Beispiel, in dem die Wiederholungsfrequenz  $F_a$  des getesteten Signals "a" etwa 10 GHz beträgt, erreicht ein Betrag des erzeugten Jitter einen Wert von mehreren ps (Picosekunden). Ferner erreicht in der Signalwellenform "d" des abschließenden getesteten Signals "a" unter Berücksichtigung einer Bandbreiteneinschränkung des Photodetektors und der elektrischen Verarbeitungsschaltung die Wellenformtoleranz einen Wert von 10 ps bis 20 ps.

**[0038]** Weiterhin wird bei der in [Fig. 9](#) gezeigten Wellenform-Meßvorrichtung ein Ausgangssignal von dem Multiplizierer **8b** zum Erzeugen des Abtastsignals "b" mit der Wiederholungsfrequenz  $f_b = (f_a/n) - \Delta f$ , die von der Abtastsignal-Generatorschaltung **3a** abgegeben wird, mittels einer PLL-Schaltung erzeugt, die aus einem Frequenzteiler **5** zum frequenzmäßigen Teilen des getesteten Signals "a", einem Phasenkomparator **6** und einem spannungssteuerten Oszillator (VCO) **7** gebildet ist.

**[0039]** Das heißt, in diesem Fall wird das Abtastsignal "b" durch Verarbeiten des getesteten Signals "a" erzeugt, das als Ziel gemessen werden soll. Somit ist das Abtastsignal "b" stets mit dem getesteten Signal "a" phasensynchronisiert.

**[0040]** Bei der in [Fig. 9](#) dargestellten Wellenform-Meßvorrichtung besteht daher im Gegensatz zu der in [Fig. 8](#) dargestellten Wellenform-Meßvorrichtung keine Notwendigkeit, zusätzlich einen Oszillator zum Erzeugen des Abtastsignals "b" bereitzustellen. Der Betrag des erzeugten Jitter ist somit deutlich eingeschränkt.

**[0041]** Die Wiederholungsfrequenz "fb" des Abtastsignals "b" wird jedoch durch eine Funktion der Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a" bestimmt, wie dies aus den vorstehend angegebenen Formeln (1) und (3) erkennbar ist.

**[0042]** Bei der Wellenform-Meßvorrichtung, die eine feststehende Frequenzteilungsrate und eine feststehende Frequenzmultiplizierungsrate aufweist, kann

somit die Wiederholungsfrequenz "fb" des Abtastsignals "b" nicht in beliebiger Weise unabhängig von der Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a" eingestellt werden.

**[0043]** Wenn sich nämlich die Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a" ändert, dann ändert sich automatisch die zeitliche Auflösung der Signalwellenform "d" des gemessenen, getesteten Signals "a", d.h. die Meßgenauigkeit.

**[0044]** Diese Tatsache zeigt, daß die Signalwellenform "d" des getesteten Signals "a" nicht durch eine beliebige zeitliche Auflösung gemessen werden kann.

**[0045]** Ferner besteht ein Problem dahingehend, daß der Auswählbereich der Wiederholungsfrequenz "fb" des Abtastsignals "b" aufgrund der Spezifikation oder der Eigenschaften eines jeden der Frequenzteiler **5** und **8a** beträchtlich eingeschränkt wird.

**[0046]** Die vorliegende Erfindung ist zur Lösung des vorstehend geschilderten Problems erfolgt. Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung einer Wellenform-Meßvorrichtung zum Erzeugen eines frequenzsynthetisierten Signals zum Schaffen einer Frequenz eines Abtastsignals unter Verwendung eines Generators für frequenzsynthetisierte Signale, und zwar unter stets erfolgreicher Phasensynchronisierung des auf diese Weise erzeugten frequenzsynthetisierten Signals mit einem getesteten Signal unter Verwendung einer PLL-Technik, so daß eine Frequenz eines Abtastsignals des getesteten Signals unabhängig von einer Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals in beliebiger Weise eingestellt werden kann, die Meßgenauigkeit der Signalwellenform des getesteten Signals verbessert werden kann, während ein Betrag des erzeugten Jitter deutlich eingeschränkt wird, und ferner die Signalwellenform mit einer beliebigen Auflösungsgenauigkeit gemessen werden kann.

**[0047]** Die vorliegende Erfindung ist anwendbar bei einer Wellenform-Meßvorrichtung zum Abtasten eines getesteten Signals, das eine beliebige Eingangs-Wiederholungsperiode aufweist, mittels eines Abtastsignals, das eine Schwingungsperiode aufweist, die länger ist als die des getesteten Signals, zum Erzielen einer Hüllwellenform des auf diese Weise abgetasteten getesteten Signals sowie zum Erzielen einer Signalwellenform des getesteten Signals anhand der Hüllwellenform.

**[0048]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen, die folgendes aufweist:  
einen Abtastbereich (**12**) zum Abtasten eines getesteten Signals, das eine beliebige Eingangs-Wiederholungsperiode aufweist, mittels eines Abtastsignals,

das eine Schwingungsperiode aufweist, die länger ist als die des getesteten Signals, und einen Datenverarbeitungsbereich (23) zum Erzielen einer Hüllwellenform eines getesteten Signals, das von dem Abtastbereich abgetastet worden ist, und zum Erzielen einer Signalwellenform des getesteten Signals anhand der Hüllwellenform, wobei die Wellenform-Meßvorrichtung folgendes aufweist:

einen Generator (15) für frequenzsynthetisierte Signale, der einen Referenzsignal-Eingangsanschluß (REF) aufweist und der unter Verwendung eines dem Referenzsignal-Eingangsanschluß zugeführten Referenzsignals ein frequenzsynthetisiertes Signal mit einer Frequenz abgibt, die gleich einer Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals ist;  
 einen Phasenkomparator (14), der eine Phasendifferenz zwischen einer Phase des frequenzsynthetisierten Signals, das von dem Generator für frequenzsynthetisierte Signale abgegeben wird, und einer Phase des getesteten Signals detektiert und dadurch ein Phasendifferenzsignal abgibt;  
 einen spannungsgesteuerten Oszillator (17) zum Erzeugen eines Referenzsignals, das mit dem getesteten Signal phasensynchronisiert ist, auf der Basis des von dem Phasenkomparator abgegebenen Phasendifferenzsignals und zum Zuführen des Referenzsignals zurück zu dem Referenzsignal-Eingangsanschluß des Generators für frequenzsynthetisierte Signale und zu dem Referenzsignal-Eingangsanschluß des Phasenkomparators; und  
 eine Abtastsignal-Generorschaltung (18) zum Erzeugen des Abtastsignals unter Verwendung des von dem spannungsgesteuerten Oszillator abgegebenen Referenzsignals.

**[0049]** Bei der auf diese Weise konfigurierten Wellenform-Meßvorrichtung wird ein durch eine Abtastsignal-Generorschaltung erzeugtes Abtastsignal auf der Basis eines Referenzsignals erzeugt, das von einem spannungsgesteuerten Oszillator abgegeben wird.

**[0050]** Die Wellenform-Meßvorrichtung kann daher auf eine beliebige Frequenz eingestellt werden, die von einer Wiederholungsfrequenz eines getesteten Signals unabhängig ist, und zwar mittels eines Generators für frequenzsynthetisierte Signale, der in der Abtastsignal-Generorschaltung vorgesehen ist.

**[0051]** Ferner ist eine Phase dieses Referenzsignals stets mit einer Phase eines getesteten Signals phasensynchronisiert, und zwar mittels einer PLL-Schaltung, die aus einem Generator für frequenzsynthetisierte Signale, einem Phasenkomparator und einem spannungsgesteuerten Oszillator gebildet ist.

**[0052]** Somit kann eine Frequenz eines Abtastsignals zum Abtasten eines getesteten Signals unabhängig von einer Wiederholungsfrequenz eines ge-

testeten Signals beliebig eingestellt werden, wobei diese mit dem getesteten Signal stets phasensynchronisiert ist. Das Auftreten von Jittern ist somit eingeschränkt.

**[0053]** Es wird eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen, die ferner folgendes aufweist:  
 einen Frequenzmeßbereich (26) zum Messen einer Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals auf der Basis des von dem spannungsgesteuerten Oszillator abgegebenen Referenzsignals; und  
 einen Frequenzeinstellbereich (16) zum Einstellen einer Frequenz eines von dem Generator für frequenzsynthetisierte Signale abgegebenen frequenzsynthetisierten Signals, die für den Generator für frequenzsynthetisierte Signale relevant ist, auf der Basis der von dem Frequenzmeßbereich gemessenen Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals.

**[0054]** Selbst wenn bei der Wellenform-Meßvorrichtung mit dieser Konfiguration die Wiederholungsfrequenz eines getesteten Signals unbekannt ist, wird diese Wiederholungsfrequenz durch den Frequenzmeßbereich gemessen, und ein abgegebenes frequenzsynthetisiertes Signal eines Generators für frequenzsynthetisierte Signale wird auf der Basis der auf diese Weise gemessenen Wiederholungsfrequenz automatisch eingestellt.

**[0055]** Selbst wenn die Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals unbekannt ist, kann daher die Signalwellenform des getesteten Signals exakt gemessen werden.

**[0056]** Es wird eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen, die ferner folgendes aufweist:  
 einen Leistungsteiler (11) zum leistungsmäßigen Teilen des getesteten Signals, bei dem es sich um ein optisches Signal handelt, auf zweierlei Weise, wenn es sich bei dem getesteten Signal um das optische Signal handelt; und  
 eine Takt-Regenerierungseinrichtung (13) zum Detektieren eines Takts mit seiner Wiederholungsfrequenz von einem derartigen, durch den Leistungsteiler geteilten einzelnen getesteten Signal, um dadurch das getestete Signal, bei dem es sich um das optische Signal handelt, in ein getestetes Signal eines elektrischen Signals mit einer Sinus-Wellenform mit der Wiederholungsfrequenz umzuwandeln und dieses Signal abzugeben.

**[0057]** Weiterhin wird eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen, die ferner folgendes aufweist:  
 einen Photodetektor (21), der dann, wenn es sich bei dem Abtastbereich um einen Elektroabsorptions-Modulator (12) handelt, zum lichtmäßigen Empfangen eines getesteten Signals dient, das durch Abtasten eines von dem Leistungsteiler zugeführten optischen Signals mittels eines von der Abtastsignal-Generorschaltung zugeführten Abtastsignals gebildet wird

und wobei das getestete Signal, das nach dem Abtasten ein optisches Signal ist, in ein getestetes Signal eines elektrischen Signals umgewandelt wird; einen Analog-/Digital-Wandler (22) zum Umwandeln des getesteten Signals, das durch den Photodetektor in ein elektrisches Signal umgewandelt worden ist, in ein getestetes digitales Signal und zum Zuführen des umgewandelten digitalen getesteten Signals zu dem Datenverarbeitungsbereich; und eine Anzeige (24) zum Umwandeln einer Skala einer Zeitachse der Hüllwellenform, die durch den Datenverarbeitungsbereich gebildet worden ist, in eine Skala eines ursprünglichen getesteten Signals und zum Anzeigen einer Signalwellenform des getesteten Signals.

**[0058]** Es wird eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen, die folgendes aufweist:  
 einen Abtastbereich (12) zum Abtasten eines getesteten Signals, das eine beliebige Eingangs-Wiederholungsperiode aufweist, mittels eines Abtastsignals, das eine Schwingungsperiode aufweist, die länger ist als die des getesteten Signals, und einen Datenverarbeitungsbereich (23) zum Erzielen einer Hüllwellenform eines getesteten Signals, das von dem Abtastbereich abgetastet worden ist, und zum Erzielen einer Signalwellenform des getesteten Signals anhand der Hüllwellenform, wobei die Wellenform-Meßvorrichtung folgendes aufweist:  
 einen Generator (15) für frequenzsynthetisierte Signale, der einen Referenzsignal-Eingangsanschluß (REF) aufweist und ein frequenzsynthetisiertes Signal abgibt, das eine Frequenz aufweist, die man durch Addieren oder Subtrahieren einer Frequenz eines Referenzsignals zu bzw. von einer Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals unter Verwendung eines dem Referenzsignal-Eingangsanschluß zugeführten Referenzsignals erhält;  
 eine Mischvorrichtung (27) zum Mischen eines frequenzsynthetisierten Signals, das von dem Generator für frequenzsynthetisierte Signale abgegeben wird, mit dem getesteten Signal;  
 einen Phasenkomparator (14) mit einem Referenzsignal-Eingangsanschluß (REF), wobei der Phasenkomparator eine Phasendifferenz zwischen einer Phase eines dem Referenzsignal-Eingangsanschluß zugeführten Referenzsignals und einer Phase eines Ausgangssignals von der Mischvorrichtung detektiert und dadurch ein Phasendifferenzsignal abgibt;  
 einen spannungsgesteuerten Oszillator (17) zum Erzeugen eines Referenzsignals, das mit dem getesteten Signal phasensynchronisiert ist, auf der Basis des von dem Phasenkomparator abgegebenen Phasendifferenzsignals und zum Zuführen des Referenzsignals zurück zu dem Referenzsignal-Eingangsanschluß des Generators für frequenzsynthetisierte Signale und zu dem Referenzsignal-Eingangsanschluß des Phasenkomparators; und  
 eine Abtastsignal-Generatorschaltung (18) zum Erzeugen des Abtastsignals unter Verwendung des von

dem spannungsgesteuerten Oszillator abgegebenen Referenzsignals.

**[0059]** Bei der in dieser Weise konfigurierten Wellenform-Meßvorrichtung wird ein durch die Abtastsignal-Generatorschaltung erzeugtes Signal auf der Basis eines von einem spannungsgesteuerten Oszillator abgegebenen Referenzsignals erzeugt.

**[0060]** Bei der in dieser Weise konfigurierten Wellenform-Meßvorrichtung ist eine Mischvorrichtung zwischen einem Generator für frequenzsynthetisierte Signale und einem Phasenkomparator angeordnet.

**[0061]** Das Mischvorrichtungssignal kombiniert ein frequenzsynthetisiertes Signal und ein getestetes Signal, das von dem Generator für frequenzsynthetisierte Signale abgegeben wird, und führt diese Signale einem Phasenkomparator zu.

**[0062]** Eine Frequenz eines frequenzsynthetisierten Signals, das von einem Generator für frequenzsynthetisierte Signale erzeugt wird, wird auf eine Frequenz eingestellt, die man erhält, wenn eine Wiederholungsfrequenz eines getesteten Signals und eine Frequenz eines Referenzsignals miteinander addiert oder voneinander subtrahiert werden, so daß eine Frequenzkomponente eines Ausgangssignals, das von der Mischvorrichtung einem Phasenkomparator zugeführt wird, auf eine Frequenzkomponente eines Referenzsignals abgesenkt werden kann. Auf diese Weise besteht keine Notwendigkeit zur Verwendung eines Phasenkomparators, der in der Lage ist, eine schnelle Verarbeitung auszuführen.

**[0063]** Es wird eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen, die ferner folgendes aufweist:  
 einen Frequenzmeßbereich zum Messen einer Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals; und einen Frequenzeinstellbereich zum Einstellen einer Frequenz eines von dem Generator für frequenzsynthetisierte Signale abgegebenen frequenzsynthetisierten Signals, die für den Generator für frequenzsynthetisierte Signale relevant ist, auf der Basis einer an dem Frequenzmeßbereich gemessenen Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals.

**[0064]** Es wird eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen, die ferner folgendes aufweist:  
 einen Leistungsteiler zum leistungsmäßigen Teilen des getesteten Signals, bei dem es sich um ein optisches Signal handelt, auf zweierlei Weise, wenn es sich bei dem getesteten Signal um das optische Signal handelt; und  
 eine Takt-Regenerierungseinrichtung zum Detektieren eines Takts mit seiner Wiederholungsperiode von einem derartigen, durch den Leistungsteiler geteilten einzelnen getesteten Signal, um dadurch das getestete Signal, bei dem es sich um das optische Signal handelt, in ein getestetes Signal eines elektrischen

Signals mit einer Sinus-Wellenform mit der Wiederholungsfrequenz umzuwandeln und dieses Signal abzugeben.

**[0065]** Es wird eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen, die ferner folgendes aufweist:

einen Photodetektor, der dann, wenn es sich bei dem Abtastbereich um einen Elektroabsorptions-Modulator handelt, zum lichtmäßigen Empfangen eines getesteten Signals dient, das durch Abtasten eines getesteten Signals des von dem Leistungsteiler zugeführten optischen Signals mittels eines von der Abtastsignal-Generatorschaltung zugeführten Abtastsignals gebildet wird, wobei ein getestetes Signal, das nach dem Abtasten ein optisches Signal ist, in ein getestetes Signal eines elektrischen Signals umgewandelt wird;

einen Analog-/Digital-Wandler zum Umwandeln des getesteten Signals, das durch den Photodetektor in ein elektrisches Signal umgewandelt worden ist, in ein digitales getestetes Signal und zum Zuführen des umgewandelten getesteten Signals zu dem Datenverarbeitungsbereich; und

eine Anzeige zum Umwandeln einer Skala einer Zeitachse der Hüllwellenform, die durch den Datenverarbeitungsbereich gebildet worden ist, in eine Skala eines ursprünglichen getesteten Signals und zum Anzeigen einer Signalwellenform des getesteten Signals.

**[0066]** Es wird eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen, die folgendes aufweist:

einen Abtastbereich zum Abtasten eines getesteten Signals, das eine beliebige Eingangs-Wiederholungsperiode aufweist, mittels eines Abtastsignals, das eine Wiederholungsperiode aufweist, die länger ist als die des getesteten Signals, und einen Datenverarbeitungsbereich zum Erzielen einer Hüllwellenform eines getesteten Signals, das von dem Abtastbereich abgetastet worden ist, und zum Erzielen einer Signalwellenform des getesteten Signals anhand der Hüllwellenform, wobei die Wellenform-Meßvorrichtung folgendes aufweist:

einen Generator für frequenzsynthetisierte Signale, der einen Referenzsignal-Eingangsanschluß aufweist und der unter Verwendung eines dem Referenzsignal-Eingangsanschluß zugeführten Referenzsignals ein frequenzsynthetisiertes Signal mit einer Frequenz gleich  $1/n$  ( $n$ : positive ganze Zahl) einer Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals abgibt;

einen Frequenzteiler (28) zum frequenzmäßigen Teilen einer Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals auf  $1/n$  ( $n$ : positive ganze Zahl) und zum Abgeben des getesteten Signals;

einen Phasenkomparator zum Detektieren einer Phasendifferenz zwischen einer Phase des frequenzsynthetisierten Signals, das von dem Generator für frequenzsynthetisierte Signale abgegeben worden ist, und einer Phase des getesteten Signals, das fre-

quenzmäßig auf  $1/n$  ( $n$ : positive ganze Zahl) geteilt ist, sowie zum Abgeben eines Phasendifferenzsignals;

einen spannungsgesteuerten Oszillatator zum Erzeugen eines Referenzsignals, das mit dem getesteten Signal phasensynchronisiert ist, auf der Basis des von dem Phasenkomparator abgegebenen Phasendifferenzsignals und zum Zuführen des Referenzsignals zurück zu dem Referenzsignal-Eingangsanschluß des Generators für frequenzsynthetisierte Signale; und

eine Abtastsignal-Generatorschaltung zum Erzeugen des Abtastsignals unter Verwendung des von dem spannungsgesteuerten Oszillatator abgegebenen Referenzsignals.

**[0067]** Es wird eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen, die ferner folgendes aufweist:

einen Leistungsteiler zum leistungsmäßigen Teilen des getesteten Signals, bei dem es sich um ein optisches Signal handelt, auf zweierlei Weise, wenn es sich bei dem getesteten Signal um das optische Signal handelt; und

eine Takt-Regenerierungseinrichtung zum Detektieren eines Takts mit seiner Wiederholungsperiode von einem derartigen, durch den Leistungsteiler geteilten einzelnen getesteten Signal, um dadurch das getestete Signal, bei dem es sich um das optische Signal handelt, in ein getestetes Signal eines elektrischen Signals mit einer Sinus-Wellenform mit der Wiederholungsfrequenz umzuwandeln und dieses Signal abzugeben.

**[0068]** Es wird eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen, die ferner folgendes aufweist:

einen Photodetektor, der dann, wenn es sich bei dem Abtastbereich um einen Elektroabsorptions-Modulator handelt, zum lichtmäßigen Empfangen eines getesteten Signals dient, das durch Abtasten eines getesteten Signals des von dem Wellen- bzw. Leistungsteiler zugeführten optischen Signals mittels eines von der Abtastsignal-Generatorschaltung zugeführten Abtastsignals gebildet wird, wobei ein getestetes Signal, bei dem es sich nach dem Abtasten um ein optisches Signal handelt, in ein getestetes Signal eines elektrischen Signals umgewandelt wird;

einen Analog-/Digital-Wandler zum Umwandeln des getesteten Signals, das durch den Photodetektor in ein elektrisches Signal umgewandelt worden ist, in ein getestetes digitales Signal und zum Zuführen des umgewandelten digitalen getesteten Signals zu dem Datenverarbeitungsbereich; und

eine Anzeige zum Umwandeln einer Skala einer Zeitachse der Hüllwellenform, die durch den Datenverarbeitungsbereich gebildet worden ist, in eine Skala eines ursprünglichen getesteten Signals und zum Anzeigen einer Signalwellenform des getesteten Signals.

**[0069]** Es wird eine Wellenform-Meßvorrichtung ge-

schaffen, die folgendes aufweist:

einen Abtastbereich zum Abtasten eines getesteten Signals, das eine beliebige Eingangs-Wiederholungsperiode aufweist, mittels eines Abtastsignals, das eine Wiederholungsperiode aufweist, die länger ist als die des getesteten Signals, und einen Datenverarbeitungsbereich zum Erzielen einer Hüllwellenform eines getesteten Signals, das von dem Abtastbereich abgetastet worden ist, und zum Erzielen einer Signalwellenform des getesteten Signals anhand der Hüllwellenform, wobei die Wellenform-Meßvorrichtung ferner folgendes aufweist:

einen Generator für frequenzsynthetisierte Signale, der einen Referenzsignal-Eingangsanschluß aufweist und der ein frequenzsynthetisiertes Signal abgibt, das eine Frequenz aufweist, die man erhält, wenn eine Frequenz gleich einer Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals und eine Frequenz, die m-mal (m: positive ganze Zahl) die Frequenz des Referenzsignals beträgt, miteinander addiert oder voneinander subtrahiert werden;

einen Frequenz-Multiplizierer (29) zum Abgeben eines Signals mit einer Frequenz, die m-mal (m: positive ganze Zahl) die Frequenz des Referenzsignals ist; und

eine Mischvorrichtung zum Mischen des von dem Generator für frequenzsynthetisierte Signale abgegebenen frequenzsynthetisierten Signals mit dem getesteten Signal;

einen Phasenkomparator mit einem Referenzsignal-Eingangsanschluß, wobei der Phasenkomparator eine Phasendifferenz zwischen einer Phase eines Signals mit einer Frequenz, die m-mal die Frequenz des von dem Frequenz-Multiplizierer dem Referenzsignal-Eingangsanschluß zugeführten Referenzsignals beträgt, und einer Phase eines Ausgangssignals von der Mischvorrichtung detektiert und ein Phasendifferenzsignal abgibt;

einen spannungsgesteuerten Oszillator zum Erzeugen eines Referenzsignals, das mit dem getesteten Signal phasensynchronisiert ist, auf der Basis des von dem Phasenkomparator abgegebenen Phasendifferenzsignals und zum Zuführen des Referenzsignals zurück zu dem Referenzsignal-Eingangsanschluß des Generators für frequenzsynthetisierte Signale und zu dem Referenzsignal-Eingangsanschluß des Phasenkomparators; und

eine Abtastsignal-Generatorschaltung zum Erzeugen des Abtastsignals unter Verwendung des von dem spannungsgesteuerten Oszillator abgegebenen Referenzsignals.

**[0070]** Es wird eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen, die ferner folgendes aufweist:

einen Leistungsteiler zum leistungsmäßigen Teilen des getesteten Signals, bei dem es sich um ein optisches Signal handelt, auf zweierlei Weise, wenn es sich bei dem getesteten Signal um das optische Signal handelt; und

eine Takt-Regenerierungseinrichtung zum Detektie-

ren eines Takts mit seiner Wiederholungsfrequenz von einem derartigen, durch den Leistungsteiler geteilten einzelnen getesteten Signal, um dadurch das getestete Signal, bei dem es sich um das optische Signal handelt, in ein getestetes Signal eines elektrischen Signals mit einer Sinus-Wellenform mit der Wiederholungsfrequenz umzuwandeln und dieses Signal abzugeben.

**[0071]** Zum Erreichen der vorstehend geschilderten Zielsetzung wird gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen, wobei die Wellenform-Meßvorrichtung ferner folgendes aufweist:  
einen Leistungsteiler zum leistungsmäßigen Teilen des getesteten Signals, bei dem es sich um ein optisches Signal handelt, auf zweierlei Weise, wenn es sich bei dem getesteten Signal um das optische Signal handelt; und  
eine Takt-Regenerierungseinrichtung zum Detektieren eines Takts der Wiederholungsfrequenz von einem derartigen, durch den Leistungsteiler geteilten einzelnen getesteten Signal, um dadurch das getestete Signal, bei dem es sich um das optische Signal handelt, in ein getestetes Signal eines elektrischen Signals mit einer Sinus-Wellenform mit der Wiederholungsfrequenz umzuwandeln und das umgewandelte Signal abzugeben.

**[0072]** Es wird eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen, die ferner folgendes aufweist:

einen Photodetektor, der dann, wenn es sich bei dem Abtastbereich um einen Elektroabsorptions-Modulator handelt, zum lichtmäßigen Empfangen eines getesteten Signals dient, das durch Abtasten eines von dem Leistungsteiler zugeführten getesteten Signals des optischen Signals mittels eines Abtastsignals gebildet wird, das von der Abtastsignal-Generatorschaltung zugeführt wird, wobei das getestete Signal, das nach dem Abtasten ein optisches Signal ist, in ein getestetes Signal eines elektrischen Signals umgewandelt wird;

einen Analog-/Digital-Wandler zum Umwandeln des getesteten Signals, das durch den Photodetektor in ein elektrisches Signal umgewandelt worden ist, in ein digitales getestetes Signal und zum Zuführen des umgewandelten digitalen getesteten Signals zu dem Datenverarbeitungsbereich; und

eine Anzeige zum Umwandeln einer Skala einer Zeitachse der Hüllwellenform, die durch den Datenverarbeitungsbereich gebildet worden ist, in eine Skala eines ursprünglichen getesteten Signals und zum Anzeigen einer Signalwellenform des getesteten Signals.

**[0073]** Die Erfindung ist anhand der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung in Verbindung mit den Begleitzzeichnungen noch besser zu verstehen; in den Zeichnungen zeigen:

[0074] [Fig. 1](#) ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer Wellenform-Meßvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0075] [Fig. 2](#) ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer Wellenform-Meßvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0076] [Fig. 3](#) ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer Wellenform-Meßvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0077] [Fig. 4](#) ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer Wellenform-Meßvorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0078] [Fig. 5](#) ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer Wellenform-Meßvorrichtung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0079] [Fig. 6](#) ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer Wellenform-Meßvorrichtung gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0080] [Fig. 7A](#), [Fig. 7B](#) und [Fig. 7C](#) Ansichten, in denen jeweils ein Prinzip erläutert wird, in dem eine Signalwellenform eines herkömmlichen typischen getesteten Signals unter Verwendung einer Abtasttechnik gebildet wird;

[0081] [Fig. 8](#) ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer herkömmlichen Wellenform-Meßvorrichtung; und

[0082] [Fig. 9](#) ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer weiteren herkömmlichen Wellenform-Meßvorrichtung.

[0083] Im folgenden wird auf die derzeit bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung Bezug genommen, wie diese in den Begleitzeichnungen dargestellt sind, in denen gleiche Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Teile bezeichnen.

[0084] Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Begleitzeichnungen beschrieben.

#### Erstes Ausführungsbeispiel

[0085] [Fig. 1](#) zeigt ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer Wellenform-Meßvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0086] Zuerst wird ein getestetes Signal "a", das von einem Eingangsanschluß (nicht gezeigt) zugeführt wird und bei dem es sich zum Beispiel um ein optisches Signal mit einer Wiederholungsperiode  $T_a$  (Wiederholungsfrequenz "fa") handelt, wie es in [Fig. 7A](#) gezeigt ist, zu einem Frequenzteiler **11** geführt.

[0087] Das diesem Frequenzteiler **11** zugeführte getestete Signal "a" wird auf zweierlei Weise frequenzmäßig geteilt, wobei der eine Teil einem Elektroabsorptions-Modulator **12** zugeführt wird, bei dem es sich um einen Abtastbereich handelt, und der andere Teil einer Taktregenerierungseinrichtung **13** zugeführt wird.

[0088] Bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist angenommen, daß die Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a" auf 100 GHz eingestellt ist.

[0089] Die Taktregenerierungseinrichtung **13** detektiert einen Takt einer Wiederholungsperiode  $T_a$  in dem getesteten Signal "a", bei dem es sich zum Beispiel um ein zugeführtes optisches Signal handelt. Diese Taktregenerierungseinrichtung **13** wandelt das zugeführte getestete Signal "a", bei dem es sich zum Beispiel um ein optisches Signal handelt, in ein getestetes Signal "a1" des elektrischen Signals mit einer Sinus-Wellenform mit der Frequenz "fa" (Wiederholungsfrequenz) um und führt das umgewandelte Signal einem Eingangsanschluß eines nachfolgenden Phasenkomparators **14** zu.

[0090] Ein Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale ist zum Beispiel durch einen Frequenzsynthesizer oder dergleichen gebildet. Ein Referenzsignal "e", das dem Referenzsignal-Eingangsanschluß REF zugeführt wird, wird multipliziert oder frequenzmäßig geteilt, so daß es möglich wird, ein frequenzsynthetisiertes Signal "g" zu erzeugen, das eine beliebige Frequenz aufweist.

[0091] Im spezielleren dient dieser Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale zum Erzeugen und Abgeben des frequenzsynthetisierten Signals "g" mit der Frequenz "fa" von 10 GHz, bei der es sich um eine Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals "a" handelt, die von einem beispielsweise einen Mikrocomputer (CPU) beinhaltenden Steuerbereich **16** angewiesen wird, und zwar unter Verwendung eines Referenzsignals "e" von 10 MHz, das von einem spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) **17** dem Referenzsignal-Eingangsanschluß REF zugeführt wird.

[0092] In diesem Fall multipliziert der Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale die Frequenz des Referenzsignals "e" mit 1000.

[0093] Selbstverständlich wird eine Phase des fre-

quenzsynthetisierten Signals "g", das von dem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale abgegeben wird, mit einer Phase des Referenzsignals "e" vollständig 1:1 synchronisiert.

**[0094]** Das frequenzsynthetisierte Signal "g", das die von dem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale abgegebene Frequenz "fa" aufweist, wird dem anderen Eingangsanschluß eines Phasenkomparators **14** zugeführt.

**[0095]** Der Phasenkomparator **14** detektiert eine Phasendifferenz zwischen einer Phase eines getesteten Signals "a1" mit einer Frequenz "fa", das von einer Taktregenerierungseinrichtung **13** in ein elektrisches Signal umgewandelt worden ist und dem einen Eingangsanschluß zugeführt wird, sowie einer Phase des frequenzsynthetisierten Signals "g" mit einer Frequenz "fa" von dem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale, das dem anderen Eingangsanschluß zugeführt wird, und gibt ein Phasendifferenzsignal "h" an einen spannungsgesteuerten Oszillatator (VCO) **17** ab.

**[0096]** Dieser spannungsgesteuerte Oszillatator (VCO) **17** erzeugt das vorstehend beschriebene Referenzsignal "e" von 10 MHz und führt das erzeugte Signal zurück zu einem Referenzsignal-Eingangsanschluß REF des Generators **15** für frequenzsynthetisierte Signale.

**[0097]** Der Phasenkomparator **14**, der spannungsgesteuerte Oszillatator (VCO) **17** sowie der Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale bilden eine PLL-Schaltung. Die Phase des von dem spannungsgesteuerten Oszillatator (VCO) **17** abgegebenen Referenzsignals ist somit stets mit einer Phase des getesteten Signals "a1" synchronisiert.

**[0098]** Das von dem spannungsgesteuerten Oszillatator (VCO) **17** abgegebene Referenzsignal "e" wird ferner zu dem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale zurückgeführt und in eine Abtastsignal-Generatorschaltung **18** zum Erzeugen eines Abtastsignals "b" eingespeist.

**[0099]** Diese Abtastsignal-Generatorschaltung **18** ist gebildet aus einem Signalgenerator **19**, wie zum Beispiel einem frequenzsynthetisierten Generator, und einer Wellenform-Abgleichschaltung **20**.

**[0100]** Hier ist der Signalgenerator **19** aus einem Frequenzsynthesizer oder dergleichen gebildet, wie zum Beispiel dem vorstehend beschriebenen Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale. Das Referenzsignal "e", das dem Referenzsignal-Eingangsanschluß zugeführt wird, wird multipliziert oder frequenzmäßig geteilt, so daß es möglich wird, ein Signal zu erzeugen, das eine beliebige Frequenz aufweist.

**[0101]** Genauer gesagt, es dient dieser Signalgenerator **19** zum Erzeugen und Abgeben eines Signals mit einer Frequenz von 999,9 MHz, bei der es sich um eine Frequenz "fb" eines von dem Steuerbereich **16** angewiesenen Abtastsignals "b" handelt, und zwar unter Verwendung des Referenzsignals "e" von 10 MHz, das von dem spannungsgesteuerten Oszillatator (VCO) **17** zugeführt wird.

**[0102]** Wenn eine Beziehung zwischen der Frequenz "fb" des Abtastsignals "b" und der Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a" verifiziert wird, und zwar wenn  $fa = 10 \text{ GHz}$  und  $fb = 999,9 \text{ MHz}$  in die vorstehend beschriebene Formel (1) eingesetzt werden, erhält man hierbei das Resultat als

$$999,9 \text{ MHz} = (10 \text{ GHz}/n) - \Delta f.$$

**[0103]** Somit ergibt sich die Formel (1) zum Beispiel, wenn  $n = 10$  und  $\Delta f = 0,1 \text{ MHz}$  betragen.

**[0104]** Ein Signal mit einer Sinus-Wellenform, das von diesem Signalgenerator **19** abgegeben wird, wird mittels einer nachfolgenden Wellenform-Abgleichschaltung **20** einer Wellenform-Abgleichung unterzogen und wird zu einem impulswellenförmigen Abtastsignal "b", das eine Wiederholungsfrequenz "fb" (Wiederholungsperiode  $T_b$ ) aufweist, wie diese in [Fig. 7B](#) gezeigt ist.

**[0105]** Das Abtastsignal "b" mit der Frequenz "fb", das von diesem Abtastsignalgenerator **18** abgegeben wird, wird in einen Elektroabsorptions-Modulator **12** eingespeist.

**[0106]** Dieser Elektroabsorptions-Modulator **12** tasst in der vorstehend beschriebenen Weise das getestete Signal "a" eines von einem Leistungsteiler **11** zugeführten optischen Signals mit Hilfe des Abtastsignals "b" ab, das von der Abtastsignal-Generatorschaltung **18** zugeführt wird, und liefert ein getestetes Signal "c" des abgetasteten optischen Signals an einen Photodetektor **21**.

**[0107]** Dieser Photodetektor **21** wandelt das getestete Signal "c" des zugeführten optischen Signals nach dem Abtasten in ein getestetes Signal "c1" eines elektrischen Signals um.

**[0108]** Das von dem Photodetektor **21** abgegebene getestete Signal "c1" wird dann durch einen Analog-/Digital-Wandler (A/D-Wandler) **22** in das abgetastete digitale getestete Signal "c2" umgewandelt, und das umgewandelte Signal wird in einen Datenverarbeitungsbereich **23** eingespeist.

**[0109]** Dieser Datenverarbeitungsbereich **23** berechnet die Hüllwellenform des zugeführten, abgetasteten getesteten Signals "c2" und wandelt eine Skala einer Zeitachse dieser Hüllwellenform in eine

Skala des ursprünglichen getesteten Signals "a" um. Dann wird eine Signalwellenform "d" des getesteten Signals "a" an eine Anzeige **24** abgegeben und auf dieser angezeigt.

**[0110]** Bei der in dieser Weise konfigurierten Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel kann eine Bedienungsperson dieser Wellenform-Meßvorrichtung eine Wiederholungsfrequenz "fb" eines Abtastsignals "b", die für einen Signalgenerator **19** eines Abtastsignalgenerators **1** relevant ist, über einen Steuerbereich **16** in vollständig unabhängiger Weise von der Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a" einstellen.

**[0111]** In diesem Fall stimmt eine Phase des Referenzsignals "e", das dem Signalgenerator **19** der Abtastsignal-Generatorschaltung **18** zugeführt wird, stets vollständig mit einer Phase des getesteten Signals "a" überein, und zwar mittels einer Phasensteuerfunktion einer PLL-Schaltung, die gebildet ist aus einem Phasenkomparator **14**, einem spannungssteuerten Oszillator (VCO) **17** und einem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale.

**[0112]** Daher kann bei einer solchen Wellenform-Meßvorrichtung die Frequenz "fb" des Abtastsignals "b" zum Abtasten eines getesteten Signals unabhängig von der Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a" in beliebiger Weise eingestellt werden.

**[0113]** Zusätzlich dazu ist das Abtastsignal "b" stets mit dem getesteten Signal "a" synchronisiert, und somit wird der Betrag von erzeugtem Jitter begrenzt.

**[0114]** Bei einer derartigen Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel kann somit die Meßgenauigkeit der Signalwellenform "d" des getesteten Signals "a" verbessert werden, während ein Betrag an erzeugtem Jitter beträchtlich eingeschränkt wird, und die Signalwellenform "d" lässt sich mit beliebiger Auflösungsgenauigkeit messen.

#### Zweites Ausführungsbeispiel

**[0115]** [Fig. 2](#) zeigt ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer Wellenform-Meßvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

**[0116]** In [Fig. 2](#) sind gleiche Elemente wie bei der Wellenform-Meßvorrichtung des in [Fig. 1](#) gezeigten ersten Ausführungsbeispiels mit den gleichen Bezugssymbolen bezeichnet. Auf eine Wiederholung der ausführlichen Beschreibung davon wird an dieser Stelle verzichtet.

**[0117]** Bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel wird ein getestetes

Signal "a1" gemäß elektrischen Signals, das von einer Taktregenerierungseinrichtung **13** abgegeben wird, einem Wellenteiler **25** zugeführt.

**[0118]** Das diesem Wellenteiler **25** zugeführte getestete Signal "a1" wird wellenmäßig in zwei Fragmente geteilt, wobei das eine einem Phasenkomparator **14** zugeführt wird und das andere in einen Frequenzzähler **26** eingespeist wird.

**[0119]** Dieser Frequenzzähler **26** mißt eine Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a1" des zugeführten elektrischen Signals und führt Daten über die gemessene Wiederholungsfrequenz "fa" dem Steuerbereich **16** zu.

**[0120]** In den Frequenzzähler **26** wird ein Referenzsignal "e" von einem spannungsgesteuerten Oszillator **17** eingespeist, um einen Zeitpunkt eines Takts (Wellenform) des getesteten Signals "a1" mit einem Zeitpunkt einer Taktzählung zu synchronisieren.

**[0121]** Der Steuerbereich **16** stellt eine Wiederholungsfrequenz "fa" des von dem Frequenzzähler **26** zugeführten getesteten Signals "a1", die für einen Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale relevant ist, als Frequenz eines frequenzsynthetisierten Signals "g" ein, das von dem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale abgegeben wird.

**[0122]** Der Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale liefert somit das frequenzsynthetisierte Signal mit der Frequenz "a", das mit der Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals "a" identisch ist, wie dies auch bei dem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem in [Fig. 1](#) dargestellten ersten Ausführungsbeispiel der Fall ist.

**[0123]** Die anschließende Arbeitsweise ist identisch mit der Arbeitsweise der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem in [Fig. 1](#) dargestellten ersten Ausführungsbeispiel.

**[0124]** Bei der auf diese Weise konfigurierten Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel wird die Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a" mit Hilfe eines Frequenzzählers **26** gemessen, und die gemessene Frequenz wird an dem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale eingestellt. Wie bei der vorstehend beschriebenen Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel kann somit die Signalwellenform "d" des getesteten Signals "a" mit beliebiger Auflösungsgenauigkeit gemessen werden, während das Ausmaß an erzeugtem Jitter eingeschränkt wird.

**[0125]** Ferner kann bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel selbst

bei unbekannter Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a" die Signalwellenform "d" des getesteten Signals "a" korrekt gemessen werden.

### Drittes Ausführungsbeispiel

[0126] [Fig. 3](#) zeigt ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer Wellenform-Meßvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0127] In [Fig. 3](#) sind gleiche Elemente wie bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem in [Fig. 1](#) dargestellten ersten Ausführungsbeispiel mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Auf eine Wiederholung einer ausführlichen Beschreibung wird an dieser Stelle verzichtet.

[0128] Bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel ist eine Mischvorrichtung **27** zwischen einem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale und dem einen Eingangsanschluß eines Phasenkomparators **14** angeordnet.

[0129] Ein getestetes Signal "a1" eines elektrischen Signals, das von einer Taktregenerierungseinrichtung **13** abgegeben wird, wird in die Mischvorrichtung **27** eingespeist, ohne in den Phasenkomparator **14** eingespeist zu werden.

[0130] Ein spannungsgesteuerter Oszillator (VCO) **17** führt ein Referenzsignal "e" mit einer Frequenz von 10 MHz einem Referenzsignal-Eingangsanschluß REF des Generators **15** für frequenzsynthetisierte Signale zu und führt das Referenzsignal ferner dem anderen Eingangsanschluß (Referenzsignal-Eingangsanschluß REF) des Phasenkomparators **14** zu.

[0131] Ferner wird in den Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale eine Frequenz, die man erhält durch Addieren einer Frequenz des Referenzsignals zu einer Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a", als Einstellfrequenz von dem Steuerbereich **16** zugeführt.

[0132] Bei der auf diese Weise konfigurierten Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel gibt der Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale ein frequenzsynthetisiertes Signal "g" mit einer Frequenz ab, die man erhält durch Addieren einer Frequenz eines Referenzsignals zu der Frequenz "fa" des getesteten Signals "a".

[0133] Bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a" auf 10 GHz eingestellt, und die Frequenz eines Referenzsignals "e" ist auf 10 MHz eingestellt. Von dem

Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale wird somit das frequenzsynthetisierte Signal "g", das eine Frequenz von 10 GHz + 10 MHz aufweist, der nachfolgenden Mischvorrichtung **27** zugeführt.

[0134] Diese Mischvorrichtung **27** mischt das von dem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale abgegebene frequenzsynthetisierte Signal "g" mit dem von der Taktregenerierungseinrichtung **13** abgegebenen getesteten Signal "a1".

[0135] Ein Ausgangssignal "j" von dieser Mischvorrichtung **27** beinhaltet somit eine Phasendifferenzkomponente zwischen dem getesteten Signal "a1" und dem Referenzsignal "g" in dem frequenzsynthetisierten Signal "g".

[0136] Das Ausgangssignal "j" von der Mischvorrichtung **27** beinhaltet nämlich eine Komponente mit einer Differenzfrequenz (10 MHz) zwischen der Frequenz (10 GHz + 10 MHz) des frequenzsynthetisierten Signals "g" und einer Frequenz (10 GHz) des getesteten Signals "a1".

[0137] Das Ausgangssignal "j" von dieser Mischvorrichtung **27** wird dem einen Eingangsanschluß eines Phasenkomparators **14** zugeführt.

[0138] Dieser Phasenkomparator **14** detektiert eine Phasendifferenz zwischen einer Phase des Ausgangssignals "j" der Mischvorrichtung **27** und einer Phase des Referenzsignals "e" und führt einem spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) **17** ein Phasendifferenzsignal "h" zu.

[0139] Dieser spannungsgesteuerte Oszillator (VCO) **17** erzeugt das vorstehend beschriebene Referenzsignal "e" von 10 MHz und führt das erzeugte Signal einem Referenzsignal-Eingangsanschluß REF des Generators **15** für frequenzsynthetisierte Signale sowie einem Referenzsignal-Eingangsanschluß REF des Phasenkomparators **14** zu.

[0140] Im vorliegenden Fall bilden die Mischvorrichtung **27**, der Phasenkomparator **14** und der spannungsgesteuerte Oszillator (VCO) **17** eine PLL-Schaltung. Eine Phase des von dem spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) **17** abgegebenen Referenzsignals "e" ist somit stets mit einer Phase des getesteten Signals "a1" synchronisiert.

[0141] Das von diesem spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) **17** abgegebene Referenzsignal "e" von 10 MHz wird zu dem jeweiligen Referenzsignal-Eingangsanschluß REF des Generators **15** für frequenzsynthetisierte Signale und des Phasenkomparators **14** zurückgeführt und in eine Abtastsignal-Generatorschaltung **18** eingespeist.

[0142] Diese Abtastsignal-Generatorschaltung **18**

erzeugt ein in [Fig. 7B](#) dargestelltes Abtastsignal "b" und führt das Signal einem Elektroabsorptions-Modulator **12** zu.

**[0143]** Die sich anschließende Arbeitsweise ist die gleiche wie die Arbeitsweise der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem in [Fig. 1](#) gezeigten ersten Ausführungsbeispiel.

**[0144]** Bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel kann somit wiederum die Signalwellenform "d" des zugeführten getesteten Signals "a" gemessen werden.

**[0145]** Ferner ist bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel die Mischvorrichtung **27** zwischen dem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale und dem Phasenkomparator **14** angeordnet, so daß eine Frequenzkomponente des dem Phasenkomparator **14** zugeführten Ausgangssignals "j" von der Mischvorrichtung **27** auf eine Frequenzkomponente des Referenzsignals "e" vermindert werden kann. Es besteht somit keine Notwendigkeit, einen zur Ausführung einer schnellen Verarbeitung ausgelegten Phasenkomparator für den Phasenkomparator **14** zu verwenden.

**[0146]** Die Kosten der Wellenform-Meßvorrichtung insgesamt lassen sich somit reduzieren, und die Meßgenauigkeit der zu messenden Signalwellenform "d" läßt sich verbessern.

#### Viertes Ausführungsbeispiel

**[0147]** [Fig. 4](#) zeigt ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer Wellenform-Meßvorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

**[0148]** In [Fig. 4](#) sind gleiche Elemente wie bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem zweiten oder dritten Ausführungsbeispiel, wie diese in [Fig. 2](#) oder [Fig. 3](#) dargestellt sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Auf eine Wiederholung der ausführlichen Beschreibung wird an dieser Stelle verzichtet.

**[0149]** Bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel sind ein Leistungssteiler **25** und ein Frequenzzähler **26** der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem in [Fig. 2](#) dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem in [Fig. 3](#) gezeigten dritten Ausführungsbeispiel hinzugefügt.

**[0150]** In diesem Fall wird ein getestetes Signal "a1", das von einer Taktregenerierungseinrichtung **13** abgegeben wird, einem Wellenteiler **25** zugeführt.

**[0151]** Das getestete Signal "a1", das diesem Leis-

tungsteiler **25** zugeführt wird, wird in zwei Fragmente geteilt, von denen das eine einer Mischvorrichtung **27** zugeführt wird und das andere dem Frequenzzähler **26** zugeführt wird.

**[0152]** Dieser Frequenzzähler **26** mißt eine Wiederholungsfrequenz "fa" eines getesteten Signals "a1" eines zugeführten elektrischen Signals und liefert Daten über die gemessene Wiederholungsfrequenz "fa" an den Steuerbereich **16**.

**[0153]** Der Steuerbereich **16** stellt eine für den Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale relevante Frequenz ein, die man erhält durch Addieren einer Frequenz eines Referenzsignals "e" zu der von dem Frequenzzähler **26** eingegebenen Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a".

**[0154]** Somit gibt der Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale ein frequenzsynthetisiertes Signal "g" mit einer Frequenz ab, die man erhält durch Addieren der Frequenz des Referenzsignals zu der Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a", wie dies auch bei dem Generator für frequenzsynthetisierte Signale bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem in [Fig. 3](#) dargestellten dritten Ausführungsbeispiel der Fall ist.

**[0155]** Bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel kann somit wie bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem vorstehend beschriebenen dritten Ausführungsbeispiel die Signalwellenform "d" des zugeführten getesteten Signals "a" korrekt gemessen werden.

**[0156]** Ferner kann bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel die Signalwellenform "d" des getesteten Signals "a" selbst dann korrekt gemessen werden, wenn die Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a" unbekannt ist.

#### Fünftes Ausführungsbeispiel

**[0157]** [Fig. 5](#) zeigt ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer Wellenform-Meßvorrichtung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

**[0158]** In [Fig. 5](#) sind gleiche Elemente wie bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem in [Fig. 1](#) dargestellten ersten Ausführungsbeispiel mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Auf eine Wiederholung der ausführlichen Beschreibung wird an dieser Stelle verzichtet.

**[0159]** Bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist ein Frequenzteller **28** zwischen einer Taktregenerierungseinrichtung **13** und einem Phasenkomparator **14** an-

geordnet.

**[0160]** Dieser Frequenzteiler **28** hat eine Funktion, ein von der Taktregenerierungseinrichtung **13** abgegebenes elektrisches Signal "a1" mit einer Frequenz "fa" zu veranlassen, mit einer Frequenz eines frequenzsynthetisierten Signals "g" zu übereinstimmen, das von einem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale abgegeben wird.

**[0161]** Auf diese Weise ist der Frequenzteiler **28** zwischen der Taktregenerierungseinrichtung **13** und dem Phasenkomparator **14** vorgesehen, so daß keine Notwendigkeit besteht, dafür zu sorgen, daß eine Frequenz des von dem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale abgegebenen frequenzsynthetisierten Signals "g" stets mit einer Frequenz "fa" des getesteten Signals "a" übereinstimmt.

**[0162]** Bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem vorliegenden, in [Fig. 5](#) dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Frequenz "fa" des getesteten Signals "a" auf 40 GHz eingestellt, und eine Frequenz des frequenzsynthetisierten Signals "g" des Generators **15** für frequenzsynthetisierte Signale ist auf 10 GHz eingestellt, d.h. auf ein Viertel der Frequenz "fa" des getesteten Signals "a". Hinsichtlich des Frequenzteilungsverhältnisses des Frequenzteilers **28** ist somit angenommen, daß dieses auf vier eingestellt ist (d.h. n = 4).

#### Sechstes Ausführungsbeispiel

**[0163]** [Fig. 6](#) zeigt ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer schematischen Konfiguration einer Wellenform-Meßvorrichtung gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

**[0164]** In [Fig. 6](#) sind gleiche Elemente wie bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem in [Fig. 3](#) dargestellten dritten Ausführungsbeispiel mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Auf eine Wiederholung der ausführlichen Beschreibung wird an dieser Stelle verzichtet.

**[0165]** Bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist ein Frequenz-Multiplizierer **29** zwischen einem spannungsgesteuerten Oszillator **17** und einem Phasenkomparator **14** angeordnet.

**[0166]** Dieser Frequenz-Multiplizierer **29** hat eine Funktion zum Multiplizieren einer Frequenz eines von dem spannungsgesteuerten Oszillator **17** abgegebenen Referenzsignals "e" von 10 Hz, um dadurch die Frequenz des einem Referenzsignal-Eingangsanschluß REF eines Phasenkomparators **14** zugeführten Referenzsignals "e" mit einer Frequenz eines Ausgangssignals "j" in Übereinstimmung zu bringen, das von einer Mischvorrichtung **27** an den Phasen-

komparator **14** abgegeben wird.

**[0167]** Eine von einem Steuerbereich **16** an einem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale einzustellende Frequenz beträgt somit  $10 \text{ GHz} + (N \times 10) \text{ MHz}$  anstelle von  $10 \text{ GHz} + 10 \text{ MHz}$ , so daß das Ausmaß an Einstellungsfreiheit zunimmt.

**[0168]** Die Konfiguration gemäß der vorliegenden Erfindung ist nicht nur auf die jeweilige Konfiguration der vorstehenden Ausführungsformen begrenzt.

**[0169]** Zum Beispiel ist bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß jedem der vorliegenden Ausführungsbeispiele zwar angenommen, daß es sich bei dem getesteten Signal "a" um ein optisches Signal handelt, jedoch kann es sich bei diesem getesteten Signal "a" auch um ein allgemeines elektrisches Signal handeln.

**[0170]** In diesem Fall wird ein dem Elektroabsorptions-Modulator **12** zugeführtes elektrisches Eingangssignal als getestetes Signal definiert, und ein optisches Eingangssignal ist als Abtastsignal definiert, so daß sich ein Abtasten eines elektrischen Signals gewährleisten läßt.

**[0171]** Dabei dient eine Abtastsignal-Generatorschaltung **18** als Signalgeneratorschaltung zum Abgeben eines optischen Signals unter Verwendung einer Lichtquelle mit kurzen Impulsen oder dergleichen.

**[0172]** Anstatt des Elektroabsorptions-Modulators **12** kann ferner eine Abtastschaltung **1** verwendet werden, die bei einem allgemeinen elektrischen Signal der in [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) gezeigten Art Anwendung findet.

**[0173]** Ferner wird bei der Wellenform-Meßvorrichtung gemäß dem dritten und dem sechsten Ausführungsbeispiel von dem Generator **15** für frequenzsynthetisierte Signale zwar ein frequenzsynthetisiertes Signal "g" abgegeben, das eine Frequenz eines Referenzsignals aufweist oder eine Frequenz aufweist, die man erhält durch Addieren der Frequenz des Referenzsignals multipliziert mit N-mal (m = N) zu einer Wiederholungsfrequenz "fa" eines getesteten Signals "a", jedoch kann ohne Einschränkung darauf auch ein frequenzsynthetisiertes Signal "g" abgegeben werden, das eine Frequenz eines Referenzsignals aufweist oder eine Frequenz aufweist, die man erhält durch Subtrahieren der Frequenz des Referenzsignals multipliziert mit N-mal (m = N) von der Wiederholungsfrequenz "fa" des getesteten Signals "a".

**[0174]** Wie vorstehend beschrieben worden ist, wird bei der Wellenform-Meßvorrichtung ein frequenzsynthetisiertes Signal zum Erzielen einer Wiederho-

lungsfrequenz eines Abtastsignals unter Verwendung eines Generators für frequenzsynthetisierte Signale erzeugt, wobei das auf diese Weise erzeugte frequenzsynthetisierte Signal unter Verwendung einer PLL-Technik stets mit einem getesteten Signal phasensynchronisiert ist.

**[0175]** Bei der Wellenform-Meßvorrichtung der vorliegenden Erfindung kann somit eine Frequenz eines Abtastsignals zum Abtasten eines getesteten Signals in beliebiger Weise eingestellt werden, die Meßgenauigkeit einer Signalwellenform des getesteten Signals kann verbessert werden, während ein Ausmaß an erzeugten Jittern deutlich eingeschränkt ist, und eine Signalwellenform kann mit einer beliebigen Auflösungsgenauigkeit gemessen werden.

**[0176]** Gemäß der vorliegenden Erfindung kann somit eine Wellenform-Meßvorrichtung geschaffen werden, bei der ein frequenzsynthetisiertes Signal zum Erzielen einer Wiederholungsfrequenz eines Abtastsignals unter Verwendung eines Generators für frequenzsynthetisierte Signale erzeugt wird und das auf diese Weise erzeugte frequenzsynthetisierte Signal unter Verwendung einer PLL-Technik stets mit einem getesteten Signal phasensynchronisiert ist, so daß eine Frequenz eines Abtastsignals zum Abtasten eines getesteten Signals in beliebiger Weise eingestellt werden kann, die Meßgenauigkeit einer Signalwellenform des getesteten Signals verbessert werden kann, während ein Ausmaß an erzeugtem Jitter deutlich eingeschränkt wird, und eine Signalwellenform mit beliebiger Auflösungsgenauigkeit gemessen werden kann.

### Patentansprüche

1. Wellenform-Meßvorrichtung, die folgendes aufweist:

- einen Abtastbereich (12) zum Abtasten eines getesteten Signals, das eine beliebige Eingangs-Wiederholungsperiode aufweist, mittels eines Abtastsignals, das eine Schwingungsperiode aufweist, die länger ist als die des getesteten Signals, und
- einen Datenverarbeitungsbereich (24) zum Erzielen einer Hüllwellenform eines getesteten Signals, das von dem Abtastbereich (12) abgetastet worden ist, und zum Erzielen einer Signalwellenform des getesteten Signals anhand der Hüllwellenform, wobei die Wellenform **dadurch gekennzeichnet** ist, daß sie folgendes aufweist:
- einen Generator (15) für frequenzsynthetisierte Signale, der einen Referenzsignal-Eingangsanschluß (REF) aufweist und der unter Verwendung eines dem Referenzsignal-Eingangsanschluß zugeführten Referenzsignals ein frequenzsynthetisiertes Signal mit einer Frequenz abgibt, die gleich einer Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals ist;
- einen Phasenkomparator (14), der eine Phasendifferenz zwischen einer Phase des frequenzsyntheti-

sierten Signals, das von dem Generator (15) für frequenzsynthetisierte Signale abgegeben wird, und einer Phase des getesteten Signals detektiert und dadurch ein Phasendifferenzsignal abgibt;

- einen spannungsgesteuerten Oszillator (17) zum Erzeugen eines Referenzsignals, das mit dem getesteten Signal phasensynchronisiert ist, auf der Basis des von dem Phasenkomparator (14) abgegebenen Phasendifferenzsignals und zum Zuführen des Referenzsignals zurück zu dem Referenzsignal-Eingangsanschluß (REF) des Generators (15) für frequenzsynthetisierte Signale und zu dem Referenzsignal-Eingangsanschluß des Phasenkomparators; und
- eine Abtastsignal-Generatorschaltung (18) zum Erzeugen des Abtastsignals unter Verwendung des von dem spannungsgesteuerten Oszillator (17) abgegebenen Referenzsignals.

2. Wellenform-Meßvorrichtung nach Anspruch 1, weiterhin mit einer Mischvorrichtung (27) zum Mischen eines frequenzsynthetisierten Signals, das von dem Generator (15) für frequenzsynthetisierte Signale abgegeben wird, mit dem getesteten Signal, dadurch gekennzeichnet, daß der Phasenkomparator (14) einen Referenzsignal-Eingangsanschluß (REF) aufweist und daß der Phasenkomparator (14) eine Phasendifferenz zwischen einer Phase eines dem Referenzsignal-Eingangsanschluß (REF) zugeführten Referenzsignals und einer Phase eines Ausgangssignals von der Mischvorrichtung (27) detektiert und ein Phasendifferenzsignal abgibt.

3. Wellenform-Meßvorrichtung nach Anspruch 1, weiterhin mit einem Frequenzteiler (28) zum frequenzmäßigen Teilen einer Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals auf 1/n (n: positive ganze Zahl) und zum Abgegeben des gestesteten Signals, dadurch gekennzeichnet, daß der Generator (15) für frequenzsynthetisierte Signale unter Verwendung eines dem Referenzsignal-Eingangsanschluß (REF) zugeführten Referenzsignals ein frequenzsynthetisiertes Signal mit einer Frequenz gleich 1/n (n: positive ganze Zahl) der Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals abgibt und der Phasenkomparator (14) eine Phasendifferenz zwischen einer Phase des von dem Generator (15) für frequenzsynthetisierte Signale abgegebenen frequenzsynthetisierten Signals und einer Phase des getesteten Signals, dessen Wiederholungsfrequenz durch den Frequenzteiler (28) frequenzmäßig auf 1/n (n: positive ganze Zahl) geteilt ist, detektiert und ein Phasendifferenzsignal abgibt.

4. Wellenform-Meßvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner folgendes aufweist:  
einen Frequenz-Multiplizierer (29) zum Abgeben eines Signals mit einer Frequenz, die m-mal (m: positive ganze Zahl) die Frequenz des Referenzsignals ist;

und

eine Mischvorrichtung (27) zum Mischen des von dem Generator (15) für frequenzsynthetisierte Signale abgegebenen frequenzsynthetisierten Signals mit dem getesteten Signal,  
dadurch gekennzeichnet,

daß der Generator (15) für frequenzsynthetisierte Signale ein frequenzsynthetisiertes Signal abgibt, das eine Frequenz aufweist, die man erhält, wenn eine Frequenz gleich der Wiederholungsfrequenz und eine Frequenz, die m-mal (m: positive ganze Zahl) das Referenzsignal beträgt, unter Verwendung eines dem Referenzsignal-Eingangsanschluß (REF) zugeführten Referenzsignals miteinander addiert oder voneinander subtrahiert werden, und

daß der Phasenkomparator (14) eine Phasendifferenz zwischen einer Phase eines Signals mit einer Frequenz, die m-mal die Frequenz des von dem Frequenzmultiplizierer (29) dem Referenzsignal-Eingangsanschluß (REF) zugeführten Referenzsignals beträgt, und einer Phase eines Ausgangssignals von der Mischvorrichtung (27) detektiert und ein Phasendifferenzsignal abgibt.

5. Wellenform-Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,

daß sie ferner folgendes aufweist:

einen Frequenzmeßbereich (26) zum Messen einer Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals; und einen Frequenzeinstellbereich (16) zum Einstellen einer Frequenz eines von dem Generator (15) für frequenzsynthetisierte Signale abgegebenen frequenzsynthetisierten Signals, die für den Generator (15) für frequenzsynthetisierte Signale relevant ist, auf der Basis der von dem Frequenzmeßbereich gemessenen Wiederholungsfrequenz des getesteten Signals.

6. Wellenform-Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß sie ferner folgendes aufweist:

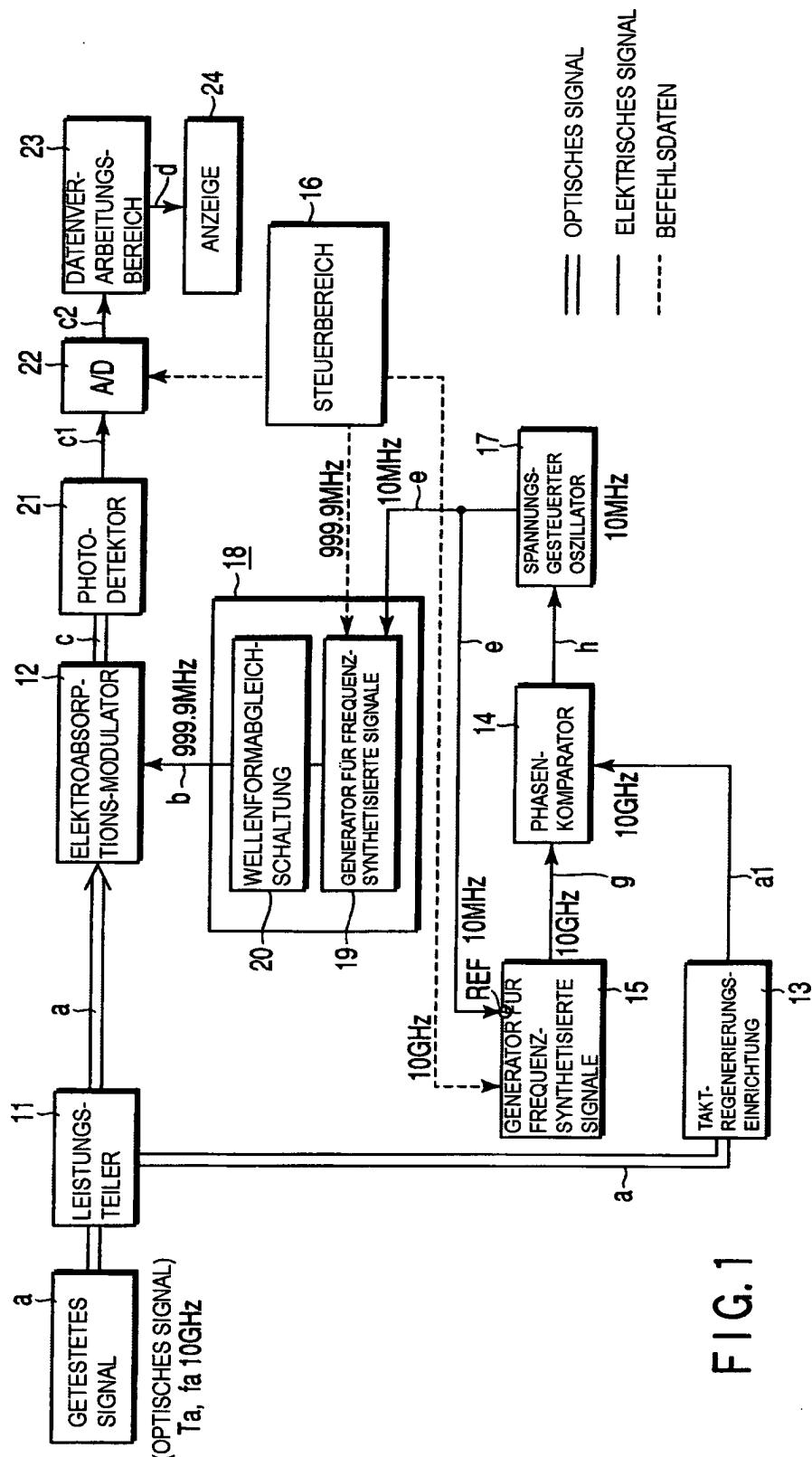
einen Leistungsteiler (11) zum leistungsmäßigen Teilen des getesteten Signals, bei dem es sich um ein optisches Signal handelt, auf zweierlei Weise, wenn es sich bei dem getesteten Signal um das optische Signal handelt; und

eine Takt-Regenerierungseinrichtung (13) zum Detektieren eines Takts der Wiederholungsfrequenz von einem derartigen, durch den Leistungsteiler (11) geteilten einzelnen getesteten Signal, um dadurch das getestete Signal, bei dem es sich um das optische Signal handelt, in ein getestetes Signal eines elektrischen Signals mit einer Sinus-Wellenform mit der Wiederholungsfrequenz umzuwandeln und das umgewandelte Signal abzugeben.

7. Wellenform-Meßvorrichtung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß sie ferner folgendes aufweist:

einen Photodetektor (21), der dann, wenn es sich bei dem Abtastbereich (12) um einen Elektroabsorptions-Modulator (12) handelt, zum lichtmäßigen Empfangen eines getesteten Signals eines von dem Leistungsteiler (11) zugeführten optischen Signals dient, wobei das getestete Signal des optischen Signals durch ein von der Abtastsignal-Generatorschaltung (18) zugeführtes Abtastsignal getestet wird und wobei das getestete Signal, das nach dem Abtasten ein optisches Signal ist, in ein getestetes Signal eines elektrischen Signals umgewandelt wird;  
einen Analog-/Digital-Wandler (22) zum Umwandeln des getesteten Signals, das durch den Photodetektor (21) in ein elektrisches Signal umgewandelt worden ist, in ein getestetes digitales Signal und zum Zuführen des umgewandelten digitalen getesteten Signals zu dem Datenverarbeitungsbereich (23); und  
eine Anzeige (24) zum Umwandeln einer Skala einer Zeitachse der Hüllwellenform, die durch den Datenverarbeitungsbereich (23) gebildet worden ist, in eine Skala eines ursprünglichen getesteten Signals und zum Anzeigen einer Signalwellenform des getesteten Signals.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen



一  
EIG

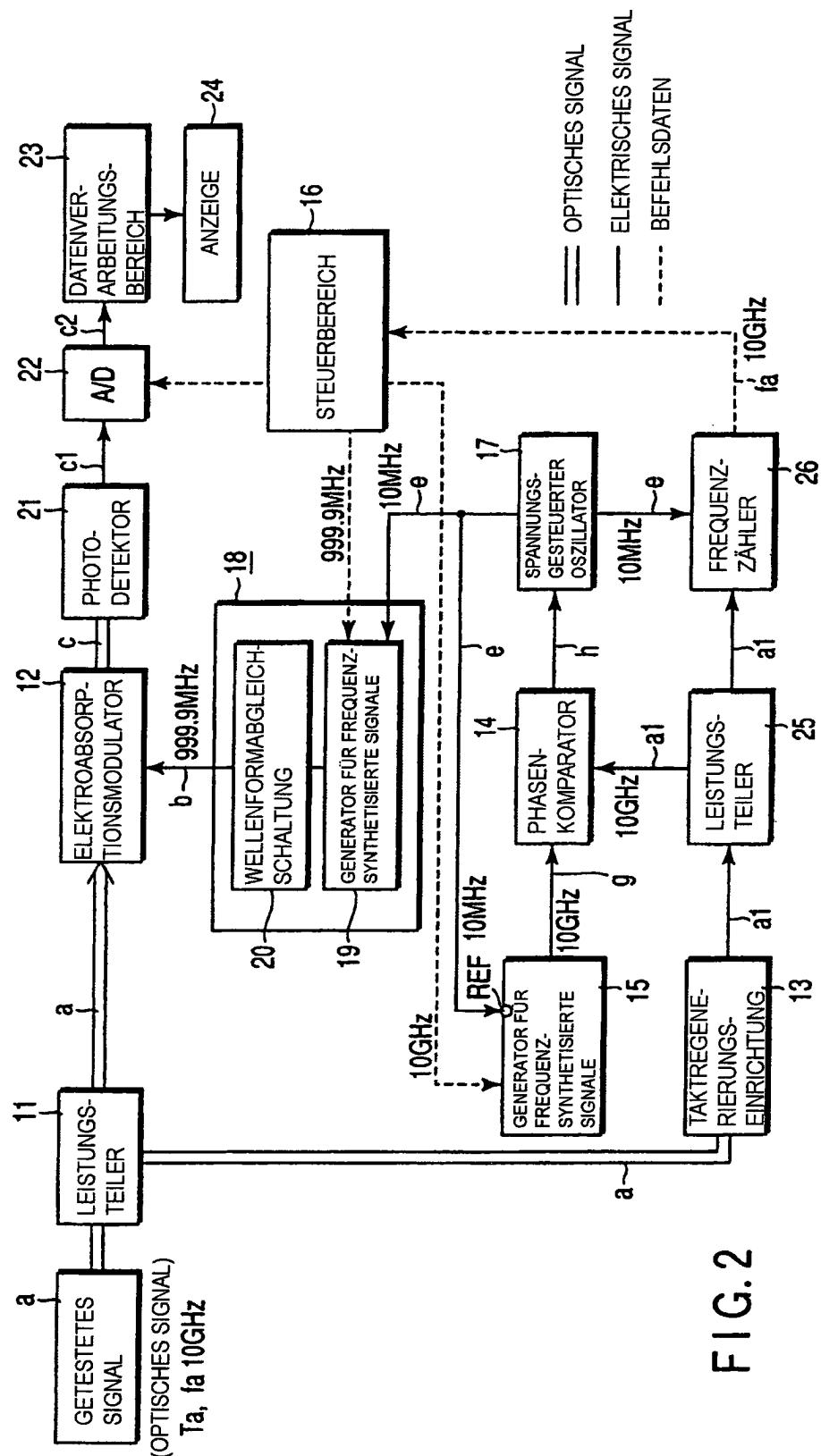


FIG. 2

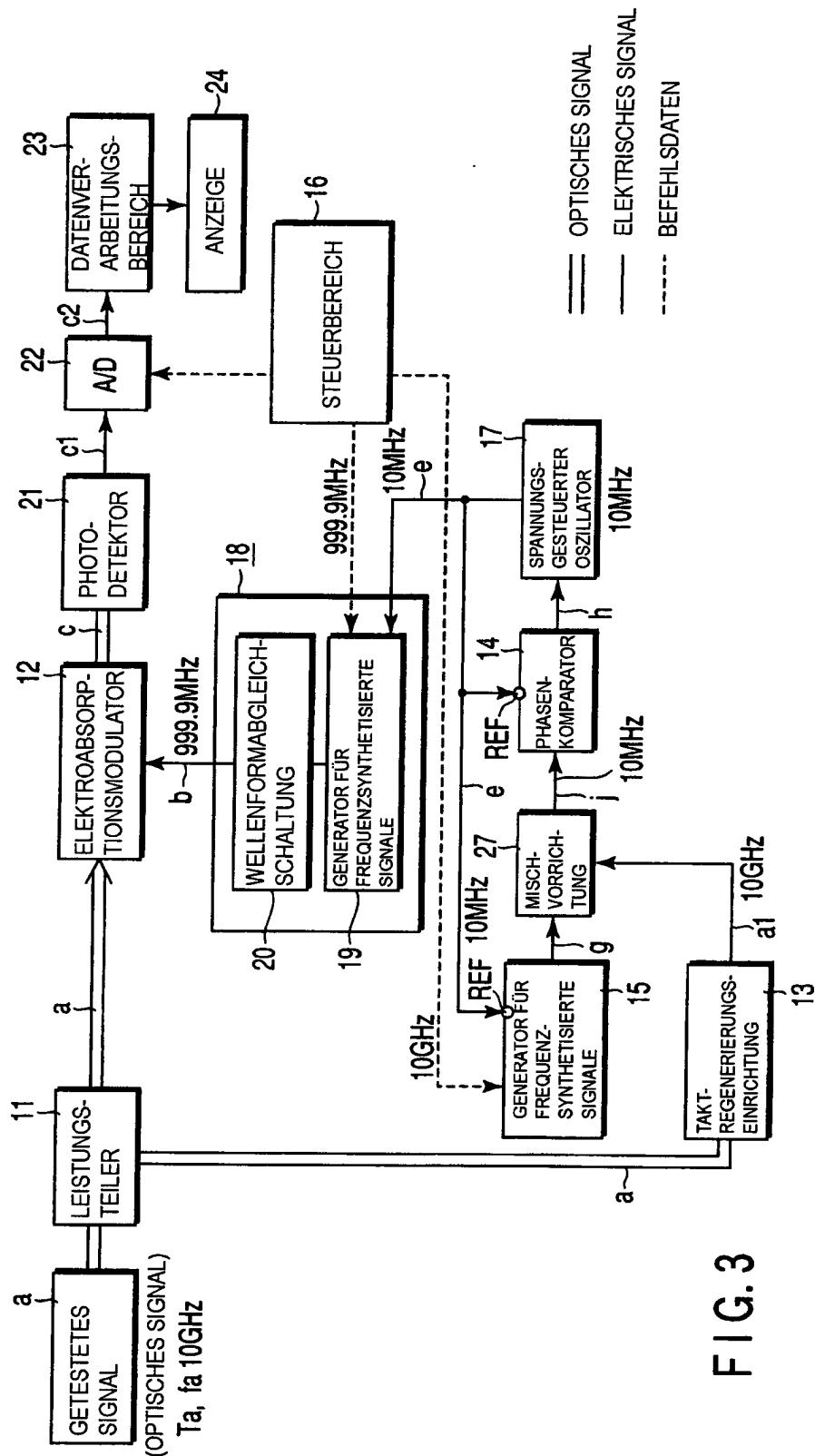


FIG. 3

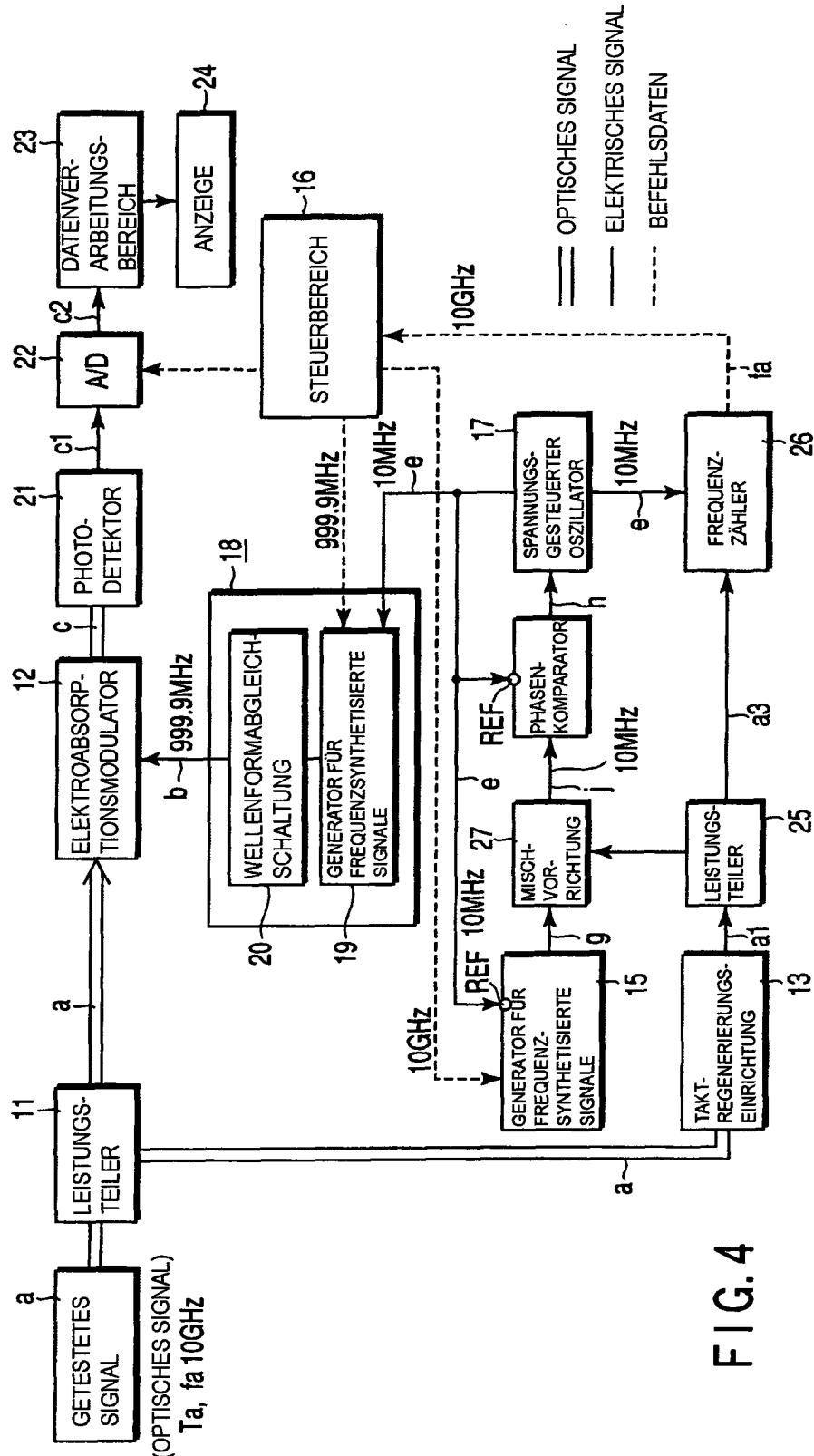


FIG. 4

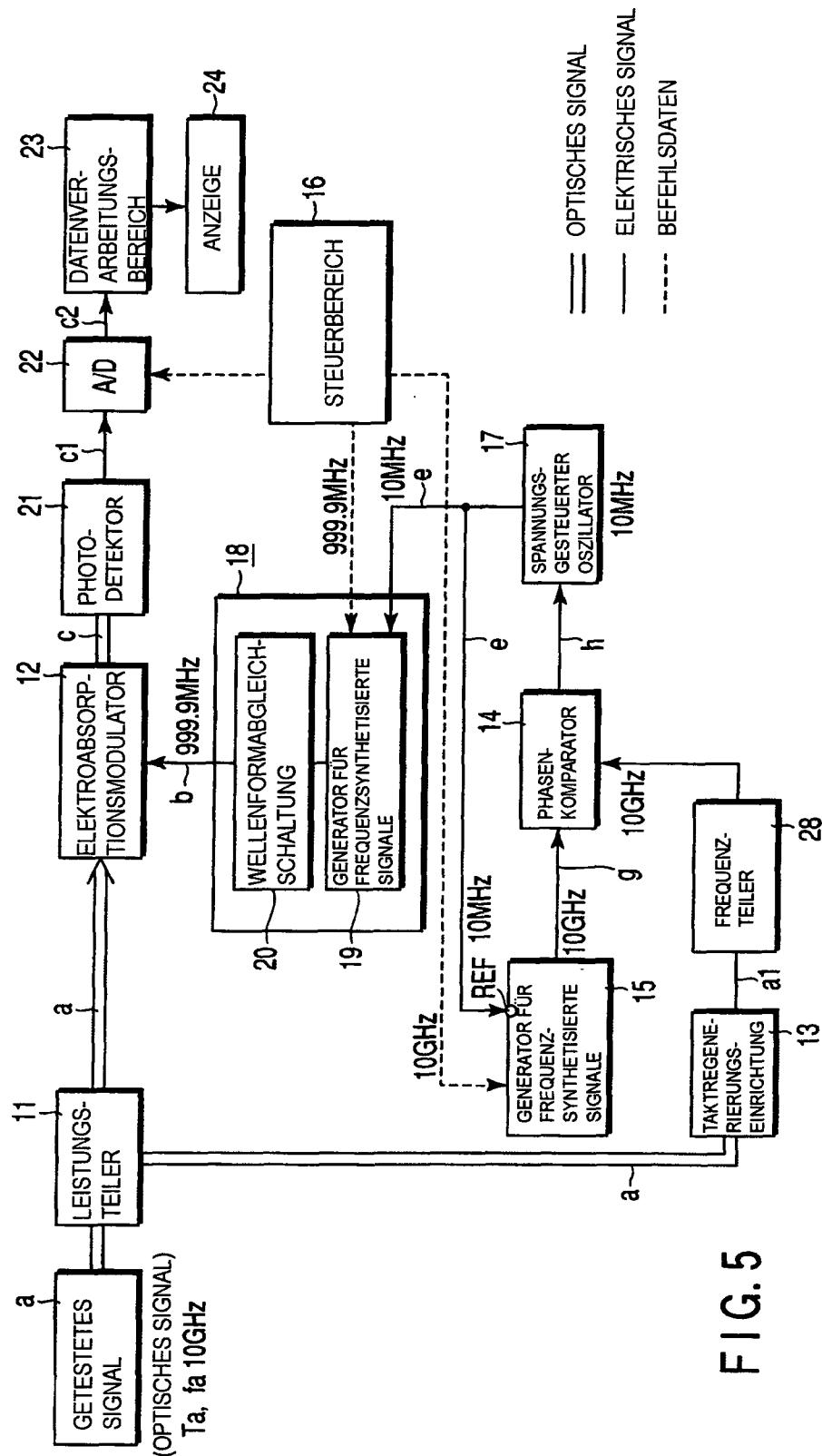


FIG. 5

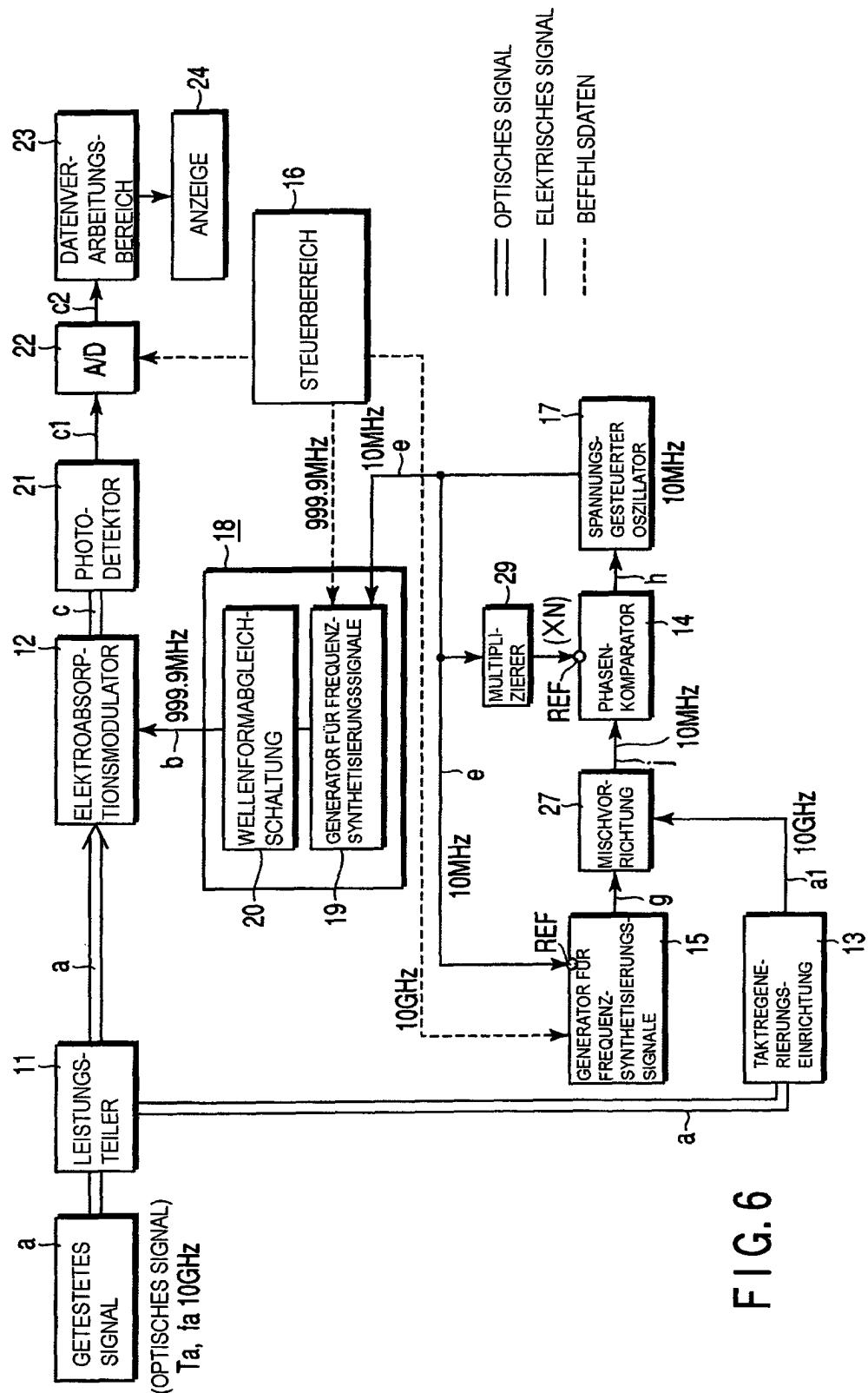
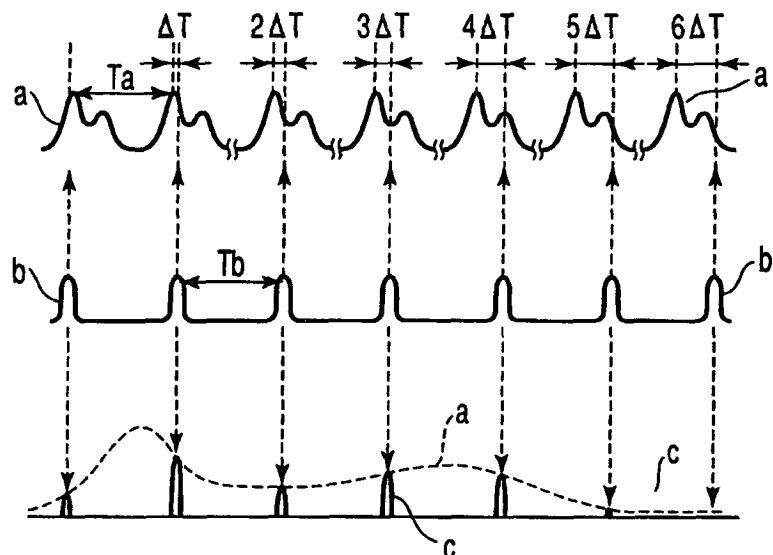


FIG. 6

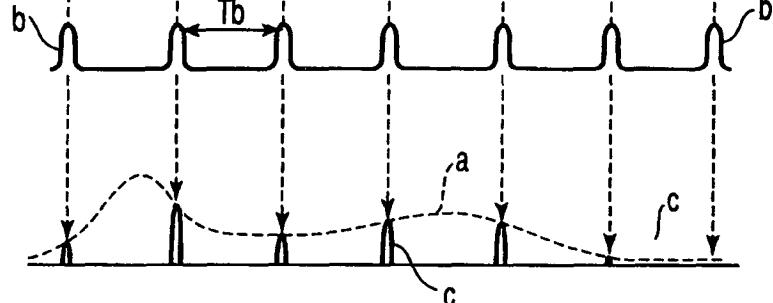
**FIG. 7A**

GETESTETES  
SIGNAL



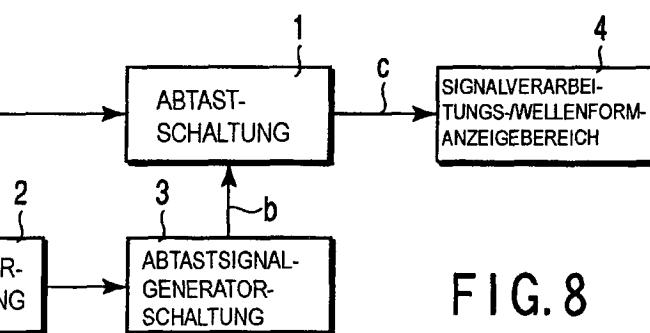
**FIG. 7B**

ABTAST-  
SIGNAL

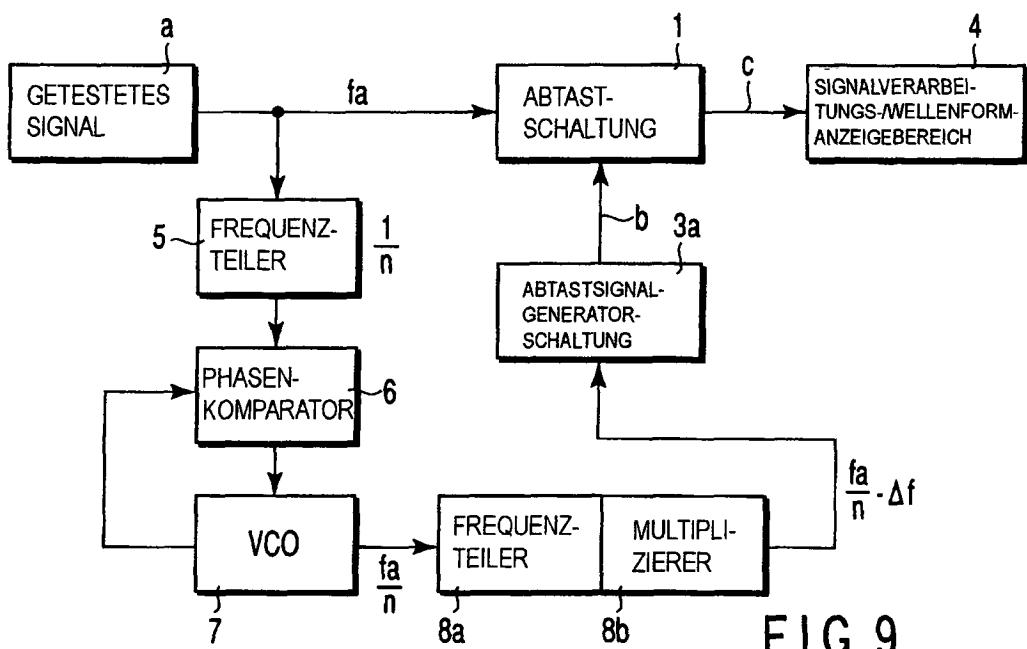


**FIG. 7C**

ABGETASTETES  
GETESTETES  
SIGNAL



**FIG. 8**



**FIG. 9**